ASME锅炉及压力容器规范

国际性规范

II

材料

A篇 铁基材料

（选译）

2015 版

ASME锅炉及压力容器材料委员会 编著
中石协ASME规范产品专业委员会（CACI） 翻译

中国石化出版社
HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

ASME 锅炉及压力容器规范
国际性规范

Ⅱ

材　料

A 篇　铁基材料

（选　译）

2015 版

ASME 锅炉及压力容器材料委员会　编著
中石协 ASME 规范产品专业委员会（CACI）　翻译

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

ASME 锅炉及压力容器规范:2015 版.第Ⅱ卷,材料.
A 篇. 铁基材料 / ASME 锅炉及压力容器材料委员会编著;
中石协 ASME 规范产品专业委员会(CACI)译.—北京:
中国石化出版社,2016.1
ISBN 978-7-5114-3879-9

Ⅰ. ①A… Ⅱ. ①A… ②A… ③中… Ⅲ. ①锅炉-国际标准
②压力容器-国际标准 ③锅炉-结构材料-国际标准 ④压
力容器-结构材料-国际标准 Ⅳ. ①TK22-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 095096 号

未经本社书面授权，本书任何部分不得被复制、抄袭，或者以任何形式或任何方式传播。版权所有，侵权必究。

中国石化出版社出版
地址:北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编:100011　电话:(010)84271850
读者服务部电话:(010)84289974
http://www.sinopec-press.com
E-mail:press@sinopec.com
北京艾普海德印刷有限公司印刷
*
880×1230 毫米 16 开本 66.75 印张 1925 千字
2016 年 5 月第 1 版　2016 年 5 月第 1 次印刷

STATEMENT OF PERMISSION TO CACI TO TRANSLATE AND REPRODUCE PORTIONS OF THIS EDITION ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE

CACI has translated this ASME Code or Standard copyright © 2013 by The American Society of Mechanical Engineers with the prior written consent of ASME Codes & Standards Department.ASME has licensed CACI to make this translation and takes no responsibility for any syntax errors or conflicts in understanding that arise from the standard being referenced out of context. No additional translation or reproduction may be made of this material without the prior written consent of the ASME.

ASME 许可 CACI 翻译、出版
本版(2015 版)ASME 锅炉及压力容器规范的声明(译文)

经 ASME 规范标准部事先的书面许可，CACI 已经翻译出版了版权属于美国机械工程师学会（ASME）的 2013 版 ASME 规范的本卷册。现 ASME 已授予 CACI 翻译出版此版本的许可，但 ASME 对译书的任何语法错误或因对标准的误解而产生的矛盾不负责任。未经 ASME 事先书面许可，任何人或组织机构不得对此标准进行翻译或出版。

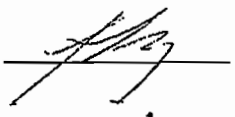
Some Articles form License Agreement

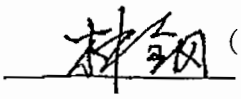
- Through this Agreement, the ASME grants CACI the nonexclusive right to translate and reproduce a Chinese version of the ASME Standards cited in this Agreement.
- This agreement becomes effective upon signature of both parties and terminates on June 30, 2020.
- Appendix Ⅰ

  The following lists the ASME Codes and covered by this Agreement

Section Ⅰ	Power Boilers
Section Ⅱ	Materials
Part A	Ferrous Materials
Part B	Non-Ferrous Materials
Part C	Welding Materials
Part D	Properties
Section Ⅳ	Heating Boilers
Section Ⅴ	NDE
Section Ⅷ-Division 1	Pressure Vessel
Section Ⅷ-Division 2	Pressure Vessel
Section Ⅷ-Division 3	Pressure Vessel
Section Ⅸ	Welding
Section Ⅻ	Transportation Tanks
Code Case:	Boilers and Pressure Vessels
B16.5	Pipe Flange and Flange Pipe Fitting
B16.34	Valves Flanged, Threaded and Welding End
B31.1	Power Piping
B31.3	Process Piping
B36.10M	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
NQA-1	Quality Assurance Requirement for Nuclear Facility Application

Signature:

The American Society of Mechanical Engineers:  (June Ling) (May 12, 2015)

China Cooperation Network of ASME Code Items:  (Lin Gang) (April 28, 2015)

许可证协议部分条款（译文）

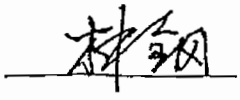
- 通过本协议，ASME 授权 CACI 对本协议规定的范围内的 ASME 标准的非排外性的翻译、出版权。
- 本协议自双方签字后即生效，终止日期为 2020 年 6 月 30 日。
- 附录一

本协议所涵盖的 ASME 规范如下：

第Ⅰ卷	动力锅炉
第Ⅱ卷	材料
A 篇	铁基材料
B 篇	非铁基材料
C 篇	焊接材料
D 篇	性能
第Ⅳ卷	采暖锅炉
第Ⅴ卷	无损检测
第Ⅷ卷 1 册	压力容器
第Ⅷ卷 2 册	压力容器
第Ⅷ卷 3 册	压力容器
第Ⅸ卷	焊接
第Ⅻ卷	移动式压力容器
规范案例：锅炉及压力容器	
B16.5	管法兰和法兰管件
B16.34	法兰、螺纹和焊连接的阀门
B31.1	动力管道
B31.3	工艺管道
B36.10M	焊接和无缝轧制钢管
NQA-1	核设施的质量保证要求

签约人：

美国机械工程师学会： （June Ling）（2015 年 5 月 12 日）

中石协 ASME 规范产品专业委员会：  （林钢）（2015 年 4 月 28 日）

出　版　说　明

中石协 ASME 规范产品专业委员会（CACI）于 1994 年 4 月成立，其宗旨是介绍、交流、推广 ASME（美国机械工程师学会）锅炉及压力容器相关规范，促进 ASME 锅炉、压力容器材料的国产化，培训人才，开展技术交流和咨询服务，从而进一步提高我国锅炉、压力容器的设计、制造和检验水平，使我国的 ASME 锅炉及压力容器规范产品立足于国内，并进入国际市场。经 ASME 授权，我们翻译出版了 1998 版、2001 版、2004 版、2007 版、2010 版和 2013 版的 ASME 锅炉及压力容器相关规范（包括 2013 版以前各版的增补），得到了会员单位和广大用户的欢迎。为了满足广大用户不断增加的对 ASME 规范的需要，本次授权翻译的 2015 版 ASME 规范已增加到 19 卷（册）。是目前国内惟一得到授权的单位。

在 ASME 锅炉及压力容器规范翻译出版委员会的指导和帮助下，我们翻译出版了 2015 版锅炉及压力容器相关规范，本卷册由 CACI 聘请韩肇俊、曹良知翻译，曹良知、包汉生、何西扣、刘正东校对。

本卷（册）的中译本版权属于中石协 ASME 规范产品专业委员会（CACI）。

在此，衷心感谢曾为本卷（册）正式公开翻译出版做了大量前期工作的有关专家、学者和工程技术人员。

本规范是美国现行的一部标准，执行时应以英文原版为准。

限于客观条件和我们的水平，翻译出版的 ASME 规范中译本肯定会存在缺点和不足，希望广大用户和读者随时提出意见和批评，以便今后改正。

来信请寄：北京市西城区月坛南街 26 号

中石协 ASME 规范产品专业委员会秘书处

邮　　编：100825

电子邮箱：caci@ caci. org. cn

中石协 ASME 规范产品专业委员会

2015 年 11 月

2015 版 ASME 锅炉及压力容器等规范

翻译出版委员会名单

主　　任：林　钢

常务副主任：杨双全

副 主 任：姚　铨　寿比南

高级顾问：赵志明　徐玉忠

委　　员：（以姓氏笔画为序）

王国平　朴东光　李文健　张立权

胡修奎　秦晓钟　高　超

出版日期：2015 年 7 月 1 日

本国际规范或标准是按照符合美国国家标准准则的认可程序制定的，它是美国国家标准。批准本规范或标准的“标准委员会”的组成经过协调，可保证技术权威和利益攸关部门的人士都有机会参加。规范或标准草案经过公开征求意见和公开评议，使产业界、学术界、监督机构和公众得以提出补充意见。

美国机械工程师学会（ASME）不对任何项目、建造、专利器件或活动进行“批准”、“定级”或“认可”。

ASME 对与本文件述及的任何项目有联系的任何专利权的有效性，不作任何表态；也不保证任何人在使用某一标准时不侵犯任何有关专利证书而违反法律规定，同时也不承担这种责任。ASME 明确告知规范或标准的使用人：确定任何这类专利权是否有效以及侵犯专利带来的风险，完全由他们自己负责。

不可把产业界人士或联邦政府代表的参与理解为产业界或联邦政府对本规范或标准的认可。

ASME 只对那些按照 ASME 管理程序和方针发布的本文件的“解释”负责，不允许以个人名义发布“解释”。

本文件中的“脚注”和“序言”也是本美国国家标准的组成部分。

ASME 会员标志

认证标记

以上 ASME 标志在美国专利局注册
“ASME”是美国机械工程师学会的商标

所采用的美国试验与材料学会（ASTM）出版并具有版权的标准已得到该学会的许可
凡事先未取得出版人书面许可，本文件的任一部分都不得以任何形式，
包括电子检索系统或别的方式复制。

美国国会图书馆目录卡号：56—3934
本规范英文原版在美国印刷

美国机械工程师学会理事会于 1914 年通过本规范；最新版本为 2015 版。

美国机械工程师学会
地址：Two Park Avenue，New York，NY 10016-5990

2015 版的版权归美国机械工程师学会所有
版权所有　不得翻印

目　录

卷册表 …… (xv)
前言 …… (xvii)
政策声明 …… (xix)
向锅炉及压力容器委员会提交技术咨询书的方式 …… (xx)
成员名单 …… (xxii)
ASTM 成员名单 …… (xxxix)
序言 …… (xl)
按材料分类列出的标准目录 …… (xlii)
删除标准 …… (xlix)
更改一览表 …… (l)
锅炉及压力容器规范的交叉引用和格式变化 …… (lii)

原文按数序排列的标准目录
(无页码的为中译本未选译标准)

SA-6/SA-6M　轧制结构钢棒材、钢板、型材和薄板板桩的通用要求 …… (　)
SA-20/SA-20M　压力容器用钢板通用要求 …… (1)
SA-29/SA-29M　热锻轧的碳钢和合金钢棒材通用要求 …… (　)
SA-31　钢铆钉和压力容器铆钉用棒材 …… (34)
SA-36/SA-36M　碳素结构钢 …… (38)
SA-47/SA-47M　铁素体可锻铸铁件 …… (　)
SA-53/SA-53M　无镀层及热浸镀锌焊接与无缝公称钢管 …… (42)
SA-105/SA-105M　管道元件用碳钢锻件 …… (64)
SA-106/SA-106M　高温用无缝碳钢公称管 …… (69)
SA-134　电弧熔焊公称钢管（规格不小于 NPS 16） …… (　)
SA-135　电阻焊公称钢管…… (78)
SA-178/SA-178M　电阻焊碳钢和碳锰钢锅炉及过热器管子 …… (86)
SA-179/SA-179M　换热器及冷凝器用无缝冷拔低碳钢管子 …… (90)
SA-181/SA-181M　一般管道用碳钢锻件 …… (92)
SA-182/SA-182M　高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢公称管道法兰、锻制管配件、阀门和零件 …… (95)
SA-192/SA-192M　高压用无缝碳钢锅炉管子 …… (117)
SA-193/SA-193M　高温或高压及其他特殊用途用合金钢和不锈钢螺栓材料 …… (119)
SA-194/SA-194M　高温高压螺栓用碳钢和合金钢螺母 …… (133)
SA-202/SA-202M　压力容器用铬锰硅合金钢板 …… (　)
SA-203/SA-203M　压力容器用镍合金钢板 …… (146)
SA-204/SA-204M　压力容器用钼合金钢板 …… (149)

SA-209/SA-209M 锅炉和过热器用无缝碳钼合金钢管子 …… (152)
SA-210/SA-210M 锅炉和过热器用无缝中碳钢管子 …… (156)
SA-213/SA-213M 锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子 …… (159)
SA-214/SA-214M 换热器和冷凝器用电阻焊碳钢管子 …… (175)
SA-216/SA-216M 可熔焊高温用碳钢铸件 …… (177)
SA-217/SA-217M 高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件 …… (180)
SA-225/SA-225M 压力容器用锰钒镍合金钢板 …… (184)
SA-231/SA-231M 铬-钒合金钢弹簧钢丝 …… (187)
SA-232/SA-232M 铬钒合金钢阀门弹簧品级钢丝 …… ( )
SA-234/SA-234M 中、高温用锻制碳钢和合金钢管道配件 …… (191)
SA-240/SA-240M 压力容器和一般用途用铬及铬镍不锈钢板、薄板和钢带 …… (200)
SA-249/SA-249M 锅炉、过热器、换热器和冷凝器用焊接奥氏体钢管子 …… (212)
SA-250/SA-250M 锅炉和过热器用电阻焊铁素体合金钢管子 …… (223)
SA-263 铬-不锈钢复合钢板 …… (227)
SA-264 铬-镍不锈钢复合钢板 …… (235)
SA-265 镍和镍基合金复合钢板…… (243)
SA-266/SA-266M 压力容器部件用碳钢锻件 …… (251)
SA-268/SA-268M 一般用途无缝和焊接铁素体和马氏体不锈钢管子 …… (256)
SA-276 不锈钢棒材和型材…… (263)
SA-278/SA-278M 温度至 650℉ （350℃） 承压零件用灰口铁铸件…… (272)
SA-283/SA-283M 中、低拉伸强度碳素钢板 …… (276)
SA-285/SA-285M 压力容器用中、低拉伸强度碳素钢板 …… (278)
SA-299/SA-299M 压力容器用碳锰硅钢板 …… (281)
SA-302/SA-302M 压力容器用锰钼和锰钼镍合金钢板 …… (284)
SA-307 抗拉强度 60000psi 碳钢螺栓和螺柱 …… ( )
SA-311/SA-311M 有力学性能要求并作应力消除的冷拔碳素钢棒钢 …… ( )
SA-312/SA-312M 无缝和焊接以及深冷加工的奥氏体不锈钢公称管 …… (287)
SA-320/SA-320M 低温用合金钢和不锈钢螺栓材料 …… (300)
SA-325 最小抗拉强度 120/105 ksi 的热处理结构钢螺栓 …… (308)
SA-333/SA-333M 低温用无缝和焊接公称钢管 …… (317)
SA-334/SA-334M 低温用无缝和焊接的碳钢和合金钢管子 …… (326)
SA-335/SA-335M 高温用无缝铁素体合金钢公称管 …… (333)
SA-336/SA-336M 高温承压件用合金钢锻件 …… (343)
SA-350/SA-350M 要求缺口韧性试验的管道零部件用碳钢和低合金钢锻件 …… (350)
SA-351/SA-351M 承压元件用奥氏体、奥氏体-铁素体（双相） 铸件 …… (358)
SA-352/SA-352M 低温承压件用铁素体和马氏体钢铸件 …… (363)
SA-353/SA-353M 压力容器用二次正火加回火 9%镍合金钢板 …… (369)
SA-354 淬火加回火的合金钢螺栓、螺柱和其他外螺纹紧固件…… ( )
SA-358/SA-358M 高温和一般用途电弧熔化焊接的奥氏体铬-镍不锈钢公称管 …… ( )
SA-369/SA-369M 高温用碳钢和铁素体合金钢锻造及膛孔的公称管 …… ( )
SA-370 钢制品力学性能试验的标准试验方法和定义…… (373)

SA-372/SA-372M 薄壁压力容器用碳钢和合金钢锻件 …… (423)
SA-376/SA-376M 高温中央电站用无缝奥氏体钢公称管 …… (428)
SA-387/SA-387M 压力容器用铬-钼合金钢板 …… (436)
SA-395/SA-395M 高温用铁素体球墨铸铁承压铸件 …… ( )
SA-403/SA-403M 锻轧奥氏体不锈钢制管配件 …… (443)
SA-409/SA-409M 耐腐蚀或高温用焊接的大直径奥氏体钢公称管 …… ( )
SA-414/SA-414M 压力容器用碳素钢薄板 …… (451)
SA-420/SA-420M 低温用锻制碳钢和合金钢管配件 …… (455)
SA-423/SA-423M 无缝和电阻焊低合金钢管子 …… ( )
SA-426/SA-426M 高温用离心铸造铁素体合金钢公称管 …… ( )
SA-435/SA-435M 钢板超声直射波检验 …… (462)
SA-437/SA-437M 高温用特殊热处理合金钢透平用螺栓连接材料 …… ( )
SA-449 一般用途，最小抗拉强度为 120/105/90ksi 热处理钢制六角头螺钉、螺栓和螺柱 …… ( )
SA-450/SA-450M 碳钢和低合金钢管子通用要求 …… (465)
SA-451/SA-451M 高温用离心铸造奥氏体钢公称管 …… (475)
SA-453/SA-453M 高温用，膨胀系数与奥氏体钢相近的螺栓连接材料 …… ( )
SA-455/SA-455M 压力容器用高强度碳锰钢板 …… ( )
SA-476/SA-476M 造纸厂干燥辊球墨铸铁件 …… ( )
SA-479/SA-479M 锅炉和其他压力容器用不锈钢棒材和型材 …… ( )
SA-480/SA-480M 不锈和耐热钢平轧钢板、薄板及钢带通用要求 …… (479)
SA-484/SA-484M 不锈钢棒材、钢坯及锻件通用要求 …… (505)
SA-487/SA-487M 承压用铸钢件 …… (522)
SA-508/SA-508M 压力容器用经真空处理的淬火加回火碳钢和合金钢锻件 …… (528)
SA-513 电阻焊碳钢及合金钢机械用管材…… (536)
SA-515/SA-515M 中、高温压力容器用碳钢板 …… (554)
SA-516/SA-516M 中、低温压力容器用碳钢板 …… (558)
SA-517/SA-517M 压力容器用淬火加回火高强度合金钢板 …… (562)
SA-522/SA-522M 低温用锻制或轧制 8%和 9%镍合金钢法兰、配件、阀门和零件 …… ( )
SA-524 常温和较低温用无缝碳钢公称管…… ( )
SA-530/SA-530M 专门用途碳钢和合金钢公称管通用要求 …… (566)
SA-533/SA-533M 压力容器用淬火加回火锰钼和锰钼镍合金钢板 …… (575)
SA-537/SA-537M 压力容器用经热处理的碳锰硅钢板 …… (580)
SA-540/SA-540M 特殊用途合金钢螺栓连接材料 …… (584)
SA-541/SA-541M 压力容器部件用淬火加回火碳钢和合金钢锻件 …… (593)
SA-542/SA-542M 压力容器用淬火加回火的铬钼和铬钼钒合金钢板 …… (599)
SA-543/SA-543M 压力容器用淬火加回火镍铬钼合金钢板 …… (605)
SA-553/SA-553M 压力容器用淬火加回火 8%和 9%镍合金钢板 …… (608)
SA-556/SA-556M 给水加热器用无缝冷拔碳钢管子 …… (613)
SA-557/SA-557M 给水加热器用电阻焊碳钢管子 …… (618)
SA-562/SA-562M 搪玻璃或扩散金属层用的压力容器碳锰钛钢板 …… (623)
SA-563 碳钢和合金钢螺母…… ( )

SA-564/SA-564M 热轧和冷精整的时效硬化不锈和耐热钢棒材及型材 ……（ ）
SA-568/SA-568M 碳素钢和高强度低合金钢热轧和冷轧薄板通用要求 ……（625）
SA-572/SA-572M 高强度低合金铌-钒结构钢 ……（652）
SA-574 合金钢内六角头螺钉……（ ）
SA-577/SA-577M 钢板超声斜射波检验 ……（656）
SA-578/SA-578M 特殊用途轧制钢板超声直射波检验 ……（659）
SA-587 化工用电阻焊低碳钢公称管……（ ）
SA-592/SA-592M 压力容器用淬火加回火高强度低合金锻制配件和零件 ……（ ）
SA-609/SA-609M 碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢铸件超声波检验 ……（665）
SA-612/SA-612M 中、低温压力容器用高强度碳钢板 ……（ ）
SA-638/SA-638M 高温用沉淀硬化铁基超级耐热合金棒材、锻件和锻坯 ……（ ）
SA-645/SA-645M 压力容器用特殊热处理5%和5.5%镍合金钢板 ……（675）
SA-649/SA-649M 瓦楞纸机器用锻制轧辊 ……（ ）
SA-656/SA-656M 改良成型性的高强度低合金热轧结构钢板 ……（679）
SA-660 高温用离心铸造碳钢公称管……（ ）
SA-662/SA-662M 中、低温压力容器用碳锰硅钢板 ……（681）
SA-666 退火或冷加工的奥氏体不锈钢薄板、钢带、钢板和扁钢……（685）
SA-667/SA-667M 离心铸造的灰、白口铸铁双金属圆筒 ……（ ）
SA-671/SA-671M 常温和低温用电熔化焊公称管 ……（ ）
SA-672/SA-671M 中温高压用电熔化焊公称管 ……（ ）
SA-675/SA-675M 要求力学性能特殊质量热加工碳钢棒材 ……（694）
SA-688/SA-688M 给水加热器用无缝和焊接的奥氏体不锈钢管子 ……（699）
SA-691 高温高压用碳素钢和合金钢电熔化焊钢公称管……（ ）
SA-693 沉淀硬化不锈和耐热钢板、薄板和钢带……（707）
SA-696 压力管道部件用热加工或冷精整特殊质量要求碳钢棒材……（717）
SA-703/SA-703M 承压零件用钢铸件通用要求 ……（720）
SA-705/SA-705M 时效硬化不锈钢锻件 ……（ ）
SA-723/SA-723M 压力部件用高强度合金钢锻件 ……（735）
SA-724/SA-724M 焊接（多层）压力容器用淬火加回火碳锰硅钢板 ……（740）
SA-727/SA-727M 管道部件用具有内在缺口韧性的碳钢锻件 ……（743）
SA-731/SA-731M 无缝及焊接铁素体和马氏体不锈钢公称管 ……（ ）
SA-736/SA-736M 压力容器用低碳时效硬化镍铜铬钼铌合金钢板 ……（748）
SA-737/SA-737M 压力容器用高强度低合金钢板 ……（751）
SA-738/SA-738M 中、低温压力容器用热处理的碳锰硅钢板 ……（754）
SA-739 高温或受压件、或高温并受压件用热加工合金钢棒材……（ ）
SA-745/SA-745M 奥氏体钢锻件超声波检验 ……（759）
SA-747/SA-747M 沉淀硬化不锈钢铸件 ……（ ）
SA-748/SA-748M 压力容器用静态铸造激冷灰、白口铸铁双金属圆筒 ……（ ）
SA-749/SA-749M 碳钢和高强度低合金钢热轧钢带通用要求 ……（765）
SA-751 钢制品化学分析方法、实验操作和术语……（773）
SA-765/SA-765M 有强制性韧性要求的压力容器部件用碳钢和低合金钢锻件 ……（779）

SA-770/SA-770M　特殊用途钢板板厚方向拉伸试验 …… (783)
SA-781/SA-781M　一般工业用钢和合金钢铸件通用要求 …… (　　)
SA-788/SA-788M　钢锻件通用要求 …… (789)
SA-789/SA-789M　一般用途无缝和焊接铁素体/奥氏体不锈钢管子 …… (802)
SA-790/SA-790M　无缝及焊接的铁素体/奥氏体不锈钢公称管 …… (809)
SA-803/SA-803M　给水加热器用无缝和焊接的铁素体不锈钢管子 …… (819)
SA-813/SA-813M　单面或双面焊接的奥氏体不锈钢公称管 …… (　　)
SA-814/SA-814M　冷加工的焊接的奥氏体不锈钢公称管 …… (　　)
SA-815/SA-815M　塑性加工成形铁素体、铁素体/奥氏体及马氏体不锈钢管配件 …… (　　)
SA-832/SA-832M　压力容器用铬-钼-钒合金钢板 …… (827)
SA-834　一般工业用铸铁件通用要求 …… (832)
SA-836/SA-836M　搪玻璃的管道和压力容器用加钛稳定碳钢锻件 …… (　　)
SA-841/SA-841M　用热机械控制工艺（TMCP）生产的压力容器用钢板 …… (836)
SA-874/SA-874M　适合于低温下使用的铁素体球墨铸铁铸件 …… (843)
SA-905　压力容器缠绕钢丝 …… (　　)
SA-941　与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语 …… (846)
SA-960/SA-960M　锻轧钢管道用管配件的共同要求 …… (854)
SA-961/SA-961M　管道用钢法兰，锻造管配件及阀门零件通用要求 …… (867)
SA-962/SA-962M　在低温到蠕变温度范围任意温度使用的钢制紧固件或紧固件
材料或两者的通用要求 …… (876)
SA-965/SA-965M　高温承压零件用奥氏体钢锻件 …… (888)
SA-985/SA-985M　承压件熔模铸造钢铸件通用要求 …… (894)
SA-995　承压元件用奥氏体-铁素体（双相）不锈钢铸件 …… (908)
SA-999/SA-999M　合金钢和不锈钢公称管通用要求 …… (911)
SA-1008/SA-1008M　高强度低合金碳素结构钢和改良成形性高强度低合金钢冷轧薄板 …… (923)
SA-1010/SA-1010M　高强度马氏体不锈钢钢板、薄板和钢带 …… (931)
SA-1011/SA-1011M　高强度低合金碳素结构钢和改良成型性高强度低合金钢以及
超高强度钢的热轧薄板和钢带 …… (934)
SA-1016/SA-1016M　铁素体合金钢和奥氏体合金钢以及不锈钢管子通用要求 …… (942)
SA-1017/SA-1017M　压力容器用铬-钼-钨合金钢钢板 …… (955)
SF-568M　碳钢和合金钢米制外螺纹紧固件 …… (959)
SA/AS 1548　压力设备用可焊接的细晶钢板 …… (969)
SA/CSA-G40.21　结构用品质钢 …… (971)
SA/EN 10025-2　结构钢热轧产品用标准 …… (971)
SA/EN 10028-2　受压用钢制平板制品 …… (972)
SA/EN 10028-3　受压用钢制平板制品 …… (973)
SA/EN 10028-4　压力设备用钢制平板产品标准 …… (974)
SA/EN 10028-7　受压用钢制平板产品 …… (975)
SA/EN 10088-2　不锈钢标准 …… (976)
SA/EN 10216-2　受压用无缝钢管子标准 …… (977)
SA/EN 10217-1　压力设备用焊接钢管子 …… (978)
SA/GB 713　锅炉及压力容器用钢板 …… (979)
SA/IS 2062　一般结构用钢 …… (980)

SA/JIS G3118　中温和常温压力容器用碳钢板 ……（981）
SA/JIS G4303　不锈钢棒材 ……（982）
SA/JIS G5504　低温用厚壁铁素体球墨铸铁件 ……（983）
SA/NF A36-215　运输危险介质用的可焊细晶粒钢 ……（984）

强制性附录

附录Ⅰ　用于公式中的标准单位 ……（985）
附录Ⅱ　使用许用的 ASME、ASTM 和非 ASTM 版本的基础 ……（986）
附录Ⅲ　材料的多重性标志导则 ……（998）
附录Ⅳ　ASME 锅炉及压力容器规范批准采用新材料的准则 ……（1000）

非强制性附录

附录 A　标准来源 ……（1007）

卷 册 表

(15)

各卷名称（Sections）

第Ⅰ卷 动力锅炉建造规则

第Ⅱ卷 材料

- A 篇—铁基材料标准
- B 篇—非铁基材料标准
- C 篇—焊条、焊丝和填充金属材料标准
- D 篇—性能（美国习惯单位制）
- D 篇—性能（公制）

第Ⅲ卷 核设施部件建造规则

- NCA 分卷—第 1 册和第 2 册总要求
- 附录
- 第 1 册

—NB 分卷—1 级部件

—NC 分卷—2 级部件

—ND 分卷—3 级部件

—NE 分卷—MC 级部件

—NF 分卷—支承件

—NG 分卷—堆芯支承结构

—NH 分卷—高温 1 级部件*

- 第 2 册—混凝土反应堆安全壳规范
- 第 3 册—废核燃料和高位放射性材料和废料的储存和运输包装用安全容器系统
- 第 5 册—高温反应堆

第Ⅳ卷 采暖锅炉建造规则

第Ⅴ卷 无损检测

第Ⅵ卷 采暖锅炉维护和运行推荐规则

第Ⅶ卷 动力锅炉维护推荐指南

第Ⅷ卷 压力容器建造规则

- 第 1 册
- 第 2 册 另一规则
- 第 3 册 高压容器建造规则

第Ⅸ卷 焊接、钎接和粘接评定

第Ⅹ卷 纤维增强塑料压力容器

第Ⅺ卷 核动力厂部件在役检验规则

第Ⅻ卷 运输罐建造和延续使用规则

2015 版第Ⅲ卷将是在第 1 册中包含 NH 分卷“高温 1 级部件”的最后一个版本。位于 NH 分卷中的要求已经移至第 3 卷第 5 册 HB 分卷 B 分篇“A 级部件的高温建造”中。

条款解释(Interpretation)

以往，规范的条款解释于每年一月份和七月份发布在 http://cstools. asme. org/interpretations. cfm 网页上。前两年期间发布的条款解释包含在 2015 年版规范的相应卷册中。第Ⅲ卷第 1、2 册和第Ⅲ卷附录的《条款解释》包含在 NCA 分卷中。

2015 版以后，条款解释不再包含在规范卷册中，而是将实时发布在 http://go. asme. org/interpretations 上的条款解释数据库（Intrpretations Database）。以前发布的 BPVC 条款解释都将收放在这数据库中。

规范案例(Code Case)

锅炉及压力容器委员会(BPVC)定期召开会议研究对规范的补充和修改的建议，制定规范案例，阐明现行规范要求的意图，当有急切需要时，则提供现行规范未覆盖的材料或建造的规则。凡已经采纳的规范案例，均将汇编在 2015 版的规范案例："锅炉及压力容器"或"核部件"两书中刊出。《规范案例汇编》的增补，将及时寄给该书的订户，直到 2017 版规范出版时为止。

(15)

前　言*

美国机械工程师学会（ASME）在1911年为制定蒸汽压力锅炉和其他压力容器的标准建造规则，成立了锅炉及压力容器委员会。在2009年，锅炉及压力容器委员会由以下委员会所替代：

（a）动力锅炉委员会（Ⅰ）
（b）材料委员会（Ⅱ）
（c）核部件建造委员会（Ⅲ）
（d）采暖锅炉委员会（Ⅳ）
（e）无损检测委员会（Ⅴ）
（f）压力容器委员会（Ⅷ）
（g）焊接、钎接和粘接委员会（Ⅸ）
（h）纤维增强塑料压力容器委员会（Ⅹ）
（i）核部件在役检验委员会（Ⅺ）
（j）运输罐委员会（Ⅻ）
（k）技术监督管理委员会（TOMC）

在本前言中凡涉及“委员会”处，都分别或整体地包含以上各委员会。

该委员会的任务是制定在锅炉、压力容器、移动容器和核设施部件的建造**过程中控制压力整体安全的规则以及核设施和移动容器的压力整体安全的在役检查规则。委员会同时负责对规则含义的提问作出解释。本规范不涉及锅炉、压力容器、移动容器和核设施部件建造以及核设施和移动容器的在役检查中的其他安全事宜。对压力整体安全以外的其他安全事宜本规范的使用者需要参考其他有关的规范、标准、法律、法规或相关文件。除第Ⅺ、Ⅻ卷和少数例外，实际上规范并不反映使用特定介质或在特定的外部环境运行中出现损坏的可能性以及可能损坏的程度。在制定这些规则时，委员会考虑到了压力容器的用户、制造商和检测机构各方的需求。制定规则的目的是提供合理的人身和财产保护、使压力容器留有在运行中损坏的裕度，从而具有相当长的安全运行期。规范对先进的设计、材料以及得到验证的实践经验都予以了认可。

本规范内容包括对建造、在役检查和试验工作的强制性要求、特殊禁用规定以及非强制性指南。规范没有涉及这些工作的所有方面，对于那些没有特别涉及的方面不宜认为它是被禁用的。规范不是手册，它不能替代培训、经验和工程评价的使用。“工程评价”一词是指由知识渊博、娴于规范应用的设计师所作出的技术上的评价。工程评价必须同规范的基本原理相一致，绝不可用来否定规范的强制性要求或特殊禁用规定。

委员会认为设计和分析所用的工具和方法是随着技术进步而进步的，希望工程师们

*本前言中所含信息不是美国国家标准的一部分，也没有经过作为国家标准的必须程序。因此本前言中可能包含某些未经征求公众意见和评价过程的内容。此外本前言并不包含符合规范的必要要求。

**本前言中使用的建造一词是包括材料、设计、制造、检测、检验、试验、认证和泄压在内的一个含义广泛的名词。

在应用这些工具时作出可靠的判断。设计师的责任是遵守规范的规则，当规范公式是强制性时，应按照规范公式进行计算。规范既不要求，也不禁止使用计算机对按规范建造的部件进行分析或设计。但是，提请采用计算机程序进行设计和分析的设计师和工程师们注意的是，他们要对所采用的程序中固有的一切技术上的假定负责。且要对设计上使用这些程序负责。

委员会所制定的规则，不能理解为对任何一种专利或特定设计的批准、推荐或认可，也不能理解为以任何形式限制制造厂自行选择符合规范规则的任何设计方法或任何结构形式。

委员会定期召开会议，研究规则的修订，根据技术发展确定新的规则，规范案例和对条款解释的申请。只有委员会有权对本规范作出正式条款解释。提出修订规则、制定新规则、制定规范案例和条款解释的申请，应当以书面形式寄交秘书处，并应提交全面的详细资料，以便研究及处理（参见《向锅炉及压力容器委员会提交技术咨询书的方式》）。由于咨询而导致对规范的修订建议，将送交总委员会作相应处理。总委员会的处理只有通过委员会成员通讯投票确认和 ASME 批准后，方能生效。委员会批准的规范修订建议将提交美国国家标准学会（ANSI），并在 *http:/go. asme. org/BPVCPublicReview* 上发表，以公开征求所有关心此问题的人士的意见。修订建议在规定的公开征求意见期满，并经 ASME 最终批准后，在规范的更新中予以公布。

规范委员会并不规定一个部件是否应当或不应当按照规范的规定进行建造。规范委员会在制定规范的规则时，明确部件类型及其参数，对每卷的范围已经作了划定。

某一特定部件是否符合规范规则的问题或争议应提交给 ASME 的持证人（制造厂）；关于规范条款解释的质询应提交给委员会。关于 ASME 认证标记是否使用不当所引起的问题则应通报给 ASME。

当本卷文字上有需要时，单数亦可理解为复数，反之亦然；而名词中的阳、中、阴三性，也可处理为别的适当的性。

关于宣传中使用认证标记和规范授权的政策声明

ASME 对于按照《ASME 锅炉及压力容器规范》要求从事各项活动的合格组织，制定了授权程序。ASME 的意图是：对于按上述程序获得授权的组织给予公开承认。凡持有授权证书的组织在从事符合规范要求的各项活动时，可以在宣传资料中声称已具备这一能力。

凡被授权在按照 ASME 锅炉及压力容器规范要求进行建造和检验的产品或结构上打印认证标记钢印的组织，均能获得颁发的授权证书。ASME 的意图是：为了用户、执法监察部门和符合规范一切要求的认证标记持有者的利益，需维护规范标记的声誉。

基于上述目的，对于按规范的建造在宣传中使用认证标记的复制品、授权证书和参照规范建造字样时，ASME 制定了如下政策：美国机械工程师学会对于任何项目、建造或活动不作出“批准”、“证明”、“定级”或“认可”，也不作出可能带有这些含义的声明或暗示。认证标记或授权证书的持有者可以在宣传资料中阐明所建造的项目、建造或从事的活动是“按照《ASME 锅炉及压力容器规范》的要求”或“符合《ASME 锅炉及压力容器规范》的要求”的。ASME 外的任何组织都不得使用 ASME 的标识(logo)。

规范中特别指出：认证标记只能用于打钢印和铭牌。但可以使用认证标记的复制品以鼓励采用 ASME 规范建造。协会、学会或标记持有者都可以使用标记的复制品。而标记的持有者还可以在宣传中使用复制品以说明其划定的产品将带有这种标记。只有当制造者的所有产品都是按照 ASME 规范的规则制造时，才允许广泛地使用认证标记。

关于使用 ASME 标记标识制造产品的政策声明

《ASME 锅炉及压力容器规范》制定了建造锅炉、压力容器和核部件的规则。它包括对材料、设计、制造、试验、检验和打钢印的要求。凡按照规范的所有有关规则建造的产品，应按照规范有关卷的规定，打上正式认证标记钢印以资识别。

凡没有按照规范所有有关要求建造的任何产品均不得使用“ASME”、“ASME Standard”或任何含“ASME”或认证标记图样的标志。

不满足规范所有要求建造的产品，不得填写 ASME 数据报告表或类似的隐含满足规范所有要求的 ASME 表格。数据报告表中如含有不完全满足 ASME 要求的产品，则不得作为 ASME 产品，或需明确指出所有不符合 ASME 要求的内容。

(15)

向锅炉及压力容器委员会提交技术咨询书的方式

1. 引言

(a) 下列信息为规范用户向规范委员会提出技术询问提供指导。对要求规范增加新材料的其他要求见第Ⅱ卷 C 篇和 D 篇中的“ASME 锅炉和压力容器规范批准新材料的指南”。技术询问包括请求修订或增加规范条款，申请规范案例和对规范条款的解释。简述如下：

(1) 规范修订。根据技术发展，管理要求和新收入的规范案例或需要对规范的用意进行澄清而考虑修订规范。

(2) 规范案例。规范案例是作为规范现有条款的替代或补充。规范案例用问答形式出现，并通常将会在近期收入规范。使用案例时，案例提供的要求的强制性程度是与规范正文的要求是相同的。但是用户必须注意不是所有的管辖部门和业主都能在主观上接受规范案例的。规范案例的最主要的应用是：

(-a) 允许已批准的根据紧急需求作出的规范修订的早期实施

(-b) 允许新材料用于规范建造中

(-c) 在新材料和替代条款直接收入规范以前积累使用经验

(3) 规范条款解释。规范解释也采用问答的形式对规范现有条款的含义进行澄清。条款解释不提出新的要求。当现有的规范内容不能充分表达其内在含义时，需要一项条款解释来支持修改条款，此时，就会有意图发布条款解释，同时规范也会作相应修改。

(b) 由委员会确定的规范条款、规范案例和规范条款解释不能认为是对专利权或特定设计的批准、推荐、认证或认可，也不能认为是对制造商、建造商或业主在符合规范条款的前提下选择设计方法或建造形式自由选择权的限制。

(c) 不符合以上规定或提供的资料不能使委员会充分理解的技术询问可能对此不作任何解释即予以退回给咨询者。

2. 询问的格式

向委员会提交的询问应包括：

(a) 目的。说明属于下列之一：

(1) 现有规范条款的修订

(2) 新的或补充的规范条款

(3) 规范案例

(4) 规范条款解释

(b) 背景。提供为使委员会能理解询问所需的资料，务必包括相应规范的卷、册、版本、增补（如有）、章节、图和表号，并提供规范相应部分的副本。

(c) 出席。询问者可能想或被邀请参加委员会会议以作正式陈述或回答委员会成员有关询问内容提出的问题。参加委员会会议的费用由询问者自己承担。询问者是否参加会议不应作为委员会是否接受询问的基础。

3. 规范的修订或补充

对规范修订或补充的申请应提供以下内容：

（a）修订或补充建议书。对于修订，标明要求修订的现行条款并提交一份在规范中该条款的副本，标出所建议的修订内容。对于补充，对相应的现行条款提出的推荐文字。

（b）必要的陈述。对修订或补充的必要性作出简明解释。

（c）背景资料。应提供支持修订或补充的背景资料，包括形成提出要求的基本数据或技术变动，以使委员会能充分地评价修订或补充建议。并宜提交有关的简图、图表和图解。同时还要标明规范中将受到修订或补充的章节以及在规范中引用这些章节的章节。

4. 规范案例

对规范案例的申请应提供类似于3（b）和3（c）所规定的对于规范修订或补充所需要的陈述和背景资料。必须说明规范案例的紧急程度（例如，项目正在进行之中或即将开工，新的程序，等等。），同时必须确认该要求与将打认证标记的设备有关，但是对第Ⅺ卷的应用除外。建议的规范案例应与现行的规范案例一样标明规范的卷册号并写成问答形式。规范案例的申请也应标明其适用的规范版本和增补（如有）。

5. 规范条款解释

（a）对规范条款解释的请求应提交下列内容：

（1）询问。询问应简短正确，取消不必要的背景资料。尽可能用能以“是”或“非”回答的方式提问，必要时，可加上简单的前提条件。询问在技术上和文字上都应是正确的。

（2）答复。对询问的问题提出一个清楚简明的答复建议，宜为“是”或“否”，必要时，可加上简单的前提条件。

（3）背景资料。提供有助于委员会理解询问和答复建议的背景资料。

（b）要求规范条款解释必须限制在对应规范或规范案例中的一个特定需求的解释。委员会不对下列内容进行咨询：

（1）对于计算、设计图纸、焊接资格或所描述的设备或部件是否符合ASME规范的评述。

（2）帮助执行任何关于（但不限于）材料选择、设计、计算、制造、检验、压力试验或安装的规范条款。

（3）寻求相关规范要求的理论基础的请求。

6. 提交

提交和委员会的答复应满足下列条件：

（a）提交。规范用户提交的询问应为英文并最好是打印稿，但是字迹清晰的手写稿也会予以考虑。询问应包括询问者的姓名、地址、电话号码、传真号码和电子邮箱地址（如有的话），并投寄到下列地址：

Secretary
ASME Boiler and Pressure Vessel Committee
Two Park Avenue
New York，NY 10016-5990

询问也可以电子邮件的形式投交至：

SecretaryBPV@ asme.org

（b）答复。ASME锅炉及压力容器委员会或相应的分委员会的秘书会在收到每个符合要求的询问后确认收到，并在规范委员会完成对申请的处理程序后向询问者提出书面答复。

(15)

ASME 锅炉及压力容器标准委员会、分组和工作组

成 员 名 单

2015 年 1 月 1 日

总技术委员会（TOMC）

T. P. Pastor, *Chair*
R. W. Barnes, *Vice Chair*
J. S. Brzuszkiewicz, *Staff Secretary*
R. J. Basile
J. E. Batey
T. L. Bedeaux
D. L. Berger
D. A. Canonico
A. Chaudouet
D. B. DeMichael
R. P. Deubler
P. D. Edwards
J. G. Feldstein
R. E. Gimple
M. Gold
T. E. Hansen
G. W. Hembree
J. F. Henry
R. S. Hill III
G. G. Karcher
W. M. Lundy
J. R. MacKay
W. E. Norris
G. C. Park
M. D. Rana
R. F. Reedy, Sr.
B. W. Roberts
S. C. Roberts
F. J. Schaaf, Jr.
A. Selz
B. F. Shelley
W. J. Sperko
R. W. Swayne
C. Withers

总委员会的名誉委员

F. P. Barton
R. J. Cepluch
T. M. Cullen
W. D. Doty
G. E. Feigel
O. F. Hedden
M. H. Jawad
A. J. Justin
W. G. Knecht
J. LeCoff
T. G. McCarty
G. C. Millman
R. A. Moen
R. F. Reedy, Sr.

执行委员会

T. P. Pastor, *Chair*
R. W. Barnes, *Vice Chair*
J. S. Brzuszkiewicz, *Staff Secretary*
R. J. Basile
J. E. Batey
T. L. Bedeaux
D. L. Berger
J. F. Henry
R. S. Hill III
G. C. Park
M. D. Rana
B. F. Shelley
W. J. Sperko

海事评议组

J. G. Hungerbuhler, Jr.
G. Nair
N. Prokopuk
J. D. Reynolds

评议委员会

D. A. Douin — Ohio, *Secretary*
M. J. Adams — Ontario, Canada
J. T. Amato — Minnesota
B. P. Anthony — Rhode Island
R. D. Austin — Arizona
R. J. Brockman — Missouri
M. A. Burns — Florida
J. H. Burpee — Maine
C. B. Cantrell — Nebraska
D. C. Cook — California
B. J. Crawford — Georgia
E. L. Creaser — New Brunswick, Canada
J. J. Dacanay — Hawaii
C. Dautrich — North Dakota
P. L. Dodge — Nova Scotia, Canada
D. Eastman — Newfoundland and Labrador, Canada
J. J. Esch — Delaware
C. Fulton — Alaska
R. J. Handy — Kentucky
D. R. Hannon — Arkansas
E. S. Kawa — Massachusetts
J. C. Klug — Wisconsin
M. Kotb — Quebec, Canada
T. C. Hellman — Oklahoma
E. G. Hilton — Virginia
D. T. Jagger — Ohio
K. J. Kraft — Maryland
L. C. Leet — Washington
A. M. Lorimor — South Dakota
M. Mailman — Northwest Territories, Canada
D. E. Mallory — New Hampshire
W. McGivney — New York
U. Merkle — Iowa
M. S. Moore — Michigan
S. V. Nelson — Colorado
C. C. Novak — Illinois
T. Oda — Washington
R. P. Pate — Alabama
M. K. Perdue — Oregon
M. Poehlmann — Alberta, Canada
J. F. Porcella — West Virginia
A. Pratt — Connecticut
C. F. Reyes — California
M. J. Ryan — Illinois
M. H. Sansone — New York
T. S. Scholl — British Columbia, Canada
G. L. Schultz — Nevada
T. S. Seine — North Dakota
C. S. Selinger — Saskatchewan, Canada
D. Slater — Manitoba, Canada
N. Smith — Pennsylvania
R. Spiker — North Carolina
R. K. Sturm — Utah
S. R. Townsend — Prince Edward Island, Canada
R. D. Troutt — Texas
M. J. Verhagen — Wisconsin
M. Washington — New Jersey
K. L. Watson — Mississippi
C. J. Wilson III — Kansas

国际同行评审组

V. Felix
Y.-G. Kim
S. H. Leong
W. Lin
O. F. Manafa
C. Minu
T. S. G. Narayannen
Y.-W. Park
R. Reynaga
P. Williamson

动力锅炉委员会(BPV Ⅰ)

D. L. Berger, *Chair*
R. E. McLaughlin, *Vice Chair*
U. D'Urso, *Staff Secretary*
J. L. Arnold
S. W. Cameron
D. A. Canonico
K. K. Coleman
P. D. Edwards
P. Fallouey
J. G. Feldstein
G. W. Galanes
T. E. Hansen
J. F. Henry
J. S. Hunter
W. L. Lowry
F. Massi
L. Moedinger
P. A. Molvie
Y. Oishi
E. M. Ortman
J. T. Pillow
B. W. Roberts
J. M. Tanzosh
D. Tompkins
D. E. Tuttle
J. Vattappilly
R. V. Wielgoszinski
Y. Li, *Delegate*
H. Michael, *Delegate*
D. N. French, *Honorary Member*
T. C. McGough, *Honorary Member*
R. L. Williams, *Honorary Member*

设计分组(BPV Ⅰ)

J. Vattappilly, *Chair*
D. I. Anderson, *Secretary*
D. Dewees
P. Dhorajia
H. A. Fonzi, Jr.
J. P. Glaspie
G. B. Komora
P. A. Molvie
D. A. Olson
S. V. Torkildson
M. Wadkinson
C. F. Jeerings, *Contributing Member*
J. C. Light, *Contributing Member*

制造和检测分组(BPV Ⅰ)

J. T. Pillow, *Chair*
J. L. Arnold, *Secretary*
P. Becker
D. L. Berger
S. W. Cameron
S. Fincher
G. W. Galanes
P. F. Gilston
J. Hainsworth
T. E. Hansen
C. T. McDaris
R. E. McLaughlin
R. J. Newell
Y. Oishi
R. V. Wielgoszinski

总要求和管道分组(BPV Ⅰ)

T. E. Hansen, *Chair*
E. M. Ortman, *Vice Chair*
F. Massi, *Secretary*
P. Becker
D. L. Berger
P. D. Edwards
G. W. Galanes
W. L. Lowry
R. E. McLaughlin
B. Mollitor
J. T. Pillow
D. Tompkins
S. V. Torkildson
D. E. Tuttle
M. Wadkinson
R. V. Wielgoszinski
C. F. Jeerings, *Contributing Member*
R. Uebel, *Contributing Member*

余热蒸汽锅炉分组(BPV Ⅰ)

S. V. Torkildson, *Chair*
J. L. Arnold
J. P. Bell
B. G. Carson
J. Gertz
T. E. Hansen
G. B. Komora
C. T. McDaris
Y. Oishi
E. M. Ortman
D. Tompkins
B. C. Turczynski

动车锅炉分组(BPV Ⅰ)

L. Moedinger, *Chair*
S. M. Butler, *Secretary*
P. Boschan
J. Braun
R. C. Franzen, Jr.
D. W. Griner
S. D. Jackson
M. A. Janssen
S. A. Lee
G. M. Ray
J. E. Rimmasch
R. B. Stone
M. W. Westland
R. Yuill
R. D. Reetz, *Contributing Member*

材料分组(BPV Ⅰ)

G. W. Galanes, *Chair*
K. K. Coleman, *Vice Chair*
J. S. Hunter, *Secretary*
S. H. Bowes
D. A. Canonico
P. Fallouey
K. L. Hayes
J. F. Henry
M. Lewis
O. X. Li
F. Masuyama
D. W. Rahoi
B. W. Roberts
J. M. Tanzosh
J. Vattappilly

太阳能锅炉分组(BPV Ⅰ)

J. S. Hunter, *Chair*
S. V. Torkildson, *Secretary*
G. W. Galanes
R. E. Hearne
P. Jennings
D. J. Koza
F. Massi
E. M. Ortman
M. J. Slater
J. C. Light, *Contributing Member*

印度国际工作组(PPV Ⅰ)

H. Dalal
I. Kalyanasundaram
S. Mathur
A. J. Patil
A. R. Patil
G. V. S. Rao
U. Revisanakaran
N. Satheesan
G. U. Shanker
D. Shrivastava
S. Venkataramana

BPVC第Ⅰ卷现代化任务组

D. I. Anderson, *Chair*
U. D'Urso, *Staff Secretary*
J. L. Arnold
S. W. Cameron
D. Dewees
G. W. Galanes
J. P. Glaspie
T. E. Hansen
J. F. Henry
R. E. McLaughlin
P. A. Molvie
E. M. Ortman
J. T. Pillow
B. W. Roberts
D. E. Tuttle
J. Vattappilly

材料委员会(BPV Ⅱ)

J. F. Henry, *Chair*
D. W. Rahoi, *Vice Chair*
N. Lobo, *Staff Secretary*
F. Abe
A. Appleton
J. Cameron
D. A. Canonico
A. Chaudouet
P. Fallouey
J. R. Foulds
D. W. Gandy
M. H. Gilkey
M. Gold
J. F. Grubb
J. A. Hall
K. M. Hottle
M. Katcher
O. X. Li
F. Masuyama
R. K. Nanstad
B. W. Roberts
E. Shapiro
M. J. Slater
R. C. Sutherlin
R. W. Swindeman
J. M. Tanzosh
D. Tyler
O. Oldani, *Delegate*
H. D. Bushfield, *Contributing Member*
M. L. Nayyar, *Contributing Member*
E. G. Nisbett, *Contributing Member*
E. Upitis, *Contributing Member*
T. M. Cullen, *Honorary Member*
W. D. Doty, *Honorary Member*
W. D. Edsall, *Honorary Member*
G. C. Hsu, *Honorary Member*
R. A. Moen, *Honorary Member*
C. E. Spaeder, Jr., *Honorary Member*
A. W. Zeuthen, *Honorary Member*

执行委员会(BPV Ⅱ)

J. F. Henry, *Chair*
D. W. Rahoi, *Vice Chair*
N. Lobo, *Staff Secretary*
A. Appleton
A. Chaudouet
J. R. Foulds
M. Gold
J. F. Grubb
R. W. Mikitka
B. W. Roberts
R. C. Sutherlin
R. W. Swindeman
J. M. Tanosh

外压分组(BPV Ⅱ)

R. W. Mikitka, *Chair*
D. L. Kurle, *Vice Chair*
J. A. A. Morrow, *Secretary*
L. F. Campbell
H. Chen
D. S. Griffin
J. F. Grubb
J. R. Harris III
M. H. Jawad
C. R. Thomas
M. Wadkinson
M. Katcher, *Contributing Member*
C. H. Sturgeon, *Contributing Member*

铁基材料标准分组(BPV Ⅱ)

A. Appleton, *Chair*
K. M. Hottle, *Vice Chair*
P. Wittenbach, *Secretary*
H. Chen
B. M. Dingman
M. J. Dosdourian
P. Fallouey
J. D. Fritz
T. Graham
J. M. Grocki
J. F. Grubb
C. Hyde
D. S. Janikowski
L. J. Lavezzi
S. G. Lee
W. C. Mack
A. S. Melilli
K. E. Orie
J. Shick
E. Upitis
J. D. Wilson
R. Zawierucha
E. G. Nisbett, *Contributing Member*

国际材料标准分组(BPV Ⅱ)

A. Chaudouet, *Chair*
O. X. Li, *Vice Chair*
T. F. Miskell, *Secretary*
S. W. Cameron
D. A. Canonico
H. Chen
P. Fallouey
A. F. Garbolevsky
D. O. Henry
M. Ishikawa
W. M. Lundy
A. R. Nywening
E. Upitis
F. Zeller
D. Kwon, *Delegate*
O. Oldani, *Delegate*
H. Lorenz, *Contributing Member*

非铁基合金分组(BPV Ⅱ)

R. C. Sutherlin, *Chair*
M. H. Gilkey, *Vice Chair*
H. Anada
J. Calland
D. B. Denis
J. F. Grubb
A. Heino
M. Katcher
J. A. McMaster
L. Paul
D. W. Rahoi
W. Ren
E. Shapiro
M. H. Skillingberg
D. Tyler
J. Weritz
R. Wright
R. Zawierucha
W. R. Apblett, Jr., *Contributing Member*

物理性能分组(BPV Ⅱ)

J. F. Grubb, *Chair*
H. D. Bushfield
D. B. Denis
P. Fallouey
E. Shapiro

强度、铁基合金分组(BPV Ⅱ)

J. M. Tanzosh, *Chair*
M. J. Slater, *Secretary*
F. Abe
H. Anada
D. A. Canonico
A. Di Rienzo
P. Fallouey
J. R. Foulds
M. Gold
J. A. Hall
J. F. Henry
K. Kimura
S. W. Knowles
F. Masuyama
C. Pearce
D. W. Rahoi
B. W. Roberts
M. S. Shelton
J. P. Shingledecker
R. W. Swindeman
W. R. Apblett, Jr., *Contributing Member*
H. Murakami, *Contributing Member*

焊件强度分组(BPV Ⅱ & BPV Ⅸ)

W. F. Newell, Jr., *Chair*
S. H. Bowes
K. K. Coleman
P. D. Flenner
J. R. Foulds
D. W. Gandy
M. Gold
K. L. Hayes
J. F. Henry
J. Penso
D. W. Rahoi
B. W. Roberts
J. P. Shingledecker
W. J. Sperko
J. P. Swezy, Jr.
J. M. Tanzosh

材料数据库工作组(BPV Ⅱ)

R. W. Swindeman, *Chair*
N. Lobo, *Staff Secretary*
F. Abe
J. R. Foulds
J. F. Henry
M. Katcher
B. W. Roberts
R. C. Sutherlin
D. Andrei, *Contributing Member*
J. L. Arnold, *Contributing Member*
W. Hoffelner, *Contributing Member*
T. Lazar, *Contributing Member*
D. T. Peters, *Contributing Member*
W. Ren, *Contributing Member*

抗蠕变强度增强的铁素体钢工作组(BPV Ⅱ)

J. F. Henry, *Chair*
F. Abe
S. H. Bowes
D. A. Canonico
K. K. Coleman
G. Cumino
P. D. Flenner
J. R. Foulds
D. W. Gandy
M. Gold
F. Masuyama
W. F. Newell, Jr.
B. W. Roberts
W. J. Sperko
R. W. Swindeman
J. M. Tanzosh
R. G. Young

数据分析工作组(BPV Ⅱ)

J. R. Foulds, *Chair*
F. Abe
M. Gold
J. F. Grubb
J. F. Henry
M. Katcher
F. Masuyama
W. Ren
B. W. Roberts
M. Subanovic
M. J. Swindeman
R. W. Swindeman

中国国际工作组(BPV Ⅱ)

B. Shou, *Chair*
Yong Zhang, *Vice Chair*
X. Tong, *Secretary*
W. Fang
Q. C. Feng
S. Huo
H. Li
J. Li
S. Li
Z. Rongcan
S. Tan
C. Wang
X. Wang
F. Yang
G. Yang
R. Ye
L. Yin
H. Zhang
X.-H. Zhang
Yingkai Zhang
Q. Zhao
S. Zhao
J. Zou

核设施部件建造委员会(BPV Ⅲ)

R. S. Hill III, *Chair*
R. B. Keating, *Vice Chair*
J. C. Minichiello, *Vice Chair*
A. Byk, *Staff Secretary*
T. M. Adams
A. Appleton
R. W. Barnes
W. H. Borter
C. W. Bruny
T. D. Burchell
J. R. Cole
R. P. Deubler
A. C. Eberhardt
B. A. Erler
G. M. Foster
W. Hoffelner
R. M. Jessee
R. I. Jetter
C. C. Kim
G. H. Koo
V. Kostarev
K. A. Manoly
D. E. Matthews
R. P. McIntyre
M. N. Mitchell
M. Morishita
D. K. Morton
T. Nagata
R. F. Reedy, Sr.
I. Saito
C. T. Smith
W. K. Sowder, Jr.
W. J. Sperko
K. R. Wichman
C. S. Withers
Y. H. Choi, *Delegate*
T. Ius, *Delegate*
H.-T. Wang, *Delegate*
M. Zhou, *Contributing Member*
E. B. Branch, *Honorary Member*
G. D. Cooper, *Honorary Member*
W. D. Doty, *Honorary Member*
D. F. Landers, *Honorary Member*
R. A. Moen, *Honorary Member*
C. J. Pieper, *Honorary Member*

设计分委员会(BPV Ⅲ)

R. P. Deubler, *Chair*
D. E. Matthews, *Vice Chair*
G. L. Hollinger, *Secretary*
T. M. Adams
G. A. Antaki
R. L. Bratton
C. W. Bruny
P. R. Donavin
R. S. Hill III
P. Hirschberg
M. H. Jawad
R. I. Jetter
R. B. Keating
R. A. Ladefian
K. A. Manoly
R. J. Masterson
M. N. Mitchell
W. J. O'Donnell, Sr.
E. L. Pleins
T.-L. Sham
J. P. Tucker
K. Wright
J. Yang

部件设计分组(SC-D)(BPV Ⅲ)

T. M. Adams, *Chair*
R. B. Keating, *Vice Chair*
S. Pellet, *Secretary*
G. A. Antaki
S. Asada
J. F. Ball
J. R. Cole
R. P. Deubler
P. Hirschberg
H. Kobayashi
R. A. Ladefian
K. A. Manoly
R. J. Masterson
D. E. Matthews
J. C. Minichiello
D. K. Morton
T. M. Musto
T. Nagata
A. N. Nguyen
E. L. Pleins
I. Saito
G. C. Slagis
J. R. Stinson
G. Z. Tokarski
J. P. Tucker
P. Vock
K. R. Wichman
C. Wilson
J. Yang
C. W. Bruny, *Contributing Member*
A. A. Dermenjian, *Contributing Member*

堆芯支承结构工作组(SG-CD)(BPV Ⅲ)

J. Yang, *Chair*
J. F. Kielb, *Secretary*
L. C. Hartless
D. Keck
T. Liszkai
H. S. Mehta
M. Nakajima
M. D. Snyder
A. Tsirigotis
R. Vollmer
J. T. Land, *Contributing Member*

第3册安全壳设计工作组(SG-CD)(BPV Ⅲ)

D. K. Morton, *Chair*
D. J. Ammerman
G. Bjorkman
G. Broz
S. Horowitz
D. W. Lewis
J. C. Minichiello
E. L. Pleins
C. J. Temus
I. D. McInnes, *Contributing Member*
R. E. Nickell, *Contributing Member*
H. P. Shrivastava, *Contributing Member*

部件HDPE设计工作组(SG-CD)(BPV Ⅲ)

T. M. Musto, *Chair*
J. Ossmann, *Secretary*
T. M. Adams
T. A. Bacon
C. Basavaraju
D. Burwell
S. Choi
P. Krishnaswamy
M. Martin
J. C. Minichiello
D. P. Munson
F. J. Schaaf, Jr.
R. Stakenborghs
H. E. Svetlik

管道工作组(SG-CD) (BPV III)

G. A. Antaki, *Chair*
G. Z. Tokarski, *Secretary*
T. M. Adams
T. A. Bacon
C. Basavaraju
J. Catalano
F. Claeys
J. R. Cole
C. M. Faidy
R. G. Gilada
N. M. Graham
M. A. Gray
R. W. Haupt
A. Hirano
P. Hirschberg
M. Kassar
J. Kawahata
R. B. Keating
V. Kostarev
Y. Liu
J. F. McCabe
J. C. Minichiello
I.-K. Nam
A. N. Nguyen
M. S. Sills
G. C. Slagis
N. C. Sutherland
E. A. Wais
C.-I. Wu
J. J. Martinez, *Contributing Member*
N. J. Shah, *Contributing Member*
E. C. Rodabaugh, *Honorary Member*

压力释放阀工作组(SG-CD) (BPV III)

J. F. Ball, *Chair*
A. L. Szeglin
D. G. Thibault

泵工作组(SG-CD) (BPV III)

R. A. Ladefian, *Chair*
P. W. Behnke
R. E. Cornman, Jr.
M. D. Eftychiou
A. Fraser
M. A. Gaydon
R. Ghanbari
M. Higuchi
S. Mauvais
R. A. Patrick
J. Sulley
R. Udo
A. G. Washburn

支撑件工作组(SG-CD) (BPV III)

J. R. Stinson, *Chair*
U. S. Bandyopadhyay, *Secretary*
K. Avrithi
T. H. Baker
F. J. Birch
R. P. Deubler
N. M. Graham
R. J. Masterson
S. Pellet
I. Saito
H. P. Shrivastava
C. Stirzel
T. G. Terryah
G. Z. Tokarski
P. Wiseman
C.-I. Wu

阀门工作组(SG-CD) (BPV III)

P. Vock, *Chair*
J. O'Callaghan, *Secretary*
M. C. Buckley
G. A. Jolly
J. Klein
T. A. McMahon
C. A. Mizer
K. E. Reid II
H. R. Sonderegger
J. Sulley
I. Tseng
J. P. Tucker

容器工作组(SG-CD) (BPV III)

D. E. Matthews, *Chair*
R. M. Wilson, *Secretary*
C. Basavaraju
J. V. Gregg, Jr.
W. J. Heilker
A. Kalnins
R. B. Keating
D. Keck
J. Kim
O.-S. Kim
K. Matsunaga
M. C. Scott
P. K. Shah
J. Shupert
C. Turylo
D. Vlaicu
W. F. Weitze
T. Yamazaki
R. Z. Ziegler

设计方法分组(SC-D) (BPV III)

C. W. Bruny, *Chair*
S. McKillop, *Secretary*
K. Avrithi
W. Culp
P. R. Donavin, Jr.
J. V. Gregg, Jr.
H. T. Harrison III
K. Hsu
M. Kassar
D. Keck
M. N. Mitchell
W. J. O'Donnell, Sr.
P. J. O'Regan
W. D. Reinhardt
P. Smith
S. D. Snow
W. F. Weitze
K. Wright

设计方法组(SG-DM) (BPV III)

S. D. Snow, *Chair*
M. R. Breach, *Secretary*
K. Avrithi
C. Basavaraju
R. D. Blevins
D. L. Caldwell
D. Dewees
C. M. Faidy
H. T. Harrison III
P. Hirschberg
M. Kassar
R. B. Keating
J. Kim
H. Kobayashi
T. Liszkai
J. F. McCabe
A. N. Nguyen
W. D. Reinhardt
D. H. Roarty
P. K. Shah
R. Vollmer
S. Wang
T. M. Wiger
K. Wright
J. Yang
M. K. Au-Yang, *Contributing Member*

环境影响工作组(SG-DM) (BPV III)

W. Culp, *Chair*
B. D. Frew, *Secretary*
K. Avrithi
P. J. Dobson
W. J. Heilker
C. Jonker
J. E. Nestell
T. Schriefer
M. S. Shelton
Y. H. Choi, *Delegate*

环境疲劳评估方法工作组(SG-DM) (BPV III)

K. Wright, *Chair*
M. A. Gray, *Vice Chair*
W. F. Weitze, *Secretary*
T. M. Adams
S. Asada
K. Avrithi
R. C. Cipolla
J. R. Cole
T. M. Damiani
C. M. Faidy
T. D. Gilman
S. R. Gosselin
Y. He
P. Hirschberg
H. S. Mehta
J.-S. Park
D. H. Roarty
I. Saito
D. Vlaicu
R. Z. Ziegler

疲劳强度工作组(SG-DM) (BPV III)

P. R. Donavin, *Chair*
T. M. Damiani
D. Dewees
C. M. Faidy
S. R. Gosselin
R. J. Gurdal
C. F. Heberling II
C. E. Hinnant
P. Hirschberg
K. Hsu
S. H. Kleinsmith
S. Majumdar
S. N. Malik
D. H. Roarty
M. S. Shelton
G. Taxacher
A. Tsirigotis
K. Wright
H. H. Ziada
G. S. Chakrabarti, *Contributing Member*
W. J. O'Donnell, Sr., *Contributing Member*

石墨和复合材料设计工作组 (SG-DM) (BPV Ⅲ)

M. N. Mitchell, *Chair*
M. W. Davies, *Vice Chair*
C. A. Sanna, *Staff Secretary*
T. D. Burchell, *Secretary*
A. Appleton
R. L. Bratton
S. Cadell
S.-H. Chi
A. Covac
S. W. Doms
S. F. Duffy
S. T. Gonczy
Y. Katoh
J. Ossmann
M. Roemmler
N. Salstrom
T. Shibata
S. Yu
G. L. Zeng

设计概率方法工作组 (SG-DM) (BPV Ⅲ)

P. J. O'Regan, *Chair*
M. Golliet, *Secretary*
T. Asayama
K. Avrithi
M. R. Graybeal
D. O. Henry
R. S. Hill III
M. Morishita
N. A. Palm
I. Saito

显力学计算模式特别工作组 (SG-DM) (BPV Ⅲ)

G. Bjorkman, *Chair*
D. J. Ammerman, *Secretary*
M. R. Breach
G. Broz
J. Jordan
D. Molitoris
J. Piotter
W. D. Reinhardt
P. Y.-K. Shih
S. D. Snow
C.-F. Tso
M. C. Yaksh
U. Zencker

高温设计分组 (SC-D) (BPV Ⅲ)

T.-L. Sham, *Chair*
T. Asayama
C. Becht IV
F. W. Brust
P. Carter
J. F. Cervenka
B. F. Hantz
W. Hoffelner
A. B. Hull
M. H. Jawad
R. I. Jetter
G. H. Koo
M. Li
S. Majumdar
J. E. Nestell
W. J. O'Donnell, Sr.
R. W. Swindeman
D. S. Griffin, *Contributing Member*
W. J. Koves, *Contributing Member*
D. L. Marriott, *Contributing Member*

许用应力准则工作组 (SG-ETD) (BPV Ⅲ)

R. W. Swindeman, *Chair*
R. Wright, *Secretary*
J. R. Foulds
K. Kimura
M. Li
S. N. Malik
J. E. Nestell
W. Ren
B. W. Roberts
M. Sengupta
T.-I. Sham

分析法工作组 (SG-ETD) (BPV Ⅲ)

P. Carter, *Chair*
M. J. Swindeman, *Secretary*
M. Ando
M. R. Breach
R. I. Jetter
S. Krishnamurthy
T.-l. Sham
D. K. Williams

蠕动疲劳和可忽略蠕动工作组 (SG-ETD) (BPV Ⅲ)

T. Asayama, *Chair*
M. Li, *Secretary*
F. W. Brust
P. Carter
R. I. Jetter
G. H. Koo
B.-L. Lyow
S. N. Malik
H. Qian
T.-I. Sham

高温建造分组 (SG-ETD) (BPV Ⅲ)

M. H. Jawad, *Chair*
B. Mollitor, *Secretary*
D. I. Anderson
R. G. Brown
D. Dewees
J. P. Glaspie
B. F. Hantz
G. L. Hollinger
R. I. Jetter
S. Krishnamurthy
A. Mann
D. L. Marriott
M. N. Mitchell
C. Nadarajah

高温伤评估工作组 (SG-ETD) (BPV Ⅲ)

F. W. Brust, *Chair*
N. Broom
P. Carter
W. Hoffelner
S. N. Malik
D. L. Rudland
P. J. Rush
D.-J. Shim
S. X. Xu

总要求分组 (BPV Ⅲ)

R. P. McIntyre, *Chair*
L. M. Plante, *Secretary*
V. Apostolescu
A. Appleton
S. Bell
J. R. Berry
B. K. Bobo
J. DeKleine
J. V. Gardiner
G. Gratti
J. W. Highlands
G. V. Imbro
K. A. Kavanagh
Y.-S. Kim
M. R. Minick
E. C. Renaud
D. J. Roszman
C. T. Smith
W. K. Sowder, Jr.
G. E. Szabatura
T. G. Terryah
D. M. Vickery
C. S. Withers
H. Michael, *Delegate*
G. L. Hollinger, *Contributing Member*

职责和责任工作组 (SG-GR) (BPV Ⅲ)

J. V. Gardiner, *Chair*
G. L. Hollinger, *Secretary*
S. Bell
J. R. Berry
J. DeKleine
N. DeSantis
Y. Diaz-Castillo
E. L. Farrow
G. Gratti
B. N. Juarez
K. A. Kavanagh
J. M. Lyons
L. M. Plante
D. J. Roszman
T. G. Terryah

质量保证、认证和打钢印工作组（SG-GR）（BPV Ⅲ）

C. T. Smith, *Chair*
C. S. Withers, *Secretary*
V. Apostolescu
A. Appleton
B. K. Bobo
S. M. Goodwin
J. Grimm
J. W. Highlands
Y.-S. Kim
B. McGlone
R. P. McIntyre
M. R. Minick
R. B. Patel
E. C. Renaud
T. Rezk
J. Rogers
W. K. Sowder, Jr.
J. F. Strunk
G. E. Szabatura
D. M. Vickery
C. A. Spletter, *Contributing Member*

总要求统一特别工作组（SG-GR）（BPV Ⅲ）

J. V. Gardiner, *Chair*
C. T. Smith, *Vice Chair*
S. Bell
M. Cusick
Y. Diaz-Castillo
J. Grimm
J. M. Lyons
M. McGlone
R. Patel
E. C. Renaud
T. Rezk
J. Rogers
D. J. Roszman
B. S. Sandhu
G. J. Solovey
R. Spuhl
G. E. Szabatura
C. S. Withers
S. F. Harrison, *Contributing Member*

材料、制造和检测分组（BPV Ⅲ）

R. M. Jessee, *Chair*
B. D. Frew, *Vice Chair*
S. Hunter, *Secretary*
W. H. Borter
T. D. Burchell
G. R. Cannell
R. H. Davis
G. M. Foster
G. B. Georgiev
S. E. Gingrich
M. Golliet
J. Grimm
J. Johnston, Jr.
C. C. Kim
M. Lashley
T. Melfi
H. Murakami
J. Ossmann
J. E. O'Sullivan
C. Pearce
N. M. Simpson
W. J. Sperko
J. R. Stinson
J. F. Strunk
K. B. Stuckey
R. Wright
S. Yee
H. Michael, *Delegate*
R. W. Barnes, *Contributing Member*

石墨和复合材料工作组（SG-MFE）（BPV Ⅲ）

T. D. Burchell, *Chair*
A. Appleton
R. L. Bratton
S. Cadell
S.-H. Chi
A. Covac
M. W. Davies
S. W. Doms
S. F. Duffy
S. T. Gonzcy
M. G. Jenkins
Y. Katoh
M. N. Mitchell
J. Ossmann
M. Roemmler
N. Salstrom
T. Shibata
S. Yu
G. L. Zeng

HDPE材料工作组（SG-MFE）（BPV Ⅲ）

M. Golliet, *Chair*
M. A. Martin, *Secretary*
W. H. Borter
M. C. Buckley
E. M. Focht
B. Hauger
J. Johnston, Jr.
P. Krishnaswamy
E. W. McElroy
T. M. Musto
S. Patterson
S. Schuessler
R. Stakenborghs
T. Tipton
M. Troughton
Z. J. Zhou

ACI-ASME核用混凝土部件联合委员会（BPV Ⅲ）

A. C. Eberhardt, *Chair*
C. T. Smith, *Vice Chair*
A. Byk, *Staff Secretary*
J. F. Artuso
C. J. Bang
F. Farzam
P. S. Ghosal
B. D. Hovis
T. C. Inman
O. Jovall
N.-H. Lee
J. McLean
J. Munshi
N. Orbovic
J. F. Strunk
T. Tonyan
T. J. Ahl, *Contributing Member*
N. Alchaar, *Contributing Member*
B. A. Erler, *Contributing Member*
J. Gutierrez, *Contributing Member*
M. F. Hessheimer, *Contributing Member*
T. E. Johnson, *Contributing Member*
T. Muraki, *Contributing Member*
B. B. Scott, *Contributing Member*
M. R. Senecal, *Contributing Member*
M. K. Thumm, *Contributing Member*

设计工作组（BPV Ⅲ-2）

J. Munshi, *Chair*
N. Alchaar
M. Allam
S. Bae
L. J. Colarusso
A. C. Eberhardt
F. Farzam
P. S. Ghosal
B. D. Hovis
T. C. Inman
O. Jovall
N.-H. Lee
M. Diaz, *Contributing Member*
S. Diaz, *Contributing Member*
M. F. Hessheimer, *Contributing Member*
A. Istar, *Contributing Member*
T. E. Johnson, *Contributing Member*
B. R. Laskewitz, *Contributing Member*
Z. Shang, *Contributing Member*
M. Sircar, *Contributing Member*

材料、制造和检测工作组（BPV Ⅲ-2）

P. S. Ghosal, *Chair*
T. Tonyan, *Vice Chair*
M. Allam
J. F. Artuso
J.-B. Domage
A. C. Eberhardt
C. Jones
C. T. Smith
J. F. Strunk
D. Ufuk
J. Gutierrez, *Contributing Member*
B. B. Scott, *Contributing Member*
Z. Shang, *Contributing Member*

现代化特别工作组（BPV Ⅲ-2）

J. McLean, *Chair*
N. Orbovic, *Vice Chair*
A. Adediran
N. Alchaar
O. Jovall
C. T. Smith
M. A. Ugalde
S. Wang
S. Diaz, *Contributing Member*
J.-B. Domage, *Contributing Member*
U. Ricklefs, *Contributing Member*

废燃料和高危垃圾运输包装贮存系统分组（BPV Ⅲ）

D. K. Morton, *Chair*
G. M. Foster, *Vice Chair*
G. R. Cannell, *Secretary*
G. Abramczyk
D. J. Ammerman
G. Bjorkman
S. Horowitz
D. W. Lewis
P. E. McConnell
R. E. Nickell
E. L. Pleins
R. H. Smith
G. J. Solovey
C. J. Temus
W. H. Borter, *Contributing Member*
R. S. Hill III, *Contributing Member*
A. B. Meichler, *Contributing Member*
T. Saegusa, *Contributing Member*
N. M. Simpson, *Contributing Member*

熔合能量装置分组（BPV Ⅲ）

W. K. Sowder, Jr., *Chair*
D. Andrei, *Staff Secretary*
D. J. Roszman, *Secretary*
R. W. Barnes
B. R. Doshi
M. Higuchi
G. Holtmeier
M. Kalsey
K. A. Kavanagh
H. J. Kim
K. Kim
I. Kimihiro
S. Lee
G. Li
X. Li
P. Mokaria
T. R. Muldoon
M. Porton
Y. Song
M. Trosen
C. Waldon
I. J. Zatz

总要求工作组（BPV Ⅲ-4）

W. K. Sowder, Jr., *Chair*

容器内部件工作组（BPV Ⅲ-4）

M. Kalsey, *Chair*

磁铁工作组（BPV Ⅲ-4）

K. Kim, *Chair*

材料工作组（BPV Ⅲ-4）

M. Porton, *Chair*

真空容器工作组（BPV Ⅲ-4）

I. Kimihiro, *Chair*
B. R. Doshi

高温反应器分组（BPV Ⅲ）

M. Morishita, *Chair*
R. I. Jetter, *Vice Chair*
T.-L. Sham, *Secretary*
N. Broom
T. D. Burchell
W. Hoffelner
G.-H. Koo
D. K. Morton
J. E. Nestell
N. N. Ray
X. Li, *Contributing Member*
L. Shi, *Contributing Member*

高温燃气冷却反应器工作组（BPV Ⅲ-5）

J. E. Nestell, *Chair*
M. Sengupta, *Secretary*
N. Broom
T. D. Burchell
R. S. Hill III
E. V. Imbro
R. I. Jetter
Y. W. Kim
T. R. Lupold
S. N. Malik
D. L. Marriott
D. K. Morton
T.-L. Sham
X. Li, *Contributing Member*
L. Shi, *Contributing Member*

高温液体冷却反应器工作组（BPV Ⅲ-5）

T.-L. Sham, *Chair*
T. Asayama, *Secretary*
M. Arcaro
R. W. Barnes
P. Carter
M. E. Cohen
A. B. Hull
R. I. Jetter
G. H. Koo
M. Li
S. Majumdar
M. Morishita
J. E. Nestell
X. Li, *Contributing Member*
G. Wu, *Contributing Member*

执行委员会（BPV Ⅲ）

R. S. Hill III, *Chair*
A. Byk, *Staff Secretary*
T. M. Adams
C. W. Bruny
R. P. Deubler
A. C. Eberhardt
R. M. Jessee
R. B. Keating
R. P. McIntyre
J. C. Minichiello
M. Morishita
D. K. Morton
C. A. Sanna
T.-L. Sham
W. K. Sowder, Jr.

中国国际工作组（BPV Ⅲ）

J. Yan, *Chair*
W. Tang, *Vice Chair*
C. A. Sanna, *Staff Secretary*
Y. He, *Secretary*
H. Ge
Z. Han
J. Jian
Y. Jing
F. Kai
D. Kang
X. Li
Y. Li
B. Liang
H. Lin
S. Lin
J. Liu
S. Liu
W. Liu
K. Mao
W. Pei
G. Sun
G. Tang
Y. Tu
Y. Wang
H. Wu
X. Wu
Z. Wu
S. Xue
Z. Yan
C. Ye
Z. Yin
S. Zaozhan
G. Zhang
K. Zhang
W. Zhang
G. Zhao
W. Zhao
Y. Zhong
Z. Zhong
G. Zhu

德国国际工作组（BPV Ⅲ）

C. Huttner, *Chair*
H.-R. Bath, *Secretary*
B. Arndt
M. Bauer
G. Daum
L. Gerstner
G. Haenle
K.-H. Herter
U. Jendrich
G. Kramarz
C. Krumb
W. Mayinger
D. Moehring
D. Ostermann
G. Roos
J. Rudolph
C. A. Sanna
H. Schau
C. A. Spletter
R. Trieglaff
P. Völlmecke
J. Wendt
F. Wille
M. Winter
N. Wirtz

印度国际工作组（BPV Ⅲ）

B. Basu, *Chair*
G. Mathivanan, *Vice Chair*
C. A. Sanna, *Staff Secretary*
S. B. Parkash, *Secretary*
V. Bhasin
P. Chellapandi
S. Jalaldeen
D. Kulkarni
S. A. Kumar De
N. M. Nadaph
M. Ponnusamy
R. N. Sen
A. Sundararajan

韩国国际工作组（BPV Ⅲ）

G. H. Koo, *Chair*
S. S. Hwang, *Vice Chair*
O.-S. Kim, *Secretary*
H. S. Byun
S. Choi
J.-Y. Hong
N.-S. Huh
J.-K. Hwang
C. Jang
I. I. Jeong
H. J. Kim
J. Kim
J.-S. Kim
K. Kim
Y.-B. Kim
Y.-S. Kim
D. Kwon
B. Lee
D. Lee
Sanghoon Lee
Sangil Lee
D. J. Lim
H. Lim
I.-K. Nam
B. Noh
C.-K. Oh
C. Park
J.-S. Park
T. Shin
S. Song
O. Yoo

编辑和审查特别工作组（BPV Ⅲ）

D. K. Morton, *Chair*
R. L. Bratton
R. P. Deubler
A. C. Eberhardt
R. I. Jetter
J. C. Minichiello
L. M. Plante
R. F. Reedy, Sr.
W. K. Sowder, Jr.
C. Wilson

HDPE捐款保存者特别工作组（BPV Ⅲ）

D. Burwell, *Chair*
S. Patterson, *Secretary*
T. M. Adams
S. Bruce
S. Choi
C. M. Faidy
E. M. Focht
M. Golliet
J. Grimes
R. M. Jessee
J. Johnston, Jr.
D. Keller
M. Lashley
T. R. Lupold
K. A. Manoly
D. P. Munson
T. M. Musto
J. E. O'Sullivan
M. A. Richter
V. Rohatgi
F. J. Schaaf, Jr.
R. Stakenborghs
M. Troughton
Z. J. Zhou

名誉和奖金特别工作组（BPV Ⅲ）

R. M. Jessee, *Chair*
A. Appleton
R. W. Barnes
J. R. Cole
D. E. Matthews
J. C. Minichiello

新建核电站工业经验特别工作组（BPV Ⅲ和BPV Ⅺ）

G. M. Foster, *Chair*
J. T. Lindberg, *Chair*
H. L. Gustin, *Secretary*
J. Ossmann, *Secretary*
T. L. Chan
D. R. Graham
P. J. Hennessey
D. O. Henry
J. Honcharik
E. V. Imbro
C. G. Kim
O.-S. Kim
Y.-S. Kim
K. Matsunaga
D. E. Matthews
R. E. McLaughlin
E. L. Pleins
D. W. Sandusky
D. M. Swann
T. Tsuruta
E. R. Willis
R. M. Wilson
S. M. Yee

国际会议特别工作组（BPV Ⅲ）

C. T. Smith, *Chair*
A. Byk, *Staff Secretary*
T. D. Burchell
S. W. Cameron
J. R. Cole
R. L. Crane
G. M. Foster
R. S. Hill III
M. N. Mitchell
R. F. Reedy, Sr.
C. A. Sanna

新型轻水反应堆建造事务特别工作组（BPV Ⅲ）

E. L. Pleins, *Chair*
M. C. Scott, *Secretary*
A. Cardillo
P. J. Coco
B. Gilligan
J. Honcharik
G. V. Imbro
O.-S Kim
M. Kris
J. C. Minichiello
D. W. Sandusky
C. A. Sanna
R. R. Stevenson
R. Troficanto
M. L. Wilson
J. Yan

常规界面特别工作组（BPV Ⅲ）

G. V. Imbro, *Chair*
S. Bell, *Secretary*
A. Cardillo
A. A. Dermenjian
B. N. Juarez
K. Matsunaga
D. E. Matthews
A. T. Roberts III
R. R. Stevenson
D. Terao
M. L. Wilson
R. A. Yonekawa

采暖锅炉委员会（BPV Ⅳ）

T. L. Bedeaux, *Chair*
J. A. Hall, *Vice Chair*
G. Moino, *Staff Secretary*
B. Calderon
J. Calland
J. P. Chicoine
C. M. Dove
A. Heino
B. J. Iske
P. A. Molvie
R. E. Olson
M. Wadkinson
R. V. Wielgoszinski
H. Michael, *Delegate*
D. Picart, *Delegate*
S. V. Voorhees, *Contributing Member*
J. L. Kleiss, *Alternate*
W. L. Haag, Jr., *Honorary Member*

采暖锅炉维护和运行分组（BPV Ⅳ）

M. Wadkinson, *Chair*
T. L. Bedeaux
J. Calland
J. A. Hall
P. A. Molvie

铸铁锅炉分组（BPV Ⅳ）

J. P. Chicoine, *Chair*
T. L. Bedeaux, *Vice Chair*
C. M. Dove
J. M. Downs
J. A. Hall
J. L. Kleiss

材料分组（BPV Ⅳ）

J. A. Hall, *Chair*
M. Wadkinson, *Vice Chair*
J. Calland
J. M. Downs
A. Heino
B. J. Iske
J. L. Kleiss
E. Rightmier

热水器分组（BPV Ⅳ）

J. Calland, *Chair*
J. P. Chicoine
B. J. Iske
R. E. Olson
T. E. Trant

焊接锅炉分组（BPV Ⅳ）

J. Calland, *Chair*
T. L. Bedeaux
B. Calderon
J. L. Kleiss
P. A. Molvie
R. E. Olson
M. Wadkinson
R. V. Wielgoszinski

无损检测委员会（BPV Ⅴ）

G. W. Hembree, *Chair*
F. B. Kovacs, *Vice Chair*
J. S. Brzuszkiewicz, *Staff Secretary*
S. J. Akrin
C. A. Anderson
J. E. Batey
A. S. Birks
P. L. Brown
M. A. Burns
B. Caccamise
N. Y. Faransso
N. A. Finney
A. F. Garbolevsky
J. F. Halley
J. W. Houf
S. A. Johnson
R. W. Kruzic
C. May
A. B. Nagel
T. L. Plasek
F. J. Sattler
G. M. Gatti, *Delegate*
X. Guiping, *Delegate*
B. D. Laite, *Alternate*
H. C. Graber, *Honorary Member*
O. F. Hedden, *Honorary Member*
J. R. MacKay, *Honorary Member*
T. G. McCarty, *Honorary Member*

总要求/个人资格评定及咨询分组（BPV Ⅴ）

F. B. Kovacs, *Chair*
J. W. Houf, *Vice Chair*
S. J. Akrin
C. A. Anderson
J. E. Batey
A. S. Birks
C. Emslander
N. Y. Faransso
N. A. Finney
G. W. Hembree
S. A. Johnson
D. I. Morris
A. B. Nagel
J. P. Swezy, Jr., *Contributing Member*

NDE资源支持特别工作组（SG-GR/PQ & Ⅰ）（BPV Ⅴ）

N. A. Finney, *Chair*
D. Adkins
J. Anderson
T. G. Bollhalter
C. T. Brown
N. Carter
J. L. Garner
M. Ghahremani
J. W. Mefford, Jr.
M. Sens
D. Van Allen

表面检测方法分组（BPV Ⅴ）

S. A. Johnson, *Chair*
J. Halley, *Vice Chair*
S. J. Akrin
J. E. Batey
A. S. Birks
P. L. Brown
B. Caccamise
N. Y. Faransso
N. Farenbaugh
N. A. Finney
G. W. Hembree
R. W. Kruzic
B. D. Laite
C. May
L. E. Mullins
A. B. Nagel
F. J. Sattler
P. Shaw
G. M. Gatti, *Delegate*

三维方法分组（BPV Ⅴ）

A. B. Nagel, *Chair*
N. A. Finney, *Vice Chair*
S. J. Akrin
J. E. Batey
P. L. Brown
B. Caccamise
N. Y. Faransso
A. F. Garbolevsky
J. F. Halley
R. W. Hardy
G. W. Hembree
S. A. Johnson
F. B. Kovacs
R. W. Kruzic
C. May
L. E. Mullins
T. L. Plasek
F. J. Sattler
M. Torok
G. M. Gatti, *Delegate*

声发射工作组（SG-VM）（BPV Ⅴ）

N. Y. Faransso, *Chair*
J. E. Batey, *Vice Chair*
S. R. Doctor
R. K. Miller

射线透照术工作组（SG-VM）（BPV Ⅴ）

B. Caccamise, *Chair*
F. B. Kovacs, *Vice Chair*
S. J. Akrin
J. E. Batey
P. L. Brown
C. Emslander
N. Y. Faransso
A. F. Garbolevsky
R. W. Hardy
G. W. Hembree
S. A. Johnson
R. W. Kruzic
B. D. Laite
S. Mango
C. May
R. J. Mills
A. B. Nagel
T. L. Plasek
M. Torok

超声波工作组（SG-VM）（BPV Ⅴ）

N. A. Finney, *Chair*
J. F. Halley, *Vice Chair*
B. Caccamise
K. J. Chizen
J. M. Davis
N. Y. Faransso
P. T. Hayes
S. A. Johnson
R. W. Kruzic
B. D. Laite
C. May
L. E. Mullins
A. B. Nagel
F. J. Sattler
M. Torok

导向波超声试验工作组（SG-VM）（BPV Ⅴ）

N. Y. Faransso, *Chair*
J. E. Batey, *Vice Chair*
D. Alleyne
N. Amir
J. F. Halley
S. A. Johnson
G. M. Light
P. Mudge
M. J. Quarry
J. Vanvelsor

压力容器委员会（Ⅷ）

R. J. Basile, *Chair*
S. C. Roberts, *Vice Chair*
S. J. Rossi, *Staff Secretary*
T. Schellens, *Staff Secretary*
G. Aurioles, Sr.
V. Bogosian
J. Cameron
A. Chaudouet
D. B. DeMichael
J. P. Glaspie
J. F. Grubb
L. E. Hayden, Jr.
G. G. Karcher
D. L. Kurle
K. T. Lau
M. D. Lower
R. Mahadeen
R. W. Mikitka
U. R. Miller
T. W. Norton
T. P. Pastor
D. T. Peters
M. J. Pischke
M. D. Rana
G. B. Rawls, Jr.
F. L. Richter
C. D. Rodery
E. Soltow
D. A. Swanson
J. P. Swezy, Jr.
S. Terada
E. Upitis
P. A. McGowan, *Delegate*
H. Michael, *Delegate*
K. Oyamada, *Delegate*
M. E. Papponetti, *Delegate*
D. Rui, *Delegate*
T. Tahara, *Delegate*
M. Gold, *Contributing Member*
W. S. Jacobs, *Contributing Member*
K. Mokhtarian, *Contributing Member*
C. C. Neely, *Contributing Member*
A. Selz, *Contributing Member*
K. K. Tam, *Contributing Member*

设计分组（BPV Ⅷ）

D. A. Swanson, *Chair*
J. C. Sowinski, *Vice Chair*
M. Faulkner, *Secretary*
G. Aurioles, Sr.
S. R. Babka
O. A. Barsky
R. J. Basile
M. R. Breach
F. L. Brown
D. Chandiramani
B. F. Hantz
C. E. Hinnant
C. S. Hinson
M. H. Jawad
D. L. Kurle
M. D. Lower
R. W. Mikitka
U. R. Miller
T. P. Pastor
M. D. Rana
G. B. Rawls, Jr.
S. C. Roberts
C. D. Rodery
D. Srnic
J. Vattappilly
R. A. Whipple
K. Xu
K. Oyamada, *Delegate*
M. E. Papponetti, *Delegate*
W. S. Jacobs, *Contributing Member*
P. K. Lam, *Contributing Member*
K. Mokhtarian, *Contributing Member*
A. Selz, *Contributing Member*
S. C. Shah, *Contributing Member*
K. K. Tam, *Contributing Member*

分析设计工作组（BPV Ⅲ）△

B. F. Hantz, *Chair*
T. W. Norton, *Secretary*
R. G. Brown
D. Dewees
R. D. Dixon
Z. Gu
C. E. Hinnant
R. Jain
M. H. Jawad
S. Krishnamurthy
A. Mann
G. A. Miller
C. Nadarajah
M. D. Rana
T. G. Seipp
M. A. Shah
S. Terada
D. Arnett, *Contributing Member*

制造和检验分组（BPV Ⅷ）

C. D. Rodery, *Chair*
J. P. Swezy, Jr., *Vice Chair*
B. R. Morelock, *Secretary*
L. F. Campbell
D. I. Morris
O. Mulet
M. J. Pischke
M. J. Rice
B. F. Shelley
P. L. Sturgill
E. A. Whittle
K. Oyamada, *Delegate*
W. J. Bees, *Contributing Member*
W. S. Jacobs, *Contributing Member*
J. Lee, *Contributing Member*
R. Uebel, *Contributing Member*
E. Upitis, *Contributing Member*

总要求分组（BPV Ⅷ）

M. D. Lower, *Chair*
J. P. Glaspie, *Vice Chair*
F. L. Richter, *Secretary*
R. J. Basile
V. Bogosian
D. T. Davis
D. B. DeMichael
M. Faulkener
L. E. Hayden, Jr.
K. T. Lau
A. S. Olivares
T. P. Pastor
S. C. Roberts
J. C. Sowinski
P. Speranza
D. B. Stewart
D. A. Swanson
R. Uebel
K. Oyamada, *Delegate*
C. C. Neely, *Contributing Member*

U-2(g)任务组（BPV Ⅷ）

S. R. Babka
R. J. Basile
D. K. Chandiramani
R. Mahadeen
U. R. Miller
T. W. Norton
T. P. Pastor
R. F. Reedy, Sr.
S. C. Roberts
M. A. Shah, Jr.
D. Srnic
D. A. Swanson
R. Uebel
K. K. Tam, *Contributing Member*

传热设备分组（BPV Ⅷ）

G. Aurioles, Sr., *Chair*
P. Matkovics, *Secretary*
D. Angstadt
S. R. Babka
M. Bahadori
J. H. Barbee
O. A. Barsky
I. G. Campbell
A. Chaudouet
M. D. Clark
S. Jeyakumar
G. G. Karcher
D. L. Kurle
B. J. Lerch
R. Mahadeen
S. Mayeux
U. R. Miller
T. W. Norton
K. Oyamada
D. Srnic
A. M. Voytko
R. P. Wiberg
F. E. Jehrio, *Contributing Member*
J. Mauritz, *Contributing Member*
F. Osweiller, *Contributing Member*
R. Tiwari, *Contributing Member*
S. Yokell, *Contributing Member*
S. M. Caldwell, *Honorary Member*

板式热交换器任务组（BPV Ⅷ）

M. J. Pischke, *Chair*
S. R. Babka
S. Flynn
J. F. Grubb
F. Hamtak
J. E. Lane
R. Mahadeen
P. Metkovics
D. I. Morris
C. M. Romero
E. Soltow
D. Srnic

△原文如此，应是（BPV Ⅷ）之误。——译注

高压容器分组（BPV Ⅷ）

D. T. Peters, *Chair*
R. D. Dixon, *Vice Chair*
R. T. Hallman, *Vice Chair*
A. P. Maslowski, *Staff Secretary*
L. P. Antalffy
R. C. Biel
P. N. Chaku
R. Cordes
L. Fridlund
D. M. Fryer
A. H. Honza
J. A. Kapp
J. Keltjens
A. K. Khare
N. McKie
S. C. Mordre
G. T. Nelson
E. A. Rodriguez
E. D. Roll
K. C. Simpson, Jr.
D. L. Stang
F. W. Tatar
S. Terada
J. L. Traud
R. Wink
K.-J. Young
K. Oyamada, *Delegate*
R. M. Hoshman, *Contributing Member*
G. J. Mraz, *Contributing Member*
D. J. Burns, *Honorary Member*
E. H. Perez, *Honorary Member*

材料分组（BPV Ⅷ）

J. F. Grubb, *Chair*
J. Cameron, *Vice Chair*
P. G. Wittenbach, *Secretary*
A. Di Rienzo
J. D. Fritz
M. Katcher
M. Kowalczyk
W. M. Lundy
J. Penso
D. W. Rahoi
R. C. Sutherlin
E. Upitis
K. Xu
K. Oyamada, *Delegate*
G. S. Dixit, *Contributing Member*
M. Gold, *Contributing Member*
J. A. McMaster, *Contributing Member*
E. G. Nisbett, *Contributing Member*

韧性分组（BPV Ⅱ & BPV Ⅷ）

D. L. Kurle, *Chair*
K. Xu, *Vice Chair*
R. J. Basile
W. S. Jacobs
M. D. Rana
F. L. Richter
K. Subramanian
D. A. Swanson
J. P. Swezy, Jr.
E. Upitis
J. Vattappilly
K. Oyamada, *Delegate*
K. Mokhtarian, *Contributing Member*
C. C. Neely, *Contributing Member*

石墨压力设备分组（BPV Ⅷ）

E. Soltow, *Chair*
G. C. Becherer
T. F. Bonn
F. L. Brown
M. R. Minick
A. A. Stupica
A. Viet

意大利国际工作组（BPV Ⅷ）

G. Pontiggia, *Chair*
A. Veroni, *Secretary*
B. G. Alborali
P. Angelini
R. Boatti
A. Camanni
P. Conti
P. L. Dinelli
F. Finco
L. Gaetani
A. Ghidini
M. Guglielmetti
P. Mantovani
M. Maroni
M. Massobrio
L. Moracchioli
L. Possenti
C. Sangaletti
A. Teli
I. Venier
G. Gobbi, *Contributing Member*

螺栓法兰连接专业工作组（BPV Ⅷ）

R. W. Mikitka, *Chair*
G. D. Bibel
W. Brown
H. Chen
W. J. Koves
M. Morishita
J. R. Payne
G. B. Rawls, Jr.
M. S. Shelton

设计工作组（BPV Ⅷ Div. 3）

J. Keltjens, *Chair*
C. Becht V
R. C. Biel
R. Cordes
R. D. Dixon
L. Fridlund
R. T. Hallman
G. M. Mital
S. C. Mordre
G. T. Nelson
D. T. Peters
E. D. Roll
K. C. Simpson
D. L. Stang
K. Subramanian
S. Terada
J. L. Traud
R. Wink
Y. Xu
F. Kirkemo, *Contributing Member*
D. J. Burns, *Honorary Member*
D. M. Fryer, *Honorary Member*
G. J. Mraz, *Honorary Member*
E. H. Perez, *Honorary Member*

材料工作组（BPV Ⅷ Div. 3）

F. W. Tatar, *Chair*
L. P. Antalffy
P. N. Chaku
J. A. Kapp
A. K. Khare

脉冲负载容器任务组（BPV Ⅷ）

E. A. Rodriguez, *Chair*
P. O. Leslie, *Secretary*
G. A. Antaki
J. K. Asahina
D. D. Barker
A. M. Clayton
J. E. Didlake, Jr.
T. A. Duffey
B. L. Haroldsen
K. Hayashi
D. Hilding
K. W. King
R. Kitamura
R. A. Leishear
R. E. Nickell
F. Ohlson
C. Romero
N. Rushton
J. H. Stofleth
Q. Dong, *Contributing Member*
H.-P. Schildberg, *Contributing Member*
J. E. Shepherd, *Contributing Member*
M. Yip, *Contributing Member*

条款解释分组（BPV Ⅷ）

U. R. Miller, *Chair*
T. Schellens, *Staff Secretary*
G. Aurioles, Sr.
R. J. Basile
J. Cameron
R. D. Dixon
J. F. Grubb
D. L. Kurle
M. D. Lower
R. Mahadeen
D. T. Peters
S. C. Roberts
C. D. Rodery
D. B. Stewart
P. L. Sturgill
D. A. Swanson
J. P. Swezy, Jr.
J. Vattappilly
T. P. Pastor, *Contributing Member*

焊接、钎接和粘接委员会（BPV Ⅸ）

W. J. Sperko, *Chair*
D. A. Bowers, *Vice Chair*
S. J. Rossi, *Staff Secretary*
M. Bernasek
M. L. Carpenter
J. G. Feldstein
P. D. Flenner
S. E. Gingrich
R. M. Jessee
J. S. Lee
W. M. Lundy
T. Melfi
W. F. Newell, Jr.
A. S. Olivares
D. K. Peetz
M. J. Pischke
M. J. Rice
M. B. Sims
M. J. Stanko
P. L. Sturgill
J. P. Swezy, Jr.
P. L. Van Fosson
R. R. Young
A. Roza, *Delegate*
R. K. Brown, Jr., *Contributing Member*
M. Consonni, *Contributing Member*
S. A. Jones, *Contributing Member*
S. Raghunathan, *Contributing Member*
W. D. Doty, *Honorary Member*
B. R. Newmark, *Honorary Member*
S. D. Reynolds, Jr., *Honorary Member*

钎接分组（BPV Ⅸ）

M. J. Pischke, *Chair*
E. W. Beckman
L. F. Campbell
M. L. Carpenter
A. F. Garbolevsky
A. R. Nywening
J. P. Swezy, Jr.

总要求分组（BPV Ⅸ）

P. L. Sturgill, *Chair*
E. W. Beckman
J. P. Bell
G. Chandler
P. R. Evans
A. Howard
R. M. Jessee
A. S. Olivares
D. K. Peetz
H. B. Porter
K. R. Willens
E. W. Woelfel
E. Molina, *Delegate*
B. R. Newmark, *Honorary Member*

材料分组（BPV Ⅸ）

M. Bernasek, *Chair*
T. Anderson
J. L. Arnold
M. L. Carpenter
E. Cutlip
S. S. Fiore
S. E. Gingrich
L. Harbison
R. M. Jessee
C. C. Kim
T. Melfi
M. J. Pischke
C. E. Sainz
W. J. Sperko
M. J. Stanko
P. L. Sturgill
R. R. Young
V. G. V. Giunto, *Delegate*

技能评定分组（BPV Ⅸ）

D. A. Bowers, *Chair*
M. J. Rice, *Secretary*
M. A. Boring
R. B. Corbit
P. D. Flenner
K. L. Hayes
J. S. Lee
W. M. Lundy
T. Melfi
E. G. Reichelt
M. B. Sims

塑料融合分组（BPV Ⅸ）

M. L. Carpenter, *Chair*
D. Burwell
J. M. Craig
M. Ghahremani
K. L. Hayes
R. M. Jessee
J. Johnston, Jr.
E. W. McElroy
J. E. O'Sullivan
E. G. Reichelt
M. J. Rice
S. Schuessler
P. L. Sturgill
J. P. Swezy, Jr.
M. Troughton
E. W. Woelfel
J. Wright
J. C. Minichiello, *Contributing Member*
C. W. Rowley, *Contributing Member*

工艺评定分组（BPV Ⅸ）

D. A. Bowers, *Chair*
M. J. Rice, *Secretary*
M. Bernasek
M. A. Boring
L. Harbison
W. M. Lundy
W. F. Newell, Jr.
S. Raghunathan
M. B. Sims
W. J. Sperko
S. A. Sprague
J. P. Swezy, Jr.
P. L. Van Fosson
T. C. Wiesner
D. Chandiramani, *Contributing Member*

纤维增强塑料压力容器委员会（BPV Ⅹ）

D. Eisberg, *Chair*
B. F. Shelley, *Vice Chair*
P. D. Stumpf, *Staff Secretary*
F. L. Brown
J. L. Bustillos
T. W. Cowley
I. L. Dinovo
T. J. Fowler
M. R. Gorman
B. Hebb
D. H. Hodgkinson
L. E. Hunt
D. L. Keeler
B. M. Linnemann
N. L. Newhouse
D. J. Painter
G. Ramirez
J. R. Richter
F. W. Van Name
D. O. Yancey, Jr.
P. H. Ziehl

核设备在役检验委员会（BPV Ⅺ）

G. C. Park, *Chair*
R. W. Swayne, *Vice Chair*
R. A. Yonekawa, *Vice Chair*
R. L. Crane, *Staff Secretary*
J. M. Agold
V. L. Armentrout
J. F. Ball
W. H. Bamford
T. L. Chan
R. C. Cipolla
D. D. Davis
G. H. DeBoo
R. L. Dyle
E. V. Farrell, Jr.
E. L. Farrow
E. B. Gerlach
R. E. Gimple
T. J. Griesbach
D. O. Henry
R. D. Kerr
S. D. Kulat
D. W. Lamond
D. R. Lee
G. A. Lofthus
E. J. Maloney
J. E. O'Sullivan
R. K. Rhyne
D. A. Scarth
F. J. Schaaf, Jr.
J. C. Spanner, Jr.
G. L. Stevens
D. E. Waskey
J. G. Weicks
T. Yuhara
H. D. Chung, *Delegate*
C. Ye, *Delegate*
B. R. Newton, *Contributing Member*
R. A. West, *Contributing Member*
J. Hakii, *Alternate*
J. T. Lindberg, *Alternate*
C. J. Wirtz, *Alternate*
C. D. Cowfer, *Honorary Member*
F. E. Gregor, *Honorary Member*
O. F. Hedden, *Honorary Member*
P. C. Riccardella, *Honorary Member*

执行委员会（BPV XI）

R. A. Yonekawa, *Chair*
G. C. Park, *Vice Chair*
R. L. Crane, *Staff Secretary*
W. H. Bamford
R. L. Dyle
M. J. Ferlisi
E. B. Gerlach
R. E. Gimple
S. D. Kulat
J. T. Lindberg
W. E. Norris
R. K. Rhyne
J. C. Spanner, Jr.
G. L. Stevens
R. W. Swayne

中国国际工作组（BPV XI）

J. H. Liu, *Chair*
Y. Nie, *Vice Chair*
C. Ye, *Vice Chair*
M. W. Zhou, *Secretary*
J. Cai
D. X. Chen
H. Chen
H. D. Chen
Y. B. Guo
Y. Hou
P. F. Hu
D. M. Kang
X. Y. Liang
Z. X. Liang
S. X. Lin
L. Q. Liu
Y. Liu
W. N. Pei
C. L. Peng
G. X. Tang
Q. Wang
Q. W. Wang
Z. S. Wang
F. Xu
Z. Y. Xu
Q. Yin
K. Zhang
Y. Zhang
Z. M. Zhong
L. L. Zou

德国国际工作组（BPV XI）

C. A. Spletter, *Secretary*
H.-R. Bath
B. Hoffmann
U. Jendrich
H. Schau
X. Schuler
J. Wendt

标准评定分组（SG-ES）（BPV XI）

W. H. Bamford, *Chair*
G. L. Stevens, *Secretary*
H. D. Chung
R. C. Cipolla
G. H. DeBoo
R. L. Dyle
B. R. Ganta
T. J. Griesbach
K. Hasegawa
K. Hojo
D. N. Hopkins
K. Koyama
D. R. Lee
Y. Li
R. O. McGill
H. S. Mehta
K. Miyazaki
R. Pace
J. C. Poehler
S. Ranganath
D. A. Scarth
T. V. Vo
K. R. Wichman
S. X. Xu

设计基本事件之外评定任务组（SG-ES）（BPV XI）

R. Pace, *Chair*
K. E. Woods, *Secretary*
G. Antaki
P. R. Donavin
R. G. Gilada
T. J. Griesbach
H. L. Gustin
M. Hayashi
K. Hojo
S. A. Kleinsmith
H. S. Mehta
D. V. Sommerville
T. V. Vo
K. R. Wichman
G. M. Wilkowski
T. Weaver, *Contributing Member*

缺陷评定工作组（SG-ES）（BPV XI）

R. C. Cipolla, *Chair*
W. H. Bamford
M. L. Benson
B. Bezensek
H. D. Chung
G. H. DeBoo
C. M. Faidy
B. R. Ganta
R. G. Gilada
H. L. Gustin
F. D. Hayes
P. H. Hoang
K. Hojo
D. N. Hopkins
Y. Kim
K. Koyama
V. Lacroix
D. R. Lee
Y. Li
H. S. Mehta
G. A. A. Miessi
K. Miyazaki
R. K. Qashu
S. Ranganath
H. Rathbun
P. J. Rush
D. A. Scarth
W. L. Server
D.-J. Shim
A. Udyawar
T. V. Vo
B. Wasiluk
K. R. Wichman
G. M. Wilkowski
D. L. Rudland, *Alternate*

降级的埋地公称管评定组（WG-PFE）（BPV XI）

R. O. McGill, *Chair*
S. X. Xu, *Secretary*
G. Antaki
R. C. Cipolla
G. H. DeBoo
K. Hasegawa
K. M. Hoffman
G. A. A. Miessi
M. Moenssens
D. P. Munson
R. Pace
P. J. Rush
D. A. Scarth

核电站运行准则工作组（SG-ES）（BPV XI）

T. J. Griesbach, *Chair*
V. Marthandam, *Secretary*
K. R. Baker
W. H. Bamford
H. Behnke
T. L. Dickson
R. L. Dyle
A. E. Freed
S. R. Gosselin
M. Hayashi
S. A. Kleinsmith
H. S. Mehta
A. D. Odell
R. Pace
N. A. Palm
J. C. Poehler
S. Ranganath
W. L. Server
D. V. Sommerville
C. A. Tomes
A. Udyawar
T. V. Vo
D. P. Weakland
K. E. Woods
T. Hardin, *Alternate*

管子缺陷评定工作组（SG-ES）（BPV XI）

D. A. Scarth, *Chair*
G. M. Wilkowski, *Secretary*
W. H. Bamford
H. D. Chung
R. C. Cipolla
N. G. Cofie
J. M. Davis
G. H. DeBoo
C. M. Faidy
B. R. Ganta
S. R. Gosselin
L. F. Goyette
C. E. Guzman-Leong
K. Hasegawa
P. H. Hoang
K. Hojo
D. N. Hopkins
E. J. Houston
K. Kashima
Y. Li
R. O. McGill
H. S. Mehta
G. A. A. Miessi
K. Miyazaki
S. H. Pellet
H. Rathbun
D. L. Rudland
P. J. Rush
D.-J. Shim
A. Udyawar
T. V. Vo
B. Wasiluk
S. X. Xu
A. Alleshwaram, *Alternate*
M. L. Benson, *Alternate*

无损检测分组（SG-NDE）（BPV XI）

J. C. Spanner, Jr., *Chair*
D. R. Cordes, *Secretary*
D. Alley
T. L. Chan
C. B. Cheezem
F. E. Dohmen
D. O. Henry
J. T. Lindberg
G. A. Lofthus
G. R. Perkins
S. A. Sabo
F. J. Schaaf, Jr.
R. V. Swain
C. J. Wirtz

个人资格评定、表面目视检测和涡流检测工作组（SG-NDE）（BPV XI）

J. T. Lindberg, *Chair*
J. E. Aycock, *Secretary*
S. E. Cumblidge
A. Diaz
N. Farenbaugh
D. O. Henry
J. W. Houf
J. C. Spanner, Jr.
J. T. Timm
M. C. Weatherly
M. L. Whytsell
C. J. Wirtz

工艺评定和三维检测工作组（SG-NDE）（BPV XI）

G. A. Lofthus, *Chair*
G. R. Perkins, *Secretary*
M. T. Anderson
M. Briley
C. B. Cheezem
A. D. Chockie
D. R. Cordes
M. Dennis
S. R. Doctor
F. E. Dohmen
K. J. Hacker
D. B. King
D. A. Kull
C. A. Nove
S. A. Sabo
R. V. Swain
S. J. Todd
D. K. Zimmerman

修理/更换工作分组（SG-RRA）（BPV XI）

E. B. Gerlach, *Chair*
E. V. Farrell, Jr., *Secretary*
J. F. Ball
S. B. Brown
R. E. Cantrell
R. Clow
P. D. Fisher
R. E. Gimple
D. R. Graham
R. A. Hermann
K. J. Karwoski
R. D. Kerr
S. L. McCracken
B. R. Newton
J. E. O'Sullivan
S. Schuessler
R. R. Stevenson
R. W. Swayne
D. L. Tilly
D. E. Waskey
J. G. Weicks
R. A. Yonekawa
E. G. Reichelt, *Alternate*

焊接和特殊修理方法工作组（SG-RRA）（BPV XI）

D. E. Waskey, *Chair*
D. J. Tilly, *Secretary*
R. E. Cantrell
S. J. Findlan
P. D. Fisher
M. L. Hall
R. A. Hermann
K. J. Karwoski
C. C. Kim
S. L. McCracken
D. B. Meredith
B. R. Newton
J. E. O'Sullivan
R. E. Smith
J. G. Weicks

非金属修理/更换工作组（SG-RRA）（BPV XI）

J. E. O'Sullivan, *Chair*
S. Schuessler, *Secretary*
M. T. Audrain
J. Johnston, Jr.
T. M. Musto
S. Patterson
B. B. Raji
F. J. Schaaf, Jr.
Z. J. Zhou

碳纤维合成材料修补任务组（WGN-MRR）（BPV XI）

J. E. O'Sullivan, *Chair*
J. W. Collins
M. Golliet
L. S. Gordon
T. Jimenez
G. M. Lupia
M. P. Marohl
R. P. Ojdrovic
D. Peguero
A. Pridmore
B. B. Raji
C. W. Rowley
V. Roy
J. Wen

设计及程序工作组（SG-RRA）（BPV XI）

R. Clow, *Chair*
A. B. Meichler, *Secretary*
O. Bhatty
S. B. Brown
J. W. Collins
L. R. Corr
R. R. Croft
E. V. Farrell, Jr.
E. B. Gerlach
D. R. Graham
G. F. Harttraft
T. E. Hiss
H. Malikowski
M. A. Pyne
R. R. Stevenson
R. W. Swayne
R. A. Yonekawa

水冷系统分组（SG-WCS）（BPV XI）

S. D. Kulat, *Chair*
N. A. Palm, *Secretary*
J. M. Agold
V. L. Armentrout
J. M. Boughman
S. T. Chesworth
A. D. Cinson
D. D. Davis
H. Q. Do
E. L. Farrow
M. J. Ferlisi
P. J. Hennessey
D. W. Lamond
A. McNeill III
T. Nomura
G. C. Park
J. E. Staffiera
H. M. Stephens, Jr.
R. Turner

高强度镍合金任务组（SG-WCS）（BPV XI）

R. L. Dyle, *Chair*
B. L. Montgomery, *Secretary*
W. H. Bamford
P. R. Donavin
R. E. Gimple
R. Hardies
K. Koyama
M. Lashley
H. Malikowski
S. E. Marlette
G. C. Park
J. M. Shuping
J. C. Spanner, Jr.
K. B. Stuckey
E. J. Sullivan, Jr.
B. C. Thomas
D. P. Weakland

安全壳工作组（SG-WCS）（BPV XI）

J. E. Staffiera, *Chair*
H. M. Stephens, Jr., *Secretary*
P. S. Ghosal
H. T. Hill
R. D. Hough
B. Lehman
J. A. Munshi
D. J. Naus
A. A. Reyes-Cruz
E. A. Rodriguez
M. Sircar
S. G. Brown, *Alternate*
T. J. Herrity, *Alternate*

系统和部件检验工作组（SG-WCS）（BPV XI）

J. M. Agold, *Chair*
N. Granback, *Secretary*
R. W. Blyde
C. Cueto-Felgueroso
R. E. Day
H. Q. Do
M. J. Ferlisi
K. W. Hall
K. M. Hoffman
S. D. Kulat
A. Lee
T. Nomura
J. C. Nygaard
R. Rishel
G. J. Navratil, *Alternate*

超声评定要求的优化任务组（WG-ISC）（BPV XI）

M. J. Ferlisi, *Chair*
K. W. Hall
D. O. Henry
K. M. Hoffman
B. L. Montgomery
G. J. Navratil
M. Orihuela
J. C. Poehler

压力试验工作组（SG-WCS）（BPV XI）

D. W. Lamond, *Chair*
J. M. Boughman, *Secretary*
D. Alley
Y.-K. Chung
J. A. Doughty
R. E. Hall
A. E. Keyser
J. K. McClanahan
B. L. Montgomery
S. A. Norman

掩蔽部件检查和试验任务组（WG-PT）（BPV XI）

D. W. Lamond, *Chair*
J. M. Boughman, *Secretary*
M. Moenssens, *Secretary*
C. Blackwelder
G. C. Coker
R. E. Day
R. Hardies
T. Ivy
A. Lee
G. M. Lupia
J. Ossmann
M. A. Richter
D. Smith

风险通告工作组（SGW-CS）（BPV XI）

M. A. Pyne, *Chair*
S. T. Chesworth, *Secretary*
J. M. Agold
C. Cueto-Felgueroso
H. Q. Do
R. Fougerousse
M. R. Graybeal
R. Haessler
J. Hakii
K. W. Hall
K. M. Hoffman
S. D. Kulat
D. W. Lamond
R. K. Mattu
A. McNeill III
P. J. O'Regan
N. A. Palm
D. Vetter
J. C. Younger

编辑和审查专门工作组（BPV XI）

R. W. Swayne, *Chair*
C. E. Moyer
K. R. Rao
J. E. Staffiera
D. J. Tilly
C. J. Wirtz

核电站延寿专门工作组（BPV XI）

B. R. Snyder, *Chair*
A. B. Meichler, *Secretary*
T. M. Anselmi
S. Asada
D. V. Burgess
Y.-K. Chung
D. D. Davis
R. L. Dyle
A. L. Hiser, Jr.
R. E. Nickell
K. Sakamoto
W. L. Server
R. L. Turner
G. G. Young
Z. Zhong
M. Srinivasan, *Alternate*

总要求工作组（BPV XI）

R. K. Rhyne, *Chair*
E. J. Maloney, *Secretary*
J. F. Ball
T. L. Chan
E. L. Farrow
P. J. Hennessey
K. M. Herman
R. K. Mattu
C. E. Moyer
R. L. Williams

可靠性和整体管理程序特别工作组（BPV XI）

F. J. Schaaf, Jr., *Chair*
A. T. Roberts III, *Secretary*
N. Broom
S. R. Doctor
J. Fletcher
S. R. Gosselin
N. Granback
J. Grimm
A. B. Hull
D. M. Jones
A. L. Krinzman
D. R. Lee
R. K. Miller
M. N. Mitchell
R. Morrill
T. Roney
R. W. Swayne
S. Takaya

JSME/ASME系统基本规范联合任务组（SWG-RIM）（BPV XI）

T. Asayama, *Chair*
K. Dozaki
M. R. Graybeal
M. Hayashi
Y. Kamishima
H. Machida
M. Morishita
F. J. Schaaf, Jr.
S. Takaya
D. Watanabe

运输罐委员会（XII）

M. D. Rana, *Chair*
N. J. Paulick, *Vice Chair*
T. Schellens, *Staff Secretary*
A. N. Antoniou
P. Chilukuri
W. L. Garfield
G. G. Karcher
M. Pitts
T. A. Rogers
S. Staniszewski
A. P. Varghese
M. R. Ward
J. A. Byers, *Contributing Member*
R. Meyers, *Contributing Member*
M. D. Pham, *Contributing Member*
A. Selz, *Contributing Member*

设计和材料分组（BPV XII）

A. P. Varghese, *Chair*
R. C. Sallash, *Secretary*
D. K. Chandiramani
P. Chilukuri
G. G. Karcher
S. L. McWilliams
N. J. Paulick
M. D. Rana
T. A. Rogers
A. Selz
M. R. Ward
K. Xu
J. Zheng, *Corresponding Member*
T. Hitchcock, *Contributing Member*
M. D. Pham, *Contributing Member*

制造、检查和连续运行分组（BPV XII）

M. Pitts, *Chair*
P. Chilukuri, *Secretary*
W. L. Garfield
D. Hayworth
K. Mansker
G. McRae
O. Mulet
T. A. Rogers
M. Rudek
R. C. Sallash
S. Staniszewski
S. E. Benet, *Contributing Member*
J. A. Byers, *Contributing Member*
A. S. Olivares, *Contributing Member*
L. H. Strouse, *Contributing Member*
S. V. Voorhees, *Contributing Member*

总要求分组（BPV XII）

S. Staniszewski, *Chair*
A. N. Antoniou
J. L. Freiler
W. L. Garfield
O. Mulet
B. Pittel
M. Pitts
T. Rummel
R. C. Sallash
K. L. Gilmore, *Contributing Member*
L. H. Strouse, *Contributing Member*

非强制性附录分组（BPV XII）

N. J. Paulick, *Chair*
S. Staniszewski, *Secretary*
P. Chilukuri
D. Hayworth
K. Mansker
S. L. McWilliams
M. Pitts
T. A. Rogers
R. C. Sallash
D. G. Shelton
M. R. Ward
S. E. Benet, *Contributing Member*
D. D. Brusewitz, *Contributing Member*
J. L. Conley, *Contributing Member*
T. Eubanks, *Contributing Member*
T. Hitchcock, *Contributing Member*
A. Selz, *Contributing Member*
A. P. Varghese, *Contributing Member*

锅炉及压力容器一致性评定委员会（CBPVCA）

P. D. Edwards, *Chair*
L. E. McDonald, *Vice Chair*
K. I. Baron, *Staff Secretary*
M. Vazquez, *Staff Secretary*
S. W. Cameron
J. P. Chicoine
D. C. Cook
M. A. DeVries
T. E. Hansen
K. T. Lau
D. Miller
B. R. Morelock
J. D. O'Leary
G. Scribner
B. C. Turczynski
D. E. Tuttle
E. A. Whittle
R. V. Wielgoszinski
P. Williams
D. Cheetham, *Contributing Member*
V. Bogosian, *Alternate*
J. B. Carr, *Alternate*
J. W. Dickson, *Alternate*
M. B. Doherty, *Alternate*
J. M. Downs, *Alternate*
B. J. Hackett, *Alternate*
B. L. Krasiun, *Alternate*
P. F. Martin, *Alternate*
K. McPhie, *Alternate*
M. R. Minick, *Alternate*
I. Powell, *Alternate*
R. Pulliam, *Alternate*
R. Rockwood, *Alternate*
R. D. Troutt, *Alternate*
R. Uebel, *Alternate*
J. A. West, *Alternate*
D. A. Wright, *Alternate*
A. J. Spencer, *Honorary Member*

核认证委员会（CNC）

R. R. Stevenson, *Chair*
J. DeKleine, *Vice Chair*
E. Suarez, *Staff Secretary*
G. Gobbi
S. M. Goodwin
J. W. Highlands
K. A. Huber
J. C. Krane
M. A. Lockwood
R. P. McIntyre
M. R. Minick
L. M. Plante
H. B. Prasse
T. E. Quaka
C. T. Smith
D. M. Vickery
C. S. Withers
S. Yang
S. F. Harrison, *Contributing Member*
S. Andrews, *Alternate*
V. Bogosian, *Alternate*
P. J. Coco, *Alternate*
P. D. Edwards, *Alternate*
D. P. Gobbi, *Alternate*
K. M. Hottle, *Alternate*
K. A. Kavanagh, *Alternate*
B. G. Kovarik, *Alternate*
M. A. Martin, *Alternate*
M. Paris, *Alternate*
A. Torosyan, *Alternate*
E. A. Whittle, *Alternate*
H. L. Wiger, *Alternate*

安全阀要求分委员会（SC-SVR）

D. B. DeMichael, *Chair*
J. F. Ball, *Vice Chair*
C. E. O'Brien, *Staff Secretary*
J. Burgess
S. Cammeresi
J. A. Cox
R. J. Doelling
J. P. Glaspie
S. F. Harrison, Jr.
W. F. Hart
D. Miller
B. K. Nutter
T. Patel
Z. Wang
J. A. West
R. D. Danzy, *Contributing Member*

设计分组（SC-SVR）

D. Miller, *Chair*
C. E. Beair
J. A. Conley
R. J. Doelling
T. Patel
J. A. West
R. D. Danzy, *Contributing Member*

总要求分组（SC-SVR）

J. F. Ball, *Chair*
G. Brazier
J. Burgess
D. B. DeMichael
S. T. French
J. P. Glaspie
B. Pittel
D. E. Tuttle

试验分组（SC-SVR）

J. A. Cox, *Chair*
T. Beirne
J. E. Britt
S. Cammeresi
J. W. Dickson
G. D. Goodson
W. F. Hart
B. K. Nutter
C. Sharpe
Z. Wang
A. Wilson

ISO/TC 185安全释放阀美国技术顾问组

T. J. Bevilacqua, *Chair*
C. E. O'Brien, *Staff Secretary*
J. F. Ball
G. Brazier
D. B. DeMichael
D. Miller
B. K. Nutter
J. A. West

(15)

ASTM 成员名单

(参与合作编制本规范)

2015 年 1 月 1 日

A1 钢、不锈钢和相关合金委员会

G. M. Cobb, *Chair*
T. E. Murphy, *Producer Vice Chair*
W. J. Peppler, *Producer Vice Chair*
J. Sasaki, *Producer Vice Chair*
E. R. Boes, *User Vice Chair*
G. R. Folsom, *User Vice Chair*
J. Gossett, *User Vice Chair*
M. P. Morrison, *Secretary*
L. Conner, *Membership Secretary*
K. Shanahan, *Staff Manager*

A4 铸铁委员会

W. C. Bliss, *Chair*
G. L. Simmons, *Vice Chair*
M. Campos, *Secretary*
W. H. LeVan, *Membership Secretary*
K. McClung, *Staff Manager*

序　言

(15)

美国机械工程师学会（ASME）和美国材料及试验学会（ASTM）在编制承压设备范畴内足以保障安全的铁基及非铁基的材料标准方面，已长期合作了50年以上。这些材料标准收在ASME锅炉和压力容器规范的第Ⅱ卷里（A篇——铁基材料，B篇——非铁基材料）。

对于这种合作效果的评价载于A. M. Greene教授的著作《ASME锅炉规范的历史》，自1952年7月到1953年8月，它曾作为连载论文刊于美国《机械工程》期刊上，现在从ASME可拿到专门的合订本。以下引证引自该段历史，它们依据的是ASME锅炉及压力容器委员会的会议记录，有助于重点了解在第Ⅱ卷材料标准上这种合作的本质。

1914年，“全面地讨论了第2篇中1~112节材料标准及其将它们与ASTM标准一致起来的合理性”。

1916年，“ASME分委员会受命和ASTM进行协商”。

“由于这一合作，1918年版的ASME锅炉规范中的材料标准和ASTM的标准更接近一致。1924年版的ASME锅炉规范有10个标准和ASTM标准完全一致，有4个标准实质上一致，还有2个列入的材料是ASTM还无相应标准”。

1925年，“在第Ⅱ卷、《材料标准》一卷里，对每份标准都给了新的编号，编号自S—1起到S—213止”。

1932年，“将第Ⅱ卷和自1921年起的ASTM标准的最新版所作的变更取得一致”。

1935年，“材料标准分委员会对很多份材料标准的改版工作进行了安排，以便使它们与比它早出版的ASTM标准的最新格式一致，……”。

如前面所述，显然，很多材料标准是由锅炉及压力容器委员会（BPVC）编制的，随后按合作关系再改变并等同作为ASTM标准。第Ⅱ卷的A篇和B篇目前包含了很多材料标准，它们与相应的ASTM标准完全等同，有些则出于规范使用目的而作过修改。这些材料标准多数以双重格式出版，同时含有美国通用单位和SI单位。ASTM采纳了把十进制随放在标准中的做法，并且通常是按使用国际单位（SI）制的，名为“现代公制单位”的IEEE/ASTM 10-1997标准的规则。

1969年，美国焊接学会（AWS）开始发布焊条、焊丝及填充金属标准，至今都由ASTM负责出版。锅炉及压力容器委员会认可这一新的安排，并且目前和AWS一起制订这些标准。第Ⅱ卷的C篇包含了被批准供规范目的使用的焊接材料标准。

1992年ASME的“压力技术规范及标准局”认可了将非ASTM标准材料用于锅炉和压力容器规范的用途，其意图在于遵循当前通用的程序和实践，以实现采用非ASTM标准的材料。

所有等同的标准以ASME或原机构标志标出。由ASTM、AWS和其他机构制定并享有版权的标准在征得有关学会的许可后，翻版收入ASME规范。ASME锅炉及压力容器

委员会对于每一份新版的或修订改版过的标准都给予认真的研究，并作出必要的改动使之适合于规范使用。此外，ASME 还向 ASTM 提出基本要求，由此指导许多新提出的标准。这种合作将继续作出努力以求得 ASTM、AWS 标准和 ASME 标准能够一致。

为了保证第Ⅱ卷的使用者对各篇能有清楚的理解，ASME 除了出版等同的标准外，还每二年出版在 A、B 和 C 三篇中所修订的标准供规范使用，修改页面尺寸不变，以和规范的其他各卷版面取齐，并每年发行更新资料以提供第Ⅱ卷材料标准的最新变动。

ASME 锅炉和压力容器规范已在美国的 50 个州和许多市以及加拿大的每一省由法律规定加以采用。

按材料分类列出的标准目录

(无页码的为未选译标准)

耐腐蚀钢和耐热钢

SA-182/SA-182M 高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢公称管道法兰、锻制管配件、阀门和零件 …… (95)
SA-193/SA-193M 高温或高压及其他特殊用途用合金钢和不锈钢螺栓材料 …… (119)
SA-194/SA-194M 高温高压螺栓用碳钢和合金钢螺母 …… (133)
SA-213/SA-213M 锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子 …… (159)
SA-216/SA-216M 可熔焊高温用碳钢铸件 …… (177)
SA-217/SA-217M 高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件 …… (180)
SA-234/SA-234M 中、高温用锻制碳钢和合金钢管道配件 …… (191)
SA-240/SA-240M 压力容器和一般用途用耐热铬及铬镍不锈钢板、薄板和钢带 …… (200)
SA-249/SA-249M 锅炉、过热器、换热器和冷凝器用焊接奥氏体钢管子 …… (212)
SA-264 铬-镍不锈钢复合钢板 …… (235)
SA-265 镍和镍基合金复合钢板 …… (243)
SA-268/SA-268M 一般用途无缝和焊接铁素体和马氏体不锈钢管子 …… (256)
SA-312/SA-312M 无缝和焊接以及深冷加工的奥氏体不锈钢公称管 …… (287)
SA-320/SA-320M 低温用合金钢和不锈钢螺栓材料 …… (300)
SA-336/SA-336M 高温承压件用合金钢锻件 …… (343)
SA-351/SA-351M 承压元件用奥氏体、奥氏体-铁素体(双相)铸件 …… (358)
SA-358/SA-358M 高温和一般用途电弧熔化焊接的奥氏体铬-镍不锈钢公称管 …… ( )
SA-369/SA-369M 高温用碳钢和铁素体合金钢锻造及膛孔的公称管 …… ( )
SA-376/SA-376M 高温中央电站用无缝奥氏体钢公称管 …… (428)
SA-403/SA-403M 锻轧奥氏体不锈钢制管配件 …… (443)
SA-409/SA-409M 耐腐蚀或高温用焊接的大直径奥氏体钢公称管 …… ( )
SA-426/SA-426M 高温用离心铸造铁素体合金钢公称管 …… ( )
SA-437/SA-437M 高温用特殊热处理合金钢透平用螺栓连接材料 …… ( )
SA-451/SA-451M 高温用离心铸造奥氏体钢公称管 …… (475)
SA-479/SA-479M 锅炉和其他压力容器用不锈钢棒材和型材 …… ( )
SA-484/SA-484M 不锈钢棒材、钢坯及锻件通用要求 …… (505)
SA-515/SA-515M 中、高温压力容器用碳钢板 …… (554)
SA-564/SA-564M 热轧和冷精整的时效硬化不锈和耐热钢棒材及型材 …… ( )
SA-638/SA-638M 高温用沉淀硬化铁基超级耐热合金棒材、锻件和锻坯 …… ( )
SA-660 高温用离心铸造碳钢公称管 …… ( )
SA-666 退火或冷加工的奥氏体不锈钢薄板、钢带、钢板和扁钢 …… (685)
SA-691 高温高压用碳素钢和合金钢电熔化焊钢公称管 …… ( )
SA-705/SA-705M 时效硬化不锈钢锻件 …… ( )
SA-789/SA-789M 一般用途无缝和焊接铁素体/奥氏体不锈钢管子 …… (802)
SA-790/SA-790M 无缝和焊接和铁素体/奥氏体不锈钢公称管 …… (809)
SA-814/SA-814M 冷加工的焊接的奥氏体不锈钢公称管 …… ( )

SA-815/SA-815M　塑性加工成形铁素体　铁素体/奥氏体及马氏体不锈钢管配件 ……（　）
SA-995　承压元件用奥氏体-铁素体(双相)不锈钢铸件 ……（908）
SA/EN 10088-2　不锈钢标准　第2部分：一般用途的耐腐蚀钢薄板、厚板和钢带的技术发货状态 ……（976）

方法标准*

SA-370　钢制品力学性能试验的标准试验方法和定义 ……（373）
SA-435/SA-435M　钢板超声直射波检验 ……（462）
SA-577/SA-577M　钢板超声斜射波检验 ……（656）
SA-578/SA-578M　特殊用途轧制钢板超声直射波检验 ……（659）
SA-745/SA-745M　奥氏体钢锻件超声波检验 ……（759）
SA-751　钢制品化学分析方法、实验操作和术语 ……（773）

*在2013年版的英文原文中，原刊印了SA-275/SA-275M　钢锻件磁粉检验的该标准的标题，并明确示出了在发2013增补时被删除。——译注。

钢棒材

SA-6/SA-6M　轧制结构钢棒材、钢板、型材和薄板板桩的通用要求 ……（　）
SA-29/SA-29M　热锻轧的碳钢和合金钢棒材通用要求 ……（　）
SA-31　钢铆钉和压力容器铆钉用棒材 ……（34）
SA-276　不锈钢棒材和型材 ……（263）
SA-311/SA-311M　有力学性能要求并作应力消除的冷拔碳素钢棒钢 ……（　）
SA-479/SA-479M　锅炉和其他压力容器用不锈钢棒材和型材 ……（　）
SA-484/SA-484M　不锈钢棒材、钢坯及锻件通用要求 ……（505）
SA-564/SA-564M　热轧和冷精整的时效硬化不锈和耐热钢棒材及型材 ……（　）
SA-638/SA-638M　高温用沉淀硬化铁基超级耐热合金棒材、锻件和锻坯 ……（　）
SA-675/SA-675M　要求力学性能特殊质量热加工碳钢棒材 ……（694）
SA-696　压力管道部件用热加工或冷精整特殊质量要求碳钢棒材 ……（717）
SA-739　高温或受压件、或高温并受压件用热加工合金钢棒材 ……（　）
SA/JIS G4303　不锈钢棒材 ……（981）

钢坯和锻件

SA-105/SA-105M　管道元件用碳钢锻件 ……（64）
SA-181/SA-181M　一般管道用碳钢锻件 ……（92）
SA-266/SA-266M　压力容器部件用碳钢锻件 ……（251）
SA-336/SA-336M　高温承压件用合金钢锻件 ……（343）
SA-350/SA-350M　要求缺口韧性试验的管道零部件用碳钢和低合金钢锻件 ……（350）
SA-372/SA-372M　薄壁压力容器用碳钢和合金钢锻件 ……（420）
SA-484/SA-484M　不锈钢棒材、钢坯及锻件通用要求 ……（505）
SA-508/SA-508M　压力容器用经真空处理的淬火加回火碳钢和合金钢锻件 ……（528）
SA-541/SA-541M　压力容器部件用淬火加回火碳钢和合金钢锻件 ……（593）
SA-638/SA-638M　高温用沉淀硬化铁基超级耐热合金棒材、锻件和锻坯 ……（　）
SA-649/SA-649M　瓦楞纸机器用锻制轧辊 ……（　）
SA-705/SA-705M　时效硬化不锈和耐热钢锻件 ……（　）

SA-723/SA-723M　压力部件用高强度合金钢锻件 ……（735）
SA-745/SA-745M　奥氏体钢锻件超声波检验 ……（759）
SA-765/SA-765M　有强制性韧性要求的压力容器部件用碳钢和低合金钢锻件 ……（779）
SA-788/SA-788M　钢锻件通用要求 ……（789）
SA-836/SA-836M　搪玻璃的管道和压力容器用加钛稳定碳钢锻件 ……（　）
SA-965/SA-965M　高温承压零件用奥氏体钢锻件 ……（888）

钢螺栓材料

SA-193/SA-193M　高温或高压及其他特殊用途用合金钢和不锈钢螺栓材料 ……（119）
SA-194/SA-194M　高温高压螺栓用碳钢和合金钢螺母 ……（133）
SA-307　抗拉强度 60000psi 碳钢螺栓和螺柱 ……（　）
SA-320/SA-320M　低温用合金钢和不锈钢螺栓材料 ……（300）
SA-325　最小抗拉强度 120/105ksi 的热处理结构钢螺栓 ……（308）
SA-354　淬火加回火的合金钢螺栓、螺柱和其他外螺纹紧固件 ……（　）
SA-437/SA-437M　高温用特殊热处理合金钢透平用螺栓连接材料 ……（　）
SA-449　一般用途的最小抗拉强度为 120/105/90ksi 热处理钢制六角头螺钉、螺栓和螺柱 …（　）
SA-453/SA-453M　高温用膨胀系数与奥氏体钢相近的螺栓连接材料 ……（　）
SA-540/SA-540M　特殊用途合金钢螺栓连接材料 ……（584）
SA-563　碳钢和合金钢螺母 ……（　）
SA-574　合金钢内六角头螺钉 ……（　）
SA -962/SA-962M　在低温到蠕变温度范围任意温度使用的钢制紧固件或紧固件材料或
　两者的通用要求 ……（876）
SF-568M　碳钢和合金钢米制外螺纹紧固件 ……（959）

钢铸件

SA-216/SA-216M　可熔焊高温用碳钢铸件 ……（177）
SA-217/SA-217M　高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件 ……（180）
SA-351/SA-351M　承压元件用奥氏体、奥氏体-铁素体(双相)铸件 ……（358）
SA-352/SA-352M　低温承压件用铁素体和马氏体钢铸件 ……（363）
SA-487/SA-487M　承压用铸钢件 ……（522）
SA-609/SA-609M　碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢铸件超声波检验 ……（665）
SA-667/SA-667M　离心铸造的灰、白口铸铁双金属圆筒 ……（　）
SA-703/SA-703M　承压零件用钢铸件通用要求 ……（720）
SA-747/SA-747M　沉淀硬化不锈钢铸件 ……（　）
SA-781/SA-781M　一般工业用钢和合金钢铸件通用要求 ……（　）
SA-985/SA-985M　承压件用熔模铸造钢铸件通用要求 ……（894）
SA-995　承压元件用奥氏体-铁素体(双相)不锈钢铸件 ……（908）

钢法兰，配件，阀门及零件

SA-105/SA-105M　管道元件用碳钢锻件 ……（64）
SA-181/SA-181M　一般管道用碳钢锻件 ……（92）
SA-182/SA-182M　高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢公称管道法兰、锻制管配件、阀门和零件… （95）
SA-216/SA-216M　可熔焊高温用碳钢铸件 ……（177）

SA-217/SA-217M 高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件 ……（180）
SA-231/SA-231M 铬-钒合金钢弹簧钢丝 ……（187）
SA-232/SA-232M 铬钒合金钢阀门弹簧品级钢丝 ……（ ）
SA-234/SA-234M 中、高温用锻制碳钢和合金钢管道配件 ……（191）
SA-350/SA-350M 要求缺口韧性试验的管道零部件用碳钢和低合金钢锻件 ……（350）
SA-351/SA-351M 承压元件用奥氏体、奥氏体-铁素体(双相)铸件 ……（358）
SA-352/SA-352M 低温承压件用铁素体和马氏体钢铸件 ……（363）
SA-403/SA-403M 锻轧奥氏体不锈钢制管配件 ……（443）
SA-420/SA-420M 低温用锻制碳钢和合金钢管配件 ……（455）
SA-522/SA-522M 低温用锻制或轧制 8%和 9%镍合金钢法兰、配件、阀门和零件 ……（ ）
SA-592/SA-592M 压力容器用淬火加回火高强度低合金锻制配件和零件 ……（ ）
SA-815/SA-815M 塑性加工成形铁素体、铁素体/奥氏体及马氏体不锈钢管配件 ……（ ）
SA-905 压力容器缠绕钢丝 ……（ ）
SA-960/SA-960M 锻轧钢管道用管配件的共同要求 ……（854）
SA-961/SA-961M 管道用钢法兰、锻造管配件及阀门零件通用要求 ……（867）
SA-985/SA-985M 承压件熔模铸造钢铸件通用要求 ……（895）
SA-995 承压元件用奥氏体-铁素体(双相)不锈钢铸件 ……（908）

公称管

SA-53/SA-53M 无镀层及热浸镀锌焊接与无缝公称钢管 ……（ 42 ）
SA-106/SA-106M 高温用无缝碳钢公称管 ……（ 69 ）
SA-134 电弧熔焊公称钢管(规格不小于 NPS 16)……（ ）
SA-135 电阻焊公称钢管 ……（ 78 ）
SA-312/SA-312M 无缝和焊接以及深冷加工的奥氏体不锈钢公称管 ……（287）
SA-333/SA-333M 低温用无缝和焊接公称钢管 ……（317）
SA-335/SA-335M 高温用无缝铁素体合金钢公称管 ……（333）
SA-358/SA-358M 高温和一般用途电弧熔化焊接的奥氏体铬-镍合金钢公称管 ……（ ）
SA-369/SA-369M 高温用碳钢和铁素体合金钢锻造及膛孔的公称管 ……（ ）
SA-376/SA-376M 高温中央电站用无缝奥氏体钢公称管 ……（425）
SA-409/SA-409M 耐腐蚀或高温用焊接的大直径奥氏体钢公称管 ……（ ）
SA-426/SA-426M 高温用离心铸造铁素体合金钢公称管 ……（ ）
SA-451/SA-451M 高温用离心铸造奥氏体钢公称管 ……（473）
SA-524 常温和较低温用无缝碳钢公称管 ……（ ）
SA-530/SA-530M 专门用途碳钢和合金钢公称管通用要求 ……（566）
SA-587 化工用电阻焊低碳钢公称管 ……（ ）
SA-660 高温用离心铸造碳钢公称管 ……（ ）
SA-671/SA-671M 常温和低温用电熔化焊公称管 ……（ ）
SA-672/SA-671M 中温高压用电熔化焊公称管 ……（ ）
SA-691 高温高压用碳素钢和合金钢电熔化焊钢公称管 ……（ ）
SA-727/SA-727M 管道部件用具有内在缺口韧性的碳钢锻件 ……（743）
SA-731/SA-731M 无缝及焊接铁素体和马氏体不锈钢公称管 ……（ ）
SA-790/SA-790M 无缝及焊接的铁素体/奥氏体不锈钢公称管 ……（809）
SA-813/SA-813M 单面或双面焊接的奥氏体不锈钢公称管 ……（ ）

SA-814/SA-814M　冷加工的焊接的奥氏体不锈钢公称管 ……（　）
SA-941　与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语 ……（846）
SA-961/SA-961M　管道用钢法兰、锻造管配件及阀门零件通用要求 ……（867）
SA-999/SA-999M　合金钢和不锈钢公称管通用要求 ……（911）

钢板、薄板和钢带

SA-568/SA-568M　碳素钢和高强度低合金钢热轧和冷轧薄板通用要求 ……（625）
SA-749/SA-749M　碳钢和高强度低合金钢热轧钢带通用要求 ……（765）
SA/NF A36-215　运输危险介质用的可焊细晶粒钢 ……（984）

压力容器用钢板、薄板和钢带

SA-20/SA-20M　压力容器用钢板通用要求 ……（ 1 ）
SA-202/SA-202M　压力容器用铬锰硅合金钢板 ……（　）
SA-203/SA-203M　压力容器用镍合金钢板 ……（146）
SA-204/SA-204M　压力容器用钼合金钢板 ……（149）
SA-225/SA-225M　压力容器用锰钒镍合金钢板 ……（184）
SA-240/SA-240M　压力容器和一般用途用铬及铬镍不锈钢板、薄板和钢带 ……（200）
SA-263　铬-不锈钢复合钢板 ……（227）
SA-264　铬-镍不锈钢复合钢板 ……（235）
SA-265　镍和镍基合金复合钢板 ……（243）
SA-285/SA-285M　压力容器用中、低拉伸强度碳素钢板 ……（278）
SA-299/SA-299M　压力容器用碳锰硅钢板 ……（281）
SA-302/SA-302M　压力容器用锰钼和锰钼镍合金钢板 ……（284）
SA-353/SA-353M　压力容器用二次正火加回火 9%镍合金钢板 ……（369）
SA-387/SA-387M　压力容器用铬-钼合金钢板 ……（436）
SA-414/SA-414M　压力容器用碳素钢薄板 ……（451）
SA-455/SA-455M　压力容器用高强度碳锰钢板 ……（　）
SA-480/SA-480M　不锈和耐热钢平轧钢板、薄板及钢带通用要求 ……（479）
SA-515/SA-515M　中、高温压力容器用碳钢板 ……（554）
SA-516/SA-516M　中、低温压力容器用碳钢板 ……（558）
SA-517/SA-517M　压力容器用淬火加回火高强度合金钢板 ……（562）
SA-533/SA-533M　压力容器用淬火加回火锰钼和锰钼镍合金钢板 ……（575）
SA-537/SA-537M　压力容器用经热处理的碳锰硅钢板 ……（580）
SA-542/SA-542M　压力容器用淬火加回火的铬钼和铬钼钒合金钢板 ……（599）
SA-543/SA-543M　压力容器用淬火加回火镍铬钼合金钢板 ……（605）
SA-553/SA-553M　压力容器用淬火加回火 8%和 9%镍合金钢板 ……（608）
SA-562/SA-562M　搪玻璃或扩散金属层用的压力容器碳锰钛钢板 ……（623）
SA-612/SA-612M　中、低温压力容器用高强度碳钢板 ……（　）
SA-645/SA-645M　压力容器用特殊热处理 5%和 5.5%镍合金钢板 ……（675）
SA-662/SA-662M　中、低温压力容器用碳锰硅钢板 ……（681）
SA-666　退火或冷加工的奥氏体不锈钢薄板、钢带、钢板和扁钢 ……（685）
SA-693　沉淀硬化不锈和耐热钢板、薄板和钢带 ……（707）
SA-724/SA-724M　焊接(多层)压力容器用淬火加回火碳锰硅钢板 ……（740）

SA-736/SA-736M　压力容器用低碳时效硬化镍铜铬钼铌合金钢板 …… (748)
SA-737/SA-737M　压力容器用高强度低合金钢板 …… (751)
SA-738/SA-738M　中、低温压力容器用热处理的碳锰硅钢板 …… (754)
SA-770/SA-770M　特殊用途钢板板厚方向拉伸试验 …… (783)
SA-832/SA-832M　压力容器用铬-钼-钒合金钢板 …… (827)
SA-841/SA-841M　用热机械控制工艺(TMCP)生产的压力容器用钢板 …… (836)
SA-1010/SA-1010M　高强度马氏体不锈钢钢板、薄板和钢带 …… (931)
SA-1017/SA-1017M　压力容器用铬-钼-钨合金钢钢板 …… (955)
SA/AS 1548　压力设备用可焊接的细晶钢板 …… (969)
SA/EN 10028-2　受压用钢制平板制品　第2部分：具有规定高温性能的非合金钢和合金钢 …… (972)
SA/EN 10028-3　受压用钢制平板制品　第3部分：可焊接、细晶粒正火钢 …… (973)
SA/EN 10028-4　压力设备用钢制平板产品标准　第4部分：具有规定低温性能的镍合金钢 …… (974)
SA/EN 10028-7　受压用钢制平板制品　第7部分：不锈钢 …… (975)
SA/GB 713　锅炉及压力容器用钢板 …… (979)
SA/JIS G3118　中温和常温压力容器用碳钢板 …… (981)

管子

SA-178/SA-178M　电阻焊碳钢和碳锰钢锅炉及过热器管子 …… (86)
SA-179/SA-179M　换热器及冷凝器用无缝冷拔低碳钢管子 …… (90)
SA-192/SA-192M　高压用无缝碳钢锅炉管子 …… (117)
SA-209/SA-209M　锅炉和过热器用无缝碳钼合金钢管子 …… (152)
SA-210/SA-210M　锅炉和过热器用无缝中碳钢管子 …… (156)
SA-213/SA-213M　锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子 …… (159)
SA-214/SA-214M　换热器和冷凝器用电阻焊碳钢管子 …… (175)
SA-249/SA-249M　锅炉、过热器、换热器和冷凝器用焊接奥氏体钢管子 …… (212)
SA-250/SA-250M　锅炉和过热器用电阻焊铁素体合金钢管子 …… (223)
SA-268/SA-268M　一般用途无缝和焊接铁素体和马氏体不锈钢管子 …… (256)
SA-334/SA-334M　低温用无缝和焊接的碳钢和合金钢管子 …… (326)
SA-423/SA-423M　无缝和电阻焊低合金钢管子 …… (　)
SA-450/SA-450M　碳钢和低合金钢管子通用要求 …… (465)
SA-513　电阻焊碳钢及合金钢机械用管材 …… (536)
SA-556/SA-556M　给水加热器用无缝冷拔碳钢管子 …… (613)
SA-557/SA-557M　给水加热器用电阻焊碳钢管子 …… (618)
SA-688/SA-688M　给水加热器用无缝和焊接的奥氏体不锈钢管子 …… (699)
SA-789/SA-789M　一般用途无缝和无缝的焊接铁素体/奥氏体不锈钢管子 …… (802)
SA-803/SA-803M　给水加热器用无缝和焊接的铁素体不锈钢管子 …… (819)
SA-941　与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语 …… (846)
SA-1016/SA-1016M　铁素体合金钢和奥氏体合金钢以及不锈钢管子通用要求 …… (942)
SA /EN 10216-2　受压用无缝钢管子标准　第2部分：具有特定高温性能的非合钢和合金钢管子的技术交货状态 …… (977)
SA /EN 10217-1　压力设备用焊接钢管子　第1部分：具有规定室温性能的非合钢和合金钢

管子的技术交货状态 …… (978)

结构钢

SA-6/SA-6M 轧制结构钢棒材、钢板、型材和薄板板桩的通用要求 …… ( )
SA-36/SA-36M 碳素结构钢 …… (38)
SA-283/SA-283M 中、低拉伸强度碳素钢板 …… (276)
SA-572/SA-572M 高强度低合金铌-钒结构钢 …… (652)
SA-656/SA-656M 改良成型性的高强度低合金热轧结构钢板 …… (679)
SA-1008/SA-1008M 高强度低合金碳素结构钢和改良成形性高强度低合金钢冷轧薄板 …… (923)
SA-1011/SA-1011M 高强度低合金碳素结构和改良成型性高强度低合金钢以及超高强度钢的热轧薄板和钢带 …… (934)
SA/CSA-G40.21 结构用品质钢 …… (970)
SA/EN 10025-2 结构钢热轧产品用标准 第2部分：非合金结构钢用技术交货状态 …… (971)
SA/IS 2062 一般结构用钢…… (980)

锻轧铁、铸铁和可锻铸铁

SA-47/SA-47M 铁素体可锻铸铁件 …… ( )
SA-278/SA-278M 温度至650℉(350℃)承压零件用灰口铁铸件 …… (272)
SA-395/SA-395M 高温用铁素体球墨铸铁承压铸件 …… ( )
SA-476/SA-476M 造纸厂干燥辊球墨铸铁件 …… ( )
SA-748/SA-748M 压力容器用静态铸造激冷灰、白口铸铁双金属圆筒 …… ( )
SA-834 一般工业用铸铁件通用要求 …… (832)
SA-874/SA-874M 适合于低温下使用的铁素体球墨铸铁件 …… (843)
SA/JIS G5504 低温用厚壁铁素体球墨铸铁件 …… (983)

(15)

删 除 标 准

有时会有必要从第Ⅱ卷的这一篇中删除某些标准。发生这种情况是因为如 ASTM、AWS 和 CEN 等的主办协会已经通知 ASME，这些标准或者已经被其他标准替代、或一种材料并未被使用或生产过。从第Ⅱ卷中删除某一份标准还造成要从第Ⅸ卷，以及从引用该材料的所有 ASME 锅炉及压力容器建造规程中同时删除去相同的标准。这一做法可有效地禁止在 ASME 锅炉及压力容器的建造中，进一步地使用该材料。

除非在今年的 12 月 1 日之前，收到有关目前要生产和使用该材料的信息，则下列标准将在新版本中从本卷中删除：

在这一版中没有。

如果你为了 ASME 锅炉及压力容器的建造用途，目前正在使用或采购这一标准的新材料，如果这一标准不再继续，你将遇到困难，请通知 ASME 锅炉及压力容器委员会的秘书处，通信地址如下所示：

Secretary
ASME Boiler and Pressure Vessel Committee
Two Park Avenue
New York, NY 10016-5990

更改一览表

2015 版规范出版以后，对 BPV 规范中有关出版。印刷和语法的勘误将在 ASME 网站发布。该类勘误自发布之日起即可应用。

有关专门的注释和勘误的信息，ASME 将发布在 http：//go. asme. org/BPVCerrata.

下列更改在所在页用页边注(15)标识，页边标识置于修改处附近。

中文版页码	英文版页码	位置	更改内容
xv	x	各卷名称	修订
xvii	xii	前言	(1)修订 (2)勘误增加新的脚注(13-860)。
xx	xv	向锅炉及压力容器委员会提交技术咨询书的方式	在 6(a)的末行，修订 URL(网址)。
xxii	xvii	成员名单	更新
xxxix	xxxiv	ASTM 成员名单	更新
xlii	xxxiv	按材料分类列出的标准目录	修订
xlix	xliv	删除标准	更新
lii	xlvii	锅炉及压力容器规范中的交叉引用和格式变化	新增
1	85	SA-20/SA-20M	修订(13-1727)
34	141	SA-31	修订(14-691)
38	147	SA-36/SA-36M	修订 7. 2 条(14-682)
95	241	SA-182/SA-182M	修订(08-1150)
119	265	SA-193/SA-193M	修订(12-2250)
133	279	SA-194/SA-194M	修订(12-2251)
159	313	SA-213/SA-213M	(1)修订 6. 2. 2 条(14-254) (2)勘误更正表 5 中的“T22”为“T36”(14-2064)
200	371	SA-240/SA-240M	修订(13-1400)
212	385	SA-249/SA-249M	修订(08-1152)
256	427	SA-268/SA-268M	修订(14-1246)
284	465	SA-302/SA-302M	副标题中增加注解，以及引用“表 2”更改为“表 1”(13-1806)
—	469	SA-307/SA-307M	修订(12-2252)
287	481	SA-312/SA-312M	修订(04-978)
300	493	SA-320/SA-320M	修订(12-2253)
308	501	SA-325	修订(12-2254)

—	593	SA-354	修订(12-2255)
—	601	SA-358/SA-358M	修订(13-2183)
—	775	SA-437/SA-437M	修订(12-2256)
—	779	SA-449	修订(12-2257)
465	787	SA-450/SA-450M	修订(14-1761)
—	805	SA-453/SA-453M	修订(12-2258)
—	825	SA-479/SA-479M	修订(04-219)
479	835	SA-480/SA-480M	修订(02-3132，13-2211)
505	863	SA-484/SA-484M	修订(02-3181)
580	971	SA-537/SA-537M	修订(13-1728)
584	975	SA-540/SA-540M	修订(12-2259)
—	1193	SA-671/SA-671M	修订(02-3142)
—	1201	SA-672/SA-672M	修订(13-2194)
699	1215	SA-688/SA-688M	修订(12-2115)
748	1307	SA-736/SA-736M	修订(13-1147)
754	1315	SA-738/SA-738M	修订(13-236)
819	1431	SA-803/SA-803M	修订(12-2116)
827	1469	SA-832/SA-832M	修订(13-1148)
836	1485	SA-841/SA-841M	修订(13-1729)
942	1627	SA-1016/SA-1016M	修订(13-2185)
971	1659	SA-/EN 10025-2	标题页和封面页副标题中，勘误更正“04”为“2004)(14-2451)
972	1661	SA-/EN 10028-2	勘误更正 3.1 条中的标准引用(13-1741，14-2451)
979	1677	SA-/GB 713	修订(14-1592)
984	1687	SA/NF A36-215	勘误更正 1.1 条的末行和 1.2 条的第 2 行(14-1759)
998	1690	强制性附录Ⅱ	(1)修订表Ⅱ-200-1(14-453) (2)勘误更正表Ⅱ-200-2 中的 SA/CSA-G40.21 的末行(13-1741) (3)修订表Ⅱ-200-2(14-351)
1000	1705	强制性附录Ⅳ	(1)修订Ⅳ-800 节(13-430) (2)增加表Ⅳ-800-1(13-430) (3)修订Ⅳ-900 节(13-430) (4)修订Ⅳ-1400 节(13-430) (5)修订Ⅳ-1500 节(12-2363) (6)增加表Ⅳ-1500 节(12-2363)
1007	1713	非强制性附录 A	修订(13-840)

注：第Ⅱ卷、A 篇的末页后面附有 ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅱ卷，A 篇的第 63 卷“条款解释”。

* 在“中文版页码”栏下，符号示出为“—”处，表明中文版未选译。——译注。

锅炉及压力容器规范的交叉引用和格式变化

从2011年增补开始，锅炉及压力容器规范在结构上和格式上都产生了变化，以使用户能方便地查看内容。对这些变动全面描述如下：

段落分层/段落排列层次

- 第一层段落的标记编序和以前相同为(a)、(b)、(c)等；
- 第二层段落的标记编序和以前相同为(1)、(2)、(3)等；
- 第三层段落的标记编序现为(-a)、(-b)、(-c)等；
- 第四层段落的标记编序现为(-1)、(-2)、(-3)等；
- 第五层段落的标记编序现为(+a)、(+b)、(+c)等；
- 第六层段落的标记编序现为(+1)、(+2)等。

脚注

除正文前(页次以罗马数字编序的部分)的内容中包含的脚注外，所有的脚注都编为后注，具体内容按照数字编号在锅炉及压力容器各卷册的末页出现。

向锅炉及压力容器委员会提交技术咨询书的方式

“向锅炉及压力容器委员会提交技术咨询书的方式”已经移至正文前。这个信息现已发布在所有锅炉规范卷册(除“规范案例”卷外)中。

交叉引用

为方便地在现行和以后版本中建立起规范交叉引用的链接功能，对规范交叉引用的模式做了变动。在同一章节或同一分篇中的交叉引用时，将述明引用章节时，将不再含有本章节/本分篇的编号。如：

- (分)节内交叉引用。在本节内的下层次分段引用将按照要引用分段的层次来述说。

—如X.1(c)(1)段中的(-a)分段，在X.1(c)(1)段内引用，则引用时需注明为(-a)；

—如X.1(c)(1)段中的(-a)分段，在X.1(c)(2)段内引用，则引用时需注明为(1)(-a)；

—如X.1(c)(1)段中的(-a)分段，在X.1(e)(2)段内引用，则引用时需注明为(c)(1)(-a)；

—如X.1(c)(1)段中的(-a)分段，在X.2(c)(2)段内引用，则引用时需注明为X.1(c)(1)(-a)。

- 公式交叉引用。公式交叉引用按照相同的条理注述。例如X.1(a)(1)段中公式(1)在X.1(b)段中引用，则引用时注明为公式(a)(1)(1)。如X.1(a)(1)段中公式(1)在其他分卷/分篇/章节中引用时，则引用时注明为公式X.1(a)(1)(1)。

压力容器用钢板通用要求

SA-20/SA-20M

(15)

(与 ASTM 标准 A 20/A 20M—13 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准包括一组通用要求，除专用材料标准中另有规定外，这些要求应适用于下列各项由 ASTM 发行的压力容器用轧制钢板标准*：

标准名称	ASTM 标准号
压力容器用镍合金钢板	A 203/A 203M
压力容器用钼合金钢板	A 204/A 204M
压力容器用锰钒合金钢板	A 225/A 225M
压力容器用中、低强度碳钢板	A 285/A 285M
压力容器用碳锰硅钢钢板	A 299/A 299M
压力容器用锰钼和锰钼镍合金钢板	A 302/A 302M
压力容器用经二次正火加回火的 9%镍合金钢板	A 353/A 353M
压力容器用铬钼合金钢板	A 387/A 387M
压力容器用高强度碳锰钢板	A 455/A 455M
中、高温压力容器用碳钢板	A 515/A 515M
中、低温压力容器用碳钢板	A 516/A 516M
压力容器用高强度淬火加回火合金钢板	A 517/A 517M
压力容器用锰钼镍淬火加回火合金钢板	A 533/A 533M
压力容器用碳锰硅热处理钢板	A 537/A 537M
压力容器用铬钼淬火加回火合金钢板	A 542/A 542M
压力容器用镍铬钼淬火加回火合金钢板	A 543/A 543M
压力容器用 8%和 9%镍淬火加回火合金钢板	A 553/A 553M
压力容器用搪玻璃或表面渗金属的碳锰钛钢板	A 562/A 562M
中、低温压力容器用高强度碳钢板	A 612/A 612M
压力容器用 5%镍特殊热处理合金钢板	A 645/A 645M
中、低温压力容器用碳锰钢板	A 662/A 662M
多层焊接压力容器用淬火加回火碳锰硅钢板	A 724/A 724M
压力容器用合金和高强度低合金淬火加回火	A 734/A 734M
中、低温压力容器用低碳锰钼铌合金钢板	A 735/A 735M
压力容器用低碳镍铜锰钼铌时效硬化合金钢板	A 736/A 736M
压力容器用低合金高强度钢板	A 737/A 737M
中低温压力容器用碳锰硅热处理钢板	A 738/A 738M
压力容器用铬钼钒合金钢板	A 832/A 832M
压力容器用热机械控制工艺（TMCP）生产钢板	A 841/A 841M
压力容器用直接淬火工艺生产的 9%镍合金钢板	A 844/A 844M
压力容器用铬-钼-钨合金钢钢板	A 1017/A 1017M
压力容器用铬-钼-钨高强度合金钢钢板	A 1041/A 1041M

a. 这些 ASTM 标准号引自列在第 01.04 卷的 ASTM 标准的年度手册里的最新的相应标准。

* 原文此处表格中，A 844/A 844M 标准共列出有三行，疑排印重复，故删去二行。——译注。

1.1.1 本标准还包括一组补充要求，适用于上列若干个标准中本身已指明的场合。这些补充要求仅当采购方在订货单中要求附加试验或附加限制、并作了单独规定时采用。

1.2 附录 X1 提供了制造压力容器用钢板来源的卷材的资料。

1.3 附录 X2 提供了关于压力容器用钢板拉伸性能变化性的资料。

1.4 附录 X3 提供了关于压力容器用钢板夏比 V 形缺口冲击试验性能变化的资料。

1.5 附录 X4 提供了包括冷弯时建议的最小内弯曲半径在内的有关钢板冷弯的资料。

1.6 这些材料仅适于熔焊，熔焊时应采用适合于该钢种级别及使用条件的焊接工艺。

1.7 如本标准与专用材料标准的要求不一致，则以专用材料标准的要求为准。

1.8 采购方可以规定不否定本标准或专用材料标准任何条款的附加要求。这些附加要求必须纳入采购订货单说明中，并取得供方同意。

1.9 为了确定供应材料是否与标准及材料标准的规定极限值相一致，各数值右面的有效位数应按 E29 推荐的圆整方法进行圆整。

1.10 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致与本标准不一致的结果。

1.11 本标准及所引用的材料标准均采用英寸-磅和 SI 两种单位，但除非订货单中规定采用“M”标志(SI 单位)，材料将以英寸-磅单位供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 203/A 203M 压力容器用镍合金钢板

A 204/A 204M 压力容器用钼合金钢板
A 225/A 225M 压力容器用锰钒合金钢板
A 285/A 285M 压力容器用中、低拉伸强度碳钢板
A 299/A 299M 压力容器用碳锰硅钢钢板
A 302/A 302M 压力容器用锰钼和锰钼镍合金钢板
A 353/A 353M 压力容器用经二次正火加回火的9%镍合金钢板
A 370 钢制品机械性能试验方法和定义
A 387/A 387M 压力容器铬钼合金钢板
A 435/A 435M 压力容器用钢板的超声波直射波检验
A 455/A 455M 压力容器用高强度碳锰钢板
A 515/A 515M 中、高温压力容器用碳钢板
A 516/A 516M 中、低温压力容器用碳钢板
A 517/A 517M 压力容器用高强度淬火加回火合金钢板
A 533/A 533M 压力容器用锰钼及锰钼镍淬火加回火合金钢板
A 537/A 537M 压力容器碳锰硅热处理钢板
A 542/A 542M 压力容器用铬钼和铬钼钒淬火加回火合金钢板
A 543/A 543M 压力容器用镍铬钼淬火加回火合金钢板
A 553/A 553M 压力容器用8%和9%镍淬火加回火合金钢板
A 562/A 562M 压力容器用搪玻璃或表面渗金属的碳锰钛钢板
A 577/A 577M 钢板的超声斜射波检验
A 578/A 578M 特殊用途普通钢板和复合钢板的超声直射波检验
A 612/A 612M 中、低温压力容器用高强度碳钢板
A 645/A 645M 压力容器用5%和5.5%镍特殊热处理合金钢板
A 662/A 662M 中、低温压力容器用碳锰硅钢板
A 700 国内装运钢产品的包装、标志和装载方法
A 724/A 724M 焊接压力容器用淬火加回火碳锰硅钢板
A 734/A 734M 压力容器用合金钢和高强度低合金淬火加回火钢板
A 735/A 735M 中、低温压力容器用低碳锰钼铌合金钢板
A 736/A 736M 压力容器用低碳时效硬化镍铜铬钼铌和镍铜锰钼铌合金钢板
A 737/A 737M 压力容器用低合金高强度钢板
A 738/A 738M 中、低温压力容器用碳锰硅热处理钢板
A 751 钢制品化学分析方法、操作及定义
A 770/A 770M 沿厚度方向钢板拉伸试验
A 832/A 832M 压力容器用铬钼钒钛硼合金钢板
A 841/A 841M 压力容器用热机械控制工艺(TMCP)生产钢板
A 844/A 844M 压力容器用直接淬火工艺生产的9%镍合金钢板
A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语
A 1017/A 1017M 压力容器用铬-钼-钨合金钢钢板
A 1041/A 1041M 压力容器用铬-钼-钨高强度合金钢钢板
E 21 金属材料高温拉伸试验实用规程
E 29 确定试验数据与标准一致性使用有效位数的实用规程
E 112 金属平均晶粒度的评定方法
E 208 采用导向落锤式试验测定铁素体钢的脆性转变温度的方法
E 709 磁粉检验方法

2.2 美国机械工程师学会规范：
ASME 锅炉及压力容器规范，第Ⅸ卷

2.3 美国联邦标准：

Fed. Std. No. 123 装运标志(国内经销)

2.4 自动化工业行动集团(AIAG)标准

B 1 条形码符号表示标准

3 术语

3.1 本标准专用术语说明:

3.1.1 卷板—以卷材形式加工为成品钢板的热轧钢。

3.1.2 除外——当应用与范围有关时,例如尺寸允许偏差表中厚度的范围,术语表示不包括范围中的较大值。这样在从60~72in.(1500~1800mm)除外的范围内中,除外表示包括60in.(1500mm)但不包括72in.(1800mm)。

3.1.3 热处理术语——见3.1.8条和A941术语标准。

3.1.4 热成形——当钢板被加热到再结晶温度后,使其产生永久变形的成形加工。

3.1.5 钢厂(材料制造厂)——对把钢锭或钢坯通过轧制加工转化成为轧制钢板或卷材进行直接控制的组织;以及,对从轧制钢板生产出成品钢板所涉及的一个或多个最终加工工序进行直接控制或负责的组织。这样的完工工序,包括展平、切割到尺寸、试验、检查、调质处理、热处理(如果适用)、包装、标志、发货装运以及合格验证。

3.1.5.1 讨论——完工工序不需要由对钢板进行热轧的组织来完成。对于由卷材生产的钢板,另见3.1.1条。

3.1.6 钢板的识别号——用于识别钢板的字符、数字,或包括字符和数字的标号。

3.1.7 钢板——按厚度规定量值,典型地按宽度及其长度订购的扁平热轧产品,通常可以获得的规格尺寸,如下:

宽度,in.(mm)	厚度,in.(mm)
>8(200)	>0.229(≥5.8)
>48(1200)	>0.179(≥4.6)

3.1.7.1 讨论——可以获得的不同厚度、宽度及长度组合的钢板随各钢厂和加工厂的工艺能力而变。以往根据尺寸(厚度、宽度及长度)对钢板的限制并未考虑目前的生产及加工能力。按特定的产品标准对任何钢板的质量评定要求实施所有合适以及必要的试验,并且试验结果应符合在该产品标准中规定的限制值。如果不能进行为产品标准所要求的必要试验,则该钢板就不能按该产品标准作出质量评定。本通用要求标准包含了对普通可获得规格的许用偏差。对于其他规格的许用偏差应按采购方与钢厂或加工厂(按适用情况)之间的协议。

3.1.8 沉淀热处理——一种亚临界温度的热处理,以产生亚微观组分的沉淀等,从而提高某些所需性能。

3.1.9 加工厂——对涉及把卷材加工为成品钢板直接控制或负责的组织。这样的加工工序,包括矫直、展平、切割到尺寸、试验、检查、调质(表面精整)处理、热处理(如果适用)、包装、标志、发货装运以及合格验证。

3.1.9.1 讨论——这样的加工工序不需要由对卷板进行热轧的组织来完成。如果只有一个组织涉及热轧制以及加工工序,则该组织对热轧工序而言被称为“钢厂”,而对于加工工序而言被称为“加工厂”。如果有一个以上的组织涉及热轧制以及加工工序,则做热轧的组织被称为“钢厂”,而做一个或多个加工工序的组织被称为“加工厂”。

3.2 对于本标准所使用的其他术语,参见A941术语标准。

4 订货须知

4.1 订货单应包括下列资料,必要时对采购材料作适当的说明:

4.1.1 数量(钢板的重量或数量)。

4.1.2 尺寸。

4.1.3 材料名称(例如碳钢板,合金钢板)。

4.1.4 标准号(包括所适用的型号、级别和类别)和标准颁布的年号。

4.1.5 状态(如轧态、正火、淬火加回火等等。如由设计制造厂进行热处理,必须予以说明同样如采购方指定热处理规范,也必须说明)。

4.1.6 如有冲击试验要求(见第12节)(对夏比V型缺口冲击试验包括试样取向、试验温度和验收标准。对落锤试验给出试验温度)。

4.1.7 除非在订货单上被特别指定排除者

外，凡由卷材或板材切成的钢板均可供货(见5.4条和附录X1)。

4.1.8 如果适用，对铝以外的细化晶粒用元素的限制(见8.3.2条)。

4.1.9 油漆标志（见13.2.1条)。

4.1.10 可能有的补充要求(试样热处理，特殊冲击试验要求等)，以及。

4.1.11 可能有的附加要求。

5 材料和制造

5.1 钢的制造可采用以下任何一种一次炼钢工艺：平炉法、碱性吹氧转炉或电炉法。尽可能随之在钢包冶金炉（LMF）内，或用其他方法进行附加二次精炼；亦可进一步采用真空二次重熔（VAR)、电渣重熔（ESR）或其他方法进行二次精炼。

5.2 钢水可以浇铸成锭，或进行连铸。

5.2.1 连铸钢坯：

5.2.1.1 同一公称化学成分的几炉钢水同时进行连续浇铸时，对浇铸成品(板坯)指定一相同的炉号，直至板坯中所有钢水都来自下一炉再更换炉号。

5.2.1.2 当两个持续连铸炉次的钢水具有不同的公称化学成分范围时，钢厂应采用任何能区分钢种级别的可靠方法去除过渡部分的材料。

5.3 除非符合下列全部限制，厚度减薄比允许减为2.0∶1以外，连铸板坯对钢板的厚度减薄比最小应为3.0∶1。

5.3.1 采购方同意使用这样的厚度减薄比。

5.3.2 适用的材料标准是A 299/A 299M，A 515/A 515M，A 516/A 516M，A 537/A 537M，A 662/A 662M或A 737/A 737M。

5.3.3 规定的板厚大于等于3.0in.(75mm)。

5.3.4 使用下列的一种或多种低氢冶炼工艺：在炼钢过程中真空除气；对板坯或钢板控制均热处理；或者对板坯或钢板进行慢速控制冷却。

5.3.5 硫的熔炼分析含量小于等于0.004%。

5.3.6 使用下列的一种或多种冶炼工艺：在连铸过程中进行电磁扰动；在连铸过程中轻度减薄；在轧板过程中采用多道减薄或其他特殊工艺；或者是在轧板过程中进行组合锻造和轧制。

5.3.7 钢板是按A 578/A 578M标准的等级C通过对钢板表面进行大于100%连续扫描，经过超声波检验的钢板。

5.3.8 钢板是按A 770/A 770M标准通过全厚度拉伸试验的。

5.4 除非在采购订货单中另有规定，钢板应由轧制板或从卷板生产。

5.5 在由加工厂按规定的要求(见第9、10、11、12、13、14、15、16及20节)开卷，展平，切割到尺寸及试验之前，卷材产品排除按适用产品标准作质量评定。

5.5.1 除非由采购方批准，由卷板生产的平板不得含有拼接焊缝。

6 热处理

6.1 当材料要求热处理时，除在适用的材料标准中另有规定外，该热处理可由钢厂、加工厂或设备制造厂进行。

6.2 当按适用的材料标准要求的热处理若是由采购方或采购方代理人进行，且要求钢厂或加工厂不按适用的材料标准规定的状态供应材料时，应在订货单中注明。

6.2.1 当适用的材料标准要求热处理而钢板订货无热处理要求时，应由采购方负责将钢板热处理使之符合材料标准。

6.3 进行热处理时，应按适用的材料标准的规定对材料进行热处理。采购方也可以规定所采用的热处理条件是不能与材料标准的要求相矛盾。

6.4 当由设备制造厂进行正火处理时，可以通过热成形时的均匀加热来实现。钢板热成形的加热温度不应过高地超过正火温度。

6.5 当无热处理要求时，钢厂或切板厂可任意选择正火、消除应力处理或正火加消除应力处理等热处理，以满足适用的材料标准规定的技术要求。

6.6 如果采购方同意，只要钢板随后在1100~1300℉(595~705℃)温度范围内回火，允许采用比空气中更快的冷却速率以符合规定的力学

性能。

7 化学分析

7.1 熔炼分析

7.1.1 化学分析的取样和分析方法应根据A751“试验方法，操作及术语”标准规定进行。

7.1.2 对每一炉钢的熔炼分析应包括对碳、锰、磷、硫、硅、镍、铬、钼、铜、钒、铌元素的测定；对由适用产品标准对适用级别、类别及型式钢所规定或限制的任何其他元素的测定；对铝的测定，如果铝元素的含量被用于替代对该炉钢的奥氏体晶粒度的试验的话(见8.3.2.1条)；以及对在采购订货单中规定了其限值的任何其他奥氏体晶粒细化元素的测定(见8.3.2条)。

7.1.3 熔炼分析须符合产品标准对适用级别、类别及型式的熔炼分析要求。此外，对列在表1中但不是产品标准对适用级别、类别及型式所规定或限制的元素，其熔炼分析须符合表1给出的适用熔炼分析极限。

7.2 成品分析

7.2.1 化学分析的取样和分析方法应根据A751“试验方法，操作及术语”标准规定进行。

7.2.2 对于每一轧制状态的钢板，买方可从破断的拉伸试样上或在切取拉伸试样的相同部位取样进行成品分析。

7.2.3 对由适用产品标准对适用级别、类别及型式钢所规定或限制的元素，成品分析的结果应符合适用产品标准对适用级别、类别及型式钢的要求。

7.2.4 对于在表1中列出了的，但是在适用产品标准中、对适用级别、类别及型式钢未作规定或限制的元素，则成品分析的结果应符合表1中给出的适用的成品分析限值。

表1 未规定元素含量限制范围(见7.1.3和7.2.4)

元素含量	分析方法	限制范围
Cu%，≤①	熔炼分析	0.40
	成品分析	0.43
Ni%，≤①	熔炼分析	0.40
	成品分析	0.43
Cr%，≤①,②	熔炼分析	0.30
	成品分析	0.34
Mo%，≤①,②	熔炼分析	0.12
	成品分析	0.13
V%，≤③	熔炼分析	0.03
	成品分析	0.04
Nb%，≤④	熔炼分析	0.02
	成品分析	0.03
Ti%，≤⑤	熔炼分析	0.03
	成品分析	0.04
B%，≤	熔炼分析	0.0010
	成品分析	0.0015

① 此外对每一炉钢而言，根据熔炼分析，Cu、Ni、Cr和Mo元素含量的总和不应超过1.00%，除非Cu、Ni、Cr和Mo元素中的一或多个元素受所适用的产品标准对应的级别、类别及其型号(钢)规定或者限制。

② Cr、Mo元素含量元素总和不应超过0.32%(熔炼分析)。其中，当一个或多个元素规定时，上述元素总量则不再适用，只有个别未规定元素范围适用。

③ 经采购方和供方商定，V的熔炼分析极限可增加至不大于0.10%；成品分析可增加至不大于0.11%。

④ 经采购方和供方商定，Nb的熔炼分析极限可增加至不大于0.05%；成品分析可增加至不大于0.06%。

⑤ 经采购方和供方商定，Ti的熔炼分析极限可增加至不大于0.04%；成品分析可增加至不大于0.05%。

7.3 仲裁分析——仲裁分析时，应按“A 751方法，操作及定义”规定进行。

8 金相组织

8.1 当要求做奥氏体晶粒尺寸试验时，这样的试验应依据E112试验方法标准，采用McQuaid Ehn试验(奥氏体晶粒度测定试验)，并且被检验区域中至少有70%的晶粒符合规定的晶粒尺寸要求。

8.2 奥氏体粗晶粒尺寸——当规定奥氏体粗晶粒时，每炉钢应做一个奥氏体晶粒度测定试验，且如此测定得出的晶粒度应在1号到5号以内，包括5号。

8.3 奥氏体细晶粒尺寸：

8.3.1 除了8.3.2条允许外，并且当规定了奥氏体细晶粒的尺寸时，每炉钢应做一个McQuaid Ehn试验方法的奥氏体晶粒度测定试验，且如此测定得出的奥氏体晶粒度应为5号及5号以上，而8.3.2条的化学要求不再适用。

注1：这样的奥氏体晶粒度，可以用比8.3.2条所要避免的奥氏体晶粒度试验、所需较低含量奥氏体晶粒细化元素来达到。

8.3.2 除非在采购订货单规定了奥氏体细

晶粒尺寸的试验,或者生产厂选择做奥氏体细晶粒尺寸的试验,对于由熔炼分析已具备下列条件的任何一炉钢不需要做奥氏体晶粒尺寸试验:

8.3.2.1 铝元素的总含量在0.020 %及以上。

8.3.2.2 酸溶铝含量在0.015 %及以上。

8.3.2.3 奥氏体的细化元素的含量已经超过采购方同意的最小含量值,而对于所要免除的奥氏体晶粒尺寸试验其含量已经足够多。

8.3.2.4 两个或两个以上的奥氏体的细化元素的组合含量,已经超过采购方同意的、要免除奥氏体晶粒尺寸试验的最小含量值。

8.3.2.5 对于8.3.2.1,8.3.2.2,8.3.2.3或8.3.2.4条中指出的奥氏体晶粒细化元素的元素分析,应包括在试验报告中。

9 质量

9.1 概述——按本标准供应的钢板应无有害的缺陷并具有良好的表面。

9.2 表面缺陷:

9.2.1 所有有害的表面缺陷应由从单张平板制备钢板的钢厂去除。至于从卷材制备的钢板,其有害缺陷则应由切板厂去除。

9.2.1.1 浅的缺陷应打磨掉,打磨区域应圆滑过渡,且打磨后的板厚不小于最小允许板厚。

9.2.1.2 去除表面缺陷而使板厚小于最小厚度时,将使得钢板被拒收。但是,如果采购方同意,可用9.4条所述以焊补金属代替去除的金属。

9.3 边缘缺陷:

9.3.1 在钢厂或加工厂准备作为交货的钢板周边上,有肉眼可见的分层,其长度小于和等于1in.(25mm)时,应为合格,且不需要测定。

9.3.2 所有较大的分层缺陷应进行测定,以确定其深度与范围。对位于5%板厚的同一平面内不连续分层缺陷,其距离小于两相邻缺陷中较小者的长度时,应按连续缺陷计算。

9.3.3 在钢厂或加工厂准备作为交货的钢板剪切周边上,有肉眼可见的缺陷时,应不超过表A1.14(A2.14)中1栏和2栏的规定范围。

9.3.4 较大的缺陷,如磨后凹坑不超过表A1.14(A2.14)中3栏和4栏的规定时,应由钢厂或加工厂磨掉。

9.3.5 大块的缺陷将使钢板被拒收。但如买方同意,可予去除,然后用9.4条所述焊补金属的方法来修补缺陷。

9.3.6 如在设备制造过程中钢板在剪切时发现的板边缺陷尺寸超出表A1.14(A2.14)中5栏和6栏的规定范围时,采购方可提出拒收。但缺陷可去除掉,然后用9.4条所述的焊补金属的方法来修补。

9.3.7 制造厂应意识到边缘裂纹可能起源于在制造过程中弯曲-剪切或烧坏的边缘。这不应视作为是钢材的缺陷,而是冷加工或热影响区所引起的作用。

9.4 焊接修补:

9.4.1 只有采购方同意时才允许焊补。

9.4.2 焊补的准备应包括检查,以保证完全去除缺陷。

9.4.3 焊补应按ASME规范第Ⅸ卷经评定的焊接工艺来进行。进行焊补的焊工或焊接设备操作工应符合ASME第Ⅸ卷的资格要求。

9.4.4 除A-1或A-2成分的焊缝金属可用于P-1材料外,焊缝金属应有相当ASME板材P-No(P号数)要求的A-No(A号数)成分。当买方同意时,也可以使用与所焊接材料基体相匹配的其他焊缝金属,这些焊缝金属必须按ASME规范第Ⅸ卷的要求进行评定。

9.4.5 如果钢板材料要求做夏比冲击试验,则焊接工艺评定试验也应包括焊缝、热影响区及母材夏比冲击试验,并须报告采购方。

9.4.6 如果钢板材料须经正火、淬火加回火、热成形或焊后热处理,则焊接工艺评定试验的钢板和焊补的钢板须按采购方规定进行热处理。

9.4.7 另外,修补的焊缝应符合采购方规定的建造规范的要求。

10 试验方法

10.1 所有试验应按"A 370 定义与方法"进行。

10.2 除在材料标准中另有规定外,屈服强度可按0.2%残余变形或在载荷下0.5%伸长的方法来确定。

10.3 圆整方法——为了确定与标准的一致性,应把计算的抗拉强度和屈服强度值圆整到最接近的1ksi(5MPa),其他用于表示限制值的数值,其右边有效位数按E29推荐方法中给出的

圆整方法进行圆整。

11 拉伸试验

11.1 试样数量：

11.1.1 从轧制板生产的钢板——除淬火加回火钢板外，应从每张轧制板取一个拉伸试块。每张热处理了的淬火加回火钢板，应取两个拉伸试块。当钢板由钢厂或加工厂按11.4.2条供给，并采用由热处理了的试块取得的试样评定时(包括正火、正火加回火、以及淬火加回火)，应从每张轧制钢板取一个拉伸试块(见A941术语标准中轧制钢板的定义)。

11.1.2 未经热处理或只作了消除应力处理提供、并从卷材生产的钢板——除按11.1.2.1及11.1.4条允许的外，应如下述从每一卷卷材上至少取三个试块：

11.1.2.1 第一个试验坯料应在按评定标准生产的第一块钢板之前立即切取；第二个坯料应于大致中间部分切取；第三个坯料应在按评定标准生产的最后一张钢板之后立即切取。拆卷时，如拆卷材料的数量少于切取下一个试验坯料所需数量时，这部分供应材料的评定试验可从其邻近的最内部分处切取坯料进行。

11.1.2.2 任何两个试验位置的试样符合材料标准的要求，则认为两个试验位置之间的所有材料合格。

11.1.2.3 两个相邻位置取样试验时，一个不符合材料标准规定要求，而另一个合格则认为试验不合格。但仍可沿试验不合格位置的任一侧，于一定的位置再取样试验。

11.1.3 由消除应力以外热处理提供、并从卷材生产的钢板——除淬火加回火钢板外，应从每卷卷材取一个拉伸试块。每张热处理了的淬火加回火钢板，应取两个拉伸试块。

11.1.4 由消除应力以外热处理了的试块取试样评定了的、并从卷材生产的钢板——应从每卷卷材取一个拉伸试块。

11.2 试样取向——拉伸试验试样的纵向应与钢板最终轧制方向垂直。

11.3 试样位置——拉伸试样应取自钢板的一角。对于淬火加回火钢板，拉伸试样应从钢板两端的一角上切取。

11.4 热处理钢板试样：

11.4.1 当由钢厂或加工厂进行热处理时，试样应取自热处理后的钢板，或是取自与钢板同时热处理的全厚度样坯。

11.4.2 设备制造厂进行热处理时，钢板应根据试验进行验收，试样应取自按照材料标准或订货单的规定要求进行热处理的全厚度样坯。如热处理温度没有规定，钢厂或加工厂应在其认为适合的条件下对试块进行热处理。试样热处理工艺应通告采购方。

11.4.3 经采购方批准，11.4.2条的程序可在由钢厂或加工厂进行热处理的钢板上完成。

11.4.4 当钢板热处理时，从奥氏体化温度以比在静止空气中更快速度冷却时，除其他规定要求外，尚应采用下列规定的要求之一：

11.4.4.1 拉伸试样的标距部分至少距热处理的边缘为$1T$，其中T为板厚，距火焰切割或热影响区表面不少于½in.(12.5mm)。

11.4.4.2 应用部分焊透的焊接方法将$1T\times1T\times$至少$3T$的热缓冲钢垫与钢板边缘连接，使在热处理前完全热密封住缓冲边缘。

11.4.4.3 热处理时，靠近切取试样的板边应用绝热层或其他热屏蔽层。并需要证明拉伸试验试样的冷却速度不快于实际上也不慢于由11.4.4.2条所述方法得到的速度。

11.4.4.4 当试样坯料从钢板上切取且单独进行热处理时，所取试样坯料尺寸应不小于$3T\times3T\times T$，且由其上切取的每一拉伸试样均应满足11.4.4.1条要求。

11.4.4.5 如有试样冷却速度控制装置且可获得钢板冷却速度数据，试样亦可在装置中单独热处理。此方法应事先征得采购方同意。

11.5 试样制备：

11.5.1 对于厚度小于等于¾in.(20mm)的钢板，拉伸试样应取钢板的全厚度。试样的要求应符合“A 370方法和定义”中1½in.(40mm)宽或½in.(12.5mm)宽试样的要求。1½in.(40mm)宽的试样两边可以平行。½in.(12.5mm)宽的试样其最大名义厚度可为¾in.(20mm)。

11.5.2 对于板厚小于等于4in.(100mm)的板材，当试验机能力足够时，其拉伸试样可用钢板的全厚度，且应符合“A 370方法和定义”中1½in.(40mm)宽试样的要求。

11.5.3　对于板厚超过¾in.（20mm）的钢板，除 11.5.2 条所允许外，其拉伸试样应符合“A 370方法和定义”中 0.500in.（12.5mm）圆试样的要求。试样轴线应尽可能位于板厚中心至钢板上表面或下表面距离的二分之一处。

11.6　对伸长率要求的修正：

11.6.1　在薄板试验中采用矩形拉伸试样时，由于试样几何形状的影响，必须对厚度小于 0.312in.（8mm）钢板的伸长率要求进行修正。所以，应从专用钢板标准中列出的基本伸长率中减小如下百分数：

公称厚度范围，in.（mm）	伸长率减小值，%
0.299～0.311（7.60～7.89）	0.5
0.286～0.298（7.30～7.59）	1.0
0.273～0.285（7.00～7.29）	1.5
0.259～0.272（6.60～6.99）	2.0
0.246～0.258（6.20～6.59）	2.5
0.233～0.245（5.90～6.19）	3.0
0.219～0.232（5.50～5.89）	3.5
0.206～0.218（5.20～5.49）	4.0
0.193～0.205（4.90～5.19）	4.5
<0.193（4.90）	5.0

11.6.2　由于从厚板中得出的伸长率本来就较低，因而对厚度大于 3.5in.（90mm）钢板的标距为 2in.（50mm）的伸长率要求进行修正。所以，应从专用钢板标准中列出的标距 2in.（50mm）基本伸长率中减小如下百分数：

公称厚度范围，in.（mm）	伸长率减小值，%
3.501～3.999（90.00～102.49）	0.5
4.000～4.499（102.50～114.99）	1.0
4.500～4.999（115.00～127.49）	1.5
5.000～5.499（127.50～139.99）	2.0
5.500～5.999（140.00～152.49）	2.5
≥6.00（≥152.50）	3.0

11.6.3　某些类型合金钢的特征是在拉伸试验下试样的颈缩或收缩程度局部不成比例的增加，导致随标距长度增加而伸长率减少。较厚钢板的这种影响不明显。对于这种材料，材料标准中规定厚度小于等于¾in.（20mm）的钢板，如果 8in.（200mm）标距的试样其伸长率不合格，但不低于规定值 3%，但只要满足包含断口 2in.（50mm）标距试样的延伸率不低于 25%时，则该伸长率应认为是合格的。

11.6.4　本标准中所包括的许多钢板标准在拉伸要求表中均规定了 8in.（200mm）及 2in.（50mm）两种标距的伸长率要求，但除非在专用钢板标准中另有规定外，这并不意味着两种要求同时适用需要测定两种标距的伸长率，而是根据所用试样的标距来测定伸长率。在选择了适当的标距之后，另一标距就不再适用了。

11.7　本标准不规定成品发货后的拉伸试验（见 15.1 条）要求。因此，从 11.1 到 11.6 条及 16 节中的要求只适用于发货前在钢厂进行的试验。其结果能符合于 A20/A20M 标准及单个钢板标准，但并不排除产品的拉伸试验结果超出规定的偏差范围的可能性。同一张轧制钢板或一段钢板内，不管是轧制状态、控制轧制或者是热处理后钢板，其拉伸性能将会不同。因此，采购方应注意到按照 A20/A20M 标准的要求进行拉伸试验不能担保轧制状态的所有产品钢板的拉伸性能和所试验产品等同。如果采购方希望比起 A20/A20M 标准试验程序提供的更为可信，则应采用像补充要求 S4 那样的附加试验或要求。

11.8　附录 X2 提供了关于压力容器用钢板拉伸性能变化的允许偏差值。

12　缺口韧性试验

12.1　夏比 V 形缺口试验：

12.1.1　试验数量——除淬火加回火钢板及 12.1.1.1 条和 12.1.1.2 条规定外，每张轧制板的每个规定方向（见 12.1.2 条）该做一次冲击试验（三个试样）。对于淬火加回火钢板，每一热处理板应做一次冲击试验。

12.1.1.1　订货不要求而材料标准规定热处理的钢板——材料标准要求热处理，但订货时不要求这种处理、而又规定夏比 V 形缺口试验时，应从每张轧制板上取一样坯，此样坯应按材料标准和订货单要求进行热处理，然后从热处理后的样坯上制取试样来评定钢板。

12.1.1.2　由卷材生产的钢板——由卷材制成的钢板规定要做冲击试验时，其试验数量应与 11.1.2 条或 11.1.3 条中拉伸试验规定相同，坯料应在卷材压平后切取。

12.1.2　试样方向——试样的纵轴应按材料标准或订货单规定，可为纵向（平行于最终轧制方向），亦可为横向（垂直于最终轧制方向）。

12.1.3　试验坯料位置——冲击试验坯料应在拉伸试验坯料的毗邻位置切取。11.4 条中

对拉伸试验坯料的要求同样适用于冲击试验坯料，只是将11.4.4.1条中拉伸试样的标距长度用冲击试样缺口下的面积来代替。

12.1.4 试验方法——冲击试验应按“A 370方法和定义”进行，采用A 370方法中所示的夏比V型缺口(A型)试样。除12.1.4.1条规定外，为板厚允许时，应采用0.394in. × 0.394in.（10mm×10mm）全尺寸试样，其中心线应尽可能位于¼板厚平面上。如板厚不足以获得全尺寸试样时，应采用小尺寸试样。小尺寸试样的宽度可为钢板的原有厚度。

12.1.4.1 对于在规定温度下采用全尺寸试样试验时吸收能量值一般超过180ft · lbf(245J)的材料，可以用0.394in. × 0.264in.(10mm×6.7mm)的小试样来代表全尺寸试样，但试验合格值应为每一个试样均不低于75ft · lbf(100J)，并需在试验报告中列出以微米(μm)为单位的侧向膨胀值。

12.1.5 试验温度——试验温度应在订货单中规定。按供方观点，实际试验温度可低于规定的试验温度。如试验温度未作规定时，试验应在不高于表A1.15(A2.15)所列的按材料等级和厚度而确定的温度下进行。实际试验温度应在试验结果中说明。

12.1.6 验收标准——除非另有商定，应以表A1.15（A2.15）中所列的按材料等级和厚度确定的内容为验收标准。

12.1.6.1 当验收标准为全尺寸试样的吸收能时，对于各种小尺寸试样的验收标准，除12.1.4.1条中规定外，应以表A1.16(A2.16)所示为准。

12.1.6.2 当验收标准为缺口对面侧向膨胀量时，对所有尺寸试样的验收值均相同。

12.1.7 标志——每张钢板在钢板级别号码等的后面应喷印出或打上字母“LTV”。

12.1.8 可变性——钢的冲击性能在同一张轧制状态钢板或一段钢板内，不管是轧制状态、还是控制轧制状态或为热处理后的都会有所差别。因此，采购方应意识到一个轧制状态钢板的试验不能保证在一张轧制状态钢板内的所有部位的韧性和试验部位上的会等同。对产品进行正火或淬火加回火处理可减小偏差的程度。

12.1.8.1 附录X3提供了关于压力容器用钢板的夏比V型缺口冲击试验性能变化性的补充资料。

12.2 落锤试验：

12.2.1 当规定进行落锤试验时，每组试验由二个试样组成。应按E 208方法中12.1.1条所述以同样次数进行。

12.2.2 落锤试样坯料在拉伸试样坯料相邻位置切取。对于由卷材生产的钢板，取坯料位置应与夏比V型缺口试样坯料相同。(见12.1条)12.1.3条在此仍将适用。

12.2.3 试验温度应按材料标准和订货单的规定。

12.2.4 以在规定试验温度下二个试样都不断裂为验收条件。

12.2.5 钢板仍按12.1.7条要求作标记，但用字母“LTD”代替“LTV”。

13 钢板的识别标志

13.1 要求的标志：

13.1.1 除13.4条允许外，钢板应清晰地标志出下列资料：适用的ASTM标准号（见1.1条）（并不要求年号）；当适用时标志“G”和“MT”（见13.1.2条）；适用的级别，型号及类别号；炉号；钢板识别符号；以及制造厂（对由平板产品分离切割所生产的钢板）或加工厂[对由卷材和从分割钢板生产的钢板（见13.4条）]的厂名，厂标或商标。

13.1.2 需要热处理、但还未经过热处理的钢板，钢厂或加工厂应在所要求的ASTM标准号的标志之后打印字符“G”（表示还未经过热处理），除非这种钢板是在钢厂的控制下发运给热处理工厂以期获得所需要的热处理的则不需要这种“G”字符标志。这种钢板应根据其试样经过所需热处理而作了质量评定之后发货。要求热处理并且按要求作了热处理的钢板，应由进行热处理的单位应在所要求的ASTM标准号的标志之后打印字符“MT”（表示已经过热处理的材料）。

注2：任何作模拟焊后热处理的试样的消除应力处理不包括在上述要求的热处理内。

13.2 标志类型：

13.2.1 除非在采购订单中规定用油漆喷印标志，除13.4条允许外，对于厚度大于1/4in.(6mm)的钢板，所要求的标志应是打钢印。

13.2.2 除 13.4 条允许外，对于厚度小于等于 1/4in.（6mm）的钢板，所要求的标志应是油漆标志或采用低应力钢模（圆端或间断圆点）打钢印。

13.3 标志位置：

13.3.1 除 13.4 条允许外，对于最大纵或横向尺寸大于 72in.（1800mm）的钢板，所要求的标志应在每张成品钢板上距离钢板边缘至少 12in.（300mm）的至少两处示出。

13.3.2 除 13.4 条允许外，对于最大纵或横向尺寸小于等于 72in.（1800mm）的钢板，所要求的标志应在每张成品钢板上中心与边缘之间大约中间位置的至少一处示出。

13.4 分割供应钢板：

13.4.1 根据采购方和加工厂之间的协议，每一张分割钢板（从一整张钢板分割出的钢板）应清晰地标志出分割加工厂的厂名，厂标或商标，且加上可追踪要求标志的代码，如果在 13.1 条中所要求的资料与该代码的相互关系也随钢板一起提供的话。

13.4.2 根据采购方和加工厂之间的协议，从同一整张钢板分割出的、且放在牢固的吊件里的钢板，应通过油漆喷印到每一扎吊件最上面一张钢板上或标志在附加在每一吊件的标签上的方法，具有在 13.1 条中所要求的资料。

13.5 条形码——除 13.1 到 13.4 条的要求外，钢厂或加工厂应有权使用条形码作为补充识别标志方法。

注 3：条形码按 AIAG 标准 B1。

14 尺寸或重量的允许偏差

14.1 除非在材料标准中另有规定，一立方英尺热轧钢板的重量采用 490 lb，一立方米热轧钢板的重量采用 7850kg。

14.2 碳钢钢板尺寸允许偏差不超出附录 A1 中表 A1.1～表 A1.9 和表 A1.13（附录 A2 中表 A2.1～表 A2.9 和表 A2.13 中）中规定的范围。

14.3 合金钢板的尺寸允许偏差不超出附录 A1 中表 A1.1～表 A1.4，A1.8 和表 A1.10～表 A1.13[附录 A2 中表 A2.1～表 A2.4，表 A2.8，表 A2.10～表 A2.13]中规定的范围。

14.4 由英制分数向十进制置换时的允许偏差——本标准适用的产品在长度尺寸上的允许偏差一般是以英制分数形式给出，且所剩余仅只是法定允许偏差。如果所要测量的钢板材料是用按十进制报告尺寸的装置测量出的尺寸，则由英制分数的允许偏差向十进制置换时，应按 E29 实用规程所规定的圆整方法圆整到小数点的第三位。

15 检查和试验

15.1 代表采购方的检查员，在采购方合同执行期间，应能自由地随时进入钢厂所有与订货材料制造过程有关的各部门。钢厂应为检查员提供所有必要的方便条件以使他确认所供给的材料符合标准。除非另有规定，所有试验（除成品分析）和检验均应于装运前在钢厂进行，并应对工厂的操作没有不必要的干扰。

15.2 当钢板由卷材制取，15.1 条仍然适用，只是用“加工厂”代替“钢厂”，“加工地点”代替“制造地点”。当钢板由卷材制成，而加工厂与钢厂又不同时，代表采购方的检查员，在采购方合同执行期间，应能自由进入所有与订货材料制造工作有关的各个部门。

16 复试

16.1 拉伸试验——除了“A 370 方法和定义”复试条款外，应采用下列复试规定：

16.1.1 若试样有任何机加工缺陷或发生伤痕，该试样可予报废，并更换另一试样。

16.1.2 如果任一拉伸试样的伸长率小于规定值，且其拉断后的任何断口距 2in.（50mm）标距内的中点大于 3/4in.（20mm），或者落在 8in.（200mm）标距中间的一半之外，则应允许重新试验一次。试样标距为试验前划的刻度线所示。

16.1.3 若最初的拉伸试样上得出的结果不能满足规定的要求，但是与所要求的抗拉强度在 2 ksi（10 MPa）以内，与所要求的屈服或屈服点相差在 1 ksi（5 MPa）以内，与所要求的伸长率或断面收缩率相差在 2%单位以内时，则应允许重新试验一次代替不合格的试验。

16.1.4 重新试验后的结果应满足规定的要求。

16.2 夏比 V 形缺口试验：

16.2.1 除 A 370 方法中规定的“当规定最小平均值的三分之二低于 5 ft·lbf（7J）时，单个试样最小绝对值为 5 ft·lbf（7J）”不适用外，应采用

"A 370 定义与方法"里的复试条款。

16.2.2 当规定夏比 V 形缺口冲击试验用侧向膨胀值时，若一个试样低于规定最小值但不低于规定最小值的⅔，并且若三个试样的平均值等于或超过规定最小值时，则要作三个补充试样的复试。三个复试试样的每一个试样必须等于或超过规定最小值。

16.2.3 当按 16.2.1 条和 16.2.2 条夏比 V 形缺口复试达不到要求的数值时，或最初的试验值低于复试要求值时，不允许进一步再试验，除非钢板经过热处理或重复热处理。热处理或重复热处理之后，再进行一组三个试样的试验，每个试样都应符合或超过规定最小值。

16.2.4 当采用 12.1.4.1 条时，如试验结果低于 75ft·lbf(100J)最小规定值，可以采用全尺寸试样再进行试验。

17 重新热处理

17.1 任何热处理过的材料如不能满足所用标准规定的力学性能时，可进行重新热处理。所有力学性能试验应重新进行，且当材料重新交付检查时应重新检查钢板表面缺陷。

18 拒收

18.1 根据按材料标准而进行的成品分析的结果而作出的任何拒收都应通知供方，并将代表拒收材料的试样从通知拒收的日期起保存二星期。供货者如果不同意这些试验结果，可在这段时间内要求复审。

18.2 材料在钢厂或加工厂验收后发现有害缺陷时可以拒收，这种情况下应通知钢厂或加工厂引起注意。

19 试验报告

19.1 钢厂或加工厂应提供按材料标准所用的补充要求和订货单中要求的全部试验报告，炉号及钢板名义厚度应在试验报告中注明。供货材料所用标准的年号也应在试验报告中注明。

19.1.1 当报告伸长率时，除阐明百分率外还应注明原始标距长度。

19.2 对于从厚度减薄比范围在 2.0∶1 到小于 3.0∶1 的连铸板坯轧制而成的钢板，应报告钢厂所采用的特殊冶炼工艺（见 5.3.4 条和 5.3.6 条），且试验报告上应阐明已符合 5.3 条中的限制。

19.3 所有热处理，除了用亚临界加热以软化热切割边缘以外，都应记载温度范围和保温时间。对最低抗拉强度大于等于 95 ksi(655 MPa)的材料，亚临界加热也包括在内，除非亚临界加热的最高温度比最低回火温度至少低 75°F(40℃)。在报告中应说明仅是钢板，还是试样、或是钢板和试样都经过了热处理。

19.4 当规定要做夏比 V 型缺口冲击试验时，采用的试样尺寸应在试验报告中注明。

19.5 订货单若有要求时，钢厂应提供材料的制造和试验均符合材料标准各项要求的证明书。对于由卷板制成的钢板，所要求的证明书应由加工厂提供。

19.6 对于未经热处理或只作了消除应力处理提供并从卷材生产的钢板，应对每一评定卷材报告由 11.1.2 条要求的所有试验的结果。

19.7 试验报告上不要求签名，但报告上应能清楚地看出提出报告的单位。尽管报告上没有签名，但提交报告的单位应对报告的内容负责。

19.8 原钢厂试验报告的副本应包括所有有关的试验报告。

19.9 从电子数据互换(EDI)*传送得到的电子表格形式的材料试验报告，检验证书或类似的打印文件应视作和出具证书机构出的计算机部件打印件具有同等效力。EDI 传送文件的内容应满足涉及的 ASTM 标准的要求，并符合在采购方和供方之间任何存在的 EDI 协议。尽管没有签名，提供 EDI 传送的组织对报告的内容负责。

* 按国际互换标准对 EDI 的术语解释，EDI 指商务用计算机系统之间标准化文件格式的互换，EDI 常用于商业贸易伙伴之间，另请参见 SA-53 或 SA-53M 的 3.3 条和注 8。——译注。

20 包装、标记和装运

20.1 包装、标记和装运应按 A700 实用规程所推荐的方法进行。

20.2 关于美国政府订购——民用材料的运输标记应按美国联邦政府标准 123 号(Fed Std No. 123)。

21 关键词

21.1 一般发货要求 承压元件 压力容器钢 钢板 压力容器用钢板

补　充　要　求

下列标准化的补充要求供采购方需要时选用。补充要求中被认为适合于每种材料标准的已列于材料标准中。其他试验可由供需双方协商执行。这些补充要求只有在采购订货单中规定时适用。在这种情况下，所规定的试验应在钢板发运前由钢厂或加工厂进行。

S1　真空处理

S1.1　钢应由包括熔融时真空除气在内的一种方法冶炼。除非与采购方另有商定，应由钢厂负责选择合适的生产工艺。

S2　成品分析

S2.1　每张热轧板应做一个成品分析。分析试样应在靠近拉伸试样处制取或取自破断的拉伸试样。

S3　力学性能试验样坯的模拟焊后热处理

S3.1　试验前，代表力学性能验收用的试样必须在低于临界温度（AC_3）以下进行模拟焊后热处理，所用的热处理参数（如温度范围、时间和冷却速度）在订货单中规定。这样热处理试样的试验结果必须符合适用产品标准的要求。

S4　附加拉伸试验

S4.1　非淬火加回火的钢板——除要求一个拉伸试验外，还应做第二个拉伸试验，试样取自轧制板，在前一拉伸试样取样位置的另一端的一角，其方向与前试样方向平行。用这种第二个试样获得的试验结果应符合标准要求。

S4.2　厚度大于等于 2in.(50mm) 的淬火加回火钢板——除要求的拉伸试验外，应在钢板的底角处加取二个附加试样。一个取自钢板厚度的中心，另一个紧贴表面。附加试验与规定性能必须达到的一致性由采购方和制造厂或加工厂双方的协议确定。

S5　夏比 V 形缺口冲击试验

S5.1　夏比 V 形缺口冲击试验应按 12.1 条进行。

S5.2　试块的取样方向不论是平行还是垂直于轧制方向，均应在采购订货单中说明。

S5.3　试验温度和验收标准要求，如不同于 12.1 条的要求时，应在订货单中说明。

S5.4　记录结果应包括试样取向，试样尺寸，试验温度，吸收能值及除Ⅵ类材料以外在订货单中规定的缺口对面侧向膨胀量。当在订货单中规定时，还应记录断口剪切百分率。

S6　落锤试验[用于厚度大于等于 0.625in.(16mm) 的钢板]

S6.1　落锤试验应按 E 208 方法的要求进行。试样应代表钢板最终热处理状态。供需双方应对试板数量及最大 NDT 温度，是必须达到，还是作为试验结果仅供参考等内容达成协议。

S7　高温拉伸试验

S7.1　由采购方指定对每个炉号或每张钢板作短时高温拉伸试验。试验材料应按标准中正文里对室温拉伸试验的规定选取。高温试验按 E 21 的要求进行。补充试验与规定性能必须达到的一致性由采购方和钢厂或加工厂双方的协议确定。

S8　按照 A 435/A 435M 进行的超声波检验

S8.1　所有钢板应按 A 435/A 435M 标准的要求做超声波检验。

S9　磁粉检验

S9.1　所有钢板的边缘应按 E 709 方法的规定进行磁粉检验。所发现的缺陷的验收按 9.3 条质量要求判定。

S10 夏比V形缺口冲击转变曲线

S10.1 建立一条转变曲线需从试验的板材上制取足够数量、相同尺寸的冲击试样。试验温度应有足够的范围以测定上下平台能量，并在上下平台温度间做多个试验以绘制一条较光滑的曲线。数据表不需要，钢厂应提供试样方向，试验温度以及每个试样吸收能的报告。当订单上有规定时，尚应提供侧向膨胀值及剪切断口百分率。除非在订货单上另有规定，试验钢板的数量和试样方向应与12.1条规定相同。

S11 按A577/A577M进行的超声波检验

S11.1 所有钢板应按A577/A577M标准的要求作超声波检验。

S12 按照A578/A578M进行的超声波检验

S12.1 所有钢板应按A578/A578M标准的要求作超声波检验。合格验收标准应在订货时规定。

S13 NDT温度测定

S13.1 NDT温度应按E 208方法采用同一张钢板的试样来确定。试验钢板的数量由采购方和钢厂或加工厂双方的协议确定。

S15 断面收缩率的测量

S15.1 应在做拉伸试验的同时进行断面收缩率的测量。测定断面收缩率只限于“A 370方法和定义”中图5所示的0.500in.(12.5mm)圆试样。最小验收极限须为40%。

S16 力学性能试验样坯的热应力消除

S16.1 代表钢板的试验样坯应逐渐地均匀加热到1100~1200℉(595~650℃)来消除热应力，也可按采购方和钢厂或加工厂双方协议而定的温度范围，保温时间至少为1h/in.(厚度)[2.4min/mm(厚度)]，并在静止空气中冷却到600℉(315℃)以下。

S17 真空碳脱氧钢

S17.1 材料应由真空碳脱氧，在这种情况下真空脱氧时的硅含量最大为0.12%，且脱氧剂铝、锆和钛含量应保持足够低以使碳能脱氧。在试验报告中应注意钢是真空碳脱氧钢。熔炼分析和成品分析中对硅的最低含量要求不能适用于真空碳脱氧钢。

S19 化学成分限制的要求

S19.1 熔炼分析和成品分析限制的极限按订货单的规定。

S20 保证焊接性的最高碳当量

S20.1 钢板应按规定的最高碳当量数值供应。该数值应根据熔炼分析结果确定。要求的化学成分及碳当量均应在报告中说明。

S20.2 碳当量应按下式计算：

$$CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

S20.3 对于碳钢(包括碳锰、碳锰硅、碳锰硅铝钢)的最高碳当量数值见表S20.1所示。

S21 未规定元素的限制

S21.1 某些元素熔炼分析的最高限值为0.35% Cu，0.25% Ni，0.25% Cr及0.08% Mo。Cu，Ni，Cr和Mo的总含量不得超过0.70%。

S22 厚度方向拉伸试验

S22.1 厚度方向拉伸试验应按A770/A770M标准要求进行。(见A770/A770M标准订货需知中必须的附加资料)。

S24 应变时效试验

S24.1 试验坯料应进行采购方指定的应变时效处理。夏比V形缺口试验应在应变时效试样上进行。应变时效热处理、应变时效率、试验温度以及验收标准应由采购方和钢厂商定。

S25 焊接性

S25.1 应进行焊接性试验。试验类型及验收标准应由采购方和钢厂商定。

S26 低硫钢

S26.1 低硫钢的硫含量应不超过0.010%。更低的硫含量及硫化物的形态控制规程可按采购方和供方协议规定。

S27　限制性钢板平直度

S27.1　轧制的或正火处理后的碳素钢板应符合表 S27.1 或表 S27.2 中具体规定的有限制的平直度允许偏差。

S27.2　轧制的或正火处理后的高强度低合金钢应符合表 S27.3 或表 S27.4 具体规定的有限制的平直度允许偏差。

S28　在检测过的炉内工作区中热处理

S28.1　钢板应放在已按 A 991/A 991M 试验方法标准检测过的炉内工作区中经过热处理的，假定炉内工作区中的炉温已确认偏离设定点小于等于 25℉（15℃）。

S28.2　试验报告中应示出用了 S28 补充要求。

表 S20.1　可焊接性用最高碳当量

规定最低抗拉强度，UTS	最高碳当量数值	
ksi(MPa)	厚度≤2in.(50mm)	厚度>2in.(50mm)
60≤UTS<70 (415≤UTS<485)	0.45	0.46
70≤UTS<80 (485≤UTS<550)	0.47	0.48[①]
UTS≥80 (UTS≥550)	0.48[①,②]	—

① 如为试验坯料规定进行模拟 PWHT(焊后热处理)(S3)，经采购方和供方双方同意，最高碳当量可增大至 0.50。

② 适用于淬火加回火处理的材料。其他状态的材料，最高碳当量应由采购方和供方商定。

表 S27.1　按限制性平直度订购的轧后或正火后的碳素钢板的平直度允许偏差

规定厚度，in.	下列规定宽度时，平直度的允许偏差，in.					
	48~<60	60~<72	72~<84	84~<96	96~<108	108~120
<¼	¾	15/16	Z	Z	Z	Z
¼~<⅜	9/16	¾	⅞	15/16	1 1/16	1⅛
⅜~<½	5/16	5/16	⅜	7/16	½	9/16
½~<¾	5/16	5/16	5/16	⅜	½	½
¾~<1	5/16	5/16	5/16	5/16	⅜	7/16
1~2	¼	5/16	5/16	5/16	5/16	⅜

注 1：长度的平直度偏差——较长的指定尺寸被视为长度，规定宽度下的钢板，其长度达 12 ft 或在较长板上任意一段 12 ft 之内，其沿长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度的偏差值。

注 2：宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差不应超过表中相应宽度下的数值。

注 3：当长度尺寸小于 36in.时，沿长度方向和宽度方向的平直度偏差在每个方向上均不超过¼ in.，当长度尺寸大于等于 36 in.到小于等于 72in.时，平直度偏差不得超过表中相应宽度规定值的 75%，但不低于¼in.。

注 4：本表中给出的偏差用于具有最低规定抗拉强度小于等于 60ksi 或具有相应的化学成分或硬度的钢板，对更高的最低抗拉强度或相应化学成分或硬度的钢板，则表中给出的极限值增加 1½倍。

注 5：本表和注适用于圆形钢板和异形钢板，根据那些板的最大尺寸选用。

注 6：波浪度公差对于矩形钢板，普通轧制钢板，以及对圆形和异形钢均不适用。

注 7：符号“Z”表示对该规格尺寸未发布限制值。

注 8：测量平直度时，钢板要在水平位置的平面上测量。

表 S27.2 按限制性平直度订购的轧后或正火后的碳素钢板平直度的允许偏差

规定厚度，mm	下列规定宽度时，平直度的允许偏差，mm					
	1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~3000
<6	18	24	Z	Z	Z	Z
6~<10	15	18	22	24	27	29
10~<12	8	8	10	11	13	15
12~<20	7	8	8	10	13	13
20~<25	7	8	8	8	10	11
25~<50	7	7	7	8	8	8

注 1：长度的平直度偏差——指定的较长的一边被作为长度，当规定宽度的钢板，其长度达 3700mm 或在较长钢板上任意一段 3700mm 之内，其长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度的偏差值。

注 2：宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差应当不超过表中所相应宽度下的数值。

注 3：当长度小于 900mm 时，沿长度方向和宽度方向的平直度偏差在每个方向上均不超过 6mm，当长度尺寸大于 900mm 到小于等于 1800mm 时，平直度偏差不得超过表中对相应宽度规定值的 75%，但是不得低于 6mm。

注 4：本表中给出的偏差适用于具有最低规定抗拉强度不大于 415MPa 或具有相应的化学成分或硬度的钢板。对更高的最低抗拉强度或相应的化学成分或硬度的钢板，则表中给出的极限值增加 1½倍。

注 5：本表和注适用于圆形钢板和异形钢板，根据那些板的最大尺寸选用。

注 6：波浪度公差对于矩形钢板，普通轧制钢板，以及对圆形和异形钢均不适用。

注 7：符号“Z”表示对该规格尺寸未发布限制值。

注 8：测量平直度时，钢板要在水平位置的平面上测量。

表 S27.3 按限制性平直度订购的轧后或正火后的高强度低合金钢板平直度的允许偏差

规定厚度，in.	下列规定宽度时，平直度的允许偏差，in.					
	48~<60	60~<72	72~<84	84~<96	96~<108	108~120
<¼	1 1/16	1 7/16	Z	Z	Z	Z
¼~<⅜	⅞	1 1/16	1 5/16	1 7/16	1½	1 11/16
⅜~<½	½	½	9/16	11/16	¾	13/16
½~<¾	7/16	7/16	½	9/16	⅝	11/16
¾~<1	7/16	7/16	½	½	9/16	11/16
1~2	⅜	7/16	7/16	½	½	½

注 1：长度的平直度偏差——较长的指定尺寸被视为长度，规定宽度下的钢板，其长度达 12 ft 或在较长板上任意一段 12 ft 之内，其沿长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度的偏差值。

注 2：宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差不应超过表中相应宽度下的数值。

注 3：当长度尺寸小于 36in. 时，沿长度方向和宽度方向的平直度偏差在每个方面上均不超过¼in.，当长度尺寸大于等于 36in. 到小于等于 72in. 时，平直度偏差不得超过表中相应宽度规定值的 75%，但不低于⅜in.。

注 4：本表和注适用于圆形钢板和异形钢板，根据那些板的最大尺寸选用。

注 5：波浪度公差对于矩形钢板，普通轧制钢板，以及对圆形和异形钢均不适用。

注 6：符号“Z”表示对该规格尺寸未发布限制值。

注 7：测量平直度时，钢板要在水平位置的平面上测量。

表 S27.4 按限制性平直度订购的轧后或正火后的高强度低合金钢板平直度的允许偏差

规定厚度，mm	下列规定宽度时，平直度的允许偏差，mm					
	1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~3000
<6	27	36	Z	Z	Z	Z
6~<10	22	27	33	36	39	43
10~<12	12	12	15	17	19	21

续表

规定厚度，mm	下列规定宽度时，平直度的允许偏差，mm					
	1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~3000
12~<20	11	11	13	15	16	18
20~<25	11	11	12	13	15	17
25~<50	10	11	11	12	13	13

注 1：长度的平直度偏差——较长的指定尺寸被视为长度，当规定宽度的钢板，其长度达 3700mm 或在较长钢板上任意一段 3700mm 之内，其长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度的偏差值。

注 2：宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差应当不超过表中所相应宽度下的数值。

注 3：当长度小于 900mm 时，沿长度方向和宽度方向的平直度偏差在每个方向上均不得超过 10mm，当长度尺寸大于 900mm 到小于等于 1800mm 时，平直度偏差不得超过表中对相应宽度规定值的 75%，但是不得低于 10mm。

注 4：本表和注适用于圆形钢板和异形钢板，根据那些板的最大尺寸选用。

注 5：波浪度公差对于矩形钢板，普通轧制钢板，以及对圆形和异形钢均不适用。

注 6：符号“Z”表示对该规格尺寸未发布限制值。

注 7：测量平直度时，钢板要求水平位置的平面上测量。

附 录

（强制性资料）

A1 允许的尺寸偏差——英寸-磅单位

A1.1 下面列出了以英寸-磅单位测量值表示的尺寸允许偏差和缺口韧性资料。

表 A1.1 矩形钢板厚度的允许偏差

规定厚度，in.	在下列宽度时规定厚度的上偏差，in.											
	≤48	>48～<60	60～<72	72～<84	84～<96	96～<108	108～<120	120～<132	132～<144	144～<168	168～<182	≥182
<1/4	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	…	…	…
1/4～<5/16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	…	…	…
5/16～<3/8	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	…	…
3/8～<7/16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	…
7/16～1/2	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	…
1/2～5/8	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	…
5/8～3/4	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07
3/4～<1	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1～<2	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.10	0.11	0.13	0.16
2～<3	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	…
3～<4	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.17	…
4～<6	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	…
6～<10	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.27	0.28	…
10～<12	0.29	0.29	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.35	…
12～15	0.29	0.29	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	…

注1：在规定厚度下的允许偏差为0.01in.。

注2：厚度在距纵向边缘3/8～3/4in.处测量。

注3：除注2中指定部位外，在其他任意部位测得厚度的最大的允许偏差应增加75%，且圆整到最接近的0.01in.。

表 A1.2 板厚不大于1.5in.剪切钢板的宽度及长度以及只对板厚不大于2.5in.普通轧制钢板的长度允许偏差

规定尺寸，in.		对下列给定厚度下的、规定宽度和长度[①]的上偏差，in.							
长度	宽度	<3/8		≥3/8～<5/8		≥5/8～<1		>1～≤2[②]	
		宽度	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	长度
<120	>8～<60	3/8	1/2	7/16	5/8	1/2	3/4	5/8	1
	≥60～<84	7/16	5/8	1/2	11/16	5/8	7/8	3/4	1
	≥84～<108	1/2	3/4	5/8	7/8	3/4	1	1	1 1/8
	≥108	5/8	7/8	3/4	1	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/4
120～<240	>8～<60	3/8	3/4	1/2	7/8	5/8	1	3/4	1 1/8
	≥60～<84	1/2	3/4	5/8	7/8	3/4	1	7/8	1 1/4
	≥84～<108	9/16	7/8	11/16	15/16	13/16	1 1/8	1	1 3/8
	≥108	5/8	1	3/4	1 1/8	7/8	1 1/4	1 1/8	1 3/8

表 A1.2(续)　板厚不大于 1.5in. 剪切钢板的宽度及长度以及只对板厚不大于 2.5in. 普通轧制钢板的长度允许偏差

规定尺寸,in.		对下列给定厚度下的、规定宽度和长度[①]的上偏差,in.							
长度	宽度	<3/8		≥3/8~<5/8		≥5/8~<1		>1~2[②]	
		宽度	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	长度
240~<360	>8~<60	3/8	1	1/2	1	3/4	1 1/4	3/4	1 1/2
	≥60~<84	1/2	1	5/8	1	3/4	1 1/4	7/8	1 1/2
	≥84~<108	5/8	1	11/16	1	3/4	1 3/8	1	1 1/2
	≥108	11/16	1	3/4	1	1	1 3/8	1 1/4	1 3/4
360~<480	>8~<60	1/2	1	1/2	1	5/8	1 3/8	3/4	1 5/8
	≥60~<84	1/2	1 1/4	3/8	1	3/4	1 1/2	7/8	1 5/8
	≥84~<108	5/8	1 1/4	3/4	1	7/8	1 1/2	1	1 7/8
	≥108	3/4	1	7/8	1	1	1 5/8	1 1/4	1 7/8
480~<600	>7~<60	1/2	1	1/2	1	5/8	1 5/8	3/4	1 7/8
	≥60~<84	1/2	1	5/8	1	3/4	1 5/8	7/8	1 7/8
	≥84~<108	5/8	1	3/4	1	7/8	1 5/8	1	1 7/8
	≥108	3/4	1 1/2	3/4	1	1	1 3/4	1 1/4	1 7/8
600~<720	>8~<60	1/2	1 3/4	5/8	1	3/4	1 7/8	7/8	2 1/4
	≥60~<84	5/8	1 3/4	3/4	1	3/4	1 7/8	1	2 1/4
	≥84~<108	5/8	1 3/4	3/4	1	3/4	1 7/8	1 1/8	2 1/4
	≥108	7/8	1 3/4	1	2	1 1/4	2 1/4	1 1/4	2 1/2
≥720	>8~<60	9/16	2	3/4	2 1/8	3/4	2 1/4	1	2 3/4
	≥60~<84	3/4	2	7/8	2 1/8	1	2 1/4	1 1/8	2 3/4
	≥84~<108	3/4	2	7/8	2 1/8	1	2 1/4	1 1/4	2 3/4
	≥108	1	2	1 1/8	2 3/8	1 1/4	2 1/2	1 3/8	3

①在规定的宽度和长度下的允许偏差为1/8in.

②除了厚达 2in. 的合金钢板外,长度方向的允许偏差也适用于宽度达 12in.、厚度大于 2 到小于等于 2 1/2in. 的普通轧制钢板。

表 A1.3　厚度小于等于 15in. 的碳钢、高强度低合金钢和合金钢板宽度的允许偏差

规定宽度,in.	下列给定厚度时,规定宽度的偏差,in.					
	<3/8	3/8~<5/8	5/8~<1	1~2	>2~<10	>10~15
>8~<20	1/8	1/8	3/16	1/4	3/8	1/2
≥20~<36	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	9/16
≥36	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8

注:在规定宽度下的允许偏差为1/8in.

表 A1.4　厚度小于等于 1in. 的碳钢、高强度低合金钢和合金钢剪切圆形钢板的直径允许偏差

规定直径,in.	下列给定厚度时,规定直径的上偏差,in.		
	<3/4	≥3/4~<5/8	≥5/8~1
<32	1/4	3/8	1/2
≥32~<84	3/8	1/2	9/16
≥84~<108	3/8	1/2	5/8
≥108~≤130	7/16	9/16	11/16

注:仅取规定直径的正偏差。

表 A1.5 当规定或要求气割时矩形碳钢和高强度低合金钢板的宽度和长度允许偏差

规定厚度,in.	所有规定宽度和长度的上偏差,in.	规定厚度,in.	所有规定宽度和长度的上偏差,in.
<2	1/2	≥6~<8	7/8
>2~<4	5/8	≥8~15	1
≥4~<6	3/4		

注 1:如有规定可全部取负偏差,也可分别取负偏差与正偏差。

注 2:对普通轧制边缘钢板,仅用气割切到规定长度。

表 A1.6 气割圆形碳钢和高强度低合金钢板的直径允许偏差

规定直径,in.	下列规定厚度时,规定直径的上偏差,in.					
	<				6~<8	8~15
<32	3/8				5/8	3/4
≥32~<84	3/8	1/2			3/4	7/8
≥84~<108	1/2	9/16			7/8	1
≥108~<130	1/2	9/16	11/16		1	1 1/8
≥130	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4

注:仅取规定直径的正偏差。

表 A1.7 所有厚度剪切或气割矩形碳钢板的允许翘曲

最大允许翘曲(in.)= 1/8 in. ×[长度(ft)/5]

注:板的翘曲是指水平边缘在长度上的弯曲,将板水平放置在整个长度上测量。

表 A1.8 碳钢、高强度低合金钢和合金钢普通轧制钢板及剪切或气割的高强度低合金钢矩形钢板的允许翘曲

尺寸,in.		给定厚度和宽度下的翘曲
厚 度	宽 度	
≤2	所 有	1/8 in. ×[长度(ft)/5]
>2~15	≤30	3/16 in. ×[长度(ft)/5]
>2~15	>30	1/4 in. ×[长度(ft)/5]

表 A1.9 碳钢板的平直度允许偏差

规定厚度,in.	下列规定宽度时,平直度的允许偏差,in.										
	>8~<36		48~<60	60~<72	72~<84	84~<96		108~<120	120~<144	144~<168	≥168
<1/4	9/16		15/16	1 1/4	1 3/8	1 1/2		1 3/4	1 7/8	…	…
1/4~<3/8	1/2		3/4	15/16	1 1/8	1 1/4		1 1/2	1 5/8	…	…
3/8~<1/2	1/2		5/8	5/8	3/4	7/8		1 1/8	1 1/4	1 7/8	2 1/8
1/2~<3/4	7/16		9/16	5/8	5/8	3/4		1	1 1/8	1 1/2	2
3/4~<1	7/16		9/16	5/8	5/8	5/8		7/8	1	1 3/8	1 3/4
1~<2	3/8		1/2	9/16	9/16	5/8		5/8	11/16	1 1/8	1 1/2
2~<4	5/16		3/8	1/2	1/2	1/2		9/16	5/8	7/8	1 1/8
4~<6	3/8		7/16	1/2	9/16	9/16		3/4	7/8	7/8	1
6~<8	7/16		1/2		11/16			7/8	1	1	1
8~<10	1/2		1/2					15/16	1	1	1
10~<12	1/2		5/8					1	1	1	1
12~15	5/8		3/4					1	1	1	…

注 1:长度的平直度偏差——较长的指定尺寸被视为纵向,其长度达 12 ft 或在较长板上任意一段 12 ft 之内,其沿长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度下的数值。

注 2:宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度下的数值。

注 3:当长度尺寸小于 36in. 时,沿长度方向和宽度方向的平直度偏差在每个方面上均不超过1/4in.,当长度尺寸大于等于 36in. 到小于等于 72in. 时,平直度偏差应不超过表中相应宽度规定值的 75%,但不得低于1/4in.。

注 4:本表中给出的偏差用于具有最低规定抗拉强度小于等于 60ksi 或具有相应的化学成分或硬度的钢板,对更高的最低抗拉强度或相应化学成分或硬度的钢板,则表中给出的极限值增加 1½倍。

注 5:本表和注适用于圆形钢板和异形钢板,根据那些板的最大尺寸选用。

注 6:测量平直度时,钢板要在水平位置的平面上测量。

表 A1.10　规定或要求气割的矩形合金钢板宽度和长度上的允许偏差

规定厚度,in.	所有规定宽度和长度上的偏差,in.	规定厚度,in.	所有规定宽度和长度上的偏差,in.
<2	3/4	6~<8	1 5/16
2~<4	1	8~15	1 1/2
4~<6	1 1/8		

注 1:如有规定可全部取负偏差或分别取正偏差和负偏差。

注 2:对普通轧制边缘钢板,仅气割到长度。

表 A1.11　气割的圆形合金钢板在直径上的允许偏差

规定直径,in.	下列规定厚度时,规定直径的上偏差,in.					
	<1	1~<2	2~<4	4~<6	6~<8	8~15
<32	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1
32~<84	1/2	5/8	7/8	1	1 1/8	1 1/4
84~<108	5/8	3/4	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8
108~130	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2

注:仅取规定直径的正偏差。

表 A1.12　高强度低合金和合金钢板的平直度允许偏差

规定厚度,in.	下列规定宽度时,平直度的允许偏差,in.										
	>8~<36	36~<48	48~<60	60~<72	72~<84	84~<96	96~<108	108~<120	120~<144	144~<168	≥168
<1/4	13/16	1 1/8	1 3/8	1 7/8	2	2 1/4	2 3/8	2 5/8	2 3/4	…	…
1/4~<3/8	3/4	15/16	1 1/8	1 3/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/4	2 3/8	…	…
3/8~<1/2	3/4	7/8	15/16	15/16	1 1/8	1 5/16	1 1/2	1 5/8	1 7/8	2 3/4	3 1/8
1/2~<3/4	5/8	3/4	13/16	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 5/8	2 1/4	3
3/4~<1	5/8	3/4	7/8	7/8	15/16	1	1 1/8	1 5/16	1 1/2	2	2 5/8
1~<2	9/16	5/8	3/4	13/16	7/8	15/16	1	1	1	1 5/8	2 1/4
2~<4	1/2	9/16	11/16	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	1	1 1/4	1 5/8
4~<6	9/16	11/16	3/4	3/4	7/8	7/8	15/16	1 1/8	1 1/4	1 1/4	1 1/2
6~<8	5/8	3/4	3/4	15/16	1	1 1/8	1 1/4	1 5/16	1 1/2	1 1/2	1 1/2
8~<10	3/4	13/16	15/16	1	1 1/8	1 1/4	1 5/16	1 3/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2
10~<12	3/4	15/16	1 1/8	1/4	1 5/16	1 3/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
12~15	7/8	1	1 3/16	1 5/16	1 3/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2

注 1:长度的平直度偏差——指定的较长尺寸被视为长度,规定宽度下的钢板,其长度达 12ft 或在较长板上任意一段 12ft 之内,其长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度的偏差值。

注 2:宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差不得超过表中规定宽度下的数值。

注 3:当长度尺寸小于 36in. 时,偏差不得超过3/8in. 当尺寸小于等于 36in. 到大于等于 72in. 之间时,偏差不得超过表中相应宽度规定值的 75%。

注 4:本表和注适用于圆形钢板和异形钢板,根据那些板的最大尺寸选用。

注 5:测量平直度时,钢板要在水平位置的平面上测量。

表 A1.13　矩形钢板,普通轧制钢板,圆形钢板和异形钢板的波浪度公差

表 A1.9 和表 A1.12 的平直度公差	12 ft 的波数为下列数字时						
	1	2	3	4	5	6	7
5/16	5/16	1/4	3/16	1/8	1/8	1/16	1/16
3/8	3/8	5/16	3/16	3/16	1/8	1/16	1/16
7/16	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8	1/8	1/16
1/2	1/2	3/8	5/16	3/16	3/16	1/8	1/16
9/16	9/16	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8	1/8

表 A1.13(续) 矩形钢板,普通轧制钢板,圆形钢板和异形钢板的波浪度公差

表 A1.9 和表 A1.12 的平直度公差	12 ft 的波数为下列数字时						
	1	2	3	4	5	6	7
5/8	5/8	1/2	3/8	1/4	3/16	1/8	1/8
11/16	11/16	1/2	3/8	5/16	3/16	3/16	1/8
3/4	3/4	9/16	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8
13/16	13/16	5/8	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8
7/8	7/8	11/16	1/2	3/8	1/4	3/16	1/8
15/16	15/16	11/16	1/2	3/8	5/16	1/4	3/16
1	1	3/4	9/16	7/16	5/16	1/4	3/16
1 1/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	3/8	1/4	3/16
1 1/4	1 1/4	15/16	11/16	1/2	3/8	5/16	1/4
1 3/8	1 3/8	1 1/16	3/4	9/16	7/16	5/16	1/4
1 1/2	1 1/2	1 1/8	7/8	5/8	1/2	3/8	1/4
1 5/8	1 5/8	1 1/4	15/16	11/16	1/2	3/8	5/16
1 3/4	1 3/4	1 5/16	1	3/4	9/16	7/16	5/16
1 7/8	1 7/8	1 7/16	1 1/16	13/16	9/16	7/16	5/16
2	2	1 1/2	1 1/8	7/8	5/8	1/2	3/8
2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 3/16	7/8	11/16	1/2	3/8
2 1/4	2 1/4	1 11/16	1 1/4	15/16	11/16	9/16	3/8
2 3/8	2 3/8	1 13/16	1 5/16	1	3/4	9/16	7/16
2 1/2	2 1/2	1 7/8	1 7/16	1 1/16	13/16	9/16	7/16
2 5/8	2 5/8	2	1 1/2	1 1/8	13/16	5/8	7/16
2 3/4	2 3/4	2 1/16	1 9/16	1 1/8	7/8	5/8	1/2
2 7/8	2 7/8	2 3/16	1 5/8	1 3/16	15/16	11/16	1/2
3	3	2 1/4	1 11/16	1 1/4	15/16	11/16	9/16
3 1/8	3 1/8	2 3/8	1 3/4	1 5/16	1	3/4	9/16

注:波浪度意指表面凸凹处离开水平线的偏差,其偏差值是把板搁在表面上,在长度方向的 12 ft 之内来测量,波浪度是表 A1.9 和表 A1.12 中平直度的函数。

表 A1.14 接近平行于轧制表面扩展可见边缘缺陷

板材标准和厚度	合格		打磨去除		加工时边缘切割的允许范围	
	深	长①	深	长①	深	长①
列	1	2	3	4	5	6
非镇静钢②≤2in.	≤1/8in.	任意	>1/8~1/4in.	>1in.	≤1/4in.	任意
镇静钢③≤6in.	≤1/16in.	任意	>1/16~1/8in.	>1in.	≤1/8in.	任意
镇静钢③>6in.	≤1/8in.	任意	>1/8~1/2in.	>1in.	≤1/2in.	任意

① 长度小于 1in. 的分层型不连续可以验收且不须测定。

② 标准 A285;A433;A442 中板厚小于等于 1in. ;或 A455。

③ 除了上面注②所列举到的标准外的、列在本标准 1.1 之中的各个标准。

表 A1.15 满足夏比 V 形缺口要求(正火或淬火加回火状态)的一般用类别—厚度—最低试验温度关系

夏比 V 冲击验收标准			标准和级别①	下列板厚时的试验温度,℉(除非另有协议)			
吸收能							
类别②	三个试验最小平均值③,ft·lbf	单个试样最小值③,ft·lbf		≤1in.	>1~2in.	>2~3in.	>3~5in.
I	10	7	A 285 A 级	+40	+60	…	…
			A 285 B 级	+50	+70	…	…
			A 285 C 级	+60	+80	…	…

表 A1.15(续)　满足夏比 V 形缺口要求(正火或淬火加回火状态)的一般用类别—厚度—最低试验温度关系

夏比 V 冲击验收标准			标准和级别[1]	下列板厚时的试验温度,℉(除非另有协议)			
吸收能							
类别[2]	三个试验最小平均值[3],ft·lbf	单个试样最小值[3],ft·lbf		≤1in.	>1~2in.	>2~3in.	>3~5in.
Ⅱ	13	10	A 455	+25	…	…	…
Ⅲ	13	10	A 203 A 级	−90	−90	−75	…
			A 203 D 级	−150	−150	−125	…
			A 442 55 级(≤1½in.)	…	−20	…	…
			A 442 60 级(≤1½in.)	…	−15	…	…
			A 516 55 级	−60	−60	−50	−50
			A 516 60 级	−60	−50	−50	−50
			A 516 65 级	−60	−50	−40	−25
			A 537 1 级(>2½~4in.)	…	…	−75	−50
			A 662 A 级	−75	−75	…	…
			A 662 B 级	−60	−60	…	…
Ⅳ	15	12	A 203 B 级	−90	−90	−75	…
			A 203 E 级	−150	−150	−125	…
			A 203 F 级(≤4in.)	…	…	−160	−160
			A 299	+20	+30	+30	+40
			A 516 70 级	−50	−40	−30	−20
			A 537 1 类(≤2½in.)	−80	−75	−75	…
			A 537 2 类(>2½~4in.)	…	…	−75	−50
			A 662 C 级	−50	−50	…	…
Ⅴ	20	15	A 203 F 级	−160	−160	…	…
			A 537 2 类(≤2½in.)	−90	−90	−90	…
			A 612	−50	…	…	…
			A 724 A 级	−50	…	…	…
每个试样最小侧向膨胀值密耳,横向试验							
Ⅵ	…	15	A 353	−320	−320	…	…
			A 553 Ⅰ级	−320	−320	…	…
			A 553 Ⅱ级	−275	−275	…	…
			A 645	−275	−275	…	…
			A 517 所有(厚度≤2½in.)	①	①	…	…
			A 724 B 级	−50	…	…	…

注:表中列出的是纵向试验的最低温度,对横向试验其使用的最低温度可稍高。

① 试验温度按订货单规定,但不高于 32℉。

② Ⅰ类为非镇静钢最低抗拉强度小于等于 65ksi 的钢。

Ⅱ类为非镇静钢最低抗拉强度为大于 65~75ksi。

Ⅲ类为最低抗拉强度小于等于 65ksi 的镇静钢。

Ⅳ级为最低抗拉强度在大于 65~75ksi 之间的镇静钢。

Ⅴ类为最低抗拉强度在大于 75~<95ksi 之间的镇静钢。

Ⅵ类为最低抗拉强度大于等于 95ksi 镇静钢。

③ 全尺寸(10mm×10mm)试样。

表 A1.16 各种小尺寸试样夏比 V 形缺口试验的验收标准①

全尺寸 10mm×10mm		¾尺寸 10mm×7.5mm		⅔尺寸 10mm×6.7mm		½尺寸 10mm×5mm		⅓尺寸 10mm×3.3mm		¼尺寸 10mm×2.5mm	
ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J
40	54	30	41	27	37	20	27	13	18	10	14
35	48	26	35	23	31	18	24	12	16	9	12
30	41	22	30	20	27	15	20	10	14	8	11
25	34	19	26	17	23	12	16	8	11	6	8
20	27	15	20	13	18	10	14	7	10	5	7
16	22	12	16	11	15	8	11	5	7	4	5
15	20	11	15	10	14	8	11	5	7	4	5
13	18	10	14	9	12	6	8	4	5	3	4
12	16	9	12	8	11	6	8	4	5	3	4
10	14	8	11	7	10	5	7	3	4	2	3
7	10	5	7	5	7	4	5	2	3	2	3

① 当采用介于表列试样宽度中间宽度的试样时应予注明，中间插值应按 E 29 推荐规程所述圆整为最接近的整数值。

表 A1.17 轧边碳钢和由带材制成的高强度低合金钢板宽度的允许偏差

规定宽度，in.	规定宽度的上偏差，in.①	规定宽度，in.	规定宽度的上偏差，in.①
<14	7/16	28~<35	1⅛
14~<17	½	35~<50	1¼
17~<19	9/16	50~<60	1½
19~<21	⅝	60~<65	1⅝
21~<24	11/16	65~<70	1¾
24~<26	13/16	70~<80	1⅞
26~<28	15/16	≥80	2

注 1：由卷材制成的钢板或由扁平材切截的钢板均适用。

① 仅取上偏差。

A2 允许的尺寸偏差——SI 单位

A2.1 这里列出了 SI(公制)单位表示的尺寸允许偏差和缺口韧性数据。

表 A2.1 矩形钢板的厚度允许偏差

规定厚度，mm	下列规定宽度时的厚度上偏差，mm										
	≤1200	>1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~<3000	3000~<3300	3300~<3600	3600~<4200	≥4200
5.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	…	…
5.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	…	…
6.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	…	…
7.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	…
8.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	…
9.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5	…
10.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5	1.7
11.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5	1.7

表 A2.1(续)　矩形钢板的厚度允许偏差

规定厚度，mm	下列规定宽度时的厚度上偏差，mm										
	≤1200	>1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~<3000	3000~<3300	3300~<3600	3600~<4200	≥4200
12.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	1.0	1.0	1.3	1.5	1.8
14.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.8
16.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.8
18.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0
20.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6	2.0
22.0	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3	1.5	1.8	2.0
25.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.8	2.2
28.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.8	1.8	2.0	2.2
30.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.4	1.5	1.8	1.8	2.1	2.4
32.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.5	1.6	2.0	2.0	2.3	2.6
35.0	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.6	1.7	2.3	2.3	2.5	2.8
38.0	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	1.8	2.3	2.3	2.7	3.0
40.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	2.0	2.5	2.5	2.8	3.3
45.0	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	2.0	2.3	2.8	2.8	3.0	3.5
50.0	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.3	2.5	3.0	3.0	3.3	3.8
55.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.5	2.8	3.3	3.3	3.5	3.8
60.0	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.8	3.0	3.4	3.4	3.8	4.0
70.0	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	3.0	3.3	3.5	3.6	4.0	4.0
80.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.3	3.5	3.5	3.6	4.0	4.0
90.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.6	4.0	4.4
100.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	4.4	4.4
110.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	4.4	4.4
120.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	4.8	4.8
130.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.2	5.2
140.0	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	5.6	5.6
150.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.6	5.6
160.0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.6	5.6
180.0	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	6.3	6.3
200.0	5.8	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0
250.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	8.8
300.0	7.5	7.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0

注 1：在规定厚度下的允许偏差为 0.3mm。

注 2：厚度在距纵向边缘 10~20mm 处测量。

注 3：如厚度与表中列出的厚度不同，应采用接近的较大厚度的偏差。

注 4：除注 2 中指定部位外，在其他任意部位测得厚度的最大的允许偏差应增加 75%，且圆整到最接近的 0.1mm。

表 A2.2 板厚不大于40mm剪切钢板的宽度及长度以及只对板厚不大于65mm普通轧制钢板的长度允许偏差

规定尺寸,mm		对下列给定厚度下的规定宽度和长度①的上偏差,mm							
长度	宽度	<10		10~<16		16~<25		25~50②	
		宽	长	宽	长	宽	长	宽	长
<3000	<15000	10	13	11	16	13	19	16	25
	1500~<2100	11	16	13	17	16	22	19	25
	2100~<2700	13	19	16	22	19	25	25	29
	≥2700	16	22	19	25	22	29	29	32
3000~<6000	<1500	10	19	13	22	16	25	19	29
	1500~<2100	13	19	16	22	19	25	22	32
	2100~<2700	14	22	17	24	21	29	25	35
	≥2700	16	25	19	29	22	32	29	35
6000~<9000	<1500	10	25	13	29	16	32	19	38
	1500~<2100	13	25	16	29	19	32	22	38
	2100~<2700	14	25	17	32	22	35	25	38
	≥2700	17	29	22	32	25	35	32	44
9000~<12000	<1500	11	29	13	32	16	35	19	41
	1500~<2100	13	32	16	35	19	38	22	41
	2100~<2700	14	32	19	35	22	38	25	48
	≥2700	19	35	22	38	25	41	32	48
12000~<15000	<1500	11	32	13	38	16	41	19	48
	1500~<2100	13	35	16	38	19	41	22	48
	2100~<2700	16	35	19	38	22	41	25	48
	≥2700	19	38	22	41	25	44	32	48
15000~<18000	<1500	13	44	16	48	19	48	22	57
	1500~<2100	16	44	19	48	22	48	25	57
	2100~<2700	16	44	19	48	22	48	29	57
	≥2700	22	44	25	51	29	57	32	64
≥18000	<1500	14	51	19	54	22	57	25	70
	1500~<2100	19	51	22	54	25	57	29	70
	2100~<2700	19	51	22	54	25	57	32	70
	≥2700	25	51	29	60	32	64	35	76

①在规定的宽度和长度下允许的下偏差为6mm。

②除了厚度不大于50mm的合金钢板外,长度方向的允许偏差也适用于宽度不大于300mm,厚度大于50~65mm的普通轧制钢板。

表 A2.3 板厚小于等于400mm的碳钢、高强度低合金钢和合金钢普通轧制钢板轧制宽度的允许偏差

规定宽度 mm	下列厚度时,宽度上偏差,mm					
	<10	10~<16	16~<25	25~<50	>50~250	>250~400
>200~<500	3	3	5	6	10	13
500~<900	5	6	8	10	11	14
≥900	8	10	11	13	14	16

注:在规定宽度下允许的偏差为3mm。

表 A2.4　厚度小于等于 25mm 的碳钢、高强度低合金钢和合金钢圆形切边钢板的直径允许偏差

规定直径，mm	下列厚度时，直径的上偏差，mm		
	<10	10~<16	16~25
<800	6	10	13
800~<2100	8	11	14
2100~<2700	10	13	16
2700~<3300	11	14	17
≥3300	13	16	19

注：仅取规定直径的上偏差。

表 A2.5　当规定或要求气割时矩形碳钢和高强度低合金钢板的长度和宽度的允许偏差

规定厚度，mm	所有规定宽度或长度的上偏差，mm	规定厚度，mm	所有规定宽度或长度的上偏差，mm
<50	13	150~<200	22
50~<100	16	200~400	25
100~<150	19		

注 1：如有规定可全部取负偏差或分别取正偏差和负偏差。

注 2：对普通轧制边缘钢板，仅气割到长度。

表 A2.6　气割的圆形碳钢和高强度低合金钢板的直径允许偏差

规定直径，mm	下列厚度的直径上偏差，mm					
	<25	25~<50	50~<100	100~<150	150~<200	200~<400
<800	10	10	13	13	16	19
800~<2100	10	13	13	16	19	22
2100~<2700	13	14	16	19	22	25
2700~<3300	13	14	17	22	25	29
≥3300	16	19	22	25	29	32

注：仅取规定直径的正偏差。

表 A2.7　所有厚度剪切或气割的矩形碳钢板的允许翘曲

最大允许翘曲(mm)=长度(mm)/500

注：板的翘曲是指水平边缘在长度上的弯曲，将板水平放置后在整个长度上测量。

表 A2.8　碳钢、高强度低合金钢和合金钢普通轧制钢板及剪切或气割的高强度低合金钢和合金矩形钢板的允许翘曲

宽度，mm	规定宽度的翘曲度，mm	宽度，mm	规定宽度的翘曲度，mm
≤750	长度/300	>750~1500	长度/250

注：板的翘曲是指水平边缘的长度上的弯曲，将板水平放置后在整个长度上测量。

表 A2.9　碳钢板平直度的允许偏差

规定厚度，mm	下列规定宽度时平直度的允差，mm										
	<900	900~<1200	1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~<3000	3000~<3600	3600~<4200	≥4200
<6	14	19	24	32	35	38	41	44	48	…	…
6~<10	13	16	19	24	29	32	35	38	41	…	…
10~<12	13	14	16	18	19	22	25	29	32	48	54
12~<20	11	13	14	16	16	19	25	25	29	38	51

表 A2.9(续) 碳钢板平直度的允许偏差

规定厚度,mm	下列规定宽度时平直度的允差,mm										
	<900	900~<1200	1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~<3000	3000~<3600	3600~<4200	≥4200
20~<25	11	13	14	16	16	16	19	22	25	35	44
25~<50	10	13	13	14	14	16	16	16	18	29	38
50~<100	8	10	11	13	13	13	13	14	16	22	29
100~<150	10	11	12	13	14	14	16	19	22	22	25
150~<200	11	13	13	16	18	19	22	22	25	25	25
200~<250	13	13	16	18	19	21	22	24	25	25	25
250~<300	13	16	19	21	22	24	25	25	25	25	25
300~400	16	19	21	22	24	25	25	25	25	25	…

注 1:长度的平直度偏差——规定中较大的尺寸是考虑到长度。当规定宽度的钢板,其长度达 4000mm 或在较长钢板上任意一段 4000mm 之内,其长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度的偏差值。

注 2:宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差应不得超过表中所规定宽度下的数值。

注 3:当长度小于 900mm 时,沿长度方向和宽度方向的平直度偏差在每个方向上均不得超过 6mm。当长度尺寸大于 900mm 到小于等于 1800mm 时,平直度偏差不得超过表中对相应宽度规定值的 75%,但是不得低于 6mm。

注 4:本表中给出的偏差适用于具有最低规定抗拉强度不大于 415MPa 或具有相应的化学成分或硬度的钢板。对更高的最低抗拉强度或相应的化学成分或硬度的钢板,则表中给出的极限值增加 1½倍。

注 5:本表和注适用于圆形钢板和异形钢板,根据那些板的最大尺寸选用。

注 6:测量平直度时,钢板要在水平位置的平面上测量。

表 A2.10 规定或要求用气割的矩形合金钢板在宽度和长度上的允许偏差

规定厚度,mm	所有规定宽度和长度的上偏差,mm	规定厚度,mm	所有规定宽度和长度的上偏差,mm
<50	10	150~<200	33
50~<100	25	200~400	38
100~<150	29		

注 1:如有规定可全部取负偏差或分别在上偏差和负偏差。

注 2:普通轧制边缘钢板,仅气割的长度

表 A2.11 气割的圆形合金钢板在直径上的允许偏差

规定直径,mm	下列厚度时规定直径的上偏差,mm					
	<25	20~<50	50~<100	100~<150	150~<200	200~400
<800	13	13	19	16	25	25
800~<2100	13	16	22	25	29	32
2100~<2700	16	19	25	29	32	35
2700~3300	22	25	29	32	35	38

注:仅取规定直径的正偏差。

表 A2.12 高强度低合金钢和合金钢矩形切边钢板、普通轧制钢板圆形钢板和异形钢板的平直度允许偏差

规定厚度,mm	下列宽度时平直度的允差,mm										
	<900	900~<1200	1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~<3000	3000~<3600	3600~<4200	≥4200
<6	21	29	35	48	51	57	60	67	70	…	…
6~<10	19	24	29	35	44	48	51	57	60	…	…

表 A2.12(续)　高强度低合金钢和合金钢矩形切边钢板、普通轧制钢板圆形钢板和异形钢板的平直度允许偏差

规定厚度,mm	下列宽度时平直度的允差,mm										
	<900	900~<1200	1200~<1500	1500~<1800	1800~<2100	2100~<2400	2400~<2700	2700~<3000	3000~<3600	3600~<4200	≥4200
10~<12	19	22	24	24	29	33	38	41	48	70	79
12~<20	16	19	21	22	25	29	32	35	41	57	76
20~<25	16	19	22	22	24	25	29	33	38	51	67
25~<50	14	16	19	21	22	24	25	25	25	41	57
50~<100	13	14	18	19	19	19	19	22	25	32	41
100~<150	14	18	19	19	22	22	24	29	32	32	38
150~<200	16	19	19	24	25	29	32	33	38	38	38
200~<250	19	21	24	25	29	32	33	35	38	38	38
250~<300	19	24	29	32	33	35	38	38	38	38	38
300~400	22	25	30	33	35	38	38	38	38	38	38

注 1:长度的平直度偏差——指定的较大尺寸作为长度,当规定宽度的钢板,其长度达 4000mm 或在较长钢板上任意一段 4000mm 之内,其长度方向的平直度偏差不得超过表中相应宽度的值差值。

注 2:宽度的平直度偏差——宽度方向的平直度偏差不得超过表中所规定宽度下的数值。

注 3:当长度尺寸小于 900mm 时,偏差不得超过 10mm。当尺寸在 900 到小于等于 1800 之间时,偏差不得超过表中对相应宽度规定值的 75%。

注 4:本表和注适用于圆形钢板的异形钢板,根据那些板的最大尺寸选用。

注 5:测量平直度时,钢板要在水平位置的平面上测量。

表 A2.13　矩形钢板、普通轧制、圆形和异形钢板的波浪度公差

表 A2.9 和表 A2.12 的平直度公差	4000mm 内的波数						
	1	2	3	4	5	6	7
8	8	6	5	3	3	2	2
10	10	8	5	5	3	2	2
11	11	8	6	5	3	3	2
13	13	10	8	5	5	3	2
14	14	11	8	6	5	3	2
16	16	13	10	6	5	3	2
17	17	13	10	8	5	5	2
19	19	14	11	8	6	5	2
21	21	16	11	8	6	5	2
22	22	17	13	10	6	5	2
24	24	17	13	10	8	6	5
25	25	19	14	11	8	6	5
29	29	22	16	13	10	6	5
32	32	24	17	13	10	8	6
35	35	27	19	14	11	8	6
38	38	29	22	16	13	10	6
41	41	32	24	17	13	10	8

表 A2.13(续) 矩形钢板、普通轧制、圆形和异形钢板的波浪度公差

表 A2.9 和表 A2.12 的平直度公差	4000mm 内的波数						
	1	2	3	4	5	6	7
44	44	33	25	19	14	11	8
48	48	37	27	21	14	11	8
51	51	38	29	22	16	13	10
54	54	41	30	22	17	13	10
57	57	43	32	24	17	14	10
60	60	46	33	25	19	14	11
64	64	48	37	27	21	14	11
67	67	51	38	29	21	16	11
70	70	52	40	29	22	16	13
73	73	56	41	30	24	17	13
76	76	57	43	32	24	17	14
79	79	60	44	33	25	19	14

注:波浪度意指表面凸处和凹处离开水平线的偏差,其偏差值是把钢板搁在平面上,在长度方向的 4000mm 以内来测量。波浪度是表 A2.9 和表 A2.12 中平直度的函数。

表 A2.14 近乎平行于轧制表面的可见边缘缺陷

板材标准和厚度	合 格		打磨去除		加工时边缘切割范围	
列	深	长①	深	长①	深	长①
	1	2	3	4	5	6
非镇静钢②≤50mm	≤3mm	任意	>3~6mm	>25mm	≤6mm	任意
镇静钢③≤150mm	≤2mm	任意	>2~3mm	>25mm	≤3mm	任意
镇静钢③>150mm	≤3mm	任意	>3~13mm	>25mm	≤13mm	任意

① 长度小于 25mm 的分层型不连续可以验收且不需测定。

② 标准 A285;A433;A442 中板厚小于等于 25mm;或 A455。

③ 除了上面注②所列举到的标准外的,列在本标准 1.1 之中的各个标准。

表 A2.15 满足夏比 V 形缺口要求(正火淬火加回火状态)的一般用类别—厚度—最低试验温度关系

夏比 V 冲击验收标准			标准和级别	下列板厚时的试验温度,℃(除非另有协议)			
吸收能							
类别①	三个试样最小平均值②,J	单个试样最小值②,J		≤25mm	>25~50mm	>50~75mm	>75~125mm
Ⅰ	14	10	A 285 A 级	+4	+16	…	…
			A 285 B 级	+10	+21	…	…
			A 285 C 级	+16	+27	…	…
Ⅱ	18	14	A 445	-4	…	…	…
Ⅲ	18	14	A 203 A 级	-68	-68	-60	…
			A 203 D 级	-101	-101	-87	…

表 A2.15(续)　满足夏比 V 型缺口要求(正火淬火加回火状态)的一般用类别—厚度—最低试验温度关系

夏比 V 冲击验收标准			标准和级别	下列板厚时的试验温度,℃(除非另有协议)			
吸收能							
类别①	三个试样最小平均值②,J	单个试样最小值②,J		≤25mm	>25~50mm	>50~75mm	>75~125mm
Ⅲ	18	14	A 442 55 级(≤38mm)	…	-29	…	…
			A 442 60 级(≤38mm)	…	-26	…	…
			A 516 55 级	-51	-51	-46	-46
			A 516 60 级	-51	-46	-46	-46
			A 516 65 级	-51	-46	-40	-32
			A 537 1 类(>64~100mm)	…	…	-60	-46
			A 662 A 级	-60	-60	…	…
			A 662 B 级	-51	-51	…	…
Ⅳ	20	16	A 203 B 级	-68	-68	-60	…
			A 203 E 级	-101	-101	-87	…
			A 203 F 级(≤100mm)	…	…	-107	-107
			A 299	-7	-1	-1	+4
			A 516 70 级	-46	-40	-35	-29
			A 537 1 类(≤64mm)	-62	-60	-60	…
			A 537 2 类(>64~100mm)	…	…	-60	-46
			A 662 C 级	-46	-46	…	…
V	27	20	A 203 F 级	-107	-107	…	…
			A 537 2 类(≤64mm)	-68	-68	-68	…
			A 612	-46	…	…	…
			A 724 A 级	-46	…	…	…
每个试样最小侧向膨胀值(mm),横向试验							
Ⅵ	0.38		A 353	-196	-196	…	…
			A 553 Ⅰ型	-196	-196	…	…
			A 553 Ⅱ型	-170	-170	…	…
			A 645	-170	-170	…	…
			A 517 所有(厚度≤64mm)	③	③	…	…
			A 724 B 级	-46	…	…	…

注:表中列出的是纵向试验的最低温度,对横向试验其所用的最低温度可稍高。

① Ⅰ类为非镇静钢最低抗拉强度小于等于 450MPa 的钢。

Ⅱ类为非镇镇钢最低抗拉强度为大于 450~520MPa。

Ⅲ类为最低抗拉强度为小于等于 450MPa 的镇静钢。

Ⅳ类为最低抗拉强度大于 450~520MPa 之间的镇静钢。

Ⅴ类为最低抗拉强度在大于 520~<655MPa 之间的镇静钢。

Ⅵ类为最低抗拉强度在大于等于 655MPa 镇静钢。

② 全尺寸(10mm×10mm)试样。

③ 试验温度按订货单规定,但不高于 0℃。

表 A2.16 轧边碳钢和由带材制成的高强度低合金钢板宽度的允许偏差

规定宽度,mm 规定宽度的上偏差	mm[①]	规定宽度,mm 规定宽度的上偏差	mm[①]
<360	11	710~<890	29
360~<430	13	890~<1270	32
430~<480	14	1270~<1520	38
480~<530	16	1520~<1650	41
530~<610	17	1650~<1780	44
610~<660	21	1780~<2030	47
660~<710	24	>2030	51

注:由卷材制成的钢板或由扁平材切截的钢板均适用。

① 仅取上偏差。

附 录

(非强制性的资料)

X1 卷材

X1.1 通常，宽带连续热轧工厂均安装有缠卷机。尽管在轧制过程或轧后作业中所采用的装备类型有所不同，但一般是在消除应力的温度范围内将钢材送入缠卷机中进行卷绕。此温度随材料厚度的增加而增高。然后，卷材接着冷却到室温，外层及内层冷却较卷材中部为快。不同的冷却速度导致同卷材料中力学性能的某些不同。数据证实，从卷绕温度到室温，冷却慢的屈服强度和拉伸强度降低，延伸率增加。这些引起力学性能的不同还受熔炼成分及化学偏析不同的附加影响。

X2 钢板拉伸性能的偏差

X2.1 本标准的拉伸性能要求仅用来对轧制状态钢板的拉伸性能进行定性，以确定能否符合材料标准的要求。这些试验程序并不打算对一张轧制状态钢板上的所有可能的试验部位限定其拉伸性能的上、下限。众所周知并已形成试验的文件是：钢的轧制状态板或单张板上拉伸性能的不同乃是化学成分，加工工艺试验程序和其他因素的作用。因此，当设计者和工程师们在应用钢厂试验报告上示出的拉伸性能试验结果时，首要的是要使用稳妥的工程判断。按本标准已创立的试验程序所提供的材料对通常的压力容器设计准则足以胜任。

X2.2 对于被测定的钢板和结构型钢得出的拉伸性能可能发生的偏差情况的调查，其中之一是由美国钢铁学会(AISI)进行的。这一调查结果刊于 1974 年 9 月出版的“钢的冶金学论文集”，并题为“碳素钢板和宽翼缘型钢的成品分析和拉伸性能的变化”(SU/18,SU/19 和 SU/20)。数据列出在概率表中，它揭示了在非正规的位置上的拉伸性能会和试验报告位置得出的不同。

X2.3 本标准并不含有适用于成品拉伸试验的要求，判断是否符合材料标准乃依据于发货前制造厂所进行的试验，除非是另有规定。

X2.4 ASTM 分委员会 A01.11 的一个课题组主张调查基于 AISI 数据(库)—(SU20)的复审，调查结果是一张轧制状态钢板上拉伸性能的偏差可表达为是所规定要求的函数，标准偏差大约等于所要求的抗拉强度的 3%，屈服强度的 5%和伸长率的 3%。

X3 夏比 V 形缺口试验中的偏差

X3.1 美国钢铁学会(AISI)对从三个通常的细晶粒钢板得到的夏比 V 形缺口试验结果中可能发生的变化作了调查。这一调查结果刊于 1979 年 1 月出版的“钢的冶金学论文集”,并题为“钢板的夏比 V 形缺口冲击试验性能偏差”。(SU/24)调查数据是由除本标准 12.1.3 条中所规定的试验位置以外的 6 个位置上得到的试验值组成。所涉及的钢板试验状态有轧制状态，正火状态，还有调质状态。从每个试件上制备了足够数量的全尺寸试样以便于在对每一种级别钢规定的三个试验温度下能冲击断裂开三个纵向和三个横向的试样。所取得的数据列在概率表中，它揭示了在非正规的试验位置上的冲击性但利用厚板上取的试件的补充数据已由 AISI 发布，编号为 SU/27。

X4 冷弯半径

X4.1 对于冷成形用推荐的最小内弯曲半径按组别标号 A 到 F 给出在表 X4.1 中。在表 X4.2 中列出的推荐半径应用于在常规车间制造中作为最小半径使用。当按照表 X4.2 中推荐值制造成形不理想时，在与钢板供货商达成协议之前可予以拒收。当要求更小的弯曲时，应与钢厂商议。

X4.2 只要加工件允许，冷弯弯曲半径及阳模的半径应尽可能大些。阴模肩部的宽度应是钢板厚度的 8 倍。高强度钢需要较大的模具开口。模具半圆部位的表面应圆滑。

X4.3 由于在冷弯时的开裂通常是从外边缘开始，所以应通过打磨把剪切毛刺和气切割边缘除去。在边缘部位及在冲剪或气切割开孔上的尖角应采用倒角或打磨为圆弧除去。

X4.4 如有可能，零件应按使得弯曲线垂直于最终轧制方向成形。如果需要使得弯曲线平行于最终轧制方向成形，则建议采用更宽大的弯曲半径（按弯曲线垂直轧制方向成形在表 X4.2 中给出的适用值的 1.5 倍）。

X4.5 参考资料。

Holt, G, E., et al. "Minimum Cold Bend Radii Project-Final Report," Concurrent Technologies Corporation, January 27, 1997.

Brockenbrough, R. L., "Fabrication Guidelines for Cold Bending," R. L., Brockenbrough & Associates, June 28, 1998.

这些参考资料可以从 "American Iron and Steel Institute, 1101 17th Street NW, Washington, DC 20036-4700." 处获得。

表 X4.1 冷弯曲用组别号

标 准	当适用时类别号	当适用时的级别号	组别标号①
A 203/A 203M	…	A 或 D	B
		B 或 E	C
		F	D
A 204/A 204M	…	A	B
		B	C
		C	D
A 225/A 225M	…	C 或 D	D
A 285/A 285M	…	A、B、C	A
A 299/A 299M	…	A 或 B	D
A 302/A 302M	…	A、C、或 D	D
		B	E
A 353/A 353M	…		D
A 387/A 387M	1 或 2	2、11、12	C
	1	5、9、21、21L、22、22L	E
	2	5、9、21、22、91	E
A 455/A 455M	…	…	C
A 515/A 515M	…	60 或 65	B
		70	C
A 516/A 516M	…	55	A
		60 或 65	B
		70	C
A 517/A 517M	…	A、B、E、F、H、P、Q、S	F
A 533/A 533M	1、2 或 3	A、B、C、D、E	E
A 537/A 537M	1、2②或 3②	…	C
	2③或 3③	…	D
A 542/A 542M④	1 或 2	…	F
	3 或 4	…	D
	4a	…	E

表 X4.1(续) 冷弯曲用组别号

标 准	当适用时类别号	当适用时的级别号	组别标号①
A 543/A 543M	1、2、或 3	B 或 C	F
A 553/A 553M④	…	…	D
A 562/A 562M	…	…	A
A 612/A 612M	…	…	C
A 645/A 645M	…	…	D
A 662/A 662M	…	A 或 B	B
		C	C
A 724/A 724M	…	A 或 C	D
		B	E
A 734/A 734M④	…	…	D
A 735/A 735M	1、2、3 或 4	…	E
A 736/A 736M	1、2 或 3	A 或 C	D
A 737/A 737M	…	B 或 C	B
A 738/A 738M	…	A 或 B	D
		C②	C
		C③	D
A 832/A 832M	…	21V、22V 或 23V	E
A 841/A 841M	1 或 2	A、B 或 C	C
	3	D	F
A 844/A 844M	…	…	D
A1017/A1017M	…	23 或 122	D
		92 或 911	E
A 1041/A 1041M	…	315,315T	F

① 组别 A 到组别 E 中的钢是依据 2in.(50mm)标距的最小伸长率具有相似的规定值分组的；包括在组别 F 中的钢具有 2in.(50mm)标距的最小伸长率为小于等于 16%，且规定最小抗拉强度与规定最小屈服强度之比为小于等于 1.15。

② 适用于厚度小于等于 4in.(100mm)。

③ 适用于厚度大于 4in.(100mm)。

④ 适用于任何类型。

表 X4.2 冷弯曲用建议的最小内半径①

组别标号②	厚度(t),in.(mm)			
	≤3/4in.(20mm)	>3/4~1in.(>20~25mm)	>1~2in.(>25~50mm)	>2in.(>50mm)
A	1.5t	1.5t	1.5t	1.5t
B	1.5t	1.5t	1.5t	2.0t
C	1.5t	1.5t	2.0t	2.5t
D	1.5t	1.5t	2.5t	3.0t
E	1.5t	1.5t	3.0t	3.5t
F	1.75t	2.25t	4.5t	5.5t

① 这些数值是弯曲线垂直于最终轧制方向成形的值。在遵循列在表 X4.2 中的这些弯曲半径时应谨慎。如果弯曲线平行于最终轧制方向，数值乘 1.5。

② 包括在组别标号中的钢材标准可能不包括在本表中示出的整个厚度范围。

钢铆钉和压力容器铆钉用棒材

(15)

SA-31

[除在14条中合格证书是强制性的要求和删去3.1.7条外，与ASTM标准A 31—14完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉和压力容器上使用的钢铆钉和制造铆钉时用的钢棒材。

1.2 包括两个级别：

1.2.1 A级——最小屈服强度为23000psi(160MPa)、对碳含量不做控制的棒材。

1.2.2 B级——最小屈服强度为29000psi(200MPa)、最大碳含量为0.28%的棒材。

1.2.3 铆钉须用适用级别的棒材来制造。

1.3 以英寸-磅单位表示的数值应视为标准值，列在括号内的数值仅供作资料用。

2 引用标准

2.1 ASTM标准：

A 29/A 29M 热锻轧和冷精整碳钢和合金钢棒材通用要求标准

A 370 钢制品力学性能试验方法与定义

A 751 钢制品化学成分分析方法，操作及定义

F 1470 对紧固件做规定力学性能和使用性能检查用的取样导则

2.2 ANSI/ASME标准：

B 18.1.1 公称直径7/16in.及以下的小尺寸实心铆钉

B 18.1.2 公称直径1/2in.及以上的大尺寸铆钉

B 18.24 B18紧固件产品用零件识别编码(PIN)系统

3 订货须知

3.1 按本标准订购铆钉和棒材的采购订货单中，应包括：

3.1.1 标准号和出版年份。

3.1.2 数量——铆钉的件数和棒材的重量。

3.1.3 产品名称和级别（A级或B级）。

3.1.4 规格尺寸（直径和长度）。

3.1.5 铆钉的头部型式。

3.1.6 如若要求，在制造阶段实施检查。

3.1.7 删除。

3.1.8 如若要求，附加试验或特殊要求。

3.1.9 关于确定零件的识别系统，见ASME B18.24。

注1：典型的订货单表述为：ASTM A 31，2015年版，10000件，A级-铆钉，1/2×2in.，圆顶型头部。

4 材料和制造

4.1 钢材应采用下列任何一种方法冶炼：平炉、电炉，或碱性吹氧转炉。

4.2 铆钉应采用符合于订购适用级别钢的铆钉棒材来制造。

4.3 铆钉应采用热镦、或冷镦头部的加工方法制造。

4.4 棒材应按轧制、不做酸洗、喷抛清理或经涂油后提供，由生产厂自行选择，棒材可以为了做检查而经表面清理或是冷拔的。

5 化学成分

5.1 钢应符合表1中规定的化学成分要求。

表1 化学成分要求

	A级		B级	
	熔炼分析	成品分析	熔炼分析	成品分析
C，≤，%	…	…	0.28	0.31
Mn，%	0.30~0.60	0.27~0.63	0.30~0.80	0.27~0.83
P，≤，%	0.040	0.048	0.040	0.048
S，≤，%	0.050	0.058	0.050	0.058

5.2 熔炼分析——棒材的制造厂应对每一炉钢做分析，以测定A级和B级钢的碳、锰、磷和硫的百分数含量。这一分析应在该炉钢浇注过程中取得的试锭上进行，由此测定出的化学成分应向采购方或它的代表报告，并应符合表1中规定的熔炼分析要求。

5.3 成品分析——采购方可在代表每一炉的成品材料上做成品分析。由此测定出的化学成分应符合表1中规定的成品分析要求。

5.4 不允许采用在冶炼中有意添加了铋、硒、碲或铅元素的钢水。

5.5 化学分析应根据A 751试验方法标准进行。

6 力学性能要求

6.1 铆钉弯曲试验：

6.1.1 A级钢的铆钉柄部，应如图1中所示那样，绕过它自身冷弯180°直到平齐，而在弯曲部分的外侧不发生开裂。

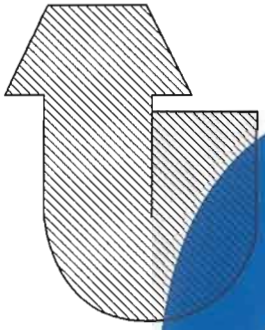


图1 铆钉的弯曲试验

6.1.2 B级钢的铆钉柄部，应按表2的要求，冷弯180°，而在弯曲部分的外侧不发生开裂。

表2 铆钉的弯曲试验要求

铆钉柄部直径，in.	弯曲直径与铆钉柄部直径之比	
	A级	B级
≤3/4	平的	1
>3/4	平的	1.5

6.2 铆钉压扁试验——当如图2中所示那样，对2.5倍于铆钉柄部直径的部分加热后，对铆钉的头部作压扁，而在其边缘处不发生开裂。

6.3 棒材拉伸性能——棒材应符合表3中列出的拉伸性能要求。

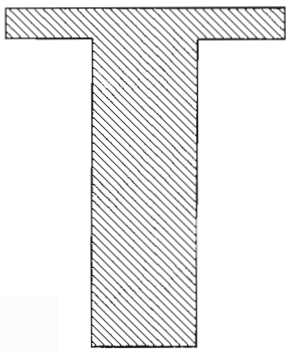


图2 铆钉的压扁试验

表3 棒材的拉伸性能要求

	A级	B级
抗拉强度，psi（MPa）	45000~55000（310~380）	58000~68000（400~470）
屈服点，≥，psi（MPa）	23000（160）	29000（200）
8in. 或200mm标距伸长率，≥，%	27	22
2in. 或50mm标距伸长率，≥，%	33	25

6.4 棒材弯曲试验：

6.4.1 A级钢棒材的试样应经受绕过它自身冷弯180°直到平齐，而在弯曲部分的外侧不发生开裂。

6.4.2 B级钢棒材的试样应经受绕过按表4要求的内径、并与试样直径成比例的心轴，冷弯180°，而在弯曲部分的外侧不发生开裂。

表4 棒材的弯曲试验要求

试样直径，in.	弯曲直径与试样直径之比	
	A级	B级
≤3/4	平的	0.5
>3/4	平的	1.0

7 尺寸、重量（质量）和允许偏差

7.1 铆钉：

7.1.1 公称直径1/2in.[a]及以上铆钉的尺寸，应符合ANSI B18.1.2；公称直径7/16in.及以下的铆钉的尺寸，应符合ANSI B18.1.1。

7.1.2 应使用外径卡规在铆钉的最小直径处进行直径测量，但是，不要求铆钉整个旋入量规内。最大直径公差的测量应使用环形量规来做

[a] 原文中漏标尺寸值，已按ANSI B18.1.2标准补上。——译注。

测量，所有的铆钉应全部滑动进入到按直径不同所要求规格的量规头部。

7.2 棒材——热精整铆钉的直径，偏离规定规格尺寸的偏差，不得超过按表 5 规定的量值。

表 5 热轧圆钢规格尺寸的允许偏差

规定的规格尺寸，in.	偏离规格尺寸的偏差值，in.		脱矩度，① in.
	正偏差	负偏差	
≤5/16	0.005	0.005	0.008
>5/16~7/16	0.006	0.006	0.009
>7/16~5/8	0.007	0.007	0.010
>5/8~7/8	0.008	0.008	0.012
>7/8~1	0.009	0.009	0.013
>1~1-1/8	0.010	0.010	0.015
>1-1/8~1-1/4	0.011	0.011	0.016
>1-1/4~1-3/8	0.012	0.012	0.018
>1-3/8~1-1/2	0.014	0.014	0.021

① 脱矩度是棒材的最大和最小直径之差，从同一横截面处测量。

8 工艺质量、表面精整和外观

8.1 铆钉——成品铆钉的形状应正确，同心，且无有害缺陷。

8.2 棒材：

8.2.1 棒材应不带有可见的凹坑，不当的偏析，以及有害的表面缺陷。

8.2.2 表面精整——棒材应具有通过常规热轧制所获得的、商业质量的热锻轧表面质量。生产厂可自行选择决定的清除氧化皮作业，见第 4.4 条。

9 试验次数和复试

9.1 铆钉——铆钉的弯曲试验和压扁试验用的取样，应按 F1470 导则中的“测量程序”进行。

9.2 棒材：

9.2.1 除非当一炉钢的成品钢材小于 50tons（45Mg），一个拉伸试验已足够外；每一炉次应做两个拉伸试验。然而，当同一炉钢的钢材厚度相差在 3/8in.（9.5mm）及以上时，对于厚度小于等于 2in.（51mm）的钢材，应在轧制成的最厚及最薄的两种钢材上都做一个拉伸试验，而无论其重量大小。每一个试验均应符合规定的要求。

9.2.2 在棒材上做的复试，可按 A 29/A 29M 标准进行。

10 试样准备

10.1 铆钉——铆钉应按其全尺寸成品状态做试验。

10.2 棒材：

10.2.1 试样的选择和制备，应按 A 29/A 29M标准和 A 370 试验方法和定义标准进行。

10.2.2 经冷拔的铆钉棒材用的拉伸和弯曲试验试样，在做试验之前，应经正火热处理。

11 试验方法

11.1 铆钉——铆钉的弯曲试验和压扁试验，应按制造厂的标准试验规程。

11.2 棒材——棒材的弯曲试验和压扁试验应按 A 370 试验方法和定义标准进行，特别是其中的附录 I “钢棒材产品”。

12 检查

12.1 如果采购方要求做第 9 节中所述的试验时，应在询价、合同或订货单中作出规定。

12.2 代表采购方的检查员，在采购方的合同执行期间，应可随时进入与订货材料的制造有关的制造厂的所有部门。制造厂应该为检查员提供一切可能的便利，以使他确信提供的材料是符合本标准的，而未作任何改变。除非另有规定，所有试验（除成品分析外）和检查均应在发货前在制造厂内进行，并应避免对工厂的生产有不必要的干扰。

13 拒收和复审

13.1 铆钉——不符合本标准要求的铆钉，可予拒收。拒收应以书面方式立即报告生产厂或供货商。当对试验结果有争议时，生产厂或供货商可要求复审。

13.2 棒材——棒材的拒收和复审，应按 A29/A29M 标准进行。

14 合格证书

14.1 制造厂应连同一份适用于所订购材料的熔炼分析（5.2 条）和力学性能的试验结果

（第6节）报告一起，提供一份合格证书，以证明材料已按本标准制造和作了试验。试验报告应包括制造厂的名称，ASTM标准号，级别，炉号（仅对棒材）和授权签名。

15 责任

15.1 对提供的紧固件负责任的当事方，应是把紧固件供货给采购方的组织。

16 包装和包装标志

16.1 铆钉——铆钉应做适当地包装和标志，以避免在运输过程中的损害。

16.2 棒材——棒材的包装和标志，应按A29/A29M标准进行。

17 关键词

17.1 棒材 碳素钢 压力容器铆钉 铆钉钢

(15)

碳 素 结 构 钢

SA-36/SA-36M

（除修订 7.2 条外，与 ASTM 标准 A 36/A 36M—05 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于桥梁和建筑用的铆接，螺栓连接或焊接结构，以及一般结构用途的结构钢品质的碳素钢型钢，钢板和棒钢。

1.2 提供了当采购方要求附加试验或附加限制时使用的“补充要求”，这些补充要求只有在采购订单中有规定时才适用。

1.3 当钢被用于焊接结构时，焊接工艺应适合于该钢的类别及用途或其使用场合。关于可焊性的资料见 A 6/A 6M 标准的附录 X3。

1.4 以英寸-磅单位，或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。

1.5 本标准的正文包括有提供注释材料的注解或(和)脚注。除在表格及数字中的外，这些注解或脚注不含任何强制性要求。

1.6 A 6/A 6M 标准适用于由卷状产品加工、未经热处理或只作消除应力处理供货的结构产品，附加要求包括附加试验要求以及附加试验结果的报告。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 6/A 6M 结构用轧制钢板、型钢、板桩和棒钢的通用要求

A 27/A 27M 一般用途碳素钢铸件

A 307 抗拉强度 60000psi 碳钢螺栓和螺柱

A 325 最小抗拉强度 120/105ksi 的热处理结构钢螺栓

A 325M （米制）最小抗拉强度 830MPa 的热处理结构钢螺栓

A 500 圆型及异型冷成形焊接及无缝碳素钢结构用管子

A 501 热成形焊接及无缝碳素钢结构用管子

A 502 钢结构铆钉

A 563 碳素钢及合金钢螺母

A 563M （米制）碳素钢及合金钢螺母

A 668/A 688M 一般工业上用碳素钢及合金钢锻件

A 1011/A 1011M 高强度低合金和改良成型性的高强度低合金热轧碳钢薄板和钢带标准

F 568M 碳素钢及合金钢外螺纹米制紧固件

3 附属件材料

3.1 当钢结构构件与本 ASTM 标准号相同，但产品形状并不是本标准列出的范围时，除非采购方另有规定，材料应符合表 1 列出的某一材料标准。

表 1 附属件材料标准

材 料	ASTM 标准号
钢铆钉	A 502，1 级
螺 栓	A 307，A 级或 F 568M，4.6 类*
高强度螺栓	A 325 或 A 325M
钢螺母	A 563 或 A 563M
铸 钢	A 27/A 27M，65-35(450-240)级
锻件(碳素钢)	A 668，D 类
热轧薄钢板及带钢	A 1011/A 1011M，SS 级 36(250)1 型或 2 型，或 A 1018/A 1018M，SS 级 36(250)
冷成形管子	A 500，B 级
热成形管子	A 501
锚固螺栓	F 1554

注：附属件材料的指定标准应满足适合其使用场合。化学成分和(或)机械性能可以不同于 A 36/A 36M 标准中规定。

* 表中“螺栓”一项，“F 568M，4.6 类”，疑应为 4 和 6 类，原文如此。—译注。

4 交货的一般要求

4.1 按本标准供应的钢材应符合现行版本的

A 6/A 6M 标准中的要求，对于所订购材料若有矛盾，则以本标准为准。

4.2 卷状产品在被加工成为结构钢成品之前不适于按本标准做质量评定。由卷板生产的结构钢产品意指它已从卷板切割成为成张（根）产品。加工厂直接控制或负责由卷板加工成为结构钢成品所涉及的各种作业。这些作业包括开卷、展平或调直、热成形或冷成形（如果适用的话）、切割到单张（根）、试验、检验、调质、热处理、包装、标志、装运和合格证书。

注1：由卷材生产，以及未经热处理、或只作了消除应力处理提供的结构用产品，对于每一作质量评定的卷板需要报告两个试验结果。在 A 6/A 6M 标准中规定了有关由卷板生产的结构用产品的附加要求。

5 支承板

5.1 除非另有规定，否则作桥梁支承板用的钢板应进行力学性能试验。试验结果应符合第8节中的拉伸性能要求。

5.2 除非另有规定，否则厚度大于 1½in.（40mm）并在桥梁以外的结构中用作支承板的钢板不要求进行力学性能试验，但必须符合下列条件：碳的熔炼分析值应为 0.20%～0.33%，化学成分中磷和硫的含量应符合表2中的要求，为了保证钢板的质量，每一钢锭都应切除足够多的切头。

6 材料和制造

6.1 厚度大于 0.5in.（12.5mm）的钢板和棒钢，以及翼缘或折弯部分厚度大于 1in.（25mm）的型钢，必须是镇静钢或半镇静钢。

7 化学成分

7.1 除5.2条中所规定的外，熔炼分析应符合表2中所规定的要求。

7.2 当做钢的成品分析时，钢材应符合表2中所规定的要求，同时应符合 A 6/A 6M 标准中的成品分析偏差。

8 拉伸性能

8.1 除5.2条及8.2条中所规定的外，材料的拉伸性能应符合表3中所规定的要求。

8.2 如果所采用的化学成分适合于获得表3中的拉伸性能，横截面小于 1in.^{2}（645mm^2）的型材和厚度或直径小于½in.（12.5mm）的扁钢以外的棒材，不要求由钢厂进行拉伸试验。

9 关键词

9.1 棒材 螺栓结构 桥梁 建筑 碳钢 钢板 铆接结构 型钢 钢 结构钢 焊接结构

表2 化学要求

产品	型钢①	钢板②					棒钢②			
厚度 in.（mm）	全部	≤¾（20）	>¾～1½（20～40）	>1½～2½（40～65）	>2½～4（65～100）	>4（100）	≤¾（20）	>¾～1½（20～40）	>1½～4（40～100）	>4（100）
C,%≤	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Mn,%	…	…	0.80～1.20	0.80～1.20	0.85～1.20	0.85～1.20	…	0.60～0.90	0.60～0.90	0.60～0.90
P,%≤	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
S,%≤	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Si,%	≤0.40	≤0.40	≤0.40	0.15～0.40	0.15～0.40	0.15～0.40	≤0.40	≤0.40	≤0.40	≤0.40
Cu,%≥（当规定含铜钢时）	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

注：表中"…"表示无要求，锰（Mn）的熔炼分析应按 A 6/A 6M 标准熔炼分析一节的规定测定并提出报告。

① 对于单位重量 426 lb/ft（634kg/m）的型钢，要求锰含量为 0.85%～1.35%，硅含量为 0.15%～0.40%。

② 在规定的最大碳含量以下含碳量每降低 0.01%，则在允许的规定的最大锰含量之上可增加 0.06%的含锰量，但最大不得超出 1.35%。

表3 拉伸要求[①]

钢板,型钢[②],和棒钢	抗拉强度,ksi(MPa)	58~80(400~550)
	屈服点,ksi(MPa)	36(250)[③]
钢板和棒钢[④,⑤]	伸长率(标距 8in. 或 200mm),%	20
	伸长率(标距 2in. 或 50mm),%	23
型 钢	伸长率(标距 8in. 或 200mm),%	20
	伸长率(标距 2in. 或 50mm),%	21[②]

① 见标准 A 6/A 6M 的拉伸试验节中的试样取向条款。

② 对于大于 426lb/ft(634kg/m)的宽翼缘型钢,最大抗拉强度 80ksi(550MPa)的要求不适用,只需标距 2in.(50mm)下的伸长率最小值为 19%。

③ 对于厚度大于 8in.(200mm)的钢板,屈服点为 32ksi(220MPa)。

④ 对于网纹钢板,不要求测定伸长率。

⑤ 对于宽度大于 24in.(600mm)的钢板,伸长率的要求降低 2%。见 A 6/A 6M 标准中拉伸试验节中的伸长要求的调整值。

补 充 要 求

除在采购订货单上作指定外，不应采用这些补充要求。A 6/A 6M 标准中列出了供采购方选用，并标准化了的补充要求。其中被认为适合于本标准的补充要求的标题为：

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S30 结构钢型材的夏比 V 形缺口冲击试验：替代的中心部分位置。

S32 单一炉次钢的捆扎件

S32.1 捆扎在同一捆扎件中的型材或棒材应由单一炉次的钢组成。

此外，下列附加补充要求对于本标准也是适用的：

S97 对沸腾钢或封顶钢的限制

S97.1 不得采用沸腾钢或封顶钢。

无镀层及热浸镀锌焊接与无缝公称钢管

SA-53/SA-53M

（除了在 11.1.1 条插入试验实用规程和表 X4.1 有编辑性修正外，与 ASTM 标准 A 53/A 53M—01 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于 NPS 1/8（*DN*6）至 NPS 26（*DN*650）（注 1）的无镀层及热浸镀锌的焊接与无缝公称钢管，管的公称（注 2）壁厚列于表 X2.2 和表 X2.3。其他尺寸的公称管（注 2）只要遵守本标准的所有其他各项要求，也可供货。

注 1：本标准以无量纲标号 NPS（公称管尺寸）[*DN*（公称直径）]代替如“公称直径”，“尺寸”和“公称尺寸”之类以往惯用术语。

注 2：公称壁厚这个术语仅仅赋予方便地标志现存名称之用，并用于区别实际壁厚，实际壁厚可有比公称壁厚以上或以下的偏差。

1.2 可提供下列型式和级别的公称管：

1.2.1 F 型——A 级炉内连续对接焊的；

1.2.2 E 型——A、B 级电阻焊的；

1.2.3 S 型——A、B 级无缝的。

注 3：见公称管型式定义附录 X1。

1.3 按本标准订货的公称管适用于作受力及承压件，也可以用于一般用途的蒸汽、水、气体及空气管线。受下列限制的支配，它们适合于焊接，以及包括盘管、弯曲和翻边等成形加工：

1.3.1 F 型不宜作翻边用。

1.3.2 当 S 和 E 型要求用作密距盘绕或冷弯时，应规定为 A 级，但本规定并不禁止采用 B 级公称管作冷弯。

1.3.3 根据制管厂的选择，F 型管可按非扩径管或冷扩径管供货。

1.4 以 SI 单位或英寸-磅表示的数值均可作为标准值。由于各单位制表示的数值不能精确地换算，因此每种单位制必须独立使用，两种单位制的数值混合使用可能导致与本标准不一致的结果。

1.5 以下为防止人身伤害的预先警告适合于本标准第 9、10、11、15、16 和 17 节中的试验方法部分：本标准无意阐明随使用本标准时伴随而来的所有安全问题。确立适当的安全并无害健康的操作方法，以及在使用之前确认是否适用地方当局的限制是本标准使用者的责任。

1.6 本标准的正文有注或脚注或两者都有，那是解释性资料。在表和图中没有这样的注和脚注，不含有强制性要求。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 90/A 90M 钢铁镀锌件镀层重量（质量）试验方法

A 370 钢制品力学性能试验方法与定义

A 530/A 530M 专门用途的碳钢与合金钢公称管通用要求

A 700 国内装运钢材的包装，标志和装货的实用规程

A 751 钢制品化学成分分析方法、操作及定义

A 865 公称管连接接头用无镀层及镀锌层焊接的或无缝的螺纹套管接头

B 6 锌

E 29 为确定与标准的一致性，在试验数据中取有效位数的实用规程

E 213 金属公称管和管子的超声波检验实用规程

E 309 钢管制品磁饱和涡流检验实用规程

E 570 铁磁性钢管制品的漏磁通量检验实用规程

E 1806 钢铁化学成分测定取样方法

2.2 ANSI 标准

ASC X12

B 1.20.1 一般用途公称管螺纹

2.3 ASME 标准

B 36.10 焊接和无缝轧制钢公称管

2.4 军用标准

MIL-STD-129 装运和储存用标志

MIL-STD-163 轧钢材装运和储存准备

2.5 联邦政府标准

Fed. Std. No. 123 装运标志(民用机构)

Fed. Std. No. 183 钢铁制品的连续识别标志

2.6 API 标准

5L 管线用公称管

3 订货须知

3.1 按本标准订购材料的订货单应包括下列内容，对所需材料按要求作出充分说明。

3.1.1 标准号(A53 或 A53M,包括出版年份)。

3.1.2 数量(英尺,米或根数)。

3.1.3 级别(见表 1)。

3.1.4 型式(见 1.2 及表 2)。

3.1.5 表面(无镀层管或镀锌管)。

3.1.6 尺寸[公称 NPS(*DN*)号及重量级别,或者是管标号。或两者都注明;或者注明外径及公称壁厚,表 X2.2 及表 X2.3]。

3.1.7 长度(定尺或不定尺,第 18 节)。

3.1.8 管端加工(光端或螺纹端,第 13 节)。

3.1.8.1 螺纹端并带套管接头。

3.1.8.2 如要求时，只是螺纹端（不带套管接头)。

3.1.8.3 如要求时，光端。

3.1.8.4 如要求时，动力拧紧套管接头。

3.1.8.5 如要求时，对小于等于 NPS 2 (*DN*50)的钢管带圆锥螺纹管接头。

3.1.9 如要求时，注明需作密距盘绕(见第 8.2 条)。

3.1.10 如允许时，拉伸试验用管坯(见第 17.2 条)。

3.1.11 合格证(见第 22 节)。

3.1.12 材料的最终用途。

3.1.13 特殊要求。

3.1.14 如与本标准规定的不同，或要采用 MIL-STD-163，需选定合适的保护包装、内包装和运输包装的级别(见第 21.2 条)。

表 1 化学成分

项目	成分,%,≤								
	C	Mn	P	S	Cu[①]	Ni[①]	Cr[①]	Mo[①]	V[①]
S 型(无缝管)									
平炉、电炉、或碱性吹氧转炉									
A 级	0.25	0.95	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
B 级	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
E 型(电阻焊管)									
平炉、电炉、或碱性吹氧转炉									
A 级	0.25	0.95	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
B 级	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
F 型(炉焊管)									
平炉、电炉、或碱性吹氧转炉									
A 级	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08

① 这 5 个元素之和不得大于 1.0%。

4 材料和制造

4.1 无缝及焊接公称管用钢应采用下列一种或几种方法冶炼:平炉、电炉或碱性吹氧转炉。

4.2 钢可以铸锭,或进行连铸。当连续两炉钢水的级别不同时,则需对因此而产生的过渡部分的材料作识别。钢厂应采用任何能分隔不同级别钢的可靠方法以去除过渡部分的材料。

4.3 B 级电阻焊公称管的焊缝焊后应作最低温度 1000℉(540℃)的热处理，以使无残留回火马氏体，或用其他无残留回火马氏体的方法处理。

4.4 当公称管是冷扩法生产时，扩长量不得超过公称管外径的 1.5%。

5 化学成分

5.1 钢应符合表 1 规定的化学成分要求，且化学分析应根据 A 751 试验方法、操作及术语进行。

6 成品分析

6.1 采购方可从每批 500 根或其余数中，抽

取两根管进行成品分析。除光谱分析外，应按E 1806方法取化学分析试样。测出的成分应符合表1的规定。

6.2　如果两根中有一根管的化学分析不符合表1中的规定，则应在同一批管中加抽原试样数量两倍的管作分析，这时每根管都要符合规定的要求。

7　拉伸性能要求

7.1　材料应符合表2规定的拉伸性能要求。

表2　拉伸性能要求

项　目	F　型	E 型和 S 型	
	平炉、碱性吹氧转炉或电炉	A 级	B 级
抗拉强度，psi（MPa）	≥48000（330）	≥48000（330）	≥60000（415）
屈服强度，psi（MPa）	≥30000（205）	≥30000（205）	≥35000（240）
伸长率，标距 2in.（50mm）	①、②	①、②	①、②

① 标距 2in.（50mm）的最小伸长率应由下式确定之：

$$e = 625000(1940)A^{0.2}/U^{0.9}$$

式中　e=标距 2in.（50mm）的最小伸长率，百分值圆整为最接近的 0.5%；

A=以平方英寸为单位的拉伸试样横截面积，按规定外径或试样的公称宽度、及规定壁厚求出，并圆整到最接近的 0.01in.^{2}（1mm^2）。如果这样计算得出的面积大于 0.75 in.^{2}（500mm^2），则应取值为 0.75 in^2.（500mm^2）；

U=规定抗拉强度，psi（MPa）。

② 不同尺寸拉伸试样和钢种级别的最小伸长率见表 X4.1 和表 X4.2。

7.2　屈服强度可用对应于试样标距的 0.2% 残余永久变形法或载荷下的 0.5% 总伸长法测定。

7.3　横过焊缝取得的拉伸试样的抗拉强度不应低于所订购管级别的最小抗拉强度。小于NPS 8(*DN* 200)的管子不要求做本试验。

7.4　NPS 8(*DN* 200)及其以上的电阻焊管的横向拉伸试样应取自焊缝的对侧。所有横向试样的标距内的宽度应近似为 1½in.（40mm），且应代表切取试样公称管的全壁厚。横向拉伸试验仅对NPS 8(*DN* 200)及其以上尺寸的管。

8　弯曲性能要求

8.1　对 NPS 2(*DN* 50)及其以下的公称管，当取一段足够长的管绕直径为公称管径 12 倍的圆柱芯轴冷弯 90°，应在任何处无扩展裂纹及焊缝开裂。

8.2　当订购密距盘绕用的时，管应绕直径为公称管径 8 倍的圆柱芯轴冷弯 180°且无破坏。

8.3　大于 NPS 1¼(*DN* 32)的双倍加厚公称管无需作弯曲试验。

9　压扁试验

9.1　对大于 NPS 2(*DN* 50)的厚壁和薄壁的所有壁厚公称管均应作压扁试验。

9.2　无缝管

9.2.1　对无缝公称管，应取一段长度不短于2½in.(60mm)的管段在两平行压板间分两步做冷态压扁试验。第一步是延性试验，除了如9.7条中规定以外，两压板间距在压到小于由下式计算得出的 H 值之前，管子内、外表面及管端面上，不得有裂纹或开裂。

$$H = (1 + e)t/(e + t/D)$$

式中　H=压板间距，in.（注 4）

e=单位长度变形量（与钢种级别相应的常数，A 级为 0.09，B 级为 0.07）

t=规定壁厚，in.（mm）

D=规定外径，in.（mm）

9.2.2　第二步是完好性试验，将试样继续压扁到破裂，或管壁相碰为止。整个压扁试验期间中显示出有分层或有缺陷的材料，均应予拒收。

注 4：NPS 2½至 NPS24(*DN* 65～*DN* 600)的标准管及加厚管算出的 H 值，见表 X2.1。

9.3　电阻焊公称管——应将一段长度至少4in.(100mm)的管试样在两平行压板间分三步作冷态压扁，焊缝位置按 9.3.1 或 9.3.2 条与受力方向成 0°或 90°。第一步是焊缝的延性试验，在两压板间距压至小于管子原外径三分之二之前，管内、外表面不得发生裂纹或开裂。第二步继续压扁，这是一个不包括焊缝在内的延性试验，在此步试验过程中，除了如 9.7 条的规定外，两压板间距在压扁到小于管子原外径三分之一、但不小于管壁厚的五倍之前，管内、外表面，不得发

生裂纹或开裂。第三步是完整性(牢度)试验，将试样继续压扁到破裂，或管壁相碰为止，在整个压扁试验过程中显露分层或有缺陷的材料或未焊透的焊缝应予拒收。

9.3.1 对于按单一定尺形式生产的公称管，应对每根管两端切下的料头作9.3条的压扁试验，试验时试样的焊缝位置应分别与受力方向成0°或90°。

9.3.2 以倍尺形式生产的管，9.3条中规定的压扁试验必须按以下进行：

9.3.2.1 从代表每卷管坯钢带的第一根管前端、最后一根管的后端以及任何中间位置焊缝两侧取样做压扁试验，焊缝置于受力方向成90°。

9.3.2.2 从代表每卷管坯钢带的中间任何两个位置管上取样，一个取自第一根管的前端，一个取自最后一根管的后端做压扁试验，焊缝置于受力方向成0°。

9.3.3 对于随后整个横截面需要再次加热并采用减径工艺过程热成型的公称管，无论是在热减径的之前和之后，制管厂应有选择权得到按其适用的9.3.1或9.3.2条要求的压扁试样。

9.4 连续焊公称管——对连续焊接管，应取一段长度至少为4in.(100mm)长的试样在两平行压板间分三步进行压扁，焊缝位置应与受力方向成90°。第一步是焊接质量试验，在两压板间距压至小于管子原外径四分之三之前，管的内、外表面，及两端面上均不得发生裂纹或开裂。第二步继续压扁，这一步是不包括焊缝在内的延性试验，除了如9.7条规定外，两压板间距在压扁到小于连续焊接管的原外径的60%之前，管的内、外表面及管端面上均不得发生裂纹或开裂。第三步是完整性（牢度）试验，继续压扁到试样开裂，或管壁相碰为止。在整个压扁试验过程中，显露有分层或有缺陷的材料，或未焊透的焊缝，则应予拒收。

9.5 压扁试验前就存在的，而到第一步压扁试验时才显露的试样上的表面缺陷，应按第14节表面质量要求加以评判。

9.6 由表面缺陷引起的表层破裂不应拒收的理由。

9.7 对D/t比值小的管件作试验时，因几何形状而使管内表面在6点钟和12点钟位置处变形过大，所以，若D/t比值小于10，则这些位置上的裂纹不应引作拒收的理由。

10 水压试验

10.1 除11.2条对无缝管的规定外，每根公称管均应作水压试验，应无穿过管壁的泄漏。

10.2 钢管厂应对每根光端的公称管按表X2.2的规定值进行逐根水压试验，而对每根带套管接头的螺纹端的管按表X2.3的规定值进行。水压试验可以在光端的管，只是螺纹端的管，及带套管接头螺纹端的管上进行；并可在按单一定尺或倍尺形式的任一种管上进行，这些均由钢管厂自行选择。

注5：这里给定的水压试验压力是检验用的试验压力，并不用作为设计依据，且和工作压力无任何直接关系。

10.3 对小于等于NPS 3(*DN*80)的公称管的最大额定水压试验压力可不超过2500psi(17200kPa)，对大于NPS 3(*DN*80)的所有尺寸管可不超过2800psi(19300kPa)。这并不禁止钢管厂以更高的压力进行试验。所有尺寸的无缝管及电阻焊管，试验压力持续时间均不得小于5秒钟。

11 焊缝的无损电测试验

11.1 E型管

11.1.1 每根大于等于NPS2(*DN*50)的ERW(电阻焊接)公称管的焊缝均应按E213，E309或E570实用规程作下述无损电测试验：

11.1.2 超声波及电磁检查——应使用任何利用超声或电磁原理并能连续测试的设备。至少每个工作班或不超过8小时用11.1.3条所述的合适的参考标准件检查一次设备，以验证其效能和检验程序。当模拟产品检查方法检查参考用标准件时，应调整设备以获得清晰的图像。

11.1.3 参考标准件——参考标准件应具有与被检产品相同的规定直径与壁厚，其长度可由制管厂自定任一合适长度。如图1所示，参考标准件应在内、外表面各有一条机加工缺口，或一个钻孔，采用缺口或是钻孔由制管厂任选。缺口应与焊缝平行，而且缺口间距应足以产生两个独立可辨别的信号。如图1所示1/8in.(3.2mm)的钻孔应钻透管壁，并与参考标准件的表面相垂直。制造参考标准件时必须注意确保钢管不变

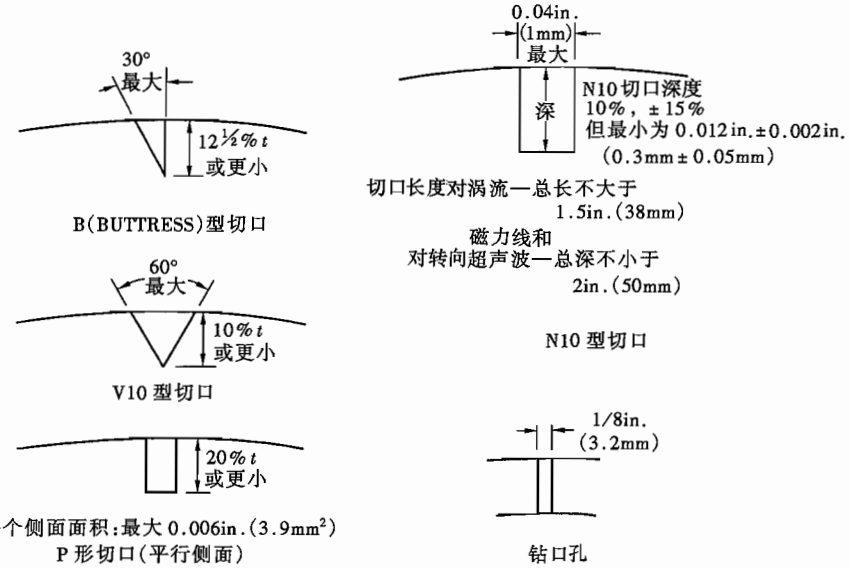


图 1　参考标准

形，无毛刺或其他边缘不平。

注 6：11.1.3 条所规定的参考标准件是标定无损测试设备的通用标准件，不应认为这些标准件的尺寸就是该设备可探测出的最小缺陷尺寸。

11.1.4　合格标准——表 3 中列出了合格标准信号高度点占由参考标准件产生的信号高度的百分比值。除非制管厂能证明焊缝中缺陷并未使得有效壁厚的减少超过规定壁厚的 12.5%，否则，钢管上产生信号超过表 3 中给出合格极限信号的焊缝缺陷，应被认作为有害缺陷。

表 3　验 收 限 值

缺口形式	孔的尺寸		验收限值
	in.	mm	信号,%
N10，V10	⅛	3.2	100
B.P	—	—	80

11.2　无缝公称管——当采购方指定时，作为水压试验的替代试验，每根无缝公称管的整个管身应进行按照 E 213、E 309 或 E 570 实用规程做的无损电测试验。此时，供货的每根管上必须标以“NDE”的标志。除了如在 11.2.6.2 条中规定外，电测试验的目的是拒收那些测试信号等于或大于标定缺陷信号的有缺陷的管。

11.2.1　当做了无损电测试验之后，在每根管应标以字母“NDE”。当需出具证明时，应在证明书上说明采用无损电测试验，且说明采用的何种电测试验。此外，在证书上字母 NDE 的后面应添加上制品标准号和钢种级别号。

11.2.2　下列信息对本标准的用户有裨益：

11.2.2.1　在 11.2.3 至 11.2.5 条中定义的参考标准件是用来标定无损电测试验设备的标准试件，不应认为这些标准试件的尺寸就是此设备可探测出的最小缺陷尺寸。

11.2.2.2　超声波检验可用来探测纵向或环向上的缺陷。不同的检测技术用于探测不同取向的缺陷。超声波检验不一定能检测到短而深的缺陷。

11.2.2.3　本标准提及的涡流检验可用以检测大的缺陷，特别是短尖型缺陷。

11.2.2.4　本标准提及的漏磁检验可用以检测大的纵向或横向缺陷及其位置。本标准规定只要求作漏磁通量的纵向校正。探测不同取向的缺陷应采用不同的检测技术。

11.2.2.5　在 10.2 条中提及的水压试验能用以检测尺寸大到能使试验流体穿透管壁的缺陷，查漏可通过目测或压头损失。水压试验不一定能检测到非常紧密的穿壁缺陷，或虽已深入管壁但尚无完全穿透的缺陷。

11.2.2.6　当采购方想知道上述检验方法在具体应用中对查出缺陷的定性问题(形式，大小,位置和取向),则应与制管厂讨论之。

11.2.3　超声波检验用的参考标定缺口应由制管厂选择，且应是 E213 实用规程中示出的三种常用缺口形式的任何一种。缺口的深度应不超过管规定壁厚的 12.5%或 0.004in.(0.1mm)，

取两者中的较大值。

11.2.4 对于涡流检验，根据制管厂选择，在标定管中应含有以下任一种缺陷以确立拒收的最小灵敏度水平。

11.2.4.1 钻孔——根据公称管直径，标定管上应开三个120°均布或四个90°均布的钻孔，且沿纵向相距足够远保证获得能区分的响应信号。孔应开在径向，并完全穿透管壁，要注意避免钻孔的管变形。根据公称管直径，标定用管应含有以下尺寸的孔：

NPS	*DN*	钻孔直径
≤½	≤15	0.0039in.（1mm）
>½≤1¼	>15≤32	0.055in.（1.4mm）
>1¼≤2	>32≤50	0.071in.（1.8mm）
>2≤5	>50≤125	0.087in.（2.2mm）
>5	>125	0.106in.（2.7mm）

11.2.4.2 横切向缺口——用一直径为¼in.（6mm）的圆形刀具或圆锉锉出或铣出缺口，该缺口应处于管纵轴的横向并与表面相切，其深度不得超过管规定壁厚的12.5%或0.012in.（0.3mm），取两者中的较大值。

11.2.4.3 纵向缺口——在平行于该钢管轴线的径向平面内的钢管表面上应机加工出一个宽度小于等于0.031in.（0.8mm）的缺口，其深度不得超过规定管壁厚的12.5%或0.012in.（0.3mm），取两者中的较大值。缺口长度应与试验方法相适应。

11.2.4.4 适应性——标定管中的缺陷应与试验设备及所用试验方法相适应。

11.2.5 漏磁检验用的纵向标定参考缺口应是在平行于管轴线的径向平面上由机加工而成的直边缺口。对于壁厚小于0.500in.（12.7mm）的钢管应采用内壁和外壁缺口，对于壁厚大于等于0.500in.者应只采用外壁缺口。缺口深度不应超过规定壁厚的12.5%，或0.012in.（0.3mm），取两者中的较大值。缺口长度应不超过1in.（25mm），宽度不得超过深度。内外壁缺口应相距足够远，以便区分及信号识别。

11.2.6 产生出大于等于标定管所产生信号的管应予拒收。对信号发生区可再次检验。

11.2.6.1 由缺陷产生的无法识别的信号，或者由裂纹或类裂纹缺陷产生的信号均将导致管被拒收，除非经修理和复试。此时，管必须经受与原先相同的标准试验，若其剩余壁厚未薄到本标准允许的壁厚以下，则可以接受。打磨部位的外径可以因磨掉量而减少。

11.2.6.2 可见缺陷产生的试验信号可以根据第14节的规定来评估。这类缺陷有：直的刻痕、切屑、刮伤、钢模印痕、停止点印痕或变径管纹等。

11.2.7 本节述及的试验方法可能不能够用来检查钢管的端部。这种情况被称为末端效应。末端效应的长度应由制管厂来确定，如在订货单中有规定，应将情况报告给采购方。

12 重量和尺寸的允许偏差

12.1 重量——表X2.2和表X2.3中规定的公称管的重量，或者按ASME B36.10M中的有关公式计算得出的重量，其偏差不得超过±10%。

注7：重量偏差按以下方法确定，将钢管厂装运时的通常起吊重量除以起吊时管的总英尺数。管尺寸超过NPS 4（*DN*100），可以单根管称重，其重量偏差适用于该单根管。

12.2 直径——对小于等于NPS 1½（*DN*40）的公称管，其任何一处的直径不得大于标准规定值1/64in.（0.4mm），对大于等于NPS 2（*DN*50）的公称管，外径不能超过标准规定值±1%。

12.3 厚度——任何一处的最小壁厚不能比规定公称壁厚薄12.5%以上。检查出的最小壁厚应符合表X2.4中的要求。

13 管端加工

13.1 除非另有规定，订购光端管时，公称管应按下列常规供货：

13.1.1 不大于NPS 1½（*DN*40）——除非在订货单中另有规定，管端部加工应由制管厂自行确定。

13.1.2 不小于NPS 2（*DN*50）：

13.1.2.1 除双倍加厚公称管以外的标准管或加厚管，或者壁厚小于0.500in.（12.7mm）的管，应是开坡口的光端坡口角度以垂直于管轴线的垂线测得倒角为30°+5°/-0°，并带有1/16in. ±1/32in.（1.6mm±0.8mm）的根部钝边。

13.1.2.2 壁厚超过0.500in.（12.7mm）的公称管，及所有双倍加厚管，管端应是垂直切

割的光端。

13.2 当订购螺纹端公称管时，管两端的管螺纹应符合 ANSI B1.20.1 螺纹检测方法及允差。对小于等于尺寸为 NPS6(*DN* 150)的标准管，螺纹(加工)数据参照表 X3.1。对大于等于 NPS 8(*DN* 200)的标准管及所有尺寸的加厚管和内、外(双倍)加厚管，螺纹(加工)数据参照表 X3.2。尺寸大于等于 NPS 4(*DN* 100)的螺纹端管，两端应有螺纹保护措施，而不加管接头保护。

13.3 当订购带套管接头的公称管套时，每根公称管套的一端应带上按 A 865 标准制造的一个套管接头。该套管接头的管螺纹应根据 ANSI B1.20.1 的螺纹检测方法。除非订货单中规定动力紧固，接头都应是手动旋紧的。接头应是钢制的。锥螺纹接头应用于各种壁厚大于等于 NPS 2½(*DN* 65)的带螺纹端钢管。尺寸小于等于 NPS 2(*DN* 50)的钢管，常规是对标准管用直螺纹管接头，对加厚管及内、外(双倍)加厚管用锥螺纹接头。如果尺寸小于等于 NPS 2(*DN*50)的标准管要求用锥螺纹接头，则应订购符合 API 标准 5L 的管路用管。这些尺寸的管路用锥螺纹管接头可用于同一尺寸的铣螺纹标准管。

14 工艺质量、表面修整和外观

14.1 制管厂应检测足够数量的可见表面缺陷以保证缺陷深度已被恰当地作过评价。

14.2 穿透深度超过公称壁厚 12.5%以上，或深入到最小壁厚以内的表面缺陷应被认作为是有害缺陷。存在有害缺陷的公称管应按以下方法之一进行处理：

14.2.1 有害缺陷用打磨方法去除，但剩余壁厚要在规定极限值以内。

14.2.2 除了在电阻焊缝熔合线 ½ in.(13mm)内以外，S 及 E 型公称管的母材可根据 14.5 有关焊接的规定进行焊接修补。F 及 E 型公称管的焊缝禁止焊接修补。

14.2.3 在管长要求范围内，含有有害缺陷的管段可以切去。

14.2.4 拒收。

14.3 买方有权决定，若按照 14.2 条焊接修补的表面缺陷不是散开的而是大面积的、达不到可认为是良好表面质量的要求时，对这种管应予拒收。此时，钢管的处置应由采购方和厂方协商决定。

14.4 当表面缺陷或有害缺陷打磨方法去除时，其打磨面应保持平滑过渡，壁厚不得减至本标准的允许值以下。打磨点外径可以因磨量而减小。

14.4.1 壁厚的测定应采用机械卡规或使用有适当精度经恰当标定的无损检测装置。当测定结果有争议时应以机械卡规的测定值为准。

14.5 只有采购方同意时才允许焊补，且应根据 A530/A530M 标准。

14.6 成品管应相当平直。

14.7 管上不得带有大于管外径 10%，或¼ in.(6mm)以上的凹坑，两者取较小值；凹陷深度为凹坑最低点至管子原外表延伸部分之间的间隙。深度大于⅛in.(3mm)的冷压坑底部不得带有尖槽，若剩余壁厚能保持在规定极限值以内则可用打磨除去。在任何方向上的凹陷长度不得超过管径的一半。

15 试验数量

15.1 除了 15.2 条所要求的外，对于无缝及电阻焊公称管，从每种公称管尺寸的每一批中抽取一根按第 7 节，8.2 条及第 9 节规定的各种适用试验每种各做一次。对连续焊接管，对小于等于 1½in.(*DN* 40)的公称管应以每 25t(23Mg)及其余数作一批，对大于等于 NPS 2 (*DN*50) 的管则应以每 50t 及其余数为一批。对于无缝及电阻焊接的公称管，一批应有不多于一个炉号的、并按制管厂的选择应由不多于 500 根的管(按在最终管成型作业之后、在进一步切割到所要求长度之前、最初切割的)，或不多于 50t(45Mg)的管组成。

15.2 电阻焊接公称管的压扁试验次数按 9.3.1 或 9.3.2 条规定，按其适用的。

15.3 除了 11.2 条允许的以外，每根管都应经第 10 节规定的水压试验。

16 复试

16.1 如果任一批管的力学性能试验结果不符合第 7、8、9 节的规定，则可以在同批中加抽原管数一倍的公称管进行复试，每根管的试验结果应符合规定的要求。

16.2 单一定尺制造的公称管，如果其中任一段试验结果不符合9.3条的要求，可从同一根的同一端再切取管段进行试验，直试到获得满意结果为止，但余下的管长不得短于第一次切去料头后长度的80%，否则此根管应予拒收。倍尺制造的公称管，复试试样可切自倍尺的每根管的各端，令焊缝交替地与施力方向成0°及90°的条件下进行这些试验。

17 试验方法

17.1 本标准要求的试样和试验应符合最新颁布的A370“试验方法及定义”。

17.2 纵向拉伸试样应取自公称管一端，而连续焊接管可取自离焊缝约90°处的管坯上，而且在标距间不必压扁。每个试样标距间的侧边应平行。如要求，可用整管作试验。当不能对全壁厚的试样进行拉伸时，可采用A370“试验方法及定义”中图A2.3的2in.(50mm)标距的标准拉伸试样。

17.3 从电阻焊接公称管取的横截焊缝试样应取成焊缝在试样的中央。所有横截试样的标距宽度应近似地等于1½in.(40mm)，且应代表取样管的全壁厚。

17.4 弯曲和压扁试样应是从同一公称管上切取的若干管段。除了从焊接公称管两端料头作的试样外，压扁试样的两端应平整，无毛边。

17.5 全部试样应在室温下试验。

18 长度

18.1 除非另有规定，公称管长度应与下列通用惯例相一致。

18.1.1 对于重量轻于加厚管的公称管，单根非定尺长度为16~22ft(4.88~6.71m)，但采用套管接头二根短管连接起来的连接管不得超过螺纹端管总根数的5%。光端管时，可以有5%的管长度为12~16ft(3.66~4.88m)。

18.1.2 加厚管和比它更重的公称管，其非定尺长度为12~22ft(3.66~6.71m)。可以有5%的管，长度为6~12ft(1.83~3.66m)。

18.1.3 以双倍非定尺长度订购加厚管及比它较轻的公称管时，对订购最小平均长度为35ft(10.67m)的管，其最小长度不得短于22ft(6.71m)。

18.1.4 对壁厚比加厚管厚的钢管，当其长度比单根非定尺长度要长时，长度应经谈判确定。

18.1.5 提供带套管接头的螺纹端的公称管时，长度应量到套管接头的外端面。

19 镀锌公称管

19.1 按本标准订购的镀锌公称管应用热浸法在管内、外镀锌。用于镀覆的锌应是符合B 6标准的任何牌号的锌。

19.2 镀层重量——按19.5条规定的方法测试二个试样锌镀层的平均重量，不得小于1.8 oz/ft²(0.55 kg/m²)，而且每个试样镀锌层的重量都不得小于1.6 oz/ft²(0.49 kg/m²)，以每平方英尺盎司表示的镀层重量是将管内、外壁总镀锌重量除以内外壁镀覆面积。每个试样的内、外表面镀层重量均不得小于1.3 oz/ft²(0.40 kg/m²)，以给定表面(内、外壁)总镀层重除以镀覆表面积(内、外壁)算出。

19.3 镀层重量试验——按A 90/A90M试验方法用溶解去除锌镀层试验来测定锌镀层重。每个试样的总镀锌层应以一道去除工序来测定。

19.4 试样——测定镀锌层重的试样，长度应近似为4in.(100.6mm)。

19.5 试验次数——测定镀层重应取两个试样，每种尺寸的钢管以500根或其余数为一批，从中任选一根镀锌管，每端各取一个试样。

19.6 复试——如果任一批钢管的镀层重不符合19.2条规定的要求，则在同一批管中再抽二根进行复试，其中每根都要符合规定要求。

19.7 当按本标准订购的管是镀锌公称管时，应在镀锌前对母材进行拉伸、压扁和弯曲试验。当指定时，对母材所作试验结果应向采购方报告。如果在镀锌前的母材上作力学性能试验不现实时，则可在镀了锌层的试样上进行这些试验，但锌镀层的任何剥落或开裂均不应作为拒收的理由。当对镀锌管弯曲或其他加工到一定程度时，使锌镀层拉伸或压缩到超过弹性极限时，允许发生一些镀层的剥落。

20 检查

20.1 在采购方合同订货加工期间，代表采购方的检验员任何时候都有权进入制管厂里与制

造所订购管有关的各处。制管厂应为检验员提供一切方便，以使他确信正在按本标准提供钢管。除非另有规定，全部试验与检验（成品分析除外）均应于装运前在制管厂进行，而且应安排得不致于不必要地妨碍生产的进行。

21　拒收

21.1　采购方可对收到的每根管进行检查。如果按本标准提出的检查和试验方法得出的结果不符合本标准规定的要求时，可拒收此根钢管并通知制管厂。拒收管的处理由制管厂与采购方双方协议商定。

21.2　在本标准的适用范围和要求之内，在加工制造或在安装时发现不适合于用途，则可放置一旁并通知制管厂。双方应对这样的管的缺陷性质和严重性，以及涉及到的成形或安装或两者的情况一起共同研究。处理应采取协商形式。

22　合格证书

22.1　制管厂或供方应按采购方请求向买方提供一份检验证书，声明对管材已按本标准（包括出版年份）制造、取样、试验和检验，且满足要求。

22.2　报告——对 E 型及 S 型管，制管厂或供方应向采购方提供一份对表 1 中规定元素的化学分析报告。

22.3　EDI（电子数据交换）——从电子数据交换（EDI）传送打印出或使用电子表格形式的检验证书或化学分析报告应视作与出证书机构设备打印的副本具有同等效力。EDI 文件的使用和格式应经采购方和供方商定。

注 8：EDI（电子数据交换）以标准格式例如 ANSI ASC X12 的商业信息的计算机之间交换。

22.4　尽管是没有签署，提供检验证书或化学分析报告的机构对其内容负责。

23　产品标志

23.1　除 23.5 和 23.6 条所许可者外，每根管都应用滚印、打印或喷印方法清晰地标出：

23.1.1　制管厂名或商标；

23.1.2　标准号（不要求年号）；

注 9：遵守兼容多个标准的公称管，可标志每个标准恰当的编号。

23.1.3　规格（MPS 和重量类别、管标号或公称壁厚；或规定的外径和公称壁厚；

23.1.4　级别（A 或 B）；

23.1.5　公称管类型（F、E 或 S）；

23.1.6　无缝公称管试验压力（如适用，按表 4）；

23.1.7　无缝公称管的无损电测试验（如适用，按表 4）。

表 4　无缝公称管标志

水压试验	NDE	标　志
进　行	不　做	试验压力
不　做	进　行	NDE
进　行	进　行	试验压力/NDE

23.2　除采购订单另有标志格式规定外，根据所订购材料的单位制，长度标到十分之一英尺，或小数后 2 位的米数。标志位置由制管厂选择。

23.3　除采购订单规定特殊的标志外，应由制管厂选择标志的号、批号、熔注号或这些联合的号。标志位置由制管厂选择。

23.4　由制管厂想要的或在采购订单规定的任何附加信息。

23.5　对于包装或捆的小于等于 NPS 1½（*DN* 40）的公称管，上述标志应标在紧绑在每捆钢管的标签牌上。

23.6　把管切短作为材料转售的后续加工厂应把包括制管厂名或商标在内的完整标志移植到切下来的每根无标志的管段上，或者按第 23.5 条要求标在紧绑在每捆不带标志管的金属标签上。移植的标志应具有相同的材料标志，并加上加工厂的厂名、商标或牌号。

23.7　条形码——除了 23.1，23.5 和 23.6 条的要求外，条形码应按自动化工业行动集团（AIAG）标准组成，它是由 AIAG 条形码项目组的初金属分委员会编制的。

24　政府采购

24.1　当合同中规定时，应按军用标准 MIL-STD-163 要求对材料进行包装、内包装和运输。其适用级别应按合同或订货单规定。装运标志，民用的应按联邦标准 Fed. Std. No. 123，军用的按 MIL-STD-129，或当钢管要求连续打标志时，按 Fed. Std. No. 183。

24.2 检查——除非在合同中或订货单中另有规定，制管厂对本标准规定的全部检验和试验要求的执行负有责任。除了合同中另有规定，或采购方在合同或者订货单中提出反对外，制管厂可使用自己的或其他任何适用的装置来完成本标准规定的检查和试验要求。采购方有权进行本标准规定的检查和试验，它们被认为对确保材料符合规定要求是必要的。

25 包装、标志和装载

25.1 当订货单中有规定时，应按 A 700 推荐程序进行包装、标志、装载或发运。

26 关键词

26.1 无镀层公称钢管 无缝公称钢管 公称钢管 焊接公称钢管 镀锌公称钢管

附　录

（非强制性资料）

X1　公称管型式定义

X1.1　F 型，炉内对接焊公称管——由成卷制管板以连续长度生产的连续焊管，然后切成单根管；其纵向对接缝通过一组圆孔型焊接轧辊。辗压热成形制管板时产生的机械压力锻焊成的。

X1.2　E 型，电阻焊公称管——单根制造的钢管，或由成卷制管板卷制成连续长度的管子，然后切成单根；其纵向对接缝由施加其上的压力以及电流回路中的电阻产生的热而接合，钢管是电回路的一部分。

X1.3　S 型，轧制无缝公称管——轧制无缝管是无焊缝的管材，它由热加工制造而成。必要时，可对热轧管材继之以冷精整，以达到要求的形状，尺寸和性能。

X2　尺寸和某些力学性能表

X2.1　表 X2.1～表 X2.4 述及尺寸和某些力学性能。

表 X2.1　对无缝公称管压扁试验计算 H 值

NPS 标号	*DN* 标号	外　径，in.（mm）	壁　厚，in.（mm）	按式：$H=(1+e)t/(e+t/D)$ 计算出的两压板间距“*H*”，in.（mm）	
				A 级	B 级
2½	65	2.875（73.0）	0.203（5.16）	1.378（35.0）	1.545（39.2）
			0.276（7.01）	1.618（41.1）	1.779（45.2）
3	80	3.500（88.9）	0.216（5.49）	1.552（39.4）	1.755（44.6）
			0.300（7.62）	1.861（47.3）	2.062（52.4）
3½	90	4.000（101.6）	0.226（5.74）	1.682（42.7）	1.912（48.6）
			0.318（8.08）	2.045（51.9）	2.276（57.8）
4	100	4.500（114.3）	0.237（6.02）	1.811（46.0）	2.067（52.5）
			0.337（8.56）	2.228（56.6）	2.489（63.2）
5	125	5.563（141.3）	0.258（6.55）	2.062（52.4）	2.372（60.2）
			0.375（9.52）	2.597（66.0）	2.920（74.2）
6	150	6.625（168.3）	0.280（7.11）	2.308（58.6）	2.669（67.8）
			0.432（10.97）	3.034（77.1）	3.419（86.8）
8	200	8.625（219.1）	0.227（7.04）	2.473（62.8）	2.902（73.7）
			0.322（8.18）	2.757（70.0）	3.210（81.5）
			0.500（12.70）	3.683（93.5）	4.181（106.2）
10	250	10.750（273.1）	0.279（7.09）①	2.623（66.6）	3.111（79.0）
			0.307（7.80）	2.823（71.7）	3.333（84.7）
			0.365（9.27）	3.210（81.5）	3.757（95.4）
			0.500（12.70）	3.993（101.4）	4.592（116.6）
12	300	12.750（323.9）	0.300（7.62）	3.105（78.9）	3.683（93.5）
			0.375（9.52）	3.423（86.9）	4.037（102.5）
			0.500（12.70）	4.218（107.1）	4.899（124.4）
14	350	14.000（355.6）	0.375（9.52）	3.500（88.9）	4.146（105.3）
			0.500（12.70）	4.336（110.1）	5.061（128.5）
16	400	16.000（406.4）	0.375（9.52）	3.603（91.5）	4.294（109.1）
			0.500（12.70）	4.494（114.1）	5.284（134.2）
18	450	18.000（457）	0.375（9.52）	3.688（93.7）	4.417（112.2）
			0.500（12.70）	4.628（117.6）	5.472（139.0）
20	500	20.000（508）	0.375（9.52）	3.758（95.5）	4.521（114.8）
			0.500（12.70）	4.740（120.4）	5.632（143.1）
24	600	24.000（610）	0.375（9.52）	3.869（98.3）	4.686（119.0）
			0.500（12.70）	4.918（124.9）	5.890（149.6）

① 仅对特殊订货。

表 X2.2 光端公称管尺寸、重量和试验压力

NPS 标号	DN 标号	外径, in.(mm)	壁厚, in.(mm)	每ft(m)光端管公称重量, lb(kg)	重量类别	管标号	水压试验压力[1], psi(kPa)	
							A级	B级
⅛	6	0.405 (10.3)	0.068 (1.73)	0.24 (0.37)	STD	40	700 (4800)	700 (4800)
			0.095 (2.41)	0.31 (0.47)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
¼	8	0.540 (13.7)	0.088 (2.24)	0.42 (0.63)	STD	40	700 (4800)	700 (4800)
			0.119 (3.02)	0.54 (0.80)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
⅜	10	0.675 (17.1)	0.091 (2.31)	0.57 (0.84)	STD	40	700 (4800)	700 (4800)
			0.126 (3.20)	0.74 (1.10)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
½	15	0.840 (21.3)	0.109 (2.77)	0.85 (1.27)	STD	40	700 (4800)	700 (4800)
			0.147 (3.73)	1.09 (1.62)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
			0.188 (4.78)	1.31 (1.95)	…	160	900 (6200)	900 (6200)
			0.294 (7.47)	1.71 (2.55)	XXS	…	1000 (6900)	1000 (6900)
¾	20	1.050 (26.7)	0.113 (2.87)	1.13 (1.69)	STD	40	700 (4800)	700 (4800)
			0.154 (3.91)	1.47 (2.20)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
			0.219 (5.56)	1.94 (2.90)	…	160	950 (6500)	950 (6500)
			0.308 (7.82)	2.44 (3.64)	XXS	…	1000 (6900)	1000 (6900)
1	25	1.315 (33.4)	0.133 (3.38)	1.68 (2.50)	STD	40	700 (4800)	700 (4800)
			0.179 (4.55)	2.17 (3.24)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
			0.250 (6.35)	2.84 (4.24)	…	160	950 (6500)	950 (6500)
			0.358 (9.09)	3.66 (5.45)	XXS	…	1000 (6900)	1000 (6900)
1¼	32	1.660 (42.2)	0.140 (3.56)	2.27 (3.39)	STD	40	1200 (8300)	1300 (9000)
			0.191 (4.85)	3.00 (4.47)	XS	80	1800 (12400)	1900 (13100)
			0.250 (6.35)	3.77 (5.61)	…	160	1900 (13100)	2000 (13800)
			0.382 (9.70)	5.22 (7.77)	XXS	…	2200 (15200)	2300 (15900)
1½	40	1.900 (48.3)	0.145 (3.68)	2.72 (4.05)	STD	40	1200 (8300)	1300 (9000)
			0.200 (5.08)	5.63 (5.41)	XS	80	1800 (12400)	1900 (13100)
			0.281 (7.14)	4.86 (7.25)	…	160	1950 (13400)	2050 (14100)
			0.400 (10.16)	6.41 (9.56)	XXS	…	2200 (15200)	2300 (15900)
2	50	2.375 (60.3)	0.154 (3.91)	3.66 (5.44)	STD	40	2300 (15900)	2500 (17200)
			0.218 (5.54)	5.03 (7.48)	XS	80	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.344 (8.74)	7.47 (11.11)	…	160	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.436 (11.07)	9.04 (13.44)	XXS	…	2500 (17200)	2500 (17200)
2½	65	2.875 (73.0)	0.203 (5.16)	5.80 (8.63)	STD	40	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.276 (7.01)	7.67 (11.41)	XS	80	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.375 (9.52)	10.02 (14.90)	…	160	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.552 (14.02)	13.71 (20.39)	XXS	…	2500 (17200)	2500 (17200)
3	80	3.500 (88.9)	0.125 (3.18)	4.51 (6.72)	…	…	1290 (8900)	1500 (1000)
			0.156 (3.96)	5.58 (8.29)	…	…	1600 (11000)	1870 (12900)
			0.188 (4.78)	6.66 (9.92)	…	…	1930 (13300)	2260 (15600)
			0.216 (5.49)	7.58 (11.29)	STD	40	2220 (15300)	2500 (17200)
			0.250 (6.35)	8.69 (12.93)	…	…	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.281 (7.14)	9.67 (14.40)	…	…	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.300 (7.62)	10.26 (15.27)	XS	80	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.438 (11.13)	14.34 (21.35)	…	160	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.600 (15.24)	18.10 (27.68)	XXS	…	2500 (17200)	2500 (17200)
3½	90	4.000 (101.6)	0.125 (3.18)	5.18 (7.72)	…	…	1120 (7700)	1300 (9000)
			0.156 (3.96)	6.41 (9.53)	…	…	1400 (9700)	1640 (11300)
			0.188 (4.78)	7.66 (11.41)	…	…	1690 (11700)	1970 (13600)
			0.226 (5.74)	9.12 (13.57)	STD	40	2030 (14000)	2370 (16300)
			0.250 (6.35)	10.02 (14.92)	…	…	2250 (15500)	2500 (17200)
			0.281 (7.14)	11.17 (16.63)	…	…	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.318 (8.08)	12.52 (18.63)	XS	80	2800 (19300)	2800 (19300)

表 X2.2(续)　光端公称管尺寸、重量和试验压力

NPS 标号	*DN* 标号	外　径，in.(mm)	壁　厚，in.(mm)	每 ft(m) 光端管公称重量，lb (kg)	重量类别	管标号	水压试验压力[①]，psi (kPa)	
							A 级	B 级
4	100	4.500 (114.3)	0.125 (3.18)	5.85 (8.71)	…	…	1000 (6900)	1170 (8100)
			0.156 (3.96)	7.24 (10.28)	…	…	1250 (8600)	1400 (10100)
			0.188 (4.78)	8.67 (12.91)	…	…	1500 (10300)	1750 (12100)
			0.219 (5.56)	10.02 (14.91)	…	…	1750 (12000)	2040 (14100)
			0.237 (6.02)	10.80 (16.07)	STD	40	1900 (13100)	2210 (15200)
			0.250 (6.35)	11.36 (16.90)	…	…	2000 (13800)	2330 (16100)
			0.281 (7.14)	12.67 (18.87)	…	…	2250 (15100)	2620 (18100)
			0.312 (7.92)	13.97 (20.78)	…	…	2500 (17200)	2800 (19300)
			0.337 (8.56)	15.00 (22.32)	XS	80	2700 (18600)	2800 (19300)
			0.438 (11.13)	19.02 (28.32)	…	120	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.531 (13.49)	22.53 (33.54)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.674 (17.12)	27.57 (41.03)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
5	125	5.563 (141.3)	0.156 (3.96)	9.02 (13.41)	…	…	1010 (7000)	1180 (8100)
			0.188 (4.78)	10.80 (16.09)	…	…	1220 (8400)	1420 (9800)
			0.219 (5.56)	12.51 (18.61)	…	…	1420 (9800)	1650 (11400)
			0.258 (6.55)	14.63 (21.77)	STD	40	1670 (11500)	1950 (13400)
			0.281 (7.14)	15.87 (23.62)	…	…	1820 (12500)	2120 (14600)
			0.312 (7.92)	17.51 (26.05)	…	…	2020 (13900)	2360 (16300)
			0.344 (8.74)	19.19 (28.57)	…	…	2230 (15400)	2600 (17900)
			0.375 (9.52)	20.80 (30.94)	XS	80	2430 (16800)	2800 (19300)
			0.500 (12.70)	27.06 (40.28)	…	120	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.625 (15.88)	32.99 (49.11)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.750 (19.05)	38.59 (57.43)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
6	150	6.625 (168.3)	0.188 (4.78)	12.94 (19.27)	…	…	1020 (7000)	1190 (8200)
			0.219 (5.56)	15.00 (22.31)	…	…	1190 (8200)	1390 (9600)
			0.250 (6.35)	17.04 (25.36)	…	…	1360 (9400)	1580 (10900)
			0.280 (7.11)	18.99 (28.26)	STD	40	1520 (10500)	1780 (12300)
			0.312 (7.92)	21.06 (31.32)	…	…	1700 (11700)	1980 (13700)
			0.034 (8.74)	23.10 (34.39)	…	…	1870 (12900)	2180 (15000)
			0.375 (9.52)	25.05 (37.28)	…	…	2040 (14100)	2380 (16400)
			0.432 (10.97)	28.60 (42.56)	XS	80	2350 (16200)	2740 (18900)
			0.562 (14.27)	36.43 (54.20)	…	120	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.719 (18.26)	45.39 (67.56)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.864 (21.95)	53.21 (79.22)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
8	200	8.625 (219.1)	0.188 (4.78)	16.96 (25.26)	…	…	780 (5400)	920 (6300)
			0.203 (5.16)	18.28 (27.22)	…	…	850 (5900)	1000 (6900)
			0.219 (5.56)	19.68 (29.28)	…	…	910 (6300)	1070 (7400)
			0.250 (6.35)	22.38 (33.31)	…	20	1040 (7200)	1220 (8400)
			0.227 (7.04)	24.72 (36.31)	…	30	1160 (7800)	1350 (9300)
			0.312 (7.92)	27.73 (41.24)	…	…	1300 (9000)	1520 (10500)
			0.332 (8.18)	28.58 (42.55)	STD	40	1340 (9200)	1570 (10800)
			0.344 (8.74)	30.45 (45.34)	…	…	1400 (9900)	1680 (11600)
			0.375 (9.52)	33.07 (49.20)	…	…	1570 (10800)	1830 (12600)
			0.406 (10.31)	35.67 (53.08)	…	60	1170 (11700)	2000 (13800)
			0.438 (11.13)	38.33 (57.08)	…	…	1830 (12600)	2130 (14700)
			0.500 (12.70)	43.43 (64.64)	XS	80	2090 (14400)	2430 (16800)
			0.594 (15.09)	51.00 (75.92)	…	100	2500 (17200)	2800 (19300)
			0.719 (18.26)	60.77 (90.44)	…	120	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.812 (20.62)	67.82 (100.92)	…	140	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.875 (22.22)	72.49 (107·88)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.906 (23.01)	74.76 (111.27)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)

表 X2.2(续) 光端公称管尺寸、重量和试验压力

NPS 标号	*DN* 标号	外径, in.(mm)	壁厚, in.(mm)	每 ft(m) 光端管公称重量, lb(kg)	重量类别	管标号	水压试验压力[1], psi(kPa)	
							A 级	B 级
			0.188 (4.78)	21.23 (31.62)	…	…	630 (4300)	730 (5000)
			0.203 (5.16)	22.89 (34.08)	…	…	680 (4700)	800 (5500)
			0.219 (5.56)	24.65 (36.67)	…	…	730 (5000)	860 (5900)
			0.250 (6.35)	28.06 (41.75)	…	20	840 (5800)	980 (6800)
			0.279 (7.09)	31.23 (46.49)	…	…	930 (6400)	1090 (7500)
			0.307 (7.80)	34.27 (51.01)	…	30	1030 (7100)	1200 (8300)
			0.344 (8.74)	38.27 (56.96)	…	…	1150 (7900)	1340 (9200)
10	250	10.750 (273.0)	0.365 (9.27)	40.52 (60.29)	STD	40	1220 (8400)	1430 (9900)
			0.438 (11.13)	48.28 (71.87)	…	…	1470 (10100)	1710 (11800)
			0.500 (12.70)	54.79 (81.52)	XS	60	1670 (11500)	1950 (13400)
			0.594 (15.09)	64.49 (95.97)	…	80	1990 (13700)	2320 (16000)
			0.719 (18.26)	77.10 (114.70)	…	100	2410 (16600)	2800 (19300)
			0.844 (21.44)	89.38 (133.00)	…	120	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.000 (25.40)	104.23 (115.09)	XXS	140	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.125 (28.57)	115.75 (172.21)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.243 (5.16)	27.23 (40.55)	…	…	570 (3900)	670 (4600)
			0.219 (5.56)	29.34 (49.63)	…	…	620 (4300)	720 (5000)
			0.250 (6.35)	33.41 (49.71)	…	20	710 (4900)	820 (5700)
			0.218 (7.14)	37.46 (55.75)	…	…	790 (5400)	930 (6400)
			0.312 (41.45)	41.48 (61.69)	…	…	880 (6100)	1030 (7100)
			0.330 (8.38)	43.81 (65.18)	…	30	930 (6400)	1090 (7500)
			0.344 (8.74)	45.62 (67.90)	…	…	970 (6700)	1130 (7800)
			0.375 (9.52)	49.61 (73.78)	STD	…	1060 (7300)	1240 (8500)
12	300	12.750 (323.8)	0.406 (10.31)	53.57 (79.70)	…	40	1150 (7900)	1340 (9200)
			0.438 (11.13)	57.65 (85.82)	…	…	1240 (8500)	1440 (9900)
			0.500 (12.70)	65.48 (97.43)	XS	…	1410 (9700)	1650 (11400)
			0.562 (14.27)	73.22 (108.92)	…	60	1590 (11000)	1850 (12800)
			0.688 (17.48)	88.71 (132.04)	…	80	1940 (13400)	2270 (15700)
			0.844 (21.44)	107.42 (159.86)	…	100	2390 (16500)	2780 (19200)
			1.000 (25.40)	125.61 (186.91)	XXS	120	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.125 (28.57)	139.81 (208.00)	…	140	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.312 (33.32)	160.42 (238.68)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.210 (5.33)	30.96 (46.04)	…	…	540 (3700)	630 (4300)
			0.219 (5.56)	32.26 (47.99)	…	…	560 (3900)	660 (4500)
			0.250 (6.35)	36.75 (54.69)	…	10	640 (4400)	750 (5200)
			0.281 (7.14)	41.21 (61.35)	…	…	720 (5000)	840 (5800)
			0.312 (7.92)	45.65 (67.90)	…	20	800 (5500)	940 (6500)
			0.344 (8.74)	50.22 (74.76)	…	…	880 (6100)	1030 (7100)
			0.375 (9.52)	54.62 (81.25)	STD	30	960 (6600)	1120 (7700)
			0.438 (11.13)	63.50 (94.55)	…	40	1130 (7800)	1310 (9000)
			0.469 (11.91)	67.84 (100.94)	…	…	1210 (8000)	1410 (9700)
14	350	14.000 (355.6)	0.500 (12.70)	72.16 (107.39)	XS	…	1290 (8900)	1500 (10300)
			0.594 (15.59)	85.13 (126.71)	…	60	1530 (10500)	1790 (12300)
			0.750 (19.05)	106.23 (158.10)	…	80	1930 (13300)	2250 (15500)
			0.938 (23.83)	130.98 (194.96)	…	100	2410 (16600)	2800 (19300)
			1.094 (27.79)	150.93 (224.65)	…	120	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.250 (31.75)	170.37 (254.56)	…	140	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.406 (35.71)	189.29 (281.70)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			2.000 (50.80)	256.56 (381.83)	…	…	2800 (19300)	2800 (19300)
			2.125 (53.97)	269.76 (401.44)	…	…	2800 (19300)	2800 (19300)
			2.200 (55.88)	277.51 (413.01)	…	…	2800 (19300)	2800 (19300)
			2.500 (63.50)	307.34 (457.40)	…	…	2800 (19300)	2800 (19300)

表 X2.2(续)　光端公称管尺寸、重量和试验压力

NPS 标号	*DN* 标号	外　径，in.(mm)	壁　厚，in.(mm)	每 ft(m) 光端管公称重量，lb (kg)	重量类别	管标号	水压试验压力[①]，psi (kPa)	
							A 级	B 级
			0.219 (5.56)	36.95 (54.96)	…	…	490 (3400)	570 (3900)
			0.250 (6.35)	42.09 (62.64)	…	10	560 (3900)	660 (4500)
			0.281 (7.14)	47.22 (70.30)	…	…	630 (4300)	740 (5100)
			0.312 (7.92)	52.32 (77.83)	…	20	700 (4800)	820 (5700)
			0.344 (8.74)	57.57 (85.71)	…	…	770 (5300)	900 (6200)
			0.375 (9.52)	62.64 (93.17)	STD	30	840 (5800)	980 (6800)
			0.438 (11.13)	72.86 (108.49)	…	…	990 (6800)	1150 (7900)
16	400	16.000 (406.4)	0.469 (11.91)	77.87 (115.86)	…	…	1060 (7300)	1230 (8500)
			0.500 (12.70)	82.85 (123.30)	XS	40	1120 (7700)	1310 (9000)
			0.656 (16.66)	107.60 (160.12)	…	60	1480 (10200)	1720 (11900)
			0.844 (21.44)	136.74 (203.53)	…	80	1900 (13100)	2220 (15300)
			1.031 (26.19)	164.98 (245.56)	…	100	2320 (16000)	2710 (18700)
			1.219 (30.96)	192.61 (286.64)	…	120	2740 (18900)	2800 (19300)
			1.438 (36.53)	223.65 (333.19)	…	140	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.549 (40.49)	245.48 (365.35)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.250 (6.35)	47.44 (70.60)	…	10	500 (3400)	580 (4000)
			0.281 (7.14)	53.23 (79.24)	…	…	560 (3900)	660 (4500)
			0.312 (7.92)	58.99 (87.75)	…	20	620 (4300)	730 (5000)
			0.344 (8.74)	64.93 (96.66)	…	…	690 (4800)	800 (5500)
			0.375 (9.52)	70.65 (105.10)	STD	…	750 (5200)	880 (6100)
			0.406 (10.31)	76.36 (113.62)	…	…	810 (5600)	950 (6500)
			0.438 (11.13)	82.23 (122.43)	…	30	880 (6700)	1020 (7000)
			0.469 (11.91)	87.89 (130.78)	…	…	940 (6500)	1090 (7500)
18	450	18.000 (457)	0.500 (12.70)	93.54 (139.20)	XS	…	1000 (6900)	1170 (8100)
			0.562 (14.27)	104.76 (155.87)	…	40	1120 (7700)	1310 (9000)
			0.750 (19.05)	138.30 (205.83)	…	60	1500 (10300)	1750 (12100)
			0.938 (23.83)	171.08 (254.67)	…	80	1880 (13000)	2190 (15100)
			1.156 (29.36)	208.15 (309.76)	…	100	2310 (15900)	2700 (18600)
			1.375 (34.92)	244.37 (363.64)	…	120	2750 (19000)	2800 (19300)
			1.562 (39.67)	274.48 (408.45)	…	140	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.718 (45.24)	308.79 (459.59)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)
			0.250 (6.35)	52.78 (78.55)	…	10	450 (3100)	520 (3600)
			0.281 (7.14)	59.23 (88.19)	…	…	510 (3500)	590 (4100)
			0.312 (7.92)	65.66 (97.67)	…	…	560 (3900)	660 (4500)
			0.344 (8.74)	72.28 (107.60)	…	…	620 (4300)	720 (5000)
			0.375 (9.52)	78.67 (117.02)	STD	20	680 (4700)	790 (5400)
			0.406 (10.31)	84.04 (126.53)	…	…	730 (5000)	850 (5900)
			0.438 (11.13)	91.59 (136.37)	…	…	790 (5400)	920 (6300)
			0.469 (11.91)	97.92 (145.70)	…	…	850 (5900)	950 (6500)
20	500	20.000 (508.0)	0.500 (12.70)	104.23 (155.12)	XS	30	900 (6200)	1050 (7200)
			0.594 (15.09)	123.23 (183.42)	…	40	1170 (8100)	1250 (8600)
			0.812 (20.62)	166.56 (247.83)	…	60	1460 (10100)	1710 (11800)
			1.031 (26.19)	209.06 (311.17)	…	80	1860 (12800)	2170 (15000)
			1.281 (32.54)	256.34 (381.53)	…	100	2310 (15900)	2690 (18500)
			1.500 (38.10)	296.65 (441.49)	…	120	2700 (18600)	2800 (19300)
			1.750 (44.45)	341.41 (508.11)	…	140	2800 (19300)	2800 (19300)
			1.969 (50.01)	379.53 (564.81)	…	160	2800 (19300)	2800 (19300)

表 X2.2(续) 光端公称管尺寸、重量和试验压力

NPS 标号	DN 标号	外径, in.（mm）	壁厚, in.（mm）	每ft（m）光端管公称重量, lb（kg）	重量类别	管标号	水压试验压力①, psi（kPa）	
							A级	B级
			0.250（6.35）	63.47（94.46）	…	10	380（2600）	440（3000）
			0.281（7.14）	71.25（106.08）	…	…	420（2900）	490（3400）
			0.312（7.92）	79.01（117.51）	…	…	470（3200）	550（3800）
			0.344（8.74）	86.99（128.50）	…	…	520（3600）	600（4100）
			0.375（9.52）	94.71（140.88）	STD	20	560（3900）	660（4500）
			0.406（10.31）	102.40（152.37）	…	…	610（4200）	710（4900）
			0.438（11.13）	110.32（164.26）	…	…	660（4500）	770（5300）
			0.409（11.91）	117.98（175.54）	…	…	700（4800）	820（5700）
			0.500（12.70）	125.61（186.94）	XS	…	750（5200）	880（6100）
24	600	24.000（610）	0.562（14.27）	140.81（209.50）	…	30	840（5800）	980（6800）
			0.688（17.48）	171.45（255.24）	…	40	1030（7100）	1200（8300）
			0.938（23.83）	231.25（344.23）	…	…	1410（9700）	1640（11300）
			0.969（24.61）	238.57（355.02）	…	60	1450（10000）	1700（11700）
			1.219（30.96）	296.86（441.78）	…	80	1830（12600）	2130（14700）
			1.531（38.89）	367.74（547.33）	…	100	2300（15900）	2680（18500）
			1.812（46.02）	429.79（639.58）	…	120	2720（18800）	2800（19300）
			2.062（52.37）	483.57（719.63）	…	140	2800（19300）	2800（19300）
			2.344（59.54）	542.64（807.63）	…	160	2800（19300）	2800（19300）
			0.250（6.35）	68.82（102.42）	…	…	350（2400）	400（2800）
			0.281（7.14）	77.26（115.02）	…	…	390（2700）	450（3100）
			0.312（7.92）	85.68（127.43）	…	10	430（3000）	500（3400）
			0.344（8.74）	94.35（140.45）	…	…	480（3300）	560（3900）
			0.375（9.52）	102.72（152.80）	STD	…	520（3600）	610（4200）
26	650	26.000（660）	0.406（10.31）	111.08（165.28）	…	…	560（3900）	660（4500）
			0.438（11.13）	119.69（178.20）	…	…	610（4200）	710（4900）
			0.469（11.91）	128.00（190.46）	…	…	650（4500）	760（5200）
			0.500（12.70）	136.30（202.85）	XS	20	690（4800）	810（5600）
			0.562（14.27）	152.83（227.37）	…	…	780（5400）	910（6300）

①用于列入表中的外径和壁厚的最小试验压力应按下面给出的公式计算。计算得出的试验压力应用于所有情况，以下情况除外：

（1）规定直径的管子，当其壁厚大于表列出的最厚壁厚时，则对最厚壁厚的试验压力即为所需试验压力。

（2）对尺寸小于 *NPS*2(*DN*50)的 A 级和 B 级及所有尺寸的连续焊管，使用表中对相应直径最薄的壁厚给出的试验压力。

（3）所有尺寸的连接焊管和小于 *NPS*2(*DN*50)的所有尺寸 A 级和 B 级钢管试验压力已经任意指定。中间外径的试验压力不需超过表列相近较大尺寸的试验压力。

$$P = 2St/D$$

式中 P=最小水试验压力，psi(kPa)

S=最小规定屈服强度的 0.06 倍，psi(kPa)

t=公称壁厚，in.（mm）

D=规定外径，in.（mm）

表 X2.3 带套管接头螺纹端公称钢管的尺寸、重量和试验压力

NPS 标号	DN 标号	外径, in.(mm)	壁厚, in.(mm)	每ft(m)带套管接头螺纹端管公称重量, lb(kg)	重量类别	管标号	水压试验压力,psi(kPa)	
							A级	B级
⅛	6	40.405（10.3）	0.068（1.73）	0.25（0.37）	STD	40	700（4800）	700（4800）
			0.095（2.41）	0.32（0.46）	XS	80	850（5900）	850（5900）
¼	8	0.540（13.7）	0.088（2.24）	0.43（0.63）	STD	40	700（4800）	700（4800）
			0.119（3.02）	0.54（0.80）	XS	80	850（5900）	850（5900）
⅜	10	0.675（17.1）	0.091（2.31）	0.57（0.84）	STD	40	700（4800）	700（4800）
			0.126（3.20）	0.74（1.10）	XS	80	850（5900）	850（5900）
½	15	0.840（21.3）	0.109（2.77）	0.86（1.27）	STD	40	700（4800）	700（4800）
			0.147（3.73）	1.09（1.62）	XS	80	850（5900）	850（5900）
			0.294（7.47）	1.72（2.54）	XXS	…	1000（6900）	1000（6900）

表 X2.3(续)　带套管接头螺纹端公称钢管的尺寸、重量和试验压力

NPS 标号	*DN* 标号	外　径，in.(mm)	壁　厚，in.(mm)	每 ft(m)带套管接头螺纹端管公称重量，lb(kg)	重量类别	管标号	水压试验压力，psi(kPa)	
							A 级	B 级
¾	20	1.050 (26.7)	0.113(2.87)	1.14(1.69)	STD	40	700(4800)	700(4800)
			0.154 (3.91)	1.48 (2.21)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
			0.308 (7.82)	2.45 (3.64)	XXS	…	1000 (6900)	1000 (6900)
1	25	1.315 (33.4)	0.133 (3.38)	1.69 (2.50)	STD	40	700 (4800)	700 (4800)
			0.179 (4.55)	2.19 (3.25)	XS	80	850 (5900)	850 (5900)
			0.358 (9.09)	3.66 (5.45)	XXS	…	1000 (6900)	1000 (6900)
1¼	32	1.660 (42.2)	0.140 (3.56)	2.28 (3.40)	STD	40	1000 (6900)	1100 (7600)
			0.191 (4.85)	3.03 (4.49)	XS	80	1500 (10300)	1600 (11000)
			0.382 (9.70)	5.23 (7.76)	XXS	…	1800 (12400)	1900 (13100)
1½	40	1.900 (48.3)	0.145 (3.68)	2.74 (4.04)	STD	40	1000 (6900)	1100 (7600)
			0.200 (5.08)	3.65 (5.39)	XS	80	1500 (10300)	1600 (11000)
			0.400 (10.16)	6.41 (9.56)	XXS	…	1800 (12400)	1900 (13100)
2	50	2.375 (60.3)	0.154 (3.91)	3.68 (5.46)	STD	40	2300 (15900)	2500 (17200)
			0.218 (5.54)	5.08 (7.55)	XS	80	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.436 (11.07)	9.06 (13.44)	XXS	…	2500 (17200)	2500 (17200)
2½	65	2.875 (73.0)	0.203 (5.16)	5.85 (8.67)	STD	40	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.276 (7.01)	7.75 (11.52)	XS	80	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.552 (14.02)	13.72 (20.39)	XXS	…	2500 (17200)	2500 (17200)
3	80	3.500 (88.9)	0.216 (5.49)	7.68 (11.35)	STD	40	2200 (15200)	2500 (17200)
			0.300 (7.62)	10.35 (15.39)	XS	80	2500 (17200)	2500 (17200)
			0.600 (15.24)	18.60 (27.66)	XXS	…	2500 (17200)	2500 (17200)
3½	90	4.000 (101.6)	0.26 (5.74)	9.27 (13.71)	STD	40	2000 (13800)	2400 (16500)
			0.318 (8.08)	12.67 (18.82)	XS	80	2800 (19300)	2800 (19300)
4	100	4.500 (114.3)	0.237 (6.02)	10.92 (16.23)	STD	40	1900 (13100)	2200 (15200)
			0.337 (8.56)	15.20 (22.60)	XS	80	2700 (18600)	2800 (19300)
			0.674 (17.12)	27.62 (41.09)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
5	125	5.563 (141.3)	0.258 (6.55)	14.90 (22.07)	STD	40	1700 (11700)	1900 (13100)
			0.375 (9.52)	21.04 (13.42)	XS	80	2400 (16500)	2800 (19300)
			0.750 (19.05)	38.63 (57.53)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
6	150	6.625 (168.3)	0.280 (7.11)	19.34 (28.58)	STD	40	1500 (10300)	1800 (12400)
			0.432 (10.97)	28.88 (43.05)	XS	80	2300 (15900)	2700 (18600)
			0.864 (21.95)	53.19 (79.18)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
8	200	8.625 (219.1)	0.277 (7.04)	25.53 (38.07)	…	30	1200 (8300)	1300 (9000)
			0.322 (8.18)	28.35 (43.73)	STD	40	1300 (9000)	1600 (11000)
			0.500 (12.70)	44.00 (65.41)	XS	60	2100 (14500)	2400 (16500)
			0.875 (22.22)	72.69 (107.94)	XXS	…	2800 (19300)	2800 (19300)
10	250	10.750 (273.0)	0.279 (7.09)	32.33 (48.8)	…	…	950 (6500)	1100 (7600)
			0.307 (7.80)	35.33 (53.27)	…	30	1000 (6900)	1200 (8300)
			0.365 (9.27)	41.49 (63.36)	STD	40	1200 (8300)	1400 (9700)
			0.500 (12.70)	55.55 (83.17)	XS	60	1700 (11700)	2000 (13800)
12	300	12.750 (323.8)	0.330 (8.38)	45.47 (67.72)	…	30	950 (6500)	1100 (7600)
			0.375 (9.52)	51.28 (76.21)	STD	…	1100 (7600)	1200 (8300)
			0.500 (12.70)	66.91 (99.40)	XS	…	1400 (9700)	1600 (11000)

表 X2.4 检查公称管壁厚的最小壁厚表

公称(平均)壁厚(t_n), in.(mm)	检查最小壁厚(t_m), in.(mm)	公称(平均)壁厚(t_n), in.(mm)	检查最小壁厚(t_m), in.(mm)	公称(平均)壁厚(t_n), in.(mm)	检查最小壁厚(t_m), in.(mm)
0.068 (1.73)	0.060 (1.52)	0.294 (7.47)	0.257 (6.53)	0.750 (19.05)	0.656 (16.66)
0.088 (2.24)	0.077 (1.96)	0.300 (6.02)	0.262 (6.65)	0.812 (20.62)	0.710 (18.03)
0.091 (2.31)	0.080 (2.03)	0.307 (7.80)	0.262 (6.83)	0.844 (21.44)	0.739 (18.77)
0.095 (2.41)	0.083 (2.11)	0.308 (7.82)	0.270 (6.86)	0.864 (21.94)	0.756 (19.20)
0.109 (2.77)	0.095 (2.41)	0.312 (7.92)	0.273 (6.93)	0.875 (22.22)	0.766 (19.46)
0.113 (2.87)	0.099 (2.51)	0.318 (8.08)	0.278 (7.06)	0.906 (23.01)	0.793 (20.14)
0.119 (3.02)	0.104 (2.64)	0.322 (8.18)	0.282 (7.16)	0.938 (23.82)	0.821 (20.85)
0.125 (3.18)	0.109 (2.77)	0.330 (8.38)	0.289 (7.34)	0.968 (24.59)	0.847 (21.51)
0.126 (3.20)	0.110 (2.79)	0.337 (8.56)	0.295 (7.49)	1.000 (25.40)	0.875 (22.22)
0.133 (3.38)	0.116 (2.95)	0.343 (8.71)	0.300 (7.62)	1.031 (26.19)	0.902 (22.91)
0.140 (3.56)	0.122 (3.10)	0.344 (8.74)	0.301 (7.65)	1.062 (26.97)	0.929 (26.30)
0.145 (3.68)	0.127 (3.23)	0.358 (9.09)	0.313 (7.95)	1.094 (27.79)	0.957 (24.31)
0.147 (3.73)	0.129 (3.28)	0.365 (9.27)	0.319 (8.10)	1.125 (28.58)	0.984 (24.99)
0.154 (3.91)	0.135 (3.43)	0.375 (9.52)	0.328 (8.33)	1.156 (29.36)	1.012 (25.70)
0.156 (3.96)	0.136 (3.45)	0.382 (9.70)	0.334 (8.48)	1.219 (30.96)	1.067 (27.08)
0.179 (4.55)	0.157 (3.99)	0.400 (10.16)	0.350 (8.89)	1.250 (31.75)	1.094 (27.79)
0.187 (4.75)	0.164 (4.17)	0.406 (10.31)	0.355 (9.02)	1.281 (32.54)	1.121 (28.47)
0.188 (4.78)	0.164 (4.17)	0.432 (10.97)	0.378 (9.60)	1.312 (33.32)	1.148 (29.16)
0.191 (4.85)	0.167 (4.24)	0.436 (11.07)	0.382 (9.70)	1.343 (34.11)	1.175 (29.85)
0.200 (5.08)	0.175 (4.44)	0.437 (11.10)	0.382 (9.70)	1.375 (34.92)	1.203 (30.56)
0.203 (5.16)	0.178 (4.52)	0.438 (11.13)	0.383 (9.73)	1.406 (35.71)	1.230 (31.24)
0.216 (5.49)	0.189 (4.80)	0.500 (12.70)	0.438 (11.13)	1.438 (36.53)	1.258 (31.95)
0.218 (5.54)	0.191 (4.85)	0.531 (13.49)	0.465 (11.81)	1.500 (38.10)	1.312 (33.32)
0.219 (5.56)	0.192 (4.88)	0.552 (14.02)	0.483 (12.27)	1.531 (38.89)	1.340 (34.04)
0.226 (5.74)	0.198 (5.03)	0.562 (14.27)	0.492 (12.50)	1.562 (39.67)	1.367 (34.72)
0.237 (6.02)	0.207 (5.26)	0.594 (15.09)	0.520 (13.21)	1.594 (40.49)	1.395 (35.43)
0.250 (6.35)	0.219 (5.56)	0.600 (15.24)	0.525 (13.34)	1.750 (44.45)	1.531 (38.89)
0.258 (6.55)	0.226 (5.74)	0.625 (15.88)	0.547 (13.89)	1.781 (45.24)	1.558 (39.57)
0.276 (7.01)	0.242 (6.15)	0.656 (16.66)	0.574 (14.58)	1.812 (46.02)	1.586 (40.28)
0.277 (7.04)	0.242 (6.15)	0.674 (17.12)	0.590 (14.99)	1.968 (49.99)	1.722 (43.74)
0.279 (7.09)	0.244 (6.20)	0.688 (17.48)	0.602 (15.29)	2.062 (52.37)	1.804 (45.82)
0.280 (7.11)	0.245 (6.22)	0.719 (18.26)	0.629 (15.98)	2.344 (59.54)	2.051 (52.10)
0.281 (7.14)	0.246 (6.25)				

注 1：本表依据的下式，可用于由公称（平均）壁厚计算最小壁厚：

$$t_n \times 0.875 = t_m$$

式中 t_n = 公称（平均）壁厚，in.（mm）

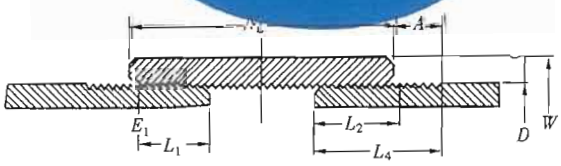
t_m = 最小壁厚，in.（mm）

壁厚表示到小数点后三位，第四位按 ASTM E29 规定方法进位或舍弃。

注 2：本表是一张适用于购买不同[illegible]壁厚的主表，并非意味着列于本表中的所有壁厚在本标准下都有供应。

X3 螺纹基本数据

X3.1 图 X3.1 配合表 X3.1 使用，图 X3.2 配合表 X3.2 使用。



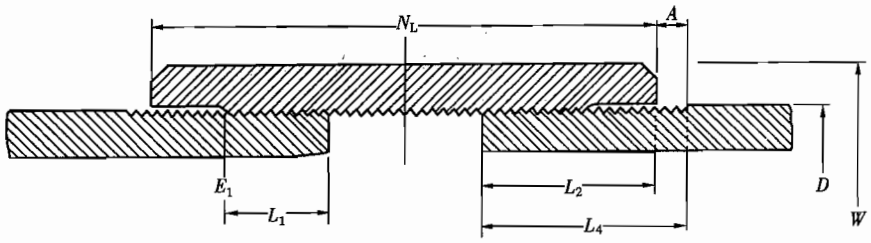
图X3.1 使用表X3.1手动旋紧装配尺寸

表 X3.1　小于等于 NPS 6(*DN* 50)的标准公称管的螺纹基本数据

管(P)			螺　纹					套管接头		
NPS 标号	*DN* 标号	外　径, in.(mm) *D*	每英寸牙数	管端至手动旋紧面长度, in.(mm) L_1	有效长度, in.(mm) L_2	总　长, in.(mm) L_4	基面处中　径, in.(mm) E_1	外　径, in.(mm) *W*	长　度, in.(mm) N_L	手动旋紧后余量(牙数) *A*
1/8	6	0.405(10.3)	27	0.1615	0.2638	0.3924	0.37360	0.563	3/4	4
				(4.1021)	(6.7005)	(9.9670)	(9.48944)	(14.3)	(19)	
1/4	8	0.540(13.7)	18	0.2278	0.4018	0.5946	0.49163	0.719	1 1/8	5 1/2
				(5.7861)	(10.2057)	(15.1028)	(12.48740)	(18.3)		
3/8	10	0.675(17.1)	18	0.240	0.4078	0.6006	0.62701	0.875	1 1/8	5
				(6.096)	(10.3581)	(15.2552)	(15.92605)	(22.2)		
1/2	15	0.840(21.3)	14	0.320	0.5337	0.7815	0.77843	1.063	1 1/2	5
				(8.128)	(13.5560)	(19.8501)	(19.77212)	(27.0)		
3/4	20	1.050(26.7)	14	0.339	0.5457	0.7935	0.98887	1.313	1 9/16	5
				(8.611)	(13.8608)	(20.1549)	(25.11730)	(33.4)		
1	25	1.315(33.4)	11 1/2	0.400	0.6828	0.9845	1.23863	1.576	1 15/16	5
				(10.160)	(17.3431)	(25.0063)	(31.46120)	40.0)		
1 1/4	32	1.660(42.2)	11 1/2	0.420	0.7068	1.0085	1.58338	1.900	2	5
				(10.668)	(17.9527)	(25.6159)	(40.21785)	(48.3)		
1 1/2	40	1.900(48.3)	11 1/2	0.420	0.7235	1.0252	1.82234	2.200	2	5 1/2
				(10.668)	(18.3769)	(26.0401)	(46.28744)	(55.9)		
2	50	2.375(60.3)	11 1/2	0.436	0.7565	1.0582	2.29627	2.750	2 1/16	5 1/2
				(11.074)	(19.2151)	(26.8783)	(58.32526)	(69.8)		
2 1/2	65	2.875(73.0)	8	0.682	1.1376	1.5712	2.76216	3.250	3 1/16	5 1/2
				(17.323)	(28.8950)	(39.9085)	(70.15886)	(82.5)		
3	80	3.500(88.9)	8	0.766	1.2000	1.6337	3.38850	4.000	3 3/16	5 1/2
				(19.456)	(30.4800)	(41.4960)	(86.06790)	(101.6)		
3 1/2	90	4.000(101.6)	8	0.821	1.2500	1.6837	3.88881	4.625	3 5/16	5 1/2
				(20.853)	(31.7500)	(42.7660)	(98.77577)	(117.5)		
4	100	4.500(114.3)	8	0.844	1.3000	1.7337	4.38713	5.000	3 7/16	5
				(21.438)	(33.0200)	(44.0360)	(111.43310)	(127.0)		
5	125	5.563(141.3)	8	0.937	1.4063	1.8400	5.44929	6.296	3 15/16	5
				(23.800)	(35.7200)	(46.7360)	(138.41200)	(159.9)		
6	150	6.625(168.3)	8	0.958	1.5125	1.9462	6.50597	7.390	4 15/16	6
				(24.333)	(38.4175)	(49.4335)	(165.25164)	(187.7)		

注 1:本表中全部尺寸均为公称尺寸,且按铣切公差。

注 2:螺纹锥度为直径的3/4in./ft(62.5mm/m)倍。



图X3.2　使用表X3.2手动旋紧装配尺寸

表 X3.2 大于等于 NPS 8(*DN* 200)的标准重量公称管及所有尺寸的加厚管和内、外双倍加厚管的螺纹基本数据

管道			螺纹					套管接头		
NPS 标号	*DN* 标号	外径, in.(mm) *D*	每英寸牙数	管端至手动旋紧面长度, in.(mm) L_1	有效长度, in.(mm) L_2	总长, in.(mm) L_4	基面处中径, in.(mm) E_1	外径, in.(mm) *W*	长度, in.(mm) N_L	手动旋紧后余量(牙数) *A*
1/8	6	0.405(10.3)	27	0.1615 (4.1021)	0.2638 (6.7005)	0.3924 (9.9670)	0.37360 (9.48944)	0.563 (14.3)	1 1/16	3
1/4	8	0.540(13.7)	18	0.2278 (5.7861)	0.4018 (10.2057)	0.5946 (15.1028)	0.49163 (12.48740)	0.719 (18.3)	1 5/8	3
3/8	10	0.675(17.1)	18	0.240 (6.096)	0.4078 (10.3581)	0.6006 (15.2552)	0.62701 (15.92605)	0.875 (22.2)	1 5/8	3
1/2	15	0.840(21.3)	14	0.320 (8.128)	0.5337 (13.5560)	0.7815 (19.8501)	0.77843 (19.77212)	1.063 (27.0)	2 1/8	3
3/4	20	1.050(26.7)	14 1/2	0.339 (8.611)	0.5457 (13.8608)	0.7935 (20.1549)	0.98887 (25.11730)	1.313 (33.4)	2 1/8	3
1	25	1.315(33.4)	11	0.400 (10.160)	0.6828 (17.3431)	0.9845 (25.0063)	1.23863 (31.46120)	1.576 (40.0)	2 5/8	3
1 1/4	32	1.660(42.2)	11 1/2	0.420 (10.668)	0.7068 (17.9527)	1.0085 (25.6159)	1.58338 (40.21785)	2.054 (52.2)	2 3/4	3
1 1/2	40	1.900(48.3)	11 1/2	0.420 (10.668)	0.7235 (18.3769)	1.0252 (26.0401)	1.82234 (46.28744)	2.200 (55.9)	2 3/4	3
2	50	2.375(60.3)	11 1/2	0.436 (11.074)	0.7565 (19.2151)	1.0582 (26.8783)	2.29627 (58.32526)	2.875 (73.0)	2 7/8	3
2 1/2	65	2.875(73.0)	8	0.682 (17.323)	1.1376 (28.8950)	1.5712 (39.9085)	2.76216 (70.15886)	3.375 (85.7)	4 1/8	2
3	80	3.500(88.9)	8	0.766 (19.456)	1.2000 (30.4800)	1.6337 (41.4960)	3.38850 (86.06790)	4.000 (101.6)	4 1/4	2
3 1/2	90	4.000(101.6)	8	0.821 (20.853)	1.2500 (31.7500)	1.6837 (42.7660)	3.88881 (98.77577)	4.625 (117.5)	4 3/8	2
4	100	4.500(114.3)	8	0.844 (21.438)	1.3000 (33.0200)	1.7337 (44.0360)	4.38713 (111.43310)	5.200 (132.1)	4 1/2	2
5	125	5.563(141.3)	8	0.937 (23.800)	1.4063 (35.7200)	1.8400 (46.7360)	5.44929 (138.41200)	6.296 (159.9)	4 5/8	2
6	150	6.625(168.3)	8	0.958 (24.333)	1.5125 (38.4175)	1.9462 (49.4335)	6.50597 (165.25164)	7.390 (187.7)	4 7/8	2
8	200	8.625(219.1)	8	1.063 (27.00)	1.7125 (43.4975)	2.1462 (54.5135)	8.50003 (215.90076)	9.625 (244.5)	5 1/4	2
10	250	10.750(273.0)	8	1.210 (30.734)	1.9250 (48.8950)	2.3587 (59.9110)	10.62094 (269.77188)	11.750 (298.4)	5 3/4	2
12	300	12.750(323.8)	8	1.360 (34.544)	2.1250 (53.9750)	2.5587 (64.9910)	12.61781 (320.49237)	14.000 (355.6)	6 1/8	2
14	350	14.000(355.6)	8	1.562 (39.675)	2.2500 (57.1500)	2.6837 (68.1660)	13.87263 (352.36480)	15.000 (381.0)	6 3/8	2
16	400	16.000(406.4)	8	1.812 (46.025)	2.4500 (62.2300)	2.8837 (73.2460)	15.87575 (403.24405)	17.000 (432)	6 3/4	2
18	450	18.000(457)	8	2.000 (50.800)	2.6500 (67.3100)	3.0837 (78.3260)	17.87500 (454.02500)	19.000 (483)	7 1/8	2
20[①]	500	20.000(508)	8	2.125 (53.975)	2.8500 (72.3900)	3.2837 (83.4060)	19.87031 (504.70587)	21.000 (533)	7 5/8	2

注:螺纹锥度为直径的3/4in./ft(62.5mm/m)倍。

X4 伸长率值

X4.1 列入表 X4.1 的值都是按表 2 中给出公式计算得出的最小伸长率值。

X4.2 列入表 X4.2 的值都是按表 2 中给出公式计算得出的最小伸长率值。

表 X4.1 伸长率值

面积(*A*), in.^{2}	拉伸试样			伸长率,2in. 标距,%,≥	
	公称壁厚,in.			规定抗拉强度,psi	
	3/4in. 试样	1in. 试样	1 1/2in. 试样	48 000	60 000
≥0.75	≥0.994	≥0.746	≥0.497	36	30
0.74	0.980~0.993	0.735~0.745	0.490~0.496	36	29
0.73	0.967~0.979	0.726~0.734	0.484~0.489	36	29
0.72	0.954~0.966	0.715~0.725	0.477~0.483	36	29
0.71	0.941~0.953	0.706~0.714	0.471~0.476	36	29

表 X4.1(续)　伸长率值

面积(A),in.²	拉伸试样			伸长率,2in. 标距,%,≥	
	公称壁厚,in.			规定抗拉强度,psi	
	¾in. 试样	1in. 试样	1½in. 试样	48 000	60 000
0.70	0.927~0.940	0.695~0.705	0.464~0.470	36	29
0.69	0.914~0.926	0.686~0.694	0.457~0.463	36	29
0.68	0.900~0.913	0.675~0.685	0.450~0.456	35	29
0.67	0.887~0.899	0.666~0.674	0.444~0.449	35	29
0.66	0.874~0.886	0.655~0.665	0.437~0.443	35	29
0.65	0.861~0.873	0.646~0.654	0.431~0.436	35	29
0.64	0.847~0.860	0.635~0.645	0.424~0.430	35	29
0.63	0.834~0.846	0.626~0.634	0.417~0.423	35	29
0.62	0.820~0.833	0.615~0.625	0.410~0.416	35	29
0.61	0.807~0.819	0.606~0.614	0.404~0.409	35	28
0.60	0.794~0.806	0.595~0.605	0.397~0.403	35	28
0.59	0.781~0.793	0.586~0.594	0.391~0.396	34	28
0.58	0.767~0.780	0.575~0.585	0.384~0.390	34	28
0.57	0.754~0.766	0.566~0.574	0.377~0.383	34	28
0.56	0.740~0.753	0.555~0.565	0.370~0.376	34	28
0.55	0.727~0.739	0.546~0.554	0.364~0.369	34	28
0.54	0.714~0.726	0.535~0.545	0.357~0.363	34	28
0.53	0.701~0.713	0.526~0.534	0.351~0.356	34	28
0.52	0.687~0.700	0.515~0.525	0.344~0.350	34	27
0.51	0.674~0.686	0.506~0.514	0.337~0.343	33	27
0.50	0.660~0.673	0.495~0.505	0.330~0.336	33	27
0.49	0.647~0.659	0.486~0.494	0.324~0.329	33	27
0.48	0.634~0.646	0.475~0.485	0.317~0.323	33	27
0.47	0.621~0.633	0.466~0.474	0.311~0.316	33	27
0.46	0.607~0.620	0.455~0.465	0.304~0.310	33	27
0.45	0.594~0.606	0.446~0.454	0.297~0.303	33	27
0.44	0.580~0.593	0.435~0.445	0.290~0.296	32	27
0.43	0.567~0.579	0.426~0.434	0.284~0.289	32	26
0.42	0.554~0.566	0.415~0.425	0.277~0.283	32	26
0.41	0.541~0.553	0.406~0.414	0.271~0.276	32	26
0.40	0.527~0.540	0.395~0.405	0.264~0.270	32	26
0.39	0.514~0.526	0.386~0.394	0.257~0.263	32	26
0.38	0.500~0.513	0.375~0.385	0.250~0.256	32	26
0.37	0.487~0.499	0.366~0.374	0.244~0.249	31	26
0.36	0.474~0.486	0.355~0.365	0.237~0.243	31	26
0.35	0.461~0.473	0.346~0.354	0.231~0.236	31	25
0.34	0.447~0.460	0.335~0.345	0.224~0.230	31	25
0.33	0.434~0.446	0.326~0.334	0.217~0.223	31	25
0.32	0.420~0.433	0.315~0.325	0.210~0.216	30	25
0.31	0.407~0.419	0.306~0.314	0.204~0.209	30	25
0.30	0.394~0.406	0.295~0.305	0.197~0.203	30	25
0.29	0.381~0.393	0.286~0.294	0.191~0.196	30	24
0.28	0.367~0.380	0.275~0.285	0.184~0.190	30	24
0.27	0.354~0.366	0.266~0.274	0.177~0.183	29	24
0.26	0.340~0.353	0.255~0.265	0.170~0.176	29	24
0.25	0.327~0.339	0.246~0.254	0.164~0.169	29	24
0.24	0.314~0.326	0.235~0.245	0.157~0.163	29	24
0.23	0.301~0.313	0.226~0.234	0.151~0.156	29	23
0.22	0.287~0.300	0.215~0.225	0.144~0.150	28	23
0.21	0.274~0.286	0.206~0.214	0.137~0.143	28	23
0.20	0.260~0.273	0.195~0.205	0.130~0.136	28	23
0.19	0.247~0.259	0.186~0.194	0.124~0.129	27	22
0.18	0.234~0.246	0.175~0.185	0.117~0.123	27	22
0.17	0.221~0.233	0.166~0.174	0.111~0.116	27	22
0.16	0.207~0.220	0.155~0.165	0.104~0.110	27	22
0.15	0.194~0.206	0.146~0.154	0.097~0.103	26	21
0.14	0.180~0.193	0.135~0.145	0.091~0.096	26	21
0.13	0.167~0.179	0.126~0.134	0.084~0.090	25	21

表 X4.1(续) 伸长率值

面积(A), in.²	拉伸试样			伸长率,2in. 标距,%,≥	
	公称壁厚,in.			规定抗拉强度,psi	
	¾in. 试样	1in. 试样	1½in. 试样	48 000	60 000
0.12	0.154~0.166	0.115~0.125	0.077~0.083	25	20
0.11	0.141~0.153	0.106~0.114	0.071~0.076	25	20
0.10	0.127~0.140	0.095~0.105	0.064~0.070	24	20
0.09	0.114~0.126	0.086~0.094	0.057~0.063	24	19
0.08	0.100~0.113	0.075~0.085	0.050~0.056	23	19
0.07	0.087~0.099	0.066~0.074	0.044~0.049	22	18
0.06	0.074~0.086	0.055~0.065	0.037~0.043	22	18
0.05	0.061~0.073	0.046~0.054	0.031~0.036	21	17
0.04	0.047~0.060	0.035~0.045	0.024~0.030	20	16
0.03	0.034~0.046	0.026~0.034	0.017~0.023	19	16
0.02	0.020~0.033	0.015~0.025	0.010~0.016	17	14
≤0.01	≤0.019	≤0.014	≤0.009	15	12

表 X4.2 米制伸长率值

面积(A), mm²	拉伸试样			50mm 标距伸长率,%,≥	
	规定壁厚,mm			规定抗拉强度,MPa	
	19mm 试样	25mm 试样	38mm 试样	330	415
≥500	≥26.3	≥20.0	≥13.2	36	30
480~499	25.3~26.2	19.2~19.9	12.7~13.1	36	30
460~479	24.2~25.2	18.4~19.1	12.1~12.6	36	29
440~459	23.2~24.1	17.6~18.3	11.6~12.0	36	29
420~439	22.1~23.1	16.8~17.5	11.1~11.5	35	29
400~419	21.1~22.0	16.0~16.7	10.6~11.0	35	29
380~399	20.0~21.0	15.2~15.9	10.0~10.5	35	28
360~279	19.0~19.9	14.4~15.0	9.5~9.9	34	28
340~359	17.9~18.9	13.6~14.3	9.0~9.4	34	28
320~339	16.9~17.8	12.8~13.5	8.5~8.9	34	27
300~319	15.8~16.8	12.0~12.7	7.9~8.4	33	27
280~299	14.8~15.7	11.2~11.9	7.4~7.8	33	27
260~279	13.7~14.7	10.4~11.1	6.9~7.3	32	26
240~259	12.7~13.6	9.6~10.3	6.4~6.8	32	26
220~239	11.6~12.6	8.8~9.5	5.38~6.3	31	26
200~219	10.5~11.5	8.0~8.7	5.3~5.7	31	25
190~199	10.0~10.4	7.6~7.9	5.0~5.2	30	25
180~189	9.5~9.9	7.2~7.5	4.8~4.9	30	24
170~179	9.0~9.4	6.8~7.1	4.5~4.7	30	24
160~169	8.4~8.9	6.4~6.7	4.2~4.4	30	24
150~159	7.9~8.3	6.0~6.3	4.0~4.1	30	24
140~149	7.4~7.8	5.6~5.9	3.7~3.9	29	23
130~139	6.9~7.3	5.2~5.5	3.5~3.6	28	23
120~129	6.3~6.8	4.8~5.1	3.2~3.4	28	23
110~119	5.8~6.2	4.4~4.7	2.9~3.1	27	22
100~109	5.3~5.7	4.0~4.3	2.7~2.8	27	22
90~99	4.8~5.2	3.6~3.9	2.4~2.6	26	21
80~89	4.2~4.7	3.2~3.5	2.1~2.3	26	21
70~79	3.7~4.1	2.8~3.1	1.9~2.0	25	21
60~69	3.2~3.6	2.4~2.7	1.6~1.8	24	20
50~59	2.7~3.1	2.0~2.3	…	24	19
40~49	2.1~2.6	1.6~1.9	…	23	19
30~39	1.6~2.0	…	…	22	18

管道元件用碳钢锻件

SA-105/SA-105M

（与 ASTM 标准 A 105/A 105M—05 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于室温和高温下工作的压力系统中的锻制碳素钢管道构件，它包括符合规定尺寸、或符合第 2 节中的引用标准，诸如 MSS、ASME 标准及 API 标准一类的尺寸标准的法兰、管配件，阀门和类似零件。按本标准制造的锻件的最大重量限制在10，000lb（4540kg）以下。更重的锻件可按 A 266/A 266M 标准订货。管板及压力容器壳体用中空圆筒形锻件未包括在本标准范围内。尽管本标准也适用于圆钢及无缝管状产品经机加工而成的一些管道元件（见第 4.2 条），但是它不适用于这些制品形式中的原材料。

1.2 当要求附加试验或检查时，补充要求可供使用。只有当买方在订货单中单独指定时，才应用这些补充要求。

1.3 A266/A266M 标准为适用于其他钢种的锻件标准。A675/A675M 及 A696 标准适用于其他棒形钢。

1.4 本技术条件采用英寸-磅和 SI 两种单位（制），但除非订货单中规定采用“M”标志（SI 单位），否则材料均将以英寸-磅单位制供货。

1.5 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致标准规定不一致的结果。

注 1：无尺度量钢标号 NPS（公称管道尺寸）在本标准中已代替传统的术语“公称直径”，“尺寸”及“公称尺寸”。

2 引用标准

2.1 除了列在 A 961 标准中的那些引用标准外，下面列出的标准清单适用于本标准。

2.2 ASTM 标准

A 266/A 266M 压力容器元件用碳钢锻件

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 675/A 675M 要求特殊质量热加工力学性能的碳钢棒钢

A 696 压力管道元件用热加工或冷精整特殊质量要求碳钢棒钢

A 788 钢锻件通用要求

A 961 管道用钢法兰，锻造管配件及阀门零件通用要求

2.3 MSS 标准*

SP 44 配管钢制法兰标准

2.4 ASME 标准

B 16.5 钢制管法兰和带法兰的管配件的尺寸标准

B 16.9 锻轧钢对接焊接管配件

B 16.10 钢铁阀门面对面及端部对端部的尺寸

B 16.11 承插焊接和螺纹连接的锻造钢制管配件

B 16.34 法兰、螺纹和焊接端阀门

B 16.47 大直径钢法兰

2.5 ASME 锅炉及压力容器规范

第Ⅸ卷，焊接评定

2.6 API 标准

API-600 法兰及端部对接焊接的钢制闸阀

API-602 炼油厂用紧凑设计的钢制闸阀

3 订货须知

3.1 见 A 961 标准。

3.1.1 附加要求（见 12.2 条）。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的材料，须符合现行版本的

* MSS 为 Manufactarers' Standardization Society 之缩写，即制造商标准化学会。——译注。

A 961标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合A 961标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准与A 961标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

4.2 除了A 961标准中第6节允许的以外，成品应符合A 788标准中术语一节所定义的锻件。

5 热处理

5.1 除下列管道部件外，热处理不是本标准的强制性要求：

5.1.1 压力-温度级超过300磅级的法兰。①

① 关于300磅级的定义，见ASME B16.5。

5.1.2 设计温度下的设计压力超过300磅级、1.1组的压力-温度额定等级的特殊设计法兰。

5.1.3 设计压力或设计温度不明确的特殊设计法兰。

5.1.4 除法兰以外，下列界限均满足的管道部件：(1)大于NPS 4及(2)超过300磅级。

5.1.5 除法兰以外，下列界限均满足的特殊磅级②的管道部件：(1)大于NPS 4及(2)在操作温度下的工作压力大于300磅级的第1.1组表列值。

② 关于特殊磅级的定义，见ASME B16.34。

5.2 当按5.1条需要热处理时，应按A 961标准做退火，正火，或正火加回火，及淬火加回火。

6 化学成分

6.1 钢材应符合表1规定的化学成分。

6.2 不得使用加入了铅的钢。

表1 化学成分

元 素	成分,%	元 素	成分,%
C	≤0.35	Cu	≤0.40①
Mn	0.60~1.05	Ni	≤0.40①
P	≤0.035	Cr	≤0.30①②
S	≤0.040	Mo	≤0.12①②
Si	0.10~0.35	V	≤0.08

注：对于最大规定的碳含量(0.35%)以下，每降低0.01%碳含量，允许在最大规定锰含量(1.05%)上增加0.06%锰含量，直到1.35%为止。

① Cu、Ni、Cr、Mo及V含量的总和不应超过1.00%。

② Cr和Mo元素含量总和不应超过0.32%。

7 力学性能

7.1 材料应符合表2及表3规定的力学性能要求。

表2 力学性能①

抗拉强度，psi (MPa) ≥	70 000 (485)	对纵条试验、壁厚小于5/16in. (7.9mm) 时每减少1/32in. (0.8mm) 从基本伸长率应减小的百分值（见表4）	1.50③
屈服强度，psi (MPa) ≥②	36 000 (250)		
伸长率，标距2in. 或50mm,%≥：			
对纵条试验、壁厚5/16in. (7.9mm) 的基本最小伸长率,%≥：	30		
对标准圆棒试验，标距长度为2in. 或50mm或标距长度为4D的小尺寸试样	22	断面收缩率,%≥④	30
		硬度，HB≤	187

① 对于小锻件，见7.3.4条。

② 可用0.2%残余变形法，或载荷下的0.5%伸长法测定。

③ 计算的最小值见表3。

④ 仅对于圆形试样。

表3 计算最小值

壁厚		2in. 或50mm标距的伸长率,%≥	壁厚		2in. 或50mm标距的伸长率,%≥
in.	mm		in.	mm	
5/16 (0.312)	7.9	30.00	5/32 (0.156)	4.0	22.50
9/32 (0.281)	7.1	28.50	1/8 (0.125)	3.2	21.00
1/4 (0.250)	6.4	27.00	3/32 (0.094)	2.4	19.50
7/32 (0.219)	5.6	25.50	1/16 (0.062)	1.6	18.00
3/16 (0.188)	4.8	24.00			

注：上表列出壁厚每减薄1/32in. (0.8mm)时计算的伸长率最小值。壁厚处在上表列两值之间时，最小伸长率的值由下式确定之：

$$E = 48T + 15.00$$

式中 E=标距2in. 或50mm内的伸长率,%；

T=试样的实际厚度，in. (mm)。

7.2　对于正火，正火加回火，或淬火加回火的锻件，试样的中心轴线应位于¼T 或更深位置的平面内，T 为所表征锻件的最大热处理厚度。此外，对于淬火加回火的锻件试样的长度中点应至少距另一个热处理表面为 T 的距离。当截面的厚度不足以这样定位时，应将试样定位于尽量靠近所规定的部位。

7.3　拉伸试验

7.3.1　对锻制元件的每一熔炼炉次都要进行一个拉伸试验。

7.3.2　对每一热处理装料炉次，都应进行一个拉伸试验。如果在这样的装料炉次里包括了多于一个的熔炼炉次，则对每个熔炼炉次都应进行试验。

7.3.2.1　当热处理温度相同，且炉温(间歇或连续性)控制在±25℉(±14℃)范围内，并装备有高温记录仪获得热处理的完整记录时，则可不必对每一热处理装料炉次中的每个熔炼炉次作一个试验，而只要求每个熔炼炉次作一个拉伸试验。这样材料应包括在同一热处理装料炉次中。

7.3.3　试验应依据 A 370 试验方法及定义进行。除了当空心圆筒元件是由无缝管件加工而成的以外，应使用 A 370 中给出的最为可行的圆柱形试样。测量伸长率的标距长度应是试样截面直径的 4 倍。当空心圆筒形元件是由无缝管件加工而成时，可以使用条状试样。

7.3.4　对在平行于最大加工尺寸的方向上、由于锻件尺寸太小而不能得到 0.250in.(6.35mm)直径或更大直径的小尺寸圆形试样(见 A 370 试验方法及定义)，和对不适宜于单独锻制试样棒的设备上、例如自动或半自动压力机上生产的锻件，可仅在硬度试验的基础上验收。对任意选出的每批百分之一个(见注 2)或 10 个，两者之中较小数量的锻件，按 A 370 试验方法和定义中的标准布氏硬度试验方法进行制备和试验。压痕的部位应由制造厂选择，但所选部位应能表征锻件的整体。对每个锻件要求一个压痕，但为确定代表性的硬度可以增加压痕数目。按此试验的全部锻件的硬度为 HB 137～HB187。

注 2："批"的定义是同一熔炼炉次的产品，或者，如进行热处理时为同一熔炼炉次，同一热处理装料炉次的产品。

7.4　硬度试验——除了只生产一个锻件外，对每一批或每一连续运行最少二个锻件应按 7.3.2.1 条规定进行硬度试验以保证其在表 2 给出的硬度限制值以内。当只生产一个锻件时，该锻件应按 7.3.2.1 条规定进行硬度试验，以保证其在表 2 给出限制值以内。硬度试验应按 A 370 试验方法及定义进行。买方可以通过对锻件的任何部位的试验证实性能已经满足。只是这样的试验不得使锻件不能使用。

8　水压试验

8.1　只有在指定了 A 961 标准的补充要求S8 时，才由锻件制造厂进行这样的试验。

9　重新热处理

9.1　如果力学性能试验结果不符合规定的要求，则制造厂可以对锻件进行适用的热处理或重新热处理，并重复第 7 节规定的试验。

10　焊接修理

10.1　对按 ASME 等尺寸标准加工的锻件，或制造厂为了制造其他零件而制备的坯料允许制造厂针对缺陷进行修理。按订货要求制作的特殊锻件，需得到订货方的事先同意，才可焊接修补。

10.2　应采用不会在焊接部位产生大量不希望有的氢气的方法进行焊接修理。

10.3　对所有经焊接修理的锻件应加热到 1100℉(593℃)及下转变温度之间的温度，最小保温按 1h/in.(1h/25.4mm)乘以最大截面厚度得出的保温时间，进行焊后热处理。或代之以退火、正火、正火加回火，或淬火加回火。如果锻件原先未经过热处理，而已超过了原回火温度，或者锻件在焊后经过完全热处理则在完成了焊后热处理之后该锻件应按第 7 节进行力学性能试验。

10.4　当按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷进行试验时，其焊接工艺评定焊件的力学性能应符合表 2 关于热态焊接修理锻件所列出的性能要求。

11　拒收及复审

11.1　对每一个在车间加工中或在使用中发

生有害缺陷的锻件应拒收，并通知钢厂。

12 合格证书

12.1 识别标志——对于经采购方同意而按规定尺寸制造的锻件，及按尺寸标准制造的锻件，应如A 961标准中要求采用识别标志，以证明锻件是按本标准要求提供。试验报告中列出的标准号应包括出版年号和修订字符（如有修订时）。

12.2 试验报告——当要求试验报告时，制厂还应提供如下各项的证明（如适用时）：

12.2.1 热处理类型，第5节。

12.2.2 拉伸试验结果，第7节（表2），以ksi(MPa)表示的屈服强度和抗拉强度报告，伸长率和断面收缩率的百分数结果。

12.2.3 化学分析结果，第6节（表1）。当未指定元素的含量小于0.02%时，应在该元素的分析值上注明“<0.02%”。

12.2.4 硬度测定结果，第7节（表2）。

12.2.5 订货单所要求的任何补充试验结果。

13 产品标志

13.1 如果锻件进行了淬火加回火处理，则在锻件上应在标准号后加字母“QT”。

13.2 经焊接修理过的锻件应在本标准号后加字母“W”。

13.3 当对尺寸较大的产品要求试验报告时，标记应由钢厂代号或名称，本标准号，及一些可以查出零件试验报告所需的其他标志组成（见13.1及13.2条）。标在锻件上的标准号不必包括标准的发布年号及修改标记字母。

13.4 条形码——除了A 961标准和13.3条的要求外，条形码也可以用作为补充标记方法。买方可以在订货单中规定使用一种特殊的条形码系统，如果条形码系统由供方任选，则应按照已发布的一种条形码工业标准进行。若用于小的零件上，条形码可应用在箱体上或在一个结实的适用标牌上。

14 关键词

14.1 钢制公称管配件 管道用 受压件 钢法兰 碳素钢钢锻件 钢阀门 较高温度应用 高温应用

补　充　要　求

只有当采购方在询价单、合同和订货单中提出时，才使用下述补充要求。

S1　硬度

S1.1　买方可以对任何一个或所有提供的锻件在其任意部位校查硬度，其硬度值应为 HB 137 至 HB 187。对所有不在此规定硬度值范围内的锻件应拒收。

S2　热处理

S2.1　对所有的锻件应按买方指定进行热处理。

S2.2　当锻件不要求按 5.1 条热处理，而买方的要求以热处理供货时，判别其是否符合表 2 和表 3 的要求的依据应是按第 7.2 条作硬度试验，或者以下之一：

(1) 按 7.2 条作热处理锻件的拉伸试验，或(2)由供方和买方协商，从锻造状态的锻件或单独锻造的试块取样作拉伸试验。

S2.3　当要求试验报告时，拉伸试验结果应从锻造状态的锻件或试块得出，并在试验报告上注明。

S2.4　除了第 13 节要求的标志外，在本标准号后面尚应加上以下字母：A—退火，N—正火，NT—正火加回火，以及 QT—淬火加回火。

S3　小锻件的标志

S3.1　对于可供打标志的部位各方向上都小于 1in.(25mm)的小锻件来说，需要有试验报告是强制性要求；而加标志可能受到局限而只能标上为了表征零件和试验报告属于同一件所需的符号或者编码。

S3.2　当锻件的外形或尺寸不允许将标志直接标到锻件上去时，标志方法应由买方和钢厂双方商定。

S4　碳当量

S4.1　根据熔炼分析算出的最高碳当量对最大截面厚度不大于 2in. 的锻件应为 0.47，对于最大截面厚度大于 2in. 的锻件应为 0.48。

S4.2　碳当量(CE)应按下式计算：

$$CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

S4.3　较小的最高碳当量可由钢厂和买方之间协议。

高温用无缝碳钢公称管

SA-106/SA-106M

（与 ASTM 标准 A 106/A 106M—08 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于 NPS ⅛至 NPS 48（*DN*6～*DN*1200）（注 2），公称（平均）壁厚如 ANSI B36.10M 给出的高温用（注 1）无缝碳钢公称管，其他尺寸的钢管只要符合本标准所有别的要求亦可供货。根据本标准订货的公称钢管应适于弯曲、卷边及类似的成形加工，并适于焊接。当钢需焊接时，焊接工艺应适合于该钢的级别及用途或其使用场合。

注 1：应考虑材料可能使用于较高温度下时可能导致的石墨化。

注 2：无量纲标号 NPS（公称钢管尺寸）在本标准中代替以下惯用的术语，“公称直径”、“尺寸”及“公称尺寸”。

1.2 选择性的补充要求是为高级无缝公称管而提出的。这些补充要求需要做若干附加试验，当有要求时，应在订货单中说明。

1.3 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。

1.4 以下安全警告只适用于本标准第 11、12 和 13 节的试验方法部分：本标准无意论述与其使用有关的所有安全问题。在使用之前，制定适当的安全卫生操作规程和确定这种管理限制的适用范围是本标准使用者的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 530/A 530M 专门用途的碳钢及合金钢公称管通用要求

E 213 金属公称管和管子超声波检验实用规程

E 309 钢管制品采用磁饱和涡流检验实用规程

E 381 钢制品包括棒钢、方钢坯、钢坯和锻件的宏观浸蚀试验、检验和评定方法

E 570 铁磁性管材制品的漏磁通检验方法

2.2 ANSI 标准

ANSI B36.10M 焊接及无缝轧制公称钢管。

2.3 军用标准

MIL-STD-129 装运和库存标记

MIL-STD-163 轧钢制品装运和库存的准备

2.4 美联邦标准

Fed. Std. 123 民用机构装运标志

Fed. Std. 183 钢铁制品连续识别标志

2.5 其他标准

SSPC-SP6 表面清理 No. 6

3 订货须知

3.1 对采用本标准的材料订货单，应包括下列各项，根据需要对所需材料作出充分说明：

3.1.1 数量（英尺、米或根数）。

3.1.2 材料名称（无缝碳钢管）。

3.1.3 级别（表 1）。

3.1.4 制管工艺（热轧或冷拔）。

3.1.5 尺寸（NPS（*DN*）或重量级别或管壁厚度号，或两者均注明，或示明外径及公称壁厚；或内径及公称壁厚）。

3.1.6 特殊外径公差公称管（16.2.2 条）。

3.1.7 内径（*ID*）大于 10in.（250mm）的内径公差公称管（16.2.3 条）。

3.1.8 长度（定尺或不定尺，见第 17 节）。

3.1.9 择用要求（第 9 节及 S1 至 S8）。

3.1.10 要求的试验报告（A530/A530M 标准的合格证书一节）。

3.1.11 标准号（A106 或 A106M，包括年号）。

3.1.12　材料的最终用途。

3.1.13　按照 A530/A530M 标准或本标准的第 13.3 条进行水压试验，或者是按本标准的第 14 节进行 NDE(无损检验)。

3.1.14　特殊要求。

4　工艺

4.1　钢应为镇静钢，应按以下的一种或数种方法炼制：平炉法、氧气顶吹转炉法或是电炉法。一次熔炼可以和单独的脱气或精炼相结合，也可以接着用电渣重熔或真空电弧重熔进行二次熔炼。若进行二次熔炼，炉次的定义为所有一次熔炼同一炉号的重熔锭。

4.2　钢可以在钢锭模中浇注或者是连铸。当不同类别的钢接连地连铸时，则要求对过渡部分材料加识别标记。钢厂应采用任何能区分钢种类别的可靠方法除去过渡部分的材料。

4.3　NPS 1½（*DN*40）及以下的钢管可采用热精整或冷拔法制造。

4.4　除非另有规定，NPS 2（*DN*50）及以上钢管应热精整供货。当买方和钢厂双方同意时，也可以冷拔供货。

5　热处理

5.1　热精整管不必热处理；冷拔管应在最后一道冷拔工序后在大于等于 1200℉(650℃)温度下进行热处理。

6　通用要求

6.1　按本标准供应的材料，除在这里另有规定外，应符合 A530/A530M 标准最新版本中的有关要求。

7　化学成分

7.1　钢的化学成分应与表 1 中的规定值相一致。

8　熔炼分析

8.1　钢厂应对每一炉次钢进行熔炼分析，以确定第 7 节规定的各元素的百分含量。若采用第 5.1 条规定的二次熔炼工艺，则熔炼分析数据应取自每个一次熔炼炉次的一个重熔锭或其制品。这样定出的化学成分，或由钢管厂作成品分析定出的化学成分均应与第 7 节中规定的要求相符合；若钢管厂并未炼钢则还应向买方或其代表报告。

9　成品分析

9.1　根据买方要求，钢厂应每批(见 20.1 条)取两根交货管进行分析。该项分析结果应向买方或其代表报告，并应与第 7 节中规定的要求相符合。

9.2　若按第 9.1 条规定的试验中有一根管的分析结果与第 7 节中规定的成分要求不符，则应自同批钢管中再取原来试验钢管数的二倍进行分析，其中每根管均应与规定的要求相符合。

10　拉伸性能要求

10.1　材料应符合表 2 中规定的拉伸性能指标。

表 1　化学成分要求

元　素	成　分,%			元　素	成　分,%		
	A 级	B 级	C 级		A 级	B 级	C 级
C, ≤①	0.25	0.30	0.35	Cr, ≤②	0.40	0.40	0.40
Mn,	0.27~0.93	0.29~1.06	0.29~1.06	Cu, ≤②	0.40	0.40	0.40
P, ≤	0.035	0.035	0.035	Mo, ≤②	0.15	0.15	0.15
S, ≤	0.035	0.035	0.035	Ni, ≤②	0.40	0.40	0.40
Si, ≥	0.10	0.10	0.10	V, ≤②	0.08	0.08	0.08

① 在规定的最大碳含量以下含碳量每降低 0.01%则允许在规定的最大锰含量之上各增加 0.06%的含锰量，但最大不得超过 1.35%。

② 该五种元素含量总和不得超过 1%。

表2 拉伸性能要求

项 目	A级		B级		C级	
抗拉强度,≥,psi(MPa)	48000(330)		60000(415)		70000(485)	
屈服强度,≥,psi(MPa)	30000(205)		35000(240)		40000(275)	
伸长率(标距2in. 或50mm),≥,%:	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
适用于横向带材试验以及全部小尺寸全截面试验的基本最小伸长率	35	25	30	16.5	30	16.5
当采用标准圆形试样,标距为2in. 或50mm时	28	20	22	12	20	12
用于纵向带材试验	A		A		A	
用于横向带材试验,当壁厚小于5/16in.(7.9mm)时,每减小1/32 in.(0.8mm),应从基本最小伸长率中减小的百分数		1.25		1.00		1.00

A 标距为2in.(50mm)的最小伸长率应从下列方程式算出:

$$e=625000A^{0.2}/U^{0.9}\text{(英寸-磅单位)}$$

$$e=1940A^{0.2}/U^{09}\text{(SI单位)}$$

式中 e=标距为2in.(50mm)的最小伸长率,%;圆整到最接近的0.5%;

A=拉伸试样的横截面积,in.^{2}(mm^2);按规定的外径或名义试样宽度及规定壁厚圆整到最接近的0.01in.^{2}(mm^2)*。当由此计算得出的面积值大于0.75in.^{2}(500mm^2)**时应取为0.75in.^{2}(500mm^2)**;

U=规定的拉伸强度,psi(MPa)。

* 原文如此,似应为0.01in.^{2}(1mm^2),即公制的圆整值应为1mm^2。原文缺少数字'1';——译注。

** 原文一处为0.75in.^{2}(500mm^2),另一处为0.75in.^{2}(50mm^2),疑均应为0.75in.^{2}(500mm^2)——译注。

11 弯曲试验要求

11.1 对于小于或等于NPS 2(*DN*50)的钢管,应取足够长的一段管绕12倍公称管径(如ANSI B36.10M中所示)的芯轴冷弯到90°不得产生裂纹。当按为制造密距盘管订货时,钢管应绕8倍公称管径(如ANSI B36.10M中所示)的芯轴作180°冷弯而不损坏。

11.2 对直径大于25in.(635mm)的以及直径与壁厚比(直径与壁厚比=规定外径/公称壁厚)小于等于7.0的公称管应做弯曲试验。弯曲试样应在室温下弯曲180度,弯芯内径应为1in.(25mm),在外侧受弯部分不得发生开裂。

举例:直径28in.(711mm),壁厚5.000in.(127mm)的公称管,其直径与壁厚比=28/5=5.6(711/127=5.6)。

12 压扁试验

12.1 尽管并不要求压扁试验,但是,如果做试验,则钢管应能满足补充要求S3的压扁试验要求。

13 水压试验

13.1 除第13.2、13.3及13.4条规定外,每根管均应经水压试验、而无穿过管壁的泄漏。

13.2 如买方在订货单中规定,则亦可采用第14节所示无损电测试验方法代替水压试验对钢管进行试验。

13.3 当在采购订货单中有规定时,钢管可以不经第14节里的无损电测试验供货;这样供货的钢管应附有强制性标记字符"NH"。当在采购订货单中已有规定无需水压试验或无损电测试验时,应允许提供符合13.1或13.2条要求的钢管;在这种情况下,这样供货的钢管不需要标记强制性标记字符"NH"。13.1条水压试验或13.2条无损电测试验不合格的钢管,不得以带"NH"字符的钢管供货。

13.4 当省略水压试验及NDE试验,以及钢管上标记了字母"NH"时,若需要时应在证明书上清楚地注明"未经水压试验"字样,并在标准号和材料类别后面接着字母"NH"。

14 无损电测试验

14.1 当买方在订货单中规定时,作为代替水压试验的试验,每根钢管均应按照E 213、E 309或E 570方法要求进行无损电测试验。此时,供货的每根钢管均应附有强制性标记字母"NDE"。这种试验的目的是挑出带有引起测试讯号大于等

于标定标准缺陷的钢管，并予以拒收。

14.2 当进行无损电测试验后，每根钢管上应标记上字母“NDE”。若需要时，在证明书上应注明“已经过无损电测试验”，并注明做了那一种电测试验。在合格证书上产品标准号及材料类别后还应加注字母“NDE”。

14.3 以下各项信息内容会对本标准的使用者有帮助：

14.3.1 第 14.4 条到第 14.6 条所规定的参考标准对标定无损试验设备均是便于使用的标准。参考标准的尺寸并非就是这些设备所能探测的最小缺陷尺寸。

14.3.2 超声波试验可以用于探测纵向和环向取向的缺陷。应当认识到不同取向的缺陷应采用不同的测试技术。超声波检验不能检测出短小且很深的缺陷。

14.3.3 本标准引述的涡流检验方法能检测出重大缺陷，特别是尖短型缺陷。

14.3.4 本标准所述的漏磁通检验方法能检测出重大的纵向或环向取向的缺陷并对其进行定位。应注意到应采用不同的测试技术来检测不同取向的缺陷。

14.3.5 在第 13 节中引述的水压试验能发现在尺寸上能使试验液体透过管壁的缺陷，后者可通过目测或压降而被发现。但是这种试验不能测出极紧贴的穿透管壁缺陷，或虽已深入管壁但尚未完全穿透管壁的缺陷。

14.3.6 当买方有意于查明被检测出的裂纹的性质(类型、尺寸、位置和取向)时，对于这些检测方法在此事项上的特殊应用应和钢管厂进一步讨论决定。

14.4 超声波试验标定用参考缺口试块，制造厂可以从 E 213 方法中示出的三种常用缺口形状中任选一种。缺口的深度不得超过规定管壁厚度的 12½%或者 0.004in.(0.1mm)，两者中取较大值。

14.5 对于涡流试验，根据制造厂的选择标定用管应含有以下任一种缺陷，以确定作拒收判别的最小灵敏度：

14.5.1 钻孔——按管径大小标定用管上应钻 120°均分的三个孔或相隔各 90°的四个孔，并沿纵向错开足够距离以保证分别反射出易于区分的信号。钻孔应在径向完全穿透管壁。钻孔时应注意避免钢管变形。按管径大小标定管上应钻有以下大小的孔：

NPS	*DN*	钻孔直径
≤1/2	≤15	0.039in. (1mm)
>1/2≤1.25	>15≤32	0.055in. (1.4mm)
>1.25≤2	>32≤50	0.071in. (1.8mm)
>2≤5	>50≤125	0.087in. (2.2mm)
>5	>125	0.106in. (2.7mm)

14.5.2 横切向缺口——缺口应采用直径为¼in.(6.4mm)的圆形刀具或圆锉锉削加工而成，并做到和管道表面相切、且横截于管的纵轴线。缺口深度应为规定管壁厚的 12½%或 0.004in.(0.1mm)，取两者中的较大值。

14.5.3 纵向缺口——在钢管外表面上，平行于管轴心线的径向平面内应机加工出宽度小于等于 0.031in.(0.8mm)的缺口，其深度不得超过规定管壁厚的 12½%或0.004in.(0.1mm)，取两者中的较大值。缺口的长度应随试验方法而定。

14.5.4 适应性——标定管中的缺陷应与试验设备及所用试验方法相适应。

14.6 漏磁试验用的纵向标定参考缺口应是在与钢管轴线相平行的径向平面上机加工制成的直边缺口。当壁厚小于½in.(12.7mm)时应采用内、外侧缺口；当壁厚大于等于½in.(12.7mm)时只需采用外侧缺口。缺口深度不得超过规定壁厚的 12½%或 0.004in.(0.1mm)，取两者中的较大值。缺口长度不应超过 1in.(25mm)，其宽度不应超过其深度。外径和内径缺口的位置应离开足够的距离以便于区分和辨认信号。

14.7 对于产生大于等于标定标准的信号的钢管应予以拒收。对产生信号的部位可以再次检验。

14.7.1 对于缺陷产生的试验信号无法辨认的钢管，或由裂纹及类裂纹缺陷产生的信号的钢管，应予拒收，除非是进行修补或再次试验。若剩余壁厚未减小到本标准所允许的壁厚以下，则该钢管必须能通过原先所经受的相同的试验，方可验收。打磨点的外径可以由于打磨量而减少。

14.7.2 如下列所示可见缺陷产生的信号可以根据第 21 节的规定来加以评估：

14.7.2.1 撞伤。

14.7.2.2 矫直机划痕。

14.7.2.3 凿痕。

14.7.2.4 擦伤。

14.7.2.5 钢模划痕。

14.7.2.6 刹车痕。

14.7.2.7 钢管减径机产生的皱纹。

14.8 本节中所述试验方法可能不能被用于钢管端部的检验，这种情况称做“端部效应”。端部效应长度应由钢管厂决定，或者当在订货单中规定时，则应向买方提交报告。

15 管接头

15.1 管接头应由本标准规定的同样尺寸及质量要求的钢管切制而成。

16 重量与尺寸的允许偏差

16.1 重量——任何一根钢管的重量应不大于规定值的10%，而不小于3.5%。除制造厂与买方另有协议外，小于等于NPS 4（*DN*100）的钢管为方便计可按批称重；大于NPS 4（*DN*100）的钢管应分别称重。

16.2 除了A 530/A 530M标准的第11.2条的薄壁钢管场合外，钢管直径的允许偏差应按如下规定：

16.2.1 除了按特殊外径公差订购的钢管和按内径公差订购的钢管外，外径的允许偏差应不得超出表3中给出的规定值。

16.2.2 对于按特殊外径公差订购的外径（*OD*）大于10in.（250mm）钢管，其外径偏离规定外径的偏离值应不得大于正、负1%。

16.2.3 对于按内径公差订购的内径（*ID*）大于10in.（250mm）钢管，其内径偏离规定内径的偏离值应不得大于正、负1%。

16.3 厚度——任何一点的最小壁厚小于规定公称壁厚的值应不大于12.5%。

表3 外径偏差

NPS标号（*DN*标号）	外径允差			
	大于		小于	
	in.	mm	in.	mm
⅛~1½（6~40）	1/64（0.015）	0.4	1/64（0.015）	0.4
>1½~4（40~100）	1/32（0.031）	0.8	1/32（0.031）	0.8
>4~8（100~200）	1/16（0.062）	1.6	1/32（0.031）	0.8

表3（续） 外径偏差

NPS标号（*DN*标号）	外径允差			
	大于		小于	
	in.	mm	in.	mm
>8~18（200~450）	3/32（0.093）	2.4	1/32（0.031）	0.8
>18~26（450~650）	⅛（0.125）	3.2	1/32（0.031）	0.8
>26~34（650~850）	5/32（0.156）	4.0	1/32（0.031）	0.8
>34~48（850~1200）	3/16（0.187）	4.8	1/32（0.031）	0.8

17 长度

17.1 钢管长度应符合如下规定：

17.1.1 定尺长度应在订货单中规定。

17.1.2 不允许有拼接接头，除非另有规定。

17.1.3 若无定尺要求，则钢管可以取16~22ft（4.8~6.7m）管长，其中5%为12~16ft（3.7~4.8m）管长的单根非定尺长度订货；或以最小平均管长为35ft（10.7m）以及最小管长为22ft，其中5%为16~22ft（4.8~6.7m）的双倍非定尺长度订货。

18 工艺质量和外观表面质量

18.1 制管厂应查出足够数量的表面可见缺陷进行测定，以保证对缺陷的深度作过适当评估。不必查出所有的表面缺陷进行测定，但需保证与第18.2条规定相符合。

18.2 当表面缺陷穿透深度超过12½%公称壁厚或侵犯最小壁厚时应认为是有害缺陷，带有这种缺陷的管子应按下列方法之一处理：

18.2.1 如果剩余壁厚仍在第16.3条规定范围内，则该缺陷可以用砂轮磨去。

18.2.2 按照第18.6条焊补的规定返修。

18.2.3 在长度允许范围内，可割去钢管中含有缺陷的一截管段。

18.2.4 拒收。

18.3 为提供良好的表面并符合第18.2条规定，制管厂应打磨去以下无害缺陷：

18.3.1 诸如钢丝绳划痕、撞伤、导轨划痕、轧机划道、钢球刻痕、伤痕和钢模划痕一类

的机械划刻痕和擦伤，以及小坑和任何其他深度大于1/16in.（1.6mm）的缺陷。

18.3.2　按第18.1条测定时发现的深度大于5%公称壁厚的可见缺陷，常见的有疵点、疤痕、皱折、撕裂或裂缝。

18.4　若表面缺陷虽按第18.2条可以接受，但其并不分散出现，而是存在于一大块面积上，达不到良好外观的要求，则根据买方意见，该钢管应予拒收。这类钢管的处理应由钢管厂和买方协商。

18.5　当用砂轮磨去缺陷或有害缺陷时，应留下平滑过渡曲面，且不应使该处壁厚降低至小于本标准规定的允许值。打磨点外径可以由于磨削而减小。

18.5.1　壁厚应用机械卡规或用正确标定过的具有一定精度的无损检测仪测定。若有争议，应以卡规测量为准。

18.6　补焊应当征得买方同意方可进行，并按照A 530/A 530M标准执行。

18.7　成品钢管应相当直。

19　管端加工

19.1　除非另有规定，钢管应按下列规定供货：

19.1.1　小于等于NPS 1½（*DN*40）的钢管——由制造厂任选，所有壁厚的管端应切成平端面或带坡口的平端面。

19.1.2　大于等于NPS 2（*DN*50）的钢管——管壁厚不大于加厚管时应为带坡口平端面。

19.1.3　大于等于NPS 2（*DN*50）的钢管——管壁厚大于加厚管时应切成平端面。

19.2　带坡口平端面的定义为从钢管的1/16±1/32 in.（1.6mm ±0.8mm）的根部钝边起垂直于管轴线引线测量，带有$30°^{+5°}_{-0°}$的坡口角的平端面。由买方和钢管厂商定可以规定其他角度的坡口角。

20　取样

20.1　对于成品分析（见9.1条）和拉伸试验（见21.1条），一批管应由任一同一炉钢制得的具有相同尺寸和壁厚的钢管组成；每一规格尺寸小于NPS 6（*DN*150）的钢管，每不大于400根及其余数为一批；每一规格尺寸大于等于NPS 6（*DN*150）的钢管，每不大于200根及其余数为一批。

20.2　对于弯曲试验（见21.2条），一批管应由任一同一炉钢制得的具有相同尺寸和壁厚的钢管组成；每一规格尺寸的钢管，每不大于400根及其余数为一批。

20.3　对于压扁试验，一批管应由任一同一炉钢制得的具有相同尺寸和壁厚的钢管组成；每一规格尺寸大于NPS2（*DN*50）但小于NPS 6（*DN*150）的钢管，每不大于400根及其余数为一批；每一规格尺寸大于等于NPS 6（*DN*150）的钢管，每不大于200根及其余数为一批。

21　试验数量

21.1　第10节中规定的拉伸试验要求，应从每一批（见20.1条）钢管抽取一根做试验确定。

21.2　对于小于等于NPS 2（*DN*50）的钢管，第11.1条中规定的弯曲试验应从每一批（见20.2条）钢管抽取一根做试验确定。用于第11.2条要求的弯曲试验应从每批钢管中取5%在一端上做出。当一批钢管的数量较少时，至少应对一根钢管进行试验。

21.3　若任一试样有机加工缺陷或产生裂纹，则应予以报废，且以另一根试样作替换。

22　复试

22.1　若任一拉伸试样的伸长率小于表1中规定值，且其拉断后的断口距2in. 或50mm的标距间的中点大于¾in.（19mm），（试验前在试样表面的标距范围内划有刻线），则应允许复试，若试样由于内表面或外表面的裂纹扩展而断裂时，则也应允许复试。

23　试样及试验方法

23.1　对大于或等于NPS 8（*DN*200）的钢管拉伸试样，可沿纵向也可沿横向切制；对于小于NPS 8（*DN*200）的钢管应只用纵向试验。

23.2　当圆形拉伸试样被用于壁厚大于1in.（25.4mm）的钢管时，如此做试验用的试样的纵向上的长度中心应位于钢管的内、外表面的中间位置。

23.3　应从钢管中切下几截作为第11节规定的弯曲试验试样，以及压扁试验试样。压扁试验

试样除用料头制取者外，两端应平整且无毛刺。

23.4 第11.2条规定的弯曲试验试样应自钢管一端横向切取，除非另有规定。一个试样应尽量紧靠外表面切取，另一个则应尽量紧靠内表面切取。试样横截面应为½in.×½in.（12.5mm×12.5mm）或1in.×½in.（25mm×12.5mm）；圆角半径不大于⅛in.（1.6mm），且长度不大于6in.（150mm）。受弯时，两试样受拉边应分别是钢管最紧靠内表面和外表面的一面。

23.5 全部例行试验应在室温条件下进行。

24 合格证书

24.1 当要求试验报告时，除A 530/A 530M标准的要求外，钢厂或供应商应向买方提供按表1中规定元素的化学分析报告。

25 产品标志

25.1 除A530/A530M标准中规定的标志外，还应包括：炉号，如表4所示出的有关信息标志；如果钢管符合任何一条或多条补充要求时，还应附加符号“S”；钢管长度若是按特殊外径公差订购的钢管时、外径（*OD*）的1%；若是按特殊内径公差订购的钢管时、内径（*ID*）的1%；管壁厚度号；对于大于NPS 4（*DN*100）的钢管还应标出重量。长度根据材料订货时的单位制可以英尺或米标出，或按协议商定的其他标记方法标出；以英尺表示时精确到十分位，以米表示时到小数点后第二位。对于尺寸为NPS 1½、1¼、1及¾（*DN*40、*DN*32、*DN*25及*DN*20）的钢管，则每根钢管上应按A 530/A 530M标准中的规定标记。这些尺寸的钢管应根据标准的制造方法捆成捆扎件，标明捆扎后的总长度标记在捆扎件的标签上；而单根钢管长度不必标出。对于尺寸小于NPS ¾（*DN*20）的钢管，则所有要求标记可标在捆扎件的标签上。单根管的长度不必标出，如果标记不是标在捆扎件的标签上，则所有要求的标记应标在每根钢管上。

表4 标 志

水压试验	无损检验	标 志
做	不做	试验压力
不做	做	NDE
不做	不做	NH
做	做	试验压力/NDE

25.2 当切管厂为卖材料而将钢管切割得更短时，切管厂应完整地把辨认记号包括制管厂的厂名或牌号移植至每根无标志切短的钢管上，或者用金属标签牢固地系于每捆无标志的小直径钢管上。移植记号中应包括相同的材料代号，并加上切管厂的厂名、商标或牌号。

25.3 条形码——除25.1及25.2条中的要求外，条形码可以用作为补充标记方法。买方在订货单中可指定要采用的特定的条形码。

26 美国政府采购

26.1 当合同中有规定时，材料应按军用标准MIL-STD-163的要求进行防护、内包装和运输包装，其适用级别应按合同中的规定。这些材料的发运标志民用的应按美联邦标准No. 123，军用的按美联邦标准No. 129、或当要求为连续标志时则按美联邦标准No. 183。

26.2 检查——除非在合同中另有规定，钢管厂对执行本标准规定的全部检查和试验要求负责。除了在合同中另有规定、或者买方不批准，钢管厂可使用他自己的或其他任何适用的装置来进行本标准规定的检查和试验要求。当买方认为对确保材料符合规定的要求有必要时，买方应有权进行本标准规定的任何检查和试验。

27 关键词

27.1 碳素钢公称管 无缝公称钢管 公称钢管

补　充　要　求

下列补充要求的某一条或若干条仅当在采购订货单中有规定方应采用。采购方可以规定不同的试验或分析次数，乃至超过补充要求中所提出的要求。经采购方与厂方同意，本补充要求中复试和重新热处理的条文规定可以修订。

S1　成品分析

S1.1　应对每根钢管作出成品分析，其中化学成分不符合要求的钢管应予拒收。

S2　横向拉伸试验

S2.1　对大于等于 NPS 8 的钢管，应从一端或其两端切取试样作横向拉伸试验。若规定了补充要求，则也应规定每根管的试验次数。若自任一根管切取的试样与规定的拉伸性能(抗拉强度、屈服强度及伸长率)不符合，则该管应按 A 530/A 530M 标准重新热处理并满足复试要求，否则应予拒收。

S3　压扁试验，标准的

S3.1　对于大于 NPS 2 的钢管，应取一段长度不少于 2½in.(63.5mm)的管置于试验机的平板夹头间进行冷压扁试验，直至钢管对侧的两个管壁相贴合。压扁试验应按 A530/A530M 标准进行，此外用于计算“H”值的公式中的常数“e”应采用下列值：

对 A 级钢取 0.08

对 B 级、C 级钢取 0.07

S3.2　当 D/t 比值较小的管材作压扁试验时，因为在内表面 6 和 12 点钟位置上由于几何形状关系引起的应变特别高，因此，若 D/t 小于 10，则这些区域出现裂纹不应作为拒收的理由。

S3.3　压扁试验应在由每批钢管中抽取一根作出。对大于 NPS 2(*DN*50)但小于 NPS 6(*DN*150)的钢管以每 400 根或其余数为一批；对大于等于 NPS 6(*DN*150)的钢管以每 200 根或其余数为一批。

S3.4　对于因成品钢管的修剪管端因而压扁试验不合格的钢管，应允许在不合格的的一端进行一次复试。在第一次压扁试验的前、后，钢管应是经正火热处理的，但是，钢管应只能经受两次正火热处理。

S4　压扁试验，更严格的

S4.1　A 530/A 530M 标准规定的压扁试验应从每根管的一端或其两端取样，料头可以使用。若规定了补充要求则也应规定每根管的试验次数。若自任何一根管切取的试样在第一阶段的压扁试验满足要求前，因延性不足而失效，则该钢管应按 A 530/A 530M 标准重新热处理并满足复试要求，否则应予拒收。若自任何一根钢管切取的试样由于有缺陷而失效，则该钢管应予拒收；除非以后的复试表明剩下那段钢管是完好无缺陷的。

S5　金属组织与浸蚀试验

S5.1　钢材应根据 E381 有关方法进行浸蚀试验以证明其均匀性。浸蚀试验应在每根管一端或其两端横截面上作出，并应证明无缺陷且材质均匀无有害的夹层、裂纹以及类似有害缺陷。若规定了本补充要求，则还应规定每根管要求的试验次数。若自任何一根管切取的试样显示出有害缺陷，但割去有缺陷的一端后进行复试表明余下管段完好且材质均匀，则不应拒收。

S6　碳当量

S6.1　钢材按下式求出的最大碳当量(CE)不得超过 0.50：

$$CE=\%C+\frac{\%Mn}{6}+\frac{\%Cr+\%Mo+\%V}{5}+\frac{\%Ni+\%Cu}{15}$$

S6.2　小于 0.50 的最大碳当量(CE)可由买方和厂方双方商定。

S6.3　CE 应在试验报告中载明。

S7 热处理试样

S7.1 当买方有要求时，按照买方的规定，钢厂应从每一炉在1250℉下作过消除应力或者在1650℉下作过正火处理的钢上取样进行拉伸试验。据买方和钢厂的协议还可以规定和成分分析相适合的其他的应力消除或退火温度。该试验结果应符合表1的要求。

S8 内部清洁度——政府订货单

S8.1 热成形的铁素体钢管及管子的内表面应制造成不带氧化皮，使之等同达到SSPC-SP6标准中列出的外观要求，表面清理应按照已证明是有效的书面规程进行。此规程应可加以检查。

S9 氢氟酸性烷基化作用下用的碳钢公称管的要求

S9.1 钢管应以正火热处理状态供货。

S9.2 基于熔炼分析得出的最大碳当量(*CE*)，对于最大规定管壁厚度小于等于1in.(25.4mm)的应为：0.43%，以及对最大规定管壁厚度大于1in.(25.4mm)的应为：0.45%。

S9.3 碳当量(*CE*)应按下式确定：

$$CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

S9.4 基于熔炼分析得出的钒的最大质量含量，应为：V≤0.02wt%；铌的最大质量含量，应为：Nb≤0.02wt%；钒和铌的总含量应不得大于0.03wt%。

S9.5 基于熔炼分析得出的镍和铜的质量含量之和，应不大于0.15wt%。

S9.6 基于熔炼分析得出的最小的碳含量应为0.18wt%。

S9.7 焊接修理所用的焊接耗材应为低氢类型的。不得使用E60XX类型的电焊条，并且其所生成的焊缝成分应符合对钢管(母材)规定的化学成分的要求。

S9.8 在每一根钢管上用钢印打上或标志出“HF-N”的标志，以表明符合本条补充要求的规定。

电阻焊公称钢管

SA-135

（与 ASTM 标准 A 135—01 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括两个类别的电阻焊公称钢管，按尺寸分为：NPS 2～NPS 30、公称（平均）壁厚小于等于0.500in.（12.70mm）的一种和公称尺寸 NPS3/4～NPS5、公称（平均）壁厚0.083～0.134in.（2.11～3.40mm）的一种。也可提供其他尺寸（注 1）的符合本标准所有其他要求的钢管。这些钢管供输送液体、气体或蒸汽，只有 A 级钢管适用于卷边和弯管（注 2）。不同用途的钢管的适用性取决于它们的尺寸、性能及使用条件，所以钢管的预期用途应在订货单中说明。钢管可按钢厂的选择提供未扩胀管和冷扩胀管。当钢管是冷扩胀管时，胀管量不应超过钢管尺寸外径的1.5%。

注 1：标准钢管尺寸一览表列入在 ANSI B36.10 标准。

注 2：本条款并不用来禁止 B 级钢管做冷弯。

1.2 以英寸-磅单位表示的数值为标准值。括号中给出的 SI 数值仅供资料用途。

2 引用标准

2.1 ATSM 标准

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 700 钢制品国内运输的包装、标记和装载方法的实用规程

A 751 钢制品化学分析用试验方法、实用规程和术语

A 865 非镀锌或镀锌焊接及无缝钢管连接接头用螺纹联接套管

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

E 6 与力学性能试验有关的术语

E 29 确定试验数据与标准一致性使用有效位数的实用规程

E 59 确定钢和铁化学成分用取样试验方法

E 213 金属公称管和管材的超声波检验实用规程

E 273 纵缝焊接公称管和管材的超声波检验实用规程

E 309 钢管制品用磁饱和法涡流检验的实用规程

2.2 ANSI 标准

B 1.20.1 一般用途用管螺纹

2.3 联邦标准

Fed. STD No. 123 运输标志（民用机构）

Fed. STD No. 183 钢铁制品用连续识别标志

2.4 军用标准

MIL-STD-129 装运和储存用标志

MIL-STD-163 轧钢制品装运和储存前的准备

2.5 ASME 标准

B 36.10 焊接和无缝轧制钢管

3 术语

3.1 与钢的制造和性能的有关术语的定义，参见 A 941 术语标准。

3.2 与力学性能有关术语的定义，参见 E6 术语标准。

3.3 本标准专用术语的定义：

3.3.1 毛边，名词——因切割或锯切而残留在管端的粗糙或尖利的边缘。

3.3.2 批，名词——使用同一炉钢并经受相同热处理所生产出的、相同规格、壁厚和轧制长度的全部钢管。

3.3.3 黑皮螺纹，名词——在机加工之后在原先钢管表面上呈现的螺纹状折痕。

4 订货须知

4.1 符合本标准的材料订货单应包括下列资

料，按要求，对所需材料要进行充分的说明：

4.1.1 数量(英尺,或根数)；

4.1.2 材料名称(电阻焊接钢公称管)；

4.1.3 标准编号和出版年份；

4.1.4 级别(表1)；

4.1.5 规格(公称尺寸,或外径;及公称壁厚)。

4.1.6 长度(定尺或不定尺,见12.4条)；

4.1.7 端部加工(平或螺纹端,见13.2条)；

4.1.7.1 如有规定，螺纹或带联接套；

4.1.7.2 如有规定，只有螺纹端；

4.1.7.3 如有规定，平端的；

4.1.8 替代用电测试验(见第11节)；

4.1.9 拉伸试验试样(见第15节)；

4.1.10 如有要求，熔炼分析(见6.1条)；

4.1.11 如有要求，合格证书(见第19节)；

4.1.12 特殊要求。

5 制造

5.1 钢应由下列的一种或两种工艺制造：碱性吹氧转炉或电炉。

5.2 钢可浇注成钢锭或连铸。当不同等级的钢依次连铸时，需对因此形成的过渡材料加以识别。生产厂应采用任一已制定的工艺将过渡材料去掉，正确地将不同等级区分开。

5.3 公称管应由单张平轧钢板或采用并不添加额外材料的电阻焊接或电感应焊接的连续钢板制造。

5.4 B级钢电阻焊管的焊缝焊后应在最低为1000℉（540℃）的温度下进行热处理，或用不残留淬火马氏体的方式进行热处理。

6 化学成分

6.1 钢的熔炼分析须符合表2中的所述的要求。当采购订货单中有规定时，要将熔炼分析结果报告采购方或其代表。

7 成品分析

7.1 采购方可在随机抽取出的钢管样品进行分析，且应符合表2中规定的要求。与化学分析有关的试验方法和实用规程应按A 751试验方法、实用规程和术语标准。

8 力学性能要求

8.1 拉伸性能：

8.1.1 材料须符合表1规定的拉伸性能要求。

表1 拉伸性能要求

性 能	A 级	B 级
拉伸强度,ksi(MPa)≥	48(331)	60(414)
屈服强度,ksi(MPa)≥	30(207)	35(241)
伸长率,标距2in.(50mm),%,≥：		
规定壁厚≥5/16in.(7.9mm)、使用纵条试样做试验：	35	30
规定壁厚<5/16in.(7.9mm)、使用纵条试样做试验：	①	②
如果任何规格的公称管用全截面纵条试样做试验：	35	30

① 最小伸长率的值用下列公式确定,把计算值圆整到最接近的百分数：

$$E=56t+16.5$$

式中 E=标距2in.(50mm)的伸长率,%；

t=规定壁厚,in.。

② 最小伸长率的值用下列公式确定,把计算值圆整到最接近的百分数：

$$E=48t+14.00$$

式中 E=标距2in.(50mm)的伸长率,%；

t=规定壁厚,in.。

表2 化学成分要求

元 素	成分,≤,%	
	A 级	B 级
C	0.25	0.30
Mn	0.95	1.20
P	0.035	0.035
S	0.035	0.035

8.1.2 屈服强度按对应于试样标距长度的0.2%永久残余变形或载荷下标距长度生成0.5%总伸长量确定。

8.1.3 纵向试验的试样必须是全截面纵向试样(见A 370试验方法和定义标准的图A2.1)或纵条试样(见A 370试验方法和定义标准的图A2.3中的试样No.4号试样)。

8.2 横截焊缝制取的试样应有不低于对订货钢管钢号规定的最小抗拉强度的拉伸强度。此试验对NPS 8以下的钢管不要求做。

9 压扁试验

9.1 应取一段最短4in.(102mm)长的管样在冷态下放在两块平行的板之间分三步压扁，焊缝位于如 9.2 条所要求与加力方向线成 0°或 90°处。第一步是做焊缝的塑性试验，在二平板之间的距离压至小于钢管原有外径的 2/3 时，内、外表面上不应发生裂纹或破裂；第二步是做不包括焊缝在内的塑性试验，二平板间的距离压至小于钢管原有外径的 1/3、但不小于钢管壁厚的 5 倍时，内外表面上不应发生裂纹或破裂；第三步是做完整性试验，压扁继续进行直到试样破裂或钢管的两个相对的壁面相碰上。在整个压扁期间内，若发现材料有分层或不完好或未焊好的焊缝则可以因之拒收。

9.2 单根生产的钢管，9.1 条中规定的压扁试验在从每根钢管两端切下的管段上进行。第一端的压扁试验应交替地将焊缝放在加力方向线的 0°和 90°处进行。对于多根连续生产的钢管，压扁试验应在代表每一卷钢带的首、尾端的切头上，将焊缝放在加力方向线的 90°处进行，并在代表每卷钢带的两个中间环上、将焊缝放在加力方向线的 0°处进行。

9.3 试样在压扁前未发现表面缺陷，但在压扁试验的第一步试验时显露缺陷时，应按第 13 节中的修整要求判断之。

9.4 由表面缺陷所引起的表皮破裂不应作为拒收的理由。

10 水压试验

10.1 除 10.3 条中规定外，每根钢管应在钢厂进行水压试验，直到试验压力达到按下式(1)确定的压力，而没有穿透管壁的泄漏：

$$p = 2St/D \qquad (1)$$

式中 p=最低水压试验压力，psi。试验压力不需要超过 2500 psi(17.24MPa)

S=许用轴向应力，A 级钢为 18000psi(124MPa)，B 级钢为 21000psi(144MPa)，但并不禁止由钢管厂决定以更高的压力进行试验

t=规定壁厚

D=规定外径

由钢厂自行决定，对于平端口的钢管试验可以单根或以多根管的方式进行。

10.2 试验压力应保持至少5s。

10.3 当订货单中有规定时，可不作水压试验，按此提供的每根钢管上应包括强制性的标志字母“NH”。

注 3：本条规定对于表 X1.1 中列出的薄壁钢管(管壁厚度序号 10)不适用。

10.4 当采购方要求合格证书而省略掉水压试验时，证书上应清楚地注明“未作水压试验”。在证书上标准号及材料级别后应加字母“NH”。

11 无损电测试验

11.1 NPS¾～NPS5 的管壁厚度序号为 10 的钢管作为替代水压试验以及当采购方接受时，每根钢管应按 E 213，E 273 或 E 309 实用规程进行无损电测试验。本试验的目的在于拒收那些含有有害缺陷的钢管。

11.2 符合本试验的认可方法为电磁法(涡流)或超声法。

11.3 下列信息对本标准的使用者有所裨益：

11.3.1 本标准中超声波试验的目的是查出纵向的不连续缺陷，其反射面积相似于或者大于校准用参考缺口。这种检验可能查不出周向缺陷或短而深的缺陷。

11.3.2 本标准提及的涡流试验能查出大的缺陷，特别是短尖型缺陷。

11.3.3 第10节中提到的水压试验是许多产品标准中用的一个试验方法。本试验可以查出让试验液体通过管壁泄漏的缺陷，泄漏可以由目测或压力降发现。本标准不一定能查出极紧密的穿壁缺陷或伸到管壁内相当深而又不是完全穿透的缺陷。

11.3.4 当采购方想知道这些检验在具体应用中能查出的缺陷的性质（类型、大小、位置和取向）时，应就此和钢管产品的制造厂讨论。

11.4 为了和使用中的各种不同型式的无损检测试验设备及技术以及所采用的制造实用规程相适应，由钢厂自行选择，可以使用以下任何一种标定标准以确立判别拒收用的最低灵敏度：

11.4.1 钻孔——在径向上钻出一个外径

不大于0.031in.(0.8mm)的钻孔，并完全钻透管壁，且最好是在焊缝区，在钻孔时要注意防止钢管变形。

11.4.2 横切向缺口——应锉削或铣削出一个和管表面成切向并横截钢管纵轴、并最好是在焊缝区上的缺口。所说缺口的深度不超过钢管壁厚的12.5%或0.004in.(0.10mm),两者取大值。

11.4.3 纵缺口——在平行于钢管轴线的径向平面内，最好是在焊缝区上应机加工出一个宽度小于等于0.031in.(0.8mm)的缺口，其深度要不超过钢管公称壁厚的12.5%或0.004in.(0.10mm),两者取大值。

11.5 产生信号大于等于标定缺陷的钢管应拒收。

12 尺寸、重量或允许偏差

12.1 重量——任何一根钢管的重量的偏差不得超过规定重量的-3.5%及+10%，且装车重量不得低于公称重量的-1.75%。按管壁厚度号10号供货的钢管重量不超过附录中表X1.1给出重量的±10%。公称管的重量应依据ASME B36.10的相关公式计算得出，并使用常数10.69、而不用10.68。

注4：美国国家标准学会批准了ASME B36.10《焊接和无缝的轧制钢管》作为美国国家标准的钢管规格。

12.2 直径——钢管外径不得超过规定公称尺寸的±1%。

12.3 最小壁厚——在任何一点的最小壁厚不得超过规定壁厚的12.5%。

注5：检查用最小壁厚示出在附录中的表X1.2。

12.4 长度：

12.4.1 除非12.4.2条允许的外，钢管应以平均长度大于等于38ft(11.6m),最小长度20ft(6.1m)供货，但短于32ft(9.8m)的不得多于5%。允许有用焊接连接的接头。当订购螺纹端钢管时，接头应用螺纹连接且不得超过订货单的5%。

12.4.2 除非另有规定，按管壁厚度序号10号供货的钢管，供货长度的为16~22ft(4.9~6.7m),最少数量为90%，其余数量短尺长度至少8ft(2.4m)。

13 工艺、表面质量和外观

13.1 成品钢管应相当地直及无有害缺陷。超过公称壁厚12.5%以上的缺陷应认作为有害缺陷。

13.2 端部表面质量：

13.2.1 管壁厚度序号10号钢管——按管壁厚度序号10号提供的钢管只应是平端管。须清除掉所有的内、外切割毛刺。因为毛刺常常会导致角部破裂。

13.2.2 平端管的管端——除非另有规定，对于使用Dresser或Dayton型连接套管的平端管内、外侧应铰除所有毛刺。焊接用的平端管外侧应加工成30°倒角，角度偏差+5°和-0°，管端处还应有宽为1/16in±1/32 in.(1.6mm±0.8mm)的钝边。当订购任何非30°倒角的钢管材料时,应知道此角度是在垂直于管轴线的线上测量,也就是30°倒角的钢管需切去60°角的材料。在距管端的8in.(203mm)内，钢管应无凹坑、凸出或轧痛以便和橡胶衬垫型的联接套管构成紧密接头。所有打算用于Dresser或Dayton型接头或焊接用的、规定外径规格小于等于NPS10的平端管，自管端起8in.(203mm)距离内，应不得比公称外径小1/32 in.(0.8mm)以上，在上述距离内，应允许一个孔径比钢管公称外径大1/16in.(1.6mm)的环规通过。规格大于NPS 10的钢管在自管端起8in.(203mm)内应不得比公称外径小1/32 in.(0.8mm)以上，在上述距离内允许一个孔径比钢管公称外径大3/32 in.(2.4mm)的环规通过。

13.2.3 螺纹(端)钢管的管端——螺纹钢管的每一端应铰去毛刺。所有的螺纹应符合美国国家标准管螺纹(注6),并切成当在钢厂按规定的内水压做水压试验时形成紧密接头。当用标准的工作压力表时，与标准的偏差无论何时均不得大于1.5倍。为了保证螺纹完好，钢管不得锤击以免失去圆度。对于3/4 in.(19.0mm)的锥管螺纹，在完好的螺纹内不得有多于2个未镀层的管螺纹。未镀层螺纹不应和已有裂纹、刮伤或破损了的缺陷螺纹相混淆。

注6：适用于钢管、阀门及管道配件的美国国家标准管道螺纹的完整描述已收入“管道螺纹的美国国家标准(ANSI B1.20.1)”中，还有是在1942年1月出版的美国国家标准局手册，H28“联邦管线用螺纹标准”。两份资料中的有关数据是一致的。

13.3 联接套管——除了联接套管也可以是锻铁件(注7)外，每一根螺纹钢管上应各带一个按A865标准制造的联接套管。螺纹应加工

成能形成紧密的接头。圆锥螺纹联接套管应在尺寸大于等于 NPS 2½螺纹钢管的全部重量内供货。

注 7：对于尺寸小于等于 NPS 2 的螺纹钢管，商业上的实际做法是对标准重量(管壁厚度序号 40)的钢管提供普通螺纹连接套管，而对于加厚管(管壁厚度序号 80)及双倍加厚管提供圆锥螺纹连接套管。如对于尺寸小于等于 NPS 2 标准重量(管壁厚度号 40)的钢管要求提供圆锥螺纹连接套管则应按美国石油学会的 5L 标准订购管道用钢管，其螺纹长度应按照管道螺纹的美国国家标准(ANSI B1.20.1)。在这些尺寸的管道上若用圆锥螺纹联接套管可以使用在相同尺寸的轧制螺纹标准重量型式上。

13.4 保护涂层：

13.4.1 在钢管已经过水压试验之后，如采购方有要求则钢管应彻底清除掉所有的污垢、油脂、松散的氧化皮和锈，然后进行干燥并以采购方规定的方式涂上某一种保护涂层。按管壁厚度号 10 号提供的钢管通常是涂一层薄的保护油发货。如果订货单作了上述规定，则钢管可以涂钢厂涂的保护涂层或特殊涂层。

14 焊缝修补

14.1 焊接修补：

14.2 钢管壁上的有害缺陷，若其深度未超过规定壁厚的 1/3，应用电焊法修理。除非另有规定，像渗漏或泄漏一类的焊缝缺陷应按钢厂的选择进行修理，或拒收该根钢管。这种性质的修补应先完全清除缺陷，清理凹坑表面，然后进行电焊。

14.3 所有修补的钢管应按第 10 节重新进行水压试验。

15 取样

15.1 化学分析：

15.1.1 除了光谱化学分析外，化学分析用的样品应按照 E 59 试验方法标准取样。取样的数量应按如下确定：

NPS	选取样品数量
<6	每 400 根或余数为一批取 2 根
6~20	每 200 根或余数为一批取 2 根
>20~30	每 100 根或余数为一批取 2 根

15.2 拉伸试验：

15.2.1 NPS 8 以下每种尺寸的每 400 根或其余数为一批，从中抽取一根(注 8)管做一个纵向拉伸试验；NPS 8 到 NPS 20 每种尺寸的每 200 根或其余数一批，以及对大于 NPS 20 到 NPS 30 的每种尺寸每 100 根或其余数为一批，抽取一根管做横截管身及横截焊缝作拉伸试验。当从制管用板坯取样时，试验数量应按和成品钢管上取样相同的方式确定。

注 8：除了定尺管比单根不定尺管要短的订货外，根数的定义为订货单中的根数，术语“批”适用于在切割成所要求的短尺管之前的轧制根数。

15.3 压扁试验：

15.3.1 9.1条中规定的压扁试验应在从每根钢管两头切下的料头上进行。当钢管由多根生产工艺制造时，压扁试验要求在从每卷钢带的首、尾端的料头上以及在代表每卷钢带的两个中间环上进行。

15.4 水压试验：

15.4.1 每一根公称管应经受第10节中规定的水压试验。

16 试验、复试和重新取样

16.1 化学分析：

16.1.1 如果任一根钢管试验结果不符合第7节的规定，则应在同批中加抽两根管进行复试，每根管的试验结果均应符合规定的要求。

16.2 拉伸试验：

16.2.1 本标准要求的试样和试验应符合 A 370“试验方法及定义”中的规定，所有试样须在室温下进行试验。

16.2.2 纵向拉伸试样应取自钢管一端，或按钢厂和采购方的协议取自制管用的板坯，在离焊缝约 90°处，而且在标距间不必压扁。每个试样标距间的侧边应平行。由钢厂选择，拉伸试验可用全截面钢管进行。

16.2.3 横截焊缝试样应取成焊缝在试样的中央。横截管身试样应取自焊缝的对面一侧。所有横截试样的标距宽度应近似地等于 1½in.(38.1mm)，且应代表取样管的全壁厚。

16.2.4 如有任何试样呈现出因不良的机加工或生成和钢材或焊接质量无关的裂缝，则可废弃并另取一个试样。

16.2.5 如果任一批管子的拉伸性能试验结果不符合9.1条中的规定，则应在同批中加抽二根管子进行复试，每根管的试验结果均应符合规定的要求。

16.2.6 如果任何拉伸试样的伸长率百分数小于8.1条中的规定值，以及任何断裂部分按在试验之前由划线器标记在试样上的刻线示出的，距标距中心大于3/4in.（19.0mm）时，该试样可以废弃掉并另取一个试样。

16.3 压扁试验：

16.3.1 压扁试验用的试样的端部应光滑、不带有毛刺。

16.3.2 单根制造的钢管，如果其中任一段管试验结果不符合9.1条的要求，可从同一根的同一端再切取管段进行试验，直试到获得满意结果为止，但余下的管长不得短于第一次切去料头后长度的80%，否则此根管子应予拒收。多根制造的钢管，复试试样可切自多根管中每根钢管的两端，令焊缝交替地与施力方向成0°及90°的条件下进行这些试验。

16.4 全部试样应在室温下试验。

17 检查

17.1 在采购方合同订货加工期间，代表采购方的检查员任何时候都有权进入制管厂里与制造所订购管有关的各处。制管厂应为检查员提供一切方便，以使他确信正在按本标准提供钢管。除非另有规定，全部试验（化学分析除外）与检查均应于装运前在制管厂进行，而且应安排得不致于不必要地妨碍生产的进行。

18 拒收

18.1 采购方可对收到的每根钢管进行检查，如果按本标准提出的检查和试验方法得出的结果不符合本标准规定的要求时，可拒收此根管子并通知制管厂。拒收管的处理由制管厂与采购方双方协议商定。

18.2 在本标准的适用范围和要求之内，在加工制造或在安装时发现管子不适合于用途，则可放置一旁并通知制管厂。双方应对这样的管子的缺陷性质和严重性和涉及到的成形或安装情况一起共同研究。处理应采取协商形式。

19 合格证书

19.1 当采购方在订货单或合同中有规定时，生产厂或供方应提供一份合格证书，以证明钢管是按本标准（包括年号）生产、取样、试验和检查的，并且已经符合其要求。

20 材料的识别

20.1 每根钢管要用适当的符号模板喷刷、打印或滚轧方法清楚地作出标记，示明制管厂名称、规格、标准号、级别及作过的水压试验的压力，或在未作水压试验时标记字符“NH”，以表明钢管符合本标准。当未经水压试验供货时标志中应包括字符“NH”。

20.2 除20.1条的要求外，可以采用条形码作为补充识别标志。采购方可以在订货单中规定所需采用的特殊的条形码系统。

21 包装、标志和发货装运

21.1 当订货单中有规定时，发货用的包装、标志及装运应按A 700实用规程。

21.2 当在合同或采购订货单中有规定时，材料应按MIL-STD-163标准保存、包装和装箱。适用的级别应按合同中的规定。这种材料的装运标志对于民用机构应按Fed. Std. No. 123，对于军用机构如要求连续标志时应按MIL-STD-129或Fed. Std. No. 183。

22 关键词

22.1 焊流试验；电阻焊公称管；水压试验；平管端公称管；壁厚序号10号的公称管；螺纹端公称管

附 录

(非强制性资料)

X1 附加数据

X1.1 不同尺寸的公称重量和试验压力的附加数据给出在表 X1.1 中。

X1.2 壁厚的附加数据给出在表 X1.2 中。

表 X1.1 薄壁公称钢管用尺寸、标准重量和试验压力

NPS	外 径, in. (mm)	壁厚标号 10 号		试验压力, psi (MPa)①	
		公称壁厚, in. (mm)	重 量, lb/ft (kg/cm)	A 级	B 级
¾	1.050 (26.7)	0.083 (2.11)	0.86 (1.28)	2500 (17.24)	2500 (17.24)
1	1.315 (33.4)	0.109 (2.77)	1.40 (2.09)	2500 (17.24)	2500 (17.24)
1¼	1.660 (42.2)	0.109 (2.77)	1.81 (2.70)	2400 (16.55)	2500 (17.24)
1½	1.900 (48.3)	0.109 (2.77)	2.08 (3.10)	2100 (14.48)	2400 (16.55)
2	2.375 (60.3)	0.109 (2.77)	2.64 (3.93)	1700 (11.72)	1900 (13.10)
2½	2.875 (73.0)	0.120 (3.05)	3.53 (5.26)	1500 (10.34)	1700 (11.72)
3	3.500 (88.9)	0.120 (3.05)	4.33 (6.45)	1200 (8.27)	1400 (9.65)
3½	4.000 (101.6)	0.120 (3.05)	4.97 (7.41)	1000 (6.89)	1200 (8.27)
4	4.500 (114.3)	0.120 (3.05)	5.61 (8.36)	900 (6.21)	1100 (7.58)
5	5.563 (141.3)	0.134 (3.40)	7.77 (11.58)	850 (5.86)	1000 (6.89)

① 试验压力按下式计算 (但不超过 2500psi 或 17.24MPa)。

$$P = 2St/D$$

式中 P=压力, psi (MPa);

S=轴向应力, 规定最低屈服点的 60%;

t=规定壁厚, in. (mm);

D=规定外径, in. (mm)。

表 X1.2 检查时最小允许壁厚

规定壁厚 (t), in. (mm)	最小允许壁厚 (t_m), in. (mm)	规定壁厚 (t), in. (mm)	最小允许壁厚 (t_m), in. (mm)	规定壁厚 (t), in. (mm)	最小允许壁厚 (t_m), in. (mm)
0.068(1.73)	0.060(1.52)	0.294(7.47)	0.257(6.53)	0.750(19.05)	0.656(16.66)
0.088(2.24)	0.077(1.96)	0.300(7.62)	0.262(6.65)	0.812(20.62)	0.710(18.03)
0.091(2.31)	0.080(2.03)	0.307(7.80)	0.269(6.83)	0.843(21.41)	0.738(18.75)
0.095(2.41)	0.083(2.11)	0.308(7.82)	0.270(6.86)	0.864(21.95)	0.756(19.20)
0.113(2.87)	0.099(2.51)	0.312(7.92)	0.273(6.93)	0.875(22.23)	0.766(19.46)
0.119(3.02)	0.104(2.64)	0.318(8.08)	0.278(7.06)	0.906(23.01)	0.793(20.14)
0.125(3.18)	0.109(2.77)	0.322(8.18)	0.282(7.16)	0.937(23.80)	0.820(20.83)
0.126(3.20)	0.110(2.79)	0.330(8.38)	0.289(7.34)	0.968(24.59)	0.847(21.51)

表 X1.2(续) 检查时最小允许壁厚

规定壁厚 (t), in. (mm)	最小允许壁厚 (t_m), in. (mm)	规定壁厚 (t), in. (mm)	最小允许壁厚 (t_m), in. (mm)	规定壁厚 (t), in. (mm)	最小允许壁厚 (t_m), in. (mm)
0.133(3.38)	0.116(2.95)	0.337(8.56)	0.295(7.49)	1.000(25.40)	0.875(22.23)
0.140(3.56)	0.122(3.10)	0.343(8.71)	0.300(7.62)	1.031(26.19)	0.902(22.91)
0.145(3.68)	0.127(3.23)	0.344(8.74)	0.301(7.65)	1.062(26.97)	0.929(23.60)
0.147(3.73)	0.129(3.28)	0.358(9.09)	0.313(7.95)	1.093(27.76)	0.956(24.28)
0.154(3.91)	0.135(3.43)	0.365(9.27)	0.319(8.10)	1.125(28.58)	0.984(24.99)
0.156(3.96)	0.136(3.45)	0.375(9.53)	0.328(8.33)	1.156(29.36)	1.012(25.70)
0.179(4.55)	0.157(3.99)	0.382(9.70)	0.334(8.48)	1.218(30.94)	1.066(27.08)
0.187(4.75)	0.164(4.17)	0.400(10.16)	0.350(8.89)	1.250(31.75)	1.094(27.79)
0.188(4.78)	0.164(4.17)	0.406(10.31)	0.355(9.02)	1.281(32.54)	1.121(28.47)
0.191(4.85)	0.167(4.24)	0.432(10.97)	0.378(9.60)	1.312(33.33)	1.148(29.16)
0.200(5.08)	0.175(4.45)	0.436(11.07)	0.382(9.70)	1.343(34.11)	1.175(29.85)
0.203(5.16)	0.178(4.52)	0.437(11.10)	0.382(9.70)	1.375(34.93)	1.203(30.56)
0.216(5.49)	0.189(4.80)	0.438(11.13)	0.383(9.73)	1.406(35.71)	1.230(31.24)
0.218(5.54)	0.191(4.85)	0.500(12.70)	0.438(11.13)	1.437(36.53)	1.258(31.95)
0.219(5.56)	0.192(4.88)	0.531(13.49)	0.465(11.81)	1.500(38.10)	1.312(33.33)
0.226(5.74)	0.198(5.03)	0.552(14.02)	0.483(12.27)	1.531(38.89)	1.340(34.04)
0.237(6.02)	0.207(5.26)	0.562(14.27)	0.492(12.50)	1.562(39.68)	1.367(34.72)
0.250(6.35)	0.219(5.56)	0.593(15.06)	0.519(13.18)	1.593(40.46)	1.394(35.41)
0.258(6.55)	0.266(5.74)	0.600(15.24)	0.525(13.34)	1.750(44.45)	1.531(38.89)
0.276(7.01)	0.242(6.15)	0.625(15.88)	0.547(13.89)	1.781(45.24)	1.558(39.57)
0.277(7.04)	0.242(6.15)	0.656(16.66)	0.574(14.58)	1.812(46.03)	1.586(40.28)
0.279(7.09)	0.244(6.20)	0.674(17.12)	0.590(14.99)	1.968(49.99)	1.722(43.74)
0.280(7.11)	0.245(6.22)	0.687(17.45)	0.601(15.27)	2.062(52.38)	1.804(45.82)
0.281(7.14)	0.246(6.25)	0.719(18.24)	0.629(15.98)	2.343(59.51)	2.050(52.07)

注:(1) 本表由下列公式得出,用于由规定壁厚求最小允许壁厚值,计算值按圆整方法实用规程 E29 圆整至小数点后三位。

$$t_m \times 0.875 = t$$

式中 t_m=最小允许壁厚,in.;

t=规定壁厚,in.。

壁厚表示取小数点后三位,第四位进行舍入,按 E29 实用规程。

(2) 本表是一张包括在订购不同规格的钢管时可订到的不同壁厚的主表格,但并非意味着这里列出的所有壁厚都能按本标准订购到。

电阻焊碳钢和碳锰钢锅炉及过热器管子

SA-178/SA-178M

（与 ASTM 标准 A 178/A 178M—95 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉管、锅炉烟道管、过热器烟道管及安全端用最小壁厚的电阻焊接碳钢和碳锰钢管子。

注 1：锻焊的安全端对 C 级和 D 级管不适用。

1.2 按本标准提供的管子尺寸及厚度通常为：外径½~5in.（12.7~127mm），最小壁厚 0.035~0.320in.（0.9~8.1*mm）。也可提供其他尺寸的管子，但要保证这些管子符合本标准的所有其他要求。

1.3 力学性能要求不适用于内径小于⅛in.（3.2mm）或壁厚小于 0.015in.（0.4mm）的管子。

1.4 当这些产品用于符合 ISO 锅炉构造推荐规程的场合，则应补充 A520 标准的要求以取代本标准的要求。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为是标准值。在标准中，SI 单位在括号中列出。由于各单位制的值不可能精确相等，故必须独立采用各单位制的值。如混用两种单位制的值，将导致与本标准不一致。除非订单中要求使用本标准中的“M”制，否则，一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 226/A 226M 高压锅炉和过热器用电阻焊碳钢管子

A 450/A 450M 碳钢，铁素体合金和奥氏体合金钢管子通用要求

A 520 符合 ISO 锅炉构造推荐规程的高温用无缝及电阻焊接碳钢管状产品的补充要求

E 213 金属管和管子的超声波检验实用规程

E 273 纵向焊接管和管子的超声波检验实用规程

3 订货须知

3.1 符合本标准的材料订货单应按需要包括下列各项，确切地说明所需要的材料：

3.1.1 数量（英尺、米或根数）。

3.1.2 材料名称（电阻焊接管子）。

3.1.3 级别（A、C 或 D，表 1）。

3.1.4 尺寸（外径及最小壁厚）。

3.1.5 长度（定尺和不定尺）。

3.1.6 选择性的要求（成品分析，第 7 节；挤压试验，第 10 节；液压或无损电测试验，第 11.6 条）。

3.1.7 要求的试验报告（A450/A450M 标准合格证书一节）。

3.1.8 标准号。

3.1.9 个别的补充要求（如有需要）。

3.1.10 特殊要求。

4 制造

4.1 D 级钢应为镇静钢。

4.2 管子应由电阻焊接制造。

5 热处理

5.1 所有管子焊后应在 1650°F（900°C）或更高温度下作热处理，随后空冷或在控制气氛炉的冷却室内冷却。冷拔管子经过最终冷拔后应在 1200°F（650°C）或更高的温度下作热处理。

6 化学成分

6.1 钢的化学成分应符合表 1 的要求。

---

*原之误为“0.9~9.1”，已更正。——译注。

6.2 按本标准订购某一等级的钢时，不允许添加任何非表1所列的元素供应特殊需要的合金钢。

表1 化学成分

元素	成分,%		
	A级低碳钢	C级中碳钢	D级碳锰钢
C	0.06~0.18	≤0.35	≤0.27
Mn	0.27~0.63	≤0.80	1.00~1.50
P	≤0.035	≤0.035	≤0.030
S	≤0.035	≤0.035	≤0.015
Si	…	…	≥0.10

7 成品分析

7.1 当买方订货单要求时，钢厂或供货方应作成品分析：尺寸超过3in.（76.2mm）时每100根取一根管子；尺寸小于等于3in.（76.2mm）每250根取一根管子；若管子为同一炉号，每炉号取一根管子作分析。其化学成分应符合规定的要求。

7.2 若原有的成品分析不合格，则外加两根平轧坯料或管子进行复试。对有问题的元素两个复试都必须满足标准的要求；否则该炉或该批（注2）所有剩余材料应拒收，如生产厂愿意，可对每一根平轧坯料或管子作个别的验收试验。不符合标准要求的平轧坯料或管子应拒收。

注2：对尺寸小于等于3in.（76.2mm）每批为250根管子；对尺寸大于3in.（76.2mm）每批为100根管子，均指切割定尺之前。

8 一般要求

8.1 按本标准提供的材料，除在这里另有规定外，应符合现行版本的A450/A450M标准的适用要求。

9 拉伸要求

9.1 C级和D级钢管子应符合表2规定的拉伸性能要求。

注3：注释——作为设计用，下述拉伸性能可假定适用于A级钢的管子；

拉伸强度 ksi(MPa)	≥47(325)
屈服强度 ksi(MPa)	≥26(180)
伸长率(标距2in. 或50mm),%	≥35

表2 拉伸性能

项目	C级	D级
抗拉强度，ksi（MPa）	≥60（415）	≥70（485）
屈服强度，ksi（MPa）	≥37（255）	≥40（275）
伸长率，标距2in. 或50mm,%	≥30	≥30
对纵条试验壁厚小于5/16in.,(8mm)时,每减小1/32 in.(0.8mm)从基本最小伸长率可减小的百分值	1.50①	1.50①

① 见表3给出计算的最小值。

注：A级管的拉伸性能参见9.1条的注3。——译注。

10 挤压试验

10.1 当买方需求时，应对长为2½ in.（63mm）的管段作挤压试验，该管段应按下述承受纵向挤压而无裂纹、开裂或焊缝开口：

管子壁厚，in.（mm）	挤压段的高度，in.（mm）	
	A级管	C级和D级管
≤0.135（3.43）	¾（19）或直到外壁皱皮相接触	不作挤压试验
>0.135（3.43）	1¼（32）	…

10.2 表3列出了壁厚每减薄1/32 in.（0.8mm）时计算的最小伸长率值。壁厚处在上述的两值之间时，最小伸长率应由下式确定：

$$E = 48t + 15.00 \quad (E = 1.87t + 15.00)$$

式中 E=标距2in. 或50mm,%；

t=试样的实际厚度，in.（mm）。

表3 最小伸长率

壁厚		伸长率，标距2in. 或50mm%，≥①
in.	mm	
5/16（0.312）	8.0	30
9/32（0.281）	7.2	29
¼（0.250）	6.4	27
7/32（0.219）	5.6	26
3/16（0.188）	4.8	24
5/32（0.156）	4.0	22
⅛（0.125）	3.2	21
3/32（0.094）	2.4	20
1/16（0.062）	1.6	18

①计算伸长率应圆整到最接近的整数。

10.3 对外径小于1in.（25.4mm）的管子，试样长度应为2½倍管子外径，轻微的表面裂纹不应作为拒收的理由。

11 要求的力学试验

11.1 压扁试验

11.1.1 对 A 级,每批(注 2)或其余数中取两根管子,在其上各取一个试样作压扁试验;对安全端材料则每 2000ft(600m)或其余数取两根管子,在其上各取一个试样作压扁试验。

11.1.2 对 C 级和 D 级,在每批(注 2)或其余数中取两根管子,在其上各取一个试样作压扁试验。

11.2 卷边试验

11.2.1 对 A 级,在每批(注 2)或其余数中取两根管子,在其上各取一个试样作卷边试验;对安全端材料则每 2000ft(600m)或其余数取两根管子,在其上各取一个试样作卷边试验。

11.2.2 对 C 级和 D 级,每批(注 2)或其余数中取两根管子,在其上各取一个试样作卷边试验。卷边宽度不小于 A 450/A 450M 标准中规定的 75%。

11.3 挤压试验——对 A 级,当买方要求时,在每批(注 2)或其余数中取两根管子,在其上各取一个试样作挤压试验;对安全端材料每 2000ft(600m)或其余数取两根管子,在其上各取一个试样作挤压试验。

11.4 拉伸试验——对 C 级和 D 级,每批取两根管子,在其上各取一个试样作拉伸试验。拉伸试验中名词批适用于所有未切割、同炉次生产的同公称直径、同壁厚的钢管。当最终热处理是在周期式炉中进行时,一批只包括同一炉次,同一尺寸及相同炉内装料下热处理的那些管子。当最终热处理在连续炉中进行时,一批包括同一尺寸,同一炉次及在相同炉内以相同温度,相同加热时间及炉速作热处理的所有管子。

11.5 反向压扁试验——每 1500ft(450m)成品管子应作一个反向压扁试验。

11.6 液压或无损电测试验——每一根管子应作液压或无损电测试验。买方可指定采用哪一种试验。

12 成型工艺

12.1 装入锅炉内的管子应能承受胀管及卷边而无裂纹、发纹或焊缝开裂。在正常操作时,过热器管应能经受为不同用途必须的所有锻造、焊接和弯曲加工而不发生缺陷。

13 产品标志

13.1 除 A 450/A 450M 标准中规定的标志外,还应在每根管子上清楚地打印上“ERW”(电阻焊),或在装运管子用的捆扎或箱子标志上注明。

13.2 制造厂名或代号在正火前永久地用滚印或轻钢印打在每根管子上。若单个标志用人工打印在管子上,该标志离管子的一端应不小于 8in.(200mm)。

14 关键词

14.1 锅炉管子 电阻焊钢管子 碳素钢管子 焊接钢管子

补 充 要 求

下列补充要求只有当在询价或招标，和在生产订货单或合同书中有规定时才构成为本标准的一部分。除非在订货单中有规定，且所需试验应在钢厂进行时，否则这些要求应不予考虑。

S1 ASME 要求对焊接管的附加试验

S1.1 每根管子的焊缝应采用 E 273 或 E 213 实用规程经超声波检验，拒收准则参见 A 450/A 450M 标准。

S1.2 如果采用 E 273 实用规程，则每根管子的整个长度还应采用 A 450/A 450M 标准所允许的无损电测试验方法之一进行 100% 的容积检验。

S1.3 本补充要求中规定的试验方法可能不能够检验管子的端部。这种情况被称作为端部效应。该部分由钢厂确定应切去不用。

S1.4 除了在 A 450/A 450M 标准中规定的标志外，在钢的级别号之后应加标“S1”。

换热器及冷凝器用无缝冷拔低碳钢管子

SA-179/SA-179M

（与 ASTM 标准 A179/A179M—90a(R12)完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于管式换热器、冷凝器及类似传热设备用最小壁厚的无缝冷拔低碳钢管子。

1.2 本标准适用于外径为⅛～3in.（3.2～76.2mm）的管子。

注1：可以用比本标准规定的外径稍小，并壁厚较薄的管子。力学性能要求不适用于外径小于¼in.（3.2mm）或壁厚小于0.015in.（0.4mm）的管子。

1.3 无论经英寸-磅或SI单位表示的数值都应视为是标准值。在本标准中，SI单位在括号内列出。由于两种单位制的数值不可能精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如混用两种单位制，将导致与本标准的不一致。除非在订单中规定使用本标准中的“M”标志(SI单位)，否则，一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 450/A 450M 碳钢，铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

3 订货须知

3.1 符合本标准的材料订货单应按需要包括下列各项，并确切地说明所需要的材料。

3.1.1 数量(英尺，米或根数)。

3.1.2 材料名称(无缝管子)。

3.1.3 制造(冷拔)。

3.1.4 尺寸(外径及最小壁厚)。

3.1.5 长度(定尺或不定尺)。

3.1.6 选择性的要求(成品分析，第9节；卷边试验，第11.3条)。

3.1.7 试验报告要求(见A 450/A 450M标准中合格证书这一节)。

3.1.8 标准号。

3.1.9 特殊要求。

4 一般要求

4.1 按本标准提供的材料，除在这里另有规定外，应符合现行版本A 450/A 450M标准的适用要求。

5 制造

5.1 管子应为无缝、并由冷拔制造。

6 热处理

6.1 管子在最后一道冷拔后应经1200℉(650℃)或更高温度的热处理。

7 表面状态

7.1 成品管应无氧化皮。少量的氧化层将不认为是氧化皮。

8 化学成分

8.1 钢的化学成分应符合下述要求：

C,%	0.06～0.18
Mn,%	0.27～0.63
P,%	≤0.035
S,%	≤0.035

8.2 不允许添加任何非8.1条中列出的元素成分来供应特殊需要的合金钢等级管。

9 成品分析

9.1 当买方订货单要求时，供方应作成品分析。每250根取一根，或当管子以炉号鉴定时，每一炉号取一根。由此测定的化学成分应符合规定的要求。

9.2 若原有成品分析不合格，则外加两个钢坯或管子进行复试。对于有问题的元素两个复试都必须满足标准的要求，否则该炉号或该批(注2)的所有剩余材料应拒收，或生产厂选择，可对每一钢坯或管子作逐一的验收试验。不符合标准要求的钢坯或管子应拒收。

注2：每批是250根管子。

10 硬度要求

10.1 管子的洛氏硬度值不得超过72HRB。

11 力学试验要求

11.1 压扁试验——每批(注2)或其余数中取两根管子，分别取样各作一个压扁试验。

11.2 扩口试验——每批(注2)或其余数中取两根管子，分别取样各作一个扩口试验。

11.3 卷边试验——当规定作为替代扩口试验时，对于管子壁厚(实际平均壁厚)小于外径的10%的，每批(注2)或其余数中取两根管子，分别取样各作一个卷边试验。当管子不同于上述规定时，不要求作卷边试验。

11.4 硬度试验——从每批两根管子的试样上作洛氏硬度试验。名词“批”适用于切割前的同一炉钢，同一公称直径及壁厚的管子。当最终热处理是在周期炉中进行时，该批只包括同一尺寸及同一炉号在相同炉料进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时，该批应包括同一尺寸，同一炉号及在同一炉内以相同温度、相同加热时间和相同加热速度作热处理的所有管子。

11.5 水压试验——每根管子均应做水压试验，或当买方指定时，可用无损电测试验取代。

12 产品标志

12.1 除A 450/A 450M标准中规定的标志外，尚应包括采购方的名称和订货单号。

13 关键词

13.1 冷拔管子 冷凝器管子 热交换器管子 低碳钢 无缝管子

解释性注解

注：对设计来说，可采用下列拉伸性能：

抗拉强度，ksi(MPa)	≥47(325)
屈服强度，ksi(MPa)	≥26(180)
伸长率(标距2in. 或50mm)，%	≥35

一般管道用碳钢锻件

SA-181/SA-181M

（与 ASTM 标准 A 181/A 181M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于一般用途非标准的锻造管配件，阀部件和零件。按本标准制造的锻件的最大重量限制在 10000lb（4540kg）以下，更重的锻件可按 A 266/A 266M 标准订货。

1.2 材料包括 60 和 70 两个等级，并且是依据了它们的力学性能、按 6.1 的规定作了分类。

1.3 本标准采用英寸-磅和 SI 两种单位，但是，除非订货单中规定采用“M”标准标志（SI 单位制），材料将以英寸-磅单位供货。

1.4 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内，由于各单位制间所表示的数值不能精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 266/A 266M 压力容器部件用碳钢锻件

A 788/A 788M 钢锻件通用要求技术条件

A 961/A 961M 管道用钢法兰，锻造管配件及阀门零件通用要求

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的材料，须符合现行版本的 A 961/A 961M 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 961/A 961M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。

3.2 在采购订货单中对采购所需锻件材料规定必需的全部订购资料是采购方的责任。这些资料的实例应包括但并只不限于列在 A 961/A 961M 标准‘订货须知’中的资料及以下列出的资料：

3.2.1 补充要求。

3.2.2 附加要求（见第 4.3，9.1，10.2，12.1 和 12.2 条）。

3.3 若本标准的要求与 A 961/A 961M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准的要求。

4 材料及制造

4.1 除了所有型式的法兰外，中空筒形零件可以由热轧棒料或锻造圆钢机加工而成，但材料的轴向长度应近似地平行于坯料的金属流线。除了所有型式的法兰外，小于等于 NPS 4 的（管道）零件可以由热轧或锻造棒料机加工而成。弯头、180°弯头、三通和集流三通不得由棒坯料直接机加工而成。

4.2 除了在 4.1 条中允许的以外，成品应是如 A 788/A 788M 标准“专门术语”一节中所定义的“锻件”。

4.3 当在订货单上有所规定时，钢厂应提交由买方批准的，表示机加工前锻件毛坯形状的简图。

4.4 在通过临界温度区间时，应防止锻件在轧制和锻制后有突然的或太快的冷却速度。

4.5 既不要求也并不禁止热处理，但如果采用热处理，它应包括回火、退火、正火，或正火加回火。

5 化学成分

5.1 铸样分析或熔炼分析——钢厂应对每次浇注或每一炉次进行分析以便测定表 1 所规定的元素百分含量。最好在浇注钢水时取样进行分析。这样测定的化学成分应符合表 1 的要求。

表1 化学成分要求

元 素	成 分,%，60类和70类
C	≤0.35
Mn	≤1.10[①]
P	≤0.05
Si	0.10~0.35
S	≤0.05

① 碳含量每减少0.01%，则在表中所示锰的极限值以上增加0.06%锰的最大含量可增加到1.35%。

6 力学性能

6.1 材料应符合表2规定的拉伸性能的要求。

表2 拉伸性能

项 目	60类	70类
抗拉强度，ksi（MPa）	≥60（415）	≥70（485）
屈服强度[①]，ksi（MPa）	≥30（205）	≥36（250）
伸长率，标距2in.（50mm），%	≥22	≥18
断面收缩率，%	≥35	≥24

① 由0.2%残余变形法，或载荷下的0.5%伸长法测定。

7 试验数量

7.1 应对每一炉号作一个拉伸试验。

7.2 如果某个试样加工得不合格，可将其报废，并由另一试样来代替。

8 复试

8.1 当有一个或多个代表性试样不符合对测试特性的要求时，为了确定产品的合格性，可仅对每个不符合要求的项目进行单一性能的复试。复试应取2倍于原来不合格的代表性试样的数量。当任何一个复试试样有问题的性能仍不符合标准要求时，则应对由此试样代表的该批锻件予以拒收，或按4.5条进行热处理或两次热处理，并依据第6节和第7节进行试验。

9 试验报告

9.1 依据买方在合同或订货单中的要求，应提供试验结果和化学成分分析报告。适用时，报告上的标准号应包括发行年份及修订符号。

10 焊接修理

10.1 对按ANSI尺寸标准或其等效标准制造的零件，允许由钢厂进行焊接修理。

10.2 当焊接修理按买方要求制造的特殊锻件时，需得到买方的事先同意。

10.3 焊缝熔敷金属的成分应与母体金属相似，且应符合于相应材料的(焊接)工艺评定。焊接应采用低氢焊接工艺。只有得到买方的同意，才允许采用短路熔化极气体保护焊(GMAW)。

11 锻件标志

11.1 应在每个锻件上的不损害锻件用途的位置上，清楚地锻出或打印上由钢厂代号或厂名，运行额定值标号、标准号、钢种级别和尺寸组成的识别标志。

11.2 条形码——除了11.1条的要求外，条形码也可以用作为补充标记方法。买方可以在订货单中规定一种特殊的条形码系统。如果条形码系统由供方任选，则应按照已发布的条形码工业标准进行。若用于小的零件上，条形码可应用在箱体上或在一个结实的适用标牌上。

12 合格证书

12.1 当在订货单或合同中有规定时，应向买方提供生产者或供货者的证明，证实材料是按本标准制造、取样、试验和检查的，且满足标准要求。适用时，合格证书上的标准号应包括发行年份及修订符号。

12.2 当在订货单或合同中规定时，应提供试验结果报告。

13 关键词

13.1 公称管(道)配件 管道用 承压件 钢锻件 碳钢 钢阀门

补　充　要　求

S1　碳当量

S1.1　根据熔炼分析的最大碳当量如下：

类　别	最大碳当量值	
	最大截面厚度≤2in.	最大截面厚度>2in.
60	0.45	0.46
70	0.47	0.48

S1.2　碳当量(CE)按下式计算：

$$CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

S1.3　较小的最大碳当量可由供货商和买方之间协议。

S1.4　当本补充要求被引用时，碳当量公式中的所有元素应作分析并报告数值。

高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢公称管道法兰、锻制管配件、阀门和零件

SA-182/SA-182M

(15)

(除了在7.3.1条中纳入F316Ti级钢以及对表3中的F53级钢排除削减的强度等级外，与ASTM标准A 182/ A 182M—14a完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于在压力系统中使用的低合金钢及不锈钢锻制（见下附译注）的管道元件，其中包括：法兰、管配件、阀门以及与在第2节引用到的像ASME标准等尺寸或规定尺寸相近的零件。

注：第1.1条原文中只提到了“锻制的”，而标准名称中还包括轧制件。——译注。

1.2 对于直接从棒材机加工而成的棒形件及制品(除了本标准直接提及到的制品外,见6.4条)可参照A 479/A 479M标准及A 739标准中适用的类似的钢种级别。按本标准制造的锻件产品最大重量限在10000lb(4540kg)。更大的锻件及对其他用途的锻件可参照A 336/ A 336M和A 965/A 965M标准对这些产品标准分别适用的类似的铁素体和奥氏体钢种级别。

1.3 本标准中包括了若干种级别的低合金钢和铁素体钢、马氏体钢、奥氏体钢及铁素体—奥氏体不锈钢。可根据设计及使用要求进行选择。若干级别的铁素体/奥氏体（双相）钢也可见A 1049/A 1049M标准。

1.4 当要求附加试验或检验时，可根据使用需要提出补充要求，后者只有当采购方在订货单中单独指定时才应用。

1.5 本标准采用英寸-磅和SI两种单位制，但除非订货单中规定采用“M”标号标准(SI单位制),材料将以英寸-磅单位供货。

1.6 英寸-磅单位或SI单位表示的数值均可作为标准值。本文中SI单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能互相进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两个单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 除了列在A 961/A 961M标准中的引用标准外，下列标准适用本标准。

2.2 ASTM标准

A 262 测定奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性实用规程

A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验试验方法

A 336/A 336M 高温承压件用合金钢锻件

A 388/A 388M 钢锻件用超声波检验实用规程

A 479/A 479M 锅炉和其他压力容器用不锈及耐热钢棒钢及型钢

A 484/A 484M 不锈及耐热钢棒钢，钢坯和锻件通用要求

A 739 高温或受压件或高温受压件用热合金钢棒钢

A 763 测定铁素体不锈钢晶间腐蚀敏感性实用规程

A 788/A 788M 钢锻件通用要求

A 923 检测奥氏体/铁素体双相不锈钢中有害金属间相的试验方法

A 961/A 961M 管道用钢法兰、锻造管配件及阀门零件通用要求

A 965/A 965M 高温承压零件用奥氏体钢锻件

A 1049/A 1049M 压力容器和相关部件用铁素体/奥氏体（双相）不锈钢

A 1084 测定精益生产奥氏体/铁素体双相不锈钢中有害相的试验方法

E 92 金属材料的维氏硬度试验方法（2010年被撤消）

E 112　测定平均晶粒度的试验方法

E 165　液体渗透检验法的实用规程

E 340　金属和合金的低倍浸蚀试验方法

2.3　ASME 标准

B16.11　承插式焊接和螺纹连接的锻制管配件

2.4　ASME锅炉及压力容器规范

第Ⅸ卷　焊接评定

2.5　AWS 标准

A 5.4/A 5.4M　气体保护金属极弧焊（SMAW）用不锈钢电焊条

A 5.5/A 5.5M　气体保护金属极弧焊（SMAW）用低合金钢电焊条

A 5.9/A 5.9M　不锈钢裸焊焊接用电焊条和焊丝

A 5.11/A 5.11M　气体保护金属极弧焊（SMAW）用镍和镍合金钢用电焊条

A 5.14/A 5.14M　镍和镍合金钢裸焊焊接用电焊条和焊丝

A 5.23/A 5.23M　埋弧焊（SAW）用低合金钢电焊条和助熔剂

A 5.28/A 5.28M　气体保护电弧焊（GSAW）用低含金钢电焊条和焊丝

A 5.29/A 5.29M　药芯焊丝电弧焊（FCAW）低合金钢电焊条

3　术语

3.1　定义——本标准里使用到的术语的定义，参见 A 961/A 961M 标准。

3.2　本标准专用术语的定义

3.2.1　硬化状态，名词——意指对于 F23 钢，在正火，并冷却到室温时但是在做回火前获得的金相状态。

4　订货须知

4.1　在采购订货单中对采购所需锻件材料规定必需的所有订货资料是采购方的责任，除了列在 A 961/A 961M 标准“订货须知”导则中的外，订货单中应包括下列资料：

4.1.1　附加要求（见 7.2.1 条，表 2 下注，9.3 和 19.2 条）。

4.1.2　如有要求的话，制造厂应提出供批准用的示明在机加工前粗锻件的形状及材料试样的确切位置（见 9.3.1 条）。

5　一般要求

5.1　按本标准供货的材料，须符合现行版本的 A 961/A 961M 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 961/A 961M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与 A 961/A 961M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准的要求。

6　制造

6.1　低合金铁素体钢可采用平炉、电炉或具有单独脱气及附加精炼的碱性吹氧转炉生产。

6.2　不锈钢应采用下列生产工艺之一熔炼：(a)电炉（带单独脱气及附加精炼）；(b)真空炉；(c)电炉或真空炉熔炼后，接着由真空重熔或电渣自耗电极重熔。级号 FXM-27Cb 可采用电子束熔炼法生产。

6.3　为保证没有有害的缩孔和过度偏析，应有足够的切头。

6.4　材料应锻制成尽量接近于实际的规定形状和尺寸。

6.4.1　任何形式的法兰、弯头、U 形弯头、三通管和集流 T 形管接头等均不得直接以棒料加工。

6.4.2　圆柱形零件可采用锻制或轧制的经固溶退火的奥氏体不锈钢的棒材机加工而成，而无需额外的热加工。

6.4.3　小于等于 NPS-4（*DN*100）的小的圆柱形的低合金和马氏体不锈钢零件可采用锻制或轧制的棒材机加工而成，而无需附加的热加工。

6.5　除第 6.4 条中的情况外，成品应是 A 788/A788M 标准中“术语”一节中所定义的锻件。

7　热处理

7.1　锻件在热加工后、热处理之前应根据表 1 中的要求冷却到 1000℉（538℃）以下的温度。

7.2　低合金钢和铁素体及马氏体不锈钢——低合金钢和铁素体及马氏体不锈钢应按 7.1 条和表 1 要求进行热处理。当表 1 中对同一钢种列出一个以上的热处理要求时，应许可实施其中任何

一种的热处理。除非在采购订货单里另有规定，热处理的选取应按照制造厂的意见实施。

7.2.1 液体淬火——除了如7.2.2条中对F1、F2和F3钢，以及在7.2.3条中对F91钢，以及当采购方同意时，允许在液体淬火后接着回火，只要回火温度是采用表1中对该级别钢所规定的温度。

7.2.1.1 标志——经液体淬火和回火的零件应标上“QT”。

7.2.2 作为替代方法，F1和F2级钢，F12级的1和2类钢也可以在最终热或冷成形之后，在最低1200℉(650℃)温度下热处理。

7.2.3 作为替代方法，具有任何截面厚度大于3in（75mm）的F91钢级别的锻造管配件，如若采用表1中对F91规定的热处理温度的话，则它应按制造厂的选择，是经正火加回火处理的、或者是经淬火加回火处理的。

7.3 奥氏体和铁素体-奥氏体不锈钢——奥氏体和铁素体-奥氏体钢应按7.1条和表1要求进行热处理。

7.3.1 作为替代方法，紧接着热加工之后当锻件的温度不低于表1中所规定的最低固溶温度时，由奥氏体类别的钢（但F 304H，F 309H，F 310，F 310H，F 316H，F 316Ti，F 321，F 321H，F 347，F 347H，F 348，F 348H，F45和F56除外）制成的锻件可单个地按照表1的要求改作快速冷却淬火处理。

7.3.2 如需采用特殊的热处理方法，请见补充要求S8。

7.4 热处理时间——锻件的热处理可在机加工之前进行。

7.5 锻制或轧制棒料——第6.4条允许的由锻制或轧制的奥氏体不锈钢棒钢要做机加工的小圆柱形零件，以及由此种棒料机加工制造零件、在机加工后不再热处理者，应按A 479/A 479M标准的固溶退火要求供货，并允许热处理后再作轻度冷拔及轿直(如果退火必须是最后工序，见补充要求S3)。

表1 热处理要求

级 别	热处理类型	奥氏体固溶化处理温度，℉（℃）≥或范围[A]	冷却介质	淬火后，冷却到下列温度以下，℉（℃）	回火温度，℉（℃）≥或范围
低合金钢					
F 1	退火	1650（900）	炉冷	B	B
	正火加回火	1650（900）	空冷	B	1150（620）
F 2	退火	1650（900）	炉冷	B	B
	正火加回火	1650（900）	空冷	B	1150（620）
F 5，F 5a	退火	1750（955）	炉冷	B	B
	正火加回火	1750（955）	空冷	B	1250（675）
F 9	退火	1750（955）	炉冷	B	B
	正火加回火	1750（955）	空冷	B	1250（675）
F 10	固溶处理加淬火	1900（1040）	液体	500（260）	B
F 91	正火加回火	1900~1975（1040~1080）	空冷	B	1350~1470（730~800）
F 92	正火加回火	1900~1975（1040~1080）	空冷	B	1350~1470（730~800）
F122	正火加回火	1900~1975（1040~1080）	空冷	B	1350~1470（730~800）
F 911	正火加回火	1900~1975（1040~1080）	空冷或液体	B	1365~1435（740~780）
F 11，1、2、3类	退火	1650（900）	炉冷	B	B
	正火加回火	1650（900）	空冷	B	1150（620）
F 12，1、2类	退火	1650（900）	炉冷	B	B
	正火加回火	1650（900）	空冷	B	1150（620）

表 1(续)　热处理要求

级　别	热处理类型	奥氏体固溶化处理温度,℉（℃）≥或范围[A]	冷 却 介 质	淬火后，冷却到下列温度以下，℉（℃）	回火温度,℉（℃）≥或范围
低　合　金　钢（续）					
F 21，F 3V，和	退火	1750（955）	炉冷	B	B
F 3VCb	正火加回火	1750（955）	空冷	B	1250（675）
F 22，1，3 类	退火	1650（900）	炉冷	B	B
	正火加回火	1650（900）	空冷	B	1250（675）
F 22V	正火加回火或淬火加回火	1650（900）	空冷或液体	B	1250（675）
F23	正火加回火	1900~1975（1040~1080）	空冷 加速冷却	B	1350~1470（730~800）
F24	正火加回火	1800~1975（980~1080）	空冷或液体	B	1350~1470（730~800）
FR	退火	1750（955）	炉冷	B	B
	正火	1750（955）	空冷	B	B
	正火加回火	1750（955）	空冷	B	1250（675）
F36，1 类	正火加回火	1650（900）	空冷	B	1100（595）
F36，2 类	正火加回火	1650（900）	空冷	B	1100（595）
	淬火加回火	1650（900）	加速空冷或液体	…	1100（595）
马氏体不锈钢					
F6a，1 类	退火	不作规定	炉冷	B	B
	正火加回火	不作规定	空冷	400（205）	1325（725）
	回火	不要求	B	B	1325（725）
F 6a，2 类	退火	不规定	炉冷	B	B
	正火加回火	不规定	空冷	400（205）	1250（677）
	回火	不要求	B	B	1250（677）
F 6a，3 类	退火	不规定	炉冷	B	B
	正火加回火	不规定	空冷	400（205）	1100（593）
F 6a，4 类	退火	不规定	炉冷	B	B
	正火加回火	不规定	空冷	400（205）	1000（583）
F 6b	退火	1750（955）	炉冷	B	B
	正火加回火	1750（955）	空冷	400（205）	1150（620）
F 6NM	正火加回火	1850（1010）	空冷	200（95）	1040~1120（560~600）
铁素体不锈钢					
FXM-27Cb	退火	1850（1010）	炉冷	B	B
F 429	退火	1850（1010）	炉冷	B	B
F 430	退火	不规定	炉冷	B	B
奥氏体不锈钢					
F304	固溶处理加淬火	1900（1040）	液体	500（260）	B
F 304H	固溶处理加淬火	1900（1040）	液体	500（260）	B
F 304L	固溶处理加淬火	1900（1040）	液体	500（260）	B
F 304N	固溶处理加淬火	1900（1040）	液体	500（260）	B
F 304LN	固溶处理加淬火	1900（1040）	液体	500（260）	B
F 309H	固溶处理加淬火	1900（1040）	液体	500（260）	B

表1(续) 热处理要求

级 别	热处理类型	奥氏体固溶化处理温度,℉(℃)≥或范围[A]	冷却介质	淬火后,冷却到下列温度以下,℉(℃)	回火温度,℉(℃)≥或范围
奥氏体不锈钢(续)					
F 310	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 310H	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 310 MoLN	固溶处理加淬火	1900~2010 (1040~1100)	液体	500 (260)	B
F 316	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 316H	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 316L	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 316N	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 316LN	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 316Ti	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 317	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 317L	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
S 31727	固溶处理加淬火	1975~2155 (1080~1180)	液体	500 (260)	B
S 32053	固溶处理加淬火	1975~2155 (1080~1180)	液体	500 (260)	B
F 347	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 347H	固溶处理加淬火	2000 (1095)	液体	500 (260)	B
F 347LN	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 348	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 348H	固溶处理加淬火	2000 (1095)	液体	500 (260)	B
F 321	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 321H	固溶处理加淬火	1925 (1050)	液体	500 (260)	B
FXM-11	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
FXM-19	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 20	固溶处理加淬火	1700~1850 (925~1010)	液体	500 (260)	B
F 44	固溶处理加淬火	2100 (1150)	液体	500 (260)	B
F 45	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 46	固溶处理加淬火	2010~2140 (1100~1140)	液体	500 (260)	B
F 47	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 48	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 49	固溶处理加淬火	2050 (1120)	液体	500 (260)	B
F 56	固溶处理加淬火	2050~2160 (1120~1180)	液体	500 (260)	B
F 58	固溶处理加淬火	2025 (1105)	液体	500 (260)	B
F 62	固溶处理加淬火	2025 (1105)	液体	500 (260)	B
F 63	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体	500 (260)	B
F 64	固溶处理加淬火	2010~2140 (1100~1170)	液体	500 (260)	B
F 904L	固溶处理加淬火	1920~2100 (1050~1150)	液体	500 (260)	B
F 70	固溶处理加淬火	1900 (1040)	液体[D]	500 (260)	B

表 1(续)　热处理要求

级　别	热处理类型	奥氏体固溶化处理温度,℉（℃）≥或范围[A]	冷 却 介 质	淬火后，冷却到下列温度以下，℉（℃）	回火温度,℉（℃）≥或范围
铁素体-奥氏体不锈钢					
F 50	固溶处理加淬火	1925（1050）	液体	500（260）	B
F 51	固溶处理加淬火	1870（1020）	液体	500（260）	B
F 52 [C]	…	…	液体	500（260）	B
F 53	固溶处理加淬火	1880（1025）	液体	500（260）	B
F 54	固溶处理加淬火	1920~2060（1050~1125）	液体	500（260）	B
F 55	固溶处理加淬火	2010~2085（1100~1140）	液体	500（260）	B
F 57	固溶处理加淬火	1940（1060）	液体	175（80）	B
F 59	固溶处理加淬火	1975~2050（1080~1120）	液体	500（260）	B
F 60	固溶处理加淬火	1870（1020）	液体	500（260）	B
F 61	固溶处理加淬火	1920~2060（1050~1125）	液体	500（260）	B
F 65	固溶处理加淬火	1830~2100（1000~1150）	液体[D]	500（260）	B
F 66	固溶处理加淬火	1870~1975（1020~1080）	液体	500（260）	B
F 67	固溶处理加淬火	1870~2050（1000~1120）	液体	500（260）	B
F 68	固溶处理加淬火	1700~1920（925~1050）	液体	500（260）	B
F 69	固溶处理加淬火	1870（1020）	液体	500（260）	B
F 71	固溶处理加淬火	1925~2100（1050~1150）	液体	500（260）	B

A　除非列出了温度范围，均为最低温度。

B　不适用。

C　F 52 级钢应在 1825~1875℉(995~1025℃)温度下保温 30min/in. 厚进行固溶热处理加水淬。

D　F 65 和 F 70 级钢的冷却介质应是在水中淬火或以其他方式快速冷却。

8　化学成分

8.1　钢应依据 A961/A961M 标准做化学熔炼分析，并应符合表 2 规定的化学成分的要求。

8.2　不得采用为改善材料切削性能而添加铅、硒、或其他元素的那些级别的钢。

8.3　对于适用级别的钢，按标准生产的原(始）材料，特意要求添加非表 2 所列的任何元素是不允许的。

8.4　本标准中包括的不锈钢钢中不得含有除了氮以外的订货级别钢未规定元素；这种元素甚至使得钢达到符合另一级别钢规定元素要求的最低含量的程度。对于这个要求，一种级别钢被定义为：单独描述的合金，并被包括在本标准内按表 2 化学成分要求表内它本身的 UNS 编号或级别标号和识别符号可识别的合金。

8.5　成品分析——采购方可根据 A 961/A 961M标准在按本标准供货的产品上做成品分析。

表2 化学成分要求[A]

识别符号	UNS标号	级别	成分%										
			C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	其他元素
低合金钢													
F 1	K12822	C-Mo	0.28	0.60~0.90	0.045	0.045	0.15~0.35	…	…	0.44~0.65	…	…	…
F 2[B]	K12122	0.5%Cr 0.5%Mo	0.05~0.21	0.30~0.80	0.040	0.040	0.10~0.60	…	0.50~0.81	0.44~0.65	…	…	…
F 5[C]	K41545	4~6%Cr	0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.50	0.50	4.0~6.0	0.44~0.65	…	…	…
F 5a[C]	K42544	4~6%Cr	0.25	0.60	0.040	0.030	0.50	0.50	4.0~6.0	0.44~0.65	…	…	…
F 9	K90941	9%Cr	0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.50~1.00	…	8.0~10.0	0.90~1.10	…	…	…
F 10	S33100	20Ni, 8Cr	0.10~0.20	0.50~0.80	0.040	0.030	1.00~1.40	19.0~22.0	7.0~9.0	…	…	…	…
F 91	K90901	9%Cr, 1%Mo, 0.20%V+Nb+N	0.80~0.12	0.30~0.60	0.020	0.010	0.20~0.50	0.40	8.0~9.5	0.85~1.05	0.06~0.10	…	N 0.03~0.07 Al 0.02[D] V 0.18~0.25 Ti 0.01[D] Zr 0.01[D]
F 92	K92460	9%Cr, 1.8%W, 0.2%V+Nb	0.07~0.13	0.30~0.60	0.020	0.010	0.50	0.40	8.50~9.50	0.30~0.60	0.04~0.09	…	V 0.15~0.25 N 0.030~0.070 Al 0.02[D] W 1.50~2.00 B 0.001~0.006 Ti 0.01[D] Zr 0.01[D]
F 122	K91271	11%Cr,2%W 0.2%V+Mo, Nb,Cu, Ni,N和B	0.07~0.14	0.70	0.020	0.010	0.50	0.50	10.00~11.50	0.25~0.60	0.04~0.10	…	V 0.15~0.30, B 0.005, N 0.004~0.100 Al 0.02[D] Cu 0.30~1.70 W 1.50~2.50 Ti 0.01[D] Zr 0.01[D]
F 911	K91061	9%Cr, 1%Mo, 0.2%V+Nb+N	0.09~0.13	0.30~0.60	0.020	0.010	0.10~0.50	0.40	8.5~9.5	0.90~1.10	0.060~0.10	…	W 0.90~1.10 Al 0.02[D] N 0.04~0.09 V 0.18~0.25 B 0.0003~0.006 Ti 0.01[D] Zr 0.01[D]
F 11,1类	K11597	1.25%Cr, 0.5%Mo	0.05~0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.50~1.00	…	1.00~1.50	0.44~0.65	…	…	…
F 11,2类	K11572	1.25%Cr, 0.5%Mo	0.10~0.20	0.30~0.80	0.040	0.040	0.50~1.00	…	1.00~1.50	0.44~0.65	…	…	…
F 11,3类	K11572	1.25%Cr, 0.5%Mo	0.10~0.20	0.30~0.80	0.040	0.040	0.50~1.00	…	1.00~1.50	0.44~0.65	…	…	…
F 12,1类	K11562	1%Cr, 0.5%Mo	0.05~0.15	0.30~0.60	0.045	0.045	≤0.50	…	0.80~1.25	0.44~0.65	…	…	…

表 2(续)　化学成分要求[A]

识别符号	UNS 标号	级　别	成　分%										
			C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	其他元素
低　合　金　钢（续）													
F 12,2 类	K11564	1%Cr, 0.5%Mo	0.10~ 0.20	0.30~ 0.80	0.040	0.040	0.10~ 0.60	…	0.80~ 1.25	0.44~ 0.65	…	…	…
F 21	K31545	Cr-Mo	0.05~ 0.15	0.30~ 0.60	0.040	0.040	≤0.50	…	2.7~ 3.3	0.80~ 1.06	…	…	…
F 3V	K31830	3%Cr, 1%Mo, 0.25%V+ B+Ti	0.05~ 0.18	0.30~ 0.60	0.020	0.020	0.10	…	2.8~ 3.2	0.90~ 1.10	…	0.015~ 0.035	V 0.20~0.30 B 0.001~0.003
F 3VCb	K31390	3%Cr, 1%Mo, 0.25%V+ B+Nb+Ti	0.10~ 0.15	0.30~ 0.60	0.020	0.010	0.10	0.25	2.7~ 3.3	0.90~ 1.10	0.015~ 0.070	0.015	V 0.20~0.30 Cu 0.25 Ca 0.0005~0.0150
F 22,1 类	K21590	Cr-Mo	0.05~ 0.15	0.30~ 0.60	0.040	0.040	0.50	…	2.00~ 2.50	0.87~ 1.13	…	…	…
F 22,3 类	K21590	Cr-Mo	0.05~ 0.15	0.30~ 0.60	0.040	0.040	0.50	…	2.00~ 2.50	0.87~ 1.13	…	…	…
F 22V	K31835	2.25%Cr, 1%Mo 0.25%V	0.11~ 0.15	0.30~ 0.60	0.015	0.010	0.10	0.25	2.00~ 2.50	0.90~ 1.10	0.07	0.030	Cu 0.20 V 0.25~0.35 B 0.002 Ca 0.015[E]
F 23	K41650	2.25%Cr, 1.6%W 0.25%V+ Mo+Nb+B	0.04~ 0.10	0.10~ 0.60	0.030	0.010	0.50	0.40	1.90~ 2.60	0.05~ 0.30	0.02~ 0.08	0.005~ 0.060[F]	V 0.20~0.30 B 0.0010~0.006 N 0.015[F] Al 0.030 W 1.45~1.75
F 24	K30736	2.25%Cr, 1%Mo 0.25%V+ Ti+B	0.05~ 0.10	0.30~ 0.70	0.020	0.010	0.15~ 0.45	…	2.20~ 2.60	0.90~ 1.10	…	0.06~ 0.10	V 0.20~0.30 N 0.12 Al 0.020 B 0.0015~0.0070
FR	K22035	2%Ni, 1%Cu	0.20	0.40~ 1.06	0.045	0.050	…	1.60~ 2.24	…	…	…	…	Cu 0.75~1.25
F 36	K21001	1.15%Ni, 0.65%Cu, Mo, Nb	0.10~ 0.17	0.80~ 1.20	0.030	0.025	0.25~ 0.50	1.0~ 1.30	0.30	0.25~ 0.50	0.015~ 0.045	…	N 0.020 Al 0.050 Cu 0.50~0.80 V 0.02
马氏体不锈钢													
F 6a	S41000	13%Cr 410[F]	0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	0.50	11.5~ 13.5	…	…	…	…
F 6b	S41026	13%Cr, 0.5%Mo	0.15	1.00	0.020	0.020	1.00	1.00~ 2.00	11.5~ 13.5	0.40~ 0.60	…	…	Cu 0.50
F 6NM	S41500	13%Cr, 4%Ni	0.05	0.50~ 1.00	0.030	0.030	0.60	3.5~ 5.5	11.5~ 14.0	0.50~ 1.00	…	…	…

表2(续) 化学成分要求[A]

识别符号	UNS标号	级别	成分%										
			C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	其他元素
铁素体不锈钢													
FXM-27Cb	S44627	27Cr, 1Mo XM-27[G]	0.010[H]	0.40	0.020	0.020	0.40	0.50[H]	25.0~27.5	0.75~1.50	0.05~0.20	…	N 0.015[H] Cu 0.20[H]
F 429	S42900	15Cr 429[G]	0.12	1.00	0.040	0.030	0.75	0.50	14.0~16.0	…	…	…	…
F 430	S43000	17Cr, 430[G]	0.12	1.00	0.040	0.030	0.75	0.50	16.0~18.0	…	…	…	…
奥氏体不锈钢													
F 304	S30400	18Cr, 8Ni 304[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~11.0	18.0~20.0	…	…	…	N…0.10
F 304H	S30409	18Cr, 8Ni 304H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…
F 304L	S30403	18Cr, 8Ni, 低碳 304L[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~13.0	18.0~20.0	…	…	…	N…0.10
F 304N	S30451	18Cr, 8Ni, 加N改良 304N[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.0	8.0~10.5	18.0~20.0	…	…	…	N 0.10~0.16
F 304LN	S30453	18Cr, 8Ni, 加N改良 304LN[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	1.0	8.0~10.5	18.0~20.0	…	…	…	N 0.10~0.16
F 309H	S30909	23Cr, 13.5Ni 309H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	12.0~15.0	22.0~24.0	…	…	…	…
F 310	S31000	25Cr, 20Ni 310[G]	0.25	2.00	0.045	0.030	1.00	19.0~22.0	24.0~26.0	…	…	…	…
F 310H	S31009	25Cr, 20Ni 310H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	19.0~22.0	24.0~26.0	…	…	…	…
F 310 MoLN	S31050	25Cr, 22Ni 加Mo, N 改良低碳 310MoLN[G]	0.030	2.00	0.030	0.015	0.40	21.0~23.0	24.0~26.0	2.00~3.00	…	…	N 0.10~0.16
F 316	S31600	18Cr, 8Ni, 加Mo改良 316[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	N 0.10
F 316H	S31609	18Cr, 8Ni 加Mo改良 316H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…
F 316L	S31603	18Cr, 8Ni 加Mo改良 低碳 316L[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~15.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	N 0.10
F 316N	S31651	18Cr, 8Ni 加Mo, N改良 316N[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	11.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	N 0.10~0.16

表 2(续)　化学成分要求[A]

识别符号	UNS 标号	级　别	成　分%										
			C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	其他元素
奥氏体不锈钢（续）													
F 316LN	S31653	18Cr，8Ni 加 Mo，N 改良 316LN[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	11.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	N 0.10~0.16
F 316Ti	S31635	18Cr，8Ni 加 Mo，N 改良 316Ti[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	I	N ≤0.10
F 317	S31700	19Cr，13Ni 3.5Mo　317[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	11.0~15.0	18.0~20.0	3.0~4.0	…	…	…
F 317L	S31703	19Cr，13Ni 3.5Mo　317L[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	11.0~15.0	18.0~20.0	3.0~4.0	…	…	…
S 31727	S31727	18Cr，15Ni 4.5Mo，3.5Cu 加 N	0.030	1.00	0.030	0.030	1.00	14.5~16.5	17.5~19.0	3.8~4.5	…	…	Cu 2.8~4.0 N 0.15~0.21
F 70	S31730	18Cr，16Ni 4.5Cu，3.5Mo 加 N	0.030	2.00	0.040	0.010	1.00	15~16.5	17.0~19.0	3.0~4.0	…	…	Cu 4.0~5.0 N 0.045
S 32053	S32053	23Cr，25Ni，5.5Mo，加 N	0.030	1.00	0.030	0.010	1.00	24.0~28.0	22.0~24.0	5.0~6.0	…	…	N 0.17~0.22
F 321	S32100	18Cr，8Ni，加 Ti 改良 321[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	…	J	…
F 321H	S32109	18Cr，8Ni 加 Ti 改良 321H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	…	K	…
F 347	S34700	18Cr，8Ni 加 Nb 改良 347[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~13.0	17.0~20.0	…	L	…	…
F 347H	S34709	18Cr，8Ni 加 Nb 改良 347H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~13.0	17.0~20.0	…	M	…	…
F 347LN	S34751	18Cr，8Ni，加 Nb 和 N 改良 347LN	0.005~0.020	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~13.0	17.0~19.0	…	0.20~0.50[N]	…	N 0.06~0.10
F 348	S34800	18Cr，8Ni 加 Nb 改良 348[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~13.0	17.0~20.0	…	L	…	Co 0.20 Ta 0.10
F 348H	S34809	18Cr，8Ni 加 Nb 改良 348H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~13.0	17.0~20.0	…	M	…	Co 0.20 Ta 0.10
FXM-11	S21904	20Cr，6Ni 9Mn XM-11[G]	0.040	8.0~10.0	0.060	0.030	1.00	5.5~7.5	19.0~21.5	…	…	…	N 0.15~0.40

表2(续) 化学成分要求[A]

识别符号	UNS标号	级别	成分%										
			C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	其他元素
奥氏体不锈钢（续）													
FXM-19	S21910	22Cr，13Ni 5Mn XM-19[G]	0.06	4.0~6.0	0.040	0.030	1.00	11.5~13.5	20.5~23.5	1.50~3.00	0.10~0.30	…	N 0.20~0.40 V 0.10~0.30
F 20	N08020	35Ni，20Cr 3.5Cu，2.5Mo	0.07	2.00	0.045	0.035	1.00	32.0~38.0	19.0~21.0	2.00~3.00	$8\times C_{min}$~1.00	…	Cu 3.0~4.0
F 44	S31254	20Cr，18Ni 6Mo，低碳	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	17.5~18.5	19.5~20.5	6.0~6.5	…	…	Cu 0.50~1.00 N 0.18~0.25
F 45	S30815	21Cr，11Ni 加N，Ce改良	0.05~0.10	0.80	0.040	0.030	1.40~2.00	10.0~12.0	20.0~22.0	…	…	…	N 0.14~0.20 Ce 0.03~0.08
F 46	S30600	18Cr，15Ni 4Si	0.018	2.00	0.020	0.020	3.7~4.3	14.0~15.5	17.0~18.5	0.20	…	…	Cu 0.50
F 47	S31725	19Cr，15Ni 4Mo 317LM[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	13.0~17.5	18.0~20.0	4.0~5.0	…	…	N 0.10
F 48	S31726	19Cr，15Ni 4Mo 317LMN[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	13.5~17.5	17.0~20.0	4.0~5.0	…	…	N 0.10~0.20
F 49	S34565	24Cr，17Ni 6Mn，5Mo	0.030	5.00~7.00	0.030	0.010	1.00	16.0~18.0	23.0~25.0	4.0~5.0	0.10	…	N 0.40~0.60
F 56	S33228	32Ni，27Cr 加Nb	0.04~0.08	1.00	0.020	0.015	0.30	31.0~33.0	26.0~28.0	…	0.6~1.0	…	Ce 0.05~0.10 Al 0.025
F 58	S31266	24Cr，20Ni 6Mo，2W，N	0.030	2.0~4.0	0.035	0.020	1.00	21.0~24.0	23.0~25.0	5.2~6.2	…	…	N 0.35~0.60 Cu 1.00~2.50 W 1.50~2.50
F 62	N08367	21Cr，25Ni 6.5Mo	0.030	2.00	0.040	0.030	1.00	23.5~25.5	20.0~22.0	6.0~7.0	…	…	N 0.18~0.25，Cu 0.75
F 63	S32615	18Cr，20Ni 5.5Si	0.07	2.00	0.045	0.030	4.8~6.0	19.0~22.0	16.5~19.5	0.30~1.50	…	…	Cu 1.50~2.50
F 64	S30601	17.5Cr，17.5Ni，5.3Si	0.015	0.50~0.80	0.030	0.013	5.0~5.6	17.0~18.0	17.0~18.0	0.20	…	…	Cu 0.35 N 0.05
F 904L	N08904	21Cr，26Ni，4.5Mo 904L[G]	0.020	2.00	0.040	0.030	1.00	23.0~28.0	19.0~23.0	4.0~5.0	…	…	Cu 1.00~2.00 N 0.10
铁素体-奥氏体不锈钢													
F 50	S31200	25Cr，6Ni，加N改良	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	5.5~6.5	24.0~26.0	1.20~2.00	…	…	N 0.14~0.20
F 51	S31803	22Cr，5.5Ni，加N改良	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	4.5~6.5	21.0~23.0	2.5~3.5	…	…	N 0.08~0.20
F 69	S32101	21.5Cr，1.5Ni，加N改良	0.040	4.00~6.00	0.040	0.030	1.00	1.35~1.70	21.0~22.0	0.10~0.80	…	…	N 0.20~0.25 Cu0.10~0.80
F 52	S32950	26Cr，3.5Ni，1.0Mo	0.030	2.00	0.035	0.010	0.60	3.5~5.2	26.0~29.0	1.00~2.50	…	…	N 0.15~0.35

表 2(续)　化学成分要求[A]

识别符号	UNS 标号	级　别	成　分%										
			C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	其他元素
铁素体-奥氏体不锈钢（续）													
F 53	S32750	25Cr，7Ni，4Mo，加 N 改良 2507[G]	0.030	1.20	0.035	0.020	0.80	6.0~8.0	24.0~26.0	3.00~5.0	…	…	N 0.24~0.32 Cu0.50
F 54	S39274	25Cr，7Ni，加 N，W 改良	0.030	1.00	0.030	0.020	0.80	6.0~8.0	24.0~26.0	2.5~3.5	…	…	N 0.24~0.32 Cu 0.20~0.80 W 1.50~2.50
F 55	S32760	25Cr，7Ni，3.5Mo 加 N，W 改良	0.030	1.00	0.030	0.010	1.00	6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~4.0	…	…	N 0.20~0.30 Cu 0.50~1.00 W 0.50~1.00[O]
F 57	S39277	26Cr，7Ni，3.7Mo	0.025	0.80	0.025	0.002	0.80	6.5~8.0	24.0~26.0	3.0~4.0	…	…	Cu 1.20~2.00 W 0.80~1.20 N 0.23~0.33
F 59	S32520	25Cr，6.5Ni，4Mo，Ni	0.030	1.50	0.035	0.020	0.80	5.5~8.0	24.0~26.0	3.0~5.0	…	…	N 0.20~0.35 Cu 0.50~3.00
F 60	S32205	22Cr，5.5Ni，3Mo 加 N 改良 2205[G]	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	4.5~6.5	22.0~23.0	3.0~3.5	…	…	N 0.14~0.20
F 61	S32550	26Cr，6Ni，3.5Mo，加 N，Cu 改良 255[G]	0.040	1.50	0.040	0.030	1.00	4.5~6.5	24.0~27.0	2.9~3.9	…	…	Cu 1.50~2.50 N 0.10~0.25
F 65	S32906	29Cr，6.5Ni，2Mo，N	0.030	0.80~1.50	0.030	0.030	0.80	5.8~7.5	28.0~30.0	1.5~2.6	…	…	Cu 0.80 N 0.30~0.40
F 66	S32202	22Cr，2.0Ni，0.25Mo 加 N	0.030	2.00	0.040	0.010	1.00	1.00~2.80	21.5~24.0	0.45	…	…	N 0.18~0.26
F 67	S32506	22Cr，6Ni，3Mo 加 N 和 W	0.030	1.00	0.040	0.015	0.90	5.5~7.2	24.0~26.0	3.0~3.5	…	…	N 0.08~0.20 W 0.05~0.30
F 68	S32304	23Cr，4Ni 加 N	0.030	2.50	0.040	0.030	1.00	3.0~5.5	21.5~24.5	0.05~0.60	…	…	N 0.05~0.20 Cu 0.05~0.60
F 71	S32808	27.5Cr，7.6Ni，1Mo，2.3W 加 N	0.030	1.10	0.030	0.010	0.50	7.0~8.2	27.0~27.9	0.80~1.2	…	…	N 0.30~0.40 W 2.10~2.50

A 除非另外注明，所有的数值均为最大值，表格中示出为“…”处，意为不要求，且该元素无需测定和报告。

B 级别 F 2 以前曾规定为 1%Cr，0.5%Mo，现规定为级别 F 12。

C 现级别 F 5a（C≤0.25）在 1995 年之前为牌号 F 5。牌号 F 5 在 1955 年当时是指 C≤0.15 这一等级的钢。它与 ASTM 标准中的其他制品例如管道，管子，螺栓，焊接法兰等是属于同一级别。

D 适用于熔炼分析和成品分析两者。

E F 22V 级可按钢厂和采购方协议加入稀土金属（REM）代替钙，此时 REM 的总量应附注报告。

F Ti 与 N 元素之比应大于等于 3.5，可以符合这一比例的是：F23 级别钢在硬化状态（见 3.1.1 条）下，应具有 275HV（26HV，258HBW）的最小硬度。硬度试验应依据 9.6.3 条进行，且硬度试验结果应报告在材料试验报告（见 18.2.5 条）里。

G 采用由 ASTM 制定的命名系统。

H 级别 FXM-27Cb 含（Ni+Cu）≤0.525，成品分析中 C 和 N 的最高含量上偏差应为不大于 0.002%

I 级别 F316Ti 的含 Ti 量应不小于 5 倍的碳加氮含量，且不得超过 0.70%。

J 级别 F 321 的含 Ti 量应不小于 5 倍的含 C 量，且不得超过 0.70%。

K 级别 F 321H 的含 Ti 量应不小于 4 倍的含 C 量，且不得超过 0.70%。

L 级别 F 347 和 F 348 的 Nb 含量应不小于 10 倍的含 C 量，且不得超过 1.10%。

M 级别 F 347H 和 F 348H 的 Nb 含量应不小于 8 倍的含 C 量，且不得超过 1.10%。

N F347LN 钢应具有不小于 15 倍碳含量大小的铌含量。

O %Cr+3.3×%Mo+16×%N≥40。

9 力学性能

9.1 对于所订购级别的钢，其力学性能应符合表3列出的要求。

9.2 力学性能试验的试样应从成品锻件上取得；或取自从用于加工成品的坯料上单独锻造的试块，由试块制备试样。这两种情况下，在所有热处理未完成前，不得制取力学性能试样。如果要求焊接修理，则除铁素体级别的锻件焊后热处理在低于实际回火温度至少50°F(30℃)下进行外，在焊后热处理未完成前，不得制取试样。如采用试块方式，尚应接受和成品相似的锻造加工。试块应与成品一起热处理，并应与它所代表的锻件具有相近的最大横截面。

9.3 对于正火和回火，或淬火和回火的锻件，试样的中心轴线应位于¼T或更深些的平面内，这里的T为所代表的锻件的最大热处理厚度。此外，对于淬火和回火锻件，试样的长度中点应在距所有其他，但不包括T尺寸的热处理表面在内至少为一个T。当截面厚度不允许这一位置时，试样应尽可能地接近上述规定的位置，并经采购方和供方双方同意。

9.3.1 在事先取得采购方的批准后，铁素体钢锻件的试样可取自一个深度(t)，相当于从显著应力区域到最靠近的热处理表面的距离，以及到任何第二个表面至少二倍这一距离($2t$)处。但是，试验深度不得靠近其中之一个热处理表面在¾in.(19mm)以内，而到第二个热处理表面在1½(38mm)以内。这一试样位置的确定方法通常适用于异形锻件或较厚横截面的零件，在这些零件上用¼T×T试样作试验(见9.3条)是切实可行的。在使用这一试验方法前，表明确切试验位置的草图需经采购方批准。

9.3.2 金属缓冲垫——所要求的热处理表面可用金属缓冲垫代替整体锻造。缓冲垫材料可以是碳钢或低合金钢，并应使用将封缓冲表面的部分焊透焊缝与锻件连接。试样应位于距离锻件的缓冲垫表面最小0.5in.(13mm)。缓冲垫应除去，并且，焊接部位应经受磁粉试验以保证没有裂纹，除非在随后的机加工时将焊接部分完全除去。

9.4 对退火低合金钢、铁素体和马氏体不锈钢，以及奥氏体不锈钢和铁素体—奥氏体不锈钢，试样可以在任何方便的位置上制取。

9.5 拉伸试验

9.5.1 低合金钢，铁素体和马氏体不锈钢——对每一炉号，每一热处理炉内装料应作一个拉伸试验。

9.5.1.1 当热处理周期相同，且热处理炉(无论是间歇式的或连续的)的炉温控制在±25°F(±14℃)以内，并装有高温记录仪能完整地记录热处理时间，则每一种锻件类型(见注1)及截面尺寸的每一炉次，仅需做一个拉伸试验；而不是每一热处理装料的每一炉次进行一次拉伸试验。

注1：此处“类型”系指锻件的形状，例如法兰、弯头、三通等。

9.5.2 奥氏体和铁素体-奥氏体不锈钢级别——每一炉次应作一次拉伸试验。

9.5.2.1 当按7.1条热处理时，用于提供试样的锻件或试块应随成品锻件热处理。

9.5.2.2 当采用7.3.1条的替代方法时，用于提供试样的锻件或试块应和它们代表的锻件在同样的工艺条件下锻造及淬火。

9.5.3 试验应按A 961/A 961标准中的规定进行。采用最为方便的圆形试样。

9.6 硬度试验

9.6.1 除了只生产一个锻件以外，均应按A961/A961M标准对9.6.2条所定义的每一批或每一次连续热处理作业最少取两件进行硬度测定，以保证锻件不超过表3中的对每一级别钢给出的硬度极限值。采购方可在锻件上的任何部位用试验证明硬度达到要求，但这样的试验不得造成锻件无法使用。

9.6.2 当采用9.5.1.1条的规定而允许减少拉伸试验的数量时，则应在锻件或试样上按9.2条所定义的那样在整个炉内装载期间(见注2)分散地进行附加的硬度试验。对每批炉内装料应至少检查八个试样，对连续的热处理生产应至少每小时检查一次。当炉子每批装料值数少于八个锻件，则应检查每一个锻件。如有任何一次检测超出规定的限值，则整批锻件应重新进行热

[*] 表2中(钢种)级别符号为F 70(UNS S31730)的奥氏体钢，以及级别符号为F 68(UNS S32304)，F 69(UNS S32101)和F 71(S320808)的铁素体-奥氏体钢，是在本版次2015年版新增加的钢种——译注。

处理，并执行 9.5.1 条的要求。

注 2：9.5.1 条所要求拉伸试验，除用于验证热处理过程的适宜性外，尚用于测定材料的性能和一致性。当采用 9.5.1.1 条的做法时，为保证规定的热处理过程及炉内装料的均匀性，要求按 9.6.2 条进行附加硬度试验。

9.6.3　当对 F23 钢采用另外的 Ti/N 比时（见表 2 中的注解 p*），则如 9.6.2 条所定义的每一批或第一连续热处理作业、应最少取出两件硬化状态（见 3.2.1 条）的锻件做硬度测定，以保证锻件的硬度在表 2 中注解 p* 对 F23 钢给出的硬度限制范围内。硬度试样应取自锻件产品厚度截面的中间厚度处。试验应依据 E 92 试验方法标准、或者是按 A 961/A 961M 标准中的规定进行。

表 3　拉伸性能和硬度要求[A]

级别代号	抗拉强度，≥ ksi（MPa）	屈服强度，≥ ksi（MPa）[B]	2in.（50mm）或 4D 标距的伸长率，≥，%	断面收缩率 ≥，%	布氏硬度
低合金钢					
F 1	70（485）	40（275）	20	30	143~192
F 2	70（485）	40（275）	20	30	143~192
F 5	70（485）	40（275）	20	35	143~217
F 5a	90（620）	65（450）	22	50	187~248
F 9	85（585）	55（380）	20	40	179~217
F 10	80（550）	30（205）	30	50	…
F 91	90（620）	60（415）	20	40	190~248
F 92	90（620）	64（440）	20	45	≤269
F122	90（620）	58（400）	20	40	≤250
F 911	90（620）	64（440）	18	40	187~248
F 11 级 1 类	60（415）	30（205）	20	45	121~174
F 11 级 2 类	70（485）	40（275）	20	30	143~207
F 11 级 3 类	75（515）	45（310）	20	30	156~207
F 12 级 1 类	60（415）	32（205）	20	45	121~174
F 12 级 2 类	70（485）	40（275）	20	30	143~207
F 21	75（515）	45（310）	20	30	156~207
F 3V，F3VCb	85~110（585~760）	60（415）	18	45	174~237
F 22 级 1 类	60（415）	30（205）	20	35	≤170
F 22 级 3 类	75（515）	45（310）	20	30	156~207
F 22V	85~110（585~760）	60（415）	18	45	174~237
F23	74（510）	58（400）	20	40	≤220
F24	85（585）	60（415）	20	40	≤248
FR	63（435）	46（315）	25	38	≤197
F36，1 类	90（620）	64（440）	15	…	≤252
F36，2 类	95.5（660）	66.5（460）	15	…	≤252

* 原文如此，疑有误。表 2 中的注解 P 已不存在。——译注。

表3(续) 拉伸性能和硬度要求[A]

级别代号	抗拉强度，≥ ksi（MPa）	屈服强度，≥ ksi（MPa）[B]	2in.（50mm）或4D标距的伸长率，≥，%	断面收缩率 ≥，%	布氏硬度
马氏体不锈钢					
F 6a级1类	70（485）	40（275）	18	35	143~187
F 6a级2类	85（585）	55（380）	18	35	167~229
F 6a级3类	110（760）	85（585）	15	35	235~302
F 6a级4类	130（895）	110（760）	12	35	263~321
F 6b	110~135（760~930）	90（620）	16	45	235~285
F 6NM	115（790）	90（620）	15	45	≤295
铁素体不锈钢					
FXM-27Cb	60（415）	35（240）	20	45	≤190
F 429	60（415）	35（240）	20	45	≤190
F 430	60（415）	35（240）	20	45	≤190
奥氏体不锈钢					
F 304	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 304H	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 304L	70（485）[D]	25（170）	30	50	…
F 304N	80（550）	35（240）	30[E]	50[F]	…
F 304LN	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 309H	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 310	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 310MoLN	78（540）	37（255）	25	40	…
F 310H	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 316	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 316H	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 316L	70（485）[D]	25（170）	30	50	…
F 316N	80（550）	35（240）	30[E]	50[F]	…
F 316LN	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 316Ti	75（515）	30（205）	30	50	…
F 317	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 317L	70（485）[D]	25（170）	30	50	…
S 31727	80（550）	36（245）	35	50	217
S 32053	93（640）	43（295）	40	50	217
F 347	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 347H	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 347LN	75（515）	30（205）	30	50	…
F 348	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 348H	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 321	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
F 321H	75（515）[C]	30（205）	30	50	…
FXM-11	90（620）	50（345）	45	60	…
FXM-19	100（690）	55（380）	35	55	…
F 20	80（550）	35（240）	30	50	…
F 44	94（650）	44（300）	35	50	…
F 45	87（600）	45（310）	40	50	…

表 3(续)　拉伸性能和硬度要求[A]

级别代号	抗拉强度，≥ ksi（MPa）	屈服强度[B]，≥ ksi（MPa）	2in.（50mm）或 4D 标距的伸长率，≥，%	断面收缩率 ≥，%	布氏硬度
奥氏体不锈钢（续）					
F 46	78（540）	35（240）	40	50	…
F 47	75（525）	30（205）	40	50	…
F 48	80（550）	35（240）	40	50	…
F 49	115（795）	60（415）	35	40	…
F 56	73（500）	27（185）	30	35	…
F 58	109（750）	61（420）	35	50	…
F 62	95（655）	45（310）	30	50	…
F 63	80（550）	32（220）	25	50	≤192
F 64	90（620）	40（275）	35	50	≤217
F 70	70（480）	25（175）	35	…	≤HRB 90
F 904L	71（490）	31（215）	35	…	…
铁素体-奥氏体不锈钢					
F 50	100~130（690~900）	65（450）	25	50	…
F 51	90（620）	65（450）	25	45	…
F 52	100（690）	70（485）	15	…	…
F 53	116（800）	80（550）	15	…	≤310
F 54	116（800）	80（550）	15	30	≤310
F 55	109~130（750~895）	80（550）	25	45	…
F 57	118（820）	85（585）	25	50	…
F 59	112（770）	80（550）	25	40	…
F 60	95（655）	65（450）	25	45	…
F 61	109（750）	80（550）	25	50	…
F 65	109（750）	80（550）	25	…	…
F 66	94（660）	65（450）	30	…	≤290
F 67	90（620）	65（450）	18	…	302
F 68	87（600）	58（400）	25	…	≤290
F 69	94（650）	65（450）	30	…	…
F 71	101（700）	72（500）	15	…	321

A 表格中示出为“…”处，意为不要求，且该数值的试验既无需进行，也不需要报告。

B 用 0.2%残余变形法测定。只有对于铁素体钢也可以用载荷下的 0.5%伸长法测定。

C 对于截面厚度大于 5in.（130mm），最小拉伸强度应为 70ksi（485MPa）。

D 对于截面厚度大于 5in.（130mm），最小拉伸强度应为 65ksi（450MPa）。

E 纵向的，2in. 或 50mm 标距横向伸长率应不小于 25%。

F 纵向的，横向截面收缩率应不小于 45%。

G 热处理时间的最大截面厚度，见 7.4 条。

9.7　缺口韧性要求——对 F 3V，F 3VCb 和 F 22V 级别钢。

9.7.1　冲击试样应是夏比 V 形缺口型式。由于材料有限而使用到小尺寸试样事先要征得订货方的批准。

9.7.2　夏比 V 形缺口试样应如 9.2，9.3 和 9.5 条中对拉伸试样的要求来取样。一组三个夏比 V 形缺口试样应从每一个拉伸试样位置上取得。

9.7.3　冲击试样的纵轴线和中部长度应位于和拉伸试样同样的纵轴线上。缺口的轴线应重直于靠得最近的锻件热处理表面。

9.7.4　夏比 V 形缺口试验三个试样的平均值应满足最小吸收能量为 40ft-lbf（54J）的要求。一组内只允许有一个可低于 40ft-lbf（54J），但最小值不得低于 35ft-lbf（48J）。

9.7.5　冲击试验温度应为 0°F（-18℃）。

10　奥氏体级别钢的晶粒度

10.1　所有带 H 级别的钢和 F63 级钢应按 E112 试验方法测定平均晶粒度。

10.1.1 F304H，F309H，F310H 和 F316H 级别钢的晶粒度应为 ASTM 6 号或更粗。

10.1.2 F321H，F347H 和 F348H 级别钢的晶粒度应为 ASTM 7 号或更粗。

10.1.3 F63 级钢的晶粒度应为 ASTM 3 号或更细。

11 奥氏体级别钢的腐蚀试验

11.1 本标准不要求腐蚀试验和有害相的检测。

11.2 奥氏体级别钢应能符合补充要求 S4 中所述的晶间腐蚀试验要求。

11.3 如若对象级别钢是包括在补充要求 S12 所列出标准中的钢，则奥氏体/铁素体不锈钢应能符合补充要求 S12 规定的对有害相做检测的要求。

12 重新热处理

12.1 如果力学性能试验结果不符合规定的要求，则钢厂可将锻件重新热处理，并重复第 9 节中规定的试验。

13 无损电测检验要求

13.1 对尺寸大于等于 NPS4（*DN*100）的 F91、F92、F122 和 F911 级别钢的空心锻件，当其内部表面不易接近做磁粉检验或者做液体渗透检验时，则应按照 A388/A388M 实用规程采用超声波试验方法做检验。

13.2 对尺寸大于等于 NPS4（*DN*100）的 F91、F92、F122 和 F911 级别钢的空心锻件，当其内部表面不易接近做磁粉检验或者做液体渗透检验时，则应按照 A275/A275M 实用规程在它的内表面做磁粉检验，或者是按照 E165 试验方法规程做液体渗透检验，按实际的可行性做选择。

13.3 试验时间

13.3.1 为按标准合格验收的目的采用 13.1 或者 13.2 条中的方法之一做检验之时，应是在所有的机加工工序和热处理之后进行。这一要求不排斥在加工的早期阶段所做的附加试验。

13.4 对由超声波检验发现缺陷的评估：

13.4.1 如若锻件上产生出的信号大于等于采用标准试块产生的最低不连续性缺陷信号时，则应加上识别标志并与合格验收锻件分离开。产生信号的部位可以做再次检验。

13.4.2 如果由缺陷产生的试验信号不能被识别，或者是由裂纹或者是由类似于裂纹的缺陷而产生，则此类锻件应予以拒收，但是这样的锻件可予返修。经过返修的锻件只要能通得过造成它被拒收相同的无损电测试验，且符合于本标准以及采购订货单对最小壁厚的要求的话，则应予以合格验收。

13.4.3 如果试验信号是由诸如表面擦伤、表面粗糙、勾缝、工具刻痕、切割碎片、钢模划痕或者制动伤痕等肉眼可见缺陷产生的，只要这些可见缺陷的深度小于 0.004in.（0.1mm）或规定壁厚的 12.5%以下，两者取其大者，就允许合格验收。

13.5 由磁粉检验或液体渗透检验发现的缺陷的处理：

13.5.1 在进行焊接修补之前有害缺陷应采用铲根或打磨的方法完全地清除掉。这样的有害缺陷的清除，应按照 A275/A275M 试验方法规程采用磁粉检验，或者是按照 E165 试验方法规程做液体渗透检验来查验。

13.5.2 如若其壁厚未曾减少到小于本标准和采购订货单所要求的以下，被拒收的锻件可以修补翻新并再经试验。打磨点处的外径可以减小被除去的量。经再次试验的锻件应符合试验要求，方可合格验收。

13.5.3 如果连续性缺陷被查明其程度可被认作为是非拒收性质的，则只要连续性缺陷并未侵入到最小要求壁厚，就可以不做进一步的试验予以合格验收。

14 工艺质量、表面质量和外观

14.1 锻件应符合 A 961/A 961M 标准的要求。

14.2 锻件不应有可能会妨碍装配的氧化皮，机加工毛刺，以及本文所定义其他有害缺陷。锻件应具有良好外观，其机加工表面（有特殊要求的表面除外）的粗糙度不得超过 250AA(算术平均值)。

15 焊接修理

15.1 根据钢厂的自行判断以及下列限定和要求，允许焊接修理(参见 A961/A961M 标准的补充要求 S58)：

15.1.1 焊接工艺及焊工应按 ASME 锅炉

和压力容器规范第Ⅸ卷进行评定。

15.1.2　除非补充要求 S5 另有规定外，应采用表 4 中规定的焊条熔敷焊缝金属。焊条应按照 AWS 标准的 A5.4/A5.4M、A5.5/A5.5M、A5.9/A5.9M、A5.11/A5.11M、A5.14/A5.14M、A5.23/A5.23M、A5.28/A5.28M 或 A5.29/A5.29M 采购。也可以使用中性焊剂埋弧焊，熔化极气体保护焊（GMAW），钨极气体保护焊（GTAW）焊接方法，以及使用药芯熔化气体保护焊。

表 4　焊接修理要求

级别代号	焊　条[A]	推荐的预热及层间温度范围，℉(℃)	最低焊后热处理温度，℉(℃)
低合金钢			
F 1	E 7018-A1	200~400(95~205)	1150(620)
F 2	E 8018-B1	300~600(150~315)	1150(620)
F 5	当××可为-15、16 或 18 处，E80××-B6	400~700(205~370)	1250(675)
F 5a	当××可为-15、16 或 18 处，E80××-B6	400~700(205~370)	1250(675)
F 9	当××可为-15、16 或 18 处，E80××-B6	400~700(205~370)	1250(675)
F 10[B]	…	…	…
F 91	…C	400~700(205~370)	1350~1470(730~800)
F 92	…D	400~700(205~370)	1350~1470(730~800)
F122	…D	400~700(205~370)	1350~1470(730~800)
F 911	…D	400~700(205~370)	1365~1435(740~780)
F 11 级 1、2、3 类	E 8010-B2	300~600(150~315)	1150(620)
F 12 级 1、2 类	E 8018-B2	300~600(150~315)	1150(620)
F 21	E 9018-B3	300~600(150~315)	1250(675)
F 3V，F 3VCb	3%Cr，1%Mo，0.25%V-Ti	300~600(150~315)	1250(675)
F 22 级 1 类	E 9018-B3	300~600(150~315)	1250(675)
F 22 级 3 类	E 9018-B3	300~600(150~315)	1250(675)
F 22V	2.25%Cr，1%Mo，0.25%V-Cb	300~600(150~315)	1250(675)
F23	2.25%Cr，1.6%W，0.25%V-Mo-Cb-B	300~600(150~315)	1350~1470(730~800)
F24	2.25%Cr，1%Mo，0.25%V	200~400(95~205)[E]	1350~1470(730~800)[E]
F36，1 类	1.5Ni，0.65Cu，Mo，Cb	400~700(205~370)	1100~1200(595~650)
F36，2 类	1.5Ni，0.65Cu，Mo，Cb	400~700(205~370)	1000~1150(540~620)
马氏体不锈钢			
F 6a 级 1 类	E 410-15 或 16	400~700(205~370)	1250(675)
F 6a 级 2 类	E 410-15 或 16	400~700(205~370)	1250(675)
F 6b	13%Cr，1.5%Ni，0.5%Mo	400~700(205~370)	1150(620)
F 6NM	13%Cr，4%Ni	300~700(150~370)	1050(565)
铁素体不锈钢			
F×M-27b	26%Cr，1%Mo	×[F]	×
F 429	E 430-16	400~700(205~370)	1400(760)
F 430	E 430-16	×	1400(760)
FR	E 8018-C2	×	×
奥氏体不锈钢			
F 304	E 308-15 或 16	×	1900(1040)+WQ[G]
F 304L	E 308L-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 304H	E 308-15 或 16[H] 或 E308H-××	×	1900(1040)+WQ
F 304N	E 308-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 304LN	E 308L-15 或 16	×	1900(1040)+WQ

表4(续) 焊接修理要求

级别代号	焊 条[①]	推荐的预热及层间温度范围,℉(℃)	最低焊后热处理温度,℉(℃)
奥氏体不锈钢(续)			
F 309H	E 309-15 或 16[H] 或 E309H-××	×	1900(1040)+WQ
F 310	E 310-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 310H	E 310-15 或 16[H]	×	1900(1040)+WQ
F 310MoLN	E 310Mo-15 或 16	×	1920~2010(1050~1100)+WQ
F 316	E 316-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 316L	E 316L-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 316H	E 316-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 316N	E 316-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 316LN	E 316L-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 316Ti	E316-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 317	E 317-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 317L	E 317L-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
S31727	…	×	…
S32053	…	×	…
F 321[B]	E 347-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 321H[B]	E 347-15 或 16[H]	×	1925(1050)+WQ
F 347	E 347-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 347H	E 347-15 或 16[H]	×	1925(1050)+WQ
F 347LN[I]	E 347-15 或 16	×	…
F 348	E 347-15 或 16	×	1900(1040)+WQ
F 348H	E 347-15 或 16[H]	×	1925(1050)+WQ
FXM-11	XM-10W	×	×
FXM-19	XM-19W	×	×
F 20	E/ER-320,320LR	×	1700~1850(925+1010)+WQ (925~1010)+WQ
F 44	ENiCrMo-3	×	2100(1150)+WQ
F 45[B]	…	…	…
F 46	…	…	…
F 47	…[J]	…	2100(1150)+WQ
F 48	…[J]	…	2100(1150)+WQ
F 49	…[J]	…	2100(1150)+WQ
F 58	ENiCrMo-10	…	2100(1150)+WQ
F62	ENiCrMo-3	×	2025(1105)+WQ
F 70	ERNiCr-3 或 ERNiCrMo-3, 或 ERNiCrMo-4	×	1900(1040)+WQ
F904L	ENiCrMo-3	×	1920~2100(1050~1150)+WQ
铁素体-奥氏体不锈钢			
F 50	25%Cr,6%Ni,1.7Mo	×	×
F 51	22%Cr,5.5%Ni,3%Mo	×	×
F 52	26%Cr,8%Ni,2%Mo	×	×
F 53	25%Cr,7%Ni,4%Mo	×	×
F 54	25%Cr,7%Ni,3%Mo,W	×	×
F 55	25%Cr,7%Ni,3.5%Mo	×	×

表 4(续)　焊接修理要求

级别代号	焊　条[①]	推荐的预热及层间温度范围,℉(℃)	最低焊后热处理温度,℉(℃)
铁素体-奥氏体不锈钢(续)			
F 57	25%Cr,7%Ni,3%Mo,1.5%Cu,1%W	×	×
F 59	ENiCrMo-10	×	×
F 60	22%Cr,5.5%Ni,3%Mo	×	×
F 61	26%Cr,9%Ni,3.5%Mo	×	×
F 65	29%Cr,6.5%Ni,2%Mo	×	×
F 66	22%Cr,2%Ni,0.25%Mo	×	×
F 67	22%Cr,2%Ni,0.25%Mo	×	×
F 68	…	×	×
F 69	…	×	×
F 91	27.5Cr,7.6Ni,1Mo,2.3W	×	×

A 除了 F91、F92、F911、F122、F47、F48 和 F49 钢外，焊条应符合 AWS 标准 A5.4/A5.4M，A5.5/A5.5M，A5.9/A5.9M，A5.11/A5.11M，A5.14/A5.14M，A5.23/A5.23M 或 A5.28/A5.28M。

B 要求买方同意。

C 所有在 F91 级别钢上的焊接修补应采用下列焊接工艺和焊材来完成：SMAW，A5/A5ME 90XX-B9，A5.23/A5.23ME 89+助熔剂；GTAW、A5.28/A5.28M ER90S-B9 和 FCAW，A5.29/A5.29M E91T1-B9。此外，所有焊接耗材中的 Ni+Mn 含量不得超过 1.0%。

D 所有在 F92、F911 和 F122 钢上的焊接修补应采用符合表 2 中各级别钢化学成分要求的焊接耗材来完成。

E 对于截面厚度不超过 0.500in.(12.7mm)的这一级别的钢锻件不要求预热和焊后热处理。

F ×——不要求。

G WQ——水淬。

H 填充金属应另外加最小 0.04%碳。

I 可得到相匹配的填充金属。

J 可得到相匹配的填充金属。制造厂尚使用过 AWS A5.14/A5.14M 中的 ER 级，NiCrMo-3 及 AWS A5.11/A5.11M 中的 E 级，NiCrMo-3 填充金属。

15.1.3　在焊接前应采用铲或磨的方法彻底除去有害缺陷，使之成为无缺陷金属。为此，对低合金钢铁素体、马氏体、或铁素体-奥氏体不锈钢应按照 A 275/A 275M 方法用磁粉法来检验；或者对所有级别的钢按照 E 165 实用规程采用液体渗透法来检验。

15.1.4　焊接后，应打磨焊接区使之平滑过渡到原来的外形，不得再有有害的缺陷，当适用时可用磁粉或液体渗透法来检验之。

15.1.5　应符合表 4 中给出的预热、层间温度和焊后热处理的要求。若在修理前事先得到买方的批准，则奥氏体不锈钢锻件在焊接修理后可不作表 4 中的焊后热处理。

15.1.6　没有采购方的事先批准，焊接修理的面积不得超过锻件表面积的 10%，且其深度不得超过成品锻件表面厚的 33⅓%，或⅜in.(9.5mm)两者中的较小值。

15.1.7　当取得采购方的批准，则可以超过 15.1.6 条的限定值，但应适用第 15 节的所有其他要求。

15.1.8　不允许对 F 6a 中 3 类和 4 类的钢进行焊接修理。

15.1.9　F36 级钢的焊后热处理时间应为：对厚度小于等于 2in.(50mm)的 1 类钢，每一 in.(25mm)1h，且不少于 15min；对厚度大于 2in.(50mm)的 1 类钢，截面厚度每增加 1in. 及其余数，附加 15min。对 2 类钢则分别为：每一 in.(25mm)1h 不少于 0.5h。

16　检查

16.1　适用 A 961/A 961M 标准的检查要求。

17　拒收和复审

17.1　采购方应依从 A 961/A 961M 标准的规定。

18　合格证书

18.1　除了 A 961/A 961M 标准的合格证书要

求外，应向采购方或者它的代表提供试验报告。

18.2 按下列各项的适用性，钢厂应提供试验报告：

18.2.1 热处理形式，第7节。

18.2.2 成品分析结果，A 961/A 961M 标准的第8节。

18.2.3 拉伸性能结果，第9节(表3)，报告中列出以ksi(MPa)为单位的屈服强度和抗拉强度，伸长率和断面收缩率的百分数。

18.2.4 化学分析结果，第8节(表2)。

18.2.5 硬度的结果，第9节(表3)。

18.2.6 晶粒度的结果，第10节。

18.2.7 采购订货单要求的任何补充试验。

19 成品标志

19.1 除了A 961/A 961M标准中的标志要求外，应适用下列附加的标志要求：

19.1.1 淬火及回火的低合金或马氏体不锈钢锻件应在标准号之的加字母“QT”。

19.1.2 焊接修理过的锻件应在标准号之后加字母“W”。当焊接修理过的奥氏体不锈钢锻件未按照表4作过焊后热处理时，应在标准号之后加字母“WNS”。

19.1.3 满足一个以上类别或级别钢之全部要求的零件，可以标志一个以上的类别或级别标号，例如像标记为F304/F304H，F304/F304L等。

19.1.4 符合ASME B16.11要求提供的管塞和衬套并不要求做标志。

19.1.5 当采购方与钢厂协商同意，并在采购订货单中作了规定时，产品标志应打印在，或用漏模印记在管配件上，或者用钢印打印在牢固地系在管配件之上的金属或塑料的标牌上。

19.2 条形码——除了19.1条中的要求以外，条形码也可以作为补充的标识方法。采购方可在订货单中指定应采用的特殊条形码系统。如果是按供货方的意向所采用的条形码系统则应符合一个已发布的条形码工业标准。如果是用在小尺寸零件上，条形码也可是贴在包装箱或紧固系牢的标签上。

20 关键词

20.1 奥氏体不锈钢 铬合金钢 铬钼合金钢 铁素体/奥氏体不锈钢 铁素体不锈钢 马氏体不锈钢 镍合金钢 缺口韧性要求 钢制公称管(道)配件 管道用 受压元件 不锈钢管配件 不锈钢锻件 钢制法兰 锻件 钢制阀门 高温下使用 强高温下使用 锻轧材料

补 充 要 求

除了 A 961/A 961M 标准中的补充要求外，下列补充要求只有当采购方在采购订货单中另有规定时才适用。

S1 宏观浸蚀试验

S1.1 为显示锻件的流线和内部缺陷应对锻件试样切片并浸蚀。试验应按 E340 方法进行。试验的细节应由钢厂和采购方双方商定。

S2 热处理细节

S2.1 钢厂应提交含有 18.2 条所要求的资料的详细试验报告，并应包括锻件所经受的热处理过程全部相应的细节说明。

S3 最佳应力腐蚀裂纹的材料

S3.1 奥氏体不锈钢应以固溶退火状态作为最终状态供货，而不允许有后继冷加工；此外，除非采购方明确禁止外，为使机加工零件满足 A 484/A 484M 标准的要求，允许对棒料进行矫直。

S4 腐蚀试验

S4.1 所有的奥氏体不锈钢均应通过对其发货状态下的晶间腐蚀试验。试验应按照 A262 实用规程的操作方法“E”进行。

S4.2 铁素体型不锈钢试样的晶间腐蚀试验应按 A 763 实用规程的规定进行。

S4.3 对于奥氏体不锈钢和铁素体不锈钢，有关两种型号钢的试样数量，取样源及取样位置的细节应由钢厂和采购方双方商定。

S5 特殊的填充金属

S5.1 焊接修理 F 316、F 316L、F 316H 及 F 316N钢的锻件时，其熔敷焊缝金属应符合 E 308焊丝成分。用E 308成分焊缝金属焊接修理的锻件应加“F—W308”标志。

S6 硬度试验

S6.1 每个锻件应经硬度试验，并应满足表3的要求。

S8 奥氏体钢锻件的热处理

S8.1 采购方应指定所需采用的热处理方法(7.1 或 7.3.1 条中)。

S8.2 钢厂应提供包括 18.2 条中所要求资料在内的试验报告，并应包括对所采用的热处理方法的说明。

S9 奥氏体级别钢的晶粒度

S9.1 由 H 级别以外的不锈钢种制造的锻件应按 E 112 试验方法试验测定平均晶粒度。该项试验的细节应经钢厂和采购方双方同意。

S10 稳定化热处理

S10.1 对于 F321，F321H，F347，F347H，F348，F348H 级别钢，在固溶退火之后应在 1500~1950℉(815~870℃)经稳定化热处理，保温时间最小 2h/in. 厚度(4.7min/mm 厚度)，然后在炉内或空气中冷却。除了第 19 节要求的标志外，在级别标号之后应加上字符“S10”。

S11 用于 1000℉ (540℃) 以上的非 H 级别奥氏体钢的晶粒度

S11.1 按 E112 试验方法测定的晶粒度对非 H 级别奥氏体钢的晶粒度应为 7 级或更粗，由此测定获得的晶粒度应标注在合格验证用的试验报告上。

S12 测定奥氏体/铁素体不锈钢中的有害相

S12.1 所有被列入到 A923 试验方法标准中的奥氏体/铁素体（双相）不锈钢，应符合这些试验方法标准中的要求。

S12.2 所有被列入到 A1084 试验方法标准中的奥氏体/铁素体（双相）不锈钢，应符合该试验方法中的要求。

* 补充要求 S12 系 2015 年版新增加的要求。——译注。

高压用无缝碳钢锅炉管子

SA-192/SA-192M

（与 ASTM 标准 A 192/A 192M—91 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于高压用最小壁厚的无缝碳素钢锅炉及过热器管子。

1.2 按标准提供的管子通用尺寸及厚度为：外径 ½ ~ 7in.（12.7 ~ 177.8mm），最小壁厚 0.085~1.000in.（2.2~25.4mm）。也可提供其他尺寸的管子，但要保证这些管子符合本标准的所有其他要求。

1.3 力学性能要求不适用于内径小于⅛in.（3.2mm）或厚度小于 0.015in.（0.4mm）的管子。

1.4 当这些产品用于 ISO 锅炉构造推荐规程的场合时，则就以 A 520 标准的要求补充和替代本标准的要求。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在本标准中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的值不是精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订单中注明使用带“M”标志的本标准号，否则，一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 450/A 450M 碳钢，铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求。

A 520 符合 ISO 锅炉构造推荐规程高温用碳钢无缝及电阻焊管状产品的补充要求。

3 一般要求

3.1 按本标准提供的材料，除在这里另有规定外应符合现行版本 A 450/A 450M 标准的要求。

4 订货须知

4.1 符合本标准材料的订货单位按需要包括下列各项来充分地说明需要的材料：

4.1.1 数量（英尺，米或根数）。

4.1.2 材料名称（无缝管）。

4.1.3 制造（热精整或冷拔）。

4.1.4 尺寸（外径及最小壁厚）。

4.1.5 长度（定尺或不定尺）。

4.1.6 选择性要求（第 8 节）。

4.1.7 要求的试验报告（见 A 450/A 450M 标准“证书”一节）。

4.1.8 标准号。

4.1.9 特殊要求。

5 制造

5.1 管子应用无缝制管法制造，按指定要求可热精整或冷精整。

6 热处理

6.1 热轧管不需经热处理。冷拔管在最后一道冷拔后，应作 1200℉（650℃）或更高温度的热处理。

7 化学成分

7.1 钢的化学成分应符合下列要求：

C，%	0.06~0.18
Mn，%	0.27~0.63
P，%	≤0.035
S，%	≤0.035
Si，%	≤0.25

7.2 不允许供应特殊要求添加非第 7.1 条列出的任何元素的合金钢。

8 成品分析

8.1 当买方订货单要求时，供方应作成品分析，对尺寸超过3in.（76.2mm）。每100根取一根管子，对尺寸小于等于3in.（76.2mm）。每250根取一根管子；若管子为同一炉，每炉取一根管子作分析。其化学成分应符合规定的要求。

8.2 若原有的成品分析不合格，则外加二个钢坯或管子进行复试。对有问题的元素，二个复试都必须满足标准的要求，否则该炉或该批（注）所有剩余材料应拒收，或生产厂愿意，可对每一钢坯或管子作个别的验收试验。不符合标准要求的钢坯或管子应拒收。

注：对尺寸小于等于3in.（76.2mm）的管子每批包括250根管子；对尺寸大于3in.（76.2mm）每批为100根管子，均指切割定尺之前。

9 硬度要求

9.1 管子的硬度值不得超过下列值：

布氏硬度值 [壁厚大于等于0.200in.（5.1mm）]	洛氏硬度值 [壁厚小于0.200in.（5.1mm）]
137 HB	77 HRB

10 要求的力学性能试验

10.1 压扁试验——每批（见注）或其余数中取二根管子，在每端的试样上各作一个压扁试验。

10.2 扩口试验——每批（见注）或其余数中取2根管子，在每端的试样上各作一个扩口试验。这两根管子应不同于取作压扁试验的2根。

10.3 硬度试验——从每批2根管子的试样上作布氏或洛氏硬度试验。名词“批”适用于切割前的同一炉、同一公称直径、同壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式炉中进行时，一批只包括同一尺寸及同一炉号在同一热处理炉内装料下进行热处理的所有管子，当最终热处理是在连续炉中进行时，一批包括同一尺寸，同一炉号，及有相同炉子内以相同温度、相同加热时间及炉速作热处理的所有管子。

10.4 水压试验——每根管子均应作水压试验，或当买方指定时可用无损试验来代替。

11 成型操作

11.1 插入锅炉内的管子应能承受胀接及卷边而无裂纹、发纹。过热器管在正常制作时应能承受所有必须应用的锻造、焊接及弯曲加工而不出现缺陷。

12 产品标志

12.1 除在A 450/A 450M标准中规定的标志外，标志尚应包括管子是热精整或冷精整等字样。

解释性的注释

注：用于设计时，可假定下列拉伸性能：

抗拉强度，ksi，（MPa）	≥47（325）
屈服强度，ksi（MPa）	≥26（180）
伸长率，标距2in. 或50mm，%	≥35

高温或高压及其他特殊用途用合金钢和不锈钢螺栓材料

SA-193/SA-193M (15)

(与 ASTM 标准 A 193/A 193M—12b 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于高温或高压及其他特殊应用的压力容器、阀门、法兰及管配件用的合金钢和不锈钢螺栓材料。关于本标准中所用术语“螺栓连接”的定义，见 A 962/A 962M 标准。棒材和线材应是热加工的，并且，可进一步经无心磨削或冷拔处理。奥氏体不锈钢可以经碳化物固溶处理、或碳化物固溶处理加应变硬化处理。当订购应变硬化的奥氏体钢时，采购方应特别注意保证完全理解附录 X1。

1.2 材料类别包括铁素体钢和奥氏体不锈钢，其标号为 B 5、B 8 等。根据设计，使用条件，力学性能及高温特性进行选择。

注 1：本委员会在制订本标准时已收入了多种目前广泛使用的钢种。其他的钢种委员会将根据需要逐步考虑补充。

注 2：适用于高温，但温度稍低范围的合金钢螺栓材料类别，可参见 A 354 标准。

注 3：适用于低温使用的合金钢螺栓材料，可参见 A 320/A 320M 标准。

1.3 以下引用的通用标准对应用本标准是不可或缺的：A 962/A 962M 标准。

1.4 与螺栓材料配合使用的螺母，包括在第 13 节中。

1.5 由采购方做选择，提供了供选用的补充要求，但仅当采购方在采购订货单中有规定时才适用。

1.6 本标准采用英寸-磅和 SI 两种单位。但是，除非在采购订货单或在合同中规定采用“M”标志（SI 单位），均采用英寸-磅单位。

1.7 以英寸-磅或 SI 单位表示的数值均应视作为标准值。在文本中，SI 单位表示的数值放在括号中示出。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此每一种单位制必须独立地使用。两种单位制的数值混合使用可能导致与标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 153/A 153M 在铁制和钢制硬件上热浸镀锌。

A 194/A 194M 高压或高温用或高温高压用碳钢和合金钢螺母

A 320/A 320M 低温用合金钢和不锈钢螺栓材料

A 354 淬火加回火的合金钢螺栓、螺栓及其他外螺纹紧固件

A 788/A 788M 钢锻件通用要求

A 962/A 962M 在低温到蠕变温度范围内任意温度使用的钢制紧固件或紧固件材料或两者的通用要求

B 633 钢铁制品上电沉积镀锌层用标准

B 695 在钢铁上用机械沉积方法镀锌

B 696 用机械沉积方法镀镉

B 766 电镀镉

E 18 金属材料洛氏硬度试验方法

E 21 金属材料高温拉伸试验实用规程

E 112 金属平均晶粒度的评定方法

E 139 金属材料蠕变、蠕变-断裂和应力-断裂试验实用规程

E 150 金属材料在快速加热和短时条件下蠕变和蠕变—断裂拉伸试验的实用规程

E 151 金属材料在快速加热及常规或快速应变速度条件下的高温拉伸试验实用规程

E 292 材料的断裂-时间缺口拉伸试验的实用规程

E 328 材料和结构的应力松弛试验实用规程

E 566 铁基金属电磁(涡流)性能划分的实

用规程

E 709 磁粉检验实用规程

F 606 应变控制疲劳试验实用规程*

F 1940 为防止在电镀或有涂层紧固件上发生氢脆性做工艺控制查验用的试验方法

F 1941 在螺纹端（UN/UNR 统一英制螺纹）紧固件电镀涂层用标准

F 2329 在碳素钢、合金钢的螺栓、螺钉、垫圈、螺母和特殊的螺纹连接的紧固件上用热浸法镀锌层用技术要求标准

2.2 ASME 标准

B 18.2.1 方形及六角形螺栓和螺钉

B 18.2.3.3M 米制厚六角形螺钉

B 18.3 带沉头六角形及带沉头花键孔螺钉

B 18.3.1M 米制带沉头有头螺钉

2.3 AIAG 标准

AIAG B-5 02.00 初金属识别标签应用标准

3 通用要求和订货须知

3.1 询价书或采购订货单应包括下列资料，按需要对采购材料作适当的说明：

3.1.1 热处理状态对奥氏不锈钢为碳化物固溶处理(1 类钢)、轧后碳化物固溶处理（1A 类钢）、和碳化物固溶处理加应变硬化处理(2 类，2B 和 2C 类钢)；对含氮不锈钢 1B 和 1C 类钢适用于碳化物固溶处理；1D 类钢用于从轧制温度快速冷却碳化物固溶处理的材料)。

3.1.2 所需零件的说明（即棒材、螺栓、螺钉或螺柱)。

3.1.3 螺母，如采购方需要带螺母，则根据第 13.1 条。

3.1.4 补充要求。

3.1.5 特殊要求，按第 6.1.5.1，6.2.6，8.1 和 13.1 条。

3.2 镀层——除非采购方有规定（见补充要求 S13 和 S14)，镀层是被禁止的。当订购有镀层的紧固件时，采购方应当格外注意理解附录“X2”的要求。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的螺栓材料应符合 A 962/A 962M 标准的要求，这些要求包括试验方法、表面精整、螺纹尺寸、宏观腐蚀（只针对合金钢）标志、合格证书、可选的补充要求及其他要求。如果不符合 A 962/A 962M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与 A 962/A 962M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准的要求。

5 制造（工艺）

5.1 钢的制造应采用以下任何一种一次炼钢工艺：平炉、碱性氧气顶吹转炉、电炉或真空感应溶炼(VIM)。钢液可以是在浇注钢锭之前或者是在连铸的过程中经真空脱气处理。

5.2 质量-要求见 A 962/A 962M 标准。

6 热处理

6.1 铁素体钢

6.1.1 铁素体钢材料在轧制或锻造后应立即冷却到转变温度范围以下，材料应二次均匀加热到适当温度以细化晶粒(经过这样两次加热的一组材料称为“淬火物料”)，然后对每一组淬火物料在相当均匀的状况下放在液体介质中淬火，并做回火处理，最低的回火温度应按表 2 和表 3 的规定。

6.1.2 对于铁素体级别钢，当热处理是在加工头部或加工螺纹后进行时，禁止使用放在水中淬火。

6.1.3 除了如下对 B6X 级钢允许的以外，如材料随后需以冷拔控制尺寸，则冷拔后应做消除应力处理。消除应力处理的最低温度应在回火温度以下 100℉(55℃)。力学性能试验应在做消除应力处理之后进行。

6.1.4 B6 和 B6X 级钢都应在回火温度下最少保温 1h(小时)。B6X 级钢可以轧制加回火处理状态供货。如若最终硬度符合表 2 和表 3 中的硬度要求，则对 B6X 级钢允许在热处理之后做冷加工。

6.1.5 B7 和 B7M 级钢的螺栓件应在液体介质中淬火及回火。对 B7M 级钢紧固件的最终热处理，可以是回火，但回火最低温度应为 1150℉(620℃)，且应在包括滚轧螺纹和任何切削在内的所有机加工及成形加工都完成以后进行。为了做硬度测试、无损评估或超声波螺栓拉力测试，允许对表面作表面制备加工。

6.1.5.1 除非另有规定，B7级钢材料可以在炉内，用感应或电阻加热方法热处理。

注4：应考虑到各个炉批的应力松弛特性会有不同，或从一种热处理换成另一种也会不同。如果要求应力松弛试验，需方可以指定补充要求S8。

6.1.6 B16级钢的材料应加热到1700～1750℉（925～955℃）的温度范围以内，并进行油中淬火。最低的回火温度应按表2和表3中的规定。”

6.2 奥氏体不锈钢

6.2.1 所有奥氏体不锈钢应经碳化物固溶热处理（对于每个类别的特殊要求见6.2.2～6.2.5条）。1，1B，1C（只有B8R和B8S级），2，2B和2C类钢可适用于棒材，丝材和精制紧固件。1A类（所有级别）和1C类（只有B8RA和B8SA级）钢可适用于精制紧固件。1D类钢只适用于直接从1D类的棒材或丝材机加工，未经过任何随后热或冷加工的棒材，丝材和精制紧固件。

6.2.2 B8R和B8S级钢的1和1B类，1C类——在对棒材进行无论热或冷的轧制、锻造或头部加工之后，材料应从室温开始加热，接着在碳化铬开始固溶的温度下保温足够时间，并随后用足以防止碳化物沉淀的速率冷却。

6.2.3 1D类——轧制或锻造的B8，B8M，B8P，B8LN，B8MLN，B8N，B8MN，B8R和B8S级钢的棒材，当在高于1750℉（955℃）的温度下热加工之后应立即快速冷却，而使得晶界上的碳化物处于固溶状态下的。1D类钢应限于在温度低于850℉（455℃）的温度下应用。

6.2.4 B8RA和B8SA级钢的1A类和1C类——精制紧固件在所有的轧制、锻造或头部加工完成之后应是经碳化物固溶处理的。这一标号不适用于像棒材的初始材料。紧固件应从室温开始加热，接着在碳化铬开始固溶的温度下保温足够时间，并随后用足以防止碳化物沉淀的速率冷却。

6.2.5 2，2B和2C类——材料应从室温开始加热，接着在碳化铬开始固溶的温度下保温足够时间，并随后用足以防止碳化物沉淀的速率冷却。在这一热处理之后，材料应随后经应变硬化以达到要求的性能。

注5：像（端部）镦锻，当只对产品的局部进行热加工操作后的热处理，有可能便受到影响的整个截面晶粒度和力学性能的不一致。

6.2.6 如果要求为无氧化皮的光亮表面，则应在采购订货单中规定之。

7 化学成分

7.1 每一合金应符合表1规定的化学成分要求。

8 熔炼分析

8.1 钢厂应对每一炉钢进行分析，以测定第7节所规定的各个元素的百分比。该分析工作应从该炉钢水浇注时取试样进行。这样测得的化学成分应报告给采购方或其代表，而且符合第7节中规定的要求。当采购方认为应将两个两个相衔接连铸炉批的过渡区段切除时，采购方应援引A 788/A 788M标准的补充要求S3。

9 力学性能

9.1 拉伸性能

表1 化学成分（%）①

类型	铁素体钢			
级别	B 5		B 6及B 6X	
说明	5%Cr		12%Cr	
UNS标号			S41000（410）	
元素	范围	成品正或负偏差②	范围	成品正或负偏差②
C	≥0.10	−0.01	0.08～0.15	+0.01
Mn，≤	1.00	+0.03	1.00	+0.03
P，≤	0.040	+0.005	0.040	+0.005
S，≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Si	≤1.00	+0.05	≤1.00	+0.05
Cr	4.0～6.0	0.10	11.5～13.5	0.15
Mo	0.40～0.65	0.05	…	…
C	0.37～0.49④	0.02	0.36～0.47	0.02
Mn	0.65～1.10	0.04	0.45～0.70	0.03

表 1(续)　化学成分(%)[1]

类　型	铁素体钢			
级　别	B7、B7M		B16	
说　明	Cr-Mo[3]		Cr-Mo-V	
元　素	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]
P，≤	0.035	+0.005	0.035	+0.005
S，≤	0.040	+0.005	0.040	+0.005
Si	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02
Cr	0.75~1.20	0.05	0.80~1.15	0.05
Mo	0.15~0.25	0.02	0.50~0.65	0.03
V	…	…	0.25~0.35	0.03
Al，≤[5]	…	…	0.015	…

类　型	奥氏体钢[6]，1A、1B、1D 和 2 类							
级　别	B8，B8A		B8C，B8CA		B8M，B8MA，B8M2，B8M3		B8P，B8PA	
UNS 标号	S30400（304）		S34700（347）		S31600（316）		S30500	
元　素	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差
C，≤	0.08	+0.01	0.08	+0.01	0.08	+0.01	0.12	+0.01
Mn，≤	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04
P，≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.045	+0.010
S，≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Si，≤	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05
Cr	18.0~20.0	0.20	17.0~19.0	0.20	16.0~18.0	0.20	1.70~1.90	0.20
Ni	8.0~10.0	0.15	9.0~12.0	0.15	10.0~14.0	0.15	10.5~13.0	0.15
Mo	…	…	…	…	2.00~3.00	0.10	…	…
Nb+Ta	…	…	10×C 含量，≥ ≤1.10	-0.05	…	…	…	…

类　型	奥氏体钢[6]，1A、1B、1D 和 2 类					
级　别	B8N，B8NA		B8MN，B8MNA		B8MLCuN，B8MLCuNA	
UNS 标号	S30451（304N）		S31651（316N）		S31254	
元　素	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]
C，≤	0.08	+0.01	0.08	+0.01	0.020	+0.005
Mn，≤	2.00	+0.04	2.00	+0.04	1.00	+0.03
P，≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.030	+0.005
S，≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.010	+0.002
Si，≤	1.00	+0.05	1.00	+0.05	0.80	+0.05
Cr	18.0~20.0	0.20	16.0~18.0	0.20	19.5~20.5	0.20
Ni	8.0~11.0	0.15	10.0~13.0	0.15	17.5~18.5	0.15
Mo	…	…	2.00~3.00	0.10	6.0~6.5	0.10
N	0.10~0.16	0.01	0.10~0.16	0.01	0.18~0.22	0.02
Cu	…	…	…	…	0.50~1.00	…

表 1(续)　化学成分(%)[1]

类　别	奥氏体钢[6]，1，1A 和 2 类	
识别符号	B8T，B8TA	
UNS 标号	S32100（321）	
元　素	范　围	成品正或负偏差[2]
C，≤	0.08	+0.01
Mn，≤	2.00	+0.04
P，≤	0.045	+0.010
S，≤	0.030	+0.005
Si，≤	1.00	+0.05
Ni	9.00~12.00	0.20
Cr	17.00~19.00	0.15
Ti	最小 5(C+N)，最大 0.70	−0.05
N	≤0.10	…

类　型	奥氏体钢，1，和 1D 类			
级　别	B8R，B8RA		B8S，B8SA	
UNS 标号	S20910		S21800	
元　素	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]
C，≤	0.06	+0.01	0.10	+0.01
Mn	4.0~6.0	0.05	7.0~9.0	0.06
P，≤	0.045	+0.005	0.060	+0.005
S，≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Si	≤1.00	+0.05	3.5~4.5	0.15
Cr	20.5~23.5	0.25	16.0~18.0	0.20
Ni	11.5~13.5	0.15	8.0~9.0	0.10
Mo	1.50~3.00	0.10	…	…
N	0.20~0.40	0.02	0.08~0.18	0.01
Nb+Ta	0.10~0.30	0.05	…	…
V	0.10~0.30	0.02	…	…

类　型	奥氏体钢，1，1A 和 1D 类					
级　别	B8LN，B8LNA		B8MLN，B8MLNA		B8CLN，B8CLNA	
UNS 标号	S30453		S31653		S34751（347LN）	
元　素	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]	范　围	成品正或负偏差[2]
C，≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.005~0.020	−0.002，+0.005
Mn	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04
P，≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.045	+0.01
S，≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Si	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05
Cr	18.0~20.0	0.20	16.0~18.0	0.20	17.0~19.0	0.20
Ni	8.0~11.0	0.15	10.0~13.0	0.15	9.0~13.0	0.15
Mo	…	…	2.00~3.00	0.10	0.20~0.50 15× C 含量，≥	0.05
N	0.10~0.16	0.01	0.10~0.16	0.01	0.06~0.10	0.01

① 不允许故意添加 Bi、Se、Te 和 Pb 元素。

② 成品分析——有时个别次数的测定会有列表限制的范围不同，若改变同一炉批制的任意一个元素的含量时不应与规定范围的上、下偏差不同。

③ 用于这种级别的典型钢成分包括 4140，4142，4145，41400，41420 和 41450。

④ 尺寸为 3½in.（90mm）的棒材，其最大含碳量可为 0.50%，若 B7M 类制造元件的最小含碳量为 0.28%，若所要求的拉伸性能符合其有关截面尺寸，则允许使用 AISI 4130 或 4130H 钢。

⑤ 可溶解的和不可溶解的总量。

⑥ 1 和 1D 类是经固溶处理的材料。1 类 1B 类和某些 1C 类（B8R 和 B8S）产品是由固溶处理材料制成的。1A 类产品（B8A，B8CA，B8CLN，B8MA，B8PA，B8TA，B8LNA，B8MLNA，B8NA 及 B8MNA）和某些 1C 类产品（B8RA 和 B8SA）是在加工完成状态下进行固溶处理。2 类产品是经固溶处理及应硬化处理的材料。

9.1.1　要求——由拉伸试样为代表的材料经热处理后于室温下应符合表 2 和表 3 中规定的力学性能要求。或者是,对经应变硬化热处理了的不锈钢紧固件(2,2B 和 2C 类钢)应在作热处理后,以全尺寸试样做试验以测定其抗拉强度和屈服强度,并且应该符合表 2 和表 3 中的要求。

9.1.2　全尺寸紧固件,楔形拉伸试验——当适用时(见 12.1.3 条),头部加工的紧固件应经全尺寸楔形试验过的。对单一规格的最小全尺寸断裂强度(lbf 或 kN)应如下:

$$W = Ts \times At \qquad (1)$$

式中　Ts = 表 2 和表 3 中规定的楔形拉伸强度,KSi 或 KN。

W = 不发生断裂的最小楔形拉伸载荷。

At = A962/A962M 标准中的钢锥保证载荷表中示出的螺纹截面的应力面积,$in.^2$ 或 mm^2。

9.2　硬度要求

9.2.1　硬度应符合于表 2 和表 3 中的规定要求。硬度测定应按照 A 962/A 962M 标准,或者是按照 F606 试验方法进行。

表 2　力学性能要求-英制单位产品

类　别	直径,in.	最低回火温度 °F	抗拉强度 ksi ≥	屈服强度 0.2%残余变形,ksi ≥	伸长率 标距 4D,% ≥	断面收缩率,% ≥	硬度 ≤
铁素体钢							
B5, 4%~6%Cr	≤4	1100	100	80	16	50	…
B6, 13%Cr	≤4	1100	110	85	15	50	…
B6X, 13%Cr	≤4	1100	90	70	16	50	26 HRC
B7 Cr-Mo	≤2½	1100	125	105	16	50	321HB 或 35 HRC
	>2½~4	1100	115	95	16	50	321HB 或 35 HRC
	>4~7	1100	100	75	18	50	321HB 或 35 HRC
B7M① Cr-Mo	≤4	1150	100	80	18	50	235BHN 或 99HR/B
	>4~7	1150	100	75	18	50	235BHN 或 99R/B
B16 Cr-Mo-V	≤2½	1200	125	105	18	50	321HB 或 35 HRC
	>2½~4	1200	110	95	17	45	321HB 或 35 HRC
	>4~8	1200	100	85	16	45	321HB 或 35 HRC

表2(续) 力学性能要求-英制单位产品

类别和直径,in.	热处理②	抗拉强度 ksi ≥	屈服强度 0.2%残余变形, ksi≥	伸长率 标距4D,% ≥	断面收缩率,% ≥	硬度 ≤
奥氏体钢						
1和1D类:B8、B8M、B8P、B8LN、B8MLN和B8CLN所有直径	碳化物固溶处理	75	30	30	50	223HB或96 HRB③
1类:B8C,B8T,所有直径	碳化物固溶处理	75	30	30	50	223HB或96 HRB③
1A类:B8A、B8CA、B8CLNA、B8MA、B8PA、B8TA、B8LNA、B8MLNA、B8NA、B8MNA和B8MLCuNA,所有直径	精整状态下碳化物固溶处理	75	30	30	50	192HB或90 HRB
1B和1D类:B8N、B8MN和B8MLCuN,所有直径	碳化物固溶处理	80	35	30	40	223HB或96 HRB③
1C和1D类:B8R所有直径	碳化物固溶处理	100	55	35	55	271HB或28 HRC
1C类:B8RA,所有直径	精整状态下碳化物固溶处理	100	55	35	55	271HB或28 HRC
1C和1D类:B8S,所有直径	碳化物固溶处理	95	50	35	55	271HB或28 HRC
1C类:B8SA,所有直径	精整状态下碳化物固溶处理	95	50	35	55	271HR或28 HRC
2类:B8、B8C、B8P、B8T和B8N④						321 HB或35HRC
≤¾	碳化物固溶处理及应变硬化	125	100	12	35	321HB或35HRC
>¾~1		115	80	15	35	321HB或35 HRC
>1~1¼		105	65	20	35	321HB或
>1¼~1½		100	50	28	45	35 HRC
2类:B8M、B8MN、B8MLCuN④						321HB或35 HRC
≤¾	碳化物固溶处理及应变硬化	110	95	15	45	321HB或35 HRC
>¾~1		100	80	20	45	321HB或35 HRC
>1~1¼		95	65	25	45	321HB或
>1¼~1½		90	50	30	45	35 HRC
2B类:B8,B8M2④						321HB或35 HRC
≤2	碳化物固溶处理及应变硬化	95	75	25	40	321HB或35 HRC
>2~2½		90	65	30	40	321HB或35 HRC
>2½~3		80	55	30	40	35 HRC
2C类:B8M3④						321HB或35HRC
≤2	碳化物固溶处理及应变硬化	85	65	30	60	321HB或35 HRC
>2		85	60	30	60	

① 为了满足拉伸要求,布氏硬度应大于200HB(93HRB)。

② 1类钢是经固溶处理钢。为了防止应力腐蚀、1A类钢在精整状态下作固溶处理。由于有物理性能上的要求,热处理至为关键。2类钢是经固溶处理及应变硬化钢。经应变硬化的奥氏体钢不能在整个截面上显示的均一的性质,特别是当直径超过¾in.时。

③ 对直径不大于¾in.者,允许的最大硬度为241HB(100HRB)。

④ 对直径大于等于1½in.者,其中心部(核心)的性能可比按½半径处测定值作出的试验报告上的示值要低。

9.2.2 B7M 级钢——该级材料的最大硬度应为 235HB 或 99HRB。最小硬度不得低于 200HB 或 93HRB。是否符合这一硬度要求应通过对每个螺柱或螺栓按照 9.2.1 条用布氏或洛氏-B 方法进行硬度测量来保证。当通过取样使用压痕硬度试验进行验证时，则使用 100%的电磁方法硬度测定来代替 100%的压痕法硬度测定是允许的。电磁方法硬度每批应 100%地按照 E566 实用规程测定。电磁硬度试验中在每一批订货(按 12.1.1 条的定义)中每一批钢的 100 个零件中最少应取一个随机试样使用压痕硬度测定方法进行测定。所抽取的全部试样必须满足对该批所定出的硬度验收要求。倘若有任何一个试样结果是在规定的最大或最小硬度以外时，那么该批材料应拒收，或者是重新处理并重新取样，也可以是 100%地采用压痕方法作硬度试验。

9.2.2.1 压痕硬度试验表面的处理应按 E18 试验方法的要求。硬度试验应在螺栓或螺柱的端部进行。当做不到这一点时硬度试验可在任何合适部位进行。

10 工艺质量、表面质量和外观

10.1 螺栓、螺钉、双头螺栓和螺柱应具有收尾末端，并有一良好的表面，并随制造厂的做法倒角或倒圆。双头螺栓及螺柱收尾末端的长度（从最前端平行于轴测量）应不少于一个、且不多于两个完整的螺纹长。双头螺栓及螺柱的长度应从第一个螺纹到第一个螺纹进行测量。

10.2 螺栓头尺寸应按照 ANSI B18.2.1 或 ANSI B18.2.3.1M 的规定。除非在采购订货单中另有规定，对于本体公称直径在 1 ¼ in.（30mm）及以下者，应使用重型六角头螺钉系列；对于更大的规格尺寸，除本体最大直径和内圆角半径可与重型六角螺栓系列取相同者外，则仍应使用重型六角头螺钉系列。对于 ANSI B18.2.1 或 ANSI B18.2.3.1M 里的重型六角头螺钉系列中未包括的规格应使用六角圆弧头螺钉。内六角头紧固件应按 ANSI B18.3 标准或 ANSI B18.3.1M。

11 复试

11.1 如果任一批材料的力学性能试验结果不符合规定要求，则制造厂可对该批进行不多于两次的重新热处理，此时对本批进行两个附加的拉伸试验，都应符合标准的要求。

12 试样

12.1 试验次数——对经热处理的棒料，对于代表同一回火处理装料情况的同一炉次的每一种直径应做一个伸试验。当热处理在连续加热炉内不间断地进行时，同一炉次、同一预处理条件、同一尺寸并经相同热处理者视为同“批”材料。装料不大于 20000lb(9000kg)的每批要求不得少于两次拉伸试验，而每增加 10000lb(4500kg)及或余数要求追加一次附加试验。

12.1.1 对螺柱、螺栓、螺钉等，应对同一批中包括的每一炉次的不同直径作一个拉伸试验。每批的组成如下：

直 径,in.(mm)	批 量
≤1⅛(30)	1500lb(780kg)或其余数
>1⅛(30)～≤1¾(42)	4500lb(2000kg)或其余数
>1¾(42)～≤2½(64)	6000lb(2700kg)或其余数
>2½(64)	每 100 件或其余数

12.1.2 对由按照本标准要求制造，并按 12.1 条试验过的热处理棒料制造的螺栓、螺钉、双头螺栓或螺柱，只要它们未经后续热处理则就不需要进行拉伸试验。

12.1.3 全尺寸试样，头部加工的紧固件——本体长度大于等于 3 倍直径的、本体直径小于等于 1½in. 的头部加工的紧固件，并且是采用镦锻或锻造(热或冷)加工的，应按 9.1.2 经受全尺寸试验。这一试验应是 9.1.1 中所规定的拉伸试验以外的试验。楔形拉伸试验应只限于来生产内六角头螺钉，六角形、方形、六角凸缘或十二点的凸缘头。每批的数量应如 12.1.1 中所示。失效应发生在紧固件的本体，或者螺纹部分无失效或在头部和螺纹柄上无类似于裂纹的失效显示。对于平的埋头的头部或内六角（承插）柄的产品不要求做楔形拉伸试验。

表3 力学性能要求——米制产品

类 别	直径，mm	最小回火温度，℃	抗拉强度，MPa ≥	屈服强度 0.2%残余变形，MPa，≥	伸长率，标距 4D，% ≥	断面收缩率，% ≥	硬度 ≤
铁 素 体 钢							
B5，4%~6%Cr	≤M100	593	690	550	16	50	…
B6，13%Cr	≤M100	593	760	585	15	50	…
B6X，13%Cr	≤M100	593	620	485	16	50	26HRC
B7，Cr-Mo	≤M64	593	860	720	16	50	321HBW 或 35HRC
	>M64~M100	593	795	655	16	50	321HBW 或 35HRC
	>M100~M180	593	690	515	18	50	321HBW 或 35 HRC
B7M[①]，Cr-Mo	≤M100	620	690	550	18	50	235HBW 或 99HRB
	>M100~M180	620	690	515	18	50	235HBW 或 99 HRB
B16，Cr-Mo-V	≤M64	650	860	725	18	50	321HBW 或 35HRC
	>M64~M100	650	760	655	17	45	321HBW 或 35HRC
	>M100~M180	650	690	586	16	45	321HBW 或 35HRC
类别，直径，mm		热处理[②]	抗拉强度，MPa ≥	屈服强度 0.2%残余变形，MPa，≥	伸长率 标距 4D，% ≥	断面收缩率，% ≥	硬度 ≤
奥 氏 体 钢							
1 和 1D 类：B8，B8M，B8P，B8LN，B8MLN，B8CLN 所有直径		碳化物固溶处理	515	205	30	50	223HBW 或 96HRB[③]
1 类：B8C、B8T、所有直径		碳化物固溶处理	515	205	30	50	223HBW 或 96HRB[③]
1A 类：B8A，B8CA，B8CLNA，B8MA，B8PA，B8TA，B8LNA，B8MLNA，B8NA，B8MNA，B8MLCuNA，所有直径		精整状态下碳化物固溶处理	515	205	30	50	192HBW 或 90HRB
1B 和 1D 类：B8N，B8MN，B8MLCuN，所有直径		碳化物固溶处理	550	240	30	40	223HBW 或 96HRB[③]
1C 和 1D 类：B8R 所有直径		碳化物固溶处理	690	380	35	55	271HBW[③]或 28HRC

表 3(续)　力学性能要求——米制产品

类别,直径,mm	热处理②	抗拉强度,MPa ≥	屈服强度 0.2%残余变形,MPa,≥	伸长率 标距 4D,% ≥	断面收缩率,% ≥	硬度 ≤
奥　氏　体　钢(续)						
1C 类:B8RA, 所有直径	精整状态下 碳化物 固溶处理	690	380	35	55	271HBW 或 28HRC
IC 和 ID 类:B8S, 所有直径	碳化物 固溶处理	655	345	35	55	271HBW 或 28HRC
1C 类:B8SA, 所有直径	精整状态下 碳化物 固溶处理	655	345	35	55	271HBW 或 28HRC
2 类:B8,B8C,B8P,B8T,B8N ≤M20 >M20~M24 >M24~M30 >M30~M36	碳化物 固溶处理及应 变硬化	 860 795 725 690	 690 550 450 345	 12 15 20 28	 35 35 35 45	 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC
2 类:B8M,B8MN,B8MLCuN④ ≤M20 >M20~M24 >M24~M30 >M30~M36	碳化物 固溶处理及应 变硬化	 760 690 655 620	 665 550 450 345	 15 20 25 30	 45 45 45 45	 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC
2B 类:B8,B8M2④ ≤M48 >M48~M64 >M64~M72	碳化物 固溶处理及应 变硬化	 655 620 550	 515 450 380	 25 30 30	 40 40 40	 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC
2C 类:B8M3④ ≤M48 >M48	碳化物 固溶处理及应 变硬化	 585 585	 450 415	 30 30	 60 60	 321HBW 或 35HRC 321HBW 或 35HRC

① 为满足拉伸要求,布氏硬度应大于 200 HBW(93 HRB)。
② 1 类是经固溶热处理的钢。为了防止应力腐蚀、1A 类在加工状态下作固溶热处理。由于有物理性能上的要求，热处理至为关键。2 类是经固溶热处理及应变硬化钢。经应变硬化的奥氏体钢不能在整个截面上显示的均一的性质，特别是当直径超过 M20mm。
③ 对直径不大于 M20mm 者，允许的最大硬度为 241 HBW(100 HRB)。
④ 对直径大于等于 M38mm 者，其中心部(核心)的性能可比½半径处测定值作出的试验报告上的表示值要低。

13　螺母

13.1　当订货单中有规定时，螺栓、双头螺栓和螺柱应带螺母供货。螺母应符合 A 194/A 194M 标准。

14　合格证书

14.1　要求出具合格证书。除了 A962/A962M 标准的要求外，报告应包括化学分析，宏观腐蚀检验(仅对碳钢和合金钢)和力学性能试验结果，并说明所使用的热处理方法。

15　产品标志

15.1　见 A962/A962M（通用）标准。级别符号应如表 4 和表 5 中所示。B7M 级钢应按本标准经 100%的质量评估，并应在级别符号之下加下划线。

表 4　铁素体钢的标志

类　别	标　志
B5	B5
B6	B6
B6X	B6X

表4（续） 铁素体钢的标志

类 别	标 志
B7	B7
B7M	B7M
B16	B16
B16+补充要求 S12	B16R

表5 奥氏体钢的标志

类 别	级 别	标 志
1类	B8	B8
	B8C	B8C
	B8M	B8M
	B8P	B8P
	B8T	B8T
	B8LN	B8F 或 B8LN
	B8MLN	B8G 或 B8MLN
	B8CLN	B8Y 或 B8CLN
1A类	B8A	B8A
	B8CA	B8B 或 B8CA
	B8MA	B8D 或 B8MA
	B8PA	B8H 或 B8PA
	B8TA	B8J 或 B8TA
	B8LNA	B8L 或 B8LNA
	B8MLNA	B8K 或 B8MLNA
	B8NA	B8V 或 B8NA
	B8MNA	B8W 或 B8MNA
	B8MLCuNA	B9K 或 B8MLCuNA
	B8CLNA	B8Z 或 B8CLNA
1B类	B8N	B8N
	B8MN	B8Y 或 B8MN
	B8MLCuN	B9J 或 B8MLCuN
1C类	B8R	B9A 或 B8R
	B8RA	B9B 或 B8RA
	B8S	B9D 或 B8S
	B8SA	B9F 或 B8SA
1D类	B8	B94
	B8M	B95
	B8P	B96
	B8LN	B97
	B8MLN	B98
	B8N	B99
	B8MN	B100
	B8R	B101
	B8S	B102
	B8CLN	B103
2类	B8	B8SH
	B8C	B8CSH
	B8P	B8PSH
	B8T	B8TSH
	B8N	B8NSH
	B8M	B8MSH
	B8MN	B8YSH
	B8MLCuN	B8JSH
2B类	B8M2	B9G 或 B8M2
	B8	B9
2C类	B8M3	B9H 或 B8M3

16 关键词

16.1 合金钢棒材 合金钢螺栓连接 硬度 热处理 不锈钢螺栓连接

补　充　要　求

除非在采购订货单及订货要求中作出规定，才采用这些要求，如订货文件中有规定，则试验项目应在产品装运之前完成。

S1　高温试验

S1.1　为了确定高温性能的试验应根据试验方法实用规程 E 21，E 139、E 292 及实用规程 E 150 和 E 151 进行。

S2　夏比冲击试验

S2.1　夏比冲击试验以 A 320/A 320M 标准的第 6、第 7 节的要求为基础进行，并应取得材料制造厂和采购方的同意。当试验温度已低于 A 320/A 320M 标准中所规定的温度，则对于螺栓材料应优先于本标准，而遵照 A 320/A 320M 标准订购材料。

S3　B7M 级材料的 100%硬度试验

S3.1　每一个 B7M 级的螺栓或螺柱应采用压痕方法进行硬度试验，并应满足表 2 和表 3 中规定的要求。

S4　B16 类材料的硬度试验

S4.1　B16 类的不大于 2½in.（65mm）的螺栓或螺柱的硬度应使用 9.2.1 条中所述的布氏或洛氏 C 硬度试验方法之一进行试验，并在每一个螺栓或螺柱的底部或邻近底部处进行测量。其硬度应在 253-319HB 或 25-34HRC 范围。

S5　成品标志

S5.1　级别和制造厂的识别符号应在所有尺寸螺柱的一端和螺栓的头部标志上（如果有效面积不足，则级别符号可标志在一端，而制造厂的识别符号标志在另一端）。对于直径小于¼in.（6mm）的螺栓及直径小于⅜in.（10mm）的双头和柱头螺栓，以及直径¼in.（6mm）的螺柱要求总计三个字以上的符号，标志应由采购方和制造厂双方协商协定。

S6　应力消除

S6.1　应力消除操作应在热处理及校直之后进行。

S6.2　最低的应力消除温度应是在回火温度以下 100℉（55℃）。力学性能试验应在应力消除作完后进行。

S7　磁粉检查

S7.1　棒料应按照 E 709 实用规程做磁粉检验。有裂纹或裂痕显示，且延伸到内部深度超过 3%直径的棒料应予拒收。

S8　应力松弛试验

S8.1　当要求应力松弛试验时应根据 E328 试验方法实用规程进行。试验应在 850℉（454℃）下做 100 个小时。初始应力应为 50Mpsi（345MPa），100 小时后的残余应力应大于等于 17Mpsi（117MPa）。

S9　对在 1000℉以上使用的非 H 级别奥氏体钢的晶粒度的要求

S9.1　对于设计温度大于 1000℉（540℃）温度的的非 H 级别奥氏体钢材料应具有按 E112 试验方法测定的 7 级或更粗的晶粒度。这样测定得出的晶粒度应注明在试验合格证书上。

S10　ASME 用途的 2 类螺栓材料的硬度试验

S10.1　紧靠螺纹端的根部的最大硬度应为洛氏硬度 C35。硬度应通过事先除去螺纹，从宽度至少达⅛in.（3mm）的平面积上测取，且为了制备这样的平截面不需要除去更多的材料。硬度测定的试验次数应与拉伸试验的次数相同。

S11　螺纹成形

S11.1　螺纹应在做完热处理后加工成形。禁

止对 B7M 级钢和列在 6.2.4 条中的各级别钢采用本补充要求。

S12 B16 级别材料的应力断裂试验

S12.1 对每一热处理批次应做一次试验。试验应按照 E292 试验方法实用规程，使用组合试验棒样进行。断裂部位应发生在每一个试样的平滑段上。这项试验应在 1100°F（595℃）温度和 20ksi(140MPa)的应力下进行。在试样断裂以前试验应继续。断裂时间最小应为 25 小时。在厚度小于 0.5in.（12mm）的材料上不要求进行试验。

S12.2 当紧固件的采购订货单上注明 S12 时，供货材料的级别标志应为“B16R”。

S13 螺栓材料上的涂层

S13.1 在采购订货单上作出规定，注明为加涂层便利所需的所有信息是采购方的责任。这样的资料的举例可包括下列资料，但不限于这些资料：

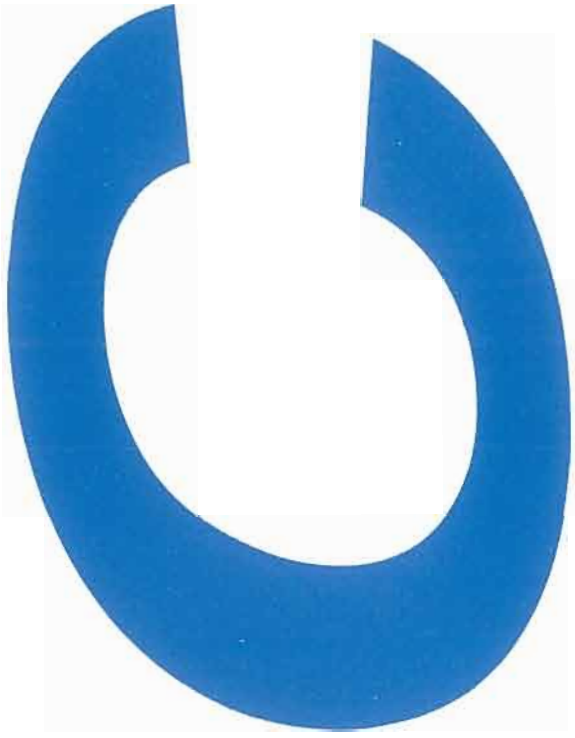
S13.1.1 参照合适的做涂层标准及型式，厚度，位置，尺寸的修改以及减轻氢脆性。

S13.1.2 引用 A 153/A 153M 标准，B633，B 695，B 696，B 766或 F 1941，F 2329 或者 F 1940 试验方法或其他标准。

S14 有镀层的紧固件的标志

S14.1 镀锌的材料，在级别符号的后面应加标字符“ZN”，用镉做涂层的材料，在级别符号之后应加标字符“CD”

注 S14.1—作为示例，B7 级涂锌钢的标志将标记为“B7ZN”，而不是标为“B7”。



附 录

（非强制性资料）

X1 奥氏体钢的应变硬化

X1.1 应变硬化是一种在低于再结晶温度（冷加工）的温度下由于塑性变形造成的强度和硬度的升高现象。这种效应在奥氏体不锈钢上是当依靠冷拔或其他工艺将尺寸较大的棒或丝材减小到所需求的最终尺寸时产生。在任何一种合金钢上能获得的应变硬化程度受其应变硬化特性制约。此外，所能产生的应变硬化的量度随工艺因素进一步受到限制，例如像横截面的总减小量，模具角度及棒料尺寸。举例来说，大直径的棒钢塑性变形将主要发生在棒的外侧区域，结果是由于应变硬化提高的强度和硬度主要是在靠近棒料的表面得以达到，也就是：棒料越小，应变硬化的穿透深度也就越深。

X1.2 因而一个给定应变硬化的紧固件力学性能不仅仅是取决于其合金成分，还取决于用于机加工的棒料尺寸。然而，能被用来机加工的最小棒料尺寸要由紧固件的外形来确定；因此，外形尺寸也能影响到紧固件的强度。

X1.3 例如，一个特定合金及尺寸的螺柱可以用一个较小直径的棒料来加工，而同样合金及尺寸的螺栓却因为要适合于螺栓的头部而要求较大直径的棒料来加工。因此，对于一个指定合金钢种、相同尺寸的螺栓和螺栓相比，螺柱的强度会高些。

X2 涂层和应用限制

X2.1 在高于大约为熔点温度（℉或℃）一半的温度下使用的加涂层的紧固件，除非出于对液体和固体金属脆性倾向的考虑，不推荐加涂层。锌元素的熔点温度大约为 780℉（415℃）。因此，锌涂层的紧固件适宜限制在低于 390℉（210℃），镉元素的熔点温度约为 600℉（320℃）。因此，镉涂层的紧固件适宜限制在低于 300℉（160℃）以下温度使用。

高温高压螺栓用碳钢和合金钢螺母

SA-194/SA-194M

(15)

(与 ASTM 标准 A 194/A 194M—12 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准包括工程尺寸从¼in. ~4in. 和米制 M6 到 M100 的各种碳钢、合金钢及马氏体不锈钢螺母，也包括工程尺寸不小于¼in. 和 M6 的奥氏体不锈钢螺母。这些螺母用于高压或高温，或高压加高温的使用条件。未经采购方同意，不允许级别代用。

1.2 当螺母是由圆钢加工而成的，圆钢应该是热锻轧加工圆钢。材料可以进一步地靠无芯打磨或者靠冷拔加工处理。奥氏体不锈钢可能是固溶退火处理的或退火加工应变硬化处理的。当退火加应变硬化奥氏体不锈钢是按补充要求 S1 订购时，采购方应特别注意确保完全理解 8.2.2 条，补充要求 S1 和附录 X1。

1.3 提供有选择性的补充要求，只有当在询价、合同和订货单中作了规定时才应用。

1.4 本标准采用英寸-磅和 SI 两种单位，但除非订货单中规定采用“M”标志（SI 单位），材料将以英寸-磅单位供货。

1.5 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。本文中 SI 单位表示于括号内。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 153/A 153M 铁钢零件热浸涂锌

A 276 不锈钢棒材和型材

A 320/A 320M 低温用合金钢螺栓材料

A 370 钢制品力学性能试验方法与定义

A 962/A 962M 从低温到蠕变温度范围在任意温度使用的钢制紧固件或紧固件材料或两者的通用要求

B 633 铁和钢制品上电沉积法镀锌用标准

B 695 铁和钢机械法涂锌

B 696 机械法涂镉

B 766 电镀法涂镉

E 112 测定平均晶粒度的试验方法标准

F 1940 为防止在电镀或有涂层紧固件上发生氢脆性做工艺控制查验用的试验方法

F 1941 在螺纹端（UN/UNR 统一英制螺纹）紧固件电镀涂层用标准

F 2329 在碳素钢、合金钢的螺栓、螺钉、垫圈、螺母和特殊螺纹连接的紧固件上用热浸法镀锌用技术要求标准

2.2 ASME 标准

B 1.1 统一螺纹

B 1.2 统一英制螺钉螺纹用量规和量规测量

B 1.13M 米制螺纹

B 18.2.2 方螺母和六角螺母

B 18.2.4.6M 米制厚六角螺母

3 术语

3.1 **本标准专用术语的定义：**

3.1.1 奥氏体级别——所有带前缀“8”和“9”的级别。

3.1.2 铁素体级别——1，2，2H，2HM，3，4，6，6F，7，7M 和 16 级。

3.1.3 批——除非另有规定（见下面的讨论），一批是指按同样制造工艺生产的同一工程尺寸及同一类别的螺母数量。

3.1.3.1 讨论——当采购订货单中应用到补充要求 S5 时，一批的定义按下述定义：

3.1.3.2 8 级螺母——是指同一炉次及按同样工艺生产的单一名义直径、同一类别的全部数量的螺母。

3.1.3.3 所有其他级别的螺母（见 8.2

及 8.1.2.1 条）——是指由同一炉次、同一热处理炉批（当使用间歇式热处理炉时）或同一连续热处理条件下 8 小时以内生产的钢（当使用连续热处理炉）所制成的单一公称直径、同一类别的全部数量的螺母。

3.1.4　螺母型式

3.1.4.1　8 级螺母——在级别号的命名中用不同的字母表示化学成分和制造工艺的不同。

3.1.4.2　6 级螺母——在级别号的命名中用字母 F 表示为改善切削性所加化学添加元素的不同。

3.1.5　系列——螺母的尺寸关系和几何形状如 ANSI B 18.2.2 或 B18.2.4.6M 所述。

4　订货须知

4.1　本标准材料的询价和订货应按需要包括下列各项，充分地说明需要的材料：

4.1.1　标准编号和年份及级别号，出版日期和版次符号；

4.1.2　数量，件数；

4.1.3　尺寸（见第 9 节）；

4.1.4　按 8.2.21，9.1，9.2，10.3，和 12 条所作出的选择项；

4.1.5　补充要求（需要时）。

4.2　涂层—除非采购方有规定（见补充要求 S7 和 S8），禁止进行涂层。当订购加涂层的螺母时，采购方应特别注意保证充分理解附录 X2。

4.3　低温条件下使用的螺母，见补充要求 S3（A 320/A 320M 标准）。

4.4　保证载荷试验—对于按表 3 和表 4 中已包括以外的尺寸和外形制造的螺母的保证载荷试验，见补充要求 S9。

5　一般要求

5.1　按本标准提供的材料及紧固件应符合 A 962/A 962M 标准的要求。这些要求包括试验方法、表面精整、螺纹尺寸、标志、合格证书、可选的补充要求和其他。如果不能符合 A 962/A 962 M 标准的要求即构成与本标准的不一致性。在本标准与 A 962/A 962M 标准的要求两者有抵触时，应以本标准为准。

6　制造（工艺）

6.1　各种型式的 6 级和 8 级钢螺母用的不锈钢应用下述任一工艺冶炼：

6.1.1　电炉（分离脱气和精练任选）；

6.1.2　真空感应炉；

6.1.3　上述任一种工艺后加电渣重熔或自耗电弧重熔。

6.2　钢厂要对消除过度偏析，非金属夹杂物、缩孔、疏松及其他缺陷进行适当的控制。

6.3　1 级和 2 级钢螺母须用热锻或冷锻制成，或者用热锻、冷轧及冷拔的棒料机加工而成。

6.3.1　下列情况除外以外，所有由冷锻制成或从冷拔棒料机加工而成的 1 级和 2 级钢的螺母都应在不低于 1000℉（538℃）温度下进行消除应力退火。

6.3.1.1　由热锻制造的螺母。

6.3.1.2　由热锻的或热轧棒材机加工的螺母。

6.3.1.3　由热锻或热轧的，并经冷精整（最大 10%的截面减缩）的棒材机加工的螺母。

6.3.1.4　由冷拔并做了退火（最低温度 1000℉（538℃））的棒材机加工的螺母。

6.3.2　所有由热锻制成，或用热锻及热轧棒料机加工而成的 1 级和 2 级螺母，则不需进行任何消除应力退火处理。

6.4　2H、2HM、3、4、6、6F、7、7M 及 16 级钢的螺母须用热锻或冷锻制成，或者用热锻、热轧及冷拔的棒料机加工而成，并且应进行热处理以符合力学性能的要求。这些级别的钢应均应地重新加热到合适的奥氏体化温度（如此被再次加热做热处理的一组工件被称之为淬火负载），并在实质上相当均一的条件下对每一组淬火负载进行淬火，然后进行如下所示出的回火。级别 2H、2HM、3、4、7 和 7M 钢应在液体中进行淬火。级别 6 和 6F 钢应是在液体中或惰性气体中淬火。级别 16 钢应加热到 1700～1750℉（925～955℃）的温度范围内，并在油中淬火。

级别和类型	最低回火温度，℉（℃）
2H	850（455）
2HM	1150（620）
3	1050（565）
4	1100（595）
6 及 6F	1100（595）
7	1100（595）
7M	1150（620）
16	1200（650）

由按本标准作了热处理的棒料机加工的螺母不需要进行热处理。2HM 和 7M 级钢的螺母在全

部成形、机加工和攻丝之后，应在最低的回火温度下或之上的温度做最终消除应力处理，该项热处理可以是回火处理。

6.4.1 6级和6F级螺母应在该温度下回火不少于1小时。

6.5 8、8C、8CLN、8M、8T、8F、8P、8N、8MN、8R、8S、8LN、8MLN、8MLCuN及9C钢的螺母须用热锻或冷锻制成，或者用热锻、热轧及冷拔棒料机加工而成。

6.6 8A、8CA、8CLNA、8MA、8TA、8FA、8PA、8NA、8MNA、8RA、8SA、8LNA、8MLNA、8MLCuNA及9CA级钢的螺母须用热锻或冷锻制成，或者用热锻、热轧及冷拔棒料机加工而成；接着应将螺母加热至能溶解碳化铬化合物的温度，并保持足够长的时间对它们进行碳化物固溶处理；随后以足够快的冷却速度冷却以防止碳化物再析出。

7 化学成分

7.1 螺母材料的熔炼分析必须符合表1中对所订购钢种规定的化学成分要求。

8 力学性能要求

8.1 硬度试验

8.1.1 要求

8.1.1.1 所有螺母应符合表2规定的硬度要求。

8.1.1.2 已按8.1.5条所述规定作了热处理的1，2，2H，2HM，3，4，7，7M及16级钢的样品螺母应符合表2规定最低硬度要求。

表1 化学成分要求[①,②,③,④]

级别符号	材料	UNS号	C %	Mn %	P %	S[⑤] %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	Ti %	Co+Ta %	N %	其他元素%
1	C	…	≥0.15	1.00	0.040	0.050	0.40	…	…	…	…	…	…	…
2，2HM 2H	C	…	≥0.40	1.00	0.040	0.050	0.40	…	…	…	…	…	…	…
4	C~Mo	…	0.40~0.50	0.70~0.90	0.035	0.040	0.15~0.35	…	…	0.20~0.30	…	…	…	…
3	501型	…	≥0.10	1.00	0.040	0.030	1.00	4.0~6.0	…	0.40~0.65	…	…	…	…
6	410型	S41000	0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	11.5~13.5	…	…	…	…	…	…
6F	416型	S41600	0.15	1.25	0.060	≥0.15	1.00	12.0~14.0	…	…	…	…	…	…
6F	416Se型	S41623	0.15	1.25	0.060	0.060	1.00	12.0~14.0	…	…	…	…	…	Se≥0.15
7，7M	4140 4142，4145 4140H，4142H，4145H型	…	0.37~0.49	0.65~1.10	0.035	0.04	0.15~0.35	0.75~1.20	…	0.15~0.25	…	…	…	…
8，8A	304型	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.00~11.0	…	…	…	…	…
8C，8CA	347型	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	…	≥10×含C量	…	…
8CLN，8CLNA	347LN型	S34751	0.005~0.020	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~13.0	…	…	0.20~0.50 ≥15×含C量	0.06~0.10	…

表 1（续）　化学成分要求[①,②,③,④]

级别符号	材料	UNS 号	C %	Mn %	P %	S[⑤] %	Si %	Cr %	Ni %	Mo %	Ti %	Co+Ta %	N %	其他元素%
8M,8MA	316 型	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	…	…	…	…
8T,8TA	321 型	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	≥5×(C+N)~≤0.70	…	0.10	…
8F,8FA	303 型	S30300	0.15	2.00	0.20	≥0.15	1.00	17.0~19.0	8.0~10.0	…	…	…	…	…
8F,8FA	303Se 型	S30323	0.15	2.00	0.20	0.06	1.00	17.0~19.0	8.0~10.0	…	…	…	…	Se≥0.15
8P,8PA	305 型含有限 C	S30500	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	11.0~13.0	…	…	…	…	…
8N,8NA	304N 型	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	…	…	…	0.10~0.16	…
8LN,8LNA	304LN 型	S30453	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	…	…	…	0.10~0.16	…
8MN,8MNA	316N 型	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~13.0	2.00~3.00	…	…	0.10~0.16	…
8MLN,8MLNA	316N 型	S31653	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~13.0	2.00~3.00	…	…	0.10~0.16	…
8R,8RA[⑥]	XM19	S20910	0.06	4.0~6.0	0.045	0.030	1.00	20.5~23.5	11.5~13.5	1.50~3.00	…	0.10~0.30	0.20~0.40	V,0.10~0.30
8S,8SA	…	S21800	0.10	7.0~9.0	0.060	0.030	3.5~4.5	16.0~18.0	8.0~9.0	…	…	…	0.08~0.18	…
8MLCuN,8MLCuNA	S31254	S31254	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	19.5~20.5	17.5~18.5	6.0~6.5	…	…	0.18~0.22	Cu,0.50~1.00
9C,9CA	N08367	N08367	0.030	2.00	0.040	0.030	1.00	20.0~22.0	23.5~25.5	6.0~7.0	…	…	0.18~0.25	Cu 0.75
16	Cr-Mo-V		0.36~0.47	0.45~0.70	0.035	0.040	0.15~0.35	0.80~1.15	…	0.50~0.65	…	…	…	V,0.25~0.35 Al[③] 0.015

① 除了 6F,8F 及 8FA 级钢需要添加 Se 外,不允许故意添加 Bi,Te 和 Pb 元素。

② 可溶解的和不可溶解的铝总含量

③ 除标最小值或范围外,都是最大值。

④ 表格中示出为"…"处,意为不要求。

⑤ 由于硫的偏析程度的影响,所以硫的成品分析值超过最大值 0.060%在工艺上是不适当的。

⑥ 如 A 276 标准所述。

表2　硬 度 要 求[①]

级别和型式	成品螺母			按 8.1.5 条热处理后的样品螺母	
	布氏硬度	洛氏硬度		布氏硬度 ≥	洛氏硬度标度 B ≥
		标度 C	标度 B		
1	≥121	…	≥70	121	70
2	159~352	…	≥84	159	84
2H,≤1-1/2in.或 M36	248~327	24~35	…	179	89
2H,>1-1/2in.或 M36	212~327	≤38	≥95	147	79
2HM 及 7M	159~235	…	84~99	159	84
3,4,7 及 16	248~327	24~35	…	201	94

表2(续) 硬度要求[①]

级别和型式	成品螺母			按8.1.5条热处理后的样品螺母	
	布氏硬度	洛氏硬度		布氏硬度 ≥	洛氏硬度标度B ≥
		标度C	标度B		
6及6F	228~271	20~28	…	…	…
8,8C,8CLN,8M,8T,8F,8P,8N,8MN,8LN,8MLN,8MLCuN及9C	126~300	≤32	≥60	…	…
8A,8CA,8CLNA,8MA,8TA,8FA,8PA,8NA,8MNA,8LNA,8MLNA,8MLCuNA及9CA	126~192	…	60~90	…	…
8R,8RA,8S及8SA	183~271	≤25	≥88	…	…

① 表格中示出为"…"处,意为不要求。

8.1.2 试验次数—(1, 2, 2H, 3, 4, 7, 及16级钢, 以及6级钢的所有型式):

8.1.2.1 在所有产品热处理之后, 钢厂应按下附表中列出的样品螺母数量进行(硬度)试验:

一批的数量	试样数量
≤800	1
801~8000	2
8001~22000	3
>22000	5

8.1.2.2 此外, 在完成所有产品的热处理之后, 钢厂应在从同一炉号的每一种级别钢的每一种公称直径和规格的螺母中选出的一个样品螺母上, 按8.1.5条对样品作一次硬度试验。

8.1.3 2HM及7M级钢的试验次数:

8.1.3.1 每一个螺母应按布氏或洛氏硬度试验方法进行试验, 以保证产品的符合性。

8.1.3.2 此外, 应符合8.1.2.2条的要求。

8.1.4 试验次数, 对8级钢的所有形式——样品螺母的数量按8.1.2.1条, 应由钢厂在样品螺母上进行试验。

8.1.5 试验2——除了按8.1.2.1条所要求的试验外, 在下述试验热处理后钢厂应对样品螺母进行硬度试验。试样热处理的作法是: 当所有的生产热处理完成后, 按以下指定温度, 对样品螺母加热24小时, 然后缓冷。试验在室温下进行。

级别[①]	温度,℉(℃)
1	850(455)
2, 2H, 2HM	1000(540)
3, 4, 7, 7M	1100(590)
16	1200(650)

① 打算进行涂锌或涂镉的螺母(按补充要求S8作标志), 不受8.1.5条规定的限制(见附录X2)。

8.1.5.1 2HM级和7M级钢的特殊要求—2HM和7M级钢螺母硬度试验前的表面处理及其试验应注意: (1)保护标志的清晰度; (2)尽量减小外形尺寸变化; (3)维持螺纹的配合。

8.2 保证载荷试验:

8.2.1 要求——表3和表4中列出的螺母应该具有承受其中规定的保证载荷的能力。但是, 对按未包括在表3和表4里的尺寸和形状制造的螺母则只有在采购订货单或询价书中规定了补充要求S9时, 才需接受保证载荷试验。

8.2.2 试验次数:

8.2.2.1 在完成所有的生产热处理之后, 钢厂应按8.1.2.1条规定的样品螺母数量进行保证载荷试验。除了在采购订货单或询价书中引用了补充要求S1或S4外, 被要求保证载荷大于160000lb/f(705kN)的螺母, 应按第8节做保证载荷试验, 或者是按A370试验方法和定义标准的附录A3做横截面硬度试验。当在最小强度上有争议时, 保证载荷试验应优先于硬度试验。

表3 使用螺纹芯棒试验的保证载荷——英制系列

公称规格, in.	每英寸螺牙数	承载面积 in.²	保证载荷, lbf[①]					
			1级		2, 2HM, 6, 6F, 7M级		2H, 3, 4, 7, 16级	
			厚六角[②]	六角[③]	厚六角[④]	六角[⑤]	厚六角[⑥]	六角[⑦]
1/4	20	0.0316	4130	3820	4770	4300	5570	4770
5/16	18	0.0524	6810	6290	7860	7070	9170	7860
3/8	16	0.0774	10080	9300	11620	10460	13560	11620
7/16	14	0.1063	13820	12760	15940	14350	18600	15940
1/2	13	0.1419	18450	17030	21280	19160	24830	21260

表 3(续)　使用螺纹芯棒试验的保证载荷——英制系列

公称规格 in.	每英寸螺牙数	承载面积 in.²	保证载荷，lbf[①]					
			1 级		2，2HM，6，6F，7M 级		2H，3，4，7，16 级	
			厚六角[②]	六角[③]	厚六角[④]	六角[⑤]	厚六角[⑥]	六角[⑦]
9/16	12	0.182	23660	21840	27300	24570	31850	27300
5/8	11	0.226	29380	27120	33900	30510	39550	33900
3/4	10	0.334	43420	40080	50100	45090	58450	50100
7/8	9	0.462	60060	55440	69300	62370	80850	69300
1	8	0.606	78780	72720	90900	81810	106000	90900
1 1/8	8	0.790	102700	94800	118500	106700	138200	118500
1 1/4	8	1.000	130000	120000	150000	135000	175000	150000
1 3/8	8	1.233	160200	148000	185000	166500	215800	185000
1 1/2	8	1.492	194000	170040	223800	201400	261100	223800

公称规格 in.	每英寸螺牙数	承载面积 in.²	8 级，9C 级和 9CA 级钢的所有型式	
			厚六角[⑧]	六角[⑨]
1/4	20	0.0316	2540	2380
5/16	18	0.0524	4190	3930
3/8	16	0.0774	6200	5810
7/16	14	0.1063	8500	7970
1/2	13	0.1419	11350	10640
9/16	12	0.182	14560	13650
5/8	11	0.226	18080	16950
3/4	10	0.334	26720	25050
7/8	9	0.462	36960	34650
1	8	0.606	48480	45450
1 1/8	8	0.790	63200	59250
1 1/4	8	1.000	80000	75000
1 3/8	8	1.233	98640	92450
1 1/2	8	1.492	119360	111900

通注：保证载荷不是设计载荷。

注：① 见 8.2.2.1 条中保证载荷试验极限，锁紧螺母的保证载荷应为本表列载荷的 46%。
② 以保证应力 130000psi 为依据。
③ 以保证应力 120000psi 为依据。
④ 以保证应力 150000psi 为依据。
⑤ 以保证应力 135000psi 为依据。
⑥ 以保证应力 175000psi 为依据。
⑦ 以保证应力 150000psi 为依据。
⑧ 以保证应力 80000psi 为依据。
⑨ 以保证应力 75000psi 为依据。

表 4　使用螺纹芯棒试验的保证载荷——米制

公称规格 mm.	牙距	承载面积 mm²	保证载荷，kN[①]					
			1 级		2，2HM，6，6F，7M 级		2H，3，4，7，16 级	
			厚六角[②]	六角[③]	厚六角[④]	六角[⑤]	厚六角[⑥]	六角[⑦]
M6	1.0	20.1	18.0	16.6	20.8	18.7	29.2	20.8
M8	1.25	36.6	32.8	30.2	37.9	34.0	44.1	37.9
M10	1.50	58.0	51.9	47.9	60.0	53.9	69.9	60.0
M12	1.75	84.3	75.5	69.5	87.3	78.4	101.6	87.3
M14	2.0	115.0	102.9	94.9	119.0	107.0	138.6	119.0
M16	2.0	157.0	140.5	129.5	162.5	146.0	189.2	162.5
M20	2.5	245.0	219.3	202.1	253.6	227.8	295.2	253.6
M22	2.5	303.0	271.2	249.9	313.6	281.8	365.1	313.6
M24	3.0	353.0	315.9	291.2	365.4	328.3	425.4	365.4
M27	3.0	459.0	411.0	378.7	475.1	426.9	553.4	475.1
M30	3.5	561.0	502.1	462.8	580.6	521.7	676.0	580.6
M36	4.0	817.0	731.2	674.0	845.6	759.8	984.5	845.6

表4(续) 使用螺纹芯棒试验的保证载荷——米制

公称规格 mm	牙距	承载面积 mm^2	8级，9C级和9CA级钢的所有型式	
			厚六角③	六角⑦
M6	1.0	20.1	11.1	10.4
M8	1.25	36.6	20.1	18.8
M10	1.5	58.0	31.9	29.9
M12	1.75	84.3	46.4	43.4
M14	2.0	115.0	63.3	59.2
M16	2.0	157.0	86.4	80.9
M20	2.5	245.0	134.8	126.2
M22	2.5	303.0	166.7	156.0
M24	3.0	353.0	194.2	181.8
M27	3.0	459.0	252.5	236.4
M30	3.5	561.0	308.6	288.9
M36	4.0	817.0	449.4	420.8

通注：保证载荷不是设计载荷。

注：① 见8.2.2.1条中保证载荷试验极限，锁紧螺母的保证载荷应为本表列载荷的46%。

② 以保证应力895MPa为依据。

③ 以保证应力825MPa为依据。

④ 以保证应力1035MPa为依据。

⑤ 以保证应力930MPa为依据。

⑥ 以保证应力1205MPa为依据。

⑦ 以保证应力1035MPa为依据。

⑧ 以保证应力550MPa为依据。

⑨ 以保证应力515MPa为依据。

8.2.3 试验方法——本项试验应按A 962/A 962M标准，使用开螺纹芯棒或试验（用）螺栓来实施。

8.3 钢锥楔压保证载荷试验

8.3.1 要求——本项试验只有当钢厂和采购方在可见表面不连续缺陷发生争议时才予进行。对于尺寸在1/4in.至1½in.和M6至M36范围内的螺母应经保证载荷试验。不在此尺寸范围以内的以及8级钢的所有型式的螺母无需接受本项试验。还有，对按未包括在A 962/A 962M，ANSI B 1.1，ANSI B 1.13M，ANSI B 18.2.2和ANSI B 18.2.4.6M标准里的尺寸和形状制造的螺母也无需接受本项试验。依据A 194/A 194M标准表5和表6中示出的保证载荷应力，应按照A 962/A 962M标准中的钢锥楔（块）压保证载荷（表格，公式，或两者）来确定所需施加的钢锥楔压保证载荷。

8.3.2 试验次数——钢厂应按8.1.2.1条的规定的螺母数量做取样和试验。如果样品螺母能经受住施加的钢锥楔压保证载荷不发生失效，则该批螺母可予合格验收。

表5 使用120°淬硬钢锥做试验的保证应力—英制

型式	保证应力-psi，≥		
	1级	2，2HM，6 6F和7M级	2H，3，4，7和16级
六角头	120000	135000	150000
大六角头	150000	150000	175000

表6 使用120°淬硬钢锥做试验的保证应力—米制

型式	保证应力-MPa，≥		
	1级	2，2HM，6 6F和7M级	2H，3，4，7和16级
六角头	825	930	1035
大六角头	895	1035	1205

9　尺寸

9.1　螺母的形状应该是六角形的，按应用所需在尺寸上按照 ANSI B 18.2.2 和 ANSI B 18.2.4.6M 标准里的六角型系列或加厚六角形系列。除非另有规定，应采用美国国家标准厚六角型系列；并由厂方任选决定对螺母是两端倒棱角，或者是带机加工或锻造的垫圈端面的任一种；并且需符合 ANSI B 18.2.2和 ANSI B 18.2.4.6M 的角度要求。

9.2　除非另有规定，螺纹应按 ANSI B 1.1 或 ANSI B 1.13M 的规定，并如 9.2.1 及 9.2.2 条所述按 ANSI B 1.2 和 ANSI B 1.13M 进行螺纹测量。

9.2.1　公称尺寸不大于 1in. 的螺母应为 UNC 系列 2B 配合。公称尺寸不大于 M24 的米制螺母应为 6H 公差粗牙系列的。

9.2.2　公称尺寸大于 1in. 的螺母应为 UNC 系列 2B 配合，或 8UN 系列 2B 配合。除非另有规定，8 应提供 UN 系列。公称尺寸大于 M24 的米制螺母应为 6H 公差粗牙系列的。

10　工艺质量、表面质量和外观

10.1　螺母无有害缺陷并具有良好的商品级外观。

10.2　若 8 级钢外其他级别钢的、规格尺寸为 ¼in.到 1½in. 和 M6 到 M36 的螺母上有明显的表面缺陷，因此钢厂和采购方发生争议时，应进行 8.3 条中所述的钢锥验证载荷试验。

10.3　若需要无氧化皮光亮表面，应在采购订货单中加以规定。

11　复试

11.1　关于采购方及其代表做复试的条文规定，列在补充要求 S2 中。

12　合格证书

12.1　除了 A 962/A 962M 标准的要求外，2H，2HM，3，4，6 和 6F，7 和 7M 级螺母的合格证书，应包括化学分析，低倍浸蚀检验（只对碳钢和合金钢），力学性能试验的结果，以及最低回火温度。

13　产品标志

13.1　除了 A 962/A 962M（通用）标准的要求外，螺母应如表 7 中所述，在它的一个表面上清晰地标记出钢的级别、类型和适用的制造工艺。除非制造厂和采购方有协议，不允许把标志标记在扳手平面上或表面之上。

表 7　螺　母　标　志[①]

级别和型式	热锻或冷冲螺母	棒料机加工螺母	按 6.6 条制造的螺母
1	1	1B	…
2	2	2B	…
2H[②]	2H	2HB	…
2H M[②,③]	2HM	2HMB	…
3	3	3B	…
4	4	4B	…
4L[④]	4L	4BL[②]	…
6	6	6B	…
6F	6F	6FB	…
7	7	7B	…
7L[④]	7L	7BL[②]	…
7 M[②,③]	7 M	7 MB[①]	…
7ML[②,④]	7ML	7MLB	…
8	8	8B	8A
8C	8C	8CB	8CA
8CLN	8CLN	8CLNB	8CLNA
8M	8M	8MB	8MA
8T	8T	8TB	8TA
8F	8F	8FB	8FA
8P	8P	8PB	8PA
8N	8N	8NB	8NA
8MN	8MN	8MNB	8MNA
8R	8R	8RB	8RA
8S	8S	8Sb	8SA
8LN	8LN	8LNB	8LNA
8MLN	8MLN	8MLNB	8MLNA
8MLCuN	8MLCuN	8MLCuNB	8MLCuNA
9C	9C	9CB	9CA
16	16	16B	

① 表格中示出为“…”处，意为不要求。

② 字母 H 及 M 表示经热处理过的螺母（见第 6 节）。

③ 对 2HM 和 7M 级钢加下划线的标志已删除，但允许使用。

④ 见补充要求 S3。

14　关键词

14.1　螺栓连接　化学分析　加涂层的　紧固件　上的标志　电镀的

表 S1.1 经应变硬化螺母使用螺纹芯棒试验的保证载荷——英制

公称规格 in.	每英寸牙数	承载面积 in.²	保证载荷, lbf[1]			
			8M类（经应变硬化）	8M类（经应变硬化）	8类外所有形式（经应变硬化）	8类外所有形式（经应变硬化）
			厚六角[2]	六角[3]	厚六角[4]	六角[2]
1/4	20	0.0316	3480	3160	3950	3480
5/16	18	0.0523	5760	5240	6550	5760
3/8	16	0.0774	8510	7740	9675	8510
7/16	14	0.1063	11690	10630	13290	11690
1/2	13	0.1419	15610	14190	17740	15610
9/16	12	0.182	20020	18200	22750	20020
5/8	11	0.226	24860	22600	28250	24860
3/4	10	0.334	36740	33400	41750	36740
7/8	9	0.462	46200	41580	53130	46200
1	8	0.606	60600	54540	69690	60600
1 1/8	8	0.790	75050	67150	82950	75050
1 1/4	8	1.000	95000	85000	105000	95000
1 3/8	8	1.233	110970	98640	123300	100970
1 1/2	8	1.492	134280	119360	149200	134280

通注：保证载荷并非是设计载荷：

① 锁紧螺母的保证载荷应为表列载荷的46%。

② 对≤3/4in. 保证应力 110000psi；对7/8～1in. 保证应力 100000psi；对 1 1/8～1 1/4in. 保证应力为 95000psi；对 1 3/8～1 1/2in. 保证应力为 90000psi 为依据。

③ 对尺寸≤3/4in.，7/8～1in.，1 1/8～1 1/4in. 和 1 3/8～1 1/2in.，分别以保证应力为 100000psi，90000psi，85000psi 和 80000psi 为依据。

④ 对尺寸≤3/4in.，7/8～1in.，1 1/8～1 1/4in. 和 1 3/8～1 1/2in. 分别以保证应力为 125000psi，115000psi，105000psi 和100000psi为依据。

表 S1.2 经应变硬化螺母使用螺纹芯棒试验的保证载荷——米制

公称规格 mm	螺纹节距	承载面积 mm²	保证载荷, kN[1]			
			8M类（经应变硬化）	8M类（经应变硬化）	8类外所有形式（经应变硬化）	8类外所有形式（经应变硬化）
			厚六角[2]	六角[3]	厚六角[4]	六角[2]
M6	1.0	20.1	15.3	13.9	17.3	15.3
M8	1.25	36.6	27.8	25.3	31.3	27.8
M10	1.50	58.0	44.1	40.0	49.9	44.1
M12	1.75	84.3	64.1	58.2	72.5	64.1
M14	2.0	115.0	87.4	79.4	98.9	87.4
M16	2.0	157.0	119.3	108.3	135.0	119.3
M20	2.5	245.0	186.2	169.0	210.9	186.2
M22	2.5	303.0	209.0	187.9	240.9	209.0
M24	3.0	353.0	243.5	218.9	280.6	243.5
M27	3.0	459.0	300.6	268.5	332.7	300.6
M30	3.5	561.0	367.5	328.2	406.7	367.5
M36	4.0	817.0	506.5	449.4	563.7	506.5

通注：保证载荷并非是设计载荷。

① 锁紧螺母的保证载荷应为表列载荷的46%。

② 对 M20mm 的螺母，保证应力为 760MPa。对 M22～M24mm 的螺母，保证应力为 690MPa。对 M27～M30mm 的螺母，保证应力为 655MPa。对 M36mm 的螺母，保证应力为 620MPa。

③ 对 M20mm 的螺母，保证应力为 690MPa。对 M22～M24mm 的螺母，保证应力为 620MPa。对 M27～M30mm 的螺母，保证应力为 585MPa。对 M36mm 的螺母，保证应力为 550MPa。

④ 对 M20mm 的螺母，保证应力为 860MPa。对 M22～M24mm 的螺母，保证应力为 795MPa。对 M27～M30mm 的螺母，保证应力为 725MPa。对 M36mm 的螺母，保证应力为 690MPa。

表 S4.1　大号厚六角螺母的保证载荷[①]——英制

公称规格 in.	每英寸牙数	承载面积 $in.^2$	保证载荷，lbf[②]		
			1 类钢厚六角	2，6，6F 类厚六角	2H，3，4，7，16 类厚六角
1⅝	8	1.78	231400	267000	311500
1¾	8	2.08	270400	312000	364000
⅞	8	2.41	313300	361500	421800
2	8	2.77	360100	415500	484800
2¼	8	3.56	462800	534000	623000
2½	8	4.44	577200	666000	777000
2¾	8	5.43	705900	814500	950250

① ANSI B 18.2.2 标准中尺寸范围大于 1½in. 的，假设尺寸仅对厚六角螺母，参见 8.3.1 条。

② 大尺寸的及其他螺纹系列的螺母的保证载荷可由螺纹的承载面积乘以表 3 或表 8 中附注里的保证应力求得。压紧螺母的保证载荷应为表列载荷的 46%。

表 S4.2　大号厚六角螺母的保证载荷[①]——米制

公称规格 mm	螺纹节距	承载面积 mm^2	保证载荷，MPa[②]		
			1 类钢厚六角	2，6，6F 类厚六角	2H，3，4，7，16 类厚六角
M42	4.5	1120	1002.4	1159.2	1349.6
M48	5	1470	1315.7	1521.4	1771.4
M56	5.5	2030	1816.9	2101.0	2446.2
M64	6	2680	2398.6	2773.8	3229.4
M72	6	3460	3096.7	3581.1	4169.3

① ANSI B 18.2.4.6M 标准中尺寸范围大于 M36 的，假设尺寸仅对厚六角螺母，参见 8.3.1 条。*

② 大尺寸的及其他螺纹系列的螺母的保证载荷可由螺纹的承载面积乘以表 4 或表 9 中附注里的保证应力求得。压紧螺母的保证载荷应为表列载荷的 46%。

* 英文原文中误标为参见 7.3.1 条，已作更正——译注。

补 充 要 求

下列补充要求中的一项或多项只有当采购方在咨询单、合同书或采购订货单中规定时才适用。这些补充要求的细节应由采购方和制造厂用书面文件商定。补充要求不得否定本标准的任何一项要求。

S1 应变硬化奥氏体钢螺母

S1.1 8、8C、8T、8M、8F、8P、8N或8MN级钢的螺母可规定为应变硬化的。当订货单中引用补充要求S1时，螺母应是由冷拔棒料机加工或由冷锻成形而成，且不进行随后热处理。按此要求制成的螺母应按8.2.2.1条进行保证载荷试验，并应经得住表S1.1和表S1.2规定的保证载荷。对要求保证载荷超过160000 lbf（705kN）的螺母，要引用补充要求S4。表2的硬度要求对应变硬化螺母不适用。按本要求制成的螺母在标志级别符号时应加下划线。

S2 由采购方的代表作复试

S2.1 采购方的代表可对规格为⅝in.和M16及更小的螺母每小桶单位［重200lb（90kg）］选两个；对规格大于⅝in.及M16～½in.和到M36的螺母每小桶选一个，以及规格大于1½in.及M36的螺母每两小桶选一个作第8节中规定的试验。

S3 4级或7级和7M级钢螺母的低温要求

S3.1 当对于4级或7级钢的螺母规定了低温要求时，应采用A 320/A 320M标准中的L7级钢所规定的夏比冲击试验程序及要求。当对于7M级螺母规定了低温要求时，应采用A 320/A 320M标准中对L7M级钢规定的夏比冲击试验程序和要求。根据螺母的规格，可以要求相同炉批单取试样，并随要试验的螺母进行热处理。如果棒坯料的直径小于⅝in.（16mm）则不能获得全尺寸的冲击试样。

S3.2 经如此试验的螺母，在如表7所示的标志应附加字母“L”。

S4 大号螺母的保证载荷试验

S4.1 可以要求对螺母进行保证载荷大于160000 lbf（705kN）的保证载荷试验。有此规定时，可按8.2条进行试验直至表S4.1和表S4.2所要求的保证载荷。最大载荷完全是根据设备能力而定。

S5 按炉号进行产品控制

S5.1 当规定补充要求由实际的熔炼分析对螺母进行产品控制，制造厂在每次装货时，应按实际的熔炉号对成品螺母加以识别标记。当规定执行本补充要求时，制造厂应提供包括每批试验的实际产品的试验结果，并连带熔炼分析结果。

S6 对在1000℉以上使用的非H级别奥氏体钢的晶粒度的要求

S6.1 对于设计金属温度大于1000℉（540℃）温度的钢，材料应具有E112试验方法测定的7级或更粗的晶粒度。这样测定得出的晶粒度应注明在试验合格证上。

S7 螺母涂层

S7.1 为涂层工作方便，在采购订货单中对所需的所有信息作出规定是采购方的责任。此类信息例如可包括如下资料，但不只限于这些。

S7.1.1 适合引用的涂层标准和型式，厚度，位置，尺寸的修正，以及氢脆性的免除。

注S7.1——螺纹尺寸的修正会招致承载能力的损失。

S7.1.2 引用A 153/A 153M，B633，B695，B696，B766，F1941，F2329和F1940试验方法或其他标准。

S8 涂层螺母的标志

S8.1 涂锌的螺母应在其级别符号后添加字符“ZN”标志。涂镉的螺母应在其级别符号后

添加字符“CD”标志。

注 S8.1——作为示例，镀锌的 2H 级钢紧固件的标志将标记为“2HZN”，而不是标为“2H*”。

S9 保证载荷试验

S9.1 按表 3 和表 4 中列出的以外的尺寸，螺距和外形制造的螺母，应按钢厂与采购方双方商定的载荷做保证载荷试验。

附 录

（非强制性资料）

X1 奥氏体不锈钢的应变硬化

X1.1 应变硬化是一种在低于再结晶温度（冷加工）下由于塑性变形造成的强度和硬度的升高现象。这种效应在奥氏体不锈钢上是当依靠冷拔或其他工艺将尺寸较大的棒或线材减小到所需的最终尺寸时产生。在任何一种合金钢上能获得的应变硬化程度受其应变硬化特性约制，像横截面的总减小量，模具角度及棒料尺寸。例如，大直径的棒钢塑性变形将主要发生在棒的外侧区域，结果是由于应变硬化提高的强度和硬度主要是在靠近棒料的表面得以达到，也就是棒料越小应变硬化的穿透深度也就越深。因此，一个给定应变硬化的紧固体力学性能不仅取决于其合金成分，还取决于用于机加工的棒料尺寸。

X2 涂层和应用限制

X2.1 在高于大约为熔点温度（℉或℃）一半的温度下使用的加涂层的紧固件，除非出于对液体和固体金属脆性倾向的考虑，不推荐加涂层。锌元素的熔点温度大约为780℉（415℃）。因此，锌涂层的紧固件适宜限制在低于390℉（210℃）以下温度使用。镉元素的熔点温度大约为600℉（320℃），因此，镉涂层的紧固件适宜限制在低于300℉（160℃）以下温度使用。

压力容器用镍合金钢板

SA-203/SA-203M

（与 ASTM 标准 A203/A203M—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准中的镍合金钢板主要适用于焊接压力容器。

1.2 本标准中的钢板现有下列四个强度级别和两种镍合量：

级 别	名义镍含量 %	屈服强度 ≥,ksi (MPa)	抗拉强度 ≥,ksi (MPa)
A	2.25	37 (255)	65 (450)
B	2.25	40 (275)	70 (485)
D	3.50	37 (255)	65 (450)
E	3.50	40 (275)	70 (485)
F 级：	3.50		
厚度不大于 2in. (50mm)		55 (380)	80 (550)
厚度大于 2in. (50mm)		50 (345)	75 (515)

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定机械性能要求能力的限制，但现行做法通常将按本标准供应的钢板的最大厚度限制如下：

级 别	最大厚度,in. (mm)
A	6 (150)
B	6 (150)
D	4 (100)
E	4 (100)
F	4 (100)

1.4 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应分别视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板和复合钢板超声直射波检验。

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的材料应符合 A 20/A 20M 标准。这些要求包括试验和复试的方法和程序，尺寸及重量允许偏差，质量及缺陷的修补、标志、装载以及订货信息。

3.2 除本标准的基本要求外，为了满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验，可采用若干补充要求。采购方应参照本标准中的补充要求和A 20/A 20M中的详细要求。

3.3 如本标准的要求与A 20/A 20M标准的要求相冲突时，则以本标准的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M标准中细晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板都应按下述规定进行热处理：

5.1.1 所有 A、B、D 及 E 级钢板除 5.1.1.1 条所允许的情况外都应进行正火处理。

5.1.1.1 如需方同意，为了改善韧性，允许将级别 A、B、D 及 E 钢板的冷却速度快于空冷速度，但钢板应随后经不低于 1100°F (595℃)，不少于½小时回火。

5.1.2 级别 F 的所有钢板均应加热到奥氏体区域，在水中淬火，然后在不低于 1100°F (595℃) 下进行不少于½小时回火热处理。

6 化学成分

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中的补充要求 S17

真空碳脱氧钢的规定另有修改外，钢的化学成分应符合表1的规定。

7 力学性能

7.1 拉伸试验要求——由拉伸试样所代表的材料的拉伸性能应符合表2的规定。

7.1.1 按5.1.1.1或5.1.2条规定进行了热处理的，且名义厚度小于等于5/8in.（20mm）的钢板，拉伸试验可采用1.5in.（40mm）宽的矩形试样。以2in.（50mm）标距长度测定的伸长率应包括断口，并显示最大伸长率。当采用这种试样时，伸长率不得低于23%。

7.2 冲击试验要求

7.2.1 按5.1.1.1条规定进行热处理的级别A、B、D及E的钢板应行夏比V形缺口冲击试验，冲击吸收能应满足20ft·lbf(27J)。试验温度及试样取向应由供需双方协商确定。

7.2.2 F级钢板应按A 20/A 20M标准的补充要求S5进行冲击试验。

8 关键词

8.1 合金钢板 镍合金钢 承压件 压力容器钢 钢板 压力容器用钢板

表1 化学成分要求

元素		成分,%			
		A级	B级	D级	E、F级
C，≤①	厚度≤2in.（50mm）	0.17	0.21	0.17	0.20
	厚度>2~4in.（100mm）	0.20	0.24	0.20	0.23
	厚度>4in.（100mm）	0.23	0.25	…	…
Mn，≤	熔炼分析：				
	厚度≤2in.（50mm）	0.70	0.70	0.70	0.70
	厚度≤2in.（50mm）	0.80	0.80	0.80	0.80
	成品分析：				
	厚度≤2in.（50mm）	0.78	0.78	0.78	0.78
	厚度>2in.（50mm）	0.88	0.88	0.88	0.88
P，≤①		0.025	0.025	0.025	0.025
S，≤①		0.025	0.025	0.025	0.025
Si	溶炼分析	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45
Ni	熔炼分析	2.10~2.50	2.10~2.50	3.25~3.75	3.25~3.75
	成品分析	2.03~2.57	2.03~2.57	3.18~3.82	3.18~3.82

① 同时适用于熔炼分析和成品分析。

表2 拉伸性能要求

项目		A和D级 ksi（MPa）	B和E级 ksi（MPa）	F级 ksi（MPa）
抗拉强度	厚度≤2in.（50mm）	65~85（450~585）	70~90（485~620）	80~100（550~690）
	厚度>2in.（50mm）	65~85（450~585）	70~90（485~620）	75~95（515~655）
屈服强度，≥	厚度≤2in.（50mm）	37（255）	40（275）	55（380）
	厚度大于2in.（50mm）	37（255）	40（275）	50（345）
伸长率，标距8in.（200mm），≥,%①		19	17	…
伸长率，标距2in.（50mm），≥,%①.②		23	21	20

① 伸长率的修正见A20/A20M标准。

② 见7.1.1条。

补 充 要 求

补充要求只有在采购订货单中有规定时才适用。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择使用的标准化了的补充要求明细表。若干项被认为是适合于本标准使用的补充要求的标题如下所列：

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准的超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准的超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

压力容器用钼合金钢板

SA-204/SA-204M

（与 ASTM 标准 A 204/A 204M—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准主要适用于焊接的锅炉和其他压力容器用的钼合金钢板。

1.2 本标准中的钢板分为如下三个强度等级：

级 别	抗拉强度	
	ksi	(MPa)
A	65~85	(450~585)
B	70~90	(485~620)
C	75~95	(515~655)

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力限制；但现在通常将本标准供应的钢板最大厚度限制如下：

级 别	最大厚度，in. (mm)
A	6 (150)
B	6 (150)
C	4 (100)

1.4 以英寸-磅或 SI 单位表示的数值均可视为标准值。在本标准中括号内的为 SI 单位。由于两种单位所表示的数值并不是精确相等的，因此，必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用可能造成与本标准不符。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板和复合钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的材料应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试的方法与程序，尺寸和重量的允许偏差，质量和缺陷的修补，标志和装载以及订货信息。

3.2 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时，可采用若干补充要求。采购方应参照本标准中列出的附加要求和A 20/A 20M标准中的详细要求。

3.3 卷板产品在它们被加工成为成品钢板之前，不受本标准质量评定要求的制约。从卷板生产的钢板意味着；钢板是已从卷板切割成各自长度的钢板。加工厂应对涉及将卷板加工成为成品钢板的操作进行直接地控制，或负责任。这样的操作，包括开卷，展平，切割到长度，试验，检查，调质，热处理（如果适用），包装，标志，发货装运，以及合格证书。

注 1：对于用卷板生产的，以及未经热处理或只作了消除应力处理供货的钢板，对每一卷作质量评定的卷板需报告三个试验结果。关于从卷板生产钢板的附加要求，见 A 20/A 20M 标准的描述。

3.4 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，则以本标准中的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢。

5 热处理

5.1 厚度小于等于 1½in. (40mm) 的钢板通常以轧制状态供应，也可以正火、消除应力处理正火加消除应力处理供应。

5.2 厚度大于 1½in. (40mm) 的钢板应正火。

6 化学成分

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中附加要求 S17（真空碳脱氧钢）的规定另有修改外，钢的化学

成分应符合表 1 的规定。

7　力学性能要求

7.1　拉伸试验要求—拉伸试样所代表的材料应符合表 2 的规定。

8　关键词

8.1　合金钢板　钼合金　承压零件　压力容器钢板

表 1　化 学 成 分

元　素		成　分,%		
		A　级	B　级	C　级
C[①]	板厚≤1in.（25mm）	≤0.18	≤0.20	≤0.23
	板厚>1~2in.（50mm）	≤0.21	≤0.23	≤0.26
	板厚>2~4in.（100mm）	≤0.23	≤0.25	≤0.28
	板厚>4in.（100mm）	≤0.25	≤0.27	≤0.28
Mn	熔炼分析	≤0.90	≤0.90	≤0.90
	成品分析	≤0.98	≤0.98	≤0.98
P[①]		≤0.025	≤0.025	≤0.025
S[①]		≤0.025	≤0.025	≤0.025
Si	熔炼分析	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45
Mo	熔炼分析	0.45~0.60	0.45~0.60	0.45~0.60
	成品分析	0.41~0.64	0.41~0.64	0.41~0.64

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

表 2　拉 伸 性 能

元　素	A　级	B　级	C　级
	ksi(MPa)	ksi(MPa)	ksi(MPa)
拉伸强度	65~85(450~585)	70~90(485~620)	75~95(515~655)
屈服强度[①]	≥37(255)	≥40(275)	≥43(295)
伸长率(标距 8in. 或 200mm),%[②]	≥19	≥17	≥16
伸长率(标距 2in. 或 50mm),%[②]	≥23	≥21	≥20

① 可用 0.2%残余变形法或载荷下的 0.5%伸长法测定。

② 见 A20/A20M 标准关于伸长率的修正。

补充要求

除在采购订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。适宜用于本标准的项目如下：

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行的超声波检验

S9 磁粉探伤

S11 按 A 577/A 577M 标准进行的超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

锅炉和过热器用无缝碳钼合金钢管子

SA-209/SA-209M

[与 ASTM 标准 A 209/A 209M—03(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉和过热器用若干级别最小壁厚的无缝碳钼合金钢管子。

1.2 本标准适用于外径为½～5in.(12.7～127mm)最小壁厚为 0.035～0.500in.(0.9～12.7mm)的管子。

1.3 提供有选择性的补充要求。当需要时，应在订货单上注明。

1.4 以英寸-磅单位或国际制(SI)单位表示的数值都应视为标准值。在本标准中，国际制单位示于括号内。两种单位制中的数值并不完全相等，因此每种单位制，必须单独地使用。如将两种单位制混用，将导致与本标准的不一致。除非在订单中规定使用本标准中的“M”标志(SI 单位)，否则应用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢和奥氏体合金钢和不锈钢管子通用要求。

3 一般要求

3.1 按本标准提供的材料，应符合行版本的 A 1016/A 1016M 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 1016/A 1016M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准与 A 1016/A 1016M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

4 材料和制造

4.1 炼钢方法——钢应为镇静钢。

4.2 管子应采用无缝制管法制造，且按订单规定，可为热精整或冷精整的。

4.3 热处理——热精整管子应在 1200℉(650℃)或更高的温度进行热处理。冷精整管子在最后一道冷精整后，应在 1200℉(650℃)或更高的温度进行热处理，或管子制品可为全退火、等温退火或正火加回火供货。如以正火加回火状态完工，则最低回火温度应不低于 1200℉(650℃)。

5 化学成分

5.1 钢应符合表 1 中规定化学成分的要求。

表 1 化学成分

元 素	成 分,%		
	T1 级	T1a 级	T1b 级
C	0.10～0.20	0.15～0.25	≤0.14
Mn	0.30～0.80	0.30～0.80	0.30～0.80
P≤	0.025	0.025	0.025
S≤	0.025	0.025	0.025
Si	0.10～0.50	0.10～0.50	0.10～0.50
Mo	0.44～0.65	0.44～0.65	0.44～0.65

5.2 成品分析：

5.2.1 制造厂应从每一炉的一个钢(管)坯或一根管子作出分析。由此确定的化学成分应符合表 1 中规定的要求。

5.2.2 若原有的成品分析不合格，则应外加两个钢坯或管子进行复试。对有问题的元素两个复试都必须满足标准的要求，否则该炉或该批(见第 7.1 条)所有剩余材料应拒收，或生产厂愿意，可对每一钢(管)坯或管子作各别的合格验收试验。不符合标准要求的钢(管)坯或管子应拒收。

6 力学性能

6.1 拉伸性能要求：

6.1.1 材料应符合表 2 中规定的拉伸性能

要求。

6.1.2 表3列出了壁厚每薄1/32in.（0.8mm）时计算的最小伸长率值。当壁厚处在上式两值之间时，最小伸长率的值则由下式确定之：

$$E=48t+15.00 \quad (E=1.87t+15.00) \quad (1)$$

式中 E=标距2in或50mm的伸长率,%；

t=试样的实际厚度，in.（mm）。

6.2 硬度要求——管子的硬度不得超过表4中的规定值。

6.3 试验次数：

6.3.1 拉伸试验——每批不超过50根管子的试样上应作一个拉伸试验。一批超过50根管子时，则应在二根管子的试样上作拉伸试验（见第7.2条）。

6.3.2 压扁试验——在每批的一根成品管两端的试样中各做一个压扁试验，但不是作扩口试验的那一根（见第7.1条）。

6.3.3 扩口试验——从每批的一根成品管两端的试样各作一个扩大试验，但不是作压扁试验的那一根（见第7.1条）。

6.3.4 硬度试验——从每批两根管子的试样上作布氏或洛氏硬度试验（见第7.2条）。

7 取样

7.1 压扁试验、扩口试验和成品分析——对于压扁试验、扩口试验和成品分析要求，名词“批”含义是切割前用一同炉钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式热处理炉内进行时，则“一批”只包括相同热处进料、同一炉钢生产的同一尺寸的，同一热处理制度的那些管子。当最终热处理是在连续式热处理炉中进行时，则“一批”包括的属于同一炉钢的同一尺寸的管子根数应如表5所示，按管子规格决定。

7.2 拉伸和硬度试验——对于拉伸和硬度试验要求，名词“批”适用于切割前用一同炉钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式热处理炉内进行时，则“一批”只包括相同热处进料、同一炉钢生产的同一规格的，同一热处理制度的那些管子。当最终热处理是在连续式热处理炉中进行时，“一批”应包括所有同一规格的、属于同一炉钢生产的、加热温度、时间及炉速相同的所有管子。

表2 拉伸性能要求

级 别	T1级	T1b级	T1a级
抗拉强度，ksi（MPa）≥	55（380）	53（365）	60（415）
屈服强度，ksi（MPa）≥	30（205）	28（195）	32（220）
伸长率，标距2in.或50mm≥,%	30	30	30
对于纵条试验壁厚小于5/16in.（8mm），每减少1/32in.（0.8mm）从基本最小伸长率可减少的百分值	1.50①	1.50①	1.50①
当采用标准圆试样其标距为2in.或50mm或较小比例尺寸的试样其标距等于4D（4倍直径）时	22	22	22

① 表3列出计算得出的最小伸长率值。

表3 计算得出的最小伸长率值

壁厚		伸长率，标距2in.或50mm≥,%①
in.	mm	
5/16（0.312）	8	30
9/32（0.281）	7.2	29
1/4（0.250）	6.4	27
7/32（0.219）	5.6	26
3/16（0.188）	4.8	24
5/32（0.156）	4	22
1/8（0.125）	3.2	21
3/32（0.094）	2.4	20
1/16（0.062）	1.6	18

① 计算伸长率应圆整到最接近的整数。

表4 硬度要求

级 别	布氏硬度，管壁厚度≥0.200in.（5.1mm），HBW	洛氏硬度，管壁厚度<0.200in.（5.1mm），HRB
T1	146	80
T1a	153	81
T1b	137	77

表 5　连续过程热处理中一批的管子根数

管子尺寸	批量大小
外径≥2in.（50.8mm）和 壁厚≥0.200in.（5.1mm）	不多于 50 根管子
外径≥2in.（50.8mm）和 壁厚<0.200in.（5.1mm）	不多于 75 根管子
外径<2in.（50.8mm）， 但是>1in.（25.4mm）	不多于 75 根管子
外径≤1in.（25.4mm）	不多于 125 根管子

8　成形操作

8.1　插入锅炉内的管子应能经住胀胀及卷边而无所裂纹或发裂。过热器管在正确操作下应能经受为不同用途必须的所有锻造、焊接和弯曲加工而不出现缺陷。

9　产品标志

9.1　除在 A 1016/A 1016M 标准中规定的标志外，还应包括管子是热精整或冷精整的标志。

10　关键词

10.1　锅炉管子　碳钼钢　无缝钢管子　钢管子　过热器管子

补充要求

下列补充要求只有当采购方在询价单、合同或采购订货单中有专门规定时才适用。

S1 表面状态

S1.1 如需要酸洗或喷丸清理或两者都要，订货单上应特别予以说明。这个补充要求的细则应由制造厂和采购方协商同意。

锅炉和过热器用无缝中碳钢管子

SA-210/SA-210M

（除表 2 有编辑上变动外，与 ASTM A 210/A 210M—95 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉管和锅炉烟道管子，包括安全端（注 1）、拱顶及支撑管，以及过热器管用的最小壁厚* 的无缝中碳钢管子。

注 1：这一类型不适用于锻焊的安全端。

* 按美国 ASME 标准和 ASTM 标准，凡是管子（TUBE）其壁厚的负偏差为-0%，对管壁厚度只允许正偏差，故称为最小壁厚管子。详见 A 450/A 450M 标准。——译注。

1.2 按本标准通常供货的管子尺寸及厚度为：外径½~5in.（12.7~127mm），最小壁厚 0.035~0.500in.（0.9~12.7mm）。也可以提供其他尺寸的管子，但要保证这些管子符合本标准的所有其他要求。

1.3 力学性能要求不适用于内径小于⅛in.（3.2mm），或厚度小于 0.015in.（0.4mm）的管子。

1.4 这些产品用于 ISO 锅炉构造推荐规程的场合，则应附加 A520 标准的要求以取代本标准的要求。

1.5 英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两个单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。除非在订货单中规定采用“M”标志的本标准，应采用英寸-磅单位。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 450/A 450M 碳钢，铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

A 520 高温用无缝和电阻焊接碳钢管状制品用于 ISO“锅炉构造推荐规程”的补充要求

3 订货须知

3.1 符合本标准的材料的订货单位应按需要包括下列各项，充分地说明所需的材料：

3.1.1 数量（英尺、米或根数）。

3.1.2 材料名称（无缝管子）。

3.1.3 级别。

3.1.4 制造（热精整或冷精整）。

3.1.5 尺寸（外径及最小壁厚）。

3.1.6 长度（定尺或不定尺）。

3.1.7 选用要求（第 7 节和第 10 节）。

3.1.8 要求的试验报告（见 A 450/A 450M 标准的证明一节）。

3.1.9 标准号。

3.1.10 特殊要求。

4 通用要求

4.1 按本标准提供的材料，除另有规定外，应符合现行版本的 A450/A450M 标准的适用要求。

5 制造

5.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢。

5.2 管子应按无缝工艺制造，并应根据指定，采用热精整，或冷精整。

6 热处理

6.1 热精整管不需热处理。冷精整管在最后一道冷拔后，应经亚临界退火，完全退火或正火热处理。

7 表面状态

7.1 如要求酸洗或喷砂清理，或两者都需要，则应在订货单上特别说明。

8 化学成分

8.1 钢应符合表 1 中规定的化学成分的要求

表1 化学成分要求

元 素	成 分,%	
	A-1级	C级
C①	≤0.27	≤0.35
Mn	≤0.93	0.29~1.06
P	≤0.035	≤0.035
S	≤0.035	≤0.035
Si	≥0.10	≥0.10

① 是指碳含量在规定最大碳含量以下每减少0.01%,则允许锰含量比规定最大含量增加0.06%,直至最大不超过1.35%。

8.2 当按本标准订购某一类别的钢种时,为对此订购的类别要求添加任何非表1所列的元素作为合金类别供应,则是不允许的。

9 成品分析

9.1 当买方订货单要求时,供方应作成品分析,每炉次取一根管子或钢坯。由此确定化学成分应符合规定的要求。

9.2 若原有的成品分析试验不合格,应外加两个钢坯或管子进行复试。对有问题的元素,两次复试都必须满足标准的要求;否则该炉或该批(注2)的所有剩余材料应拒收,或者当生产厂愿意,可对每一钢坯或每根管子作个别的验收试验。凡不符合标准要求的钢坯或管子应拒收。

注2:对于压扁和扩口要求,名词术语"批"适用于切割前由同一炉钢生产的,同一公称尺寸和壁厚的所有管子。当最终热处理是在分批式炉中进行时,一"批"应只包括同一尺寸同一炉批在相同炉内装料下进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时,一"批中由同一炉和同一尺寸的管子根数应按表2所述的该管子的尺寸确定之。

注3:对于拉伸和硬度试验要求,名词术语"批"适用于切割前从同一炉钢生产的,同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在分批式炉中进行时,一"批"应只包括同一尺寸及同一炉批在相同炉内装料下进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时,一"批"应包括同一尺寸,同一炉及在相同炉内以相同温度,相同加热时间及炉速下作热处理的所有管子。

10 拉伸要求

10.1 材料应符合表3规定的拉伸性能要求。

10.2 表4列出了每减薄壁厚1/32in.(0.8mm)时计算的伸长率最小值。壁厚处在上式两值之间时,最小伸长率的值则由下式确定:

$$E=48t+15.00 \quad (E=1.87t+1500)$$

式中 E=标距2in.或50mm的伸长率,%;

t=试样的实际厚度in.(mm)。

表2 连续过程热处理中一批的根数

管子尺寸	批量大小
外径≥2in.(50.8mm)和壁厚≥0.200in.(5.10mm)	不多于50根管子
外径≥2in.(50.8mm)和壁厚≥0.200in.(5.10mm)	不多于75根管子
2in.(50.8mm)>外径>1in.(25.4mm)或壁厚<0.200in.(5.08mm)	不多于75根管子
外径≤1in.(25.4mm)	不多于125根管子

表3 拉伸性能要求

项 目	A-1级	C级
抗拉强度,ksi(MPs)	≥60(415)	≥70(485)
抗拉强度,ksi(MPa)	≥37(255)	≥40(275)
伸长率,标距2in.,或50mm,%	≥30	≥30
对于纵条试验,壁厚小于5/16(8mm),每减小1/32in.(0.8mm)从基本最小伸长率可减小的百分值	1.50①	1.50①
当采用标准圆试样,标距2in.或50mm,或者较小比例尺寸的试样,其标距等于4D(4倍直径)时	22	20

① 指表4列出了计算得出的最小值。

11 硬度要求

11.1 A-1级钢管子的硬度不应超过洛氏硬度79HRB或布氏硬度143HB。C级钢管子的硬度不应超过洛氏硬度89HRB或布氏硬度179HB。

12 要求的力学性能试验

12.1 拉伸试验——应在批量不满足50根管子的一个试样上做一个拉伸试验。批量超过50根管子时,应从2根管子的试样上各作拉伸试验(注3)。

12.2 压扁试验——在每批的一根成品管两端的试样上各做一个压扁试验(注2),但不是作为扩口试验的那一根。在外径小于等于2.375in.(60.3mm)的C级管子上,当有撕裂或破裂呈现在12点钟或6点钟的位置上,不考虑作为拒收的依据。

表 4　计算得出的伸长率最小值①

壁　厚		伸长率,标距 2in. 或 50mm,%
in.	mm	≥
5/16(0.312)	8	30
9/32(0.281)	7.2	28
1/4(0.250)	6.4	27
7/32(0.219)	5.6	26
3/16(0.188)	4.8	24
5/32(0.156)	4	22
1/8(0.125)	3.2	21
3/32(0.094)	2.4	20
1/16(0.062)	1.6	18
0.062~>0.035	1.6~>0.9	17
0.035~>0.022	0.9~>0.6	16
0.022~0.015	0.6~0.4	16

① 计算得出的伸长率值须圆整到最接近的整数。

12.3　扩口试验——从每批的一根成品管两端的试样上各做一个扩口试验(注 2),但不是作为压扁试验的那一根。

12.4　硬度试验——从每批两根管子的试样上做布氏或洛氏硬度试验(注 3)。

12.5　水压或无损电测试验——每根管子均应做水压试验，或当买方指定时，可用无损电测试验来代替。

13　成型工艺

13.1　当管子插入锅炉内时，应能承受胀接及卷边而不发生裂纹、开裂。过热器管在正确操作时应承受应用上必需的所有锻造、焊接及弯管操作而不出现缺陷。

14　产品标志

14.1　除 A 450/A 450M 标准中规定的标志外，尚应包括管子是热精整或冷精整的标志。

15　关键词

15.1　锅炉管子　碳钢　无缝钢管子　钢管子　过热器管子

锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子

(15) SA-213/SA-213M

(除 6.2 条中增加 H 级别热处理要求和对 6.2.2 条做修订纳入 S30432 级钢外，与 ASTM 标准 A 213/A 213M—08 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉和过热器、及热交换器用的无缝铁素体和奥氏体钢管子、其级别号为 T5、TP304 等。这些钢分别列于表 1 至表 2 中。

1.2 级别代号中带有‘H’字符的级别钢与不带‘H’字符的相近级别钢的要求不同。这些不同的要求使得它们具有较之无这些要求的相近级别钢上通常可获得的要更高的蠕变-断裂强度。

1.3 通常按本标准提供的管子尺寸和厚度为：内径 1/8in.(3.2mm) 到外径 5in.(127mm)，并最小壁厚从 0.015~0.500in.(0.4~12.7mm)。也可提供其他尺寸的管子，但要保证这些管子符合本标准的所有其他要求。

1.4 以英寸-磅或国际制 (SI) 单位表示的数值都应视为标准值。在本标准中，国际制单位示于括号内。由于两种单位制的数值并不可能完全相等，故必须单独地分别采用两种单位制。如混用两种单位制，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中要求使用本标准中的“M”标志 (SI 单位)，否则，应采用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 262 奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性测定实用规程

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

E 112 测定金属的平均晶粒度的方法

3 术语

3.1 定义——本标准中所用术语的定义参见 A941 术语标准

4 订货须知

4.1 符合本标准材料的订货单应按需要包括下列各项，充分地说明需要的材料：

4.1.1 数量（英尺、米或根数）。

4.1.2 材料名称（无缝管子）。

4.1.3 级别（表 1 和表 2）。

4.1.4 表面状态（热精整或冷精整）。

4.1.5 控制的金相组织特征（见 6.3 条）。

4.1.6 尺寸（外径及最小壁厚，除非规定了平均壁厚）。

4.1.7 长度（定尺或不定尺）。

4.1.8 水压试验或无损电测试验（见 10.1 条）。

4.1.9 标准号和出版年号

4.1.10 增加硫含量（为了改善可机加工性，见表 1 注 *B* 和 15.3 条。）

4.1.11 特殊要求和任何选用的补充要求。

5 一般要求

5.1 按本标准提供的成品管子，应符合A 1016/A 1016M 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 1016/A 1016M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与 A 1016/A 1016M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准的要求。

6 材料和制造

6.1 制造和表面状态——管子应采用无缝制

管法制造，并按采购订货单的要求应为热精整或冷精整的；TP347HFG 级钢管子应冷精整。

6.2　热处理：

6.2.1　铁素体合金钢和铁素体不锈钢——铁素体合金钢和铁素体不锈钢应按照表 3 的要求，应经再次加热做热处理。除了为了热成形目的的加热外，热处理应单独进行。

6.2.2　奥氏体不锈钢——所有的奥氏体钢管子应热处理状态供货，并按表 3 的要求进行热处理。如果管子在热成形之后的温度不低于规定的最低固溶处理温度（直接淬火），对于 S30432，S30815，S30942，S31035，S31272，S33228 和 H 级别钢以外的级别的无缝管子、可在紧接着热成形之后单独在水中淬火或以其他方法快速冷却。对于 H 级别钢，还有 S30432，S30815，S30942，S31035，S31272 以及 S33228 级别钢在做淬火之前，管子应按所要求的时间、再次加热到规定的固溶处理温度。

6.3　如果要求任何的受控的结构特性，它们必须在采购订货单中作出规定，以作为最为合适的热处理的导则。

7　化学成分

7.1　化学成分要求：

7.1.1　合金钢应符合表 1 中规定的化学成分要求。

7.1.2　不锈钢应符合表 2 中规定的化学成分要求。

表 1　低合金钢的化学成分限值，%[A]

级别	UNS 标号	成分 %														
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	B	Nb	N	Al	W	其他元素
T2	K11547	0.10 ~ 0.20	0.30 ~ 0.61	0.025	0.025[B]	0.10 ~ 0.30	…	0.50 ~ 0.81	0.44 ~ 0.65	…	…	…	…	…	…	…
T5	K41515	0.15	0.30 ~ 0.60	0.025	0.025	0.50	…	4.00 ~ 6.00	0.45 ~ 0.65	…	…	…	…	…	…	…
T5b	K51545	0.15	0.30 ~ 0.60	0.025	0.025	1.00 ~ 2.00	…	4.00 ~ 6.00	0.45 ~ 0.65	…	…	…	…	…	…	…
T5c	K41245	0.12	0.30 ~ 0.60	0.025	0.025	0.50	…	4.00 ~ 6.00	0.45 ~ 0.65	…	…	…	…	…	…	Ti 4×C~0.70
T9	K90941	0.15	0.30 ~ 0.60	0.025	0.025	0.25 ~ 1.00	…	8.00 ~ 10.00	0.90 ~ 1.10	…	…	…	…	…	…	…
T11	K11597	0.05 ~ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.025	0.025	0.50 ~ 1.00	…	1.00 ~ 1.50	0.44 ~ 0.65	…	…	…	…	…	…	…
T12	K11562	0.05 ~ 0.15	0.30 ~ 0.61	0.025	0.025[B]	0.50	…	0.80 ~ 1.25	0.44 ~ 0.65	…	…	…	…	…	…	…
T17	K12047	0.15 ~ 0.25	0.30 ~ 0.61	0.025	0.025	0.15 ~ 0.35	…	0.80 ~ 1.25	…	0.15	…	…	…	…	…	…
T21	K31545	0.05 ~ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.025	0.025	0.50 ~ 1.00	…	2.65 ~ 3.35	0.80 ~ 1.06	…	…	…	…	…	…	…

表1（续） 低合金钢的化学成分限值，%[A]

级别	UNS标号	成分 %														
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	B	Nb	N	Al	W	其他元素
T22	K21590	0.05 ~ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.025	0.025	0.50	…	1.90 ~ 2.60	0.87 ~ 1.13	…	…	…	…	…	…	…
T23	K40712	0.04 ~ 0.10	0.10 ~ 0.60	0.03	0.010	0.50	…	1.90 ~ 2.60	0.05 ~ 0.30	0.20 ~ 0.30	0.0005 ~ 0.006	0.02 ~ 0.08	0.03	0.030	1.45 ~ 1.75	…
T24	K30736	0.05 ~ 0.10	0.30 ~ 0.70	0.020	0.010	0.15 ~ 0.45	…	2.20 ~ 2.60	0.90 ~ 1.10	0.20 ~ 0.30	0.0015 ~ 0.007	…	0.012	0.02	…	Ti 0.06~0.10
T36	K21001	0.10 ~ 0.17	0.80 ~ 1.20	0.030	0.025	0.25 ~ 0.50	1.00 ~ 1.30	0.30	0.25 ~ 0.50	0.02	…	0.015 ~ 0.045	0.02	0.050	…	Cu 0.50~0.80
T91	K90901	0.07 ~ 0.14	0.30 ~ 0.60	0.020	0.010	0.20 ~ 0.50	0.40	8.0 ~ 9.5	0.85 ~ 1.05	0.18 ~ 0.25	…	0.06 ~ 0.10	0.030 ~ 0.070	0.02	…	Ti 0.01 Zr 0.01
T92	K92460	0.07 ~ 0.13	0.30 ~ 0.60	0.020	0.010	0.50	0.40	8.5 ~ 9.5	0.30 ~ 0.60	0.15 ~ 0.25	0.001 ~ 0.006	0.04 ~ 0.09	0.030 ~ 0.070	0.02	1.5 ~ 2.00	Ti 0.01 Zr 0.01
T122	K91271	0.07 ~ 0.14	0.70	0.020	0.010	0.50	0.50	10.0 ~ 11.5	0.25 ~ 0.60	0.15 ~ 0.30	0.0005 ~ 0.005	0.04 ~ 0.10	0.040 ~ 0.100	0.02	1.5 ~ 2.50	Cu 0.30~1.70 Ti 0.01 Zr 0.01
T911	K91061	0.09 ~ 0.13	0.30 ~ 0.60	0.020	0.010	0.10 ~ 0.50	0.40	8.5 ~ 9.5	0.90 ~ 1.10	0.18 ~ 0.25	0.0003 ~ 0.006	0.06 ~ 0.10	0.040 ~ 0.090	0.02	0.90 ~ 1.10	Ti 0.01 Zr 0.01

A 除非示出了范围值或最小值，均为最大值。表中示出的省略号（…）意指无要求，并且对该元素无需测定和报告。

B 允许订购最大含硫量为0.045的T2或T12级钢管子。见15.3条。

表2 奥氏体和铁素体不锈钢的化学成分限值，%[A]

级别	UNS标号	成分 %											
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[B]	Nb	Ti	其他元素
TP201	S20100	0.15	5.5 ~ 7.5	0.060	0.030	1.00	16.0 ~ 18.0	3.5 ~ 5.5	…	0.25	…	…	…
TP202	S20200	0.15	7.5 ~ 10.0	0.060	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	4.0 ~ 6.0	…	0.25	…	…	…
XM-19	S20910	0.06	4.0 ~ 6.0	0.045	0.030	1.00	20.5 ~ 23.5	11.5 ~ 13.5	1.50 ~ 3.00	0.20 ~ 0.40	0.10 ~ 0.30	…	V 0.10~0.30
c	S21500	0.06 ~ 0.15	5.5 ~ 7.0	0.045	0.030	0.20 ~ 1.00	14.0 ~ 16.0	9.0 ~ 11.0	0.80 ~ 1.20	…	0.75 ~ 1.25	…	B 0.003~0.009 V 0.15~0.40

表 2（续）　奥氏体和铁素体不锈钢的化学成分限值，%[A]

级别	UNS 标号	成分 %											
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[B]	Nb	Ti	其他元素
c	S25700	0.02	2.00	0.025	0.010	6.5 ~ 8.0	8.0 ~ 11.5	22.0 ~ 25.0	0.50	…	…	…	…
TP304	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	8.0 ~ 11.0	…	…	…	…	…
TP304L	S30403	0.035[D]	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	8.0 ~ 12.0	…	…	…	…	…
TP304H	S30409	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	8.0 ~ 11.0	…	…	…	…	…
c	S30432	0.07 ~ 0.13	1.00	0.040	0.010	0.30	17.0 ~ 19.0	7.5 ~ 10.5	…	0.05 ~ 0.12	0.30 ~ 0.60	…	Al 0.003~0.030 B 0.001~0.010 Cu 2.5~3.5
c	S30434	0.07 ~ 0.14	2.00	0.040	0.010	1.00	17.5 ~ 19.5	9.0 ~ 12.0	…	…	0.10 ~ 0.40[E]	0.10 ~ 0.25[E]	B 0.001 ~ 0.004 Cu 2.5~3.50
TP304N	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	8.0 ~ 11.0	…	0.10 ~ 0.16	…	…	…
TP304LN	S30453	0.035[D]	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	8.0 ~ 11.0	…	0.10 ~ 0.16	…	…	…
c	S30615	0.16 ~ 0.24	2.00	0.030	0.030	3.2 ~ 4.0	17.0 ~ 19.5	15.5 ~ 16.0	…	…	…	…	Al 0.8~1.5
c	S30815	0.05 ~ 0.10	0.80	0.040	0.030	1.40 ~ 2.00	20.0 ~ 22.0	10.0 ~ 12.0	…	0.14 ~ 0.20	…	…	Ce 0.03~0.08
TP309S	S30908	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0 ~ 24.0	12.0 ~ 15.0	…	…	…	…	…
TP309H	S30909	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0 ~ 24.0	12.0 ~ 15.0	…	…	…	…	…
TP309Cb	S30940	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0 ~ 24.0	12.0 ~ 16.0	…	…	10×C ~ 1.10	…	…

表2（续） 奥氏体和铁素体不锈钢的化学成分限值，%[A]

级别	UNS标号	成分 %											
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[B]	Nb	Ti	其他元素
TP309 HCb	S30941	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0 ~ 24.0	12.0 ~ 16.0	…	…	10×C~1.10	…	…
…	S30942*	0.03 ~ 0.10	2.00	0.040	0.030	1.00	21.0 ~ 23.0	14.5 ~ 16.5	…	0.10~0.20	0.50 ~ 0.80	…	B 0.001~0.005
c	S31002	0.02	2.00	0.020	0.015	0.15	24.0 ~ 26.0	19.0 ~ 22.0	0.10	0.10	…	…	…
TP310S	S31008	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 ~ 26.0	19.0 ~ 22.0	…	…	…	…	…
TP310H	S31009	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 ~ 26.0	19.0 ~ 22.0	…	…	…	…	…
…	S31035*	0.04 ~ 0.10	0.60	0.030	0.015	0.40	21.5 ~ 23.5	23.5 ~ 26.5	…	0.15 ~ 0.30	0.30 ~ 0.60	…	W 2.0~4.0 Co 1.0~2.0 Cu 2.0~3.5 B 0.002~0.008
TP310Cb	S31040	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 ~ 26.0	19.0 ~ 22.0	…	…	10×C~1.10	…	…
TP310 HCb	S31041	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 ~ 26.0	19.0 ~ 22.0	…	…	10×C~1.10	…	…
TP310 HCbN	S31042	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 ~ 26.0	19.0 ~ 22.0	…	0.15 ~ 0.35	0.20 ~ 0.60	…	…
TP310 MoLN	S31050	0.025	2.00	0.030	0.030	0.40	24.0 ~ 26.0	21.0 ~ 23.0	2.00 ~ 3.00	0.00 ~ 0.16	…	…	…
c	S31060	0.05 ~ 0.10	1.00	0.030	0.030	0.50	22.0 ~ 24.0	10.0 ~ 12.5	…	0.18 ~ 0.25	…	…	Ce+La 0.025~0.070 B 0.001~0.010
c	S31254	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	19.5 ~ 20.5	17.5 ~ 18.5	6.0 ~ 6.5	0.18 ~ 0.22	…	…	Cu 0.50~1.00
c	S31272	0.08 ~ 0.12	1.50 ~ 2.00	0.030	0.015	0.30 ~ 0.70	14.0 ~ 16.0	14.0 ~ 16.0	1.00 ~ 1.40	…	…	0.30 ~ 0.60	B 0.004~0.008
c	S31277	0.02	3.00	0.030	0.010	0.50	20.5 ~ 23.0	26.0 ~ 28.0	6.5 ~ 8.0	0.30 ~ 0.40	…	…	Cu 0.50~1.50

* S30942 和 S30135 级别奥氏体钢是在本标准随2010增补修订过程中新增加的钢种。——译注。

表 2（续）　奥氏体和铁素体不锈钢的化学成分限值，%[A]

级别	UNS 标号	成分 %											
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[B]	Nb	Ti	其他元素
TP316	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 14.0	2.00 ~ 3.00	…	…	…	…
TP316L	S31603	0.035[D]	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 14.0	2.00 ~ 3.00	…	…	…	…
TP316H	S31609	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 ~ 18.0	11.0 ~ 14.0	2.00 ~ 3.00	…	…	…	…
TP316Ti	S31635	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 14.0	2.00 ~ 3.00	0.10	…	5×(C+N) ~ 0.70	…
TP316N	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 13.0	2.00 ~ 3.00	0.10 ~ 0.16	…	…	…
TP316LN	S31653	0.035[D]	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 13.0	2.00 ~ 3.00	0.10 ~ 0.16	…	…	…
TP317	S31700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	11.0 ~ 15.0	3.0 ~ 4.0	…	…	…	…
TP317L	S31703	0.035	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	11.0 ~ 15.0	3.0 ~ 4.0	…	…	…	…
TP317LM	S31725	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	13.5 ~ 17.5	4.0 ~ 5.0	0.20	…	…	Cu 0.75
TP317LMN	S31726	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 20.0	13.5 ~ 17.5	4.0 ~ 5.0	0.1 ~ 0.20	…	…	Cu 0.75
c	S32050	0.030	1.50	0.035	0.020	1.00	22.0 ~ 24.0	20.0 ~ 23.0	6.0 ~ 6.8	0.21 ~ 0.32	…	…	Cu 0.40
TP321	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 12.0	…	…	…	5×(C+N) ~ 0.70	…
TP321H	S32109	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 12.0	…	…	…	4×(C+N) ~ 0.70	…
c	S32615	0.07	2.00	0.045	0.030	4.8 ~ 6.0	16.5 ~ 19.5	19.0 ~ 22.0	0.30 ~ 1.50	…	…	…	Cu 1.50~2.50

表2（续） 奥氏体和铁素体不锈钢的化学成分限值，%[A]

级别	UNS标号	成分 %											
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[B]	Nb	Ti	其他元素
c	S33228	0.04 ~ 0.08	1.00	0.020	0.015	0.30	26.0 ~ 28.0	31.0 ~ 33.0	…	…	0.60 ~ 1.00	…	Ce 0.05~0.10 Al 0.025
c	S34565	0.030	5.0 ~ 7.0	0.030	0.010	1.00	23.0 ~ 25.0	16.0 ~ 18.0	4.0 ~ 5.0	0.40 ~ 0.60	0.10	…	…
TP347	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 20.0	9.0 ~ 13.0	…	…	10×C ~1.10	…	…
TP347H	S34709	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 13.0	…	…	8×C ~1.10	…	…
TP347 HFG	S347010	0.06 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 13.0	…	…	8×C ~1.10	…	…
TP347LN	S34751	0.005 ~ 0.020	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 12.0	…	0.06 ~ 0.10	0.20 ~ 0.50[F]	…	…
TP348	S34800	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 13.0	…	…	G	…	Co0.20 Ta0.10
TP348H	S34809	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 13.0	…	…	H	…	Co0.20 Ta0.10
…	S35045	0.06 ~ 0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	25.0 ~ 29.0	32.0 ~ 37.0	…	…	…	0.15 ~ 0.60	Al 0.15~0.60 Cu 0.75
XM-15	S38100	0.08	2.00	0.030	0.030	1.50 ~ 2.50	17.0 ~ 19.0	17.5 ~ 18.5	…	…	…	…	…
…	S38815	0.030	2.00	0.040	0.020	5.5 ~ 6.5	13.0 ~ 15.0	15.0 ~ 17.0	0.75 ~ 1.50	…	…	…	Cu 0.75~1.50 Al 0.30
TP444	S44400	0.03	1.00	0.040	0.030	1.00	17.5 ~ 19.5	I	1.75 ~ 2.50	0.035	…	J	…

A 除非示出了范围值或最小值，均为最大值。表中示出的省略号（…）意指无要求，并且对该元素无需测定和报告。

B 氮的分析方法是采购方和制造厂之间的协商事项。

C 对于这些合金，无公用的级别号。UNS标号（对金属和合金建议的编号）是独有的识别这些合金的编号。

D 对于小外径的或薄壁的或者两者、而需要多道冷拔的管子，在TP304L、TP304LN、TP316以及TP316LN级别钢中的最大的碳含量必须小于等于0.040%。

E S30434级钢的（Ti+0.5Nb）含量应不小于2倍、且不大于4倍的碳含量。

F TP347LN级钢的Nb含量应不小于15倍的碳含量。

G TP348级钢的（Nb+Ta）含量应不小于10倍的碳含量、且不大于1.10%。

H TP348H级钢的Nb含量应不小于8倍的碳含量、且不大于1.10%。

I TP444级钢的（Ni+Cu）含量应不大于1.00。

J TP444级钢的（Ti+Nb）含量应为（0.20+4（C+N）-0.80）。

表 3　热处理和晶粒度要求[A]

级　别	UNS 标号	热处理类型	奥氏体化/固溶处理温度，≥或范围，℉（℃）	冷却介质	亚临界退火或回火温度≥或范围，℉（℃）	ASTM 晶粒度级号[B]
铁素体合金钢						
T2	K11547	完全退火或等温退火 正火加回火 亚临界退火	… … …	… … …	… … 1200～1350（650～730）	… … …
T5	K41545	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250（675）	… …
T5b	K51545	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250（675）	… …
T5c	K41245	亚临界退火	…	空冷或炉冷	1350（730）[C]	…
T9	K50400	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250（675）	… …
T11	K11597	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1200（650）	… …
T12	K11562	完全退火或等温退火 正火加回火 亚临界退火	… … …	… … …	… … 1200～1350（650～730）	… … …
T17	K12047	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1200（650）	… …
T21	K31545	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250（675）	… …
T22	K21590	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250（675）	… …
T23	K40712	正火加回火	1900～1975（1040～1080）	…	1350～1470（730～800）	…
T24	K30736	正火加回火	1800～1975（980～1080）	…	1350～1470（730～800）	…
T36	K21001	正火加回火	1650（900）	[D]	1100（595）	…
T91	K90901	正火加回火	1900～1975（1040～1080）	…	1350～1470（730～800）	…
T92	K92460	正火加回火	1900～1975（1040～1080）	…	1350～1470（730～800）	…
T122	K91261	正火加回火	1900～1975（1040～1080）	…	1350～1470（730～800）	…
T911	K91061	正火加回火	1900～1975（1040～1080）	[E]	1365～1435（740～780）	…

表3（续） 热处理和晶粒度要求[A]

级 别	UNS 标号	热处理类型	奥氏体化/固溶处理温度，≥或范围，℉（℃）	冷却介质	亚临界退火或回火温度≥或范围，℉（℃）	ASTM 晶粒度级号[B]
奥氏体不锈钢						
TP201	S20100	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP202	S20200	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
XM-19	S20910	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S21500	固溶处理	1900（1040）[F,G]	水冷或快速冷却	…	…
…	S25700	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S30150	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP304	S30400	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP304L	S30403	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP304H	S30409	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	7
…	S30432	固溶处理	2000（1100）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S30434	固溶处理	2120（1160）	水冷或快速冷却	…	…
TP304N	S30451	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP304LN	S30453	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S30615	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S30815	固溶处理	1920（1050）	水冷或快速冷却	…	…
TP309S	S30908	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP309H	S30909	固溶处理	1900（1040）	水冷或快速冷却	…	7
TP309Cb	S30940	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP309HCb	S30941	固溶处理	1900（1040）[H]	水冷或快速冷却	…	7
…	S30942*	固溶处理	2120（1160）	水冷或快速冷却	…	6
…	S31002	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP310S	S31008	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP310H	S31009	固溶处理	1900（1040）	水冷或快速冷却	…	7
…	S31035*	固溶处理	2160~2280（1180~1250）	水冷或快速冷却	…	7
TP310Cb	S31040	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP310HCb	S31041	固溶处理	1900（1040）[H]	水冷或快速冷却	…	7
TP310HCbN	S31042	固溶处理	1900（1040）[F,H]	水冷或快速冷却	…	7
…	S31060	固溶处理	1975（1080）~2160（1180）[F]	水冷或快速冷却	…	7

* S30942 和 S30135 级别奥氏体钢是在本标准随 2010 增补修订过程中新增加的钢种。——译注。

表 3（续）　热处理和晶粒度要求[A]

级　别	UNS 标号	热处理类型	奥氏体化/固溶处理温度，≥或范围，℉（℃）	冷却介质	亚临界退火或回火温度≥或范围，℉（℃）	ASTM 晶粒度级号[B]
…	S31254	固溶处理	2100（1150）	水冷或快速冷却	…	…
…	S31272	固溶处理	1920（1050）	水冷或快速冷却	…	…
…	S31277	固溶处理	2050（1120）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP316	S31600	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP316L	S31603	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP316H	S31609	固溶处理	1900（1040）	水冷或快速冷却	…	7
TP316Ti	S31635	固溶处理	1900（1040）	水冷或快速冷却	…	…
TP316N	S31651	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP316LN	S31653	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP317	S31700	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP317L	S31703	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S31725	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S32050	固溶处理	2100（1150）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP321	S32100	固溶处理	1900（1040）[F,H]	水冷或快速冷却	…	…
TP321H	S32109	固溶处理	冷加工：2000（1090） 热加工：1925（1050）[H]	水冷或快速冷却	…	7
…	S32615	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	3 或更细
…	S32716	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
…	S33228	固溶处理	2050（1120）	水冷或快速冷却	…	…
…	S34565	固溶处理	2050~2140（1120~1170）	水冷或快速冷却	…	…
TP347	S34700	固溶处理	1900（1040）[F,H]	水冷或快速冷却	…	…
TP347H	S34709	固溶处理	冷加工：2000（1100） 热加工：1925（1050）[H]	水冷或快速冷却	…	7
TP347HFG	S34710	固溶处理[I]	2150（1175）[F]	水冷或快速冷却	…	7~10
TP347LN	S34751	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…
TP348	S34800	固溶处理	1900（1040）[F,H]	水冷或快速冷却	…	…
TP348H	S34809	固溶处理	冷加工：2000（1100） 热加工：1925（1050）[H]	水冷或快速冷却	…	7
…	S35045	固溶处理	2000（1100）[F]	水冷或快速冷却	…	…
XM-15	S38100	固溶处理	1900（1040）[F]	水冷或快速冷却	…	…

表3（续） 热处理和晶粒度要求[A]

级 别	UNS 标号	热处理类型	奥氏体化/固溶处理温度，≥或范围，℉（℃）	冷却介质	亚临界退火或回火温度 ≥或范围，℉（℃）	ASTM 晶粒度级号[B]
…	S38815	固溶处理	1950（1065）[F]	水冷或快速冷却	…	…
铁素体不锈钢						
TP444	S44400	亚临界退火	…	…	1400（760）	…

注解：

[A] 表中示出的省略号（…）意指无要求。

[B] 除非另外示出，列出的ASTM晶粒度号，或者更粗。

[C] 为获得预期性能的大约温度。

[D] 对于2类钢，应允许加速空冷或液体淬火。

[E] 对于截面厚度大于3in.（75mm）的管子，应允许从正火温度起进行加速冷却。

[F] 在水中淬火或采用其他方法快速冷却，以足够高的冷却速率冷却、以防止碳化物的再沉淀；通过用A262实用规程的推荐方法E、在经单独固溶退火或经过直接淬火热处理过的管子可验证其处理能力。除非在采购订货单中注明（见补充要求S4），不要求钢厂做此项试验。需注意A262实用规程试验在低碳、且稳定类型钢的敏化试样上实施，以及对其他类型的钢在代表其交货状态的试样上实施。在含3%及以上钼（Mo）的低碳型级别钢上的试验，就其做试验前的敏化处理的适用性应经买卖双方之间协商确定。

[G] UNS S21500级钢的推荐最高固溶处理温度为2100℉（1150℃）。

[H] 在示出级别的钢上固溶处理温度大于1950℉（1065℃）将会削弱钢在随后暴露于敏化条件下的抗晶间腐蚀能力。当采购方有规定时，在按本表格列出的较高温度的固溶退火温度处理之后，应采用较低温度的稳定化处理或再次固溶退火。

[I] 固溶处理应优先于做冷加工之前的软化热处理。软化处理的温度应至少比固溶热处理温度高出90℉（50℃），最低应为2150℉（1180℃）。

7.2 成品分析：

7.2.1 应从每炉的一个钢坯或一根管子作一次分析，由此确定的化学成分应符合规定的要求。

7.2.2 若原有的成品分析不合格，应额外取两个钢坯或管子进行复试。对有问题的元素，两个复试都必须满足本标准的要求；否则该炉或该批次的所有剩余材料都应予拒收，或生产厂愿意，可对每一钢坯或管子作个别的合格验收试验。不符合标准要求的钢坯或管子都应予拒收。

8 晶粒度

8.1 按E112试验方法测定得出的晶粒度，应为表3中的规定值。

8.2 晶粒度大小的测定应在每批（见14.1条）的一根成品管的一端进行，以验证符合8.1条的规定。

9 力学性能

9.1 拉伸要求：

9.1.1 材料应符合表4规定的拉伸性能要求。

9.1.2 表5给出了壁厚每减薄1/32in.（0.8mm）时计算的伸长率最小值。当壁厚处在表5所列两值之间时，最小伸长率的值应按下列公式确定。对T23，T24，T91，T92，T122，T911和S44400级钢：$E = 32t + 10.00$（$E = 1.25t + 10.00$）。对T36级钢：$E = 32t + 5.00$（$E = 1.25t + 5.00$）。对所有其他级别的铁素体钢：$E = 48t + 15.00$（$E = 1.87t + 15.00$）。

式中 E=标距2in.或50mm的伸长率，%

t=试样的实际厚度，in.（mm）

9.1.3 应在批量不满50根管子的一个试样上做一个拉伸试验。批量超过50根管子时，应从两根管子的试样上各作拉伸试验，见14.2条。

9.2 硬度要求：

9.2.1 材料应符合表4中规定的硬度要求，见14.2条。

9.2.2 应从每批两根管子的试样上做布氏、维氏或洛氏硬度试验，见14.2条。

9.3 压扁试验——在每批的一根成品管两端的试样上各做一个压扁试验，但不是用作扩口试验的那一根，见14.1条。

9.4 扩口试验——在每批的一根成品管两端

的试样上各做一个扩口试验，但不是用作压扁试验的那一根，见 14.1 条。

9.5　力学性能要求不适用于内径小于 1/8in.（3.2mm）、或壁厚小于 0.015in.（0.4mm）的管子。

10　水压或无损电测试验

10.1　每根管子均须做无损电测试验或水压试验。除非在采购订货单中另有注明外，试验类型由制造厂选择。

表 4　拉伸和硬度要求

级　别	UNS 标号	拉伸强度，≥ksi，[MPa]	屈服强度，≥ksi，[MPa]	伸长率≥标距 2in. 或 50mm%[A][B]	最大硬度，≤	
					布氏/维氏	洛　氏
低合金钢						
T5b	K51545	60 [415]	30 [205]	30	179HBW/190HV	89 HRB
T9	K90941	60 [415]	30 [205]	30	179HBW/190HV	89 HRB
T12	K11562	60 [415]	32 [220]	30	163HBW/170HV	85 HRB
T23	K40712	74 [510]	58 [400]	20	220HBW/230HV	97 HRB
T23	K30739	85 [585]	60 [415]	20	250HBW/265HV	25 HRC
T36，1 类	K21001	90 [620]	64 [440]	15	250HBW/265HV	25 HRC
T36，2 类	K21001	95.5 [660]	66.5 [460]	15	250HBW/265HV	25 HRC
T91	K90901	85 [585]	60 [415]	20	250HBW/265HV	25 HRC
T92	K92460	90 [620]	64 [440]	20	250HBW/265HV	25 HRC
T122	K91271	90 [620]	58 [400]	20	250HBW/265HV	25 HRC
T911	K91061	90 [620]	64 [440]	20	250HBW/265HV	25 HRC
所有其他低合金级别		60 [415]	30 [205]	30	163HBW/170HV	85 HRB
奥氏体不锈钢：						
TP201	S20100	95 [655]	38 [260]	35	219HBW/230HV	95 HRB
TP202	S20200	90 [620]	45 [310]	35	219HBW/230HV	95 HRB
XM-19	S20910	100 [690]	55 [380]	35	250HBW/265HV	25 HRC
…	S21500	78 [540]	33 [230]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S25700	78 [540]	35 [240]	50	217HBW	95 HRB
TP304	S30400	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP304L	S30403	70 [485]	25 [170]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP304H	S30409	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S30432	86 [590]	34 [235]	35	219HBW/230HV	95 HRB
…	S30434	73 [500]	30 [205]	35	192HDW/200HV	90 HRB
TP304N	S30451	80 [550]	35 [240]	35	192HBW/200HV	90 HRB
304LN	S30453	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S30615	90 [620]	40 [275]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S30815	87 [600]	45 [310]	40	217HBW	95 HRB
TP309S	S30908	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP309H	S30909	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB

表4（续） 拉伸和硬度要求

级 别	UNS 标号	拉伸强度，≥ksi，[MPa]	屈服强度，≥ksi，[MPa]	伸长率≥ 标距 2in. 或 50mm%[A][B]	最大硬度，≤	
					布氏/维氏	洛 氏
奥氏体不锈钢（续）：						
TP309Cb	S30940	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP309HCb	S30941	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S30942*	80 [550]	34 [235]	35	219HBW/230HV	95 HRB
…	S31002	75 [500]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP310S	S31008	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP310H	S31009	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S31035*	95 [655]	45 [310]	35	220HBW/230HV	96 HRB
TP310Cb	S31040	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP310HCb	S31041	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP310HCbN	S31042	95 [655]	43 [295]	30	256HBW	100 HRB
TP310MoLN	S31050：					
T≤0.25in. [6mm]		84 [580]	39 [270]	25	217HBW	95 HRB
t>0.25in. [6mm]		78 [540]	37 [255]	25	217HBW	95 HRB
…	S31060	87 [600]	41 [280]	40	217HBW	95 HRB
…	S31254：					
T≤0.187in. [6mm]		98 [675]	45 [310]	35	220HBW/230HV	96 HRB
T>0.187in. [6mm]		95 [655]	45 [310]	35	220HBW/230HV	95 HRB
…	S31272	65 [450]	29 [200]	35	217HBW	95 HRB
…	S31277	112 [770]	52 [360]	40	241HBW	100 HRB
TP316	S31600	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP316L	S31603	70 [485]	25 [170]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP316H	S31609	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP316TI	S31635	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP316N	S31651	80 [550]	35 [240]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP317	S31700	75 [515]	30 [205]	34	192HBW/200HV	90 HRB
TP317L	S31703	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S31725	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S32050	98 [675]	48 [330]	40	256HBW	100 HRB
TP321	S32100	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP 321H	S32109	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S32615	80 [550]	32 [220]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S32716	80 [550]	35 [240]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S33228	73 [500]	27 [118]	30	192HBW/200HV	90 HRB
…	S34565	115 [790]	60 [415]	35	241HBW	100 HRB
TP347	S34700	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB

表 4（续）　拉伸和硬度要求

级　别	UNS 标号	拉伸强度，≥ksi，[MPa]	屈服强度，≥ksi，[MPa]	伸长率≥ 标距 2in. 或 50mm%[AB]	最大硬度，≤	
					布氏/维氏	洛　氏
奥氏体不锈钢（续）：						
TP347H	S34709	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP347HFG	S34710	80 [550]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP347LN	S34751	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP348	S34800	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
TP348H	S34809	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S35045	70 [485]	25 [170]	35	192HBW/200HV	90 HRB
XM-15	S38100	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 HRB
…	S38815	78 [540]	37 [255]	30	256HBW	100 HRB
铁素体不锈钢						
TP444	S44400	60 [415]	40 [275]	230	217HBW/230HV	96 HRB

A　当采用标准的圆试样，其标距为 2in. 或 50mm；或较小比例尺寸的试样，其标距为 4D（4 倍直径），除了 T23、T24、T91、T92、T122 及 T911，以及除了 TP444 外，所有的低合金级别钢的最小伸长率为 22%。

B　对纵条试验，壁厚小于 5/16in.（8mm）时，每减小 1/32in.（0.8mm）、从基本最小伸长率应予减小的百分值，对 TP444、T23、T24、T91、T92、T122 及 T911 为 1.00%，对所有其他的低合金钢级别为 1.50%。

* S30942 和 S30135 级别奥氏体钢是在本标准随 2010 增补修订过程中新增加的钢种。——译注。

表 5　计算的伸长率最小值①

壁　厚		伸长率，标距 2in. 或 50mm，≥，%		
in	mm	S44400，T23，T24，T91，T92，T122 和 T911	T22	所有其他铁素体钢
5/16（0.312）	8	20	15	30
9/32（0.281）	7.2	19	14	29
1/4（0.250）	6.4	18	13	27
7/32（0.219）	5.6	17	12	26
3/16（0.188）	4.8	16	11	24
5/32（0.156）	4	15	10	23
1/8（0.125）	3.2	14	9	21
3/32（0.094）	2.4	13	8	20
1/16（0.062）	1.6	12	7	18
0.062-<0.035	1.6~0.9	12	7	17
0.035-<0.022	0.9~0.6	11	6	17
0.022~0.015	0.6~0.4	11	6	16

① 计算伸长率应圆整到最接近的整数。

11　成形操作

11.1　插入锅炉或管板内的管子应能胀接及卷边而无裂纹，发纹。过热器管在正确制造操作时，应能经受必要的锻造，焊接及弯管作业而不出现缺陷。见注 1。

注 1：本标准包括的某些铁素体钢，如在它们临界温度以上很快冷却将会硬化。某些会在空气中硬化，即在空气中当从高温冷却时会硬化到不希望的程度，特别是 4%和 4%以上的铬钢，所以包括加热这些钢高于它们临界温度的工序如焊接，卷边和热弯，应紧随以合适的热处理。

12　规定壁厚的允许偏差

12.1　偏离规定最小壁厚的允许偏差应按 A 1016/A 1016M 标准。

12.2　偏离规定平均壁厚的允许偏差应为规

定平均壁厚的±10%。

13 表面状态

13.1 铁素体钢冷拔钢管子应不起皮，并适宜于检验。少量的氧化并不认作是氧化皮。

13.2 铁素体热轧钢管子应没有松散的氧化皮，并适宜于检查。

13.3 奥氏体钢管子应经酸洗以除去氧化皮。当采用光亮退火时，就不需要酸洗。

13.4 任何特殊的表面加工要求需经供方和采购方共同商定。

14 取样

14.1 对于压扁、扩口及晶粒度要求，名词“批”适用于切割前同一炉钢生产的同一公称尺寸（见4.1.6条）和壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式炉中进行的，一“批”只包括相同尺寸、同一炉号及在相同热处理炉内装料下进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉内进行时，一“批”中同一炉号和同一尺寸的管子根数应按表6中的规定确定之。

表6 连续过程热处理中或在热成形后直接淬火的一批管子的根数

管子尺寸	批量大小
外径不小于2in.（50.8mm），壁厚大于等于0.200in.（5.1mm）	不多于50根管子
外径不小于2in.（50.8mm），壁厚小于0.200in.（5.1mm）	不多于75根管子
外径小于2in.（50.8mm），但大于1in.（25.4mm）	不多于75根管子
外径不大于1in.（25.4mm）	不多于125根管子

14.2 对于拉伸和硬度试验要求，名词“批”适用于切割前同一炉钢生产的同一公称尺寸（见4.1.6条）和壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式炉中进行的，一“批”只包括相同尺寸、同一炉号及在相同热处理炉内装料下进行热处理的那些管子。除了在9.1.3条中所述的以外，当最终热处理是在连续炉内进行时，一“批”应包括同一尺寸和同一炉号及在相同热处理炉内以相同温度、相同加热时间及炉速作热处理的所有管子。

15 成品标志

15.1 除了A 1016/A 1016M标准中规定的标志外，尚应包括：表面状态，热精整或冷精整；以及，壁厚序号，最小或平均壁厚。

15.2 对于有晶粒度要求的（见表3）的奥氏体不锈钢还应包括炉号和识别热处理批次用的识别标志。

15.3 当按表1的表下注2所许可的较高含硫量、订购T2或T12级钢的管子时，其钢种级别号中应加标“S”标号，例如：T2S，T12S。

16 关键词

16.1 合金钢管子 奥氏体不锈钢 锅炉管子 铁素体不锈钢 热交换器管子 高温用 无缝管 钢管子 过热器管子 高温下使用

补　充　要　求

下列补充要求只适用于采购方在询价，合同及采购订货单中有规定时。

S1　应力消除退火管子

S1.1　对用于某些腐蚀性的介质尤其是氯化物，当可能出现应力腐蚀的场合，可以规定TP304L、TP316L、TP321、TP347 和 TP348 的管子是应力消除-退火的状态。

S1.2　当要求为应力消除管时，它们在经轧辊矫直后应在 1500~1650℉（815~900℃）下热处理。可以从这个温度范围再在空气中冷却或缓慢地冷却。应力消除处理后，不准再机械校直。

S1.3　管子的平直度应经采购方和供方之间取得协议。

S2　稳定化热处理

S2.1　TP309HCb、TP310HCb、TP310HCbN、TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348 及 TP348H 等级别的钢经如第 6 节要求的固溶退火之后，接着应进行低于初始固溶退火热处理温度的稳定化热处理。稳定化热处理温度由采购方及供货者双方协议确定。

S3　未经调直的管子

S3.1　当采购方规定需要在最终热处理之后未经调直的管子（例如，盘卷管）时，则表 4 中的最小屈服强度应减少 5ksi（35MPa）。

S3.2　在合格证书上，不管是否出现未经调直的管子的级别标号，均应采用后缀字符“—”加以标识（例如，304—U，321—U 等。）。

S4　晶间腐蚀试验

S4.1　当采购方有规定时，材料应通过晶间腐蚀试验合格。试验由制管厂负责按照 A262 实用规程中的推荐方法 E 进行。

注 S4.1：推荐方法 E 要求在敏感状态下对低碳及稳定化级别的钢材进行试验，而对其他级别钢则在发货状态下进行。

S4.2　为了使含有 Ti（钛）或 Nb（铌）的等级别钢，特别是其带 H 牌号的钢，能满足本条要求，可能需要按照补充要求 S2 进行稳定化热处理，同时这也是允许的。

换热器和冷凝器用电阻焊碳钢管子

SA-214/SA-214M

（除7.2条中有编辑性的不同外，与ASTM标准A 214/A 214M—90a完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于换热器，冷凝器及类似传热设备用最小壁厚的电阻焊碳钢管子。

1.2 按本标准通常提供的管子尺寸为外径小于3in.（76.2mm）。也可以提供其他尺寸的管子，若这些管子符合本标准的所有其他要求。

1.3 力学性能要求不适用于内径小于⅛in.（3.2mm）、或厚度小于0.015in.（0.4mm）的管子。

1.4 买方应在订货单上规定外径和最小壁厚，内径不予以规定。

1.5 无论以英寸-磅或SI单位表示的数值都应分别视为标准值，正文及附表中，SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确的相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中要求使用“M”字样的标准号，否则一律用英寸-磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 450/A 450M 碳钢、铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

3 一般要求

3.1 按本标准提供的材料除在这里另有规定外，应符合现行版本A 450/A 450M标准的适用要求。

4 订货须知

4.1 本标准材料的订货单应包括下列各项，根据需要对所需材料作充分说明：

4.1.1 数量(英尺、米或根数)。

4.1.2 材料名称(电阻焊接管子)。

4.1.3 尺寸(外径及最小壁厚)。

4.1.4 长度(定尺或不定尺)。

4.1.5 选用要求(第8节和第10.5条)。

4.1.6 要求的试验报告(见A 450/A 450M标准的合格书一节)。

4.1.7 标准号。

4.1.8 特殊要求。

5 制造

5.1 管子用电阻焊接制造。

6 热处理

6.1 所有管子在经焊接后应在1650℉（900℃）或更高温度下作热处理，随后空冷、或在控制气氛的炉内冷却。冷拔管子在经最后一道冷拔之后应在1200℉(650℃)或更高温度下作热处理。

7 化学成分

7.1 钢的化学成分应符合下列要求：

C，≤,%	0.18
Mn,%	0.27~0.63
P，≤,%	0.035
S，≤,%	0.035

7.2 供应特殊要求添加任何7.1条中所列以外元素的合金级别钢是不允许的。

8 成品分析

8.1 当买方在订货单中有要求时，供方应作成品分析，每250根管取一根；或当管子以炉号识别时则每炉批分析一根管子。由此确定的化学成分应符合规定的要求。

8.2 若成品分析的原先试验不合格，则应加外二根平轧坯料或管子进行复试。对有问题的

元素二个复试都必须满足标准的要求，否则该炉或该批(见注)的所有剩余材料应拒收，或生产厂可选择对每一根平轧坯料或管子作逐根验收试验。不符合标准要求的平轧坯料或管子应拒收。

注：一批包括 250 根管子。

9 硬度要求

9.1 管子的硬度值不得超过 72HRB。

10 要求的力学性能试验

10.1 压扁试验——每批管(见注)或其余数中取两根管子，每根管取样作一个压扁试验。

10.2 卷边试验——每批管(见注)或其余数中取两根管子，每根管分别取样作一个卷边试验。

10.3 反向压扁试验——在每 1500ft(450m)成品管取一个试样作反向压扁试验。

10.4 硬度试验——在每批取的两根管子的试样上作布氏或洛氏硬度试验。名词“批”适用于切割前同一炉钢生产的同一名义直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在分批处理炉中进行时，一批只包括同一装炉中相同尺寸规格及同一炉号的那些管子。当最终热处理是在连续式炉内进行时，一批包括在同一炉内以同一温度，同一加热时间和炉速作热处理的相同尺寸和炉号的所有管子。

10.5 水压或无损电测试验——每根管都应作水压或无损电测试验。买方可指定采用那一种试验。

11 表面状态

11.1 成品管应不带氧化皮，轻微的氧化物不应看作为是氧化皮。

12 成品标志

12.1 除了 A 450/A 450M 标准规定的标志外，在每根管子上，或在附加在装运管子的捆扎件或箱子的标签上应清楚地用字模版印上字母“ERW”(电阻焊)。

12.2 制造厂名或厂标符号在正火前可永久地用滚印或浅的钢印打印在每根管子上。若单个符号是用人工打印管子时，该标志离开管子的一端应不小于 8in.(200mm)。

可熔焊高温用碳钢铸件

SA-216/SA-216M

（除了增加的2.3以及2.1及10.1条有编辑上的不同外，
与ASTM标准A 216/A 216M—07完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于高温用阀门、法兰、管配件或其他承压件的碳钢铸件；其品质适合于用熔焊法和其他铸件或锻轧件装配。

1.2 本标准包括WCA、WCB和WCC三个级别。应根据设计使用条件，力学性能和高温特性等选用之。

1.3 以英寸-磅单位或SI单位表示的数值均可作为标准值。本文中SI单位表示于括号内。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算。因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 703/A 703M 承压零件用钢铸件通用要求

A 985/A 985M 承压件熔模铸造钢铸件通用要求

E 165 液体渗透检验实用规程

E 709 磁粉检验导则

2.2 阀门和管配件制造商标准协会标准

SP 55 阀门、法兰及管配件，和其他元件用钢铸件(目测检查方法)

2.3 ASME标准

ASME锅炉和压力容器规范，第Ⅸ卷，焊接和钎焊评定

3 一般交货条件

3.1 按本标准提供的铸件应符合A 703/A 703M标准的有关要求，以及在采购订货单中注明的补充要求。如不能满足A 703/A 703M标准中的一般要求即已构成为与本标准的不一致；如果本标准的要求和A 703/A 703M标准有抵触时，应以本标准为准。

3.2 按本标准提供的熔模铸造钢铸件，应符合A 985/A 985M标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合A 985/A 985M标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与A 985/A 985M标准的要求有抵触，则应优先满足A 985/A 985M标准的要求。

4 订货须知

4.1 询价或订货应包括或注明下列资料：

4.1.1 用模型号或图样表示铸件(在铸件图样上应包括尺寸公差)。

4.1.2 钢的级别。

4.1.3 标准中的选用项。

4.1.4 铸件是否需要采用熔模铸造工艺制造。

4.1.5 包括验收标准在内所需的补充要求。

5 热处理

5.1 所有的铸件应接受适合其设计和化学成分的热处理。

5.2 除规定补充要求S15外，铸件应以退火或者正火，或以正火加回火状态供货。

5.3 热处理应在铸件已经冷却到低于相变温度区间后再进行。

6 温度控制

6.1 热处理的炉温应使用高温计有效地加以控制。

7 化学成分

7.1 钢材应符合表1中所列出的化学成

分要求。

表 1　化学成分

元　素		成　分,%		
		WCA 级 UNS J02502	WCB 级 UNS J03002	WCC 级 UNS J02503
C, ≤		0.25[①]	0.30[②]	0.25[③]
Mn, ≤		0.70[①]	1.00[②]	1.20[③]
P, ≤		0.04	0.04	0.04
S, ≤		0.045	0.045	0.045
Si, ≤		0.60	0.60	0.60
规定残余元素	Cu, ≤	0.30	0.30	0.30
	Ni, ≤	0.50	0.50	0.50
规定残余元素	Cr, ≤	0.50	0.50	0.50
	Mo, ≤	0.20	0.20	0.20
	V, ≤	0.03	0.03	0.03
规定残余元素的总含量≤[④]		1.00	1.00	1.00

① 对于碳含量在规定最大碳含量以下每降低 0.01%，则允许锰含量在规定最大锰含量以上增加 0.04%，直到最大为 1.10%为止。

② 对于碳含量在规定最大碳含量以下每降低 0.01%，则允许锰含量在规定最大锰含量以上增加 0.04%，直到最大为 1.28%为止。

③ 对于碳含量在规定最大碳含量以下每降低 0.01%，则允许锰含量在规定最大锰含量以上增加 0.04%，直到最大为 1.40%为止。

④ 当指定补充要求 S11 时，则不适用。

8　拉伸性能要求

8.1　作铸件用的钢材应符合表 2 中列出的拉伸性能要求。

表 2　拉伸性能要求

项　目	WCA 级	WCB 级	WCC 级
抗拉强度,ksi(MPa)	60~85 (415~585)	70~95 (485~655)	70~95 (485~655)
屈服强度,[①] ksi(MPa)	≥30(205)	≥36(250)	≥40(275)
伸长率,标距 2in.(50mm),%[②]	≥24	≥22	≥22
断面收缩率,%	≥35	≥35	≥35

① 可用 0.2%残余变形法，或载荷下的 0.5%伸长法测定。

② 当像 A 703/A 703M 标准那样拉伸试验中采用的是 ICI 试样棒时，则标距长度减为截面直径的 4 倍。

9　质量

9.1　铸件表面应经目视检验，不应黏附有砂粒，不得有锈皮、裂纹和热拉裂。其他表面不连续性应满足订货单中规定的目视验收标准。可以采用 SP-55 目视方法或其他目视标准定出可予以验收的表面不连续性和外观质量。不予验收的外观表面不连续性缺陷应除去，并通过目视检验磨后凹坑来查看除去情况。

9.2　当希望附加检查项目时，可以指定补充要求 S4、S5 及 S10。

9.3　铸件不得以锤击、堵塞或浸渍方法来防止渗漏。

10　焊接修理

10.1　焊接修理应使用按 ASME 第Ⅸ卷评定合格的焊接工艺和焊工进行。

10.2　对焊接修理部位的检验应采用与检验铸件相同的质量标准。当按指定的补充要求 S4 生产铸件时，应采用检验铸件的相同标准对焊接修理部位进行磁粉检验。当按指定的补充要求 S5 生产铸件时，则对铸件上的如下焊接修理部位应采用检验铸件的相同标准进行射线检验：水压试验泄漏部位的焊接修理；准备焊接修理的任何凹坑深度超过壁厚的20%或 1in.(25mm)，取两者中的较小值；或准备焊接修理的任何凹坑面积大于约 10in.^{2}(65cm^2)。

10.3　任何焊接修理当其深度已超过壁厚的 20%或 1in.(25mm)两者中的较小值，或面积已超过约 10in.^{2}(65cm^2)，或者是用来修补水压试验的泄漏时，这样的铸件在焊接后应进行消除应力处理或焊后热处理。此强制性消除应力处理或焊后热处理应按照评定合格的工艺进行。

11　关键词

11.1　碳钢　高温　承压件　钢铸件

补充要求

只有在采购订货单中规定时下列补充要求才适用。由采购方选择使用的标准化补充要求的目录列于A 703/A 703M标准中。下面列出的是通常认为适用于本标准的一些补充要求。A 703/A 703M标准中列举到的其他补充要求在供需双方协商后也可以与本标准一起使用。

S1 未规定元素

S2 破坏试验

S3 弯曲试验

S4 磁粉检查

S5 射线照相检查

S10 焊缝坡口检验

S10.1 磁粉或液体渗透试验的实施方法应符合实用规程E709，或实用规程E165。

S11 碳当量

S11.1 当订货单中有规定时，最高碳当量应为：

级 别	碳当量≤
WCA	0.50
WCB	0.50
WCC	0.55

S11.2 碳当量（*CE*）应按下式计算：

$$CE=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Ni+Cu}{15}$$

S15 淬火加回火热处理

S16 氢氟酸性烷基化作用下用的碳钢铸件的要求

S16.1 铸件应以正火、或正火加回火热处理状态供货。

S16.2 铸件的最大碳当量（*CE*）应如下：

	最大碳当量（*CE*）
最大规定截面厚度≤1in.（25mm）	0.43
最大规定截面厚度>1in.（25mm）	0.45

S16.3 碳当量（*CE*）应按下式确定：

$$CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

S16.4 基于熔炼分析得出的钒和铌的最大含量，应为：

$$V\leq 0.02wt\%$$
$$Nb\leq 0.02wt\%$$
$$V+Nb\leq 0.03wt\%$$

S16.5 基于熔炼分析得出的镍和铜的含量之和，应不大于0.15wt%。

S16.6 最小的碳含量应为0.18wt%，最大的碳含量应按相应级别的要求。

S16.7 焊接修理所用的焊接耗材应为低氢类型的。不得使用E70XX类型的电焊条，并且其所生成的焊缝成分应符合与母材相同的化学成分的要求。

S16.8 除了本标准中的产品标志的要求外，在每一个铸件上用钢印打上或标志出“HF-N”的标志，以表明铸件符合本条补充要求的规定。

高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件

SA-217/SA-217M

(ASTM 标准 A 217/A 217M—07 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准主要适用于高温和腐蚀用(注 2)的阀门、法兰，管配件和其他承压件（注 1）的马氏体不锈钢和合金钢铸件。

1.2 本标准包括一个级别的马氏体不锈钢和九个级别的铁素体合金钢。应根据设计使用条件、力学性能、高温及耐腐蚀性能(注 3)选用之。

注 1：A 216/A 216M 标准适用于承压件的碳钢铸件。在 A 352/A 352M 和 A 487/A 487M 标准中都可以找到和 A 217/A 217M 标准相当的低合金淬火加回火钢的级别。

注 2：本标准包括的级别钢种代表了一般适合于用熔焊方法与其他铸件或锻轧件进行组装的材料。但这并不意味着这些级别的钢具有相同程度的焊接性，因此买方有责任自己确定合适的焊接方法。由于这些类别钢种对高温和耐腐蚀条件具有不同程度的适用性，因此按照适用的建造规程的要求考虑并确定需提供那类钢种也是买方的责任。

注 3：起草本标准的委员会共收入 9 个级别（现已为 10 个——译注）的钢，它们代表了适用于阀门、法兰，管配件和其他承压件的铁素体合金基本类型。当有明显的需要时，委员会将考虑把更好地满足一定使用类型的别的合金钢种纳入到本标准中。

1.3 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的混合使用可能导致和标准不一致的结果。英寸-磅单位用于按 A 217 标准订购的材料，SI 单位用于按 A 217M 标准订购的材料。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 216/A 216M 可熔焊高温用碳钢铸件

A 352/A 352M 低温承压件用铁素体和马氏体钢铸件

A 487/A 487M 承压用铸钢件

A 488/A 488M 铸钢件焊接工艺和人员评定实用规程

A 703/A 703M 承压零件用钢铸件通用要求

A 802/A 802M 钢铸件表面目视检验，合格验收标准的实用规程

A 985/A 985M 承压件熔模铸造钢铸件通用要求

E 165 液体浸透检验方法实用规程

E 709 磁粉检验实用规程

3 一般交货条件

3.1 按本标准提供的材料应符合 A 703/A 703M 标准的有关要求，以及在买方订货单中注明的补充要求。如不能满足 A 703/A 703M 标准中的一般要求即已构成为与本标准的不一致；如果本标准的要求和 A 703/A 703M 标准有抵触时，应以本标准为准。

3.2 按本标准提供的熔模铸造钢铸件，应符合 A 985/A 985M 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 985/A 985M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与 A 985/A 985M 标准的要求有抵触，则应优先满足 A 985/A 985M 标准的要求。

4 订货须知

4.1 询价单或订货单应包括或注明下列资料：

4.1.1 用模型号或图样表示的铸件(铸件图样上应有尺寸公差)。

4.1.2 钢的级别。

4.1.3 标准中的选用项。

4.1.4 钢铸件是否需要采用熔模铸造方法来生产。

4.1.5 包括验收标准在内所需的补充要求。

5 热处理

5.1 所有的铸件应接受适合其设计和化学成

分的热处理。

5.2 铸件应以正火加回火状态供货；WC1、WC4、WC5、WC6 和 CA15 级应在最低为 1100℉(595℃)温度下回火；WC9、C5、C12 和 WC11 级应在最低为 1250℉(675℃)温度下回火。C12A 级应在 1900~1975℉(1040~1080℃)温度下正火，并在 1350~1470℉(730~800℃)温度下回火。

5.3 热处理应在铸件已经冷却到低于相变温度区间后再进行。

6 化学成分

6.1 钢材须符合表 1 所列化学成分的要求（注 4）。

注 4：业已广泛详尽地查明了合金元素在开发 C12A 级别钢中所起到的作用。通过在铁素体合金的基体中生成细小连贯的 M（C，N）X 碳-氮化合物沉淀，V 和 Nb 元素起到促进沉淀强化作用。在回火或是在蠕变过程中，V 还以 V-N 的形式沉淀。这两个元素的组合作用尤为有效。因此，添加强氮化合物形成元素，它们对于氮（N）比起用作为脱氧剂的 Nb 和 V 更具有亲和力，从而影响到高温强化机理。

7 拉伸性能要求

7.1 铸件用钢应符合表 2 中对拉伸性能的要求。

8 质量

8.1 铸件表面经目视检验不应粘附有砂粒，不得有锈皮、裂纹和热拉裂。其他表面不连续性应满足订货单中规定的目视验收标准。可以采用 A 802/A 802M 实用规程的目视方法或其他目视标准定出可予以验收的表面不连续性和外观质量。不予验收的外观表面不连续性缺陷应除去，并通过目视检验磨后造成的凹坑来查看除去情况。如果在除去不连续性缺陷过程中所使用的方法具有高温，则铸件应预热到至少是表 3 中的最低温度。

表 1 化 学 成 分

项 目	成 分,%									
	C-Mo	Ni-Cr-Mo	Ni-Cr-Mo	Cr-Mo	Cr-Mo	Cr-Mo	Cr-Mo	Cr-Mo	Cr-Mo-V	Cr
级别代号	WC1	WC4	WC5	WC6	WC9	WC11	C5	C12	C12A (J84090)	CA15
UNS 编号	J12524	J12082	J22000	J12072	J21890	J11872	J42045	J82090	J84090	J91150
C	0.25	0.05~0.20	0.05~0.20	0.05~0.20	0.05~0.18	0.15~0.21	0.20	0.20	0.08~0.12	0.15
Mn	0.50~0.80	0.50~0.80	0.40~0.70	0.50~0.80	0.40~0.70	0.50~0.80	0.40~0.70	0.35~0.65	0.30~0.60	1.00
P	0.04	0.04	0.40	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.030	0.040
S	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.015	0.045	0.045	0.010	0.040
Si	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.30~0.60	0.75	1.00	0.20~0.50	1.50
Ni	…	0.70~1.10	0.60~1.00	…	…	…	…	…	0.40	1.00
Cr	…	0.50~0.80	0.50~0.90	1.00~1.50	2.00~2.75	1.00~1.50	4.00~6.50	8.00~10.00	8.0~9.5	11.5~14.0
Mo	0.45~0.65	0.45~0.65	0.90~1.20	0.45~0.65	0.90~1.20	0.45~0.65	0.45~0.65	0.90~1.20	0.85~1.05	0.50
Nb	…	…	…	…	…	…	…	…	0.060~0.10	…
N	…	…	…	…	…	…	…	…	0.030~0.070	…
V	…	…	…	…	…	…	…	…	0.18~0.25	…
规定的残余元素										
Al	…	…	…	…	…	0.01	…	…	0.02	…
Cu	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.35	0.50	0.50	…	…
Ni	0.50	…	…	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	…	…
Cr	0.35	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Ti	…	…	…	…	…	…	…	…	0.01	…
W	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	…	0.10	0.10	…	…
V	…	…	…	…	…	0.03	…	…	…	…
Zr	…	…	…	…	…	…	…	…	0.01	…
残余元素总量	1.00	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	…	…

注：除非另外注明，所有数值均为最大值。

表 2　拉 伸 性 能

级　别	抗拉强度，ksi（MPa）	屈服强度①，ksi（MPa）	伸长率，标距 2in.（50mm）%②	断面收缩率，%
WC1	65~90（450~620）	≥35（240）	≥24	≥35
WC4、WC5、WC6、WC9	70~95（485~655）	≥40（275）	≥20	≥35
WC11	80~105（550~725）	≥50（345）	≥18	≥45
C5、C12	90~115（620~795）	≥60（415）	≥18	≥35
C12A（J 84090）	85~110（585~760）	≥60（415）	≥20	≥45
CA15	90~115（620~795）	≥65（450）	≥18	≥30

① 可用 0.2%残余变形法，或载荷下的 0.5%伸长法测定。

② 当像 A 703/A 703M 标准那样拉伸试验中采用的是 ICI 式样棒时，则标距长度减为截面直径的 4 倍。

表 3　最低预热温度

级　别	厚度，in.（mm）	最低预热温度，℉（℃）
WC1	≤5/8	50（10）
	>5/8（15.9）	250（120）
WC4	所有	300（150）
WC5	所有	300（150）
WC6	所有	300（150）
WC9	所有	400（200）
WC11	所有	300（150）
C5	所有	400（200）
C12	所有	400（200）
C12A	所有	400（200）
CA15	所有	400（200）

8.2　当希望附加检验项目时，可以指定补充要求 S4，S5 和 S10。

8.3　铸件不得以锤击，堵塞或浸渍等方法来防止渗漏。

9　焊接修理

9.1　焊接修理应使用按 A 488/A 488M 实用规程评定合格的焊接工艺和焊工来进行。

9.2　C12A 级钢铸件的焊接修理应在 1350~1470℉（730~800℃）温度下做焊后热处理。

9.3　对焊接修理部位的检验应采用与检验铸件相同的质量标准。当按指定的补充要求 S4 生产铸件时，应采用检验铸件的相同标准对焊接修理部位进行磁粉检验。当按指定的补充要求 S5 生产铸件时，则对铸件上的如下焊接修理部位应采用检验铸件的相同标准进行射线检验：水压试验泄漏部位的焊接修补；准备焊接修理的任何凹坑深度超过壁厚的 20%或 1in.（25mm），取两者中的较小值，或准备焊接修理的任何凹坑面积大于 10in.^{2}（65cm^2）。

9.4　当焊接修理是用来修补铸件的水压试验泄漏，或当准备进行焊接的凹坑深度已超过壁厚的 20%或 1in.（25mm）两者中较小值，或者该凹坑的面积大小已超过约 10in.^{2}（65cm^2）时，则均应认为是大修理。所有带大修焊缝的铸件均应经受焊后热处理或两次完全热处理。上述强制性的消除应力处理或再次热处理应按评定的工艺进行。大修理部位的检验应采用与检验铸件相同的质量标准。

10　关键词

10.1　合金钢　高温　马氏体不锈钢　承压件　钢铸件

补 充 要 求

只有在采购订货单中规定时下列补充要求才适用。由采购方选择使用的标准化补充要求的目录列于 A 703/A 703M 标准中。下面列出的是通常认为适用于本标准的一些补充要求。A 703/A 703M 标准中列举到的其他补充要求在供需双方协商后也可以与本标准一起使用。

S1 未规定的元素

S2 破坏试验

S3 弯曲试验

S4 磁粉检查

S5 射线照相检查

S10 焊缝坡口检验

S10.1 磁粉或液体渗透试验的实施方法应符合实用规程 E 165，或实用规程 E 709。

S13 硬度试验

S21 热处理炉记录

S22 热处理

S51 强制性焊后热处理

S51.1 所有带有修理焊缝的铸件在焊接修理后，应按照评定工艺强制性地接受消除应力热处理或再次完全热处理。

压力容器用锰钒镍合金钢板

SA-225/SA-225M

（与 ASTM 标准 A 225/A 225M—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准中的锰-钒-镍合金钢板主要用于焊接多层压力容器。

1.2 本标准中的材料有以下两个强度等级：

级别		抗拉强度，ksi（MPa）
C		105~135（725~930）
D	≤3in.（75mm）	80~105（550~725）
	>3in.（75mm）	75~100（515~690）

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规程力学性能要求能力的限制。但现在通常将级别 C 的最大厚度限制为 0.58in.（15mm），级别 D 的最大厚度限制为 6in.（150mm）。

1.4 以英寸-磅单位或 SI 单位表示数值分别作为标准值。本标准文中 SI 单位示于括号内。两种单位制所示值是不完全相等的；因此各单位制必须独立的使用。如混用两种单位制，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 557/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通与复合钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的材料应符合 A20/A20M 标准。这些要求包括试验和复试的方法和程序、尺寸和重量的允许偏差、质量和缺陷的修补、标志和装运以及订货信息。

3.2 除本标准的基本要求外，为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时，可采用若干补充要求。采购方应参照本标准中列出的附加要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.3 卷板产品在它们被加工成为成品钢板之前，不受本标准质量评定要求的制约。从卷板生产的钢板意味着：钢板是已从卷板切割成各自长度的钢板。加工厂应对涉及将卷板加工成为成品钢板的操作进行直接地控制，或负责任。这样的操作，包括开卷，展平，切割到长度，试验，检查，调质，热处理（如果适用），包装，标志，发货装运，以及合格证书。

注 1：对于用卷板生产的，以及未经热处理或只作了消除应力处理供货的钢板，对每一卷作质量评定的卷板需报告三个试验结果。关于从卷板生产钢板的附加要求，见 A 20/A 20M 标准的描述。

3.4 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求有冲突，则以本标准中的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢并符合于 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度要求。

5 热处理

5.1 所有厚度的 D 级钢板及厚度大于 2in.（50mm）C 级钢板应进行正火。

5.2 厚度小于等于2in.（50mm）的 C 级钢板通常以轧制状态供应。钢板也可按正火、消除应力处理、或正火加消除应力处理订货。

6 化学成分

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17（真空碳脱氧钢）的规定另有修改外，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

表1 化学成分要求

元素		成分,%	
		C级	D级
C①		≤0.25	≤0.20
Mn	熔炼分析	≤1.60	≤1.70
	成品分析	≤1.72	≤1.84
P①		≤0.025	≤0.025
S①		≤0.025	≤0.025
Si	熔炼分析	0.15~0.40	0.10~0.50
	成品分析	0.13~0.45	0.08~0.56
V	熔炼分析	0.13~0.18	0.10~0.18
	成品分析	0.11~0.20	0.08~0.20
Ni	熔炼分析	0.40~0.70	0.40~0.70
	成品分析	0.37~0.73	0.37~0.73

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

7 力学性能

7.1 拉伸试验要求——由拉伸试样所代表的材料的拉伸性能应符合表2的规定。

7.2 对于名义厚度小于等于¾in.(20mm)的钢板，可采用1½in.(40mm)宽的矩形试样，并用2in.(50mm)标距长度来测定伸长率，该标距应包括断口，测定结果系最大的伸长率。

表2 拉伸性能要求

项目		C级		D级	
		ksi	MPa	ksi	MPa
抗拉强度	所有厚度	105~135	(725~930)	…	…
	≤3in.(75mm)	…	…	80~105	(550~725)
	>3in.(75mm)			75~100	(515~690)
屈服强度①	所有厚度	≥70	≥(485)	≥60	≥(415)
	≤3in.(75mm)	…	…	≥55	≥(380)
	>3in.(75mm)			…	…
8in.或200mm标距的伸长率%②		…		…	
2in.或50mm标距的伸长率%②		≥20		≥19	
5*D*标距的伸长率%②		…		≥17	

① 可用0.2%残余变形法或载荷下的0.5%伸长法测定。

② 伸长率的修整见A 20/A 20M标准。

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准包括供用户选择的标准附加要求明细表，其中与本标准有关的项目如下。其他试验可由供需双方协商执行。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S4.1 附加拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 依照 A 435/A 435M 标准超声波检验

S9 磁粉检验

S11 依照 A 577/A 577M 标准超声波检验

S12 依照 A 578/A 578M 标准超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

铬-钒合金钢弹簧钢丝

SA-231/SA-231M

（除 13.1 条中的合格证要求是强制性要求外，
与 ASTM 标准 A231/A231M—96 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于具有适合制造中、高温用弹簧所需性能及质量的圆形铬-钒合金钢弹簧钢丝，它应该是按采购方规定退火并冷拔的，或经油中回火状态的材料。

1.2 以英寸-磅或国际制（SI）单位表示的数值都应视为标准值。在本标准中，国际制单位示于括号内。由于两种单位制的数值并不可能完全相等，故必须单独地分别采用两种单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A370 钢制品力学试验方法和定义

A700 国内发运的钢制品包装、标志和装载实用规程

A751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

A752 合金钢丝杆材及冷圆钢丝通用要求

E29 试验数据中使用有效位数判定与标准一致性实用规程

2.2 ANSI 标准

B32.4M 圆形、方形、矩形和六角形金属产品用的推荐米制规格尺寸

2.3 军用标准

MIL-STD-163 钢材产品发货及贮存的表面处理

2.4 联邦政府标准

Fed. Std. No. 123 民用机构发货标志

2.5 AIAG 标准

AIAGB-5 02.00 初始金属识别标志应用标准

3 订货须知

3.1 按本标准订购材料的订货单应包括对每一订货项目的下列资料：

3.1.1 数量（质量）；

3.1.2 材料名称（铬-钒合金钢弹簧钢丝）；

3.1.3 钢丝直径（表 1 及表 2）；

3.1.4 包装（第 14 节）；

3.1.5 浇注或熔炼分析（5.2 条）（如果有要求）；

3.1.6 合格证和试验报告（第 13 节）；

3.1.7 ASTM 标准号和年号。

注：一份典型的订单说明如下：ASTM A 231M 年号____标准，规格 6.00mm，150kg 重量的盘卷，油中回火的铬-钒合金钢弹簧钢丝，20000kg；或者按英寸-磅单位，ASTM A 231 年号____标准，规格 0.250in.，350lb 重量的盘卷，油中回火的铬-钒合金钢弹簧钢丝，40000lb。

4 材料及制造

4.1 钢可采用任何一种商业上可接受的炼钢工艺生产，钢可以是浇注或者连铸的。

4.2 成品钢丝应不带有有害气孔及过度偏析。

5 化学成分

5.1 钢应符合表 3 中规定的化学成分要求。

5.2 浇注或熔炼分析—钢厂应对每一次浇注或每一炉钢进行熔炼分析，以测定表 3 中规定的元素含量的百分比。这种分析应在浇注铸锭或在熔炼过程中以适当方法取得的试样上进行，当有要求时，分析结果应报告采购方，且应符合表 3 的要求。

5.3 成品分析（以前称校核分析）—成品分析可以由采购方在代表每一个铸锭或每一炉钢的成品钢丝上完成。由此测定的化学成分，按所要求

的或限定的元素，应符合 A752 标准的表 5 中规定的成品(校核)分析要求。

5.4 为了仲裁目的时，应使用 A751 试验方法、实用规程及术语标准。

6 力学性能

6.1 退火及冷拔的——当订购的是退火及冷拔状态的钢丝时，钢丝须经过足够量的冷加工以满足采购方的盘绕要求，且以适当的状态与正确地热处理相适应。倘若希望特殊硬度的场合，须在采购订单中注明。

6.2 油中回火的——当订购的是油中回火状态的钢丝时，对尺寸 2.50mm 或 0.105in. 和更粗直径的钢丝，钢丝的抗拉强度及最小断面收缩率应符合表 1 或表 2 中的要求。

6.2.1 试验数量——从一批的每 10 卷及其余数卷上应取一个试样。对已定批中的每一次浇注或每一炉都要试验。

6.2.2 试验位置——试样应从该卷的每一端取。

6.2.3 试验方法——拉伸试验应按 A370 试验方法及定义标准进行。

6.3 盘绕试验

6.3.1 油中回火或冷拔的直径小于等于 4.00mm 或 0.162in. 的钢丝以它自身作为芯轴进行盘绕而不破损。直径小于等于 8.00mm 或 0.312in. 的较大直径钢丝须在 2 倍于钢丝直径的芯轴上进行盘绕而不破损。盘绕试验对于直径大于 8.00mm 或 0.312in. 的钢丝不适用。

6.3.2 试验数量——从一批的每 10 卷及其余数卷上取一个试样。对已定批中的每一次浇注或每一炉都要试验。

6.3.3 试验位置——试样须从该卷的每一端上取。

6.3.4 试验方法——拉伸试验须按 A370 试验方法及定义标准的补充Ⅳ进行。

7 冶金性能

7.1 表面质量

7.1.1 收货状态的钢丝不应带铁锈及过度的氧化皮。没有严重的模具刻痕、擦伤或发纹。根据对浸蚀过的试样端的检验，发纹不得超过钢丝直径的 3.5%，或 0.25mm 或 0.010in.，取在横截面上测量得出的较小值。

7.1.2 试验数量——从一批的每 10 卷及其余数卷上取一个试样。对已定批中的每一次浇注或每一炉都要试验。

7.1.3 试验位置——试样应从该卷的一端或两端上取。

7.1.4 试验方法——试样应放在用等量的盐酸及水混合而成，并且加热到大约 80℃ 的溶液中浸蚀之后检测表面。试验端应采用 10 倍放大镜作检验。任何呈现边线深度有疑问的发纹的试样，应具有从未经浸蚀部位取得的横截面，适当地固定、抛光以及进行检验，以便于测得发纹的深度。

8 尺寸及允许偏差

8.1 钢丝直径的允许偏差应按表 4 或表 5 中的规定。

9 工艺质量及外观

9.1 退火及冷拔的——钢丝不应发生扭结或不恰当地排绕。为了试验排绕，少量卷绕的钢丝应从卷上切分解开，并放置在平表面上。钢丝应可放平，既不弹起也不呈现波浪形。

9.2 油中回火的——钢丝应质量均匀且是回火的，并且无波形或沟形弯曲。

9.3 每一卷须是由同一连续长度的钢丝卷绕而成。允许存在冷拔前焊接制造焊缝。如果未经标志的焊缝对采购方是不允许的话，则在采购时应与钢厂做特殊安排。

9.4 外观——钢丝的表面光滑，没有诸如发纹、凹坑、模具划痕及其他会有损于作弹簧钢丝使用的缺陷。任何附加的表面质量要求必须在进入合同阶段时商定。

10 复试

10.1 若任一试样呈现明显的缺陷或呈现存在有焊缝，则可废弃掉并更换另外的试样。

11 检查

11.1 除非在合同或采购订单中另有规定，钢厂应负责实施所有在本标准中规定的检查及试

验要求。除非在合同或采购订单中另有规定，钢厂可使用它自己的或任何其他合适的设备进行检查工作及试验要求，除非是在提出订货时采购方就不同意。采购方应有权进行本标准中提出的任何检查及试验，只要这样的检查及试验被认为对保证该材料符合所规定的要求。

12 拒收和复审

12.1 除非另有规定，根据按本标准进行的试验，任何拒收须尽可能早地报告钢厂以便于能开始调查工作。

12.2 这些材料必须充分保护，并正确地识别以便于钢厂可进行适当的调查。

13 合格证书

13.1 钢厂合格证或供货商出具的合格证须向采购方提供，说明材料是已按照本标准制造，取样、试验和检查，并且符合标准要求。须提供试验结果报告。

13.2 合格证上包括标准编号，年号及修改字符(如果有修改)。

14 包装、标志及装运发货

14.1 钢丝卷的重量、尺寸及包装方法按钢厂与采购方达成的协议进行。

14.2 钢丝的规格、采购订单编号、ASTM 标准号、炉号及钢厂的厂名或商标应标志在标签上，牢固地附在每一卷的钢丝上。

14.3 除非在采购订单上另有规定，发货用包装方法、标志及装运应按照 A700 实用规程建议的程序。

14.4 美国政府采购：

14.4.1 军方采购用材料的包装、装箱及标志依据 MIL-STD-163 标准的等级 A、等级 C 的要求，或者是按合同或采购订单中规定的商业级别。民用机构用材料的装运标志根据 Fed. Std. No. 123 标准。

14.4.2 条形码——除上面说明的识别要求，条形码可允许作为补充的识别方法。条形码应按 AIAG B-5 02.00 初始金属识别标签应用标准组成。条形码可印刷在牢固系紧的标签上。

15 关键词

15.1 合金 铬-钒 弹簧 钢丝

表 1 拉伸要求，SI 制单位①

直径②，mm	抗拉强度，MPa		断面收缩率，≥%
	最 小	最 大	
0.50	2060	2260	③
0.55	2050	2240	③
0.60	2030	2220	③
0.65	2010	2200	③
0.70	2000	2160	③
0.80	1980	2140	③
0.90	1960	2120	③
1.00	1940	2100	③
1.10	1920	2080	③
1.20	1900	2060	③
1.40	1860	2020	③
1.60	1820	1980	③
1.80	1800	1960	③
2.00	1780	1930	③
2.20	1750	1900	③
2.50	1720	1860	45
2.80	1680	1830	45
3.00	1660	1800	45
3.50	1620	1760	45
4.00	1580	1720	40
4.50	1560	1680	40
5.00	1520	1640	40
5.50	1480	1620	40
6.00	1460	1600	40
6.50	1440	1580	40
7.00	1420	1560	40
8.00	1400	1540	40
9.00	1380	1520	40
10.00	1360	1500	40
11.00	1340	1480	40
12.00	1320	1460	40

① 中间直径的抗拉强度值可用插入值。

② 优先选用规格。对圆形、方形、矩形和六角形金属产品的优选米制规格的完整系列表见 ANSI B 32.4M。

③ 断面收缩试验不适用于直径小于 2.34mm 的钢丝。

表 2　拉伸要求，英制单位[①]

直径[②]，in.	抗拉强度，ksi		断面收缩率，≥%
	最　小	最　大	
0.020	300	325	③
0.032	290	315	③
0.041	280	305	③
0.054	270	295	③
0.062	265	290	③
0.080	255	275	③
0.105	245	265	45
0.135	235	255	45
0.162	225	245	40
0.192	220	240	40
0.244	210	230	40
0.283	205	225	40
0.312	203	223	40
0.375	200	220	40
0.438	195	215	40
0.500	190	210	40

① 中间直径的抗拉强度值可用插入值。

② 优先选用规格。对圆形、方形、矩形和六角形金属产品的优选米制规格的完整系列表见 ANSl B 32.4M。

③ 断面收缩试验不适用于直径小于 0.092in. 的钢丝。

表 3　化学成分要求

元　素	分析值,%
C	0.48~0.53
Mn	0.70~0.90
P	≤0.040
S	≤0.040
Si	0.15~0.35
Cr	0.80~1.10
V	≥0.15

表 4　钢丝直径的允许偏差，SI 制单位[①]

直径，mm	允许偏差，正、负偏差，mm	允许的圆度，mm
≤0.70	0.02	0.02
>0.70~2.00	0.03	0.03
>2.00~9.00	0.05	0.05
>9.00	0.08	0.08

① 为确定是否符合本标准的目的，所有规定的限值是 E29 实用规程中的绝对值。

表 5　钢丝直径的允许偏差，英制单位[①]

直径，in.	允许偏差，正、负偏差，in.	允许的圆度，in.
0.020~0.028	0.0008	0.0008
>0.028~0.075	0.001	0.001
>0.075~0.375	0.002	0.002
>0.375~0.500	0.003	0.003

① 为确定是否符合本标准的目的，所有规定的限值是 E29 实用规程中的绝对值。

中、高温用锻制碳钢和合金钢管道配件

SA-234/SA-234M

(与 ASTM 标准 A 234/A 234M—07 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适于最新版的 ASME B16.9、B16.11 及 MSS SP-79、MSS SP-83 和 MSS SP-95所包括的无缝的及焊接结构的锻制碳钢和合金钢管配件。这些管配件用于中温及高温的压力管道和压力容器制造。与 ASME 及 MSS 标准不相符的管配件应按照 A960/A960M 标准的补充要求 S58 提供。

1.2 选用的补充要求，是为了那些要求深度检验的管配件提供的。如需这些补充要求的一条或多条时，可以在订货单中规定。

1.3 本标准不适用于铸造焊接管配件及由铸件机加工而成的管配件。铸钢焊接的管配件应按 A216/A216M 及 A217/A217M 标准。

1.4 本标准采用英寸-磅和 SI 两种单位，但除非订货单中规定采用“M”标志(SI 单位)，材料将以英寸-磅单位供货。

1.5 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此每一种单位制必须独立使用。两个单位制的数值混合使用可能导致标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 除了列在 A960/A960M 标准中的那些引用标准外，下列标准清单适用本标准。

2.2 ASTM 标准：

A 216/A 216M 可熔焊高温用碳钢铸件

A 217/A 217M 高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件

A 960/A960M 热锻轧钢管道用管配件的共同要求

2.3 ASME 标准

B 16.9 钢制对接焊管配件

B 16.11 锻钢管配件，承插式焊接及螺纹连接

2.4 ASME 锅炉和压力容器规范

第Ⅴ卷 无损检验

第Ⅷ卷 第一册，压力容器

第Ⅸ卷 焊接评定

2.5 MSS 标准

MSS SP-25 阀门、管配件、法兰和活接头的标准标志系统

MSS SP-79 承插式焊接异径管塞

MSS SP-83 承插焊接的和螺纹端的钢制管道管套节

MSS SP-95 模锻缩接套及大堵头

2.6 ASNT 标准

SNT-TC-1A(1984) 无损检测人员资格评定和颁发证书的推荐方法

3 订货须知

3.1 见 A960 标准。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的材料，须符合现行版本的 A 960/A 960M 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 960/A 960M标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准与 A 960 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

5 材料

5.1 管配件的材料包括：镇静钢，锻件，棒钢，钢板，无缝管或添加填充金属的熔焊管状制品，并且它们的化学成分应符合表 1 的要求。除非另有规定，对于碳素钢板可由粗晶粒钢也可以由细晶粒钢制成。WP9 级别应制造为细晶粒钢。

5.2　对所用材料，原材料标准不允许特殊要求添加超出表 1 列出材料的元素以外任何他元素。这并不排除使用脱氧剂或为控制晶粒度合理使用的某些元素。

表 1　化 学 成 分

级别号及标志号[1]	成　分,%									
	C	Mn	P≤	S≤	Si	Cr	Mo	Ni	Cu	其他元素
WPB[2,3,4,5,6]	≤0.30	0.29~1.06	0.050	0.058	≥0.10	≤0.40	≤0.15	≤0.40	≤0.40	V≤0.08
WPC[3,4,5,6]	≤0.35	0.29~1.06	0.050	0.058	≥0.10	≤0.40	≤0.15	≤0.40	≤0.40	Nb≤0.08
WP1	≤0.28	0.30~0.90	0.045	0.045	0.10~0.50	…	0.44~0.65	…	…	…
WP12　1 类，WP12　2 类	0.05~0.20	0.30~0.80	0.045	0.045	≤0.60	0.80~1.25	0.44~0.65	…	…	…
WP11　1 类， WP11　2 类， WP11　3 类	0.05~0.15 0.05~0.20	0.30~0.60 0.30~0.80	0.030 0.040	0.030 0.040	0.50~1.00 0.50~1.00	1.00~1.50 1.00~1.50	0.44~0.65 0.44~0.65	… …	… …	… …
WP22　1 类，WP22　3 类	0.05~0.15	0.30~0.60	0.040	0.040	≤0.50	1.90~2.60	0.87~1.13	…	…	…
WP5　1 类和 WP53 类	≤0.15	0.30~0.60	0.040	0.030	≤0.50	4.0~6.00	0.44~0.65	…	…	…
WP9　1 类和 WP93 类	≤0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.25~1.00	8.0~10.0	0.90~1.10	…	…	…
WPR	≤0.20	0.40~1.06	0.045	0.050	…	…	…	1.60 ~2.24	0.75 ~1.25	… …
WP91	0.08~0.12	0.30~0.60	0.020	0.010	0.20~0.50	8.0~9.5	0.85~1.05	≤0.40	~	V=0.18~0.25 Nb=0.06~0.10 N=0.03~0.07 Al≤0.02[7] Ti≤0.01[7] Zr≤0.01[7]
WP911	0.09~0.13	0.30~0.60	0.020	0.010	0.10~0.50	8.5~9.5	0.90~1.10	≤0.40	…	V=0.18~0.25 Nb=0.060~0.10 N=0.04~0.09 Al≤0.02[7] B=0.0003~0.006 W=0.90~1.10 Ti≤0.01[7] Zr≤0.01[7]

注 1：除非另有规定所有要求均为最大值。

注 2：表中标有省略号“…”处，意为无要求。

① 当管配件为焊接结构时，上述级别号及标志号应添加字母“W”。

② 由棒料或板料制成的管配件，含碳量最大可为 0.35。

③ 由锻件制成的管配件，含碳量最大可为 0.35，含硅量最大可为 0.35，且无最小值限制。

④ 当含碳量在规定最大含碳量以下时，每降低 0.01%碳，则含锰量可在规定最大含锰量以上递增 0.06%，直至最大含锰量为 1.35%。

⑤ 铜、镍、铬和钼的总量不得大于 1.00%。

⑥ 铬和钼的总量不得大于 0.32%。

⑦ 熔炼分析和成品分析均适用。

表2 拉伸性能

级别及标志符号	WPB	WPC，WP11 2类，WP12 2类	WP1	WP11 1类，WP22 1类，WP5 1类，WP9 1类	WPR	WP11 3类，WP22 3类，WP5 1类，WP9 1类	WP91	WP911	WP12 1类
抗拉强度，ksi (MPa)	60~85 (415~585)	70~95 (485~655)	55~80 (380~555)	60~85 (415~585)	63~88 (435~605)	75~100 (520~690)	85~110 (585~760)	90~120 (620~840)	60~85 (415~585)
最小屈服强度，ksi (MPa)，(0.2%残余变形或载荷下0.5%伸长法)	35 (240)	40 (275)	30 (205)	30 (205)	46 (315)	45 (310)	60 (415)	64 (440)	32 (220)

伸长率	不同级别伸长率要求					
	除WPR及WP91和WP911外的所有级别		WPR		WP91和WP911	
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
标距为4D的标准圆形试样或小尺寸比例试样，最小值%	22	14	20	…	20	…
壁厚5/16in.（7.94mm）及以上的矩形试样，和所有在全截面下试验的小尺寸试样，标距为2in.（50mm）的最小值%。	30	20①	28	…	…	…
壁厚5/16in.（7.94mm）以下的矩形试样，标距为2in.（50mm）的最小值%［试样宽1/2 in.（12.7mm）］	②	②	②	…	…	…

注：表中标有省略号（…）处，意为无要求。

① 由板料制成的WPB及WPC钢的管配件，最小伸长率应为17%。

② 允许从上列伸长率值上，对于壁厚在5/16in.（7.94mm）以下的，每减薄1/32 in.（0.79mm），纵向伸长率递减1.5%及横向伸长率递减1.0%。下表给出不同壁厚的最小值。

壁厚		不同级别伸长率要求			
		除WPR及WP91和WP911外的所有级别		WPR	WP91和WP911
in.	(mm)	纵向	横向	纵向	纵向
5/16 (0.312)	7.94	30.0	20.0	28.0	20
9/32 (0.281)	7.14	28.5	19.0	26.5	19
1/4 (0.250)	6.35	27.0	18.0	25.0	18
7/32 (0.219)	5.56	25.5	…	23.5	17
3/16 (0.188)	4.76	24.0	…	22.0	16
5/32 (0.156)	3.97	22.5	…	20.5	15
1/8 (0.125)	3.17	21.0	…	19.0	14
3/32 (0.094)	2.38	19.5	…	17.5	13
1/16 (0.062)	1.59	18.0	…	16.0	12

注：上表列出了每减薄壁厚1/32in.（0.79mm）时计算伸长率的最小值，%。壁厚处在上示两值之间时，最小伸长率的值则由下式确定之：

试验方向	公式
纵向	$E=48t+15.00$*
横向	$E=32t+10.00$*

式中 E=标距2in.或(50mm)的伸长率，%

t=试样的实际厚度，in.(mm)

* 此外原文未给出SI单位制的计算式，对纵向应为：($E=1.87t+15.00$)，对横向为：($E=1.25t+10.00$)。——译注。

6　制造

6.1　锻造或成形工序可采用锤锻，压制、穿孔、挤压、轧制、弯曲、熔焊、机加工、或由两个及两个以上的复合工序来完成。所采用的成形工艺不应在管配件上产生有害缺陷。

注 1：小于等于 NPS 4 的管配件可以由按钢种类别化学成分符合表 1 及力学性能符合表 2 的热锻或热轧、冷定径并调直棒料机加工而成。其热处理应按第 7 节规定。所有用棒料机加工而成的管帽应按照 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S52 或 S53 采用液体渗透或磁粉检验。

6.2　包括由管状制品制成的管配件上的焊接在内，其全部焊缝应是：

（1）按 ASME 第Ⅸ卷的规定采用经焊接工艺评定合格的焊接工艺及由评定合格的焊工及焊接操作工作焊接；

（2）按本标准第 7 节的规定进行热处理；

（3）应按 ASME 的第Ⅴ卷，第 2 章对每条焊缝的全长进行射线检验，允许的合格标准按 ASME 锅炉和压力容器规范的第Ⅷ卷，第一册中的 UW-51 条。

由管配件制造厂焊接的焊缝也可以按照 ASME 第Ⅷ卷的附录 12 用超声波检验来代替射线检验。WPB、WPC、WP1、WP11 级的 1 类，WP11 级的 2 类，WP11 的 3 类，WP12 的 1 类，WP12 的 2 类及 WPR 级别钢的焊缝无损检验可以在其成形之前或之后进行。WP5、WP9、WP91、WP911、WP22 级的 1 类及 WP22 的 3 类，这些级别钢的焊缝无损检验应在管配件的成形加工后进行。

6.3　无损检验操作人员应按照 SNT-TC-1A 进行资格评定合格。

6.4　管配件的焊接接头应按照 ASME 第Ⅷ卷，第一册中的 UW-35(a) 条的要求焊接。

6.5　所有用冷成形加工方法制造的对接焊接三通采用 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S52 或 S53 规定的检验方法之一进行液体渗透检验或磁粉检验。这一检验应在最终热处理之后进行。仅需对三通的侧壁区域进行检验。规定的区域包括由支管的出口处焊接坡口到主管本体中心线或焊缝中心线的范围。当尺寸允许时，内、外表面均应按第 13 节表面质量规定处理。在除去裂纹之后三通应使用原来的方法重新检验。合理的三通应按所使用的方法标上 PT 或 MT 标志，以表明符合要求。

6.6　短管接头可采用一个由相同合金级别及成分的钢板或棒材制成的整圈圆环，焊接到公称管直段外侧的方法生产，只要焊接是双面焊、全焊透的、并满足 6.2 条对质量评定及 7.3.3 条对焊后热处理的要求。

7　热处理

7.1　热处理工艺规程——高温下成形后的管配件应在适宜的条件下冷却至临界温度以下，以防止由于冷却过快而导致的有害缺陷，但决不可超过的静止空气中的冷却速度。热处理的管配件应按 A 960/A 960M 标准中第 7 节的要求进行热处理。

7.2　WPB，WPC 及 WPR 钢的管配件：

7.2.1　终锻温度低于1800°F(980℃)、并高于1150°F(620℃)的热成形 WPB，WPC 及 WPR 钢的管配件若是放在静止空气下冷却的，则无需热处理。

7.2.2　热成形或热锻造的 WPB，WPC 及 WPR 钢的管配件，如终锻温度超过1800°F(980℃)，应随后进行退火、正火、或正火加回火。小于等于 NPS 4 的热锻造管配件无需热处理。

7.2.3　靠局部加热管配件坯料的一部分而制成的大于 NPS12 的 WPB，WPC 及 WPR 钢的管配件，无论其成形温度的高低，随后应进行退火，正火，或正火加回火。对于象弯头、三通、集流三通及缩口管一类的碳含量小于 0.26% 的管配件，当小于等于 NPS 12 者在靠局部加热管配件的一部分成形操作之后无需热处理。

7.2.4　冷成形的 WPB，WPC 及 WPR 钢的管配件，其最终成形温度低于 1150°F(620℃)，应进行正火，或应在 1100～1275°F(595～690℃)温度下进行应力消除。

7.2.5　采用熔焊制造的 WPB，WPC 及 WPR 钢的管配件，当其焊接接头处的公称壁厚大于等于 ¾ in.(19mm)时，应在 1100～1250°F(595～675℃)温度下进行焊后热处理或按第 7.2.6 条处理。

7.2.6　按第6节的任何一种方法制造的 WPB，WPC 管配件，由制造厂选择可进行退火、正火或正火加回火。

7.3　WPB，WPC 和 WPR 以外的管配件

7.3.1 WP1、WP11级的1类，WP11的2类，WP11的3类，WP12的1类，WP12的2类，WP22的1类和3类，WP5和WP9级别钢的管配件应以完全退火，或者正火加回火状态供货。如进行正火加回火，则对WP11的1类，WP11的2类，WP11的3类，WP12的1类及WP12的2类级别钢其退火温度不得低于1150°F（620℃）；对WP5、WP9及WP22的1类和3类钢其退火温度不得低于1250°F（675℃）。

7.3.2 对于热成形或冷成形的WP1或WP12的1类或WP12的2类钢的管配件，可以在1200°F（650℃）的温度下进行最终热处理以替代第7.3.1条中规定的热处理。

7.3.3 对于在按7.3.1热处理后用熔焊方法制造的管配件，除了WP1级钢仅需对焊接接头处公称壁厚大于等于½in.（13mm）者进行焊后热处理外；余者所有厚度均应在不低于上述规定的回火温度下进行焊后热处理。

7.3.4 除了当买方规定了补充要求S1外，WP91级钢的最终热处理应在最低为1900°F（1040℃），最高为2000°F（1095℃）下进行正火；并在最低为1350~1470°F（730~800℃）的温度下进行回火。

7.3.5 WP911级别钢应在1900~1975°F（1040~1080℃）的温度范围内正火和在1365~1435°F（740~780℃）的温度范围内回火，做最终热处理。

7.4 用棒料制造的WPB和WPC管配件——对于经冷拔或冷轧而使得截面收缩率超过10%的冷加工成形棒料，除非是在1100~1250°F（595~675℃）温度下进行消除应力、正火、正火加回火，或者完全退火；均不得用于制造碳钢的管配件。在进行热处理的随后，必须进行力学性能试验。

7.5 当取得买方的同意后，对于所有级别的钢，允许在液体淬火之后进行回火。对于WPB，WPC和WPR钢最低回火温度为1100°F（595℃），对WP1级、WP11的1类，WP11的2类，WP11的3类，WP12的1类和WP12的2类钢最低回火温度为1150°F（620℃）；以及对WP5、WP9和WP22的1类和3类钢的最低回火温度为1250°F（675℃），WP91级和WP911为1350°F（730℃）。

8 化学成分

8.1 每次浇铸或熔炼时应确定其化学成分，并且应与表1中所列的相应材料的化学成分要求相符。表中所示内容已扩大到包括对于按本标准制造管配件时通常用到的原材料（钢管、管子、板料、棒料及锻件）的化学成分要求的偏差；这些偏差原来是列出在不同的材料标准中的。

8.2 钢不应含有任何对订购级别未规定的元素到如此程度，使它符合了另一级别钢的要求，如果其他级别钢中该元素是有要求最小含量的规定元素。

8.3 碳钢管配件结构中使用的焊缝金属，应是ASME锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷，QW-442表中的No. A1类软钢（低碳钢）的化学成分值。对WPCW级钢*可以是No. A2**类的。

8.4 合金钢管配件熔敷焊缝金属的钼和铬含量应与母材相同，都在允许的百分含量范围内。

9 拉伸性能

9.1 管配件材料的拉伸性能应符合表2中所列要求。

9.1.1 所切取的纵向或横向的试样应适合于拉伸试验的需要。

9.1.2 当表2中同时规定了对纵向及横向试样的伸长率时，这并不意味着同时对纵、横向都有要求，而仅仅意味对所采用的试样该伸长率要求是恰当的。

9.2 材料的每一熔炼炉次及能代表成品管配件的相同热处理状态应做一次拉伸试验。试样的厚度与其所代表的管配件壁厚相差不得超过¼in.（6mm）。

9.3 当所供货的是冷成形的管配件时，其毛坯材料的试样应按7.2.4条进行正火或消除应力，对于经这样热处理过的试样所进行的拉伸试验应认为也是冷成形管配件的拉伸性能。

9.4 拉伸试验记录应证明该管配件材料满足本标准规定拉伸性能的要求，只要它们的热处理是相同的。如果原材料没有经过试验，或者该管配件的热处理状况不同，则管配件的制造厂应对

---

* WPCW类钢意为焊接结构WPC级钢。——译注。

** No. A2为碳铝钢。——译注。

每一炉号的初始材料在能代表成品管配件的材料上进行所要求的拉伸试验。

10 硬度

10.1 如进行试验、管配件应能满足下列硬度要求：

10.1.1 对于 WP5、WP9 及 WPR 级别钢的管配件——最高 217HB。

10.1.2 对于 WP91 和 WP911 级别钢的管配件——最高 248HB。

10.1.3 对于其他所有级别钢的管配件——最高 197HB。

10.2 当要求对管配件进行实际硬度试验时，见 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S57。

11 水压试验

11.1 见 A 960/A 960M 标准。

12 尺寸

12.1 按本标准所订购的对接焊接管配件及对接焊小半径弯头和180°弯头应分别符合最新版的 ASME B16.9 所给出的尺寸和公差。按照本标准订购的钢制承插式焊接的及螺纹连接的管配件应符合最新版的 ASME B16.11、MSS SP-79 或 MSS SP-83 标准规定的规格，形状、尺寸和公差。

12.2 形状或规格和上述这些标准不同的，但符合本标准的所有其他要求的管配件，可以按照 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S58 供货。

13 表面质量

13.1 见 A 960/A 960M 标准。

14 焊接修理

14.1 见 A 960/A 960M 标准。

15 检查

15.1 见 A 960/A 960M 标准。

15.2 当协议书要求其他试验时，应从包括在订货炉批内的材料上进行。

16 拒收及复审

16.1 不符合本标准要求的材料可以拒收。拒收应立即以书面报告给生产厂或供货商。如对买方检查结果不满意，生产厂或供货商可提出复审要求。

16.2 对在车间加工或使用过程中发现有了缺陷的管配件可以拒收，这种情况下须立即以书面文件通知制造厂。

17 合格证书

17.1 如买方有要求，厂方须提供符合本标准的合格证明书。此外，如要求提供试验报告，厂方也要提供下列适用的报告；

17.1.1 化学分析结果，第 8 节(表 1)。若某元素含量低于 0.02%时，在报告中对该元素的分析结果可写为“<0.02%”。

17.1.2 拉伸性能结果，第 9 节(表 2)。记载以 ksi(MPa)为单位的屈服强度和极限强度，以及百分比表示的伸长率。

17.1.3 按照第10节可接受的硬度。

17.1.4 热处理类型，第 7 节。

17.1.5 无缝或焊接的。

17.1.6 原材料，特别是管材，板材等。

17.1.7 有关射线或超声波检验的陈述(第 6.2 条)。

17.1.8 买方订单中要求的任何补充试验。

17.1.9 合格证书应陈述标准中规定的配件的生产、取样、检验和探伤，并满足要求。

17.1.10 合格证书及试验报告上应注明管配件的标准号、出版年份、修改符号(如有修订),类别及等级号。

18 产品标志

18.1 所有的管配件都应按最新版阀门、管配件、法兰及活接头的标准标志系统(MSS SP-25 最新版)的规定，在每一个管配件上打钢印，或以其他适当方式标出规定的标志内容。

18.2 对于对接焊接和管配件所规定的标志内容应包括：制造厂的厂名或商标(见注 2),壁厚系列标号或公称壁厚标号、规格、钢种的类别及等级号(列于表 1),以及熔炼炉次编号或制造厂的炉次识别号。带有用超声波检验代表射线检验焊缝的管配件则在炉次识别号之后应附加“U”字标志。

注 2：识别标志的意图是表明该制造厂被认定为是一个能证明管道部件符合本标准的生产单位。

18.3 对于螺纹连接的或承插式焊接的管配件所规定的标志内容应包括：制造厂的厂名或商标(见注2)，压力等级或壁厚系列标号及级别和类别号(按附件A1)，及熔炼炉次编号或制造厂的炉次识别号。

18.4 管配件上不要求标志标准号，出版年份及修改符号。

18.5 条形码——除了18.1、18.2、18.3和18.4条的要求外，条形码也可以用作为补充标记方法。买方可以在订货单中规定使用一种特殊的条形码系统。如果条形码系统由供方任选，则应按照已发布的一种条形码工业标准进行。若用于小的零件上，条形码可应用在箱体上或在一个结实的适用标牌上。

19 关键词

19.1 钢制公称管配件 管道用 承压件 压力容器用 高温应用

补　充　要　求

除非在采购订货单中有规定，否则这些补充要求不予考虑。当有要求时，除非另有商议，规定的补充要求由采购方付费应在制造厂由厂方去完成。如在订货单中如此规定，则在材料装运之前，规定的试验应经采购方检验师核实见证。

S1　另一种热处理——WP91 级钢

S1.1　WP91 级别钢应按第 7.3.4 条进行正火，并在买方规定的温度下进行回火，该温度应低于 1350℉(730℃)。对整个管配件在最低为 1350~1470℉(730~800℃)温度下作随后的回火应是买方的责任。在按第 7.3.4 条进行热处理的材料上应做所有的力学性能试验。证明书应引证本补充要求注明所采用的实际回火温度。标志“S1”应被包括在该管配件所要求作的标志以内。

S2　受限制的钒含量

S2.1　管配件的钒含量不得超过 0.03%。

S3　碳当量

S3.1　对于级别 WPB 和 WPC，按熔炼分析及下式的最大碳当量(*CE*)应为 0.50。

$$CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

S3.2　按买方和供货方的商定，可以是较低的最大碳当量。

S3.3　在试验报告中须报告最大碳当量(*CE*)。

附 件

（强制性资料）

A1 标志用管配件标号

表 A1.1 标志用管配件标号

级 别	类 别	结 构	强制性标志
WPB	…	W（焊接结构）	WPBW①
	…	S（无缝结构）	WPB
WPC	…	W（焊接结构）	WPCW①
	…	S（无缝结构）	WPC
WP1	…	W（焊接结构）	WP1W①
	…	S（无缝结构）	WP1
WP12	CL1	W（焊接结构）	WP12 CL1W①
	…	S（无缝结构）	WP12 CL1
WP12	CL2	W（焊接结构）	WP12 CL2W①
	…	S（无缝结构）	WP12 CL2
WP11	CL1	W（焊接结构）	WP11 CL1W①
	…	S（无缝结构）	WP11 CL1
WP11	CL2	W（焊接结构）	WP11 CL2W①
	…	S（无缝结构）	WP11 CL2
WP11	CL2	W（焊接结构）	WP11 CL3W[A]
	…	S（无缝结构）	WP11 CL3
WP22	CL1	W（焊接结构）	WP22 CL1W①
	…	S（无缝结构）	WP22 CL1
WP22	CL2	W（焊接结构）	WP22 CL2W①
	…	S（无缝结构）	WP22 CL2
WP5	CL1	W（焊接结构）	WP5 CL1W①
	…	S（无缝结构）	WP5 CL1
	CL3	W（焊接结构）	WP5 CL3W①
	…	S（无缝结构）	WP5 CL3
WP9	CL1	W（焊接结构）	WP9 CL1W①
	…	S（无缝结构）	WP9 CL1
	CL3	W（焊接结构）	WP9 CL3W①
	…	S（无缝结构）	WP9 CL3
WPR	…	W（焊接结构）	WPRW①
	…	S（无缝结构）	WPR
WP91	…	W（焊接结构）	WP91W①
	…	S（无缝结构）	WP91

① 如果焊缝是经超声波检验代替射线检验的，在标志里加“U”。

压力容器和一般用途用铬及铬镍不锈钢板、薄板和钢带

SA-240/SA-240M (15)

(与 ASTM 标准 A 240/A 240M—13C 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于压力容器和一般用途用的铬、铬-镍和铬-锰-镍不锈钢板、薄板和钢带。

1.2 以英寸-磅(SI 单位)表示的数值均应作为标准值。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此每一种单位制必须独立地使用。两种单位制的数值混合使用可能导致与标准不一致的结果。

1.3 本标准及适用的材料标准采用英寸-磅和SI 两种单位表示。但是除非订货单规定采用“M”标准号(SI 单位),材料将以英寸-磅单位供货。

1.4 本标准无意论述与其使用相关的所有的安全注意事项，在使用前建立适当的安全卫生操作规程，并确定这种管理限制的适用范围是本标准用户的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 370 钢制品力学性能试验方法与定义标准

A 480/A 480M 轧制不锈耐热钢板、薄板和钢带的通用

A 923 探查在锻轧的双相奥氏体-铁素体不锈钢中的有害的金属间化合物相的试验方法

E 112 测定平均晶粒度的试验方法

E 527 金属和合金编号(UNS)

2.2 SAE 标准：

J 1086 金属和合金编号实用规程(UNS)

3 一般要求

3.1 按本标准供货的材料订货，其下列要求须符合现行版A 480/A 480M标准的适用要求。

3.1.1 定义。

3.1.2 交货的一般要求。

3.1.3 订货资料。

3.1.4 工艺。

3.1.5 特殊试验。

3.1.6 热处理。

3.1.7 尺寸和允许偏差。

3.1.8 质量、表面质量和外观。

3.1.9 试验数量/试验方法。

3.1.10 试样制备。

3.1.11 再处理。

3.1.12 检查。

3.1.13 拒收和复审。

3.1.14 材料试验报告。

3.1.15 质量证明书。

3.1.16 包装、标志和装运。

4 化学成分

4.1 钢应符合表 1 规定的化学成分要求，并应符合在A 480/A 480M标准中规定的适用要求。

5 力学性能

5.1 材料应符合表 2 规定的力学性能。

5.2 当采购方有规定时，应按补充要求 S1 做夏比冲击试验。

6 高温用材料

6.1 H 型奥氏体不锈钢应符合用 E 112 试验方法测定的 ASTM No7 号、或更粗的平均晶粒度。

6.2 当订购非 H 型奥氏体不锈钢用于高于 1000℉ (540℃) 下的 ASME 规定应用时，应援用补充要求 S2。

6.3 除非在采购订货单中另外有规定，S31060 级钢，应符合用 E 112 试验方法测定的 ASTM No7 号或更粗的平均晶粒度。

7 关键词

7.1 铬 铬-镍不锈钢 铬-锰-镍不锈钢 压力容器

表1 化学成分要求, %[A]

UNS标号[B]	型号[C]	C[D]	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	Cu	其他元素[E, F]
						奥氏体钢(Cr-Ni)(Cr-Mn-Ni)						
N08020	...	0.07	2.00	0.045	0.035	1.00	19.0~21.0	32.0~38.0	2.00~3.00	...	3.00~4.00	Cb 8xC min, 1.00 max
N08367	...	0.030	2.00	0.040	0.030	1.00	20.0~22.0	23.5~25.5	6.0~7.0	0.18~0.25	0.75	...
N08700	...	0.04	2.00	0.040	0.030	1.00	19.0~23.0	24.0~26.0	4.3~5.0	...	0.50	Cb 8xC min 0.40 max
N08800	800[G]	0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	...	...	0.75	Fe[H] 39.5 min Al 0.15~0.60 Ti 0.15~0.60
N08810	800H[G]	0.05~0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	...	...	0.75	Fe[H] 39.5 min Al 0.15~0.60 Ti 0.15~0.60
N08811	...	0.06~0.10	1.50	0.040	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	...	...	0.75	Fe[H] 39.5 min Ti[I] 0.25~0.60 Al[I] 0.25~0.60
N08904	904L[G]	0.020	2.00	0.045	0.035	1.00	19.0~23.0	23.0~28.0	4.00~5.00	0.10	1.00~2.00	...
N08925	...	0.020	1.00	0.045	0.030	0.50	19.0~21.0	24.0~26.0	6.00~7.00	0.10~0.20	0.80~1.50	...
N08926	...	0.020	2.00	0.030	0.010	0.50	19.0~21.0	24.0~26.0	6.00~7.00	0.15~0.25	0.50~1.50	...
S20100	201	0.15	5.50~7.50	0.060	0.030	1.00	16.0~18.0	3.5~5.5	...	0.25	...	...
S20103	...	0.03	5.50~7.50	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	3.5~5.5	...	0.25	...	...
S20153	...	0.03	6.40~7.50	0.045	0.015	0.75	16.0~17.5	4.0~5.0	...	0.10~0.25	1.00	...
S20161	...	0.15	4.00~6.00	0.040	0.040	3.00~4.00	15.0~18.0	4.0~6.0	...	0.08~0.20	...	...
S20200	202	0.15	7.50~10.00	0.060	0.030	1.00	17.0~19.0	4.0~6.0	...	0.25	...	...
S20400	...	0.030	7.00~9.00	0.040	0.030	1.00	15.0~17.0	1.50~3.00	...	0.15~0.30	...	...
S20431	...	0.12	5.00~7.00	0.045	0.030	1.00	17.0~18.0	2.0~4.0	...	0.10~0.25	1.50~3.50	...
S20432	...	0.08	3.00~5.00	0.045	0.030	1.00	17.0~18.0	4.0~6.0	...	0.05~0.20	2.00~3.00	...
S20433	...	0.08	5.50~7.50	0.045	0.030	1.00	17.0~18.0	3.5~5.5	...	0.10~0.25	1.50~3.50	...
S20910	XM-19[J]	0.06	4.00~6.00	0.040	0.030	0.75	20.5~23.5	11.5~13.5	1.50~3.00	0.20~0.40	...	Cb 0.10~0.30 V 0.10~0.30
S21400	XM-31[J]	0.12	14.00~16.00	0.045	0.030	0.30~1.00	17.0~18.5	1.00	...	0.35 min	...	...
S21600	XM-17[J]	0.08	7.50~9.00	0.045	0.030	0.75	17.5~22.0	5.0~7.0	2.00~3.00	0.25~0.50	...	...
S21603	XM-18[J]	0.03	7.50~9.00	0.045	0.030	0.75	17.5~22.0	5.0~7.0	2.00~3.00	0.25~0.50	...	...
S21640	...	0.08	3.50~6.50	0.060	0.030	1.00	17.5~19.5	4.0~6.5	0.50~2.00	0.08~0.30	...	Cb 0.10~1.00
S21800	...	0.10	7.00~9.00	0.060	0.030	3.5~4.5	16.0~18.0	8.0~9.0	...	0.08~0.18	...	...
S21904	XM-11[J]	0.04	8.00~10.00	0.060	0.030	0.75	19.0~21.5	5.5~7.5	...	0.15~0.40	...	...
S24000	XM-29[J]	0.08	11.50~14.50	0.060	0.030	0.75	17.0~19.0	2.3~3.7	...	0.20~0.40	...	...
S30100	301	0.15	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	6.0~8.0	...	0.10	...	...
S30103	301L[G]	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	6.0~8.0	...	0.20	...	...
S30153	301LN[G]	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	6.0~8.0	...	0.07~0.20	...	...
S30200	302	0.15	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	8.0~10.0	...	0.10	...	...
S30400	304	0.07	2.00	0.045	0.030	0.75	17.5~19.5	8.0~10.5	...	0.10	...	...
S30403	304L	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	17.5~19.5	8.0~12.0	...	0.10	...	...
S30409	304H	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~10.5	...	...	...	...
S30415	...	0.04~0.06	0.80	0.045	0.030	1.00~2.00	18.0~19.0	9.0~10.0	...	0.12~0.18	...	Ce 0.03~0.08
S30435	...	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	7.0~9.0	...	...	1.50~3.00	...
S30441	...	0.08	2.00	0.045	0.030	1.0~2.0	17.5~19.5	8.0~10.5	...	0.10	1.5~2.5	Cb 0.1~0.5 W 0.2~0.8
S30451	304N	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~10.5	...	0.10~0.16	...	...
S30452	XM-21[J]	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~10.5	...	0.16~0.30	...	...
S30453	304LN	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~12.0	...	0.10~0.16	...	...
S30500	305	0.12	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	10.5~13.0	...	...	...	...
S30530	...	0.08	2.00	0.045	0.030	0.50~2.50	17.0~20.5	8.5~11.5	0.75~1.50	...	0.75~3.50	...
S30600	...	0.018	2.00	0.020	0.020	3.7~4.3	17.0~18.5	14.0~15.5	0.20	...	0.50	...
S30601	...	0.015	0.50~0.80	0.030	0.013	5.0~5.6	17.0~18.0	17.0~18.0	0.20	0.05	0.35	...
S30615	...	0.16~0.24	2.00	0.030	0.030	3.2~4.0	17.0~19.5	13.5~16.0	...	...	...	Al 0.80~1.50
S30815	...	0.05~0.10	0.80	0.040	0.030	1.40~2.00	20.0~22.0	10.0~12.0	...	0.14~0.20	...	Ce 0.03~0.08
S30908	309S	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	22.0~24.0	12.0~15.0	...	...	...	...
S30909	309H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	22.0~24.0	12.0~15.0	...	...	...	...

表1(续) 化学成分要求, %[A]

UNS标号[B]	型号[C]	C[D]	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	Cu	其他元素[E,F]
S30940	309Cb[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	22.0~24.0	12.0~16.0	...	...	...	Cb 10×C min, 1.10 max
S30941	309HCb[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	22.0~24.0	12.0~16.0	...	...	...	Cb 10×C min, 1.10 max
S31008	310S	0.08	2.00	0.045	0.030	1.50	24.0~26.0	19.0~22.0	...	...	...	...
S31009	310H[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	24.0~26.0	19.0~22.0	...	...	...	...
S31040	310Cb[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	1.50	24.0~26.0	19.0~22.0	...	...	...	Cb 10×C min, 1.10 max
S31041	310HCb[G]	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	24.0~26.0	19.0~22.0	...	...	...	Cb 10×C min, 1.10 max
S31050	310 MoLN[G]	0.020	2.00	0.030	0.010	0.50	24.0~26.0	20.5~23.5	1.60~2.60	0.09~0.15	...	...
S31060	...	0.05~0.10	1.00	0.040	0.030	0.50	22.0~24.0	10.0~12.5	...	0.18~0.25	...	Ce + La 0.025~0.070 B 0.001~0.010
S31254	...	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	19.5~20.5	17.5~18.5	6.0~6.5	0.18~0.25	0.50~1.00	...
S31266	...	0.030	2.00~4.00	0.035	0.020	1.00	23.0~25.0	21.0~24.0	5.2~6.2	0.35~0.60	1.00~2.50	W 1.50~2.50
S31277	...	0.020	3.00	0.030	0.010	0.50	20.5~23.0	26.0~28.0	6.5~8.0	0.30~0.40	0.50~1.50	...
S31600	316	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	0.10	...	...
S31603	316L	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	0.10	...	...
S31609	316H	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	...	...	...
S31635	316Ti[I]	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	0.10	...	Ti 5 × (C + N) min, 0.70 max
S31640	316Cb[G]	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	0.10	...	Cb 10 × C min, 1.10 max
S31651	316N	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	0.10~0.16	...	...
S31653	316LN	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	0.10~0.16	...	...
S31700	317	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	0.10	...	...
S31703	317L	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	0.10	...	...
S31725	317LM[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	13.5~17.5	4.0~5.0	0.20	...	...
S31726	317LMN[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~20.0	13.5~17.5	4.0~5.0	0.10~0.20	...	...
S31727	...	0.030	1.00	0.030	0.030	1.00	17.5~19.0	14.5~16.5	3.8~4.5	0.15~0.21	2.80~4.00	...
S31753	317LN[G]	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	0.10~0.22	...	...
S32050	...	0.030	1.50	0.035	0.020	1.00	22.0~24.0	20.0~23.0	6.0~6.8	0.21~0.32	0.40	...
S32053	...	0.030	1.00	0.030	0.010	1.00	22.0~24.0	24.0~26.0	5.0~6.0	0.17~0.22	...	...
S32100	321	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	9.0~12.0	...	0.10	...	Ti 5 × (C + N) min, 0.70 max
S32109	321H	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	9.0~12.0	...	...	...	Ti 4 × (C + N) min, 0.70 max
S32615	...	0.07	2.00	0.045	0.030	4.80~6.00	16.5~19.5	19.0~22.0	0.30~1.50	...	1.50~2.50	...
S32654	...	0.020	2.00~4.00	0.030	0.005	0.50	24.0~25.0	21.0~23.0	7.0~8.0	0.45~0.55	0.30~0.60	...
S33228	...	0.04~0.08	1.00	0.020	0.015	0.30	26.0~28.0	31.0~33.0	...	...	...	Ce 0.05~0.10 Cb 0.6~1.0 Al 0.025
S33400	334[G]	0.08	1.00	0.030	0.015	1.00	18.0~20.0	19.0~21.0	...	...	...	Al 0.15~0.60 Ti 0.15~0.60
S33425	...	0.08	1.50	0.045	0.020	1.00	21.0~23.0	20.0~23.0	2.00~3.00	...	...	Al 0.15~0.60 Ti 0.15~0.60
S33550	...	0.04~0.10	1.50	0.040	0.030	1.00	25.0~28.0	16.5~20.0	...	0.18~0.25	...	Cb 0.05~0.15 La + Ce 0.025~0.070
S34565	...	0.030	5.00~7.00	0.030	0.010	1.00	23.0~25.0	16.0~18.0	4.0~5.0	0.40~0.60	...	Cb 0.10
S34700	347	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	...	Cb 10 × C min, 1.00 max
S34709	347H	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	...	Cb 8 × C min, 1.00 max
S34751	347LN	0.005~0.020	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~13.0	...	0.06~0.10	...	Cb 8 × C min, 1.00 max

表1(续) 化学成分要求, %[A]

UNS标号[B]	型号[C]	C[D]	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	Cu	其他元素[E,F]
S34800	348	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	...	(Cb + Ta) 10×C min, 1.00 max Ta 0.10 Co 0.20
S34809	348H	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	...	(Cb + Ta) 8×C min, 1.00 max Ta 0.10 Co 0.20
S35045	...	0.06~0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	25.0~29.0	32.0~37.0	...	...	0.75	Al 0.15~0.60 Ti 0.15~0.60
S35115	...	0.030	1.00	0.045	0.015	0.50~1.50	23.0~25.0	19.0~22.0	1.50~2.50	0.20~0.30	...	...
S35125	...	0.10	1.00~1.50	0.045	0.015	0.50	20.0~23.0	31.0~35.0	2.00~3.00	...	...	Cb 0.25~0.60
S35135	...	0.08	1.00	0.045	0.015	0.60~1.00	20.0~25.0	30.0~38.0	4.0~4.8	...	0.75	Ti 0.40~1.00
S35140	...	0.10	1.00~2.00	0.045	0.030	0.75	20.0~22.0	25.0~27.0	1.00~2.00	0.08~0.20	...	Cb 0.25~0.75
S35315	...	0.04~0.08	2.00	0.040	0.030	1.20~2.00	24.0~26.0	34.0~36.0	...	0.12~0.18	...	Ce 0.03~0.10
S38100	XM-15[J]	0.08	2.00	0.030	0.030	1.50~2.50	17.0~19.0	17.5~18.5	...	...	...	...
S38815	...	0.030	1.00	0.040	0.030	5.50~6.50	13.0~15.0	13.0~17.0	0.75~1.50	...	0.75~1.50	Al 0.30
					双相钢(奥氏体-铁素体)							
S31200	...	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	5.5~6.5	1.20~2.00	0.14~0.20	...	...
S31260	...	0.03	1.00	0.030	0.030	0.75	24.0~26.0	5.5~7.5	2.5~3.5	0.10~0.30	0.20~0.80	W 0.10~0.50
S31803	...	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	21.0~23.0	4.5~6.5	2.5~3.5	0.08~0.20	...	...
S32001	...	0.030	4.00~6.00	0.040	0.030	1.00	19.5~21.5	1.00~3.00	0.60	0.05~0.17	1.00	...
S32003	...	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	19.5~22.5	3.0~4.0	1.50~2.00	0.14~0.20	...	...
S32101	...	0.040	4.00~6.00	0.040	0.030	1.00	21.0~22.0	1.35~1.70	0.10~0.80	0.20~0.25	0.10~0.80	...
S32202	...	0.030	2.00	0.040	0.010	1.00	21.5~24.0	1.00~2.80	0.45	0.18~0.26	...	...
S32205	2205[H]	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	22.0~23.0	4.5~6.5	3.0~3.5	0.14~0.20	...	...
S32304	2304[I]	0.030	2.50	0.040	0.030	1.00	21.5~24.5	3.0~5.5	0.05~0.60	0.05~0.20	0.05~0.60	
S32506	...	0.030	1.00	0.040	0.015	0.90	24.0~26.0	5.5~7.2	3.0~3.5	0.08~0.20	...	W 0.05~0.30
S32520	...	0.030	1.50	0.035	0.020	0.80	24.0~26.0	5.5~8.0	3.0~4.0	0.20~0.35	0.50~2.00	...
S32550	255[I]	0.04	1.50	0.040	0.030	1.00	24.0~27.0	4.5~6.5	2.9~3.9	0.10~0.25	1.50~2.50	...
S32750	2507[H,I]	0.030	1.20	0.035	0.020	0.80	24.0~26.0	6.0~8.0	3.0~5.0	0.24~0.32	0.50	...
S32760[K]	...	0.030	1.00	0.030	0.010	1.00	24.0~26.0	6.0~8.0	3.0~4.0	0.20~0.30	0.50~1.00	W 0.50~1.00
S32808	...	0.030	1.10	0.030	0.010	0.50	27.0~27.9	7.0~8.2	0.80~1.2	0.30~0.40	...	W 2.10~2.50
S32900	329	0.08	1.00	0.040	0.030	0.75	23.0~28.0	2.0~5.00	1.00~2.00	...	...	...
S32906	...	0.030	0.80~1.50	0.030	0.030	0.80	28.0~30.0	5.8~7.5	1.50~2.60	0.30~0.40	0.80	...
S32950	...	0.030	2.00	0.035	0.010	0.60	26.0~29.0	3.5~5.2	1.00~2.50	0.15~0.35	...	...
S39274	...	0.030	1.00	0.030	0.020	0.80	24.0~26.0	6.0~8.0	2.5~3.5	0.24~0.32	0.20~0.80	W 1.50~2.50
S81921	...	0.030	2.00~4.00	0.040	0.030	1.00	19.0~22.0	2.0~4.0	1.00~2.00	0.14~0.20	...	...
S82011	...	0.032	2.00~3.00	0.040	0.020	1.00	20.5~23.5	1.0~2.0	0.10~1.00	0.15~0.27	0.50	...
S82012	...	0.05	2.00~4.00	0.040	0.005	0.80	19.0~20.5	0.8~1.5	0.10~0.60	0.16~0.26	1.00	...
S82031	...	0.05	2.50	0.040	0.005	0.80	19.0~22.0	2.0~4.0	0.60~1.40	0.14~0.24	1.00	...
S82121	...	0.035	1.00~2.50	0.040	0.010	1.00	21.0~23.0	2.0~4.0	0.30~1.30	0.15~0.25	0.20~1.20	...
S82122	...	0.030	2.0~4.0	0.040	0.020	0.75	20.5~21.5	1.5~2.5	0.60	0.15~0.20	0.50~1.50	...
S82441	...	0.030	2.50~4.00	0.035	0.005	0.70	23.0~25.0	3.0~4.5	1.00~2.00	0.20~0.30	0.10~0.80	...
					铁素体或马氏体钢(Cr)							
S32803	...	0.015	0.50	0.020	0.0035	0.55	28.0~29.0	3.0~4.0	1.80~2.50	0.020 (C+N) 0.030	...	Cb 12×(C+N) min, 0.15~0.50
S40500 S40900[L]	405 409[L]	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	11.5~14.5	0.60	...	...	...	Al 0.10~0.30
S40910	..	0.030	1.00	0.040	0.020	1.00	10.5~11.7	0.50	...	0.030	...	Ti 6×(C+N) min, 0.50 max; Cb 0.17
S40920	...	0.030	1.00	0.040	0.020	1.00	10.5~11.7	0.50	...	0.030	...	Ti 8×(C+N) min, Ti 0.15~0.50; Cb 0.10

表1（续） 化学成分要求，%[A]

UNS标号[B]	型号[C]	C[D]	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	Cu	其他元素[E,F]
S40930	...	0.030	1.00	0.040	0.020	1.00	10.5~11.7	0.50	...	0.030	...	(Ti+Cb) [0.08+8×(C+N)] min, 0.75 max; Ti 0.05 min
S40945	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	10.5~11.7	0.50	...	0.030	...	Cb 0.18~0.40
S40975	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	10.5~11.7	0.50~1.00	...	0.030	...	Ti 0.05~0.20 Ti 6×(C+N) min, 0.75 max
S40977	...	0.030	1.50	0.040	0.015	1.00	10.5~12.5	0.30~1.00	...	0.030	...	...
S41000	410	0.08~0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	11.5~13.5	0.75	...	...	...	...
S41003	...	0.030	1.50	0.040	0.030	1.00	10.5~12.5	1.50	...	0.030	...	...
S41008	410S	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	11.5~13.5	0.60	...	...	...	...
S41045	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	12.0~13.0	0.50	...	0.030	...	Cb 9×(C+N) min, 0.60 max
S41050	...	0.04	1.00	0.045	0.030	1.00	10.5~12.5	0.60~1.10	...	0.10	...	...
S41500[M]	...	0.05	0.50~1.00	0.030	0.030	0.60	11.5~14.0	3.5~5.5	0.50~1.00	...	...	...
S42035	...	0.08	1.00	0.045	0.030	1.00	13.5~15.5	1.0~2.5	0.2~1.2	...	...	Ti 0.30~0.50
S42900	429[G]	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	14.0~16.0	...	...	...	...	....
S43000	430	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	16.0~18.0	0.75	...	...	...	...
S43035	439	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	17.0~19.0	0.50	...	0.030	...	Ti [0.20+4(C+N)] min, 1.10 max; Al 0.15
S43400	434	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	16.0~18.0	...	0.75~1.25	...	...	...
S43600	436	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	16.0~18.0	...	0.75~1.25	...	...	Cb 5×C min, 0.80 max
S43932	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	17.0~19.0	0.50	...	0.030	...	(Ti+Cb) [0.20+4(C+N)] min, 0.75 max; Al 0.15
S43940	...	0.030	1.00	0.040	0.015	1.00	17.5~18.5	...	...	...	...	Ti 0.10~0.60 Cb [0.30+(3×C)] min
S44100	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	17.5~19.5	1.00	...	0.030	...	Ti 0.1~0.5 Cb [0.3 + (9× C)] min, 0.90 max
S44330	...	0.025	1.00	0.040	0.030	1.00	20.0~23.0	...	...	0.025	0.30~0.80	(Ti+Cb) 8×(C+N) min, 0.80 max
S44400	444	0.025	1.00	0.040	0.030	1.00	17.5~19.5	1.00	1.75~2.50	0.035	...	(Ti+Cb)[0.20+4(C+N)] min, 0.80 max
S44500	...	0.020	1.00	0.040	0.012	1.00	19.0~21.0	0.60	...	0.03	0.30~0.60	Cb 10×(C+N) min, 0.80 max
S44535	...	0.030	0.30~0.80	0.050	0.020	0.50	20.0~24.0	...	...	...	0.50	La 0.04~0.20 Ti 0.03~0.20
S44536	...	0.015	1.00	0.040	0.030	1.00	20.0~23.0	0.5	...	0.015	...	Al 0.50 (Ti+Cb) 8X(C+N)~0.8, Cb min 0.05
S44537	...	0.030	0.8	0.050	0.006	0.1~0.6	20.0~24.0	0.5	...	0.04	0.5	Al 0.1 W 1.0~3.0 Cb 0.2~1.0 Ti 0.02~0.20
S44626	XM-33[J]	0.06	0.75	0.040	0.020	0.75	25.0~27.0	0.50	0.75~1.50	0.04	0.20	La 0.04~0.20 Ti 0.20~1.00;
S44627	XM-27[J]	0.010[N]	0.40	0.020	0.020	0.40	25.0~27.5	0.50	0.75~1.50	0.015[N]	0.20	Ti 7(C+N) min Cb 0.05~0.20 (Ni + Cu) 0.50

表1（续） 化学成分要求，%[A]

UNS标号[B]	型号[C]	C[D]	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	Cu	其他元素[E,F]
S44635	...	0.025	1.00	0.040	0.030	0.75	24.5~26.0	3.5~4.5	3.5~4.5	0.035	...	(Ti+Cb) [0.20+4 (C+N)] min, 0.80 max
S44660	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	25.0~28.0	1.0~3.5	3.0~4.0	0.040	...	(Ti+Cb) 0.20 ~ 1.00, Ti + Cb 6×(C+N) min
S44700	...	0.010	0.30	0.025	0.020	0.20	28.0~30.0	0.15	3.5~4.2	0.020	0.15	(C+N) 0.025
S44725	...	0.015	0.40	0.040	0.020	0.040	25.0~28.5	0.30	1.5~2.5	0.018	...	(Ti+Cb) ≥8×(C+N)
S44735	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	28.0~30.0	1.00	3.6~4.2	0.045	...	(Ti+Cb) 0.20~1.00, (Ti+Cb) 6× (C+N) min
S44800	...	0.010	0.30	0.025	0.020	0.20	28.0~30.0	2.00~2.50	3.5~4.2	0.020	0.15	(C+N) 0.025
S46800	...	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	18.0~20.0	0.50	...	0.030	...	Ti 0.07~0.30 Cb 0.10~0.60 (Ti+Cb) [0.20+4 (C+N)] min, 0.80 max

A 除标明范围或最小值外，均为最大值。

B 按照实用规程E527和SAE J1086制定代号。

C 除另外标明的外，级别代号原先由美国钢铁学会（AISI）指定的。

D 除低碳类型，碳的分析报告应精确到0.001%外，其他的应精确到0.01%。

E 名词钶（Cb）和铌（Nb）是同一元素。

F 当对个别类型列出两个最小值或两个最大值时，是由配制值和绝对值取得的两个值情况下，应采用高的最低值或低的最高值。

G 广泛使用的通用名称，不与任一生产厂有关。

H 铁的含量应从100减去其他规定元素的总和的差值，用数学的方法确定。

I （Al+Ti)0.85~1.20。

J 命名体系由ASTM制定和使用。

K Cr+3.3Mo+16N=40min。

L S40900（409型）已由S40910，S40920和S40930代表。除在订货资料中另有规定的外，规定为S40900或409型的订货单由卖方决定S40910，S40920或S40930中的任一种均可满足。满足S40910，S40920或S40930的材料可由制造厂决定出S40900的合格证。

M CA-6NM（钢的）钢板牌号。

N 在XM-27（钢）中，对于C和N，超过最大限值的成品（校核或验证）分析公差，应为0.002%。

O Cr+3.3Mo+16N=41min。

* 表1中的元素符号Cb为金属元素，铌（Nb）见注E。——译注。

** 表1中，UNS标号为N08925的奥氏体钢，以及UNS标号为S33425，S33550和S34751的奥氏体-铁素体双相（不锈）钢，以及UNS标号为S44100，S44537和S44725的铁素体或马氏体不锈钢是随2015年版新增加的钢种——译注。

表 2　力学性能试验要求

标号	型号[A]	抗拉强度，min		屈服程度[B]，min		2in. 或 50mm 伸长率	硬度，max[C]		冷弯，(°)[D]
		ksi	MPa	ksi	MPa	min，%	布氏	洛氏 B	
奥氏体（Cr-Ni）（Cr-Mn-Ni）									
N08020	…	80	550	35	240	30[E]	217	95	不要求
N08367									
薄板和钢带		100	690	45	310	30	…	100	不要求
钢板		95	655	45	310	30	241	…	不要求
N08700	…	80	550	35	240	30	192	90	不要求
N08800	800[F]	75	520	30[G]	205[G]	30[H]	…	…	不要求
N08810	800H[F]	65	450	25[G]	170[G]	30	…	…	不要求
N08811	…	65	450	25	170	30	…	…	不要求
N08904	904L[F]	71	490	31	220	35	…	90	不要求
N08925	…	87	600	43	295	40	…	…	不要求
N08926	…	94	650	43	295	35	…	…	不要求
S20100	201-1[I]	75	515	38	260	40	217	95	…
S20100	201-2[I]	95	655	45	310	40	241	100	…
S20103	201L[F]	95	655	38	260	40	217	95	不要求
S20153	201LN[F]	95	655	45	310	45	241	100	不要求
S20161	…	125	860	50	345	40	255	25[J]	不要求
S20200	202	90	620	38	260	40	241	…	…
S20400	…	95	655	48	330	35	241	100	不要求
S20431	…	90	620	45	310	40	241	100	不要求
S20432	…	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S20433	…	80	550	35	240	40	217	95	不要求
S20910	XM-19[K]								
薄板和钢带		105	725	60	415	30	241	100	不要求
钢板		100	690	55	380	35	241	100	不要求
S21600	XM-17[K]								
薄板和钢带		100	690	60	415	40	241	100	不要求
钢板		90	620	50	345	40	241	100	不要求
S21603	XM-18[K]								
薄板和钢带		100	690	60	415	40	241	100	不要求
钢板		90	620	50	345	40	241	100	不要求
S21640	…	95	650	45	310	40	…	…	不要求
S21800	…	95	655	50	345	35	241	100	不要求
S21904	XM-11[K]								
薄板和钢带		100	690	60	415	40	241	100	不要求
钢板		90	620	50	345	45	241	100	不要求
S24000	XM-29[K]								
薄板和钢带		100	690	60	415	40	241	100	不要求
钢板		100	690	55	380	40	241	100	不要求
S30100	301	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S30103	301L[F]	80	550	32	220	45	241	100	不要求
S30153	301LN[F]	80	550	35	240	45	241	100	不要求
S30200	302	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S30400	304	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S30403	304L	70	485	25	170	40	201	92	不要求
S30409	304H	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S30415	…	87	600	42	290	40	217	95	不要求
S30435	…	65	450	23	155	45	187	90	…
S30451	304N	80	550	35	240	30	217	95	不要求
S30452	XM-21[K]								
薄板和钢带		90	620	50	345	30	241	100	不要求
钢板		85	585	40	275	30	241	100	不要求
S30453	304LN	75	515	30	205	40	217	95	不要求

表2（续） 力学性能试验要求

标号	型号[A]	抗拉强度，min		屈服程度[B]，min		2in. 或 50mm 伸长率	硬度，max[C]		冷弯，(°)[D]
		ksi	MPa	ksi	MPa	min，%	布氏	洛氏 B	
奥氏体（Cr-Ni）（Cr-Mn-Ni）（续）									
S30500	305	70	485	25	170	40	183	88	不要求
S30530	…	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S30600	…	78	540	35	240	40	…	…	…
S30601	…	78	540	37	255	30	…	…	不要求
S30615	…	90	620	40	275	35	217	95	不要求
S30815	…	87	600	45	310	40	217	95	…
S30908	309S	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S30909	309H[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S30940	309Cb[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S30941	309HCb[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31008	310S	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31009	310H[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31040	310Cb[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31041	310HCb[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31050	310MoLN[F]								
	t≤0.25in.	84	580	39	270	25	217	95	不要求
	t>0.25in.	78	540	37	255	25	217	95	不要求
S31060	…	87	600	41	280	40	217	95	不要求
S31254									
薄板和钢带		100	690	45	310	35	223	96	不要求
钢板		95	655	45	310	35	223	96	不要求
S31266	…	109	750	61	420	35	…	…	不要求
S31277	…	112	770	52	360	40	…	…	不要求
S31600	316	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31603	316L	70	485	25	170	40	217	95	不要求
S31609	316H	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31635	316Ti[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31640	316Cb[F]	75	515	30	205	30	217	95	不要求
S31651	316N	80	550	35	240	35	217	95	不要求
S31653	316LN	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31700	317	75	515	30	205	35	217	95	不要求
S31703	317L	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31725	317LM[F]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S31726	317LMN[F]	80	550	35	240	40	223	96	不要求
S31727	…	80	550	36	245	35	217	96	不要求
S31753	317LN	80	550	35	240	40	217	95	不要求
S32050	…	98	675	48	330	40	250	…	不要求
S32053	…	93	640	43	295	40	217	96	不要求
S32100	321	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S32109	321H	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S32615[L]	…	80	550	32	220	25	…	…	不要求
S32654	…	109	750	62	430	40	250	…	不要求
S33228	…	73	500	27	185	30	217	95	不要求
S33400	334[F]	70	485	25	170	30	…	92	不要求
S34565	…	115	795	60	415	35	241	100	不要求
S34700	347	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S34709	347H	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S34751	347LN	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S34800	348	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S34809	348H	75	515	30	205	40	201	92	不要求
S35045	…	70	485	25	170	35	…	…	不要求
S35115	…	85	585	40	275	40	241	100	不要求
S35125	…	70	485	30	205	35	…	…	不要求
S35135									
薄板和钢带	…	80	550	30	205	30	…	…	不要求
钢板	…	75	515	30	205	30	…	…	不要求

表 2（续）　力学性能试验要求

标号	型号[A]	抗拉强度，min		屈服程度[B]，min		2in. 或 50mm 伸长率	硬度，max[C]		冷弯，(°)[D]
		ksi	MPa	ksi	MPa	min，%	布氏	洛氏 B	
奥氏体（Cr-Ni）（Cr-Mn-Ni）（续）									
S35140	…	90	620	40	275	30	241	100	不要求
S35315	…	94	650	39	270	40	217	95	不要求
S38100	XM-15[K]	75	515	30	205	40	217	95	不要求
S38815	…	78	540	37	255	30	…	…	不要求
双相钢（奥氏体-铁素体）									
S31200	…	100	690	65	450	25	293	31[J]	不要求
S31260	…	100	690	70	485	20	290	…	…
S31803	…	90	620	65	450	25	293	31[J]	不要求
S32001	…	90	620	65	450	25	…	25[J]	不要求
S32003	…								
	$t \leqslant 0.187$in. [5.00mm]	100	690	70	485	25	293	31[J]	不要求
	$t > 0.187$in. [5.00mm]	95	655	65	450	25	293	31[J]	不要求
S32101	…								
	$t \leqslant 0.187$in. [5.00mm]	101	700	77	530	30	290	…	不要求
	$t > 0.187$in. [5.00mm]	94	650	65	450	30	290	…	不要求
S32202	…	94	650	65	450	30	290	…	不要求
S32205	2205[F]	95	655	65	450	25	293	31[J]	不要求
S32304	2304[F]	87	600	58	400	25	290	32[J]	不要求
S32506	…	90	620	65	450	18	302	32[J]	不要求
S32520	…	112	770	80	550	25	310	…	不要求
S32550	255[F]	110	760	80	550	15	302	32[J]	不要求
S32750	2507[F]	116	795	80	550	15	310	32[J]	不要求
S32760	…	108	750	80	550	25	270	…	不要求
S32808	…	101	700	72	500	15	310	32[J]	不要求
S32900	329	90	620	70	485	15	269	28[J]	不要求
S32906	…								
	$t < 0.4$in. [10.0mm]	116	800	94	650	25.0	310	32[J]	不要求
	$t \geqslant 0.4$in. [10.0mm]	109	750	80	550	25.0	310	32[J]	不要求
S32950[M]	…	100	690	70	485	15	293	32[J]	不要求
S39274	…	116	800	80	550	15	310	32[J]	不要求
S82921	…	90	620	65	450	25	293	31[J]	不要求
S82011	…								
	$t \leqslant 0.187$in. [5.00mm]	101	700	75	515	30	293	31[J]	不要求
	$t > 0.187$in. [5.00mm]	95	655	65	450	30	293	31[J]	不要求
S82012	…								
	$t > 0.187$in. [5.00mm]	94	650	58	400	35	290		
	$t \leqslant 0.187$in. [5.00mm]	102	700	73	500	35		31[J]	不要求

表2（续） 力学性能试验要求

标号	型号[A]	抗拉强度，min		屈服程度[B]，min		2in. 或50mm伸长率	硬度，max[C]		冷弯，(°)[D]
		ksi	MPa	ksi	MPa	min，%	布氏	洛氏B	
双相钢（奥氏体-铁素体）（续）									
S82031	…								
	t>0.187in. [5.00mm]	94	650	58	400	35	290		
	t≤0.187in. [5.00mm]	102	700	73	500	35		31[J]	不要求
S82121	…	94	650	65	450	25	286	30[J]	不要求
S82122	…								
	t<0.118in. [3.00mm]	101	700	72	500	25	290	32[J]	不要求
	t≥0.118in. [3.00mm]	87	600	58	400	30	290	32[J]	不要求
S82441	…								
	t<0.4in. [10.0mm]	107	740	78	540	25	290	…	不要求
	t≥0.4in. [10.0mm]	99	680	70	480	25	290	…	不要求
铁素体或马氏体钢（Cr）									
S32803	…	87	600	72	500	16	241	100	不要求
S40500	405	60	415	25	170	20	179	88	180
S40900[N]	409[N]								
S40910	…	55	380	25	170	20	179	88	180
S40920	…	55	380	25	170	20	179	88	180
S40930	…	55	380	25	170	20	179	88	180
S40945	…	55	380	30	205	22	…	80	180
S40975	…	60	415	40	275	20	197	92	180
S40977	…	65	450	41	280	18	180	88	不要求
S41000	410	65	450	30	205	20	217	96	180
S41003	…	66	455	40	275	18	223	20[J]	不要求
S41008	410S	60	415	30	205	22[O]	183	89	180
S41045	…	55	380	30	205	22	…	80	180
S41050	…	60	415	30	205	22	183	89	180
S41500	…	115	795	90	620	15	302	32[J]	不要求
S42035	…	80	550	55	380	16	180	88	不要求
S42900	429[F]	65	450	30	205	22[O]	183	89	180
S43000	430	65	450	30	205	22[O]	183	89	180
S43035	439	60	415	30	205	22	183	89	180
S43400	434	65	450	35	240	22	…	89	180
S43600	436	65	450	35	240	22	…	89	180
S43932	…	60	415	30	205	22	183	88	180
S43940	…	62	430	36	250	18	180	88	不要求
S44330	…	56	390	30	205	22	187	90	不要求
S44100*	…	60	414	35	241	20	190	90	不要求

表 2（续）　力学性能试验要求

标号	型号[A]	抗拉强度，min		屈服程度[B]，min		2in. 或 50mm 伸长率	硬度，max[C]		冷弯，(°)[D]
		ksi	MPa	ksi	MPa	min，%	布氏	洛氏 B	
铁素体或马氏体钢（Cr）（续）									
S44400	…	60	415	40	275	20	217	96	180
S44500	…	62	427	30	205	22	…	83	180
S44535	…	58	400	36	250	25[E]	…	50-90[P]	不要求
S44536	…	60	410	35	345	20	192	90	180
S44537	…	65	450	46	320	18[Q]	200	93	180
S44626	XM-33[K]	68	470	45	310	20	217	96	180
S44627	XM-27[K]	65	450	40	275	22	187	90	180
S44635	…	90	620	75	515	20	269	28[J]	180
S44660	…	85	585	65	450	18	241	100	180
S44700	…	80	550	60	415	20	223	20[J]	180
S44725	…	65	450	40	275	20	210	95	180
S44735	…	80	550	60	415	18	255	25[J]	180
S44800	…	80	550	60	415	20	223	20[J]	180
S46800	…	60	415	30	205	22	…	90	180

A 除其他标明的外，级别代号原先是由美国钢铁学会（AISI）指定的。

B 屈服强度应按 A370 试验方法和定义标准用 0.2%残余变形方法测定。除非另有规定（见 A480/A480M 标准中订货须知 4.1.11 条），测定屈服强度的另一替代方法可以是依据载荷下 0.5%的总伸长量。

C 布氏或洛氏 B 硬度都是允许的。

D 对于厚度大于 1in.（25mm）的铬钢（铁素体或马氏体的）或任何奥氏体或双相（奥氏体-铁素体）不锈钢不管厚度多少，不要求弯曲试验。

E 厚度小于 0.015in.（0.38mm）的伸长率应为：在 1in.（25.4mm）内，最小为 20%。

F 广泛使用的通用名称，不是商标，不与任一生产厂有关。

G 屈服强度要求应不用于厚度 0.020in.（0.50mm）以下的材料。

H 对厚度 0.010in.（0.25mm）以下的材料不适用。

I 201 类型钢通常用两种方法生产：一种是按富含量平衡化学成分的奥氏体稳定态（201-1）型，另一种是按贫含量平衡化学成分的奥氏体稳定态（201-2）型；附特殊应用要求的性能而定。

J 洛氏 C（硬度）刻度。

K 命名体系由 ASTM 制定和使用。

L S32615 级钢应按 E112 试验方法中的对比法、测定晶粒度Ⅱ型钢板，应为 3 号或更细。

M 在 A240-89b 版标准之前，S32950 型钢的抗拉强度曾为 90ksi。

N S40900（409 型）已由 S40910，S40920 的 S40930 代替，除在订货资料中另有规定的外，规定为 S40900 或 409 型的订货单由卖方决定 S40910，S40920 和 S40930 中的任一种均可满足，满足 S40910，S40920 和 S40930 的材料可由制造厂决定出 S40900 的合格证。

O 厚度不大于 0.050in.（1.27mm）的钢材应具有 20%的最小伸长率。

P 要求硬度（值）仅供参考用，而并不要求符合特殊的要求。

Q 厚度大于 0.630in.（16mm）钢板的最小伸长率应为 8%。

* S44100 级钢在表中的排序应在 S44330 之前，原文如此，未作更正——译注。

补充要求

仅当采购方在采购订货单上作了规定时，下列补充要求方为适用。

S1 钢板的夏比冲击试验

S1.1 夏比冲击试验，应按 A370《试验方法和定义》标准进行。

S1.2 试验次数——应在最终热处理状态下的每个热处理（炉）批的一张钢板上，取样做一组（三个试样）试验。

S1.3 试样的方向——除非在采购订货单中规定横向试样（试样的纵向轴心线横切最终的轧制方向，缺口的根部垂直于轧制面），试样的方向应是纵向的（试样的纵向轴心线平行于最终的轧制方向，缺口的根部垂直于轧制面）。允许钢厂对横向试样做试验，条件是这样的试验符合对纵向试样适用的合格验收准则。除非在采购订货单中另有规定，试样应取自将钢材产品的中间厚度也包括在内。

S1.4 试验温度——采购方应规定试验温度。允许钢厂在低于采购方所规定的温度下对试样进行试验，只要这样的试验符合对在规定温度下所试验试样可适用的合格验收准则（见下述）。

注 S1.1：为了测定是否不存在有害的金属间化合物相的目的而使用夏比冲击试验的方法时，A 923 试验方法标准的方法 B，它适用于某些双相（奥氏体-铁素体）不锈钢。方法 B，对于所包括的每一型式的钢，规定了试验温度和以冲击能量来表示的合格验收准则。对于包括在 A 240 标准和 A 923 试验方法标准两个标准中的双相（奥氏体-铁素体）不锈钢，在其上进行由本补充要求和 A 923 试验方法标准的方法 B 规定的较低温度下所要做的夏比冲击试验，同时测量横向膨胀量和冲击能量两者可能较为经济。

S1.5 合格验收极限——除非在采购订货单中另有规定，所试验的三个试样的每一个其在缺口对面的横向膨胀量，应不小于 0.015in (0.38mm)。

S1.6 记录——记录的试验结果应包括：试样的方向，试样尺寸，试验温度，吸收能量值（如有要求时），以及，在缺口对面的横向膨胀量。

S2 高温用材料

S2.1 除了已经订购钢种为 H 级外，当钢材应用于 ASME 规范上，其使用温度为 1000°F (540℃) 以上时，应指定采用本补充要求。

S2.2 当钢材符合对于 H 级钢的，包括化学成分、退火温度和晶粒度（见第 6 节）在内的所有要求时，允许使用者按相应的 H 级钢来使用这一奥氏体不锈钢。

S2.3 当钢材符合本标准的所有要求，且其按 E 112 试验方法标准测量出的 ASTM 晶粒度为 7 号或更粗时，允许使用者在按 ASME 规范的适用许用应力表的条件下，使用“L”级别的奥氏体不锈钢，而应用于使用温度高于 1000°F (540℃)。晶粒度的级别应报告载入合格证书试验报告中。

锅炉、过热器、换热器和冷凝器用焊接奥氏体钢管子

(15) SA-249/SA-249M

(除删去那条针对未校直管子的补充要求 S5,以及仅限对第Ⅰ卷当要求 100%的焊接接头系数时 S9 是强制性的要求外,与 ASTM 标准 A 249/A 249M—14 完全等同。对 UNS S31040 钢,ASTM 版本仅限于-10a 及附后的版本。)

1 适用范围

1.1 本标准适宜用于表 1 中所列的公称壁厚焊接奥氏体钢管子，各级别的管子可供锅炉，过热器，换热器或冷凝器用。

表 1 化学成分要求[A]

级 号	UNS 标号[B]	成 分,%										
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[C]	Cu	其 他
TP201	S20100	0.15	5.50~7.5	0.060	0.030	1.00	16.0~18.00	3.5~5.5	…	0.25	…	…
TP201LN	S20153	0.03	6.4~7.5	0.045	0.015	0.75	16.0~17.5	4.0~5.0	…	0.10~0.25	1.00	…
TP202	S20200	0.15	7.5~10.0	0.060	0.030	1.00	17.0~19.0	4.0~6.0	…	0.25	…	…
TPXM-19	S20910	0.06	4.0~6.0	0.045	0.030	1.00	20.5~23.5	11.5~13.5	1.50~3.00	0.20~0.40	…	Nb 0.10~0.30 V 0.10~0.30
TPXM-29	S24000	0.08	11.5~14.5	0.060	0.030	1.00	17.0~19.0	2.3~3.7	…	0.20~0.40	…	…
TP304	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	…	…	…	…
TP304L[D]	S30403	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~12.0	…	…	…	…
TP304H	S30409	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	…	…	…	…
…	S30415	0.04~0.06	0.80	0.045	0.030	1.00~2.00	18.0~19.0	9.0~10.0	…	0.12~0.18	…	Ce 0.03~0.08
TP304N	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	…	0.10~0.16	…	…
TP304LN[D]	S30453	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	…	0.10~0.16	…	…
TP305	S30500	0.12	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	11.0~13.0	…	…	…	…
…	S30615	0.16~0.24	2.00	0.030	0.030	3.2~4.0	17.0~19.5	13.5~16.0	…	…	…	…
…	S30815	0.05~0.10	0.80	0.040	0.030	1.40~2.00	20.0~22.0	10.0~12.0	…	0.14~0.20	…	Ce 0.03~0.08
TP309S	S30908	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~15.0	…	…	…	…
TP309H	S30909	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~15.0	…	…	…	…
TP309Cb	S30940	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~16.0	…	…	…	Nb 10×C-1.10
TP309HCb	S30941	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~16.0	…	…	…	Nb 10×C-1.10

表1（续） 化学成分要求[A]

级 号	UNS 标号[B]	成 分,%										
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[C]	Cu	其 他
TP310S	S31008	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	19.0~22.0	…	…	…	…
TP310H	S31009	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	19.0~22.0	…	…	…	…
TP310Cb	S31040	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	14.0~26.0	18.0~22.0	…	…	…	Nb 10×C-1.10
TP310HCb	S31041	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	19.0~22.0	…	…	…	Nb 10×C-1.10
…	S31050	0.030	2.00	0.030	0.015	0.40	24.0~26.0	21.0~23.0	2.00~3.00	0.10~0.16	…	…
…	S31254	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	19.5~20.5	17.5~18.5	6.0~6.5	0.18~0.25	0.50~1.00	…
…	S31277	0.020	3.00	0.030	0.010	0.50	20.5~23.0	26.0~28.0	6.5~8.0	0.30~0.40	0.50~1.50	…
TP316	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	…	…	…
TP316L[D]	S31603	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	…	…	…
TP316H	S31609	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	…	…	…
TP316N	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~13.0	2.00~3.00	0.10~0.16	…	…
TP316LN[D]	S31653	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~13.0	2.00~3.00	0.10~0.16	…	…
TP317	S31700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	…	…	…
TP317L	S31703	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	…	…	…
…	S31725	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	13.5~17.5	4.0~5.0	0.20	…	…
…	S31726	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~20.0	14.5~17.5	4.0~5.0	0.10~0.20	…	…
…	S31727	0.030	1.00	0.030	0.030	1.00	17.5~19.0	14.5~16.5	3.8~4.5	0.15~0.21	2.8~4.0	…
…	S32050	0.030	1.50	0.035	0.020	1.00	22.0~24.0	20.0~23.0	6.0~6.8	0.21~0.32	0.40	…
…	S32053	0.030	1.00	0.030	0.010	1.00	22.0~24.0	24.0~26.0	5.0~6.8	0.17~0.22	…	…
TP321	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	0.10	…	Ti5(C+N)-0.70
TP321H	S32109	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	0.10	…	Ti5(C+N)-0.70
…	S32615	0.07	2.00	0.045	0.030	4.80~6.00	16.5~19.5	19.0~22.0	0.30~1.50	…	1.50~2.50	
…	S32654	0.020	2.0~4.0	0.030	0.005	0.50	24.0~25.0	21.0~23.0	7.0~8.0	0.45~0.55	0.30~0.60	…
…	S33282	0.04~0.08	1.00	0.020	0.015	0.30	26.0~28.0	31.0~33.0*	…	…	…	Nb 0.60~1.00 Ce 0.05~0.10 Al 0.025

* 原文误印为“31.0~333.0，已更正。——译注。

** 表1中UNS标号为S20153，S31727，S32053和S32615，以及，UNS标号为N08800，N08810和N08811的钢种是2015年版新增加的钢种。——译注。

表 1（续）　化学成分要求[A]

级　号	UNS 标号[B]	成　分,%										
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N[C]	Cu	其　他
…	S34565	0.030	5.0~7.0	0.030	0.010	1.00	23.0~25.0	16.0~18.0	4.0~5.0	0.40~0.60	…	Nb 0.10
TP347	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	…	…	Nb 10×C-1.10
TP347H	S34709	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	…	…	Nb 8×C-1.10
TP348	S34800	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	…	…	(Nb+Ta)10×C-1.10 Ta 0.10 Co 0.20
TP348H	S34809	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	…	…	…	(Nb+Ta)10×C-1.10 Ta 0.10 Co 0.20 (Nb+Ta)8×C-1.10
…	S35045	0.06~0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	25.0~29.0	32.0~37.0	…	…	0.75	Al 0.15~0.60, Ti 0.15~0.60
TPXM-15	S38100	0.08	2.00	0.030	0.030	1.50~2.50	17.0~19.0	17.5~18.5	…	…	…	…
…	S38815	0.030	2.00	0.040	0.020	5.5~6.5	13.0~15.0	15.0~17.0	0.75~1.50	…	0.75~1.50	Al≤0.30
…	N08367	0.030	2.00	0.040	0.030	1.00	20.0~22.0	23.5~25.5	6.0~7.0	0.18~0.25	0.75	…
800	N08800	0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	…	…	0.75	Al 0.15~0.60 Ti 0.15~0.60 Fe[E]≥39.5
800H	N08810	0.05~0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	…	…	0.75	Al 0.15~0.60 Ti 0.15~0.60 Fe[E]≥39.5
…	N08811	0.05~0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	…	…	0.75	Al 0.25~0.60[F] Ti 0.25~0.60[F] Fe[E]≥39.5
…	N08926	0.020	2.00	0.030	0.010	0.50	19.0~21.0	24.0~26.0	6.0~7.0	0.15~0.25	0.50~1.50	…
…	N08904	0.020	2.00	0.040	0.030	1.00	19.0~23.0	23.0~28.0	4.0~5.0	0.10	1.00~2.00	…

A 除非另有规定，均为最大值。

B 按实用规程 E527 和 SAE J1086《金属和合金（UNS）编号实用规程》建立的新代号。

C 氮的分析方法应是采购方和制造厂之间取得协议的事情。

D 对于小直径或薄壁或同时两者而需要多道冷拔制的，TP304L 和 TP316L 级钢中的碳必须小于等于 0.040%。小外径管子的定义为那些外径小于 0.500in.（12.7mm）的管子，薄壁管子是指最小壁厚小于 0.049in.（1.2mm）。

E 铁的含量应以 100 减去其他规定元素的总量的算术差来确定。

F（Al+Ti）的含量应为 0.85~1.20。

1.2　级别 TP304H、TP309H、TP309HCb、TP310H、TP310HCb、TP316H、TP321H、TP347H 和 TP348H，为级别 TP304、TP309S、TP309Cb、TP310S、TP310Cb、TP316、TP321、TP347 和 TP348 改进型，可供高温过热器和再热器用。

1.3　按本标准通常提供的管子尺寸和壁厚为：外径⅛in.（3.2mm）到外径 12in.（304.8mm），壁厚为 0.015~0.320in.（0.4~8.1mm）。也可提供其他尺寸的管子，但要保证这些管子符合本标准的所有其他要求。

1.4 力学性能要求不适用于内径小于⅛in.(3.2mm)或壁厚小于0.015in.(0.4mm)的管子。

1.5 本标准附有可供选用的补充要求，当需选用其中的一条或数条要求时，则选用的每条条文都应在订单中载明。

1.6 所有以英寸-磅或国际单位(SI)表示的值都是标准值。在本标准SI单位示于括号中。两套数值并不精确相等换算，因此，每种单位体系应单独地使用。混用两种体系中数值会导致与标准不符的结果。除非订单中规定使用本标准中的"M"标志(SI单位)，否则应使用英寸-磅单位。

1.7 下列安全上的危险警告仅与本标准补充要求中述及的试验方法有关：

本标准无意说明在使用标准时伴随而来的所有安全问题。在使用前制订安全卫生规程，及确定有关管理条例范围的适宜性是本标准使用者的责任。在补充要求S7的注S7.1中给出具体的警告。

2 引用标准

2.1 ASTM标准：

A 262 检测奥氏体钢晶间腐蚀敏感性实用规程

A 480/A 480M 不锈及耐热钢轧制钢板，薄板及钢带的通用要求

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢、奥氏体合金钢和不锈钢管子的通用要求

E112 测定金属平均晶粒度的方法

E 213 金属公称管和管子的超声波检验实用规程

E 273 纵向焊接公称管和管子的超声波检验实用规程

E 527 金属和合金的编号推荐方法(UNS)

2.2 ASME锅炉及压力容器规范

第Ⅷ卷

2.3 其他标准

SAE J1086 金属和合金命名（UNS）编号用实用规程

3 订货须知

3.1 采购方负责规定按本标准订货材料所有必须的要求。这样的要求包括但不限于以下各项：

3.1.1 数量(英尺,米或根数)。

3.1.2 材料名称(焊接管子(WLD)或深度冷加工管子(HCW))。

3.1.3 级别(表1)。

3.1.4 尺寸(外径和公称壁厚)。

3.1.5 长度(定尺或不定尺)。

3.1.6 选择性要求(第13.6条)。

3.1.7 要求试验报告(见A 1016/A 1016M标准证书一节)。

3.1.8 标准号。

3.1.9 特殊要求和任何选用的补充要求。

4 一般要求

4.1 按本标准提供的材料，除在这里另有规定外，应符合现行版本A 1016/A 1016M标准的要求。

5 制造

5.1 焊接管子(WLD)应用轧制扁钢，采用不外加填充金属的自动焊接工艺制造。

5.1.1 在最终热处理之前及焊接之后，管子应进行冷加工，冷加工应在焊接金属和基体金属两者或仅在焊接金属中进行。冷加工方法可由买方规定之。当冷拔制管子时，买方可以规定横截面或壁厚或同时两者的最小的减薄量。

5.1.2 深度冷加工的(HCW)管子应采用在焊接管子做最终退火之前其管壁及焊缝均应经过减缩比不小于35%的冷加工来制造。在焊接焊缝时应使用不添加填充金属的焊接方法。在进行冷加工之前，焊缝应按ASME锅炉及压力容器规范最新版的第Ⅷ卷第1册的UW-51一节的要求经100%的射线检验。

6 热处理

6.1 所有材料须按表2要求的热处理状态供货。

6.2 固溶退火温度高于1950°F（1065°C）会损害TP309HCb、TP310HCb、TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348及TP348H等钢暴露在敏化条件中的耐晶间腐蚀性。当采购方有规定时，则应在最初高温固溶退火后，继之以较低温度稳定化或重新固溶退火处理(参见补充要求S4)。

表 2　热处理要求

级　号	UNS 编号	固溶处理温度，≥或范围	淬火方法
未单独列在下面的所有级别	…	1900°F［1040℃］	A
…	S30815	1920°F［1050℃］	B
TP309HCb	S30941	1900°F［1040℃］C	B
TP310H	S31009	1900°F［1040℃］	B
TP310HCb	S31041	1900°F［1040℃］C	B
…	S31254	2100°F［1150℃］C	B
…	S31277	2050°F（1120℃）	B
TP316H	S31609	1900°F［1040℃］	B
…	S31727	1975~2155°F［1080~1180℃］	B
…	S32053	1975~2155°F［1080~1180℃］	B
TP321	S32100	1900°F［1040℃］C	B
TP321H	S32109	2000°F［1100℃］C	B
…	S32654	2100°F［1150℃］	B
…	S33228	2050°F［1120℃］	B
…	S34565	2050°F［1120℃］	B
		~2140°F［1170℃］	B
TP347	S34700	1900°F［1040℃］C	B
TP347H	S34709	2000°F［1100℃］C	B
TP348	S34800	1900°F［1040℃］C	B
TP348H	S34809	2000°F［1100℃］C	B
…	S35045	2000°F［1100℃］	D
…	S38815	1950°F［1065℃］	B
…	N08367	2025°F［1110℃］	B
800	N08800	1900°F［1040℃］	B
800H	N08810	2050°F［1120℃］	B
…	N08811	2100°F［1150℃］	B
…	N08904	2000°F［1100℃］	B
…	N08926	2010°F［1105℃］	B

注：A 在水中淬火或以其他方法快速冷却，其速率通过按 A262 实用规程方法 E 来验证其有足够防止碳化物再沉淀的能力。除非在采购订单中规定，不要求制造厂进行该项试验（见补充要求 S6）。注意 A262 实用规程要求：所要进行的试验，对低碳及稳定化类型是在经敏化的试样上；对其他类型是在交货状态的代表试样上进行。对于含有 3%及以上钼的低碳类型，在试验之前作敏化处理的适用性应是采购方和制造厂之间取得协议的事情。

B 在水中淬火或以其他方法快速冷却。

C 对于示出的级别在随后曝露于敏化条件下时，大于 1950°F（1065℃）的固溶处理温度会削弱抗晶间腐蚀的能力。当采购方有规定时，在本表所述的较高温度下的固溶退火处理之后，应使用较低温度作稳定化处理或再次固溶退化（见补充要求 S4）。

D 在静止空气中冷却或快速冷却。

7　化学成分

7.1　钢的化学成分须符合表 1 中规定的要求。

8　成品分析

8.1　应对每炉钢的一根平轧坯料或管子作分析。由此确定的化学成分应满足第 7 节中规定的要求。

8.2　成品分析允差应符合标准 A480/A480M 标准中表 A1.1 的要求。对规定含碳量最大不超过 0.04%的材料不适用该表中关于碳含量分析允差。

8.3　若原有的成品分析不合格，则外加 2 根平轧坯料或管子进行复试。对有问题的元素，2 个复试都必须满足标准的要求，否则该炉或该批（注 1）所有剩余材料应拒收。如生产厂愿意，可以对每一根平轧坯料或管子作各别的验收试验。不符合标准要求的平轧坯料或管子应拒收。

注 1：压扁和翻边试验要求中，名词“批”的含义是切割前用同一炉钢生产的、同一尺寸公称和壁厚的所有管子。当采用周期式热处理炉进行最终热处理时，则“一批”仅包括相同热处理进料、属同一炉钢、同一尺寸的那些管子。当最终热处

理是在连续式热处理炉中进行时，则“一批”包括的属同一炉钢和同一尺寸的管子根数应如表3所示，按管子尺寸大小决定。

注2：拉伸和硬度试验要求中，名词“批”含义的切割前用一同炉钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式热处理炉内进行时，则“一批”只包括相同热处进料、同一炉钢生产的同一尺寸的，同一热处理制度的那些管子。当最终热处理是在连续式热处理炉中进行时，“一批”应包括所有同一尺寸的、属于同一炉钢生产的、加热温度、时间及炉速相同的所有管子。

9 拉伸要求

9.1 材料应符合表4规定的拉伸性能要求。

表3 连续热处理过程中一批的管子根数

管子尺寸	批量大小
外径≥2in.（50.8mm），壁厚≥0.200in.（5.1mm）	不多于50根管子
2in.（50.8mm）>外径>1in.（25.4mm）或壁厚<0.200in.（5.1mm）	不多于75根管子
外径≤1in.（25.4mm）	不多于125根管子

表4 拉伸和硬度要求[A]

级号	UNS代号	拉伸强度，ksi[MPa]≥	屈服强度，ksi[MPa]≥	伸长率，标距2in.或50mm，≥，%	洛氏硬度 max
TP201	S20100	95[655]	38[260]	35	B95
TP201LN	S20153	95[655]	45[310]	45	B100
TP202	S20200	90[620]	38[260]	35	B95
TPXM-19	S20910	100[690]	55[380]	35	C25
TPXM-29	S24000	100[690]	55[380]	35	B100
TP304	S30400	75[515]	30[205]	35	B90
TP304L	S30403	70[485]	25[170]	35	B90
TP304H	S30409	75[515]	30[205]	35	B90
…	S30415	87[600]	42[290]	35	B96
TP304N	S30451	80[550]	35[240]	35	B90
TP304LN	S30453	75[515]	30[205]	35	B90
TP305	S30500	75[515]	30[205]	35	B90
…	S32615*	80[550]	32[220]	25	B100
…	S30615	90[620]	40[275]	35	B95
…	S30815	87[600]	45[310]	35	B95
TP309S	S30908	75[515]	30[205]	35	B90
TP309H	S30909	75[515]	30[205]	35	B90
TP309Cb	S30940	75[515]	30[205]	35	B90
TP309HCb	S30941	75[515]	30[205]	35	B90
TP310S	S31008	75[515]	30[205]	35	B90
TP310H	S31009	75[515]	30[205]	35	B90
TP310Cb	S31040	75[515]	30[205]	35	B90
TP310HCb	S31041	75[515]	30[205]	35	B90
…	S31050：				
	t≤0.25in.	84[580]	39[270]	25	B95
	t>0.25in.	78 [540]	37 [255]	25	B95
…	S31254：				
	t≤0.187in. [5.00mm]	98 [675]	45 [310]	35	B100

表 4（续）　拉伸和硬度要求[A]

级　号	UNS 代号	拉伸强度，ksi[MPa]≥	屈服强度，ksi[MPa]≥	伸长率，标距 2in. 或 50mm，≥，%	洛氏硬度 max
	t>0.187in. [5.00mm]	95[655]	45[310]	35	B100
…	S31277	112(770)	52(360)	40	B100
TP316	S31600	75[515]	30[205]	35	B90
TP316L	S31603	70[485]	25[170]	35	B90
TP316H	S31609	75[515]	30[205]	35	B90
TP316N	S31651	80[550]	35[240]	35	B90
TP316LN	S31653	75[515]	30[205]	35	B90
TP317	S31700	75[515]	30[205]	35	B90
TP317L	S31703	75[515]	30[205]	35	B90
…	S31725	75[515]	30[205]	35	B90
…	S31726	80[550]	35[240]	35	B90
…	S31727	80[550]	36[245]	35	B96
…	S32050	98[675]	48[330]	40	…
…	S32053	93[640]	43[295]	40	B96
TP321	S32100	75[515]	30[205]	35	B90
TP321H	S32109	75[515]	30[205]	35	B90
…	S32654	109[750]	62[430]	35	B100
…	S33228	75[500]	27[185]	30	B90
…	S34565	115[795]	60(415)	35	B100
TP347	S34700	75[515]	30[205]	35	B90
TP347H	S34709	75[515]	30[205]	35	B90
TP348	S34800	75[515]	30[205]	35	B90
TP348H	S34809	75[515]	30[205]	35	B90
…	S35045	70[485]	25[170]	35	B90
TPXM-15	S38100	75[515]	30[205]	35	B90
…	S38815	78[540]	37[255]	30	B100
…	N08367				
	t≤0.187	100[690]	45[310]	30	100
	t>0.187	95[655]	45[310]	30	100
800	N08800	75[515]	30[205]	30	90
800H	N08810	65[450]	25[170]	30	90
…	N08811	65[450]	25[170]	30	90
…	N08904	71[490]	31[215]	35	B90
…	N08926	94[650]	43[295]	35	B100

A 不适用外径小于⅛in.（3.2mm）或壁厚小于 0.015in.（0.4mm）或两者，如此的小直径或薄壁管子的拉伸性能是制造商和买方之间取得协议的事情。

* 原文如此，按表 1 的排序，该 S32615 级钢应排列在 S32109 和 S32654 级钢之间的位置。——译注。

10 硬度要求

10.1 管子的洛氏硬度不得超过表4中规定的值。

11 反向弯曲试验要求

11.1 一段长为4in.(100mm)的试样从焊缝每边成90°纵向切开。于是打开试样,围绕一个直径为壁厚4倍的心轴弯曲,心轴平行于焊缝,并靠在管子的外侧。焊缝应处在最大弯曲点处,焊缝中不得有裂纹,未焊透或焊瘤等缺陷,这些缺陷是由于冷作效应减薄焊缝壁厚而引起的。当因管子的几何形状或尺寸缘故难于对单个试样进行试验时,只要有最小4in.(100mm)长度的焊缝经受反向弯曲,就可以切分为较小的试件。

注3:当规定公称壁厚不小于10%规定外径,或壁厚为不小于0.134in.(3.4mm),或外径小于0.375in.(9.5mm)则反向弯曲试验不适用。这时应采用A 1016/A 1016M标准的反向压扁试验。

12 晶粒度要求

12.1 TP309H、TP309HCb、TP310H及TP310HCb钢按E112试验方法测得的晶粒度应是6号或更粗。

12.2 TP304H、TP316H、TP321H、TP347H和TP348H级别钢按E112试验方法测得的晶粒度应是7号或更粗。

12.3 UNS S32615级钢按E112试验方法测得的晶粒度应为3号或更细。

12.4 N08810和N08811级钢按E112试验方法测得的晶粒度应为5号或更粗。

13 要求的力学性能试验及晶粒度测定

13.1 拉伸试验——应在批量不超过50根管子的一个试样上做一个拉伸试验。批量超过50根管子时,应从二根管子的试样上各作拉伸试验(见注2)。

13.2 压扁试验——在两个取自每批的一根成品管两端的试样上各作一个压扁试验,但不是作翻边试验的那一根(见注1)。

13.3 翻边试验——在两个取自每批的一根成品管两端的试样上各作一个翻边试验,但不是作压扁试验的那一根(见注1)。

13.4 反向弯曲试验——每1500ft(450m)成品管取一试样做一个反向弯曲试验。

13.5 硬度试验——在每批两根管子的试样上作布氏或洛氏硬度试验(见注2)。

13.6 水压或无损电测试验——每根管子均须做水压或无损电测试验,采购方可以指定采用哪一种试验。

13.7 晶粒度——在TP309H、TP309HCb、TP310H及TP310HCb级钢晶粒度的测定应在压扁试验所规定的同样根数管上进行。

13.8 深度冷加工的(HCW)管子应能满足补充要求S7中规定的焊缝衰减试验,其焊缝金属相对母材的损耗在0.90到1.10。除非在采购订货单中规定了S7,否则不要求做该项试验。

14 尺寸的允许偏差

14.1 壁厚之外的尺寸允差应按A 1016/A 1016M标准。对所有管子。厚度允差为公称壁厚的±10%。

14.2 焊缝处的管壁厚度与距焊缝90°测量壁厚相比,应不得超过规定壁厚的6%或0.004in.(0.1mm),取两者较大值。

14.2.1 当适用下列的任意一项,则14.2条的要求将不再适用;

14.2.1.1 当规定壁厚超过规定外径的12%时;

14.2.1.2 当规定壁厚超过0.165in.(4.2mm);

14.2.1.3 当规定外径大于3in.(76.2mm);

14.2.1.4 当对于规定级别的刚,表4中给出的规定最小屈服强度大于等于35ksi(240MPa)时。

15 工艺质量,表面质量及外观

15.1 成品管两端应光滑无毛口,管子直度在每3ft(900mm)长度内应不超过0.030in.(0.8mm)。

16 表面状态

16.1 经最终热处理后的管子,以化学法或酸洗法去除氧化皮。当采用光亮退火时,就不必要用酸洗或化学方法去除氧化皮。

17 成形工艺

17.1 用于插入锅炉内的管子应能承受胀接

及翻边而无裂纹或开裂。所有管子在正确操作时应能承受胀接和翻边而不显示裂纹、并能承受应用必需的所有锻造，焊接和弯曲操作而不出现缺陷。

18 产品标志

18.1 在 A 1016/A 1016M 标准中规定的标志外，对 TP304H、TP309H、TP309HCb、TP310H、TP310HCb、TP316H、TP321H、TP347H 和 TP348H，尚应包括炉号和热处理批识别号。

19 关键词

19.1 奥氏体不锈钢 锅炉管子 冷凝器管子 热交换器管子 高温使用 N08800 N08810 N08811 管子 过热器管子 高温设备应用 焊接管子和深度冷加工（HCW）管子

补 充 要 求

下列补充要求只适用采购方在询价书，合同及采购订货单中有规定时。

S1 消除应力退火管

S1.1 对用于某些腐蚀性介质尤其是氯化物，可能出现应力腐蚀的，可以规定 TP304L、TP316L、TP321、TP347 和 TP348 的管子是消除应力退火的状态。这个补充要求的细节应取得钢厂和买方的同意。

S1.2 当规定管子要消除应力，则它们在辊子矫直后应在 1550～1650℉(845～900℃)下热处理。可以从这个温度范围或在空气中或缓慢地冷。应力消除处理后，不准再作机械矫直。

S1.3 管子的平直度应经采购方与制造商间取得协议。

S2 最小壁厚

S2.1 当采购方规定时，管子应以最小壁厚为准提供。这些管子应满足 A 1016/A 1016M 标准的最小壁厚要求而不是本标准公称壁厚的要求。除第 18 节要求的标志外，管子尚应标明符号 S2。

S3 气压试验

S3.1 管子应按 A 1016/A1016M 标准采用水下气压试验或者气压检漏试验做检验。

S4 稳定化热处理

S4.1 TP309HCb、TP310HCb、TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348 及 TP348H 等级号在按本标准第 6 节作固溶退火热处理后，紧接着应予稳定化热处理，热处理温度应低于首次固溶退火热处理的温度。由买卖双方协议确定稳定化热处理的温度。

S5 已删除*

S5.1 已删除。

S5.2 已删除。

* S5 原为针对未校直管子的规定——译注。

S6 晶间腐蚀试验

S6.1 当规定要求时，材料需经晶间腐蚀试验合格。试验由制造厂负责，按照 A 262 实用规程方法 E 进行。

注 S6.1：方法 E 要求低碳类经稳定化处理的等级钢在敏化状态下，对其他等级类钢在发货状态下进行试验。

S6.2 对含有钛或铌元素类钢，特别是这些钢种的 H 型品种，为了满足本节的要求，必要时允许按照补充要求 S4 进行稳定化热处理。

S7 焊缝衰减试验

S7.1 本试验不适用于镍含量≥19.0%或钼含量≥4.00%或两者的合金。

S7.2 当在采购订货单中有规定时，每批管子(注 2)应取一个试件放在 50%试剂级盐酸和 50%水的混合沸腾溶液中进行试验。

S7.3 从一根成品管上制备成约 2in. 长的试件。对于较小直径(1/2in.及以下的)管子可以使用较短的 1in. 长的试件。为了便于用测微计测量应把试件纵向剖分开。试件可以是一片包含焊缝在内及至少达 90°焊缝一侧母材。也可以是分割成两块试样，一块含有焊缝，另一块是与焊缝对称的 100%母材截面尺寸相同的试件。应通过轻度地打磨，除去全部焊接毛刺和尖锐边缘，并用皂液和水或其他适合的溶剂清除掉污物和油脂，然后将试件放入烧瓶中。不推荐一次放进 4 个以上的试件或将不同类型的合金混合放入的方式进行试验。

S7.4 取试剂级(大约 37%)盐酸缓慢地加入到等体积蒸馏水中制成盐酸溶液。**警告**：接触酸类时应佩带橡皮手套并注意保护眼睛。混合工作应在防护罩下进行。试验过程也应在防护罩下进行。

S7.5 试验用容器应为 1 立升锥形烧瓶，带磨砂玻璃接口以及 Ahlin. 冷凝器。溶液体积约为 700mL。

S7.6 沿试件焊缝长度方向测 5 点焊缝区域的管壁厚度，同样的母体金属试件上测 5 点厚

度。在两试件上，所测 5 点是沿轴向长度方向间隔大致相等。利用尖点测微计进行厚度测量，精度至少达到 0.001in.。测微计必须适合于在经试验之后测量其细小表面特征的需要。典型的触针式测微计具有触点半径小于 0.015in. 的锥形测头。

S7.7 将两试件浸入溶液中。加入沸腾金属碎屑使溶液呈沸腾状态。在试验过程中，应使金属碎屑始终保持沸腾，试验时间应能保证去除 40%~60%原始母材厚度为准(通常不大于 2h)。如果母材剩余厚度大于 60%母材厚度时，则试件可在放置 24h 之后取出。

S7.8 试验周期结束后，取出这对试件，用蒸馏水漂洗并干燥之。

S7.9 按照 S7.6 条重新测量在试验液中暴露试验后的管壁厚度。如果减薄沿焊缝宽度并不均匀，则要求做二组焊缝金属测量，其中一组测量沿焊缝中心线取值，第二组测量取自焊缝的最薄部位。

S7.10 焊缝的两个截面按下式计算腐蚀比 R：

$$R = \frac{W_o - W}{B_o - B}$$

式中 W_o=试验前后焊缝金属平均厚度

W=试验后焊缝金属平均厚度

B_o=试验前母材金属平均厚度

B=试验后母材金属平均厚度

S7.10.1 焊缝最薄截面的腐蚀率不大于 1.25 为合格，供购双方也可以规定其他合格腐蚀率，例如不大于 1.00。

S8 特殊用途

S8.1 对某些特殊用途，例如液压胀管到管板中，要求管子不应有焊缝尺寸标记。按本节要求定制的管子应标上附加的标记 NB。

S9 按 ASME 要求对焊接管的附加试验

S9.1 当在采购订货单中规定了这一项补充要求时，则要求如下的附加的要求：

S9.1.1 每根管子应采用 E273 和 E213 实用规程经超声波检验，拒收的判别标准按 A 1016/A 1016M 中所列。

S9.1.2 如果采用 E273 实用规程，则每根管的全长还应使用 A 1016/A 1016M 标准所认可的某一种无损电测试验方法进行 100% 容积测试。

S9.1.3 本补充要求所述的试验方法可能不能够检测管子的末端部分。这种情况称为末端效应。该部分长度应由钢厂确定，并予切除不用。

S9.1.4 除了标上 A 1016/A 1016M 标准规定的标志外，在钢的级别号之后应加标“S9”字符。

锅炉和过热器用电阻焊铁素体合金钢管子

SA-250/SA-250M

[除了当要求100%的焊接接头系数时补充要求S1是强制性的要求外，与ASTM标准A 250/A 250M—05(R14)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉和过热器用级别为T1、T1a、T1b、T2、T11、T12和T22的最小壁厚的电阻焊接碳钼及铬钼合金钢管子。

1.2 按本标准通常提供的管子尺寸的厚度为：外径½～5in.(12.7～127mm)，最小壁厚为0.035～0.320in.(0.9～8.1mm)。也可提供其他尺寸的管子，但要保证这些管子符合本标准的所有其他要求。

1.3 力学性能要求不适用于内径小于⅛in.(3.2mm)或厚度小于0.015in.(0.4mm)的管子。

1.4 对某些ASME应用所需的无损检验提供了附加补充要求。

1.5 所有以英寸-磅或国际制单位(SI)表示的值都是标准值。在本标准中SI单位于括号中。这两套数值并不精确相等换算，因此，每一种单位体系应单独地使用。把两种体系中的数值混用会导致与规范规定不一致的结果。

1.5.1 在正文中，SI单位放在括号内示出。

1.5.2 除非订单中注明采用带“M”标志的本标准，否则应使用英寸-磅单位。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢和奥氏体合金钢和不锈钢管子通用要求

E 213 金属公称管和管子超声波检验实用规程

E 273 纵向焊接公称管和管子超声波检验实用规程

3 订货须知

3.1 符合本标准材料的订货单应按需要包括下列各项，以充分地说明需要的材料。

3.1.1 数量(英尺、米或根数)。

3.1.2 材料名称(电阻焊接管)。

3.1.3 级别(表1)。

3.1.4 尺寸(外径或最小壁厚)。

3.1.5 长度(定尺或不定尺)。

3.1.6 选用要求(7.3.6条)。

3.1.7 要求的试验报告(见A 1016/A 1016M标准中关于合格证书的一节)。

3.1.8 标准号。

3.1.9 特殊要求和任何选用的补充要求。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的产品，须符合现行版本的A 1016/A 1016M标准的适用要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合A 1016/A 1016M标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准与A 1016/A 1016M标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

表1 化学成分要求

元素	不同级别成分,%						
	T1	T1a	T1b	T2	T11	T12	T22
C	0.10～0.20	0.15～0.25	≤0.14	0.10～0.20	0.05～0.15	0.05～0.15	≤0.15
Mn	0.30～0.80	0.30～0.80	0.30～0.80	0.30～0.61	0.30～0.60	0.30～0.61	0.30～0.60
P≤	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.030	0.025
S≤	0.025	0.025	0.025	0.020	0.020	0.020	0.020
Si	0.10～0.50	0.10～0.50	0.10～0.50	0.10～0.30	0.50～1.00	≤0.50	≤0.50
Mo	0.44～0.65	0.44～0.65	0.44～0.65	0.44～0.65	0.44～0.65	0.44～0.65	0.87～1.13
Cr	…	…	…	0.50～0.81	1.00～1.50	0.80～1.25	1.90～2.60

5　材料及制造

5.1　钢应为镇静钢。

5.2　管子应用带钢由电阻焊接制造。

5.3　热处理

5.3.1　焊接之后，或者最后一道冷拔工序并冷修正完之后，对所有管子都应作热处理。除了 5.3.2 条要求者外，可以以完全退火、等温退火、正火或正火加回火处理等热处理状态交货，并由制造厂选定。如果选用正火加回火状态交货，最低回火温度除 T22 应为 1250℉(676℃)外，均应为 1200℉(650℃)。

5.3.2　当 T1、T1a、T1b 及 T2 级别管子是冷修正完工的，如果焊接工序后采用了 5.3.1 条中规定的一种热处理方法热处理，则最后一道冷拔工序之后，由制造厂自选，可采用 1200℉或更高温度的热处理。

6　化学成分

6.1　钢的化学成分应符合表 1 中规定的要求。

6.2　成品分析

6.2.1　应对每炉钢的一根平轧坯料或管子作分析。由此确定的化学成分应满足表 1 中规定的要求。

6.2.2　若所有的成品分析不合格，则应外加两个平轧坯料或管子进行复试。对有问题的元素两个复试都必须满足标准的要求，否则该炉或该批次的所有剩余材料（见 8.1 条）应予拒收；如若生产厂愿意，每根平轧坯料或管子可以分别单独进行试验，以判定可否合格验收。平轧坯料的长度或管子长度不符合标准要求的，应予拒收。

7　力学性能要求

7.1　拉伸要求

7.1.1　材料应符合表 2 规定的拉伸性能要求。

7.1.2　表 3 列出了每减薄壁厚 1/32 in.(0.8mm)计算的纵条试验伸长率的最小值。如壁厚处在表 3 中列出的两个表列值之间，则最小伸长率值由下式确定：

表2　拉伸性能要求

级　别	T1	T1a	T1b	T2	T11	T12	T22
抗拉强度，ksi(MPa)≥	55(380)	60(415)	53(365)	60(415)	60(415)	60(415)	60(415)
屈服强度，ksi(MPa)≥	30(205)	32(220)	28(195)	30(205)	30(205)	32(220)	30(205)
伸长率，标距 2in. 或 50mm%，≥	30	30	30	30	30	30	30
对于纵条试验壁厚小于 5/16in.(8mm)每减 1/32 in.(0.8mm)从基本最小伸长率应减小的百分值	1.50①	1.50①	1.50①	1.50①	1.50①	1.50①	1.50①

① 计算出的纵条试验伸长率最小值见表 3。

表3　最小伸长率值

壁　厚		伸长率，标距 2in. 或 50mm，≥，%①
in.(小数 in.)	mm	级别 T1、T1a、T1b、T2、T11、T12 及 T22
5/16(0.312)	8	30
9/32(0.281)	7.2	29
1/4(0.250)	6.4	27
7/32(0.219)	5.6	26
3/16(0.188)	4.8	24
5/32(0.156)	4	22
1/8(0.125)	3.2	21
3/32(0.094)	2.4	20
1/16(0.062)	1.6	18

① 计算的伸长率应圆整到最接近的整数。

$E = 48t + 15.00 (E = 1.87t + 15.00)$

式中 E=标距 2in. 或 50mm 的伸长率,%

t=试样的实际厚度，in.（mm）

7.2 硬度要求——管子硬度不超过表 4 所列的值。

表 4 硬度要求

级 别	布氏硬度值，壁厚 ≥0.200in.（5.08mm），HBW	洛氏硬度值，壁厚 <0.200in.（5.08mm），HRB
T1	146	80
T1a	153	81
T1b	137	77
T2	163	85
T11	163	85
T12	163	85
T22	163	85

7.3 要求的力学性能试验

7.3.1 拉伸试验——在批量不满足 50 根管子的一个试样上做一个拉伸试验。批量超过 50 根管子时,从 2 根管子的试样上各作拉伸试验(见 8.2 条)。

7.3.2 压扁试验——在每批的一根成品管两端的试样上各作一个压扁试验，但不是作翻边试验的那一根(见 8.1 条)。

7.3.3 翻边试验——在每一批的成品管两端的试样上各作一个翻边试验,但不是作压扁试验的那一根(见 8.1 条)。

7.3.4 反向压扁试验——在每 1500ft (450m)成品管的试样上做一个反向压扁试验。

7.3.5 硬度试验——在每批的两根管子试样上作布氏或洛氏硬度试验(见 8.2 条)。

7.3.6 水压或无损电测试验——每根管子均应做水压或无损电测试验。买方可以指定采用那一种试验。

8 取样

8.1 压扁和翻边试验要求中，名词“批”的含义是切割前同一炉钢生产的相同规定外径及规定壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式炉中进行时，则一批只包括同一尺寸，同一炉批在相同炉内装料进行热处理那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时，一批中同一炉的同一尺寸管子根数应根据管子尺寸按表 5 所规定确定之。

表 5 连续热处理过程中一批管子根数

管子尺寸	批量大小
外径 ≥ 2in.(50.8mm)，壁厚 ≥ 0.200in.(5.1mm).	不多于 50 根管子
外径>1in.(25.4mm)~<2in.(50.8mm)，壁厚<0.200in.(5.1mm)	不多于 75 根管子
外径≤1in.（25.4mm）	不多于 125 根管子

8.2 拉伸和硬度试验要求中，名词“批”的含义是切割前从同一炉钢生产的相同规定外径及规定壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式炉进行时，则一批只包括同一尺寸及同一炉批在相同炉内装料进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时，一批应包括同一尺寸，同一炉号及在相同炉内以相同温度，相同加热时间及炉速作热处理的所有管子。

9 成形工艺

9.1 插入锅炉内的管子应承受胀接及翻边而无裂纹，开裂。过热器管在正确操作时应承受应用必要的所有锻造，焊接及弯曲操作而不出现缺陷。

10 产品标志

10.1 除 A 1016/A 1016M 标准中规定的标志外，还应加上“电阻焊接钢”字样。

11 关键词

11.1 锅炉管子 电阻焊接钢管子 合金钢管子 过热器管子 焊接钢管子

补 充 要 求

下列补充要求只有当在采购方询价或招标，和在采购订货单或合同中有规定时才构成为本标准的一部分。除非在采购订货单中有规定，否则不考虑这些要求，且所必须的试验应在钢厂完成。

S1 在某些 SAME 的应用中当需 100%焊接接头系数时对焊接管子的附加试验

S1.1 当在采购订货单中规定了本补充要求时，如果符合下列附加要求，在一些 SAME 应用中，允许对纵向焊缝使用 100%的焊接接头系数。

S1.1.1 每根管子的焊缝应采用 E 273 或 E 213* 实用规程经超声波检验，拒收准则参见 A 1016/A 1016M 标准。

* 原文有印刷错误，已作更正——译注。

S1.1.2 如果采用 E 273 实用规程，则每个管子的整个长度还应采用 A 1016/A 1016M 标准所允许的无损电测试验方法之一进行 100%的容积检验。

S1.1.3 本补充要求中规定的试验方法可能不能够检验管子的端部。这种情况被称作为端部效应，该部分由钢厂确定应切去不用。

S1.1.4 除了在 A 1016/A 1016M 标准中规定的标志外，在钢的级别号之后应加标符号“S1”。

铬-不锈钢复合钢板

SA-263

（与 ASTM 标准 A 263—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括在碳钢或低合金钢基体的一面或两面完整而连续地复合一层或双层的铬-不锈钢的钢板。这种材料一般适用于压力容器。

1.2 以英寸-磅单位表示的数值应视为标准值。列在括号内的数值是转换为 SI 单位的数学换算值仅供作资料用，而不认作为标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 6/A 6M 轧制结构钢棒材、钢板、型材和薄板板桩的通用要求

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 240/A 240M 压力容器用耐热铬及铬镍不锈钢板、薄板及钢带通用要求

A 370 钢制品力学性能试验方法及定义

A 480/A 480M 不锈钢和耐热钢轧制钢板、薄板及钢带通用要求

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验

A 751 钢制品化学分析方法、实验操作和术语

2.2 ASME 标准

ASME 锅炉及压力容器规范，第Ⅸ卷，焊接评定

3 术语

3.1 本标准专用术语的定义：

3.1.1 根据这种钢板材料是一面或双面被覆盖，而将其分为单覆层、或双覆层的铬-不锈钢钢板。

3.1.2 合金覆层——复合钢板的铬-不锈钢部分。

3.1.3 基体金属（背衬钢材）——指要覆盖合金覆层的部分，通常占复合钢板的大部分。

3.1.4 整体、并连续的结合——指采取不同于那些不能产生均质复合钢板方法的工艺方法，而使得合金覆层与基体金属紧密地合在一起、在两种金属的整个界面基本上产生冶金结合的一种状态。

4 订货须知

4.1 对按本标准订购材料所需的所有要求作出规定是采购方的责任。这些要求可包括但不限于以下内容：

4.1.1 数量（重量或张数）

4.1.2 覆层合金标准（UNS 代号或 ASTM A 240/A 240M 标准），以及覆层是否只用于腐蚀余量

4.1.3 基体金属标准。

4.1.4 冶金结合完整性类别（1 类、3 类或 5 类，见第 13 节。）

4.1.5 包括合金覆层及背衬钢材、或整个复合钢板的最小或公称厚度，以及，如若采用更为严格的、或较为不严格的厚度公差。

4.1.6 如有要求时，成品分析（见第 10 节）。规定是否适用于合金覆层及背衬钢材，或两者。

4.1.7 力学性能，包括如若要求剪切（强度）试验（见第 7、第 8 和第 9 节）。

4.1.8 表面精整（见第 12 节）。

4.1.9 如有要求时，对焊接修补的限制（见第 14 节）。

4.1.10 对本标准的附加或特殊要求，比如任何适用的建造规范规则。

4.1.11 当覆层合金需被用于适用建造规

程的强度计算里时，要发通知。

注：当合金覆层需被用于强度计算里时，便会有别于合金覆层仅用于抗腐蚀的用途，建造规程将指定一定的制造要求。当合金覆层涉及到用爆炸法连结覆层制造工艺中使用焊接部件的时候，这可能会变得尤其重要！因此，采购方负有完全的责任，在采购订货之时，就需要提醒复合钢板的制造厂注意任何此种限制或者应用。

4.2 除了本标准和背衬钢材标准的基本要求外，当为了满足最终使用要求而需更多的控制、试验和检验时，可选用若干补充要求；以及由采购方指定引用列在本标准中的补充要求和列在 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

4.3 若本标准的要求与 A 20/A 20M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

5 材料与制造

5.1 冶炼方法：

5.1.1 钢应采用平炉、电炉或碱性氧气转炉生产，或者通过两次熔冻；以使这些经一次熔炼过程生产的钢采用电渣重熔或真空电弧重熔方法进行重熔，但不只限于用这两种方法。

5.1.2 可采用能生产出符合本标准要求的复合钢板的任何方法使合金覆层金属与基体金属产生冶金上的结合。

5.1.3 对采用爆炸法结合的产品，合金覆层金属可以由两个或更多单独合金钢板或薄板完全焊接在一起成为单一制造部件构成。

5.2 热处理——除非另有规定或采购方与制造厂经商定，所有的钢板应按背衬钢材标准的许可，以正火、回火、正火加回火，或淬火加回火状态供货。如果回火热处理是在比最低回火温度低 75℉（40℃）或更多的温度下做时，则允许通过亚临界加热对复合钢板进行消除应力处理。

6 化学成分

6.1 复合钢板应符合如第 6.2 和 6.3 条所述，并由采购方和制造厂商定的合金覆层金属和基体金属的任何希望的组合。

6.2 合金覆层金属——所规定的合金覆层金属应符合 A 240/A 240M 标准对各有关铬钢规定的化学成分要求。

6.3 基体金属——基体金属应是：符合压力容器用钢的、或采购方与制造厂经协商确定的 ASTM 标准的碳钢或低合金钢。基体金属应符合订货所用标准的化学成分要求。

7 力学性能

7.1 拉伸性能：

7.1.1 对于符合下列全部条件的覆层钢板的拉伸性能，应依靠对复合钢板的拉伸试验来确定：

（1）公称复合（钢板的）厚度规格小于等于 1½in.(38mm)；

（2）基体钢材的规定最低抗拉强度小于等于 70000psi(485 MPa)；

（3）基体钢材的规定最低屈服强度小于等于 40000psi(275 MPa)。

由此测定的拉伸性能应不小于对所用基体钢材标准中给出的最低值，且不得超过其最大值在 5000psi(35 MPa)以上。基体钢材标准中的所有其他拉伸试验要求均应满足。

7.1.2 对于符合下列条件之一的覆层钢板的拉伸性能，应只依靠对基体钢材的拉伸试验来确定，由此测得的拉伸性能应符合拉伸试验的全部要求。

（1）复合(钢板的)厚度规格大于 1½ in.(38mm)；

（2）基体钢材的规定最低抗拉强度大于 70000psi(485 MPa)；

（3）基体钢材的规定最低屈服强度大于 40000psi(275 MPa)。

7.1.3 如果覆层金属仅用作为腐蚀余量，则覆层金属不需要包括在拉伸试验里。由此测定得到的拉伸性能应符合基体钢材的要求。

7.2 当采购方要求做结合强度的试验时，采购方必须作出规定，且应由下列中的一个组成。

7.2.1 剪切强度——当采购方要求时，覆层合金和基体金属的最低剪切强度应为 20000psi (140 MPa)。当规定了剪切试验时，应按图 1 所示的方式进行。除了按订购外，剪切试验用的最小覆层厚度应为：0.075in.(1.9mm)。

最小覆层厚度在 0.075in.(1.9mm)及以下的复合钢板的剪切强度试验应由采购方和钢板制造厂之间双方协议。

7.2.2 结合强度——作为 7.2.1 条的剪切强度的替代试验，或当需方与制造厂经协商确

定，或两者时，应做合金覆层受压缩的三个弯曲试验来测定结合质量。这三个弯曲试验应按图2所示的拉伸试验方式进行，并应按A 6/A 6M标准或A 20/A 20M标准的附录X4或相当的两者之一（按所适用的）规定的弯曲半径弯曲到180度角。三个试验中，至少应有两个不显现在弯曲部分的两侧边缘上有超过50%以上的分离现象。更大的分离应引作为拒收的理由。

7.3 和本标准所要求的力学性能试验有关的试验方法和操作应按A370试验方法和定义标准进行。

8 试验数量和复试

8.1 对每张轧制的钢板，应按基体金属标准的要求做一个或多个拉伸试验，并在当有规定时，做一个剪切试验或三个结合强度弯曲试验。每个试样应处于对钢板要求的最终热处理状态，包括当有要求时做试块的模拟焊后热处理（SP-WHT）。

8.2 如果任何试样表明机加工不良或显示出缺陷，则该试样可以作废，并以其他试样代替。

9 试样

9.1 从钢板所取的拉伸试样应符合基体金属标准所规定的要求。

9.2 替代结合强度试验用的弯曲试样应取自与钢板的纵轴成直角。

9.3 当采购方要求时，剪切试样应取自邻近钢板的角上，平行于钢板的纵轴或代表最终成品钢板的其他位置。

9.4 除了按7.1.2和7.1.3条规定外，对厚度不大于1½in.(38mm)的钢板,拉伸试样应为材料的全厚度。

9.5 对厚度大于1½in.(38mm)的钢板，拉伸试验应为图3所示的形状，并应是符合基体钢材标准要求的全基体钢材。

9.6 测定结合强度用的弯曲试验试样的宽度应为1½ in.（38mm）、厚度不大于3/4in.(19mm)，并且，应机加工为如图2所示的形状和尺寸，或可机加工为两侧边缘互相平行。为了减小试样的厚度，合金覆层和基体钢材两者都应机加工到：保持覆层金属与基体钢材的厚度比与复合钢板的比例相同，但是，覆层金属的厚度不必减小到小1/8in.(3.1mm)。测定结合强度用的弯曲试验试样的两个侧边可以倒成圆角：对厚度不大于2in.(50mm)的钢板,圆角半径不大于1/16in.(1.6mm)；对厚度大于2in.(50mm)的钢板,圆角半径不大于1/8in.(3.1mm)。

10 成品分析

10.1 可以要求在成品上对覆层合金做成品分析。化学分析可采用湿化学方法或光谱仪等仪表方法来完成。如果是采用湿化学方法，只有当复合钢板的厚度足以充得到不受相邻材料混杂的样屑时方可取铣屑。如果是使用光谱测定方法时，当覆层厚度足以适合于无相邻基体金属掺杂在内时，应使试样在覆层的中心线处受光线的照射。

10.2 如果采购方规定对覆层合金做成品分析，则这种分析应在取自最终成品件或已断开试样的钻屑或铣屑上来做。作湿化学分析时，为了避免基体钢材金属的混杂，覆层取样的样屑应取自这样一个试块，其上除去全部基体金属的板材，再除去从结合面一侧开始的40%的覆层厚度，但不超过1/16 in.（1.6mm）。材料应经化学方法清洗，铣屑应取得充分地多，足以能代表剩余部分的全部横截面。如果覆层厚度不足以适于光线照射在覆层的中心线处受暴露、而无相邻基体金属掺杂在内时，则应去除50%的覆层厚度，并使试样暴露在该表面上。

10.3 和本标准所要求的化学分析有关的方法应按A751试验方法操作和术语进行。

10.4 成品分析的结果应符合A 480/A 480M标准中第7节的要求。

10.5 当有要求时，背衬钢材的成品分析结果应符合A 20/A 20M标准第7节的要求。

11 允许偏差

11.1 除厚度外，允许偏差应按A 20/A 20M标准的规定。

11.2 当按最小厚度订货时，合金覆层金属的厚度、及背衬钢材的厚度或复合钢板的总厚度应按采购订货单文件的要求。

11.3 当按公称厚度订货时,厚度的允许偏差对背衬钢材或复合钢板总厚度,应为负(-)0.01 in.(0.3mm)，以及，对合金覆层，应为负(-)

0.03in.(0.8mm)。

11.4 复合钢板总厚的厚度允许正偏差应为(+) 0.125in.(3mm)或所订购复合钢板总厚的10%，且如果背衬钢材、覆层或两者均符合其最小厚度时，无论厚度偏差发生在那一方。

11.5 更为严格的、或较为不严格的允许偏差可按需方和制造厂的商定。

12 工艺质量，表面质量和外观

12.1 材料应无有害缺陷，具有良好外观并符合所指定的表面质量。

12.2 钢板的覆层合金表面应经喷砂(通过喷射诸如沙粒或不锈钢研磨剂、圆丸或钢丝，或者相当物来除去氧化皮)、酸洗、喷砂清理加酸洗，或者100%地表面精整。

13 冶金结合质量

13.1 覆层金属应完整并连续地结合在基体金属上。

13.2 检查

13.2.1 最小复合钢板总厚小于3/8 in.(10mm)的复合钢板，在发货前应对结合的完整情况进行目视检查。

13.2.2 最小复合钢板总厚大于等于3/8in.(10mm)的复合钢板，以及，当采购方有规定时，对最小复合钢板总厚度小于⅜in.(10mm)的复合钢板，在发货前应按A 578/A 578M标准的程序和方法对结合的完整情况进行超声波检查。

13.2.3 目视检查查出的未完整结合面积应作超声波探查，以确定按13.2.2条做检验的范围。出于定义未完整结合的目的，当伴随由覆层和背衬钢材的分界面的回波显示产生的背面反射完全失去时，应解释为覆层未结合。对距复合钢板切割边缘1in.(25mm)内、含有超出从结合界面反射出的背面反射50%显示的面积，应被解释为覆层未结合。

13.2.4 超声波检验的范围应按制造厂的判断，并应足以达到采购方要求的质量水平。钢板可以订购为需要100%覆盖率(S12)。

13.3 质量水平

13.3.1 1类——在它的最长的尺寸上，无面积大于1in.(25mm)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的1%。

13.3.2 3类——在它的最长的尺寸上，无面积大于3in.(75mm)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的3%。

13.3.3 5类——无面积大于9in.^{2}(58cm^2)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的5%。

13.3.4 所需供货的类别应列在采购订货单上。当未作规定时，由制造厂自行选择，钢板应按5类供货。

14 覆层的焊接修理

14.1 包括任何在制造覆层合金部件时所做的在内、所有的焊接工作，属于交付产品的一部分，应采用按ASME规范的第Ⅸ卷、经评定合格的焊接工艺规程、焊工以及焊接操作工来实施。

14.2 若满足下列要求，钢厂可以通过焊接修补来修理覆层中的缺陷。

14.2.1 当在采购订货单中有规定时，应事先获得采购方的批准。

14.2.2 清除缺陷区，并用磁粉检验方法或液体渗透检验方法检验准备修补的区域。以保证全部缺陷区已清除掉。试验方法和验收标准应由采购方和钢厂商定。

14.2.3 修补焊接应按焊接工艺熔敷，并且焊接材料应适合于覆层材料。修补处的表面状态应修复到与覆层剩余部分相近的状态。

14.2.4 修补区用液体渗透方法检验。

14.2.5 焊接修补的部位和范围连同修补工艺规程及检验结果作为合格证书的一部分。

14.3 穿透到基体钢内的410型合金中的所有修补和410S型合金的任何修补应作消除应力处理，以消除残余应力。

15 交货的一般要求

15.1 按本标准供货的材料应符合A 20/A 20M标准现行版的适用要求。

16 合格证书

16.1 复合钢板制造厂应向采购方提供基体金属和合金覆层化学分析的合格证书。

16.2 第7节中的试验结果、及任何采购订

货单所要求的其他试验结果应报告采购方。

16.3 应出具合格证书证明符合13.3条覆层结合质量水平。当规定了S12补充要求时，试验报告应包括超声波检验的结果。

16.4 当适合使用焊接的合金覆层部件(见4.1.10条和4.1.11条)生产的爆炸法结合覆层时，应验证与任何适用建造规程的相符性，并提供合适的文件。

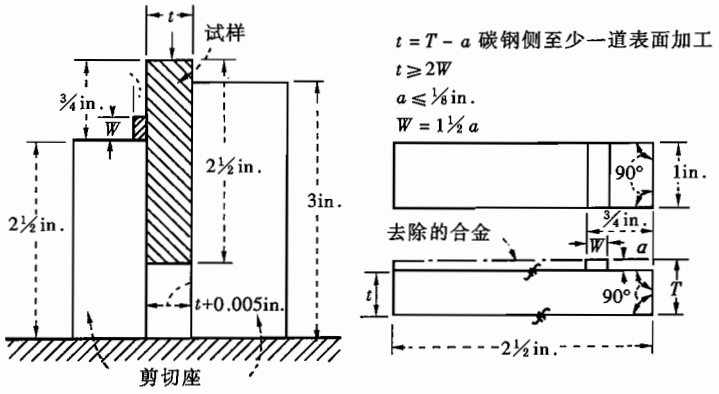
17 产品标志

17.1 除按第17.2条所规定的外，钢板应按A20/A20M标准的要求标志背衬钢材及覆层金属的合金型号以及本标准号。

17.2 对双面覆层材料、或厚度小于¼ in.(6.35mm)的材料，应清晰地用镂字模喷刷，而不用钢模打印。

18 关键词

18.1 合金覆层 背衬钢材 结合强度 碳素钢 复合钢板 低合金钢 压力容器 剪切强度 镍不锈钢



剪切座和垫板用螺栓紧固在一起，该垫板提供比试样 t 宽 0.005in. 的间隙

米制换算值

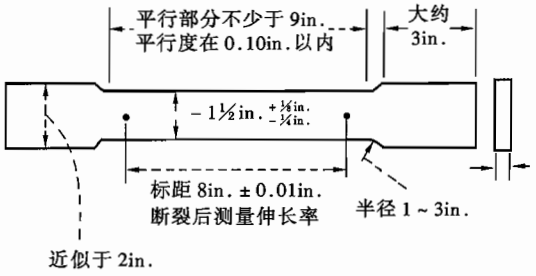
in.	mm	in.	mm
0.005	0.127	1	25.4
⅛	3.18	2½	64.5
¾	19.1	3	76.2

注 1：必要时允许使用较窄的试样，此时减缩部分的宽度不得小于 1in.。

注 2：测量伸长率用洋冲标志应打在试样平行段的平面或侧边上；可以用一组相距 1in. 的或者一或多组相距 8in. 的 9 个点洋冲标志。

注 3：尺寸 t 为适用材料标准中提供的试样厚度。

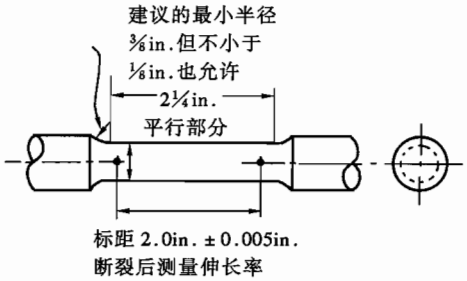
图 1 复合钢板做剪切试验时的试样及方法



米制换算值

in.	mm	in.	mm
0.01	0.254	1½	38.1
⅛	3.17	2	50.8
¼	6.35	3	76.2
1	25.4	8	203.2

图 2 8in. 标距标准矩形拉伸试验试样



注：标距和圆角应如图所示，但端部可以是任何适应试验机夹头的形状，并使负荷作用在中心线上。减缩段应自端部向中心逐渐减少，端部直径要比中心处大 0.003～0.005in.。

米制换算值

in.	mm	in.	mm
0.003	0.070	⅜	9.53
0.005	0.127	0.50	12.7
0.01	0.254	2	50.8
⅛	3.18	2¼	64.5

图 3 2in. 标距标准圆形拉伸试验试样

补 充 要 求

只有当采购方在采购订货单中作了规定时，才应采用补充要求。在 A 20/A 20M 标准包括了一份可供采购方选用的/标准化补充要求清单。其中，被认为适合于与本标准一并使用的若干补充要求，按标题列在下面。其他可以做的试验，应经制造厂和采购方双方商定。

S2 成品分析

S3 力学性能试验用试块的模拟焊后热处理

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S12 按 A 578/A 578M 标准做的超声波检验

铬-镍不锈钢复合钢板

SA-264

（与 ASTM 标准 A 264—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括在碳钢或合金钢基体的一面或两面完整而连续地复合一层铬-镍不锈钢的钢板。这种材料一般适用于压力容器。

1.2 以英寸-磅单位表示的数值应视为标准值。列在括号内的数值是转换为 SI 单位的数学换算值只作为资料用，而不认作为标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 6/A 6M 轧制结构钢棒材、钢板、型材和薄板板桩的通用要求

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 240/A 240M 压力容器用耐热铬及铬镍不锈钢板、薄板及钢带通用要求

A 370 钢制品力学性能试验方法及定义

A 480/A 480M 不锈钢和耐热钢轧制钢板、薄板及钢带通用要求

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验

A 751 钢制品化学分析方法、实验操作和术语

2.2 ASME 标准

ASME 锅炉及压力容器规范，第IX卷，焊接评定

3 术语

3.1 本标准专用术语的定义：

3.1.1 根据这种钢板材料是一面或双面被覆盖，而将其分为单覆层、或双覆层的耐腐蚀的铬-镍不锈钢钢板。

3.1.2 合金覆层——复合钢板的铬-镍不锈钢部分。

3.1.3 基体金属（背衬钢材）——指要覆盖合金覆层的部分，通常占复合钢板的大部分，且通常是由碳钢或低合金钢组成。

3.1.4 整体、并连续的结合——指采取不同于那些不能产生均质复合钢板方法的工艺方法，而使得合金覆层与基体金属紧密地合在一起、在两种金属的整个界面基本上产生冶金结合的一种状态。

4 订货须知

4.1 对按本标准订购材料所需的所有要求作出规定是采购方的责任。这些要求可包括但不限于以下内容：

4.1.1 数量（重量或张数）

4.1.2 覆层合金标准（UNS 代号或 ASTM A 240/A 240M 标准，以及覆层是否只用于腐蚀余量）。

4.1.3 基体金属标准。

4.1.4 冶金结合完整性类别*（1 类、3 类或 5 类。）

4.1.5 包括合金覆层及背衬钢材、或整个复合钢板的最小或公称厚度，以及，如若采用更为严格的、或较为不严格的厚度公差。

4.1.6 如有要求时，成品分析（见第 10 节）。规定是否适用于合金覆层及背衬钢材，或两者。

4.1.7 力学性能，包括如若要求剪切（强度）试验。

4.1.8 表面精整（见第 12 节）。

4.1.9 如有要求时，对焊接修补的限制（见第 14 节）。

---

* 见第 13 节。——译注。

4.1.10 对本标准的附加或特殊要求。

4.1.11 如果适用的话，腐蚀试验。

4.1.12 当覆层合金需应用于适用建造规程的强度计算里时，要发通知。

注 1：当合金覆层需用于强度计算里时，便有别于它仅用于抗腐蚀的用途，建造规程将规定一定的制造要求。当合金覆层涉及到用爆炸法连结覆层制造工艺中使用焊接部件的时候，这可能会变得尤其重要。因此，采购方负有完全的责任，在采购订货之时，就需要提醒钢板厂注意任何此种限制或者应用。

4.2 除了本标准和背衬钢材标准的基本要求外，当为了满足最终使用要求而需更多的控制、试验和检验时，可选用若干补充要求；以及由采购方指定引用列在本标准中的补充要求和列在 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

4.3 若本标准的要求与 A 20/A 20M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

4.4 特殊试验。

5 材料和制造

5.1 生产方法：

5.1.1 钢应采用平炉、电炉或碱性氧气转炉生产，或通过两次熔炼；以使这些一次熔炼过程生产的钢采用电渣重熔或真空电弧重熔方法进行重熔，但不只限于用这两种方法。

5.1.2 可以采用能生产出符合本标准要求的覆层钢的任何方法使合金覆层金属与基体金属产生冶金上的结合。

5.1.3 对采用爆炸法结合的产品、合金覆层金属可由两个或更多单独合金钢板或薄板完全焊接在一起成为单一制造部件构成。

5.2 热处理

5.2.1 除非另有规定或采购方和制造厂之间另有商定外，所有奥氏体不锈钢复合钢板都应进行热处理，热处理包括将材料加热到适当的温度，使覆层中铬的碳化物固溶，然后单张板各自空冷。对基体金属为空冷淬火低合金钢的情况，上述热处理后应进行回火处理。在未经过热轧工艺制造而成的覆层钢板的场合，基体金属和合金覆层部件可按照做结合前所适用的，分别做热处理。

5.2.2 复合钢板应按采购方与制造厂之间商定的热处理状态供货。

5.2.3 当钢板需要冷成形时，或当基体金属标准另有要求时，采购方可以规定这样的钢板要在经固溶退火热处理之后，通过正火加上空冷或水中淬火（两者之一，按所适用的）、而使得基体金属晶粒细化。

6 化学成分

6.1 复合钢板应符合第 6.2 和 6.3 条所述，并由采购方和制造厂之间商定的合金覆层金属和基体金属的任何要求的组合。

6.2 合金覆层金属——所规定的合金覆层金属应符合 A 240/A 240M 标准对各有关铬-镍钢或双相钢规定的化学成分要求。

6.3 基体金属——基体金属应是：符合压力容器用钢的、或采购方与制造厂经协商确定的 ASTM 标准的碳钢或低合金钢。基体金属应符合订货所用标准的化学成分要求。

7 力学性能

7.1 拉伸性能要求：

7.1.1 对于符合下列全部条件的覆层钢板的拉伸性能，应依靠对复合钢板的拉伸试验来确定：

（1）复合钢板的厚度规格小于等于 1½in.（38mm）；

（2）基体钢材的规定最低抗拉强度小于等于 70000psi（485MPa）；

（3）基体钢材的规定最低屈服强度小于等于 40000psi（275MPa）。

（4）由此测定的拉伸性能，应不小于所用基体钢材标准中规定的最低值，且不得超过其最大值在 5000psi（35MPa）以上。基体钢材标准中的所有其他拉伸试验要求均应满足。

7.1.2 对于符合下列条件之一的覆层钢板的拉伸性能，应只依靠对基体钢材的拉伸试验来确定，由此测得的拉伸性能应符合拉伸试验的全部要求。

（1）复合钢板的厚度规格大于 1½in.（38mm）；

（2）基体钢材的规定最低抗拉强度大于 70000psi（485MPa）；

（3）基体钢材的规定最低屈服强度大于 40000psi（275MPa）。

7.1.3 如果覆层金属仅用作为腐蚀余量，则覆层金属不需要包括在拉伸试验里。由此测定得到的拉伸性能应符合基体钢材的要求。

7.2 当采购方要求做结合强度的试验时，采购方必须作出规定，且应由下列中的一个组成。

7.2.1 剪切强度——当采购方要求时，覆层合金和基体金属的最低剪切强度应为20000psi(140MPa)。当规定了剪切试验时，应按图1所示的方式进行。除了按订购外，剪切试验用的最小覆层厚度应为：0.075in.(1.9mm)。最小覆层厚度在0.075in.(1.9mm)及以下的复合钢板的剪切强度试验应由采购方和钢板制造厂之间双方协议。

7.2.2 结合强度——作为7.2.1条的剪切强度的替代试验，或当采购方与制造厂经协商确定，或两者时，应作合金覆层受压缩的三个弯曲试验来测定结合质量。这三个弯曲试验应按图2所示的拉伸试验方式进行，并应按A 6/A 6M标准或A 20/A 20M标准的附录X4或相当的两者之一（按所适用的）规定的弯曲半径弯曲到180度角。三个试验中，至少应有两个不显现在弯曲部分的两侧边缘上有超过50%以上的分离现象。更大的分离应引作为拒收的理由。

7.3 和本标准所要求的力学性能试验有关的试验方法和操作应按A370试验方法和定义标准进行。

8 试验数量和复试

8.1 对每张轧制的钢板，应按基体金属标准的要求做一个或多个拉伸试验，并在当有规定时，做一个剪切试验或三个结合强度弯曲试验。每个试样应处于对钢板要求的最终热处理状态，包括当有要求时做试块的模拟焊后热处理（SPWHT）。

8.2 如果任何试样表明机加工不良或显示出缺陷，则该试样可以作废，并以其他试样代替。

9 试样

9.1 从钢板所取的拉伸试样应符合基体金属标准所规定的要求。

9.2 替代结合强度试验用的弯曲试验试样，应与钢板的纵轴成直角。

9.3 当需方要求时，剪切试样应取自轧制后钢板邻近头部或尾部的角上，平行于钢板的纵轴，或代表最终成品的其他位置。

9.4 除了按7.1.2和7.1.3条规定外，对厚度不大于1½in.(38mm)的钢板，拉伸试样应为材料的全厚度。

9.5 对厚度大于1½in.(38mm)的钢板，拉伸试验应为图3所示的形状，并应是符合基体钢材标准要求的全基体钢材。

9.6 测定结合强度用的弯曲试验试样的宽度应为1½in.(38mm)、厚度不大于3/4in.(19mm)，并且，应机加工为如图2所示的形状和尺寸，或可机加工为两侧边缘互相平行。为了减小试样的厚度，合金覆层和基体钢材两者都应机加工到：保持覆层金属与基体钢材的厚度比与复合钢板的比例相同，但是，覆层金属的厚度不必减小到小于1/8in.(3.1mm)。测定结合强度用的弯曲试验试样的两个侧边可以倒成圆角：对厚度不大于2in.(50mm)的钢板，圆角半径不大于1/16in.(1.6mm)；对厚度大于2in.(50mm)的钢板，圆角半径不大于1/8in.(3.1mm)。

10 成品分析

10.1 可以要求在成品上对覆层合金做成品分析。化学分析可采用湿化学方法或光谱仪等仪表方法来完成。如果是采用湿化学方法，只有当复合钢板的厚度足以允许得到不受相邻材料混杂的样屑时方可取铣屑。如果是使用光谱测定方法时，当覆层厚度足以适合于无相邻基体金属掺杂在内时，应使试样在覆层的中心线处受光线的照射。

10.2 如果采购方规定对覆层合金做成品分析，则这种分析应在取自最终成品件或已断开试样的钻屑或铣屑上来做。作湿化学分析时，为了避免基体钢材金属的混杂，覆层取样的样屑应取自这样一个试块，其上除去全部基体金属的板材，再除去从结合面一侧开始的40%的覆层厚度，但不超过1/16 in.(1.6mm)。材料应经清洗，铣屑应取得充分地多，足以能代表剩余部分的全部横截面。如果覆层厚度不足以适于光线照射在覆层的中心线处受暴露、而无相邻基体金属掺杂在内时，则应去除50%的覆层厚度，并使试样暴露在该表面上。

10.3 成品分析的结果应符合A 480/A 480M标准中第7节的要求。

10.4 和本标准所要求的化学分析有关的方

法应按 A751 试验方法、操作和定义进行。

10.5 当有要求时，背衬钢材的成品分析结果应符合 A 20/A 20M 标准第 7 节的要求。

11 允许偏差

11.1 除厚度外，允许偏差应按 A20/A 20M 标准的规定。

11.2 当按最小厚度订货时，合金覆层金属的厚度、及背衬钢材的厚度或复合钢板的总厚度应按采购订货单文件的要求。

11.3 当按公称厚度订货时，厚度的允许偏差对背衬钢材或复合钢板总厚度，应为负(-)0.01in.(0.3mm)，以及，对合金覆层，应为负(-)0.03in.(0.8mm)。

11.4 复合钢板总厚的厚度允许正偏差应为(+)0.125in.(3mm)或所订购复合钢板总厚的10%，且如果背衬钢材、覆层或两者均符合其最小厚度时，无论厚度偏差发生在那一方。

11.5 更为严格的、或较为不严格的允许偏差可按需方和制造厂的商定。

12 工艺质量，表面质量和外观

12.1 材料应不包含有害缺陷，应具有良好的外观并符合指定的光洁度。

12.2 钢板的覆层合金表面应经喷砂（通过喷射诸如沙粒或不锈钢研磨剂、圆丸或钢丝来除去氧化皮）、酸洗、喷砂清理加酸洗，或者100%地表面精整。

13 冶金结合质量

13.1 覆层金属应完整、并连续地结合在基体金属上。

13.2 检查

13.2.1 最小复合钢板总厚小于 3/8in.(10mm)的复合钢板，在发货前应对结合的完整情况进行目视检查。

13.2.2 最小复合钢板总厚大于等于3/8in.(10mm)的复合钢板，以及，当采购方有规定时，对最小复合钢板厚度小于⅜in.(10mm)的复合钢板，在发货前应按 A578/A578M 标准的程序和方法对结合的完整情况进行超声波检查。

13.2.3 目视检查查出的未完整结合面积应作超声波探查，以确定按 13.2.2 条做检验的范围。出于定义未完整结合的目的，当伴随由覆层和背衬钢材的分界面的回波显示产生的背面反射完全失去时，应解释为覆层未结合。对距复合钢板切割边缘 1in.(25mm)内、含有超出从结合界面反射出的背面反射 50%显示的面积，应被解释为覆层未结合。

13.2.4 超声波检验的范围应按制造厂的判断，并应足以达到需方要求的质量水平。钢板可以订购为需要 100%覆盖率（S12）。

13.3 质量水平

13.3.1 1 类——在它的最长的尺寸上，无面积大于 1in.(25mm)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的 1%。

13.3.2 3 类——在它的最长的尺寸上，无面积大于 3in.(75mm)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的 3%。

13.3.3 5 类——无面积大于 $9in.^2$ ($58cm^2$) 的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的 5%。

13.3.4 所需供货的类别应列在采购订货单上。当未作规定时，由制造厂自行选择，钢板应按 5 类供货。

14 覆层的焊接修理

14.1 包括任何在制造覆层合金部件时所做的在内、所有的焊接工作，属于交付产品的一部分，应采用按 ASME 规范的第Ⅸ卷、经评定合格的焊接工艺规程、焊工、以及焊接操作工来实施。

14.2 材料制造厂可以通过焊接来修补覆层中的缺陷，但应满足下列要求：

14.2.1 当在采购订货单中有规定时，应事先获得需方的批准。

14.2.2 清除缺陷区，并用液体渗透法检验准备修补的区域。以保证全部缺陷已被清除。试验方法和验收标准应由需方和钢厂之间商定。

14.2.3 修补焊接应按照焊接工艺熔敷，并且焊接材料要适合于覆层金属，以使其表面状态在耐腐蚀性能方面与合金复层相当。

14.2.4 修补区用液体渗透方法检验。

14.2.5 焊接修补的部位和范围连同修补工艺规程和检查结果应作为合格证书的一部分

提交。

15 交货的一般要求

15.1 按本标准供货的材料应符合 A 20/A 20M标准现行版的适用要求。

16 合格证书

16.1 复合钢板制造厂应向采购方提供基体金属和合金覆层化学分析的合格证书。

16.2 第7节中的试验结果、及任何采购订货单所要求的其他试验结果应报告采购方。

16.3 应出具合格证书证明符合13.3条覆层结合质量水平。当规定了S12条补充要求时，试验报告应包括超声波检验的结果。

16.4 当适合使用焊接的合金覆层部件(见4.1.10和4.1.12条)生产的爆炸法结合覆层时，应验证与任何适用建造规程的相符性，并提供合适的文件。

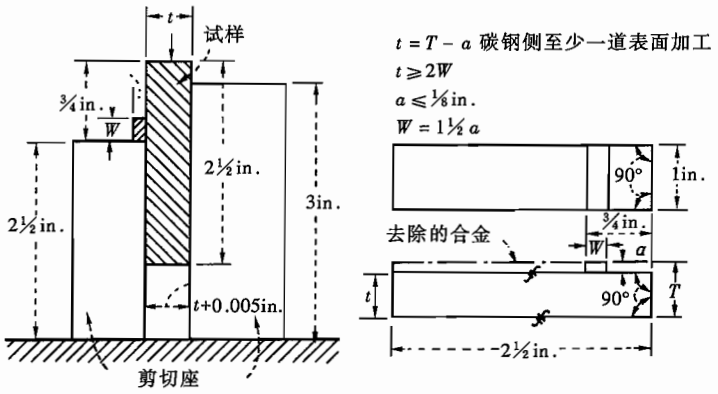
17 产品标志

17.1 除按第17.2条所规定的外，钢板应按A 20/A 20M标准的要求标志背衬钢材及覆层金属的合金型号以及本标准号。

17.2 对双面覆层材料或厚度小于¼ in.(6.35mm)的材料，应清晰地用镂字模喷刷上第17.1条所规定的标志，而不用钢模打印。

18 关键词

18.1 合金覆层 背衬钢材 结合强度 碳素钢 复合钢板 低合金钢 压力容器 剪切强度 铬-镍不锈钢



剪切座和垫板用螺栓紧固在一起，该垫板提供比试样 t 宽 0.005in. 的间隙

米制换算值

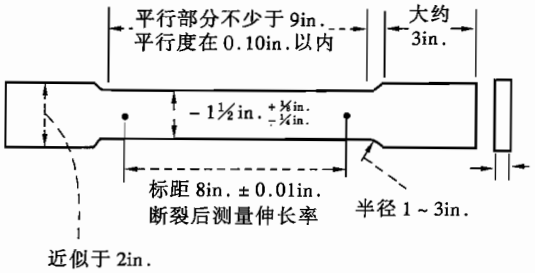
in.	mm	in.	mm
0.005	0.127	1	25.4
⅛	3.18	2½	64.5
¾	19.1	3	76.2

注 1：必要时允许使用较窄的试样，此时减缩部分的宽度不得小于 1in.。

注 2：测量伸长率用洋冲标志应打在试样平行段的平面或侧边上；可以用一组相距 1in. 的或者一或多组相距 8in. 的 9 个点洋冲标志。

注 3：尺寸 t 为适用材料标准中提供的试样厚度。

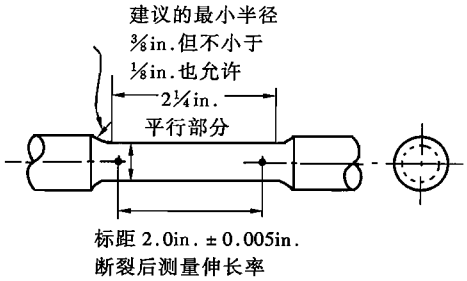
图 1 复合钢板做剪切试验时的试样及方法



米制换算值

in.	mm	in.	mm
0.01	0.254	1½	38.1
⅛	3.17	2	50.8
¼	6.35	3	76.2
1	25.4	8	203.2

图 2 8in. 标距标准矩形拉伸试验试样



注：标距和圆角应如图所示，但端部可以是任何适应试验机夹头的形状，并使负荷作用在中心线上。减缩段应自端部向中心逐渐减少，端部直径要比中心处大 0.003~0.005in.。

米制换算值

in.	mm	in.	mm
0.003	0.070	⅜	9.53
0.005	0.127	0.50	12.7
0.01	0.254	2	50.8
⅛	3.18	2¼	64.5

图 3 2in. 标距标准圆形拉伸试验试样

补 充 要 求

只有当采购方在采购订货单中作了规定时，才应采用补充要求。在 A 20/A 20M 标准包括了一份可供采购方选用的/标准化补充要求清单。其中，被认为适合于与本标准一并使用的若干补充要求，按标题列在下面。其他可以做的试验，应经制造厂和采购方双方商定。

S2 成品分析

S3 力学性能试验用试块的模拟焊后热处理

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S12 按 A 578/A 578M 标准做超声波检验

镍和镍基合金复合钢板

SA-265

（与 ASTM 标准 A265—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括在碳钢或低合金钢基体的一面或两面完整而连续地复合一层镍或镍基合金钢板。这种材料一般适用于压力容器。但也可以用于当合金的腐蚀性第一重要的其他结构用途上。

1.2 以英寸-磅单位表示的数值应视为标准值。括号内以 SI 单位表示的换算数值只作为参考值，而非标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 6/A 6M 轧制结构钢棒材、钢板、型材和薄板板桩的通用要求

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 370 钢制品力学性能试验方法及定义

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验

A 751 钢制品化学分析方法、操作和定义

B 127 镍-铜合金（UNSN04400）板、薄板和带材

B 162 镍板，薄板和带材

B 168 镍-铬-铁合金（UNSN06600，N06601，N06603，N06690，N06693，N06025，N06045 和 N06696）和镍-铬-钴-钼合金（UNSN06617）和镍-铁-铬-钨合金（UNS N06674）板、薄板和带材

B 333 镍-钼合金板、薄板和带材

B 409 镍-铁-铬合金板、薄板和带材

B 424 镍-铁-铬-钼-铜合金（UNS N08825，N08221 和 UNS N06845）板、薄板和带材

B 443 镍-铁-钼-铌合金（UNSN06625）和镍-铬-钼-硅合金（UNS N06219）板、薄板和带材

B 463 UNS N08020 合金板、薄板和带材

B 575 低碳镍-钼-铬、低碳镍-铬-钼、低碳镍-铬-钼-铜、低碳镍-铬-钼-钽和低碳镍-铬-钼-钨合金板、薄板和带材

B 582 镍-铬-铁-钼-铜合金板、薄板和带材

B 625 UNS N08925，UNS N08031，UNS N08932，UNS N08926，UNS N08354 和 UNS R20033）厚板、薄板和带材

2.2 ASME 标准

ASME 锅炉及压力容器规范，第Ⅸ卷，焊接评定

3 术语

3.1 本标准专用术语的定义：

3.1.1 根据这种材料是一面还是两面被覆盖，而特别定义为单覆层或双覆层的镍或镍基合金复合钢板。

3.1.2 在本标准中所使用的钢板这一名词适用于厚度不小于 3/16in.（2.73mm），宽度大于 10in.（254mm）的材料。

3.1.3 合金覆层——复合钢板的镍或镍基合金部分。

3.1.4 基体金属（背衬钢材）——指要覆盖合金覆层的部分，通常占复合钢板的大部分，且通常是由碳钢或低合金钢组成。

3.1.5 整体、并连续的结合——指采取不同于那些不能产生均质复合钢板方法的工艺方法，而使得合金覆层与基体金属紧密地合在一起、在两种金属的整个界面基本上产生冶金结合的一种状态。

4 订货须知

4.1 对按本标准订货材料所需的所有要求作出规定是采购方的责任。这些要求可包括但不只限于以下内容：

4.1.1 数量（重量或张数）

4.1.2 热处理，当要求时（见第 5 节）。

4.1.3 包括合金覆层及背衬钢材、或整个复合钢板的厚度在内的尺寸，以及，如若采用更为严格的、或较为不严格的厚度公差。

4.1.4 覆层合金标准（见第 6 节）。

4.1.5 基体金属标准（见第 6 节）。

4.1.6 如有要求时，成品分析。规定是否适用于合金覆层及背衬钢材，或两者（见第 10 节）。

4.1.7 力学性能（见第 7、第 13 和第 14 节）。

4.1.8 如有要求时，对焊接修补的限制（见第 14 节）。

4.1.9 对本标准的附加或特殊要求。

4.1.10 腐蚀试验，当要求时。

4.1.11 当覆层合金需用于适用建造规程的强度计算里时，需发通知。

注 1：当合金覆层需用于强度计算里时，便会有别于合金覆层仅用于抗腐蚀的用途，建造规程将规定一定的制造要求。当合金覆层涉及到用爆炸法连结覆层制造工艺中使用焊接部件时，这可能变得尤其重要。因此，采购方有责任在采购订货时就需提醒钢板厂注意任何此种限制或应用。

4.2 除了本标准和背衬钢材标准的基本要求外，当需要满足最终使用要求时，可选用若干补充要求，以及由采购方指定的列在本标准中的补充要求和列在 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

4.2.1 无损检验。

4.2.2 冲击试验，以及，

4.2.3 力学性能试验用试块的模拟焊后热处理（SPWHT）。

4.3 若本标准的要求与 A 20/A 20M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

4.4 特殊试验。

5 材料和制造

5.1 生产方法：

5.1.1 钢应采用平炉、电炉（附带有单独的除气和精炼装置供选用），或碱性氧气转炉生产，或通过二次熔炼；以使这些一次熔炼方法生产的钢采用电渣重熔或真空电弧重熔方法进行重熔，但不限于这两种方法。

5.1.2 可以采用能生产出符合本标准要求的覆层钢的任何方法使合金覆层金属与基体金属之间产生冶金上的结合。

5.1.3 对采用爆炸法结合的产品，合金覆层金属可以由两个或更多单独合金钢板或薄板完全焊接在一起成为单一制造部件构成。

5.2 热处理——除非覆层材料或基体钢材要求特殊的热处理，或采购方与制造厂另经商定，复合钢板应按适合于覆层合金、基体金属或两者的热处理状态供货。

6 化学成分

6.1 复合厚钢板可以符合第 6.2 和 6.3 条所述，并由采购方和制造厂商定的覆层金属与基体金属的任何要求的组合。

6.2 覆层金属—所规定的镍或镍基合金覆层金属应符合各有关金属标准所规定的化学成分的要求：B127，B162，B168，B333，B409，B424，B443，B463，B575，B582 和 B625 标准，或采购方与制造厂另经商定的其他镍基合金。

6.3 基体金属—基体金属应是：符合压力容器用钢的、或一般结构用钢的、或采购方与制造厂经协商确定的其他 ASTM 标准的碳钢或低合金钢。基体金属应符合订货所用标准的化学成分要求。

7 力学性能

7.1 拉伸性能：

7.1.1 对于符合下列全部条件的覆层钢板的拉伸性能，应依靠对复合钢板的拉伸试验来确定：

（1）公称复合（钢板的）厚度规格小于或等于 1½in.（38mm）；

（2）基体钢材的规定最低抗拉强度小于或等于 70000psi（485MPa）；

（3）基体钢材的规定最低屈服强度小于或等于 40000psi（275MPa）。

（4）由此测定的拉伸性能应不小于对所用基体钢材标准中给出的最低值，且不得超过其最大

值在5000psi（35MPa）以上。基体钢材标准中的所有其他拉伸试验要求均应满足。

7.1.2 对于符合下列条件之一的覆层钢板的拉伸性能，应只依靠对基体钢材的拉伸试验来确定，由此测得的拉伸性能应符合拉伸试验的全部要求。

（1）复合（钢板的）厚度规格大于1½in.（38mm）；

（2）基体钢材的规定最低抗拉强度大于70000psi（485MPa）；

（3）基体钢材的规定最低屈服强度大于40000psi（275MPa）。

7.1.3 如果覆层金属仅用作为腐蚀余量，则覆层金属不需要包括在拉伸试验里。由此测定得到的拉伸性能应符合基体钢材的要求。

7.2 当采购方要求做结合强度的试验时，采购方必须作出规定，且应由下列中的一个组成。

7.2.1 剪切强度——当采购方要求时，覆层合金和基体金属的最低剪切强度应为20000psi（140MPa）。当规定了剪切试验时，应按图1所示的方式进行。除了按订购外，剪切试验用的最小覆层厚度应为：0.075in.（1.9mm）。最小覆层厚度在0.075in.（1.9mm）及以下的复合钢板的剪切强度试验应由采购方和钢板制造厂之间双方协议。

7.2.2 结合强度——作为7.2.1条的剪切强度的替代试验，或当采购方与制造厂经协商确定，或两者时，应作合金覆层受压缩的三个弯曲试验来测定结合质量。这三个弯曲试验应按图2所示的拉伸试验方式进行，并应按A 6/A 6M标准或A 20/A 20M标准的附录X4或相当的两者之一（按所适用的）规定的弯曲半径弯曲到180度角。三个试验中，至少应有两个不显现在弯曲部分的两侧边缘上有超过50%以上的分离现象。更大的分离应引作为拒收的理由。

7.3 和本标准所要求的力学性能试验有关的试验方法和操作应按A 370试验方法和定义标准进行。

8 试验数量和复试

8.1 对每张轧制的钢板，应按基体金属标准的要求做一个或多个拉伸试验，并在当有规定时，做一个剪切试验或三个结合强度弯曲试验。每个试样应处于对钢板要求的最终热处理状态，包括当有要求时做试块的模拟焊后热处（SP-WHT）。

8.2 如果任何试样发现机加工不良，或显示出缺陷，则该试样可以作废，并以其他试样代替。

9 试样

9.1 从钢板所取的拉伸试样应符合基体金属标准所规定的要求。

9.2 替代结合强度试验用的弯曲试验试样，应与钢板的纵轴成直角。

9.3 当采购方要求时，剪切试样应取自轧制后钢板邻近头部或尾部的角上，平行于钢板的纵轴，或代表最终成品的其他位置。

9.4 除了按7.1.2和7.1.3条规定外，对厚度不大于1½in.（38mm）的钢板，拉伸试样应为材料的全厚度。

9.5 对厚度大于1½in.（38mm）的钢板，拉伸试验应为图3所示的形状，并应是符合基体钢材标准要求的全基体钢材。

9.6 测定结合强度用的弯曲试验试样的宽度应为1½in.（38mm）、厚度不大于3/4in.（19mm），并且，应机加工为如图2所示的形状，或可机加工为两侧边缘互相平行。为了减小试样的厚度，合金覆层和基体钢材两者都应机加工到：保持覆层金属与基体钢材的厚度比与复合钢板的比例相同，但是，覆层金属的厚度不必减小到小于1/8in.（3.1mm）。测定结合强度用的弯曲试验试样的两个侧边可以倒成圆角：对厚度不大于2in.（50mm）的钢板，圆角半径不大于1/16in.（1.6mm）；对厚度大于2in.（50mm）的钢板，圆角半径不大于1/8in.（3.1mm）。

10 成品分析

10.1 可以要求在成品上对覆层合金做成品分析。化学分析可采用湿化学方法或光谱仪等仪表方法来完成。如果是采用湿化学方法，只有当复合钢板的厚度足以允许得到不受相邻材料混杂的样屑时方可取铣屑。如果是使用光谱测定方法时，当覆层厚度足以适合于无相邻基体金属掺杂在内时，应使试样在覆层的中心线处受光线的照射。

10.2 如果需方规定对覆层合金做成品分析，则这种分析应在取自最终成品件或已断开试样的钻屑或铣屑上来做。作湿化学分析时，为了避免基体钢材金属的混杂，覆层取样的样屑应取自这样一个试块，其上除去全部基体金属的板材，再除去从结合面一侧开始的40%的覆层厚度，但不超过1/16in.(1.6mm)。材料应经化学方法清洗，铣屑应取得充分地多足以能代表剩余部分的全部横截面。如果覆层厚度不足以适于光线照射在覆层的中心线处受暴露、而无无相邻基体金属掺杂在内时，则应去除50%的覆层厚度，并使试样暴露在该表面上。

10.3 成品分析的结果应符合第2节引用标准的要求。

10.4 和本标准所要求的化学分析有关的方法和操作应按A751试验方法、操作及定义标准。

10.5 当有要求时，背衬钢材的成品分析结果应符合A 20/A 20M第7节或A 6/A 6M标准的要求。

11 允许偏差

11.1 除厚度外，允许偏差应依据背衬钢材标准的适用性，按A 20/A 20M标准或A 6/A 6M标准的规定。

11.2 当按最小厚度订货时，合金覆层金属的厚度、及背衬钢材的厚度或复合钢板的总厚度应按采购订货单文件的要求。

11.3 当按公称厚度订货时，厚度的允许偏差对背衬钢材或复合钢板总厚度，应为负(-)0.01in.(0.3mm)，以及，对合金覆层，应为负(-)0.03in.(0.8mm)。

11.4 复合钢板总厚的厚度允许正偏差应为(+)0.125in.(3mm)或所订购复合钢板总厚的10%，且如果背衬钢材、覆层或两者均符合其最小厚度时，无论发生在那一方。

11.5 更为严格的、或较为不严格的允许偏差可按采购方和制造厂的商定。

12 工艺质量、表面精整和外观

12.1 材料应不包含有害缺陷，并应具有良好的外观。

12.2 除非另有规定，钢板的覆层合金表面应经喷砂（酸洗后通过喷射诸如沙粒、研磨剂、圆丸或钢丝，或者相当物来除去氧化皮）、或者100%地表面精整。

13 冶金结合质量

13.1 覆层金属应完整并连续地结合在基体金属上。

13.2 检查

13.2.1 最小复合钢板总厚小于3/8in.(10mm)的复合钢板，在发货前应对结合的完整情况进行目视检查。

13.2.2 最小复合钢板总厚大于等于3/8in.(10mm)的复合钢板，在发货前应按A 578/A 578M标准的程序和方法对结合的完整情况进行超声波检查。

13.2.3 目视检查查出的未完整结合面积应作超声波探查，以确定按13.2.2条做检验的范围。出于定义未完整结合的目的，当伴随由覆层和背衬钢材的分界面的回波显示产生的背面反射完全失去时，应解释为覆层未结合。对距复合钢板切割边缘1in.(25mm)内、含有超出从结合界面反射出的背面反射50%显示的面积，应被解释为覆层未结合。

13.2.4 超声波检验的范围应按制造厂的判断，并应足以达到采购方要求的质量水平。钢板可以订购为需要100%覆盖率（见S12）。

13.3 质量水平

13.3.1 1类——在它的最长的尺寸上，无面积大于1in.(25mm)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的1%。

13.3.2 3类——在它的最长的尺寸上，无面积大于3in.(75mm)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的3%。

13.3.3 5类——无面积大于9in.^{2}(58cm^2)的单一未结合区域，且总的未结合面积不大于总的覆盖表面面积的5%。

13.3.4 所需供货的类别应列在采购订货单上。当未作规定时，由制造厂自行选择，钢板应按5类供货。

14 覆层的焊接修理

14.1 包括任何在制造覆层合金部件时所做的在内、所有的焊接工作，属于交付产品的一部

分，应采用按 ASME 规范的第Ⅸ卷、经评定合格的焊接工艺规程、焊工以及焊接操作工来实施。

14.2 若满足下列要求，材料制造厂可以通过焊接修补覆层中的缺陷。

14.2.1 当在采购订货单中有规定时，应事先获得采购方的批准。

14.2.2 清除缺陷区，并用液体渗透法检验准备修复的区域。以保证全部缺陷区已被清除。试验方法和验收标准应由订购方和制造厂商定。

14.2.3 要以适合于覆层材料的焊接工艺和焊材做修补焊接。修补处的表面状态应修复到与覆层剩余部分相近的状态。

14.2.4 修补区应按 14.2.2 条用液体渗透方法检验。

14.2.5 焊接修补的部位和范围连同修补工艺规程和检查结果应作为合格证书的一部分提交。

15 交货的一般要求

15.1 按本标准供货的材料应按照背衬金属的适用性，符合 A 6/A 6M 标准或 A 20/A 20M 标准现行版的适用要求。

15.2 若本标准的要求与背衬钢材标准的一般交货要求有抵触时，则应优先满足本标准。

16 合格证书

16.1 复合钢板制造厂应向采购方提供基体金属和合金覆层化学分析的合格证书。

16.2 第 7 节中的试验结果、及任何采购订货单所要求的其他试验结果应报告采购方。

16.3 应出具合格证书证明符合 13.3 条覆层结合质量水平。当规定了 S12 条补充要求时，试验报告应包括超声波检验的结果。

16.4 当适合使用焊接的合金覆层部件(见 4.1.9 和 4.1.11 条)生产的爆炸法结合覆层时，应验证与任何适用建造规程的相符性，并提供合适的文件。

17 产品标志

17.1 除按第 17.2 条所规定的外，钢板应按背衬钢材的适用性按照 A 6/A 6M 或 A 20/A 20M 标准的要求标志覆层金属的合金标号和本标准号。

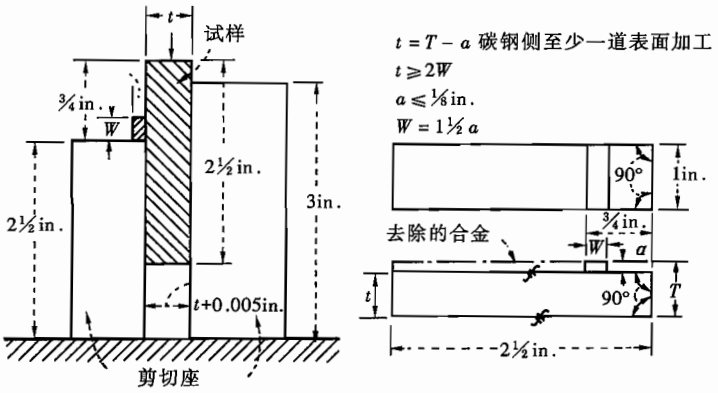
17.2 对双面覆层材料、或厚度小于 3/8in.(6.35mm)的材料，或对带精整表面的复合钢板，当材料的合金表面朝上发货时，应清晰地用镂字模喷刷标志，而不用钢印打印。

18 关键词

18.1 合金覆层 结合强度 碳素钢 复合钢板 低合金钢 镍 镍基合金

表 1 材料成分重量

	密度		材料每平方英尺重量，厚度为 1in.（25.4mm），lb
	$lb/in.^3$	g/cm^3	
钢	0.283	7.83	40.80
镍	0.321	8.88	46.22
镍-铜合金	0.319	8.83	45.94
镍-铬-铁合金	0.307	8.49	44.21



剪切座和垫板用螺栓紧固在一起，该垫板提供比试样 t 宽 0.005in. 的间隙

米制换算值

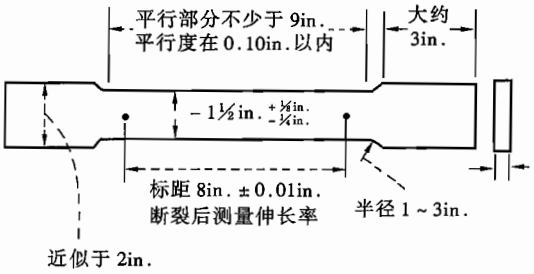
in.	mm	in.	mm
0.005	0.127	1	25.4
¼	3.18	2½	64.5
¾	19.1	3	76.2

注 1：必要时允许使用较窄的试样，此时减缩部分的宽度不得小于 1in.。

注 2：测量伸长率用洋冲标志应打在试样平行段的平面或侧边上；可以用一组相距 1in. 的或者一或多组相距 8in. 的 9 个点洋冲标志。

注 3：尺寸 t 为适用材料标准中提供的试样厚度。

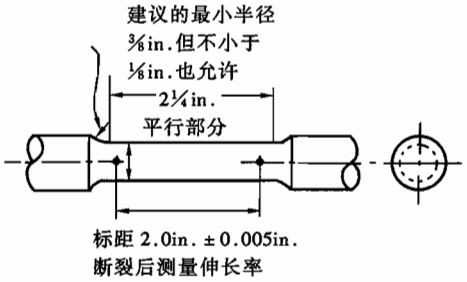
图 1 复合钢板做剪切试验时的试样及方法



米制换算值

in.	mm	in.	mm
0.01	0.254	1½	38.1
⅛	3.17	2	50.8
¼	6.35	3	76.2
1	25.4	8	203.2

图 2 8in. 标距标准矩形拉伸试验试样



注：标距和圆角应如图所示，但端部可以是任何适应试验机夹头的形状，并使负荷作用在中心线上。减缩段应自端部向中心逐渐减少，端部直径要比中心处大 0.003~0.005in.。

米制换算值

in.	mm	in.	mm
0.003	0.070	⅜	9.53
0.005	0.127	0.50	12.7
0.01	0.254	2	50.8
⅛	3.18	2¼	64.5

图 3 2in. 标距标准圆形拉伸试验试样

补 充 要 求

只有当采购方在采购订货单中作了规定时，才应采用补充要求。在 A 20/A 20M 标准包括了一份可供采购方选用的/标准化补允要求清单。其中，被认为适合于与本标准一并使用的若干补充要求，按标题列在下面。其他可以做的试验，应经制造厂和采购方双方商定。

S2 成品分析

S3 力学性能试验用试块的模拟焊后热处理

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S12 按 A 578/A 578M 标准（补充要求）S1 做的超声波检验

压力容器部件用碳钢锻件

SA-266/SA-266M

[与 A 266/A 266M—03a(R08)标准完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉、压力容器及配套设备用四种级别和碳钢锻件。

注 1：钢种牌号已作如下改变：

现 在	过 去
1 级	1 类
2 级	2 类
3 级	3 类
4 级	4 类

1.2 当要求附加试验或检查时，可使用提供的补充要求，只有当采购方在订货单中单独规定时才适用。

1.3 无论以英寸-磅或 SI(公制)单位表示的数值都应视为标准值。在正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.4 除非订货规定采用本标准的中的“M”标志(SI 单位)，否则一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 275/A 275M 锻钢件磁粉检验方法

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 788 钢锻件通用要求

E 112 金属平均晶粒度测定方法

E 165 液体渗透检查方法实用规程

E 381 有关钢制品，包括棒料、钢坯、初轧钢坯和锻件在内的宏观侵蚀试验方法

2.2 其他标准：

ASME 锅炉和压力容器规范，第Ⅸ卷，焊接评定

3 订货须知及一般要求

3.1 除了 A 788 标准所要求的订货须知外，采购方在询价及订货单中应包括所需锻件的详图、简图或书面说明。

3.2 按本材料标准供应的材料应符合 A 788 标准。A 788 标准概述了附加订货须知，制造要求，试验和复试的方法与程序、标志、证明书，成品分析偏差和附加补充要求。

3.3 本标准要求如与 A 788 标准要求不一致时，以本标准要求为准。

3.4 当订购用于 ASME 锅炉及压力容器规范产品的带颈法兰和管板时除了规定本标准的补充要求 S8 外，还应规定 A 788 标准的补充要求 S12。

4 材料与制造

4.1 钢应按照 A 788 标准的熔炼工艺一节制造。应从原材料上切除足够长的料头，以保证去掉有害的缩孔和过度的偏析。

4.2 材料应尽可能地锻造至接近指定的形状和尺寸。

4.3 成品应是如 A 788 标准中所定义的热加工锻件。

5 机加工

5.1 表面应按采购方指定进行机加工，未机加工表面应尽量不带氧化皮以利于检查。

5.2 除非按补充要求 S1 有规定外，按制造厂的选择可在热处理之前或之后进行机加工。

6 热处理

6.1 锻制后和热处理重复加热前，锻件应以防止损伤和完成相变的方式冷却。

6.2 所有锻件应进行退火、正火，或正火加

回火；当制造厂和采购方共同商定时也可以用液淬加回火代替。当进行回火时应在低于临界温度下进行，但不得低于 1100℉(595℃)。

6.3　可以使用一个分阶段组合的奥氏体化程序，先靠完全奥氏体化及液淬，然后在中间临界温度范围内重新加热以进行部分奥氏体化，并再次液淬。在完成了奥氏体化/淬火热循环之后，应随之在 1100℉(595℃)及下临界温度之间的温度下进行回火。

注 2：虽然从奥氏体化温度下液淬在改善冲击性能上十分有效，但在奥氏体温度下空冷也是有利的，并可用来代替 6.2 条中的正火。

7　化学成分要求

7.1　熔炼分析——除了订货须知中有单独规定时，还应采用补充要求 S11 及 S12 的附加细节外，应按 A 788 标准规定取样，分析结果应符合表 1 规定要求。

表 1　化学成分要求

元　素	成　分,%		
	1 级及 2 级	3 级	4 级
C,≤	0.30	0.35	0.30
Mn	0.40~1.05	0.8~1.35	0.80~1.35
P,≤	0.025	0.025	0.025
S,≤	0.025	0.025	0.025
Si	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35

7.2　成品分析——采购方可按 A788 标准中成品分析条款规定从代表每一炉号或每一多炉次炉号的锻件上取样进行分析。

8　力学性能

8.1　一般要求——当按 A 370 试验方法和定义的最新版试验时，除非按照补充要求 S2 有规定，材料应符合表 2 中列出的力学性能要求。应使用 A370 试验方法和定义中规定的能取得的最大的拉伸试样。

8.1.1　除非按照补充要求 S2 有规定时，试样的纵轴线应平行于锻件的最大加工方向。对于镦锻的盘形锻件试样的纵轴线应在切线方向。

8.1.1.1　盘形锻件如周边加大延长试验部分，则试样的纵轴应位于试验部分两平行表面的中心。实心锻件试样的纵轴应位于中心至表面之间的中心，对于空心锻件，试样纵轴应位于壁厚中心至外表面的中心处。使用单独锻制的试块时，则 8.1.3 条规定，拉伸试样应从代表产品锻件最厚截面的中心部位制取。当要求以相对的两个端部制取试样时，则应取制轴线平面的对角处。

表 2　拉伸性能要求

项　目	1 级	2 级及 4 级	3 级
抗拉强度,ksi(MPa)	60~85 (415~585)	70~95 (485~655)	75~100 (515~690)
屈服强度(0.2%残余变形法),≥ksi(MPa)	30 (205)	36 (250)	37.5 (260)
伸长率,标距 2in. 或 50mm,≥,%	23	20	19
断面收缩率,≥,%	38	33	30

8.1.2　除了此外的规定以处，验收试验应在热处理完成之后进行。当圆筒锻件的端部重新锻造闭合时，锻件可在重新锻造前进行退火、正火或正火加回火以及试验。重新锻造后，整个锻件应进行重新热处理，其方式和温度范围应与锻件在鉴定试验前所进行的热处理相同。

8.1.3　经采购方和制造厂双方商定后，试样可以与产品锻件相似加工和热处理的专门锻制的试块上制取。这种锻块应用与其代表锻件相同炉次的钢锭，板坯或轧坯制成。此锻块基本上要进行与产品锻件相同形式的热加工和具有相同的锻造比，但是尺寸不小于 $T\times T\times 3T$ 的纵向锻造棒料可以用来代表环状锻件，T 代表锻件有效最厚截面。对于淬火回火锻件，需按 8.2.2.3 和 8.2.2.4 条在两端进行试验，因而不允许采用单独锻造试块。

注 3：在使用单独锻造的试块时，应注意产品锻件和试块之间质量差异的影响。

8.2　特殊要求——试验数量及取样位置决定于锻件的重量、长度及热处理，规定如下：锻件的长度和重量应为单件锻造的锻件装运长度和重量，或为切自一多件重合锻件的所有锻件合计装运长度和重量。

8.2.1　经退火、正火、或正火加回火钢锻件：

8.2.1.1　对于热处理时重量小于或等于

5000lb(2250kg)的锻件，每个炉号和每一热处理炉批号的锻件，应取一件进行一个拉伸试验。当热处理是在具在可获得完整热处理记录的适宜的温度控制和装有高温记录仪的连续式炉内进行时，一回火批号可认为是不超过8h周期的任何连续操作。

8.2.1.2 热处理时重量超过5000lb(2250kg)的锻件和锻棒，每一锻件应进行一次拉伸试验。

8.2.2 淬火加回火的锻件：

8.2.2.1 对于热处理时重量小于或等于5000lb(2250kg)但长度不超过12ft(3.7m)的淬火加回火锻件，每一炉号和每一热处理炉批的锻件，应取一件进行拉伸试验，当热处理是在具有可获得完整热处理记录的适宜的温度控制和装有高温记录仪的连续式炉内进行时，不超过8h周期的任何连续操作可认为一个回火批号。

8.2.2.2 对热处理时其重量超过5000到10000lb(2250到4500kg)，但长度不超过12ft(3.7m)的淬火加回火锻件锻棒，每一件应进行一次拉伸试验。

8.2.2.3 长度超过12ft(3.7m)的淬火加回火锻件，应从每一锻件的两端各作一个拉伸试验。

8.2.2.4 对于热处理时其重量超过10000lb(4500kg)的淬火加回火锻件和锻棒，应对每个锻件进行两个拉伸试验，它们的取样位置应相互偏转180°，但当不计试验加长部分，锻件长度超过12ft（3.7m）时，应在锻件的两端各作一个拉伸试验。

9 焊补

9.1 只有当采购方同意时方允许对锻件进行焊补。如进行焊补，焊工及焊接工艺应按ASME锅炉和压力容器规范的第Ⅸ卷评定合格。

10 合格证书

10.1 除了A 788标准中强制性要求的合格证书外，还应包括热处理周期数据。

11 产品标志

11.1 每个锻件应按A 788标准的标志一节加识别标志。此外，在锻件的类别标号后面应标记字母A(退火)，N(正火)，NT(正火加回火)及S(液体淬火加回火)，按适用情况而定。

12 关键词

12.1 压力容器用 碳钢锻件

补　充　要　求

下列补充要求的一项或多项只有当采购方在询价单、合同或采购订货单中规定时才适用。这些补充要求的细节应由制造厂和采购方商定。

S1　粗车削及镗孔

S1.1　制造加工程序中的粗车削及镗孔的位置应由采购方作规定。

S2　变换拉伸试验方向

S2.1　代替第 8 节的要求，试样的纵轴线应横切锻件的最大加工方向。除了韧性限值应按下列值外，试验结果应符合表 2 的要求：

级　别	1	2 和 4	3
伸长率[2in.(50mm)标距],≥,%	20	19	18
断面收缩率,≥,%	30	25	25

S3　水压试验

S3.1　应经受水压试验。试验的细节包括制造加工程序中的位置应作规定。

S4　磁粉检验

S4.1　对成品锻件所有易于接近的表面都应采用磁粉方法进行检验，其方法应按照 A275/A275M 方法。合格验收界限应由制造厂和采购方商定。

S5　液体渗透检验

S5.1　在锻件已经受液淬及回火热处理之后，对所有易于接近的表面应按照 E165 实用规程中的液体渗透方法替代磁粉检验检查淬火裂纹。

S6　宏观浸蚀试验

S6.1　应将锻件样品切片并浸蚀以显示金属流线及内部缺陷。试验应按照 E 381 方法进行。试验的细节应由制造厂和采购方商定。

S7　成品分析

S7.1　应对某一个任意挑选出的代表订货单上每种尺寸和形状的锻件按照第 7 节进行成品分析。如果成分不符合要求，应对每一个锻件作核对，或拒收这批锻件。所有的结果应向采购方报告。

S8　锻制轮壳上的试样位置

S8.1　要对接焊接到壳体上的锻制轮壳应以这样的方法锻制：要使轮壳在平行于容器的中心线方向上都能具有按其材料规定的最小抗拉强度和伸长率。拉伸试样(需要时可取小尺寸的)应在该方向上制取，并尽可能地靠近成品轮壳的外轻。

S9　硬度

S9.1　采购方可在锻件表面的任何位置校核锻件的布氏硬度。其硬度值应在下列限值以内：

级　别	布氏硬度限值
1	121~170
2 和 4	137~197
3	156~207

S10　晶粒度

S10.1　使用 E112 试验方法测得的钢的奥氏体晶粒度应为 1 号到 5 号。

S11　对残余元素的限制(适用于熔炼分析)

S11.1　应测定镍、铬和钼，并不超过以下限值：

Ni	≤0.25%
Cr	≤0.20%
Mo	≤0.08%

S12　碳含量的限制(对 1 级钢适用)

S12.1　最大碳含量为 0.30%。

S13　冲击试验

S13.1　应进行夏比冲击试验，并对试验位置

及数量，最低性能值及试验温度作出规定。

S13.2 试样应进行机加工并按 A370 试验方法及定义进行试验。

S13.3 复试可按照 A788 标准的第 10 节进行。

S14 单个锻件

S14.1 无论是相同或不同的锻件应单个生产。它们不应锻成复合锻件，并在热处理之前或之后分开。

S14.2 单个锻件的形状和尺寸应由制造厂和采购方商定，并用锻件图样或订货单方式指定。

S15 碳当量

S15.1 对熔炼分析包括 A788 标准中 S1 项的残余元素的限制应加以规定，当按以下公式计算时，1 级钢的碳当量不得超过 0.45，对 2 级和 4 级钢的不得超过 0.50：

$$CE = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$

一般用途无缝和焊接铁素体和马氏体不锈钢管子

(15)

SA-268/SA-268M

(与 ASTM 标准 A 268/A 268M—10 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准包括了若干级别的一般耐腐蚀和在高温下使用的公称壁厚的不锈钢管子。这些级别钢中的多数通常被称为“纯铬型”，其特点在于存在铁磁性。这些级别中的两种，TP410 和 UNS S41500(表 1)能用热处理硬化得到改良，并且高铬的铁素体合金在缓冷到常温时对于缺口韧性是敏感的。在使用这些材料时应认识这些特性。TP439 级别主要用于热水罐槽容器，并不要求为防止热影响区侵蚀进行焊后热处理。

1.2 提供了一项可选择的补充要求，当需要时应在订货单中注明。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为是标准值。在本标准中，SI 单位在括号中列出。由于各单位制的值不可能精确相等，故必须独立采用各单位制的值。如混用两种单位制的值，将导致与本标准不一致。除非订单中要求使用本标准中的“M”制，否则，一律用英寸-磅单位制。

表 1 化学成分要求

级 别	UNS 标号②	成 分,%											
		C,≤	Mn,≤	P,≤	S,≤	Si,≤	Ni	Cr	Mo	Al,≤	Cu,≤ 或范围	N,≤	Ti	Nb
…	S32803	0.015③	0.05	0.020	0.005	0.50	3.0~4.0	28.0~29.0	1.8~2.5	…	…	0.020	…	0.15~0.50⑥
TP405	S40500	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	≤0.50	11.5~14.5	…	0.10~0.30	…	…	…	…
…	S40800	0.08	1.00	0.045	0.045	1.00	≤0.80	11.5~13.0	…	…	…	…	≥12×C;≤1.10	…
TP409	S40900	0.08	1.00	0.045	0.030	1.00	≤0.50	10.5~11.7	…	…	…	…	…	≥6×C 但≤0.75
…	S40977	0.03	1.50	0.040	0.015	1.00	0.30~1.00	10.50~12.50	…	…	…	0.030	…	…
… TP410	S41000	0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	…	11.5~13.5	…	…	…	…	…	…
… …	S41500②	0.05	0.5~1.0	0.03	0.03	0.60	3.5~5.5	11.5~14.0	0.5~1.0	…	…	…	…	…
…	S42035	0.08	1.00	0.045	0.030	1.00	1.0~2.5	13.5~15.5	0.2~1.2	…	…	…	0.30~0.50	…
TP429	S42900	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	…	14.0~16.0	…	…	…	…	…	…
TP430	S43000	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	…	16.0~18.0	…	…	…	…	…	…
TP439	S43035	0.07	1.00	0.040	0.030	1.00	≤0.50	17.00~19.00	…	0.15	…	0.04	≥0.20+4(C+N);但≤1.10	…

* 本表的排列方式未取与 2015 版英文原表相同，而参考了上一版(2013 版)，仍采用按 UNS 标号顺序排列的方式，目的是为了便于读者的查阅。——译注。

表1(续) 化学成分要求

级别	UNS标号②	成分,%											
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Al	Cu	N	Ti	Nb
TP430 Ti	S43036	0.10	1.00	0.040	0.030	1.00	≤0.75	16.00~19.50	…	…	…	…	≥5×C ≤0.75	…
…	S43932	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	0.50	17.0~19.0	…	≤0.15	…	0.030 (Ti+Cb)≥0.20+4(C+N),但≤0.75	…	…
…	S43940	0.03	1.00	0.040	0.015	1.00	…	17.50~18.50	…	…	…	…	0.10~0.60	≥(3×%C+0.30)
TP443	S44300	0.20	1.00	0.040	0.030	1.00	≤0.75	18.0~23.0	…	…	0.90~1.25	…	…	…
18Cr-2Mo	S44400	0.025	1.00	0.040	0.030	1.00	≤1.00	17.5~19.5	1.75~2.50	…	…	0.035	(Ti+Cb)≥0.20+4(C+N)但≤0.80	…
TP446-1	S44600	0.20	1.50	0.040	0.030	1.00	≤0.75	23.0~27.0	…	…	…	0.25	…	…
TP446-2①	S44600	0.12	1.50	0.040	0.030	1.00	≤0.50	23.0~27.0	…	…	…	0.25	…	…
TPXM-33①	S44626	0.06	0.75	0.040	0.020	0.75	≤0.50	25.0~27.0	0.75~1.50	…	0.20	0.040	7×(C+N)但≥0.20;≤1.00	…
TPXM-27	S44627	0.01①	0.40	0.02	0.02	0.40	≤0.5④	25.0~27.5	0.75~1.50	…	0.2	0.015	…	0.05~0.20
25-4-4	S44635	0.025	1.00	0.040	0.030	0.75	3.5~4.5	24.5~26.0	3.5~4.5	…	…	0.035	(Ti+Cb)≥0.20+4(C+N)但≤0.80	…
26-3-3	S44660	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	1.0~3.50	25.0~28.0	3.0~4.0	…	…	0.040	(Ti+Cb)=0.20~1.00但≥6×(C+N)	…
29-4	S44700	0.010	0.30	0.025	0.020	0.20	≤0.15	28.0~30.0	3.5~4.2	…	0.15	0.020⑤	…	…
…	S44735	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	1.00	28.00~30.00	3.60~4.20	…	…	0.045	(Ti+Cb)=0.20~1.00但≥6(C+N)	…
29-4-2	S44800	0.010	0.30	0.025	0.020	0.20	2.0~2.5	28.0~30.0	3.5~4.2	…	0.15	0.020⑤	…	…
TP468	S46800	0.030	1.00	0.040	0.030	1.00	0.50	18.00~20.00	…	…	…	0.030⑤	0.07~0.30	0.10~0.60 (Ti+Cb)≥0.20+4(C+N)但≤0.80

注：① 当需要多道拉拔时，对于小直径或薄壁，或小直径的薄壁管，碳含量应小于0.015%。小直径管系指外径小于0.500in.(12.7mm),而薄壁管是指平均壁厚小于0.049in.(1.2mm)和最小壁厚小于0.040in.(1mm)。

② 板材CA6NM。

③ C+N=0.30(最大)。

④ Ni+Cu。

⑤ C+N=0.025%(最大)。

⑥ Nb/(C+N)=12(最小)。

表 2　连续过程处理中一批的根数

管　子　尺　寸	批　量　数
外径≥2in.(50.8mm)和壁厚≥0.200in.(5.1mm)；	不多于 50 根管子
外径<2in.(50.8mm),但>1in.(25.4mm);或外径<1in.(25.4mm)但　壁厚<0.200in.(5.1mm)；	不多于 75 根管子
外径≤1in.(25.4mm)	不多于 125 根管子

2　引用标准

2.1　ASTM 标准：

A 480/A 480M　不锈和耐热钢轧制钢板、薄板和带材通用要求

A 763　测定铁素体不锈钢中晶间腐蚀敏感性实用规程

A 1016/A 1016M　铁素体合金钢和奥氏体合金钢及不锈钢管子通用要求

E 213　金属公称管和管子件的超声波检验用实用规程

E 273　纵缝焊接公称管和管子件的超声波检验用实用规程

3　术语

3.1　术语“批”的定义：

3.1.1　对于压扁和扩口要求，名词术语“批”适用于切割前由同一炉钢生产的，同一名义尺寸和壁厚的所有管子。当最终热处理是在分批式炉中进行时，一“批”应只包括同一尺寸同一炉号在同一炉内装料下进行处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时，一“批”中由同一炉和同一尺寸的管子根数应按表 2 所述的该管子的尺寸确定之。

3.1.2　对于拉伸和硬度试验要求，名词术语“批”适用于切割前从同一炉钢生产的，同一名义直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在分批式炉中进行时，一“批”应只包括同一尺寸及同一炉的在同一炉内装料下进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时，一“批”应包括同一尺寸，同一炉及在相同炉内以相同温度，相同加热时间及炉速下作热处理的所有管子。

4　订货须知

4.1　符合本标准的材料订货单应按需要包括下列各项，充分地说明所需要的材料：

4.1.1　数量(英尺、米或根数)。

4.1.2　材料名称(无缝或焊接管子)。

4.1.3　级别(表 1)。

4.1.4　尺寸(外径及公称壁厚)。

4.1.5　长度(定尺和不定尺)。

4.1.6　选择要求(液压或无损电测试验)，(第 16 节)。

4.1.7　要求的试验报告(A 1016/A 1016M 合格证书部分)。

4.1.8　标准号。

4.1.9　晶间腐蚀试验。

4.1.10　特殊要求。

5　一般要求

5.1　按本标准提供的材料，除在这里另有规定外，应符合现行版本的 A 1016/A 1016M 的适用要求。

6　制造

6.1　管子须以无缝或不添加填充金属的焊接方法制成。

7　热处理

7.1　作为最终的热处理，管子应再加热到 1200°F(650℃)或更高的温度并冷却(适合于该类别钢的)以满足本标准的要求。

7.2　UNS S41500 马氏体类别应再加热到 950°F(510℃)或更高的温度并适当地冷却以满足本标准的要求。

8　化学成分

8.1　钢的化学成分应符合表 1 的要求。

9　成品分析

9.1　应从每炉的一个钢坯或一根平轧坯料或一根管子作分析。由此确定的化学成分应满足规定的要求。

9.2　应采用 A 480/A 480M 标准中化学成分要求表的成品分析偏差。对于规定最大含碳量小

于等于0.04%的材料，成品分析偏差不适用于含碳量。

9.3 若原有的成品分析不合格，则外加两个钢坯、平轧坯料或管子进行复试。对有问题的元素二个复试都必须满足标准的要求；否则该炉或该批所有剩余材料应拒收，如生产厂愿意，可对每一个钢坯或管子作单独的验收试验。不符合标准要求的钢坯、平轧坯料或管子应予拒收。

10 拉伸要求

10.1 材料应符合表3和表4规定的拉伸性能要求。

表3 拉伸要求

级别和UNS标号	抗拉强度，≥ksi (MPa)	屈服强度，≥ksi (MPa)	标距2in.或50mm伸长率[①②]，≥，%
TP405(S40500)	60(415)	30(205)	20
…(S40800)	55(380)	30(205)	20
TP410(S41000)	60(415)	30(205)	20
TP429,TP430和TP430Ti (S429000,S43000和S43036)	60(415)	35(240)	20
TP443(S44300)	70(485)	40(275)	20
TP446-1(S44600)	70(485)	40(275)	18
TP446-2(S44600)	65(450)	40(275)	20
TP409(S40900)	55(380)	25(170)	20
TP439(S43035)	60(415)	30(205)	20
S43932	60(415)	30(205)	20
…(S41500)	115(795)	90(620)	15
TPXM-27(S44627)	65(450)	40(275)	20
TPXM-33(S44626)	68(470)	45(310)	20
18Cr-2Mo(S44400)	60(415)	40(275)	20
29-4和29-4-2 (S44700和S44800)	80(550)	60(415)	20
26-3-3(S44660)	85(585)	65(450)	20
25-4-4(S44635)	90(620)	75(515)	20
…(S44735)	75(515)	60(415)	18
28-2-3.5(S32803)	87(600)	72(500)	16
S40977	65(450)	41(280)	18
S43940	62(430)	36(250)	18
S42035	80(550)	55(380)	16
TP468(S46800)	60(415)	30(205)	22

注：① 外径小于½in.[12.7mm]的管子，其条状试样的伸长率应适用表2*中的规定值。管外径小于⅛in.[3.2mm]或壁厚小于0.015in.[0.4mm]的管子不需要满足力学性能的要求。

* 原文如此，句中“表2”似应为“表4”。——译注

② 对于纵向条状试验，壁厚在⅝in.(8mm)以下每减薄[1/32]in.(0.8mm)，其基本伸长率对TP446-1和S44735级别应减小0.90%，其他级别钢可减小1.00(下表给出的为计算最小值)。

表4 最小伸长率

壁厚		标距2in.或50mm伸长率[①]，≥，%		
in.	mm	TP446-1和S44735	S41500	所有其他级别
[5/16](0.312)	8	18	15	20
[9/32](0.281)	7.2	17	14	19
[1/4](0.250)	6.4	16	14	18
[7/32](0.219)	5.6	15	13	17
[3/16](0.188)	4.8	14	12	16

表 4(续)　最小伸长率

壁　厚		标距 2in. 或 50mm 伸长率①,≥,%		
in.	mm	TP446-1 和 S44735	S41500	所有其他级别
5/32(0.156)	4	13	11	15
1/8(0.125)	3.2	13	11	14
3/32(0.094)	2.4	12	10	13
1/16(0.062)	1.6	11	9	12
0.062~<0.035	1.6~0.9	10	8	12
0.035~<0.022	0.9~0.6	10	8	11
0.022~0.015	0.6~0.4	10	8	11

① 计算得出的伸长率要求应圆整到最接近的整数。

注:上表给出了壁厚每降低1/32in.(0.8mm)计算得出的最小伸长率值。当壁厚介于上表所示两个值之间时,最小伸长率值应由下列等式确定:

级别	等式
TP446-1 和 S44735	$E = 28.8t + 9.00(E = 1.13t + 9.00)$
S41500	$E = 24t + 7.5$
所有其他级别	$E = 32t + 10.00(E = 1.25t + 10.00)$

式中　E=标距 2in. 或 50mm 的伸长率,%

t=试样实际厚度,in.(mm)

11　硬度要求

11.1　管子的硬度不应超过表 5 中所规定的值。

12　允许尺寸偏差

12.1　外径，壁厚和长度的值和规定值的偏差不得超过表 6 中给出的值。

12.2　表 6 中给出的外径允许偏差对于该表中定义的薄壁管的椭圆度是不能达到的。这种薄壁管，在任何横截面上的最大、最小直径偏离公称直径的值不得超过表 6 中给出的外径允许偏差的两倍，但是那横截面上的平均直径仍须在所给的允许偏差范围以内。

12.3　当规定壁厚小于等于规定外径的 2%时，尺寸偏差的测量方法按采购方与钢管厂之间的协议（见注 1）。

注 1：当采用点接触试验方法例如用千分尺或卡尺测量壁厚很薄的管子时，对于要精确测量外径而言，管子的刚度可能不够。当规定壁厚相当薄时，使用环形“通”规和“止”规量具通常用于测量外径小于等于 1.5in.（38.1mm）的管子。通常在环形“通”规上增加 0.002in.（0.05mm）的附加余量，以允许有一个滑动用的间隙。在直径较大时，一般采用卷尺进行测量，还可以考虑诸如光学测试方法一类的其他试验方法。

13　表面状态

13.1　全部管子应无过量的轧制氧化皮，以适于检查。轻度的氧化不应认作为是氧化皮。任何特殊的表面质量要求应经制造厂和采购方间商议决定。

14　要求的力学性能试验

14.1　拉伸试验——对不满 50 根管子的批用一个试样做一个拉伸试验。对超过 50 根管子的

表 5　硬 度 要 求

级　别	UNS 标号	布氏硬度 ≤	洛氏硬度 B 标尺,≤	级　别	UNS 标号	布氏硬度 ≤	洛氏硬度 B 标尺,≤
TP405	S40500	207	95	TPXM-33,TPXM-27	S44626,S44627	241	100
…	S40800	207	95	18Cr-2Mo	S44400	217	95
TP410	S41000	207	95	29-4,29-4-2	S44700,S44800	207	100
TP429,TP430,TP430 Ti	S42900,S43000,S43036	190	90	26-3-3	S44660	265	25②
TP443	S44300	207	95	25-4-4	S44635	270	27②
TP446-1,TP446-2	S44600	207	95	…	S44735	…	100
TP409	S40900	207	95	28-2-3.5	S32803	240	100
TP439	S43035①	190	90	…	S40977	180	88
…	S43932	190	90	…	S43940	180	88
…	S41500	295②	32	…	S42035	180	88

① 2000 年 10 月的编辑性更正。

② 洛氏硬度,C 标尺。

表6 尺寸允许偏差

组别	尺寸,外径,in.(mm)	外径允许偏差 in.(mm)	壁厚允许偏差 %①	定尺长变允许偏差 in.②(mm)		薄壁管子③ in.(mm) 公称
				正	负	
1	<½(<12.7)	±0.005(0.13)	±15	⅛(3)	0	…
2	½~<1½(12.7~<38.1)	±0.005(0.13)	±10	⅛(3)	0	<0.065(1.6)
3	1½~<3½(38.1~<88.9)	±0.010(0.25)	±10	3/16(5)	0	<0.095(2.4)
4	3½~<5½(88.9~<139.7)	±0.015(0.38)	±10	3/16(5)	0	<0.150(3.8)
5	5½~8(139.7~203.2)	±0.030(0.76)	±10	3/16(5)	0	<0.150(3.8)

① 当所订购的管子要求壁厚大于等于¾in.(19mm),或者其内径小于等于外径的60%,则要求壁厚的偏差可放宽。这种尺寸的管子的壁厚偏差允许为±12.5%。对于内径小于½in.(2.7mm)、不能加内芯棒拉拔的管子,其壁厚偏差可为规定壁厚的±15%。

② 这些公差适合于小于等于24ft(7.3m)的定尺长度。当长度大于24ft(7.3m)时,上表列出的正公差应按超出24ft每10ft(3m)及其余数递增⅛in.(3mm),或½in.(13mm),两者取小值。

③ 适用12.2条的椭圆度规定。

批,应从二根管子取试样作拉伸试验(注4)。

14.2 扩口试验(用于无缝管子)——从每批(注3)成品管子的一根管的一端取样做一个扩口试验。内径的最小扩径应为10%。对于外径大于8in.(203.2mm)或壁厚大于等于⅜in.(9.52mm)的管子,除非在采购订货单中规定扩口试验,则可以作压扁试验代替扩口试验。

14.3 卷边试验(用于焊接管子)——从每批成品管子的一根管的一端取样做一个卷边试验。对于外径大于8in.(203.2mm)或壁厚大于等于⅜in.(9.52mm)的管子,除非在采购订货单中规定试验,则可以作压扁试验代替卷边试验。

14.4 硬度试验——从每批的二根管子取样做布氏或洛氏硬度试验。

14.5 当多于一个炉号时,拉伸、扩口、卷边和硬度试验要求应适用于每一个炉号。

14.6 反向压扁试验——对于焊接管子,从每1500ft(450m)的成品管取一个试样做一个反向压扁试验。

15 晶间腐蚀试验

15.1 如果在采购订货单中规定了做晶间腐蚀试验,则该项试验应根据A 763实用规程的规定,使用由卖方与采购方之间商定的样品进行。

16 水压或无损电测试验

16.1 每一根无缝或焊接的管子要经无损电测试验或水压试验。除非在采购订货单中有规定,所要采用的试验类型由钢厂决定。

17 产品标志

17.1 除了A 1016/A 1016M标准中所述的标志以外,标志还应该包括管子是无缝或焊接的标记。

18 关键词

18.1 铁素体不锈钢 无缝钢管子 不锈钢管子 钢管子 焊接钢管子

补 充 要 求

下列补充要求只适用于采购方在询价、合同或采购订货单有规定时。

S1 气压试验

S1.1 管子应按 A1016/A1016M 标准需采用水下气压试验或者气压检漏试验做检验。

S2 在某些 ASME 的应用中当需 100%焊接接头系数时对焊接管子的附加试验(见注 S2.1)

注 S2.1—当作规定时，本补充要求的特别试验预期用于专门的 ASME 应用上。对于所有的 ASME 应用而言，并非是强制性的要求。

S2.1 当在采购订货单中规定了本补充要求时，如果符合下列附加要求，在一些 ASME 应用中，允许对纵向焊缝使用 100% 的焊接接头系数。

S2.1.1 每根管子应采用 E 273 或 E 213 实用规程经超声波检查，拒收的判别标准按 A 1016/A 1016M中所列。

S2.1.2 如果采用 E 273 实用规程，则每根管的全长还应使用 A 1016/A 1016M 标准认可的某一种无损电测方法进行 100%容积测试。

S2.1.3 本补充要求所述的试验方法可能不能够检测管子的末端部分。这种情况称为末端效应。该部分长度应由钢厂确定，并予切除不用。

S2.1.4 除了标上 A 1016/A 1016M 标准规定的标志外，在钢的级别号之后应加标“S2”字符。

不锈钢棒材和型材

SA-276

（与 ASTM 标准 A 276—97 标准完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括除了重新锻造棒材外的热精整或冷精整的钢棒（注 1），包括圆形、正方形、六角形的，以及热轧或挤压的更普遍使用的不锈钢型材，诸如角钢、T 形钢和槽钢。对一般耐腐蚀及耐高温用的易机加工类型（注 2），则包括在单独的标准中。

注 1：重新锻造棒材，见 A314。

注 2：专门设计为获得最佳可机加工性的易机加工不锈钢棒材，见 A 582/A 582M。

注 3：有包括高镍、铬的奥氏体耐腐蚀及耐热的合金材料标准。这些标准置于 ASTM B02.07 分委员会的监管之下，并且可在 ASTM 标准的第 02.04 卷的年度手册中查到。

1.2 以英寸-磅表示的数值应视为标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 314 锻造用不锈钢钢坯和钢棒

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 484/A 484M 不锈钢棒材、钢坯及锻件通用要求

A 582/A 582M 易机加工的不锈钢棒材

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

E 527 金属和合金编号方法的实用规程

2.2 其他标准

SAE J1086 金属和合金编号方法的推荐实用规程

3 订货须知

3.1 规定按本标准订购材料所需的所有要求是采购方的责任。这些要求可包括但不限于下列各项：

3.1.1 数量（数量或件数）；

3.1.2 材料名称：不锈钢；

3.1.3 形式（棒材，角钢，等）；

3.1.4 状态（见 5.1）；

3.1.5 表面精整质量（A 484/A 484M 标准的第 4 节）；

3.1.6 型材的表面处理（A 484/A 484M 标准的第 4 节）；

3.1.7 适用尺寸，包括规格、厚度、宽度和长度；

3.1.8 横截面（圆形，正方形，等）；

3.1.9 类型或 UNS 编号（表 1）；

3.1.10 ASTM 标准号及出版年号；

3.1.11 棒材是否是热轧成为棒材的，或是由钢带或钢板切割；

3.1.12 当订购 201 及 205 型时，用户的采购订单规定进行磁粉渗透性试验；

3.1.13 特殊要求。

注 4：一份典型的订单说明如下：ASTM A 276 年号_____标准，长度 10~12ft（3.05~3.66m）1.5in.（38.10mm）圆形、退火及无芯打磨的，304 型不锈钢棒材，5000lb（2268kg）。最终用途：机加工阀门零件。

4 一般要求

4.1 除了本标准的要求外，应采用 A 484/A 484M标准最新版本的全部要求。若不能符合 A 484/A 484M标准的通用要求，则构成与本标准的不一致。

5 制造

5.1 状态：

5.1.1 棒材应以列在力学性能要求表中的下列状态之一供货：

5.1.1.1 状态 A——退火的。

5.1.1.2 状态 H——在比较低的温度下

硬化及回火的。

5.1.1.3 **状态 T** 在比较高的温度下硬化及回火的。

5.1.1.4 **状态 S** 应变硬化的，少量冷加工。

5.1.1.5 **状态 B** 较大程度的冷加工。

6 化学成分

6.1 钢材应该符合表 1 中规定的化学成分要求。

6.2 与本标准要求的化学分析有关的方法和实用规程应按 A 751 试验方法、操作及术语标准。

7 力学性能要求

7.1 材料应该符合表 2 中规定的力学性能试验要求。

7.2 马氏体级别的材料应能够符合表 3 中规定的热处理后的硬度要求。

7.3 当有要求时，硬度测量应在横截面的表面与中心之间的位置上完成。

8 磁粉渗透性

8.1 当采购订单中有规定时，退火状态下的 201 及 205 型的磁粉渗透性应不超过按 Severn 型指示仪的 1.2 倍。

9 合格证书

9.1 按采购订单或合同的规定，说明材料是已按照本标准制造和试验的制造厂合格证书，连同经签证的试验结果报告，在发货时一起提供给采购方。

10 关键词

10.1 奥氏体不锈钢 奥氏体-铁素体双相不锈钢 铁素体不锈钢 马氏体不锈钢 不锈钢棒材 不锈钢型材

表 1 化学成分要求[①]

UNS 标号[②]	型式	成分,%									
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	其他元素
奥氏体级别											
S20100	201	0.15	5.50~7.50	0.060	0.030	1.00	16.00~18.00	3.50~5.50	…	0.25	…
S20161	…	0.15	4.00~6.00	0.040	0.040	3.00~4.00	15.00~18.00	4.00~6.00	…	0.08~0.20	…
S20200	202	0.15	7.50~10.00	0.060	0.030	1.00	17.00~19.00	4.00~6.00	…	0.25	…
S20500	205	0.12~25	14.00~15.50	0.060	0.030	1.00	16.50~18.00	1.00~1.70	…	0.32~0.40	…
S20910	XM-19	0.06	4.00~6.00	0.040	0.030	1.00	20.50~23.50	11.50~13.50	1.50~3.00	0.20~0.40	Nb 0.10~0.30 V 0.10~0.30
S21800	…	0.10	7.00~9.00	0.060	0.030	3.50~4.50	16.00~18.00	8.00~9.00	…	0.08~0.18	…
S21900	XM-10	0.08	8.00~10.00	0.060	0.030	1.00	19.00~21.50	5.50~7.50	…	0.15~0.40	…
S21904	XM-11	0.04	8.00~10.00	0.060	0.030	1.00	19.00~21.50	5.50~7.50	…	0.15~0.40	…
S24000	XM-29	0.08	11.50~14.50	0.060	0.030	1.00	17.00~19.00	2.25~3.75	…	0.20~0.40	…
S24100	XM-28	0.15	11.00~14.00	0.060	0.030	1.00	16.50~19.00	0.50~2.50	…	0.20~0.45	…
S24565	…	0.030	5.0~7.0	0.030	0.010	1.00	23.00~25.00	16.0~18.0	4.0~5.0	0.4~0.6	Nb 0.10
S28200	…	0.15	17.00~19.00	0.045	0.030	1.00	17.00~19.00	…	0.75~1.25	0.40~0.60	Cu 0.75~1.25

表1（续） 化学成分要求[1]

UNS标号[2]	型式	成分,%									
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	其他元素
奥氏体级别											
S30200	302	0.15	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00~19.00	8.00~10.00	…	0.10	…
S30215	302B	0.15	2.00	0.045	0.030	2.00~3.00	17.00~19.00	8.00~10.00	…	…	…
S30400	304	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	8.00~10.50	…	0.10	…
S30403	304L[3]	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	8.00~12.00	…	0.10	…
S30451	304N	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	8.00~10.50	…	0.10~0.16	…
S30452	XM-21	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	8.00~10.50	…	0.16~0.30	…
S30453	304LN	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	8.00~12.00	…	0.10~0.16	…
S30454	…	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	8.00~12.00	…	0.16~0.30	…
S30500	305	0.12	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00~19.00	10.50~13.00	…	…	…
S30800	308	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	19.00~21.00	10.00~12.00	…	…	…
S30815	…	0.10	0.80	0.040	0.030	1.40~2.00	20.00~22.00	10.00~12.00	…	0.14~0.20	Ce 0.03~0.08
S30900	309	0.20	2.00	0.045	0.030	1.00	22.00~24.00	12.00~15.00	…	…	…
S30908	309S	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.00~24.00	12.00~15.00	…	…	…
S30940	309Cb	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.00~24.00	12.00~16.00	…	0.10	Nb+Ta 10×C~1.10
S31000	310	0.25	2.00	0.045	0.030	1.50	24.00~26.00	19.00~22.00	…	…	…
S31008	310S	0.08	2.00	0.045	0.030	1.50	24.00~26.00	19.00~22.00	…	…	…
S31040	310Cb	0.08	2.00	0.045	0.030	1.50	24.00~26.00	19.00~22.00	…	0.10	Nb+Ta 10×C~1.10
S31254	…	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	19.50~20.50	17.50~18.50	6.00~6.50	0.18~0.22	Cu 0.50~1.00
S31400	314	0.25	2.00	0.045	0.030	1.50~3.00	23.00~26.00	19.00~22.00	…	…	…
S31600	316	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	0.10	…
S31603	316L[3]	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	0.10	…
S31635	316Ti	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	0.10	Ti 5×（C+N）~0.70
S31640	316Cb	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	0.10	Nb+Ta 10×C~1.10

表 1（续）　化学成分要求[1]

UNS 标号[2]	型式	成分,%									
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	其他元素
奥氏体-铁素体级别											
S31651	316N	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	0.10~0.16	…
S31653	316LN	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	0.10~0.16	Cu 0.16~0.30
S31654	…	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	…	…
S31700	317	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	11.00~15.00	3.00~4.00	0.10	…
S31725	…	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00~20.00	13.50~17.50	4.0~5.0	0.10	Cu 0.75
S31726	…	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00~20.00	13.50~17.50	4.0~5.0	0.10~0.20	Cu 0.75
S32100	321	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00~19.00	9.00~12.00	…	…	Ti5×（C+N）-0.70[4]
S32550	…	0.04	1.50	0.040	0.030	1.00	24.0~27.0	4.50~6.50	2.9~3.9	0.10~0.25	Cu 1.50~2.50
S34700	347	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00~19.00	9.00~13.00	…	…	Nb+Ta 10×Cmin
S34800	348	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00~19.00	9.00~13.00	…	…	Nb+Ta 10×Cmin Ta 0.10 Co 0.20
S31100	XM-26	0.06	1.00	0.040	0.030	1.00	25.00~27.00	6.00~7.00	…	…	Ti 0.25
S31803	…	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	21.00~23.00	4.50~6.50	2.50~3.50	0.08~0.20	…
S32304	…	0.030	2.50	0.040	0.030	1.00	21.50~24.50	3.00~5.50	0.05~0.60	0.05~0.20	Cu 0.05~0.60
S32760[5]	…	0.030	1.00	0.030	0.010	1.00	24.00~26.00	6.00~8.00	3.00~4.00	0.20~0.30	Cu 0.05~1.00 W 0.50~1.00
铁素体级别											
S40500	405	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	11.50~14.50	…	…	…	Al 0.10~0.30
S42900	429	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	14.00~16.00	…	…	…	…
S43000	430	0.12	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00~18.00	…	…	…	…
S44400	…	0.025	1.00	0.040	0.030	1.00	17.5~19.5	1.00	1.75~2.50	0.035	Ti+Nb 0.20+4×（C+N）-0.80
S44600	446	0.20	1.50	0.040	0.030	1.00	23.00~27.00	…	…	0.25	…
S44627	XM-27[6]	0.010[7]	0.40	0.020	0.020	0.40	25.00~27.50	0.50max.	0.75~1.50	0.015[7]	Cu 0.20

表1（续） 化学成分要求[1]

UNS标号[2]	型式	成分,%									
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	其他元素
铁素体级别（续）											
S44700	…	0.010	0.30	0.025	0.020	0.20	28.00~30.00	0.15max.	3.50~4.20	0.020	Nb 0.05~0.20 C+N 0.025 Cu 0.15
S44800	…	0.010	0.30	0.025	0.020	0.20	28.00~30.00	2.00~2.50	3.50~4.20	0.020	C+N 0.25 Cu 0.15
马氏体级别											
S40300	403	0.15	1.00	0.040	0.030	0.50	11.50~13.00	…	…	…	…
S41000	410	0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	11.50~13.50	…	…	…	…
S41040	XM-30	0.18	1.00	0.040	0.030	1.00	11.50~13.50	…	…	…	Nb 0.05~0.30
S41400	414	0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	11.50~13.50	1.25~2.50	…	…	…
S41500	[8]	0.05	0.50~1.00	0.030	0.030	0.60	11.50~14.00	3.50~5.50	0.50~1.00	…	…
S42000	420	>0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	12.00~14.00	…	…	…	…
S42010	…	0.15~0.30	1.00	0.040	0.030	1.00	13.50~15.00	0.35~0.85	0.40~0.85	…	…
S43100	431	0.20	1.00	0.040	0.030	1.00	15.00~17.00	1.25~2.50	…	…	…
S44002	440A	0.60~0.75	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00~18.00	…	0.75	…	…
S44003	440B	0.75~0.95	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00~18.00	…	0.75	…	…
S44004	440C	0.95~1.20	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00~18.00	…	0.75	…	…
S50400	9	0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.75~1.00	8.00~10.00	…	0.90~1.10	…	…

① 除示出范围或最小值外，均为最大值。

② 按E527及SAE J1086实用规程确定的（UNS）合金标号。

③ 对于某些应用上，由于设计、制造或使用上的要求，用304L型代替304型，或以316L型代替316型可能是不合需要的。在这种场合下，采购方应在采购订单中注明。

④ 对于该级别钢，需要报告氮（N）元素的含量。

⑤ %Cr+3.3%Mo+16%N≥40。

⑥ Ni加Cu元素应不大于0.5%。

⑦ 对于C和N元素，超出最大限值的成品分析偏差应为0.002%。

⑧ CA6NM钢的锻轧制品。

表 2 力学性能要求

型 式	状态	表面质量	直径或厚度，in.(mm)	抗拉强度，≥		屈服强度[1] ≥		2in.(50mm)标距或4D伸长率[2]，≥	断面收缩率[3]，≥	布氏硬度[4]，≤
				ksi	MPa	ksi	MPa			
奥氏体级别										
201,202	A	热精整或冷精整的	所有的	75	515	40	275	40	45	…
S20161	A	热精整或冷精整的	所有的	125	860	50	345	40	40	255
205	A	热精整或冷精整的	所有的	100	690	60	414	40	50	…
XM-19	A	热精整或冷精整的	所有的	100	690	55	380	35	55	…
	热轧的	热精整或冷精整的	≤2(50.8)	135	930	105	725	20	50	…
			>2~3(50.8~76.2)	115	795	75	515	25	50	…
			>3~8(76.2~203.2)	100	690	60	415	30	50	…
S21800	A	热精整或冷精整的	所有的	95	655	50	345	35	55	241
XM-10,XM-11	A	热精整或冷精整的	所有的	90	620	50	345	45	60	…
XM-29	A	热精整或冷精整的	所有的	100	690	55	380	30	50	…
XM-28	A	热精整或冷精整的	所有的	100	690	55	380	30	50	…
S24565	A	热精整或冷精整的	所有的	115	795	60	415	35	40	…
S28200	A	热精整或冷精整的	所有的	110	760	60	410	35	55	…
302,302B,304,304LN,	A	热精整的	所有的	75[5]	515	30[5]	205	40[7]	50	…
305,308,309,309S,		冷精整的	≤½(12.70)	90	620	45	310	30	40	…
309Cb,310,310S,			>½(12.70)	75[5]	515	30[5]	205	30	40	…
310Cb,314,316										
316LN,316Cb,316Ti										
317,321,347,348										
304L,316L	A	热精整的	所有的	70	485	25	170	40[7]	50	…
		冷精整的	≤½(12.70)	90	620	45	310	30	40	…
			>½(12.70)	70	485	25	170	30	40	…

表2(续) 力学性能要求

型 式	状态	表面质量	直径或厚度,in.(mm)	抗拉强度,≥		屈服强度[1],≥		2in.(50mm)标距或4D伸长率[2],≥	断面收缩率[3],≥	布氏硬度[4],≤
				ksi	MPa	ksi	MPa			
奥氏体级别										
304N,316N	A	热精整的或冷精整的	所有的	80	550	35	240	30	…	…
202,302,304,304N,316,316N	B	冷精整的	≤¾(19.05)	125	860	100	690	12	35	…
			>¾(19.05)~1(25.40)	115	795	80	550	15	35	…
			>1(25.40)~1¼(31.75)	105	725	65	450	20	35	…
			>1¼(31.75)~1½(38.10)	100	690	50	345	24	45	…
			>1½(38.10)~1¾(44.45)	95	655	45	310	28	45	…
304, 304N, 316, 316N	S	冷精整的	≤2(50.8)	95	650	75	515	25	40	…
			>2~2½(50.8~63.5)	90	620	65	450	30	40	…
			>2½~3(63.5~76.2)	80	550	55	380	30	40	…
XM-21, S30454, S31654	A	热精整的或冷精整的	所有的	90	620	50	345	30	50	…
XM-21, S30454, S31654	B	冷精整的	≤1(25.40)	145	1000	125	860	15	45	…
			>1(25.40)~1¼(31.75)	135	930	115	795	16	45	…
			>1¼(31.75)~1½(38.10)	135	895	105	725	17	45	…
			>1½(38.10)~1¾(44.45)	125	860	100	690	18	45	…
S30815	A	热精整的或冷精整的	所有的	87	600	45	310	40	50	…
S31254	A	热精整的或冷精整的	所有的	95	650	44	300	35	50	…
S31725	A	热精整的或冷精整的	所有的	75	515	30	205	40	…	…
S31726	A	热精整的或冷精整的	所有的	80	550	35	240	40	…	…
奥氏体-铁素体级别										
XM-26	A	热精整的或冷精整的	所有的	90	620	65	450	20	55	…
S31803	A	热精整的或冷精整的	所有的	90	620	65	448	25	…	290
S32304	A	热精整的或冷精整的	所有的	87	600	58	400	25	…	290
S32550	A	热精整的或冷精整的	所有的	110	760	80	550	15	…	302
S32760	A	热精整的或冷精整的	所有的	109	750	80	550	25	…	290
S32760	S	冷精整的	所有的	125	860	105	720	16	…	335
铁素体级别										
405[6]	A	热精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	207
		冷精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	217
429	A	热精整的	所有的	70	480	40	275	20	45	…
		冷精整的	所有的	70	480	40	275	16	45	…
430	A	热精整的或冷精整的	所有的	60	415	30	207	20	45	…
S44400	A	热精整的	所有的	60	415	45	310	20	45	217
		冷精整的	所有的	60	415	45	310	16	45	217
446, XM-27	A	热精整的	所有的	65	450	40	275	20	45	219
		冷精整的	所有的	65	450	40	275	16	45	219
S44700A	A	热精整的	所有的	70	480	55	380	20	40	…
		冷精整的	所有的	75	520	60	415	15	30	…
S44800	A	热精整的	所有的	70	480	55	380	20	40	…
		冷精整的	所有的	75	520	60	415	15	30	…

表 2(续) 力学性能要求

型式	状态	表面质量	直径或厚度，in.(mm)	抗拉强度，≥		屈服强度[1]，≥		2in.(50mm)标距或4D伸长率[2]，≥	断面收缩率[3]，≥	布氏硬度[4]，≤
				ksi	MPa	ksi	MPa			
马氏体级别										
403，410	A	热精整的	所有的	70	480	40	275	20	45	…
		冷精整的	所有的	70	480	40	275	16	45	…
403，410	T	热精整的	所有的	100	690	80	550	15	45	…
		冷精整的	所有的	100	690	80	550	12	40	…
XM－30	T	热精整的	所有的	125	860	100	690	13	45	302
		冷精整的	所有的	125	860	100	690	12	35	…
403，410	H	热精整的	所有的	120	830	90	620	12	40	…
		冷精整的	所有的(只有圆形的)	120	830	90	620	12	40	…
XM－30	A	热精整的	所有的	70	480	40	275	13	45	235
		冷精整的	所有的	70	480	40	275	12	35	…
414	A	热精整的或冷精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	298
414	T	热精整的或冷精整的	所有的	115	790	90	620	15	45	…
S41500	T	热精整的或冷精整的	所有的	115	795	90	620	15	45	295
420	A	热精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	241
		冷精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	255
S42010	A	热精整的或冷精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	235
		冷精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	255
431	A	热精整的或冷精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	285
440A，440B 和 440C	A	热精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	269
		冷精整的	所有的	…	…	…	…	…	…	285
9(S50400)	A	热精整的或冷精整的	所有的	60	415	30	207	30	45	179
	T	热精整的或冷精整的	所有的	100	690	80	550	14	35	241

① 屈服强度应按 A370 试验方法和定义标准中的 0.2%残余变形确定。亦可采用根据载荷下总伸长量为 0.5%作为确定屈服强度的替代方法。

② 对某些特殊产品，使用 2in. 或 50mm 标距可能不适用。当需要时，按 A370 试验方法和定义标准使用小尺寸的试样是许可的。

③ 断面收缩率不适用于厚度小于等于 3/16in.(4.76mm)的扁钢，原因是在这种产品规格上通常并不做这种测定。

④ 或相当的洛氏硬度。

⑤ 所有状态 A 的 Cr－Ni 级挤压型钢，其屈服强度应大于等于 25ksi(170MPa)，抗拉强度应大于等于 70ksi(480MPa)。

⑥ 当从 1750°F(953℃)温度下起在油中淬火时，材料应能被热处理到最大布氏硬度为 250。

⑦ 对于截面厚度小于等于 1/2in.(12.5mm)的型材，伸长率最小为 30%是许可的。

表3 热处理特性

型 式[①]	热处理温度[②],℉（℃），≥	淬 火	硬度 HRC，≥
403	1750（955）	空气冷	35
410	1750（955）	空气冷	35
414	1750（955）	油 冷	42
420	1825（995）	空气冷	50
S42010	1850（1010）	油 冷	48
431	1875（1020）	油 冷	40
440A	1875（1020）	空气冷	55
440B	1875（1020）	油 冷	56
440C	1875（1020）	空气冷	58

① 试验用试样应是截面厚度不大于⅜in.（9.50mm）的试样。

② 温度公差为±25℉（14℃）。

温度至650℉(350℃)承压零件用灰口铁铸件

SA-278/SA—278M

[除5.1.1有编辑性修改和更改16.1而使得合格证书为强制性的要求外，与ASTM标准A 278/A 278M—01(R11)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于温度至650℉（350℃）下使用的承压零件的灰口铁铸件。

1.2 铸铁的类别：

1.2.1 所有级别铸件适用于在小于等于450℉（230℃）温度下使用。大于450℉(230℃）及小于等于650℉（350℃）温度下只有40，45，50，55及60类别的铸件可以适用。

1.2.2 所有类别的铸铁都适用于温度小于等于230℃，当温度大于230℃及小于等于350℃时，只有275，300，325，350，380和415类别的铸件可以适用。

1.3 以英寸-磅单位或国际制（SI）单位表示的数值都应视为标准值。两种单位制中的数值并不完全相等，因此每种单位制必须单独使用。如将两种单位制混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM标准：

A 644 铁铸件的有关术语

E 8 金属材料的拉伸试验方法

3 术语

3.1 很多和灰铸铁件相同名词的定义可以在A 644术语标准中找到。

4 分类

4.1 按抗拉强度分类：

4.1.1 按本标准订购的铸件根据铸铁以ksi为单位的最小抗拉强度值区分类别。例如“25”类别铸铁的最小规定抗拉强度为25ksi。

4.1.2 按本标准订购的铸铁件按公制单位MPa铸铁的最小抗拉强度作分类。类别150的铸铁件的最小规定抗拉强度为150MPa。

5 订货须知

5.1 按照本标准订购材料的订货单应包括以下资料：

5.1.1 ASTM标号和年号。

5.1.2 所需铸铁的类别号和使用温度。

5.1.3 数量。

5.1.4 热处理：

5.1.4.1 40，45，50，55及60类别铸铁若在小于等于450℉温度下(见6.2条)使用是否要求进行热处理。

5.1.4.2 275，300，325，350，380和415类别的铸铁，如若在小于等于230℃的温度下使用（见6.2条），是否需要热处理。

5.1.5 需要单独浇铸的试棒的尺寸(见第9节及表1)。

5.1.6 需要从C型或S型试棒机加工制备的试样的尺寸。

5.1.7 特殊要求。

表1 铸造试棒的直径和长度

试棒	铸后直径,in.(mm)			长度,in.(mm)	
	公称直径	最小(底部)	最大(顶部)	最小(规定值)	最大(推荐值)
A	0.88(23)	0.85(22)	0.96(25)	5.0(125)	6.0(150)
B	1.20(33)	1.14(32)	1.32(36)	7.0(175)	9.0(230)
C	2.00(54)	1.90(53)	2.10(58)	6.0(15)	10.0(255)
S①					

① 试棒S的所有尺寸应由制造厂和买方商定。

6 材料及制造

6.1 应该对预定在450℉(230℃)以上温度使用的铸件进行消除应力处理，将它们放入温度不超过400℉(200℃)的合适的炉内均匀加热到表2中规定的温度及保温时间。加热及冷却速度应均匀、且对于最大截面厚度为1in.(25mm)的铸

件不超过400℉/h(250℃/h)。对于比此更厚的铸件其最大加热冷却速度应不超过(400/最大截面厚度的英寸数)℉/h。

表2 应力消除要求

类 别	金属温度 ℉(℃)	保温时间,h①	
		②	②
40,45,50,55,60 (275,300,325, 350,280,415)	1050~1200 (565~650)	2 (≥2)②	12 (≤12)②

① 在任何情况下,保温时应不少于1h/最大金属截面 in.² 数,或最长不超过12h,视其控制而定。

② 在任何情况下,保温时间不得少于对每25mm金属截面厚度而言为1h/in.,且最长不超过12h

6.2 热处理和冷却速度:

6.2.1 工作温度低于450℉的40,45,50,55及60类别的铸件可以按照上述6.1条进行热处理,或对于截面厚度至1in.的铸件以平均冷却速度低于100℉/h的速度在铸模中冷却到500℉。对于更厚的铸件其最大冷却速度应不超过(100/最大截面厚度的英寸数),℉/h。

6.2.2 工作温度低于230℃的275,300,325,350,380和415类的铸钢件可以按照上述6.1条进行热处理,或对于截面厚度≤25mm的铸件以平均冷却速度不超过50℃/h,在铸模中冷却至250℃。对于截面更厚的铸件,其最大冷却速度应不超过(1250/最大厚度的毫米数),℃/h。

7 化学成分

7.1 碳当量:

7.1.1 预定在450℉(230℃)以上温度使用的40,45,50,55及60类别铸件的最大碳当量为3.8%,该当量按下式计算:

CE=%C+0.3(%Si+%P)。最大磷和硫含量应分别为0.25%和0.12%。

7.1.2 预定在230℃以上温度使用的275,300,325,350,380和415类别铸钢的最大碳当量为3.8%,该当量按公式CE=%C+0.3(%Si+%P)计算。最大磷和硫含量分别为0.25%和0.12%。

7.2 总碳含量的化学分析在冷铸的铅笔型试样上,或从试块上切下的度度约$^{1}/_{32}$in.薄圆片上做出。钻孔化验方法由于将伴随有石墨成分的损失所以不得采用。

8 抗拉强度要求

8.1 按照本标准提供的铸件所用的铸铁应符合于表3和表4中规定的抗拉强度要求。

表3 强度要求

类 别	抗拉强度 ≥, ksi	类 别	抗拉强度 ≥, ksi
No. 20	20	No. 45	45
No. 25	25	No. 50	50
No. 30	30	No. 55	55
No. 35	35	No. 60	60
No. 40	40		

表4 强度要求(SI单位)

类别	抗拉强度, MPa	类别	抗拉强度, MPa
150	150	300	300
175	175	325	325
200	200	350	350
225	225	380	380
250	250	415	415
275	275		

9 试棒

9.1 单独浇铸的具有表1所示尺寸的试棒应用和其所代表铸件同一炉铁水浇铸而成。试棒的尺寸应由买方按表5选择决定,如果买方未作选择则可由制造厂作出选择。

表5 当试棒和铸件间没有建立具体关系时所用的单独铸造的试样

铸件主导截面的壁厚,in.(mm)	试 棒
<0.25(6)	S
0.25~0.50(6~12)	A
0.51~1.00(13~25)	B
1.01~2(25~50)	C
>2(50)	S

9.2 单独浇铸的试棒应随所代表的铸件在同

一炉内进行热处理。

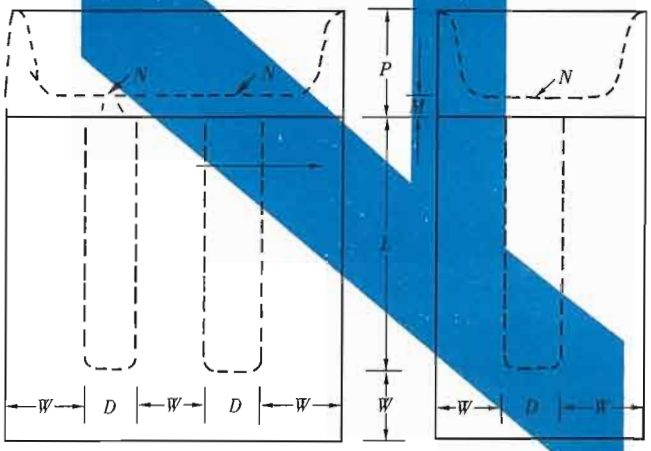
9.3　根据制造厂的选择，试块可以从制造厂和买方商定的部位，从铸件上切取。

9.4　对于重量超过 2000lb 的铸件可以用单独浇铸的试棒(见 9.1 条)，或用和铸件控制截面具有十分相近冷却速度的整体浇铸试棒来代表。

9.5　对于重量超过 10000lb 或控制截面尺寸大于 2in. 的铸件，试棒可以从铸件上切取，或从横截面不小于控制截面的整体延伸部位处切取。在这两种切取所得试棒上进行的拉伸试验，其最小抗拉强度应为规定级别铸铁强度的 80%。

10　试棒的造型和浇铸

10.1　试棒应在近似室温下保持的干燥的含硅砂型铸模中浇注。图 1 所示为一合理设计的铸模。



注：单一铸模中试棒数量建议 2 个。

P—建议 2in.（50mm）；*L*—见表 1；*N*—建议直径为⅝in.（8mm）；

D—见表 1；*M*—建议为 1.5*N*；*W*—不小于直径 *D*

图 1　灰口铁用分别铸造圆筒形试棒用的铸模的合理形状和尺寸

11　工艺质量、表面质量和外观质量

11.1　所有铸件应以精巧的方法制造，并符合买方提供的图纸上的尺寸，如果由买方提供模型不带图纸，则铸件尺寸应由模型预测。

11.2　铸件表面经外观检查应无粘砂、氧化皮、裂纹或热裂。其他的表面缺陷应符合订货单中规定的外观检查合格标准。

12　取样

12.1　一批由下列之一组成：

12.1.1　由分批式熔化炉内熔炼的单炉炉水浇铸的所有金属；

12.1.2　由两个或两个以上分批式熔化炉内熔炼浇铸入同一铁水包或单个铸件的所有金属；

12.1.3　由连续熔化炉熔炼，在改变装料、工艺过程条件或修正化学成分之间给定的时间间隔成 4 小时内，(两者取较短时间为准)浇铸的所有金属。

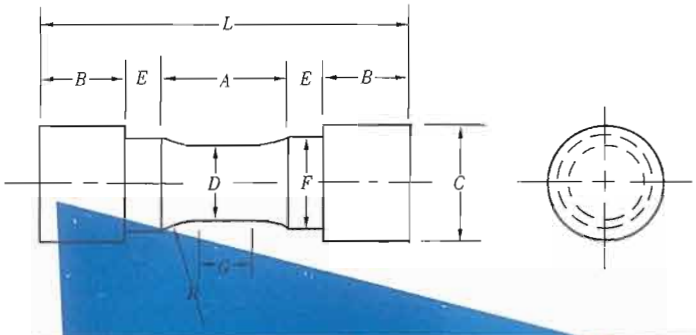
12.1.3.1　买方可以同意将上述 4 小时时间间隔延长到 8 小时，条件是制造厂能令人满意地演示工艺过程控制保证这样的时间延长无妨。

13　拉伸试样

13.1　图 2 中的拉伸试样 A 和 B 应分别用表 1 中的试棒 A 和 B 机加工制成。

13.2　如果试样 B 或 C 要从试棒 C 机加工制取，则买方应予指定。未作出规定时制造厂应作出选择。

13.3　要从试棒 S 机加工制备的试样尺寸应由制造厂和买方双方商定。



尺寸,in.(mm)	拉伸试样 A	拉伸试样 B	拉伸试样 C
G—平等段长度,≥	0.50(13)	0.75(20)	1.25(32)
D—直径	0.500±0.010(13±0.25)	0.750±0.015(20±0.4)	1.25±0.025(32±0.5)
R—圆角半径≥	1(25)	1(25)	2(50)
A—减缩段长度,≥	1¼(32)	1½(38)	2¼(57)
L—总长,≥	3¾(95)	4(100)	6⅜(160)
C—端头段直径,	⅞(22)	1¼(32)	1⅞(47)
E—肩部长度,≥	¼(6)	¼(6)	5/16(8)
F—肩部直径	5/8±1/64(16±0.5)	15/16±1/64(25±0.5)	1 7/16±1/64(36±0.5)
B—端头段长度	①	①	①

① 端部长度要适合于试验机的卡头,如果加工螺纹,螺纹根部直径不得小于直径 F。

图 2 拉伸试验试样

14 试验次数和复试

14.1 每一炉批应进行一次拉伸试验，试验按 E 8 试验方法标准，并需符合规定的抗拉强度要求。

14.2 如果一次有效试验的结果并不能符合本标准的要求，应进行两次复试。如果两次复试均不能满足本标准的要求，则这些试样所表征的铸件应予拒收。

14.3 如果在试验之后，试样上呈现存有缺陷的迹象，则试验结果可以认为无效，并从同一炉批取的一个试样做另一次试验。

15 修补

15.1 在按本标准生产的铸件上进行任何修补均应经制造厂和买方商定。

16 合格证书

16.1 当买方有要求时，制造厂应提供制造厂的合格证书，证明该材料已按照本标准(包括其年份号)制造，取样，试验和检查。合格证书中还应包括所有做过试验的试验结果。

16.2 合格证书上并不要签名，然而文件上应能清楚地识别提供合格证书的机构及制造厂里认可试验结果的授权单位。尽管不签字，提交合格证书的机构应对合格证书里的内容负责。

17 检查

17.1 本标准所要求的全部试验及检查应由制造厂或其他和制造厂签订合同为其服务的可靠原产地进行。所有试验及检查的完整记录应由制造厂保管，并在买方复查时能拿到。

18 拒收及复审

18.1 当由买方或其代理人进行的检查或试验发现铸件不符合规定的要求时，可以拒收。拒收应以书面迅速通报给制造厂或供货商。对试验结果不满时，制造厂或供货商可以要求复审。

19 产品标志

19.1 铸件应在由买方指定的表面上，或在不会损伤铸件使用的部位上，铸出或永久性地打印出制造厂的名称或其认可商标，以及其所符合的铸铁级别号。

20 关键词

20.1 高温用 灰铸铁件 承压零件

中、低拉伸强度碳素钢板

SA-283/SA-283M

[与 ASTM 标准 A 283/A 283M—03(R07)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于一般用途结构品质的四个级别(A、B、C 和 D 级)的碳素钢钢板。

1.2 对于需焊接的钢板，其先决条件是应用的焊接工艺适合于钢种级别和预期的用途。对可焊性见 A6/A6M 标准的附录 X3。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.4 对于用卷板生产的、以及未经热处理的，或只作了消除应力处理供货的钢板，包括附加试验要求和提交附加试验结果报告在内的附加性要求，应采用 A6/A 6M 标准的要求。

1.5 本标准包括注释或脚注，或两者，它们提供说明性资料，这些注释和脚注，除了被列在表格和图中的外，不包含任何强制性要求。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 6/A 6M 结构用轧制钢板、型钢、板桩和棒材通用要求标准

3 交货的通用要求

3.1 对于所订购的材料，凡按本标准供应的材料应符合现行版本的 A 6/A 6M 标准中的要求；除非在存在争执时，则应优先满足本标准。

3.2 卷板产品在它们被加工成为成品钢板之前，不受本标准质量评定要求的制约。从卷板生产的钢板意味着：钢板是已从卷板切割成各自长度的钢板。加工厂应对涉及将卷板加工成为成品钢板的操作进行直接地控制，或负责任。这样的操作，包括开卷，展开，切割到长度，试验，检查，调质，热处理（如果适用），包装，标志，发货装运，以及合格证书。

注 1：对于用卷板生产的，以及未经热处理或只作了消除应力处理供货的钢板，对每一卷作质量评定的卷板需报告两个试验结果。关于从卷板生产钢板的附加要求，见 A 6/A 6M 标准的描述。

4 炼钢工艺

4.1 钢应使用下列工艺中的一种或几种来制造：平炉，碱性氧气转炉，或者电炉。

5 化学成分要求

5.1 熔炼分析应符合表 1 中所规定的要求。

5.2 按照 A6/A6M 标准中的成品分析偏差，钢的成品分析应符合表 1 中所规定的要求。

6 拉伸性能要求

6.1 由拉伸试样代表的材料的拉伸性能应符合表 2 中所规定的要求。

表 1 化学成分要求

元素		熔炼分析,%			
		A 级	B 级	C 级	D 级
C，≤		0.14	0.17	0.24	0.27
Mn，≤		0.90	0.90	0.90	0.90
P，≤		0.035	0.035	0.035	0.035
S，≤		0.04	0.04	0.04	0.04
Si	钢板，≤1.5in.(40mm)	0.40	0.40	0.40	0.40
	钢板，>1.5in.(40mm)	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40
Cu，≥(当规定含 Cu 时)		0.20	0.20	0.20	0.20

表 2 拉伸性能要求①

项目	A 级	B 级	C 级	D 级
抗拉强度,ksi(MPa)	45~60(310~415)	50~65(345~450)	55~75(380~515)	60~80(415~550)
屈服点,≥,ksi(MPa)	24(165)	27(185)	30(205)	33(230)
伸长率，标距 8in.(200mm),≥,%②	27	25	22	20
伸长率，标距 2in.(50mm),≥,%②	30	28	25	23

① 见 A6/A6M 标准中拉伸试验的试样取向一节。

② 对宽度大于 24in.(600mm)的钢板，伸长率要求降低百分之二。见 A6/A6M 标准中拉伸试验伸长率的修正一节。

补 充 要 求

只有当采购订货单中规定了下列补充要求才适用。供采购方选择使用的标准化了的补充要求列于A 6/A 6M标准中。若干条被认为适合于本标准使用的补充要求的标题如下所列：

S2 成品分析

S3 力学性能试块的模拟焊后热处理

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S8 超声波检验

S15 断面收缩率

S97 沸腾或封顶(沸腾)钢的限制

S97.1 钢材不得为沸腾或封顶(沸腾)钢

压力容器用中、低拉伸强度碳素钢板

SA-285/SA-285M

（与 ASTM 标准 A 285/A 285M—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于熔化焊压力容器用的中、低抗拉强度碳素钢钢板。根据生产厂的选择，这些钢板可以按镇静钢，半镇静钢，封顶（沸腾）钢或沸腾钢熔炼生产。

1.2 本标准中的钢板现有如下三个不同强度等级：

级 别	抗拉强度,ksi(MPa)
A	45~65(310~450)
B	50~70(345~485)
C	55~75(380~515)

1.3 因为钢板的内部致密性的原因，本标准中所有级别钢板的最大厚度均限制为 2in.(50mm)。

注 1：仅对于碳素镇静钢可查阅下列 ASTM 标准：

A 299/A 299M 压力容器用碳锰硅钢板

A 515/A 515M 中、高温压力容器用碳钢板

A 516/A 516M 中、低温压力容器用碳钢板

1.4 对于由卷板所生产的、且未经热处理或只作了消除应力处理的钢板，包括附加试验要求以及提交附加试验结果报告在内，应适用 A 20/A 20M 标准的附加要求规定。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应分别视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

3 一般要求和订货须知

3.1 按本材料标准供应的钢板材料应符合 A20/A20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试的方法和程序，尺寸和重量的允许偏差，质量和缺陷的修补，标志和装载以及订货信息。

3.2 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求而需附加控制试验或检验时，可采用若干补充要求。采购方应去查阅本标准后面列出的补充要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.3 卷板在加工成为成品钢板之前不按照本标准进行质量评定。由卷板生产的钢板意指：它业已从卷板切割成为单张钢板。钢材加工厂应对把卷板加工成为成品钢板所有涉及的作业进行直接的控制、或负全责。这样的作业，包括：开卷、展平、切割成钢板、试验、检查、调质、热处理（如适用时）、包装、标志和合格证书。

注 2：对于用卷板生产的，以及未经热处理或只作了消除应力处理供货的钢板，对每一卷作质量评定的卷板需报告三个试验结果。关于从卷板生产钢板的附加要求，见 A 20/A 20M 标准的描述。

3.4 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求冲突时，则应优先满足本标准中的要求。

4 热处理

4.1 钢板通常以轧制状态供应，也可以按正火或消除应力处理或正火加消除应力处理状态订货。

5 化学成分

5.1 钢板的化学成分应符合表 1 的规定。

6 力学性能要求

6.1 拉伸试验——由拉伸试样代表的材料的拉伸性能应符合表2中所规定的要求。

7 关键词

7.1 碳素钢板 压力容器用中低强度钢板 压力容器用钢板。

表1 化学成分要求

元素		成分,%		
		A级	B级	C级
C,≤①		0.17	0.22	0.28
Mn,≤	熔炼分析	0.90	0.90	0.90
	成品分析	0.98	0.98	0.98
P,≤①		0.025	0.025	0.025
S,≤①		0.025	0.025	0.025

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

表2 拉伸性能

项目	A级	B级	C级
	ksi(MPa)	ksi(MPa)	ksi(MPa)
抗拉强度	45~65(310~450)	50~70(345~485)	55~75(380~515)
屈服强度,≥①	24(165)	27(185)	30(205)
伸长率,标距8in.(200mm),≥,%②	27	25	23
伸长率,标距2in.(50mm),≥,%②	30	28	27

① 可用0.2%残余变形法或载荷下的0.5%伸长法测定。

② 关于伸长率的修正见A 20/A 20M标准。

补 充 要 求

除采购订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择使用的标准化了的补充要求明细表。若干条被认为是适合本标准使用的补充要求的标题如下所列：

S3 力学性能试样样坯的模拟焊后热处理

S4 附加的拉伸试验

附加补充要求

适用于本标准、供选用的附加补充要求也列出如下：

S57 含铜量

S57.1 钢中的含铜量：熔炼分析为 0.20%～0.35%，成品分析为 0.18%～0.37%。

S58 限制含铜量

S58.1 钢中伴随的最大含铜量：熔炼分析应不超过 0.25%。

压力容器用碳锰硅钢板

SA-299/SA-299M

（与 ASTM 标准 A 299/A 299M—04 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于焊接的锅炉和其他压力容器用碳-锰-硅钢板。

1.2 按照本标准生产两个级别的钢板。但是，钢板厚度大于 1in.（25mm）时其屈服强度会有所降低。

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分要满足规定力学性能要求的能力限制。但目前通常是将本标准的最大板厚限制在 8in.（200mm）以下。

1.4 对于由卷板所生产的、未经热处理或只作了消除应力处理的钢板，包括附加试验要求以及提交附加试验结果报告在内，应适用 A 20/A 20M 标准的附加要求规定。

1.5 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的材料应符合 A 20/A 20M 标准。这些要求包括试验和复试的方法和程序，尺寸和重量的允许偏差，质量，缺陷的修补，标志和包装等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了订购本标准的材料时应遵守的订货规则。

3.3 除本标准的基本要求外，为满足最终使用要求而需要更多的控制，试验或检验时，可采用若干补充要求。

3.4 买方应参照本标准中列出的补充要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.5 卷板产品在它们被加工成为成品钢板之前，不受本标准质量评定要求的制约。从卷板生产的钢板意味着：钢板是已从卷板切割成各自长度的钢板。加工厂应对涉及将卷板加工成为成品钢板的操作进行直接地控制，或负责任。这样的操作，包括开卷，展平，切割到长度，试验，检查，调质，热处理（如果适用），包装，标志，发货装运，以及合格证书。

注 1：对于用卷板生产的，且未经热处理或只作了消除应力处理的钢板，对每一卷作质量评定卷板需报告三个试验结果。关于从卷板生产的钢板的附加要求见 A20/A20M 标准的描述。

3.6 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，则应以本标准中的要求为准。

4 材料及制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准中细晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 厚度小于等于 2in.（50mm）的钢板通常以轧制状态供应，也可按正火，消除应力处理，或正火加消除应力处理状态供应。

5.2 厚度大于 2in.（50mm）的钢板应进行正火。

6 化学成分

6.1 除非按 A 20/A 20M 标准中的补充要求 S17 为真空碳脱氧钢而对成分作了修订规定以外，钢的化学成分应符合表 1 中列出的规定。

7　力学性能

7.1　拉伸试验要求——由拉伸试样的代表的钢材的拉伸性能应符合表 2 中列出的规定。

8　关键词

8.1　碳素钢板　承压件　压力容器钢　钢板　压力容器用钢板

表 1　化学成分要求

元　素			成　分,%
C[①]:	≤1in.(25mm)	A 级	≤0.26
		B 级	≤0.28
	>1in.(25mm)	A 级	≤0.28
		B 级	≤0.30
Mn:	≤1in.(25mm)	熔炼分析	0.90~1.40
		成品分析	0.84~1.52
	>1in.(25mm)	熔炼分析	0.90~1.50
		成品分析	0.84~1.62
P[①]			≤0.035
S[①]			≤0.035
Si:	熔炼分析		0.15~0.40
	成品分析		0.13~0.45

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

表 2　拉伸性能要求

项　目		A 级	B 级
抗拉强度,ksi(MPa)		75~95(515~655)	80~100(550~690)
屈服强度[①],ksi(MPa)	≤1in.(25mm)	≥42(290)	≥47(325)
	>1in.(25mm)	≥40(275)	≥45(310)
伸长率,标距 8in. 或 200mm,%[②]		≥16	≥16
伸长率,标距 2in. 或 50mm,%[②]		≥19	≥19

① 可用 0.2%残余变形法或载荷下的 0.5%伸长法测定。

② 见 A 20/A 20M 标准关于伸长率的修正。

补　充　要　求

只有在采购订货单中规定时下列补充要求才适用。

供采购方选择使用的标准化补充要求的目录列于 A 20/A 20M 标准中。以下列出的标题是通常认为适用于本标准的一些补充要求。

S1　真空处理

S2　成品分析

S3　力学性能试样的模拟焊后热处理

S4　附加的拉伸试验

S5　夏比 V 形缺口冲击试验

S6　落锤试验

S7　高温拉伸试验

S8　按照 A 435/A 435M 标准的超声波检验

S9　磁粉检验。

S11　按照 A 577/A 577M 标准的超声波检验

S12　按照 A 578/A 578M 标准的超声波检验

S17　真空碳脱氧钢

压力容器用锰钼和锰钼镍合金钢板

SA-302/SA-302M

(除表1增加注解1外,与ASTM标准A 302/A 302M—12完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于焊接的预期用在特殊的锅炉及其他压力容器用的锰-钼和锰-钼-镍合金钢板。

1.2 本标准中的材料有下列四种不同的强度级别:

级 别	抗拉强度, ksi(MPa)	类 别
A	75~95(515~655)	Mn-Mo
B	80~100(550~690)	Mn-Mo
C	80~100(550~690)	Mn-Mo-Ni
D	80~100(550~690)	Mn-Mo-Ni

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分要满足规定力学性能要求的能力限制。钢板的最小厚度限制到0.25in.(6.5mm)。

1.4 以英寸-磅单位或SI单位表示的数值均可作为标准值。本文中SI单位表示于括号内。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算,因此,每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致和标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 ASTM标准:

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板和复合钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的材料应符合A 20/A 20M标准。这些要求包括试验和复试的方法和程序,尺寸和重量的允许偏差,质量,缺陷的修补,标志和装运以及订货信息。

3.2 除本标准的基本要求外,为满足最终使用要求而要求更多的控制,试验或检验时,可采用若干补充要求。采购方应参照本标准中列出的补充要求和A 20/A 20M标准中的详细要求。

3.3 卷板在加工成为成品钢板之前不按照本标准进行质量评定。由卷板生产的钢板意指:它业已从卷板切割成为单张钢板。钢材加工厂应对把卷板加工成为成品钢板所有涉及的作业进行直接的控制、或负全责。这样的作业,包括:开卷、展平、切割成钢板、试验、检查、调质、热处理(如适用时)、包装、标志和合格证书。

注1:对于从卷板生产的、且未经热处理或只作了消除应力处理的钢板,对每一作质量评定卷板需报告三个试验结果。A 20/A 20M标准中规定了有关从卷板生产钢板的附加要求。

3.4 如本标准中的要求与A 20/A 20M标准中的要求不一致时,则应以本标准中的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢,并应符合A20/A20M标准的细晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 厚度小于等于2in.(50mm)的钢板通常以轧制状态供应,也可以按正火,消除应力处理,或正火加消除应力处理状态供应。

5.2 厚度大于2in.(50mm)的钢板应进行正火。

5.3 当对厚度大于等于4in.(100mm)的钢板进行正火时,可采用鼓风或液体淬冷随后在1100~1300℉(595~705℃)温度范围内回火的方法加速冷却,以达到与对较小厚度钢板正火相近的力学性能。

5.4 如果买方同意,只要钢板随后在1100~1300℉(595~705℃)温度范围内回火,允许对厚度小于4in.(100mm)的钢板采用比空气中更快

的冷却速率以改善韧性。

6 化学成分

6.1 除非按A 20/A 20M标准中的补充要求S17为真空碳脱氧钢而对成分作了修订规定以外，钢的化学成分应符合表1中列出的规定。

7 力学性能

7.1 拉伸试验要求——由拉伸试样所代表的钢材的拉伸性能应符合表2列出的规定。

7.1.1 对于公称厚度小于等于¾ in.(20mm)的加速冷却钢板，可采用1½ in.(40mm)宽矩形试样作拉伸试验，其伸长度可用包括拉断部分在内的2in.(50mm)标距长度来测定，此时为最大伸长率。

8 关键词

8.1 合金钢板 承压零件 压力容器钢 钢板 压力容器用钢板

表1 化学成分要求

元素		成分,%			
		A级	B级	C级	D级
C①	厚度≤1in.(25mm)	≤0.20	≤0.20	≤0.20	≤0.20
	>1~2in.(50mm)	≤0.23	≤0.23	≤0.23	≤0.23
	>2in.(50mm)	≤0.25	≤0.25	≤0.25	≤0.25
Mn	熔炼分析	0.95~1.30	1.15~1.50	1.15~1.50	1.15~1.50
	成品分析	0.87~1.41	1.07~1.62	1.07~1.62	1.07~1.62
P①≤		0.025	0.025	0.025	0.025
S①≤		0.025	0.025	0.025	0.025
Si	熔炼分析	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45
Mo	熔炼分析	0.45~0.60	0.45~0.60	0.45~0.60	0.45~0.60
	成品分析	0.41~0.64	0.41~0.64	0.41~0.64	0.41~0.64
Ni	熔炼分析	…	…	0.40~0.70	0.70~1.00
	成品分析	…	…	0.37~0.73	0.67~1.03

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

注:示出为"…"处,意指不要求。

表2 拉伸性能要求

项目	A级	B级	C级	D级
拉伸强度,ksi(MPa)	75~95 (515~655)	80~100 (550~690)	80~100 (550~690)	80~100 (550~690)
屈服强度,ksi(MPa)	≥45(310)	≥50(345)	≥50(345)	≥50(345)
伸长率,标距8in.(200mm),%	≥15①	≥15①	≥17①	≥17①
伸长率,标距2in.(50mm),%	≥19①	≥18①	≥20①	≥20①

① 见A 20/A 20M标准关于伸长率的修正。

补 充 要 求

只有在采购订货单中规定时下列补充要求才适用。

供采购方选择使用的标准化补充要求的目录列于 A 20/A 20M 标准中。以下列出的标题是通常认为适用于本标准的一些补充要求。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按照 A 435/A 435M 的超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按照 A 577/A 577M 标准的超声波检验

S12 按照 A 578/A 578M 标准的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

(15)

无缝和焊接以及深冷加工的奥氏体不锈钢公称管

SA-312/SA-312M

（除删除 5.2 条，修改 6.2 条和增加对 H 级别的热处理要求，以及对表 1 中的 UNS S30451 级钢的 Ni 含量和 UNS S31035 级钢的化学成分作编辑性修订外，与 ASTM 标准 A 312/A 312M—13b 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于高温及一般腐蚀用的无缝与直缝焊接及深度冷加工焊接奥氏体不锈钢公称管。

注 1：当低温冲击试验准则吸收能量为 15ft·lbf(20J)或侧向膨胀为 15μin.(0.38mm)时，本标准为一些压力容器或公称管规范所认可的某些奥氏体不锈钢级别，可不必进行实际试验。例如，用于温度低达-425℉(-250℃)的级别为 TP304、TP304L 和 TP347 的不锈钢已为 ASME 压力容器用规范第Ⅷ卷第 1 册以及化工和炼油厂公称管规范 ANSI B31.3 所接受，可不必进行冲击试验鉴定。其他 AISI 不锈钢级别通常在使用温度低至-325℉(-200℃)时，不进行冲击试验便可接受。在某些情况下，可能需要进行冲击试验。例如，铬或镍含量在 AISI 范围之外的材料，以及含碳量超过 0.10%的材料，当使用温度低于-50℉(-45℃)时，需要根据 ASME 第Ⅷ卷第 1 册的规定进行冲击试验。

1.2 级别 TP304H、TP309H、TP309HCb、TP310H、TP310HCb、TP316H、TP321H、TP347H 以及 TP348H 钢是级别 TP304、TP309Cb、TP309S、TP310Cb、TP310S、TP316、TP321、TP347 以及 TP348 钢的改进型，适用于高温下蠕变和应力断裂性能具有重要性的使用条件。

1.3 对希望做更多的试验，提供了可选用的补充要求。这些补充要求需要附加试验，需要时允许在订货单中规定一项或多项补充要求。

1.4 本标准附录表 X1.1 列出了焊接与无缝奥氏体不锈钢公称管标准化的尺寸，同 ANSI B 36.19。这些尺寸也适用于深度冷加工的公称管。其他尺寸的公称管，如符合本标准的所有其他要求，也可订购和供货。

1.5 公称壁厚大于⅜in.(9.5mm)用无缝工艺制造的 TP321 和 TP321H 级钢公称管有较低的强度要求。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 为单位表示的数值都应视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中要求使用本标准中的“M”标准号，否则一律用英寸-磅单位制。

注 2：在本标准中，无因次公称管标号 NPS（公称管尺寸）已代替传统术语“公称直径”、“尺寸”和“公称尺寸”。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 262 测定奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性实用规程

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 999/A 999M 合金钢及不锈钢公称管的通用要求

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢和奥氏体合金钢以及不锈钢管子的通用要求

E 112 平均晶粒度测定方法

E 381 钢制品包括棒钢、钢坯、钢锭和锻件的宏观浸蚀试验、检查及测定方法

E 527 金属和合金编号的实用规程（UNS）

2.2 ANSI 标准

B 1.20.1 一般用途公称管螺纹

B 36.10 焊接和无缝热加工钢公称管

B 36.19 不锈钢公称管

2.3 ASME 标准

ASME 锅炉及压力容器规范，第Ⅷ卷

2.4 AWS 标准

A5.9 铬和铬-镍耐腐蚀焊丝和焊条

2.5 其他标准

SAE J1086 金属和合金编号的实用规程（UNS）

表1 化学成分要求

级别	UNS 标号[A]	成分，%[B]																	
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	Ta,≤	N[C]	V	Cu	Ce	B	Al	其他元素
...	S20400	0.030	7.0~9.0	0.045	0.030	1.00	15.0~17.0	1.50~3.00	...	...	...	...	0.15~0.30	...	...	...	...	...	
TPXM-19	S20910	0.06	4.0~6.0	0.045	0.030	1.00	20.5~23.5	11.5~13.5	1.50~3.00	...	0.10~0.30	...	0.20~0.40	0.10~0.30	...	...			
TPXM-10	S21900	0.08	8.0~10.0	0.045	0.030	1.00	19.0~21.5	5.5~7.5	...	...	...	...	0.15~0.40	...	...	...			
TPXM-11	S21904	0.04	8.0~10.0	0.045	0.030	1.00	19.0~21.5	5.5~7.5	...	...	...	...	0.15~0.40	...	...	...			
TPXM-29	S24000	0.08	11.5~14.5	0.060	0.030	1.00	17.0~19.0	2.3~3.7	...	...	...	...	0.20~0.40	...	...	...			
TP201	S20100	0.15	5.5~7.5	0.060	0.030	1.00	16.0~18.0	3.5~5.5	...	...	...	...	0.25	...	...	...	...	...	
TP201LN	S20153	0.03	6.4~7.5	0.045	0.015	0.75	16.0~17.5	4.0~5.0	...	...	...	...	0.10~0.25	...	1.00	...	...	...	
TP304	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	...	...	...	...	...	...	...	...			
TP304L	S30403	0.035[D]	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~13.0	...	...	...	...	...	...	...	...			
TP304H	S30409	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	...	...	...	...	...	...	...	...			
...	S30415	0.04~0.06	0.80	0.045	0.030	1.00~2.00	18.0~19.0	9.0~10.0	...	...	...	...	0.12~0.18	...	...	0.03~0.08			
TP304N	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~11.0	...	...	...	...	0.10~0.16	...	...	...			
TP304LN	S30453	0.035	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	8.0~12.0	...	...	...	...	0.10~0.16	...	...	...			
...	S30600	0.018	2.00	0.02	0.02	3.7~4.3	17.0~18.5	14.0~15.5	0.20	...	...	...	...	...	0.50，max	...			
...	S30615	0.16~0.24	2.00	0.030	0.03	3.2~4.0	17.0~19.5	13.5~16.0	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.80~1.50	
...	S30815	0.05~0.10	0.80	0.040	0.030	1.40~2.00	20.0~22.0	10.0~12.0	...	...	...	...	0.14~0.20	...	...	0.03~0.08			
TP309S	S30908	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~15.0	0.75	...	...	...	...	...		...			
TP309H	S30909	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~15.0	...	...	...	...	...	...	...				
TP309Cb	S30940	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~16.0	0.75	...	10 × C min，1.10 max	...	...	...		...			
TP309HCb	S30941	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0~24.0	12.0~16.0	0.75	...	10 × C min，1.10 max	...	...	...					
	S31002	0.015	2.00	0.020	0.015	0.15	24.0~26.0	19.0~22.0	0.10	...	...	...	0.10	...					
TP310S	S31008	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	19.0~22.0	0.75	...	...	...	...	...		...			
TP310H	S31009	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	19.0~22.0	...	...	...	...	...	...	...				
...	S31035	0.04~0.10	0.60	0.025	0.015	0.40	21.5~23.5	23.5~26.5			0.40~0.60		0.20~0.30		2.5~3.5		0.002~0.008		W 3.0~4.0 Co 1.0~2.0

表1（续） 化学成分要求

级别	UNS 标号[A]	成分, %[B]																	
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	Ta,≤	N[C]	V	Cu	Ce	B	Al	其他元素
TP310Cb	S31040	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	19.0~22.0	0.75	...	10 × C min, 1.10 max	...	...	...		...			
TP310HCb	S31041	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0~26.0	19.0~22.0	0.75	...	10 × C min, 1.10 max	...	...	...					
...	S31050	0.025	2.00	0.020	0.015	0.4	24.0~26.0	20.5~23.5	1.6~2.6	...	...	...	0.09~0.15	...	...	...			
...	S31254	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	19.5~20.5	17.5~18.5	6.0~6.5	...	...	...	0.18~0.25	...	0.50~1.00	...			
...	S31272	0.08~012	1.5~2.00	0.030	0.015	0.25~0.75	14.0~16.0	14.0~16.0	1.00~1.40	0.30~0.60							0.004~0.008		
...	S31277	0.020	3.00	0.030	0.010	0.50	20.5~23.0	26.0~28.0	6.5~8.0				0.30~0.40		0.50~1.50				
TP316	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	11.0~14.0[E]	2.00~3.00	...	...	...	...	...	...	...			
TP316L	S31603	0.035[D]	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	...	...	...	...	...	...	...			
TP316H	S31609	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	11.0~14.0[E]	2.00~3.00	...	...	...	...	...	...	...			
TP316Ti	S31635	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	2.00~3.00	5x (C+N) –0.70	...	...	0.10	...	...	...	...	...	
TP316N	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	11.0~14.0[E]	2.00~3.00				0.10~0.16	...	...	...			
TP316LN	S31653	0.035	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	11.0~14.0[E]	2.00~3.00	...	...	...	0.10~0.16	...	...	...			
TP317	S31700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	...	...	...	...	...	...	...			
TP317L	S31703	0.035	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	...	...	...	...	...	...	...			
...	S31725	0.03	2.00	0.040[F]	0.030	1.00	18.0~20.0	13.5~17.5	4.0~5.0	...	...	...	0.10	...	0.75	...			
...	S31726	0.03	2.00	0.040[F]	0.030	1.00	17.0~20.0	13.5~17.5	4.0~5.0	...	...	...	0.10~0.20	...	0.75	...			
...	S31727	0.03	1.00	0.030	0.030	1.00	17.5~19.0	14.5~16.5	3.8~4.5	...	...	...	0.15~0.21	...	2.8~4.0	...	...	...	
...	S32053	0.03	1.00	0.030	0.010	1.00	22.0~24.0	24.0~26.0	5.0~6.0	...	...	...	0.17~0.22	...	...	...	...	...	
TP321	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	...	[G]	...	...	0.10	...	...	...			
TP321H	S32109	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~12.0	...	4(C+N) min; 0.70 max	...	...	0.10	...	...	...			
...	S32615	0.07	2.00	0.045	0.030	4.8~6.0	16.5~19.5	19.0~22.0	0.30~1.50	...	...	...	...	...	1.50~2.50	...			
...	S32654	0.020	2.0~4.0	0.030	0.005	0.50	24.0~25.0	21.0~23.0	7.0~8.0	...	...	...	0.45~0.55	...	0.30~0.60	...			
...	S33228	0.04~0.08	1.00	0.020	0.015	0.30	26.0~28.0	31.0~33.0	...	...	0.60~1.00	...	...	...	...	0.05~0.10	...	0.025	
...	S34565	0.03	5.0~7.0	0.030	0.010	1.00	23.0~25.0	16.0~18.0	4.0~5.0	...	0.10		0.40~0.60	...	...	...	...		
TP347	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	[I]	...	...	...	...	...			

表1(续) 化学成分要求

级别	UNS 标号[A]	成分,%[B]																	
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	Ta,≤	N[C]	V	Cu	Ce	B	Al	其他元素
TP347H	S34709	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	[J]	...	...	...	...	...			
TP347LN	S34751	0.005~0.020	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	0.20~0.50[K]	...	0.06~0.10	...	...	...	...	...	
TP348	S34800	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	[I]	0.10	...	...	...	...			
TP348H	S34809	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0~19.0	9.0~13.0	...	...	[J]	0.10	...	...	...	...			
...	S35045	0.06~0.10	1.50	...	0.015	1.00	25.0~29.0	32.0~37.0	...	0.15~0.60	...	...	...	...	0.75	...	...	0.15~0.60	
...	S35315	0.04~0.08	2.00	0.040	0.030	1.20~2.00	24.0~26.0	34.0~36.0	...	...	...	...	0.12~0.18	...	...	0.03~0.08	...	...	
TPXM-15	S38100	0.08	2.00	0.030	0.030	1.50~2.50	17.0~19.0	17.5~18.5	...	...	...	...	...	...	...	...			
...	S38815	0.030	2.00	0.040	0.020	5.5~6.5	13.0~15.0	15.0~17.0	0.75~1.50	...	...	...	...	...	0.75~1.50	...	...	0.30	
20型合金	N08020	0.07	2.00	0.045	0.035	1.00	19.0~21.0	32.0~38.0	2.0~3.0	...	[N]	[N]	...	...	3.0~4.0	...	...	...	
...	N08367	0.030	2.00	0.040	0.030	1.00	20.0~22.0	23.5~25.5	6.0~7.0	...	...	...	0.18~0.25	...	0.75	...	...	...	
800	N08800	0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	...	...	...	...	...	...	0.75	...	...	0.15~0.60	Fe[L] ≥ 39.5
800H	N08810	0.05~0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	...	0.15~0.60	...	...	...	...	0.75	...	...	0.15~0.60	Fe[L] ≥ 39.5
...	N08810	0.06~0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	19.0~23.0	30.0~35.0	...	0.15~0.60[M]	...	...	...	...	0.75	...	...	0.15~0.60[M]	Fe[L] ≥ 39.5
...	N08904	0.020	2.00	0.040	0.030	1.00	19.0~23.0	23.0~28.0	4.0~5.0	...	...	...	0.10	...	1.00~2.00	...	...	...	
...	N08925	0.020	1.00	0.045	0.030	0.50	19.0~21.0	24.0~26.0	6.0~7.0	...	...	...	0.10~0.20	...	0.80~1.50	...	...	...	
...	N08926	0.020	2.00	0.030	0.010	0.50	19.0~21.0	24.0~26.0	6.0~7.0	...	...	...	0.15~0.25	...	0.50~1.50	...	...	...	

A 按 ASTM E527 和 EJ1086 金属和合金编号推荐方法制订的新牌号。

B 除指明范围外,皆为最大值。这个表格中示出为"..."处,意指不要求和不需要测定和报告该元素的元素分析。

C 氮的分析方法由买卖双方协商。

D 需经多次拉拔的小直径或薄壁管等级 TP304L 和 TP316L 最大含碳量为 0.040%。外径小于 0.500in.(12.7mm)称为小直径管,平均壁厚小于 0.049in.(1.20mm)(最小壁厚小于 0.044in.(1.10mm)称为薄壁管。

E TP316、TP316N、TP316LN 以及 TP316H 焊接管,镍含量范围 10.0%~14.0%。

F 焊接公称管的最大磷含量为 0.045%。

G 钛含量不应低于五倍碳加氮含量,且不高于 0.70%。

H 钛含量不应低于四倍碳加氮含量,且不高于 0.60%。

I 铌含量不应低于十倍碳含量,且不高于 1.00%。

J 铌含量不应低于八倍碳含量,且不高于 1.00%。

K S34751 级钢的铌加钽的总含量不应低于 15 倍的碳含量。

L 铁含量应按100减去其他规定元素之和的算术差来确定。

M (Al+Ti)=0.85~1.20。

N 铌(Nb)+钽(Ta)≥8×C,但≤1.00。

3 术语

3.1 定义

3.1.1 A 999/A 999M 标准中的定义及A941术语标准中的定义适用于本标准。

4 订货须知

4.1 采用本标准的材料订货单，应符合现行版A 999/A 999M标准的适用要求。

5 一般要求

5.1 按本标准供应的材料应符合A 999/A 999M标准现行的适用要求，除非在本标准中另有要求。

5.2 删除。

5.2.1 删除。

6 材料及制造

6.1 制造

6.1.1 公称管应采用下列工艺之一制造：

6.1.2 无缝（SML）的公称管在生产的任何工序中应采用不涉及焊接的工艺制造。

6.1.3 焊接（WLD）的公称管应采用在焊接时不添加填充金属的自动焊工艺制造。

6.1.4 深度冷加工（HCW）的公称管应采用焊接公称管，并且在最终退火之前，壁厚及焊缝厚度上减薄不小于35%程度的冷加工制造。焊缝不加填充金属。在冷加工之前，这种焊缝应按ASME锅炉及压力容器规范最新版的第Ⅷ卷第1册UW-51节要求经100%射线检验。

6.1.5 不大于NPS14的焊接公称管和HCW的公称管应只有一道纵向焊缝。在采购方认可后，大于NPS14的焊接公称管和HCW的公称管应只有一道纵向焊缝，或可用两块平板坯成形和有两道纵焊缝。每条焊缝要进行所有焊缝试验、检验、检查或处理。

6.1.6 公称管可以热精整也可以冷精整，由钢厂自定。

6.1.7 公称管应无氧化皮和沾染的铁屑。钢管如经光亮退火，则酸洗、喷砂或表面精整可不作为强制性要求。采购方可以要求对成品管进行钝化处理。

6.2 热处理——所有公称管均应按表2要求的热处理状态供货。除了S33228，S30815和S31272级别及“H”级别的外，当无缝公称管紧接着热成形之后，在管子的温度还没有低于表2中规定的最低固溶热处理温度时，可立即将管子各自在水中淬火或用其他方法快速冷却。对于“H”级别还有S33228，S30815和S31272级别的公称管在淬火之前，应再次加热到规定的固溶处理温度并保温所要求的时间。

表2 退 火 要 求

级别号或UNS标号[①]	固溶处理温度[②]	冷却要求
未在下面单列出的所有等级的钢	1900°F（1040℃）	③
TP321H，TP347H，TP348H		④
冷轧	2000°F（1100℃）	
热轧	1925°F（1050℃）	
TP304H，TP316H		④
冷轧	1900°F（1040℃）	
热轧	1900°F（1040℃）	
TP309H，TP309HCb，TP310H，TP310HCb	1900°F（1040℃）	④
S30600	2010~2140°F（1100~1170℃）	④
S30815，S31272	1920°F（1050℃）	④
S31035	2160~2280°F（1180~1250℃）	④
S31254，S32654	2100°F（1150℃）	④
S31277	2050°F（1120℃）	④
S33228	2050~2160°F（1120~1180℃）	④
S31727，S32053	1975~2155°F（1080~1180℃）	④

表 2（续）　退　火　要　求

级别号或 UNS 标号[①]	固溶处理温度[②]	冷 却 要 求
S34565	2050~2140°F（1120~1170℃）	④
S35315	2010°F（1100℃）	④
S38815	1950°F（1065℃）	④
N08367	2025°F（1110℃）	④
N08020	1700~1850°F（925~1010℃）	④
N08810	2050°F（1120℃）	④
N08811	2100°F（1150℃）	④
N08904	2000°F（1040℃）	④
N08925，N08926	2010~2100°F（1100~1150℃）	④

① 按 E527 实用规程和 SAE J1086 所确定的新牌号。

② 除非另行说明，均为最低温度。

③ 用水淬或以足够的速率冷却，以避免碳化物再沉淀，如经过 A262 实用规程的方法 E 所证明的性能那样。除非在采购单上有规定，不要求钢厂进行试验（见补充要求 S7）。注意 A62 实用规程要求低碳和稳定型在敏化试样上进行试验，而其他型是在交货状态的代表试样上进行试验。就含有不低于 3% 铜的低碳型来说，敏化处理的适用性在试验前应由供货方和采购方之间协商。

④ 钢管在水中淬火或以其他方法快速冷却。

7　化学成分

7.1　钢应符合表 1 中规定的化学成分要求。

8　成品分析

8.1　根据采购方要求，钢厂应对每一炉次中一个钢坯或一根扁坯，或每批钢公称管中的两根进行分析。一批钢管应由同一炉次，尺寸与壁厚相同的如下根数钢管组成：

NPS 标号	一批钢管的根数
<2	400 或其余数
2~5	200 或其余数
≥6	100 或其余数

8.2　这些分析结果应报告采购方或其代表，并应与第 7 节中规定的要求相符合。

8.3　若按 8.1 条规定的试验中的一个分析与第 7 节中规定的要求不相符合，则可对同一炉次中的每一个钢坯或同一批中的每一根钢管进行分析，所有与要求相符的钢坯或钢管应予合格验收。

9　壁厚的允许偏差

9.1　除了不应受到“正”偏差的限制外，以及除了对于无缝公称管受 A 999/A 999M 标准中的重量限制的影响而对壁厚的固有限制外，无缝及焊接公称管在任意一点的壁厚应在表 3 中规定的公差范围以内。对于按 NPS 及壁厚标号订购的公称管为了检查本要求的符合性时的壁厚及外径如表 X1.1 中所示。

表 3　壁厚允许偏差

NPS 标号	偏离公称壁厚的偏差，%	
	正偏差	负偏差
⅛~2 ½，所有 t/D 比	20.0	12.5
3~18，$t/D \leq 5\%$	22.5	12.5
3~18，$t/D > 5\%$	15.0	12.5
≥20，无缝管，所有 t/D 比	17.5	12.5
≥20，无缝管，$t/D \leq 5\%$	22.5	12.5
≥20，无缝管，$t/D > 5\%$	15.0	12.5

表中：t=公称壁厚；

D=订货外径。

10　拉伸性能

10.1　材料的拉伸性能应符合表 4 的要求。

表 4　拉伸性能要求

级　别	UNS 标号	抗拉强度，≥ksi(MPa)	屈服强度，≥ksi(MPa)
…	S20400	95[635]	48[330]
TPXM-19	S20910	100[690]	55[380]
TPXM-10	S21900	90[620]	50[345]
TPXM-11	S21904	90[620]	50[345]
TPXM-29	S24000	100[690]	55[380]
TP201	S20100	75[515]	38[260]

表4(续) 拉伸性能要求

级 别	UNS标号	抗拉强度，≥ksi(MPa)	屈服强度，≥ksi(MPa)
TP201LN	S20153	95[655]	45[310]
TP304	S30400	75[515]	30[205]
TP304L	S30403	70[485]	25[170]
TP304H	S30409	75[515]	30[205]
…	S30415	87[600]	42[290]
TP304N	S30451	80[550]	35[240]
TP304LN	S30453	75[515]	30[205]
…	S30600	78[540]	35[240]
…	S30615	90[620]	40[275]
…	S30815	87[600]	43[310]
TP309S	S30908	75[515]	30[205]
TP309H	S30909	75[515]	30[205]
TP309Cb	S30940	75[515]	30[205]
TP309HCb	S30941	75[515]	30[205]
	S31002	73[500]	30[205]
TP310S	S31008	75[515]	30[205]
TP310H	S31009	75[515]	30[205]
TP310Cb	S31040	75[515]	30[205]
TP310HCb	S31041	75[515]	30[205]
…	S31050：		
$t\leqslant 0.25$in.		84[580]	39[270]
$t>0.25$in.		78[540]	37[255]
…	S31254：		
$t\leqslant 0.187$in.［5.00mm］		98[675]	45[310]
$t>0.187$in.［5.00mm］		95[655]	45[310]
…	S31272	65[450]	29[200]
…	S31277	112[770]	52[360]
TP316	S31600	75[515]	30[205]
TP316L	S31603	70[485]	25[170]
TP316H	S31609	75[515]	30[205]
…	S31635	75[515]	30[205]
TP316N	S31651	80[550]	35[240]
TP316LN	S31653	75[515]	30[205]
TP317	S31700	75[515]	30[205]
TP317L	S31703	75[515]	30[205]
…	S31725	75[515]	30[205]
…	S31726	80[550]	35[240]
…	S31727	80[550]	36[295]
…	S32053	93[640]	43[295]
TP321	S32100：		
焊接的，		75[515]	30[205]
无缝的：			
≤3/8in.		75[515]	30[205]
>3/8in.		70[485]	25[170]

表4(续) 拉伸性能要求

级 别	UNS标号	抗拉强度，≥ksi(MPa)	屈服强度，≥ksi(MPa)
TP321H	S32109：		
焊接的，		75[515]	30[205]
无缝的：			
≤3/16in.		75[515]	30[205]
>3/16in.		70[480]	25[170]
…	S32615	80[550]	32[220]
…	S32654	109[750]	62[430]
…	S33228	73[500]	27[185]
…	S34565	115[795]	60[415]
TP347	S34700	75[515]	30[205]
TP347H	S34709	75[515]	30[205]
TP347LN	S34751	75[515]	30[205]
TP348	S34800	75[515]	30[205]
TP348H	S34809	75[515]	30[205]
…	S35045	70[485]	25[170]
…	S35315	94[650]	39[270]
TPXM-15	S38100	75[515]	30[205]
…	S38815	78[540]	37[255]
20型合金	N08020	80[550]	35[240]
…	N08367：		
$t\leqslant 0.187$		100[690]	45[310]
$t>0.187$		95[655]	45[310]
800	N08800		
冷加工，退火的		75[515]	30[205]
热精整，退火的		65[450]	25[170]
800H	N08810	65[450]	25[170]
	N08811	65[450]	25[170]
…	N08904	71[490]	31[215]
…	N08925	87[600]	43[295]
…	N08926	94[650]	43[295]

伸长率，标距2in.或50mm(或4D)，≥，%	纵向	横向
除S31050和S32615外的所有等级	35	25
S31277，N08925	40	…
S32615，S31050	25	…
N08367，N08020，N08800，N08810，N08811	30	…

11 要求的力学性能试验、晶粒度测定和焊缝衰减试验

11.1 力学性能“批”的定义——力学性能用的“批”的定义应如下：

11.1.1 当为了获得与6.2条相符合的最

终热处理状态，是在热成形之后放在连续热处理炉内做淬火处理，或者是在装备有温度记录仪，而能自动地把温度控制在 50℉(30℃)或更小范围内的间歇式热处理炉内做热处理的，则力学性能用的术语"批"，是指具有相同规定外径以及规定壁厚(或壁厚标号)的所有的钢管，这些钢管是用同一炉钢，在相同的作业周期里，经受了相同的精整处理的。

11.1.2　当为了获得与 6.2 条相符合的最终热处理状态，是在热成形之后，放在未装备有温度记录仪，而不能够自动地把温度控制在 50℉(30℃)或更小范围内的，间歇式热处理炉内做热处理的，则力学性能用的术语"批"应取以下两者中较大者：(a) 每 200ft(60m)及其余数，(b)具有相同规定外径以及规定壁厚(或壁厚标号)的在相同的热处理间歇装料内做热处理的钢管，这些钢管是用同一炉钢，在相同的作业周期里，经受了相同的精整温度的 。

11.2　横向或纵向拉伸试验——每批不多于 100 根钢管取一根试样进行拉伸试验，每批多于 100 根钢管从两根钢管上取两个试样进行拉伸试验。

11.3　压扁试验——热成形后放在连续热处理炉内做淬火处理的，或在装备有温度记录仪，而能够自动地把温度控制在 50℉(30℃)或更小范围内的，间歇式热处理炉内做热处理的材料，应在一"批"的 5%，但不少于 2 根的足够数量的钢管上做压扁试验。对于放在未装备有温度记录仪，而不能够自动地把温度控制在 50℉(30℃)或更小范围内的，间歇式热处理炉内做热处理的材料，应在每一热处理批次的钢管上做压扁试验。

11.3.1　对于焊接的钢管，可以采用横向焊缝导向面弯试验，来代替按 A370 试验方法和定义标准的钢制管形产品补充要求列举的方法的压扁试验。对于规定壁厚大于 3/ 8 in. 的焊接钢管，可以做两个表面的弯曲试验来代替面弯试验。如若在弯曲后，焊缝或者焊缝与母材金属之间无明显裂纹，则焊缝的韧性应予合格验收。按每批 5%取的试样应取自钢管或者与钢管材料相同材料的试板，这种试板应附着于钢管的管端，且作为钢管纵向焊缝的延伸部分进行焊接。

11.4　列出在表 5 中的各个级别的钢，应按试验方法 E112 标准进行晶粒度的测定。在如 11.3 条压扁试验所规定的相同根数的钢管上，在按照 11.1 条规定的，每一炉的热处理"批"的钢管上，进行晶粒度的测定。由此得出的晶粒度测定的结果，应符合表 5 规定的要求。

11.5　HCW 公称管应经受补充要求 S9 所列的焊缝衰减试验，焊缝金属对基体金属的损失比为 0.90 至 1.1。如采购订单上未规定 S9，则并不要求这种试验。

表 5　晶粒度要求

级别	UNS 标号	晶粒度
…	N08810	5 号或更粗
…	N08811	5 号或更粗
TP304H	S30409	7 号或更粗
TP309H	S30909	6 号或更粗
TP309HCb	S30940	6 号或更粗
TP310H	S31009	6 号或更粗
…	S31035	7 号或更粗
TP310HCb	S31041	6 号或更粗
TP316H	S31609	7 号或更粗
TP321H	S32109	7 号或更粗
…	S32615	3 号或更粗
TP347H	S34709	7 号或更粗
TP348H	S34809	7 号或更粗

12　水压或无损电测试验

12.1　每一根公称管应经过无损电测试验或水压试验。除非在采购订单中另有规定，所要使用试验的类型由制造厂自定。

12.2　除在 12.3 条中特别规定可免除的，应按 A 999/A 999M 标准进行水压试验。

12.3　管标号不小于 NPS 10 的公称管，当采购方和制造厂签了协议由采购方做系统试验替代水压试验时，则可以放弃水压试验要求。未做过制造厂水压试验的每根公称管上应强制性地带有"NH"字符标志。

12.4　无损电测试验——无损电测试验应按 A 999/A 999M 标准。

13　长度

13.1　公称管长度应按以下常规做法：

13.1.1　除非另有商定，所有 NPS 1/8 ~

NPS 8 的公称管，其可获得的最大长度为 24ft，长度允许范围为 15～24ft。可接受短尺，但其数量和最短长度由买卖双方商定。

13.1.2 如要求定尺供应，则所需长度在订货单中规定。定尺长度的上偏差为¼in.（6 mm），不允许有下偏差。

13.1.3 除非另有规定，钢管不允许有接头。

14 工艺质量、表面质量和外观

14.1 成品钢管应基本正直并有良好的质量和外观。较小缺陷可以用砂轮磨去，只要公称管的壁厚不减薄至按 A 999/A 999M 标准第 9 节中规定的允许值。

15 焊补

15.1 直径不小于 NPS 6 和公称壁厚不小于 0.200in. 的焊接公称管，用添加相配的填充金属可对焊缝进行焊接修补，并采用 A 999/A 999M 标准焊补一节中规定的对平面缺陷修补相同的工艺。

15.2 焊缝的修补应不超过焊缝长度的 20%。

15.3 焊补只允许用钨极气体保护焊，并用按最新版 AWS 标准 A5.9 要求证明合格的相同类型裸焊丝焊接，如同该等级不锈钢返修一样，且如表 6 所示。此外，当需要耐腐蚀性或其他性能时，在得到采购方的批准后，焊接修补应只采用钨电极气体保护焊接，并使用比基体金属合金成分要更高的填充金属。

15.4 用填充金属进行焊接修补过的公称管应作特别标志，并在试验合格证书上加以说明和指出。当使用非表 6 中列出的填充金属时，该填充金属应在试验的合格证上加以识别。

表 6 公称管和填充金属标准

公称管		填充金属	
级 别	UNS 标号	AWS A5.9 类别	UNS 标号
TP201	S20100	…	…
TP201LN	S20153	…	…
TP304	S30400	ER308	S30800，W30840
TP304L	S30403	ER308L	S30883，W30843
TP304N	S30451	ER308	S30880，W30840
TP304LN	S30453	ER308L	S30883，W30843
TP304H	S30409	ER308	S30880，W30840
TP309Cb	S30940	…	…
TP309S	S30908	…	…
TP310Cb	S31040	…	…
TP310S	S31008	…	…
	S31272	…	…
TP316	S31600	ER316	S31680，W31640
TP316L	S31603	ER316L	S31683，W31643
TP316N	S31651	ER316	S31680，W31640
TP316LN	S31653	ER316L	S31683，W31643
TP316H	S31609	ER316H	S31680，W31640
TP321	S32100	ER321	S32180，W32140
		ER347	S34780，W34740
TP347	S34700	ER347	S34780，W34740
TP348	S34800	ER347	S34780，W34740
TPXM-19	S22100	ER209	S20980，W32240
TPXM-29	S28300	ER240	S23980，W32440
…	N08367	…	N06625
20 型合金	N08020	ER320	N08021
		ER320LK	N08022
…	S20400	ER209	S20980，W32240
800	N08800	ERNiCr-3①	N06082
800H	N08810	ERNiCr-3①	N06082
	N08811	ERNiCr-3①	N06082
	N08925	…	N06625
…	N08926	…	N06625

① AWS A5.14 类。

16 合格证书

16.1 除 A 999/A 999M 标准所要求的信息以外，合格证上应说明材料是否作过水压试验。如果材料经无损电测试验，则合格证书上应注明并示明应遵照的标准规程及所用的参考标定缺陷。

17 产品标志

17.1 除 A 999/A 999M 标准中规定的标志外，标志应包括：NPS（公称管尺寸）或外径，以及壁厚标号或平均壁厚，炉号，以及当未做水压

试验时的记号“NH”，当进行涡流试验时的记号“ET”和当进行超声波试验时的记号“UT”。标志还应包括：制造厂商专用标记，12.3 条要求的标志(如有需要)，以及是无缝(SML)的、焊接(WLD)的或深度冷加工(HCW)公称管的有关标志。级别 TP304H、TP316H、TP321H、TP347H、TP348H 以及 S30815 还应包括炉号和热处理批号标志。如采购方的订货单有规定，则对大于 NPS 4 的公称管还应包括重量的标志。

18 美国政府采购

18.1 政府采购不起皮的公称管：

18.1.1 当在合同和订货单上有规定，美国政府机构要采购无氧化皮的公称管或管子时，下述要求应在询价单、合同或订货单中考虑。当这些要求和产品技术标准有矛盾时应以这些要求为准。

18.1.2 当公称管或管子按本标准订货时，公称管应采用 A 999/A 999M 标准，管子应采用 A 1016/A 1016M 标准。

18.1.3 公称管和管子应是如下规定的钢种之一：

等级	UNS 标号
TP304	S30400
TP304L	S30403
TP304N	S30451
TP316	S31600
TP316L	S31603
TP316N	S31651
TP317	S31700
TP317L	S31703
TP321	S32100
TP347	S34700

18.1.4 零件号：

举例：ASTM A312/A312M Pipe 304 NPS 12 SCH 40S SMLS：

标准号	AS TM A312
公称管	P
级别	304
NPS	12
壁厚	0.375
无缝的	SML

18.1.4.1

标准号	AS TM A312
管子	T
级别	304
外径	0.250
壁厚	0.035
焊接的	WLD

18.1.5 订货须知——除了第 4 节的要求外，按本标准的材料订货单应包括下列内容：

18.1.5.1 公称管或管子。

18.1.5.2 零件号。

18.1.5.3 如需要时，超声波检查。

18.1.5.4 如需要在两个相对方向的环向上做剪力波试验时，应予注明。

18.1.5.5 晶间腐蚀试验。

18.1.5.6 要求的防锈及包装等级。

19 关键词

19.1 奥氏体不锈钢 无缝钢公称管 不锈钢公称管 钢公称管 焊接钢公称管

补 充 要 求

下列补充要求中的一项或多项仅当采购订货单中有规定时才采用。采购方可以规定不同于补充要求中所提出的试验或分析次数。经买卖双方商定，本补充要求中复试和重新热处理各项规定也可加以修改。

S1 成品分析

S1.1 不小于NPS5的所有公称管，应对同一炉次钢制成的每10根或其余数钢管中取一样品作成品分析。

S1.2 小于NPS5的公称管，应对同一炉次钢制成的每10根或每炉钢制成钢管总根数的10%，两者取较小值，作成品分析。

S1.3 个别钢管的化学成分若与第7节规定的要求不符，则应拒收。

S2 横向拉伸试验

S2.1 不小于NPS8的公称管，应对同一炉次钢制成的钢管中取10%，从钢管一端取样作一个横向拉伸试验。

S2.2 若从任一根钢管切取的试样与规定的拉伸性能不符，则该钢管应予拒收。

S3 压扁试验

S3.1 A 999/A 999M标准规定的压扁试验应由每根公称管的一端或两端切取的试样进行，也可以用料头。若规定了本补充要求，则也应规定每根钢管的试验次数。若自任何一根钢管切取的试样，在第一步压扁试验完成前，因延性不足而失效，则这根钢管应拒收，除非该管按A 999/A 999M标准重新热处理并满足复试要求。若自任何一根钢管切取的试样，因钢管不够致密而失效，除非随后能证实其余钢管的致密性，否则该公称管应予拒收。

S4 浸蚀试验

S4.1 钢材应根据E 381试验方法有关部分进行试验以证明其均匀性。浸蚀试验应在每根公称管一端或两端横截面上进行，并应证明无缺陷。且材质均匀，无有害的夹层、裂纹以及类似有害缺陷。若规定了本补充要求，则也应规定每根钢管要做的试验次数。若自任何一根钢管切取的试样显示出有害缺陷，则应拒收，但在割去缺陷一端后进行复试表明余下部分完好且材质均匀，则不应拒收。

S5 射线照相检验

S5.1 每根双焊缝公称管的全长应进行射线照相检验，按ASME锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一分册UW-51节的规定用X射线进行。除第13节要求的标志外，每根钢管应在标准号和等级之后标上“RT”。S5要求应在合格证上标明。

S6 稳定化热处理

S6.1 在5.4条中要求的固溶退火之后，级别TP309HCb、TP310HCb、TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348以及TP348H应在低于初始固溶热处理温度下进行稳定热处理。稳定热处理温度由买卖双方商定。

S7 晶间腐蚀试验

S7.1 当有规定时，材料应由钢厂按A 262实用规程方法E进行晶间腐蚀试验。

S7.1.1 实用规程方法E要求对低碳钢及稳定化处理的级别钢在敏化状态下做试验，而对其他的级别钢则在交货状态下做试验。对含钼(Mo)大于3%的级别钢，这一试验的适用性以及试验用试样的制备应由采购方与钢厂商议确定。

注S7.1：方法E对低碳或稳定化等级的钢，要求在敏感状态下试验，其他等级的钢要求与装运时一样的状态下试验。

S7.2 为了满足这个要求，对含钛或铌等级特别是它们的H改型钢，按补充要求S6稳定化热处理也许是必需的，而且是允许的。

S8 最小壁厚的公称管

S8.1 当采购方有规定时，公称管按最小壁厚供货。这种钢管的壁厚不应小于规定的壁厚。

除按第 17 节要求的标志外，还应标上“S8”。

S9　焊缝衰减试验

S9.1　当采购方在订货单中规定时，每批公称管取一个试件，在 50%试剂度盐酸和 50%水沸腾溶液中进行试验。

S9.2　应从一段成品公称管上制取大约 2in.(50mm)长的试样。根据公称管的规格尺寸，允许将试样纵向剖开以便于装入锥形烧瓶中。作为最低要求，做试验的试样应包括整个焊缝及相邻部分，并且包括横截焊缝 180 度内整个长度的母材。试样上的所有的毛刺及尖角应用轻度打磨的方法除去。用肥皂液及水或其他合适的溶剂除去灰尘和油脂。

S9.3　盐酸溶液应通过将试剂度(浓度约 37%的)盐酸缓慢加入等量的蒸馏水中的方法制取。

警告性注解：接触酸溶液时应被戴橡皮手套并注意保护眼睛。混合工作及试验应在带防护的环境下进行。

S9.4　试验用容器应为 1 升锥形烧瓶，带磨砂玻璃接口以及 Ahlin 式冷凝器。溶液体积约为 700mL。

S9.5　焊缝及从焊缝起 180 度母材的厚度应在试样的靠近两端处进行测量。这些厚度测量工作应采用带触点的千分表进行，测量精度至少达到 0.001in.(0.025mm)。

S9.6　将焊缝和母材金属的试样段浸入装有试验溶液的锥形烧瓶中。加入起泡屑使溶液达到沸腾状态。在试验过程中，应保持始终沸腾。试验时间应能保证去除 40%到 60%原始母材厚度(通常为不到 2 小时)。如果还留有 60%以上的母材厚度，则允许在 24 小时后结束。

S9.7　在试验期的终了，试样应从溶液中取出，用蒸馏水洗涤并干燥之。

S9.8　重复在 S9.5 中的厚度测量。所用的带触点的千分表应适于测量最小剩余厚度，测量精度至少达到 0.001in.(0.025mm)。

S9.9　应按下式计算腐蚀比 R：

$$R=(W_o-W)/(B_o-B)$$

式中　W_o = 试验前焊缝金属平均厚度

W = 试验后焊缝金属平均厚度

B_o = 试验前母材金属平均厚度

B = 试验后母材金属平均厚度

S9.9.1　对于深度冷加工(HCW)公称管的腐蚀比 R 应按 11.5 中的规定。

S9.9.2　当对焊接(WLD)公称管规定本焊缝衰减试验时，腐蚀比 R 应为不大于 1.25 或按采购订单中的更多的限制。

附 录

（非强制性资料）

X1 焊接和无缝不锈钢公称管的尺寸

X1.1 表X1.1是以美国国家标准不锈钢公称管（ANSI B36.19）的表1为基础列出的。

表X1.1 焊接和无缝不锈钢公称管尺寸

公称壁厚

NPS标号	外径		管标号5S[1]		管标号10S[1]		管标号40S		管标号80S	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
⅛	0.405	10.29	…	…	0.049	1.24	0.068	1.73	0.095	2.41
¼	0.540	13.72	…	…	0.065	1.65	0.088	2.24	0.119	3.02
⅜	0.675	17.15	…	…	0.065	1.65	0.091	2.31	0.126	3.20
½	0.840	21.34	0.065	1.65	0.083	2.11	0.109	2.77	0.147	3.73
¾	1.050	26.67	0.065	1.65	0.083	2.11	0.113	2.87	0.154	3.91
1	1.315	33.40	0.065	1.65	0.109	2.77	0.133	3.38	0.179	4.55
1 ¼	1.660	42.16	0.065	1.65	0.109	2.77	0.140	3.56	0.191	4.85
1 ½	1.900	48.26	0.065	1.65	0.109	2.77	0.145	3.68	0.200	5.08
2	2.375	60.33	0.065	1.65	0.109	2.77	0.154	3.91	0.218	5.54
2 ½	2.875	73.03	0.083	2.11	0.120	3.05	0.203	5.16	0.276	7.01
3	3.500	88.90	0.083	2.11	0.120	3.05	0.216	5.49	0.300	7.62
3 ½	4.000	101.60	0.083	2.11	0.120	3.05	0.226	5.74	0.318	8.08
4	4.500	114.30	0.083	2.11	0.120	3.05	0.237	6.02	0.337	8.56
5	5.563	141.30	0.109	2.77	0.134	3.40	0.258	6.55	0.375	9.52
6	6.625	168.28	0.109	2.77	0.134	3.40	0.280	7.11	0.432	10.97
8	8.625	219.08	0.109	2.77	0.148	3.76	0.322	8.18	0.500	12.70
10	10.750	273.05	0.134	3.40	0.165	4.19	0.365	9.27	0.500[2]	12.70[2]
12	12.750	323.85	0.156	3.96	0.180	4.57	0.375[2]	9.52[2]	0.500[2]	12.70[2]
14	14.000	355.60	0.156	3.96	0.188[3]	4.78[2]	…	…	…	…
16	16.000	406.40	0.165	4.19	0.188[3]	4.78[2]	…	…	…	…
18	18.000	457.20	0.165	4.19	0.188[3]	4.78[2]	…	…	…	…
20	20.000	508.00	0.188	4.78	0.218[3]	5.54[2]	…	…	…	…
22	22.000	558.80	0.188	4.78	0.218[3]	5.54[2]	…	…	…	…
24	24.000	609.60	0.218	5.54	0.250	6.35	…	…	…	…
30	30.000	762.00	0.250	6.35	0.312	7.92	…	…	…	…

注：表中所列各种公称管规格的十进制壁厚值，代表其公称或平均壁厚值。

① 管标号5S和10S按美国国家标准公称管螺纹（ANSI B1.20.1）规定，不允许在管壁切制螺纹。

② 这些与美国国家标准焊接与无缝锻制公称管（ANSI B36.10—1979）不符。

低温用合金钢和不锈钢螺栓材料

SA-320/SA-320M (15)

（与 ASTM 标准 A 320/SA 320M—11a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括低温下用于压力容器、阀门、法兰及管配件的合金钢螺栓材料。“螺栓连接”的定义见 A962/A962M 标准。棒料应是热轧的。材料可以用无心磨削或冷拔作进一步加工。奥氏体不锈钢可以固溶退火的或退火加应变硬化的，当订购应变硬化奥氏体钢时，采购方应特别注意保证完全理解附录 X1。

1.2 所涉及的一些级别，包括指定为 L7 和 B8 等的既有铁素体钢也有奥氏体钢。根据设计工作条件、力学性能及特温特型来进行选择。表 1 力学性能要求示出了按直径区分适用于各类别和级别钢的最低力学性能，表 2 示出了对夏比冲击吸收能量的要求。在零件制造之前，制造厂应确定材料能符合这些要求。例如对 L43 级别钢规定要满足表 2 中在-150°F（-101℃）的冲击性能要求，可能要求对 AISI4340 化学成分的附加限制（例如需采购比通常能供应的含 P 和 S 要低的钢）。

注 1：委员会在编制本标准时，已纳入了若干个级别目前颇为广泛适用的材料。当其他材料应用需求变得明显时，委员会将随时加以考虑纳入标准。用户应当注意到一些被提及的级别钢的淬透性在达到它要求的力学性能时，可能会限制其最大尺寸。

1.3 下面引用的通用要求标准对于本标准的使用是不可或缺的：A962/A962M 标准。

1.4 用这种螺栓材料的螺母包括在第 10 节中，并且螺母材料应经冲击试验。

1.5 提供了可供采购方选用的补充要求。这些补充要求仅在采购订货单中或合同有规定时才适用。

1.6 本标准采用英寸-磅和 SI 两种单位，但是，除非订货单中规定采用“M”标准标志（SI 单位制），否则材料将以英寸-磅单位供货。

1.7 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制间所表示的数值不能精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合适用可能导致和标准不一致的结果。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 194/A 194M 高温或高压或高温高压螺栓用碳钢和合金钢螺母

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 962/A 962M 在低温到蠕变温度范围任意温度使用的钢制紧固件或紧固件材料或两者的通用要求。

E 566 铁基金属电磁（涡流）性能划分的实用规程

F 436 硬化处理钢垫圈技术条件

F 606 测定内或外螺纹紧固件、垫圈、直接拉力指示器和铆钉的力学性能用试验方法

2.2 ASME 标准

B 1.1 螺纹

B 18.22.1 平垫圈

3 订货须知

3.1 在采购订货单中对订购所需螺栓材料规定所有必须的订货资料是采购方的责任。这些订货资料例如包括如下信息，但不只限于下列各项：

3.1.1 数量和尺寸

3.1.2 热处理状态：对奥氏体不锈钢为固溶处理（1 类钢）轧后固溶处理（1A 类钢）和退火加应变硬化处理（2 类钢）。

3.1.3 所需零件的说明（棒材、螺栓、螺钉或双头螺栓）。

3.1.4 如若采购方要求螺母和垫圈，则依据第 10 节的规定。

3.1.5 特殊要求 按 5.1.1，5.1.2，

5.1.3 和 13.1 条的规定。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的螺栓材料应符合 A 962/A962M 标准的要求，这些要求包括试验方法、表面精整、螺纹尺寸、深度侵蚀标志（仅用于碳钢和合金钢）、合格证书、可选的补充要求及其他要求。如果不符合 A 962/A962M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与 A 962/A962M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准的要求。

4.2 L7M 级钢螺栓的最终热处理可在最低为 1150℉（620℃）温度下进行回火处理，它应在机加工和成形作业之后进行，这些作业包括滚轧螺纹及任何类型的切削。

5 材料和制造

5.1 热处理：

5.1.1 螺栓材料在轧制或锻造后应冷却到室温。级别 L7，L7A，L7B，L7C，L7M，L43，L1，L70，L71，L72 及 L73 钢应重新加热到上临界温度以上，并在液体中淬火加回火。级别 B8，B8C，B8M，B8T，B8F，B8P，B8LN 及 B8MLN 钢应进行碳化物固溶处理，上述材料制成的产品被称作 1 类。应在一定温度下保温足够时间，以便碳化铬进入固溶体，然后，在空气中或液体介质中以一定速度冷却，以防止碳化物析出。经这样热处理的材料被称作 1 类。如果订货单中有规定，成品状态的材料应是固溶处理状态，这样处理过的材料被称作 1A 类。

5.1.2 如果在订货单中规定，要提高材料的力学性能，则奥氏体不锈钢螺栓材料要进行固溶退火和应变硬化处理，这样处理过的材料被称作 2 类。

5.1.3 如果要求无氧化皮磨光的，需在采购订货单中作规定。

5.1.4 L7M 螺栓的最终热处理可在最低为 1150℉（620℃）温度下进行回火或应力消除处理，它应在机加工或滚轧螺纹及任何类型的切削后进行。

6 力学性能要求

6.1 拉伸性能

6.1.1 材料在热处理（见 5.1.1 条）后、于室温下试验得出的拉伸性能应符合表 1 中规定的要求。另一种方法是，2 类螺栓头部应变硬化处理的紧固件，应在应变硬化处理后做全尺寸试验测定拉伸强度和屈服强度，且应符合表 1 中规定的要求。如若全尺寸试验的结果与拉伸试样试验的结果有抵触时应以全尺寸试验结果为准。

6.1.2 试验次数：

6.1.2.1 对经热处理的棒料，对于代表同一回火处理装料情况的同一炉次的每一种直径应做一个拉伸试验和一个由 3 个试样组成的冲击试验。当热处理是在连续式热处理炉内不间断地做热处理时，一“批”材料应是同一炉钢，同样的热处理前状态，相同规格，并经受了相同热处理的钢；对每一批数量在 20000lbs（9000kg）的钢，要求做不少于二个拉伸试验和二个冲击试验，而每附加 10000lbs（4500kg）及其余数，则要附加做拉伸试验和冲击试验。

6.1.2.2 对于双头螺栓、螺栓和螺钉等，对每一热处理“批”中同一炉次的每一种直径应做一个拉伸试验和一组 3 个冲击试样。构成每批的数量如下：

直径，in.（mm）	批量，lb（kg）
≤1⅛（30）	1500（680）或其余数
>1⅛（30）~1¾（45）	4500（2040）或其余数
>1¾（45）~2½（65）	6000（2700）或其余数
>2½（65）	每 100 件或其余数

6.1.2.3 全尺寸试样，带螺栓头的紧固件——螺杆长度 3 倍及以上于其直径的、螺杆直径小于等于 1½in. 以及采用镦锻或锻造（热或冷加工）生产的带螺栓头紧固件应按 6.1.3 条的规定经全尺寸试验。这种试验应是 6.1.1 条中规定的拉伸试验之外附加的试验。每一批的数量组成应如 6.1.2.2 条中所示。失效应发生在螺杆部分或螺纹部分上，在螺栓头部和螺杆的连接处不得有诸如裂纹一类的失效现象或失效的迹象。

6.1.3 全尺寸紧固件，楔块拉伸试验——当适用时，见 6.1.2.3 条。带螺栓头的紧固件应按 A 370 试验方法和定义标准的附录 A3 经全尺寸楔块拉伸试验，并应符合表 1 中示出的拉伸强度。对单一规格紧固件的最小全尺寸断裂强度（lbf）应如下：

$$Ts = UTS \times As \qquad (1)$$

式中 Ts=楔块拉伸强度

UTS=表 1 中规定的拉伸强度

As=按 ANSIB1.1 所示或按下式计算得到的应力面积：

$$As=0.785\left[D-(0.974/n)\right]^2 \quad (2)$$

式中　D=公称螺纹尺寸

n=每英寸螺牙数

6.2　冲击性能

6.2.1　要求：

6.2.1.1　对于列在表 3 中的各级别钢要求进行冲击试验。除非在采购订货单中规定厂补充要求 S1（见 1.4 条）；对于温度在 -325℉（-200℃）以上的 1 类、1A 类和 2 类奥氏体钢；温度在-425℉（-255℃）以上的 B8，B8A，B8P，B8PA，B8C，B8CA，B8LN 和 B8MLN 级别的 1 类和 1A 类的奥氏体钢；以及，对所有螺栓直径小于等于½in.（12.5mm）的铁素体和奥氏体钢均可免除冲击试验。按本标准提供的所有其他材料均应进行冲击试验。当按 A 370 试验方法和定义标准的第 19 至第 28 节适用部分规定的试验程序试验时，在试验温度下，对于 L7，L7A，L7B，L7C，L7M，L43，L70，L71，L72 和 L73 级别的材料其最小冲击吸收能量应达到 20ft·lbf（27J），对 L1 级别材料的最小冲击吸收能量 40ft·lbf（54J）。冷却试样用的冷却剂的温度应控制在±3℉（1.5℃）以内。铁素体级别钢的试验温度列在表 4 中。如果试验温度低于预期的最低使用温度，并且螺栓适当地作标记以识别报告的试验温度，那么也允许对这种要求的例外情况，在与表 4 中列出的不同的规定温度下进行冲击试验。当要求对奥氏体级别螺栓进行抗冲击性能试验时，试验标准由供应商和采购方协商。

6.2.1.2　标准尺寸和小尺寸夏比试样的冲击试验要求列出在表 2 中。

6.2.2　试验次数：

6.2.2.1　经热处理的棒料的试验次数要求见 6.1.2.1 条。

6.2.2.2　双头螺栓、螺栓和螺钉等的试验次数要求见 6.1.2.2 条。

6.2.2.3　对于直径小于等于½ in.（12.5mm）的经热处理过的棒料、螺栓、螺钉、双头螺栓和柱螺栓不要求进行冲击试验。

6.2.3　试样——对于直径小于等于 1in.（25mm）的截面，试样应取自轴心线；对于直径大于 1in.（25mm）的截面，则应在轴心线和表面之间的中线上制取。

6.3　硬度要求：

6.3.1　硬度应符合表 1 中的规定要求，硬度测定应按照 A 962/A962M 标准或 F 606 试验方法标准，两种方法均可。

6.3.2　L7M 级别材料的最大硬度应为 235HBW 或 99HRB（按 A370 试验方法和定义中的表 2B 作换算）。最小硬度不得低于 200HBW 或 93HRB。是否符合这一硬度要求应通过对每个双头螺栓或螺栓按照第 6.3.1 条中所述，用布氏或洛氏-B 标尺进行硬度试验来保证。

6.3.2.1　当通过取样使用压痕硬度试验进行验证时，则使用 100%的电磁方法硬度测定来代替 100%的压痕测定应 100%地按照 E566 使用规程验证过。电磁硬度试验之后，在每一订货批（按 6.1.2.2 条的定义）中（最少 100 个零件）应取一个随机试样使用压痕硬度测定方法进行测定。所抽取的全部试样使用压痕硬度测定方法进行测定。所抽取的全部试样必须满足对该批所定出的硬度验收要求。倘若有任何一个试样结果实在规定的最大或最小硬度以外时，那么该批材料应拒收，或者是重新热处理并重新取样，也可以是 100%地采用压痕方法作硬度试验。

6.3.2.2　最小强度发生争议时，裁决应以拉伸试验为准而不以硬度读数为准。业经试验并且验收合格的产品应在该级别符号下划一横线。

7　化学成份

7.1　每一种合金应符合表 3 中规定的化学成分要求。

8　工艺质量、表面质量和外形

8.1　螺栓、螺钉、双头螺栓和螺柱应做成带尖顶的收尾末端，并应具有良好的精整表面。

9　复试

9.1　如果任一批材料的力学性能试验结果不符合规定的要求，则制造厂可对该批进行不多于两次的重新热处理，此时对本批进行两次附加的拉伸试验和和一次由 3 个试样组成的附加冲击试验，所有附加的次数都应符合标准的要求。

10 螺母和垫圈

10.1 L7，L7A，L7B，L7C，L43，L1，L70，L71，L72 和 L73 级的螺栓、双头螺栓和柱螺栓应配上符合于 A 194/A 194M 标准中的 4 级或 7 级的铁素体合金螺母，或符合于和双头螺栓类似的级别。硬度不超过 235HBW（或相当硬度值）的 7M 级别螺母应该用于 L7M 级别螺栓、双头螺栓和柱螺栓上。所有的螺母材料包括可能是按照 A 194/A 194M 标准提供的螺母材料应以下列方式满足本标准的冲击试验要求；冲击试验应该在从制造螺母用的并和螺母坯料一起热处理过的同一炉钢的棒料或板料上制取的试样上进行。

10.2 B8，B8C，B8T，B8P，B8F，B8M，B8LN 和 B8MLN 级的螺栓、双头螺栓和柱螺栓应配上符合 A 194/A 194M 标准的 8，8C，8T，8F，8LN 和 8MLN 级的奥氏体合金螺母。对于温度高于 -325℉（-200℃）的 8F，8M，8T 和 8MLN 级和温度高于 -425℉（-255℃）的 8，8P，8C 和 8LN 级不要求做冲击试验。

10.3 如果采购方要求在温度低于-150℉（-100℃）时螺母的夏比冲击吸收能量不低于 20ft·lbf（27J），订购方可以要求螺母符合于 A 194/A194M 标准的 8，8C，8M，8P，8T，8F，8LN 或 8MLN 级要求。

10.4 用于铁素体钢螺栓的垫圈应符合 F 436 标准。

10.5 用于奥氏体钢螺栓的垫圈应使用制造厂和采购方商定的奥氏体钢制造。

10.6 除非订货单中另有规定，否则垫圈尺寸应符合 ANSI B 18.22.1 的要求。

11 螺纹

11.1 当适用时，所有的螺纹应在热处理之后成形。1A 类的 B8A，B8CA，B8MA，B8PA，B8FA，B8TA，B8LNA 及 B8MLNA 级都应在成品状态进行固溶处理。

12 合格证书

12.1 要求出具合格证书，见 A962/A962M 标准。

13 产品标志

13.1 除了 A962/A962M 标准中的要求外，钢的级别符号应如表 3 中所示。如果是表 1 中的、经应变硬化处理的 B8、B8C、B8M、B8P、B8F 和 B8T 级钢的第 2 类，则应在级别符号下面加标下横线，以区别于未经应变硬化处理的第 1 类和第 1A 类别的螺栓。在 1A 类的情况下，标志 B8A、B8CA、B8MA、B8PA、B8FA 和 B8TA，表明了材料是在成品状态下经过固溶热处理了的。L7M 级钢应按本标准经 100%质量评估符合并且应在其级别符号下面加标下横线。

13.2 由业经冲击试验过的材料制造的螺母，应标记上字符“L”。

14 关键词

14.1 添加元素 奥氏体不锈钢 钢螺栓 铬钼钢 钢制紧固件 管配件上标志 镍铬铜合金钢 压力容器用 不锈钢螺栓材料 初炼材料 合金钢棒 螺栓钢 钢法兰 钢阀门 低温应用

表 1 力学性能要求

级和类，直径 in.（mm）	热处理	最低回火温度 ℉（℃）	抗拉强度 ksi（MPa） ≥	屈服强度（02%残余变形） ≥ksi，（MPa）	伸长率，2in.（50mm） %≥	端面收缩率 %≥	硬度 ≤
铁 素 体 钢							
L7，L7A，L7B，L7C L70，L71，L72，L73 ≤2½（65）①	淬火加回火	1100（593）	125（860）	105（725）	16	50	321HBW 或 35HRC
L43 ≤4（100）①	淬火加回火	1100（593）	125（860）	105（725）	16	50	321HBW 或 35HRC

表 1（续）　力学性能要求

级和类，直径 in.（mm）	热处理	最低回火温度 ℉（℃）	抗拉强度 ksi（MPa）≥	屈服强度（02%残余变形）≥ksi，（MPa）	伸长率，2in.（50mm）%≥	端面收缩率 %≥	硬　度 ≤
铁　素　体　钢							
L7M ≤2½（65）①	淬火加回火	1150（620）	100（690）	80（550）	18	50	HB235②或 99HRB
L1 ≤1（25）①	淬火加回火		125（860）	105（725）	16	50	…
奥　氏　体　钢③							
1 类：B8，B8C，B8M B8P，B8F，B8T B8LN，B8MLN，所有直径	碳化物固溶处理		75（515）	30（205）	30	50	HB223④或 96HRB
1A 类：B8A，B8CA，B8MA，B8PA，B8FA，B8TA，B8LNA，B8MLNA 所有直径	在成品状态下碳化物固溶处理		75（515）	30（205）	30	50	HB192 或 90HRB
2 类：B8，B8C，B8P，B8F，B8T	碳化物固溶处理和应变硬化处理						
≤¾（20）			125（860）	100（690）	12	35	HB321 或 35HRC
>¾~1（20~25）			115（795）	80（550）	15	30	HB321 或 35HRC
>1~1¼（25~32）			105（725）	65（450）	20	35	HB321 或 35HRC
>1¼~1½（32~40）①			100（690）	50（345）	28	45	HB321 或 35HRC
2 类：B8M	碳化物固溶处理和应变硬化处理						
≤¾（20）			110（760）	95（655）	15	45	HB321 或 35HRC
>¾~1（20~25）			100（690）	80（550）	20	45	HB321 或 35HRC
>1~1¼（25~32）			95（655）	65（450）	25	45	HB321 或 35HRC
>1¼~1½（32~40）①			90（620）	50（345）	30	45	HB321 或 35HRC

① 这些直径的上限是基于它们已是通常总能满足标准性能限值的最大尺寸。它们并不打算一旦超出螺栓材料已不在能保证本标准范围时作绝对限制。

② 为例符合拉伸要求，布氏硬度应超过 200HBW 或 93HRB。

③ 1 类经固溶处理。为了防止腐蚀，1A 类是在精加工状态下进行固溶处理；为了提高材料的物理性能并满足对材料机械性能的要求，热处理是关键。2 类产品由固溶处理后作应变硬化处理的材料制成。经应变硬化处理的奥氏体钢不能在整个横截面上显示均一的性质，特别是直径超过¾in.（20mm）时。

④ 对直径为¾in.（20mm）时或更小一点，允许的最大硬度为 241HBW（100HRB）。

表2 冲击吸收能量要求

试样尺寸，mm×mm	每批三个试样的最低平均冲击值 ft·lbf（J）	单个试样的最低允许冲击值 ft·lbf（J）
除L1级的所有级别①		
10×10	20（27）	15（20）
10×7.5	16（22）	12（16）
L1级		
10×10	40（54）	30（41）
10×7.5	32（44）	24（32）

① 见6.2.1.1条中允许免去试验的叙述。

表3 化学成分要求，%①

类型	铁素体钢											
级别	L7,L7M,L70		L7A,L71		L7B,L72		L7C,L73		L43		L1	
描述	Cr-Mo②		C-Mo（AISI 4037）		Cr-Mo（AISI 4137）		Ni-Cr-Mo（AISI 8740）		Ni-Cr-Mo（AISI 4340）		低碳B	
	范围，%	成品偏差%，±	范围，%	成品偏差%，±	范围，%	成品偏差%，±	范围，%	成品偏差%，±	范围，%	成品偏差%，±	范围，%	成品偏差%，±
C	0.38~0.48③	0.02	0.35~0.40	0.02	0.35~0.40	0.02	0.38~0.43	0.02	0.38~0.43	0.02	0.17~0.24	0.01
Mn	0.75~1.00	0.04	0.70~0.90	0.03	0.70~0.90	0.03	0.75~1.00	0.04	0.60~0.85	0.03	0.70~1.40	0.04
P,≤	0.035	+0.005	0.035	+0.005	0.035	+0.005	0.035	+0.005	0.035	+0.005	0.035	+0.005
S,≤	0.040	+0.005	0.040	+0.005	0.040	+0.005	0.040	+0.005	0.040	+0.005	0.040	+0.005
Si	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02
Ni	…	…	…	…	…	…	0.40~0.70	0.03	1.65~2.00	0.05	…	…
Cr	0.80~1.10	0.05	…	…	0.80~1.10	0.05	0.40~0.60	0.03	0.70~0.90	0.03	…	…
Mo	0.15~0.25	0.02	0.20~0.30	0.02	0.15~0.25	0.02	0.20~0.30	0.02	0.20~0.30	0.02	…	…
B	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.001~0.003	…

类别	奥氏体钢，1，1A和2类④			
级别	B8,B8A		B8C,B8CA	
UNS号	S30400(304)		S34700(347)	
	范围，%	成品偏差%，±	范围，%	成品偏差%，±
C,≤	0.08	+0.01	0.08	+0.01
Mn,≤	2.00	+0.04	2.00	+0.04
P,≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010
S,≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Si,≤	1.00	+0.05	1.00	+0.05
Ni	8.0~11.0	0.15	9.0~12.0	0.15
Cr	18.0~20.0	0.20	17.0~19.0	0.20
Nb+Ti	…	…	≥10×C含量，≤1.10	-0.05

表 3(续)　化学成分要求,%[①]

类别	奥氏体钢,1,1A 和 2 类[④]									
级别	B8T,B8TA		B8P,B8PA		B8F,B8FA		B8F,B8FA		B8M,B8MA	
UNS 号	S32100(321)		S30500		S30300(303)		S30323(303Se)		S31600(316)	
	范围,%	成品偏差 %,±	范围,%	成品偏差 %,±	范围,%	成品偏差 %,±	范围,%	成品偏差 %,±	范围,%	成品偏差 %,±
C,≤	0.08	+0.01	0.08	+0.01	0.15	+0.01	0.15	+0.01	0.08	+0.01
Mn,≤	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04
P,≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.20	+0.010	0.20	+0.010	0.045	+0.010
S	≤0.030	+0.005	≤0.030	+0.005	≥0.15	0.020	≤0.06	+0.005	≤0.030	+0.005
Si,≤	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05
Ni	9.0~12.0	0.15	10.5~13.0	0.15	8.0~12.0	0.10	8.0~10.0	0.10	10.0~14.0	0.15
Cr	17.0~19.0	0.20	17.0~19.0	0.20	17.0~19.0	0.20	17.0~19.0	0.20	16.0~18.0	0.20
Mo	…	…	…	…	…	…	…	…	2.00~3.00	0.10
Se	…	…	…	…	…	…	0.15~0.35	−0.03	…	…
Ti	≥5×C 含量	−0.05	…	…	…	…	…	…	…	…
N	≤0.10	0.01	…	…	…	…	…	…	…	…

类别	奥氏体钢,1 和 1A 类[④]			
级别	B8LN,B8LNA		B8MLN,B8MLNA	
UNS 号	S30453		S31653	
	范围,%	成品偏差 %,±	范围,%	成品偏差 %,±
C,≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Mn,≤	2.00	+0.04	2.00	+0.04
P,≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010
S,≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Si,≤	1.00	+0.05	1.00	+0.05
Ni	8.0~10.5	0.15	10.0~14.0	0.15
Cr	18.0~20.0	0.20	16.0~18.0	0.20
Mo	…	…	2.00~3.00	0.10
N	0.10~0.16	0.01	0.10~0.16	0.01

① 除 B8F 规定需要 Se 外,故障添加 Bi,Se,Te 及 Pb 是不允许的。

② 所列为对于包括 4140,4142,4145,4140H,4142H 及 4145H 级钢在内的该级钢的典型化学成分。

③ 对 L7M 级,允许最小含碳量为 0.28%,只要它的拉伸性能符合其截面尺寸,并可用 AISI4130 或 4130H。

④ 第 1 类是经固溶处理的材料;1A 类产品(B8A,B8CA,B8MA,B8PA,B8FA 及 B8TA)是在成品状态进行了固溶处理的材料;第 2 类产品是经固溶处理和应变硬化处理的材料。

表 4　对毛坯件推荐的试验温度

级　别	试验温度	
	°F	℃
L7M, L70, L71, L72, L73	−100	−73
L7, L7A, L7B, L7C	−150	−101
L43	−150	−101
L1	−100	−73

补充要求

下列补充要求只有当采购方在询价、合同和采购订货单中规定时才适用

S1 冲击性能

S1.1 当奥氏体钢级别按6.2.1条可免除试验，但是要求作冲击性能试验时，此项试验应按钢厂和采购方的商定进行。

S2 侧向膨胀

S2.1 当铁素体钢除了6.2.1.1条的冲击吸收要求外要求测量侧向膨胀时，三个一组的每一个试样的最小值必须是0.015in.（0.38mm）。试验温度由采购方指定并得到生产厂的同意。

注S2.1：L7，L7A和L7B级别一般难于满足在-150℉（-101℃）下的最小值。L43级别则可能行。

S3 ASME用途的2类螺栓材料的硬度试验

S3.1 紧靠螺纹端的根部的最大硬度应为洛氏硬度C35。硬度应通过事先除去螺纹，从宽度至少达1/8in.（3mm）的平面积上测取，且为了制备这样的平截面不需要除去更多的材料。硬度测定的试验次数应与拉伸试验的次数相同。

S4 只使用铸锭钢的限制

S4.1 初始材料必须是铸锭的，不允许使用连铸工艺的材料。

附录

（非强制性资料）

X1 奥氏体钢的应变硬化

X1.1 应变硬化是一种在低于再结晶温度（冷加工）下由于塑性变形造成的强度和硬度的升高现象。这种效应在奥氏体不锈钢上是当依靠冷拔或其他工艺将尺寸较大的棒或线材减小到所需的最终尺寸时产生。在任何一种合金钢上能获得的应变硬化程度受其应变硬化特性制约。此外，所能产生的应变硬化的量度随工艺因素进一步受到制约，像横截面的总减小量，模具角度及棒料尺寸。例如，大直径的棒钢塑性变形将主要发生在棒的外侧区域，结果是由于应变硬化提高的强度和硬度主要是在靠近棒料的表面达到，也就是棒料越小，应变的穿透深度也就越深。

X1.2 因此，一个给定应变硬化的紧固件力学性能不仅取决于其合金成分，还取决于用于机加工的棒料尺寸。然而，能被使用的最小棒料尺寸是由紧固件的外形确定的，因此，紧固件的外形能影响其强度。

X1.3 例如，一特定合金和尺寸做的螺柱可用比相同合金和尺寸的螺栓直径较小的棒料机加工而成，这是因为需要用较大直径的棒料加工出螺栓头。所以，对所用合金的螺栓可能比相同尺寸的螺栓强度高。

最小抗拉强度 120/105ksi 的热处理结构钢螺栓

SA-325 (15)

（除 15.1 条和 15.5 条中删除术语“专用品牌销售商”外，
与 ASTM 标准 A 325—10 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于两种类型的淬火加回火结构钢螺栓，对尺寸小于等于 1.0in. 的最小抗拉强度为 120ksi，对 1.0～1½in. 的最小抗拉强度为 105ksi。

1.2 这些螺栓预计用于结构连接，它们适用于适用 ASTM 标准 A 325 或 A 490 螺栓的结构连接接头标准的要求，这两种螺栓标准是由美国钢结构学会及工程紧固件学会批准的。

1.3 螺栓的供货尺寸为½～1½in.。它们按如下概指其化学成分的类型称呼：

类型	说　明
1 型	中碳、碳—硼或中碳合金钢
2 型	1991 年 11 月已撤销
3 型	耐候钢

注 1：一般用途螺栓，包括地脚螺栓收在 A 449 标准内。对于直径大于 1½in. 具有相近力学性能的淬火加回火处理的螺栓和双头螺栓也请查阅 A 449。

1.4 以英制单位表达的值应视为标准（值）。本标准中未包括其他测量单位。

注 2：已制定了一份完整的和 A 325 标准相配合的米制尺寸标准——A 325M 标准，所以在本标准中不再示出米制的换算当量。

1.5 本标准只适用于大六角头结构钢螺栓。对于具有相似力学性能的其他形状和螺纹长度的螺栓，见 A 449 标准。

1.6 本标准中所用术语的定义，按 F 1789 标准。

1.7 以下安全警告只适用于本标准第 10 节的试验方法部分：本标准无意论述与其使用有关的所有安全问题。在使用之前，制定适当的安全卫生操作规程和确定这种管理限制的适用范围是本标准使用者的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 194/A 194M 高温高压螺栓用碳钢和合金钢螺母

A 325M 最小抗拉强度 830MPa 的热处理结构钢螺栓（公制）

A 449 一般用途的，最小抗拉强度为 120/105/90kis 热处理钢制六角头螺钉螺栓和螺柱

A 490 最小抗拉强度 150ksi 热处理结构钢螺栓

A 563 碳钢和合金钢螺母

A 751 钢制品的化学分析测试方法、操作和术语

B 695 钢铁构件上机械沉积锌镀层

D 3951 商业用包装实用规程

F 436 硬化处理钢垫圈技术条件

F 606 应变控制疲劳试验实用规程

F 788/F788M 英制和公制系列螺栓、螺钉和双头螺栓的表面不连续性

F 959 和结构紧固中一起使用的压缩垫圈型直接拉伸指示器技术条件

F 1136 坚固件镀锌/铝防腐蚀用涂层标准

F 1470 规定力学性能及功能性检查用紧固件取样用的导则

F 1789 F16 机械连接紧固件用术语

F 2329 用于碳钢和合金钢螺栓、螺钉、垫圈、螺母和特殊螺纹紧固件要求的，热浸镀锌用标准

G 101 估计低合金钢抗大气故事性能的导则

2.2 ASME 标准

B 1.1 统一标准螺纹

B 18.2.6 结构用途用的紧固件

B 18.24 B18 紧固件产品用零件识别编号（PIN）的编码标准。

3 订货须知

3.1 按本标准订购大六角头结构钢螺栓的订

货单应包括如下各项：

3.1.1 数量（螺栓和附件的个数）；

3.1.2 尺寸，包括公称螺栓直径，螺纹牙距和螺栓长度；

3.1.3 产品名称，大六角头结构钢螺栓；

3.1.4 当要求全长车螺纹的螺栓时，应规定补充要求 S1；

3.1.5 螺栓的型号：1 型或 3 型。当未规定螺栓的型号时，由供货方选择决定可供应 1 型或 3 型；

3.1.6 ASTM 标准号和发布年号；

3.1.7 如有要求，诸如螺母、垫圈以及垫圈型式的直接拉力指示器一类的其他部件；

3.1.7.1 当规定了要提供的这些其他部件时，则还应注明："应按批号数提供；螺母垫圈和直接拉力指示器，或两者的组合"。

3.1.8 镀锌——对锌镀层需要规定涂锌工艺，例如热浸法、机械沉积方法镀锌/铝防腐蚀涂层，或不作规定（见 4.3 条）；

3.1.9 其他表面处理——如需要可指定其他表面防护处理；

3.1.10 所需要的试验报告（见 13 节）；

3.1.11 如有要求，补充要求或特殊要求。

3.1.12 对零件识别系统的确立，见 ASME B18.24 标准。

注 3：典型的订货单写法如下：1000 件 1in. 直径 1¼-UNC in. ×4in. 长，大六角头结构螺栓，1 型，ASTM A 325-02；每件带 1 个 ASTM F 346，1 型硬化处理垫圈；以及带 1 个 ASTM A563 DH 级重系列六角螺母。每一个零件要热浸镀锌。螺母涂润滑油。

3.2 推荐使用的螺母

3.2.1 用在 A325 大六角头结构钢螺栓上的螺母都应符合 A563 标准的要求。对于每一种的螺栓型号应是如下类别及表面精整的螺母：

螺栓型号及表面处理	螺母类别及表面处理
1 型，光面（无涂层）	A563-C，C3，D，DH，DH3，光面
1 型，镀锌	A563-DH，镀锌
1 型，按 F1136 标准涂层，3 级钢	A563-DH，按 F1136 标准涂层，5 级钢
3 型，光面	A563-C3，DH3，光面

3.2.2 另一种选择是符合 A 194/A 194M 标准的 2H 级别的镀锌螺母，它被认为是适用于 A 325 标准 1 型大六角头螺栓的合适替代品。

3.2.3 当供应 A 194/A 194M 标准的 2H 级镀锌螺母时，螺母的镀锌、攻丝、润滑及旋转能力试验应按照 A 563 标准进行。

3.3 推荐的垫圈：

3.3.1 符合 F 436 标准的垫圈为适用于 A 325 大六角头结构钢螺栓的推荐垫圈。对于每一种型号的螺栓应是如下表面精整的垫圈：

螺栓型号及表面处理	垫圈表面处理
1 型，光面（无涂层）	光面（无涂层）
1 型，镀锌	镀锌
1 型，按 F1136 标准涂层，3 级钢	按 F1136 标准涂层，3 级钢
3 型，光面	耐候钢，光面

3.4 其他附件：

3.4.1 当规定在这些螺栓上使用可压缩垫圈形式的直接拉力指示器时，它们应符合 F 959 标准的 325 型。

4 材料和制造

4.1 热处理：

4.1.1 由中碳钢生产的 1 型螺栓应从奥氏体温度以上温度在液体介质中进行淬火。由有意添加了铬、镍、钼或硼元素的中碳钢生产的 1 型螺栓应从奥氏体温度以上温度只在油中进行淬火。

4.1.2 3 型螺栓应从奥氏体温度只在油中进行淬火。

4.1.3 无论所使用的钢种 1 型的螺栓，以及 3 型的螺栓应再次加热到不低于 800°F 的温度经回火处理。

4.2 加工螺纹——螺栓上的螺纹可以切削或滚轧加工制成。

4.3 镀锌、热浸镀或机械沉积锌/铝防腐蚀涂层：

4.3.1 当需要镀锌紧固件时，采购方应规定镀锌工艺方法，例如热浸，机械沉积，锌/铝防腐蚀涂层，或不作规定。

4.3.2 当规定用热浸法镀锌时，紧固件应采用热浸方法镀锌，镀层应符合 F 2329 标准的镀层重量及厚度以及功能性要求。

4.3.3 当规定机械沉积镀锌时，紧固件应采用机械沉积方法镀锌，镀层应符合 B 695 标准的 55 类的镀层重量及厚度以及实施要求。

4.3.4 当规定了涂防腐蚀用的锌和铝时，

涂层应符合 F1136 标准的 3 级钢的涂层重量和厚度以及性能的要求。

4.3.5 如未规定特别指定何种方法，供货方可提供下述之一或按 F 2329 标准进行热浸法镀锌，或按 B 695 标准的 55 类的要求进行机械沉积镀锌，或者按 F1136 镀锌/铝防腐蚀涂层，3 级，螺纹部件（螺栓和螺母）应采用相同的镀锌方法，且供货方的选择仅限于对每一零件采用一种镀锌工艺，而在一批内不得混用不同的镀锌方法。

4.4 润滑——当随螺栓一起订购镀锌螺母时，螺母应按 A 563 标准的补充要求 S1 进行润滑以尽量减小卡牙。

4.5 再次加工处理：

4.5.1 如果在最初的试验之后，实施任何一种将会影响到螺栓的力学性能或其功能的工艺时，则应对受再次加工处理影响的螺栓进行重新试验，试验全部规定的力学性能和功能性要求。

4.5.2 当再次加工处理是进行热处理时，则应对再处理过的螺栓所有规定的力学性能做试验。热浸镀锌的螺栓应试验全部规定的力学性能及旋转能力。如果在最初的旋转能力试验之后，镀锌螺母再次润滑过，则应对装配件的旋转能力重新试验。

5 化学成分

5.1 1 型螺栓由制造厂作选择应是无镀层的碳钢、碳硼钢、合金钢或含硼合金钢，并符合表 1 中规定的化学成分。

5.2 3 型螺栓应为耐候钢，并符合表 2 中规定的某一种化学成分。化学成分 A、B、C、D、E、或 F 的选择应按螺栓制造厂的意见。参见估计低合金钢抗大气腐蚀性能方法的导则 G101。

5.3 采购方可以从代表每一批螺栓的成品材料进行成品分析。这样确定的化学成分应符合表 1 和表 2 中规定的要求。

5.4 螺栓钢液中不允许有意加入铋、硒、碲或铅。

5.5 是否与 5.4 条取得一致，应根据确证含有任何所列有意添加元素的钢液并没有用于生产螺栓。

5.6 化学分析应按照 A 751 试验方法、操作和术语标准进行。

6 力学性能

6.1 硬度螺栓应符合表 3 中规定的硬度。

6.2 拉伸性能：

6.2.1 除了 6.2.1.1 条对长螺栓以及 6.2.1.2 条对于短螺栓允许的以外，长度大于等于 2.25 倍直径（2¼ D）、规格尺寸不大于 1.00in 的螺栓，以及长度大于等于 3 倍直径（3D）、规格尺寸大于 1.00in 的螺栓应以全尺寸经楔块试验，且应符合最小楔块拉伸载荷和保证载荷、或者是表 4 中规定的替代保证载荷。在保证载荷试验过程中达到的载荷应等于或大于规定的保证载荷。

6.2.1.1 当螺栓的长度不足以做全尺寸拉伸试验时，应对机加工试样做试验，且应符合表 5 中规定的要求。当螺栓做全尺寸的和机加工试样两种试验时，则应以全尺寸的试验为准。

6.2.1.2 长度短于 2.25 倍直径（2-1/4D）到 2 倍直径（2D）、规格尺寸不大于 1.00in 的螺栓不能进行楔块拉伸试验时，应以全尺寸进行轴向拉伸试验，且应符合表 4 中规定的最小拉伸载荷和保证载荷、或者是表 4 中规定的替代保证载荷。长度短于 2 倍直径（2D）、规格尺寸不大于 1.00in 而不能做轴向拉伸试验的螺栓，应依据硬度进行合格验收。

6.2.2 对于进行硬度和拉伸试验都做的螺栓，在因硬度试验值低而发生争议的情况下，合格验收应以拉伸性能为准。

6.3 旋转性能（润滑）试验：

6.3.1 定义——旋转性能试验的目的是评价是否存在润滑剂，润滑剂的效果，以及在为试验选出的部件所代表的装配件的匹配情况。

6.3.2 要求——镀锌螺栓，镀锌垫圈和镀锌并涂润滑剂螺母应按照 10.2 条的要求组装成一个螺纹接头进行全尺寸试验，当它受表 6 中的螺母旋转力作用时，应不显出有失效的迹象。此项试验应由责任机构（见第 14 节）在螺母镀锌并涂润滑剂之后及发货之前进行（见 10.2 条和注 4）。

6.3.3 合格验收准则——如果接头不能通过下列规定的任何一项要求时，则润滑情况应被判为不合格：

6.3.3.1 不能够再装配到表 6 中所要求的螺母旋转的角度。

6.3.3.2 在安装到表6中规定的旋转角度之后，不能够取下螺母。

6.3.3.3 在取下螺母之后，经目视检验，确定螺栓和螺母上的螺纹已有剪切破坏；

6.3.3.4 螺栓的扭矩失效，但要以及到在螺母和螺栓头之间的螺纹上，在所要求的旋转角度螺栓的伸长，这不应划分为失效。

7 尺寸

7.1 螺栓头和螺杆：

7.1.1 螺栓应符合ASME B 18.2.6标准中规定的大六角头螺栓的尺寸要求。

7.1.2 除了补充要求S1规定的外，螺栓长度不得作改变。螺纹长度在本标准要求外的螺栓应按A 449标准订货。

7.2 螺纹：

7.2.1 未涂层的——螺纹应是按ASME B 1.1中规定的统一粗螺纹系列，且应符合2A级公差。

7.2.2 涂层的——除非另有规定，镀锌的螺栓应按A 563标准，与镀锌的螺母或加深攻丝的螺孔一起使用，在进行热浸锌或机械喷镀锌层之前加工成2A级螺纹。在镀锌之后，螺距和螺纹主径的最大限值不得超过2A级公差限值多于下列数值：

公称螺栓直径，(in.)	加大量限值，in①	
	热浸镀锌	机械镀锌
1/2	0.018	0.012
9/16，5/8，3/4	0.020	0.013
7/8	0.022	0.015
1~1-1/4	0.024	0.016
1~3/8，1-1/2	0.027	0.018

① 热浸镀锌的螺母在涂镀层之后加深攻丝，机械喷镀镀锌的螺母在涂镀层之前加深攻丝。

7.2.3 螺栓用的量规极限值应在制造过程中验证。当发生争议时，应该用和7.2.2条中加深尺寸极限相同尺寸的校准的螺纹环规（X级公差，正的量规公差）来验证合格性。量规或上述螺母的装配必须做到在涂了轻质机油之后用手即能扣上，以避免卡牙和损伤量规。当进行这些检查来解决争议时，应按ASME B 18.2.6标准规定的次数进行。

8 工艺质量

8.1 表面不连续性缺陷的允许限值、检查和评估，淬火裂纹，锻造裂纹，头部进裂，剪切进裂，裂痕，折叠，压折，空穴，工具刻痕，缺口和凿刨痕应依据F 788/F 788M标准的规定。

9 试验数量及复试

9.1 试验责任：

9.1.1 制造厂应在发货之前按照9.2条到9.5中所述的成批生产用识别控制质量保证计划对每批进行试验。

9.1.2 当螺栓是由制造厂外的原产地方供货时，则14节中所定义的责任机构应负责保证已作了全部试验，螺栓符合本标准（见4.5条）的要求。

9.2 成批检查的目的——一个生产批检查计划的目的是保证每一批都符合本标准的要求。这种计划是十分有用的，它必须由二次加工方、销售方和订购方保持每批产品直到安装为止的识别性及完整性。

9.3 批量生产方法——所有的螺栓应根据一个批量识别控制质量保证计划加工生产。制造厂、二次加工方和销售方应对每一批生产螺栓从原材料的选择到最后的包装发货为止的所有的加工操作及处理加工以识别和保持其完整性。对每批都应指定它自己的批识别号。每一批都应经试验，并应保存每批的检查试验报告。

9.4 生产批的定义——一个生产批的定义是：在最初生产时用单一熔炼炉钢水连续生产、采用相同工艺、以同样的方式生产出的，从而固定取样即有效的，相同公称规格和长度的一些可唯一地加以识别的大六角头结构钢螺栓。在随后的作业和装运整个过程中，生产批的识别及其批的完整性应予以保持。

9.5 试验数量——对于规定的试验每一生产批的最少试验数量应符合下列表格：

试 验	依据标准中的试验数量
硬度，拉伸强度，保证载荷和旋转能力	F 1470导则
涂层重量和厚度	所引用的涂层标准①
表面不连续性	F 788/F 788M标准
尺寸和螺纹配合	ASME B 18.2.6

① 若涂层标准未规定试验数量时，则按F 1470导则的规定。

10 试验方法

10.1 拉伸、保证载荷和硬度

10.1.1 拉伸、保证载荷和硬度试验应根据 F 606 试验方法来进行。

10.1.2 使用全尺寸的楔块夹持或轴向拉伸试验方法来确定全尺寸拉伸强度，或者加工试样的尺寸和长度按照 6.2.1～6.2.2 条规定的方法。全尺寸测试的断裂应发生在螺栓的螺杆杆身或螺纹部分上，而不应发生在螺栓头或螺杆的连接处。

10.1.3 保证载荷应用方法 1，长度测量法确定，或者方法 2，屈服强度法测定。采用的方法由生产方选择。

10.2 旋转能力——镀锌螺栓应放置在一钢制的连接接头件或拉伸测定装置内，并和螺栓要用到的一镀锌垫圈还有涂了润滑油的镀锌螺母装配起来（见注 4）。螺母应涂上在 A 563 标准的制造工艺一节的最后一条中所述的润滑剂。连接接头件应为一块或多块平的结构钢板或工装件叠放而成，其总厚度（包括垫圈在内）应使螺栓有 3 到 5 道完整的螺纹扣位于螺栓头的支承表面和螺母之间。连接接头件上的孔应具有与垫圈上的孔相同的公称直径。螺母预紧在螺栓中产生的载荷应不小于规定的保证载荷的 10%。预紧后，应标记示出螺母对于螺栓的相对位置。旋转角度应如表 6 所示。在旋转过程中螺栓头部应保持不随之转动。在加上预紧力旋转到位后，应拆开装配件，并检验是否符合 6.3.3 条的要求。

注 4：旋转能力试验应只适用于匹配的紧固装配件批次，它们包含一个 A325 螺栓，一个涂润滑油的 A563 螺母和一个按 F2329 或 B695 标准作了镀锌的 F436 垫圈。匹配的紧固装配件的螺栓和螺母部件均应为采用相同的镀锌工艺的涂层。

11 检查

11.1 如果采购方要求进行 11.2 条中所述的检查，则应在询价单、合同或订货单中指定。

11.2 代表采购方的检查人员，应能随时进入制造厂工作或供货商的业务部门的与订购材料制造和供应有关的所有地方。制造厂或供货商应向检查人员提供一切可能的方便，以使他确信提供的材料是按本标准做的。由订购方代表提出的按本标准要求的全部试验和检验应在装运前进行，但应不干扰制造厂车间或供货商业务场所的正常生产。

12 拒收和复审

12.1 不一致性螺栓的处置应按 F 1470 导则、标题“不一致性批次的处置”一节的要求进行。

13 合格证书

13.1 当订货单中有规定时，制造厂或供货商中 14 节中定义的负责单位应向订货方提供包括下述项目的实验报告：

13.1.1 熔炼分析，炉号和说明并未使用有意添加了任何在 5.4 条所例出元素的钢水来生产螺栓。

13.1.2 硬度、拉伸及摆正载荷试验结果。

13.1.3 旋转能力试验结果。该项应包括所用试验方法（实心钢板或拉伸测定装置），以及随镀锌螺栓发货的镀锌螺母所涂的润滑剂。

13.1.4 对于镀层螺栓作镀锌测定测得的锌层重量/厚度

13.1.5 对于表面不连续性缺陷的目视检查符合性的描述（第 8 节）

13.1.6 对于尺寸要求及螺纹配合符合程度的说明。

13.1.7 批号及订货单号。

13.1.8 负责单位的完整邮政地址。

13.1.9 由公司管理人单独指派负责签发证书人的职务名称及签字。

13.2 试验证书未能包括上述所有项目时可以拒收。

14 责任

14.1 紧固件的责任单位应是将紧固件提供给采购方的供货方。

15 产品标志

15.1 制造厂识别标记——所有的 1 型和 3 型螺栓应由制造厂使用统一的标识号以资识别制造厂。

15.2 等级识别标志：

15.2.1 类型 1 螺栓应标记上“A325”标志。

15.2.2 类型 3 螺栓使应用加下横线的“A325”标记。制造厂可以增加其他不同的标记以表示该种螺栓是耐候型的。

15.3 标志位置及方法——所有标志应位于螺栓头的顶部，且由制造厂选择可以是凸或凹进的。

15.4 合格验收准则——未按照这些规定标记的螺栓应视为不合格，并应予拒收。

15.5 型号和制造厂——型号及制造厂的识别标志应区分开，且要清晰。两种识别标志最好是在不同位置上，并且当在同一条线上时，应至少隔开2个空格。

16 包装及装运标志

16.1 包装

16.1.1 除非另有规定，包装应按照D 3951实用规程进行。

16.1.2 当镀锌螺母被包括在镀锌螺栓的相同的订货单中时，镀锌的螺栓和螺母应装在同一包装容器内运送。

16.1.3 当需要特殊的包装要求时，应在提交询价和订货单的同时说明。

16.2 装运标志

16.2.1 每一发货单元应包括或明白地标志出下列信息：

16.2.1.1 ASTM标准号及类型

16.2.1.2 规格尺寸

16.2.1.3 制造厂厂名、厂标或商标

16.2.1.4 工件数量

16.2.1.5 批号——当螺母、垫圈或拉紧指向指示符或它的组合是A 325大六角结构螺栓一起订货时，其发货单元除标志适用产品标准要求的标志外，还应标志批号。

16.2.1.6 采购订货单编号

16.2.1.7 原产地国名。

17 关键词

17.1 螺栓 碳素钢 钢 结构钢 耐候钢

表1 对1型螺栓的化学成分要求

元素	碳 钢		碳硼钢		合金钢		含硼合金钢	
	熔炼分析	成品分析	熔炼分析	成品分析	熔炼分析	成品分析	熔炼分析	成品分析
C	0.30~0.52	0.28~0.55	0.30~0.52	0.28~0.55	0.30~0.52	0.28~0.55	0.30~0.52	0.28~0.55
Mn，≥	0.60	0.57	0.60	0.57	0.60	0.57	0.60	0.57
P，≤	0.040	0.048	0.040	0.048	0.035	0.040	0.035	0.040
S，≤	0.050	0.058	0.050	0.058	0.040	0.045	0.040	0.045
Si	0.15~0.30	0.13~0.32	0.10~0.30	0.08~0.32	0.15~0.35	0.13~0.37	0.15~0.35	0.13~0.37
B	…	…	0.0005~0.003	0.0005~0.003	…	…	0.0005~0.003	0.0005~0.003
合金元素	…	…	…	…	①	①	①	①

① 按照美国钢铁学会（AISI）的定义，对于钢而言当所给出的合金元素的含量范围的最大值业已超过下列限值的一个或多个时应认为是合金：锰，1.65%，硅，0.60%，铜，0.60%；或者是在结构合金钢的已知领域的限值之中，规定了或要求下列任何一种元素在一定的范围值以内、或具有一定的最小含量：铝，3.99%以下的铬，钴，铌，钼，镍，钛，钨，钒，镉，或为了获得所希望的合金效应而添加的任何其他合金元素。

表2 对3型大六角头结构螺栓的化学成分要求

元 素		成 分,%					
		3 型 螺 栓①					
		A	B	C	D	E	F
C	熔炼分析	0.33~0.40	0.38~0.48	0.15~0.25	0.15~0.25	0.20~0.25	0.20~0.25
	成品分析	0.31~0.42	0.36~0.50	0.14~0.26	0.14~0.26	0.18~0.27	0.19~0.26
Mn	熔炼分析	0.90~1.20	0.70~0.90	0.80~1.35	0.40~1.20	0.60~1.00	0.90~1.20
	成品分析	0.86~1.24	0.67~0.93	0.76~1.39	0.36~1.24	0.56~1.04	0.86~1.24
P	炼熔分析	≤0.035	0.06~0.12	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
	成品分析	≤0.040	0.06~0.125	≤0.040	≤0.040	≤0.040	≤0.040
S	熔炼分析	≤0.040	≤0.040	≤0.040	≤0.040	≤0.040	≤0.040
	成品分析	≤0.045	≤0.045	≤0.045	≤0.045	≤0.045	≤0.045

表 2（续）　对 3 型大六角头结构螺栓的化学成分要求

元　素		成　分，%					
		3 型 螺 栓[1]					
		A	B	C	D	E	F
Si	熔炼分析	0.15~0.35	0.30~0.50	0.15~0.35	0.25~0.50	0.15~0.35	0.15~0.35
	成品分析	0.13~0.37	0.25~0.55	0.13~0.37	0.20~0.55	0.13~0.37	0.13~0.37
Cu	熔炼分析	0.25~0.45	0.20~0.40	0.20~0.50	0.30~0.50	0.30~0.60	0.20~0.40
	成品分析	0.22~0.48	0.17~0.43	0.17~0.53	0.27~0.53	0.27~0.63	0.17~0.43
Ni	熔炼分析	0.25~0.45	0.50~0.80	0.25~0.50	0.50~0.80	0.30~0.60	0.20~0.40
	成品分析	0.22~0.48	0.47~0.83	0.22~0.53	0.47~0.83	0.27~0.63	0.17~0.43
Cr	熔炼分析	0.45~0.65	0.50~0.75	0.30~0.50	0.50~1.00	0.60~0.90	0.45~0.65
	成品分析	0.42~0.68	0.47~0.83	0.27~0.53	0.45~1.05	0.55~0.95	0.42~0.68
V	熔炼分析	②	②	≥0.020	②	②	②
	成品分析	②	②	≥0.020	②	②	②
Mo	熔炼分析	②	≤0.06	②	≤0.10	②	②
	成品分析	②	≤0.07	②	≤0.11	②	②
Ti	熔炼分析	②	②	②	≤0.05	②	②
	成品分析	②	②	②	≤0.06	②	②

注：① A，B，C，D，E 和 F 为用于 3 型螺栓的材料类别。类别的选择由螺栓制造厂决定。

② 不规定或不要求这些元素。

表 3　螺栓的硬度要求

螺栓规格 in.	螺栓长度 in.	布　氏		洛　氏　C	
		最小值	最大值	最小值	最大值
½~1	<2D[1]	253	319	25	34
	≥2D	…	319	…	34
1⅛~1½	<3D[1]	223	286	19	30
	≥3D	…	286	…	30

① D 为公称直径或螺纹规格。

表 4　全尺寸螺栓的拉伸载荷要求

螺栓规格，每英寸螺纹牙数和螺纹系列标号	应力面积[1] in.²	拉伸强度[2] ≥，lbf	保证载荷[3] 长度测定方法	保证载荷[2] 屈服强度方法，≥
1 列	2 列	3 列	4 列	5 列
½~13 UNC	0.142	17 050	12 050	13 050
⅝~11 UNC	0.226	27 100	19 200	20 800
¾~10 UNC	0.334	40 100	28 400	30 700
⅞~9 UNC	0.462	55 450	39 250	42 500
1~8 UNC	0.606	72 700	51 500	55 750
1⅛~7 UNC	0.763	80 100	56 450	61 800

表4（续） 全尺寸螺栓的拉伸载荷要求

螺栓规格，每英寸螺纹牙数和螺纹系列标号	应力面积[①] in.²	拉伸强度[②] ≥，lbf	保证载荷[②] 长度测定方法	保证载荷[②] 屈服强度方法，≥
1¼~7 UNC	0.969	101 700	71 700	78 500
1⅜~6 UNC	1.155	121 300	85 450	93 550
1½~6 UNC	1.405	147 500	104 000	113 800

注：① 应力面积按下列计算：

$$A_s = 0.7854\,[D - (0.9743/n)]^2$$

式中 A_s = 应力面积，in.²

D = 公称螺栓规格

n = 每英寸螺纹牙数

② 载荷值列表如下：

螺栓规格 in.	3列	4列	5列
½~1	120 000psi	85 000psi	92 000psi
1⅛~1½	105 000psi	74 000psi	81 000psi

表5 由螺栓机加工试样用的拉伸强度要求

螺栓直径 in.	拉伸强度，≥，psi（MPa）	屈服强度，≥，psi（MPa）	标距4D伸长度 ≥，%	截面收缩率 ≥，%
½~1	120 000（825）	92 000（635）	14	35
>1~1½	105 000（725）	80 000（560）	14	35[*]

[*] 表格的排列在2010年3月作了编辑性的修改。

表6 镀锌螺栓旋转能力试验

螺栓长度 in.	公称螺母旋转角度（周数）
≤4倍直径	240（1/3）
>4倍，但不大于8倍直径	360（1）
>8倍直径，但不大于12倍直径	420（1~1/6）
>12倍直径	不适用该项试验

补 充 要 求

下列补充要求只有采购方在咨询单、合同书或采购订货单中规定时适用。这些补充要求的细节应由采购方和制造厂用书面文件商定。补充要求不得否定本标准的任何一项要求。

S1 全长度加工螺纹螺栓

S1.1 公称长度小于等于 4 倍公称螺栓直径的螺栓应全长车螺纹。螺纹不必需要凸肩，并且自螺栓头下面的支承面到第一个完整的螺纹(牙)，用螺纹环形通规测量，用手将环规装配到螺纹所允许的尽可能远的位置，次距离对于不大于 1in. 的螺栓应不超过 2½个螺距长度，对于大于 1in. 的螺栓应不超过 3½个螺距长度。

S1.2 除了符号应为 A 325T 替代 A 325 外，螺栓应按照第 15 节进行标记。

低温用无缝和焊接公称钢管

SA-333/SA-333M

（除删除与第 15 节抵触的 12.3 条外，
与 ASTM 标准 A 333/A 333M—04a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于低温用公称(平均)壁厚的无缝的、以及焊接的碳钢及合金钢公称管。表 1 中列出了几种类别的铁素体钢。由于厚壁对低温冲击特性有不利影响，所以本标准中某些产品尺寸可能没有。

1.2 备有选择性的补充要求 S1，仅当买方作了指定时，才予采用。

1.3 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此，每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致标准不一致的结果。除非订货单中规定采用本标准的“M”标志(SI 单位)，材料将以英寸-磅单位供货。

注 1：无量纲标志符 NPS(公称管尺寸)在标准中已替代了传统的诸如“公称直径”，“尺寸”以及“公称尺寸”的术语。

表 1 化学成分要求

元素	成 分,%								
	级别 1①	级别 3	级别 4	级别 6①	级别 7	级别 8	级别 9	级别 10	级别 11
C≤	0.30	0.19	0.12	0.30	0.19	0.13	0.20	0.20	0.10
Mn	0.40~1.06	0.31~0.64	0.50~1.05	0.29~1.06	≤0.90	≤0.90	0.40~1.06	1.15~1.50	≤0.60
P≤	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.035	0.025
S≤	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.015	0.025
Si	…	0.18~0.37	0.18~0.37	≥0.10	0.13~0.32	0.13~0.32	…	0.10~0.35	≤0.35
Ni	…	3.18~3.82	0.47~0.98	…	2.03~2.57	8.40~9.60	1.60~2.24	≤0.25	35.0~37.0
Cr	…	…	0.44~1.01	…	…	…	…	≤0.15	≤0.50
Cu	…	…	0.40~0.75	…	…	…	0.75~1.25	≤0.15	…
Al	…	…	0.04~0.30	…	…	…	…	≤0.06	…
V≤	…	…	…	…	…	…	…	0.12	…
Nb≤	…	…	…	…	…	…	…	0.05	…
Mo≤	…	…	…	…	…	…	…	0.05	≤0.50
Co	…	…	…	…	…	…	…	…	≤0.50

① 当碳含量低于 0.30%时，每降低 0.01%，则锰含量可以在 1.06%以上增加 0.05%，直至允许最大锰含量 1.35%。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学性能试验的方法与定义

A 671 常温及要求低温用电熔化焊公称钢管

A 999/A 999M 合金钢和不锈钢公称管通用要求

E 23 金属材料缺口冲击试验方法

3 订货须知

3.1 按本标准供货材料的订货单应包括下列各项，必要时对采购材料作适当的说明。

3.1.1 数量(英尺、厘米、或定尺根数)。

3.1.2 材料名称(无缝或焊接公称管)。

3.1.3 级别(表 1)。

3.1.4 尺寸(NPS 或外径与平均壁厚的壁厚等级号)。

3.1.5 长度(定尺或非定尺)，(第 9 节)，(见 A 999/A 999M 标准的长度允许偏差一节)。

3.1.6 管端加工(见 A 999/A 999M 标准的管端一节)。

3.1.7 选用要求，(见 A 999/A 999M 标准的化学成分一节中的熔炼分析要求；焊接修补一节和无损电测试验要求一节)。

3.1.8 要求的试验报告(见 A 999/A 999M 标准的合格证书一节)。

3.1.9 标准号。

3.1.10 特殊要求或本标准的例外。

4 材料与制造

4.1 制造——钢管应采用无缝或不添加填充金属的焊接工艺制成。4 级应采用无缝工艺制成。

注 2：添加填充金属的熔焊管见 A671 标准。

4.2 热处理

4.2.1 除 8 和 11 级外，全部无缝及焊接管应采用下列方法之一，进行热处理以控制其显微组织。

4.2.1.1 均匀加热至不低于 1500℉(815℃)进行正火热处理，然后空冷或在控制气氛炉的冷却室内冷却。

4.2.1.2 按 4.2.1.1 条进行正火，并由钢厂自定，重新加热到一适当的回火温度。

4.2.1.3 将管道重新加热并控制热加工，使得热成形的操作温度控制在 1550～1750℉(845～945℃)的热成形温度范围内，然后在初始温度不低于 1550℉(845℃)的控制气氛炉内冷却。此方法仅适用于无缝制管工艺。

4.2.1.4 按 4.2.1.3 条进行处理，并由厂方自定，重新加热到适当的回火温度。

4.2.1.5 1，6 和 10 级的无缝管可以均匀加热至温度不低于 1500℉(815℃)，然后在液体中淬火，并再次加热至适当的回火温度；以这样的热处理代替第 4.2.1 条规定的其他热处理。

4.2.2 8 级的管理子应由钢厂按下列方法之一种进行热处理：

4.2.2.1 淬火和回火——均匀加热至 1475℉±25℉(800℃±15℃)；在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in.(2min/mm)，且不得少于 15min；然后浸入循环水中淬火，将钢管重新均匀地加热到 1050℉至 1125℉(565～605℃)；在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in.(2min/mm)但不少于 15min；然后空冷或以降温率不低于 300℉/h(165℃/h)的速度水淬。

4.2.2.2 二次正火与回火——均匀加热至温度 1650℉±25℉(900℃±15℃)；在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in.(2min/mm)，但不少于 15min；然后空冷。将钢管重新均匀地加热到 1450℉±25℉(790℃±15℃)，在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in.(2min/mm)，但不少于 15min；然后再空冷。重新均匀加热至温度 1050～1125℉(565～605℃)，在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in.(2min/mm)，但不少于 15min；然后空冷或以降温率不低于 300℉/h(165℃/h)的速度水淬。

4.2.3 11 级钢管是否退火按买方和供货方的协议。当 11 级钢的钢管退火时应在 1400～1600℉(760～870℃)范围内经正火处理。

4.2.4 取样材料应和供货钢管在同样条件下进行热处理。取样材料应在试样制备前进行热处理。

4.2.5 当订货单上有规定时，试样应从厚度试块上切取，试块取自热处理后的钢管，并应作应力消除。试块应逐步均匀地加热到规定温度，在此温度上保温至按表 2 规定的时间，然后炉冷至温度不高于 600℉(315℃)。8 级钢管的试块应以最小降温率 300℉/h(165℃/h)的速度空冷或水冷至温度不高于 600℉(315℃)。

表2 试块消除应力

金属温度①,②				最短保温时间，h/in.（min/mm）
1、3、6、7及10级		4级③		
℉	℃	℉	℃	
1100	600	1150	620	1(2.4)
1050	565	1100	600	2(4.7)
1000	540	1050	565	3(7.1)

① 对于中间温度，保温时间应采用内插法确定。

② 级别8应在1025~1085℉(550~585℃)消除应力，对于厚度小于等于1.0in.(25.4mm)最小保温时间2h，厚度每增加1in.(25.4mm)保温至少增加1h，并以最小降温率300℉/h(165℃/h)空冷或水冷至温度不超过600℉(315℃)。

③ 除非另有规定，级别4在1150℉(620℃)消除应力。

5 化学成分

5.1 钢的化学成分应符合表1中的规定。

5.2 当按本标准订购1，6级或10级钢时，不允许对所订购级别提出添加任何非表1所列元素中来供应某一合金钢级别的特殊要求。但是允许添加脱氧所需的元素。

6 成品分析

6.1 根据买方要求，钢厂应对每一炉次取一个钢坯或2个轧坯的试样，或每批钢管取两根进行分析。一批管应由下列根数组成：

NPS标号	一批管的根数
<2	400根或其余数
2~6	200根或其余数
>6	100根或其余数

6.2 这些分析结果应向买方或其代表报告，并应符合规定的要求。

6.3 如果按第6.1条规定的试验中有一次分析结果与规定的要求不符，则可以对同一炉次中的每一个钢坯或同一批管中的每根钢管进行分析，全部的钢坯或钢管与要求相符时可予接受。

7 拉伸性能

7.1 材料的拉伸性能应与表3给出的要求相符。

表3 拉伸性能

项目	1级		3级		4级		6级		7级		8级		9级		10级		11级	
	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa
抗拉强度,≥	55000	380	65000	450	60000	415	60000	415	65000	450	100000	690	63000	435	80000	550	65000	450
屈服强度,≥	30000	205	35000	240	35000	240	35000	240	35000	240	75000	515	48000	315	65000	450	35000	240
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
伸长率，标距2in.或50mm，%，≥ 对于壁厚不小于5/16in.(8mm)的纵条试验和所有以全截面试验的小尺寸试样的基本最小伸长率	35	25	30	20	30	16.5	30	16.5	30	22	22	…	28	…	22	…	18①	…
当采用标准圆试样，标距2in.或50mm或采用标距长度为4倍直径(4D)的较小比例尺寸试样时：	28	20	22	14	22	12	22	12	22	14	16	…	…	…	16	…	…	…
对于纵条试验，壁厚小于5/16in.(8mm)，每减小1/32in.(0.8mm)从基本最小伸长率可减小的百分值	1.75②	1.25②	1.50②	1.00②	1.50②	1.00②	1.50②	1.00②	1.50②	1.00②	1.25②	…	1.50②	…	1.25②	…	…	…

① 11级钢的伸长率适用于各种壁厚和全截面小尺寸试验。

② 下表列出计算的最小值：

壁　厚		伸长率,标距 2in. 或 50mm,%③,≥															
		1 级		3 级		4 级		6 级		7 级		8 级		9 级		10 级	
in.	mm	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
5/16(0.312)	8	35	25	30	20	30	16	30	16	30	22	22	…	28	…	22	…
9/32(0.281)	7.2	33	24	28	19	28	15	28	15	28	21	21	…	26	…	21	…
1/4(0.250)	6.4	32	23	27	18	27	15	27	15	27	20	20	…	25	…	20	…
7/32(0.219)	5.6	30	…	26	…	26	…	26	…	26	…	18	…	24	…	18	…
3/16(0.188)	4.8	28	…	24	…	24	…	24	…	24	…	17	…	22	…	17	…
5/32(0.156)	4	26	…	22	…	22	…	22	…	22	…	16	…	20	…	16	…
1/8(0.125)	3.2	25	…	21	…	21	…	21	…	21	…	15	…	19	…	15	…
3/32(0.094)	2.4	23	…	20	…	20	…	20	…	20	…	13	…	18	…	13	…
1/16(0.062)	1.6	21	…	18	…	18	…	18	…	18	…	12	…	16	…	12	…

③ 计算出伸长率后应圆整到最接近的整数。

注:上表列出壁厚每减薄1/32 in.(0.8mm)时计算的伸长率最小值。壁厚处在上示两值之间时,最小伸长率的值由下表所列公式确定之:

级　别	试验方向	公　式
1	纵向	$E = 56t + 17.50 (E = 2.19t + 17.50)$
	横向	$E = 40t + 12.50 (E = 1.56t + 12.50)$
3	纵向	$E = 48t + 15.00 (E = 1.87t + 15.00)$
	横向	$E = 32t + 10.00 (E = 1.25t + 10.00)$
4	纵向	$E = 48t + 15.00 (E = 1.87t + 15.00)$
	横向	$E = 32t + 6.50 (E = 1.25t + 6.50)$
6	纵向	$E = 48t + 15.50 (E = 1.87t + 15.00)$
	横向	$E = 32t + 6.50 (E = 1.25t + 6.50)$
7	纵向	$E = 48t + 15.00 (E = 1.87t + 15.00)$
	横向	$E = 32t + 11.00 (E = 1.25t + 11.00)$
8 及 10	纵向	$E = 40t + 9.50 (E = 1.56t + 9.50)$
9	纵向	$E = 48t + 13.00 (E = 1.87t + 13.0)$

注:式中　E=标距 2in. 或 50mm 的伸长率,%

t=试样的实际厚度,in.(mm)

8　冲击韧性

8.1　对于 1、3、4、6、7、9 及 10 级的钢管,包括壁厚不小于 0.120in.(3mm)的焊接管的焊接接头试样,每组三个带缺口冲击试样的冲击性能值当在与第 14.1 条相符合的温度下试验时,应不低于表 4 中的规定值。11 级不要求冲击试验。

表 4　1、3、4、6、7、9 和 10 级钢的冲击韧性要求

试样尺寸,mm	每组三个试样的最小平均缺口冲击值①		每组仅一个试样的最小缺口冲击值①	
	ft·lbf	J	ft·lbf	J
10×10	13	18	10	14
10×7.5	10	14	8	11
10×6.67	9	12	7	9
10×5	7	9	5	7
10×3.3	5	7	3	4
10×2.5	4	5	3	4

① 中间值允许线性内插。

8.1.1　若一个试样的冲击值低于最小值,或两个试样的冲击值小于最小平均值而低于单个试样允许的最小值,则应进行复试。复试应另取三个冲击试样,且每个试样必须等于或大于要求的平均值。由于试样有缺陷造成结果不正常,或者试验过程中有不确切的情况,将允许复试。

8.2　级别 8 的钢管,对每个带缺口的冲击试样应测量相对于缺口的侧向膨胀值,后者应不小于 0.015in.(0.38mm)。

8.2.1　当三个冲击试样的平均侧向膨胀值等于或大于 0.015in.(0.38mm),但不小于 0.010in.(0.25mm)时,则可以另取三个试样进行复试。每一个复试试样的侧向膨胀值必须等于或大于 0.015in.(0.38mm)。

8.2.2　侧向膨胀值应采用 A370《方法和定义》规定的程序进行测定。

8.2.3　以英尺—磅表示的吸收能量值及以剪切百分比率表示的断裂形貌特征应作资料记录下来。这些数值记录的保存期至少应为两年。

9 长度

9.1 若无定尺要求，则钢管订货的单根任意长度可分16~22ft(注3)，其中5%的管子可为12~16ft(注3)；或者以最短平均长度为35ft(注3)及最短长度为22ft(注3)的双倍任意长度订货，其中的5%的钢管为12~22ft(注3)。

注3：此处示出的长度当订货是以材料标准的"英寸-磅"标记号为准时适用；当订货是以材料标准的"M"(SI单位)标号为准时，相应的米制长度值应由钢厂和买方双方协议商定。

10 工艺质量、表面质量和外观

10.1 制管厂应对足够多数量的可见表面缺陷进行测定，以提供可信的保证已经对它们的深度作了恰当的评定。不必对全部表面缺陷进行测定，但需保证符合第10.2条规定。

10.2 深度超过12.5%公称壁厚或侵入最小壁厚处的表面缺陷应视作有害缺陷。带有这类有害缺陷的管子应按下列方法之下一进行处理：

10.2.1 若剩余壁厚仍在规定范围以内，则该缺陷可以打磨去除。

10.2.2 按照第10.5条补焊规定进行返修。

10.2.3 在不影响订货长度要求范围的条件下，切除钢管上含有害缺陷的一截。

10.2.4 拒收有害缺陷的钢管。

10.3 为了提供一良好的外观并成为评估是否符合第10.2条的基础，制管厂应以打磨法磨掉下列缺陷：

10.3.1 任何深度大于1/16in.(1.6mm)的机械刻痕、擦痕及小坑。

10.3.2 按第10.1条进行测定时发现深度大于5%公称壁厚的如下可见缺陷；疵点、疤痕、皱皮、撕裂伤或轧制毛刺等。

10.4 若表面缺陷按第10.2条虽可接受，但它不是分散的，而是集中在一大块面积上，达不到良好外观的要求，则根据买方的意见，对这样的钢管应予拒收。处理办法应由钢厂和买方双方商定。

10.5 用打磨法磨去瑕疵或缺陷时应保持光滑曲面，打磨后的壁厚不得减至本标准的允许值以下，打磨点处的外径允许由于磨削而减少被磨掉的量。

10.5.1 壁厚应用卡规或用正确标定过的有一定精度的无损检测仪来测量。若有争议，应以卡规测量为准。

10.6 焊接修补应仅当买方同意后方可进行，并应按A 999/A 999M标准执行。

10.7 成品钢管应相当直。

11 一般要求

11.1 除非此处另有规定，按本标准供应的材料应与A 999/A 999M标准的最新版的相应要求相符合。

12 要求的力学性能试验

12.1 取样——对于力学性能试验，术语"批"适用于在连续热处理炉内用一同炉钢并经受相同的精整热处理所生产出的同一公称规格和壁厚(或壁厚序列号)的所有公称管。当最终热处理是在周期式热处理炉内进行时，则"一批"只包括相同热处理装料作热处理的那些公称管。

12.2 横向与纵向拉伸试验与压扁试验——在周期式炉中进行热处理的钢管每批应取5%进行试验。当采用连续式热处理时，则应取足够数量的钢管进行试验，相当于每批取5%，但不少于2根。

12.3 删除。

12.4 冲击试验——一级缺口冲击试样包括三个试样，应取自一个热处理炉次中的每个熔炼炉次的成品钢管。一组试验仅代表同一炉次及同一热处理炉次钢管的性能，这些钢管的壁厚不得比取样钢管壁厚大1/4in.(6.3mm)。若在连续炉或周期式炉内进行热处理，炉温控制在50℉(30℃)以内，并装有记录式高温仪因此具备完整的热处理的话，则仅需对一整个连续操作的每个熔炼炉次作一组试验，而不必对每一个热处理炉次的每一个熔炼炉次都做。

12.5 冲击试验(焊接管)——应对焊接管的焊缝进行如第12.3或12.4条要求的同样次数的附加冲击试验。

12.6 试验如在机加工过程中或试验前发现有缺陷，则可予报废，并应考虑另行取样。

12.7 由这些试验所得出的结果应向买方或其代表报告。

13　冲击试验的试样

13.1　缺口冲击试样应是简支梁式。除非被试材料厚度不足，应用 E23 试验方法中的 A 型 V 形缺口、横截面为 10mm×10mm 的夏比型标准试样。材料厚度不足 10mm 时，应采用所能加工得到的最大的小尺寸试样。本标准不采用沿缺口宽度大于 0.394in.（10mm）或小于 0.099in.（2.5mm）的夏比试样。

13.2　取样时应使试样的纵轴和钢管的纵轴相平行，而缺口的轴线应与表面垂直。对壁厚小于等于 1in.（25mm）的钢管，取样时应使其轴向平面位于中心点，对壁厚大于 1in.（25mm）的钢管，取样时应使其轴向平面位于距外表面 ½in.（12.5mm）处。

13.3　当试验焊缝时，如钢管的直径与壁厚允许，则试样应与钢管的纵轴横交，其缺口落在焊缝接头处，且垂直于管表面。当管径与壁厚不允许切取横交试样时，应按第 13.2 条切取纵向试样，且使缺口底部位于焊缝接头处。

14　冲击试验

14.1　除成品管的尺寸不足以切取小尺寸冲击试样外，所有按本标准供货的以及按第 16 节规定作标志的所有材料均应如表 5 中所示在与该类别钢相应的最低试验温度下进行冲击能力试验。

14.1.1　经钢厂和买方协商同意，可对单批材料在其他温度下进行特殊的冲击试验。

14.1.2　当采用小尺寸的夏比冲击试样以及试样沿缺口的宽度小于原有材料实际壁厚的 80%时，对于级别 1、3、4、6、7、9 及 10 号钢规定的夏比冲击试验温度应分别低于表 5 中对各级别钢所示出的最低试验温度。这种情况下的温度降低值应等于实际材料厚度相当的温度降低值与实际试验的夏比试样宽度相当的温度降低值两者之差（如表 6 所示）。附录 X1 中示出了如何确定温度降低值的若干例子。

14.2　缺口冲击试样应按 E23 试验方法中夏比型试验对简支梁的试验程序进行。

14.3　规定试验温度低于 70℉（20℃）时，试验时应采取以下措施：试样和夹钳应置于一合适的容器内冷却足够长的时间使两者均能用冷却到预期的温度，后者应使用热电偶、温度计或任何其他合适的仪器测量，测量误差应控制在 3℉（2℃）以内。试样应迅速地从冷却装置中取出放到夏比冲击试验机砧座上，并应在 5 秒之内将试样冲断。

表 5　冲击温度

级　别	最低冲击试验温度	
	℉	℃
1	-50	-45
3	-150	-100
4	-150	-100
6	-50	-45
7	-100	-75
8	-320	-195
9	-100	-75
10	-75	-60

表 6　冲击温度降低值

试样沿缺口宽度或实际材料厚度		温度降低值降低度数①	
in.	mm	℉	℃
0.394	10（标准尺寸）	0	0
0.354	9	0	0
0.315	8	0	0
0.295	7.5（¾标准尺寸）	5	3
0.276	7	8	4
0.262	6.67（⅔标准尺寸）	10	5
0.236	6	15	8
0.197	5（½标准尺寸）	20	11
0.158	4	30	17
0.131	3.33（⅓标准尺寸）	35	19
0.118	3	40	22
0.099	2.5（¼标准尺寸）	50	28

① 中间值允许线性内插。

15　水压或无损电测试验

15.1　每根管均应经受无损电测试验或水压试验。除非在采购订货单中有规定，所应采用的试验形式应是由制造厂选择决定。

15.2　水压试验应根据 A 999/A 999M 标准。

15.3　无损电测试验——除了下列附加条件外，无损电测试验应根据 A 999/A 999M 标准。

15.3.1　若是由（第 15.3.2 条）下列所示可见缺陷产生的试验信号，如果可见缺陷的深度小于 0.004in.（0.1mm）或者规定壁厚的 12.5%（取两者中的较大值），则这些公称管可以根据可见缺陷进行合格验收。

15.3.2　可见缺陷：

15.3.2.1 擦伤；
15.3.2.2 表面粗糙；
15.3.2.3 撞伤；
15.3.2.4 矫直机划痕；
15.3.2.5 切屑；
15.3.2.6 钢模划痕；
15.3.2.7 刹车痕；
15.3.2.8 公称管变径螺纹。

16 产品标志

16.1 除第16.1.1条修订的内容以及A 999/A 999M标准中规定的标志外，尚应包括是热精整还是冷拔；是无缝管还是焊接管；管壁厚度标号以及在字母“LT”之后标上所作冲击试验的温度；当因减小试样尺寸而要求较低的试验温度时则除外，这种情况下应标志适用于全尺寸试样的较高的冲击试验温度。

16.1.1 当成品管尺寸不足以切取小尺寸试样时，标志中不应包括字母“LT”以及随后标记的试验温度，除非是规定了补充要求S1才需标记。

16.1.2 当所交货的钢管是淬火加回火状态时，标记应包括字母“QT”，且热处理状态应报告给买方或其代表。

17 关键词

17.1 低温用 低温适用 无缝公称钢管 不锈公称钢管 公称钢管 温度下适用

补 充 要 求

下列补充要求仅当采购方在合同或采购订货单中规定时才予采用

S1 小尺寸冲击试样

S1.1 当成品管尺寸不足时，允许切取小尺寸 冲击试样，试验应经钢厂和买方商定。

附 录

（非强制性资料）

X1 降低试验温度的确定

X1.1 在14.1.2条所述情况下，必须进一步降低表5中规定的冲击试验温度。下列给出的例子说明14.1.2条文的应用。

X1.1.1 当使用小尺寸试样时（见14.1*条），且小尺寸试样沿缺口的宽度大于等于原材料的实际壁厚的80%时，则14.1.2条的规定不适用。

X1.1.1.1 例如钢管实际壁厚为0.200in.（5.0mm），且所能制取的最大的小尺寸试样的沿缺口宽度小于等于0.160in.（4mm），则试验温度不需降低。

X1.1.2 当小尺寸试样沿缺口宽度小于钢管实际壁厚的80%时，则所要求的试验温度的降低值应取表6中对于实际壁厚及试样宽度所示的两个温度降低值的差值。

X1.1.2.1 例如，管壁厚为0.262in.（6.67mm），然夏比试样缺口宽度为3.33mm（⅓标准尺寸），则试验温度应降低25℉（14℃），因为相应于小尺寸试样的温度降低值是35℉（19℃）；而相应于实际管壁厚的温度降低值是10℉（5℃）；两者之差即所要求的试验温度降低值。

* 原文误为10.1，已更正。——译注。

低温用无缝和焊接的碳钢和合金钢管子

SA-334/SA-334M

[与 ASTM 标准 A 334/A 334M—04a(R10)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于若干级别的、低温用的最小壁厚无缝和焊接的碳钢和合金钢管子。有些产品尺寸本标准可能没有现有的，因为较厚的壁厚在低温冲击性能上会起相反效果。

1.2 提供的选择性补充要求 S1，这只有在采购方有规定时才适用。

注 1：对于外径小于½in.(12.7mm)的管子，可以采用表 1 中给出的对条状试样的伸长率值。力学性能要求不适用于外径小于⅛in.(3.2mm)，壁厚小于 0.015in.(0.4mm)的管子。

1.3 以英寸-磅或国际制(SI)单位表示的数值都应视为标准值。在本标准中，国际制单位示于括号内。由于两种单位制的数值并不可能完全相等，故必须单独地分别采用两种单位制。如混用两种单位制，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中要求使用本标准中的“M”标准(SI 单位)，否则，应采用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢和奥氏体合金钢及不锈钢管子通用要求

E 23 金属材料缺口试棒冲击试验方法

3 订货须知

3.1 本标准材料的订货单应包括下列各项需要时，应详细说明需要的材料。

3.1.1 数量(英尺、米或根数)。

3.1.2 材料名称(无缝或焊接管子)。

3.1.3 级别(表 1)。

3.1.4 尺寸(外径及最小壁厚)。

3.1.5 长度(定尺或不定尺)。

3.1.6 选择要求(其他温度，第 14 节，水压或电测试验，第 16 节)。

3.1.7 要求的试验报告(见 A 1016/A 1016M 标准合格证书一节)。

3.1.8 标准号。

3.1.9 特殊要求和任何选用的补充要求。

4 一般要求

4.1 按本标准提供的材料，除在这里另有规定外，应符合现行版本的 A 1016/A 1016M 标准的要求。

表 1 化学成分要求

元 素	成 分,%						
	级别 1[①]	级别 3	级别 6[①]	级别 7	级别 8	级别 9	级别 11
≤,C	0.30	0.19	0.30	0.19	0.13	0.20	0.10
Mn	0.40~1.06	0.31~0.64	0.29~1.06	≤0.90	≤0.90	0.40~1.06	≤0.60
≤,P	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
≤,S	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Si	…	0.18~0.37	≥0.10	0.13~0.32	0.13~0.32	…	≤0.35
Ni	…	3.18~3.82	…	2.03~2.57	8.40~9.60	1.60~2.24	35.0~37.0
Cr	…	…	…	…	…	…	≤0.50
Cu	…	…	…	…	…	0.75~1.25	…
Co	…	…	…	…	…	…	≤0.50
Mo	…	…	…	…	…	…	≤0.50

① 在 0.30%以下时每减少 0.01%，在 1.06%以上的锰允许增加 0.05%，锰最多 1.35%。

5 材料和制造

5.1 管子应用无缝制管法制造，或用在焊接操作时不添加填充金属的焊接方法制造而成。

6 热处理

6.1 除8和11级钢以外，所有无缝管和焊接管应按下列方法之一控制它们的显微组织以进行热处理：

6.1.1 加热到一个不低于1550℉(845℃)的均匀温度正火，并在空气中或一控制气氛炉内的冷却室中冷却。

6.1.2 如10.1.1条中那样进行正火，并随制造厂的意愿再加热到一合适的回火温度。

6.1.3 只对无缝制管方法，再加热并控制热加工及热成形加操作温度在1550~1750℉(845~955℃)的热成型温度范围，并在控制气氛炉内从不低于1550℉(845℃)的初始温度进行冷却。

6.1.4 如6.1.3条那样处理的，随制造厂的意愿再加热到一合适的回火温度。

6.2 对8级钢的管子由制造厂按下列任一方法热处理：

6.2.1 淬火和回火——加热到1475℉±25℉(800℃±15℃)的均匀温度，并在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，且在任何情况下不少于15min，然后浸到循环水中淬火。重新加热到钢管达到1050~1125℉(565~605℃)内的一个均匀温度，在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，但在任何情况下不得少于15min；以冷却速度不低于300℉/h(165℃/h)空冷或水淬。

6.2.2 二次正火和回火——加热到1650℉±25℉(900℃±15℃)的均匀温度，并在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，且在任何情况下不少于15min；在空气中冷却。重新加热到1450℉±25℉(790℃±15℃)的均匀温度；在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，且在任何情况下不少于15min，在空气中冷却。重新加热到1050~1125℉(565~605℃)的一个均匀温度，并在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，但在任何情况下不少于15min，以冷却速度不小于300℉/h(165℃/h)冷却或水淬。

6.3 冲击试样用的材料应是与成品管子热处理的条件相同的材料。

6.4 11级钢的管子是否退火应按买方和供货方的协议。当11级钢的管子退火时应在1400~1600℉(760~870℃)范围内正火。

7 化学成分

7.1 钢应符合表1中规定的化学成分要求。

7.2 按本标准订购1级和6级的钢时，不允许添加任何非表1所列的元素供应特殊需要的合金钢。但是，允许添加为了脱氧所需的元素。

8 成品分析

8.1 应从每炉的一个钢坯或一根压延坯料，或一根管子作分析。由此确定的化学成分应满足本规定的要求。

8.2 若成品分析的初次试验不合格，外加两个钢坯或压延坯料或管子进行复试。对有问题的元素，两个复试都必须满足本标准的要求；否则该炉或该批的所有剩余材料应拒收，或生产厂愿意，可对每一钢坯或压延坯料或管子作各别的验收试验。不符合标准要求的钢坯或压延坯料或管子应拒收。

9 取样

9.1 对于压扁试验、扩口试验和翻边试验要求，术语“批”适用于切割前用一同炉钢生产的同一公称规格和壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式热处理炉内进行时，则“一批”只包括相同热处理装料、同一炉钢生产的同一规格的，同一热处理制度的那些管子。当最终热处理是在连续式热处理炉中进行时，则“一批”包括的属同一炉钢和同一规格的管子根数应如表2所示，按管子规格决定。

9.2 对于拉伸和硬度试验要求，术语“批”适用于切割前用一同炉钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在周期式热处理炉内进行时，则“一批”只包括相同热处理装料、同一炉钢生产的同一规格的，同一热处理制度的那些管子。当最终热处理是在连续式热处理炉中进行时，“一批”应包括所有同一规格的、属于同一炉钢生产的、加热温度、时间及炉速相同的所有管子。

表 2　热处理的批量

管　子　尺　寸	批量大小
外径≥2in.（50.8mm）壁厚≥0.200in.（5.1mm）	不多于 50 根管子
外径<2in.（50.8mm）但>1in.（25.4mm）或外径>1in.（25.4mm）壁厚<0.200in.（5.1mm）	不多于 75 根管子
外径≤1in.（25.4mm）	不多于 125 根管子

10　拉伸性能要求

10.1　材料应符合表 3 规定的拉伸性能要求。

表 3　拉伸性能要求

		级别 1		级别 3		级别 6		级别 7		级别 8		级别 9		级别 11	
		ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa
抗拉强度，≥		55	380	65	450	60	415	65	450	100	690	63	435	65	450
屈服强度，≥		30	205	35	240	35	240	35	240	75	520	46	315	35	240
伸长率标距 2in. 或 50mm（或 4D）%，≥	以全截面试验的所有小尺寸试样的基本最小伸长率	35		30		30		30		22		28		18[①]	
	当采用标准的圆试样，其标距为 2in.，或较小比例尺寸的试样其标距等于 4D（4 倍直径）时	28		22		22		22		16		…		…	
	对纵条试验其壁厚小于 5/16 in. 时，每减少 1/32 in.（0.79mm）从基本最小伸长率可减少的百分值（见下表）	1.75[②]		1.50[②]		1.50[②]		1.50[②]		1.25[②]		1.50[②]		…	

壁　厚		伸长率，标距 2in. 或 50mm，≥，%[③]					
in.	mm	级别 1	级别 3	级别 6	级别 7	级别 8	级别 9
5/16（0.312）	8	35	30	30	30	22	28
9/32（0.281）	7.2	33	28	28	28	21	26
1/4（0.250）	6.4	32	27	27	27	20	25
7/32（0.219）	5.6	30	26	26	26	18	24
3/16（0.188）	4.8	28	24	24	24	17	22
5/32（0.156）	4	26	22	22	22	16	20
1/8（0.125）	3.2	25	21	21	21	15	19
3/32（0.094）	2.4	23	20	20	20	13	18
1/16（0.062）	1.6	21	18	18	18	12	16

总注：上表列出壁厚每减薄 1/32 in.（0.79mm）时计算的伸长率最小值。壁厚处在上示两值之间时，最小伸长率的值由下列公式确定之：

级　别	公　式
1	$E = 56t + 17.50$（$E = 2.19t + 17.50$）
3	$E = 48t + 15.00$（$E = 1.87t + 15.00$）
6	$E = 48t + 15.00$（$E = 1.87t + 15.00$）
7	$E = 48t + 15.00$（$E = 1.87t + 15.00$）
8	$E = 40t + 9.50$（$E = 1.56t + 9.50$）
9	$E = 48t + 13.00$（$E = 1.87t + 13.00$）

式中　E=标距 2in. 或 50mm 的伸长率，%

t=试样的实际厚度，in.（mm）

① 11 级钢的伸长率适用于所有的壁厚以及全截面小尺寸试验；

② 下表给出计算的最小值；

③ 计算伸长率应圆整到最接近的整数值。

11 硬度要求

11.1 管子的硬度数值应不超过表4中规定的值。

表4 最大硬度值

级 别	洛 氏	布 氏
1	B 85	163
3	B 90	190
6	B 90	190
7	B 90	190
8	…	…
11	B 90	190

注：原文表4中缺级别9。——译注。

12 冲击要求

12.1 对于1、3、6、7和9级钢，每组三个冲击试样(包括壁厚大于等于0.120in.(3mm)焊接管的焊接接头试样在内)，其开缺口试棒的冲击性能，当在符合14.1条中的温度下试验时，应不小于表5中规定的值。11级钢不要求冲击试验。

表5 级别1、3、6、7和9的冲击要求

试样尺寸	每组三个刻槽棒试样的最小平均值①		仅是一组中一个刻槽试样的最小冲击值①	
	ft·lbf	J	ft·lbf	J
10×10	13	18	10	14
10×7.5	10	14	8	11
10×6.67	9	12	7	9
10×5	7	9	5	7
10×3.33	5	7	3	4
10×2.5	4	5	3	4

① 允许中间值线性插值。

12.1.1 若一个试样的冲击值低于最低值，或两个试样的冲击值小于最终平均值，但并不低于单个试样允许的最小值，允许复试。复试应由冲断另加三个试样所组成，且每个试样必须等于或大于所要求的平均值。当一个错误的结果是由于一个有缺陷的试样引起的，或者在试验过程中有不确定性时则允许复试。

12.2 对于8级钢每一个开缺口冲击试样在缺口背面所显示的侧向膨胀应不小于0.015in.(0.38mm)。

12.2.1 当用三个冲击试样的平均侧向膨胀等于或超过0.015in.(0.38mm)，并有一个试样的值低于0.015in.(0.38mm)、但不低于0.010in.(0.25mm)，那么可以进行另外加的三个试样复试。任一复试试样的侧向膨胀必须等于或大于0.015in.(0.38mm)。

12.2.2 侧向膨胀值应按A 370方法和定义标准确定。

12.2.3 以英寸-磅单位计的吸收能和以剪切率表示的断裂形貌应记录备查。这些值的记录保持期限应至少两年。

13 力学性能试验

13.1 拉伸试验——应对不超过50根管子的批取一个试样做一个拉伸试验。超过50根管子的批应从二根管子取试样做拉伸试验。

13.2 压扁试验——在每批的一根成品管两端的试样上各作一个压扁试验，但不是作扩口或卷边试验的那一根。

13.3 扩口试验(无缝管子)——在每批一根成品管的两端试样各作一个扩口试验，但不是作压扁试验的那一根。

13.4 卷边试验(焊接管子)——从每批一根成品管的两端试样上各作一个卷边试验，但不是用作压扁试验的那一根。

13.5 反向压扁试验——对焊接管从每1500ft(460m)成品管取下个试样做一个反向压扁试验。

13.6 硬度试验——从每批两根管子的试样上做布氏或洛氏硬度试验。

13.7 冲击试验——一个开缺口试棒的冲击试验是冲击断3个试件，应从成品管切取代表热处理装炉的每炉试样上进行。本试验只代表同一炉批的管子，其壁厚范围不超过取试样管壁厚¼in.(6.3mm)以上。若热处理是在连续式炉或分批式炉中进行，其温度控制在50℉(30℃)以内并装备有记录的高温计，它能提供完整的热处理记录，则在连续生产时从每一炉次只需要一个试验、而不是每一热处理装炉中每一炉次都需要一个试验。

13.8 冲击试验(焊接管子)——对焊接管，如13.7节中要求的尚需要作另外相同数目的冲击试验来试验焊缝。

13.9 机加工试样时或试验前显示出有缺陷的试样应予废弃、更换试样可看成原有试样。

14　冲击试验的试样

14.1　开缺口的棒状冲击试样应为简支梁式的、符合 E 23 方法标准的 A 型带 V 型缺口的夏比型。除非要试验的材料厚度不够，应采用截面为 10mm×10mm 的标准试样；厚度不够时应采用最大能得到的小尺寸试样。沿缺口的宽度大于 0.394in.（10mm）或小于 0.099in.（2.5mm）的夏比试样不适合于本标准用。

14.2　取试样时应使试样的纵轴线平行于管子的纵轴，并使缺口垂直于其表面。当壁厚小于等于 1in.（25mm）时，截取试样应使它们的轴向平面位于其中点；当壁厚大于 1in.（25mm）时，截取试样应使轴向平面位于离外表面½in.（12.5mm）处。

14.3　当试验焊缝时，每当直径和厚度允许的情况下，应使试样横切管子的纵轴，试样上的缺口位于焊缝处并垂直于其表面。当直径和厚度不允许制备横切试样时，应按 14.2 条取得纵向试样。缺口底部应处在焊缝处。

15　冲击试验

15.1　除非成品管的尺寸不足以允许获得小尺寸试样外，按本标准提供的、并按第 17 节标志的所有材料应按表 6 中对各类别钢规定的温度进行抗冲击试验。

表 6　冲击试验温度

级　别	冲击试验温度	
	℉	℃
1	-50	-45
3	-150	-100
6	-50	-45
7	-100	-75
8	-320	-195
9	-100	-75

15.1.1　如经制造厂和采购方同意，个别批号材料的特殊冲击试验可以在其他温度下进行。

15.2　缺口棒冲击试验应按照 E23 试验方法标准的简支梁夏比型试验程序进行。

15.3　规定在试验温度低于+70℉（20℃）以下的冲击试验应采取下列措施：冲击试验试样还有夹钳应在合适的容器内冷却足够时间，使两者都达到所要求的温度。温度应用热电偶、温度计或任何其他合适的装置测量，并控制在±3℉（2℃）范围以内。试样应很快地从冷却装置中取出放到夏比冲击试验机的砧座上、并在不超过 5 秒以内将其冲断。

15.4　当用小尺寸的夏比冲击试样、且沿缺口的宽度小于原材料实际壁厚的 80%时，用于 1、3、6、7 和 9 级别钢的规定夏比试验温度应低于表 6 中所示相应级别的最低温度。此种情况下，温度降低值应等于相应于实际壁厚的温降值和相应于实际试验的夏比试样宽度的温降值之差（如表 7 中所示）。附录中示出了如何确定该温度降低值的若干例子。

表 7　冲击温度的降低

沿缺口的试样宽度或实际的材料厚度①		温度降低，度	
in.	mm	℉	℃
0.394	10（标准尺寸）	0	0
0.354	9	0	0
0.315	8	0	0
0.295	7.5（¾标准尺寸）	5	3
0.276	7	8	4
0.262	6.67（⅔标准尺寸）	10	5
0.236	6	15	8
0.197	5（½标准尺寸）	20	11
0.158	4	30	17
0.131	3.33（⅓标准尺寸）	35	19
0.118	3	40	22
0.099	2.5（¼标准尺寸）	50	28

① 允许中间值线性插值。

16　水压或无损电测试验

16.1　每根管子均应按 A 1016/A 1016M 标准经受无损电测试验或水压试验。除非在订货单中另有规定，用哪种试验方法由制造厂选定。

17　产品标志

17.1　除 16.1.1 条中的修正，还有在 A 1016/A 1016M 标准中规定的标志外，标志应包括热精整、冷拔、无缝或焊接记号，以及“LT”字符后接作冲击试验的温度。当由于减少试样尺寸而要求较低的试验温度时，则应标记出适用于全尺寸试样的较高的试验温度。

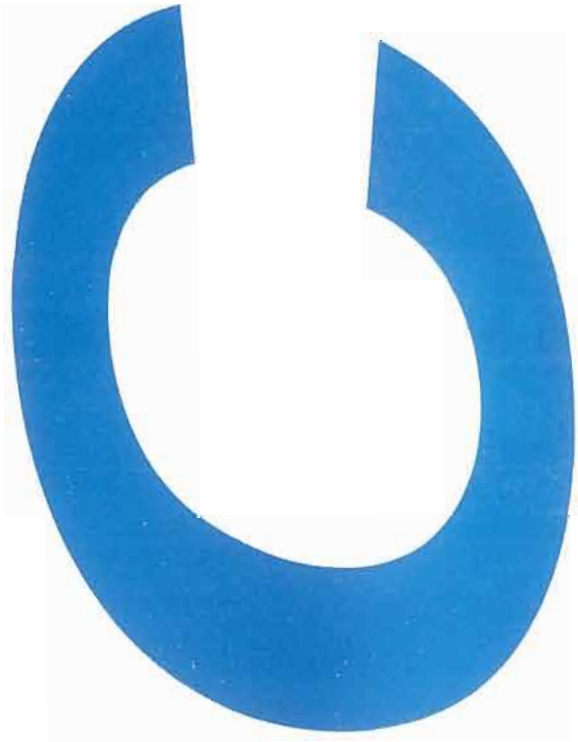
17.1.1　当成品管的尺寸不足以取得小尺寸冲击试样时，除非已规定了补充要求 S1，标志不应包括字符“LT”及随后示明的试验温度。

补 充 要 求

下列补充要求仅适用于采购方在询价、合同或采购订货单中有规定时。

S1 非标准试样

S1.1 当成品管的尺寸不足以取得小尺寸冲[illegible]商定。击试样时，试验事项应由制造厂和采购方间



附 录

（非强制性资料）

X1 温度降低值的确定

X1.1 在15.4条中所述的情况下，表6中规定的冲击试验温度必须降低。下面提供的例子说明15.4条文规定的应用。

X1.1.1 当使用小尺寸试样(见14.1条)以及沿小尺寸试样的缺口宽度大于等于原材料实际壁厚的80%时，15.4条不适用。

X1.1.1.1 例如钢管的实际壁厚为0.200in.(5.0mm)以及沿能得到的最大的小尺寸试样之缺口宽度大于等于0.160in.(4mm)，则试验温度不要求降低。

X1.1.2 当沿小尺寸试样缺口的宽度小于钢管实际壁厚的80%时，所要求的试验温度降低值取表7中示出的对于实际管壁厚度和所用试样宽度的温降值之间的差值计算得出。

X1.1.2.1 例如：钢管的壁厚为0.262in.(6.67mm)，沿夏比试样缺口的宽度为3.33mm(⅓大小的标准尺寸)，则试验温度要降低25°F(14℃)，(这是由于对应于小尺寸试样的温降值为35°F (19℃)，而对应于实际管壁厚度的温降值为10°F(5℃)，这两个值之间的差值即为要求的试验温度下降值。)

高温用无缝铁素体合金钢公称管

SA-335/SA-335M

（除了在 9.3 和 14.2.1 条中对 P23 和 P911 级钢增加了最大硬度要求以及修订 P9 和 P91 的 UNS 编号外，与 ASTM 标准 A 335/A 335M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于高温用公称和最小壁厚的铁素体无缝合金钢管。按本标准订货的管子应适合于弯管，卷边（热滚轧收口）及类似的成形加工，以及熔化焊。可根据设计，工作条件，力学性能及高温特性进行选用。

1.2 本标准适用的一些级别的铁素体钢（注1），其化学成分列于表 1。

注 1：在本标准中、铁素体钢的定义为含 Cr 小于等于 10% 的低、中合金钢。

1.3 提供了选用性的补充要求（S1 到 S7）。按这些补充要求进行附加试验，当有这样的要求时应在订货单中连同所要求的这些试验次数一起给于说明。

1.4 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此每一种单位制必须独立使用。两种单位制的数值混合使用可能导致与本标准不一致的结果。除非订货单中规定采用“M”标志（即 SI 单位），材料将以英寸-磅单位供货。

注 2：无尺寸标志符 NPS（公称管尺寸）在本标准中代替以下惯用术语：“公称直径”，“尺寸”及“公称尺寸”。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 999/A 999M 合金钢和不锈钢公称管通用要求

E 213 金属管和管道超声波检验规程

E 309 钢管制品采用磁饱和的涡流检验规程

E 381 钢制品（包括棒钢、方钢坯、钢坯和锻件）的宏观浸蚀试验和检验方法

E 527 合金和金属的编号方法（UNS）

E 570 铁磁性管材制品的漏磁通检验规程

2.2 ASME 标准：

B36.10M 焊接和无缝的锻轧公称钢管

2.3 其他文件

SNT-TC-1A 无损检测人员资格鉴定和颁发证书的推荐规程

SAE J 1086 金属和合金的编号方法（UNS）

3 订货须知

3.1 本标准材料的订货单应按需要包括下列各项，充分地说明所需要的材料：

3.1.1 数量（英尺、米或根数）。

3.1.2 材料名称（无缝合金钢公称管）。

3.1.3 级别（表 1）。

3.1.4 制造方法（热精整的或冷拔的）。

3.1.5 使用下列所示出的某一种规格：

3.1.5.1 NPS 号和管壁厚度序号；

3.1.5.2 外径和公称壁厚；

3.1.5.3 外径和最小壁厚；

3.1.5.4 内径和公称壁厚；

3.1.5.5 内径和最小壁厚。

3.1.6 长度（定尺或不定尺）。

3.1.7 端部加工（见 A 999/A 999M 标准中端部一节）。

表 1　化学成分要求

级别	UNS 标号①	成　分,%							其　他元　素
		C	Mn	P,≤	S,≤	Si	Cr	Mo	
P1	K11522	0.10~0.20	0.30~0.80	0.025	0.025	0.10~0.50	…	0.44~0.65	…
P2	K11547	0.10~0.20	0.30~0.61	0.025	0.025	0.10~0.30	0.50~0.81	0.44~0.65	…
P5	K41545	≤0.15	0.30~0.60	0.025	0.025	≤0.50	4.00~6.00	0.45~0.65	…
P5b	K51545	≤0.15	0.30~0.60	0.025	0.025	1.00~2.00	4.00~6.00	0.45~0.65	…
P5c	K41245	≤0.12	0.30~0.60	0.025	0.025	≤0.50	4.00~6.00	0.45~0.65	…②
P9	S50400	≤0.15	0.30~0.60	0.025	0.025	0.25~1.00	8.00~10.00	0.90~1.10	…
P11	K11597	0.05~0.15	0.30~0.60	0.025	0.025	0.50~1.00	1.00~1.50	0.44~0.65	…
P12	K11562	0.05~0.15	0.30~0.61	0.025	0.025	≤0.50	0.80~1.25	0.44~0.65	…
P15	K11578	0.05~0.15	0.30~0.60	0.025	0.025	1.15~1.65	…	0.44~0.65	…
P21	K31545	0.05~0.15	0.30~0.60	0.025	0.025	≤0.50	2.65~3.35	0.80~1.06	…
P22	K21590	0.05~0.15	0.30~0.60	0.025	0.025	≤0.50	1.90~2.60	0.87~1.13	…
P23	K41650	0.04~0.10	0.10~0.60	≤0.030	≤0.010	≤0.50	1.90~2.60	0.05~0.30	V 0.20~0.30 Nb 0.02~0.08 B 0.0005~0.006 N≤0.030 Al≤0.030 W 1.45~1.75
P36	K21001	0.10~0.17	0.80~1.20	≤0.030	≤0.025	0.20~0.50	≤0.30	0.25~0.50	Ni 1.00~1.30 Cu 0.50~0.80 Nb 0.015~0.045 V≤0.02 N≤0.02 Al≤0.050
P91	K91560	0.08~0.12	0.30~0.60	0.020	0.010	0.20~0.50	8.00~9.50	0.85~1.05	V 0.18~0.25 N 0.030~0.070 Ni≤0.40 Al≤0.02 Nb 0.06~0.10 Ti≤0.01 Zr≤0.01
P92	K92460	0.07~0.13	0.30~0.60	0.020	0.010	≤0.50	8.50~9.50	0.30~0.60	V 0.15~0.25 N 0.03~0.07 Ni≤0.40 Al≤0.02 Nb 0.04~0.09 W 1.5~2.00 B 0.001~0.006 Ti≤0.01 Zr≤0.01
P122	K92930	0.07~0.14	≤0.70	0.020	0.010	≤0.50	10.00~12.50	0.25~0.60	V 0.15~0.30 W 1.50~2.50 Cu 0.30~1.70 Nb 0.04~0.10 B 0.0005~0.005 N 0.040~0.100 Ni≤0.50 Al≤0.020 Ti≤0.01 Zr≤0.01
P911	K91061	0.09~0.13	0.30~0.60	≤0.020	≤0.010	0.10~0.50	8.50~9.50	0.90~1.10	V 0.18~0.25 Ni≤0.40 Nb 0.060~0.10 B 0.0003~0.006 N 0.04~0.09 Al≤0.02 W 0.90~1.10 Ti≤0.01 Zr≤0.01

① 新标号是按照 ASTM E527 及 SAE J1086 标准，金属和合金编号实用规程(UNS)确定的。

② P5C 级别应具有不小于 4 倍碳含量和不大于 0.70%的钛含量，或 8~10 倍碳含量的铌含量。

3.1.8 选用要求(本标准的第8、12及13节。见A 999/A 999M标准中水压试验要求一节及无缝管的允许重量偏差)。

3.1.9 要求的试验报告(见A 999/A 999M标准的合格证书一节)。

3.1.10 标准号。

3.1.11 特殊要求或任何选用的补充要求,或两者均有。

4 一般要求

4.1 按本标准提供的材料,除在这里另有规定外,应符合现行版本的A 999/A 999M标准的适用要求。

5 材料及制造方法

5.1 钢管可为热精整或冷拔的,并经过如5.3条所要求的最终热处理。

5.2 P2和P12级钢——这两个级别钢应采用粗晶(粒)熔化工艺制造。若在晶粒度或脱氧工艺上有特殊限定时,应由买方和钢厂商定。

5.3 热处理:

5.3.1 所有级别的钢管应经再次加热,并按表2中的要求做热处理。

表2 热处理要求①

级 别	热处理形式	正火温度≥或范围,℉(℃)	冷却介质	亚临界退火或回火温度≥或范围,℉(℃)
P1	完全退火或等温退火 正火加回火 亚临界退火	… … …	… … …	… 1200(650) 1200~1300(650~705)
P2	完全退火或等温退火 正火加回火 亚临界退火	… … …	… … …	… 1250(675) 1200~1300(650~705)
P5	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250(675)
P5b	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250(675)
P5c	亚临界退火	…		1325~1375(715~745)
P9	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250(675)
P11	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1200(650)
P12	完全退火或等温退火 正火加回火 亚临界退火	… … …	… 	… 1200(650) 1200~1300(650~705)
P15	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1200(650)
P21	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250(675)
P22	完全退火或等温退火 正火加回火	… …	… …	… 1250(675)
P23	正火加回火	1900~1975(1040~1080)	空冷或快速冷却	1350~1470(730~800)
P36	正火加回火②	1650(900)	…	1100(595)
P91	正火加回火④ 淬火加回火⑤	1900~1975(1040~1080) 1900~1975(1040~1080)	… …	1350~1470(730~800)③ 1350~1470(730~800)
P92	正火加回火	1900~1975(1040~1080)	…	1350~1470(730~800)
P122	正火加回火	1900~1975(1040~1080)	…	1350~1470(730~800)
P911	正火加回火	1900~1975(1040~1080)	⑤	1365~1435(740~780)

① 表中的省略符号“…”,表示还没有规定要求。
② P36的2类钢也可以通过在空气中快速冷却或液体淬火、从奥氏体化温度冷却。
③ 除了当采购方指定了补充要求S7外。
④ 当制管厂和采购方双方达成协议时,对于厚度大于3in.(75mm)的钢管,应允许淬火加回火。
⑤ 对于截面厚度大于3in.(75mm)的钢管,应允许从正火温度起快速冷却。

注 3：建议回火温度至少高于预期工作温度 100℉(50℃)，因此若工作温度高于 1100℉(600℃)，采购方应通知钢厂。

注 4：本标准适用于某些铁素体钢，如在它们的临界温度以上快速冷却将会淬火。某些会在空气中淬火，即从高温在空气中冷却时会硬化到不希望的程度。所以这些级别钢在高于其临界温度下受到加热的工序，例如焊接，卷边及热弯时，随后应进行合适的热处理。

6　化学成分

6.1　钢应符合表 1 中规定的化学成分要求。

7　工艺质量、表面质量和外观

7.1　制管厂应查出足够数量的可见表面缺陷进行测定，以保证对缺陷的深度做过适当评估，不必查出所有的表面缺陷进行测定，但需保证与 7.2 条相符合。

7.2　当表面缺陷穿透深度超过 12.5%公称壁厚或侵犯最小壁厚时应认为是有害缺陷，带有这类缺陷的管子应按下列方法之一处理：

7.2.1　如果剩余壁厚仍在规定范围以内，则该类缺陷可以用砂轮磨去。

7.2.2　按照 7.6 条的焊接修补规定返修。

7.2.3　在长度允许范围内，可割去管长中含有缺陷的一截管段。

7.2.4　拒收。

7.3　为提供良好的表面并在符合 7.2 条评判条件的基础上制管厂应打磨除去以下缺陷：

7.3.1　机械刻痕，擦伤(注 5)，凹坑以及其他深度大于1/16in.(1.6mm)的缺陷。

注 5：刻痕及擦伤的定义为钢丝绳划痕，撞伤，导轨划痕，轧机划痕，钢球刻痕，伤痕及钢模划痕和相似的原因。

7.3.2　按 7.1 条测定时发现的深度大于 5%公称壁厚的可见缺陷，常用的有：疵点、疤痕、皱皮、刮伤或毛刺。

7.4　若表面缺陷虽按 7.2 条可以接受，但其并不分散出现，而是存在于一大块面积上，达不到良好外观的要求，则根据采购方意见，该管应予拒收。这类管子的处理应由钢管厂和采购方协商。

7.5　当用砂轮磨去缺陷或有害缺陷时，应保持平滑过渡曲面，且不应使该处壁厚降低到小于本标准规定的允许值。打磨点外径可以由于磨削而减小。

7.5.1　壁厚应用机械卡规或用正确校定过的具有一定精度的无损检测仪测定。若有争议，应以卡规测量为准。

7.6　焊接修补应事先征得采购方同意后方可进行，并按 A 999/A 999M 标准执行。

7.6.1　P23、P91、P92 和 P122 级钢在作焊接修补后，应在 1350～1470℉（730～800℃）温度下作热处理。

7.6.2　P911 级钢在作焊接修补后，应在 1365～1435℉（740～780℃）温度下作热处理。

7.7　交货钢管应相当直。

8　成品分析

8.1　根据采购方要求，钢厂应从每批(注 6)中取两根管进行分析。一个批的钢管应由以下根数的管构成：

NPS 标号	
<2	400 根或其余数
2～5	200 根或其余数
≥6	100 根或其余数

注 6：一批管应由任一炉钢制得的具有相同尺寸和壁厚的、按 8.1 中规定根数的管组成。

8.2　这些分析的结果应向采购方或其代表报告，并应与表 1 中规定的要求相符合。

8.3　P91 钢管的成品分析含碳量可按表 1 规定范围内有-0.01%和+0.02%的偏差。

8.4　若按 8.1 条中规定的试验中有一根管的分析结果与第 6.1 条中规定的要求不符合，则应自同炉同批的每一个钢坯或每根钢管进行分析，符合要求的每个钢坯或钢管应可接受。

9　拉伸性能和硬度要求

9.1　材料应符合表 3 中规定的拉伸性能要求。

9.2　表 4 列出了伸长率要求。

9.3　P91、P92、P911、P122 和 P36 级钢的公称管应具有不超过 250HB/265HV（25HRC）的硬度。P23 级钢的硬度应不超过 220HB(RB97)。

9.4　表 5 给出了壁厚每增加 1/32in.(0.8mm）时算得的最小伸长率值。当壁厚在上述两值之间时，最小伸长率的值由下式确定：

试验方向	公式
纵向，除P23、P91、P92、P122和P911级钢外所有级别：(E = 1.87t + 15.00)	E=48t+15.00
横向，除P23、P91、P92和P122和P911级钢外所有级别：(E = 1.25t + 10.00)	E = 32t + 10.00
纵向，P23、P91、P92、P122和P911级钢：	E = 32t + 10.00 (E = 1.25t + 10.00)
纵向，P36级钢：	E=32+5.0 (E = 1.25t + 5.0)

式中 E=标距2in. 或50mm伸长率，%

t=试样的实际壁厚，in.（mm）

表3 拉伸性能要求

识别符	P1,P2	P12	P23	P91	P92,P911,P36,1类	P122	P36,2类	其他级别
抗拉强度，≥，ksi(MPa)	55(380)	60(415)	74(510)	85(585)	90(620)	90(620)	95.5(660)	60(415)
屈服强度，≥，ksi(MPa)	30(205)	32(220)	58(400)	60(415)	64(440)	64(440)	66.5(460)	30(205)

表4 伸长率要求

标距2in. 或50mm(或4D)伸长率，≥，%	除P23、P36、P91、P92、P122和P911外，所有级别的伸长率要求		P23、P91、P92、P122和P911级别的伸长率要求		P36
	纵向	横向	纵向	横向	纵向
壁厚≥5/16in.(8mm)条状试样及所有全截面试验小尺寸试样的基本伸长率	30	20	20	…	15
当使用标距为2in. 或50mm的标准圆形试样，或标距为4D小尺寸比例试样时：	22	14	20	13	…
从壁厚5/16in.(8mm)条状试样每减薄1/32in.(0.8mm)时，从基本伸长率所应减小的百分数	1.50①	1.00①	1.00①	…	1.00①

① 表5给出了算得的伸长率的最小值：

表5 计算最小伸长率值

壁厚		标距2in. 或50mm伸长率，≥，%			
		除P23、P36、P91、P92、P122和P911外的所有级别		P23、P91、P92、P122和P911级别	P36
in.	mm	纵向	横向	纵向	纵向
5/16 (0.312)	8	30	20.0	20	15
9/32 (0.281)	7.2	29	19.0	19	14
1/4 (0.250)	6.4	27	18.0	18	13
7/32 (0.219)	5.6	26	…	17	12
3/16 (0.188)	4.8	24	…	16	11
5/32 (0.156)	4	22	…	15	10
1/8 (0.125)	3.2	21	…	14	9
3/32 (0.094)	2.4	20	…	13	8
1/16 (0.062)	1.6	18	…	12	7

10　直径允许偏差

10.1　对于按 NPS（*DN*）、或外径订购的公称管，其外径允许偏差，应不得超过表 6 中给出的规定偏差值。

10.2　对于按内径订购的公称管，其内径偏离其规定内径应不得大于规定值的±1%。

表 6　外径上的允许偏差

NPS 标号	正偏差		负偏差	
	in.	mm	in.	mm
⅛～1½（6～40）	1/64（0.015）	0.40	1/64（0.015）	0.40
>1½～4（40～100）	1/32（0.031）	0.79	1/32（0.031）	0.79
>4～8（100～200）	1/16（0.062）	1.59	1/32（0.031）	0.79
>8～12（200～300）	3/32（0.093）	2.38	1/32（0.031）	0.79
>12（300）	规定外径的±1%			

11　壁厚的允许偏差

11.1　除了受 A999/A999M 标准中的重量的限制的影响而对公称管壁厚的隐含限制外，公称管在任意一点上的壁厚应在表 7 中规定的公差范围内。对于按 NPS（*DN*）及按 ASME B36.10M 标准中示出的壁厚序号订购的公称管，其最小壁厚和外径合格验收检验应符合要求。

12　水压试验

12.1　除第 12.2 和 12.3 条规定外，每根管均应经水压试验。

12.2　除非在采购订货单中另有规定，由钢管厂自行决定，每一根钢管可采用第 13 节所示无损电测检验方法代替水压试验对管进行试验。

12.3　当采购方作了规定时，管子可以不经水压试验及不经无损电测检验。

12.4　当采购方作了规定时，管子可以在已经无损电测检验后，还要经水压试验后供货。

13　无损电测试验

13.1　当采购方作了规定时，作为代替水压试验（12.2 条）的试验，或者除了水压试验（12.4 条）外，每根钢管均应按照 E213，E309 或 E570 检验方法要求进行无损电测检验。每种检验方法所能检验的管道尺寸范围应以各方法的限制范围为条件。

13.2　以下各项信息会对本标准的使用者有帮助：

13.2.1　第 13.8 条所规定的参考标准对于标定无损检验设备均是便于使用的标准。标准的尺寸并非就是这些设备所有探测到的最小缺陷尺寸。

13.2.2　超声波试验可以用于探测纵向和环向取向的缺陷。应当明白探测不同取向的缺陷应当采用不同的测试技术。超声波检验不能够检测出短而深的缺陷。

13.2.3　本标准引用的涡流检验方法（即 2.1 条中的 E309 标准——译注）能够检测出重大缺陷，特别是短陡型缺陷。

13.2.4　本标准引用的漏磁通检验方法能够检测出重大的纵向或环向取向的缺陷并对其进行定位。应注意到应该采用不同的测试技术来检测不同取向的缺陷。

13.2.5　第 12 节引述的水压试验能发现其尺寸能使试验液体透过管壁的缺陷，它可通过目测或液体的压降而被发现。但这种试验不能测出极紧密的穿壁缺陷，或虽已深入管壁但当未完全穿透管壁的缺陷。

13.2.6　当采购方有意于查明能被检测出的缺陷性质（类型、尺寸、位置及取向）时，对于这些检验方法在此事项上的特殊应用应和钢管厂方进一步讨论。

13.3　检验时间：

13.3.1　标准验收用的无损检验应在全部成型加工过程、热处理及调直工序之后进行。此要求并不排除在制管加工过程的早期进行附加的试验。

13.4　表面状态：

13.4.1　所有管表面应清洁、无氧化皮，沾污，油脂，油漆及其他外部材料；因为这些都会干扰对于试验结果的判读。待检验表面的清理及准备加工方法均不得有损于母材或表面质量。

13.4.2　表面过分粗糙或深的刮伤痕会产生对试验不利的干扰信号（见 13.10.2.3 条）。

13.5　检测范围：

13.5.1　钢管和换能器、线圈及探头的相对移动应做到除了 13.5.2 条说明的端部效应以外，

能扫描整个管子。

13.5.2 末端效应存在的判明以及末端效应的范围应由钢厂测定，如采购方有要求则应向买方报告。对端部区域采用其他无损检验应由买方和钢管厂商定。

13.6 无损检验设备操作人员资格评定——试验装置操作人员应依据 SNT-TC-1A 或同等的、经认可的、成文的标准，评定合格。

13.7 试验状态：

13.7.1 用超声波方法进行检验时，最小的名义换能器频率应为 2.25 MHz。

13.7.2 对于涡流试验，线圈的励磁频率应小于等于 10 kHz。

13.8 参考标准试块：

13.8.1 应从和要检验管相同级别、尺寸(NPS，外径和壁厚等级或壁厚)、表面质量及热处理状态和管子制备适当长度的参考标准块。

13.8.2 对超声波检验，标准试块上的参考切槽根据钢厂的选择可从 E213 实用规程中示出的三种常用切槽形状中任选一种。缺口的深度不得超过规定管壁厚度的 12.5%或 0.004in.(0.1mm)，两者取较大值。切槽的长度应至少为换能器直径的两倍。切槽的宽度不得超过其深度。

13.8.3 对于涡流试验，根据钢厂的选择，参考标准试块应含有以下任何一种缺陷：

13.8.3.1 钻孔——参考标准试块应含有三个或三个以上沿管子环向均布开的孔，并沿纵向相错开足够距离，以保证从每个孔的反射信号清晰易辨。钻孔应沿径向并完全穿透管壁。钻孔时应注意避免管子变形。按 NPS 标号的大小孔径应不同。如下：

NPS 标号	孔 径
≤½	0.039in.(1mm)
>½~≤1¼	0.055in.(1.4mm)
>1¼~≤2	0.071in.(1.8mm)
>2~≤5	0.087in.(2.2mm)
>5	0.106in.(2.7mm)

13.8.3.2 相切的横向切槽——切槽应采用直径为¼in.(6.4mm)的圆形刀具或圆锉加工成，并做到和钢管表面相切，且横放于钢管的纵轴线。切槽的深度不得超过规定管壁厚的 12.5%或 0.004in.(0.1mm)，取两者中的较大值。

13.8.3.3 纵向切槽——在管子外表面上，在平行于管子轴心线的径向平面内机加工出的宽度小于等于 0.031in. 的切槽，其深度不得超过规定管壁厚的 12.5%或 0.004in.(0.1mm)，取两者中的较大值。切槽的长度应随试验方法而定。

13.8.4 对于漏磁试验，纵向参考切槽应在与管轴线相平行的径向平面上机加工出直边切槽。当壁厚小于½in.(12.7mm)时，应采用内、外侧切槽；当大于½in.时只需采用外侧切槽。切槽深度不得超过规定壁厚的 12.5%或 0.004in.(0.1mm)，取两者中的较大值。切槽长度不得超过 1in.(25.4mm)，其宽度不应超过其深度。内、外侧切槽的位置应离开足够的距离以便于区分和辨认从每一切槽的反射信号。

13.8.5 更大或更小些的参考缺陷，或两者都取，可由钢厂和采购方商定。

13.9 标定程序：

13.9.1 在每一系列相同尺寸(NPS 标号，直径及壁厚等级或壁厚)、级别及热处理状态钢管的开头及结尾，以及在这系列钢管的检验期间每隔不超过 4 小时，试验装置应径过标定。根据钢管厂的选择，或由采购方和钢管厂商定的要求可进行更加频繁的标定。

13.9.2 当试验系统的设定有任何变动，操作人员更换，设备修理或者由于功率降低、断电或操作者中止工作引起的中断，此后，试验装置也应经过标定。

13.9.3 参考标准试块应象所要测试的钢管一样以相同的速度和测试系统设定通过试验装置。

13.9.4 参考标准试块的信噪比应为 2.5：1，或更大些，且对于每一缺陷的参考信号波幅应至少为整个量程范围的 50%。

13.9.5 在任何标定中，若发现参考信号波幅减幅达 25%(2dB)，则该试验装置应认为标定已失效。可改变试验系统设定，或调整换能器，线圈或探头，并对整个系统重新标定；但是自上一次合格标定以来测试过的所有管子必须重新试验。

13.10 缺陷的评估：

13.10.1 产生出大于等于参考标准试块所产生信号的钢管应经过进一步鉴别，且这些钢管应和合格钢管区分开。对产生信号的部位可以再

次检验。

13.10.2　这些挑出的钢管可以受下列三种处理之一：

13.10.2.1　钢管厂可以自行决定，对这些钢管不再作进一步的检验，作为拒收处理；

13.10.2.2　对于缺陷产生的试验无法辨认的钢管或由裂纹及类似裂纹缺陷产生的信号的钢管应予拒收。这些钢管可以进行打磨修理(按7.2.1条)，焊补(按7.6条)或分割(按7.2.3条)。修补过的管子必须能通过原先被拒收时相同的无损电测检验，且剩余壁厚必须符合本标准的要求，方可验收。

13.10.2.3　若是由下列所示可见缺陷产生的试验信号，则这些管可以根据第7节的规定进行评估：

(1) 擦伤；
(2) 表面粗糙；
(3) 撞伤；
(4) 矫直机划痕；
(5) 切屑；
(6) 钢模划痕；
(7) 刹车痕；
(8) 减径管皱纹。

14　要求的力学试验

14.1　横向或纵向拉伸试验及压扁试验或弯曲试验——对于在分批处理式炉内热处理的材料，应在每一处理批(注7)中的5%钢管上进行试验。对批量小的应至少试验1根钢管。对于用连续工艺进行热处理的材料，试验应该在足够数量的管上进行达到每一批(注7)的5%，但任何情况下不少于2根钢管。

注7：名词“批”适用于由一炉钢制成并在连续处理炉内受相同的最终热处理的同一公称尺寸及壁厚(或壁厚等级)的所有管子；当最终处理是在分批处理式炉内进行的，一“批”则仅仅包括在同一装炉中进行热处理的那些管子。

14.2　硬度试验：

14.2.1　对于P23、P91、P92、P122、P911和P36级钢的公称管应在每批（见注7）中的1个试样上进行布氏，维氏或洛氏硬度试验。

14.3　弯曲试验：

14.3.1　对于直径大于NPS 25及直径和壁厚比小于等于7.0的钢管应进行弯曲试验、代替压扁试验。当得到买方的批准时，其他的直径大于等于NPS 10的钢管可以用弯曲试验代替压扁试验。

14.3.2　弯曲试样应在室温下弯曲到180°，而受弯部位的在外侧不发生开裂。弯芯直径应为1in.(25mm)。

14.3.3　除非另有规定，对于14.3条规定的弯曲试验的试样应从管子的一端切取，且沿横向取下。一个试样应尽量靠近外表面取，而另一个则尽量靠近内表面。试样的截面尺寸应为½ in. × ½ in.（12.5mm × 12.5mm）或 1in. × ½ in.(25mm×12.5mm)，截面上的四个角应倒成圆角，圆角半径不大于1/16in.(1.6mm)，长度上不超过6in.(150mm)。在弯曲试验中试样贴近管子内、外表面的侧面应分别位于受拉位置。

15　合格证书

15.1　除A 999/A 999M标准所要求的信息以外，合格证书上应说明钢管是否作过水压试验。如果钢管经无损电测试验则合格证书应注明，并示出所遵照的实用规程及所用的参考标定缺陷。此外，在合格证书所示出的标准号及级别处应加上如表8中列出的试验方法信息。

表7　壁厚的允许偏差

NPS(*DN*)标号	偏离公称壁厚的偏差,%	
	正偏差	负偏差
⅛~?½(6~65),所有的 t/D①	20.0	12.5
>2½(65),t/D≤5%①	22.5	12.5
>2½(65),t/D>5%①	15.0	12.5

注：① t=规定壁厚；D=规定外径。

表8　合格证书及标志用试验方法表示

水压试验	无损检验	标　志
做	不做	试验压力
不做	做	NDE
不做	不做	NH
做	做	试验压力/NDE

16　产品标志

16.1　除A 999/A 999M标准中规定的标志外，还应包括：长度；如果钢管符合S1至S6的任一

补充要求时，还应附加符号“S”；当按管壁厚度序号订货时的管壁厚度序号，以及炉号或能识别炉号用的钢管厂定的编号。此外，标记还应包括表8中设定的标志以表示试验方法。钢管上标记可以是字模喷刷，打印或滚印。按7.6条焊补过的钢管应标上“WR”。

17 美国政府采购

17.1 不带氧化皮的钢管：

17.1.1 当在合同或订货单中有规定，美国的政府机构要求供不带氧化皮的钢管，则在咨询合同或订货单中应考虑这些要求。当在这些要求和产品标准有冲突时应优先满足这些要求。

17.1.2 当钢管是按本标准订货时，A 999/A 999M标准的要求适用于公称管，A 450/A 450M标准的要求适用于管子。

17.1.3 钢管应是这里规定的下列级别中的一种：

级 别	UNS标号
P11	K11597
P22	K21590
P5	K41545

17.1.4 材料编号：

17.1.4.1 钢管应按ASME B36.10M标准中规定的公称钢管尺寸及管壁厚度序号订货。

举例：A 335/A 335M Pipe(钢管)P-11 NPS 12 Sch 40

标 准 号	ASTM A 335/A 335M
钢管	P
级别	P-11
NPS	12
壁厚	0.375

17.1.4.2

标 准 号	ASTM A 335/A 335M
管子	T
级别	P-11
外径	0.250
壁厚	0.035

17.1.5 订货须知——按本标准订购材料的订货单上除了第3节的要求外，还应包括以下内容：

17.1.5.1 钢管或管子。

17.1.5.2 材料编号。

17.1.5.3 如有需要，超声波检验。

17.1.5.4 如要在环向的相对两侧进行剪力波试验。

17.1.5.5 防锈及包装要求的级别。

18 关键词

18.1 合金钢公称管 高温用 无缝公称钢管 公称管 温度设备应用

补　充　要　求

下列补充要求的某一条或若干条仅当在采购订货单中有规定时方应采用。采购方可以规定超过补充要求中所提出的不同的试验或分析次数。经采购方与厂方同意，本补充要求中复试和重新热处理的条文规定也可以修订。

S1　成品分析

S1.1　应对每根钢管作成品分析，其中化学成分不符合要求的钢管应予拒收。

S2　横向拉伸试验

S2.1　对于大于等于 NPS 8 的每根钢管，应从一端或其两端切取试样作横向拉伸试验。若规定了补充要求，则也应规定每根钢管的试验次数。若自任一根钢管切取的试样与规定的拉伸性能(抗拉、屈服强度及伸长率)不符合，则该管应按 A 999/A 999M 标准重新热处理并满足复试要求，否则应予拒收。

S3　压扁试验

S3.1　A 999/A 999M 标准规定的压扁试验应从每根钢管的一端或其两端取样，料头可以使用。若规定了补充要求则也应规定每根钢管的试验次数。若自任何一根钢管切取的试样在第一阶段的压扁试验满足要求前，因延性不足而失效，则该钢管应按 A 999/A 999M 标准重新热处理并满足复试要求，否则应予拒收。若自任何一根钢管切取的试样由于有缺陷而失效，则该根钢管应予拒收，除非以后的复试表明剩下那段钢管是完好无缺陷的。对于直径超过 NPS 25 及直径和壁厚比小于等于 7.0 的钢管 13.2 条的弯曲试验应代替压扁试验。

S4　金属组织与浸蚀试验

S4.1　钢应根据 E381 方法的适当章节进行浸蚀试验以证明其均匀性。浸蚀试验应在每根钢管的一端或其两端截面上作出，并应证明明是完好无缺陷的，且材质均匀并无有害的夹层、裂纹及类似的有害缺陷。若规定了本补充要求，还应规定每根钢管要求的试验次数。若自任何一根钢管切取的试样显示出有害缺陷，但割去有缺陷的一端后进行的复试表明余下管段完好且材质均匀，则不应拒收。

注 S4.1：在开发适合于本标准所包括的产品的浸蚀方法期间，推荐使用美国金属学会 1948 年版“金属手册”P389 页及随后中所述的钢和铁常规检查用标准宏观浸蚀试验用推荐实用规程。

S5　金相照片

S5.1　当采购方有要求并在订货单中注明时，对于 NPS 3 及以上的管子的每一个炉批号的每一种尺寸及壁厚，钢管厂应提供一张从交货状态钢管试样上拍得的 100 倍的金相照片。这种金相照片应按管子尺寸、壁厚及炉批适当地做出标志。除非规定了补充要求 S6，无需提供所订购的单根钢管的金相照片。这些金相照片仅用作为显示成品管的实际金属结构、作为资料使用。

S6　单根钢管的金相照片

S6.1　除了根据补充要求 S5 要求提供的金相照片外，采购方可以规定对 NPS 3 及以上钢管应提供从每一炉批中的一根或更多根钢管的一端上取得的交货状态下的金相照片。采购方应在订货单中规定每一炉批所要试验的钢管根数。当要求在每根钢管上取金相照片时，按补充要求 S5 要求的每一炉批钢管交货状态下的金相照片可以省略。所有要求提供的金相照片应按切取截面管子的炉批号，尺寸及壁厚适当地作出标志。金相照片还应进一步加以标志以便于每张金相照片能和其代表的单根钢管联得上。

S7　另一种热处理——P91 级别

S7.1　P91 级别钢管应按表 2 进行正火，并在买方规定的温度下进行回火，该温度应低于 1350°F(730°C)，在最低为 1350～1470°F(730～800°C)的温度下进行随后的回火处理应是买方的责任。在按表 2 进行热处理过的材料上应做所有的力学性能试验。合格证书上应引证本补充要求注明所采用的回火温度。标志“S7”应被包括在该钢管所要求的标记以内。

高温承压件用合金钢锻件

SA-336/SA-336M

（与 ASTM 标准 A 336/A 336M—07 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉，压力容器，高温零件和辅助设备的铁素体与奥氏体钢锻件。

1.2 对采用 A 335/A 335M 标准中所列级别的钢种制造的锻件同样可按本标准订货。除锻件仅需熔炼分析符合 A 335/A 335M 标准中表 1 和表 2 的化学成分要求外规定外，其他 A 335/A 335M 中化学成分、拉伸性能、热处理以及标志等均适用。成品分析时，可以偏离上述规定，允许采用本标准表 1 的规定范围。

现 在	过 去
F1 级	F1 类
F11 级，2 类	F11 类
F11 级，3 类	F11A 类
F11 级，1 类	F11B 类
F12 级	F12 类
F5 级	F5 类
F5A 级	F5A 类
F9 级	F9 类
F6 级	F6 类
F21 级，1 类	F21A 类
F21 级，3 类	F21 类
F22 级，1 类	F22A 类
F22 级，3 类	F22 类
F91 级	F91 类
F3V 级	F3V 类
F22V 级	F22V 类

1.3 当要求附加试验或检查时，使用 S1 到 S9 的补充要求。只有在采购方订货单中单独提出时，这些补充要求方为适用。

1.4 除非订单中要求使用本标准中的“M”标准号(SI 单位)，否则一律用英寸-磅单位制。

1.5 A 336/A 336M 标准以前包括奥氏体钢锻件，现在改放在 A 965/A 965M 标准中。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在本标准正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不能做到精确地相等，故必须独立地分析采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验方法

A 335/A 335M 高温用无缝铁素体合金钢管

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 788/A 788M 锻钢件通用要求

A 965/A 965M 高温承压零件用奥氏体钢锻件

E 165 液体渗透检验实用规程

2.2 其他标准

ASME 锅炉及压力容器规范，第Ⅸ卷，焊接评定

3 订货须知及一般要求

3.1 除 A 788/A 788M 标准所要求的订货信息外，买方的询价单和订货单应包括下列资料：

3.1.1 当要按 8.1.1.3 条进行试验时，示明试验位置的图样或简图。

3.1.2 当 5.1 条适用时，说明锻件的预期用途。

3.2 按本标准供应的材料应符合 A 788/A 788M标准规定。A 788/A 788M 标准概述了附加订货条款制造要求，试验和复试方法及程序、标志、证明书、成品分析偏差，以及附加补充要求。

3.3 如本标准要求与 A 788/A 788M 要求相抵触时，则以本标准要求为准。

3.4 对于 ASME 锅炉及压力容器规范用途的带颈法兰和管板，应指定 A 788/A 788M 标准的补充要求 S12。

3.5 对于 ASME 锅炉及压力容器规范的第Ⅲ卷、NB 篇用途，应指定本标准的补充要求 S3。

表 1　拉伸性能要求

项　目	铁素体钢								
	级　别								
	F1	F11 2 类	F11 3 类	F11 1 类	F12	F5	F5A	F9	F6
抗拉强度 ≥,ksi(MPa)	70~95 (485~660)	70~95 (485~660)	75~100 (515~690)	60~85 (415~585)	70~95 (485~660)	60~85 (415~585)	80~105 (550~725)	85~110 (585~760)	85~110 (585~760)
屈服强度 ≥,ksi(MPa)	40 (275)	40 (275)	45 (310)	30 (205)	40 (275)	36 (250)	50 (345)	55 (380)	55 (380)
标距 2in. 或 50mm 伸长率,≥,%	20	20	18	20	20	20	19	20	18
断面收缩率,≥,%	40	40	40	45	40	40	35	40	35

项　目	铁素体钢								
	级　别								
	F21 3 类	F21 1 类	F22 3 类	F22 1 类	F91	F911	F3V	F3VCb	F22V
抗拉强度 ≥,ksi(MPa)	75~100 (515~690)	60~85 (415~585)	75~100 (515~690)	60~85 (415~585)	85~110 (585~760)	90~1120 (620~830)	85~110 (585~760)	85~110 (585~760)	85~110 (585~760)
屈服强度 ≥,ksi(MPa)	45 (310)	30 (205)	45 (310)	30 (205)	60 (415)	64 (440)	60 (415)	60 (415)	60 (415)
标距 2in. 或 50mm 伸长率,≥,%	19	20	19	20	20	20	18	18	18
断面收缩率,≥,%	40	45	40	45	40	40	45	45	45

4　熔炼和锻造

4.1　除了 A 788/A 788M 标准的熔炼和锻造要求外,可以附加 S8 补充要求,适用下列条件:

4.1.1　为保证没有有害的缩孔和过度偏析,应有足够的切头。

5　机加工

5.1　火力发电用的锻造压力容器应具有经机加工或打磨的内表面。非直接火压力容器的内表面应充分除锈以便检查。

5.2　如须要粗加工、可在热处理前或热处理后进行。

表2 化学成分要求

成分,%——铁素体钢,级别

元 素	F1	F11,2和3类	F11,1类	F12	F5[①]	F5A[①]	F9	F6
C	0.20~0.30	0.10~0.20	0.05~0.15	0.10~0.20	≤0.15	≤0.25	≤0.15	≤0.12
Mn	0.60~0.80	0.30~0.80	0.30~0.60	0.30~0.80	0.30~0.60	≤0.60	0.30~0.60	≤1.00
P,≤	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
S,≤	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Si	0.20~0.35	0.50~1.00	0.50~1.00	0.10~0.60	≤0.50	≤0.50	0.50~1.00	≤1.00
Ni	…	…	…	…	≤0.50	≤0.50	…	≤0.50
Cr	…	1.00~1.50	1.00~1.50	0.80~1.10	4.0~6.0	4.0~6.0	8.00~10.00	11.5~13.5
Mo	0.40~0.60	0.45~0.65	0.44~0.65	0.45~0.65	0.45~0.65	0.45~0.65	0.90~1.10	…

元 素	F21,1和3类	F22,1和3类
C	0.05~0.15	0.05~0.15
Mn	0.30~0.60	0.30~0.60
P,≤	0.025	0.025
S,≤	0.025	0.025
Si	≤0.50	≤0.50
Ni	…	…
Cr	2.7~3.3	2.00~2.50
Mo	0.80~1.06	0.90~1.10
V	…	…
Cu	…	…
N	…	…
Nb	…	…

表2(续) 化学成分要求

成分,%——铁素体钢,级别

元 素	F91	F911	F3V	F3VCb	F22V
C	0.08 ~ 0.12	0.09 ~ 0.13	0.10 ~ 0.15	0.10 ~ 0.15	0.11 ~ 0.15
Mn	0.30 ~ 0.60	0.30 ~ 0.60	0.30 ~ 0.60	0.30 ~ 0.60	0.30 ~ 0.60
P,≤	0.025	0.020	0.020	0.020	0.015
S,≤	0.025	0.010	0.020	0.010	0.010
Si	0.20 ~ 0.50	0.10 ~ 0.50	≤0.10	≤0.10	≤0.10
Ni	≤0.40	≤0.40	…	≤0.25	≤0.25
Cr	8.00 ~ 9.50	8.5 ~ 9.5	2.7 ~ 3.3	2.7 ~ 3.3	2.00 ~ 2.50
Mo	0.85 ~ 1.05	0.90 ~ 1.10	0.90 ~ 1.10	0.90 ~ 1.10	0.90 ~ 1.10
V	0.18 ~ 0.25	0.18 ~ 0.25	0.20 ~ 0.30	0.20 ~ 0.30	0.25 ~ 0.35
Nb	0.06 ~ 0.10	0.06 ~ 0.10	…	0.015 ~ 0.070	≤0.07
N	0.03 ~ 0.07	0.04 ~ 0.09	…	…	…
Al	≤0.02[②]	≤0.02[②]	…	…	…
B	…	0.0003 ~ 0.006	0.001 ~ 0.002	…	≤0.0020
W	…	0.90 ~ 1.10	…	…	
Ti	≤0.01[②]	≤0.01[②]	0.015 ~ 0.035	≤0.015	≤0.030
Cu	…	…	…	≤0.25	≤0.20
Ca	…	…	…	0.0005 ~ 0.0150	≤0.015[③]
Zr	≤0.01[②]	≤0.01[②]	…	…	…

① 目前的 F5A(0.25% 的最大碳含量)于 1955 年以前曾规定为识别符号 F5。对适用于其他产品例如管子,螺栓和焊配件等的 ASME 标准,0.15% 最大碳含量的级别的钢种已经规定了识别符号 F5。

② 对熔炼分析和成品分析均适用。

③ F22V 可加稀土金属(REM)替代钙,但须经制造厂和买方协商同意。假如那样,则应测定稀土金属总量并报告。

* 本标准在 2008 增补(A08)修订时,随采用 ASTM A336/A336M-07 版替代原"-96"版,已删去了原版在本标准中的 F304 ~ F46 等共 22 个奥氏体钢锻件。当需生产或应用时可参见列在本篇中的 SA-965/SA-965M,高温承压零件用奥氏体钢锻体标准。——译注。

6 热处理

6.1 除了在6.1.1条中对F22V级钢允许的做法外，铁素体钢锻件应进行退火、或正火加回火，如采购方和制造厂双方同意可以用淬火加回火来代替。对于所有级别的钢，正火或液体淬火应紧接着在亚临界温度下进行回火。

6.1.1 F22V级钢的锻件应由制造厂决定做正火加回火，或液体液火加回火。

6.1.1.1 对于F22V级钢的锻件，最低奥氏体化温度应为1650℉(900℃)。

6.1.2 对于F91级钢的锻件，正火温度范围应为1900~1975℉(1040~1080℃)。

6.1.3 最低回火温度应为1100℉(595℃)，下列各级别的钢除外：

级 别	最低回火温度，℉(℃)
F6	1150[620]
F11，2类	1150[620]
F11，3类	1150[620]
F11，1类	1150[620]
F5	1250[675]
F9	1250[675]
F21，1类	1250[675]
F3V，F3VCb	1250[675]
F22，1类	1250[675]
F22V	1250[675]
F91	1350~1470[730~800]
F911	1365~1435[740~780]
F22，3类	1250[675]

7 化学成分

7.1 熔炼分析——进行熔炼分析时，应按A 788/A 788M标准规定取样，分析结果应符合表2规定要求。

7.2 成品分析——制造厂应按A 788/A 788M标准中成品分析条款规定从代表每一炉号或每一多炉次炉号的锻件上取样进行分析。F 22V级钢的铌和钙元素的成品分析应符合本标准表2的要求，硼元素不作成品分析。买方亦可按A 788/A 788M标准规定进行测定。

8 力学性能

8.1 一般要求——材料应符合表1规定的力学性能要求。应采用A 370“方法和定义”规定的可能制备的最大拉伸试样。

8.1.1 除了3.4条中的要求外，退火的正火及回火的钢锻件，除非规定了S2补充要求，否则试验的纵轴应平行于锻件的主要加工方向，对于镦锻的盘形锻件，试样纵轴应在切线方向。

8.1.1.1 除了8.1.1.3条中的液体淬火加回火的锻件外，试样的纵向轴心线应位于试验延长部分的两平行表面的中心、如若它是附加在盘形锻件的周边上，或者在实心锻件的中心和表面之间的中心位置上。对于空心锻件，试样纵轴应位于壁厚中心至外表面的中心处。使用单独锻制的试块时，则按8.1.3条的规定，拉伸试样应从代表产品锻件最厚截面的中心部位制取。当要求以相对的两个端部制取试样时，则应制取轴线平面的对角处，或者，当有规定时，试样应按补充要求S3规定制取。

8.1.1.2 对水淬加回火的铁素体钢锻件，当T为热处理最大厚度时，试样的纵轴应位于离任一表面至少¼处，试样的长度中点应位于任何另一表面至少1个T。这种试样通常称为¼T×T试样，其中T为最大热处理厚度。可以使用热缓冲垫来满足上述条件。

8.1.1.3 对正火加回火及水淬加回火铁素体钢锻件，经买方事先批准，试样可在距最大应力区域最近的热处理表面一倍距离的深度($1t$)及距第二个表面至少两倍距离($2t$)取样。然而，试样的深度不应距第一个热处理表面过近而小于¾in.(19mm)以及距第二个热处理表面小于1½in.(38mm)。这种取试样位置的方法通常称为$t\times 2t$试验，应用于当8.1.1.2条试验行不通的厚的复杂的压力容器部件。使用这种方法时，精确的示明试验位置的简图应经买方批准。

8.1.2 除了此处的规定以外，验收试验应在第6节规定的热处理进行之后进行。当圆锻件的端部重新锻造闭合时，锻件可在重新锻造前进行正火加回火或退火以及试验。重新锻造后，整个锻件应进行重新热处理，其方式和温度范围应与锻件在鉴定试验前所进行的热处理相同。

8.1.3 经买方和制造厂双方商定后，试样可以与产品锻件相似加工和热处理的专门锻制的试块上制取。这种锻块应用与其代表锻件相同炉

次的钢锭，板坯或轧坯制成。此锻块基本上要进行与产品锻件相同形式的热加工和具有相同的锻造比，但是尺寸不小于 $T\times T\times 3T$ 的纵向锻造棒料可以用来代表环锻件，T 代表锻件有效最厚截面。对于淬火加回火锻件，需按 8.2.2.3 和 8.2.2.4 条在两端进行试验，因而不允许采用单独锻造试块。

注 1：当使用分开锻造的试块时，要注意产品锻件和试块之间质量上有差异的影响，特别是当铁素体钢锻件正火加回火，或淬火加回火处理时这会相当显著。

8.2 试验数量及取样位置——试验数量及取样位置决定于锻件的重量、长度及热处理，规定如下：锻件的长度和重量应为单件锻造的锻件装运长度和重量，或为切自一多件复合锻件的所有锻件的合计装运长度和重量。

8.2.1 退火或正火加回火合金钢锻件：

8.2.1.1 对于热处理时重量小于或等于 5000lb(2250kg)的锻件，应从每个炉号和每一热处理炉批号的锻件中取一件进行一个拉伸试验。当热处理是在具有可获得完整热处理记录的适宜的温度控制和装有高温记录仪的连续炉内进行时，同一回火批号可认为是不超过 8 小时周期的任何连续操作。

8.2.1.2 热处理时重量超过 5000lb(2250kg)的锻件及锻棒，每一锻件应进行一次拉伸试验。

8.2.2 淬火加回火锻件：

8.2.2.1 对于热处理时重量小于或等于 5000lb(2250kg)但长度不超过 12ft(3.7m)的淬火加回火锻件，应从每一炉号和每一热处理炉批号的锻件中，取一件进行拉伸试验，当热处理是在具有可获得完整热处理记录的适宜的温度控制和装有高温记录仪的连续炉内进行时，同一回火批号可认为是不超过 8h 周期的任何连续操作。

8.2.2.2 对热处理时其重量超过 5000~10000lb(2250~4500kg)，但长度不超过 12ft(3.7m)的淬火加回火锻件或锻棒，每一锻件应进行一次拉伸试验。

8.2.2.3 长度超过 12ft(3.7m)的淬火加回火锻件，应从受试锻件的两端各作一个拉伸试验。

8.2.2.4 对于热处理时其重量超过 10000lb(4500kg)的淬火加回火锻件和锻棒，应对每个锻件进行两个拉伸试验，它们的取样位置应相互偏转 180°，但当不计试验加长部分，锻件长度超过 12ft(3.7m)时，应在锻件的每端作一个拉伸试验。

8.3 缺口韧性要求——F 3V，F 3VCb 及 F 22V 级钢：

8.3.1 冲击试样应为 A 370 试验方法及定义中所示的夏比 V 形缺口 A 型试样。受材料尺寸限制使用小尺寸试样时，必须事先得到买方的批准。

8.3.2 夏比 V 形缺口试样应按 8.1 及 8.2 条拉伸试验的要求取样。一组三个夏比 V 形缺口试样应从每一个拉伸试样位置取得。

8.3.3 冲击试样的纵轴和长度中点应和拉伸试样一样位于纵轴方向。缺口的轴心线应与最近的锻件热处理表面垂直。

8.3.4 夏比 V 型缺口试验三个试样的平均冲击吸收能量值最小应为 40ft·lbf(54J)，只允许一组三个试样中的一个可以低于 40ft·lbf(54J)，并且最小不得低于 35ft·lbf(48J)。

8.3.5 冲击试验温度应为 0℉(-18℃)。

9 工艺质量、表面质量和外观

9.1 铁素体锻件进行淬火加回火热处理后，凡能检查的表面应紧接着按 A 275/A 275M 磁粉法检验淬火裂纹。

10 焊补

10.1 只有在买方同意下，方可对锻件进行焊补。焊接应符合 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷的规定。

11 标志

11.1 除 A 788/A 788M 标准标志要求外，标准号后应有字母 A(退火)、N(正火加回火)及 Q(液体淬火加回火)，按要求而定。

12 试验报告

12.1 采用 A 788/A 788M 标准的合格证书要求。

13 关键词

13.1 铬合金钢 铬-钼钢 受压件 压力容器 钢锻件 合金钢锻件 高温设备用

补充要求

只有当采购方在询价单、合同和采购订货单中指定时，才应用下述一项或多项补充要求。补充要求的细节，应由制造厂和采购方商定。

S1 粗车削和镗孔

S1.1 应规定粗车和镗孔在制造工序中的安排顺序。

S2 横向拉伸试验

S2.1 取样不按 8.1.1 条规定，试样的纵轴应垂直于锻件的主要加工方向。试验结果要符合于表 1 的要求，但塑性限值除外，其值于表 S2.1 示出。

S3 替代试验要求

S3.1 采用 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅲ卷,NB-2223.3 章关于材料试验要求,代替 8.1.1.1 条的规定。

S4 水压试验

S4.1 采用水压试验，并规定试验的细节，包括它在制造工序中的安排顺序。

S6 液体渗透剂试验

S6.1 在对铁素体锻件进行淬火加回火热处理后，对所有可以接触到的表面应按 E165 推荐方法用液体渗透方法检查淬火裂纹以代替磁粉检验。

S7 标志

S7.1 锻件应由采购方在订货单中或图样上指出的部位上进行标志。

S8 锻造要求

S8.1 大型圆筒形锻件应由实心铸锭冲孔、镗孔和套孔来制作或金属铸模中空心铸锭来制作。空心铸锭的壁厚至少应通过芯轴锻制减少一半厚度。

S8.2 具有一端实心封闭端部的圆筒形锻件可以在实心冲模或在拉床上空心锻制出来，但是材料要锻透。

S8.3 具有两端敞口或一端实心封闭的圆筒形锻件也可以用热挤压方法生产，但是材料要锻透。

S8.4 小型圆筒形锻件可以锻成实心锻件，随后在其上镗孔来制造，只是采购方需同意这样的锻制方法。通过锻制，实心锻件的横截面积应比锭块的横截面积有所减少，其缩比不小于 3∶1。

S8.5 封头或端盖应作为圆盘来锻造应从钢锭或钢坯上切下的锭块墩粗而成。墩粗前的锭块长度应至少为锻态封头或端盖厚度的两倍。

S8.6 封头或端盖须从钢锭或钢坯上切下的坯料经镦粗锻制成盘形体。在镦锻之前坯料的长度至少为锻制成的封头或端盖厚度的两倍。

S9 单个锻件

S9.1 不论锻件是否相同，锻件均应单件锻造。不能多个锻件成一体然后在热处理前或热处理后再一个个分割。

S9.2 单个锻件的形状及尺寸应由采购方及制造厂通过锻件图样或订购单商定。

表 S2.1 塑性限值*

项目	级别																	
	F1	F11 级 2 类	F11 级 3 类	F11 级 2 类	F12	F5	F5A	F9	F6	F21 级 3 类	F21 级 1 类	F22 级 3 类	F22 级 1 类	F3V	F46	F22V	F91	F911
伸长度(标距 2in. 或 50mm)≥,%	20	18	18	19	18	19	19	18	18	18	19	18	20	17	40	17	19	16
断面收缩率≥,%	30	35	30	40	25	35	35	35	35	35	35	25	35	35	50	35	40	30

* 英文原文表格编号误为:“表 S1.1”,已按新 S2.1 条作更正——译注。

要求缺口韧性试验的管道零部件用碳钢和低合金钢锻件

SA-350/SA-350M

（除删除 6.1.2 及 14.1 条，修订 14.2.5 条和试验报告已成为强制性的外，与 ASTM 标准 A 350/A 350M—02b 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于主要预定在低温下使用、并要求缺口韧性试验的几个级别的，碳钢和低合金钢的锻造或环形轧制法兰，锻造管道配件及阀门。它们是按规定尺寸，或按第 2 节中引用的像 ASME 和 API 尺寸标准制造的。尽管本标准包括了若干由轧制棒料和无缝管状材料加工而成的管道部件（见 5.3.3 条），但它并不包括以这些产品形式生产的原材料。

1.2 除制造厂达到规定要求的能力之外，不要求对规格尺寸加以限制。但是 LF787 级别的 3 类材料只合适于淬火加沉淀硬化热处理状态。

1.3 提供的补充要求用于当要求附加试验或检查时。只有当采购方在订货单中规定时才适用。

1.4 本标准以英寸-磅制和 SI 制两种单位制表示。然而，除非在订货单中规定用“M”字样标准号（SI 单位制），材料是以英寸-磅制供货的。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值，正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

注 1：参考 A 370 试验方法和定义标准对缺口棒冲击试验意义的解释。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 788 钢锻件通用要求

A 961 管道用钢法兰、锻造管件、阀门及零件通用要求

2.2 ASME 标准

B 16.5 钢制管道法兰和带法兰管道配件

B 16.9 工厂制造的锻钢对接焊管道配件

B 16.10 铁基材料阀门面对面和端对端尺寸

B 16.11 管座焊接的和焊纹的锻钢管道配件

B 16.30 非直接火压力容器法兰尺寸

B 16.34 法兰的、螺纹的和焊接端阀门

B 16.47 大直径钢法兰

2.3 ASME 锅炉及压力容器规范

第Ⅸ卷，焊接工艺评定

2.4 AWS 标准

A 5.1 软钢药皮电弧焊条

A 5.5 低合金钢药皮电弧焊条

2.5 API 标准

600 带法兰或对接焊端部的钢闸阀

602 炼油厂用小型化设计的碳钢闸阀

605 大口径碳钢法兰

3 订货须知

3.1 对订购材料在采购订货单中规定所有必要的订购信息是采购者的责任。除了在 A 961 标准中的订货须知指南外、在订货单中应包括以下信息：

3.1.1 附加要求（见表 1 下注）。

表1 化学成分要求

元 素	成 分,wt%						
	LF1级	LF2级	LF3级	LF5级	LF6级	LF9级	LF787级
C,≤	0.30	0.30	0.20	0.30	0.22	0.20	0.07
Mn	0.60~1.35	0.60~1.35	≤0.90	0.60~1.35	1.15~1.50	0.40~1.06	0.40~0.70
P,≤	0.035	0.035	0.035	0.035	0.025	0.035	0.025
S,≤	0.040	0.040	0.040	0.040	0.025	0.040	0.025
Si①	0.15~0.30	0.15~0.30	0.20~0.35	0.20~0.35	0.15~0.30	…	≤0.40
Ni	≤0.40②	≤0.40②	3.3~3.7	1.0~2.0	≤0.40②	1.60~2.24	0.70~1.00
Cr	≤0.30②,③	≤0.30②,③	≤0.30③	≤0.30③	≤0.30②,③	≤0.30③	0.60~0.90
Mo	≤0.12②,③	≤0.12②,③	≤0.12③	≤0.12③	≤0.12②,③	≤0.12③	0.15~0.25
Cu	≤0.40②	≤0.40②	≤0.40③	≤0.40③	≤0.40②	0.75~1.25	1.00~1.30
Nb	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≥0.02
V	≤0.03	≤0.03	≤0.03	≤0.03	0.04~0.11	≤0.03	≤0.03
N	…	…	…	…	0.01~0.030	…	…

① 当补充要求S4要求真空碳脱氧时，硅含量最大应为0.12%。
② 熔炼分析中，铜、镍、铬和钼之和不得超过1.00%。
③ 熔炼分析中，铬和钼之和不得超过0.32%。

4 一般要求

4.1 按本标准提供的产品应符合A 961标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。不能符合A 961标准的一般要求即构成与本标准的不一致性。当本标准与A 961标准的要求有抵触时，应以本标准为准。

5 制造

5.1 熔炼方法——钢应由下列任何一种方法初炼：平炉、碱性吹氧转炉，电炉或真空感应冶炼(VIM)。初炼可与单独的脱气或精炼合并；也可以随后使用电渣重熔(ESR)或真空电弧重熔(VAR)进行二次熔炼。

5.1.1 钢应是完全镇静钢，细晶粒处理。

5.1.2 在浇铸成钢锭之前或之中，钢水可经真空处理。

5.2 切头——应留出足够的切头以确保没有有害的缩孔和过度的偏析。

5.3 锻造工艺：

5.3.1 用于锻造的材料应由钢锭，或锻造、轧制或连铸的初轧坯、钢坯、板坯或棒材组成。

5.3.2 成品应是A 788标准的术语一节中所定义的锻件。

5.3.3 除了所有型式的法兰以外，空心的圆筒形的零件可由轧制棒材或无缝管状材料经机加工而成，只要零件的轴向长度近似地平行于毛坯的金属流线。除了所有型式的法兰以外，尺寸小于或等于NPS 4的其他零件可以由热轧或锻造棒材机加工而成。弯头、U形弯头、三通和集箱三通不得直接由棒坯料机加工而成。

5.4 热处理：

5.4.1 热加工后和进行热处理的重新加热前，锻件应大体上冷却到低于相变区的温度。

5.4.2 除了LF 787级以外的各种级别钢的锻件都应按下列方法所述以正火，或正火加回火，或以淬火加回火状态供货：

5.4.2.1 正火——加热到产生奥氏体组织的温度，保温足够时间使整体达到均匀温度。在静止空气中均匀冷却。

5.4.2.2 正火加回火——随正火之

后，重新加热到最低 1100℉（590℃），保温最少 30min/in. 最大壁厚（30min/25mm 最大壁厚），任何情况下不少于 30min。在静止空气中冷却。

5.4.2.3 淬火加回火——淬火方法应由以下两者之一组成：(1)在锻件完全奥氏体化之后，随之在适合的液体介质中进行淬火，(2)采用多级方法，首先使锻件完全奥氏体化并激冷，随之重新加热到使部分再次奥氏体化，随之在适合的液体介质中进行淬火。所有淬过火的锻件应重新加热到 1100℉(590℃)和下转变温度之间的某一温度下进行回火，保温最少 30min/1in. 最大壁厚(30min/25mm 最大壁厚)，但在任何情况下不少于 30min，在静止空气中冷却。

5.4.3 LF 787 级别钢的锻件应以正火加沉淀硬化热处理，或者以淬火加沉淀硬化热处理状态供货。其热处理方法应如下所述：

5.4.3.1 正火加沉淀硬化热处理的——加热到 1600～1725℉（870～940℃）的温度范围的某一温度，保温足够时间以使整体达到均匀温度，在该温度下均热时间不少于½h，之后从炉内取出空冷。随后，再加热到 1000～1200℉（540～650℃）温度范围内的某一温度，在该温度下均热不少于½h，之后经任一适当的冷却速度冷却。

5.4.3.2 淬火加沉淀硬化——加热到 1600～1725℉(879～940℃)温度范围内的某一温度，在该温度下均热不少于½h，并浸入适合的液体介质中淬火；重新加热到 1000～1225℉(540～665℃)的某一温度，保温不少于½h，并以任一适当的冷却速度冷却。

6 化学成分

6.1 熔炼分析

6.1.1 应按 A 961 标准做化学成分熔炼分析并应符合表 1 所述的化学成分要求，不允许加入铅的钢。

6.1.2 删除。

6.2 成品分析：

6.2.1 采购者可依据 A 961 标准对按本标准对代表每一炉钢提供的成品锻件进行化学分析。

7 力学性能

7.1 拉伸试验：

7.1.1 要求——材料应符合表 2 中的拉伸性能要求。

7.1.1.1 试样从粗加工或成品的产品锻件上，或从延伸部位取得。对于 10000 lbs 以下的锻件，在热处理时也可以从生产锻件的同一炉钢分开锻造的试块上取得。此试块应与其所表征的产品相似的方式锻缩并应与其所代表的成品受到大致相同的热加工和锻缩比及相同的热处理，按 7.1.2.1 条的要求，试验材料应与它所代表的锻件在同一炉内同时进行热处理。

7.1.1.2 试样应代表同一炉号及同热处理装料的所有锻件，其最大厚度不超过试验锻件或试块的¼in.（6mm）。

7.1.2 试验次数——按照 7.1.1.2 条应对每一热处理装料的每一炉号在室温下进行一个拉伸试验。

7.1.2.1 如果热处理是在连续式或分批式炉内进行，炉子温度控制在所要求热处理温度的±25℉（±14℃），并装有记录式高温仪以便得到热处理的全部记录，并且假如拉伸试验所代表的锻件采用了相同的热处理循环，则要求对每一炉号做一个拉伸试验来代替按 7.1.1.2 条对每一热处理装料的每一炉号做一个拉伸试验。

7.1.3 试验部位及方位——试样应从锻件或试块的最厚截面，在 7.1.3.1，7.1.3.2 和 7.1.3.5 条所述位置或依据锻件尺寸和形状尽量靠近这些部位制取。

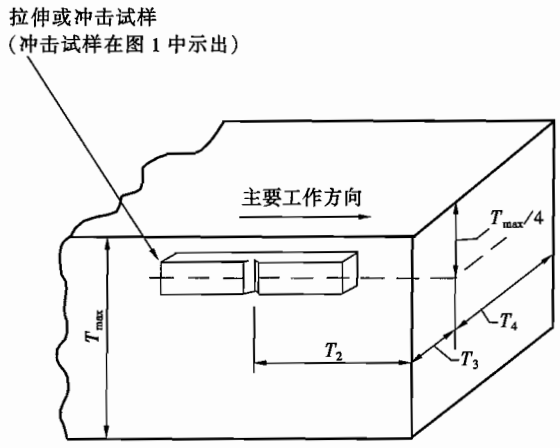
7.1.3.1 最大热处理厚度 T 小于等于 2in.（50mm）的锻件或试块，试样的纵轴应取在中间厚度处，且其长度中点应至少距除了厚度 T 尺寸表面以外的第二个热处理表面的距离为 2in.（50mm）。[这种试样通常称作 ½ T × 2in.（50mm）试样]。

7.1.3.2 最大热处理厚度 T 大于 2in.（50mm）的锻件或试块，试样的中心轴应取在距最靠近的热处理表面至少¼ T 处，并至少距任何第二个热处理表面一个 T 或 4in.（100mm），取两者的小值。淬火加回火锻件，试样的长度中间至少距第二个热处理表面二个 T。淬火加回火锻件分别锻造的试块，取试样位置见图 1。

表2 室温下的拉伸性能①

项目		级别							
		LF1,LF5 1类	LF2 1类,2类	LF3的1和2类,LF5 2类	LF6		LF9	LF787	
					1类	2类,3类		2类	3类
抗拉强度,ksi(MPa)		60~85 (415~585)	70~95 (485~655)	70~95 (485~655)	66~91 (455~630)	75~100 (515~690)	63~88 (435~605)	65~85 (450~585)	75~95 (515~655)
屈服强度,≥,ksi,(MPa)②③		30(205)	36(250)	37.5(260)	52(360)	60(415)	46(315)	55(380)	65(450)
伸长率	标准圆形试样或小尺寸比例试样,4D标距长度,≥,%	25	22	22	22	20	25	20	20
	壁厚≥5/16in.(7.94mm)的条状试样,标距2in.(50mm),≥,%	28	30	30	30	28	28	28	28
	对壁厚<5/16in.(7.94mm)的条状试样的最小伸长率计算公式,标距2in.(50mm)≥,% 式中 t =实际壁厚,in.	$48t+13$	$48t+15$	$48t+15$	$48t+15$	$48t+13$	$48t+13$	$48t+13$	$48t+13$
断面收缩率,≥,%		38	30	35	40	40	38	45	45

① 对于硬度试验见7.3条。
② 用0.2%残余变形法或载荷下0.5%伸长法测定。
③ 只适用于圆试样。



注1:厚度 T 大于2in.(50mm)的材料,$T_2=T_3=T_4\geq T_{max}$。
式中:T_{max}=最大热处理厚度

图1 淬火加回火锻件的试样位置

7.1.3.3 金属缓冲垫——所要求的距热处理表面的距离可用金属缓冲垫代替整体膨胀。缓冲垫材料可以是碳钢或低合金钢,并应使用密封缓冲表面的部分焊透焊缝与锻件连接。试样应位于距锻件的缓冲垫表面最小½in.(13mm)。缓冲垫应除去,并且焊接部位应经受磁粉试验以保证没有裂纹,除非在随后的机加工时将焊接部分完全除去。

7.1.3.4 试样的纵轴应平行于锻件或试块的主要加工方向。

7.1.3.5 在采购者的事先批准下,试样可以取自相应于从重要承载面积处到最靠近的热处理表面距离的深度(t)处,并至少距任何第2个热处理表面两倍的距离($2t$)。然而,试样的深度距一个热处理表面不得小于¾in.(19mm)和距第2个热处理表面不得小于1½in.(38mm)。这种试验部位的取法一般适用于模锻件或具有厚的横截面且 $\frac{1}{4}T\times T$ 试验(7.1.3.2条)不适用的零件。当采用这种方法时,示明确切的试验位置的简图应得到采购者的批准。

7.1.4 试验方法——试验应按A 370试验方法和定义标准进行。试样尽可能取大的,并机加工成A 370试验方法和定义标准的图5的形状和尺寸。当使用无缝管状材料时,试验应按照A

370 试验方法和定义标准的附录 A2，在钢制管状产品的纵面试样上进行。

7.2　冲击试验：

7.2.1　要求——当在表 4 中适用的标准温度，在 7.2.4.2 和 7.2.4.3 条的温度限内试验时，材料应符合表 5 中的冲击性能要求。当使用小尺寸试样时，所得出的冲击能量值应符合表 5，和标准尺寸试样成比例的能量值。当采购方规定了补充要求 S1 时，允许把这一要求除外。假如试验温度至少是按预期使用的最低温度，并且锻件作适当的标志来识别报告试验的温度，那么冲击试验可在不同于表 4 给出的试验温度下进行。

表 3　标准尺寸试样(10mm×10mm)夏比 V 形缺口冲击试验能量要求

级　别	对每组三个试样要求的最小冲击能量平均值,ft·lbf(J)	对每组仅允许有一个试样的最小冲击能量,ft·lbf(J)
LF1 和 LF9 级	13[18]	10[14]
LF2 级 1 类	15[20]	12[16]
LF3 级 1 类	15[20]	12[16]
LF5 级 1 和 2 类	15[20]	12[16]
LF787 级 2 和 3 类	15[20]	12[16]
LF6 级 1 类	15[20]	12[16]
LF2 级 2 类	20[27]	15[20]
LF3 级 2 类	20[27]	15[20]
LF6 级 2 和 3 类	20[27]	15[20]

表 4　标准尺寸试样(10mm×10mm)的标准冲击试验温度

级　别	试验温度,℉(℃)
LF1 级	-20(-29)
LF2 级 1 类	-50(-46)
LF2 级 2 类	0(-18)
LF3 级 1 和 2 类	-150(-101)
LF5 级 1 和 2 类	-75(-59)
LF6 级 1 和 2 类	-60(-50)
LF6 级 3 类	0(-18)
LF9 级	-100(-73)
LF787 级 2 类	-75(-59)
LF787 级 3 类	-100(-73)

7.2.1.1　试样应由按 7.1 条所取得的材料机加工。

7.2.2　试验数量——应由三个试样构成一组试验，应与 7.1.2 条中的拉伸试验具有相同的试验组数。

表 5　不同试样尺寸[①]的最小当量吸收能量，ft·lbf (J)

标准尺寸(10mm×10mm)	¾尺寸(10mm×7.5mm)	⅔尺寸(10mm×6.6mm)	½尺寸(10mm×5mm)	⅓尺寸(10mm×3.3mm)	¼尺寸(10mm×2.5mm)
15(20)	12(16)	10(14)	8(11)	5(7)	4(6)
13(18)	10(14)	9(12)	7(10)	5(7)	4(6)
12(16)	10(14)	9(12)	7(10)	4(6)	3(5)
10(14)	8(11)	7(10)	5(7)	3(5)	3(5)

① 允许对中间值作线性插值。

7.2.3　试样位置和方位——试样的位置和主方位应按 7.1.3 条中所述。冲击试样缺口下方的区域应被利用来设置相对于第 2 个热处理表面的试样，而该缺口的底部应垂直于最靠近的热处理表面。

7.2.4　试验方法——缺口棒冲击试验应根据 A 370 试验方法和定义标准中夏比 V 形缺口型式试验程序进行。

7.2.4.1　应采用 A 370 试验方法和定义标准的图 11 中所示出的标准尺寸试样来做冲击试验。当材料的厚度不够充分或锻件形状不适合于制备标准尺寸试样时，应使用 A 370 试验方法和定义中所述的最大可制备的小尺寸试样。

7.2.4.2　当使用小尺寸试样并用以代表厚度大于等于 0.394in.(10mm)的锻件材料时，和在最大可制备的试样沿缺口的宽试至少为 8mm 时，这些试样在表 4 中的规定温度下进行试验。当最大可制备的度样沿缺口的宽度小于 8mm 时，其试验温度应低于表 4 中的温度，降低值根据所试的实际试样宽度示表 6 中。

表 6　当小尺寸夏比冲击试样沿缺口的宽度小于锻件厚度的 80%时，夏比冲击试验温度低于表 5 试验温度的降低值

试棒尺寸	所代表的材料厚度(见 7.2.4.3 条)，或夏比冲击试样沿缺口的宽度，in.(mm)	温度的降低值，℉(℃)
标准	0.394(10)	0(0)
标准	0.354(9)	0(0)
标准	0.315(8)	0(0)
¾-尺寸	0.295(7.5)	5(3)
¾-尺寸	0.276(7)	8(5)
⅔-尺寸	0.262(6.67)	10(6)
⅜-尺寸	0.236(6)	15(8)
⅝-尺寸	0.197(5)	20(11)
⅝-尺寸	0.158(4)	30(17)
⅓-尺寸	0.131(3.33)	35(20)
½-尺寸	0.118(3)	40(22)
¼-尺寸	0.099(2.5)	50(28)

① 允许对中间值作线性插值。

7.2.4.3 当使用小尺寸试样并用以代表厚度小于0.394in.(10mm)的锻件材料时，和在最大可制备的试样沿缺口的宽度最小为锻件材料厚度的80%时，则该试样应在表4中的规定温度下试验。当最大可制备的试样沿缺口的宽度小于锻件材料厚度的80%时，此试验温度应低于表4中的温度，其降低值等于对应于其所表征的材料厚度的温度降低值和对应于实际所试验的试样宽度的温度降低值两者之间的差值(参见表6)。

7.3 硬度试验：

7.3.1 除了只生产一个锻件时以外，按7.1.2.1条所定义的每一批量或连续批量最少应取两个锻件的硬度试验，以确保锻件的硬度在为了力学性能所作的热处理后不超过197 HB。硬度测试应根据A 370试验方法和定义标准进行。当只生产一个锻件时，应进行硬度试验保证其满足本标准最高197 HB的要求。采购者可在锻件的任何位置进行硬度试验以验证是否达到这一要求，只是这样的试验不应有碍于锻件的用途。

8 水压试验

8.1 按本标准制造的锻件应能通过与成品锻件的额定值相适合的水压试验，只有当规定了A 961标准的补充要求S 57时，才应由锻件制造厂进行该项试验。

9 工艺质量，表面质量和外观

9.1 锻件应符合A 961标准的要求。

10 复试

10.1 假如任何一个试样呈现有缺陷或不良机加工，则可以废掉而以另一个试样代替。

11 重复加工和重新热处理

11.1 如果力学性能试验结果不符合规定的要求，制造厂可对其所代表的锻件重新热处理，并应对有关要求重新进行试验。

11.2 对满足所有要求的单个试验过的锻件应予验收。

11.3 焊接修补——用下列限制和要求，按制造厂的判断，应允许焊接修补(见A 961标准的补充要求S58)：

11.3.1 应使用按照ASME规范的第Ⅸ卷评定过的焊接工艺和焊工进行焊接修补。焊接工艺评定还应包括焊缝金属和热影响区的冲击试验在内。所有冲击试样的纵轴应横切焊缝，且其缺口的底部应垂直于焊缝表面。焊缝试样的缺口应开在焊缝上，而热影响区试样的缺口应开在热影响区上。试样的大小应大到焊件厚度所允许的程度。当能制备全尺寸试样和当焊件厚度足够厚时，焊缝试样应取在使试样的一个侧面在焊缝表面的1/16in.(1.6mm)尺寸以内。热影响区冲击试样应取在7.1.3.1和7.1.3.2条中所述用于锻件的相同的深度和位置。当在焊接修补之后的锻件上作热处理时，焊接工艺试样应经相同的热处理。焊接工艺评定试验的力学性能应符合于第7节。

11.3.2 焊接之前应使用铲削或打磨方法将缺陷完全除掉，直至用磁粉或液体渗透验证是完好的金属。

11.3.3 对于在焊接修补后只需作消除应力的LF1级别锻件和LF2级别锻件，焊缝金属应使用符合于AWS A5.1的E7015，E7016或E7018碳素钢焊条焊敷。对于所有其他焊后热处理状态下的LF2级别锻件，焊缝金属应使用符合于AWS A5.5的E7015—A1，E7016—A1或E7018—A1低合金钢焊条焊敷。对于LF3级别锻件、焊缝金属应使用符合于AWS A5.5的E8016—C2或E8018—C2低合金钢条焊敷。对于LF5，LF9和LF787级别锻件、焊缝金属应使用符合于AWS A5.5的E8016—C1或E8018—C1低合金钢焊条敷焊。对于LF6级别锻件、则应使用符合于AWS A5.1或A5.5(按所适用的)的E—XX15，E—XX16或E—XX18低氢型焊条。

11.3.4 补焊后焊过的部位应使用磁粉或液体渗透验证已完全没有缺陷。

11.3.5 对于在正火，正火加回火，或淬火加回火状态下补焊的锻件，在补焊后应在最低1100℉(590℃)，但不高于相同锻件母材回火原先用过的温度下进行消除应力处理，或者应按照4.4进行重新热处理。

11.3.6 当采购者规定补充要求S5时，该相同要求应适用于焊接工艺评定试验。

11.3.7 未经采购者事先批准，补焊不得

超过锻件表面积的 10%，或成品锻件壁厚的 33⅓%，或⅜in.（9.5mm），两者取小值。

11.3.8 当得到采购者的批准时，则可超出 11.3.7 提出的限制，但 11.3 条的所有其他要求仍应适用。

12 检查

12.1 应用 A 961 标准的检查条款。

13 拒收和复审

13.1 采购方须遵守 A 961 标准的规定。

14 合格证书

14.1 删除。

14.2 当要求试验报告时，它应包括已满足本标准的所有要求的证明，并应能追踪所代表的锻件。包括在试验报告中的标准号应包括出版年号及当有修订时的修改字母。制造厂应提供所使用下列资料：

14.2.1 热处理类型，第 5 节。

14.2.2 化学分析结果，第 6 节（表 1）。

14.2.3 产品分析结果，6.2 条（表 1）。

14.2.4 拉伸性能结果，第 7 节（表 2），报告屈服强度和抗拉强度的 ksi（MPa）值，伸长率和断面收缩率的百分数。

14.2.5 冲击试验结果，7.2 条（表 3，4，5 和 6）。如果采用小尺寸试样，则要包括试样尺寸。

14.2.6 硬度试验结果，7.3.1 条。

14.2.7 采购订货单所要求的任何补充试验。

14.2.8 如作焊接修补，应在 ASTM 编号后面标字母“W”。

15 产品标志

15.1 由 A 961 标准要求的标志外，制造厂名（注 2）或厂标须永久性地标记在每个锻件上。

注 2：标识别标志的目的是该制造厂被认可为是证明该管部件已按照本标准制造、取样和试验，且结果已确定满足本标准要求的一个组织机构。

15.1.1 若锻件已经淬火加回火，或经淬火加沉淀硬化热处理，则应在锻件上继 ASTM 标号之后打印字母“QT”。

15.1.2 经补焊后的锻件应在 ASTM 标号后标记字母“W”。

15.2 如果对识别钢印不能采用及对锻件有害的话，以及当在采购订货单上有注明时，则可以在锻件上涂漆或镂字喷刷标志，或打印在牢固地系在锻件上的金属或塑料标签上。

15.3 当要求试验报告时，为了识别试验报告的零件的需要，应使用附加标志。

15.4 如果试验温度不是表 4 中规定的标准试验温度，标志还应包括加在类别和级别号的后缀符“S”及试验温度。试验温度的前缀“0”将表示低于 0℉（-18℃）的温度值。例如，LF2S 0175 表明的是 LF2 级别零件试验温度为 -175℉（-115℃）。

15.5 零件满足多于一种类别的全部要求，可以用多于一种类号标志，例如：LF2 1 类/2 类；LF5 1 类/2 类等。

15.6 条形码——除了 15.1，15.2，15.3，15.4 和 15.5 条中的要求以外，条形码可作为补充识别方法。采购方可以在订货单中规定使用一个特殊的条形码系统。如果条形码系统由供货方任选，则应按照已发布的一种条形码工业标准进行。如不用于零件上，条形码可用于箱体上或一个牢固地系紧的标签上。

16 关键词

16.1 碳当量 钢制管配件 管道用 承压件 钢制法兰 合金钢锻件 碳钢锻件 钢制阀门 低温设备用

补 充 要 求

除了 A 961 标准的任何补充要求外，只有当采购方在采购订货单中有规定时，才适用下列的补充要求。

S1 不同的冲击试验温度

S1.1 采用低于或高于本标准的表4 中的标准温度的冲击试验温度。

S1.1.1 当采用较高的试验温度时，实际的试验温度可以不必高于表 S1.1.1 中给出的温度。

S1.2 试验温度应由采购方规定。当使用小尺寸试样时，制造厂应根据 7.2.4.2 和 7.2.4.3 条的尺寸限制调整试验温度。

表 S1.1.1 最高的补充试验温度

级 别	最高试验温度,℉(℃)
LF1 级	-10(-23)
LF2 级,1 类	-35(-37)
LF3 级,1 和 2 类	-125(-87)
LF3 级,1 和 2 类	-60(-51)
LF6 级,1 和 2 类	-40(-40)
LF9 级	-80(-62)
LF787 级,2 类	-60(-51)
LF787 级,3 类	-80(-62)
LF2 级,2 类	+10(-12)
LF6 级,3 类	+10(-12)

S1.3 锻件应根据 15.4 条标出规定的试验温度。采用小尺寸试样时较低的温度不必标出来。

S1.4 标准尺寸试样的试验结果应符合于表 3,对小尺寸试样则应符合于表 5。

S2 消除应力试样

S2.1 试样应经消除应力处理。消除应力应在 5.4 条中的热处理之后及热处理过的试验材料机加工成试样之前进行。

S2.2 采购方应向锻件制造厂提供所需要的消除应力处理的细节。

S3 侧向膨胀

S3.1 应测量和报告按 A 370 试验方法和定义标准的第 25 节所做的夏比 V 形缺口冲击试验的侧向膨胀值。

S4 真空碳脱氧钢

S4.1 按 LF1，LF2，LF3，LF5 和 LF9 级别制造的材料应为真空碳脱氧钢，对此硅含量应为最大 0.12%。试验报告应注明这些级别钢是真空碳脱氧钢。

S5 对于法兰的特殊冲击试验要求(注 S5.1)

S5.1 夏比冲击试样应从表征每种规格、炉号及热处理批次的实际法兰上切取。如果代表同一炉号及热处理批次的法兰规格多于一个，则最大规格的法兰应作为代表。

S5.2 试样的数量、位置和方向应在订单上注明。

S5.3 对于标准尺寸试样试验结果应符合表 3,小尺寸试样应符合表 5。

注 S5.1：当使用应力接近于适用控制规范的最大许可限值，或装置受恶劣循环条件(达到装置预期寿命内 7000 次或更多次循环)，或者两者兼备时，这些特殊要求应认为是为了使用的目的。

S6 碳当量

S6.1 基于熔炼分析的最大碳当量应如表 S6.1 所示。

表 S6.1 最大碳当量值

级 别	最大厚度≤2in.	最大厚度>2in.
LF1 级	0.45	0.46
LF2 级,1 类,2 类	0.47	0.48
LF6 级,1 类	0.45	0.46
LF6 级,2 类	0.47	0.48

S6.2 碳当量(CE)按下式确定：

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}$$

S6.3 较低的碳当量可由供方和采购方商定。

承压元件用奥氏体、奥氏体-铁素体(双相)铸件

SA-351/SA-351M

(与 ASTM 标准 A 351/A 351M—00 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于阀门、法兰、管道配件及其他承压元件(注 1)用奥氏体和奥氏体-铁素体(双相)铸钢件。

注 1：承压元件用碳钢铸件包括在 A 216/A 216M 标准中，低合金钢铸件包括在 A 217/A 217M 标准中。

1.2 本标准中包括有若干级别的奥氏体和奥氏体-铁素体钢铸件。由于这些级别具有不同程度高温下或腐蚀环境下使用的适应性，确定应提供哪一级别是采购者的责任。其责任应根据设计及使用条件，力学性能及高温或耐腐蚀特性或其两者决定。

1.2.1 由于热稳定性的原因，CE20N，CF3A，CF3MA 和 CF8A 不推荐用于高于 800℉(425℃)的温度下。

1.2.2 由于脆性相的原因，CD4MCu 级别不推荐用于高于 600℉(316℃)的温度下。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在本标准正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 216/A 216M 可熔焊高温用碳钢铸件

A 217/A 217M 高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件

A 488/A 488M 钢铸件用的焊接、工艺和人员评定的实用规程

A 703/A 703M 承压零件用钢铸件通用要求

E 165 液体渗透检验的试验方法

E 709 磁粉检验导则

2.2 阀门和配件工业制造厂标准化协会(MSS)标准

SP-55 阀门、法兰、管道配件及其他元件钢铸件用质量标准(目视方法)

3 交货的一般条件

3.1 按本标准提供的材料应符合 A 703/A 703M标准的适用要求，其中包括在采购订货单中示出的补充要求。若不符合 A 703/A 703M 标准的一般要求则构成与标准的不一致。当本标准和 A 703/A 703M 标准有抵触时，应以本标准为准。

3.2 当非 HK、HT 或 CT15C 型的奥氏体钢铸体要经受严重腐蚀使用时，可指定补充要求 S11 的焊后热处理要求。

4 订货须知

4.1 询价及订货单应包括或示明下列资料：

4.1.1 用模型号或图纸(在铸件的图纸上应包括尺寸公差)对铸件的说明。

4.1.2 钢的级别。

4.1.3 本标准中的选择项。

4.1.4 所需求的补充要求，包括合格验收标准。

5 熔炼工艺

5.1 钢应采用电炉冶炼工艺，加或不加象氩氧脱碳(AOD)一类的炉外精炼制造。

6 热处理

6.1 所有铸件应在表 1 中规定的温度下经热处理，除有注明外，随之在水中淬火或用其他方式快速冷却。

注 2：为了强化耐腐蚀性和在某些情况为了满足力学性能，这些合金钢通常需要进行适当的热处理。规定了最低热处理温度，然而为了强化耐腐蚀性及满足力学性能有时需要在更高的温度下进行热处理，保温不少于最短时间，并快速冷却。

7 化学成分

7.1 钢应符合表 2 中所述的化学成分要求。

表1 热处理要求

级别	温度,≥	
	℉	℃
HK30,HK40,HT30,CT15C	铸态	铸态
CF3,CF3A,CF8,CF8A,CF3M,CF3MA,CF8M,CF3MN,CG3M,CF10,CF10M,CG8M,CD4MCu,CF10SMNn,	1900	1040
CF8C,CF10MC	1950	1065
CD3MNCuN	2010	1100
CN7M,CG6MMN,CE8MN,CK3MCuN,CN3MN,CH8,CH10	2050	1120
CH20,CK20	2100	1150
CE20N①	2225	1220

① CE20N级钢应在水中淬火，或可将铸件在炉内随炉冷却到最低2050 ℉（1120℃），最少保温15分钟，并随后在水中淬火或用其他方式快速冷却。

表2 化学成分要求

元素,%(除了给出的范围值外，均为最大值)	CF3 CF3A	CF8 CF8A	CF3M CF3MA	CF8M	CF3MN	CF8C	CF10	CF 10M (J92901)	CH8	CH10	CH20	CK20	HK30	HK40
C	0.03	0.08	0.03	0.08	0.03	0.08	0.04~0.10	0.04~0.10	0.08	0.04~0.10	0.04~0.20	0.04~0.20	0.25~0.35	0.35~0.45
Mn	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Si	2.00	2.00	1.50	1.50	1.50	2.00	2.00	1.50	1.50	2.00	2.00	1.75	1.75	1.75
S	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
P	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
Cr	17.0~21.0	18.0~21.0	17.0~21.0	18.0~21.0	17.0~21.0	18.0~21.0	18.0~21.0	18.0~21.0	22.0~26.0	22.0~26.0	22.0~26.0	23.0~27.0	23.0~27.0	23.0~27.0
Ni	8.0~12.0	8.0~11.0	9.0~13.0	9.0~12.0	9.0~13.0	9.0~12.0	8.0~11.0	9.0~12.0	12.0~15.0	12.0~15.0	12.0~15.0	19.0~22.0	19.0~22.0	19.0~22.0
Mo	0.50	0.50	2.0~3.0	2.0~3.0	2.0~3.0	0.50	0.50	2.0~3.0	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Nb	…	…	…	…	…	②	…	…	…	…	…	…	…	…
V	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
N	…	…	…	…	0.10~0.20	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Cu	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
W	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Fe	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

表 2(续)　化学成分要求

元素,%(除了给出的范围值外,均为最大值)	HT30	CF 10MC	CN7M	CN 3MN	CD 4MCu	CE8 MN	CG6 MMN	CG8M	CF10S MnN	CT 15C	CK 3MCuN	CE 20N	CG 3M (J92999)	CD3M WCuN①
C	0.25~0.35	0.10	0.07	≤0.03	0.04	0.08	0.06	0.08	0.10	0.05~0.15	0.025	0.20	0.03	0.03
Mn	2.00	1.50	1.50	≤2.00	1.00	1.00	4.00~6.00	1.50	7.00~9.00	0.15~1.50	1.20	1.50	1.50	1.00
Si	2.50	1.50	1.50	≤1.00	1.00	1.50	1.00	1.50	3.50~4.50	0.50~1.50	1.00	1.50	1.50	1.00
S	0.040	0.040	0.040	≤0.010	0.04	0.040	0.030	0.04	0.030	0.03	0.010	0.040	0.04	0.025
P	0.040	0.040	0.040	≤0.040	0.04	0.040	0.040	0.04	0.060	0.03	0.045	0.040	0.04	0.030
Cr	13.0~17.0	15.0~18.0	19.0~22.0	20.0~22.0	24.5~26.5	22.5~25.5	20.50~23.50	18.0~21.0	16.0~18.0	19.0~21.0	19.5~20.5	23.0~26.0	18.0~21.0	24.0~26.0
Ni	33.0~37.0	13.0~16.0	27.5~30.5	23.5~25.5	4.75~6.00	8.0~11.0	11.50~13.50	9.0~13.0	8.0~9.0	31.0~34.0	17.5~19.5	8.0~11.0	9.0~13.0	6.5~8.5
Mo	0.50	1.75~2.25	2.0~3.0	6.0~7.0	1.75~2.25	3.0~4.5	1.50~3.00	3.0~4.0	…	…	6.0~7.0	0.50	3.0~4.0	3.0~4.0
Nb	…	③	…	…	…	…	0.10~0.30	…	…	0.50~1.50	…	…	…	…
V	…	…	…	…	…	…	0.10~0.30	…	…	…	…	…	…	…
N	…	…	…	0.18~0.26	…	0.10~0.30	0.20~0.40	…	0.08~0.18	…	0.18~0.24	0.08~0.20	…	0.20~0.30
Cu	…	…	3.0~4.0	≤0.75	2.75~3.25	…	…	…	…	…	0.50~1.00	…	…	0.50~1.0
W	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.5~1.0
Fe	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	平衡	…	…

总注：钨是表 2 中的新元素。

① %Cr+3.3%Mo+16%N≥40。

② CF8C 类的铌含量应不少于 8 倍的碳含量，且不大于 1.00%。

③ CF10MC 类的铌含量应不小于 10 倍的碳含量，且不大于 1.20%。

8　拉伸性能

8.1　铸件所用的钢应符合表 3 中所述的拉伸性能要求。

9　质量

9.1　铸件的表面应经目视检查，不应粘附砂粒，无氧化皮、裂纹和热撕裂。其他的表面不连续应符合订货单中规定的目视检查方法 SP 55 或其他的目视检查标准可用于规定表面不连续性和表面质量的合格验收范围。不能合格验收的可见的表面不连续性应除掉，并通过目测检查所生成的凹坑来查验清除情况。

9.2　当希望附加检查时，可指定补充要求

表3 拉伸性能要求

项目	CF3	CF3A	CF8	CF8A	CF3M	CF3MA	CF8M	CF3MN	CF8C	CF10	CF10M (J92901)	CH8	CH10	CH20	CH20	HK30
抗拉强度≥, ksi (MPa)	70 (485)	77 (530)	70 (485)	77 (530)	70 (485)	80 (550)	70 (485)	75 (515)	70 (485)	70 (485)	70 (485)	65 (450)	70 (485)	70 (485)	65 (450)	65 (450)
屈服强度①≥, ksi (MPa)	30 (205)	35 (240)	30 (205)	35 (240)	30 (205)	37 (255)	30 (205)	37 (255)	30 (205)	30 (205)	30 (205)	28 (195)	30 (205)	30 (205)	28 (195)	35 (240)
标距2in②或50mm, 伸长率, ≥,%	35.0	35.0	35.0	35.0	30.0	30.0	30.0	35.0	30.0	35.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	10.0
断面收缩率, ≥,%	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

项目	HK40	HT30	CF10 MC	CN7M	CN 3MN	CD4 MCu	CE 8MN	CG6 MMN	CG8M	CF10 SMn	CT 15C	CK3M CuN	CE 20N	CG3M (J92999)	CD 3MW CuN
抗拉强度≥, ksi (MPa)	62 (425)	65 (450)	70 (485)	62 (425)	80 (550)	100 (690)	95 (655)	85 (585)	75 (515)	85 (585)	63 (435)	80 (550)	80 (550)	75 (515)	100 (700)
屈服强度①≥, ksi (MPa)	35 (240)	28 (195)	30 (205)	25 (170)	38 (260)	70 (485)	65 (450)	42.5 (295)	35 (240)	42.5 (295)	25 (170)	38 (260)	40 (275)	35 (240)	65 (450)
标距2in②或50mm, 伸长率, ≥,%	10.0	15.0	20.0	35.0	35.0	16.0	25.0	30.0	25.0	30.0	20.0	35.0	30.0	25.0	25.0
断面收缩率, ≥,%	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

① 用0.2%残余烃形法测定。

② 当在A703/A703M标准中规定拉伸试验中使用ICI试棒时，标距长度对收缩截面直径之比应为4比1。

S5，S6和S10。

9.3 铸件不得用锤击、堵塞或浸渍方法来堵住泄漏。

10 焊接修补

10.1 应使用按A 488/A 488M实用规程标准评定过的焊接工艺和焊工进行补焊。

10.2 补焊应按照检查铸件用的相同的质量标准检查。当铸件按规定的补充要求S5生产，补焊在水压试验时发生泄漏的铸件，或者是为补焊制备的任何凹坑的深度超出了壁厚的20%或1in.(25mm)，取其小值的铸件，再或者为焊接制备的任何凹坑大于约10in^2.(65cm^2)的铸件，这些铸件均应按检查铸件用的相同标准进行射线检查。当规定铸件按补充要求S6生产时，补焊应使用检查铸件所用的相同标准进行液体渗透检查。

注3：当奥氏体钢要在将经受应力腐蚀的条件下使用时，采购者应在他的订货单中注明这些铸件在所有的补焊后应进行固溶热处理。

11 关键词

11.1 奥氏体不锈钢 双相不锈钢 承压件不锈钢 铸钢件

补 充 要 求

除非在采购订货单中另有规定，否则不采用以下补充要求。在 A 703/A 703M 标准中包括一个供采购方选择用的标准化了的补充要求明细表。通常被认为适用于本标准的项目如下。经制造厂和采购方双方商定 A 703/A 703M 标准中的其他列举出的项目也可以用于本标准。

S2 破坏试验

S5 射线检验

S6 液体渗透检验

S10 焊接坡口检验

S10.1 进行磁粉或液体渗透试验的方法应按照 E 165 或 E 709 实用规程。

S11 焊后热处理

S11.1 除了 HK，HT 和 CT15C 级别外的所有经过补焊的奥氏体钢铸件应作焊后固溶热处理。

低温承压件用铁素体和马氏体钢铸件

SA-352/SA-352M

[与 ASTM 标准 A 352/A 352M—06(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准主要适用于低温使用的阀门、法兰、配件和其他承压元件的钢铸件。

1.2 包括几种等级铁素体钢和一种等级的马氏体钢。成分的选择由设计和使用条件决定(注)。材料通常需要满足本标准所示出的最低温度下的冲击要求(见补充要求 S22，冲击试验温度)。用户应当注意，所提到的一些等级的钢种，其淬透性可能会限制获得要求的力学性能的最大尺寸(见附录 X1)。

级 别	常用的最低试验温度，℉(℃)
LCA	-25(-32)
LCB	-50(-46)
LCC	-50(-46)
LC1	-75(-59)
LC2	-100(-73)
LC2-1	-100(-73)
LC3	-150(-101)
LC4	-175(-115)
LC9	-320(-196)
CA6NM	-100(-73)

注 1：本标准适用于低温要求特别是关于铁素体和马氏体钢。按 A351/A351M 供货的某些级别的奥氏体钢铸件适用于低温至-300℉(-184℃)，还有些级别的使用温度可低至-425℉(-254℃)。当根据本标准 A352/A352M 的试验批量和温度进行的冲击试验在买方和生产厂之间协商一致时，可以采用这些级别的钢。作为对能量级和试验温度的选择指南，可参考附录 X1。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。英寸-磅单位用于按 A 352 标准订货的材料，而 SI 单位则用于按 A 352M 标准订货的材料。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 351/A 351M 承压零件用奥氏体钢，奥氏体-铁素体(两相钢)铸件

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 488/A 488M 钢铸件焊接工艺评定和人员考核实用规程

A 703/A 703M 承压零件用钢铸件通用要求

E 165 液体渗透检查方法实用规程

E 709 磁粉检验实用规程

2.2 阀门和配件工业制造厂标准化协会(MSS)标准：

SP-55 阀门、法兰、管配件和其他管道部件的铸钢件质量标准(外观检查方法)

3 一般交货条件

3.1 按本标准供货的材料应符合 A 703/A 703M 标准适用的要求，并包括在买方订货单上注明的补充要求。若不符合 A 703/A 703M 标准的一般要求，则构成本标准的不一致。当本标准和 A 703/A 703M 标准有抵触时，应以本标准为准。

4 订货须知

4.1 询价和订货单应包括或指明下列项目：

4.1.1 用模型号或图样对铸件作说明(铸件图样上应包括尺寸公差)。

4.1.2 钢的等级。

4.1.3 本标准中的选用要求。

4.1.4 选用的补充要求，包括合格验收标准。

5 热处理

5.1 所有铸件均需进行适合于其设计和化学

成分的热处理。应该认识到，为了满足厚截面处的力学性能和较大地改善薄截面处的低温性能，通常要求对铁素体钢进行液体淬火处理。

5.2　除 LC9 钢只能进行液体淬火加回火外，铁素体钢铸件可按正火加回火处理或液体淬火加回火处理状态供货。除 LC4 最低回火温度须在 1050℉(565℃)和 LC9 须在 1050℉(565℃)外，其他铸件的最低回火温度为 1100℉(590℃)，随后在空气或液体中冷却。

5.3　CA6NM 铸件最低须加热至 1850℉(1010℃)，而在任何选用中间回火之前空冷到最高 200℉(95℃)，但在最后回火之前须冷却至最高 100℉(40℃)，最后回火须在 1050℉和 1150℉(565℃和 620℃)之间。

5.4　在浇注和凝固之后，并在为正火或液体淬火的重新加热之前，允许把铸件直接冷却到低于相变温度范围。

5.5　温度控制——热处理炉温用高温计控制。

6　化学成分

6.1　钢应符合表 1 规定的订货钢种级别的化学成分要求。

7　力学性能要求

7.1　拉伸试验

7.1.1　用于铸件的钢的拉伸性能应符合表 1规定的要求。

表 1　化学成分、拉伸性能和冲击要求

钢种类型		碳　钢	碳　钢	碳锰钢	碳钼钢	2.5%镍钢	镍铬锰钢	3.5%镍钢	4.5%镍钢	9%镍钢	12.5%铬镍钼钢
级　别		LCA	LCB[1]	LCC	LC1	LC2	LC2-1	LC3	LC4	LC9	CA6NM
UNS 编号		J02504	J03003	J02505	J12522	J22500	J42215	J31550	J41500	J31300	J91540
元素,%(≥,除给出范围者外)											
C		0.25[1]	0.30	0.25[1]	0.25	0.25	0.22	0.15	0.15	0.13	0.06
Si		0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.60	0.60	0.45	1.00
Mn		0.70[1]	1.00	1.20[1]	0.50~0.80	0.50~0.80	0.55~0.75	0.50~0.80	0.50~0.80	0.90	1.00
P		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
S		0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.03
Ni		0.50[2]	0.50[2]	0.50[2]	…	2.00~3.00	2.50~3.50	3.00~4.00	4.00~5.00	8.50~10.0	3.5~4.5
Cr		0.5[2]	0.5[2]	0.5[2]	…	…	1.35~1.85	…	…	0.50	11.5~14.0
Mo		0.20[2]	0.20[2]	0.20[2]	0.45~0.65	…	0.30~0.60	…	…	0.20	0.4~1.0
Cu		0.30[2]	0.30[2]	…	…	…	…	…	0.30	…	…
V		0.03[2]	0.03[2]	0.03[2]	…	…	…	…	…	0.03	…
抗伸性能[3]	抗拉强度,≥ksi(MPa)	60.0~85.0 (415~585)	65.0~90.0 (450~620)	70.0~95.0 (485~655)	65.0~90.0 (450~620)	70.0~95.0 (485~655)	105.0~130.0 (725~895)	70.0~95.0 (485~655)	70.0~95.0 (485~655)	85.0 (585)	110.0~135.0 (760~930)
	屈服强度[4],≥ksi(MPa)	30.0 (205)	35.0 (240)	40.0 (275)	35.0 (240)	40.0 (275)	80.0 (550)	40.0 (275)	40.0 (275)	75.0 (515)	80.0 (550)
	2in. 或 50mm 伸长率≥,%[5]	24	24	22	24	24	18	24	24	20	15
	断面收缩率,≥,%	35	35	35	35	35	30	35	35	30	35

表1(续) 化学成分、拉伸性能和冲击要求

钢种类型		碳 钢	碳 钢	碳锰钢	碳钼钢	2.5%镍钢	镍铬钼钢	3.5%镍钢	4.5%镍钢	9%镍钢	12.5%铬镍钼钢
冲击要求夏比V型缺口③,⑥	能量值,ft·lbf(J),两个试样的最小值和三个试样的最小平均值	13 (18)	15 (20)	13 (18)	15 (20)	30 (41)	15 (20)	15 (20)	15 (20)	20 (27)	20 (27)
	能量值,ft·lbf(J),单个试样的最小值	10 (14)	10 (14)	12 (16)	10 (14)	12 (16)	25 (34)	12 (16)	12 (16)	15 (20)	15 (20)
	试验温度,℉(℃)	-25 (-32)	-50 (-46)	-50 (-46)	-75 (-59)	-100 (-73)	-100 (-73)	-150 (-101)	-175 (-115)	-320 (-196)	-100 (-73)

① 允许规定的最大含碳量每降低0.01%以下，规定的最大锰含量增加0.04%以上，直至LCA级最大达1.10%，LCB级最大达1.28%，LCC级最大达1.40。

② 规定的残余元素——这些元素的总含量最大为1.00%。

③ 见1.2条。

④ 可用0.2%残余变形法或载荷下的0.5%伸长法测定。

⑤ 当用按A703/A703M标准规定制备的ICI试棒进行拉伸试验时，标距长度与减缩的截面直径比应为4∶1。

⑥ 见附录X1。

7.2 冲击试验

7.2.1 材料的缺口试棒冲击性能应由每一炉号的一组三个夏比V型缺口冲击试样按表1所示标准试验温度之一进行试验决定，标准试验温度由要求的使用温度而定(见附录X1)。三个试样的平均能量值须不小于规定值，只允许其中一个试样值低于平均最小规定值，但不低于单个最小规定值。

7.2.2 缺口试棒冲击试验按A 370试验方法和定义进行。

7.2.3 冲击试验的试样应按示于A 370方法和定义中图11的A型夏比V型缺口试样的尺寸和形状加工。

8 质量

8.1 铸件表面应作外观检验，不应有粘砂、氧化皮、裂纹和热裂。其他表面的不连续性应符合订货单中规定的外观验收标准。外观检查方法SP-55或其他外观检查标准通常可确定合格的表面不连续性和表面质量。不合格的表面不连续性应清除，并通过外观检查经清除不连续性缺陷后形成的空腔来验证清除情况。在清除不连续性缺陷中，当使用的方法包括高温时，铸件应至少预热至表2中的最低温度。

8.2 当要求附加检查时，可以指定补充要求S4、S5和S10。

8.3 铸件不得用锤击、塞填或浸渍方法堵漏。

表2 最低预热温度

级 别	厚度,in.(mm)	最低预热温度,℉(℃)
LCA	全部	50(10)
LCB	全部	50(10)
LCC	全部	50(10)
LC1	>5/8(15.9)	250(120)
	≤5/8(15.9)	50(10)
LC2	全部	300(150)
LC2—1	全部	300(150)
LC3	全部	300(150)
LC4	全部	300(150)
CA6NM	全部	50(10)

9 焊补

9.1 焊补应采用A 488/A 488M实用规程规定的焊接工艺规程和焊工来完成。

9.2 LC9级钢的焊接应采用AWS分类的非磁性焊料ENiCrFe-2完成，而且，当铸件规定用磁粉探伤检查(补充要求S4)时，焊缝要求作液体渗透检查(补充要求S6)。

9.3 焊补部位应采用与检查铸件相同的质量标准进行检查。当铸件按补充要求S4规定生产时，焊补检查应以与检查铸件相同的标准使用磁粉探伤进行检验。当铸件按补充要求S5规定生产时，经水压试验发生渗漏的铸件上的焊补，或在铸件上准备焊补的孔穴深度已超过壁厚的20%或1in.(25mm)二者中较小值；或在铸件上准备焊接的孔穴大于约10in^2.(65cm^2)，则应采用与检查铸件相同的标准进行射线照相检查。

9.4 含有任何超出壁厚的 20% 或 1in.(25mm)两者中的较小厚度，或修补面积超过约 10in^2.(65cm^2)；再或者用来修复水压试验所发现的缺陷的焊接修补过的铸件应在焊接后经受消除应力或热处理。这一强制性的消除应力或热处理应根据所使用的工艺评定进行。当 LC9 级钢要求消除应力时，应置于静止的空气中冷却。

10 产品标志

10.1 所有标志均须用低应力钢印标在凸起的冒口贴边上。

10.2 除 A 703/A 703M 标准要求的标志外，经过液体淬火加回火的铸件用字母“QT”标明。

11 关键词

11.1 合金钢 碳钢 铁素体钢、低温应用 马氏体不锈钢 承压零件 不锈钢 钢铸件

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定时，下列补充要求方可适用。A 703/A 703M 标准中包括一个由供需方选择的标准化了的补充要求明细表。通常认为适用于本标准的部分和仅适用于本标准的附加补充要求一起列于下面。在 A 703/A 703M 中列出的其他补充要求，依据制造厂与采购方之间的协议，也可与本标准一起使用。

S1 未规定的元素

S2 破坏性试验

S4 磁粉检查

S5 射线检查

S9 落锤试验

S10 焊接准备检验

S10.1 磁粉或液体渗透试验方法应按实用规程 E 709 或 E 165。

S21 热处理

S21.1 铸件应液体淬火加回火。

S22 冲击试验温度

S22.1 当采用不同于本标准表 1 所列的一种冲击试验温度时，符合于冲击要求的材料最低试验温度应用低应力钢印标在凸起的冒口贴边上，紧接在材料代号的前面，例如 25LCB，又如 +25℉(-4℃)时写为 25LCB，-25℉(-32℃)时写为 025LCB。

S22.2 V 形缺口试样的侧向扩展应按 A 370 方法第 23.2.3.1 条测量，并作记录作为资料备查。

S23 碳当量

S23.1 当在订货单上有规定时，最大的碳当量为：

级 别	最大碳当量
LCA	0.50
LCB	0.50
LCC	0.55

S23.2 按下式计算碳当量 CE：

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

附　录

（非强制性资料）

X1　用缺口试棒作冲击试验确定低温用钢合格性的说明

X1.1　多年的经验和试验工作表明：有些材料，特别是铁素体钢，随温度的降低由韧性状态变为脆性状态。转变温度和缺口韧性值因材料而异，它由许多因素决定。当材料用在可能出现脆性的条件下时，有些在材料为韧性时并不危险的裂纹有可能扩展，而有对设备造成灾难性破坏的危险。

X1.2　因此，尽力开发出了多种不同的试验，以评估材料的韧性值和从韧性状态转变到脆性状态的条件。关于哪一种试验最适合于评价材料在低温下使用的适应性有许多见解，且有些见解模棱两可；然而，到目前为止只有夏比冲击试验可满足于一般验收和作为购买的基础已在使用，已收入在 ASTM 标准中多年。而且本试验要求分别根据 ASME 规范制造低温用非接火压力容器和根据美国国家标准压力管道（ANSI B31）制造低温用管道。这些针对低温使用的 ASTM 材料标准主要用在承受温度低于环境温度的管道和压力容器结构上，因此，缺口试样冲击试验要求被写入标准以提供合格供货材料，并根据其试验证实材料可按这些建造规范使用。

X1.3　在与规定的冲击试验同样低温的一切可能作用条件下，以为符合这些要求就能提供抗脆性破坏的材料则是没有保证的。其他类型的试验对低温用材料的适应性最终可能会提供更大的保证，但在目前，除了夏比冲击试验外，对有些试验的协议和普遍公认还没有足够的认识。

X1.4　应注意下列问题会影响到夏比冲击试验值：

X1.4.1　许多缺口韧性方面的初期工作是在锻制的材料上进行的，它们具有一定的平行于试棒轴线方向的晶粒流向，因此取试样时应使试样的纵轴平行于试棒的轴线。已完全证实，由于试样的取向与晶粒流方向不同，同一块钢的冲击试验结果可能有相当大的差异。虽然已经知道，由于材料承受的横向轧制或锻压的量不同，在轴线垂直于晶粒流向的方向上制取试样具有较低的冲击值，对锻压材料除平行于晶粒流方向之外，其他任何方向的冲击性能还没有足够的数据可规定强制性的要求。除特殊情况外，这种局限性依然存在。

X1.4.2　应肯定缺口试棒冲击试验其性质是定性的而不是定量的。到目前为止，也许除船用钢外，在对于小尺寸标准试样的试验和在任何已知使用载荷条件下的结构件性能之间，还不可能得到满意的对应关系。通过夏比 V 型缺口冲击试验确定的要求值是任意的数值，对于碳钢和低合金结构钢，当试验是按本试验判断出的其状态由韧性变为脆性的转变温度以上进行时，这些数值能得以满足。采用此值作分界线似乎要求根据碳钢和某些低合金钢的使用经验来证明。

X1.4.3　文献表明，结构钢的缺口试样冲击强度随着温度变化而有很大不同。因此，在单独的试棒与其所代表的整体零件之间必然有一些偏差。没有任何一种试棒选择体系可保证每一样品均符合最低要求。试棒选择应综合考虑能普遍地代表产品。

X1.4.4　负责这些材料标准的委员会已把代表材料性能而要使用的试样形式选择作为目标。然而，此目标的完成仅仅是实现了一部分。目前，选择能代表产品所包含的所有零件和尺寸的试样是不可能的。特别是铁素体钢，从大于约 4in.（100mm）的大截面钢所作的试验有同样高的结果是不现实的。在起草这些标准时，已经考虑到试验数量可能的实际批量的限制，以及从非标准部位进行试验可能得到什么样结果的知识上的限制。随着时间和知识的增长，可能要求更多的有代表性的试验。

压力容器用二次正火加回火9%镍合金钢板

SA-353/SA-353M

（与 ASTM 标准 A 353/A 353M—09（R14）完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于供低温使用焊接压力容器用的二次正火加回火的9%镍钢板。

1.2 按本标准生产的钢板承受-320℉(-195℃)或其他商定温度下的冲击试验。

1.3 钢板的最大厚度仅受材料满足规定机械性能要求的限制，但现在轧钢厂通常将本材料的最大厚度限制为2in.(50mm)。

1.4 本材料易于磁化，若剩磁对以后的制造或使用有害，则在热处理后的操作中应避免使用磁铁。

1.5 以英寸-磅或SI单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板的通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 553/A 553 压力容器用淬火加回火的8%和9%镍合金钢板

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途的普通钢板和复合钢板超声直射波检验。

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的材料，应符合 A 20/A 20M 标准。这些要求包括试验与复试的方法和程序、尺寸和重量的允许偏差、质量及缺陷的修补、标志、装载重量和订货信息。

3.2 除本标准的基本要求外，为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时，可采用若干补充要求。采购方应参照本标准所列的补充要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.3 若本标准的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，则以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢工艺——钢应是镇静钢，并应符合标准 A 20/A 20M 中的细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板都应按5.2条的规定进行热处理。对热成型的壳体钢板和其他部件(包括成型后经过热处理的封头和补强圈)应在成型后按5.2条的规定进行热处理。

5.2 热处理工艺

5.2.1 第一次正火——将钢板均匀加热到1650℉±25℉(900℃±15℃)，在该温度下每英寸厚度按不小于1h/in.(2.4min/mm)的时间保温，且至少为15min，然后空冷。

5.2.2 第二次正火——将钢板重新均匀加热到1450℉±25℉(790℃±15℃)，在该温度下每英寸厚度按不小于1h/in.(2.4min/mm)的时间保温，且至少为15min，然后空冷。

5.2.3 回火——将钢板重新均匀加热到1050~1125℉(565~605℃)，在该温度下每英寸厚度按不小于1h/in.(2.4min/mm)的时间保温，且至少为15min，然后以不小于300℉/h(165℃/h)的速度空冷或水淬。

5.2.4 若热成型在加热到1650~1750℉(900~955℃)的温度范围后进行，则第一次正火(5.2.1条)可省略。

5.2.5 当钢板由容器制造厂进行热处理时，他们有责任进行适当的热处理和他们认为必须的试验，以确保获得规定的性能。

6　化学成分要求

6.1　除按 A20/A20M 标准中的补充要求 S17 规定的真空碳脱氧钢外，钢的化学成分应符合表 1的规定。

表 1　化学成分

元　素		成　分,%
C①		≤0.13
Mn	熔炼分析	≤0.90
	成品分析	≤0.98
P①		≤0.015
S①		≤0.015
Si	熔炼分析	0.15~0.40②
	成品分析	0.13~0.45②
Ni	熔炼分析	8.50~9.50
	成品分析	8.40~9.60

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

② 如果总的铝含量大于等于 0.030%、或者当酸溶铝含量大于等于 0.025%时，则规定的最小含量限值不适用。”

7　力学性能要求

7.1　拉伸试验要求——拉伸试验样品所代表材料的拉伸性能应符合表 2 的规定。

表 2　拉伸性能

抗拉强度,ksi(MPa)	100~120(690~825)
屈服强度(0.2%残余变形),ksi(MPa)①	≥75(515)
伸长率,标距 2in.(50mm),%②	≥20.0

① 见 7.1.1。

② 伸长率的调整,见标准 A 20/A 20M。

7.1.1　供需双方一致同意时，屈服强度可用加载伸长法确定。屈服总伸长量取 0.005in./in.(0.005mm/mm)。

7.1.2　钢板公称厚度等于或小于¾ in.(20mm)的材料，可采用 1½in.(40mm)宽的矩形试样进行拉伸试验，伸长率可在包括断口在内的 2in.(50mm)的标距长度上测定，它表示最大伸长率。

7.1.3　每张热处理钢板取一个拉伸试样。

7.2　冲击试验

7.2.1　按 A 20/A 20M 标准的规定进行夏比 V 形缺口冲击试验。

7.2.2　试样的纵轴应垂直于钢板终轧方向。

7.2.3　除另有协议外，试验必须-320°F(-195℃)下进行。

7.2.4　每块试样的缺口对边的侧向膨胀量应不低于 0.015in.(0.381mm)。

8　表面精整

8.1　由于残留的氧化皮不仅掩盖表面缺陷，而且可能损坏钢板表面，因此钢板热处理后应由生产厂清除氧化皮。若热处理由买方进行，生产厂应在装运前清除钢板的氧化皮。

9　关键词

9.1　合金钢　合金钢板　承压零件　压力容器用钢　钢板　压力容器用钢板。

补　充　要　求

除非订货单中专门规定，否则不用本补充要求。

可供用户选择的标准补充要求明细表列在 A 20/A 20M 标准中，适合于本标准使用的项目按名称列表如下(根据供需双方同意亦可进行其他试验)：

S1　真空处理

S2　成品分析

S4.1　附加的拉伸试验

S6　落锤试验

S8　按 A 435/A 435M 标准的超声波检验

S11　按 A 577/A 577M 标准的超声波检验

S12　按 A 578/A 578M 标准的超声波检验

S17　真空碳脱氧钢

附加的补充要求

下面还列出了适合本标准的可供选择的附加补充要求 S55 和 S56。

S55 纵向夏比冲击吸收能要求

S55.1 在指定的温度下，纵向夏比冲击吸收能应不低于 25 ft·lbf(34J)。

S55.2 取三个试样的平均值作为每组的冲击试验值，对于全尺寸试样，其中至多允许一个试样的值低于规定的最小值 25 ft·lbf(34J)，但不得低于 20 ft·lbf(27J)。

S56 横向夏比冲击吸收能要求

S56.1 在指定的温度下，横向夏比冲击吸收能应不低于 20 ft·lbf(27J)。

S56.2 取三个试样的平均值作为每组的冲击试验值，对于全尺寸试样，其中至多允许一个试样的值低于规定的最小值 20 ft·lbf(27J)，但不得低于 15 ft·lbf(20J)。

钢制品力学性能试验的标准试验方法和定义

SA-370

（与 ASTM 标准 A 370—05 完全等同）

1 适用范围

1.1 这些试验方法包括锻轧和铸造钢制品的力学性能试验规程和定义。本标准中所述各种力学性能试验用于测定产品标准中所要求的性能。应避免试验方法的变动，遵循标准的试验方法以获得重复性好且能比较的结果。当某些产品的试验要求特殊或与这些通用的试验规程相矛盾时，应服从产品标准的试验要求。

1.2 所述力学性能试验如下：

力学性能	条文号
拉伸试验	5~13
弯曲试验	14
硬度试验	15
布氏硬度	16
洛氏硬度	17
便携式硬度试验	18
冲击试验	19~28
关键词	29

1.3 附于这些试验方法的附录是针对某些产品所特有的详细说明，它们是：

制品	附录
棒材制品	A1.1
管材制品	A2
紧固件	A3
圆线材制品	A4
开缺口试样冲击试验的重要性	A5
圆试样百分伸长率与扁试样当量伸长率的换算	A6
多股钢丝绳的试验	A7
试验数据的圆整	A8
试验钢筋的方法	A9
热循环模拟试验的使用和控制规程	A10

1.4 用英寸-磅单位表示的值应视作标准值。

1.5 当在公制产品标准中引用本文件时，可用英寸-磅(ksi)单位确定屈服强度和抗拉强度值然后换算成 SI(MPa)单位。用英寸-磅制 2in. 或 8in. 标距长度确定的伸长率可以用 SI 制 50mm 或 200mm 标距长度，按所采用的，分别报告之。反之，在英寸-磅制产品标准中引用本文件时，可用 SI 制确定屈服强度和抗拉强度值，然后换算成英寸-磅单位。用 SI 制 50mm 或 200mm 标距长度确定的伸长率可以用英寸-磅制 2in. 或 8in. 标距长度，按所采用的，分别报告之。

1.6 当需要评价试验室的准则资料时，请见 A 880 和 E 1595 实用规程。

1.7 本标准未论述与使用标准有关的所有安全问题。在使用之前制定适当的安全卫生规程和确定这种管理限制的适用范围，是本标准使用者的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 703/A 703M 承压零件用钢铸件通用要求

A 781/A 781M 一般工业用钢和合金铸件通用要求

A 833 用比较硬度试验机试验金属材料压痕硬度的实用规程

A 880 评定检验和检查钢、不锈钢和有关合金的试验室和机构所用准则的实用规程。

E 4 试验机负荷检定的实用规程。

E 6 有关力学性能试验方法的术语。

E 8 金属材料拉伸试验的试验方法。

E 8M 金属材料拉伸试验的试验方法(公制)。

E 10 金属材料的布氏硬度试验方法。

E 18 金属材料的洛氏硬度和洛氏表面硬度试验方法。

E 23 金属材料的开缺口试样冲击试验方法。

E 29 为确定与标准的一致性，试验数据中取有效位数的实用规程。

E 83 伸长仪的鉴定和分等的实用规程。

E 110 用便携式硬度计作金属材料压痕硬度的试验方法。

E 190 焊缝塑性的导向弯曲试验方法。

E 290 金属材料塑性的不完全导向弯曲试验的试验方法。

E 1595 评价力学性能试验室效能的实用规程。

2.2 其他标准

ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅷ卷第 1 册 UG—8 部分。

3 一般注意事项

3.1 某些加工方法诸如弯曲、成形和焊接，或涉及加热的工序，可能会影响试验材料的性能。因此，产品标准要进行的力学性能试验包括制造阶段。加工前做试验所显示的性能不一定能代表产品完成加工后的性能。

3.2 试样机加工或制备不当会造成错误的结果。所以，要注意保证机加工时的优良工艺质量。机加工不当的试样应报废并用另外的试样代替。

3.3 试样内的缺陷也会影响试验结果。如果任一试样显露出缺陷，应执行有关产品标准中的复试条款。

3.4 如果任一试样由于机械原因，例如试验设备故障或试样制备不当，造成失败，可以报废并另取试样。

4 试样切取方向

4.1 术语“纵向试验”和“横向试验”仅用于轧锻产品的材料标准而不适用于铸件。当试件或试样作这种附注时，采用如下定义：

4.1.1 “纵向试验”——除非另有特殊规定，意指试样的纵轴与钢在轧制或锻造过程中的最大延伸方向相平行。施加在纵向拉伸试样上的应力是在最大延伸方向，并且纵向弯曲试样的弯轴则与最大延伸方向相垂直[见图 1,2(a)和 2(b)]。

4.1.2 “横向试验”——除非另有特殊规定，意指试样的纵轴与钢在轧制或锻造过程中的最大延伸方向相垂直。施加在横向拉伸试样上的应力是与最大延伸方向相垂直，并且横向弯曲试样的弯轴则与最大延伸方向相平行(见图 1)。

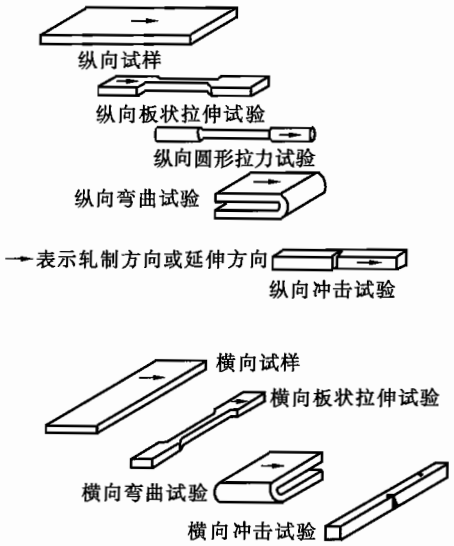


图 1 试件和试样与轧制或延伸方向的相互关系
(适用于一般轧锻产品)

4.2 术语“径向试验”和“切向试验”用于一些锻制的圆形产品的材料标准而不适用于铸件。当试件或试样作这种附注时，采用如下定义：

4.2.1 “径向试验”——除非另有特殊规定，意指试样的纵轴，垂直于产品的轴线，并与以产品轴线上的一点为圆心画的圆的半径相一致[见图 2(a)]。

4.2.2 “切向试验”——除非另有特殊规定，意指试样的纵轴垂直于产品轴线所在的平面，并与以产品轴线上的一点为圆心画的圆相切[见图 2(a)、2(b)、2(c)和 2(d)]。

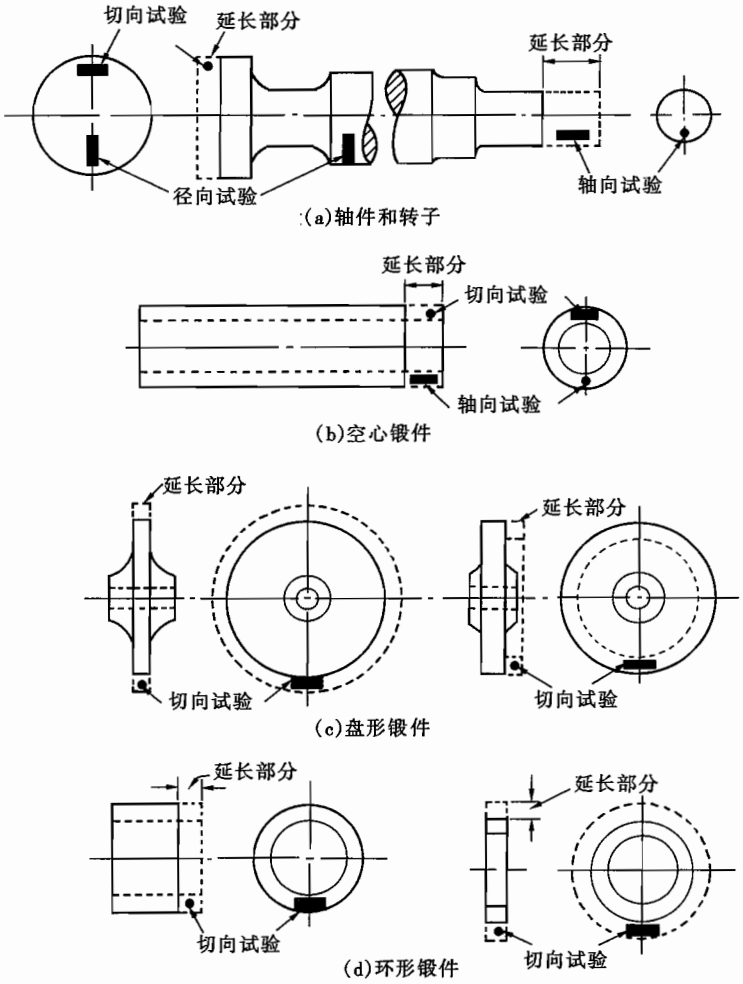


图2 从管状制品切取环形轴向拉伸试样的取样部位

拉伸试验

5 说明

5.1 与钢制品力学性能试验有关的拉伸试验，是将材料经机加工的或全截面的试样在试验中承受足以引起断裂的量度负荷。所得性能的定义见《E6术语》。

5.2 一般，试验设备和方法在《E8试验方法》中规定。但《E8试验方法》的实验操作在钢的试验中有若干例外情况，在试验方法中包括这些例外情况。

6 术语

6.1 有关拉伸试验包括抗拉强度、屈服点、屈服强度、伸长率和断面收缩率术语的定义，请参见《E6术语》。

7 试验装置和操作

7.1 加载系统——有两种通常形式的加载系统，机械的(螺杆动力)和液压的。两者的主要不同在于加载速度的可变性。老式螺杆动力机器限于少数几个固定的空载横梁速度。几种现代的螺杆动力机器和所有的液压动力机器允许速度在全范围内无级变化。

7.2 拉力试验机应保持良好的操作状态，只在适当的加载范围内使用，并按《E4实用规程》的最新修订版定期进行校准。

注1：许多机器备有自动绘出应力—应变曲线的应力—应变记录仪。应该注意有些记录仪具有与试验机负荷指示器完全分开的负荷测量部件。这些记录仪要单独校准。

7.3 加载——试验机的夹紧或夹持装置的作用是将负荷从试验机头部传递给受试试样。基本要求

是负荷应轴向传递。这意味着在试验开始和过程中，夹紧装置的作用中心线应尽可能和试样的轴线成一直线，尽可能使弯曲或扭曲减到最小。对有减缩截面段的试样，试样的夹紧应限制在标距以外的部分。在被试截面是全尺寸的情况下，非轴向加载将不可避免，只有在此情况下才是允许的。

7.4 试验速度——试验速度不应大于能准确地指出负荷和应变读数的速度。在生产试验中，试验速度的通常表示方法有：(1)按照空载横梁速度(空载时，试验机横梁的运动速度)或(2)按照加载情况下试验机的两个头部分离的速度，或(3)按照试样受力的速度，(4)按照试样应变的速度。对试验速度所推荐的下列一些限制，已足够满足多数钢制品之用。

注 2：闭合回路拉伸试验机(带速度反馈控制)不是用负荷控制进行的，这种试验模式结果用横梁对屈服的加速和所测屈服强度的增加来表示。

7.4.1 到规定的屈服点或屈服强度一半之前，可以采用任何方便的试验速度。当到达该点时，横梁分离的空载速度应调到不超过每英寸减缩截面段或无减缩截面段试样两夹头间距离的1/16in./min。应保持这一速度。直到屈服点或屈服强度。在确定抗拉强度时，试验机头分离的空载速度不应超过每英寸减缩截面段或无减缩截面段试样两夹头间距离的1/2in./min。无论如何最低的试验速度不应小于测定屈服点或屈服强度和抗拉强度时规定的最大速度的1/10。

7.4.2 允许将横梁的空载速度调节到上述规定值来调定试验机的速度，因为这些试验机上调定时，机头在负荷下的分离速度小于横梁空载速度的规定值。

7.4.3 另有个办法，如果试验机备有指示加载速度的装置，试验机的速度从规定屈服点或屈服强度的一半直到屈服点或屈服强度可以这样调节，即使加力速度不超过100000psi(690MPa)/min。但是，最终的加力速度不应小于10000psi(70MPa)/min。

8 试样参数

8.1 取样——应按照适用的产品标准选取试件。

8.1.1 轧制钢——轧制钢制品一般作纵向试验，但在某些情况下，如尺寸许可和使用验证需要，则亦可作横向、径向或切向试验(见图1和2)。

8.1.2 锻钢——对开模锻件，拉伸试验用金属一般允许取自锻件的一端或两端的延伸或加长段，按所用产品标准的规定可对所有锻件或取代表性数量锻件进行试验。试样一般在半径中部切取。有些产品标准允许使用代表性试棒或破坏产品的一部分进行试验。对于环状或盘状锻件，试验金属通过增大锻件的直径、厚度或长度取得。通过垂直于锻件轴线方向锻打进行加工或扩展的锻粗盘状或环状锻件它们的主要延伸通常是沿同心圆，对这类锻件从其周边或端部的多余金属切取切向拉伸试样。对有些锻件，例如转子，要作径向拉伸试验。在这些情况下，应从指定部位切取或套钻钻取试样。

8.1.3 铸钢——应按照标准A 703/A 703M或A 781/A 781M(按所用的)的要求从铸造试件上制备拉伸试样。

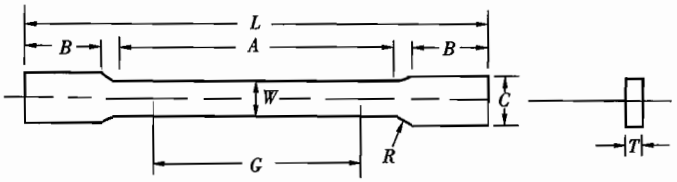
8.2 尺寸和公差——试样应具有轧制材料的全厚度或全截面，或加工成图3~图6所示形状和尺寸。试样尺寸和型式的选择是由所用产品标准规定的。除非在产品标准中另有规定，全截面试样用8in.(200mm)标距进行试验。

8.3 试样的取得——从材料的某些部分用剪切、冲切、锯切、套钻或氧气切割方法取得试样。通常要机加工，使得在试样中间部分有一减缩截面段，以便在该截面上均匀分布应力，并使断裂局限在该区域。当用剪切、冲切、锯切或氧气切割方法切取试件时，应小心地用机加工方法从试验评价区段的边缘除去所有的变形区、冷作区和热影响区。

8.4 试样的时效——除非另有规定，允许对拉伸试样作时效处理。所用的时间—温度循环必须对先前工序的效果没有实质上的改变。试样可以在室温下放置24~48h完成时效，或者，在水中煮沸、在油中或炉内加热至适度高温以便用较短时间进行时效。

8.5 试样尺寸的测量：

8.5.1 标准矩形拉伸试样——此型式试样示于图3。测定试样横截面积时，对图3中标距为8in.(200mm)的试样，中心宽度的测量精度应为0.005in.(0.13mm)，对标距为2in.(50mm)的试样，中心宽度的测量精度为0.001in.(0.025mm)。



尺 寸

尺 寸	标准试样				小尺寸试样	
	1½in. 宽板型试样		½in. 宽薄片试样		¼in. 宽	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm
标距(*G*)①,②	8.00±0.01	200±0.25	2.000±0.005	50.0±0.10	1.000±0.003	25.0±0.08
宽度(*W*)③,⑤,⑥	$1\frac{1}{2}^{+\frac{1}{8}}_{-\frac{1}{4}}$	40^{+3}_{-6}	0.500±0.010	12.5±0.25	0.250±0.002	6.25±0.06
厚度(*T*)⑦	材料厚度					
圆角半径(最小)(*R*)④	½	13	½	13	¼	6
总长(最小)(*L*)②,⑧	18	450	8	200	4	100
减缩段的长度(最小)(*A*)	9	225	2¼	60	1¼	32
夹紧段长度(最小)(*B*)⑨	3	75	2	50	1¼	32
夹紧段宽度,大约(*C*)④,⑩,⑪	2	50	¾	20	⅜	10

① 对于1½in.(40mm)宽的试样，为测量断裂后的伸长率所打洋冲标记，应打在试样的扁平面或侧面，并在减缩段上。可以采用1in.(25mm)上一组9个或更多个分开的洋冲标记或8in.(200mm)上一对或更多对分开的洋冲标记。

② 对于½in.(12.5mm)宽的试样，为测量断裂后的伸长率所打标距标记，应打在试样的½in.(12.5mm)扁平面或侧面，并在减缩段上，可以采用1in.(25mm)上一组3个或更多个分开的标记或2in.(50mm)上一对或更多对分开的标记。

③ 对于三种尺寸的试样，其减缩段的端部宽度分别不得相差0.004、0.002或0.001in.(0.10、0.05或0.025mm)以上。另外，其宽度可以由两端向中间逐渐减小，但是，两端的宽度不能比中间部位宽度分别大0.015in.，0.005in.或0.003in.(0.40、0.10或0.08mm)。

④ 每种类型试样的所有圆角半径应互等，公差为0.05in.(1.25mm)，并且每端的两个圆角曲率中心应与试样中心线互相垂直交叉(在垂直于中心线的线上)，公差在0.10in.(2.5mm)以内。

⑤对于三种尺寸中的每一种试样，必要时可以用较窄的宽度(*W* 和 *C*)。在此情况下，减缩段的宽度允许与所试验材料的宽度一样大。不过，除非另有规定，在产品标准中对伸长率的要求不应用于这些较窄的试样。如果材料的宽度小于W值，则整个长度试样的侧面可做成平行的。

⑥ 试样可以修改成整个长度的侧面相平行，其宽度及公差与上面规定的一样。需要时可以用较窄的试样，在此情况下，其宽度允许与试验材料的宽度一样大。如果宽度为1½in.(38mm)或更小一些时，则整个长度试样的侧面可做成平行的。

⑦ 尺寸 *T* 为所用材料标准所规定的试样厚度。1½in.(40mm)宽试样的最小公称厚度应为⅜in.(5mm)，除非在产品标准允许。½in.(12.5mm)和¼in.(6mm)宽试样的最大公称厚度应分别为¾in.(19mm)和¼in.(6mm)。

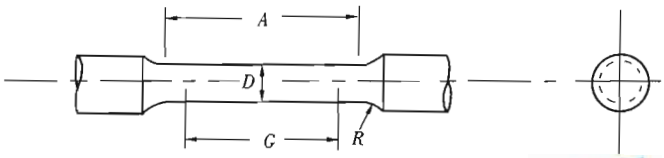
⑧ 为了在试验¼in.(6mm)宽试样时能够轴向加上负荷，试样的全长允许为材料所允许的长度。

⑨ 如果可能，最好把夹紧段的长度做得足够大，使试样伸到夹头内的距离等于夹头长度的三分之二或更多一些。如果½in.(13mm)宽试样的厚度超过⅜in.(10mm)，则夹头长度和试样夹紧段长度都要长一些，以防止在夹紧段断裂。

⑩ 对于标准薄片试样和小尺寸试样，其两端应与减缩段的中心线相对称，且分别在0.01和0.005in.(0.25和0.13mm)以内。然而对于钢，如果½in.(12.5mm)宽试样两端的对称度在0.05in.(1.0mm)内，则该试样对除仲裁试验外的所有试验都认为是满意的。

⑪ 对于标准板型试样，其两端应与减缩段中心线相对称，且在0.25in.(6.35mm)以内，但是对于仲裁试验两端与减缩段中心的对称度应在0.10in.(2.5mm)以内。

图3 矩形拉伸试样



尺寸

公称直径	标准试样		与标准试样成比例的小尺寸试样							
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
	0.500	12.5	0.350	8.75	0.250	6.25	0.160	4.00	0.113	2.50
标距(*G*)	2.000± 0.005	50.0± 0.10	1.400± 0.005	35.0± 0.10	1.000± 0.005	25.0± 0.10	0.640± 0.005	16.0± 0.10	0.450± 0.005	10.0± 0.10
直径①(*D*)	0.500± 0.010	12.5± 0.25	0.350± 0.007	8.75± 0.18	0.250± 0.005	6.25± 0.12	0.160± 0.003	4.00± 0.08	0.113± 0.002	2.50± 0.05
圆角半径(*R*),最小	3/8	10	1/4	6	3/16	5	5/32	4	3/32	2
减缩段长度(*A*),最小②	2 1/4	60	1 3/4	45	1 1/2	32	3/4	20	5/8	16

① 减缩段可以具有从两端向中心逐渐减小的锥度，两端在直径上不能比中心(控制尺寸)部位大 1%。

② 如需要，减缩段的长度可增加使之适应任意标距的伸长仪。测量伸长率的标记，无论如何也得打在所指标距范围内。

③ 标距和圆角应如所示的那样，但端部都可以是任意形状以适应试验机夹头，并使负荷作用在中心线上(见图 9)。如果试样的端部是用楔形钳口夹住，则在可能条件下使夹紧段的长度长一些以使试样伸进钳口的长度达到钳口长度的三分之二或更长一些。

④ 图 5 和图 6 所示图形试样，其标距等于公称直径的四倍。在一些产品标准中，其他试样也可以用，除非能保持 4 与 1 之比(在尺寸公差之内)，伸长率数值就不能与从标准试样所获得的值相比。

⑤ 直径小于 0.25in.(6.25mm)的试样限于在下述情况使用：即当所试验的材料不足以获得更大的试样，或者各方同意作为验收试验。小尺寸试样要求使用适合的设备和在机加工和试验中都更加熟练的技术。

⑥ 五种经常使用的试样直径为 0.505、0.357、0.252、0.160 和 0.113in. 左右，其原因是易于由于负荷计算应力，其相应横截面积分别等于或近似为 0.200、0.100、0.0500、0.0200 和 0.0100in.^{2}。当实际直径与这些数值相符，那么应力(或强度)可以分别使用简单的乘法系数 5、10、20、50 和 100 算出(这些固定直径的公制当量并不对应于任何横截面积和乘法系数)

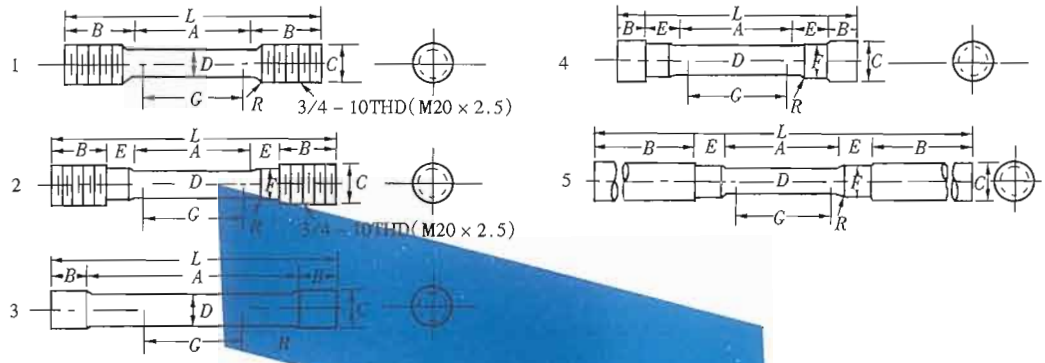
图 4　2in.(50mm)标距的 0.500in.(12.5mm)标准圆形拉伸试样和与标准试样成比例的小尺寸试样例子

此两种试样中心厚度的测量精度都应为 0.001in.(0.025mm)。

8.5.2　标准圆形拉伸试样——此型式试样示于图 4 和图 5。测定试样横截面积时，应在标距的中心测量试样直径，测量精度为 0.001in.(0.025mm)。(见表 1)

8.6　概述——按照被试材料产品标准的规定，试样应是大体上全尺寸的，也可以是机加工的。

8.6.1　试样制备不恰当，常常会得不到满意的结果。因此，重要的是小心制备试样，特别在机加工时，要保证良好的工艺质量。



尺 寸

项 目	试样 1		试样 2		试样 3		试样 4		试样 5	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
标距(*G*)	2.000± 0.005	50.0± 0.10	2.000± 0.005	50.0± 0.10	2.000± 0.005	50.0± 0.10	2.000± 0.005	50.0± 0.10	2.000± 0.005	50.0± 0.10
直径(*D*)①	0.500± 0.010	12.5± 0.25	0.500± 0.010	12.5± 0.25	0.500± 0.010	12.5± 0.25	0.500± 0.010	12.5± 0.25	0.500± 0.010	12.5± 0.25
圆角半径(*R*),最小	3/8	10	3/8	10	1/16	2	3/8	10	3/8	10
减缩段长度(*A*)	2¼,最小	60,最小	2¼,最小	60,最小	4,大约	100,大约	2¼,最小	60,最小	2¼,最小	60,最小
总长 (*L*) (大约)	5	125	5½	140	5½	140	4¾	120	9½	240
端部长度 (*B*)②	1⅜,大约	35,大约	1,大约	25,大约	¾,大约	20,大约	½,大约	13,大约	3,最小	75,最小
端部直径 (*C*)	¾	20	¾	20	23/32	18	⅞	22	¾	20
台肩和圆角段长度 (*E*) (大约)	…	…	⅝	16	…	…	¾	20	⅝	16
台肩段直径 (*F*)	…	…	⅝	16	…	…	⅝	16	19/32	15

① 减缩段可以具有端部向中心逐渐减小的锥度，端部在直径上不能比中心部位大0.005in.(0.10mm)。

② 如有可能，把试样5的夹紧段长度做得足够大，使其伸进钳口的长度等于或超过钳口长度的三分之二。

③ 所示端部型式适用于0.500in.标准圆形拉伸试样，对小尺寸试样可以使用类似型式，对高强度脆性材料，推荐使用UNF系列螺纹(¾×16、½×20、⅜×24和⅝×28)，以避免在螺纹部分断裂。

图5 标准圆形拉伸试样的端部推荐型式

8.6.2 要求试样标距中心处的横截面积最小，以确保在标距范围内断裂。在下面几条中叙述的每一种试样允许将标距部分做成带锥度，就能达到这点。

8.6.3 对脆性材料要求在标距端部有较大半径的圆角。

9 板型试样

9.1 标准的板型试样示于图3。这种试样用于试验公称厚度等于大于3/16in.(5mm)的板材、结构和棒材大小型钢和扁平材料型式的金属材料。当产品标准许可时，可以使用其他型式的试样。

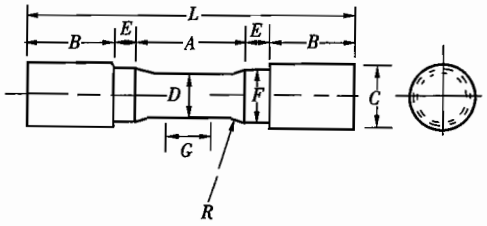
注3：当产品标准要求时，对薄板和带型材料，可以使用图3中标距8in.(200mm)的试样。

10 薄片试样

10.1 标准的薄片试样示于图3。这种试样用于试验公称厚度从0.005到¾in.(0.13~19mm)的薄板、板材、扁线材、带材、打包带和卷尺带形式的金属材料。当产品标准许可时，可以使用其他型式的试样，见第9节(参见注3)。

11 圆试样

11.1 直径0.500in.(12.5mm)的标准圆试样示于图4中。这种试样十分普遍地用于试验铸造和锻轧的金属材料。



尺 寸

项 目	试样 1		试样 2		试样 3	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm
平行段长度(*C*)	应等于或大于直径					
直径(*D*)	0.500±0.010	12.5±0.25	0.75±0.015	20.0±0.40	1.25±0.025	30.0±0.60
圆角半径(*R*),最小	1	25	1	25	2	50
减缩段长(*A*),最小	1¼	32	1½	38	2¼	60
总长(*L*),最小	3¾	95	4	100	6⅜	160
端部长度(*B*),大约	1	25	1	25	1¾	45
端部直径(*C*),大约	¾	20	1½	30	1⅞	48
台肩段长度(*E*),最小	¼	6	¼	6	5/16	8
台肩段直径(*F*)	⅝±3/16	16.0±10.40	15/16±1/64	24.0±0.40	1 7/16±1/64	36.5±0.40

注：减缩段和台肩段(尺寸*A*、*D*、*E*、*F*、*C*和*R*)应如图所示，但两端部可以是任何形状以适应试验机夹头，并使负荷作用在中心线上。通常端部车成螺纹并具有上面规定尺寸 *B* 和 *C* 。

图 6 铸铁的标准拉伸试样

表 1 圆形试样各种直径所采用的放大系数

标准试样			与标准试样成比例的小尺寸试样					
0.500in.,圆试样			0.350in.,圆试样			0.250in.,圆试样		
实际直径 in.	面积 $in.^2$	放大系数	实际直径 in.	面积 $in.^2$	放大系数	实际直径 in.	面积 $in.^2$	放大系数
0.490	0.1886	5.30	0.343	0.0924	10.82	0.245	0.0471	21.21
0.491	0.1893	5.28	0.344	0.0929	10.76	0.246	0.0475	21.04
0.492	0.1901	5.26	0.345	0.0935	10.70	0.247	0.0479	20.87
0.493	0.1909	5.24	0.346	0.0940	10.64	0.248	0.0483	20.70
0.494	0.1917	5.22	0.347	0.0946	10.57	0.249	0.0487	20.54
0.495	0.1924	5.20	0.348	0.0951	10.51	0.250	0.0491	20.37
0.496	0.1932	5.18	0.349	0.0957	10.45	0.251	0.0495	20.21
							(0.05)①	(20.0)①
0.497	0.1940	5.15	0.350	0.0962	10.39	0.252	0.0499	20.05
							(0.05)①	(20.0)①
0.498	0.1948	5.13	0.351	0.0968	10.33	0.253	0.0503	19.89
							(0.05)①	(20.0)①
0.499	0.1956	5.11	0.352	0.0973	10.28	0.254	0.0507	19.74
0.500	0.1963	5.09	0.353	0.0979	10.22	0.255	0.0511	19.58
0.501	0.1971	5.07	0.354	0.0984	10.16	…	…	…
0.502	0.1979	5.05	0.355	0.0990	10.10	…	…	…
0.503	0.1987	5.03	0.356	0.0995	10.05	…	…	…
				(0.1)①	(10.0)①			
0.504	0.1995	5.01	0.357	0.1001	9.99	…	…	…
	(0.2)①	(5.0)①		(0.1)①	(10.0)①			

表1(续) 圆形试样各种直径所采用的放大系数

标准试样			与标准试样成比例的小尺寸试样					
0.500in.,圆试样			0.350in.,圆试样			0.250in.,圆试样		
实际直径 in.	面积 $in.^2$	放大系数	实际直径 in.	面积 $in.^2$	放大系数	实际直径 in.	面积 $in.^2$	放大系数
0.505	0.2003	4.99	…	…	…	…	…	…
	(0.2)①	(5.0)①						
0.506	0.2011	4.97	…	…	…	…	…	…
	(0.2)①	(5.0)①						
0.507	0.2019	4.95	…	…	…	…	…	…
0.508	0.2027	4.93	…	…	…	…	…	…
0.509	0.2035	4.91	…	…	…	…	…	…
0.510	0.2043	4.90	…	…	…	…	…	…

① 如图4的注5中所允许的，为便于应力计算可以使用括号的数值($lb/in.^2$)。

11.2 图4也示出了与标准试样成比例的小尺寸试样。当试验材料不能制备标准试样或图3所示试样时，可以使用这些小尺寸的圆试样。也可以使用其他尺寸的小尺寸圆试样。对任何小尺寸试样很重要的一点是测量伸长率的标距是试样直径的四倍(参见图4的注4)。

11.3 标距以外的试样端部形状应适合材料和试验机的夹头或夹持装置，以便能使轴向施加负荷。图5示出了取得满意结果的各种端部型式的试样。

12 标距标记

12.1 图3到图6所示试样，可用中心眼冲子、划线、连续标点机或划墨线方法作标距标记。其目的在于计算百分比伸长率。冲眼标记应轻而尖锐、距离准确。在打标记处的应力集中会使试样硬化易于在冲眼标记处开始破坏。断裂后测量试样伸长率用的标距标记应作在扁平拉伸试样的平面或侧面上并在平行段内：对8in.标距试样，图3，可以用一组或几组8in.标距标记，标距范围内的中间标记是任选的。图3的2in.标距矩形试样和图4的圆形试样皆用双点中心冲子或划线作标距标记。可以用一组或几组标距标记，但是必须有一组大致在减缩截面的中央。当试样是全截面试样时也应遵守这些注意事项。

13 拉伸性能的测定

13.1 屈服点——屈服点是材料出现应变增加而应力不增加时比所能达到的最大应力小的第一个应力。屈服点只给具有应变增加而应力不增加这种特性的材料。应力—应变图的特点是具有尖锐拐点或不连续性。可用下列方法之一测定屈服点：

13.1.1 杠杆降落或指针停止法——在这一方法中以均匀的速度对试样增加负荷。如使用杠杆和法码的试验机，可用近似不变的速率增加法码来保持杠杆平衡。当达到材料屈服点时，负荷不再增加，但如稍稍增加法码令超过平衡位置，则试验机的杠杆在一短暂的但感觉得出来的时间间隔内会降落。当使用装有负荷指示盘的试验机时，则对应杠杆降落负荷指针就有一个停止或暂停位置。记下“杠杆降落”或“指针停止”时的负荷，记录对应的应力作为屈服点。

13.1.2 自动绘图法——如以自动绘图记录装置取得有尖锐拐点的应力—应变图，则可取与拐点顶点对应的应力(图7)，或取曲线下降点的应力作为屈服点。

13.1.3 负荷下的总伸长法——如测定屈服点的材料或试样不能用13.1.1和13.1.2中所述的，“杠杆降落”，“指针停止”或自动绘图法

测出具有变形明显不成比例的屈服点时，则可用以下方法测定实际上等同于屈服点的值作为屈服点并作记录：把 C 级或精度更好的伸长仪(注 4 和 5)连接到试样上。当负荷产生的伸长达到规定值时(注 6)，记录下对应负荷的应力，作为屈服点，并拆去伸长仪(图 8)。

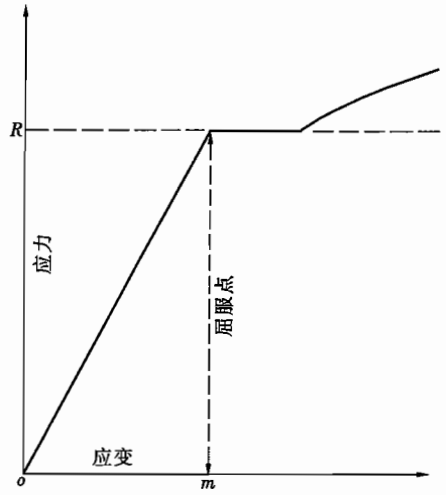


图 7 对应于拐点表示屈服点的应力—应变曲线

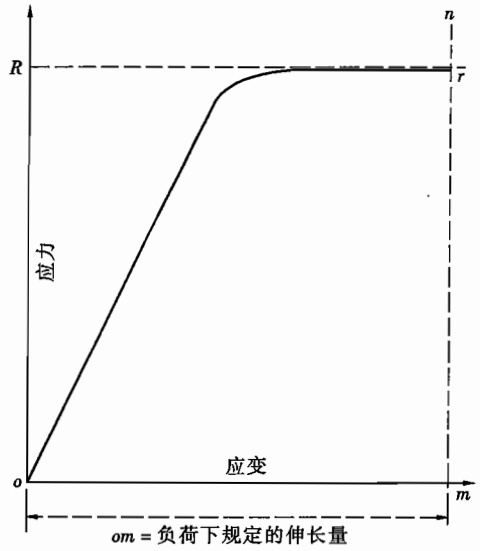


图 8 用负荷下伸长法表示屈服点或屈服强度的应力—应变曲线

注 4：现已有能测定出规定总伸长下的负荷而不绘出应力—应变曲线的自动化装置。后者的精确度如经验证，则可以使用。亦可使用放大卡尺和其他类似装置，但是其精度经验证相当于 C 级伸长仪。

注 5：应参照《E83 实用规程》。

注 6：对规定屈服点不大于 80000psi(550MPa)的钢，合适值是 0.005in./in. 标距。对屈服点大于 80000psi 的钢，除非增加总伸长量的限度，本方法无效。

注 7：有许多因素例如试样在夹紧装置中的放置、矫直由于残余应力弯曲的试样和 7.4.1 中允许的快速加载都可能影响自动绘图法测定的应力—应变(或负荷—伸长量)曲线的开始部分形状。一般，当符合弹性模量线时，曲线这部分的偏差可以忽略不计，这样使用曲线来确定残余变形或屈服负荷下的伸长。

13.2 屈服强度——屈服强度是指材料偏离应力与应变比例时显示的规定极限。这种偏离以术语应变，残余变形百分率、负荷下的总伸长等来表示。用下列方法之一来测定屈服强度。

13.2.1 残余变形法——用“残余变形法”测定屈服强度。就需要从对具有明显弹性模量的被测试材料所画出的应力—应变图中得到数据(自动绘制的或数字表示的)。然后在应力—应变图(图 9)上画出等于残余变形规定值的 *Om*，画 *mn* 平行于 *OA*，这样，*mn* 与应力—应变曲线相交，交点为 *r* 其对应的负荷 *R* 即屈服强度负荷。在报告用这种方法得到的屈服强度值时，将“残余变形”规定值表示在屈服强度术语后面的括号内，即：

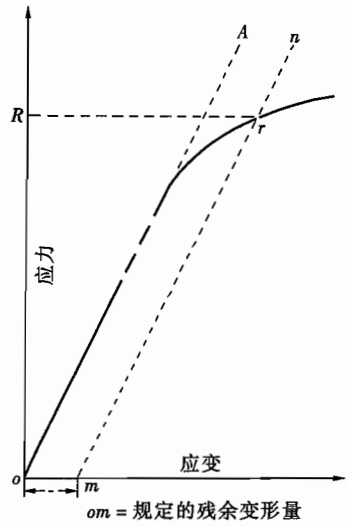


图 9 用残余变形法确定屈服强度的应力—应变曲线

屈服强度(0.2% 残余变形) = 52000psi (360MPa) …… (1)

当残余变形为 0.2%或更大时，所用的伸长仪应是 B2 质量级，应变范围 0.05%到 1.0%的仪表装置。如果规定了较小的残余变形，则可能需要规定更精确的仪表装置（即 B1 级仪表装置）或减小应变率的下限（例如减为 0.01%）或两者。对自动化装置另见注 9。

注 8：对于如某些冷加工材料那样的、没有明显弹性模量的应力—应变图，建议采用承载下伸长法。如果对无明显弹性模量的材料使用残余变形法的话，则对被测试材料适用的模量

值宜取为：对碳钢为30,000,000psi（207,000MPa）；对铁素体不锈钢为29,000,000psi（200,000MPa）；对奥氏体不锈钢为28,000,000psi（193,000MPa）。对于特殊的合金钢，应与生产厂商讨合适的弹性模量值。

13.2.2 承载时伸长法——用于确定材料是合格还是报废的试验，其应力—应变特性从类似材料所做的试验中完全知悉，其应力—应变图也已绘出，对应于出现规定残余变形（见注9和注10）应力的总应变已知在满意的范围内。试样中的应力，当达到这一总应变时就是屈服强度值。在用这种方法得到的屈服强度记录值时，应将规定的或采用的，或者两者的“伸长率”数值表示在屈服强度术语后的括号内，例如：

屈服强度（0.5% EUL）= 52000psi（360 MPa） ……（2）

使用B1级伸长仪能满意地得到总应变值（注4，5和7）。

注9：现已有测定残余变形屈服强度而不绘制应力—应变曲线的自动化装置。如果自动化装置的精度经过校验则可以使用。

注10：承载时伸长的合适量值随所试特定钢材的强度范围有明显变化。一般，适用于任何强度级别钢材承载时的伸长量可以由规定屈服强度下预计的比例应变和塑性应变之和来确定。可采用下列公式：

$$\text{承载伸长量(in./in. 标距)} = (YS/E) + r \quad \cdots (3)$$

式中 YS = 规定的屈服强度，psi或MPa

E = 弹性模数，psi或MPa

r = 极限塑性应变 in./in.

13.3 抗拉强度——以拉伸试验时试样所受最大负荷除以试样的原始截面积来计算抗拉强度。

13.4 伸长率

13.4.1 把拉断的试样两端仔细地拼合在一起，测量标距标记间的距离，对标距小于等于2in.的试样测量精确到0.01in.（0.25mm），对标距大于2in.的试样应精确到标距的0.5%。可以使用示值读数为0.5%标距的百分尺。伸长率就是以原始标距的百分数表示的标距长度的增加。在报告伸长率值时，既要写明增加的百分率，又要给出原始标距。

13.4.2 如果断裂的任一部分发生在标距中间一半以外或在减缩截面段内洋冲眼或划线标记的地方，那么所得伸长率值就不能代表该材料。如果所测得的伸长率符合规定的最低要求，就不需再做试验；如果伸长率低于最低要求，则该试验作废，并进行复试。

13.4.3 允许以下述方法用使用伸长仪的自动化拉伸试验方法来测定伸长率。可将拉断的两端拼合在一起以下述或上述测量方法之一来测量和报告伸长率。两种方法的结果都有效。

13.4.4 断裂伸长率的定义为伴随着发生断裂拉力突然减小前测量出的伸长率。对于那些不出现拉力突然减小的韧性材料，可取拉力刚减小到在试验中遭遇的最大拉力的10%以下时测量出的应变。

13.4.4.1 断裂伸长率应包括弹性和塑性伸长率，可用在感兴趣的整个应变范围内有效的、用伸长仪自动绘图成自动化拉伸试验的方法来测量。对伸长率小于5%的材料，可使用B2级或更高精度的伸长仪；对伸长率大于等于5%，但小于50%的材料，可使用C级或更高精度的伸长仪；对伸长率大于等于50%的材料，可使用D级或更高精度的伸长仪。在所有情况下，伸长仪的标距长度应为对被测试样要求的公称标距长度。由于把拉断的两端拼合在一起时精度不足，故当使用前一条的手工方法时、断裂后的伸长率会与用伸长仪测定出的断裂伸长率不同。

13.4.4.2 断裂伸长率的百分数可直接从断裂伸长率的数据计算得出，并替代如13.4.1计算出的伸长率百分数提交报告。然而，这样的两种参数不能互换。使用断裂伸长率方法通常提供更为再现的结果。

13.5 断面收缩率——把拉断的试样两端拼合在一起，以测量原始尺寸的同样精度，测量最小截面处的平均直径或宽度和厚度。所测得的横截面积与原始横截面积之差，以原始横截面积的百分率表示，即为该试样的断面收缩率。

弯曲试验

14 说明

14.1 弯曲试验是评价材料塑性的一种方法，但不能认为它是预测弯曲操作中使用性能的定量方法。弯曲试验的严格程度主要是弯曲角度、试样弯曲内径和试样横截面大小的函数。这些条件随试样取样部位和方向、化学成分、拉伸性能、硬度、型式和指定钢材的质量而变。进行试验的

方法可参考《方法 E190》和《试验方法 E290》。

14.2 除非另有规定，允许采用时效弯曲试样，时效所用时间—温度循环必须对先前工序的效果没有实质上的改变。试样可以在室温下放置 24~48h 完成时效，或者，在水中煮沸、在油中或炉内加热至适度高温以便用较短时间完成时效。

14.3 在室温下将试样对由产品标准规定的内径弯曲到规定的程度，在弯曲部分的外侧应没有大的裂纹。弯曲速度通常不是重要因素。

硬 度 试 验

15 概述

15.1 硬度试验是测定材料抗压入能力的方法，偶尔用作快速取得近似抗拉强度。表 2~表 5是不同硬度值之间以及硬度与近似抗拉强度之间的换算值。换算值是从计算机画出的曲线得来的，精确到 0.1 点，故可精确地再现这些曲线。所有的换算硬度值都应看作是近似值，而且所有的洛氏硬度换算值都应圆整到最接近的整数。

15.2 硬度试验

15.2.1 如果产品标准允许用替代的硬度试验方法来确定是否符合规定的硬度要求，应使用列于表 2~表 5 的换算表。

15.2.2 当记录经换算的硬度值时，测量硬度和试验标尺应标在括弧内，例如：353HB (38HRC)，这表示 38 硬度值是用洛氏 C 标尺试验所得，换算得到布氏硬度为 353。

16 布氏硬度试验

16.1 说明

16.1.1 用规定负荷将规定直径的硬球压到试样平面上进行试验。以压痕的平均直径为基础计算布氏硬度值。假定压痕是球形的，所加负荷除以压痕表面积的商称为布氏硬度值(HB)，其计算公式为：

$$HB = P/[(\pi D/2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})] \cdots\cdots (4)$$

式中 HB = 布氏硬度值

P = 所加负荷，kgf

D = 钢球直径，mm

d = 压痕的平均直径，mm

注 11：布氏硬度值可从表 6 的标准表中方便地得到，表中布氏硬度值对应于各种压痕直径，增量为 0.05mm。

注 12：在试验方法 E10 中，以 SI 单位表示的值在本条中用 kg/m 单位。

16.1.2 对硬性材料用 10mm 的球施加 3000kgf 的负荷进行标准布氏硬度试验，对薄截面或软的材料则施加 1500 或 500kgf 负荷(见附录 A2 钢管制品)。当规定时也可采用其他负荷和不同直径的压头。在记录硬度值时，除非用 10mm 直径的球和 3000kgf 负荷，否则应写明球的直径和负荷的大小。

16.1.3 对淬火加回火，或正火加回火材料，可规定一适当的硬度值范围。对退火材料只规定最大硬度值。对正火材料按协议可规定最大和最小硬度。通常，未经处理的材料无硬度要求。

16.1.4 当不规定拉伸性能时，可以要求测布氏硬度。

16.2 设备——设备应满意下列要求：

16.2.1 试验机——布氏硬度试验机在负荷范围内其负荷测量装置的精度在±1%以内，则可以使用。

16.2.2 测微显微镜——测量压痕直径用测微显微镜或其他测量仪器的千分尺刻度应达到可以直接测出 0.1mm 直径和估计出 0.05mm 直径。

注 13：这要求只适用于显微镜结构而不是对测量压痕的要求，见 16.4.3。

16.2.3 标准钢球——布氏硬度试验用标准钢球的直径是 10mm(0.3937in.)，直径误差在任一直径方向不得大于 0.01mm* (0.0004in.)。当对试样施加 3000kgf 的力时，适用的球必须表明径向永久变形不大于 0.01mm (0.0004in.)。

16.3 试样——布氏硬度试验是在预先准备好的平面上进行的，为消除脱碳的金属和其他不平整的表面必须从表面除去足够的金属。试件的厚度必须是在试件压痕的背面没有显出因负荷影响的凸起或其他痕迹。

16.4 试验规程

* 原文为 0.005mm(0.0004in.)有误，已改正。——译注。

16.4.1 重要的是所用产品标准应清楚地指出测点位置和要求的测点数量。由试样边缘或另一压痕边到压痕中心的距离至少是压痕直径的2或1.5倍。

16.4.2 加荷时间最少为15s。

16.4.3 在相互垂直的方向测量压痕直径应精确到0.1mm，估算精确到0.05mm，平均值精确到0.05mm。如果两个压痕直径之差大于0.1mm，应废弃此读数重测。

16.4.4 对硬度大于450HB的钢不能用钢球测。对硬度大于650HB的钢不能用硬质合金球测。硬度大于650HB的材料不推荐采用布氏硬度试验。

16.4.4.1 如果用来试验试样的钢球，其测得的布氏硬度值大于16.4.4中列举的球的限值，则该钢球应报废用新钢球代替、或者重新测定以保证符合E10试验方法的要求。

16.5 规程细节——对本试验的详细要求，见最新版《试验方法 E10》。

17 洛氏硬度试验

17.1 说明

17.1.1 本试验中，是在某一随意的固定条件下测定金刚石顶尖或钢球压入试样的深度来

表2 非奥氏体钢的硬度近似换算值(洛氏C硬度对其他硬度)[①]

洛氏C标尺,150kgf负荷,金刚石压头	维氏硬度	布氏硬度3000kgf负荷,钢球直径10mm	努氏硬度500kgf负荷或大于500kgf负荷	洛氏A标尺60kgf负荷金刚石压头	洛氏表面硬度			近似抗拉强度,ksi(MPa)
					15N标尺15kgf负荷金刚石压头	30N标尺30kgf负荷金刚石压头	45N标尺45kgf负荷金刚石压头	
68	940	…	920	85.6	93.2	84.4	75.4	…
67	900	…	895	85.0	92.9	83.6	74.2	…
66	865	…	870	84.5	92.5	82.0	73.3	…
65	832	739	846	83.9	92.2	81.9	72.0	…
64	800	722	822	83.4	91.8	81.1	71.0	…
63	772	706	799	82.8	91.4	80.1	69.9	…
62	746	688	776	82.3	91.1	79.3	68.8	…
61	720	670	754	81.8	90.7	78.4	67.7	…
60	697	654	732	81.2	90.2	77.5	66.6	…
59	674	634	710	80.7	89.8	76.6	65.5	351(2420)
58	653	615	690	80.1	89.3	75.7	64.3	338(2330)
57	633	595	670	79.6	88.9	74.8	63.2	325(2240)
56	613	577	650	79.0	88.3	73.9	62.0	313(2160)
55	595	560	630	78.5	87.9	73.0	60.9	301(2070)
54	577	543	612	78.0	87.4	72.0	59.8	292(2010)
53	560	525	594	77.4	86.9	71.2	58.6	283(1950)
52	544	512	576	76.8	86.4	70.2	57.4	273(1880)
51	528	496	558	76.3	85.9	69.4	56.1	264(1820)

表 2(续) 非奥氏体钢的硬度近似换算值(洛氏 C 硬度对其他硬度)[①]

洛氏 C 标尺,150kgf 负荷,金刚石压头	维氏硬度	布氏硬度 3000kgf 负荷,钢球直径 10mm	努氏硬度 500kgf 负荷或大于 500 kgf 负荷	洛氏 A 标尺 60kgf 负荷 金刚石压头	洛氏表面硬度			近似抗拉强度,ksi (MPa)
					15N 标尺 15kgf 负荷 金刚石压头	30N 标尺 30kgf 负荷 金刚石压头	45N 标尺 45kgf 负荷 金刚石压头	
50	513	482	542	75.9	85.5	68.5	55.0	255(1760)
49	498	468	526	75.2	85.0	67.6	53.8	246(1700)
48	484	455	510	74.7	84.5	66.7	52.5	238(1640)
47	471	442	495	74.1	83.9	65.8	51.4	229(1580)
46	458	432	480	73.6	83.5	64.8	50.3	221(1520)
45	446	421	466	73.1	83.0	64.0	49.0	215(1480)
44	434	409	452	72.5	82.5	63.1	47.8	208(1430)
43	423	400	438	72.0	82.0	62.2	46.7	201(1390)
42	412	390	426	71.5	81.5	61.3	45.5	194(1340)
41	402	381	414	70.9	80.9	60.4	44.3	188(1300)
40	392	371	402	70.4	80.4	59.5	43.1	182(1250)
39	382	362	391	69.9	79.9	58.6	41.9	177(1220)
38	372	353	380	69.4	79.4	57.7	40.8	171(1180)
37	363	344	370	68.9	78.8	56.8	39.6	166(1140)
36	354	336	360	68.4	78.3	55.9	38.4	161(1110)
35	345	327	351	67.9	77.7	55.0	37.2	156(1080)
34	336	319	342	67.4	77.2	54.2	36.1	152(1050)
33	327	311	334	66.8	76.6	53.3	34.9	149(1030)
32	318	301	326	66.3	76.1	52.1	33.7	146(1010)
31	310	294	318	65.8	75.6	51.3	32.5	141(970)
30	302	286	311	65.3	75.0	50.4	31.3	138(950)
29	294	279	304	64.6	74.5	49.5	30.1	135(930)
28	286	271	297	64.3	73.9	48.6	28.9	131(900)
27	179	264	290	63.8	73.3	47.7	27.8	128(880)
26	272	258	284	63.3	72.8	46.8	26.7	125(860)
25	266	253	278	62.8	72.2	45.9	25.5	123(850)
24	260	247	272	62.4	71.6	45.0	24.3	119(820)
23	254	243	266	62.0	71.0	44.0	23.1	117(810)
22	248	237	261	61.5	70.5	43.2	22.0	115(790)
21	243	231	256	61.0	69.9	42.3	20.7	112(770)
20	238	226	251	60.5	69.4	41.5	19.6	110(760)

① 本表给出了钢的硬度值的近似相互关系和近似抗拉强度，从表中提供的数据得到的硬度—抗拉强度关系，对于不同成分的钢及其加工过程不同造成偏差，将是可能的。本表数据不得用于奥氏体不锈钢，但是正如已指出的，它适用于铁素体和马氏体不锈钢。若需要更精确的换算，针对每种成分的钢、热处理和零件，须专门研究。

表 3 非奥氏体钢的硬度近似换算值(洛氏 B 硬度对其他硬度)[①]

洛氏 B 标尺,100kgf 负荷 1/16in. (1.588mm) 钢球	维氏硬度	布氏硬度 3000kgf 负荷钢球直径 10 mm	努氏硬度 500kgf 负荷或大于 500 kgf 负荷	洛氏 A 标尺 60kgf 负荷,金刚石压头	洛氏 F 标尺 60kgf 负荷,1/16in. (1.588mm) 钢球	洛氏表面硬度			近似抗拉强度,ksi (MPa)
						15T 标尺 15kgf 负荷,1/16in. (1.588mm) 钢球	30T 标尺 30kgf 负荷,1/16in. (1.588mm) 钢球	45T 标尺 45kgf 负荷,1/16in. (1.588mm) 钢球	
100	240	240	251	61.5	…	93.1	83.1	72.9	116(800)
99	234	234	246	60.9	…	92.8	82.5	71.9	114(785)
98	228	228	241	60.2	…	92.5	81.8	70.9	109(750)
97	222	222	236	59.5	…	92.1	81.1	69.9	104(715)

表3(续) 非奥氏体钢的硬度近似换算值(洛氏B硬度对其他硬度)[1]

洛氏B标尺,100kgf负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	维氏硬度	布氏硬度3000kgf负荷钢球直径10mm	努氏硬度500kgf负荷或大于500kgf负荷	洛氏A标尺60kgf负荷,金刚石压头	洛氏F标尺60kgf负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	洛氏表面硬度			近似抗拉强度,ksi(MPa)
						15T标尺15kgf负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	30T标尺30kgf负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	45T标尺45kgf负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	
96	216	216	231	58.9	…	91.8	80.4	68.9	102(705)
95	210	210	226	58.5	…	91.5	79.8	67.9	100(690)
94	205	205	221	57.6	…	91.2	79.1	66.9	98(675)
93	200	200	216	57.0	…	90.8	78.4	65.9	94(650)
92	195	195	211	56.4	…	90.5	77.8	64.8	92(635)
91	190	190	206	55.8	…	90.2	77.1	63.8	90(620)
90	185	185	201	55.2	…	89.9	76.4	62.8	89(615)
89	180	180	196	54.6	…	89.5	75.8	61.8	88(605)
88	176	176	192	54.0	…	89.2	75.1	60.8	86(590)
87	172	172	188	53.4	…	88.9	74.4	59.8	84(580)
86	169	169	184	52.8	…	88.6	73.8	58.8	83(570)
85	165	165	180	52.3	…	88.2	73.1	57.8	82(565)
84	162	162	176	51.7	…	87.9	72.4	56.8	81(560)
83	159	159	173	51.1	…	87.6	71.8	55.8	80(550)
82	156	156	170	50.6	…	87.3	71.1	54.8	77(530)
81	153	153	167	50.0	…	86.9	70.4	53.8	73(505)
80	150	150	164	49.5	…	86.6	69.7	52.8	72(495)
79	147	147	161	48.9	…	86.3	69.1	51.8	70(485)
78	144	144	158	48.4	…	86.0	68.4	50.8	69(475)
77	141	141	155	47.9	…	85.6	67.7	49.8	68(470)
76	139	139	152	47.3	…	85.3	67.1	48.8	67(460)
75	137	137	150	46.8	99.6	85.0	66.4	47.8	66(455)
74	135	135	147	46.3	99.1	84.7	65.7	46.8	65(450)
73	132	132	145	45.8	98.5	84.3	65.1	45.8	64(440)
72	130	130	143	45.3	98.0	84.0	64.4	44.8	63(435)
71	127	127	141	44.8	97.4	83.7	63.7	43.8	62(425)
70	125	125	139	44.3	96.8	83.4	63.1	42.8	61(420)
69	123	123	137	43.8	96.2	83.0	62.4	41.8	60(415)
68	121	121	135	43.3	95.6	82.7	61.7	40.8	59(405)
67	119	119	133	42.8	95.1	82.4	61.0	38.8	58(400)
66	117	117	131	42.3	94.5	82.1	60.4	38.7	57(395)
65	116	116	129	41.8	93.9	81.8	59.7	37.7	56(385)
64	114	114	127	41.4	93.4	81.4	59.0	36.7	…
63	112	112	125	40.9	92.8	81.1	58.4	35.7	…
62	110	110	124	40.4	92.2	80.8	57.7	34.7	…
61	108	108	122	40.0	91.7	80.5	57.0	33.7	…
60	107	107	120	39.5	91.1	80.1	56.4	32.7	…
59	106	106	118	39.0	90.5	79.8	55.7	31.7	…
58	104	104	117	38.6	90.0	79.5	55.0	30.7	…
57	103	103	115	38.1	89.4	79.2	54.4	29.7	…
56	101	101	114	37.7	88.8	78.8	53.7	28.7	…
55	100	100	112	37.2	88.2	78.5	53.0	27.7	…
54	…	…	111	36.8	87.7	78.2	52.4	26.7	…
53	…	…	110	36.3	86.5	77.9	51.7	25.7	…
52	…	…	109	35.9	86.0	77.5	51.0	24.7	…
51	…	…	108	35.5	85.4	77.2	50.3	23.7	…
50	…	…	107	35.0	84.4	76.9	49.7	22.7	…
49	…	…	106	34.6	84.3	76.6	49.0	21.7	…
48	…	…	105	34.1	83.7	76.2	48.3	20.7	…
47	…	…	104	33.7	83.1	75.9	47.7	19.7	…
46	…	…	103	33.3	…	75.6	47.0	18.7	…
45	…	…	102	32.9	82.6	75.3	46.3	17.7	…
44	…	…	101	32.4	82.0	74.9	45.7	16.7	…
43	…	…	100	32.0	81.4	74.6	45.0	15.7	…
42	…	…	99	31.6	80.8	74.3	44.3	14.7	…
41	…	…	98	31.2	80.3	74.0	43.7	13.6	…
40	…	…	97	30.7	79.7	73.6	43.0	12.6	…
39	…	…	96	30.3	79.1	73.3	42.3	11.6	…

表 3(续) 非奥氏体钢的硬度近似换算值(洛氏 B 硬度对其他硬度)①

洛氏 B 标尺,100kgf 负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	维氏硬度	布氏硬度 3000kgf 负荷钢球直径 10 mm	努氏硬度 500kgf 负荷或大于 500 kgf 负荷	洛氏 A 标尺 60kgf 负荷,金刚石压头	洛氏 F 标尺 60kgf 负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	洛氏表面硬度			近似抗拉强度,ksi(MPa)
						15T 标尺 15kgf 负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	30T 标尺 30kgf 负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	45T 标尺 45kgf 负荷,1/16in.(1.588mm)钢球	
38	…	…	95	29.9	78.6	73.0	41.6	10.6	…
37	…	…	94	29.5	78.0	72.7	41.0	9.6	…
36	…	…	93	29.1	77.4	72.3	40.3	8.6	…
35	…	…	92	28.7	76.9	72.0	39.6	7.6	…
34	…	…	91	28.2	76.3	71.7	39.0	6.6	…
33	…	…	90	27.8	75.7	71.4	38.3	5.6	…
32	…	…	89	27.4	75.2	71.0	37.6	4.6	…
31	…	…	88	27.0	74.6	70.7	37.0	3.6	…
30	…	…	87	26.6	74.0	70.4	36.3	2.6	…

① 本表给出了钢的硬度值的近似相互关系和近似抗拉强度，从表中提供的数据得到的硬度—抗拉强度关系，对于不同成分的钢及其加工过程不同造成偏差，将是可能的。本表数据不得用于奥氏体不锈钢，但是，正如已指出的，它适用于铁素体和马氏体不锈钢。若需要更精确的换算，针对每种成分的钢、热处理和零件，须专门研究。

表 4 奥氏体钢的硬度近似换算值(洛氏硬度 C 对其他硬度)

洛氏 C 标尺,150kgf 负荷,金刚石压头	洛氏 A 标尺,60kgf 负荷,金刚石压头	洛氏表面硬度		
		15N 标尺,15kgf 负荷,金刚石压头	30N 标尺,30kgf 负荷,金刚石压头	45N 标尺,45kgf 负荷,金刚石压头
48	74.4	84.1	66.2	52.1
47	73.9	83.6	65.3	50.9
46	73.4	83.1	64.5	49.8
45	72.9	82.6	63.6	48.7
44	72.4	82.1	62.7	47.5
43	71.9	81.6	61.8	46.4
42	71.4	81.0	61.0	45.2
41	70.9	80.5	60.1	44.1
40	70.4	80.0	59.2	43.0
39	69.9	79.5	58.4	41.8
38	69.3	79.0	57.5	40.7
37	68.8	78.5	56.6	39.6
36	68.3	78.0	55.7	38.4
35	67.8	77.5	54.9	37.3
34	67.3	77.0	54.0	36.1
33	66.8	76.5	53.1	35.0
32	66.3	75.9	52.3	33.9
31	65.8	75.4	51.4	32.7
30	65.3	74.9	50.5	31.6
29	64.8	74.4	49.6	30.4
28	64.3	73.9	48.8	29.3
27	63.8	73.4	47.9	28.2
26	63.3	72.9	47.0	27.0
25	62.8	72.4	46.2	25.9
24	62.3	71.9	45.3	24.8
23	61.8	71.3	44.4	23.6
22	61.3	70.8	43.5	22.5
21	60.8	70.3	42.7	21.3
20	60.3	69.8	41.8	20.2

表5 奥氏体钢的硬度近似换算值(洛氏硬度B对其他硬度)

洛氏B标尺 100kgf负荷 1/16in. (1.588mm) 钢球	布氏压痕直径,mm	布氏硬度 3000kgf 负荷,钢球 直径10mm	洛氏A标尺 60kgf负荷 金钢石压头	洛氏硬度表面		
				15T标尺, 15kgf,负荷 1/16in. (1.588mm) 钢球	30T标尺, 30kgf,负荷 1/16in. (1.588mm) 钢球	45T标尺, 45kgf,负荷 1/16in. (1.588mm) 钢球
100	3.79	256	61.5	91.5	80.4	70.2
99	3.85	248	60.9	91.2	79.7	69.2
98	3.91	240	60.3	90.8	79.0	68.2
97	3.96	233	59.7	90.4	78.3	67.2
96	4.02	226	59.1	90.1	77.7	66.1
95	4.08	219	58.5	89.7	77.0	65.1
94	4.14	213	58.0	89.3	76.3	64.1
93	4.20	207	57.4	88.9	75.6	63.1
92	4.24	202	56.8	88.6	74.9	62.1
91	4.30	197	56.2	88.2	74.2	61.1
90	4.35	192	55.6	87.8	73.5	60.1
89	4.40	187	55.0	87.5	72.8	69.0
88	4.45	183	54.5	87.1	72.1	58.0
87	4.51	178	53.9	86.7	71.4	57.0
86	4.55	174	53.3	86.4	70.7	56.0
85	4.60	170	52.7	86.0	70.0	55.0
84	4.65	167	52.1	85.6	69.3	54.0
83	4.70	163	51.5	85.2	68.6	52.9
82	4.74	160	50.9	84.9	67.9	51.9
81	4.79	156	50.4	84.5	67.2	50.9
80	4.84	153	49.8	84.1	66.5	49.9

表6 布氏硬度值[①](钢球直径10mm,施加负荷500,1500和3000 kgf)

压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值		
	500-kgf负荷	1500-kgf负荷	3000-kgf负荷		500-kgf负荷	1500-kgf负荷	3000-kgf负荷		500-kgf负荷	1500-kgf负荷	3000-kgf负荷		500-kgf负荷	1500-kgf负荷	3000-kgf负荷
2.00	158	473	945	2.60	92.6	278	555	3.20	60.5	185	363	3.80	42.4	127	255
2.01	156	468	936	2.61	91.8	276	551	3.21	60.1	180	361	3.81	42.2	127	253
2.02	154	463	926	2.62	91.1	273	547	3.22	59.8	179	359	3.82	42.0	126	252
2.03	153	459	917	2.63	90.4	271	543	3.23	59.4	178	356	3.83	41.7	125	250
2.04	151	454	908	2.64	89.7	269	538	3.24	59.0	177	354	3.84	41.5	125	249
2.05	150	450	899	2.65	89.0	267	534	3.25	58.6	176	352	3.85	41.3	124	248
2.06	148	445	890	2.66	88.4	265	530	3.26	58.3	175	350	3.86	41.1	123	246
2.07	147	441	882	2.67	87.7	263	526	3.27	57.9	174	347	3.87	40.9	123	245
2.08	146	437	873	2.68	87.0	261	522	3.28	57.5	173	345	3.88	40.6	122	244
2.09	144	432	865	2.69	86.4	259	518	3.29	57.2	172	343	3.89	40.4	121	242
2.10	143	428	856	2.70	85.7	257	514	3.30	56.8	170	341	3.90	40.2	121	241
2.11	141	424	848	2.71	85.1	255	510	3.31	56.5	169	339	3.91	40.0	120	240
2.12	140	420	840	2.72	84.4	253	507	3.32	56.1	168	337	3.92	39.8	119	239

表 6(续) 布氏硬度值[①](钢球直径 10mm,施加负荷 500,1500 和 3000 kgf)

压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值		
	500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷
2.13	139	416	832	2.73	83.8	251	503	3.33	55.8	167	335	3.93	39.6	119	237
2.14	137	412	824	2.74	83.2	250	499	3.34	55.4	166	333	3.94	39.4	118	236
2.15	136	408	817	2.75	82.6	248	495	3.35	55.1	165	331	3.95	39.1	117	235
2.16	135	404	809	2.76	81.9	246	492	3.36	54.8	164	329	3.96	38.9	117	234
2.17	134	401	802	2.77	81.3	244	488	3.37	54.4	163	326	3.97	38.7	116	232
2.18	132	397	794	2.78	80.8	242	485	3.38	54.1	162	325	3.98	38.5	116	231
2.19	131	393	787	2.79	80.2	240	481	3.39	53.8	161	323	3.99	38.3	115	230
2.20	130	390	780	2.80	79.6	239	477	3.40	53.4	160	321	4.00	38.1	114	229
2.21	129	386	772	2.81	79.0	237	474	3.41	53.1	159	319	4.01	37.9	114	228
2.22	128	383	765	2.82	78.4	235	471	3.42	52.8	158	317	4.02	37.7	113	226
2.23	126	379	758	2.83	77.9	234	467	3.43	52.5	157	315	4.03	37.5	113	225
2.24	125	376	752	2.84	77.3	232	464	3.44	52.2	156	313	4.04	37.3	112	224
2.25	124	372	745	2.85	76.8	230	461	3.45	51.8	156	311	4.05	37.1	111	223
2.26	123	369	738	2.86	76.2	229	457	3.46	51.5	155	309	4.06	37.0	111	222
2.27	122	366	732	2.87	75.7	227	454	3.47	51.2	154	307	4.07	36.8	110	221
2.28	121	363	725	2.88	75.1	225	451	3.48	50.9	153	306	4.08	36.6	110	219
2.29	120	359	719	2.89	74.6	224	448	3.49	50.6	152	304	4.09	36.4	109	218
2.30	119	356	712	2.90	74.1	222	444	3.50	50.3	151	302	4.10	36.2	109	217
2.31	118	353	706	2.91	73.6	221	441	3.51	50.0	150	300	4.11	36.0	108	216
2.32	117	350	700	2.92	73.0	219	438	3.52	49.7	149	298	4.12	35.8	108	215
2.33	116	347	694	2.93	72.5	218	435	3.53	49.4	148	297	4.13	35.7	107	214
2.34	115	344	688	2.94	72.0	216	432	3.54	49.2	147	295	4.14	35.5	106	213
2.35	114	341	682	2.95	71.5	215	429	3.55	48.9	147	293	4.15	35.3	106	212
2.36	113	338	676	2.96	71.0	213	426	3.56	48.6	146	292	4.16	35.1	105	211
2.37	112	335	670	2.97	70.5	212	423	3.57	48.3	145	290	4.17	34.9	105	210
2.38	111	332	665	2.98	70.1	210	420	3.58	48.0	144	288	4.18	34.8	104	209
2.39	110	330	659	2.99	69.6	209	417	3.59	47.7	143	286	4.19	34.6	104	208
2.40	109	327	653	3.00	69.1	207	415	3.60	47.5	142	285	4.20	34.4	103	207
2.41	108	324	648	3.01	68.6	206	412	3.61	47.2	142	283	4.21	34.2	103	205
2.42	107	322	643	3.02	68.2	205	409	3.62	46.9	141	282	4.22	34.1	102	204
2.43	106	319	634	3.03	67.7	203	406	3.63	46.7	140	280	4.23	33.9	102	203
2.44	105	316	632	3.04	67.3	202	404	3.64	46.4	139	278	4.24	33.7	101	202
2.45	104	313	627	3.05	66.8	200	401	3.65	46.1	138	277	4.25	33.6	101	201
2.46	104	311	621	3.06	66.4	199	398	3.66	45.9	138	275	4.26	33.4	100	200
2.47	103	308	616	3.07	65.9	198	395	3.67	45.6	137	274	4.27	33.2	99.7	199
2.48	102	306	611	3.08	65.5	198	393	3.68	45.4	136	272	4.28	33.1	99.2	198
2.49	101	303	606	3.09	65.0	195	390	3.69	45.1	135	271	4.29	32.9	98.8	198
2.50	100	301	601	3.10	64.6	194	388	3.70	44.9	135	269	4.30	32.8	98.3	197

表 6(续) 布氏硬度值[①](钢球直径 10mm,施加负荷 500,1500 和 3000 kgf)

压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值		
	500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷
2.51	99.4	298	577	3.11	64.2	193	385	3.71	44.6	134	268	4.31	32.6	97.8	196
2.52	98.6	296	592	3.12	63.6	191	383	3.72	44.4	133	266	4.32	32.4	97.3	195
2.53	97.8	294	587	3.13	83.3	190	380	3.73	44.1	132	265	4.33	32.3	96.8	194
2.54	97.1	291	582	3.14	62.9	189	376	3.74	43.9	132	263	4.34	32.1	96.4	193
2.55	96.3	289	570	3.15	62.5	188	375	3.75	43.6	131	262	4.35	32.0	95.9	192
2.56	95.5	287	573	3.16	62.1	186	373	3.76	43.4	130	260	4.36	31.6	96.5	191
2.57	94.8	284	569	3.17	61.7	185	370	3.77	43.1	129	259	4.37	31.7	95.6	190
2.58	94.0	282	564	3.18	61.3	184	368	3.78	42.9	129	257	4.38	31.5	94.6	189
2.59	93.3	280	560	3.19	60.9	183	366	3.79	42.7	128	256	4.39	31.4	94.1	188
4.40	31.2	93.6	187	5.05	23.3	69.8	140	5.70	17.8	53.5	107	6.35	14.0	42.0	84.0
4.41	31.1	93.2	186	5.06	23.2	69.5	139	5.71	17.8	53.3	107	6.36	13.9	41.8	83.7
4.42	30.9	92.7	185	5.07	23.1	69.2	138	5.72	17.7	53.1	106	6.37	13.9	41.7	83.4
4.43	30.8	92.3	185	5.08	23.0	68.9	138	5.73	17.6	52.9	106	6.38	13.8	41.5	83.1
4.44	30.6	91.8	184	5.09	22.9	68.6	137	5.74	17.6	52.7	105	6.39	13.8	41.4	82.8
4.45	30.5	91.4	183	5.10	22.8	68.3	137	5.75	17.5	52.5	105	6.40	13.7	41.2	82.5
4.46	30.3	91.0	182	5.11	22.7	68.0	136	5.76	17.4	52.3	105	6.41	13.7	41.1	82.2
4.47	30.2	90.5	181	5.12	22.6	67.7	135	5.77	17.4	52.1	104	6.42	13.6	40.9	81.9
4.48	30.0	90.1	180	5.13	22.5	67.4	135	5.78	17.3	51.9	104	6.43	13.6	40.8	81.6
4.49	29.9	89.7	179	5.14	22.4	67.1	134	5.79	17.2	51.7	103	6.44	13.5	40.6	81.3
4.50	29.8	89.3	179	5.15	22.3	66.9	134	5.80	17.2	51.5	103	6.45	13.5	40.5	81.0
4.51	29.6	88.8	178	5.16	22.2	66.6	133	5.81	17.1	51.3	103	6.46	13.4	40.4	80.7
4.52	29.5	88.4	177	5.17	22.1	66.3	133	5.82	17.0	51.1	102	6.47	13.4	40.2	80.4
4.53	29.3	88.0	176	5.18	22.0	66.0	132	5.83	17.0	50.9	102	6.48	13.4	40.1	80.1
4.54	29.2	87.6	175	5.19	21.9	65.8	132	5.84	16.9	50.7	101	6.49	13.3	39.9	79.8
4.55	29.1	87.2	174	5.20	21.8	65.5	131	5.85	16.8	50.5	101	6.50	13.3	39.8	79.6
4.56	28.9	86.8	174	5.21	21.7	65.2	130	5.86	16.8	50.3	101	6.51	13.2	39.6	79.3
4.57	28.8	86.4	173	5.22	21.6	64.9	130	5.87	16.7	50.2	100	6.52	13.2	39.5	79.0
4.58	28.7	86.0	172	5.23	21.6	64.7	129	5.88	16.7	50.5	99.9	6.53	13.1	39.4	78.7
4.59	28.5	85.6	171	5.24	21.5	64.4	129	5.89	16.6	49.8	99.5	6.54	13.1	39.2	78.4
4.60	28.4	85.4	170	5.25	21.4	64.1	128	5.90	16.5	49.6	99.2	6.55	13.0	39.1	78.2
4.61	28.3	84.8	170	5.26	21.3	63.9	128	5.91	16.5	49.4	98.8	6.56	13.0	38.9	78.0
4.62	28.1	84.4	169	5.27	21.2	63.6	127	5.92	16.4	39.2	98.4	6.57	12.9	38.8	77.6
4.63	28.0	84.0	168	5.28	21.1	63.3	127	5.93	16.3	49.0	98.0	6.58	12.9	38.7	77.3
4.64	27.9	83.6	167	5.29	21.0	63.1	126	5.94	16.3	48.8	97.7	6.59	12.8	38.5	77.1
4.65	27.8	83.3	167	5.30	20.9	62.8	126	5.95	16.2	48.7	97.3	6.60	12.8	38.4	76.8
4.66	27.6	82.9	166	5.31	20.9	62.6	125	5.96	16.2	48.5	96.9	6.61	12.8	38.3	76.5
4.67	27.5	82.5	165	5.32	20.8	62.3	125	5.97	16.1	48.3	96.6	6.62	12.7	38.1	76.2
4.68	27.4	82.1	164	5.33	20.7	62.1	124	5.98	16.0	48.1	96.2	6.63	12.7	38.0	76.0

表 6(续) 布氏硬度值[①](钢球直径 10mm,施加负荷 500,1500 和 3000 kgf)

压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值			压痕直径,mm	布氏硬度值		
	500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷		500-kgf 负荷	1500-kgf 负荷	3000-kgf 负荷
4.69	27.3	81.8	164	5.34	20.6	61.8	124	5.99	16.0	47.9	95.9	6.64	12.6	37.9	75.7
4.70	27.1	81.4	163	5.35	20.5	61.5	123	6.00	15.9	47.7	95.5	6.65	12.6	37.7	75.4
4.71	27.0	81.0	162	5.36	20.4	61.3	123	6.01	15.9	47.6	95.1	6.66	12.5	37.6	75.2
4.72	26.9	80.7	161	5.37	20.3	61.0	122	6.02	15.8	47.4	94.8	6.67	12.5	37.5	74.9
4.73	26.8	80.3	161	5.38	20.3	60.8	122	6.03	15.7	47.2	94.4	6.68	12.4	37.3	74.7
4.74	26.6	79.9	160	5.39	20.2	60.6	121	6.04	15.7	47.0	94.1	6.69	12.4	37.2	74.4
4.75	26.5	79.6	159	5.40	20.1	60.3	121	6.05	15.6	46.8	93.7	6.70	12.4	37.1	74.1
4.76	26.4	79.2	158	5.41	20.0	60.1	120	6.06	15.6	46.7	93.4	6.71	12.3	36.9	73.9
4.77	26.3	78.9	158	5.42	19.9	59.8	120	6.07	15.5	46.5	93.0	6.72	12.3	36.8	73.6
4.78	26.2	78.5	157	5.43	19.9	59.6	119	6.08	15.4	46.3	92.7	6.73	12.2	36.7	73.4
4.79	26.1	78.2	156	5.44	19.8	59.3	119	6.09	15.4	46.2	92.3	6.74	12.2	36.6	73.1
4.80	25.9	77.8	156	5.45	19.7	59.1	118	6.10	15.3	46.0	92.0	6.75	12.1	36.4	72.8
4.81	25.8	77.5	155	5.46	19.6	58.9	118	6.11	15.3	45.8	91.7	6.76	12.1	36.3	72.6
4.82	25.7	77.1	154	5.47	19.5	58.6	117	6.12	15.2	45.7	91.3	6.77	12.1	36.2	72.3
4.83	25.6	76.6	154	5.48	19.5	58.4	117	6.13	15.2	45.5	91.0	6.78	12.0	36.0	72.1
4.84	25.5	76.4	153	5.49	19.4	58.2	116	6.14	15.1	45.3	90.6	6.79	12.0	35.9	71.8
4.85	25.4	76.1	152	5.50	19.3	57.9	116	6.15	15.1	45.2	90.3	6.80	11.9	35.8	71.6
4.86	25.3	75.8	152	5.51	19.2	57.7	115	6.16	15.0	45.0	90.0	6.81	11.9	35.7	71.3
4.87	25.1	75.4	151	5.52	19.2	57.5	115	6.17	14.9	44.6	89.6	6.82	11.8	35.5	71.3
4.88	25.0	75.1	150	5.53	19.1	57.2	114	6.18	14.9	44.7	89.3	6.83	11.8	35.4	70.8
4.89	24.9	74.8	150	5.54	19.0	57.0	114	6.19	14.8	44.5	89.0	6.64	11.8	35.3	70.6
4.90	24.8	74.4	149	5.55	18.9	55.8	114	6.20	14.7	44.3	88.7	6.85	11.7	35.2	70.4
4.91	24.7	74.1	148	5.56	18.9	56.6	113	6.21	14.7	44.2	66.3	6.86	11.7	35.1	70.1
4.92	24.6	73.8	148	5.57	18.8	56.3	113	6.22	14.7	44.0	88.0	6.87	11.6	34.9	69.9
4.93	24.4	73.5	147	5.58	18.7	56.1	112	6.23	14.6	43.8	87.7	6.88	11.6	34.8	69.8
4.94	24.4	73.2	146	5.59	18.6	55.9	112	6.24	14.6	43.7	87.4	6.89	11.6	34.7	69.4
4.95	24.3	72.2	146	5.60	18.6	55.7	111	6.25	14.5	43.5	87.1	6.90	11.5	34.6	69.2
4.96	24.2	72.5	145	5.61	18.5	55.5	111	6.26	14.5	43.4	87.7	6.91	11.5	34.5	68.9
4.97	24.1	72.2	144	5.62	15.4	55.2	110	6.27	14.4	43.2	86.4	6.92	11.4	34.3	68.7
4.98	24.0	71.9	144	5.63	15.3	55.0	110	6.28	14.4	43.1	86.1	6.93	11.4	34.2	68.4
4.99	23.9	71.6	143	5.64	15.3	54.8	110	6.29	14.3	42.9	85.8	6.94	11.4	94.1	68.2
5.00	23.8	71.3	143	5.65	18.2	54.6	109	6.30	14.2	42.7	85.5	6.95	11.3	34.0	68.0
5.01	23.7	71.0	142	5.66	18.1	54.4	109	6.31	14.2	42.6	85.2	6.96	11.3	33.9	67.7
5.02	23.6	70.7	141	5.67	18.1	54.2	108	6.32	14.1	42.4	84.9	6.97	11.3	33.8	67.5
5.03	23.5	70.4	141	5.68	18.0	54.9	108	6.33	14.1	42.3	84.6	6.98	11.2	33.6	67.3
5.04	23.4	70.1	140	5.69	17.9	54.7	107	6.34	14.0	42.1	84.3	6.99	11.2	33.5	67.0

① 由标准技术学会机械工程部制定。

测定硬度的。首先施加 10kgf 的初负荷压出一个原始压痕，在材料上调整压头并保持其位置。然后根据所用刻度施加主负荷增加压痕深度。移去主负荷时初负荷仍起作用。与主负荷和初负荷压入深度差成比例的洛氏硬度值即被测定，这通常由机器来做，并在刻度盘，数字显示器、打印机或其他装置显示出来。这是一个随硬度增加而增加的任意数。最常用的标尺如下：

标尺符号	压 头	主负荷，kgf	初负荷，kgf
B	1/16in. 钢球	100	10
C	金钢石压头	150	10

17.1.2 洛氏表面硬度试验机用来测试很薄的钢或表面薄层的硬度。在淬硬钢球或金刚石压头上施加 15kgf，30kgf 或 45kgf 负荷，所测硬度值范围与较大负荷的范围是一样的，表面硬度标尺如下：

标尺符号	压 头	主负荷,kgf	初负荷,kgf
15T	1/16in. 钢球	15	3
30T	1/16in. 钢球	30	3
45T	1/16in. 钢球	45	3
15N	金刚石压头	15	3
30N	金刚石压头	30	3
45N	金刚石压头	45	3

17.2 硬度报告——报告硬度值时，硬度值常置于标尺符号的前面，例如 96HRB、40HRC、75HR15N 或 77HR30T。

17.3 试块——试验机应以标准洛氏硬度试块进行校准，以确信它们处于良好状态。

17.4 规程细节——对本试验的详细要求，见最新版《试验方法 E18》。

18 便携式硬度试验

18.1 尽管一般是推荐使用标准的、固定式的布氏或洛氏硬度试验机，但是由于零件的尺寸和位置的原因并不总是能使用这些装置来进行硬度试验。在这种情况下，则可使用 A833 实用规程中所述的便携式试验仪，并应按 E110 试验方法标准进行硬度试验。

夏比冲击试验

19 摘要说明

19.1 夏比 V 形缺口冲击试验是一种动态试验，试验是在专门设计的试验机上用一次冲击将开缺口的试样冲断。所测试验值可以是吸收能量、剪切断口百分数、缺口背面的侧向膨胀量，或它们的组合。

19.2 在产品标准或通用要求标准中(在下文中通称标准)常常规定除室温(环境温度)外的试验温度。尽管试验温度有时与预期的使用温度有关，但两者是不相同的。

20 重要性和用途

20.1 塑性行为与脆性行为——体心立方或铁素体合金在某一温度范围内作冲击试验时存在明显的行为转变。在高于转变温度时，冲击试样为塑性机制(一般为晶内延性断裂)断裂吸收比较大的能量。在低于转变温度时，冲击试样以吸收能量较少的脆断(一般为劈裂)方式断裂。在转变温度范围内，断裂通常是一种塑性断裂和脆性断裂的混合断面。

20.2 从一种行为到另一种行为转变的温度范围根据所试材料是变化的。这种行为转变可以用各种方式确定，供制定标准用。

20.2.1 标准可以要求在规定试验温度下，对吸收能量、断口形貌、侧向膨胀量或它们的组合的最低试验结果。

20.2.2 标准可以要求在某一温度范围内进行试验时，确定吸收能量或断口形貌达到一规定值的转变温度。

20.3 冲击试验重要性的更详细资料见附录 A5。

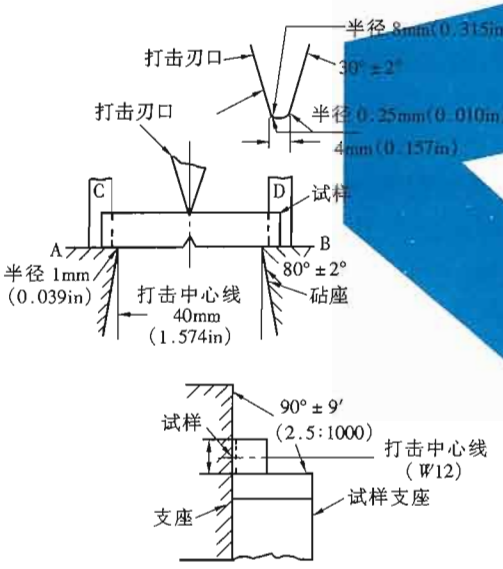
21 设备

21.1 试验机

21.1.1 夏比冲击试验机是一种用自由摆动摆锤的一次冲击打断开缺口试样的设备。摆锤从固定高度落下。因此在摆锤摆动前要将它提升到这高度，且摆锤的质量是已知的，故冲击能量是预先确定好的。提供一种方法指示出试样断裂

时所吸收的能量。

21.1.2 机器的另一重要特点是为在一准确位置象简支梁那样支撑试样所设计的固定装置(见图 10)。固定装置安排成使试样的缺口面呈垂直位置。摆锤打击正对缺口的另一垂直面。试样支撑座和打击刃口的尺寸应符合图 10。



注:(a) 全部尺寸公差为±0.05mm(0.002in.),除非另有规定。

(b) A 与 B 的平行度应在 2∶1000 以内并与 B 共面在 0.05mm(0.002in.)以内。

(c) C 与 D 的平行度应在 20∶1000 以内并与 D 共面在 0.125mm(0.005in.)以内。

(d) 未标记部分的表面粗糙度应为 4μm(125μin.)

图 10 夏比(简支梁)冲击试验

21.1.3 用于试验钢材的夏比冲击试验机一般有 220~300ft·lbf(300~400J)能量范围的能力。有时也用能量较小的试验机;但是,试验机的能量实质上应超过试样的吸收能量(见《试验方法 E23》)。打击点摆锤的线速度应在 16~19 ft/s(4.9~5.8 m/s)范围内。

21.2 温度介质:

21.2.1 在室温以外温度下试验时,夏比冲击试样必须在调控温度的介质中调整温度。

21.2.2 低温介质一般用冷冻液体(如水,冰加水,干冰加有机溶剂或液氮)或冷冻气体。

21.2.3 高温介质一般用加热的液体如矿物油或硅油。也可用循环热风炉。

21.3 搬运工具——夹钳,特别适用于与冲击试样上的缺口相配合,通常用来从介质中取试样和将试样放在砧座上(参见《试验方法 E23》)。在试验机的固定装置不提供试样自动对中的情况下,夹钳可机加工到能对中的精度。

22 取样和试样数量

22.1 取样

22.1.1 试验部位和方向应由材料标准提出。如果没有,对轧制产品,试验部位与拉伸试验相同,且方向为纵向,缺口垂直于所试产品的主表面。

22.1.2 试样数量

22.1.2.1 一次夏比冲击试验包括从一个试件或试验部位取的所有试样。

22.1.2.2 当材料标准要求最低平均试验结果时,应试验三个试样。

22.1.2.3 当材料标准要求确定转变温度时,通常需要试验 8 到 12 个试样。

22.2 型式和尺寸

22.2.1 除 22.2.2 中允许的外,采用图 11 所示标准尺寸的夏比 V 形缺口试样(A 型)。

22.2.2 小尺寸试样

22.2.2.1 对厚度小于 7/16in.(11mm)的平直材料,或当吸取能量预计超过满刻度的 80%时,用标准小尺寸试样。

22.2.2.2 对在横向作试验的管状材料,当直径与壁厚之比不允许用标准全尺寸的试样时,用标准小尺寸试样,或者是如下的含外圆(即外径)弧面的标准尺寸试样:

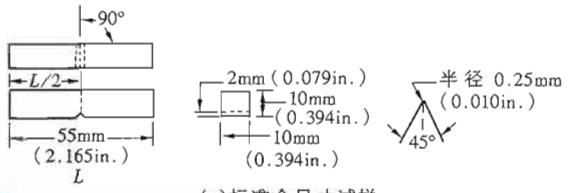
(1) 标准尺寸试样或小尺寸试样可以带有如图 12 中所示的管状制品的原始外表面;而所有其他的尺寸应符合图 11 的要求。

注 14:对于韧性指标值超过约 50ft·lbs 的材料,含有原始外圆表面的试样可能会得出超出用常规夏比冲击试样的结果值。

22.2.2.3 如果不能制备全尺寸的试样,应制备最大能制得的标准小尺寸试样。试样应加工到试样不包括靠近到表面 0.020in.(0.5mm)以内的材料。

22.2.2.4 标准小尺寸试样的偏差示于图 11。标准小尺寸试样的尺寸为:10mm×7.5mm,10mm×6.7mm,10mm×5mm,10mm×3.3mm 和 10mm×2.5mm。

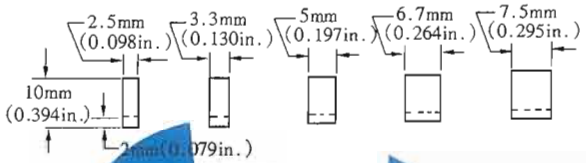
22.2.2.5 标准小尺寸试样开缺口的试样窄面应使缺口垂直于 10mm 的宽面。



(a)标准全尺寸试样

注：(a) 允许偏差如下：

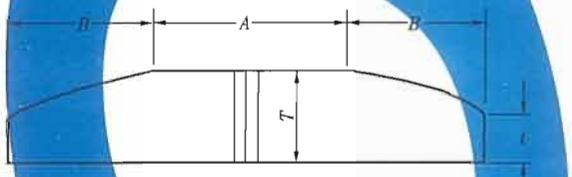
缺口长对边缘	90°±2°
相邻侧面应成	90°±10′
横截面尺寸	±0.075mm (0.003in.)
试样长度 L	+0, −2.5mm (0.100in.)
缺口中心线 L/2	±1mm (±0.039in.)
缺口角度	±1°
缺口半径	±0.025μm (±0.001in.)
缺口深度	±0.025μm (±0.001in.)
粗糙度	在缺口表面和背面 2μm (63μin.)。在其他两个表面 4μm (125μin.)



(b) 标准小尺寸试样

(b) 对小尺寸试样，除上面所示宽度及全外公差是 %，标准试样的所有尺寸和公差保持不变。

图 11 夏比(简支梁)冲击试样



尺寸	说明	要求
A	机加工的表面	28mm.最小
B	原始外表面	13.5mm.最大
T	试样厚度	图 11
t	壁厚度	1/2T.最小

图 12 含有原始外表面的管状冲击试样

22.3 缺口制备——缺口的机加工是严格的，如已经表明的那样缺口半径和形状非常微小的变化，或在缺口底部的工具痕迹都能产生错误的试验数据(见附录 A5)。

23 校准

23.1 精确度和灵敏度——按照《试验方法 E23)的要求校准和调整夏比冲击试验机。

24 调温——温度控制

24.1 当材料标准或采购方要求特定的试验温度时，控制加热或冷却介质的温度在±2℉(1℃)之内，因为温度变化对夏比冲击试验结果的影响是非常大的。

注 15：对一些钢可能不需这样严格的温度，例如，奥氏体钢。

注 16：因为试验室的温度常常在 60～90℉(15～32℃)内变化，因此在“室温”下进行试验可以是在这温度范围内的任何温度下进行。

25 方法

25.1 温度

25.1.1 将试样保持在试验温度的介质中，液体介质至少 5min，气体介质至少 30min 来调整将要冲断试样的温度。

25.1.2 每次试验前，将拿试样的夹钳保持在与试样相同温度下，为的是不影响缺口处的温度。

25.2 就位和打击试样

25.2.1 小心对中砧座上的试样和放下摆锤打击试样。

25.2.2 如果试样从调温介质中取出后摆锤在 5s 内没有放下，不要打击试样。将试样放回到调温介质中保持 25.1.1 中所要求的时间。

25.3 复原试样——如若必须测定断口形貌和侧向膨胀量时，在冲击下一个试样之前，将每个断裂试样的两半截配对复原。

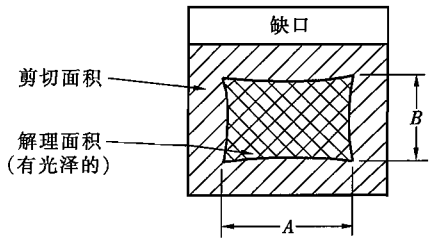
25.4 单个试验值

25.4.1 冲击能量——记录冲击吸收能量精确到 ft·lbf(J)。

25.4.2 断口形貌

25.4.2.1 用下述任一方法确定剪切断口面积的百分率

(1) 测量断裂表面的脆断部分的长度和宽度，如图 13 所示，和根据测量单位从表 7 或表 8 之一确定剪切面积百分率。



注：(a) 测量 A 和 B 的平均值，精确度为 0.02in.(或 0.5mm)

(b) 用表 7 或表 8 来确定剪切断口的百分数

图 13 确定剪切断口的百分数

表 7 以英寸测量的剪切百分率

尺寸 B (in.)	尺寸 A, in.																
	0.05	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40
0.05	98	96	95	94	94	93	92	91	90	90	89	88	87	86	85	85	84
0.10	96	92	90	89	87	85	84	82	81	79	77	76	74	73	71	69	68
0.12	95	90	88	86	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
0.14	94	89	86	84	82	80	77	75	73	71	68	66	64	62	59	57	55
0.16	94	87	85	82	79	77	74	72	69	67	64	61	59	56	53	51	48
0.18	93	85	83	80	77	74	72	68	65	62	59	56	54	51	48	45	42
0.20	92	84	81	77	74	72	68	65	61	58	55	52	48	45	42	39	36
0.22	91	82	79	75	72	68	65	61	57	54	50	47	43	40	36	33	29
0.24	90	81	77	73	69	65	61	57	54	50	46	42	38	34	30	27	23
0.26	90	79	75	71	67	62	58	54	50	46	41	37	33	29	25	20	16
0.28	89	77	73	68	64	59	55	50	46	41	37	32	28	23	18	14	10
0.30	88	76	71	66	61	56	52	47	42	37	32	27	23	18	13	9	3
0.31	88	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	18	10	5	0

注：因本表是按有限的测量或尺寸 A 和 B 制定的，当 A 或 B 为 0 时，剪切百分率为 100%。

表 8 以毫米测量的剪切百分率

尺寸 B, mm	尺寸 A, mm																	
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
1.0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1.5	98	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
2.0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	77	76	75
2.5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69

表8(续) 以毫米测量的剪切百分率

尺寸B, mm	尺寸A,mm																		
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
3.0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64	62
3.5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58	56
4.0	95	92	90	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55	52	50
4.5	94	92	89	86	83	80	77	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46	44
5.0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	37
5.5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35	31
6.0	92	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	33	29	25
6.5	92	88	84	80	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
7.0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	17	12
7.5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11	6
8.0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

注：因本表是按有限的测量或尺寸A和B制定的，当A或B为0时，A与B的剪切百分率为100。

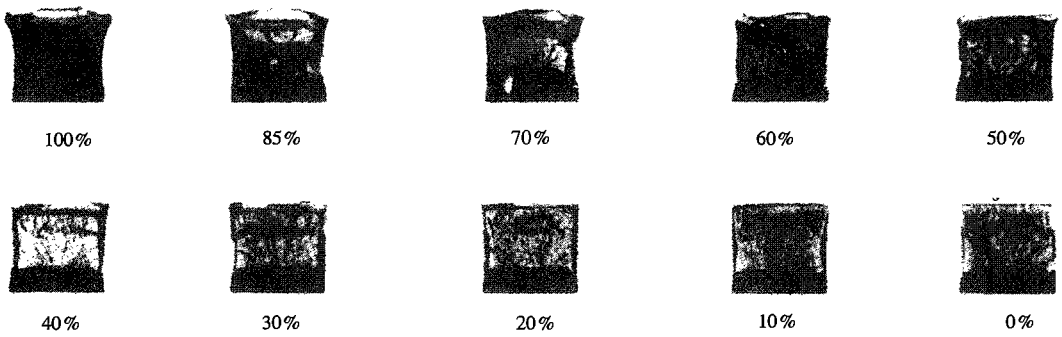


图14 断口形貌图和剪切断口百分数值的比较

(2) 将试样的断口形貌与图14所示断口形貌图相对比。

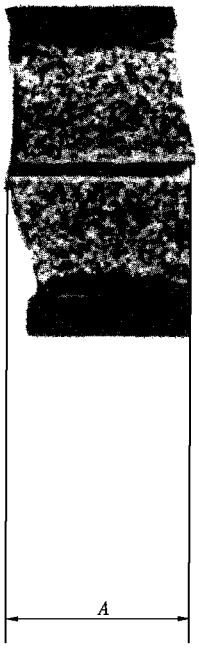


图15 V形缺口夏比冲击试样(折断为两截的)拼合在一起用于测量侧向膨胀量，尺寸A

(3) 放大断口表面并将它与预先标定的透明盖面图板或用面积仪测量剪切断口面积的百分率相比较。

(4) 以适当放大倍数对断口表面照相和用面积仪测量剪切断口面积的百分率。

25.4.2.2 确定每个断口形貌值，精确到5%剪切断口并记录其值。

25.4.3 侧向膨胀量

25.4.3.1 侧向膨胀量是试样宽度的增加，以千分之一英寸(密耳)，在断裂的夏比V形缺口试样的缺口背面受压缩侧测量，如图15所示。

25.4.3.2 检查每个半截试样，弄清楚凸出部分没有因接触砧座、机器放置表面等等而损坏。这样损坏的试样要报废因为它们会造成的错误的读数。

25.4.3.3 检查各试样的侧面是否垂直于缺口，以确保在冲击试验过程中在两侧面没有形成毛刺。如果有毛刺，用在砂布或类似研磨表面上擦试小心地去掉它们，要注意在去毛刺过程中不要将用于测量的凸出部分磨掉。

25.4.3.4 相对于试样侧面未变形部分确定的平面测量每个半截试样的每个侧面的膨胀量，膨胀量可用类似于图 16 和图 17 中所示的测量仪测量。

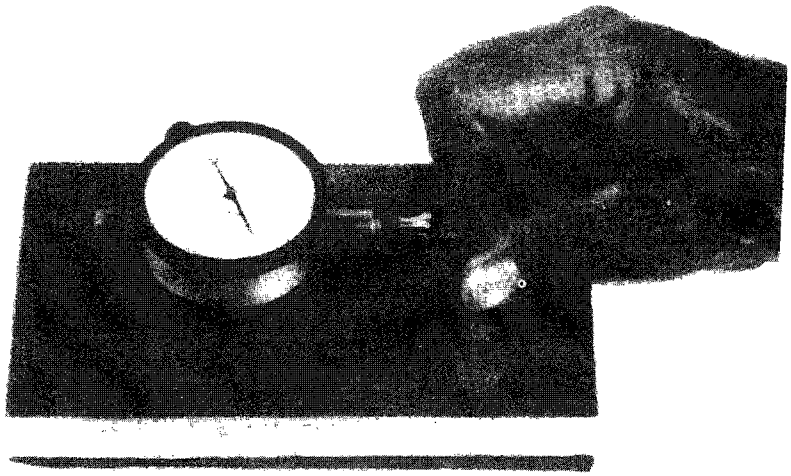
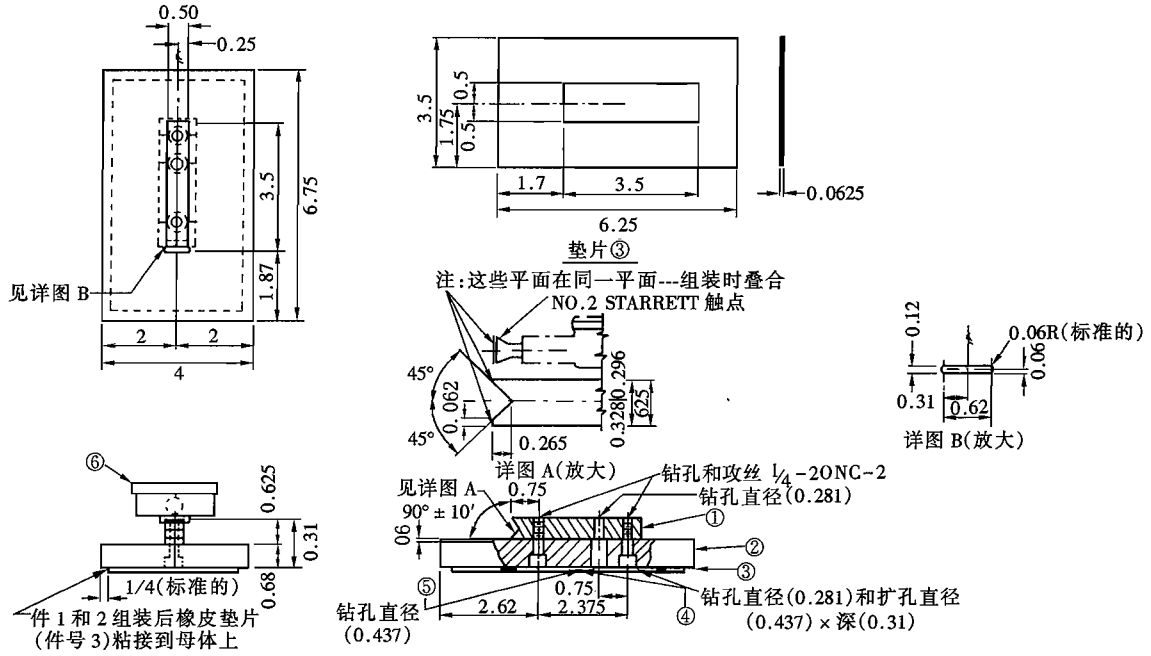


图 16 夏比冲击试样用侧向膨胀量测量仪



侧向膨胀量测量仪材料明细表

件 号	数 量	名 称	材料和尺寸
1	1	刻度盘安装和制动 4×5/8×½	钢 SAE1015—1020
2	1	基板 7×4×¾	钢 SAE1015—1020
3	1	垫片 6¼×3½×1/16	橡胶
4	2	螺口插座杯帽	钢¼—20×1in. 长
5	1	螺口插座杯帽	钢¼—20×¾in. 长
6	1	刻度盘指示器	(见注②)

注：① 闪光镀铬板，件号 1 和 2；

② 刻度盘指示器-STARRETT No25—241，范围 0.001～0.250，反向调节托架接触点 No. 2。

图 17 侧向膨胀量测量仪的装配图和详图

25.4.3.5 由于断裂路线很少是均分在试样两侧面上的最大膨胀点，每一侧面测得的较大值的总和就是试验值。将每个试样的两半截拼合在一起，并使两受压面互相面对面。用测量仪测量每半截试样上的凸出部分，要保证测量的是试样的同一侧面。分别测量两个断了的半截试样。重复这一步骤测量半截试样另一侧面的凸出部分。每一侧面两数值中的较大值就是试样那一侧面的膨胀量。

25.4.3.6 测量单个侧向膨胀量值要精确到1密耳(0.025mm)并记录该值。

25.4.3.7 除以下所述外，当单一次打击后未分裂为两块的任何试样均应报告为："未裂开"。如果试样用手加力即能分开时，则该试样可被认作为在冲击下已分裂。

26 试验结果的解释

26.1 当任一冲击试验的合格标准规定为所给温度下的最小平均值时，试验结果应是从同一部位取的三个试样的各个试验值的平均值(算术平均)。

26.1.1 当最小的平均试验结果规定为：

26.1.1.1 当满足下面所有三条时，试验结果为合格：

(1) 试验结果等于或超过规定的最小平均值(材料标准中给的)。

(2) 单个试验值小于规定平均的试样不多于一个试样。

(3) 任一试样的单个试验值不小于规定最小平均值的三分之二。

26.1.1.2 如果26.1.1.1中的合格要求达不到时，从同一试验部位另取三个试样进行复试。复试试样的每个单个试验值应等于或大于规定的最小平均值。

26.2 确定最低转变温度的试验：

26.2.1 转变温度的定义——对材料标准来说，转变温度是指指定材料的试验值等于或超过规定的最小试验值的温度。

26.2.2 转变温度的确定：

26.2.2.1 用第25节中的方法在高于和低于预计的转变温度的一系列温度中的每一个温度下，冲断一个试样。记录每一试验温度精确到1℉(0.5℃)。

26.2.2.2 将单个试验结果(ft·lbf或剪切断面百分数)作为纵坐标，相对应的试验温度为横坐标标出。将标出的数据点描绘出最吻合的曲线。

26.2.2.3 如果转变温度规定为达到试验值的温度，用图解内插法确定所绘出线与规定试验值相交的温度(不允许用外插法)。记录这一转变温度精确到5℉(3℃)，如果列成表的试验结果清楚地表明转变温度低于规定值，则不必标出数据。报告试验值超过规定值的最低试验温度。

26.2.2.4 如果所确定的转变温度等于或低于规定值，则试验结果合格。

26.2.2.5 如果所确定的转变温度高于规定值，但比规定值高不超过20℉(12℃)，按照第25节试验足够数量的试样绘制两条附加曲线。如果由两个附加试验确定的温度等于或低于规定值，则试验结果合格。

26.3 当许可或必须，或两者兼有之，用小尺寸试样时，按表9修改规定的试验要求或按照ASME锅炉及压力容器规范的表UG—84.2修改试验温度，或两者。只要采购方和供应方同意可以用较大的能量或较低的试验温度。

表9 各种小尺寸试样夏比V形缺口冲击试验合格标准

全尺寸，10mm×10mm		¾尺寸，10mm×7.5mm		⅔尺寸，10mm×6.7mm		½尺寸，10mm×5mm		⅓尺寸，10mm×3.3mm		¼尺寸，10mm×2.5mm	
ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J	ft·lbf	J
40	54	30	41	27	37	20	27	13	18	10	14
35	48	26	35	23	31	18	24	12	16	9	12
30	48	26	35	23	31	18	24	12	16	9	11
25	34	19	26	17	23	12	16	8	11	6	8
20	27	15	20	13	18	10	14	7	10	5	7
16	22	12	16	11	15	8	11	5	7	4	5
15	20	11	15	10	14	8	11	5	7	4	5
13	18	10	14	9	12	6	8	4	5	3	4
12	16	9	12	8	11	6	8	4	5	3	4
10	14	8	11	7	10	5	7	3	4	2	3
7	10	5	7	5	7	4	5	2	3	2	3

27 记录

27.1 试验记录应恰当地包括以下资料：

27.1.1 试验材料的全面说明(即材料标准号、级别、类别或型号、尺寸、熔炼炉号)。

27.1.2 相对材料轴线的试样方向。

27.1.3 试样尺寸。

27.1.4 每个断裂试样的试验温度和单个试验值，包括初试和复试的。

27.1.5 试验结果。

27.1.6 转变温度和它的确定标准，包括初试和复试的。

28 报告

28.1 材料标准应指定需要报告的资料。

29 关键词

29.1 弯曲试验 布氏硬度 夏比冲击试验 伸长率 FATT(断口形貌转变温度) 硬度试验便携式硬度计硬度 断面收缩率 洛氏硬度 抗拉强度 拉伸试验 屈服强度

附 录

（强制性资料）

A1 钢棒材制品

A1.1 适用范围

A1.1.1 本附录只叙述热轧和冷精整钢棒材所特有的和这些试验方法的通用条文中没有包括的那些细节。

A1.2 试样的取向

A1.2.1 碳钢和合金钢棒材和棒材大小的型材，由于它们的横截面尺寸比较小，习惯上做纵向试样试验。在尺寸允许和零件的生产或使用认为在切向做试验有必要的特殊情况下，选取一个或多个试验和切取部位是制造厂和采购者间商议的事。

A1.3 拉伸试验

A1.3.1 碳素钢棒材——对下列尺寸轧制状态的碳钢棒材一般不规定拉伸性能要求：直径或两平行面间距离小于½in.（13mm）的圆钢、方钢、六角钢和八角钢，以及除扁钢外，横截面积小于1in.^{2}（645mm^2）的其他棒材大小截面的型材。

A1.3.2 合金钢棒材——合金钢棒材通常不在轧制状态下做试验。

A1.3.3 当规定做拉伸试验时，除非产品标准中另有规定，选取各种尺寸热轧和冷精整钢棒材试样的推荐做法应按照表A1.1。

表A1.1 钢棒材制品选择拉伸试验样的推荐做法

厚度，in.（mm）	宽度，in.（mm）	热轧棒材	冷精整棒材
扁平材料			
<⅝（16）	≥1½（38）	整个截面×8in.（203mm）标距，（图4）	铣出减缩截面至2in.（51mm）标距和小于约25%试样宽度铣出减缩截面至2in.（51mm）标距和1½in. 宽度
	>1½（38）	整个截面或铣至1½in.（38mm）宽×8in.（203mm）标距，（图4）	
⅝~<1½（16~38）	≤1½（38）	整个截面×8in. 标距或从截面中心加工出标准的½in.×2in.（13mm×51mm）标距的试样（图5）	铣出减缩截面至2in.（51mm）标距和小于约25%试样宽度，或从截面的中心加工出标准的½in.×2in.（13mm×51mm）标距的试样（图5）
	>1½（38）	整个截面或铣至1½in.（38mm）宽×8in.（203mm）标距，（图4）或者从截面中心与边缘之间的中部加工出标准的½in.×2in.（13mm×51mm）标距的试样（图5）	铣出减缩截面至2in. 标距和1½in. 宽，或者从截面中心与边缘之间的中部加工出标准的½in.×2in. 标距的试样（图5）
≥1½（38）		整个截面×8in.（203mm）标距，或者从截面中心与表面之间的中部加工出标准的½in.（13mm×51mm）标距的试样（图5）	从截面中心与表面之间的中部加工出标准的½in.×2in.（13mm×51mm）标距的试样（图5）
圆形、方形、六角形、八角形材料			
直径或平行面之间的距离 in.		热轧棒材	冷精整棒材
<⅝（16）		整个截面×8in.（203mm）标距或加工成小尺寸的试样（图5）	加工成小尺寸的试样（图5）
⅝~<1½（16~38）		整个截面×8in.（203mm）标距或从截面中心加工出标准的½in.×2in.（13mm×51mm）标距试样（图5）	从截面中心加工出标准的½in.×2in. 标距的试样（图5）
≥1½（38）		整个截面×8in.（203mm）标距或从截面中心与表面之间的中都加工出标准的½in.×2in.（13mm×51mm）标距的试样（图5）	从截面中心与表面之间的中部加工出标准的½in.×2in.（13mm×51mm）标距的试样（图5）
其他棒材大小截面材料			
各种尺寸		整个截面×8in.（203mm）标距或1½in.（38mm）宽（如果可能的话）×8in.（203mm）标距的试样	铣出减缩面至2in.（51mm）标距和小于约25%试样宽度

注1：对于棒材截面用简单的测量方法来确定其横截面积是困难的，以in.^{2}表示的面积可这样计算：试样1in. 长度的重量（lb），被0.2833（1in.^{3}钢的重量）除，或者试样1ft长度的重量被3.4（面积1in.^{2}，1ft长钢的重量）除。

A1.4　弯曲试验

A1.4.1　当规定做弯曲试验时，热轧和冷精整钢棒材的推荐做法应按照表 A1.2。

A1.5　硬度试验

A1.5.1　棒材产品上的硬度试验——扁钢、圆钢、方钢、六角钢和八角钢——为保证准确的硬度压入，在最少去掉 0.015in. 厚的表面上进行。

表 A1.2　钢棒材制品选择弯曲试样的推荐做法

扁平材料		
厚度，in.（mm）	宽度，in.（mm）	推荐尺寸
≤½（13）	≤¾（19）	整个截面
	>¾（19）	整个截面或加工成小于¾in.（19mm）的宽度×试样厚度
>½（13）	各种尺寸	整个截面或在中心与表面中间加工出 1in. ×½in.（25mm×13mm）试样

圆形、方形、六角形、八角形材料	
直径或平行面间的距离，in.（mm）	推荐尺寸
≤1½（38）	整个截面
>1½（38）	在中心与表面中间加工出 1in. ×½in.（25mm×13mm）试样

注 1：所有试样长度不小于 6in.（150mm）。

注 2：试样的边缘可例圆，半径不超过⅛in.（1.6mm）。

A2　钢管材制品

A2.1　适用范围

A2.1.1　本附录包括了那些适用于管状制品且未被包括在 A 370 试验方法和定义中各节中的试样和试验方法。

A2.1.2　本标准包括的管材形状含圆形、方形、矩形和特殊形状。

A2.2　拉伸试验

A2.2.1　全尺寸纵向试样：

A2.2.1.1　在试验设备的能力范围内，采用全尺寸管子截面的拉伸试样是标准做法。用紧密配合的金属塞子插入管子试样端头足够深处，使得试验机夹头合适地夹紧试样不致碎裂。图 A2.1 中示出了这种塞子可使用的一种设计。塞子不应插到测定试样伸长率的部位（图 A2.1），要尽可能地注意施加的负荷加在中轴线上。全截面试样的长度取决于测定伸长率所规定的标距。

A2.2.1.2　除非产品标准另有要求，标距长度一般为 2in. 或 50mm，但是外径小于等于 3/8in.（9.5mm）的管材伸长率值当要与较大试样的伸长率相比较时，通常采用等于 4 倍外径的标距。

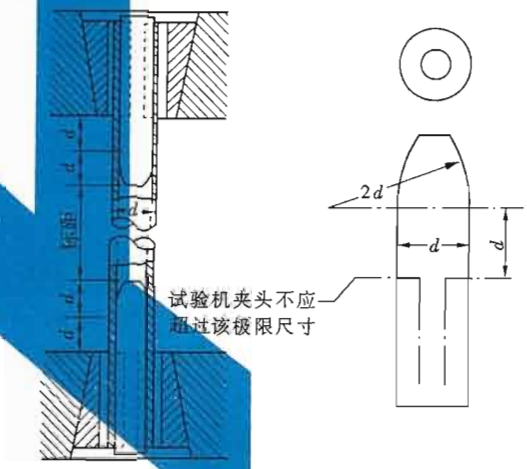


图 A2.1　管状试样试验用金属芯棒以及芯棒在试样内和试样在试验机夹头内的正确位置

A2.2.1.3　为确定全截面试样的横截面积，应记录外径最大和最小测量值间的平均值或中间值和壁厚的平均值或中间值，要精确到 0.001in.（0.025mm），并用下列公式确定横截面积：

$$A = 3.1416t(D - t) \qquad (A2.1)$$

式中　A = 横截面积，in.^{2}

D = 外径，in.

t = 管壁厚度，in.

注 A2.1：还有其他确定横截面积的方法，例如称试件的重量，这同样精确或符合需要。

A2.2.2　纵向条状试样：

A2.2.2.1　作为一种采用全截面纵向试样或纵向圆形试样的替代方法，可采用如图 A2.2 所示从管状产品切取纵向条状试样，并加工到图 A2.3 中所示尺寸。对焊接结构管子制品，这样的试样应位于焊缝至少 90°的部位；对其他焊接管子制品，这样的试样应位于焊缝大约 90°的部位。除非产品标准另有要求，试样标距长度应为 2in. 或 50mm。试验用试样应采用平的

或与管状产品曲率对应表面外形的夹头做试验，在使用平夹头对试样做试验之前，试验用试样的

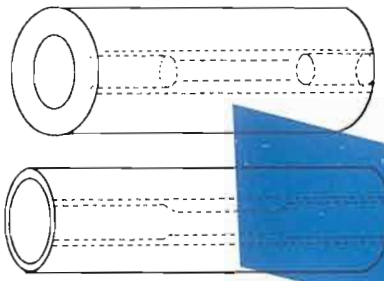


图 A2.2 大直径管子上切取条状拉伸试样的部位

注：试样坯料的两侧面割成相互平行

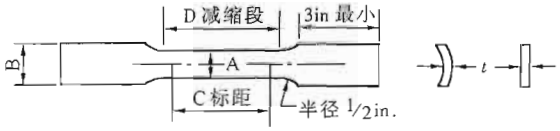
端头可不作加热弄平。除非试验装置的能力或所要试验的管状制品的尺寸和性质原因而需要使用图 A2.3 中的 1，2 或 3 号试样以外，应采用 4 号试样。

注 A2.2：一个计算取自圆形管子图 A2.3 中所示形式试样横截面积的精确公式在《试验方法 E8》或《E8M》中给出。

A2.2.2.2 必须测量标距每一端的宽度来确定平行度，中间部位也要测量。测量中间部位的厚度并用中间部位量得的宽度来确定横截面积。中间部位宽度尺寸要精确到 0.005in.（0.127mm），厚度测量值要精确到 0.001in.（0.025mm），并作记录。

A2.2.3 横向条状试样：

A2.2.3.1 通常，横向拉伸试验对尺寸小于 8in. 公称直径的管材制品是不推荐的。如需要，可如图 A2.4 所示，在从管子或公称管的端头切取的圆环上取横向拉伸试样。压平试样可以在从管子上切取之后进行，如图 A2.4（*A*）中所示，或在切取之前进行如图 A2.4（*B*），可以在热态或冷态下进行；但是如果在冷态下压平，试样可以随后进行正火。对于从规定需做热处理的管子或公称管上切取的试样，无论热态或冷态下压平后，应进行与管子或公称管相同的热处理。对壁厚小于 ¾in.（19mm）的管子或公称管，其横向试样的型式和尺寸应如图 A2.5 所示，可机加工一个表面或两个表面以保证均匀的厚度。为确定焊缝强度，焊接的管子或公称管的横向拉伸试样应垂直于焊缝，焊缝在试样长度的中间。



尺 寸

试样	尺寸，in.			
	A	B	C	D
1	½±0.015	大约 1⅛	2±0.005	2¼，最小
2	¾±0.031	大约 1	2±0.005	4½，最小
			4±0.005	4½，最小
3	1±0.062	大约 1½	2±0.005	2¼，最小
			4±0.005	4½，最小
4	1½±⅛	大约 2	2±0.010	2¼，最小
			4±0.005	4½，最小
			8±0.020	9，最小

注：1. 横截面积可按 *A* 和 *t* 的乘积计算；

2. 尺寸 *t* 为试样的厚度，正如其在适当的材料标准中所规定的那样；

3. 减缩段的平行度应在 0.010in. 以内，而且在宽度上由两个端部向中心逐渐成锥度，两端比中间的宽度差不大于 0.010in.；

4. 试样的两端应与减缩段中心线对称并在 0.10in. 以内；

5. 公制当量为 1in. = 25.4mm；

6. 除伸长试样外，若：（a）采用上述公差；（b）为测定伸长率作上足够数量的标记；（c）当测定屈服强度时，采用合适的引伸仪外，允许采用两侧面全长平行的试样。如果断在距夹紧装置边缘的距离小于 2W，则得的拉伸性能不能代表材料。如果性能满足规定的最低要求，不需进一步试验，如果小于最低要求，则试验作废并进行复试。

图 A2.3 大直径管子用条状拉伸试样的尺寸和公差

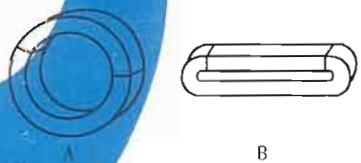


图 A2.4 从管材产品上切取的圆环上取横向拉伸试样的取样部位

A2.2.3.2 必须测量标距每一端的宽度来确定平行度，中间部位也要测量。测量中间部位的厚度并用中间部位量得的宽度来确定横截面积。中间部位宽度尺寸要精确到 0.005in.

(0.127mm)，厚度测量值要精确到 0.001in.(0.025mm)。并作记录。

A2.2.4 圆形试样

A2.2.4.1 当产品标准中规定时，可用图 4 中所示的圆形试样。

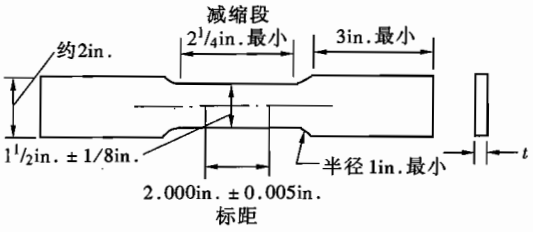
A2.2.4.2 在试样的中部测量圆形试样的直径要精确到 0.001in.(0.025mm)。

A2.2.4.3 当必须试验不能制作成标准试样的材料时，可以采用如图 4 所示的与标准试样成比例的小尺寸试样，还可以采用其他尺寸的小尺寸试样。用任何这类小尺寸试样时，重要的是测量伸长率的标距是试样直径的 4 倍(见图 4 的注 4)。产品标准中对 2in. 标距圆形试样的伸长率要求适用于小尺寸试样。

A2.2.4.4 对横向试样，取试样的截面不能压平或有其他变形。

A2.2.4.5 从管状制品切下的纵向条状试样如图 A2.2 所示。

A2.3 横向屈服强度的确定，圆环液压膨胀法



通注：

1. 尺寸 t 为试样的厚度，正如其在适当材料标准中所规定的那样；
2. 减缩段的平行度应在 0.010in. 以内，而且在宽度上由端部向中心逐渐成锥度，两端比中间的宽度差不大于 0.010in.；
3. 试样的两端应与减缩段中心线对称并在 0.01in. 以内；
4. 公制当量为 1in. = 25.4mm

图 A2.5 从管子产品上切取的圆环加工出的横向拉伸试样

A2.3.1 根据产品标准的限定，在外表面、内表面或壁厚横截面上作硬度试验。为取得准确的硬度值，必须作表面加工。

A2.3.2 由圆环试样测定横向屈服强度的试验机和方法已经研制出来，并在 A2.3.3 到 A8.1.2 中说明。

A2.3.3 试验机的垂直横截面示意图见图 A2.6。

A2.3.4 在该机器上测定横向屈服强度是用短的圆环试样[一般是 3in.(76mm 长)]。当将大圆螺母从试验机上卸下后，测量圆环试样的壁厚并将试样嵌入耐油橡胶密封圈内。然后重新拧上螺母，但不转到压紧试样。在螺母和试样之间留有微量间隙，使试样在试验时能够沿径向自由移动。然后在适宜的阀门控制下，压力油经压力管道压入橡胶密封圈内。一个准确校准的压力计用来测量油压。系统中的任何空气经过旁路管道排掉。当油压增高时，橡胶密封圈就膨胀，依次使试样四周受压。压力一旦产生，橡胶密封圈的唇状边如一密封垫，会防止漏油。压力继续增高，圆环试样受到拉应力逐渐伸长。圆环试样的整个外周长被认作标距，并用一合适的伸长仪测量这应变，这将在后面说明。当在伸长仪上达到负荷下所要求的总应变或伸长后，读出以磅/平方英寸为单位的油压，并用巴洛氏公式计算出单位屈服强度。这样确定的屈服强度是一个真实结果，因为试样没有用冷作压平，和非常接近从其切取的管材截面同样的条件。此外，这种试验非常接近管线的使用条件。只要采用合适的橡胶密封圈和匹配器，一台试验机可用于几种不同尺寸的公称管。

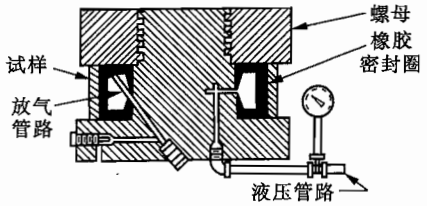


图 A2.6 用于确定环状试样的横向屈服强度试验装置

注 A2.3：巴洛氏公式(Barlow's formula)可用两种方式表示：

(1) $$P = 2St/D \quad \text{(A2.2)}$$

(2) $$S = PD/2t \quad \text{(A2.3)}$$

式中 P = 内部静压，psi

S = 由内部静压产生的管壁四周的单位应力，psi

t = 管壁厚度，in.

D = 管子外径，in.

A2.3.5 图 A2.7 和 A2.8 所示为适用于测量圆环试样伸长率的辊链式伸长仪。图 A2.7 所示是伸长仪已就位，但尚未在圆环试样上夹紧。通过一个小销子传递并用刻度表测量试样的应变，小销子穿过空心螺栓。如图 A2.8 所示，当伸长仪夹紧时，由弹簧作用在辊链上的所要求的

拉力必须使该测量仪保持在原位置或不产生任何松弛。弹簧的拉力可以通过一个蝶形螺母来调节。通过去掉或增加辊链上的辊子数，辊链可适合于不同尺寸的管子截面。

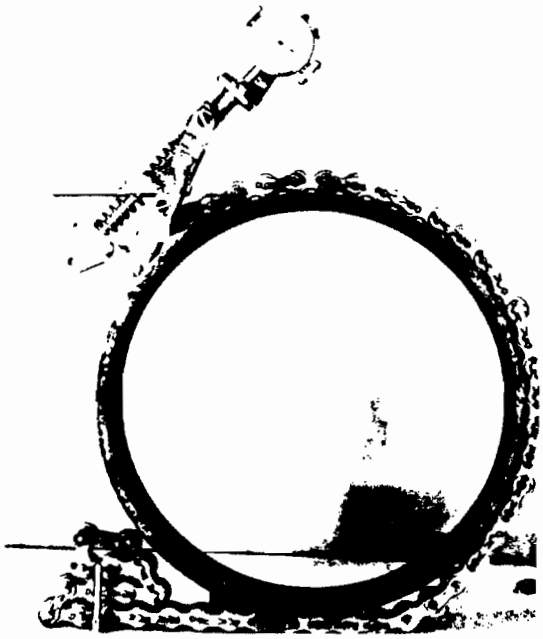


图 A2.7 辊链式伸长仪(松开状态)

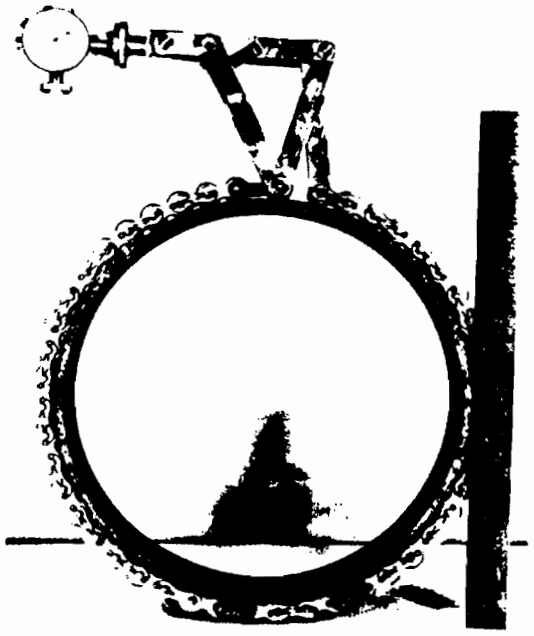


图 A2.8 辊链式伸长仪(夹紧状态)

A2.4 硬度试验

A2.4.1 根据情况，硬度试验可以在管子端部的外表面或内表面上进行。

A2.4.2 标准的3000kgf布氏硬度试验负荷可能在薄壁管材试样上引起过大的变形。这时，应使用500kgf的负荷，或借助内砧座在内部支撑着。布氏硬度不适用于外径小于2in.(51mm)或壁厚小于0.200in.(5.1mm)的管材制品。

A2.4.3 洛氏硬度试验根据产品的不同，通常是在内表面上、在外表面的一个平面上或在管壁横截面上进行。洛氏硬度试验不能用于外径小于5/16in.(7.9mm)的管子，也不能用于内径小于1/4in.(6.4mm)管子的内表面上。洛氏硬度试验不能在壁厚小于0.065in.(1.65mm)的退火管子或壁厚小于0.049in.(1.24mm)的冷拔或热处理的管子上进行。对于壁厚小于这些允许作正规洛氏硬度试验的管子，有时用表面洛氏硬度试验代替。对壁厚等于大于0.187in.(4.75mm)的管子可作横截面洛氏硬度试验。试样的曲率和壁厚使洛氏硬度试验有局限性。当对在外表面上做的洛氏硬度测定和内表上做的测定作比较时，需要调整读数以补偿曲率的影响。洛氏B标尺用于预计硬度范围为B0到B100的所有材料。洛氏C标尺用于预计硬度范围为C20到C68的材料。

A2.4.4 只要有可能和不发生过量回弹，则表面洛氏硬度试验通常在外表面上进行。否则，试验可在内表面上进行。表面洛氏硬度试验不能用于内径小于1/4in.(6.4mm)的管子。对表面洛氏硬度试验的壁厚限制见表A2.1和表A2.2。

A2.4.5 当外径、内径或壁厚妨碍取得准确的硬度值时，对管材制品应规定拉伸性能，并做试验。

表A2.1 钢管制品退火材料或塑性材料表面硬度试验的壁厚限制①[“T”标尺(1/16in. 钢球)]

壁厚,in.(mm)	负荷,kgf
>0.050(1.27)	45
>0.035(0.89)	30
0.020(0.51)及以上	15

① 对于某一给定的壁厚通常使用推荐的最大负荷。

表A2.2 钢管制品冷加工或热处理材料表面硬度试验的壁厚限制①[“N”标尺(金刚石压头)]

壁厚,in.(mm)	负荷,kgf
>0.035(0.89)	45
>0.025(0.51)	30
0.015(0.38)及以上	15

① 对于某一给定的壁厚通常使用推荐的最大负荷。

A2.5　工艺试验

A2.5.1　下列试验用来检验某些管材制品的塑性：

A2.5.1.1　压扁试验——从管材制品切取的试样通常作的压扁试验，是将管子或公称管所供的圆环试样在两块平行板间压扁到一个规定程度(图 A2.4)。压扁试验的严格程度用两平行板间的距离来度量，并随管子和公称管的尺寸而变化。压扁试验试样的长度不得小于 2½in.(63.5mm)，并且应根据所用材料标准冷压到所要求的程度。

A2.5.1.2　反向压扁试验——反向压扁试验主要是为电阻焊管子设计的，用来测定未焊透或焊缝去掉毛刺后形成的焊瘤。试样应是一段约 4in.(102mm)长的管子，从焊缝两侧 90°处纵向切开。然后打开试样，并使焊缝位于弯头的最高点处压平(图 A2.9)。

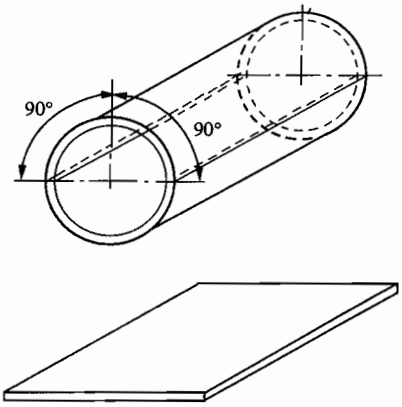


图 A2.9　反向压扁试验

A2.5.1.3　镦压试验——镦压试验有时称作镦粗试验，通常用于锅炉和其他受压管子以评定其塑性(图 A2.10)。试样是从管子上切取的一个圆环，通常约 2½in.(63.5mm)长。试样立着放置，用锻锤或压力机纵向镦压至所用材料标准规定的距离。

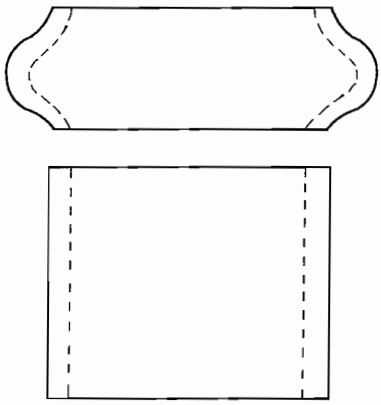
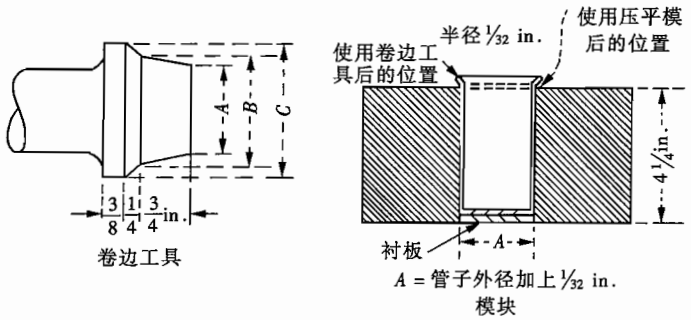


图 A2.10　镦压试验用试样

A2.5.1.4　卷边试验——卷边试验用来确定锅炉管子的塑性和将其弯曲到管板上这工序的承受能力，试验是在从管子上切取的圆环上进行的，其长度一般不小于 4in.(100mm)，卷出与管子本体成直角(90°)的法兰平面，其宽度符合所用材料标准的要求。建议使用图 A2.11 中所示卷边工具和模具进行这一试验。

A2.5.1.5　扩口试验——对某些类型的受压管(T)，作为替代卷边试验的试验。这种试验是将一个如图 A2.12(a)所示的具有 1∶10 斜度的锥形芯棒，或如图 A2.12(b)所示具有 60 度夹角的芯棒压入从管子上切取的长约 4 in.(100mm)的管段中，使试样内径扩大到所用材料标准要求的程度。

A2.5.1.6　弯曲试验——对尺寸等于和小于2in. 用作盘管的公称管，应进行弯曲试验以测定它的塑性和焊缝的致密完好性。试验时，



A—管子外径减去 5/8in.；*B*—管子外径减去 3/8in.；*C*—管子外径加上 3/16in.

图 A2.11　卷边试验用卷边工具和模具

米制换算值为 1in. = 25.4mm

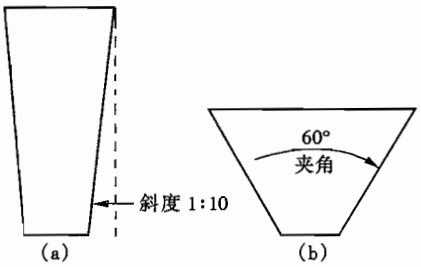


图 A2.12 扩口试验用锥芯

取一段足够长的全尺寸公称管围绕一直径等于12倍管子公称直径的圆柱芯棒冷弯到90°。对紧绕的盘管，公称管围绕一个直径等于8倍公称管公称直径的芯棒冷弯到180°。

A2.5.1.7 焊缝的横向导向弯曲试验——此弯曲试验是用来测定熔焊焊缝的塑性。所用试样宽约 1½ in.（38mm），长至少 6in.（152mm），焊缝在中间，对正面和反面弯曲试验，试样按图 A2.13 机加工，对侧面弯曲试验，试样按图 A2.14 机加工。压头尺寸如图 A2.15 所示，弯曲试验装置的其他尺寸亦在此图中给出。一组试验应包括一个正面和一个反面弯曲试样或二个侧面弯曲试样。正面弯曲试验要求公称管的内表面对着压头；反面弯曲试验要求公称管的外表面对着压头；侧面弯曲试验要求将两侧面之一弯成试样的凸面。

（a）弯曲试验失败取决于弯曲部位出现裂纹和产品标准中规定的裂纹性质和程度。

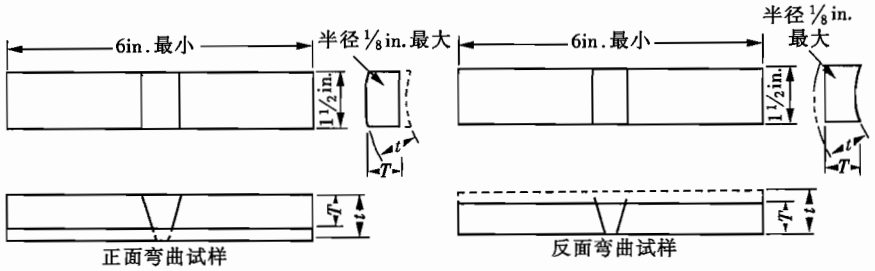
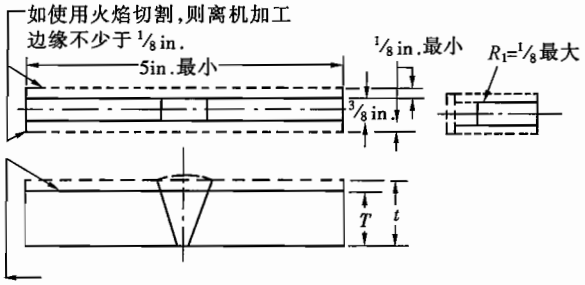


图 A2.13 横向正面和反面弯曲试样

公称管壁厚(t)，in.	试样厚度，in.
≤⅜	t
>⅜	⅜

注：米制换算值为 1in. = 25.40mm



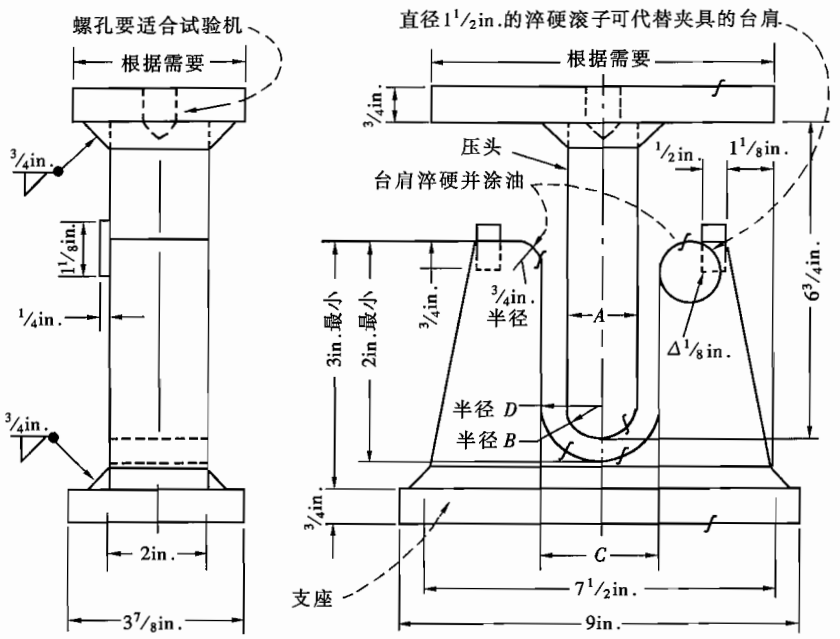
当 t 超过 1½in.，可以用下列情况之一：

1. 按箭头所指的线可以用火焰切割，火焰切割的边缘可以机加工也可以不机加工。
2. 试样可切割成在¾in. 和 1½in. 宽度的等宽条状试样进行试验，或者试样在全宽情况下进行弯曲试验（见图 A3.2 中模具宽度的要求）。

注：公制换算量：1in. = 25.4mm

t，in.	T，in.
⅜~1½	t
>1½	见注

图 A2.14 铁基材料用侧面弯曲试样



试样厚度，in.	A	B	C	D	…
3/8	1½	¾	2⅜	1 3/16	…
t	$4t$	$2t$	$6t+\frac{1}{8}$	$3t+\frac{1}{16}$	…

试样厚度，in.	A	B	C	D	材　料
3/8	2½	1¼	3⅜	$1\frac{11}{16}$	具有规定的最小抗拉强度等于或大于 95klb/in.^{2} 的材料
t	$6\frac{2}{3}t$	$3\frac{1}{3}t$	$8\frac{2}{3}t+\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{2}t+\frac{1}{16}$	

注：公制换算值为 1in. = 25.4mm

图 A2.15　导向弯曲试验装置

A3　钢制紧固件

A3.1　适用范围

A3.1.1　本附录包括了未包括在《试验方法和定义 A370》通用条文中的为钢紧固件所特有的试验方法和定义。各单项产品标准所要求的标准试验是按照这些方法的通用条文中概述的那样去完成的。

A3.1.2　设立这些试验是便于进行生产控制试验和验收试验，作为在试验结果有分歧的情况下，用作仲裁的一些更准确的试验。

A3.2　拉伸试验

A3.2.1　螺栓试验最好用全尺寸螺栓，试验时，习惯以磅为单位规定最小极限载荷，而不以磅/平方英寸为单位规定最小极限强度。为进行本条其余部分中所述试验，取 3 倍螺栓公称直径作为最小螺栓长度。全尺寸螺栓试验按 A3.2.1.1 到 A3.2.1.3 的规定。如单项产品标准允许采用机加工试样时，应按 A3.2.1.4 的规定。

A3.2.1.1　验证负荷——由于某些级别螺栓的特殊用途，最理想的是能在使用时向螺栓加力达到规定值而不出现任何永久变形。规定验证负荷的目的是考验能否达到这个质量等级。验证负荷试验是对螺栓施加规定的负荷时，螺栓能承受而不出现永久变形。亦可用全尺寸螺栓作屈服强度试验。可采用以下二种方法之一，但方法 1 是验收螺栓时发生争议时采用的仲裁方法。

A3.2.1.2　长螺栓验证负荷试验——当要求作全尺寸试验时，方法 1 只用于长度不超过 8in.（203mm）或 8 倍公称直径的螺栓，取其大者。对长度大于 8in. 或 8 倍公称公称直径的螺栓，取其大者，使用方法 2。

（a）方法 1，长度测量——在螺栓实际中心线上，用一个可以测量 0.0001in.（0.0025mm）长度变化，并在任意 0.001in.（0.025mm）范围内具有 0.0001in. 精度的仪器来测量普通螺栓的总

长。测量长度的最好方法是在螺栓中心线上加工出的两个锥心之间测量，并与测量平台上的中心相重合。应在螺栓的头部或杆体上打上标记，以便所有的测量都能在同一位置上进行。把螺栓安装在A3.2.1.4所述的试验设备上，并施加产品标准中规定的验证负荷，卸荷后，应重新测量螺栓长度并应表明没有永久伸长，施加负荷前和施加负荷后进行的测量，允许有±0.0005in.(0.0127mm)的偏差。当刚开始施加验证负荷时，某此变量例如螺栓直线度和螺纹的同轴度(加上测量误差)可以导致紧固件的明显伸长。此时，可用大于验证负荷3%的负荷再次试验紧固件，如果加荷后的长度与加荷前相同，就认为满意(测量误差的公差在0.0005in.之内)。

A3.2.1.3 验证负荷加荷时间——使用方法1时，验证负荷在卸荷前应保持10秒钟。

(a) 方法2，屈服强度——将螺栓安装到如A3.2.1.4中所述的试验设备上。当施加负荷时，应测量并记录整个螺栓或包括外露6扣螺纹的螺栓任何部分的总伸长，以便画出负荷—应变或应力—应变图。在残余变形量等于0.2%的6扣螺纹所占螺栓长度时的负荷或应力应采用《试验方法A370》中13.2.1所述方法测定。该负荷或应力不得小于产品标准中所规定的负荷或应力。

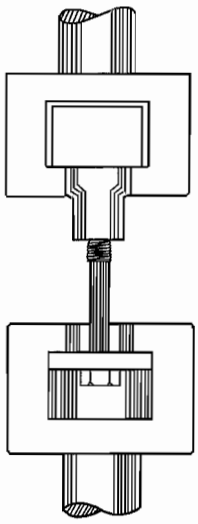
A3.2.1.4 全尺寸螺栓的轴向拉伸试验——把螺栓放入在螺栓头和螺母或合适夹具间轴向施加负荷的卡盘内进行试验(图A3.1)，螺母或夹具二者之一要有足够的螺纹啮合以发挥螺栓的整个强度。螺母或夹具应装配在螺栓上，除了大型六角形结构螺栓在夹紧装置间有4扣不啮合的完整螺纹外，应在夹紧装置间保留6扣完整螺纹不啮合。为满足这个试验的要求，在杆体与螺栓头连接处没有损坏的情况下，应在杆体或螺纹部分拉断。如果需要记录或报告螺栓的拉伸强度值(psi)，要按3级外螺纹的根径和中径的平均值来计算受力面积，公式如下：

$$A_a = 0.7854[D - (0.9743/n)]^2 \quad (A3.1)$$

式中 A_a =受力面积，in.^{2}

D =公称直径，in.

n =每英寸螺纹扣数



图A3.1 全尺寸螺栓拉伸试验

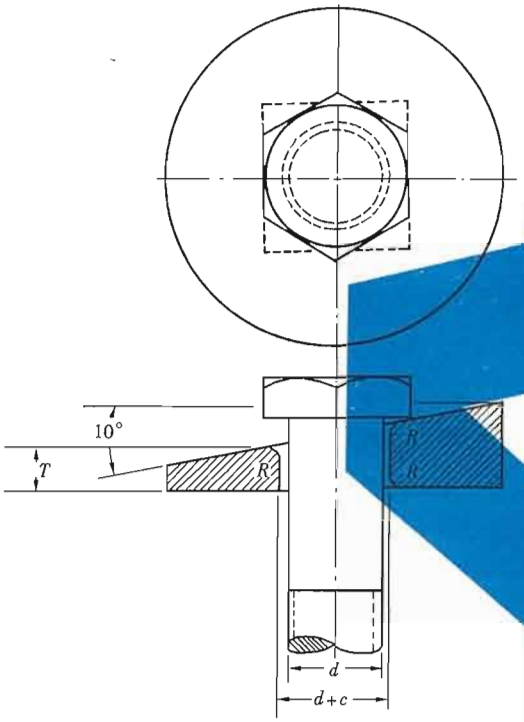
A3.2.1.5 带楔面全尺寸螺栓的拉伸试验——试验目的是取得抗拉强度和证明“头部质量”，和承受偏心负荷时标准头螺栓的塑性。螺栓的极限负荷按A3.2.1.4中所述确定，但为预先进行验证负荷试验在同一螺栓下放一个10°楔块的除外(见A3.2.1.1)。螺栓头部应位于使六角或正方形的角不承受负荷，亦即螺栓头的平面应与楔块的平均厚度方向相一致(图A3.2)。楔块两表面间应有10°夹角和其孔的短侧的厚度应为螺栓公称直径的一半。楔块上的孔对螺栓的公称尺寸应有下列间隙，而且孔的顶部和底部棱边要磨圆到下列半径：

公称螺栓规格，in.	孔的间隙，in.(mm)	孔的棱边圆角半径，in.(mm)
¼~½	0.030(0.76)	0.030(0.76)
9/16~¾	0.050(1.3)	0.060(1.5)
⅞~1	0.063(1.5)	0.060(1.5)
1⅛~1¼	0.063(1.5)	0.125(3.2)
1⅜~1½	0.094(2.4)	0.125(3.2)

A3.2.1.6 螺纹到头部的热处理螺栓的楔块试验——对最小抗拉强度大于100,000psi(690MPa)的热处理螺栓且这种螺栓的螺纹车到距螺栓头底面还剩一个直径或更小的地方。对尺寸¼~¾in.(6.35~19.0mm)的螺栓，楔角为6°，对尺寸大于¾in.的螺栓，楔角为4°。

A3.2.1.7 加工成圆形试样的螺栓拉伸试验：

(1) 需机加工后做试验的直径小于1½in.(38mm)的螺栓最好使用标准的½in.(13mm)直



c —楔块圆孔间隙；d —螺栓直径；R —倒圆半径；
T —圆孔较薄一侧楔块，厚度等于一半螺纹栓直径

图 A3.2　楔块试验样图

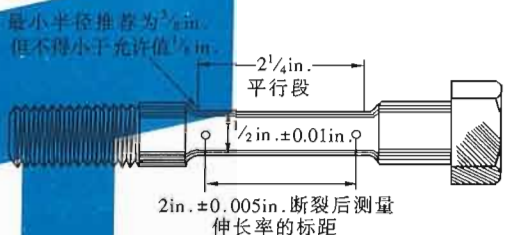
径，2in.（50mm）标距的圆形试样（图 4），但是，小截面螺栓不可能取这种标准试样，应使用一种与标准试样成比例的小尺寸试样（图 4）。试样应有尽可能大的减缩截面。在所有情况下，试样的纵轴应与螺栓轴线同心，螺栓的头部和螺纹部分可原封不动，如图 A3.3 和图 A3.4，或加工成适合试验机的卡头或夹紧装置的形状，以便能轴向施加负荷。测量伸长率的标距应 4 倍于试样直径。

（2）对直径等于大于 1½in. 的螺栓，应从螺栓车出标准的½in. 直径，2in. 标距的圆形试样，其中心线在螺栓杆体中心和外表面之间的中间，如图 A3.5 所示。

（3）用机加工的试样作拉伸试验，以确定产品标准中所规定的性能。试验方法和性能的确定应按照这些试验方法的第 13 节。

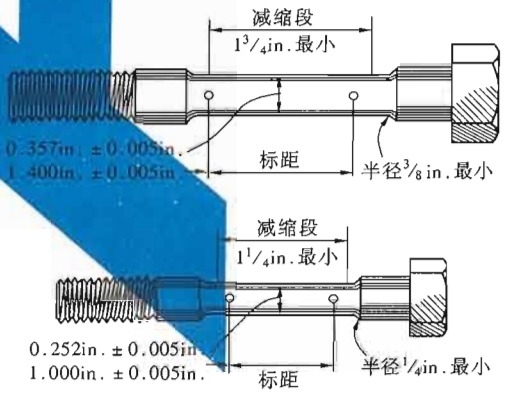
A3.3　外螺纹紧固件的硬度试验

A3.3.1　当规定时，外表车螺纹的紧固件应进行硬度试验。六角或正方形头紧固件应在头部的侧面或顶面做布氏或洛氏硬度试验。其他型式头部或没有头部的外车螺纹紧固件应在一端作布氏或洛氏硬度试验。由于布氏硬度试验负荷可能产生变形，所以要细心观察这一试验是否满足这些方法第 16 节的要求。在布氏硬度试验不适用的地方，应用洛氏硬度试验代替。洛氏硬度试验方法应符合这些方法的第 18 节。



注：米制换算值为 1in. =25.40mm。

图 A3.3　螺栓体车削小的螺栓拉伸试样



注：米制换算值为 1in. =25.40mm。

图 A3.4　与标准的 2 英寸标距试样成比例的小尺寸试样例子

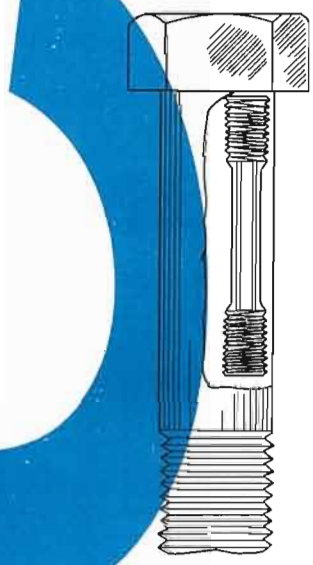


图 A3.5　由大规格螺栓车成标准的 2 英寸标距圆形拉伸试样的部位

A3.3.2　在卖方和买方间存在分歧时，就仲裁而言外表车螺纹紧固件满足或超越产品标准的硬度范围时，通过任意选取的有代表性的紧固件试样在两个横截面上作硬度试验。应在图 A3.6 所示位置测定硬度值。所有硬度值都必须符合产品标准的硬度范围，以便试样所代表的紧固件认为是符合的。对这种分歧的仲裁规定不得用于验收已明确拒收的紧固件。

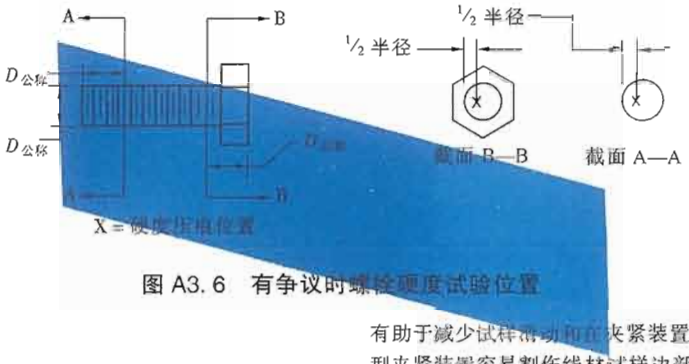


图 A3.6　有争议时螺栓硬度试验位置

A3.4　螺母试验

A3.4.1　验证负荷——将螺母试样装在淬火处理过的车有螺纹的圆棒上，或装在符合特殊标准的螺栓上。向圆棒或螺栓施加等于螺母规定验证负荷的轴向负荷。螺母应能承受住这个负荷而不剥落或破裂。如果在试验过程中圆棒的螺纹损坏，那么个别试验要作废。除最大直径是最小的最大直径加+0.002in.（0.051mm）公差外，圆棒螺纹应按美国国家标准 3 级公差制作。

A3.4.2　硬度试验——螺母的洛氏硬度应在螺母的顶面或底面上测定。布氏硬度应在螺母的侧面上测定。考虑到试验螺母的尺寸和级别，制造厂可以选择两种方法中的一种。当标准的布氏硬度试验导至螺母变形时，必需使用较小的负荷或用洛氏硬度代替。

A4　圆形线材制品

A4.1　适用范围

A4.1.1　本附录包括了钢线材制品特有的试验设备、试样和试验方法，这些没有包括在《试验方法 A370》的通用条文中。

A4.2　试验设备

A4.2.1　夹紧装置——应使用如图 A4.1 和图 A4.2 中所示楔块型或缓冲型的夹紧装置（注 A4.1）。当使用其中之一的夹紧装置时，应注意使试样的中心线大致位于试验机头部的中线上（注 A4.2）。当使用楔块型夹紧装置时，夹紧装置和试样间用的衬垫要有合适的厚度。

注 A4.1：试验机通常配备楔块型夹紧装置，不考虑试验机的型号，这些楔块型夹紧装置归类于楔块型夹紧装置的“普通型”。在“普通型”楔块型夹紧装置中使用细的（180 或 240）金刚石砂布，使砂布与线材试样接触，在拉伸负荷加到约 1000 磅时有助于减少试样滑动和在夹紧装置边缘断裂。对“普通型”楔块型夹紧装置容易割伤线材试样边部的试验，使用缓冲型夹紧装置证明是令人满意的，在试验圆形线材时，在楔块型夹紧装置中使用圆筒形支座是可选的。

注 A4.2：试验机任何引起负荷不沿中心线施加的缺点应予纠正。

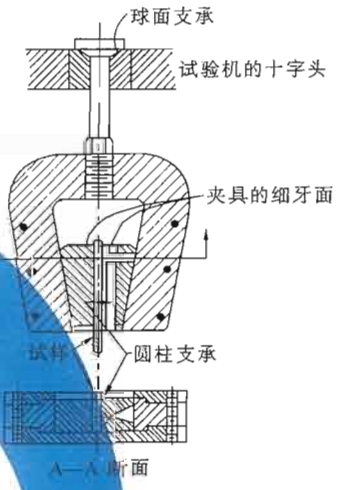


图 A4.1　楔块型夹紧装置

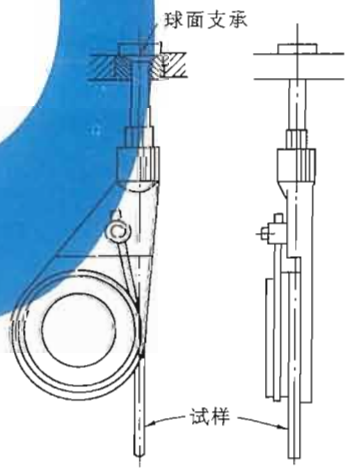


图 A4.2　缓冲型夹紧装置

A4.2.2 带顶尖千分尺——试样在试验机中断裂后，为读出线材试样在断裂端的尺寸精确到0.001in.(0.025mm)，应使用带顶尖主轴和合适底座的千分尺。

A4.3 试样

A4.3.1 应采用它们所代表的具有线材全部横截面的试样。试样的标准标距为10in.(254mm)。但是，如果不需要测定伸长率，可以使用任何合适的标距。试样的总长至少应等于标距(10in.)加上两倍所用夹紧装置满用长度。例如，根据所用试验机和夹紧装置的形式，对10in.标距试样，其最小总长度可从14~24in.(360~610mm)范围内变化。

A4.3.2 任何断在夹紧装置中的试样应报废并试验新的试样。

A4.4 伸长率

A4.4.1 在确定永久伸长率时，应将断裂试样的两端仔细地拼合在一起，然后用分规和直尺或其他合适的装置，以0.01in.(0.25mm)的精度测量标距标记间的距离。伸长率是标距长度的增加，以原始标距的百分率表示。记录伸长率值时同时给出增加的百分率和原始标距。

A4.4.2 在测量总伸长率(弹性伸长加上塑性伸长)可使用自动记录仪和伸长仪。

A4.4.3 如果断裂发生在标距中间三分之一以外的地方，所得的伸长率值不能代表该材料。

A4.5 断面收缩率

A4.5.1 将断裂试样的两端仔细地拼合在一起，并用带顶尖千分尺测量最小横截面的尺寸精确到0.001in.(0.025mm)。这样得到的面积和原始横截面积间的差，用原始面积的百分率表示，就是断面收缩率。

A4.5.2 由于测量缩小了的横截面很困难，线材直径小于0.092in.(2.34mm)的，不推荐做断面收缩率试验。

A4.6 洛氏硬度试验

A4.6.1 直径等于或大于0.100in.(2.54mm)的热处理线材，试样在试验前打磨成两个平行的侧面。任何直径的冷拔线材或直径小于0.100in.(2.54mm)的热处理线材不推荐作硬度试验。对圆形线材，抗拉强度试验大大优先于洛氏硬度试验。

A4.7 缠绕试验

A4.7.1 这个试验用作试验某些种类线材塑性的一种方法。

A4.7.2 试验是以密节距的螺旋线紧紧地围绕规定直径的芯棒缠绕线材到所要求的圈数。(除非另有规定,所要求圈数应是5圈)。缠绕可以用手动或机动装置来做。缠绕速度不超过每分钟15圈。芯棒直径应在有关线材产品标准中规定。

A4.7.3 被试线材应考虑到如果线材断裂或如果在第一圈绕完后用肉眼能看到出现任何纵向或横向裂纹而失败。第一圈就损坏的线材应再试，如果断裂是在开始试验时将线材弯曲到小于规定半径时发生的。

A4.8 盘绕试验

A4.8.1 这个试验用来测定缺陷出现的程度在绕弹簧和弹簧拉伸过程中是否会引起裂纹或开裂。规定长度的线圈在规定直径的芯棒上紧密缠绕。然后，紧绕的线圈展开到规定的永久长度增加值，并检验节距的均匀性而无开裂或断裂。要求的芯棒直径、紧绕线圈的长度和永久的线圈延伸长度增加随线材直径，性能和类型而变。

A5 关于缺口试样冲击试验重要性的注释

A5.1 缺口行为

A5.1.1 通过施加简单的超负荷应力，夏比(摆锤单梁式)和IZOD型(悬臂梁式)缺口试样冲击试验能够显示出缺口行为(脆性对塑性)。确定的能量值要与所选试样成定量的对比，但不能转换成用于工程设计计算中的能量值。单个试验所表明的缺口行为仅适用于所研究的试样尺寸，缺口几何形状和试验条件，而不能引伸到其他尺寸的试样和试验条件。

A5.1.2 面心立方金属和合金，一大批非铁基材料和奥氏体钢的缺口行为可以从它们的普通拉伸性能来判别。如果在拉伸试验时它们是脆性的，则在缺口冲击试验时也是脆性的。如果拉伸试验时是塑性的，则在缺口冲击试验时也是塑性的；除非是特别尖或深的缺口（比标准的摆锤单梁式或悬臂梁式缺口试样严格得多)。甚至低温这些材料的这一特性也不改变。相反，铁素体钢在缺口条件下的行为，不能从拉伸试验显示

的它们的性能来预测。对这些材料的研究，摆锤单梁式和悬臂梁式缺口冲击试验是很有用的。在拉伸试验时显示出正常塑性的一些金属，在缺口条件下试验和使用时，可能还是以脆性形式破裂。缺口条件包括对在垂直于主应力或多向应力和应力集中方向上变形的限制。在这方面，摆锤单梁和悬臂梁式缺口冲击试验证明对确定钢的缺口脆性行为的敏感性是有用的，尽管它们不能直接用于评价结构的使用性能。

A5.1.3 试验机本身必须有足够的刚性，否则在高强度低能量材料试验时(或者由于摆锤轴升高,或者由于机器的基座下降)而导致过度的弹性损失。如果支座支架，摆锤打击刃口，或机器的基础螺栓固定不牢，对80ft·lbf(108J)范围内韧性材料的试验，实际上可能指示的数值会超过90~100ft·lbf（122~136J)。

A5.2 缺口效应

A5.2.1 缺口造成了在垂直于主应力方向上制约变形有关的多轴应力和缺口根部处的应力集中的叠加，一个严厉的缺口条件通常是不符合需要的，在这种情况下它真的变得很担心，因为它会触发一个突然而又彻底的脆性破坏。有些金属甚至在低于液态空气的低温下亦呈塑性变形，而另一些金属可能会脆断。这种性能上的不同通过研究材料的内聚强度(保持材料在一起的性能)和它与屈服点的关系将能更好地了解它。在脆性断裂的情况下，内聚强度在出现明显的塑性变形前就被超过，并且断口呈结晶状。在塑性或剪切型断裂情况下，在最终断裂前产生大量变形，并且断裂表面呈纤维状而不是结晶状。在中间情况下，断裂发生在中等变形之后，并且其断口部分呈结晶状，部分呈纤维状。

A5.2.2 当对缺口试样施加负荷时，横对缺口根部有一个正应力，能引发断裂。使材料不发生解理断裂或保持其在一起的性质，就是“内聚强度”,当正应力超过内聚强度时试样就断裂。当试样没有变形就断裂，这就是脆性断裂情况。

A5.2.3 试验中，因为边界效应尽管不象实际使用时，在断裂之前常常发生塑性变形。除正应力外，所施加的负荷还会产生一个与正应力大约成45°的剪应力，剪应力一旦超过材料的剪切强度，弹性行为立即停止，而开始发生变形或塑性屈服。这就是塑性断裂情况。

A5.2.4 这种行为不论是脆性还是塑性，取决于正应力超过内聚强度是否在剪切应力超过剪切强度之前。缺口行为的一些重要事实是从这点得出的。如果缺口做得更尖锐或更深，缺口根部的正应力相对于剪切应力将会增大，试样将更趋向脆性断裂(见表A5.1)。此外，当变形速度增加时，剪切强度也增大和脆性断裂的迹象也增加。反之，如提高温度，保持缺口形状和变形速度不变，则剪切强度下降，塑性行为提高，导致剪切断裂。

A5.2.5 缺口尺寸的变化严重影响试验结果。E4340钢试样的试验表明尺寸变化对夏比冲击试验结果的影响（见表A5.1)。

表A5.1 标准试样上改变缺口尺寸的影响

项 目	高能量试样，ft·lb（J）	高能量试样，ft·lb（J）	低能量试样，ft·lb（J）
标准尺寸试样	76.0±3.8（103.0±5.2）	44.5±2.2（60.3±3.0）	12.5±1.0（6.9±1.4）
缺口深0.084in.(2.13mm)①	72.2（97.9）	41.3（56.0）	11.4（15.5）
缺口深0.0805in.(2.04mm)①	75.1（101.8）	42.2（57.2）	12.4（16.8）
缺口深0.775in.(1.77mm)①	76.8（104.1）	45.3（61.4）	12.7（17.2）
缺口深0.074in.(1.57mm)①	79.6（107.9）	46.0（62.4）	12.8（17.3）
缺口底面半径0.005in.(0.127mm)②	72.3（98.0）	41.7（56.5）	10.8（14.6）
缺口底部半径0.015in.(0.381mm)②	80.0（108.5）	47.4（64.3）	15.8（21.4）

① 标准0.079in.±0.002in.（2.00mm±0.05mm)。

② 标准0.010in.±0.001in.（0.25mm±0.025mm)。

A5.3 尺寸效应

A5.3.1 增加试样的宽度或厚度导致承受变形的金属体积的增加，这将导致试样断裂时吸收能的增加。但是，尺寸的任何增大，特别是宽度，还会导致阻尼程度的增加并导致诱发脆性断裂，而可能降低吸收能量值。在标准尺寸试样接近于脆性断裂时，就更是这样，而两倍宽度的试样实际上所需的断裂能量比标准宽度试样要小。

A5.3.2 在研究不能使用标准试样的材料的尺寸效应时，例如材料为¼in. 板材，必需使用小尺寸试样。这种试样见(试验方法 E23 中图 6)是根据试验方法 E23 中的图 4 的 A 型试样制备的。

A5.3.3 用不同尺寸或形状的试样所得能量值间的一般关系是得不到的，但是，在对特定材料和特定试样进行的专门研究基础上可以建立有限的关系作标准用还是可以的。另一方面，在试验方法改变的相对效果的研究中，使用一些带某一选定缺口的任选试样进行评价将在多数情况下使这些方法用于其适用的订货单中。

A5.4 试验条件效应

A5.4.1 试验条件同样影响缺口行为。温度对钢材开缺口时的行为的影响是非常显著的，常常用检查试样断口和用在一系列温度下对缺口试样进行试验时能量值和断口形貌对应温度画成的曲线进行比较。当试验温度已经低到足以出现解理断裂时，冲击值会急剧下降，或会出现朝更低温度比较缓慢下降。这种能量值的下降是当试样开始出现一些结晶形貌断口时开始的。发生脆断效果的转变温度随零件或试样的尺寸和缺口几何形状有很大的变化。

A5.4.2 目前使用的转变温度的许多定义中的一些是：(1) 试样呈现 100%的纤维状断口的最低温度；(2) 试样呈现 50%结晶状和 50%纤维状形貌断口的温度；(3) 对应获得 100%和 0%纤维状断口能量之差的 50%能量值的温度，和 (4) 对应于某一规定能量值的温度。

A5.4.3 当高强度、低能量试样在低温下试验时，夏比冲击试验有一个特殊问题。这些试样不是在摆锤摆动方向离开试验机，而是从侧面方向脱离。为确保断成两半截的试样不回弹到机器的某些部件上和在摆锤完成摆动之前碰到摆锤上，可能需要对一些老式的机器进行改造。这些改造随机器的设计而有所不同。不过，基本问题是一样的，那就是必须采取措施防止断裂了的试样回弹到摆动着的摆锤的任何部分上。若设计允许，断裂了的试样可以从机器的侧面弹出，在另一些设计中，可能需要将断裂了的试样保持在某一区域内，直到摆锤摆过支座。一些低能量高强度钢试样以超过 50ft(15.3m)/秒速度离开冲击试验机，尽管它们是用速度约 17ft(5.2m)/S 速度的摆动摆锤冲击的。如果断裂了的试样作用在摆锤上的力足够大，摆锤将会减速并且将会记录下不正确的偏大的能量值。这个问题说明由各种研究人员所报告的夏比冲击试验结果在 10~25 ft·lbf(14~34J)范围内的许多自相矛盾之处。《试验方法 E23》的设备条文《关于试样间隙的条文》讨论了两种基本试验机的设计和减少干扰方面取得了令人满意的改进。

A5.5 应变速度

A5.5.1 应变速度同样是影响钢的缺口行为的一个变量。在转变温度以上冲击试验比静态试验呈现稍许高一些的能量吸收值，然而，在转变温度以下，在一些情况下，情况又反过来了。

A5.6 与使用的关系

A5.6.1 尽管摆锤单梁式或悬臂梁式冲击试验不能直接预测钢的塑性或脆性行为，如通常以大重量使用的或如大型结构的部件就是这样，当已经建立了与可靠的使用行为的关系时，这些试验就能用作识别同一钢材的不同批次的验收试验或不同钢材间选择用。必须在室温以外正确选择的温度下进行试验。这时，全尺寸试样的使用温度或转变温度，因为试样尺寸和缺口几何形状不大一样，就不会得到所希望的摆锤单梁式或悬臂梁式冲击试验转变温度。化学分析，拉伸和硬度试验不可能指出影响脆性断裂敏感性的一些重要加工因素的影响，还有，它们也不包括低温诱发脆性行为的影响。

A6 将标准圆形拉伸试样的伸长率转换成等量的标准板型试样伸长率的方法

A6.1 适用范围

A6.1.1 本方法规定了将直径 0.500in.(12.7mm)标距 2in.(51mm)的标准试样断裂后的百分数伸长率转换成½in. 乘 2in. 和 1½in. 乘 8in.(38.1mm×203mm)标准板型试样伸长率

的方法。

A6.2 基本公式

A6.2.1 本方法中的转换数据是以 Bertella 公式为基础，还使用了 Oliver 和其他数据，直径 0.500in. 标距 2in. 标准试样和其他标准试样的伸长率间的相互关系可由下列公式计算：

$$e = e_0[4.47(\sqrt{A})/L]^a \qquad (A6.1)$$

式中 e_0 = 直径 0.500in. 标距 2in. 标准试样断裂后的百分数伸长率；

e = 横截面积为 A，标距 L 的标准试样断裂后的百分数伸长率；

a = 试验材料的特性常数。

A6.3 应用

A6.3.1 使用上述公式时，常数 a 表示试验材料的特性。对热轧，热轧加正火，或退火状态，进行或未进行回火的，抗拉强度在 40000～85000psi(275～585MPa)范围内的碳素钢、碳锰钢、钼钢和铬相钢，用 a = 0.4 这一值均可得到满意的转换结果。请注意冷减缩的和淬火加回火状态的除外。对退火的奥氏体不锈钢，用 a = 0.127 这一值能得到满意的转换结果。

A6.3.2 表 A6.1 就是取 a = 0.4，用直径 0.500in.(12.7mm)标距 2in.(51mm)的标准试样作为参照试样计算出来的。在直径 0.350in.(8.89mm)标距 1.4in.(35.6mm)和直径 0.250in.(6.35mm)标距 1.0in.(25.4mm)的小尺寸试样情况下，公式中的系数是 4.51 而不是 4.47。使用表 A6.1 产生的小小误差，对小尺寸试样可以忽略不计。退火奥氏体钢用的表 A6.2 是取 a = 0.127，用直径 0.500in. 标距 2in. 的试样作为参照试样计算出来的。

表 A6.1 碳钢与合金钢——材料常数 a = 0.4，从直径½in. ×2in. 标距的标准拉伸试验试样改为标准的½in. ×2in. 和 1½in. ×8in. 板型试样，折算百分数伸长率的乘法系数

厚度，in.	½in. ×2in. 试样	1½in. ×8in. 试样	厚度，in.	1½in. ×8in. 试样
0.025	0.574	…	0.800	0.822
0.030	0.596	…	0.850	0.822
0.035	0.614	…	0.900	0.814
0.040	0.631	…	0.950	0.850
0.045	0.646	…	1.000	0.859
0.050	0.660	…	1.125	0.880
0.055	0.672	…	1.250	0.898
0.060	0.684	…	1.375	0.916
0.065	0.695	…	1.500	0.932
0.070	0.706	…	1.625	0.947
0.075	0.715	…	1.750	0.961
0.080	0.725	…	1.875	0.974
0.085	0.733	…	2.000	0.987
0.090	0.742	0.531	2.125	0.999
0.100	0.758	0.542	2.250	1.010
0.110	0.772	0.553	2.375	1.021
0.120	0.786	0.562	2.500	1.032
0.130	0.799	0.571	2.625	1.042
0.140	0.810	0.580	2.750	1.052
0.150	0.821	0.588	2.875	1.061
0.160	0.832	0.596	3.000	1.070
0.170	0.843	0.603	3.125	1.079

表 A6.1（续） 碳钢与合金钢——材料常数 $a=0.4$，从直径½in. ×2in. 标距的标准拉伸试验试样改为标准的½in. ×2in. 和 1 ½in. ×8in. 板型试样，折算百分数伸长率的乘法系数

厚度，in.	½in. ×2in. 试样	1½in. ×8in. 试样	厚度，in.	1½in. ×8in. 试样
0.180	0.852	0.610	3.250	1.088
0.190	0.862	0.616	3.375	1.096
0.200	0.870	0.623	3.500	1.104
0.225	0.891	0.638	3.625	1.112
0.250	0.910	0.651	3.750	1.119
0.275	0.928	0.664	3.875	1.127
0.300	0.944	0.675	4.000	1.134
0.325	0.959	0.686	…	…
0.350	0.973	0.696	…	…
0.375	0.987	0.706	…	…
0.400	1.000	0.715	…	…
0.425	1.012	0.724	…	…
0.450	1.024	0.732	…	…
0.475	1.035	0.740	…	…
0.500	1.045	0.748	…	…
0.525	1.056	0.755	…	…
0.550	1.066	0.762	…	…
0.575	1.075	0.775	…	…
0.600	1.084	0.776	…	…
0.625	1.093	0.782	…	…
0.650	1.101	0.788	…	…
0.675	1.110	…	…	…
0.700	1.118	0.800	…	…
0.725	1.126	…	…	…
0.750	1.134	0.811	…	

表 A6.2 退火的奥氏体不锈钢——材料常数 $a=0.127$，从直径½in. ×2in. 标距的标准拉伸试验试样改为标准的½in. ×2in. 和 1 ½in. ×8in. 的板型试样，折算百分数伸长率的乘法系数

厚度，in.	½in. ×2in.	1½in. ×8in.	厚度，in.	1½in. ×2in. 试样
0.025	0.839	…	0.800	0.940
0.030	0.848	…	0.850	0.943
0.035	0.857	…	0.900	0.947
0.040	0.864	…	0.950	0.950
0.045	0.870	…	1.000	0.953
0.050	0.876	…	1.125	0.960
0.055	0.882	…	1.250	0.966
0.060	0.866	…	1.375	0.972
0.065	0.891	…	1.500	0.978
0.070	0.895	…	1.625	0.983
0.075	0.899	…	1.750	0.897
0.080	0.903	…	1.875	0.992

表 A6.2（续） 退火的奥氏体不锈钢——材料常数 $a=0.127$，从直径½in. ×2in. 标距的标准拉伸试验试样改为标准的½in. ×2in. 和 1½in. ×8in. 的板型试样，折算百分数伸长率的乘法系数

厚度，in.	½in. ×2in.	1½in. ×8in	厚度，in.	1½in. ×2in. 试样
0.085	0.906	…	2.000	0.996
0.090	0.909	0.818	2.125	1.000
0.095	0.913	0.821	2.250	1.003
0.100	0.916	0.823	2.375	1.007
0.110	0.921	0.828	2.500	1.010
0.120	0.926	0.833	2.625	1.013
0.130	0.931	0.837	2.750	1.016
0.140	0.935	0.841	2.875	1.019
0.150	0.940	0.845	3.000	1.022
0.160	0.943	0.848	3.125	1.024
0.170	0.947	0.852	3.250	1.027
0.180	0.950	0.855	3.375	1.029
0.190	0.954	0.858	3.500	1.032
0.200	0.957	0.860	3.625	1.034
0.225	0.964	0.867	3.750	1.036
0.250	0.970	0.873	3.875	1.038
0.275	0.976	0.878	4.000	1.041
0.300	0.982	0.883	…	…
0.325	0.987	0.887	…	…
0.350	0.991	0.892	…	…
0.375	0.996	0.895	…	…
0.400	1.000	0.899	…	…
0.425	1.004	0.903	…	…
0.450	1.007	0.906	…	…
0.475	1.011	0.909	…	…
0.500	1.014	0.912	…	…
0.525	1.017	0.915	…	…
0.550	1.020	0.917	…	…
0.575	1.023	0.920	…	…
0.600	1.026	0.922	…	…
0.625	1.029	0.925	…	…
0.650	1.031	0.927	…	…
0.675	1.034	…	…	…
0.700	1.036	0.932	…	…
0.725	1.038	…	…	…
0.750	1.041	0.936	…	…

A6.3.3 用直径 0.500in. 标距 2in. 的标准试样给的伸长率，乘以表 A6.1 和表 A6.2 所列的系数，就可换算成½in. ×2in. 或 1½in. ×8in.（38.1mm×203mm）板型试样的伸长率。

A6.3.4 这些伸长率的换算不用于宽厚比大于 20 的试样，如厚度小于 0.025in.（0.635mm）的薄片试样。

A6.3.5 在规定的范围内这种换算认为是可靠的，并且通常可以用在标准文件中，以表示《试验方法 A370》中包括的几种 ASTM 标准拉伸试样的等值伸长率要求，但必需考虑取决于所生产材料厚度的冶金效应。

A7 用于预应力混凝土的多股钢丝绳的试验方法

A7.1 适用范围

A7.1.1 本方法规定了用于预应力混凝土的多股钢丝绳的拉伸试验法。本方法拟用来评定

《预应力钢丝绳标准》中所规定的钢丝绳性能。

A7.2　一般注意事项

A7.2.1　如试验机夹紧装置会使试样有任何明显的凹槽，切口或弯曲，则会造成试样过早断裂。

A7.2.2　如果钢丝绳的七股绳受力不均，则试验时会产生误差。

A7.2.3　制备试样时，过度加热会严重影响钢丝绳的力学性能。

A7.2.4　采用下面 A7.3* 中所推荐的夹紧方法，可使这些困难减到最小程度。

A7.3　夹紧装置

A7.3.1　钢丝绳的真正的力学性能可用试样在试验机的两个钳口间的自由段内发生断裂的试验来测定。为此，需要建立一个合适的装置能始终得到上述结果的试验方法。由于各个试验机的固有机械特性，要推荐一种适合所有试验机的万能夹紧方法是不切实际的，因此，必须确定 A7.3.2 到 A7.3.8 中所述的夹紧方法中的哪一种是最适合现有试验设备的。

A7.3.2　带锯齿牙的标准 V 型夹头(注 A7.1)。

A7.3.3　采用弹性垫料的，带锯齿牙的标准 V 型夹头(注 A7.1)——这种方法是在夹头和试样间填以某种材料来尽量减少锯齿的缺口效应。已经使用的材料中有铅垫料、铝垫料、碳化硅布、黄铜垫片等。所要求垫料的类型和厚度取决于锯齿的形式，态状和粗糙程度。

A7.3.4　用试样夹紧部分先进行特殊处理的带锯齿牙的标准 V 型夹头(注 A7.1)，——所用方法之一是镀锡，先将试样夹持部分清洗干净，涂溶剂并在刚超过熔点的熔融状锡合金中多次浸涂。另一种处理方法是用金属管或挠性导管包住试样的夹持部分，用环氧树脂作粘接剂。被包部分的试样长度约等于钢丝绳捻距的两倍。

A7.3.5　有光滑半圆柱凹槽的专用夹头(注 A7.2)——凹槽和试样夹持部分涂一种研磨粘合液，使试样粘结在光滑的凹槽内以免滑动。粘合液由研磨料如 3—F 级氧化铝和水或甘油粘合剂组成。

A7.3.6　用于钢丝绳类的标准插座——试样夹持部分用锌固定在插座中，钢丝绳工业中通常使用的专用插座方法如下：

A7.3.7　终端耳环交接板——这类装置的现有尺寸设计成适合每一尺寸的试验钢丝绳。

A7.3.8　夹紧装置——这类夹紧装置一般用于对铸环上的钢丝绳施加拉力，而不推荐作试验用。

注 A7.1：齿数约每英寸 15～30 齿，最小有效夹紧长度约 4in.(102mm)。

注 A7.2：凹槽的曲率半径需大致与所试验钢丝绳的半径相同，并位于夹紧装置的平面上部的 $^{1}/_{32}$in.(0.79mm)处。当试样就位时，这可防止两夹头过份靠紧。

A7.4　试样制备

A7.4.1　如果在热浸锡时，或用金属材料套接时，所用的熔融金属温度太高，超过 700°F(370°C)左右，则试样受热的影响会损失强度和塑性。如果用这种试样制备方法时，必须细心保持温度控制。

A7.5　试验方法

A7.5.1　屈服强度——为测定屈服强度，使用实用规程 E83 中所述的 B1 级伸长仪(注 A7.3)。对试样施加一个等于 10%预计最小断裂强度的初负荷，然后接上伸长仪并调整其读数到 0.001in./in.。标距长度，然后增加负荷到伸长仪指到 1%伸长为止。记录下这一伸长率的负荷即为屈服强度。在测得屈服强度后，可从试样上取下伸长仪。

A7.5.2　伸长率——为测定伸长率，使用实用规程 E83 中所述的 D 级伸长仪(注 A7.3)，其标距长度不小于 24in.(610mm)(注 A7.4)。对试样施加一个等于 10%所要求的最小断裂强度的初负荷，然后接上伸长仪(注 A7.3)并调整其读数到零位，在断裂前当已经超过规定的最小伸长率后就可从试样上取下伸长仪。不必测定最终的伸长率值。

A7.5.3　断裂强度——测出钢丝绳的一股绳或几股绳断裂时的最大负荷，记下此负荷即为钢丝绳的断裂强度。

注 A7.3：屈服强度用的伸长仪和伸长率用的伸长仪，可以是同一仪器也可以是二个分别使用的仪器。由于屈服强度用的伸长仪要灵敏，二个分别使用的仪器比较合适。当钢丝绳断裂时，屈服强度伸长仪可能受损，所以在测定屈服强度后可以将其取走，伸长率用的伸长仪可以用灵敏度不大的零件制造，或者以这样的方式制造，即在伸长仪接到试样上发生断裂时伸长仪不会受损。

注 A7.4：试样在伸长仪以外或夹头中断裂后仍能达到规定

* 原文误为 A7.4，已更正。——译注。

的最小值，则认为达到产品标准的力学性能要求，不管采用的是哪一种夹紧方式。试样在伸长仪以外或在夹头中断裂未能达到规定的最小值，则需进行复试。试样在伸长仪的两个夹头间断裂并未能达到规定的最小值则需按所用标准中的规定进行复试。

A8 试验数据的圆整

A8.1 圆整

A8.1.1 测定值或计算值应根据所用产品标准进行圆整。当没有规定的圆整方法时，应采用实用规程 E29 的圆整方法进行圆整。

A8.1.1.1 当按照实用规程 E29 的规则确定时，数值可向上圆整或向下圆整。

A8.1.1.2 在圆整数字“5”这一特殊情况时，当“5”后面除了 0 外没有另外的数字时，如果遵照实用规程 E29 将导致材料拒收，应向标准极限值方向进行圆整。

A8.1.2 圆整试验数据的报告值的推荐值在表 A8.1 中列出。这些数值设计成报告时和数据保存时保持一致，并应用于所有情况，除非它们同产品标准的特殊要求相矛盾。

表 A8.1 试验数据圆整的推荐值

试验项目	试验数据范围	圆整值①
屈服点	<50000lb/in.²(<50ksi)	1000psi(0.1ksi)
	50000~<100000lb/in.² (50~100ksi)	500psi(0.5ksi)
屈服强度	100000lb/in.² 及以上 (100ksi 及以上)	1000psi(1.0ksi)
抗拉强度	<500MPa	1MPa
	500~<1000MPa	5MPa
	>1000MPa	10MPa
伸长率	0~10%	0.5%
	10%及以上	1%
断面收缩率	0~<10%	0.5%
	10%及以上	1%
冲击功	0~240ft·lbf(或 0~325J)	1ft·lbf 或 1J)②
布氏硬度	各种数值	整值③
洛氏硬度	各种数值	1 个洛氏硬度

① 将试验数据圆整到该行数值中最接近的整倍数。如果数值正好介于两上圆整值之间，则应按照 8.1.2 圆整。

② 这些单位不是当量值，因而对每个单位来说，在同一范围内都有圆整值问题(1ft·lbf=1.356J)。

③ 将布氏硬度压痕的平均直径圆整到最接近的 0.05 毫米，并报告从表中数字确定对应的布氏硬度数值，不需再进一步圆整。

注 A8.1：每当有可能时，为使累计误差减少到最低程度，数值应至少进位到中间计算过程中(例如从负荷和面积的量值计算应力)最终(圆整)数值外的一位数字，在最后一道工序时进行圆整。精确度可能小于由有效数字的数目所蕴涵的。

A9 试验钢筋的方法

A9.1 适用范围

A9.1.1 本附录包括了专门用于试验钢筋混凝土的钢筋的附加细节。

A9.2 试样

A9.2.1 所有试样应是轧制钢筋的全截面。

A9.3 拉伸试验

A9.3.1 试样——拉伸试验用的试样应足够长，以提供 8in.(200mm)标距长度和在每端标距标记和夹具间留出至少两倍钢筋直径的距离，再加上一个足够长的附加长度；该附加长度要能完全填满夹具，并有一些伸出在每一端夹具外的伸出量。

A9.3.2 夹紧装置——夹具应是楔形的，并使夹具凸出试验机头部的长度不大于½in.(13mm)。

A9.3.3 标距标记——用事先标定好的 8in.(200mm)冲眼在试样上标出 8in.(200mm)标距标记，也可以是沿 8in.(200mm)标距长度每隔 2in.(50mm)作标记；如果有纵向筋肋可刻在其中的一条肋上，或者是作在变形筋条之间的空档内。冲眼标记不得作在横向变形区上。希望作较浅的冲眼标记，因为深的标记会在钢筋上刻出较深凹坑并可能影响试验结果。最好是使用弹头状的冲头。

A9.3.4 屈服强度或屈服点应采用下列方法之一确定之：

A9.3.4.1 使用如 13.1.2 和 13.1.3 所述的自动绘图法或伸长仪测量加载下的伸长量。

A9.3.4.2 使用如 13.1.1 中所述的杠杆降落或试验机上的量具停止法试验有急剧拐点或有明确的屈服点的钢。

A9.3.5 用全尺寸试样测定屈服强度和抗拉强度的单位应力应根据钢筋的公称面积。

A9.4 弯曲试验

A9.4.1 用足够长的试样进行弯曲试验以保证所做的是自由弯曲并且所用装置能达到：

A9.4.1.1 整个弯曲操作期间连续和均匀地加力。

A9.4.1.2 用弯曲装置时试样在接触点的运动不受限制，绕销轴弯曲时能自由转动，和

A9.4.1.3 在弯曲操作过程中试样绕销

轴紧密缠绕。

A9.4.2 也可用其他认可的更严格的弯曲试验方法，例如将试样横放在两个能自由转动的销轴上并且用一个固定销轴施加弯曲力。

A9.4.3 当产品标准允许复试时，应采用下列规定：

A9.4.3.1 不得采用含有轧制识别标志的钢筋区段。

A9.4.3.2 钢筋放成其纵向翼肋位于与弯曲平面成直角的平面内。

A10 热循环模拟试验的使用和控制规程

A10.1 目的

A10.1.1 当采用热循环模拟试验做法时，保证生产锻件和代表锻件的试样得到同样的和能再现的热处理。

A10.2 适用范围

A10.2.1 实际的生产时间——温度曲线(原始控制图表)的形成和编成文件。

A10.2.2 在生产锻件的热处理过程中对再现原始控制图表进行控制。(在 A10.2.1* 过程中确定的重要参数内做的热处理)。

A10.2.3 热模拟装置程序图表的准备。

A10.2.4 在由 ASME 规范确立的范围内，监督和检验热模拟循环。

A10.2.5 所有控制、检验、图表和曲线要编成文件并保存。

A10.3 引用文件

A10.3.1 ASME 标准

ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅲ卷的最新版本。

ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅷ卷第 2 册的最新版本。

A10.4 术语

A10.4.1 定义：

A10.4.1.1 原始控制图表——基本上与其所代表的生产锻件相一致的锻件所受热处理的记录。它是一张时间和热电偶输出所指时间和温度的图表，热电偶在指定的试验浸没(immersion)和试验部位埋入锻件。

A10.4.1.2 程序图——给模拟装置拟定程序用的金属化薄片，将原始控制图表的时间—温度数据人工移植到程序图上。

A10.4.1.3 模拟装置图——试样在模拟装置中经受的热处理记录，它是时间—温度图表，并可直接与原始控制图表对再现的精确性进行比较。

A10.4.1.4 模拟装置的热循环——一组试样在模拟装置中的一次连续热处理过程。这个循环包括从环境温度开始加热、在热处理温度下保温和冷却。例如，一组试样模拟奥氏体化和淬火是一次热循环；同一组试样模拟回火是另一次热循环。

A10.5 方法

A10.5.1 原始控制图表的产生

A10.5.1.1 热电偶应埋入取得原始控制图表的每一个锻件。用足够清楚地确定加热、保温和冷却过程各个方面的高分辨能力的记录仪监督温度。所有图表记录永久保存所要求的所有相应的资料和识别标记清楚地识别。

A10.5.1.2 如果材料标准要求测试部位相互 180°分开，则热电偶应相互 180°分开埋入试件。

A10.5.1.3 应绘制一张原始控制图表(或两张如果根据 A10.5.3.1 的要求) 代表基本上相同的锻件(同一尺寸和形状)。锻件的尺寸和几何形状(超过粗加工公差)的任何改变必须绘制新的原始控制冷却曲线。

A10.5.1.4 如果每一控制锻件(180°分开)和所达到的冷却速率不同需要一条以上的曲线，那么保守的那条曲线用作控制曲线。

A10.5.2 生产锻件热处理参数的再现性。

A10.5.2.1 属于原始控制锻件淬火和回火的所有资料应记录在类似于表 A10.1 所示的适当的永久记录表上。

A10.5.2.2 属于生产锻件淬火和回火的所有资料应作适当记录，最好记在类似于 A10.5.2.1 所用的表格纸上。生产锻件的淬火记录应保存以便将来参考。原始控制锻件的淬火和回火记录应作为永久记录保存。

A10.5.2.3 原始控制锻件记录的复印件应与生产锻件的热处理记录一起保存。

A10.5.2.4 热处理记录中列出的重要参数应控制在生产锻件所给参数之内。

A10.5.2.5 每一生产锻件淬火前淬火介质的温度应等于或低于原始控制锻件淬火前的淬

* 原文误为 A1.2.1，已更正。——译注。

表 A10.1 热处理记录——重要参数

项 目	原始控制锻件	生产锻件 1	生产锻件 2	生产锻件 3	生产锻件 4	生产锻件 5
程序图编号						
热处理的实际温度和在该温度下的时间						
冷却方法						
锻件厚度						
热电偶浸没						
是否在缓冲垫下(是/不是)						
锻件号						
产品						
材料						
热电偶——0°位置						
热电偶——180°位置						
淬火槽号						
热处理日期						
炉子号						
一个操作过程号						
热处理操作者						
开始淬火介质温度						
从炉子到淬火槽时间						
1000℉(538℃)以上加热速度						
淬火 5min. 后取出时温度						
锻件淬火时位向						

火介质的温度。

A10.5.2.6 生产锻件从打开炉门到淬火所用的时间不应超过原始控制锻件所用的时间。

A10.5.2.7 如果时间参数超过从打开炉门到开始淬火的时间，将锻件放回炉中并加热到同等的温度。

A10.5.2.8 由同一原始控制锻件代表的所有锻件应以朝淬火槽表面一致的位向淬火。

A10.5.2.9 所有生产锻件应在同一淬火槽中淬火，并用与原始控制锻件同样的搅动动作。

A10.5.2.10 热处理参数的一致性——(1) 生产锻件和用于确立生产锻件模拟循环的原始控制锻件间实际热处理温度的差对淬火循环不应超过±25℉ (±14℃)。(2) 生产锻件的回火温度不应下降到低于原始控制锻件的实际回火温度。(3) 在一个生产装炉中在每一锻件上至少放一个表面接触热电偶。在一个时间温度记录仪上对所有表面热电偶记录温度，并且这种记录应作为永久性文件保存。

A10.5.3 热循环的模拟

A10.5.3.1 从原始控制图表记录的数据制作程序图表。所有试样应给予与生产锻件相同的高于 AC_1 时的加热速度、相同的保温时间和相同的冷却速度。

A10.5.3.2 应重复原始控制图表的高于 AC_1 的加热过程，保温过程部分和冷却部分，为充分核实模拟热处理应确立(a)~(c)中规定的温度和时间的许用范围。

(a) 对淬火和回火锻件和棒材试件热处理的热循环模拟——如果锻件和棒材的冷却速度数据和试样的冷却速度控制装置都是现有的，试样可以在装置中热处理。

(b) 试件应基本上加热到锻件或棒材相同的最高温度。试件应以相似于且不比代表试验部位的冷却速度快的速度冷却并应是在冷却开始后

的所有温度下在 25℉(14℃)和 20s 内。试件随后应作与低于临界温度的热加工，包括回火和模拟焊后热处理相一致的热处理。

(c) 试样的模拟焊后热处理(对铁素体钢锻件和棒材)——除公称厚度或直径不大于 2in.(51mm)的碳钢(规范第Ⅸ卷的 P—No. 1)锻件和棒材外，试样应模拟锻件和棒材在加工过程中受到的任何低于临界温度的热加工的热处理。模拟热处理应使用订货单中规定的温度、保温时间和冷却速度。试验材料的总保温时间至少应是锻件和棒材在焊后热处理过程中所经受的总保温时间的 80%。试样的总保温时间可以在一个热处理循环中完成。

A10. 5. 3. 3 在模拟装置中进行热处理前，试样应机加工到标准尺寸，该尺寸足够随后去掉脱碳层和氧化层。

A10. 5. 3. 4 每一个试样至少用一个热电偶来连续记录独立的外部温度监督源上的温度。由于一些设备的加热室的灵敏度和设计特性，强制性控制和监督热电偶的测温连接点相对于热源(一般是红外灯泡)常常处于同一相应位置。

A10. 5. 3. 5 应对每一单独试样进行识别，并且这种识别应清楚地表示在模拟装置图表上和模拟循环记录上。

A10. 5. 3. 6 按照 A10. 5. 3. 2(a)应将模拟装置的图表与原始控制图表就模拟淬火再现的精确性进行比较。如果任一试样没有在温度和时间的合格范围内进行热处理，这个试样报废并重新加工一个试样代替。这种偏离原始控制图表的情况和原因的文件应在模拟装置图表和对应的不一致性报告上指出。

A10. 5. 4 重新热处理和复试：

A10. 5. 4. 1 在试验失败的情况下，应按照材料标准提出的规则进行复试。

A10. 5. 4. 2 如果允许复试，新的试样应进行与原先处理相同的热处理。它代表受到相同热处理的生产锻件。如果试验合格，则锻件可验收。如果试验不合格，则锻件报废或许可进行重新热处理。

A10. 5. 4. 3 如果允许重新热处理，按下列方法进行：(1)重新热处理与原先的热处理相同(保温时间、温度、冷却速度)：用从尽可能靠近原先试样部位取的新试样，重复奥氏体化和淬火循环二次，随后进行回火循环(二次淬火加一次回火)。生产锻件与它的试样一样进行二次淬火和一次回火。(2)用新的热处理操作进行重新热处理。保温时间、温度或冷却速度的任何改变构成新的热处理操作。产生新的原始控制曲线和如原先规定的那样进行模拟和试验。

A10. 5. 4. 4 总之，每一试样和它对应的锻件应作同样的热处理或热处理；否则试验无效。

A10. 5. 5 热循环模拟资料的保存、撤销和编成文件——有关热循环模拟试验的所有记录应保存和保管 10 年或由用户指定。资料应编成所有的做法都能用足够的文件记录来证实。

薄壁压力容器用碳钢和合金钢锻件

SA-372/SA-372M

[与 ASTM 标准 A 372/A 372M—03(R08)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于压力容器用壁厚较薄的锻件（包括气瓶）。包括三种类型的碳钢和六种类型的合金钢。对于由无缝公称管或管子制造容器壳体的整体锻造封头作了规定。

注1：当按本标准处理化学成分及拉伸性能要求时，其壁厚和冷却速度的影响必然要排除掉每一类别中的某些规格锻件。

注2：钢种标号已作了以下改变：

现　在	过　去
A 级	Ⅰ型
B 级	Ⅱ型
C 级	Ⅲ型
D 级	Ⅳ型
E 级 55 类	Ⅴ型 1 级 55 类
E 级 65 类	Ⅴ型 1 级 65 类
E 级 70 类	Ⅴ型 1 级 70 类
F 级 55 类	Ⅴ型 2 级 55 类
F 级 65 类	Ⅴ型 2 级 65 类
F 级 70 类	Ⅴ型 2 级 70 类
G 级 55 类	Ⅴ型 3 级 55 类
G 级 65 类	Ⅴ型 3 级 65 类
G 级 70 类	Ⅴ型 3 级 70 类
H 级 55 类	Ⅴ型 4 级 55 类
H 级 65 类	Ⅴ型 4 级 65 类
H 级 70 类	Ⅴ型 4 级 70 类
J 级 55 类	Ⅴ型 5 级 55 类
J 级 65 类	Ⅴ型 5 级 65 类
J 级 70 类	Ⅴ型 5 级 70 类
K 级	Ⅵ型
L 级	Ⅶ型
J 级 110 类	Ⅷ型
M 级 85 类	Ⅸ型 A 类
M 级 100 类	Ⅸ型 B 类

1.2 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.3 除非订货单规定采用本标准中的“M”标志（SI 单位），否则一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 275/A 275M 锻钢件磁粉检验方法

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 388/A 388M 重型锻钢件超声波检验实用规程

A 530/A 530M 专用碳钢和合金钢管通用要求

A 788* 锻钢件通用要求

E 112 金属平均晶粒度测定方法

E 165 液体渗透检验实用规程

E 290 测定金属材料延性的半引导弯曲试验方法

E 433 液体渗透检查参照图片

3 订货须知

3.1 除由 A 788 标准要求的订货须知外，需要时采购方应将标明锻件主要承载部位的详细图纸、草图或书面说明附在询价单和订货单中(见 6.4.2.2 条)。

3.2 按材料标准供应的材料应符合 A 788 标准的要求。A 788 标准概述了附加订货条款、制造要求、试验和复试的方法与程序、标志、证明书、成品分析偏差以及附加补充要求。

3.3 本标准要求如与 A 788 标准要求不一致时，以本标准要求为准。

---

* 即 A788/A788M 标准。——译注。

4　材料与制造

4.1　冶炼方法

4.1.1　应采用 A 788 标准规定的冶炼方法，但 M 级锻件除外，这类锻件只能采用在铸锭之前或铸锭过程中，为了除去有害气体，特别是氢气而进行过真空处理的钢来制造。

4.2　生产方法

4.2.1　气瓶和类似容器的生产方法是：用初轧坯或钢板深挤压、用钢坯或钢板穿孔，然后进行拉延成杯形。将此半成品锻件或无缝钢管再以旋压、型锻或压锻等方法进行收口。所有情况下，应留有足够的切头量，以保证成品锻件的致密性。

4.3　热处理

4.3.1　由制造厂决定，对 A、B、C、D 级和 E、F、G、H、J 级的 55、65、70 类锻件进行正火、正火加回火或液淬加回火。

4.3.2　K、L、M 级和 J 级的 110 类锻件应进行液淬加回火。

4.3.3　当已正火的锻件需回火时，或当锻件已淬火时，均应重新加热到亚临界温度，每英寸（25mm）最大横面积厚度至少保温半小时。

4.3.3.1　最低回火温度按以下规定：

E、F、G、H、J 级的 55、65、70 类	1100℉（595℃）
K 级	1100℉（595℃）
L 级	1000℉（540℃）
J 级 110 类	1000℉（540℃）
M 级	1100℉（595℃）

4.3.3.2　如果焊件被焊接到已作了淬火加回火的压力容器上，则焊缝的焊后热处理温度不得高于压力容器原先的回火温度。不允许对承压壳体进行制造焊接。不允许在做热处理前进行附件焊接。

4.3.4　所有淬火加回火后的锻件须按照第 7节进行磁粉检验。

4.3.5　热处理应在全部的成形作业之后进行。

5　化学成分

5.1　熔炼分析——按 A 788 标准的规定取样进行的熔炼分析应符合表 1 要求。

表 1　化 学 成 分

元　素	成　分,%			
	A 级	B 级	C 级	D 级
C	≤0.30	≤0.35	≤0.48	0.40~0.50
Mn	≤1.00	≤1.35	≤1.65	1.40~1.80
P，≤	0.025	0.025	0.025	0.025
S，≤	0.025	0.025	0.025	0.025
Si	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35
Ni	…	…	…	…
Cr	…	…	…	…
Mo	…	…	…	0.17~0.27

元素	成　分,%				
	E 级的 55、65 和 70 类	F 级的 55、65 和 70 类	G 级的 55、65 和 70 类	H 级的 55、65 和 70 类	J 级的 55、65、70 和 110 类
C	0.25~0.35	0.30~0.40	0.25~0.35	0.30~0.40	0.35~0.50
Mn	0.40~0.90	0.70~1.00	0.70~1.00	0.75~1.05	0.75~1.05
P，≤	0.25	0.025	0.025	0.025	0.025
S，≤	0.25	0.025	0.025	0.025	0.025
Si	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35
Ni	…	…	…	…	…
Cr	0.80~1.15	0.80~1.15	0.40~0.65	0.40~0.65	0.80~1.15
Mo	0.15~0.25	0.15~0.25	0.15~0.25	0.15~0.25	0.15~0.25

元　素	成　分,%		
	K 级	L 级	M 级的 85 和 100 类
C	≤0.18	0.38~0.43	≤0.23
Mn	0.10~0.40	0.60~0.80	0.20~0.40
P，≤	≤0.025	0.025	0.020
S，≤	≤0.025	0.025	0.020
Si	0.15~0.30	0.15~0.35	≤0.30
Ni	2.0~3.3	1.65~2.00	2.8~3.9
Cr	1.00~1.80	0.70~0.90	1.50~2.00
Mo	0.20~0.60	0.20~0.30	0.40~0.60
V	…	…	≤0.08

5.2　成品分析——需方可采用 A 788 标准中有关成品分析的规定，从代表一炉或多炉的一个锻件得出成品分析结果。

5.3　对于适用级别的材料，特殊要求添加任何超出表 1 所列的元素、并按这样的标准生产初级材料是不允许的。但这不排斥采用脱氧或内含控制添加物。应采用 A 788 标准的补充要求 S1 和 S2。

6　力学性能

6.1　在锻件最终热处理后进行力学性能试验。

6.2　拉伸试验——按 A 370 方法和定义标准进行试验时，材料须符合表 2 的要求。屈服强度按 0.2%残余变形法测定。

表2 力学性能要求

类 型	抗拉强度，ksi(MPa)	屈服强度(0.2%残余变形法)，ksi(MPa)，≥	标距2in(50mm)的伸长率，%≥	硬度①HB≥
A 级	60~85 [415~585]	35[240]	20	121
B 级	75~100 [515~690]	45[310]	18	156
C 级	30~115 [620~795]	55[380]	15	187
D 级	105~130 [725~895]	65[450]	15	217
E、F、G、H、J级(55类)	85~110 [545~760]	55[380]	20	179
E、F、G、H、J级(65类)	105~130 [725~895]	65[450]	19	217
E、F、G、H、J级(70类)	120~145 [825~1000]	70[485]	18	248
J级(110类)	135~160 [930~1100]	110[760]	15	277
K 级	100~125 [690~860]	80[550]	20	207
L 级	155~180 [1070~1240]	135[930]	12	311
M级(85类)	105~130 [725~895]	85[585]	18	217
M级(100类)	120~145 [825~1000]	100[690]	16	248

①当由6.6条要求时。

6.3 弯曲性能—根据空心或穿孔锻件的外径 D 和壁厚 T 的不同，要求进行弯曲或压扁试验。

6.3.1 穿孔或空心锻件外径等于或小于14in（355mm），D/T 比大于10.0需作压扁试验。试验应按A 530/A 530M标准和表3进行。当两板间距离压至小于表3所示数值时，试验环未折断或无裂纹为合格。

表3 压扁试验的压板间距离①

类 型	板间距离，in（mm），≥
A 级	0.50D
B 级	0.6D
C 级	0.65D
D 级	0.7D
E、F、G、H、J级（55类）	0.7D
E、F、G、H、J级（65类）	0.8D
E、F、G、H、J级（70类）	0.8D
J级（110类）	0.9D
K 级	0.8D
L 级	0.9D
M级（85类）	0.7D
M级（100类）	0.8D

① D—外径。

6.3.2 穿孔或空心锻件，外径超过14in（355mm），D/T 比不大于10.0时，可由制造厂决定按6.3.1条规定进行压扁试验，或按E290方法方案C规定进行横向弯曲试验，弯芯直径应按表4规定。当试样弯至要求角度时，试样上不允许出现裂纹或断裂。

表4 弯曲试验的最大弯芯直径和最小弯曲角度

类 型	弯芯直径	弯曲角度，度
A 级	2t	180
B 级	2t	180
C 级	3t	180
D 级	4t	150
E、F、G、H、J级（55类）	4t	150
E、F、G、H、J级（65类）	4t	150
E、F、G、H、J级（70类）	4t	150
J级（110类）	6t	150
K 级	6t	150
L 级	6t	150
M级（85类）	4t	150
M级（100类）	4t	150

6.4 试样取向和取样位置

6.4.1 代表容器本体或壳体的试样应取自锻件的延长部位，取自与其所代表的锻件一起热处理的试验环，或是取自按4.3条规定进行热处理后的代表锻件。

6.4.1.1 代表容器本体或壳体的试样位于与已热处理锻件平行侧壁的壁厚中间相一致的部位，其方向应平行于容器的纵轴。

6.4.1.2 试验环应为正圆筒形，其直径与壁厚应与其代表的圆筒相同。此外，试验环须与其所代表的圆筒同炉号并进行相同的热处理。试验环的淬火方法必须与圆筒的淬火方法完全一样，如果圆筒仅从外面淬火，那么试验环的两端必须封口。进行液淬的试验环长度必须至少24in.（610mm），试验环的两端可有通风口以防止热处理时筒内压力的增高。

6.4.2 代表容器端盖或类似元件的试样，可以取自端盖的全截面的延伸部位、取自代表锻件、或当零件在热处理前进行外形机加工时，取自整体延伸部位。

6.4.2.1　取自全尺寸延伸部分或代表锻件的试样应位于中心至表面间的中间位置。

6.4.2.2　当锻件在热处理前进行外形机加工以致高应力表面外露时，试样可取自距最近淬火表面与高应力区域等距离（t）的部位，但不得小于¾in.（20mm）。试样部位距第二个表面至少应大于 1½in.（40mm）或 $2t$。

6.5　试验数量

6.5.1　在间歇炉内热处理，一批装料中数量小于 200 件，热处理重量小于 1000lb（450kg）的同类锻件，按 6.4.1 或 6.4.2 条作一个拉伸试验代表每个炉号。此外，对于空心锻件或穿孔锻件，应按 6.3 条进行一个弯曲试验或压扁试验。

6.5.2　单件重量小于1000lb（450kg）的同类锻件，当在连续炉内进行热处理时，须作一个拉伸试验代表每一炉号，但在任何小于 4 小时的连续周期内不得超过 200 个锻件。此外，对于空心或穿孔锻件，在任何小于 4 小时连续周期内，每个炉号，每 200 个锻件按 6.3 条进行一个弯曲或压扁试验。

6.5.3　重量等于或大于1000lb（450kg）的热处理锻件，按 6.4.1 或 6.4.2 条作一个拉伸试验来代表一个熔炼炉次，每一热处理炉批不得超过 10 个锻件。此外，对于空心或穿孔锻件，按 6.3 进行一个弯曲或压扁试验来代表同一炉次和热处理炉批的每 10 个或更少的锻件。

6.6　硬度试验

6.6.1　重量在1000lb（450kg）以下间歇炉内热处理，且其批量小于 200 件（6.5.1 条），或在连续炉内进行，但在 4 小时内生产中不超过 200 件（6.5.2 条）的锻件进行布氏硬度试验或其他等效方法的均匀性校验。为此目的，应对每炉生产量的 10%进行取样，并满足表 2 对于该类型钢种所规定的最低硬度值，同时还要满足与制取拉伸试样的锻件布氏硬度值相差在 20 以内。

6.6.2　在试样不能满足上述规定的情况下，应对这一组的其余制品进行硬度试验，对于超过这些极限值的所有锻件，由制造厂决定进行重新回火或重新热处理，并进行复试。

7　磁粉检验

7.1　所有淬火加回火的锻件在热处理后进行磁粉检验。所使用的方法符合 A 275/A 275M 试验方法标准。

7.2　只有直流或整流（全波或半波）交流电才能用作任何磁化法的电源。

7.3　锻件应没有表示裂纹的线性显示踪迹。当按照 E 165 实用规程采用液体渗透剂方法检查时，在怀疑是否发生了线性磁粉显示踪迹的场合，可以用 E 433 标准Ⅱ型参考照片进行检查。或者按照制造厂和采购方的商定可以采用其他一些合适的显示分类方法。

8　制造质量

8.1　如果锻件的部分壁厚小于规定值，但若其整体强度不致使许用工作压力降低至锻件的设计值以下时，则锻件可由采购方合格验收。

9　焊接修补

9.1　经采购方和制造厂双方商定同意后，允许进行焊接修补，但应按照所引用的建造规范或规则的全部要求来进行。

10　关键词

10.1　合金钢锻件　碳钢锻件　气瓶　压力容器　薄壁

补 充 要 求

只有当采购方在询价单、合同或采购订货单上规定时，下列补充要求中的一项或多项方为适用。这些补充要求的细节由采购方和制造厂商定。

S1 晶粒度

S1.1 当要求晶粒度范围时，应在订货资料中指定，且应用 E 112 方法中双方同意的方法测定。

S1.2 测定晶粒度的试件从拉伸试样位置上制取。

S2 粗加工

S2.1 按规定的顺序和方法进行粗加工。

S3 冲击试验

S3.1 夏比 V 形缺口试样取自与拉伸试样相同的部位和相同的方向。试样的数量、最低的能量值和试验温度应符合规定。

S4 断裂韧性

S4.1 具体的断裂韧性要求已由 ASME 锅炉和压力容器规范的某些章节收集，许可类型的锻件应遵循这些相应的标准章节。

S4.2 必须的规范参考韧性标准和试验温度数据应当包括在订货须知中。

S5 超声波检验

S5.1 锻件的超声波检验按 A 388/A 388M 实用规程进行。

S5.2 应规定验收标准，此标准符合相应的规范或采购方的标准，并纳入为订货须知的一部分。

高温中央电站用无缝奥氏体钢公称管

SA-376/SA-376M

（除在6.2和14.1条中删除HT-0可选项和在6.2条中明确热处理要求外，与ASTM标准A 376/A 376M—06完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于高温中央电站用的无缝奥氏体钢公称管。各种级别钢中包括5种H级和两种N(氮)级(340N和316N)专供高温使用。

1.2 提供了供选择使用的补充要求(S1到S10)。这些补充要求规定的附加试验，仅当在订货单有说明并附有所需试验数量时方予进行。

1.3 TP321和TP321H级钢的公称壁厚大于⅜in.(9.5mm)时，强度要求较低些。

1.4 无论以英寸-磅或SI单位表示的数值都应视为标准值。在本标准正文及附表中，SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非订单中要求使用本标准中的“M”标准号(SI单位)，否则一律用英寸-磅单位制。

注1：在本标准中无量纲符号NPS(公称钢管尺寸)已代替如“公称直径”、“规格”和“公称尺寸”一类的传统术语。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 262 测定奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性的实用规程

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 999/A 999M 合金和不锈钢公称管通用要求

E 112 测定平均晶粒度的试验方法

E 213 金属公称管和管子的超声波检验用实用规程

E 381 钢制品包括棒钢、钢坯、大方坯和锻件的宏观浸蚀试验、检验和定级方法

E 426 不锈钢和类似合金的无缝和焊接的管状制品的涡流电磁检验用实用规程

2.2 其他标准：

SNT-TC-1A 无损试验人员资格评定和证书

3 术语

3.1 定义——本标准所用术语的定义，参见A 941术语标准。

4 订货须知

4.1 本标准材料的订货单应包括下列各项，按需要充分地说明所需的材料：

4.1.1 数量(英尺、厘米或根数)。

4.1.2 材料名称(无缝奥氏体钢公称管)。

4.1.3 级别(表1)。

4.1.4 尺寸(公称尺寸，或外径和壁厚系列号或平均壁厚)。

4.1.5 长度(定尺或不定尺)，(A 999/A 999M标准长度一节的允许偏差)。

4.1.6 管端加工 (A 999/A 999M标准的管端一节)。

4.1.7 供选择的要求(第9节) (见A 999/A 999M的水压试验要求一节和单根管称重的无缝钢管重量一节中的允许偏差)，(另见10.6条，补焊和14.3条，钢模打印)。

4.1.8 要求的试验报告(A 999/A 999M标准的合格证书一节)。

4.1.9 标准号。

4.1.10 特殊要求或任何选用的补充要求或两者兼有。

5 一般要求

5.1 按本标准提供的材料，除非这里另有规定外，应符合最新版A 999/A 999M标准的适用要求。

6 材料和制造

6.1 制造——由钢厂决定，钢管可以是热精整或冷精整，根据需要采用适当精整处理。

6.2 热处理：

6.2.1 所有钢管应以热处理状态供货。H级别钢要求作单独的固溶热处理，生产过程中的热处理不允许用来代替单独的固溶退火处理。

6.2.2 作为在连续热处理炉或批处理炉内最终热处理的一种替代方法，钢管可以是在当钢管尚未冷却到低于规定的最低固溶处理的温度以下时，在热成形之后立即在水中淬火、或以其他方法快速冷却。

6.2.3 级别TP304、TP304N、TP304LN、TP316、TP316N、TP316LN、TP321、TP347、TP348、16-8-2H、S31725和S31726——除非订货单中另有说明，否则热处理为先加热到最低1900℉(1040℃)之后，在水中淬火或以其他方式快速冷却。

6.2.3.1 采购方可以规定控制金相组织或特殊的使用性能并以此来作为最适宜的热处理准则。如果最终热处理的温度是在1900℉(1040℃)以下，则每根钢管应在尾缀“HT”之后镂模喷刷华氏或摄氏的最终热处理温度。

6.2.4 级别TP304H、TP316H、TP321H、TP347H、TP348H和16-8-2H——如果在工艺过程中包含有冷加工，则最低固溶处理温度对TP321H和TP347H和TP348H级别应为2000℉(1100℃)，对TP304H和TP316H级别应为1900℉(1040℃)，以及对16-8-2H级别应为1800℉(980℃)，如果材料是热轧的，则最低固溶处理温度对TP321H和TP347H和TP348H级别应为1925℉(1050℃)，对TP304H和TP316H级别应为1900℉(1040℃)以及对于16-8-2H应为1800℉(980℃)。

6.2.5 S34565级钢——该钢的热处理在温度范围为最高为2050℉(1120℃)和最低为2140℉(1170℃)之间进行加热，并且在水中淬火或以其他方法快速冷却组成。

6.3 固溶退火温度高于1950℉(1065℃)可能有损于TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348和TP348H级别在随后暴露于敏化条件下的抗晶间腐蚀能力。当采购方有规定时，在最初较高温度的固溶退火之后，应使用较低的温度进行稳定化处理或再次固溶退火(见补充要求S9)。

6.4 304H、316H、321H、347H和348H级钢的晶粒度，按E112试验方法测定为7级或更粗。

7 化学成分

7.1 钢须符合表1中所述的化学成分要求。

8 成品分析

8.1 钢厂根据采购方的要求，从每一炉号取一个钢坯或从每一批(注2)取二根钢管进行产品分析。一批钢管应由以下组成：

NPS标号	一批中的钢管根数
<NPS 2	400根或其余数
NPS 2~NPS 5	200根或其余数
>NPS 5	100根或其余数

注2：一“批”的含义是任何一炉钢中按8.1条规定的、具有相同尺寸和壁厚的管子的根数。

8.2 这些分析结果应向采购方或其代表报告，并应符合表1中规定的要求。

表1 化学成分要求

级 别	UNS标号	成 分,%												
		C	Mn ≤	P ≤	S ≤	Si ≤	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb	Ta	N①	其他元素
TP304	S30400	≤0.8	2.00	0.040	0.030	0.75	8.00~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…	…	…
TP304H	S30409	0.04~0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	8.00~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…	…	…
TP304N	S30451	≤0.08	2.00	0.040	0.030	0.75	8.00~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…	0.10~0.16	…
TP304LN	S30453	≤0.035	2.00	0.040	0.030	0.75	8.00~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…	0.10~0.16	…
TP316	S31600	≤0.08	2.00	0.040	0.030	0.75	11.00~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…	…	…
TP316H	S31609	0.04~0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	11.00~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…	…	…
TP316N	S31651	≤0.08	2.00	0.040	0.030	0.75	11.00~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…	0.10~0.16	…
TP316LN	S31653	≤0.035	2.00	0.040	0.030	0.75	11.00~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…	0.10~0.16	…

表 1(续)　化学成分要求

级　别	UNS 标号	成　分,%												
		C	Mn ≤	P ≤	S ≤	Si ≤	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb	Ta	N[1]	其他元素
TP321	S32100	≤0.08	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00~13.0	17.0~20.0	…	②	…	…	…	…
TP321H	S32109	0.04~0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00~13.0	17.0~20.0	…	③	…	…	…	…
TP347	S34700	≤0.08	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00~13.0	17.0~20.0	…	…	④	…	…	…
TP347H	S34709	0.04~0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00~13.0	17.0~20.0	…	…	⑤	…	…	…
TP348[6]	S34800	≤0.08	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00~13.0	17.0~20.0	…	…	④	0.10	…	Co≤0.20
TP348H	S34809	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~13.0	17.0~19.0	…	…	⑤	…	…	…
16-8-2H	S76800	0.05~0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	7.50~9.50	14.5~16.5	1.5~2.0	…	…	…	…	…
…	S31725	≤0.030	2.00	0.040	0.030	0.75	13.5~17.5	18.0~20.0	4.0~5.0	…	…	…	≤0.10	Cu≤0.75
…	S31726	≤0.030	2.00	0.040	0.030	0.75	14.5~17.5	17.0~20.0	4.0~5.0	…	…	…	0.10~0.20	Cu≤0.75
…	S34565	≤0.030	5.0~7.0	0.030	0.010	1.0	16.0~18.0	23.0~25.0	4.0~5.0	…	…	…	0.040~0.060	Nb≤0.10

① 氮含量的分析方法应由采购方和制造厂商定。
② 钛含量应不少于 5 倍的碳含量,但不多于 0.70%。
③ 钛含量应不少于 4 倍的碳含量,但不多于 0.70%。
④ 铌加钽含量应不少于 10 倍的碳含量,但不多于 1.10%。
⑤ 铌加钽含量应不少于 8 倍的碳含量,但不多于 1.10%。
⑥ 此级别用于特殊用途。

8.3　如果按第7节规定的试验有一个分析不符合第9节中规定的要求，可对同一炉号或批中的每一钢坯或钢管进行分析，所有符合要求的钢坯或钢管应予合格验收。

9　拉伸要求

9.1　材料须符合表2中所列的拉伸性能要求。

表 2　拉伸性能要求

级　别	抗拉强度[1] ≥,ksi(MPa)	屈服强度 ≥,ksi(MPa)	标距为 2in. 或 50mm(或 4D)的伸长率 ≥,%	
			纵向	横向
TP304,TP304H,TP304LN,TP316,TP316H,TP316LN,TP347,TP347H,TP348,TP348H、16-8-2H,S31725	75(515)	30(205)	35	25
TP304N,TP316N,S31726	80(550)	35(240)	35	25
S34565	115(790)	60(415)	35	30
TP321,TP321H				
≤3/8in.	75(515)	30(205)	35	25
>3/8in.[2]	70(480)	25(170)	35	25

① TP304 级钢不小于 NPS8、壁厚系列号不小于 140 者,所要求的最小抗拉强度为 70ksi(480MPa)。
② 在发布 A 376/A 376M—88 之前,对于公称壁厚大于3/8in.(9.5mm)的抗拉和屈服强度值曾分别为 75(520)和 30(210)。

10　工艺质量，表面质量和外观

10.1　钢管的制造厂应对足够数量的可见表面缺陷进行探测并对其深度作出适当的评定，以便提供合理的保证。并不需要对所有的表面缺陷进行检查探测，但可能需要保证符合于 10.2 条。

10.2　若表面缺陷穿透到公称壁厚的12.5%或侵入最小壁厚时，应认作为有害缺陷。具有这样缺陷的钢管应用以下方法之一处理：

10.2.1　缺陷可用打磨除去，但剩余壁厚应在规定的限度以内。

10.2.2　补焊根据10.6条焊接修补的规定进行。

10.2.3　在管长要求的限制以内含有缺陷的管段可以切掉。

10.2.4　拒收。

10.3　为了提供良好的成品并作为评估 10.2 条的基础，钢管制造厂应对以下缺陷打磨除去：

10.3.1　机械划痕、擦伤(注 3)和小坑，以及任何深于1/16in.(1.6mm)的缺陷。

注 3：划痕和擦伤是指钢索划痕、撞伤、导轧划痕、轧辊痕、钢球擦痕、刻痕和模具划痕等。

10.3.2 目视缺陷通常是指根据10.1条通过检查发现的深度超过5%公称壁厚的结疤、接缝、折叠、撕裂或裂缝。

10.4 根据采购方的判断，如果按10.2条可以验收的表面缺陷并不是分散的，而是出现在超出了认为是良好加工表面较大的面积上的钢管应予拒收。对这样的钢管的处理由制造厂和采购方双方商定。

10.5 当表面缺陷或有害缺陷通过打磨除去后，保持平滑的曲线表面，且壁厚不得低于本标准的允许值。打磨处的外径可减掉打磨量。

10.5.1 应采用机械卡规或用具有一定精度并经适当校正过的无损测试仪器进行壁厚测量。如有争议，则以用机械卡规测量为准。

10.6 补焊只有在得到采购方的认可时方可进行，并根据A 999/A 999M标准进行。

10.7 成品管应相当直。

10.8 钢管无氧化皮和沾污铁粉粒。若钢管为光亮退火的，则酸洗、喷砂或表面加工是非强制的。采购方可以要求采用作钝化处理。

11 水压试验或无损电测试验

11.1 每根公称管须经无损电测试验或水压试验。除非采购方另有规定，由钢管厂决定可采用任何一种试验。

11.2 水压试验——除非按11.3条和11.4条文规定特殊免除外，每根成品钢管应按A 999/A 999M标准经受水压试验。

11.3 规格大于等于NPS 24的公称管，采购方通过与钢管厂达成协议，可以以系统压力试验来完成水压试验要求，该压力可以是低于或高于标准要求的试验压力，但是，在任何场合试验压力不得低于系统的设计压力。未经钢管厂水压试验出厂的每一根提供的公称管应带有强制性的标志符号“NH”。

11.4 无损电测检验——每根公称钢管按E 213或E 426实用规程接受无损电测试验。除非在采购订单中特别指定，无损电测试验将由钢管厂选择决定。每种试验方法可检测的公称管尺寸范围受各实用规程适用范围的限制。

11.4.1 以下各项信息会对本标准的使用者有帮助：

11.4.1.1 在11.10.1到11.10.4条中规定的参考标准，对标定无损检验设备均是便于校正无损电测设备使用的标准。这些参考标准尺寸不应认为是这些设备所能检测出的最小尺寸缺陷。

11.4.1.2 超声波试验（UT）可以用于探测纵、环向的定向缺陷。应认识到不同方向的缺陷应采用不同的测试技术。超声波检验不能检测出短小而深的缺陷。

11.4.1.3 本标准引用E 426实用规程中涡流试验方法（ET）能检测出重要不连续性缺陷的性质，特别是短的陡变型缺陷。

11.4.1.4 当采购方欲查明能探测出的不连续性缺陷的性质（类型、尺寸、位置和方向）时，这些无损检验方法的特殊应用应和钢管厂讨论。

11.5 检验时间——为标准合格验收目的采用的无损检验应在所有机加工工艺，热处理及矫直钢管之后进行。这一要求并不阻止在工艺过程的较早的阶段中作附加试验。

11.6 表面状态：

11.6.1 所有表面不得有氧化皮、沾污、油脂，油漆或其他可能有碍于判读试验结果的外来物质。为了检验所作的表面清理，其清理方法不可对母材或表面粗糙度有损伤。

11.6.2 过分粗糙的表面粗糙度或深的划痕会有碍于无损检测的信号。

11.7 检验范围：

11.7.1 钢管与变频器、线圈或传感器的相对移动要做到整根钢管表面被扫描到，但在6.2条中所述的除外。

11.7.2 应认识到存在端部效应，端部效应的长度由钢管厂确定，当有要求时，该长度向采购方报告。其他的无损检验可能适用于端部区域，由采购方和钢管厂双方商定。

11.8 无损检验人员资格——试验装置操作人员须按SNT-TC-1A或相当的并成文的标准经过资格评定。

11.9 试验条件：

11.9.1 对于涡流试验，励磁线圈频率的选取必须保证足够穿透深度，同时提供良好的信噪比。

11.9.2 所用的涡流线圈频率应如下：

规定壁厚不大于 0.050in. ——最大为 100kHz

规定壁厚不大于 0.150in. *——最大为 50kHz

规定壁厚不大于 0.150in. **——最大为 10kHz

11.9.3　超声波——对于采用超声波作检验，其最小的公称变频器频率应为 2.00MHz，且最大的公称变频器尺寸应为 1.5in。

11.9.3.1　如果试验装置备有拒收滤波器整定功能，则在标定和试验过程中应始终脱开，除非在整定时能证实其为线性。

11.10　参考标准：

11.10.1　通常长度的参考标准试件应从与所要试验的钢管相同级别、规格（NPS，或外径及壁厚序号或者壁厚）、表面加工和热处理状态的一根公称管上制备。

11.10.2　对于超声波检验标定用的内径或外径缺口试块应是 E 213 实用规程所示出的 3 种常用缺口的一种，由钢管厂选定。内径或外径缺口的深度不得超过钢管规定公称壁厚的 12.5% 或者 0.004in.（0.1mm），两者的较大值。缺口的宽度不得超过其深度的两倍。缺口分别位于钢管的内、外径表面上。

11.10.3　对于涡流试验，参考标准试件应含有下列不连续性的任何一种，由钢管厂选定：

11.10.3.1　钻孔——参考标准试件管上含有 3 个或 3 个以上绕钢管环向均匀分开并纵向错开足够距离的钻孔，以保证识别每一个钻孔分别反射出的信号。钻孔应位于径向并完全穿透管壁，钻孔时应注意避免钢管变形。若该焊缝是可见的话，其中一个钻孔应开在焊缝上。替代方法是焊接钢管的生产厂可以选择将一个孔钻在焊缝上，并将参考标准试件管通过试验线圈 3 次，而每一次将焊缝翻转 120 度角。钻孔孔径应随钢管的公称管尺寸（NPS）不同，如下所述：

NPS 标号	孔径，in.（mm）
≤1/2	0.039（1）
大于 1/2~1¼	0.055（1.4）
大于 1¼~2	0.071（1.8）
大于 2~5	0.087（2.2）
大于 5	0.106（2.7）

11.10.3.2　横切向缺口——用直径为 ¼in.（6.4mm）的圆形刀具或圆锉刀，锉或铣出一个与钢管表面相切并横截钢管纵轴线的缺口。缺口深度为规定公称壁厚的 12.5% 或者 0.004in.（0.102mm），取两者的较大值。

11.10.3.3　纵向缺口——在钢管的外表面平行于钢管轴线的径向平面内，加工出宽度小于等于 0.031in. 的缺口，其深度不超过钢管规定壁厚的 12.5% 或者 0.004in.，两者的较大值。缺口的长度应适合于试验方法。

11.10.3.4　经采购方和钢管厂双方商定，可以使用更多的或较小或两者兼有的不连续性参考用标准。

11.11　标定程序：

11.11.1　在检验每组钢管的开始和终了，以相同规格（NPS，或外径及壁厚序号或者壁厚）、相同钢种级别和热处理状态，以及每相隔不超过 4 小时，试验装置均须经过标定。由钢管厂选定，或者由采购方和钢管厂双方商定结果的要求，可进行更多次数的标定。

11.11.2　当测试系统的整定有任何变化，更换检验人员、设备修理时；或者因为动力损耗，工艺中止而中断时；以及当怀疑有问题时；试验装置也须进行标定。

11.11.3　参考标准试件与所需检验的钢管用相同的速度及相同的试验系统整定状况通过试验装置。

11.11.4　参考标准试件的信噪比为2.5：1或更大，由于像敲击痕、划痕、凹陷、矫直痕等可识别的原因引起的额外信号不应认为是噪音。拒收波幅至少调整到读出显示全刻度的 50%。

11.11.5　如果在任何一次标定中，当其拒收波幅已从上一次的标定下降达波高的 29%（3dB），则从上一次标定以来的钢管都应拒收。此时，试验系统的整定可作改变，或调节变频器、线圈或传感器，并重新整定整个装置，但是从上一次的标定以来，凡测试过的可以合格验收的全部钢管必须重新进行合格验收。

11.12　缺陷的评估：

11.12.1　对于产生大于等于由参考标准试件所产生的最低信号的钢管应加以识别，并和合格验收钢管分离。产生这些信号的部位可以再次

* 原文如此，疑应为“规定壁厚 0.050~0.150in”。——译注。

** 原文如此，疑应为“规定壁厚大于 0.015in”。——译注。

检验。

11.12.2 如果由缺陷产生的信号不能被辨认，或者它们是由裂纹或者类似于裂纹的缺陷产生的信号，则这些钢管都应拒收。这些钢管可以按13节和14节所用的方法进行修理。修理过的钢管必须要通过和原先被拒收时相同的无损检验，并且它们必须要满足本标准的最小壁厚要求。

11.12.3 如果试验信号是由以下可见缺陷所产生，例如：

1）擦伤；
2）表面粗糙度；
3）敲击；
4）矫直划痕；
5）切屑；
6）钢模划痕；
7）刹车划痕；
8）钢管减径皱纹。

如果这些可见缺陷小于0.004in.（0.1mm）或者规定壁厚的12.5%，两者的较大值，则这些钢管外观检查可以合格验收。

11.12.4 被拒收的钢管，如果其壁厚未减小到低于本标准或钢管产品标准所要求的壁厚，则可以重新整修及重新试验。打磨处的外径可以由于打磨而减少。重新试验的钢管如果满足试验要求则可以合格验收。

11.12.5 如果被查明的缺陷其范围能被辨认为非拒收性的，并且如果缺陷未侵入到最小壁厚，则钢管可不必进一步试验，而可以合格验收。

12 要求的力学性能试验

12.1 横向或纵向拉伸试验——每批钢管应取1%进行拉伸试验。

注4：术语“批”适用于由同一炉钢在连续式炉内经相同的成品处理的相同公称尺寸和壁厚（或壁厚标号）的所有钢管。当最终热处理是在分批式炉内进行时，“批”仅应包括在同一炉内装料下作热处理的钢管。

12.2 压扁试验——对在分批式炉内热处理的钢管，应从每一热处理批（注4）取5%的钢管进行压扁试验。在由连续式工艺热处理时，该项试验应在构成每批（注4）的5%、但不少于2根的足够数量的钢管上进行。

13 合格证书

13.1 除了A 999/A 999M标准所要求的证明外，按本标准提供的钢管的合格证书应对未作制造厂水压试验而提供的每根钢管按11.3条加以识别。

14 产品标志

14.1 除了A 999/A 999M标准中所述的标志外，标志中应包括ANSI管壁厚标号、炉号或能识别炉号的制造厂编号，以及如果适用，当未经水压试验时加字符“NH”；和如做了涡流试验时，加字符“ET”；或当做了超声波检验时，加字符“UT”。

14.2 如钢管符合S1到S10中规定的任何补充要求，则除依从14.1条中规定的标志外，还应附加符号“S”及适用的补充要求编号。

14.3 未经采购方同意，不得用钢印模打识别钢印。

15 关键词

15.1 奥氏体不锈钢 给水加热器管子 不锈钢管子 钢管子 钢制焊接管子

特殊要求公称管的补充要求

仅当在采购订货单中有规定时，才采用以下的一条或多条补充要求。采购方可以规定与补充要求中规定不同次数的试验或分析。经采购方和制造厂共同商定，这些补充要求的复试和重新热处理条文也可以作修订。

S1　成品分析

S1.1　每根钢管都应进行成品分析。不符合化学成分要求的单根钢管应予拒收。

S2　横向拉伸试验

S2.1　从每一根公称直径不小于 NPS8 的钢管的一端或两端取样进行横向拉伸试验。如规定了这一补充要求，则还应规定每根钢管的试验数量。如果任何一根管的试样不能符合要求的拉伸性能(抗拉和屈服强度,伸长率),则该根管应予拒收，按 A 999/A 999M 标准进行重新热处理并满足复试要求。

S3　压扁试验

S3.1　应从每根钢管的一端或两端取样进行 A 999/A 999M标准的压扁试验。可以使用切头的管端。如果规定本补充要求，则还应规定每根钢管的试验数量。如果任何一根管的试样在完成压扁试验要求的第一步以前，由于因无韧性而失败，那根管必须拒收，有待于按 A 999/A 999M 标准重新热处理并复试，获得满意的结果。如果任何一根管的试样呈现有可拒收的有害缺陷，除非在随后进行复试表明该管的剩余部分完好，否则该根管应予拒收。

S4　浸蚀试验

S4.1　用按照 E 381 方法的恰当部分进行的浸蚀试验来显示钢的均匀性，浸蚀试验在从每根钢管的一端或两端取的横截面上进行并应显示没有有害的分层、裂纹和类似有害缺陷的完好的和比较均匀的材料。如果规定有本补充要求，亦应规定每根钢管的试验数量。如果从任一根钢管的试样显示有有害的缺陷，这根钢管应予拒收，除掉有缺陷的那端并经随后的复试表示这根钢管的剩余部分是完好和比较均匀的材料则可以验收。

S5　金相照片

S5.1　交货状态下尺寸不小于 6in.(152mm)的供货钢管，可从每段钢管的一端取样拍摄放大 100 倍的金相照片。这样的金相照片上应适当地标识上钢管尺寸、壁厚、管段号和炉号。这种金相照片仅作资料用，并表明交货钢管的实际金属组织。

S6　超声波试验

S6.1　可对每段钢管进行超声波试验以测定钢管的全长是否完好。每一管段应在环向上以整个管段能被超声波扫描到的方式进行超声波试验。校正用标准试块应由一段钢管制备而成，具有两个切槽，一个在内表面，另一个在外表面上。切槽口至少应为 1½in.(38mm)长,其深度为壁厚的 3%或 0.004in.(0.1mm),取其大值。任何产生大于校正标准试块超声指示波幅的钢管应予拒收。

S7　表示可焊接性的热韧性试验

S7.1　高温韧性试验可在同一炉材料的厚壁钢管的管段上进行。合适的试样应加热到初始温度，冷却到 100 F(50℃),然后经受拉伸试验，其最小的断面收缩率应为 60%。初始温度为比材料呈现出韧性降为零的温度低 50℉(30℃)的温度。材料的拒收不应以此项试验为准。

S8　复试

S8.1　根据采购方的要求，复试应在从钢管的任何部分切除的材料管段上进行。不能满足本标准中所述要求的应构成拒收的理由。

S9　稳定化热处理

S9.1　在 6.4 条所要求的固溶退火之后，TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348 和 TP348H 级别应在比初始固溶退火热处理所用的

温度要低的温度下进行稳定化热处理。该稳定化热处理温度应由采购方和卖方之间商定。

S10 晶间腐蚀试验

S10.1 当有规定时，制造厂应根据 A262 实用规程的规程 E 对材料进行晶间腐蚀试验。

注 10.1：实用规程 E 要求对低碳或稳定化类别钢在敏化处理状态下，对于其他类型在交货状态下进行此试验。

S10.2 可能必须根据补充要求 S9 进行稳定化热处理，对于含有钛或铌，特别带“H”字符级别的钢为了满足这一要求是允许的。

压力容器用铬-钼合金钢板

SA-387/SA-387M

（与 ASTM 标准 A 387/A 387M—11 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准主要适用于焊接锅炉和高温压力容器用的铬-钼合金钢板。

1.2 本标准中的钢板按所含的合金元素分为如下几个级别：

级 别	公称含铬量,%	公称含钼量,%
2	0.50	0.50
12	1.00	0.50
11	1.25	0.50
22,22L	2.25	1.00
21,21L	3.00	1.00
5	5.00	0.50
9	9.00	1.00
91	9.00	1.00

1.3 除21L、22L 和 91 级外，每个级别的钢板按其热处理不同而有如拉伸性能表所示的两个抗拉强度类别。在退火状态下这些级别的钢板仅适用于 1 类。21L 和 22L 级也仅适用于第 1 类钢，而 91 级别钢板仅适用于第 2 类钢。

注 1：之前列在本标准中的 911 级钢现包括在 A1017/A1017M 标准中。

1.4 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力限制。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在本标准正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 370 钢制品力学性能试验的试验方法和定义

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途的普通钢板与复合钢板超声直射波检验

A 1017/A1017M 压力容器用铬-钼-钨合金钢板

2.2 AWS 标准：

A 5.5/A5.5M 气体保护金属极弧焊（SMAW）用低合金钢电焊条

A 5.23/A5.23M 埋弧焊（SAW）用低合金钢电焊条和助熔剂

A 5.28/A5.28M 气体保护电弧焊（GSAW）用低合金钢电焊条和焊丝

A 5.29/A5.29M 药芯焊丝电弧焊（FCAW）低合金钢电焊条

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试方法与程序、尺寸和重量的允许偏差、质量和缺陷的修补、标志和装载和订货信息。

3.2 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时，可采用若干附加要求。采购方应查阅本标准中列出的附加要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.3 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，则以本标准中的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢操作——钢应为镇静钢。

5 热处理

5.1 除 91 级钢外，所有钢板均应热处理，热处理方法为退火、正火加回火，或者当采购方同意时，从奥氏体化温度采用鼓风或液体淬冷的

表1 化学成分要求

元素		成分,%									
		2级 S50460	12级 K11757	11级 K11789	22级 K21590	22L级 K21590	21级 K31545	21L级 K31545	5级 S50200	9级 K90941	91级 K91560
C	熔炼分析	0.05~0.21	0.05~0.17	0.05~0.17	0.05~0.15①	≤0.10	0.05~0.15①	≤0.10	≤0.15	≤0.15	0.08~0.12
	成品分析	0.04~0.21	0.04~0.17	0.04~0.17	0.04~0.15①	≤0.12	0.04~0.15①	≤0.12	≤0.15	≤0.15	0.06~0.15
Mn	熔炼分析	0.55~0.80	0.40~0.65	0.40~0.65	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60
	成品分析	0.50~0.88	0.35~0.73	0.35~0.73	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66
P,≤	熔炼分析	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.020
	成品分析	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
S,≤	熔炼分析	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.030	0.010
	成品分析	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.030	0.012
Si	熔炼分析	0.15~0.40	0.15~0.40	0.50~0.80	≤0.50	≤0.50	≤0.50	≤0.50	≤0.50	≤1.00	0.20~0.50
	成品分析	0.13~0.45	0.13~0.45	0.44~0.86	≤0.50	≤0.50	≤0.50	≤0.50	≤0.55	≤1.05	0.18~0.56
Cr	熔炼分析	0.50~0.80	0.80~1.15	1.00~1.50	2.00~2.50	2.00~2.50	2.75~3.25	2.75~3.25	4.00~6.00	8.00~10.00	8.00~9.50
	成品分析	0.46~0.85	0.74~1.21	0.94~1.56	1.88~2.62	1.88~2.62	2.63~3.37	2.63~3.37	3.90~6.10	7.90~10.10	7.90~9.60
Mo	熔炼分析	0.45~0.60	0.45~0.60	0.45~0.65	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10	0.45~0.65	0.90~1.10	0.85~1.05
	成品分析	0.40~0.65	0.40~0.65	0.40~0.70	0.85~1.15	0.85~1.15	0.85~1.15	0.85~1.15	0.40~0.70	0.85~1.15	0.80~1.10
Ni	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.40
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.43
V	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	≤0.04	0.18~0.25
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	≤0.05	0.16~0.27
Nb	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.06~0.10
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.05~0.11
B	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
N	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.030~0.070
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.025~0.080
Al	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.02
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.02
Ti	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.01
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.01
Zr	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.01
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.01

① 厚度大于5in.(125mm)钢板的成品分析碳含量应不大于0.17%。

方法加速冷却，随后进行回火。最低回火温度如下：

类　别	温度，℉(℃)
2,12,11	1150(620)
22,22L,21,21L,9	1250(675)
5	1300(705)

5.1.1　91级钢板应在 1900～1975℉(1040～1080℃)正火并在不低于 1350～1470℉(730～800℃)下回火。

5.2　级别5、9、21、21L、22、22L 和 91 的订货钢板，当未指明按 5.1 条的要求热处理时，则应以消除应力处理或退火状态交货。

5.3　未指明按5.1 条的要求热处理的订货钢板，如需采购热处理时，应由采购方按 5.1 条和所适用的表 2 或表 3 的要求进行。

6　化学成分

6.1　除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17(真空碳脱氧钢)的规定外(该规定不适用于级别 11 的钢)，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7　金相组织

7.1　奥氏体晶粒度——级别为 2 的钢板应具有粗的奥氏体晶粒度。

8　力学性能

8.1　拉伸试验要求：

8.1.1　根据订货单的指定，钢板的拉伸试验性能应符合表 2 或表 3 的相应要求。

8.1.2　当采用8in.(200mm)的标距时，对厚度小于等于¾in.(20mm)的钢板，允许按 A 20/A 20M标准调整伸长率的百分数。

9　焊接修补

9.1　只有在得到采购方的批准之后，方许可进行焊接修补。焊接修补应符合由采购方规定的建造规范的要求。

9.2　所有在 91 级别钢中的修补焊接，应采用下列焊接工艺和焊接耗材之一来完成：

气体保护金属极弧焊（SMAW），A 5.5/A 5.5M，E 90XX-B9；埋弧焊（SAW），A 5.23/A 5.23M EB9+中性助熔剂；钨极惰性气体保护焊（GTAW），A 5.28/A 5.28M ER90S-B9；以及，药芯焊丝电弧焊（FCAW），A 5.29/A 5.29M E91T1-B9。此外，用于焊接修补 91 级别钢的所有焊接耗材的镍加锰（Ni+Mn）的含量不得超过 1.0%。

10　标志

10.1　除 A 20/A 20M 标准中的标志要求外，每张钢板应根据订货的厚度而清楚地打上或喷上字母 A(退火的)、N(正火加回火的)或 Q(加速冷却加回火的)。

11　关键词

11.1　合金钢　合金钢板　承压零件　压力容器钢　钢板　压力容器用钢板

表 2　第 1 类钢板的拉伸性能

项　目	2 和 12 级	11 级	22、21、5、9、21L、22L 级
抗拉强度，ksi(MPa)	55～80 (380～550)	60～85 (415～585)	60～85 (415～585)
屈服强度，ksi(MPa)	≥33(230)	≥35(240)	≥30(205)
伸长率(标距 8in. 或 200mm)，%①	≥18	≥19	…
伸长率(标距 2in. 或 50mm)，%①	≥22	≥22	≥18
断面收缩率，%	…	…	≥45② ≥40③

① 伸长率的调整见 A 20/A 20M 标准。
② 用圆试样测定。
③ 用扁平试样测定。

表3 第2类钢板的拉伸性能①

项 目	2级	11级	12级	22、21、5、9级	91级
抗拉强度 ksi(MPa)	70~90 (485~620)	75~100 (515~690)	65~85 (450~585)	75~100 (515~690)	85~110 (585~760)
屈服强度(0.2%残余变形),ksi(MPa)	≥45(310)	≥45(310)	≥40(275)	≥45(310)	≥60(415)
伸长率②(标距 8in. 或 200mm),%≥	18	18	19	…	…
伸长率②(标距 2in. 或 50mm),%≥	22	22	22	18	18
断面收缩率,%	…	…	…	≥45③ ≥40④	…

① 不适用于退火钢板。
② 伸长率的调整见 A 20/A 20M 标准。
③ 用圆试样测定。
④ 用扁平试样测定。

补 充 要 求

除非在采购订货单中规定，否则不用执行本补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化的补充要求明细表。适用于本标准的项目如下。经供需双方同意也可执行其他试验。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验（对于板厚大于等于 0.625in.［16mm］的材料）

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行的超声波检验

S9 磁粉探伤

S11 按 A 577/A 577M 标准进行的超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

附加补充要求

此外，下列附加补充要求适合于这种用途。S62 和 S63 仅适用于 22 级和 21 级钢。

S53 力学性能试验用的替代位置

当采购方有规定时，拉伸试样和冲击试样的轴心线应取自每一张被测试钢板的板厚中心，而代替取自板厚中心与钢板的顶面或底面的中间位置

S60 限制碳含量

S60.1 5 级钢的最大碳含量应为 0.10%。

S62 回火脆性因素

S62.1 钢的熔炼分析成分应按下列等式加以限制：

$J=(Si+Mn)\times(P+Sn)\times10^4\leqslant150$（Si，Mn，P 和 Sn 的重量百分数）

Cu≤0.20%

Ni≤0.30%

S62.1.1 较低的 J 值，Cu 和 Ni 元素值可按采购方与供货方之间的协议作规定。

S62.1.2 当采购方如此规定时，J 值不应超过 100。

S62.1.3 应报告 J 的数值。

S62.1.4 如果钢板采用焊接修补时，焊缝金属的成分应按下列等式加以限制：

$X=(10P+5Sb+4Sn+As)/100\leqslant15$（P、Sb、Sn 和 As 为 ppm 数）

Cu≤0.20%

Ni≤0.30%

S62.1.5 应报告 X 的数值。

S63 分级冷却后的冲击性能

S63.1 材料的夏比 V 形缺口冲击性能应按下述测定：

S63.1.1 应从每炉钢的一张钢板的同一部位取足额数量的夏比 V 形缺口试验用的试样，以建立两条转变温度曲线。

S63.1.2 一条转变温度曲线的试样应给予由采购方规定的最低焊后热处理（PWHT）周期。

S63.2 另一条转变温度曲线的试样应给予在 S63.1.2 中规定的焊后热处理（PWHT）周期加下列分级冷却热处理：

在 1100℉（593℃）下加热 1h，然后以 10℉（5.6℃）/h 的速率冷却到 1000℉（538℃）。

在 1000℉（538℃）下加热 15h，然后以 10℉（5.6℃）/h 的速率冷却到 975℉（524℃）。

在 975℉（524℃）下加热 24h，然后以 10℉（5.6℃）/h 的速率冷却到 925℉（496℃）。

在 925℉（496℃）下加热 60h，然后以 5℉（2.8℃）/h 的速率冷却到 875℉（468℃）。

在 875℉（468℃）下加热 100h，然后以 50℉（27.8℃）/h 的速率冷却到 600℉（315℃）。

在静止空气中冷却。

S63.3 在每一试验温度下采用一组三个试样，按 A370《试验方法和定义》标准的 V 形缺口试样作试验，从每一条转变温度曲线测定40ft·lbf（55J）对应转变温度。试验温度应包括在上下平台和最少四个中间温度进行试验（见图 S1.1）。

S63.4 应符合下列要求：

$vTr40+2.5\Delta vTr40\leqslant50$℉

$vTr55+2.5\Delta vTr55\leqslant10$℃

式中：

$vTr40$（$vTr55$）= 为材料在经受由采购方规定的最低焊后热处理的 40ft·lbf（55J）转变温度

$\Delta vTr40$（$\Delta vTr55$）= 分级冷却材料的 40ft·lbf

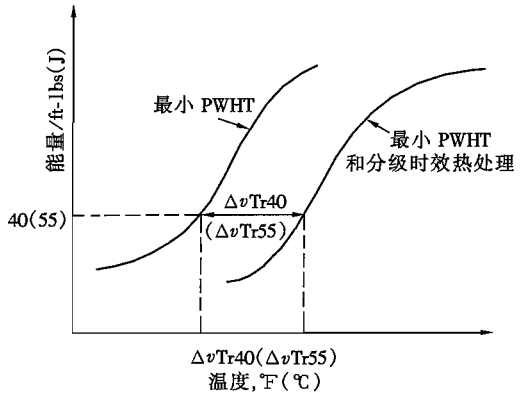
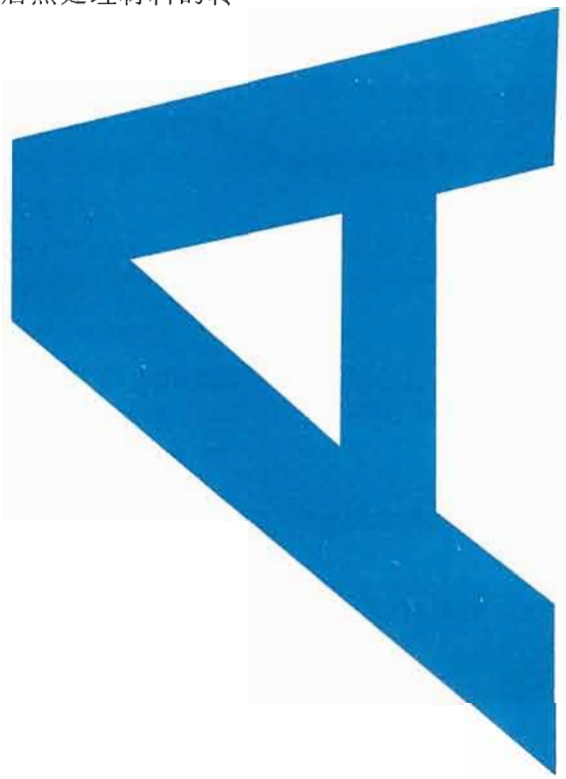
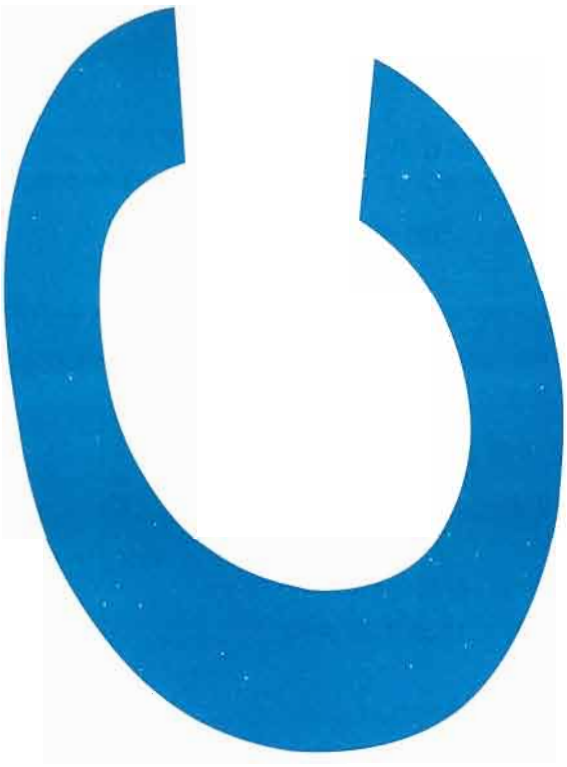


图 S1.1 在分级冷却热处理前后的转变温度曲线

（55J）转变温度的移位。分级冷却材料的 40ft · lbf（55J）转变温度减去只受最低焊后热处理材料的转变温度

S63.5 应报告两个材料状态 40ft · lbf（55J）的转变温度。





锻轧奥氏体不锈钢制管配件

SA-403/SA-403M

[除了删除 14.5 条中的 304/304L/304N，在 6.1(S33228)和 6.4 条中明确热处理要求，删除 5.14 和 5.15 条，以及对 S38815 级钢修改表 2 中的 Ni 的最小含量外，与 ASTM 标准 A 403/A 403M—07 完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于压力管道用的锻轧制奥氏体不锈钢管管配件。

1.2 本标准包括了若干级别的奥氏体不锈钢合金，并分别依据所适用的 ASME 或 MSS 尺寸及额定压力标准，使用 WP 或 CR 前缀来标志钢的级别。

1.3 对于每一种 WP 级别的不锈钢，包括若干类别的管配件，用以表示所采用的是无缝的或焊接的结构。类别标号还用来表示无损试验方法及无损检验（NDE）的范围。表 1 所示为适用于本标准包括的所有级别的 WP 级不锈钢管配件类别的汇总表。CR 级没有类别。特殊要求包括在别处。

表 1 WP 级钢的管配件类别

类 别	结 构	无损检验
S	无缝的	不要求
W	焊接的	由供方超声波
WX	焊接的	射 线
WU	焊接的	超声波

1.4 本标准及适用的材料标准中同时用英寸-磅单位及 SI 单位表示。然而，除非在订单中规定采用“M”标准号（SI 单位），否则材料按英寸-磅单位制供货。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.6 本标准不适用于铸造的管配件。奥氏体不锈钢铸件包括在 A 351/A 351M、A 743/A 743M 和 A 744/A 744M 标准中。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 351/A 351M 承压零件用奥氏体、奥氏体-铁素体（双相）钢铸件

A 370 钢产品力学试验方法和定义

A 480/A 480M 不锈钢和耐热钢轧制钢板、薄板和钢带通用要求

A 743/A 743M 一般用途铁-铬、铁-铬-镍和镍基耐腐蚀钢铸件

A 744/A 744M 几种用途铁-铬-镍和镍基耐腐蚀钢铸件

A 751 钢产品化学分析方法、操作和术语

A 960/A960M 锻轧钢制管道用管配件的共同要求

E 112 确定平均晶粒度用的试验方法

E 165 液体渗透检验试验方法

2.2 ASME 标准：

ASME B16.9 工厂制造的锻钢对接焊管配件

ASME B16.11 承插焊和螺纹连接的锻钢管配件

2.3 MSS 标准：

MSS SP-25 阀门、管配件、法兰和活接头标准标志系统

MSS SP-43 轻型不锈钢对接焊管配件标准实用规程

MSS SP-79 承插焊异径管塞

MSS SP-83 承插焊接的和螺纹端的钢制管道管套节

MSS SP-95 顶锻螺纹接头和大管塞

2.4 ASME 锅炉和压力容器规范：

第Ⅷ卷第一分册，压力容器

第Ⅸ卷，焊接评定

2.5 AWS 标准

A5.4 耐腐蚀的铬和铬镍钢药皮电焊条

A5.9 耐腐蚀的铬和铬镍钢填充焊丝和裸焊条

2.6 ASNT 标准：

SNT-TC-1A（1984） 无损检验人员资格评定和合格证明推荐实用规程

3 订货一般要求和订货须知

3.1 按本标准提供的材料应符合包括示出在采购订货单中的任何补充要求在内的 A 960/A 960M 标准中的要求。若不能符合 A 960/A 960M 标准中的一般要求，便构成与本标准的不一致。当在本标准与 A 960/A 960M 标准之间存在抵触时，应以本标准为准。

3.2 当按本标准订购材料时，应遵守 A 960/A 960M 指出的订货须知。

4 材料

4.1 管配件所用的材料为化学成分符合表 2 中规定的锻件、棒料、板料、无缝或焊接的管状产品构成。有关公用名称见表 3 列出的清单。

4.2 钢应采用下列一种炼钢方法冶炼：

4.2.1 电炉炼钢（可任选炉外脱气和炉外精炼）；

4.2.2 真空炉炼钢；或

4.2.3 用上述一种炼钢法冶炼后，接着进行真空重熔或电渣自耗电极重熔。

4.3 如果采用两次冶炼，炉号则是指用一次冶炼炉号重熔的所有钢锭。

5 制造

5.1 成型——锻造或成型操作可以采用锤锻、压锻、冲孔、挤压、顶锻、轧制、弯曲、熔焊、机械加工，或者同时采用两种或多种方法。成型过程应能保证在管配件上不产生有害缺陷。

5.2 所用类别的管配件都应按第 6 节规定进行热处理。

5.3 按 WP 级 S 类订购的管配件应为无缝结构，并须满足 ASME B16.9、ASME B16.11、MSS SP-79、MSS-83 或 MSS SP-95 标准的全部要求。

5.4 按 WP 级 W 类订购的管配件须满足 ASME B16.9 标准的要求，并且：

5.4.1 滚轧制造的或由管配件制造厂用加填充金属焊接钢管的所有焊缝，均应按第 5.5 条要求用射线照相检验（焊缝）整个长度；

5.4.2 如果焊接是不用填充金属焊接的，则对于由原始公称钢管制造厂或管配件制造厂施焊的单条纵向焊缝不需要进行射线照相检验。

5.4.3 当已完全符合下列条件时，对于由管配件制造厂焊接的纵向熔化焊缝，不要求做射线检验；

5.4.3.1 不添加填充金属；

5.4.3.2 每条焊缝只通过一次焊接操作完成；

5.4.3.3 只是单侧的熔化焊接。

5.4.4 管配件制造厂焊接的焊缝，可按第 5.6 条所述的规范要求进行超声波检验代替射线照相检验。

5.5 按 WP 级 WX 类订购的管配件须满足 ASME B16.9 标准的要求，并且不管是管配件制造厂焊接的还是原材料制造厂焊接的所有焊缝，均应按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一册中 UW-51 节的规定用射线照相检验焊缝整个长度。

5.6 按 WP 级 WU 类订购的管配件须满足 ASME B16.9 标准的要求，并且不管是管配件制造厂焊接的还是原材料制造厂焊接的焊缝，均应按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一册中附录 12 的规定用超声波检验焊缝整个长度。

5.7 这个类别管配件的焊缝，是用射线照相还是用超声波检验，在成型之前、还是在成型之后进行，可由制造厂选定。

5.8 执行无损检验人员应按 SNT-TC-1A 标准考核合格。

5.9 按 CR 类订购的管配件须满足 MSS SP-43标准的要求，但不需要无损检验。

5.10 所有类别管配件的焊工、焊接操作工和焊接工艺应经过按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷评定合格，但不用填充金属焊接的原料管焊缝不要求做这样的评定。

5.11 用填充金属焊接的所有接头，按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一册 UW-35（a）节的要求完成。

表2 化学成分要求

级别[1]		UNS	成分,%										
WP级	CR级	标号	C[2]	Mn[2]	P[2]	S[2]	Si[2]	Ni	Cr	Mo	Ti	N_2C[3]	其他元素
WP XM-19	CR XM-19	S20910	0.06	4.0~6.0	0.045	0.030	1.00	11.5~13.5	20.5~23.5	1.50~3.00	…	0.20~0.40	④
WP 304	CR 304	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…
WP 304L	CR 304L	S30403	0.030[5]	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~12.0	18.0~20.0	…	…	…	…
WP 304H	CR 304H	S30409	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…
WP 304N	CR 304N	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~11.0	18.0~20.0	…	…	0.010~0.16	…
WP 304LN	CR 304LN	S30453	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	8.0~11.0	18.0~20.0	…	…	…	…
WP 309	CR 309	S30900	0.20	2.00	0.045	0.030	1.00	12.0~15.0	22.0~24.0	…	…	…	…
WP 310S	CR 310S	S31008	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	19.0~22.0	24.0~26.0	…	…	…	…
WP S31254	CR S31254	S31254	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	17.5~18.5	19.5~20.5	6.0~6.5	…	0.18~0.22	Cu 0.50~1.00
WP 316	CR 316	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…
WP 316L	CR 316L	S31603	0.030[5]	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~14.0[6]	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…
WP 316H	CR 316H	S31609	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~14.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	…	…
WP 316N	CR 316N	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~13.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	0.10~0.16	…
WP 316LN	CR 316LN	S31653	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	10.0~13.0	16.0~18.0	2.00~3.00	…	0.10~0.16	…
WP 317	CR 317	S31700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	11.0~15.0	18.0~20.0	3.0~4.0	…	…	…
WP 317L	CR 317L	S31703	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	11.0~15.0	18.0~20.0	3.0~4.0	…	…	…
WP S31725	CR S31725	S31725	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	13.5~17.5	18.0~20.0	4.0~5.0	…	0.20	…
WP S31726	CR S31726	S31726	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	13.5~17.5	17.0~20.0	4.0~5.0	…	0.10~0.20	…
WP 321	CR 321	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	⑦	…	…
WP 321H	CR 321H	S32109	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	⑧	…	…
WP S33228	CR S33228	S33228	0.04~0.08	1.00	0.020	0.015	0.30	31.0~33.0	26.0~28.0	…	…	…	Ce 0.05~0.10 Al 0.025 Nb 0.6~1.0
WP S34565	CR S34565	S34565	0.030	5.0~7.0	0.030	0.010	1.00	16.0~18.0	23.0~25.0	4.0~5.0	…	0.40~0.60	Nb 0.10
WP 347	CR 347	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	…	…	⑨
WP 347H	CR 347H	S34709	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	…	…	⑩
WP 348	CR 348	S34800	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	…	…	Nb+Ta=10×ⓒ-1.10 Ta 0.10 Co 0.20
WP 348H	CR 348H	S34809	0.04~0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	9.0~12.0	17.0~19.0	…	…	…	Nb+Ta=8×ⓒ-1.10 Ta 0.10 Co 0.20
WP S38815	CR S38815	S38815	0.030	2.00	0.040	0.020	5.5~6.5	15.0~17.0	13.0~15.0	0.75~1.50	…	…	Cu 0.75~1.50, Al0.30

注1——表格中的省略号(…),表示无要求。

① 标志要求,见第15节。

② 最大值,除非另有指定。

③ 氮的分析方法由需方和制造厂协商确定。

④ 铌含量为:0.10%~0.30%;钒含量为:0.10%~0.30%。

⑤ 小直径或薄壁管管配件,或两者兼有的管配件凡需要经过多道次拉拔者,TP304L和TP316L级的含碳必须小于等于0.040%。小外径管是指外径小于0.500in(12.7mm)的管子,薄壁管是指平均壁厚小于0.049in(1.24mm)的管子。

⑥ 穿孔管的镍含量可为11.0%~16.0%。

⑦ $5\times(C+N_2)-0.70$。

⑧ $4\times(C+N_2)-0.70$。

⑨ 铌含量应不小于碳含量的10倍,但不得大于1.10%。

⑩ 铌含量应不小于碳含量的8倍,但不得大于1.10%。

表 3　公 用 名 称

WP 级[①]	CR 级[①]	UNS 编号	类　型[②]
WP XM-19	CR XM-19	S20910	XM-19[③]
WP 304	CR 304	S30400	304
WP 304L	CR 304L	S30403	304L
WP 304H	CR 304H	S30409	304H
WP 304N	CR 304N	S30451	304N
WP 304LN	CR 304LN	S30453	304LN
WP 309	CR 309	S30900	309
WP 310S	CR 310S	S31008	310S
WP S31254	CR S31254	S31254	…
WP 316	CR 316	S31600	316
WP 316L	CR 316L	S31603	316L
WP 316H	CR 316H	S31609	316H
WP 316N	CR 316N	S31651	316N
WP 316LN	CR 316LN	S31653	316LN
WP 317	CR 317	S31700	317
WP 317L	CR 317L	S31703	317L
WP S31725	CR S31725	S31725	317LM[③]
WP S31726	CR S31726	S31726	317LMN[③]
WP 321	CR 321	S32100	321
WP 321H	CR 321H	S32109	321H
WP S33228	CR S33228	S33228	…
WP S34565	CR S34565	S34565	…
WP 347	CR 347	S34700	347
WP 347H	CR 347H	S34709	347H
WP 348	CR 348	S34800	348
WP 348H	CR 348H	S34809	348H

① 采用由 ASTM 制订的命名系统。

② 除非另外注明，其级别编号原本是由美国钢铁研究所（AISI）命名。

③ 公用名称，并非是广泛使用的商标名称，且不与任何一个生产厂有关。

5.12　用棒材机械加工制成的管配件限制在 NPS4 或更小。弯头、U 形弯管、三通和集箱三通支管不得用棒材坯料直接加工制成。

5.12.1　所有用棒材加工制成的管帽，按 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S52 进行液体渗透检验。

5.13　在冷成型时产生的接管端尺寸不足时允许进行堆焊。堆焊部分不需要进行射线照相检验，但应遵守下列各项：

5.13.1　焊接工艺和焊工或焊接操作工符合5.10条的要求。

5.13.2　焊接后和机加工之前要进行退火。

5.13.3　所有焊缝表面要按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一册附录 8 的要求进行液体渗透检验。

5.13.4　焊缝区域允许修补，但必须重复 5.13.1、5.13.2 和 5.13.3 条的规定。

5.14　删除。

5.15　删除。

5.16　在最终热处理之后，所有“H 级”钢的管配件，具有按 E112 试验方法测定为 7 号或更粗的晶粒度。

6　热处理

6.1　所有管配件应以热处理状态供货。对包括 S33228 级钢在内的 H 级钢的固溶退火要求做单独的固溶热处理，生产过程中的热处理不允许用来代替单独的固溶退火处理。除 6.2 条中列出的级别外，管配件热处理工艺应在最低为 1900℉（1040℃）的温度下固溶退火，直到碳化铬溶化为止，随后以足够的速率冷却，以防止再沉淀。

6.2　在1950℉（1065℃）以上的温度下做固溶退火会有损于 321、321H、347 和 347H 级钢随后当暴露于敏化条件下的抗晶间腐蚀的能力。当采购方有规定时，在最初高的温度下的固溶退火之后采用较低的温度作稳定化处理或再次固溶退火（见补充要求 S2）。

6.3　全部焊接工作在热处理之前完成。

6.4　按 6.1 条直接用经过固溶退火的锻件和棒材坯料机加工的管配件，不需要进行再次固溶退火处理。

7　化学成分

7.1　应测定每次铸锭或每炉钢的化学成分，并应符合表 2 所列各个级别材料的化学成分要求。所示的化学成分要求范围业已扩大，包括通常用来制造本标准管配件的原材料（公称管、管子、钢板、棒材和锻件）的各个标准中所列的不同化学分析要求。与本标准所要求的化学分析有关的方法和操作应按 A751 试验方法、操作和术语进行。可以采用 A 480/A 480M 标准规定的成品分析偏差。

7.2　各个级别的钢不得含有任何非订购级别指定元素的含量达到符合于其他级钢的要求，而

该元素是具有要求最小含量的规定元素。

7.3 焊接结构管配件中，熔敷金属的合金成分（C、Cr、Ni、Mo、Nb 和 Ta）应符合基体金属的要求，或符合与 AWS 填充金属标准 A 5.4 或A 5.9相当的焊缝金属的要求（348 型焊缝金属列在 AWS A5.9 中，而不在 AWS A5.4 中）。例外的是，当在 304L 和 304 型基体金属上焊接时，其熔敷金属应分别相当于 AWS E308L（ER308L）和 E308（ER308）；当在 321 型基体金属上焊接时，其焊缝金属应相当于 AWS E347（ER347 或 ER321）；以及当在 S31725、S31726、S31254 或 S33228 基体金属上焊接时，其焊缝金属的合金元素或者与基体金属相一致，或者与 AWS A5.11 中 ENiCrMo·3（UNS W86112）［AWS A5.14 NiCrMo·3（UNS N06625）］相一致。

7.3.1 焊接316、321 或 347 型的厚截面管配件需要使用具有适当耐腐蚀性能的 16-8-2 填充金属，则可规定采用补充要求 S1。

8 拉伸性能

8.1 管配件材料的拉伸性能须符合表4的要求。试验和报告按 A370 方法和定义进行。

表 4 拉伸性能要求

所有 WP 和 CR 级	屈服强度，≥ ksi（MPa）	抗拉强度，≥ ksi（MPa）
304，304LN，304H，309，310S，316，316LN，316H，317，317L，321，321H，347，347H，348，348H，S31725	30［205］	75［515］
304L，316L	25［170］	70［485］
304N，316N，S31726	35［240］	80［550］
XM-19	55［380］	100［690］
S31254	44［300］	94［650］~ 119［820］
S33228	27［185］	73［500］
S34565	60［415］	115［795］
S38815	37（255）	78（540）
伸长率要求，≥，%		
	纵 向	横 向
4D① 标距的标准圆试样，或小比例尺寸试样，或条状试样	28	20

① S38815 的 2in. 标距的伸长率，应≥30%。

8.1.1 拉伸试验试样从纵向切取或从横向切取都是允许的。

8.1.2 尽管表4规定了纵向和横向试样伸长率要求，但它不是企图两种要求同时使用，而是预期的只是纵向要求，它与所用适当的试样是相称的。

8.2 在原材料上所做的拉伸试验报告，应证明在原材料和管配件材料的热处理相同的情况下，管配件材料的性能满足本标准的要求。

8.3 如果原材料未经试验，或者如果原材料的热处理与管配件的热处理不同，则管配件制造厂应对每炉钢代表成品管配件的材料至少做一次拉伸试验，且热处理条件应与其所代表的管配件相同。焊接工艺应按 5.8 条的要求评定合格。

8.4 如果需要做通过焊缝的拉伸试验，应规定采用 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S51。

9 水压试验

9.1 本标准不要求做水压试验。

9.2 WP 级的每个管配件须能经受住与其匹配的管道所规定的试验压力，而不出现损坏、泄漏或损害其使用的可靠性。

9.3 CR 级的每个管配件除 9.3.1 条中的三通管外，须能经受住 MSS SP-43 标准中额定的试验压力，而不出现损坏、泄漏或损害其使用的可靠性。

9.3.1 用交叉焊缝制造的 CR 级三通须能承受 MSS SP-43 标准中额定压力的 70%的水压试验。

10 表面质量

10.1 按本标准供货的管配件要进行外观检验。选择典型的表面不连续性应测定其深度。除了 10.3 和 10.4 条所述者外，管配件不得有深度超过规定公称壁厚 5%的表面不连续性，并具有良好的加工表面。

10.2 除了10.3和 10.4 条所述者外，深度超过规定公称壁厚 5%的表面不连续性，由制造厂采用机械加工或修磨方法去除至露出完好的金属，而且修整区是完好无损的。各整修处的壁厚至少为规定公称壁厚的 87.5%，并且各整修处的直径在规定极限范围内。

10.3 表面细裂纹（鳞斑）深度超过 1/64in（0.4mm）的须去除。

10.4 机械伤痕的深度超过1/16in（1.6mm）的须去除。

10.5 如果去除表面不连续性使任一处的壁厚减薄到规定公称壁厚的87.5%以下，该管配件拒收或按 10.6 条的规定进行修补。

10.6 焊补：

10.6.1 按1.1条所列尺寸标准制造的管配件或制造厂为库存所生产的其他标准管配件，其基体金属内不可接受的缺陷允许进行修补。按需方要求生产的特殊管配件，只有事先取得需方的许可方可修补。当缺陷深度超过公称壁厚的33⅓%，或缺陷面积超过管配件表面积的 10%时，则在任何情况下都不允许焊补。

10.6.2 焊接工艺和焊工按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷的要求评定合格。

10.6.3 焊缝熔敷金属的化学成分按7.3条和所用材料的合格程序来确定。

10.6.4 不可接受的缺陷采用机械方法或热切割或凿槽的方法清除。为焊补准备的空腔按 E 165 实用规程进行液体渗透检验。在准备好的空腔内不允许有裂纹。无损检验人员按 SNT-TC-1A评定合格。

10.6.5 焊补处按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷的规定，打上永久性的焊工钢印或符号。

10.6.6 焊补区与基体金属均匀地熔合在一起，并按 E 165 实用规程进行液体渗透检验。在焊缝内或在基体金属周围 1/2in（12.7mm）范围内不允许有裂纹。无损检验人员按 SNT-TC-1A 评定合格。

10.6.7 经焊补之后，管配件按第 6 节进行热处理。

10.7 管配件无氧化皮，并经钝化处理。

11 尺寸

11.1 包括在 ASME B16.9、ASME B16.11、MSS SP-43、MSS SP-79、MSS SP-83 或 MSS SP-95 标准中的管配件，其规格、形状和尺寸应符合这些标准的规定。

11.1.1 规格或形状不同于这些标准但符合本标准全部其他要求的管配件，可按 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S58 供货。

12 拒收和复审

12.1 不符合本标准要求的管配件可以拒收。拒收后应迅速以书面报告通告生产厂或供方。如果对试验结果有异议，生产厂或供方可以要求复审。

12.2 对在车间加工或使用过程中出现缺陷的管配件可以拒收。拒收后迅速以书面报告通知制造厂。

13 试验报告

13.1 本标准所包括的所有管配件要求出具试验报告，试验报告包括以下内容：

13.1.1 所提供的管配件适用标准的年号；

13.1.2 炉号或可追踪到炉号的系列编号；

13.1.3 所有原始材料的化学分析；

13.1.4 所有原始材料的力学性能；

13.1.5 对于添加填充金属的结构，焊缝金属的化学分析；

13.1.6 对于焊接的管配件，其结构方法，焊接工艺和工艺程序标准的编号；

13.1.7 热处理型式；

13.1.8 所有无损检验的检验结果；

13.1.9 按补充要求和采购订货单要求的所有试验结果；以及：

13.1.10 一份说明管配件是按标准制造、取样、试验和检验过的、并符合要求的说明文件。

14 产品标志

14.1 所有管配件有规定内容的钢印，或按最新版的 MSS SP-25 标准在每个管配件上作合适的标志。见表 5 标志级和类别的例子。

表 5 不同级别及类别用产品标志的举例

级别及类别标志	说 明
CR304	单一级别：无 CR 类
CR304/304L	多个级别，符合每一级别的化学成分和力学性能
WP304-S	单一级别：无缝的
WP304-W	单一级别，焊接的：添加填充金属焊接，钢管焊缝做 RT 或 UT，且全部是管配件制造厂的焊缝
WP304-WX	单一级别，焊接的：所有焊缝添加或不添加填充金属，做 RT
WP304-WU	单一级别焊接的：所有焊缝添加或不添加填充金属，做 UT
WP304-304L-S	多个级别：符合每一级别的化学成分和力学性能：无缝的

14.2 作标志用的油漆或油墨中氯化物、锌或铜这类金属或金属盐的含量不得达到有害程

度，因为它们在加热时会起腐蚀作用。壁厚小于0.083in（2.1mm）的管配件，不应使用钢印标志。可采用电振动笔刻上标志。

14.3 对接焊接的管配件规定标志内容为：制造厂名称或商标（见注1），管标号或公称壁厚代号、规格、级别（见表2）、类别，以及炉号或制造厂的炉号识别。螺纹连接或承插焊的管配件，其材料级别后不必加“S”符号。

14.4 螺纹连接或承插焊连接的管配件规定标志内容为：制造厂名称或商标（见注1），压力级或管标号、级别（见表2）和类别，以及炉号或制造厂的炉号识别。

注1：识别标志的目的是证明制造厂是管道部件符合本标准的组织。

14.5 化学成分和力学性能符合表2和表4中两个或两个以上类别或级别要求的管配件，可以标上两个或两个以上类别或级别的代号，例如WP316/316L等。

14.6 条形码——除了14.1、14.2、14.3、14.4和14.5条的要求外，条形码也可以作为补充标记方法。买方可以在订货单中规定一种特殊的条形码系统。如果条形码系统由供方任选，则应按照已发布的一种条形码工业标准进行。若用于小零件上，条形码可应用在箱体上或在一个结实的适用标牌上。

15 关键词

15.1 奥氏体不锈钢 耐腐蚀应用 管配件钢 管道用 承压零件 不锈钢管配件

补 充 要 求

在采购订货单或合同中，可包括下述或列在 A 960/A 960M 标准中的一项或几项补充要求。凡被包括的补充要求就与本标准正文具有同等效力。补充要求未曾完整规定的细节应按采购方和供货方之间的协议。

S1 特殊的填充金属

S1.1 填充金属为 AWS 标准的型号E16-8-2或ER16-8-2（分别在 AWS A 5.4 和 A 5.9 标准中）。用 16-8-2 焊缝金属焊接的管配件标志 WP____HRW 或 CR____HRW。

S2 稳定化热处理

S2.1 321、321H、347、347H、348 和 348H 级的管配件须进行稳定化热处理，以代替 6.2 条所要求的固溶退火处理。稳定化热处理工艺为管配件在 1500～1600℉（815～870℃）温度下，每英寸厚度至少保温 2h/in（4.7min/mm），然后在炉内或空气中冷却。除了第 14 节所要求的标志外，在级别代号后加上“S10”符号。

压力容器用碳素钢薄板

SA-414/SA-414M

（与 ASTM A 414/A 414M—07 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于熔化焊或钎焊焊接用热轧的碳素钢薄板。焊接技术和钎焊技术是基本要素，且应依照商用的实用规程。

1.2 本标准中包括下列级别的钢材：

级别	力学性能要求			
	屈服强度，min		抗拉强度，min	
	ksi	MPa	ksi	MPa
A	25	170	45	310
B	30	205	50	345
C	33	230	55	380
D	35	240	60	415
E	38	260	65	450
F	42	290	70	485
G	45	310	75	515

1.3 热轧碳素钢薄钢板通常以定尺长度以及十进制的厚度供货。如若按照 3.1.4 条要求在板坯的中间位置取代表性拉伸试样，则可以提供卷材。采购方应意识到这样做会要求切割板卷以获得试样，从而将产生一半长度尺寸的板卷。薄板按下列尺寸限制提供：

厚度，in.（mm）	宽度，in.（mm），大于 12（300）
0.270~0.230（7.0~6.0）	薄板（双卷料）
<0.230~0.057（6.0~1.5）	薄板

1.4 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI（公制）单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.5 公差要求参见 A 568/A 568M 和 A 635/A 635M 标准。所适用的通用要求标准取决于订购产品的厚度和宽度。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 568/A 568M 碳素钢和高强度低合金钢热轧和冷轧薄板通用要求标准

A 635/A 635M 高强度低合金和改良可成形性高强度低合金钢，碳素钢结构用热轧大厚度钢板、薄板和钢带通用要求标准

3 订货须知

3.1 按本标准订购材料的订货单应按需要包括下列信息，充分地说明所需材料：

3.1.1 标号或标准编号，出版日期和级别；

3.1.2 当要求时，含铜钢；

3.1.3 如有要求，特殊的要求；

3.1.4 状态——如有要求，经酸洗（除非订购干燥表面，如此订购的材料将是涂油的）；

3.1.5 尺寸，包括边缘的类型。

3.1.5.1 经采购方和生产厂协商同意，按本标准订购的材料，将按符合适用标准或者按照 A 568/A 568M 标准或 A 635/A 635M 标准中示出的受限制的厚度公差供货。

注 1：并非是所有的生产厂能够满足 A 568/A 568M 标准或 A 635/A 635M 标准中的厚度公差表格里的厚度公差限制值。采购方在提出采购订货单之前，应就可行的限制值与生产厂接洽。

3.1.6 浇注分析或熔炼分析，或试验报告请求，或者当有要求时两者。

注 2：典型的订货要求描述，如下所示："ASTM A414，级别 A，热轧薄板，0.100in.（2.54mm）×36in.（914.4mm）×96in.（2438mm），切割边缘。

4 化学成分

4.1 浇注或熔炼分析——钢的熔炼分析应符合表 1 中规定的化学成分要求。

4.1.1 可以存在未规定元素。未规定元素

的限制值则应如表 2 中所述。

4.1.1.1 熔炼分析报告中应包含表 2 中的所有元素。当元素含量分析值在 0.02%以下时，分析值应报告为“<0.02%”。

4.2 成品分析，校核或验证分析——采购方可以在代表每一炉钢的成品材料做此种分析。

4.3 除氧——对于所有级别钢，要求为镇静钢。参见表 1 和脚注 A 和 B。

5 力学性能要求

5.1 拉伸强度

5.1.1 要求——由试验试样所代表的材料应符合表 3 中规定的拉伸性能要求。

5.1.2 试验次数——每一轧制状态的板坯产品应做两个拉伸试验。

5.1.3 位置和取向(见图 1)：

5.1.3.1 拉伸试样应取自代表每一轧制状态板坯的中间和后端的位置。

5.1.3.2 拉伸试样应取自轧制状态薄板的全厚度。

5.1.3.3 拉伸试样应取自轧制状态的薄板中心与板材边缘两者之间大约一半的中点位置。

5.1.3.4 拉伸试样应取自与轧制方向垂直的试样的中心线(横向试验)。

5.1.4 试验方法——除非另有规定，屈服强度应采用 0.2%残余变形方法或在载荷下产生 0.5%延伸的方法确定。

6 交货的一般要求

6.1 除非在这里另有规定，按本标准供货的材料应符合 A568/A568M 标准或 A 635/A 635M 标准的现行版的适用要求。

7 工艺质量

7.1 材料应无有害缺陷(参见 A 568/A 568M 标准或 A 635/A 635M 标准，适用性随板厚)。

8 表面精整及外观

8.1 表面精整

8.1.1 除非另有规定，材料应是未经清除热轧的氧化层或氧化皮供货的。

8.1.2 当有要求时，可以规定材料应是经酸洗或喷丸清理过的(除去氧化皮)。

8.2 涂油

8.2.1 除非另有规定，材料应是按不涂油(干燥表面)供货。

8.2.2 当规定需要经酸洗或喷丸清理的材料，应是涂油供货的。当有要求时，酸洗或喷丸清理的材料可以规定按干燥表面(不涂油)供货。

8.3 边缘——除非另有规定，还未经热轧氧化层或去除氧化皮的薄板材料应以压轧边缘供货，或者，还未经热轧氧化层或去除氧化皮的薄板材料应以切割边缘供货。

9 合格证书和报告

9.1 钢材制造厂或加工厂应提供一份示明为确定与本标准相符的熔炼分析和力学性能试验结果报告的复印件。

9.2 试验报告应包括采购订货单的编号，标准号和年号，产品标号，钢材级别号，炉号；并且，按照要求，提供熔炼分析和由拉伸试验示出的力学性能。

9.3 在试验报告上不要求签名。然而，在报告文件上应清楚地识别出提交报告的机构。尽管没有签名，提供报告的结构应对试验报告的内容负责。

9.4 从电子数据交换(EDI)传送得到的电子数据表格形式的材料试验报告、检验合格证或类似的打印文件应视作为与出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI 传送文件的内容，应符合在采购方和供货方之间任何存在的 EDI 协议。尽管没有签名，提供打印的合格证或 EDI 传送的合格证的组织应对报告的内容负责。

10 成品标志

10.1 在每一张定尺长度薄板的距离板材边缘不小于 12 in.(300mm)的两个部位上，应清晰和持久地打印出钢材制造厂的名称或商标，炉号和板坯编号，标准标号和钢材级别号。最大长度和宽度方向尺寸未超过 72in.(1800mm)的定尺长度的薄板，应在板材的中间与侧边之间大约中间的位置上，应清晰和持久地打印在一个部位上。在每一个试样上应清晰和持久地打印出钢材制造厂的试验识别号。在(厚度)小于 0.250in.(6mm)的薄板材上，禁止打钢印。

10.2 对于卷材产品，10.1 条要求的信息，应清晰和持久地标记在每一卷卷材和粘贴在每一卷卷材的标签上。

11 关键词

11.1 碳素钢薄板 压力容器钢 薄钢板。

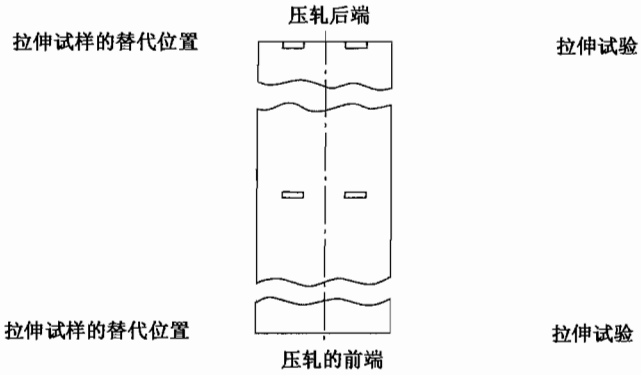


图 1 试验用试样的位置

表 1 化学成分要求

元 素	成分，重量百分数,%，熔炼分析						
	级别 A	级别 B	级别 C	级别 D	级别 E	级别 F	级别 G
C，max	0.15	0.22	0.25	0.25	0.27	0.31	0.31
Mn，max	0.90	0.90	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20
P，max	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
S，max	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Al①	0.02~0.08	0.02~0.08	0.02~0.08	0.02~0.08	0.02~0.08	0.02~0.08	0.02~0.08
Si①	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
当规定含铜钢时，Cu，min	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

① 当硅含量在 0.15 和 0.30 之间时，钢材应看作为铝-硅镇静钢，否则则应视为铝镇静钢。

表 2 未规定元素的限制值(见 4.1.1 条)

Cu，max,%①	熔炼分析	0.40
	成品分析	0.43
Ni，max,%①	熔炼分析	0.40
	成品分析	0.43
Cr，max,%①,②	熔炼分析	0.30
	成品分析	0.34
Mo，max,%①,②	熔炼分析	0.12
	成品分析	0.13
V，max,%③	熔炼分析	0.03
	成品分析	0.04
Nb，max,%③	熔炼分析	0.02
	成品分析	0.03

① 按熔炼分析，铜、镍、铬和钼的总和不得超过 1.00%。当规定了一个或多个这些元素时，该总含量不适用，在这种情况下，只有个别的限制值适用于剩余的未规定元素。

② 按熔炼分析，铬和钼元素之和不得超过 0.32%。当规定了一个或多个这些元素时，该含量之和不适用，在这种情况下，只有个别的限制值适用于剩余的未规定元素。

③ 按照协议，对于钒或铌元素，或者两者的熔炼分析可以分别增加到 0.10%和 0.05%。

表 3 拉伸性能要求

	级别 A	级别 B	级别 C	级别 D	级别 E	级别 F	级别 G
拉伸强度：							
min，ksi(MPa)	45(310)	50(345)	55(380)	45(310)	45(310)	45(310)	45(310)
max，ksi(MPa)	60(415)	65(450)	70(485)	60(415)	60(415)	60(415)	60(415)
屈服强度，							
min，ksi(MPa)①	25(170)	30(205)	33(230)	25(170)	25(170)	25(170)	25(170)
2in.（50mm）标距的伸长率，min,%							
<0.270~0.145(<7.0~3.8)	26	24	22	20	18	16	16
<0.145~0.089(<3.8~2.2)	24	22	20	18	16	14	14
<0.089~0.057(<2.2~1.5)	23	21	19	17	15	13	13
8in.（200mm）标距的伸长率，min,%							
<0.270~0.145(<7.0~3.8)	20	18	16	14	12	10	10

① 屈服强度采用 0.2%残余变形方法或在载荷下产生 0.5%延伸的方法确定。

低温用锻制碳钢和合金钢管配件

SA-420/SA-420M

（与 ASTM 标准 A 420/A 420M—04 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于 ASME B16.9、ASME B16.11、MSS SP-79 和 MSS SP-95 最新版标准的锻制碳钢和合金钢无缝焊接结构管配件。不同于这些 ASME 和 MSSVF 标准的配件应按 A960 标准的补充要求 S58 的规定供货。这些配件用于低温的压力管道和压力容器。

1.2 本标准为需要作更进一步检验的配件规定了可选择的补充要求。采购方如有要求，可以在订货单中指定一项或几项补充要求。

1.3 本标准中同时用英寸-磅单位及 SI 单位表示。所以，除非在订货单中规定采用“M”标准号(SI 单位)，否则材料按英寸-磅单位制供货。

1.4 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。

2 引用标准

2.1 除了列在 A 960 标准中的那些引用标准外，下面列出的标准清单适用本标准。

2.2 ASTM 标准

A 370 钢产品力学试验方法和定义

A 960 热锻轧钢制管道用管配件的共同要求

2.3 ASME 标准

B 16.9 工厂制造的锻钢对接焊管配件

B 16.11 承插焊和螺纹连接的锻钢管配件

ASME 锅炉和压力容器规范

第Ⅷ卷第一分册 压力容器

2.4 MSS 标准

MSS SP-25 阀门、配件、法兰和活接头标准的标志系统

MSS SP-79 承插焊异径管塞

MSS SP-95 缩口套管接头和大的堵塞

2.5 ASNT 标准

ASNT(1984)SNT-TC-1A 无损检验人员资格评定和合格证明推荐实用规程

3 订货须知

3.1 见 A 960 标准。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的材料，须符合现行版本的 A 960 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 960 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准与 A 960 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准。

5 材料

5.1 管配件用材料应是锻件、棒材、钢板、无缝钢管或加填充金属的熔焊钢管。其化学成分应符合表 1 的要求。钢应采用下列方法之一冶炼：平炉、氧气顶吹转炉或电炉炼钢法。炼钢应采用公认的、为炼制出满足本标准的冲击性能要求的钢所必须的冶炼操作方法。

6 制造

6.1 锻造或成型操作可以采用锤锻、压锻、穿孔、挤压、顶锻、轧制、弯曲、熔焊或机械加工进行，或者同时采用两种或多种方法。成型过程应能保证在配件上不产生有害缺陷。

6.2 所有焊缝，包括制造管配件的管状产品的焊缝应：(1)焊工、焊接操作工和焊接工艺应按 ASME 第Ⅸ卷评定合格；(2)按本标准第 7 节作热处理；(3)按本标准第 14 节对每一整条焊缝进行无损检验。焊缝的射线照相检验可以在成形之前或在成形之后进行，由制造厂决定。无损

检验人员应按 SNT-TC-1A 标准考核合格。

6.3 配件的焊接接头应按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一册 UW-35(a)节的要求完成。

6.4 用冷成形方法制造的全部对焊三通应采用 A 960 标准的补充要求 S52 和 S53 中所规定的方法之一进行液体渗透检验或磁粉检验。这项检验应在最终热处理之后，由按 ASNT 推荐实用规程 SNT-TC-1A 考核合格的无损检验人员进行。只有三通的外壁区域需要进行检验。这个区域是指从支管出口焊缝坡口至主管中心线或焊缝中心线的环形区。当尺寸允许时，应对可接近的内、外表面都进行检验。在去除任何裂纹之后，三通应当用原来检验方法重新进行检验。合格的三通应标上符号 PT 或 MT，以表示符合标准。

6.5 短管接头可采用一个由相同合金级别及成分的板或棒材制成的整圈圆环，焊接到公称管直段外侧的方法生产，只要焊接是双面焊全焊透的并满足 6.2 条对质量评定及射线的要求，以及 7.1 条对焊后热处理的要求。

7 热处理

7.1 所有管配件应以正火、正火加回火、退火或淬火加回火状态供货。所有焊接工作应在奥氏体化热处理之前完成。

7.2 对取得冲击试样材料的全壁厚，应随每炉批装料按 10.4.2 或 10.4.3 条的规定进行热处理。

7.3 成形后，配件应允许冷却到低于下临界温度，然后用 7.1 条所列的其中一种方法进行热处理。

7.4 当订货单中规定由采购方在对配件进行焊接后进行焊后热处理时，则试样应进行同样的焊后热处理。除非订货单中另有规定，否则采购方应按表 2 的规定进行焊后热处理。

8 化学成分

8.1 钢材应符合表1中规定的各个材料化学成分的要求。

8.2 钢不应含有任何对订购级别未规定的元素到如此程度，以致使它符合了其他级别钢的要求，如果其他级别钢中该元素是有要求最小含量的规定元素。

8.3 不要求焊缝金属的化学成分一定要符合与基体金属一样的限制条件。然而，焊缝熔敷金属的成分应能满足本标准规定的最低力学和冲击性能的要求。通常，合金元素含量应与基体金属相同，但不应超过 6%，含镍 9%的合金钢配件除外。

8.4 成品分析为可选项。

9 拉伸性能

9.1 管配件材料的拉伸性能应符合表3所列适用材料级别的拉伸性能要求。

9.2 应对每个炉号的材料，在与其所代表的成品配件相同的热处理状态下，至少进行一次拉伸试验，配件的壁厚与代表试样的厚度之差不超过¼in.(6mm)。每个炉号的焊缝金属应在热处理之后，按与基体金属相同的方法至少进行一次拉伸试验。如果未规定采用 A 960 标准中的补充要求 S51，则不需要报告试验结果。

9.3 拉伸试验的记录应证明配件材料符合本标准的拉伸性能要求。

10 冲击试验性能

10.1 性能

10.1.1 母材和焊缝金属的缺口试棒冲击性能，对相应级别的材料，应符合表 4 和表 5 的要求。

10.1.2 复试——当三个试样的平均值等于或大于单个试样所允许的最小值，但至少有二个试样的数值小于所要求的平均值时，或者当有一个试样的数值小于单个试样所允许的最小值时，应另取三个试样进行复试。每个复试的试样的数值都应等于或大于所要求的平均值。如由于试样有缺陷，或试验方法不当而造成试验结果反常，则允许进行复试。

10.2 方法

10.2.1 按本标准供货的所有管配件材料，应按表 6 中规定的相应级别材料的试验温度进行抗冲击试验。当供需双方协商同意并在订货单中规定时，除上述要求外，允许有其他要求。在这种情况下，冲击试验可以在不同于表 6 规定的温度下进行，但试验温度至少应如预定的使用温度那样低，并在配件上按第 18 节的要求做上适当的标志，以识别所报告的试验温度。

10.2.2 带缺口试棒冲击试验应按 A 370

试验方法和定义中简支梁夏比冲击试验方法进行。每次冲击试验包括破坏三个冲击试样。

10.3 试样

10.3.1 带缺口冲击试样应按 A 370 试验方法和定义的规定，为 V 型缺口的简支梁夏比 A 型试样。应采用横截面为 10mm×10mm 的标准试样，除非在被试验的材料不够厚的情况下，应采用能得到的最大的标准小尺寸试样。当成品配件的尺寸或形状不足以得到最小的标准小尺寸试样时，就不要求配件制造厂进行冲击试验。用于取试样的材料应按 10.4.2 和 10.4.3 条的规定与同一批炉料进行热处理。可从制造配件的原材料上取样，也可从成品管配件上取样进行冲击试验，应由制造厂决定。

10.3.2 切取试样时，应使试样的纵轴与配件的纵轴平行，而 V 型缺口的轴线应与表面垂直。壁厚大于 1in.（25mm）时，试样的纵轴位置应在距外表面½in.（13mm）处切取。

10.3.3 对焊缝进行试验时，试样的缺口应在焊接接头上。如果直径和壁厚允许的话，试样的纵轴应横切焊缝的纵轴。缺口的轴线应垂直于表面。

10.4 试验次数

10.4.1 一次缺口试棒冲击试验应包括打断三个试样。每次试验仅代表同一炉号的配件，切取试样的材料厚度与配件厚度差不应大于¼in.（6mm）。

10.4.2 当热处理是在没有装备经校准的记录式高温计的炉子内进行时，应对每次装炉热处理的每个炉号的配件进行一次冲击试验。试样应包括在每炉批装料内。如果这项热处理是在没有装备经校准的记录式高温计的连续式炉内进行时，则每个炉号中每 5000lb 或 2550kg（或更少）的配件成品应进行一次冲击试验。

10.4.3 如果热处理是在能控制在 50℉（28℃）范围内、并装备有经校准的能取得热处理全部记录的记录式高温计的炉子里进行时，则每个熔炼炉号的材料需要做一次冲击试验，只要其他所有热处理是在相同温度下进行的，并且包括装有试样的每炉装料的温度控制同样不超过 50℉（28℃）的范围即可。

10.4.4 焊接结构的管配件，应按 10.4.1 或 10.4.2 条的要求对焊缝金属进行同样次数的附加冲击试验。

10.4.5 在机械加工时或在试验之前发现试样有缺陷，可以废弃，另取的代替试样应认为是原始试样。

10.5 重新处理

10.5.1 如按10.4.2和10.4.3条要求进行的冲击试验结果不符合10.1条所规定的要求，则该组配件可以重新处理并重新交付复试。每组配件的重新处理不得多于两次。

11 水压试验

11.1 本标准不要求对管配件进行水压试验

11.2 所有管配件应能够承受水压试验而不破裂、不渗漏或不损害其使用性能，水压试验压力等于与其配合使用的材质等同的钢管进行水压试验时规定的试验压力。

12 尺寸

12.1 按本标准订购的对焊管配件和对焊短半径弯头以及 U 形弯头应分别符合最新版本的 ASME B16.9 规定的尺寸和公差。按本标准订购的承插焊和螺纹连接配件应符合最新版本的 ASME B16.11 规定的规格、形状、尺寸和公差。

12.2 规格和形状与上述标准不同、但能满足标准的全部其他要求的管配件，可按 A 960 标准的补充要求 S58 供货。

13 表面质量

13.1 见 A 960 标准。

13.2 焊接修补（基体金属）：

13.2.1 按 ASME 或其他相当标准规定的尺寸标准制造的零件，制造厂可以焊补。

13.2.2 按采购方的尺寸要求制造的特殊零件，应事先取得采购方的许可，方可进行焊补。

13.2.3 焊补应采用能使焊件产生低氢的焊接工艺来完成。只有取得采购方同意，方可进行短路气体保护金属极电弧焊。

13.2.4 焊补应按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷的规定打印上焊工钢印或符号的永久标记。

13.2.5 焊补之后，管配件应按 7.1 条的要求进行热处理。

13.2.6 每个炉号具有代表性的焊接熔敷

金属的拉伸和冲击试验结果，应符合 9.2 和 10.1 条的要求。

14 射线照相检验

14.1 所有熔焊对接接头，应按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一册 UW—51 节进行全长射线照相检验。制造厂焊接的焊缝，可按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第一册附录 12 进行超声波检验，以代替射线照相检验。通常，射线照相检验或超声波检验应在全部成形操作完成之后进行。用熔焊钢管制成的配件，如果钢管已经过射线照相检验，就无需进行射线照相检验，但配件在成形过程中焊缝应无明显的损伤。

15 检查

15.1 除非另有协议，否则所有的检验和检查都应在制造厂现场进行。

15.2 当协议要求其他试验时，可从订单中包括的各批管配件材料中进行。

16 拒收和复审

16.1 不符合本标准要求的管配件可以拒收。拒收后，应尽快以书面报告给制造厂或供方。如果制造厂或供方对试验结果不满意，可要求进行复审。

16.2 在车间加工或使用中出现缺陷的管配件可以拒收。拒收后，应尽快以书面报告通知制造厂。

17 合格证书

17.1 当采购方提出要求时，制造厂应提供一份符合本标准要求的合格证书。此外，如果需要提供试验报告，制造厂还应提供下列适用的内容：

17.1.1 化学分析结果，第 8 节(表 1)。

17.1.2 拉伸性能结果，第 9 节(表 3)，报告屈服强度和抗拉强度，ksi(MPa)和伸长率，%。

17.1.3 冲击试验结果，第 10 节(表 4 和表 5)。

17.1.4 热处理方式，第 7 节。

17.1.5 射线照相检验说明，第 14 节。

17.1.6 采购订货单所要求的任何补充试验。

17.2 合格证书应说明焊缝是经过射线照相检验还是超声波检验。

17.3 一致性通知书和试验报告应说明标准号，出版年号，修订字母；管配件的类别和级别。

18 产品标志

18.1 所有管配件都应按 MSS SP-25 最新版标准，在每个管配件上标志规定的内容。

18.1.1 管配件可以用能给配件做上永久性识别标志但不会发生尖锐缺陷的任何方法进行。当使用打钢印方法时，应采用钝头连续点或钝头间断点打印。

18.1.2 当采购方与制造厂协商同意、并在订货单中规定时，可以在管配件上用油漆涂刷或镂模喷刷方法做标志，或者将标志打印在金属或塑料标签上，然后牢固地系在管配件上。

18.2 对焊管配件的规定标志内容是：制造厂名称或商标(见注 1)，材料代号或等级，管标号或公称壁厚代号以及炉号或制造厂炉号识别。有焊缝的配件，如用超声波检验代替射线照相检验，应在其炉号标志后面标上“U”。

注 1：作识别标志的目的是制造厂用它证明管道部件是符合本标准的。

18.3 螺纹连接或承插焊的管配件需标志的内容是：制造厂名称或商标、材料代号或级别、压力级或管标号以及规格。

18.4 如管配件尺寸不允许作上全部标志，则识别标志的上述内容可按 MSS SP-25 标准规定以反向顺序省略。

18.5 如果冲击试验温度不同于表6 规定的试验温度，也应把冲击试验温度标上，例如：WPL-6-60或 WPL3-176。

18.6 条形码——除了 18.1，18.2，18.3，18.4 和 18.5 条中的要求外，条形码也可以用作补充识别方法。买方可以在订单中规定要采用的特殊的条形码系统。如果是由供方选定的条形码系统，则应和已发布的条形码工业标准之一一致。如果是用在小零件上，条形码也可以加在包装箱或牢固系紧的标签上。

19 关键词

19.1 公称管管配件 管道用 承压件 压力容器用 低温应用

表1 化学成分要求

等级①	成分,%										
	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
WPL6	0.30	0.60~1.35	0.035	0.040	0.15~0.30	0.40	0.30	0.12	0.40	0.02②	0.05
WPL9	0.20	0.40~1.06	0.030	0.030	…	1.60~2.24	…	…	0.75~1.25	…	…
WPL3③	0.20	0.31~0.64	0.05	0.05	0.13~0.37	3.2~3.8	…	…	…	…	…
WPL8④	0.13	0.90	0.030	0.030	0.13~0.37	8.4~9.6	…	…	…	…	…

注1:除另有注明外,所有要求都是最大值。

注2:本表中省略号(…)表示没有要求。

① 当配件是焊接结构时,上述符号应补加字母"W"。

② 根据协议,铌含量的限制值,熔炼分析可增加到0.05%及成品分析增加到0.06%。

③ 用钢板或锻件制成的配件,最大锰含量可达到0.90%。

④ 用钢板制成的配件,最大锰含量可达到0.98%。

表2 焊后热处理

等级	金属温度		最短保温时间
	℉	℃	
WPL6	1100~1200	595~650	1h/in.(25mm),最少¾h
WPL3	1100~1150	540~620	¼h/in.(25mm),最少1h
WPL8	1050~1100	565~595	½h/in.(25mm),最少1h
WPL9①	1025~1085	550~585	1h/in.(25mm),最少2h

① 厚度不小于2in.(51mm)时,冷却速度不应小于300℉(150℃)/h,冷却至600℉(315℃)。

表3 拉伸性能要求

要求	等级			
	WPL6	WPL9	WPL3	WPL8
抗拉强度,ksi(MPa),≥	60(415)~85(585)	63(435)~88(610)	65(450)~90(620)	100(690)~125(865)
屈服强度,ksi(MPa),≥	35(240)	46(315)	35(240)	75(515)

伸长率,%	等级							
	WPL6		WPL9		WPL3		WPL8	
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
标距4D的标准圆试样或小比例试样,≥	20	12	20	…	22	14	16	…
标距2in.或50mm,壁厚不小于5/16in.(7.94mm)的矩形试样和全部小尺寸的全截面矩形试样,≥	30	16.5	28	18	30	20	22	…
标距2in.或50mm,壁厚小于5/16in.(7.94mm)的矩形试样(½in.(12.7mm)的宽试样),≥	①	①	①	①	①	①	①	…

注:本表中省略号(…)表示没有要求。

① 壁厚5/16in.(7.94mm)以下时,每减薄1/32in.(0.79mm),允许从以上所示数值中减去纵向伸长率1.5%(级别WPL6、WPL9和WPL3)或1.25%(WPL8)和横向伸长率1.0%(级别WPL6、WPL9和WPL3)。下表列出各种壁厚的伸长率最小值:

壁厚		等级							
		WPL6		WPL9		WPL3		WPL8	
in.	mm	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
5/16(0.312)	(7.94)	30.0	16.5	28.0	18.0	30.0	20.0	22.0	…
9/32(0.281)	(7.14)	28.5	15.5	26.5	17.0	28.5	19.0	20.75	…
¼(0.250)	(6.35)	27.0	14.5	25.0	16.0	27.0	18.0	19.5	…
7/32(0.219)	(5.56)	25.5	…	23.5	…	25.5	…	18.25	…
3/16(0.188)	(4.76)	24.0	…	22.0	…	24.0	…	17.0	…
5/32(0.156)	(3.97)	22.5	…	20.5	…	22.5	…	15.75	…
⅛(0.125)	(3.17)	21.0	…	19.0	…	21.0	…	14.5	…
3/32(0.094)	(2.38)	19.5	…	17.5	…	19.5	…	13.25	…
1/16(0.062)	(1.59)	18.0	…	16.0	…	18.0	…	12.0	…

注:上表给出了壁厚每减薄1/32in.(0.79)mm时计算出来的最小伸长率值。如果壁厚介于上表两个数值之间,最小伸长率值按下列公式计算:

试验方向	公式			
	WPL6	WPL9	WPL3	WPL8
纵　向	$E=48t+15.00$	$48t+13.00$	$E=48t+15.00$	$40t+9.50$
横　向	$E=32t+6.50$	$32t+8.00$	$E=32t+10.00$	…

式中　E=2in. 或 50mm 的伸长率,%;

t=试样实际壁厚,in.。

表 4　级别为 WPL6、WPL9 和 WPL3[①]的夏比冲击性能要求

试样尺寸,mm×mm	验收时要求的夏比 V 形缺口冲击值（三个试样的平均值）		不要求复试的最小夏比 V 形缺口冲击值（一套只有一个试样）	
	ft·lbf	J	ft·lbf	J
10×10.0	13	17.6	10	13.6
10×7.5	10	13.6	8	10.8
10×5.0	7	9.5	5	7.0
10×2.5	4	5.4	3	4.1

① 中间数值允许用直线插入法求出。

表 5　级别为 WPL8 的夏比冲击性能要求

试样尺寸,mm	验收时要求的夏比 V 形缺口冲击值（三个试样的平均值）		不要求复试的最小夏比 V 形缺口冲击值（一套只有一个试样）	
	ft·lbf	J	ft·lbf	J
10×10.0	25.0	33.9	20.0	27.1
10×7.5	21.0	28.5	17.0	23.1
10×5.0	17.0	23.1	14.0	19.0
10×2.5	8.0	10.8	6.0	8.1

表 6　冲击试验温度

等　级	冲击试验温度,℉(℃)	等　级	冲击试验温度,℉(℃)
WPL6	-50(-45)	WPL3	-150(-100)
WPL9	-100(-75)	WPL8	-320(-195)

补 充 要 求

列在A960标准中的一项或多项补充要求可以包括在采购订货单或合同中。当作如此规定时，如果它们在标准本身内容范围内时，则该补充要求应具有与标准要求同样的有效性。补充要求未曾完整规定的细节，应按采购方和供货商之间的协议。

钢板超声直射波检验

SA-435/SA-435M

[与 ASTM 标准 A 435/A 435M—90(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准包括厚度不小于½in.(12.5mm)的轧制的全镇静碳钢和合金钢钢板脉冲反射式超声直射波检验的检验规程和验收标准。制订本规程是为了保证供货的钢板没有严重的内部缺陷，如缩孔、断裂或分层等，它也用在询价单、合同、订货单或标准中声明钢板要作超声波检验的情况下。

1.2 按本标准进行检验的检验员应根据最新版的 ASNT SNT-TC-1A 或等同的认可标准的要求进行资格评定并取得合格证。等同标准是包括超声波无损检验候选人员的资格评定并发合格证的一个标准，并为买方认可。

1.3 以英寸-磅单位或国际单位(SI)表示的值都应分别视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值并非精确相等，故必须独立地分别采用之。如果加以混用将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASNT 标准

ASNT SNT-TC-1A （无损检测人员资格评定和取证的推荐实用规程。——译注）

3 仪器

3.1 制造厂应配备适当的超声仪器，并有进行测试所必须的经资格评定的合格人员。仪器应是脉冲反射式直射波型的。换能器通常为 1in. ~ 1⅛in.(25~30mm)直径或 1in.(25mm)见方，但有效面积不小于 0.7in.^{2}(450mm^2)的任何换能器均可使用。用下述方法之一进行测试：直接接触法、液浸法或液柱耦合法。

3.2 也可采用其他探头来评定和精确测定缺陷信号。

4 测试条件

4.1 应在不干扰仪器正常工作能自由操作的场所进行检验。

4.2 钢板表面应足够清洁和光滑，以使从钢板底面反射回来的参考底面反射信号在扫查时能至少保持在满幅度的 50%以上。

4.3 用本方法检查的钢板表面允许残留有油或锈，或两者都有。任何规定的识别标记若在达到必要的表面粗糙度时被磨去了，应重新标上。

5 检验规程

5.1 超声检验应在板材的任一个主要表面上进行。如果发现的缺陷很接近验收标准，则可以要求从另一个主要表面进行检查。淬火和回火状态订购的钢板，应在热处理后作检验。

5.2 推荐使用2¼MHz 的标称测试频率。由于材料的厚度、晶粒度、显微组织以及仪器或方法的特性等原因，也可以要求用较高或较低的测试频率。但是低于 1MHz 的频率，只能在采购方同意下才能采用，检验时，应能产生清晰而又易于辨认的扫描图像。

5.3 检验中所采用的测试频率和仪器的调节，应能从钢板无缺陷部位的底面产生最小为 50%、最大为 75%满幅度的参考底面反射信号。当校准仪器时，晶体沿钢板表面扫查至少为 1T 或 6in.(150mm)的距离，取较大的，并注意底面反射信号的位置。如果校准时发现底面反射信号位置偏移，就应对仪器重新校准。

5.4 应沿标称中心距离为9in.(225mm)的正交格子线连续进行扫查，或者按照制造厂的方案，沿垂直钢板主轴线的标称中心距为 4in.(100mm)的平行线进行连续扫查，或是沿平行于钢板主轴线的中心距为 3in.(75mm)或更小的平行线进行连续扫查。应该采用合适的耦合剂，

如水、可溶性油或甘油。

5.5 扫查线应从钢板的中心或某一个顶角开始量起，并在扫查面上距钢板所有边缘 2in.(50mm)以内补加一条扫查线。

5.6 当沿格子线作扫查时，发现沿某一格子线的底面反射信号完全消失并伴随着连续出现的缺陷信号，则应对与这一信号所在处相邻的所有方块的全部面积作连续扫查。当沿平行线扫查时，发现底面反射信号完全消失并伴随着连续出现的信号，则应对以这一信号处为中心的 9in.×9in.(225mm×225mm)方格的整个表面区域作连续扫查。存在这种情况时，不论那种方法应采用下述技术确定真实边界：移动换能器使其离开不连续性的中心，直到底面反射信号与不连续性信号的高度相等。在钢板上标出对应于换能器中心的点，重复这种操作以确定边界。

6 合格验收标准

6.1 任何能引起底面反射信号全部消失的不连续性信号，而其范围又不能被直径为 3in.(75mm)或板厚之半(取其较大值)画成的圆所包围，都是不能验收的。

6.2 制造厂保留有与采购方商讨经超声波检验被认为是不合格钢板的权利，目的是在拒收钢板之前能对超声波检验出的缺陷作可能的修补。

6.3 采购方的代表可以见证测试工作。

7 标记

7.1 按照本标准验收的钢板，应在材料标准所要求的标记附近，用钢印或漏字版印刷加注 UT 435 标记。

补 充 要 求

下列要求只用于在采购订货单中有规定时。

S1 在采购方和制造厂双方协商同意时，可对钢板的一个主要表面作 100% 的扫查以代替 5.4 条和 5.5 条所规定的扫查方法。扫查应沿平行的路线连续进行，可以平行或垂直于钢板主轴线，各次扫查路线之间的重叠不应少于 10%。

碳钢和低合金钢管子通用要求

SA-450/SA-450M

(15)

(与 ASTM 标准 A 450/A 450M—10 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准包括的各种要求，除 5.3 条和第 6、7、18、19、20、21、22、23 和 24 节外，为下列 ASTM 管状产品标准的强制性要求。

标准名称	ASTM 标准号[1]
电阻焊碳钢和碳锰钢锅炉管子	A 178/A 178M
换热器及冷凝器用无缝冷拔低碳钢管子	A 179/A 179M
高压用无缝碳钢锅炉管子	A 192/A 192M
锅炉和过热器用无缝中碳钢管子	A 210/A 210M
换热器和冷凝器用电阻焊碳钢管子	A 214/A 214M
无缝和电阻焊低合金钢管子	A 423/A 423M
无缝和焊接碳素钢热交换器用整体翅片管子	A 498
给水加热器用无缝冷拔碳钢管子	A 556/A 556M
液压系统用无缝冷拔碳钢管子	A 822/A 822M

1.2 第5.3条和第 6、7、18、19、20、21、21.1、23 和 24 节中的一项或多项试验或分析要求仅在产品标准或采购订货单上特别说明时才适用。

1.3 当在产品标准中的要求与本标准的通用要求有抵触时，只需满足产品标准的要求。

1.4 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之，如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订单中规定使用产品标准中的“M”标准号(SI 制)，否则一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 178/A 178M 电阻焊碳钢和碳锰钢锅炉管子

A 179/A 179M 换热器及冷凝器用无缝冷拔低碳钢管子

A 192/A 192M 高压用无缝碳钢锅炉管子

A 210/A 210M 锅炉和过热器用无缝中碳钢管子

A 214/A 214M 换热器和冷凝器用电阻焊碳钢管子

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 423/A 423M 无缝和电阻焊低合金钢管子

A 498 无缝和焊接的碳素钢热交换器用整体翅片管子

A 530/A 530M 专门用途的碳钢和合金钢公称管通用要求

A 556/A 556M 给水加热器用无缝冷拔碳钢管子

A 700 国内发运的钢制品包装、标志和装载实用规程

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

A 822/A 822M 液压系统用无疑冷拔碳钢管子

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 1047/A 1047M 管子制品的气压泄漏试验方法

D 3951 商业包装实用规程

E 92 金属材料的维氏硬度试验方法 (2010 年撤销)

E 213 金属公称管和管子超声波检验的实用规程

E 273 焊接公称管和管子焊缝区超声波检验实用规程

E 309 管状钢制品磁饱和涡流检验实用规程

E 426 无缝和焊接管状制品奥氏体不锈钢

[1] 这些标准号参阅各个标准的最新版。

* 在此前的版本里，本标准名称为“碳钢、铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求”，2015 年版起本标准只适用于碳钢和低合金钢管子。适用于其他钢种的管子通用要求标准为 SA-1016/SA-1016M——译注。

和类似合金的电磁(涡流)试验实用规程

E 570　铁磁体管状钢制品漏磁检验实用规程

2.2　联邦政府标准

Fed. Std. No. 183　钢铁制品连续识别标志

2.3　军用标准

MIL—STD—163　轧钢材的装运和储存的表面制备

MIL—STD—271　金属无损检测要求

MIL—STD—792　特殊用途仪器的识别标志要求

2.4　ASME 锅炉和压力容器规范

第Ⅸ卷　焊接评定

2.5　钢结构油漆委员会标准

SSPC—SP6　表面准备技术条件之六　商业喷砂清理

2.6　其他文件

SNT—TC—1A　无损检测人员资格评定和证书的推荐实用规程

3　术语

3.1　本标准专用术语的定义：

3.1.1　重熔炉次——在二次熔炼中，由单一初次炉次钢，经重熔而成的所有铸锭。

3.1.2　薄壁管——符合以下规定外径及规定壁厚的管子：

规定外径	规定壁厚
≤2in.（50.8mm）	≤规定外径的 2%
>2in.（50.8mm）	≤规定外径的 3%
所有直径	≤0.020in.（0.5mm）

3.2　其他有定义的术语——在 A370 试验方法和定义标准，A751 试验方法、实用规程和用语标准中的定义，适用于本标准以及列在 1.1 条里的标准。

4　炼钢工艺

4.1　钢可以由任何炼钢工艺生产。

4.2　如采购方有特殊的熔炼要求，应在采购订货单上注明。

4.3　一次熔炼可包括单独的脱气或精炼过程，亦可继以二次熔炼，例如电渣重熔或真空电弧熔炼。

4.4　钢可由钢锭模铸出或连铸。当不同等级的钢相继连铸时，需要对过渡段材料加以识别。钢厂应采用分离不同等级的钢的可靠方法以去除过渡段材料。

5　化学成分

5.1　化学分析取样及分析方法应遵循 A751 钢制品化学分析的方法、操作及术语。

5.2　熔炼分析——如若由钢材生产厂所报告的熔炼分析结果不能充分地满足对所需要完整评价的应用产品标准的熔炼分析要求上的符合性的话，那么，只要成品分析偏差不适用以及熔炼分析不变动，钢管厂可以针对钢材生产厂没报告的规定元素，采用成品分析来完成对于这样的熔炼分析要求符合性的评价。

5.3　成品分析——成品分析的要求和选用要求(如有的话)见产品标准。

6　拉伸性能

6.1　材料应符合各标准规定的拉伸性能要求。

6.2　屈服强度按相当于试样标距发生 0.2%的永久残余变形或载荷下总伸长为 0.5%标距时确定。

6.3　若任何一个试样的伸长率小于规定值，且断裂的任何部分离标距中心(试验前在试样上所作的划线记号表示)大于¾in.(19.0mm)时允许复试。

7　标准重量

7.1　根据规定的最小壁厚，每英尺的计算重量按下式确定：

$$W = C(D - t)t \qquad (1)$$

式中　C=10.69(0.0246615)

W=重量，lb/ft(kg/m)

D=规定的外径，in.(mm)

t=规定的最小壁厚，in.(mm)

7.2　计算重量 lb/ft(kg/m)的允许偏差按表 1 的规定。

表 1　每英尺管子重量的允许偏差[①]

制造方法	每英尺重量的允许偏差，%	
	+	−
无缝热精整的	16	0
无缝冷精整的：		
外径不大于 1½in.(38.1mm)	12	0
外径大于 1½in.(38.1mm)	13	0
焊接的	10	0

① 这些重量允许偏差适用于外径在 4in.(101.6mm)及以下，数量在 50 根及以上的批量管子以及外径超过 4in.(101.6mm)并超过 20 根的批量管子。

8 壁厚允许偏差

8.1 规定的最小壁厚偏差应不超过表2中规定的值。

表2 壁厚的允许偏差[①]

外径，in.（mm）	壁厚，%							
	≤0.095(2.4)		>0.095~0.150 (2.4~3.8)		>0.150~0.180 (3.8~4.6)		>0.180(4.6)	
	+		+		+	−	+	−
无缝热精整管子								
≤4(101.6)	40	0	35	0	33	0	28	0
>4(101.6)	…	…	35	0	33	0	28	0
无缝冷精整管子								
	+				−			
≤1½(38.1)	20				0			
>1½(38.1)	22				0			
焊接管子								
所有尺寸	18				0			

① 壁厚的允许偏差用于轧制的或冷精整的管子，且适用于挤压、胀接、弯曲、抛光、或其他加工之前，对内锻厚管子不适用。

8.2 对于外径为2in.（50.8mm）及以上和壁厚在0.220in.（5.6mm）及以上的管子，在任一管子的任一截面上壁厚偏差应不超过截面处实际平均壁厚的下列百分数。实际平均壁厚的定义为该截面中最厚壁和最薄壁的平均数。

无缝管子 ±10%

焊接管子 ±5%

8.3 如订货单要求的冷精整管子壁厚为¾in.（19.1mm）及以上或内径小于等于60%外径，则应按热精整管子的壁厚允许偏差。

9 外径允许偏差

9.1 除9.2条中提供的管子外，规定的外径偏差应不超过表3中的规定。

表3 外径的允许偏差[①]

外径，in.（mm）	允许偏差，in.（mm）	
	+	−
热精整无缝管子		
≤4(101.6)	1/64(0.4)	5/64(0.8)
>4~7½(>101.6~190.5)	1/64(0.4)	3/64(1.2)
>7½~9(>190.5~228.6)	1/64(0.4)	1/16(1.6)
焊接管子和冷精整无缝管子		
<1(25.4)	0.004(0.1)	0.004(0.1)
1~1½(25.4~38.1)	0.006(0.15)	0.006(0.15)
>1½~<2(>38.1~50.8)	0.008(0.2)	0.008(0.2)
2~<2½(50.8~63.5)	0.010(0.25)	0.010(0.25)
2½~<3(63.5~76.2)	0.012(0.3)	0.012(0.3)
3~4(76.2~101.6)	0.015(0.38)	0.015(0.38)
>4~7½(101.6~190.5)	0.015(0.38)	0.025(0.64)
>7½~9(190.5~228.6)	0.015(0.38)	0.045(1.14)

① 除9.2条所提供者外，这些允许偏差包括圆度。这些外径的允许偏差适用于其他制造工序如镦粗、型锻、扩径、弯曲或抛光之前的热精整的无缝管子、焊接管子或冷精整的无缝管子。

9.2 薄壁管子在最终退火过程中或矫直过程中或两者兼有的过程中，通常会产生椭圆形（不圆）。表3的直径允许偏差不足以提供薄壁管中可能产生的额外圆度，对这些管子，这些数值只适用任一横截面中极限（最大和最小）外径读数的平均值。然而对薄壁管，任一横截面中极限外径读数之差（圆度）应不超过下列允许的圆度。

外径	圆度允差
≤1in.（25.4mm）	≤0.020in.（0.5mm）
>1in.（25.4mm）	≤2.0%规定外径

10 长度允许偏差

10.1 规定长度的允许偏差应不超过表4中的规定。

表4 管子长度的允许偏差[①]

制造方法	外径，in.（mm）	切割长度，in.（mm）	
		+	−
无缝热精整的	所有尺寸	3/16(5)	0(0)
无缝冷精整的	<2(50.8)	1/8(3)	0(0)
	≥2(50.8)	3/16(5)	0(0)
焊接的	<2(50.8)	1/8(3)	0(0)
	≥2(50.8)	3/16(5)	0(0)

① 这些长度允许偏差适用于弯曲前的管子。它们适用于切割长度小于等于24ft（7.3m）。对于长度超过24ft（7.3m），每10ft（3m）或其余数另外加允差⅛in.（3mm）是允许的，最大为½in.（13mm）。

11 电阻焊接管子毛边高度允许偏差

11.1 对外径超过2in.(50.8mm)或壁厚超过0.135in.(3.44mm)的管子，其内侧毛边应以机械方法切除，切除后管内任何点毛边最大高度为0.010in.(0.25mm)。

11.2 对外径为2in.(50.8mm)及以下且壁厚在0.135in.(3.4mm)及以下的管子，其内侧毛边应以机械方法切除，切除后管内任何点毛边最大高度为0.006in.(0.15mm)。

12 直度和表面质量

12.1 成品管子应相当地直，管端平滑无毛刺，具有良好的表面。表面缺陷(见注1)可以用打磨法修除，但应保持圆滑曲面，且修后壁厚不得小于本标准或产品标准允许的值。修磨点外径可因磨去量而减少。

注1：缺陷指管子中发现的任何不连续性或不规则性。

13 焊补

13.1 只有在采购方的同意下，焊补管子基体金属的缺陷是允许的，管子应打上“WR”记号以便辨认，熔敷的填充金属成分应适合于被焊金属的成分。缺陷应在焊前完全铲出或磨去，每一根修补的管子应按有关标准要求重新进行热处理或消除应力。每一根修补管子应按产品标准要求作水压试验。

13.2 焊补应采用按ASME锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷考试合格的焊工或焊机操作工以及经过评定的工艺进行。

14 复试

14.1 若任一组或批的力学试验结果不符合各自标准规定的要求，可从同一组或批取双倍于原数量的另外管子进行复试，每一根应符合规定的要求。

15 重新热处理

15.1 若选为代表任一组或批的单根管子或多根管子不能满足试验要求，则该组、该批、或单根管子可以重新接受热处理并重新接受试验。重新热处理不能多于两次。

16 试样

16.1 试样应在镦粗、型锻、扩口、其他成型操作或切成规定长度之前在成品管的端部截取。管端应光滑，无毛刺和缺陷。

16.2 若任何试样显示有缺陷或机加工损伤，应予以废弃并更换另外的试样。

17 力学试验方法

17.1 试样和力学试验的要求应按A 370试验方法和定义标准的附录A2进行。

17.2 试样应在室温下进行试验。

17.3 可采用A370试验方法和定义中所述的小尺寸或较小尺寸试样，但只有当材料制备标准试样不够时才能采用。在采用小尺寸或较小尺寸试样时，应采用可能达到的最大尺寸试样。

18 压扁试验

18.1 对于无缝管，用一段长度不小于2½in.(63mm)的管子，对于焊接管则用长度不小于4in.(100mm)的管子，置于两块平板之间分两步进行冷态压扁。焊接管的焊缝应置于与加力方向成90°的位置(最大弯曲点处)。第一步是延性试验，除17.4条所述的管子外，将试样一直压到板间距小于按下式计算的H值时，在无缝管试样的内、外表面或端部表面，或在焊接管试样的内、外表面，不得有裂纹或破裂。H值计算如下：

$$H=\frac{(1+e)t}{e+t/D} \tag{2}$$

式中 H=压板之间的距离，in.(mm)

t=规定管子壁厚，in.(mm)

D=规定管子外径，in.(mm)

e=单位长度变形，对一给定级别的钢是一定值：中碳钢(最小含碳量0.19)为0.07，铁素体合金钢为0.08，奥氏体钢为0.09，低碳钢(最大规定含碳量≤0.18%)为0.09。

第二步是完整性试验。压扁继续进行，直到试样破裂或管子相对两壁相碰。在整个压扁试验期间，出现分层或不完整材料或未焊透焊缝，应予以拒收。

18.2 试样在压扁前有表面缺陷，但在试验的第一步中被发现，则须根据成品管的要

求判断。

18.3 由试样表面缺陷引起肤裂(Superficial ruptures——译注。),不得作为拒收的理由。

18.4 当对 D/t 较小的管状产品进行试验时,由于几何原因使顶、底两处的管子内表面应变不合理地高,因此,当 D/t 小于 10 时,不能因该处的破裂而予拒收。

19 反向压扁试验

19.1 取一段长4in.(100mm),外径不小于½in.(12.7mm)的成品焊接管子,在焊缝两侧 90°处纵向剖开,打开试样并压扁,使焊缝处在最大弯曲点上,不得由于去除毛边而出现裂纹、未焊透或焊瘤等迹象。

20 扩口试验

20.1 取长约 4in.(100mm)的一段管子应能承受如下扩口试验:用一个有 60°夹角的工具,使管子在扩口处的口扩大到表 5 中规定的百分数而不开裂或不显示在产品标准中规定的应予以拒收的缺陷。

表 5 扩口试验

内径与外径之比①	内径的最小扩胀率,%	
	碳钢	低合金钢
0.9	21	15
0.8	22	17
0.7	25	19
0.6	30	23
0.5	39	28
0.4	51	38
0.3	68	50

① 在确定内径与规定的外径之比时,内径应定义为试验材料的实际平均内径。

21 卷边试验

21.1 令一段管子向外卷边,使卷边与管体成直角,此时,不得开裂或显示有在产品标准中予以拒收的缺陷。对碳钢和合金钢,卷边宽度应不小于表 6 中规定的百分数。

表 6 卷边要求

管子的外径,in.(mm)	卷边要求
≤2½(63.5)	外径的 15%
>2½~3¾(63.5~95.2)	外径的 12.5%
>3¾~8(95.2~203.2)	外径的 10%

22 硬度试验

22.1 对于壁厚大于等于0.200in.(5.1mm)的管子,应采用布氏或洛氏硬度试验。当采用布氏硬度试验时,可以采用 10mm 的钢球用 3000、1500 和 500kg 的载荷或一个 5mm 的钢球用 750kg 的载荷,由钢厂任选。

22.2 对于壁厚小于0.200in.(5.1mm)而大于等于 0.065in.(1.7mm)的管子,应采用洛氏硬度试验。

22.3 对于壁厚小于0.065in.(1.7mm)的管子,不要求硬度试验。

22.4 布氏硬度试验可以在靠近管子端部的外侧、或在切自管子的试样的外侧进行,亦可随钢厂选择在切自管子试样的壁的横截面上进行。试验时应使压痕的中心到试样边缘的距离至少是压痕直径的 2.5 倍。

22.5 洛氏硬度试验可以在内壁、壁的横截面或外表面上进行,由钢厂选定。

22.6 对于带有镦粗端、型锻端或别的端部形状的管子,硬度试验应如 22.1 和 22.2 条所规定,在成型工序和热处理之后在靠近管端的外侧进行。

22.7 对于焊接或钎焊的管子,硬度试验应远离接头处进行。

22.8 当产品标准规定用维氏硬度供货时,其试验方法按 E 92 进行。

23 水压试验

23.1 除23.2和23.3条中规定外,钢厂应对每根管子进行水压试验。水压试验的最低压力由下式确定:

英寸-磅单位:$P=32000t/D$ (3)

SI 单位:$P=220.6t/D$

式中 P=水压试验压力,psi 或 MPa

t=规定的壁厚,in. 或 mm

D=规定的外径,in. 或 mm

23.1.1 由公式(3)算出的水压试验压力必须经过圆整,对压力低于 1000psi(7MPa),圆整到最接近的 50psi(0.5MPa),对压力大于等于 1000psi(7MPa),圆整到最接近的 100psi(1MPa)。水压试验可以在管子切割至最终长度之前进行,

或在镦粗、型锻、扩径、弯曲或其他成型工序之前进行。

23.2　不管公式(3)中算出的值有多大，满足要求的最小水压试验压力不必超过表 7 中给定的值。但这并不禁止钢厂愿意以更高的压力或如 23.3 条中所提供的压力进行试验。

表 7　水压试验压力

管子的外径，in.(mm)	水压试验压力，psi(MPa)
<1(25.4)	1000(7)
1~1½(25.4~38.1)	1500(10)
1½~2(38.1~50.8)	2000(14)
2~3(50.8~76.2)	2500(17)
3~5(76.2~127)	3500(24)
≥5(127)	4500(31)

23.3　经钢厂同意，可在订单上规定采用超过 23.2 条或 23.1 条要求或同时超过二者的最低水压试验压力。管壁应力按下式确定：

$$S = pD/2t \qquad (4)$$

式中　S=管壁应力，psi 或 MPa

其他符号如 23.1.1 条中所定义。

23.4　水压试验压力应至少保持5秒钟。

23.5　水压试验时，任何有泄漏的管子应予以拒收。

23.6　水压试验不能检查管子的端部，因此，钢厂应确定不能受检的管子长度，如在采购订货单合同上有规定时，应报告采购方。

24　水下气压试验

24.1　当采用此项试验时，每一根内表面清洁、干燥了的管子应浸泡在清水中使用干净且不带水的压缩空气作最低内压为 150psi(1000kPa)的气压试验。管子的照明要良好，最好是水下照明。在试验之前任何通风连接处的漏风应修好。在水表面已趋平静且通空气保压时间不少于 5 秒钟之后，管子的整个外表面应经过检查。在水下气压试验过程中若管子有任何泄漏，则管子应被拒收。任何有泄漏的管段可以切去，管子须重新试验。

24.2　气压泄漏试验——当采用这种试验时，每一根管子应按 A1047/A1047M 标准做气压泄漏试验。

其合格验收准则应如下：

管子外径，in.(mm)	校准孔径，≤in(mm)
≤1.5(≤40)	0.003(0.075)
>1.5≤2.0(>40≤50)	0.004(0.162)*
>2.0≤2.5(>50≤65)	0.005(0.127)
>2.5≤3.0(>65≤75)	0.006(0.152)
>3.0(>75)	接双方协议

* 原文如此，应为 0.102——译注。

25　无损电测试验

25.1　每根管子如要进行电测试验时，应按推荐规程 E213、E309、E426 或 E570 要求进行。经双方同意，除了作一定完整的周边试验外，还应按推荐规程 E273 作试验。在这些方法、推荐规程以及本标准之间发生矛盾时，应以本标准要求为准。

25.2　下列信息对本标准的使用者有所裨益：

25.2.1　无损电测试验的标定只适用于校准无损试验设备。由于受形状、取向及宽度等的影响，由缺陷产生的电测试验信号与标定信号之间的相互关系只是一个近似的关系。不连续缺陷的性质(形状、大小、位置和取向)可以用这些检验方法检测，采购方如想作这方面检测应与制管厂商量。

25.2.2　本标准中超声波试验的目的是查出纵向的不连续缺陷，后者的反射面积相似于或大于 25.4 条* 中规定的校准用参考缺口。这种检验可能查不出周向缺陷或短而深的缺陷。

25.2.3　本标准提及的涡流试验能查出大的缺陷，特别是短尖型缺陷。推荐规程 E309 和 E426 中增加了涡流试验的适用范围及限制等有关内容。

25.2.4　本标准提及的漏磁通量检验可以查出大的纵向或横向缺陷的存在和位置。本标准的规定只提供漏磁通量的纵向校准。对不同取向的缺陷应采用不同的检测技术。

25.2.5　第23节** 中提到的水压试验是许多产品标准中用的一个试验方法。本试验可以查出让试验液体通过管壁而泄漏的这种大小缺陷。泄漏可以由目测或压力降发现。本标准不一定能查出极紧密的穿壁缺陷或伸到管壁内相当深而又不是完全穿透的缺陷。

* 原文如此，应为 25.8.3 条——译注。

** 原文误为第 22 节，已更正。——译注。

25.2.6 当采购方想知道这些检验在具体应用中能查出的缺陷的性质(类型、大小、位置和取向)时，应就此和钢管产品的制造厂讨论。

25.3 检验时间——供标准合格验收用的无损检验应在所有成形、加工、热处理、焊接和矫直工艺之后进行。这一要求并不排除在加工过程的较早阶段中的附加试验。

25.4 表面状况

25.4.1 所有表面应不带有可能会干扰试验结果解释的氧化皮、污物、油脂、油漆或其他外物。清理待测表面所用的方法不得有损于母材或表面光洁度。

25.4.2 过大的表面粗糙度或深的划痕会产生出干涉检验的信号。

25.5 检验内容

25.5.1 除25.5.2条中所述外，管子和传感器、线圈或探头的相对移动应做到整根钢管表面被扫描到。

25.5.2 当发现存在有端部效应时，其影响程度应由钢管制造厂确定，若有要求应向采购方报告。端部可以采用其他无损检验方法，由采购方和制造厂双方协议。

25.6 无损检测人员资格

25.6.1 试验装置的操作人员应根据SNT—TC—1A或相当的经采购方和制造厂双方认可并文件化了的标准资格认定。

25.7 试验条件

25.7.1 超声波——对于超声波检验，最低名义换能器频率应为2.00MHz，换能器最大名义尺寸应为1.5in.(38mm)。

25.7.2 对于涡流试验，其励磁线圈频率的选择应在保证足够高的穿透的同时还能有很好的信噪比。

25.7.2.1 所使用的最高涡流线圈频率应如下：

规定壁厚,in.	最高频率,kHz
<0.050	100
0.050~0.150	50
>0.150	10

25.8 参考标准

25.8.1 参考标准应从与被检测管子相同级别、尺寸(外径和壁厚)、表面光洁度及热处理状况的管子上制备，并取适当长度。

25.8.2 对于涡流检验，根据钢管厂的选择，参考标准应含有以下任一种不连续性缺陷：

25.8.2.1 钻孔——参考标准管应开三个或更多的沿管子环向为均布的、沿纵向相隔足够远的开孔，以保证从每个孔获得能区分得开的信号。孔应开在径向上，并完全穿透管壁；要注意避免钻孔时管子变形。钻孔的直径应不大于0.031in.(0.8mm)。另一种替代办法是：生产厂可以选择钻一个孔，并将校正标准管穿过试验线圈三次，每一次将管子转动约120°。可以用较小的转动角度和更多遍数，只要试验转满360°线圈。对于焊接管子，如果焊缝是可见的，则多个孔中的一个或单个开孔应在焊缝上钻孔。

25.8.2.2 横切槽——用一直径为¼in.(6.4mm)的圆工具或锉刀，锉或铣出切向于表面并横过管子纵轴的一个槽。槽的深度不应超过管子规定壁厚的12.5%或0.004in.(0.1mm)，两者取其大者。

25.8.2.3 纵向槽——在管子的外表面加工出宽度不大于0.013in.(0.8mm)并平行于管子轴线的径向平面上的槽，其深度不应超过管子规定壁厚的12.5%或0.004in.(0.1mm)两者取其大者。槽的长度应与试验方法相匹配。

25.8.3 超声波试验用的校准参考用内、外径表面上的参考槽应由钢厂选择为E213方法中所示三种常用槽的任一种。内、外径缺口槽深不应超过规定管壁厚的12.5%或0.004in.(0.1mm)，两者取其大者。缺口槽宽不得超过其深度的两倍。对于焊接管，如焊缝可见的话，槽应置于焊缝中。

25.8.4 漏磁通试验用的校准参考纵槽应为直边槽，加工在平行于管子内外表面轴线的径向平面上。槽深应不超过规定壁厚的12.5%或0.004in.(0.1mm)，两者取其大者。槽的长度应不超过1in.(25mm)，宽度应不超过深度。外径和内径槽的位置离开足够远，以允许信号的分开和辨识。

25.8.5 经采购方和制造厂商定，可采用更多或更小或两者的参考标准。

25.9 标定程序

25.9.1 在检验每组钢管的开始和终了，以相同规格(直径和壁厚)，相同的钢种级别和热

处理条件，以及每相隔不超过 4 小时，试验装置都应经标定。由钢厂选定，或者按采购方和钢厂双方协议的要求，可进行次数更多的标定。

25.9.2 当测试系统的整定有任何变化、更换检验人员、设备修理、或者因电源损耗或停机而中断之后试验装置也应进行标定。

25.9.3 参考标准应以和所需检验的管子相同的速度及相同的试验系统整定状况通过测试装置，除非由钢厂自行决定也可以更高的灵敏度测试管子。

25.9.4 参考标准的信噪比应为2.5：1或更高，每种缺陷的参考信号波幅应至少为整个指示刻度的 50%。在设定噪音水平中，由参考标准上已能识别的表面缺陷产生的额外信号也可以忽略不计。当在超声波(UT)试验时使用拒收滤波方法时，则线性度必须经过验证。

25.9.5 如果在任何一次标定时，参考标准信号的波幅已下降达到 29%(3.0dB)，则应认为试验装置的标定已偏离。此时，可以改变试验系统的整定，或调节换能器、线圈或探头，并重新标定试验装置。但是经上次合格验收标定测试过的全部管子必须重新测试。

25.10 缺陷的评定

25.10.1 对于产生大于等于由参考标准件所产生的最低信号的管子应认作可疑件，应明确地加以标志或加识别，并和合格验收管子分隔开。

25.10.2 这些有疑问的管子应经过如下三种处理方法之一进行处理：

25.10.2.1 由钢厂自定，这些管子可以不作进一步的检验而被报废。

25.10.2.2 如果试验信号是由像表面擦伤、表面粗糙、勾缝、矫直划痕、松散开的内径表面焊珠或切屑、钢模划痕、制动伤痕、管子减径皱纹或不齐整的飞边修整一类的表面缺陷所产生的，则根据对表面缺陷严重程度的目测检查结果，管子以及在所用试验设备上产生信号的类型，或同时以两者为依据，可以合格验收或者拒收。

25.10.2.3 如果由不能辨识的缺陷所产生的或由裂纹或类裂纹产生的信号，将造成管子被拒收。

25.10.3 任何管子有 25.10.2.2 和 25.10.2.3条中上述类型的缺陷，且其深度超过 0.004in.(0.1mm)或规定壁厚的 12.5%(两者取大者)，应予以拒收。

25.10.4 拒收的管子在壁厚减少不超过本标准或产品标准要求时，可以修整并复试。如若进行打磨，则修磨处的外径可因打磨量而减小。为取得合格验收，受修整和复试的管子必须通过原先验收管子所要求的无损检验。

26 合格试验报告

26.1 当采购方在采购订货单或合同中有规定时，生产厂或供方应提供一份合格试验报告，以证明管子是按标准生产、取样、试验和检查的。合格证书应包括日期、补充要求和任何其他订货单或合同中载明的任何要求，以及证明试验结果满足了标准、补充要求和其他要求。合格试验报告不要求签字或公证人的公证，但应标明日期，并清楚地标上提供报告的机构名称。

注 2：虽然没有签字或公证人的公证，但提供合格试验报告的机构应对合格试验报告书的内容负责。

26.2 此外，合格试验报告还包括下列适用的内容和试验结果：

26.2.1 炉号。

26.2.2 熔炼分析。

26.2.3 当有规定时，成品分析。

26.2.4 拉伸性能。

26.2.5 用条状纵向拉伸试样时，标距长度内的宽度。

26.2.6 压扁试验合格。

26.2.7 反向压扁试验合格。

26.2.8 扩口试验合格。

26.2.9 卷边试验合格。

26.2.10 硬度试验值。

26.2.11 水压试验压力。

26.2.12 无损电测试验方法。

26.2.13 冲击试验结果。

26.2.14 其他试验结果或按产品标准要求报告的内容。

26.3 按补充要求或采购方在订货单或合同中规定的其他要求报告的试验结果或内容也包括在内，但可以写在另一单独的文件中。

26.4 合格试验报告应包括管子上加在标准号后面用来表示本标准中全部要求尚未完成的字

母(见29.2条)的解释说明。采购方必须证实本标准中全部要求完成以后才去掉字母(即X、Y或Z)。

26.5 从电子数据交换(EDI)传送,由电子表格或者用电子表格得到的材料试验报告、检查证书或类似的打印文件应视作与出具合格证书机构出的打印副本具有同等效力。EDI传送文件的内容必须符合相关ASTM标准的要求,并且符合在买卖双方之间任何存在的EDI协议。尽管没有签名,提交EDI传送文件的机构应对报告的内容负责。

27 检查

27.1 代表采购方的检查员在采购方合同工程执行的所有时间内可以进入钢厂有关定购材料制造车间的所有地方。钢厂应提供检查员所有合理的便利条件,以满足他确认材料是按本标准供应的。除另有规定外,所有要求的试验和检查应在装运前在钢厂内进行,并应在不干扰工厂生产的情况下进行。

28 拒收

28.1 采购方可检查从钢厂接收的每一根管子,假如根据标准所提出的方法作了检查和试验而不能满足标准的要求,应予以拒收,并通知钢厂。被拒收管子的处理由钢厂和采购方协商解决。

28.2 在任何成型工序或装配过程中损坏和发现有缺陷的材料应放置一边并通知钢厂,以便对材料的适用性进行共同评价。这些材料的处理应协商解决。

29 产品标志

29.1 每根管子应清楚地用模板印上钢厂名称或商标、标准号及等级。直径小于1¼ in.(31.8mm)及长度小于3ft(1m)的管子,应将要求的内容记在标签上,牢固地系在要装运的管子的包装或箱子上。

29.2 当ASME锅炉和压力容器委员会所采纳的标准中某些要求规定由买方收到材料后来完成时,钢厂应在标准号后面紧接着用字母X、Y或Z来表明没有完成的所有标准要求。在完成标准的所有要求以后,可以将这些字母除去。要完成标准要求的说明提供在第26节中。

29.3 条形码——除了29.1和29.2条的要求外,条形码可以用作为补充标记方法。条形码应符合自动化工业行动集团(AIAG)标准,它是由AIAG条形码项目组的初金属分委员会编制的。

30 包装、标志和装运

30.1 当采购方订单有规定时,管子发运时的包装、标志和装载应按A 700实用规程进行。

31 政府采购

31.1 光亮管

31.1.1 美国政府机构需要光亮管子的场合,在合同或订货单有规定时,询价合同或订货单中应考虑以下要求。如果这些要求与产品标准的要求有抵触,则应以这些要求为准。

31.1.2 管子应以外径(OD)和壁厚订货。

31.1.3 检查责任——除非在合同或订货单中另有规定,否则制造厂应完成规定的所有检查和试验要求。缺少标准中任何检验要求,并不减轻承包商保证提供给政府验收的所有产品或供货遵守全部合同要求的责任。作为制造工序一部分的样品检查,是一种可接受的常用方法,用以查明是否符合要求。然而,这并不允许提供已指明或实际上已知有缺陷的材料,也不允许提交给政府验收此材料。除合同或订货单另有规定外,制造厂可以由他自己或任何其他合适的机构完成检查和试验要求,除非货物已到达目的地而未经采购方同意。采购方在以后有权宣布进行任何检查和试验,只要这种检查和试验对保证材料符合规定要求是必要的。

31.1.4 压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的取样——压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的最少取样数量如下:

批量(每批根数)	取样数量
2~8	整批
9~90	8
91~150	12
151~280	19
281~500	21
501~1200	27
1201~3200	35
3201~10000	38
10001~35000	46

以上各种情况下，合格判定数为 0，拒收判定数为 1。拒收批可经筛选并重新提交作外观和尺寸检验。这个批量的管子在验收之前，所有不合格的管子应用合格的管子替换掉。

31.1.5　化学分析取样——每批选 2 根管子，每根管子取一个化学分析试样。一批应为一炉钢水浇注的所有材料。

31.1.6　拉伸和弯曲试验取样——每批取一个试样。一批应由相同外径和壁厚、在 8 小时作业班内用同一炉钢制造、并在相同温度和时间条件下于间歇式炉内同一次装料下或连续式炉内热处理的，以及同时提交检查的管子组成。

31.1.7　水压试验和超声波检测——每根管子应经超声波检测（当有规定时）和水压试验。

31.1.8　管子应没有厚的氧化物或氧化皮。热加工的铁素体钢管子内表面应酸洗或喷砂清理至无氧化皮状态，以达到相当于 SSPC—SP6 中规定的 CSa2 外观标准。清理应按出示有效的书面程序进行。此程序应可用来检查跟踪。

31.1.9　除按 A 530/A 530M 标准标志外，外径不小于¼in. 的管子还应标志以下内容：(a) 外径、壁厚和长度，(b) 炉或批识别号。标志应按 Fed. Std. No. 183 和 MIL-STD-792 进行。

31.1.10　管子直度公差应在表 8 规定范围内。

表 8　直度公差

规定外径 in.	规定壁厚 in.	任意 3ft 内最大弯曲 in.	全长最大弯曲 in.
≤5	>3%外径~0.5	0.030	0.010×长度 ft
>5~8	>4%外径~0.75	0.045	0.015×长度 ft
>8~12.75	>4%外径~1.0	0.060	0.020×长度 ft

31.1.11　当有规定时，每根管子应按 MIL-STD-271 进行超声波检验，但校准标准的切槽缺口深度应为壁厚的 5%或 0.005in*。取其大值。发生显示等于或大于 100%校准标准显示的任何管子应予拒收。

31.1.12　管子在外观和超声波检验或按规定替代的试验时，管子应无焊补、焊接接头、重皮、分层、结疤、可见裂缝、划伤、沟槽、裂缝、凹坑和其他对管子有害的缺陷。

31.1.13　管子的质量和状态应均匀一致，具有与标准质量管子最好的操作相符的表面加工。表面缺陷，例如加工处理划痕、校直痕、轻度芯棒和压模痕、浅的凹坑以及花纹氧化皮等，如其除去缺陷后的壁厚仍在规定公差或 0.005in. 取其大值的范围内，则并不认为是有害的。缺陷底部应可见，且其外形应与周围平滑过渡。

31.1.14　不允许制造厂作焊接修补。

31.1.15　防锈应为 A 级或商品级，包装为 A、B 级或商品级，应按指定要求。A 级防锈和 A、B 级包装应按 MIL-STD-163 标准，商品级防锈和包装应按 A700 或 D3951 实用规程的规定。

32　关键词

32.1　合金钢管子　奥氏体不锈钢　碳钢管子　一般发货　不锈钢管子　钢管子

* 原文如此，并未给出米制换算值。——译注。

高温用离心铸造奥氏体钢公称管

SA-451/SA-451M

[除15.1条有编辑性不同外，与ASTM标准A 451/A 451M—06(R10)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于高温、腐蚀或核动力装置用的奥氏体钢公称管。

1.2 本标准包括表1所列几种奥氏体不锈钢级别。

1.3 可选择的补充要求是供需要作附加试验时采用的。

1.4 以英寸-磅或SI单位表示的数值均应视作为标准值。在文本中，SI单位表示的数值放在括号中标出。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此每一种单位制必须独立地使用。两种单位制的数值混合使用可能导致与标准不一致的结果。

注1：本标准不适用于含碳量大于0.20%的合金钢离心铸造公称管，这种钢管列入A 297/A 297M标准。

表1 化学成分要求

等级	成分,%										
	C,≤	Mn,≤	P,≤	S,≤	Si,≤	Ni	Cr	Mo	Nb	Ta,≤	N
CPF3	0.03	1.50	0.040	0.040	2.00	8.0~12.0	17.0~21.0	…	…	…	…
CPF3A	0.03	1.50	0.040	0.040	2.00	8.0~12.0	17.0~21.0	…	…	…	…
CPF8	0.08	1.50	0.040	0.040	2.00	8.0~11.0	18.0~21.0	…	…	…	…
CPF8A	0.08	1.50	0.040	0.040	2.00	8.0~11.0	18.0~21.0	…	…	…	…
CPF3M	0.03	1.50	0.040	0.040	1.50	9.0~13.0	17.0~21.0	2.0~3.0	…	…	…
CPF8M	0.08	1.50	0.040	0.040	1.50	9.0~12.0	18.0~21.0	2.0~3.0	…	…	…
CPF10MC①	0.10	1.50	0.040	0.040	1.50	13.0~16.0	15.0~18.0	1.75~2.25	≤1.2,≥10×C	…	…
CPF8C①	0.08	1.50	0.040	0.040	2.00	9.0~12.0	18.0~21.0	…	≤1,≥8×C	…	…
CPF8C(Ta max)②	0.08	1.50	0.040	0.040	2.00	9.0~12.0	18.0~21.0	…	≤1,≥8×C	0.10	…
CPH8	0.08	1.50	0.040	0.040	1.50	12.0~15.0	22.0~26.0	…	…	…	…
CPH20或CPH10	0.20③	1.50	0.040	0.040	2.00	12.0~15.0	22.0~26.0	…	…	…	…
CPK20	0.20	1.50	0.040	0.040	1.75	19.0~22.0	23.0~27.0	…	…	…	…
CPE20N	0.20	1.50	0.040	0.040	1.50	8.0~11.0	23.0~26.0	…	…	…	0.08~0.20

① CPE10MC和CPF8C级的铌加钽最大含量可达1.35%。

② ASTM或美国铸钢者学会至今尚未规定其等级编号。

③ 经制造厂与采购方商定，CPH20级的含碳量限制到最大含碳量为0.10%，如双方同意，等级号应定为CPH10。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 297/A297M 一般用途的耐热Fe-Cr和Fe-Cr-Ni钢铸件

A 370 钢产品力学试验方法和定义

A 999/A 999M 合金钢和不锈钢公称管通用要求

E 29 试验数据中使用有效位数以判明与标准一致性实用规程

E 94 射线照相检验导则

E 165 液体渗透检查方法实用规程

E 186 2~4½in.(51~114mm)厚壁钢铸件射线参考照片

E 280 4½~12in.(114~305mm)厚壁钢铸件射线参考照片

E 446 厚度不大于2in.(51mm)的钢铸件射线参考照片

2.2 ANSI标准

B 46.1 表面结构

3　订货须知

3.1　属于本标准材料的订货单应包括下列内容，根据需要对所需材料作充分说明：

3.1.1　数量(英尺、米或根数)。

3.1.2　材料名称(离心铸造公称钢管)。

3.1.3　级别(表 1)。

3.1.4　尺寸(以英寸或毫米表示的外径或内径、最小壁厚)。

3.1.5　长度(定尺或非定尺，A 999/A 999M 标准)。

3.1.6　A 999/A 999M 标准规定的管端加工。

3.1.7　选择性要求(第 9.4 条和补充要求 S1～S7)。

3.1.8　要求的试验报告(第 14 节)。

3.1.9　特殊要求或对标准的附加要求。

4　材料和制造

4.1　热处理——钢管应按表 2 规定的温度和时间进行热处理，接着进行水淬或用其他方法快速冷却。

表 2　热处理要求

等　　级	温度，≥		每英寸厚度保温时间，h
	℉	℃	
CPF，CPF3A，CPC8，CPF8A，CPF3M，CPF8M	1900	1040	1
CPF10MC，CPF8C，CPF8C(Ta max)	1950	1065	2
CPH8，CPH10，CPH20，CPK20	2100	1150	1
CPF20N	2225	1220	1

4.2　机械加工——钢管的内、外表面应机加工到粗糙度值不大于美国国家标准 B 46.1 规定的离中线的算术平均偏差(AA)250μin.(6.35μm)。

5　化学分析

5.1　熔炼分析——制造厂应对每炉钢进行一次分析，以测定表 1 规定元素的百分含量。熔炼分析的试样，最好在钢水浇铸时采取。所测得的化学成分应符合表 1 规定的要求。

5.2　成品分析——成品分析可由采购方进行。分析试样的选取应能充分代表被分析的钢管。所测得的化学成分应符合表 1 规定的要求。

5.3　为了与化学成分要求取得一致，应按 E29 实用规程的规定将测定值或计算值圆整到表 1所列的数值右边最后一位的最接近数字。

6　拉伸性能要求

6.1　试样

6.1.1　试样应按 A 370 试验方法和定义进行制备。试棒应用其所代表的铸管的同一炉钢水注入特殊模块中制成。为了切取 6.2 和 6.3 条所需要的全部试样，应提供足够数量的试棒(见表 3)。

表 3　拉伸性能要求

等　　级	抗拉强度，ksi(MPa) ≥	屈服强度，ksi(MPa) ≥	2in. 或 50mm 伸长率，% ≥
CPF3	70(485)	30(205)	35
CPF3A①	77(535)	35(240)	35
CPF3M	70(485)	30(205)	30
CPF8	70(485)	30(205)	35
CPF8A①	77(535)	35(240)	35
CPF8M	70(485)	30(205)	30
CPF10MC	70(485)	30(205)	20
CPH10	70(485)	30(205)	30
CPF8C (Ta max)，CPF8C	70(485)	30(205)	30
CPH8	65(448)	28(195)	30
CPK20	65(448)	28(195)	30
CPH20	70(485)	30(205)	30
CPE20N	80(550)	40(275)	30

① 表中所示性能可以通过调整表 1 规定范围内的化学成分来达到，目的是获得一种铁素体-奥氏体比例，以便产生较高的极限强度和屈服强度。当这些材料暴露于 800℉(425℃)以上的使用温度时，其冲击值可能会降低。

6.1.2 如果制造厂与采购方达成协议，试样可以从经过热处理的铸管上切取代替试棒。

6.1.3 拉伸试样应加工成 A 370 试验方法和定义中图 6 所示的标距为 2in.（50mm）的标准圆形试样的形状和尺寸。

6.2 试验次数

6.2.1 每一炉钢应做一次拉伸试验。切取试样的试棒应以同它所代表的铸管一样的方法进行热处理。

6.2.2 如果试样因机械加工不当或在加工或试验过程中出现裂缝，则可将此试样废弃，从同一炉钢的试样中再另取一个试样代替。

6.3 复试——如果某一炉钢的力学性能试验不符合规定的要求，则这些铸管可以重新热处理和复试，但固溶处理不多于两次。

7 水压试验

7.1 每根钢管都应按 A 999/A 999M 标准的要求进行水压试验。

7.2 考虑到铸造车间可能无能力在装运之前进行水压试验，或者采购方希望把水压试验推迟到铸件进行了附加的作业后才进行，这时，铸造厂应对铸管水压试验性能良好负责。

8 质量要求

8.1 铸管表面应进行外观检验，并应无裂纹和热裂。其他表面缺陷应按订货单中规定的外观验收标准进行判定。

9 返工和重新处理

9.1 第 8 节所述的缺陷应予去除、并用外观检查除去缺陷后的凹坑，以证实缺陷已消除。按补充要求 S6 或 S7 或同时按这两项要求检查出来的缺陷，应予以清除或将其减少到可接受的程度。

9.2 如果清除缺陷并没有侵入到最小壁厚，则清理的凹坑可向周围表面圆滑地过渡。

9.3 如果清除缺陷时形成的凹坑侵入了最小壁厚，则在采购方同意下可以进行焊补。所用焊条的成分应符合被焊金属的成分。

9.3.1 只有使用按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷规定评定合格的焊工和焊接工艺进行焊补。所有焊补处都应按检查铸管的相同质量标准进行检查。

9.4 经焊补的铸管既不要求也不禁止进行焊后热处理。

10 尺寸的允许偏差

10.1 厚度——壁厚的正偏差不允许超过规定壁厚的⅛ in.（3mm）。不允许有负偏差。

11 一般要求

11.1 除本标准中另有规定外，按本标准供货的材料应遵守现行版的 A 999/A 999M 标准的要求。

12 拒收

12.1 采购方可以对从制造厂收到的每根钢管进行检查。如果按本标准所述检查和试验方法进行检查和试验时，钢管不符合本标准要求，该钢管应予拒收，并通知制造厂。拒收钢管的处理应由制造厂与采购方商定。

13 复审

13.1 代表拒收材料的试样应从提交试验报告之日起保留两个星期。在对试验结果有异议的情况下，制造厂可在此期间要求复审。

14 合格证书

14.1 采购方在合同或订货单中提出要求时，制造厂应在交货时提供一份证明材料是按本标准制造和试验的合格证书，连同试验结果报告一起提供。

15 产品标志

15.1 每根钢管都应清楚地标记上制造厂厂名或商标、字符 ASTM、标准号和级别。此外，在每根钢管上还应标上炉号或可跟踪炉号的系列号。

16 关键词

16.1 奥氏体 离心铸造 高度* 高温应用 不锈钢 钢铸件"。

---

* 原文如此，含义不详。——译注。

补 充 要 求

只有当采购方有规定时，方可采用补充要求。补充要求的细节应由制造厂与采购方商定。规定的试验应由制造厂在铸管发运之前进行。

S1 附加拉伸试验

S1.1 附加拉伸试验应在采购方规定的温度下进行。所要求的性能由采购方与制造厂商定。

S2 压扁试验

S2.1 压扁试验应在每根钢管一端或两端取样进行。如果从某根钢管的任一端所取的试样不符合 A 999/A 999M 标准的要求，则这根钢管应予拒收。

S3 显微照片

S3.1 制造厂应在每炉钢同一热处理批的成品钢管上取一个试样，提供一张放大 100 倍的显微照片。显微照片上应适当地标明钢管尺寸、壁厚和炉号。这种照片仅作为一份表明所供应的钢管的实际金相组织的参考资料。除补充要求 S4 规定者外，订购分割管段不需要这种显微照片。

S4 分割管段的显微照片

S4.1 制造厂应提供从每根钢管一端或两端拍摄下来的显微照片。所需要的全部显微照片应适当地标明炉号、钢管的尺寸和壁厚。显微照片还应进一步标出每张显微照片与所代表的哪根分割管段相联系。

S5 金相组织和浸蚀试验

S5.1 浸蚀试验(注 S1)应在钢管的横截面上进行，并应显示钢管金属的宏观组织。这样的试验仅供参考。

注 S1：在适用于本标准所包括的产品浸蚀试验方法制订出来之前，建议遵照钢铁常用检查标准宏观浸蚀试验推荐实用规程进行。

S6 射线检验

S6.1 铸管内部缺陷应通过 X 射线或 γ 射线检验。检查方法应按 E 94 导则，其缺陷的类型和大小应按 E 446、E 186 或 E 280 参考射线照片来判定。检验范围和验收的依据应由制造厂与采购方商定。

S7 液体渗透检验

S7.1 铸管的表面缺陷应通过液体渗透方法检验。液体渗透方法应按 E 165 实用规程进行。检查面积、方法和所用渗透剂的种类、显示方式和验收依据应在询价或招标时提出供报价用，并在订货单或合同上或同时在两者上加以规定，或者由制造厂与采购方商定。

不锈和耐热钢平轧钢板、薄板及钢带通用要求

SA-480/SA-480M

(15)

(除了对表 A1.1 中的硅、镍和钨的限值和偏差作修订以外，
与 ASTM 标准 A 480/A 480M—13b 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准包括一组通用要求，除在订货单或单项标准中另有规定外，这些要求适用于分别属于下列 ASTM 出版的标准：轧制钢板、薄板及钢带 A 167、A 176、A 240/A 240M、A 263、A 264、A 265、A 666、A 693、A 793 和 A 895。

1.2 单项产品标准的要求和本通用要求标准的要求之间有抵触时，单项产品标准的要求优于本标准。当单项产品标准的要求或本通用要求标准的要求与采购订货单的一个更为严格的要求之间有抵触时，则应以采购订货单优先。但是，如果采购订货单的要求有任何违背单项产品标准的要求或本通用标准的要求时，例如，拒绝试验要求或放松对试验的要求时，则采购订货单的要求就不得优先。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出，除了当规定 A480M 时，附录 A3 应适用于尺寸公差，而不是列在附录 A2 中括号内的 SI 数值。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与标准的不一致。

1.4 本标准及适用的材料标准中同时用英寸-磅单位及 SI 单位表示。然而，除非在订单中规定采用“M”标准号(SI 单位)，否则材料按英寸—磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ATM 标准

A 167 不锈和耐热铬-镍钢板、薄板及钢带

A 176 不锈和耐热铬钢板、薄板及钢带

A 240/A 240M 压力容器和一般用途用铬钢和铬镍不锈钢板、薄板和钢带

A 262 检测不锈钢晶间腐蚀敏感性的实用规程

A 263 耐腐蚀铬钢复合钢板

A 264 铬镍不锈钢复合钢板

A 265 镍和镍基合金复合钢板件

A 342/A342M 弱磁材料导磁率测定法

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 666 回火或冷加工奥氏体不锈钢薄板、钢带、钢板及扁钢

A 693 沉淀硬化不锈和耐热钢板、薄板和钢带

A 700 国内装运钢制品的包装、标志和装卸方法实用规程

A 751 钢制品化学分析的试验方法、操作和术语

A 763 铁素体不锈钢耐晶间腐蚀性能实用规程

A 793 不锈钢轧制网纹板

A 895 易切不锈钢板、薄板及钢带

A 923 测定奥氏体/铁素体双相不锈钢的有害金属间化合物的试验方法

E 140 金属硬度换算表(布氏硬度、维氏硬度、洛氏硬度、洛氏表面硬度、努氏(knoop)硬度肖氏硬度及里氏硬度之间的换算关系)。

2.2 AIAG 标准

B-5 初金属识别标签应用标准

2.3 ANSI 标准

X12 认可标准委员会(ANSI ASC X12)

2.4 美国联邦政府标准

Fed. Std. No. 123 运输标记(民用代办机构)。

2.5 军用标准

MIL-STD-129 运输与储存标记。

MIL-STD-163 炼钢厂产品，运输及储存的准备工作。

3 术语

3.1 定义

3.1.1 在本标准中使用的名词：钢板、薄板、钢带和冷加工适用于下列情况：

3.1.2 钢板—厚度不小于3/16in.（5.00mm）和宽度大于10in.（250mm）的材料。钢板的表面质量在第13节中说明。

3.1.3 薄板—厚度小于3/16in.（5.00mm）和宽度不小于24in.（600mm）的材料。薄板的表面质量在第11节中说明。

3.1.4 钢带—厚度不大于1/16in.（5.00mm）和宽度小于24in.（600mm）的冷轧材料。钢带的表面质量和冷轧钢带的边缘分别在第12节和第14节详述。

3.1.5 冷加工—以加工硬化改变力学性能。

4 订货须知

4.1 在采购订货单中规定为采购所需材料必须的全部资料是采购方的责任。这些资料的例子包括但不限于下列资料：

4.1.1 数量(重量和张数)。

4.1.2 材料名称(不锈钢)。

4.1.3 状态(热轧、冷轧、退火、热处理)。

4.1.4 表面精整(对薄板、钢带和钢板分别参见第11,12和13节)，在抛光的情况下，需指定是抛光一面还是两面。

4.1.5 回火(如适用材料标准要求这个细节的话)。

4.1.6 形状(钢板、薄板和钢带)。

4.1.7 尺寸(厚度、宽度、长度)。

4.1.7.1 厚度应按十进制数或分数订货。建议不再使用量规号，原因是它已是旧术语，并不再具有通常协议的意义，但量规号不应成为拒绝的理由。

4.1.7.2 当按厚度，宽度和长度订购时，应采用相同的度量单位，例如：0.060in.×48in.×120in.（1.52mm×1219mm×3048mm）。

4.1.8 边缘，只用于钢带(冷轧钢带见第14节)。

4.1.9 类型或UNS编号，参见适用的材料标准。

4.1.10 标准号和出版年份。

4.1.11 对标准的附加要求或特殊要求。

4.1.12 对屈服强度测定方法的限制(如果有要求的话)(见基础材料标准力学性能表相应的脚注)。

4.1.13 标志要求(见第25节)。

4.1.14 发货前的准备工作(见第25节)。

4.1.15 导磁性试验(当有要求时)，参见第19节。

注1：一份典型的订货单列举如下：200张不锈钢薄板，0.060in.×48in.×120in.，钢号410型，表面粗糙度2B，按ASTM A176—××。

5 炼钢工艺

5.1 钢的制造按下列工艺或按适用材料标准的规定：

5.1.1 钢以电弧炉、感应电炉或其他适合的工艺冶炼。

5.1.2 如果买方需要指定熔炼类型，则须在采购订货单上申明。

6 熔炼分析

6.1 化学分析方法和实用规程应按标准A 751方法、实用规程和术语。

6.2 钢厂应对每个炉号进行分析，以确定适用材料标准中规定元素的百分含量。这种分析应该用在该炉钢烧铸过程中或者在制造流程的最末端所取的样品进行。

6.2.1 熔炼分析的结果应如适用产品标准所列，符合对订购级别钢的每种规定元素的要求。

6.2.2 所有的商品金属都会含有少量的规定元素以外的元素。无论是否是有意添加未规定元素、剩余元素或者是可能存在的痕量元素，对于未规定元素规定限制值是不实际的，而且是不必要的。允许钢材的生产厂分析未规定元素，并允许报告这种分析的结果。未规定元素的存在以及报告这些元素的分析结果，不应构成为拒收的理由，除非这些未规定元素的存在、将招致对订购类型和品质的金属典型的期望性能的损失。

6.2.3 允许采购方在采购订货单中对产品标准中未作规定的个别元素限制最大极限值。这样的对于产品标准中未列出的某一元素的要求，

当被认同为采购订货单的合格依据时，就应如同规定元素一般对待、做化学分析测定，并且，报告分析结果。

6.2.4 允许采购方对任何元素提出更严格的要求，也就是对具有最小值的、或者最小值范围的元素要求较高些的最小值，或者是对具有最大值的、或者最大值范围要求的元素，要求取较为低些的最大值。不允许采购方提出较宽松的化学成分要求。

6.2.5 与其是针对一群元素、包括但不限于对所有其他元素、稀土元素和剩余平衡元素，不如针对特定的元素确立分析限制值，除非是在这样的一群中的所有元素在技术上起的作用相似，并且辅以典型的化学分析方法。

6.3 除了在6.3.1条允许的以外，钢不应含有订货类别钢未规定的元素，这种元素甚至使钢达到符合另一类钢规定元素要求的最低含量的程度。对于这个要求，在本标准内或任何列在本标准包括范围内的标准内，一种级别钢被定义为：单独叙述的合金并被化学成分要求表内它本身的UNS号识别的钢。

6.3.1 除非在采购订货单中另外规定了较低的最大限值，即便是材料中存在的某一元素的含量，与在其他级别钢中的该元素的成分限值相抵触，则对未规定元素的最大许可值，将被用来确定对规定级别钢的铜、钼、钛和铌的许可值。这些许可值，是：Cu，0.75%；Mo，0.75%；Ti，0.10%和Nb，0.10%。

6.4 当采购订货单已要求材料含有对按照A751试验方法、操作及术语标准定义的、所订购级别钢而言，既不是规定元素、也不是有意添加的未规定元素的一个元素的最小值或范围值时，不允许生产厂家担保该材料符合ASTM的产品标准。

7 成品分析

7.1 采购方可以进行成品分析(验证以前的分析)来验证代表每个炉号或每批的成品材料的成分。这样的分析可以采用通常能确定验证材料的任何广泛接受的方法进行。

7.2 按第7.1条测定的化学成分应符合材料标准的规定，并在表A1.1的偏差范围内，但有关材料标准或订货单另有规定时除外。用于成品分析的单个样品中个别元素含量允许变化，可以高于或低于规定范围。然而在所有样品中的百分数必须呈现出相同的倾向，即一个炉号中任何单个元素的多次测定值不能一时高于规定范围，一时又低于规定范围。

8 材料试验报告及合格证书

8.1 应向采购方提交一份有关材料标准所要求的全部试验结果的报告。材料试验报告应引用出产品标准的编号和年份号，说明材料是按该产品标准的要求制造、取样、试验和检查的，并且是符合这些要求。当采购订货单需要特殊的冶炼方法或者是需要报告所用的冶炼方法时，则材料试验报告应报告冶炼方法。

8.1.1 材料试验报告应说明钢的类型。如果是证明材料符合一种类型以上钢的要求，则钢厂可在报告上说明每一种钢的类型，或者对每一种钢出具分别的报告。

8.2 报告上无需签署，但该文件应能清楚地识别提交报告的机构。尽管没有签名，但提供报告文件的机构应对报告的内容负责。

8.3 从电子数据交换（EDI）传送，由电子表格或者用电子表格得到的材料试验报告、检查证书或类似的打印文件应视作和出具合格证机构出的打印副本具有同等效力。EDI传送文件的内容必须符合相关ASTM标准的要求，并且符合在买卖双方之间任何存在的EDI协议。尽管没有签名，提交EDI传送文件的机构应对报告的内容负责。

8.4 当成品材料是按规定了产品标准的采购订货单提供时，则供应该材料的机构应向采购方提供一份钢厂试验报告原件的复印件。

注2：尽管没有签名，提交试验报告的机构对报告的内容负责。

注3：这里涉及的工业术语是：EDI是计算机与计算机之间以例如ANSI ASC X12的标准格式交换商务信息。

8.4.1 当原始制造厂的试验报告是通过EDI形式提供给将成品材料提供给采购方的机构时，该提供成品材料的机构应向采购方提供一份原始试验报告的打印件，或应把该试验报告通过EDI形式再次传送给采购方。在任何一个情况下，试验报告应带有原始制造厂的完整的识别标准，并含有提供在原始制造厂试验报告上的全部数据。

9　尺寸和重量的允许偏差

9.1　薄板、钢带和钢板应符合分别按 A 480 和A 480M的附件 A2 和附件 A3 中对于所订购的产品型式的厚度、宽度、长度和平直度的允许公差以及有规定的其他性能，或者是按销售方和使用者之间的协议，并且在采购订货单中作的规定。

10　工艺

10.1　材料应具有与良好制造和检验经验相一致的均匀质量。对于被接受订货的钢号和质量，不得存在有对成品件的冲压、成型、机加工或加工制造具有在性质上或程度上有不利影响的缺陷。

10.2　薄板、钢带和钢板——具有 1 号表面质量的薄板和钢带及热轧退火或热轧退火加酸洗的钢板，可以经打磨清除表面缺陷，这种打磨不得使任何部位的厚度或宽度减小到超出允许尺寸偏差。应采用无铁磨料的砂轮进行打磨，并且砂轮转速要足够高以保证缺陷面积能清洁地去除掉。

11　薄板的表面质量

11.1　适用于薄板产品的表面质量类型有：

11.1.1　1 号表面质量——热轧、退火和去除鳞皮。

11.1.2　2D 号表面质量——冷轧、钝化表面。

11.1.3　2B 号表面质量——冷轧、光亮表面。

11.1.3.1　光亮退火表面质量——通过在控制气氛中的最终退火而保留的光亮冷轧表面质量。

11.1.4　3 号表面质量——一面或两面中等抛光的表面质量。

11.1.5　4 号表面质量——一面或两面一般用途的抛光表面质量。

11.1.6　6 号表面质量——一面或两面经坦姆皮科抛光刷抛光的毛面表面质量。

11.1.7　7 号表面质量——高光泽表面质量。

11.1.8　8 号表面质量——镜面表面质量。

11.1.9　TR 表面质量——经冷加工获得规定的性能。

注 4：薄板表面质量的解释：

1 号——通常涉及热轧退火并除鳞或除锈。这是一种无光泽的，无反射的表面质量。

2D 号——一种光滑的，无反射的冷轧退火并除锈或除鳞的表面质量。这种无方向性的表面质量，在深拉伸用途中，有助于保持润滑剂。

2B 号——一种光滑的，有适度反射的冷轧退火并除锈或除鳞的表面质量。一般通过抛光的轧辊给以最后一道冷轧。这种一般用途的表面质量，比 1 号或 2D 号更易抛光。有 2B 号表面质量的产品。除规定为拉伸-滚轧产品外，通常以退火加光亮冷轧状态供货。

光亮退火表面质量——通过冷轧并随后在保护气氛中退火产生的一种光亮的，有反射的表面质量。保护气氛的目的是防止在退火过程中氧化或产生鳞皮。

3 号——一种有线状纹理的表面质量，它可用机械打磨或轧压得到，其平均表面粗糙度（R_a）一般可至 40 微英寸。一个熟练工人的操作即可达到这个表面质量。表面粗糙度的测量随测量仪器、实验室和操作者不同而有差异，故在测量 3 号和 4 号表面质量的表面粗糙度也可能会有重叠。

4 号——一种有线状纹理的表面质量，它可用机械打磨或轧压得到，其平均表面粗糙度（R_a）一般可至 25 微英寸。一个熟练工人的操作即可达到这个表面质量。表面粗糙度的测量随测量仪器、实验室和操作者不同而有差异，故在测量 3 号和 4 号表面质量的表面粗糙度也可能会有重叠。

6 号——这种表面质量具有柔和的、缎子般光泽的外观，一般是用坦姆皮科抛光刷对 4 号表面质量进行抛光生产的。

7 号——具有高度反射率。它是通过抛光精细打磨面来获得的，但磨痕尚未消除。主要用于建筑或装饰品。

8 号——这是一种具有高反射的、光滑的表面质量，一般通过依次越来越细的研磨剂磨粒进行研磨，然后抛光。一般在最终产品上很轻微的抛光磨痕可能仍然可见，在零件装配作了抛光之后，磨痕会融合。

TR 表面质量——这种表面质量是由于退火和去氧化皮，或光亮退火的产品作冷轧的结果，获得高于退火状态的力学性能。其外观则取决于初始表面质量、冷加工量和合金不同而有变化。

建筑用表面质量——有时称为 5 号表面质量，这是分开的种类，且可能为买方与卖方忽视，因为在世界上可有许多技术及表面质量上的差别。

11.1.10　建筑用 5 号表面质量或其他专用的名称是特殊的表面质量。

11.1.11　4 号表面质量，并不意味要加限制或用作为拒收的依据，而在于给出总的指导。可以使用不同的生产方法来获得这些表面质量。

11.1.12　薄板可以按一面或两面抛光的方式生产。当只有一面进行抛光时，为了获得必要的平整度，另一面可以粗磨。

12　钢带的表面质量

12.1　对冷轧钢带产品可以获得的各种类型表面质量有：

12.1.1　1 号表面质量——冷轧到规定的厚度，退火并除鳞。

12.1.2　2 号表面质量——与 1 号表面质量

相同，然后再经一道轻微的最终冷轧，这一般在高度抛光的轧辊上进行。

12.1.3 光亮退火表面质量——通过在控制气氛炉中的最终退火而保持光亮的冷轧表面质量。

12.1.4 TR 表面质量——经冷加工以获得规定的性能。

12.1.5 抛光的表面质量——不锈钢带也可以按如注 4 中所说明的 3 号和 4 号的抛光成品供货。

注 5：钢带表面质量的解释：

1 号——这种表面质量的外观可从灰暗的毛面到相当反身率的表面变化，这主要取决于成分。这种表面质量用于受强烈拉拔或成形的部件，以及不需要采用较光亮的 2 号表面质量的场合，如耐热部件。

2 号——这种表面质量具有更光滑和反射率更强的表面，其外观随成分而变化，这是一般用途的表面质量，广泛用于家庭和汽车装饰、餐具、器皿、盘碟等。

光亮退火——见注 4。

TR 级表面质量——见注 4。

13 钢板的表面质量

13.1 钢板供货表面质量的类型有：

13.1.1 热轧或冷轧加退火或热处理——鳞皮未消除，中等表面质量。这种状态钢板的用途一般局限于耐热方面的应用，鳞皮损害耐蚀性。

13.1.2 热轧或冷轧加退火或热处理，再经喷砂或酸洗——这是通常推荐用于耐腐蚀和大多数耐热用途的状态和表面质量，实际上是表面质量 1 号。

13.1.3 热轧或冷轧加退火或热处理，再经表面清理和抛光——抛光表面质量一般是 4 号表面质量。

13.1.4 热轧或冷轧加退火或热处理除鳞并经过回火处理——用于特殊用途的较光滑表面质量。

13.1.5 热轧或冷轧加退火或热处理，除鳞并再冷轧加退火或热处理，再除鳞及任选回火处理——光滑的表面质量，比 13.1.4 条所述的表面质量的表面缺陷要少得多。

14 冷轧钢带的边缘

14.1 钢带产品供货的边缘类型有以下几种：

14.1.1 1 号边缘——按规定为轧制圆边或直边。

14.1.2 3 号边缘——纵切边。

14.1.3 5 号边缘——通过轧制或纵切加磨锉获得的近似直边。

15 热处理

15.1 除适用材料标准另有规定外，应遵守本节中所述热处理。热处理的热循环应与其他工艺的热循环区分开。例如，在工序中的热循环就不允许用来替代独立的退火热循环。

15.2 奥氏体型：

15.2.1 除在材料标准中另有规定外，材料应作固溶退火处理，以满足有关材料标准对力学性能的要求。

15.2.2 除了表 A1.2 中示出外，300 系列，XM－15，N08800，S30415，S30815，S31725，S31726 和 S32615 铬-镍奥氏体钢当在订货单上有规定时，应能满足 18.2 条所规定的抗晶间腐蚀试验的要求。

15.2.3 对采用钛和铌稳定化处理级别的钢，参见注 6。

注 6：固溶退火温度在 1950°F（1066℃）以上时，309Cb、309HCb、310Cb、310HCb、316Ti、316Cb、321、321H、347、347H、348、348H、S21640、S33425、S35140、S35135 和 S35125 这些稳定化处理后的钢种，在暴露在敏感状态之后，可能会损害抗晶间腐蚀性能。当关心晶间腐蚀时，采购方应指定进行 18.2 条腐蚀试验（在敏感试样上进行）。如有必要，钢厂可在高温固溶退火后用较低的温度进行再固溶退火或稳定化退火，以满足腐蚀试验要求。在低于 1800°F（982℃）下采用稳定化退火之前，应考虑一下腐蚀性介质，因为这种处理对所有介质也许不是同样有效的。

15.2.4 对于稳定化 H 类型钢要注意表 A1.2 中列出的热处理要求随材料经冷加工或热精整的不同。

15.2.5 铬-镍-锰型钢（201、202、S20103、S20400、S20153、S21800、S21640、XM－11、XM－17、XM－18、XM－19、XM－29 和 XM－31）的固溶退火应符合有关材料标准对力学性能的要求并显示出足够的抗晶间腐蚀性能（见 18.2 条）。S20161 钢的热处理在表 A1.2 中有规定。对 S21640 钢，见注 6。

15.2.5.1 注意这些型号钢中的某些型号其含碳量较高，对抗晶间腐蚀可能起有害影响。

15.3 双相型——双相型钢应按表 A1.2 固溶退火。

15.4 马氏体和铁素体型：

15.4.1 铬钢(S32803、400 系列、S40945、S41045、S41050、S41500、S43932、S44400、S44537、S44635、S44660、S44700、S44735、S44800、XM-27 和XM-33)钢的热处理方法应满足有关材料标准中对力学和弯曲性能所规定的全部要求。除 400 系列、S41050 和 S41500 钢外，还应有足够的抗晶间腐蚀性能。

15.4.2 S41500 钢应在任选的中间回火和最终回火之前，加热到最低 1750℉(955℃)，空冷至 200℉(93℃)或更低温度。最终回火应在 1050℉(566℃)和 1150℉(621℃)之间进行。

16 试验数量

16.1 除所用材料标准另有规定或由买卖双方商定者外，应执行下列试验数量。

16.1.1 在以成卷形式生产的钢板、薄板或钢带的情况下，应对每卷进行两个以上的硬度试验(每个卷两端各取一个)；当有要求时，再做一个弯曲试验；当有要求时，再做一个导磁率试验；还应做一个以上的拉伸试验。如果两个卷端之间的硬度差超过 5 HRB 或相当值，或如果材料是经平整轧制过的，则必须在卷的两端测定拉伸性能。

16.1.2 以切成定尺生产的钢板、薄板或钢带，在相同的炼钢周期内，单轧或连轧的同一炉、同一公称厚度的一批或连续的每 100 张或以下作一个拉伸试验；如果材料是经平整轧制过的，则作两个拉伸试验(一个批号做一个试验)；当有要求时，再做一个弯曲试验，还应做一个以上硬度试验。

注 7："连续"一词在用于热处理时，意思是说定尺长度逐一入炉内进行热处理。如果公称厚度大致相同，热处理周期和条件(时间和温度)亦相同，则不同炉次一起装入加热炉是允许的。

16.1.3 当有要求时，应从经受相同热处理的每个炉批和每个壁厚的材料上选择做一个晶间腐蚀试验；该试样可从选择来做力学性能试验的试样制取。

17 试样

17.1 拉伸试验：

17.1.1 除非有关材料标准另有规定或经买卖双方商定，拉伸试样应取自成品材料，并应在纵向或横向选取，或同时取两个方向。拉伸试样符合标准 A370 试验方法和定义标准中有关章节的规定。

17.1.2 屈服强度和试样断裂之间的拉伸速率，应在恒定应变速率为每分钟每英寸(25.40mm)标距⅛ in.(3.18mm)至½ in.(12.70mm)之间，或相应于此应变速率范围内的横梁速率。本标准的应变速率可用变速率定速装置、指示器或控制器测定，或将单位伸长率除以从屈服至断裂的经过时间来测定。

17.2 硬度试验——硬度试验可以在进行拉伸试验前，在拉伸试样的夹紧端进行。

17.2.1 除非在采购订货单中有规定，当材料尺寸或类型有限定时，钢厂可以采用替代的硬度试验程序。硬度换算应使用 A370 试验方法和定义标准中的适用表格。当材料很薄允许做任何洛氏表面硬度试验，可不再按此项硬度要求。

17.3 弯曲试验：

17.3.1 弯曲试样(当有要求时)，应取自成品材料，并从横向取样，或按有关材料标准要求或由买卖双方商定。横向弯曲试样的弯曲轴线应平行于轧制方向。

17.3.2 从薄板和钢带所取的弯曲试样应取自材料的全厚度，宽度约 1in.(25.4mm)。试样的边缘可以倒圆，其圆角半径等于厚度的一半。

17.3.3 钢带弯曲试样宽度受弯曲试样长度的实际限制。对于窄的钢带，下列宽度能进行试验：

钢带的厚度，in.(mm)	弯曲试验的最小钢带宽度和最小试样长度，in.(mm)
≤0.100 (2.5)	½ (12.7)
>0.100~<0.140 (2.5~3.5)	1 (25.4)
≥0.140 (3.5)	1½ (38.1)

弯曲试样可用大于最小规定长度的任意合适的长度。

17.3.4 取自厚度不大于½in.(12.7mm)钢板的弯曲试样应取材料的全厚度，长度适当，宽度在1in. 和2in.(25.4mm 和50.8mm)之间。剪切边可以去除到至少⅛in.(3.2mm)的深度，棱边可以用锉刀修平滑。试样横截面的棱角可以用锉刀修圆，但不允许有可观的倒圆。

17.3.5 钢板的厚度大于½in.(12.7mm)的情况下，可以采用加工至横截面1in.×½in.(25.4mm×12.7mm)，长度至少6in.(152.4mm)的弯曲试样。板的弯曲外侧表面是毛面，但轻度修磨是允许的。边缘可以倒圆，圆角半径1/16in.(1.6mm)。当买卖双方之间商定时允许将横截面改为½in.(12.7mm)的方形。

17.3.6 在板厚大于1in.(25.4mm)的情况下，弯曲试验必须由买卖双方商定。

17.3.7 弯曲试样应经受冷弯至有关材料标准规定的角度，其弯曲部分的外侧不得有裂纹。

17.4 弯曲试验可通过绕过直径等于所用材料标准所示扁材厚度号的弯芯上进行，亦可通过绕过等于所用材料标准的所示该扁材厚度号的单张板上进行，或者按以下所示进行。

17.4.1 板厚不大于⅜in.(9.5mm)者应绕过一块(或几块)扁材进行弯曲，该扁材的公称厚度与被试材料的相同(1T)，允许被试材料弯成自然曲率。

17.4.2 板厚大于⅜~1in.(9.5~25.4mm)者应绕过一块(或几块)扁材进行弯曲。后者的厚度等于被试材料厚度的两倍(2T)，允许被试材料弯成自然曲率。

18 特殊试验

18.1 如果要求进行采购标准内与材料预期用途有关的其他试验，则试验方法与范围应由买卖双方商定，并在采购订货单中作出规定。

18.2 抗晶间腐蚀：

18.2.1 除非在订货单中规定，一般不要求进行实用规程A 262中的晶间腐蚀试验方法E。除H型外，所有的奥氏体铬-镍钢是能通过这种试验的。然而除非订货单中有规定，这种试验实际上不必进行。注意A 262实用规程要求这种试验是在低碳稳定型钢的敏化试样上进行的，对其他类型的钢是代表装运状态的试样上进行的。当在规定化学成分中含有不小于3%钼的低碳类型钢时，在作试验前的敏化处理的适用性应由买卖双方协商决定。当有规定时，所有铬-镍系列(300系列)的平轧制品，其公称厚度不大于2in.(50.8mm)应按装运状态能够通过晶间腐蚀试验。除了304L、304LN、309Cb、310Cb、316Cb、316L、316LN、316Ti、317L、321、347、348、S31725和S31726钢，这种试验对重型钢板的适用性由买卖双方协商决定。

18.2.2 类别号带H型号的钢通常不进行晶间腐蚀试验。然而当321H型钢晶间腐蚀是至关重要时，可按实用规程A 262方法E进行。这种情况买主应通知钢厂并一起商定有关要求，这些要求在订货单中注明。

18.2.3 铬-锰-镍奥氏体型(201、202、XM-17、XM-18、XM-19、XM-29、XM-31、S20400、S21640和S21800)钢，应进行抗晶间腐蚀热处理。当要求晶间腐蚀试验时，应由买卖双方商定。

18.2.4 N08800钢应进行抗晶间腐蚀热处理。当要求晶间腐蚀试验时，应由买卖双方商定。

18.2.5 400系列型号钢一般不要求腐蚀试验。低碳抗腐蚀型(S44400、S44635、S44660、S44700、S44800、S44735、XM-27和XM-33)钢需经抗腐蚀热处理。经买卖双方协商同意，S44400、S44635、S44660、S44700、S44800、S44735、XM-27和XM-33钢可执行实用规程A 763的方法X、Y或Z。

18.3 双相不锈钢中有害的金属间化合物——除非在采购订货单中作了规定外，不要求对锻轧制的双相不锈钢中的有害的金属间化合物按A 923试验方法的方法A，B或C进行试验。所列出在A 923试验方法标准中的双相钢(奥氏体—铁素体)应能够通过这些试验合格。但是，除非在采购订货单中作了规定外，并不需要实际进行此项试验。并未列在A 923试验方法的双相不锈钢作这些试验的适用性应由买卖双方协商决定。

19 试验方法

19.1 适用标准中列举的性能应按下列ASTM标准方法测定：

19.1.1 拉伸试验——A 370 试验方法及定义。

19.1.2 布氏硬度——A 370 试验方法及定义。

19.1.3 洛氏硬度——A 370 试验方法及定义。

19.1.4 硬度换算——换算表 E 140。

19.1.5 晶间腐蚀(当有规定时)——A 262、A 763 实用规程。

19.1.6 导磁率试验(当有要求时)——A 342/S342M 试验方法。

19.1.7 夏比冲击试验(当有要求时)——A 370试验方法及定义。

19.1.8 金属间化合物(当有规定时)——A 923 试验方法。

20 复试和重新处理

20.1 允许复试按 A 370 试验方法及定义的规定进行。

20.2 如果任何试样表明机加工不良或显示出缺陷，则该试样可以作废，并以其他试样代替之。

20.2.1 如果任何拉伸试样的伸长率百分数小于规定值，并且根据在试样中所作的标记，表明断口的任何部分离 2in.(50.8mm)试样标距的中心大于 ¾ in.(19.1mm)，或在 8in.(203.2mm)试样标距中间二分之一以外，应允许复试。

20.3 如果由于弯曲条件比标准所要求的严格而使弯曲试样不符合要求，则应允许对重新加工的试样或试验不合格试样的剩余段进行一次复试。

20.4 如果任何试验批的结果不符合有关材料标准的要求，这批材料可以按生产厂的意见重新处理。如果被重新处理材料的复试结果在规定要求范围之内，则这批材料应予验收。

20.5 如果所选择的代表任何炉号的任何试样未能符合有关材料标准中规定的要求，可把这种试样所代表的材料重新热处理并重新提交试验。

20.6 如果成品分析不符合规定的范围，则应对新样品再进行分析。复试结果应在规定要求的范围之内。

21 钢板的焊接修补

21.1 允许钢板表面缺陷用焊接修补，除非被其他标准或采购订货单的要求所禁止。

21.2 被修补的缺陷深度不得超过⅓公称厚度，且其总面积不应超过钢板表面积的 1%，除非事先得到需方同意。

21.3 不合格的缺陷应用打磨或机加工为焊补作适当准备。外露的清洁缺陷，例如小坑或压痕可不要求准备。

21.4 焊接工艺和焊工或焊接操作工应按 ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅸ卷评定合格。

21.5 焊接耗材应与钢板相符。

21.6 焊补后，焊接区域应修磨平滑，并与周围表面均匀地融合。

22 检查

22.1 采购方的代表在生产工厂内对材料的检查应按买卖双方作为订货单的组成部分而商定的程序进行。

22.2 除合同或采购订货单另有规定外：(1)卖方负责执行本标准要求的所有检查和试验；(2)卖方可以使用自备的或他人的合适的设备进行检查和试验；(3)采购方有权执行任何本标准中规定的检查和试验。为使采购方检验人员能确信材料是按本标准供货的，钢厂应提供一切合理又必需的方便。但采购方检查不应不必要地干扰钢厂。

23 拒收

23.1 除另有规定外，任何根据按本标准所作试验提出的拒收，应从采购方收到材料之日起 60 个工作日内通知卖方。

23.2 验收后在采购方工厂显示出如第 10 节所示的有害缺陷将被拒收，并应通知卖方。

24 复审

24.1 根据本标准试验而被拒收的材料样品应从将拒收通知卖方之日起保留 3 周。如卖方对试验结果不满意，可以在此期间内提出复审的要求。

25 包装、标志和装运

25.1 对于商业采购：

25.1.1 标志——除非在有关材料标准或采购订购单中另有规定，应按下列方法进行标志：

25.1.1.1 应在每张薄板、钢带和钢板的一个表面上作标志，按如下次序示出：标准编号，钢种（型号或UNS标号），钢材的识别编号，以及钢厂名称或商标。对于长度和宽度尺寸以及两者都小于24in.的薄板、钢带和钢板，在每一张钢材上应标志出：钢材的型号以及材料识别编号。在一或多张钢材上，应标志出材料标准及标号，以及钢厂的厂名或商标，或者是附加于捆扎件上。字号的大小应使字迹清楚为度。标志应足够耐久，以经得起一般的装卸。除非采购方另有规定，标志可由钢厂选择下列方法：(a)用标记液(如果采购方对标记液中指定的元素有具体杂质最大限要求时,应在采购订货单中注明)；(b)用低应力钝头连续笔划冲头或低应力间断点冲头打印；(c)用最小触针半径为0.005in.(0.1mm)的振动工具打印；(d)用电化学蚀刻法。

25.1.1.2 薄平板、切成定长的钢带，以及钢板标志在两端附近，亦可沿一条边连续成线地打标志。对于薄平板、切成定长的钢带，以及长度和宽度两者都小于48in.的钢板，许可在这样的工作上将标志、只标记在一个地点上。

25.1.1.3 成卷的薄板和钢带应标志在卷的外侧端部附近。卷的内侧也应作标志或系上标有25.1.1.1条内容标签或记录单。

25.1.1.4 厚度小于¼in.(6.4mm)的材料不应使用冲模钢印作标记。

25.1.1.5 如果试样要发运给买主，钢厂的试验编号应字迹清楚地打印在每个试样上。

25.1.1.6 完全符合订货材料标准内两种类型钢要求的材料，钢厂保证所提供的材料满足每一类钢的要求，可以标上两种类型钢的标志。如果采用，这种标志可用其中一种钢的标志作相同的标志，也可各自直接用单种钢用的接近的相似标志。

25.1.1.7 在要求用条形码识别标签情况下，AIAG初金属标签(AIAG B—5)可作为识别的辅助方法。采用这种方法须经供需双方同意。

25.1.2 包装和装运——除有关材料标准或订货单另有规定外，包装和装运应按照A700实用规程的程序进行。

25.2 对于美国政府采购：

25.2.1 如订货单或合同规定，以及由政府直接采购的或者直接发运到政府的订货，应按照民间代办机构适用的联帮政府标准Fed. Std. No. 123和军方代办机构适用的军用标准MIL-STD-129的要求标志。

25.2.2 如合同或订货单中有规定，材料应按MIL-STF-163标准要求进行防护性包装、内包装及外包装。包装等级应在合同或订货中规定。

26 关键词

26.1 奥氏体不锈钢 双相不锈钢 铁素体不锈钢 马氏体不锈钢 不锈钢 不锈钢板 不锈钢薄板 不锈钢钢带

附　件

（强制性资料）

A1　成品分析偏差和热处理要求

A1.1　附件 A1 中列出了与规定化学成分要求有关的成品分析用的成分允许偏差表（表 A1.1），和对引用 A480/A480M 标准的产品标准所包括各种不锈钢的热处理要求（表 A1.2）。

表 A1.1　化学成分要求（成品分析偏差）①

元素	规定范围的界限或最大值，%	高于上限或低于下限的偏差	元素	规定范围的界限或最大值，%	高于上限或低于下限的偏差
C	≤0.010	0.002	Mo	>0.20~0.60	0.03
	>0.010~0.030	0.005		>0.60~2.00	0.05
	>0.030~0.20	0.01		>2.00~8.00	0.10
	>0.20~0.60	0.02	Ti	≤1.00	0.05
	>0.60~1.20	0.03		>1.00~3.00	0.07
Mn	≤1.00	0.03	Co	>0.05~0.5	0.01②
	>1.00~3.00	0.04		>0.50~2.00	0.02
	>3.00~6.00	0.05		>2.00~5.00	0.05
	>6.00~10.00	0.06	Nb+Ta	≤1.50	0.05
	>10.00~15.00	0.10	Ta	≤0.10	0.02
	>15.00~20.00	0.15	Cu	≤0.50	0.03
P	≤0.040	0.005		>0.50~1.00	0.05
	>0.040~0.20	0.010		>1.00~3.00	0.10
S	≤0.040	0.005		>3.00~5.00	0.15
	>0.040~0.20	0.010		>5.00~10.00	0.20
	>0.20~0.50	0.020	Al	≤0.15	-0.005，+0.01
Si	≤1.00	0.05		>0.15~0.50	0.05
	>1.00~3.00	0.10		>0.50~2.00	0.10
	>3.00~7.00	0.15	N	≤0.02	0.005
Cr	>4.00~10.00	0.10		>0.02~0.19	0.01
	>10.00~15.00	0.15		>0.19~0.25	0.02
	>15.00~20.00	0.20		>0.25~0.35	0.03
	>20.00~30.00	0.25		>0.35~0.45	0.04
Ni	≤1.00	0.03		>0.45~0.55	0.05
	>1.00~5.00	0.07	W	≤1.00	0.03
	>5.00~10.00	0.10		>1.00~2.00	0.05
	>10.00~20.00	0.15		>2.00~5.00	0.07
	>20.00~30.00	0.20		>5.00~10.00	0.10
	>30.00~40.00	0.25		>10.00~20.00	0.15
	>40.00	0.30	V	≤0.50	0.03
				>0.50~1.50	0.05
			Se	各种含量	0.03

① 本表不适用于熔炼分析。

② 在 0.05%以下 Co 的成品分析界限尚未确定，制造厂应考虑这些界限。

表A1.2 热处理要求

牌号/类型	温 度[①]	冷却/试验要求
奥氏体（Cr-Ni）（Cr-Ni-Mn）钢		
除以下列出牌号外的所有Cr-Ni钢	1900℉（1040℃）	②
302，304H，308，309，309Cb，309H，310，310Cb，310H，316H，S21640，S30215，S30452，S30615，S32615，S33228，S33425，S35140，S38100	1900℉（1040℃）	③
冷加工的	2000℉（1095℃）	③
热处理的	1925℉（1050℃）	③
N08811	≥2100℉（1150℃）	③
H08020	1700℉~1850℉（925℃~1010℃）	③
N08367	2025℉（1105℃）	③
N08700	2000℉（1095℃）	③
N08810	2050℉（1120℃）	③
N08811	2100℉（1150℃）	③
N08904	2000℉（1095℃）	③
N08925	2100℉（1150℃）	③
N08926	2010℉（1100℃）	③
S20161	1900℉~2000℉（1040℃~1095℃）	③
S20431	1900℉~2010℉（1040℃~1100℃）	③
S20432	1900℉~2010℉（1040℃~1100℃）	③
S20433	1900℉~2010℉（1040℃~1100℃）	③
S30530	1900℉~2100℉（1040℃~1150℃）	③
S30600，S30601	2010℉~2140℉（1100℃~1170℃）	③
S31060	1975℉~2060℉（1080℃~1180℃）	③
S31254，S31266，S32050，S32654	2100℉（1150℃）	③
S31277	2050℉（1120℃）	③
S31727	1975℉~2155℉（1080℃~1180℃）	③
S32053	1975℉~2155℉（1080℃~1180℃）	③
S33228	2050℉~2160℉（1120℃~1180℃）	③
S33550	2065℉~2155℉（1130℃~1180℃）	③
S34565	2050℉~2140℉（1120℃~1170℃）	③
S35115	2000℉（1095℃）	③
S35315	2010℉（1100℃）	③
双相（奥氏体-铁素体）钢		
S31200，S31803，S32001，S32550	1900℉（1040℃）	③
S31260	1870℉~2010℉（1020℃~1100℃）	③
S32003	1850℉（1010℃）	③
S32101	1870℉（1020℃）	③
S32202	1800℉~1975℉（980℃~1080℃）	③
S32205	1900℉（1040℃）	③
S32304	1800℉（980℃）	③
S32506	1870℉~2050℉（1020℃~1120℃）	③
S32520	1975℉~2050℉（1080℃~1120℃）	③
S32750	1880℉~2060℉（1025℃~1125℃）	③
S32760[⑤]	2010℉（1100℃）	③
S32808	1925℉~2100℉（1050℃~1150℃）	③
S32900	1750℉~25℉（955℃±5℃）	③
S32906	1900℉~2100℉（1040℃~1150℃）	③
S32950	1850℉~25℉（1010℃±15℃）	③
S39274	1925℉~2100℉（1050℃~1150℃）	③
S44537	1922℉（1050℃）	③
S81921	1760℉~2100℉（960℃~1100℃）	③
S82011	1850℉（1010℃）	③
S82012	1830℉（1000℃）	③
S82031	1830℉（1000℃）	③
S82121	1830℉（1000℃）	③
S82122	1725℉（940℃）	③
S82441	1830℉（1000℃）	③

① 除另外注明外，均为最低温度。
② 在水中淬火或用其他方式快速冷却的速度应足以防止碳化物沉淀析出，如同18.2条中规定的通过抗晶间腐蚀的能力可证明的那样。
③ 水中淬火或以其他方式快速冷却。
④ 除了在连续退火生产线上热处理的成卷产品应在水中淬火或以其他方式快速冷却以外，都应水中淬火。
⑤ 如若所产生的显微组织可提供本标准要求的性能或采购订货单的任何附加要求，则允许温度高于2060℉。

A2　尺寸等允许偏差——英寸-磅单位

A2.1　附件 A2 中列出了用英寸磅单位计量表示的允许尺寸偏差表。这些要求，包括列在附件 A2 中括号内的 SI 单位，应适用于 A480 标准，但不应用于 A480M 标准。对于 A480M 标准的要求列在附件 A3 之中。

A2.1.1　尺寸偏差按生产方法(热轧或冷轧,成卷或不成卷)、产品宽度为宽的[≥24in.(610mm)]或窄的[<24in.(610mm)]和按产品的名义尺寸分组。

A2.2　冷轧的窄尺寸(宽度<24in.(610mm))成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A2.1～A2.4。

A2.3　冷轧的宽尺寸(宽度≥24in.(610mm))成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A2.5～A2.8。

A2.4　热轧的窄尺寸(宽度<24in.(610mm))成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A2.9～A2.12。

A2.5　热轧的宽尺寸(宽度≥24in.(610mm))成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A2.13～A2.16。

A2.6　热轧的非成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表,见表 A2.17～A2.20。

A2.7　冷轧的非成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直的偏差表，见表 A2.21。

A2.8　其他尺寸特性的偏差——对于其他尺寸偏差表，见表 A2.22～A2.30。

A2.1　卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的厚度允许偏差

规定厚度，in.(mm)	给定厚度和宽度的厚度正负偏差，in.(mm) 宽度（w），in.(mm)		
	3/16(4.76)～6(152) $w \le 6(152)$	>6(152)～12(305) $6(152) < w \le 12(305)$	>12(305)～<24(610) $12(305) < w \le 24(610)$
	厚度偏差[1]		
0.002（0.05）～<0.005（0.13）	10%	10%	10%
0.005（0.13）～0.010（0.25）	0.0006（0.015）	0.0008（0.020）	0.001（0.025）
>0.010（0.25）～0.012（0.30）	0.001（0.025）	0.001（0.025）	0.001（0.025）
>0.012（0.30）～0.015（0.40）	0.001（0.025）	0.0015（0.04）	0.0015（0.04）
>0.015（0.40）～0.020（0.50）	0.001（0.025）	0.0015（0.04）	0.0015（0.04）
>0.020（0.50）～0.029（0.74）	0.0015（0.04）	0.0015（0.04）	0.002（0.05）
>0.029（0.74）～0.035（0.89）	0.0015（0.04）	0.002（0.050）	0.002（0.050）
>0.035（0.89）～0.050（1.27）	0.0025（0.06）	0.003（0.070）	0.003（0.070）
>0.050（1.27）～0.069（1.75）	0.003（0.070）	0.003（0.070）	0.003（0.070）
>0.069（1.75）～0.100（2.54）	0.003（0.070）	0.003（0.070）	0.004（0.10）
>0.100（2.54）～0.125（2.98）	0.004（0.10）	0.004（0.10）	0.005（0.12）
>0.125（2.98）～0.161（4.09）	0.005（0.12）	0.005（0.12）	0.005（0.12）
>0.161（4.09）～<3/16（4.76）	0.005（0.12）	0.005（0.12）	0.006（0.15）

注 1：厚度测量在离钢带边缘至少3/8in.(9.52mm)处进行，但对宽度小于1in.(25.4mm)的钢带，测量可以离边缘至少1/8in.(3.18mm)处进行。

注 2：本表的偏差包括中心凸厚部分的偏差。

① 除特殊标明者外，表列厚度偏差以 in.(mm)表示。

表 A2.2　3 号边缘[1]的卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的宽度允许偏差

规定厚度[2]，in.(mm)	给定厚度和宽度（w）的宽度正负偏差，in.(mm)			
	$w \le 1.60$（40）	>1.60（40）～≤6（150）	>6（150）～≤12（305）	>12（300）～≤24（610）
0.010（0.25）	0.003（0.085）	0.004（0.10）	0.005（0.125）	0.020（0.50）
0.020（0.50）	0.005（0.125）	0.005（0.125）	0.010（0.25）	0.020（0.50）
0.040（1.00）	0.005（0.125）	0.005（0.125）	0.010（0.25）	0.020（0.50）
0.060（1.50）	0.005（0.125）	0.006（0.15）	0.010（0.25）	0.020（0.50）
0.100（2.50）	…	0.010（0.25）	0.016（0.40）	0.020（0.50）
0.120（3.00）	…	0.010（0.25）	0.016（0.40）	0.024（0.60）
0.160（4.00）	…	0.016（0.40）	0.016（0.40）	0.024（0.60）
0.200（4.99）	…	0.030（0.80）	0.030（0.80）	0.030（0.80）

① 对适用于 1 号和 5 号边缘的窄尺寸产品偏差，见表 A3.22。

② 对于表中未列出的规定厚度，应采用下一档较厚厚度的允许偏差。

表 A2.3 按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的长度允许偏差

规定长度，ft(mm)	大于规定长度的正偏差（无负偏差），in.(mm)
≤6（1830）	+⅛（3），-0
>6（1830）~12（3660）	+0.2（5），-0
>12（3660）~20（6096）	+0.3（8），-0

表 A2.4 按长度切割的冷轧、宽卷加工产品的平直度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，按长度切割的冷轧窄尺寸成卷加工产品的平直度允许偏差应和表 A2.9 中列出的冷轧宽尺寸成卷加工产品的平直度允许偏差一致。

表 A2.5 按长度切割的冷轧、宽卷加工产品的厚度允许偏差

规定厚度①②，in.(mm)	规定宽度（w，单位 in.）的允许偏差，正和负，in.(mm)		
	w≤40（1000）	40（1000）<w≤50（1300）	50（1300）<w≤84（2100）
0.012 [0.30]	0.001 [0.030]	—	—
0.016 [0.40]	0.0015 [0.04]	0.0015 [0.04]	—
0.020 [0.50]	0.0015 [0.04]	0.0015 [0.04]	—
0.024 [0.60]	0.002 [0.05]	0.002 [0.05]	—
0.032 [0.80]	0.002 [0.05]	0.002 [0.05]	—
0.040 [1.00]	0.0025 [0.06]	0.0025 [0.06]	0.03 [0.08]
0.047 [1.20]	0.003 [0.08]	0.003 [0.08]	0.003 [0.08]
0.059 [1.50]	0.003 [0.08]	0.003 [0.08]	0.004 [0.10]
0.079 [2.00]	0.004 [0.10]	0.004 [0.10]	0.0045 [0.11]
0.098 [2.50]	0.004 [0.10]	0.004 [0.10]	0.005 [0.13]
0.118 [3.00]	0.005 [0.13]	0.005 [0.13]	0.006 [0.15]
0.157 [4.00]	0.007 [0.17]	0.007 [0.17]	0.007 [0.17]
0.197 [5.00]	0.007 [0.17]	0.007 [0.17]	0.0075 [0.19]
0.236 [6.00]	0.007 [0.17]	0.008 [0.20]	0.009 [0.23]
0.3125 [8.00]	0.007 [0.17]	0.009 [0.23]	0.010 [0.25]

① 厚度测量应在距离产品边缘至少 3/8in.（9.52mm）处进行。

② 表中未列出的规定厚度，应采用下一个较厚厚度的允许偏差。

③ 按长度切割的冷轧薄板和按某些时号数又一些宽度和厚度生产的卷板，其厚度允许偏差比这些表列值要小。

表 A2.6 按长度切割（不重新矫平）的冷轧、宽卷加工产品的宽度允许偏差

规定厚度②，in.(mm)	规定宽度（w）的宽度允许偏差，in.(mm)				
	w≤6(150)	6(150)<w≤12(300)	12(300)<w≤24(600)	24(600)<w≤48(1200)	w≤48(1200) *
0.040[1.00]	+0.02[0.5],-0	+0.03[0.5],-0	+0.03[0.7],-0	+1/16[1.6],-0	+1/8[3.2],-0
0.059[1.50]	+0.03[0.7],-0	+0.05[0.7],-0	+0.04[1.0],-0	+1/16[1.6],-0	+1/8[3.2],-0
0.098[2.50]	+0.04[1.0],-0	+0.04[1.0],-0	+0.05[1.2],-0	+1/16[1.6],-0	+1/8[3.2],-0
0.138[3.50]	+0.05[1.2],-0	+0.05[1.2],-0	+0.06[1.5],-0	+1/16[1.6],-0	+1/8[3.2],-0
0.3125[8.00]	+0.08[2.0],-0	+0.08[2.0],-0	+0.08[2.0],-0	+0.16[4.0],-0	+0.16[4.0],-0

① 对于表中未列出的规定厚度，应采用相邻较厚一个的允许偏差。

表 A2.7 按长度切割，不重新矫平的冷轧、宽卷加工产品的长度允许偏差

规定长度，ft(mm)	允许偏差，in.(mm)	
	正	负
≤6（1830）	3/8（4.8）	0
>6（1830）	0.03×L（0.0025×L）	0

* 原文误为“48（1000）”，疑有误已更正。——译注。

表 A2.8　按长度切割的冷轧、宽卷加工产品的平直度允许偏差

未规定按校平机校平的平直度标准①		
规定厚度，in.（mm）	宽度，in.（mm）	平直度偏差②，in.（mm）
<0.062（1.57）	≤60（1524）	0.40（10）
	>60（1524）	0.50（12）
≥0.062（1.57）	≤60（1524）	0.40（10）
	>60（1524）	0.50（12）

按校平机校平的平直度标准③			
规定厚度，in.（mm）	宽度，in.（mm）	长度，in.（mm）	平直度偏差②，in.（mm）
<3/16（4.76）	<48（1219）	<96（2438）	1/8（3.2）
<3/16（4.76）	<48（1219）	≥96（2438）	1/4（6.4）
<3/16（4.76）	≥48（1219）	<96（2438）	1/4（6.4）
<3/16（4.76）	≥48（1219）	≥96（2438）	1/4（6.4）

规定按1/4和1/2硬化回火的 2××和 3×× 系列			
规定厚度，in.（mm）	宽度，in.（mm）	平直度偏差②，in.（mm）	
		1/4硬化	1/2硬化
≤0.016（0.41）	24（610）~<36（914）	1/2（12.70）	3/4（19.05）
>0.016（0.41）~0.030（0.76）	24（610）~<36（914）	5/8（15.88）	7/8（22.22）
>0.030（0.76）	24（610）~<36（914）	3/4（19.05）	7/8（22.22）
≤0.016（0.41）	36（914）~<48（1219）	5/8（15.88）	1（25.40）
>0.016（0.41）~0.030（0.76）	36（914）~<48（1219）	3/4（19.05）	1 1/8（28.58）
>0.030（0.76）	36（914）~<48（1219）	1（25.40）	1 1/8（28.58）

① 未规定按校平机校平的平直度标准，并不包括1/4和1/2硬化回火的 2×× 和 3×× 系列，以及极软的薄板和深冲薄板。
② 偏离水平面的最大距离。
③ 不包括1/4和1/2硬化回火的 2×× 和 3×× 系列，以及极软的薄板和深冲薄板。

表 A2.9　卷板和按长度切割的热轧、窄尺寸、平轧成卷加工产品的厚度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，卷板和按长度切割的热轧、窄尺寸、平轧成卷加工产品的厚度允许偏差应和表 A2.13 中列出的热轧宽尺寸成卷加工产品的厚度允许偏差一致。

表 A2.10　卷板和按长度切割的热轧、窄尺寸、平轧成卷加工产品的宽度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，卷板和按长度切割的热轧窄尺寸成卷加工产品的宽度允许偏差应和表 A2.14 中列出的热轧宽尺寸成卷加工产品的宽度允许偏差一致。

表 A2.11　按长度切割的热轧、窄卷加工产品的长度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，按长度切割的热轧窄尺寸成卷加工产品的长度允许偏差应和表 A2.15 中列出的热轧宽尺寸、成卷加工产品的长度允许偏差一致。

表 A2.12　按长度切割的热轧、窄卷加工产品的平直度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，按长度切割的热轧窄尺寸成卷加工产品的平直度允许偏差应和表 A2.16 中列出的热轧宽尺寸、成卷加工产品的平直度允许偏差一致。

表 A2.13 卷板和按长度切割的热轧、宽卷加工产品的厚度允许偏差

规定厚度①，in.（mm）	规定宽度（w）的厚度允许偏差，in.（mm）	
	$w\leqslant 60$（1525）	$w>60$（1525）
0.072（1.83）	0.006 [0.15]	0.009 [0.22]
>0.072（1.83）~0.0083（2.11）	0.007 [0.18]	0.010 [0.25]
>0.083（2.11）~0.098（2.49）	0.008 [0.20]	0.011 [0.27]
>0.098（2.49）~0.114（2.90）	0.009 [0.23]	0.012 [0.30]
>0.114（2.90）~0.130（3.30）	0.011 [0.27]	0.013 [0.33]
>0.130（3.30）~0.145（3.68）	0.012 [0.30]	0.013 [0.33]
>0.145（3.68）~0.1875（4.76）	0.013 [0.33]	0.014 [0.35]
>0.1875（4.76）~0.250（6.35）	−0.010 [0.25]+0.020（0.50）	−0.010 [0.25]+0.020（0.50）
>0.250（6.35）~0.3125（7.94）	−0.010 [0.25]+0.022（0.55）	−0.010 [0.25]+0.022（0.55）
>0.3125（7.94）	−0.010 [0.25]+0.030（0.75）	−0.010 [0.25]+0.030（0.75）

① 厚度测量应在距离产品边缘至少 3/8in.（9.52mm）处进行。

表 A2.14 卷板和按长度切割（方正度要求不高）的热轧、宽卷加工产品的宽度允许偏差

规定厚度 t，in.（mm）	宽度 w，in.（mm）	修剪边缘用的宽度允许偏差，in.（mm）
$t<3/16$ [4.76]	$w<48$ [1219] $w\geqslant 48$ [1219]	+1/16（1.59），−0 +1/4（6.35），−0
3/16 [4.76] $\leqslant t<3/8$ [9.5]	$w<48$ [1219] $w\geqslant 48$ [1219]	+5/32（3.97），−0 +3/8（9.5），−0
$T\geqslant 3/8$ [9.5]	$w<48$ [1219] $w\geqslant 48$ [1219]	+1/4（6.35），−0 +7/16（11.1），−0

表 A2.15 方正度要求不高，按长度切割的热轧、宽卷加工产品的长度允许偏差

规定厚度，t，in.（mm）	长度（L），ft(mm)	正、负偏差，in.(mm)
$t<3/16$（4.76）	$L\leqslant 10$（3048） 10（3048）$<L\leqslant 20$（6096）	+¼（6.35），−0 +1/2（12.7），−0
$t\geqslant 3/16$（4.76）	$L\leqslant 10$（3048） 10（3048）$<L\leqslant 20$（6096）	+½（12.70），−0 +⅝（15.9），−0

表 A2.16 按长度切割的热轧、宽卷加工产品的平直度允许偏差

未规定按校平机校平的平直度标准		
规定厚度（t），in.（mm）	宽度（w），in.（mm）	平直度偏差①，in.（mm）
$t<3/16$(4.76)	$w\leqslant 36$(914) 36(914)$<w\leqslant 60$(1524) $w>60$(1524)	½(12.7) ¾(19.1) 1(25.4)
$t\geqslant 3/16$(4.76)	$w\leqslant 60$(1524) 60(1524)$<w\leqslant 72$(1829) $w>72$(1829)	0.90(23) 1.20(30) 1.50(38)

续表

按校平机校平的平直度标准			
规定厚度（t），in.（mm）	宽度（w），in.（mm）	长度（L），in.（mm）	平直度偏差[①]，in.（mm）
$t<3/16$（4.76）	$w\leqslant48$（1219）	$L\leqslant96$（2438）	1/8（3.18）
$t<3/16$（4.76）	$w\leqslant48$（1219）	$L>96$（2438）	1/4（6.35）
$t<3/16$（4.76）	$w>48$（1219）	$L\leqslant96$（2438）	1/4（6.35）
$t<3/16$（4.76）	$w>48$（1219）	$L>96$（2438）	1/4（6.35）

① 偏离水平面的最大距离。

表 A2.17　钢厂四开边的热轧钢板的厚度允许偏差[①②]

规定厚度（t），in.（mm）	宽度（w），in.（mm）			
	≤84（2134）	>84（2134）~ 120（3048）	>120（3048）~ 144（3658）	>144（3658）
	大于规定厚度的正偏差[③④]，in.（mm）			
$t<3/16$（4.76）	0.055（1.35）	0.070（1.78）	…	…
3/16（4.76）~<3/8（9.52）	0.045（1.14）	0.050（1.27）	0.085（2.16）	…
3/8（9.52）~<3/4（19.05）	0.055（1.40）	0.060（1.52）	0.085（2.16）	0.090（2.29）
3/4（19.05）~<1（25.40）	0.060（1.52）	0.065（1.65）	0.085（2.16）	0.100（2.54）
1（25.40）~<2（50.80）	0.070（1.78）	0.075（1.90）	0.095（2.41）	0.115（2.92）
2（50.80）~<3（76.20）	0.125（3.20）	0.150（3.80）	0.175（4.45）	0.200（5.08）
3（76.20）~<4（101.6）	0.150（3.81）	0.160（4.06）	0.200（5.08）	0.225（5.72）
4（101.6）~<6（152.4）	0.180（4.57）	0.200（5.08）	0.335（8.50）	0.355（9.02）
6（152.4）~<8（203.2）	0.235（6.00）	0.255（6.48）	0.355（9.02）	0.435（11.0）
8（203.2）~<10（254.0）	0.315（8.00）	0.335（8.50）	0.435（11.0）	0.550（14.0）

① 厚度沿板的纵向边缘测量，离边缘至少3/8in.（9.52mm），但不大于3in.（76.20mm）。

② 对厚度小于10in.（254.0mm）的钢板，规定厚度的负偏差为0.010in.（0.25mm）。

③ 本表的正偏差也适用于直径与所列宽度范围相对应的圆形板。对不规则形状的厚板，应采用其最大宽度与所列宽度范围相对应的正偏差。

④ 在距离钢厂（轧机）生产钢板宽度的纵向边缘3in. 以上的板边处的，大于规定厚度的正偏差应不得超过表列允许偏差的两倍。

表 A2.18　钢厂四开边矩形剪切热轧钢板的宽度允许偏差

规定宽度 w，in.（mm）	大于规定宽度的允许偏差，in.（mm）[①]
$w\leqslant84$（2135）	5/8（15.9）
84（2135）$<w\leqslant108$（2745）	3/4（19.1）
$w>108$（2745）	1（25.4）

① 规定宽度的负偏差为1/4in.（6.35mm）。

表 A2.19 钢厂四开边，矩形剪切的热轧钢板的长度允许偏差

公称长度 L，in.（mm）	允许的正和负偏差，in.（mm）①
L<160（4064）	3/4（19.1）
160（4064）≤L<240（6096）	1¼（31.8）
240（6000）≤L<315（8000）	1⅝（41.3）
315（8000）≤L<394（10008）	2（50.8）
394（10008）≤L<590（15000）	2¼（57.2）
590（15000）≤L<790（20066）	2¼（57.2）

① 规定长度的负偏差为¼in.（6.35mm）。

表 A2.20 钢厂齐边四开边板材的平面度允许偏差

公称长度 t，in.（mm）	对于给定厚度的平面度允许偏差，in.（mm）
t<¼（6.35）	7/16（11）
¼（6.35）≤t<3/8（9.52）	3/9（9.5）
3/8（9.52）≤t<1/2（12.70）	5/16（7.9）
1/2（12.70）≤t<3/4（19.05）	5/16（7.9）
3/4（19.05）≤t<1（25.40）	5/16（7.9）
1（25.40）≤t<1½（38.10）	1/4（6.4）
1½（38.10）≤t<4（101.60）	1/4（6.4）
t≥4（101.60）	1/4（6.4）

注 1：本表中的偏差适用于任何长度至 36in.（914mm），而不必是轧制方向的；以及，当把板材放置在平的表面上测量其向上的曲率时，任何大于 36in.（914mm）的长度的板材。

注 2：如果较长的尺寸在 36in.（914mm）以下，其偏差不得大于¼in.（6.4mm）。

注 3：规定最小屈服强度不小于 35ksi（240MPa）的板材允许偏差是表列数的 1.5 倍。

表 A2.21 冷轧、非成卷加工产品

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，冷轧、非成卷加工产品的允许偏差应和表 A2.18、A2.19、A2.20 和 A2.21 中列出的热轧、非成卷加工产品的长度允许偏差一致。

表 A2.22 对 1 和 5 号边缘的卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的宽度允许偏差

规定的边缘号	宽度，in.（mm）	厚度，in.（mm）	对给定厚度和宽度的宽度允许偏差，in.（mm）	
			正偏差	负偏差
1 和 5	≤9/32（7.14）	≤1/16（1.59）	0.005（0.13）	0.005（0.13）
1 和 5	>9/32（7.14）~¾（19.05）	≤3/32（2.38）	0.005（0.13）	0.005（0.13）
1 和 5	>¾（19.05）~5（127.00）	≤⅛（3.18）	0.005（0.13）	0.005（0.13）
5	>5（127.00）~9（228.60）	0.008（0.20）~⅛（3.18）	0.010（0.25）	0.010（0.25）
5	>9（228.60）~20（508.00）	0.015（0.38）~0.105（2.67）	0.010（0.25）	0.010（0.25）
5	>20（508.00）~<24（610）	0.023（0.58）~0.080（2.03）	0.015（0.38）	0.015（0.38）

表 A2.23　方正度要求高的热轧和冷轧成卷加工产品(拉伸矫直机的平直度标准)的宽度和长度允许偏差

规定尺寸，in.(mm)	宽度允许偏差		
	正偏差		负偏差
	in.	mm	
厚度<0.131（3.33）：			
宽度<48（1219）	1/16	1.59	0
宽度≥48（1219）	1/8	3.18	0
长度<120（3048）	1/16	1.59	0
长度≥120（3048）	1/8	3.18	0
厚度 0.131（3.33）~<3/16：			
所有宽度和长度	1/4	6.35	0

表 A2.24　砂轮切割热轧产品的宽度和长度允许偏差

规定厚度，in.(mm)	规定宽度和长度的正偏差①，in.(mm)	
	宽　度	长　度
≤1（25.40）	1/8（3.18）	1/8（3.18）
1（25.40）~2（50.80）	3/16（4.76）	3/16（4.76）
2（50.80）~3（76.20）	1/4（6.35）	1/4（6.35）
3（76.20）~4（101.6）②	5/16（7.94）	5/16（7.94）

① 规定宽度和长度的负偏差为1/8in.(3.18mm)。

② 厚度大于 4in.(101.6mm)的用砂轮切割板的宽度和长度偏差未包括在本表中，由钢厂考虑。

表 A2.25　剪切的热轧和冷轧圆形薄板的直径允许偏差

规定厚度，in.(mm)	大于规定直径的正偏差（不允许负偏差），in.(mm)		
	直径<30（762）	直径 30（762）~48（1219）	直径>48（1219）
≤0.0567（1.45）	1/16（1.59）	1/8（3.18）	3/16（4.76）
1.50~0.0971（2.46）	3/32（2.38）	5/32（3.97）	7/32（5.56）
0.0971(2.46)~<3/16（4.76）	1/8（3.18）	3/16（4.76）	1/4（6.35）

表 A2.26　从成卷或非成卷加工的热轧产品切取圆形板的直径允许偏差

规定厚度，in.(mm)	对于给定的直径和厚度，大于规定直径的正偏差①，in.(mm)		
	厚度<3/8（9.52）	厚度 3/8(9.52)~<5/8(15.88)	厚度② ≥5/8(15.88)
<60（1524）	1/4（6.35）	3/8（9.52）	1/2（12.70）
60(1524)~<84(2134)	5/16(7.94)	7/16(11.11)	9/16(14.29)
84(2134)~108(2743)	3/8(9.52)	1/2(12.70)	5/8(15.88)
108(2743)~<180(4572)	7/16(11.11)	9/16(14.29)	11/16（17.46）

① 不允许负偏差。

② 厚度大于5/8in.(15.88mm)的圆形和异形钢板通常不是剪切的，而是机加工或火焰切割的。

表 A2.27 气割偏差[①]及推荐的矩形板、圆板、圆环和异形板修边余量

规定厚度，in.	偏差，in.		修边余量[②]
	外 径	内 径	每条边缘，in.
≤2	+3/8，-0	-3/8，+0	±1/4
>2~3	+1/2，-0	-1/2，+0	±3/8
>3~6	+3/4，-0	-3/4，+0	±1/2

① 除非另有协议，应加火焰切割偏差。注意，对于某些用途，用户可能宁愿规定负偏差而非正偏差或者相反。
② 除非另有协议，推荐的修边余量将由供方另加到采购方订购的尺寸上。

表 A2.28 厚度小于3/8in.（4.76mm）的热轧和冷轧成卷加工产品的重量允许偏差

五张或少于五张的任何一项薄板订货，或计算重量 200lb（90.72kg）或更少的任何一项订货，其实际重量可以高于理论重量多至 10%	重量≤200lb（90.72kg）
多于五张薄张，且计算重量大于 200lb（90.72kg）的任何一项订货，其实际重量可以高于理论重量多至 7.5%	重量>200lb（90.72kg）
铬-锰-镍	40.7/lb/ft²/in. 厚度（7.82kg/m²/mm 厚度）
铬-镍	42.0/lb/ft²/in. 厚度（8.07kg/m²/mm 厚度）
铬	41.2/lb/ft²/in. 厚度（7.92kg/m²/mm 厚度）

表 A2.29 卷板和按长度切割的冷轧、窄加工产品的允许镰刀弯偏差

规定宽度，in.（mm）	每任意 8ft（2438mm）单位长度的允许镰刀弯，in.（mm）
≤1½（38.10）	½（12.70）
>1½（38.10）~<24（609.60）	¼（6.35）

① 镰刀弯是侧边偏离直线的距离，测量时，将一条长 8ft（2438mm）长的直尺靠放在凹侧，测量钢带边缘和直尺之间的最大距离。

表 A2.30 剪边钢板和齐边钢板的允许镰刀弯偏差[①]

允许最大镰刀弯=任意 5ft 内1/8in.=任意 1.524m 内 3.18mm

① 镰刀弯是侧边偏离直线的距离，测量时将一 5ft 长的直尺靠放在凹侧，并测量钢板边与直尺间的最大距离。

A3 尺寸等允许偏差——SI 单位

A3.1 附件 A3 中列出了用 SI 单位计量表示的允许尺寸偏差表。这些要求应适用于 A480M 标准，但不应用于 A480 标准。对于 A480 标准的要求列在附件 A2 之中。

A3.1.1 尺寸偏差按生产方法（热轧或冷轧，成卷或不成卷）、产品宽度为宽的（≥600mm）或窄的（<600mm）和按产品的名义尺寸分组。

A3.2 冷轧的窄尺寸（宽度<600mm）成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A3.1~A3.4。

A3.3 冷轧的宽尺寸（宽度≥600mm）成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A3.5~A3.8。

A3.4 热轧的窄尺寸（宽度<600mm）成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A3.9~A3.12。

A3.5 热轧的宽尺寸（宽度≥600mm）成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A3.13~A3.16。

A3.6 热轧的非成卷加工产品——其厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A3.17~A3.20。

A3.7 冷轧的非成卷加工产品——非厚度、宽度、长度和平直度的偏差表，见表 A3.21。

A3.8 其他尺寸特性的偏差——对于其他尺寸偏差表，见表 A3.22~A3.29。

表 A3.1　卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的厚度允许偏差

规定厚度，mm	对给定的厚度和宽度，厚度的正负偏差①，mm		
	宽度（w），mm		
	50~150，$w \leqslant 125$	>150~300，$125 < w \leqslant 250$	>300~<600，$250 < w < 600$
0.15	0.010	0.015	0.020
0.25	0.015	0.020	0.025
0.50	0.025	0.030	0.035
0.75	0.030	0.040	0.050
1.00	0.030	0.040	0.050
1.25	0.035	0.045	0.050
1.50	0.040	0.050	0.060
1.75	0.050	0.060	0.070
2.00	0.050	0.060	0.070
2.50	0.050	0.070	0.080
3.00	0.060	0.070	0.090
4.00	0.070	0.070	0.090
4.99	0.070	0.070	0.090

注 1：厚度测量点离钢带边缘至少应 10mm，但对宽度小于 26mm 的钢带除外，在任意测量厚度偏差都应符合表列偏差要求。
注 2：本表的偏差包括中心凸厚部分的偏差。
注 3：如规定的厚度与表列厚度不同，则应采用次厚一档厚度的偏差。
① 除特殊标明者外，表列厚度偏差单位皆为 mm。

表 A3.2　3 号边缘①的卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的宽度允许偏差

规定厚度②，mm	对给定的厚度和宽度，宽度的正、负偏差，mm			
	$w \leqslant 40$	$40 < w \leqslant 125$	$125 < w \leqslant 250$	$250 < w \leqslant 600$
0.25	0.085	0.10	0.125	0.50
0.50	0.10	0.125	0.15	0.50
1.00	0.125	0.125	0.20	0.50
1.50	0.125	0.15	0.25	0.50
2.50	…	0.20	0.30	0.50
3.00	…	0.25	0.30	0.60
4.00	…	0.25	0.40	0.60
4.99	…	0.40	0.50	0.80

① 对适用于 1 号和 5 号边缘的窄尺寸产品偏差，见表 A3.22。
② 对表列值以外的规定厚度，应采用相邻较厚一档的偏差值。

表 A3.3　按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的长度允许偏差

长度，mm	允许偏差，mm
≤1500	+3，-0
>1500~4000	+5，-0
>4000~6000	+8，-0

表 A3.4　按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的平直度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，按长度切割的冷轧、窄尺寸、成卷加工产品平直度允许偏差应和表 A3.8 中列出的冷轧、宽尺寸、成卷加工产品的平直度允许偏差一致。

表 A3.5 按卷板和长度切割的冷轧、宽卷加工产品的厚度允许偏差

规定厚度，mm	以 mm 为单位规定宽度（w）的厚度允许正、负偏差，mm		
	$w \leqslant 1000$	$100 < w \leqslant 1300$	$1300 < w \leqslant 2100$
0.30	0.03	…	…
0.40	0.04	0.04	…
0.50	0.045	0.05	…
0.60	0.05	0.05	…
0.80	0.05	0.05	…
1.00	0.055	0.06	0.07
1.20	0.08	0.08	0.08
1.50	0.08	0.08	0.10
2.00	0.10	0.10	0.11
2.50	0.10	0.11	0.13
3.00	0.13	0.13	0.15
4.00	0.17	0.17	0.17
5.00	0.17	0.17	0.19
6.00	0.17	0.20	0.23
8.00	0.17	0.22	0.25

注 1：当为切开的边缘时，厚度测量应在距离产品边缘至少 15mm 处进行，当为压轧边缘时应在至少距离产品边缘 25mm 处进行。

注 2：生产某些型号和某些宽度及厚度的卷板和按长度切割冷轧薄板，厚度偏差比表列值小。

注 3：对表列值以外的规定厚度，应采用相邻较厚的一档的偏差值。

表 A3.6 卷板和按长度切割(不重新矫平)的冷轧、宽卷加工产品的宽度允许偏差

规定厚度①，mm	对给定的宽度（w），宽度的允许偏差，mm				
	$w \leqslant 125$	$125 < w \leqslant 250$	$250 < w \leqslant 600$	$600 < w \leqslant 1000$	$1000 < w \leqslant 2100$
1.00	+0.5，-0	+0.5，-0	+0.7，-0	+1.5，-0	+2.0，+0
1.50	+0.7，-0	+0.7，-0	+1.0，-0	+1.5，-0	+2.0，+0
2.50	+1.0，-0	+1.0，-0	+1.2，-0	+2.0，-0	+2.5，+0
3.50	+1.2，-0	+1.2，-0	+1.5，-0	+2.0，-0	+3.0，+0
8.00	+2.0，-0	+2.0，-0	+2.0，-0	+4.0，-0	+4.0，+0

① 对表列值外的规定厚度，应采用相邻较厚一档厚度的允许偏差值。

表 A3.7 按长度切割，不重新矫平的冷轧、宽卷加工产品的长度允许偏差

规定长度，mm	允许偏差，mm	
	正	负
≤2000	5	0
>2000	0.0025×L	0

表 A3.8 按长度切割的冷轧、宽卷加工产品的平直度允许偏差

未规定按拉平机校平的平直度标准①		
规定厚度，mm	规定宽度，mm	平直度偏差②，mm
<1.50	<1500	10
	≥1500	12
≥1.50	<1500	10
	≥1500	12

续表

按校平机校平的平直度标准③			
规定厚度，mm	规定宽度，mm	规定长度，mm	平直度偏差②，mm
≤4.99	<1200	<2400	4
		>2400	7
≤4.99	≥1200	<2400	7
		≥2400	7

规定按¼和½硬化回火的 2××和 3××系列			
规定厚度，mm	规定宽度，mm	平直度偏差②，mm	
		¼硬化	½硬化
≤0.40	600~<900	19	23
>0.40~0.80	600~<900	16	23
>0.80	600~<900	13	19
≤0.40	900~1200	26	29
>0.40~0.80	900~1200	19	29
>0.80	900~1200	16	26

① 未规定按校平机校平的平直度标准，并不包括硬化回火的 2××和 3××系列，以及极软的薄板和深冲薄板。

② 偏离水平面的最大距离。

③ 不包括硬化回火的 2××和 3××系列，以及极软的薄板和深冲薄板。

表 A3.9　卷板和按长度切割的热轧、窄尺寸、平轧成卷加工产品的厚度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，卷板和按长度切割的热轧、窄尺寸、平轧成卷加工产品的厚度允许偏差应和表 A3.13 中列出的热轧宽尺寸成卷加工产品的厚度允许偏差一致。

表 A3.10　卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的宽度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，卷板和按长度切割的冷轧、窄尺寸、成卷加工产品的宽度允许偏差应和表 A3.14 中列出的热轧、宽尺寸、成卷加工产品的宽度允许偏差一致。

表 A3.11　按长度切割的热轧、窄卷加工产品的长度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，按长度切割的热轧、窄尺寸、成卷加工产品的长度允许偏差应和表 A3.15 中列出的热轧、宽尺寸、成卷加工产品的长度允许偏差一致。

表 A3.12　按长度切割的热轧、窄卷加工产品的平直度允许偏差

除非买卖双方商定并在采购订单中有规定，按长度切割的热轧、窄尺寸、成卷加工产品的平直度允许偏差应和表 A3.16 中列出的热轧、宽尺寸、成卷加工产品的平直度允许偏差一致。

表 A3.13　按卷板和长度切割的热轧、宽卷加工产品的厚度允许偏差

规定厚度，in.（mm）	规定宽度（w）的厚度允许偏差，mm	
	$w \leq 1500$	$w>1500$
2.0	0.18	0.18
2.25	0.20	0.27
2.5	0.23	0.30
3.0	0.25	0.33
3.5	0.30	0.33

续表

规定厚度，in.（mm）	规定宽度（w）的厚度允许偏差，mm	
	$w\leqslant1500$	$w>1500$
5.0	−0.25，+0.47	−0.25，+0.51
6.0	−0.25，+0.51	−0.25，+0.51
8.0	−0.25，+0.75	−0.25，+0.75

注1：厚度测量应在距离产品边缘至少10mm处进行。

注2：对表列值以外的规定厚度，应采用相邻较厚一档的偏差值。

表A3.14 卷板和按长度切割(方正度要求不高)的热轧、宽卷加工产品的宽度允许偏差

规定尺寸，mm		允许偏差，mm	
厚度（t）	宽度（w）	正	负
<5.00	$w<1200$	2	0
	$w\geqslant1200$	6	0
5.00<$t\leqslant$10.00	$w<1200$	4	0
	$w\geqslant1200$	9	0
>10.00	$w<1200$	6	0
	$w\geqslant1200$	12	0

表A3.15 按长度切割，方正度要求不高的热轧、宽卷加工产品的长度允许偏差

规定长度（L），mm	允许偏差，mm	
	正	负
$L<3000$	12	0
$3000\leqslant L\leqslant6000$	(0.005×L)	0

表A3.16 按长度切割的热轧、宽卷加工产品的平直度允许偏差

未规定按校平机校平的平直度标准

规定厚度（t），mm	规定宽度（w），mm	平直度偏差①，mm
$t<5$	<900	13
	900~<1500	19
	≥1500	26
$t\geqslant5$	<1500	23
	1500~<1800	30
	≥1800	38

按校平机校平的平直度标准

规定厚度（t），mm	规定宽度（w），mm	规定长度（L），mm	平直度偏差①，mm
$t\leqslant13$	$w<1200$	$L<2400$	4
	$w<1200$	$L\geqslant2400$	7
$t\leqslant13$	$w\geqslant1200$	$L<2400$	7
	$w\geqslant1200$	$L\geqslant2400$	7

① 偏离水平面的最大距离。

表 A3.17　钢厂四开边的热轧钢板厚度允许偏差[①②]

规定厚度，mm	宽　度（w），mm			
	$w<2100$	$2100\leqslant w<3000$	$3000\leqslant w<3600$	$w\geqslant 3600$
	大于规定厚度[③]的正偏差，mm			
5	1.35	1.75	…	…
8	1.15	1.30	2.15	…
10	1.15	1.30	2.15	…
20	1.40	1.55	2.15	2.30
25	1.55	1.65	2.15	2.55
50	1.80	1.90	2.40	2.95
75	3.20	3.80	4.45	5.10
100	3.75	4.00	5.00	5.70
150	4.50	5.00	8.50	9.00
200	6.00	6.50	9.00	11.0
250	8.00	8.50	11.0	14.0

注：未示在表内的规定厚度用下一更大厚度的公差。

① 厚度沿板的纵向边缘测量，离边缘至少 10mm，但不大于 75mm。

② 本表的正偏差也适用于直径与所列宽度范围相对应的圆形板。对不规则形状的厚板，应采用其最大宽度与所列宽度范围相对应的正偏差。对厚度不大于 250mm 的钢板，规定厚度的负偏差为 0.30mm。

③ 在距离钢厂（轧机）生产钢板宽度的纵向边缘 75mm 以上的板边处的，大于规定厚度的正偏差应不得超过表列允许偏差的两倍。

表 A3.18　钢厂四开边，矩形剪切的热轧钢板的宽度允许偏差

规定宽度（w），mm	正、负偏差，mm
$w<2000$	+15，-0
$2000\leqslant w<3000$	+20，-0
$w\geqslant 3000$	+25，-0

表 A3.19　钢厂四开边，矩形剪切的热轧钢板的长度允许偏差

公称长度(L)，mm	正、负偏差，mm
$L<4000$	+20，-0
$4000\leqslant L<6000$	+30，-0
$6000\leqslant L<8000$	+40，-0
$8000\leqslant L<10000$	+50，-0
$10000\leqslant L<15000$	+75，-0
$15000\leqslant L<20000$	+100，-0

表 A3.20　钢厂四开边加工钢板的平直度允许偏差

规定厚度 t，in.（mm）*	对于给定厚度的平面度允许偏差，in.（mm）*	规定厚度 t，in.（mm）*	对于给定厚度的平面度允许偏差，in.（mm）*
5	0.40(10)	25	5/16(7.9)
10	3/8(9.5)	50	1/4(6.4)
15	5/6(7.9)	150	1/4(6.4)
20	5/16(7.9)	>150	1/4(6.4)

注 1：表本中的偏差适用于任何长度，不必考虑轧制方向，在板材的平面上长度至 36in.（914mm）和更大长度的任何 36in.（914mm）部分。板的宽度为确定本表中的适用偏差，板的宽度是最终压缩时垂直轧制方向板平面内的方向

注 2：如果长边尺寸小于 36in.（914mm），偏差不得大于¼in.（6.4mm）。

注 3：规定最小屈服强度小于 35ksi（240MPa）的板材，允许偏差是表列数的 1.5 倍。

注 4：对所指那些以外的规定厚度，应采用对下一更厚厚度的偏差。

* 原文如此，本应与表 A3 的其他表格一样，只是米制单位的表格——译注。

表 A3.21 冷轧非成卷加工产品

除非买卖双方商定并在采购订货单中有规定，冷轧、非成卷加工产品的允许偏差应和表 A3.17 中列出的热轧、非成卷加工产品的长度允许偏差一致。

表 3.22 1号和5号边缘、卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工产品的宽度允许偏差

规定边缘类别	宽度，mm	厚度，mm	对给定厚度和宽度用的宽度正负偏差，mm	
			正	负
1和5	<10	≤1.50	0.13	0.13
1和5	10~<20	≤2.50	0.13	0.13
1和5	20~<100	≤3.00	0.13	0.13
5	100~<300	0.20~3.00	0.25	0.25
5	300~<600	0.40~2.60	0.25	0.25
5	≥600	0.60~2.00	0.40	0.40

表 A3.23 方正度要求高的热轧和冷轧成卷加工产品的长度和宽度允许偏差(拉伸矫平的平直度标准)

规定尺寸，mm			允许宽度和长度偏差，mm	
厚 度	宽 度	长 度	正	负
<3.30	≤1200	≤3000	2	0
	≥1200	≥3000	3	0
≥3.30	全部	全部	7	0

注：本表给出4号和更高光洁度生产的抛光薄板偏差。

表 A3.24 砂轮切割钢板的宽度和长度允许偏差

规定厚度，mm	规定宽度和长度的正偏差①，mm		规定厚度，mm	规定宽度和长度的正偏差①，mm	
	宽 度	长 度		宽 度	长 度
≤25	3.2	3.2	50~75	6.4	6.4
25~50	4.8	4.8	75~100②	7.9	7.9

① 规定宽度和长度的负偏差为3.2mm。

② 厚度大于100mm的用砂轮切割钢板的宽度和长度偏差未包括在本表中，由钢厂考虑。

表 A3.25 剪切的热轧和冷轧圆形薄板的直径允许偏差

规定厚度，mm	大于规定直径的正偏差(不允许负偏差)，mm		
	直径<600	600~1200	>1200
<1.50	2	3	5
1.50~<2.50	3	4	6
≥2.50	4	5	7

表 A3.26 从成卷或非成卷加工的热轧产品切取圆形板的直径允许偏差

规定直径，mm	对于给定的直径和厚度，大于规定直径的正偏差①，mm		
	板厚，mm		
	<10	10~<15	≥15
≤1500	7	10	13
2100	8	13	16
2700	10	11	15
4500	11	15	18

注：对表列值以外的规定直径，应采用相邻较大一档的偏差值。

① 不允许负偏差。

表 A3.27　气割偏差[①]及推荐的矩形板、圆板、圆环和异形板修边余量

规定厚度,mm	偏　差,mm		修边余量[②]
	外　径	内　径	每条边缘,mm
≤51	+10,-0	-10,+0	±6
>51~76	+13,-0	-13,+0	±10
>76~152	+19,-0	-19,+0	±13

① 除非另有协议，应加火焰切割偏差。注意，对于某些用途，用户可能宁愿规定负偏差而非正偏差或者相反。
② 除非另有协议，推荐的修边余量由供方另加买方订货尺寸。

表 A3.28　热轧和冷轧薄板的重量允许偏差

五张或少于五张的任何一项薄板订货及计算重量不大于 100kg 的任何一项订货,其实际重量可以高于理论重量 10%	重量不大于 100kg
多于五张薄板,且计算重量大于 100kg 的任何一次定货,其实际重量可以高于理论重量 7.5%	重量大于 100kg
铬-锰-镍	7.82kg/m^2/mm 厚度
铬-镍	8.07kg/m^2/mm 厚度
铬	7.92kg/m^2/mm 厚度

表 A3.29　卷板和按长度切割的冷轧、窄卷加工的允许镰刀弯偏差[①]

规定宽度, mm	每任意 2400mm 单位长度内 允许的镰刀弯,mm
≤40	13
>40~600	7

① 镰刀弯是指侧边偏离直线的距离。测量时，将一把长 2400mm 直尺靠在凹侧，测量钢带边缘与直尺之间的最大距离。

表 A3.30　方正度要求不高，按长度切割的热轧和冷轧、宽度加工产品，及卷板冷轧宽卷加工产品的允许镰刀弯偏差[①]

规定的宽度,mm	每 2400mm 单位长度的偏差,mm
600~<900	4
≥900	3

① 镰刀弯是指侧边偏离直线的最大距离，测量方法是在凹侧放一把 8ft(2438mm)长直尺，测量薄板边缘和直尺间的最大距离。

A4　纳入新材料的要求

A4.1　可以提议将新材料纳入到引用本通用标准的产品标准中，但是要符合以下条件：

A4.1.1　对于将新的级别加入到一个标准中的申请应提交给该标准具有管辖权的分委员会主席。

A4.1.2　申请书应附带一份说明，表明至少有一个用户需要将新的级别钢种纳入到适用标准中。

A4.1.3　申请书应附带适用标准所要求的试验数据。按该适用标准所定义的‘批’，应提供最少 3 个试验批次的试验数据，并且，每一个取自不同的炉号。

A4.1.4　申请书应提出对列在适用标准中的所有要求的建议。

A4.1.5　申请书应说明新级别的钢是否收入在专利中。

不锈钢棒材、钢坯及锻件通用要求

SA-484/SA-484M

(15)

(与 ASTM 标准 A 484/A 484M—13a 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准包括适用于不锈钢锻制的棒材、型材、锻件和用于锻件的钢坯或其他半成品材料(线材除外)的通用要求，这些材料分别属于下列最新版的 ASTM 标准：

A 276，A 314，A 458，A 473，A 477，A 479/A 479M，A 564/A 564M，A 565/A 565M，A 582/A 582M，A 638/A 638M，A 705/A 705M 和 A 831/A 831M 标准。

1.2 当产品标准的要求与本标准的要求之间有矛盾之时，应以产品标准的要求为准。而当产品标准和本标准的要求与更为严格的采购订货单的要求有矛盾时，则应以采购订货单的要求为准。如若采购订货单中的要求，无论在任何方面违反产品标准或本标准的要求的，例如免除某项试验要求或者放宽试验要求，就不得以采购订货单的要求为准。

1.3 对于将新材料纳入到引用本标准的产品标准中之要求，在附件 A1 中给出。

1.4 平轧不锈钢产品与棒材的一般要求不同，它们载于 A 480/A 480M 标准中。

1.5 成卷线材产品的一般要求载于 A 555/A 555M 标准中。

1.6 无论以英寸-磅或 SI(米制)单位表示的数值都应视为标准值，正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.7 除非在订货单中要求使用“M”字样的标准号，否则一律用英寸-磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 262 检验奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性实用规程

A 276 不锈钢棒材及型材

A 314 不锈钢钢坯及棒材

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 458 高温下具有高强度的热加工、热冷加工和冷加工合金钢棒材 (1988 年撤消)

A 473 不锈钢锻件

A 477 高温下具有高强度的热加工、热冷加工和冷加工合金钢锻件及锻坯 (1988 年撤消)

A 479/A 479M 锅炉及其他压力容器用不锈钢棒材和型材

A 480/A 480M 不锈和耐热钢平轧钢板、薄板和钢带通用要求

A 555/A 555M 不锈和耐热钢线材及盘条通用要求

A 564/A 564M 热轧和冷精整时效硬化不锈钢棒材及型材

A 565/A 565M 高温用马氏体不锈钢棒材、锻件和锻坯

A 582/A 582M 易切削不锈钢棒材

A 638/A 638M 高温用沉淀硬化铁基超合金棒材、锻件及锻坯

A 700 国内运输的钢制品包装、标志和装载方法实用规程

A 705/A 705M 时效硬化不锈和耐热钢锻件

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

A 831/A 831M 堆芯部件用奥氏体和马氏体不锈钢棒材、钢坯及锻件 (2005 年撤消)

E 112 平均晶粒度测定方法

E 139 对金属材料进行蠕变、蠕变断裂和持久试验实用规程

2.2 联邦政府标准

Fed. Std No. 123 运输标志(民间机构)

Fed. Std No. 183 钢铁制品的连续标志

2.3　军用标准

MIL-STD-129　运输和贮存标志

MIL-STD-163　钢制品运输防护(贮存和国外运输)

2.4　其他标准

初级金属条形码标准

3　术语

3.1　本标准的专用术语说明

3.1.1　本标准所用的棒钢、型钢、锻件和钢坯或其他半成品材料定义如下：

3.1.1.1　棒材，棒钢，名词——以包括轧制、锻造或挤压等热成形工艺方法生产的直长料。许可的横截面包括圆形、矩形或其他复杂形状。棒材应包括所有尺寸在5in.（125mm）以下的型材在内。棒材应包括宽度在10in.（250mm）及以下的以及厚度在0.125in.（3.00mm）及以上的热轧扁钢。棒材还应包括宽度在10in.（250mm）及以下的以及厚度在0.125in.（3.00mm）及以上、从钢带或钢板切割而成的扁钢在内，它的长度方向需平行于钢带或钢板的最终轧制方向。

注1：所有厚度不大于0.1875in.(5.00mm)的冷轧扁平材料，如果其宽度不小于0.375in.(9.50mm)应归入钢带类。

3.1.1.2　小钢坯，名词——由轧机或锻造或连铸机生产，要求随后进行热轧或热锻或热挤压的半成品。其横截面尺寸通常≤36in.^{2}（230cm^2），形状为方形或矩形，宽度小于二倍厚度。宽度大于等于2倍厚度的矩形横截面者，应分类为板坯或薄板坯。

3.1.1.3　大钢坯，名词——由轧机或锻造或连铸机生产，要求随后进行热轧或热锻的半成品。其横截面尺寸通常大于36in.^{2}（230cm^2），形状为方形或矩形，宽度小于二倍厚度。矩形坯横截面宽度不小于二倍厚度时，应归入板坯或薄板坯类。

3.1.1.4　锻件，名词——用锻锤、锻压机和锻造设备对棒材、钢坯或其他半成品材料进行热机械成形加工所生产的零件。

3.1.1.5　型钢，名词——有着除圆形、方形或六角形以外横截面的棒钢。

3.1.1.6　板坯或薄板坯——经初轧机，诸如方坯开坯机、板坯机或薄板坯开坯机生产的，或由连铸机或压铸机生产的产品，它们在切割至一定长度及表面清理后，不再作进一步加工而直接发货，仅用作再轧制成薄板、钢带或钢板。

3.1.2　术语不定尺长度、倍尺长度和定尺长度的定义如下：

3.1.2.1　定长或精确长度——规定为固定或精确长度的棒钢，可以通过热剪或热锯。当要求要精确的长度或端部无变形时，可对棒材经校直机校直后作机械切割。定尺长度棒钢的长度允许偏差列在本标准最后的表内。

3.1.2.2　倍尺长度——生产工序经常需要使用单元长度小的棒钢(即小件棒料)。当出现这种情况时，可以规定单根棒钢包含预定数量的这种单元长度。这种的一根棒钢被称为倍尺长度的棒钢，并且通常在规定长度中包括对每一单元长度所留有¼in.(6.5mm)余量，以保证切割所需要的段数。

3.1.2.3　不定尺长度——长度范围不小于24in.(1m)；例如，10～12ft(3～4m)、14～17ft(4～5m)，或15～20ft(5～6m)。

3.1.3　术语状态和表面精整的定义，如下：

3.1.3.1　状态——按描述交货材料的冶金学状况所需，对最终工序或多个工序热机械加工工艺的识别。例如，热加工的；热加工的并退火的；热加工、退火以及为了提高力学性能作冷加工的；以及，热加工、淬火加回火的。

3.1.3.2　表面精整——对交货产品的表面精整和适用尺寸公差的描述，最典型的是以适用该产品的工艺识别，以及以产品尺寸公差的适用类别来识别。精整作业的实例，包括：喷砂、酸洗、粗车加工、机械调直、无芯打磨，抛光以及用于表面精整的轻度冷拔，但并非用来提高力学性能。对热精整棒钢见8.1.1条，以及，对冷精整棒钢见8.1.3条。

4　订货资料

4.1　对于按本标准订购材料规定所有必须的要求，乃是采购方的责任。这样的订货要求应包括，但并不限于如下所示：

4.1.1　数量（重量或件数）；

4.1.2　尺寸，包括：按适用性，以直径、宽和厚度给出的形状或式样，以及，按适用性，

图样或草图；

4.1.3 类型或 UNS 标号；

4.1.4 ASTM 标准标号，以及当非最新版时的版本年号；

4.1.5 状态；

4.1.6 表面精整；

4.1.7 当涉及时，补充要求；

4.1.8 当适用时，棒料是否是用棒钢轧制，或者用钢带或钢带剪切的；

4.1.9 发货准备；

4.1.10 标志要求；

4.1.11 对型钢的表面准备；

4.1.12 特殊要求。

注2：一典型的订货描述，如下述：5000lb（2000kg）；1.000in.（25mm）刨形棒钢，10到12ft（3到4m）；304型或S30400钢；A479/A479M标准。退火的；无芯打磨；加可选择要求，例如特殊的标志指示。

5 材料和制造

5.1 材料应采用任何一种工艺来制造。

5.2 材料按适用产品标准中的详细的状态之一供货，例如：热加工的；热加工并退火的；热加工、退火并冷加工的；或者，热加工、退火并热处理的。

5.3 材料应以第8节中详细规定的、或在适用的产品标准中进一步规定的表面精整方式之一供货，例如，热精整或冷精整的。

6 化学成分

6.1 熔炼或铸样分析——每一炉次钢的化学分析应依据适用材料标准以及A751试验方法、操作和术语标准测定。

6.1.1 每一炉次钢的化学分析应在熔炼浇注的过程中，或者是从制造流程中的末端流程产品上所取得的试样分析得出。

6.1.2 熔炼分析应符合如适用产品标准中所列出的、对订购级别钢的每一个规定元素的化学成分要求。

6.1.3 所有的商品金属均含有少量的规定元素以外的元素。无论是否是有意添加未规定元素、剩余元素、或者可能存在的痕量元素，对于未规定元素规定限制值是不实际的，而且是不必要的。允许钢材生产厂分析未规定元素，并允许报告这种分析的结果。未规定元素的存在以及报告这些元素的分析结果不应构成拒收的理由，除非这些未规定元素的存在，会致使订购金属类型和品质的典型期望性能的损失。

6.1.4 允许采购方在采购订货单中对产品标准中未作规定的单一元素要求限制最大限值。这样的对于产品标准未列出的元素的要求，当被认同作为采购订货单的合格验收依据时，应如同规定元素一般对待和进行化学分析测定，并且报告分析结果。

6.1.5 允许采购方对任何元素提出更严格的要求，也就是对具有最小值或最小值范围的元素要求较高的最小值；或者是，对具有规定最大值或最大值范围要求的元素取较低的最大值。不允许采购方提出放宽松的化学分要求。

6.1.6 与其对一组元素、包括对所有其他元素、稀土元素和剩余平衡元素，不如对特定的元素确立分析限值，除非在这样一群中的所有元素在技术上起的作用相似，并且辅佐以典型的化学分析方法。

6.2 成品分析——当有要求时，应依据A751试验方法、操作和术语标准测定成品分析。由此测定得出的化学成分应符合表1中示出的成分偏差。

6.3 对于所订购级别的钢，不得含有未规定的元素达到如此的程度，乃至该级别钢符合于引用到的产品标准中的，以及在本通用要求标准范围以内的任何产品标准中的其他级别钢的要求，其中，该项元素具有规定的最小值。

7 热处理

7.1 除非在适用产品标准中另有规定，应按照在本节里所示出的热处理。

7.2 奥氏体级别钢

7.2.1 除了应变硬化的级别钢（见7.2.4条）、热轧的级别钢（见7.2.5条）和UNS N08020（见7.2.6条）级别钢外，所有的奥氏体级别钢应依据表2的规定以固溶退火状态供货，允许随后为了冷精整和调直目的进行轻度的冷拔加工。

7.2.2 除了表2中示出的外，奥氏体级别钢应是退火的，由钢材制造厂决定，经单独的退火处理或者采用工艺过程中退火。

表 1　成品分析偏差

元素	规定范围的上限或最高值，%	偏差 ±	元素	规定范围的上限或最高值，%	偏差 ±
C	≤0.010	0.002	Co	>0.05~0.50	0.01
	>0.010~0.030	0.005		>0.50~2.00	0.02
	>0.030~0.20	0.01		>2.00~5.00	0.05
	>0.20~0.60	0.02		>5.00~10.00	0.10
	>0.60~1.20	0.03		>10.00~15.00	0.15
				>15.00~22.00	0.20
				>22.00~30.00	0.25
Mn	≤1.00	0.03	Nb+Ta	≤1.50	0.05
	>1.00~3.00	0.04		>1.50~5.00	0.10
	>3.00~6.00	0.05		>5.00	0.15
	>6.00~10.00	0.06			
	>10.00~15.00	0.10			
	>15.00~20.00	0.15			
P	≤0.040	0.005	Ta	≤0.10	0.02
	>0.040~0.20	0.010			
S	≤0.040	0.005	Cu	≤0.50	0.03
	>0.04~0.20	0.010		>0.50~1.00	0.05
	>0.20~0.50	0.020		>1.00~3.00	0.10
				>3.00~5.00	0.15
				>5.00~10.00	0.20
Si	≤1.00	0.05	Al	≤0.15	
	>1.00~3.00	0.10		>0.15~0.50	
	>3.00~6.00	0.15		>0.50~2.00	
				>2.00~5.00	
				>5.00~10.00	
Cr	>4.00~10.00	0.10	N	≤0.02	0.005
	>10.00~15.00	0.15		>0.02~0.19	0.01
	>15.00~20.00	0.20		>0.19~0.25	0.02
	>20.00~30.00	0.25		>0.25~0.35	0.03
				>0.35~0.45	0.04
				>0.45	0.05
Ni	≤1.00	0.03	W	≤1.00	0.03
	>1.00~5.00	0.07		>1.00~2.00	0.05
	>5.00~10.00	0.10		>2.00~5.00	0.07
	>10.00~20.00	0.15		>5.00~10.00	0.10
	>20.00~30.00	0.20		>10.00~20.00	0.15
	>30.00~40.00	0.25			
	>40.00	0.30			
Mo	>0.20~0.60	0.03	V	≤0.50	0.03
	>0.60~2.00	0.05		>0.50~1.50	0.05
	>2.00~7.00	0.10			
	>7.00~15.00	0.15			
	>15.00~30.00	0.20			
Ti	≤1.00	0.05	Se	全部	0.035
	>1.00~3.00	0.07			
	>3.00	0.10			

注：本表给出各适用材料标准(见 1.1 条)的化学成分要求中高于上限或低于下限的允许偏差值(±)，它不适用于熔炼分析。

7.2.2.1 单独做的退火热处理应如下组成：将材料加热到如表2中列出的各级别钢的最低退火温度，保温足够长的时间，以使得晶界处的碳化物充分固溶，并快速冷却以防止不可接受的晶界碳化物的析出。除了表2所示出的外，由单独退火热处理工序做固溶退火了的奥化体不锈钢应能够满足A262实用规程的规程E的要求。除非在采购订货单中另有规定，并不要求满足A262实用规程的规程E。

7.2.2.2 工艺过程中做的退火应如下组成：在如表2中示出的各级别钢的最低退火温度以上的温度下完成热加工，并快速冷却以防止不可接受的晶界碳化物的析出。除了表2所示出的外，采用工艺过程中退火方法做固溶退火了的奥低体不锈钢应能满足A262实用规程的规程E的要求。除非在采购订货单中另有规定，并不要求满足A262实用规程的规程E。

7.2.3 对于稳定化的级别的321、321H、347、347H、348、348H钢，如若有必要，为了最大化抗晶间腐蚀，允许钢材制造厂使用较低温度的固溶退火、或者是在高温退火后，做稳定化退火处理。

注3：对于稳定化级别钢，在高于1950℉（1065℃）的温度下做固溶-退火会有损于钢材抗击随后暴露于敏感介质条件下的晶间腐蚀能力。当涉及到晶间腐蚀时，采购方应规定A262实用规程的规程E（需要在暴露于敏感性处理的试样上进行试验）。在使用于低于1800℉（980℃）的温度下做稳定的退火之前，对腐蚀介质应加考虑，因为这样的处理可能对所有的介质不完全有效。

7.2.4 应变硬化奥氏体级别钢——当希望订购可提高力学性能的特别的奥氏体级别钢时，允许采购方规定应变硬化状态。这一状态由对产品按7.2.1条进行固溶退火处理获得，随之，进行足以满足要求力学性能的应变硬化处理。采用固溶退火并应变硬化了的材料，应能够满足A262实用规程的规程E中晶间腐蚀试验的要求。除非在采购订货单中有规定，并不要求满足A262实用规程的规程E。

7.2.4.1 允许单个产品标准规定特别的与级别、尺寸以及应变硬化程度有关的应变硬化状态。

7.2.5 热轧的奥氏体级别钢——允许单个产品标准规定特别的、未经受退火的、热轧奥氏体级别钢的要求。

7.2.6 除了当应变硬化了的级别（见7.2.4条）外，UNS N08020钢应按照表2、以稳定化退火处理状态供货，允许随后为了冷精整和调直目的进行轻度的冷拔加工。

7.3 奥氏体-铁素体（双相钢）级别钢：

7.3.1 奥氏体-铁素体（双相钢）级别钢应按照表2、以固溶退火处理状态供货。允许随后为了冷精整和调直目的进行轻度的冷拔加工。

7.3.2 除了表2中示出的外，双相钢级别钢应是退火的，由钢材制造厂自行决定，经单独的退火处理或者采用工艺过程中退火。

7.3.2.1 单独做的退火处理应如下组成：将材料加热到如表2中列出的各级别钢的最低退火温度，保温足够长时间以使得金属间化合物溶解，并快速冷却以防止不可接受的金属间化合物的析出。

7.3.2.2 工艺过程中的退火热处理应如下组成：将材料加热到如表2中示出的每一级别钢要求的最低退火温度以上的温度，并快速冷却以防止不可接受的金属间化合物的析出。

7.4 铁素体级别钢——铁素体级别钢应退火处理到符合适用产品标准里示出的、它们各自的力学性能要求。

7.5 马氏体级别钢：

7.5.1 所有的马氏体级别钢应按采购方的规定，以退火或者回火状态供货。回火处理的材料应经正火、或者应是从最低1700℉（925℃）液体淬火，随之按照7.5.2、7.5.3或7.5.4条进行回火处理。

7.5.2 403型和410型钢的回火材料应在如下回火温度下、保温至少每英寸（25.4mm）截面厚度、1小时：

7.5.2.1 状态1——最低1250℉(675℃)，最高1400℉（760℃）；

7.5.2.2 状态2——最低1100℉(595℃)，最高1400℉（760℃）；

7.5.2.3 状态3——最低1050℉(565℃)，最高1400℉（760℃）。

7.5.3 XM-30型、414型和431型钢的回火材料应在1100℉（595℃）回火温度下保温至少每英寸（25.4mm）截面厚度、1小时，最高

回火温度应为 1400°F（760℃）。

7.5.4　S41500 型钢在任何可选择的中间回火之前和在最终回火前，加热到最低 1750°F（955℃），空冷到 200°F（95℃）或更低些的温度。最终回火温度应在 1050°F（565℃）和 1150°F（620℃）之间。

7.5.5　当采购方选择进行硬化和回火热处理时，马氏体材料应以退火状态（见 7.5.1 条）供货。在这种情况下，采购方应负责采用适当的热处理，并进行为保证获得所要求的性能而必须的试验。

8　表面精整

8.1　按适用性、对所订购的产品，允许下列型式的表面精整：

8.1.1　热精整棒材——热精整的棒材应具有从热加工工艺产生的表面精整程度，带或不带有一定附加的表面修整。热精整的棒材通常采用热轧制、锻造、压制、挤压或者类似的适用于钢锭、钢坯或板坯的热加工程序来生产。所生产出的产品典型地需经受各种会影响到棒材表面的附加作业，其中，包括但不只限于下列的一种或多种：退火或其他热处理；采用喷砂、酸洗或者其他清除氧化皮方法所做的清理；粗车（削）以及机械调直。对于热精整的棒材，为了提供良好的尺寸公差或者表面状态，允许生产厂使用无芯打磨、抛光或其他操作，通常是伴随做冷精整。适用于热精棒材的尺寸公差比适用于冷精整棒材的要宽松些。

8.1.2　从钢带或钢板切制的棒材——从平轧的不锈钢产品上切制的棒材，应具有两个经酸洗或去除氧化皮的表面以及两个切割表面；除非当棒材在切割后经受热处理，此时所有的表面应是去除氧化皮的或酸洗过的。

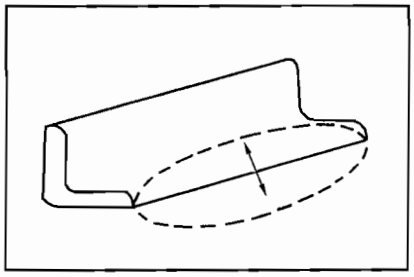
8.1.3　冷精整的棒材——冷精整的棒材应具有这样的表面精整，它应该是经热精整了的棒材，棒材的表面采用附加的机械作业作进一步的加工处理，其中包括但不限于轻度的冷拔、打磨、无芯打磨和抛光以提供更为接近的公差和良好的表面精整。适用于冷精整棒材的尺寸公差比适用于热精整棒材的要更加严格些。

8.1.4　再次锻造用的棒材和坯料或其他半精整的材料——预期再次锻造的材料应以热精整状态供货。如若适当处理的深度没有超越影响到表面状态的深度，或者影响到从棒材或板坯要锻造工件的尺寸的话，则允许通过除去表面缺陷对表面做适当处理。

8.1.5　型材——型材应采用机加工、打磨、喷砂或酸洗清除氧化皮。

8.1.5.1　按照采购订货单中的规定，型材应经受 A 类或 C 类类别的表面准备。如若未超过重量不足公差，以及在任何一点的最大打磨深度并未超过截面厚度的 10%的话，A 类别表面准备应是打磨除去诸如鳍状物、撕裂和有缺口边缘一类的有害性质的瑕疵来组成。如若未超过重量不足公差，以及在任何一点的最大打磨深度并未超过截面厚度的 10%的话，C 类别表面准备应是由打磨除去所有的可见表面瑕疵来组成。

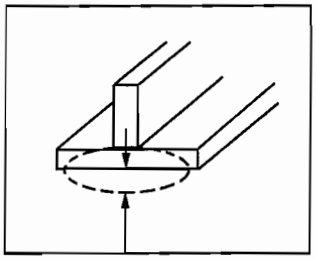
8.1.6　锻件——锻件应采用机加工、喷砂成酸洗来除去氧化皮。除非在采购订货单中规定了特殊的清除氧化皮的方法，清除氧化皮的方法应由生产厂自行选择。



弧形式弯曲公差不应超过 0.02in.
(0.60mm)×长度[ft(m/3)]

图 1　弧形或弯曲公差

注：热精整或挤压型钢的弧形（或弯曲）公差为其一边偏离直线的最大距离。测量方法是用一直尺与型钢的凹边进行比较。



偏离平面的允许偏差为每英寸(25mm)宽度不大于0.01in.(0.25mm)，宽度小于 1in.(25mm)时的最大偏差为 0.010 in ·(0.250mm)

图 2　横向平面度公差

注：横向平面度公差为任意横截面的平面对参考基准面之间的最大偏差。

9 尺寸、质量和允许偏差

9.1 除非在采购方的订货单中另有规定，钢材应符合下列尺寸允许偏差：

9.1.1 棒材——表3至表12。

9.1.2 型钢——表13至表19及图1和图2。

9.1.3 锻件——按采购订货单或订货单中所附图样或草图所规定执行。

9.1.4 锻造用小钢坯和其他重新锻造用半成品材料——小钢坯和棒钢应符合采购方所规定的形状和尺寸要求，其允许偏差为±5%。

表2 退火要求

标号/类型	温度[①]	冷却和试验要求	许用的退火方法[②]	
			单独的	过程中的
奥氏体钢（Cr-Ni）（Cr-Ni-Mn）				
除下列钢种外的所有奥氏体级别钢	1900℉（1040℃）	③	X	X[④]
所有的Cr-Ni-Mn级别： 302，S30215，S30452，S30600，S30615，308，S30815，S30880，309，309S，310，310S，314，317，S31725，S31726，S32615，S38100	1900℉（1040℃）	⑤	X	
309Cb，310Cb，316Cb，316Ti，321，347，348：	1900℉（1040℃）	⑤	X	
304H，309H，310H，316H：	1900℉（1040℃）	⑤	X	
321H，347H，348H： 热加工的 冷加工的	 1925℉（1050℃） 2000℉（1095℃）	 ⑤ ⑤	 X X	
S31254，S32050	2100℉（1150℃）	⑤	X	
S31727，S32053	1975~2155℉（1080~1180℃）	⑤	X	
S33228	2050~2140℉（1120~1170℃）	⑤	X	
S34565	2050~2140℉（1120~1170℃）	⑤	X	
S35315	2010℉（1100℃）	⑤	X	
N08367	2025℉（1105℃）	⑤	X	
N08700	2000℉（1095℃）	⑤	X	
N08020	1700~1850℉（930~1010℃）	⑤	X	
N08810	2050℉（1120℃）	⑤	X	
N08811	2100℉（1150℃）	⑤	X	
N08904	2000℉（1095℃）	⑤	X	
N08925，N08926	2010~2100℉（1100~1150℃）	⑤	X	
奥氏体-铁素体（双相钢）				
S32100	1900℉（1040℃）	⑤	X	X[⑥]
S32160	1870~2010℉（1020~1100℃）	⑤	X	X[⑥]
S31803	1900℉（1040℃）	⑤	X	X[⑥]
S32101	1870℉（1020℃）	⑤	X	X[⑥]
S32202	1800~1975℉（980~1080℃）	⑤	X	X[⑥]
S32205	1900℉（1040℃）	⑦	X	X[⑥]
S32304	1800℉（980℃）	⑤	X	X[⑥]

表 2（续）　退火要求

标号/类型	温度[①]	冷却和试验要求	许用的退火方法[②]	
			单独的	过程中的
奥氏体-铁素体（双相钢）				
S32506	1870~2050℉（1020~1120℃）	⑤	X	X[⑥]
S32550	1900℉（1040℃）	⑤	X	X[⑥]
S32750	1880℉（1025℃）	⑤	X	X[⑥]
S32760	2010℉（1100℃）	⑤	X	X[⑥]
S32900	1750℉±25℉（955℃±15℃）	⑤	X	X[⑥]
S32906	1830℉~2100℉（1000℃~1150℃）	⑤	X	X[⑥]
S32950	1850℉±25℉（1010℃±15℃）	⑤	X	X[⑥]

① 除非另有规定，均为最低退火温度。

② 允许的退火程序，参见 7.2.2 条。

③ 以能够通过 A262 实用规程的规程 E 的能力来演示，在水中淬火或以足以防止碳化物沉淀的速率快速冷却。除非在采购订货单中有规定，不要求实施该项试验。

④ 完成热轧的最低温度应为 1850℉（1010℃）。

⑤ 在水中淬火或以其他方法快速冷却。

⑥ 完成热轧的最低温度应是单独退火用的最低温度。

⑦ 水中淬火。

表 3　热精整圆钢、车制圆钢[①]和方钢尺寸允许偏差

规定尺寸，in.（mm）	规定尺寸的允许偏差，in.（mm）		圆度[②]或方度[③]，in.（mm）
	+	-	
5/16~7/16（8.00~11.00）[④]	0.006（0.15）	0.006（0.15）	0.009（0.23）
>7/16~5/8（11.00~15.50）[④]	0.007（0.18）	0.007（0.18）	0.010（0.26）
>5/8~7/8（15.50~22.00）	0.008（0.20）	0.008（0.20）	0.012（0.30）
>7/8~1（22.00~25.00）	0.009（0.23）	0.009（0.23）	0.013（0.34）
>1~1 1/8（25.00~28.00）	0.010（0.25）	0.010（0.25）	0.015（0.38）
>1 1/8~1 1/4（28.00~31.50）	0.011（0.28）	0.011（0.28）	0.016（0.42）
>1 1/4~1 3/8（31.50~34.50）	0.012（0.30）	0.012（0.30）	0.018（0.46）
>1 3/8~1 1/2（34.50~38.00）	0.014（0.35）	0.014（0.35）	0.021（0.53）
>1 1/2~2（38.00~50.00）	1/64（0.40）	1/64（0.40）	0.023（0.60）
>2~2 1/2（50.00~63.00）	1/32（0.80）	0	0.023（0.60）
>2 1/2~3 1/2（63.00~90.00）	3/64（1.20）	0	0.035（0.90）
>3 1/2~4 1/2（90.00~115.00）	1/16（1.60）	0	0.046（1.20）
>4 1/2~5 1/2（115.00~140.00）	5/64（2.00）	0	0.058（1.50）
>5 1/2~6 1/2（140.00~165.00）	1/8（3.00）	0	0.070（1.80）
>6 1/2~8（165.00~200.00）	5/32（4.00）	0	0.085（2.20）
>8~12（200.00~300.00）[①]	3/16（4.80）	0	3/32（2.40）
>12~15（300.00~400.00）[①]	7/32（5.50）	0	7/64（2.80）
>15~25（400.00~625.00）[①]	1/4（6.50）	0	1/8（3.20）

① 车制圆钢通常为 2~25in.（50~625mm），8in.（200mm）以上只有车制圆钢。

② 圆度是指在同一横截面上测到的最大与最小直径之间的差值。

③ 方度是指在方钢同一横截面上测得的两个外形尺寸的差值，每个尺寸为相对面之间的距离。

④ 尺寸公差并未包括尺寸范围5/16in.（8.00mm）~5/8in.（15.5mm）直径的圆钢，它们是由盘条轧机成盘生产的。

表4 热精整六角钢和八角钢尺寸允许偏差

对边间的规定尺寸，in.（mm）	规定尺寸的允许偏差，in.（mm）		只对六角钢三个测量面之间的偏差，in.（mm）
	+	−	
¼~½(6.50~13.00)	0.007(0.18)	0.007(0.18)	0.011(0.28)
>½~1(13.00~25.00)	0.010(0.25)	0.010(0.25)	0.015(0.38)
>1~1½(25.00~38.00)	0.021(0.53)	0.021(0.53)	0.025(0.64)
>½~2(38.00~50.00)	1/32 (0.80)	1/32 (0.80)	1/32 (0.80)
>2~2½(50.00~63.00)	3/64 (1.20)	3/64 (1.20)	3/64 (1.20)
>2½~3½(63.00~90.00)	1/16(1.60)	1/16(1.60)	1/16(1.60)

表5 按棒钢轧制的热精整扁钢厚度和宽度允许偏差

规定宽度，in.（mm）	规定厚度的厚度偏差，in.（mm）												宽度允许偏差，in.（mm）	
	⅛~½ (3.2~13)		>½~1 (13~25)		>1~2 (25~50)		>2~4 (50~100)		>4~6 (100~150)		>6~8 (150~200)			
	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
≤1 (25.00)	0.008 (0.20)	0.008 (0.20)	0.010 (0.25)	0.010 (0.25)	…	…	…	…	…	…	…	…	0.015 (0.40)	0.015 (0.40)
>1~2 (25.00~50.00)	0.012 (0.30)	0.012 (0.30)	0.015 (0.40)	0.015 (0.40)	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)	…	…	…	…	…	…	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)
>2~4 (50.00~100.00)	0.015 (0.40)	0.015 (0.40)	0.020 (0.50)	0.020 (0.50)	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)	0.062 (1.60)	0.031 (0.80)	…	…	…	…	0.062 (1.60)	0.031 (0.80)
>4~6 (100.00~150.00)	0.015 (0.40)	0.015 (0.40)	0.020 (0.50)	0.020 (0.50)	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)	0.062 (1.60)	0.031 (0.80)	0.093 (2.40)	0.062 (1.60)	…	…	0.093 (2.40)	0.062 (1.60)
>6~8 (150.00~200.00)	0.016 (0.40)	0.016 (0.40)	0.025 (0.65)	0.025 (0.65)	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)	0.062 (1.60)	0.031 (0.80)	0.093 (2.40)	0.062 (1.60)	0.125 (3.20)	0.156 (4.00)	0.125 (3.20)	0.156 (4.00)
>8~10 (200.00~250.00)	0.020 (0.50)	0.020 (0.50)	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)	0.031 (0.80)	0.062 (1.60)	0.031 (0.80)	0.093 (2.40)	0.062 (1.60)	0.125 (3.20)	0.156 (4.00)	0.156 (4.00)	0.187 (4.80)

表6 由钢带或钢板切分的扁钢尺寸允许偏差

订货厚度	厚度允许偏差，in.（mm）		宽度允许偏差①，in.（mm）				长度允许偏差②，in.（mm）	
			宽度≤4(100)		宽度>4(100)			
	+	−	+	−	+	−	+	−
>0.114~0.130(2.90~3.30)	0.010 (0.25)	0.010 (0.25)	0.094 (2.40)	0.031 (0.80)	0.094 (2.40)	0.094 (2.40)	0.188 (4.80)	0 0
>0.130~0.145(3.30~3.70)	0.012 (0.30)	0.012 (0.30)	0.094 (2.40)	0.031 (0.80)	0.094 (2.40)	0.094 (2.40)	0.188 (4.80)	0 0
>0.145~<3/16(3.70~4.80)	0.014 (0.35)	0.014 (0.35)	0.094 (2.40)	0.031 (0.80)	0.094 (2.40)	0.094 (2.40)	0.188 (4.80)	0 0

表 6(续)　由钢带或钢板切分的扁钢尺寸允许偏差

订货厚度	厚度允许偏差，in.(mm)		宽度允许偏差①，in.(mm)				长度允许偏差②，in.(mm)	
			宽度≤4(100)		宽度>4(100)			
	+	−	+	−	+	−	+	−
3/16~<3/8(4.80~9.00)	0.050 (1.25)	0.010 (0.25)	0.094 (2.40)	0.031 (0.80)	0.094 (2.40)	0.094 (2.40)	0.188 (4.80)	0 0
3/8~<3/4(9.00~19.00)	0.060 (1.50)	0.010 (0.25)	0.094 (2.40)	0.031 (0.80)	0.094 (2.40)	0.094 (2.40)	0.188 (4.80)	0 0
3/4~<1(19.00~25.00)	0.065 (1.65)	0.010 (0.25)	0.094 (2.40)	0.031 (0.80)	0.094 (2.40)	0.094 (2.40)	0.188 (4.80)	0 0
1~<2(25.00~50.00)	0.075 (1.90)	0.010 (0.25)	0.094 (2.40)	0.031 (0.80)	0.094 (2.40)	0.094 (2.40)	0.188 (4.80)	0 0
2~<3(50.00~75.00)	0.150 (3.80)	0.010 (0.25)	0.125 (3.00)	0.062 (1.60)	0.125 (3.00)	0.125 (3.00)	0.250 (6.50)	0 0
3~<4(75.00~100.00)	0.210 (5.30)	0.010 (0.25)	0.125 (3.00)	0.062 (1.60)	0.125 (3.00)	0.125 (3.00)	0.250 (6.50)	0 0
4~<6(100.00~150.00)	0.300 (7.60)	0.010 (0.25)	0.125 (3.00)	0.062 (1.60)	0.125 (3.00)	0.125 (3.00)	0.250 (6.50)	0 0
6~<8(150.00~200.00)	0.420 (10.65)	0.010 (0.25)	0.125 (3.00)	0.062 (1.60)	0.125 (3.00)	0.125 (3.00)	0.250 (6.50)	0 0
8~<10(200.00~250.00)	0.540 (13.70)	0.010 (0.25)	0.125 (3.00)	0.062 (1.60)	0.125 (3.00)	0.125 (3.00)	0.250 (6.50)	0 0

① 由供需双方协议确定，偏差值可在所有正负偏差范围内按需要变动组合。
② 对不定尺扁钢不适用。

表 7　冷精整圆钢尺寸允许偏差

规定尺寸，in.(mm)	规定尺寸的允许偏差，①②in.(mm)	
	+	−
1/16~<5/16(1.50~8.00)	0.001 (0.03)	0.001 (0.03)
5/16~<1/2(8.00~13.00)	0.0015 (0.04)	0.0015 (0.04)
1/2~<1(13.00~25.00)	0.002 (0.05)	0.002 (0.05)
1~<1 1/2(25.00~38.00)	0.0025 (0.06)	0.0025 (0.06)
1 1/2~3 1/4(38.00~83.00)③	0.003 (0.08)	0.003 (0.08)
3 1/4~4(83.00~100)③	0.005 (0.13)	0.005 (0.13)

① 除非另有规定，尺寸偏差为正和负，如上表所示，但在有必要时，只要规定尺寸总的公差带小于表中所示总的公差带，可指定全为正偏差而无负偏差，或全为负偏差而无正偏差，或任何正负结合的偏差值。
② 如果冷精整后必须热处理或热处理加酸洗，则尺寸偏差值为表中所示的两倍。
③ 可生产直径大于 4in.(100mm)的冷精整棒钢，表中不包括此类棒钢的尺寸偏差。

表 8 冷精整六角、八角和方钢尺寸允许偏差

规定尺寸,① in.(mm)	规定尺寸的允许偏差②, in.(mm)	
	+	-
1/8~<5/16(3.00~8.00)	0	0.002(0.05)
5/16~<1/2(8.00~13.00)	0	0.003(0.08)
1/2~1(13.00~25.00)	0	0.004(0.10)
>1~2(25.00~50.00)	0	0.006(0.15)
>2~3(50.00~75.00)	0	0.008(0.20)
>3(75.00)	0	0.010(0.25)

① 两相对面之间的距离。
② 如果冷加工后必须热处理或热处理加酸洗，则尺寸偏差为表中所示的两倍。

表 9 冷精整扁钢宽度和厚度允许偏差

宽 度, in.(mm)	宽度允许偏差, in.(mm)① +或-	
	厚度≤1/4(6.5)	厚度>1/4(6.5)
1/16~3/8(1.50~9.50)	0.005(0.12)	0.005(0.12)
>3/8~1(9.50~25.00)	0.004(0.10)	0.004(0.10)
>1~2(25.00~50.00)	0.006(0.15)	0.004(0.10)
>2~3(50.00~75.00)	0.008(0.20)	0.004(0.10)
>3~4 1/2(75.00~115.00)	0.010(0.25)	0.005(0.13)

厚度, in.(mm)	厚度允许偏差, in.(mm)① +或-
≤0.029(0.70)	0.001(0.05)
>0.029~0.035(0.70~1.00)	0.0015(0.04)
>0.035~1(1.00~25.00)	0.002(0.05)
>1~2(25.00~50.00)	0.003(0.08)
>2~3(50.00~75.00)	0.004(0.10)
>3~4 1/2(75.00~115.00)②	0.005(0.13)

① 如果冷精整后必须热处理或热处理加酸洗，则尺寸偏差为表中所示的两倍。
② 可生产宽度或厚度大于4 1/2in.(115mm)的冷精整扁钢，这种棒钢的宽度或厚度偏差并未包括在此表内。

表 10 热精整或冷精整棒钢的长度允许偏差

圆钢、方钢、六角钢、八角钢和扁钢宽度的规定尺寸①, in.(mm)	长度允许偏差, in.(mm)②			
	长度≤12ft(4m)		长度>12~25ft(4~8m)	
	+	-	+	-
≤6(150.00)	1(25)	0	1 1/4(31.50)	0
>6~9(150.00~225.00)	1 1/4(31.5)	0	1 1/2(38.00)	0
>9~12(225.00~300.00)	1 1/2(38)	0	2(50.00)	0

① 扁钢的最大宽度为10in.(250mm)。
② 不定尺长度——当按不定尺长度订货时，允许偏差为±2ft(0.6m)。当按有最小长度要求的不定尺长度订货时，允许偏差为+2ft(0.6m)，-0。
③ 长度小于3ft(1m)，截面尺寸不超过1/2in.(13.00mm)，长度允许偏差为+1/32 in.(0.80mm)和-0。

表 11　在机械校直[①]后机械切割成的冷精整或热精整棒钢的长度允许偏差

圆钢、方钢、六角钢、八角钢和扁钢宽度的规定尺寸[②]，in.（mm）	长度允许偏差，in.（mm）			
	长度≤12ft(4m)		长度>12~25ft(4~8m)	
	+	-	+	-
≤3(75)	1/8(3.0)	0	3/16(4.8)	0
>3~12(225~300)	1/2(13.0)	0	1/2(13.0)	0

注：表 11 这些偏差对不定尺棒钢不适用。

① 表 11 不适用于在卷材到棒钢材生产设备上生产的产品。

② 扁钢最大宽度为 10in.（250mm）

表 12　机械校直热精整或冷精整棒钢直度允计偏差[①]

测量是在棒钢的直边的凹面进行

除非另有规定，否则供机械加工的热加工或冷精整棒钢应校直至下列偏差范围

热精整棒钢：

在任意 5ft(1.50m)长度上为1/8in.(3.00mm)，但不可超过1/8in.(3.00mm)×(长度 ft/5)(m/1.50)

冷精整棒钢：

在任意 5ft(1.50m)长度上为1/16in.(1.5mm)，但不可超过1/16in.(1.5mm)×(长度 ft/5)(m/1.50)

① 尺寸小于1/2in.(6.50mm)的棒钢尚未制订直度偏差。

表 13　热精整角钢允许偏差

重量[①]：

重量≤6lb/ft(9.0kg/m)的角钢，其重量偏差不应超过±7½%。重量>6lb/ft(9.0kg/m)的角钢，其重量偏差不应超过±4½%。

边长：

边长≤6in.(150mm*)的角钢，边长偏差不应超过±1/8in.(3.00mm)。边长>6in.(150mm*)的角钢，边长偏差不应超过+3/16in.(5.00mm)，-1/8in.(3.00mm*)。

直角边的方正度：

两边之间直角偏差为±2°

注：不等边角钢以长边决定其每边长度偏差。

① 等边角钢每英尺的理论重量为：

$$重/英尺=(24W\times t-12t^2)(0.2871lb/ft)$$

式中　W=规定的角钢边长，t=规定厚度，in.。

不等边角钢每英尺的理论重量为：

$$重/英尺=(12W1\times t+12W2\times t-12t^2)(0.2871lb/ft)$$

式中　$W1$ 和 $W2$=规定角钢边长，t=规定厚度，in.。

* 原文漏标米制值，已补充——译注。

表 14　热精整槽钢尺寸允许偏差

槽钢规定尺寸，in.（mm）	尺寸偏差，±，in.（mm）				
	截面深度[①]	翼缘宽度	给定厚度下腹板的厚度		翼缘的垂直度[②]，in./in.（mm/mm）翼缘宽
			≤3/16(5.00)	>3/16(5.00)	
≤1½(38.00)	3/64 (1.20)	3/64 (1.20)	0.015(0.41)	0.023(0.60)	3/64 (1.20)
>1½~>3(>38.00~>75.00)	3/32 (2.40)	3/32 (2.40)	0.023(0.60)	0.030(0.80)	3/64 (1.20)

① 槽钢深度在腹板背剖测量。

② 槽钢深度不超过5/8(15.50mm)，其垂直度偏差为5/64in./in. 深度(2.00mm/mm)。测定垂直度时，将一角尺靠放在腹板的底面，测量任一翼缘的趾部向内或向外的偏离量。截面深度和翼缘宽度的测量值是外形轮廓尺寸。

表 15 热精整T形钢尺寸允许偏差

T形钢规定尺寸①, in.(mm)	宽度或深度, in.(mm)②		翼缘厚度, in.(mm)		立股厚度, in.(mm)		立股垂直度③, in.(mm)
	+		−		+		−
≤1½(38.00)	5/64 (2.00)	5/64 (2.00)	0.015 (0.38)	0.015 (0.38)	0.008 (0.20)	0.030 (0.75)	3/64 (1.20)
>1½~2(38.00~50.00)	3/32 (2.40)	3/32 (2.40)	0.018 (0.46)	0.018 (0.46)	0.015 (0.38)	0.030 (0.75)	3/32 (2.40)
>2~<3(50.00~75.00)	9/64 (3.60)	9/64 (3.60)	0.023 (0.60)	0.023 (0.60)	0.023 (0.60)	0.030 (0.75)	9/64 (3.60)

① 不等边T形钢的较大边决定其尺寸偏差。
② 宽度和深度的测量值是外形轮廓尺寸。
③ 立股垂直度是在端部测量的立股中心线与其正确位置中心线之间的距离。

表 16 热挤压型钢尺寸允许偏差

规定尺寸, in.(mm)	截面偏差, in.(mm)	
	+	−
<1(25)	0.020(0.50)	0.020(0.50)
1~<3(25~<75)	0.031(0.80)	0.031(0.80)
3~4(75~100)	0.046(1.20)	0.046(1.20)
>4(100)	0.062(1.60)	0.062(1.60)

表 17 挤压型钢角度偏差

正和负偏差, ±	最大 2°

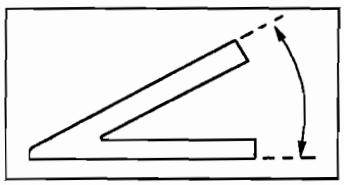
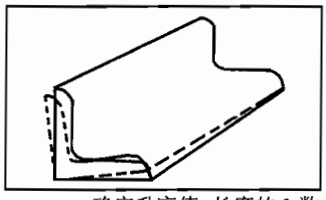


表 18 挤压型钢长度偏差①,②

规定尺寸	长度不大于 12ft(4m)		长度大于 12ft(4m)	
	+	−	+	−
<3in.(75mm)	3/16in. (4.8mm)	0	¼in. (6.5mm)	0

① 倍尺—除非另有规定，可以在总长度上每倍长增加¼in.(6.5mm)。
② 不定尺—当按不定尺订货时允许长度差为±2ft(0.6m)。当按有最小长度要求的不定尺订货时，允许偏差为规定长度的+2ft(0.6m)，-0。

表 18　扭 转 公 差



$$5\text{ft 升高}=\frac{\text{确定升高值}\times\text{长度的 ft 数}}{5}$$

截 面 宽 度	5ft 内升高
½in.（13mm）~1½in.（39mm）	0.125in.（3.00mm）
>1½in.（39mm）~4in.（100mm）	0.188in.（4.80mm）
>4in.（100mm）	0.250in.（6.50mm）

注：（1）螺旋形突出形状的大小称为扭转。它能通过一个平的参考基准至拐角的高峰顶点测得（确定升高值）。
（2）用表内公式计算的扭转偏并不得超出表中所示数值。

10　工艺质量、表面质量及外观

10.1　材料质量应均匀稳定，与良好的生产和检验手段相一致。其可能存在的缺陷对于订购的相应品种及质量要求来说，均不应给随后的成型、机加工或成品件的生产带来不良影响。

11　取样

11.1　成品分析的一批应包括同一炉钢生产的所有棒材、型钢及锻件。

11.2　由成品标准要求的其他试验，一批应包括同一炉号、并以相同的工艺条件下生产的，同一尺寸规格的棒钢或重量小于 1000lb（500kg）的锻件。所有奥氏体、铁素体及易切削不锈钢，以及退火至 A 状态的马氏体钢和经固溶处理的沉淀或时效硬化钢，可以采用控制过程设备，分批在同一炉子内或在几个炉子内进行热处理（见附录）。然而，将马氏体钢热处理成为 T 或 H 状态时以及在沉淀硬化不锈钢作时效硬化时，一批应由同一尺寸规格、同一炉号在间隙式炉内同一次装炉或在连续式炉内以同一条件热处理的所有产品组成。

11.2.1　单件重量 1000lb（500kg）至 5000lb（2500kg）的锻件，一批应由同一炉号、同一热处理装炉的一种尺寸类别组成。采用连续式热处理炉时，一炉应为同一炉号、在一个 8h（小时）周期内（或小于 8h）进行热处理的同一尺寸类别组成。

11.2.2　重量 5000~7000lb（2300~3200kg）的所有种类锻件，每件应作为一批。

11.2.3　对于重量大于 7000lb（3200kg）的所有种类锻件，每件应作为二批计，并应在锻件的两端各作一次拉伸试验。如为环形锻件，拉伸试样应取自圆周方向上约相距 180° 的两处的每一处，或者如可能在锻件的两相对端面取样。

12　试验和复试数量

12.1　除非产品标准中另有规定，每一炉号应取一个化学分析样品，每一批棒钢和型钢以及每一批锻件应取一个力学性能试样。除了对从钢带或钢板切出的棒材外，棒钢和型钢的拉伸试验应在其长度方向上进行。对于从钢带或钢板切出的棒材用的试验应符合对钢带及钢板的适用产品标准、或者 A 480/A 480M 标准的规定要求。棒钢的硬度试验应在其中心到表面距离的中间部位进行。锻件的拉伸试验应取自其适当的延长部分，或按制造厂选择提供附加锻件作为试样。所有试验应符合材料标准上给出的化学成分及力学性能要求。

12.2　当有要求时，每批材料应做一次晶间腐蚀试验和一次晶粒度试验。这种试验用材料通常取自选来做力学试验的试样。

12.3　如果任一试样表明机加工不良或有缺陷，则允许该试样可以作废并另取试样代替。

12.4　如果任一试验批的结果不符合本标准和适用材料标准的要求，则允许双倍取样替代原样品的每一个不合格的试样进行复试。复试时只要有一个重新试样不合格，则该批材料应

予拒收。

13 重新热处理

13.1 任何一批如由于热处理不当而不合格，则材料可重新热处理并重新交付试验。

14 试验方法

14.1 在适用的材料标准中所列举到的性能，应按下列 ASTM 标准测定：

14.1.1 化学分析——A 751 试验方法、操作及术语。

14.1.2 拉伸试验——A 370 试验方法和定义，当有指明时，允许作横向试验。

14.1.3 应力断裂——E 139 实用规程。

14.1.4 布氏硬度——A 370 试验方法和定义。

14.1.5 洛氏硬度——A 370 试验方法和定义。

14.1.6 晶间腐蚀(需要时)——A 262 实用规程方法 E。

14.1.7 晶粒度(需要时)——E 112 试验方法。

14.1.8 夏比 V 形缺口冲击试验—A 370 试验方法和定义。

15 检查

15.1 民间采购——材料的检查应由供需双方商定，并作为采购合同的一部分。

15.2 政府采购——除非在合同或购货订货单中另有规定，则(1)卖方应负责本标准规定的所有检查和试验项目的实施，(2)卖方在实施检查和试验过程中，可使用自己或他人的合适设备进行，以及(3)采购方有权自己实施本标准列出的任一项检查和试验。为使采购方检查人员能确信材料是按本标准供货的，制造厂应提供一切合理又必需的方便。但采购方的检查不应不必要的干扰制造厂的生产。

16 拒收和复审

16.1 不符合本标准要求的材料可以拒收。拒收应尽快通知生产厂或供货方，最好用书面形式。在生产厂或供货方对试验结果有异议的情况下，可以提出复审的要求。

17 合格证书

17.1 在发货的同时应提供试验结果的证明报告。报告应包括 ASTM 标准号、年号以及如有的话修订的字母代号。

17.2 从电子数据交换(EDI)传送得到的电子表格形式的打印文件应视作和出具证书机构打印的副本具有同等效力。EDI 传送文件的内容应满足涉及的 ASTM 标准的要求，并符合买方和供方间的现存 EDI 协议。不管是否缺少签名，提供 EDI 传送的机构对报告的内容负责。

18 产品标志

18.1 用于民间采购

18.1.1 棒材和型钢应正确地作出标志或系上标签，写明制造厂名称、需方名称和订货单号、ASTM 标准号、炉号、等级或类型、状态以及在合适的位置，再标上规格、长度和重量。除非另有规定，标记的方法由制造厂选择，可以用热打印、冷打印、油漆（笔），或在捆扎件、吊装件或包装箱上系上标签。

18.1.2 锻件应用清晰的字模打印，标出制造厂的符号或名称、材料标准号、类型和炉号识别。当采购方不许可用字模打印，可采用电笔或电蚀刻法。

18.2 用于政府采购

18.2.1 当在合同或订货单中有规定，由政府部门直接订购或直接发货给政府部门时，除了合同或订货单中规定的任何要求外，装运标志对军用部门按 MLL - STD - 129，民用部门按 Fed. Std. No. 123。

18.2.2 对由国防供应机构经办的政府采购材料，棒材和型钢应按 Fed. Stb. No. 183 作连续识别标志。

19 包装和发货标志

19.1 除非另有规定，棒钢和型钢应按A 700 实用规程进行包装和装载。

19.2 当在合同或订货单中有规定，并由政府部门直接订购或直接发货给政府部门，并且指定要求 A 级时，防护、打包、包装方式应按 MIL-STD-163 A 级要求进行。

20 关键词

20.1 一般发货要求 不锈钢棒钢 不锈钢

钢坯 不锈钢锻件，不锈钢型材

附 件

（强制性资料）

A1 纳入新材料的要求

A1.1 可以提议将新材料纳入到引用本通用标准的产品标准中，但是要符合以下条件：

A1.1.1 对于将新的级别加入到一个标准中的申请应提交给该标准具有管辖权的分委员会主席。

A1.1.2 申请书应附带一份说明，表明至少有一个用户需要将新的级别钢种纳入到适用标准中。

A1.1.3 申请书应附带适用标准所要求的试验数据。按该适用标准所定义的‘批’，应提供最少 3 个试验批次的试验数据，并且，每一个取自不同的炉号

A1.1.4 申请书应提出对列在适用标准中的所有要求的建议。

A1.1.5 申请书应说明新级别的钢是否收入在专利中。

附 录

（非强制性资料）

X1 关于力学性能和腐蚀试验“批”定义的理论基础

X1.1 一般认为，被称为一批的材料必须为“在同一工艺条件下生产出来的”意指同一订货号、同规格、同熔炼号、相同热处理工艺、同一后续工艺。在这些条件下，可选取单个样品代表整个一批材料，每 20000lb 材料至少应取一个样品。

X1.2 按 X1.1 条说明的原则，一般要求生产厂对构成同一批材料的各个不同装料炉次实行如下控制：

X1.2.1 设定关键温度和工艺偏差调整。

X1.2.2 对所有热处理温度下的时间应调整在 10%的偏差之内。

X1.2.3 所有使用的炉子尺寸应相近并应符合炉子质量保证程序文件规定的均匀性要求。

X1.2.4 淬火系统在体积、淬火介质类型和操作周期上应相同。

X1.2.5 此外，在一相对较短的时间内分组装炉处理的材料，每一炉至少取一个样品作硬度试验。

X1.3 旧定义对力学试验所谓“批”被简单地定义为“同规格、同熔炼炉号并采用间隙式热处理炉同批处理的”。这是假定热处理是惟一能影响其性能的工艺过程。这种定义忽视了热处理前后工艺过程的作用。而且，它假定每一批热处理的材料都是均匀和独特的，不能重复。实际上，对一批装料炉或不同批次装料炉实现热处理工艺的全过程控制并非难事，因此，可以将不同炉次作为同一批对待，只要设备及过程参数能满足 X1.1 和 X1.2 条的条件。

X1.4 规定用于力学性能试样的取样方法并非统计取样。因此，它仅提供典型数据。只有在生产厂能充分控制过程参数的前提下，才能保证每批材料的均匀性。

X2 条形码

X2.1 条形码用于识别钢不是由 A01 规范委员会明确地论述的。A01 委员会承认钢产品初级金属用的 AIAG 条形码标准，并建议这种条形码标准看做是识别材料的辅助方法。

承 压 用 铸 钢 件

SA-487/SA-487M

[与 ASTM 标准 A 487/A 487M—93(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于正火加回火或淬火加回火状态的低合金钢和马氏体不锈钢，用于制造承压零件。本标准中各个类别钢的可焊性在易于焊接到只有采用适当措施才可能焊接之间不等，因此在熔焊装配前须考虑每一类钢的可焊性。

1.2 根据设计、力学性能和使用条件来选择。用户应注意，所述某些级别铸钢的淬透性会限制达到所要求的力学性能的最大尺寸。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。英寸-磅单位用于按 A 487 标准订货的材料，而 SI 单位则用于按 A 487M 标准订货的材料。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 488/A 488M 铸钢件焊接工艺评定及人员考核实用规程

A 703/A 703M 承压零件用钢铸件通用要求

E 165 液体渗透检查方法实用规程

E 709 磁粉检测实用规程

2.2 美国机械工程师学会：

ASME 锅炉和压力容器规范，第Ⅸ卷

2.3 阀门和配件工业制造厂标准化协会标准：

SP-55 铸钢件质量标准——外观法

3 交货一般条件

3.1 按本标准供货的材料应符合 A 703/A 703M 标准适用的要求，包括订货单上注明的补充要求。不符合 A 703/A 703M 标准的表面质量要求，即构成不符合于本标准。如本标准中的要求与 A 703/A 703M 标准相抵触时，则以本标准的要求为准。

4 订货须知

4.1 询价单或订货单应包括或指明下列内容：

4.1.1 用模型号或图样的铸件说明（铸件图样中应包括尺寸公差）。

4.1.2 ASTM 标准号和出版年号。

4.1.3 钢的级别和类别。

4.1.4 本标准中的择用要求。

4.1.5 所需的补充要求，包括验收标准。

5 热处理

5.1 所有铸件均须作表 1 指定的热处理。允许在最终热处理及多次回火前进行初步热处理。

5.2 铸件须在冷却到低于转变区域温度后进行热处理。

5.3 热处理炉温应使用记录式高温计进行有效控制。

6 化学成分

6.1 铸钢须符合表 2 规定的化学成分要求。成品分析偏差须符合 A 703/A 703M 所规定的成品分析偏差。在拟订出不锈钢成品分析偏差之前，这些成品分析偏差目前对不锈钢级别尚不适用。

7 拉伸性能要求

7.1 铸件用钢的拉伸性能须符合表 3 规定的要求。

8 质量

8.1 铸件表面须进行外观检验，应无粘砂、氧化皮、裂纹和热裂，其他表面缺陷符合订货单中规定的外观验收标准。可以采用 SP-55 外观法或其他外观标准，以确定可验收的表面缺陷和表面质量。拒收的外观表面缺陷须清除掉，并用外观检验除去缺陷后的空腔，核实缺陷确已清除。当采用在高温下清除和修补缺陷时，铸件至少按表 4 所列的最低温度进行预热。

8.2　铸件不得以锤击,堵塞或浸渍等来堵住泄漏。

9　焊补

9.1　除 ASME 锅炉和压力容器规范使用的铸件，其他铸件按 A 488/A 488M 实用规程评定的工艺和焊工进行焊补。

9.2　用于 ASME 锅炉和压力容器规范的铸件,采用该规范第Ⅸ卷评定合格的工艺和焊工进行焊补。

9.3　焊补后，所有铸件按表 4 进行焊后热处理或按表 1 进行再热处理。

9.4　焊补应按用于检查铸件相同质量标准进行检查。当按规定采用了补充要求 S5，而铸件是用合适的表面检查方法测出缺陷位置时，则除下列情况外，无需对焊补再作射线检验。

9.4.1　经水压试验发现泄漏的铸件焊补。

9.4.2　准备焊补的任何空腔深度超过壁厚的 20%或 1in(25mm),(两者取较小值)的铸件焊补。

9.4.3　准备焊补的任何空腔面积大于约 10in^2（65cm^2）时的铸件焊补。

10　产品标志

10.1　铸件须标志识别材料级别和类别的符号（1-A、4-C、CA15-A）。

11　关键词

11.1　合金钢　马氏体不锈钢　承压元件　不锈钢　钢铸件

表 1　热 处 理 要 求

级 别	类 别	奥氏体化温度，≥℉（℃）	介质①	淬火冷却，<℉（℃）	回火温度，℉（℃）②
1	A	1600 [870]	A	450 [230]	1100 [595]
1	B	1600 [870]	L	500 [260]	1100 [595]
1	C	1600 [870]	A 或 L	500 [260]	1150 [620]
2	A	1600 [870]	A	450 [230]	1100 [595]
2	B	1600 [870]	L	500 [260]	1100 [595]
2	C	1600 [870]	A 或 L	500 [260]	1150 [620]
4	A	1600 [870]	A 或 L	500 [260]	1100 [595]
4	B	1600 [870]	L	500 [260]	1100 [595]
4	C	1600 [870]	A 或 L	500 [260]	1150 [620]
4	D	1600 [870]	L	500 [260]	1150 [620]
4	E	1600 [870]	L	500 [260]	1100 [595]
6	A	1550 [845]	A	500 [260]	1100 [595]
6	B	1550 [845]	L	500 [260]	1100 [595]
7	A	1650 [900]	L	600 [315]	1100 [595]
8	A	1750 [955]	A	500 [260]	1250 [675]
8	B	1750 [955]	L	500 [260]	1250 [675]
8	C	1750 [955]	L	500 [260]	1250 [675]
9	A	1600 [870]	A 或 L	500 [260]	1100 [595]
9	B	1600 [870]	L	500 [260]	1100 [595]
9	C	1600 [870]	A 或 L	500 [260]	1150 [620]
9	D	1600 [870]	L	500 [260]	1150 [620]
9	E	1600 [870]	L	500 [260]	1100 [595]
10	A	1550 [845]	A	500 [260]	1100 [595]
10	B	1550 [845]	L	500 [26]	1100 [595]
11	A	1650 [900]	A	600 [315]	1100 [595]
11	B	1650 [900]	L	600 [315]	1100 [595]
12	A	1750 [955]	A	600 [315]	1100 [595]
12	B	1750 [955]	L	400 [205]	1100 [595]
13	A	1550 [845]	A	500 [260]	1100 [595]
13	B	1550 [845]	L	500 [260]	1100 [595]
14	A	1550 [845]	L	500 [260]	1100 [595]
16（J31200）	A	1600 [870]	A	600 [315]	1100 [595]
CA15	A	1750 [955]	A 或 L	400 [205]	900 [480]
CA15	B	1750 [955]	A 或 L	400 [205]	1100 [595]
CA15	C	1750 [955]	A 或 L	400 [205]	1150 [620] ④,⑤
CA15	D	1750 [955]	A 或 L	400 [205]	1150 [260] ④,⑤
CA15M	A	1750 [955]	A 或 L	400 [205]	1100 [595]
CA6NM	A	1850 [1010]	A 或 L	200 [95]	1050~1150 [565~620]
CA6NM	B	1850 [1010]	A 或 L	200 [95]	1225~1275 [665~690] ⑤,⑥ 1050~1150 [565~620] ⑦

① A 为空气冷却，L 为液体冷却。
② 除给定范围外，均为最低温度。
③ 二次奥氏体化。
④ 二次回火（在低于中间回火温度下最终回火）。
⑤ 第一次回火后空冷至低于 200℉（95℃）。
⑥ 中间回火。
⑦ 最终的。

表 2　化学成分要求（除非给出范围值为最大百分数）

级　别	1	2	4	6	7	8	9	10
类别型式	ABC V	ABC Mn-Mo	ABCDE Ni-Cr-Mo	AB Mn-Ni-Cr-Mo	A Ni-Cr-Mo-V①	ABC Cr-Mo	ABCDE Cr-Mo	AB Ni-Cr-Mo
C	0.30	0.30	0.30	0.05~0.38	0.05~0.20	0.05~0.20	0.05~0.33	0.30
Mn	1.00	1.00~1.40	1.00	1.30~1.70	0.60~1.00	0.50~0.90	0.60~1.00	0.60~1.00
P	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
S	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Si	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Ni	…	…	0.40~0.80	0.40~0.80	0.70~1.00	…	…	1.40~2.00
Cr	…	…	0.40~0.80	0.40~0.80	0.40~0.80	2.00~2.75	0.75~1.10	0.55~0.90
Mo	…	0.10~0.30	0.15~0.30	0.30~0.40	0.40~0.60	0.90~1.10	0.15~0.30	0.20~0.40
V	0.04~0.12	…	…	…	0.03~0.10	…	…	…
B	…	…	…	…	0.002~0.006	…	…	…
Cu	…	…	…	…	0.15~0.50	…	…	…
残余元素：								
Cu	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Ni	0.50	0.50	…	…	…	…	0.50	…
Cr	0.35	0.35	…	…	…	…	…	…
Mo+W	0.25	…	…	…	…	…	…	…
W	…	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
V	…	0.03	0.03	0.03	…	0.03	0.03	0.03
残余元素的总量	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	1.00	0.60

级　别	11	12	13	14	16	CA15	CA15M	CA6NM
类别型式	AB Ni-Cr-Mo	AB Ni-Cr-Mo	AB Ni-Mo	A Ni-Mo	A 低碳-Mn-Ni (J31200)	ABCD 马氏体-Cr	A 马氏体-Cr	AB 马氏体-Cr-Ni
C	0.05~0.20	0.05~0.20	0.30	0.55	0.12②	0.15	0.15	0.06
Mn	0.50~0.80	0.40~0.70	0.80~1.10	0.80~1.10	2.10②	1.00	1.00	1.00
P	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.040	0.040	0.04
S	0.045	0.045	0.045	0.045	0.02	0.040	0.040	0.03
Si	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	1.50	0.65	1.00
Ni	0.70~1.10	0.60~1.00	1.40~1.75	1.40~1.75	1.00~1.40	1.00	1.0	3.5~4.5
Cr	0.50~0.80	0.50~0.90	…	…	…	11.5~14.0	11.5~14.0	11.5~14.0
Mo	0.45~0.65	0.90~1.20	0.20~0.30	0.20~0.30	…	0.50	0.15~1.0	0.4~1.0
V	…	…	…	…	…	…	…	…
B	…	…	…	…	…	…	…	…
Cu	…	…		…	…	…	…	…
残余元素：								
Cu	0.50	0.50	0.50	0.50	0.20	0.50	0.50	0.50
Ni	…	…	…	…	…	…	…	…
Cr	…	…	0.40	0.40	0.20	…	…	…
Mo+W	…	…	…	…	0.10	…	…	…
W	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
V	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05	0.05	0.05
残余元素的总量	0.50	0.50	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.50

① 专利钢的成分。

② 在规定的最大含碳量以下每降低 0.01%，允许在最大含锰量之上增加 0.04%的锰，最大到 2.30%。

表3 力学性能要求

早先牌号	级别	类别	抗拉强度①，ksi（MPa），≥	0.2%残余变形的屈服强度，%，≥	2in（50mm）或4d伸长率，%，≥	断面收缩率，%，≥	硬度，HRC ≤	最大厚度，in.（mm）
1N	1	A	85[585]~110[760]	55[380]	22	40		
1Q	1	B	90[620]~115[795]	65[450]	22	45		
	1	C	90[620]	65[450]	22	45	22[235]	
2N	2	A	85[585]~110[760]	53[365]	22	35		
2Q	2	B	90[620]~115[795]	65[450]	22	40		
	2	C	90[620]	65[450]	22	40	22[235]	
4N	4	A	90[620]~115[795]	60[415]	18	40		
4Q	4	B	105[725]~130[895]	85[585]	17	35		
	4	C	90[620]	60[415]	18	35	22[235]	
	4	D	100[690]	75[515]	17	35	22[235]	
4QA	4	E	115[795]	95[655]	15	35		
6N	6	A	115[795]	80[550]	18	30		
6Q	6	B	120[825]	95[655]	12	25		
7Q	7	A	115[795]	100[690]	15	30		2.5[63.5]
8N	8	A	85[585]~110[760]	55[380]	20	35		
8Q	8	B	105[725]	85[585]	17	30		
	8	C	100[690]	75[515]	17	35	22[235]	
9N	9	A	90[620]	60[415]	18	35		
9Q	9	B	105[725]	85[585]	16	35		
	9	C	90[620]	60[415]	18	35	22[235]	
	9	D	100[690]	75[515]	17	35	22[235]	
	9	E	115[795]	95[655]	15	35		
10N	10	A	100[690]	70[485]	18	35		
10Q	10	B	125[860]	100[690]	15	35		
11N	11	A	70[484]~95[655]	40[275]	20	35		
11Q	11	B	105[725]~130[895]	85[585]	17	35		
12N	12	A	70[485]~95[655]	40[275]	20	35		
12Q	12	B	105[725]~130[895]	85[585]	17	35		
13N	13	A	90[620]~115[795]	60[415]	18	35		
13Q	13	B	105[725]~130[895]	85[585]	17	35		
14Q	14	A	120[825]~145[1000]	95[655]	14	30		
16N	16（J31200）	A	70[485]~95[655]	40[275]	22	35		
CA15A	CA15	A	140[965]~170[1170]	110[760]~130[895]	10	25		
CA15	CA15	B	90[620]~115[795]	65[450]	18	30		
	CA15	C	90[620]	60[415]	18	35	22[235]	
	CA15	D	100[690]	75[515]	17	35	22[235]	
CA15M	CA15M	A	90[620]~115[795]	65[450]	18	30		
CA6NM	CA6NM	A	110[760]~135[930]	80[550]	15	35		
CA6NM	CA6NM	B	100[690]	75[520]	17	35	23[255]②	

① 除给定范围者外，均为最小值。

② A 370 试验方法和定义中表 3a 对 CA6NM 不适用，所给的换算值由 CA6NM 试样得出（例如，见 ASTM STP 756）。

表 4　最低预热温度和焊后热处理要求

级　别	类　别	最低预热温度， ℉(℃)	焊后热处理，℉(℃)
1	A,B	200[95]	≥1100(595)①
1	C	200[95]	≥1150(620)①
2	A,B	200[95]	≥1100(595)①
2	C	200[95]	≥1150(620)①
4	A,B,E	200[95]	≥1100(595)①
4	C,D	200[95]	≥1150(620)①
6	A,B	300[150]	≥1100(595)①
7	A	300[150]	≥1100(595)①
8	A,B,C	300[150]	≥1250(675)①
9	A,B,E	300[150]	≥1100(595)①
9	C,D	300[150]	≥1150(620)①
10	A,B	300[150]	≥1100(595)①
11	A,B	300[150]	≥1100(595)①
12	A,B	300[150]	≥1100(595)①
13	A,B	400[205]	≥1100(595)①
14	A	400[205]	≥1100(595)①
16(J31200)	A	50[10]	≥1100(595)①
CA15	A	400[205]	1750[955]空冷或液淬至低于 400℉(205℃)在最低 900℉(480℃)下回火
CA15	B	400[205]	≥1100(595)①
CA15	C,D	400[205]	≥1150(620)①
CA15M	A	400[205]	≥1100(595)①
CA6NM	A	50[10]	1050(565)~1150(620)最终回火
CA6NM	B	50[10]	1225(665)~1275(690)中间回火焊后热处理， 1050(565)~1150(620)②最终回火焊后热处理

① 焊后热处理温度必须小于等于最终回火温度。

② 中间和最终焊后热处理温度分别和铸件原先的热处理的中间和最终回火温度相同。在中间和最终焊后热处理两者之间冷却到 200℉(95℃)以下。

补 充 要 求

除非订货有规定时,下列补充要求方可适用。

A 703/A 703M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。下面给出的通常认为是可与本标准一起使用的部分。在 A 703/A 703M 标准中列出的其他补充要求,依据制造厂与采购方之间的协议,也可与本标准一起使用。

S1 未规定的元素

S4 磁粉检查

S5 射线检查

S8 夏比冲击试验

S8.1 除 A 703/A 703M 标准 S8 所列的要求外,下列特殊要求可适用于本标准:

S8.1.1 当规定 S8 用于 1B、2B、4B、6B、7A、8B、9B 或 10B 级别时,试棒的冲击性能在 -50℉(-46℃)温度下用夏比 V 形缺口冲击试验来测定。平均冲击能量值不低于 15ft-lb(20J),允许一个试样冲击能量值不低于 10ft-lb(14J)。经制造厂和采购方共同商定,也可采用其他试验温度,此时应采用 S8.1.3 条。经制造厂与采购方共同商定,可规定其他更高的最低平均值和单个值。

S8.1.2 除 1B、2B、4B、6B、7A、8B、9B 和 10B 级别外的冲击要求,由制造厂和采购方共同商定。

S8.1.3 S8.1.1 条中列出的各级别钢种,当其冲击试验温度不用-50℉(-46℃)时,符合冲击要求的材料的最低试验温度,应在铸件凸起的冒口贴边上,用低应力钢印打在材料符号前(例如,10B 材料,试验温度为+25℉(-4℃),打 25 10B,-25℉(-32℃)打 025 10B。

S10 焊缝坡口的检验

S10.1 磁粉或液体渗透试验方法按 E 709 或 E 165 实用规程进行。

压力容器用经真空处理的淬火加回火碳钢和合金钢锻件

SA-508/SA-508M

[与 ASTM 标准 A 508/A 508M—05b(R10)完全等同]

1 范围适用

1.1 本标准适用于核反应堆系统压力容器用真空处理淬火加回火碳钢和合金钢锻件，特别适用于容器顶盖、壳体、法兰、管板、环、封头和类似零件的锻件。

1.2 所有级别的锻件在适当条件下均可进行焊接。焊接技术是非常重要的，对所用级别的材料焊接工艺和检查要符合经批准的方法是其先决条件。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.4 除非在订单中要求使用本标准中的“M”标记号，否则一律用英寸-磅单位制。

注 1：1 和 1A 级化学成分不同，但力学性能要求一样。

注 2：牌号已有以下改变：

现在	过去
1 级	1 类
1A 级	1A 类
2 级 1 类	2 类
2 级 2 类	2A 类
3 级 1 类	3 类
3 级 2 类	3A 类
4N 级 1 类	4 类
4N 级 2 类	4A 类
4N 级 3 类	4B 类
5 级 1 类	5 类
5 级 2 类	5A 类
22 级 3 类，22 级 4、5、6 和 7 类	22B 类
3V 级	3V 类

1.5 本标准未论述与使用标准有关的所有安全问题。在使用之前，制定适当的安全卫生规程和确定这种管理限制的适用范围，是本标准使用者的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 388/A 388M 大型钢锻件超声波检验

A 788/A 788M 钢锻件通用要求

A 966/A 966M 使用交流电对钢锻件做磁粉检验用的试验方法

E 208 落锤试验测定铁素体钢无塑性转变温度的方法

E 428 超声波检查用参考试块的制造与检查方法实用规程

2.2 美国机械工程师学会标准

锅炉及压力容器规范—第Ⅲ卷，NB-2300、NC-2300、ND-2300、NE-2300、NF-2300、NG-2300 章。

3 订货须知

3.1 订货单——除了 A 788/A 788M 标准要求的订货须知外，买方应将标有主要承载区域的锻件详细图样(当需要时)，选择试样位置的方法(见 6.1.5 和 6.1.6 条)，买方的选择项目(见 4.2.2,6.2 及 10.1 条)以及所需要的补充要求附在询价单及订货单中。

3.2 锻件图样——每个锻件应按照买方审定过的、标明淬火前尺寸、成品尺寸、承受重要载荷表面和力学性能试样部位的图样进行加工。

3.3 按本标准供货的材料应符合 A 788/A 788M标准的要求，该标准包括附加的订货须知，制造要求、试验及复试方法和程序、标志、合格证书、成品分析偏差以及附加补充要求。

3.3.1 当采购方作了规定时，允许替代 A 275/A 275M 试验方法（见 8.2.1 条），改用按A 966/A 966M 试验方法的交流电轭流技术来做磁粉检验。

3.4 当有要求时，可选的最小硅含量如表 1 的下注 2 所示。

3.5 若本标准中要求与 A 788/A 788M 标准的要求相抵触，则应以本标准的要求为准。

4 材料和制造

4.1 熔炼工艺

4.1.1 除采用二次盛钢桶精炼或重熔工艺时，允许采用 A 788/A 788M 标准熔炼工艺外，钢采用碱性电炉工艺冶炼。

4.1.2 在浇注钢锭前和浇注中，为了除掉有害气体特别是氢，对熔融钢水按 A 788/A 788M标准所述的方法进行真空处理。

22 级的 4、5、6 和 7 类的液态钢应是已证实可生成初生奥氏体晶粒度为 5 级或更细的细晶粒冶炼工艺生产的。

4.1.3 切头——每个钢锭应切去足够的料头，以保证没有缩孔和过度偏析。

4.2 热处理

4.2.1 初始热处理——锻制后和重新加热前应把锻件冷却，以保证充分完成奥氏体的相变。初始热处理可以用来改善加工性能和增强随后热处理的效果。

4.2.2 达到力学性能的热处理——应把锻件加热到产生奥氏体组织的温度，然后在适当的流体介质中用喷淋和浸入法进行淬火。对 4N 级的 1 和 3 类钢奥氏体化温度最低为 1540℉(840℃)最高为 1640℉(895℃)。在淬火后应在亚临界温度下进行回火。在此温度下对每英寸最大截面厚度至少保温半小时。除了对 2 和 3 级钢指定了 S13 补充要求外，其余最低的回火温度应为如下所示：

1，1A、2 级 2 类和 3 级 2 类	1150℉(620℃)
2 级 1 类和 3 级 1 类	1200℉(650℃)
4N 级 1、2 类和 5 级 1、2 类	1100℉(595℃)
4N 级 3 类	1125℉(600℃)
3V 和 3VCb 级	1250℉(675℃)
22 级 3 类	1200℉(650℃)
22 级 4、5、6 和 7 类	1100℉(593℃)

假如指定了补充要求 S14 则应指明从回火温度起的具体冷却速度。

4.3 1、1A、2、2A、3 或 3A 级钢可采用多级奥氏体化工艺，为此，锻件先充分奥氏体化并液淬，随后重新加热到临界区温度范围内，以达到部分奥氏体化，并再次液淬。完成奥氏体化/淬火周期后，锻件应如 4.2.2 条所述，在亚临界温度下回火。

5 化学成分

5.1 熔炼分析——除各自规定在订货资料中的各项附加补充要求 S7、S8、S9 和 S11 也适用外，按 A 788/A 788M 标准取样得到的熔炼分析应符合表 1 规定。

5.2 成品分析——供方应对代表一炉或多炉锻件中的一件作成品分析。成品分析按 A 788/A 788M标准规定。A 788/A 788M 标准表 1 中规定的允许偏差仅用于 Mn、Ni、Cr、Mo 和 V，而 B 不必作成品分析。买方也可以按 A 788/A 788M 标准作成品分析。

表 1 化学成分要求

元素	成 分,%									
	1 级	1A 级	2 级	3 级	4N 级	5 级	22 级①	3V 级	3VCb 级	6 级
C	≤0.35	≤0.30	≤0.27	≤0.25	≤0.23	≤0.23	0.11~0.15	0.10~0.15	0.10~0.15	0.28~0.33
Mn	0.40~1.05	0.70~1.35	0.50~1.00	1.20~1.50	0.20~0.40	0.20~0.40	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.75~1.15
P	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.020	≤0.020	≤0.015	≤0.020	≤0.020	≤0.025
S	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.020	≤0.020	≤0.015	≤0.020	≤0.010	≤0.025
Si②	≤0.40	≤0.40	≤0.40	≤0.40	≤0.40	≤0.30	≤0.35	≤0.10	≤0.10	≤0.35
Ni	≤0.40	≤0.40	0.50~1.00	0.40~1.00	2.75~3.90	2.75~3.90	≤0.25	…	≤0.25	0.75~0.95
Cr	≤0.25	≤0.25	0.25~0.45	≤0.25	1.50~2.00	1.50~2.00	2.00~2.50	2.8~3.3	2.7~3.3	0.70~1.00
Mo	≤0.10	≤0.10	0.55~0.70	0.45~0.60	0.45~0.60	0.40~0.60	0.90~≤1.10	0.90~1.10	0.90~1.10	0.30~0.45
V	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.03	≤0.08	≤0.02	0.20~0.30	0.20~0.30	≤0.05
Nb	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	0.015~0.070	≤0.01
Cu	≤0.20	≤0.20	≤0.20	≤0.20	≤0.25	≤0.25	≤0.25	≤0.25	≤0.25	≤0.25
Ca	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	0.0005~0.0150	≤0.015
B	≤0.003	≤0.003	≤0.003	≤0.003	≤0.003	≤0.003	≤0.003	0.001~0.003	≤0.003	≤0.003
Ti	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤0.015	0.015~0.035	≤0.015	≤0.015
Al③	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.015	≤0.015	≤0.025

① 对于热处理截面厚度大于等于 8in. 的 22 级的 5、6 和 7 类钢，其碳含量和锰含量应分别保持为 0.13~0.15（%）和 0.50~0.60（%）。

② 当采购方有要求时，1、1A、2、3 和 4N 级钢的最小硅含量应为 0.15%。

③ 铝的含量应报告总可溶铝含量和总不可溶铝含量。

6　力学性能要求

6.1　拉伸试验

6.1.1　钢材应符合表 2 要求。

表 2　拉伸性能要求

项　目	1 和 1A 级	2 和 3 级 1 类	2 和 3 级 2 类	4N 和 5 级 1 类	4N 和 5 级 2 类	4N 级 3 类	22 级 3 类	3V 和 3VCb 级
抗拉强度， ksi(MPa)	70~95 (485~655)	80~105 (550~725)	90~115 (620~795)	105~130 (725~895)	115~140 (795~965)	90~115 (620~795)	85~110 (585~760)	85~110 (585~760)
屈服强度，≥ (0.2%残余变形) ksi(MPa)	36(250)	50(345)	65(450)	85(585)	100(690)	70(485)	55(380)	60(415)
标距为 2in. 或 50mm 的伸长率，%≥	20	18	16	18	16	20	18	18
断面收缩率， %，≥	38	38	35	45	45	48	45	45
项　目	6 级 1 类	6 级 2 类	6 级 3 类	6 级 4 类	22 级 4 类	22 级 5 类	22 级 6 类	22 级 * 7 类
抗拉强度， ksi(MPa)	85~110 (585~760)	95~120 (655~825)	100~125 (690~860)	105~130 (725~895)	85~110 (585~760)	95~120 (655~825)	100~125 (690~860)	105~130 (725~895)
屈服强度，≥ (0.2%残余变形) ksi(MPa)	60(415)	75(515)	80(550)	85(585)	60(415)	75(515)	80(550)	85(585)
标距为 2in. 或 50mm 的伸长率， %≥	20	18	18	18	20	18	18	18
断面收缩率， %，≥	35	35	35	35	35	35	35	35

6.1.2　对于单个锻件或多个锻件，其拉伸试样的部位和数量如下：

6.1.2.1　把在淬火加回火前，将组合锻件分成粗加工后重量不超过 1000 lb(455kg)相同的单个锻件——至少从每批热处理的每个组合锻件取一个单独锻件按买方订货单规定采用 6.1.5 或 6.1.6 条的试样部位进行试验，但是位于长度中点的试样可以距产品锻件之端头较规定到第二个表面距离近的情况除外。所有的锻件应在同一炉装料条件下进行淬火加回火。对组合锻件的所有锻件应在热处理后进行布氏硬度试验，不进行力学性能试验的锻件所具有的布氏硬度值(HBN)与进行力学性能试验锻件的布氏硬度值(HBN)相差应在 20 个单位值内。

6.1.2.2　粗加工后重量小于 10000 lb(4540kg)和热处理长度小于或等于 80in.(2032mm)(不包括试验用的延伸部位)的锻件或组合锻件(注 3)——试验用的延伸部位(注 4)应位于一个端部。应从此试验延伸部位上取一个拉伸试样。

6.1.2.3　粗加工后重量小于 10000 lb(4540kg)和其热处理长度(不包括试验的延伸部位)超过 80in.(2032mm)的锻件和组合锻件——试验的延伸部分应位于各个端部，从每一个延伸部位取一个拉伸试样，两个拉伸试样之间的方位角成 180°。

6.1.2.4　粗加工后重量超过 10000 lb(4540kg)和其热处理长度(不包括试验用的延伸部位)小于或等于 80in.(2032mm)的锻件或组合锻件——试验用的延伸部位应位于一个端部。试验延伸部位取 2 个拉伸试样，其方位角为 180°。

6.1.2.5　粗加工后重量超过 10000 lb(4540kg)和其热处理长度(不包括试验用的延伸部位)超过 80in.(2032mm)的锻件或组合锻件——试验延伸部位应位于两端。从每个试验延伸部位切取方位相互成 180°角的拉伸试样。位

* 原文漏标“22 级”，已更正。——译注。

于一个试验延伸部位上的两个拉伸试样与位于另外试验延伸部位上的两个拉伸试验相应成为90°角的方位关系。

注3：在6.1.2.2到6.1.2.5条中的组合锻件是在淬火加回火处理后分离的那些锻件。

注4：把位于锻件或组合锻件端部的整块试验金属定义为试验用的延伸部位。

6.1.3 力学性能试验的试样的样坯应在淬火加回火的热处理后从锻件上切下，如果指定了S1补充要求，样坯材料应经模拟焊后热处理。

6.1.4 对于墩粗的盘形锻件，试样的纵轴应为切线方向，对于所有其他零件，试样的纵轴应平行于锻件的主要加工方向。

6.1.5 每一个锻件都应按照买方审定过的标有淬火前尺寸，成品尺寸，承受临界应力表面和力学性能试样部位的图样制造。

6.1.6 拉伸试样应如此布置，以使其纵轴和长度中点符合于下述方法中的一种：

6.1.6.1 方法1——$t\times 2t$，此处t为从主要承载区(见3.1条)到最近淬火表面的距离。不过，试样距一个淬火表面的距离不少于¾ in.(20mm)，距第二个淬火表面不少于1½ in.(40mm)。

6.1.6.2 方法2——$\frac{1}{4}T\times T$，此处T是锻件热处理的最大厚度。在使用这样试验方法时，对于热处理的厚度一般要应用下述界限：

1和1A级	≤3in.(75mm)
2级2类和3级2类	≤6in.(150mm)
2级1类和3级1类	≤8in.(205mm)
4N级2类和5级2类	≤16in.(405mm)
4N级1类和5级1类	≤30in.(760mm)
4N级3类	≤40in.(1015mm)
3V级和3VCb级	≤20in.(510mm)
22级3类	≤20in.(510mm)
22级的4、5、6和7类	≤12in.(305mm)

6.1.6.3 方法3——试样应从所代表的单独的试验锻件上制取。此锻件应与其所代表的产品锻件为同一熔炼炉次钢料且大体上承受相同的锻造比和同样类型的热加工。它还应与淬火状态的产品锻件具有相同的公称厚度。此单独的试验锻件应与产品锻件同一装炉且在相同条件下进行热处理，试样应从厚度中点和表面之间的中心区域上制取，且在同6.1.6.2条一样的锻件厚度限制情况下距第二个热处理表面不大于T。此方法限定于粗加工后其重量不超过1000 lb(455kg)的锻件。

6.1.6.4 方法4——把横截面至少为$T\times T$的热缓冲环，或长度至少为$3T$的这样的环在达到力学性能的热处理以前焊到锻件的试验端部，这种缓冲垫材料可以是任何能够施焊的碳钢和低合金钢，并采用将需缓冲表面完全密封住的不完全焊透型的焊缝将其焊到锻件上。试块应从锻件上以环和环形段在缓冲的区域内制取。假如采用了环形件，则试块应从锻件上缓冲段长度的¼的中心下部区域切取。在上述任一情况下，试样应至少位于距锻件缓冲表面½in.(13mm)处。且至少距锻件的淬火表面为¼T。

注5：对最大厚度为3in.(50mm)的锻件，试样应在厚度中心处且距第二个表面至少为2in.的部位制取，这种规定适用于6.1.6条中所有的四种方法。

6.1.7 拉伸试样应是标准的0.5in.(12.5mm)圆形，2in.(50mm)标距长度的标准试样，如A 370方法和定义所示。

6.2 冲击试验——钢材应符合表3的要求，或可以指定补充要求S10来代替这些性能要求。

6.2.1 试样的数量，部位和方向：

6.2.1.1 应从6.1.2条要求的每个拉伸试样的部位制取一组三个夏比V形缺口试样。方向应与6.1.4条相同，当指定了S10时，所需试样数量应按相应的NB、NC、ND、NE、NF、或NG-2300规定。

6.2.1.2 6.1.3条的要求同样适用于冲击试样。

6.2.1.3 冲击试样的纵轴和中间长度的位置应与6.1.6条规定有拉伸试样的纵轴位置相同。缺口的轴线应垂直于锻件的最近的热处理表面。当指定了S10时，方向由NB、NC、ND、NE、NF或NG-2300决定。

6.2.2 冲击试样应是夏比V形切口A型，如A 370方法和定义中所示。

7 工艺质量及质量分级要求

7.1 见8.1，8.2.2，8.3.1.1和8.3.2.2条中的要求。

8 无损检查要求

8.1 一般要求——应由制造厂进行尺寸和外观检查，磁粉和超声波检查。锻件应没有裂缝，

热裂和其他有害缺陷。

表 3　夏比冲击要求

项　目	1 和 1A 级（在+40℉（4.4℃））	2 和 3 级的 1 类（在+40℉（4.4℃））	2 和 3 级的 2 类（在+70℉（21℃））	4N 和 5 级（所有类别）（在-20℉（-29℃））	22 级 3 类，3V 和 3VCb 级（在 0℉（-18℃））	6 级钢的 1、2、3 和 4 类（在-75℉（-59℃））	22 级钢的 4、5、6 和 7 类（在-75℉（-60℃））
一组三个试样的最低平均值，ft·lbf(J)①	15(20)	30(41)	35(48)	35(48)	40(54)	20(27)	40(55)
一个试样的最低值，ft·lb(J)	10(14)	25(34)	30(41)	30(41)	35(50)	15(20)	35(50)

① 一组内只有一个试样可以低于此值。

8.2　磁粉检查

8.2.1　在制造厂的最后加工之后，对每个锻件所有可检查表面都应按照 A 275/A 275M 方法进行连续电流磁粉法检验，除非采购方要求改用按 A 966/A 966M 试验方法的交流电轭技术做检验（见 3.3.1 条）。

8.2.2　符合下述条件应拒收或予以剔除：

8.2.2.1　最大尺寸的显示超过 3/16 in.（4.8mm）。

8.2.2.2　4 个或更多较大尺寸显示超过 1/16 in.（1.6mm），且各分隔的显示排成一线，两显示的净间隔距离等于或小于 1/16 in.（1.6mm）。

8.2.2.3　在任何表面为 6in.^{2}（39cm^2）内有 10 个或更多的较大尺寸显示超过 1/16 in.（1.6mm），并且此区域的较大尺寸不超过 6in.（150mm）。该面积应取在相对于需评定的显示踪迹最不利的部位。

8.3　超声波检查——锻件应按 A 388/A 388M 实用规程的程序进行超声波检查。

8.3.1　纵波检查：

8.3.1.1　除非按照 S2 补充要求另有规定，否则应按 A 388/A 388M 实用规程中的 7.2.2.1 条采用调谐底面反射法，除了报告 A 388/A 388M 实用规程第 7 节的状态外，还应报告超出底面反射的显示信号，对符合下述条件应考虑拒收。

8.3.1.2　底面反射完全消失，但不是由锻件的外形或表面造成的，且伴有突跃的显示信号。为此，把低于 5%满屏高度的底面反射认为是底面反射完全消失。

8.3.1.3　出现波幅等于或超出在锻件上没有显示信号区所确定的底面反射波值的显示信号。

8.3.2　斜探头检查

8.3.2.1　标定切口应开入到内径和外径表面，其深度等于截面公称厚度的 3%或最大为 3/8 in.（9.5mm），长度约为 1in.（25mm），宽度不大于两倍的深度。调整探伤仪控制器，使内径缺口的示波约为荧光屏全高度的 75%。从外径切口测量显示信号的波幅：在示波管前面的屏幕上从此波峰向内径缺口波峰引一条直线，作为水平线延伸此直线至起始脉冲处，该线构成斜探头的基准线。

8.3.2.2　对含有导致显示信号波幅超过参考线的缺陷的锻件，应予以拒收。

注 6：在用斜探头检查时，在内、外表面的大约 1/4 in.（6.4mm）范围内的缺陷信号由于缺陷波作用而加强，因此，这些信号相对内部缺陷而论，是被放大了。

8.3.3　超声波检查的报告应符合于 A 388/A 388M 标准的第 8 节。

8.3.4　可以使用辅助的无损检测或穿孔试验来解决超声波显示信号的判断疑虑问题。制造厂应对在最后加工中不能除掉的有害显示信号负责。

9　焊接修补

9.1　仅当买方同意下方可允许对锻件进行焊补。

9.2　进行焊补时，焊工及焊接工艺均应按 ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅸ卷规定进行评定。

10　合格证书和报告

10.1　除 A 788/A 788M 标准所规定应报告的项目外，还应报告下列各项：

10.1.1　成品化学分析。

10.1.2 所用取样位置方法。

10.1.3 所有无损检验报告中标明所有记录指示的简图。

10.1.3.1 若已使用A 966/A 966M试验方法，则也应在合格证书中注明。

10.1.4 A 788/A 788M标准中所列的热处理周期细节。

11 产品标志

11.1 买方可以指定附加的识别标志和打钢印的部位，当使用凹印时，印的类型应是圆头的或间断小点冲模印，其半径最少为$^{1}/_{32}$in.（0.8mm）。

12 关键词

12.1 铬-钼钢 镍-铬-钼钢 压力容器用淬火加回火钢 合金钢锻件 碳素钢锻件 真空处理钢

补　充　要　求

只有当采购方在询价单或订货单上指定时，下列各项补充要求方为适用。这些补充要求的细节，应由采购方和制造厂双方商定。

S1　力学性能试样的模拟焊后热处理

S1.1　对所有试块在试验前应进行一次或多次的亚临界温度下的热处理。这样的热处理是试图模拟锻件在随后的制造过程中要承受的焊后或其他类型的热处理。采购方要向制造厂提供包括温度、时间和冷却速度在内的对试块要求的热处理细节。

S2　超声波试验的参考试块的校准[为检验厚度小于或等于24in.(610mm)的截面用]

S2.1　为了校准要采用声学上相类似材料的参考试块。参考试块应满足下述要求之一。

S2.1.1　在相等厚度参考试块材料和待测实际锻件之间的反射波的比较，在不改变仪器装置的条件下，要表明其变化值不大于25%。

S2.1.2　参考试块应由在化学成分上、制造过程上与待测产品锻件相类似的钢材制造。参考试块应按照E428实用规程制造。

S2.2　对于厚度小于12in.(305mm)试验截面，参考试块应有一个¼in.(6.4mm)直径的平底孔，对大于12至18in.(305~457mm)截面，孔的直径应是⅜in.(9.5mm)和对大于18至24in.(457~610mm)截面，它应是½in.(13mm)。

S2.3　对于特有的类别钢材和规定的孔的尺寸需确立距离—波幅矫正曲线。

S2.4　在适当地矫正距离后，锻件含有一个或几个显示信号，在波幅上等于相应参考孔的波幅，对这样的锻件应拒收。

S3　夏比V形缺口冲击转变曲线

S3.1　为了确立温度—能量吸收曲线要对锻件的试验材料进行一系列冲击试验。试验的温度范围要足够地宽，以便确立英尺—磅能量的上、下平台，同时还要具有足够的中间温度区间的试验，以便能够画出比较平滑的曲线。

S4　附加的夏比数据

S4.1　对于每个供试的夏比试样都应记录A370方法和定义中规定的剪切断口百分率和横向伸长的密耳值。

S4.2　剪切断口的百分率和/或横向伸长的合格验收值应按采购方的规定。

S5　替代的冲击试验

S5.1　除了试验温度要低于表3的规定值外，夏比冲击试验应按照本标准的6.2条的规定进行。此试验应代替6.2条指定的试验。

S6　落锤试验

S6.1　落锤试验应按E208方法要求进行。试样的断裂面应与买方按6.1.6条规定的其他力学性能试样要求的部位相吻合。不过，由于落锤试验试样可以取在任何方位，当按方法1(6.1.6.1条)试验时，试样的断裂面应距最近的淬火表面至少为7/16in.(11mm)和距任何第二个表面为1½in.(38mm)。当在比规定的温度高10℉(6℃)的温度下，进行试验时采购方可以要求双倍非断裂性能试验，或要求测定零延性转变温度(NDT)。

S7　对4N和5级钢的化学成分的限定

S7.1　对于4N和5级钢的磷和硫的极限值，熔炼分析最大应为0.015%，成品分析最大应为0.018%。

S8　附加钒

S8.1　5级钢锻件的钒含量应为0.05%~0.15%。

S9　对2、3或4N级钢的化学成分的限定

S9.1　对于2、3或4N级钢应规定如下的磷和铜的极限值：

S9.1.1　熔炼分析磷最大为0.012%；成品

分析最大为0.015%。熔炼分析和成品分析铜最大为0.10%。

S9.1.2 熔炼分析磷最大为0.015%；成品分析最大为0.018%；熔炼分析和成品分析铜最大为0.15%。

S9.2 对2、3或4N级钢应规定限定的硫含量：熔炼分析为0.015%，成品分析最大为0.018%。

S10 替代的断裂韧性要求

S10.1 对于ASME锅炉和压力容器规范，第Ⅲ卷：NB－2300、NC－2300、ND－2300、NE-2300、NF-2300或NG-2300章的材料，应以断裂韧性要求(落锤和夏比冲击试验)代替本标准的夏比冲击试验要求。

S11 真空碳脱氧钢

S11.1 对按1、1a、2、3、4N或5级钢材料的冶炼应进行真空碳脱氧。在这种情况下硅的含量应不大于0.10%。试验报告应指明对钢材进行真空碳脱氧。

S12 真空处理的碱性吹氧转炉钢

S12.1 对于1、1a、2、或3级钢材料，应采用真空处理的碱性吹氧转炉钢。

S13 最低回火温度

S13.1 对于2级1类和3级1类钢最低的回火温度应为1175℉(635℃)，且当要求S1时，模拟焊后热处理温度不应超过1150℉(620℃)。

S14 回火温度开始的冷却

S14.1 采购方应提供从回火温度开始的具体冷却速度。

S15 成品分析

S15.1 应由制造厂或采购方对每炉次熔炼的一个以上的锻件进行成品分析。采购方应在订货数据中指明需试验的锻件数量和是由采购方或制造厂，或是二者进行此附加分析的要求。

S16 硅含量

S16.1 当采用钢包精炼以铝为脱氧剂时，其硅含量应为0.05%～0.15%。采用真空钢包除气为可选工艺。

电阻焊碳钢及合金钢机械用管材

SA-513

（除补充要求 S6 以及 S7 或 S8 之一由钢管厂自定是强制性的外，与 ASTM 标准 A 513—00 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于机械结构上使用的电阻焊碳钢及合金钢管材。

1.2 本标准包括由热轧钢或冷轧钢制造的机械用管材。

1.3 本标准包括圆形、正方形、矩形及特殊形状的管材。

类 型	规格范围(圆形管材)
热轧钢电阻焊管材	外径½～15in.(19.0～381.0mm) 壁厚 0.065～0.650in.(1.65～16.50mm)
冷轧钢电阻焊管材	外径⅜～12in.(9.92～304.8mm) 壁厚 0.022～0.134in.(0.71～3.40mm)

1.4 提供了供选用的补充要求，并且当需要时在订货单中注明。

1.5 以英寸-磅单位表示的数值视为标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学试验方法和定义

E 1806 测定钢和铁化学成分取样用实用规程

E 213 金属公称管和管子超声波检验的实用规程

E 273 纵缝焊接公称管和管子超声波检验实用规程

E 309 管状钢制品磁饱和涡流检验实用规程

E 570 铁磁体管状钢制品漏磁检验实用规程

2.2 ANSI 标准

B46.1 表面织构

2.3 军用标准

MIL-STD-129 发货及储存标志

MIL-STD-163 钢材产品发货及贮存的表面处理

2.4 联邦政府标准

Fed. Std. No. 123 民用机构发货标志

3 订货须知

3.1 符合本标准材料的订货单应按需要包括下列各项，充分地说明需要的材料：

3.1.1 数量(英尺或根数)。

3.1.2 材料名称(电阻焊碳钢或合金钢管材)。

3.1.3 类型，说明及代码字符(第 1 节及 12.1 条)。

3.1.4 热处理状态(12.2 条)。

3.1.5 表面光亮状态(12.3 条)。

3.1.6 级别号，如有需要(第 5 节)。

3.1.7 化学分析及成品分析报告，如有需要(第 6 及第 7 节)。

3.1.8 单独的补充要求，如有需要(S1 到 S10)。

3.1.9 横截面(圆形、正方形、矩形及特殊形状)。

3.1.10 尺寸，圆形管材的外径、内径及壁厚(见 8.1 和 8.2 条)，或正方形及矩形的外侧尺寸及壁厚以及圆角半径，如有需要(见 9.1 和 9.2 条)。

3.1.11 表面质量(见 11.2 条)。

3.1.12 钢管厂生产的不定尺及定尺的圆形管材(见 8.3 条)，以及规定长度的正方形及矩形管材(见 9.4 条)。

3.1.13 圆形管材切割的垂直度，如有要求(见 8.4)。

3.1.14 去除毛刺，如有要求(见 11.3 条)。

3.1.15 防护涂层(见14.1条)。

3.1.16 特殊包装(见17.1条)。

3.1.17 标准号。

3.1.18 最终用途。

3.1.19 特殊要求。

3.1.20 特殊标志(第16节)。

3.1.21 直度试验方法(见8.5和9.6条)。

4 材料和制造

4.1 钢可以由任何工艺生产。

4.2 如果采购方要求特殊形式的熔炼方法，则在采购订单中注明。

4.3 一次熔炼可包括单独的脱气或精炼过程，亦可继以二次熔炼，例如电渣重熔或真空电弧熔炼。如采用二次熔炼，炉号的定义是从一个一次熔炼炉号重熔的所有钢锭。

4.4 钢可以是浇注或者连铸的。当不同等级的钢相继连铸时，需要对过渡段材料加以识别。钢管厂应采用分离不同等级的钢的可靠方法以去除过渡段材料。

4.5 管子采用电阻焊工艺制造，并且按规定由热轧或冷轧钢制造。

5 化学成分

5.1 钢须符合表1及表2中规定的化学成分。如果并未规定级别，可提供MT 1010到MT 1020级钢。可对钢进行除所列以外的化学分析。为了确定其可行性，采购方应与生产厂商议。

表1 标准低碳钢的化学成分要求[①]

级别号	化学成分限值,%			
	C	Mn	P≤	S≤
MT[②] 1010	0.05~0.15	0.30~0.60	0.035	0.035
MT 1015	0.10~0.20	0.30~0.60	0.035	0.035
MT X 1015	0.10~0.20	0.60~0.90	0.035	0.035
MT 1020	0.15~0.25	0.30~0.60	0.035	0.035
MT X 1020	0.15~0.25	0.70~1.00	0.035	0.035

注：化学性质代表熔炼分析。除了沸腾钢或封盖钢外，成品分析通常是按表3应用。

① 可用于上述级别的沸腾钢或封盖钢的特征是化学成分上的均匀性差，因此，除非明确注明混用，成品分析在技术上不适用。

② 级别符号中的字符"MT"表示机械用管材。

表2 其他碳钢和合金钢[①]的化学成分要求

级别号	化学成分限值,%							
	C	Mn	P≤	S≤	Si	Ni	Cr	Mo
1008	≤0.10	≤0.50	0.035	0.035	…	…	…	…
1010	0.08~0.13	0.30~0.60	0.035	0.035	…	…	…	…
1012	0.10~0.15	0.30~0.60	0.035	0.035	…	…	…	…
1015	0.12~0.18	0.30~0.60	0.035	0.035	…	…	…	…
1016	0.12~0.18	0.60~0.90	0.035	0.035	…	…	…	…
1017	0.14~0.20	0.30~0.60	0.035	0.035	…	…	…	…
1018	0.14~0.20	0.60~0.90	0.035	0.035	…	…	…	…
1019	0.14~0.20	0.70~1.00	0.035	0.035	…	…	…	…
1020	0.17~0.23	0.30~0.60	0.035	0.035	…	…	…	…
1021	0.17~0.23	0.60~0.90	0.035	0.035	…	…	…	…
1022	0.17~0.23	0.70~1.00	0.035	0.035	…	…	…	…
1023	0.19~0.25	0.30~0.60	0.035	0.035	…	…	…	…
1024	0.18~0.25	1.30~1.65	0.035	0.035	…	…	…	…
1025	0.22~0.28	0.30~0.60	0.035	0.035	…	…	…	…
1026	0.22~0.28	0.60~0.90	0.035	0.035	…	…	…	…
1027	0.22~0.29	1.20~1.55	0.035	0.035	…	…	…	…
1030	0.27~0.34	0.60~0.90	0.035	0.035	…	…	…	…
1033	0.29~0.36	0.70~1.00	0.035	0.035	…	…	…	…

表 2(续) 其他碳钢和合金钢[①]的化学成分要求

级别号	化学成分限值,%							
	C	Mn	P≤	S≤	Si	Ni	Cr	Mo
1035	0.31~0.38	0.60~0.90	0.035	0.035	…	…	…	…
1040	0.36~0.44	0.60~0.90	0.040	0.050	…	…	…	…
1050	0.47~0.55	0.60~0.90	0.040	0.050	…	…	…	…
1060	0.55~0.66	0.60~0.90	0.040	0.050	…	…	…	…
1340	0.38~0.43	1.60~1.90	0.035	0.040	0.15~0.35	…	…	…
1524	0.18~0.25	1.35~1.65	0.040	0.050	…	…	…	…
4118	0.18~0.23	0.70~0.90	0.035	0.040	0.15~0.35	…	0.40~0.60	0.08~0.15
4130	0.28~0.33	0.40~0.60	0.035	0.040	0.15~0.35	…	0.80~1.10	0.15~0.25
4140	0.38~0.43	0.75~1.00	0.035	0.040	0.15~0.35	…	0.80~1.10	0.15~0.25
5130	0.23~0.33	0.70~0.90	0.035	0.040	0.15~0.35	…	0.80~1.10	…
8620	0.18~0.23	0.70~0.90	0.035	0.040	0.15~0.35	0.40~0.70	0.40~0.60	0.15~0.25
8630	0.28~0.33	0.70~0.90	0.035	0.040	0.15~0.35	0.40~0.70	0.40~0.60	0.15~0.25

注：化学性质代表熔炼分析。除了沸腾钢或封盖钢外，成品分析通常是按表 3 应用。

① 表格中的省略符号“…”表示无要求。

5.2 当按本标准订购碳钢级别时，要求添加任何非表 1 及表 2 中对订购钢的级别所列的元素来提供特殊要求的合金钢乃是不允许的。

6 熔炼分析

6.1 钢管厂必须对每一炉钢进行熔炼分析，以测定规定元素含量的百分比。如果采用二次熔炼工艺，熔炼分析从每个一次熔炼的一个重熔铸锭上或从这个铸锭制成的产品上进行。除当炉号识别未能保留，或所做分析不足以满足要测定的一致性外，熔炼分析须符合规定的要求，由钢管厂做成品分析所测定的化学成分，须符合熔炼分析的要求。当在采购订单或合同中有要求时，由此测得的分析结果应提供给采购方。

7 成品分析

7.1 当采购订单上有要求时，成品分析由供货商进行。这种成品分析试样的数量及来源根据或按下列材料形式之一的单独炉次或批一致。

7.1.1 保持炉次一致——在平轧的坯料上或管子上每炉做一个成品分析。

7.1.2 不保持炉次一致——对规格大于 3in.(76.2mm)的管子每 2000ft(610m)及余数中取一根管子，以及对规格不大于 3in.(76.2mm)的管子每 500ft(150m)及余数中取一根管子做成品分析。

7.2 除光谱化学分析外，成品分析的试样按 E 1806 实用规程取样，这样测定得到的化学成分须符合表 1 到表 3 的要求。

表 3 示出在表 1 和表 2 中的钢的成品分析公差[①,②]

元素	规定范围的限值或最大值,%	大于最大限值或小于最小限值的偏差	
		负偏差,%	正偏差,%
C	≤0.15	0.02	0.03
	>0.15~0.40	0.03	0.04
	>0.40~0.55	0.03	0.05
Mn	≤0.60	0.03	0.03
	>0.60~1.15	0.04	0.04
	>1.15~1.65	0.05	0.05
P		…	0.01
S		…	0.01
Si	≤0.30	0.02	0.03
	>0.30~0.60	0.05	0.05
Ni	≤1.00	0.03	0.03
Cr	≤0.90	0.03	0.03
	>0.90~2.10	0.05	0.05
Mo	≤0.20	0.01	0.01
	>0.20~0.40	0.02	0.02

① 除了在一炉中任何元素不得超出规定范围的上下限外，在本表示出的程度上单独测定可以偏离规定的熔炼分析限值或范围。

② 表格中的省略符号“…”表示无要求。

7.3 如果成品分析的初次试验不合格，则须补取2根平轧坯或管子重新试验。对于有问题的元素2次补充试验均应符合标准的要求，否则该炉次或该批所有的剩余材料均拒收，或者是由钢管厂自定可对每根平轧坯或管子进行单独的合格验收试验。不满足标准要求的平轧坯或管子予以拒收。

8 圆形管材允许的尺寸偏差

8.1 直径及壁厚(热轧钢)——对由热轧钢制成的"焊接状态的"和"焊接并退火的"偏离规定管材外径的偏差不得超过表4中规定的量值。对于已作"减径-拉拔"管子，在外径上采用较严格公差的外径允许偏差列在表5中，对于在外径上采用较严格公差的，已作了"减径-拉拔"管子的壁厚允许偏差是公称壁厚的±10%，或±0.010in.(0.25mm)，取其中的大值。由热轧钢制造管材的壁厚允许偏差列在表6中。对于已经过心轴拉拔由热轧钢制造的管材，其外径和内径较紧的公差列在表5中，其壁厚公差列在表7中。

8.2 直径及壁厚(冷轧钢)——对由冷轧钢制成的"焊接状态的"和"焊接并退火的"偏离规定管子外径及内径的偏差列在表8中。"减轻-拉拔"及心轴拉拔的冷轧钢管子的外径偏差列在表5中。对由冷轧钢制成的"焊接状态的"管材壁厚的偏差列在表9中。对于要求较紧公差心轴拉拔的圆形管材的壁厚允许偏差列在表7中。对于在外径上采用较紧公差的，已作了"减径-拉拔"管子的壁厚允许偏差是公称壁厚的±10%，或±0.010in.(0.25mm)，取其中的大值。

8.3 长度(热轧钢及冷轧钢)——机械用管材通常钢管厂以大于等于5ft(1.5m)的长度供货。当采购方作规定时提供定尺长度的管材。定尺的圆形管材长度公差应如表10和表11中的规定。

8.4 切割垂直度(热轧钢及冷轧钢)——当有规定时，圆形管材的切割垂直度公差应如表12中的规定。使用'L'形直角尺或测隙规做测量。除最小长度为1in.(25.4mm)及最大长度为4in.(101.6mm)外，直角尺的侧边长应等于管子直径。为了进行测量，要除去外径面上的毛刺。

表4 1型(A, W, H, R)圆形管材的直径公差

外径范围，in.[1]	壁厚		留凸焊缝的管材[2,4]	焊缝凸起控制在最大0.010in.的管材[3,4]	焊缝凸起控制在最大0.005in.的管材[5,4]	
	Bwg[6]	in.[2]	外径，±	外径，±	外径，±	内径，±
			公差，in.[1,2]			
½~1⅛	16~10	0.065~0.134	0.0035	0.0035	0.0035	0.020
>1⅛~2	16~14	0.065~0.083	0.005	0.005	0.005	0.021
>1⅛~2	13~7	0.095~0.180	0.005	0.005	0.005	0.025
>1⅛~2	6~5	0.203~0.220	0.005	0.005	0.005	0.029
>1⅛~2	4~3	0.238~0.259	0.005	0.005	0.005	0.039
>2~2½	16~14	0.065~0.083	0.006	0.006	0.006	0.022
>2~2½	13~5	0.095~0.220	0.006	0.006	0.006	0.024
>2~2½	4~3	0.238~0.259	0.006	0.006	0.006	0.040
>2½~3	16~14	0.065~0.083	0.008	0.008	0.008	0.024
>2½~3	13~5	0.095~0.220	0.008	0.008	0.008	0.026
>2½~3	4~3	0.238~0.259	0.008	0.008	0.008	0.040
>2½~3	2~0.320	0.284~0.300	0.010	0.010	0.010	0.048
>3~3½	16~14	0.065~0.083	0.009	0.009	0.009	0.025
>3~3½	13~5	0.095~0.220	0.009	0.009	0.009	0.027
>3~3½	4~3	0.238~0.259	0.009	0.009	0.009	0.043
>3~3½	2~0.360	0.284~0.360	0.012	0.012	0.012	0.050
>3½~4	16~14	0.065~0.083	0.010	0.010	0.010	0.026
>3½~4	13~5	0.095~0.220	0.010	0.010	0.010	0.028
>3½~4	4~3	0.238~0.259	0.010	0.010	0.010	0.044
>3½~4	2~0.500	0.284~0.500	0.015	0.015	0.015	0.053

表4(续) 1型(A.W.H.R)圆形管材的直径公差

外径范围，in.[1]	壁厚		留凸焊缝的管材[2,3]	焊缝凸起控制在最大0.010in.的管材[3,4]	焊缝凸起控制在最大0.005in.的管材[5,4]	
	Bwg[6]	In.[1]	外径，±	外径，±	外径，±	内径，±
			公差，in.[1,7]			
>4~5	16~14	0.065~0.083	0.020	0.020	0.020	0.036
>4~5	13~5	0.095~0.220	0.020	0.020	0.020	0.045
>4~5	4~3	0.238~0.259	0.020	0.020	0.020	0.054
>4~5	2~0.500	0.284~0.500	0.020	0.020	0.020	0.058
>5~6	16~10	0.065~0.134	0.020	0.020	0.020	0.036
>5~6	9~5	0.148~0.220	0.020	0.020	0.020	0.040
>5~6	4~3	0.238~0.259	0.020	0.020	0.020	0.054
>5~6	2~0.500	0.284~0.500	0.020	0.020	0.020	0.058
>6~8	11~10	0.120~0.134	0.025	0.025	0.025	0.043
>6~8	9~5	0.148~0.220	0.025	0.025	0.025	0.045
>6~8	4~3	0.238~0.259	0.025	0.025	0.025	0.059
>6~8	2~0.500	0.284~0.500	0.025	0.025	0.025	0.063
>8~10	14~12	0.083~0.109	0.030	0.030	0.030	0.041
>8~10	11~10	0.120~0.134	0.030	0.030	0.030	0.043
>8~10	9~5	0.148~0.220	0.030	0.030	0.030	0.045
>8~10	4~3	0.238~0.259	0.030	0.030	0.030	0.059
>8~10	2~0.500	0.248~0.500	0.030	0.030	0.030	0.063
>10~12	14~12	0.083~0.109	0.035	0.035	0.035	0.041
>10~12	11~10	0.120~0.134	0.035	0.035	0.035	0.043
>10~12	9~5	0.148~0.220	0.035	0.035	0.035	0.045
>10~12	4~3	0.238~0.259	0.035	0.035	0.035	0.059
>10~12	2~0.500	0.284~0.500	0.035	0.035	0.035	0.063

注：直径的测定应在距管子端部至少2in.[1]处取得。

① 1in.=25.4mm。

② 留焊缝凸起的管材是只按直径公差和壁厚公差生产，并且在内径表面上的焊缝凸起不超过壁厚值或$^{3}/_{32}$in.，两者中的较小值。

③ 焊缝凸起控制在最大0.010in.的管材通常只按外径公差和壁厚公差生产，管材上留下的焊缝凸起高度控制在不超过0.010in.。

④ 不带焊缝凸起——用芯棒按外径和壁厚、内径和壁厚、或控制内外径公差生产，无内径上的焊缝凸起尺寸显示的，且进一步加工到较紧公差的管材。这种状态适用于类型5和6的管材。

⑤ 焊缝凸起控制在最大0.005in.的管材按外径和壁厚公差、内径和壁厚公差生产，或者通过控制内、外径公差使得剩余的内径上的焊缝凸起高度不超过0.005in.。任何在内径上剩余的焊缝凸起属于内径适用公差的一部分。

⑥ 伯明翰线规。

⑦ 除了当壁厚小于外径的3%外，椭圆度须在上述公差范围内，这种情况见8.6.1条。

表5 3，4，5和6型(S.D.H.R，S.D.C.R，M.D和S.S.I.D)圆形管材的直径公差

外径尺寸范围[1]	壁厚/外径的百分数	3和4型(减径拉拔)[1,2]的和5型、6型(芯棒拉拔)[3,4]的管材外径，in.		5和6型(芯棒拉拔)[2,3,4]的管材内径，in.	
		正偏差	负偏差	正偏差	负偏差
≤0.499	所有的	0.004	0.000	…	…
0.500~1.699	所有的	0.005	0.000	0.000	0.005
1.700~2.099	所有的	0.006	0.000	0.000	0.006
2.100~2.499	所有的	0.007	0.000	0.000	0.007
2.500~2.899	所有的	0.008	0.000	0.000	0.008
2.900~3.299	所有的	0.009	0.000	0.000	0.009
3.300~3.699	所有的	0.010	0.000	0.000	0.010
3.700~4.099	所有的	0.011	0.000	0.000	0.011
4.100~4.499	所有的	0.012	0.000	0.000	0.012
4.500~4.899	所有的	0.013	0.000	0.000	0.013

表5(续) 3，4，5和6型(S. D. H. R，S. D. C. R，M. D和S. S. I. D)圆形管材的直径公差

外径尺寸范围①	壁厚/外径的百分数	3型和4型(减径拉拔)①,②的和5型、6型(芯棒拉拔)③,④的管材外径，in.		5型和6型(芯棒拉拔)②,③,④的管材内径，in.	
		正偏差	负偏差	正偏差	负偏差
4.900~5.299	所有的	0.014	0.000	0.000	0.014
5.300~5.549	所有的	0.015	0.000	0.000	0.015
5.550~5.999	<6	0.010	0.010	0.010	0.010
	≥6	0.009	0.009	0.009	0.009
6.000~6.499	<6	0.013	0.013	0.013	0.013
	≥6	0.010	0.010	0.010	0.010
6.500~6.999	<6	0.015	0.015	0.015	0.015
	≥6	0.012	0.012	0.012	0.012
7.000~7.499	<6	0.018	0.018	0.018	0.018
	≥6	0.013	0.013	0.013	0.013
7.500~7.999	<6	0.020	0.020	0.020	0.020
	≥6	0.015	0.015	0.015	0.015
8.000~8.499	<6	0.023	0.023	0.023	0.023
	≥6	0.016	0.016	0.016	0.016
8.500~8.999	<6	0.025	0.025	0.025	0.025
	≥6	0.017	0.017	0.017	0.017
9.000~9.499	<6	0.028	0.028	0.028	0.028
	≥6	0.019	0.019	0.019	0.019
9.500~9.999	<6	0.030	0.030	0.030	0.030
	≥6	0.020	0.020	0.020	0.020
10.000~10.999	所有的	0.034	0.034	0.034	0.034
11.000~11.999	所有的	0.035	0.035	0.035	0.035
12.000~12.999	所有的	0.036	0.036	0.036	0.036
13.000~13.999	所有的	0.037	0.037	0.037	0.037
14.000~14.999	所有的	0.038	0.038	0.038	0.038

① 留焊缝凸起的和控制焊缝凸起高度的管材，不用芯棒进一步加工，获得比表4和表8所示公差更紧的公差。

② 除了当壁厚小于外径的3%外，椭圆度应在上述公差范围内，这种情况见8.6.2。

③ 按外径和壁厚公差、内径和壁厚公差、通过使用芯棒生产的管材，或者通过控制内、外径公差获得比表4和表8所示公差更紧的公差的管材，并且无内径焊缝凸起显示。

④ 表格中的省略符号"…"表示未提出公差要求。

表6 1型(A. W. H. R)圆形管材的壁厚公差

壁厚		外径，in.①													
		¾~1		>1~1 15/16		>1 15/16~3¾		>3¾~4½		>4½~6		>6~8		>8~10		>10~12	
in.①	Bwg②	壁厚公差，in.③															
		+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
0.065	16	0.005	0.009	0.004	0.010	0.003	0.011	0.002	0.012	0.002	0.012	0.002	0.012	…	…	…	…
0.072	15	0.005	0.009	0.004	0.010	0.003	0.011	0.002	0.012	0.002	0.012	0.002	0.012	0.003	0.013	…	…
0.083	14	0.006	0.010	0.005	0.011	0.004	0.012	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013
0.095	13	0.006	0.010	0.005	0.011	0.004	0.012	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013
0.109	12	0.006	0.010	0.005	0.011	0.004	0.012	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013
0.120	11	0.006	0.010	0.005	0.011	0.004	0.012	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013
0.134	10	0.006	0.010	0.005	0.011	0.004	0.012	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013	0.003	0.013
0.148	9	…	…	0.006	0.012	0.005	0.013	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014
0.165	8	…	…	0.006	0.012	0.005	0.013	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014
0.180	7	…	…	0.006	0.012	0.005	0.013	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014	0.004	0.014
0.203	6	…	…	…	…	0.007	0.015	0.006	0.016	0.005	0.017	0.005	0.017	0.005	0.017	0.005	0.017
0.220	5	…	…	…	…	0.007	0.015	0.006	0.016	0.005	0.017	0.005	0.017	0.005	0.017	0.005	0.017
0.238	4	…	…	…	…	0.012	0.020	0.011	0.021	0.010	0.022	0.010	0.022	0.010	0.022	0.010	0.022
0.259	3	…	…	…	…	0.013	0.021	0.012	0.022	0.011	0.023	0.011	0.023	0.011	0.023	0.011	0.023
0.284	2	…	…	…	…	0.014	0.022	0.013	0.023	0.012	0.024	0.012	0.024	0.012	0.024	0.012	0.024

表6(续) 1型(A. W. H. R)圆形管材的壁厚公差

壁厚		外径，in.①													
		¾~1		>1~1 15/16		>1 15/16~3¾		>3¾~4½		>4½~6		>6~8		>8~10		>10~12	
in.①	Bwg②	壁厚公差，in.③															
		+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
0.300	1	…	…	…	…	0.015	0.023	0.014	0.024	0.013	0.025	0.013	0.025	0.013	0.025	0.013	0.025
0.320		…	…	…	…	0.016	0.024	0.015	0.025	0.014	0.026	0.014	0.026	0.014	0.026	0.014	0.026
0.344		…	…	…	…	0.017	0.025	0.016	0.026	0.015	0.027	0.015	0.027	0.015	0.027	0.015	0.027
0.360		…	…	…	…	0.017	0.025	0.016	0.026	0.015	0.027	0.015	0.027	0.015	0.027	0.015	0.027
0.375		…	…	…	…	…	…	0.016	0.026	0.015	0.027	0.015	0.027	0.015	0.027	0.015	0.027
0.406		…	…	…	…	…	…	0.017	0.027	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028
0.438		…	…	…	…	…	…	0.017	0.027	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028
0.469		…	…	…	…	…	…	…	…	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028
0.500		…	…	…	…	…	…	…	…	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028	0.016	0.028

① 1in. =25.4mm。

② 伯明翰线规。

③ 表格中的省略符号“…”表示未提出公差要求。

表7 5和6型(M. D和S. S. I. D)圆形管材的壁厚公差

壁厚		外径，in.①							
		⅜~⅞		>⅞~1⅞		>1⅞~3¾		>3¾~15	
in.①	Bwg②	壁厚公差，in.①,②							
		+	−	+	−	+	−	+	−
0.035	20	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	…③	…
0.049	18	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	…	…
0.065	16	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.004	0.004
0.083	14	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005
0.095	13	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005
0.109	12	0.002	0.003	0.002	0.004	0.003	0.003	0.005	0.005
0.120	11	0.003	0.003	0.002	0.004	0.003	0.003	0.005	0.005
0.134	10	…	…	0.002	0.004	0.003	0.003	0.005	0.005
0.148	9	…	…	0.002	0.004	0.003	0.003	0.005	0.005
0.165	8	…	…	0.003	0.004	0.003	0.004	0.005	0.006
0.180	7	…	…	0.004	0.004	0.003	0.005	0.006	0.006
0.203	6	…	…	0.004	0.005	0.004	0.005	0.006	0.007
0.220	5	…	…	0.004	0.006	0.004	0.006	0.007	0.007
0.238	4	…	…	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.007
0.259	3	…	…	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.007
0.284	2	…	…	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.007
0.300	1	…	…	0.006	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008
0.320		…	…	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008
0.344		…	…	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009
0.375		…	…	…	…	0.009	0.009	0.009	0.009
0.400		…	…	…	…	0.010	0.010	0.010	0.010
0.438		…	…	…	…	0.011	0.011	0.011	0.011
0.460		…	…	…	…	0.012	0.012	0.012	0.012
0.480		…	…	…	…	0.012	0.012	0.012	0.012
0.531		…	…	…	…	0.013	0.013	0.013	0.013
0.563		…	…	…	…	0.013	0.013	0.013	0.013
0.580		…	…	…	…	0.014	0.014	0.014	0.014
0.600		…	…	…	…	0.015	0.015	0.015	0.015
0.625		…	…	…	…	0.016	0.016	0.016	0.016
0.650		…	…	…	…	0.017	0.017	0.017	0.017

① 1in. =25.4mm。

② 伯明翰线规。

③ 表格中的省略符号“…”表示未提出公差要求。

表8 2型(A. W. C. R)圆形管材的直径公差

外径范围，in.①	壁厚		留凸焊缝的管材②	焊缝凸起控制在最大0.010in. 的管材③	焊缝凸起控制在最大0.005in. 的管材④	
	Bwg①	in.⑤	外径，±	外径，±	外径，±	内径，±
			公差，in.⑥,⑦			
3/8~5/8	24~16	0.022~0.065	0.003	…	…	…
>5/8~1 1/8	24~19	0.022~0.042	0.0035	0.0035	0.0035	0.013
>5/8~1 1/8	18	0.049	0.0035	0.0035	0.0035	0.015
>5/8~1 1/8	16~14	0.065~0.083	0.0035	0.0035	0.0035	0.019
>3/4~1 1/8	13	0.095	0.0035	0.0035	0.0035	0.019
>7/8~1 1/8	12~11	0.109~0.120	0.0035	0.0035	0.0035	0.021
>1 1/8~2	22~18	0.028~0.049	0.005	0.005	0.005	0.015
>1 1/8~2	16~13	0.065~0.095	0.005	0.005	0.005	0.019
>1 1/8~2	12~10	0.109~0.134	0.005	0.005	0.005	0.022
>2~2 1/2	20~18	0.035~0.049	0.006	0.006	0.006	0.016
>2~2 1/2	16~13	0.065~0.095	0.006	0.006	0.006	0.020
>2~2 1/2	12~10	0.109~0.134	0.006	0.006	0.006	0.023
>2 1/2~3	20~18	0.035~0.049	0.008	0.008	0.008	0.018
>2 1/2~3	16~13	0.065~0.095	0.008	0.008	0.008	0.022
>2 1/2~3	12~10	0.109~0.134	0.008	0.008	0.008	0.025
>3~3 1/2	20~18	0.035~0.049	0.009	0.009	0.009	0.019
>3~3 1/2	16~13	0.065~0.095	0.009	0.009	0.009	0.023
>3~3 1/2	12~10	0.109~0.134	0.009	0.009	0.009	0.026
>3 1/2~4	20~18	0.035~0.049	0.010	0.010	0.010	0.020
>3 1/2~4	16~13	0.065~0.095	0.010	0.010	0.010	0.024
>3 1/2~4	12~10	0.109~0.134	0.010	0.010	0.010	0.027
>4~6	16~13	0.065~0.095	0.020	0.020	0.020	0.034
>4~6	12~10	0.109~0.134	0.020	0.020	0.020	0.037
>6~8	14~13	0.083~0.095	0.025	0.025	0.025	0.039
>6~8	12~10	0.109~0.134	0.025	0.025	0.025	0.042
>8~10	16~13	0.065~0.095	0.030	0.030	0.030	0.044
>8~10	12~10	1.109~0.134	0.030	0.030	0.030	0.049
>10~12	14~13	0.083~0.095	0.035	0.035	0.035	0.049
>10~12	12~10	0.109~0.134	0.035	0.035	0.035	0.054

注：直径的测定应在距管子端部至少2in. 处取得。

① 1in. =25.4mm。

② 留焊缝凸起的管材是只按直径公差和壁厚公差生产，并且在内径表面上的焊缝凸起不超过壁厚值或$^{3}/_{32}$in.，两者中的较小值。

③ 焊缝凸起控制在最大0.010in. 的管材外径大于5/8in. 的，通常只按外径公差和壁厚公差生产，管材内侧焊缝上留下的焊缝凸起高度控制在不超过0.010in.。

④ 焊缝凸起控制在最大0.005in. 的管材按外径和壁厚公差、内径和壁厚公差生产，或者通过控制内、外径公差使得剩余的内径上的焊缝凸起高度不超过0.005in.。任何在内径上剩余的焊缝凸起属于内径适用公差的一部分。

⑤ 伯明翰线规。

⑥ 除了当壁厚小于外径的3%外，椭圆度须在上述公差范围内，这种情况见8.6.1。

⑦ 表格中的省略符号“…”表示未提出公差要求。

表 9 2 型(A. W. C. R)圆形管材的壁厚公差

壁厚		外径，in.[①]													
		3/8~7/8		>7/8~1 7/8		>1 7/8~3 3/4		>3 3/4~5		>5~6		>6~8		>8~10		>10~12	
		壁厚公差，in.[①,③]															
in.[①]	Bwg[②]	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
0.022	24	0.001	0.005	0.001	0.005	…	…	…	…	…	…	…	…				
0.028	22	0.001	0.005	0.001	0.005	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
0.035	20	0.002	0.005	0.001	0.005	0.001	0.005	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
0.042	19	0.002	0.006	0.001	0.006	0.001	0.006	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
0.049	18	0.003	0.006	0.002	0.006	0.002	0.006	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
0.065	16	0.005	0.007	0.004	0.007	0.004	0.007	0.004	0.007	0.004	0.007	…	…	0.004	0.008	…	…
0.083	14	0.006	0.007	0.005	0.007	0.004	0.007	0.004	0.007	0.004	0.008	0.004	0.008	0.004	0.008	0.004	0.008
0.095	13	0.006	0.007	0.005	0.007	0.004	0.007	0.004	0.007	0.004	0.008	0.004	0.008	0.004	0.008	0.004	0.008
0.109	12	…	…	0.006	0.008	0.005	0.008	0.005	0.008	0.005	0.009	0.005	0.009	0.005	0.009	0.005	0.009
0.120	11	…	…	0.007	0.008	0.006	0.008	0.005	0.008	0.005	0.009	0.005	0.009	0.005	0.009	0.005	0.009
0.134	10	…	…	0.007	0.008	0.006	0.008	0.005	0.008	0.005	0.009	0.005	0.009	0.005	0.009	0.005	0.009

① 1in. =25.4mm

② 伯明翰线规。

③ 表格中的省略符号“…”表示未提出公差要求。

表 10 车床切割的圆形管材切割长度公差

外径规格，in.[①]	6in~<12in.	12in. ~<48in.	48in. ~<10ft	10~24ft[②]
3/8~3	±1/64in.	±1/32in.	±3/64in.	±1/8in.
>3~6	±1/32in.	±3/64in.	±1/16in.	±1/8in.
>6~9	±1/16in.	±1/16in.	±1/8in.	±1/8in.
>9~12	±3/32in.	±3/32in.	±1/8in.	±1/8in.

① 1in. =25.4mm。

② 超过 24ft 每增加 10ft 及其余数，长度公差应附加±1/16in. 。

表 11 冲剪，锯切或圆盘切割的圆形管材切割长度公差

外径规格，in.[①]	6in~<12in.	12in. ~<48in.	48in. ~<10ft	10~24ft
3/8~3	±1/16in.	±1/16in.	±1/8in.	±1/4in.
>3~6	±1/16in.	±1/16in.	±1/8in.	±1/4in.
>6~9	±1/16in.	±1/16in.	±1/8in.	±1/4in.
>9~12	±1/16in.	±1/16in.	±1/8in.	±1/4in.

① 1in. =25.4mm。

表 12 圆形管材规定了切割任一端垂直度的英寸公差[①,②]

管子长度，ft[③]	外 径，in.[④]				
	<1	1~2	>2~3	>3~4	>4
<1	0.006	0.008	0.010	0.015	0.020
1~3	0.008	0.010	0.015	0.020	0.030
>3~6	0.010	0.015	0.020	0.025	0.040
>6~9	0.015	0.020	0.025	0.030	0.040

① 垂直于管子长度的实际垂直度，管子两端不平行。

② 给出的值是塞尺“通过”的值，比每个值大 0.001in. 的值则“不通过”。

③ 1ft=0.3m。

④ 1in. =25.4mm。

8.5 管材直度——外径小于8.000in.(203mm)的圆形管材的直度公差为：每3ft上0.030in.(0.76mm/lm)。外径大于等于8.000in.(203mm)的直度公差为：每3ft上0.060in.(1.52mm/lm)。长度在1ft以下的管子的直度公差由采购方与生产厂商定。除非在采购订单中规定专门的试验方法，直度测量的试验方法由钢管厂自定。

8.6 椭圆度(热轧钢及冷轧钢的)——除了当壁厚小于外径的3%外，椭圆度须在其公差范围内。

8.6.1 当在类型1及类型2(A.W.H.R和A.W.C.R)，椭圆度可比外径公差大50%，但是平均外径须在规定范围内。

8.6.2 对于类型3，4，5和6(S.D.H.R，S.D.C.R.，M.D.和S.S.I.D)，椭圆度的增大如下述，但是平均外径须在规定范围内。

外径，in.(mm)	椭圆度公差的增大量
≤2(50.8)	0.010(0.25)
>2~3(>50.8~76.2)	0.015(0.38)
>3~4(>76.2~101.6)	0.020(0.51)
>4~5(>101.6~127.0)	0.025(0.64)
>5~6(>127.0~152.4)	0.030(0.76)
>6~7(>152.4~177.8)	0.035(0.89)
>7~8(>177.8~203.2)	0.040(1.02)
>8~9(>203.2~228.6)	0.045(1.14)
>9~10(>228.6~254.0)	0.050(1.27)
>10~11(>254.0~279.4)	0.055(1.40)
>11~12(>279.4~304.8)	0.060(1.52)
>12~12.500(>304.8~317.5)	0.065(1.65)

9 正方形和矩形管材尺寸的允许偏差

9.1 直径和壁厚——正方形和矩形管材外侧尺寸的允许偏差应按表13中的规定值。壁厚公差为公称壁厚的±10%。

9.2 圆角半径——除非另有规定，正方形和矩形管材的角部应有轻度内外圆角，其壁厚取得一致。外角部可以是稍微变平的。圆角半径如表14中的给定值。

表13 正方形和矩形管材的外表尺寸①公差

最大公称外表尺寸，in.②	壁厚 in.②	角部所有侧面的外表公差，±in.②
3/16~5/8	0.020~0.083	0.004
>5/8~1 1/8	0.022~0.156	0.005
>1 1/8~1 1/2	0.025~0.192	0.006
>1 1/2~2	0.032~0.192	0.008
>2~3	0.035~0.259	0.010
>3~4	0.049~0.259	0.020
>4~6	0.065~0.259	0.020
>6~8	0.185~0.259	0.025

最大公称外表尺寸，in.②	公差，±，in.
≤2 1/2	0.010
>2 1/2~4	0.015
>4~8	0.025

① 在距管材的切割端部至少2in.的角部处测量。凸度和凹度：对具有两个平行侧面的管材还应该在平侧面中心测量凸度和凹度。该公差适用于在角部测定的特殊规格，并且应在下列基准上测定。

② 1in.=25.4mm。

表14 电阻焊正方形和矩形管材①的圆角半径公差

由下列直径范围管子制成的正方形及矩形管，in②	壁厚的Bwg号和in.②	半径公差，in.③
1/2~1 1/2	24(0.022)	1/64~3/64
1/2~1 1/2	22(0.028)	1/32~1/16
1/2~2 1/2	20(0.035)	1/32~1/16
1/2~2 1/2	19(0.042)	3/64~5/64
1/2~4	18(0.049)	3/64~5/64
1/2~4 1/8	16(0.065)	1/16~7/64
3/4~4 1/8	14(0.083)	5/64~1/8
>4 1/8~6	14(0.083)	3/16~5/16
1~4 1/8	13(0.095)	3/32~5/32
>4 1/8~6	13(0.095)	3/16~5/16
1 1/4~4	12(0.109)	1/8~13/64
>4~6	12(0.109)	3/16~5/16
1 1/4~4	11(0.120)	1/8~7/32
>4~6	11(0.120)	7/32~7/16
2~4	10(0.134)	5/32~9/32
>4~6	10(0.134)	7/32~7/16
2~4	9(0.148)	3/16~5/16
>4~8	9(0.148)	7/32~7/16
2~8	8(0.165)	1/4~1/2
2~8	7(0.180)	1/4~1/2
2 1/2~4	6(0.203)	5/16~9/16
>4~8	6(0.203)	5/16~9/16
2 1/2~8	5(0.220)	3/8~5/8
2 1/2~8	4(0.238)	3/8~5/8
2 1/2~8	3(0.259)	3/8~5/8

① 本表制定了标准半径。采购方和生产厂可协商特殊的圆角半径。在厚壁管材上轻度的圆角修整更好。

② 1in.=25.4mm。

③ 这些圆角半径公差适用于表1中包括的钢种级别。对其他级别的钢，采购方和生产厂可进行协商。

9.3　直角度——直角度的允许偏差按下式确定：

$$\pm b = c \times 0.006\text{in.}$$

式中　b=偏离直角的角度公差；

c=横切面最大外部尺寸。

两侧面的直角度通常采用下列方法之一测定：

9.3.1　把一每侧臂带有 2 个可调节触点的直角规放在两侧面上。然后，用一固定的测隙规(塞尺)测量在未接触点与管材表面之间的最大距离。

9.3.2　可采用装有直接读数的游标尺的直角规，同样也可用于测量与英寸距离有关的角度偏差。

9.4　长度——偏离规定长度的偏差不得超过表 15 中的规定值。

9.5　扭转——扭转公差如表 16 所示。正方形及矩形管材的扭转可通过把管材的一端放在平面板上，测出相同侧两对端的任一个角部距离平面板高度的方法测定。扭转还可以通过使用安装有水平仪的倾斜量角器，测出两对端或整个长度任何一点上的偏转角度的方法测定。

表 15　正方形和矩形管材的长度公差

长度，ft[①]	公差，in.[②]
1~3	±1/16
>3~12	±3/32
>12~20	±1/8
>20~30	±3/16
>30~40	±3/8

① 1ft=0.3m。

② 1in.=25.4mm。

表 16　电阻焊的正方形和矩形管材扭转公差

最大尺寸，in.[①]	3ft[②] 上的扭转公差，in.[①]
≤1/2	0.032
>1/2~1 1/2	0.050
>1 1/2~2 1/2	0.062
>2 1/2~4	0.075
>4~6	0.087
>6~8	0.100

① 1in.=25.4mm。

② 1ft=0.3m。

9.6　直度——直度公差应为 1/16 in./3ft (1.7mm/m)。除非在采购订单中规定专门的试验方法，直度测量的试验方法由钢管厂自定。

10　非正方形和非矩形截面的管材

10.1　除了正方形及矩形管材外，不少生产厂可提供各种特殊的截面，例如椭圆形的、流线形的、六角形的、八角形的、内圆形而外侧为六角或八角形的、内外翅片形的、三角形的、圆角矩形的以及 D 形的管材。由于制造工艺限制，不同的生产厂可适用的规格尺寸和截面不同。这些特殊截面可通过互成直角的四辊轮轧制装置和通过带或不带芯棒的模具制造。由于这些截面是特殊的，模具及其他工具不一定是现成的。因此，当需要订购正方形和矩形以外的形状时，必须给出尺寸及加工的细节。

11　工艺质量，表面质量及外观

11.1　管材无有害的缺陷并具有良好的工艺质量。

11.2　除非在采购订单中另有规定，管材不得带有氧化皮。当为经过热处理的管材时，轻度的变色不作为拒收的理由。

11.3　当必须除去一端或两端的毛刺时，须在采购订单中作出规定。

12　状态

12.1　本标准适用的管材类型及状态如下：

类型号	代码符	说　明
1	A. W. H. R	热轧钢制“焊接状态的”
2	A. W. C. R	冷轧钢制“焊接状态的”
3	S. D. H. R	热轧钢制“减径-拉拔状态的”
4	S. D. C. R	冷轧钢制“减径-拉拔状态的”
5	M. D	用芯棒拉拔的
6	S. S. I. D	内径表面特殊光洁度的

12.2　可提供的管材热处理状态有：不经最终热处理的、消除应力处理的和退火或正火的。

12.3　可提供的管材焊缝凸起状态如下：对于本标准所适用的管材，外径表面上的焊缝凸起须除去。按本标准供应的管子在内径表面上可带有下列状态的焊缝凸起：

12.3.1　留有焊缝凸起的——在管材内径表面上的焊缝凸起不得超过壁厚值或 3/32 in. (2.4mm)，两者中的较小值。这种状态适用于类型 1，2，3 和 4 的管材。

12.3.2　焊缝凸起控制在最大 0.010in. (0.25mm)的——管材上留下的焊缝凸起控制在不超过 0.010in. (0.25mm)。这种状态适用于外径大于 1 1/8 in. (28.5mm)的类型 1 和 2 的管材以及类型 3 和 4 的管材。

12.3.3　焊缝凸起控制在最大 0.005in. (0.13mm)的——在按外径和壁厚，内径和壁厚生产的管材，或者通过控制内外径公差使得剩余的内径上的焊缝凸起不超过 0.005in.。任何在内

径上剩余的焊缝凸起属于内径适用公差的一部分。这种状态适用于类型1，2，3和4的管材。

12.3.4 不带焊缝凸起——用芯棒按外径和壁厚、内径和壁厚、或控制内外径公差生产的，无内径上的焊缝凸起尺寸显示，且进一步加工到较紧公差的管材。这种状态适用于类型5和6的管材。

12.4 管材应按采购方的规定以下列形状供货：圆形的、正方形的、矩形的和特殊形状(按照协议)。

13 表面粗糙度

13.1 管材具有与其所订购要求状态(第12节)相适应的表面粗糙度(见附录X1)。

14 涂层

14.1 当有规定时，管材在发货前须涂抹防止生锈的油膜。要求不涂防锈油，不带伴随制造会留在管材表面上的油膜，订货单应予注明。如果订货单规定不涂油，则采购方对在运输中的生锈负有责任。

14.2 对于特殊应用可能需要的特殊表面处理不在本节的适用范围内。这种要求应在补充要求下或在本标准的采购条款的基础上予以考虑，并且在采购订单中规定细节。

15 拒收

15.1 不能满足标准要求的管子应把它们搁在一边，并通知钢管厂。

16 产品及包装标志

16.1 民间采购——每箱、捆、吊或每一件用标签或用模板漏印上钢管厂名称或商标、指定的规格、类型、采购订单编号及本标准号。条形码可用作补充的标志方法。条形码应符合自动化工业行动集团(AIAG)标准，它是由AIAG条形码项目组的初金属分委员会编制的。

16.2 美国政府采购——当在合同或订货单中有规定时，以及政府直接采购或直接发货给政府时，除了合同或订货单中规定的要求外，发货标志对军用机构按MIL-STD-129，对民用机构按Fed. Std. No. 123标准的要求。

16.3 条形码——除了16.1和16.2条的要求外，条形码可以用作为补充标志方法。采购方可在订货单中规定所需采用的特殊条形码系统。

17 包装

17.1 民间采购——除了另有规定外，重量小于等于量规号16号(1.29mm)的管材，生产厂需确定为保证安全发运，管材是否需要装箱、柳条箱、纸板箱、牢靠的起吊件或捆扎件。重量大于量规号16号的管材通常以散装方式、捆扎件或牢靠的起吊件的方式发货。当超出生产厂通常使用的包装方式需要特殊包装时，必须在采购订货单中作出规定。

17.2 美国政府采购——当在合同或订货单中有规定时，以及政府直接采购或直接发货给政府，且指定A级时，保存、包装及装箱按MIL-STD-163标准的A级要求。

18 关键词

18.1 合金钢管子 碳钢管材 机械用管材 电阻焊接钢管子 钢管子 焊接的钢管子

补 充 要 求

下列补充要求的某一条或若干条仅当在询价或招标，以及在采购订货单或合同中有规定时才可成为标准的一部分。除非在采购订货单中规定，并且必要试验在钢厂内完成，否则这些要求不予考虑。力学性能应按 A 370 试验方法及定义标准的适用部分进行。补充要求 S6 和 S7 或 S8 之一按钢管厂自定是强制性的规定。

S1 圆筒用管子

S1.1 圆筒用的带内径清除余量的芯棒拉拔的圆形管材被认为是圆筒用管材。表 S1.1 示出了通过搪磨操作除去内表面缺陷用的最小内径余量。

S2 采用无芯打磨清除

S2.1 外径清除余量的芯棒拉拔的圆形管材被认为是需要特殊光滑外径的管子。表 S2.1 示出了采用无芯打磨除去外表面缺陷用的最小外径坯料余量。

S3 采用机加工清除

S3.1 要求用机加工除去表面缺陷的场合，允许在芯棒拉拔的圆形管材上进行清除。表 S3.1 示出了采用机加工除去内外表面的一面或两面表面缺陷的最小坯料余量。

S4 特殊光滑内表面

S4.1 以微英寸(μin.)粗糙度及内径清除余量特殊光滑内径的圆筒用圆形管材被认为是特殊光滑内表面管材。表 S4.1 示出了在内表面上的最大平均微英寸读数值。表 S4.2 示出了对内表面缺陷的最小壁厚深度余量。

S5 硬度及拉伸要求

S5.1 除了在采购订货单中规定“要求拉伸性能”外，当在采购订单中还规定了硬度性能时，圆形管材应符合表 S5.1 中规定的硬度限值。当在采购订单中规定“要求拉伸性能”时，圆形管材须符合拉伸性能要求，而不需要符合表 S5.1 中示出的硬度限值。对于在表 S5.1 中未示出的圆形管材级别，拉伸或硬度限值根据生产厂和采购方之间的协议。

表 S1.1 用搪磨操作除去芯棒拉拔管材内表面缺陷用的最小内径坯料直径余量①

外径，in.②	壁 厚，in.②,③							
	≤0.065	>0.065~0.125	>0.125~0.180	>0.180~0.230	>0.230~0.360	>0.360~0.460	>0.460~0.563	>0.563
≤1½	0.010	0.011	0.013	0.015	0.018	…	…	…
>1½~3	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018	0.021	0.023	…
>3~4	0.011	0.013	0.015	0.017	0.019	0.021	0.023	0.025
>4~4¾	…	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026
>4¾~6	…	0.015	0.017	0.019	0.021	0.023	0.025	0.027
>6~8	…	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028
>8~10½	…	…	…	0.021	0.023	0.025	0.027	0.029
>10½~12½	…	…	…	0.022	0.024	0.026	0.028	0.030
>12½~14	…	…	…	0.024	0.025	0.027	0.029	0.031
>14~15	…	…	…	0.025	0.026	0.028	0.030	0.032

① 如果要求使用特殊规格，则打算订购的规格中，必须考虑这些余量加上常用规格公差。

② 1in. =25.4mm。

③ 表格中的省略符号“…”表示未确定余量。

表 S2.1 用无芯打磨除去芯棒拉拔管材外表面缺陷用的最小外径坯料直径余量[①]

外径，in.[②]	管子壁厚，in.[②,③]					
	≤0.125	>0.125~0.180	>0.180~0.230	>0.230~0.360	>0.360~0.460	>0.460
≤3	0.012	0.014	0.016	0.020	0.024	0.026
>3~4¾	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026
>4¾~6	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028
>6~7	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028	0.030
>7~8	…	…	0.026	0.027	0.029	0.031
>8~10½	…	…	0.027	0.028	0.030	0.032
>10½~12½	…	…	0.028	0.030	0.032	0.034
>12½~14	…	…	0.030	0.032	0.034	0.036
>14	…	…	0.033	0.035	0.036	0.037

① 如果要求使用特殊规格，则打算订购的规格中，必须考虑这些余量加上常用规格公差。

② 1in. =25.4mm。

③ 表格中的省略符号“…”表示未确定余量。

表 S3.1 用机加工清除芯棒拉拔管材[①]内、外径上缺陷用的最小坯料直径余量

外径，in.[②]	壁 厚，in.[②,③]				
	<0.187	0.187~0.230	>0.230~0.360	>0.360~0.460	>0.460
≤1½	0.015	0.020	0.025	…	…
>1½~3	0.020	0.025	0.030	0.030	0.035
>3~4¾	0.025	0.030	0.035	0.035	0.040
>4¾~6	0.030	0.035	0.040	0.040	0.045
>6~7	0.035	0.040	0.045	0.045	0.050
>7~8	…	0.045	0.048	0.048	0.053
>8~10½	…	0.048	0.050	0.050	0.055
>10½~15	…	0.050	0.055	0.055	0.060

注：镰刀弯——对超过1英尺长度的，每一英尺(ft)及余数，镰刀弯可加大0.010in.[②]。

① 如果要求使用特殊规格，则打算订购的规格中，必须考虑这些余量加上常用规格公差。

② 1in. =25.4mm。

③ 表格中的省略符号“…”表示未确定余量。

表 S4.1 内表面上的最大平均微英寸读数(特殊光滑内表面管材)

外径，in.[①]	管子壁厚，in.[①,②]				
	≤0.065	>0.065~0.150	>0.150~0.187	>0.187~0.225	>0.225~0.312
1~2½	40	45	50	55	70
>2½~4½	40	50	60	70	80
>4½~5½	…	55	70	80	90
>5½~7	…	55	70	80	90

① 1in. =25.4mm。

② 表格中的省略符号“…”表示无要求。

表 S4.2 特殊光滑表面质量管子[①]的内径上允许的表面缺陷

外径规格，in.[②]	壁 厚，in.[②]	内径表面缺陷允许的壁厚深度，in.[②]	
		划 痕	凹 坑
≤2½	0.065~0.109	0.001	0.0015
	>0.109~0.250	0.001	0.002
	>0.250~0.312	0.001	0.0025
>2½~5½	0.083~0.125	0.0015	0.0025
	>0.125~0.187	0.0015	0.003
	>0.187~0.312	0.002	0.004
>5½~7	0.125~0.187	0.0025	0.005
	>0.187~0.312	0.003	0.006

① 如果要求使用特殊规格，则打算订购的规格中，必须考虑这些允许的表面缺陷加上常用规格公差。

② 1in. =25.4mm。

表 S5.1 圆形管材的硬度值和拉伸性能

屈服强度，ksi(MPa)，≥	抗拉强度，ksi(MPa)，≥	2in. 或 50mm 标距伸长率%，≥	RB，≥	RB，≤
焊接状态的管子				
1008	30(207)	42(290)	15	50
1010	32(221)	45(310)	15	55
1015	35(241)	48(331)	15	58
1020	38(262)	52(359)	12	62
1021	40(276)	54(372)	12	62
1025	40(276)	56(386)	12	65
1026	45(310)	62(427)	12	68
1030	45(310)	62(427)	10	70
1035	50(345)	66(455)	10	75
1040	50(345)	66(645)	10	75
1340	55(379)	72(496)	10	80
1524	50(345)	66(455)	10	75
4130	55(379)	72(496)	10	80
4140	70(485)	90(621)	10	85
正火的管子				
1008	23(159)	38(262)	30	65
1010	25(172)	40(276)	30	65
1015	30(207)	45(310)	30	70
1020	35(241)	50(345)	25	75
1021	35(241)	50(345)	25	78
1025	37(255)	55(379)	25	80
1026	40(276)	60(414)	25	85
1030	40(276)	60(414)	25	85
1035	45(310)	65(448)	20	88
1040	45(310)	65(448)	20	90
1340	50(345)	70(483)	20	100
1524	45(310)	65(448)	20	88
4130	50(345)	70(483)	20	100
4140	65(448)	90(621)	20	105
减径拉拔管子				
1008	38(262)	48(331)	8	65
1010	40(276)	50(345)	8	65
1015	45(310)	55(379)	8	67
1020	50(345)	60(414)	8	70
1021	52(359)	62(428)	7	70
1025	55(379)	65(448)	7	72
1026	55(379)	70(483)	7	77
1030	62(427)	70(483)	7	78
1035	70(483)	80(552)	7	82
芯棒拉拔管子				
1008	50(345)	60(414)	5	73
1010	50(345)	60(414)	5	73
1015	55(379)	65(448)	5	77
1020	60(414)	70(483)	5	80
1021	62(427)	72(496)	5	80
1025	65(448)	75(517)	5	82
1026	70(483)	80(552)	5	85
1030	75(517)	85(586)	5	87
1035	80(552)	90(621)	5	90
1040	80(552)	90(621)	5	90
1340	85(586)	95(655)	5	90
1524	80(552)	90(621)	5	90
4130	85(586)	95(655)	5	90
4140	100(690)	110(758)	5	90

表 S5.1(续) 圆形管材的硬度值和拉伸性能

屈服强度，ksi(MPa)，≥	抗拉强度，ksi(MPa)，≥	2in. 或50mm 标距伸长率%，≥	RB，≥	RB，≤
芯棒拉拔消除应力的管子				
1008	45(310)	55(379)	12	68
1010	45(310)	55(379)	12	68
1015	50(345)	60(414)	12	72
1020	55(379)	65(448)	10	75
1021	58(400)	68(469)	10	75
1025	60(414)	70(483)	10	77
1026	65(448)	75(517)	10	80
1030	70(483)	80(552)	10	81
1035	75(517)	85(586)	10	85
1040	75(517)	85(586)	10	85
1340	80(552)	90(621)	10	87
1524	75(517)	85(586)	10	85
4130	80(552)	90(621)	10	87
4140	95(655)	105(724)	10	90

注 1：这些值基于通常的钢厂消除应力温度。对于特殊应用，性能值可由采购方和生产厂之间的协议而调整。

注 2：对于纵条试验，试样板截面宽度为 1in.(25.4mm)，且当壁厚小于$^{5}/_{16}$in.(7.9mm)时，允许壁厚每减小$^{1}/_{32}$in.(0.8mm)从基本伸长率可减小 0.5%。

S5.2 试验和复试的数量如下：每批做一个拉伸试验(注 S1)以及每批管子总数的 1%且在任何场合不少于 5 根做硬度试验。如果力学性能的试验结果不符合表格中示出的要求时，则须附加原选出数量 2 倍的管子上进行复试，其中的每一根都须符合规定的要求。

注 S1：一批是由切割到长度前同一炉钢生产的同一规格和壁厚的，以及当是热处理时在连续炉中经受相同最终热处理所有管子组成。当最终热处理是在周期式炉中进行时，一批为只包括在相同热处理炉内装料下进行热处理的那些所有管子。

S5.3 屈服强度应在载荷下产生相应试样标距长度的 0.2%永久残留变形或标距长度的 0.5%总伸长量确定。

S6 焊缝破坏试验

S6.1 圆形管材和圆形管材要成形加工到其他形状的管材时，须满足下列焊缝破坏试验。

S6.2 压扁试验——用一段长度不小于 4~6in.(101.6~152.4mm)的管材，置于两块平行板之间，焊缝应置于与加力方向成 90°的位置(最大弯曲点处)进行压扁，直至管材两对壁相合。除了在 S6.2.1 中允许的外，在板间距压到小于管材原来外径的三分之二时，焊缝不得开裂。在板间距压到小于管材原来外径的三分之一，但在任何情况下也不小于管子壁厚的 5 倍时，母材上不得有裂纹或破裂。在整个压扁试验期间，不出现分层迹象或材料烧损，且焊缝不得呈现有害缺陷。

S6.2.1 当试验 D/t 比小的管材时，由于几何原因使在 6 点钟和 12 点钟两处的内表面应变不合理地高，因此，当 D/t 比小于 10 时，不能因该处的破裂而予拒收。

S6.3 扩口试验——取长约 4in.(101.6mm)的一段管子能经受如下扩口试验：用一个有 60°夹角的工具，使管子在扩口处的口扩大至内径的 15%而不开裂或不显示缺陷。

S6.4 为了适当地评价焊缝质量，由生产厂自定可在试验前对试样进行正火。

S6.5 试验和复试数量：每批(注 S1)做 2 个压扁试验和 2 个扩口试验。

S7 圆形管材水压试验

S7.1 所有管材要按下式计算确定的压力进行水压试验：

$$p = 2St/D$$

式中

p=水压试验压力，psi 或 MPa

S=允许的纤维应力，14000psi 或 96.5MPa

t=规定壁厚，in. 或 mm

D=规定外径，in. 或 mm

S8 无损电测检验

S8.1 每根管子须按E213、E273、E309或E570实用规程中的无损电测试验方法进行检验。该检验的目的是拒收那些含有有害缺陷的管子。

S8.2 对于涡流检验，根据钢管厂的选择，标定管应含有以下任一种不连续性缺陷以确定拒收用最小灵敏度。对于焊接管材，如焊缝可见，标定用不连续缺陷应放在焊缝位置上。

S8.2.1 钻孔——一个直径不大于0.031in.(0.79mm)的钻孔开在径向上，并完全穿透管壁，要注意避免钻孔时管子变形。

S8.2.2 横切槽——用一直径为¼ in.(6.4mm)的圆工具或锉刀，锉或铣出切向于表面并横过管子纵轴的一个槽。所述槽的深度不超过管子规定壁厚的12.5%或0.004in.(0.102mm)，两者取其大者。

S8.2.3 纵向槽——在管子的外表面加工出宽度不大于0.013in.(0.79mm)并平行于管子轴线的径向平面上的槽，其深度不超过管子规定壁厚的12.5%或0.004in.(0.102mm)两者取其大者。槽的长度与试验方法相匹配。

S8.3 超声波试验用的纵向标定参考槽由钢厂选择为E213实用规程或E273实用规程中所示三种常用槽的任一种。缺口槽深不超过规定管壁厚的12.5%或0.004in.(0.102mm)，两者取其大者。对于焊接管材，如焊缝可见的话，槽应置于焊缝中。

S8.4 漏磁通试验用的每个纵向标定参考槽为直边槽，槽深不超过规定壁厚的12.5%，槽的长度不超过1in.(25mm)。外径和内径槽的位置离开足够远，以允许信号的分开和辨识。

S8.5 对于产生大于等于由所标定的缺陷所产生信号的管材应予拒收。产生这种信号的部位可做检验。

S8.5.1 由不能辨识的缺陷所产生的或由裂纹或类裂纹产生的信号，将造成管子被拒收，应重新加工或重新检验。

S8.5.2 下列表面缺陷所产生的试验信号根据对表面缺陷严重程度的目测检查结果，或在所用试验设备上产生信号的类型，或同时以两者为依据，可判为有害的或无害的缺陷：

S8.5.2.1 勾缝；

S8.5.2.2 矫直划痕；

S8.5.2.3 松散开的内径表面焊珠或切屑；

S8.5.2.4 表面擦伤；

S8.5.2.5 钢模划痕；

S8.5.2.6 不齐整的飞边修整；

S8.5.2.7 制动伤痕；

S8.5.2.8 管子减径皱纹。

S8.5.3 有上述任何类型的缺陷，且其深度超过0.004in.(0.102mm)或规定壁厚的12.5%(两者取大者)，则予以拒收。

S8.5.3.1 如果表面缺陷被判定为是有害的缺陷，则管子予以拒收，但是，如果尺寸符合要求，可重新改变状态或重新试验。

S8.5.3.2 如果表面缺陷被探查明白可认定为是无害缺陷，只要表面缺陷并未侵入到最小壁厚，在芯棒拉拔管子上留有清除用余量，则管子可无需进一步试验而合格验收。

S9 美国政府订货用合格证

S9.1 生产厂或供方应向政府提供一份合格证书证明管子材料是按本标准生产、取样、试验和检查的，并且满足要求。合格证书须包括熔炼分析报告(当在采购订单中要求成品分析时)，以及当在采购订单或合同中有规定时须提供试验结果报告。

S10 美国政府订货用拒收条款

S10.1 从钢管厂收到的每根管材可由采购方进行检查，如果根据标准中提出的要点检查和试验方法管子不符合标准的要求，这些管材可以被拒收，并通知生产厂。拒收管材的处理取决于生产厂和采购方之间的协议。

S10.2 在任何的成形操作或在安装过程中出现问题的，以及发现有缺陷的材料应放在一边，并应通知生产厂共同评价材料的适用性。这种材料按协商结果处理。

附 录

（非强制性资料）

X1 微英寸单位粗糙度的测量

X1.1 内径大于等于½in.（12.7mm）的冷加工（非抛光或打磨的）管材，对其内表面进行微英寸读数的测量程序如下：

X1.1.1 在任何加工之前，在管材纵向或非主要位置上的测量应放在直管内表面的周向上，在大致垂直于管子轴线的平面上进行。在管材周向位置上的测量应在纵向进行。

X1.1.2 测量应在距管端不小于1in.（25.4mm）处完成。

X1.1.3 测量应在大约相距90度的4个位置上完成，或者如果探查必须以别的方式重叠时，在超过全圆周上测量。

X1.1.4 探查的长度应按ANSI B46.1标准最新版的4.5条（不小于0.600in.（15.24mm）长）。

X1.1.5 这种测量最少3处，应沿纵轴线相距不小于¼in.（6.4mm）完成。

X1.1.6 数字量程极值应取所有取数读数的平均微英寸。要每个读数是平均值应是在探查中指示仪指示的中间位置；小于总探查的10%的任何瞬时仪表漂移应予忽略。

X1.1.7 可预料到管子不同部分的数字量程极值中会有偏差，数据经验表明通常会有±35%的偏差。

X1.2 测量仪表应符合ANSI B46.1标准最新版中的给出的标准。

X1.3 最好是机械探查，如果手工探查，则探测速度不得偏离大于要求的±20%，以产生适当的截断。应采用0.030in.的粗糙度宽度截断。

X1.4 微英寸测定仅反映不含有有害的或别的缺陷部位的粗糙度。这样的缺陷是按适用标准或商贸习惯常规目视检查条件下的，例如微裂纹，裂缝，凹坑、折叠等，且它们与粗糙度无关。

中、高温压力容器用碳钢板

SA-515/SA-515M

[与 ASTM 标准 A 515/A 515M—03(R07)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准主要用于中、高温焊接锅炉和其他压力容器用碳—硅钢板。

1.2 本标准中的钢板分为以下三个强度级别：

级别 U.S.(SI)	抗拉强度，ksi(MPa)
60(415)	60~80(415~550)
65(450)	65~85(450~585)
70(485)	70~90(485~620)

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力限制，但现在通常将按本标准供应的钢板最大厚度限制如下：

级 别	最大厚度，in.(mm)
60(415)	8(200)
65(450)	8(200)
70(485)	8(200)

1.4 对于由卷板所生产的、且未经热处理或只作了消除应力处理的钢板，包括附加试验要求以及提交附加试验结果报告在内，应适用 A 20/A 20M 标准的附加要求规定。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在本标准正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试的方法与程序，尺寸和重量的允许偏差，质量和缺陷的修补，标志和装载等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了购买本标准的钢板时所应遵循的订货须知。

3.3 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求而需要附加的控制、试验或检验时，可采用若干补充要求。

3.4 买方应参照本标准的补充要求和A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.5 卷板在加工成为成品钢板之前不按照本标准进行质量评定。由卷板生产的钢板意指：它业已从卷板切割成为单张钢板。钢材加工厂应对把卷板加工成为成品钢板所有涉及到的作业进行直接的控制或负全责。这样的作业，包括：开卷、展平、切割成钢板、试验、检查、调质、热处理（如适用时）、包装、标志和合格证书。

注 1：对于从卷板生产的、且未经热处理或只作了消除应力处理的钢板，对每一作质量评定卷板需报告三个试验结果。A 20/A 20M 标准中规定了有关从卷板生产钢板的附加要求。

3.6 如本标准的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求有抵触时，则以本标准中的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应按粗奥氏体晶粒度的工艺生产。

5 热处理

5.1 厚度小于或等于 2in.(50mm)的钢板通常以轧制状态供货，也可按正火或消除应力处理，或以正火加消除应力处理订货。

5.2 厚度大于 2in.(50mm)的钢板应进行正火处理。

6 化学成分要求

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 真空碳脱氧钢的规定外，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7 力学性能要求

应符合表2的规定。

7.1 拉伸试验要求——钢板的拉伸试验性能

表1 化 学 成 分

元 素		成 分,%		
		60(415)级	65(450)级	70(485)级
C①	板厚≤1in.(25mm)	≤0.24	≤0.28	≤0.31
	>1~2in.(25~50mm)	≤0.27	≤0.31	≤0.33
	>2~4in.(50~100mm)	≤0.29	≤0.33	≤0.35
	>4~8in.(100~200mm)	≤0.31	≤0.33	≤0.35
	>8in.(200mm)	≤0.31	≤0.33	≤0.35
Mn	熔炼分析	≤0.90	≤0.90	≤1.20
	成品分析	≤0.98	≤0.98	≤1.30
P①		≤0.035	≤0.035	≤0.035
S①		≤0.035	≤0.035	≤0.035
Si	熔炼分析	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

表2 拉 伸 性 能

	60(415)级	65(450)级	70(485)级
抗拉强度,ksi(MPa)	60~80 (415~550)	65~85 (450~585)	70~90 (485~620)
屈服强度,ksi(MPa)	≥32(220)	≥35(240)	≥38(260)
伸长率,标距8in.(200mm),%	≥21①	≥19①	≥17①
伸长率,标距2in.(50mm),%	≥25①	≥23①	≥21①

① 伸长率的修正参见A 20/A 20M。

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定，否则不用执行本补充要求。ASTM 标准 A 20/A 20M 中包括一个供买方选用的标准化了的补充要求明细表。其中本标准适用的项目如下：

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准的超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准的超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

附加的补充要求

适用于本标准的一个可供选用的附加补充要求也列在下面：

S61 奥氏体晶粒度

S61.1 钢板应具有1至5级渗碳法奥氏体晶粒度。

中、低温压力容器用碳钢板

SA-516/SA-516M

（与 ASTM 标准 A 516/A 516M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于对缺口韧性有较高要求的焊接压力容器用碳素钢板。

1.2 本标准中的钢板分为如下四个强度级别：

级别 U.S.（SI）	抗拉强度，ksi（MPa）
55（380）	55~75（380~515）
60（415）	60~80（415~550）
65（450）	65~85（450~585）
70（485）	70~90（485~620）

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力限制，但现在通常将按本标准供应的钢板最大厚度限制如下：

级别 U.S.（SI）	最大厚度，in.（mm）
55（380）	12（305）
60（415）	8（205）
65（450）	8（205）
70（485）	8（205）

1.4 对于由卷板所生产的、且未经热处理或只作了消除应力处理的钢板，包括附加试验要求以及提交附加试验结果报告在内，应适用 A 20/A 20M 标准的附加要求规定。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的钢板应符合现行的 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试的方法与程序，尺寸和重量的允许偏差，质量，缺陷的修补，标志和装载等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了购买本标准的钢板时所应遵循的订货规则。

3.3 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求而需要附加的控制、试验或检验时，可采用若干补充要求。

3.4 买方应查阅本标准中列出的补充要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.5 卷板在加工成为成品钢板之前不按照本标准进行质量评定。由卷板生产的钢板意指：它业已从卷板切割成为单张钢板。钢材加工厂应对把卷板加工成为成品钢板所有涉及到的作业进行直接的控制或负全责。这样的作业，包括：开卷、展平、切割成钢板、试验、检查、调质、热处理（如适用时）、包装、标志和合格证书。

注 1：对于从卷板生产的、且未经热处理或只作了消除应力处理的钢板，对每一作质量评定卷板需报告三个试验结果。A 20/A 20M 标准中规定了有关从卷板生产钢板的附加要求。

3.6 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，则以本标准中的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 厚度小于或等于 1.50in.（40mm）的钢板通常以轧制状态供货。可以订购正火处理的、或消除应力处理的或正火加消除应力处理的钢板。

5.2 厚度大于 1.5in.(40mm)的钢板必须经正火处理。

5.3 除非买方另有规定，当对板厚小于或等于 1.5in.(40mm)的钢板要求进行缺口韧性试验时，则钢板应该经正火处理。

5.4 如需方同意，为改善韧性允许采用大于在空气中冷却的速度，但钢板应随后在 1100~1300℉(595~705℃)的范围内回火。

6 化学成分

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 真空碳脱氧钢的规定外，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7 力学性能

7.1 拉伸试验要求——钢板的拉伸试验性能应符合表 2 的规定。

8 关键词

8.1 碳钢 碳钢板 承压零件 压力容器钢 压力容器用钢板

表1 化学成分

元素			成分,%			
			55(380)级	60(415)级	65(450)级	70(485)级
C①,②	板厚≤½in.(12.5mm)		≤0.18	≤0.21	≤0.24	≤0.27
	板厚>½~2in.(12.5mm)		≤0.20	≤0.23	≤0.26	≤0.28
	板厚>2~4in.(50~100mm)		≤0.22	≤0.25	≤0.28	≤0.30
	板厚>4~8in.(100~200mm)		≤0.24	≤0.27	≤0.29	≤0.31
	板厚>8in.(200mm)		≤0.26	≤0.27	≤0.29	≤0.31
Mn②	板厚不大于½in.(12.5mm)	熔炼分析③	0.60~0.90	0.60~0.90	0.85~1.20	0.85~1.20
		成品分析③	0.55~0.98	0.55~0.98	0.79~1.30	0.79~1.30
	板厚大于½in.(12.5mm)	熔炼分析	0.60~1.20	0.85~1.20	0.85~1.20	0.85~1.20
		成品分析	0.55~1.30	0.79~1.30	0.79~1.30	0.79~1.30
P①			≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
S①			≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
Si	熔炼分析		0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析		0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

② 在规定的最大碳含量以下每降低 0.01%，规定最大锰含量的上限可增加 0.06%，熔炼分析最大允许到 1.50%，成品分析最大允许到 1.60%。

③ 60 级厚度不超过½in.(12.5mm)的钢板锰含量熔炼分析可为 0.85%~1.20%，成品分析 0.79%~1.30%。

表2 拉伸性能

项目	55(380)级	60(415)级	65(450)级	70(485)级
抗拉强度，ksi(MPa)	55~75 (380~515)	60~80 (415~550)	65~85 (450~585)	70~90 (485~620)
屈服强度①，ksi(MPa)	≥30(205)	≥32(220)	≥35(240)	≥38(260)
伸长率(标距 8in. 或 200mm),%②	≥23	≥21	≥19	≥17
伸长率(标距 2in. 或 50mm),%②	≥27	≥25	≥23	≥21

① 用 0.2%残余变形法或载荷下的 0.5%伸长测定。

② 关于伸长率的修正见 A-20/A20M 标准。

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定，否则不用执行本补充要求。A 20/A 20M 标准中包括一个供需方选择的标准化了的补充要求明细表。适用于本标准的项目标题如下，由供需双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行的超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行的超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

附 加 的 补 充 要 求

此外，下列附加的补充要求也适用于本标准应用。

S54 对氟化氢酸烃化服役用碳钢板的要求

S54.1 钢板应以正火热处理状态供货。

S54.2 钢板的最大碳当量（*CE*）应为：

板厚小于等于 1in.（25mm）的钢板：*CE*≤0.43。

板厚大于 1in.（25mm）的钢板：*CE*≤0.45。

S54.3 按下列确定钢板的碳当量（*CE*）：

$$CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

S54.4 据于熔炼分析得出的钒和铌的最大含量应为：

V≤0.02%

Nb≤0.02%

V+Nb≤0.03%

S54.5 据于熔炼分析得出的（Ni+Cu）的最大含量应为 0.15%。

S54.6 据于熔炼分析得出的最小碳含量应为 0.18%。最大碳含量应按订货级别钢的规定。

S54.7 焊接修补用的焊接消耗材料应为低氢型的焊材。不得使用 E60××型的焊条，并且由此产生的焊缝的化学组成应符合对母材相同化学成分的要求。

S54.8 除了标准中对产品标志的要求外，对于每一张符合本补充要求的钢板，为了识别目的用应用钢模打印“HF-N”或作标志。

更 改 一 览 表

（A01）委员会已查验了自发布上一版以来，那些按有可能影响本标准使用所选出的、对本标准作了更改的位置。

（1）在表 1 下增添了脚注③。

压力容器用淬火加回火高强度合金钢板

SA-517/SA-517M

（与 ASTM 标准 A 517/A 517M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于焊接锅炉及其他压力容器用淬火加回火的高强度合金钢板。

1.2 本标准包括由不同生产厂制造的许多级别的钢种，但均有相同的力学性能和综合特性。

1.3 按本标准供应的钢板的最大厚度如下所示：

级别	厚度
A、B	1.25in.（32mm）
H、S	2in.（50mm）
P	4in.（100mm）
F	2.50in.（65mm）
E、Q	6in.（150mm）

1.4 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的材料应符合 A 20/A 20M 标准。这些要求包括试验和复试的方法与程序、尺寸和重量的允许偏差、质量、缺陷的修补、标记和装载等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了购买本标准的材料时应遵守的订货规则。

3.3 除了本标准的基本要求外，为了满足最终使用要求而需更多的控制试验或检验时，可采用某些补充要求，包括：

3.3.1 真空处理。

3.3.2 附加的或特殊的拉伸试验。

3.3.3 冲击试验。

3.3.4 无损检验。

3.4 买方应参照本标准中列出的补充要求及 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.5 如本标准的要求与 A 20/A 20M 中的要求不一致时，则以本标准中的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 除了 5.2 条允许的做法以外，所有钢板应由材料生产厂进行热处理，将钢板加热到不低于 1650℉（900℃）温度下，在水或油中淬火，随后在不低于 1150℉（620℃）温度下回火，保温时间至少½h。

5.2 当订购无需做 5.1 条规定热处理的钢板时，生产厂应负责对钢板做消除应力处理，而在随后对钢板做符合于 5.1 条规定的热处理属于采购方的责任。

6 化学成分

6.1 对于 A 级以外的各级别钢，除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 规定的真空碳脱氧钢外，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7 力学性能

7.1 拉伸试验

7.1.1 要求——材料的拉伸性能应符合表2的要求。

7.1.2 试验方法

7.1.2.1 屈服强度可用0.2%残余变形法或载荷下的0.5%总伸长法测定。

7.1.2.2 对于厚度小于等于¾in.(20mm)的钢板，拉伸试样可用宽1½in.(40mm)宽的矩形试样。

7.1.2.3 对于厚度大于¾in.(20mm)的钢板，拉伸试验可采用全厚度矩形试样或½in.(12.5mm)圆形试样。

7.1.2.4 当拉伸试验采用1½in.(40mm)宽的矩形试样时，伸长率可用2in.(50mm)标距来测定，其标距包括断口部位。

7.2 冲击性能要求

7.2.1 横向夏比V形缺口冲击试样的缺口对边的侧向膨胀量不低于0.015in.(0.38mm)。

7.2.2 试验温度应由供需双方协商，但不得高于32°F(0°C)。

8 关键词

8.1 合金钢 锅炉 高温 冲击试验了的钢板 压力容器 淬火的 回火的

表1 化学成分要求

元素		成分,%							
		级别A	级别B	级别E	级别F	级别H	级别P	级别Q	级别S
C	熔炼分析	0.15~0.21	0.15~0.21	0.12~1.20	0.10~0.20	0.12~0.21	0.12~0.21	0.14~0.21	0.10~0.20
	成品分析	0.13~0.23	0.13~0.23	0.10~0.22	0.08~0.22	0.10~0.23	0.10~0.23	0.12~0.23	0.10~0.22
Mn	熔炼分析	0.80~1.10	0.70~1.00	0.40~0.70	0.60~1.00	0.95~1.30	0.45~0.70	0.95~1.30	1.10~1.50
	成品分析	0.74~1.20	0.64~1.10	0.35~0.78	0.55~1.10	0.87~1.41	0.40~0.78	0.87~1.41	1.02~1.62
P[①], ≤		0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
S[①], ≤		0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Si	熔炼分析	0.40~0.80	0.15~0.35	0.10~0.40	0.15~0.35	0.15~0.35	0.20~0.35	0.15~0.35	0.15~0.40
	成品分析	0.34~0.86	0.13~0.37	0.08~0.45	0.13~0.37	0.13~0.37	0.18~0.37	0.13~0.37	0.13~0.45
Ni	熔炼分析	…	…	…	0.70~1.00	0.30~0.70	1.20~1.50	1.20~1.50	…
	成品分析	…	…	…	0.67~1.03	0.27~0.73	1.15~1.55	1.15~1.55	…
Cr	熔炼分析	0.50~0.80	0.40~0.65	1.40~2.00	0.40~0.65	0.40~0.65	0.85~1.20	1.00~1.50	…
	成品分析	0.46~0.84	0.36~0.69	1.34~2.06	0.36~0.69	0.36~0.69	0.79~1.26	0.94~1.56	…
Mo	熔炼分析	0.18~0.28	0.15~0.25	0.40~0.60	0.40~0.60	0.20~0.30	0.45~0.60	0.40~0.60	0.10~0.35
	成品分析	0.15~0.31	0.12~0.28	0.36~0.64	0.36~0.64	0.17~0.33	0.41~0.64	0.36~0.64	0.10~0.38
B		≤0.0025	0.0005~0.005	0.0005~0.005	0.0005~0.006	≥0.0005	0.001~0.005	…	…
V	熔炼分析	…	0.03~0.08	…	0.03~0.08	0.03~0.08	…	0.03~0.08	…
	成品分析	…	0.02~0.09	…	0.02~0.09	0.02~0.09	…	0.02~0.09	…
Ti	熔炼分析	…	0.01~0.03	0.01~0.10	…	…	…	…	0.06
	成品分析	…	0.01~0.04	0.005~0.11	…	…	…	…	0.07
Zr	熔炼分析	0.05~0.15[②]	…	…	…	…	…	…	…
	成品分析	0.04~0.16	…	…	…	…	…	…	…
Cu	熔炼分析	…	…	…	0.15~0.50	…	…	…	…
	成品分析	…	…	…	0.12~0.53	…	…	…	…
Nb	熔炼分析	…	…	…	…	…	…	…	0.06
	成品分析	…	…	…	…	…	…	…	0.07

① 同时适用于熔炼分析及成品分析。

② 可以按一比一，替代部分或全部的钛含量。

③ 锆(Zr)可以用铈(Ce)代替。当使用铈时，以熔炼分析为准，铈/硫比应为约1.5~1.0。

表2　拉伸性能要求

项　目		板厚不大于 2.5in.（65mm）	板厚大于 2.5～6in.（65～150mm）
抗拉强度，ksi(MPa)		115～135(795～930)	105～135(725～930)
屈服强度，ksi(MPa)		≥100(690)	≥90(620)
伸长率(标距 2in. 或 50mm)①		≥16	≥14
断面收缩率,%	矩形试样	≥35	…
	圆形试样	≥45	≥45

①伸长率的修正见 A 20/A 20M 标准。

补 充 要 求

除非订货单中规定，否则不用执行本补充要求。供用户选择的标准补充要求明细表包括在A20/A 20M标准中。适用于本标准的项目标题如下，由供需双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S5 夏比V形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按A 435/A 435M标准进行的超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按A 577/A 577M标准进行的超声波检验

S12 按A 578/A 578M标准进行的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

专门用途碳钢和合金钢公称管通用要求

SA-530/SA-530M

（与 ASTM A 530/A 530M—99 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准规定的一组要求除 4.3 条，第 12，19 和 20 节外，为下列 ASTM 管状产品标准强制性要求，当产品标准指明有不同要求时，以产品标准为准。

1.2 若产品标准要求有成品分析或压扁试验时，第 4.3 条或第 19 节是强制性的。

1.3 若产品标准中有水压试验要求，但对试验参数未作规定时，则第 20 节为强制性要求。

1.4 第 12 节仅供参考。

1.5 当产品标准的要求和本通用要求发生矛盾时，应满足产品标准要求。

标 准 名 称	ASTM 标准号①
高温用无缝碳钢公称管	A 106
无缝和焊接奥氏体不锈钢公称管	A 312/A 312M
低温用无缝和焊接公称钢管	A 333/A 333M
高温用无缝铁素体合金钢公称管	A 335/A 335M
高温用电熔化焊奥氏体铬-镍合金钢公称管	A 358/A 358M
高温用碳钢和铁素体合金钢锻造并镗孔公称钢管	A 369/A 369M
高温中央电站用无缝奥氏体钢公称管	A 376/A 376M
高压输送系统用金属电弧焊公称钢管	A 381
高温用特殊热处理的无缝铁素体合金钢公称管	A 405
腐蚀和高温用焊接大直径奥氏体钢公称管	A 409/A 409M
高温用离心铸造铁素体合金钢公称管	A 426
高温用锻造和镗孔奥氏体钢公称管	A 430/430M
高温用离心铸造奥氏体钢公称管	A 451
高温用离心铸造奥氏体冷加工塑性钢公称管	A 452
常温和较低温用无缝碳钢公称管	A 524
高温耐压用离心铸造铁-铬-镍高合金钢公称管	A 608
高温用离心铸造碳钢公称管	A 660
常温和较低温用无缝碳钢公称管	A 671
中温高压用电熔化焊公称钢管	A 672
高温高压用碳素钢和合金钢电熔化焊公称钢管	A 691
无缝及焊接铁素体和马氏体不锈钢公称管	A 731/A 731M
无缝及焊接铁素体/奥氏体不锈钢公称管	A 790/A 790M
单面或双面焊奥氏体不锈钢公称管	A 813/A 813M
冷加工焊接奥氏体不锈钢公称管	A 814/A 814M
腐蚀环境用离心铸造铁素体/奥氏体不锈钢公称管	A 872

① 标准号以最新版为准。

1.6 无论以英寸-磅或SI单位表示的数值应视为标准值。在本标准正文中SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非订单中要求使用产品标准的“M”标记(SI单位)，否则一律使用英寸-磅单位制。

注1：标准中的常用名词，如“公称直径”、“尺寸”和“公称尺寸”已改用无量纲标志NPS(公称钢管尺寸)代替。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 370 钢制品力学试验方法和定义标准

A 450/A 450M 碳钢、铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用的要求。

A 700 国内发运的钢制品包装、标志和装载实用规程

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

D 3951 商业包装实用规程

E 29 为确定与标准的一致性，试验数据中取有效位数的实用规程

2.2 美国国家标准学会(ANSI)标准

B 36.10 焊接和无缝塑性加工公称钢管

B 36.19 不锈钢公称管

2.3 军用标准

MIL-STD-163 钢材轧制品装运储存前的处理

MIL-STD-271 金属无损检测

MIL-STD-792 特殊用途仪器的识别标志

2.4 联邦标准

Fed. Std. No. 183 钢铁产品连续识别标志

2.5 钢结构油漆委员会标准

SSPC—SP6 表面准备技术条件之6商业喷砂清理

3 冶炼方法

3.1 钢可采用任何一种方法冶炼。

3.2 如果采购方要求采用特殊的冶炼方法，则应在订货单中注明。

3.3 一次冶炼可与炉外脱气或炉外精炼结合进行，并可随后进行电渣重熔或真空电弧重熔的二次冶炼。如果采用二次冶炼，应以一次冶炼的同一炉钢重熔的全部钢锭为一炉号。

3.4 钢水可以烧铸成钢锭，也可连铸。当不同类别的钢不间断连接浇铸时，要求对产生的过渡材料进行识别。生产厂应制订能正确区分不同类钢的工艺，将过渡材料去除掉。

4 化学成分

4.1 化学分析——化学分析取样和分析方法应遵循A 751钢制品的化学分析方法、操作及术语。

4.2 熔炼分析——钢管厂必须对每一炉钢进行熔炼分析，以检测的元素百分含量。如果用二次熔炼工艺，则熔炼分析应从二次熔炼钢锭上切取或从每一初次熔炼的某一二次熔炼钢锭的产品上得出，由此测得的化学成分或由钢管厂所作成品分析应符合规定的要求。

4.2.1 对于按照引用本通用要求标准的产品标准所订购的不锈钢，钢中不应含有(N)元素以外订货级别钢的未规定元素以致使该级钢符合于另外级别钢的要求，而另外级别钢的这些元素是规定元素规定了最小含量。对此要求，钢种级别的定义是：在本标准的范围内列出的任何一份产品标准的化学成分要求表中，由它自己的UNS牌号来识别并单独列出的某一种合金。

4.3 成品分析——成品分析的要求和选择，包括在产品标准(如果有的话)中。

5 力学性能

5.1 力学性能试验方法——试样和试验要求按A 370试验方法和定义的规定，特别是其附录A 2的规定。

5.2 试样应在室温下进行试验。

5.3 只有在没有足够材料切取标准试样时，才可采用如A 370试验方法和定义中所述的小尺寸或较小尺寸试样。但采用小尺寸或较小尺寸试样时，应采用可能达到的最大尺寸。

6 拉伸性能要求

6.1 材料应符合各标准规定的拉伸性能要求。

6.2 屈服强度用相当于0.2%标距长度的永久残余变形或在承载下试样产生0.5%标距的总伸长来测定。

6.3 若任一试样的伸长率小于规定值，并且断的任一部分偏离试验前在试样上划出记号的标

距中心超过¾in.（19.0mm）以上者，则允许重新试验。

7　无缝钢管重量允许偏差

7.1　公称尺寸不大于 NPS12 的无缝钢管，其重量的允许偏差规定为+10%和-3.5%；公称尺寸大于 NPS12 者，重量允许偏差规定为+10%和-5%。除另有规定外，NPS4 或更小的钢管可以适当的批量称重，比 NPS4 大的钢管则须单独称重。

8　壁厚允许偏差

8.1　无缝钢管和焊接钢管（不加填充金属）——除了焊接公称管的焊缝部位可不受壁厚正偏差的限制外，任意点的最小壁厚应在表 1 中规定的公差值以内。检查时用的-12.5%最小壁厚值见表 X1.1。

8.2　锻造管和镗孔管——壁厚的上偏差为+⅛in.（3.2mm），下偏差为 0。

8.3　铸造管——壁厚的上偏差为 1/16 in.（1.6mm），下偏差为 0。

9　内径的允许偏差

9.1　锻造管、镗孔管和铸造管——内径的上偏差为 0，下偏差为-1/16in.（1.6mm）。

10　外径的允许偏差

10.1　除非另有规定，否则外径的允许偏差不得超过表 2 所列极限值。除 10.2 和 10.2.1 条规定者外，外径的允许偏差应包括圆度。

表 1　壁厚的允许偏差

NPS 标号	偏离公称壁厚的偏差,%	
	正偏差	负偏差
⅛-2½所有的 t/D[①②]	20.0	12.5
3~18，$t/D \leq 5\%$	22.5	12.5
3~18，$t/D > 5\%$	15.0	12.5
≥20，焊接的，所有的 t/D	17.5	12.5
≥20，无缝的，$t/D \leq 5\%$	22.5	12.5
≥20，无缝的，$t/D > 5\%$	15.0	12.5

① t=公称壁厚。
② D=订购外径。

表 2　外径允许偏差

NPS 标号	外径允许偏差			
	上偏差		下偏差	
	in.	mm	in.	mm
⅛~1½	1/64（0.015）	0.4	1/32（0.031）	0.8
>1½~4	1/32（0.031）	0.8	1/32（0.031）	0.8
>4~8	1/16（0.062）	1.6	1/32（0.031）	0.8
>8~18	3/32（0.093）	2.4	1/32（0.031）	0.8
>18~26	⅛（0.125）	3.2	1/32（0.031）	0.8
>26~34	5/32（0.156）	4.0	1/32（0.031）	0.8
>34	3/16（0.187）	4.8	1/32（0.031）	0.8

10.2 在最终退火或矫直中，薄壁管通常产生较大的椭圆(圆度偏差)。薄壁管是指壁厚小于或等于外径3%的钢管。

10.2.1 表1的直径允许偏差不期望薄壁管能完全控制附加的圆度，只能用以表示在任一截面上外径极值(最大和最小)的平均数，但是薄壁管任一截面上外径的最大值与最小值之差(椭圆度)不能超过规定外径的1.5%。

11 长度允许偏差

11.1 无缝钢管和焊接钢管(不加填充金属)——如果钢管按定尺订货，钢管长度的上偏差为+¼in.(6mm)，下偏差为0。

11.2 锻造管、镗孔管、铸造管和铸造冷锻轧加工管——如果钢管按定尺订货，钢管长度的上偏差为+⅛in.(3mm)，下偏差为0。

11.3 对不按定尺订货的钢管，其长度和允许偏差由钢管厂和采购方协商决定。

11.4 除非另有商定，钢管不允许有接头。

12 标准重量

12.1 美国国家标准学会(ANSI)已批准标准钢管尺寸系列并列入ANSI B 36.10和B 36.19。这些标准尺寸的制订并不禁止生产和使用按本标准引用的不同标准生产的其他尺寸钢管。

12.2 对非标准尺寸钢管，每英尺长的重量由下式求得：

$$W = C(D - t)t \qquad (1)$$

式中 $C = 10.69(0.0246615)$

W = 重量，lb/ft(kg/m)

D = 规定外径或计算外径(由规定内径和壁厚算得)，in.(mm)

t = 规定壁厚，in. 至小数点后三位(mm至小数点后二位)

注2：由美国国家标准给出的重量和由公式(1)算得的重量，是根据碳钢管求出的，铁素体不锈钢管的重量比所给值约减少5%，而奥氏体不锈钢管的重量约增加2%。

13 管端

13.1 除非另有规定，管子端部应呈平端面供货，端部的毛边须全部清除。

14 直度

14.1 成品管应有良好的直度。

14.2 对金属电弧焊接管用10ft(3.0m)长的直尺使其二端与钢管接触，最大间隙不得大于⅛in.(3.2mm)。长度短于10ft(3.0m)的金属电弧焊接管，应按实际长度与10ft(3.0m)的比例折算其允许最大间隙。

15 焊补

15.1 无缝钢管(包括离心铸造钢管、锻造和镗孔管)的有害缺陷和焊接钢管的板面缺陷，以及焊接钢管在产品技术条件具体说明的焊缝缺陷，经用户同意允许焊补，并进一步商定焊缝金属在成分应与被焊金属相适应。焊补前必须将缺陷彻底切削或磨削掉。而且每根焊补的钢管必须按相应标准的要求重新进行热处理或消除应力。每根修补后的钢管还须按产品标准的要求进行水压试验。

15.2 应按ASME锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷要求评定合格的焊工或焊机操作工和工艺进行焊补。

16 复试

16.1 若有一组或一批试样的力学试验结果不满足各有关标准规定的要求，可在该组或该批钢管的其他钢管上截取两倍于原试样数量的试样进行复试，其中的每一试样都须符合规定的要求。任一组或任一批钢管只允许进行一次复试，复试仍不满足要求的该组或该批钢管应予以拒收。

16.2 任一单根钢管试验如满足要求即可验收。如单根钢管试验不符合要求，且不符合的理由成立，并已将不符合部分切除方可提交复试。

17 重新热处理

17.1 若单根钢管挑选来代表任一组或一批的钢管不能满足试验要求，该钢管所对应的该组或批钢管可再作热处理后进行复试。钢管厂方可以对钢管再进行热处理，但次数不得超过两次。如果对钢管作金相分析表明，试验失败因素可以弥补，并且材料性能满足要求，则只要经采购方同意，热处理次数可多于两次。

18 试样

18.1 试样必须在未进行成型加工或切割至

定尺长度前，从成品管的端部截取。试件端部必须光滑，无毛边和裂纹。剪切管头用于压扁试验的试样例外。

18.2　用于拉伸试验的试样可从纵向或横向截取。

18.3　若试样有毛边和机械加工缺陷，试样应予报废并调换。

19　压扁试验要求

19.1　无缝钢管和离心铸造钢管——长度不小于 2½in.（63mm）的一段钢管应在冷态下于两平行板间分二步进行压扁，第一步是延性试验，除了第 19.3.4 条所述的钢管以外，将钢管一直压到两平板间的距离小于按下式计算出的 H 值时，试样的内、外侧或两端面上均无裂纹或破裂发生。

$$H=(1+e)t/(e+t/D) \qquad (2)$$

式中　H=压板之间距离，in.（mm）

t=规定壁厚，in.（mm）

D=规定外径或计算外径（由规定内径和壁厚计算），in.（mm）

e=单位长度的变形，对于给定类别的钢是一定值，中碳钢（最小含碳量 0.19）为 0.07，铁素体合金钢为 0.08，奥氏体钢为 0.09，低碳钢（最大含碳量 0.18）为 0.09

第二步是完整性试验，直到试样破裂或者相对两壁接触为止。

19.2　焊接管——长度不小于 4in.（100mm）的一段焊接钢管放在两平行板之间分两步以冷态压扁。焊缝应放置在与加力方向成 90°的位置上（最大弯曲点）。第一步是延性试验，除了 19.3.4 条所述外，在两板之间距离小于 H 值时，内、外壁不得出现裂纹或破裂，H 值由公式（2）计算，第二步为完整性试验，继续压扁，直到试样破裂或者相对两壁接触为止。

19.3　无缝钢管、离心铸造管和焊接管

19.3.1　整个压扁试验过程中，如发现有分层或有缺陷的材料或焊缝，应予以拒收。

19.3.2　试样压扁前未发现表面缺陷，但在试验的第一步中被发现，则须根据成品要求判断。

19.3.3　由于表面缺陷引起肤裂，不得作为拒收的理由。

19.3.4　当对 D/t 较小的管状产品进行试验时，由于几何原因在 6 和 12 点钟位置的钢管内表面应变过高，因此，当 D/t 小于 10 时，不能因该处裂纹而予拒收。

20　水压试验要求

20.1　除了 20.2 和 20.3 条的钢管外，钢管厂必须对每根钢管进行水压试验。对碳钢管和铁素体合金钢管，试验产生的应力不可小于已知屈服强度最小值的 60%，对奥氏体合金钢管，不应小于已知屈服强度最小值的 50%。水压试验压力或应力须由下式计算：

$$P=2St/D \text{ 或 } S=PD/2t \qquad (3)$$

式中　P=水压试验压力，psi 或 MPa

S=管壁应力，psi 或 MPa

t=规定的公称壁厚，与美国国家标准学会（ANSI）管子标号相对应，或者为规定最小壁厚的 1.143 倍，in.（mm）

D=规定外径，与美国国家标准学会的钢管尺寸相对应，也可以规定内径加 $2t$（t 定义如上）算得，in.（mm）

20.1.1　由公式算出的水压试验压力必须经过圆整，若压力小于 1000psi（7MPa）圆整到最近的 50psi（0.5MPa），若压力大于等于 1000psi（7MPa），圆整到最近的 100psi（1MPa）。水压试验可以在钢管切割至最终长度之前进行，或在镦粗、模锻、胀管、弯曲等成型工序之前进行。

20.2　尽管管壁应力水平由公式（3）决定，但是对外径 D（见第 20.1）小于或等于 3.5in.（88.9mm）的钢管，满足第 20.1 条要求的最小水压试验压力不应超过 2500psi（17.0MPa），对外径大于 3.5in.（88.9mm）的钢管，也不应超过 2800psi（19.0MPa）。但是，这并不禁止制造商或根据第 20.3 条要求选用更高的压力进行水压试验。

20.3　经钢管厂同意采用超过第 20.2 或 20.1 条或同时超过两者的最小水压试验压力，可在订单上注明。

20.4　试验压力须保持 5 秒钟以上而没有因发生的穿透管壁的泄漏。对焊接钢管，保压时间

要充分，以保证检验员有足够的时间来检查整条焊缝。

20.5 水压试验不能检查钢管的端部，因此，制造商应确定未受检的钢管长度，如采购方合同上有规定时，应告知采购方。

21 试验报告证明

21.1 当订货单或合同有规定时，生产厂或供货方应向采购方提供一份试验报告证明，用以证明钢管是按标准(包括年号)、补充要求以及采购方在订货单或合同中载明的任何其他要求制造、取样、试验和检查的，且试验和检查结果已满足了标准、补充要求和其他要求。这份试验报告证明不要求签字和公证，但应写上日期，并应清楚地标上试验报告证明提供机构的名称。

注3：尽管没有签字和公证，但提供报告的机构应对报告的内容负责。

21.2 此外，试验报告证明还应包括下列适用的内容和试验结果：

21.2.1 炉号。

21.2.2 熔炼分析。

21.2.3 成品分析，如果有规定或要求的话。

21.2.4 拉伸性能。

21.2.5 当采用纵向条状拉伸试验试样时，标距部分的宽度。

21.2.6 弯曲试验合格。

21.2.7 压扁试验合格。

21.2.8 水压试验压力。

21.2.9 无损电测试验方法。

21.2.10 冲击试验结果。

21.2.11 其他试验结果或产品标准要求报告的内容。

21.3 补充要求或采购方在订货单或合同中提出的其他要求所需要报告的试验结果或内容，应报告给采购方，但可用一份单独的文件报告。

21.4 当标准的所有要求未完成时，钢管厂提供的证书或报告应包括对标准号后面加字母(见24.5)的说明报告。采购方必须保证在擦去字母(即X、Y或Z)之前，标准的所有要求都已完成。

21.5 当没有经过水压试验的产品需证书时，证书中应注明未进行水压试验，并在产品标准号，材料类别和级别上添上字母“NH”。

22 检查

22.1 在履行采购方合同期间，代表采购方的检查员可随时进入与合同有关的钢管厂所有部门。钢管厂必须为检验员提供一切可能的便利，以使他确信提供的材料是符合本标准的。除非另有规定，所有要求的试验和检查于运输前在钢管厂进行，并应避免工厂的生产发生不必要的干扰。

23 拒收

23.1 从钢管厂收到的每根钢管，采购方都可予以检验。如果按标准规定的检验和试验方法达不到要求时，该根钢管可以拒收并通知钢管厂方。对被拒收钢管的处理，须由钢管厂和采购方协商决定。

23.2 在制管操作的任何一道工序中或安装过程中损坏或查出缺陷的钢管应放置一边，并通知钢管厂共同对钢管的可用性作出估价，对这样钢管的处理需要协商决定。

24 产品标志

24.1 每根钢管上都必须清晰地标上钢管厂名或商标、标准号(不要年号)和等级。标志离钢管端部约12in.(300mm)，对小于NPS2和短于3ft(1m)的钢管，所要求的上述资料可以记在标签上，并牢固地捆扎在成捆的钢管上或贴在装运钢管的箱子上。

24.2 当按规定经标志的钢管被拒收后应取消ASTM记号。

24.3 对奥氏体钢管，打印的油漆或墨水不应含有任何有害金属或金属盐，如锌、铅或铜，它们加热时会引起腐蚀侵袭。

24.4 按第15.1条焊补过的钢管标上“WR”。

24.5 当有规定时，ASME锅炉和压力容器委员会所采纳的标准中，某些要求应由买方收到材料后来完成，钢管厂应在标准号后面紧接着用字母如X、Y或Z来表明尚未完成标准的所有要求。在按标准完成所有要求后，要将这些字母除去。完成要求的说明见第23.1条。

24.6 条形码——除了24.1，24.2，24.3，24.4和24.5条的要求外，条形码可作为补充

识别方法。采购方在订货单中可指定要采用的特定条形码。

25 包装、标志和装运

25.1 当订货单上对包装、标志和运输时的装载有规定时，应按 A 700 实用规程进行。

26 政府采购

26.1 美国政府代理机构需要光亮管的场合，在合同或订货单有规定时，询价合同或订货单中应考虑以下要求。如果这些要求与产品标准的要求有抵触，则应以这些要求为准。

26.1.1 钢管应以公称管尺寸(NPS)和标号订货，公称钢管尺寸按 ANSI B36.10 规定。

26.1.2 检查责任——除非在合同或订货单中另有规定，钢管厂应完成规定的所有检查和试验要求。缺少标准中任何检验要求，并不减轻承包商保证提供给政府验收的所有产品或供货遵守全部合同要求的责任。作为制造工序一部分的样品检查，是一种可接受的常用方法，用以查明是否符合要求。然而，这并不允许提供已指明或实际上已知有缺陷的材料，也不允许提交给政府验收此材料。除合同或订货单另有规定外，钢管厂可以由他自己或任何其他合适的机构完成检查和试验要求，除非货物已到达目的地而未经需方同意。需方在以后有权宣布进行任何检查和试验，只要这种检查和试验对保证材料符合规定要求认为是必要的。

26.1.3 压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的取样——压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的最少取样数量如下：

批量(每批根数)	取样数量
2~8	整批
9~90	8
91~150	12
151~280	19
281~500	21
501~1200	27
1201~3200	35
3201~10000	38
10001~35000	46

以上各种情况下，合格判定数为 0，拒收判定数为 1。拒收批可经筛选并重新提交作外观和尺寸检验。这个批量的钢管在验收之前，所有不合格的钢管应用合格的钢管替换掉。

26.1.4 化学分析取样——每批选 2 根钢管，每根钢管取一个化学分析试样。一批应为一炉钢水浇注的所有材料。

26.1.5 拉伸和弯曲试验取样——每批取一个试样。一批应由相同外径和壁厚、在 8h 作业班内用同一炉钢制造、并在相同温度和条件下间隙式炉或连续式炉内热处理，以及同时提交检查的钢管组成。

26.1.6 水压试验和超声波检测——每根钢管应经超声波检测(当有规定时)和水压试验。

26.1.7 钢管应没有厚的氧化物或氧化皮。热加工的铁素体钢管内表面应酸洗或喷砂清理至无氧化皮状态，以达到相当于 SSPC-SP6 中规定的 CSa2 外观标准。清理应按出示有效的书面程序进行。此程序应可用来检查跟踪。

26.1.8 除按 A 450/A 450M 标准标志外，外径不小于¼ in. 的钢管还应标志以下内容：(a)NPS管壁厚标号和长度，(b)炉或批识别号。标志应按 Fed. Std. No. 183 和 MIL-STD-792 进行。

26.1.9 钢管直度公差应在表 3 规定范围内。

表 3 直度公差

规定外径，in.	规定壁厚，in.	任意 3ft 内最大弯曲，in.	总长最大弯曲，in.
≤5.0	>外径×3%~0.5	0.030	0.010×长度 ft
>5.0~8.0	>外径×4%~0.75	0.045	0.015×长度 ft
>8.0~12.75	>外径×4%~1.0	0.060	0.020×长度 ft

26.1.10 当有规定时，每根钢管应按MIL-STD-271 进行超声波检验，但校准标准的切槽深度应为壁厚的 5%或 0.005in. 取其大值。发生显示等于或大于 100%校准标准显示的任何钢管应予拒收。

26.1.11 钢管在外观和超声波检验或按规定替代的试验时，钢管应无补焊、焊接接头、重皮、分层、结疤、可见裂纹、划伤、沟槽、裂缝、小坑和其他对钢管有害的缺陷。

26.1.12 钢管的质量和状态应均匀一致，具有与标准质量钢管最好的操作相符的表面质

量。表面缺陷，例如处理痕迹、校直痕迹、轻度芯大棒和压模痕迹、浅的小坑以及花纹氧化皮等，如其除去缺陷后的壁厚仍在规定公差或0.005in.的大值范围内，则并不认为是有害的。缺陷底部应可见，且其外形应与周围平滑过渡。

26.1.13 不允许钢管厂作焊接修补。

26.1.14 防锈为A级或商品级，包装为A、B级或商品级，按指定要求。A级防锈和A、B级包装应按MIL-STD-163标准，商品级防锈和包装应按A 700或D 3951实用规程的规定。

27 关键词

27.1 合金钢公称管 碳钢公称管 一般交货要求 公称管

附　录

（非强制性资料）

X1　最小壁厚表

表 X1.1　公称钢管的公称（平均）壁厚检查中的最小壁厚

公称（平均）壁厚（t_n）		最小检验壁厚（t_m）		公称（平均）壁厚（t_n）		最小检验壁厚（t_m）		公称（平均）壁厚（t_n）		最小检验壁厚（t_m）	
in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
.0.068	1.73	0.060	1.52	0.294	7.47	0.257	6.53	0.750	19.05	0.656	16.62
0.088	2.24	0.077	1.96	0.300	7.62	0.262	6.65	0.812	20.62	0.710	18.03
0.091	2.31	0.080	2.03	0.307	7.80	0.269	6.83	0.843	21.41	0.738	18.75
0.095	2.41	0.083	2.11	0.308	7.82	0.270	6.86	0.864	21.95	0.756	19.20
0.113	2.87	0.099	2.51	0.312	7.92	0.273	6.93	0.875	22.22	0.766	19.46
0.119	3.02	0.104	2.64	0.318	8.08	0.278	7.06	0.906	23.01	0.793	20.14
0.125	3.18	0.109	2.77	0.322	8.18	0.282	7.17	0.937	23.80	0.820	20.83
0.126	3.20	0.110	2.79	0.330	8.38	0.289	7.34	0.968	24.59	0.847	21.51
0.133	3.38	0.116	2.95	0.337	8.56	0.295	7.49	1.000	25.40	0.875	22.22
0.140	3.56	0.122	3.10	0.343	8.71	0.300	7.62	1.031	26.19	0.902	22.91
0.145	3.68	0.127	3.23	0.344	8.74	0.301	7.65	1.062	26.97	0.929	23.60
0.147	3.73	0.129	3.28	0.358	9.09	0.313	7.95	1.093	27.76	0.956	24.28
0.154	3.91	0.135	3.43	0.365	9.27	0.319	8.10	1.125	28.57	0.984	24.99
0.156	3.96	0.136	3.45	0.375	9.52	0.328	8.33	1.156	29.36	1.012	25.70
0.179	4.55	0.157	3.99	0.382	9.70	0.334	8.48	1.218	30.94	1.066	27.08
0.187	4.75	0.164	4.17	0.400	10.16	0.350	8.89	1.250	31.75	1.094	27.77
0.188	4.78	0.164	4.17	0.406	10.31	0.355	9.02	1.281	32.54	1.121	28.47
0.191	4.85	0.167	4.24	0.432	10.97	0.378	9.60	1.312	33.32	1.148	29.16
0.200	5.08	0.175	4.44	0.436	11.07	0.382	9.70	1.343	34.11	1.175	29.84
0.203	5.16	0.178	4.52	0.437	11.10	0.382	9.70	1.375	34.92	1.203	30.56
0.216	5.49	0.189	4.80	0.438	11.13	0.383	9.73	1.406	35.71	1.230	31.24
0.218	5.54	0.191	4.85	0.500	12.70	0.438	11.13	1.438	36.52	1.258	31.95
0.219	5.56	0.192	4.88	0.531	13.49	0.465	11.81	1.500	38.10	1.312	33.32
0.226	5.74	0.198	5.03	0.552	14.02	0.483	12.27	1.531	38.89	1.340	34.04
0.237	6.03	0.207	5.23	0.562	14.27	0.492	12.50	1.562	39.67	1.367	34.72
0.250	6.35	0.219	5.56	0.593	15.06	0.519	13.18	1.593	40.46	1.394	35.40
0.258	6.55	0.226	5.74	0.600	15.24	0.525	13.34	1.750	44.45	1.531	38.89
0.276	7.01	0.242	6.15	0.625	15.88	0.547	13.89	1.781	45.24	1.558	39.57
0.277	7.04	0.242	6.15	0.656	16.62	0.573	14.55	1.812	46.02	1.586	40.28
0.279	7.09	0.244	6.20	0.674	17.12	0.590	14.99	1.968	49.99	1.772	43.74
0.280	7.11	0.245	6.22	0.687	17.45	0.601	15.27	2.062	52.38	1.804	45.82
0.281	7.14	0.246	6.25	0.719	18.26	0.629	15.98	2.343	59.51	2.050	52.07

注 1：根据公称（平均）壁厚由下式计算最小壁厚，本表中的数值就是根据下式计算的。

$$0.875t_n = t_m$$

式中　t_n = 公称（平均）壁厚，in.（mm）

t_m = 最小壁厚，in.（mm）

根据推荐方法 E29，壁厚用十进制小数点后三位表示，第四位向前进位或舍掉。

注 2：本表是一个包括市场上可能买到的不同类别钢管壁厚总表，但是并不意味着列在表中的所有壁厚能按本标准买到。

压力容器用淬火加回火锰钼和锰钼镍合金钢板

SA-533/SA-533M

(13)

(与 ASTM 标准 A 533/A 533M—09 (R14) 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于淬火加回火状态下使用的一种 Mn-Mo 和四种类型的 Mn-Mo-Ni 合金钢板，用于焊接压力容器结构。

1.2 按本标准可以获得材料标号为“A”、“B”、“C”、“D”和“E”的共五种类型的钢板材料。这些钢板还可以获得如下列所示三种类别的强度级别：

类别	抗拉强度，ksi (MPa)
1	80~100 (550~690)
2	90~115 (620~795)
3	100~125 (690~860)

1.3 1类和2类钢板的最大厚度仅受化学成分能满足规定力学性能要求的能力之限制。但是，目前的做法通常是将 A 型到 D 型钢板的最大厚度、限制到 12in. (300mm)；对于 E 型的 1 类钢板，限制为 6in. (150mm)；对 E 型的 2 类钢板，限制为 3¼in. (80mm)。

1.4 A 型到 D 型的 3 类钢板的最大厚度限制为 2½in. (65mm)，对 E 型钢板，限制为 2in. (50mm)。

1.5 所有类别的钢板最小公称厚度为 0.25in. (6.5mm)。

1.6 这些合金钢板当处在轧制状态下，在运输和装卸过程中易产生裂纹，特别是厚度大于约 1 或 2in. (25mm 或 50mm) 的钢板。仅在钢厂和采购方双方同意时才可以轧制状态交货。

1.7 本标准所包括的钢板常用于核反应堆容器的筒节区，该区的因高级别剂量辐射可能影响钢材的性能。附录 X1 提供了一些与该用途有关的资料。

1.8 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通与复合钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢板应符合最新版 A 20/A 20M标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序、尺寸和重量允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运和订货信息。

3.2 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验和检验以符合最终使用要求时，还备有一些补充要求可供选择使用。采购方应参照本标准列出的补充要求及A 20/A 20M标准的详细要求。

3.3 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢方法——钢应为镇静钢并应符合 A 20/A 20M标准细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板都应进行热处理，此时应将其加热到 1550~1800°F (845~980℃) 范围内的某一适宜温度，保温足够时间使整个板厚上温度均匀，然后在水中淬火。接着在适宜的温度下进行回火以产生规定的性能，但回火温度不应低于

1100℉（595℃），保温时间最少为 ½ h/in.（1.2min/mm）厚度，但不少于½h（小时）。

5.2　当钢板由设备制造厂进行热处理时，采用适当的热处理及其进行认为可保证达到规定性能所需的试验，应是他的责任。对于厚度大于 2in.（50mm）的钢板，钢板厂应负责在发货前在不低于 1100℉（595℃）的温度下经消除应力处理。

6　化学成分要求

6.1　钢的化学成分除按 A20/A20M 标准补充要求的 S17 真空碳脱氧钢另有限定者外，应符合表 1 所示的要求。

7　拉伸试验要求

7.1　拉伸试验要求

7.1.1　由拉伸试验试样所代表的钢材应符合表 2 所示的要求。

7.1.2　公称厚度不大于¾in.（20mm）的钢板，可以用 1½in.（40mm）宽的矩形试样，其伸长率可在 2in.（50mm）的标距长度上测得，此长度包括断口在内并显示最大的伸长率。

8　关键词

8.1　合金钢　合金钢板　承压元件　压力容器　钢板　压力容器用钢板

表 1　化学成分要求

元　素		成　分,%				
		A 型	B 型	C 型	D 型	E 型
C[①]，≤		0.25	0.25	0.25	0.25	0.20
Mn[②]	熔炼分析	1.15~1.50	1.15~1.50	1.15~1.50	1.15~1.50	1.15~1.70
	成品分析	1.07~1.62	1.07~1.62	1.07~1.62	1.07~1.62	1.04~1.84
P[①]，≤		0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
S[①]，≤		0.025	0.025	0.025	0.025	0.015
Si	熔炼分析	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45	0.13~0.45
Mo	熔炼分析	0.45~0.60	0.45~0.60	0.45~0.60	0.45~0.60	0.25~0.60
	成品分析	0.41~0.64	0.41~0.64	0.41~0.64	0.41~0.64	0.21~0.64
Ni	熔炼分析	…	0.40~0.70	0.70~1.00	0.20~0.40	0.60~1.00
	成品分析	…	0.37~0.73	0.67~1.03	0.17~0.43	0.57~1.03
Cr*	熔炼分析	…	…	…	…	≤0.60
	成品分析	…	…	…	…	≤0.64

① 适用于熔炼分析和成品分析。

② 对 A，B，C 和 D 型，当规定了 2 类或 3 类钢性能以及当规定了补充要求 S3（见 A20/A20M 标准），而总的保温时间不少于 1h/in.（2.4min/mm）厚度时，Mn 的最大含量熔炼分析可增加到 1.60%，成品分析可增加到 1.65%。

注：示出为“…”处，意为无要求。

* 编辑性修订，添加 Cr 的信息。

表 2　拉伸性能要求

项　目	1 类	2 类	3 类
	ksi(MPa)	ksi(MPa)	ksi(MPa)
抗拉强度	80~100(550~690)	90~115(620~795)	100~125(690~860)
屈服强度，≥	50(345)	70(485)	83(570)
标距 2in.（50mm）伸长率,%[①]，≥	18	16	16

① 伸长率的调整，参见 A20/A20M 标准。

补充要求

除订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。适用于标准的项目标题如下。由供方和采购方双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.2* 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验（对厚度大于等于 0.625in.（16mm）的钢板）

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

S19 限制的化学成分要求

* 疑有误，似应为 S4.1，而非 S4.2——译注。

附加补充要求

此外，如下所示的附加补充要求 S53，也适用于本标准。

S53

S53.1 当采购方有规定时，材料的拉伸和冲击试验用的试样的轴心线应取自被测试钢板的中间厚度处，而非位于中心厚度与钢板的顶部或底部表面之间的中间位置上。

附 录

（非强制性资料）

X1 对核反应堆筒节区的考虑——残余元素

X1.1 反应堆的设计要求检查和控制影响钢材性能的残余元素。Cu 和 P 要限制在由设备的整个使用期间所受到的总影响而确定的水平。V 和 S 会影响上平台冲击吸收能的高低，至于 S 这一元素或其在钢板中形态的控制或者二者的控制，可提供可选择的控制措施。所要求的极限应规定在订货资料中。下表逐项列举了有关元素可达到的现行商业极限：

元 素	熔炼分析，%	成品分析，%
Cu	0.10	0.12
P	0.012	0.015
S	0.010	0.013
V	0.03	0.04

压力容器用经热处理的碳锰硅钢板

(15) SA-537/SA-537M

(与 ASTM 标准 A 537/A 537M—13 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于熔化焊压力容器和结构用经热处理的碳锰硅钢板。

1.2 按本标准供货的钢板有以下三个类别：

类 别	热处理	厚 度	屈服强度 ksi(MPa)	抗拉强度 ksi(MPa)
1	正火	≤2½in. (≤65mm)	≥50 (345)	≥70 (485)
		>2½~4in. (>65~100mm)	≥45 (310)	≥65 (450)
2	淬火加回火	≤2½in. (≤65mm)	≥60 (415)	≥80 (550)
		>2½~4in. (>65~100mm)	≥55 (380)	≥75 (515)
		>4~6in. (>100~150mm)	≥46 (315)	≥70 (485)
3	淬火加回火	≤2½in. (≤65mm)	≥55 (380)	≥80 (550)
		>2½~4in. (>65~100mm)	≥50 (345)	≥75 (515)
		>4~6in. (>100~150mm)	≥40 (275)	≥70 (485)

1.3 按本标准供货的钢板最大厚度 1 类为4in. (100mm)，2 类和 3 类钢板为 6in. (150mm)。

1.4 无以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，不得加以混用。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途轧制钢板超声直射波检验。

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢板符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序，尺寸和重量的允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运和订货信息。

3.2 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验或检验以满足最终使用要求时，还有某些补充要求可供选用。采购方应参照本标准列出的补充要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.3 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾，则以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢方法——钢应为镇静钢并符合 A 20/A 20M标准中细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板都应进行如下热处理：

5.1.1 1类钢板应予正火。

5.1.2 2类和3类钢板应予淬火加回火，2类钢板的回火温度应不低于1100℉(595)℃；3类钢板的回火温度应不低于1150℉(620)℃。

6 化学成分要求

6.1 除按 A 20/A 20M 标准补充要求 S17 真空碳脱氧钢另有限定者外，钢的化学成分应符合表1所示的要求。

表1 化学成分要求

元素			含量,%
C①，≤			0.24
Mn	厚度②，≤1½in.(40mm)	熔炼分析	0.70~1.35
		成品分析	0.64~1.46
	厚度，>1½in.(40mm)	熔炼分析	1.00~1.60
		成品分析	0.92~1.72
P①，≤			0.025
S①，≤			0.025
Si	熔炼分析		0.15~0.50
	成品分析		0.13~0.55
Cu，≤	熔炼分析		0.35
	成品分析		0.38
Ni②，≤	熔炼分析		0.25
	成品分析		0.28
Cr，≤	熔炼分析		0.25
	成品分析		0.29
Mo，≤	熔炼分析		0.08
	成品分析		0.09

① 适用于熔炼分析和成品分析。

② 熔炼分析锰含量可超过1.35%，最大可达1.60%，熔炼分析镍含量可超过0.25%，最大可达0.50%，只要当按下列公式计算的熔炼分析碳当量不超过0.57%：

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}$$

当实行这一选择时，成品分析锰含量不超过熔炼分析含量的0.12%，镍含量不超过0.03%。

7 力学性能要求

7.1 拉伸试验

7.1.1 要求——由拉伸试验试样代表的钢板应符合表2所示的要求。

7.1.2 公称厚度不大于¾in.(20mm)的2类和3类钢板，可采用宽为1½in.(40mm)的矩形试样进行拉伸试验，而伸长率可在2in.(50mm)的标距长度上测定，这时断口包括在标距长度内，并示出最大伸长率。

8 关键词

8.1 碳钢板 承压件 压力容器钢 压力容器用钢板

表 2　拉伸性能要求

项　目		1 类	2 类	3 类
		ksi(MPa)	ksi(MPa)	ksi(MPa)
抗拉强度	≤2½in. (≤65mm)	70~90 (485~620)	80~100 (550~690)	80~100 (550~690)
	>2½~4in. (>65~100mm)	65~85 (450~585)	75~95 (515~655)	75~95 (515~655)
	>4~6in. (>100~150mm)	① ①	70~90 (485~620)	70~90 (485~620)
屈服强度，≥	≤2½in. (≤65mm)	50 (345)	60 (415)	55 (380)
	>2½~4in. (>65~100mm)	45 (310)	55 (380)	50 (345)
	>4~6in. (>100~150mm)	① ①	46 (315)	40 (275)
2in.(50mm) 伸长率②,%，≥	≤4in.(100mm)	22	22	22
	>4in.(100)	①	20	20
8in.(200mm)伸长率②,%，≥		18	③	③

① 这个尺寸范围的产品不适用。

② 伸长率调整见 A 20/A 20M 标准。

③ 8in. 标距伸长率没有要求。

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定，否则不用执行补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。适用于本标准的项目标题如下。由供方和采购方双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验（对厚度大于等于 0.625in.（16mm）的钢板）

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

特殊用途合金钢螺栓连接材料

SA-540/SA-540M

(15)

(与 ASTM 标准 A 540/A 540M—11 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于可用作核能和其他特殊用途的常规和特殊质量的合金钢螺栓连接材料。螺栓连接的定义参见 A962/A962M 标准。

1.2 以下提及的一般性要求，引自 A962/A962M 标准，它们在本标准的应用上是必不可少的。

1.3 提供了选择性补充要求供采购方选择使用。只有当采购方在订货单或合同中单独作了规定时，才采用这些补充要求。

1.4 本标准以英寸-磅单位和 SI 单位表示，但是，除非订货单规定采用“M”标准号(SI 单位)，材料以英寸-磅单位制提供。

1.5 无论以英寸-磅单位还是 SI 单位表示的值应分别视作标准值。在本文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的值不是精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 962/A 962M 在低温到蠕变温度范围任意温度使用的螺栓连接材料的通用要求*

E 45 确定钢夹杂物含量的实用规程

3 订货须知

3.1 按本标准订购材料的询价和订货单还应包括下列资料，按需要充分地描述所希望的材料：

3.1.1 级别和类别；

3.1.2 状态（第 5 节）；

3.1.3 热处理（第 6 节）；

3.1.4 补充要求（S1 至 S9）；

3.1.5 要求的报告（第 17 节）；

3.1.6 最终用途；

3.1.7 任何特殊要求。

3.2 采购方可引用在本标准中列出的补充要求。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的螺栓连接材料应符合 A 962/A 962M 标准的要求，这些要求包括试验方法、表面精整、螺纹尺寸、宏观腐蚀、标志、合格证书、可选的补充要求及其他要求。如果不符合A 962/A 962M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与 A 962/A 962M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准的要求。

5 制造

5.1 螺栓连接材料应以热轧或热锻或冷精整状态提供，由生产者选择。但是，如果采购方要求，可规定是冷精整状态。

6 热处理

6.1 以退火状态订购的螺栓连接材料，应具有适合机加工的组织。这种退火螺栓材料不经 6.2 条中规定的淬火加回火不能使用。

6.2 以液体淬火加回火状态订购的螺栓连接材料应从低于冷却转变范围的温度再次均匀加热到合适的奥氏体化温度。它在基本上达到均匀状态下在液体介质中淬火，然后再均匀加热作回火，最低的回火温度应为 850℉(455℃)。

6.3 淬火加回火后经校直的材料应再加热到

* 原文如此，在标准名称上与本版本（2015 年版）前面的标准目录以及 SA-962/SA-962M 标准的名称并不完全相同。——译注。

回火温度以下不小于100℉(55℃)的温度作消除应力处理。

7 化学成分

7.1 钢须符合表1中所述的化学成分要求。

8 拉伸性能要求

8.1 以退火状态提供的材料当按照6.2和6.3条(见补充要求S4)热处理时，应能满足表2中规定的对该类别的规定拉伸性能。

8.2 淬火加回火或淬火、回火加消除应力状态的螺栓连接材料，应符合表2中对规定类别钢所示出的性能。

表1 化学成分要求①

等级认别符号	B21		B22		B23		B24		B24V	
	(Cr-Mo-V)		(4142-H)		(E-4340-H)		(4340改进型)		(4340V改进型)	
	Cr-Mo-V		Cr-Mo		Cr-Ni-Mo		Cr-Ni-Mo		Cr-Ni-Mo-V	
	范围 %	成品分析偏差±，%②	范围 %	成品分析偏差±，%②	范围 %	成品分析偏差±，%②	范围 %	成品分析偏差±，%②	范围 %	成品分析偏差±，%②
C	0.36~0.44	0.02	0.39~0.46	0.02	0.37~0.44	0.02	0.37~0.44	0.02	0.37~0.44	0.02
Mn	0.45~0.70	0.03	0.65~1.10	0.04	0.60~0.95	0.04	0.70~0.90	0.04	0.60~0.95	0.04
P，≤	0.025③	0.005	0.025③	0.005	0.025③	0.005	0.025③	0.005	0.025③	0.005
S，≤	0.025③	0.005	0.025③	0.005	0.025③	0.005	0.025③	0.005	0.025③	0.005
Si	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35	0.02	0.15~0.35④	0.02
Cr	0.80~1.15	0.05	0.75~1.20	0.05	0.65~0.95	0.05	0.70~0.95	0.05	0.60~0.95	0.05
Ni	…	…	…	…	1.55~2.00	0.05	1.65~2.00	0.05	1.55~2.00	0.05
Mo	0.50~0.65	0.03	0.15~0.25	0.02	0.20~0.30	0.02	0.30~0.40	0.02	0.40~0.60	0.03
V	0.25~0.35	0.03	…	…	…	…	…	…	0.04~0.10	0.01

① 有意加入铋，硒、碲和铅是不允许的。

② 除非另有规定，可以分别确定与规定范围的不同，除非任一炉号中的元素必须不超出和低于规定范围。

③ 当规定用平炉冶炼时，磷和硫的最大含量是0.04%。

④ 如果用真空碳脱氧，硅的最大含量是0.35%。

表2 力学性能要求

等 级	类别	直 径	抗拉强度 ≥	0.2%残余变形屈服强度 ≥	伸长率 ≥，%	断面收缩率 ≥，%	表面布氏硬度 ≥ min	表面布氏硬度 ≤ max	+10℉(-12.2℃)夏比V形缺口冲击试验
英寸-磅单位									
		in.	ksi	ksi	按2in.				
B 21 (Cr-Mo-V)	5	≤2	120	105	15	50	241	285	注4
		>2~6	115	100	15	50	248	302	注4
		>6~8	115	100	15	50	255	311	注4
	4	≤3	135	120	13	45	269	331	注4
		>3~≤6	135	120	13	45	277	352	注4
	3	≤3	145	130	12	40	293	352	注4
		>3~6	145	130	12	40	302	375	注4
	2	≤4	155	140	11	40	311	401	注4
	1	≤4	165	150	10	35	321	429	注4

表 2（续）　力学性能要求

等　级	类别	直　径	抗拉强度 ≥	0.2%残余变形屈服强度 ≥	伸长率 ≥，%	断面收缩率 ≥，%	表面布氏硬度		+10°F（-12.2℃）夏比 V 形缺口冲击试验
							≥ min	≤ max	
英寸-磅单位（续）									
		in.	ksi	ksi	按 2in.				
B 22（4142-H）	5	≤2	120	105	15	50	248	293	注 1
		>2~4	115	100	15	50	255	302	注 4
	4	≤1	135	120	13	45	269	341	注 1
		>1~4	135	120	13	45	277	363	注 4
	3	≤2	145	130	12	40	293	363	注 4
		>2~4	145	130	12	40	302	375	注 4
	2	≤3	155	140	11	40	311	401	注 4
	1	≤1½	165	150	10	35	321	401	注 4
B 23（E-4340-H）	5	≤6	120	105	15	50	248	311	注 1
		>6~8	115	100	15	50	255	321	注 1
		>8~9½	115	100	15	50	262	321	注 4
	4	≤3	135	120	13	45	269	341	注 1
		>3~6	135	120	13	45	277	352	注 1
		>6~9½	135	120	13	45	285	363	注 4
	3	≤3	145	130	12	40	293	363	注 2
		>6~6	145	130	12	40	302	375	注 2
		>6~9½	145	130	12	40	311	388	注 4
	2	≤3	155	140	11	40	311	388	注 4
		>3~6	155	140	11	40	311	401	注 4
		>6~9½	155	140	11	40	321	415	注 4
	1	≤3	165	150	10	35	321	415	注 4
		>3~6	165	150	10	35	331	429	注 4
		>6~8	165	150	10	35	341	444	注 4
B 24（4340 改进型）	5	≤6	120	105	15	50	248	311	注 1
		>6~8	115	100	15	50	255	321	注 1
		>8~9½	115	100	15	50	262	321	注 1
	4	≤3	135	120	13	45	269	341	注 1
		>3~6	135	120	13	45	277	352	注 1
		>6~8	135	120	13	45	285	363	注 1
		>8~9½	135	1 20	13	45	293	363	注 4
	3	≤3	145	130	12	40	293	363	注 2
		>3~8	145	130	12	40	302	388	注 2
		>8~9½	145	130	12	40	311	388	注 4
	2	≤7	155	140	11	40	311	401	注 2
		>7~9½	155	140	11	40	321	415	注 4
	1	≤6	165	150	10	35	321	415	注 3
		>6~8	165	150	10	35	331	429	注 4

表2(续) 力学性能要求

等级	类别	直径	抗拉强度 ≥	0.2%残余变形屈服强度 ≥	伸长率 ≥,%	断面收缩率 ≥,%	表面布氏硬度 ≥ min	表面布氏硬度 ≤ max	+10°F (-12.2℃) 夏比V形缺口冲击试验
英寸-磅单位(续)									
		in.	ksi	ksi	按2in.				
B 24V (4340V改进型)	3	≤4	145	130	12	40	293	363	注1
		>4~8	145	130	12	40	302	375	注2
		>8~11	145	130	12	40	311	388	注3
	2	≤4	155	140	11	40	311	388	注2
		>4~8	155	140	11	40	311	401	注3
		>8~11	155	140	11	40	321	415	注4
	1	≤4	165	150	10	35	321	415	注3
		>4~8	165	150	10	35	331	429	注4
		>8~11	165	150	10	35	331	444	注4
米制单位									
		mm	MPa	MPa	按50mm				
B 21 (Cr-Mo-V)	5	≤50	825	725	15	50	241	285	注4
		>50~150	795	690	15	50	248	302	注4
		>150~200	795	690	15	50	255	311	注4
	4	≤75	930	825	13	45	269	331	注4
		>75~150	930	825	13	45	277	352	注4
	3	≤75	1000	895	12	40	293	352	注4
		>75~150	1000	895	12	40	302	375	注4
	2	≤100	1070	965	11	40	311	401	注4
	1	≤100	1140	1035	10	35	321	429	注4
B 22 (4142-H)	5	≤50	825	725	15	50	248	293	注1
		>50~100	795	690	15	50	255	302	注4
	4	≤25	930	825	13	45	269	341	注1
		>25~100	930	825	13	45	277	363	注4
	3	≤50	1000	895	12	40	293	363	注4
		>50~100	1000	895	12	40	302	375	注4
	2	≤75	1070	965	11	40	311	401	注4
	1	≤38	1140	1035	10	35	321	401	注4
B 23 (E-4340-H)	5	≤150	825	725	15	50	248	311	注1
		>150~200	795	690	15	50	255	321	注1
		>200~240	795	690	15	50	262	321	注4
	4	≤75	930	825	13	45	269	341	注1
		>75~150	930	825	13	45	277	352	注1
		>150~240	930	825	13	45	285	363	注4
	3	≤75	1000	895	12	40	293	363	注2
		>75~150	1000	895	12	40	302	375	注2
		>150~240	1000	895	12	40	311	388	注4
	2	≤75	1070	965	11	40	311	388	注2
		>75~150	1070	965	11	40	311	401	注4
		>150~240	1070	965	11	40	321	415	注4
	1	≤75	1140	1035	10	35	321	415	注4
		>75~150	1140	1035	10	35	331	429	注4
		>150~200	1140	1035	10	35	341	444	注4

表 2(续)　力学性能要求

等　级	类别	直　径	抗拉强度 ≥	0.2%残余变形屈服强度 ≥	伸长率 ≥,%	断面收缩率 ≥,%	表面布氏硬度 ≥ min	表面布氏硬度 ≤ max	+10℉ (-12.2℃) 夏比 V 形缺口冲击试验
米　制　单　位（续）									
		mm	MPa	MPa	按 50mm				
B 24 (4340 改进型)	5	≤150	825	725	15	50	248	311	注 1
		>150~200	795	690	15	50	255	321	注 1
		>200~240	795	690	15	50	262	321	注 1
	4	≤75	930	825	13	45	269	341	注 1
		>75~150	930	825	13	45	277	352	注 1
		>150~200	930	825	13	45	285	363	注 1
		>200~240	930	825	13	45	293	363	注 4
	3	≤75	1000	895	12	40	293	363	注 2
		>75~200	1000	895	12	40	302	388	注 2
		>200~240	1000	895	12	40	311	388	注 4
	2	≤180	1070	965	11	40	311	401	注 2
		>180~240	1070	965	11	40	321	415	注 4
	1	≤150	1140	1035	10	35	321	415	注 3
		>150~200	1140	1035	10	35	331	429	注 4
B 24V (4340V 改进型)	3	≤100	1000	895	12	40	293	363	注 1
		>100~200	1000	895	12	40	302	375	注 2
		>200~280	1000	895	12	40	311	388	注 3
	2	≤100	1070	965	11	40	311	388	注 2
		>100~200	1070	965	11	40	311	401	注 3
		>200~280	1070	965	11	40	321	415	注 4
	1	≤100	1140	1035	10	35	321	415	注 3
		>100~200	1140	1035	10	35	331	429	注 4
		>200~280	1140	1035	10	35	331	444	注 4

注 1：3 个试样的最低平均值不小于 35ft · lbf(47J)。一组 3 个试样中可以有 1 个试样小于 35ft · lbf(47J)但不得小于 30ft · lbf(41J)。
注 2：3 个试样的最低平均值不小于 30ft · lbf(41J)。一组 3 个试样中可以有 1 个试样小于 30ft · lbf(41J)但不得小于 25ft · lbf(34J)。
注 3：3 个试样的最低平均值不小于 25ft · lbf(34J)。一组 3 个试样中可以有 1 个试样小于 25ft · lbf(34J)但不得小于 20ft · lbf(27J)。
注 4：没有确定最低值，进行冲击试验只作资料用。

9　硬度要求

9.1　应在去掉脱碳层后的材料表面上测定硬度。

9.2　退火状态材料的硬度应不大于 235 HBW。

9.3　淬火加回火或淬火、回火加消除应力状态材料的硬度应在表 2 中对规定类别钢的限值之内。

10　冲击性能要求

10.1　经合适热处理后的退火材料须能满足表 2或补充要求 S8 中的冲击性能要求，如果有这样规定的话(见补充要求 S4)。

10.2　淬火加回火或淬火、回火加消除应力状态的材料须符合表 2 中或补充要求 S8 中的冲击性能要求，如果有这样规定的话。

10.3　应计算出剪切(塑性或纤维)断口的百分数，并记录下所有冲击试样的计算值。

10.4　须测定侧向膨胀量，应记录下所有冲击试样的测量值。

10.5　剪切断口百分数和侧向膨胀量应作为资料报告之(见 16.1 条)。

11　工艺质量、表面质量和外观

11.1　材料的质量应是均匀和没有有损于预期使用的缺陷。如果对这类缺陷希望作磁粉检查，则应规定补充要求 S6。

11.2　表面质量——材料应没有发纹、重皮、裂缝或其他缺陷，它们是在表 3 中规定的机加工

除去允许范围所不能去掉的。

表3 轧制棒钢①——去掉表面缺陷允许的打磨深度

直径，in.（mm）	每侧最小的切削量	
	in.	mm
1~1⅛(25~29)	0.025	0.64
>1⅛~1¼(29~32)	0.028	0.71
>1¼~1⅜(32~35)	0.030	0.76
>1⅜~1½(35~38)	0.033	0.84
>1½~2(38~50)	0.042	1.07
>2~2½(50~65)	0.052	1.32
>2½~3½(65~90)	0.072	1.83
>3½~4½(90~115)	0.090	2.29
>4½~5½(115~140)	0.110	2.79
>5½~6½(140~165)	0.125	3.18
>6½~8¼(165~210)	0.155	3.94
>8¼~9½(210~240)	0.203	5.16

① 锻造棒钢、冷精整棒钢、镗孔棒钢，无缝管和锻件请咨询制造厂。

12 表面状态

12.1 材料应在干净和无氧化皮状态下供货。

13 试验次数

13.1 淬火加回火材料的力学性能试验：

13.1.1 应从每炉钢的每一尺寸按每次回火的装炉，或每10000lb(4540kg)（取其小者）的一根棒料的一端，一根无缝管子或一根镗孔棒料或每两个空心锻件上取一个试件，从每一试件取一个拉伸试样和三个夏比V形缺口冲击试样。对按照15.1.1条进行的试验，从每炉钢的每一尺寸按每次回火的装炉或每10000lb(4540kg)，取其小者，从两个代表性生产的工件上取得二个试验。

13.1.2 硬度试验：

13.1.2.1 不小于2in.(50mm)的棒料和所有无缝管子或镗孔棒料在靠近每一轧钢厂加工长度的每一端进行试验。厚度不小于2in.(50mm)的每一空心管坯应在其表面上进行试验。

13.1.2.2 小于2in.(50mm)的棒料在靠近不少于10%棒料的每一端进行试验。厚度小于2in.(50mm)的锻造空心管坯，应在不少于10%锻件的表面上进行试验。

13.2 退火材料的硬度试验：

13.2.1 对退火棒料应进行硬度试验以确保符合10.2条。

13.3 紧固体：

13.3.1 所需做紧固件试验的数量，应按A962/A962M标准的规定。

14 复试

14.1 如果任一试验批的力学性能试验结果不符合规定要求，制造厂应拒收这一批或可以重新热处理这批，不多于两次。这批复试后，重新报告第14节中规定的所有试验结果，并且所有结果须符合规定要求。

15 试样和试验方法

15.1 在切取试样之前，当用实芯件作热处理时，切掉长度等于棒料直径的切头，或当用无缝管、镗孔棒料、或空心锻件热处理时，切掉长度等于壁厚的切头。

15.1.1 当生产品工件长度不够按15.1条取试样时，试样长度中点定位于选择来被破坏掉所供试件材料的产品工件长度的中点。选来作试验的产品工件须与淬火件外形和尺寸相等同，但长度等于或超过代表产品工件的长度。

15.2 从横截面不大于1½in.(38mm)的螺栓材料取的拉伸和冲击试样，其纵轴位于直径或厚度的中心线上。

15.3 从横截面大于 1½in.(38mm)的螺栓材料取的拉伸试样，其纵轴位于厚度中点与表面间的中线处。

15.4 从横截面大于 1½in.(38mm)的螺栓材料取的冲击试样，其纵轴位于厚度中点与表面间的中线处或表面以下 1in.(25mm)加上两侧机加工余量，取其小者。

16 合格证书

16.1 当采购方的订货单中要求时，应向采购者提供试验报告。除了 A962/A962M 标准的要求外，试验报告应包括采购方书面规定的任何其他试验。

17 产品标志

17.1 直径小于 2in.(50mm)的棒料应做捆扎并系上标准号、等级和钢厂炉号的标签。标签上标的标准号不需包括标准年号和修改字符。

17.2 直径大于等于 2in.(50mm)的棒料和所有无缝管子和镗孔棒料应在一个表面上用钢印打上钢厂炉号和级别符号。

17.3 每一件空心锻件用钢印打上炉号或熔炼符号代码和级别符号。

17.4 紧固件的标志，见 A962/A962M 标准，使用表 1 中示出的级别符号。

18 关键词

18.1 钢螺栓 铬-钼合金钢 铬-钼-钒合金钢 铬-镍-钼-钒合金钢 钢制紧固件 镍-铬-钼-合金钢 核应用 钢制螺母 合金钢棒材 螺栓材料钢

补 充 要 求

除非在订货单中有规定，否则不采用这些要求，在那种情况下在钢厂做试验应由采购方出费用,除非另外商定。

S1 成品分析

S1.1 每根棒钢，无缝管子、镗孔棒钢或锻制空心锻件的原来的棒料应作成品分析。个别不符合表1要求的工件应拒收。

S2 宏观浸蚀试验

S2.1 材料应进行宏观浸蚀试验并满足采购方规定的质量和纯净度要求。宏观浸蚀检验可以在材料由它生产的代表性钢坯上作或可以在由棒钢、无缝管子、镗孔棒钢，或空心锻件的端头切取的试样上作。试样应按照E381方法中所述方法制备。

注S2.1：由采购方规定的质量和纯净度可以等于或好于军用标准——430(最新修改版)的指定字母和牌号表示的。

S3 超声波试验

S3.1 每根（棒料）应按采购方和供方商定的方式作超声波检验。

S4 能力演示

S4.1 当按6.1条订购退火处理的材料时，一个代表性棒料的至少3D长的样件应是按照6.2和6.3条作了热处理的。按第15节要求取的力学试验试样应满足8.2和10.2条的要求。

S5 断裂转变温度

S5.1 应测定50%纤维(塑性剪切)断口的断裂转变温度。确定断裂转变温度的方法是按照第15节准备四组(每组三个试样)夏比V形缺口试样。一组三个试样在大约70℉(20℃)下进行试验。应记录以英尺-磅为单位的吸收能和用表S5.1和图S5.1确定纤维断口。其他三组在依次低于或高于以材料具有50%纤维断口温度分界的温度下进行试验。所有试验资料的结果应报告给采购方。

S6 磁粉检查

S6.1 根据采购方和供方间的协议可以提供对纯净度有要求的材料。纯净度按最新版E45操作法中所述的磁粉方法确定之。

注S6.1：在作磁粉检查前材料应去掉表S6.1中规定的最小毛坯切除量。

S7 高温试验

S7.1 在212℉(100℃)温度下试验三个夏比V形缺口试样以确定材料的“上台阶”断裂能量。这样试验的试样在能量小于30 ft·lbf(41 J)时不应断裂。

S8 另一种断裂韧性要求

S8.1 对ASME锅炉及压力容器规范，第Ⅲ卷，NB-2300分章，材料的断裂韧性要求(夏比冲击试验)应被用来代替表2中规定的夏比冲击试验要求。

表S5.1 纤维断口百分数[①]

宽度尺寸 A，mm		1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
高度尺寸 B，mm	1.0	98	98	97	96	96	95	94	94	93	93	92	91	91	90	89	89	88	87
	1.5	97	96	95	94	93	93	92	91	90	89	88	87	86	85	85	83	82	81
	2.0	96	95	94	93	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	78	76	75

表 S5.1(续)　纤维断口百分数[①]

宽度尺寸 A，mm		1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
高度尺寸 B，mm	2.5	95	94	92	91	89	87	86	84	83	81	80	79	76	75	73	72	70	69
	3.0	94	93	91	90	87	85	83	81	79	78	76	74	72	70	68	66	84	63
	3.5	93	91	89	87	85	83	80	78	75	74	72	69	67	65	63	61	58	56
	4.0	93	90	87	85	83	80	78	75	72	70	68	65	62	60	57	55	52	50
	4.5	92	89	86	83	80	78	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46	43
	5.0	91	88	84	81	78	75	72	69	66	63	59	56	53	50	48	44	40	38
	5.5	90	86	83	79	75	72	69	66	63	59	55	52	48	45	42	38	35	31
	6.0	89	85	81	78	74	70	66	63	59	55	51	47	44	40	36	33	29	25
	6.5	88	84	80	76	72	68	63	59	55	51	47	43	40	35	31	27	23	19
	7.0	87	82	79	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	16	12
	7.5	86	81	76	72	67	62	58	53	48	44	40	34	30	25	23	16	11	6
	8.0	85	80	75	70	65	70	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

① 见图 S5.1。

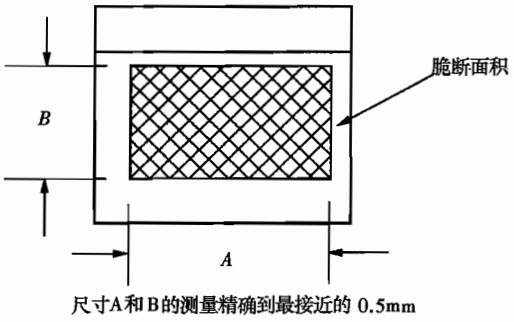


图 S5.1　纤维断口面积百分数的计算

表 S6.1　轧制棒钢[①]——磁粉检查用切除量

直径，in.(mm)	每侧最小的切削量	
	in.	mm
1~1½(25~38)	0.075	1.90
>1½~2(38~50)	0.090	2.29
>2~2½(50~65)	0.125	3.18
>2½~3½(65~90)	0.156	3.96
>3½~4½(90~115)	0.187	4.75
>4½~6(115~155)	0.250	6.35
>6~10(155~255)	0.312	7.92

① 对锻造棒钢、冷精整棒钢、铸孔棒钢、无缝管子和空心锻件请咨询制造厂。

压力容器部件用淬火加回火碳钢和合金钢锻件

SA-541/SA-541M

[与 ASTM 标准 A 541/A 541M—05(R10)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于压力容器部件经淬火加回火处理的碳钢和合金钢锻件。

1.2 所有级别的钢在适当条件下均认为是可焊的。焊接技术是十分重要的，其先决条件是应符合于所用钢种经认可的焊接工艺和检查方法。

注1：1级和1A级钢的化学成分不同，但力学性能要求相同。

注2：经改变后的牌号如下：

现 行	以 前
1级	1类
1A级	1A类
1C级	4类
2级1类	2类
2级2类	2A类
3级1类	3类
3级2类	3A类
4N级1类	7类
4N级2类	7A类
4N级3类	7B类
5级1类	8类
5级2类	8A类
11级4类	11C类
22级3类	22B类
22级4类	22C类
22级5类	22D类
22V级	22V类
3V级	3V类

1.3 无论以英寸-磅或SI单位表示的数值都应视为标准值，正文及附表中，SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.4 除非在订货单中要求使用“M”字样的标准号，否则一律用英寸-磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM标准：

A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 388/A 388M 大型钢锻件超声波检验

A 788 钢锻件通用要求

E 208 测定铁素体钢无延性转变温度的导向落锤试验方法

3 订货须知及一般要求

3.1 除A 788标准要求的订货须知以外，需方的询价单和订货单应包括标有锻件主要承载部位的详图(当有要求时)；选择试验部位的方法(见6.2)；按9.1条选择的项目(如果有的话)和所需的任何补充。

3.2 按本标准供应的材料应符合A 788标准的要求。A 788标准概括了附加的订货须知、制造要求、试验和复试的方法和程序、标志、合格证书、成品分析偏差以及附加的补充要求。

3.3 如果本标准的要求同A 788标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 化学成分要求

4.1 熔炼分析——除在订货内容中分别地规定了补充要求S8、S9、S10、S12和S15附加项目以外，按A 788标准取样分析得到的熔炼分析应符合表1规定。

4.2 成品分析——制造厂应按照A 788标准中的成品分析规定，从代表每炉或多炉的锻件上取得成品分析。A 788标准表1的允许偏差，对所有类别的钢的碳、磷、硅和硫元素不适用，还有对1C级钢的钒元素以及对22V级和3VCb级钢的铌和钙元素也不适用。硼元素不必作成品分析。买方也可以按A 788标准作出成品分析规定。

5　为达到力学性能进行的热处理

5.1　在完全奥氏体化后，锻件应在合适的液体介质中以喷雾或浸入法进行淬火。对 22V 级锻件，最低奥氏体化温度应是 1650℉(900℃)。淬火后应随即在亚临界温度下进行回火，并在该温度下保温，保温时间按最大截面厚度计算，至少为½h/in.(25mm)。最低回火温度应为：

级　别	℉(℃)
1 级、1A 级、2 级 2 类、3 级 2 类	1150(620)
2 级、3 级 1 类、22 级 3 类	1200(650)
1C 级、11 级 4 类、22 级 4 类	1100(595)
4N 级 1 类、4N 级 2 类、5 级 1 类、5 级 2 类	
22 级 5 类 *	1050(565)
4N 级 3 类	1125(610)
3V 级，3VCb 级	1250(675)
22V 级	1250(675)

5.2　1、1A、2、2A、3 或 3A 类钢可采用多级奥氏体化并液体淬火工艺，因而锻件先进行完全奥氏体化并液体淬火，随即再加热至临界温度范围内进行不完全奥氏体化并再进行液体淬火，在完成奥氏体化/淬火循环后，锻件应如 5.1 条所述在亚临界温度下进行回火。

6　力学性能要求

6.1　一般要求——锻件应符合表 2 的要求。除非规定了补充要求 S6 或 S13 的任何一项的情况下则应采用这些补充要求外，锻件还应符合表 3 的要求。应采用 A370 试验方法和定义中图 4 所规定的能得到的最大拉伸试样。冲击试验应为 A370 试验方法和定义中图 10 所示的夏比 V 形缺口 A 型试样。如由于材料的限制而采用小尺寸冲击试样时，必须事先征得需方同意。

6.2　取样——拉伸和冲击试样的纵轴和长度中心位置应符合需方规定的下述方法中的一种：

6.2.1　方法 1——此方法常用于最大淬火厚度不超过 2in.(50mm)的情况下，试样应位于成品锻件或试验锻件(如方法 4 所述)的厚度一半处，且离其他淬火表面至少为 2in.。

6.2.2　方法 2——试样位于 $T\times 2T$ 的位置，此处 T 为主要承载区(见 3.1 条)到最近淬火表面的距离，但到一个淬火表面的距离不得小于¾in.(20mm)，到第二个淬火表面的距离不得锻件通常按照标明了淬火前尺寸和力学性能试样位置的需方认可的图样制造。

6.2.3　方法 3——试样位于 $1/4T\times T$ 的位置，此处 T 为锻件的最大热处理厚度。当采用此种试验方法时，除有其他协议外，应对锻件的热处理厚度作如下的限制：

级　别	最大厚度 in.(mm)
1 级，1A 级	3(75)
2 级 2 类，3 级 2 类	6(150)
2 级 1 类，3 级 1 类	8(205)
1C 级	4(100)
11 级 4 类	5(125)
22 级 4 类，4N 级 2 类、5 级 2 类	6(150)
22 级 5 类	8(205)
4N 级 1 类、5 级 1 类、4N 级 3 类，3V 级，3VCb 级，22V 级，22 级 3 类	10(255)

6.2.4　方法 4——除了纵向锻造的棒料可用来代表同样横截面的环状滚轧件之外，试样应取自用同一炉钢制成的有代表性的单独试验锻件或棒材，并应受到与它所代表的产品锻件基本上相同的锻缩比和热加工方式。试验锻件应具有与淬火的成品锻件有相同的公称厚度，并应和成品锻件装在同一炉中，在同样的条件下进行热处理。试样应使用方法 3 中所述及的¼$T\times T$ 的程序切取，锻件厚度的限制与 6.2.3 条相同。此方法应仅限于粗加工后重量不大于 1000lb(455kg)的锻件。

6.3　金属缓冲垫——取样所要求的距淬火表面的距离可采用金属缓冲垫得到而不用将锻件整体延长。缓冲垫的材料可以是碳钢或低合金钢。应采用局部熔透焊接的办法与锻件连在一起，以便封闭被缓冲的表面。试样应位于至少离开锻件缓冲表面½in.(13mm)处，除非焊接区能在以后的机械加工中完全被加工掉，否则缓冲垫应予切除，且焊接面要经磁粉探伤，以保证没有裂纹。

6.4　试样应取自淬火加回火热处理的锻件上。如果规定采用补充要求 S1，则试样材料应进行模拟焊后热处理。

6.5　方位——盘状锻粗锻件所有试样的纵轴方向应位于锻件的切线方向。对所有其他锻件，除非强制采用补充要求 S11 或 S14 外，试样的纵轴方向应是锻件的最大的加工方向。

* 原文误印为 22 级 15 类，已更正。——译注。

表1 化学成分要求 %

元 素	1级	1A级	2级	3级	1C级	11级4类	22级4、5类	4N级	5级	3V级	22级3类	22V级	3VCb级
C	0.35max	0.30max	0.27max	0.25max	0.18max	0.10~0.20	0.05~0.15	0.23max	0.23max	0.10~0.15	0.11~0.15	0.11~0.15	0.10~0.15
Mn	0.40~0.90	0.70~1.35	0.50~0.90	1.20~1.50	1.30max	0.30~0.80	0.30~0.60	0.20~0.40	0.20~0.40	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60
P	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.020max	0.015max	0.015max	0.020max
S	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.025max	0.020max	0.015max	0.015max	0.010max
Si①	0.15~0.35	0.15~0.40	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35	0.50~1.00	0.50max	0.30max	0.30max	0.10max	0.50max	0.10max	0.1max
Ni	0.40max	0.40max	0.50~1.00	0.40~1.00	0.25max	0.50max	0.50max	2.8~3.9	2.8~3.9	…	0.25max	0.25max	0.25max
Cr	0.25max	0.25max	0.25~0.45	0.25max	0.15max	1.00~1.50	2.00~2.50	1.25~2.00	1.25~2.00	2.8~3.3	2.00~2.50	2.00~2.50	2.7~3.3
Mo	0.10max	0.10max	0.55~0.70	0.45~0.60	0.05max	0.45~0.65	0.90~1.10	0.40~0.60	0.40~0.60	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10
V	0.05max	0.05max	0.05max	0.05max	0.02~0.12	0.05max	0.05max	0.03max	0.08max	0.20~0.30	0.02max	0.25~0.35	0.20~0.30
Ti	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.015~0.035	…	0.003max	0.015max
B	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.001~0.003	…	0.020max	…
Cu	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.20max	0.25max
Nb	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.70max	0.015~0.070
Ca	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.015max②	0.0005~0.0150

① 补充要求S10中包括的各类钢要求真空碳脱氧时，Si含量最大为0.10%。

② 22V级钢在生产厂和买方之间协商同意可加稀土金属（REM）代替Ca，如果是那样则须测定并报告REM的总量。

表2 拉伸性能要求

项 目	1级和1A级	2级1类，3级1类，1C级和11级4类	2级2类和3级2类	22级4类	22级5类	4N级1类和5级1类	4N级2类和5级2类	4N级3类	3V级和22V级	22级3类	3VCb级
抗拉强度，ksi（MPa）	70~95 [480~660]	80~105 [550~720]	90~115 [620~790]	105~130 [720~900]	115~140 [790~1000]	105~130 [720~900]	115~140 [790~1000]	90~115 [620~790]	85~110 [585~760]	85~110 [585~760]	85~100 [585~760]
0.2%屈服强度，≥，ksi（MPa）	36 [250]	50 [340]	65 [450]	85 [590]	100 [690]	85 [590]	100 [690]	70 [480]	60 [415]	55 [380]	60 [415]
2in.或50mm标距伸长率，≥，%	20	18	16	16	15	18	16	20	18	18	18
断面收缩率，≥，%	38	38	35	45	40	48	45	48	45	45	45

表 3　40℉(4℃)夏比 V 形缺口冲击要求(2A 级除外)[①②]

项　目	1 级、1A 级和 11 级 4 类	2 级 2 类和 3 级 2 类	2 级 1 类、3 级 1 类和 1C 级	22 级 5 类	22 级 4 类、4N 级 1、2、3 类、5 级 1、2 类	3V 级和 3VCb 级、22 级 3 类和 22V 级
一组三个试样最小平均值，ft·lbf(J)[③]	15(20)	35(47)[④]	30(41)	25(34)	35(47)	40(55)[⑤]
一个试样的最小值，ft·lbf(J)	10(14)	30(41)[④]	25(34)	20(27)	30(41)	35(50)[⑤]

① 这些夏比冲击值是在标准的 10mm 方试样上测得的，如果用小尺寸冲击试样，是要求的 ft·lbf 的最小值 7.5mm×10mm 试样为表 3 所列的 ft·lbf 乘以⅚，5mm×10mm 试样乘以⅔。

② 如果订货单规定了补充要求 S6，则这些值适用于在较低温度下所进行的试验。

③ 一组试样中低于此值的试样不得多于 1 个。

④ 在 70℉(21℃)下试验。

⑤ 在 0℉(-18℃)下试验。

6.6　试验数量

6.6.1　热处理重量小于 500lb(230kg)的锻件——热处理重量小于 500lb（230kg）的同种锻件，每批热处理装料中的每个炉号应做一次拉伸试验和一组冲击试验(三个试样)。当热处理是在具有良好的温度控制并装有高温记录仪，从而可得到完整的热处理记录的连续式热处理炉中进行时，则任何一次不超过 8h 的连接运行过程应认为是一个热处理装料批次。

6.6.2　热处理重量为 500～10000lb(230～4500kg)的锻件——每个锻件均应做一次拉伸试验和一组冲击试验(三个试样)。

6.6.3　重量超过 10000lb(4500kg)的锻件，应做两次拉伸试验和两组冲击试验。当锻件长度等于或大于直径的 1½倍时，则试样取在锻件两端或相隔 180°。

7　焊补

7.1　锻件允许焊补，但仅在需方同意时方可焊补。

7.2　如进行焊补，则焊工和焊接工艺应按 ASME 锅炉和压力容器规范卷Ⅸ进行评定。

8　加工工艺和质量水平要求

8.1　尺寸和外观检查应由制造厂进行，锻件应没有裂纹、热裂和其他缺陷。

9　合格证书和报告

9.1　除 A 788 标准所要求报告的项目外，下列项目亦应报告：

9.1.1　成品的化学分析。

9.1.2　确定试验试样位置的方法。

9.1.3　包括草图在内的无损检验报告。

9.1.4　按 A 788 标准所列的热处理周期的细节。

10　产品标志

10.1　需方可以规定补充识别标志和标志位置。如采用打钢印，则钢印应是最小半径为 $\frac{1}{32}$ in.(0.8mm)的圆刃或断续圆点的钢模刻印。

11　关键词

11.1　淬火加回火钢　铬-钼钢　镍-铬-钼合金钢　压力容器　合金钢锻件　碳钢锻件

补 充 要 求

只有当采购方在询价单或订货单中有规定时，才应采用下列一项或多项补充要求。这些补充要求的细节应由制造厂和采购方商定。

S1 力学性能试样的模拟焊后热处理

S1.1 试验前，所有试块都应在亚临界温度下经一次或数次热处理。这类热处理的目的是模拟锻件在随后的制造过程中将要遇到的焊后热处理。买方应向制造厂提供试块要求的热处理细节，包括温度、时间和冷却速度。

S2 超声波检验

S2.1 所有锻件均应按 A 388/A 388M 实用规程的程序进行超声波检验。

S2.1.1 纵波试验：

S2.1.1.1 除非另有规定，应按 A 388/A 388M 实用规程的“程序”一节采用调谐底波反射法(关于底波反射技术这段)。

S2.1.1.2 除了 A 388/A 388M “记录”节可报告的情况下，超过最终底波的显示应予记录。

S2.1.1.3 下列情况应予拒收：

(a)底波反射完全消失并伴随有不连续的显示。在这种情况下，小于满屏高度 5%的底波反射应被认为是底波反射完全消失。

(b)显示的波幅等于锻件上没有指示信号区所确定的底波反射的波幅。

S2.1.2 斜探头试验：

S2.1.2.1 校正槽、校正基准和扫查方法均应按 A 388/A 388M 实用规程“程序”节(关于横波检测这段)进行。

S2.1.2.2 带有不连续性缺陷的锻件，当显示波幅超过参考线的波幅时，应予拒收。

S2.1.3 超声波检验报告应符合 A 388/A 388M 实用规程“报告”节的要求。

S2.1.4 为了解决超声波缺陷显示的判别问题，可采用补充的无损检验或打孔检查。制造厂应对在最后加工中不能除去的有害缺陷承担责任。

S3 磁粉检验

S3.1 每个锻件都应按 A 275/A 275M 规定的方法进行磁粉检验，验收和拒收标准应由采购方和制造厂双方商定。

S4 夏比 V 形缺口冲击转变曲线

S4.1 应对锻件的试验材料进行足够多的冲击试验，以确定一条温度—吸收能曲线。试验温度的范围应宽到足以确定上、下平台的 ft · lbf 能量，并在中间温度做足够多的试验，以便能画出合理的光滑曲线。

S5 追加的夏比冲击数据

S5.1 对每一个试验的夏比试样，均应报告按 A370 试验方法和定义中规定的剪切断口百分数和侧向膨胀的密耳值或毫米值。

S6 夏比冲击试验

S6.1 除了试验温度应低于表 3 中规定的以外，夏比冲击试验应按本标准第 6 节的条款进行。

S7 落锤试验

S7.1 落锤试验应按 E208 试验方法的要求进行。试样的断裂面应与需方按 6.2 条规定的其他力学性能试样所要求的位置一致。然而，由于落锤试样可取自任何方向，因而当按方法 2(见 6.2.2 条)试验时，试样的断裂面离最近的淬火表面最小距离应为 7/16in.(11mm)，离任何第二个面最小距离为 1½in.(40mm)。采购方可规定或者在比规定温度高 10℉的温度下做双倍的未破断特性试验，或者要求测定无延性转变温度。

S8 4N 和 5 级钢的化学成分限制

S8.1 4N 和 5 级钢的磷和硫可以规定为最大 0.020%。

S9 加钒

S9.1 5 级钢锻件可规定含 0.05% ~ 0.15%的钒。

S10 特殊钢

S10.1 应规定采用真空处理的钢。

S10.2 当2、3、4N 和 5 级钢是真空碳脱氧时，最大硅含量应为 0.10%。

S10.3 试验报告应注明该种钢已经真空碳脱氧。

S11 环形和中空圆筒形零件

S11.1 试样应在切向(圆周方向)切取，而与最大成形方向无关。

S12 化学成分的限制

S12.1 应加以限制的磷和铜的范围可规定如下：

(a)熔炼分析 P≤0.012%，成品分析 P≤0.015%；Cu≤0.10%。

(b)熔炼分析 P≤0.015%，成品分析 P≤0.018%；Cu≤0.15%。

S13 可供选择的断裂韧性要求

S13.1 ASME 锅炉和压力容器规范卷Ⅲ的 NB-2300、NC-2300、ND-2300、NE-2300、NF-2300 或NG-2300章中的材料，当有规定时应采用断裂韧性要求(落锤或夏比冲击试验或两者)来代替本标准的夏比冲击试验要求。

S14 可供选择的试样方向

S14.1 所有试样的纵轴应是横切锻件最大成形方向的垂直方向。

S15 限制硫含量

S15.1 硫含量限制熔炼分析应为不大于 0.015%，成品分析为不大于 0.018%。

压力容器用淬火加回火的铬钼和铬钼钒合金钢板

SA-542/SA-542M

（与 ASTM 标准 A 542/A 542M—09 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于在淬火加回火状态下使用的两种 2¼Cr-1Mo 和三种 Cr-Mo-V 合金钢板，用来制造焊接压力容器和部件。

1.2 按本标准供应的钢材有五种类型号，代号为“A”、“B”、“C”、“D”和“E”。除碳、磷、硫和镍范围限制不同外，B 型与 A 型是相同的。钢材还分为五个类别，其强度如下所列。E 型钢只有 4 类和 4a 类钢。

类　别	最小抗拉强度 ksi(MPa)
1	105(725)
2	115(795)
3	95(655)
4 和 4a	85(585)

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求能力的限制。

1.4 钢板的最小厚度限制为⅜in.（5mm）。

1.5 钢材适合于熔焊。焊接技术很重要，其焊接工艺必须按事先经批准的方法进行。

1.6 这些合金钢板当处在轧制状态下经受火焰切割、搬运以及加工处理时易于发生裂纹，故只有在钢板厂与采购方或制造厂达成共同协议时，方可以轧制状态发货。

1.7 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M　压力容器用钢板的通用要求

A 370　钢制品力学性能试验的试验方法和定义

A 387/A 387M　压力容器用铬-钼合金钢板

A 435/A 435M　钢板超声直射波检验

A 577/A 577M　钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M　特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验。

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢材须符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序、尺寸和重量允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运和订购信息。

3.2 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验和检验以符合最终使用要求时，还备有一些补充要求可供使用。采购方应参照本标准列出的补充要求及 A 20/A 20M 标准的详细要求。

3.3 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢方法——钢须是镇静钢，并须符合 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板都须进行热处理，此时可将钢板加热到适当的奥氏体化温度，保温足够时间以使整个厚度上温度均匀，并用适宜的液体介质以喷射或浸入法进行淬火。D 型材料的最低奥氏体化温度应为 1650℉(900℃)。E 型材料的最低奥氏体化温度应为 1850℉(1010℃)。

5.2 淬火后，将钢板回火以获得所规定的拉伸性能要求。回火时，钢板加热至适当的温度并保温一段时间，保温时间不少于 30min/in.

(1.2min/mm)厚度，但不少于½h。最低回火温度如下：

型　号	类　别	温度,℉(℃)
A、B、C	1、2、3	1050(565)
A、B、C	4	1200(650)
A、B、C、D	4a	1250(675)

5.3　厚度大于 4in.(100mm)的钢板在按 5.1 规定的热处理前，对 A、B、C 和 D 型钢板在 1650~1850℉(900~1010℃)，对 E 型钢在板 1850~2050℉(1010~1120℃)的温度范围内某一温度下进行预先正火处理或水淬。

5.4　未经受按第 5.1 至 5.3 条要求热处理的订货钢板，应以经受消除应力处理状态或以退火状态供货、钢板的最低消除应力处理温度，除了 E 型钢板应是 1200℉(650℃)外，其他各型号的钢板应为 1050℉(565℃)。

6　化学成分

6.1　钢的化学成分须符合表 1 所示的要求。

表 1　化学成分要求

元　素		成　分,%				
		A 型	B 型	C 型	D 型	E 型
C	熔炼分析	≤0.15	0.11~0.15	0.10~0.15	0.11~0.15	0.10~0.15
	成品分析	≤0.18	0.09~0.18	0.08~0.18	0.08~0.18	0.08~0.18
Mn	熔炼分析	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60
	成品分析	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66
P	≤	0.025	0.015	0.025		
	熔炼分析	0.025	0.015	0.025	0.015	0.025
	成品分析	0.025	0.015	0.025	0.020	0.025
S	≤	0.025	0.015	0.025		
	熔炼分析	0.025	0.015	0.025	0.010	0.010
	成品分析	0.025	0.015	0.025	0.015	0.010
Si	≤	0.50	0.50	0.13		
	熔炼分析	0.50	0.50	0.13	0.10	0.15
	成品分析	0.50	0.50	0.13	0.13	0.15
Cr	熔炼分析	2.00~2.50	2.00~2.50	2.75~3.25	2.00~2.50	2.75~3.25
	成品分析	1.88~2.62	1.88~2.62	2.63~3.37	1.88~2.62	2.63~3.37
Mo	熔炼分析	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10
	成品分析	0.85~1.15	0.85~1.15	0.85~1.15	0.85~1.15	0.85~1.15
Cu，≤	熔炼分析	0.40	0.25	0.25	0.20	0.25
	成品分析	0.43	0.28	0.28	0.23	0.28
Ni，≤	熔炼分析	0.40	0.25	0.25	0.25	0.25
	成品分析	0.43	0.28	0.28	0.28	0.28
V	熔炼分析	≤0.03	≤0.02	0.20~0.30	0.25~0.35	0.20~0.30
	成品分析	≤0.04	≤0.03	0.18~0.33	0.23~0.37	0.18~0.33
Ti	熔炼分析	…	…	0.015~0.035	≤0.030	…
	成品分析	…	…	0.005~0.045	≤0.035	…
B	熔炼分析	…	…	0.001~0.003	≤0.0020	…
	成品分析	…	…	…	…	…
Nb	熔炼分析	…	…	…	≤0.07	0.015~0.070
	成品分析	…	…	…	≤0.08	0.010~0.075

注：示出为“…”处，意为无要求。

7 力学性能要求

7.1 拉伸试验要求：

7.1.1 由拉伸试验所代表的钢材须符合表2所示的要求。

7.1.2 公称厚度不大于¾in.（20mm）的钢板，可采用1½in.（40mm）宽的矩形试样作拉伸试验，伸长率可在2in.（50mm）的标距长度上测定，这包括断口在内并显示出最大的伸长率。

7.2 缺口韧性要求——4类和4a类：

7.2.1 在每张热处理过的钢板上所作的横向夏比V形缺口试验，一组三个试样有最小平均能量吸收值40ft·lbf(54J)，而仅有一个试样最小为35ft·lbf(48J)。

7.2.2 4类钢的冲击试验温度须在订货单中规定。

7.2.3 4a类钢的冲击试验温度为0℉(-18℃)。

8 关键词

8.1 合金钢 合金钢板 承压元件 压力容器钢 压力容器用钢板

表2 拉伸性能要求

	1类	2类	3类	4类	4a类
抗拉强度，ksi(MPa)	105~125 (725~850)	115~135 (795~930)	95~115 (655~795)	85~110 (585~760)	85~110 (585~760)
屈服强度，ksi(MPa)，≥	85(585)	100(690)	75(515)	55(380)	60(415)
2in.（50mm）标距伸长率，≥	14	13	20	20	18

① 对伸长率的修正见A 20/A 20M标准。

补 充 要 求

除采购订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。适用于本标准的项目标题如下。由供需双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.2 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验（对厚度大于等于 0.625in（6mm）的钢板）

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

附加的补充要求

此外，下列附加补充要求适合于这种用途。

S53*

S53.1 当采购方有规定时，材料的拉伸和冲击试验用的试样的轴心线应取自被测试钢板的中间厚度处，而非位于中心厚度与钢板的顶部或底部表面之间的中间位置上。

S62 回火脆性因素

S62.1 钢的熔炼分析成分按下列等式加以限制：

$$J=(Si+Mn)\times(p+Sn)\times10^4\leqslant150$$

（Si，Mn，P 和 Sn 的重量百分数）

$$Cu\leqslant0.20\%$$

$$Ni\leqslant0.30\%$$

S62.1.1 较低的 J 值，Cu 和 Ni 元素值可按采购方与供货方之间的协议作规定。

S62.1.2 当采购方如此规定时，J 值不得超过 100。

S62.1.3 须报告 J 的数值。

S62.1.4 如果钢板采用焊接修补时，焊缝金属的成分按下列等式加以限制：

$$X=(10P+5Sb+4Sn+As)/100\leqslant15$$

（P，Sb，Sn 和 As 为 ppm 数）

$$Cu\leqslant0.20\%$$

$$Ni\leqslant0.30\%$$

S62.1.5 须报告 X 的数值。

S63 分级冷却后的冲击性能

S63.1 材料的夏比 V 形缺口冲击性能按下述测定：

S63.1.1 从每炉钢的一张钢板的同一部位取足额数量的夏比 V 形缺口试验用的试样，以建立两条转变温度曲线。

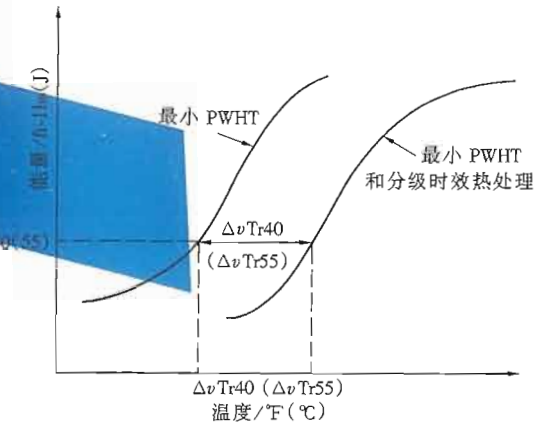


图 S1.1 在分级冷却热处理前后的转变温度曲线

S63.1.2 一条转变温度曲线的试样须经采购方规定的最低焊后热处理（PWHT）周期。

S63.2 另一条转变温度曲线的试样须经在 S63.1.2 中规定的焊后热处理（PWHT）周期加下列分级冷却热处理：

在 1100℉（593℃）下加热 1h，然后以 10℉（5.6℃）/h 的速率冷却到 1000℉（538℃）。

在 1000℉（538℃）下加热 15h，然后以 10℉（5.6℃）/h 的速率冷却到 975℉（524℃）。

在 975℉（524℃）下加热 24h，然后以 10℉（5.6℃）/h 的速率冷却到 925℉（496℃）。

在 925℉（496℃）下加热 60h，然后以 5℉（2.8℃）/h 的速率冷却到 875℉（468℃）。

在 875℉（468℃）下加热 100h，然后以 50℉（27.8℃）/h 的速率冷却到 600℉（315℃）。

在静止空气中冷却。

S63.3 在每一试验温度下采用一组三个试样，按 A370《试验方法和定义》标准的 V 形缺口试样作试验，从每一条转变温度曲线测定 40ft·lbf（55J）对应转变温度。试验温度包括在上下平台和最少四个中间温度进行试验。

S63.4 须符合下列要求：

$$vTr40+2.5\Delta vTr40\leqslant50℉$$

$$vTr55+2.5\Delta vTr55\leqslant10℃$$

*2013 版新增补充要求。——译注。

式中：

vTr40（vTr55）= 为材料在经受由采购方规定的最低焊后热处理的 40ft · lbf（55J）转变温度；

ΔvTr40（ΔvTr55）= 分级冷却材料的 40ft · lbf（55J）转变温度的移位。分级冷却材料的 40ft · lbf（55J）转变温度减去只受最低焊后热处理材料的转变温度。

S63.5　须报告两个材料状态 40ft-lbf（55J）的转变温度。

压力容器用淬火加回火镍铬钼合金钢板

SA-543/SA-543M

（与 ASTM 标准 A 543/A 543M—09 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于焊接压力容器和其他压力设备用淬火加回火状态的 Ni-Cr-Mo 合金钢板。这些合金钢成分通常考虑用于需要 2in.（50mm）或更大厚度钢板的结构。

1.2 按本标准的钢板有 B 和 C 型两种型号，并有以下三种类别：

类 别	最小抗拉强度，ksi(MPa)
1	105(725)
2	115(795)
3	90(620)

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求能力的限制。

1.4 钢板的最小厚度为$\frac{3}{16}$in.（5mm）。

1.5 这些合金钢板当处在轧制状态下经受火焰切割、搬运以及加工处理时易于发生裂纹，故只有在钢板厂与采购方或制造厂达成共同协议时，方可以轧制状态发货。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板的通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验。

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢材应符合 A20/A20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序、尺寸和重量允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运和订购信息。

3.2 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验和检验以符合最终使用要求时，有一些补充要求可供选择使用。采购方应参照本标准列出的补充要求及 A 20/A 20M 标准的详细要求。

3.3 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢方法——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板都应进行热处理，此时可将钢板加热到适当的奥氏体化温度，保温足够时间以使整个厚度上温度均匀，并用适宜的液体介质以喷射或浸入法进行淬火。然后钢板应在加热到不低于 1100℉（595℃）的温度下进行回火，以产生所要求的性能，保温时间不少于 ½ h/in.（1.2min/mm）厚度，但不得少于½h。

5.2 厚度大于 4in.（100mm）的钢板应在按 5.1 规定的热处理前，在 1650～1850℉（900～1010℃）的温度范围内某一温度下进行预先正火处理或水淬。

5.3 当需方选择进行 5.1 和 5.2 条的热处理时，供方应在交货前将钢板在不低于 1100℉（595℃）的某一温度下进行回火。

6　化学成分要求

6.1　除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 真空碳脱氧钢有改变外，钢应符合表 1 所示的化学成分要求。

7　力学性能要求

7.1　拉伸试验要求：

7.1.1　由拉伸试样所代表的钢材应符合表 2所示的要求。

7.1.2　公称厚度不大于¾in.（20mm）的钢板，可采用 1½in.（40mm）宽的矩形试样作拉伸试验，伸长率可在 2in.（50mm）的标距长度上测定，这包括断口在内，并显示出最大的伸长率。

8　关键词

8.1　合金钢　合金钢板　承压元件　压力容器钢　钢板　压力容器用钢板

表 1　化学成分要求

元　素		成　分,%	
		B 型	C 型
C，≤①		0.20	0.18
Mn，≤①		0.40	0.40
P，≤①		0.020	0.020
S，≤①		0.020	0.020
Si	熔炼分析	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析	0.13~0.45	0.13~0.45
Ni	熔炼分析	2.25~4.00	2.00~3.50
	成品分析	2.18~4.07	1.93~3.57
Cr	熔炼分析	1.00~1.90	1.00~1.90
	成品分析	0.94~1.96	0.94~1.96
Mo	熔炼分析	0.20~0.65	0.20~0.65
	成品分析	0.16~0.69	0.16~0.69

① 适用于熔炼分析和成品分析。

表 2　拉伸性能要求

项　　目	1 类	2 类	3 类
抗拉强度，ksi(MPa)	105~125 (725~860)	115~135 (795~930)	90~115 (620~795)
屈服强度，ksi(MPa)	85(585)	100(690)	70(485)
2in.（50mm）标距，伸长率，≥%①②	14	14	16

① 见 7.1.2。

② 伸长率的调整，参见 A 20/A 20M 标准。

补 充 要 求

除采购订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。适用于本标准的项目标题如下。由供需双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.2 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S14 弯曲试验

S17 真空碳脱氧钢

压力容器用淬火加回火8%和9%镍合金钢板

SA-553/SA-553M

（与 ASTM 标准 A 553/A 553M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于焊接压力容器用、水淬加回火状态的8%和9%镍合金钢钢板。

1.2 按本标准的材料可用以下两种有不同化学成分的型号供货：

型 号	公称镍含量,%
Ⅰ	9
Ⅱ	8

1.3 按本标准生产的钢析Ⅰ型经-320℉(-195℃)的冲击试验，Ⅱ型经-275℉(-170℃)或双方同意的其他低温的冲击试验。

1.4 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力的限制，但目前工厂的实用规程是通常将这种材料最大厚度限制到 2in.(50mm)。

1.5 这种材料对磁化敏感。如剩磁对随后的制造或使用不利的话，则热处理后的搬运中应避免使用磁铁。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板的通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途普通钢板与复合钢板超声直射波检验。

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢材须符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序、尺寸和重量允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了按本标准订购钢材时，应遵守的订货须知规则。

3.3 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验和检验以符合最终使用要求时，还备有一些补充要求可供使用。这些要求包括：

3.3.1 真空处理。

3.3.2 附加或特殊的拉伸试验。

3.3.3 冲击试验。

3.3.4 无损检验。

3.4 需方要查阅本标准列出的补充要求及 A 20/A 20M 标准的详细要求。

3.5 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢方法——钢须是镇静钢，并须符合 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板按 5.2 条进行热处理。加热成形的筒体板和包括封头和加强圈在内的其他零部件，成形后按 5.2 条进行热处理。

5.2 热处理程序——所有钢板的热处理是将其加热到 1475~1700℉(800~925℃)范围内的一个适当温度，保温足够时间，以便钢板全厚度达到均匀的温度，然后在水中淬火。接着在1050~1175℉(565~635℃)范围内回火，并在此温度下保温至少 30min/in.(1.2min/mm)壁厚，但不得少于 15min，并在空气中冷却或水淬，冷却速度

不小于300℉/h(165℃/h)。

5.2.1 淬火硬化——钢板加热到1475~1700℉(800~925℃)温度范围内，并在此温度下保温足够时间，以便钢板全厚度达到均匀的温度，然后在液体介质中淬火。

5.2.2 回火——钢板在1050~1175℉(565~635℃)温度范围内回火，并在此温度下保温至少30min/in.(1.2min/mm)壁厚，但不得少于15min，然后在空气中冷却或水淬，冷却速度不小于300℉/h(165℃/h)。

5.2.2.1 在回火处理之前，钢板可进行一次中间热处理，即将钢板加热到Ⅰ型为1165~1290℉(630~700℃)，Ⅱ型为1185~1310℉(640~710℃)温度范围内，并在此温度下保温至少1h/in.(2.4min/mm)壁厚，但不得少于15min；然后若是厚度大于⅝in.(16mm)的钢板，则水淬到低于300℉(150℃)，若是厚度不大于⅝in.(16mm)的钢板，则空冷或水淬到低于300℉(150℃)。

注1：中间热处理的目的是提高伸长率和缺口冲击韧性，并降低对应变时效脆化和回火脆化的敏感性。它可由材料生产厂选择实施，也可由需方规定。

6 化学成分要求

6.1 除按A 20/A 20M标准中补充要求S17真空碳脱氧钢有改变外，钢须符合表1所示的化学成分要求。

7 力学性能要求

7.1 拉伸试验要求——由拉伸试验所代表的钢材须符合表2所示的要求。

7.1.1 根据制造厂和需方协议，屈服强度可用载荷下伸长法，即用0.005in./in.(mm/mm)总伸长法测定。

7.1.2 公称厚度不大于¾in.(20mm)的钢板，可采用1½in.(40mm)宽的矩形试样作拉伸试验，伸长率可在2in.(50mm)的标距长度上测定，这包括断口在内，并显示出最大的伸长率。

7.2 冲击试验要求：

7.2.1 夏比V形缺口试验应按A20/A20M标准进行。

7.2.2 试样的纵轴应垂直于钢板的终轧方向。

7.2.3 除非另有协议，Ⅰ型应在-320℉(-195℃)下进行试验，Ⅱ型应在-275℉(-170℃)下进行试验。

7.2.4 每个试样与缺口相对的一面上有不小于0.015in.(0.381mm)的侧向扩展。

表1 化学成分要求

元素		成分,%	
		Ⅰ型	Ⅱ型
C，≤①		0.13	0.13
Mn，≤	熔炼分析②	0.90	0.90
	成品分析③	0.98	0.98
P，≤①		0.035	0.035
S，≤①		0.035	0.035
Si	熔炼分析②	0.15~0.40	0.15~0.40
	成品分析③	0.13~0.45	0.13~0.45
Ni	熔炼分析	8.50~9.50	7.50~8.50
	成品分析	8.40~9.60	7.40~8.60

① 适用于熔炼分析和成品分析。

② 假如总铝含量为0.030%或以上，或假如酸溶铝含量为0.025%或以上，硅含量可小于0.15%。

③ 假如总铝含量为0.030%或以上，或假如酸溶铝含量为0.025%或以上，硅含量可小于0.13%。

表 2　拉伸性能要求

抗拉强度，ksi(MPa)	100~120 (690~825)
屈服强度(0.2%残余变形)，ksi(MPa)，≥	85(585)
2in.(50mm)标距的伸长率,%[①]，≥	20.0

① 见 A 20/A 20M 标准对伸长率的修正。

8　表面质量

8.1　因残留的氧化皮可能遮盖钢板表面缺陷，故钢厂在钢板热处理后去除氧化皮。在钢板是由需方进行热处理的情况下，则由钢厂在钢板装运前预先去除氧化皮。

9　标志

9.1　除 A 20/A 20M 标准所要求的标志外，每张钢板根据订货厚度清晰地打印或漏模喷刷字母“QT”，但 9.1.1 条另有规定者除外。

9.1.1　在选择按 5.2.2.1 条规定进行热处理时，钢板用字母“QTT”代替“QT”作标志。

10　关键词

10.1　合金钢　合金钢板　承压件　压力容器钢　钢板　压力容器用钢板

补 充 要 求

除采购订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。适用于本标准的项目标题如下。由供需双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S6 落锤试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

附加的补充要求

下面还列出了适用于本标准的可供选择的附加补充要求 S55 和 S56。

S55 纵向夏比冲击能量吸收要求

S55.1 纵向夏比 V 形缺口冲击性能在规定温度下,不得低于 25ft·lbf(34J)。

S55.2 每套冲击试验值应为三个试样的平均值，其中只能有一个值低于最小规定值 25ft·lbf(34J)。但对全尺寸试样不得低于 20ft·lbf(27J)。

S56 横向夏比冲击能量吸收要求

S56.1 横向夏比 V 形缺口冲击性能在规定温度下，不得低于 20ft·lbf(27J)。

S56.2 每套冲击试验值应为三个试样的平均值，其中只能有一个值低于最小规定值 20ft·lbf(27J)，但对全尺寸试样不得低于 15ft·lbf(20J)。

给水加热器用无缝冷拔碳钢管子

SA-556/SA-556M

[与 ASTM 标准 A 556/A 556M—90(R95)e1 完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于管式给水加热器用的最小壁厚无缝冷拔碳素钢管子，包括如有规定须弯成U型的U形管子。

1.2 包括的管子尺寸其外径为 5/8～1¼in.（15.9～31.8mm），最小壁厚等于或大于0.045in.（1.1mm）。

1.3 提供有可选择的补充要求，当有要求时，应在订货单上注明。

1.4 无论以英寸-磅或SI单位表示的数值都应分别视为标准值。正文中SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中要求使用本标准中的“M”标准号，否则应采用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A450/A450M 碳钢、铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

E30 钢、铸铁、平炉铁和熟铁的化学分析试验方法

3 一般要求

3.1 按本标准供货的材料，除在本标准另有规定外，应符合现行版本的A 450/A 450M标准的要求。

4 订货须知

4.1 本标准材料的订货单应按需要包括下列各项，以充分地说明所需材料的要求：

4.1.1 数量（英尺、米或根数）。

4.1.2 材料名称（无缝钢管子）。

4.1.3 尺寸（外径和最小壁厚）。

4.1.4 长度（定尺或不定尺）。

4.1.5 制造（冷拔）。

4.1.6 级别（化学成分）。

4.1.7 选用的要求。

4.1.8 弯曲要求——若订货单上规定管子需要弯曲，则订货单应附U形管的设计。若U形弯头需要去应力退火，采购方必须加以注明。

4.1.9 要求的试验报告（见A 450/A 450M标准合格证书一节）。

4.1.10 标准号。

4.1.11 特殊要求和任何选用的补充要求。

5 制造

5.1 制造——管子应采用无缝工艺制造、并应是冷拔的。

5.2 热处理：

5.2.1 冷拔管在最后一道冷拔后应在温度1200 ℉（640℃）或更高的温度进行热处理，以保证它旋入管板胀接时有满意的延展性，并满足规定的力学性能。

5.2.2 若规定U形弯头需做去应力退火，则应对弯曲部分在1100～1200 ℉（585～640℃）温度范围内加热。

6 化学成分

6.1 钢的化学成分应符合表1规定的要求。

6.2 当按本标准订购某一级别的钢时，要求添加任何不同于表1所列的元素制成特殊合金钢是不允许的。

表1 化学成分

元 素	成分,%		
	A2 级	B2 级	C2 级
C, ≤	0.18	0.27	0.30
Mn	0..27～0.63	0.29～0.93	0.29～1.06
P, ≤	0.035	0.035	0.035
S, ≤	0.035	0.035	0.035
Si, ≥	…	0.10	0.10

7　成品分析

7.1　当采购方订货单要求时，制造厂或供货商应从每炉的一根管子或钢坯作出成品分析。

7.2　若成品分析初试不合格，应另抽 2 根管子或钢坯进行复试。对有问题的元素，2 个复试都必须满足标准的要求，否则该炉或该批（注）的所有剩余材料应拒收，或生产厂愿意，可对每根管子作各别的验收试验。不符合标准要求的管子应予拒收。

注 1：　对于拉伸和硬度试验要求，名词“批”适用于切割前同一炉钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在非连续式炉中进行时，一批只包括同一尺寸及同一炉批在相同炉料进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续式炉中进行时，一批应包括同一尺寸，同一炉及在相同炉内以相同温度，相同加热时间及炉速作热处理的所有管子。

7.3　应采用 E30 试验方法供仲裁之用。

8　力学性能

8.1　拉伸性能——当以全截面拉伸时，材料应符合表 2 中规定的拉伸性能要求。

8.2　硬度要求——管子的洛氏硬度应不超过表 3 所示出的数值。

表 2　拉伸要求

	A2 级	B2 级	C2 级
抗拉强度，ksi（MPa），≥	47（320）	60（410）	70（480）
屈服强度，ksi（MPa），≥	26（180）	37（260）	40（280）
伸长率，标距 2in，或 50mm %（纵向），≥	35	30	30

表 3　硬度要求

A2 级	HR B72
B2 级	HR B79
C2 级	HR B89

9　尺寸允许偏差（图 1）

9.1　规定外径的允许偏差，对管子外径在 1.0in.（25.4mm）以下的应不超过 ±0.004in.（0.10mm），外径在 1.0in.（25.4mm）至 1.25in.（31.7mm）的不应超过 ±0.006in.（0.15mm）。这个允许偏差不适用于 U 形管子的弯曲部分。对于 $R=2\times D$ 或更大的 U 形管子弯曲部分，管子的大径或小径都不应与公称外径相差大于 10%。若规定的 R 为 $1.5D$，则允许偏差可以大些。

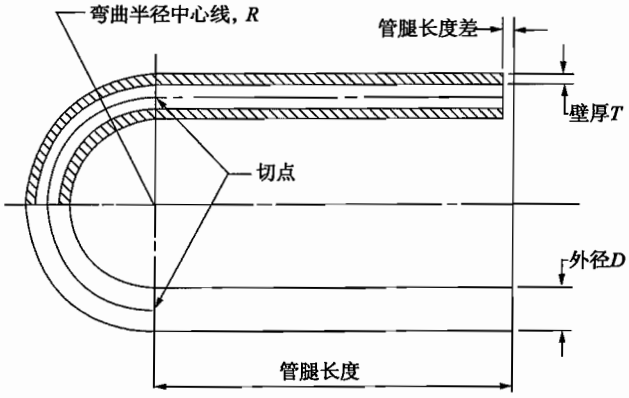


图 1　U 形管的弯曲部分

9.2　规定最小壁厚的允许偏差应不超过 +20%或−0。管子 U 形弯曲部分的壁厚应不小于用下式确定的值：

$$t_f = T\ (2R)\ /\ (2R+D)$$

式中：

t_f——弯曲后的壁厚，in.（mm）；

T——规定的最小管壁厚度，in.（mm）；

R——中心线弯曲半径，in.（mm）；

D——管子公称外径，in.（mm）。

9.3　对于 U 形管子，从弯曲切点量到直管段端部的长度应不小于规定的值，但可以按表 4 中所给的数量超过规定值。两直管段长度之差除另有规定外，应不大于 1/8in.（3mm）。

9.4　任何管子端部的端面垂直度应不大于表 5 中所给的值。

9.5　从弯头的两个切点位置测量的两直管段间距与（2R——规定的管子外径）值之差应不大于 1/16in.（1.5mm），R 为中心线的弯曲半径。

9.6　U 形管子弯曲部分的曲率应基本均匀，且不超过中心线公称弯曲半径 ± 1/16in.（1.5mm）。

表 4　直管段长度允许偏差

直管长度，ft（m）	正偏差，in.（mm）
≤20（6）	1/8（3.2）
20（6）<长度≤30（9）	5/32（4.0）
30（9）<长度≤40（12.2）	3/16（4.8）

表 5　端部垂直度偏差

管子外径，in.（mm）	偏差，in.（mm）
5/8（15.9）	0.010（0.25）
>5/8~1¼（>15.9~31.7）	0.016（0.4）

10 工艺质量，表面精整和外观

10.1 成品管应无氧化皮，但在管子表面上可有表面氧化膜。对已经热处理的管子，允许U形弯头内、外表面有轻微的氧化皮。

10.2 成品管应是相当地直，两端光滑无毛刺。管子应具备有良好的光洁度，在壁厚的允许偏差内没有不能去除的表面缺陷，像传送搬运和矫直等划痕，芯轴和模具的轻度划痕，浅坑和氧化皮等类型的表面缺陷若在壁厚的允许偏差之内，则不必去除。

10.3 应在成品管的内、外表面上涂层，以防止运输中的锈蚀。所用的涂层形式应协议商定，并在订货单上注明。

11 要求的力学试验

11.1 拉伸试验——应在批量不超过50根管子的一个试样上作一个拉伸试验。批量超过50根管子时，应从两根管子的试样上各作一个拉伸试验（注1）。

11.2 压扁试验——从每一不超过125根管子或其余数的批量中的一根成品管两端的试样上各作一个压扁试验，但不是用作扩口试验的那一根管子。

11.3 扩口试验——从每一不超过125根管子或其余数的批量中的一根成品管两端的试样上各作一个扩口试验，但不是用作压扁试验的那一根管子。

11.4 硬度试验——从每批（注1）2根管子的试样上作布氏或洛氏硬度试验。

11.5 液压试验——每一U形管子应用没有腐蚀性的流体进行液压试验，或经采购方同制造厂协议，它们可以用规定设计工作压力的1.5倍进行试验。

12 无损试验（电测试验）

12.1 每根管子应在最后一道冷拔并经完工热处理后再作试验，按A450/A450M标准将其通过能够检测出管子整个横截面上缺陷的无损试验机。

13 包装和包装标志

13.1 应将管子包装或捆扎使之能防止在正常搬运和运输中的损坏，并用标有制造厂名字、采购方订货单号、标准号和级别号、尺寸的标签识别之。

13.2 如果是U形管子，每箱应装在托盘上，并清楚地标志出制造厂名字、采购订货单号、标准号和级别号、尺寸和所装入物品的标志。

14 关键词

14.1 给水加热器管子 无缝钢管子 钢管子 碳

补　充　要　求

当询价单或招标书，采购订货单或合同中有规定时，下列一或多条补充要求可以成为标准的一部分。除非在采购订货单上注明，这些补充要求将不予考虑，此订货单上的管子，制造厂在弯曲或装运之前已做了应该做的必要检验。

S1　无损超声波检验——圆形管子（商业级）

S1.1　制造商应采用超声波无损检验来检验管子，以发现有害的缺陷和证实管子的完好性。

S1.1.1　超声波检验应采用脉冲-回波剪力波技术进行，以查出纵向或周向的缺陷或同时两者。

S1.1.2　被检验的管子在适当回转时、应相当地直。管子内、外表面应无污垢、金属屑、脂类、油类、松散的氧化皮以及能削弱、分散或反射超声波讯号的其他物料。

S1.1.3　管子应螺旋地送入通过一合适的换能器加以检验，管子材料的回转方向是向着换能器的。

S1.1.4　应采用合适的超声仪表，能清晰地分辨出以下要叙述到的人工缺陷（以下称作参考槽）。应有反射的超声波讯号自动电子监视器，使任何自然出现的缺陷能有一个等于或大于参考标准的超声波仪器，并起动可听见和可视的警报。

S1.1.5　如这里所述的，仪器的标定应用参考标准完成之，将其回转，并以管子在检验时要予以的大致相似速度通过换能器。

S1.1.6　要调整下列因素以获得在按参考标准标定装备时，仪表对参考槽和管子平面部分之间能有最佳的区别。

S1.1.6.1　探索部分的位置应处在使剪力波在进行试验的管子之内扩散。若外径和内径的参考槽同时被采用，应使用最佳的角度，使两个槽尽可能地接近相同的大小。

S1.1.6.2　使用的频率要选择使其能最佳的区别参考槽和管子的平面部分。一般是采用2.25MHz 或 5.0MHz。

S1.1.6.3　应调整仪表的灵敏度，使参考槽在示波器屏幕上出现的脉冲达到仪表饱和水准的 50%到 70%。用电子闸门调整对缺陷自动监视系统，以探测出现参考槽的屏幕部分。报警系统的灵敏度应调整到使参考槽通过探测装置时能可听见和可看见。

S1.1.6.4　如经协商同意，记录仪器应调整到能清晰地显示参考槽，以及任何反射讯号能否启动报警系统。

S1.1.7　应从同一尺寸、级别和物理条件随意选择作为试验材料的管子中准备一个适当长度（长度足以允许联机进料）的参考标准。

S1.1.8　参考标准应含有如下机加工槽：

槽的深度为壁厚的 10%，但不小于 0.004in.（0.10mm）。深度允许偏差为 +0.0000in. 或 -0.001in.（0.03mm）。

S1.1.8.1　槽的位置和方向——槽的位置应在外径或内径上，或两者，并应是纵向排列供径向检查，周向排列或两者供横向检查。一个或多个参考槽在参照管子上应以这样的方式设置，即应使参考槽或参考管端部之间不存在物理上或声学上的干扰。这些不同位置和走向区分如下：

A 型——外径纵向上，供径向检查用；

B 型——内径纵向上，供径向检查用；

C 型——外径周向上，供横向检查用；

D 型——内径周向上，供横向检查用。

S1.1.8.2　标准命名法——参考槽的大小、位置和方向成为按本标准的特殊订货单的一部分，应予以规定。

S1.1.9　检查的基本步骤是订货单上所有管子边旋转、边输入，依次地通过探测装置（换能器），使进料螺旋线的螺距小于探测装置的扫描宽度。当管子被推进通过振子（换能器）时，应注意报警系统对等于或大于参考标准的缺陷显示。有显示这样指示的管子应拒收。

S1.1.10　标准步骤是只试一个方向的螺旋方式进料。如采购方有规定，也可试两个方

向的。

S1.1.11 任何管子不出现比参考标准所确定的水准以上的显示应放在一堆，等到参考标准试验通过、且仪表的标定也经参考槽起动报警系统所证实。标定经证实正确无误后，则最大缺陷尺寸就相当于参考的标准，应认为这批管子已被测试过并可被合格验收。

S1.1.12 在切实可行并经过复试，拒收的管子可用抛光或其他合适的方法消除了拒收原因后得以利用。这样的材料如满足尺寸上的要求、并在复试时不触发超声波报警系统则应认为已符合本标准的要求。

S2 无损超声波检验——圆形管子（选择的商业级）

S2.1 制造厂应按补充要求S1所列的步骤试验管子，但参考槽的深度除外，应为壁厚的5%，但不小于0.004in.（0.10mm）。槽深的允许偏差为+0.000，-0.005in.（0.01mm）。

S3 无损涡流检验

S3.1 每根管子在最后一道冷拔和完工热处理之后，应通过有能力发现管子整个横截面上缺陷的无损电测试验机上的检验。应使用合适的仪表来清晰地分辨出人工缺陷或参考槽。作检验的管子应相当地直，且内、外表面上无松散的氧化皮、金属粒或能限制讯号或产生电响声的其他物料。管子应纵向通过一个或几个检查线圈，线圈的直径要适合于进行检查的管子直径。仪器的标定应用一参考标准来完成，它是从要检查的材料同样尺寸、级别和物理状态所选择的管子取一段合适的长度准备而得的。参考标准应和检查管子时进行的同样速度送入并通过检查线圈。下列这些因素不是按仪表制造商对该特定仪器为获得最佳的分辨参考缺陷与管子平坦部分之间所作的说明来选择或调整或同时两者。这些因素和其他涉及的因素一样，都不应使它们能降低仪器总的检测有害缺陷的能力。

S3.1.1 试验频率。

S3.1.2 直流饱和水准。

S3.1.3 过滤网格。

S3.1.4 相分析线路。

S3.1.5 线圈直径。

S3.1.6 仪表放大。

S3.2 参考标准在外径上应有纵向或径向的槽，并应用以建立被检管子的拒收水准。内径上纵向和径向的槽也是参考标准的一部分，这些槽可以大于外径上的槽，只用以保证仪器相的调整使有可能得出内径表面的最佳灵敏度。外径上参考槽的深度应等于壁厚的10%。槽的允许偏差应为±8%或0.0005in.（0.01mm），两者取大值。槽的宽度应不超过深度的两倍。参考槽的长度应不超过0.375in.（9.5mm）。所有管子包括那些可能修补的管子，假如管子尺寸上或其他性能上不起相反的影响，并且，假如管子不显示超过由外径参照所确定的水准，则就符合本标准，但以仪表的标定经表明给定批量的标准外径参考槽所核实为条件。管子发生讯号超过标定标准灵敏度的应予拒收。假如对管子尺寸和其他性能不起相反的影响，并且经过试验足以保证管子良好，处在本标准限值之内，则可以修整管子。所有管子在检查完毕之后应进行消磁。

给水加热器用电阻焊碳钢管子

SA-557/SA-557M

（与 ASTM 标准 A 557/A 557M—90a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于管式给水加热器用的最小壁厚电阻焊接碳素钢管子，包括如有规定须弯成U形的管子。

1.2 包括的管子尺寸其外径为⅝～1¼in.（15.9～31.8mm），最小壁厚等于或大于0.045in.（1.1mm）。

1.3 提供有可选择的补充要求，当有要求时，应在订货单上注明。

1.4 无论以英寸-磅或SI单位表示的数值都应分别视为标准值。正文中SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中要求使用本标准中的"M"标准号，否则一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 450/A 450M 碳钢、铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求*

E 30 钢、铁、平炉铁和熟铁的化学分析方法

3 一般要求

3.1 按本标准供货的材料，除在本标准另有规定外，应符合现行版本的A 450/A 450M标准的要求。

4 订货须知

4.1 本标准材料的订货单应按需要包括下列各项，以充分地说明所需材料的要求：

4.1.1 数量（英尺、米或根数）。

4.1.2 材料名称（电阻焊接钢管子）。

4.1.3 尺寸（外径和最小壁厚）。

4.1.4 长度（定尺或不定尺）。

4.1.5 制造（热轧或冷拔，可以用冷轧钢带代替热轧钢带）。

4.1.6 级别（第7节）表1。

4.1.7 选用的要求——若订货单上规定管子需要弯曲，则订货单应附U形管的图纸（如图1）。若U形弯头需要应力消除退火，买方必须注明。

4.1.8 要求的试验报告（见A 450/A 450M标准合格证书一节）。

4.1.9 标准号。

4.1.10 特殊要求和任何选用的补充要求。

5 制造

5.1 制造——管子用电阻焊接制造。

表1 化学成分要求

元素	成分，%		
	A2级	B2级	C2级
C，≤	0.18	0.30	0.35
Mn	0.27～0.63	0.27～0.93	0.27～1.06
P，≤	0.035	0.035	0.035
S，≤	0.035	0.035	0.035

5.2 热处理

5.2.1 管子焊接后应至少在1600℉（860℃）的温度下正火，接着空冷或在控制气氛的连续炉冷却区中冷却。

5.2.2 如冷拔，管子在最终冷作工序之后，应至少加热到1200℉（640℃）以保证管子与管板胀接时的延性，并达到规定的力学性能。

5.2.3 若规定U形弯头需热处理，这种热处理应对受应力部分加热到1100～1200℉（590～640℃）。

* 由于本标准仍沿用，而与ASTM标准A557/A557M-90a完全等同，故这里的A450/A450M标准的名称仍是旧名称，目前名称和适用对象已有改变，详见标准目录和标准正文。——译注。

6　表面状态

6.1　成品管应无氧化皮，但在外表面上可有表面氧化膜。已经热处理消除应力的管子，允许U型弯头内、外表面有轻微的氧化皮。

6.2　成品管的内、外表面都应涂上薄薄的石蜡油，以防止在运输过程中的锈蚀。也可用双方同意并在订货单上注明的其他类型涂层。

7　化学成分

7.1　钢的化学成分应符合表1规定的要求。

7.2　对所有的管子，钢应是完全脱氧的。

7.3　当按本标准订购某一等级的钢时，要求添加任何不同于表1所列的元素制成特殊合金级钢是不允许的。

8　成品分析

8.1　当买方订货单要求时，供货商应从每炉的一根管子或一卷钢带作出成品分析。

8.2　若成品分析初试不合格，另抽2根平轧坯料或管子进行复试。对有问题的元素，2个复试都必须满足标准的要求，否则该炉所有剩余的材料应拒收，或生产厂愿意，可对每根平轧坯料或管子作各别的验收试验。不符合标准要求的平轧坯料或管子应拒收。

8.3　应采用E 30试验方法供仲裁之用。

9　力学性能

9.1　拉伸试验——材料应符合表2规定的拉伸性能要求。

9.2　硬度要求——管子的洛氏硬度应不超过表3所示。

表2　拉伸性能要求

	A2级	B2级	C2级
抗拉强度，ksi(MPa)≥	47(325)	60(415)	70(485)
屈服强度，ksi(MPa)≥	26(180)	37(255)	40(275)
伸长率，2in. 或50mm，%(纵向)，≥	35	30	30

表3　硬度要求

A　级	HRB72
B　级	HRB79
C　级	HRB89

10　尺寸偏差

10.1　规定外径的允许偏差应按A 450/A 450M标准的适用部分。热轧管内侧的焊瘤高度应按A 450/A 450M的规定，冷拔管应无焊瘤尺寸的显示。直径和壁厚的允许偏差不适用于U型管弯曲部分。对于$R=2\times D$的U型管子弯曲部分，管子的大径或小径都不应与公称外径相差大于10%。

10.2　直管段的规定最小壁厚允许偏差不应超过+18%，-0。U型管子弯曲部分的壁厚应不小于用下式确定的值：

$$t_f = T(2R)/(2R + D)$$

式中　t_f=弯曲后的壁厚，in.(mm)

T=规定的最小壁厚，in.(mm)

R=中心线弯曲半径，in.(mm)

D=管子公称外径，in.(mm)

10.3　直管长度允许偏差按A 450/A 450M的规定。

10.4　对于U型管子，从弯曲切点量到直管段端部的长度应不小于规定的值，但可以按表4中所给的数量超过规定值。两直管段长度之差除另有规定外，应不大于⅛in.(3mm)。

10.5　任何管端部的端面垂直度应不大于表5中所给的值。

10.6　从弯头的两个切点位置测量的两直管段间距与(2R—规定的管子外径)值之差应不大于1/16in.(1.5mm)，R为中心线的弯曲半径。

10.7　U型管子弯曲部分的曲率应基本均匀，且不超过中心线公称弯曲半径±1/16in.(±1.5mm)。

表4　直管段长度允许偏差

直管长度，ft(m)	正偏差，in.(mm)
≤20(6)	⅛ (3.2)
>20(6)~30(9)	5/32 (4.0)
>30(9)~40(12.2)	3/16 (4.8)

表5　端部垂直度偏差

管子外径，in.(mm)	偏差，in.(mm)
⅜(15.9)	0.010(0.25)
>⅜~1¼(>15.9~31.7)	0.016(0.4)

11　要求的力学试验

11.1　拉伸试验——应在批量不超过 50 根管子的一个试样上作一个拉伸试验。批量超过 50 根管子时，应从两根管子的试样上各作一个拉伸试验(注 2)。

注 1：压扁试验和卷边试验的一批为 125 根管子。

注 2：对于拉伸和硬度试验要求，名词“批”适用于切割前同一炉钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在非连续式炉中进行时，一批只包括同一尺寸及同一炉批在相同炉料进行热处理的那些管子。当最终热处理是在连续式炉中进行时，一批应包括同一尺寸，同一炉及在相同炉内以相同温度，相同加热时间及炉速作热处理的所有管子。

11.2　压扁试验——从每批(注 1)或其余数中一根管子的试件上，按 A 450/A 450M标准的规定作一个压扁试验。

11.3　卷边试验——从每批(注 2)或其余数中一根管子的试件上，按 A 450/A 450M 标准的规定作一个卷边试验。对于 B 和 C 级钢，卷边宽度应不小于 A 450/A 450M 标准中规定的 75%。

11.4　反向压扁试验——从每 1500ft(460m)成品管取一个试样作一个反向压扁试验。

11.5　硬度试验——从每批(注 2)抽 2 根管子的试样作布氏或洛氏硬度试验。试验方法及对壁厚的限制应按 A 450/A 450M 标准的规定。

11.6　液压试验——每一 U 形管应用没有腐蚀性的液体进行液压试验，或买方同制造厂协议，它们可以用规定设计工作压力的 1.5 倍进行试验。

11.7　力学试验的方法、试样、复试和再处理应按 A 450/A 450M 标准的规定。

12　无损试验 (电测试验)

12.1　每根管子在最终热处理后应按A 450/A 450M标准中无损电测试验的要求进行试验。

13　产品标志

13.1　标志应按 A 450/A 450M 进行，符号用打钢印或滚压到管子表面是不允许的。

14　包装

14.1　根据制造商的选择，可以用箱、板条箱、纸板箱或包扎在可靠的起吊结构中，或捆扎成束以保证安全装运。不同于制造商常用的要求额外操作的特殊包装必须在订货单上注明。

14.2　如果是 U 形管子，要求每箱装在托盘上，并清楚地标志出买方的订货单号、标准号、尺寸、制造厂名字和所装物品的标志。

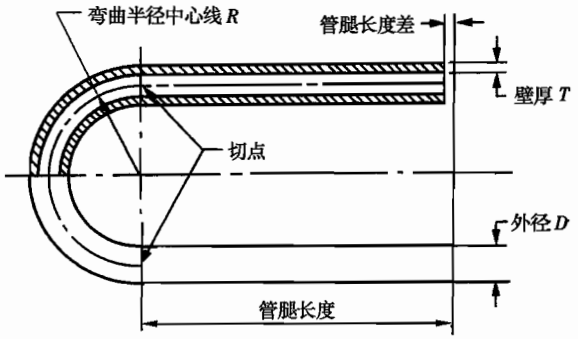


图 1　U 形管子的弯曲部分

补 充 要 求

当询价单或招标书，采购方的订货单或合同中有规定时，下列补充要求可以成为标准的一部分。除非在订货单上注明，这些补充要求将不予考虑，此订货单上的管子，制造厂在弯曲或装运之前已做了应该做的必要试验。

S1 无损超声波检验——圆管(商业级)

S1.1 制造商应用无损超声波检验来检查有害缺陷。

S1.1.1 超声波检验应采用脉冲—回波剪力波技术来进行，以查出纵向或周向的缺陷或同时两者。

S1.1.2 被检验的管子在适当回转时应相当地直。管子内外表面应无污垢、金属屑、脂类、油类、松散的氧化皮以及能削弱、分散或反射超声波讯号的其他物料。

S1.1.3 管子应螺旋地送入通过一合适的换能器加以检验，管子材料的回转方向是向着换能器的。

S1.1.4 应采用合适的超声波仪表，能清晰地分辨出以下要叙述到的人工缺陷(以下称作参考槽)。应有反射的超声波讯号自动电子监视器，使任何自然出现的缺陷能有一个等于或大于参考标准的超声波反射，并起动可闻和可视的警报。

S1.1.5 如这里所述的，仪器的标定应用参考标准完成之，将其回转，并以管子在检验时要予以的大到相似速度通过换能器。

S1.1.6 要调整下列因素以获得在按参考标准标定装备时，仪表对参考槽和管子平面部分之间能有最佳的区别。

S1.1.6.1 探索部分的位置应处在使剪力波在进行试验的管子之内扩散。若外径和内径的参考槽同时被采用，应使用最佳的角度，使两个槽尽可能地接近相同的大小。

S1.1.6.2 使用的频率要选择使其能最佳的区别参考槽和管子的平面部分。一般采用2.25MHz或5.0MHz。

S1.1.6.3 应调整仪表的灵敏度，使参考槽在示波器屏幕上出现的脉冲达到仪表饱和水准的50%到70%。用电子闸门调整对缺陷自动监视系统，以探测出现参考槽的屏幕部分。报警系统的灵敏度应调整到使参考槽通过探测装置时能可闻和可见。

S1.1.6.4 如经同意，记录仪器应调整到能清晰地显示参考槽，以及任何反射讯号能否开动报警系统。

S1.1.7 应从同一尺寸、级别和物理条件随意选择作为试验材料的管子中准备一个适当长度(使允许联机进料)的参考标准。

S1.1.8 参考标准应含有如下机加工槽：

槽的深度为壁厚的10%，但不小于0.004in.(0.10mm)。深度允许偏差为+0.0000或-0.001in.(0.03mm)。

S1.1.8.1 槽的位置和方向——槽的位置应在外径或内径上，或两者，并应是纵向排列供径向检查，周向排列或两者供横向检查。槽在参照管子上以这样的方式设置，即应使槽或参考管端部之间不存在物理上或声学上的干扰。这些不同位置和走向区分如下：

A型——外径纵向上，供径向检查用；

B型——内径纵向上，供径向检查用；

C型——外径周向上，供横向检查用；

D型——内径周向上，供横向检查用。

S1.1.8.2 标准命名法——参考槽的大小、位置和方向成为按本标准的特殊订货单的一部分，应予以规定。

S1.1.9 检查的基本步骤是订货单上所有管子边旋转边输入，依次地通过探测装置(换能器)，使进料螺旋线的螺距小于探测装置的扫描宽度。当管子通过换能器时，应注意报警系统对等于或大于参考标准的缺陷显示。有显示这样指示的管子应拒收。

S1.1.10 标准步骤是只试一个方向的螺旋进料。如买方有规定，也可试两个方向的。

S1.1.11 任何管子不出现比参考标准所确定的水准以上的显示应放在一堆，等到参考标准

试验通过且仪表的标定也经参考槽起动报警系统所证实。标定经证实无误后，则最大缺陷尺寸就相当于参考的标准，应认为这批管子已试过并可被接收。

S1.1.12 在切实可行并经过复试，拒收的管子可用抛光或其他合适的方法消除了拒收原因后得以利用。这样的材料如满足尺寸上的要求并在复试时不触发超声波报警系统应认为已符合本标准的要求。

S2 无损超声波检验——圆管(选择的商业级)

S2.1 制造厂应按补充要求 S1 所列的步骤检验管子，但槽深度除外，应为壁厚的 5%，但小于 0.004in.（0.10mm）。槽深的允许偏差为 +0.0000，-0.005in.（0.01mm）。

S3 无损试验（涡流试验）

S3.1 每根管子在完工热处理之后，应通过有能力发现管子整个横截面上缺陷的无损电测试验机上的检验。应使用合适的仪表来清晰地分辨出人工缺陷或参考槽。作检验的管子应相当地直，且内、外表面上无松散的氧化皮、金属粒或能限制讯号或产生电响声的其他物料。管子应纵向通过一个或几个检查线圈，线圈的直径要适合于进行检查的管子直径。仪器的标定应用一参考标准来完成，它是从要检查的材料同尺寸、级别和物理状态所选择的管子取一段合适的长度准备而得的。标准应和检查管子时进行的同样速度送入并通过检查线圈。

S3.1.1 下列这些因素是按仪表制造商对该特定仪器为获得最佳的分辨参考缺陷与管子平坦部分之间所作的说明来选择或调整或同时两者。这些因素和其他涉及的因素一样，都不应使它们能降低仪器总的检测有害缺陷的能力。

S3.1.1.1 试验频率。

S3.1.1.2 直线饱和水准。

S3.1.1.3 过滤网格。

S3.1.1.4 相分析线路。

S3.1.1.5 线圈直径。

S5.1.1.6 仪表放大。

S3.1.2 参考标准在外径上应有纵向或径向的槽，用以建立被检管子的拒收水准。内径上纵向和径向的槽也是参考标准的一部分，这些槽可以大于外径上的槽，只用以保证仪器相同的调整使有可能得出内径表面的最佳灵敏度。外径上参考槽的深度应等于壁厚的 10%。槽的允许偏差应为±8%或 0.005in.（0.01mm），两者取大值。槽的宽度应不超过深度的两倍。参考槽的长度应不超过 0.375in.（9.5mm）。所有管子包括那些可能修补的管子，假如管子尺寸上或其他性能上不起相反的影响，并且假如管子不显示超过由外径参照所确定的水准，则就符合本标准。在仪器标定中，以显示一给定批量的标准外径参考槽来鉴定是可能发生的事。管子发生讯号超过标定标准灵敏度的应予拒收。假如对管子尺寸和其他性能不起相反的影响，并且经过试验足以保证管子良好，处在本标准限值之内，则可以修整管子。所有管子在检查完毕之后应消磁。

搪玻璃或扩散金属层用的压力容器碳锰钛钢板

SA-562/SA-562M

（与 ASTM 标准 A 562/A 562M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于搪玻璃的焊接压力容器或其他当钢中存在自由碳化铁时将对复层效果产生有害影响的场合下使用的含钛碳素钢板。对钛碳比的最小值作了规定。

1.2 钢板的最大厚度限制为 2in.（50mm）。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试的方法与程序，尺寸和重量允许偏差，质量和缺陷的修补，标志和装载等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了订购本标准的钢板时所应遵循的订货规则。

3.3 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时，可采用下列附加要求：

3.3.1 真空处理。

3.3.2 附加的或特殊的拉伸试验。

3.3.3 冲击试验。

3.3.4 无损检验。

3.4 需方应查阅本标准中列出的补充要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.5 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，则以本标准中的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢。

5 热处理

5.1 钢板应采用正火或热成形时的均匀加热进行热处理以细化晶粒，保温温度最低为 1600°F（870℃）或某一较高的商定的温度，保温时间每英寸厚度至少为 1h/in.（2.4min/mm）。

6 化学成分

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17（真空碳脱氧钢）的规定外，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分要求

元素		成分，%
C①		≤0.12
Mn	熔炼分析	≤1.20
	成品分析	≤1.30
P①		≤0.035
S①		≤0.035
Si①		0.15~0.50
Cu①		≤0.15
Ti		≥4×C

① 对熔炼分析和成品分析均适用。

7 力学性能

7.1 拉伸试验要求——由拉伸试验所代表的钢板的拉伸性能应符合表 2 的规定。

表 2 拉伸性能要求

项目	ksi（MPa）
抗拉强度	55~75（380~515）
屈服强度	≥30（205）
伸长率，（标距 8in. 或 200mm），%	≥22①
伸长率，（标距 2in. 或 50mm），%	≥26

① 伸长率的修正参见 A 20/A 20M 标准。

补 充 要 求

除在采购订货单中规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供需方选择的标准化了补充要求明细表。适用于本标准的项目标题如下。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验［对于板厚大于等于 0.625in.（16mm）的材料］

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行的超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行的超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

碳素钢和高强度低合金钢热轧和冷轧薄板通用要求

SA-568/SA-568M

（与 ASTM 标准 A 568/A 568M—07a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括对成卷和定尺薄钢板的通用要求。它适用于下列材料标准，对供货的碳钢和高强度低合金钢（HSLA）热轧和冷轧薄板通用要求的说明：

A 414/A 414M，A 424，A 606，A 659/A 659M，A 794，A 1008/A 1008M 和 A 1011/A 1011M和 A1039/A1039M 标准。

1.2 本标准不适用于热轧大厚度碳钢薄板的卷材（ASTM A 635/A 635M）。

1.3 在专用材料标准中的要求与本标准的通用要求有抵触时，则以专用材料标准的要求为准。

1.4 为了确定是否与本标准及 1.1 条中所列各适用产品标准相符合的目的，用于表述极限值的数值应按 $e_2$9 实用规程的圆整方法圆整到各数字值右面的有效位数。

1.5 附录 A1 列出了 SI（米制）单位制的尺寸和重量（注 1）的允许偏差。所列出的数值并非是列在英寸-磅单位表格中的数据的精确换算值，而是经圆整或合理化了的数值。当使用带“M”字号的标准时，要符合附录 A1 是强制性的。

注 1：当英寸-磅单位制中是标准单位时，用术语“重量”，然而，在 SI 单位制中优选的术语为“质量”。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.7 本标准及各适用材料标准均采用英寸-磅或 SI 两种单位，但是，除非在订单中规定使用产品标准中的“M”标准号（SI 制），否则材料按英寸-磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 414/A 414M 压力容器用碳钢薄板

A 424 搪瓷上釉用的薄钢板

A 606 改良大气耐腐蚀性的高强度低合金钢热轧和冷轧薄板和钢带

A 635/A 635M 热轧碳钢薄板和钢带及大厚度的卷板

A 659/A 659M 热轧商用（CS）碳钢（最大 0.16%到最大 0.25%）薄板和钢带

A 700 国内发运的钢制品包装、标志和装载实用规程

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

A 794 冷轧商用（CS）碳钢（最大 0.16%到最大 0.25%）薄板和钢带

A941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 1008/A 1008M 高强度低合金碳素结构钢和改良成型性的高强度低合金钢冷轧薄板

A 1011/A 1011M 高强度低合金碳素结构钢和改良成型性的高强度低合金钢热轧薄板和钢带

A 1030/A 1030M 测量薄钢板产品平面度特性的实用规程

A 1039/A 1039M 由双滚筒铸造工艺生产的商用和结构用热轧碳钢薄板

$e_1$1 试验目的用钢丝布

$e_2$9 力确定于标准的一致性，试验数据中取有效位数的实用规程

E59 测定化学成分用钢和铁的取样方法

$e_2$90 金属材料韧性用半导向弯曲试验用的

试验方法

2.2　军用标准

MIL-STD-129　装运和库存用标志

2.3　联邦政府标准

Fed.Std.No.123　发货标志(民用机构)

Fed.Std.No.183　钢铁制品连续识别标志

3　术语

3.1　本标准专用术语的定义：

3.1.1　钢种类型：

3.1.2　碳钢——当铝、铬、钴、铌、钼、镍、钛、钨、钒、锆元素，或任何为了获得希望的合金效应而添加的元素并没有规定或者要求最小含量时；当铜元素所规定的最小含量不超过0.40%；或者当对任何下列元素所规定的最大含量没有超过注明的百分数时：锰1.65，硅0.60或铜0.60，这些钢命名为碳钢。

3.1.2.1　讨论——在所有的碳素钢中，有时会发现诸如铜、镍、钼、铬等未规定或不要求的、少量的一些残余元素，它们来自原材料是不可避免地残留下来的。这些元素被认作为是附带的，且通常不需测定或报告。

3.1.3　高强度低合金钢——加有适量的一个或多个合金元素获得的一组特殊的高强度的钢，以及在某些场合附带耐大气腐蚀或具有改良成形能力的钢。

3.1.4　产品类型：

3.1.5　热轧薄板——在连续的轧钢机中热轧钢板坯而获得所要求的厚度制造出的，且可按规定以卷板或定尺供货产品。

(1) 热轧碳钢和高强度低合金钢（HSLA）的薄板通常按规格分类如下：

卷板和定尺的宽度，in.	厚度，in.
>12	0.031~<0.230
卷板和定尺的宽度，mm	**厚度，mm**
>300	0.7~<6.0

注2：随着A 568/A 568M—06a版标准的发布在钢板宽度限制上的变化造成了对宽度大于48in.（1200mm）的、厚度为0.18in.（4.5mm）到小于0.230in.（6.0mm）钢板拉伸试验方向上的改变。之前在横向上试验的钢板将改在纵向上进行试验。这势必会造成性能试验结果报告上的变化。建议采购方就此变化与供货方进行讨论。

3.1.6　冷轧薄板——由热轧去氧化皮卷板通过冷压缩减到希望厚度制造出的产品，一般随之通过退火获得再结晶的晶粒组织。如果薄板在冷压缩之后并不退火，则它被称为带有最小硬度为84HRB的全硬度薄板，不要求韧性和平面度，可被用于某些用途上。

(1) 冷轧碳钢薄板通常按规格分类如下：

宽度，in.	厚度，in.
所有宽度[①②]	≤0.142
所有宽度[①②]	≤4.0

注：①从宽的卷板剪分开的带剪切边（惟一），厚度小于等于0.142in.（4.0mm），熔炼分析最大含碳量0.25%的冷轧薄板卷和定尺板。

②当无特殊边缘或表面质量（不同于无光泽的、商业品质光亮、或光亮表面）或单一粗轧机轧制宽度或两者均小于24in.（600mm），并未规定或要求。

(2) 冷轧高强度低合金钢薄板通常按规格分类如下：

宽度，in.	厚度，in.
≤12[①]	0.019~0.082
>12[②]	≥0.020
宽度，mm	**厚度，mm**
≤300[①]	0.5~2.0
>300[②]	≥0.5

注：① 从宽的卷剪分开的带剪切边（单一），厚度0.019in.（0.5mm）至0.082in.（2.0mm），熔炼分析最大含碳量0.25%的冷轧的薄板卷和定尺板。

② 当无特殊边缘或表面质量（不同于无光泽的、商业品质光亮、或光亮表面），或单一粗轧机轧制宽度或两者均小于24in.（600mm），并未规定或要求。

3.1.6.1　讨论——根据不同钢厂和加工厂的设备条件和工艺能力，可购到不同厚度、宽度和长度组合的钢材产品。基于规格（厚度、宽度和长度）对产品的历史性限制，并未计及现有的生产和加工处理能力。对于特定的产品标准，为了质量评定任何产品需进行适当且必要的试验，且其结果应符合产品标准中所述的极限值。如果不能进行某一产品标准所要求的必要试验，则产品就不能按该产品标准做质量评定。本通用要求标准包括对通常适用规格的允许偏差。

对于其他规格的允许偏差，受用户与钢厂或加工厂（按适用确定）之间的协议。

3.1.7 复试（名词）——当初次试验不符合产品标准要求的相应合格验收标准，且不合格项是第11节中所述的力学性能性质的项目，而在原先的材料上，做一次附加试验或多个试验。

3.1.8 重新取样（名词）——当在初次样品上所做的试验不符合产品标准要求的相应合格验收标准，但是，在确保获取新的样品或多个样品前，要求存疑材料具有适当的废弃量恰有可能之时，在原先的试样件上，做一次附加试验或多个试验。

3.1.9 钢材制造厂（名词）——直接控制或负责钢材的冶炼和精练，并将钢材转换为称为平板坯的半成品的机构；转换是通过连铸方法、常规或压塑方法，或模铸锭，并随后将之转换为钢锭或平板坯；以及进行诸如试验、打标志、发货装运和签发合格证书等一项或多项附加作业。

3.1.10 卷材加工厂——对涉及把卷材加工作业直接控制或负责的机构。这样的加工工序，诸如展平、切割到尺寸、试验、检查、冲裁、裁剪、酸洗、冷轧（冷缩减）、热处理、回火轧制、涂层、包装、打标志、发货装运和签发合格证。

3.1.10.1 讨论——卷材加工厂不需要对板坯热轧为卷材的加工工序进行控制。如果仅有一个机构控制或负责热轧，或热轧和这些加工工序，则该机构定义为钢材制造厂。如果有一个以上的机构控制或负责热轧，或热轧和这些加工工序，则控制并负责热轧的机构定义为热轧制造厂，且把控制和负责上述加工工序的一或多家机构定义为卷材加工厂（一家或多家）。同样的，一个机构可以是热轧卷材的制造厂，而另一个机构是冷轧卷材的制造厂。在这样的情况下，该机构负责将热轧卷材转换为冷轧卷材负责，且其他的加工工序也将定义为冷轧制造厂，并且，对冷轧卷材做附加加工工序的机构将被定义为卷材加工厂（一家或多家）。

3.1.11 热轧厂（名词）——直接控制或负责将钢板坯热轧为卷材的机构，并进行诸如展平、切割到尺寸、试验、检查、冲裁、裁剪、酸洗、冷轧、热处理、涂层、包装、打标志、发货装运和签发合格证等一项或多项附加作业。

3.1.12 冷轧厂（名词）——直接控制或负责将热轧卷材加工转换为冷轧卷材的机构，并进行诸如酸洗、退火、回火轧制、裁剪、切割到尺寸、检查、冲裁、涂层、包装、打标志、发货装运和签发合格证等一项或多项附加作业。

3.2 本标准所使用的其他术语，参见A 941术语标准。

4 材料和制造

4.1 除非另有规定，热轧材料以热轧的、不退火、不酸洗的状态供货。

4.2 在用户加工热轧的、或热轧加酸洗的薄板的过程中，将会发生板卷的开裂、延伸变形和出现沟槽。当这些特征的任何一种有碍于它的用途时，为了对薄板进行适当的工艺加工，在订购薄板时须通知钢厂。

4.3 可买到的冷轧碳素钢薄板，如在10.2条、10.3条和表1中所述。

4.4 除非规定按全硬化产品，冷轧薄板在它被冷减厚到厚度之后为退火状态。对于最终使用为非暴露的用途，冷轧并退火的薄板为最终退火（全软的）。当冷轧薄板被用于非暴露用途时，且卷板的切分是在卷并未打开下硬性切开时，材料可能需要进一步地加工处理。在这种情况下，应与钢厂商议。在退火之后，为使冷轧薄板定形，通常给予轻度表皮光轧；或者，为防止所谓的延伸变形或出现沟槽的现象，也可以经重度表皮光轧或经回火轧制。还有，回火轧制可提供要求的表面结构特征。

4.5 回火轧制：

4.5.1 除非另有规定，暴露用途用的冷轧薄板须是回火轧制的，且总是规定以无形变供货状态交货。见附录X1，《冷轧碳素钢薄板在压延和成形过程中的时效效应》。

4.5.2 非暴露用的冷轧薄板可规定为以“最终退火”或“回火轧制”状态供货。“最终退火”通常不经回火轧制方式生产，但是在涂油或重新成卷时可经轻度回火轧制。不暴露用的回火轧制材料可规定为：无形变的或不带沟槽的。当要求专门的硬度范围或限值，或者要求规定的表面结构特征时，其用途应视作为是暴露用

途的。

注 3：表皮光轧薄板是受时效现象支配的（见附录 X1）。除非规定特殊镇静（不发生时效的）钢，为了最佳性能，尽可能地快速制造薄板乃是使用者的关注点。

5 化学成分

5.1 限值：

5.1.1 化学成分按适用的产品标准。但是，碳素钢如果要求其他成分，它们须依据附录 X2 制定。

5.1.2 在材料用于焊接制造的场合，在选择化学成分或力学性能上必须注意，以保证与焊接工艺的匹配性以及它们在改变其性能上的影响。

5.2 浇注或熔炼分析：

5.2.1 每一次浇注或每一炉冶炼的钢水由钢厂进行一个分析，以测定由适用标准规定或限制的元素百分数。

5.2.2 当有要求时，所列出或所要求元素的浇注或熔炼分析须向采购方或其代表报告。

5.3 成品分析、校核分析或验证分析：

5.3.1 对诸如封顶钢或沸腾钢一类的非镇静钢，由于它们的化学成分的不均匀性，在技术上不适合于做成品分析，因此并不适用表 2 中的成分偏差。在这些类型的钢种上，只有当明显是误用或当含铜钢规定了铜的含量时才适合做成品分析。

5.3.2 对于非镇静钢（封顶或沸腾钢）以外的钢，采购方可以做成品分析。其化学成分不得与规定限值相差大于表 2 中列出的量值。在浇注中的任何元素，几次测定的相差值不得超过或低于规定的范围值。

5.4 成品分析用取样方法：

5.4.1 通过成品分析要充分地指示出一次浇注的有代表性的成分，通常的做法是按下列方法从最小数量的试件上选取样品来代表被测定的钢，做到尽可能地公平：不大于 15 吨的批，取 3 件，大于 15 吨的批，取 6 件（参见 E59 实用规程）。

5.4.2 当钢有拉伸试验要求时，成品分析用的样品可以是将用作拉伸试验的试样本身完全钻透，或者是按 5.4.3 条的做法。

5.4.3 当钢并无拉伸试验要求时，成品分析用的样品必须通过在薄板的足够数量的部位上依靠切削或钻孔完全贯通，而使得试样能代表整个薄板或钢带。取样方法可简化把薄板两个方向叠合在一起，这样几个试样可在一次钻孔中取得。采购方做过一定加热操作的钢，是不可能正确地给出代表原来成分的化学分析结果的。因此，使用者必须是在从钢厂收到材料的状态下，从钢上取切削碎片作分析。

5.5 试样制备-钻屑和切屑必须是在不使用水、油或其他润滑剂条件下取得，并且必须无锈皮、油脂、尘埃或其他外来物质。在切削时，必须不使切屑过热至产生脱碳的程度。切屑必须充分混合，过分粗大的能够通过 10 号筛网的粗屑，或过分细的会滞留在 30 号筛网上的细屑，不适合用于得到正确的化学分析。筛网的尺寸号按 $e_1$1 标准。

5.6 试验方法——在要求仲裁分析并且同意据此解决有关化学分析结果上的争议的场合下，除非钢厂与采购方之间另有协议，实施仲裁分析的试验程序必须根据 A 751《试验方法、操作及术语》标准的最新版。

6 力学性能

6.1 力学性能要求、试样数量试验位置以及试样取向根据适用的产品标准规定。

6.2 除非在适用产品标准中另有规定，试样必须按 A 370《试验方法和定义》标准制备。

6.3 力学性能试验按 A 370《试验方法和定义》标准进行。

6.4 当要求弯曲试验时，应符合 E 290《试验方法》标准进行之。

6.5 为了确定是否符合产品标准，抗拉强度和屈服点或屈服强度的计算值应圆整到最接近的 1ksi，对用于表达其他数值限制值的最右边的数字，按 E 29 实用规程给出的圆整方法圆整到最接近的单位。

6.6 结构钢薄板通常采用冷弯方法制造。有着很多相互关连的因素会影响到某一给定的钢在车间制造条件下，放在一给定弯曲半径上面的冷成形能力。这些因素包括厚度、强度水平、受约束的程度、相对轧制方向的关系、化学成分以及微观组织。每一适用产品标准建议的最小冷弯内半径列在附录中。这些内半径应作为 90 度弯曲的最小半径。它们预示着以“困难的方式”弯

曲（指弯曲轴心线平行于轧制方向），并且是按相当好的车间成形操作。为了改善弯曲性能，有可能时建议使用比较大些的弯曲半径或采用“比较容易的方式”。

6.7 制造者应意识到在弯曲剪切的或气割的边缘时，可能会发生初始裂纹。这并不应视作为是钢材瑕疵，而是冷加工或热影响区诱发的作用。

7 一般交货要求

7.1 本标准所包括的产品是只按英寸-磅或十进米制厚度生产的产品，并采用适当的厚度公差。

7.2 钢可按浇注钢锭或连铸生产。当不同强度级别连铸生产钢是顺序连铸时，要求对过渡性材料做识别，并作区分。

8 尺寸、公差和余量

8.1 适用于本标准包括的产品，其尺寸、公差和余量列在表3至表23（附录A1的表A1.1至表A1.20）。适合的公差表在每一单项标准中确定。

8.2 平面度公差

8.2.1 热轧薄板用标准的平面度公差列在表15和表16之中，冷轧薄板在表23中。

8.2.2 平面度特性的测量技术在A 1030/A 1030M实用规程中有记述。

8.2.3 平面度的测量用的两种替代方法，采用Ⅰ形单位和百分数陡度方法。这两种替代方法的解释列在A 1030/A 1030M实用规程和附录X5中。

8.2.3.1 使用Ⅰ形单位或百分数陡度作为平面度标准，由采购方和生产厂之间协议决定。

8.2.3.2 Ⅰ形单位和百分数陡度的测量技术以及拒收限值，由采购方和生产厂之间协议决定。

9 表面质量和状态

9.1 热轧薄板具有由热轧所产生的氧化层或氧化皮的表面。当要求用于冲压作业或焊接时，氧化层或氧化皮可通过酸洗或喷丸清理来去除。对于暴露使用的零件，当表面是第一重要的场合，通常不使用热轧或热轧去皮薄板。

9.1.1 热轧薄板可按规定以滚轧边缘或切割边缘供货。滚轧边缘是指由热轧作业所产生的自然边缘，它们并不符合任何特定的形状，还可能含有一些边缘瑕疵，其中，最为普通的型式是边缘开裂、薄边（呈羽状），以及由于搬动或加工而受损的边缘，但是，它们不得达到超出订货宽度的程度。在实施焊接把压轧边缘连接为焊接接头时，这些边缘状态是有害的。当采购方打算剪切或下料，在订购材料时应留出足够的宽度余量以保证获得所希望的外形和成形薄板的尺寸。可向钢厂咨询，得到指导。所谓剪切边缘是指对滚轧边缘薄板通过剪切、剖分或修剪所形成的正规边缘。

9.1.1.1 普通热轧的压轧边缘卷板的端部在外形上是不规则的，并被称之为未经修整过的端部。当不能接受这样的端部时，采购方的订货单应照此规定。经诸如酸洗或喷丸清理作了加工的卷板，以直角切割端部供货。

9.2 冷轧碳素钢薄板（暴露用的）用于其表面外观是第一重要的场合。这类材料将符合受控表面结构特征、表面质量和平面度的要求。它通常是由钢厂加工，是没有薄板校直机产生的应变及不带沟槽的。随后的使用者在制造加工之前及时进行平板机展平将使得由时效效应产生的应变最小化。

9.2.1 当订购用于暴露条件使用时，冷轧碳素钢薄板可以下列表面质量供货：

9.2.1.1 褪光表面质量即表面黯淡、无光泽，在滚轧机上滚轧生产的，已采用机械或化学手段根据其用途变粗糙到不同程度的表面结构特征。在经过某些表面制备处理之后，褪光表面适合于装饰性喷涂用。通常不推荐用于光亮电镀用。

9.2.1.2 商业级光亮表面是相对光亮的表面具有介于褪光和光泽表面之间表面结构特征。在经过某些表面制备处理之后，商业级光亮表面适合于装饰性喷涂或若干电镀用途。如果薄板在制造过程中已变形，其表面将变粗糙到一定程度及面积上，受此影响将要求做表面制备处理来恢复不变形面积上的表面结构特征。

9.2.1.3 光泽表面是在研磨光的轧辊上轧制所产生的平滑、光亮表面，并由用户做附加的表面制备处理后，适合于装饰性喷涂或电镀用途，在制造零件后，光泽表面可能不再能够保留得住，因此，成形零件将需要进行表面制备使之适合于光亮电镀。

9.3 当冷轧碳素钢薄板打算用于非暴露条件应用时，表面瑕疵的程度及频数上不受限制，表面结构特征的限定和力学性能不适用。当订购的是“最终退火的”产品时，产品会有卷裂以及有产生沟槽和延伸变形的趋向。由于非暴露用的冷轧薄板，在钢的用途、工艺程序及检验上不怎么严格，因此比起暴露条件用的冷轧薄板含有比较多的表面瑕疵。

9.4 除非另有规定，冷轧高强度低合金薄板以褪光的表面状态供货。

9.5 除非另有规定，本标准包括的冷轧产品以剪切边缘和直角切割端部供货。

9.6 涂油：

9.6.1 普通热轧薄板通常以不涂油的状态供货。当有涂油要求时，必须加以规定。

9.6.2 热轧、酸洗或去除氧化皮的薄板以涂油的状态供货。由于清理过的表面易于生锈，如果订购产品要是不涂油的，则必须规定不涂油。

9.6.3 本标准包括的冷轧产品，可以按规定，以涂油或不涂油的状态供货。

9.7 卷板或定尺薄钢板可带有表面瑕疵，只要该瑕疵由用户切除一个合理数量的成品金属即可除去。

10 工艺质量

10.1 定尺薄板具有精巧的外观质量，并且对于所订购级别、类别及质量的产品，不得带有有害于制造成品零件性质或程度上的瑕疵。

10.2 由于卷板的检验并不能够如同定尺钢板的情况，使得生产者有机会除去一部分含有瑕疵的材料，故卷板可带有一些会造成部分卷板不能使用的不正常的瑕疵。

10.3 表面状态：

10.3.1 暴露用的冷轧薄板拟用于当表面外观是第一重要的用途，即在暴露条件下使用。非暴露用的或退火的薄板，则用于当表面外观并非是第一重要的用途，即在非暴露条件下使用。

10.3.2 暴露用的定尺单张薄板不得包括有重要的表面瑕疵（空洞、松散的碎片和重皮）以及反复出现小的表面瑕疵。定尺薄钢板可带有用户只要切除一个合理数量的成品金属即可除去的无规则的表面瑕疵。只要在钢厂编制标准的范围以内，这些瑕疵是采购方可接受的。

10.3.3 暴露用的卷板，不可能除去列在10.3.2条中的表面瑕疵。卷板将含有在钢厂编制的标准范围以内，对采购方是可接受的表面瑕疵。由于生产者没有如同定尺薄板同样的机会区分含有这些瑕疵的材料，所以，卷板比起定尺钢板含有更多的表面瑕疵。

10.3.4 非暴露用途的定尺薄板不得含单张薄板有的诸如空洞、松散的碎片和重皮一类的重要表面瑕疵。此外，非暴露用的定尺薄板，比起暴露用的，可预料有较多的诸如凹坑、刮痕、粘结条痕（带钢热处理缺陷）、边缘开裂、折叠、横向开裂、轧辊痕迹及其他表面瑕疵一类的小的瑕疵。这些瑕疵采购方是无限制地可以接受的。

10.3.5 对于非暴露用途的卷板，不可能除去列在10.3.4条中的表面瑕疵。卷板将含有通常并不重复出现的表面瑕疵。只要在钢厂编制标准的范围以内，这些瑕疵采购方是可接受的。非暴露用的卷板比起暴露用的卷板，含有更多的表面瑕疵。

11 复试和不一致性材料的处理

11.1 复试：

11.1.1 除非在产品标准中另有禁止，在下列情况下允许做复试：

11.1.1.1 如果任何拉伸试样表明机加工不良或显示有缺陷，则必须被废弃，并以其他试样代替。

11.1.1.2 如果任何试样的伸长率小于规定值，并且由在试验之前在试样上刻出的标志表明断裂开的任何部分从2in.(50mm)标距的试样中心起大于0.75in.(20mm)，或落在8in.(200mm)标距试样的中间部位以外，允许进行复试。

11.1.1.3 如果任何拉伸试样的试验结果不符合标准的要求，且试验失败系不适当地遵守拉伸试验程序所致的话，则允许进行复试。

11.1.1.4 如果一个最初的拉伸试样的试验结果不能符合标准的要求，且试验失败与11.1.1.1、11.1.1.2和11.1.1.3条中规定的条件无关，但是，试验结果是在所要求的屈服强度的2ksi（14MPa）范围以内、所要求的拉伸强度2ksi（14MPa）范围以内、或者在所要求的伸长率的2%范围以内，则应允许做一个复试替代不合格的试验。

11.1.2 复试试样应取自邻近第一个失效的试样处，或从所要按标准合格验证的薄板材料上随机选取。

11.1.3 如果复试的结果符合规定的拉伸试验要求，且符合适用标准的所有其他要求的话，则该批薄板材料应予合格验收。

11.2 不一致性材料的处理：

11.2.1 当一个批次的薄板材料被判定为不一致性材料，且材料标准并不禁止不一致性材料重新取样的话，则在下列情况下允许重新取样，并使用下列的实用规程。

11.2.1.1 如果一个最初的拉伸试验或复试试样的试验结果不能符合标准的要求，且试验失败与11.1条中规定的条件无关，则该批次材料应予隔离并，并重新取样对不一致性材料做合格验收是否满足标准的要求。

11.2.1.2 不一致性材料合格验收用的重新取样应包括舍去偏离标准的材料和对该批次材料重新取样。重新取样应适合于该批次材料特定的偏离标准条件和加工历史纪录。

11.2.1.3 应只允许最大做两次重新取样。如果在做了两次重新取样的努力后，薄板材料不符合标准的要求，则该批次材料应予拒收。

12 检查

12.1 当采购订货单中阐明了合格验收用的检查和试验（成品分析除外）是在钢厂发货之前的钢材上进行的，钢厂要为采购方的检查人员提供所有合理的便利条件，以满足他确认材料是按本标准生产和供应的。采购方在钢厂做检查工作，除非有必要不应干扰钢厂的作业。

13 拒收和复审

13.1 除非另有规定，任何拒收须在采购方收到材料之后的合理时间内及时报告钢厂。

13.2 在采购方工厂内验收之后，被报告存在缺陷的材料，搁置在一边，并加以适当保护及正确地加以识别。须尽快地通知钢厂以便于可以开始调查。

13.3 代表被拒收材料的试样，应做到是钢厂可用的。若钢厂不同意拒收，可请求复审。

14 试验报告和合格证书

14.1 当采购订货单或材料标准要求出试验报告时，供货商须报告材料标准和订货单所要求的所有试验的结果。

14.2 当采购订货单要求出具合格证书时，供货商须提供一份证明材料已按材料标准的要求制造和试验的合格证书。

14.3 在试验报告或合格证书上不要求签名。然而，在报告文件上应清楚地识别出提交报告的机构。尽管没有签名，提供报告的机构应对试验报告的内容负责。

14.4 当要求试验报告时，原始材料的钢厂试验报告须一并包括在任何随后的试验报告之中。

14.5 材料试验报告、检验合格证或类似的打印文件，采用从电子数据交换（EDI）传送得到的电子数据表格形式视作与出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI传送文件的内容必须符合被引用的ASTM标准，并符合采购方和供货方之间任何现有的EDI协议。尽管没有签名，发出EDI传送的组织对报告的内容负责。

注4：这里涉及的工业名词定义是：EDI是指按商定的标准格式，例如ANSI ASC X12格式，由计算机到计算机之间的商务信息交换。

15 产品标志

15.1 作为最低要求，材料须标志钢厂名称、ASTM标准号、重量、采购订货单号加以识别，且材料识别材料应清晰地用漏模打印在每吊薄板的顶部，或用一标签系在每一卷或发运单元上示出。

15.2　当在合同或订货单中有规定时，以及政府直接征购或直接发货给政府时，发货标志除了合同或订货单中规定的要求外，对军用机构按 MIL-STD-129，民用机构按 Fed.Std.No.123 标准的要求。

15.3　条形码可以用作为补充标志方法。条形码应符合自动化工业行动集团（AIAG）标准，它是由 AIAG 条形码项目组的初金属分委员会编制的。

16　包装和发货标志

16.1　除非另有规定，薄板的包装和装载按 A700 实用规程进行。

16.2　如有要求，在订购卷板时，通常是规定卷的内径最小值或范围、最大外径和最大重量。钢厂满足最大卷板重量的能力需根据各自工厂设备情况。当有要求时，最小的卷板重量协商而定。

17　关键词

17.1　合金钢薄板　碳素钢薄板　冷轧钢薄板　一般交货要求　高强度低合金钢　热轧钢薄板　薄钢板

表 1　冷轧薄钢板的类别比较

	暴露用的	非暴露用的
主要瑕疵：		
定尺	钢厂拒收	钢厂拒收
卷材	（原则上）在钢厂编制标准的范围内时，采购方合格验收	（原则上）在钢厂编制的标准范围内时，采购方合格验收
次要瑕疵：		
定尺	钢厂拒收重复性的瑕疵。（原则上）可以含有在钢厂编制标准的范围内的偶然性的瑕疵。	所有次要瑕疵采购方均合格验收
卷材	（原则上）在钢厂编制的标准范围内时，采购方合格验收	所有次要瑕疵采购方均合格验收
表面质量	除非另有规定，为不光滑表面	所有的表面质量采购方均合格验收
特殊涂油	可以规定	可以不规定
厚度、宽度和长度公差：		
标准的	需符合	需符合
受限制的	可以规定	可以不规定
平面度公差：		
标准的	需符合	（回火滚轧的）可以符合但不保证-（最终退火的）通常在标准值的两倍以内
受限制的直角度	可以规定	可以不规定
卷材的包卷	（原则上）在钢厂编制标准的范围内时，采购方合格验收	所有包卷方式采购方均合格验收
卷材的焊缝	（原则上）在钢厂编制标准的范围内时，采购方合格验收	（原则上）在钢厂编制标准的范围内时，采购方合格验收
外观检查	可以规定	可以不规定
特殊试验	可以规定	可以不规定

表2 成品分析公差

元 素	规定元素的限值或最大值,%	公差	
		负偏差	正偏差
C	≤0.15	0.02	0.03
	>0.15~0.40	0.03	0.04
	>0.40~0.80	0.03	0.05
	>0.80	0.03	0.06
Mn	≤0.60	0.03	0.03
	>0.60~1.15	0.04	0.04
	>1.15~1.65	0.05	0.05
P		…①	0.01
S		…①	0.01
Si	≤0.30	0.02	0.03
	>0.30~0.60	0.05	0.05
Cu		0.02	…①
Ni	≤1.00	…①	0.03
Cr	≤0.90	…①	0.04
Mo	≤0.20	…①	0.01
V	≤0.10	0.01②	0.01②
Nb	≤0.10	0.01②	0.01②
Ti	≤0.15	0.01①	0.01②
Al	≤0.10	0.03③	…①
N	≤0.030	0.005	0.005

① 表中的省略符号“…”表示还未规定要求。

② 如果最小范围限值为0.01%，负偏差为0.005%。

③ 如果最小范围限值为0.01%，负偏差为0.005%；如果最小范围限值为0.02%，则负偏差为0.01%。

表3 尺寸、公差和余量表目录

尺 寸	碳钢①和高强度低合金钢			
	热轧薄板表号		冷轧薄板表号	
	英寸-磅单位	SI单位	英寸-磅单位	SI单位
弯度公差	12	A1.9	12，22	A1.9，A1.19
剪切圆的直径公差	11	A1.8	11	A1.8
平面度公差	15，16	A1.12，A1.13	23	A1.20
长度公差	10	A1.7	19，20	A1.16 A1.17
脱矩度公差	13	A1.10	13	A1.10
限定的直角度公差	14	A1.11	14	A1.11
厚度公差	4，5，6，7	A1.1 A1.2 A1.3 A1.4	17，18	A1.14 A1.15
切割边缘宽度公差	9	A1.6	9，21	A1.6，A1.18
压轧边缘宽度公差	8	A1.5	…	

① 这些公差适用于浇注或熔炼分析最大含碳量为0.25%的热轧碳钢薄板。

表4 热轧薄板（仅碳素结构钢）用标准的厚度公差——最小边缘距离3/8in.（切割边缘）和3/4in.（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	厚度正偏差，in.，无负偏差②					
	规定订货厚度，in.①					
	0.044~0.051	>0.051~0.057	>0.057~0.071	>0.071~0.098	>0.098~<0.180	0.180~<0.230
12~20	0.010	0.010	0.012	0.012	0.014	0.014
>20~40	0.010	0.010	0.012	0.014	0.014	0.016
>40~48	0.010	0.012	0.012	0.014	0.016	0.018
>48~60	…③	0.012	0.014	0.014	0.016	0.020
>60~72	…③	0.014	0.014	0.016	0.016	0.022
>72	…③	…③	…③	0.016	0.016	0.024

注1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于3/8in.及距离滚轧边缘不小于3/4in.的任何点测量。此表不适用于滚轧边缘卷板并未切头的端部。

注2：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端应是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表，不适用于厚度测量。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

③ 表中的省略符号“…”表示还未规定要求。

表5 热轧薄板（仅碳素结构钢）用限定厚度公差——最小边缘距离5/8in.（切割边缘）和1in.（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	厚度正偏差，in.，无负偏差②					
	规定订货厚度，in.①					
	0.044~0.051	>0.051~0.057	>0.057~0.071	>0.071~0.098	>0.098~<0.180	0.180~<0.230
12~20	0.008	0.008	0.009	0.009	0.010	0.010
>20~40	0.008	0.008	0.009	0.010	0.010	0.012
>40~48	0.008	0.009	0.009	0.010	0.012	0.014
>48~60	…③	0.009	0.010	0.010	0.012	0.015
>60~72	…③	0.009	0.010	0.012	0.012	0.016
>72	…③	…③	0.010	0.012	0.012	0.018

注1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于5/8in.及距离滚轧边缘不小于1in.的任何点测量。此表不适用于压轧边缘板卷并未切头的端部。

注2：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端应是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表，不适用于厚度测量。

注3：本表的构成是对列在标准公差表中的数值乘以0.75，再采用ASTM标准实用规程将其圆整到小数点的第三位。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

③ 表中的省略符号“…”表示还未规定要求。

表 6　热轧薄板（高强度低合金钢）用标准的厚度公差——最小边缘距离3/8in.（切割边缘）和3/4in.（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	厚度正偏差，in.，无负偏差[2]						
	规定订货厚度，in.[1]						
	0.044～0.051	>0.051～0.059	>0.059～0.070	>0.070～0.082	>0.082～0.098	>0.098～0.180	0.180～<0.230
12～15	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012	0.014	0.014
>15～20	0.010	0.012	0.014	0.014	0.014	0.016	0.016
>20～32	0.012	0.012	0.014	0.014	0.014	0.016	0.018
>32～40	0.012	0.012	0.014	0.014	0.016	0.016	0.018
>40～48	0.012	0.014	0.014	0.014	0.016	0.020	0.020
>48～60	…[3]	0.014	0.014	0.014	0.016	0.020	0.020
>60～72	…[3]	…[3]	0.016	0.016	0.018	0.022	0.022
>72～80	…[3]	…[3]	…[3]	0.016	0.018	0.024	0.024
>80	…[3]	…[3]	…[3]	…[3]	0.020	0.024	0.024[3]

注 1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于 3/8in. 及距离滚轧边缘不小于 3/4in. 的任何点测量。此表不适用于滚轧边缘卷板并未切头的端部。

注 2：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端应是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

③ 表中的省略符号“…”表示还未规定要求。

表 7　热轧薄板（高强度低合金钢）用限定厚度公差——最小边缘距离 5/8in.（切割边缘）和 1in.（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	厚度正偏差，in.，无负偏差[2]						
	规定订货厚度，in.[1]						
	0.044～0.051	>0.051～0.059	>0.059～0.070	>0.070～0.082	>0.082～0.098	>0.098～0.180	0.180～<0.230
12～15	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010
>15～20	0.008	0.009	0.010	0.010	0.010	0.012	0.012
>20～32	0.009	0.009	0.010	0.010	0.010	0.012	0.014
>32～40	0.009	0.009	0.010	0.010	0.012	0.012	0.014
>40～48	0.009	0.010	0.010	0.010	0.012	0.015	0.015
>48～60	…[3]	0.010	0.010	0.010	0.012	0.015	0.015
>60～72	…[3]	…[3]	0.012	0.012	0.014	0.016	0.016
>72～80	…[3]	…[3]	…[3]	0.012	0.014	0.018	0.018
>80	…[3]	…[3]	…[3]	…[3]	0.015	0.018	0.018[3]

注 1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于 3/8in. 及距离滚轧边缘不小于 1in. 的任何点测量。此表不适用于滚轧边缘卷板并未切头的端部。

注 2：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端应是平的，砧座应是平的或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。

注 3：本表的构成是对列在标准公差表中的数值乘以 0.75，再采用 ASTM 标准实用规程将其圆整到小数点的第三位。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

③ 表格中的省略符号“…”表示还未规定要求。

表 8 滚轧边缘热轧薄板的宽度公差①
（各种牌号钢）
（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	大于规定宽度的公差，in.（无负偏差）
碳钢	
12~14	7/16
>14~17	1/2
>17~19	9/16
>19~21	5/8
>21~24	11/16
>24~26	13/16
>26~30	15/16
>30~50	1 1/8
>50~78	1 1/2
>78	1 7/8
高强度低合金钢	
12~14	7/16
>14~17	1/2
>17~19	9/16
>19~21	5/8
>21~24	11/16
>24~26	13/16
>26~28	15/16
>28~35	1 1/8
>35~50	1 1/4
>50~60	1 1/2
>60~65	1 5/8
>65~70	1 3/4
>70~80	1 7/8
>80	2

① 上述公差不适用于滚轧边缘卷板的未切头端部（10.1.1.1）。

表 9 切割边缘热轧薄板和冷轧薄板的宽度公差（宽度大于 12in.）（各种牌号钢）
（不切直角，包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	大于规定宽度的公差，in.（无负偏差）
>12~30	1/2
>30~48	5/8
>48~60	3/4
>60~80	7/8
>80	1

表 10 热轧薄板的长度公差
（各种牌号钢）
（不切直角，包括酸洗的定尺薄板）

规定宽度，in.	大于规定长度的公差，in.（无负偏差）
≤15	1/8
>15~30	1/4
>30~60	1/2
>60~120	3/4
>120~156	1
>156~192	1 1/4
>192~240	1 1/2
>240	1 3/4

表 11 由热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 12in.）剪切圆形的直径公差
（各种牌号钢）

规定厚度①，in.	大于规定直径的公差，in.（无负偏差）		
	<30	>30~48	>48
0.044~0.057	1/16	1/8	3/16
>0.057~0.098	3/32	5/32	7/32
>0.098	1/8	3/16	1/4

① 热轧高强度低合金钢薄板最小厚度为 0.071in。

表 12 热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 12in.）的弯度公差①
（各种牌号钢）（定尺，不切直角）

切割长度，in.	弯度公差，in.
<4	1/8
>4~6	3/16
>6~8	1/4
>8~10	5/16
>10~12	3/8
>12~14	1/2
>14~16	5/8
>16~18	3/4
>18~20	7/8
>20~30	1 1/4
>30~50	1 1/2

注：弯度是钢边缘离开直线的最大偏差，用直线尺在凹面处进行测量。

① 卷板的弯度公差为在任意 20ft 长度内 1in.

表 13 热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 12in.）的脱矩度公差
（各种牌号钢）
（不切直角的定尺薄板）

脱矩度是在与一个角相接触在与侧边成直角的一条直线上，端部边缘脱离这一条线的最大偏离。它还可以通过测量定尺薄板的两条对角线之差而得出，脱矩度偏差等于两对角线之差的一半。所有厚度的所有规格的薄板，其公差每 6in. 宽度或其余数皆为 1/16 in.

表 14 热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 12in.）的限定方正度公差
（各种牌号钢）
（定尺薄板）

当规定方正度要求高的定尺薄板时，其宽度和长度不得小于规定的尺寸。超宽、超长、弯度或脱矩度各个公差，宽度小于等于 48in. 和长度小于等于 120in. 的薄板不应大于 1/16in，更宽和更长的定尺薄板，适用公差为 1/8in.。

表 15　回火轧制的或酸洗热轧定尺薄板[2]的平面度公差[1]（各种牌号钢）

规定最小厚度，in.	规定宽度，in.	平面度公差[3]，in.	
		规定最小屈服强度，ksi，	
		<45	40~50[4][5]
0.027~0.057	>12~36	½	¾
	>36~60	¾	1⅛
	>60	1	…
0.057~<0.180	>12~60	½	¾
	>60~72	¾	1⅛
	>72	1	1½
0.180~<0.230	>12~48	½	¾

① 当做了足够的校平时，上述公差表也适用于由用户从卷板切出的薄钢板。
② 除非已将卷板展开，并且对展开的卷板全部充分校平，本表不适合于卷板形式的产品。
③ 偏差水平表面的最大偏差。
④ 对于规定最小屈服强度大于 50ksi 的薄板，其公差按协议。
⑤ 高强度低合金钢（HSLA）的最小厚度为 0.071in。

表 16　未经处理的热轧定尺薄板[2]平面度公差[1]（各种牌号钢）

规定最小厚度，in.	规定宽度，in.	平面度公差[3]，in.	
		规定最小屈服强度，ksi，	
		<45	40~50[4][5]
0.027~0.057	>12~36	1½	2¼
	>36~60	2¼	3⅜
	>60	3	…
0.057~<0.180	>12~60	1½	2¼
	>60~72	2¼	3⅜
	>72	3	4½
0.180~<0.230	>12~48	1½	2¼

① 当作了足够的校平时，上述公差表也适用于由用户从卷板切出的薄钢板。
② 除非已将卷板展开，并且对展开的卷板全部充分校平，本表不适合于卷板形式的产品。
③ 偏离水平表面的最大偏差。
④ 对于规定最小屈服强度大于 50ksi 的薄板，其公差按协议。
⑤ 高强度低合金钢（HSLA）的最小厚度为 0.071in。

表 17　冷轧薄板（各种牌号钢）[1]用标准的厚度公差——最小边缘距离⅜in.（卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	厚度正偏差，in.，无负偏差[3]						
	规定订货厚度，in.[2]						
	<0.014	0.014~0.019	>0.019[1]~0.039	>0.039~0.057	>0.057~0.071	>0.071~0.098	>0.098~0.142
≤15	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.010	0.010
>15~72	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.010	0.012
>72	…[4]	…[4]	0.006	0.008	0.010	0.012	0.014

注 1：厚度在横过宽度方向上距离侧边缘不小于 3/8in. 的任何点测量。
注 2：当薄板规定为公称厚度时，也采用规定厚度范围标题，且公差等分为正偏差和负偏差。
注 3：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端须是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。
① 高强度低合金钢，最小厚度为 0.021in.。
② 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。
③ 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。
④ 表中的省略符号“…”，表示还没有规定要求。

表 18　冷轧薄板（各种牌号钢）[1]用限定的厚度公差——最小边缘距离 1in.（卷板和定尺薄板）

规定宽度，in.	厚度正偏差，in.，无负偏差[2]						
	规定订货厚度，in.[3]						
	<0.014	0.014~0.019	>0.019[1]~0.039	>0.039~0.057	>0.057~0.071	>0.071~0.098	>0.098~0.142
≤15	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.005	0.005
>15~72	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006
>72	…[4]	…[4]	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007

注 1：厚度在横过宽度方向上距离侧边缘不小于 1in. 的任何点测量。
注 2：当薄板规定为公称厚度时，也采用规定厚度范围标题，且公差等分为正偏差和负偏差。
注 3：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端须是平的，砧座须是平的。或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。
注 4：本表的构成是对列在标准公差表中的数值乘以 0.50，再采用 ASTM 标准实用规程将其圆整到小数点的第三位。
① 高强度低合金钢的最小厚度为 0.021in.。
② 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。
③ 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。
④ 表中的省略符号“…”，表示还没有规定要求。

表 19 冷轧薄板的长度公差
(各种牌号钢)
(宽度大于 12in. 不切直角的定尺薄板)

规定长度，in.	大于规定长度的公差，in.，(无负偏差)
>12~30	1/8
>30~60	1/4
>60~96	1/2
>96~120	3/4
>120~156	1
>156~192	1 1/4
>192~240	1 1/2
>240	1 3/4

表 20 冷轧薄板的长度公差
(各种牌号钢)
(宽度大于 12in. 不切直角的定尺薄板)

规定长度，in.	大于规定长度的公差，in.，(无负偏差)
24~60	1/2
>60~120	3/4
>120~240	1

注：本表适用于从宽的薄板切分生产的宽度。

表 21 冷轧薄板的宽度公差
(各种牌号钢)①
(宽度小于 12in. 不切直角的卷板和定尺薄板)

规定长度，in.	宽度公差，in.，(无负偏差)
≤6	0.012
>6~9	0.016
>9~12	0.032

① 高强度低合金钢的最小厚度为 0.020in.。

表 22 冷轧薄板的弯度公差
(各种牌号钢)①
(宽度小于 12in.，的卷板)

宽度，in.	弯度公差，in.，(无负偏差)
≤12	任意 8ft 内，1/4in.

注 1：弯度是侧边缘离开直线的最大偏差，用直线尺在凹侧进行测量。
注 2：本表适用于从宽的薄板切分生产的宽度。
① 高强度低合金钢的最小厚度为 0.020in.。

表 23 冷轧薄板的平面宽度公差
(各种牌号钢)

规定厚度，in.	规定宽度，in.	平面度公差，in.	
		规定最小屈服点，ksi①②	
		<45	45~50②
≤0.044	≤36	3/8	3/4
	>36~60	5/8	1 1/8
	>60	7/8	1 1/2
>0.044	≤36	1/4	3/4
	>36~60	3/8	3/4
	>60~72	5/8	1 1/8
	>72	7/8	1 1/2

注 1：本表不适用于按全硬化、按指定硬度范围或按“最终退火”(全软) 订货的产品。
注 2：当作了足够的校平时，本表也适用于由用户从卷板切出的薄钢板
① 偏差水平表面的最大偏差。
② 规定最小屈服强度大于 50ksi 高强度低合金钢的薄板，其公差按协议。

附　件

（强制性资料）

A1　SI 单位的尺寸和质量允许偏差

制（SI 单位）术语表示的尺寸和质量上的允许偏差。

A1.1　表 A1.1 至表 A1.20 所列为以国际单位

表 A1.1　热轧薄板（仅碳素结构钢）用标准的厚度公差——最小边缘距离 10mm（切割边缘）和 20mm（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，mm	厚度正偏差，mm 无负偏差②			
	规定订货厚度，mm①			
	≤2.0	>2.0~2.5	>2.5~<4.5	4.5~<6.0
>300~600	0.30	0.30	0.35	0.40
>600~1200	0.30	0.35	0.40	0.45
>1200~1500	0.35	0.35	0.40	0.50
>1500~1800	0.35	0.40	0.40	0.56
>1800	0.35	0.40	0.40	0.60

注 1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于 10mm 及距离滚轧边缘不小于 20mm 的任何点测量。此表不适用于滚轧边缘卷板并未切头的端部。

注 2：用于测量厚度的千分表，其结构应以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端须是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表，不适用于厚度测量。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

表 A1.2　热轧薄板（仅碳素结构钢）用限定厚度公差——最小边缘距离 10mm（切割边缘）和 20mm（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，mm	厚度正偏差，mm 无负偏差②			
	规定订货厚度，mm①			
	≤2.0	>2.0~2.5	>2.5~<4.5	4.5~<6.0
>300~600	0.22	0.22	0.26	0.30
>600~1200	0.22	0.26	0.30	0.34
>1200~1500	0.26	0.26	0.30	0.38
>1500~1800	0.26	0.30	0.30	0.42
>1800	0.26	0.30	0.30	0.45

注 1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于 15mm 及距离滚轧边缘不小于 25mm 的任何点测量。此表不适用于滚轧边缘卷板并未打开卷的端部。

注 2：用于测量厚度的千分表，其结构应以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端须是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表，不适用于厚度测量。

注 3：本表的构成是对列在标准公差表中的数值乘以 0.75，再采用 ASTM 标准实用规程将其圆整到小数点的第二位。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

表 A1.3　热轧薄板（高强度低合金钢）用标准的厚度公差——最小边缘距离 10mm（切割边缘）和 20mm（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，mm	厚度正偏差，mm 无负偏差②			
	规定订货厚度，mm①			
	≤2.0	>2.0~2.5	>2.5~<4.5	4.5~<6.0
>300~600	0.30	0.35	0.40	0.40
>600~1200	0.35	0.40	0.45	0.50
>1200~1500	0.35	0.40	0.50	0.50
>1500~1800	0.40	0.45	0.55	0.56
>1800~2000	0.40	0.45	0.60	0.60
>2000	…③	0.50	0.60	0.60③

注 1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于 10mm 及距离滚轧边缘不小于 20mm 的任何点测量。此表不适用于滚轧边缘卷板并未切头的端部。

注 2：用于测量厚度的千分表，其结构应以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端须是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

③ 表中的省略符号“…”，还没有无规定要求。

表 A1.4 热轧薄板（高强度低合金钢）用限定厚度公差——最小边缘距离 15mm（切割边缘）和 25mm（滚轧边缘）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，mm	厚度正偏差，mm 无负偏差② 规定订货厚度，mm①			
	≤2.0	>2.0~2.5	>2.5~<4.5	4.5~<6.0
>300~600	0.22	0.26	0.30	0.30
>600~1200	0.26	0.30	0.34	0.38
>1200~1500	0.26	0.30	0.38	0.38
>1500~1800	0.30	0.34	0.41	0.42
>1800~2000	0.30	0.34	0.45	0.45
>2000	…③	0.38	0.45	0.45③

注 1：厚度在横过宽度方向上距离切割边缘不小于 15mm 及距离滚轧边缘不小于 25mm 的任何点测量。此表不适用于滚轧边缘卷板并未切头的端部。

注 2：用于测量厚度的千分表，其结构应以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端须是平的，砧座须是平的或有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。

注 3：本表的构成是对列在标准公差表中的数值乘以 0.75，再采用 ASTM 标准实用规程将其圆整到小数点的第二位。

① 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。

② 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。

③ 表中的省略符号“…”，表示还没有无规定要求。

表 A1.5 滚轧边缘热轧薄板的宽度公差①（各种牌号钢）（包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，mm	宽度公差，mm（只有正偏差）	
	碳 钢	高强度低合金钢（HSLA）
>300~600	16	16
>600~1200	26	28
>1200~1500	32	38
>1500~1800	35	45
>1800	48	50

①上述公差不适用于滚轧边缘卷板的未切头端部（9.1.1.1）。

表 A1.6 切割边缘热轧薄板和冷轧薄板的宽度公差（各种牌号钢）（不切直角，包括酸洗的卷板和定尺薄板）

规定宽度，mm	宽度公差，mm（只有正偏差）
>300~600	3
>600~1200	5
>1200~1500	6
>1500~1800	8
>1800	10

表 A1.7 切割边缘热轧薄板和冷轧薄板的长度公差（各种牌号钢）（不切直角，包括酸洗的定尺薄板）

规定宽度，mm	长度公差，mm，（只有正偏差）
>300~600	6
>600~900	8
>900~1500	12
>1500~3000	20
>3000~4000	25
>4000~5000	35
>5000~6000	40
>6000	45

表 A1.8 由热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 300mm）剪切圆形的直径公差（各种牌号钢）

规定厚度①，mm	大于规定直径的公差，mm，（无负偏差）		
	<600	>600~1200	>1200
≤1.5	1.5	3.0	5.0
>1.5~2.5	2.5	4.0	5.5
>2.5	3.0	5.0	6.5

① 高强度低合金钢热轧薄板最小厚度为 1.8mm。

表 A1.9 热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 300mm）的弯度公差①（各种牌号钢）（不切直角的定尺薄板）

切割长度，mm	弯度公差①，mm
<1200	4
>1200~1800	5
>1800~2400	6
>2400~3000	8
>3000~3700	10
>3700~4300	13
>4300~4900	16
>4900~5500	19
>5500~6000	22
>6000~9000	32
>9000~12200	38

注：弯度是侧边缘离开直线的最大偏差，用直线尺在凹面处进行测量。

① 卷板的弯度公差为在任意 6000mm 长度内 25.0mm。

表 A1.10 热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 300mm）的脱矩度公差（各种牌号钢）（不切直角的定尺薄板）

脱矩度是在与一个角相接触在与侧边成直角的一边直线上，端部边缘脱离这一条线的最大偏离。它还可以通过测量定尺薄板的两条对角线之差而得出，脱矩度偏差等于两对角线之差的一半。所有厚度和所有规格的薄板，其公差每 100mm 宽度或其余数皆为 1.0mm。

表 A1.11　热轧薄板（包括酸洗的）和冷轧薄板（宽度大于 300mm）的限定方正度公差（各种牌号钢）（定尺薄板）

当规定方正度要求高的定尺薄板时，其宽度和长度不得小于规定的尺寸。超宽、超长、弯度或脱矩度各个公差，宽度小于等于 1200mm 和长度小于等于 3000mm 的薄板不应大于 1.6mm，更宽和更长的定尺薄板，适用公差为 3.2mm。

表 A1.12　回火轧制的或酸洗热轧定尺薄板①的平面度公差②（各种牌号钢）

规定最小厚度，mm	规定宽度，mm	平面度公差③，mm	
		规定最小屈服强度，MPa④	
		<310	屈服点≥310~345MPa
>1.2~1.5	≤900	15	20
	>900~1500	20	30
	>1500	25	…
>1.5~4.5	≤1500	15	20
	>1500~1800	20	30
	>1800	25	40
>4.5~<6.0	≤1500	15	20
	>1500~1800	20	30
	>1800	25	40

① 当作了足够的校平时，上述公差表也适用于由用户从卷板切出的薄钢板。
② 除非已将卷板展开，并且对展开的卷板全部充分校平，本表不适合于卷板形式的产品。
③ 偏离水平表面的最大偏差。
④ 对于规定最小屈服强度大于 340MPa 的高强度低合金钢薄板，其公差按协议。

表 A1.13　未经处理的热轧定尺薄板①平面度公差②（各种牌号钢）

规定最小厚度，mm	规定宽度，mm	平面度公差③，mm	
		规定最小屈服强度，MPa④	
		<310	屈服点≥310~345MPa
>1.2~1.5	≤900	45	60
	>900~1500	60	90
	>1500	75	…
>1.5~4.5	≤1500	45	60
	>1500~1800	60	90
	>1800	75	120
>4.5~<6.0	≤1500	45	60
	>1500~1800	60	90
	>1800	75	120

① 当作了足够的校平时，上述公差表也适用于由用户从卷板切出的薄钢板。
② 除非已将卷板展开，并且对展开的卷板全部充分校平，本表不适合于卷板形式的产品。
③ 偏离水平表面的最大偏差。
④ 对于规定最小屈服强度大于 340MPa 的高强度低合金钢薄板，其公差按协议。

表 A1.14　冷轧薄板（各种牌号钢）①用标准的厚度公差（米制）——最小边缘距离 10mm

规定宽度，mm	厚度正偏差，mm，无负偏差③				
	规定最小厚度，mm②				
	≤0.4	>0.4~1.0	>1.0~1.2	>1.2~2.5	>2.5~4.0
≤1800	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
>1800~2000	…④	0.15	0.20	0.30	0.35
>2000④	…④	0.30	0.30	0.35	0.40

注 1：厚度在横过宽度方向上距离侧边缘不小于 10mm 的任何点测量。
注 2：本表中的宽度小于等于 300mm，适用于从宽的薄板切分生产的宽度。
注 3：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端须是平的，砧座须是平的、或带有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。
注 4：对于宽度小于 25mm 的薄板的厚度应在半宽处测厚。
① 高强度低合金钢的最小厚度为 0.55mm。
② 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。
③ 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。
④ 表中的省略符号“…”，表示还没有规定要求。

表 A1.15　冷轧薄板（各种牌号钢）①用限定的厚度公差——最小边缘距离 25mm

规定宽度，mm	厚度正偏差，mm，无负偏差③				
	规定最小厚度，mm②				
	≤0.4	>0.4~1.0	>1.0~1.2	>1.2~2.5	>2.5~4.0
≤1800	0.05	0.08	0.10	0.12	0.15
>1800~2000	…④	0.08	0.10	0.15	0.18
>2000③	…④	0.15	0.15	0.15	0.20

注 1：厚度在横过宽度方向上距离侧边缘不小于 25mm 的任何点测量。
注 2：本表中的宽度小于等于 300mm，适用于从宽的薄板切分生产的宽度。
注 3：用于测量厚度的千分表，其结构以具有最小直径为 0.188in.（4.80mm）的砧座和芯轴构成。芯轴的尖端应是平的，砧座须是平的、或带有最小曲率半径为 0.10in.（2.55mm）的弧度。带有尖顶的千分表不适用于厚度测量。
注 4：本表的构成是对列在标准公差表中的数值乘以 0.50，再采用 ASTM 标准实用规程将其圆整到小数点的第二位。
注 5：对宽度小于 50mm 的薄板的厚度应在半宽处测厚。
① 高强度低合金钢的最小厚度为 0.55mm。
② 与订货厚度记为公称厚度或最小壁厚无关，适用规定的厚度范围标题。
③ 表中给出的公差系基于最小壁厚给出（壁厚正偏差，无负偏差）；对于公称壁厚，公差（值）应等分为正偏差和负偏差各半。
④ 表中的省略符号“…”，表示还没有规定要求。

表 A1.16 冷轧薄板的长度公差
（各种牌号钢）
（宽度大于 300mm 不切直角的定尺薄板）

规定长度，mm	大于规定长度的公差，mm，（无负偏差）
>300~1500	6
>1500~3000	20
>3000~6000	35
>6000	45

表 A1.17 冷轧薄板的长度公差
（各种牌号钢）
（宽度小于 300mm，不切直角的定尺薄板）

规定长度，mm	大于规定长度的公差，mm，（无负偏差）
>600~1500	15
>1500~3000	20
>3000~6000	25

注：本表适用于从宽的薄板切分生产的宽度。

表 A1.18 冷轧薄板的宽度公差
（各种牌号钢）①
（宽度小于 300mm，不切直角的卷板和定尺薄板）

规定宽度，mm	大于规定长度的公差，mm，（无负偏差）
>50~100	0.3
>100~200	0.4
>200~300	0.8

注：本表适用于从宽的薄板切分生产的宽度。

① 高强度低合金钢的最小厚度为 0.50mm。

表 A1.19 冷轧薄板卷板的弯度公差
（各种牌号钢）
（宽度小于 300mm，不切直角的卷板）

宽度，mm	弯度公差
≤300	任意 2000mm 内 5.0mm

注 1：弯度是侧边缘离开直线的最大偏差，用直线尺在凹侧进行测量。
注 2：本表适用于从宽的薄板切分生产的宽度。

表 A1.20 冷轧薄板的平面度公差
（各种牌号钢）①

规定厚度，mm	规定宽度，mm	平面度公差，mm	
		规定最小屈服点，MPa②	
		<310	310~340
≤1.0	≤900	10	20
	>900~1500	15	30
	>1500	20	40
>1.0	≤900	8	20
	>900~1500	10	20
	>1500~1800	15	30
	>1800	20	40

注 1：本表不适用于按全硬化、按指定硬度范围或按“最终退火”（全软）订货的产品。
注 2：当作了足够的校平时，本表也适用于由用户从卷板切出的薄钢板。
注 3：除非已将板卷展开，并且对展开的卷板全部充分校平，本表不适合于卷板形式的产品。
① 偏离水平表面的最大偏差。
② 规定最小屈服强度大于 340MPa 的高强度低合金钢薄板，其公差按协议。

附 录
（非强制性资料）

X1 冷轧碳钢薄板产品成形性上的时效效应

X1.1 在最终退火或极软的状态下，冷轧碳钢薄板产品呈现出最大的成形能力。然而，在极软状态下由于在随后的成形过程中可能产生吕德尔(Luder)线（有时称为“延伸应变”或“产生沟槽”），许多薄板产品不适用于暴露条件应用。这一问题在多数情况下是通过在退火之后对薄板进行回火轧制来避免。但是，在回火轧制后，有些薄板产品容易产生时效。时效系指在回火轧制之后，在存放过程中屈服强度逐步升高而韧性相应降低的现象。当时效引起上屈服点再次发生时，时效终究会对成形性产生负面影响，结果会重新易于发生沟槽。

X1.2 当钢中存在碳或氮填隙溶解物原子时，便会发生时效。碳或氮原子的溶解物是那些未和钢中的其他元素化学组合在一起的溶解物，如碳化物或氮化物。在过长时间内，这些碳或氮填隙溶解物原子溶解扩散到钢里面的结晶瑕疵中，如此便会加快时效。发生此类时效的程度，取决于填隙溶解物的浓度和钢经回火轧制后暴露在大气中时的温度高低和时间长短。通常，存放过程中填隙溶解物的浓度越高，就造成越大的强度，时效的速率随温度的增加而加大。如下所述，最终的填隙溶解物浓度及时效特性取决于钢的化学成分，还有钢材生产厂所使用的特定的薄板冶炼工艺方法。

X1.3 低碳钢——在通常的低碳铝脱氧的镇静钢中，主要是受到填隙原子浓度的影响。在冶炼过程中，钢中的氮化铝和碳化铁的形成受实施退火方式的影响。

X1.3.1 许多薄板产品是以大批量的紧绕在一起的卷板的方式做退火的。在加热过程中，存在于全硬化薄板中的一些氮溶解物与铝组合形成氮化铝。随后的冷却非常慢，并基本上允许所有的碳沉淀下来形成碳化铁。最终的填隙溶解物的浓度十分低，且结果使得批处理退火的低碳钢具有良好的抗时效性。

X1.3.1.1 深冲钢（DDS 钢）的薄板典型的是成批退火，且具有良好的抗时效性。DDS 钢的薄板适合于有剧烈成形性要求的许多暴露条件下应用。

X1.3.2 冷轧低碳钢有时在连续退火生产线上加工处理，在其中全硬化的薄板未成为卷板通过退火炉，然后以连续方式再卷绕。与批处理退火相比，其加热和冷却速率更高，特别是比较快的冷却，造成产品中的填隙溶解物的浓度较高。在其中薄板被冷却的方式可以加以控制，而使得填隙溶解物的浓度最小化，并且，回火轧制对减小发生沟槽化的趋势是有效的。然而，连续退火的低碳钢比起批处理退火钢更易发生随后时效。

X1.3.2.1 根据一个给定生产厂的设备条件，商业级低碳钢（CS 钢）和冲拔钢（DS 钢）薄板可获得批处理退火的或连续退火的产品。为了使得连续退火的产品时效效应最小，在零件制造过程中，首先建议使用存放时间最早的材料，周转库存材料。

X1.4 无填隙物钢——无填隙物钢基本上没有填隙溶解物存在，且因此而不会发生时效。冶炼工艺涉及在精炼液态钢水的过程中的真空除气，还有添加诸如钛或铌一类的可形成十分稳定的碳化物和氮化物的添加元素。这些工序保证了总的填隙物浓度十分低，且填隙物都是以合金碳化物或氮化物的形式完全化学组合（或稳定）的。无论退火是以连续或批处理的方式进行的，无填隙钢不发生时效。

X1.4.1 超深冲钢（EDDS 钢）必须是真空除气和稳定化处理钢。这种不发生时效、无填隙物钢的产品适用于有最剧烈成形要求的暴露应用条件。

X1.5 烘焙-可硬化钢——烘焙-可硬化钢是具有受控的填隙溶解物浓度和时效特性的一种特殊产品类别。这些钢被冶炼为具有中等的抗时效性，以允许这种钢在它韧性最佳状态下成形。时效大部分发生在随后的热处理过程中（例如涂漆热化养护），使得最终零件硬化到最佳耐久性的希望值。

X1.5.1 连续退火低碳钢能够呈现出明显的烘焙硬化，以及一定程度真空除气的和批处理钢。

X2 标准的化学成分范围和限值

X2.1 碳钢的标准化学成分和限值如表X2.1和表X2.2所示。

X3 确定破损余量的程序（只适用于碳钢薄板）

X3.1 尽管在制造冲拔目的用薄板的过程中实施了很多格外的注意，仍可能遭遇到若干制造上的变量，所有超出钢厂合理控制的变量仍会导致零件制造中的破损，且必须被认为是有损于采购方的用途的正常风险的一部分。钢厂将试图确定采购方可以认同的破损余量水平。

X3.2 为了这一意图的目的，破损被定义为是在冲拔过程中破裂不能修理的零件，并分类作为废品。如果分别加以识别，则可以把那些呈现出由重皮形成的分层零件排除在外。在本程序之中，不包括那些可被修补的破损零件。

X3.3 本程序意在确立不需要对每一个破损的冲压件重新进行检验的破损余量，它将适用于（按下述方法计算得出的）整个破损率大于1%至小于等于8%的一个给定的零件。钢中内在的那些变化和在做冲压件操作中的正常变量，排除100%满意的工作质量。因此，当实际完好率达到生产出的冲压件99%无破损时，可以合格验收。当总的破损率超过8%时，则作为异常冲压件生产状态，且本方法不再适用。

X3.4 当有两个或更多的供货方时，对于一个被鉴定的零件为了确定破损余量的建议程序系根据在至少一个月（最少3000件）之中，在一套胎模上，涉及该零件的毛坯至少75%的平均破损百分数。用于得到这一最小75%的所有供货方的总产量应包括在开始最佳工作质量的计算之中。如此确定出的平均破损应认作为该零件的破损余量。

X3.4.1 举例：

卖方	生产零件个数	废品数	废品率,%
A	32466	630	1.94
B	27856	579	2.08
C	67120	1477	2.20
D	56200	1349	2.40
E	40900	1125	2.75
F	850	60	7.05
11	总数 225392	总数 5220	平均 2.32

X3.4.2 总数225392的75%等于169044，因为A、B和C三家只有127422个而小于总数的75%，因此，它必须包括A、B、C和D（A+B+C+D=总生产个数为183642个）。（A+B+C+D）四家183642个零件的总生产数中有4035个被拒收，结果破损余量的百分数为2.20%。在此基础上，可见卖方D、E和F三家已经超过这一余量。

X4 确定在成形或冲拔中遇到的塑性变形程度用的程序

X4.1 引言

X4.1.1 确定塑性应变的首选方法是圆形栅格和成形极限曲线。在薄板上刻画正方形和改变厚度法也可用于评价在将平的薄板成形为所希望的形状时的变形。

X4.2 圆形栅格方法

X4.2.1 试验系统在一个已知“质量”状态的薄板金属坯料的表面上，使用照相或电化学侵蚀圆形的图案，以及评价在压制作业中由成形所产生的应变用的成形极限曲线。此方法在实验室和在压力机室内可以使用。使用这一方法能够有效的完成对商业上可获得的各种钢的选择。此外，为了改进质量，模具或零件设计的修正效果就显示出来。

X4.2.2 图X4.1中的成形极限曲线，是从产品类型的冲压件危险部位上发生的主应变（e_1）和伴随产生的次应变（e_2）的实际测量结果出发编制出的曲线。位于这一曲线以下的应力组合是安全的，而在该曲线之上破裂则是危险的。为了分析在冲压件产品上的金属应变，必须承认材料、润滑情况和模具设定每天都在变化，而将影响到它的应变水平。为了确保冲压质量不出故障，用虚线和实线画出周界的成形极限曲线以下的区域，称为“安全带”。因而，落在虚线以下的应变组合不宜在常规的生产作业中超过成形极限曲线。曲线零点的左侧定义为极限的双轴向拉伸-压缩应变组合，而其右侧定义为成形极限曲线。因为冲压件产品用于开发代表所有质量的低碳薄厚度薄钢板冲压件产品的成形极限曲线，这一单一的成形极限曲线能够成功地用于这些产品上。

X4.2.3 如果对成形极限曲线做下列调整，则圆形栅格方法也能够用于其他的低碳钢薄板类

型的产品。

X4.2.3.1 材料厚度-当金属厚度，在0.75mm以上时，每增加0.025mm，成形极限曲线向上平行移动0.2%的（e_1）应变。

X4.2.3.2 材料力学性能-当材料的力学性能相当地不同于常规的低碳钢薄板（例如，高强度-低韧性），则成形极限曲线较低。降低位移等级的量对每一种材料是特定的，因此，应考虑现时材料的资料来确定成形极限曲线的位置。

X4.3 程序

X4.3.1 从“已知质量”的薄板上取得样品，薄板质量或是由供货商指明、用户采购订货单，或是从一个相配薄板样品上获得的最佳的拉伸数据。

X4.3.2 用选定的圆，以均匀的图形在模板上取得或制备一个复膜，这种圆的直径可为2.5~25.0mm，最合适的直径为5.0mm，因为它容易读取以及量规节距较短，足以显示在零件特定位置上的最大应变。

X4.3.3 薄板金属坯料应进行清理除去多余的油和污，然而，某些预涂层的薄板可能是侵蚀的，而不需要除去涂层。需要侵蚀的面积应通过观察早先成形的的凹形底板来确定，通常，带有开裂问题的部位用来做侵蚀。一般，半径处的凸出的面是画栅格的。如果有足够时间，整个坯料可做侵蚀，原因是当在看似不危险的面积上应变能加以评定时，可以获得有关冲压零件中金属移动的宝贵信息。另外，对于复杂形状，可希望侵蚀坯料的两侧表面，以便于能够确定在反向冲拔时发生的应变。

X4.3.4 薄板金属坯料可采用照相或电化学方法做侵蚀。例如，在能感光性溶液的早先方法中，是用50%柯达光敏抗蚀剂（KPR）感光乳剂和50%的KPR稀释剂喷射到薄板上。将薄板在65℃的温度下烘烤15min或只是把它放在暗室中立放几个小时干燥感光乳剂。在时效性材料上应使用后一种方法，因其在65℃下烘烤会变得更强烈。负片放在感光乳剂之中，保持与薄板密切接触，接着，暴露在强的紫外线光源下1到1.5min。在KPR显影剂中显影30~45s，用水漂洗，并喷射酒精使之定影，再次用水漂洗，然后喷射KPR黑色染料以显示出侵蚀圆形条纹。

X4.3.5 在电化学方法中，侵蚀垫片是用适当的电解液使之饱和。可从侵蚀设备的供货商处获得不同的电解液。有些电解液对于侵蚀一定的表面更为有效，例如在镀铅锡的板上和其他的金属涂层的钢上。对薄钢板，防锈溶液效果良好。

X4.3.6 将适当安培数（通常使用10A到50A）转换器的接地卡头固定在坯料上，第二根导线连接到侵蚀垫片上。在此时，尽管电流可接通，但应加注意别将垫片平放在薄板坯料上，因为会产生电弧。明智的是避免与侵蚀垫片金属和接地的薄板坯料金属接触。

X4.3.7 膜板的放置，要用塑料涂层对着要侵蚀的区域的薄板表面放置。用最少量的电解液湿润膜板可帮助皱纹变得光滑，并给予更加均匀的侵蚀。侵蚀垫片现在安置在膜板上，并且，如果还没有接通电流时，应接通电。在垫片上，施加合适的压力。只需用必要的最少时间产生清晰的侵蚀条纹。侵蚀时间随从电源可获得的安培数和膜板面积，以及与膜板接触的垫片面积而不同。镰刀弯型的侵蚀垫片可给出很好的照片，它只要求比平表面的垫片要小的安培数，过大的电流会造成膜片损坏。

X4.3.8 除非侵蚀溶液是防腐蚀的，侵蚀溶液会激化金属表面，并且会造成生锈。在希望侵蚀的面积已经侵蚀之后，坯料应经抹洗或漂洗，干燥和中和处理。

X4.3.9 侵蚀了的坯料现在可以准备成形。润滑情况和施压条件应与生产状况相似。如果操作次序是用于成形零件的，希望侵蚀足够数量的坯料，这样每一次操作可被研究。

X4.4 成形后的应变测量

X4.4.1 在成形之后，圆形通常变形成为椭圆形的（图X4.2）。这些椭圆形有主和次二条应变轴。主应变（e_1）总是规定为是在已经产生最大正的应变的方向上，而与原先坯料的边缘或薄板的轧制方向无关。次要应变（e_2）定义为与主应变方向成90°。

X4.4.2 有几种方法来确定成形了的凹形板的主次应变。典型的工具是一对分规和以0.5mm划分的刻度尺。对于尖的圆弧，可使用能够随冲压件外形的薄的塑料刻度尺，以确定椭圆形的尺寸（刻度尺可直接地读出百分数应变）。

X4.5 应变测量的评价

X4.5.1 如（图X4.1）成形极限曲线示出的那样，应变 e_1 总是正的，而应变 e_2 可能为0，+值或-值。把在成形零件上的危险部位测量得到的最大 e_1 应变和相伴产生的 e_2 应变，按 e_1 和 e_2 应变的交点位置，通过作图方法绘制到含成形极限曲线的图纸上。

X4.5.2 如果这一交点落在成形极限曲线的“安全带”上或在它的下方，则该应变不至于引起破损。交点落在曲线更下面，则表明可以采用较低级别的低韧性材料。落在“安全带”以上的交点表明零件的制造已经引起会产生破损的应变量。因而，在评价呈现出这些应变的冲压件上，应努力做到可提供将落在成形极限曲线的“安全带”上及在以下的 e_1 和 e_2 应变的组合。通过改变诸如模具条件、润滑、坯料规格、厚度或材料级别中的一个或多个变量，可获得不同的 e_1 和 e_2 应变组合。应加注意这些结论是从制造栅格状冲压加工所使用的钢材“质量”的参照基准中得出的。

X4.5.3 当试图改变应变 e_1 和 e_2 的关系时，应注意到在成形极限曲线上，最为恶劣的条件是对于一个给定的应变 e_1 它的应变 e_2 为0%。这种应变组合意味着允许在两个尺寸上发生变形，产生 e_1 和 e_2 应变，要胜于只限制在一个尺寸上变形，此时金属工作得更好。在 e_2 应变上的变化，可通过改变如前面指出的模具设计上成形的变量之一减小成形加工的，例如，改善在拉伸—拉伸一侧的润滑将使得应变 e_2 增加，并减小刚度。

X4.5.4 除了成形极限曲线以外，e_1 和 e_2 应变的测量可用于评价在应变梯度基础上的材料要求，如图X4.3阐明的那样，或是把发生在成形后的零件表面上等效应变水平的轮廓线绘制在图上。即便是应变水平相对比较低，在零件表面跨越一个短的间距上，在其上应变 e_1 在应变的幅度或方向上快速变化，可能要求薄板金属具有更高韧性级别、改变润滑、或改变零件的设计。

X4.6 主要和次要应变分布举例

X4.6.1 一块成形后的板（图X4.4）有如图X4.3中示出的横截面，用于阐明主应变与次要应变的组合。主应变分布的标绘图应通过找出有最大主应变（7号圆）的椭圆，并测量跑进在主应变方向上的一排椭圆的主和次应变两者来完成。实心圆点（图X4.3）为每一个椭圆所测得的主应变。Xs则是在相应的次应变（测量的次应变与刚度曲线的交点）上从变形极限曲线确定得出的危险主应变。

X4.6.2 为了确定出最剧烈条件的应变分布，通常一列单排椭圆已足够。所产生的应变分布标绘图（图X4.3）即阐明了应变刚度与危险应变极限相比，还阐明了在冲压件内应变的集中程度。应避免陡峭的应变陡度，因为它们是引起断裂点的内在部位。

X4.7 降低开裂倾向的举例

X4.7.1 在如图X4.3中代表的部位上，并裂倾向可按照下述做法得以降低：

X4.7.1.1 如果增加在圆1区域内的零件半径，可在该部位上引起某些应变的发生，它将允许在圆7中的主应变减少到足以使得应变组合降低到危险极限以下。这一作用过程要求冲压头不胶合或不重新成形，而只是在半径处打磨。

X4.7.1.2 总的平均主应变要求做到这一成形只有17.5%。在5.0mm圆内其应变仍然高达40%。该应变分布曲线在作图上提出需要使用上述某些手段把应变分布到整个时间段上。

X4.7.1.3 改变润滑也能够改善冲压件的应变分布。如果在冲头上方产生的应变是有危险的，则为了实现冲头的形状所要求的伸长（应变）量，可在下压阶段使用更加有效的润滑来减少摩擦。

X4.7.1.4 如果零件（的应变量）是有危险的，则变更材料可以有帮助，也就是要使用具有更均匀伸长率的材料，而使得应变分布得更加均匀，或者是材料要具有较高的“r”值，而使得它有可能在冲拔过程中从向下压部位获得更多的金属，使得在零件的成形只需要较小的伸长。

X4.8 刻画正方形格方法

X4.8.1 该方法的基本技术是在纵横两个方向上已刻画一系列间隔为25.0mm平行线条的坯料冲拔出一块板。在冲拔后，测量板上的线条，并在25.0mm的正方形的面积中按面积增加的百分数计算出伸长或拉长量。对于具有大的圆弧半径和相当平均的伸长或拉长的板，这是相当简单的程序。许多主板属于这种类型，且在这些

情况下十分容易找出呈现出最大面积增加的正方形面积。

X4.8.2　如果要测量的正方形或线条并非平表面，则在成形后的表面上放上遮蔽的窄条（或其他合适的带子），并标记出要测量的点。除去带子，放在一个平面上，并用刻度尺测定点与点之间的距离。

X4.8.3　在一个方向上有主伸长，会出现面积有小的增长的情况，这些情况下，应记录下伸长的百分数。

X4.9　厚度方法

X4.9.1　会有这样的情况，最大延伸已知延续到小于 645mm² 的面积上或正方形的形状已变得不规则，此时，会导致测量困难和计算不精确。当存在这样两种之一的情况时，可对存在疑问的面积，可使用电测量厚度仪，或将这个面积剖开并采用球形尖端的千分表测量金属厚度的减薄量。对于单位面积的增加率可通过以最终厚度除原有厚度计算得出。

X4.9.2　举例—假定坯料厚度为 0.80mm，最终厚度为 0.60mm，则单位面积的增加率为 [(0.80−0.60)/0.80]×100=25%。

X5　表示平面度的替代方法

X5.1　介绍和定义

X5.1.1　除了通常的“偏离水平面的最大偏差”来表示平面度以外，至少已拟定了两种其他的平面度参数，并用于表示带纵向波形或凹凸的薄板特征。这便是陡度指数和平面度指数（或“*I*-单位”），它们用图 X5.1 中的示例来说明。

X5.1.2　陡度指数——图 X5.1（a）示出了一个呈现出高度为 *H*、间距为 *L* 的板边缘波形的薄板样品示例。这一薄板的陡度指数，被定义为：

$$\text{陡度指数} = H/L$$

陡度指数的数值常常是以百分数来表示：

$$\text{陡度 \% 数} = S = (H/L) \times 100$$

X5.1.3　*I*-单位——对图 X5.1（a）中的薄板样品做一系列的沿长度方向的切分，释放出存在于薄板中的弹性应力，并因此而成为如图 X5.1（b）中所示出的长度不等的窄板条。取这些板条中的一段作为参考基准（$L_{基准}$），这对于一条单一板条的 *I*-单位指数值定义为：

$$I = (\Delta L/L_{基准}) \times 10^5$$

式中：ΔL=某一段给定的薄板条与作基准板条之间的长度差。

X5.1.4　对于波形或凹凸完全是正弦特性的特殊情况，采用以下的关系式：

$$I = [(\pi/2)(H/L)]^2 \times 10^5$$

或：

$$I = 24.7\ S^2$$

表 X5.1 提供了以波高直到 0.5in.（增量为 1/32in.）及间距在 10～40in.（增量为 1in.）之间正弦波近似值为基础得出的 *I*-单位指数值。在表 X5.2 中给出了这里所述的三个平面度参数表示之间的数学关系。这些数学关系可用于 *I*-单位指数值、%数陡度以及波高数值三者之间的转换（见表 X5.2 中的示例）。

X5.2　平面度评定的举例和 *I*-单位或陡度值的测定

X5.2.1　当薄板条是放在一个检查平台上时，找出未能放平在该平台上的薄板条的位置。如果见不到平面度的偏差值，则该卷板的头部、中部和尾部可称为是平的（即零 *I*-单位或零%陡度指数）。

X5.2.2　如果该板卷并非总体上都平，则必须测定并记录偏差的高度。如果卷板带有边缘波形，可在边缘波的下面插入一个阶梯状量规，间距增量为 1/16in 或 1/32in.，测定它的波高。如果是在板条的中间位置上板卷呈现波形偏差，可在弯度最高处和在下一个重复出现的弯度最高处放置一轻便直靠尺，这样便可通过在直靠尺与板条之间插入一个阶梯状量规来测定出波的高度。

X5.2.3　除了波高以外，还必须测出波的周期和波形的间距。波的间距可通过一标准卷尺或直靠尺测量在一处平面度偏离的最高点与下一处重复出现的平面度偏离的最高点之间的距离得到。

X5.2.4　在测出波高和波的间距之后，即可得到 *I*-单位或%陡度两者之一的指数值。为了确定 *I*-单位平面度，在表 X5.1 中定出合适的波高和波间距，并在两次测量交点处读出 *I*-单位指数值。为了确定%陡度指数，应用波间距除波高，再乘上 100。

表 X2.1 标准钢—碳钢薄板的化学成分

钢号	化学成分限值,%			
	C	Mn	P max	S max
1001	≤0.01	≤0.35	0.030	0.035
1002	≤0.02	≤0.35	0.030	0.035
1003	≤0.04	≤0.35	0.030	0.035
1004	0.02/0.06	≤0.35	0.030	0.035
1005	≤0.06	≤0.35	0.030	0.035
1006A	0.02/0.08	≤0.45	0.030	0.035
1006	≤0.08	≤0.45	0.030	0.035
1007	0.02/0.10	≤0.50	0.030	0.035
1008	≤0.10	≤0.50	0.030	0.035
1009	≤0.15	≤0.60	0.030	0.035
1010	0.08~0.13	0.30~0.60	0.030	0.035
1012	0.10~0.15	0.30~0.60	0.030	0.035
1015	0.12~0.18	0.30~0.60	0.030	0.035
1016	0.12~0.18	0.60~0.90	0.030	0.035
1017	0.14~0.20	0.30~0.60	0.030	0.035
1018	0.14~0.20	0.60~0.90	0.030	0.035
1019	0.14~0.20	0.70~1.00	0.030	0.035
1020	0.17~0.23	0.30~0.60	0.030	0.035
1021	0.17~0.23	0.60~0.90	0.030	0.035
1022	0.17~0.23	0.70~1.00	0.030	0.035
1023	0.19~0.25	0.30~0.60	0.030	0.035
1025	0.22~0.28	0.30~0.60	0.030	0.035
1026	0.22~0.28	0.60~0.90	0.030	0.035
1030	0.27~0.34	0.60~0.90	0.030	0.035
1033	0.29~0.36	0.70~1.00	0.030	0.035
1035	0.31~0.38	0.60~0.90	0.030	0.035
1037	0.31~0.38	0.70~1.00	0.030	0.035
1038	0.34~0.42	0.60~0.90	0.030	0.035
1039	0.36~0.44	0.70~1.00	0.030	0.035
1040	0.36~0.44	0.60~0.90	0.030	0.035
1042	0.39~0.47	0.60~0.90	0.030	0.035
1043	0.39~0.47	0.70~1.00	0.030	0.035
1045	0.42~0.50	0.60~0.90	0.030	0.035
1046	0.42~0.50	0.70~1.00	0.030	0.035
1049	0.45~0.53	0.60~0.90	0.030	0.035
1050	0.47~0.55	0.60~0.90	0.030	0.035
1055	0.52~0.60	0.60~0.90	0.030	0.035
1060	0.55~0.66	0.60~0.90	0.030	0.035
1064	0.59~0.70	0.50~0.80	0.030	0.035
1065	0.59~0.70	0.60~0.90	0.030	0.035
1070	0.65~0.75	0.60~0.90	0.030	0.035
1074	0.69~0.80	0.50~0.80	0.030	0.035
1078	0.72~0.85	0.30~0.60	0.030	0.035
1080	0.74~0.88	0.60~0.90	0.030	0.035
1084	0.80~0.93	0.60~0.90	0.030	0.035
1085	0.80~0.93	0.70~1.00	0.030	0.035
1086	0.80~0.93	0.30~0.50	0.030	0.035
1090	0.84~0.98	0.69~0.90	0.030	0.035
1095	0.90~1.03	0.30~0.50	0.030	0.035
1524	0.18~0.25	1.30~1.65	0.030	0.035
1527	0.22~0.29	1.20~1.50	0.030	0.035
1536	0.30~0.37	1.20~1.50	0.030	0.035
1541	0.36~0.44	1.30~1.65	0.030	0.035
1548	0.43~0.52	1.05~1.40	0.030	0.035
1552	0.46~0.55	1.20~1.50	0.030	0.035

注：当规定了硅元素时，通常使用下列范围值和限值：

1015 之前	≤0.10
1015 至 1025	≤0.10，0.10~0.25 或 0.15~0.30
1025 之后	0.10~0.25 或 0.15~0.30

表 X2.2　标准的化学成分范围值和限值

元　素	只对碳钢，浇注或熔炼分析		
	最大规定元素,%	范　围	最低的最大值
碳（见注）	≤0.15	0.05	0.08
	0.15~0.30（含）	0.06	
	0.30~0.40（含）	0.07	
	0.40~0.60（含）	0.08	
	0.60~0.80（含）	0.11	
	0.80~1.35（含）	0.14	
锰	≤0.50（含）	0.20	0.40
	0.50~1.15（含）	0.30	
	1.15~1.65（含）	0.35	
磷	≤0.08（含）	0.03	0.030①
	0.08~0.015（含）	0.05	
硫	≤0.08（含）	0.03	0.035①
	0.08~0.15（含）	0.05	
	0.15~0.23（含）	0.07	
	0.23~0.33（含）	0.10	
硅	≤0.15（含）	0.08	0.10
	0.15~0.30（含）	0.15	
	0.30~0.60（含）	0.30	
铜	如要求的话，最小为 0.2		

注：在以“范围”为标题的一栏中所示出的碳的范围值适用于当锰的规定最大限值不超过 1.00%的场合。当最大锰元素的限值超过 1.00%时，在下面示出的碳的范围值增加 0.01。

① 有些单一标准，对磷和硫元素提供了较低的标准限值。

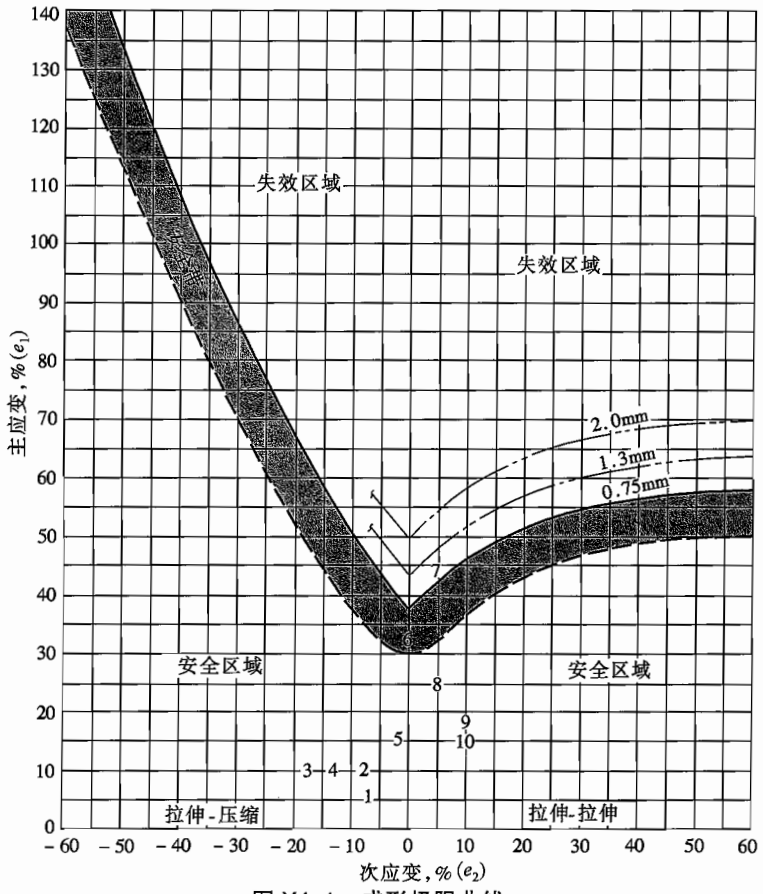
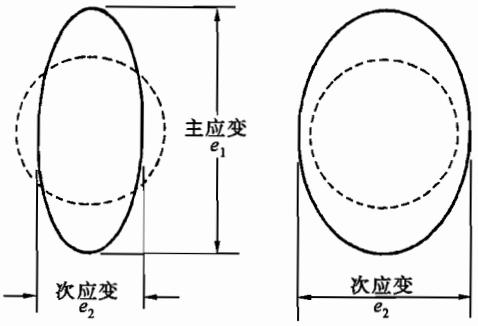
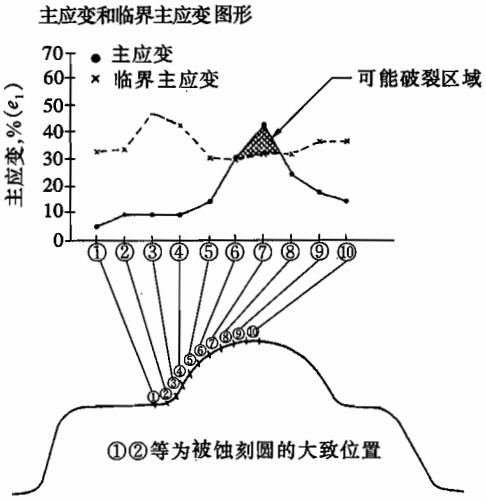


图 X4.1　成形极限曲线



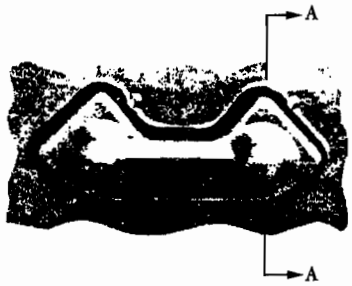
拉伸-压缩　　拉伸-拉伸

图 X4.2　主应变和次应变轴

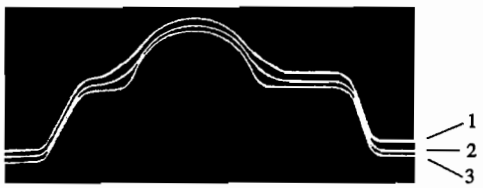


侵蚀了的板的横截面

图 X4.3　主应变和临界主应变，及被蚀刻板的横截面



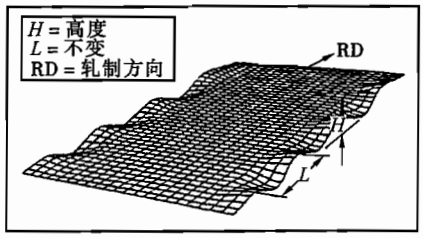
在模具修整之前板的顶视图



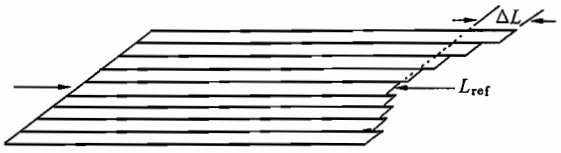
A—A 截面

图 X4.4　成形板和横截面

1—最终外形；2—第一次修整；3—原有外形



(a)



(b)

图 X5.1　有边缘波形的薄板样品的图像（a）和沿样品纵向切分形成的不同长变的薄板条（b）

表 X5.1 Ⅰ-单位指数转换图表

波高 in.	波长，in.																														
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1/32	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/16	10	8	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3/32	22	18	15	13	11	10	8	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
1/8	39	32	27	23	20	17	15	13	12	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2
5/32	60	50	42	36	31	27	24	21	19	17	15	14	12	11	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	4	4	4	4
3/16	87	72	60	51	44	39	34	30	27	24	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10	10	9	8	8	8	7	7	6	6	6	5
7/32	118	98	82	70	60	53	46	41	36	33	30	27	24	22	21	19	17	16	15	14	13	12	12	11	10	10	9	9	8	8	7
1/4	154	128	107	91	79	69	60	53	48	43	39	35	32	29	27	25	23	21	20	18	17	16	15	14	13	13	12	11	11	10	10
9/32	195	161	136	116	100	87	76	68	60	54	49	44	40	37	34	31	29	27	25	23	22	20	19	18	17	16	15	14	14	13	12
5/16	241	199	168	143	123	107	94	83	74	67	60	55	50	46	42	39	36	33	31	29	27	25	24	22	21	20	19	18	17	16	15
11/32	292	241	203	173	149	130	114	101	90	81	73	66	60	55	51	47	43	40	37	35	32	30	29	27	25	24	23	21	20	19	18
3/8	347	287	241	206	177	154	136	120	107	96	87	79	72	66	60	56	51	48	44	41	39	36	34	32	30	28	27	25	24	23	22
13/32	408	337	283	241	208	181	159	141	126	113	102	92	84	77	71	65	60	56	52	48	45	42	40	37	35	33	31	30	28	27	25
7/16	473	391	328	280	241	210	185	164	146	131	118	107	98	89	82	76	70	65	60	56	53	49	46	43	41	39	36	35	33	31	30
15/32	543	449	377	321	277	241	212	188	168	150	136	123	112	103	94	87	80	74	69	65	60	56	53	50	47	44	42	40	38	36	34
1/2	618	510	429	365	315	274	241	214	191	171	154	140	128	117	107	99	91	85	79	73	69	64	60	57	53	50	48	45	43	41	39

波高 (mm)	波长，mm																														
	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	1000
0.5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	9	7	6	5	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.0	16	13	11	9	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2.5	25	20	17	15	13	11	10	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3.0	36	29	25	21	18	16	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2
3.5	48	40	34	29	25	22	19	17	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3
4.0	63	52	44	37	32	28	25	22	20	18	16	14	13	12	11	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4
4.5	80	66	56	47	41	36	31	28	25	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5
5.0	99	82	69	58	50	44	39	34	30	27	25	22	20	19	17	16	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6
5.5	120	99	83	71	61	53	47	41	37	33	30	27	25	23	21	19	18	16	15	14	13	12	12	11	10	10	9	9	8	8	7
6.0	142	118	99	84	73	63	56	49	44	39	36	32	29	27	25	23	21	20	18	17	16	15	14	13	12	12	11	10	10	9	9
6.5	167	138	116	99	85	74	65	58	52	46	42	38	34	32	29	27	25	23	21	20	19	17	16	15	14	14	13	12	12	11	10
7.0	194	160	134	115	99	86	76	67	60	54	48	44	40	37	34	31	29	27	25	23	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12
7.5	222	184	154	132	113	99	87	77	69	62	56	50	46	42	39	36	33	30	28	26	25	23	22	20	19	18	17	16	15	15	14
8.0	253	209	176	150	129	112	99	88	78	70	63	57	52	48	44	40	37	35	32	30	28	26	25	23	22	21	20	18	18	17	16
8.5	286	236	198	169	146	127	112	99	88	79	71	65	59	54	50	46	42	39	36	34	32	30	28	26	25	23	22	21	20	19	18
9.0	320	265	222	189	163	142	125	111	99	89	80	73	66	61	56	51	47	44	41	38	36	33	31	29	28	26	25	23	22	21	20
9.5	357	295	248	211	182	159	139	123	110	99	89	81	74	67	62	57	53	49	45	42	40	37	35	33	31	29	28	26	25	23	22
10.0	395	327	274	234	202	176	154	137	122	109	99	90	82	75	69	63	58	54	50	47	44	41	39	38	34	32	30	29	27	26	25

表 X5.2 平面度转换系数①

	I-单位	波高	%陡度
I-单位（*I*）	1	$\frac{2L}{\pi}\sqrt{I10^{-5}}$	$\frac{2}{\pi}\sqrt{I10^{-1}}$
波高（*H*） （波峰至波峰）	$\left(\frac{H\pi}{2L}\right)^2 10^5$	1	$\frac{(100H)}{L}$
%陡度（*S*）	$2.5(\pi S)^2$	$\frac{(LS)}{100}$	1

① 举例——

（1）假定给出的%陡度为 1.5，希望确定相应的 *I*-单位指数值，查表 X5.2，$I=2.5(\pi S)^2=2.5[(3.14)(1.5)]^2=55.5$。

（2）假定给出的 *I*-单位指数值为 25，希望确定相应的%陡度，查表 X5.2，$S=2/\pi(7\times10^{-1})^{0.5}=2/3.14(25\times10^{-1})^{0.5}=1.0$。

注：表中“*L*”为如图 X5.1（a）中所定义示出的波间距。

高强度低合金铌-钒结构钢

SA-572/SA-572M

（与 ASTM 标准 A 572/A 572 M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括 5 个级别的高强度低合金结构钢的型材、钢板、薄板桩和棒材。级别 42（290），50（345）和 55（380）拟用于铆接、螺栓连接的或焊接的结构用途。级别 60（415），和 65（450）拟用于桥梁上的铆接、或螺栓连接结构，或者用于其他用途的铆接、螺栓连接的或焊接结构。

1.2 对于诸如焊接的桥梁结构，在缺口韧性是重要的场合，缺口韧性要求由采购方和生产厂之间协议确定。

1.3 要求添加在第 5 节中规定限值范围内的铌、钒、钛或氮，或其组合。除非采购方另有规定（见补充要求 S90），钢的型式（1、2、3 或 5 型）的选择由生产厂自行决定。

1.4 本标准所包括的产品及级别，可供应的最大厚度，如表 1 所示。

1.5 当钢材被要求进行焊接时，其焊接工艺需适合于钢的级别，并适于预定的用途或所要采用的使用条件。对于钢的可焊性资料见 A 6/A 6M标准的附录 X3。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用，而不得加以任何混用。

1.7 本标准的正文包括注释和脚注，或两者。它们提供了解释性的说明。这些注释和脚注，除了那些在表和图中的外，并不含有任何强制性的要求。

1.8 对于由成卷的卷材产品切割而制造出的结构产品，包括附加试验要求和附加试验报告，适用 A 6/A 6M 标准。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 6/A 6M 轧制结构钢棒材、钢板、型材和薄板桩的通用要求

A 36/A 36M 碳素结构钢

A 514/A 514M 适合于焊接的高强度淬火加回火合金钢板

3 一般交货要求

3.1 对于所订购的材料，按本标准供货的材料须符合现行版本的 A 6/A 6M 标准的适用要求；除非与本标准存在抵触，则应优先按照本标准。

3.2 成卷产品在被加工成最终结构产品之前，不按本标准做质量评定。由卷材生产出的结构产品，意味着已由成卷产品切割成为单张。加工厂直接控制由卷材到产品的过程中的各流程，或对这一过程负责。这些流程包括开卷，展平或校直，热成形或冷成形（若可行），切割成定尺，试验，检验，交货状态，热处理（若可行），包装，标识，装运和出具合格证书。

注 1：对于由卷材生产的结构产品，成品不热处理或只进行去应力处理的，每个评定的卷材需报告两个试验结果。其他关于卷材生产结构产品的评定标准见 A 6/A6 M。

4 材料和制造

4.1 钢应是半镇静钢或镇静钢。

5 化学成分

5.1 钢的熔炼分析须符合表 2 和表 3 中所述的要求。

5.2 钢须符合表 2 和表 3 中所述的成品分析要求，并符合 A 6/A 6M 标准中的成品分析公差。

6 力学性能

6.1 拉伸性能：

6.1.1 由试样代表的材料须符合表4中给出的拉伸性能。

7 关键词

7.1 棒材 螺栓结构 桥梁 建筑物 铌-钒 高强度 化合金 钢板 铆接结构 型材 薄板桩 钢 结构钢 焊接结构

表1 最大产品厚度或规格

级别	屈服点，≥		最大厚度或规格				Z型和轧制T型钢
	ksi	(MPa)	钢板和棒材		结构型材组①	薄板桩	
			in.	(mm)			
42 (290)①	42	[290]	6	[150]	全部	全部	全部
50 (345)①	50	[345]	4②	[100]②	全部	全部	全部
55 (380)	55	[380]	2	[50]	全部	全部	全部
60 (415)①	60	[415]	1¼③	[32]③	2	全部	全部
65 (450)	65	[450]	1¼	[32]	2	不适用	全部

① 在上面的列表中，级别42，50和60（290，345和415）的屈服点水平最接近于A 36/A36M标准中的最小屈服点为36ksi（250MPa）的钢以及A 514/A 514M标准标准中的最小屈服强度为100ksi（690MPa）的钢之间的几何级数模式。

② 允许圆形棒材的直径到小于等于11in.（275mm）。

③ 允许圆形棒材的直径到小于等于3.5in.（90mm）。

表2 化学成分要求①（熔炼分析）

钢板和棒材的直径、厚度或两平行表面之间的距离，in.（mm）	结构型材的翼缘或角钢边的厚度，in.（mm）	级别	C，% ≤	Mn②，% ≤	P，% ≤	S，% ≤	Si	
							厚度小于1.5in，（40mm）的钢板，重量小于426 lb/ft（634 kg/m）的型材，薄板桩，棒材，Z型和轧制T型钢③，%，≤	厚度大于1.5in。（40mm）的钢板，重量大于426 lb/ft（634 kg/m）的型材，范围值，%
6 [150]	全部	42 [290]	0.21	1.35④	0.04	0.05	0.40	0.15~0.40
4 (100)⑤	全部	50 [345]	0.23	1.35④	0.04	0.05	0.40	0.15~0.40
2 [50]⑥	全部	55 [380]	0.25	1.35④	0.04	0.05	0.40	0.15~0.40
1¼ (32)⑥	≤2 (50)	60 [415]	0.26	1.35④	0.04	0.05	0.40	⑦
>½-1¼ [13~32]	>1~2 (25~50)	65 [450]	0.23	1.65	0.04	0.05	0.40	⑦
≤½ (13)⑧	≤1⑧	65 [450]	0.26	1.35	0.04	0.05	0.40	⑦

① 当规定含铜时，须具有熔炼分析最小含量为0.20%的铜（成品分析为0.18%）。

② 对于所有厚度大于⅜in.（10mm）的钢板，要求熔炼分析最小锰含量为0.80%（成品分析为0.75%）；对于厚度小于等于⅜in.（10mm）的钢板和所有其他产品，要求熔炼分析最小锰含量为0.50%（成品分析为0.45%）。锰碳比不得小于2比1。

③ 直径、厚度或两平行表面间距大于1.5in.（40mm）的棒材，应采用镇静钢冶炼工艺制造。

④ 在最大含碳量以下，每减小0.01%的碳，允许在规定锰含量以上增加0.06%的锰，直至最大锰含量为1.60%。

⑤ 允许圆形棒材的直径到小于等于11in.（275mm）。

⑥ 允许圆形棒材的直径到小于等于3.5in.（90mm）。

⑦ 本标准中，未规定规格和级别。

⑧ 允许按表2中所示出的元素平衡，以最大含碳0.21%和最大含锰为1.65%，替代化学成分要求。

表 3　合　金　成　分

型　　号[①]	元　　素	熔炼分析，%
1	Nb[②]	0.005～0.05[③]
2	V	0.01～0.15
3	Nb[②]	0.005～0.05[③]
	V	0.01～0.15
	Nb+V	0.02～0.15[④]
5	Ti	0.006～0.04
	N	0.003～0.015
	V	≤0.06

① 合金含量按 1、2、3 或 5 型，且所适用的元素含量须在试验报告中报告。

② 除非提供镇静钢，铌限定在下列厚度和规格。镇静钢须在试验报告中载明为镇静钢加以确认，或报告存在足够数量的强除氧元素，例如，硅在 0.10%或更高，铝在 0.015%或更高，见下表。

③ 成品分析限值=0.004%至 0.06%

④ 成品分析限值=0.01%至 0.16%

级　　别	钢板、棒材、薄板板桩、Z 型和轧制 T 型钢的厚度，in.（mm）	结构型材的翼缘或角钢边的厚度，in.（mm）
42、50 和 55 （290、345 和 380）	¾ [20]	1.5 (40)
60 和 65 （415 和 450）	½ [13]	(1) (25)

表 4　拉伸性能要求[①]

级　　别	屈服点，≥		抗拉强度，≥		最小伸长率，%[②③④]	
	ksi	(MPa)	ksi	(MPa)	8in.（200mm）标距	2in.（50mm）标距
42 [290]	42	[290]	60	[415]	20	24
50 [345]	50	[345]	65	[450]	18	21
55 [380]	55	[380]	70	[485]	17	20
60 [415]	60	[415]	75	[520]	16	18
65 [450]	65	[450]	80	[550]	15	17

① 见在 A 6/A 6M 标准拉伸试验一节中的试样方向。

② 地板钢板不要求测定伸长率。

③ 重量大于 426 lb/ft（634 kg/m）的宽翼缘型钢，适用 2in.（50mm）标距的伸长率最小为 19%。

④ 宽度大于 24in.（600mm）的钢板，对级别 42、50 和 55（290、345 和 380），伸长率要求可降低 2%；对级别 60 和 65（415 和 450），伸长率要求可降低 3%。见在 A 6/A 6M 标准拉伸试验一节中的伸长率要求的调整。

补 充 要 求

补充要求只有当采购订货单或合同中有规定时才采用。由采购方决定供选择使用的标准化了的补充要求的项目清单列在A 6/A 6M标准中。本标准考虑为适合使用的那些项目标题如下所示：

S5 夏比V形缺口冲击试验

S18 最大抗拉强度

S30 结构型材的夏比V形缺口冲击试验：替代型心位置

S32 单一炉次钢的捆扎件

此外，还有下列补充要求适于使用：

S81 抗拉强度

S81.1 50（345）级钢厚度小于等于3/4in.（20mm），其抗拉强度为最小70ksi（485MPa）。

S90 型式

S90.1 特殊型式的钢，采购方须在采购订单或合同中加以规定。

钢板超声斜射波检验

SA-577/SA-577M

[与 ASTM 标准 A 577/A 577M—90(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准包括用超声斜射波探测钢板中非分层性内部不连续性和表面缺陷的检验规程和验收标准。本标准只用作超声直射波检验标准的补充。

注：所谓分层是其主要平面与钢板主要平面平行的内部不连续性。

1.2 按照本标准进行检验的检验员应根据最新版 ASNT SNT-TC-1A 或等同的认可标准的要求进行资格评定并取得合格证。等同标准是包括超声波无损检验候选人员的资格评定并发合格证的一个标准，并为买方认可的标准。

1.3 以英寸—磅单位或国际单位(SI)表示的值都应分别视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出，由于两种单位制的数值并非精确相等，故必须独立地分别采用之。如果加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASNT 标准：

SNT-TC-1A 无损检测人员资格评定和取证的推荐实用规程

3 订货须知

3.1 在询价单和订货单中，应指出对本规程 11.1 条中所述条款的任何补充。

4 检验条件

4.1 应在不干扰检验正常进行能自由操作的场所进行检验。

4.2 钢板的表面状态，应按要求加以修整，以便能在示波屏上产生出清晰而又易于辨认的扫描图像。为达到合适的表面平滑度而除去的任何规定的识别标记，都应重新标上。

5 仪器

5.1 校核幅度线性时，应将换能器放在 IIW(国际焊接学会)试块或相似试块上的深度分辨力测试槽的上方，使该槽的反射信号近似为满幅度的 30%，底面之一的反射信号近似为满幅度的 60%(即为槽反射信号高度的两倍)。然后绘一条指出偏离上面已确立的 2∶1 比率的曲线，这种偏离出现在槽反射信号的幅度按每次一格的刻度分格递增直到底面反射信号达到满幅度，然后再按每次一格的刻度分格递减，直到槽反射信号幅度降到一格刻度，测出每次变动的两个信号幅度之比值。对应较大一个信号的位置在图上标出这些比值。在满幅度的 20% 至 80% 范围内，比值的偏离应在2∶1的 10%以内。在检查时所用的仪器调节应不致造成超出上述已确立极限的 10%。

5.2 探头应是 45°(在钢中)斜射型的，换能器的有效长度和宽度尺寸，最小为 ½ in.(12.5mm)，最大为 1in.(25mm)。也可采用其他尺寸和角度的探头来作补充的探测和评定。

6 检验频率

6.1 检验选用的超声波频率，应是能探测出所要校准切槽的最高频率，且其信号幅度产生至少 3∶1 的信噪比。

7 校准反射体

7.1 用于校准超声波检验的校准切槽，其几何形状应由采购方和制造厂协商确定，其深度应为钢板厚度的 3%。槽的长度至少应为 1in.(25mm)。

7.2 在钢板表面上垂直于长轴配置一个或几个切槽，而且离钢板短边的距离等于或大于 2in.(50mm)。槽的位置离钢板的两个长边都不应小

于2in.(50mm)。

7.3 如果不能在被试验的钢板中配置切槽，则可将它配置在有相同超声特性材料的校准试板上。在同样的仪器校准条件下，如果来自校准试板的第一次底面反射信号的高度在来自被检验钢板的信号的25%以内，则可以认为校准试板的超声特性是相同的。校正试板与被检验钢板的厚度差别，对于厚度等于或大于2in.(50mm)的钢板不超过1in.(25mm)，而对厚度小于2in.(50mm)的钢板，其差别应在钢板厚度的10%以内。

7.4 对于厚度超过2in.(50mm)的钢板要在钢板的反面配置第二个如7.2条所述的校准切槽。

8 校准规程

8.1 厚度等于小于2in.(50mm)的钢板：

8.1.1 把探头放在钢板中有切槽的一面上，使声束对准切槽的宽边。并放置于能得到第一个全跨距信号的最大幅度，并可与始脉冲清楚分辨开的位置。调节仪器增益，使反射的幅度至少为满幅度的50%，但不大于75%。在示波屏上记下这一信号的位置和幅度。

8.1.2 朝离开切槽方向移动探头，直至得到第二个全跨距信号。把探头放置于最大幅度处，并记下信号的幅度。在示波屏上这两个相继的切槽反射信号峰值之间画一直线。该直线就是这种材料的“距离幅度曲线(DAC)*”并且是记录缺陷反射信号幅度的100%参考线。

8.2 厚度超过2~6in.(>50~150mm)的钢板。

8.2.1 把探头放在钢板表面上，使声束对准钢板背面切槽的宽边。并放置于能得到½跨距信号最大波幅的位置。调节仪器增益，使这一幅度至少为满幅度的50%，但不大于80%。在示波屏上记下该信号的位置和幅度。不改变仪器调整，在1½跨距信号上重复此操作。

8.2.2 不改变仪器调整，把探头再次放到钢板面上，从测试表面上的切槽能得到全跨距的最大信号。在示波屏上记录其位置与幅度。

8.2.3 在示波屏上连接8.2.1和8.2.2条所确定的点画一条线，此线即为记录缺陷信号幅度的DAC曲线。

8.3 厚度大于6in.(150mm)的钢板：

8.3.1 把探头置于试验表面上，使声束对准钢板背面切槽的宽边。并放置于能得到½跨距信号最大幅度的位置。调整仪器增益，使该幅度至少为满幅度的50%，但不大于80%，然后在示波屏上记录其位置与幅度。

8.3.2 不改变仪器调整，把探头再次放到钢板面上，从测试表面上的切槽能得到全跨距的最大信号，在示波屏上记录其位置与幅度。

8.3.3 在示波屏上连接8.3.1和8.3.2条所确定的点画一条线，此线即为记录缺陷信号幅度的DAC曲线。

9 检验规程

9.1 沿垂直和平行于钢板主要轧制方向的格子线扫查钢板的一个主要表面。格子线应有9in.(225mm)的中心距。采用合适的耦合剂，如水、油或甘油等。扫查时把探头放在钢板的某一边缘附近，使声束对准该边，沿格子线移动探头，其方向与该边缘垂直，直到离钢板中心两倍板厚以外的位置。从钢板的四个边缘的所有格线上重复此扫查操作。

9.2 格子线是从钢板的中心或一个顶角处量起的。

9.3 把探头放置于能从每一个观察到的不连续性上得到最大信号幅度的位置。

9.4 对每一个等于或超过DAC曲线的不连续性信号，应记录其位置和长度直至幅度降至25%，幅度低于DAC曲线的信号不作记录。

9.5 在每个应记录不连续性的位置上，应以所记录不连续性位置为中心的一个9in.(225mm)见方区城内作100%检验，检验的方向应垂直和平行于主要轧制方向。

10 合格验收标准

10.1 等于或超过距离幅度曲线（DAC曲线）的任何不连续性信号均应认为是不能验收的。除非另用纵波方法作补充探查，表明其性质是分层者。

11 检验报告

11.1 除了采购方和制造厂双方另有协议的

*DAC曲线的全名为“距离幅度校正曲线，可参见SA-578标准的”9.1条。——译注。

外，制造厂应报告如下数据：

11.1.1 钢板的合格证，包括精确测定的应记录信号的位置，长度和幅度。

11.1.2 检验的参数，包括：耦合剂、探头类型、角度、频率和尺寸、仪器制造厂、型号和系列号，所采用校准试板的说明。

11.1.3 检验的日期和检验员的姓名。

12 检查

12.1 采购方的代表，在执行采购方的合同工作时，应经常到与所订购的材料进行超声波检验工作有关的制造厂的各部门作现场监督。制造厂应给代表提供一切适当的设施，以使代表满意地认为材料确是按照本标准供货的。所有的检验与验证在进行时都不应不必要地妨碍制造厂的操作工序。

13 重新审议

13.1 制造厂保留有与采购方商讨经超声波检验被认为是不能验收钢板的权利，目的是在钢板拒收之前，能对这些经超声波检验指出的不连续性进行可能的修补。

14 标记

14.1 按本标准验收的钢板，应在钢板一角，离开炉号不到 6in.（150mm）的地方，用钢印或漏字板印刷加注标记“UT A 577”。

特殊用途轧制钢板超声直射波检验

SA-578/SA-578M

[与 ASTM 标准 A 578/A 578M—07(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准包括用脉冲反射式超声直射波检验的检验规程和验收标准，适用于特殊用途的厚度等于或大于3/8in.(10mm)轧制的普通碳钢和合金钢钢板以及复合钢板的超声波检验。本方法用于探测与轧制表面平行的内部不连续性。提供了三种等级的验收标准。还为复合钢板的检验以及其他可用的检验规程提供了补充要求。

1.2 按本标准进行检验的检验员应根据最新版 ASNT SNT-TC-1A 或等同的认可标准的要求进行资格评定并取得合格证。等同标准是包括超声波无损检验候选人员的资格评定和取得合格证的一个标准，并为买方所认可的标准。

1.3 以英寸-磅单位或国际单位(SI)表示的值都应分别视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值并非精确相等，故必须独立地分别采用之。如果加以混用将导致与本标准的不一致。

1.4 本标准无意论述与其使用有关的所有安全问题。本标准的使用者有责任在使用前建立适当的安全卫生操作规程，并确定这种管限制的适用范围。

2 引用文件

2.1 ASTM 标准

A 263 耐腐蚀铬钢复合钢板、薄板及带材

A 264 铬镍不锈钢复合钢板、薄板和带材

A 265 镍和镍基合金复合钢板

2.2 ANSI（美国国家）标准

B 46.1 表面织构

2.3 ASNT（美国无损检测学会）标准

SNT-TC-1A*（*无损检测人员资格评定和取证的推荐实用规程——译注。）

3 订货须知

3.1 询价单和订货单应指明下列各项要求：

3.1.1 验收等级要求(第 7、8 和 9 节)除采购方与制造厂另有协议外，应采用 B 级验收标准。

3.1.2 第 5.2 条和 13.1 条以及第 10 节中所述对本标准的条款的任何补充要求。

3.1.3 补充要求(如果有)。

4 仪器

4.1 校核幅度线性时，应将换能器置于 IIW 试块或相似试块的深度分辨力测试槽的上方，使该槽的反射信号近似为满幅度的 30%，底面之一的反射信号近似为满幅度的 60%(即为槽反射信号高度的两倍)。然后绘出一条指出偏离上面已确立的 2∶1 比率的曲线，这种偏离出现在槽反射信号的幅度按每次一格的刻度分格递增直到底面反射信号达到满幅度，然后再按每次一格的刻度分格递减，直到槽反射信号辐度降到一格刻度。测出每次变动的两个信号幅度之比值。对应较大一个信号的位置在图上绘出这些比值。在满幅度的 20%～80%之间的范围内，比值的偏离应在 2∶1 的 10%以内。在检查时所用仪器的调整应不致引起超出上述已建立极限的 10%。

4.2 换能器应为 1in 或 1⅛in.(25mm 或 30mm)的直径或 1in.(25mm)见方。

4.3 也可采用其他的探头来评定和精确测定指示的信号。

5 检验规程

5.1 检查应在不干扰检测的正常实行并能自由操作的场所进行。

5.2 除非另有规定，可在钢板的任一个主要表面上进行超声波检验。

5.3 钢板表面应足够清洁和平滑，以使钢板底面的第一次反射信号在扫查时至少能保持在满幅度的 50%。可以按照制造厂的方案，采用合适的方法去除锈皮。可以用打磨来局部修整比较

粗糙的表面。打磨时为了达到适当的表面平滑度而去掉的任何规定的识别标记，都应重新标上。

5.4 采用下述方法之一进行检测：直接接触法，液浸法或液柱耦合法。采用合适的耦合剂，如水，可溶性油或甘油。用本方法测试的后果是钢板的表面允许残留有油或锈，或两者都有。

5.5 推荐采用 2¼MHz 的标称检测频率。当被检测的钢板厚度小于¾in.（20mm）时，可能需要采用 5MHz 的频率。由于材料厚度，晶粒大小、显微组织以及仪器或方法的特性等原因，也可以要求改用较高或较低的检测频率。换能器应在其额定频率下使用，检验时，宜产生清晰而又易于辨认的扫描图像。

5.6 扫查：

5.6.1 应沿标称中心距为 9in.（225mm）的正交格子线进行连续扫查，或是按照制造厂的方案，沿垂直于钢板主轴线的标称中心距为 4in.（100mm）的平行线进行连续扫查，或是沿平行于钢板主轴线的中心距为 3in.（75mm）或更小的平行线进行连续扫查。扫描线应从钢板的中心或某一个顶角开始量起，并在扫查面上离钢板的所有边缘不到 2in.（50mm）处补加一条扫查线。

5.6.2 进行一般扫查时，调节仪器使其能从钢板无缺陷区域的底面产生相当于 50% 到 90%满幅度的第一次反射信号。监督灵敏度的调整使与表面粗糙度相适应。

5.6.3 如果在一般扫查中发现有不连续性时，则调节仪器使其能从钢板无缺陷区域的底面产生相当于 75%±5%满幅度的第一次反射信号。在评定不连续性情况时，应保持这一仪器调整值。

6 记录

6.1 记录所有能引起底面反射信号完全消失的不连续性。

6.2 对于厚度等于或大于¾in.（20mm）的钢板。记录所有其幅度等于或大于 50%初始底面反射信号，并伴随有 50%底面反射信号损失的缺陷信号。

注 1：在始脉冲和第一次底面反射信号间的中途出现的信号，在第一次底面反射信号处可能引起第二次反射信号。当出现这种情况时，应采用多次底面反射法作补充探测。

6.3 当沿格子线的扫查探测到某一格子线上有 6.1 和 6.2 条所述应记录的情况，则应对邻近这一信号处的整个方格表面区域作扫查。当沿平行线的扫查发现有 6.1 和 6.2 条所述应记录的情况，则应对以这一信号处为中心的 9in.×9in.（225mm×225mm）方格的整个表面区域作扫查，不论哪种方法应采用下述技术测定这些应记录情况的真实边界：移动换能器离开不连续性的中心，直至底面反射信号与缺陷信号的高度相等。在钢板上标出相当于换能器中心的点。重复这种操作以测定其边界。

7 合格验收标准—A 级

7.1 任何有一个或多个不连续性引起底面反射连续全部消失并伴随在同一平面上（板厚的 5%以内）连续缺陷信号的区域不能被一个直径为3in.（75mm）或½板厚的圆所包围（取大者）的不能验收。

8 合格验收标准—B 级

8.1 任何一个区内有一个或多个不连续性使底面反射连续全部消失并伴随有在同一平面上连续缺陷信号的区域不能被直径为 3in.（75mm）或½板厚的圆（取大者）所包围的不能验收。

8.2 此外，小于 8.1 条的规定，但有两个或更多个的不连续性时，也不应验收，除非其分隔的最小距离等于较大不连续性的最大直径，或者它们能被 8.1 条所述的圆所包围。

9 合格验收标准—C 级

9.1 任何一个区域内有一个或多个不连续性，使底面反射连续全部消失，并伴随在同一个平面上（板厚的 5%以内）连续不连续性信号的区域不能被 1in.（25mm）的圆所包围的不能验收。

10 检验报告

10.1 除了采购方和制造厂另有协议的外，制造厂应报告如下数据：

10.1.1 将第 6 节所列出的所有应记录的信号，标在一张钢板草图上，在其上应有钢板几何形状的足够数据，并且草图与钢板的数据要完全相同。

10.1.2 所采用的测试参数，包括仪器制

造厂和型号、检测频率、表面状况、换能器(类型和频率)以及耦合剂。

10.1.3 检验日期。

11 检查

11.1 代表采购方的检验师，在执行采购方的合同工作时，应经常到与所订购的材料进行超声波检验工作有关的制造厂的各部门作现场监督。制造厂应给检验师提供一切适当的设施，以使他满意地认为材料确是按照本标准供货的。除非另有规定，所有的检测和检验应在发运前在制造厂现场进行，进行时不应不必要地妨碍制造厂的操作工序。

12 复审

12.1 制造厂保留有与采购方商讨经超声波检测被认为不合格钢板的权利，目的是在拒收之前，能对这些由超声波检测指出的缺陷作可能的修补。

13 标志

13.1 按本标准验收的钢板，都应在其一个角上作漏字板印刷(或打钢印)标记：UT A578—A(对于 A 级)，“UT A578—B”(对于 B 级)和“UT A578—C”(对于 C 级)。对订货的每一补充要求，应另加补充编号。

14 关键词

14.1 无损检测 受压件 压力容器用钢 压力容器用钢板 钢板 超声波检验

补 充 要 求

这些补充要求仅适用于采购方单独规定时。当这些要求的细节，本文未述及时，则应由制造厂和采购方双方协商确定。

S1 扫查

S1.1 对钢板表面沿横截或平行于钢板主轴线的平行通路进行大于100%的连续扫查，每一道平行通路的重叠程度不少于10%。

S2 验收标准

S2.1 第6节所列出任何应记录的情况若为：

（1）连续的。

（2）在同一平面上(板厚的5%以内)。

（3）不能被一个3in.（75mm）直径的圆所包围。

是不能验收的。

两个或更多个的应记录的情况(见第5节)若为：

（1）在同一平面上(板厚的5%以内)。

（2）各自能被3in.（75mm）直径的圆所包围。

（3）相互分隔的距离小于较小缺陷的最大尺寸。

（4）不能集中包围在3in.(75mm)直径的圆内。

也是不能验收的。

S2.2 比第7或8节有更严格限制的验收等级应由制造厂与采购方协商采用。

S3 检验规程

S3.1 制造厂应按本标准提供书面的检验规程。

S4 合格证

S4.1 制造厂应提供有关超声波检测人员资格评定的证书。

S5 表面粗糙度

S5.1 在测试前应将钢板的表面粗糙度处理到最大不超过125μin.（3μm）AA(参见美国国家标准ANSI B46.1)。

S6 撤回*

对于复合钢板的质量水平用的相当描述，见A 263，A 264和A 265标准。

S7 撤回*

对于复合钢板的质量水平用的相当描述，见A 263，A 264和A 265标准。

S8 超声波检验，用平底孔校准[用于等于或大于4in.(100mm)的钢板]

S8.1 用下述校准和记录规程代替5.6.2，5.6.3条及第6节。

S8.2 换能器应符合4.2条。

S8.3 参考反射体——应采用深度为$T/4$，$T/2$和$3T/4$的平底孔来校准仪器。平底孔的直径应按照表S8.1。各孔可以钻在被检钢板中，如果它们的位置不干扰钢板以后的使用，或钻在被检钢板的延长部分；或者钻在一块与被检钢板相同公称成分或热处理的参考试块中。参考试块的表面用肉眼观察应不优于被检钢板的表面。参考试块的厚度应与被检钢板的公称厚度相同[在被检钢板的75%~125%或1in.(25mm)的范围内，取其小者]，并且其声学性能应与被检钢板相似。声学相似性是指在不改变仪器调节的情况下，参考试块和被检钢板的底面反射信号的差别≤25%。

S8.4 校准规程：

S8.4.1 将探头耦合并置于$T/4$，$T/2$和$3T/4$处从各反射体得到最大信号幅度。调节仪器使给出最高幅度反射体的信号幅度达到满幅度的75%±5%。

S8.4.2 不改变仪器的调节。将探头耦合并置于各孔的正上方，在示波屏上标出每个孔的最大信号幅度位置及每个最小剩余底面反射高度。

* “S6”和“S7”的内容完全相同，原文如此。——译注。

S8.4.3 在示波屏上标出每个孔信号从扫描线至最大幅度标记处一半的垂直距离。将各孔的最大幅度标记点连成线，并延长此线使其包括整个厚度，此线即为100% DAC(距离幅度校正曲线)。同样，将各最大幅度一半的标记点连成线并延长之，作为50%DAC。

S8.5 记录：

S8.5.1 凡是剩余底面反射波幅小于S8.4.2所得最小剩余底面反射的最高幅度的所有区域均应记录。

S8.5.2 凡是信号超过50%DAC的所有区域均应记录。

S8.5.3 当沿给定的格子线探测出S8.5.1和S8.5.2中所列的应记录情况时，应继续扫查与该情况相邻方格的整个表面区域，并记录每一应记录情况的边界或范围。

S8.6 扫查应按照5.6条。

S8.7 应按照采购方规定采用第7或第8节的验收等级，但应记录情况应按S8.5。

S9 电渣重熔(ESR)和真空电弧重熔(VAR)钢板的超声波检验，厚度从1~16in.(25~400mm)，采用平底孔校准和距离波幅校正

S9.1 被检验材料的表面粗糙度，对于≤8in.(200mm)厚的板材最大为200μin.(5μm)；对于>8~16in.(200~400mm)厚的板材最大为250μin.(6μm)。

S9.2 采用下述规程代替5.6.1，5.6.2，5.6.3条和第6节。

S9.3 换能器应符合4.2条。

S9.4 参考反射体——应采用深度为*T*/4、*T*/2和3*T*/4的平底孔来校准仪器。平底孔的直径应按照表S9.1。孔的平底与检测表面的平行度应在1°以内。各孔可以钻在被检的钢板中，如果它们的位置不干扰钢板以后的使用；或者钻在被检钢板的延长部分；或者钻在一块与被检钢板相同公称成分和热处理的参考试块中。参考试块的厚度应与被检钢板的公称厚度相同(在检验钢板的75%~125%或1in.(25mm)的范围内，取其小者)，并且其声学特征应与被检钢板相似。声学相似性是指在不改变仪器调节的情况下，参考试块和被检钢板的底面反射信号的差别≤25%。

S9.5 校准规程：

S9.5.1 将探头耦合并置于*T*/4、*T*/2和3*T*/4处从各反射体得到最大信号幅度，调节仪器使给出最高幅度反射体的信号幅度达到满幅度的75±5%。

S9.5.2 不改变仪器的调节，将探头耦合并置于各孔的正上方，在示波屏上标出每个孔的最大信号幅度。

S9.5.3 在示波屏上标出每个孔信号从扫描线至最大幅度标记处一半的垂直距离。将各孔的最大幅度标记点联成线，并延长此线使其包括整个厚度，此线即为100% DAC(距离幅度校正曲线)。同样，将各最大幅度一半的标记点连成线并延长之，作为50%DAC。

表S8.1 随钢板厚度而变的校准孔径(S8)

钢板厚度，in.(mm)	4~6 (100~150)	>6~9 (>150~225)	>9~12 (>225~300)	>12~20 (>300~500)
孔径，in.(mm)	5/8(16)	3/4(19)	7/8(22)	1 1/8(29)

表S9.1 随钢板厚度而变的校准孔直径(S9)

钢板厚度，in.(mm)	1~4 (25~100)	>4~8 (>100~200)	>8~12 (>200~300)	>12~16 (>300~400)
孔径，in.(mm)	1/8(3)	1/4(6)	3/8(10)	1/2(13)

S9.6 扫查——应该对钢板的一个主要表面进行 100%的扫查。探头各次扫查轨迹的间隔应能使毗邻的扫查至少有 15%的重叠，以保证有足够的覆盖度来发现不连续性。

S9.7 记录——记录底面反射低于 50%DAC 的所有区域。如果底面反射的降低在示波屏上并不伴随有其他信号，应将该处的表面重新修整并重新作超声波检测。若底面反射仍然低于 50% DAC，它的损失就可能是由被检材料的冶金结构所引起，此材料应搁置起来，让采购方和制造厂进行冶金方面的复查。

S9.8 合格验收标准——任何超过 100%DAC 的信号应被认为是不能验收的。制造厂可以保留与采购方讨论被超声波检验可能拒收材料的权利，其目的是在钢板拒收之前，对超声波检测指出的缺陷进行可能的修补。

碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢铸件超声波检验

SA-609/SA-609M

[与 ASTM 标准 A 609/A 609M—91(R07)完全等同]

1 适用范围

1.1 本规程包括热处理的碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢铸件用纵波技术作脉冲反射式超声波检验的标准和规程。

1.2 凡是询价单、合同、订货单或标准规定按 A 609/A 609M 实用规程作超声波检验的铸件，均应采用本标准。

1.3 本规程包括碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢铸件超声波检验的两种方法：方法 A 和方法 B。方法 A 为 A 609/A 609M 的原规程，要求用一系列平底孔试块进行校验，还提供了斜射波检测的补充要求。方法 B 要求用一系列实芯校准试块底面反射进行校准。

注 1：超声波检验和射线照相不能直接比较，本检验技术是在探测不连续性时用来补充导则 E 94。

1.4 以英寸—磅单位或 SI 单位表示的数值都应分别视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内表示出。由于两种单位制的数值并非准确相等。故必须独立地分别采用之。如加以混用，将导致与本规程的不一致。

1.5 本标准无意论述与其使用有关的所有安全问题。本标准的使用者有责任在使用前制定适当的安全卫生操作规程，并确定这种管理限制的适用范围。

2 引用文件

2.1 ASTM 标准：

A 217/A 217M 适合高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件。

E 94 射线检验导则。

E 317 评定不用电子测量仪器的脉冲反射式超声波测试系统工作特性的实用规程。

2.2 其他标准：

SNT-TC-1A 无损检测人员资格评定和取证的推荐实用规程。

3 订货须知

3.1 询价单和订货单应规定使用的方法。若没有规定方法，则应采用方法 A。

3.2 方法 A——平底孔校准法：

3.2.1 当询价单、合同或订货单使用本方法时，采购方应提供下列资料：

3.2.1.1 整个铸件或其一部分的质量等级。

3.2.1.2 要求纵波检验的铸件部位。

3.2.1.3 要求双晶探头检验的铸件部位。

3.2.1.4 为了达到更全面的检验使用补充要求 S1 所述的斜射波方法作补充检验的铸件部位。

3.2.1.5 补充本标准条款的任何要求。

3.3 方法 B：底面反射校准法。——当询价单、合同或订货单使用本方法时，采购方应规定整个铸件或所使用部位的质量等级。

方法 A——平底孔校准法

4 设备

4.1 电子设备：

4.1.1 脉冲反射式超声仪，具有收发能力，放大器频率至少 1~5MHz。

4.1.2 超声仪应保证至少在满幅度(扫描线至屏顶) 75%内的线性显示(误差在±5%内)。应按照 E 317 实用规程或等效的电子方法来确定仪器线性。

4.1.3 电子设备应有信号衰减器或经校准的增益控制旋钮。其精度在其使用范围内为标称衰减值或增益比值的±10%，以能对超出仪器线性范围的信号进行测定。

4.2　探头：

4.2.1　纵波　晶片（内部接地）直径½~1⅛in.（13 至 28mm）或 1in.（25mm）见方。根据被检铸件响应特性曲线的信噪比，采用的频率范围应为 1 至 5MHz。背景噪声不超过距离幅度校正曲线（DAC）的 25%。应在标称频率下使用换能器。

4.2.2　双晶探头　1in.（25mm）和 1in.（25mm）以下的截面，推荐用 5MHz，½in.×1in.（13mm×25mm）带 12°夹角的双晶探头。

4.2.3　为了评定和精确测定诸反射信号，也可采用其他频率和尺寸的探头。

4.3　参考试块：

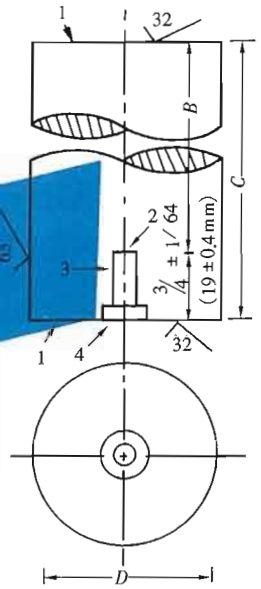
4.3.1　用平底孔参考试块按 8.2 条确定测试灵敏度。

4.3.2　参考试块应用声响应特性与受检铸件相似的铸钢制作。

4.3.3　应按图 1 设计参考试块。基本的一组试块应由表 1 所列的试块组成。当受检的截面厚度超过 15in.（380mm）时，应另外制作最大测试厚度的试块补充到这组试块中去。

4.3.4　机加工的试块应有离探测面的深度⅛in.（3mm），½in.（13mm）或½t 和¾in.（19mm）或¾t（t = 试块厚度），直径$^{3}/_{32}$in.（2.4mm）的平底孔，用于确定双晶探头的 DAC（见图 2）。

4.3.5　每种参考试块应沿试块侧面永久性地示出材料和试块识别号。



注 1：参考试块两端面应平直，平行度在 0.001in.（0.025mm）内；

注 2：平底孔孔底平直度在 0.002in.（0.051mm 内），加工好的孔径为¼+0.0021in.（6.4+0.050mm）；

注 3：孔与端面垂直度 0°30′，与轴线的位置公差$^{1}/_{32}$in.（0.80mm）以内；

注 4：埋头钻孔直径½in.（13mm）、深度⅛in.（3mm）

图 1　超声波标准参考试块

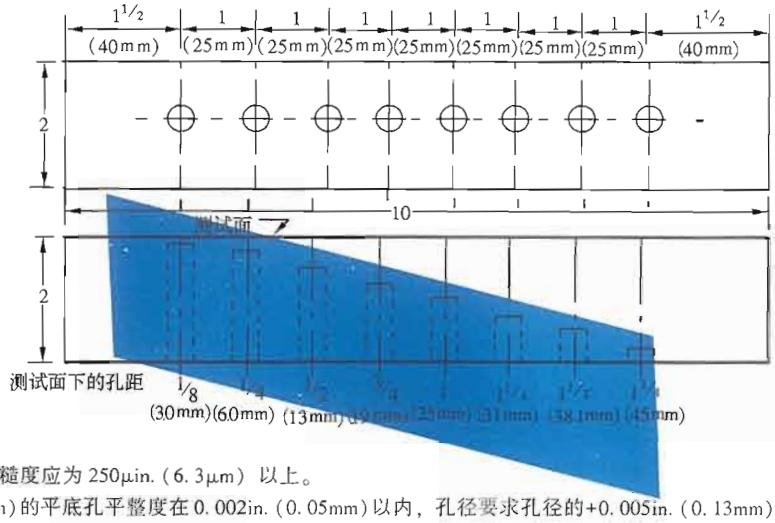
4.4　耦合剂——应在探头和受检面间添上湿润性能良好的合适的耦合剂。在校准和检验时应采用相同的耦合剂。

表 1　基本组参考试块尺寸和识别标记（见图 1）

孔径 $^{1}/_{64}$，in.（mm）	金属距离（B），in.（mm）	覆盖长度（C），in.[①]（mm）	宽度或直径（D），in.（mm）	试块识别号
16(0.70)	1(25)	1¾(45)	2(50)	16—0100
16(0.70)	2(50)	2¾(70)	2(50)	16—0200
16(0.70)	3(75)	3¾(95)	2(50)	16—0300
16(0.70)	6(150)	6¾(170)	3(75)	16—0600
16(0.70)	10(255)	10¾(275)	4(100)	16—1000
16(0.70)	B	B+¾ (B+20)	5(125)	16—B00[②]

① 公差±⅛in.（3mm）。

② 试验厚度大于 10in.（250mm）的附加补充试块（见 4.3.3 条）。



注1：新加工表面粗糙度应为250μin.（6.3μm）以上。

注2：$^{3}/_{32}$in.（2.4mm）的平底孔平整度在0.002in.（0.05mm）以内，孔径要求孔径的+0.005in.（0.13mm）以内，孔轴线与试块垂直度应在0°30′以内。

注3：平底孔在超声波响应特性检查后应堵塞。

in.	(mm)	in.	(mm)
⅛	(3)	1¼	(32)
¼	(6)	1½	(38)
½	(13)	1¾	(44)
¾	(19.0)	2	(50)
1	(25)	10	(254)

图2 双晶探头校验用超声波标准参考试块

5 人员要求

5.1 制造厂有责任指派评定合格的人员按本规程要求进行超声波检验。

5.2 按本规程进行超声波检验的人员应熟悉下列有关情况：

5.2.1 超声波名词术语。

5.2.2 仪器校准。

5.2.3 换能器材料、尺寸、频率和类型对测试结果的影响。

5.2.4 材料组织（晶粒度、纯净度等）对测试结果的影响。

5.2.5 探测距离对测试结果的影响。

5.2.6 非线性对测试结果的影响。

5.2.7 不连续性厚度和取向对测试结果的影响。

5.2.8 表面粗糙度对测试结果的影响。

5.3 必要时制造厂应提供它认为适合于按本规程进行检验的人员资格评定记录（见注2）。

注2：SNT-TC-1A（超声波检测方法）提供了人员资格评定推荐方法。若供需双方同意，也可采用其他资格评定要求的文件。

6 铸件状态

6.1 铸件在作超声波检验前至少应进行奥氏体热处理。

6.2 铸件探测面应无影响超声波检验的异物。这种异物可能是铸造、喷砂、打磨或机加工造成的。

6.3 超声波检验应在妨碍铸件有效检验的机加工前进行。

7 测试条件

7.1 为保证全部覆盖所规定的铸件部位，探头每次移程至少应覆盖换能器宽度的10%。

7.2 扫查速度不应超过6in./s（150mm/s）。

7.3 超声波束应垂直进入探测面。

8 方法

8.1 调节仪器扫描旋钮使对应检测厚度的第一次底面反射至少调到扫描基线一半。

8.2 使用一组能覆盖被检铸件厚度的参考试块，对每种试块在示波屏上做出相应的平底孔波高标记，通过在示波屏或适当的图纸上的这些标

记画一条曲线。将所用试块的最大信号幅度用衰减器调节，使其峰值位于扫描线以上约¾示波屏高处。这一曲线应作为 100% 距离幅度校正(DAC)曲线。若在受检铸件厚度中超声衰减量超过该系统的动态范围，则允许制作分段 DAC 的曲线。

8.3 铸件探测面通常比试块粗糙，因此用声能转换机理进行大致的补偿。为此，首先选择铸件壁面平行且表面状况在铸件中有代表性的部位作为声能转换点，然后选用一个全长 C(图 1)最接近于铸件在转换处厚度的试块，测得穿过试块全长的底面反射幅度。将探头放在铸件声能转换点上调节仪器增益直至穿过铸件的底面反射幅度与穿过试块的幅度相等，采用此转换方法，铸件中的探测灵敏度可能预计在试块给定的±30%以内或低于±30%。

8.4 在对厚度已知的铸件作验收检验时，除了衰减器或校准过的增益旋钮外，不要变动仪器在校准时调好的所有旋钮和测试频率。在检查过程中应进行定期校准，方法是核查用于声能转换的试块上直径¼in.(6.4mm)平底孔的响应幅度。

注 3：在检验中为了能够更容易地探到幅度小的信号可用衰减器或校准过的增益旋钮改变信号幅度。评定信号时要将衰减器或校准过的增益旋钮调回到原来的调整值。

8.5 当检验壁面平行的铸件部位时，要重新核查底面反射损失等于或大于 75% 的区域，以确定底面反射损失是由于接触不良，耦合剂不够，对缺陷取向不对等造成的。如果底面反射损失的原因不明确，就得将这一部位作为可疑区作进一步研究。

9 检验报告

9.1 制造厂的最终超声波检验报告应包括下列各项数据并送交采购方：

9.1.1 当有可能用监测所有等于或大于 100%DAC 显示的探头中心移动距离绘出边界时，记下其总数，位置，幅度和总面积。

9.1.2 确定 8.5 条中待进一步研究的可疑区域是由不连续性造成的。

9.1.3 检验频率、仪器型号、所用的探头型号、耦合剂、制造厂识别号、采购方的订货单号、日期、授权签字。

9.1.4 画一张表明铸件外形的草图，示出按 9.1.1 和 9.1.2 条得出的所有信号的部位和尺寸。包括由于几何形状限制未检查到的所有部位。

10 验收标准

10.1 本规程预定用于各种各样的尺寸、形状、成分、熔炼方法、铸造工艺以及用途的铸件，所以也就不可能规定一个能普遍用于如此多种产品的超声波测试质量等级。各类铸件的超声波检验验收或拒收标准宜根据对使用要求的现实估计以及在生产各具体类型铸件时能够正常达到的质量水平来制定。

10.2 验收的质量等级应由采购方和制造厂双方根据下列标准中的一项或几项来确定：

10.2.1 在表 2 相应质量等级所规定的面积内没有等于或高于 DAC 的信号。

表 2 拒收等级

超声波测试质量等级	面积，in.²(cm)²(见 10.2.1 和 10.2.2)	最大长度，in.(mm)
1	0.8(5)	1.5(40)
2	1.5(20)	2.2(55)
3	3(20)	3.0(75)
4	5(30)	3.9(100)
5	8(50)	4.8(120)
6	12(80)	6.0(150)
7	16(100)	6.9(175)

注 1：表中所列的面积是指在铸件表面测得的连续的指示，其幅度始终保持在幅度参考线以上或底面反射连续降至 75% 以下的面积。

注 2：所有面积应从探头中心量起。

注 3：在有些铸件中，由于探测距离很长或探测面为曲面，因此在这种铸件表面探到的不连续性面积可能比铸件中的实际不连续性面积大得多或小得多。在这种情况下，在实际评定不连续性时应考虑到波束扩散。

10.2.2 在表 2 相应质量等级所规定的面积内由于不连续性所引起的底面反射降至 75% 或 75% 以下。

10.2.3 产生等于或高于 DAC 的连续响应信号，其尺寸超过相应的质量等级所示的最大长度应认为不能验收。

10.2.4 其他经采购方或制造厂同意的标准。

10.3 也可用其他方法来验证根据超声波检查拒收的正确性。

注4:A609/A609M实用规程表2中的超声波测试质量等级面积是指在铸件表面测得的信号连续维持在DAC以上的面积。

注5:所有缺陷面积都是用探头移动的范围测得的,探头所在的位置对应缺陷幅度为100%DAC或底面反射降至75%,并以探头的中心为基点定出的缺陷面积轮廓。

注6:在有些铸件中,由于金属声程很长或探测面是曲面,因此在这种铸件表面探到的不连续性面积可能比铸件中实际的不连续性面积要大得多或小得多。在这种情况下,对不连续性进行真实的评定必须采用综合考虑波束角度或波束扩散的其他标准。

方法B——底面反射校准法

11 设备

11.1 设备按常规6个月的保养周期进行检查,按E317实用规程的要求。至少要求检查垂直线性、水平线性、灵敏度和分辨力。

11.2 探头——应采用直径不超过1.25in.(32mm)或面积不超过1in.^{2}(25mm^2)的陶瓷元件换能器。

11.3 探头接触面——为改善由于铸件表面粗糙引起的耦合损失和减小换能器磨损,可以采用聚氨酯薄膜或聚氯丁橡胶保护膜,厚度约0.025in.(0.64mm)。

11.4 校准/探测——校准所用的系统应与检查铸件用的系统相同,(包括聚氨脂薄膜)。

11.5 其他检验——为得到个别缺陷信号更多、更精确的数据,可采用其他类型的探头和频率。

11.6 耦合剂——应采用合适的耦合剂,如干净的SAE30发动机油或市场上类似的超声波耦合剂用作探头与探测面间的声耦合。若供需方双方同意也可采用别的耦合剂。

11.7 参考标准——符合图3的参考标准用来校准检查机加工面和铸态面的仪器,参考标准应无缺陷并机加工到所指公差以内。

12 超声探伤仪

12.1 类型——测试用的仪器应采用脉冲反射式超声仪,它能发出、接收并放大频率为1MHz至5MHz。

12.2 电压——线路电压应用稳压设备适当稳压,金属外壳必须接地以防短路。

12.3 线性——仪器必须具有扫描线至波峰(S/P)至少1.5in.(40mm)的线性显示(误差±5%内)。

12.4 经校准的衰减器增益控制旋钮 仪器应有一个经校准的增益控制旋钮或信号衰减器(精度±10%内)用来测定超出仪器线性范围的指示。

12.5 时间—增益校正(即距离幅度补偿。——译注)——仪器应装有信号随距离衰减的补偿装置。这个方法用来拉平不同声程的信号响应。

13 评定

13.1 下面是投产前评定的一些要求:

13.1.1 人员——采用SNT-TC-1A人员资格评定要求。当供需双方同意时可采用其他资格评定要求文件。需要时所有人员评定记录应提供给用户。

13.1.2 设备——设备应能满足第12节的要求。

14 准备工作

14.1 探伤时机——最终超声波验收检查至少应在奥氏体热处理后且最好在机加工后进行。为了避免制造中浪费时间,铸件表面的验收检查可在机加工前进行。机加工表面应在机加工后尽可能立即作验收检查。返修的焊缝可在焊后热处理前探伤。

14.2 表面粗糙度

14.2.1 机加工面——进行超声波检查的机加工面应有相当于超声波在250μin.(6.3μm)表面上的灵敏度的粗糙度。表面粗糙度还应使探头沿表面能充分移动。

14.2.2 铸态表面——进行超声波检查的铸态表面应适宜作预定型式和质量等级(表3和表4)的检查,由13.1.1条中规定的评定合格人员判断认可。

14.2.3 表面状态——所有受检查表面应无氧化皮、机加工或打磨粒屑、过厚的漆层、脏物或其他可能影响检查的外物。

14.3 铸件的安放位置——铸件应放在探伤人员可以自由地绕到背后去的位置上,以便验证铸件外形的变化。

表 3　单个指示验收标准

质量等级	非线性缺陷最大面积，in.²(cm²)	缺陷位置
1	0	E
2	1(6)	E
3	1(6)	O
	2(13)	C
4	3(19)	E
5	3(19)	O
	5(32)	C
6	5(32)	E
7	5(32)	O
	7(45)	C
8	7(45)	E
9	7(45)	O
	9(58)	C
10	9(58)	E
11	9(58)	O
	11(71)	C

注：(1)探头中心在铸件上测得的面积。

(2)O=外壁⅓或内壁⅓；

C=中间壁厚⅓；

E=整个壁厚。

表 4　密集指示验收标准

质量等级	缺陷累计面积，in.²(cm²)①②	分散性指示中的最小面积，in.²(cm²)③
1	0	0
2~3	2(13)	36(232)
4~5	4(26)	36(232)
6~7	6(39)	36(232)
8~9	8(52)	36(232)
10~11	10(64)	36(232)

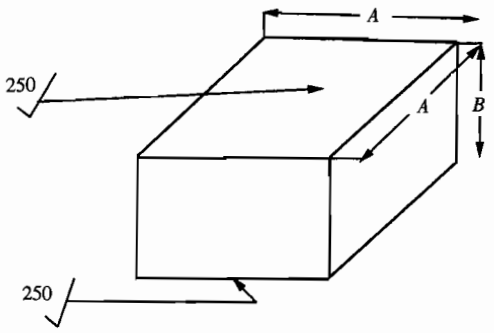
① 不管居于壁厚哪个部位，即中间⅓，还是最内层⅓，还是最外层⅓。

② 每个等于或超过 0.5in.(13mm)参考线的指示均应找出指示为 0.25in.(6mm)的位置。为了评定该指示，在按要求寻找缺陷时应用换能器中心确定的轮廓线所圈出的区域定出缺陷的面积。在评估累计面积中，凡不可能作清楚辨别的表面探测时，每个等于或超过 0.5in. 参考幅度的缺陷均应作 0.15in.²(230cm²)计。[相当于考虑了自然缺陷反射率的补偿后，三倍的¼in.(6mm)直径平底孔的面积]。

③ 在用累计面积确定密集区时，在至少 36in.²(230cm²)的铸件表面范围内，所有指示应是分散的。如果所测定的累计面积分布在一个更小的区域内，则该区域应返修补焊至满足相应的质量等级。

15　校准

15.1　校准试块——用超声波方法确定受检材料厚度。当材料厚度小于等于 3in.(75mm)时，用½，2，5in.(13，50，125mm)3 种试块来校准(图 3、B 尺寸)。当材料厚度大于 3in.(75mm)时用 2，5，10in.(50，125，250mm)3 种试块来校准(图 3、B 尺寸)。



尺寸	in.(mm)	材　料
2(50)	½(13)	A217/A217M 标准 WC6 级或声频在±20%或 2dB 的相同材料
2(50)	2(50)	
3(75)	5(125)	
6(150)	10(250)	

公差：所有各面，平面度 0.002in.(0.01mm)，平行度 0.001in.(0.03mm)

图 3　校准试块

15.2　探头校准——对按 15.1 条确定受检材料的厚度采用下列几种探头：

15.2.1　材料厚度小于等于 3in.(75mm)时，采用 2¼MHz、直径½in.(13mm)的探头；

15.2.2　材料厚度大于 3in.(75mm)时，采用 2¼MHz、直径 1in.(25mm)的探头。

15.3　校准方法：

15.3.1　按要求调好频率选择开关。将抑制开关置于“关”的位置。

15.3.2　将探头放在试块全新的表面，该试块的厚度应全部包含受检铸件的厚度(图 3)。调节扫描旋钮使底面反射信号大致落在扫描线的位置上，但离始脉冲不大于¾。

15.3.3　将探头放在校准时所选好的三块试块最小的一块试块的全新表面上，调节增益直到底面反射信号高度(幅度)到 1.5in.(40mm)扫描线至波峰(S/P)。通过 1.5in.(S/P)幅度的峰值在示波屏上画一条与扫描线平行的直线。

15.3.4　将探头放在校准时所用的 3 块试块中最大的一块试块的全新表面上，调节距离波幅控制旋钮使底面反射信号高度到 1.5in.

(40mm)(S/P)。

15.3.5 把探头放在校准时所用3块试块中间一块试块的全新表面上，进一步校准和核实底面反射信号高度是否大约是1.5in.(40mm)(S/P)。如果没有达到，则取该试块与校准时所用的3块试块中最大的试块的折衷值来校准。

15.3.6 在示波屏上0.5in.(13mm)(S/P)幅度处画一条与扫描线平行的直线。这条线即记录不连续性幅度的参考线。

15.3.7 在机加工面探伤时，将探头放在壁面比较平行的铸件机加工面上，调节仪器增益使底面反射信号高度至1.5in.(40mm)(S/P)。用校准好的衰减器将探伤灵敏度提高3倍(增益提高10dB)。不满足14.2.1条要求的表面应按15.3.8条进行检查。

15.3.8 在铸态面上探伤时，将探头放在受检铸件上壁面比较平行且光滑(内外侧)的部位，这个表面状态是有代表性的受检表面。调节仪器增益使底反射信号高度至1.5in.(40mm)(S/P)。用校准好的旋钮或衰减器将探伤灵敏度提高6倍(16dB)。表面粗糙度明显变化需要通过调节增益来补偿。

15.3.8.1 当表面粗糙度修整至250μin.(6.3μm)或更优后，可以对铸态表面上的拒收缺陷信号重新评定并按本规程15.3.7条重新探伤。

15.3.8.2 应当注意有些探伤仪为了增加必须附加的灵敏度时，需要装有校准增益控制钮的分贝器。另一些仪器有校准衰减器的分贝器。在这种情况下，所需要的分贝器必须拆除。还有一些仪器没有校准过的增益或衰减器的。这些仪器均要求外接衰减器。

16 扫查

16.1 格子线扫查——铸件表面应打好12in.×12in.(300mm×300mm)或任何更小点的格子线作为扫查时的导向。在铸件上应标出格子的编号，用作记录和格子区的识别。格子号应标在格子右上角。当铸件表面划出的各格子的质量等级不一样时，每一特定部位应按该部位所规定的具体质量等级要求来评定。

16.2 覆盖率——扫查面覆盖至少应为探头晶片直径的10%。

16.3 检查要求——只要两面都够得着，所有规定作超声检测(UT)的表面应从两面作全面的检查。校准所用的探头与铸件探伤用的探头应是同一个。

17 补充探头评定

17.1 可以通过采用别的频率、类型或尺寸的探头得到与任何超声波信号有关的补充信息。

18 合格验收标准

18.1 拒收条件——在幅度提高3倍(机加工面)或6倍(铸态面)情况下，在铸件表面标出所有幅度大于15.3.6条中所定出的0.5in.(13mm)线的指示位置。通过在铸件表面标出超声信号等于参考幅度一半[即0.25in.(6mm)]的足够多的标记，来确定指示边界范围。为了完整地绘出指示轮廓，围绕构成指示面积的许多标记中心的外边界画条线作为指示的范围。为了构成一个面积可以简单计算的多边形，将整个指示画成一个矩形或其他规则的外形。不必整个面积上超声信号都超过幅度参考线，在指示极限内的一些部位，指示小于参考线，但仍可作为连续指示评定。下列几种情况作拒收处理，且发现下列的任何情况均应按相应的工艺规程除去指示并补焊。

18.2 线性指示——长度等于或大于宽度3倍的定义为线性指示。幅度为0.5in.(13mm)诸如由裂缝、长条型夹渣引起的缺陷应除去。

18.3 非线性指示

18.3.1 单个指示——单个指示不应超过表3所列的用户订货单所规定的质量等级极限。当该指示与相邻指示的间距大于较大的相邻指示最长尺寸时，就可定为单个指示。

18.3.2 密集指示——当在1in.(25mm)的立方体中有2个或2个以上的指示时应定义为密集指示。密集指示不应超过表4中用户采购订单所规定的质量等级极限。当这些指示间距小于该群指示中最大指示的最小尺寸时，该密集区应补焊。

18.3.3 两个密集区的间距必须大于两个中最大指示的最小尺寸。否则，含最大指示的密集区应除去。

18.3.4 所有指示，不管用探头在铸件表面移动所指出的表面面积多大，不管要求何种质量等级，均不得超过壁厚 T 的⅓，其中 T 为指

示所在处的壁厚。

18.3.5 密集型指示的返修补焊只需返修到满足该部位所用的质量等级为止。所有其他类型的拒收指示应全部除去。

18.3.6 铸件补焊应满足该铸件具体部位所规定的质量等级。

18.3.7 任何底面反射降至75%或75%以下的区域(除了能分析出底面反射的降低不是由于指示所造成的以外)其面积超过相应的质量等级，其缺陷波可能或没能超过0.5in.(13mm)拒收线者应判废。如果提高增益底面回波达到75%，而指示幅度不超过0.5in.(13mm)拒收线者，该区域应验收。

19 记录

19.1 作标记为了简便地定出所探到的拒收指示位置，每个铸件应永久性地标出探测区或方格图。

19.2 草图——每次探伤时，对每个所找到的拒收指示应在报告中指出与其标记编号相关的表面位置和准确深度。

19.2.1 草图还应包括(但不限于)下列内容：

19.2.1.1 工件识别号。

19.2.1.2 采购订货单号。

19.2.1.3 使用的辅助探头类型和尺寸。

19.2.1.4 检查员姓名。

19.2.1.5 检查日期。

20 产品标记

20.1 任何拒收的部位(超过第18节*限值范围的那些缺陷)应按探伤进程在铸件上作出标记。所标的点应是探头的中心。

* 原文误为第19节，似应是18节，已更正。——译注。

补 充 要 求

下列补充要求仅用于由于铸件设计或可能的不连续性方向使得不能用纵波作有效检验的铸件关键部位，当供需双方同意时采用。

S1 钢铸件斜射波检验

S1.1 设备

S1.1.1 检验仪器——应使用脉冲反射式超声仪进行检验。系统发射频率至少0.4至5MHz。电子仪器性能应与4.1条规定的相同。

S1.1.2 探头——斜探头在钢中产生的折射角范围与受检铸件表面垂直线夹角为30°至75°。探头频率推荐为0.4至5MHz。

S1.1.3 校准试块——应有用如图4所示的一组试块来确定幅度参考线(ARL)。铸造面相当于SCRATA*比较块A3，厚度与受检截面相似，在¼t、½t、¾t(其中t=试块厚度)处钻有三个横孔。

S1.2 仪器校验

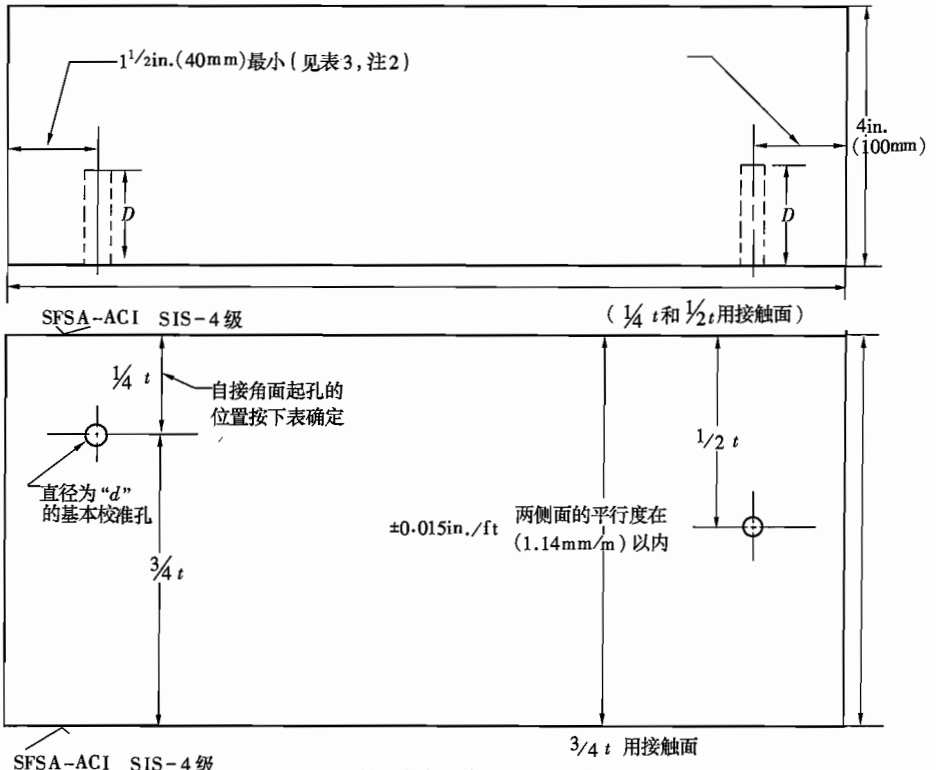
S1.2.1 利用如图4和表5所示斜射波检验用基本校准试块中横孔的反射波作距离幅度校正曲线。

S1.2.1.1 从同一探测面确定并标出¼t和½t横孔的幅度。¼t横孔可用来确定离对面¾t的幅度，也可用别的横孔。

S1.2.1.2 连接¼t、½t和¾t幅度制成相应的DAC曲线。

S1.2.2 基本校准试块应用声特性与受检铸件相似的材料制作。

S1.2.3 铸造表面相当于SCRATA比较块A3的基本校准试块不可用来检验表面比SCRATA比较块A3粗糙的铸件，机加工表面用机加工



L—试块长度，由探头角度和所用全声程决定；T—基本校准试块厚度(见表5)；
D—横孔深度(见表5)；d—横孔孔径(见表5)；t—产品材料公称厚度

图4 斜射波检验基本校准试块

* 原文如此，一种用于采用目视比较仪检查铸件表面粗糙度用的试块。——译注。

校准试块。

S1.2.4　除衰减器和经校准过的增益旋钮外，探头和所有仪器控制旋钮都保持不变。

S1.2.4.1　在检验时为了更迅速的探到幅度小的信号可以用衰减器和经校准过的增益旋钮来改变信号幅度。评定信号时将衰减器或经校准的增益旋钮调回到原来的位置。

S1.3　数据报告——供方最终超声检验报告应包括下列内容

S1.3.1　所有等于或大于100%距离幅度曲线的指示的总数、位置、幅度和面积。

S1.3.2　仪器检验频率、类型，探头型号、尺寸、耦合剂，声能传送方法，检验人员，供货厂厂标、订货号、日期和授权签名。

S1.3.3　说明铸件实际外形的草图标有符合S1.3.1的所有缺陷信号的位置，包括由于几何形状探不到的所有部位的尺寸。

S1.4　验收标准——供需双方应根据下列一种或一种以上的标准确定验收质量等级：

S1.4.1　在表2相应质量等级所规定面积内没有波幅等于或超过DAC的缺陷信号。

S1.4.2　其他供需双方同意的标准。

表5　斜射波检验校准试块尺寸

产品材料公称厚度 (t)，in.(mm)	基本校准试块厚度 (T)，in.(mm)	孔径 (d)，in. ±0.002(mm±0.05)	最小深度 (D)，in.(mm)
≤1(25)	1(25) 或 t	3/32(2.4)	1½(40)
>1~2(25~50)	1(50) 或 t	⅛(3.2)	1½(40)
>2~4(50~100)	4(100) 或 t	3/16(4.8)	1½(40)
>4~6(100~150)	6(150) 或 t	¼(6.3)	1½(40)
>6~8(150~200)	8(200) 或 t	5/16(7.9)	1½(40)
>8~10(200~250)	10(250)或 t	⅜(9.5)	1½(40)
>10(250)	t	见注1	1½(40)

注1：厚度每增加2in.(50mm)(或其零数)。孔径增加1/16in.(1.6mm)。

注2：为了避免孔和隅角的反射迭加，当试块厚度超过3in.(75mm)时，孔离试块端面的距离至少应为½T。如果隅角和孔的信号容易分辨，则试块最小尺寸为2in.(50mm)可不必修正。

压力容器用特殊热处理5%和5.5%镍合金钢板

（与 ASTM 标准 A 645/A 645M—05 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于奥氏体化、淬火、回火和逆转退火的5%和5.5%的镍合金钢板。这种钢板主要供低温或深冷温度下焊接压力容器之用。

1.2 按本标准供货的钢板，其最大厚度仅受材料满足规定要求的能力限制。

1.3 这种材料对磁化敏感。如剩磁对以后的制造或作用不利的话，则热处理后的输送转运应避免使用磁铁。

1.4 无论以英寸—磅或SI单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分另采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序、尺寸和重量允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了按本标准订购钢板时，应遵守的订货须知规则。

3.3 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验和检验以符合最终使用要求时，还备有一些补充要求可供使用。

3.4 需方要查阅本标准列出的补充要求及 A 20/A 20M 标准的详细要求。

3.5 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准中细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 A 级钢钢板应按 5.2 条进行热处理。B 级钢钢板应按 5.3 条进行热处理。被加热到 1125°F（605℃）以上热成形的筒体板和包括封头和加强圈在内的其他零部件，应在成形后进行热处理。

5.2 A 级钢板，工艺和顺序：

5.2.1 淬火硬化：——钢板应加热到 1575～1675°F（855～915℃），并在此温度下保温至少 1h/in.（2.4min/mm）壁厚，但不得少于 15min，然后水淬到 300°F（150℃）以下。

5.2.2 回韧处理：——将钢板重新加热到 1275～1400°F（690～760℃），并在此温度下保温至少 1h/in.（2.4min/mm）壁厚，但不得少于 15min，然后水淬到 300°F（150℃）以下。

5.2.3 逆转退火：——将上述钢板重新加热到 1150～1225°F（620～665℃），并在此温度下保温至少 1h/in.（2.4min/mm）壁厚，但不得少于 15min，然后水淬到 300°F（150℃）以下。

5.3 B 级钢板，工艺和顺序

5.3.1 淬火硬化——钢板应加热到 1470～1600°F（800～870℃），并在此温度下保温足够长的时间以在整个钢板厚度内获得均匀的温度，然后放入液体介质内淬火。

5.3.2 回韧处理——应将钢板重新加热到 1200～1330°F（650～720℃），并在此温度下保温至少 1h/in.（2.4min/mm）壁厚，但不得少于 15min，然后对公称壁厚大于 5/8in.（16mm）的钢板水淬到 300°F（150℃）以下，或者对公称壁厚小于等于 5/8in.（16mm）的钢板空冷或水淬

到 300℉(150℃) 以下。

5.3.3　逆转退火——将钢板重新加热到 1020~1150℉(550~620℃)，并在此温度下保温至少 30min/in.(1.2min/mm) 壁厚，但不得少于 15min，然后水淬到 300℉(150℃) 以下。

6　化学成分要求

6.1　除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 真空碳脱氧钢有改变外，钢应符合表 1 所示的化学成分要求。

表 1　化学成分要求

元　素		成　分,%	
		A 级钢	B 级钢
C，≤	熔炼分析	0.13	0.13
	成品分析	0.15	0.15
Mn	熔炼分析	0.30~0.60	0.90~1.50
	成品分析	0.25~0.66	0.84~1.59
P，≤	熔炼分析	0.025	0.020
	成品分析	0.035	0.025
S，≤	熔炼分析	0.025	0.010
	成品分析	0.035	0.015
Si	熔炼分析	0.20~0.40	0.15~0.30①
	成品分析	0.18~0.45	0.13~0.33①
Ni	熔炼分析	4.8~5.2	5.0~6.0
	成品分析	4.7~5.3	4.9~6.1
Cr	熔炼分析	…	0.10~1.00
	成品分析	…	0.06~1.05
Mo	熔炼分析	0.20~0.35	0.10~0.30
	成品分析	0.17~0.38	0.09~0.33
Al	熔炼分析	0.02~0.12	0.02~0.05
	成品分析	0.01~0.16	0.015~0.06
N	熔炼分析	0.020	0.010
	成品分析	0.025	0.010

① 如若铝含量的总量大于等于 0.030%或酸溶解铝含量大于等于 0.025%，则规定的最小限值不适用。

7　力学性能要求

7.1　拉伸试验——由拉伸试验试样所代表的钢材应符合表 2 的要求。

表 2　拉伸试验要求

	A 级钢	B 级钢
屈服强度，≥ ksi (MPa)①，	65 (450)	85 (590)
抗拉强度， ksi (MPa)	95~115 (655~795)	100~120 (690~830)
2in. (50mm) 标距伸长率 ≥,%②	20.0	20

① 按 0.2%残余变形，或按钢厂与采购方之间的协议按在载荷下 0.5%伸长法测定。

② 伸长率的修正，见 A 20/A 20M 标准。

7.1.1　公称厚度≤¾in.(20mm)的钢板，可用 1½in.(40mm)宽的矩形试样进行拉伸试验，伸长率在 2in.(50mm)的标距长度上测量，此长度包括断口在内，并且显示出最大的伸长率。

7.2　冲击试验：

7.2.1　夏比 V 形缺口试验应按 A 20/A 20M 标准的一般要求进行。

7.2.2　试样的纵轴应垂直于钢板的终轧方向。

7.2.3　除非另有协议，试验应在-275℉(-170℃) 的温度下进行。

7.2.3.1　A 级钢：-220°F (-140℃)

7.2.3.2　B 级钢：-320°F (-195℃)

7.2.4　每个试样与缺口相对的一面上应有不小于 0.015in.(0.38mm)的侧向扩展。

7.2.5　以 ft·lbf(J) 表示的能量吸收值和以剪切率百分率表示的断口形貌应予记录并作为资料写入报告。

8　关键词

8.1　合金钢　合金钢板　承压零件　压力容器钢　钢板　压力容器用钢板

补 充 要 求

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。除订货单中有规定外，不应采用补充要求。适用于本标准的项目列在下面，经供方同意，A 20/A 20M 标准中列举的其他补充要求也可用于本标准。

S1 真空处理

S2 成品分析

S6 落锤试验［对厚度大于等于 0.625in.（16mm）的板材］

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

附加的补充要求

适合本标准的附加的补充要求也列在下面：

S64　纵向夏比冲击能量吸收要求

S64.1　需要时，需方可规定纵向夏比 V 形缺口冲击试验能量吸收合格标准。

S64.2　试验应按 A 20/A 20M 标准规定的一般要求进行。

S64.3　纵向夏比 V 形缺口冲击性能应不低于表 S1 所示的值。

S64.4　小尺寸试样的冲击值应不低于表 S1 所示的值。

S65　横向夏比冲击能量吸收要求

S65.1　需要时，需方可规定横向夏比 V 形缺口冲击试验能量吸收合格标准。

S65.2　试验应按 A 20/A 20M 标准的规定的一般要求进行。

S65.3　横向夏比 V 形缺口冲击性能应不低于表 S2 所示的值。

S65.4　小尺寸试样的冲击值应不低于表 S2 所示的值。

表 S1　纵向试样夏比冲击试验要求

试样尺寸， mm×mm	夏比 V 形冲击验收要求值， （三个试样平均值） ft·lbf(J)	不要求重试的夏比 V 形缺口冲击最小值， （一套试样只许有一个） ft·lbf(J)
10×10	25(34)	20(27)
10×7.5	19(26)	16(22)
10×6.67	17(23)	13(28)
10×5.0	13(18)	10(14)
10×3.33	8(11)	7(10)
10×2.50	6(8)	5(7)

表 S2　横向试样夏比冲击试验要求

试样尺寸， mm×mm	夏比 V 形冲击验收要求值， （三个试样平均值） ft·lbf(J)	不要求重试的夏比 V 形缺口冲击最小值， （一套试样只许有一个） ft·lbf(J)
10×10	20(27)	16(22)
10×7.5	15(20)	12(16)
10×6.6	13(18)	10(14)
10×5.0	10(14)	8(11)
10×3.33	7(10)	5(7)
10×2.50	5(7)	4(5)

改良成型性的高强度低合金热轧结构钢板

SA-656/SA-656M

（与 ASTM 标准 A 656/A 656M-00a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于供车架、支架、起重机起重臂、机动轨道车用途以及类似应用用的，高强度低合金热轧结构钢钢板。符合本标准的钢材可提供改良的成型性，它们通常以热轧状态供货。按照生产厂和采购方的商定，产品以两种型式和四种强度级别提供，这些型式和强度级别如列表所示。

1.2 钢板的最大厚度应如下所示：

级别	钢板最大厚度，in.（mm）
50	2（50）
60	1.5（40）
70	1（25）
80	3/4（20）

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。对可焊性资料，见 A 6/A 6M 标准的附录 X3。

1.4 对于用卷板生产的钢板，包括附加试验要求和提交附加试验结果报告在内的附加要求，应采用 A 6/A 6M 标准的要求。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 6/A 6M 结构用轧制钢板、型钢、板桩和棒材通用要求标准

3 材料和制造

3.1 钢应以细晶粒钢工艺生产。

3.2 卷板产品在它们被开卷、展平和切割到长度之前，不受本标准质量评定要求的制约。从卷板生产的钢板意味着：钢板是已从卷板切割成各自长度的钢板，且未经受热处理供货。加工厂做开卷、展平、切割到长度和对产品做标志。加工厂负责实施和合格验收全部试验、检验、修理、检查，且对不至于影响到钢材性能的操作负责任。对于由卷板加工成的钢板，对每一经质量评定的卷板应报告两个试验结果。

注 1：关于从卷板生产钢板的附加要求，见 A 6/A 6M标准的描述。

4 化学成分要求

4.1 熔炼分析或浇注分析应符合表 1 中列出的化学成分要求。依据钢板的厚度、级别及其用途，可以适用的化学成分变化范围应在表 1 中规定的两种型式的限值范围内。当特别重要时，应就特殊的化学成分与生产厂商议。

4.2 成品分析——如果做成品分析的话，钢材的成品分析应符合 A 6/A 6M 标准表 1 中的成品分析要求。

4.3 当钢材需作焊接时，需以焊接工艺适合于钢的级别及预定用途或其预期使用条件为前提条件。

4.4 除非是特别订购，钢材的型式应由生产厂作出决定。

5 拉伸性能试验

5.1 由拉伸试样代表的材料的拉伸性能，应符合表 2 中列出的要求。

6 交货的一般要求

按本标准供应的钢材应符合现行版本的 A 6/A 6M 标准中的要求，对于所订购材料若有矛盾，则应以本标准为准。

表 1　化学成分要求

元　素	成分,%	
	3　型	7　型
C，≤	0.18	0.18
Mn，≤	1.65	1.65
P，≤	0.025	0.025
S，≤	0.035	0.035
Si，≤	0.60	0.60
V	0.08	0.15①
N	0.020	0.020
Nb	0.008~0.10	≤0.10①

① 应按下列之一的含量值，添加铌（Nb）和钒（V）元素：

0.008~0.10%的 Nb，加<0.008%的 V；

<0.008%的 Nb，加 0.008~0.15%的 V，或；

0.008~0.10%的 Nb 加 0.008~0.15%的 V，且（Nb+V）不得大于 0.20%。

表 2　拉伸性能要求①

项　目	50（345）级	60（415）级	70（485）级	80（550）级
抗拉强度，≥，ksi（MPa）	50 (345)	60 (415)	70 (485)	80 (550)
屈服点，≥，ksi（MPa）	60（415）	70（485）	80（550）	90（620）
伸长率，标距 8in（200mm），≥,%②	20	17	14	12
伸长率，标距 2in（50mm），≥,%②	23	20	17	15

① 见 A 6/A 6M 标准中拉伸试验的试样取向一节。

② 对宽度大于 24in.（600mm）的 50(345)级的钢板，伸长率要求可降低 2%；对于 60、70 和 80(415、485 和 550)级的钢板，伸长率要求可降低 3%。见 A 6/A 6M 标准中拉伸试验伸长率要求的修正一节。

中、低温压力容器用碳锰硅钢板

SA-662/SA-662M

（与 ASTM 标准 A 662/A 662M—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于对低温缺口韧性有较高要求的焊接压力容器用的三个级别的碳-锰-硅钢板。

1.2 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力限制，但现在，通常按本标准供应的钢板最大厚度限制在 2in.（50mm）。

1.3 A、B、C 三个级别实质上分别与 ISO 压力容器用钢中 P9、P15 和 P18 的要求相一致。

1.4 对于用卷材生产的、并未经热处理或只作了消除应力处理提供的钢板，其附加要求包括附加试验要求以及报告附加试验的结果，应适用于 A 20/A 20M 标准。

1.5 无论以英寸—磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途轧制钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的钢板材料应符合 A 20/A 20M 标准。这些要求包括试验和复试的方法与程序、尺寸和重量的允许偏差、质量和缺陷的修补、标志和包装和订货信息。

3.2 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求需用更多地控制、试验或检验时，可采用某些补充要求。采购方应参考本标准中列出的补充要求和A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.3 直到它们被加工成为成品钢板之前，卷板不需按本标准作质量评定。由卷材生产的钢板意指已从卷板切割为单张的钢板。生产厂应对涉及把卷材加工成为成品钢板的加工操作进行直接控制或负责实施。这样的操作包括开卷、展平、切割到长度、试验、检验、调质、热处理（如果适用时）、包装、标志、发货装运以及合格证书。

注 1：对于用卷材生产的、并未经热处理或只作了消除应力处理提供的钢板，对每一需质量评定的卷材应报告三个试验结果。有关由卷材生产钢板的附加要求在 A 20/A 20M 标准有规定。

3.4 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，应以本标准中的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有 A 级钢板和厚度大于 1½ in.（40mm）的 B 级和 C 级钢板都应正火。

5.2 厚度小于等于 1½in.（40mm）的 B 级和 C 级钢板通常以轧制状态供应。也可以正火、消除应力处理或正火加消除应力处理供应。

6 化学成分

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 真空碳脱氧钢的规定外，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7 力学性能

7.1 拉伸试验要求——由拉伸试验试样代表

的钢板的拉伸试验性能应符合表 2 的规定。

8　关键词

8.1　碳素钢　碳素钢板　承压零件　压力容器钢　压力容器用钢板

表 1　化 学 成 分

元　素	成　分,%					
	A　级		B　级		C　级	
	熔炼分析	成品分析	熔炼分析	成品分析	熔炼分析	成品分析
C,≤	0.14	0.17	0.19	0.22	0.20	0.24
Mn	0.90~1.35	0.84~1.46	0.85~1.50	0.79~1.62	1.00~1.60	0.92~1.72
P,≤	0.35	0.035	0.035	0.035	0.035	0.025
S,≤	0.35	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Si	0.15~0.40	0.13~0.45	0.15~0.40	0.13~0.45	0.15~0.50	0.13~0.55

表 2　拉 伸 性 能

项　目	A　级	B　级	C　级
抗拉强度,ksi(MPa)	58~78(400~500)	65~85(450~585)	70~90(485~620)
屈服强度①,ksi(MPa),≥	40(275)	40(275)	43(295)
伸长率(标距为 8in. 或 200mm)%②,≥	20	20	18
伸长率(标距为 2in. 或 50mm)%,≥	23	23	22

① 可用 0.2%残余变形法或载荷下的 0.5%伸长法测定。

② 伸长率的修正见 A 20/A 20M 标准。

补 充 要 求

除在采购订货单中有规定外，不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准包括有供采购方选择的标准补充要求明细表，适用于本标准的项目如下。由供需双方协议，也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验(参见附录 X1)

S6 落锤试验

S8 按照 A 435/A 435M 标准进行的超声波检验

S9 磁粉探伤

S11 按照 A 577/A 577M 标准进行的超声波检验

S12 按照 A 578/A 578M 标准进行的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

附　录

（非强制性资料）

X1　缺口韧性

X1.1　如采购方要求做夏比 V 形缺口冲击试验，在其指定的温度下，正火钢板应保证表 X1.1 中最低值的要求。

表 X1.1　夏比 V 形缺口冲击试验要求①

试验温度，℉(℃)	A 级		B 级和 C 级	
	纵向试样，ft·lbf(J)	横向试样，ft·lbf(J)	纵向试样，ft·lbf(J)	横向试样，ft·lbf(J)
-75(-60)	20(27)	15(20)	15(20)	…
-60(-50)	30(41)	18(24)	20(27)	…
-50(-45)	35(47)	19(26)	22(30)	15(20)
-40(-40)	40(54)	20(27)	25(34)	20(27)
-25(-32)	45(61)	25(34)	30(41)	20(27)
0(18)	55(75)	30(41)	35(47)	25(34)
32(0)	70(95)	35(47)	40(54)	25(34)
75(25)	75(102)	40(54)	50(68)	30(41)

① 表中数值为三个标准试样的平均值。小尺寸试验的数值列在 A 20/A 20M 标准中。

退火或冷加工的奥氏体不锈钢薄板、钢带、钢板和扁钢

SA-666

（与 ASTM 标准 A 666—03 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于各种结构、建筑、压力容器、耐磁、耐低温和耐热用途的、在退火通常要求冷加工状态下的奥氏体不锈钢。（A 666标准的修订版替代过去的 A 412 和 A 177标准）。

1.2 本标准的应用或者使用本标准所包括的材料并不自动地允许它在压力容器上的使用，只有由 ASME 规范特别批准的若干级别的退火材料允许用在压力容器上。

1.3 以英寸-磅单位表示的值作为标准值。在括号内给出的数值只是参考值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 240/A 240M 压力容器用耐热铬钢及铬镍不锈钢板、薄板和钢带

A 370 钢制品的力学性能试验方法和定义

A 480/A 480M 不锈和耐热钢平轧钢板、薄板及钢带通用要求

A 484/A 484M 不锈和耐热钢棒、钢坯和锻件通用要求

3 材料试验报告和合格证

3.1 除了 A 480/A 480M 标准的要求外，应注明冷加工状态[退火的，¼H(淬硬的)，½H(淬硬的)等]。

4 化学成分

4.1 钢须符合表 1 中规定的化学成分要求，并符合于 A 480/A 480M 标准的现行版本中规定的适用要求。

5 力学性能

5.1 材料须符合表 2 和表 3，或表 2 和表 4 中规定的力学性能。

表 1 化学成分要求①

类 型	UNS 标号	成 分,%②							
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	其他元素
201	S20100	0.15	5.5~7.5	0.060	0.030	0.75	16.0~18.0	3.5~5.5	N 0.25
201L	S20103	0.03	5.5~7.5	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	3.5~5.5	N 0.25
201LN	S20153	0.03	6.4~7.5	0.045	0.015	0.75	16.0~17.5	4.0~5.0	N 0.10~0.25 Cu 1.00
202	S20200	0.15	7.5~10.0	0.060	0.030	0.75	17.0~19.0	4.0~6.0	N 0.25
…	S20400	0.030	7.0~9.0	0.040	0.030	1.00	15.0~17.0	1.50~3.00	N 0.15~0.30
205	S20500	0.12~0.25	14.0~15.0	0.060	0.030	0.75	16.5~18.0	1.00~1.75	N 0.32~0.40
301	S30100	0.15	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	6.0~8.0	N 0.10
301L	S30103	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	6.0~8.0	N 0.20
301LN	S30153	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0~18.0	6.0~8.0	N 0.07~0.20
302	S30200	0.15	2.00	0.045	0.030	0.75	17.0~19.0	8.0~10.0	
304	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~10.5	N 0.10
304L	S30403	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~12.0	N 0.10

表 1(续)　化学成分要求[①]

类　型	UNS 标号	成　分,%[②]							
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	其他元素
304N	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~10.5	N 0.10~0.16
304LN	S30453	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	18.0~20.0	8.0~12.0	N 0.10~0.16
316	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	Mo 2.00~3.00
316L	S31603	0.030	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	Mo 2.00~3.00
316N	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75	16.0~18.0	10.0~14.0	Mo 2.00~3.00 N 0.10~0.16
XM~11	S21904	0.04	8.0~10.0	0.060	0.030	0.75	19.0~21.5	5.5~7.5	N 0.15~0.40
XM~14	S21460	0.12	14.0~16.0	0.060	0.030	0.75	17.0~19.0	5.0~6.0	N 0.35~0.50

① 出现在 A 412 标准中的类型 XM-10 和 XM-19 在 A 240/A 240M 标准中不再以 XM-10 出现,而是包括在 XM-19。

② 除非另外指明,均为最大值。

表 2　拉伸性能要求[①]

类　型	UNS 标　号	退　火　的						
		抗拉强度,≥		屈服强度,≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率 %,≥	硬度,≤	
		psi	MPa	psi	MPa		布氏	洛氏 B
201-1[②]	S20100,1 类	75000	515	38000	260	40	217	95
202-2	S20100,2 类	95000	655	45000	310	40	241	100
201L	S20103	95000	655	38000	260	40	217	95
201LN	S20153	95000	655	45000	310	45	241	100
202	S20200	90000	620	38000	260	40	241	…
…	S20400	95000	655	48000	330	35	241	100
205	S20500	115000	790	65000	450	40	241	100
301	S30100	75000	515	30000	205	40	217	95
301L	S30103	80000	550	32000	220	45	241	100
301LN	S30153	80000	550	35000	240	45	241	100
302	S30200	75000	515	30000	205	40	201	92
304	S30400	75000	515	30000	205	40	201	92
304L	S30403	70000	485	25000	170	40	201	92
304N	S30451	80000	550	35000	240	30	217	95
304LN	S30453	75000	515	30000	205*	40	217	95
316	S31600	75000	515	30000	205	40	217	95
316L	S31603	70000	485	25000	170	40	217	95
316N	S31651	80000	550	35000	240	35	217	95
XM-11	S21904							
	薄板,带钢	100000	690	60000	415	40	…	…
	厚板	90000	620	50000	345	45	…	…
XM-14	S21460	105000	725	55000	380	40	…	…

* 原文误为 250,已更正。——译注。

表2(续) 拉伸性能要求[①]

1/16 淬硬的[③]

类型	UNS标号	抗拉强度,≥		屈服强度,≥		标距2in. 或50mm伸长率,%,≥		
		psi	MPa	psi	MPa	<0.015in.	0.015~0.030in.	>0.030in.
201	S20100 PSS[④]	95000	655	45000	310	40	40	40
	FB[⑤]	75000	515	40000	275	…	…	40
201L	S20103	100000	690	50000	345	40	40	40
201LN	S20153	100000	690	50000	345	40	40	40
205	S20500	115000	790	65000	450	40	40	40
301	S30100	90000	620	45000	310	40	40	40
301L	S30103	100000	690	50000	345	40	40	40
301LN	S30153	100000	690	50000	345	40	40	40
302	S30200 PSS	85000	585	45000	310	40	40	40
	FB	90000	620	45000	310	…	…	40
304	S30400 PSS	80000	550	45000	310	35	35	35
	FB	90000	620	45000	310	…	…	40
304L	S30403	80000	550	45000	310	40	40	40
304N	S30451	90000	620	45000	310	40	40	40
304LN	S30453	90000	620	45000	310	40	40	40
316	S31600 PSS	85000	585	45000	310	35	35	35
	FB	90000	620	45000	310	…	…	40
316L	S31603	85000	585	45000	310	35	35	35
316N	S31651	90000	620	45000	310	35	35	35

1/8 淬硬的[③]

类型	UNS标号	抗拉强度,≥		屈服强度,≥		标距2in. 或50mm伸长率,%,≥		
		psi	MPa	psi	MPa	<0.015in.	0.015~0.030in.	>0.030in.
201	S20100	100000	690	55000	380	45	45	45
201L	S20103	105000	725	55000	380	35	35	35
201LN	S20153	110000	760	60000	415	35	35	35
205	S20500	115000	790	65000	450	40	40	40
301	S30100	100000	690	55000	380	40	40	40
300L	S30103	110000	760	60000	415	35	35	35
301LN	S30153	110000	760	60000	415	35	35	35
302	S30200	100000	690	55000	380	35	35	35
304	S30400	100000	690	55000	380	35	35	35
304L	S30403	100000	690	55000	380	30	30	30
304N	S30451	100000	690	55000	380	37	37	37
304LN	S30453	100000	690	55000	380	33	33	33
316	S31600	100000	690	55000	380	30	30	30
316L	S31603	100000	690	55000	380	25	25	25
316N	S31651	100000	690	55000	380	32	32	32

表 2(续)　拉伸性能要求[①]

¼ 淬硬的

类　型	UNS 标号	抗拉强度,≥		屈服强度,≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率,%,≥		
		psi	MPa	psi	MPa	<0.015in.	0.015~0.030in.	>0.030in.
201	S20100	125000	860	75000	515	25	25	25
201L	S20103	120000	825	75000	515	25	25	25
201LN	S20153	120000	825	75000	515	25	25	25
202	S20200	125000	860	75000	515	12	12	…
…	S20400	140000	965	100000	960	20	20	20
205	S20500	125000	860	75000	515	45	45	45
301	S30100	125000	860	75000	515	25	25	25
301L	S30103	120000	825	75000	515	25	25	25
301LN	3S0153	120000	825	75000	515	25	25	25
302	S30200	125000	860	75000	515	10	10	12
304	S30400	125000	860	75000	515	10	10	12
304L	S30403	125000	860	75000	515	8	8	10
304N	S30451	125000	860	75000	515	12	12	12
304LN	S30453	125000	860	75000	515	10	10	12
316	S31600	125000	860	75000	515	10	10	10
316L	S31603	125000	860	75000	515	8	8	8
316N	S31651	125000	860	75000	515	12	12	12
XM-11	S21904	130000	895	115000	795	15	15	…

½ 淬硬的

类　型	UNS 标号	抗拉强度,≥		屈服强度,≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率,%,≥		
		psi	MPa	psi	MPa	<0.015in.	0.015~0.030in.	>0.030in.
201	S20100	150000	1035	110000	760	15	18	18
201L	S20103	135000	930	100000	690	22	22	20
201LN	S20153	135000	930	100000	690	22	22	20
205	S20500	150000	1035	110000	760	15	18	18
301	S30100	150000	1035	110000	760	15	18	18
301L	S30103	135000	930	100000	690	20	20	20
301LN	S30153	135000	930	100000	690	20	20	20
302	S30200	150000	1035	110000	760	9	10	10
304	S30400	150000	1035	110000	760	6	7	7
304L	S30403	150000	1035	110000	760	5	6	6
304N	S30451	150000	1035	110000	760	6	8	8
304LN	S30453	150000	1035	110000	760	6	7	7
316	S31600	150000	1035	110000	760	6	7	7
316L	S31603	150000	1035	110000	760	5	6	6
316N	S31651	150000	1035	110000	760	6	8	8

¾ 淬硬的

类　型	UNS 标号	抗拉强度,≥		屈服强度,≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率,%,≥		
		psi	MPa	psi	MPa	<0.015in.	0.015~0.030in.	>0.030in.
201	S20100	175000	1205	135000	930	10	12	12
205	S20500	175000	1205	135000	930	15	15	15
301	S30100	175000	1205	135000	930	10	12	12
302	S30200	175000	1205	135000	930	5	6	6

表2(续) 拉伸性能要求[①]

全部淬硬的								
类 型	UNS 标号	抗拉强度,≥		屈服强度,≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率,%,≥		
		psi	MPa	psi	MPa	<0.015in.	0.015~0.030in.	>0.030in.
201	S20100	185000	1275	140000	965	8	9	9
205	S20500	185000	1275	140000	965	10	10	10
301	S30100	185000	1275	140000	965	8	9	9
302	S30200	185000	1275	140000	965	3	4	4

① 本标准只规定了最低性能,并未含有范围值。根据对特定级别的加工硬化特性,屈服或抗拉强度可以是满足性能的可控系数。非控制系数通常将超出规定最低值相当地大。

② 根据对特殊应用所要求的性能,201 类型一般以对富侧(201-1 型)或贫侧(201-2 型)奥氏体稳定化平衡的化学成分生产。

③ 可以采用自然满足力学性能的退火材料。

④ PSS 意指钢板、钢带和薄板。

⑤ FB 意指扁钢。

表3 自由弯曲要求

退火,1/16和1/8淬硬的					
类 型	标 号	厚度,≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角,(°)	弯曲系数	弯曲包角,(°)	弯曲系数
201	S20100	180	1	180	1
201L	S20103	180	1	180	1
201LN	S20153	180	1	180	1
202	S20200	180	1	180	1
…	S20400	180	1	180	1
205	S20500	180	1	180	1
301	S30100	180	1	180	1
301L	S30103	180	1	180	1
301LN	S30153	180	1	180	1
302	S30200	180	1	180	1
304	S30400	180	1	180	1
304L	S30403	180	1	180	2
304N	S30451	180	1	180	1
304LN	S30453	180	1	180	2
316	S31600	180	1	180	2
316L	S31603	180	1	180	2
316N	S31651	180	1	180	1
XM-11	S29104	180	1	180	1
XM-14	S21460	180	1	180	2
1/4 淬硬的					
类 型	标 号	厚度,≤0.050in.		厚度>0.050 ~0.1874in.	
		弯曲包角,(°)	弯曲系数	弯曲包角,(°)	弯曲系数
201	S20100	180	1	90	2
201L		180	1.5	135	1.5
201LN	S20153	180	1.5	135	1.5
202	S20200	180	2	90	2
…	S20400	180	1	90	2
205	S20500	180	1	90	2

表 3(续) 自由弯曲要求

¼ 淬硬的(续)

类 型	标 号	厚度,≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角,(°)	弯曲系数	弯曲包角,(°)	弯曲系数
301	S30100	180	1	90	2
301L	S30103	180	1.5	90	1.5
301LN	S30153	180	1.5	90	1.5
302	S30200	180	1	90	2
304	S30400	180	1	90	2
304L	S30403	180	2	90	3
304N	S30451	180	1	90	2
304LN	S30453	180	2	90	3
316	S31600	180	2	90	2
316L	S31603	180	2	90	3
316N	S31651	180	1	90	2
XM-11	S21904	90	2	90	2

½ 淬硬的

类 型	标 号	厚度,≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角,(°)	弯曲系数	弯曲包角,(°)	弯曲系数
201	S20100	180	2	90	2
201L	S20103	180	2	135	2
201LN	S20153	180	2	135	2
205	S20500	180	2	90	2
301	S30100	180	2	90	2
301L	S30103	180	2	90	2
301LN	S30153	180	2	90	2
302	S30200	180	2	90	2
304	S30400	180	2	90	2
304L	S30403	180	3	90	3
304N	S30451	180	2	90	2
304LN	S30453	180	3	90	3
316	S31600	180	3	90	3
316L	S31603	180	3	90	3
316N	S31651	180	2	90	2

¾ 淬硬的

类 型	标 号	厚度,≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角,(°)	弯曲系数	弯曲包角,(°)	弯曲系数
201	S20100	180	3	90	3
205	S20500	180	3	90	3
301	S30100	180	3	90	3
302	S30200	180	4	90	5

全部淬硬的

类 型	标 号	厚度,≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角,(°)	弯曲系数	弯曲包角,(°)	弯曲系数
201	S20100	180	4	90	5
205	S20500	180	4	90	5
301	S30100	180	4	90	5
302	S30200	180	6	90	8

表4 “V”形块弯曲要求

退火，⅛ 淬硬的

类型	标号	厚度，≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角，(°)	弯曲系数	弯曲包角，(°)	弯曲系数
201	S20100	135	2	135	3
201L	S20103	135	2	135	3
201LN	S20153	135	2	135	3
202	S20200	135	4	135	4
205	S20500	135	2	135	3
301	S30100	135	2	135	3
301L	S30103	135	2	135	3
301LN	S30153	135	2	135	3
302	S30200	135	2	135	3
304	S30400	135	2	135	3
304L	S30403	135	5	135	6
304N	S30451	135	3	135	4
304LN	S30453	135	4	135	5
316	S31600	135	5	135	6
316N	S31603	135	6	135	7
316N	S31651	135	5	135	6

¼ 淬硬的

类型	标号	厚度，≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角，(°)	弯曲系数	弯曲包角，(°)	弯曲系数
201	S20100	135	2	135	3
201L	S20103	135	2	135	3
201LN	S20153	135	2	135	3
205	S20500	135	2	135	3
301	S30100	135	2	135	3
301L	320103	135	2	135	3
301LN	320153	135	2	135	3
302	S30200	135	2	135	3
304	S30400	135	2	135	3
304L	S30403	135	5	135	6
304N	S30451	135	3	135	4
304LN	S30453	135	4	135	5
316	S31600	135	5	135	6
316L	S31603	135	6	135	7
316N	S31651	135	5	135	6

½ 淬硬的

类型	标号	厚度，≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角，(°)	弯曲系数	弯曲包角，(°)	弯曲系数
201	S20100	135	4	135	4
201L	S20103	135	4	135	4
201LN	S20153	135	4	135	4
205	S20500	135	4	135	4
301	S30100	135	4	135	4
301L	S30103	135	4	135	4
301LN	S30153	135	4	135	4
302	S30200	135	4	135	4
304	S30400	135	4	135	4
304L	S30403	135	7	135	8
304N	S30451	135	5	135	6
304LN	S30453	135	6	135	7
316	S31600	135	7	135	8
316L	S31603	135	8	135	9
316N	S31651	135	7	135	8

表 4(续)　“V”形块弯曲要求

类　型	标　号	3/4 淬硬的			
		厚度，≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角，(°)	弯曲系数	弯曲包角，(°)	弯曲系数
201	S20100	135	6	135	7
205	S20500	135	6	135	7
301	S30100	135	6	135	7
302	S30200	135	8	135	9
		全部淬硬的			
类　型	标　号	厚度，≤0.050in.		厚度>0.050~0.1874in.	
		弯曲包角，(°)	弯曲系数	弯曲包角，(°)	弯曲系数
201	S20100	135	6	135	8
205	S20500	135	6	135	8
301	S30100	135	6	135	8
302	S30200	135	8	135	10

6　一般要求

6.1　按本标准提供材料的订货单和下列要求应符合 A 480/A 480M 或 A 484/A 484M 标准现行版本的适用要求：

6.1.1　定义。
6.1.2　交货的一般要求。
6.1.3　订货须知。
6.1.4　冶炼。
6.1.5　特殊试验。
6.1.6　热处理。
6.1.7　尺寸及允许偏差。
6.1.8　工艺质量、表面质量和外观。
6.1.9　试验次数/试验方法。
6.1.10　试样制备。
6.1.11　重新热处理。
6.1.12　检查。
6.1.13　拒收和复审。
6.1.14　材料试验报告。
6.1.15　合格证书。
6.1.16　包装、标志和装运。

7　取样

7.1　薄板、钢带和钢板产品的拉伸和弯曲试样应取自成品材料，并应取自横向，但宽度在 9in.(229mm)以下的钢带除外，其拉伸试样应取自纵向。

7.2　扁钢的拉伸和弯曲试样应取自成品材料，并应取自纵向。

7.3　如果要求腐蚀试样，应取自经最终退火及除鳞后、冷加工之前的材料。

8　试验次数

8.1　以成卷形式生产的冷加工产品，每卷的每一端应做一个拉伸试验。每卷的一端应做一个弯曲试验。

8.2　每炉钢同一批装炉做退火或在连续式炉内以相同条件退火的，每种尺寸的冷加工扁钢和每种厚度的平板状产品，应做 2 个拉伸试验和 1 个弯曲试验。

8.3　按表 2 生产的退火材料应按照 A480/A480M 标准进行试验。

9　试验方法

9.1　拉伸试验

9.1.1　屈服强度应使用 A 370 试验方法和定义标准中所述的残余变形法确定，根据下列在载荷下的总伸长法可用作确定屈服强度的替代方法：

屈服强度，psi，≥	2in. 标距长度内载荷下的总伸长量
45000	0.0071
75000	0.0098
110000	0.0125
135000	0.0144
140000	0.0148

9.1.2 如果按本标准规定的屈服强度已达到满负荷而在载荷下的总伸长量未超过规定的数值，则本标准对屈服强度的要求应认为已达到。然而，以这种方法所得到的数值不应取为0.2%实际屈服强度。有争议时，应采用残余变形法确定屈服强度。

9.2 弯曲试验

9.2.1 当弯曲试样分别在按表3或表4规定的条件下经受自由弯曲法或控制弯曲(V形块)法的冷弯时，应不发生裂纹。试样应环绕一弯芯弯曲；弯芯直径等于弯曲系数乘以规定试样厚度的乘积。非退火状态下材料的试验方法选择应由卖方选择。

9.2.2 自由弯曲试样应加压冷弯或用冲击冷弯。然而，当有争议时，应以加压作冷弯试验。

9.2.3 控制弯曲(V形试块)试样应采用V形试块或一付具有45°角包角，在弯曲部位带合适曲面的一付冲头和冲模，使试样冷弯至所希望的形线和直径。

10 关键词

10.1 奥氏体不锈钢 冷加工不锈钢 不锈钢扁钢 不锈钢钢板 不锈钢薄板 不锈钢带材。

要求力学性能特殊质量热加工碳钢棒材

SA-675/SA-675M

[除补充要求 S7 已添加 65 和 70 级钢且 S7 是强制性的，以及对 4.1.9 条和第 10 节作修改使得合格证书成为强制性的要求外，与 ASTM 标准 A 675/A 675M—03(R09)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于有力学性能要求和供一般结构应用的特殊质量热锻轧加工碳素钢棒钢和棒形型钢。

1.2 棒钢按九个强度等级供货，强度等级用相当于最低极限抗拉强度 ksi(MPa) 的标记号 45，50，55，60，65，70，75，80，和 90(310，345，380，415，450，485，515，550 和 620)表示。钢厂选择化学成分来获得所要求的力学性能。

1.3 有力学性能要求的特殊质量热锻轧碳素钢棒钢仅提供直长形的。截面和规格见 A 29/A 29M标准。

1.4 某些用途的棒钢可以要求补充要求中的一个或几个项号。

注 1：有力学性能要求的商品级热加工碳素钢棒钢见 A 663/A 663M 标准。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 29/A 29M 热锻轧加工与冷精整碳钢和合金钢棒钢通用要求

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 663/A 663M 有力学性能要求的商品级碳钢棒钢

E 290 金属材料延性半导向弯曲试验方法

3 术语

3.1 术语说明

3.1.1 特殊质量——特殊质量棒钢是指当其用于最终用途时，制造方法或后加工处理时要求具有商品级棒钢所没有的一些质量特性。其典型应用有：一般结构中的弯曲或机加工。某些最终用途或制造工艺可能需要补充要求中列出的一项或几项要求。

4 订货须知

4.1 按本标准订货的材料，应提出下列资料：

4.1.1 数量(重量和根数)。

4.1.2 钢材名称(特殊质量热锻轧加工棒钢)。

4.1.3 尺寸，包括长度。

4.1.4 横截面(圆钢、方钢、六角钢、等边角钢等)。

4.1.5 标准号和版本年份。

4.1.6 等级号(表 1)。

4.1.7 加铅钢(如有要求的话)(6.2 条)。

4.1.8 加铜轴承钢(如有要求的话)(6.3 条)。

4.1.9 试验报告(第 10 节)。

4.1.10 补充要求或特殊要求(如有要求的话)。

4.1.11 用途和加工方法。

注 2：典型的订货说明如下：10000lb(5000kg) 特殊质量热加工碳素圆钢，直径 1in. × 10ft(25mm × 3m)，ASTM A675/A675M，版本____，等级 50(345)，含铜轴承钢，要求试验报告，特殊直度要求 S3，锅炉支座用。

5 材料和制造

5.1 熔炼方法——应采用下列一种或几种一次工艺进行熔炼：平炉法、氧气顶吹转炉法或电炉法。一次熔炼可结合单独的脱气或精炼，也可以紧接着用电渣重熔或真空电弧重熔法进行二次熔炼。当采用二次熔炼时，其炉号规定为从一个一次的熔炼炉号所得的全部重熔锭。

5.2 脱气：

5.2.1 除非另有规定，钢厂可选择沸腾钢、封顶沸腾钢、半镇静钢或镇静钢。

5.2.2 需要时，买方可根据钢的强度等级、自己的制造方法和最终使用要求，规定脱气方法要求。镇静钢可以是粗晶粒度或细奥氏体晶粒度(补充要求 S1)。

5.3 交货状态——除非另有规定，棒钢应以轧态交货，不作酸洗、喷砂或涂油。为便于检验，钢厂亦可作清洗。

6 化学成分

6.1 应符合表 2 所列化学成分要求。

6.2 加铅钢——当有要求时，铅可以规定为添加元素，其范围为 0.15%~0.35%。这种钢应在等级符号之后加字母“L”，例如：60L(415L)。

6.3 含铜轴承钢——当有要求时，铜可以规定为添加元素。含铜轴承钢应在订货单下标明“含铜轴承钢”字样。

6.4 当按照 7.1.1.2 条不作拉伸试验时，应采用与要求的力学性能相一致的化学成分。

7 力学性能

7.1 拉伸试验

7.1.1 要求

7.1.1.1 试样所代表的材料应符合表 1 所列有关要求。

7.1.1.2 横截面小于 1 $in.^2$ ($645mm^2$) 的型钢和厚度或直径小于 1/2in. (12.5mm) 的棒材(扁钢除外) 不要求钢厂进行拉伸试验。

7.1.1.3 厚度或直径大于 3/4in. (19mm) 的材料，其厚度或直径比 3/4in. (19mm) 每增加 1/32in. (0.8mm)，按表 1 规定的标距 8in. (200mm) 伸长率百分数应相应降低 0.25%。

表 1 拉伸性能要求

等级号①	抗拉强度		屈服点≥②		伸长率≥%③	
	ksi	(MPa)	ksi	(MPa)	8in. 或 200mm 标距长度	2in. 或 50mm 标距长度
45(310)	45~55	(310~380)	22.5	(155)	27	33
50(345)	50~60	(345~415)	25	(170)	25	30
55(380)	55~65	(380~450)	27.5	(190)	23	26
60(415)	60~72	(415~495)	30	(205)	21	22
65(450)	65~77	(450~530)	32.5	(225)	17	20
70(485)	70~85	(485~585)	35	(240)	14	18
75(515)	75~90	(515~620)	37.5	(260)	14	18
80(550)	≥80	(≥550)	40	(275)	13	17
90(620)	≥90	(≥620)	55	(380)	10	14

① 当要求加铅钢时，在等级号之后加字母“L”。例如：45L。

② 当拉伸试验不能显示屈服点时(梁降落，指针停止，或曲线图上出现明显的应力变形拐点)，屈服强度应按载荷下 0.5%伸长或 0.2%残余变形法测定，其最小要求 ksi(MPa) 不变，如有要求，报告应给出屈服强度。

③ 见 7.1.1.3 至 7.1.1.6，由于截面尺寸而减小伸长率。

7.1.1.4 厚度或直径小于 5/16in. (8mm) 的材料，其厚度或直径比 5/16in. (8mm) 每减小 1/32in. (0.8mm)，按表 1 规定的标距 8in. (200mm) 伸长率百分数就要相应降低 2.00%。

7.1.1.5 厚度或直径大于 2in. (50mm)，级别为 45,50,55,60 和 65,(310,345,380,415 和 450)的材料，其厚度或直径大于 2in. (50mm) 的每 1in. (25mm) 或其余数，均按表 1 规定的标距 2in. (50mm) 伸长率百分数相应减小 1.00%。

表 2 化学成分(熔炼分析)

元 素	成 分
P，≤	0.040
S，≤	0.050
Cu(当要求含铜钢时)，≥	0.20
Pb	①

① 当有要求时，铅可规定为添加元素，见 6.2 条。

7.1.1.6 厚度或直径大于 2in. (50mm)，

级别为 70，75，80 和 90（485，515，550 和 620）的材料，其厚度或直径大于 2in.（50mm）的每 1in.（25mm）或其余数，均按表 1 规定的标距 2in.（50mm）伸长率百分数相应减小 1.00%，但最多减小 3%。

7.1.2 试样

7.1.2.1 除非另有规定，试样应从轧态的材料上制取。按 A370 试验方法和定义中所述，拉伸试样可以是时效过的。

7.1.2.2 试样应纵向截取，并且可以用全厚度或全截面进行试验，或者加工成 A370 试验方法和定义中图 4 或图 5 所示的尺寸。若试样按图 5 所示尺寸，则应从棒料中心和表面之间的中间部位加工出来。

7.1.2.3 型钢和扁钢的试样可加工成 A370 试验方法和定义中图 4 所示形状和尺寸或者保持两边平行。厚度或直径大于 1 ½ in.（40mm）的材料，试样可以加工成厚度或直径至少为¾in.（20mm），长度至少为 9in.（230mm），也可采用 A370 标准图 5 所示的尺寸。

7.1.3 试验数量——每一炉号应作两个拉伸试验，除非同炉号的成品材料少于 50t（45Mg）时只需作一个拉伸试验。但是，对于厚度不大于 2in.（50mm）的材料，当同一炉号的材料厚度相差⅜in.（9.5mm）或以上时，应对轧制材料（大于 7.1.1.2 条中的尺寸）的最大厚度和最小厚度各作一个拉伸试验，而不管它们的重量为多少。对于厚度大于 2in.（50mm）的材料，当同一炉号的材料厚度相差 1in.（9.5mm）或以上时，应对轧制厚度大于 2in.（50mm）的材料的最大厚度和最小厚度各作一个拉伸试验，而不管它们所代表的重量为多少。

7.1.4 试验方法——拉伸试验按 A370 试验方法和定义进行，采用适当的方法测定屈服点。

7.2 弯曲试验

7.2.1 要求

7.2.1.1 弯曲要求仅用于扁钢（所有尺寸），厚度或直径小于½in.（12.5mm）的棒钢（扁钢除外），以及截面积小于 1in.^{2}（645mm^2）的型钢。当要求对其他尺寸进行弯曲试验时，必须规定补充要求 S6。

7.2.1.2 弯曲试样在室温下弯曲至 180°，弯曲部分外侧不应有裂缝。弯芯直径与试样的厚度或直径有关，详见表 3。

7.2.2 试样

7.2.2.1 厚度或直径不大于 1 ½ in.（40mm）的材料可以用全厚度弯曲试样。宽度大于 2in.（50mm）的扁钢，可将其宽度铣到 1½in.（40mm）。

7.2.2.2 厚度或直径大于 1 ½ in.（40mm）的材料，弯曲试样可以机加工成不小于¾in.（20mm）或 1in. ×½in.（25mm×12.5mm）的截面。对于厚度不大于 2in.（50mm）的材料，其弯曲试样的机加工边缘可以倒角为半径不大于1/16 in.（1.6mm）的圆角，而对于厚度大于 2in.（50mm）的材料，倒角半径应不大于⅛ in.（3.2mm）。

7.2.3 试验数量——在进行弯曲试验时，应对每个炉号作两个弯曲试验，如果同炉号的成品材料少于 50t（45Mg），则只需作一个弯曲试验，但是，对于厚度不大于 2in.（50mm）的材料，当同一炉号的材料的厚度差为⅜ in.（9.5mm）或以上时，应对最厚和最薄的轧制材料各进行一个弯曲试验，而不论其代表的重量为多少。对于厚度大于 2in.（50mm）的材料，当同一炉号的材料厚度差为 1in.（25mm）或以上时，应对轧制厚度大于 2in.（50mm）的材料的最大厚度和最小厚度各进行一个弯曲试验，而不论其代表的重量为多少。

7.2.4 试验方法——弯曲试验按试验方法 $e_2$90。

8 工艺质量、表面质量和外观

8.1 棒钢应无可见的缩孔、过度的偏析和有害的表面缺陷。

8.2 表面质量——棒钢应具有市售通常是热轧获得的热加工表面质量。除锈与否，由钢厂自定，参见 5.3 条。

9 一般要求

9.1 按本标准供货的材料应符合最新版 A 29/A 29M标准中的适用要求。

10 合格证书

10.1 应提供一份证明材料是按本标准制造

和试验的合格证书，同时提供一份熔炼分析，拉伸试验和弯曲试验(如有的话)结果的报告。在一次发货中，同一炉号的材料数量小于10t(9Mg)并且未超过7.1.3和7.2.3条所述厚度变化范围时，只需报告一个试验。报告应包括钢厂名称、ASTM标准号及其版本年号和修订字母代号、等级、炉号和尺寸。

10.2 被试产品的厚度可以不必与每个订货厚度相同，因为试验是按炉号进行的，而不是按每一项订单进行的。

10.3 当指定补充要求时，报告中应有符合要求的说明，或者当要求中有测试值时，列出试验结果。

11 关键词

11.1 碳钢棒钢 热锻轧加工棒钢 棒钢

表3 弯曲要求

等级号	不同厚度或直径的棒钢,其弯芯直径与试样厚度的比值,in.(mm)						
	≤¾(20)	>¾(20)~1(25)	>1(25)~1¼(40)	>1½(40)~2(50)	>2(50)~3(75)	>3(75)~5(125)	>5(125)
45(310)	压平	压平	½	1	1	2	3
50(345)	压平	½	1	1½	2½	3	3½
55(380)	½	1	1½	3	2½	3	3½
60(415)	½	1	1½	2½	3	3½	4
65(450)	1	1½	2	3	3½	4	5
70(485)	1½	2	2½	3	3½	4	5
75(515)	2	2	3	3½	4	4½	6
80(550)	2	2½	3	3½	4	4½	6
90(620)①							

① 90(620)级无弯曲要求,但经供需双方同意可以规定要求(见补充要求S6)。

补　充　要　求

只有当采购方在询价单、合同或订货单中作出规定时，下述一项或几项补充要求方可采用。这些补充要求的细节由买卖双方以书面形式协议确定。补充要求不应违反标准本身的任何要求。

S1　晶粒度

S1.1　钢应符合粗奥氏体晶粒度要求，或A29/A29M 标准要求的细奥氏体晶粒度。

S2　热处理

S2.1　需要时，采购方可以指定材料为消除应力状态。

S3　特殊直度公差

S3.1　棒钢可以指定特殊直度公差（参见A 29/A 29M 标准）。

S4　清理

S4.1　采购方可以规定棒钢表面用酸洗或喷砂除锈。

S5　涂层

S5.1　采购方可以规定在已除锈的棒材上涂油。

S6　弯曲要求

S6.1　90（620）级钢可指定弯曲要求，其弯曲比率应经商定。当有规定时，所有其他等级钢材的弯曲要求按表 3 规定。

S7　碳含量限制

S7.1　45（310）、50（345）、55（380）、60（415）、65（450）和 70（485）级钢中的碳含量应小于等于 0.35%。

给水加热器用无缝和焊接奥氏体不锈钢管子

SA-688/SA-688M

(15)

(与 ASTM 标准 A688/A688M—12 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于无缝和焊接的奥氏体不锈钢给水加热器管子，若有规定时，包括管式给水加热器中所用的 U 形弯管。

1.2 包括的管子规格尺寸为：外径 5/8～1in.(15.9～25.4mm)，以及平均或最小壁厚为大于或等于 0.028in.(0.7mm)。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 262 测定奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性的实用规程

A 480/A 480M 不锈和耐热钢平轧钢板、薄板和钢带通用要求

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

E112 测定平均晶粒度的试验方法

E 527 金属和合金 UNS 编号的实用规程

2.2 其他标准：

SAE J1086 金属和合金命名（UNS）编号用实用规程

3 术语

3.1 术语的定义—本标准中所使用术语的定义，参见 A 941 术语标准。

4 订货须知

4.1 对按本标准订购的材料规定所有必须的要求是采购方的责任。这些要求例如包括、但是不只限于下列各项：

4.1.1 数量（长度或件数）；

4.1.2 材料名称；

4.1.3 尺寸——外径、壁厚（最小或平均值）和长度；

4.1.4 级别（化学成分）（表 1）；

4.1.5 如订货单规定需弯管，则随订货单应附以 U 形弯管标号或图纸说明 U 形弯管要求；

4.1.6 选用要求—如 U 形弯管要求退火或管子要求水压或气压试验的，采购方应作出规定（见 11.8 条）；

4.1.7 可选要求—采购方在采购订货单中应规定材料是否按补充要求 S1 或 S2 作涡流试验，以及，是否按补充要求 S3 要求特殊的试验报告。

4.1.8 任何特殊要求。

5 一般要求

5.1 除了这里另有规定的外，按本标准提供的管子，应符合最新出版的 A 1016/A 1016M 标准的适用要求。

6 材料和制造

6.1 管子应采用无缝或焊接并冷加工制管法制成。

6.2 无缝管子

6.2.1 无缝管子应以冷精整工艺提供，不允许以热精整作为最终的完工工序。

6.3 焊接管子

6.3.1 管子应采用不添加填充金属的自动焊接工艺由平轧钢制成。

6.3.2 焊接后及做最终热处理之前，应在焊缝和基体金属上，或仅在焊缝金属上对管子进行冷加工，冷加工的方法应由采购方规定。当采用冷拔时，采购方可以规定横截面积或壁厚的最小减少量，或者两者的最小减小量。

6.4 许多表面沾污物对管子的高温性能或抗腐蚀性能的影响是有害的。铜、铅、汞、锌、氯化物或硫对不锈钢是有害的，制造厂应采用能减少这些元素对钢管表面的沾污的技术手段。

7 退火前的表面清理

7.1 在制造直管或弯管中所用的全部润滑剂涂层，应在退火处理之前从所有的表面除去。当弯曲 U 形管时，在内表面涂了润滑剂的，应将内表面清理干净，并通过吹送与管子紧配合，浸泡了丙酮的毡塞对每种弯管半径的 10% 的管子来证实。吹送时应采用干燥无油的空气或惰性气体来吹送毡塞通过管子。假如通过任一管子的毡塞显示出超过浅灰色的变色，则所有在弯曲时内壁涂有润滑剂的管子应予重新清理。重新清理之后，内表面涂有润滑剂的每种弯管半径的 10% 的管子应进行复试。

8 热处理

8.1 所有成品直管或弯制 U 形管用的直管，应以固熔退火状态供货。退火工艺（除 N08367、S31254、S32654、N08810、N08811 和 N08926 级钢外）应包括将材料加热到最低 1900 ℉（1040℃），然后快速冷却到700 ℉（370℃）以下。冷却速度应足够地快，以防止产生第 13 节中确定的有害的碳化物析出。

8.2 UNS N08367 级钢应在最低为 2025 ℉（1107℃）的温度下固溶退火，并随后快速淬火。

8.3 N08926 级钢应在最低为 2010 ℉（1100℃）的温度下进行热处理，随后进行水淬或以其他方法快冷。

8.4 S31254 和 S32654 级钢应在最低为2100 ℉（1150℃）的温度下固溶退火，随后进行快速淬火。

8.5 N08810 级钢应在最低为 2050 ℉（1120℃）的温度下做热处理，随后进行快速淬火。

8.6 如果规定对 U 形弯管作热处理，它应满足上面所述的退火工艺，并应按下述方法进行：

8.6.1 应对 U 形管区域和超出 U 形弯头起弯点（切点）约6in.（150mm）长的每一管腿进行热处理。

8.6.2 若 8.6 节中规定的热处理是用电阻加热的方法，电极夹到管子上，则应用目视检查夹持区有无被电弧烧伤，若有烧损迹象将导致拒收，除非它们可用局部抛光除去、且不侵入最小壁厚。

8.6.3 应采用光学或辐射高温仪、或同时采用两者完成温度控制。不应采用测温蜡笔、油漆或小片。

8.6.4 在加热及直至冷却到低于700 ℉（370℃）的过程中，为了防止管子内表面生成氧化皮，应采用充保护性气体或惰性气体保护。这些气体应是不渗碳的。

9 表面状态

9.1 最终退火后、直管应用硝酸和氢氟酸溶液进行酸洗，然后用水冲洗和漂洗。若采用光亮退火，就无此要求。

9.2 U 形弯头区域经电阻加热热处理的后外表面上形成的经微氧化皮应是允许的。

10 化学成分

10.1 成品分析：

10.1.1 当在采购订货单中有要求时，供货方应对每炉钢的一根管子或一根弯管圈进行成品分析。化学成分应符合表 1 中所示要求。

10.1.2 成品分析偏差应按 A480/A480M 标准的规定。但对规定最大含碳量≤0.04% 的材料的含碳量成品分析偏差不适用。

10.1.3 若初次成品分析不合格，则应另取二根平轧坯料或管子进行复试。对有问题的元素，两个复试都必须满足本标准的要求，否则该炉或该批的所有剩余材料都应予拒收，或者生产者愿意，可对每根平轧坯料或管子作个别的合格验收试验。不符合本标准要求的平轧坯料或管子应予拒收。

表1 化学成分要求

	级别	TP 304	TP 304L	TP 304LN	TP 316	TP 316L	TP 316LN	TP XM-29	TP 304	TP 316N	…	800	800H	…	…	…	…
元素	UNS 标号[A]	S30400	S30403	S30453	S31600	S31603	S31653	S24000	S30451	S31651	N08367	N08800	N08810	N08811	N08926	S31254	S32654
								成分,%									
C, max	—	0.08	0.035	0.035	0.08	0.035	0.035	0.060~11.50	0.08	0.08	0.030	0.10	0.50~0.10	0.06~0.10	0.020	0.020	0.020
Mn, max[B]	—	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	14.50	2.00	2.00	2.00	1.50	1.50	1.50	2.00	1.00	2.0~4.0
P, max	—	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.060	0.040	0.040	0.040	0.045	0.045	0.045	0.03	0.030	0.030
S, max	—	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.015	0.015	0.015	0.01	0.010	0.005
Si, max	—	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.5	—	0.50
Ni	—	8.00~11.00	8.00~13.00	8.00~13.00	10.00~14.00	10.00~15.00	10.00~15.00	2.25~3.75	8.00~11.0	10.00~14.00	23.50~25.50	30.00~35.0	30.0~35.0	30.0~35.0	24.00~26.00	17.5~18.5	21.0~23.0
Cr	—	18.00~20.00	18.00~20.00	18.00~20.00	16.00~18.00	16.00~18.00	16.00~18.00	17.00~19.00	18.0~20.0	16.0~18.0	20.00~22.00	19.00~23.0	19.00~23.0	19.00~23.0	19.00~21.00	19.5~2.05	24.0~25.0
Mo	—	…	…	…	2.00~3.00	2.00~3.00	2.00~3.00	…	…	2.00~3.00	6.00~7.00	…	…	…	6.0~7.0	6.0~6.5	7.0~8.0
Ni[C]	—	…	…	0.10~0.16	…	…	0.10~0.16	0.20~0.40	0.10~0.16	0.10~0.16	0.18~0.25	…	…	…	0.15~0.25	0.18~0.22	0.45~0.55
Cu	—	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.75max	0.75	0.75	0.75	0.5~1.5	0.50~1.00	0.30~0.60
Ti	—	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.15~0.60	0.15~0.60	0.15~0.60[D]	…	…	…
Al	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.15~0.60	0.15~0.60	0.15~0.60[D]	…	…	…
其他元素	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	Fe39.5 min.[E]	Fe39.5 min.[E]	Fe39.5 min.[E]	…	…	…

A. 按 ASTM E 527 和 SAE J1086，金属和合金编号（UNS）实用规程确立的新标号。

B. 除另有注明外，均为最大值。

C. 氮的分析方法应由采购方和制造厂共同商定。

D. （Al+Ti）= 0.85~1.20。

E. 铁（Fe）元素的含量应由 100 减去其他规定元素之和的算术差来确定。

* 表 1 中的 N08800（800 合金）、N08810（800H 合金）和 N08811，三个级别的钢种是在本版本（2015 年版）新增加的钢种。——译注。

11　力学性能要求

11.1　拉伸性能：

11.1.1　材料应符合表 2 中所示的拉伸性能。

11.1.2　应在批量少于 50 根管子的试样上做一个拉伸试验，批量超过 50 根管子的应在二根管子的试样上进行拉伸试验。

11.2　硬度：

11.2.1　级别 TP XM-29 和 N08367 钢管子的硬度应不超过 100HRB 或其相当值。其他级别管子的硬度应不超过 90HRB 或其相当值。这一硬度要求不适用于弯管后不作热处理的 U 形弯管的弯曲部分。

11.2.2　应从每批两根管子的试样上进行布氏或洛氏硬度试验。

11.3　反向弯曲试验（焊接制品）：

11.3.1　应在每 1500ft(460m)成品管的一个试样上作一个反向弯曲试验。

11.3.2　一段长为 4in.(100mm)的试样应从焊缝每一侧 90°处沿纵向剖切开。随后打开该试样，并围绕一个直径为壁厚 4 倍的芯轴弯曲；芯轴平行于焊缝并和管子的外表面相接触。焊缝应处在最大弯曲点处，焊缝上应无开裂或未焊透的迹象，或由于清除焊接毛刺而造成焊瘤的现象。

11.3.3　当规定公称壁厚大于等于规定外径的 10%或壁厚不小于 0.134in.(3.4mm)，或者外径尺寸小于0.375in.(9.5mm)时，反向弯曲试验不适用。在这种情况下应采用 A 1016/A 1016M 标准的反向压扁试验。

11.4　压扁试验（无缝和焊接的产品）——应从每批中在一根成品管子的每一端取试样做压扁试验，但不应从用于卷边试验的那一根管子取试样。

11.5　卷边试验（焊接产品）——应从每批中在一根成品管子的每一端取试样做卷边试验，但不应从用于压扁试验的那一根管子取试样。

11.6　扩口试验（无缝产品）——应从每批中在一根成品管子的每一端取试样做扩口试验，但不应从用于压扁试验的那一根管子取试样。

11.7　晶粒度：

11.7.1　N08810 和 N08811 级钢按 E112 试验方法标准测定的晶粒度应为 5 号或更粗。

11.8　压力试验：

11.8.1　每一根直管或完成弯管并做了弯管后的热处理的 U 形弯管应按采购方的规定根据下列各条之一进行压力试验。

11.8.1.1　水压试验——每根管应按 A 1016/A 1016M 标准进行内压水压试验。当试验压力和保持时间和 A 1016/A 1016M 标准所述不同时则应由采购方和制造厂商定。

11.8.1.2　水下气压试验——每根管子应按 A 1016/A 1016M 标准进行水下气压试验。

11.9　“批”的定义

11.9.1　对于压扁或卷边要求，术语“批”适用于以切割前的 125 根管子为一组的，由同一炉钢、且在连续炉内作退火生产的同一公称尺寸和壁厚的管子。

11.9.2　对于拉伸和硬度试验要求，术语“批”适用于切割管子前，同一公称直径和壁厚由同一炉钢、并在连续炉内以相同温度、相同加热时间及炉速退火所生产的所有管子。

表 2　拉伸要求

级别	304，316	304L，316L	XM-29	304N，316N	304LN，316LN	…	…	800	800H	…	…	…	…	…
UNS 标号	S30400，S31600	S30403 S31603	S24000	S30451，S316531	S30453，S31653	N08367，$t\leq$0.187	N08367，t>0.187	N08800	N08810	N08811	N08926	S31254 $t\leq$0.187	S31254 t>0.187	S32654
抗拉强度，≥ksi（MPa）	75 [515]	70 [485]	100 [690]	80 [550]	75 [515]	100 [690]	95 [655]	75 (520)	65 (450)	65 (450)	94 [650]	100 [690]	95 [655]	120 [825]
屈服强度，≥ksi（MPa）	30 [205]	25 [175]	55 [380]	35 [240]	30 [205]	45 [310]	45 [310]	30 (205)	25 (170)	25 (170)	43 [295]	45 [310]	45 [310]	65 [450]
标距 2in. 或 50mm 伸长率，≥，%	35	35	35	35	35	30	30	30	30	30	35	35	35	40

12 无损试验（电测试验）

12.1 每一根直管在完成热处理之后，应按照 A 1016/A 1016M 标准将其通过一个可以探查出管子整个横截面上缺陷的无损试验机。

13 耐腐蚀性能

13.1 从经热处理的以最小弯管半径弯曲的试样管的中部取一段 1in.（25.4mm）长的全截面试样，按 A 262 实用规程在热处理状态下进行试验。

13.2 从每批直管取一个1in.（25.4mm）长的全截面试样按 A262 实用规程的成品状态下进行试验。

13.3 当按 A262 实用规程进行评估时，试样上存在任何表明有晶间腐蚀的龟裂或裂缝应作为拒收该批管子的理由。

13.4 对于腐蚀试验要求，术语“批”适用于切割管子前，同一公称直径和壁厚，由同一炉钢，并在连续炉内以相同温度、相同加热时间及炉速作退火的所有管子。

13.5 高碳级别钢—高碳级别的 N08810 和 N08811 级钢应不经受晶间腐蚀试验。

14 允许偏差（图 1）

14.1 规定外径的允许偏差应按 A 1016/A 1016M 标准。这些偏差不适用于 U 形弯管的弯头部分。对于 $R \geqslant 2\times D$ 的 U 形弯管的弯头部分，无论是管子的最大和最小直径都不得与弯管前的公称直径相差超过 10%。若规定 $R<2\times D$，则公差可放大些。

14.2 规定壁厚的允许偏差：

14.2.1 规定最小壁厚的允许偏差不得超过+20%和-0。

14.2.2 规定平均壁厚的允许偏差为公称壁厚的±10%。

14.2.3 在 U 形弯头处截面的管子壁厚应不小于由下式确定的值：

$$t_f = 4RT/(4R+D)$$

式中 t_f——弯管后的壁厚，in.（mm）

T——14.2.1 条或 14.2.2 条的最小壁厚，in.（mm）

R——中心线弯管半径，in.（mm）

D——管子的公称外径，in.（mm）

14.3 规定长度的允许偏差：

14.3.1 直管——对 24ft（7.3m）及以下的直管，最大允差为+⅛in.（3mm）和-0；对超过 24ft（7.3m）的直管、每 10ft（3m）或其余数，可外加偏差+⅛in.（3mm），但最大允许到+1/2in.（13mm）。

14.3.2 U 形弯管——对于 U 形管，从管腿与弯头的切点起到管腿端头为止的管腿长度应不小于规定数，但可在表 3 中所给出的偏差值范围内超过规定长度。两管腿长度之差，除另有规定外，应不大于⅛in.（3mm）*。

14.4 任一根管子端部的垂直度偏差不得大于表 4 中给出的值。

14.5 在弯头与管腿的切点处测得的管腿间距与（2*R*-规定的管子外径）值的差不得大于 1/16in.（1.5mm），式中，*R* 为中心线处的弯管半径。

14.6 U 形管的弯管部分的曲率应基本上是均匀曲线，与名义中心线半径之差不得大于±1/16in.（1.5mm）。

14.7 弯头平面的允许偏差（图 1），在两切点处测量时，应不超过 1/16in.（1.5mm）。

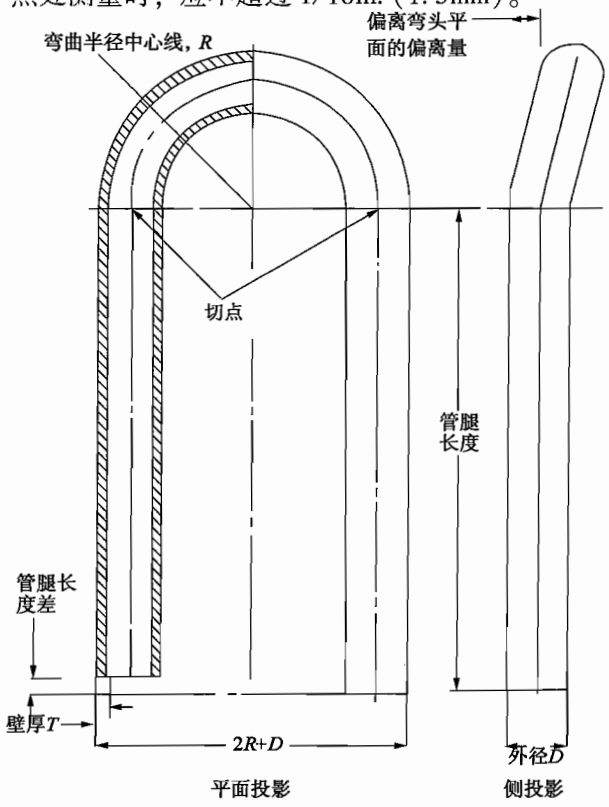


图 1 U 形管子的弯头平面

* 原文漏标公制值，已更正。——译注。

表 3　管腿长度偏差

管腿长度，ft(m)	正偏差，in.(mm)
≤20（6）	1/8（3.2）
20（6）<长度≤30（9）	5/32（4.0）
30（9）<长度≤40（12.2）	3/16（4.8）

表 4　端部垂直度偏差

管子外径，in.(mm)	偏差，in.(mm)
≤5/8（15.9）	0.010（0.25）
>5/8~1¼（>15.9~31.7）	0.016（0.4）

15　工艺质量、表面精整和外观

15.1　按本标准采购的管子拟用于换热器上，它将通过沿着管子长度配置的支承板或挡板或者两者上紧配合的管孔插入。管子端部还将插入管板上非常紧密配合的孔并胀接在那里，也可以是焊接。管子应能经受住胀接和弯曲而不出现裂纹或发纹。成品管应相当地直，并适用于预定的用途。

15.2　管子从钢厂发货装运时管子内、外表面上的残余氯化盐的污染浓度应不超过 1mg/ft^2（10.7mg/m^2）管子表面。在发货装运之前，应立即对每 500 件发货件中的一根管，按制造厂和采购方之间的商定的程序校验氯化盐的污染程度。

16　检验

16.1　代表采购方的检查员、应在所有时候可进入对采购方订购材料进行检验和试验的区域。制造厂应为检查员提供一切可能的便利，以使他确信材料是按照本标准提供的。除非另有规定，所有要求的试验和检验应在发货前在制造厂内进行，并应避免对工厂的生产发生不必要的干扰。

17　拒收

17.1　采购方可对从制造厂收到的每一根管子进行检验，如果本标准所列举的检验和试验方法，其结果不满足本标准的要求，则可以拒收该根管子，并通知制造厂。如何处理被拒收的管子则由制造厂和采购方双方商定。

17.2　在任何成型操作或在安装过程中失效并发现有缺陷的管子材料应放在一边，并通知制造厂。如何处理这些材料应由制造厂和采购方双方商定。

18　合格证书

18.1　由制造厂的授权雇员或代表签字的试验报告应提交给采购方，以指出标准号及级别号、熔炼分析结果、硬度和拉伸性能。成品分析只有当按 4.1.7 条在采购订货单中有要求时才需提供。

19　产品标志

19.1　所有的管子应标记出炉批号。

19.2　装箱和包装应作出标志，或加上标签示出采购订货单号，制造厂订货号，标准号及级别号，管子的规格尺寸，装入包装箱内的件数和货号（如若适用时）。

20　包装

20.1　所有的管子应加以包装或捆扎以防止在正常搬运和运输时损坏。建造箱子时不应使用钉子、肘钉、螺丝或类似的紧固件，而应设法使管子在放入包装箱内后能紧靠着箱子，并且牢固。箱子应内衬塑料薄板或防潮材料，以防止管子在装卸、运输和贮存时受氯化物的污染。

20.2　U 形管子的排列应做到当移走较小半径的弯管时、不至于弄乱较大半径的弯管。同一个件号的管子应装箱在一起。

21　关键词

21.1　奥氏体不锈钢　给水加热器管子　无缝管子　不锈钢管子　钢管子　焊接钢管子

补 充 要 求

当在询价单或招标书，以及在采购订货单或合同中有规定时，下列的一条或多条补充要求可以成为本标准的一部分。除非是在采购订货单上注明，否则这些要求将不予考虑；当已注明时所必须的试验应由钢管制造厂在管子弯管前或发货前完成。

S1 无损涡流试验

S1.1 每一根成品管子，除了需按要求弯管以外，应通过能探测出管子整个横截面上缺陷的无损电测试验机的试验。应使用能清楚地分辨出人工缺陷的合适仪表。管子的内、外表面应无松散的氧化皮、金属颗粒、以及能限制信号或产生电气噪声的其他物质。管子应纵向送入通过一个或多个检查线圈接受检查，线圈的直径要适合于所要检查的管子直径。仪器的标定是用一根参考标准样管完成的，它应从与所要检查的管子具有相同的规格尺寸、级别和物理状态的被选取出的样管上取一段合适的长度制备。标准样管应以与进行管子检查时相同的速度通过检查线圈。

S1.2 应按照仪器制造厂对涉及到的特定仪表的指示来选择或调节 S1.3 中列出的参数，以获得使参考缺陷和管子平滑部分之间达到最佳的仪表分辨率。

S1.3 下列各项及涉及到的其他参数的使用不得有损于仪表探测出缺陷的总的能力，即：试验频率，直流饱和电平，过滤网格，相分析线路，线圈直径和仪表增益。

S1.4 参考标准样管应由一个和被试验管子相同尺寸、合金和状态（回火的）、并无缺陷的样管构成，在外径上应有纵向和横向的切槽，建立被试验管的拒收标准。内表面上的纵向及横向切槽也应是参考标准样管的一部分。这些内侧切槽可以比外侧切槽大些，且仅用来保证仪表相位设定，以能产生最佳的内表面敏感度。

S1.4.1 所有的切槽应由电火花加工（EDM）方法制成。外径表面上的切槽应如表 S1.1 和图 S1.1 中所示出的尺寸。

表 S1.1 切槽深度

外径，in.（mm）	壁厚，in.（mm）	深度①，in.（mm）	长度，≤ in.（mm）	宽度，≤
5/8~1（15.9~25.4）	≥0.028（0.7）	0.045（0.11）或壁厚的 10%，取其大值	0.375（9.5）	等于 1 个壁厚，但不大于 0.062in.（1.6mm）

①切槽的深度偏差应是±8%或±0.0005in.（0.1mm），取其大值。切槽的位置取向和校正标准长度参见图 S1.1。

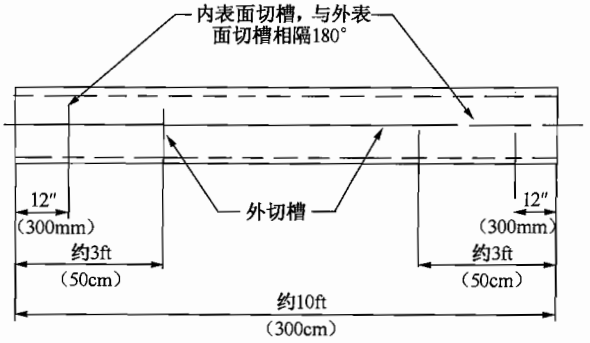


图 S1.1 涡流试验标准样管

S1.5 所有管子应符合本标准。仪表的标定在试验开始时，试验设备任何一次关闭之后，任何试验设备调整之后，或在连续生产的至少每隔 1/2h（小时）或两者的情况下作校验。发生信号高出外表面校准标准灵敏度的管子均应予拒收。

S1.6 管子可以经修整并重新试验，只要修整工作并不对管子标准要求的最小壁厚或其他性能起反面影响。根据采购方和制造厂之间协议，可以采用超声波试验作为仲裁方法来复试由涡流试验所拒收的管子。这种试验的校正标准应和涡流试验所要求的相同。

S2 无损涡流试验（选择商业级别）

S2.1 除了切槽标准应按表 S2.1 中所示外，制造厂应采用补充要求 S1 列出的程序来试验管子。

表 S2.1　对于选择商业级别的切槽深度

外径，in.（mm）	壁厚，in.（mm）	深度，in.（mm）	长度，≤in.（mm）	宽度，≤
5/8~1（15.9~25.4）	≥0.035（0.9）	0.045（0.11）或壁厚的 10%，取其大值	0.375（9.5）	切槽深度的 3 倍
5/8~1（15.9~25.4）	<0.035（0.9）	0.045（0.11）或壁厚的 10%，取其大值	0.375（9.5）	1 个壁厚

S3　报告

S3.1　制造厂应提供一份报告，包括为了评定材料符合本标准所进行的全部试验的记录。该记录应包括所作试验的次数，适用的定性和定量结果。

S4　晶间腐蚀试验

S4.1　当有规定时，材料应能通过由制造厂按照 A262 标准的实用规程 E 操作方法所进行的抗晶间腐蚀试验。

注 S4.1：操作方法 E 对于低碳钢级别要求在敏化条件下试验，对其他级别在交货条件下作试验。

沉淀硬化不锈和耐热钢板、薄板和钢带

SA-693

（除调整级别 XM-16 的伸长率要求和修正表 5 中的级别 XM-12 和 630 的最大硬度外，与 ASTM 标准 A 693—02[e]完全等同。还有修订表 1 的脚注②）

1 适用范围

1.1 本标准适用于沉淀硬化不锈钢板、薄板和钢带。这些钢的力学性能通过适当的低温热处理，即通常称为沉淀硬化而得到提高。

1.2 这些钢用于在室温或在小于等于 600℉（315℃）的温度下要求耐腐蚀性和高强度的部件。这些钢中有几个钢种特别适合于在固溶处理的状态下减缓剧烈的拔制和成形，而其余的只能适合于不剧烈的成形。它们适合在固溶退火状态下进行机加工，在此之后它们可被硬化到本标准规定的力学性能而无发生裂纹和变形的危险。

1.3 以英寸—磅单位表示的数值应视为标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 480/A 480M 不锈和耐热钢平轧钢板、薄板和钢带通用要求

E 527 金属和合金编号(UNS)实用规程

2.2 SAE 标准：

SAE J1086 金属和合金编号(UNS)的推荐规程

3 一般要求

3.1 按本标准提供材料的订货单的下列要求应符合 A 480/A 480M 标准现行版本的适用要求，或者按下列规定

3.1.1 定义。

3.1.2 交货的一般要求。

3.1.3 订货须知。

3.1.3.1 除了 A 480/A 480M 的要求外，在采购订货单里必须要规定热处理(见第 6 节)。

4 材料和制造

4.1 钢应采用下列工艺之一进行冶炼：

4.1.1 电炉(最好带炉外除气和精炼)。

4.1.2 真空电炉。

4.1.3 前两者之一，随后

4.1.3.1 真空，惰性气体或电渣自耗重熔或

4.1.3.2 电子束精炼。

4.1.4 由采购者和卖方商定可接受其他商业熔炼方法。

5 化学成分

5.1 钢应符合表 1 中规定的化学成分要求，并应符合 A 480/A 480M 标准现行版本中规定的适用要求。

6 产品的热处理

6.1 除非采购者在采购订货单中另作规定外，材料应以表 2 及表 3 注明的固溶退火状态供货。

7 力学性能

7.1 以力学试验试样为代表的材料应符合表 4 中规定的力学性能要求，并且当按 9.1 条中规定作了热处理后应能提高到表 5 中的性能指标。

8 弯曲要求

8.1 从经固溶退火的厚板、薄板或钢带上切下的试样应能经受表 6 中规定的冷弯，而在其弯曲部分的外侧不发生裂纹。

9 试样的热处理

9.1 当按表 2 和表 3 中的规定作了沉淀硬化处理后，从厚板、薄板或钢带上切下的试样应符合表 5 中的力学性能。

表 1 化学成分要求①

UNS 标号②	类 型	成分,% C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Al	Mo	Ti	Cu	其他元素③
S17400	630	0.07	1.00	0.040	0.030	1.00	15.00 ~ 17.50	3.00 ~ 5.00	…	…	…	3.00 ~ 5.00	④
S17700	631	0.09	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00 ~ 18.00	6.50 ~ 7.75	0.75 ~ 1.50	…	…	…	…
S15700	632	0.09	1.00	0.040	0.030	1.00	14.00 ~ 16.00	6.50 ~ 7.75	0.75 ~ 1.50	2.00 ~ 3.00	…	…	…
S35000	633	0.07 ~ 0.11	0.50 ~ 1.25	0.040	0.030	0.50	16.00 ~ 17.00	4.00 ~ 5.00	…	2.50 ~ 3.25	…	…	⑤
S35500	634	0.10 ~ 0.15	0.50 ~ 1.25	0.040	0.030	0.50	15.00 ~ 16.00	4.00 ~ 5.00	…	2.50 ~ 3.25	…	…	⑥
S17600	635	0.08	1.00	0.040	0.030	1.00	16.00 ~ 17.50	6.00 ~ 7.50	0.40	…	0.40 ~ 1.20	…	…
S36200	XM - 9	0.05	0.50	0.030	0.030	0.30	14.00 ~ 14.50	6.25 ~ 7.00	0.10	0.30	0.60 ~ 0.90	…	…
S15500	XM - 12	0.07	1.00	0.040	0.030	1.00	14.00 ~ 15.50	3.50 ~ 5.50	…	…	…	2.50 ~ 4.50	④
S13800	XM - 13	0.05	0.20	0.010	0.008	0.10	12.25 ~ 13.25	7.50 ~ 8.50	0.90 ~ 1.35	2.00 ~ 2.50	…	…	⑦
S45500	XM - 16	0.05	0.50	0.040	0.030	0.50	11.00 ~ 12.50	7.50 ~ 9.50	…	0.50	0.80 ~ 1.40	1.50 ~ 2.50	⑥
S45000	XM - 25	0.05	1.00	0.030	0.030	1.00	14.00 ~ 16.00	5.00 ~ 7.00	…	0.50 ~ 1.00	…	1.25 ~ 1.75	⑧
S46500	…	0.02	0.25	0.015	0.010	0.25	11.0 ~ 12.5	10.8 ~ 11.2	…	0.75 ~ 1.25	1.50 ~ 1.80	…	⑦

① 除了示出的范围值或另有注明外,均为最大百分数限值。

② 按 E527 和 SAE J1086 实用规程确定的新标号。

③ 术语钶(Cb)和铌(Nb)均为同一元素。

④ (Nb + Ta)为 0.15 ~ 0.45。

⑤ N 为 0.07 ~ 0.13。

⑥ (Nb + Ta)为 0.10 ~ 0.50。

⑦ N 为 0.01。

⑧ Nb 最少为 8 倍 C 含量。

表2 热处理,下

UNS标号	类 型	固溶处理	沉淀硬化处理①
S17400	630	1925℉±50℉ (按规定冷却)	900℉±15℉，1h，空冷 925℉±15℉，4h，空冷 1025℉±15℉，4h，空冷 1075℉±15℉，4h，空冷 1100℉±15℉，4h，空冷 1150℉±15℉，4h，空冷 (1400℉±15℉，2h，空冷 + 1150℉±15℉，4h空冷)
S17700	631	1950℉±25℉ (按规定冷却) 替代热处理： (见右)	1750℉±15℉，保温10min，快冷至室温；在24h内冷却至-100℉±10℉，保温不少于8h，在空气中加温到室温；加热至950℉±10℉，保温1h，空冷 1400℉±25℉，保温90min，在1h内冷却到55℉±5℉；保温不少于30min，加热到1050±10℉，保温90min，空冷
S15700	632	1950℉±25℉ (按规定冷却)	和631型相同
S35000	632	1710℉±25℉(水淬)，在-100℉及以下温度保温不少于3h	850℉±15℉，3h，空冷 1000℉±15℉，3h，空冷
S35500	634②	1900℉±25℉(淬火)，在-100℉及以下温度保温不少于3h	1750℉±10℉不少于10min，但不多于1h，水淬；冷却至不高于-100℉，保温不少于3h；在1000℉±25℉下回火、保温不少于3h
S17600	635	1900℉±25℉(空冷)	950℉±15℉，30min，空冷 1000℉±15℉，30min，空冷 1050℉±15℉，30min，空冷
S36200	XM-9	1550℉±25℉(空冷)	900℉±10℉，8h，空冷
S15500	XM-12	1900℉±25℉ (按规定冷却)	和630型相同
S13800	XM-13	1700℉±25℉ (按规定冷却到低于60℉)	950℉±10℉，4h，空冷 1000℉±10℉，4h，空冷
S45500	XM-16	1525℉±25℉(水淬)	900℉±10℉，4h，空冷 950℉±10℉，4h，空冷
S45000	XM-25	1900℉±25℉ (快速冷却)	900℉±15℉，4h，空冷 1000℉±15℉，4h，空冷 1150℉±15℉，4h，空冷
S46500	…	1875℉±25℉(快速冷却到室温)在固溶热处理后的24小时内冷却到零度以下之后，在-100℉±10℉的温度下保持不少于8小时，随后在空气中加温到室温。	900℉±15℉，4h，空冷 950℉±15℉，4h，空冷 1000℉±15℉，4h，空冷 1050℉±15℉，4h，空冷 1100℉±15℉，4h，空冷

① 时间值系指材料在该温度下的时间。

② 等温及过热回火热处理为：1425℉±50℉不少于3h，冷却至室温，再加热到1075℉±25℉不少于3h。

表 3 热处理,℃

UNS 标号	类 型	固 溶 处 理	沉淀硬化处理[①]
S17400	630	1050℃±25℃ (按规定冷却)	482℃±8℃，1h，空冷 496℃±8℃，1h，空冷 552℃±8℃，1h，空冷 579℃±8℃，1h，空冷 593℃±8℃，1h，空冷 621℃±8℃，1h，空冷 (760℃±8℃，2h，空冷 + 621℃±8℃，4h 空冷)
S17700	631	1065℃±15℃(水淬) 替代热处理：(见右)	954℃±8℃，保温 10min，快冷至室温；在 24h 内冷却至-73℃±6℃，保温不少于 8h，在空气中加温到室温；再加热到 510℃±6℃，保温 1h，空冷 760℃±15℃，保温 90min，在 1h 以内冷却到 15℃±3℃；保温不少于 30min，加热到 566℃±6℃，保温 90min，空冷
S15700	632	1038℃±15℃(水淬)	和 631 型相同
S35000	633	930℃±15℃(水淬)，在-73℃及以下温度保温不少于 3h	455℃±8℃，3h，空冷 540℃±8℃，3h，空冷
S35500	634[②]	1038℃±15℃(淬火)，在-73℃及以下温度保温不少于 3h	954℃±6℃不少于 10min，但不多于 1h，水淬；冷却至不高于-73℃，保温不少于 3h；在 538℃±15℃下回火、保温不少于 3h
S17600	635	1038℃±15℃(空冷)	510℃±8℃，30min，空冷 538℃±8℃，30min，空冷 566℃±8℃，30min，空冷
S36200	XM-9	843℃±15℃(空冷)	482℃±8℃，8h，空冷
S15500	XM-12	1038℃±15℃ (按规定冷却)	和 630 型相同
S13800	XM-13	927℃±15℃ (按规定冷却到 60℃以下)	510℃±6℃，4h，空冷 538℃±6℃，4h，空冷
S45500	XM-16	829℃±15℃(水淬)	482℃±6℃，4h，空冷或 510℃±6℃，4h，空冷
S45000	XM-25	1038℃±15℃ (快速冷却)	482℃±8℃，4h，空冷 538℃±8℃，4h，空冷 621℃±8℃，4h，空冷
S46500	…	1024℃±15℃（快速冷却到室温）在固溶热处理后的 24h 内冷却到零度以下之后，在-73℃±6℃的温度下保持不少于 8h，随后在空气中加温到室温。	482℃±6℃，4h，空冷 510℃±8℃，4h，空冷 538℃±8℃，4h，空冷 566℃±8℃，4h，空冷 593℃±8℃，4h，空冷

① 时间值系指材料在该温度下的时间。

② 等温及过热回火热处理为：774℃±25℃不少于 3h，冷却至室温，再加热到 579℃±15℃不少于 3h。

表4 固溶处理状态下力学性能试验要求

类型	尺寸	抗拉强度，≥		屈服强度，≥		标距2in或50mm伸长率，%≥	硬度，≤	
		ksi	MPa	ksi	MPa		Ro洛氏	B布氏
630	0.015~4.0in.(0.38~102mm)	185	1255	160	1105	3	C38	363
631	≤0.010in.(0.25mm)	150	1035	65	450	…	…	…
	>0.010~4.0in.(0.25~102mm)	150	1035	55	380	20	B92	…
632	0.0015~4.0in.(0.038~102mm)	150	1035	65	450	25	B100	…
633	0.001~0.0015in.(0.03~0.038mm)	200	1380	90	620	8	C30	…
	0.0015~0.002in.(0.03~0.05mm)	200	1380	88	605	8	C30	…
	0.002~0.005in.(0.05~0.13mm)	200	1380	86	595	8	C30	…
	0.005~0.010in.(0.13~0.25mm)	200	1380	85	585	8	C30	…
	>0.010in.(0.254mm)	200	1380	85	585	12	C30	…
634[①]	板材	…	…	…	…	…	C40	…
635	≤0.030in.(0.76mm)	120	825	75	515	3	C32	…
	0.030~0.060in.(0.76~1.52mm)	120	825	75	515	4	C32	…
	>0.060in.(1.52mm)	120	825	75	515	5	C32	…
XM-9	>0.010in.(0.25mm)	150	1035	125	860	4	C28	…
XM-12	0.0015~4.00in.(0.038~101.6mm)	…	…	…	…	…	C38	363
XM-13	0.0015~4.00in.(0.038~101.6mm)	…	…	…	…	…	C38	363
XM-16	≥0.010in.(0.25mm)	175	1205	160	1105	3	C36	331
XM-25[②]	≥0.010in.(0.25mm)	165	1205	150	1035	4	C33	311
S46500	≤0.140in.(3.56mm)	160	1105	150	1035	4	C33	…

① 仅对固溶处理，等温和过热回火钢板。

② XM-25型还可以按下列最低性能提供： 130 895 90 620 4 C25 255

表 5 在沉淀硬化热处理后的力学性能要求

级 别	淬火或沉淀硬化处理或两者，℉(℃)	厚度，in.(mm)	抗拉强度，≥		屈服强度，≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率 ≥，%[1]	断面收缩 率 ≥，%[1]	硬度，≥		夏比 V 型冲击 ≥[2]	
			ksi	MPa	ksi	MPa			Rockwell，最小值/最大值	Brinell，最小值/最大值	ft·lbf	J
630 和 XM－12	900(482)	≤0.1875(4.762)	190	1310	170	1170	5	…	C40/C48	…	…	…
		0.1875～0.625(4.762～15.88)	190	1310	170	1170	8	25	C40/C48	388/477	…	…
		0.626～4.0(15.90～102)	190	1310	170	1170	10	30	C40/C48	388/477	…	…
	925(496)	<0.1875(4.762)	170	1170	155	1070	5	…	C38/C48	…	…	…
		0.1875～0.625(4.762～15.88)	170	1170	155	1070	8	25	C38/C47	375/477	…	…
		0.626～4.0(15.90～102)	170	1170	155	1070	10	30	C38/C47	375/477	…	…
	1025(552)	<0.1875(4.762)	155	1070	145	1000	5	…	C35/C43	…	…	…
		0.1875～0.625(4.762～15.88)	155	1070	145	1000	8	30	C33/C42	321/415	10	14
		0.626～4.0(15.90～102)	155	1070	145	1000	12	35	C33/C42	321/415	15	20
	1075(579)	<0.1875(4.762)	145	1000	125	860	5	…	C31/C40	…	…	…
		0.1875～0.625(4.762～15.88)	145	1000	125	860	9	30	C29/C38	293/375	15	20
		0.626～4.0(15.88～102)	145	1000	125	860	13	35	C29/C38	293/375	20	27
	1100(593)	<0.1875(4.762)	140	965	115	790	5	…	C31/C40	…	…	…
		0.1875～0.625(4.762～15.88)	140	965	115	790	10	30	C29/C38	293/375	15	20
		0.626～4.0(15.88～102)	140	965	115	790	14	35	C29/C38	293/375	20	27
	1150(621)	<0.1875(4.762)	135	930	105	725	8	…	C28/C38	…	…	…
		0.1875～0.625(4.762～15.88)	135	930	105	725	10	35	C26/C36	269/352	25	34
		0.626～4.0(15.88～102)	135	930	105	725	16	40	C26/C36	269/352	30	41
	1400＋1150 (760＋621)	<0.1875(4.762)	115	790	75	515	9	…	C26/C36	225/331	…	…
		0.1875～0.625(4.762～15.88)	115	790	75	515	11	40	C24/C34	248/321	55	75
		0.626～4.0(15.88～102)	115	790	75	515	18	45	C24/C34	248/321	55	75

表 5(续) 在沉淀硬化热处理后的力学性能要求

级别	淬火或沉淀硬化处理或两者，℉(℃)	厚度，in.(mm)	抗拉强度，≥		屈服强度，≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率 ≥，%[1]	断面收缩率 ≥，%[1]	硬度，≥		夏比 V 型冲击 ≥[2]	
			ksi	MPa	ksi	MPa			Rockwell，最小值/最大值	Brinell，最小值/最大值	ft·lbf	J
631	1400(760) + 正 55(15) + 1050(566)	0.0015 ~ 0.0049(0.038 ~ 0.124)	180	1240	150	1035	3	…	C38	…	…	…
		0.0050 ~ 0.0099(0.127 ~ 0.251)	180	1240	150	1035	4	…	C38	…	…	…
		0.010 ~ 0.0199(0.25 ~ 0.505)	180	1240	150	1035	5	…	C38	…	…	…
		0.020 ~ 0.1874(0.51 ~ 4.760)	180	1240	150	1035	6	…	C38	…	…	…
		0.1875 ~ 0.625(4.762 ~ 15.88)	170	1170	140	965	7	20	C38	352	…	…
	1750(954) + 负 100(73) + 950(510)	0.0015 ~ 0.0049(0.038 ~ 0.124)	210	1450	190	1310	1	…	C44	…	…	…
		0.0015 ~ 0.0099(0.127 ~ 0.251)	210	1450	190	1310	2	…	C44	…	…	…
		0.010 ~ 0.0199(0.25 ~ 0.505)	210	1450	190	1310	3	…	C44	…	…	…
		0.020 ~ 0.1874(0.51 ~ 4.760)	210	1450	190	1310	4	…	C44	…	…	…
		0.1875 ~ 0.625(4.762 ~ 15.88)	200	1380	180	1240	6	20	C43	401	…	…
	钢厂冷轧	0.0015 ~ 0.050(0.038 ~ 1.27)	200	1380	175	1205	1	…	C41	…	…	…
	钢厂冷轧 + 900(492)	0.0015 ~ 0.050(0.038 ~ 1.27)	240	1655	230	1580	1	…	C46	…	…	…
632	1400(760) + 正 55(15) + 1050(566)	0.0015 ~ 0.0049(0.038 ~ 0.124)	190	1310	170	1170	2	…	C40	…	…	…
		0.0050 ~ 0.0099(0.127 ~ 0.251)	190	1310	170	1170	3	…	C40	…	…	…
		0.010 ~ 0.0199(0.25 ~ 0.505)	190	1310	170	1170	4	…	C40	…	…	…
		0.020 ~ 0.1874(0.51 ~ 4.760)	190	1310	170	1170	5	…	C40	…	…	…
		0.1875 ~ 0.625(4.762 ~ 15.88)	190	1310	170	1170	4	20	C40	375	…	…
	1750(954) + 负 100(73) + 950(510)	0.0015 ~ 0.0049(0.038 ~ 0.124)	225	1550	200	1380	1	…	C46	…	…	…
		0.0015 ~ 0.0099(0.127 ~ 0.251)	225	1550	200	1380	2	…	C46	…	…	…
		0.010 ~ 0.0199(0.25 ~ 0.505)	225	1550	200	1380	3	…	C46	…	…	…
		0.020 ~ 0.1874(0.51 ~ 4.760)	225	1550	200	1380	4	…	C46	…	…	…
		0.1875 ~ 0.625(4.762 ~ 15.88)	225	1550	200	1380	4	20	C45	429	…	…
	钢厂冷轧	0.0015 ~ 0.050(0.038 ~ 0.13)	200	1380	175	1205	1	…	C41	…	…	…

表 5(续) 在沉淀硬化热处理后的力学性能要求

级 别	淬火或沉淀硬化处理或两者，℉(℃)	厚度，in.(mm)	抗拉强度，≥		屈服强度，≥		标距 2in. 或 50mm 伸长率 ≥，%[1]	断面收缩 率 ≥，%[1]	硬度，≥		夏比 V 型冲击 ≥[2]	
			ksi	MPa	ksi	MPa			Rockwell，最小值/最大值	Brinell，最小值/最大值	ft·lbf	J
632	钢厂冷轧 + 900(482)	0.0015 ~ 0.050(0.038 ~ 0.13)	240	1655	230	1585	1	…	C46	…	…	…
633	850(455)	0.0005 ~ 0.0015(0.022 ~ 0.038)	185	1275	150	1035	2	…	C42	…	…	…
		0.0015 ~ 0.0020(0.038 ~ 0.041)	185	1275	150	1035	4	…	C42	…	…	…
		0.0020 ~ 0.0100(0.041 ~ 0.254)	185	1275	150	1035	6	…	C42	…	…	…
		0.0100 ~ 0.1875(0.254 ~ 4.762)	185	1275	150	1035	8	…	C42	…	…	…
	1000(540)	0.0005 ~ 0.0015(0.022 ~ 0.038)	165	1140	145	1000	2	…	C36	…	…	…
		0.0015 ~ 0.0020(0.038 ~ 0.041)	165	1140	145	1000	4	…	C36	…	…	…
		0.0020 ~ 0.0100(0.041 ~ 0.254)	165	1140	145	1000	6	…	C36	…	…	…
		0.0100 ~ 0.1875(0.254 ~ 4.762)	165	1140	145	1000	8	…	C36	…	…	…
634	850(455)		190	1310	165	1140	10	…	…	…	…	…
	1000(540)		170	1170	150	1035	12	…	C37	…	…	…
635	950(510)	≤0.030(0.76)	190	1310	170	1170	3	…	C39	…	…	…
		0.030 ~ 0.060(0.76 ~ 1.52)	190	1310	170	1170	4	…	C39	…	…	…
		>0.060(1.52)	190	1310	170	1170	5	…	C39	…	…	…
		厚板	190	1310	170	1170	8	25	C39	363	…	…
	1000(540)	≤0.030(0.76)	180	1240	160	1105	3	…	C37	…	…	…
		0.030 ~ 0.060(0.76 ~ 1.52)	180	1240	160	1105	4	…	C37	…	…	…
		>0.060(1.52)	180	1240	160	1105	5	…	C37	…	…	…
		厚板	180	1240	160	1105	8	30	C38	352	…	…
	1050(565)	≤0.030(0.76)	170	1170	150	1035	3	…	C35	…	…	…
		0.030 ~ 0.060(0.76 ~ 1.52)	170	1170	150	1035	4	…	C35	…	…	…
		>0.060(1.52)	170	1170	150	1035	5	…	C35	…	…	…
		厚板	170	1170	150	1035	8	30	C36	331	…	…

表5(续) 在沉淀硬化热处理后的力学性能要求

级 别	淬火或沉淀硬化处理或两者，℉(℃)	厚度，in.(mm)	抗拉强度，≥		屈服强度，≥		标距2in.或50mm伸长率≥，%①	断面收缩率≥，%①	硬度，≥		夏比V型冲击≥②	
			ksi	MPa	ksi	MPa			Rockwell，最小值/最大值	Brinell，最小值/最大值	ft·lbf	J
XM-13	950(510)	<0.020(0.51)	220	1515	205	1410	6	…	C45	…	…	…
		0.020~0.1874(0.51~4.760)	220	1515	205	1410	8	…	C45	…	…	…
		0.1875~0.625(4.760~15.88)	220	1515	205	1410	10	…	C45	…	…	…
		0.626~4.0(15.90~102)	220	1515	205	1410	10	…	C45	429	…	…
	1000(538)	<0.020(0.51)	200	1380	190	1310	6	…	C43	…	…	…
		0.020~0.1874(0.51~4.760)	200	1380	190	1310	8	…	C43	…	…	…
		0.1875~0.625(4.760~15.88)	200	1380	190	1310	10	…	C43	…	…	…
		0.626~4.0(15.90~102)	200	1380	190	1310	10	…	C43	401	…	…
XM-16	950(510)	≤0.020(0.51)	222	1525	205	1410	…	…	C44	…	…	…
		>0.020~0.062(0.51~1.57)	222	1525	205	1410	3	…	C44	…	…	…
		>0.062(1.57)	222	1525	205	1410	4	…	C44	…	…	…
XM-25	900(482)	≤0.020(0.51)	180	1240	170	1170	3	…	C40	…	…	…
		>0.020~0.062(0.51~1.57)	180	1240	170	1170	4	…	C40	…	…	…
		>0.062(1.57)	180	1240	170	1170	5	…	C40	…	…	…
	1000(538)	≤0.020(0.51)	160	1105	150	1035	5	…	C36	…	…	…
		>0.020~0.062(0.51~1.57)	160	1105	150	1035	6	…	C36	…	…	…
		>0.062(1.57)	160	1105	150	1035	7	…	C36	…	…	…
	1150(621)	≤0.020(0.51)	125	860	75	515	8	…	C26	…	…	…
		>0.020~0.062(0.51~1.57)	125	860	75	515	9	…	C26	…	…	…
		>0.062(1.57)	125	860	75	515	10	…	C26	…	…	…
XM-9	900(482)	>0.010(0.25)	180	1240	160	1105	3	…	C38	…	…	…
S46500	900(482)	≤0.140(3.56)	245	1690	235	1620	2	…	C48	…	…	…
	950(510)	≤0.140(3.56)	235	1620	225	1550	2	…	C47	…	…	…
	1000(538)	≤0.140(3.56)	220	1515	210	1445	2	…	C45	…	…	…
	1050(566)	≤0.140(3.56)	200	1380	185	1275	2	…	C43	…	…	…
	1100(593)	≤0.140(3.56)	180	1240	145	1000	2	…	C39	…	…	…

① 适用于沿长度的横向取样试验。横切轧制方向，并平行于产品表面。

② 除非在采购订货单中有规定，不要求冲击试验。

表 6 固溶处理状态下的弯曲试验要求

类 型	尺寸，in.（mm）	冷弯角度	弯 芯
630	不要求		
631	≤0.187（4.76）	180	1T①
	>0.187~0.275（4.76~6.98）	180	3T
632	≤0.187(4.76)	180	3T
	>0.187~0.275(4.76~6.98)	180	3T
633	≤0.187(4.76)	180	2T
634	0.187~0.249(4.76~6.32)	130	3T
	>0.249~0.750(6.32~19.08)	90	3T
635	不要求		
XM-9	≤0.109(2.77)	180	9T
XM-12	不要求		
XM-13	不要求		
XM-16	<0.1875(4.762)	180	6T
XM-25	<0.1875(4.762)	180	6T
S46500	≤0.140（3.56）	180	6T

① *T*—被试薄板的厚度。

压力管道部件用热加工或冷精整特殊质量要求碳钢棒材

SA-696

[与 ASTM 标准 A 696—90a(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于热锻轧加工或冷精整的特殊质量的碳钢直长棒材，这种棒材有力学性能的要求，用于制造压力管道部件和其他承压件。

1.2 以英寸-磅单位表示的数值为标准值。括号内所示数值系公制（SI）单位的换算值仅作参考，不可认作为是标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 29/A 29M 热锻轧加工和冷精整碳钢、合金钢棒材的通用要求

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

3 分级

3.1 棒钢按以下两个等级供货

3.1.1 B 级——抗拉强度最小为 60000psi(415MPa)，屈服强度最小为 35000psi(240MPa)。

3.1.2 C 级——抗拉强度最小为 70000psi(485MPa)，屈服强度最小为 40000psi(275MPa)。

3.2 棒钢可用于切削、焊接、热成型和采用机加工或冷轧工艺来加工螺纹。

4 订货须知

4.1 订购按本标准要求的材料，应包括下列内容：

4.1.1 数量(重量或棒钢的根数)。

4.1.2 材料名称(碳钢棒钢)。

4.1.3 状态：热加工或冷精整(5.4.1 条)。

4.1.4 表面质量(如要求除锈，参见 9.1 条)。

4.1.5 尺寸(直径、厚度、宽度及长度)。

4.1.6 横截面(圆形、方形、六角形)。

4.1.7 ASTM 标准号和出版年号。

4.1.8 等级(见表 1 和表 2)。

4.1.9 最终用途。

4.1.10 如需要，可提出对本标准的附加要求和补充要求。

注：典型订货单的示例如下：10000lb，碳钢棒钢，热加工，除锈，直径 1.000in. 长 10ft，圆棒，ASTM A696 年号____等级 B；补充要求 S1，直度偏差不超过 0.125in./5ft。

5 材料和制造

5.1 熔炼工艺——应由下述一次熔炼工艺中的一种或几种生产：平炉、氧气顶吹转炉或电炉冶炼。一次熔炼可结合单独的脱气或精炼，也可接着用电渣重熔或真空电弧重熔法进行二次熔炼。当采用二次熔炼时，炉号是指由同一熔炼炉次生产的所有重熔锭。

5.2 脱气——钢应是完全镇静的。

5.3 质量——棒钢应具备特殊的质量。

5.4 热加工或冷加工的：

5.4.1 棒材应按买方指定的热锻轧加工或冷精整法生产。

5.4.2 冷精整棒材是用冷拔或冷轧工艺生产的，其截面积要减少 10%以上，应再按 5.5.2 条的要求进行热处理。

5.5 热处理

5.5.1 除 5.5.2 条的要求外，棒材应以热锻轧加工态或冷精整态供货。

5.5.2 冷加工中截面收缩超过 10%(见 5.4.2 条)的冷精整棒材，应当在不低于 1200℉(649℃)的温度下进行消除应力退火、正火或完全退火处理。具体的热处理制度应由钢厂选择。

6 化学成分

6.1 钢的熔炼分析应符合表 1 中列出的对化

学成分的要求。

6.2　钢的成品分析可由买方进行，其结果应符合表 1 要求，并应符合 A 29/A 29M 标准规定的钢成品分析允许偏差。

表 1　化学成分(熔炼分析)要求,%

元　素	B 级和 C 级
C[①]	≤0.32
Mn	≤1.04
P	≤0.035[②]
S	≤0.045[②]
Si	0.15~0.35
Pb	①

① 碳含量低于最大值时，允许锰含量超过最大值。每减少碳 0.01%，允许锰增加 0.06%，锰最大可增加到 1.35%。

② 磷、硫或铅或其总量不得叠加。

7　拉伸性能要求

7.1　要求

7.1.1　由试样所代表的材料，应符合表 2 中列出的拉伸性能要求。

7.1.2　直径大于 2in.(51mm)的材料，当直径每超出 1in.(25.4mm)时，其伸长率允许比表 2 规定值减少 1%，但最多只能减少 3%。

表 2　拉伸性能要求

	B 级	C 级
抗拉强度,ksi(MPa),≥	60(415)	70(485)
屈服强度,ksi(MPa),≥	35(240)	40(275)
伸长率,2in. 或 50mm%,≥	20.0	18.0
伸长率,8in. 或 200mm%[①]≥	17.0	15.0

① 适用于直径为 1½in.(38mm)的全尺寸试棒。

7.2　试样

7.2.1　拉伸试样的选取应使其轴线位于材料的表面和中心线之间的中间位置上。对于小尺寸的材料,应尽可能靠近这个位置。

7.2.2　按 7.2.1 条的要求取样不可能时，应按 A370 试验方法和定义的规定制取试样。

7.3　试验次数——对每批材料都要进行一次拉伸试验。一批材料是指由同一炉钢水经受同样热处理制成的尺寸相同的所有棒钢。

7.4　试验方法——拉伸试验应按 A370 试验方法和定义的有关规定来进行。屈服强度可根据 0.2%的残余应变或载荷下产生 0.5%伸长来确定。

8　工艺质量、表面质量和外观

8.1　除锈——当要求除锈时,按补充要求 S7。

8.2　棒材应没有可见的缩孔并清理过表面，必要时应除去有害的表面缺陷。

9　一般要求

9.1　除了这里另有规定外，按本标准供货的材料应符合最新版 A 29/A 29M 标准中的适用要求。

10　证书和试验报告

10.1　在材料装运的同时提供一份钢厂的证书，表明成品材料和它的试验是符合本标准的，同时附有一份熔炼分析和拉伸试验结果的报告，报告应包括钢厂名称、ASTM 标准号、等级、形状、尺寸和表面光洁度。

11　包装和包装标志

11.1　直径或厚度小于 2in.（51mm）的棒钢材应以足够多数量具有充分强度的捆绑带紧紧地捆扎在一起，以最大限度地减小在搬运以及发运时的捆扎包打散，大尺寸的棒钢材应按 A 29/A 29M 标准的包装要求。

11.2　直径或厚度小于 2in.（51mm）的棒钢材，在每一个捆扎件上应挂上示明了采购订货单编号、ASTM 钢号及级别、炉号、尺寸和钢材制造厂名称的标签。

11.3　直径或厚度大于 2.0in（51mm）的棒钢材的一端上，应用钢印打印出钢材的炉号。

12　关键词

12.1　压力管道部件　特殊品质棒材　棒材

补 充 要 求

仅当采购方在询价单、合同或订单中提出时，下面补充要求的一项或几项才予应用。这些补充要求的细节，应得到钢厂和采购方的书面商定。补充要求不得与本标准本身的任何要求发生抵触。

S1 特殊的直度要求

S1.1 棒材应满足特殊的直度公差要求。

S2 消除应力退火

S2.1 棒材应进行消除应力退火(对于有特殊直度要求的材料可予规定)。

S3 表面质量

S3.1 所生产的棒材有特殊表面质量要求时，应由供需双方协商决定。

S4 特殊的内部完好度要求

S4.1 所生产的棒材，应满足特殊的内部完好性要求，这一要求可通过一个或多个宏观侵蚀样品来检验。验收标准由供需双方协商决定。

S5 细晶粒要求

S5.1 钢应符合 A 29/A 29M 标准细奥氏体晶粒度要求。

S6 限制尺寸公差的热加工棒材

S6.1 棒材可按比 A 29/A 29M 标准规定更严格的尺寸公差供货，取用的公差要求由供需双方协商决定。

S7 除锈

S7.1 棒材应除锈并涂油后供货。

承压零件用钢铸件通用要求

SA-703/SA-703M

（与 ASTM 标准 A 703/A 703M—07 完全等同）

1 适用范围

1.1 除了在专用标准中另有规定外，本标准是适用于以下 ASTM 承压件用钢铸件标准的一组通用要求：

标准名称	ASTM 标准号
高温用可熔焊碳钢铸件	A 216/A 216M
高温受压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件	A 217/A 217M
高温用奥氏体钢铸件	A 351/A 351M
低温受压件用铁素体和马氏体钢铸件	A 352/A 352M
高温受压件用经特殊热处理的合金钢铸件	A 389/A 389M
受压用铸钢件	A 487/A 487M
特殊控制在腐蚀条件下承压零件用的铁-镍-铬以及镍合金铸件	A990
承压元件用奥氏体-铁素体（双相）不锈钢铸件	A995/A995M

1.2 本标准尚有一组补充要求，在上述各项标准中指出时可使用这些补充要求，但只有要求附加的试验或检验，并且采购方在订单中单独规定时，才使用它们。

1.3 如专用标准中的要求与本标准通用要求相抵触，则以前者为准。

1.4 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。英寸-磅单位适用于按 A 703 标准订货的材料，而 SI 单位则适用于按 A 703M 标准订货的材料。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 216/A 216M 高温用可熔焊碳钢铸件

A 217/A 217M 高温受压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件

A 351/A 351M 高温用奥氏体钢铸件技术条件

A 352/A 352M 低温受压件用铁素体和马氏体钢铸件

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 380 不锈钢零件、设备和系统的清洗、除锈和钝化处理实用规程

A 389/A 389M 高温受压件用经特殊热处理的合金钢铸件

A 487/A 487M 受压用铸钢件

A 488/A 488M 钢铸件焊接工艺和人员资格评定实用规程

A 609/A 609M 碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢超声波检验实用规程

A 751 钢产品化学分析试验方法、操作和术语

A 800/A 800M 估算奥氏体合金钢铸件铁素体含量的实用规程

A 802/A 802M 钢铸件目视检验验收标准

A 903/A 903M 钢铸件表面合格验收标准用磁粉和液体渗透检验

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 967 不锈钢零件用化学钝化处理

A 990 特殊控制在腐蚀条件下承压零件用的铁-镍-铬以及镍合金铸件

A 991/A 991M 对钢制产品热处理炉进行炉温均匀性监督的试验方法

A 995/A 995M 承压元件用奥氏体-铁素体（双相）不锈钢铸件

E 29 确定试验数据与标准一致性的有效数字位数的推荐规程

E 94 射线照相检验指南

E 125 铁素体铸件上磁粉显示参考照片

E 165 液体渗透检验法实用规程

E 186 壁厚为 2～4½in.（51～114mm）的厚壁钢铸件参考射线照片

E 208 测定铁素体钢无塑性转变温度的导

向落锤试验方法

E 280 壁厚为4½~12in.(114~305mm)的厚壁钢铸件参考射线照片

E 340 金属和合金的宏观侵蚀方法

E 446 厚度至2in.(51mm)的钢铸件参考射线照片

E 709 磁粉检验实用规程

2.2 ANSI标准

B 16.5 钢管法兰和法兰配件

2.3 阀门和配件工业制造厂标准化学会(MSS)标准

MSS SP53 阀门、法兰和配件以及其他管件的钢铸件质量标准(干磁粉检验法)

MSS SP54 阀门、法兰和配件以及其他管件的钢铸件质量标准(射线照相检验法)

3 术语

3.1 定义

3.1.1 A 370试验方法和定义和A 941术语中的定义适用本标准和1.1条所列标准。

3.1.2 泥芯撑名词——泥芯撑是放置在铸模空腔内保持型芯和铸模之间距离的金属支撑件。

3.1.3 电子数据交换(EDI),名词——诸如ANSI ASC X12之类的标准数据格式,在计算机到计算机之间的商业信息交换。

3.1.4 一个炉次(一次熔炼),名词——从一炉浇注的所有熔化金属或从两炉或更多炉浇注到一个钢水包或在重新装满炉子前铸的所有熔化金属。

3.1.5 内冷铁,名词——内冷铁是放置在铸模空腔内增加该部位散热速度的金属件。

3.1.6 试块,名词——从上制备试样的部分。

3.1.7 试样,名词——在其上实施力学性能试验的部分。

4 材料和制造

4.1 冶炼工艺——除非专用标准另有规定,应采用平炉法或电炉法冶炼工艺,亦可继之以精炼工艺,例如氩-氧脱碳法(AOD)。

4.2 热处理

4.2.1 铁素体和马氏体钢在浇注后,为提高力学性能而进行的热处理之前,应予冷却使得奥氏体完全充分地转变。

4.2.2 铸件应放在已按A 991/A 991M试验方法标准作了监测的热处理炉的工作区内经受热处理。

4.2.2.1 当铸件是在高于2000℉(1100℃)的温度下做的热处理时,则工作区须在比对该级别钢规定的最低热处理温度、既不低于25℉(15℃),也不高于200℉(110℃)作了测定而确定下的区域。如果并未对该级钢规定最低热处理温度,则测定温度相对于热处理炉所用设定点的温度既不得低于50℉(30℃)、也不得高于175℉(100℃)以上。

4.2.2.2 除了在产品热处理过程中,热处理炉内任何部分的温度不得低于对所加工级别钢最低规定温度,也不得高于其最高规定温度,测定温度上的最大偏差由最高与最低温度之间的温度差来确定,并由采购方与生产厂之间协商确定。

5 化学成分

5.1 化学分析——本标准适用材料的化学分析应按A 751试验方法进行。

5.2 熔炼分析——钢厂应对每炉钢进行分析,以确定规定元素的百分数。分析最好在取自熔炼浇注过程中的试样上进行。当使用钻孔法时,应在离表面上不小于¼ in.(6.4 mm)以下取样。如此测定的化学成分应向采购方或其代理人报告,且应符合钢种级别的专用标准的要求。

5.3 成品分析——采购方可以对代表每炉、每批或每个铸件的材料进行成品分析。分析应在所代表的材料上进行。由于脱碳的可能性,进行元素分析的碳钢和合金钢试样应取自离铸造表面不小于¼ in.(6.4 mm)处,除非铸件对此来说太薄而应在所代表的材料上进行分析。除了碳钢和低合金钢铸件所测定的化学成分可与规定范围有差异,按表1所示。表1成品分析偏差不用作铸件制造厂的验收标准。

5.4 非规定元素——当要求对订货等级的钢中非规定元素进行化学分析时,可规定采用补充要求S1。

5.4.1 不锈钢和镍基合金铸件不允许级别替代。当材料供货时,级别替代发生在

(1) 含氮以外的一种元素,它是订货级别中的非规定元素。

(2) 元素含量等于或超过另一级别中元素

的最小要求，而另一级别的这种元素则是规定元素。对于这个要求，一种级别规定为一种合金是分别在本标准“适用范围”内列出的任一标准内所述的化学成分要求。

表 1　碳钢和低合金钢成品分析允许偏差

元　素	范　围①	允许偏差②,③，±,%
C	≤0.65% >0.65%	0.03×%C$_L$+0.02 0.04%
Mn	≤1% >1%	0.08×%Mn$_L$+0.01 0.09%
Si	≤0.6% >0.6%	0.22×%Si$_L$−0.01 0.15%
P	全部	0.13×%P$_L$+0.005
S	全部	0.36×%S$_L$+0.001
Ni	≤2% >2%	0.10×%Ni$_L$+0.03 0.25%
Cr	≤2% >2%	0.07×%Cr$_L$+0.04 0.18%
Mo	≤0.6% >0.6%	0.04×%Mo$_L$+0.03 0.06%
V	≤0.25% >0.25%	0.23×%V$_L$+0.004 0.06%
W	≤0.10% >0.10%	0.06×%W$_L$+0.02 0.02%
Cu	≤0.15% >0.15%	0.18×%Cu$_L$+0.02 0.05%
Al	≤0.03% 0.03%~0.10% >0.10%	0.01% 0.08×%Al$_L$+0.02 0.03%

① 范围表示成分界限，小于它时，允许偏差由公式计算，高于它时，允许偏差为一常数。

② 在每个方程式中元素下标 L 表明应将专用标准规定的元素界限值代入到方程中去，以便分别计算上限和下限的允许偏差。计算允许偏差的例子示于注③中。

③ 为了计算允许偏差，假定 A 217/A 217M 标准 WC4 级别钢锰的界限值为 0.50%~0.80%。按照表 1，成品分析低于 0.50 下限的最大允许偏差是(0.08×0.50+0.01)=0.05%。因此 WC4 级钢成品分析最低验收值为 0.45%。同样高于上限 0.80%的最大允许偏差是(0.08×0.8+0.01)=0.074%。因此 WC4 级钢成品分析的最高验收值是 0.874%。对于 A 216/A 216M 标准 WCC 级钢在碳含量的 0.20%时，最大锰含量为 1.40%，这样的话，成品分析最大验收值为(1.40+0.09)=1.49%。

5.5　禁止改变由采购方规定的钢的等级或化学成分。

5.6　把多于一桶以上的钢水浇注进一个铸件的场合，则每一桶中的熔融金属必须符合规定的化学成分要求。

6　力学试验方法

6.1　所有力学试验应按 A 370 试验方法和定义进行。

7　拉伸性能要求

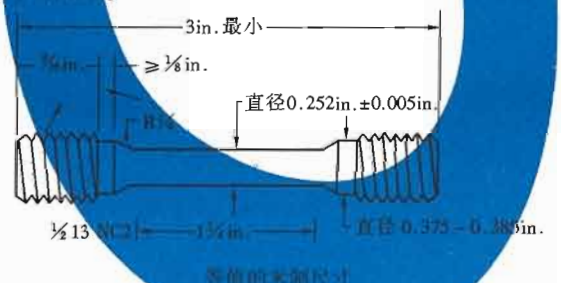
7.1　每个熔炼炉号应作一个拉伸试验，且应符合规定的拉伸要求。试棒应该用与其所代表的铸件为同一炉号的钢水在特制的铸模中浇注。

7.2　制取试样用的试棒应在生产热处理炉内采用它所代表的铸件相同的工艺进行热处理。

7.3　根据生产者的选择，亦可从热处理过的铸件上切取试样以代替从试棒上切取试样。

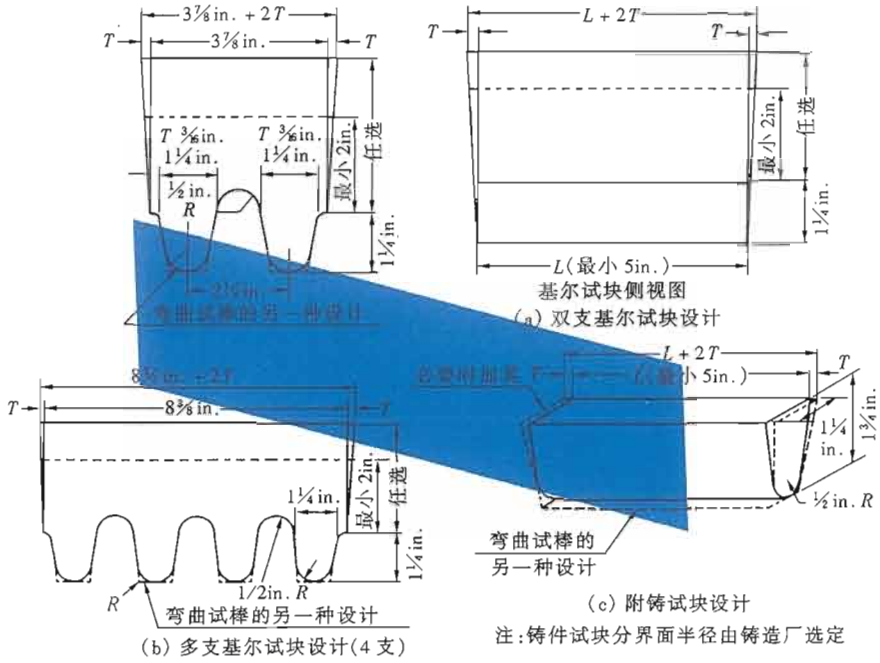
7.4　熔模铸件——熔模铸件试样可直接浇注成型，也可按 A 370 试验方法和定义或图 1 所示 ICI*(* ICI 似应为“国际铸造学会”的缩写符。——译注。)试棒从试块上机械加工成规定的尺寸。

7.5　其他铸件——除非采购方另有规定，试块可以与铸件整体地铸造，或按图 2 和表 2、图 3 或图 4 铸成单独试块，但如果已指定补充要求 S26 者除外。图 4 试块应仅用于横截面小于 1½in.(63.5mm)的奥氏体合金钢铸件。除订货是精密铸件外，拉伸试验试样应按 A 370 试验方法和定义标准制备。



in.	0.005	⅛	0.252	0.375	0.385	9/16	1¼	3
(mm)	(0.15)	(3)	(6.40)	(9.50)	(9.75)	(15)	(30)	(75)

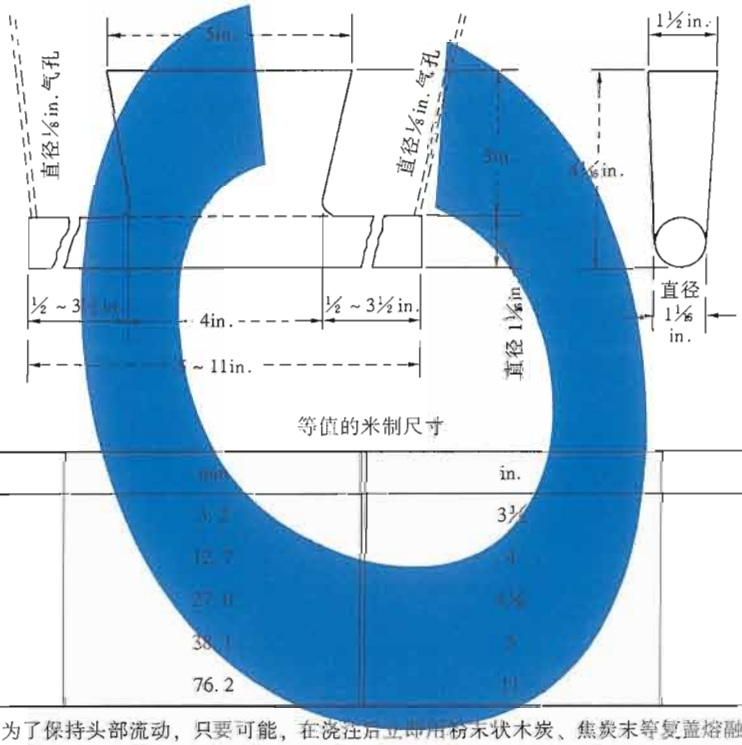
图 1　ICI 试棒的设计和尺寸



等值的米制尺寸

in.	3/16	½	1¼	1¾	2	2¼	3⅜	5	8⅛
mm	4.8	13	32	45	51	57	98	127	213

图2 铸件试块(设计细节见表2)

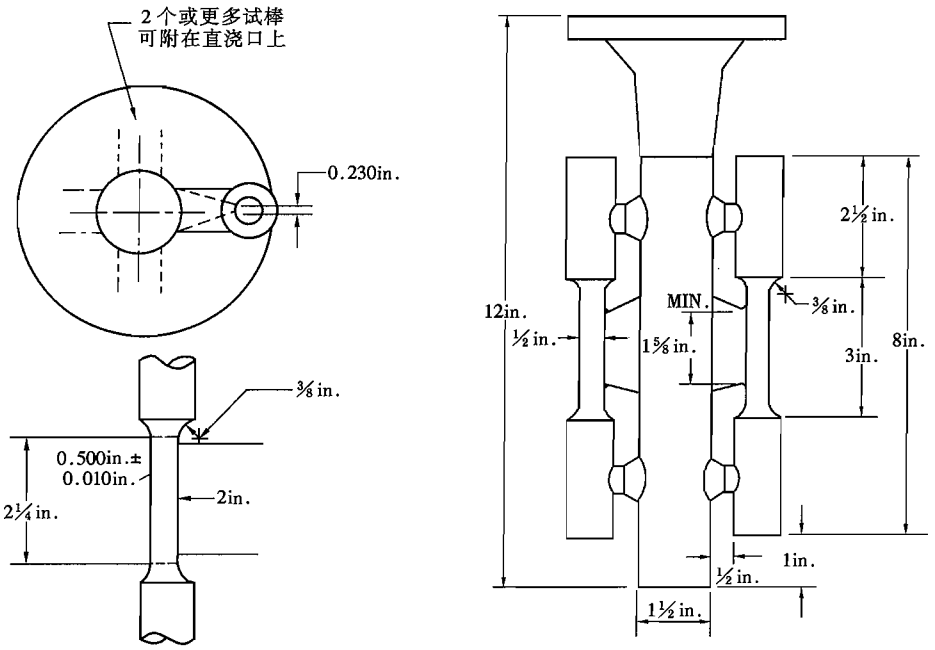


等值的米制尺寸

in.	mm	in.	mm
⅛	3.2	3½	88.9
½	12.7	4	101.6
1 1/16	27.0	4 1/16	103.2
1½	38.1	5	127.0
3	76.2	11	279.4

注：通过头部浇注；为了保持头部流动，只要可能，在浇注后立即用粉末状木炭、焦炭末等复盖熔融状态的头部。

图3 拉伸试样用试块



等值的米制尺寸

in.	mm	in.	mm
0.010	0.254	1⅝	41.275
0.230	5.842	2¼	57.15
⅜	9.525	2½	63.5
½	12.7	3	76.2
1	25.4	8	203.2
1½	38.1	12	304.8

注：用这个方法制造的试坯仅适用于奥氏体合金钢。模型可经预热后浇注，以得出优良的试坯。

图 4　铸成拉伸试棒形状的试坯

表 2　铸件试块设计细节(见图 2)

项　目	分支的设计 5in.(125mm)	项　目	冒口设计
1. L(长度)	最小 5in.(125mm)，也可由铸造车间任选更长的长度，以容纳附加的试棒(见注 1)	1. L(长度)	冒口基部长度应与支的上部长度相等，因此，冒口上部尺寸取决于加到冒口上斜度的量
2. 拔模斜度	铸造车间选定	2. 宽度	多支试块基部宽度应是 $n\times 2\frac{1}{4}$ in.(57mm)~⅝in.(16mm)。式中 n 为附到试块上的支数，因此，冒口上部宽度取决于加到冒口上斜度的量
3. 高度	1¼in.(32mm)		
4. 上部宽度	1¼in.(32mm)(见注 1)		
5. 下部圆弧半径	≤½in.(13mm)		
6. 各支间距	½in.(13mm)	3. 冒口拔模斜度	由铸造车间决定
7. 试棒位置	拉伸、弯曲和冲击试棒从试样块各分支的下部切取(见注 2)	4. 高度	最小高度 2in.(51mm)。最大高度由铸造车间选定，这是因为：(a) 许多冒口是外露的；(b) 为了可靠起见，对不同化学成分可要求不同的冒口高度；(c) 为了可靠起见，对不同浇铸温度可要求不同的冒口高度
8. 支数	附在试块上的分支数，由铸造车间选定，它们按第 6 项要求的间距尺寸等间距布置		
9. *Rs*	铸造半径，约 0~1/16in.(2mm)		

注 1：大而重的钢铸件试块：图 2 的试块是用于大而重的钢铸件。但是，如果需要，铸造车间可任选比标准试块更大的横截面积和长度。

注 2：弯曲试棒：如需弯曲试棒，亦可用另一种设计(如图 2 虚线所示)。

7.6 如果任一试样加工不合格或出现裂缝，可将其报废，并由同一熔炼炉号的另一个试样来代替。

7.7 为了使测定符合拉伸试验要求，应将观测到的数值或计算得到的数值按 E 29 推荐规程进行圆整，屈服强度和抗拉强度圆整到最接近的500ksi(5MPa)，伸长率和截面收缩率圆整到最接近的1%。

8 焊补

8.1 焊补应按专用标准的要求，使用按 A 488/A 488M 实用规程评定合格的工艺和焊工进行。

9. 法兰

9.1 当将一个带法兰的铸件除去法兰以形成一个有焊接端的铸件时，可能会发现对于带法兰的铸件不成为有害缺陷的缺陷，此时，对该铸件的处理应由采购方和铸造厂双方协商而定。

10 质量

10.1 对铸件表面作目视检验时应无粘砂、氧化皮、裂纹和热裂。其他它表面缺陷应满足订货规定的目视验收标准。A 802/A 802M 目视检验推荐规程或其他目视检验标准可用于确定什么样的表面缺陷和表面质量是合格的。对不合格的表面可见缺陷应予以清除，并且应以对清除缺陷后的凹坑的目视检验来证实。

10.2 铸件不可以锤尖敲击、堵塞或浸渍法来阻止渗漏。

10.3 铸造厂可以使用内冷铁和泥芯棒。但是，必须将内冷铁、泥芯棒和受到影响的铸件材料完全清除掉。

11 水压试验

11.1 每个铸件在机加工后应按 ANSI B16.5 对铸件设计强度等级所规定的壳体水压试验压力进行试验。试验时铸件不得出现漏泄。如工作压力不同于 ANSI 中的标准等级时或该等级在 ANSI B16.5 中未规定试验压力时，则试验压力应由铸造厂和采购方商定。

11.2 铸造厂可能不能在发运前进行水压试验，或者采购方可能希望推迟试验到完成附加的工作或加工之后进行。对于由采购进行最终加工而交货的粗加工状态的铸件，可以由铸厂在采购方同意的压力下于装运前进行水压试验。但铸造厂对铸件能顺利通过 11.1 条所要求的最终试验要负有责任。

12 工艺质量、表面质量和外观

12.1 所有铸件均应制造精良，并应符合采购方提供图样尺寸。当采购方提供模型时，铸件尺寸应按模型要求，除非另有协议。

12.2 经机加工和焊接端应有适当保护，以防铸件在运输期间损坏。

13 复试

13.1 如果任一炉号、批号或铸件的力学性能的试验结果不符合规定要求，允许按 A370 试验方法和定义进行复试。根据铸造厂的选择，可对铸件进行重新热处理和复试。当铸件重新热处理时，未经采购方认可，铸件重新奥氏体化不得多于三次。重新热处理后，应从符合标准或订货要求的位置切取充分数量的试样进行试验。

14 检查

14.1 铸造厂应向采购方检查人员提供各种合理的必要的方便条件，以使他确信材料正在按照所用标准要求生产和供货。采购方在铸造厂内的检查，不应对铸造厂的工作造成不必要的干扰。除非另有协议，除成品分析(5.2 条)以外的所有试验和检查都应在铸造厂内完成。

15 拒收和复审

15.1 采购方根据试验报告的任何拒收，应从接到试验报告日起 30 天内通报给铸造厂。

15.2 对于按订货单规定的验收标准对铸造厂的铸件进行验收检测之后，如铸件出现有害缺陷而不能验收则应予拒收，并应从发现拒收情况之日起 30 天内通知铸造厂。

15.3 代表拒收材料的试样，应从发出试验报告之日起保存两星期。在此期限内，铸造厂如果对试验结果不满意，可以申请复审。

16 合格证书

16.1 铸造厂应向采购方提供合格证书，说

明材料是按照材料标准(包括版本年号）进行制造、取样、试验和检验，并满足标准要求。

16.2 如适用的话，合格证书中尚应含有

16.2.1 材料标准和等级。

16.2.2 模型号。

16.2.3 炉号或可跟踪炉号的序列号。

16.2.4 熔炼化学分析。

16.2.5 在采购订货单中规定的标准和补充要求所要求的力学性能结果。

16.2.6 对订货规定的检验、目视和无损检验取得满意结果的说明。

16.2.7 铸造厂名。

16.2.8 附加的订货要求。

16.3 合格证书上不要求署名，但应清楚地指明提供合格证书的机构。尽管没有署名，但提供合格证书的机构应对其内容负责。

16.4 钢厂的合格证书是由或用电子表格形式传送的电子数据交换（EDI）应视作与出具证书机构的设备打印的副本有同等效力，只要它符合采购方和供货方之间任何现存的 EDI 协议。

17 成品标志

17.1 为了识别材料，铸件应用等级符号（WCB、WC9、CF8M 等）标志。此外，应在单件重量等于或大于 50lb(22.7kg）的受压铸件上标志熔炼号或可以跟踪熔炼炉号的序列号。重量小于 50lb(22.7kg）的受压铸件应以熔炼号或批号标志，它可以识别铸件浇注的月份。标志应标在不损害铸件使用的部位上。

17.2 在规定要求冲击性能的铸件上，使用低应力钢印在高起的凸台上(此凸台构成铸件的一部分）打钢印标志。

17.3 除了铸造厂与采购方双方在其他条款中作了规定外，铸件应有铸造厂的识别标记或符号。

18 关键词

18.1 铸件 一般要求 承压 钢

补 充 要 求

当采购方要求和被专用标准所允许并被列入该标准时，可用下述标准化了的补充要求。但只有在订货单中指定时，才应用它们。如果那样的话，制造厂在铸件装运前进行规定的试验。

S1 未规定的元素

S1.1 对订货级别的钢，可由制造厂和采购方协商确定标准中未作规定元素的含量范围。对商定的元素的分析结果，须报告给采购方。

S2 破坏性试验

S2.1 采购方可以从每个熔炼炉号中挑出代表性的铸件，将其切开并酸洗，或用其他制备方式制成供检验内部缺陷用的试片。如果发现了证明钢材不良和铸造技术错误的有害缺陷，则此特定模型，熔炼炉号，热处理装炉批号制成的所有铸件应予拒收。所有拒收的铸件，包括切割开的铸件，应由铸造厂无偿更换。

S3 弯曲试验

S3.1 应按 A370 试验方法和定义对每个熔炼炉号的试块进行一个弯曲试验，并将其加工成 1in. ×½in.（25mm×13mm）截面，其圆角半径不得大于1/16in.（1.6mm）。

S3.2 在室温下经受纵向弯曲的试样应能弯成 90°角，弯芯直径对碳钢等于试样厚度，对其他钢种为 1in.（25mm），在试样弯曲部位的外表面不得出现裂纹。

S3.3 经铸造厂和采购方同意时，弯曲试样也可从热处理过的铸件上切取，以代替从试棒上切取。

S3.4 如果任一试样出现加工不良或有裂痕，可将其报废，并用同一熔炼炉号的另一试样来替代。

S4 磁粉检验

S4.1 应按 E 709 实用规程采用磁粉检验铸件表面或接近表面的缺陷，缺陷的类型和程度按 $e_1$25 参考照片来评判。检验的范围、时间和验收标准应由铸造厂和采购方共同商定。商定的依据可采用 MSS SP53 标准。

S4.2 对执行检验的人员应根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S5 射线照相检验

S5.1 对铸件内部缺陷进行 X 射线或 γ 射线法检验，其程序须符合 E 94 检验指南。缺陷的类型和程度按 E 446、E 186 或 E 280 参考射线照片来评判。检验范围和验收标准由铸造厂和采购方共同商定，商定的依据可采用 MSS SP 54 标准。

S5.2 铸件的射线照相检验可以在热处理之前或之后进行。

S5.3 对执行检验的人员须根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S6 液体渗透检验

S6.1 应按 E 165 实用规程采用液体渗透法检验铸件的表面缺陷。检验部位、时间、方法和所用液体渗透剂的类型、显象工艺和验收标准等都需经铸造厂和采购方商定。A 903/A 903M 标准可以作为这种协议用的基础。

S6.2 对执行检验的人员应根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S7 超声波检验

S7.1 应对铸件内部缺陷进行超声波检验。检查程序应符合 A 609/A 609M 实用规程。检验范围、试验方法和验收标准应经铸造厂和采购方商定。检验的程度、试验方法和合格验收用的基准是由铸钢件厂和采购方双方协商。A 609/A 609M 标准可以作为这种协议用的基础。

S7.2 铸件超声波检验应至少在一次临界温度范围以上的热处理后进行，但在以后的热处理后不再重复。

S7.3 对执行检验的人员应根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S8 夏比冲击试验

S8.1 应对每个熔炼炉号的一组三个夏比 V 形缺口试样测定夏比冲击试验性能，试样应符合 A370 试验方法和定义的试块上切取，并应在铸造厂和采购方商定的试验温度下进行。经铸造厂和采购方商定，验收要求应是吸收能量、侧向膨胀量或剪切面积百分值的任一种，或者三者全部。试样应按 A 型制备，并应按 A370 试验方法和定义进行试验。

S8.2 吸收能量——三个试样的平均能量值不得低于规定值，只允许一个试样的数值低于最低规定值，且不允许任一数值低于对单个试样规定的最低值。

S8.3 侧向膨胀量——侧向膨胀量需经铸造厂和买方商定。

S8.4 剪切面积百分值——剪切面积百分值需经铸造厂和采购方商定。

S9 落锤试验

S9.1 应对每个熔炼号测定落锤试验性能，按 E 208 试验方法中 P1、P2 或 P3 型试样制备试件和试验，裂纹源焊道应堆敷在最靠近铸件表面的试样表面上。每组试验至少有两个试样在铸造厂和采购方商定的温度下进行试验。每个试样应显示“未断裂”性能。

S10 焊接准备检验

S10.1 应对准备进行焊接的凹坑进行磁粉或液体渗透检验，以便确证以规定的检验方法所发现的不能接收的缺陷已被除掉。进行磁粉或液体渗透检验的方法应符合 E 709 或 E 165 推荐规程。除对凹坑中发现的缩孔程度或缺陷类型另有规定外，对照 E 125 参考照片Ⅱ型的内部缩孔，当截面厚度小于等于 2in.(50mm)时为 2 度；截面厚度大于 2in.(50mm)时为 3 度可判为合格。

S12 重要焊补的预先认可

S12.1 重要焊补须得到采购方的预先认可。

S13 硬度试验

S13.1 应按 A 370 试验方法和定义进行硬度试验。试验部位和硬度要求须经铸造厂和采购方商定。

S14 每个熔炼炉号和每批热处理装炉的拉伸试验

S14.1 对每个熔炼炉号和每批热处理装炉应进行一个拉伸试验。

S15 淬火加回火热处理

S15.1 铸件应经淬火加回火处理。对处理过的铸件应给予标志 QT。

S17 铸件的拉伸试验

S17.1 除第 6 节要求的拉伸试验外，还应从热处理过的铸件上切取试验材料。材料的力学性能和试验部位需经铸造厂和采购方商定。

S18 单件重量等于或大于 10000 lb(4500 kg)的铸件的拉伸试验

S18.1 对每个铸件需进行两个拉伸试验。试样应按第 6 节制备。试棒的部位需经铸造厂和采购方商定。

S20 焊补图

S20.1 除非铸造厂和采购方另有协议，重要的焊补须用文件记载，它们是：修补水压试验发现的漏泄；焊补的凹坑深度超过实际壁厚的 20%或 1in.(25mm)，取两者的较小者；凹坑面积约超过 10in.^{2}(65 cm^2)。

S20.2 重要的焊补须用文件记载,以简图或照片,或二者兼有之,以表示待焊补凹坑的部位和其主要尺寸。此文件应在订货完工后提交给采购方。

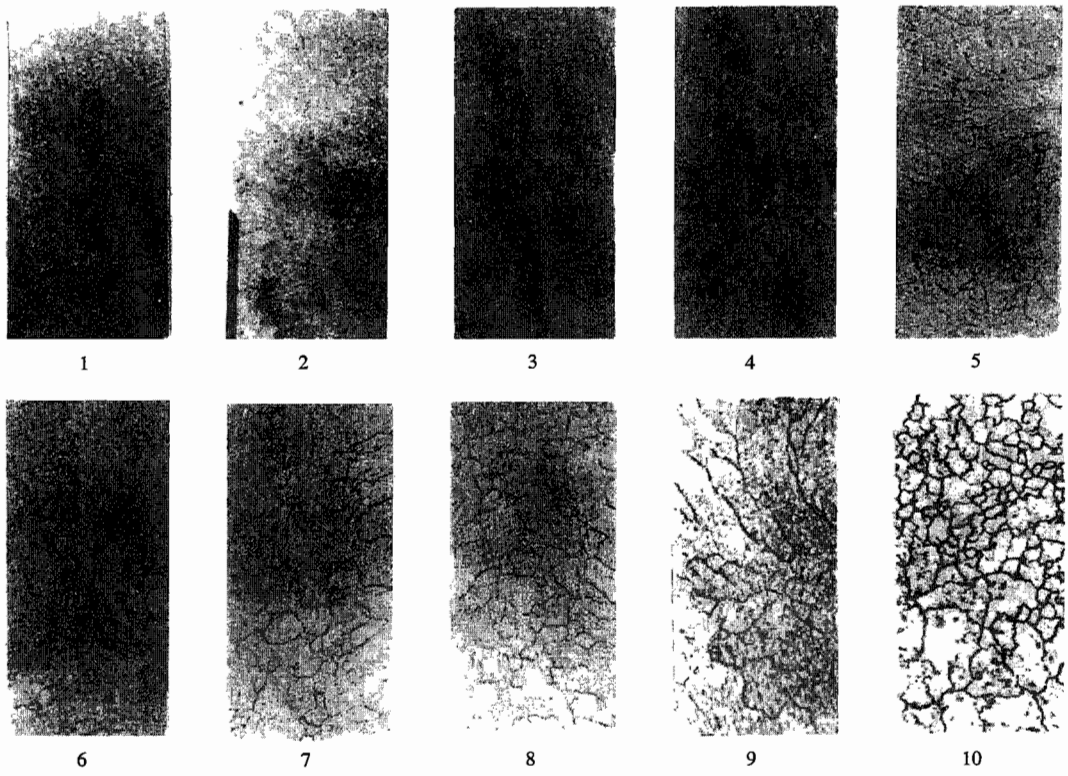
S21 热处理炉记录

S21.1 应准备表示时间和温度的热处理曲线图以备采购方检查。

S22 热处理

S22.1 试样应与其所代表的铸件一起进行热处理。热处理过的试样,试验结果应满足拉伸和冲击性能要求。

S22.2 由补充要求 S22.1 剩余的代表铸件的试样应在铸造车间最后热处理后进行热加工,以便在临界温度(铸件在制造期间可能受到的)以下作



注:以上所示为晶间网状组织的10个严重度等级,它显示在一次奥氏体晶界上存在着氮化铝的析出。

图 S23.1 铸钢宏观侵蚀参考照片

模拟热处理,然后作力学性能试验。时间、温度和冷却速度应按订货要求。关于焊后热处理,在热处理温度下或在试验材料热处理温度下的总时间,应至少为热处理温度下或铸件(或一部分铸件)在制造期间实际的焊后热处理温度下总时间的80%。在热处理温度下或试验材料热处理温度下的总时间可在一个周期内实行。当指定用本补充要求时,供焊接评定试验用的金属必须按相同的方法加工。

S23 宏观浸蚀试验

S23.1 采用补充要求S1用光谱法测定残余元素,并报告对进行宏观浸蚀试验的所有炉次铁素体和马氏体钢总的残余铝含量。

S23.2 当熔炼分析显示总的残余铝含量超过0.08%时,铸造厂应在涉及本补充要求的铸件的最大截面处的第一横截面上作浸蚀,亦可在附铸在最大截面的试块上,或者直接在冒口下部(见注S23.1)进行浸蚀试验。从同炉号的一个单铸试块且具有按本补充要求购买的铸件最大截面代表性厚度的横截面上,也可用来作宏观浸蚀试验。浸蚀应在所选截面并在其热处理之后进行。在初始冷却到转变范围以下然后进行退火、正火或淬火加回火之后进行。

注S23.1:特别是对于高强度马氏体铸件,如果直接在铸件上进行浸蚀,可能会损坏铸件而不能使用。

S23.3 应遵守对表面准备的规定和E 340方法表5中No.1(1∶1 HCl)溶液的宏观浸蚀工艺。表面浸蚀结果应与图S23.1中参考照片比较和评定。图S23.1描绘了10种晶间网状组织的严重程度,它指出在凝固及随后冷却期间在晶界存在着析出的氮化铝或其他成分。表S23.1是有关照片所示严重度级别的数据,列出在浸蚀组织中晶界轮廓的宽度和晶界轮廓线的百分率。

S23.4 浸蚀组织所代表的铸件,如其网状组织等级超过4级严重度时,在作进一步评判之前,应予拒收。单个铸件的合格性可用每个铸件的浸蚀面作检测,以判定网状组织严重度级别。拒收铸件的处理由铸造厂和采购方之间商定。凡严重度级别大于4的铸件可用下列任一种商定的方法作进一步评判。

S23.4.1 断裂试验,以确定“冰糖块”结构

的数量。

S23.4.2　力学试验(弯曲、拉伸等),以确定延性特性。

S23.4.3　焊接试验,确定用纤维素型药皮焊条焊接环形槽时热影响区的裂纹敏感性。

S23.5　或者经同意后,允许对一拒收炉号的铸件,在正规生产热处理之前进行高温固溶处理,并接着对每个铸件进行宏观浸蚀试验。

表 S23.1　图 S23.1 所示网状组织数据

级别	轮廓线宽度,in.	晶界轮廓线,%
1	细的~0.001	20
2	细的~0.001	40
3	细的~0.001	60
4	细的~0.002	80
5	细的~0.002	100
6	中等~0.005	100
7	粗的~0.010	100
8	0.020	100
9	1/32	100
10	1/16	100

注:这些级别以析出物图形的物理宽度和连续性为基础,是在铸钢的一次奥氏体晶界上用酸浸蚀剂显露出来的。补充试验通常是为确定 5 级或更高级铸件的最终状况而进行的。

S23.6　大截面铸件(注 S23.2*),其外形适合于连接试块,试块截面厚度具有代表性,用此试块可以加工出标准直径为 0.505in.(12.827mm)的拉伸试样。如果铸件在热处理后,用此试块所作的拉伸试验结果符合所涉及钢的等级规定的最低要求,可免作宏观浸蚀试验。

注 S23.2:用于本补充要求的大截面铸件定义为:壁厚大于等于 1½ in.(37mm),同时其重量至少为 1000 lb(455kg)。

S24　规定的铁素体含量范围

S24.1　如用 A 800/A 800M 实用规程的程序测定化学成分时,每炉钢的化学成分应控制铁素体含量符合规定的范围。

S24.2　规定的铁素体含量范围应由铸造厂和采购方双方商定。铁素体含量范围最小为 10%,同时应不低于达到合金最低力学性能要求必须的百分数。

S24.3　若采购方希望用磁响应法或金相法测定铁素体含量,则采购方应采用 A 800/A 800M 实用规程中补充要求 S1 或 S2。

S25　热处理证明

S25.1　热处理温度和周期时间应在证明报告中示出。

S26　替代的铸件拉伸试块和试样位置(代替浇铸的专用试块试棒)

S26.1　试块可与铸件一起整体地铸出或单独铸出。试块应与其所代表的铸件一起热处理。

S26.2　除了定向凝固用芯块、法兰、附属件以及设计者指明为非重要截面者外,铸件厚度 T 是铸件承压壁的最大厚度。在订货单、询价单和图样上应指明铸件的试验厚度 T。

S26.3　下述条文之一应采用:

S26.3.1　试样的纵向中心线应位于至少离厚度 $1T$ 的表面 $\frac{1}{4}T$ 处,所有标距长度必须离任何其他热处理表面至少 $1T$(不包括与厚度 T 相对的表面)[见图 S26.1(a)]。对圆筒形铸件,试样的纵向中心线应取自离外表面或内表面至少 $\frac{1}{4}T$,所有标距长度必须离热处理端部至少为 $1T$[见图 S26.1(b)]。

S26.3.2　铁素体和马氏体铸件,在最终热处理之前有局部损伤是允许的。

S26.3.3　用单铸试块的场合,除了当 T 超过 5in.(125mm)时,经铸造厂和采购方同意试块尺寸可为 15in.×15in.×5in.(375 mm×375 mm×125 mm)外,其他试块尺寸不应小于 $3T\times3T\times T$,且每个试样应符合 S26.3.1 的要求。试块应与钢的炉号相同,且受到与其所代表的成品铸件基本上相同的浇注工艺。离心铸件可用静态浇注的试块代表(见图 S26.2)。

S26.3.4　当铸造厂和采购方商定时,铸成或加工到基本上达到热处理之前,完工外形的铸件,其试样应从铸件的延伸部分或从其他铸件毛坯上切下来。试样位置应如订货单所指在最近热处理面的下面。试样位置距最近热处理面的距离应至少等于最近热处理面到标明为高拉应力面的最大距离,且离第二热处理面至少为两倍这个距离,但试样至第一热处理面不短于¾in.(19mm),至第二热处理面不短于 1½in.(38mm)时除外(见图 S26.3)。

* 此处原文误为(注)3,疑有误,已更正。——译注。

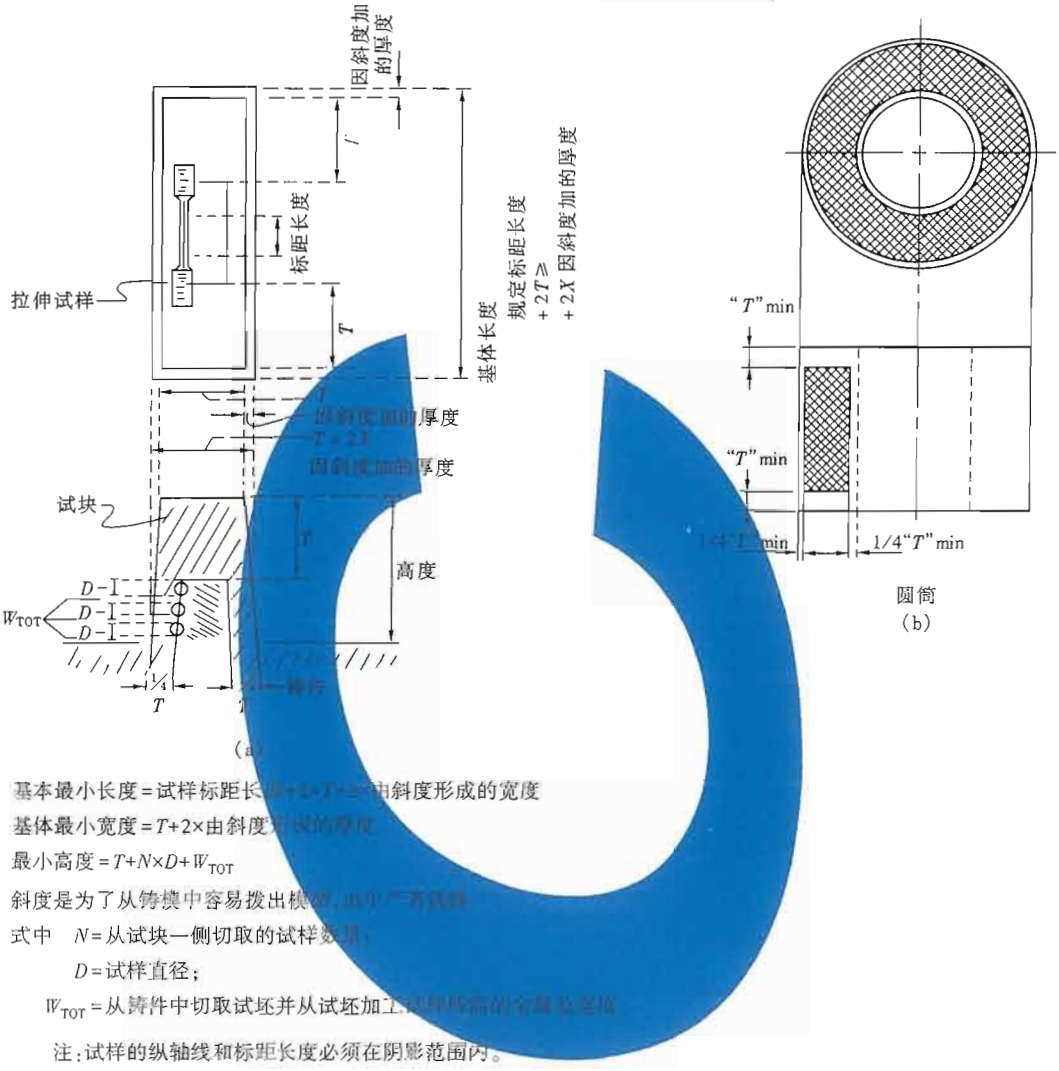
S26.3.5 如试样是从淬火加回火铸件主体上切取时，S26.3.1中的任一项要求都应满足，或者钢在热处理期间，使用热缓冲垫、隔热层或其他隔热板。钢的热缓冲垫最小尺寸为 $T\times T\times 3T$（长），且用非熔透焊缝与铸件表面连接，将缓冲表面完全密封。试样应从铸件邻接缓冲垫三分中心处切取，且应离缓冲表面最小[illegible]，离另一热处理面为¼T（见图S26.4）。当使用保温层时，它应靠近切取试样位置的铸件表面。生产者应证明试样位置的冷却速率不高于S26.3.1条所述方法切取的试样。

S27 热均衡压制（英文记为：HIPing）

S27.1 铸件采用热均衡压制（英文记为：HIPing）工艺加工。热均衡压制（HIPing）的工艺参数可由铸钢件厂和采购方双方协议。

28 不锈钢的清理

S28.1 铸件表面的最终清理由采购方和供方之间确定，按照A 380实用规程或A 967标准中的清理方法之一进行。合格验收试验按采购方和供货方之间的协议进行。



基本最小长度=试样标距长度+[illegible]由斜度形成的宽度

基体最小宽度=T+2×由斜度[illegible]的厚度

最小高度=$T+N\times D+W_{TOT}$

斜度是为了从铸模中容易拔出模型，[illegible]

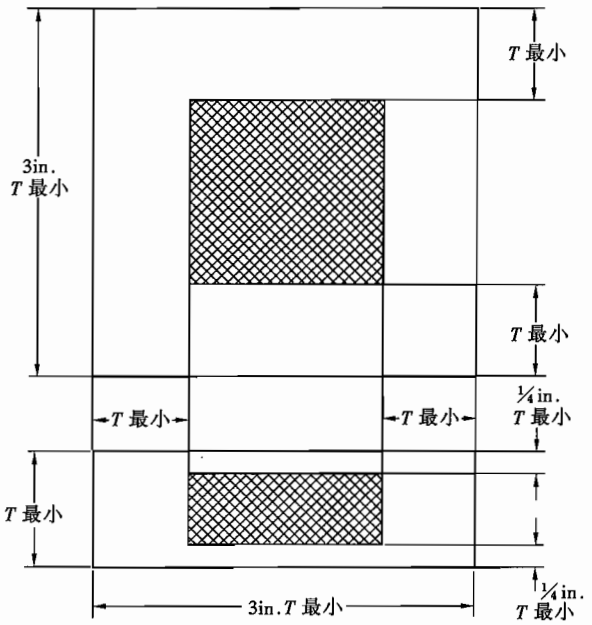
式中 N=从试块一侧切取的试样数量；

D=试样直径；

W_{TOT}=从铸件中切取试坯并从试坯加工[illegible]的合格总宽度

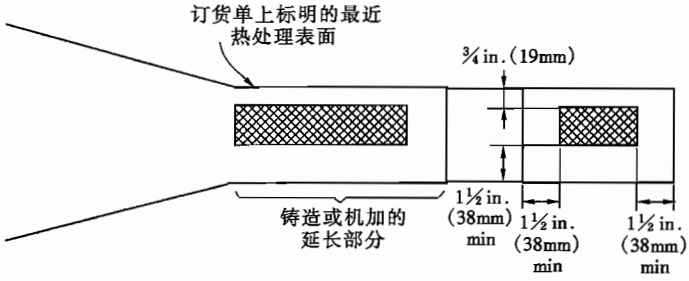
注：试样的纵轴线和标距长度必须在阴影范围内。

图S26.1 铸件取样



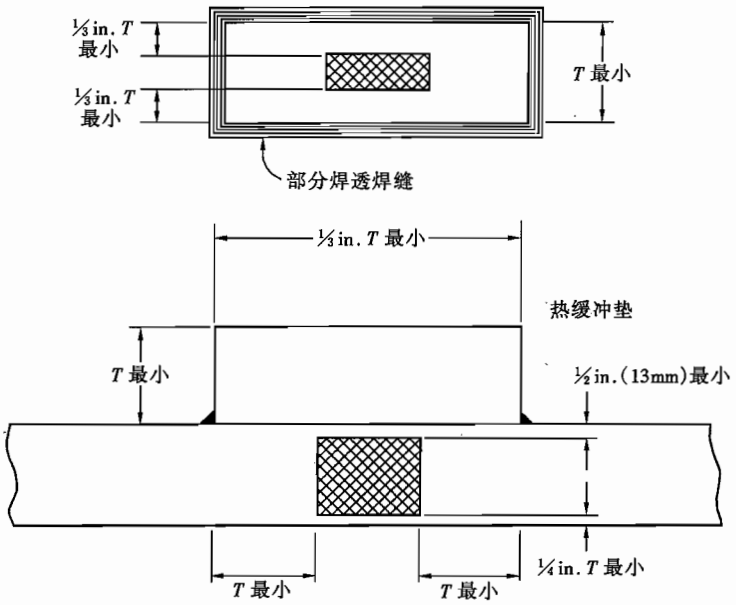
注：试样的纵轴线和标距长度必须在画有交叉阴影线范围内。

图 S26.2 单铸试块



注：试样的纵轴线和标距长度必须在画有交叉阴影线范围内。

图 S26.3 延伸部分试样



注：试样的纵轴线和标距长度必须在画有交叉阴影线范围内。

图 S26.4 热缓冲垫

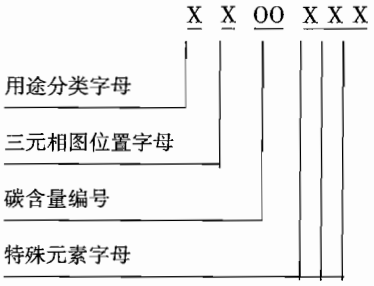
附 录

（非强制性资料）

X1 铸造不锈钢的合金牌号

X1.1 铸造不锈钢牌号通常使用合金铸造学会(ACI)以成分为基础制定的合金牌号体系。例如,ACI牌号CF8M,已被ASTM接受,并且被优先用作铸造合金的牌号,以代替美国钢铁学会(AISI)用于类似锻轧钢的牌号。

X1.2 这个命名体系已成功地用于适应老合金的变化和命名新合金。



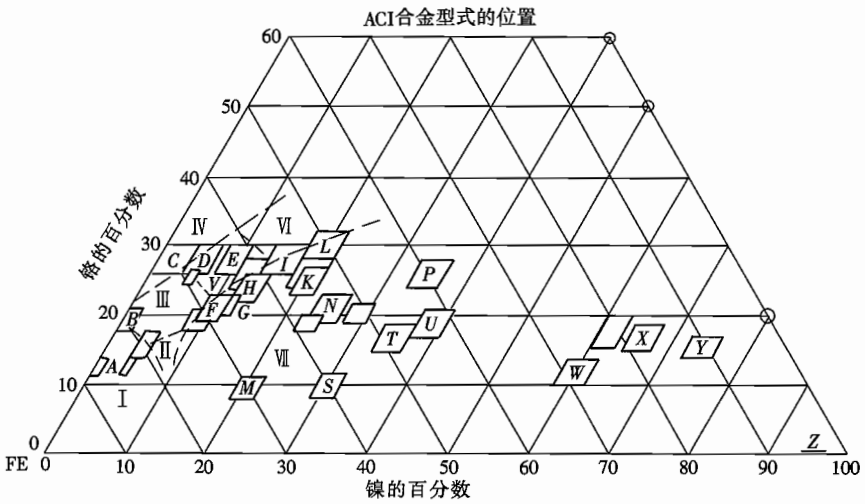
X1.2.1 用途分类字母——铸造不锈钢牌号体系的第一个字母为合金预期用途的标志。字母C表示耐腐蚀用途,字母H表示耐热用途,用于1200°F(649℃)及更高的温度。

X1.2.2 三元相图位置字母——第二个字母表示在图X1.1所示Fe-Cr-Ni三元相图上合金等级的镍、铬含量近似位置。

X1.2.3 碳含量编号——是对碳含量的分类。其中一位或两位数字代表以0.01%单位的最大碳含量。对于H类,这个数字代表以0.01%为单位,范围为±0.05%。

X1.2.4 特殊元素字母——在代表合金等级中特殊元素的数字之后所附加的字母。例如,M代表钼,C代表铌,Cu代表铜,W代表钨。有两个例外:字母A表示“控制铁素体”,字母F表示“易切削”。

X1.3 在图X1.1中,无字母的Ni-Cr范围与最靠近的字母位置联合使用,它们可能耐腐蚀和耐热型之间的差异或因为添加元素的影响,例如沉淀硬化等级CB-7Cu。



注:在室温下预期显微组织近似区域代号如下:
Ⅰ—马氏体;
Ⅱ—马氏体和未转变奥氏体;
Ⅲ—铁素体加马氏体和未转变奥氏体;
Ⅳ—铁素体;
Ⅴ—铁素体加奥氏体;
Ⅵ—铁素体加奥体加σ相;
Ⅶ—奥氏体。
也可能存在碳化物,它取决于碳含量和热过程。

图X1.1 在ACI(美国合金铸造学会)牌号体系中赋予铬、镍区域的字母

X2 把新钢种加入到 A 703/A 703M 所包含的产品标准中

X2.1 应从最少 10 个生产炉次提供数据。这些数据包括

X2.1.1 化学成分。

X2.1.2 力学性能，按适用于所引用的产品标准。这些性能可包括，但不限于下列数据。

X2.1.2.1 最终抗拉强度。

X2.1.2.2 屈服强度或屈服点。

X2.1.2.3 伸长率。

X2.1.2.4 断面收缩率。

X2.1.2.5 硬度，以及

X2.1.2.6 冲击性能（夏比 V 形缺口）。

X2.1.3 说明每一种试验需在其上切取试样的试块尺寸。

X2.1.4 热处理要求。

X2.1.5 焊接工艺（希望是采用商业上可获得的消耗品实施的焊接）。

X2.1.6 材料是否涉及专利，如果是的话，则说明这种专利的有效期。

X2.2 要纳入所提议的材料，应有书面请求，指出至少有一个采购方或用户需要这种新的级别。

压力部件用高强度合金钢锻件

SA-723/SA-723M

（除表 2 中的 2a 类钢的最小伸长率为 13.5%外，与 ASTM 标准 A 723/A 723M—02 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于压力容器、等静压机、冲击管以及类似部件用高强度淬火加回火合金钢锻件的要求。

1.2 这些材料不适合于焊接结构。

1.3 共有三个级别的镍铬钼钢和六种强度类别的高抗拉强度钢。锻件的强度类别，截面尺寸和轮廓形状基本上能够决定钢的适用型号。

1.4 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值，正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.5 除非在订货单中要求使用“M”字样的标准号，否则一律用英寸—磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验的试验方法

A 370 钢制品的力学性能试验方法和定义

A 388/A 388M 大型钢锻件超声波检验实用规程

A 788 钢锻件通用要求

3 订货须知和一般要求

3.1 除 A 788 标准中要求的订货须知外，采购方应与询价单和订货单一起，附有一份锻件的详图、草图或书面说明，以及选择试验部位的方法（见 6.2 条）。如合适，则标出锻件上重要承载区域。

3.2 按本标准所供的材料须符合 A 788 标准的要求，该标准包括了附加的订货资料、制造要求、试验和复试的方法和程序、标志、合格证书、成品分析允许偏差及附加补充要求。

3.3 如果本标准的要求同 A 788 标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 材料和制造

4.1 熔炼方法——除不可用平炉工艺外，A 788标准中钢的熔炼工艺均可采用。为了驱除有害气体特别是氢气，在钢水浇注钢锭时或之前须进行真空除气。

4.1.1 采用二次重熔或二次精炼可认为是特殊应用的需求。

4.2 切头——必须从钢锭上切除足够大的料头，以避免缩孔和过度的偏析。

4.3 热处理

4.3.1 锻件在最终热处理之前，如果有必要减少其质量以保证淬透或符合 6.2 条要求，则须将其进行粗加工。对于本标准中所包括具有高淬透性的那些型号的钢，在决定其热处理之前的表面预加工程度的时候，必须牢记它们的热处理过程中有产生裂纹的危险。

4.3.2 改善力学性能的热处理——热处理包括正火（它可以是初始热处理的一部分）、重新奥氏体化、液体淬火和回火。锻件用适当的液体介质喷洒或浸浴的方式淬火。淬火之后紧接着进行回火，回火温度最低为 1000°F（540℃）。在回火温度下保温的时间按最大的截面厚度计算，最少为½ h/in.（½ h/25mm），除非供方和买方另有协议。

5 化学成分

5.1 熔炼分析——按A 788标准取样所得的熔炼分析须符合表 1 的规定。

5.2 成品分析——制造厂须采用 A 788 标准

的成品分析规定，用代表每炉或多炉次的锻件取得成品分析。买方也可以按A 788标准进行这种分析。

表 1　化学成分要求

元　素	成　分,%		
	1 级	2 级	3 级
C，≤	0.35	0.40	0.40
Mn，≤	0.90	0.90	0.90
P，≤	0.015	0.015	0.015
S，≤	0.015	0.015	0.015
Si，≤	0.35	0.35	0.35
Ni	1.5~2.25	2.3~3.3	3.3~4.5
Cr	0.80~2.00	0.80~2.00	0.80~2.00
Mo	0.20~0.40	0.30~0.50	0.40~0.80
V，≤	0.20	0.20	0.20

6　力学性能

6.1　一般要求——锻件须符合表 2 和表 3 的要求。采用 A370 试验方法和定义中所规定的可能取得的最大拉伸试样［即直径 0.500in.（12.5mm）的标准圆柱形试样］；采用 A 370 试验方法和定义中所示的夏比 V 形缺口的 A 型试样。

表 2　拉伸性能要求

性　能	1 类	2 类	2a 类	3 类①	4 类②	5 类③
抗拉强度，ksi（MPa），≥	115［795］	135［930］	145［1000］	155［1070］	175［1205］	190［1310］
屈服强度（0.2%残余变形），psi（MPa），≥	100［690］	120［825］	130［895］	140［965］	160［1105］	180［1240］
伸长率，标距 2in 或 50mm,%，≥	16	14	13.5	13	12	10
断面收缩率,%，≥	50	45	43	40	35	30

①典型的最大截面尺寸：敞口容器为 10in.（255mm）；封闭容器为 7in.（180mm）。

②典型的最大截面尺寸：敞口容器为 6in.（150mm）；封闭容器为 4in.（100mm）。

③典型的最大截面尺寸：为 4in.（100mm）。

表 3　在不高于 40℉（4.5℃）温度下，夏比 V 形缺口冲击试验要求①

项　目	1 类	2 类	2a 类①	3 类②	4 类③	5 类④
一套三个试样的最小平均值 ft·lbf（J）⑤	35［47］	30［41］	28［38］	25［34］	20［27］	12［16］
一个试样的最小值 ft·lbf（J）	30［41］	25［34］	23［31］	20［27］	15［20］	10［14］

①当指定补充要求 S2 时，可规定另外的较低温度。

②典型的最大截面尺寸：敞口容器为 10in.（255mm）；封闭容器为 7in.（188mm）。

③典型的最大截面尺寸：敞口容器为 6in.（150mm）；封闭容器为 4in.（100mm）。

④典型的最大截面尺寸为 4in.（100mm）。

⑤一套只有一个试样可低于此值。

6.2　取样——拉伸试样的标距中点和冲击试样的缺口区域位置按以下方法之一来确定，这些方法是买方规定的，或是由供方建议并征得买方同意的。实际上，所有试样都是取自与锻件成为一个整体的延伸部分。

6.2.1　方法 1——当最大淬火厚度不超过 4in.（100mm）时，总是采用本方法。试样的基准点，如 6.2 条中所规定的那样，位于锻件或试验锻件（6.2.4 条）内部，在厚度的½处，且距淬火端面或最近的相邻表面至少⅜T（T 为最大热处理厚度）。

6.2.2　方法 2——$t\times 2t$，此处 t 为从主要承载区（3.1 条）到最近的淬火表面的距离。然而，6.2 条中所规定的试样基准点，距一个淬火表面的距离秒不得少于¾in.（20mm），且距第二个淬火表面不得少于 1½in.（40mm）。当采用这种试验方法时，锻件通常都按买方所同意的图样来制造，该图样给出了预先淬火尺寸和力学性能试验的位置。它一般用于盘形锻件，如管板和盖板。

6.2.3　方法 3——热处理的最大淬火厚度超过 4in.（100mm）者，采用本试验方法时，试样的基准点如 6.2 条中规定的那样，应距最近的淬火表面¼T，距淬火端面或最近的邻近表面⅜T。

6.2.4　方法 4——试样须从同一熔炼炉次钢制成的某一个有代表性的试验锻件上切取，该试验锻件受到产品锻件同样的热加工方法和相同的锻造比，且其横截面不小于它所代表的产品锻件。它必须与产品锻件同一批装炉并在与产品锻件同样的条件下进行热处理。试样使用方法 3 的程序切取。

6.3　热缓冲垫

6.3.1　热缓冲垫环横截面至少为 $T\times T$，或者这样一个环形截面至少保持 $3T$ 长，在改善力学性能的热处理之前，将热缓冲环焊在锻件的试验端（一端或两端）。缓冲环的材料可能是任何能够焊接的碳钢或者低合金钢，并用一种局部焊透的焊缝与锻件连接，这个焊缝把被缓冲表面完全密封起来。试样坯料从锻件上被环或环形拼块所缓冲的区域内切取。如果使用后者，则试样坯

料从锻件中心下面三分之一缓冲环拼块长度的区域内切取，在上述两者的任何一种情况下，试样位置都应距锻件的被缓冲表面不少于½ in.（13mm），且距锻件的一个淬火表面至少¼ T。被缓冲焊缝区至少必须距整个锻件的任一精加工表面 1in.（25mm）。

6.3.2 要记住在本标准中所涉及的基体材料的特性，应采取一些预防措施，诸如采用焊前预热及焊后加热和用奥氏体焊缝金属，以尽量减少产生裂纹状缺陷。

6.3.3 采用这种方法必须得到买方的认可。

6.4 试件必须在淬火加回火处理后的锻件上切取。

6.5 方向——对于镦锻的圆盘类锻件，所有试样的纵轴都必须取在切线方向。对于所有其他形状的锻件，试样的纵轴必须取在锻件的最大加工方向，或按制造厂与买方一致同意的方向切取。

6.6 试验数量

6.6.1 重量在 1000lb（455kg）以下，经过热处理的锻件，其不包括试验材料的长度不超过 80in.（2030mm）时，进行一个拉伸试验和一组冲击试验（三个试样），以代表每一批装炉中的每个熔炼炉次的锻件。如果不包括试验材料的热处理长度超过 80in.（2030mm）时，在同一试验锻件的另一端再取样作同样的试验。当热处理是在具有适当的温度控制并配备有自动记录高温计连续式热处理数据，这时一批热处理装料被看作是不超过 8h 的连续作业。

6.6.2 重量超过 1000 lb（455kg）但不超过 5000 lb（2270kg）经过热处理的锻件，如果不包括试验材料的长度不超过 80in.（2030mm）时，每件锻件取样进行一个拉伸试验和一套三个冲击试验。当锻件长度超过 80in.（2030mm），在锻件的另一端再次取样作同样的试验。

6.6.3 重量超过 5000 lb（2270kg），不包括试验材料的长度不超过 80in.（2030mm）的锻件，从每个锻件的一端互为 180°的两个位置各作一个拉伸试验和一套三个冲击试验。长度超过 80in.（2030mm）的锻件，从另一端按上述方法再取样作试验。

7 无损检验

7.1 超声波检验

7.1.1 锻件必须按推荐实用规程 A 388/A 388M 的程序进行超声波检验。

7.1.1.1 直射波检验

（a）除另有规定外，按实用规程 A 388/A 388M 采用调谐底波反射法。

（b）除了实用规程 A 388/A 388M 的正式记录条件以外，对于超过了综合底波反射值的显示信号也予以记录。

（c）当存在一个或多个反射产生的显示信号并兼有底波反射的完全消失，它既不是由于几何形状引起，也与几何形状无关时，锻件判为不合格。为此，当底波反射小于整个屏幕高度的 5%时，就认为是完全失去底波反射。

7.1.1.2 斜射波检验

（a）校准槽按实用规程 A 388/A 388M 切入内圆表面和外圆表面。

（b）有缺陷的锻件，若此缺陷引起超出基准波幅的显示信号时，则锻件报废。

（c）超声波检验报告按实用规程 A 388/A 388M。

（d）为了解决超声波显示的判读问题，可以采用附加的无损检验或打孔检验。制造厂应对那些在最后机械加工中不能去除的有害缺陷负责。

7.2 磁粉检验

7.2.1 每个锻件都必须用 A 275/A 275M 试验方法中所述的磁粉方法进行检验。验收和拒收的标准如下：只有长轴尺寸大于 1/16 in.（1.6mm）的缺陷显示才被认为是相关缺陷显示。下述的相关缺陷显示判为不合格：

7.2.1.1 厚度小于 5/8 in.（16mm）的材料，其长度大于 1/16 in.（1.6mm）的任何线性缺陷显示；厚度 5/8 ~ 2in.（16 ~ 50mm）以下的材料，其长度大于 1/8 in.（3.2mm）的线性缺陷显示；以及厚度≥2in.（50mm）的材料，其长度大于 3/16 in.（4.8mm）的线性陷显示。线性缺陷显示定义为它的长度等于宽度的三倍。

7.2.1.2 厚度小于 5/8 in.（16mm）的材料，其尺寸大于 1/8 in.（3.2mm）的圆形缺陷显示；厚度≥5/8 in.（16mm）的材料，其尺寸大于

3/16in.（4.8mm）的圆形缺陷显示。

7.2.1.3　在一条线内被分成四个或更多个相关缺陷显示，各段间的间隔≤1/16in.（1.6mm）。

7.2.1.4　在长轴不超过 6in.（150mm）的任意一个 $6in^2$.（$3870mm^2$）的表面积内，当此长轴的取向对于正在被测定的各个缺陷显示来说为最不利的方向时，有 10 个或 10 个以上的相关缺陷显示。

8　重新加工和重新处理

8.1*　不允许焊补，关于重新处理见 7.2.1 条。（*这条有误，7.2.1 重新处理是上一版的内容，本版已撤消，本版的 7.2.1 条不是重新处理。——译注。）

9　合格证书和报告

9.1　除 A 788 标准对合格证书的要求外，制造厂还须在合格证书内包括以下数据：

9.1.1　成品分析结果。

9.1.2　力学试验试样的取样位置和方法（见第 6 节）。

9.1.3　如有必要，无损检验报告可补充简图或图样。

10　包装和包装标志

10.1　锻件按 A 788 标准作标志，但打钢印只允许打在买方指定的区域，如果没有适合的打印区域，则可以在一个单独的标牌上，以一种对容器不会造成损害的方式永久地固定在容器上。

11　关键词

11.1　合金钢锻件　高压容器　高强度　冲击试验　等静压机　不可焊的　淬火加回火　真空处理钢

补充要求

只有当采购方在询价单或订货单作出规定时，方可采用下述一项或几项补充要求。这些补充要求的细节应由制造厂和采购方双方商定。

S1 夏比V形缺口冲击转变曲线

S1.1 为了建立温度——吸收能量曲线，必须用锻件试验材料进行足够多的冲击试验，试验温度范围应足够宽，以便确定ft-lbf能量的上下平台，同时还要具有足够的中间温度下的试验，以便能绘制出比较光滑的曲线。

S1.2 冲击要求可采用在规定的最高温度下以50%纤维状断口代替绘制冲击转变曲线。

S2 附加的夏比数据

S2.1 每一个经试验的夏比冲击试样，按A370试验方法和定义中的规定，须记录其剪切断口百分率和侧向膨胀的密耳值。

S3 夏比冲击试验

S3.1 除规定试验温度低于40°F（4.5℃）以外，夏比冲击试验按本标准第6节的规定进行。这些试验代替第6节中所规定的那些试验，并须符合表3的要求。

S4 冲击试验

S4.1 对2a类锻件，在采购方规定的试验温度下，除验收标准为最小45ft·lbf（61J）和侧向膨胀量为25mils（0.635mm）外，其冲击试验按本标准第6节规定进行。

S5 力学性能试验定位料头

S5.1 对于方法3，须采用最小$\frac{1}{4}T\times T$的料头而不用6.2.3条所要求的$\frac{1}{4}T\times\frac{2}{3}T$的料头。

焊接（多层）压力容器用淬火加回火碳锰硅钢板

SA-724/SA-724M

（与 ASTM 标准 A 724/A 724M—09（R13）完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括 A、B、C 三个级别的碳-锰-硅钢板。生产 C 级钢时可添加硼。钢板都应经淬火加回火处理，主要用于焊制多层压力容器。

1.2 按本标准供应的钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力限制，但现在，通常将 A 级和 B 级钢板最大厚度限制为 ⅞in.（22mm），C 级钢板最大厚度限制为 2in.（50mm）。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示数值都应视为标准值。正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的钢板应符合 A 20/A 20M 标准。这些要求包括试验和复试的方法与程序，尺寸和重量的允许偏差，质量和缺陷的修补，标志和包装和订购信息。

3.2 除本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求而需要更多的控制、试验或检验时，有若干补充要求可供选择使用，采购方应参考本标准所列的补充要求和A 20/A 20M 标准的详细要求。

3.3 如本标准的要求与 A 20/A 20M 标准的要求不一致时，则应以本标准为准。

4 制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准中规定细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 所有钢板均应经淬火加回火处理，淬火温度为 1600～1700°F（870～925℃），A、B 级钢板回火温度不得低于 1100°F（595℃），C 级钢板回火温度不得低于 1150°F（620℃）。回火保温时间不得少于 0.5 小时。

6 化学成分

6.1 钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7 力学性能

7.1 拉伸试验要求

7.1.1 材料的拉伸试验性能应符合表 2 的规定。

7.1.2 对于公称厚度在¾in.（20mm）及以下的钢板，拉伸试验取 1½in.（40mm）宽的矩形试样，用 2 in.（50 mm）标距长度来测定其伸长率，该标距应包括断口，测定结果系最大的伸长率。

8 关键词

8.1 合金钢 合金钢板 承压元件 压力容器钢 钢板 压力容器用钢板

表1 化学成分

元素		成分,%		
		A级	B级	C级
C	熔炼分析	≤0.18	≤0.20	≤0.22
	成品分析	≤0.22	≤0.24	≤0.26
Mn	熔炼分析	1.00~1.60	1.00~1.60	1.10~1.60
	成品分析	0.92~1.72	0.92~1.72	1.02~1.72
P①		≤0.025	≤0.025	≤0.025
S①		≤0.025	≤0.025	≤0.025
Si	熔炼分析	≤0.55	≤0.50	0.20~0.60
	成品分析	≤0.60	≤0.55	0.18~0.65
Cu②	熔炼分析	≤0.35	≤0.30	≤0.35
	成品分析	≤0.38	≤0.38	≤0.38
Ni②	熔炼分析	≤0.25	≤0.25	≤0.25
	成品分析	≤0.28	≤0.28	≤0.28
Cr②	熔炼分析	≤0.25	≤0.25	≤0.25
	成品分析	≤0.29	≤0.29	≤0.29
Mo②	熔炼分析	≤0.08	≤0.08	≤0.08
	成品分析	≤0.09	≤0.09	≤0.09
V②	熔炼分析	≤0.08	≤0.08	≤0.08
	成品分析	≤0.09	≤0.09	≤0.09
B		…	…	≤0.005③

① 同时用于熔炼分析和成品分析。

② 当分析的元素含量≤0.02%时,分析报告单中可写为“<0.02%”。

③ 若硼含量<0.001%,则分析报告单中可填写“<0.001”。

注:本表格中示出为省略号标记“…”处,意指无要求。

表2 拉伸性能

性能	A级和C级,ksi(MPa)	B级ksi(MPa)
抗拉强度	90~110(620~760)	95~115(655~795)
屈服强度	≥70(485)	≥75(515)
伸长率,标距为2in.(50mm),%①,②	≥19	≥17

① 伸长率的调整见A 20/A 20M标准。

② 见7.1.2条。

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定，否则补充要求不适用。A 20/A 20M 标准包括有供采购方选择的标准补充要求明细表，其中与本标准有关的项目的标题如下。其他试验可按供方和采购方双方协议执行。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S7 高温拉伸试验

S8 超声波检验

S9 磁粉检验

管道部件用具有内在缺口韧性的碳钢锻件

SA-727/SA-727M

[与 ASTM 标准 A 727/A 727M—02(R07)等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于使用温度自-20~+650°F(-30~+345℃)压力管道系统用的锻造碳钢管道部件，这类部件要求具有内在的缺口韧性，但不要求进行缺口韧性试验。本标准包括了按规定尺寸制造或第2节里引用到的如标准 ASME 和 API 的尺寸标准制造的锻造或环形轧制法兰、锻造配件和阀门。

1.2 本标准限定于最大成品截面厚度不大于2in.(51mm)的锻件。

1.3 确定符合本标准的材料是否满足使用性能应是买方的责任。

1.4 当需要有附加试验或检验时，可采用本标准所提供的补充要求，这些要求只有当买方在订货单中作出规定时才适用。

注1：在本标准里，对冲击试验没有作出规定，如需要冲击试验，可参照标准 A 350/A 350M。

1.5 本标准同时采用英寸-磅制和 SI 单位制表示。除非在订单中规定采用“M”标准号(SI制)，否则，该材料应以英寸-磅单位制供货。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于二种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地采用，如混用，将导致与本标准不一致。

2 引用标准

2.1 除了在 A 961/A 961M 标准中列出的引用标准外，下列标准应适用于本标准。

2.2 ASTM 标准

A 350/A 350M 要求缺口韧性试验的管道部件用碳钢和低合金钢锻件

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 788/A 788M 钢制锻件通用要求

A 961/A 961M 管道用钢法兰，锻造管配件及阀门零件通用要求。

E 59 为测定钢和铁的化学成分用的取样实用规程

2.3 ASME 锅炉压力容器规范

第Ⅱ卷 材料标准 C 篇

SFA 5.5 低合金钢手工电弧焊焊条

B 16.5 钢制管道法兰和法兰配件

B 16.10 铁制阀门面对面和端部对端部尺寸

B 16.11 锻造钢制配件、承插式焊接和螺纹连接

B 16.30 非接火的压力容器法兰尺寸

2.4 API 标准：

600 端部采用法兰或对接焊连接的钢制闸阀

602 炼油厂使用的紧凑设计型碳钢闸阀

605 大直径碳钢法兰

2.5 MSS 标准

MSS SP25 阀门，管配件，法兰和连接管件的标准标记系统

3 通用要求和订货须知

3.1 按本标准供货的产品应符合 A 961/A 961M 标准的要求，包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 961/A 961M 标准的通用要求，则将构成与本标准的不一致性。若本标准的要求与 A 961/A 961M 标准的要求有抵触，则应优先满足本标准的要求。

3.2 在采购订货单中对所订购材料规定所有订货资料是订货方的责任。这些资料的实例包括但并不只限于下列各项：

3.2.1 附加要求(见15.1条和15.2条)。

4 材料和制造

4.1 钢应由下列一种或几种工艺方法炼制：

平炉、氧气顶吹转炉或电炉，并应是细晶粒的完全镇静钢。

4.2　锻件应由钢锭、钢坯、方钢坯、扁钢坯或棒钢制成，这些坯料均应是锻制的、轧制的或连铸的。

4.3　钢锭应有足够的切头，以避免有害的缩轧和过量的偏折。

4.4　成品应是根据 A788/A788M 标准的术语部分所规定的锻件。

5　热处理

5.1　塑性加工之后，锻件制造厂应对锻件进行正火或正火加回火、或淬火加回火热处理。

5.1.1　正火——正火工艺应包括将锻件均匀加热到 1550°F 和 1700°F(845℃和 925℃) 之间，保温足够的时间以使整个过程温度均匀，然后在静止空气中冷却，正火加热前锻件的温度应低于 1000°F(540℃)。

5.1.2　淬火——淬火工艺应包括将锻件均匀加热到 1550°F 和 1700°F(845℃和 925℃) 之间，保温足够的时间以使整个过程温度均匀，然后在合适的液体介质中骤冷，淬火加热前，锻件的温度应低于 1000°F(540℃)。

5.1.3　回火——回火工艺应包括将锻件继正火或淬火之后重新加热到不低于 1100°F (595℃)，但不得高于下转变温度。在回火温度下保温时间按最大截面厚度 30min/in. (30min/25mm)计算，但不得少于 30min。

6　化学成分

6.1　钢应符合表 1 所列化学成分的要求。

表 1　化学成分要求

元　素		成　分,%
C	熔炼分析	≤0.25
	成品分析	≤0.28
Mn	熔炼分析	0.90~1.35
	成品分析	0.84~1.41
P	熔炼分析	≤0.035
	成品分析	≤0.043
S	熔炼分析	≤0.025
	成品分析	≤0.033
Si	熔炼分析	0.15~0.30
	成品分析	0.13~0.32

续表

元　素		成　分,%
Ni	熔炼分析	0.40[①]
	成品分析	0.34
Cr	熔炼分析	0.30[①②]
	成品分析	0.34
Mo	熔炼分析	0.12[①②]
	成品分析	0.13
Cu	熔炼分析	0.40[①]
	成品分析	0.43
Nb	熔炼分析	0.02
	成品分析	0.03
V	熔炼分析	0.05
	成品分析	0.055

① 铜、镍、铬和钼元素的熔炼分析的总量应不得超过 1.00%。

② 铬和钼元素的熔炼分析的总量应不得超过 0.32%。

6.2　不应使用加有铅的钢。

7　力学性能要求

7.1　拉伸试验

7.1.1　要求——材料应符合表 2 所列的拉伸性能要求。

表 2　拉伸要求

抗拉强度,ksi(MPa)	60.0~85.0(415~585)
屈服强度,ksi(MPa)[①]	≥36.0(250)
标距 2in. 或 50mm 伸长率,%	≥22
断面收缩率,%	≥30

① 可采用 0.2%残余变形法或在载荷下 0.5%伸长法测定。

7.1.1.1　试样应从粗制的或最终生产的锻件或其延长部分制取，也可以生产该锻件的同炉号钢中单独锻造的试棒坯中获得。试棒坯应与所代表的成品有相似的锻造方式，并经受过近似相同的热加工和压延量，以及具有与所代表的成品有相同的公称厚度，且经过相同的热处理。除遵循 7.1.2.1 条要求外，试验用材应与所代表的锻件在相同的炉子里同一时间进行热处理。

7.1.2　试验数量——在每一热处理装炉批量中，从每一炉次每一公称壁厚±¼in. (±6mm) 取样做一个室温下的拉伸试验。

7.1.2.1　所进行的热处理，不论是在连续式炉子还是间歇式炉子里，只要所要求的热处理温度控制在±25°F(±14℃) 之内，并配备有高温记录仪能完整的记录热处理时，如果拉伸试验所代表的锻件使用相同的热处理循环，那么每个

炉次，按公称壁厚±¼in.（±6mm）应要求有一个拉伸试验，而不是每次热处理装炉的每一炉次中按每一公称壁厚做一个拉伸试验。

7.1.3 试验位置和方向——试样应从锻件或试棒坯的最厚截面的中间层处制取。

7.1.3.1 除法兰和环形件应在切向取样外，其余试样的纵轴应平行于锻件或试棒坯的主方向。

7.1.4 试验方法——试验应按最新颁布的A370“方法和定义”中进行，采用尽量大的圆形试样。测量伸长率的标距长度应是试验截面的四倍直径。

7.2 硬度试验

7.2.1 要求——如果生产的锻件经过液体淬火加回火，热处理后其硬度不应超过187HB，买方可以在锻件的任何位置通过试验验证是否满足这一要求，只要这种试验不影响锻件的使用。

8 熔炼分析

8.1 每炉钢的熔炼分析最好应在熔炼浇注时取样进行，分析结果应符合表1的规定。

9 成品分析

9.1 买方可按照E59实用规程取样进行成品分析，分析结果应符合表1的规定。

10 水压试验

10.1 按标准制造的锻件应能通过与成品锻件额定压力相一致的水压试验，只有当规定有A 961/A 961M标准中的S8补充要求时，这种试验才应由锻件制造厂进行。

11 返工和重新热处理

11.1 如果力学性能试验的要求不符合规定的要求，制造厂可以对所代表的锻件重新进行热处理，并复试到符合相应的要求。

11.2 经逐个试验符合所有要求的锻件应可合格验收。

12 接修焊补

12.1 允许锻件制造厂自行决定是否采用焊接方法对缺陷进行返修。

12.2 焊补应使用按照ASME规范锅炉压力容器第Ⅸ卷评定的焊接工艺和有资格的焊工。焊补后，锻件进行热处理时，评定用的试板应进行相同的热处理。评定用试板的力学性能应符合第7节的规定。

12.3 应只使用带有‘A-1’标号（例如：E71T1-A1）的焊条，可以使用SMAW（手工电弧焊）、GMAW（熔化极气体保护焊）、FCAW（自保护药芯焊丝电弧焊）或GTAW（氩弧焊）的焊接工艺。GMAW焊接工艺应仅限于喷射过渡或脉冲电弧工艺。FCAW焊接工艺应仅限于用于修补碳钢的或碳-锰的母材部分。焊条应符合适用的AWS A5焊条标准。

12.4 处于正火、正火加回火或淬火加回火状态下的锻件的焊补应在焊接返修进行消除应力处理，最低温度为1100°F(595℃)，但不是高于同一锻件母体金属所使用的回火温度，或可按第5节重新热处理。

13 检查

13.1 除成品分析外（见9.1条），除非另有协议，所有的试验和检验都应在制造现场完成。

14 拒收和复审

14.1 在工厂加工或使用期间，发现存在有害缺陷的每一个锻件都应被拒收，并通知制造厂。

15 合格证书

15.1 经买方同意按规定尺寸和按尺寸标准制造的锻件，使用第16节所要求的识别标记应能证明这些锻件已经按本标准的要求进行供货。

15.2 当要求试验报告时，它们应包括符合本标准所有要求证明，试验报告应示明全部所要求的试验结果，熔炼号或制造厂的炉号识别标记，对所作热处理的证明，并能追踪到所代表的锻件上。如有要求，反映在试验报告上的标准号应包括发布年号和修改字母。

16 产品标志

16.1 识别标志包括标准号，制造厂名称或代号(注2)，炉号或制造厂的炉次识别号，尺寸和额定的使用参数。如有可能，这些识别标记应永久地放置在每个锻件上，其位置应不影响锻件

的使用。若因尺寸限制而不能完整地作出标记时，除作为标准号的“钢”字不应被替代外，其余的识别标记可以按照 SP25 规定的次序而被省略。标记在锻件上的标准号不需要包括发布年号和修改字母。

注 2：对于识别标记的使用目的，制造厂管道部件已按本标准制造、取样和试验，并确认其结果符合本标准的要求。

16.1.1　如果锻件已经作过淬火加回火处理，那么，在标准号后面应打上字母“QT”的钢印。

16.1.2　焊接返修过的锻件，在标准号后面应有字母“W”的标志。

16.2　当要求有试验报告时，必要时应使用附加标志，以识别与试验报告相应的零件。

16.3　条形码——除了 16.1 和 16.2 条中的要求外，条形码也可以用作补充识别方法。买方可在订单中规定要使用的特殊的条码系统。如由供方选定，条码系统应和已发布的条形码工业标准一致。如果是用在小零件上，条形码也可以加在包装箱或牢固系紧的标签上。

17　关键词

17.1　碳当量　钢制管配件　管道用　受压零件　钢制法兰　碳钢锻件　钢阀门　低温设备应用

补充要求

下列补充要求的一条或几条仅当采购方在询价单、合同或订货单中规定时才使用，这些补充要求的详细内容应有制造厂和采购方的书面协议，补充要求决不能违背本标准的任何要求。

S1 碳当量

S1.1 对于最大截面厚度不大于2in.的锻件，依据熔炼分析的最大碳当量应是0.45，最大截面厚度>2in.的为0.46。

S1.2 按下式计算确定碳当量(CE)：

$$CE=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Ni+Cu}{15}$$

S1.3 较低的最大碳当量可由供方和买方商定。

压力容器用低碳时效硬化镍铜铬钼铌合金钢板

(15)

SA-736/SA-736M

[与 ASTM 标准 A 736/A 736M—12 完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于低碳的时效硬化合金钢板，它用于焊接的压力容器和管道部件。本标准包括镍铜铬钼铌钢。

1.2 本标准的钢板，现有以下类别：

1.2.1 只有 A 级 3 类的产品。

1.2.1.1 对于较薄的经淬火和沉淀热处理的钢板，A 级具有最小规定的拉伸强度为 85ksi，对较厚的板为 75 和 70ksi，所以最小抗拉强度取决于板的厚度。为了满足规定的力学性能要求，A 级 3 类的最大厚度仅受化学成分和热处理能力的限制；然而，现行的做法一般最大厚度限制到 8in.(200mm)。

1.3 本标准同时用英寸—磅单位和 SI 单位表示，除非在订单中规定采用“M”标准号(SI 单位)，否则材料按英寸—磅单位制供货。

1.4 无论以英寸—磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确相等，故必须单独分别采用。如加以混合用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途轧制钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法及程序，尺寸和重量的允许偏差，质量，缺陷的返修，标记、装运和采购信息。

3.2 除了本标准规定的基本要求外，为满足最终使用要求需更多地控制、试验或检验时可采用若干补充要求。采购方应参考本标准中列出的补充要求和 A20/A20M 标准中的详细要求。

3.3 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，应以本标准中的要求为准。

4 制造

4.1 材料应是镇静钢，并符合 A 20/A 20M 标准中规定的细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 钢板应加热到 1600～1700°F (870～930℃)温度范围内，在液体介质中进行淬火处理，然后在 1000～1300°F(540～705℃) 温度范围内进行沉淀热处理，保温时间由材料制造厂确定。

5.2 如若采购方选择自己进行热处理，那么，钢板应以轧钢厂根据采购订货单里的规定做了热处理的试件上做出的钢厂试验为基础，进行合格验收。如果在采购订货单上并未注明试样的热处理要求，那么，钢板厂或加工厂在其认为恰当的状态下对试样进行热处理，钢板厂或加工厂应知会采购方，试样在轧钢厂做过的热处理后所遵循的（热处理）工艺。

6 化学成分要求

6.1 钢应符合表 1 所列化学成分的要求。

表1 化学成分要求

元素		成分,%
		A级
C, ≤	熔炼分析	0.07
	成品分析	0.09
Mn	熔炼分析	0.40~0.70
	成品分析	0.35~0.78
P, ≤①		0.025
S, ≤①		0.025
Si, ≤	熔炼分析	0.40
	成品分析	0.45
Cr	熔炼分析	0.60~0.90
	成品分析	0.56~0.94
Ni	熔炼分析	0.70~1.00
	成品分析	0.67~1.03
Mo	熔炼分析	0.15~0.25
	成品分析	0.12~0.28
Cu	熔炼分析	1.00~1.30
	成品分析	0.95~1.35
Nb, ≥	熔炼分析	0.02
	成品分析	0.01

① 可同时用于熔炼分析和成品分析。

表2 拉伸要求

项目		A级 3类 ksi (MPa)
屈服强度, ≥	≤¾in.	75
	(≤20mm)	(515)
	>¾~1in.	75
	(>20~25mm)	(515)
	>1~2in.	75
	(>25~50mm)	(515)
	>2~4in.	65
	(>50~100mm)	(450)
	>4in.	60
	(>100mm)	(415)
抗拉强度	≤¾in.	85~105
	(≤20mm)	(585~725)
	>¾~1in.	85~105
	(>25~25mm)	(585~725)
	>1~2in.	85~105
	(>25~50mm)	(585~725)
	>2~4in.	75~95
	(>50~100mm)	(515~655)
	>4in.	70~90
	(>100mm)	(485~620)
伸长率①		
2in. (50mm), ≥%		20

① 伸长率的修正见A 20/A 20M标准。

7 力学性能要求

7.1 拉伸试验要求——拉伸试样所代表的材料应符合表2的要求。

7.1.1 公称板厚小于等于¾in. (20mm),可采用1½in. (40mm)宽的矩形试样做拉伸试验。伸长率可用标距为2in. (50mm)的试样来测定,断口应在标距长度内并显示出最大延伸率。

7.2 缺口韧性试验

7.2.1 夏比V形缺口冲击试验按A 20/A 20M标准执行。

7.2.2 10mm×10mm试样的试验结果应满足在-50℉(-45℃)温度下20ft·lbf(27J)的平均最小值。

8 关键词

8.1 合金钢 合金钢板 压力容器钢板 低碳 时效硬化 压力容器 管道部件 沉淀热处理 镍-铜-铬-钼-铌

补 充 要 求

除非采购订单中另有规定，否则补充要求不应使用。

供采购方选用的标准化的补充要求的清单已包括在 A 20/A 20M 标准中。那些认为适于本标准使用的几项要求标题列入本节中。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学试验试样的模拟焊后热处理

S4 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形冲击试验

S6 落锤试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S10 夏比 V 形缺口冲击试验曲线

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S13 脆性转变(NDT) 温度的测定

S15 断面收缩率的测定

S17 真空碳脱氧钢

S19 限定的化学成分要求

S24 应变时效试验

S25 可焊接性

压力容器用高强度低合金钢板

SA-737/SA-737M

（与 ASTM 标准 A 737/A 737M—09(R13)完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于焊接的压力容器和管道部件用的高强度低合金钢板。

1.2 该材料是专门为用于需要高的强度和韧性的管道和压力容器的。

1.3 本标准包括 B 和 C 两个级别。B 级的最低屈服强度 50ksi(345MPa)。C 级的最低屈服强度为 60ksi(415MPa)。

1.4 钢板的最大厚度仅受化学成分和热处理所能满足规定的力学性能要求的能力限制；然而，现行的做法一般是每个级别钢的最大厚度限制到 4in.（100mm)。

1.5 C 级别的钢板当处在轧制状态下经受火焰切割、搬运以及加工处理时易于发生裂纹，特别在厚度大于 2in.（50mm)，故只有在钢板厂与采购方或制造厂达成共同协议时，方可以轧制状态发货。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途轧制钢板超波直射波检验

3 一般要求与订货须知

3.1 按本标准供应的材料应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求包括试验与复试的方法和程序，尺寸与重量的允许偏差，质量、缺陷的修补，标志和装载和订货信息。

3.2 除了本标准的基本要求外，当为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时，有若干补充要求可供选择使用。采购方应参照本标准所列出的补充要求以及 A 20/A 20M 标准中详细要求。

3.3 如本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，应以本标准中的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢工艺：钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准中细奥氏体晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 材料加热到适当的温度进行正火，以形成奥氏体组织，但该温度不应超过 1700°F (925℃)。应在此温度保持足够的时间以使整个材料均匀地被加热，然后在空气中冷却。

5.2 若采购方同意，为了改善强度或韧性，允许冷却速度比空冷快，但随后钢板必须在 1100~1300°F(595~705℃)范围内回火。

5.3 除非另有协商合议，若由加工厂方选择进行 5.1 和 5.2 条所要求的热处理，则钢板的生产厂应对厚度大于 2in.（50mm）的 C 级钢板在发货前、在 1650~1850°F（900~1010℃）的温度范围内做正火处理。

6 化学成分

6.1 除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 真空碳脱氧钢的规定外，钢的化学成分应符合表 1 的要求。

7　力学性能

7.1　拉伸试验——材料以拉伸试样为代表的拉伸性能应符合表 2的要求。

7.1.1　对于公称厚度≤¾in.（20mm）的钢板，当要测定的是（标距）2in.（50mm）的伸长率要求时，拉伸试验可采用 1½in.（40mm）宽的矩形试样，伸长率可在 2in.（50mm）的标距长度内测定，断口应位于标距长度内，并显示出最大的伸长率。

表 1　化 学 成 分 要 求

元　素	B 级		C 级	
	熔炼分析,%	成品分析,%	熔炼分析,%	成品分析,%
C，≤	0.20	0.22	0.22	0.24
Mn	1.15~1.50①	1.07~1.62①	1.15~1.50	1.07~1.62
P，≤	0.025	0.025	0.025	0.025
S，≤	0.025	0.025	0.025	0.025
Si	0.15~0.50	0.10~0.55	0.15~0.50	0.15~0.55
V	…	…	0.04~0.11	0.03~0.12
Nb，≤	0.05	0.05	0.05	0.05
N，≤	…	…	0.03	0.03

① 在熔炼分析中的碳含量不超过 0.18%的条件下，最大的锰含量在熔炼分析中可提高到 1.60%，在成品分析中可提高到 1.72%。

注：本表中示出为“…”处，意为无要求。

表 2　拉伸性能要求

	B 级	C 级
屈服强度，≥，ksi(MPa)	50(345)	60(415)
抗拉强度，ksi(MPa)	70~90(485~620)	80~100(550~690)
伸长率①(标距为 8in. 或 200mm)，≥，%	18	18
伸长率①(标距为 2in. 或 50mm)，≥，%	23	23

① 伸长率的修正见 A 20/A 20M 标准。

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定，否则补充要求不适用。

A 20/A 20M 标准中包括一个可供采购方选择的标准化了的补充要求明细表，那些适合本标准的项目的标题列在下面。其他试验可按采购方和供方双方协议执行。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S5 夏比 V 型缺口冲击试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行的超声波检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行的超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行的超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

中、低温压力容器用热处理的碳锰硅钢板

(15)

SA-738/SA-738M

(与 ASTM 标准 A 738/A 738M—12a 完全相同)

1　适用范围

1.1　本标准适用于中温和低温焊接压力容器用的经热处理的碳-锰-硅钢板。

1.2　本标准的钢板按最小极限抗拉强度有 75ksi (515MPa)、85ksi (585MPa)、80ksi (550MPa)和 90ksi (620MPa) 四个级别。

1.3　钢板的最大厚度仅受化学成分含量和满足规定力学性能要求的热处理限制，但是，现行生产实践通常 A 级钢板最大厚度限为 6in. (150mm)；B 级钢板最大厚度限为 4in. (100mm)。C 级钢板最大厚度限为 6in. (150mm)，对 D 级和 E 级钢板，其允许的最大公称厚度分别为 1.5in. (40mm) 和 2in. (50mm)。

1.4　无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2　引用标准

2.1　ASTM 标准

A 20/A 20M　压力容器用钢板通用要求。

3　一般要求和订货须知

3.1　按本标准供应的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试的方法与程序，尺寸和重量的允许偏差，质量，缺陷的修补，标志和装运以及订货信息。

3.2　除了本标准的基本要求外，当为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时，有若干补充要求可供选择使用。

3.3　当本标准的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求冲突时，应以本标准的要求为准。

4　制造

4.1　炼钢工艺——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 中细奥氏体晶粒度的要求。

5　热处理

5.1　A 级钢板厚度小于等于 2.5in. (65mm) 应以正火或淬火加回火处理状态供货。

5.2　A 级钢板厚度大于 2.5in. (65mm) 的及所有厚度的 B 级、C 级、D 级和 E 级钢板都应淬火加回火处理。

5.3　钢板回火处理温度最低应为 1100°F(595℃)。

6　化学成分

6.1　除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 (真空碳脱氧钢) 的规定外，钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7　力学性能

7.1　拉伸试验要求——钢板的拉伸试验性能应符合表 2 的规定。

7.1.1　对于公称厚度小于等于 ¾ in. (20mm) 的钢板，拉伸试验可采用 1 ½ in. (40mm) 宽的矩形试样，伸长率可在 2in. (50mm) 的标距长度内测定，断口应位于标距长度内，并显示出最大的伸长率。

8　关键词

8.1　承压件；压力容器用钢；钢板；压力容器用钢板

表1 化学成分要求

元素名称			成分,%				
			A级	B级	C级	D级	E级
C①			≤0.24	≤0.20	≤0.20	≤0.10	≤0.12②
Mn	熔炼分析	≤1.5in.(40mm)	≤1.50	0.90~1.50	≤1.50	1.00~1.60	1.10~1.60②
		>1.5~2.0in.(40~50mm)	≤1.50	0.90~1.50	≤1.50	③	1.10~1.60②
		>2.0in.~2.5in.(50~65mm)	≤1.50	0.90~1.50	≤1.50	③	③
		>2.5in.(65mm)	≤1.60	0.90~1.60	<1.60	③	③
	成品分析	≤1.5in.(40mm)	≤1.62	0.84~1.62	≤1.62	0.97~1.72	1.02~1.72②
		>1.5~2.0in.(40~50mm)	≤1.62	0.84~1.62	≤1.62	③	1.02~1.72②
		>2.0~2.5in.(50~65mm)	≤1.62	0.84~1.62	≤1.62	③	③
		>2.5in.(65mm)	≤1.72	0.84~1.72	≤1.72	③	③
P①			≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.015	≤0.015
S①			≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.006	≤0.006
Si		熔炼分析	0.15~0.50	0.15~0.55	0.15~0.50	0.15~0.50	0.15~0.50
		成品分析	0.13~0.55	0.13~0.60	0.13~0.55	0.13~0.55	0.13~0.55
Cu		熔炼分析	≤0.35	≤0.35	≤0.35	≤0.35	≤0.35
		成品分析	≤0.38	≤0.38	≤0.38	≤0.38	≤0.38
Ni		熔炼分析	≤0.50	≤0.60	≤0.50	≤0.60	≤0.70
		成品分析	≤0.53	≤0.63	≤0.53	≤0.63	≤0.73
Cr		熔炼分析	≤0.25	≤0.30	≤0.25	≤0.25	≤0.30
		成品分析	≤0.29	≤0.34	≤0.29	≤0.29	≤0.34
Mo	熔炼分析	≤1.50in.(40mm)	≤0.08	≤0.30	≤0.08	≤0.30	≤0.35
		>1.5in.(40mm)	≤0.08	≤0.30	≤0.08	③	③
	成品分析	≤1.5in.(40mm)	≤0.09	≤0.33	≤0.09	≤0.33	≤0.38
		>1.5in.(40mm)	≤0.09	≤0.33	≤0.09	③	③
V		熔炼分析	≤0.07④	≤0.07	≤0.05	≤0.08	≤0.09
		成品分析	≤0.08④	≤0.08	≤0.06	≤0.09	≤0.10
Nb		熔炼分析	≤0.04④	≤0.04	⑤	≤0.05	≤0.05
		成品分析	≤0.05④	≤0.05	⑤	≤0.06	≤0.06
Nb+V		熔炼分析	≤0.08④	≤0.08	⑤	≤0.11	≤0.12
		成品分析	≤0.10④	≤0.10	⑤	≤0.12	≤0.13
Ti①			…	…	…	⑥	⑦
B①			…	…	…	0.0007	0.0007
Al①			…	…	…	总量≤0.020 或酸溶铝 ≤0.015⑥	总量≤0.020 或酸溶铝 ≤0.015⑦

① 熔炼分析与成品分析都适用。

② 在规定的最大含碳量以下，每减小0.01%的碳，允许在规定的最大锰含量以上增加0.06%的锰，直至最大锰含量熔炼分析值为1.85%，成品分析值为1.99%。

③ 不允许。

④ 经钢板厂和采购方双方协商同意后方可加入钒和铌。

⑤ 对于C级钢，Nb(铌)是未规定元素。

⑥ 根据钢板厂与采购方的协议钢中可加入钛（Ti），这种情况下最小铝含量不再适用。如运用这一选择时，钛的熔炼分析含量为0.006%至0.03%，且钛含量的熔炼和成品分析结果须在试验报告中报告之。

⑦ 根据钢板厂与采购方协议钢中可加入钛（Ti），这种情况下最小铝含量不再适用。如运用这一选择时，钛的熔炼分析含量为0.006%至小于等于0.03%，且钛含量的熔炼和成品分析结果须在试验报告中报告之。

表 2　拉伸性能要求

项　目	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级
抗拉强度,ksi(MPa):					
≤1.5in.(40mm)	75~95 (515~655)	85~102 (585~705)	80~100 (550~690)	85~102 (585~705)	90~110 (620~760)
>1.5in.(40mm)~2.0in.(50mm)	75~95 (515~655)	85~102 (585~705)	80~100 (550~690)	①	90~110 (620~760)
>2.0in.(50mm)~2.5in.(65mm)	85~102 (585~705)	85~102 (585~705)	80~100 (550~690)	①	①
>2.5in.(65mm)~4in.(100mm)	75~95 (585~705)	85~102 (585~705)	75~95 (515~655)	①	①
>4in.(100mm)	75~95 (515~655)	85~102 (585~705)	70~90 (485~620)	①	①
屈服强度:ksi(MPa):					
≤1.5in.(40mm)	45 (310)	60 (415)	60 (415)	70 (485)	75 (515)
>1.5in.(40mm)~2.0in.(50mm)	45 (310)	60 (415)	60 (415)	①	75 (515)
>2.0in.(50mm)~2.5in.(65mm)	45 (310)	60 (415)	60 (415)	①	①
>2.5in.(65mm)~4in.(100mm)	45 (310)	60 (415)	55 (380)	①	①
>4in.(100mm)	45 (310)	60 (415)	46 (315)	①	①
标距 2in.(50mm)伸长率,%②≥					
≤1.5in.(40mm)	20	20	22	20	20
>1.5in.(40mm)~4in.(100mm)	20	20	22	①	①
>4in.(100mm)	20	20	20	①	①

注 1:t=钢板的公称厚度。

① 不允许。

② 伸长率要求的调整,见 A 20/A 20M 标准。

补充要求

除非在采购订货单中有规定,否则补充要求不适用。A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化的补充要求明细表。适合本标准使用的项目的标题如下,其他试验可按供方和采购方双方协议执行:

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S4 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验(对厚度大于等于 0.625in (16mm)的钢板)

S9 磁粉检验

S12 按 A 578/A 578M 标准做超声波检验

S20 可焊接性的最大碳当量

附 录

（非强制性资料）

X1 夏比 V 形缺口冲击试验

X1.1 下面的能量值是通常所适用的保证值，列在这里仅供参考。如强制规定符合下列数值之一，则需经采购方与钢板厂双方协议。

X1.1.1 纵向——在 -50° F（-45℃）下 20ft·lbf(27J)。

X1.1.2 横向——在 -20° F（-30℃）下 20ft·lbf(27J)。

奥氏体钢锻件超声波检验

SA-745/SA-745M

[除删去 1.5 条外，与 ASTM 标准 A 745/A 745M—94(R09)完全等同]

1 适用范围

1.1 本规程包括用直射波或斜射波技术或者两者同时采用。对奥氏体钢锻件作接触法脉冲反射式超声波检验的标准和规程。

1.2 当询价单、投标、合同、订货单或标准规定按 ASTM A 745/A 745M 对奥氏体钢锻件进行超声波检验时，应采用本规程。非磁性护环锻件的超声波检验应按实用规程 A 531，而不是本规程。

1.3 以英寸-磅单位或国际单位(SI)表示的值都应分别视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值并非精确相等，故必须独立地分别采用之。如果加以混用，将导致与本规程的不一致。

1.4 本规程和适用的材料标准中同时用英寸-磅单位或(SI)单位表示。所以，除非订货单中规定采用“M”(SI 单位)标准号，否则，材料按英寸-磅单位制供货。

1.5 删去

2 引用文件

2.1 ASTM 标准

A 531 汽轮发电机钢护环超声波检验实用规程

E 317 评定不用电子测量仪器的脉冲反射式超声波测试系统工作特性的实用规程

E 428 超声波检查用钢质参考试块的制作和控制的实用规程

2.2 美国无损检测学会文件

SNT-TC-1A 无损检验人员资格评定和取证的实用规程

3 订货须知

3.1 当询价单或采购订单采用本规程时，采购方应提供下述资料：

3.1.1 检验质量的等级(见第 12 节)；

3.1.2 对本规程的附加要求；

3.1.3 补充要求的适用范围(见“补充要求”这一节)。

3.2 当规定时，制造厂应向采购方提交一份检验规程并获得认可，其中包括(但并不限于这些)作超声波检验的外形草图以说明扫查面、扫查方向、切槽的位置与尺寸(如果适用)、覆盖范围(如果适用)以及一份列举校准和检验细节以及制造阶段等的说明。

4 仪器

4.1 本检验方法要求采用电子脉冲反射式仪器。该系统至少应能以 0.5～5MHz 的频率工作。可以采用视频显示或射频显示。

4.2 超声仪器应至少能在满幅度(扫描线至屏顶部)的 75%内提供线性显示(信号高度误差在±5%以内)。此 5%的线性是指幅度在示波屏上显示情况的描述。仪器的线性应按 E317 实用规程进行校验。

4.3 当可以允许测量仪器线性显示范围以外的信号时，可采用分级增益控制的仪器(在其有效范围内的精确度为标称衰减比率的±10%)。

4.4 探头

4.4.1 探头中的换能器可使用石英或其他压电材料。

4.4.2 直射波扫查时，应使用的最大公称有效面积为 $1\frac{1}{2}in^2$.(970mm^2)。并且其尺寸最小为$\frac{1}{2}$in.(13mm)，最大为 $1\frac{1}{8}$in.(30mm)或直径最小尺寸为$\frac{3}{4}$in.(20mm)。

4.4.3 斜射波扫查的换能器其公称有效面积应为$\frac{1}{2}$～1in^2.(325～650mm^2)。斜射波检验采用的探头应能在材料中产生 30°～70°的波束角；

4.4.4 在评定和精确测定缺不连续性信号

时，也可采用其他探头，包括第 8 节所列以外的频率。

4.5 耦合剂——用在换能器与检验表面之间应使用有良好润湿特性的合适的耦合剂。校准与检验时应采用相同的耦合剂。

4.6 参考试块

4.6.1 所有的超声波标准参考试块都应符合 E428 实用规程的一般准则。但是由于本规程所涉及材料的性能，不要求与 E428 推荐实用规程完全一致。

4.6.2 用参考试块的相对声穿透性法测得的参考试块晶粒大小，应与被检验的锻件相类似。但是，由于大的奥氏体锻件中晶粒大小和组织的变化，因此必须承认在其整个体积中奥氏体的声穿透性是有显著变化的。所以，对参考试块宜作选择，使其适当地近似于被检验锻件的平均穿透性。在评定如第 11 节所涉及的信号时，可以采用晶粒较粗大或较细小的补充试块。

4.6.3 可行时也可以采用另一种方法，可在锻件的代表性部位配制适当尺寸的参考孔或槽来进行校准和检验，这些参考孔或槽可在后续的机械加工中去除。当孔或槽在后续机械加工中不能去除时，其位置必须得到采购方的认可。

5 人员要求

5.1 按本规程进行超声波检验的人员，应按照符合 No. SNT-TC-1A 推荐实用规程或别的为买方和供方双方都接受的国家标准制定的书面规程进行资格评定和取得合格证。

6 锻件的状态

6.1 锻件应在热处理后进行超声波检验。

6.2 锻件的检验面应无外来物，如浮锈、涂料、污物等。

6.3 扫查面的表面粗糙度不应超过250μin.(6μm)，但订货单或合同中另有规定者除外。

6.4 锻件应经机械加工成简单形状，如矩形、平行面或同心面，以便达到所有体积都能覆盖。

6.5 在某些情况下，例如有圆角的锻制零件，要保证100%体积覆盖可能是不实际的。这样的锻件应检验尽可能大的范围。表明检验覆盖程度的规程应提交采购方认可(见 3.2 条)。

7 检验规程

7.1 超声检验应在锻件热处理之后，加工成适合超声检验的外形时进行，须在钻孔、铣键槽、车成锥形、开槽或机械加工成最终轮廓之前。

7.2 为了保证完全覆盖锻件的体积，在扫查时，每次路径的转位至少应有 15%的重迭。

7.3 扫查速率不应超过6in./s(150mm/s)。

7.4 锻件所有的区域，都应至少从两个互相垂直的方向作最大可能范围的扫查。

7.5 用直射波扫查圆盘和盘形锻件时，至少从一个平面扫查，在可能时还应从圆盘圆周面做径向扫查。本规程中所指的圆盘是圆柱形的，其直径尺寸大于高度尺寸。锻粗锻造成“薄饼”的盘形锻件，虽然在检验时零件可能有中心孔、在反面车削的台阶或其他的细节轮廓，但仍按圆盘类检验。

7.6 扫查圆柱形截面、环形和空心锻件，可从整个外表面(侧面或圆周面)用直射波技术，并以尽可能大的范围作轴向扫查。当长度/直径比(细长比)超过 6∶1[或轴向长度超过 24in.(600mm)]时，还应尽可能从两个端面进行轴向扫查。如果由于衰减的原因不可能轴向穿透时，可用轴向斜射波检验代替轴向直射波检验。对于外径/内径比小于 2∶1，并且壁厚小于 8in.(200mm)的环形和空心锻件采用斜射波技术从外径或内径进行检验，或者两者均采用，采用全跨距或半跨距技术(见 10.1.2 和 10.1.3 条)，以达到 100%体积覆盖或由经认可的规程(见 3.2 条)所规定的覆盖程度。

8 检验频率

8.1 所有的超声波检验，均应在能足够穿透锻件厚度并能分辨所采用的参考标准条件下，使用可行的最高频率进行(按 8.1.1、8.1.2 或 8.1.3 条的规定)。在超声波检验报告中应包括所采用的检验频率。实际检验时采用的频率取决于以下准则：

8.1.1 公称试验频率应为2.25MHz。此频率的采用通常因衰减而受到限制。

8.1.2 可以采用1MHz的频率，这也是通常采用的频率。

8.1.3 在必要时，由于衰减的原因可以采用0.5MHz的检验频率。采购方可以要求在采用这样低的频率之前预先通知。

8.1.4 如果某些区域甚至在0.5MHz的情况下也不能达到足够穿透时，可以采用别的无损检验方法(如射线照相)以保证锻件的完整无缺陷性，但这必须经采购方与制造厂之间商定。

9 直射波检验

9.1 校准方法

9.1.1 直射波检验是由平底孔进行校准的，孔的尺寸决定于所采用的质量等级(见第12节)。

9.1.2 根据所涉及的试验金属距离决定校准方法。

9.1.2.1 厚度等于小于6in.(150mm)时，可利用单一试块或距离一波幅曲线校正法进行检验。

(a) 单一试块法——在代表锻件厚度的参考标准试块上确定试验灵敏度。平底孔的钻制应垂直于检验面，对厚度小于等于1.5in.(40mm)的材料，钻至材料厚度的一半，但至少0.75in.(20mm)深；对厚度1.5~6in.(40~150mm)的材料，深度不能超过材料厚度的一半。缺陷信号的评定应按所估算的不连续性深度，必要时应利用补充参考标准试块。

(b) 距离-幅度曲线校正法——在金属传播距离代表被检验零件较大金属传播距离±1in.(±25mm)内的参考标准试块上确定试验灵敏度。

9.1.2.2 对6~24in.(150~600mm)厚度的检验，采用距离-幅度校正法。若从两个相反表面进行检验，可以采用½厚度的试验金属距离作校准。

9.1.2.3 对于金属传播距离大于24in.(600mm)的情况，采用下述方法之一进行检验：

(a) 至少从一个面按QL-5(见12.1.1条)进行底面反射检验，或按采购方认可的方法(见3.2条)。

(b) 在壁厚小于8in.(200mm)的空心圆形锻件上，采用斜射波轴向扫查代替直射波的端面扫查。这种扫查的校准可在现成的圆周扫查所要求的轴向切槽上确定，或者专为斜射波轴向扫查而设置的横向切槽上确定。

9.2 校准方法——用适当的试验频率，在锻件无缺陷信号的区域内，把底面反射幅度调整到仪器垂直线性的最大极限。此调整好的仪器灵敏度显示应是单一试块和多试块校准法的起始校准参考。在这样的增益调整状态下，如果在最长的校准试块中，平底孔的幅度响应(扫描线到波峰的高度)不等于或者大于0.5in.(13mm)则应进一步调整仪器增益，以获得0.5in.(13mm)的扫描线到波峰的最小响应。为了完成距离幅度校正曲线，要在这一调整的增益下，确定曲线形状的其余各点，并在阴极射线管的防护屏上标出曲线，或者画在图表上。至少应用3块试块，其试验金属距离为3in.(75mm)、½T和T。但各试块间距离最小应为1½in.(40mm)。如果要对靠近始脉冲3in.(75mm)的信号进行评定，则应加一块试验金属距离为1½in.(40mm)的试块。这就是固定的参考线，所有的信号不论其指示的深度如何，均应在获得最大响应时根据此参考线来评定，如果没有信号超过验收极限，就可认为检验合格。在大锻件中可以预料距离—幅度曲线的一部分会在仪器垂直性极限之上。如有一个信号在这个区域出现，应用经校准的增益控制重新调整仪器，或者重新校准原来的校准水平，使该区域能在示波屏上得到适当的显示，从而对此特殊区域进行评定。

注1：当平表面的参考标准试块用作曲面锻件的检验时，应作曲面补偿，曲面校正方法由供需双方商定。直径≥80in.(2000mm)时无需校正。

10 斜射波检验

10.1 按7.6条定义的环形和空心圆形锻件，应从其外圆周以两个圆周方向进行斜射波检验，采用如下的校准方法：

10.1.1 切槽的最大表面长度为1.25in.(30mm)，其长度垂直于声波传播方向，其深度按质量等级的要求(见第12节)，可以是宽度不超过其深度两倍的矩形槽，也可以为最小60°到最大75°夹角的V形槽，在锻件上的位置应不致产生相互干扰，应该用这样的切槽作为校准标准。

10.1.2 通过探头的放置，从各切槽上获得最大响应，从而确定内、外径校准槽的响应。调整超声仪器的灵敏度，但最大试验金属距离的

切槽信号(扫描线到波峰的高度)至少为 0.5in.(13mm)。连接内外径切槽响应的波峰画一直线。这就是起始参考线，这种方法考虑的是全跨距校准。

10.1.3 如果从内、外径切槽得到的响应(扫描线到波峰高度)不能达到至少 0.5in.(13mm)时，则应从外圆周(外径面)和内径面进行校准。调整超声仪器的灵敏度，使来自对面的切槽信号(扫描到波峰高度)至少为 0.5in.(13mm)。这个方法考虑的是半跨距校准。在有规定时，可用轴向斜射波代表直射波的端面扫查。

注 2：长圆柱体或内径小的圆柱体是不以从内径面扫查的。一般来说，对内径小于 18in.(450mm)或长度超过 36in.(900mm)的圆柱体，是不从内径面扫查的。

11 材料的评定

11.1 粗晶奥氏体材料往往显示出扫描噪声，特别是在高灵敏度条件下进行检验时有这种情况。为此，重要的是要严格审定应记录的和应拒收的信号，以确定其究竟是由缺陷引起还是由晶粒结构所致。最好是备有若干组不同粗晶度的校准试块，使有缺陷区的衰减能与试块比较好地匹配，从而可以更精确地估计最小缺陷的大小。由于给定的大型奥氏体锻件中衰减的变化通常是较大的。因此，可以根据与缺陷区域的衰减相比较更合适的其他校准试块来评定拒收信号。也可以在锻件本身有代表性的区域配制参考孔，但应由采购方认可，用作校准及评定缺陷信号。底面反射消失不仅起因于内部不连续性，而且也起因于粗大的或不均匀的晶粒结构、耦合的变化、反射面不平行，以及其他因素。因此在断定底面反射消失是由不连续性引起之前，必须考虑这些因素。

12 验收质量等级

12.1 采购方可规定下列一种质量等级：

12.1.1 直射波检验

12.1.1.1 材料中产生的信号响应，在估计的不连续性深度上其最大幅度等于大于 100%起始参考线或距离—幅度校正曲线时应考虑为不能验收的。

(a) QL-1：距离—幅度曲线应以 No.8 平底孔[$\frac{8}{64}$in.(3mm)]的幅度响应为基础。

(b) QL-2：距离—幅度曲线应以 No.16 平底孔[$\frac{16}{64}$in.(6mm)]的辐度响应为基础。

(c) QL-3：距离—幅度曲线应以 No.24 平底孔[$\frac{24}{64}$in.(10mm)]的辐度响应为基础。

(d) QL-4：距离—幅度曲线应以 No.32 平底孔[$\frac{32}{64}$in.(13mm)]的辐度响应为基础。

(e) QL-5：底面反射检验应保证不出现底面反射全部消失并伴随有不连续性信号的现象。为此当底面反射低于满幅度的 5%时应看作是底面反射全部消失。

12.1.1.2 所采用的质量等级需随试验金属距离、采购方的要求以及所涉及锻件的类型和尺寸而改变。对于具有特殊难题和质量等级的大型圆盘件、环形件或实心锻件以及复杂的锻件，其所采用的质量等级应由制造厂与采购方协商。作为一般准则，下述试验金属距离及其可达到的质量等级可作为一般资料：

(a) QL-1：一般用于 3in.(75mm)及以下的厚度。

(b) QL-2：一般用于 8in.(200mm)及以下的厚度。

(c) QL-3：一般用于 12in.(300mm)及以下的厚度。

(d) QL-4：一般用于 24in.(600mm)及以下的厚度。

(e) QL-5：常用于超过 24in.(600mm)的厚度。

12.1.2 斜射波检验——材料中产生的信号，在观察估算的不连续性深度上，其波辐等于或超过起始验收参考线(全跨距校准见 10.1.2 条)时，应考虑为不能验收的。当只用一个校准切槽进行检验时(半跨距校准，见 10.1.3 条)，材料中的不连续性信号等于或超过切槽信号幅度即应考虑为不能验收的。

12.1.2.1 QA-1 斜射波的参考验收线应根据检验时深度为锻件厚度 3%的切槽。

12.1.2.2 QA-2 斜射波的参考验收线应根据检验时深度小于锻件厚度 5%或 $\frac{3}{4}$in.(19.05mm)的切槽。

13 应记录的信号

13.1 记录应指明所有信号或成组信号的位

置和取向，信号幅度按下面所定，作为提交给采购方的资料。

13.1.1 伴随底面反射消失为75%满幅度的缺陷信号。如没有缺陷信号而有类似的底面反射消失时，应以更低的频率进行扫查，如果仍然是这种情况，在报告中应列为“未检验”区。

13.1.2 当换能器在锻件表面上移动1in.(25mm)或更多时，在阴极线射线管上向左或向右移动显示与正常噪声电平不同的信号。

13.1.3 等于或超过所用参考验收曲线的50%的信号(包括直射波检验与斜射波检验)。

14 关键词

14.1 验收标准 奥氏体锻件 接触法 超声波检验

补 充 要 求

补充要求只适用于采购方在询价单或订货单中有规定时。补充要求的细节应由制造厂与采购方商定。

S1 以最终厚度为基础的斜射波校准

S1.1 校准切槽的深度(见 12.1.2 条)应以锻件最终订货厚度为基础，而不是检验时的厚度。

碳钢和高强度低合金钢热轧钢带通用要求

SA-749/SA-749M

[与 ASTM 标准 A 749/A 749M—97(R02)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准包括成卷和定尺热轧钢带的通用要求。它适用于以热轧状态提供的碳钢和高强度低合金钢。

1.2 本标准不适用于热轧大厚度碳钢薄板和钢带的卷材(ASTM A 635/A 635M 标准),冷轧碳钢钢带(ASTM A 109/A 109M 标准),高强度低合金的冷轧钢(ASTM A 606 和 A 607 标准)或者冷轧碳素弹簧钢(ASTM A 682 或 A 682M 标准)。

1.3 在单项材料标准中的要求与本通用标准的要求有任何抵触时,首先应满足单项材料标准的要求。

1.4 为了确定是否与本标准及 2.1 条中所列各适用产品标准相符合的目的,用于表述极限值的数值应按 $e_2$9 实用规程的圆整方法圆整到各数字值右面的有效位数。

1.5 附录 A1 列出了 SI(米制)单位制的尺寸和重量(注 1)的允许偏差。所列出的数值并非是列在英寸-磅单位各表中数据的精确换算值,而是经圆整或合理化了的数值。当使用带"M"字号的标准时,要符合附录 A1 是强制性的。

注 1:术语"重量"当用于英寸-磅单位制中时是标准术语,然而,在 SI 单位制中首选的术语为"质量"。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等,故必须独立地分别采用之,如加以混用,将导致与本标准的不一致。

1.7 本标准及各适用材料标准均采用英寸-磅或 SI 两种单位,但是,除非在订单中规定使用产品标准中的"M"标准号(SI 制),否则材料应按英寸-磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 109 冷轧碳钢钢带

A 109M 冷轧碳钢钢带(米制)

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 606 改良大气耐腐蚀性的高强度低合金钢热轧和冷轧薄板和钢带

A 607 热轧和冷轧高强度低合金含铌或钒或含铌和钒的薄钢板和钢带

A 635/A 635M 热轧碳钢薄板和钢带及重系列厚度的卷板

A 682 弹簧品质用冷轧高碳钢钢带通用要求

A 682M 弹簧品质用冷轧高碳钢钢带通用要求(米制)

A 700 国内发运的钢制品包装、标志和装载实用规程

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

E 11 试验目的用钢丝布

E 29 为确定于标准的一致性,试验数据中取有效位数的实用规程

E 290 金属材料韧性用半导向弯曲试验用的试验方法

2.2 军用标准

MIL-STD-129 装运和库存用标志

MIL-STD-163 钢材产品发货及贮存的表面处理

2.3 联邦政府标准

Fed. Std. No. 123 发货标志(民用机构)

Fed. Std. No. 183 钢铁制品连续识别标志

3 术语

3.1 本标准专用术语的定义:本标准专用术语的说明,如下:

3.1.1 钢种类型:

3.1.2 碳钢——当铝、铬,钴,铌,钼,

镍，钛、钨，钒、锆元素，或任何为了获得希望的合金效应而添加的元素并没有规定或者要求最小含量时；当铜元素所规定的最小含量不超过0.40%；或者当对任何下列元素所规定的最大含量没有超过注明的百分数时；锰 1.65，硅 0.60 或铜 0.60 时的，这些钢命名当碳钢。

讨论——在所有的碳素钢中，有时会发现诸如铜、镍、钼、铬等未规定或不要求的、少量的一些残余元素，它们来自原材料是不可避免地残留下来的。这些元素被认作为是附带的，且通常不需测定或报告。

3.1.3　高强度低合金钢——加有适量的一个或多个合金元素获得的一组特殊的高强度的钢，以及在某些场合附带耐大气腐蚀或具有改良成形能力的钢。

3.1.4　产品类型：

3.1.5　热轧钢带——由热轧钢坯或板坯制造到所要求的厚度而生产。它可以是生产为单一的宽度或轧制为成倍宽度并剖分到希望宽度。它可按规定以卷板或定尺供货。

宽度，in.	厚度，in.
≤3½	>0.044~0.203
>3½~6	>0.044~0.203
>6~12	>0.044~<0.230

宽度，mm	厚度，mm
≤100	>1.2~5.0
>100~200	>1.2~5.0
>200~300	>1.2~<6.0

高强度低合金热轧钢带通常可以获得的规格如下：

宽度，in.	厚度，in.
≤6	0.054~0.203(卷和定尺的),0.054~0.230(仅卷)
>6~12	0.054~0.230(卷和定尺的),0.054~0.230(仅卷)

宽度，mm.	厚度，mm
≤200	>1.8~5.0
>200~300	>1.8~<6.0

4　材料和制造

4.1　除非另有规定，热轧材料以热轧的、不退火或不酸洗状态供货。

5　化学成分

5.1　限值

5.1.1　化学成分按适用的产品标准。但是，碳素钢如果要求其他成分，它们须依据附录 X1 制定。

5.1.2　在材料用于焊接制造的场合，在选择化学成分或力学性能上必须注意，以保证与焊接工艺的匹配性以及它们在改变其性能上的影响。

5.2　浇注或熔炼（前称桶样）分析

5.2.1　每一次浇注或每一炉冶炼的钢水由钢厂进行一个分析，以测定由适用标准规定或限制的元素百分数。

5.2.2　当有要求时，所列出或所要求元素的浇注或熔炼分析须向采购方或其代表报告。

5.3　成品分析、校核分析或验证分析

5.3.1　对诸如封顶钢或沸腾钢一类的非镇静钢，由于它们的化学成分的不均匀性，在技术上不适合于做成品分析，因此并不适用表 1 中的成分偏差。在这些类型的钢种上，只有当明显是误用或当含铜钢规定了铜的含量时才适合做成品分析。

5.3.2　对于非镇静钢（封顶或沸腾钢）以外的钢，采购方可以做成品分析。其化学成分不得与规定限值相差大于表 1 中列出的量值。在浇注过程中的任何元素，几次测定的相差值不得超过或低于规定的范围值。

5.4　成分分析用取样方法

5.4.1　通过成品分析要充分地指示出一次浇注的有代表性的成分，通常的做法是按下列方法从最小数量的试件上选取样品来代表被测定的钢，做到尽可能地公平：不大于 15t 的批取 3 件，大于 15t（15Mg）的批取 6 件。

5.4.2　当钢有拉伸试验要求时，成品分析用的样品可以是将用作拉伸试验的试样本身完全钻透，或者是按 5.4.3 条的做法。

5.4.3　当钢并无拉伸试验要求时，成品分析用的样品必须在钢带的足够数量部位上依靠切削或钻孔完全贯通，而使得试样能代表整个钢带。取样方法可把钢带两个方向叠合在一起，这样几个试样可在一次钻孔中取得。经采购方做过一定加热操的钢，是不可能正确地给出代表原来成分

的化学分析结果。因此,使用者必须是在从钢厂收到材料的状态下,从钢上取切削碎片作分析。

5.5 试样制备—钻屑和切屑必须是在不使用水、油或其他润滑剂条件下取得，并且必须无锈皮、油脂、尘埃或其他外来物质。在切削时，必须不使切屑过热至产生脱碳的程度。切屑必须充分混合，过分粗大的能够通过10号（2.00mm）筛网的粗屑，或过分细的会滞留在30号（600μm）筛网上的细屑，不适合用于得到正确的化学分析。筛网的尺寸号按 $e_1$1 标准。

5.6 试验方法—在要求仲裁分析并且同意据此解决有关化学分析结果上的争议的场合下，除非钢厂与采购方之间另有协议，实施仲裁分析的试验程序必须根据A 751《试验方法、操作及术语》标准的最新版。

6 力学性能

6.1 力学性能要求、试样数量、试验位置以及试样取向根据适用的产品标准规定。

6.2 除非在适用产品标准中另有规定，试样必须按A370《试验方法和定义》标准制备。

6.3 力学性能试验按A 370《试验方法和定义》标准进行。

6.4 当要求弯曲试验时，应符合E 290《试验方法》标准进行之。

6.5 为了确定是否符合产品标准，抗拉强度和屈服点或屈服强度的计算值应圆整到最接近的1ksi（7MPa），对用于表达其他数值限制值的最右边的数字，按E 29实用规程给出的圆整方法圆整到最接近的单位。

6.6 结构钢通常采用冷弯方法制造。有着很多相互关联的因素会影响到某一给定的钢在车间制造条件下，放在一给定弯曲半径上面的冷成形能力。这些因素包括厚度、强度水平、受约束的程度、相对轧制方向的关系、化学成分，以及微观组织。每一适用产品标准建议的最小冷弯内半径列在附录中。这些内半径应作为90度弯曲的最小半径。它们预示着以“困难的方式”弯曲（指弯曲轴心线平行于轧制方向），并且是按相当好的车间成形操作。为了改善弯曲性能，当有可能时建议使用比较大些的弯曲半径或采用“比较容易的方式”。

6.7 制造者应意识到在弯曲受剪切的或气割的边缘时，可能会发生初始裂纹。这并不应视作为是钢材瑕疵，而是冷加工或热影响区诱发的作用。

7 尺寸、公差和余量

7.1 适用于本标准包括的产品的,其尺寸、公差和余量列在表2至表9(附件A1的表A1.1至表A1.7)。适合的公差表在每一单项标准中确定。

8 工艺质量

8.1 定尺钢带产品具有精巧的外观质量，并且对于所订购级别、类别及质量的产品，不得带有有害于制造成品零件性质或程度上的瑕疵。

8.2 由于卷材的检验并不能够如同定尺产品的情况，使得生产者有机会除去一部分含有瑕疵的材料，故卷材可带有一些会造成部分卷材不能使用的不正常的瑕疵。

9 表面质量和状态

9.1 热轧钢带具有由热轧所产生的氧化层或氧化皮的表面。当要求用于压制作业或焊接时，氧化层或氧化皮可通过酸洗或喷丸清理来去除。对于暴露使用的零件，当表面是第一重要的场合通常不使用热轧或热轧去皮钢带。如被暴露的零件时自效钢来说，热轧表面或许是重要的。

9.1.1 热轧钢带可按规定，以滚轧边缘或切割（剖分）边缘供货。

9.1.1.1 滚轧边缘是指由热轧作业所产生的自然边缘，并通常为圆的或平滑的不符合任何特定的形状的边缘。

9.1.1.2 直角边缘是指热轧作业的过程中通过修边轧机所产生的边缘。这些边缘是直角边和平滑的，带有轻度倒圆的边缘角。

9.1.1.3 剪切（剖分）边缘是指对滚轧边缘薄板通过进行剪切、剖分或滚轧边缘经修整所形成的边缘。

9.1.2 普通热轧的滚轧边缘板卷的端部在外形上是不规则的，并被称之为未经修整过的端部。在不能接受这样端部的场合，采购方的订货单应照此规定。经诸如酸洗或喷丸清理过的卷板，以直角切割端部供货。

9.2 涂油

9.2.1 普通热轧钢带通常以不涂油的状态

供货。当有涂油要求时，必须加以规定。

9.2.2 热轧、酸洗或去除氧化皮的钢带以涂油的状态供货。由于清理过的表面易于生锈，如果订购产品要是不涂油的，则必须规定不涂油。

10 一般交货要求

10.1 本标准所包括的产品是只按英寸—磅或十进米制厚度生产的产品。

10.2 钢可按浇注钢锭或连铸生产。当不同强度级别连铸生产钢是顺序连铸时，要求对过渡性材料做识别，并作区分。

11 复试

11.1 如果任何试样表明机加工不良或显示有缺陷，则必须被废弃，并以其他试样代替。

11.2 如果任何试样的伸长率小于规定值，并且由在试验之前在试样上刻出的标志表明断裂开的任何部分从 2in.*（50mm）标距的试样中心起大于 0.75in.（20mm），或落在 8in.（200mm）标距试样的中间部位以外，允许进行复试。

11.3 如果因弯曲条件比标准的要求更为严格而一个弯曲试样不合格，允许在一个复制试样上或者在不合格试样的剩余部分上做复试。

12 检查

12.1 当采购订货单中阐明了合格验收用的检查和试验（成品分析除外）是在钢厂发货之前的钢材上进行时，钢厂要为采购方的检查人员提供所有合理的便利条件，以满足他确认材料是按本标准生产和供应的。采购方在钢厂做检查工作，不应不必要地干扰钢厂的作业。

13 拒收和复审

13.1 除非另有规定，任何拒收须在采购方收到材料之后的合理时间内及时报告钢厂。

13.2 被报告存在欠缺、在采购方工厂内验收之后，被报告存在缺陷的材料搁置在一边，并加以充分保护及正确地加以识别。须尽快地通知钢厂以便于可以开始调查。

13.3 代表被拒收材料的试样，应做到是钢厂可用的。若钢厂不同意拒收，可请求复审。

14. 试验报告和合格证书

14.1 当采购订货单或材料标准要求出试验报告时，供货商须报告材料标准和订货单所要求的所有试验的结果。

14.2 当采购订货单要求出具合格证书时，供货商须提供一份证明材料已按材料标准的要求制造和试验的合格证书。

14.3 在试验报告或合格证书上不要求签名。然而，在报告文件上应清楚地识别出提交报告的机构。尽管没有签名，提供报告的机构应对试验报告的内容负责。

14.4 当要求试验报告时，原始材料的钢厂试验报告须一并包括在任何随后的试验报告之中。

14.5 材料试验报告、检验合格证或类似的打印文件，采用从电子数据交换（EDI）传送得到的电子数据表格形式应视作与出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI 传送文件的内容必须符合被引用的 ASTM 标准，并符合采购方和供货方之间任何现有的 EDI 协议。尽管没有签名，发出 EDI 传送的组织对报告的内容负责。

注 2：这里涉及的工业名词定义是：EDI 是指按商定的标准格式，例如 ANSI ASC X12 格式，由计算机到计算机之间的商务信息交换。

15 产品标志

15.1 作为最低要求，材料须标志钢厂名称、ASTM 标准号、重量、采购订货单号加以识别，且材料识别标志应清晰地用漏模打印在每吊发货件的顶部，或用一标签系在每一卷或发运单元上示出。

15.2 当在合同或订货单中有规定时，以及政府直接征购或直接发货给政府时，发货标志除了合同或订货单中规定的要求外，对军用机构按 MIL-STD-129，民用机构应按 Fed. Std. No. 123 标准的要求。

15.3 由美国国防部的供应机构提出的政府采购，钢带材料上按 Fed. Std. No. 183 联邦标准做连续识别标志。

* 原文有误，已按米制数值补充英制数值。——译注。

15.4 条形码可以用作为补充标志方法。条形码应符合自动化工业行动集团（AIAG）标准，它是由 AIAG 条形码项目组的初金属分委员会编制的。

16 包装和发货标志

16.1 除非另有规定，钢带的包装和装载按 A700 实用规程进行。

16.2 当在合同或订货单中有规定时，以及政府直接征购或直接发货给政府时，且指定 A 级时，保存、包装及装箱按 MIL-STD-163 标准 A 级的要求。

16.3 当有要求，在订购卷材时，通常是规定卷的内径最小值或范围、最大外径和最大重量。钢厂满足最大卷板重量的能力需根据各自工厂设备情况。当有要求时，最小的卷板重量协商而定。

17 关键词

17.1 碳素钢 钢带

表 1 成品分析偏差①

元素	规定元素的限值或最大值,%	公差	
		小于最小限值	大于最大限值
C	≤0.15	0.02	0.03
	>0.15~0.40	0.03	0.04
	>0.40~0.80	0.03	0.05
	>0.80	0.03	0.06
Mn	≤0.60	0.03	0.03
	>0.60~1.15	0.04	0.04
	>1.15~1.65	0.05	0.05
P		…	0.01
S		…	0.01
Si	≤0.30	0.02	0.03
	>0.30~0.60	0.05	0.05
Cu		0.02	…

①见 6.3.1。

表 2 尺寸、公差及余量用表的索引

尺寸	英寸-磅单位的表编号	SI 单位的表
弯度公差	8	A1.6
隆起公差	5	A1.3
平面度公差	9	A1.7
长度公差	7	A1.5
厚度公差	3，4	A1.1，A1.2
宽度公差	6	A1.4

表 3 按公称厚度订购的（碳钢和高强度低合金钢的）热轧钢带①厚度公差（卷材和定尺，钢带包括酸洗的）

规定宽度，in.	对给定的厚度，厚度的正负偏差，in.				
	≤0.057	>0.057~0.118	>0.118~0.187	>0.187~0.203	>0.203~<0.230
≤3½	0.003	0.004	0.005	0.006	…
>3½~6	0.003	0.005	0.005	0.006	…
>6~12	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006

注 1：厚度测量用的千分表是具有最小直径为 0.188in. 的平砧座，或具有最小曲率半径为 0.100in. 的圆形砧座的结构。带有尖端砧座的千分表不适用于厚度测量。

①上表用的厚度测量，对 1in. 或更宽的钢带在距边缘至少 ⅜in. 处进行，当钢带宽度比 1in. 窄时可在任何部位上做。给出的公差并不包括隆起公差在内，因此，表 5 中示出的隆起公差是表 3 中以外的公差。

表 4 按最小厚度订购的（碳钢和高强度低合金钢的）热轧钢带①厚度公差（卷材和定尺钢，带包括酸洗的）

规定宽度，in.	对给定的厚度，厚度的正负偏差，in.				
	≤0.057	>0.057~0.118	>0.118~0.187	>0.187~0.203	>0.203~<0.230
≤3½	0.006	0.008	0.010	0.012	…
>3½~6	0.006	0.010	0.010	0.012	…
>6~12	0.008	0.010	0.010	0.012	0.012

注 1：厚度测量用的千分表是具有最小直径 0.188in. 的平砧座，或具有最小曲率半径为 0.100in. 的圆形砧座的结构。带有尖端的砧座的千分表不适用于厚度测量。

①上表用的厚度测量，对 1in. 或更宽的钢带在距边缘至少 ⅜in. 处进行，当钢带宽度比 1in. 窄时可在任何部位上做。给出的公差并不包括隆起公差在内，因此，表 5 中示出的隆起公差是表 4 中以外的公差。

表 5 热轧钢带的隆起公差（碳钢和高强度低合金钢）（卷材和定尺，包括酸洗的）（钢带中心处比距离边缘⅜in. 的点可以厚出下述量值）

规定宽度，in.	规定最小厚度的隆起公差，in.（只有正偏差）		
	≤0.118	>0.118~0.187	>0.187~<0.230
≤3½	0.002	0.002	0.001
>3.5~6	0.003	0.002	0.002
>6~12	0.004	0.003	0.003

表 6　热轧钢带的宽度公差（碳钢和高强度低合金钢）（卷材和定尺钢带，包括酸洗的）

规定宽度，in.	宽度公差，正和负，in.		
	滚轧边缘和直角边缘钢带	切割边缘	
		≤0.109in.	>0.109~<0.230in.
≤2	1/32	0.008	0.016
>2~5	1/34	0.008	0.016
>5~10	1/16	0.010	0.016
>10~12	3/32	0.016	0.016

表 7　热轧钢带的长度公差（碳钢和高强度低合金钢）（定尺钢带，包括酸洗的）*

规定宽度，in.	对规定的宽度，大于规定长度的长度公差（无负偏差），in.					
	≤5	>5~10	>10~20	>20~30	>30~40	≥40
≤3	1/4	3/8	1/2	[nl] P	1	1½
>3~6	3/8	1/2	5/8	[nl] P	1	1½
>6~12	1/2	[nl] P	1	1¼	1½	1 [nl] P

* 本表格内有印刷错误，原文标记为 [nl] P 处，疑应为¾，（表内共 3 处），另一处为 1 [nl] P 处疑应为 1¾——译注。

表 8　热轧钢带的弯度公差[①]（碳钢和高强度低合金钢适用于滚轧边缘、直角边缘和部分或切割边缘）（卷材和定尺钢带，包括酸洗的）

宽度大于 1.5in. 的钢带—任意 8ft 内，1/4in.
宽度等于和小于 1.5in. 的钢带—任意 8ft 内，1/2in.

注 1：弯度是侧边偏离开直线的最大偏差。测量这一偏差的标准是要以任意 8ft 长度为基准[②]。可用 8ft 直线尺放在侧边的凹面处进行测量，并测量出钢带边缘与直线尺之间的最大间距。

① 当上表中给出的弯度公差不适用于特殊用途时，热轧钢带有时采用机械方式校直。

② 大于小于 8ft 长度的钢带，其弯度公差需按每一种情况确定，计算弯度的公式如下：

$$(L^2 \times C_1) / 64 = \text{在 } L \text{ 长度内的 } C_2$$

式中　C_1 = 在 8ft 中的弯度

C_2 = 在任何给定长度 L 内的弯度

表 9　热轧钢带的平面度公差（碳钢和高强度低合金钢）

因为以卷材和定尺钢带形式所生产的热轧碳钢钢带的宽度和厚度范围很宽，且有多种化学成分，不同的力学性能和型式，因此还不能具体规定其平面度的公差

附 录

（非强制性资料）

X1 标准的化学成分范围值和限值

X1.1 对于碳钢，标准的化学成分范围值和限值规定在表X1.1中。

表X1.1 标准的化学成分范围值和限值

元 素	最大规定元素,%	范 围	最低的最大值
C（见注1）	≤0.15	0.05	0.08
	>0.15~0.30	0.06	
	>0.30~0.40	0.07	
	>0.40~0.60	0.08	
	>0.60~0.80	0.11	
	>0.80~1.35	0.14	
Mn	≤0.50	0.20	0.40
	>0.50~1.15	0.30	
	>1.15~1.65	0.35	
P	≤0.08	0.03	0.030[①]
	>0.08~0.15	0.05	
S	≤0.08	0.03	0.035[①]
	>0.08~0.15	0.05	
	>0.15~0.23	0.07	
	>0.23~0.33	0.10	
Si	≤0.15	0.05	0.10
	>0.15~0.30	0.15	
	>0.30~0.60	0.30	
Cu	当要求含铜时，通常规定≥0.20		

注1：在以“范围”为标题的一栏中所示值的碳的范围值适用于当锰的规定最大限值不超过1.00%的场合。当最大锰元素的限值超过1.00%时，在表中示出的碳的范围值上增加0.01。

①有些单项标准，对磷和硫元素提供了较低的标准限值。

附　件

（强制性资料）

A1　SI 单位尺寸和质量的允许偏差

A1.1　表 A1.1 至表 A1.7 所列为以国际单位制（SI 单位）术语表示的尺寸和质量上的允许偏差。

表 A1.1　按公称厚度订购的（碳钢和高强度低合金钢的）热轧钢带[①]的厚度公差（卷材和定尺钢带，包括酸洗的）

规定宽度，mm	对给定的厚度，厚度的正负偏差，mm				
	≤1.5	>1.5~3.0	>3.0~4.5	>4.5~5.0	>5.0~<6.0
≤100	0.08	0.10	0.13	0.15	…
>100~200	0.08	0.13	0.13	0.15	…
>200~300	0.10	0.13	0.13	0.15	0.15

注 1：厚度测量用的千分表是具有最小直径 4.80mm 的平砧座，或具有最小曲率半径为 2.55mm 的圆形砧座的结构。带有尖端砧座的千分表不适用于厚度测量。

①上表用的厚度测量对 25mm 或更宽的钢带在距边缘至少 10mm 处进行，当钢带宽度比 25mm 窄时可在任何部位上做。给出的公差并不包括隆起公差在内，因此，表 A1.3 中示出的隆起公差是表 A1.1 中以外的公差。

表 A1.2　按最小厚度订购的（碳钢和高强度低合金钢的）热轧钢带[①]厚度公差（卷材和定尺钢带，包括酸洗的）

规定宽度，mm	对给定的厚度，厚度的正负偏差，mm				
	≤1.5	>1.5~3.0	>3.0~4.5	>4.5~5.0	>5.0~<6.0
≤100	0.15	0.20	0.25	0.30	…
>100~200	0.15	0.25	0.25	0.30	…
>200~300	0.20	0.25	0.25	0.30	0.30

注 1：厚度测量用的千分表是具有最小直径 4.80mm 的平砧座，或具有最小曲率半径为 2.55mm 的圆形砧座的结构。带有尖端的砧座的千分表不适用于厚度测量。

①上述表格用的厚度测量对 25mm 或更宽的钢带在距边缘至少 10mm 处进行，当钢带宽度比 25mm 窄时可在任何部位上做。给出的公差并不包括隆起公差在内，因此，表 A1.3 中示出的隆起公差是表 A1.2 中以外的公差。

表 A1.3　热轧钢带的隆起公差（碳钢和高强度低合金钢）（卷材和定尺钢带，包括酸洗的）

规定宽度，mm	规定最小厚度的隆起公差，mm（只有正偏差）			
	≤3.0	>3.0~4.5	>4.5~6.0	>6.0~9.5
≤100	0.05	0.05	0.03	…
>100~200	0.10	0.08	0.05	…
>200~300	0.10	0.08	0.08	0.05

表 A1.4　热轧钢带的宽度公差（碳钢和高强度低合金钢）（卷材和定尺钢带，包括酸洗的）

规定宽度，mm	宽度公差，正和负，mm		
	压轧边缘和直角边缘钢带	切割边缘	
		≤2.5mm	>2.5mm
≤50	0.8	0.2	0.4
>50~100	1.2	0.2	0.4
>100~200	1.6	0.3	0.4
>200~300	2.4	0.4	0.4

表 A1.5　热轧钢带的长度公差（碳钢和高强度低合金钢）（定尺钢带，包括酸洗的）

规定宽度，mm	对规定的宽度，大于规定长度的长度公差（无负偏差），mm					
	≤1500	>1500~3000	>3000~6000	>6000~9000	>9000~12000	≥12000
≤100	10	10	15	20	25	40
>100~200	10	15	15	20	25	40
>200~300	15	20	25	30	40	45

表 A1.6　热轧钢带的弯度公差[①]（碳钢和高强度低合金钢，适用于滚轧边缘、直角边缘和剖分或切割边缘）（卷材和定尺钢带，包括酸洗的）

宽度大于 50mm 的钢带—任意 2000mm 内，5.0mm
宽度等于和小于 50mm 的钢带—任意 2000mm 内，10.0mm

注 1：弯度是侧边缘离开直线的最大偏差。测量这一偏差的标准是要以任意 2000mm 长度为基准[②]。可用 2000mm 直线尺放在侧边的凹面处进行测量，并测量出钢带边缘与直线尺之间的最大间距。

① 当上表中给出的弯度公差不适用于实际用途时，热轧钢带有时是采用机加工的方式校直。

② 大于小于 2000mm 长度的钢带，其弯度公差需按每一种情况确定。

表 A1.7　热轧钢带的平面度公差（碳钢和高强度低合金钢）

因为以卷材和定尺钢带形式所生产的热轧碳钢钢带的宽度和厚度范围很宽，且有多种化学成分、不同的力学性能和型式，因此还不能具体规定其平面度的公差

钢制品化学分析方法、实验操作和术语

SA-751

[除表1和表2中元素符号有编辑性修正外，与ASTM标准A 751—01(R06)完全等同]

序言

本标准的制订意在回答需要有一份获取和报告钢、不锈钢和相关合金的化学分析，包括其各个方面的惟一文件。如术语的定义和成品（校核）分析偏差（公差）一类题目要求的解释。而对于取样、符合规定的限值和数据处理上的要求，在已制订的产品标准中通常并不很清楚。

本标准打算包含对于测定钢、不锈钢和相关合金的化学成分的所有要求，从而产品标准将只需要包括特殊的修正和例外。

1 适用范围

1.1 本标准包括钢、不锈钢和同类合金化学分析有关的定义、参考方法、实验操作和指南，也包括湿法化学分析和仪器分析技术。

1.2 对处理化学成分要求、产品分析、剩余元素和参考标准，并对化学分析数据的处理和报告都提供了指导。

1.3 本标准只适用于那些把本标准或其一部分作为要求的产品标准。

1.4 在有争议的情况下，产品标准的要求优先于本标准的要求。

1.5 当需要评定试验室的准则资料时，请参阅实用规程A 880。

1.6 本标准无意论述与使用本标准有关的所有安全问题。本标准的使用者有责任在使用之前制定适当的安全卫生规程和确定这种管理限制的适用范围。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 880 评定检验和检查钢、不锈钢和同类合金的试验室和机构所用准则的实用规程

E 29 为确定与标准的一致性，试验数据中取有效位数的实用规程

E 30 钢、铸铁、平炉铁和熟铁的化学分析方法

E 50 金属化学分析用仪器、试剂和安全预防措施的实用规程

E 59 测定化学成分用钢和铁的取样方法

E 60 金属化学分析用光度和分光光度测量方法的实用规程

E 212 用杆对杆技术作碳钢和低合金钢光谱分析的试验方法

E 293 采用溶解技术测定低合金钢中酸溶铝的光谱测定试验方法

E 322 低合金钢和铸铁的X射线发射光谱分析的试验方法

E 327 用点对面技术作18-8型不锈钢光发射光谱分析的试验方法

E 350 碳钢、低合金钢、硅电工钢、工业纯铁和熟铁的化学分析方法

E 352 工具钢和其他类似中高合金钢的化学分析方法

E 353 不锈钢、耐热钢、马氏体时效钢和其他类似铬-镍-铁合金的化学分析方法

E 354 高温、电工、磁性和其他类似用途的铁、镍和钴合金的化学分析方法

E 403 用点对面技术作碳钢和低合金钢光发射光谱分析的试验方法

E 404 用点对面技术作碳钢和低合金钢中硼的光谱测定用试验方法

E 415 碳钢和低合金钢真空光发射光谱分析方法

E 421 高纯铁中硅和铝的光谱测定用试验方法

E 485 用点对面技术作高炉生铁真空光发射光谱分析的试验方法

E 548 评定实验室技能用的通用准则指南

E 572 不锈钢 X 射线发射光谱分析方法

E 663 火焰原子吸收分析的实用规程

E 743 光谱化学实验室质量保证用导则

E 851 评定光谱化学实验室用实用规程

E 882 化学分析实验室的责任和质量控制导则

E 1019 测定钢、铁、镍和钴合金中碳、硫、氮、氧和氢的方法

E 1024 用火焰原子吸收分光光度技术作金属和金属载体矿物化学分析导则

E 1063 以 X 射线发射光谱测定碳钢和低合金钢中铈和镧的试验方法

E 1086 用点对面激发技术作不锈钢真空光发射光谱分析的试验方法

E 1087 为制备作发射光谱化学分析用试样用浸没取样器从钢包中取熔化钢水样品的实用规程

E 1097 直流等离子体发射光谱分析导则

E 1184 电热(石墨炉)原子吸收分析的实用规程

E 1282 规定金属和合金的化学成分，选取试样操作，和定量分析方法的导则

E 1329 光谱化学分析控制图表的验证及其使用的实用规程

3 术语

3.1 定义

3.1.1 与分析有关的

3.1.1.1 浇铸或熔炼(以前称包样)分析——向采购方提供报告的代表一炉钢的化学成分，后者通过分析试样测定，对于标准中指定的元素最好在浇注过程中取样。

3.1.1.2 产品、检验或鉴定分析——半成品或成品的化学分析，一般用来确定是否与标准要求相一致。产品分析中的规定成分范围通常大于熔炼分析，这是由于考虑到了分析的可再现性偏差(注 1)和钢的不均匀性。

注 1：除 E 30 试验方法外本标准引用到的所有化学分析方法包括了关于可再现性数据的精细叙述。

3.1.1.3 产品分析偏差(注 2)——指规定元素高于最大范围或低于最小范围的允许偏差只适用于产品分析，而不适用于浇铸和熔炼分析。

注 2：术语“分析偏差”常常被误解。它不适用于确定表明与规定化学成分范围相一致的浇铸或熔炼分析，它只适用于产品分析，且只有当某一元素的熔炼分析略为超出规定范围时才有意义。例如，UNS S30400 不锈钢的铬含量范围是 18.00%～20.00%，生产厂报告的某一炉号的铬含量是 18.01%，用户进行产品分析时可能发现铬含量为 17.80%。如果对这一铬含量的产品分析偏差是 0.20%，产品分析铬含量 17.80%是合格的，产品分析铬含量为 17.79%。就不合格。

3.1.1.4 专利分析方法——指非 ASTM 出版的非标准分析方法，可追踪到全国标准和技术学会(NIST)(当有时)或第 10 节中注明的其他资料来源的有用参考标准。

3.1.1.5 仲裁分析——指采用 10.1.1 条* 中所列 ASTM 方法、NIST 参考标准或方法和双方同意的参考标准进行的分析。选择仲裁分析的试验室应由供需双方商定。

3.1.1.6 合格参考材料——指在公认的标准化机构或团体的管辖下，例如全国标准和技术学会(NIST)对化学成分含量专门准备的、分析好的和合格的材料试样，后者供给化学分析试验室作为对比用的精确基准。参考试样应与所分析材料十分类似，使得在试验方法或修正方面无明显差异(例如，对干扰或元素间相互影响)。

3.1.1.7 工作参考材料——指用于常规分析控制和可追踪到 NIST 标准和其他公认标准(如有适当标准的话)的参考材料。

3.1.2 与元素有关的

3.1.2.1 特意加入的非规定元素——为达到预期性能由生产厂选择的以控制量加入的某一元素。

3.1.2.2 残余元素——非特意加入的，在原材料、耐火材料或空气中原有的规定的或非规定的元素。

3.1.2.3 规定元素——根据产品标准要求，控制到规定范围(最大或最小)的元素。

3.1.2.4 痕迹元素——以极低浓度，一般小于 0.01%出现的残余元素。

4 关于化学成分要求的标准

4.1 E 1282 导则推荐用作查阅规定的钢的化学成分的导则。

4.2 规定化学成分限值的推荐实用规程是用来限定每种元素的有效数字的位数，使得小数点

* 原文误为 9.1.1 条，已更正。——译注。

右边的位数符合以下要求：

化学浓度	小数点右边最大数字位数
≤0.010%	0.××××或可用 ppm 表示
≤0.10%	0.×××
0.10%~3.00%	0.××
>3.0%	0.×

4.3 当成分范围量程为0.10%或3.0%两者之一时，小数点右边的数字位数要由上限所表示的值来确定。

4.4 出于技术上的考虑，可能决定使用小数点右边的数字位数较前述推荐的少。

注3：宜采用减少有效数字位数的建议，例如从18.00%改为18.0%，但是，除了有技术理由外，都不应该增加有效数字位数。

5 浇铸或熔炼分析

5.1 生产厂应对材料标准中规定的元素进行分析，分析结果应符合材料标准中规定的要求。

5.1.1 对多次熔炼，无论单个熔炼或单个浇铸分析还是平均的熔炼或浇铸分析都应提出报告。如果熔炼或浇铸的容积差别很大，应根据每一熔炼或浇铸的相对金属量提出熔炼或浇铸分析的加权平均结果提出报告。

5.1.2 对自耗电极重熔材料，一个炉号的定义是从初次熔炼重熔的所有钢锭。从一个重熔钢锭或每一初次熔炼的一个重熔钢锭的产品取得熔炼分析。如果最初的熔炼分析没有达到标准的熔炼(包样)分析要求，应从每一重熔钢锭的产品取一个试样进行分析，并且分析应达到熔炼(包样)分析要求。

5.2 如果熔炼分析所取试样丢失、不够或不能代表该炉号，可以用半成品或成品的产品分析来确定熔炼分析。

5.2.1 如果用产品分析来确定熔炼分析，产品分析应达到熔炼分析所规定的范围，而且第6节中所述的产品分析偏差不适用。

6 成品分析要求

6.1 对成品分析来说，规定的化学成分范围，由于考虑到与分析的再现性和钢的均匀性有关的偏差，一般比用于熔炼分析的范围要大些(指定的成品分析偏差)。如果对炉号中的任一元素进行多次测定，它们可能没有高出和低于规定的范围的变化。

6.2 除非单项材料标准许可，成品分析偏差不可用来确定与规定的熔炼或浇铸分析相一致。

6.3 成品分析偏差若有时，在单项材料标准或通用要求标准给出。

7 非规定元素(注4)

7.1 允许报告非规定元素的分析结果。

注4：所有商用金属除规定的元素外，都含有少量的各种元素。对可能存在的每一个非规定元素不可能也没有必要规定范围，尽管存在许多这些元素常常由生产厂作常规测定。

7.2 对特定的元素而不是成组元素(例如："所有其他元素"，"稀土元素"和"剩余元素")须制定分析限值。

8 取样

8.1 浇铸或熔炼分析

8.1.1 应尽可能在一次熔炼浇注过程中取样，按照生产厂的看法，它最能代表浇铸的成分。

8.1.2 在熔炼分析试样或分析结果丢失或不够的情况下，或当试样显然不是真正代表该熔炼时，可以从半成品或成品取代表性试样，此时，该试样的分析结果应满足规定要求，且应达到对熔炼分析所规定的范围。

8.2 检验、产品或鉴定分析——除非另有规定，应以最新版本的"实用规程 E 59"作为取样指南。

9 试验方法

9.1 本节所列一些方法适用于钢的化学分析。

9.1.1 下列ASTM湿法化学分析方法可作为仲裁试验方法和标准化仪器分析法的基础：

试验方法	一般说明
E30	方法E350到E354以前的方法
E350	钢的湿法化学分析基本方法
E352	工具钢湿法化学分析方法
E353	不锈钢湿法化学分析方法
E354	高镍钢湿法化学分析方法
$e_1$019	钢、铁、镍和钴合金中测定碳、硫、氮、氧和氢的方法

9.1.2 下列ASTM仪器分析方法、实验操作和指南可用于钢的化学分析，或可用作钢的常规分析用仪器设备的校准和标定的指南。

方法	一般说明
E 50	金属化学分析用仪器、试剂和安全
E 60	金属分析用光度和分光光度测量方法的实用规程
E 212	钢的光谱分析(杆对杆光谱分析技术)
E 293	酸溶铝的分光光谱分析
E 322	钢的 X 射线荧光分析
E 327	不锈钢的光谱分析
E 403	钢的光谱分析
E 404	钢中硼的光谱测定(点对面光谱分析技术)
E 415	钢的真空发射光谱分析方法
E 421	高纯铁中硅和铝的光谱测定用试验方法
E 485	用点对面技术作高炉铁的真空发射光谱分析的试验方法
E 572	不锈钢的 X 射线发射光谱分析方法
E 663	火焰原子吸收
E 882	可数性和质量控制
E 1019	测定钢、铁、镍和钴合金中碳、硫、氮、氧和氢的方法
E 1024	用火焰原子吸收分光光度技术作金属和金属载体矿物化学分析导则
E 1063	以 X 射线发射光谱测定碳钢和低合金钢中铈和镧的方法
E 1086	用点对面激发技术作不锈钢真空光发射光谱分析的方法
E 1087	为制备作发射光谱化学分析用试样用浸没取样器从钢包中取熔化钢水样品的实用规程
E 1097	直流等离子体发射光谱分析导则
E 1184	电热(石墨炉)原子吸收分析的实用规程
E 1282	规定金属和合金的化学成分，选取试样操作，和定量分析方法的导则
E 1329	光谱化学分析控制图表的验证及其使用的实用规程

9.2 以下是钢的常规化学分析用的一些普遍认可的方法。这些常规分析是生产厂质量控制/保证计划的基础。若试验结果与标准方法(当适用时)所得的结果相同，则允许采用专利方法。

9.2.1 用 X 射线荧光光谱仪(XRF)作不锈钢分析，见表 1 不锈钢规定元素和范围。

9.2.2 用火花发射光谱仪(OES)作不锈钢分析，见表 2 不锈钢规定元素和范围。

9.2.3 用原子吸收分光光度计作溶液分析。

9.2.4 用感应耦合等离子体发射光谱仪作溶液分析。

9.2.5 由燃烧法(在氧气中)测定碳或硫，或两者；和由导热率或红外线探测仪测定 CO_2 或 SO_2 或两者。

元素范围,%	C	S
	0.002~5.0	0.0005~0.1

9.2.6 由熔化法(在氦气中)测定氮或氧；和用导热率测定 N_2，用红外线或导热率探测仪通过测定 CO 来测定 O_2

	元素范围,%
N_2	0.0005~0.3
O_2	0.0008~0.02

9.2.7 使用感应耦合等离子体发射分光仪(ICP)或定向等离子体发射分光仪(DCP)作溶液分析。对于不锈钢规定元素和范围如下：

	元素范围,%
B	0.0002~0.01
Ca	0.0002~0.01
Mg	0.0002~0.01
Ce	0.001~0.2
Zr	0.001~0.1
Ta	0.005~0.5
La	0.001~0.01

9.3 尚有些仪器分析用标准的化学分析常用的另一些一般方法。例如：极谱分析法，离子交换分离法、辐射活化法和质谱测定法等。

表 1 对不锈钢使用 X 射线荧光光谱仪分析时的规定元素及范围

元素范围,%		元素范围,%	
Mn	0.005~15.0	Cu	0.005~4.0
P	0.001~0.15	Nb	0.005~3.0
Si	0.005~5.0	V	0.005~2.0
Cr	0.01~26.0	Ti	0.005~2.5
Ni	0.01~36.0	Co	0.005~4.0
Al	0.002~5.5	Sn	0.002~0.20
Mo	0.005~8.0	W	0.005~3.0

表 2 对不锈钢使用火花发射光谱仪分析时的规定元素及范围

元素范围,%		元素范围,%	
C	0.004~5.0	V	0.005~2.0
S	0.0005~0.1	Ti	0.005~2.5
N_2	0.0020~0.3	Co	0.005~4.0
Mn	0.005~15.0	Sn	0.001~0.20
P	0.001~1.5	W	0.005~0.3
Si	0.005~5.0	Pb	0.002~0.05
Cr	0.01~26.0	B	0.0005~0.05
Ni	0.01~36.0	Ca	0.0002~0.01
Al	0.001~5.5	Mg	0.001~0.01
Mo	0.005~8.0	Ce	0.001~0.2
Cu	0.005~4.0	Zr	0.001~0.1
Nb	0.005~3.0	Ta	0.005~0.5

10 参考材料

10.1 对仲裁分析，应采用公认标准化机构的参考标样，应优先采用 NIST 标准参考材料(当适用时)。(NIST 不生产适用于所有元素或所有合金的参考标样。)

10.1.1 当从 NIST 不能得到某些合金的标准参考材料时，则可采用 ASTM 标准方法和 NIST 标准参考材料，在这些方法和参考标样的有效范围内来制备参考材料。宜用一些独立的试验室为这些标样作证明和它们的结果已经满意地审查和汇合。

10.1.2 对于 ASTM 尚未公布的分析方法例如定性分析方法，当该方法通过分析合格的参考材料与待选的参考材料一道证明有效后也可以采用。这些定性分析方法的例子包括重量分析法、电量分析法、以当量浓度为基础的滴定法，还有质谱法。

10.2 对常规分析控制可以采用工作参考材料。

11 有效位数

11.1 试验室应报告中每一元素成分的有效位数应与有关材料标准中所用者相同。

11.2 如某一元素的化学测定结果其有效位数多于规定的有效位数，则应按第 12 节进行圆整。

12 圆整方法

12.1 为确定与标准要求的一致性，实测值或计算值应按照实用规程 E 29 圆整到化学成分要求表中所列值的最右边一位最接近的整数。

12.2 在圆整数字5这个特殊情况时，当“5”后面除 0 外没有其他数字，如按照实用规程 E 29 会导致材料拒收，则圆整应朝标准中的成分范围进行。

13 记录

13.1 除了要求的试验数据外，试验记录须包括适用的下列资料：

13.1.1 对所试验材料的说明，例如炉号、材料级别、产品标准。

13.1.2 试验方法或对所用的非标准方法的明确的说明。

14 关键词

14.1 浇铸分析 化学分析 熔炼分析 成品分析 参考材料

附 录

（非强制性资料）

X1 分析结果有效性用的质量保证

X1.1 收录在 E 548 导则、A 880 和 E 851 实用规程中的要求，提供了产生有效化学分析结果的通用要求。

X1.2 为了改良化学分析实验室的技能用的附加相关标准包括在 E 743 和 E 882 导则之中。

X1.3 改进化学分析结果的有效性的关键如下：

X1.3.1 重复取样和试验以改进试验结果的精度。

X1.3.2 使用参考标准材料对精确的试验结果是决定性的。

X1.3.3 仪表要适用并恰当保管。

X1.3.4 经适当培训的人员，有职业性的化学师或技术人员，并且要按合适的文件及现行标准开展工作。

有强制性韧性要求的压力容器部件用碳钢和低合金钢锻件

SA-765/SA-765M

（与 ASTM 标准 A 765/A 765M—01 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于有强制性韧性要求、经热处理的碳钢和低合金钢锻件。这些锻件用于压力容器、给水加热器以及类似的设备。

1.2 这些锻件包括管板、封盖、管箱筒体、整锻管箱、锻环、管接头、法兰以及类似的零件。

1.3 各级锻件在正常情况下均应是可焊的。

1.4 按本标准生产的锻件，其最大厚度仅受所选级别的材料适应指定热处理的能力和满足在指定温度下规定力学性能试验包括在指定温度下冲击试验能力的限制。

1.5 按本标准提供的材料应符合 A 788 标准的要求。A 788 标准概述了附加订货资料、制造要求、试验和复试方法及程序、标志、合格证、成品分析偏差和附加补充要求。

1.6 如本标准要求与 A 788 标准要求相抵触时，则应以本标准要求为准。

1.7 无论以英寸—磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值，正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.8 除非订货单要求使用"M"字样的标准号，否则一律用英寸-磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 275/A 275M 钢锻件的磁粉检验试验方法

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 388/A 388M 大型钢锻件超声波检验实用规程

A 788 钢锻件通用要求

E 112 金属平均晶粒度的测定方法

E 165 液体渗透检验方法推荐规程

2.2 ASME 标准：

锅炉和压力容器规范

3 订货须知

3.1 除了 A 788 标准要求的订货信息外，当需要指定锻件使用中的主要承载的适当部位时，应把锻件的详细简图或书面叙述和选取试验位置的方法（见 6.2 条）提供给生产厂。

3.2 当不同于表 3 中列出的温度时，则应提供要求的冲击试验温度；否则对选定的级别应在表 3 中列出的温度下进行冲击试验。

3.3 如果对于 ASME 锅炉及压力容器规范应用，需要提供带颈法兰管板时，则应规定 A 788 标准中的补充要求 S12。

4 达到力学性能的热处理

4.1 热处理包括正火加回火、两次正火加回火，或淬火加回火，由钢厂任选。

5 化学成分

5.1 熔炼分析——按 A 788 标准制备的试样得到的熔炼分析应符合表 1 的规定。

5.2 成品分析——采购方可按 A 788 标准规定，用一个代表每一炉次或多个炉次的锻件来进行成品分析。

表 1 化学成分要求

项 目	成 分,%				
	Ⅰ 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级	Ⅴ 级
C，≤	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30
Mn	0.60~1.05	0.60~1.35	≤0.90	1.00~1.60	0.60~1.35
P，≤	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
S，≤	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020

表 1（续）　化学成分要求

项　目	成　分,%				
	Ⅰ 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级	Ⅴ 级
Si	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.35	0.15~0.50	0.15~0.35
Ni①	≤0.50	≤0.50	3.3~3.8	≤0.50	1.0~2.0
V，≤	0.05	0.05	0.05	0.06	0.03
Al，≤	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cr①，≤	0.40	0.40	0.20	0.40	0.30
Mo①，≤	0.10	0.10	0.06	0.10	0.12
Cu，≤	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

① 制造厂为了制成Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅳ级锻件，允许有意加入的 Cr、Mo 和 Ni 达到它们的规定最大含量。

6　力学性能要求

6.1　一般要求——锻件应符合表 2 的拉伸试验要求和表 3 的冲击试验要求，应使用 A 370 试验方法和定义中所规定的能制得的最大圆柱形试样。冲击试验的试样应是如 A 370 中的夏比 V 形缺口的 A 型试样。若使用小尺寸的冲击试样，必须预先得到采购方批准。

6.1.1　当采购方和制造厂双方一致同意且在定货单上有规定时，冲击试验可以在不同于表 3 所列的温度下进行，试验温度至少要和预计的使用温度一样低，且试验结果应符合表 3 冲击能量要求。对这样的锻件，应按 8.1 条适当地标志，以便识别试验温度。

6.2　试验位置——试件应这样来切取，即拉伸和冲击试样的纵轴和半长(长度的中点)位置按如下方法之一来确定：

6.2.1　方法1——最大厚度为 2in.（50mm）的锻件，试样的纵轴应在厚度的二分之一或在横截面的中心处，试样的半长处距任何第二个表面至少 2in.（50mm）。

6.2.2　方法2——厚度大于 2in. 至 4in.（50~100mm）(包括 4in.）的Ⅰ级和Ⅱ级锻件，或厚度大于 2in. 至 6in.（50~150mm）(包括 6in.）的Ⅲ级和Ⅳ锻件。试样的纵轴距离任一表面至少¼ T，试样的半长处距任何第二表面至少一个 T。这通常被称为¼T×T，T 为最大的热处理厚度。为了满足上述条件，可以使用一个热缓冲垫(6.3 条)。除非另外商定，否则应采用如下的热处理厚度极限：

级别	in.（mm），≥	in.（mm），≤
Ⅰ	2(50)	4(100)
Ⅱ	2(50)	4(100)
Ⅲ	2(50)	6(150)
Ⅳ	2(50)	6(150)
Ⅴ，1 和 2 类	2(50)	6(150)

6.2.3　方法3——比方法 2（6.2.2 条）所述更厚的锻件：

表 2　拉伸性能要求

项　目	Ⅰ 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级	Ⅴ级 1 类	Ⅴ级 2 类
抗拉强度，ksi(MPa)	60~85 (415~585)	70~95 (485~655)	70~95 (485~655)	80~105 (550~725)	60~85 (415~585)	70~95 (485~655)
屈服强度①，≥ksi(MPa)	30(205)	36(250)	37.5(260)	50(345)	30(205)	37.5(260)
标准 2in.（50mm）的伸长率，≥，%	25	22	22	22	25	22
断面收缩率，≥，%	38	30	35	30	38	35

① 0.2%残余变形或载荷下的 0.5%总伸长法。

表 3　夏比 V 形缺口冲击性能要求

项　目	Ⅰ 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级	Ⅴ级 1 类	Ⅴ级 2 类
三个试样的最小平均值 ft·lbf(J)	13(18)	15(20)	15(20)	28(35)①	15(20)	15(20)
一个试样的最小值 ft·lbf(J)	10(14)	12(16)	12(16)	20(27)①	12(16)	12(16)
试验温度②，°F(℃)	-20(-30)	-50(-45)	-150(-100)	-20(-30)	-75(-60)	-75(-60)

① 表列值如作为强制性遵守的数值，应由采购方和制造厂商定。上表的冲击数值是通常能达到的保证值。

② 实际试验温度应在订货时确定。如果未规定温度，则试验将在本表所示的试验温度下进行。

6.2.3.1　在锻件热处理之前，应将它机加工到采购者提供或批准的图样尺寸，这样的图样上示明了成品零件在使用中主要承载位置。力学性能试验的试样应位于锻件的整体部分上，并做到使得拉伸试验试样的标距长度中点和冲击试样的缺口下的部位能位于这样的位置上；它距一

个热处理表面不小于尺寸t,且距任何其他热处理表面不小于2t,这里t为主要承载部位到热处理表面的尺寸或¾in.(20mm),取两者中的较大值。

6.2.4 方法4——这种方法应只限于粗加工重量不超过1000 lb(455kg)的锻件。当采购方和供方一致同意时，使用单独的试验锻件。代表由某一熔炼炉次及某一次热处理炉批的锻件的试验坯料，可以在如下条件下从一个单独锻制的试样块上切取：

6.2.4.1 单独的试验锻件与它所代表的产品锻件应是同一熔炼炉次，并应经过它所代表产品锻件大体相同的锻造比和加工。

6.2.4.2 单独的试验锻件与产品锻件是同一批装炉且在同样的条件下进行热处理。

6.2.4.3 单独的试验锻件应和产品锻件具有同样的公称厚度。

6.2.4.4 对于如方法2中规定的小锻件，试样坯料应这样切取：即试样的纵轴应位于厚度中点至表面距离的中间区域，试样长度的中点距任一热处理边缘的距离皆不小于锻件厚度；除非产品锻件的厚度与长度之比不允许——在这种情况下，应用一个产品锻件当作试验锻件，且试样长度的中点应位于试验锻件长度的中点。

6.2.4.5 对于较大锻件，其试样应按方法3切取（6.2.3条）。

6.3 金属缓冲垫——所要求的距热处理表面的距离，可以用金属缓冲垫来实现，而不用整体延长。缓冲垫的材料可以是碳钢或低合金钢，应用不焊透的焊缝与锻件连接，焊缝将缓冲表面密封起来。试样应位于距锻件的缓冲表面至少½in.(13mm)处。缓冲垫应予去除且焊缝区应经过磁粉试验，以保证无裂纹，除非焊逢区将在随后的机械加工中完全切除掉。

6.4 试样应在热处理之后从锻件上切下。如果指定了补充要求S6，则试件材料应经过模拟的焊后热处理。

6.5 试验取向

6.5.1 像管板的镦锻盘形锻件，试样的纵轴可以按A 788标准中的补充要求S12所示，取向在锻件的径向或切向上，或者取为与锻件的轴向平行。

6.5.2 所有其他形状的锻件，试样的纵轴可为与锻件的最大热加工方向平行。

6.6 试验数量：

6.6.1 500 lb(230kg)以下的热处理的锻件——对于重量500 lb以下双重的热处理锻件，必须进行一个拉伸试验和一个冲击试验(三个试样)以代表每一热处理炉批中的每熔炼炉次。当热处理是在具有适当的温度控制并配备有自动记录式高温计的连续式加热炉内进行的时候，可获得完整的热处理数据，这时，一个热处理装料应是不超过8小时连续作业的锻件。

6.6.2 重量500~10000 lb(230~4500kg)的热处理锻件——必须对每一个锻件进行一个拉伸试验和一个冲击试验(三个试样)。

6.6.3 每一个重量超过10000 lb(4500kg)的锻件应要求进行两个拉伸试验和两个(各三个试件)冲击试验。当锻件长度(包括延长部)等于或小于1½倍直径时，可以从锻件的一端进行试验——在相隔180°的两个位置中的每一个位置进行拉伸试验和一组冲击试验。当锻件长度(包括延长部)大于1½倍直径时，必须从锻件两端的每一位置进行一个拉伸试验和一组冲击试验，在每一端上的试验位置应是互相间隔180°。

7 补焊

7.1 锻件允许补焊，但只限于采购方选择的情况下。补焊应按ASME锅炉和压力容器规范的要求进行。

8 产品标志

8.1 如果试验温度不同于表3中所列，则应将其作为后缀标志在锻件的级别和类别号的后面。在试验温度之前的前缀“0”表示试验温度是在0℉以下，或当使用了带M标志的标准时则为0℃以下。例如，“A765-11-075”表示11级的冲击试验是在-75℉下进行的，而代替了-50℉。“A765-11-10”表示11级锻件的冲击试验是在10℉做的。对于带M标志试验的锻件，举例为“A765 M-11-060”，它表示11级锻件是在-60℃下试验的；或“A765 M-11-10”，表示11级锻件的试验是在10℃做的。

9 关键词

9.1 合金钢锻件 碳钢锻件 热处理 冲击试验 压力容器 可焊的

补　充　要　求

只有当采购方在订货单中作出规定时，下述一项或多项补充要求方适用。这些补充要求的细节应由锻件制造厂和采购方事先商定。

S1　成品分析

S1.1　制造厂应按 A 788 标准用一个代表每一炉次或多个炉次的锻件来进行成品分析。

S2　晶粒度

S2.1　经最终热处理的锻件，其原奥氏体晶粒度按 McQuaid-Ehn 测试方法(E 112 试验方法)测定，应为 5 级或比 5 级更细。

S3　冲击转变曲线

S3.1　为了建立温度与吸收能量的关系曲线，须对锻件试验材料进行足够的冲击试验。试验的温度范围应足够宽，以便确定英尺—磅(或焦耳)能量的上下平台。通过在上下平台中间温度足够多的试验就可能绘出合理的光滑曲线。

S4　磁粉检验

S4.1　成品锻件的所有可以进行的表面均应经磁粉检验，按方法 A 275/A 275M 规定进行。

S4.2　应规定合格验收标准。

S5　液体渗透检验

S5.1　所有表面均应经液体渗透检验。应按推荐方法 E 165 进行。

S5.2　应规定合格验收标准。

S6　力学性能试验试样的模拟焊后热处理

S6.1　所有试验坯料在试验之前都必须在低于临界温度的温度下经单次或多次热处理。这些处理是用来模拟锻件在设备制造过程中将经受到的焊后或其他热处理。采购方向制造厂提供试验坯料所需热处理的细节，包括温度、时间及冷却速度。

S7　真空处理

S7.1　钢水在浇注前或浇注的时候应进行真空处理。除非与采购方另有商定，制造厂职责是在符合下列要求前提下选择适当的工艺过程。

S7.1.1　当采用真空喷射脱气时，真空系统应有充分的能力以达到足够低的抽净压力(通常低于 1000μm 汞柱)，以便将通常为密集绳索状的熔融金属流打碎成由较细的小液滴组成的一个大角锥形喷流。抽真空系统还必须具有足够高的能力以便在 2 分钟内将浇注开始时的初始冲击压力降到一个低水平。

S7.1.2　当采用真空抽吸工艺的时候，熔融金属应以足够的次数被吸入真空罐，以保证罐内全部金属得到充分的混合和脱气。抽真空系统应能使每一次新的一部分钢液被引入罐中时产生的冲击压力逐渐降低，直到达到抽净压力低于 1000μm 汞柱，于是脱气处理宣告结束。

S8　超声波检验

S8.1　锻件须按推荐方法 A 388/A 388M 的步骤进行超声波检验。

S8.2　应规定合格验收标准。

S9　带颈法兰和管板用的特殊拉伸试样

S9.1　用于打 ASME 规范钢印容器中用的锻制带颈管板和法兰，拉伸试样应尽可能靠近颈部切取。试样的纵轴应平行于颈部的长度(见 ASME 标准第Ⅷ卷，第 1 册的图 UW13.3)。

特殊用途钢板板厚方向拉伸试验

SA-770/SA-770M

[除表 2 有编辑性修改外，与 ASTM 标准 A 770/A 770M—03(R12)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准包括采用拉伸试样测定断面收缩率的试验方法和验收标准，试样轴线垂直于厚度等于大于 1in.(25mm)的钢板轧制表面。试验的主要目的是对钢板抗层状撕裂的能力提供一种量度(参见附录 X1)。

1.2 无论以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均应视为是标准值。在本标准中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值并非精确相等，故必须独立地分别采用之。如果混用两种单位制的值，将导致与本标准的不一致。

1.3 本标准同时以英寸-磅和 SI 两种单位表示，但除非订货单中规定采用本标准中的“M”制(SI 单位)，材料将以英寸-磅单位制供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 370 钢制品力学性能试验的标准试验方法和定义

3 订货须知

3.1 如果需要，询价单和订货单应包括以下内容：

3.1.1 用以满足最终使用要求的补充要求(参见 S1~S5)。

3.1.2 制造厂和采购方之间商定的特殊要求。

4 拉伸试验

4.1 试验数量

4.1.1 除需作淬火加回火热处理的钢板外，对每张轧制板应取两个试样进行试验。对每张经淬火加回火的钢板应取两个试样进行试验。试验应代表处于其最终状态的钢板。

4.1.2 当钢板由钢厂以非热处理状态供货，而以热处理(包括正火，正火加回火，以及淬火加回火)试验验收时，应从每张轧制钢板取两个试样进行试验。

注：“轧制钢板”这一术语是指由板坯或直接由钢锭轧成的单张钢板，而不是指钢板的状态。

4.2 取样部位——从按 4.1 条所定义的每张钢板的两端各取一个试件，试件应从板宽中央切取。

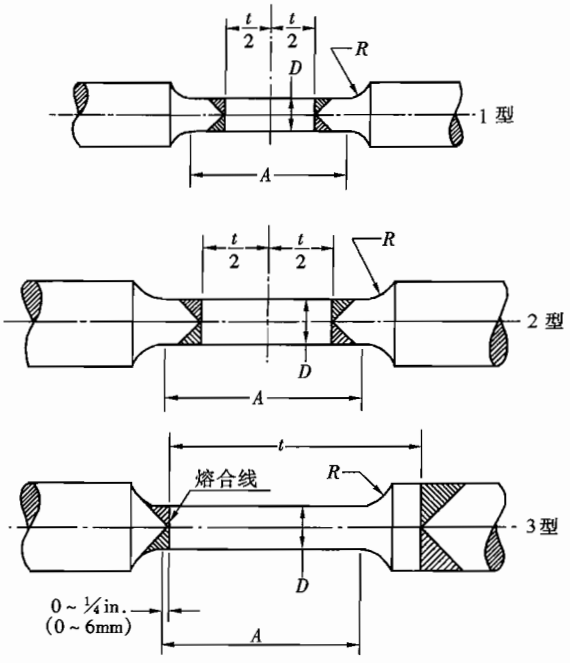
4.3 试样的取向——试样减缩截面的纵轴应垂直于钢板的轧制表面。

4.4 试样的制备：

4.4.1 焊接的延长部分——当需要时，在被试验钢板的表面焊上延长部分。所使用的焊接方法应使被试验的部分产生极小的热影响区。手工电弧焊、摩擦焊、螺柱焊或电子束焊方法已证明是合适的。

4.4.2 试样型式：

4.4.2.1 图1和表 1 所示为三种型式的



注：取决于板厚，只有3型试样可能需要一个焊接延长部分

图 1 标准圆形拉伸试样

表 1　标准试样的明细表，in.（mm）①

项　目	试样型式		
	1	2	3
板厚（t）	$1 \leqslant t \leqslant 1\frac{1}{4}$	$1 < t \leqslant 2$	$2 < t$
直径（D）	0.350（8.75）	0.500（12.5）	0.500（12.5）
圆角半径，最小值（R）	$\frac{1}{4}$（6）	$\frac{3}{8}$（10）	$\frac{3}{8}$（10）
减缩截面段长度（A）	$1\frac{3}{4}$（45）	$2\frac{1}{4}$（60）	$2\frac{1}{4}$（60）

①参见 A 370 方法和定义（具体细节见图 5，端部型式见图 6）。

标准圆形拉伸试样。对 1，2 型试样，减缩截面段的中心应大致处于钢板厚度的中点。对 3 型试样，钢板一个表面的焊缝熔合线应位于距减缩截面段的一端不超过$\frac{1}{4}$in.（6mm）。

4.4.2.2　对厚度1in.（25mm）到 $1\frac{1}{4}$in.（32mm）（含）的钢板，使用 0.35in.（8.75mm）的 1 型试样，或 0.500in.（12.5mm）的 2 型试样。

4.4.2.3　对厚度大于$1\frac{1}{4}$in.（12.5mm）到 2in.（50mm）（含）的钢板，使用 0.500in.（12.5mm）的 2 型试样。

4.4.2.4　对厚度大于2in.（50mm）的钢板，使用 3 型试样。

4.4.3　它型试样——根据钢厂和买方之间的协议，可以使用图 2 和表 2 中的它型试样代替图 1 和表 1 中的标准试样。

4.4.3.1　对厚度大于2in.（50mm）的钢板，可以使用 A 型或 B 型试样。A 型试样减缩截面段的长度大于钢板厚度；B 型试样减缩截面段的长度为$2\frac{1}{4}$in.（57mm），其中点在钢板厚度的中间。当钢板最小厚度超过由试样端部轮廓所确定的尺寸时，对 B 型试样可以不需要焊接延长部分。对厚度大于$4\frac{1}{4}$in.（108mm）的钢板，可以使用 C 型标准圆形拉伸试样。对厚度大于 6in.（150mm）的钢板，为覆盖钢板的全部厚度，可以使用减缩截面段等于小于 4in.（100mm）的二个或更多个 A 型或 C 型试样。所需试样数量取决于被试验钢板的厚度和所选减缩截面段的长度。

4.4.3.2　对厚度大于1in.（25mm）的钢板，可以使用图 2 和表 2 中所示的一系列圆头试样。所用试样的型式 D、E 型或 F 型由表 2 所述公称板厚确定。为覆盖钢板的全部厚度可以使用一组二个或更多个 F 型试样。在图 2 中所示并在表 2 中规定的减缩截面段长度（A）是不包括机加工圆弧（R）的减缩截面段长度。在每个试样型式规定的板厚尺寸内，圆头厚度、减缩截面段长度或机加工圆弧是可以改变的。所有情况下，为保持最小长度与直径的比值，减缩截面段的最小长度必须符合表 2 的规定（参见附录 X2.2）。

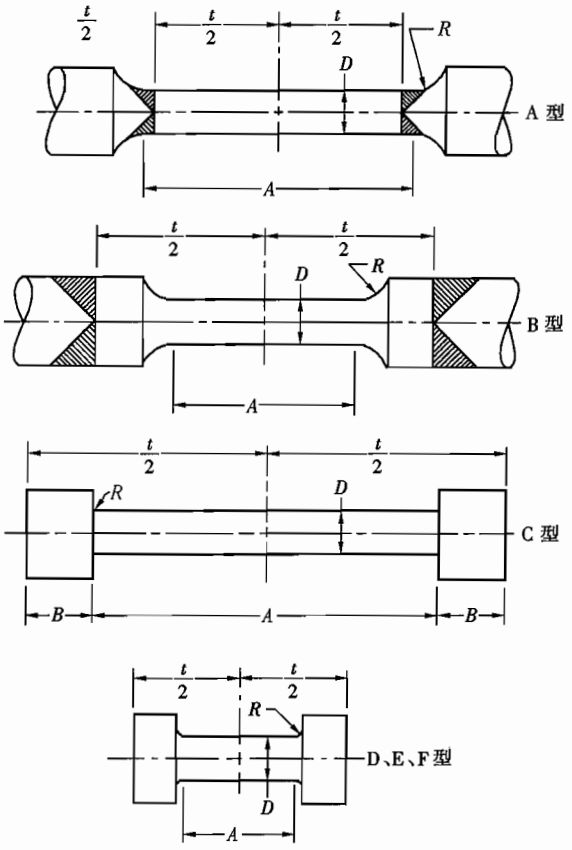


图 2　它型拉伸试样

表2 它型试样的明细表，in.(mm)

项目	试样型式					
	A①	B①	C②	D	E	F
板厚(t)	2<t(50<t)	2<t(50<t)	4¼<t (108<t)	1≤t<1¾ (25≤t≤45)	1¾<t<2½ (45<t≤64)	2½<t (64<t)
直径(D)	0.500(12.5)	0.500(12.5)	0.500(12.5)	0.250(6.25)③± 0.005(0.10)	0.350(8.75)③± 0.007(0.18)	0.500(12.5)③± 0.010(0.25)
圆角半径最小值(R)	⅜ (10)	⅜ (10)	1/16 (10)*	任选	任选	任选
截面减缩段最小长度(A)	≥t+¼ (t+6)	2¼ (60)	t-1½ (t-38)	0.625 (16)	0.875 (22)	1.250 (32)

① 参见A 370方法和定义（具体细节见图5，端部型式见图6）。

② 参见A 370方法和定义（具体细节见图6，试样3）。

③ 减缩截面段从两端向中心可以逐渐有一定的锥度，两端的直径大于中心的直径（控制尺寸）不超过1%。

5 验收标准

5.1 每个拉伸试样应具有不小于20%的最小断面收缩率。如果两个试样的断面收缩都小于20%，则不允许复试。如果一张钢板的两个试样中有一个试样的断面收缩率小于20%，则可以在毗邻不合格试样的部位再取两个补充试样进行一次复试，这两个补充试样的断面收缩率都应等于或大于20%。

5.2 如果在延长部分、焊缝或熔合线处断裂，则应看作“没有试验”，并用一个补充试样进行试验。

6 标志

6.1 按本标准验收合格的钢板，应在靠近所用产品标准所要求的标志外以钢印打上或以漏字板喷上ZT字样，以资识别。

7 关键词

7.1 层状撕裂 特殊的钢板制造工艺 钢板板厚方向拉伸试验

* 原文如此，按图2，C型试样图形所示似应为“1/16（1.6）”。——译注。

补 充 要 求

只有当采购方规定时才采用这些要求。

S1 抗拉强度要求

S1.1 抗拉强度应符合钢厂和采购方间商定的最低值。

S2 屈服强度要求

S2.1 厚度大于等于 2in.(50mm)钢板的屈服强度应符合钢厂和采购方间商定的最低值。

S3 断面收缩率

S3.1 根据钢厂和采购方间的商定，可以规定高于 5.1 条所要求的最低断面收缩率极限值。

S4 试验数量

S4.1 根据钢厂和采购方间的商定，可以规定多于 4.1 条所指的试验数量。

S5 取样部位

S5.1 根据钢厂和采购方间的商定，可以规定除从 4.2 条所规定的部位外再增加从别的部位切取试件。

附 录

（非强制性资料）

X1 靠近焊缝的层状撕裂

X1.1 引言

X1.1.1 层状撕裂是发生在钢板焊件的焊缝下面的一种特殊类型的开裂。这种开裂一般是由于熔敷焊缝金属的收缩在板厚方向诱发的应变和由于组成焊件的各部件强加的拘束造成的。高的拘束度增加了层状撕裂倾向。然而，层状撕裂并不完全局限于高拘束的焊件，钢板表面的荷载也可能引起层状撕裂。

X1.2 层状撕裂的特征

X1.2.1 层状撕裂通常发生在对焊缝皮下裂纹敏感的材料中，其方向一般平行于钢板表面，且常常稍许超越热影响区。层状撕裂一般呈阶梯状外形，由“台阶”（走向平行于钢板表面的裂纹）和“墙壁”（连接各单个台阶的裂纹）组成。撕裂可能完全处于钢板表面下或出现在板边或焊趾处。

X1.3 夹杂物

X1.3.1 层状撕裂的阶梯状开裂特征通常认为是由于钢中存在着小的被拉长的非金属夹杂物引起的。板厚方向的应变可以导致单个夹杂物断裂从周围的钢基体剥离。从而引发出空穴。进一步的应变可以导致余下的金属带剪断或断裂，从而引起阶梯状断裂的出现。

X1.3.2 钢中高度或密集的夹杂物含量会产生平行于钢板表面的一些低延性平面区域。另一方面，降低这些夹杂物的尺寸和密集度到一低水平，有助于消除沿低延性夹杂物的任何易断途径并使钢材显示出在板厚方向的塑性得到改善。

X1.3.3 非金属夹杂物的存在形态取决于钢的类型。在硅半镇静或镇静钢中，主要是氧化物（以硅酸盐形式存在）和硫化物（以硫化锰形式存在）。对铝—硅镇静钢，主要是硫化物（硫化锰）。为了改善板厚方向的塑性，从而提高钢抗层状撕裂的性能，必须降低非金属夹杂物含量。为了提供高的抗层状撕裂性能，可能需要采用能使钢中的氧和硫含量降低到很低水平的特殊炼钢方法。

X1.4 炼钢方法

X1.4.1 特殊的炼钢方法对改善板厚方向的塑性是有效的。单独或联合使用的较常用的方法有：(1)低硫炼钢法；(2)夹杂物形状控制；(3)电渣或真空电弧重熔；(4)真空脱气。这些炼钢方法不是都能达到相同的效果，但是根据所用的方法，会在不同程度上改善板厚方向的塑性。

X1.5 沿板厚方向的塑性要求

X1.5.1 对层状撕裂的敏感性取决于许多因素（例如拘束度，焊接条件等），所以，规定的板厚方向塑性要求不能提供抗层状撕裂的保证。测量材料抗层状撕裂敏感性塑性指数的最广泛认可的方法是垂直于钢板轧制表面的圆形拉伸试样的断面收缩率。

X2 影响断面收缩率值的试验参数

X2.1 板厚方向性能的变化性

X2.1.1 本标准中提供的板厚方向拉伸试验结果，特别是断面收缩率的测定事实上比钢板在纵向或横向标准拉伸试验中通常所期望得到的更为分散。试验结果的这种分散性部分地是由于X1.3中所述非金属夹杂物分布所固有的变化性。例如炼钢过程期间形成的非金属夹杂物趋向于以较高的频率出现在终凝区。

X2.1.2 试样的设计亦可能对试验结果有影响。这些因素中的一些将在X2.2中论述。操作工的技能亦是增加分散性的一个因素，特别在测量试样的最终直径时。由于夹杂物对断裂过程的影响，最终断口的形貌与普通纵向和横向拉伸试验的经典韧窝断口十分不同。对具有大约20%断面收缩率的那些材料，最终直径的测量对试验操作工可能要求有相当高的判断力。

X2.1.3 鉴于板厚方向断面收缩率试验结果的潜在变化性，一般认为每张钢板做二个试验不足以全面表示那张板厚度方向的塑性。迄今还没有建立试验的数量和部位多少方可提供正确估算板厚方向拉伸收缩率的平均值和变化值，因

此，本标准中没有包括平均值要求。本标准的目的是按照所述试验方法只用最小值要求来验收钢板。试验结果的潜在变化亦增加了，按照本标准鉴定合格钢板的后续试验可能产生不能满足规定验收标准的结果的可能性。

X2.2 试样设计的影响

X2.2.1 选择试样几何尺寸所考虑的两个主要因素是直径和细长比。普遍认为直径影响断面收缩率值是这样的，即较小直径的试样一般得到较高的断面收率平均值。也承认较小直径的试样趋向于导致断面收缩率值更大的变化性。因为试验直径和试验结果的平均值和变化值之间这些关系，目前还不能满意地用数量来表示，故对所有试样直径采用相同的最低要求。

X2.2.2 当低于最低值时，已知细长比(减缩段长度/减缩段直径)影响断面收缩率值。这一最低值取决于材料，可能从 1.5 到 2.5。低于这一最低值，在减缩截面段内断裂点的收缩率受远离减缩截面段的较大横截面制约。对 1in.(25mm)厚板允许采用 0.500in.(12.5mm)直径试样的 2 型标准试样，选用最小细长比为 2。为确保这种影响对这些试样减小至最低程度，对领扣式试样(D,E 和 F 型)选用最小细长比为 2.5。

钢锻件通用要求

SA-788/SA-788M

（与 ASTM A 788/A788M—06 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括一组通用要求，除非在单项材料标准中另有规定，任何下列 ASTM 出版的有关钢锻件的标准都应遵照执行：

ASTM 标准	名 称
A 266/A 266M	压力容器部件用碳钢锻件
A 288	用于透平电机磁性护环的碳钢及合金钢锻件
A 289/A 289M	发电机用无磁性护环合金钢锻件
A 290/A 290M	减速齿轮用碳钢及合金钢环形锻件
A 291	小齿轮和减速齿轮用碳钢及合金钢锻件
A 336/A 336M	高温受压零件用合金钢锻件
A 372/A 372M	薄壁压力容器用碳钢及合金钢锻件
A 427	冷压缩或热压缩用塑性加工合金钢轧辊
A 469/A 469M	发电机转子用真空处理钢锻件
A 470/A 470M	透平机转子及轴用碳钢和合金钢锻件
A 471	透平机转盘及飞轮用真空处理钢锻件
A 508/A 508M	淬火加回火真空处理碳钢及合金钢压力容器锻件
A 521	一般工业用钢冲压模锻件
A 541/A 541M	压力容器部件用淬火加回火碳钢及合金钢锻件
A 579/A 579M	超强合金钢锻件
A 592/A 592M	高强度淬火加回火低合金钢锻造管配件及压力容器零件
A 649/A 649M	瓦楞纸机器用锻造钢轧辊
A 668/A 668M	一般工业用碳钢及合金钢锻件
A 723/A 723M	受压部件用高强度合金钢锻件
A 765/A 765M	有强制性韧性要求的压力容器部件用碳钢及低合金钢锻件
A 768/A 768M	透平机转子和轴经真空处理 12%Cr 合金钢锻件
A 837/A 837M	用于渗碳的合金钢锻件
A 859/A 859M	压力容器部件用低碳时效硬化镍铜铬钼合金钢锻件
A 891	透平机转盘和飞轮用沉淀硬化铁基超合金锻件
A 909	一般工业用微量合金的钢锻件
A 940	汽轮机转子用差温热处理的真空处理合金钢锻件
A 965/A 965M	高温承压零件用奥氏体钢锻件
A 983/A 983M	中速柴油发动机用碳钢和合金钢连续晶粒流锻造曲轴
A 1021	高温用马氏体不锈钢锻件和锻坯件

1.2 当本标准的要求与单项材料（产品）标准的要求有矛盾时，应以后者为准。

1.3 采购方可以提出补充要求（见 4.2.3 条），但附加要求不应否定本标准或单项材料标准。接受任何这样的补充要求应同供方协商而定，并应在订货单中说明。

1.4 如果协议规定锻件可以以部分完工状态供货，也就是说，并没有全部完成产品标准的要求，则材料标记（见第 17 节）及合格证书（见经 16 节）应反映产品标准技术要求达到的程度。

1.5 如合格证书一节（第 16 节）注明的那样，本标准还有适用产品标准的编号和年号要求列入产品合格证中。

1.6 当采购订货单要求使用 SI 单位制版本的产品标准时，应使用 A 788/A 788M 标准。

1.7 无论以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均应视为是标准值。由于两种单位制的数值并非精确相等，故必须独立地分别采用之。如果混用两种单位制的值，将导致与本标准的不一致。

1.8 本标准无意论述与使用本标准有关的所有安全问题。本标准的使用者有责任在使用之前制定适当的安全卫生规程和确定这种管理限制的适用范围。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 266/A 266M 压力容器部件用碳钢锻件

A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验试验方法

A 288 用于透平电机磁性护环的碳钢及合金钢锻件

A 289/A 289M 发电机用无磁性护环合金钢锻件

A 290/A 290M 减速齿轮用碳钢及合金钢环形锻件

A 291 小齿轮和减速齿轮用碳钢及合金钢锻件

A 336/A 336M 高温受压零件用合金钢锻件

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 372/A 372M 薄壁压力容器用碳钢及合金钢锻件

A 388/A 388M 大型钢锻件超声波检验

A427 冷压缩或热压缩用塑性加工合金钢轧辊

A 469/A 469M 发电机转子用真空处理钢锻件

A 470/A 470M 透平机转子及轴用碳钢和合金钢锻件

A 471 透平机转盘及飞轮用真空处理钢锻件

A 508/A 508M 淬火加回火真空处理碳钢及合金钢压力容器锻件

A 521 一般工业用钢冲压模锻件

A 541/A 541M 压力容器部件用淬火加回火碳钢及合金钢锻件

A 579/A 579M 超强合金钢锻件

A 592/A 592M 高强度淬火加回火低合金钢锻造管配件及压力容器零件

A 649/A 649M 瓦楞纸机器用锻造钢轧辊

A 668/A 668M 一般工业用碳钢及合金钢锻件

A 723/A 723M 受压部件用高强度合金钢锻件

A 751 钢制品化学分析试验方法、操作和术语

A 765/A 765M 有强制性韧性要求的压力容器部件用碳钢及低合金钢锻件

A 768/A 768M 透平机转子和轴经真空处理 12%Cr 合金钢锻件

A 833 用硬度比较试验机进行的金属材料压痕硬度实用规则

A 837/A 837M 用于渗碳的合金钢锻件

A 859/A 859M 压力容器部件用低碳时效硬化镍铜铬钼合金钢锻件

A 891 透平机转盘和飞轮用沉淀硬化铁基超合金锻件

A 909 一般工业用微量合金的钢锻件

A 939 圆筒形锻件镗孔表面的超声波检验用试验方法

A 940 汽轮机转子用差温热处理的真空处理合金钢锻件

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 965/A 965M 高温承压零件用奥氏体钢锻件

A 966/A 966M 使用交流电对钢锻件做磁粉检验用试验方法

A 983/A 983M 中速柴油发动机用碳钢和合金钢连续晶粒流锻造曲轴

A 991/A 991M 热处理钢产品用炉膛温度传导均匀性监测的试验方法

A 1021 高温用马氏体不锈钢锻件和锻坯件

E 23 金属材料缺口试样冲击试验方法

E 112 平均晶粒度测定方法

E 165 液体渗透检验实用规程

E 380 使用国际单位（SI）（现代公制单位）制的实用规程

E 399 测定金属材料的线弹性平面应变断裂韧性（K_{IC}）的标准试验方法

E 428 超声波检验用参考试块的制造和控制实用规程

E 1290 测定尖端开裂位移（CTOD）断裂韧性用试验方法

E 1820 检测断裂韧性的试验方法

E 1916 识别和区分批次混合金属的导则

3 术语

3.1 A 941 术语标准适用于本标准。更适用于锻件的附加项目和用语如本节中的说明。

3.2 定义：

3.2.1 钢锻件——经多次塑性压缩加工操作使材料密实并形成所需形状的产品称为锻件。可使用锤击、压力机、锻造机、圆环辗压机或锻轧机进行塑性加工，并且必须要材料变形，产生实质上的塑性加工结构。锻件按锻造温度大致可分为以下三类：

3.2.1.1 冷加工锻件——在大大低于金属再结晶温度以下塑性加工成形的锻件。冷加工锻件金属必须先经过热锻或热轧。

3.2.1.2 冷、热加工锻件——为了提高锻件的机械强度，让锻件在稍低于金属再结晶温度下进行加工，这种锻件称之为冷热加工锻件。锻件在冷热加工之前必须先经过热锻或热轧。冷热加工锻件可以用一连续操作过程完成，即先进行热加工随后通过控制终加工温度接着进行冷热加工。

讨论——由于在制造上的差别，热轧、或热轧和冷轧精整棒材（半精整或精整的），钢坯或方钢坯均不认作为锻件。

3.2.1.3 热加工锻件——在金属的再结晶温度以上锻造成形的锻件。

3.3 钢坯和方钢坯——表示打算用来制造锻件的初始备料用的、热加工半精整产品的可互换的术语。

3.3.1 讨论——假定对每一个术语并无规格尺寸的限制。采用连铸工艺方法生产的铸造型材、且随后不再作加工的话，则就本标准的意图，认作为是钢锭；并且，如果以钢坯或方钢坯供货时，则必须带有‘铸造钢坯’或‘铸造方钢坯’的描述符。

3.4 本标准专用术语

3.4.1 底注——将一炉或多炉钢水盛入共同的钢水包中(参见8.1.1和8.1.2条)，从钢锭模底部引入钢水自下而上注满钢锭模。一个或多个钢锭模可放置在底盘上，也可用一炉钢水依次注入一个以上的底盘。底盘的建造通常能使钢水流过耐火通道至底盘上每个钢锭模底部。钢水从中央浇口进入，浇口应足够高，以使钢水能注满钢锭模至要求的水平面。

3.4.2 钢锭——将钢水注入铸模成形，并能按3.1进行塑性加工的模铸钢。例如，在通常有冷却的开底钢锭模用于连续铸造的钢属本定义范围。

3.4.3 临界点之间的热处理——这种热处理是将钢加热到上临界温度的（Ac3）以上的温度使之初步奥氏体化，随之冷却到下临界温度（Ac1）以下的温度。之后，将材料再次加热直到上临界温度（Ac3）和下临界温度（Ac1）之间某一温度，并再次冷却到Ac1以下的温度，接着按材料标准所要求的温度界限内进行亚临界回火处理。

3.4.3.1 讨论——这种工艺一般适用于硬化能力低的碳钢和低合金钢，通常，它会在所要处理的部件的经热处理过的截面上生成铁素体和珠光体的金相组织。

3.4.4 镇静钢——为了减少钢水中氧气的含量至一定的程度，使钢水在凝固时基本不产生氧与碳的化学反应，而向钢水加入强脱氧剂或采用真空脱氧法产生的脱氧钢。

3.4.4.1 讨论——真空碳脱氧（VCD）是一种制钢的冶炼工艺，作为碳和氧反应的结果，在真空处理过程中发生初步脱氧。为了使得在真空处理过程中能够初步脱氧，在真空处理作业之前决不把任何较大数量的铝或硅一类的脱氧剂添加到熔融的钢水之中。

3.4.4.2 讨论——沉淀法脱氧是一种制钢的冶炼工艺，它通过在冶炼的早期过程中就把如铝一类的强脱氧剂添加进去，从而达到初步脱氧的目的，并为了钢制品脱氧使得它从熔融的钢水中分离到渣中去，而将钢水保持在熔融状态足够长时间。

3.4.5 顺序铸坯或连铸坯——用多炉钢水依次连续注入被冷却的开底钢锭模中形成的连铸产品。各炉成分沿铸坯长度方向变化。

3.4.6 连续浇铸——同一炉钢水注入被冷却的开底钢锭模中，形成一根或数根连续铸坯。

4 订货须知

4.1 对按适用产品标准的锻件就必须的所有要求作出规定是采购方的责任，这些要求应包括、但不限于下列各项内容：

4.1.1 数量。

4.1.2 尺寸，包括公差和表面质量。

4.1.3 标准号，包括适用类型、类别和级别，标准出版年号，并应包括：

4.1.4 要求提交材料试验报告复印件的份数。

4.2 经与供方协议后，增加的下列附加条件：

4.2.1 如果材料标准中有多种热处理类型允许选择时，则应注明热处理类型。

4.2.2 补充要求(如有)。

4.2.3 附加要求(参看 1.4，16.1.5 和 16.1.6 条)。

4.2.4 不允许焊接修补。

4.3 除非另有规定，对于双重格式的标准，应使用英寸—磅单位。

5 熔炼工艺

5.1 除非材料标准有特殊规定，钢材可以通过下列一次熔炼工艺之一获得：平炉、氧气顶吹转炉、电炉或真空感应法(VIM)。一次熔炼可以结合单独的脱气或精炼，也可以接着使用电渣重溶法(ESR)或真空电弧重熔法(VAR)进行二次溶炼。

5.1.1 钢应是完全镇静钢。

5.2 钢水可在铸锭前或铸锭过程中进行真空处理。

5.2.1 当材料标准中注明须对钢水进行真空处理时，则应具备下列条件：

5.2.1.1 如果使用真空脱气工艺，真空系统必须具有足够的能力以达到足够低的抽净压力(通常应小于 1000μm)，以便将通常为密集绳索状的溶融金属流打碎成由较细的液滴组成的一个大角度锥形流。该系统还必须具有足够高的能力，以便在两分钟内浇注开始时的初始冲击压力降低到一个较低的水平。

5.2.1.2 当使用真空抽吸工艺时，则钢水应反复地吸入真空液罐，并至少保证 2.5 的循环系数(参看附录 A1)以保证整炉钢水彻底脱气，充分混合。抽真空系统应能使每次新的一部分钢液被吸入罐中时产生的冲击压力降到愈来愈低的水平，直到达到抽净压力(通常应小于 1000μm)，意味着脱气处理结束。

5.2.1.3 当使用钢包脱气工艺时，抽真空系统应能将真空系统的压力降低到一个低水平(通常小于 1000μm)，以足够长的时间充分搅拌熔融金属，使其能充分暴露于抽真空气氛之中。

5.2.1.4 如果供应商能向用户演示证明良好的脱气处理效果，和成品锻件的验收性能满足采购方要求，则也可以使用其他真空处理方法。

6 锻造

6.1 锻件应按照 3.2.1 条的要求锻制。

7 热处理前的冷却

7.1 在锻造之后及热处理再加热之前，应以防止损害锻件的方式冷却。对于铁素体锻件，则应让奥氏体充分转变为铁素体。

8 化学成分

8.1 熔炼分析：

8.1.1 由制造厂进行每炉钢水的分析，以确定材料标准中规定的那些元素百分含量。这种分析的试样最好在浇注时采取。分析结果应与材料标准一致。

8.1.2 当多炉钢水都注入同一个钢包时，应对钢包中钢液的化学成分进行分析。分析结果应与材料标准要求一致。

8.1.3 对多炉同铸铸锭，既可单独进行每炉罐混合钢水溶炼分析，也可采用加权平均法求取(见附录 A2)。各种方法的分析结果应符合材料标准要求。

8.1.4 除多炉号连铸机中顺序浇铸生产的产品外(见 8.1.5 条)，如果熔炼分析样品遗失或申明采样不适宜作化学分析的话，则生产厂可以在接近铸锭或锻件表面适当位置按需要另取样品分析，以确定有疑问炉号的化学成分。

8.1.5 对于在连铸机中多炉号连铸的钢，应按 8.1.1 或 8.1.2 条（按所适用的）规定，对每一单个炉号做熔炼分析。

8.1.5.1 如在多炉号顺序连铸做化学分析测定时试样遗失或申明不适宜时，钢厂可按 8.2 或 8.3 条规定（按所适用的），避开两炉号的过渡区段，从该炉号的浇铸材料或产品上另取样品分析。

8.1.6 重溶锭的熔炼分析：

8.1.6.1 当采用自耗重熔工艺时，应从每炉的一个重溶钢锭中(或一个重熔钢锭生产的产品)取样进行化学分析作为熔炼分析。

8.1.6.2 对用相同工艺在同一设备中重溶的主炉号或母炉号，由它准备一个以上的电极时，则从一个重溶锭或从该钢锭的产品上获得的熔炼分析应取为从该主要炉号重溶的所有钢锭的熔炼分析。对于每一重溶钢锭的熔炼分析，见补充要求 S27。

8.1.6.3 当由不同的主要炉号的电极顺序重溶时，对应于至少每个主要炉号的一个电级的重熔锭的每一区域进行化学成分分析。每一区域的分析结果应符合材料标准要求。重熔锭的熔炼分析应是各区域单独化学分析值用加权平均法处理后的成分(见附录 A2)。

8.1.6.4 按产品标准中的要求，应规定重熔钢锭中铝含量的极限。

8.2 顺序连续浇铸材料的炉号规定——除需按补充要求 S3 外，如果化学成分相似的炉号顺序浇铸，则铸造产品指定的炉号可保持不变，直到产品钢水全部由下一炉提供为止。

8.3 不同化学成分的钢水顺序连续浇铸材料的识别——不同化学成分的各炉钢水顺序连续浇注时，由于在两炉的交接处，不同炉的钢水会在漏斗中发生混合，因此，要对过渡段材料进行分离和鉴别。供应商应按能可靠地分开等级的任何制定的方法将过渡部分截去。

8.4 成品分析：

8.4.1 采购方可以用能代替单炉或多炉(见 8.1 条)钢水的锻件进行化学成分分析。可在锻件上或在全尺寸的延伸部位上取分析试样。对于圆形锻件或其他实心锻件，应在半径的中点到外表面部位的任一点取样。对于空心或冲孔锻件，应在内径至外表面之间取样。还可以按材料标准规定从力学性能试样上或力学性能试验部位上取分析试样。

8.4.2 这样测定的化学成分应符合锻件标准的要求。列在材料标准中的化学元素允许偏差按表 1 的规定。使用表 1 中允许偏差的限制可由材料标准作出。

8.5 残余的或未规定含量的元素——某些残余元素或未规定含量的元素的限制规定分别在于补充要求 S1 和 S2 中作出。

8.6 不允许等级替代。

8.7 分析方法——仲裁分析应按标准 A 751 试验方法、操作和术语中所包含的方法。

9 热处理

9.1 应按成品标准中的要求对锻件进行热处理。补充要求 S4 涉及了特殊的热处理工艺（见 3.4.3 条），其应用范围在成品标准内确定。除非另有规定，在热处理保温周期内，应使得记录炉温的温度变化在控制设定温度点的±25℉（±15℃）范围内。如果业已确定工作区的温度变化是在设定温度点的小于±25℉（±15℃）范围内，则材料应放在按 A991/A991M 标准已经验证了的热处理炉的工作区域内进行热处理。

表 1 镇静钢成品分析的允许偏差

元素	基数或最大规定范围	允许偏差,±,%					
		≤100in.²(650cm²)[1]	>100[1]~200 in.²(650~1300cm²)	>200~400 in.²(1300~2600cm²)	>400~800 in.²(2600~5200cm²)	>800~1600 in.²(5200~10300cm²)	>1600in.²(10300cm²)
C	≤0.05	0.005	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01
	0.06~0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.11~0.25	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05
	0.26~0.55	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
	≥0.56	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07
Mn	≤0.90	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
	≥0.91	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
P	≤0.05	0.008	0.008	0.010	0.010	0.015	0.015
S	≤0.030	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006
	0.031~0.060	0.008	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015
Si	≤0.35	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06
	≥0.36	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
Ni	≤1.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	1.01~2.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	2.01~5.30	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	5.31~10.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	≥10.01	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

表 1(续)　镇静钢成品分析的允许偏差

元素	基数或最大规定范围	允许偏差,±,%					
		≤100in.^{2}(650cm^2)①	>100①~200 in.^{2}(650~1300cm^2)	>200~400 in.^{2}(1300~2600cm^2)	>400~800 in.^{2}(2600~5200cm^2)	>800~1600 in.^{2}(5200~10300cm^2)	>1600in.^{2}(10300cm^2)
Cr	≤0.90	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
	0.91~2.10	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
	2.11~10.00	0.10	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16
	10.01~15.00	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.19
	15.01~20.00	0.20	0.20	0.20	0.22	0.24	0.24
	≥20.01	0.25	0.25	0.25	0.27	0.27	0.29
Mo	≤0.20	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	0.21~0.40	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.41~1.15	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
	1.16~5.50	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.12
V	≤0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.11~0.25	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.26~0.50	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.51~1.25	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Nb	≤0.14	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	0.15~0.50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08
Ti	≤0.85	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Co	≤0.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.25~5.00	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09
	5.01~10.00	0.14	0.14	0.14	0.16	0.16	0.18
W	≤1.00	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
	1.01~4.00	0.09	0.09	0.10	0.12	0.12	0.14
Cu	≤1.0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	1.01~2.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	2.01~5.00	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Al	≤0.05	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
	0.06~0.15	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
	0.16~0.50	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08
	0.50~2.00	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.14
Zr	≤0.15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
N	≤0.02	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	>0.02~0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	>0.19~0.25	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	>0.25~0.35	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	>0.35~0.45	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

注 1:本表包括 A01.06 卷范围内镇静钢中常见的大多数元素在成品分析中的允许偏差。它仅适用于材料标准所允许的成品分析中那些元素的偏差。

注 2:产品横截面积定义为下列三者之一(垂直于轧制钢锭或铸坯轴线的截面面积):

(a) 粗车后锻件的最大横截面积;

(b) 未经机加工锻件的最大横截面积;

(c) 方钢坯、钢坯或板坯的最大横截面积。

① 当删除了产品尺寸范围≤100in.^{2}(650cm^2)这一列时,则 100~200in.^{2}(650~1300cm^2)这一列应改为≤200in.^{2}(1300cm^2)。

10 力学性能

10.1 试验方法——所有试验都应按标准 A 370 试验方法和定义进行。

10.1.1 除 A 370 试验方法和定义的硬度试验规定外，还可能采用按推荐规程 A 833 中的相对硬度试验法测定锻件的硬度。

10.2 复试——如果拉伸试验的结果不符合规定要求，可按 A 370 所述进行复试，或者按下述方法进行：

10.2.1 如果拉伸试验过程中，拉伸试样上出现明显的裂缝而使任一拉伸试样的伸长率或断面收缩率小于规定值时，则允许重新试验，只要证明缺陷不是由于钢的断裂、裂纹或白点造成的。

10.2.2 如果试样平均冲击功符合标准中的要求，但其中一个试样的冲击功小于材料标准中所述单个试样的规定最小值，则可允许复试。应在靠近或位于不合格试样的任一侧取两个试样。每个复试样的冲击功都应大于或等于材料标准中所要求的最小平均值。

11 再次热处理

11.1 如果第一次力学性能试验的结果不能满足规定要求，锻件可以进行再处理(如果第一次试验是在锻造状态下做的)或再次热处理(如果锻件在第一次试验前已经过热处理)。

12 补焊

12.1 除非材料标准(另见 4.2.4 条)特别许可，否则不容许锻件焊接修补。

13 尺寸与表面质量

13.1 锻件的尺寸、公差和表面质量应符合订货须知中的要求(4.1.2 条)，也可用 S5 和 S6 中有关锻件校直的补充要求。

14 检查

14.1 在制造厂内进行的 8.4 条以外的所有试验和检验(除非另有协议)。

14.2 制造厂应向采购方检验人员提供各种合理必要的设施，以使他们确信所有材料正在按照本材料标准要求生产和提供。

14.3 采购方在工厂检查时，不应对制造厂的各工序造成不必要的干扰。

15 拒收

15.1 如果在制造厂验收之后，采购方发现产品中有引起危险的缺陷或由于 8.4 条进行的产品分析不合格而提出任何拒收要求时，应报告制造厂。

15.2 根据15.1被买方拒收的产品由制造厂和买方双方协商处理。

16 合格证书

16.1 制造厂应向采购方提供根据订货须知(4.1.4)中所要求的各种试验报告的复印件。报告应包括下列各项：

16.1.1 订货单编号。

16.1.2 锻件识别号。

16.1.3 材料标准号、年号和修改版次以及所需的材料类别、类型以及等级。

16.1.3.1 对 A 788/A 788M 标准的引用包括年号和适用的修改版次应是合格证书的内容之一。

16.1.4 炉号及熔炼分析。

16.1.5 合格的力学性能试验结果。

16.1.6 任何无损探伤测试结果。

16.1.7 如果材料标准或4.2.3条要求最终热处理规范，包括奥氏体化温度，回火温度，保温时间及冷却方式。

16.1.8 锻件相对于材料标准未完成的程度(见 1.4 及 16.1.7 条)。

16.1.9 规定的补充及附加试验结果。

16.1.10 材料试验报告可以用电子表格形式的电子数据交换(EDI)传送到采购方，这应视作与供方机构打印的副本有同等效力。EDI 传送文件的内容应满足涉及到的 ASTM 标准的要求，并符合采购方和供方之间现存的 EDI 协议。不管是否缺少签名，提供 EDI 传送的机构应对报告的内容负责。

17 包装和包装标志

17.1 每个锻件都应根据产品标准和用户要求都应清楚地识别，如果没有具体要求，则由制造厂可按下列项目进行标志：

17.1.1　制造厂名或代号。

17.1.2　制造厂识别标记或炉号。

17.1.3　材料标准号。

17.1.4　所需的类别、等级及类型标记。

17.1.5　采购方标记(4.2.3 条)。

17.1.6　钢印位置(4.2.3 条)。

17.1.7　半成品锻件(1.4)标签上紧接 ASTM 的标记后面加后缀“Y”，并应列于各种其他后缀符号之前。在材料标准的各项要求未完全满足以前及未提交补充材料试验报告之前，应一直保留这一标记“Y”。

17.2　应采用打钢印由材料标准或订货合同中规定的其他可行的方法进行标志。条形码可以用来作为补充标志方法。采购方可以在订单中规定所要使用的特殊的条形码系统。如果是按供货方选定采用的条形码系统，则应与已经发布的条形码工业标准一致。

17.3　在锻件上不要求标准年号和修改版次。

18　关键词

18.1　一般交货要求　合金钢锻件　碳钢锻件

补 充 要 求

(一般性资料)

以下一般补充要求是本标准所列锻件标准所通用的。这些补充要求适合于单项锻件标准使用。单项标准列出了要用的补充要求编号和标题，这些补充要求及其他限制或试验由供需双方商定。附加补充要求应在订货单中规定，并在锻件发货之前由制造厂完成。

S1 残余元素

S1.1 在碳钢或低合金钢锻件中，可能会出现少量未作规定的元素，这些元素的存在是随机的，其最大含量规定如下：

元 素	含 量
Cu	0.35%
Ni	0.30%
Cr	0.25%
Mo	0.10%
V①	0.03%

① 当要求执行补充要求 S2 时除外。

S2 未作规定的元素

S2.1 钒用于细晶粒化或脱氧时，不应超过0.08%。

S3 顺序铸坯或连铸坯

S3.1 当用同一化学成分范围的多炉顺序连铸时，应按制造的规程，使不同成分炉次互相分隔开，保证供货中无互混材料。

S4 临界温度间的热处理

S4.1 铁素体锻体在热处理过程中的奥氏体化阶段是将钢加热到上临界温度的(Ac_3)以上某一合适的温度下进行的，以便使锻件完全奥氏体化。但是，如果要进行多段奥氏体化，则最后一段温度可调至上临界温度(Ac_3)和下临界温度(Ac_1)之间某一温度，使其部分奥氏体化。这样分段处理循环之后，应紧接着按材料标准所要求的温度界限内进行回火处理。

S5 锻件矫直

S5.1 除补充要求 S6 另有规定外，锻件在为达到规定性能的热处理之后，应在比最终回火温度低 100°F(55℃)的温度下进行矫直。矫直后，在比最终回火温度低 50~100°F(30~55℃)的温度下进行消除应力处理，并应载入材料试验报告内。在锻件为达到规定性能热处理之前进行的矫直不要求作中间消除应力处理。

S6 锻件在热处理之后的矫直

S6.1 如果没有经采购方同意，在材料为达到规定性能而进行的热处理之后再做矫直是不允许的。

S7 断裂韧性试验

S7.1 采购方应规定如下一种或多种测定断裂韧性用的试验方法。应按需要，提供包括试验温度、状态、环境和合格标准在内的要求数据。

S7.2 按 E 399 试验方法标准，测定平面应变断裂韧性。

S7.3 按 E 1820 试验方法标准，测定断裂韧性。

S7.4 按 E 1290 试验方法标准，测定裂缝尖端开裂位移（CTOD）。

S8 真空脱气

S8.1 采用 5.2 条的真空脱气要求。

S9 真空碳脱氧

S9.1 钢水在冶炼过程中应经真空碳脱氧(VCD)，在这种情况下，硅含量最大为 0.10%。

S10 A 级或 B 级磷和硫含量限制

S10.1 A 级磷、硫含量范围如下：

	熔炼分析	成品分析
A 级	P≤0.015%	≤0.018%
	S≤0.018%	≤0.021%

S10.2　B 级磷、硫含量范围如下：

	熔炼分析	成品分析
B　级	P≤0.012%	≤0.015%
	S≤0.015%	≤0.018%

S11　A 级或 B 级铜含量限制

S11.1　A 级铜含量的范围，熔炼分析和成品分析都不大于 0.15%。

S11.2　B 级铜含量的范围，熔炼分析和成品分析都不大于 0.10%。

S12　带颈法兰和管板用的拉伸试样

S12.1　用于 ASME 锅炉和压力容器规范结构的带颈法兰管板，轴向拉伸试样应尽可能靠近颈部并在内缘或外缘截取，如有必要，可用小尺寸试样。试样的纵轴应平行于颈的长度方向，如图 S1 所示。

S12.2　假如其他位置的取样条件满足，经采购方同意，该试样取向可以代替规定的拉伸试样。

S13　夏比冲击试验

S13.1　需进行夏比冲击试验时，除规定试验数量、试样取向和位置之外，还应规定试验温度、适用的吸收能量验收标准、断口形貌、侧向膨胀量、或两者(即断口形貌和侧向膨胀量)。

S13.2　试样应按标准 A 370 试验方法和定义进行加工和试验。

S14　夏比 V 形缺口冲击转变曲线

S14.1　根据下列一个或几个标准确定转变温度曲线，需从锻件材料上制取足够数量的试样作冲击试验：

S14.1.1　吸收能量 ft·lbf(J)(见试验方法 $e_2$3)。

S14.1.2　断口形貌(见标准 A 370 试验方法和定义的附录 5)。

S14.1.3　侧向膨胀量。

S14.1.4　试验温度范围应足够宽，以测定上下平台能量，并在上下平台温度中间做多个试验以便能画出平滑的曲线。可协商确定最低试验温度代替下平台温度。上平台能量级规定为大于 95%纤维状断口，下平台能量级规定为不大于 5%纤维状断口。

S14.2　采购方应向制造厂提供取样位置详图、试样数量、热处理以及试验所得资料。

S15　晶粒度

S15.1　当要求晶粒度范围时，应将诸如热处理或奥氏体晶粒度以及商定由试验方法 E 112 确定的方法规定在订货资料中。

S15.2　经热处理过的产品，判断其晶粒度的试样应取自拉伸试样位置。

S16　粗加工和粗镗孔

S16.1　制造顺序中特别是涉及到需进行力学性能热处理的锻件，其粗加工和粗镗孔的工序应由采购方指定。

S17　力学性能试验试样的模拟焊后热处理

S17.1　所有试验坯料在试验之前都必须在临界点温度以下进行一次或多次热处理。这些处理是用来模拟锻件在设备制造过程中将经受的焊后或其他热处理。采购方应向制造厂提供试验坯料所需热处理的细节，包括温度、时间和冷却速度。

S18　磁粉检验

S18.1　成品锻件的所有可接近的表面均应经磁粉检验，按方法 A 275/A 275M 规定进行。

S18.2　除供需双方另有协议外，应采用湿式连续法磁粉检验。

S18.2.1　符合下列条件锻件应拒收或剔除：

S18.2.1.1　最大尺寸的显示超过 3/16 in.(5mm)；

S18.2.1.2　有 4 个或更多个较大尺寸超过 1/16 in.(1.5mm)的显示，且各分隔的显示排成一线，两显示的净间隔距离等于或小于 1/16 in.(1.5mm)；

S18.2.1.3　在任意 6in.^{2}(40cm^2)面积内，有 10 个或更多个较大尺寸超过 1/16 in.(1.5mm)的显示，并且此区域的较大尺寸不大于 6in.(150mm)。该面积应取自相对于需评定显示最不利的部位测量。

S19 液体渗透检验

S19.1 成品锻件的所有可接近的表面均应经液体渗透检验，按推荐方法 E 165 进行。所用的渗透剂系统应由供需双方商定。

S19.2 符合下列条件锻件应拒收或剔除：

S19.2.1 最大尺寸超过 3/16 in.（5mm）的显示；

S19.2.2 有 4 个或更多个较大尺寸超过 1/16in.(1.5mm) 的显示，且各分隔的显示排成一线，两显示的净间隔距离等于或小于 1/16in.(1.5mm)；

S19.2.3 在任意 6in.^{2}(40cm^2) 面积内，有 10 个或更多个较大尺寸超过 1/16in.(1.5mm) 的显示，并且此区域的较大尺寸不大于 6in.(150mm)。该面积应取自相对于需评定显示最不利的部位。

S20 超声波检验

S20.1 锻件的超声波检验按推荐规程 A 388/A 388M 进行。

S20.2 除供需双方另有协议外，对纵波检验验收等级定为 BR 级或 DA 级和对横波检验为S 级。

BR 级——纵波

S20.2.1 按 A 388/A 388M 推荐规程使用调整回波频率的方法。

S20.2.2 除了应报告 A 388/A 388M 推荐规程“记录”一节的应报告的情况外，还应记录超出产生回波的显示信号。

S20.2.3 符合下列情况应予拒收或修补（可能的话）：

S20.2.3.1 伴随有缺陷显示的回波完全消失，为此，把小于 5%满波幅的回波认为是回波完全消失。

S20.2.3.2 出现波幅等于锻件上无显示区所确定的回波值的显示。

DA 级——纵波

S20.2.4 应采用声学性质相似的金属参考试块作标定用。试块应满足下列要求之一：

S20.2.4.1 在不改变仪器调整的情况下，对比等厚度的参考试块材料和实际受检锻件之间回波时，其偏差不得超过 25%。

S20.2.4.2 参考试块用钢制造。制造参考试块的钢与受检产品锻件有相似化学成分和工艺过程。参考试块按推荐规程 E 428 制造。

S20.2.4.3 试验截面厚度不大于12in.（300mm）时，参考试块应有一个直径 1/4 in.（6mm）的平底孔；厚度大于 12～18in.（300～450mm）时，孔直径为 3/8 in.（10mm）；厚度大于 18 in.(450mm) 时，孔直径为 1/2in.（13mm）。

S20.2.4.4 对特定等级的钢和规定的孔径，应制定一条距离波幅校正曲线。

S20.2.4.5 锻件有一个或多个波幅等于经适当校准过距离的相应标准孔的显示，应拒收或修补（可能的话）。

S 级——切变波

S20.2.5 校准槽、校准参考试验和扫描应按推荐规程 A 388/A 388M 的规定。除另有协议外，应采用 60°V 形槽。

S20.2.6 锻件有一个缺陷的显示，后者波幅超过了参考线则应予以拒收。

S20.2.7 超声波检验报告应按推荐规程 A388/A388M 的规定。

S20.2.8 一个附加的非破坏性检验或开孔检查可用于解决超声波显示判读有误的问题。制造厂应对在最终机加工时不能除掉的有害缺陷负责。

S21 试件的补充热处理

S21.1 在随后的加工过程中当成品锻件采用临界点温度以下的热处理可能影响到锻件的力学性能时，那未材料标准要求做力学性能试验的试件应作实验室热处理，该热处理模拟预先提出的临界点温度以下的热处理。

S21.2 采购方应规定所要求的热处理范围、最少保温时间和加热与冷却速度。

S21.3 应从材料标准中所述的锻件部位在完成试件热处理后切取所要求的试件数量。

S21.4 试样应达到材料标准中的最低力学性能要求，以及买卖双方同意的任何补充试验的那些要求。

S21.5 按照附加要求供应的锻件应按 17.1.7 条规定作标志。

S21.6 材料试验报告应包括交货材料所作的热处理和试件所作力学性能试验的结果，该试件经过采购方所规定的模拟加工时所作的热处理。

S22　膛孔表面的超声波检验

S22.1　膛孔的圆筒形锻件按 A939 试验方法标准从膛孔表面进行超声波检验，其合格验收标准由采购方和生产厂双方协商确定。

S23　使用交流电的磁粉检验

S23.1　铁磁性钢锻件的指定表面应在由采购方规定的机加工阶段中，按 A 966/A 966M 试验方法标准做磁粉检验，其合格验收准则由采购方作出规定。

S24　J_{factor}积分因子

S24.1　在锻件制造中所用的每一炉钢，须确定按下列公式计算得出的 J 积分因子。

$$J_{factor} = (Mn+Si)(P+Sn) \times 10^4$$

已经查明它在减小回火脆性效应上是有效的。

S24.2　采购方在询价单和订货文件中都应规定出所要求的最大 J_{factor}，积分因子。

S24.3　即便是在材料标准中并无锡（Sn）的化学分析要求，当为了应用本补充要求时，必须测定出钢中的锡的含量。

注：在 Paul Bates 的论文中就已经指出：在 J_{factor} 积分因子从 120 到 60 时，断口形貌转变温度（FATT）会变得稳定，但是低于 20 时，则 FATT 的下降更加不明显。

S25　真实的材料识别标志检验

S25.1　锻件应接受真实的材料识别标志，以确保采购方在发运前便可确认能收到订购材料级别的锻件。

S25.2　锻件应接受按 E 1916 导则做的真实材料识别标志检验。

S25.3　检验数量应为订购数量锻件的 100%。

S25.4　所有材料级别不符合的锻件，应予拒收。

S25.5　经本材料识别标志检验合格的锻件，应按采购方和制造厂商定做标志。

S26　压力设备指令——力学性能试验

S26.1　夏比冲击试验应在计划的最低运行温度下，但不高于 68℉（20℃）温度下完成。

S26.2　冲击试验的次数应与产品标准中对拉伸试验的规定次数相同，对每一要求的拉伸试验使用三个单个夏比试样。

S26.3　夏比冲击试验的最小单个试样吸收能应为：20ft·lbf（27J）。

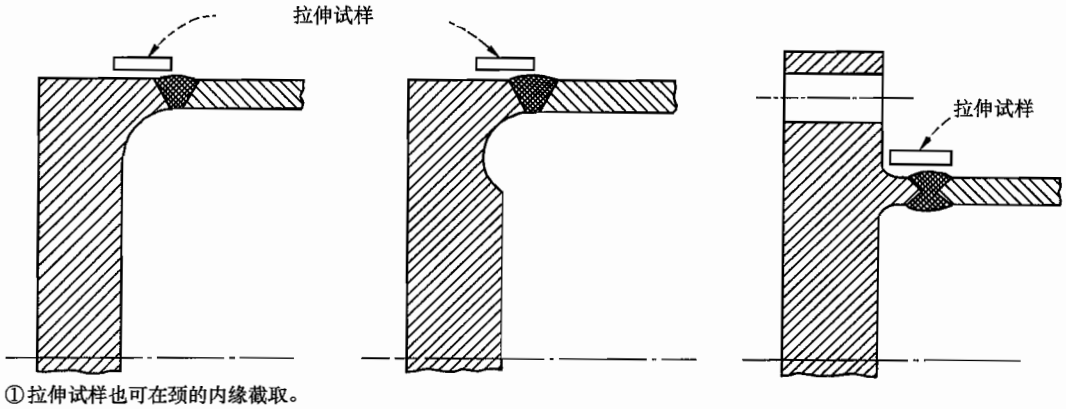
S26.4　应在 5 倍于试样直径的（5*D*）标距长度上，测定拉伸试样的最小伸长率，且不得小于 14%。

S26.5　冲击和拉伸试验的试验结果应包括在产品的合格证书内。

S27　重溶钢锭的熔炼分析

S27.1　对于自耗电极重溶工艺替代 A 788/A 788M标准的 8.1.6.2 条做熔炼分析的规定，应从单一主炉号或用作母炉号的每一个重溶锭（或从由它生产的产品）获得熔炼分析结果。

S27.2　A 788/A 788M 标准有关成品分析的规定，应不适用。



①拉伸试样也可在颈的内缘截取。

图 S1　拉伸试样①

附 录

（强制性资料）

A1 再循环系数

A1.1 真空抽吸工艺的再循环系数可按下式求得：

$$\text{再循环系数}=\frac{\text{每一循环抽吸钢水的吨数(kg)}\times\text{循环次数}}{\text{熔炼吨数(kg)}}$$

A2 加权平均法解释性注释

A2.1 当钢锭是由两个或多个炉号的钢水合并浇铸而成，则必须遵循加权平均法分析规定。该法假设钢锭的化学元素总量完全来自于合并所含各炉的分量组成。做这种分析是必需的，这是为了保证正式化学分析单中的每个元素含量是由各炉钢水中该元素含量在总量中的分量所组成。下面是一个加权平均值分析的例子，钢坯是由三炉钢水合并浇铸而成，每炉溶量及化学成分如下：

炉号	每炉①重量，t	各炉元素含量，%								
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V
A	25	0.20	0.50	0.010	0.020	0.34	0.92	0.32	0.12	0.03
B	50	0.25	0.50	0.013	0.015	0.38	0.98	0.32	0.12	0.02
C	50	0.25	0.50	0.015	0.018	0.38	0.94	0.34	0.13	0.02
合计	125②									

第1步——确定每炉重量所占分数（*FF*）：

$$FF=\frac{\text{单炉熔重}}{\text{总熔重}}\times 100\%$$

炉A=25/125=20%

炉B=50/125=40%

炉C=50/127=40%

第2步——计算每种元素的加权平均值。下面给出几种元素的计算实例。

加权平均值=Σ（每炉中元素的含量×*FF*）

碳元素的加权平均值④：

炉A——0.20%×20%=0.04%

炉B——0.25%×40%=0.10%

炉C——0.25%×40%=0.10%

相加得到加权平均值0.24%

锰的加权平均值④：

炉A——0.50%×20%=0.10%

炉B——0.50%×40%=0.20%

炉C——0.50%×40%=0.20%

相加得到加权平均值0.50%

磷的加权平均值④：

炉A——0.010%×20%=0.002%

炉B——0.013%×40%=0.0052%

炉C——0.015%×40%=0.006%

相加得到加权平均值0.013%③

① 组成铸锭总重的每炉分重量。

② 铸锭总重。

③ 按标准E380要求圆整至有效位。

④ 其他元素的计算照此类推。

一般用途无缝和焊接铁素体/奥氏体不锈钢管子

SA-789/SA-789M

（与 ASTM 标准 A 789/A 789M—10a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于要求耐一般的腐蚀条件，并特别强调具有抗应力腐蚀裂纹的各级别公称壁厚的不锈钢管子。如果长期在高温下使用，这些钢对脆裂是敏感的。

1.2 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应分别视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中要求使用本标准中的“M”标准号，否则一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 480/A 480M 不锈和耐热钢平轧钢板，薄板及钢带通用要求

A 1016/A 1016M 铁素体合金钢，奥氏体合金钢和不锈钢管子通用要求

E 527 金属和合金(UNS)编号的实用规程

2.2 SAE 标准：

SAE J1086 金属和合金编号（UNS）实用规程

3 订货须知

3.1 按本标准订货的材料应包括下列要求，对所需材料要作出充分的说明：

3.1.1 数量(英尺，米数或根数)。

3.1.2 材料名称(无缝或焊接管子)。

3.1.3 级别(见表 1)。

3.1.4 规格(外径和公称壁厚)。

3.1.5 长度(定尺或不定尺)。

3.1.6 选用性的要求(对焊接管子的成品分析见第 8 节；水压试验或电测试验见第10节)。

3.1.7 要求的试验报告(A 1016/A 1016M 标准中的检查一节)。

3.1.8 标准号。

3.1.9 特殊要求。

4 一般要求

4.1 按本标准供货的材料应符合 A 1016/A 1016M标准的相应要求，除非本标准另有规定。

5 制造

5.1 管子应采用无缝，或采用不添加填充金属的焊接方法制造。

表 1 化学成分要求[①]

UNS 标号[②]	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	N	Cu	其他元素
S31200	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	5.5~6.5	24.0~26.0	1.20~2.00	0.14~0.20	…	…
S31260	0.030	1.00	0.030	0.030	0.75	5.5~7.5	24.0~26.0	2.5~3.5	0.10~0.30	0.20~0.80	W0.10~0.50
S31500	0.030	1.20~2.00	0.030	0.030	1.40~2.00	4.3~5.2	18.0~19.0	2.60~3.00	0.05~0.1	…	…
S31803	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	4.5~6.5	21.0~23.0	2.5~3.5	0.08~0.20	…	…
S32001	0.030	4.00~6.00	0.040	0.030	1.00	1.0~3.0	19.5~21.5	0.60	0.05~0.17	1.00	…

表1（续） 化学成分要求[1]

UNS标号[2]	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	N	Cu	其他元素
S32003	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	3.0~4.0	19.5~22.5	1.50~2.00	0.14~0.20	…	…
S32101	0.040	4.0~6.0	0.040	0.030	1.00	1.35~1.70	21.0~22.0	0.10~0.80	0.20~0.25	0.10~0.80	…
S32202*	0.030	2.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.00~[illegible]	21.5~24.0	0.45	0.18~0.26	…	…
S32205	0.030	2.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3.0~[illegible].5	0.14~0.20	…	…
S32304	0.030	2.50	0.040	0.040	1.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]05~[illegible].60	0.05~0.20	0.05~0.60	…
S32506*	0.030	1.00	0.040	0.015	0.90	5.5~7.2	24.0~26.0	[illegible].0~3.5	0.08~0.20	…	W 0.05~0.30
S32520	0.030	1.50	0.035	0.020	0.80	5.5~8.0	23.0~25.0	3.0~5.0	0.20~0.35	0.50~3.00	…
S32550	0.04	1.50	0.040	0.030	1.00	4.5~6.5	24.0~27.0	2.9~3.9	0.10~0.25	1.50~2.50	…
S32707	0.030	1.50	0.035	0.010	0.50	5.5~9.5	26.0~29.0	4.0~5.0	0.30~0.50	≤1.0	Co0.5~2.0
S32750	0.030	1.20	0.035	0.020	0.80	6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~5.0	0.24~0.32	0.50	…
S32760	0.05	1.00	0.030	[illegible]	1.00	6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~4.0	0.20~0.30	0.50~1.00	W 0.50~1.00≥40[3]
S32808	0.030	1.10	0.[illegible]	[illegible]	0.50	7.0~8.2	[illegible].0~27.0	0.80~1.20	0.30~0.40	…	W 2.10~2.50
S32900	0.08	1.00	[illegible]	[illegible]	0.75	2.5~5.0	[illegible].0~28.0	[illegible].00~[illegible].00	…	…	…
S32906	0.030	0.80~1.50	[illegible]	0.030	0.80	5.8~7.5	28.0~30.0	[illegible].0~[illegible].00	0.30~0.40	0.80	…
S32950	0.030	2.00	[illegible]	0.010	0.60	3.5~5.2	26.0~29.0	[illegible].00~[illegible].50	0.15~0.35	…	…
S33207*	0.030	1.50	[illegible]	[illegible]	0.80	6.0~9.0	29.0~33.0	[illegible].0~5.0	0.40~0.60	1.0	…
S39274	0.030	1.00	0.[illegible]	[illegible]	0.80	6.0~8.0	24.0~26.0	[illegible].5~3.5	0.24~0.32	0.20~0.80	W 1.50~2.50
S39277	0.025	0.80	0.025	[illegible]	[illegible]	6.5~8.0	[illegible].0~26.0	[illegible].00~[illegible].00	0.23~0.33	1.20~2.00	W 0.80~1.21
S82011*	0.030	2.0~3.0	0.040	0.02[illegible]	[illegible]	[illegible].00~[illegible].00	[illegible].5~23.5	0.10~1.00	0.15~0.27	0.50	…

① 除非示出了范围值或最小值，均为最大值。表中示出的[illegible]意指无最小值，并且对该元素无需分析测定和报告。

② 根据E527和SAE J1086实用规程确立的新标号。

③ %Cr+3.3×%Mo+16×%N。

* 表中的S32202，S32506，S33207和S82011钢为2013版新增加的钢种，下同。——译注。

表 2　热　处　理

UNS 标号	温度，℉(℃)	淬　　火
S31200	1920~2010(1050~1100)	在水中迅速冷却
S31260	1870~2010(1020~1100)	在空气或水中迅速冷却
S31500	1800~1900(980~1040)	在空气或水中迅速冷却
S31803	1870~2010(1020~1100)	在空气或水中迅速冷却
S32001	1800~1950(982~1066)	在空气或水中迅速冷却
S32003	1850~2050(1010~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32101	≥1870(1020)	在水中淬火或用其他方法迅速冷却
S32202	1870~1975(1020~1080)	在空气或水中迅速冷却
S32205	1870~2010(1020~1100)	在空气或水中迅速冷却
S32304	1700~1920(925~1050)	在空气或水中迅速冷却
S32506	1870~2050(1020~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32520	1975~2050(1080~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32550	≥1900(1040)	在空气或水中迅速冷却
S32707	1975~2050(1080~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32750	1880~2060(1025~1125)	在空气或水中迅速冷却
S32760	1960~2085(1070~1140)	在空气或水中迅速冷却
S32808	1920~2100(1050~1150)	在空气或水中迅速冷却
S32900	1700~1750(925~955)	在空气或水中迅速冷却
S32906	1870~2100(1020~1150)	在空气或水中迅速冷却
S32950	1820~1880(900~1025)	空气中冷却
S33207	1905~2085(1040~1140)	在水中或用其他方法迅速冷却
S39274	1920~2060(1025~1125)	在空气或水中迅速冷却
S39277	1975~2135(1080~1180)	在空气或水中迅速冷却
S82001	1850~2050(1010~1120)	在空气或水中迅速冷却

6　热处理

6.1　所有的管子按表 2 所示的热处理状态供货。对于无缝管子，作为在连续炉内或间隙或炉内进行最终热处理的一种替代方法，在热成形之后，当管子温度还没有低于所规定的最低固溶热处理温度时，可随即将管子逐一在水中淬火或以其他方法迅速冷却。

7　化学成分

7.1　钢的化学成分应符合表 1 所列的要求。

8　成品分析

8.1　自每一炉号进行一个方坯，或压延毛坯的一段，或一根管子的分析。这样测定的化学成分应符合规定的要求。

8.2　采用 A 480/A 480M 标准附件中题为“化学成分要求（成品分析偏差）”一表中的成品分析偏差。对于规定的最大含碳量为 0.04% 或小于此值的材料，该成品分析的偏差是不适用的。

8.3　若成品分析的最初试验不合格，可以从两个另外的方坯或管子上取样进行复试有疑问的元素，两个复试的结果都符合本标准的要求；否

则，该炉号的所有剩余材料应作拒收处理，或根据生产厂的选择，可以对每一个方坯或每一根管子单独做试验进行验收，凡不符合本标准要求的方坯、压延的毛坯、或管子均应拒收。

注1：对于卷边和扩口的要求，术语“批”适用于切割前由同一炉号钢生产的同一公称规格和壁厚的所有管子。当最终热处理是在间歇式热处理炉里进行时，一“批”应只包括同一规格的那些管子，和在同一装载炉子里热处理的同一炉号的那些管子。当最终热处理是在连续式热处理炉里进行，或当热处理状态是在热成形后直接淬火所得时，则批包括同一规格和从一批中同一炉号的管子数量，由表3所列的管子规格来确定。

注2：对于拉伸和硬度试验要求，术语“批”适用于切割前由同一炉号钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在间歇式炉里进行时，批仅包括同一规格的那些管子，和在同一装载炉子里热处理的同一炉号的那些管子。当最终热处理是在连续式热处理炉里进行，或当热处理状态是在热成形后直接淬火所得时，则批应包括同一规格和同一炉号，在同一热处理炉里在同一温度，相同加热时间和炉速处理的所有管子，或同一规格和同一炉号，在同一生产周期内热成形和淬火的所有管子。

9 要求的力学试验

9.1 拉伸试验——对不足50根管子的批，应在一根试样上做一个拉伸试验，对超过50根管子的批，应取二根管子的试样做拉伸试验(注2)。

9.2 扩口试验(对无缝管)——由成品管子的每一批里(注1)，从一根管子的一端制取试样做一个扩口试验。内径扩张值最小应是10%。

9.3 卷边试验(对焊接管)——由成品管子的每一批里(注1)，从一根管子的一端制取试样做一个卷边试验。

9.4 硬度试验——布氏或洛氏的硬度试验应在每批二根管子的试样上进行(注2)。

9.5 当涉及到多个炉号时，应对每个炉号做拉伸，扩口，卷边和硬度试验。

9.6 反向压扁试验——对于焊接管，从成品管子中每1500ft(450m)取一个试样做一个反向压扁试验。

10 水压试验或无损电测试验

10.1 每根管子须经无损电测试验或水压试验。除非在采购订货单中另有规定，由钢管厂决定可选用任何一种试验。

10.2 除在计算水压试验压力时，取64000(441.2)替代32000(220.6)以外，水压试验按A 1016/A 1016M标准进行。

11 拉伸和硬度性能

11.1 材料应符合表4所列的拉伸和硬度性能。

12 尺寸的允许偏差

12.1 由那些规定中来的在外径、壁厚、长度方面的偏差不应超过表5所列数值。

12.2 表5给出的外径允许偏差对薄壁管的椭圆度如表中的规定是不充分的。在这种管子中，任何截面上的最大直径和最小直径都会偏离公称直径，但决不会大于表5所给外径允许偏差的两倍，然而，在该截面上的平均直径必需仍然在给定的允许偏差范围之内。

13 表面状态

13.1 适用于检查的所有管子应无过多的轧制氧化皮。少量的氧化物不作为氧化皮考虑。任何特殊的精整要求应由制造厂和买方协商确定。

14 产品标记

14.1 除A 1016/A 1016M标准说明的标记之外，还应标记出管子是无缝的还是焊接的。

15 关键词

15.1 双相不锈钢 铁素体/奥氏体不锈钢 无缝钢管子 不锈钢管子 钢管子 焊接管子

表3 由连续式热处理炉热处理或直接在热成形后淬火的一批管子的数量

管子规格	批的大小
外径≥2in.(50.8mm)和壁厚≥0.200in.(5.1mm)	不多于50根管子
外径<2in.(50.8mm)，但>1in.(25.4mm)或外径>1in.(25.4min.)壁厚<0.200in.(5.1mm)	不多于75根管子
外径≤1in.(25.4mm)	不多于125根管子

表 4 拉伸和硬度要求[①]

UNS 标号	抗拉强度 ksi(MPa)≥	屈服强度 ksi(MPa)≥	伸长率标距 2in 或 50mm，≥，%	最大硬度≤	
				HBW	HRC
S31200	100[690]	65[450]	25	280	…
S31260	100[690]	65[450]	25	290	30
S31500	92[630]	64[440]	30	290	30
S31803	90[620]	65[450]	25	290	30
S32001	90[620]	65[450]	25	290	30
S32003[②]	100[690]	70[485]	25	290	30
S32101					
壁厚≤0.187in.(5.0mm)	101[700]	77[530]	30	290	…
壁厚>0.187in.(5.00mm)	94[650]	65[450]	30	290	…
S32202	94[650]	65[450]	30	290	30
S32205	95[655]	70[485]	25	290	30
S32304					
外径≤1in.(25mm)	100[690]	65[450]	25	…	…
外径>1in.(25mm)	87[600]	58[400]	25	290	30
S32506	90[620]	65[450]	18	302	32
S32520	112[770]	80[550]	25	310	…
S32550	110[760]	80[550]	15	297	31
S32707	133[920]	101[700]	25	318	34
S32750	116[800]	80[550]	15	300	32
S32760	109[750]	80[550]	25	300	…
S32808	116[800]	80[550]	15	310	32
S32900	90[620]	70[485]	20	271	28
S32906					
壁厚<0.40in.(10mm)	116[800]	94[650]	25	300	32
壁厚≥0.40in.(10mm)	109[750]	80[550]	25	300	32
S32950	100[690]	70[480]	20	290	30
S33207					
壁厚<0.157in.(4mm)	138[950]	112[770]	15	336	36
壁厚≥0.157in.(4mm)	123[850]	101[700]	15	336	36
S39274	116[800]	80[550]	15	310	32
S39277	120[825]	90[620]	25	290	30
S82011					
壁厚<0.187in.(5.00mm)	101[700]	75[515]	30	293	31
壁厚≥0.187in.(5.00mm)	95[655]	65[450]	30	293	31

① 对于外径小于 1/2in.(12.7mm)的管子制品，其伸长率适用表 4 中对条形试样给出的数值。力学性能要求不适用于外径小于 1/8in.(3.2mm)或壁厚小于 0.015in.(0.4mm)的管子制品。

② 在 A 789/A 789M—04 之前，S32003 的数值是：抗拉强度 90ksi，屈服强度 65ksi。

表5 尺寸允许偏差

组	外径规格 in.(mm)	外径允许偏差 in.(mm)	壁厚允许偏差 %①	切割长度的允许偏差 in.②(mm)		薄壁管子③
				上差	下差	
1	≤½(12.7)	±0.005(0.13)	±15	⅛(3)	0	…
2	>½~1½(12.7~38.1)	±0.005(0.13)	±10	⅛(3)	0	公称壁厚<0.065in.(1.6mm)
3	>1½~3½(38.1~88.9)	±0.010(0.25)	±10	3/16(5)	0	公称壁厚<0.095in.(2.4mm)
4	>3½~5½(88.9~139.7)	±0.015(0.38)	±10	3/16(5)	0	公称壁厚<0.150in.(3.8mm)
5	>5½~8(139.7~203.2)	±0.030(0.76)	±10	3/16(5)	0	公称壁厚<0.150in.(3.8mm)

① 订货的管子当壁厚大于等于¾in.(19mm),或内径小于等于60%外径时,要求在壁厚上有较宽的偏差范围,在这种规格中允许有±12.5%的壁厚偏差。对于外径小于等于½in.(12.7mm),由于轧制时芯子不能顺利地拔出,故壁厚可以在规定值的±15%内变化;

② 这些偏差适用于切割长度小于等于24ft(7.3m),对超过24ft(7.3m)长度的管子,每10ft(3m)或其不足部分允许额外加⅛in.(3.2mm),最大值为½in.(13mm);

③ 采用12.2条椭圆度的条款。

补 充 要 求

下列补充要求只有当采购方在咨询、合同中或订单上作出规定时才使用

S1 风压试验

S1.1 每根管子制品应依据 A 1016/A 1016M 标准进行风压（水下空气压力试验或者风压漏风试验）的检验。

无缝及焊接的铁素体/奥氏体不锈钢公称管

SA-790/SA-790M

（与 ASTM A 790/A 790M-11 等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于在一般腐蚀条件下使用，并特别强调抗应力腐蚀裂纹的无缝和直缝焊接的铁素体/奥氏体钢公称管。如果要高温下长时期使用，这些钢对脆裂是敏感的。

1.2 对要求更大程度试验的公称管提供了可选择的补充要求。这些补充要求需要进行补充试验，当需要时一个或多个这些补充要求可在订货单中规定。

1.3 本标准的附录 X1 列出了 ANSI B36.19 所指出的焊接和无缝不锈钢公称管的尺寸。可以提供其他尺寸的钢管，若这种钢管符合本标准的所有其他要求。

1.4 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的值均应视作标准值。在正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之，如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中规定使用本标准的“M”标准号（SI 单位），应使用英寸-磅单位。

注 1：尺寸标号 NPS（公称管道尺寸）在本标准中代替了这样一些惯用术语如“公称直径”、“尺寸”和“公称尺寸”。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 923 测定双相奥氏体-铁素体不锈钢中有害（不稳定）金属间相的试验方法

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁基合金有关的术语

A 999/A 999M 合金钢和不锈钢公称管通用要求

E 213 金属公称管和管子的超声波检验用实用规程

E 309 磁饱和方法钢制管状产品涡流检验用实用规程

E 381 钢制品包括棒钢、方钢坯、钢坯和锻件、宏观浸蚀试验、检查和评定方法

E 426 奥氏体不锈钢和类似合金的无缝和焊接管状制品电磁（涡流）检验用实用规程

E 527 金属和合金的数字编号规程（UNS）

2.2 ANSI 标准

B 1.20.1 一般用途管螺纹

B 36.10 焊接和无缝塑性加工公称钢管

B 36.19 不锈钢公称管

2.3 SAE 标准

SAE J1086* （*金属和合金编号推荐实用规程。——译注）

2.4 其他标准

SNT-TC-1A 无损检测试验人员资格评定和证书

2.5 AWS 标准

A 5.9 耐腐蚀的铬和铬-镍焊丝及焊条

3 术语

3.1 定义——本标准中所用术语的定义，见 A 941 标准。

4 订货须知

4.1 本标准材料的订货单应包括以下内容，有要求时，要充分说明所需要的材料：

4.1.1 数量（英尺、米或根数）。

4.1.2 材料名称（铁素体/奥氏体钢公称管）。

4.1.3 工艺方法（无缝的或焊接的）。

4.1.4 级别（表 1）。

4.1.5 尺寸（NPS 标号或外径和平均壁厚的管壁厚度号）。

4.1.6 长度（定尺或不定尺）（第 11 节）。

表 1　热　处　理

UNS 标号	型号①	温度,℉(℃)	淬　　火
S31200		1920~2010(1050~1100)	在水中迅速冷却
S31260		1870~2010(1020~1100)	在空气或水中迅速冷却
S31500		1800~1900(980~1040)	在空气或水中迅速冷却
S31803		1870~2010(1020~1100)	在空气或水中迅速冷却
S32003		1850~2050(1010~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32101		≥1870(1020)	在水中淬火或用其他方法迅速冷却
S32202		1870~1975(1020~1080)	在空气或水中迅速冷却
S32205	2205	1870~2010(1020~1100)	在空气或水中迅速冷却
S32304	2304	1700~1920(925~1050)	在空气或水中迅速冷却
S32506		1870~2050(1020~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32520		1975~2050(1080~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32550	255	≥1900(1040)	在空气或水中迅速冷却
S32707		1975~2050(1080~1120)	在空气或水中迅速冷却
S32750	2507	1880~2060(1025~1125)	在空气或水中迅速冷却
S32760		1960~2085(1070~1140)	在空气或水中迅速冷却
S32808		1920~2100(1050~1150)	在空气或水中迅速冷却
S32900	329	1700~1750(925~955)	在空气或水中迅速冷却
S32906		1870~2100(1020~1150)	在空气或水中迅速冷却
S32950		1820~1880(900~1025)	空气中冷却
S33207		1905~2085(1040~1140)	在水中淬火或用其他方法迅速冷却
S39274		1920~2060(1025~1125)	在空气或水中迅速冷却
S39277		1975~2135(1080~1180)	在空气或水中迅速冷却
S81921*		1760~2010(960~1100)	在空气或水中迅速冷却
S82011*		1850~2050(1010~1120)	在空气或水中迅速冷却

① 指广泛使用的一般名称,不是商标名称,且与任何一家生产厂无关。型号 329 是 AISI 的编号。

4.1.7　端部精整(A 999/A 999M 标准的端部一节)。

4.1.8　选择要求(第 9 节成品分析,第 14 节水压试验或无损电测试验);

4.1.9　要求的试验报告(A 999/A 999M 标准的合格证书一节)。

4.1.10　标准号。

4.1.11　特殊要求和适用的任何补充要求。

5　一般要求

5.1　按本标准供货的材料须符合现行版本 A 999/A 999M 标准的有关要求,除非本标准另有规定。

6　材料和制造

6.1　制造:

6.1.1　钢管应用无缝工艺制造或焊接操作时不加填充金属的自动焊接方法制造。

6.1.2　由制造厂选择,钢管可以是热精整的或冷精整的。

6.1.3　钢管应作酸洗而无氧化皮。当采用光亮退火时就不必作酸洗。

6.2　切头——每一钢锭要切去足够的切头,切确保没有有害的缩孔和过度的偏析。

6.3　除非在采购订货单中另有规定,所有的钢管应按表 1 所示的热处理状态提供。

6.3.1　对于无缝的公称钢管,作为在连续处理炉或批处理炉内最终热处理的一种替代方法,可以在钢管尚未冷却到规定的最低固溶处理温度以下时,在热成形之后立即在水中单独淬火,或以其他方法快速冷却。但是,UNS S32950 钢除外,它应该是空冷。

6.3.2　如果采购方为了随后的焊接希望钢管不做热处理的话,则在采购订货单中应规定如下的条件:

6.3.2.1　对于所需的特定级别钢、由按

* S81921 和 S82011 是 2013 版新增加的钢种,下同。——译注。

表1要求已作了热处理的钢板制造的钢管，如若该炉钢成品钢管的样品管、或作为焊道延伸段的该炉钢的代表材料且包括每炉钢的母材、焊缝金属和热影响区在内，能够通过A 923试验方法标准的方法B或方法C(见注2)试验合格的话，则由这种钢板制造的钢管无需做最终热处理。按此条要求供货的每根钢管应打印上后缀为“HT-O”字符的钢印。

6.3.2.2 对未列在A 923试验方法标准表3中的钢材，打印“HT-O”的规定不适用。

注2：除非采购方另有规定，A 923试验方法标准的试验方法(方法B或方法C)由制造厂自定。

7 化学成分要求

7.1 钢须符合如表2中所规定的化学成分。

8 熔炼分析

8.1 每炉钢的化学分析由钢厂来做，以确定规定的元素百分比含量。

表2 化学成分要求[1]

UNS标号[2]	型号[1]	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	N	Cu	其他元素
S31200		0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	5.5~6.5	24.0~26.0	1.20~2.00	0.14~0.20	…	…
S31260		0.030	1.00	0.030	0.030	0.75	5.5~7.5	24.0~26.0	2.5~3.5	0.10~0.30	0.20~0.80	W 0.10~0.50
S31500		0.030	1.20~2.00	0.030	0.030	1.40~2.00	4.3~5.2	18.0~19.0	2.50~3.00	0.05~0.1	…	…
S31803		0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	4.5~6.5	21.0~23.0	2.5~3.5	0.08~0.20	…	…
S32003		0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	3.0~4.0	19.5~22.5	1.50~2.00	0.14~0.20	…	…
S32101		0.040	4.0~6.0	0.040	0.030	1.00	1.35~1.70	21.0~22.0	0.10~0.80	0.20~0.25	0.10~0.80	…
S32002		0.030	2.00	0.040	0.010	1.00	1.00~2.80	21.5~24.0	0.45	0.18~0.26	…	…
S32205	2205	0.030	2.00	0.030	0.020	1.00	4.5~6.5	22.0~23.0	3.0~3.5	0.14~0.20	…	…
S32304	2304	0.030	2.50	0.040	0.040	1.00	3.0~5.5	21.5~24.5	0.05~0.60	0.05~0.20	0.05~0.60	…
S32506		0.030	1.00	0.040	0.015	0.90	5.5~7.2	24.0~26.0	3.0~3.5	0.08~0.20	…	W 0.05~0.30
S32520		0.030	1.50	0.035	0.020	0.80	5.5~8.0	23.0~25.0	3.0~5.0	0.20~0.35	0.50~3.00	…
S32550	255	0.04	1.50	0.040	0.030	1.00	4.5~6.5	24.0~27.0	2.9~3.9	0.10~0.25	1.50~2.50	…
S32707		0.030	1.50	0.035	0.010	0.80	5.5~9.5	26.0~29.0	4.0~5.0	0.30~0.50	≤1.0	Co 0.5~2.00
S32750	2507	0.030	1.20	0.035	0.020	0.80	6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~5.0	0.24~0.32	0.50	…
S32760		0.05	1.00	0.030	0.010	1.00	6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~4.0	0.20~0.30	0.50~1.00	W 2.10~2.50,[3] ≥40
S32808		0.030	1.10	0.030	0.010	0.50	7.0~8.2	27.0~27.9	0.80~1.20	0.30~0.40	…	W 2.10~2.50
S32900	329	0.08	1.00	0.040	0.030	0.75	2.5~5.0	23.0~28.0	1.00~2.00	…	…	…

表 2(续)　化学成分要求①

UNS 标号②	型号①	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	N	Cu	其他元素
S32906		0.030	0.80~1.50	0.030	0.030	0.80	5.8~7.5	28.0~30.0	1.50~2.60	0.30~0.40	0.80	…
S32950		0.030	2.00	0.035	0.010	0.60	3.5~5.2	26.0~29.0	1.00~2.50	0.15~0.35	…	…
S33207		0.030	1.50	0.035	0.010	0.80	6.0~9.0	29.0~33.0	3.0~5.0	0.40~0.60	1.0	…
S39274		0.030	1.00	0.030	0.020	0.80	6.0~8.0	24.0~26.0	2.5~3.5	0.24~0.32	0.20~0.80	W 2.10~2.50
S39277		0.025	0.80	0.025	0.002	0.80	6.5~8.0	24.0~26.0	3.0~4.0	0.23~0.33	1.20~2.00	W 0.80~1.2
S81921		0.030	2.00~4.00	0.040	0.030	1.00	2.00~4.00	19.0~22.0	1.00~2.00	0.14~0.20	…	…
S82011		0.030	2.0~3.0	0.040	0.020	1.00	1.00~2.00	20.5~23.5	0.10~1.00	0.15~0.27	0.50	…

① 除非示出了范围值或最小值,均为最大值。表中示出的省略号(…)意指无最小值,并且对该元素无需分析测定和报告。

② 根据 E527 和 SAE J1086 实用规程确立的新标号。

③ 指广泛使用的一般名称,不是商标名称,且与任何一家生产厂无关。型号 329 是 AISI 的编号。

④ %Cr+3.3×%Mo+16×%N。

9　成品分析

9.1　应采购方检查人员的要求,由制造厂从每炉钢取一个钢锭或一根压延坯料,或从每批钢管中取两根作分析。一批钢管由从任一炉钢中的同一尺寸和壁厚的下列根数钢管组成:

NPS 标号	一批钢管的根数
<2	400 根或其余数
2~5	200 根或其余数
≥6	100 根或其余数

9.2　这些分析的结果应报告给采购方或采购方代表并应符合第7节中规定的要求。

9.3　如果8.1 或 9.1 条中规定的一个试验的分析结果不符合第7节中规定的要求,可以从同一炉号或批号制得的每一钢坯或钢管做分析,所有符合要求的钢坯或钢管是合格的。

10　拉伸和硬度性能

10.1　材料应符合表 3 中规定的拉伸和硬度性能。

表 3　拉伸性能和硬度要求

UNS 标号	型号①	抗拉强度 ksi(MPa) ≥	屈服强度 ksi(MPa) ≥	伸长率标距 2in. 或 50mm, ≥,%	最大硬度,≤	
					HBW	HRC
S31200		100(690)	65(450)	25	280	…
S31260		100(690)	65(450)	25	…	…
S31500		92(630)	64(440)	30	290	30
S31803		90(620)	65(450)	25	290	30
S32003		95(655)	65(450)	25	290	30
S32101						
壁厚≤0.187in.(5.00mm)		101(700)	77(450)	30	290	…
壁厚>0.187in.(5.00mm)		94(650)	65(450)	30	290	…
S32202		94(650)	65(450)	30	290	30
S32205	2205	95(655)	70(485)	25	290	30
S32304	2304	87(600)	58(400)	25	290	30
S32506		90(620)	65(450)	18	302	32

表3(续) 拉伸性能和硬度要求

UNS标号	型号①	抗拉强度 ksi(MPa)≥	屈服强度 ksi(MPa)≥	伸长率标距 2in. 或50mm, ≥,%	最大硬度	
					HBW	HRC
S32520		112(770)	80(550)	25	310	…
S32550	255	110(760)	80(550)	15	297	31
S32707		133(920)	101(700)	25	318	34
S32750	2507	116(800)	80(550)	15	300	32
S32760②		109(750)	80(550)	25	300	…
S32808		116(800)	80(550)	15	310	32
S32900	329	90(620)	70(485)	20	271	28
S32906						
壁厚<0.40in.(10mm)		116(800)	94(650)	25	300	32
壁厚≥0.40in.(10mm)		109(750)	80(550)	25	300	32
32950		100(690)	70(485)	20	290	30
S33207						
壁厚<0.157in.(4mm)		138(950)	112(770)	15	336	36
壁厚≥0.157in.(4mm)		123(850)	101(700)	15	336	36
S39274		116(800)	80(550)	15	310	32
S39277		120(825)	90(620)	25	290	30
S81921		90(620)	65(450)	25	290	30
S82011						
壁厚<0.187in.(5.00mm)		101(700)	75(515)	30	293	31
壁厚≥0.187in.(5.00mm)		95(655)	65(450)	30	293	31

① 指广泛使用的一般名称,不是商标名称,且与任何一家生产厂无关。型号329是AISI的编号。

② 在A 790/A 790M-04之前,UNS S32760的抗拉强度值为109~130ksi(750~895MPa)。

11 长度

11.1 钢管长度应符合以下常规做法:

11.1.1 除非另有商定,从NPS⅛~NPS8的所有尺寸,长度至24ft(注3)是能买到的,其允许范围为15~24ft(注3)。较短长度是允许的,其数量和最短长度应由制造厂和采购方商定。

注3:当以标准的英寸-磅标准号作为采购依据时,应使用这些数值。当本标准的"M"标准号作为采购依据时,对应的米制长度数值应由制造厂和买方商定。

11.1.2 如果需要定尺的切割长度,则所要求长度应在订货单中规定。钢管不得短于和超过规定长度的¼in.(6mm)。

11.1.3 除非另有规定,不允许有拼接接缝。

12 工艺质量、表面质量和外观

12.1 成品钢管应有比较好的直度和良好的表面质量。若壁厚不减少到小于A 999/A 999M标准的壁厚一节中的允许偏差值,缺陷可以磨掉。

13 要求力学性能试验

13.1 横向或纵向拉伸试验——对不超过100根钢管的批,取试样做一个拉伸试验。超过100根钢管的批,从两根钢管取试样做二个拉伸试验。

13.2 力学性能试验"批"的定义—力学性能试验用的术语"批"的定义适用于同一公称规格尺寸和壁厚(或管壁厚度序号)的所有钢管,它们是用同一炉钢生产,并经受了如下规定的相同的最终热处理的;

13.2.1 当热处理状态是在与第6.3条的要求一致,在连续热处理炉中得到的,或者,是在热成形后作淬火直接获得的热处理状态时,术语"批"应包括:相同规格尺寸和炉次、在相同温度、加热时间和炉速下、在同一炉内热处理的,或者,是在同一生产班次内生产的、相同规格尺寸和炉次、热成形并淬火的所有钢管。

13.2.2 当热处理状态是在与第 6.3 条的要求一致，在装备有记录式高温计、并自动控制在 50℉（30℃）或更小范围内的分批式热处理炉中得到的时，术语“批”应是：（a）每 200ft（60m）或其余数，或（b）在同一装炉热处理的钢管，取其较大数。

13.2.3 当热处理状态是在与第 6.3 条的要求一致，在并未装备有记录式高温计、并自动控制在 50℉（30℃）或更小范围内的分批式热处理炉中得到的时，力学性能试验用的术语“批”应是：在同一装炉热处理的钢管，它们是用同一炉钢生产、同一公称规格尺寸和壁厚（或管壁厚度序号）的钢管。

13.3 压扁试验——对在分批式炉子中热处理的材料，从每一热处理批中取 5%的钢管做压扁试验。对用连续式热处理工艺热处理的材料，用这些的 5%足够数量的钢管且不得少于两根钢管做这种试验。

13.3.1 对直径等于或大于 NPS 10 的焊接钢管，根据 A 370 试验方法的钢管制品补充要求指出的方法，可以用焊缝的横向导向面弯试验代替压扁试验。当弯曲后在焊缝或焊缝与母材间没有裂纹出现，则焊缝的塑性认为合格。从一批的 5%取的试样应从钢管或与钢管相同材料的试板上取。试板应连接到圆筒的一端并作为钢管纵焊缝的延长部分一起焊接。

13.4 硬度试验——布氏或洛氏硬度试验应在从每一批（见 13.2 条）的二根钢管上取得的试样上完成。

14 水压试验或无损电测试验

14.1 每根公称管应经无损电测试验或水压试验。除非采购订单上另有规定，试验方式由钢管厂选定。

14.2 除在计算水压试验压力时所用的应力值 S 取公称管规定最小屈服强度的 50%外，每根成品钢管按 A 999/A 999M 标准进行水压试验。

14.3 无损电测检验：无损电测试验按 E 213 或 E 309 实用规程进行。

14.3.1 作为水压试验的替代方法且当采购方有规定时，每根公称钢管应按 E 213 或 E 309实用规程进行无损电测试验。除非在采购订单中特别指定，无损电测试验由钢管厂选择决定。每种试验方法可检测的公称管尺寸范围受各实用规程适用范围的限制。

14.3.1.1 以下信息会对本标准的使用者有帮助：

14.3.1.2 在 14.3.1.3 到 14.3.1.5 条中规定的参考标准，对无损检验设备的标定均是方便的。这些参考标准的尺寸并非把这些设备所能检测出的最小尺寸认作是最小缺陷尺寸。

14.3.1.3 超声波试验（UT）可以用于探测纵、环向的定向缺陷。应认识到不同方向的缺陷应采用不同的测试技术。超声波检验不能检测出短小而深的缺陷。

14.3.1.4 本标准引用的 E 426 实用规程-涡流试验方法（ET）能检测出大的不连续性缺陷的性质，特别是短的尖峰型缺陷。

14.3.1.5 当采购方欲查明能探测出的不连续性缺陷的性质（类型、尺寸、位置和方向）时，这些无损检验方法的特殊应用应和钢管厂讨论。

14.4 检验时间——为标准合格验收目的采用的无损检验应在所有机加工工艺、热处理及矫直钢管之后进行。这一要求并不排除在工艺过程的较早阶段中作附加试验。

14.5 表面状态：

14.5.1 所有表面不得有氧化皮、沾污、油脂、油漆或其他可能有碍于判读试验结果的外来物质。为了检验所作的表面清理，其清理方法不应对母材或表面粗糙度有损伤。

14.5.2 过分粗糙的表面粗糙度或深的划痕会干扰无损检测的信号。

14.6 检验范围：

14.6.1 除在 14.6.2 条中所述的除外，钢管与传感器、线圈或探头的相对移动应做到整根钢管表面被扫描到。

14.6.2 应认识到存在端部效应，端部效应的长度应由钢管厂确定，当有要求时，该长度应向采购方报告。端部可以采用其他无损检验方法，由采购方和钢管厂双方商定。

14.7 无损检验人员资格—试验装置的操作人员须按 SNT-TC-1A 或相当的并成文的标准经过资格评定。

14.8 试验条件：

14.8.1 对于涡流试验，励磁线圈频率的

选取应确保足够穿透深度，同时提供良好的信噪比。

14.8.2 所用的最高涡流线圈频率如下：

规定壁厚小于等于0.050in.，最高为100kHz

规定壁厚小于等于0.150in.，最高为50kHz

规定壁厚大于等于0.150in.，最高为10kHz

14.8.3 超声波—对于采用超声波作检验，其最小的公称变频器频率为2.00MHz，且最大的公称变频器尺寸为1.5in.。如果试验装置备有拒收滤波器整定功能，则在标定和试验过程中应始终脱开，除非在整定时能证实其为线性。

14.9 参考标准试件——适当长度的参考标准试件须从与所要试验的钢管相同级别、规格（公称管尺寸（NPS），或外径及壁厚序号或者壁厚）、表面加工和热处理状态相同的一根公称管上制备。

14.9.1 对于超声波检验标定用的内径或外径缺口试块按E 213实用规程所示出的三种常用缺口的一种，由钢管厂选定。内径或外径缺口的深度不得超过钢管规定公称壁厚的12.5%或者0.004in，两者的较大值。缺口的宽度不得超过其深度的两倍。缺口分别位于钢管的内、外径表面上。

14.9.2 对于涡流试验，参考标准试件应含有下列不连续性缺陷中的任何一种缺陷，由钢管厂选定：

14.9.2.1 钻孔——参考标准试件管上应含有三个或三个以上、绕钢管环向均匀分开及沿纵向错开足够距离，以保证每一个钻孔分别反射出易于区分的信号。钻孔应位于径向并完全穿透管壁，钻孔时应注意避免钢管变形。若焊缝是可见的话，其中一个钻孔应开在焊缝上。替代方法是焊接钢管的生产厂可以选择将一个孔钻在焊缝上，并将参考标准试件管通过试验线圈三次，而每一次将焊缝翻转120度角。钻孔孔径随钢管的公称管尺寸（NPS）不同，如下所述：

公称管尺寸（NPS）标号	孔径，in.（mm）
≤½	0.039（1）
大于½~1¼	0.055（1.4）
大于1¼~2	0.071（1.8）
大于2~5	0.087（2.2）
大于5	0.106（2.7）

14.9.2.2 横切向缺口——缺口采用直径为1/4in.（6.4mm）的圆形刀具或圆锉刀加工，并做到和钢管表面相切于管的纵轴线。缺口深度为规定公称壁厚的12.5%或者0.004in.，两者的较大值。

14.9.2.3 纵向缺口——在钢管的外表面平行于钢管轴线的径向平面内，加工出宽度小于等于0.031in.的缺口，其深度不得超过钢管规定壁厚的12.5%或者0.004in.，两者的较大值。缺口的长度应适合于试验方法。

经采购方和钢管厂双方商定，可以使用更多或较小或两者的参考用不连续性缺陷。

14.10 标定程序：

14.10.1 在检验每组钢管的开始和终了，以相同规格（公称管尺寸（NPS），或外径及壁厚序号或者壁厚），相同钢种级别和热处理条件，以及每相隔不超过4小时，试验装置均应经过标定。由钢管厂选定，或者由采购方和钢管厂双方商定结果的要求，可进行更多次数的标定。

14.10.2 当测试系统的整定有任何变化、更换检验人员、设备修理，或者因为动力损耗，工艺中止而中断时，以及当怀疑有问题时，试验装置也应进行标定。

14.10.3 参考标准试件应和所需检验的钢管，用相同的速度及相同的试验系统整定状况通过试验装置。

14.10.4 参考标准试件的信噪比为2.5：1或更大。由于像敲击痕、划痕、凹痕、矫直痕等识别的原因引起的额外信号不应认为是噪音。拒收波幅至少应调整到读出显示全刻度的50%。

14.10.5 如果在任何一次标定中，当其拒收波幅已从上一次的标定下降达波高的29%（3dB），则从上一次标定以来的钢管都应拒收。此时，试验系统的整定可作改变，可调节传感器、线圈或探头，并重新整定整个装置，但是从上一次的标定以来，凡测试过可以合格验收的钢管必须重新进行合格验收。

14.11 缺陷的评定：

14.11.1 对于产生大于等于由参考标准试件所产生的最低信号的钢管应加以识别，并和合格验收钢管分离。产生这种信号的部位可以再次检验。

14.11.2 如果由缺陷产生的信号不能被辨识，或者它们是由裂纹或者类似于裂纹的缺陷产

生的信号，则这些钢管都应拒收。这些钢管可以按 12 节和 13 节所用的方法进行修理。修理过的钢管必须要通过和原先被拒收时相同的无损检验，并且它们必须要满足本标准的最小壁厚要求。

14.11.3　如果试验信号是由以下可见缺陷所产生，例如：（1）探伤，（2）表面粗糙度，（3）敲击或撞伤，（4）矫直划痕，（5）切屑，（6）钢模划痕，（7）刹车划痕，（8）钢管减径皱纹，如果这些可见缺陷小于 0.004in.（0.1mm）或者规定壁厚的 12.5%，两者的较大值，则这些钢管外观检查可以合格验收。

14.11.4　被拒收的钢管，如果其壁厚未减小到低于本标准或钢管产品标准所要求的壁厚，则可以重新整修及重新试验。打磨处的外径可以由于打磨而减少。重新试验的钢管如果满足试验要求则可以合格验收。

14.11.5　如果缺陷在其范围内被查明它们能被辨识为非拒收性的，并且如果缺陷未侵入到最小壁厚，则钢管可不必进一步试验，而可以合格验收。

15　焊接修补

15.1　对于规定壁厚 0.188in.（4.8mm）及以上的、规格大于等于 NPS 6 的焊接公称管，使用添加相匹配的填充金属做的焊接修补，可以在按 A 999/A 999M 标准的“焊接修补”一节中对板材缺陷规定的相同焊接工艺焊接而成的焊道上来完成。

15.2　焊道上的焊接修补应不超过焊缝长度的 20%。

15.3　除了第 15.3.1 条允许的外，焊接修补应只使用钨极气体保护电弧焊接（GTAW）工艺来完成，并按表 4 给出的、按所要修补钢管级别，使用由最新 AWS 标准 A5.9 评定过的无药皮焊条（英文原文中，“filler”一词误印为“filter”—译注）相同类别的焊接工艺。

表 4　公称钢管和填充金属标准

公称管	填充金属	
UNS 标号	AWS A5.9 类	UNS 标号
S31803	ER2209	S39209
S32205	ER2209	S39209
S31200	ER2553	S39553

15.3.1　经采购方的批准，若需要耐腐蚀性或其他性能，应许可使用比母材金属合金级别要高的填充金属的、钨极气体保护电弧焊接（GTAW）工艺来完成焊接修补。

15.4　使用填充金属已作了焊接修补的钢管应标志上符号为“WR”的识别符，并应在试验合格证书上注明和加标识。如果使用了没有列在表 4 中的其他填充金属，应在试验合格证书上加标识。

15.5　焊接修补应在任何热处理之前完成。

16　产品标志

16.1　除 A 999/A 999M 标准中所规定的标志外，标志应包括制造厂的专有识别标志，而不论钢管是无缝的还是焊接的。如果订货单上有规定时，对大于 NPS 4 钢管的标志还应包括重量。

17　关键词

17.1　双相不锈钢　铁素体/奥氏体不锈钢　无缝公称钢管　不锈钢公称管　公称管　焊接公称管

要求特别考虑的公称管用的补充要求

只有当采购订货单中规定时才使用下面一个或多个补充要求。采购方可以规定比补充要求中规定的不同试验或分析次数。经采购方和制造厂双方同意，这些补充要求的复试和重新处理条文也可以修改。

S1 成品分析

S1.1 对大于 NPS 5 的所有公称管每炉钢的每 10 根管或其余数取一个代表性试样做一个成品分析。

S1.2 对小于 NPS 5 的公称管每炉钢取 10 根管或每炉钢的 10%根管，取其少的，做一个成品分析。

S1.3 个别不符合第 7 节中化学成分要求的管应拒收。

S2 横向拉伸试验

S2.1 从每炉钢所提供的 10%根管的一端作一个横向拉伸试验。这仅适用于大于 NPS 8 的公称管。

S2.2 如果任一根管的试样不符合规定的拉伸性能，这根管应予拒收。

S3 压扁试验

S3.1 在每根管的一端或二端取样作 A 999/A 999M 标准中的压扁试验。可以使用料头。如果规定这一补充要求，亦应规定每根管的试验次数。如果从任一根取的试样圆满完成第一阶段压扁试验要求前由于塑性不足而失败，则这管应按 A 999/A 999M 标准重热处理并满足复试要求，否则应拒收。如果任一根管取的试样由于缺陷而失败则这根管应拒收，除非随后的复试表明余下的管的是完好无缺陷的。

S4 浸蚀试验

S4.1 钢应按照 E 381 方法的适当章节进行浸蚀试验表明其均匀性。浸蚀试验应在每根管的一端或两端的横截面上进行，并应表明是完好无缺陷的和相当均匀的材料，没有有害的夹层、裂纹和类似有害的缺陷。如果规定了本补充要求，则亦应规定按所要求管的试验次数。如果任一钢管的试样表明有有害的缺陷，这根管应拒收；经去掉有缺陷的一端并进行复试，若结果表明余下的管段完好无缺陷并是相当均匀的材料，则可验收。

附　录

（非强制性资料）

X1　表 X1.1 是根据不锈钢公称管美国国家标准（ANSI B36.19—1965）的表 1

表 X1.1　焊接和无缝的不锈钢公称管尺寸

NPS 标号	外径		公称壁厚							
			壁厚号 5S[1]		壁厚号 10S[1]		壁厚号 40S		壁厚号 80S	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
⅛	0.405	10.29	…	…	0.049[2]	1.24	0.068	1.73	0.095	2.41
¼	0.540	13.72	…	…	0.065[2]	1.65	0.088	2.24	0.119	3.02
⅜	0.675	17.15	…	…	0.065[2]	1.65	0.091	2.31	0.126	3.20
½	0.840	21.34	0.065[2]	1.65	0.083[2]	2.11	0.109	2.77	0.147	3.73
¾	1.050	26.67	0.065[2]	1.65	0.083[2]	2.11	0.113	2.87	0.154	3.91
1	1.315	33.40	0.065[2]	1.65	0.109[2]	2.77	0.133	3.38	0.179	4.55
1¼	1.660	42.16	0.065[2]	1.65	0.109[2]	2.77	0.140	3.56	0.191	4.85
1½	1.900	48.26	0.065[2]	1.65	0.109[2]	2.77	0.145	3.68	0.200	5.08
2	2.375	60.33	0.065[2]	1.65	0.109[2]	2.77	0.154	3.91	0.218	5.54
2½	2.875	73.03	0.083	2.11	0.120[2]	3.05	0.203	5.16	0.276	7.01
3	3.500	88.90	0.083	2.11	0.120[2]	3.05	0.216	5.49	0.300	7.62
3½	4.000	101.60	0.083	2.11	0.120[2]	3.05	0.226	5.74	0.318	8.08
4	4.500	114.30	0.083	2.11	0.120[2]	3.05	0.237	6.02	0.337	8.56
5	5.563	141.30	0.109[2]	2.77	0.134[2]	3.40	0.258	6.55	0.375	9.52
6	6.625	168.28	0.109	2.77	0.134[2]	3.40	0.280	7.11	0.432	10.97
8	8.625	219.08	0.109[2]	2.77	0.148[2]	3.76	0.322	8.18	0.500	12.70
10	10.750	273.05	0.134[2]	3.40	0.165[2]	4.19	0.365	9.27	0.500[2]	12.70[2]
12	12.750	323.85	0.156[2]	3.96	0.180[2]	4.57	0.375[2]	9.52[2]	0.500[2]	12.70[2]
14	14.000	355.60	0.156[2]	3.96	0.188	4.78	…	…	…	…
16	16.000	406.40	0.165[2]	4.19	0.188	4.78	…	…	…	…
18	18.000	457.20	0.165[2]	4.19	0.188	4.78	…	…	…	…
20	20.000	508.00	0.188[2]	4.78	0.218[2]	5.54	…	…	…	…
22	22.000	558.80	0.188[2]	4.78	0.218[2]	5.54	…	…	…	…
24	24.000	609.60	0.218[2]	5.54	0.250	6.35	…	…	…	…
30	30.000	762.00	0.250	6.35	0.312	7.92	…	…	…	…

通注：对各公称钢管尺寸列出的十进制数壁厚代表着它们的公称或平均壁厚尺寸。

① 根据管螺纹美国国家标准（ANSI B1.20.1），壁厚号 5S 和 10S 的管壁厚度不允许加工螺纹。

② 这些不符合焊接和无缝塑性加工公称钢管美国国家标准（ANSI B36.10—1979）。

给水加热器用无缝和焊接的铁素体不锈钢管子

(15)

SA-803/SA-803M

（与 ASTM A 803/A 803M—12 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于无缝和焊接的铁素体不锈钢给水加热器管子，如有规定，包括将管子弯成U形管用于管式给水加热器。

1.2 管子尺寸从外径 5/8 到 1in.（15.9到25.4mm），和平均或最小壁厚 0.028in.（0.7mm）和更厚的。

1.3 以英寸-磅单位或SI单位表示的值均应视作标准值。在正文中SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之，如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订货单中规定使用本标准的“M”标准号（SI单位），应使用英寸-磅单位。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A480/A480M 不锈和耐热钢平轧钢板、薄板和钢带通用要求

A763 测定铁素体不锈钢晶间腐蚀敏感性实用规程

A941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A1016/A1016M 铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

3 术语

3.1 术语的定义——本标准中所使用术语的定义，参见A941术语标准。

4 订货须知

4.1 对按本标准订购的材料规定所有必须的要求是采购方的责任。这些要求例如包括、但是不只限于下列各项：

4.1.1 数量（长度或根数）；

4.1.2 材料名称（无缝和焊接的）；

4.1.3 尺寸——外径，壁厚（最小或平均值）和长度；

4.1.4 级别（化学成分）（表1）；

4.1.5 如订货单规定需弯管，则随订货单应附以U形弯管标号或图纸说明U形弯管要求；

4.2 选用要求——如U形弯管要求退火、或管子要求水压或气压试验的，采购方应作出规定（见10.6）；

4.3 补充要求——采购方在采购订货单中应规定材料是否按补充要求S1或S2作涡流试验，以及，是否按补充要求S3要求特殊的试验报告。

4.4 任何特殊要求。

5 一般要求

5.1 除了这里另有规定外，按本标准提供的管子材料，应符合最新出版的A 1016/A 1016M标准的适用要求。

6 材料和制造

6.1 管子（制品）应采用无缝或焊接工艺制造。

6.2 无缝管子（制品）：

6.2.1 无缝的管子（制品）应采用冷精整工艺供货，而不允许以热精整当作最终的整定尺寸工艺。

6.3 焊接的管子（制品）：

6.3.1 焊接的管子（制品）应采用不添加填充金属的自动焊接方法由扁轧坯料制成。

6.4 许多表面沾污物对管子的高温性能或抗腐蚀性能的影响是有害的。铜、铅、汞、氯化物或硫对不锈钢是有害的，制造厂应采用能

减少这些元素对钢管表面的沾污的技术手段。

7 退火前的清理

7.1 在制造直管或弯管中所用的全部润滑剂涂层，应在退火处理之前从所有的表面除去。当弯曲 U 形管时，在内表面涂了润滑剂的，应将内表面清理干净，并通过吹送与管子紧配合的、浸泡了丙酮的毡塞对每种弯管半径的 10%的管子来证实。吹送时应采用干燥无油的空气或惰性气体来吹送毡塞通过管子。假如通过任一管子的毡塞显示出超过浅灰色的变色，则所有在弯曲时内壁涂有润滑剂的管子应予重新清理。重新清理之后，内表面涂有润滑剂的每种弯管半径的 10%的管子应进行复试。

8 热处理

8.1 所有成品直管或准备好用于 U 形弯管的直管应以固溶退火状态提供。退火工艺是将材料加热到 1200 °F(650℃)或更高温度、并冷却(按钢种级别选择合适的温度)以达到本标准的要求。

8.2 如果规定对 U 形弯管作热处理，它应满足 8.1 条中所述的退火工艺，并应按下述方法进行：

8.2.1 应对 U 形管区域和超出 U 形弯头起弯点(切点)约 6in.(150mm)长的每一管腿进行热处理。

8.2.2 若 8.2 条中规定的热处理是用电阻加热的方法，电极夹到管子上，则应用目视检查夹持区有无被电弧烧伤，若有烧损迹象将导致拒收，除非它们可用局部抛光除去、且不侵入最小壁厚。

8.2.3 应采用光学或辐射高温仪、或同时采用两者完成温度控制。不应采用测温蜡笔、油漆或小片。

8.2.4 在加热及直至冷却到低于 700 °F (370℃) 温度的过程中，为了防止管子内表面生成氧化皮，应采用带保护的塞子或充保护性气体。这些气体应是不渗碳的。

9 化学成分

9.1 成品分析：

9.1.1 钢的化学成分应符合表 1 中所示要求。

9.1.2 当采购订货单中有要求时，应从每一炉号取一根管子或一卷钢带作成品分析，成品分析偏差应按 A 480/A 480M 标准的规定。

9.1.3 若初次成品分析不合格，则应另取二根扁轧坯料或管子进行复试。对有问题的元素，两个复试都必须满足本标准的要求，否则该炉或该批的所有剩余材料都应予拒收，或者生产者愿意，可对每根平轧坯料或管子作个别的合格验收试验。不符合本标准要求的平轧坯料或管子应予拒收。

10 力学性能要求

10.1 拉伸性能：

10.1.1 材料应符合表 2 所示出的拉伸性能。

10.1.2 对不超过 50 根管子的批，应在一个试样上做一个拉伸试验。对超过 50 根管子的批（注 2）取两根管子的试样做二个拉伸试验。

10.1.3 表 3 给出了管子壁厚每减少 1/32in.（0.8mm）计算得出的伸长率数值。

10.2 硬度：

10.2.1 管子的硬度值应不超过表 4 中给出的值，这个硬度值不适用于在弯管后不作热处理的 U 形弯管子的弯头区域。

10.2.2 应从每批中取两根管子的试样，做布氏或洛氏硬度试验。

10.3 反向压扁试验（对焊接的产品）——应从每 1500ft（460m）的成品管子中取试样，做一个反向压扁试验。

10.4 卷边试验（对焊接的产品）——每批应从不用于压扁试验的一根成品管子的两端取试样，做卷边试验。

10.5 扩口试验（对无缝管子）——每批应从一根成品管子的一个端部取试样，做扩口试验，最小的内径扩胀率应为 10%。

10.6 压力试验——每根直管子或每根完成了弯制和弯管后热处理的 U 形弯管子，应按采购方的规定，依据下列条款之一进行压力试验。

表1 化学成分要求

级别	UNS S40900 TP 409	UNS S43035 TP 439	UNS S44627 TP XM-27	UNS S44626 TP XM-33	UNS S44635 25-4-4	UNS S44660 26-3-3	UNS S44700 29-4	UNS S44800 29-4-2	UNS S44400 18-2	UNS S44735 29-4C
元素	成分,%									
C, max	0.08	0.07	0.01[A]	0.06	0.025	0.030	0.010	0.010	0.025	0.030
Mn, max	1.00	1.00	0.40	0.75	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00
P, max	0.045	0.040	0.02	0.040	0.040	0.040	0.025	0.025	0.040	0.040
S, max	0.030	0.030	0.02	0.020	0.030	0.030	0.020	0.020	0.030	0.030
Si, max	1.00	1.00	0.40	0.75	0.75	1.00	0.020	0.020	1.00	1.00
Ni	0.50max	0.50max	0.5[B]max	0.50max	3.5~4.5	1.0~3.5	0.15max	2.0~2.5	1.00max	1.00max
Cr	10.5~11.7	17.0~19.0	25.0~27.5	25.0~27.0	24.5~26.0	25.0~28.0	28.0~30.0	28.0~30.0	17.5~19.5	28.0~30.0
Mo	…	…	0.75~1.50	0.75~1.50	3.5~4.5	3.0~4.0	3.5~4.2	3.5~4.2	1.75~2.50	3.6~4.2
Al	…	0.15max	…	…	…	…	…	…	…	…
Cu	…	…	0.20max	0.20max	…	…	0.15max	0.15max	…	…
N	…	0.04max	0.015max	0.040max	0.035	0.040max	0.020max[C]	0.020max[C]	0.035max	0.045max
Ti	6×C min; 0.75max	0.20max+ 4 (C+N) min; 1.10max	…	7× (C+N), 但≥0.20min; 1.00max	(Ti+Cb) = 0.2+ 4 (C+N) min; 0.80max	(Ti+Cb) = 6× (C+N) min, 但≥0.20; 1.00max	…	…	(Ti+Cb) = 0.20+4 (C+N) min; 0.80max	(Ti+Cb) 6× (C+N), 但0.20min; 1.00max
Cb	…	…	0.05~0.20	…	…	…	…	…	…	

A. 对于小直径或薄壁、或同时两者而需要多道冷拔制的管子，碳的含量必须小于等于0.015%。小直径管子的定义为那些外径小于0.500in. (12.7mm) 的管子，薄壁管子是指平均壁厚小于0.049in. (1.2mm) [最小壁厚小于0.040in. (1mm)] 的管子。

B. Ni+Cu。

C. C+N=0.025max。

表 2　拉伸要求

级别	抗拉强度，≥ ksi(MPa)	屈服强度，≥ ksi(MPa)	标距 2in 或 50mm 伸长率，≥,%
TP 409	55(380)	30(205)	20
TP 439	60(415)	30(205)	20
TP XM-27	65(450)	40(275)	20
TP XM-33	68(470)	45(310)	20
25-4-4	90(620)	75(515)	20
26-3-3	85(585)	65(450)	20
29-4	80(550)	60(415)	20
29-4-2	80(550)	60(415)	20
18-2	60(415)	35(240)	20
29-4C	75(515)	60(415)	18

A　对于纵条试验，壁厚小于5/16in.(8mm)时、壁厚每减少1/32 in.(0.8mm)，对 29-4C 钢从基本最小伸长率可减少 0.90%，而对于所有其他的钢、则可减少 1%。表 3 给出了计算得出的最小伸长率数值。

表 3　最小伸长率值[A]

壁厚[A]		标距 2in 或 50mm 伸长率，≥,%	
in.	mm	29-4C 钢	所有其他钢
5/16(0.312)	8	18	20
9/32(0.281)	7.2	17	19
1/4(0.250)	6.4	16	18
7/32(0.219)	5.6	15	17
3/16(0.188)	4.8	14	16
5/32(0.156)	4	13	15
1/8(0.125)	3.2	13	14
3/32(0.094)	2.4	12	13
1/16(0.062)	1.6	11	12
0.062~<0.035	1.6~0.9	10	12
0.035~<0.022	0.9~0.6	10	11
0.022~<0.015	0.6~0.4	10	11

总注：计算得出的伸长率数值须圆整到最接近的整数。

A　当壁厚处于上面所示数值两者之间时，最小伸长率数值应由下式计算确定：

级别	公式
29-4C 钢	$E=28.8t+9.00$($E=1.13t+9.00$)
所有其他钢	$E=32t+10.00$($E=1.25t+10.00$)

式中　E=标距 2in. 或 50mm 伸长率,%

t=试样的实际壁厚，in.(mm)

表 4　硬度要求

级别	布氏硬度，max	洛氏硬度，刻度 B，max
TP 409	207	95
TP 439	207	95
TP XM-27	241	100
TP XM-33	241	100
25-4-4	270	27[A]
26-3-3	265	25[A]
29-4	241	100
29-4-2	241	100
18-2	217	95
29-4C	241	100

A　洛氏硬度，刻度 C。

10.6.1　水压试验——每根管子应按照 A 1016/A 1016M 标准进行内水压试验。

10.6.2　气压试验——每根管子应按照 A 1016/A 1016M 标准进行水下气压试验(水下气压或气压侧漏试验)。

10.7　“批”的定义：

10.7.1　对于卷边和扩口试验要求，术语“批”适用于切割到长度前的每 125 根管子为一组的，从同一炉钢和在连续热处理炉内生产的，同一公称直径和壁厚的管子。

10.7.2　对于拉伸和硬度试验要求，术语“批”适用于切割到长度前的、从同一炉钢，且是在连续退火炉内，以相同温度，相同加热时间和相同炉速生产的，所有的管子。

11　耐腐蚀性能

11.1　从已经过热处理的最小弯曲半径弯头的试样管的中央、取一个长度为 1in.(25mm)长的全截面试样，并应在热处理状态下按照 A 763 实用规程中的适用方法、对规定级别钢进行试验，对 TP409 钢则按协议商定的做法做试验。

11.2　应按照在 A 763 实用规程中对规定级别钢中的适用方法、或对 TP409 钢按协议商定的做法，在成品状态下对从每批直管中取一个 1in.(25mm)长的全截面试样进行试验。

11.3　当按照 A 763 实用规程的评定章节进行评定时，若试样上出现任何龟裂或裂纹，表明存在晶间腐蚀，则该批管子应予拒收。

11.4　对于腐蚀试验要求，术语“批”适用于

切割到长度前的，从同一炉钢且在连续退火炉中，以相同温度，加热时间和相同炉速生产的所有的管子。

12 尺寸允许偏差(图1)

12.1 规定外径的允许偏差应按照A 1016/A 1016M标准。这些偏差不适用于U形管的弯头部分。在$R=2\times D$或更大的U形管弯头部分，管子的最大直径与最小直径除以弯制前的公称直径不得大于10%。如果规定弯曲半径小于$2\times D$，偏差可以较大些。

12.2 **规定壁厚的允许偏差：**

12.2.1 规定最小壁厚的允许偏差不得超过+20%~0%。

12.2.2 规定平均壁厚的允许偏差是公称壁厚的+10%。

12.2.3 U形弯头部分的管子壁厚不应小于由下列公式确定的值：

$$t_f=4RT/(4R+D)$$

式中 t_f=弯制后的壁厚，in.(mm)

T=规定的最小管子壁厚，in.(mm)

R=中心弯曲半径，in.(mm)

D=管子公称外径，in.(mm)

12.3 规定长度的允许偏差：

12.3.1 直管——长度不大于24ft(7.3m)的最大允许偏差为+1/8in.(+3mm)，-0；长度大于24ft(7.3m)的每增加10ft(3m)或其余数、再增加偏差+1/8in.(+3mm)，直至最大偏差到+1/2in.(+13mm)。

12.3.2 U形弯管——在U形管的情况下，从弯头切点处量管脚长度，且管脚到其末端的长度不应小于表5中给出的规定值，但可以超过。除非另有规定，两管脚长度之差不应大于1/8in.(3mm)。

12.4 任何管端偏离直角度的值、不应大于表6中所给的量值。

表5 管腿长度偏差

管腿长度，ft(m)	正偏差，in.(mm)
≤20(6)	1/8(3.2)
20(6)<长度≤30(9)	5/32(4.0)
30(9)<长度≤40(12.2)	3/16(4.8)

表6 端部垂直度偏差

管子外径，in.(mm)	偏差，in.(mm)
≤5/8(15.9)	0.010(0.25)
>5/8~1(>15.9~25.4)	0.016(0.41)

12.5 管脚间距在弯头两切点间测量偏离(2R——规定的管子外径)的值不应大于1/16in.(1.5mm)。这里，R是中心线处的弯曲半径。

12.6 U形管的弯曲部分应是充分均匀的曲线，且不超过法向中心线处半径的±1/16in.(±1.5mm)。

12.7 弯头平面的允许偏差(图1)从切点处测量不应超过1/16in.(±1.5mm)。

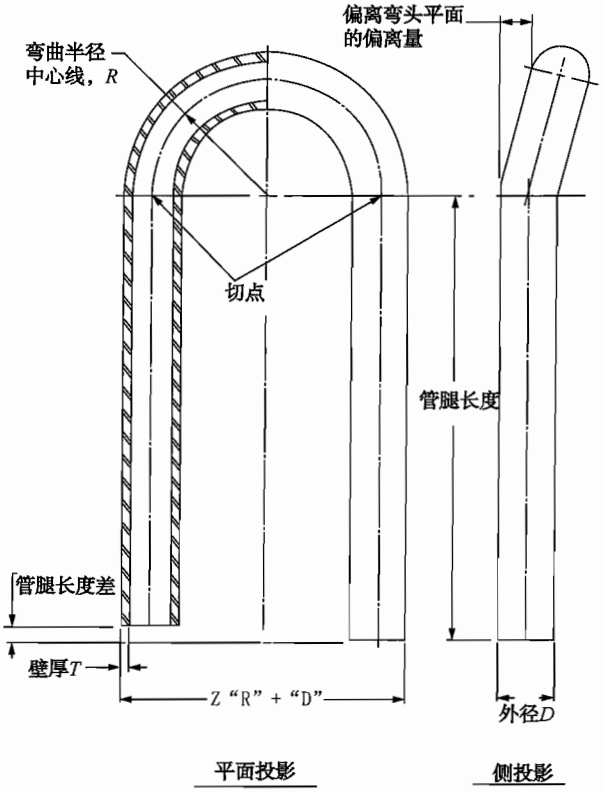


图1 U形管子的平面弯头

13 工艺质量、表面精整和外观

13.1 按本标准采购的管子拟用于换热器上，它将通过沿着管子长度配置的支承板或挡板或者两者上紧配合的管孔插入。管子端部还将插入管板上非常紧密配合的孔并胀接在那里，也可以是焊接。管子应能经受住胀接和弯曲而不出现裂纹或发纹。成品管应相当地直，并适宜于预定的用途。违反最小壁厚要求的表面缺陷将导致拒收。

注1：铁素体级别钢可以以其他的方法来扩胀，但是，当对那些具有较高脆韧性转变温度的级别钢使用滚珠胀接以外的方法时，

使用者应考虑预防措施，这些级别钢比奥氏体级别钢有更高的应变速率敏感性以及具有较低的韧性。

13.2　管子从钢厂发货装运时管子内、外表面上的残余氯化盐的污染浓度应不超过 1mg/ft^2 (10.7mg/m^2)管子表面。在发货装运之前，应立即对每 500 件发货件中的一根管，按制造厂和采购方之间的商定的程序校验氯化盐的污染程度。

14　表面状态

14.1　直管最终退火后应用硝酸和氢氟酸的溶液酸洗，随后在水中冲洗和漂洗。如果用光亮退火，则本要求不适用。

14.1.1　所有管子应没有过多的轧制氧化皮以利于检查。少量的氧化不应认作氧化皮。任何特殊的表面质量要求应由制造厂和采购方双方商定。

14.2　U 形管弯头区域经电阻加热热处理后外表面形成的轻微氧化物应是允许的。

15　无损检验试验(电测试验)

15.1　每根直管在完成热处理后应按照 A 1016/A 1016M 标准将其通过能探测出管子整个截面上的缺陷的无损检测仪进行试验。

16　检查

16.1　代表采购方的检查员、应在所有时候可进入对采购方订购材料进行检验和试验的区域。制造厂应为检查员提供一切可能的便利，以使他确信材料是按照本标准提供的。除非另有规定，所有要求的试验和检验应在发货前在制造厂内进行，并应避免对工厂的生产发生不必要的干扰。

17　拒收

17.1　采购方可对从制造厂收到的每一根管子进行检验，如果本标准所列举的检验和试验方法，其结果不满足本标准的要求，则可以拒收该根管子，并通知制造厂。如何处理被拒收的管子则由制造厂和采购方双方商定。

17.2　在任何成型操作或在安装过程中失效并发现有缺陷的管子材料应放在一边，并通知制造厂。如何处理这些材料应由制造厂和采购方双方商定。

18　合格证书

18.1　由制造厂的授权雇员或代表签字的试验报告应提交给采购方，以指出标准号及级别号，熔炼分析结果，硬度和拉伸性能。成品分析只有当按 9.1.1 条在采购订货单中有要求时才需提供。

19　产品标志

19.1　所有的管子应标记出炉批号。

19.2　装箱和包装应作出标志或加上标签示出采购订货单号，制造厂订货号，标准号及级别号，管子的规格尺寸，装入包装箱内的件数和货号(如若适用时)。

20　包装

20.1　所有的管子应加以包装或捆扎以防止在正常搬运和运输时损坏。建造箱子时不应使用钉子、肘钉、螺丝或类似的紧固件，而应设法使管子在放入包装箱内后能紧靠着箱子，并且牢固。箱子应内衬塑料薄板或防潮材料，以防止管子在装卸、运输和贮存时受氯化物的污染。

20.2　U 形管子的排列应做到当移走较小半径的弯管时，不至于弄乱较大半径的弯管。同一个件号的管子应装箱在一起。

21　关键词

21.1　给水加热管子　铁素体不锈钢　无缝钢管子　不锈钢管子　钢管子　焊接钢管子

补 充 要 求

当在询价单或招标书，及在采购订货单或合同中有规定时，下列的一条或多条补充要求可以成为本标准的一部分。除非是在采购订货单上注明，否则这些要求将不予考虑；当已注明时所必须的试验应由钢管制造厂在管子弯管前或发货前完成。

S1 无损涡流试验

S1.1 每一根成品管子，除了需按要求弯管以外，应通过能探测出管子整个横截面上缺陷的无损电测试验机的试验。应使用能清楚地分辨出人工缺陷的合适仪表。管子的内、外表面应无松散的氧化皮、金属粉粒、以及能限制信号或产生电气噪声的其他物质。管子应纵向推进送入通过一个或多个检查线圈接受检查，线圈的直径要适合于所要检查的管子直径。仪器的标定是用一根参考标准样管完成的，它应从与所要检查的管子具有相同的规格尺寸、级别和物理状态的被选取出的样管上取一段合适的长度制备。标准样管应以与进行管子检查时相同的速度通过检查线圈。

S1.2 应按照仪器制造厂对涉及到的特定仪表的指示来选择或调节 S1.3 中列出的参数，以获得使参考缺陷和管子平滑部分之间达到最佳的仪表分辨率。

S1.3 下列各项及涉及到的其他参数的使用不得有损于仪表探测出缺陷的总的能力，即：试验频率，直流饱和电平，过滤网格，相分析线路，线圈直径和仪表增益。

S1.4 参考标准样管应由一个和被试验管子相同尺寸、合金和状态(回火的)、并无缺陷的样管构成，在外径上应有纵向和横向的切槽，建立被试验管的拒收标准。内表面上的纵向及横向切槽也应是参考标准样管的一部分。这些内侧切槽可以比外侧切槽大些，且仅用来保证仪表相位设定，以能产生最佳的内表面敏感度。

S1.4.1 所有的切槽应由电火花加工(EDM)方法制成。外径表面上的切槽应如表 S1.1 和图 S1.1 中所示出的尺寸。

S1.5 所有管子应符合本标准的要求。仪表的标定在试验开始时，试验设备任何一次关闭之后，任何试验设备调整之后，或在连续生产的至少每隔 1/2h 或两者的情况下做校验。发生信号高出外表面校准标准灵敏度的管子均应予拒收。

表 S1.1 切槽深度

外径，in.(mm)	壁厚，in.(mm)	深度①，in.(mm)	长度，≤in.(mm)	宽度，≤
5/8~1(15.9~25.4)	≥0.028(0.71)	0.005(0.12)或规定平均壁厚(当订购的是平均壁厚时)的10.8%，或者规定最小壁厚(当订购的是最小壁厚时)的11.8%，取其大值	0.375(9.52)	等于1个壁厚，但不大于0.062in.(1.6mm)

① 切槽的深度偏差应是±8%或±0.0005in.(0.01mm)，取其大值。切槽的位置取向和校正标准长度参见图 S1.1。

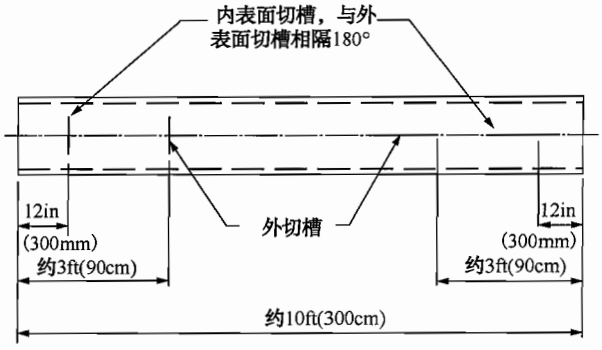


图 S1.1 涡流试验标准样管

S1.6 管子可以经修整并重新试验，只要修整工作并不对管子标准要求的最小壁厚或其他性能起反面影响。根据采购方和制造厂之间协议，可以采用超声波试验作为仲裁方法来复试由涡流试验所拒收的管子。这种试验用的校正标准样管应和涡流试验所要求的相同。

S2 无损涡流试验(选用商业级别)

S2.1 除了切槽标准应按表 S2.1 中所示外，制造厂应采用补充要求 S1 列出的程序来试验管子。

S3　报告

S3.1　制造厂应提供一份报告，包括为了评定材料符合本标准所进行的全部试验的记录。该记录应包括所做试验的次数，适用的定性和定量结果。

表 S2.1　选用商业级别用的切槽深度[A]

外径，in.（mm）	壁厚，in.（mm）	深度，in.（mm）	长度，≤in.（mm）	宽度，≤
5/8～1（15.9～25.4）	≥0.035（0.9）	0.005（0.12）或规定平均壁厚（当订购的是平均壁厚时）的10.8%，或者规定最小壁厚（当订购的是最小壁厚时）的11.8%，取其大值	0.375（9.5）	切槽深度的3倍
5/8～1（15.9～25.4）	<0.035（0.9）		0.375（9.5）	1个壁厚

[A] 切槽深度的公差应为±8%或±0.0005in.（0.01mm），取其大值。切槽的位置取向和校正标准长度，参见图 S1.1。

压力容器用铬-钼-钒合金钢板

SA-832/SA-832M

(15)

(与 ASTM 标准 A 832/A 832M—10 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于铬钼钒合金钢板，主要用于制造焊接压力容器。

1.2 按本标准供货的钢板要求作正火加回火热处理。A 542/A 542M 标准包括了淬火加回火状态的材料。

1.3 按本标准供货的钢板最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求能力的限制。但是，按本标准供货的钢板最大厚度通常是6in.(150mm)。

1.4 本材料适合于熔化焊接之用。焊接技术特别重要，必要条件是焊接工艺要符合已经审定的焊接方法。

1.5 本标准及适用的材料标准中同时用英寸-磅单位及 SI 单位表示。但是，除非在订单中规定采用“M”标准号(SI 单位)，否则材料按英寸-磅单位制供货。

1.6 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。两种单位制必须独立地分别使用。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 370 钢制品力学性能试验用试验方法和定义

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A542/A542M 压力容器用淬火加回火的铬钼和铬钼钒含金钢板

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途轧制钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序、尺寸和重量允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运和订购信息。

3.2 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验和检验以符合最终使用要求时，还备有一些补充要求可供使用。采购方应参照本标准列出的补充要求及 A 20/A 20M 标准的详细要求。

3.3 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾时，应以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢工艺——钢应按 A 20/A 20M 标准允许的一种工艺冶炼。

4.2 除铝方法——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准的细晶粒度的要求。

5 热处理

5.1 除 5.2 条允许外所有钢板应正火加回火。对 22V 级钢最低正火温度为 1650℉(900℃)。对 23V 级钢最低正火温度为 1850℉(1010℃)。最低回火温度为 1250℉(675℃)。

5.2 不要求按 5.1 条进行热处理订货的钢板，应按消除应力或退火状态供货。符合 5.1 条和表 1 规定订货的钢板，其热处理将由采购方自己承担。

表 1 拉伸试验要求

抗拉强度 R_m，MPa)	85~110(585~760)
屈服强度 R_{eL}(MPa)，≥	60(415)
L_o=4$\sqrt{A}$(50mm)伸长率%；≥[①]	18
断面收缩率%，≥	45[②] 40[③]

① 伸长率的调整见 A20/A20M 标准。

② 在圆形试样上测量。

③ 在扁平试样上测量。

6　化学成分

6.1　钢的化学成分须符合表 2 所示的要求。

7　力学性能

7.1　拉伸试验要求

7.1.1　拉伸试验试件所代表的材料须符合表 1 的要求。

7.2　缺口韧性要求

7.2.1　每张经热处理的钢板，三个横向试样的夏比 V 形缺口冲击试验平均能量吸收值应不小于 40 ft·lbf(54 J)，只允许一组中一个试样的最小值为 35 ft·lbf(48 J)。

7.2.2　缺口韧性试验温度为 0°F(-18℃)。

8　关键词

8.1　合金钢板　承压件　压力容器钢　钢板　压力容器用钢板

表 2　化学成分要求

元素名称	成　分,%		
	21V 级	22V 级	23V 级
C			
熔炼分析	0.10~0.15	0.11~0.15	0.10~0.15
成品分析	0.08~0.18	0.09~0.18	0.08~0.18
Mn			
熔炼分析	0.30~0.60	0.30~0.60	0.30~0.60
成品分析	0.25~0.66	0.25~0.66	0.25~0.66
P,≤	0.025[①]	…	0.025[①]
熔炼分析	…	0.015	
成品分析	…	0.020	
S,≤	0.025[①]	…	0.010[①]
熔炼分析	…	0.010	
成品分析	…	0.015	
Si,≤			
熔炼分析	0.10	0.10	0.10
成品分析	0.13	0.13	0.13
Cr			
熔炼分析	2.75~3.25	2.00~2.50	2.75~3.25
成品分析	2.63~3.37	1.88~2.62	2.63~3.37
Mo			
熔炼分析	0.90~1.10	0.90~1.10	0.90~1.10
成品分析	0.85~1.15	0.85~1.15	0.85~1.15
V			
熔炼分析	0.20~0.30	0.25~0.35	0.20~0.30
成品分析	0.18~0.33	0.23~0.37	0.18~0.33
Ti			
熔炼分析	0.015~0.035	≤0.030	…
成品分析	0.005~0.045	≤0.035	…
B			
熔炼分析	0.001~0.003	≤0.0020	…
成品分析	NA[②]	NA[②]	…
Cu,≤			
熔炼分析	…	0.20	…
成品分析	…	0.23	…

表2(续) 化学成分要求

元素名称	成分,%		
	21V级	22V级	23V级
Ni,≤			
熔炼分析	…	0.25	…
成品分析	…	0.28	…
Nb,≤			
熔炼分析	…	0.07	0.015~0.070
成品分析	…	0.08	0.010~0.075
Ca,≤③			
熔炼分析	…	0.015	0.0005~0.0150
成品分析	…	0.020	NA②

① 适用于熔炼分析和成品分析。

② NA=不适用。

③ 根据生产厂和采购方的协议,可添加少量的稀土金属(REM)代替钙(Ca)。这种情况下,应确定REM的总量并作报告。

补 充 要 求

除采购订货单中有规定外，补充要求不适用。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。被认为适用于本标准的项目标题如下：

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4 附加的拉伸试验

S6 落锤试验（对于板厚大于等于 0.625in.（16mm）的材料）

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S19 限定的化学成分要求

附加的补充要求
高温临氢应用

此外，下列附加补充要求适合于这种用途。

S62 回火脆性因素

S62.1 钢的熔炼分析成分应按下列等式加以限制：

$J=(Si+Mn)\times(P+Sn)\times10^4\leqslant150$

（Si，Mn，P 和 Sn 的重量百分数）

Cu≤0.20%

Ni≤0.30%

S62.1.1 较低的 J 值，Cu 和 Ni 元素值可按采购方与供货方之间的协议作规定。

S62.1.2 当采购方如此规定时，J 值的最大值不得超过 100。

S62.1.3 须报告 J 的数值。

S62.1.4 如果钢板采用焊接修补时，焊缝金属的成分应按下列等式加以限制：

$X=(10P+5Sb+4Sn+As)/100\leqslant15$

（P，Sb，Sn 和 As 为 ppm 数）

Cu≤0.20%

Ni≤0.30%

S62.1.5 应报告 X 的数值。

S63 分级冷却后的冲击性能

S63.1 材料的夏比 V 形缺口冲击性能应按下述测定：

S63.1.1 应从每炉钢的一张钢板的同一部位取足额数量的夏比 V 形缺口试验用的试样，用以建立两条转变温度曲线。

S63.1.2 一条转变温度曲线的试样须经采购方规定的最低焊后热处理（PWHT）周期。

S63.2 另一条转变温度曲线的试样须经在 S63.1.2 中规定的焊后热处理（PWHT）周期加下列分级冷却热处理：

在 1100°F（593℃）下保温 1h（小时），然后以 10°F（5.6℃）/h 的速率冷却到 1000°F（538℃）。

在 1000°F（538℃）下保温 15h（小时），然后以 10°F（5.6℃）/h 的速率冷却到 975°F（524℃）。

在 975°F（524℃）下保温 24h（小时），然后以10°F（5.6℃）/h 的速率冷却到 925°F（496℃）。

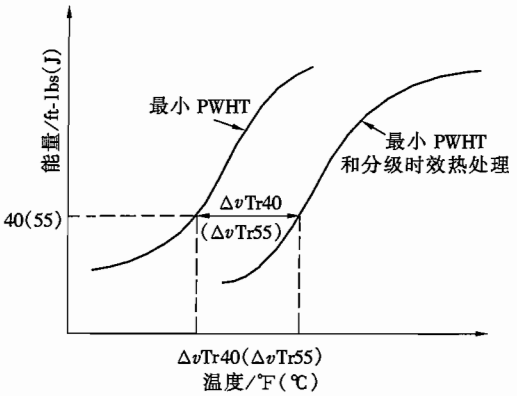


图 S1.1 在分级冷却热处理前后的转变温度曲线

在 925℉（496℃）下保温 60h（小时），然后以 5℉（2.8℃）/h 的速率冷却到 875℉（468℃）。

在 875℉（468℃）下保温 100h（小时），然后以 50℉（27.8℃）/h 的速率冷却到 600℉（315℃）。

在静止空气中冷却。

S63.3 在每一试验温度下采用一组三个试样，按 A 370《试验方法和定义》标准的夏比 V 形缺口试样作试验，从每一条转变温度曲线测定 40 ft-lbf（55J）对应转变温度。试验温度包括在上、下平台和最少四个中间温度进行试验。

S63.4 须符合下列要求：

$vTr40+2.5\Delta vTr40\leqslant50$℉

$vTr55+2.5\Delta vTr55\leqslant10$℃

式中

$vTr40(vTr55)$ = 为材料在经受由采购方规定的最低焊后热处理的 40ft-lbf（55J）转变温度

$\Delta vTr40(\Delta vTr55)$ = 分级冷却材料的 40ft-lbf（55J）转变温度的移位。分级冷却材料的40ft-lbf(55 J)转变温度减去只受最低焊后热处理材料的转变温度

S63.5 应报告两个材料状态 40ft-lbf（55 J）的转变温度。（图 S1.1）

一般工业用铸铁件通用要求

SA-834

[与 ASTM 标准 A 834—95(R11)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于与下列 ASTM 颁发的铸铁标准共同使用时的一组强制性要求：

ASTM 标准：A 47/A 47M，A 48/A 48M，A 197/A 197M，A 220/A 220M，A 278/A 278M，A 319，A 395/A 395M，A 436，A 439，A 518/A518M，A532/A 532M，A 536，A 571/A 571M，A 823，A 842，A 874/A 874M，A 897/A 897M。

1.2 本标准也包括可用于上述标准内指出的一组补充要求。这些补充要求只有在需要附加的试验或检查，并由采购方在订货单上专门作出规定时才使用。

1.3 专用材料标准与本通用标准的要求，应优先满足前者。

1.4 本标准以英寸-磅单位制作为标准值。括号内示出的值为公制（SI）单位制的换算值，仅供作参考用，不得认作为标准值。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 47/A 47M 可锻铸铁件

A 48/A 48M 灰铸铁件

A 197/A 197M 化铁炉可锻铸铁

A 220/A 220M 珠光体可锻铸铁件

A 247 评定铸铁中石墨组织的方法

A 278/A 278M 温度不高于 650℉(345℃)受压件用灰铸铁件

A 319 高温非受压件用灰铸铁件

A 395/A 395M 高温受压件用铁素体球墨铸铁件

A 436 奥氏体灰铸铁件

A 439 奥氏体球墨铸铁件

A 518/A 518M 耐腐蚀高硅铸铁件

A 532 耐磨铸铁件

A 536 球墨铸铁件

A 571/A 571M 低温受压件用奥氏体球墨铸铁件

A 644 铸铁件名词术语定义

A 802/A 802M 钢铸件表面验收标准目视检验实用规程

A 823 静态永久模铸造灰铸铁件

A 842 压实石墨铸铁件

A 874/A 874M 适合于低温用途的铁素体可锻铸铁件

A 897/A 897M 奥氏体回火可锻铸铁件

A 919 和金属热处理有关的术语

E 8 金属材料的拉伸试验方法

E 10 金属材料的布氏硬度试验方法

E 29 规定极限值中确定有效数字位数的推荐规程

E 30 钢、铸铁、平炉铁和熟铁的化学分析方法

E 59 测定钢和铁化学成分的取样方法

E 94 射线照相推荐规程

E 165 液体渗透检验推荐规程

E 351 所有类型的铸铁化学分析方法

E 689 可锻铸铁参考射线照片

E 709 磁粉检验推荐规程

E 802 厚度至 4½in.(114mm)灰铸铁参考射线照片

2.2 军用标准

MIL-STD-129 装运和储存标志。

2.3 美国联邦标准

Fed.Std.No.123 装运标志(民用机构)

3 名词术语

3.1 定义：

3.1.1 铸铁件及其热处理若干通用术语的定义，可参见 A 919 和 A 644 术语标准。石墨结

构的分类见 A 247 试验方法标准。

4 订货须知

4.1 按本标准订货的铸件，订货单应规定采用的材料标准，铸铁等级以及对基本要求之外任何选定的或附加的其他要求，包括本标准中的补充要求。

5 拉伸要求

5.1 用哪个单项产品标准随是否要求拉伸试验而定。因此，为了确定具体试验要求，应复查单项的产品标准。当有要求时，拉伸试验按 E8 方法进行。

6 化学成分要求

6.1 用哪个单项产品标准随是否要求化学分析而定，具体要求需查阅单项产品标准。

6.2 取样按 E 59 方法进行，化学分析可用 E 351 和 E 30 试验方法中的光谱和其他方法进行。对化学成分有争议时，E 351 和 E 30 方法可作仲裁分析用。

6.3 总碳量化学分析应该在铅笔形冷淬试样上进行，或从试块切取厚约$^{1}/_{32}$in.(0.8mm)的薄片上进行。钻孔取样不可靠,因为可能丧失石墨。

6.4 化学分析结果应该按推荐规程 E 29 圆整到化学成分表列数值最后一位的最接近的一个数值。

6.5 采购方可以用代表每炉、每批或每个铸件的材料进行成品分析。分析应在代表的材料上进行。含碳量分析应在靠近铸件表面¼in.内的材料上取样，并且应遵循 6.3 条* 所述方法，除非铸件尺寸和形状不允许这样取样。所测得的化学成分应满足专用标准中对该等级所规定的要求。

7 工艺质量、表面质量和外观

7.1 所有铸件应采用成熟方法铸造，并应符合事前采购方所供图样上的尺寸。如果模型由采购方提供，则铸件尺寸应符合按模型预测的尺寸。

8 取样

8.1 一批是由下列情况之一构成的：

8.1.1 在分批式熔炼炉中同一次熔炼的全部金属。

8.1.2 由二个或更多个分批式熔炼炉注入同一铁水包的全部金属。

8.1.3 由连续式熔炼炉按装炉、工艺条件或以化学成分为准或 4 小时的时间周期，取较短周期的，浇注的全部金属。

8.1.3.1 如果铸造厂实验证明对过程控制充分足以保证这种时间延长后的质量，采购方可以将 4 小时的周期延长到 8 小时。

9 检验

9.1 由铸造厂或铸造厂与其签订服务合同的其他可靠单位完成所有本标准要求的试验和检验，所有试验和检验完整报告应由铸造厂保存。该报告应供采购方审查。

9.2 铸造厂应向采购方检验人员提供各种合理而必要的方便条件，以使他确信铸件正在按所用标准要求生产和供货。采购方驻厂检验，不应对铸造厂的工作造成不必要的干扰。

9.3 经双方同意，从同批号制取的试样或未经拉断的试棒，应从试验报告日期起保存三个月。

9.4 当未经拉断的试棒与铸件一起复审时，从这些试棒取得的试样应按 9.3 条所述保存。

9.5 采购方保留进行标准所列任何检验的权利。这样的检验对保证其供货和使用符合规定的要求是必须的。

10 返修

10.1 任何返修按专用标准的要求进行，应针对涉及的返修类型使用由制造厂评定合格的工艺规程。

11 拒收和复审

11.1 当由采购方或其代理商进行检验或试验时，铸件没有达到规定要求可以拒收。拒收应以书信迅速报告给铸造厂或供应商，对试验结果有不同意见时，铸造厂或供应商可以要求复审。

12 包装和包装标志

12.1 除非在合同或订货单中另有规定，铸件的清理、防护和包装应按照铸造厂的经商经验进行。包装和标志尚应有足够的标志内容以确保在所用运输方式下所用运载工具的妥当性和安全交货。

---

* 原文误印为 5.3 条，已更正。——译注。

12.2 政府采购——当合同或订货单上有规定时，发运标志对民用机构按 Fed.Std.No.123 要求，对军需按 MIL-STD-129 要求。

13 质量保证

13.1 铸件表面经目视检验应无粘砂、氧化皮、裂纹和热裂。其他表面缺陷应满足订货单中规定的验收标准。A 802/A 802M 目视检验推荐规程或其他目视检验标准可用于确定什么样的表面缺陷和表面质量是合格的。应清除不合格的表面可见缺陷，并且需对清除缺陷后的凹坑以目视检验来证实。

13.2 当要求附加检查时，可指定用补充要求 S1、S2 或 S3。

14 关键词

14.1 化学成分 共同要求 一般工业用检查 铸铁件 订货须知 包装 质量保证 修理 取样 拉伸要求 术语 工艺质量

补充要求

只有在采购方有规定时才采用补充要求。补充要求的细节由制造厂和采购方双方协商。规定的试验应由铸造厂在铸件发运前进行。

S1 磁粉检验

S1.1 对铸件表面缺陷作磁粉检验。检验按E709推荐规程，检验范围和验收标准由买卖双方商定。

S2 射线照相检验

S2.1 用X或γ射线方法检验铸件内部缺陷。检验程序按E 94推荐规程，缺陷的类型和程度按E 689和E 802参考射线照片评判。检验范围和验收标准由买卖双方商定。

S3 液体渗透检验

S3.1 用液体渗透方法检验铸件表面缺陷。检验按E165推荐规程。检验区域、方法、渗透剂类型、显影工艺以及验收标准由买卖双方商定。

S4 合格证书

S4.1 向采购方提供一份铸造厂合格证书，说明材料是按材料标准(包括年号)制造、取样、试验和检验的并达到标准要求。另外，合格证书还须包括每批材料，材料标准所要求的所有试验结果和订购单中采用的任何补充或附加要求。

S4.2 在合格证书或试验报告上不要求签名。但是，文件能清楚地识别提供合格证书的组织和认可试验结果的铸造厂的授权代理机构。尽管没有签名，提供合格证书的组织对其内容负责。

S4.3 试验报告在铸件发运五个工作日内提供。

S5 重大返修的预先批准

S5.1 制造厂和采购方双方所确定的重大返修须得到采购方的预先批准。

S6 标志

S6.1 将铸造厂名或识别标志和零件识别号铸出或打印在铸件上，当有更多的规定时，批号亦应标在各个铸件上。

S6.2 当铸件的尺寸不可能个别标记时，它们应用零件识别号或批号成组地标记，并放在容器上，容器用要求的识别号标志。

S7 硬度试验

S7.1 应在铸件的规定部位上测量硬度，按E 10试验方法进行，并提出报告。

用热机械控制工艺(TMCP)生产的压力容器用钢板

(15)

SA-841/SA-841M

[与 ASTM 标准 A 841/A 841M—13 完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于用热机械控制工艺(TMCP)生产的钢板。这种钢板主要用于焊接压力容器。有关 TMCP 工艺方法的说明列出在附录 X1 中。

1.2 由于 TMCP 法的固有特点，如果强度和韧性没有较大降低，钢板就不能在高温下成形。G 级钢除外，如果满足 6.1 条规定的要求，钢板就可以在不超过 1200℉(650℃)的温度下成形并进行焊后热处理。如果满足 6.1 条的要求，G 级钢可在不超过 985℉（530℃）温度下成形。

1.3 按本标准供货钢板的最大名义厚度 A、B 和 C 级钢为 4in.(100mm)，D、E 和 F 级钢为 1.5in.(40mm)。G 级钢为 2in.(50mm)。

1.4 G 级钢容易发生磁化。如果剩磁会对附后的制作或使用有害的话，则在热处理之后在操作中应注意避开使用磁铁。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应分别视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途轧制钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供货的钢板应符合 A 20/A 20M 标准的要求。这些要求概述了试验和复试的方法和程序、尺寸和重量允许偏差、质量以及缺陷的修补、标志、装运等。

3.2 A 20/A 20M 标准还规定了按本标准订购钢板时，应遵守的订货须知规则。

3.2.1 当材料需进行温成形或焊后热处理时，订货单必须指明温度及在这种工序中将采用的在此温度下的保温时间(见 6.1 条和 A 20/A 20M 标准的补充要求 S3)。

3.3 除了本标准的基本要求外，当要求附加的控制、试验和检验以符合最终使用要求时，还备有一些补充要求可供使用。这些要求包括：

3.3.1 真空处理。

3.3.2 附加或特殊的拉伸试验。

3.3.3 附加或特殊的冲击试验。

3.3.4 无损检验。

3.4 采购方要查阅本标准列出的补充要求及 A 20/A 20M 标准的详细要求。

3.5 如果本标准的要求同 A 20/A 20M 标准的要求有矛盾时，以本标准的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢方法——钢应为镇静钢，并应符合 A 20/A 20M 标准细奥氏体晶粒度的要求。

4.2 钢板以热机械控制工艺法生产。

5 化学成分

5.1 除按 A 20/A 20M 标准中补充要求 S17 规定要采用外，熔炼分析的化学成分应符合表 1 所列的要求。

5.2 如果从标准位置取样(见 A 20/A 20M 标准)进行成品分析的话，其结果不得偏离表 2 给定的熔炼分析极限值的允许偏差。

6 力学性能要求

6.1 如若钢板材料须经受温成形或焊后热处理时，试样也必须模拟这种生产工艺经受热处理(见 3.2.1 条及 A 20/A 20M 标准补充要求 S3)。

6.2 拉伸试验要求——拉伸试验试样所代表的钢板应符合表 3 所示的要求。

6.2.1 试样数量和取样位置——轧制后的每张钢板应作2个拉伸试验。在钢板两端的每端拐角处取样。

6.3 缺口韧性试验要求：

6.3.1 纵向夏比V形缺口冲击试验应按A20/A20M标准进行。

6.3.2 除在采购订货单中规定了试验温度和吸收功外，A、B和C级钢板试验在-40℉（-40℃）下进行，且每一组三个全尺寸试样的平均吸收功为15ft·lbf（20J）及以上。

6.3.3 除在采购订货单中规定了试验温度和侧向膨胀量外，D级钢板试验在-40℉（-40℃）下进行，且每个试样的侧向膨胀量为0.015in.（0.4mm）及以上。

6.3.4 除了规定在采购订货单中的试验温度和吸收能量要求外，E级和F级钢板应在-40℉（-40℃）下进行，且每一组三个全尺寸试样的平均吸收能应为20ft·lb（27J）及以上。

6.3.5 对于G级钢应按照A20/A20M标准进行横向夏比V型缺口冲击试验。除非在采购订货单中规定了试验温度，该试验应在-320℉（-195℃）的温度下进行。对于厚度在1.25in.（31.75mm）及以下的钢板，每个试样在缺口对面的侧向膨胀量应不小于0.015in.（0.38mm），对于厚度为2.0in.（50mm）的钢板，则为0.019in.（0.48mm）。钢板厚度在1.25in.（31.75mm）和2.0in.（50mm）之间的，应按线性插值法确定。

7 标志

7.1 除了A 20/A 20M标准要求的标志外，每一张钢板上打印的标准编号之后，应清晰地打印上字符“TMC”。

8 关键词

8.1 承压件 压力容器钢 钢板 压力容器用钢板。

表1 化学成分要求

元素	成分，%						
	A级	B级	C级	D级	E级	F级	G级
C	0.20	0.15	0.10	0.09	0.07	0.10①	0.13
Mn $t\leqslant$1.5in.（40mm）	0.70~1.35②	0.70~1.35②	0.70~1.60	1.00~2.00	0.70~1.60	1.10~1.70	0.60~1.20
t>1.5in.（40mm）	1.00~1.60	1.00~1.60	1.00~1.60	③	③	③	0.60~1.20
P	0.030	0.030	0.030	0.010	0.015	0.020	0.015
S	0.030	0.025	0.025	0.005	0.005	0.008	0.015
Si	0.15~0.50	0.15~0.50	0.15~0.50	0.05~0.25	0.05~0.30	0.10~0.45	0.04~0.15
Cu	0.35	0.35	0.35	0.50	0.35	0.40	…
Ni	≤0.25	≤0.60	≤0.25	1.0~5.0	≤0.60	≤0.85	6.0~7.5
Cr	0.25	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30~1.00
Mo	0.08	0.30	0.08	0.40	0.30	0.50	0.30
Nb	0.03	0.03	0.06	0.05	0.08	0.10	…
V	0.06	0.06	0.06	0.02	0.06	0.09	…
Ti	④	④	0.006~0.02	0.006~0.03	④	⑤	…
B	…	…	…	0.0005~0.002	≤0.0007	≤0.0007	…
Al，≥	总量0.020④或酸溶铝0.015	总量0.020④或酸溶铝0.015	…	…	总量0.020或酸溶铝0.015④	总量0.020或酸溶铝0.015⑤	酸溶铝0.008⑤

① 除非示出了最小值（min.）或范围值，均为最大值（max.）。本表中示出为省略号“…”处，意为无要求。

② 在最大含碳量以下，每减小0.01%的碳，允许在规定锰含量以上增加0.06%的锰，直至最大锰含量为1.85%。

③ 假如熔炼分析的碳当量不超过0.47%，或者不超过补充要求S77限定的数值，熔炼分析的锰含量可以超过1.35%，最大可达1.60%，当援引这个要求时，碳当量按下式计算：

$$CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15\ (\%)$$

当实行这种选择时，成品分析的锰含量不得超过熔炼分析锰含量的0.12%。

④ 不适用。

⑤ 如若铝(Al)的总量为大于和等于0.030%，或者酸溶铝大于等于0.025%，则硅(Si)的含量可以小于0.04%。

⑥ 根据协议钢中可加入钛(Ti)，这种情况下最小铝含量应不再适用。当行使这一选择时，钛的熔炼分析含量应为0.006%~0.02%，且实际的钛含量应在试验报告中报告之。

⑦ 根据协议钢中可加入钛(Ti)，这种情况下最小铝含量应不再适用。当行使这一选择时，钛的熔炼分析含量应为0.006%~0.03%，且实际的钛含量应在试验报告中报告之。

表 2　成品分析偏差

元　素	规定极限值	偏　差,%	
		下　限	上　限
C	≤0.15	0.02	0.03
	>0.15	0.03	0.04
Mn	≤0.60	0.05	0.06
	>0.60~0.90	0.06	0.08
	>0.90~1.20	0.08	0.10
	>1.20~1.35	0.09	0.11
	>1.35~1.65	0.09	0.12
	>1.65	0.11	0.14
P	≤0.020	…	0.005
	>0.020	…	0.010
S	≤0.020	…	0.005
	>0.020	…	0.010
Si	≤0.30	0.02	0.03
	>0.30~0.40	0.05	0.05
	>0.40	0.06	0.06
Ni	≤1.00	0.03	0.03
	>1.0~2.0	0.05	0.05
	>2.0~3.8	0.07	0.07
	>3.8	0.08	0.08
Cr	≤0.90	0.04	0.04
Mo	≤0.20	0.01	0.01
	>0.20	0.03	0.03
Cu	≤1.00	0.03	0.03
V	≤0.10	0.01	0.01
Nb	≤0.10	0.01	0.01
Al	≤0.15	0.005	0.01
Ti	≤0.010	0.002	0.01
	>0.010	0.01	0.01
B	任何	①	①

① 成品分析对 B(硼)元素不适用。

表 3　拉伸性能要求

	A、B 和 C 级		D 级	E 级		F 级			G 级	
	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类	6 类	7 类	8 类	9 类	10 类
屈服强度,≥,ksi(MPa)										
≤1.5in.(40mm)	50(345)	60(415)	100(690)	70(485)	75(515)	70(485)	75(515)	80(550)	85(585)	90(620)
>1.5in.(40mm)~2.0in.(50mm)	①	①							85(585)	90(620)
>1.5in.(40mm)~2.5in.(65mm)	50(345)	60(415)	①	①	①	①	①	①	①	①
>2.5in.(65mm)	45(310)	55(380)	①	①	①	①	①	①	①	①
抗拉强度,ksi(MPa)										
≤1.5in.(40mm)	70~90 (480~620)	80~100 (550~690)	145~170 (1000~1170)	84~104 (580~715)	88~108 (605~745)	82~102 (565~705)	86~106 (590~730)	90~110 (620~760)	100~120 (690~825)	109~129 (750~885)
>1.5in.(40mm)~2.0in.(50mm)										
>1.5in.(40mm)~2.5in.(65mm)	70~90 (480~620)	80~100 (550~690)	①	①	①	①	①	①	100~120 (690~825)	109~129 (750~885)
>2.5in.(65mm)	65~85 (450~585)	75~95 (515~655)	①	①	①	①	①	①	① ①	① ①
2in.(50mm)标距伸长率,≥%②										
≤1.5in.(40mm)	22	22	13	20	19	20	19	18	20	20
>1.5in.(40mm)~2.0in.(50mm)	①	①	①	①	①	①	①	①	20	20
>1.5in.(40mm)~2.5in.(65mm)	22	22	①	①	①	①	①	①	①	①
>2.5in.(65mm)	22	22	①	①	①	①	①	①	①	①
8in.(200mm)标距伸长率,≥%②										
≤1.5in.(40mm)	18	…	…	16	15	16	15	14	①	①
>1.5in.(40mm)~2.5in.(65mm)	18	…	①	①	①	①	①	①	①	①
>2.5in.(65mm)	18	…	①	①	①	①	①	①	①	①

① 不适用。

② 伸长率要求的调整,见 A 20/A 20M 标准。

补 充 要 求

除采购订货单中有规定外,不采用补充要求。

A 20/A 20M 标准中包括一个供采购方选择的标准化了的补充要求明细表。适用于本标准的项目标题如下。由供方和采购方双方协议也可以进行其他试验项目。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验(板厚大于等于 0.625in.(16mm))

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准进行超声波检验

S9 磁粉检验

S10 夏比 V 形缺口冲击试验曲线

S11 按 A 577/A 577M 标准进行超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准进行超声波检验

S13 无损检验(NDT)温度确定

S17 真空碳脱氧钢

S18 未规定的元素

S19 限定的化学成分要求

附加的补充要求

适合本标准的附加的补充要求也列在下面：

S55　纵向夏比 V 型缺口冲击试验吸收功要求

S55.1　纵向夏比 V 型缺口冲击试验应按照 A20/A20M 标准进行。除非在采购订货单中规定了试验温度，这项试验应在 -320℉(-195℃)的温度下，并且对于每一组三个全尺寸试样的平均吸收功应大于等于 25 ft-lb(34J)，并且，至多允许一个试样的单独的试验值可小于规定值在 25 ft-lb(34J)以下，但决不得低于 20 ft-lb(27 J)。

S56　横向夏比 V 型缺口冲击试验吸收功要求

S56.1　横向夏比 V 型缺口冲击试验应按照 A20/A20M 标准进行。除非在采购订货单中规定了试验温度，这项试验应在 -320℉(-195℃)的温度下，并且对于每一组三个全尺寸试样的平均吸收功应大于等于 20 ft-lb(27 J)，并且，至多允许一个试样的单独的试验值可小于规定值在 20 ft-lb(27 J)以下，但决不得低于 15 ft-lb(20 J)。

S64　G 级钢用的热处理参数

S64.1　除了 TMR-1-T 工艺外，钢板在轧制后应直接进行冷却，但不允许冷却到 1025℉(550℃)以下。淬火硬化处理应在 1025~1490℉(550~810℃)的温度范围内的一个温度就开始做。

S64.2　在淬火之后，钢板应在 1030 至 1155℉(555~625℃)的温度范围内进行回火处理，在该温度下保温最少为 30min/in.(1.2 min/mm)板厚，但不少于 15min(分钟)，接着，以不少于 300℉/h(165℃/h)的速率进行冷却，或者是在空气中冷却或放在水中淬火，直至冷却到室温。

S64.3　在做回火处理之前，钢板可经中间热处理(见注 S64.1)，包括加热到 1185~1310℉(640~710℃)的温度范围，在该温度下保温最少为 1 h/in.(2.4 min/mm)板厚，但不少于 15 min(分钟)，接着，在板厚大于 5/8 in.(16 mm)时、以不少于 300℉/h(165℃/h)的速率放在水中淬火，或者是在板厚小于 5/8 in.(16 mm)时、在空气中冷却或放在水中淬火。

注 S64.1——中间热处理的意图在于提高伸长率和缺口韧性，以及减少对应变时效脆性以及回火脆性的敏感性。它可以按钢板生产厂的选择进行，也可由采购方作规定。

S64.4　热处理的温度及时间应按 A20/A20M 标准第 19 节提交报告。

S77　碳当量限制

S77.1　熔炼分析的碳当量按下述公式计算时，不得超过下列极限：

$$CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15, (\%)$$

A 级	%
厚度 $t \leq 2$in.(50mm)	0.40
厚度 $t > 2$in.(50mm)	0.45

B 级	%
厚度 $t \leq 2$in.(50mm)	0.45
厚度 $t > 2$in.(50mm)	0.50

S78　低硫处理

S78.1　如果要限制硫含量应在采购订货单上作规定。当缺少这样的技术标准时，按本补充要求交货的最大熔炼分析硫含量为 0.003%。

注 78.1：低硫处理的目的是为了强化抗 HIC(氢致裂纹)和 SSC(硫化物应力裂纹)性。

S79　碳当量限制

S79.1　根据下列等式算出的熔炼分析碳当量不得超过 0.27%：

$$P_{CM} = C + Si/30 + (Mn + Cu + Cr)/20 + Ni/60 + Mo/15 + V/10 + 5B\%$$

附 录

（非强制性资料）

X1 热机械控制工艺(TMCP)

X1.1 前言——热机械控制工艺(通称TMCP)是从众所周知而且使用多年的控制轧制(CR)工艺发展而来的。它是控制轧制工艺的新发展。TMCP法由化学成分和从初轧板坯再加热到轧后冷却制造工艺的综合控制相结合,生产出细晶粒钢板,从而使钢板在要求的厚度下达到规定的力学性能。TMCP法要求精确地控制钢的温度和轧压量。TMCP法要求精确地控制钢的温度和轧压量,而并不涉及在"轧后冷却"的卷绕操作。

X1.2 TMCP工艺概要可适用于A级到F级钢的——如图X1.1所示,对于这些级别钢TMCP法可以将下述三种工艺合拼:

X1.2.1 热机械轧制(TMP)——在奥氏体的再结晶和非再结晶区，有时也在奥氏体和铁素体双相温度范围内轧制可产生细晶粒钢。通常，大比例轧压量是在接近或低于冷却过程中奥氏体开始向铁素体转化的温度下(Ar_3)实现的。也可以在临界点之间双相区温度范围内的下部进行轧制。

X1.2.2 加速冷却(AC)——经过可控终轧(CR)或者热机械轧制(TMR)之后，立即在双相温度范围内通过控制冷却(加速冷却和空气冷却)，生产出满足规定要求的钢板。

X1.2.3 直接淬火加回火（DQT）——在最终控轧（CR）或热机械轧制（TMR）作业后，通过立即进行直接淬火而促进晶粒细化并提高硬度所生产出的符合规定要求的钢。随直接淬火后钢板应经回火处理。

X1.2.4 所用轧制方法由钢板制造厂根据化学成分，钢板厚度和要求的性能从上述规定中选择。

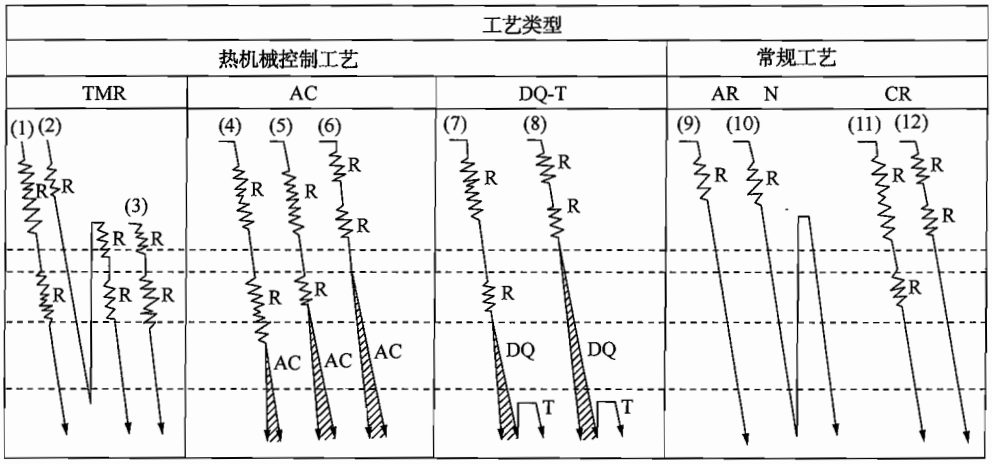
X1.3 可适用于G级钢的TMCP工艺概要——如图X1.2所示，对于该级钢TMCP工艺可以将如下述三种工艺合并。

X1.3.1 热机械轧制和中间热处理及回火处理（TMR-I-T）——在如X1.2.1条所述之后，除了是在TMR后进行回火之前外，钢板可经受由将钢板加热到由A c1到A c3的温度范围内组成的中间热处理。

X1.3.2 直接淬火加回火（DQ-T）——如X1.2.3条所述。

X1.3.3 直接淬火加中间热处理加回火(DQ-I-T)——如X1.2.3条所述，除了在进行回火之前和直接淬火（DQ）以后外，钢板可经受由将钢板加热到由A c1到A c3的温度范围内组成的中间热处理。

X1.3.4 所要使用的方法，可由钢板生产厂根据化学成分、钢板厚度以及要求的性能从上述规定选择。



图X1.1 可适用于A级到F级钢的，钢板的热机械控制工艺和常规工艺原理图

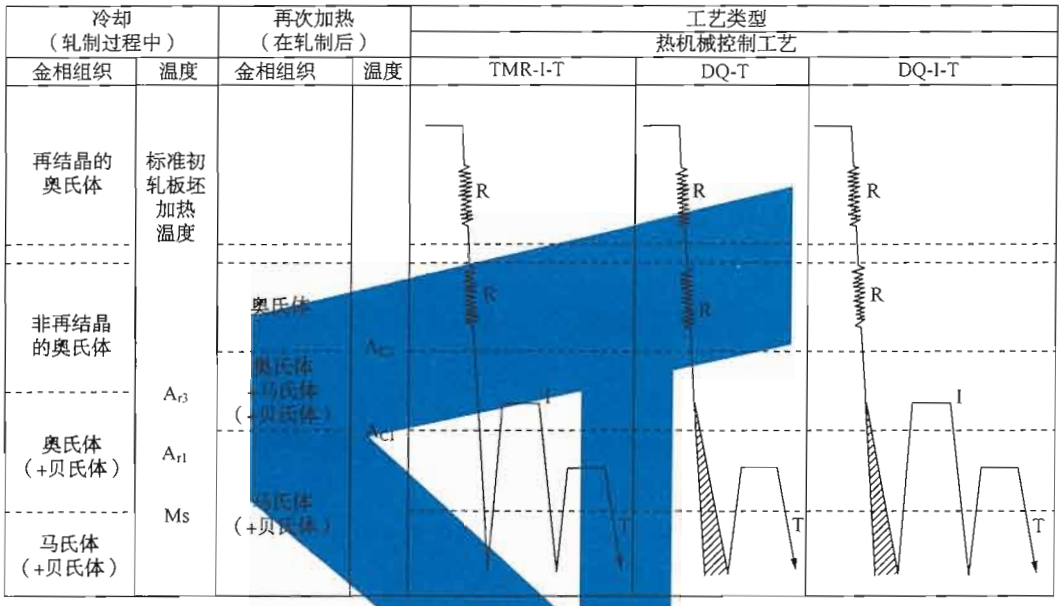


图 X1.2　可用于 G 级钢钢板的热机械控制工艺原理图

注：TMR：热机械（控制）轧制；DQ：直接淬火；I：中间热处理；T：回火；R：轧压量

适合于低温下使用的铁素体球墨铸铁铸件

SA-874/SA-874M

[与 ASTM 标准 A 874/A 874—98(R14)完全等同]

1 适用范围*

1.1 本标准包括了适合于在-40℉(-40℃)及以上温度下使用的球墨铸铁的铸铁件。

1.2 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.3 以下的防范性说明只适用于本标准中第 11 节的试验方法部分。本标准无意论述与其使用有关的所有的安全注意事项，在使用前建立适当的安全卫生操作规程，并确定这种管理限制的适用范围是本标准用户的责任。

2 引用文件

2.1 ASTM 标准：

A 247 评估铸铁件中石墨的显微结构用的试验方法

E 8 金属材料拉伸试验用的试验方法

E 30 钢、铸铁、平炉铁和冷轧铁的化学分析用的试验方法

E 59 为测定化学成分制取铁的取样用的实用规程

E 94 射线检验用的导则

E 165 液体渗透检验法实用规程

E 351 所有类型的灰铸铁的化学分析用的试验方法

E 562 用系统人工逐点计数法测定体积分数的试验方法

E 689 球墨铸铁射线检测的参考射线照片

E 709 磁粉检验用的导则

3 订货资料

3.1 按本标准采购材料的订货单应包括下列适用的信息：

3.1.1 图纸编号、目录编号或零件的识别号；

3.1.2 数量(重量或件数)；

3.1.3 ASTM 标号和出版年份；

3.1.4 标记指示(见第 15 节)；

3.1.5 做检查的场所(见 13.1 条)；

3.1.6 残余元素适用的限制值(见 5.2 条)；

3.1.7 目视检查和尺寸的合格验收标准(见 7.1 条)；

3.1.8 取样计划(见第 9 节)，以及

3.1.9 补充要求。

4 材料及其制造

4.1 铸件可以铸造状态或经热处理供货，且应基本上为不含有大量碳化物的铁素体结构。

5 化学成分

5.1 球墨铸铁应符合表 1 中示出的化学成分的要求。

5.2 经铸件制造厂与采购方的协议，可以要求化学分析以及确立表 1 中未规定的元素的限制值。

6 力学和显微结构性能

6.1 拉伸性能——球墨铸铁应符合表 2 中示出的拉伸性能的要求。

6.2 显微结构——显微结构中所含有的石墨应按照 A 247 试验方法标准评价。应估量每一种石墨类型的百分数，所有估量的总量应等于 100%。1 型和 2 型石墨的总百分数最小应

* 本标准为 2013 版新增标准。——译注。

为 90%。

7 工艺，表面精整和外观

7.1 球墨铸铁件的表面应经目视检查，表面上不得带有附着的沙粒、铁皮、开裂和热撕裂。其他表面不连续性缺陷应符合订货单里规定的目视和尺寸的合格验收标准。

7.2 球墨铸铁件的调质处理允许达到这样的程度，其除去的金属不得延伸达到完工容器的包壳，且不会变更留存在加工容器内的金属的性能。

8 修理

8.1 铸铁件不得采用堵塞、焊接、钎焊、填注或者任何其他方式来修理。

9 取样

9.1 试样将从球墨铸铁件上获取。铸件上获取试样块的位置以及从每一个位置上获取的数量应经铸件制造厂与采购方协商同意。

9.2 金相试样应从与力学性能试样块相同的位置获得。

9.3 评估显微结构的无损检验方法可以被用于补充有损检验取样计划。

9.4 化学分析用的取样应依据 E59 实用规程。

9.4.1 总碳含量的化学分析应是在激冷浇注的笔型试样上，或者从试样块上切下的厚度大约 1/32in.(0.8mm)薄的薄片上制取。

10 试验数量和复试

10.1 拉伸试验的数量和显微结构检验的数量应由铸件制造厂和采购方协商确定。

10.2 如果任何拉伸试验试样呈现出明显的缺陷，可以舍弃并从相同试样块另一个试样进行试验。

11 试验方法

11.1 按照 E 8 试验方法标准做拉伸试验。

11.2 使用下列的方法之一测定材料的屈服强度：

11.2.1 0.2%的残余变形方法，或者：

11.2.2 在载荷作用下产生 0.330%的、也就是在 2in.(50mm)的标距长度内产生 0.0066in.(0.165mm)的延伸，按照生成应力而可以测定得到屈服强度的，载荷下的伸长方法。

11.3 通过手工涂抹、半自动或全自动的图像分析方法测定出每一种类型石墨球的百分数。当其他方法的测定结果有出入时，应以手工计数方法为准。放大倍数应为 100×(倍)。

11.4 光谱仪方法可用于化学分析。当有关化学成分发生争议时，应使用 E351 和 E30 试验方法规程作为仲裁方法。

12 记录

12.1 应系统地做好和保管好化学成分、力学性能以及金相检验的记录。

13 检查

13.1 除非在合同或者采购订货单中另有规定，铸件的制造厂应负责实施标准要求的试验和检查。

13.2 所有的试验和检查应在铸件制造厂或者双方同意的地点进行。

13.3 当采购方的合同正在实行期间内，代表采购方的检查人员有权随时进入到与制造所订购材料所涉及的制造厂车间的所有部门。铸件制造厂应向采购方检验人员提供各种合理必要的设施，以使得他们确信订购的材料正在按照这些标准制造。代表采购方的检验人员不应对制造厂的运行造成不必要的干扰。

14 合格证书

14.1 铸件制造厂应向采购方提供合格证书，说明材料是按照本标准(包括版本年号)进行制造、取样、试验和检验了的，并且满足标准的要求。此外，合格证书里应包括一份试验报告，给出所有已做试验的结果，其中，包括化学分析在内。

15 产品标志

15.1 球墨铸铁件应加识别标志，且应依据采购方发布的指示来做。

补 充 要 求

只有当采购方有规定时才应该采用补充要求。补充要求的细节应由制造厂和采购方达成协议。铸件制造厂应在铸件装运前进行规定的试验。

S1 磁粉检验

S1.1 铸件应采用磁粉检验方法检验表面的不连续性缺陷。这种检验应依据 E 709 导则进行。检验的程度及其合格验收标准应由铸件制造厂和采购方达成协议。

S2 超声波检验

S2.1 铸件应采用超声波检验方法检验内部缺陷。检验程序及其合格验收标准应由铸件制造厂和采购方达成协议。

S3 液体渗透检验

S3.1 铸件应采用液体渗透检验方法检验表面的不连续性缺陷。这种检验应依据 E 165 导则进行。所需检验的面积、方法和要使用的液体渗透剂的类型，显像工艺程序及其合格验收标准应由铸件制造厂和采购方达成协议。

S4 射线检验

S4.1 铸件应采用 X 射线或者伽马射线检验内部缺陷。这种检验依据 E 94 导则进行，且认定的不连续性缺陷的类型和程度应采用E 689的参考射线照片来判别。检验的程度及其合格验收标准应由铸件制造厂和采购方达成协议。

S5 断裂韧性

S5.1 应在从球墨铸铁件上取下的试样上进行断裂韧性试验。断裂韧性试验的方法，取下试样的取样位置以及所需实施的试验次数及其合格验收要求应由铸件制造厂和采购方双方协商达成协议。

S6 石墨球的个数

S6.1 单位面积中的石墨球的个数应在 100×(倍)显微组织图来检验(见注解 1)。显微组织用试样应在协商同意的位置上从球墨铸铁件上取得。检查的方法及其合格验收要求应由铸件制造厂和采购方双方协商达成协议。E 562 试验方法规程可用作为导则。

注 1：美国电力研究所研究项目 2813-1，“球墨铸铁断裂韧性与显微结构之间的关系”，1986 年 12 月，提供了背景资料。

表 1 化学成分

元 素	最小,%	最大,%
总碳量	3.0	3.7
碳当量(C+⅓Si)	…	4.5
Si	1.2	2.3
P	…	0.03
Mg	…	0.07
Mn	…	0.25
Cu	…	0.1
Ni	…	1.0
Cr	…	0.07

表 2 拉伸性能

抗拉强度，min，psi(MPa)	屈服强度，min，psi(MPa)	2in.(50mm)，伸长率，min,%
45000(300)	30000(200)	12(12)

与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

SA-941

（与 ASTM 标准 A 941—06a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准是与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关术语定义的汇编。

1.2 当一个术语被用于由 A-01 委员会所负责编制的 ASTM 标准文件中时，只有在经 A 01.92 分委员会审查之后被认定是通用术语时，才纳入本标准。

1.3 一些被包括在讨论段落中的定义是定义的一部分，它是强制性的，并包含了与定义项意义有关的附加资料。

1.4 专用于特定标准中术语的定义将在该标准中示出，并将取代本标准中相同术语的任一定义。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

E 112 测定平均晶粒度的试验方法

3 术语

3.1 一般术语的定义

合金钢（名词）——除不锈钢外的钢，要求一个或多个下列元素符合标准，其最小含量的质量百分数等于或大于下列值：铝，0.30；硼，0.0008；铬，0.30；钴，0.30；铌；0.06；铜，0.40；铅，0.40；锰，1.65；钼，0.08；镍，0.30；硅，0.60；钛，0.05；钨，0.30；钒，0.10；锆，0.05；或者除了硫、磷，碳和氮以外，任何其他合金元素，0.10。

压盖钢（名词）——沸腾钢，在钢锭凝固过程中，依靠机械或化学手段限制沸腾反应。

碳素钢（名词）——符合标准规定的最大限值的钢，其熔炼分析的质量百分数不大于：碳，2.00；锰，1.65；但是对铬，钴，铌，钼，镍，钨，钒或锆不限定最小值。

讨论：除了上述要求外，对碳素钢标准、对于每一规定的合金元素规定最小和最大限值或两者都是允许的，但以质量百分数表示的熔炼分析限值，受下列限制

（a）对锻轧碳素钢制品，规定最大限值不超过：铝，0.10；硅，0.60；钛，0.050。

（b）对碳素钢铸件，规定最大限值不超过：铝，0.10；硅，1.00；钛，0.050。

（c）对于要求再磷化处理的碳素钢，其磷的规定最小限值不小于 0.040。

（d）对于要求再硫化处理的碳素钢，其硫的规定最小限值不小于 0.060。

（e）对于要求再磷化处理或再硫化处理的碳素钢，其规定最小限值不超过：铜，0.050；磷，0.050；硫，0.060。

（f）对于要求含硼，铜或铅的碳素钢，其规定最小限值不超过：硼，0.0005；铜，0.35；铅，0.25。

炉前浇注分析（名词）——不赞成使用的术语。优先使用术语‘熔炼分析’。

合格证（名词）——对于制造产品，说明产品已按标准（包括发布年号）及采购订单或合同规定的任何其他要求制造，取样，试验和检验，并符合这些要求的文件。

讨论：可以使用含有试验报告资料和合格证资料的合格证的单独文件。

认证机构（名词）——在产品标准中，对产品符合标准要求的符合性和出具合格证全权负责的机构。

校核分析——已被轻视的术语。优先选用术语成品分析。

粗晶粒炼钢工艺（名词）——用于不锈钢以外的、意在生产镇静钢的一种炼钢工艺，在其

中铝、铌、钛和钒元素为剩余元素。

冷加工(名词)——金属在再结晶温度以下温度的机械变形。

有害缺陷(名词)——根据规定的要求，有理由拒收的足够重大的缺陷。

直接淬火(名词)——在最终热变形之后、立即进行淬火的热机械加工过程。

文体（名词）——提供资料、证据或正式声明的书写、打印或电子记录。

电子数据交换(名词)——以标准化的格式在计算机间交换的商务信息。

省略号（名词）——在表格中的三个断点(…)，用于表示无要求。

铁合金（名词）——铁和一种或多种在炼钢、制造镍合金和钴合金过程中添加到熔炼金属中的其他金属的一起生产出的合金。

细晶粒炼钢工艺（名词）——用于不锈钢以外的、意在生产镇静钢的一种炼钢工艺，它能符合对奥氏体晶粒度规定的要求。

讨论——这种工艺通常包括添加一或多种奥氏体晶粒细化元素，用量达到钢厂已确定的足够数量。奥氏体晶粒细化元素包括铝、铌、钛和钒元素等。

晶粒度(名词)——除存在双晶区和亚晶外，在多晶体金属中晶粒或晶体的尺寸。

讨论：晶粒度通常是在晶粒的集合体的横截面上估算或测定的，并以 ASTM 晶粒度级别(见试验方法 E112)标称。

炉，炉次(名词)——根据炼钢及浇注的考虑，代表一个特定批钢的一般术语。

讨论：当需要更明确的定义时，使用下列更专门的术语：原始炉次，多个炉次和重熔炉次。在产品标准中，当无限制条件时、一般性使用炉次这一术语时，则意味原始炉次，多个炉次或重熔炉次，按其适用。

熔炼分析(名词)——由钢的生产厂确定的化学分析，来代表一特定炉次的钢。

讨论——当钢厂报告的分析结果，对完整评估是否完全符合适用产品标准的熔炼分析要求不足时，如若成品分析偏差不适用、且熔炼分析未变化的话，制造厂可用成品对钢材生产厂未报告的规定元素做分析，来评估此种熔炼分析要求的符合性。

炉号(名词)——用字母、数字或包括文字和数字的标号识别特定的一炉钢。

高强度低合金钢(名词)——碳素钢或无晶隙钢以外的钢，符合标准，要求每一规定的合金元素的最小含量低于合金钢定义中的适用限值，并且产品的屈服点或屈服强度至少为 36ksi 或 250MPa。

热冷加工(名词)——在略低于再结晶温度的温度下奥氏体钢和沉淀硬化钢的机械变形，通过塑性变形提高屈服强度和硬度，或者由塑性变形引发沉淀硬化效应，或者两者。

热加工(名词)——金属在高于再结晶温度的温度下的机械变形。

缺陷(名词)——通过检验探测出的材料的不连续性或不规则性。

夹杂物形状控制（名词）——在炼钢过程中，通过添加元素而影响夹杂物的形态。

检查(名词)——测量，检验，试验，计量，或者产品单元与适用要求进行其他比较的过程。

无晶隙钢(名词)——碳素钢，用稳定化元素将其几乎全部的碳和氮化学结合在一起，从而不存在组织间隙。

讨论——除了 0.050% 的最大限值对钛含量不适用外，如在碳素钢的定义中给出的那样，在无间歇钢中所要规定的是许用的熔炼分析限值(最小或最大值，或两者)。

镇静钢(名词)——脱氧钢，脱氧到使碳和氧之间在凝固过程中基本上不发生反应的程度。

激光(束)焊接(名词)——使用激光光束作为热源的焊接方法。

批(名词)——在被认为相同的状态下制造的一定数量的产品。

低合金钢(名词)——碳素钢或无晶隙钢以外的钢，符合标准要求每一规定的合金元素的最小含量、低于合金钢定义中的适用限值。

制造厂(名词)——负责将材料转换成符合产品标准要求产品的机构。

微合金钢（名词）——符合要求存在可形

成碳化物、氮化物或碳-氮化物的形成元素的材料标准的一种低合金钢。一般，这些形成元素的单一质量百分比浓度小于 0.15%，可提高强度。

讨论——最为通常用的微合金化元素是铌、钛和钒。

多个炉次(名词)——在一个通常的钢水包或一个普通的非振荡的铸模中，整个或部分地结合的两个及两个以上熔化的原始炉次。

讨论：多个炉次用代表该多个炉次的单一炉号识别，或者用该多个炉次中所包含的原始炉次的单独炉号识别。由单一炉号识别的多个炉次的熔炼分析是在该多个炉次中所包含的各个原始炉次的重量平均分析。两个及两个以上依次连铸(在振荡模中浇注)的原始炉次由一系列的单独炉号组成，而不是多个炉次。

镍合金（名词）——符合要求镍元素的质量百分比比任一其他元素要多的材料标准的一种材料。

讨论——在铸件中，镍含量要求通常在材料标准中无描述，且通常不做化学分析测定；但是，需要从 100%中减去标准中对所有有规定范围值或规定最大值的其他元素的许用平均值来取值。

轧制板材(名词)——从单个板坯、或者直接从铸锭在同一时间内轧制的板材产品的数量。

讨论：这一术语并不是指材料的表面状态或者热处理状态：轧制板材可以是轧制状态的，也可以经过一次或多次表面处理，或者一次或多次热处理，或者两者。

原始炉次(名词)——分批熔炼操作法的一个周期的产品。

讨论：在熔模铸造工业中，该术语使用“主炉次(master heat)”。

成品分析（名词）——从半成品或从成品取试样的一种化学分析。

重熔炉次，名词——一个原始炉次全部或部分地重熔的产品。

讨论：在熔模铸造工业中，该术语使用“次炉次(sub-heat)”。

残余元素（名词）——在钢中并非有意加入的、规定或未规定元素，它源自于在炼钢中使用的原材料、耐火材料或周边的大气。

沸腾钢(名词)——在凝固过程中，含有足够的氧在凝固金属和仍熔化的金属之间的边界生成一氧化碳的钢，结果外层中的碳量低。

半镇静钢(名词)——不完全脱氧钢，含有足够的氧在凝固过程中形成充足的滞留一氧化碳来补偿凝固收缩量。

规定元素（名词）——在钢中，按适用的产品标准的要求控制在规定的最小、最大值或范围值的一种元素。

稳定化不锈钢（名词）——符合于对铌、钽、钛或其组合给出了限值（最小值或范围值）材料标准的一种不锈钢。

讨论——这些限值有时表示为碳含量或氮含量的乘数。在适当的退火状态下，作为诸如退火、消除应力、焊接或高温应用一类的热暴露的结果，稳定化不锈钢保持对晶间腐蚀、连同在晶界上碳化铬沉淀析出的敏感性。对晶间腐蚀的敏感性取决于环境的腐蚀性。这样的与晶间腐蚀敏感性有关的稳定化状态，常常是通过一或多次晶间腐蚀敏感性的标准腐蚀试验来演示。

不锈钢(名词)——符合标准要求，按质量百分数，最小铬含量大于等于 10.5，最大碳含量小于 1.20 的钢。

钢(名词)——符合标准要求，按重量百分数，铁含量大于任何其他元素的，最大碳含量通常小于 2.0 的钢。

讨论：铁含量的要求通常不在标准中表述，并且通常不需由化学分析确定，而是取 100%减去由标准允许的所有其他元素的平均值之和，这些其他元素有规定的范围或有规定的最大值。为了检查是否符合标准，铁元素的这个计算值是在单一的基础上、与具有规定的范围或有规定最大值的每个其他元素的标准允许的平均值比较。某些含铬钢可含 2%以上的碳，然而 2%的碳通常被认为是钢和铸铁之间的分界。

形变硬化(名词)——金属在再结晶温度以

下的温度由于塑性变形造成金属的硬度和强度的提高(与加工硬化相同)。

试验记录(名词)——含有按采用的给定试验方法得到的观察值和派生值的文件或电子记录。

试验报告(名词)——表示按采用的一种或多种给定试验方法得到的适合的定性或定量结果的文件。

讨论：可以使用含有试验报告资料和合格证资料的单独文件。

未规定元素（名词）——在钢中，按适用的产品标准的并不要求控制在规定的最小、最大或范围值的一种元素。

3.2 与钢的热处理有关术语的定义：

Ac_{cm}，Ac_1，Ac_3，Ac_4——见转变温度。

Ae_{cm}，Ae_1，Ae_3，Ae_4——见转变温度。

时效硬化，名词——由时效造成的硬化，通常是在快速冷却或冷加工之后发生。

时效(名词) ——某些钢的性能变化，在大气温度或中温下在热加工或热处理之后(淬火时效，自然时效或人工时效)发生，或者是在冷加工操作之后(形变时效)发生。

讨论：由于沉淀硬化，虽然不总发生，但常常造成性能改变，并不涉及到钢的化学成分的改变。

退火(名词) ——包括多次热处理的任何一次在内的通用术语。

讨论：这一热处理意在例如降低硬度，改善机加工性，便于冷加工，产生所希望的显微组织，或获得所希望的力学的、物理的或者其他性能。当适用时，推荐使用以下更专门的术语：——黑退火，装箱退火，光亮退火，火焰退火，完全退火，石墨化退火，中间退火，等温退火，工序间退火，淬火退火，再结晶退火，球化处理退火和亚临界退火。当无限制条件时、术语“退火”强调完全退火。任何退火过程总能降低应力，然而如果该热处理用于单纯降低应力的目的时，应称为去应力处理。

Ar_{cm}，Ar_1，Ar_3，Ar_4——见转变温度。

人工时效(名词)——在室温以上温度的时效。

奥氏体回火，等温淬火(名词)——包括对钢工件进行淬火在内的热处理，从高于转变范围以上的温度足够快地放入保持在高于马氏体范围温度的介质内，以避免形成高温转变产物，并在该温度下保温直到完成转变。

奥氏体化，名词——将钢工件加热到转变温度范围以上的温度形成奥氏体组织。

烘焙(名词)——加热到一低的温度以除去气体。

间歇式炉（名词）——在热处理循环的过程中，钢制件保持固定或振荡状态的一种加热炉装置。

坯料渗碳(名词)——和渗碳作业类似，但是不加碳。

讨论：这通常是利用惰性材料替代渗碳剂来完成，或在做热处理的工件上涂适当的保护涂料。

坯料氮化(名词)——和氮化作业类似，但是不加氮。

讨论：这通常是利用惰性材料替代氮化剂来完成，或在做热处理的工件上涂适当的保护涂料。

发蓝处理(名词)——在适当的温度下，使钢的工件的无氧化皮的表面受空气、蒸汽或其他试剂的作用，从而形成一层薄的氧化蓝膜，以改善外观及抗腐蚀能力。

讨论：这一术语通常适用于薄板、钢带、或精整零件。它也被用来表示为了改善弹簧性能，对制造后弹簧进行加热。

装箱退火(名词)——使氧化最小的条件下，放在密闭容器内进行退火。

讨论：装料通常是缓慢地加热到转变范围以下的温度，但是有时也在高于或处在该温度内，然后缓慢冷却。

光亮退火(名词)——在保护性介质中退火，以防止光亮表面变色。

碳势(单位)(名词)——在规定条件下，与所考虑的渗碳介质相平衡的纯铁试样表面的含碳量。

复碳(名词)——补充在先前表面层渗碳工艺中表面层的碳损失，使这一层相当大程度地恢复到原先的碳水平。

碳氮共渗(名词)——在充气气氛下将适合的钢工件加热到 Ac_1 温度以上进行表面硬化，所充气体的组成要使表面同时吸收碳和氮，并扩散以造成浓度梯度。

渗碳(名词)——将奥氏体钢工件放到与具有足够高碳势的含碳环境接触，使表面吸收碳，并扩散以造成浓度梯度这样一种工艺过程。

表层(名词)——在表面硬化中，通过像渗碳、渗氮和感应淬火热处理，由于改变成分和微观组织或者两者的作用，结果做成外层部分硬度比心部要硬。

表面硬化(名词)——包括适用于改变钢的表面层的化学成分和微观组织或者两者的几种工艺的任何一种的通用术语。

讨论：通常使用的工艺是：渗碳并淬火硬化；氰化；渗氮和碳氮共渗。推荐使用适用的专门工艺名称。

渗入处理(名词)——通过高温扩散作用使得一种或几种元素加入钢工件外层部分。

冷处理(名词)——为了获得希望的状态或性能，例如尺寸或组织稳定性，将钢工件暴露于低于室温的温度。

预先热处理(名词)——一种为了使随后的热处理产生所希望的反应，用于钢工件做好准备的初步热处理。

连续带式炉（名词）——在热处理循环过程中，有意使得钢制件恒速通过的一种加热炉装置。

控制冷却(名词)——为了避免硬化、开裂或内部损伤，或为了产生所希望的显微组织或力学性能，以预定方式使钢工件从高温下冷却。

心部(名词)——在表面硬化过程中，表面硬化钢工件的成分或显微组织或两者都没有变化的内部部分。

心部(名词)——在复层产品中，多层复合金属材料的中心部分。

临界冷却速度(名词)——使奥氏体从转变范围以上温度冷却以防止其在 Ms 以上发生转变的连续冷却的最低速率。

周期退火(名词)——采用一预定的并严格控制的时间-温度周期，用于产生特定的性能或特定的显微组织的退火。

脱碳(名词)——在与碳发生反应的介质中加热，结果使得钢工件的表面碳损失。

温差加热(名词)——有意地使钢工件内部产生温度梯度的加热，从而在冷却后使得存在于工件内的应力分布为所希望的或使性能改变。

扩散涂覆(名词)——基体金属涂上另一种金属并在适合的环境中加热到足够高温度，或者暴露于含有其他金属的气体或液体介质中，因此造成涂料或其他金属向基体金属的扩散，使得它的表面的成分和性能最终改变的任何一种工艺方法。

直接淬火(名词)——在热化学工艺过程中，在热化学处理后立即淬火。

两段时效(名词)——依次采用两种不同的时效处理，控制由过饱和合金基体形成的沉淀类型，以获得希望的性能。

讨论：第一次时效处理有时称作中间处理或稳定化处理，通常在比第二次时效更高的温度下进行。

两重回火(名词)——是一种热处理，在处理过程中，淬硬了的钢工件在基本上相同的温度下接受两次完整的回火循环，以保证回火反应的完成和使最终显微组织的稳定。

铁素体回火(名词)——一种使钢工件中产生主要是铁素体基体的热处理。

火焰退火(名词)——一种直接由火焰加热的退火。

火焰硬化(名词)——只是用火焰将适合的钢工件的表面层加热到 Ac_3 或 Ac_{cm}，并使得工件得到淬火的一种工艺过程。

喷雾淬火(名词)——在雾中进行淬火。

完全退火(名词)——使钢工件奥氏体化，然后使它缓慢地冷却通过转变范围的一种退火。

讨论：对于亚共析钢奥氏体化温度通常是在 Ac_3 以上，对于过共析钢通常是在 Ac_1 和 Ac_{cm} 之间。

晶粒长大(名词)——钢工件晶粒度的增加，通常是暴露在高温下造成的。

石墨化退火(名词)——使钢工件以这样一种方式进行退火，即碳的一部分或全部沉淀成为石墨。

淬透性(名词)——决定由钢工件进行淬火产生的淬火硬度的深度及其分布的特性。

淬火硬化(名词)——由适合的热处理提高硬度，通常含加热和冷却

讨论：当适用时，推荐使用以下更专门的术语：时效硬化，表面硬化，火焰硬化，感应硬化，沉淀硬化和淬火硬化。

热处理(名词)——以能获得所希望的状态或性能的方式加热或冷却钢工件。

讨论：这一定义的含义中不包括单纯为了热加工目的的加热。

均匀渗碳(名词)——将低碳钢转化成为一个整个截面基本上均匀和有较高碳含量的钢，从而可获得特定的硬化效应的一种工艺过程。

均匀退火(名词)——将钢工件在高温下保温以消除或减少由于扩散所引起的化学偏析。

热粹火(名词)——一种用于涵盖各种各样淬火工艺的不明确的术语，该工艺中淬火介质保持在所规定温度以上160℉或70℃。

感应淬硬(名词)——在表面硬化中，只有适合的钢工件的表面层由电感应加热到高于 Ac_3 或 Ac_{cm}，然后将工件淬火的一种工艺过程。

感应淬火(名词)——在完全淬火中，只有适合的钢工件的整个截面由电感应加热到高于 Ac_3 或 Ac_{cm}，然后将工件淬火的一种工艺过程。

感应加热(名词)——由电感应进行加热。

中间退火(名词)——在最终热处理之前，在制造过程中的一个或多个工序对锻轧钢工件进行退火。

分级时效处理(名词)——在两种或多种温度下依次进行时效处理，并在每个阶段冷却到室温。

断续淬火(名词)——当工件的温度显著地高于淬火介质的温度时，将正在淬火的工件从淬火介质中取出的一种淬火。

等温退火(名词)——使钢工件奥氏体化，随后进行冷却；并保持在奥氏体转变为铁素体—碳化物集合体的温度。

等温转变(名词)——在任何恒定温度下的相变。

M_f，M_s——见转变温度。

马氏体时效处理(名词)——适用于特定的合金钢类别的沉淀硬化热处理，将一种或多种金属间化合物沉淀到基本上无碳的马氏体基体中。

马氏体分级淬火(名词)——将奥氏体钢工件放在马氏体转变区的上段温度内或稍高于它的温度下的介质内淬火，并保持在该介质内直到工件的温度基本上均匀，然后放在空气中冷却通过马氏体转变区。

马氏体转变区(名词)——在 M_f 和 M_s 之间的温度段。

自然时效(名词)——在室温下过饱和固溶体的自然发生的时效。

氮化(名词)——将固态的钢工件置于适当的温度下与含氮气的环境接触使氮进入工件。

正火处理(名词)——将工件加热到高于转变区的适当温度，然后在空气中冷却到基本上低于转变区的温度。

过时效处理(名词)——在高于为获得某一性能的最大改变所要求的时间和温度条件下进行时效处理，因此使该性能变得远离最大值。

过烧(名词)——将钢工件加热到会出现晶粒过度长大的高温。

讨论：与过烧不同，通过进一步的热处理或机械加工，或者两者的组合，有可能恢复到原来的性能及显微组织。

拉线后的退火(派登脱)处理(名词)——在线材的制造中，在拉拔之前或拉拔之间将中碳钢或高碳钢加热到转变区以上的温度，并随后在空气中冷却，或浸没在铅溶液或盐溶液中冷却到低于 Ae_1 温度。

焊后热处理(名词)——在焊接之后，立即加热焊件，使它回火，消除应力或控制冷却速度，以防止形成硬的或脆性的显微组织。

沉淀硬化(名词)——由过饱和固溶体中组元的沉淀引起的硬化。

沉淀热处理(名词)——由过饱和固溶体中组元沉淀造成的一种人工时效。

预热(名词)——对工具钢，在最终的奥氏体化之前立即加热到中间温度。

预热(名词)——在焊接前，机械处理或某

些进一步热处理之前的加热。

工序间退火(名词)——在薄板或线材工业中，将钢工件加热到接近但是低于 Ac_1 的温度，并随后冷却使之软化，以便进一步的冷加工。

分级时效(名词)——在时效周期中，通过逐步或连续地提高温度进行时效。

淬火时效(名词)——在固溶热处理之后，与淬火一起进行时效。

淬火硬化(名词)——钢工件奥氏体化后进行淬火，随后足够快地冷却，将一些或所有的奥氏体转变为马氏体。

讨论：对于亚共析钢奥氏体化温度通常是在 Ac_3 以上，对于过共析钢通常是在 Ac_3 或 Ac_{cm} 之间。

淬火冷却(淬冷)(名词)——快速冷却。

讨论：当适用时，推荐使用以下更专门的术语：喷雾淬火，热淬火，间歇淬火，局部淬火，喷液淬火和定时淬火。

重结晶(名词)——通过形成晶核并长大过程形成新的晶粒组织。

讨论：通常是在当钢工件受到适合的时间和温度条件下产生，但是也许是被迫的。

再结晶退火(名词)——对冷加工钢工件进行退火，产生无相变的新的晶粒组织。

再结晶温度(名词)——使冷加工钢工件在规定时间内发生再结晶化的大体上最低的温度。

二次硬化(名词)——某些含有一或多种碳化物生成合金元素的钢在高温回火过程中发生的硬化现象。

局部加热(名词)——只对钢工件的一定部分的有意加热。

局部淬火(名词)——只对钢工件的一定部分进行淬火。

半连续传送的加热炉(名词)——一种加热装置，在其中钢的工件在热处理的循环过程中有意按预设的‘起-停-起’的模式移动通过。

壳体硬化(名词)——当整体加热或淬火硬化适合的钢工件时，在表面硬化过程中，在紧靠工件外表及基本上是珠光体转变产物的核心四周，生成马氏体层或表壳。

讨论：这种结果靠在截面尺寸，淬透性和淬火的严酷程度之间合理平衡来实现。

欠速淬火(名词)——对特殊的钢成分、由于从奥氏体温度以低于临界冷却速度的速率冷却，从而形成除了马氏体外一种或多种转变产物的钢工件的不完全淬火。

快速回火(名词)——为了防止在前述的高温下由于回火延迟而产生裂纹，对高淬透钢在淬火后、立即进行预防性中间去应力处理。

保温(名词)——在选定的温度下长时间地保温。

固溶热处理(名词)——将钢工件加热到适当的温度，并在该温度下保温足够长时间，以使一种或多种组元溶入固溶体内，并随后足够快地冷却使这些组元保持在固溶体中。

球化退火(名词)——对钢工件进行加热及冷却，使碳化物在其显微组织中成球形或球状。

讨论：通常使用的球化方法有：(1)在刚好低于 Ae_1 的温度下长期保温；(2)在刚好高于和低于 Ae_1 的温度下交替加热和冷却；(3)加热到高于 Ae_1 或 Ae_3 的温度、然后在炉内缓慢冷却，在刚好低于 Ae_1 的温度下保温；(4)从所有碳化物溶解的最低温度、以适合于防止碳化物网格重新组成的速度冷却，然后按上述方法(1)或(2)再次加热。(用于含碳化物网格的过共析钢)

喷液淬火(名词)——在液体的喷雾中淬火。

稳定化处理(名词)——用于稳定钢工件的显微组织或尺寸的任何热处理。

形变时效(名词)——由冷加工引起的时效。

去应力退火(名词)——将钢工件加热到适合的温度，保持足够长时间以减小残余应力，并随后足够缓慢地冷却使新产生的剩余应力最小。

亚临界退火(名词)——在稍低于 Ac_1 的温度下退火。

表面淬火(名词)——包括仅仅由淬火硬化的几种工艺的任何一种的通用术语，在钢工件中产生一比核心部分要硬或更耐磨的表面层。

讨论：表面层的化学成分没有明显的变化。当适用时，推荐使用以下更专门的术语：感应硬化，火焰硬化和表面硬化。

回火脆性(名词)——当某些钢在低于转变区以下的某一个温度范围保温或者缓慢冷却时，产生的脆性。

回火(名词)——将淬火硬化或正火后的钢工件再次加热到低于 Ac_1 的温度，并随后以任何希望的冷却速度冷却。

化学热处理(名词)——在能改变钢工件的化学成分的介质中进行的热处理。

控时淬火(名词)——保持在淬火介质中的时间是受控的所进行的分级淬火。

转变区(名词)——是一种温度区，在其中加热时形成奥氏体，并在冷却时发生转变。

讨论：两个转变区是不同的，有时会重叠但从不一致。转变区的极限温度是依据钢的成分及温度变化的速率，特别由在冷却过程中的速率而定。

转变温度(名词)——使用以下符号标称的转变区极限温度，发生相变处的温度。

Ac_{cm}——在加热过程中完成渗碳体固溶到奥氏体中的温度。

Ac_1——在加热过程中开始形成奥氏体的温度。

Ac_3——在加热过程中完成由铁素体转变为奥氏体的温度。

Ac_4——在加热过程中由奥氏体转变为 δ 铁素体的温度。

Ae_1，Ae_2，Ae_{cm}，Ae_4——在平衡点相变的温度。

Ar_{cm}——在冷却过程中渗碳体开始沉淀析出的温度。

Ar_1——在冷却过程中由奥氏体转变为铁素体，或转变为铁素体加渗碳体的温度。

Ar_3——在冷却过程中由奥氏体转变为铁素体的温度。

Ar_4——在冷却过程中由 δ 铁素体转变为奥氏体的温度。

M_f——在冷却过程中基本完成由奥氏体转变为马氏体的温度。

M_s——在冷却过程中开始由奥氏体转变为马氏体的温度。

讨论：除了形成马氏体以外，所有上述转变在冷却过程中比在加热过程中温度低，并随温度的变化速率而定。

锻轧钢管道用管配件的共同要求

SA-960/SA-960M

（与 ASTM 标准 A 960/A960M—07 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括一组适用于锻轧钢管道管配件的共同要求，这些管配件包括在本标准或其一部分引用的任一个下列单项产品标准或任何一个 ASTM 标准中：

标准名称	ASTM 标准号
中、高温用锻轧碳钢和合金钢管道管配件	A 234/A 234M
锻轧奥氏体不锈钢管道管配件	A 403/A 403M
低温用锻轧碳钢和合金钢管道管配件	A 420/A 420M
改良缺口韧性的对接焊锻轧碳钢管道管配件	A 758/A 758M
低温和中温下一般腐蚀用、焊接状态的锻轧奥氏体不锈钢管道管配件	A 774/A 774M
锻轧铁素体，铁素体/奥氏体和马氏体不锈钢管道管配件	A 815/A 815M
低温和耐腐蚀用热处理碳钢管道管配件	A 858/A 858M
锻轧高强度低合金钢的高强度对接焊管道管配件	A 860/A 860M

1.2 单项产品标准的要求和本通用要求标准的要求之间有抵触时，单项产品标准的要求优于本标准。

1.3 经采购方和供货方相互协商，可规定附加要求(见 4.1.7)。任何这些附加要求的合格验收应依据与供货方的协议，并必须包括在由采购方和供货方同意的采购订单中。

1.4 以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应分别视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不是精确相等，故两种单位制必须独立地分别使用。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非订单中规定采用带“M”字母的标准号(SI 单位)，否则材料将以英寸-磅单位供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 29/A 29M 热锻轧和冷精整碳钢和合金钢棒材通用要求

A 234/A 234M 中、高温用锻轧碳钢和合金钢管道管配件

A 262 测定奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性实用规程

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 388/A 388M 大型钢锻件超声波检验

A 403/A 403M 锻轧奥氏体不锈钢管道管配件

A 420/A 420M 低温用锻轧碳钢和合金钢管道管配件

A 700 钢制品国内运输的包装、标志及装载方法的实用规程

A 751 钢制品化学分析方法、实验操作和术语

A 758/A 758M 改良缺口韧性的对接焊锻轧碳钢管道管配件

A 763 检测铁素体不锈钢中晶间腐蚀敏感性的实用规程

A 774/A 774M 低温和中温下一般腐蚀用、焊接状态的锻轧奥氏体不锈钢管道管配件

A 815/A 815M 锻轧铁素体，铁素体/奥氏体和马氏体不锈钢管道管配件

A 858/A 858M 低温和耐腐蚀用热处理碳钢管道管配件

A 860/A 860M 锻轧高强度低合金钢的高强度对接焊管道管配件

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语标准

A 967 不锈钢零件的化学钝化处理

E 165 液体渗透检验的试验方法

E213 金属钢管和管子超声波检验的实用规程

E 709 磁粉检验导则

E 1916 识别和分离金属混批用的导则

2.2 美国军用标准

MIL-STD-163 钢材轧品发运和储存前的处理

2.3 阀门和管配件工业标准的制造商标准化协会(MSS)标准

MSS SP-25 阀门、管配件、法兰和活接头的标准标志系统

MSS SP-43 轻重量不锈钢对接焊管配件的标准实用规程

MSS SP-75 高级锻轧对接焊管配件

MSS SP-79 承插焊异径插头

MSS SP-95 模锻接套和大堵头

2.4 美国无损试验学会标准

SNT-TC-1A 无损检测人员资格评定和取证的推荐实用规程

2.5 ASME 标准

B16.9 钢对接焊管配件

B16.11 承插焊和螺纹连接锻钢管配件

第Ⅸ卷,《焊接评定》

3 术语

3.1 专门用于本标准和有关单项产品标准术语的定义

3.1.1 棒材——实心的,沿整个长度有较恒定的横截面,较它的横截面尺寸要长。有关热锻轧和精整棒材产品的定义,见 A29/A29M 标准。

3.1.2 认证机构——负责产品对标准要求符合性,做标志和出合格证的公司或协会。

3.1.3 管配件——用于管道系统和压力容器的非螺纹接头的部件。

3.1.4 法兰——用于管道系统和压力容器的螺纹接头的部件。

3.1.5 锻件——基本上是热的或冷的加压塑性加工工序的产品,压实材料并产生所要求形状。

3.1.6 讨论——塑性加工必须由例如锤击机、压机或环轧机一类锻造机械进行,并必须使材料变形以使整个材料横截面产生基本上是锻轧的组织。

3.2 定义——本标准中所使用的其他术语,参见 A941 术语标准。

4 订货须知

4.1 在采购订单中规定为采购所需材料必须的全部资料是采购方的责任。这些资料的例子包括但不限于下列资料:

4.1.1 数量;

4.1.2 管配件的说明和公称尺寸(标准或专用);

4.1.3 钢的成分、级别和类别标号;

4.1.4 制作方式,无缝的或焊接的(除了采购方规定无缝或焊接制作的外,由供货方决定可以供任何一种);

4.1.5 标准号(包括出版年份和日期);

4.1.6 补充要求;

4.1.7 附加要求。

5 材料

5.1 管配件的材料应由锻件、棒材、板,和无缝或焊接管状制品组成。

5.2 钢应符合单项产品标准的化学成分要求,并且可以采用任何冶炼方法制造。

5.3 铁素体钢应是全镇静钢。

5.4 如果采用两次熔炼,一个炉次应定义为由初炼炉次再熔炼的全部钢锭。

6 制造

6.1 锻造或成形操作可按包括在单项产品标准中的任何一种方法进行。

6.2 小于等于 NPS 4 的空心圆柱体形状的零件可由棒材或无缝管状的材料机加工制成,只要该零件的轴向长度大体上与管配件的轴向长度平行。弯头,180°弯头,三通和集箱三通不得直接由棒坯料加工。

6.3 在高温下成型之后,管配件应按合适的状态冷却到低于临界范围以下的温度以防止冷却过快造成损害。

6.4 除了由原管道制造厂在不添加填充金属下焊接的焊缝不需要作焊接评定外，所有类别管配件的焊工、焊接操作工及焊接工艺规程需按 ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅸ卷的规定做质量评定。

7 热处理

7.1 要求热处理的管配件应按单项产品标准的规定使用下列工艺方法进行热处理。

7.1.1 完全退火——管配件应均匀地再加热到高于转变区的温度，并在该温度下保温足够长时间，然后缓慢地冷却到低于转变区的温度。

7.1.2 固溶热处理——管配件应加热到使碳化物溶入固溶体内的温度，并随后在水中淬火，或采用防止再次沉淀的其他方式快速冷却。

7.1.3 等温退火——等温退火应由铁基合金奥氏体化，随后冷却到并在奥氏体转变为相对较软的铁素体-碳化物集合体的温度区内保温组成。

7.1.4 正火——管配件应均匀地再加热到高于转变区的温度，然后在室温空气中冷却。

7.1.5 回火和焊后热处理——管配件应再加热到低于上述转变区的温度，在该温度下保温时间大于按最厚截面每 1in.(25.4mm)0.5h 或 1h，然后在静止空气中冷却。

7.1.6 去应力处理——管配件应均匀地加热到选定的去应力温度。该温度不得偏离选定温度超过±25℉(±14℃)。

7.1.7 淬火和回火——管配件应完全奥氏体化，并立即放入合适的液体介质中淬火。淬火后的管配件应再加热到高于最低 1100℉(590℃)温度，然后在静止空气中冷却。

8 化学成分

8.1 化学分析——化学分析的试样和试验方法应按 A 751“钢制品化学分析用试验方法，实验操作和术语”标准。

8.2 熔炼分析——每一炉钢的分析应由钢厂完成，以确定在单项产品标准中规定的这些元素的百分数。如果采用两次熔炼工艺，则熔炼分析应从每一初次熔炼的一个重熔锭上得出。这样测定的化学分析应符合单项产品标准的要求。注意成品(校核)分析偏差不适用于熔炼分析要求。

8.2.1 引用本标准的通用要求、而按照产品标准订购的钢，除了对不锈钢的氮元素外，不应含有对订购级别钢未规定的元素到如此程度，以至于使得它符合了对具有要求最小含量规定元素的另一级别钢的要求。就此要求而言，某一级别钢的定义是：由它自己的 UNS 标号或级别标号独立描述及识别的一种合金。这两种标号列在本标准所包括的、被列举出的任一标准的化学成分要求表格内。

8.3 成品分析——如果进行成品分析，则应按照 A 751“钢制品化学分析用试验方法，实验操作和术语”标准进行。这样测定的化学成分应符合产品标准的限值，要符合该标准的表 1 和表 2 适用于所供应级别钢的允许偏差范围。

9 力学性能要求

9.1 力学性能试验方法——所有试验应按 A 370“试验方法和定义”进行。

9.2 试样应代表从同一炉号和热处理装料的所有材料，材料的最大厚度不大于试样或坯料厚度多于¼in.(6mm)。

9.3 从每一热处理装料中的每一炉次，应按 9.2 条要求在室温下做一个拉伸试验。

9.3.1 如果热处理是在连续式或分批式炉内进行，炉温控制在所要求热处理温度的±25℉(±14℃)内，并装配有记录式高温仪以便得到热处理的全部记录，并且假如拉伸试验所代表的管配件采用了相同的热处理循环，则应要求每一炉号做一个拉伸试验来代替按 9.2 条对每一热处理装料的每一炉号做一个拉伸试验。

9.4 复试——当产品标准允许复试时，则应用原来不合格的代表试样的两倍数量进行。如果任一试样不符合产品标准对有问题的性能的要求时，则该试样代表的一批应拒收或按第 14 节重新加工。

9.4.1 如果拉伸试验的结果不符合产品标准规定的要求，允许按 A 370“试验方法和定义”中所述进行复试。如果任何拉伸试样的试验结果是由于在试验中试样呈现瑕疵而小于规定值，则只要该缺陷不能归属于钢材断裂，裂纹或剥落，则允许复试。

9.4.2 如果平均冲击能量值符合产品标准要求，但有一个能量值低于对单个试样规定的最小值，则允许复试。复试应按 A 370“试验方法

和定义”进行。

9.5 为了确定是否符合产品标准要求，试样应从成品获得，或从如生产材料作相同加工状态和热处理的生产材料上获得。

10 硬度要求

10.1 零件应符合产品标准中规定的硬度要求

10.2 硬度试验的取样应符合产品标准。

11 拉伸要求

11.1 零件应符合产品标准中规定的拉伸性能要求。

11.2 拉伸试验的取样应符合产品标准。

11.3 当所要试验的材料尺寸允许时，拉伸试验试样应机加工到 A 370“试验方法和定义”规定的标准 2in.(50mm)标距长度拉伸试样的形状和尺寸。

11.3.1 当截面尺寸较小、不允许取 11.3 条所述的标准试样时，应是 A 370“试验方法和定义”规定的机加工的小尺寸圆形和条状试样。拉伸试样应尽可能大些。

12 冲击要求

12.1 零件应符合产品标准中规定的冲击性能要求。

12.2 冲击试验的取样应符合产品标准。

13 水压试验要求

13.1 按本标准制造的零件应通通过与相等材料的规定匹配公称管的额定压力相一致的水压试验。这样的试验只有在采购订单有规定时才需进行，或者是在采购方指定水压试验补充要求时才进行。

14 重新加工

14.1 当一个或多个代表试样或复试试样不符合产品标准对试验性能的规定要求时，由该试样代表的批可以根据下列要求重新加工。

14.1.1 如果原先是在未作处理状态下做的试验，则产品可按产品标准进行热处理重新加工并随后复试。

14.1.2 如果原先是在热处理状态下做的试验，则产品可按产品标准进行再次热处理重新加工并随后复试。

15 表面质量和外观

15.1 零件应符合采购订单规定的尺寸，公差和表面质量。按 ASTM 标准要求订购的零件应符合单项产品标准的要求。

15.2 零件的表面质量应允许探测可被目视检查发现的缺陷。当需要时，在进行最终表面检查前，表面精整零件应清洁到除去所有的松散的氧化皮和工艺润滑剂。这一表面清理过程不得有损于表面质量，材料性能或冶金结构。清洁过的零件应加以保护防止再次污染。在随后用作承插焊及对接焊零件上的保护涂料应适合于焊接而不需要清除涂料。当采购订单中有规定时，零件可以成型状态供货。

15.3 按本标准供货的管配件应经过目视检查。挑选出的典型的表面不连续性应检测其深度。除非在采购订单中另有规定，则应采用以下规定：

15.3.1 符合 ASME B16.9，和 MSS-SP-43 的管配件，除 15.3.3 和 15.3.4 条中规定外，应没有深达超过规定公称壁厚 5%的表面不连续性。符合 ASME B16.11 和 MSS-SP-79 的管配件，除 15.3.4 条中规定的外，在关注点应没有深度超过实际壁厚 5%或1/16in.(1.6mm)的表面不连续性，取两者的较小值。

15.3.2 除了按15.3.3和15.3.4条中定义的外，深度超过规定公称壁厚 5%的表面不连续性应由制造厂采用机加工或打磨的方法清除、直到完好金属，并且修理部位应光滑地过渡到完工的管配件的外表面。除了符合 MSS-SP-75 的管配件外，所有点的壁厚应至少为规定的最小壁厚，或者规定公称壁厚的 87.5%，且其直径应在适用的尺寸标准中规定的限值范围内。

15.3.3 深度超过1/64in.(0.4mm)的表面细裂纹(鳞皮)应清除。

15.3.4 深度超过1/16in.(1.6mm)的机加工痕应清除。

15.3.5 当因清除表面不连续性而使任何一点的壁厚减小到小于规定的最小壁厚，则该管配件应拒收，或按第 16 节进行修补。

16 焊接修补

16.1 采购方可通过在采购订单中引用适当的补充要求，要求供货方对建议的焊接修补需经批准。

16.2 如果采购方不要求对建议的焊接修补事先批准，则应允许按供货方的决定进行。所有焊接修补应按下列限制和要求进行：

16.2.1 焊接工艺规程、焊接操作工和焊工应按 ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅸ卷评定合格。焊缝熔敷金属的化学成分应适合于被焊材料的成分。

16.2.2 焊接前应采用机加工、铲削或打磨方法完全除去缺陷，直到完好金属。这些缺陷的清除应根据适用性，按 E 709“导则”采用磁粉检验或按 E 165“试验方法”采用液体渗透检查进行验证。

16.2.3 在焊接修补后，焊接部位应通过机加工或打磨光滑地过渡到原来的外形，并应根据适用性，按 E 709“导则”采用磁粉检验或按 E 165“试验方法”采用液体渗透检查验证这些缺陷已完全去掉。

16.2.4 未经采购方的事先批准，修补焊接不得超过零件外表面积的 10%，或成品壁厚的 33⅓%，或者修理部位最大⅜in.(10mm)深度。

16.2.5 当产品标准有规定时，焊接修补过的材料或零件，或者两者应标志字符号“RW”。

16.3 当产品标准引用到任何附加要求时，焊接修补应符合附加要求。

17 检查

17.1 供货方应为采购方的检查员提供所有必要的设施以使他确认材料是按本标准及适用的产品标准生产和提供的。采购方进行现场检查对供货方的操作无不必要的干扰。

18 拒收和复审

18.1 代表由采购方拒收材料的试样应予保留，直至拒收要求的处理在供货方和采购方之间已达成协议。

19 标志

19.1 在每一件管配件上应清楚地标志出 ASTM 标准号，级别和类别，验证机构的名称或符号，炉号或炉次识别号，尺寸和所适用的壁厚序号或壁厚。产品的标志不要求标志出标准的出版年号和日期。除了词汇“钢”不得替代 ASTM 标准号外，阀门和管配件工业制造商会的“阀门、管配件、法兰和活接头的标准标志系统(MSS SP-25)”。

19.2 当产品标准引用到任何附加要求时，产品标志应符合附加要求。

20 合格证书

20.1 第 19 节中要求的 ASTM 标准号和其他识别标志的使用，应证明材料或零件，或者两者是按标准的要求提供的。

20.2 当要求试验报告时，它应包括出版年号和日期，并应可追踪所代表的零件。此外，合格证应包括本标准，产品标准和采购订单要求的所有试验结果。钢厂和任何随后的供货方应提供产品标准和采购订单要求的专门资料。

20.3 从电子数据交换(EDI)传送打印出的或使用电子数据交换形式的检验合格证应视作和出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI 传送文件的内容应符合在采购方和供货方之间任何存在的 EDI 协议。

20.4 尽管没有签名，提供打印的合格证或 EDI 传送的合格证的组织对报告的内容负责。

21 包装、发货标志和装运

21.1 包装、发货标志和装运应按 A 700 实用规程进行。

21.2 当在合同或订货单中规定时，和/或由政府直接采购或直接发运给政府部门时，并当规定 A 级时，焊管，包装和装箱应按 MIL-STD-163 的 A 级要求。

22 关键词

22.1 奥氏体不锈钢 耐腐蚀用途 铁素体/奥氏体不锈钢 铁素体不锈钢 高强度低合金钢 马氏体不锈钢 管道用途 承压件 压力容器用 不锈钢管配件 高温使用 低温使用 中温使用

表1 低合金钢和碳钢的成品分析偏差[1]

元 素	极限值或规定范围的最大值，%	大于最大限值，或小于最小限值的允许偏差，%
C	≤0.30	0.01
	>0.30~0.75	0.02
	>0.75	0.03
Mn	≤0.90	0.03
	>0.90~2.10	0.04
P	对所有限定	0.005
S	≤0.060	0.005
Si	≤0.40	0.02
	>0.40~2.20	0.05
Ni	≤1.00	0.03
	>1.00~2.00	0.05
	>2.00~3.00	0.07
	>5.30~10.00	0.10
Cr	≤0.90	0.03
	>0.90~2.10	0.05
	>2.10~3.99	0.10
Mo	≤0.20	0.01
	>0.20~0.40	0.02
	>0.40~1.15	0.03
V	≤0.10	0.01
	>0.10~0.25	0.02
	>0.25~0.50	0.03
	最小值，只有负偏差	0.01
Nb	≤0.14	0.02
	>0.15~0.50	0.06
Ti	≤0.85	0.05
Al	≤0.10	0.03
	>0.10~0.20	0.04
	>0.20~0.30	0.05
	>0.30~0.80	0.07
	>0.80~1.80	0.10
Pb[2]	0.15~0.35	0.03
Cu	≤1.00	0.03
	>1.00~2.00	0.05

① 铬含量小于4.00。

② 对铅的成品分析偏差对0.15%~0.35%规定范围的上、下偏差都适用。

表2 [illegible]

元 素	规定范围的最大值的上限，%	大于最大限值，或小于最小限值的允许偏差，%
C	≤0.010	0.002
	>0.010~0.030	0.005
	>0.030~0.20	0.01
	>0.20~0.80	0.02
	>0.80~1.20	0.03

表 2(续)　高合金和不锈钢的成品分析偏差[①]

元　素	规定范围的最大值的上限,%	大于最大限值,或小于最小限值的允许偏差,%
Mn	≤1.00	0.03
	>1.00~3.00	0.04
	>3.00~6.00	0.05
	>6.00~10.80	0.06
	>10.00~15.00	0.10
	>15.00~20.00	0.15
P	≤0.040	0.005
	>0.040~0.20	0.010
S	≤0.040	0.005
	>0.040~0.20	0.010
	>0.20~0.50	0.020
Si	≤1.00	0.05
	>1.00~3.00	0.10
	>3.00~6.00	0.15
Cr	>4.00~10.00	0.10
	>10.00~15.00	0.15
	>15.00~20.00	0.20
	>20.00~30.00	0.25
Ni	≤1.00	0.03
	>1.00~5.00	0.07
	>5.00~10.00	0.10
	>10.00~20.00	0.15
	>20.00~30.00	0.20
	>30.00~40.00	0.25
	>40.00	0.30
Mo	>0.20~0.60	0.03
	>0.60~2.00	0.05
	>2.00~7.00	0.10
	>7.00~15.00	0.15
	>15.00~30.00	0.20
Ti	≤1.00	0.05
	>1.00~3.00	0.07
	>3.00	0.10
Nb	≤1.50	0.05
Ta	≤0.10	0.02
Cu	≤0.50	0.03
	>0.50~1.00	0.05
	>1.00~3.00	0.10
	>3.00~5.00	0.15
	>5.00~10.00	0.20
Al	≤0.15	-0.005,+0.01
	>0.15~0.50	0.05
	>0.50~2.00	0.10
	>2.00~5.00	0.20
	>5.00~10.00	0.35

表2(续) 高合金和不锈钢的成品分析偏差①

元 素	规定范围的最大值的上限,%	大于最大限值,或小于最小限值的允许偏差,%
N	≤0.02	0.005
	>0.02~1.00	0.01
	>0.19~3.00	0.02
	>0.25~5.00	0.03
	>0.35~10.00	0.04
	>0.45	0.05
V	≤0.50	0.03
	>0.50~1.50	0.05
Ce	≤0.20	0.01
W	≤0.50	0.20
	>0.50~1.00	0.30
	>1.00~2.00	0.50
	>2.00~4.00	0.60

① 铬含量4.00%或更大。

补 充 要 求

除非在采购订货单中规定，不应考虑这些要求。在这种情况下除另有协议的外，所规定的补充要求应在制造厂内进行，用采购方的费用。在材料发货之前，规定的试验应经过采购方检查员的见证，假定在采购订货单中这样规定时。从节号 S50 开始的理由是为了排除与单项产品标准中的补充要求可能发生的混淆。

S50 成品分析（见注 S50.1）

S50.1 成品分析应在每一炉次的母材上进行，并且，当为焊接结构时，则应在提交发货的焊接管配件材料的每一批号上进行。成品分析应符合第 8 节中规定的要求。

S51 拉伸试验（见注 S50.1）

S51.1 对管配件应按每批（见注 S50.3），在其中的一个管配件上或代表性试件（见注 S50.2）上进行一次拉伸试验。当管配件为焊接结构时，试样应包括焊缝在内，并制备成使焊缝位于试样的中点位置。然而，成品管配件的拉伸性能在任何时候均不得低于单项产品标准中所列的要求。

注 S50.1 如果补充要求 S50、S51 或 S63 中规定试验的任何一项试验结果不符合要求，则可在由制造厂负担的、两倍于原先数量的外加管配件或代表性试件上进行复试，它们应取自按补充要求 S50、S51 或 S63 定义的相同炉次或批号上制取，每一项复试结果应符合规定的要求。

注 S50.2 当管配件由于尺寸上的限制不能取得供拉伸试验或晶间腐蚀弯曲试验用的试样时，应获得代表性试件。这样的试件应从它代表的相同批次钢取得，且应具有大约相同的加工量。此外，这些代表由棒材、钢板或锻件制造的管配件的试件应具有与管配件的最大横截面相等的横截面积，代表由公称管制造管配件的试件应具有与管配件相等的外径和壁厚。焊接结构管配件用的试件应按与其所代表的管配件相同的焊接工艺制造，并来自与之相同的材料。

注 S50.3 “批”应是在装备有高温记录仪可获得热处理的完整记录的、炉温可控制在 50℉（28℃）以内的间歇或连续式热处理炉内热处理过的，并由相同型式、尺寸和壁厚的、由同一炉钢材料（其制造焊接是使用一个批号的焊条或同一炉的焊丝完成）制造的所有管配件组成。

S52 液体渗透检验

S52.1 所有的表面应经液体渗透检验。试验方法应按 E 165 实用规程。合格验收限值应按采购方的规定。进行该试验的人员应按 SNT-TC-1988进行资格评定。

S53 磁粉检验

S53.1 所有可接近的表面应经磁粉检验。试验方法应按 E 709 实用规程。合格验收限值应按采购者的规定。进行该试验的人员应按 SNT-TC-1988进行资格评定。

S54 水压试验

S54.1 水压试验应按制造厂和采购方达成的协议进行。

S55 棒坯管配件

S55.1 不允许由实心棒坯机加工制造的管配件。

S56 特殊热处理

S56.1 进行特殊热处理需经采购方和制造厂双方商定。

S57 硬度试验

S57.1 如果要求测试管配件的实际硬度，其测试方法和次数应由采购方和制造厂双方商定。

S58 特殊管配件

S58.1 对于只有部分尺寸或形状符合，因而不符合 ASME B16.9、B16.11，MSS SP-79 和 MSS SP-95 标准尺寸要求的管配件，应满足单项产品标准的所有其他要求。另外根据第 19 节要求作标志，在单项产品标准的级别符号之后应加上“S58”符号。

S59 同心异径管配件的热处理

S59.1 通过对管配件部分加热成形的同心异径管随后应作退火，正火，或正火加回火热处理。

S60 小尺寸管配件的标志

S60.1 对于在任何方向上、可供打标志的部位小于1in.(25mm)的小尺寸管配件，强制性地要求有试验报告；并且标志可只限于仅仅为识别试验报告对应零件所需的符号或代码。

S60.2 当管配件的形状或尺寸不允许将标志直接地标记到其上时，标志的方法应由采购方和钢厂双方商定。

S61 磷及硫含量

S61.1 管配件的磷和硫的含量不应大于0.025%。

S62 超声波试验

S62.1 每一个管配件或加工管配件用的原材料应做超声波试验测定它的完好程度。当适用时，试验方法应按A 388/A 388M实用规程。合格验收限值应由采购方规定。进行无损检验人员的资格评定应按SNT-TC-1A-1988或更新的版本。

S62.2 每一个管配件或从上制造每一个管配件的原材料应经超声波试验，以测定其完整性。所采用的超声波试验方法应按E 213实用规程。合格验收限值应由采购方作出规定。实施超声波检验人员的资格评定应按SNT-TC-1A-1988或更新的版本。

S63 晶间腐蚀弯曲试验（见注S50.1）

S63.1 每一批（见注S50.3）管配件应在一个管配件或代表性试样（见注S50.2）上进行晶间腐蚀弯曲试验。如果管配件是焊接结构的，则弯曲试样应包括焊缝在内，并使焊缝位于试样的中点长度位置。含有焊缝的试样应这样弯曲使得焊缝的位置处在最大弯曲点上。试验方法根据适用性应按A 262实用规程或A 763实用规程。

S64 显微照片

S64.1 应从每一批供货的管配件取一只做100倍直径的显微照片，仅供反映实际基体金属组织资料用。显微照片应按管配件尺寸，壁厚，批识别号和炉号进行识别。批的定义应按采购方的规定。

S65 表面精整

S65.1 机加工的表面应具有最大为250μin. AARH[6.3μm]的表面粗糙度。所有其他表面应适合于超声波试验。

S66 焊接修补

S66.1 未经采购方的事先允许不得进行补焊。

S67 夏比V形缺口试验

S67.1 夏比V形缺口试验应按订货单上的规定。应规定试验温度，合格标准，试验数量和试验位置(是否对母材金属，焊缝金属或焊缝的热影响区)。

S68 特殊缺口韧性

S68.1 冲击试验温度或合格值，或者两者应经双方协议，但是只限于较低温度或较高的能量值。

S69 磁粉检验-焊缝金属

S69.1 所有可接近的焊缝应按E 709实用规程进行检验。可接近的焊缝的定义是所有的外表面，直径大于等于24in.(610mm)管配件的所有内表面，和直径小于24in.(610mm)管配件的距离端部一个直径以内的内表面。

S69.2 合格验收标准——下列指示为不合格：

S69.2.1 任何裂纹和线性指示；

S69.2.2 尺寸大于$\frac{3}{16}$in.(4.8mm)的圆形指示；

S69.2.3 任何直线间隔$\frac{1}{16}$in.(1.6mm)的4个或更多指示；

S69.2.4 当主要尺寸的取向是包括所评定指示的最大个数的面积、其主要尺寸不超过6in.(150mm)时，任何6in.^{2}(4000mm^2)表面内，10个或更多指示。

S69.3 进行无损检验人员的资格评定应按SNT-TC-1A-1988或更新的版本。

S70 焊缝金属的液体渗透检验

S70.1 所有可接近的管配件表面应按E 165实用规程进行检验。可接近的定义同S69。

S70.2 合格验收标准应按S69.2。

S70.3 进行无损检验人员的资格评定应按

SNT-TC-1A-1988 或更新的版本。

S71 产品标志

S71.1 焊接修补零件应作标志“S71”。

S72 无损电磁(涡流)试验

S72.1 由制造厂自定，涡流试验用标定管子，应包括位于焊缝上的下列任何一种不连续性，用于确定拒收的最小敏感水平。

S72.2 钻孔——一个直径不大于 0.031in.(0.79mm)的孔应沿径向钻透管壁，钻孔时应小心避免管子的变形。

S72.3 横切缺口——使用直径¼in.(6mm)圆形工具或圆锉，正切管子的表面、并垂直于管子的轴线锉或铣出缺口。缺口深度应不超过管子规定壁厚的 12.5% 或 0.004in.(0.102mm)，取其大值。

S72.4 纵向缺口——在管子的外表面平行于管子轴线的径向平面上机加工出宽度小于等于 0.031in.(0.79mm)的缺口，缺口深度应不超过管子规定壁厚的 12.5%或 0.004in.(0.102mm)，取其大值。缺口的长度应与试验方法相适应。

S72.5 产生大于等于标定缺陷信号的管配件应于拒收。在经过再次加工的管配件必须通过原先经受的相同试验。

S72.6 进行无损检验人员的资格评定应按 SNT-TC-1A-1988 或更新的版本。

S73 焊缝金属分析

S73.1 应报告焊缝金属的分析结果。

S74 焊接工艺试验记录

S74.1 应提交焊接工艺试验记录。

S75 重熔钢的化学分析

S75.1 每一重熔钢锭应指定惟一的识别编号。

S75.2 每一重熔钢锭应做化学分析。

S76 电抛光奥氏体级别

S76.1 所有电抛光的奥氏体管配件具有按 A 967 标准的清洁度。

S76.2 有关 A 967 标准的试验方法的细节应是按制造厂和采购方之间的协议。

S77 真实的材料识别标志检验

S77.1 管配件应接受真实的材料识别标志，以确保在管配件的制造和做标志的过程中不发生材料级别的混乱。

S77.2 管配件应接受按 E 1916 导则做的真实材料识别标志检验。

S77.3 检验数量应为订购数量管配件的 100%。

S77.4 所有材料级别不符合的管配件，应予拒收。

S77.5 经本材料识别标志检验合格的管配件，应按采购方和制造厂的商定做标志。

S78 氢氟酸性烷基化作用下用的碳钢产品的要求

S78.1 产品应以正火热处理状态供货。

S78.2 基于熔炼分析得出的最大碳当量(*CE*)应如下：

	最大碳当量 (*CE*)
最大规定截面厚度 ≤1in. (25mm)	0.43
最大规定截面厚度 >1in. (25mm)	0.45

S78.3 碳当量 (*CE*) 应按下式确定：

$$CE = C + Mn/6 + (C_1 + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

S78.4 基于熔炼分析得出的钒和铌的最大含量，应为：

V≤0.02wt%

Nb≤0.02wt%

V+Nb≤0.03wt%

S78.5 基于熔炼分析得出的镍和铜的含量之和，应不大于 0.15wt%。

S78.6 最小的碳含量应为 0.18wt%，最大的碳含量应按相应级别的要求。

S78.7 焊接修理用的焊缝不得使用 E60XX 类型的电焊条。推荐使用 E70XX 类型的电焊条，并且其所生成的焊缝成分应符合与上列母材相同的化学成分的要求。

S78.8 除了本标准中的产品标志的要求外，在每一个产品上用钢印打上或标志的“HF-N”

的标志，以表明产品部件符合本条补充要求的规定。

S79 压力设备指令*——力学性能试验

S79.1 夏比冲击试验应在计划的最低运行温度下，但不高于68℉（20℃）温度下完成。

S79.2 冲击试验的次数应与产品标准中对拉伸试验的规定次数相同，对每一要求的拉伸试验使用3个单个夏比试样。

S79.3 夏比冲击试验的最小单个试样吸收能应为：20ft·lbf（27J）。

S79.4 应在5倍于试样直径的（5*D*）标距长度上，测定拉伸试样的最小伸长率，且不得小于14%。

S79.5 冲击和拉伸试验的试验结果应包括在产品的合格证书中。

*指欧洲标准化委员会（CEN）发布的“压力设备指令”。——译注。

附 件

（强制性资料）

A1 对纳入新材料的要求

A1.1 在下列条件下，可建议将新材料纳入本标准的共同要求引用的标准中：

A1.1.1 将新的级别添加到一个标准中的申请，应提交给对该标准具有管辖权的分委员会主席。

A1.1.2 该申请应附带有一份说明，说明至少有一个用户需要将这一新级别纳入适用的标准中。

A1.1.3 该申请应附带有适用标准所要求的试验数据。应提交从最少三个试验批号的试验数据，并且每个是从不同的炉号。

A1.1.4 申请应提出对在适用标准中所有的全部要求。

A1.1.5 申请应说明新级别是否属于专利。

管道用钢法兰、锻造管配件及阀门零件通用要求

SA-961/SA-961M

（除 19.1 条中合格证书是强制性要求外，与 ASTM 标准 A 961/A 961M—07 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括一组适用于管道用的钢法兰，锻造管配件，阀门和零件的通用要求，它们属于下列任一单项的产品标准：

标准名称	ASTM 标准号
管道元件用碳钢锻件	A 105/A 105M
一般管道用碳钢锻件	A 181/A 181M
高温用锻轧合金钢管道法兰、锻造管配件、阀门和零件	A 182/A 182M
管道元件用要求缺口韧性试验的碳钢和低合金钢锻件	A 350/A 350M
锻造或轧制的 8%和 9%镍合金钢法兰、管配件、阀门和零件	A 522/A 522M
高压输送用管道法兰、管配件、阀门和零件碳钢和合金钢锻件	A 694/A 694M
低温用锻造碳钢和合金钢法兰	A 707/A 707M
管道部件用具有内在缺口韧性的碳钢锻件	A 727/A 727M
搪玻璃的管道和压力容器用的加钛稳定碳钢锻件	A 836/A 836M

1.2 单项产品标准的要求和本通用要求标准的要求之间有抵触时，单项产品标准的要求优于本标准。

1.3 经采购方和供货方双方协商，可规定附加要求(见 4.1.2)。任何这些附加要求的合格验收应依据与供货方的协议，并必须包括在由采购方和供货方同意的采购订单中。

1.4 以英寸-磅单位或 S 单位表示的数值应分别视为标准值。正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不精确地相等，故两种单位必须独立地分别使用。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非订单中规定采用带“M”字母的标准号(SI 单位)，否则材料将以英寸-磅单位供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 105/A 105M 管道元件用碳钢锻件

A 181/A 181M 一般管道用碳钢锻件

A 182/A 182M 高温用锻轧合金钢管道法兰、锻造管配件、阀门和零件

A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验

A 350/A 350M 管道元件用要求缺口韧性试验的碳钢和低合金钢锻件

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 522/A 522M 锻造或轧制的 8%和 9%镍合金钢法兰、管配件、阀门和零件

A 694/A 694M 高压输送用管道法兰、管配件、阀门和零件用碳钢和合金钢锻件

A 700 钢制品国内运输的包装、标志及装载方法的实用规程

A 707/A 707M 低温用锻造碳钢和合金钢法兰

A 727/A 727M 管道部件用具有内在缺口韧性的碳钢锻件

A 751 钢制品化学分析方法、实验操作和术语

A 836/A 836M 搪玻璃的管道和压力容器用的加钛稳定碳钢锻件

A 941 与钢，不锈钢，相关合金和铁合金有关的术语

A 967 不锈钢零件的化学钝化处理

A 991/A 991M 热处理钢制品对炉温传导均匀性测量的试验方法

B 880 镍、镍合金和钴合金化学校核分析限值的通用要求

E 165 液体渗透检验的试验方法

E 381 钢棒材、钢坯、大钢坯和锻件的宏观浸蚀试验

E 709 磁粉检验导则

E 1916 识别和区分混批金属的导则

2.2 ASME 标准

ASME 锅炉及压力容器规范，第Ⅸ卷

2.3 美国军用标准

MIL-SID-163 钢材轧制品装运储存前的处理

2.4 MSS 标准

SP-25 阀门、管配件、法兰和活接头的标准标志系统

3 术语

3.1 定义——对于本标准所使用的其他术语，参见 A 941 术语标准。

3.2 专门用于本标准术语的定义

3.2.1 棒材(名词)——实心的轧制或锻造产品，沿整个长度有较恒定的横截面，较它的横截面尺寸要长。要求锻轧显微组织。

3.2.2 认证机构(名词)——对产品与标准的要求一致性和做标志负责的公司或协会。

3.2.3 管配件(名词)——管道系统中非螺栓连接的部件。

3.2.4 法兰(名词)——管道系统中螺栓连接的部件。

3.2.5 锻件(名词)——基本上是热的或冷的加压塑性加工工序的产品，压实材料并产生所要求的形状。塑性加工必须由例如锤击机、压机或环轧机一类锻造机械进行，并必须使材料变形以使整个材料横截面产生基本上是锻轧的组织。

3.2.5.1 讨论——塑性加工必须是采用如压力锤、压力机或环轧机一类的锻造机械进行，且必须使得材料沿整个横截面变形产生锻轧组织。

3.2.6 无缝管子产品(名词)——没有焊缝制成的管状产品。通常是通过对材料进行热加工制成，如有必要，随后冷精整这些热加工管状产品得到所希望的形状，尺寸和性能。

3.2.6.1 讨论——通常是采用热加工材料来制造，并且当有必要时，是通过对热加工了的管状产品作随后的冷精整而使之形成所希望的形状、尺寸和性能。

4 订货须知

4.1 在采购订单中规定为采购所需材料必须全部资料是采购方的责任。这些资料的例子包括但不限于下列资料：

4.1.1 数量；

4.1.2 规格和压力级别或尺寸(宜应包括公差和表面精整)；

4.1.3 适用的标准号及级别或类别，包括出版年份和日期；

4.1.4 补充要求；

4.1.5 附加要求。

5 熔炼工艺

5.1 除非在单项的产品标准中另有规定，钢应是全镇静钢。

5.2 如果采购方要求特殊的熔炼类型，则应在采购订单中说明。

5.3 初次熔炼可以和单项除气或精熔炼结合，也可以随后进行例如电渣重熔或真空重熔一类的二次熔炼。如果采用二次熔炼一个炉次应定义为由一个初次熔炼炉次再熔融的全部钢锭。

5.4 钢可在铸模中铸造，也可连续铸造。当依次连续铸造不同级别的钢时，要求对所引起的过渡材料作识别。钢厂应制订能正确区分材料级别的工艺除去过渡部分材料。

5.5 为保证没有有害的气体和收缩以及过度偏析，应从原始材料切去足够的切头。

6 制造

6.1 精加工零件应从尽量接近精加工尺寸或形状的锻件制造。可以使用替代初始材料，但应符合下列除外规定及要求：

6.1.1 棒材——法兰、弯头，180°弯头，三通和集箱三通不得直接由棒料加工。小于等于 NPS 4 的其他空心圆柱体形状的零件可由棒材机加工制成，只要该零件的轴向长度大体下与初始坯料的金属流线相平行。

6.1.2 锻轧的无缝公称管和管子产品——法兰不得直接由无缝管子加工。其他的空心圆柱体形状的零件可由无缝管子机加工制成，只要该零件的轴向长度大体上与初始坯料的金属流线相平行。

7 热处理

7.1 要求热处理的材料应按单项产品标准的

规定使用下列工艺方法(详细定义见 A 941 标准)进行热处理。

7.1.1 完全退火——材料应均匀地再加热到高于转变区的温度，并在该温度下保温足够长时间，然后缓慢地冷却到低于转变区的温度。

7.1.2 固溶热处理——将材料加热到以使铬碳化物溶入固溶体内的温度，并随后在水中淬火，或采用其他防止再次沉淀的方式快速冷却。

7.1.3 等温退火——等温退火应由铁基合金奥氏体化，随后进行冷却，并在奥氏体转变为相对较软的铁素体-碳化合物集合体的温度区内保温组成。

7.1.4 正火——材料应均匀地再加热到高于转变区的温度，然后在室温空气中冷却。

7.1.5 回火和焊后热处理——材料应再加热到低于上述转变区的温度，保温时间大于30min 或按最厚截面每 1in.(25.4mm)厚度 1h，然后在静止空气中冷却。

7.1.6 去应力退火——材料应均匀地加热到选定的去应力温度。该温度不得偏离选定温度超过±25℉(±14℃)。

7.1.7 淬火和回火——材料应完全奥氏体化，并立即放入合适的液体介质中淬火。淬火后的管配件应再加热到最低 1100℉(590℃)，然后在静止空气中冷却。

8 化学成分要求

8.1 化学分析——化学分析的试样和试验方法应按供钢制品化学分析用 A 751“试验方法,实验操作和术语”标准。

8.2 熔炼分析——每一炉钢的分析应由钢厂完成，以确定在单项产品标准中规定的那些元素的百分数。如果采用两次熔炼工艺，则熔炼分析应从每一炉初次熔炼的一个重熔锭上得出。这样测定的化学分析应符合单项产品标准的要求。注意成品(校核)分析偏差不适用于熔炼分析要求。

8.3 成品分析——如果进行成品分析，则应按照钢制品化学分析用 A 751“试验方法,实验操作和术语”标准进行。供分析用的试样应取自：实心件的中心和表面之间的中点，空心件内外表面间的中点，全尺寸延伸件的中心和表面之间的中点，或取自断裂了的力学性能试样。这样测定的化学成分应符合产品标准的限值，要符合该标准的表 1 和表 2、适用于所供应级别钢的允许偏差范围。

9 力学性能要求

9.1 力学性能试验方法——所有试验应按 A 370“试验方法和定义”进行。

9.2 为了确定是否符合产品标准要求，试样应从成品锻件上取得，或从用于加工成品的坯料上单独锻造的试块。这两种情况下，在所有热处理未完成之前，不得制取力学性能试样。如果要求焊接修理，则除非产品标准允许，在焊后热处理未完成之前，不得制取试样。取试样的位置应按产品标准的规定。

9.3 如果采用单独锻造试块方式，它们应是同一炉钢，应经受和它们代表的生产锻件大体相同的锻造压缩比及加工，除非产品标准的锻造压缩试验条款中有规定，在同一热处理炉装料中，以和生产锻件相同的状态作热处理，并且与生产锻件最大热处理厚度有相同公称厚度。

9.4 当零件是按 6.1.1 和 6.1.2 条允许的、由棒材或无缝管子机加工制成时，力学性能可由初始材料测定得出，只要自力学性能试验时起该零件并未经受随后的热加工过程。

10 硬度要求

10.1 零件应符合产品标准中规定的硬度要求。

10.2 硬度试验的取样应符合产品标准。

11 拉伸要求

11.1 拉伸试验的取样应符合产品标准。

11.2 当所要试验的材料尺寸允许时，拉伸试验试样应机加工到 A 370“试验方法和定义”规定的标准圆形 2in.(50mm)标距长度拉伸试样。

11.3 当截面尺寸较小、不允许取 11.2 条所述的标准试样时，应按 A 370“试验方法和定义”规定机加工出小尺寸的圆形试样。拉伸试样应尽可能大些。

11.4 拉伸试验的结果应符合产品标准中规定的拉伸性能要求。

11.5 如果拉伸试验的结果不符合产品标准规定的要求，允许按 A 370“试验方法和定义”进行复试。如果任何拉伸试样的试验结果是由于在

试验中试样呈现瑕疵而小于规定值，则只要该缺陷不属于钢材断裂，裂纹或剥落，则允许复试。

12 冲击要求

12.1 零件应符合产品标准中规定的冲击性能要求。

12.2 冲击试验的取样应符合产品标准。

12.3 如果平均冲击能量值符合产品标准要求，但有一个能量值低于对单个试样规定的最小值，则允许复试。复试应由两个冲击试样组成，从邻近不合格试样的部位的每一侧取样。每一个复试试样的冲击功数值、都必须呈现大于等于由产品标准要求的最小平均冲击功值。

13 水压试验要求

13.1 按本标准制造的零件应能通过与相当材料规定的匹配公称管的额定压力相适应的水压试验。这样的试验只有在产品标准的水压试验补充要求被采购方引用时，由供货方进行。

14 重新加工

14.1 当一个或多个代表试样或复试试样不符合产品标准对试验性能的规定要求时，由该试样代表的批可以根据下列要求重新加工。

14.1.1 如果原先是在未作处理的状态下做的试验，则产品可按产品标准进行热处理并随后复试重新加工的产品。

14.1.2 如果原先是在做热处理的状态下做的试验，则产品可按产品标准进行再次热处理并随后复试重新加工的产品。

15 表面质量和外观

15.1 零件应符合采购方图样或订单规定的尺寸，公差和表面质量。

15.2 在进行最终表面检查前，表面精整零件应清除所有氧化皮和工艺混合物。这一表面清理过程不得有损于表面质量，材料性能或金相组织。清洁过的零件应加以保护防止再次污染。其后作承插焊或对接焊的零件用的保护涂料应适合焊接而不需清除涂料。当采购订单中有规定时，零件可以成型或锻造后状态供货。

15.3 零件应没有下列指明的有害缺陷。如果按 15.5 条允许的表面缺陷不是分散的，而是集中在大面积上，则根据代表采购方的检查人员的判断，对此成品应予拒收。

15.4 有害缺陷的深度——应对典型线状的或其他典型的表面缺陷检测其深度，当深度侵入成品零件的最小规定壁厚时，这样的缺陷应认为是有害的。

15.5 未分类为有害的缺陷——未分类为有害的表面缺陷应按下述方法处理：

15.5.1 深达未超过检测点处实际壁厚 5%或1/16in.（1.6mm）两者的较小值的疤痕、皱折、撕裂或小裂纹，可以合格验收，比它深的这些缺陷应采用机加工或打磨的方法清除掉。

15.5.2 对机加工刻痕或擦伤和凹坑，如果深度没有超过1/16in.（1.6mm）无需打磨或机加工。如果这样的缺陷比1/16in.（1.6mm）深，但没有侵入锻件的最小壁厚，则应采用机加工或打磨的方法清除、直到完好金属。

15.5.3 打磨点处或不要求除去缺陷处的壁厚，应采用从锻件的公称成品壁厚扣除由打磨除去量来确定。无论如何壁厚不得减小到小于规定的最小壁厚值。

16 焊接修补

16.1 采购方可通过在采购订单中引用适当的补充要求，而要求供货方对准备进行的焊接修理提出申请并经批准。如果采购方不要求对准备进行的焊接修理事先批准，则应允许按供货方的决定进行。所有焊接修理应按下列限制和要求进行：

16.1.1 焊接工艺规程和焊工应按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷评定合格。

16.1.2 焊接前应采用铲削或打磨方法完全除去缺陷，直到完好金属。这些缺陷的清除应根据适用性，对铁素体、马氏体，或铁素体/奥氏体级别钢、应按 A 275/A 275M“试验方法”或 E 709“导则”采用磁粉检验，对铁素体、马氏体，或奥氏体级别钢应按 E 165“实用规程”采用液体渗透检查进行验证。

16.1.3 在焊接修理后，焊接部位应通过打磨光滑地过渡到原来的外形，并应根据适用性，采用磁粉检验或液体渗透检查进行验证是否已经完全清除缺陷。

16.1.4 焊接修补不得超过零件外表面积的10%，或成品壁厚的33⅓%，或者修理部位最大深度为⅜in.(10mm)。

16.2 当产品标准引用到任何附加要求时，焊接修补应符合9.2条以及附加要求。

17 检查

17.1 供货方应为采购方的检查员提供所有必要的设施以使他确认材料是按本标准及适用的产品标准生产和提供的。采购方进行现场检查应对供货方的操作无不必要的干扰。

18 拒收和复审

18.1 代表由采购方拒收材料的试样，应保管至制造厂与采购方就拒收或复审作出处理商定结果为止。

18.2 在制造厂的工厂验收之后，材料出现有害缺陷将被拒收，并通知制造厂。

19 合格证书

19.1 打印在零件上的标准编号及钢厂的名称或商标，以及打印在试验报告上的相同内容应是证明该零件已按本标准的要求提供的合格证明。

19.2 试验报告可追踪到零件的炉次识别号。这些试验报告的内容包括产品标准和采购订单规定的资料，包括标准的编号、出版年号和日期。

19.3 从电子数据交换(EDI)传送打印出的或使用电子数据交换形式的检验合格证，应视作和出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI传送文件的内容应符合在采购方和供货方之间任何存在的EDI协议。

19.4 尽管没有签名，提供打印的合格证或EDI传送的合格证的组织对报告的内容负责。

20 标志

20.1 在每一件材料上应清楚地标志出ASTM标准号，级别和类别，认证机构的名称或符号，炉号或炉次识别号，尺寸和使用额定值(如果适用)。产品的标志不要求标志出标准的出版年号和日期。除了词汇“钢”不得替代ASTM标准号外，阀门和管配件工业制造商会的“阀门,管配件,法兰和活接头的标准标志系统(MSS SP-25)”可随后。

20.2 当产品标准或采购订单引用到任何附加要求时，产品标志应符合附加要求。

21 包装、发货标志和装运

21.1 包装，发货标志和装运应按A 700实用规程进行。

21.2 当在合同或订货单中有规定时，和/或由政府直接采购或直接发运给政府部门时，并当规定A级时，保护，包装和装箱应按MIL-STD-163的A级要求。

22 关键词

22.1 合金钢 碳钢 管配件 法兰 锻件 通用要求 管道用 承压件 不锈钢 中温应用 高温应用 阀门

表1 高合金和不锈钢的成品分析偏差①

元 素	规定范围或最大值的上限 wt,%	大于最大限值，或小于最小限值的允许偏差,%	元 素	规定范围或最大值的上限 wt,%	大于最大限值，或小于最小限值的允许偏差,%
C	≤0.030	0.005	Si	≤1.00	0.05
	>0.030~0.20	0.01		>1.00~5.00	0.10
Mn	≤1.00	0.03	Cr	>4.00~10.00	0.10
	>1.000~3.00	0.04		>10.00~15.00	0.15
	>3.00~6.00	0.05		>15.00~20.00	0.20
	>6.00~10.00	0.06		>20.00~27.50	0.25
P	≤0.040	0.005			
	>0.040~0.20	0.010			
S	≤0.030	0.005			

表 1（续）　高合金和不锈钢的成品分析偏差[①]

元　素	规定范围或最大值的上限 wt,%	大于最大限值，或小于最小限值的允许偏差,%	元　素	规定范围或最大值的上限 wt,%	大于最大限值，或小于最小限值的允许偏差,%
Ni	≤1.00	0.03	Cu	≤0.50	0.03
	>1.00~5.00	0.07		>0.50~1.00	0.05
	>5.00~10.00	0.10		>1.00~3.00	0.10
	>10.00~20.00	0.15		>3.00~5.00	0.15
	>20.00~22.00	0.20		>5.00~10.00	0.20
Mo	≤0.20	0.01	Co	>0.05~0.20	0.01[②]
	>0.20~0.60	0.03	N	≤0.19	0.01
	>0.60~2.00	0.05		>0.90~0.25	0.02
	>2.00~7.00	0.10		>0.25~0.35	0.03
Ti	全范围	0.05		>0.35~0.45	0.04
Nb+Ta	全范围	0.05		>0.45~0.60	0.05
Nb	>0.05~0.20	0.01	Al	≤0.05	0.01
Ta	≤0.10	0.02	V	≤0.10	0.01
				>0.10~0.25	0.02
			Ce	0.03~0.08	-0.005，+0.01

① 本表不适用于熔炼分析。

② 对于钴含量在 0.05%以下的成品分析限值还没有确定，对其限制值应与生产者商讨。

表 2　碳钢和低合金钢的成品分析偏差[①]

元　素	规定范围或最大值的上限 wt,%	对所示尺寸范围大于最大值或小于最小值的公差[①]			
		≤100in.^{2} (645cm^2)	>100~200in.^{2} (1290cm^2)	>200~400in.^{2} (2580cm^2)	>400in.^{2} (2580cm^2)
Mn	≤0.90	0.03	0.04	0.05	0.06
	>0.90~1.00	0.04	0.05	0.06	0.07
P	≤0.045	0.005	0.010	0.010	0.010
S	≤0.045	0.005	0.010	0.010	0.010
Si	≤0.40	0.02	0.02	0.03	0.04
	>0.40~1.00	0.05	0.06	0.06	0.07
Cr	≤0.90	0.03	0.04	0.04	0.05
	>0.90~2.10	0.05	0.06	0.06	0.07
	>2.10~3.99	0.10	0.10	0.12	0.14
Ni	≤0.50	0.03	0.03	0.03	0.03
Mo	≤0.20	0.01	0.01	0.02	0.03
	>0.20~0.40	0.02	0.03	0.03	0.04
	>0.40~1.15	0.03	0.04	0.05	0.06
Cu	≤1.00	0.03	0.03	0.03	0.03
	>1.00~2.00	0.05	0.05	0.05	0.05
Ti	≤0.10	0.01	0.01	0.01	0.01
V	≤0.10	0.01	0.01	0.01	0.01
	>0.10~0.25	0.02	0.02	0.02	0.02
	>0.25~0.50	0.03	0.03	0.03	0.03
C	≤0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
	>0.030~≤0.75	0.02	0.02	0.02	0.02
Nb	≤0.14	0.02	0.02	0.02	0.02
Ca	≤0.02	0.005	0.005	0.005	0.005
B	≤0.01	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005

① 所示尺寸范围为横截面积。

补充要求

除非在采购订货单中有规定，这些补充要求应不予考虑，如若规定做，除非另有协议，规定的补充要求须在制造厂地点进行，由采购方来支付费用。规定的试验须在材料发货前由采购方的检查员亲眼见证下进行，如果订货单中如此规定的话。段落编号以S50起始的原因是为了排除与现行单项产品标准的补充要求相混淆的可能性。

S50 宏观浸蚀试验

S50.1 为显示锻件的流线和内部缺陷应对锻件试样切片并浸蚀。试验应按E 381方法进行。

S50.2 合格验收限值应由认证机构和采购方双方商定。

S51 熔炼分析

S51.1 如果采用重熔工艺，则熔炼分析应从每一炉初次熔炼的一个重熔锭或每一重熔锭产品上得出。这样测定的化学分析应符合单项产品标准的要求。注意成品(校核)分析偏差不适用于熔炼分析要求。

S52 成品分析

S52.1 成品分析应在代表每一炉次随机选择的锻件上进行。试验结果应符合适用产品标准中列出的成品分析限值。A 182/A 182M标准的F 20和F 58级钢，其成品分析的结果须符合B880标准中的成品分析限制值。

S52.2 如果分析结果不符合，则应对每一件锻件进行校核，或者拒收该批。全部结果应向采购方报告。

S53 拉伸试验

S53.1 除了第9节的要求外，要从代表每一炉次锻件的、由验证机构和采购方双方商定位置上取出一个拉伸试样，试验结果应符合适用产品标准中列出的拉伸性能要求，并应向采购方报告。

S54 冲击试验

S54.1 除了第9节的要求外，应从代表第一炉次锻件的、由验证机构和采购方双方商定位置上取出3个夏比V形缺口试验(CVN)试样，试验结果应符合适用产品标准中列出的夏比V形缺口试验(CVN)要求，并应向采购方报告。

S54.2 采购方应提供冲击试验的温度及对该项试验所需的最小要求，其中包括如若要求平均平均吸收能量值时对于单个试样的最小单一吸收能量值。试样的横向膨胀值及塑性断口的断裂形貌应作为资料做报告，如若这些参数并不是合格验收要求的一部分的话。

S55 磁粉检验

S55.1 所有可接近的表面应经磁粉检验。试验方法应按A 275/A 275M实用规程。合格验收限值应由验证机构和采购方双方商定。

S56 液体渗透检验

S56.1 所有的表面应经液体渗透检验。试验方法应按E165实用规程。合格验收限值应由验证机构和采购方双方商定。

S57 水压试验

S57.1 水压试验应按认证机构和采购方达成协议的压力，由认证机构进行。

S58 焊接修补

S58.1 未经采购方的事先批准不得进行焊接修补。如果允许应采用第16节的限制。

S59 电抛光奥氏体和铁素体-奥氏体级别

S59.1 所有电抛光的奥氏体和铁素体-奥氏体产品具有按A 967标准的清洁度

S59.2 有关A 967标准的试验方法的细节应是按制造厂和采购方之间的协议。

S60　确定的材料识别检验

S60.1　锻件须接受确定的材料识别检验，以保证在锻件发货之前，采购方能够收到正确材料级别的锻件。这种检验是一种为了确保在锻件的制造和作标志的过程中，不发生材料级别混杂的检验方法。

S60.2　锻件按 E 1916 导则进行确定的材料识别检验。

S60.3　锻件的检验数量为 100%。

S60.4　所有不正确的材料级别应予拒收。

S60.5　在作了这种检验后的锻件标志方法由制造厂和采购方双方商定。

S61　在测定过的热处理炉工作区内热处理

S61.1　材料放在已按 A 991/A 991M 试验方法标准做了测定的热处理炉工作区内热处理，条件是这样的工作区已经测定过，其与设定点的温度偏差小于等于 25℉（14℃）。

S61.2　在试验报告中须指出采用了 S61 补充要求。

S62　氢氟酸性烷基化作用下用的碳钢产品的要求

S62.1　产品应以正火热处理状态供货。

S62.2　基于熔炼分析得出的最大碳当量（*CE*）应如下：

	最大碳当量（*CE*）
最大规定截面厚度 ≤1in.（25mm）	0.43
最大规定截面厚度 >1in.（25mm）	0.45

S62.3　碳当量（*CE*）应按下式确定：

$$CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

S62.4　基于熔炼分析得出的钒和铌的最大含量，应为：

V≤0.02wt%

Nb≤0.02wt%

V+Nb≤0.03wt%

S62.5　基于熔炼分析得出的镍和铜的含量之和，应不大于 0.15wt%。

S62.6　最小的碳含量应为 0.18wt%，最大的碳含量应按相应级别的要求。

S62.7　焊接修理用的焊缝不得使用 E60XX 类型的电焊条。推荐使用 E70XX 类型的电焊条，并且其所生成的焊缝成分应符合与上列母材相同的化学成分的要求。

S62.8　除了本标准中的产品标志的要求外，在每一个产品上用钢印打上或标志出“HF-N”的标志，以表明产品部件符合本条补充要求的规定。

S63　压力设备指令*——力学性能试验

S63.1　夏比冲击试验应在计划的最低运行温度下，但不高于 68℉（20℃）温度下完成。

S63.2　冲击试验的次数应与产品标准中对拉伸试验的规定次数相同，对每一要求的拉伸试验使用 3 个单个夏比试样。

S63.3　夏比冲击试验的最小单个试样吸收能应为：20ft·lbf（27J）。

S63.4　应在 5 倍于试样直径的（5*D*）标距长度上，测定拉伸试样的最小伸长率，且不得小于 14%。

S63.5　冲击和拉伸试验的试验结果应包括在产品的合格证书中。

---

* 指欧洲标准化委员会（CEN）发布的“压力设备指令”。——译注。

附 件

（强制性资料）

A1 纳入新材料的要求

A1.1 在下列条件下可建议将新材料纳入本标准共同要求引用的标准中：

A1.1.1 将新的级别添加到一个标准中的申请，提交给对该标准具有管辖权的分委员会主席。

A1.1.2 该申请附有一份说明，说明至少有一个用户需要将这一新级别纳入适用的标准中。

A1.1.3 该申请附有适用标准所要求的试验数据，须提交从最少三个试验批号的试验数据，并且每个是从不同的炉号。

A1.1.4 申请须提出对在适用标准中所有的全部要求。

A1.1.5 申请须说明新级别是否属于专利。

在低温到蠕变温度范围任意温度使用的钢制紧固件或紧固件材料或两者的通用要求

SA-962/SA-962M

（与 ASTM 标准 A 962/A 962M—07 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括一组适用于碳钢、合金钢和不锈钢紧固件、或紧固件材料或者两者用的通用要求，它们属于下列任何一个 ASTM 标准（或属于本标准或其一部分引用的任何一个 ASTM 的标准中）：

标准名称	ASTM 标准号
高温用合金钢和不锈钢螺栓材料	A 193/A 193M
高温和高压螺栓用碳钢和合金钢螺母	A 194/A 194M
低温用合金钢螺栓材料	A 320/A 320M
高温用特殊热处理的合金钢透平用螺栓材料	A 437/A 437M
膨胀系数与奥氏体钢相近的高温螺栓材料	A 453/A 453M
特殊用途合金钢螺栓材料	A 540/A 540M
高温服役用沉淀析出淬硬螺栓材料（UNS N07718）用标准	A 1014/A 1014M

1.2 单项产品标准的要求和本通用要求标准的要求之间有抵触时，单项产品标准的要求优于本标准。

1.3 经采购方和供货方双方协商，可规定附加要求。

1.4 以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应分别视为标准值。正文中，SI（公制）单位在括号内示出。由于两种单位制的数值精确地相等，故两种单位制必须独立地分别使用。如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非订单中规定采用带“M”字母的标准号（SI 单位），否则材料将以英寸-磅单位供货。

2 引用标准

下列标准按规定的范围应成为本标准的一部分。除非另外规定，应采用最新版的标准。

2.1 ASTM 标准

A 29/A 29M 热锻轧与冷精整碳钢和合金钢棒材通用要求

A 193/A 193M 高温用合金钢和不锈钢螺栓材料

A 194/A 194M 高温和高压螺栓用碳钢和合金钢螺母

A 320/A 320M 低温用合金钢螺栓材料

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 437/A 437M 高温用特殊热处理的合金钢透平用螺栓材料

A 453/A 453M 膨胀系数与奥氏体钢相近的高温螺栓材料

A 484/A 484M 不锈钢棒材、钢坯及锻件通用要求

A 540/A 540M 特殊用途合金钢螺栓材料

A 574 合金钢内六角头螺钉

A 700 钢制品国内运输的包装、标志及装载方法的实用规程

A 751 钢制品化学分析方法、实验操作和术语

A 788/A 788M 钢锻件通用要求

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语标准

A 1014/A 1014M 高温服役用沉淀析出淬硬螺栓材料（UNS N07718）用标准

E 3 金相试样的制备方法

E 381 钢棒材、钢坯、大钢坯和锻件的宏观浸蚀试验

E 384 材料显微硬度的试验方法

E 1417 液体渗透检验实用规程

E 1444 磁粉检验实用规程

E 1916 识别和区分混批（次）金属用

导则

F 788/F 788M 英制和公制螺栓、螺钉和双头螺栓的表面不连续性

2.2 ANSI 标准

B1.1 (统一英制)螺钉螺纹

B1.13M 公制 M 型螺牙螺钉螺纹

B1.2 统一英制螺钉螺纹用量规和量规测量

B1.3M 公制螺钉螺纹的尺寸验收用螺钉螺纹量规测量系统

B18.2.1 方头和六角头螺栓和螺钉

B18.2.3.6M 公制重型螺栓

B18.3 六角形开槽和花键开槽螺钉

2.3 其他引用文件

ASNT 推荐规程，编号 SNT-TC-1A

3 术语

3.1 专门用于本标准术语的定义

3.1.1 棒材——实用的轧制或锻造产品，沿整个长度有较恒定的横截面，较它的横截面尺寸要长。关于热锻轧及冷精整棒材产品的定义见 A 29/A 29M。

3.1.2 螺栓材料——由要制造成为螺栓、螺钉、双头螺栓、垫圈和螺母的锻轧棒材分段，轧制或锻制的棒材或毛坯，线材，杆材，车螺纹棒材，旋转穿孔或挤压无缝管子，空心棒材，或锻造的空心件。

3.1.3 认证机构——对产品与标准的要求一致性和做标志负责的公司或协会。

3.1.4 类别——用于区分不同热处理状态或强度等级，或者两者的术语，通常是在相同的级别钢以内，但是有时是在同一类的材料以内。也可以适用于区分加工硬化状态或强度等级，或者两者。

3.1.5 级别——单项描述的，并在任何一个标准中的化学成分表中以它自己的钢种标号识别的某一种合金。

3.1.6 镇静钢——脱氧钢，通过添加强力脱氧剂或通过真空处理使得氧减到碳和氧之间在凝固过程中不发生反应。

3.1.7 作全尺寸试验的紧固件，长度——紧固件的一部分，其本体直径大致与公称螺纹尺寸相同。

3.1.8 批——除非另有规定，一批应由以下组成

3.1.8.1 在分批处理炉中热处理的螺栓材料——在一次回火装料中作相同热处理的、及在相同时间提交检验的，同一炉或同时浇注的相同状态、表面质量和尺寸的所有材料。

3.1.8.2 在连续处理炉中热处理的螺栓材料——在 8 小时周期内在连续处理炉中不间断地热处理的，同一炉或同时浇注的相同状态、表面质量和尺寸的所有材料。

3.1.8.3 未热处理(应变硬化)的螺栓材料——同一炉或同时浇注的，状态、冷加工压缩程度、表面质量和尺寸相同的所有材料。

3.1.8.4 由螺栓材料机加工的紧固件——按上述 3.1.8.1 或 3.1.8.2 条任何一条所定义的、并且不再经受任何随后热处理、或热成形、或者冷成形，由同一批材料机加工的所有紧固件。

3.1.8.5 在分批处理炉中热处理的紧固件——由同一炉或浇注的材料，相同的前期状态、相同尺寸，并在同一次回火装料中作相同热处理的，采用任何(成形及机加工等)方法生产的所有工件。

3.1.8.6 在连续处理炉中热处理的紧固件——由同一炉或同时浇注的材料，相同的前期状态、相同尺寸，并在同一次回火装料中以 4 小时周期内作相同热处理的，采用任何(成形及机加工等)方法生产的所有工件。

3.1.8.7 未经热处理(应变硬化)的紧固件——同一炉或浇注的，状态、(冷加工)压缩程度、表面质量和尺寸相同的所有紧固件。

3.1.8.8 应变硬化材料——已经经过冷加工、足以造成明显的强度提高的奥氏体不锈钢材料。

3.2 定义——对于本标准所使用的其他术语的定义，参见 A941 术语标准。

4 订货须知

4.1 在采购订单中规定为采购所需材料必须的全部资料是采购方的责任。这些资料的例子包括但不限于下列资料

4.1.1 数量和规格

4.1.2 产品标准号及适用的级别、类别、

类型，包括出版年份

4.1.3 由单项产品标准要求的任何附加资料

4.1.4 补充要求

4.1.5 附加要求(见 5.2,5.4,5.5,6.1,7.4,13.1,13.3.1,13.3.3,13.5.2,13.6,15.8 和 19.1 条)

4.1.6 在单项产品标准中提供的附加订货选择

4.1.7 尺寸(直径,点之间长度,总长度,表面质量,形状,螺纹等)

5 熔炼工艺

5.1 除非在单项的产品标准中规定，钢应是全镇静钢。使用碱性吹氧转炉工艺仅仅限于含铬量小于 6%的级别。

5.2 如果采购方要求特殊的熔炼类型，则应在采购订单中说明。

5.3 初次熔炼可以和单项除气或精熔炼结合，也可以随后进行例如电渣重熔或真空重熔一类的二次熔炼。如果采用二次熔炼，一个炉次应定义为由同一初次熔炼炉次重熔的全部钢锭。

5.4 钢可在铸模中铸造，也可用连续铸造。当依次连续铸造不同的级别钢时，要求对所引起的过渡材料作识别。制造厂应制订能正确区分材料级别的工艺除去过渡部分材料。当采购方认为必须除去连铸的相同级别钢的两个炉次的过渡部分，则采购方应引用 S53 补充要求。

5.5 质量——制造厂的质量控制程序应根据 E 381 试验方法或采购方和制造厂之间商定的其他合适方法，对碳钢和合金钢提供足够的试验以保证产品的内部质量。

5.5.1 铸锭产品——对横截面进行目视检验应显示无比 E 381 试验方法宏观照片S4-R2-C3 或所同意的同等程度要粗大的缺陷。应不存在明显的凝固区。

5.5.2 连铸产品——按照 E381 试验方法标准在横截面上做目视检验的结果，应不得显示出任何有如在Ⅲ型板的编号 1~5，7，12~18 低倍照相图中示出的形态，而形态 6 和 8~11 应不得呈现出达到大于在 S2-R2-C3 的Ⅰ型和Ⅱ型板的低倍照相图中示出的程度。

6 材料和制造

6.1 棒材应按适用的 A 29/A 29M 或 A 484/A 484M 标准生产。除非另有规定，表面精整(热或冷、打磨,粗车和拉拔等)应由制造厂自己决定。

6.2 紧固件应按产品标准生产。

7 化学成分

7.1 化学分析——熔炼或成品的化学分析应按 A 751“试验方法,实验操作和术语”标准。

7.2 熔炼分析——每一炉钢的分析应由钢制造厂完成，以确定在单项产品标准中规定的这些元素的百分数。如果采用重熔工艺，则熔炼分析应从每一炉初次熔炼的一个重熔锭或产品上得出。这样测定的化学分析应符合单项产品标准的要求。成品(校核)分析偏差不适用于熔炼分析要求。

7.3 成品分析——当由制造厂、采购方、最终用户等进行成品分析时，供分析用的试样应取自：实心件的中心和表面之间的中点，空心件内外表面的中点，全尺寸延伸件的中心和表面之间的中点，或取自断裂了的力学性能试样。这样测定的化学成分应符合产品标准的限值，要符合 A29/A29M 标准的表 5 和表 6 中的，以及 A484/A484M 标准的表 1 中的适用于所供应级别钢的允许偏差范围。当从同一批取多个试样供成品分析单个元素时，其偏差不得大于规定范围的上、下限。

7.4 对于连铸材料应符合 A788/A788M 标准的 8.2 条或 8.3 条，按所适用的。

7.5 不得提供或使用有意添加铅、铋、或碲的钢。只有当在产品标准中特别指定时，才可提供或使用有意添加硒的钢。

7.6 初始材料不应含有任何除了在奥氏体不锈钢中的氮以外的、对于订购级别钢未做出规定的元素使之符合其他级别钢的要求，如果在其他级别钢中该元素是具有要求的最小含量的规定元素。

8 力学性能要求

8.1 力学性能试验方法——除非另有规定，所有的试验应按 A 370“试验方法和定义”进行。

8.2 为了确定是否符合产品标准要求，试样应从生产材料上取得，或当为锻件时、则应取自从用于加工成品的坯料上单项锻造的试块。在热处理未完成之前，不得制取供力学性能的材料。

8.3 如果采用分开锻造试块方式，它们应是同一炉钢，应经受和它们代表的生产锻件大体相同的锻造压缩比及加工。应放在同一热处理炉装料中以和生产锻件相同的状态作热处理，并且应与生产锻件最大热处理厚度有相同公称厚度。

8.4 棒材——代表棒坯料的拉伸和冲击试验应根据 A 370“试验方法和定义”的附件 A1 有要求做。直径小于等于½in. 的棒材不需要进行冲击试验。

8.5 从热处理过的棒材机加工的紧固件——从热处理过的棒材机加工紧固件的力学性能应按 8.4 条的规定，由棒材上做试验来代表。

8.6 用其他方式生产的、所有类别的紧固件——当紧固件已经采用成形方法生产，则当它们已经受热处理，或当其公称螺纹尺寸落在按适用标准中示出的、与初始棒材不同的直径范围时，则试验应在从这些紧固件取的材料上进行。

8.6.1 从成品紧固件取的拉伸试样应机加工到 A 370“试验方法和定义”的附件 A3 示出的形状和尺寸及其位置。直径小于等于½in. 的棒材不需要进行冲击试验。

9 硬度要求

9.1 材料应符合产品标准中规定的硬度要求。硬度试验应根据 A 370“试验方法和定义”进行。

9.2 除非在产品标准中另有规定，在有关最小强度上存在抵触时，拉伸试验优先于硬度试验。

10 拉伸要求

10.1 从紧固件机加工的试棒和试样——材料应符合产品标准中所述的拉伸性能要求。

10.1.1 当所要试验的材料尺寸允许时，拉伸试验试样应机加工到 A 370“试验方法和定义”规定的标准 2in.（50mm）标距长度拉伸试样的形状和尺寸。

10.1.2 当所要试验的材料截面尺寸较小、不允许取全尺寸试样时，应使用符合 A 370“试验方法和定义”要求的小尺寸试样。

11 保证载荷试验和钢锥法保证试验要求

11.1 保证荷载试验——螺母应如图 1（a）拉伸试验方法或图 1（b）压缩试验方法图示说明的那样，装配在加工了螺纹的芯棒或试验用的螺栓上进行保证载荷试验。在其上，应施加上按产品标准要求的保证载荷，十字头空转速度用最大为 1.0in.（25mm）/min 的速度、且至少维持 10s。螺母应忍得住这样的载荷，而不发生脱开或断裂，并且，在载荷释放后不使用工具而可以用手转动它。为了使它开始转动，可以用扳手将螺母松开最多一圈半。在试验过程中，如若芯棒或试验螺栓的螺纹受损，则该试验应予作废。

11.1.1 芯棒的最小硬度应为 45HRC、带有适当的螺纹，且除了最大螺纹大（直）径应为最小大径加上 0.25 倍的大径公差外，应符合 ANSI B1.1 的 3A 级或 ANSI B1.13M 的 4H 级公差。

11.1.2 试验用螺栓应具有适合于对所需做试验螺母规定标准的螺纹，并且，具有不超过对所需做试验螺母规定的保证载荷。

11.1.3 当要求进行仲裁时，应采用芯棒-拉伸试验方法。

11.2 钢锥保证载荷试验——当可见表面不连续性缺陷成为争论点时，应做该项试验。此项试验用一钢锥垫圈及螺纹端芯棒，以测定出装配在如图 2 中所示的、直径小于 1.5in.（36mm）的淬硬钢螺母的承载能力。在其上，应施加上按产品标准要求的保证荷载，十字头空转速度用最大为 0.12in.（3mm）/min 的速度、且至少维持 10s。螺母应忍得住规定的钢锥保证载荷，而不发生脱开或断裂。

11.2.1 芯棒应符合 11.1.1 条中的要求。

11.2.2 钢锥垫圈的硬度应不小于 HRC57，其孔径应是芯棒的公称直径 + 0.002in. 和 -0.000in.（+0.05mm 和 -0.00mm）。

11.2.3 对于尺寸小于等于 0.5in.（12mm）的螺母，钢锥的接触点应尖锐。对于尺寸大于 0.5in.（12mm）的螺母，钢锥的接触点应为平的，其宽度应为 0.015in ± 0.001in.（0.38mm±0.03mm）。

11.2.4 当在产品标准中未对钢锥保证试验用的载荷作出规定时，可按表 1 和表 2 所示确定。

12 冲击要求

12.1 零件应符合产品标准中规定的冲击性能要求。

12.2 冲击试验的取样应符合产品标准。

12.3 冲击试验的试样应具有在 A 370“试验方法和定义”的图 10、对夏比 V 形缺口试样的 A 形所示的形状和尺寸。试样纵轴应平行于轧制方向，当为锻件时，应平行于试棒所代表部件的最大轴。缺口应位于试样的表面、最接近于径向的部位。缺口的底部尽量接近于与部件的最大轴垂直。

13 工艺质量、表面质量和外观

13.1 零件应符合采购订单或在单项产品标准中规定的尺寸，公差和表面质量。

13.2 棒材——棒材应按适用、符合 A 29/A 29M或 A 484/A 484M 标准的尺寸要求。

13.3 螺栓、螺钉、双头螺栓和螺柱螺栓——紧固件的端点应是平的并倒角或倒圆角，由制造厂自定。双头螺栓和螺柱螺栓端点的长度，从平行于轴心线测量，应不得小于 1 个但不大于 2 个完整螺纹。双头螺栓和螺柱螺栓的长度应从第一个螺纹到第一个螺纹测定。螺栓、双头螺栓和螺栓材料应能通过按 F 788/F 788M 标准的检查。

13.3.1 六角头螺栓—除非在采购订单中另有规定，螺栓头应是 ANSI B18.2.1 或 B18.2.3.6M 的尺寸，并且应使用厚型六角螺钉系列，除了最大螺杆直径和转角半径可以与厚型六角螺栓系列相同外。对于在 ANSI 标准相应的表中未示出的厚型六角有头螺钉和螺栓规格，最大螺杆直径和转角半径可以是对应表格示出的相应厚型六角有头螺钉和螺栓。

13.3.2 开槽螺钉头——除非另有规定，开槽螺钉头紧固件应是按 ANSI B18.3 或适用的公制系列。

13.3.3 双头螺栓和螺柱螺栓——双头螺栓和螺柱螺栓的尺寸和公差应是按采购方或产品标准的规定。

13.4 外螺纹——螺纹应是在热处理之后成形，或者热处理应是在大气控制炉中进行。

13.4.1 螺纹形式——除非另有规定，外螺纹应是按 ANSI B1.1 的 2A 级配合，或 ANSI B1.13M的 6G 级配合。

13.4.2 英制系列——除非另有规定，直径的规格小于等于 1in. 的应是粗制螺纹系列，而直径大于等于 1⅛in. 的应是 8 节距螺纹系列。

13.5 螺母——除非另有规定，螺母应是六角形的，并应使用美国国家标准厚型六角系列。此外，螺母由制造厂自定、应是双面倒角的，或具有机加工或锻造的垫片面，并应符合适用的 ANSI 标准的角度要求。

13.5.1 螺纹——除非另有规定，螺母上的螺纹应是 ANSI B1.1 的 2B 级配合，或 ANSI B1.13M 的 6H 级配合，并应按 ANSI B1.2 或 B1.3M 进行测量。

13.5.2 英制系列——除非另有规定，直径小于等于 1in. 的螺母应是 UNC 系列的 2B 级配合，公称尺寸大于 1in. 的螺母应是 8UN 系列的 2B 级配合。

13.6 如果要求无氧化皮光亮表面精整，应在采购订单上作规定。

14 脱碳

14.1 深度——无论被试验的材料如何，脱碳深度(总体+局部)应在完成所有的热处理之后确定，并不得超过 A 574 标准中示出的限值。

14.2 试验方法——脱碳深度最好应采用金相浸蚀方法测定。试样的边缘应经过合适的制备以保留原有的热处理表面。样品应经抛光，应采用适合的溶液浸蚀(如果是碳钢或合金钢用 2%到 5%的硝酸乙醇腐蚀液，如果是不锈钢则用 Vilella 溶剂等)，并在 100 倍的放大镜下用 0.001in.(0.025mm)增量分级的目镜进行检验。任何轻度浸蚀带测得的深度应视为是脱碳深度。

14.2.1 显微硬度试验——当 13.2 的金相浸蚀方法呈现无从定论的结果，则应采用 A 574 标准的显微硬度详细研究方法。当与深度小于等于直径或厚度的 25%基体材料的平均显微硬度比较时，在硬度减小大于 3 个点 HRA 的当量值处，其径向深度定义为脱碳深度。

14.3 替代——脱碳深度宁可在部件的螺纹部位测定，也不在初始材料上测定。

15 试验数量

15.1 化学分析——每一炉号做一个试验。

15.2 拉伸试验，棒材、杆材、或线材或紧固件或者两者的，由经热处理的棒材、杆材、或线材机加工的——每批(见3.1.8条*)做一个试验。

15.3 拉伸试验，按8.6定义生产的紧固件的——机加工试样的数量或所试验的全尺寸紧固件应按如下：

批的数量(件数)	样品数量
小于等于50	2
51~500	3
501~35000	5
大于35000	8

15.4 脱碳试验，碳钢和合金钢，按8.6条定义生产的紧固件和由冷或热轧制、并经热处理的棒材机加工的，其直径在机加工螺纹之前在0.06in.(1.5mm)最大螺纹直径的直径内——每批(见3.1.8条*)做一个试验。

15.5 硬度试验：

15.5.1 硬度试验，棒材、杆材、或线材——每批一次试验。

15.5.2 硬度试验，紧固件——不论生产方法如何，每批所做的紧固件硬度试验数量应如15.3所示。

15.6 宏观浸蚀，仅对碳钢和合金钢——每批一次试验。

15.7 冲击试验——当产品标准要求冲击试验时，每批应做3个冲击试验试样。

15.8 其他试验——试验的数量应按采购方或单项产品标准的规定。

16 复试和重新加工

16.1 如果任何拉伸试验的结果不符合产品标准规定的要求，允许按A 370“试验方法和定义”所指的进行复试。如果拉伸试验结果是由于在试验中试样呈现瑕疵而小于规定值，则只要该缺陷不能归属于钢材断裂，裂纹或剥落，则允许复试。复试应在原来规定的两倍数量上进行。

16.2 如果不符合产品标准的冲击试验合格验收要求，可在相同的试验位置取3个附加试样进行一次复试。复试试样的每一单个试验值应大于等于规定的最小平均值。

16.3 禁止采用焊接方法进行修理。

17 检验

17.1 供货方应为采购方的检查员提供所有必要的设施以使他确认材料是按本标准及适用的产品标准生产和提供的。采购方进行现场检查应对供货方的操作无不必要的干扰。

17.2 实施无损检验的检测人员，应按符合于ASTN推荐性实用规程No. SNT-TC-1A(1988或最新版)或者其他为采购方和供货商双方均能接受的书面程序，经资格评定并取得合格证。

18 拒收和复审

18.1 代表由采购方拒收材料的样品应予保留，直至拒收要求的处理在供货方和采购方之间已达成协议。

19 合格证书

19.1 合格证书应包括证明材料或零件，或者两者是按单项产品标准的要求制造、取样和检查的，包括标准编号和出版年号。此外，合格证应包括本标准，产品标准和采购订单要求的所有试验结果。供货方应提供产品标准和采购订单要求的专门资料。

19.2 从电子数据交换(EDI)传送打印出的或用电子交换形式的检验合格证，应视作和出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI传送文件的内容应符合在采购方和供货方之间任何存在的EDI协议。

19.3 尽管没有签名，提供EDI传送的合格证或试验的合格证的复印件组织应对报告的内容负责。

20 产品标志

20.1 棒材应按照适用、按照A 29/A 29M或A 484/A 484M标准进行标志。

20.2 直径大于等于⅜in.(10mm)的双头螺栓和直径大于等于¼in.(6mm)的螺栓和螺钉的头部应采用级别和制造厂的识别符号。如果有效面积不够，级别符号可标志在一端，而制造厂的识别符号可标志在双头螺栓的另一端。

* 原文误为3.1.6条，已更正。——译注。

20.3　无论规格大小，所有的螺母应采用级别和制造厂的识别符号。

20.4　空心锻件应标志出炉号、或炉次符号及级别。

20.5　当产品以改变规定要求的方式替代时，确保产品的标志进行适当的修改是现有认证机构的责任。这包括除去原先认证机构的名称或符号。

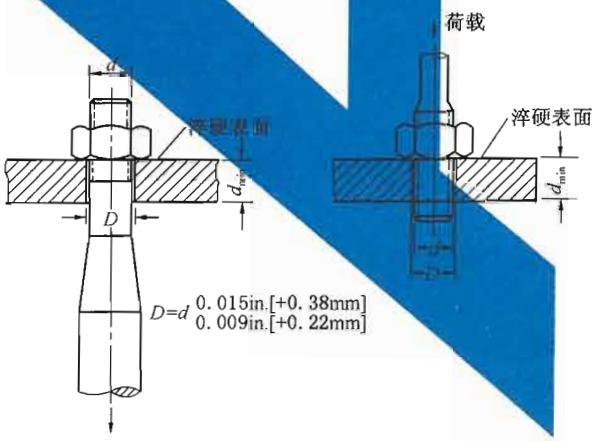
20.6　双重标志——符合一个或两个产品标准中的一个以上级别全部要求的产品，可以标志两方的级别标志。双重标志应由按产品标准所要求的每一级别用的完整标志要求组成，并用斜划线隔开。例如，对于 A193 B7 级和 A320 L7 级，其双重标志应标志为："B7/L7"。

21　包装、发货标志和装运

21.1　包装、发货标志和装运应按 A 700 实用规程进行。

22　关键词

22.1　奥氏体不锈钢　钢制螺栓　钢制紧固件　钢制螺母　压力容器用　合金钢棒材　碳钢棒材　不锈钢棒材　钢制螺栓材料　不锈钢螺栓材料　高温应用　低温应用　汽轮机材料



(a)拉伸方法　　(b)压缩方法

图 1　螺母的保证载荷试验

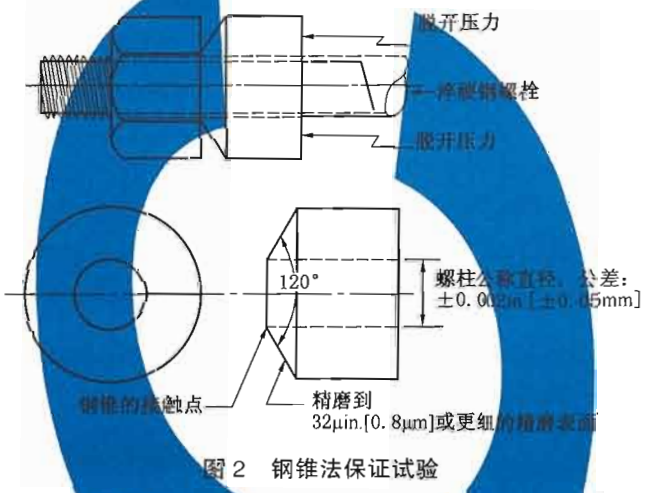


图 2　钢锥法保证试验

表 1　使用 120°淬硬钢锥法的钢锥保证载荷——英制[4]

公称尺寸，in.	每英寸螺牙数	应力面积，in.^{2}	钢锥保证载荷，lbf 基于下列示出在螺柱头上的保证应力，psi				
			120000	130000	135000	1540000	175000
1/4	28	0.0364	4050	4375	4550	5050	5900
1/4	20	0.0318	3525	3825	3975	4400	5150
5/16	24	0.0580	6300	6825	7100	7875	9200

表1（续） 使用120°淬硬钢锥法的钢锥保证载荷——英制[1]

公称尺寸，in.	每英寸螺牙数	应力面积，in.²	钢锥保证载荷，lbf				
			基于下列示出在螺柱头上的保证应力，psi				
			120000	130000	135000	1540000	175000
5/16	18	0.0524	5700	6175	6400	7125	8300
3/8	24	0.0878	9350	10125	10525	11700	13625
3/8	16	0.0775	8250	8950	9300	10300	12050
7/16	20	0.1187	12350	13400	13900	15450	18050
7/16	14	0.1063	11100	12000	12450	13850	16150
1/2	20	0.1599	16500	17650	18350	20400	23800
1/2	13	0.1419	14500	15700	16300	18100	21100
9/16	18	0.203	20200	21900	22800	25300	29500
9/16	12	0.182	18200	19700	20400	22700	26500
5/8	18	0.256	25000	27000	28100	31200	36400
5/8	11	0.226	22000	23900	24800	27500	32100
3/4	16	0.373	34700	37600	39000	43400	50600
3/4	10	0.334	31000	33600	35000	38800	45200
7/8	14	0.509	45000	48800	50600	56400	65600
7/8	9	0.462	40800	44200	46000	51200	59600
1	12	0.663	55600	60400	62600	69600	81200
1	8	0.606	51000	55200	57200	63600	74200
1⅛	12	0.856	68000	73800	76600	85000	99200
1⅛	8	0.790	62800	68000	70600	78600	91600
1⅛	7	0.763	60750	65750	68250	75750	88500
1¼	12	1.073	80500	87250	90500	100500	117250
1¼	8	1.000	75000	81250	84250	93750	109250
1¼	7	0.969	72750	78750	81750	90750	106000
1⅜	12	1.315	92750	100500	104250	116000	135250
1⅜	8	1.233	87000	94250	98000	108750	126750
1⅜	6	1.155	81500	88250	91500	101750	118750
1½	12	1.581	104250	113000	117500	130500	152250
1½	8	1.492	98500	106750	110750	123000	143500
1½	6	1.405	92750	100500	104250	116000	135250

① 基于下列公式（当规格尺寸超出本表格所列出的尺寸量值范围，该公式不应用于计算载荷值），并圆整到最接近的0.5ksi当量值：

$$CPL = (1 - 0.30D) \times f \times As$$

式中 CPL=钢锥脱开保证载荷，lbf

D=螺母的公称直径，in.

f=螺母的最小保证应力，psi

As=螺母的拉伸应力面积，$in^2 = 0.7854\ (D - 0.9743/n)^2$

n=每英寸螺牙数

表 2　使用 120°淬硬钢锥法的钢锥保证载荷——英制①

公称尺寸，mm	每英寸螺牙数	应力面积，mm^2	钢锥保证载荷，kN				
			基于下列示出在螺柱头上的保证应力				
			825MPa	895MPa	930MPa	1035MPa	1205MPa
M6	1	20.1	15.4	16.7	17.4	19.3	22.5
M8	1.25	36.6	27.3	29.6	30.8	34.3	39.9
M10	1.5	58.0	42.1	45.7	47.5	52.8	61.5
M12	1.75	84.3	59.5	64.5	67	74.5	87
M14	2	115	79	86	89.5	99.5	115.5
M16	2	157	104.5	113.5	117.5	131	152.5
M20	2.5	245	153	167	173	193	224
M22	2.5	303	184	200	208	231	269
M24	3	353	207	224	233	260	302
M27	3	459	256	278	289	322	374
M30	3.5	561	296	322	334	372	432
M36	4	817	382	416	432	480	558

① 基于下列公式（当规格尺寸超出本表格所列出的尺寸范围值时，该公式不得用于推算载荷值），并圆整到最接近的 3.5MPa 当量值：

$$CPL = (1 - 0.012D) \times f \times As \times 0.001$$

式中　CPL=钢锥脱开保证载荷，kN

D=螺母的公称直径，mm

f=螺母的最小保证应力，MPa

As=螺母的拉伸应力面积，$mm^2 = 0.7854\ (D-0.9382P)^2$

P=每毫米（mm）螺牙数

补充要求

仅当采购方在采购订货单上作了规定时，下列补充要求中的一条或多条才适用，此种场合下所规定的试验应在产品发货前就做完。

S50 产品标志

S50.1 所有尺寸的双头螺栓和螺栓的头部应标志上级别号和制造厂的识别符号。如果有效面积不够，级别符号可标志在一端，而制造厂的识别符号可标志在螺栓的另一端。

S51 去应力处理

S51.1 去应力处理作业应在热处理之后经矫直后进行。最低的去应力处理温度应是低于回火温度100℉(55℃)。力学性能试验应是在去应力处理之后进行。

S52 熔炼分析

S52.1 制造厂应对每一炉重熔锭做一次熔炼分析、以测定在单项产品标准中那些规定元素的百分数。这样测定的化学分析应符合单项产品标准的要求。

S53 顺序浇注或连铸

S53.1 当相同化学成分范围的多个炉次是依次连铸时，这些炉次应以确定的方法区分开，不应提供混杂的材料。

S54 供动载荷使用的螺栓、双头螺栓和螺栓材料

S54.1 供动载荷下使用的螺栓、双头螺栓和螺栓材料应对表面不连续性和脱碳进行检验。

S54.2 表面不连续性：

S54.2.1 表面不连续性应符合 F 788/F 788M 标准及 S54.2.2 中的附加限制。

S54.2.2 应根据 F 788/F 788M 标准的补充要求 S50 进行螺纹的重叠检查。螺纹在螺纹的根部，或者在节圆线以下形成及扩展螺纹侧面不得有重叠。

S54.2.3 不允许在任何深度、任何长度或任何位置上存在有淬火裂纹。

S54.2.4 在头部和颈部的连接处的折痕是不允许的。

S54.3 脱碳：

S54.3.1 脱碳试验次数与拉伸试验的次数相同，按如下进行：

S54.3.2 按 E 3“试验方法”沿轴线纵向将螺纹部分剖开，装配好并抛光切割表面。使用光学的或显微硬度测定脱碳情况。在发生争议时应采用显微硬度测定方法。

S54.3.3 对于光学测定、是将金相剖面用4%的硝酸乙醇腐蚀液浸蚀。在100倍的放大镜下用0.001in.(0.03mm)增量分级的目镜、或在打磨过的玻璃屏幕或用金相照片，对浸蚀试样进行检验。不应呈现粗大的脱碳(清晰可分辨的铁素体晶粒)节圆线以下任何地方的部分脱碳深度(轻度浸蚀区)应不小于公称螺纹高度的5%。

S54.3.4 对于显微硬度测定，是在未经浸蚀的金相剖面上使用 136° DPH(威氏棱堆)硬度计加上 200-gf 的载荷，或使用努普微压痕硬度计加在 200-gf 的载荷按 E 384“试验方法”进行硬度试验。在螺纹顶冠的小直径上进行测定以确定基体金属硬度。在同一部位及相邻螺纹处的节圆线的螺纹侧面的 0.003in.(0.08mm)范围内、以及螺纹根部以下 0.003in.(0.08mm)范围内进行测量。这样两个硬度读数应大于等于基体金属硬度减 30 DPH 或 30KHN(努普微压痕硬度)。

S55 磁粉检验

S55.1 每批的100%，应按 E 1444 实用规程采用湿荧光磁粉检验方法进行检验。合格验收限值应按 S57。

S56　液体渗透检验

S56.1　每批的 100%，应按 E 1417 实用规程采用荧光液体渗透检验方法进行检验。合格验收限值应按 S57。

S57　合格验收标准

S57.1　只有大于1/16in.（1.6mm）的指示才应视为相关指示。线性指示是一个其长度大于宽度 3 倍的指示。圆形指示是其长度大于宽度 3 倍的圆形或椭圆的指示。检测的所有表面应没有以下指示：

S57.1.1　相关的线性指示；

S57.1.2　尺寸大于3/16in. 的相关圆形指示；

S57.1.3　边缘到边缘直线间隔小于等于1/16in.的 4 个或更多个相关指示。

S58　真实的材料识别标志检验

S58.1　螺栓材料应接受真实的材料识别标志，以确保采购方在发运之前便可确认能收到正确级别的螺栓材料。该项检验是保证在螺栓材料的制造和标记标志过程中，不发生材料级别混淆情况的一种方法。

S58.2　螺栓材料应接受按 E 1916 导则做的真实材料识别标志检验。

S58.3　检验数量应为螺栓材料的 100%。

S58.4　所有材料级别不正确的螺栓材料应予拒收。

S58.5　经合格检验后的螺栓材料标志方法，应由制造厂和采购方商定。

S59　压力设备指令*——力学性能试验

S59.1　夏比冲击试验应在计划的最低运行温度下，但不高于 20℃（68℉）温度下完成。

S59.2　冲击试验的次数应与产品标准中对拉伸试验的规定次数相同，对每一要求的拉伸试验使用 3 个单个夏比试样。

S59.3　夏比冲击试验的最小单个试样吸收能应为：27J（20ft · lbf）。

S59.4　应在 5 倍于试样直径的（$5D$）标距长度上，测定拉伸试样的最小伸长率，且不得小于 14%。

S59.5　冲击和拉伸试验的试验结果应包括在产品的合格证书内。

*指欧洲标准化委员会（CEN）发布的“压力设备指令”。——译注。

附 录

（强制性资料）

A1 纳入新材料的要求

A1.1 在下列条件下可建议将新材料纳入本标准的共同要求引用的标准中。

A1.1.1 将新的级别添加到一个标准中的申请，提交给对该标准具有管辖权的分委员会主席。

A1.1.2 该申请附有一份说明，说明至少有一个用户需要将这一新级别纳入可适用的标准中。

A1.1.3 该申请附有可适用标准所要求的试验数据。须提交从最少三个试验批号的试验数据，并且每个是从不同的炉号。

A1.1.4 申请须提出对在可适用标准中所有的全部要求。

A1.1.5 申请须说明新级别是否属于专利。

A2 对现有级别的改变

A2.1 当属于A01.22分委员会管辖的材料标准中的钢材级别的化学成分、热处理或加工工艺、或者它们的组合打算作改变时，它应属于该分委员会要求提供附加数据或附加试验的管辖事项。所要求做的试验可包括应力断裂、拉伸、冲击以及应力释放试验，但不只限于这些试验，以验证所作改变不至于对这些性能有不利影响，即使材料标准通常不要求做这些试验。

高温承压零件用奥氏体钢锻件

SA-965/SA-965M

（与 ASTM 标准 A 965/A 965M—06a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于锅炉、压力容器、高温零件以及相关联设备用奥氏体不锈钢锻件。

1.2 当要求补充试验、检验或加工处理时，提供有供选择使用的补充要求。此外，如若适用，可以规定 A 788/A 788M 标准中的补充要求。

1.3 本标准包括的奥氏体钢锻件是 A 336/A 336M 标准的一部分。

1.4 无论以英寸-磅或 SI（公制）单位表示的数值都应视为标准值，正文及附表中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制，如加以混用，将导致与本标准的不一致。

1.5 除非在订货单中要求使用“M”字样的标准号，否则材料应用英寸-磅单位制供货。

1.6 本标准未论述与使用标准有关的所有安全问题。在使用之前，制定适当的安全卫生规程和确定这种管理限制的适用范围，是本标准使用者的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 336/A 336M 高温承压零件用合金钢锻件

A 370 钢制品的力学性能试验方法和定义

A 788/A 788M 钢锻件通用要求

E 112 平均晶粒度测定方法

2.2 其他标准：

ASME 锅炉及压力容器规范，包括第Ⅷ卷，压力容器和第Ⅸ卷，焊接评定

3 订货须知和一般要求

3.1 除 A 788/A 788M 标准中要求的订货须知外，若要应用第 5.1 条，则应注明预期用途。

3.2 按本标准所供的材料应符合 A 788/A 788M 标准的要求，该标准包括了附加的订货须知、制造要求、试验和复试的方法和程序、标志、合格证书、成品分析允许偏差以及附加的补充要求。

3.3 如果本标准的要求同 A 788/A 788M 标准的要求有矛盾时，应以本标准的要求为准。

3.4 如果锻件打算用于温度大于 1000 ℉（540℃）以上、按 ASME 锅炉及压力容器规范的锻件上，则应使用补充要求 S7。除非所需级别带有后缀“H”，对温度大于 1000 ℉（540℃）以上使用的锻件，应指定晶粒度要求。

4 熔炼和锻造

4.1 除了 A 788/A 788M 标准的熔炼和锻造要求外，可以附加 S8 补充要求，适用下列条件：

4.1.1 为保证没有有害的缩孔和过度偏析，应有足够的切头。

5 机加工

5.1 火力发电用的锻造压力容器应具有经机加工或打磨的内表面。不受火的压力容器的内表面应充分除锈以便于检查。

5.2 如须要粗加工、可在热处理前或热处理后进行。

6 热处理

6.1 锻件应以固溶热处理状态供货。在锻造作业完成时，锻件应是经固溶退火并在水中、油或在水-聚合物溶液中淬火的。锻造作业完成后，如未将锻件重新加热到第 6.2 条至第 6.5 条中规定的温度，则不允许对锻件进行直接淬火。

6.2 F304H、F309H、F310H、F316H、F321H、F347H 和 F348H 级别钢的最低固溶退火处理温度

应为1925 ℉(1050℃)。

6.3 FXM-11和FXM-19级别钢应在1950 ℉(1065℃)下进行固溶退火。

6.4 F46级别钢应在2010~2140 ℉(1100~1170℃)温度范围进行固溶退火。

6.5 表1中的其他级别钢应在最低1900 ℉(1040℃)温度下进行固溶退火。

7 化学成分

7.1 熔炼分析——进行熔炼分析时，应按A 788/A 788M标准规定取样，分析结果应符合表1规定要求。

7.2 成品分析——制造厂应按A 788/A 788M标准中成品分析条款规定从代表每一炉号或多炉次炉号的锻件上取样进行分析。

7.3 通常称呼用的型号和UNS的标号，如下所示：

级别	型号	UNS标号
F304	304	S30400
F304H	304H	S30409
F304L	304L	S30403
F304N	304N	S30451
F304LN	304LN	S30453
F309H	309H	S30909
F310	310	S31000
F310H	310H	S31009
F316	316	S31600
F316H	316H	S31609
F316L	316L	S31603
F316N	316N	S31651
F316LN	316LN	S31653
F321	321	S32100
F321H	321H	S32109
F347	347	S34700
F347H	347H	S34709
F348	348	S34800
F348H	348H	S34809
FXM-19	XM19	S20910
FXM-11	XM11	S21904
F46	—	S30600

8 力学性能

8.1 要求——材料应符合表2和补充要求S2中规定的力学性能要求。应采用A 370“方法和定义”规定的可能制备的最大拉伸试样。

8.2 试验数量——试验数量及取样位置取决于相同炉号在同一装炉条件下固溶处理锻件的热处理重量。

8.2.1 对于热处理时重量小于5000lb(2250kg)的锻件，每一个锻件应要求按每一热处理装载的每一炉号，做一个拉伸试验。对于总重小于5000lb(2250kg)的锻件，可使用分开锻造的试棒来替代整体延伸部分切取力学性能试样，只要这样的试棒的热处理横截面积不小于它所代表的锻件的最大热处理横截面积。分开锻造的试棒应与其代表的锻件取自同一炉钢，且应伴随锻件一起做热处理。

8.2.2 当热处理是在可获得完整热处理记录的、装有高温记录仪的连续处理炉内进行时，同一固溶回火批号可认为是不超过8h周期的任何连续操作。

8.2.3 热处理时重量超过5000lb(2250kg)的锻件，应在每一个锻件的延伸部分取样，进行一次拉伸试验。

8.3 除非规定了S2补充要求，否则拉伸试验试样的纵轴应平行于锻件的主要加工方向，对于镦锻的盘形锻件，试样纵轴应位于切线方向或径向。

8.3.1 拉伸试验试样如附加在盘形锻件的周边，则试样的纵轴位置应位于试验延伸部分两平行表面的中心。实心锻件试样的纵轴应位于中心至表面之间的中心。对于空心锻件或镗孔后热处理的锻件，试样纵轴应位于壁厚中心处。对于特殊的，在实芯状态下做热处理但随后进行镗孔的锻件，拉伸试验试样可取自镗孔后的最小内径位置，以替代中径位置。

9 晶粒度

9.1 F304H，F316H，F309H，F310H，F321H，F347H及F348H级别钢锻件的晶粒度应在固溶处理后按E 112试验方法测定。对于8.2条所要求的每个拉伸试样应检验一件试件，并应取自拉伸试验位置。由此测得的晶粒度，在观测面积内至少要有75%以上应是6号或更粗。

10 焊补

10.1 只有在采购方的同意下，方可对锻件进行焊补。这样的焊接修补应按ASME锅炉和压力容器规范、第Ⅸ卷的规定完成。

11 标志

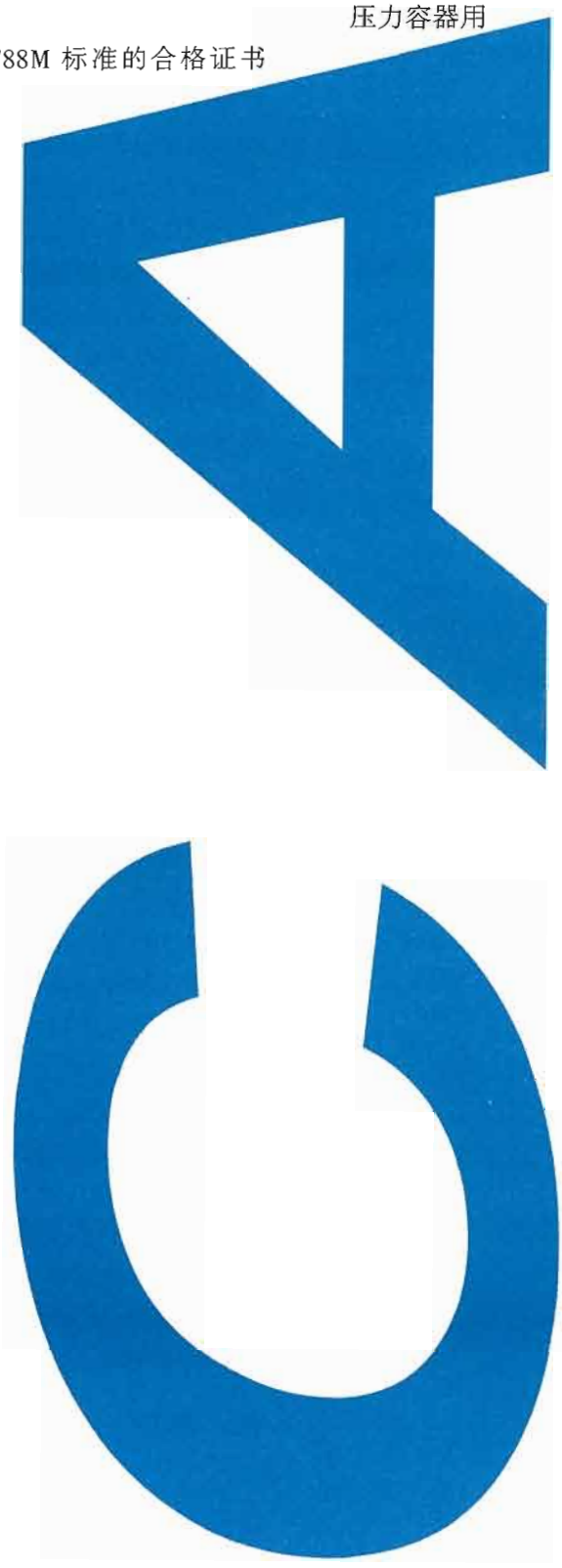
11.1 采用 A 788/A 788M 标准的标志要求。

12 试验报告

12.1 采用 A 788/A 788M 标准的合格证书要求。

13 关键词

13.1 奥氏体不锈钢锻件 高温用 受压件 压力容器用



补 充 要 求

只有当采购方在询价单、合同或订货单作出规定时，方可采用下述一项或几项补充要求。这些补充要求的细节应由制造厂和采购方双方商定。

S1 粗车削和镗孔

S1.1 应规定粗车和镗孔在制造工序中的安排顺序。

S2 横向拉伸试验

S2.1 取样不按 8.3 条规定，试样的纵轴应垂直于锻件的主要加工方向。试验结果要符合于表 2 的要求，但塑性限值除外，其值于表 2 示出。

S3 水压试验

S3.1 采用水压试验，并应规定水压试验的细节，包括它在制造工序中的安排顺序。

S4 稳定化热处理

S4.1 当有规定时，F347 和 F321 级别钢应经受稳定化热处理，其过程包括锻件在 1500～1600 °F(815～870℃)温度下保温不少于 2h/in.，然后，炉冷或在静止空气中冷却。

S5 标志

S5.1 锻件应按采购方在采购订货单或图样上表示出的位置上作标志。

S6 单独锻造

S6.1 锻件无论是否同样或不同样都要单独生产。它们不得做成批锻造并在热处理之前或之后区分开。

S6.2 单独锻造锻件的形状和尺寸应采用锻造图样或在采购订货单上注明的方式，由制造厂和采购方商定。

S7 用于 1000 °F(540℃)以上的晶粒度要求

S7.1 对于设计金属温度大于 1000 °F(540℃)以上的锻件，按 E 112 试验方法测定的晶粒度应为 7 号或更粗，实际的晶粒度应标注在合格验证用试验报告上。

表 1 化学成分要求

元素	奥氏体钢																					
	级别																					
	F 304	F 304H	F 304L	F 304N	F 304LN	F 309H	F 310	F 310H	F 316	F 316H	F 316L	F 316N	F 316LN	F 321	F 321H	F 347	F 347H	F 348	F 348H	FXM-19	FXM-11	F46①
C	0.08 max	0.04 ~ 0.10	0.030 max	0.08 max	0.030 max	0.04 ~ 0.10	0.15 max	0.04 ~ 0.10	0.08 max	0.04 ~ 0.10	0.035 max	0.08 max	0.030	0.08 max	0.04 ~ 0.10	0.08 max	0.04 ~ 0.10	0.08 max	0.04 ~ 0.10	0.06 max	0.04 max	0.018 max
Mn	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.50 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	2.00 max	4.0 ~ 6.0	8.0 ~ 10.0	2.00 max
P, max	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.040	0.45	0.045	0.035	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.020
S, max	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.020
Si	1.00 max	1.00 max	1.00	1.00 max	1.00 max	1.00 max	1.00 max	1.00 max	1.00 max	1.00 max	1.00 max	1.00 max	1.00 max	0.85	1.00 max	1.00 max	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00 max	3.7 ~ 4.3
Ni	8.0 ~ 11.0	8.0 ~ 11.0	8.0 ~ 11.0	8.0 ~ 11.0	8.0 ~ 11.0	12.0 ~ 15.00	19.0 ~ 22.0	19.0 ~ 22.0	10.0 ~ 14.0	10.0 ~ 14.0	10.0 ~ 15.0	10.0 ~ 13.0	10.0 ~ 13.0	9.0 min	9.0 ~ 12.0	9.0 ~ 12.0	9.0 ~ 12.0	9.0 ~ 12.0	9.0 ~ 12.0	11.5 ~ 13.5	5.5 ~ 7.5	14.0 ~ 15.5
Cr	18.0 ~ 20.0	18.0 ~ 20.0	18.0 ~ 20.0	18.0 ~ 20.0	18.0 ~ 20.0	22.0 ~ 24.0	24.0 ~ 26.0	24.0 ~ 26.0	16.0 ~ 18.0	16.0 ~ 18.0	16.0 ~ 18.0	16.0 ~ 18.0	16.0 ~ 18.0	17.0 min	17.0 ~ 19.0	17.0 ~ 19.0	17.0 ~ 19.0	17.0 ~ 19.0	17.0 ~ 19.0	20.5 ~ 23.5	19.0 ~ 21.5	17.0 ~ 18.5
Mo	…	…	…	…	…	…	…	…	2.00 ~ 3.00	2.00 ~ 3.00	2.00 ~ 3.00	2.00 ~ 3.00	2.00 ~ 3.00	…	…	…	…	…	…	1.50 ~ 3.00	…	0.20 max
N	…	…	…	0.10 ~ 0.16	0.10 ~ 0.16	…	…	…	…	…	…	0.10 ~ 0.16	0.10 ~ 0.16	…	…	…	…	…	…	0.20 ~ 0.40	0.15 ~ 0.40	…
Nb + Ta	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	②	8 × C min to 1.10 max	10 × C min to 1.10 max	8 × C min to 1.10 max	0.10 ~ 0.30	…	…
Ti	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	③	④	…	…	…	…	…	…	…
Ta	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.10 max	0.10 max	…	…	…
V	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.10 ~ 0.30	…	…
Co	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	0.020	0.020	…	…	…
UNS 标号	S30400	S30409	S30403	S30451	S30453	S30909	S31000	S31009	S31600	S31609	S31603	S31651	S31653	S32100	S32109	S34700	S34709	S34800	S34809	S20910	S20904	S30600

① F46 应含有最大为 0.50% 的铜含量。

② F347 的铌含量应不小于碳含量的 10 倍，但不大于 1.10%（此外，径采购方批准，钽可以部份替代铌）。

③ F321 的钛含量应不小于(C + N)含量的 5 倍，但不大于 0.70%。

④ F321H 的钛含量应不小于(C + N)的 4 倍，且不大于 0.70%。

表2 拉伸性能要求

	奥氏体钢																					
	级别																					
	F 304	F 304H	F 304L	F 304N	F 304LN	F 309H	F 310	F 310H	F 316	F 316H	F 316L	F 316N	F 316LN	F 321	F 321H	F 347	F 347H	F 348	F 348H	FXM-19	FXM-11	F 46
抗拉强度 ≥, ksi[MPa]	70 [485]	70 [485]	65 [450]	80 [550]	70 [485]	70 [485]	75 [515]	70 [485]	70 [485]	70 [485]	65 [450]	80 [550]	70 [485]	70 [485]	70 [485]	70 [485]	70 [485]	70 [485]	65 [450]	100 [690]	90 [620]	70~100 [540~690]
屈服强度(0.2%残余变形), ≥	30 [205]	30 [205]	25 [170]	35 [240]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	25 [170]	35 [240]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	30 [205]	25 [170]	55 [380]	50 [345]	32 [220]
标距2in. 或50mm伸长率, ≥,%	30	30	30	25	30	30	30	30	30	30	30	25	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40
断面收缩率, ≥,%	45	45	45	45	45	45	35	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	50	50	50

表S2.1 塑性限值

	级别																					
	F 304	F 304H	F 304L	F 304N	F 304LN	F 309H	F 310	F 310H	F 316	F 316H	F 316L	F 316N	F 316LN	F 321	F 321H	F 347	F 347H	F 348	F 348H	FXM19	FXM11	F 46
标距2in. 或50mm伸长率, ≥,%	30	30	30	25	30	30	30	30	30	30	30	25	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40
断面收缩率, ≥,%	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	37	35	35	35	35	40	40

承压件熔模铸造钢铸件通用要求

SA-985/SA-985M

（与 ASTM 标准 A 985/A 985M—04a 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准是适用于以下每个 ASTM 标准，由承压件用熔模铸造工艺生产的钢铸件的一组强制性的通用要求：

标准名称	ASTM 标准号
高温用可熔焊碳钢铸件	A216/A216M
高温受压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件	A217/A217M
高温用奥氏体钢铸件	A351/A351M
低温受压件用铁素体和马氏体钢铸件	A352/A352M
高温受压件用经特殊热处理的合金钢铸件	A389/A389M
受压用铸钢件	A487/A487M

1.2 本标准尚有一组补充要求，在上述各项标准中指出时可使用这些补充要求，但只有要求附加的试验或检验，并且采购方在订单中单独规定时，才使用它们。

1.3 如专用标准中的要求与本标准通用要求相抵触，则以前者为准。

1.4 无论以英寸-磅或 SI(米制)单位表示的数值都应视为标准值。在正文中，SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用，将导致与本标准的不一致。英寸-磅单位适用于按 A 985 标准订货的材料，而 SI 单位则适用于按 A 985M 标准订货的材料。

1.5 本标准未论述与使用标准有关的所有安全问题。在使用之前，制定适当的安全卫生规程和确定这种管理限制的适用范围，是本标准使用者的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 216/A 216M 高温用可熔焊碳钢铸件

A 217/A 217M 高温受压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件

A 351/A 351M 高温用奥氏体钢铸件技术条件

A 352/A 352M 低温受压件用铁素体和马氏体钢铸件

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 389/A 389M 高温受压件用经特殊热处理的合金钢铸件

A 487/A 487M 受压用铸钢件

A 488/A 488M 钢铸件焊接工艺和人员资格评定实用规程

A 609/A 609M 碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢超声波检验实用规程

A 751 钢产品化学分析试验方法、操作和术语

A 800/A 800M 估算奥氏体合金钢铸件铁素体含量的实用规程

A 903/A 903M 钢铸件表面合格验收标准用磁粉和液体渗透检验

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A 991/A 991M 对钢制产品热处理炉进行炉温均匀性监督的试验方法

E 29 确定试验数据与标准一致性的有效数字位数的推荐规程

E 94 射线照相检验指南

E 125 铁素体铸件上磁粉显示参考照片

E 165 液体渗透检验法实用规程

E 186 壁厚为 2~4½in.(51~114 mm)的厚壁钢铸件参考射线照片

E 192 航空航天用熔模铸造钢铸件用的参考射线照片

E 208 测定铁素体钢无塑性转变温度的导

向落锤试验方法

E 280 壁厚为4½~12in.(114~305 mm)的厚壁钢铸件参考射线照片

E 340 金属和合金的宏观浸蚀方法

E 353 马氏体时效钢和其他类似铬-镍-铁合金耐热不锈钢化学分析试验方法

E 354 高温电磁性及其他类似铁、镍和钴合金的化学分析试验方法

E 446 厚度至2in.(51 mm)的钢铸件参考射线照片

E 709 磁粉检验用实用规程

2.2 ANSI标准:

B 16.5 钢管道法兰和法兰管配件

2.3 ASME标准:

ASME锅炉及压力容器规范,第Ⅲ卷,NB-2546

2.4 阀门和配件工业制造厂标准化学会(MSS)标准:

MSS SP53 阀门、法兰和管配件以及其他管道部件的钢铸件质量标准(干磁粉检验方法)

MSS SP54 阀门、法兰和管配件以及其他管道部件的钢铸件质量标准(射线照相检验方法)

2.5 SAE航空航天推荐实用规程:

ARP 1341 碳钢和低合金钢成品零件脱碳及渗碳的测定

3 术语

3.1 定义——A 370试验方法和定义标准和A 941术语标准中的定义,适用于本标准和第1.1条中所列标准。

3.2 本标准专用术语的定义:

3.2.1 一次熔炼,名词——从一炉浇注的所有熔化金属,或从两炉或更多炉浇注到一个钢水包或在重新装满炉子或多个炉子前铸的所有熔化金属。

3.2.2 熔模铸造,名词——使用可以凝固的陶瓷泥围绕一个可消耗掉的模型而获得的铸模生产出的金属铸件。这种可消耗模型可以用腊、塑料或其他材料来组成,并且在把液体金属注入到铸模之前将其除去。

3.2.3 主熔炼炉次,名词——合金的单一炉次的装填,它可以是直接地浇铸成为铸件,也可以浇铸成单独熔化的重熔合金。

3.2.4 次(要)熔炼炉次,名词——重熔化主熔炼炉次的一部分只用少量脱氧添加物浇铸成的铸件。同步熔化的生产炉次。

4 材料和制造

4.1 冶炼工艺——除非专用标准另有规定或用户与生产厂之间另有协议外,采用电炉法冶炼工艺,有或无精炼工艺,例如氩-氧脱碳法(AOD)、真空除氧(VOD)、真空感应冶炼(VIM),等。主熔炼炉次可直接用于生产钢铸件,或后来重熔为次熔炼炉次而转换为钢锭、棒材、小钢球或其他合适的形式,不包括在铸件生产中的浇注口和冒口。

4.2 重熔工艺——除非用户与生产厂之间另有协议外,次熔炼炉次应采用电感应炉在带或不带大气保护(诸如真空或惰性气体)的条件下分为合适的批次从主熔炼炉次的金属来产生。除了主熔炼炉次外,回复使用的(浇注口、注入口、冒口和被拒收的)铸件不得是重熔的铸件。

4.3 热处理:

4.3.1 铁素体和马氏体钢在浇注后,为提高力学性能而进行的热处理之前,应令其冷却使奥氏体完全充分地转变。

4.3.2 铸件须在热处理炉的工作区内经受热处理,该热处理炉已按A 991/A 991M试验方法标准做了测定。

4.3.2.1 当铸件是在高于2000 ℉(1100℃)的温度下做的热处理时,则工作区须在比该级钢的最低热处理温度既不低于20 ℉(15 ℃),也不高于200 ℉(110 ℃)做了测定而确定下的区域。如果并未对该级钢规定最低热处理温度,则测定温度相对于热处理炉所用设定点的温度应既不得低于50 ℉(30 ℃),也不得高出175 ℉(100 ℃)以上。

4.3.2.2 除了在产品热处理过程中,热处理炉内任何部分的温度不得低于对所加工钢种级别的最低规定温度,也不得高于其最大规定温度以外,测定温度上的最大偏差按照在最高温度与最低温度之间的温度差来确定,并由采购方和生产厂之间协商确定。

4.4 取样:

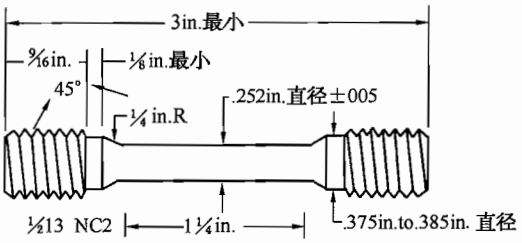
4.4.1 如果铸件是由一个或多个主熔炼炉

次直接浇铸而成的，则化学分析和其他要求的试验所用的试样，也应直接地由每一炉的主熔炼炉次浇铸而成。

4.4.2　如果铸件是由一个次熔炼炉次浇铸而成的，则化学分析和其他要求的试验用试样也应直接地由相同主熔炼炉次的次熔炼炉次钢水浇铸而成，但是并不必须是与铸件相同次熔炼炉次。取试样用的次熔炼炉次应使用与浇铸铸件用的相同操作工艺和添加物。

4.4.3　试样可取自铸件，或取自与铸件同一铸模中与铸件一起整体浇铸的样块，也可取自单独的铸模中浇铸的样块。

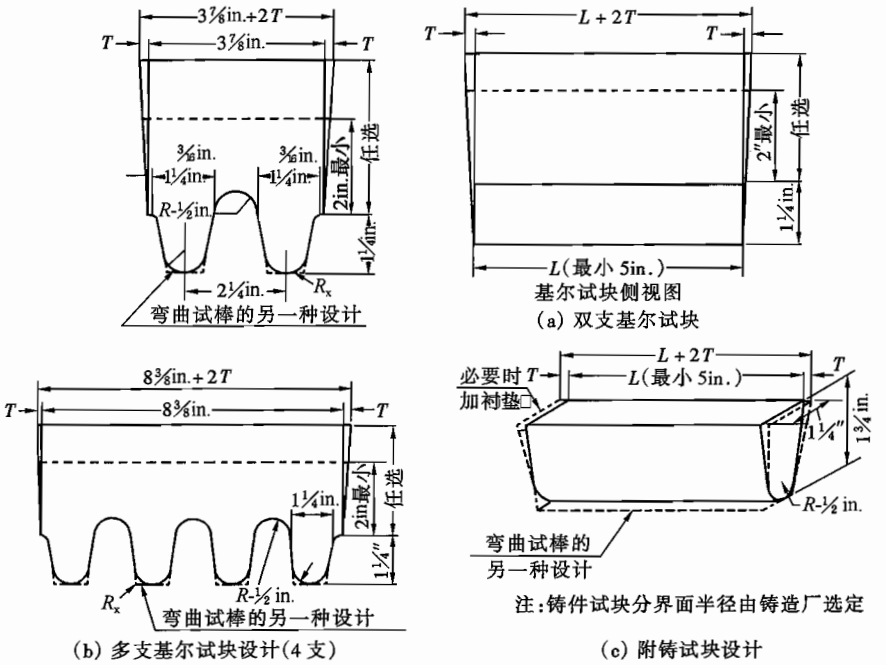
4.4.4　除了补充要求 S26 规定的外，拉伸试验用分开浇铸的试样如图 1 至图 4 以及表 2 所示，该试样与浇铸铸件使用的相同型式和材料来浇铸。图 4 中的样块只用于横截面小于 2.5in. 的奥氏体合金铸件上。



等值的米制尺寸

in.	0.005	1/8	0.252	0.375	0.385	9/16	1¼	3
(mm)	(0.15)	(3)	(6.40)	(9.50)	(9.75)	(15)	(30)	(75)

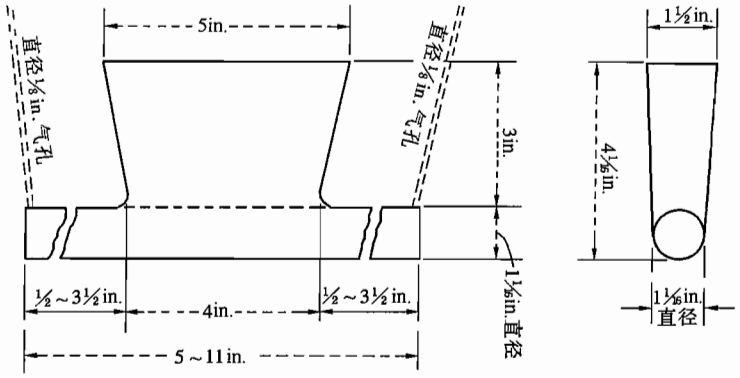
图 1 ICI 试棒的设计和尺寸



等值的米制尺寸

in.	3/16	1/2	1¼	1¾	2	2¼	3⅜	5	8⅛
(mm)	4.8	13	32	45	51	57	98	127	213

图 2　铸铁试块(设计细节见表 2)

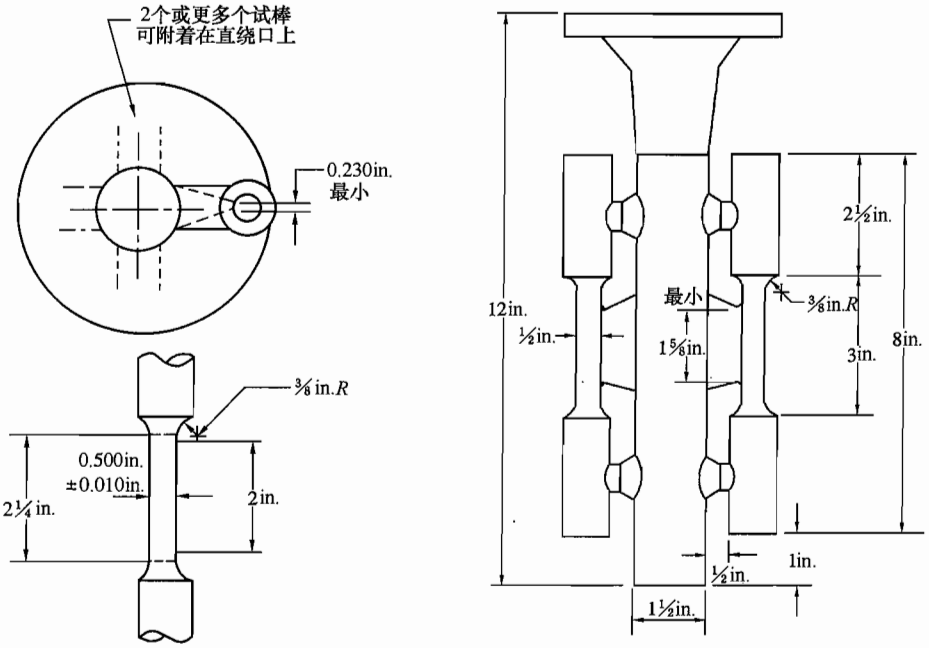


等值的米制尺寸

in.	1/8	1/2	1⅛	1½	3	3½	4	4⅞	5	11
mm	3.2	12.7	27.0	38.1	76.2	88.9	101.6	103.2	127.0	279.4

注：通过头部浇注；为了保持头部流动，只要可能，在浇注厚立即用粉末状木炭、焦碳末等覆盖熔融状态的头部

图3 拉伸试样用试块



等值的米制尺寸

in.	0.010	0.230	3/8	1/2	1	1½
mm	0.254	5.842	3.2	12.7	25.4	38.1
in.	1⅝	2¼	2½	3	8	12
mm	41.275	57.15	63.5	76.2	203.2	304.8

注：用这个方法制造的试坯，仅适用于奥氏体合金钢。模型可经预热后浇注，以得出优良的试坯。

图4 铸成拉伸试棒形状的试坯

5　化学成分

5.1　化学分析——本标准适用材料的化学分析应按 A 751 试验方法规程进行。

5.2　熔炼分析——按适用性，钢厂应根据 4.4 条或补充要求 S27 获取得的试样，对试样进行分析，以确定对所浇铸钢的级别钢所规定元素的百分数。当使用钻孔法时，应在离表面以下不小于 1/16in.（1.6 mm）以下取样。如此测定出的化学成分，应向采购方或其代理人报告，且应符合被浇铸钢种级别的专用标准的要求。

5.3　成品分析——采购方可以对代表每一主熔炼炉次、每一个次熔炼炉次、每批或每个铸件的材料进行成品分析。分析应在所代表的材料上进行。由于脱碳的可能性，进行元素分析的碳钢和合金钢试样，应取自离铸造表面不小于 1/16in.（1.6 mm）处，除非铸件对此来说太薄，而应在所代表的材料上进行分析。如此测定出的化学成分须符合适用标准所含级别规定的要求，否则采购方应予拒收。除了碳钢和低合金钢铸件所测定的化学成分可与规定范围有差异，按表 1 所示，表 1 中的成品分析偏差不能用作铸件制造厂的熔炼分析合格验收标准。对于碳钢和低合金钢以外的钢，当对成品分析和熔炼分析作比较时，应按适用性考虑 E353 或 E354 试验方法标准中的再现性数据 R2。

表 1　碳钢和低合金钢成品分析允许偏差

元素	范围①	允许偏差②,③，±,%
C	≤0.65%	0.03×%C_L+0.02
	>0.65%	0.04%
Mn	≤1%	0.08×%Mn_L+0.01
	>1%	0.09%
Si	≤0.60%	0.22×%Si_L−0.01
	>0.60%	0.13%
P	全部	0.13×%P_L+0.005
S	全部	0.36×%S_L+0.001
Ni	≤2%	0.10×%Ni_L+0.03
	>2%	0.25%
Cr	≤2%	0.07×%Cr_L+0.04
	>2%	0.18%
Mo	≤0.60%	0.04×%Mo_L+0.03
	>0.60%	0.06%
V	≤0.25%	0.23×%V_L+0.004
	>0.25%	0.06%
W	≤0.10%	0.06×%W_L+0.02
	>0.10%	0.02%
Cu	≤0.15%	0.18×%Cu_L+0.02
	>0.15%	0.05%
Al	≤0.10%	0.08×%Al_L+0.02
	>0.10%	0.03%

① 范围表示成分界限，小于它时，允许偏差由公式计算，高于它时，允许偏差为一常数。

② 在每个方程式中元素下标“L”表明应将专用标准规定的元素界限值代入到方程中去，以便分别计算上限和下限的允许偏差。计算允许偏差的例子示于注③中。

③ 为了计算允许偏差，假定 A 217/A 217M 标准的 WC4 级别钢锰的界限值为 0.50%～0.80%。按照表 1，成品分析低于 0.50 下限的最大允许偏差是（0.08×0.50+0.01）=0.05%，因此，WC4 级钢的成品分析最低验收值为 0.45%。同样高于上限 0.80% 的最大允许偏差是（0.08×0.8+0.01）=0.074%。因此 WC4 级钢成品分析的最高验收值是 0.874%。对于 A 216/A 216M 标准的 WCC 级钢，在碳含量为 0.20%时，最大锰含量为 1.40%，这样的话，成品分析最大验收值为（1.40%+0.09%）=1.49%。

5.4　非规定元素——当要求对订货等级的钢中非规定元素进行化学分析时，可规定采用补充要求 S1。

注 1：所有商业金属都含有规定元素以外的少量的不同元素。尽管在事实上生产厂常规测定常常测定出许多这些元素的存在，然而，对于各个可能存在的未规定元素规定极限值，是既不实际、也是不必要的。

5.5　禁止改变采购方所规定的钢的等级或化学成分。

6　力学试验方法

6.1　所有力学试验应按 A 370 试验方法和定义标准进行。

7　拉伸性能要求

7.1　拉伸试验用的取样，应按适用性，根据 4.4 条或补充要求 S28 获取。

7.2　制取试样用的试块，应在产品热处理炉内采用它所代表的铸件相同的工艺进行热处理。

7.3　如果任一试样加工不合格或出现裂缝，可将其报废，并由同一熔炼炉号的另一个试样来代替。

7.4　为了使测定符合拉伸试验要求，应将观测到的数值或计算得到的数值按 E 29 实用规程

进行圆整，屈服强度和抗拉强度圆整到最接近的500 ksi(51 MPa)，伸长率和截面收缩率圆整到最接近的1 %。

8 焊补

8.1 焊补应按专用标准的要求，使用按A 488/A 488M实用规程评定合格的焊接工艺和焊工进行。

9 法兰

9.1 当将一个带法兰的铸件除去法兰以形成一个有焊接端的铸件时，可能会发现对于带法兰的铸件不成为有害缺陷的缺陷，此时，对该铸件的处理由采购方和铸件制造厂双方协商而定。

10 质量

10.1 对铸件表面作目视检验时应无粘砂、氧化皮、裂纹和热裂。其他表面缺陷应满足订货规定的目视验收标准。其他表面不连续性缺陷应符合采购订货单中规定的目视检验合格验收标准。对不合格的表面可见缺陷应予以清除，并且应以对清除缺陷后的凹坑的目视检验来证实。

10.2 铸件不可以锤尖敲击、堵塞或浸渍法来阻止渗漏。

10.3 当希望做附加的检验时，可指定补充要求S4、S5、S7或S10。

11 水压试验

11.1 每个铸件在机加工后，应按ANSI B16.5对铸件设计强度等级所规定的壳体水压试验压力进行试验。试验时铸件不得出现漏泄。如工作压力不同于ANSI中的标准等级时或该等级在ANSI B16.5中未规定试验压力时，则试验压力应由铸件制造厂和采购方商定。

11.2 铸件制造厂有可能不能够在发运前进行水压试验，或者采购方可能希望推迟试验到完成附加的工作或加工之后进行。对于由采购方进行最终加工而交货的粗加工状态的铸件，可以由铸厂在采购方同意的压力下于装运前进行水压试验。但铸件制造厂对铸件能顺利通过第11.1条所要求的最终试验要负有责任。

12 工艺质量、表面质量和外观

12.1 所有铸件均应制造精良，并应符合采购方提供图样尺寸。当采购方提供模型或使用由采购方提供的钢模生产时，铸件尺寸应按模型或钢模的要求，除非另有协议。

12.2 经机加工和焊接端应有适当保护，以防铸件在运输期间损坏。

13 复试

13.1 如果力学性能的试验结果不符合规定要求，允许按A 370试验方法和定义进行复试。根据铸件制造厂的选择，可对铸件进行重新热处理和复试。重新热处理后，应从符合标准或订货要求的位置切取充分数量的试样进行试验。

14 检查

14.1 铸件制造厂应向采购方检查人员提供各种合理的必要的方便条件，以使他确信材料正在按照所用标准要求生产和供货。采购方在铸件制造厂内的检验，不应对铸件制造厂的工作造成不必要的干扰。除非另有协议，除成品分析(第5.2条)以外的所有试验和检验都应在铸件制造厂内完成。

15 拒收和复审

15.1 采购方根据试验报告的任何拒收，应从接到试验报告日起30天内通报给铸件制造厂。

15.2 对于按订货单规定的验收标准对铸件制造厂的铸件进行合格验收检测之后，如铸件出现不合格的有害缺陷而不能验收则应予拒收，并应从发现拒收情况之日起30天内通知铸件制造厂。

15.3 代表拒收材料的试样，应从发出试验报告之日起保存两星期。在此期限内，铸件制造厂如果对试验结果不满意，可以申请复审。

16 合格证书

16.1 铸件制造厂应向采购方提供合格证书，说明材料是按照材料标准(包括版本年号)进行制造、取样、试验和检验，并满足标准要求。

16.2 如适用的话，合格证书中尚应含有：

16.2.1 材料标准和等级；

16.2.2 模型号或零件编号；

16.2.3 主熔炼炉次编号或可跟踪主熔炼炉次编号的序列号；

16.2.4　在采购订货单中规定的标准和补充要求所要求的化学分析结果；

16.2.5　在采购订货单中规定的标准和补充要求所要求的力学性能结果；

16.2.6　对采购订货单规定的检验、目视和无损检验取得满意结果的说明；

16.2.7　铸件制造厂名，以及

16.2.8　附加的采购订货要求。

16.3　合格证书上不要求署名，但应清楚地指明提供合格证书的机构。尽管没有署名，但提供合格证书的机构应对其内容负责。

17　成品标志

17.1　为了识别材料，铸件应用等级符号(WCB、WC9、CF8M，等)做标志。此外，应在所有的单件重量等于或大于 50 lb(25 kg)的受压铸件上标志主熔炼炉次号、或可以跟踪主熔炼炉次号的序列号。重量小 50 lb(25 kg)的受压铸件应以主熔炼炉次号或批号标志，它可以识别铸件浇注的月分。标志应标在不损害铸件使用的部位上。

17.2　在规定要求冲击性能的铸件上，使用低应力钢印在高起的凸台上(凸台构成铸件的一部分)打钢印标志。

17.3　除了铸件制造厂和采购方双方在其他条款中作了规定外，铸件应有铸件制造厂的识别标记或符号。

18　关键词

18.1　铸件　熔模铸造　主熔炼炉次　承压钢铸件　次熔炼炉次

表 2　铸件试块设计细节(见图 2)

项　目	分支的设计 5in.(125mm)	项目	冒口设计
1. L(长度)	最小 5in.(125mm)，也可由铸造车间任选更长的长度，以容纳附加的试棒(见注 1)	1. L(长度)	冒口基部长度应与支的上部长度相等，因此，冒口上部尺寸取决于加到冒口上斜度的量
2. 拔模斜度	铸造车间选定	2. 宽度	多支试块基部宽度应是 $n\times 2\frac{1}{4}$ in.(57mm)～5/8in.(16mm)。式中，n 为附到试块上的支数，因此，冒口上部宽度取决于加到冒口上斜度的量
3. 高度	$1^1/4$in.(32mm)		
4. 上部宽度	$1^1/4$in.(32mm)(见注 1)		
5. 下部圆弧半径	≤1/2in.(13mm)	3. T(冒口拔模斜度)	由铸造车间决定
6. 各支间距	1/2in.(13mm)	4. 高度	最小高度 2in.(51mm)。最大高度由铸造车间选定，这是因为：(a)许多冒口是外露的；(b)为了可靠起见，对不同化学成分可要求不同的冒口高度；(c)为了可靠起见，对不同浇铸温度可要求不同的冒口高度
7. 试棒位置	拉伸、弯曲和冲击试棒从试样块各分支的下部切取(见注 2)		
8. 支数	附在试块上的分支数，由铸造车间选定，它们按第 6 项要求的间距尺寸等间距布置。		
9. Rs	铸造半径，约 0～1/16in.(2mm)		

注：1. 大而重的钢铸件试块：图 1 的试块是用于大而重的钢铸件。但是，如果需，铸造车间可任选比标准试块更大的横截面积和长度。

2. 弯曲试棒：如需弯曲试棒，亦可用另一种设计(如图 2 中虚线所示)。

补 充 要 求

当采购方要求和被专用标准允许并被列入该标准时，可采用下述标准化了的补充要求。但只有在采购订货单中指定时，才应用它们。如果那样的话，铸件制造厂应在铸件装运前进行规定的试验。

S1 未规定的元素

S1.1 对订货级别的钢，可由制造厂和采购方协商确定标准中未作规定元素的含量范围。对商定的元素的分析结果，应报告给采购方。

S2 破坏性试验

S2.1 采购方可以从每个熔炼炉号中挑出代表性的铸件，将其切开并酸洗，或用其他制备方式制成供检验内部缺陷用的试片。如果发现了证明钢材不良和铸造技术错误的有害缺陷，则此特定模型，熔炼炉号，热处理装炉批号制成的所有铸件应予拒收。所有拒收的铸件，包括切割开的铸件，应由铸件制造厂无偿更换。

S3 弯曲试验

S3.1 应按 A370 试验方法和定义标准，对每个熔炼炉号的试块进行一个弯曲试验，并将其加工成 1in. × 1/2in.（25mm×13mm）截面，其圆角半径不得大于 1/16in.（1.6mm）。

S3.2 在室温下经受纵向弯曲的试样应能弯成 90°角，弯芯直径对碳钢等于试样厚度，对其他钢种为 1in.（25mm），在试样弯曲部位的外表面不得出现裂纹。

S3.3 经铸件制造厂和采购方同意时，弯曲试样也可从热处理过的铸件上切取，以代替从试棒上切取。

S3.4 如果任一试样出现加工不良或有裂痕，可将其报废，并用同一熔炼炉号的另一试样来替代。

S4 磁粉检验

S4.1 应按 E 709 实用规程采用磁粉检验铸件表面或接近表面的缺陷，缺陷的类型和程度按 E 125 参考照片来评判。检验的范围、时间和验收标准应由铸件制造厂和采购方共同商定。商定的依据可采用 A 903/A 903M 标准和 MSS SP 53 标准。

S4.2 对执行检验的人员应根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S5 射线照相检验

S5.1 应对铸件进行 X 射线或伽马射线检验，检查其内部缺陷。检验程序应是按 E 94 导则，缺陷的类型和程度应按 E 186、E192、E 280 或 E 446 射线照相参考照片来评判。检验范围和验收标准应由铸件制造厂和采购方共同商定，商定的依据可采用 MSS SP 54 标准。

S5.2 铸件的射线照相检验，可以在热处理之前或之后进行。

S5.3 对执行检验的人员应根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S6 液体渗透检验

S6.1 应按 E 165 实用规程采用液体渗透法检验铸件的表面缺陷。检验部位、时间、方法和所用液体渗透剂的类型、显象工艺和验收标准等都需经铸件制造厂和采购方商定。可以作为这种协议用的基础标准是 A 903/A 903M 标准。

S6.2 对执行检验的人员应根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S7 超声波检验

S7.1 应对铸件内部缺陷进行超声波检验。检查程序应符合 A 609/A 609M 实用规程。检验范围、试验方法和合格验收用的基准应是由铸钢件厂和采购方双方协商。

S7.2 铸件超声波检验应至少在一次临界温度范围以上的热处理后进行，但在以后的热处理后不再重复。

S7.3 对执行检验的人员应根据认可的书面操作规程进行资格评定。

S8 夏比冲击试验

S8.1 应对每个熔炼炉号的一组三个夏比 V 形缺口试样测定夏比冲击试验性能，试样应符合 A 370 试验方法和定义的试块上切取，并应在铸件制造厂和采购方商定的试验温度下进行。取样要求应经铸件制造厂和采购方商定（见 4.4 条），合格验收要求应是吸收能量、侧向膨胀量或剪切面积百分值的任一种，或者三者全部。试样应按 A 型制备，并应按 A 370 试验方法和定义进行试验。

S8.2 吸收能量——三个试样的平均能量值不得低于规定值，只允许一个试样的数值低于最低规定值，且不允许任一数值低于对单个试样规定的最低值。

S8.3 侧向膨胀量——侧向膨胀量需经铸件制造厂和采购方商定。

S8.4 剪切面积百分值——剪切面积百分值需经铸件制造厂和采购方商定。

S9 落锤试验

S9.1 应对每个熔炼号测定落锤试验性能，按 E 208 试验方法中 P1、P2 或 P3 型试样制备试件和试验，裂纹源焊道应堆敷在最靠近铸件表面的试样表面上。每组试验至少有两个试样在铸件制造厂和采购方商定的温度下进行试验。每个试样应显示“未断裂”性能。

S10 焊接准备检验

S10.1 应对准备进行焊接的凹坑进行磁粉或液体渗透检验，以便确证以规定的检验方法所发现的不能接收的缺陷已被除掉。进行磁粉或液体渗透检验的方法应符合 E 709 或 E 165 实用规程。除对凹坑中发现的缩孔程度或缺陷类型另有规定外，对照 E 125 参考照片Ⅱ型的内部缩孔，当截面厚度小于等于 2in.（50 mm）时为 2 度；截面厚度大于 2in.（50 mm）时为 3 度可判为合格。

S11 重要焊补的预先认可

S11.1 重要焊补应得到采购方的预先认可。

S12 硬度试验

S12.1 应按 A 370 试验方法和定义进行硬度试验。试验部位和硬度要求需经铸件制造厂和采购方商定。

S14 每个熔炼炉号和每批热处理装炉的拉伸试验

S14.1 对每个熔炼炉号和每批热处理装炉应进行一个拉伸试验。

S15 淬火加回火热处理

S15.1 铸件应经淬火加回火处理。对处理过的铸件应给予标志 QT。

S17 铸件的拉伸试验

S17.1 除第 6 节要求的拉伸试验外，还应从热处理过的铸件上切取试验材料 。材料的力学性能和试验部位需经铸件制造厂和采购方商定。

S20 焊补图

S20.1 重大焊补是：修补水压试验发现的漏泄；焊补的凹坑深度超过实际壁厚的 20% 或 1in.（25mm），取两者的较小者；或者需修补的凹坑面积约超过 10in.^{2}（65cm^2）*。

S20.2 重要的焊补须用文件记载，以简图或照片，或二者兼有之，以表示待焊补凹坑的部位和其主要尺寸。此焊接修补文件应在订货完工后提交给采购方。

S21 热处理炉记录

S21.1 应准备表示时间和温度的热处理曲线图以备采购方检查。

S22 热处理

S22.1 试样应与其所代表的铸件一起进行热处理。热处理过的试样，试验结果应满足拉伸和冲击性能要求。

S22.2 由补充要求 S22.1 剩余的代表铸件的试样应在铸造车间最后热处理后进行热加工，以便在临界温度（铸件在制造期间可能受到的）以下作模拟

* 原文误印为 10in.^{2}（65mm^2），已更正。——译注。

热处理，然后作力学性能试验。时间、温度和冷却速度应按订货要求。关于焊后热处理，在热处理温度下或在试验材料热处理温度下的总时间，应至少为热处理温度下或铸件(或一部分铸件)在制造期间实际的焊后热处理温度下总时间的80%。在热处理温度下或试验材料热处理温度下的总时间可在一个周期内实行。当指定用本补充要求时，供焊接评定试验用的金属必须按相同的方法加工。

S23 宏观浸蚀试验

S23.1 采用补充要求S1用光谱法测定残余元素，并报告对进行宏观浸蚀试验的所有炉次铁素体和马氏体钢总的残余铝含量。

S23.2 当熔炼分析显示总的残余铝含量超过0.08 %时，铸件制造厂应在涉及本补充要求的铸件的最大截面处的第一横截面上作浸蚀，亦可在附铸在最大截面的试块上，或者直接在冒口下部(见注S 23.1)进行浸蚀试验。从同炉号的一个单铸试块且具有按本补充要求购买的铸件最大截面代表性厚度的横截面上，也可用来作宏观浸蚀试验。浸蚀应在所选截面并在其热处理之后进行。在初始冷却到转变范围以下然后进行退火、正火或淬火加回火之后进行。

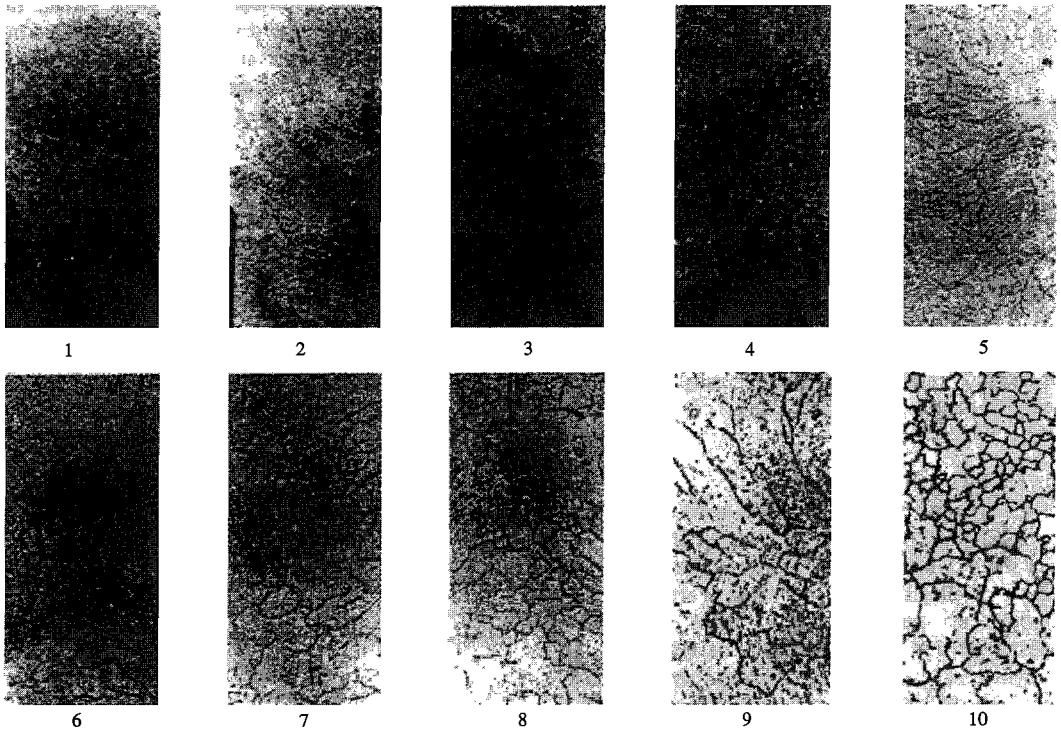
注S23.1：特别是对于高强度马氏体铸件，如果直接在铸件上进行浸蚀，可能会损坏铸件而不能使用。

S23.3 应遵守对表面准备的规定和E340方法表5中No.1(1∶1HCl)溶液的宏观浸蚀工艺。表面浸蚀结果应与图S 23.1中参考照片比较和评定。图S 23.1描绘了10种晶间网状组织的严重程度，它指出在凝固及随后冷却期间在晶界存在着析出的氮化铝或其他成分。表S 23.1是有关照片所示严重度级别的数据，列出在浸蚀组织中晶界轮廓的宽度和晶界轮廓线的百分率。

S23.4 浸蚀组织所代表的铸件，如其网状组织等级超过4级严重度时，在作进一步评判之前，应予拒收。单个铸件的合格性可用每个铸件的浸蚀面作检测，以判定网状组织严重度级别。拒收铸件的处理由铸件制造厂和采购方之间商定。凡严重度级别大于4的铸件可用下列任一种商定的方法作进一步评判。

S23.4.1 断裂试验，以确定“冰糖块”结构的数量。

S23.4.2 力学试验(弯曲、拉伸等)，以确定延性特性。



注：以上所示为晶间网状组织的10个严重度等级，它显示在一次奥氏体晶界上存在着氮化铝的析出。

图S23.1 铸钢宏观浸蚀参考照片

表 S23.1 图 S23.1 所示网状组织数据

级 别	轮廓线宽度，in.	晶界轮廓线,%
1	细的~0.001	20
2	细的~0.001	40
3	细的~0.001	60
4	细的~0.002	80
5	细的~0.002	100
6	中等~0.005	100
7	粗的~0.010	100
8	0.020	100
9	1/32	100
10	1/16	100

注：这些级别以析出物图形的物理宽度和连续性为基础，是在铸钢的一次奥氏体晶界上用酸浸蚀剂显露出来的。补充试验通常是为确定 5 级或更高级铸件的最终状况而进行的。

S23.4.3 焊接试验，确定用纤维素型药皮焊条焊接环形槽时热影响区的裂纹敏感性。

S23.5 或者经同意后，允许对一拒收炉号的铸件，在正规生产热处理之前进行高温固溶处理，并接着对每个铸件进行宏观浸蚀试验。

S24 规定的铁素体含量范围

S24.1 如用 A 800/A 800M 实用规程的程序测定化学成分时，每炉钢的化学成分应控制铁素体含量符合规定的范围。

S24.2 规定的铁素体含量范围应由铸件制造厂和采购方双方商定。铁素体含量范围最小为 10%，同时应不低于达到合金最低力学性能要求必须的百分数。

S24.3 若采购方希望用磁响应法或金相法测定铁素体含量，则采购方应采用 A 800/A 800M 实用规程中补充要求 S1 或 S2。

S25 热处理证明

S25.1 热处理温度和周期时间，应在证明报告中示出。

S26 替代的铸件拉伸试块和试样位置（代替浇铸的专用试块试棒）

S26.1 试块可与铸件一起整体地铸出或单独铸出。试块应与其所代表的铸件一起热处理。

S26.2 除了定向凝固用芯块、法兰、附属件以及设计者指明为非重要截面者外，铸件厚度 T 是铸件承压壁的最大厚度。在订货单、询价单和图样上应指明铸件的试验厚度，T。

S26.3 下述条文之一应采用：

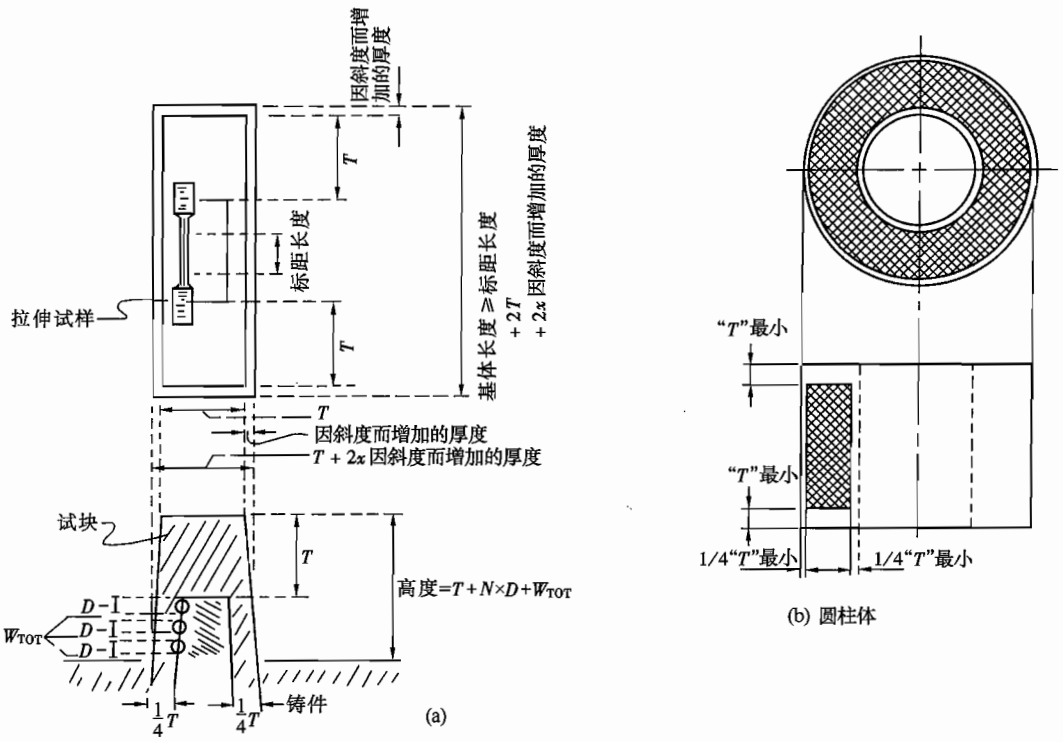
S26.3.1 试样的纵向中心线应位于至少离厚度 1T 的表面 1/4T 处，所有标距长度必须离任何其他热处理表面至少 1T(不包括与厚度 T 相对的表面)[见图 S 26.1(a)]。对圆筒形铸件，试样的纵向中心线应取自离外表面或内表面至少 1/4T，所有标距长度必须离热处理端部至少为 1T[见图 S26.1(b)]。

S26.3.2 铁素体和马氏体铸件，在最终热处理之前有局部损伤是允许的。

S26.3.3 用单铸试块的场合，除了当 T 超过 5in.(125 mm)时，经铸件制造厂和买方同意试块尺寸可为 15in.×15in.×5in.(375mm×375mm×125 mm)外，其他试块尺寸不应小于$3T\times3T\times T$，且每个试样应符合 S26.3.1 的要求。试块应与钢的炉号相同，且受到与其所代表的成品铸件基本上相同的浇注工艺。离心铸件可用静态浇注的试块代表(见图 S26.2)。

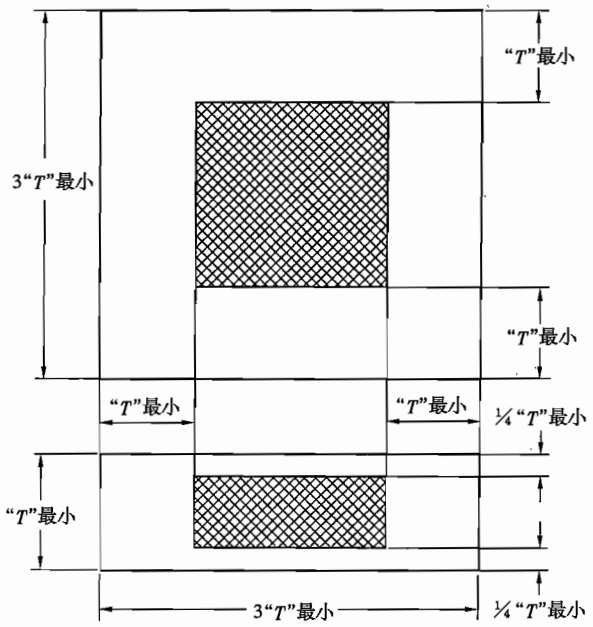
S26.3.4 当铸件制造厂和采购方商定时，铸成或加工到基本上达到热处理之前、完工外形的铸件，其试样应从铸件的延伸部分或从其他铸件毛坯上切下来，试样位置应如订货单所指在最近热处理面的下面。试样位置距最近热处理面的距离应至少等于最近热处理面到标明为高拉应力面的最大距离，且离第二热处理面至少为两倍这个距离，但试样至第一热处理面不短于 3/4in.(19mm)，至第二热处理面不短于 1 ½ in.(38mm)时除外(见图 S 26.3)。

S26.3.5 如试样是从淬火加回火铸件主体上切取时，S26.3.1 中的任一项要求都应满足，或者钢在热处理期间，使用热缓冲垫、隔热层或其他隔热板。钢的热缓冲垫最小尺寸为 $T\times T\times 3T$(长)，且用非熔透焊缝与铸件表面连接，将缓冲表面完全密封。试样应从铸件邻接缓冲垫三分中心处切取，且应离缓冲表面最小 1/2in.(13mm)，离另一热处理面为 $1/4T$(见图 S 26.4)。当使用保温层时，它应靠近切取试样位置的铸件表面。生产者应证明试样位置的冷却速率不高于 S26.3.1 所述方法切取的试样。



注：试样的纵轴线和标距长度必须在阴影范围内。

图 S26.1 铸件取样



注：试样的纵轴线和标距长度必须在画有交叉阴影线范围内。

图 S26.2 单铸试块

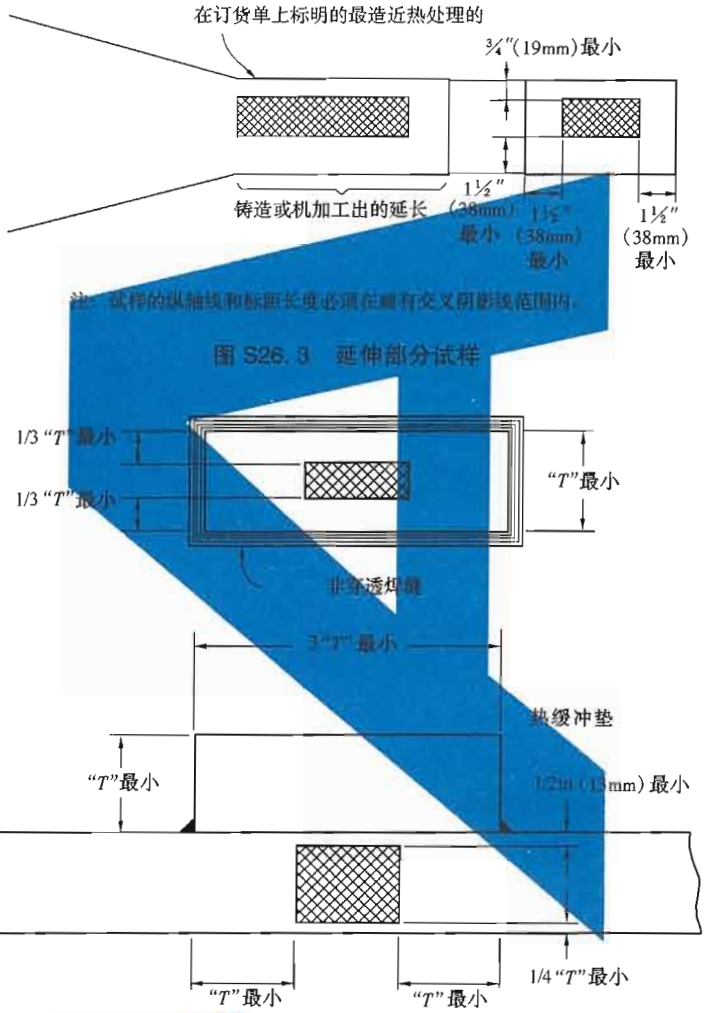


图 S26.3　延伸部分试样

注：试样的纵轴线和标距长度必须在画有交叉阴影线范围内。

图 S26.4　热缓冲垫

S27　增加试验次数——化学分析

S27.1　化学分析的次数，按采购方和制造厂之间的协议。

S28　增加试验次数——拉伸试验

S28.1　拉伸试验的次数，按采购方和制造厂之间的协议。

S29　脱碳

S29.1　按 ARP 1341 标准对一个代表性铸件或试块做总脱碳量或完全脱碳量或两者的评定。

S29.2　有关合格验收的基准按采购方和制造厂之间的协议。例如，合格验收技术标准定为总脱碳量为 0，而部分脱碳量不大于 0.020in.。

S30　冶金清洁度

S30.1　对每一个铸件，在经抛光以后，做非金属夹杂物和气孔的目视检查。

S30.2　检查方法及其合格验收基准的细节，按采购方和制造厂之间的协议。

S30.3　要认识到，铸造厂有可能不能在发货之前就做冶金清洁度的检查，或者，采购方可能希望把检查推迟到直至当铸件已作了附加作业或机加工之后。然而，铸造厂对铸件按 S30.1 要求的最终检查获得满意的性能负责。

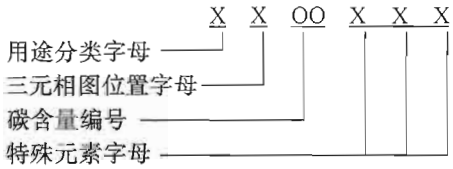
附 录

（非强制性的）

X1 铸造不锈钢的合金牌号

X1.1 铸造不锈钢牌号通常使用合金铸造学会(ACI)以成分为基础制定的合金牌号体系。例如，ACI牌号CF8M，已被ASTM接受，并且被优先用作铸造合金的牌号，以代替美国钢铁学会(AISI)用于类似锻轧钢的牌号。

X1.2 这个命名体系已成功地用于适应老合金的变化和命名新合金。



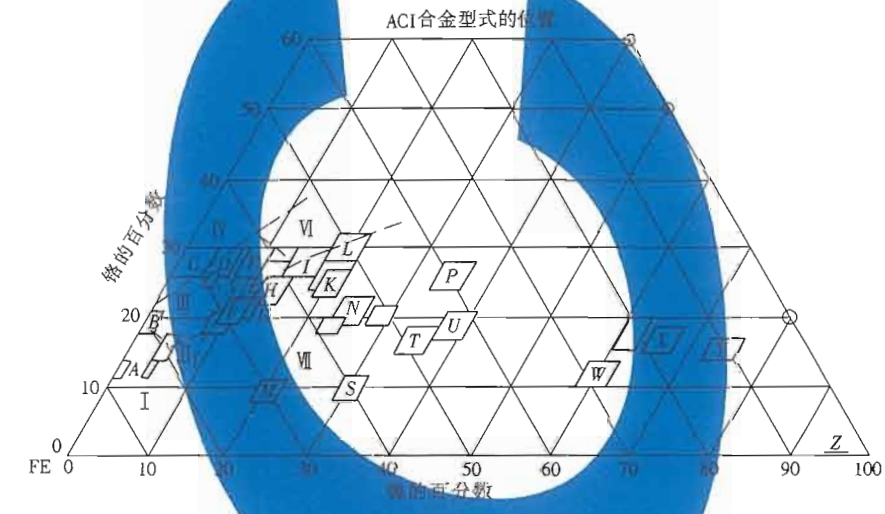
X1.2.1 用途分类字母——铸造不锈钢牌号体系的第一个字母为合金预期用途的标志。字母C表示耐腐蚀用途，字母H表示耐热用途，用于1200°F(650 ℃)及更高的温度。

X1.2.2 三元相图位置字母——第二个字母表示在图X1.1所示Fe-Cr-Ni三元相图上合金等级的镍、铬含量近似位置。

X1.2.3 碳含量编号——是对碳含量的分类，其中一位或两位数字代表以0.01 %单位的最大碳含量，对于H类，这个数字代表以0.01%为单位，范围为±0.05%。

X1.2.4 特殊元素字母——在代表合金等级中特殊元素的数字之后所附加的字母。例如，M代表钼，C代表铌，Cu代表铜，W代表钨。有两个例外：字母A表示“控制铁素体”，字母F表示“易切削”。

X1.3 在图X1.1中，无字母的Ni-Cr范围与最靠近的字母位置联合使用，它们可能耐腐蚀和耐热型之间的差异或因为添加元素的影响，例如沉淀硬化等级CB-7Cu。



注：在室温下预期金相组织的大致位置，如下所示：
Ⅰ—马氏体
Ⅱ—马氏体和未经相变的奥氏体
Ⅲ—铁素体加马氏体和未经相变的奥氏体
Ⅳ—铁素体
Ⅴ—铁素体加奥氏体
Ⅵ—铁素体加奥氏体加σ相
Ⅶ—奥氏体
根据碳含量和受热经历还可能存在碳化物。

图X1.1 在ACI标号系统中选定铬和镍范围的字符

承压元件用奥氏体-铁素体(双相)不锈钢铸件

SA-995

[与 ASTM A 995—98(R07)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准包括阀门、法兰、管配件和其他承压件用的奥氏体-铁素体双相不锈钢铸件。

1.2 当对成分作适当平衡并进行适当的热处理时，双相不锈钢呈现增强了的力学性能及耐腐蚀性组合。没有规定铁素体的水平，但是这些级别钢将形成大约30%~60%的铁素体与余数为奥氏体。根据设计和使用条件，力学性能和耐腐蚀特性确定应提供的级别属于采购方的责任。

注1：由于存在析出脆化相的可能，所以本标准中包括的级别不推荐用于高于600℉(315℃)的温度。

1.3 以英寸-磅单位或SI单位表示的数值都应分别视为标准值。正文中，SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不精确地相等，故两种单位制必须独立地分别使用。如加以混用，将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 488/A 488M 钢铸件用焊接工艺和人员资格评定实用规程

A 703/A 703M 承压零件用钢铸件通用要求

E 125 铁素体钢铸件磁粉指示用参考照片

E 165 液体渗透检验方法

E 562 由系统的手工点计数确定容积分数的试验方法

3 术语

3.1 专门用于本标准术语的定义：

3.1.1 双相不锈钢——由大约30%~60%的、铁素体与余数为奥氏体组成，并经过适当的热处理的铁-铬-钼合金。

4 一般交货状态

4.1 按本标准供货的材料，应符合采购订货单中指定的A 703/A 703M标准的适用要求包括补充要求。如果不符合A 703/A 703M标准的一般要求，则构成与本标准的不一致性。当本标准和A 703/A 703M标准的要求之间有抵触时，应以本标准为准。

5 订货须知

5.1 采购方的责任是规定按本标准订购材料所需的全部要求。这些要求可以包括但不限于下列资料：

5.1.1 用模型号或图样来表示铸件(在铸件图样上应包括尺寸公差)；

5.1.2 数量(铸件的重量和数量)；

5.1.3 标准号及出版日期；

5.1.4 钢材级别；

5.1.5 补充要求，包括合格验收标准；

5.1.6 附加要求。

6 熔炼工艺

6.1 钢应采用电炉冶炼、带或不带单独精练工艺生产。

7 热处理

7.1 所有铸件应按表1进行热处理。

8 化学成分

8.1 钢应符合表2中规定的化学成分要求。

9 拉伸性能

9.1 每一炉号应做一个拉伸试验，并应符合表3中规定的拉伸性能要求。

10 质量

10.1 当希望附加试验时，订购时可指定S5，S6和S10补充要求。

11 焊接修理

11.1 修理应采用按A 488/A 488M评定合格

的焊接工艺规程和焊工进行。

11.2 熔敷焊缝金属的成分应与铸件相近似，也可以是能满足所希望的耐腐蚀性和力学性能的合适合金。

11.3 焊接修理应作与检查铸件相同质量标准的检查。

11.4 当焊后热处理被认为是满足所希望的耐腐蚀性或冲击韧性所必须的，则在采购订单中应包括 S11 补充要求，焊后热处理。

12 重大焊接修理后的焊后热处理

12.1 在水压试验中发现铸件泄漏，或当焊接修理用的坡口深度超过实际壁厚的 20%或 1in.(25mm)两者的较小值，或者凹坑面积大约达到 10in.^{2}(65cm^2)时，应被认作为重大焊接修理。

12.2 铸件在重大焊接修理后应经过热处理。除非制造厂与采购方另有协议，小的焊接修理不要求热处理。

12.3 焊后热处理应按表 1 进行。

13 关键词

13.1 奥氏体-铁素体 双相不锈钢 承压件 铸钢件

表 1 热处理要求

级 别	热 处 理
1B	加热到最低 1900℉(1040℃)，保温足够时间使铸件加热到温度均匀，然后在水中淬火或以其他方式快冷
2A	加热到最低 2050℉(1120℃)，保温足够时间使铸件加热到温度均匀，然后在水中淬火或以其他方式快冷
3A	加热到最低 1950℉(1070℃)，保温足够时间使铸件加热到温度均匀，然后在水中淬火或以其他方式快冷
4A	加热到最低 2050℉(1120℃)，保温足够时间使铸件加热到温度均匀并在水中淬火；或者可在炉内将铸件冷却到 1850℉(1010℃)，最少保温 15min，然后在水中淬火。也可以采用其他方式快速冷却替代水淬
5A	加热到最低 2050℉(1120℃)，保温足够时间使铸件加热到温度均匀，然后炉内冷却到 1910℉(1045℃)，在水中淬火或以其他方式快冷
6A	加热到最低 2010℉(1100℃)，保温足够时间使铸件加热到温度均匀，然后在水中淬火或以其他方式快冷

表 2 化学成分要求

级 别	1B	2A	3A	4A	5A①	6A①
类 型	25Cr-5Ni-Mo-Cu-N	24Cr-10Ni-Mo-N	25Cr-5Ni-Mo-N	22Cr-5Ni-Mo-N	25Cr-7Ni-Mo-N	25Cr-7Ni-Mo-N
UNS	J93372	J93345	J93371	J92205	J93404	J93380
ACI	CD4MCuN	CE8MN	CD6MN	CD3MN	CE3MN	CD3MWCuN
成分：						
C,≤	0.04	0.08	0.06	0.03	0.03	0.03
Mn,≤	1.0	1.00	1.00	1.50	1.50	1.00
Si,≤	1.0	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
P,≤	0.04	0.04	0.040	0.04	0.04	0.030
S,≤	0.04	0.04	0.040	0.020	0.04	0.025
Cr	24.5~26.5	22.5~25.5	24.0~27.0	21.0~23.5	24.0~26.0	24.0~26.0
Ni	4.7~6.0	8.0~11.0	4.0~6.0	4.5~6.5	6.0~8.0	6.5~8.5
Mo	1.7~2.3	3.0~4.5	1.75~2.5	2.5~3.5	4.0~5.0	3.0~4.0
Cu	2.7~3.3	…	…	≤1.00	…	0.5~1.0
W	…	…	…	…	…	0.5~1.0
N	0.10~0.25	0.10~0.30	0.15~0.25	0.10~0.30	0.10~0.30	0.20~0.30

① %Cr+3.3%Mo+16%N≥40。

表 3 拉伸性能要求

级 别	1B	2A	3A	4A	5A	6A
类 型	25Cr-5Ni-Mo-Cu-N	24Cr-10Ni-Mo-N	25Cr-5Ni-Mo-N	22Cr-5Ni-Mo-N	25Cr-7Ni-Mo-N	25Cr-7Ni-Mo-N
抗拉强度 ksi,(MPa)≥	100 (690)	95 (655)	95 (655)	90 (655)	100 (690)	100 (690)
屈服强度 (0.2%残余变形) ksi,(MPa)≥	70 (485)	65 (450)	65 (450)	60 (415)	75 (515)	65 (450)
2in.(50mm)标距伸长率,%①≥	16	25	25	25	18	25

① 在本标准中假定在拉伸试验时使用的是 ICI 试棒时，标距长度与截面直径之比应是 4∶1。

补 充 要 求

除非在采购订货单中有规定,才采用这些补充要求。供采购方选择使用的标准化了的补充要求清单包括在 A 703/A 703M 标准中。通常认为适合于本标准使用的这些补充要求列出如下。按制造厂和采购方之间的商定,列举 A 703/A 703M 标准中的其他补充要求也可以与本标准一起使用。

S1 未规定元素

S2 破坏试验

S5 射线检验

S6 液体渗透检验

S8 夏比冲击试验

S10 焊接坡口检验

S10.1 应对焊接坡口型腔进行液体渗透检验,以验证按规定的铸件检查方法所发现不合格的不连续性是否已被清除。进行液体渗透检验的方法应按 E 165 实用规程的规定。除非规定对焊接坡口型腔中发现的收缩或不连续性形式的其他级别,对 E 125 参考照片中的Ⅱ型内收缩、当截面厚度小于等于 2in.(50mm)为 3 级以及截面厚度大于 2in.(50mm)为 2 级时,应予合格验收。

S11 焊后热处理

S11.1 铸件应按表 1 进行焊后固溶热处理。

S12 重大焊接修理的事先批准

S12.1 适合于与本标准一起使用的其他补充要求是*:

S50 铁素体含量的估计

S50.1 铁素体的含量应采用点计数法(E 562 实用规程)、类似影象分析的其他数量统计金相方法,测量磁响应,或者按钢厂和采购方之间商定的其他方法加以确定。试验的次数及试验位置应由钢厂和采购方之间商定。

S51 焊接材料的事先批准

S51.1 在进行任何焊接修理之前,要使用的所有焊接填充材料必须得到采购方的批准。

* 原文如此,意为需提出具体要求。——译注。

合金钢和不锈钢公称管通用要求

SA-999/SA-999M

[与 ASTM 标准 A 999/A 999M—04a(R09)完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准包括一组通用要求，除专用材料标准中另有规定外，这些要求适用于下列注明的 ASTM 产品标准。

标准名称	ASTM 标准编号
无缝和焊接奥氏体不锈钢公称管	A 312/A 312M
低温用无缝和焊接公称管	A 333/A 333M
高温用无缝铁素体合金钢公称管	A 335/A 335M
高温用电弧熔化焊接奥氏体铬-镍合金钢公称管	A 358/A 358M
高温用碳钢和铁素体合金钢锻造及膛孔公称管	A 369/A 369M
高温中央电站用途的无缝的奥氏体钢公称管	A 376/A 376M
耐腐蚀或高温用焊接大直径奥氏体钢公称管	A 409/A 409M
非退火的焊接奥氏体不锈钢管状产品	A 778
无缝和焊接铁素体/奥氏体不锈钢公称管	A 790/A 790M
单面或双面焊接奥氏体不锈钢公称管	A 813/A 813M
冷加工焊接奥氏体不锈钢公称管	A 814/A 814M
添加填充金属电弧熔化焊接铁素体/奥氏体（双相的）不锈钢公称管	A 928/A 928M
喷射成形无缝奥氏体不锈钢公称管	A 943/A 943M
喷射成形无缝铁素体/奥氏体不锈钢公称管	A 949/A 949M
奥氏体铬-镍-硅合金钢无缝和焊接公称管	A 954

1.2 在产品标准中的要求与本标准的通用要求有抵触时，首先满足产品标准的要求。当某一产品标准中的要求或本通用要求标准里的要求与采购订单中更为严格的要求有抵触时，则应优先满足采购订单的要求。

1.3 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之，如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订单中规定使用产品标准中的“M”标准号（SI 制），采用英寸-磅单位制。

注 1：在本标准中，无因次公称管标号 NPS（公称管子尺寸）已代替传统术语“公称直径”、“尺寸”和“公称尺寸”。

1.4 下列警告性仅适合于本标准中的第 22 节试验方法部分：本标准未论述与使用标准有关的所有安全问题。在使用之前制定适当的安全卫生规程和确定这种管理限制的适用范围，是本标准使用者的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 312/A 312M 无缝和焊接奥氏体不锈钢公称管

A 333/A 333M 低温用无缝和焊接的公称管

A 335/A 335M 高温用无缝铁素体合金钢公称管

A 358/A 358M 高温和一般用途用电熔化焊奥氏体铬-镍不锈钢公称管

A 369/A 369M 高温用碳素钢和铁素体合金钢锻造和镗孔的公称管

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 376/A 376M 高温中央电站用无缝奥氏体钢公称管

A 409/A 409M 耐腐蚀或高温用焊接的大口径奥氏体钢公称管

A 700 国内发运的钢制品包装、标志和装载实用规程

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

A 778 焊接的未经退火的奥氏体不锈钢管状产品

A 790/A 790M 无缝和焊接的铁素体-奥氏

体(双相)不锈钢公称管

A 813/A 813M　单面或双面焊接的奥氏体不锈钢公称管

A 814/A 814M　冷加工、焊接的奥氏体不锈钢公称管

A 928/A 928M　添加填充金属电熔化焊接的铁素体-奥氏体（双相）不锈钢公称管

A 941　与钢、不锈钢，相关合金和铁基合金有关的术语

A 943/A 943M　喷射成形的无缝奥氏体不锈钢公称管

A 949/A 949M　喷射成形的无缝奥氏体不锈钢公称管

A 954　无缝和焊接的奥氏体铬-镍-硅合金钢公称管

A 994　编写钢、不锈钢和相关合金产品标准用的编写程序和格式导则

D 3951　商业包装实用规程

E 29　试验数据中使用有效位数判定与标准一致性实用规程

E 213　金属钢管和管子超声波检验的实用规程

E 273　纵缝焊接钢管和管子超声波检验实用规程

E 309　管状钢制品磁饱和涡流检验实用规程

E 426　无缝和焊接管状制品奥氏体不锈钢和类似合金的电磁（涡流）试验实用规程

E 570　铁磁体管状钢制品漏磁检验实用规程

2.2　ANSI 标准

B36.10　焊接和无缝锻轧钢公称管

B36.19　不锈钢公称管

2.3　军用标准

MIL-STD-163　钢材产品发货及贮存的表面处理

MIL-STD-271　金属无损检测要求

MIL-STD-792　特殊用途仪器的识别标志要求

2.4　美国联邦政府标准

Fed. Std. No. 183 钢铁制品连续识别标志

2.5　钢结构油漆委员会标准：

SSPC-SP6 表面准备技术条件之六　商业喷砂清理

2.6　ASNT 标准：

SNT-TC-1A　无损检测人员资格评定和证书的推荐实用规程

3　材料和制造

3.1　钢采用合适的炼钢工艺生产。

3.2　如果采用二次熔炼，例如电渣重熔或真空电弧二次熔炼。则炉号的定义是从一个初次熔炼炉号重熔的所有钢锭。

3.3　当不同等级的钢相继连铸时，钢管厂要采用可正确地分离不同级别钢的可靠方法以切除过渡段材料。

3.4　如果采购方要求采用特殊型式的冶炼工艺，则在采购订货单中作出规定。

4　术语

4.1　定义：

4.1.1　除本标准或引用标准中修订外，A941 术语标准中的定义适用于本标准。

5　订货须知

5.1　在按产品标准和本标准的采购订单中，规定为采购所需材料必须的全部资料是采购方的责任。这些要求包括但不限于下列资料：

5.1.1　ASTM 产品标准及年号。

5.1.2　产品名称（例如，不锈钢公称管）。

5.1.3　数量（英尺、米数或根数）。

5.1.4　适用的制造方法（无缝或焊接的）。

5.1.5　如有要求，特殊的冶炼型式（见 3.4 条）。

5.1.6　级别或 UNS 编号。

5.1.7　规格（NPS 号及外径和壁厚序列号，平均（公称）壁厚（见 9.1 和 10.1 条），或最小壁厚（见 9.2 和 10.1.1 条），或最小内径（见 11.1 条）。

5.1.8　长度（定尺或不定尺）。

5.1.9　端部精整。

5.1.10　选用要求。

5.1.11　合格证书（见第 25 节）。

5.1.12　标准号及出版年号。

5.1.13　特殊要求或任何补充要求，或两者。

6 化学成分

6.1 化学分析——化学分析取样及分析方法遵循 A 751 钢制品化学分析的方法、操作及术语。

6.2 熔炼分析——钢管厂必须对每一炉钢进行熔炼分析，以测定规定元素含量的百分比。如果采用二次熔炼工艺，该分析应从一个初次熔炼的铸锭上或从这个铸锭制成的产品上截取，由此测定的化学成分或由钢管厂作成品分析所测定的化学成分，应符合成品标准规定的要求。

6.2.1 按照引用本通用要求标准的产品标准订货的不锈钢，钢中不得含有氮元素以外订货钢级别未规定元素，这种元素甚至使得钢达到符合于另一钢级别规定元素要求的最低含量的程度。对于这一要求，在本标准内或任何列在本标准包括范围内的标准内，一种钢的级别被定义为：在本标准范围内列出的任何一份产品标准的化学成分要求表中，由它自己的 UNS 牌号来识别并单独列出的某一种合金。

6.3 成品分析——成品分析的要求和选用要求（如有的话），见产品标准。

7 力学性能

7.1 力学性能试验方法——试样和力学性能试验要求，按 A 370 试验方法和定义，特别是它的附件 A2。

7.2 试样在室温下进行试验。

7.3 只有当没有足够的材料制备一个标准试样时，方可使用 A 370 试验方法和定义中所述的小号试样或小尺寸试样。当使用小号试样或小尺寸试样时，应采用可能达到的最大尺寸。

8 拉伸性能

8.1 材料须符合各产品标准规定的拉伸性能要求。

8.2 当有规定时，屈服强度按相当于试样标距产生 0.2%的永久残余变形，或载荷下总伸长为 0.5%标距来确定。

8.3 若任何一个试样的伸长率小于规定值，且断裂的任何部分离标距中心（试验前在试样上所作的划线记号表示）大于¾in.（19.0mm）时，则允许复试。

9 无缝公称管的重量允许偏差

9.1 除 9.2 条中注明的外，任何规格小于等于 NPS 12 的无缝公称管，其重量的允许偏差规定为+10%和-3.5%。规格大于 NPS 12 的公称管，其重量的允许偏差规定为+10%和-5%。除非另有规定，小于等于 NPS 4 的公称管可以以适当的批次来称重，而规格大于 NPS 4 的公称管则须单独称重。

9.2 最小壁厚——当采购订货单中的规定壁厚为最小壁厚时，任何长度的无缝公称管的重量应偏差不大于按 14.3 条计算得出的计算重量。除非另有规定，小于等于 NPS 4 的公称管可以以适当的批次来称重，而规格大于 NPS 4 的公称管则须单独称重。

9.3 钢管的重量应按其测量长度乘以它的单位长度规定重量或计算重量来确定（见 14.3 条）。

10 壁厚允许偏差

10.1 无缝和焊接的——除 10.1.1 条中注明的外，在公称管的任何一点上的壁厚不得小于规定最小壁厚的 12.5%。最小壁厚的检查如表 X1.1 所示。

10.1.1 最小壁厚——当采购订货单中规定公称管的壁厚为最小壁厚时，其壁厚偏差不得小于规定的壁厚。

10.2 锻造和膛孔的公称管——其壁厚的上偏差为⅛in.（3.2mm），下偏差为 0。

10.3 铸造公称管——其壁厚的上偏差为1/16in.（1.6mm），下偏差为 0。

11 内径的允许偏差

11.1 锻造管、镗孔管及铸造管——内径的上偏差为 0，下偏差为-1/16in.（1.6mm）。

12 外径的允许偏差

12.1 除按协议外，外径的偏差不得超过表 1 中的规定限值。除 12.2 和 12.2.1 条的情况外，外径公差包括圆度在内。（见注 2）

12.2 对于薄壁的公称管，按壁厚小于等于外径的 3%来定义，表 1 中的外径公差仅适用于在任何横截面上读出的极限（最大和最小的）外径。

12.2.1 在薄壁公称管任何横截面上读出的极限外径（圆度），不得超过规定外径的 1.5%。

注 2：薄壁公称管在最终退火过程中或矫直过程中或两者兼有的过程中，常会产生椭圆形（不圆）。表 1 中的直径公差通常不足以提供在薄壁公称管中附加椭圆度。

13 长度的允许偏差

13.1 无缝和焊接的（无填充金属）—如果订购的是长度小于等于 24 ft（7.3 m）的定尺公称管，则公称管长度的上偏差为+¼in.（6mm），下偏差为 0。

13.1.1 长度大于 24 ft（7.3 m）的公称管长度允许偏差按钢管厂与采购方的协议。

13.2 锻造管、膛孔管，铸造管和铸造并冷锻轧管—如果订购的是定尺的公称管，则公称管的长度上偏差为+⅛in.（3mm），下偏差为 0。

13.3 按不定尺订购的公称管，其长度和偏差按钢管厂与采购方的协议。

13.4 除非钢管厂与采购方有协议，不允许带有环焊缝。

14 标准重量（单位长度重量）

14.1 美国国家标准学会已经批准了标准公称管的规格系列标准 ANSI B36.10 和 B36.19。但是，该规格标准并不禁止生产和使用按 1.1 条所引用到的各种产品标准所生产出的公称管（见注 3）。

14.2 对于非标准规格的公称管，每英尺公称管的计算重量按下式确定：

$$W = C(D - t)t \qquad (1)$$

式中 $C = 10.69\ (0.02466)$

W = 重量，lb/ft（kg/m）

D = 规定或（由规定内径和壁厚）计算出的外径，in.（mm）

t = 规定的最小壁厚，in.（到小数点的第三位）（mm，到小数点的第三位）

14.3 当在采购订货单中规定了最小壁厚时，其每英尺公称管的计算重量应按公式（1）确定，相应于它的最小壁厚从表 X1.1 得到公称壁厚。

注 3：美国国家标准中给出的重量和从公式（1）计算得出的重量，是依据碳素钢管求出的。铁素体不锈钢制造的公称管重量可能较之偏小大约 5%，由奥氏体不锈钢制造的公称管重量可能偏大约 2%。

15 管端部

15.1 除非另有规定，公称管以平的端部供货。管端部的所有毛刺须全部清除。

16 直度

16.1 成品管应有良好的直度。

16.2 对于由金属-电弧焊接的公称管，用 10 ft（3.0 m）长度的直尺使其两端与钢管接触，测得的最大间隙不得大于 1/8in.（3.2mm）。对于长度小于 10 ft（3.0 m）的公称管，则按实际长度与 10 ft（3.0 m）长度之比例折算得出这一最大间隙。

17 焊补

17.1 无缝公称管（包括离心铸造钢管、锻造和镗孔管）中的缺陷和焊接公称管中板材的缺陷，以及焊接钢管在产品标准有特别说明的焊缝缺陷，在取得采购方的批准，并且进而能够确认熔敷的填充金属成分适合于被焊金属的成分时，才允许焊补。缺陷必须在焊前完全铲去或磨去，每一根修补的钢管必须按相应标准要求重新进行热处理或消除应力。每一根修补后的钢管还须按产品标准要求作无损试验。

17.2 焊补采用按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷考试合格的焊工或焊机操作工以及经过评定的工艺进行。

18 复试

18.1 若任一批的力学试验结果不符合各产品标准规定的要求，可从同一批取双倍于原数量的另外钢管进行复试，每一根须符合规定的要求。任何一批只允许一次复试。如有不一致性将导致拒收该批管子。

18.2 任何符合试验要求的单根公称管可以合格验收。如果已经查明不一致的原因，并切除不一致的部分，则不符合试验要求的单根管子可以重新提交试验。

19 重新热处理

19.1 若选为代表任一批的单根管或多根管不能满足试验要求，则该批、或单根管可以重新

接受热处理，并重新接受试验。钢管厂可以重新热处理钢管，但是除非得到采购方的批准不能多于两次。

20 试样

20.1 试样应在成型操作或切成规定长度之前，在成品管的端部截取

20.2 拉伸试验的试样无论是在纵向或横向切取，都是可以接受的。

20.3 若任何试样显示有裂纹或机加工缺陷，则予以废弃并更换另外的试样。

21 压扁试验要求

21.1 无缝和离心铸造公称管——用一段长度不小于2½in.（60mm）的钢管，置于两块平板之间，分两步进行冷态压扁。第一步是延性试验，除21.3.4条所述的公称管外，将试样一直压到板间距小于按下式计算的 H 值时，在试样的内、外表面或端部表面，不得有裂纹或破裂。H 值计算如下：

$$H = \frac{(1 + e)t}{e + t/D} \qquad (2)$$

式中 H=两平压板之间的距离，in.（mm）

t=规定壁厚，in.（mm）

D=规定外径，相应于ANSI标准规定的公称管规格的外径，或由规定的内径加上 $2t$（如上所述）计算得到的外径，in.（mm）

e=单位长度变形（对一给定级别钢是一定值，对中碳钢（最大规定含碳量大于等于0.19%）为0.07，铁素体合金钢为0.08，奥氏体钢为0.09，低碳钢（最大规定含碳量小于等于0.18%）为0.09

第二步是完整性试验。压扁继续进行，直到试样破裂或钢管相对两壁接触为止。

21.2 焊接公称管——取长度不小于4in.（100mm）的钢管，置于两块平板之间，分两步进行冷态压扁。焊缝置于与加力方向成90°的位置（最大弯曲点处）。第一步是延性试验，除21.3.4所述的公称管外，将试样一直压到板间距小于按公式（2）计算的H值时，在试样的内、外表面，不得有裂纹或破裂。在第二步完整性试验过程中，压扁继续进行，直到试样破裂或管相对两壁接触为止。

21.3 无缝管、离心铸造管和焊接管：

21.3.1 在整个压扁试验期间，出现分层或不完整材料或未焊透焊缝予以拒收。

21.3.2 试样在压扁前有表面缺陷，但在试验的第一步中被发现，则须根据成品管的要求判断。

21.3.3 由试样表面缺陷引起肤裂，不得作为拒收的理由。

21.3.4 当对 D/t 较小的管状产品进行试验时，由于几何原因使6和12点钟两处的钢管内表面应变不合理地高，因此，当 D/t 小于10时，不能因该处的破裂而予拒收。

22 无损检测试验要求

22.1 当由适用的产品标准或采购订货单有要求时，公称管应采用水压试验（见22.2条）或采用无损检测试验（见22.3条）方法进行试验。

22.2 水压试验：

22.2.1 除22.2.2和22.2.3条中规定外，钢管厂须对每根钢管进行水压试验，在管壁上产生的应力对铁素体合金钢和不锈钢公称管不小于规定最小屈服强度的60%，对奥氏体合金钢和不锈钢及铁素体/奥氏体不锈钢管不小于规定屈服强度的50%。水压试验压力或应力由下式确定：

$$p = 2St/D \text{ 或 } S = PD/2t \qquad (3)$$

式中 p=水压试验压力，psi（MPa）

t=规定壁厚，按规定的ANSI壁厚序列号的公称壁厚，或规定最小壁厚的1.143倍，in.（mm）

D=规定外径，相应于ANSI标准规定的公称管规格的外径，或由规定的内径加上 $2t$（如上所述）计算得到的外径，in.（mm）

22.2.1.1 由公式算出的水压试验压力必须经过调整，对压力低于1000psi（7MPa），调整到最接近的50psi（0.5MPa），压力大于等于1000psi（7MPa），圆整到最接近的100 psi（1MPa）。水压试验可以在钢管切割至最终长度之前进行，或在镦粗、型锻、扩径、弯曲或其他成型工序之前进行。

22.2.2 不管公式（3）中算出的管壁应力值有多大，满足要求的最小水压试验压力，对外径（见 22.2 条中的 D）小于等于 3.5in.（88.9mm）不必超过 2500 psi（17.0MPa），外径大于 3.5in.（88.9mm）不必超过 2800 psi（19.0MPa）。但这并不禁止钢管厂愿意以更高的压力或如 22.2.3 中所提供的压力进行试验。

22.2.3 经钢管厂同意，可在采购订货单上规定采用超过 22.2 或 22.1 条要求，或同时超过两者的最低水压试验压力。

22.2.4 水压试验压力须保持 5 s 以上。对于焊接公称管，试验压力维持时间要足够长，以允许对整根管子的焊缝进行检查。

22.2.5 水压试验并不能检查钢管的端部，因此，钢管厂应确定不能受检的钢管长度，如采购订货单上有规定时，告知采购方。

22.3 无损电测试验：

22.3.1 每根公称管须按 E 213、E 309（用于铁磁材料——译注）、E 426（用于非铁磁材料——译注）或 E 570 实用规程中的无损检测试验方法进行检验。除非采购方特殊指定，无损电测试验方法由钢管厂选定。经采购方和钢管厂双方同意，E 273 实用规程应用作全周边试验外加上的试验。每一种方法所能检验的钢管尺寸范围应限于各实用规程的适用范围内。

22.3.2 下列信息对本标准的使用者有帮助：

22.3.2.1 在 22.3.8.2. 到 22.3.8.7 条中规定的参考标准，对无损监测试验设备的标定均是方便的。这些参考标准的尺寸并非把这些设备所能探查出的最小尺寸认作是最小缺陷尺寸。

22.3.2.2 超声波试验（UT）可用于探查纵向和环向上的缺陷。应认识到不同方向的缺陷宜采用不同的测试技术。这种检验不能查出短而深的缺陷。

22.3.2.3 本标准提及的涡流试验（ET）（见实用规程 E 426 和 E 309），能查出大的不连续性缺陷的性质，特别是短尖型的缺陷。当厚度大于 0.250in.（6.4mm）时，这一种试验方法的灵敏度下降。

22.3.2.4 本标准提及的漏磁通量检验可以查出大的纵向或横向缺陷的存在和位置。但是，各种不同类型的缺陷，其试验灵敏度受到标定的影响，以及不同方向的缺陷，应采用不同的检测技术。

22.3.2.5 当采购方想知道这些检验在具体应用中能查出的缺陷性质（类型、大小、位置和方向）时，应就此和钢管产品的制造厂讨论。

22.3.3 检验时间：

22.3.3.1 供标准合格验收用的无损检验应在所有的机械加工、热处理和矫直工艺之后进行。这一要求并不排除在加工过程的较早阶段中的附加试验。

22.3.4 表面状况：

22.3.4.1 所有表面不得有氧化皮、污物、油脂、油漆或可能会干扰试验结果解释的其他外物。清理待测表面所用的方法，不得有损于母材或表面光洁度。

22.3.4.2 过大的表面粗糙度或深的划痕会产生出干涉检验的信号。

22.3.5 检验内容：

22.3.5.1 除 22.3.5.2 条中所述外，钢管与传感器、线圈或探头的相对移动应做到整根钢管表面被扫描到。

22.3.5.2 要认识到存在有端部效应，其影响长度应由钢管制造厂确定，若有要求应向采购方报告。端部可以采用其他无损检验方法，由采购方和钢管厂双方协议。

22.3.6 无损检测人员资格：

22.3.6.1 试验装置的操作人员须根据 SNT-TC-1A，或相当的经文件化了的标准资格认定。

22.3.7 试验条件：

22.3.7.1 对于涡流试验，其励磁线圈频率的选择，应在保证足够高的穿透的同时，还能有很好的信噪比。

22.3.7.2 所使用的最高涡流线圈频率如下：

规定壁厚小于等于 0.050in.（1.3mm）——最高频率，100kHz。

规定壁厚小于等于 0.150in.（3.8mm）——最高频率，50kHz。

规定壁厚大于等于 0.150in.（3.8mm）——最高频率，10 kHz。

22.3.7.3 超声波——对于超声波检验，

最低名义变频器频率为 2.00MHz，变频器最大名义尺寸为 1.5in.（38mm）。

22.3.7.4 如果试验设备包含有拒收提示滤波器设定，则除非在作设定时能够证实是线性的，否则应在校正和试验过程中保留其设定情况。

22.3.8 参考标样：

22.3.8.1 参考标样须从与被检测钢管相同级别、规格（NPS 或外径，以及壁厚序列号或壁厚）、表面加工及热处理状况的钢管上制备，并取适当长度。

22.3.8.2 对于超声波检验，试验用的校准参考用内、外径表面上的缺口试块，按 E 213 实用规程中所示三种常用缺口槽的任一种，由钢管厂选定。内、外径缺口，每一个槽深不得超过公称管规定管壁厚的 12.5%，或 0.004in.（0.1mm），两者取其大者。缺口槽宽不得超过其深度的两倍。缺口槽应位于内外径的表面上。

22.3.8.3 对于涡流检验，根据钢管厂的选择，参考标样应含有以下任一种不连续性缺陷；

22.3.8.4 钻孔——参考标准样管应开三个或更多的沿管子环向为均布的、沿纵向相隔足够远的开孔，以保证从每个孔获得能区分得开的信号。孔应开在径向上，并完全穿透管壁，要注意避免钻孔时钢管变形。如果焊缝是可见的，则多个孔中的一个孔开在焊缝上。另一种替代办法是：焊接公称管生产厂可以选择钻一个孔在焊缝上，并将校正标准样管穿过试验线圈三次，每一次将管子转动约 120°。钻孔的直径不可大于下述直径：

NPS 标号	孔 径
½	0.039 in.（1.0mm）
>½~1¼	0.055 in.（1.4mm）
>1¼~2	0.071 in.（1.8mm）
>2~5	0.087 in.（2.2mm）
>5	0.106 in.（2.7mm）

22.3.8.5 横切槽——用一直径为1/4in.（6.4mm）的圆工具或锉刀，锉或铣出切向于表面并横过钢管纵轴的一个槽。槽的深度不超过钢管规定壁厚的 12.5% 或 0.004in.（0.10mm），两者取其大者。

22.3.8.6 纵向槽——在钢管的外表面加工出宽度不大于 0.013in.（0.8mm）并平行于钢管轴线的径向平面上的槽，其深度不超过钢管规定壁厚的 12.5% 或 0.004in.（0.10mm），两者取其大者。

22.3.8.7 经采购方和钢管厂商定，可采用更多或更小或两者的不连续性参考标准。

22.3.9 标定程序：

22.3.9.1 在检验每组钢管的开始和终了，以相同规格（NPS 或外径和壁厚序列号或壁厚），相同钢种级别和热处理条件，以及每相隔不超过 4 h，试验装置都应经标定。由钢管厂选定，或者按采购方和钢管厂双方协议的要求，可进行次数更多的标定。

22.3.9.2 当测试系统的整定有任何变化、更换检验人员、设备修理，或者因电源损耗而停机，或怀疑存在问题而中断之后，试验装置也须进行标定。

22.3.9.3 参考标准试件应与所需检验的钢管，用相同的速度及相同的试验系统整定状况通过测试装置。

22.3.9.4 参考标准的信噪比为 2.5：1 或更高。由于像敲击痕、划痕、表面凹痕、矫直划痕等识别的原因所产生的额外信号不应认作为是噪音。拒收波幅至少应调整到读出显示全刻度的 50%。

22.3.9.5 如果在任何一次标定中，当其拒收波幅已从上一次的标定下降达到波高的 29 %（3.0 dB），则从上一次标定以来的钢管都应拒收。此时，可以改变试验系统的整定，可调节传感器、线圈或探头，并重新标定试验装置，但是从上次标定以来，凡测试过可以合格验收的全部钢管必须重新测试。

22.3.10 缺陷的评定：

22.3.10.1 对于产生大于等于由参考标准试件所产生的最低信号的钢管应加识别，并和合格验收钢管分隔开。产生这种信号的部位可以再次检验。

22.3.10.2 如果由缺陷所产生的信号不能辨识，或它们是由裂纹或类裂纹产生的信号，将造成钢管被拒收。当适用的产品标准允许对这些钢管进行修整时，可修理这些管子。为合格验收，受修整和复试的管子必须通过原先被拒收管子相同的无损检验，且必须满足适用产品标准的

最小壁厚要求。

22.3.10.3 如果试验信号是由以下可见缺陷所产生，例如：擦伤、表面粗糙、敲击、矫直划痕、切屑、钢模划痕、制动伤痕、或钢管减径皱纹。如果根据目测检查结果钢管缺陷不超过规定壁厚的 0.004in.（0.1mm）或 12.5%，两者取其大者，可以合格验收。

22.3.10.4 拒收的钢管在其壁厚减少不超过适用产品标准要求时，则可以修整并复试。修磨处外径可因磨量而减小。为合格验收，再次试验的公称管应符合试验要求。

22.3.10.5 如果经探查发现缺陷的程度可识别认定为非拒收性的，只要缺陷的深度不侵入到所要求的最小壁厚，则可以不必进一步试验而合格验收。

23 检查

23.1 代表采购方的检查员应有权在采购方合同工程执行的所有时间内，可以进入钢管厂有关订购材料制造车间的所有地方。钢管厂应提供检查员所有合理的便利条件，以满足他确认材料是按本标准供应的。除另有规定外，所有要求的试验和检查应在装运前在钢管厂内进行，并应在不干扰工厂生产的情况下进行。

24 拒收

24.1 采购方可检验从钢管厂接收的每一根管子，假如根据标准所提出的方法作了检验和试验而不能满足标准的要求，则予以拒收，并通知钢管厂。被拒收管子的处理由钢管厂和采购方协商解决。

24.2 在任何成型工序或装配过程中损坏和发现有缺陷的钢管应放置一边并通知钢管厂，以便对钢管的适用性进行共同评价。这些材料的处理应协商解决。

25 合格证书

25.1 当在订货单或合同中有规定时，生产厂或供方须提供一份合格证书，以证明钢管是按标准（包括年号）、补充要求和其他订货单或合同中载明的任何要求生产、取样、试验和检查的，以及证明试验结果满足了标准、补充要求和其他要求。合格证书不要求签字或公证，但是文件上应有日期，并清楚地注明提交该试验报告的机构。

25.1.1 虽然没有签字或公证，但提供报告的机构对报告的内容负责。

25.2 此外，经签证的报告须包括下列适用的内容和试验结果：

25.2.1 炉号。

25.2.2 熔炼分析。

25.2.3 有规定时，成品分析。

25.2.4 拉伸性能。

25.2.5 用条状纵向拉伸试样时，标距的宽度。

25.2.6 弯曲试验合格。

25.2.7 压扁试验合格。

25.2.8 水压试验压力。

25.2.9 无损电测试验方法。

25.2.10 冲击试验结果。

25.2.11 其他试验结果或按产品标准要求报告的内容。

25.3 按补充要求或需方在订货单或合同中规定的其他要求报告的试验结果或内容也应包括在内，但可以写在另一单独的文件中。

25.4 试验报告合格证书须包括钢管上加在标准号后面用来表示本标准中全部要求尚未完成的字母（见 26.5 条）的解释说明。需方必须保证本标准中全部要求完成以后才可去掉字母（即 X、Y 或 Z）。

25.5 从电子数据交换（EDI）传送打印出的或用电子数据表格形式的材料试验报告、检验合格证书或类似的打印文件，应视作和出具证书机构的设备用打印出的副本具有同等效力。EDI 传送文件的内容应符合所涉及到的 ASTM 标准的要求，并符合在采购方和供货方之间任何存在的 EDI 协议。尽管没有签名，提供 EDI 传送的组织应对报告书的内容负责。

26 产品标志

26.1 每根公称管上都必须清晰地用模板印上钢管厂名称或商标、标准号（不要求年号），及等级。标志须从每一根钢管的端部大约 12in.（300mm）起开始。对于规格小于 NPS 2 及长度小于 3 ft（1 m）的钢管，可将要求的内容记在标签上，牢固地系在发货钢管的包装或箱子上。

26.2 当按规定标志的公称管被拒收时，应删除 ASTM 号。

26.3 奥氏体钢管所用标记漆或墨水不得含有任何有害的金属或金属盐，如锌、铅或铜，它们在受热时会引起腐蚀。

26.4 按照 17.1 条已经做了焊接修补的公称管标上 WR 标志。

26.5 当 ASME 锅炉和压力容器委员会所采纳的标准中，某些要求规定由采购方收到材料后来完成时，钢管厂应在标准号后面紧接着用字母 X、Y 或 Z 来表明没有完成的所有标准要求。在按标准完成所有要求以后，可以将这些字母除去。要完成标准要求的说明提供在 25.1 条中。

27 包装、标志和装运

27.1 当采购方订单有规定时，钢管发运时的包装、标志和装载应按 A 700 实用规程进行。

28 美国政府采购

28.1 美国政府机构需要光亮管的场合，在合同或订货单有规定时，询价合同或订货单中应考虑以下要求。如果这些要求与产品标准的要求有抵触，则应以这些要求为准。

28.2 钢管应以公称钢管尺寸（NPS）和壁厚序列号订货。公称钢管尺寸按 ANSI B36.10 或 B36.19 规定。

28.3 检查责任——除非在合同或订货单中另有规定，制造厂负责完成规定的所有检查和试验要求。缺少标准中任何检验要求，并不减轻承包商保证提供给政府验收的所有产品或供货遵守全部合同要求的责任。作为制造工序一部分的样品检查，是一种可接受的常用方法，用以查明是否符合要求。然而，这并不允许提供已指明或实际上已知有缺陷的材料，也不允许提交给政府验收此材料。除合同或订货单另有规定外，制造厂可以由他自己或任何其他合适的机构完成检查和试验要求，除非需方在提出采购订货单时就不同意。需方在以后有权宣布进行任何检查和试验，只要这种检查和试验对保证材料符合规定要求是必要的。

28.4 压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的取样——压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的最少取样数量如下：

批量（每批根数）	取样数量
2~8	整批
9~90	8*
91~150	12
151~280	19
281~500	21
501~1200	27
1201~3200	35
3201~10000	38
10001~35000	46

以上各种情况下，合格判定数为 0，拒收判定数为 1。拒收批可经筛选并重新提交作外观和尺寸检验。这个批量的钢管在验收之前，所有不合格的钢管须用合格的钢管替换掉。

28.5 化学分析取样——每批选 2 根钢管，每根钢管取一个化学分析试样。一批必须为一炉钢水浇注的所有材料。

28.6 拉伸和弯曲试验取样——每批取一个试样。一批应由相同外径和壁厚、在 8 小时作业班内用同一炉钢制造，并在相同温度和时间条件下于间歇式炉内同一次装料下或连续式炉内热处理的，以及同时提交检查的钢管组成。

28.7 水压试验和超声波检测——每根钢管应经超声波检测（当有规定时）和水压试验。

28.8 钢管不得有厚的氧化物或氧化皮。热加工的铁素体钢管内表面经酸洗或喷砂清理至无氧化皮状态，以达到相当于 SSPC-SP6 中规定的 CSa2 外观标准。清理按出示有效的书面程序进行。此程序须可用来检查跟踪。

28.9 除按本标准标志外，规格不小于 NPS ¼的公称管还须标志以下内容：公称钢管尺寸、壁厚序列号、长度，以及炉号或批识别号。标志按 Fed. Std. No. 183 和 MIL-STD-792 进行。

28.10 钢管直度公差在表 2 规定范围内。

28.11 当有规定时，每根钢管按MIL-STD-271 进行超声波检验，但校准标准的切槽缺口深度为壁厚的 5%或 0.005in.（0.1mm），取其大值。发生显示等于或大于 100%校准标准显示的任何钢管应予拒收。

28.12 钢管在外观和超声波检验或按规定替代的试验时，钢管应无焊补、焊接接头、重皮、

* 原文误为数字 18，已更正。——译注。

分层、结疤、可见裂缝、划伤、沟槽、裂缝、凹坑和其他对钢管有害的缺陷。

28.13　钢管的质量和状态应均匀一致，具有与标准质量钢管最好的操作相符的表面加工。表面缺陷，例如加工处理划痕、校直痕、轻度芯棒和压模痕、浅的凹坑以及花纹氧化皮等，如其除去缺陷后的壁厚仍在规定公差或 0.005in.(0.1mm)，取其大值的范围内，则并不认为是有害的。缺陷底部是可见的，且其外形与周围平滑过渡。

28.14　不允许钢管制造厂作焊接修补。

28.15　防锈应为 A 级或商品级，包装为 A、B 级或商品级，按指定的要求。A 级防锈和 A、B 级包装按 MIL-STD-163 标准，商品级防锈和包装按 A 700 或 D 3951 实用规程的规定。

29　关键词

29.1　合金钢公称管　奥氏体不锈钢　双相不锈钢　铁素体/奥氏体不锈钢　无缝公称钢管　不锈钢公称管　钢公称管　焊接的钢公称管

表 1　外径的允许偏差

NPS 标号	外径的允许偏差			
	+		-	
	in.	mm	in.	mm
⅛~1.5	1/64 (0.015)	0.4	1/32 (0.031)	0.8
>1½~4	1/32 (0.031)	0.8	1/32 (0.031)	0.8
>4~8	1/16 (0.062)	1.6	1/32 (0.031)	0.8
>8~18	3/32 (0.093)	2.4	1/32 (0.031)	0.8
>18~26	1/8 (0.125)	3.2	1/32 (0.031)	0.8
>26~34	5/32 (0.156)	4.0	1/32 (0.031)	0.8
>34~48	3/16 (0.187)	4.8	1/32 (0.031)	0.8

表 2　直度公差

规定外径，in.①	规定壁厚，in.①	任意 3 ft 内最大弯曲，in.①	全长最大弯曲，in.①
≤5.0	>3%外径~0.5	0.030	0.100×长度，ft
>5.0~8.0	>4%外径~0.75	0.045	0.015×长度，ft
>8.0~12.75	>4%外径~1.0	0.060	0.020×长度，ft

① 1in. = 25.4mm。

附 件

（强制性资料）

A1 纳入新材料的要求

A1.1 受下列条件的制约，可提议把新材料纳入到本通用要求标准所引用的标准中。

A1.1.1 把新级别加入到标准中的申请，提交给对该标准有管辖权的分委员会主席。

A1.1.2 该申请附有一份说明，说明至少有一个用户需要把新级别纳入到适用标准中。

A1.1.3 该申请应附有适用标准所要求的试验数据。须提交由不同炉次得到的、按适用标准规定的最少三个试验批次的试验数据。

A1.1.4 申请须提供有关应该列入到适用标准中的所有要求的建议。

A1.1.5 申请须说明新级别是否是属于专利。

附　录

（非强制性资料）

X1　检查公称管公称（平均）壁厚用的最小壁厚表

表 X1.1　钢管公称（平均）壁厚检查中的最小壁厚

公称（平均）壁厚（t_n）		最小检查壁厚（t_m）		公称（平均）壁厚（t_n）		最小检查壁厚（t_m）		公称（平均）壁厚（t_n）		最小检查壁厚（t_m）	
in.	[mm]	in.	[mm]	in.	[mm]	in.	[mm]	in.	[mm]	in.	[mm]
0.068	[1.7]	0.060	[1.5]	0.294	[7.5]	0.257	[6.5]	0.750	[19.0]	0.658	[16.6]
0.068	[2.2]	0.077	[2.0]	0.300	[7.6]	0.262	[6.7]	0.812	[20.6]	0.710	[18.0]
0.091	[2.3]	0.080	[2.0]	0.307	[7.8]	0.269	[6.8]	0.843	[21.4]	0.736	[18.7]
0.095	[2.4]	0.083	[2.1]	0.308	[7.8]	0.270	[6.9]	0.854	[21.7]	0.756	[19.2]
0.113	[2.9]	0.099	[2.5]	0.312	[7.9]	0.273	[6.9]	0.875	[22.2]	0.766	[19.5]
0.119	[3.0]	0.104	[2.6]	0.318	[8.1]	0.278	[7.1]	0.906	[23.0]	0.783	[20.1]
0.125	[3.2]	0.109	[2.8]	0.322	[8.2]	0.282	[7.2]	0.937	[23.8]	0.820	[20.8]
0.126	[3.2]	0.110	[2.8]	0.330	[8.4]	0.289	[7.3]	0.968	[24.6]	0.847	[21.5]
0.133	[3.4]	0.116	[2.9]	0.337	[8.6]	0.295	[7.5]	1.000	[25.4]	0.875	[22.2]
0.140	[3.6]	0.122	[3.1]	0.343	[8.7]	0.300	[7.6]	1.031	[26.2]	0.902	[22.9]
0.145	[3.7]	0.127	[3.2]	0.344	[8.7]	0.301	[7.6]	1.062	[27.0]	0.929	[23.6]
0.147	[3.7]	0.129	[3.3]	0.358	[9.1]	0.313	[8.0]	1.093	[27.8]	0.956	[24.3]
0.154	[3.9]	0.135	[3.4]	0.365	[9.3]	0.319	[8.1]	1.125	[28.6]	0.984	[25.0]
0.156	[4.0]	0.136	[3.5]	0.375	[9.5]	0.328	[8.3]	1.156	[29.4]	1.012	[25.7]
0.179	[4.5]	0.157	[4.0]	0.382	[9.7]	0.334	[8.5]	1.218	[30.9]	1.066	[27.1]
0.187	[4.7]	0.164	[4.2]	0.400	[10.2]	0.350	[8.9]	1.250	[31.8]	1.094	[27.8]
0.188	[4.8]	0.164	[4.2]	0.406	[10.3]	0.355	[9.0]	1.281	[32.5]	1.121	[28.5]
0.191	[4.9]	0.167	[4.2]	0.432	[10.4]	0.378	[9.6]	1.312	[33.3]	1.148	[29.2]
0.200	[5.1]	0.175	[4.4]	0.436	[11.1]	0.382	[9.7]	1.343	[34.1]	1.175	[29.8]
0.203	[5.2]	0.178	[4.5]	0.437	[11.1]	0.382	[9.7]	1.375	[34.9]	1.203	[30.6]
0.216	[5.5]	0.189	[4.8]	0.438	[11.1]	0.383	[9.7]	1.406	[35.7]	1.230	[31.2]
0.218	[5.5]	0.191	[4.9]	0.500	[12.7]	0.438	[11.1]	1.436	[36.5]	1.258	[32.0]
0.219	[5.6]	0.192	[4.9]	0.531	[13.5]	0.465	[11.8]	1.500	[36.1]	1.312	[33.3]
0.226	[5.7]	0.196	[5.0]	0.552	[14.0]	0.483	[12.3]	1.531	[38.9]	1.340	[34.0]
0.237	[6.0]	0.207	[5.2]	0.562	[14.3]	0.492	[12.5]	1.562	[39.7]	1.367	[34.7]
0.250	[6.4]	0.219	[5.6]	0.593	[15.1]	0.519	[13.2]	1.593	[40.5]	1.394	[35.4]
0.258	[6.6]	0.226	[5.7]	1.600	[15.2]	0.525	[13.3]	1.750	[44.5]	1.531	[38.9]
0.276	[7.0]	0.242	[6.1]	0.625	[15.9]	0.547	[13.9]	1.781	[45.2]	1.558	[39.6]
0.277	[7.0]	0.242	[6.1]	0.656	[16.6]	0.573	[14.6]	1.812	[46.0]	1.586	[49.3]
0.279	[7.1]	0.244	[6.2]	0.674	[17.1]	0.590	[15.0]	1.968	[50.0]	1.772	[43.7]
0.280	[7.1]	0.245	[6.2]	0.687	[17.4]	0.601	[15.3]	2.062	[52.4]	1.804	[45.8]
0.281	[7.1]	0.246	[6.2]	0.719	[18.3]	0.629	[16.0]	2.343	[59.5]	2.050	[52.1]

注 1：根据公称（平均）壁厚由下式计算最小壁厚，本表中的数值就是根据下式计算的：

$$t_n \times 0.875 = t_m$$

式中　t_n = 公称（平均）壁厚，in.（mm）

t_m = 最小壁厚，in.（mm）

根据 E 29 实用规程，壁厚用十进制小数点后三位表示，第四位向前进位或舍掉。

注 2：本表是一个包括市场上可能买到的不同类别钢管壁厚总表，但是并不意味着列在表中的所有壁厚能按本标准买到。

高强度低合金碳素结构钢和改良成形性高强度低合金钢冷轧薄板

SA-1008/SA-1008M

（除增加8.1.1.1条压力容器设计用力学性能外，与ASTM标准A-1008/A-1008M—01a完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准适用于以成卷和定尺供应的高强度低合金结构钢和改良成形性的高强度低合金钢的冷轧薄板。

1.2 可供的冷轧薄钢板的牌号如表4.1条所列。

1.3 本标准不适用于在A 109标准中描述的钢带。

1.4 以英寸-磅或国际单位制（SI）单位表示的数值都视为标准值。在正文中，国际制单位示于括号内。由于两种单位制的数值并不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 109 冷轧碳素钢钢带

A 366/A 366M 商业品质冷轧碳素钢钢带

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 568/A 568M 碳素钢和高强度低合金钢热轧和冷轧薄板通用要求

A 620/A 620M 碳素拉深制冷轧薄板

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

E 517 薄板金属塑性应变率（r）试验方法

E 646 金属薄板材料拉伸应变硬化指数（n值）的试验方法

3 术语

3.1 定义：

3.1.1 本标准所用其他术语的定义，参见A 941术语标准。

3.1.2 稳定化处理——添加一种或多种例如钛和铌形成氮化物或碳化物元素，或者两者，而控制钢铁中的碳和氮填隙元素的水平。

3.1.2.1 讨论——稳定化处理用于改良成形性，并提高抗时效性能。

3.1.3 真空除气——在钢液精炼过程中使它暴露在真空中的工艺过程，作为除去钢铁中的杂质或脱碳剂的特殊技术。

3.2 本标准专用术语：

3.2.1 时效——当钢经轻度冷加工，例如经回火轧制，并经过一定时间的存放以后，随硬度、屈服强度和抗拉强度提高的同时，韧性降低。

3.2.1.1 讨论——时效将使得钢呈现延伸应变和弯折的倾向增大。

4 分类

4.1 可提供下列牌号的冷轧薄钢板：

4.1.1 商业品质钢（CS钢的A、B和C型）。

4.1.2 拉拔用钢（DS钢的A和B型）。

注1：CS钢B型和DS钢B型记述了早先分别包括在A 366/A 366M和A 620/A 620M标准中的最为普通的产品。

4.1.3 深拉拔用钢（DDS钢）。

4.1.4 超深拉拔用钢（EDDS钢）。

4.1.5 结构钢［SS钢的25（170），30（205），33（230）级的1型和2型，40（275）的1型和2型，以及80（550）级］。

4.1.6 高强度低合金钢［HSLAS钢的45（310），50（340），55（380），60（410），65（450）级的1类和2类，以及70（480）级的1类和2类］。

4.1.7 改良成形性高强度低合金钢

[HSLAS - F 钢的 50 (340), 60 (410), 70 (480)和 80 级 (550)]。

4.1.7.1 HSLAS-F 钢比 HSLAS 钢具有更好的成形性。这种钢经完全脱氧，冶炼成为细晶粒，并包括诸如铌、钒、锆一类的微量合金元素。这种钢还可经热处理实现对夹杂物的控制。

4.2 供暴露或者非暴露的用冷轧薄板。在最近的类别中，冷轧薄板规定为“回火轧制”或者按“最终退火”两者之一状态。对于诸如冶炼工艺、特性和限制以及检查标准的细节，参见 A 568/A 568M 标准。

5 订货须知

5.1 规定按本标准订购材料所需的所有要求是采购方的责任。这些要求可包括但不限于下列各项：

5.1.1 ASTM 标准号及出版年号；

5.1.2 材料名称和牌号（冷轧薄钢板）(CS, DS, DDS, EDDS, SS, HSLAS 或HSLAS-F 钢，包括相应的级别、型式和类别)，(见 4.1 条)；

5.1.2.1 当 CS 或 DS 钢并未规定型式时，将供应 B 型。(见 4.1 条)；

5.1.2.2 当 HSLAS 钢并未规定类别时，将供应 1 类钢。(见 4.1 条)；

5.1.2.3 当 SS33 (230) 和 SS40 (275) 钢并未规定型式时，将供应 1 型。(见 4.1 条)；

5.1.3 分类（暴露或非暴露，回火轧制或最终退火）(见 4.2 条)；

5.1.4 表面质量 (见 9.1 条)；

5.1.5 涂油的，或不涂油的，按要求，(见 9.2 条)；

5.1.6 尺寸（厚度，厚度公差表（见 5.1.6.1 条)，宽度，及是否定尺钢板或卷板)；

5.1.6.1 经采购方和生产方之间商议，按本标准订购的材料将按符合于 A568/A568M 标准中示出的适用的厚度公差供货。

注 2：并非所有的生产厂都能满足 A568/A568M 标准中厚度公差表中的限值。采购方应在提出订货单之前，就可能达到的限值与生产厂商议。

5.1.7 卷板的尺寸（必须包括内径、外径和最大重量)；

5.1.8 含铜钢（如有要求)；

5.1.9 数量；

5.1.10 用途（零件识别号和说明)；

5.1.11 特殊要求（如有要求)，或对 HSLAS钢的补充要求 S1；

5.1.12 CS, DS, DDS 和 EDDS 钢如有要求，将提供熔炼分析报告。SS, HSLAS 和HSLAS-F 钢有力学性能要求的材料，要求一份熔炼分析和由拉伸试验确定的力学性能。

注 3：一份典型的订单说明如下：ASTM A 1008-XX，冷轧薄钢板，CS 钢的 A 型，暴露的，不光滑表面，涂油的，0.035×30in，内径 24in. 及外径为 48in. 的卷板，最大重量 15000lbs，厚度公差按 A 568/A 568M 标准的表 18，100000 lb，供零件号 4560，门板用途。

或：

ASTM A 1008-XX，冷轧薄钢板，SS 钢的级别 275，非暴露的，不光滑表面，涂油的，0.88mm，760mm×2440mm 厚度公差按 A568/A568M 标准的表 A1.15，10000kg，供搁置支架用。

6 交货的一般要求

6.1 除非在这里另有规定，按本标准供货的材料须符合 A568/A568M 标准最新版的适用要求。

7 化学成分

7.1 CS, DS, DDS 和 EDDS 钢，钢的熔炼分析须符合表 1 中相应牌号的化学成分要求，SS, HSLAS和HSLAS-F钢，则须符合表 2 中的要求。

7.2 表 1 和表 2 中列出的每一种元素须包含在熔炼分析的报告单中。当铜、镍、铬或钼的量值小于 0.02%时，分析值可报告为<0.02%。当钒、铌或钛的量值小于 0.008%时，分析值可报告为<0.008%。

7.3 由本标准定义的薄钢板级别，如选用适当的焊接条件是适合于焊接的。某些焊接工艺可能希望有更多限制性的成分限值，应在询价单和订货单上提出要求。

8 力学性能

8.1 CS, DS, DDS 和 EDDS 钢：

8.1.1 CS, DS, DDS 和 EDDS 钢典型的非强制性要求的力学性能，如表 3 所示。

8.1.1.1 用于压力容器设计，可采用下列最小拉伸性能：屈服强度为 20ksi (140MPa)，抗拉强度为 40ksi (275MPa)。

8.1.2 材料能在室温下，在任何方向经受180度弯曲，而在弯曲部分外侧不发生开裂（见A370试验方法和定义的第14节）

8.1.3 除EDDS牌号钢外，这些牌号的薄板，依据诸如退火方法（连续退火或箱内退火）一类的工艺因素和化学成分，可以时效处理。关于时效的附加资料见A568/A568M标准的附录X1。

8.1.4 EDDS钢是经稳定化处理到没有时效，且因而不经受延伸应变和弯折。其他的钢可处理为不发生时效，请与你的供货商商议。

8.2 SS，HSLAS和HSLAS-F钢：

8.2.1 SS，HSLAS和HSLAS-F钢可得到的强度级别如表4所示。

8.2.2 拉伸试验：

8.2.2.1 要求——由试样作代表的材料须符合表4中规定的力学性能要求。这些要求不适用于非旋进卷板的不切头端部。

8.2.2.2 试验次数——从一炉或从每50tons（45000kg）做两个试验。当从一炉供货的材料的数量少于50 tons（45000kg）时，做一个试验。当由一炉轧制的材料，其厚度相差0.050in.（1.27mm）或更大时，从最厚和最薄的材料做一个试验，而不管所代表的重量。

8.2.2.3 拉伸试样取自紧靠要检验材料的部位。

8.2.2.4 拉伸试样取自薄板的全厚度。

8.2.2.5 拉伸试样取自薄板的中心与材料被轧制边缘之间的中点位置。

8.2.2.6 取拉伸样品时，试样的长轴平行于薄板的轧制方向（纵向试验）。

8.2.2.7 试验方法——除非另有规定，屈服强度采用0.2%残余变形方法或在载荷下产生0.5%延伸的方法确定。

8.2.3 弯曲性能：

8.2.3.1 建议采用的冷弯最小内侧半径列出在附录X1中，并在A 568/A 568M标准的第6节里论述了其细节。在涉及曲线的或偏心弯曲处，或还需考虑到延伸或冲拔的场合，而要求更小的弯曲半径时，应与生产厂商议。

9 工艺质量及外观

9.1 表面质量：

9.1.1 除非另有规定，薄板具有非光滑的表面质量。当有要求时，可规定受控的表面结构特征及状态。附加资料参见A568/A568M标准的“表面质量和状态”一节。

9.2 涂油：

9.2.1 除非另有规定，薄板须涂油。

9.2.2 当有要求时，可规定薄板按不涂油（干燥的）表面供货。

10 复试和重新取样

10.1 复试——如果在原先的拉伸试样上的试验结果在所要求的抗拉强度2ksi（14MPa）以内，在要求的屈服强度1ksi（7MPa）以内，或者在要求的伸长率2%以内，许可再做试验，并在任意选出的一个拉伸试样上做复试。如果在这一复试的试样上的试验结果已满足规定的力学性能，且满足适用标准的所有其他要求，则材料予合格验收。允许按A568/A568M标准做复试。

10.2 重新取样——允许按A568/A568M标准重新取样。

11 合格证书

11.1 如果有要求，CS，DS，DDS和EDDS钢须提供一份熔炼分析的报告。对于需保证力学性能要求的SS，HSLAS和HSLAS-F钢的材料，要求出具一份记载有熔炼分析和通过拉伸试验确定出的力学性能的报告。

11.2 试验报告须包括采购订货单的编号，ASTM标准号和年号，产品标号，适用级别、型号或类别号，炉号；并且按照要求，提供熔炼分析和由拉伸试验示出的力学性能。

11.3 在试验报告上不要求签名。然而，在报告文件上须清楚地识别出提交报告的机构。尽管没有签名，提供报告的机构对试验报告的内容负责。

11.4 材料试验报告、检验合格证或类似的打印文件，采用从电子数据交换（EDI）传送得到的电子数据表格形式视作和出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI传送文件的内容必须符合采购方和供货方之间任何现存的EDI协议。尽管没有签名，发出EDI传送的组织对报告的内容负责。

12　成品标志

12.1　除了 A568/A568M 标准的要求以外，每一吊或每一卷薄板上须标记订货单上示出的牌号[CS 钢（A、B 和 C 型）、DS 钢（A 或 B 型）、DDS、EDDS、SS、HSLAS 或 HSLAS-F 钢]。牌号必须清晰地漏模打印在每一吊薄板的顶部，或系在每一卷薄板或发运单元的标签上示出。

13　关键词

13.1　碳素钢薄板　冷轧钢薄板　薄钢板　商业钢　冲拔钢　深冲钢　超深冲钢　高强度低合金钢　具有优良成形性的高强度低合金钢　结构钢

表 1　CS、DS、DDS 和 EDDS 钢冷轧薄钢板的化学成分[①]

牌　号	熔炼分析成分,%（除非另外示出，均为元素的最大含量）													
	C	Mn	P	S	Al	Si	Cu[②]	Ni[②]	Cr[②③]	Mo[②]	V	Cb	Ti	N
CS，A 型[④⑤⑥⑦]	0.10	0.60	0.030	0.035	…	…	0.20[⑧]	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008[⑨]	…
CS，B 型[④]	0.02~0.15	0.60	0.300	0.035	…	…	0.20[⑧]	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008[⑨]	…
CS，C 型[④⑤⑥⑦]	0.08	0.60	0.10	0.035	…	…	0.20[⑧]	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008[⑨]	…
DS，A 型[⑤⑩]	0.08	0.50	0.020	0.030	0.01min	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008[⑨]	…
DS，B 型	0.02~0.08	0.50	0.020	0.030	0.02min	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008[⑨]	…
DDS[⑥⑦]	0.06	0.50	0.020	0.025	0.01min	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008[⑨]	…
EDDS[⑪]	0.02	0.40	0.020	0.020	0.01min	…	0.10	0.10	0.15	0.03	0.008	0.10	0.15	…

① 表中以省略号（…）示出处表示无要求，但是须报告分析结果。

② 熔炼分析结果，铜、镍、铬和钼的总量不得超过 0.50%。当采购方规定了其中的一个或多个元素时，该总量限制不适用，在这种情况下，单个元素限值只适用于剩余的元素。

③ 由生产厂自行决定，当碳的含量小于等于 0.05%时允许含铬元素，最大至 0.25%。在这种情况下，不适用注②中对四个元素总和的限制。

④ 当应用上要求铝脱氧钢时，商业品质的 CS 钢可按铝的总含量最小值为 0.01%订购。

⑤ B 型钢规定要避免碳的含量低于 0.02%。

⑥ 由生产厂自行决定，可以提供真空除气钢或化学稳定钢，或两者。

⑦ 碳含量小于等于 0.02%的钢，由生产厂自行决定，可以把铌或钛，或两者用作为稳定化元素。在这种情况下，铌的适用限值最大为 0.10%，钛的限值最大为 0.15%。

⑧ 当规定为含铜钢时，该铜含量的限值为最小值要求。当未规定为含铜钢时，该铜含量的限值为最大值要求。

⑨ 除了 EDDS 钢外，由生产厂自行决定，如果钛的百分数与氮的百分数之比不超过 3.4 时，允许含钛至 0.025%。

⑩ 由生产厂自行决定，DS 的 A 型钢可按真空除气钢供货。

⑪ 以真空除气并稳定化处理钢供货。

表 2　SS、HSLAHSALAS-F 钢冷轧薄钢板的化学成分[①]

牌　号	熔炼分析成分,%（除非另外示出，均为元素的最大含量）												
	C	Mn	P	S	Al	Si	Cu[②③]	Ni[③]	Cr[③]	Mo[③]	V	Cb	N
SS：													
25（170）级	0.20	0.60	0.035	0.035	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	…
30（205）级	0.20	0.60	0.035	0.035	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	…
33（230）级 1 型	0.20	0.60	0.035	0.035	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	…
33（230）级 2 型	0.15	0.60	0.20	0.035	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	…
40（275）级 1 型	0.20	0.90	0.035	0.035	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	…
40（275）级 2 型	0.15	0.60	0.20	0.035	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	…
80（550）级	0.20	0.60	0.035	0.035	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	…
HSLAS：④													
45（310）级 1 类	0.22	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	…
45（310）级 2 类	0.15	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	…

表2（续）SS、HSLAHSALAS-F钢冷轧薄钢板的化学成分[①]

牌号	熔炼分析成分,%（除非另外示出，均为元素的最大含量）												
	C	Mn	P	S	Al	Si	Cu[②③]	Ni[②]	Cr[②]	Mo[②]	V	Cb	N
50（340）级1类	0.23	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	…
50（340）级2类	0.15	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	…
55（380）级1类	0.25	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	…
55（380）级2类	0.15	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	…
60（410）级1类	0.26	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	…
60（410）级2类	0.15	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	0.020
65（450）级1类	0.26	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	0.012
65（450）级2类	0.15	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	0.020
70（780）级1类	0.26	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	0.012
70（780）级2类	0.15	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.01min	0.005min	0.020
HSLAS-F：⑤ 50(340)、60(410) 70(480)和 80(550)级	0.15	1.65	0.020	0.025	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	…	…	…

① 表中以省略号（…）示出处表示无要求，但是须报告分析结果。

② 熔炼分析结果，铜、镍、铬和钼的总量不得超过0.50%。当采购方规定了其中的一个或多个元素时，该总量限制不适用，在这种情况下，单个元素限值只适用于剩余的元素。

③ 当规定为含铜钢时，该铜含量的限值为最小值要求。当未规定为含铜钢时，该铜含量的限值为最大值要求。

④ HSLAS钢可以单独或组合添加铌和钒。

⑤ 这些钢还含有下列一种或多种元素：钒、钛和铌。可以存在其他合金元素，但是不要求。

表3 CS、DS、DDS和EDDS钢冷轧薄钢板力学性能[①]的典型范围（非强制性）[②]

牌号	屈服强度[③]		2in.（50mm）标距伸长率,%[③]	r_m值[④]	n-值[⑤]
	ksi	MPa			
CS，A、B、C型	20~40	[140~275]	≥30	⑥	⑥
DS，A、B型	22~35	[150~240]	≥36	1.3~1.7	0.17~0.22
DDS	17~29	[115~200]	≥38	1.4~1.8	0.20~0.25
EDDS	15~25	[105~170]	≥40	1.7~2.1	0.23~0.27

① 这些典型的力学性能适用于所有厚度范围的薄钢板。当薄板的厚度减薄时，屈服强度将有提高的趋势，伸长率降低，以及某些成形性数值会降低。

② 这里给出的典型力学性能是非强制性的。提供这些性能意在帮助采购方对指定用途规定适合的钢种。可以期望有这些性能范围值以外的数值。

③ 屈服强度和伸长率按A 370《试验方法》在纵向上进行测定。

④ 平均塑性应变率（r_m值）按E 517《试验方法》测定。

⑤ 应变硬化指数（n值）按E 646《试验方法》测定。

⑥ 还未确定典型性能值。

表4 SS、HSLA和HSALAS-F钢冷轧薄钢板的力学性能要求[①]

牌号	屈服强度，≥	抗拉强度，≥	2in.（50mm）标距伸长率,%，≥
	ksi（MPa）	ksi（MPa）	
SS：			
25（170）级	25 [170]	42 [290]	26
30（205）级	20 [205]	45 [310]	24
33（230）级1型，2型	33 [230]	48 [330]	22
40（275）级1型，2型	40 [275]	52 [360]	20
80（550）级	80[②] [550]	82 [565]	③

表 4（续）SS、HSLA HSALAS-F 钢冷轧薄钢板的力学性能要求①

牌　号	屈服强度，≥ ksi（MPa）	抗拉强度，≥ ksi（MPa）	2in.（50mm）标距伸长率，%，≥
HSLAS：			
45（310）级 1 类	45 [310]	60 [410]	22
45（310）级 2 类	45 [310]	55 [380]	22
50（340）级 1 类	50 [340]	65 [450]	20
50（340）级 2 类	50 [340]	60 [410]	20
55（380）级 1 类	55 [380]	70 [480]	18
55（380）级 2 类	55 [380]	65 [450]	18
60（410）级 1 类	60 [410]	75 [520]	16
60（410）级 2 类	60 [410]	70 [480]	16
65（450）级 1 类	65 [450]	80 [550]	15
65（450）级 2 类	65 [450]	75 [520]	15
70（480）级 1 类	70 [480]	85 [585]	14
70（480）级 2 类	70 [480]	80 [550]	14
HSLAS-F：			
50（340）级	50 [340]	60 [410]	22
60（410）级	60 [410]	70 [480]	18
70（480）级	70 [480]	80 [550]	16
80（550）级	80 [550]	90 [620]	14

① 对于卷板产品，生产厂只限于在卷板的端部做试验。整个卷板的力学性能必须符合规定的最小值。

② 这种全硬化的产品上，屈服强度接近抗拉强度，并因为在标尺上无停顿或落在梁上，故屈服点取为在载荷下产生 0.5%伸长率处的屈服应力。

③ SS 的 80 级钢，不要求 2in. 标距的伸长率。

冷轧 HSLAS 钢薄板的补充要求

当在采购订货单或合同中有规定时，适用下列补充要求

S1 元素

S1.1 当采购方愿意指定特殊元素（指铌、钒、氮或它们的组合），规定为下列类型之一。除了级别外，还必须在订货单上示出钢材的型式：

1 型—铌
2 型—钒
3 型—铌和矾
4 型—钒和氮

S1.2 对于这些元素的任何一种，均须采用第 7 节中的化学成分限值。

附　录

（非强制性资料）

X1　弯曲性能

表 X1.1　建议的最小冷弯内半径

产　品	级　别	最小冷弯内半径	
结构钢	25（170）	0.5t	
	30（205）	1t	
	33（230）	1.5t	
	40（275）	2t	
	80（550）	不适用	
高强度低合金钢		1类	2类
	45（310）	1.5t	1.5t
	50（340）	2t	1.5t
	55（380）	2t	2t
	60（410）	2.5t	2t
	65（450）	3t	2.5t
	70（480）	3.5t	3t
改良成形性的高强度低合金钢	50（340）	1t	
	60（410）	1.5t	
	70（480）	2t	
	80（550）	2t	

注 1：t 为等值于钢材厚度的弯曲内半径。

注 2：所建议的弯曲半径，应为用作车间实际生产弯的 90°弯曲的最小内半径。

注 3：当按本表要求制造零件时，对于不能满意进行弯曲的材料，可按与制材供货商事先的协议拒收。

高强度马氏体不锈钢钢板、薄板和钢带

SA-1010/SA-1010M

[除表 2 中的标题栏有编辑上的变化外，
与 ASTM 标准 A 1010/A 1010M—01(R09)标准完全等同]

1 适用范围

1.1 本标准适用于各种结构、建筑、压力容器和耐热用的马氏体不锈钢。这些钢材的力学性能是常规的，但并不必须经一般称为回火的适当热处理来获得。

1.2 按本标准生产的钢材产品，有两个级别：

级别	屈服强度，≥，ksi（MPa）
40（275）	40（275）
50（350）	50（350）

1.3 钢板的最大厚度，仅受化学成分满足规定力学性能要求能力的限制；但是，目前通常将按本标准供应钢板的最大厚度限制在 1in.（25mm）以下。

1.4 以英寸-磅或 SI 单位表示的数值均应视作为标准值。在文本中，SI 单位表示的数值放在括号中示出。由于各单位制表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算，因此每一种单位制必须独立地使用。两种单位制的数值混合使用可能导致与标准不一致的结果。除非订货单规定采用“M”标准号（SI 单位），材料应以英寸-磅单位供货。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准：

A 480/A 480M 不锈和耐热钢平轧钢板、薄板和钢带的通用标准

A 673/A 673M 结构钢冲击试验用的取样程序标准

E 527 金属和合金编号（UNS）用的实用规程

2.2 其他标准：

SAE J 1086 金属和合金编号（UNS）实用规程

3 一般要求

3.1 按本标准提供材料用采购订货单用的下列要求，应符合现行版 A 480/A 480M 标准的适用要求。

3.1.1 术语；
3.1.2 订货资料；
3.1.3 冶炼工艺；
3.1.4 熔炼分析；
3.1.5 成品分析；
3.1.6 薄板用表面精整；
3.1.7 钢带用表面精整；
3.1.8 钢板用表面精整；
3.1.9 试样；
3.1.10 试验数量；
3.1.11 试验方法；
3.1.12 复式和重新热处理；
3.1.13 尺寸和允许偏差；
3.1.14 工艺质量；
3.1.15 包装、标志和装运；
3.1.16 检查；
3.1.17 拒收和复审；
3.1.18 材料试验报告和合格证书。

4 化学成分

4.1 钢应符合表 1 规定的化学成分要求，并应符合 A 480/A 480M 标准中规定的适用要求。

5 热处理

5.1 钢材应经热处理来满足本标准的要求。回火温度应不超过 1400℉（760℃）。在做回火热处理之前，钢材应为轧制的、正火的或回火

状态。

6　力学性能

6.1　材料应符合表 2 规定的力学性能。

7　关键词

7.1　建筑用钢　马氏体钢　钢板　不锈钢钢　结构钢　回火的。

表 1　化学成分要求，%[①]

UNS 编号②	类型	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	其他元素
S41003	…	0.030	1.50	0.040	0.030	1.00	10.5~12.5	1.50	…	0.030	…

① 除示出了的范围值或最小值外，均为最大值。

② UNS 编号系按 E527 和 SAE J1086 实用规程规定。

表 2　力学性能试验要求

级别	屈服强度，≥，ksi（MPa）	抗拉强度，≥，ksi（MPa）	2in.（50mm）标距伸长率，≥，%	布氏硬度，≤	冷弯
40	40（275）	66（455）	18	223	不要求
50	50（350）	70（485）	18	223	不要求

补 充 要 求

只有在采购订货单中作了规定时，下列补充要求才适用。按供货方与采购方的协议可以规定已示出在本标准中以外的要求。下列补充要求适合于与本标准一起使用。

S1 夏比V形缺口冲击试验

S1.1 材料应按A 673/A 673M标准做夏比V形冲击试验。

S1.2 试验数量、试验温度和吸收能的要求，应按订货单上的规定。

S2 超声波检验

S2.1 材料应按订货单上规定的要求经超声波检验。

高强度低合金碳素结构钢和改良成型性高强度低合金钢以及超高强度钢的热轧薄板和钢带

SA-1011/SA-1011M

（与 ASTM 标准 A 1011/A 1011M—06b 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括成卷和定尺的高强度低合金结构钢和具有改良成型性的高强度低合金钢以及超高强度钢的热轧薄板和钢带。

1.2 可供的热轧薄板和钢带牌号列在 4.1 条之中。

1.3 本标准不适用于 ASTM A 635/A 635M 标准包括的钢材。

1.4 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用两种单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 568/A 568M 碳素钢和高强度低合金钢热轧和冷轧薄板通用要求

A 569/A 569M 商业品质热轧碳钢（最大 0.15%）薄板和钢带

A 622/A 622M 冲拔品质碳素钢热轧薄板和钢带

A 635/A 635M 热轧碳钢薄板和钢带及大厚度的卷板

A 749/A 749M 碳钢和高强度低合金钢热轧钢带通用要求

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

E 18 金属材料的洛氏硬度试验方法

3 术语

3.1 定义——本标准所用其他术语的定义，参见 A 941 术语标准。

3.2 本标准专用术语定义：

3.2.1 时效——当钢经轻度冷加工，例如经回火轧制，并经过一定时间的存放以后，随硬度、屈服强度和抗拉强度提高的同时，韧性降低。

3.2.1.1 讨论——时效将使得钢呈现延伸应变和弯折的倾向增大。

3.2.2 稳定化处理——添加一种或多种例如钛和铌，形成氮化物或碳化物元素，或者两者，而控制钢铁中的碳和氮填元素的水平。

3.2.2.1 讨论——稳定化处理用于改良成形性，并提高抗时效性能。

3.2.3 真空除气——在钢液精炼过程中，使它暴露在真空中的工艺过程，作为除去钢铁中的杂质或脱碳剂的特殊技术。

4 分类

4.1 可提供下列牌号的热轧薄钢板和钢带：

4.1.1 商业品质钢（CS 钢 A、B、C 和 D 型）。

4.1.2 冲拔用途钢（DS 钢 A 和 B 型）。

注 1：CS 钢 B 型和 DS 钢 B 型记述了早先分别包括在 A 569/A 569M 和 A 622/A 622M 标准中的最为普通的产品。

4.1.3 结构用钢［SS 钢级别 30（205），33（230），36（250）的 1 型和 2 型，40（275），45（310），50（340）、55（380）、60（410）、70（480）和 80（550）］。

4.1.4 高强度低合金钢［HSLAS 钢级别 45（310），50（340），55（380），60（410），65（450）和 70（480）的 1 类和 2 类］。

4.1.5 改良成形性高强度低合金钢［HSLAS - F 钢级别 50（340），60（410），

70（480）和80（550）]。

4.1.5.1 HSLAS-F钢比HSLAS钢具有更好的成形性。这种钢经完全脱氧，冶炼成为细晶粒，并包括诸如铌、钒、锆一类的微量合金元素。这种钢还可经热处理实现对夹杂物的控制。

4.1.6 超高强度钢（90（620）和100（690）级别的、UHSS钢的1型和2型钢）

4.1.6.1 UHSS钢比HSLAS-F钢的强度更高，它是镇静钢且是细晶粒钢，并且，包括诸如铌、钛、钒和钼等一类的微合金化元素。这种钢还可经热处理以实现对夹杂物的控制。这种钢材意在用于高强度的杂用零件用途，以减轻重量，其可焊性相当重要。这种钢的耐大气腐蚀性与普通碳钢相等。当规定含铜钢时，其耐大气腐蚀性有所提高。

4.1.7 当要求HSLAS钢、HSLAS-F钢和UHSS钢时，在采购订货单中应对使用一或多种微合金化元素上的限制作出规定。

5 订货须知

5.1 规定按本标准订购材料所需的所有订货资料是采购方的责任。这些资料的示例可包括但不限于下列各项：

5.1.1 ASTM标准号及出版年号；

5.1.2 材料名称和牌号（热轧薄钢板）（对CS钢、DS钢、SS钢、HSLAS钢‘HSLAS-F钢和UHSS钢，包括相应的级别、类型和类别）。（见4.1条）

5.1.2.1 当CS或DS钢并未规定型式时，将供应B型。（见4.1条）；

5.1.2.2 当HSLAS钢并未规定类别时，将供应1类钢。（见4.1条）；

5.1.2.3 当SS 36（250）钢并未规定型式时，将供应1型。（见4.1条）；

5.1.2.4 当UHSS钢并未规定类别时，将供应1型钢（见4.1条）。

5.1.3 表面质量（见9.1条）；

5.1.4 边缘的型式（见9.3条）；

5.1.5 涂油的，或不涂油的，按要求，（见9.2条）；

5.1.6 尺寸［厚度，厚度公差表（见5.1.6.1条），宽度，及是定尺钢板或卷板］；

5.1.6.1 经采购方和生产方之间商议，按本标准订购的材料，薄板将按符合于A 568/A 568M，钢带将按符合于A 749/A 749M标准中示出的适用厚度公差供货。

注2：并非所有的生产厂都能满足A 568/A 568M标准和A 749/A 749M标准中厚度公差表中的限值。采购方应在提出订货单之前，就可能达到的限值与生产厂商议。

5.1.7 卷板的尺寸（必须包括内径、外径和最大重量）；

5.1.8 含铜钢（如有要求）；

5.1.9 数量；

5.1.10 用途（零件识别号和说明）；

5.1.11 特殊要求（如有要求）；

5.1.12 CS，DS钢如有要求，将提供熔炼分析报告。SS，HSLAS和HSLAS-F和UHSS钢有力学性能要求的材料，要求一份熔炼分析和由拉伸试验确定的力学性能。

注3：一份典型的订单说明如下：ASTM A 1011-XX，热轧薄钢板，CS钢的A型，酸洗和涂油的，切割边缘，0.075in.×36in.×96in.，厚度公差按A568/A568M标准的表4100000lb，零件号6310，供搁置支架用。

或：

ASTM A 1011M-XX，热轧薄钢板，CS钢的B型，酸洗和涂油的，切割边缘，3.7mm×117mm卷板，内径600mm，外径1500mm，最大重量10000kg，厚度公差按A 568/A 568M标准的表A1.1，50000kg，供上部控制臂用。

6 交货的一般要求

6.1 除非在这里另有规定，按本标准供货的材料，薄板须符合A 568/A 568M标准，钢带须符合A 749/A 749M标准最新版的适用要求。

7 化学成分

7.1 CS，DS钢，钢的熔炼分析须符合表1中相应牌号的化学成分要求，SS，HSLAS、HSLAS-F和UHSS钢，则须符合表2中的要求。

7.2 表1和表2中列出的每一种元素须包含在熔炼分析的报告单中。当铜、镍、铬或钼的量值小于0.02%时，分析值可报告为<0.02%，或实际测定值。当钒、铌或钛的量值小于0.008%时，分析值可报告为<0.008%，或实际测定值。当硼的量值小于0.0005%时，分析值可报告为<0.0005%，或实际测定值。

7.3 如果选择合适的焊接条件，本标准定义的薄钢板级别是适合于焊接的。对于若干焊接工艺可能希望更为严格的成分限制，应在询价和订

货时提出要求。

8 力学性能

8.1 CS，DS 钢：

8.1.1 CS 和 DS 钢典型的非强制性要求的力学性能，如表 3 所示。

8.1.2 材料能在室温下，在任何方向经受 180 度弯曲，而在弯曲部分外侧不发生开裂（见 A370 试验方法和定义的弯曲试验一节）

8.2 SS，HSLAS，HSLAS-F 和 UHSS 钢：

8.2.1 SS，HSLAS、HSLAS-F 和 UHSS 钢可得到的强度级别如表 4 所示。

8.2.2 拉伸试验：

8.2.2.1 要求——由试样作代表的材料须符合表 4 中规定的力学性能要求。这些要求不适用于非旋进卷板的不切头端部。

8.2.2.2 试验次数——从一炉或从每 50t（45000kg）做两个试验。当从一炉供货的材料的数量少于 50 t（45000kg）时，做一个试验。当由一炉轧制的材料，其厚度相差 0.050in.（1.27mm）或更大时，从最厚和最薄的材料做一个试验，而不管所代表的重量。

8.2.2.3 拉伸试样取自紧靠要检验材料的部位。

8.2.2.4 拉伸试样取自轧制状态薄板的全厚度。

8.2.2.5 拉伸试样取自轧制状态薄板的中心与被轧制边缘之间的中点位置。

8.2.2.6 取拉伸样品时，试样的长轴平行于薄板的轧制方向（纵向试验）。

8.2.2.7 试验方法—除非另有规定，屈服强度采用 0.2%残余变形方法或在载荷下产生 0.5%延伸的方法确定。

8.2.3 弯曲性能：

8.2.3.1 建议采用的冷弯最小内侧半径列出在附录 X1 中，并在 A 568/A 568M 标准（6.6 条）和 A 749/A 749M（7.6 条）标准里论述了其细节。在涉及曲线的或偏心弯曲处，或还需考虑到延伸或冲拔的场合，而要求更小的弯曲半径时，应与生产厂商议。

9 工艺质量及外观

9.1 表面质量：

9.1.1 除非另有规定，材料按热轧状态供货，即未经清除热轧的氧化物或氧化皮。

9.1.2 当有要求时，可以规定材料是酸洗或喷丸清理过的（除去氧化皮）。

9.2 涂油：

9.2.1 除非另有规定，热轧状态的材料按不涂油（即干燥的）表面供货，酸洗或喷丸清理的材料按涂油供货。

9.3 边缘：

9.3.1 薄钢板可以是带轧制边缘或切割边缘的。

9.3.2 钢带可以是带轧制边缘或切割边缘的。

10 复试和不一致性材料的处理

10.1 当由于试验方法程序的重要性而怀疑到不能令人满意的试验结果时，应按 A 568/A 568M 标准中的 11.1 条的要求进行复试。

10.2 不一致性材料的处理应依据 A 568/A 568M 标准中的 11.2 条的要求进行。

11 合格证书

11.1 如果有要求，CS，DS 钢须提供一份熔炼分析的报告。对于需保证力学性能要求的 SS，HSLAS、HSLAS-F 和 UHSS 钢的材料，要求出具一份记载有熔炼分析和通过拉伸试验确定出的力学性能的报告。

11.2 试验报告须包括采购订货单的编号，ASTM 标准号和年号，产品标号，适用级别、型号或类别号，炉号；并且按照要求，提供熔炼分析和由拉伸试验示出的力学性能。

11.3 在试验报告上不要求签名。然而，在报告文件上须清楚地识别出提交报告的机构。尽管没有签名，提供报告的机构对试验报告的内容负责。

11.4 材料试验报告、检验合格证或类似的打印文件，采用从电子数据交换（EDI）传送得到的电子数据表格形式视作和出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI 传送文件的内容必须符合采购方和供货方之间任何现存的 EDI 协议。尽管没有签名，发出 EDI 传送的组织对报告的内容负责。

12 成品标志

12.1 除了对薄板 A 568/A 568M 标准和对钢

带 A749/A749M 标准的要求以外，每一吊或每一卷材料上须标记订货单上示出的牌号［CS 钢（A、B 和 C 型）、DS 钢（A 或 B 型）、SS 钢（级别，SS 36 还要标出型别）、HSLAS 钢（级别和类别）、HSLAS-F（级别）或 UHSS（类型和级别）］。牌号必须清晰地漏模打印在每一吊材料的顶部，或系在每一卷或发运单元的标签上示出。

13 关键词

13.1 碳素钢薄板 碳素钢钢带 商业钢 冲拔钢 高强度低合金钢 具有改良成形性的高强度低合金钢 热轧薄钢板 热轧钢带 薄钢板钢带 结构钢

表 1 CS 和 DS 钢热轧薄钢板和钢带的化学成分①

牌号	熔炼分析成分,%（除非另外示出，均为元素的最大含量）														
	C	Mn	P	S	Al	Si	Cu	Ni	Cr②	Mo	V	Cb	Ti⑤	N	B
CS，A 型④⑤⑥⑦	0.10	0.60	0.030	0.035	…	…	0.20⑧	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008	…	…
CS，B 型⑥⑦	0.20~0.15	0.60	0.030	0.035	…	…	0.20⑧	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008	…	…
CS，C 型④⑤⑥⑦	0.08	0.60	0.10	0.035	…	…	0.20⑧	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008	…	…
CS，D 型⑦	0.10	0.70	0.030	0.035	…	…	0.20⑧	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…	…
DS，A 型④⑤⑦	0.08	0.50	0.020	0.030	0.01min	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008	…	…
DS，B 型	0.02~0.08	0.50	0.020	0.030	0.01min	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.008	…	…

① 表中以省略号（…）示出处表示无要求，但是须报告分析结果。

② 由生产厂自行决定，当碳的含量小于等于 0.05%时允许含铬元素，最大至 0.25%。

③ 由生产厂自行决定，对含碳大于 0.02%的钢，允许将供稳定化目的用的钛（Ti）取为（3.4N+1.5S）或 0.025%两者中的较小值。

④ B 型钢规定要避免碳的含量低于 0.02%。

⑤ 碳含量小于等于 0.02%的钢，由生产厂自行决定，可以把铌或钛，或两者用作为稳定化元素。在这种情况下，铌的适用限值最大为 0.10%，钛的限值最大为 0.15%。

⑥ 当要求铝脱氧钢时，可按铝的总含量最小值为 0.01%订购。

⑦ 由生产厂自行决定，可以提供真空除气钢或化学稳定处理钢，或两者。

⑧ 当规定为含铜钢时，该铜含量的限值为最小值要求。当未规定为含铜钢时，该铜含量的限值为最大值要求。

表 2 SS、HSLAS、HSLAS-F 和 UHSS 钢热轧薄钢板和钢带的化学成分①

牌号	熔炼分析成分,%（除非另外示出，均为最大含量）													
	C	Mn	P	S	Al	Si	Cu②	Ni	Cr	Mo	V	Nb	Ti	N
SS:③														
30（205）级	0.25	0.90	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
33（230）级	0.25	0.90	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
36（250）级 1 型	0.25	0.90	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
36（250）级 2 型④	0.25	1.35	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
40（275）级	0.25	0.90	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
45（310）级④	0.25	1.35	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
50（340）级④	0.25	1.35	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
55（380）级④	0.25	1.35	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
60（410）级	0.25	1.35	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
70（480）级	0.25	1.35	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…
80（550）级	0.25	1.35	0.035	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	…

表 2（续）　SS、HSLAS、HSLAS-F 和 UHSS 钢热轧薄钢板和钢带的化学成分[①]

牌　号	熔炼分析成分，%（除非另外示出，均为元素的最大含量）													
	C	Mn	P	S	Al	Si	Cu[②③]	Ni[②]	Cr[②④]	Mo[②④]	V	Cb	N	
HSLAS：⑤														
45（310）级 1 类[④]	0.22	1.35	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
45（310）级 2 类	0.15	1.35	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
50（340）级 1 类[④]	0.23	1.35	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
50（340）级 2 类	0.15	1.35	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
55（380）级 1 类[④]	0.25	1.35	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
55（380）级 2 类	0.15	1.35	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
60（410）级 1 类	0.26	1.50	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
60（410）级 2 类	0.15	1.50	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	…
65（450）级 1 类	0.26	1.50	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥
65（450）级 2 类	0.15	1.50	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥
70（480）级 1 类	0.26	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥
70（480）级 2 类	0.15	1.65	0.04	0.04	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥
HSLAS-F：⑤														
50(340)和 60(410)级	0.15	1.65	0.020	0.025	…	…	0.20	0.20	0.15	0.06	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥
70（480）和 80（550）级	0.15	1.65	0.020	0.025	…	…	0.20	0.20	0.15	0.16	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥
UHSS：⑤														
90（620）和 100（690）级，1 型	0.15	2.00	0.020	0.025	…	…	0.20	0.20	0.15	0.40	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥
90（620）和 100（690）级，2 型	0.15	2.00	0.020	0.025	…	…	0.20	0.20	0.15	0.40	≤0.005	≤0.005	≤0.005	⑥

① 表格中以省略号（…）示出处表示无要求，但是须报告分析结果。

② 当规定为含铜钢时，要求最小值为 0.20%。当未规定为含铜钢时，铜含量的限值为最大值要求。

③ 由生产厂自行决定，对 SS 级钢，允许添加确定化目的用的钛（Ti）限为（3.4N+1.5S）或 0.025%两者中的较小值。

④ 在规定的最大碳含量以下每减少 0.01%，允许增锰（Mn）含量提高到在规定最大值以上 0.06%直至最大为 1.50%。

⑤ HSLAS 钢、HSLAF-F 钢和 UHSS 钢还有单独添加或组合添加的铌、钒、钛和指明的元素，其最小值要求仅适用于选择来用于强化钢材的微合金化元素。

⑥ 采购方有权选择限制氮含量，需要注意的是：根据生产厂的微合金化计划（例如，决定使用钒），可有意附加氮元素。应考虑使用氮的粘合元素（例如，钒和钛）。

表 3　CS 和 DS 钢热轧薄钢板和钢带力学性能[①]的典型范围（非强制性）[②]

牌　号	屈服强度[③]		2in.（50mm）标距伸长率，%[③]
	ksi	MPa	
CS 钢 A、B、C 和 D 型	30~50	[205~340]	≥25
DS 钢 A、B 型	30~45	[205~310]	≥28

① 当薄板的厚度减薄时，屈服强度将有提高的趋势，伸长率趋于降低。这些力学性能代表的是对 CS 钢的 A 和 B 型以及 DS 钢的 A 和 B 型的厚度范围从 0.100~0.150in.（2.5~3.5mm）、对 CS 钢的 D 型的厚度范围从 0.060~0.075in.（1.5~1.9mm）的典型材料的性能。"

② 这里给出的典型力学性能是非强制性的。提供这些性能意在帮助采购方对指定用途规定适合的钢种。可以期望有这些性能范围值以外的数值。

③ 屈服强度和伸长率按 A 370《试验方法》在纵向上进行测定。

表4 SS、HSLAS、HSLAS-F和UHSS钢热轧薄钢板和钢带的力学性能要求[1]

标号	屈服强度，≥	抗拉强度[2]，≥	不同厚度2in.（50mm）标距伸长率，%，≥			8in.（200mm）标距伸长率，%，≥ 厚度<0.230in.（6.0mm）
	ksi（MPa）	ksi（MPa）	0.230[6.0mm]~0.097[2.5mm]	0.097[2.5mm]~0.064[1.6mm]	0.064[1.6mm]~0.025[0.65mm]	
SS：						
30（205）级	30 [205]	49 [340]	25.0	24.0	21.0	19.0
33（230）级	33 [230]	52 [360]	23.0	22.0	18.0	18.0
36（250）级1型	36 [250]	53 [365]	22.0	21.0	17.0	17.0
36（250）级2型	36 [250]	58~80[400~550]	21.0	20.0	16.0	16.0
40（275）级	40 [275]	55 [380]	21.0	20.0	15.0	16.0
45（310）级	45 [310]	60 [410]	19.0	18.0	13.0	14.0
50（340）级	50 [340]	65 [450]	17.0	16.0	11.0	12.0
55（380）级	55 [380]	70 [480]	15.0	14.0	9.0	10.0
60（410）级	60（410）	75（480）	14	13	8	9
70（480）级	70（480）	85（550）	13	12	7	8
80（550级）	80（550）	95（620）	12	11	6	7
HSLAS：			>0.097in.[2.5mm]	≤0.097 in.[2.5mm]		…
45（310）级1类45	[310]	60 [410]	25.0	23.0		…
45（310）级2类	45 [310]	55 [380]	25.0	23.0		…
50（340）级1类	50 [340]	65 [450]	22.0	20.0		
50（340）级2类	50 [340]	60 [410]	22.0	20.0		
55（380）级1类	55 [380]	70 [480]	20.0	18.0		
55（380）级2类	55 [380]	65 [450]	20.0	18.0		
60（410）级1类	60 [410]	75 [520]	18.0	16.0		
60（410）级2类	60 [410]	70 [480]	18.0	16.0		
65（450）级1类	65 [450]	80 [550]	16.0	14.0		
65（450）级2类	65 [450]	75 [520]	16.0	14.0		
70（480）级1类	70 [480]	85 [585]	14.0	12.0		…
70（480）级2类	70 [480]	80 [550]	14.0	12.0		…
HSLAS-F：						
50（340）级	50 [340]	60 [410]	24.0	22.0		…
60（410）级	60 [410]	70 [480]	22.0	20.0		…
70（480）级	70 [480]	80 [550]	20.0	18.0		…
80（550）级	80 [550]	90 [620]	18.0	16.0		…
UHSS钢：						
90（620）级，1和2型	90 [620]	100 [690]	16	14		…
100（690）级，1和2型	100 [690]	110 [760]	14	12		…

① 对于卷板产品，生产厂只限于在卷板的端部做试验。整个卷板的力学性能必须符合规定的最小值。

② 对于SS36，2型钢已规定了最小和最大的抗拉强度。

附　录

（非强制性资料）

X1　弯曲性能

表 X1.1　建议的最小冷弯内半径

产　品	级　别	最小冷弯内半径	
结构钢	30 [205]	1t	
	33 [230]	1t	
	36 [250]	1½t	
	36 [250]	2t	
	40 [275]	2t	
	45 [310]	2t	
	50 [340]	2½t	
	55 [380]	3t	
	60 (410)	3½t	
	70 (480)	4t	
	80 (550)	4t	
高强度低合金钢		1 类	2 类
	45 [310]	1½t	1½t
	50 [340]	2t	1½t
	55 [380]	2t	2t
	60 [410]	2½t	2t
	65 [450]	3t	2½t
	70 [480]	3½t	3t
改良成形性的高强度低合金钢	50 [340]	1t	
	60 [410]	1½t	
	70 [480]	2t	
	80 [550]	2t	
超高强度钢，1 型和 2 型	90 (620)	2.5t	
	100 (690)	2.5t	

注 1：(t) 为等值于钢材厚度的弯曲内半径。

注 2：所建议的弯曲半径，应为用在车间实际生产中的 90 度弯曲的最小内半径。

注 3：当按本表要求制造零件时，对于不能满意进行弯曲的材料，可按与钢材供货商事先的协议拒收。

X2　相关的 ISO 标准

下列的 ISO 标准可用于与本标准作比较用。这些标准的相关性可能只是相似而已，因此，对于实际要求需查阅各个标准。这些标准文件的使用者必须确定那些标准涉及其需求。

ISO 3573　商业和拉拔质量品质的热轧碳钢薄钢板

ISO 4995　结构钢品质的热轧薄钢板

ISO 4996　高屈服应力的结构钢品质的热轧薄钢板

ISO 5951　改良成形性的较高屈服强度的热轧薄钢板

ISO 6316　结构钢品质的热轧钢带

ISO 6317　商业和拉拔质量品质的热轧碳钢钢带。

X3 硬度性能

X3.1 表 X3.1 列出了典型的硬度数值。

表 X3.1 典型的硬度数值

牌 号	洛氏硬度，刻度 B	牌 号	洛氏硬度，刻度 B
CS 钢 A 型	≤75	CS 钢 C 型	≤75
CS 钢 B 型	≤75	DS	≤65

注 1：所示出的硬度值是发货时的数值。

注 2：硬度试验应按 E18 试验方法的要求进行。

注 3：硬度值为测得的洛氏硬度，刻度 B 或从适合的洛氏标尺刻度转换得出。

注 4：典型的硬度值适用于薄钢板的整个厚度。随薄钢板厚度的减小，硬度将会提高。

注 5：硬度试验通常用于评估各种钢材标号的未加涂层薄钢板的相对成形性。这种由许多用户做的评估工作被认为只是大致的相对成形性，且因此不能用作为标准要求。

铁素体合金钢和奥氏体合金钢以及不锈钢管子通用要求

(15)

SA-1016/SA-1016M

(除了1.1和2.1条中编辑性修订将A 668更正为A688，以及修订25和26节中水压试验引用段落外，与ASTM标准A 1016/A 1016M—14完全相同)

1 适用范围

1.1 本标准包括一组通用要求，除专用材料标准中另有规定外，这些要求应适用于下列注明的ASTM产品标准。

标准名称	ASTM编号①
锅炉和过热器用无缝碳钼合金钢管子	A 209/A 209M
锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子	A 213/A 213M
锅炉、过热器、换热器和冷凝器用焊接奥氏体钢管子	A 249/A 249M
锅炉和过热器用电阻焊铁素体合金钢管子	A 250/A 250M
一般用途无缝和焊接铁素体和马氏体不锈钢管子	A 268/A 268M
一般用途无缝和焊接奥氏体不锈钢管子	A 269
卫生用无缝和焊接奥氏体不锈钢管子	A 270
低温用无缝和焊接的碳钢和合金钢管子	A 334/A 334M
给水加热器用无缝和焊接的奥氏体不锈钢管子	A 688/A 688M
增殖反应堆芯部件无缝奥氏体钢管子	A 771/A 771M
一般用途无缝和焊接铁素体/奥氏体不锈钢管子	A 789/A 789M
给水加热器用无缝和焊接的铁素体不锈钢管子	A 803/A 803M
增殖反应堆芯部件用奥氏体和铁素体管道不锈钢管子	A 826/A826M
冷凝器用高频感应焊接非退火奥氏体钢管子	A 851

① 这些编号所指为各个标准的最新版。

1.2 在产品标准中的要求与本标准的通用要求有抵触时，首先应满足产品标准的要求。当某一产品标准中的要求或本通用要求标准里的要求与采购订货单中更为严格的要求有抵触时，应首先满足采购订货单的要求。

1.3 无论以英寸-磅或SI单位表示的数值都应视为标准值。正文中SI单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之，如加以混用，将导致与本标准的不一致。除非在订单中规定使用产品标准中的“M”标准号（SI制），否则一律用英寸-磅单位制。

2 引用标准

2.1 ASTM标准

A 209/A 209M 锅炉和过热器用无缝碳钼合金钢管子

A 213/A 213M 锅炉、过热器和换热器用无缝、铁素体和奥氏体合金钢管子

A 249/A 249M 锅炉、过热器、换热器和冷凝器用焊接奥氏体钢管子

A 250/A 250M 锅炉和过热器用电阻焊铁素体合金钢管子

A 268/A 268M 一般用途无缝和焊接铁素体和马氏体不锈钢管子

A 269 一般用途用无缝和焊接的奥氏体不锈钢管子

A 270 无缝和焊接的奥氏体不锈钢清洁卫生用管子制品

A 334/A 334M 低温用无缝和焊接的碳钢和合金钢管子

A 370 钢制品力学试验方法和定义

A 530/A 530M 专门用途的碳钢和合金钢公称管通用要求

A 688/A 688M 给水加热器用无缝和焊接的奥氏体不锈钢管子

A 700 国内发运的钢制品包装、标志和装载实用规程

A 751 钢制品的化学分析方法、操作及术语

A 771/A 771M 液态金属冷却的反应堆核芯部件用的无缝奥氏体和马氏体不锈钢管子制品

A 789/A 789M 一般用途无缝和焊接铁素体/奥氏体不锈钢管子

A 803/A 803M 给水加热器用无缝和焊接的铁素体不锈钢管子

A 826/A826M 液态金属冷却的反应堆核芯部件用的无缝奥氏体和马氏体不锈钢输送管道用的管子

A 851 高频感应焊接的、未经退火的奥氏体冷凝器管子

A 941 与钢、不锈钢、相关合金和铁合金有关的术语

A1047/A1047M 管子制品的气压检漏试验用试验方法

A1058 钢制品力学性能试验用试验方法——公制

D 3951 商业包装实用规程

E 92 金属材料的维氏硬度试验方法

E 213 金属公称管和管子超声波检验的实用规程

E 273 焊接钢管和管子制品焊缝区域超声波检验实用规程

E 309 管状钢制品磁饱和涡流检验实用规程

E 426 无缝和焊接管状制品奥氏体不锈钢和类似合金的电磁（涡流）试验实用规程

E 570 铁磁体管状钢制品漏磁检验实用规程

2.2 ASME 锅炉及压力容器规范

第Ⅸ卷，焊接质量评定

2.3 美联邦标准

Fed. Std. No. 183 钢铁制品连续识别标志

2.4 军用标准

MIL-STD-271 金属无损检测要求

MIL-STD-163 钢材产品发货及贮存的表面处理

MIL-STD-792 特殊用途仪器的识别标志要求

2.5 钢结构油漆委员会标准

SSPC-SP6 表面准备技术条件之六商业喷砂清理

2.6 其他文件

SNT-TC-1A 无损检测人员资格评定和证书的推荐实用规程

AIAG 条形码符号标准

3 术语

3.1 定义

3.1.1 A 370 试验方法及定义标准、A 751 试验方法、实用规程及定义标准及 A 941 术语标准中的术语定义适用于本标准及在 1.1 条中列出的标准。

3.1.2 炉（次），名词——在二次熔炼中，由单一一次熔炼重熔的所有钢锭。

3.1.3 缺陷，名词——在管子上发现的任何不连续性或不规则性。

4 制造

4.1 钢可以由任何炼钢工艺生产。

4.2 一次熔炼可包括单独的脱气或精炼过程，亦可继以二次熔炼，例如电渣重熔或真空电弧熔炼。

4.3 当不同等级的钢相继连铸时，需要对过渡段材料加以识别。钢厂应采用分离不同等级的钢的可靠方法以去除过渡段材料。

5 订货须知

5.1 在采购订货单中规定为采购所需材料必须的全部资料是采购方的责任。这些要求包括但不限于下列资料：

5.1.1 数量（英尺、米或根数）。

5.1.2 材料名称（不锈钢管子）。

5.1.3 制造方法，当适用时[无缝(SML)或焊接(WLD)的，或深度冷加工(HCW) 的]。

5.1.4 级别或 UNS 合金编号。

5.1.5 规格（外径和平均或最小壁厚）。

5.1.6 长度（定尺或非定尺）。

5.1.7 管端加工，如有需要。

5.1.8 选用要求。

5.1.9 如有需要，特定的冶炼类型。

5.1.10 试验报告要求。

5.1.11 标准号及年号。

5.1.12 特殊要求或任一补充要求，或两者都有。

6 化学成分

6.1 化学分析取样及分析方法应遵循 A 751 钢制品化学分析的方法、操作及术语。

6.2 熔炼分析——钢厂必须对每一炉钢进行

熔炼分析，以测定规定元素含量的百分比。如果采用二次熔炼工艺，该分析应从一个一次熔炼的铸锭上或从这个铸锭制成的产品上截取，由此测定的化学成分或由钢管厂作成品分析所测定的化学成分，应符合产品标准的要求。

6.2.1　对于按照引用本通用要求标准的产品标准所订购的钢，对不锈钢，钢中不应含有氮（N）元素外的未规定元素，以致使该订货级别钢符合于另外级别钢的要求，而另外级别钢的这些元素是具有规定最小含量的规定元素。对此要求，钢种级别的定义是：在本标准包括的范围内、列出的任何一份产品标准的化学成分要求表中，由它自己的 UNS 牌号来识别并单独列出的某一种合金。

6.3　成品分析——成品分析的要求和选用要求（如有的话）见产品标准。

7　拉伸性能

7.1　材料应符合各产品标准规定的拉伸性能要求。

7.2　屈服强度按相当于试样标距的0.2%永久残余伸长或载荷下总伸长为 0.5%标距时确定。

7.3　若任何一个试样的伸长率的百分数小于规定值，且断裂的任何部分离标距中心（试验前在试样上所作的划线记号表示）大于 3/4in.（19.0mm）时应允许复试。

8　每单位长度标准重量

8.1　根据规定的最小壁厚，每英尺的计算重量按下式确定：

$$W = C(D - t)t \qquad (1)$$

式中

C=10.69（0.0246615）

W=每单位长度重量，lb/ft（kg/m）

D=规定的外径，in.（mm）

t=规定的最小壁厚，in.（mm）

注 1：从公式（1）计算得出的重量依据的是对碳素钢管子的重量。由铁素体不锈钢制造的管子重量可能较之偏小大约 5%，由奥氏体不锈钢制造的管子重量可能偏大大约 2%。铁素体-奥氏体（双相）不锈钢的管子重量将介于全奥氏体及全铁素体不锈钢管子之间。

8.2　计算重量lb/ft（kg/m）的允许偏差按表 1的规定。

表 1　每英尺重量的允许偏差①

制　造　方　法	每英尺重量的允许偏差,%	
	+	-
无缝热精整的	16	0
无缝冷精整的：		
外径不大于 1½in.（38mm）	12	0
外径大于 1½in.（38mm）	13	0
焊接的	10	0

① 这些重量允许偏差适用于外径在 4in.（101.6mm）及以下，数量在 50 根及以上的批量管子以及外径超过 4in.（101.6mm）并超过 20 根的批量管子。

9　壁厚允许偏差

9.1　规定的最小壁厚偏差应不超过表2中规定的值。

表 2　壁厚的允许偏差①

外径，in.（mm）	壁　厚,%							
	≤0.095（2.4）		>0.095~0.150（2.4~3.8）		>0.150~0.180（3.8~4.6）		>0.180（4.6）	
	+	-	+	-	+	-	+	-
无缝热精整管子								
≤4（100）	40	0	35	0	33	0	28	0
>4（100）	…	…	35	0	33	0	28	0
无缝冷精整管子								
	+				-			
≤1½（38.1）	20				0			
>1½（38.1）	22				0			
焊　接　管　子								
所有尺寸	18				0			

① 壁厚的允许偏差用于轧制或冷精整管，且适用于挤压、胀接、弯曲、抛光、或其他加工之前，对内镦厚管不适用。

9.2 对于外径为2in.(50mm)及以上，壁厚在0.220in.(5.6mm)及以上的管子，在任一管子的任一截面上壁厚偏差应不超过截面处实际平均壁厚的下列百分数。实际平均壁厚的定义为该截面中最厚壁和最薄壁的平均数。

无缝管 ±10%

焊接管 ±5%

9.3 如订货单要求的冷精整管壁厚为¾in.(19.1mm)及以上或内径小于等于60%外径，则应按热精整管的壁厚允许偏差。

10 外径允许偏差

10.1 除10.2.1、10.3和25.10.4条中提供的管子外，规定的外径偏差应不超过表3中的规定。

表3 外径的允许偏差①

规定外径，in.(mm)	允许偏差，in.(mm)	
	+	-
热精整无缝管子		
≤4(100)	1/64(0.4)	1/32(0.8)
>4~7½(>100~200)	1/64(0.4)	3/64(1.2)
>7½~9(>200~225)	1/64(0.4)	1/16(1.6)
焊接管和冷精整无缝管子		
<1(25)	0.004(0.1)	0.004(0.11)
1~1½(25~40)	0.006(0.15)	0.006(0.15)
>1½~2(>40~50)	0.008(0.2)	0.008(0.2)
2~2½(50~65)	0.010(0.25)	0.010(0.25)
2½~3(65~75)	0.012(0.3)	0.012(0.3)
3~4(75~100)	0.015(0.38)	0.015(0.38)
>4~7½(100~200)	0.015(0.38)	0.025(0.64)
>7½~9(200~225)	0.015(0.38)	0.045(1.14)

① 除10.2和10.3条所提供者外，这些偏差包括圆度。这些外径的允许偏差适用于其他制造工序如镦粗、型锻、扩径、弯曲或抛光之前的热精整无缝管子、焊接管或冷精整的无缝管子。

10.2 薄壁管子在最终退火过程中或矫直过程中或两者兼有的过程中，常会产生椭圆形(不圆)。薄壁管的定义为那些规定壁厚小于等于3%规定外径，或规定壁厚小于0.020in.(0.5mm)及更薄的管子。

10.2.1 表3的直径允许偏差不足以提供薄壁管中可能产生的额外圆度，对这些管子，这些数值只适用任一横截面中极限(最大和最小)外径读数的平均值。然而对薄壁管，任一横截面中极限外径读数之差(圆度)应不超过下列允许的圆度。

外 径	圆度允差
≤1in.(25.4mm)	≤0.020in.(0.5mm)
>1in.(25.4mm)	≤2.0%规定外径

10.3 对冷加工的无缝奥氏体和铁素体/奥氏体管子，有必要对所有外径小于2in.(50.8mm)的管子规定圆度允差，以限制它们在最终热处理时变形为非圆形。这类管子，任一截面最大和最小直径对公称直径的偏差不得大于±0.010in.(±0.25mm)，且任一截面的平均直径仍必须在表3所规定的允许偏差范围之内。当10.2.1和10.3条的规定发生矛盾时，应采用较大的圆度允许偏差。

10.4 当规定壁厚小于等于规定外径的2%时，其测量方法应按采购方和制造厂之间的协议(见注2)。

注2：非常薄的管子制品，其刚度可能不足以使用点接触方法，例如使用千分表或用卡钳精确地测量管子的外径。当规定了非常薄的管子时，通常是使用“通规”和“止规”来测量小于等于1.5in.(38.1mm)的外径。通常总是在“通规”上加上0.002in.(0.05mm)的附加公差，以留出滑动用的余量。在大直径的场合，测量工作通常使用圆周卷尺进行。也可以考虑诸如光学法等其他方法。

11 长度允许偏差

11.1 规定长度的允许偏差应不超过表4中的规定。

表4 长度的允许偏差①

制造方法	规定外径，in.(mm)	长度允许偏差，in.(mm)	
		+	-
无缝，热精整的	所有尺寸	3/16(5)	0(0)
无缝，冷精整的	<2(50.8)	1/8(3)	0(0)
	≥2(50.8)	3/16(5)	0(0)
焊接的	<2(50.8)	1/8(3)	0(0)
	≥2(50.8)	3/16(5)	0(0)

① 这些长度允许偏差适用于弯曲前的管子。它们适用于切割长度小于等于24ft(7.3m)。对于长度超过24ft(7.3m)，每10ft(3m)或其余数另外加允许偏差⅛in.(3mm)是允许的，最大为½in.(13mm)。

12 电阻焊接管焊缝凸起高度允许偏差

12.1 对外径超过2in.(50.8mm)或壁厚超过0.135in.(3.44mm)的管子，其内侧焊缝凸起应以机械方法切除，切除后管内任何点焊缝凸起最大高度为0.010in.(0.25mm)。

12.2 对外径为2in.(50.8mm)及以下且壁厚在0.135in.(3.44mm)及以下的管子，其内

侧焊缝凸起应以机械方法切除，切除后管内任何点焊缝凸起最大高度为 0.006in.（0.15mm）。

13 直度和表面质量

13.1 成品管应相当地直，管端平滑无毛刺，具有良好的表面。表面缺陷可以用打磨法修除，但应保持圆滑曲面，且修后壁厚不得小于本标准或产品标准允许的值。修磨点处壁厚可因磨去量而减少。

14 焊补

14.1 只有在采购方的同意下，焊补管子基体金属的缺陷是允许的，管子应打上“WR”记号以便辨认，熔敷的填充金属成分应适合于被焊金属的成分。缺陷应在焊前完全铲出或磨去，每一根修补的管子应按有关标准要求重新进行热处理或消除应力。每一根修补管子应按产品标准要求作无损检测。

14.2 焊补应采用按 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅸ卷考试合格的焊工或焊机操作工以及经过评定的工艺进行。

15 复试

15.1 若任一组或批的力学试验结果不符合各自标准规定的要求，可从同一组或批取双倍于原数量的另外管子进行复试，每一根应符合规定的要求。

16 重新热处理

16.1 若选为代表任一组或批的单根管或多根管子不能满足试验要求，则该组、该批、或单根管子可以重新接受热处理并重新接受试验。重新热处理不能多于两次。

17 试样

17.1 试样应在镦粗、型圆、扩口、其他成型操作或切成规定长度之前在成品管的端部截取。管端应光滑，无毛刺和缺陷。

17.2 若任何试样显示有缺陷或机加工损伤，应予以废弃并更换另外的试样。

18 力学试验方法

18.1 试样和力学试验的要求应按 A370 试验方法和定义或 A1058 试验方法标准进行。

18.1.1 除非在订购要求中另有规定，A1058 试验方法应适用于当规定了公制版本的产品标准时。

18.2 试样应在室温下进行试验。

18.3 可采用 A370 试验方法和定义或 A1058 试验方法中所述的小尺寸或较小尺寸试样，但只有当材料制备标准试样不够时才能采用。在采用小尺寸或较小尺寸试样时，应采用可能达到的最大尺寸试样。

19 压扁试验

19.1 对于无缝管，用一段长度不小于2½in.（60mm）的管子，对于焊接管和深度冷加工管则用长度不小于 4in.（100mm）的管子，置于两块平行板之间分两步进行冷态压扁。焊接管的焊缝应置于与加力方向成 90°的位置（最大弯曲点处）。第一步是延性试验，除 19.4 条所述的管子外，将试样一直压到板间距小于按下式计算的 H 值时，在无缝管试样的内、外表面或端部表面，或在焊接管试样的内、外表面，不得有裂纹或破裂。H 值计算如下：

$$H = \frac{(1+e)t}{e + t/D} \tag{2}$$

式中

H=两平压板之间的距离，in.（mm）

t=规定管子壁厚，in.（mm）

D=规定管子外径，in.（mm）

e=单位长度变形，对一给定级别钢是一定值：中碳钢（最大规定含碳量大于等于 0.19%）为 0.07，铁素体合金钢为 0.08，奥氏体钢为 0.09，双相不锈钢（铁素体/奥氏体）为 0.09，低碳钢（最大规定含碳量小于等于 0.18%）为 0.09。

第二步是完整性试验。压扁继续进行，直到试样破裂或管子相对两壁相碰。在整个压扁试验期间，出现分层或不完整材料或未焊透焊缝，应予以拒收。

19.2 试样在压扁前有表面缺陷，但在试验的第一步中就被发现，则应根据成品管的要求判断。

19.3 由试样表面缺陷引起肤裂，不得作为拒收的理由。

19.4 当对 D/t 之比较小的管状产品进行试

验时，由于几何原因使顶、底两处的管子内表面应变不合理地高，因此，当 D/t 之比小于 10 时，不能因该处的破裂而予拒收。

20 反向压扁试验

20.1 取一段长 4in.（100mm），外径不大于½in.（12.7mm）的成品焊接管，含焊缝两侧 90°处纵向剖开，打开试样并压扁，使焊缝处在最大弯曲点上，不得由于去除焊缝而起而出现裂纹、未焊透或焊瘤等迹象。

21 反向弯曲试验

21.1 应取一段长度不小于4in.（100mm）的管子在焊缝的两侧距离 90°处沿着纵向剖分开。然后，应将试样件展平，并围绕一最大厚度 4 倍于管子壁厚的芯轴进行弯曲，芯轴应平行于焊缝，且放置在管子原来外表面的相反一侧。焊缝应位于受最大弯矩的位置点上。在受冷加工作用下应无由于焊缝区域厚度的减少而生成的裂缝或焊瘤的迹象。当因管子的几何形状或规格的原因而难于对单件试样件进行该试验时，则试样件可以被切分为较小的分段，假如有，最小 4in.（100mm*）长的焊缝受到反向的弯曲的话。

21.2 当管子的壁厚为规定外径的 10%或更多些，或者壁厚为 0.134 in.（3.4mm）或更厚，或者外径小于 0.375 in.（9.5mm）时，反向弯曲试验就不适用。在这种情况下，应适用反向压扁试验。

22 扩口试验

22.1 取长约 4 in.（100mm）的一段管子应能承受如下扩口试验：用一个有 60°夹角的工具，使管子在扩口处的口扩大到表 5 中规定的百分数而不开裂或不显示在产品标准中规定的予以拒收的缺陷。

表 5 扩口试验

内径与规定外径之比①	内径的最小扩胀率，%	
	碳钢，碳铝钢和其他铁素体合金钢	奥氏体钢
0.9	21	15
0.8	22	17

续表

内径与规定外径之比①	内径的最小扩胀率，%	
	碳钢，碳铝钢和其他铁素体合金钢	奥氏体钢
0.7	25	19
0.6	30	23
0.5	39	28
0.4	51	38
0.3	68	50

① 在确定内径与规定的外径之比时，内径应定义为试验材料的实际平均内径。

23 卷边试验

23.1 令一段管子向外卷边，使卷边与管体成直角，此时，不得开裂或显示有在产品标准中予以拒收的缺陷。对碳钢和合金钢，卷边宽度应不小于表 6 中规定的百分数。对于奥氏体级别钢，列在表 6 中所有尺寸的卷边宽度均应不小于 15%。

表 6 卷边要求

管子的规定外径，in.（mm）	卷边要求
≤2½（63.5）	外径的 15%
>2½~3¾（63.5~95.2）	外径的 12.5%
>3¾~8（95.2~203.2）	外径的 10%

24 硬度试验

24.1 对于壁厚大于等于 0.200in.（5.1mm）的管子，应采用布氏或洛氏硬度试验。当采用布氏硬度试验时，可以采用 10mm 的钢球用 3000kg、1500kg 和 500kg 的载荷或一个 5mm 的钢球用 750kg 的载荷，由钢厂任选。

24.2 对于壁厚小于 0.200in.（5.1mm）而大于等于 0.065in.（1.7mm）的管子，应采用洛氏硬度试验。

24.3 对于壁厚小于 0.065in.（1.7mm）的管子，不要求硬度试验。

24.4 布氏硬度试验可以在靠近管子端部的外侧，或在切自管子的试样的外侧进行，亦可在切自管子试样的管壁横截面上进行，随钢厂选择。试验时应使压痕的中心到试样边缘的距离至少是压痕直径的 2.5 倍。

24.5 洛氏硬度试验可以在内壁、管壁横截面或外表面上进行，由钢厂选定。

24.6 对于带有镦粗端、型锻端或别的成形端部的管子，硬度试验应如 24.1 和 24.2 条所规定，在成型工序和热处理之后在靠近管端的外侧

* 此处原文漏标米制值，已更正。——译注。

进行。

24.7 对于焊接或钎焊的管子，硬度试验应远离接缝处进行。

24.8 当产品标准规定用维氏硬度供货时，该项试验应按 E 92 试验方法进行。

25 无损检验

25.1 除了 26.1 条中的规定外，每根管子应按 E 213、E 309(对铁磁材料)、E 426(对非铁磁材料)或 E 570 实用规程中的无损检验方法进行检验。经双方同意，E 273 实用规程应用作除一项全周边试验之外加上的试验。每一种方法所能检验的管子规格范围应限于在该实用规程的适用范围内。在这些方法、实用规程以及本标准之间发生矛盾时，应以本标准要求为准。

25.2 下列信息对本标准的使用者有所裨益：

25.2.1 无损电测试验的标定标准只适用于标定无损试验设备。由于受形状、取向及宽度等的影响，由缺陷产生的电测试验信号与标定信号之间的相互关系只是一个近似的关系。不连续缺陷的性质（形状、大小、位置和取向）可以用这些检验方法检测，采购方如想作这方面检测应与钢管产品的制造厂商量。

25.2.2 本标准中超声波检验的目的是查出纵向的不连续缺陷，后者的反射面积相似于或者大于在 25.8 条中规定的标定用参考缺口。这种检验可能查不出周向缺陷或短而深的缺陷。

25.2.3 本标准提及的涡流检验能查出大的缺陷，特别是短尖型缺陷。实用规程 E309 和 E426 中增加了涡流检验的适用范围及限制等有关内容。

25.2.4 本标准提及的漏磁通量检验可以查出大的纵向或横向缺陷的存在和位置。本标准的规定只提供漏磁通量的纵向标定。对不同取向的缺陷应采用不同的检测技术。

25.2.5 第 26 节中提到的水压试验是许多产品标准中用的一个试验方法。本试验可以查出让试验液体通过管壁而泄漏的这种大小缺陷。泄漏可以由目测或压力降发现。本标准不一定能查出极紧密的穿壁缺陷或伸到管壁内相当深而又不是完全穿透的缺陷。

25.2.6 当采购方想知道这些检验在具体应用中能查出的缺陷的性质（类型、大小、位置和取向）时，应就此和钢管产品的制造厂讨论。

25.3 检验时间——供标准合格验收用的无损检验应在所有成形、加工、热处理、焊接和矫直工艺之后进行。这一要求并不排除在加工过程的较早阶段中的附加试验。

25.4 表面状况

25.4.1 所有表面应不带有可能会干扰试验结果解释的氧化皮、污物、油脂、油漆或其他外物。清理待测表面所用的方法不得有损于母材或表面光洁度。

25.4.2 过大的表面粗糙度或深的刻痕会产生出干涉检验的信号。

25.5 检验范围

25.5.1 除 25.5.2 条中所述的端部效应外，管子和传感器、线圈或探头的相对移动应做到整根钢管表面被扫描到。

25.5.2 当发现存在有端部效应时，其影响程度应由钢管制造厂确定，若有要求应向采购方报告。端部可以采用其他无损检验方法，由采购方和制造厂双方协议。

25.6 无损检验人员资格

25.6.1 试验装置的操作人员应根据SNT-TC-1A 或相当的经采购方和制造厂双方认可并文件化了的标准资格认定。

25.7 **试验条件**

25.7.1 超声波——对于超声波检验，最低名义探头频率应为 2.0MHz，探头最大规格应为 1.5in.（38mm）。

25.7.2 对于涡流试验，其励磁线圈频率的选择应在保证足够高的穿透的同时还能有很好信噪比。

25.7.2.1 所使用的最高涡流线圈频率应如下：

规定壁厚，in.（mm）	最高频率，kHz
<0.050（1.25）	100
0.050~0.150（1.25~3.80）	50
>0.150（3.80）	10

25.8 **参考标样**

25.8.1 参考标样应从与被检测钢管相同级别、规定的规格（外径和壁厚）、表面光洁度及热处理状态的管子上制备，并取适当长度。

25.8.2 对于涡流检验，根据钢管厂的选择，参考标样应含有以下任一种不连续性缺陷：

25.8.2.1 钻孔——参考标样管应开三个或更多的沿管子环向为均布的、沿纵向相隔足够远的开孔，以保证从每个孔获得能区分得开的信号。孔应开在径向上，并完全穿透管壁；要注意避免钻孔时管子变形。钻孔的直径应不大于0.031in.（0.8mm）。另一种替代办法是：生产厂可以选择钻一个孔，并将标定标准管穿过试验线圈三次，每一次将管子转动约120°。可以用较小的转动角度和更多遍数，只要试验转满360°线圈。对于焊接管子，如果焊缝是可见的，则多个孔中的一个或单个开孔应在焊缝上钻孔。

25.8.2.2 横切槽——用一直径为¼in.（6.4mm）的圆工具或锉刀，锉或铣出切向于表面并横过管子纵轴的一个槽。槽的深度不应超过管子规定壁厚的12.5%或0.004in.（0.1mm），两者取其大者。

25.8.2.3 纵向槽——在管子的外表面加工出宽度不大于0.013in.（0.8mm）并平行于管子轴线的径向平面上的槽，其深度不应超过管子规定壁厚的12.5%或0.004in.（0.1mm）两者取其大者。槽的长度应与试验方法相匹配。

25.8.3 对于超声波试验，内、外径表面上的参考槽应由钢厂选择为E213方法中所示三种常用槽的任一种。内、外径缺口槽深不应超过规定管壁厚的12.5%或0.004in.（0.1mm），两者取其大者。缺口槽宽不得超过其深度的两倍。对于焊接管，如焊缝可见的话，槽应置于焊缝中。当缺口槽位于焊缝上时，缺口的深度应是从焊缝的表面来测量。

25.8.4 对于漏磁通试验，纵向参考槽应为直边槽，加工在平行于管子内外表面轴线的径向平面上。槽深应不超过规定壁厚的12.5%或0.004in.（0.1mm），两者取其大者。槽的长度应不超过1in.（25.4mm），宽度应不超过深度。外径和内径槽的位置离开足够远，以允许信号的分开和辨识。

25.8.5 经采购方和制造厂商定，可采用更多或更小或两者的参考标准。

25.9 标定程序

25.9.1 在连续检验每组管子的开始和终了，以相同规格（直径和壁厚），相同的钢种级别和热处理条件，以及每相隔不超过4h（小时），试验装置都应经标定。由钢厂选定，或者按采购方和钢厂双方协议的要求，可进行次数更多的标定。

25.9.2 当测试系统的整定有任何变化、更换检验人员、设备修理、或者因电源损耗或停机而中断之后，试验装置也应进行标定。

25.9.3 参考标样应以和所需检验的管子相同的速度及相同的试验系统整定状况通过测试装置，除非由钢厂自行决定也可以更高的灵敏度测试管子。

25.9.4 参考标样的信噪比应为2.5∶1或更高，每种缺陷的参考信号波幅应至少为整个显示刻度的50%。在设定噪音水平中，由参考标样上已能识别的表面缺陷产生的额外信号也可以忽略不计。当在超声波（UT）试验时使用拒收滤波方法时，则线性度必须经过验证。

25.9.5 如果在任何一次标定时，参考标样信号的波幅已下降达到29%（3.0dB），则应认为试验装置的标定已偏离。此时，可以改变试验系统的整定，或调节探头、线圈或探头，并重新标定试验装置。但是经上次合格验收标定测试过的全部管子必须重新测试。

25.10 缺陷的评定

25.10.1 对于产生大于等于由参考标样件所产生的最低信号的管子应认作可疑件，应明确地加以标志或加识别，并和合格验收管子分隔开。

25.10.2 这些有疑问的管子应经过如下三种处理方法之一进行处理：

25.10.2.1 由钢厂自定，这些管子可以不作进一步的检验而被报废。

25.10.2.2 如果试验信号是由像表面擦伤、表面粗糙、勾缝、矫直划痕、松散开的内径表面焊珠或切屑、钢模划痕、制动伤痕、管子减径皱纹或不齐整的飞边修整一类的表面缺陷所产生的，则根据对表面缺陷严重程度的目测检查结果，管子以及在所用试验设备上产生信号的类型，或同时以两者为依据，可以合格验收或者拒收。

25.10.2.3 如果由不能辨识的缺陷所产生的或由裂纹或类裂纹产生的信号，将造成管子被拒收。

25.10.3　任何管子有 25.10.2.2 和 25.10.2.3 条中上述类型的缺陷，且其深度超过 0.004in.（0.1mm）或规定最小壁厚的 12.5%（两者取大者），应予以拒收。

25.10.4　拒收的管子在壁厚减少不超过本标准或产品标准要求时，可以修整并复试。修磨处外径可因磨量而减小。为取得验收，受修整和复试的管子必须通过原先验收管子所要求的无损检验。

26　水压试验

26.1　代替无损电测检验和当采购方有规定时，以及除 26.2 和 26.3 条中规定外，钢厂应对每根管子进行水压试验。水压试验的最低压力由下式确定：

英寸-磅单位：$p=32000t/D$　　(3)

SI 单位：$p=220.6t/D$

式中

p=水压试验压力，psi 或 MPa

t=规定壁厚，in. 或 mm

D=规定外径，in. 或 mm

26.1.1　由公式（3）算出的水压试验压力必须经过圆整，对压力低于 1000psi（7MPa），圆整到最接近的 50psi（0.5MPa），对压力大于等于 1000psi（7MPa），圆整到最接近的 100psi（1MPa）。水压试验可以在管子切割至最终长度之前进行，或在镦粗、型锻、扩径、弯曲或其他成形工序之前进行。

26.2　不管公式（3）中算出的值有多大，满足这些要求的最小水压试验压力不必超过 1000psi（7MPa）。但这并不禁止钢厂愿意以更高的压力或如 26.3 条中所提供的压力进行试验。

26.3　经钢厂同意，可在订单上规定采用超过 26.2 或 26.1 条要求或同时超过二者的最低水压试验压力。管壁应力按下式确定：

$$S=pD/2t \qquad (4)$$

式中

S=管壁压力，psi 或 MPa

其他符号如 26.1* 条中所定义。

26.4　水压试验压力应至少保持 5s（秒钟）。

26.5　水压试验时，任何有泄漏的管子应予以拒收。

26.6　水压试验不能检查管子的端部，因此，钢厂应确定不能受检的管子长度，如采购方合同上有规定时，应报告采购方。

27　水下气压试验

27.1　当采用此项试验时，每一根内表面清洁、干燥了的管子应浸泡在清水中使用干净且不带水的压缩空气作最低内压为 150psi（1000kPa）的气压试验。管子的照明要良好，最好是水下照明。在试验之前任何通风连接处的漏风应修好。在水表面已趋平静且通空气保压时间不少于 5s 之后，管子的整个外表面应经过检查。在水下气压试验过程中若管子有任何泄漏，则管子应被拒收。任何有泄漏的管段可以切去，管子须重新试验。

27.2　气压检漏试验——当采用这种方法时，每一根管子应按 A1047/A1047M 标准做气压检漏试验，其合格验收准则应按如下所示：

管子外径，in.（mm）*	校正孔径，in.（mm）*
≤1.5（≤40）	0.003（0.079）
>1.5≤2.0（>40≤50）	0.004（0.102**）
>2.0≤2.5（>50≤65）	0.005（0.127）
>2.5≤3.0（>65≤75）	0.004（0.152）
>3.0（>75）	按协议

28　合格证书和试验报告

28.1　当采购方在订货单或合同中有规定时，生产厂或供方应提供一份试验报告合格证书，以证明管子是按标准生产、取样、试验和检查的。合格证书应包括日期、补充要求和其他订货单或合同中载明的任何要求，以及证明试验结果满足了标准、补充要求和其他要求。合格证书不要求签字或公证人的公证，但应标明日期，并清楚地标上提供合格证书的生产厂或供方名称。虽然没有签字或公证人的公证，但提供合格证书的生产厂或供方应对合格证书的内容负责。

28.2　除了验证符合性用的合格证书外，钢

* 原文误印为 24.1 条，已更正。——译注。

* 原文此处未给出标题，已参照 SA-450 标准做了补充。——译注。

** 原文换算值误为 0.162，已更正。——译注。

管厂还应提供包括下列适用的内容和试验结果的试验报告：

28.2.1 炉号。

28.2.2 熔炼分析。

28.2.3 有规定时，成品分析。

28.2.4 拉伸性能。

28.2.5 当使用条状纵向拉伸试样时，标距的宽度。

28.2.6 压扁试验合格。

28.2.7 反向压扁试验合格。

28.2.8 扩口试验合格。

28.2.9 卷边试验合格。

28.2.10 硬度试验值。

28.2.11 水压试验压力。

28.2.12 无损电测试验方法。

28.2.13 冲击试验结果。

28.2.14 其他试验结果或按产品标准或者采购订货单或合同要求报告的内容。

28.3 与试验报告一起，钢厂应对产品标准或采购方在订货单或合同中要求报告的其他任何信息作出报告，或写在另一单独的文件中。

28.4 试验报告合格证书应包括管子上加在标准号后面用来表示本标准中全部要求尚未完成的字母（见31.3条*）的解释说明。需方应保证本标准中全部要求完成以后才去掉字母（即X、Y或Z）。

28.5 从电子数据交换（EDI）传送得到的电子数据表格形式的材料试验报告、检验合格证或类似的打印文件应视作和出具证书机构的设备打印的副本具有同等效力。EDI传送文件的内容应符合援引的ASTM标准，并符合在采购方和供货方之间任何存在的EDI协议。尽管没有签名，提供打印的合格证或EDI传送的合格证的组织应对报告的内容负责。

29 检查

29.1 钢厂应提供采购方的检查员所有合理的便利条件，以确认产品是按所订购产品标准供应的。由采购方进行的工厂检查应不干扰工厂生产。

30 拒收

30.1 采购方可检验从钢厂接收的每一根管子，假如根据标准所提出的方法作了检验和试验而不能满足标准的要求，应予以拒收，并通知钢厂。被拒收管子的处理由钢厂和采购方协商解决。

30.2 在任何成型工序或装配过程中损坏和发现有缺陷的材料应放置一边并通知钢厂，以便对材料的适用性进行共同评价。这些材料的处理应协商解决。

31 产品标志

31.1 每根管子应清楚地用模板印上钢厂名称或商标、标准号及等级。直径小于$1^1/4$in.（31.8mm）及长度小于3ft（1m）的管子，应将要求的内容记在标签上，牢固地系在管子的包装或箱子上。

31.2 奥氏体钢管所用标记漆或墨水不得含有任何有害的金属或金属盐，如锌、铅或铜，它们在受热时会引起腐蚀。

31.3 当ASME锅炉和压力容器委员会所采纳的标准中某些要求规定由采购方收到材料后来完成时，钢厂应在标准号后面紧接着用字母X、Y或Z来表明没有完成的所有标准要求。在完成标准的所有要求以后，可以将这些字母除去。要完成标准要求的说明提供在28.4条中。

31.4 条形码——除了31.1、31.2和31.3条的要求外，条形码可以用作为补充标记方法。条形码应符合自动化工业行动集团（AIAG）标准，它是由AIAG条形码项目组的初金属分委员会编制的。

32 包装、标志和装运

32.1 当采购方订货单有规定时，管子发运时的包装、标志和装载应按A700实用规程进行。

33 美国政府采购

33.1 光亮管

33.1.1 美国政府机构需要光亮管的场合，在合同或订货单有规定时，询价合同或订货单中应考虑以下要求。如果这些要求与产品标准的要

* 原文误印为30.3条，已更正。——译注。

求有抵触，则应以这些要求为准。

33.1.2　管子应以外径（OD）和壁厚订货。

33.1.3　检查责任——除非在合同或订货单中另有规定，否则制造厂应完成规定的所有检查和试验要求。缺少标准中任何检查要求，并不减轻承包商保证提供给政府验收的所有产品或供货遵守全部合同要求的责任。作为制造工序一部分的样品检查，是一种可接受的常用方法，用以查明是否符合要求。然而，这并不允许提供已指明或实际上已知有缺陷的材料，也不允许提交给政府验收此材料。除合同或订货单另有规定外，制造厂可以由他自己或任何其他合适的机构完成检查和试验要求，除非货物已到达目的地而未经采购方同意。采购方在以后有权宣布进行任何检查和试验，只要这种检查和试验对保证材料符合规定要求是必要的。

33.1.4　压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的取样——压扁、扩口试验和外观、尺寸检验的最少取样数量如下：

批量（每批根数）	取样数量
2~8	整批
9~90	8
91~150	12
151~280	19
281~500	21
501~1200	27
1201~3200	35
3201~10000	38
10001~35000	46

以上各种情况下，合格判定数为 0，拒收判定数为 1。拒收批可经筛选并重新提交作外观和尺寸检验。这个批量的管子在验收之前，所有不合格的管子应用合格的管子替换掉。

33.1.5　化学分析取样——每批选 2 根管子，每根管子取一个化学分析试样。一批应为一炉钢水浇注的所有材料。

33.1.6　拉伸和弯曲试验取样——每批取一个试样。一批应由相同外径和壁厚、在 8 小时作业班内用同一炉钢制造、并在相同温度和时间条件下于间歇式炉内同一次装料下或连续式炉内热处理的，以及同时提交检查的管子组成。

33.1.7　水压试验和超声波检测——每根管子应经超声波检测（当有规定时）和水压试验。

33.1.8　管子应没有厚的氧化物或氧化皮。热加工的铁素体钢管子内表面应酸洗或喷砂清理至无氧化皮状态，以达到相当于 SSPC-SP6 中规定的 CSa2 外观标准。清理应按出示有效的书面程序进行。此程序应可用来检查跟踪。

33.1.9　除按 A 530/A 530M 标准标志外，外径不小于¼in. 的管子还应标志以下内容：(a) 外径、壁厚和长度，(b) 炉或批识别号。标志应按 Fed. Std. No. 183 和 MIL-STD-792 进行。

33.1.10　管子直度公差应在表 7 规定范围内。

表 7　直度公差

规定外径 in.	规定壁厚 in.	任意 3ft 内最大弯曲 in.	全长最大弯曲 in.
≤5.0	>3%外径~0.5	0.030	0.010×长度，ft
>5.0~8.0	>4%外径~0.75	0.045	0.015×长度，ft
>8~12.75	>4%外径~1.0	0.060	0.020×长度，ft

33.1.11　当有规定时，每根管子应按MIL-STD-271 进行超声波检验，但标定标样的切槽缺口深度应为壁厚的 5%或 0.005in. 取其大值。发生显示等于或大于 100%标定标样显示的任何管子应予拒收。

33.1.12　管子在外观和超声波检验或按规定替代的试验时，管子应无焊补、焊接接头、重皮、分层、结疤、可见裂缝、划伤、沟槽、裂缝、凹坑和其他对管子有害的缺陷。

33.1.13　管子的质量和状态应均匀一致，具有与标准质量管子最好的操作相符的表面加工。表面缺陷，例如加工处理划痕、校直痕、轻度芯棒和压模痕、浅的凹坑以及花纹氧化皮等，如其除去缺陷后的壁厚仍在规定公差或 0.005in.（0.1mm）取其大值的范围内，则并不认为是有害的。缺陷底部应可见，且其外形应与周围平滑过渡。

33.1.14　不允许制造厂作焊接修补。

33.1.15　防锈应为 A 级或商品级，包装为 A、B 级或商品级，应按指定要求。A 级防锈和 A、B 级包装应按 MIL-STD-163 标准，商品级防锈和包装应按 A 700 或 D 3951 实用规程的规定。

34 关键词

34.1 合金钢管子 奥氏体不锈钢 双相不锈钢 铁素体不锈钢 铁素体/奥氏体不锈钢 深度冷加工钢管子 无缝钢管子 不锈钢管子 钢管子 焊接的钢管子

附 件

（强制性资料）

A1 纳入新材料的要求

A1.1 可以提议将新材料纳入到引用本通用标准的产品标准中，但是要符合以下条件：

A1.1.1 对于将新的级别加入到一个标准中的申请应提交给该标准具有审查权的分委员会主席。

A1.1.2 申请书应附带一份说明，表明至少有一个用户需要将新的级别钢种纳入到适用标准中。

A1.1.3 申请书应附带适用标准所要求的试验数据。按该适用标准所定义的‘批’，应提供最少 3 个试验批次的试验数据，并且，每一个取自不同的炉号。

A1.1.4 申请书应提出对列在适用标准中的所有要求的建议。

A1.1.5 申请书应说明新的级别钢是否收入在专利中。

A2 对纳入除 A01 或 B02.07 标准以外的（新）材料的要求

A2.1 已由其他的 A01 或 B02.07 标准包括在内的锻轧钢材，可提议纳入到引用本标准作为“一般要求”的材料标准中去，但要符合下列条件：

A2.1.1 关于添加已由其他的 A01 或 B02.07 标准包括在内的级别钢材的申请，应提交给对该标准具有管辖权的分委员会主席。

A2.1.2 对要添加的级别钢的化学成分要求，规定的力学性能以及热处理要求应与在 A01 或 B02.07 标准中现在所包括的该级别钢相同。

A2.1.3 申请书对列在适用标准的所有要求应提供建议。

A2.1.4 申请书应说明该级别钢材是否属于专利。

压力容器用铬-钼-钨合金钢钢板

SA-1017/SA-1017M

（与 ASTM 标准 A 1017/A 1017M—11 完全相同）

1 适用范围

1.1 本标准包括铬-钼-钨合金钢板，主要用于高温下使用的焊接锅炉及压力容器。

1.2 按本标准可提供的三种级别的钢板，具有如下所示的不同合金成分：

级别	公称铬含量,%	公称钼含量,%	公称钨含量,%
23	2.25	0.20	1.60
911	9.00	1.00	1.00
92	9.00	0.45	1.75
122	12.00	0.40	2.00

1.3 钢板的最大厚度仅受化学成分要满足规定力学性能要求能力的限制。

1.4 本标准采用英寸-磅和 SI 两种单位，但除非订货单中规定采用“M”标志（SI 单位），材料以英寸-磅单位供货。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不可能做到精确地相等，故必须独立地分别采用之。混用两种单位制的数值有可能导致与标准的不一致性。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 20/A 20M 压力容器用钢板通用要求

A 435/A 435M 钢板超声直射波检验

A 577/A 577M 钢板超声斜射波检验

A 578/A 578M 特殊用途轧制钢板超声直射波检验

3 一般要求

3.1 按本标准供应的材料须符合 A 20/A 20M 标准。这些要求包括试验和复试的方法和程序，尺寸和重量的允许偏差，质量，缺陷的修补，标志和装运和订货信息。

3.2 除本标准的基本要求外，为满足最终使用要求而需要附加的控制、试验或检验时，可采用若干补充要求。采购方可参照本标准中列出的补充要求和 A 20/A 20M 标准中的详细要求。

3.3 如果本标准中的要求与 A 20/A 20M 标准中的要求不一致时，则应以本标准中的要求为准。

4 材料和制造

4.1 炼钢工艺——钢应为镇静钢。

5 热处理

5.1 除了 5.2 和 5.3 条允许外，所有钢板应在 1900～1975°F（1040～1080℃）温度下做正火。23 级、92 级和 122 级别钢应在 1350～1470°F（730～800℃）温度下进行回火处理。911 级钢应在 1365～1435°F（740～780℃）温度下进行回火处理。

5.2 如果采购方允许，23 级、92 级和 122 级别钢板可在 1900～1975°F（1040～1080℃）温度下做奥氏体化处理，并采用喷射空气或液体淬火，从奥氏体化温度快速冷却，随后在 1350～1470°F（730～800℃）回火处理。

5.3 按 5.1 条和 5.2 条要求不做热处理订购的钢板应以消除应力或退火状态之一供货，且应由采购方负责这些钢板的热处理符合 5.1 条和 5.2 条。

6 化学成分

6.1 钢须符合表 1 中给出的化学成分要求。

7 力学性能

7.1 拉伸试验：

7.1.1 由拉伸试样代表的材料须符合表 2

中给出的适用要求。

7.2　硬度试验：

7.2.1　级别 23 的钢板的硬度不得超过 220 HB（97 HRB）。

7.2.2　级别 122 的钢板的硬度不得超过 250 HB（25 HRC）。

8　标志

8.1　除 A 20/A 20M 标准中的标志要求外，每张钢板须根据订货的厚度而清楚地打上或喷上字母“N”（正火加回火的），“Q”（加速冷却加回火的），“S”（应力消除的）或“A”（退火的），按其适用的。

9　关键词

9.1　合金钢　合金钢板　承压零件　压力容器钢　钢板　压力容器用钢板

表 1　化学成分要求

元　素	成　分,%			
	级别 23	级别 911	级别 122	级别 92*
C				
熔炼分析	0.04~0.10	0.09~0.13	0.07~0.14	0.07~0.13
成品分析	0.03~0.10	0.08~0.14	0.05~0.17	0.05~0.16
Mn				
熔炼分析	0.10~0.60	0.30~0.60	≤0.70	0.30~0.60
成品分析	0.09~0.66	0.25~0.66	≤0.77	0.25~0.66
P				
熔炼分析	0.030	0.020	0.020	0.020
成品分析	0.030	0.025	0.025	0.025
S				
熔炼分析	0.010	0.010	0.010	0.010
成品分析	0.012	0.012	0.012	0.012
Si				
熔炼分析	≤0.50	0.10~0.050	≤0.50	≤0.50
成品分析	≤0.50	0.08~0.56	≤0.56	≤0.50
Cr				
熔炼分析	1.90~2.60	8.5~9.5	10.0~11.5	8.5~9.5
成品分析	1.78~2.72	8.4~9.7	9.9~11.6	8.4~9.6
Mo				
熔炼分析	0.05~0.30	0.90~1.10	0.25~0.60	0.30~0.60
成品分析	0.04~0.35	0.85~1.15	0.20~0.65	0.25~0.65
Ni				
熔炼分析	0.40	0.40	0.50	0.40
成品分析	0.40	0.43	0.54	0.40
V				
熔炼分析	0.20~0.30	0.18~0.25	0.15~0.30	0.15~0.25
成品分析	0.18~0.33	0.16~0.27	0.13~0.32	0.13~0.27
Nb				
熔炼分析	0.02~0.08	0.06~0.10	0.04~0.10	0.04~0.09
成品分析	0.02~0.10	0.05~0.11	0.03~0.11	0.03~0.10
B				
熔炼分析	0.0010~0.006	0.0003~0.006	≤0.005	0.001~0.006
成品分析	0.0009~0.007*	0.0002~0.007	≤0.006	0.0009~0.007

* 编辑性更正。（原注）

* 表中 92 级钢为 2013 版新增加的钢种，下同。——译注。

表1（续） 化学成分要求

元 素	成 分,%			
	级别23	级别911	级别122	级别92
N				
熔炼分析	≤0.015	0.04~0.09	0.04~0.10	0.030~0.070
成品分析	≤0.015	0.035~0.095	0.03~0.11	0.025~0.075
Al				
熔炼分析	0.03①	0.02	0.02	0.02
成品分析	0.04①	0.02	0.02	0.02
W				
熔炼分析	1.45~1.75	0.90~1.10	1.50~2.50	1.50~2.00
成品分析	1.40~1.80	0.85~1.15	1.40~2.60	1.40~2.0
Cu				
熔炼分析	…	…	0.30~1.70	…
成品分析	…	…	0.20~1.80	…
Ti≤				
熔炼分析	…	0.01	0.01	0.01
成品分析	…	0.01	0.01	0.01
Zr≤				
熔炼分析	…	0.01	0.01	0.01
成品分析	…	0.01	0.01	0.01

注：表中的省略符号“…”表示无要求。

① 酸溶铝。

表2 拉伸性能要求

	级别23	级别911	级别122	级别92
抗拉强度，ksi（MPa）	74~100（510~690）	90~120（620~840）	≥90（620）	90~120（620~840）
屈服强度，ksi（MPa），≥	58［400］	64［440］	58［400］	64［440］
2in.标距伸长率，%，≥	20	18	20	20

补 充 要 求

只有在采购订货单中有规定时才采用补充要求。由采购方决定供选择使用的标准化了的补充要求的项目清单列在 A 20/A 20M 标准中。以下列出的项目是通常认为适用于本标准的一些补充要求。经供货商和采购方双方商定，可做其他试验。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样的模拟焊后热处理

S4.1 附加拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按 A 435/A 435M 标准做超声波检验

S9 磁粉检验

S11 按 A 577/A 577M 标准做超声波检验

S12 按 A 578/A 578M 标准做超声波检验

S17 真空碳脱氧钢

碳钢和合金钢米制外螺纹紧固件

SF-568M

（与 ASTM F 568M—98 完全等同）

1 适用范围

1.1 本标准包括了 9 个性能类别的碳素钢及合金钢制造的、公称螺纹直径 M1.6～M100、适合于一般工程应用的米制外螺纹紧固件的化学成分及力学性能要求。

1.2 本标准不包括任何性能类别紧固件尺寸方面的要求。为订货目的而参考本标准时，对产品附加规定的规格、型式、类型和特殊尺寸要求是必须遵循的。

1.2.1 当本通用标准与专用产品标准要求有矛盾时，应以专用产品标准为准。

1.2.2 采购方可以规定不违背本通用标准和专用产品标准的附加要求。这些附加要求经供方协商同意，并必须包括在订货单中(参见第 3 节)。

1.3 9 个性能类别中的 7 个，即 4.6，4.8，5.8，8.8，9.8，10.9 及 12.97 类别的技术要求与国际标准 ISO 898/I 中的相应类别的要求完全等同。对其余 2 个，即 8.8.3 及 10.9.3 类别的技术要求，ISO 标准并不认可。

1.4 8.8.3 及 10.9.3 两类钢螺栓、螺钉及螺柱具有耐大气腐蚀和可与 A 588 标准中所包括钢种的那些特性不相上下的耐风雨特性。这些钢耐大气腐蚀的能力显著好于加铜或不加铜的碳素钢，见 5.2 条。当这些钢彻底暴露于大气中时，许多用途上可在裸露（无涂层）状态下使用。

1.5 如采购方同意，可用 5.8 类钢紧固件代替 4.6 类或 4.8 类供货。当订货为 4.6 类钢，可以用 4.8 类供货；当订货为 8.8 类钢，可以用 8.8.3 类供货；当订货为 10.9 类钢，则可以用 10.9.3 类供货。

1.6 每种性能类别的产品尺寸适用范围列于表 1 和表 2 化学成分要求及表 3 力学性能要求表中。

1.7 附录 X1 给出类别互换指南，以帮助设计者及采购者选择合适的性能类别。

1.8 附录 X2 是对性能类别数字代号意义的解释。

表 1 化学成分要求

性能类别	制品公称直径，mm	材料及热处理	成品元素分析（重量%）						
			C		Mn	B	P	S	回火温度，℃
			最小	最大	≥	≥	≤	≤	≥
4.6	M5～M100	低或中碳钢	…	0.55	…	…	0.048	0.058	…
4.8	M1.6～M16	低或中碳钢，按需要部分或全退火	…	0.55	…	…	0.048	0.058	…
5.8	M5～M24	低或中碳钢，冷加工	0.13	0.55	…	…	0.048	0.058[1]	…
8.8	M20～M80	低碳马氏体钢，产品经淬火加回火[4]	0.15	0.40	0.74	…	0.048	0.058	425
8.8	M20～M36	中碳钢产品经淬火加回火[2]	0.25	0.55	…	0.0005	0.048	0.058[3]	425
8.8.3	M20～M36	耐大气腐蚀钢，产品经淬火加回火	见表 2						425

表 1（续）　化学成分要求

性能类别	制品公称直径，mm	材料及热处理	成品元素分析（重量%）						
			C		Mn	B	P	S	回火温度，℃
			最小	最大	≥	≥	≤	≤	≥
9.8	M1.6~M16	中碳钢，产品经淬火加回火④	0.25	0.55	…	…	0.048	0.058	425
9.8	M1.6~M16	低碳与氏体钢，产品经淬火加回火④	0.15	0.40	0.74	0.0005	0.048	0.058	425
10.9	M5~M20	中碳钢，产品经淬火加回火⑤⑥	0.25	0.55	…	…	0.048	0.058	425
10.9	M5~M100	中碳合金钢，产品经淬火加回火⑤	0.20	0.55	…	…	0.040	0.045	425
10.9	M5~M36	中碳合金钢，产品经淬火加回火⑤,⑥	0.15	0.40	0.74	0.0005	0.048	0.058	340
10.9.3	M16~M36	耐大气腐蚀钢，产品经淬火加回火⑤	见表 2						425
12.9	M1.6~M100	合金钢，产品经淬火加回火⑤,⑦	0.31	0.65	…	…	0.045	0.045	380

① 仅对螺柱可要求硫含量≤0.33%；
② 公称螺纹直径≥M24，可由厂方任选，采用中碳合金钢；
③ 仅对螺柱可要求硫含量≤0.13%；
④ 用此材料制造的产品应按第 12 节规定作特殊标志；
⑤ 10.9，10.9.3 及 12.9 类别钢制产品的钢材应为细晶粒的，淬透性应该达到在距螺纹末端一个直径处的横截面中心，经油中淬火后，约 90%金相结构应为马氏体；
⑥ 公称螺纹直径不大于 M12 的产品，可由厂方任选碳钢材料。如采购方批准，碳钢可用来制作直径大于 M12~M20 的产品。
⑦ 应采用合金钢。按美国钢铁学会的分类。当合金元素含量最大范围超出下列一项或多项极限时称为合金钢；锰 1.65%；硅 0.60%；或者，对钢内下列元素含量，在已知的结构合金钢极限量范畴内，规定其具体的含量范围或者最小含量的钢亦称为合金钢；铝、铬含量≤3.99%，钴、铌、钼、镍、钛、钨、钒、锆或任何其他为达到期望的合金效应而加入的元素；

2　引用标准

2.1　ASTM 标准

A 153　铸铁及钢制品镀锌(热浸镀)

A 307　碳钢外螺纹标准紧固件

A 325　经热处理的最小抗拉强度120/105 ksi钢结构用螺栓

A 325M　钢结构接头用高强螺栓(米制)

A 354　淬火加回火合金钢螺栓、螺柱和其他外螺纹紧固件

A 449　淬火加回火钢螺栓及螺柱

A 490　经热处理的抗拉强度 150 ksi (1035 MPa)钢结构用螺栓

A 490M　钢结构接头用 10.9 类及 10.9.3 类高强钢螺栓

A 574　合金钢内六角螺钉

A 588/A 588M　厚度为 4 in.（100mm)以下，最小屈服强度 50 ksi(345 MPa)的高强度低合金结构钢

A 751　钢制品化学分析用试验方法、操作和术语

B 695　铸铁及钢表面机械沉积镀锌

D 3951　商用包装实用规程

F 606M　测定外螺纹及内螺纹紧固件、垫圈和铆钉力学性能的试验方法(米制)

F 788/F 788M　英制和米制系列螺栓，螺钉和螺柱表面缺陷

G 101　评测低合金钢耐大气腐蚀性的导则

2.2　ISO 标准

SIO 898/I　紧固件的力学性能。第 I 部分，螺栓、螺钉及螺栓

2.3　ANSI 标准

B18.2.3.1M　米制六角帽螺钉

B18.2.3.2M　米制锻制六角螺钉

B18.2.3.3M　米制重型六角螺钉

B18.2.3.4M　米制带接合面六角螺钉

B18.2.3.5M　米制六角螺栓

B18.2.3.6M　米制重型六角螺栓

B18.5.2.1M　米制圆头方颈螺栓

2.4　ANSI/ASME 标准

B18.5.2.2M 米制圆头方颈螺栓

3 订货须知

3.1 按本标准订购产品的订货单须包括以下各项：

3.1.1 数量(个数)；

3.1.2 产品名称(即螺栓、螺柱的型式或类型)；

3.1.3 尺寸：包括公称螺纹直径、螺距及长度；

3.1.4 钢材性能类别；

3.1.5 镀锌要求——镀锌工艺为规定的要求，例如热浸镀、机械沉积或随意(见4.5条)；

3.1.6 其他表面处理——如需其他保护表面处理则应予规定；

3.1.7 标准号及出版年份。

3.1.8 任何特殊要求(例如：力学性能要求见表3；验证载荷试验见表4；螺柱标志见12.2.3条；附加试验见8.3条等。

3.2 政府规定——政府订货及设计选择准则遵照适用的ANSI(或ANSI/ASME)B18.2.3.1M，B18.2.3.2M，B18.2.3.3M，B18.2.3.4M，B18.2.3.5M，B18.2.3.6M，B18.5.2.1M 或B18.5.2.2M等标准规定执行。

4 材料及制造

4.1 螺栓、螺钉及螺柱用钢采用平炉、纯氧顶吹转炉或电炉熔炼工艺炼制。

4.2 头部制法：

4.2.1 采用除镦粗、模压或两者结合以外的制法时，经生产厂与采购者双方特殊协议批准。

4.2.2 4.6类紧固件头部可以热或冷镦锻，由制造厂任选。

4.2.3 4.8，5.8，8.8，8.8.3，9.8，10.9，10.9.3和12.9类钢的螺栓及螺钉，如其公称螺纹直径≤M20，制品长度小于等于10倍公称产品尺寸或≤150mm两者的较短尺寸，采用冷镦锻头部除经采购方特许者，可采用热镦锻头部。更大直径和更长的可以冷或热镦锻头部，由制造厂自选。

4.3 螺纹制造方法：

4.3.1 4.6类钢螺栓及螺钉，以及所有类别的螺柱的螺纹可以切削、辗制或磨削加工成，由制造厂自选。

4.3.2 4.8、5.8、8.8、8.8.3、9.8、10.9、10.9.3和12.9类钢的螺栓及螺钉，如公称螺纹直径≤M20，制品长度≤150mm，除经买方特许者外，应采用滚轧法制螺纹。上述别的螺栓和螺钉的螺纹，如直径更大，或者长度更长时，则螺纹可以用冷或热滚轧法制造，由制造厂自选。

4.4 热处理：

4.4.1 4.6类钢螺检和螺钉，4.6，4.8及5.8类钢螺柱不需要热处理。

4.4.2 如必须保证螺栓头与颈部结合的坚固性，则4.8及5.8类钢螺栓及螺钉须作消除应力处理。如采购方规定需消除应力处理，则5.8类钢螺栓及螺钉须在最低消除应力温度470℃以上进行消除应力处理。如需对过度墩粗螺栓头进行较高温度消除应力时，各项力学性能要求经采购方及生产厂双方协议确定。

4.4.3 8.8，8.8.3及9.8类钢螺栓、螺钉和螺柱应经调质处理。加热到相变温度以上后在液体介质中淬火，然后重新加热至按表1所规定的回火温度。

4.4.4 10.9，10.9.3和12.9类钢螺栓、螺钉及螺柱加热至相变温度以上后在油中淬火，然后重新加热至表1所规定的回火温度。

4.4.5 回火温度核查试验——本试验是一种检查产品是否在规定温度下回火处理的手段。先测定生产厂生产的螺栓、螺钉或螺柱的硬度(三个读数的平均值)。然后将产品在比表1所列按类别给定的最低回火温度低10℃下重新回火，并且至少每25mm公称直径保温30 min.(但不少于30min.)。重新回火后再测定一次硬度。要求重新回火处理前后的产品硬度差不得超过20 HV度。

4.5 镀锌——热浸镀和机械沉积镀层。

4.5.1 如要求紧固件表面镀锌，则采购方须规定镀锌工艺，例如，热浸镀法、机械沉积法或者任意选择。

4.5.2 如规定用热浸镀法，则紧固件按标准A 153的C类要求进行热浸镀锌。

4.5.3 如规定用机械沉积法，则紧固件按标准B 695中第50类要求进行机械镀锌。

4.5.4 如不规定镀锌工艺，则供货方可任意按标准A 153的C类要求热浸镀锌，或者按标准B 695中第50类要求进行机械沉积镀锌。所

有配合的紧固件——组合件(例如螺栓、螺母和垫圈)皆应用同一种镀锌工艺镀锌，因此只允许供货商对每一项目订货任选一种镀锌工艺，且每项定货的每批中不允许采用不同的镀锌工艺。

4.6　10.9 类和 12.9 类钢螺栓、螺钉及螺栓不允许采用热浸镀法镀锌。

注：对材料性质与 10.9 类钢相同的螺栓的研究工作表明，10.9 类钢和 12.9 类钢紧固件在热浸镀过程中可能会产生氢——应力腐蚀开裂。

5　化学成分要求

5.1　除 8.8.3 和 10.9.3 类钢以外的所有类别螺栓、螺钉和螺柱用钢的化学成分须符合表 1 规定要求。

5.2　8.8.3 和 10.9.3 类钢：

5.2.1　小于等于 M20 的规格，由供货方选择决定，须符合在表 2 中规定的任何一种(A、B、C、D、E 或 F)的化学成分。

5.2.2　大于 M20 的规格，由供货方选择决定，须符合在表 2 中规定的 A 或 B 的化学成分。

5.2.3　测定低合金钢的耐腐蚀性的方法，见 G 101 导则。

5.3　采购方可以从每批成品中取代表性试样进行材料分析，由此确定的化学成分须符合表 1 和表 2 规定的成品分析要求。

5.4　使用熔炼时有意加入 Bi(铋)、Se(硒)、Te(碲)或 Pb(铅)的钢是不允许的。

5.5　化学分析按标准 A 751 中的方法进行。

6　力学性能要求

6.1　螺栓、螺钉及螺柱遵照表 4 中根据制品的类型、性能等级、尺寸及长度所规定的力学性能试验要求进行试验，并须符合表 3 至表 5 规定的制品力学性能要求。

6.2　对同时要求进行硬度及拉力试验的制品，基于拉伸要求的验收应优先于硬度试验的低读数。

表 2　8.8.3 及 10.9.3 类钢化学成分要求

元素名称		成　分,%					
		A	B	C	D	E	F
C	熔炼分析	0.33~0.40	0.38~0.48	0.15~0.25	0.15~0.25	0.20~0.25	0.20~0.25
	成品分析	0.31~0.42	0.36~0.50	0.14~0.26	0.14~0.26	0.18~0.27	0.19~0.26
Mn	熔炼分析	0.90~1.20	0.70~0.90	0.80~1.35	0.40~1.20	0.60~1.00	0.90~1.20
	成品分析	0.86~1.24	0.67~0.93	0.76~1.39	0.36~1.24	0.56~1.04	0.86~1.24
P	熔炼分析	≤0.040	0.06~0.12	≤0.035	≤0.040	≤0.040	≤0.040
	成品分析	≤0.045	0.06~0.125	≤0.040	≤0.045	≤0.045	≤0.045
S	熔炼分析	≤0.050	≤0.050	≤0.040	≤0.050	≤0.040	≤0.040
	成品分析	≤0.055	≤0.055	≤0.045	≤0.055	≤0.045	≤0.045
Si	熔炼分析	0.15~0.35	0.30~0.50	0.15~0.35	0.25~0.50	0.15~0.35	0.15~0.35
	成品分析	0.13~0.37	0.25~0.55	0.13~0.37	0.20~0.55	0.13~0.37	0.13~0.37
Cu	熔炼分析	0.25~0.45	0.20~0.40	0.20~0.50	0.30~0.50	0.30~0.60	0.20~0.40
	成品分析	0.22~0.48	0.17~0.43	0.22~0.53	0.27~0.53	0.27~0.63	0.17~0.43
Ni	熔炼分析	0.25~0.45	0.50~0.80	0.25~0.50	0.50~0.80	0.30~0.60	0.20~0.40
	成品分析	0.22~0.48	0.47~0.83	0.22~0.53	0.27~0.53	0.27~0.63	0.17~0.43
Cr	熔炼分析	0.45~0.65	0.50~0.75	0.30~0.50	0.50~1.00	0.60~0.90	0.45~0.65
	成品分析	0.42~0.68	0.47~0.83	0.27~0.53	0.45~1.05	0.55~0.95	0.42~0.68
V	熔炼分析	…	…	≥0.020	…	…	…
	成品分析	…	…	≥0.010	…	…	…
Mo	熔炼分析	…	≤0.06	…	≤0.10	…	…
	成品分析	…	≤0.07	…	≤0.11	…	…
Ti	熔炼分析	…	…	…	≤0.05	…	…
	成品分析	…	…	…	…	…	…

①A、B、C、D、E 及 F 是用于 8.8.3 及 10.9.3 性能类别紧固件、螺钉及螺柱的材料型号。除了规格≥M20 的只能符合 A 类或 B 类的成分以外，选择哪类材料成分由产品的制造厂自定。

表3 螺栓、螺钉及螺柱的力学性能要求

性能类别	制品公称直径	全尺寸螺栓、螺钉及螺柱			螺栓、螺钉及螺柱机加工试样				表面硬度	制品硬度			
		保证载荷①		抗拉强度 MPa①	屈服强度 MPa②	抗拉强度 MPa	伸长率 %	断面收缩率%	洛氏硬度 30N	洛氏硬度		维氏硬度	
		螺纹法 MPa	屏服强度法 MPa	最小	最小	最小	最小	最小	最大	最小	最大	最小	最大
4.6	M5～M100	225	240	400	240③	400	22	35	…	B67	B95	120	220
4.8	M1.6～M16	310	340	420	340	420	14	35	…	B71	B95	130	220
5.8	M5～M24④	380	420	520	420	520	10	35	…	B82	B95	160	220
8.8	M20～M80	600	660	830	660	830	12	35	53	C23	C34	255	336
8.8.3	M20～M36	600	660	830	660	830	12	35	53	C23	C34	255	336
9.8	M1.6～M16	650	720	900	720	900	10	35	56	C27	C36	280	360
10.9	M5～M100	830	940	1040	940	1040	9	35	59	C33	C39	327	382
10.9.3	M16～M36	830	940	1040	940	1040	9	35	59	C33	C39	327	382
12.9⑤	M1.6～M100	970	1100	1220	1100	1220	8	35	63	C38	C44	372	434

① 每种性能类别的全尺寸制品保证载荷及抗拉强度值列于表5中。

② 使试样标距发生0.2%永久变形的应力称为屈服强度。

③ 4.6类钢产品应采用屈服点代替0.2%变形屈服强度。

④ 5.8类钢仅适用于长度≤150mm的螺栓、螺钉以及所有长度的螺柱。

⑤ 当考虑采用12.9类钢螺栓、螺钉及螺柱时应当注意的事项：应当考虑制造厂的能力及预期应用的环境因素。12.9类钢高强度产品要求严格控制的热处理操作及[illegible]火状态硬度、表面缺陷、部分脱碳深度及无渗碳现象。注意某些环境介质可能会引起无镀层或电镀产品应力腐蚀开裂。

表4 螺栓、螺钉及螺柱的力学性能试验要求①

项目	制品类型	性能类别	制品[illegible]小规定抗拉强度（[illegible]5）kN	产品长度②	制品硬度		表面硬度③	用全尺寸产品试验			用机加工试样试验			
					最大	最小	最大	保证载荷	楔入拉伸轴向抗拉强度		屈服强度	抗拉强度	伸长率	断面收缩率
1	短螺栓及螺钉	全部	全部	≤X	●	●	●	…	…	…	…	…	…	…
2	异形头螺栓及螺钉	全部	全部	全部	●	●	●	…	…	…	…	…	…	…
3	除1及2项外带六角或六角法兰边螺栓及螺钉	全部	≤450	X至8D或200mm两者中较大者	●	…	●	○	●	…	…	…	…	…
				>8D或>200mm两者中较大者至≤300mm[c]	●	…	●	○	●	…	…	…	…	…
				>300mm	●	…	●	○	①	…	②	②	②	②
			>450	≥X	●	…	●	○	①	…	②	②	②	②
4	除1、2、3项外所有螺栓及螺钉	全部	≤450	X至8D或200mm两者中较大者。	●	…	●	○	…	●	…	…	…	…
				>8D或>200mm两者中较大者	●	…	●	○	…	①	②	②	②	②
			>450	≥X	●	…	●	○	…	①	②	②	②	②

表 4(续)　螺栓、螺钉及螺柱的力学性能试验要求[①]

项目	制品类型	性能类别	制品最小规定抗拉强度（表 5）kN	产品长度[②]	制品硬度		表面硬度[③]	用全尺寸产品试验			用机加工试样试验			
					最大	最小	最大	保证载荷	楔入抗拉强度	轴向抗拉强度	屈服强度	抗拉强度	伸长率	断面收缩率
5	短螺柱	全部	全部	$<X$	●	●	●	…	…	…	…	…	…	…
6	所有除 5 项外的螺栓	全部	≤450	X 至 8D 或 200mm 两者中较大者	●	…	●	○	●	…	…	…	…	…
				>8D 或 200mm 两者中较大者	●	…	●	○	①	…	②	②	②	②
			>450	$\geq X$	●	…	●	○	①	…	②	②	②	②
试验应遵照标准方法 F 606 中的下列章节规定进行					3.1	3.1	…	3、2、1	3.5	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6

① ●表示强制性试验，即每种制品应进行全部强制性试验。此外，A 表示用全尺寸制品进行全部试验，B 表示用机加工试样进行全部试验，○表示在原始询价单或订货单有特别要求时才进行试验。如果需要仲裁，试验和保证载荷试验都应进行。横线“…”表示不要求试验。

② D 等于制品公称直径。X 等于拉力试验制品的最小长度。X 值规定如下：

制品公称直径	X，mm	制品公称直径	X，mm
M5	12	M14	35
M6	14	M16	40
M8	20	M20	45
M10	25	≥M24	30
M12	30		

③ 仅对性能类别 8.8、8.8.8.3、9.8、10.9、10.9.3 及 12.9 类钢有表面硬度要求。

④ 拉伸试验楔入角按表 6 中规定。

⑤ 异形头螺栓及螺钉是指那些特殊形状或带钻孔的螺栓（钉）头，其截面强度弱于螺纹截面。

表 5　保证载荷及抗拉强度值，kN[①]

制品公称直径及螺距	应力[②]面积 mm^2	4.6 类钢			4.8 类钢			5.8 类钢		
		保证载荷[③]		最小抗拉强度	保证载荷		最小抗拉强度	保证载荷		最小抗拉强度
		方法 1	方法 2		方法 1	方法 2		方法 1	方法 2	
M1.6×0.35	1.27	…	…	…	0.39	0.43	0.53	…	…	…
M2×0.4	2.07	…	…	…	0.64	0.70	0.87	…	…	…
M2.5×0.45	3.39	…	…	…	1.05	1.15	1.42	…	…	…
M3×0.5	5.03	…	…	…	1.56	1.71	2.11	…	…	…
M3.5×0.6	6.78	…	…	…	2.10	2.31	2.85	…	…	…
M4×0.7	8.78	…	…	…	2.72	2.99	3.69	…	…	…
M5×0.8	14.2	3.20	3.41	5.68	4.40	4.83	5.96	5.40	5.96	7.38
M6×1	20.1	4.52	4.82	8.04	6.23	6.83	8.44	7.64	8.44	10.5
M8×1.25	36.6	8.24	8.78	14.6	11.3	12.4	15.4	13.9	15.4	19.0
M10×1.5	58.0	13.1	13.9	23.2	18.0	19.7	24.4	22.0	24.4	30.2
M12×1.75	84.3	19.0	20.2	33.7	26.1	28.7	35.4	32.0	35.4	43.8
M14×2	115	25.9	27.6	46.0	35.7	39.1	48.3	43.7	48.3	59.8
M16×2	157	35.3	37.7	62.8	48.7	53.4	65.9	59.7	65.9	81.6
M20×2.5	245	55.1	58.8	98.0	…	…	…	93.1	103	127
M22×2.5[⑤]	303	…	…	…	…	…	…	…	…	…
M24×3	353	79.4	84.7	141	…	…	…	134	148	184
M27×3[⑤]	459	…	…	…	…	…	…	…	…	…
M30×3.5	561	126	135	224	…	…	…	…	…	…
M36×4	817	184	196	327	…	…	…	…	…	…
M42×4.5	1120	252	269	448	…	…	…	…	…	…
M48×5	1470	331	353	588	…	…	…	…	…	…
M56×5.5	2030	457	487	812	…	…	…	…	…	…
M64×6	2680	603	643	1070	…	…	…	…	…	…
M72×6	3460	779	830	1380	…	…	…	…	…	…
M80×6	4340	977	1040	1740	…	…	…	…	…	…
M90×6	5590	1260	1340	2240	…	…	…	…	…	…
M100×6	6990	1570	1680	2800	…	…	…	…	…	…

表5(续) 保证载荷及抗拉强度值,kN①

制品公称直径及螺距	应力②面积 mm^2	8.8类及8.8.3类钢			9.8类钢			10.9及10.9.3类钢			12.9类钢		
		保证载荷		最小抗拉强度	保证载荷		最小抗拉强度	保证载荷		最小抗拉强度	保证载荷		最小抗拉强度
		方法1	方法2		方法1	方法2		方法1	方法2		方法1	方法2	
M1.6×0.35	1.27	…	…	…	0.83	0.91	1.14	…	…	…	1.23	1.40	1.55
M2×0.4	2.07	…	…	…	1.35	1.49	1.86	…	…	…	2.01	2.28	2.53
M2.5×0.45	3.39	…	…	…	2.20	2.44	3.05	…	…	…	3.29	3.73	4.14
M3×0.5	5.03	…	…	…	3.27	3.62	4.53	…	…	…	4.88	5.53	6.14
M3.5×0.6	6.78	…	…	…	4.41	4.88	6.10	…	…	…	6.58	7.13	8.27
M4×0.7	8.78	…	…	…	5.71	6.32	7.90	…	…	…	8.52	9.66	10.7
M5×36.8	14.2	…	…	…	9.23	10.2	12.8	11.8	13.3	14.8	13.8	15.6	17.3
M6×1	20.1	…	…	…	31.1	14.5	18.1	16.7	18.9	20.9	19.5	22.1	24.5
M8×1.25	36.6	…	…	…	23.8	26.4	32.9	30.4	34.4	38.1	35.5	40.3	44.7
M10×1.5	58.0	…	…	…	37.7	41.8	52.2	48.1	54.5	60.3	56.3	63.8	70.8
M12×1.75	84.3	…	…	…	54.8	60.7	75.9	70.0	79.2	87.7	81.8	92.7	103
M14×2	115	…	…	…	74.8	82.8	104	95.5	108	120	112	127	140
M16×2	157	④	④	④	102	113	141	130	148	163	152	173	192
M20×2.5	245	147	162	203	…	…	…	203	230	255	238	270	299
M22×2.5⑤	303	182	200	251	…	…	…	251	285	315	…	…	…
M24×3	353	212	233	293	…	…	…	293	332	367	342	388	431
M27×3⑤	459	275	303	381	…	…	…	381	431	477	…	…	…
M30×3.5	561	337	370	466	…	…	…	466	527	583	544	617	684
M36×4	817	490	539	678	…	…	…	678	673	850	792	899	997
M42×4.5	1120	672	739	930	…	…	…	930	1050	1160	1090	1230	1370
M48×5	1470	882	970	1220	…	…	…	1220	1380	1530	1430	1620	1790
M56×5.5	2030	1220	1340	1680	…	…	…	1680	1910	2110	1970	2230	2480
M64×6	2680	1610	1790	2220	…	…	…	2220	2520	2790	2600	2850	3270
M72×6	3460	2080	2280	2870	…	…	…	2870	3250	3600	3360	3810	4220
M80×6	4340	2600	2860	3600	…	…	…	3600	4080	4510	4210	4770	5290
M90×6	5590	…	…	…	…	…	…	4640	5250	5810	5420	6150	6820
M100×6	6990	…	…	…	…	…	…	5800	6570	7270	6780	7690	8530

① 保证载荷和抗拉强度是由表3中的应力值乘以螺纹应力面积计算得出。

② 应力面积,$=0.7854(D-0.9382P)\ mm^2$,D=制品公称尺寸,mm,P=螺距,mm。

③ 保证载荷,方法1,即F 606标准方法第3.2.3节中的测长法。保证载荷,方法2,即F 606标准方法第3.2.5节中的屈服强度法。

④ 8.8及8.8.3类钢的M16和更小的规格不包括在F 568m标准内。在考虑了设计因素、用途和使用环境后,这些规格的9.8类钢可适合使用。

⑤ M22及M27是包括在A 325和A 490M标准中的高强结构螺栓专用标准螺纹尺寸。

表6 螺纹拉伸试验楔入角

制品	性能类别	产品公称直径(D)	楔入角,度
六角螺栓及螺钉螺纹距六角头底面1D或小于1D	4.6,4.8,5.8,8.8,8.8.3,9.8,10.9和10.9.3	≤M24 >M24 ≤M20 >M20	10 6 6 4
六角螺栓及螺钉,无螺纹段长度大于1D	4.6,4.8,5.8,8.8,8.8.3,9.8,10.9和10.9.3	≤M24 >M24	10 6
六角螺栓及螺钉,螺纹距六角头底面不大于2D	12.9	所有规格	4
六角螺栓及螺钉,无螺纹段长度大于2D	12.9	≤M20 >M20	6 4
六角带法兰面螺钉	5.8,9.8和10.9	所有规格	6
螺柱	所有类别	≤M20 >M20	6 4

7　工艺质量

7.1　表面缺陷的限制按 F 788/F 788M 标准。

8　试验和复试数量

8.1　大批量连续生产库存产品时，须遵照本标准的要求。生产厂须进行检验以保证产品符合规定的技术要求，单独发运的产品一般不要求再进行附加的各种试验，成品不标志钢的熔炼炉号。

8.2　如订单中有规定时，对每批发运的，每一种尺寸的库存产品，生产厂须提供一套经签证的最终填写的产品力学性能试验报告。

8.3　如订单中规定要对特定批量进行试验，则为取样而规定的“批量”是由一种类型的所有产品组成的，亦即每次提供取样检验的，具有相同公称直径、长度及性能类别的所有螺栓、螺钉或螺柱。除另有规定者外，每一规定力学性能试验试样数目如下：

每批件数	试样数目
≤800	1
>800～8000	2
>8000～22000	3
>22000	5

8.4　如发现任何属于机加工方面的缺陷，则该试件可作废，并另补试件。

9　试验方法

9.1　螺栓、螺钉及螺柱须遵照标准 F 606M 中叙述的方法，采用表 6 中规定的拉伸试验楔角进行试验。

10　检查

10.1　如买方要求做第 10.2 条中所述的检查，则应在询价单、订货单或合同中专门规定。

10.2　代表采购方的检查员，允许自由地进入制造厂参与制作定购材料的所有部门车间。制造厂应提供买方检查员一切合理的方便条件，以使买方检查员确信材料是正在按本标准要求进行制作和完工的。一切试验及检查都在发货前完毕，并且不应干扰车间的正常生产。

11　责任

11.1　紧固件的责任方是向买方提供紧固件并出具证书的机构，证书要证明紧固件是按本标准制造、试验和检验并符合它的全部要求。

12　产品标志

12.1　螺栓和螺钉：

12.1.1　螺纹公称直径小于 M5 的螺栓及螺钉不需要标志。此外，开一字槽及十字槽的螺纹公称直径≥M5 的螺钉也不需标志。

12.1.2　除 12.1.1 条规定外，螺栓和螺钉都应标有耐久清晰的能辨认性能类别和生产厂的标志。性能类别符号在表 7 中给出。能辨认生产厂的标志由厂方自己设计。

12.1.3　制造厂可以在 8.8.3 类及 10.9.3 类钢螺栓或螺钉上标以其他识别耐大气腐蚀及风雨级钢的符号。

12.1.4　标志位于头部上表面，表示性能类别符号的底部朝向最接近的头部周边。标志字符可以凸出或凹入，由制造厂自选。对六角头产品，标志也可打在六角头的侧面，等级标志的底部朝向承压面。

12.1.5　米制螺栓及螺钉不应标志径向线状的符号。

12.2　螺柱：

12.2.1　螺柱须标有永久性清晰的能辨认螺柱性能类别的标志。螺柱性能类别符号按表 7 规定。

12.2.2　标志位于螺柱末端端面，可以是凹入或凸出式的，由制造厂自选。如螺柱带有静配合螺纹，则标志位于螺母的端面上。

12.2.3　如采购方订单专门规定，则螺柱两端都作标志。

表 7　性能类别识别符号

性能类别	识别符号					
	标准 A325M 螺栓	标准 A490M 螺栓	其他螺栓及螺钉	螺栓		
				≤M4 螺柱	M5～M10 螺柱	≥M12 螺柱
4.6	①	①	4.6	①	①	4.6
4.8	①	①	4.8	①	①	4.8

表7(续) 性能类别识别符号

性能类别	识别符号					
	标准A325M螺栓	标准A490M螺栓	其他螺栓及螺钉	螺栓		
				≤M4螺柱	M5~M10螺柱	≥M12螺柱
5.8	①	①	5.8	①	①	5.8
8.8②	8S	①	8.8	①	①	8.8
8.8.3	8S3	①	8.8.3	①	①	8.8.3
9.8②	①	①	9.8	①	+	9.8
10.9②	①	10S	10.9	①	□	10.9
10.9.3	①	10S3	10.9.3	①	①	10.9.3
12.9	①	①	12.9	①	△	12.9

① 不适用;

② 用低碳马氏体钢制品在性能类别符号下面还应另标以下划线。

13 包装和包装标志

13.1 包装:

13.1.1 除非另有规定,包装按D 3951实用规程。

13.1.2 当要求特殊包装要求时,在询价和订货时提出。

13.2 包装标志:

13.2.1 每一发货单元应包括或简明地标示出以下信息:

13.2.1.1 ASTM标准号及类型。

13.2.1.2 尺寸。

13.2.1.3 制造厂名和厂标或商标。

13.2.1.4 件数。

13.2.1.5 采购订货单号。

13.2.1.6 原产地名。

14 关键词

14.1 合金钢 螺栓 碳素钢 米制 螺钉 结构钢 耐候钢

附 录

（非强制性资料）

X1 类别互换指南

X1.1 仅仅是为了帮助设计人员和采购人员选择性能类别的目的，现提供下列类别互换指南：

X1.1.1 4.6 类钢力学性能大致相当于 A 307 标准中的 A 级。

X1.1.2 8.8 类钢力学性能大致相当于 A 449 及 A 325 标准中的 1 型及 2 型。

X1.1.3 8.8.3 类钢力学性能大致相当于 A 325标准中的 3 型。

X1.1.4 9.8 类钢力学性能比 A 449 标准高约 9%。

X1.1.5 10.9 类钢力学性能大致相当于 A 354标准中的 BD 级和 A 490 标准中的 1 型及 2 型。

X1.1.6 10.9.3 类钢力学性能大致相当于 A 490标准中的 3 型。

X1.1.7 12.9 类钢力学性能大致相等于 A 574标准。

X1.2 除 A 325M 标准规定直径不小于 M16mm 的螺栓属于 8.8 类钢外，9.8 类钢适用于公称螺纹直径不大于 M16 的紧固件，8.8 类钢适用于大于 M16 的紧固件。

X2 性能类别数字代号意义

X2.1 性能类别用阿拉伯数目字表示，数目字大小一般表示抗拉强度的递增。数字代号意义如下：

X2.1.1 第一个小数点前面的一位或二位数目字约等于最小抗拉强度的 1∶1000，单位 MPa。

X2.1.2 第一小数点后面数字约为 1/10 最小屈服应力与最小抗拉强度百分比率。

X2.1.3 第二小数点后面的数字 3 表示材料具有相当于 A 588/A 588M 标准包括的钢种的耐大气腐蚀及耐风雨性质。

压力设备用可焊接的细晶钢板

SA/AS 1548

（除有本封面页上所列附加要求外，与国际标准 AS 1548—2008 完全等同）

1 附加要求

1.1 由连铸板坯到钢板的厚度减缩比应为至少 3.0 :1。

1.2 标志

除本标准的标志要求外，被本标准要求标志的所有产品上，标志的前面须加前缀“SA/”，并加在本标准要求的所有文件上用的材料识别标志上。

1.3 化学成分

应适用 SA－20/SA－20M 标准的 7.1.2 和 7.1.3 条对熔炼分析以及 7.2.3 和 7.2.4 条对成品分析的要求。

2 标准来源

2.1 订购标准用的信息，见非强制性附录 A。

结构用品质钢

SA/CSA-G40.21

[除有本封面页上所列附加要求外，
与国际标准CAN/CSA—G40.21-04(R09)标准完全等同]

1 附加要求

1.1 标志

除该标准的标志要求外，所有制品用本SA/CSA标准代号标识。

1.2 控制轧制

控制轧制方法不得用作为正火处理程序。

1.3 化学成分

应适用SA-20/SA-20M标准的7.1.2和7.1.3条对熔炼分析以及7.2.3和7.2.4条对成品分析的要求。

1.4 试验报告

试验报告应依据SA-6/SA-6M标准。

2 标准来源

2.1 订购标准用的信息，见非强制性附录A。

结构钢热轧产品用标准
第2部分：非合金结构钢用技术交货状态

(15)

SA/EN 10025-2

（连同这些附加要求，与国际标准 EN 10025-2：2004 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准里的标志要求外，所有产品上要求采用这一 SA/EN 标准标识来标志，并在所有要求的文件上用作为材料标识。

1.2 化学成分

应适用 SA-20/SA-20M 标准的表 1，而无论 SA-20/SA-20M 标准表 1 更具约束性。

1.3 用焊接方法再造表面

如果经与采购方协议同意可以采用焊接方法再造表面时，应满足下列要求：

（a）修补焊接的焊接准备应包括检验程序，用以保证已经完全地除去材料缺陷。

（b）焊接修补应采用按 ASME 第Ⅸ卷作了工艺评定的焊接工艺，且修补焊接应由符合 ASME 第Ⅸ卷合格评定要求的焊工和焊接操作工来完成。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如果有任何（欧盟）国家的前言和本国附录，它们不适用于 SA/EN 10025-2。

3 来源

3.1 订购 EN 10025-2 标准* 及其引用标准的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增的标准。——译注。

受压用钢制平板制品
第 2 部分：具有规定高温性能的非合金钢和合金钢

(15) SA/EN 10028-2

（除有本页面上所列附加要求外，与国际标准 EN 10028-2-2009 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准的标志要求外，所有制品要求作标志，且本标准要求的用于标注在所有文件上的材料标识应采用本 SA/EN 标准代号来标识。

按 8.2.1 或 8.2.2 条的要求已作了完全热处理的钢板应由做热处理的当事人作标识。在用钢印打印的钢材名称或编号后面，应标识出表示所适用的，列在 EN10028-2，标准表 3 中的热处理状态标识符。

对于已按 8.2.2 条许可用正火轧制替代做正火热处理的钢板，应打印“+NR”的标志，替代原标志“+N”。

未作热处理但按 8.2.3 条用热处理试样评定验收的钢板，在用钢印打印的标准代号后应打印字符“G”。

1.2 化学成分

应适用 SA-20/SA-20M 的 7.1.2 和 7.1.3 条对熔炼分析以及 7.2.3 和 7.2.4 条对成品分析的要求。

1.3 拉伸试验

对于淬火加回火的钢板应从热处理钢板的每一端取样做一个拉伸试验。拉伸试样的标距长度部分应取自距热处理边缘至少“1T”，这里的 T 是钢板的厚度，且距离火焰切割边缘或热影响区至少 0.5in.（12.5mm）。

1.4 质量

所有为了除去它将使得钢板厚度减至允许最小厚度以下的所有表面缺陷，应成为拒收钢板的理由；然而，经与采购方协商同意由此除去的金属可用焊接金属来修补。

修补焊接的焊接准备应包括在检验内，以保证完全地除去缺陷。

焊接修补应按 ASME 的第Ⅺ卷评定了的焊接工艺，且修补焊接应由符合 ASME 的第Ⅺ卷的资格评定要求的焊工或焊接操作工来完成。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如若有任何欧盟国家的前言或附件，它们不适用于 SA/EN 10028-2 标准。

3 标准来源

3.1 订购获得英文版的 EN 10028-2 标准及其引用标准用的信息，见非强制性附录 A。

受压用钢制平板制品
第3部分：可焊接、细晶粒正火钢

SA/EN 10028-3

（除列在本页面的附加要求外，与国际标准 EN 10028-3 :2009 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准的标志要求外，所有制品要求作有标志，且本标准要求的用于标注在所有文件上的材料标识应采用本 SA/EN 标准代号来标识。

按 8.2.1 或 8.2.2 条的要求已作了完全热处理的钢板应由做热处理的当事人作标识。在用钢印打印的钢材名称或编号后面，应标识出表示所适用的、列在 EN 10028-3 标准表 4 中的热处理状态标识符。

对于按 8.2.2 条的许可、已由做正火轧制替代做正火热处理的钢板，应打印“+NR”的标志，替代原标志“+N”。

未作热处理但按 8.2.3 条用热处理试样评定验收的钢板，在用钢印打印的标准代号后应打印字符“G”。

1.2 化学成分

应适用 SA-20/SA-20M 标准的 7.1.2 和 7.1.3 条对熔炼分析以及 7.2.3 和 7.2.4 条对成品分析的要求。此外，铜（Cu）的含量应按 SA-20/SA-20M 标准的表 1。

1.3 质量

所有为了除去它将使得钢板厚度减至允许最小厚度以下的所有表面缺陷，应成为拒收钢板的理由；然而，经与采购方协商同意由此除去的金属可用焊接金属来修补。

修补焊接的焊接准备应包括在检验内，以保证完全地除去缺陷。

焊接修补应按 ASME 的第Ⅸ卷评定了的焊接工艺，且修补焊接应由符合 ASME 的第Ⅸ卷的资格评定要求的焊工或焊接操作工来完成。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如若有任何欧盟国家的前言或附件，它们不适用于 SA/EN 10028-3 标准。

3 标准来源

3.1 订购获得英文版的 EN 10028-3 标准及其引用标准用的信息，见非强制性附录 A。

压力设备用钢制平板产品标准
第 4 部分：具有规定低温性能的镍合金钢

SA/EN 10028-4

（连同这些列出的附加要求与国际标准 EN 10028-4 :2009 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

（a）除了本标准里的标志要求外，所有产品上要求采用这一 SA/EN 标准标识来标志，并在所有要求的文件上用作为材料标识。

（b）对于按照 8.2.2 条要求已经经受完全热处理了的钢板，应该由实施这种热处理的单位作标志：在打钢印的钢材名称之后打印出标记适用于 EN 10028-4 的表 A.1 里的热处理状态的字符。

（c）对于未经受热处理，但是，按照 8.2.3 条以热处理了的试样为基础质量验收的钢板，应该在钢印打出的标准标号之后，打印字符“G”。

1.2 化学成分

应适用 SA-20/SA-20M 标准的 7.1.2 和 7.1.3 条对熔炼分析以及 7.2.3 和 7.2.4 条对成品分析的要求。

1.3 拉伸试验

对于淬火加回火的钢板，应从热处理了的钢板的每一端取一个拉伸试样。拉伸试样的标距长度应至少距离经任何热处理的边缘 $1T$，厚度 T 是钢板的厚度，且应至少距离火焰切割或热影响区表面½in.（12.5mm）。

1.4 冲击试验

冲击试验的试样应取自临近拉伸试样的部位，且应至少距离任何热处理了的边缘 $1T$。

1.5 质量

1.5.1 表面缺陷

（a）浅薄的缺陷应用打磨方法除去直到完好金属为止。打磨部位应光滑过渡，且被打磨了的钢板的壁厚不得减低到在其允许最小壁厚以下。

（b）所有的表面缺陷，为了去除它而使得钢板厚度减低到在其允许最小壁厚以下时，将招致这样的钢板被拒收，除非与采购方达成协议，被除去的金属才可以用焊缝金属来置换。

1.5.2 焊接修补

（a）只有经与采购方批准，方可以采用焊接方法修补。

（b）修补焊接的焊接准备应包括检验程序，用以保证已经完全地除去材料缺陷。

（c）焊接修补应采用按 ASME 第Ⅸ卷作了工艺评定的焊接工艺，且修补焊接应由符合 ASME 第Ⅸ卷合格评定要求的焊工和焊接操作工来完成。

（d）如果要求钢板做夏比冲击试验，则焊接工艺评定试验还应包括焊缝、焊接热影响区和钢板的夏比冲击试验，并且它的试验结果应该报告采购方。

（e）如果钢板是经受了正火、淬火加回火、热成形或者焊后热处理的钢板，则焊接工艺评定试验钢板以及焊接修补钢板应经受如采购方规定的热处理。

（f）此外，修补焊缝应符合采购方规定的建造规范。

（g）焊接修补部位的位置和尺寸，焊接工艺及其焊接耗材应形成文件并报告采购方。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如果有任何（欧盟）国家的前言和本国附录，它们不适用于 SA/EN 10028-4。

3 来源

3.1 订购 EN 10028-4 标准* 及其引用标准的订购信息，见第Ⅱ卷、A 篇里的非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增的标准。——译注。

受压用钢制平板产品
第7部分：不锈钢

SA/EN 10028-7

（除列在本页封面的附加要求外，与国际标准 EN 10028-7:2007 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准的标志要求外，所有制品要求作有标志，且本标准要求的、用于标注在所有文件上的材料标识应采用本 SA/EN 标准代号来标识。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如果有任何欧盟国家的前言或附件，它们不适用于 SA/EN 10028-7 标准。

3 标准来源

3.1 订购获得英文版的 EN 10028-7 标准及其引用标准用的信息，见非强制性附录 A。

不锈钢标准
第2部分：一般用途的耐腐蚀钢薄板、厚板和钢带的技术发货状态

SA/EN 10088-2

（连同这些附加要求，与国际标准 EN 10088-2 :2005 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准里的标志要求外，所有产品上要求采用这一 SA/EN 标准标识来标志，并在所有要求的文件上用作为材料标识。

1.2 用焊接方法再造表面

如果采购方授权许可可以采用焊接方法再造表面时，应满足下列要求：

（a）修补焊接的焊接准备应包括检验程序，用以保证已经完全地除去材料缺陷。

（b）焊接修补应采用按 ASME 第Ⅸ卷作了工艺评定的焊接工艺，且修补焊接应由符合 ASME 第Ⅸ卷合格评定要求的焊工和焊接操作工来完成。

1.3 试验范围

对于由宽度小于 600mm 轧制而成的钢带切下的钢带和薄板，其室温下的拉伸试验，应从每一卷切取的一个试样上进行试验。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如果有任何（欧盟）国家的前言和本国附录，它们不适用于 SA/EN 10088-2。

3 来源

3.1 订购 EN 10088-2 标准* 及其他的引用标准的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增的标准。——译注。

受压用无缝钢管子标准
第2部分：具有规定高温性能的非合金钢和合金钢管子的技术交货状态

SA/EN 10216-2

（连同这些附加要求与国际标准 EN 10216-2 :2002+A2 :2007 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准里的标志要求外，所有产品上要求采用这一 SA/EN 标准标识来标志，并在所有要求的文件上用作为材料标识。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如果有任何（欧盟）国家的前言和附录，它们不适用于 SA/EN 10216-2。

3 来源

3.1 订购英文版的 EN 10216-2+A2 标准* 及其引用标准的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增加的标准。——译注。

压力设备用焊接钢管子
第 1 部分：具有规定室温性能的非合金钢管子的技术交货状态

SA/EN 10217-1

（连同这些附加要求与国际标准 EN 10217-1:2002 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

管子应仅使用高频焊（HFW）焊接工艺来制造。管子不得以“焊接”状态交货。

1.2 尺寸

焊接钢管子的管壁厚不得大于 40mm。

1.3 标志

除了本标准里的标志要求外，所有产品上要求采用这一 SA/EN 标准标识来标志，并在所有要求的文件上用作为材料标识。

1.4 用焊接方法再造表面

若无采购方的特别批准不许可焊接修补。如果采购方授权许可焊接修补时，应满足下列要求：

（a）修补焊接的焊接准备应包括检验程序，用以保证已经完全地除去材料缺陷。

（b）焊接修补应采用按 ASME 第Ⅸ卷作了工艺评定的焊接工艺，且修补焊接应由符合 ASME 第Ⅸ卷合格评定要求的焊工和焊接操作工来完成。

2 （欧盟）国家的部分

2.1 如果有任何本国家前言和本国附录，它们不适用于 SA/EN 10217-7。

3 来源

3.1 订购 EN 10217-1 标准* 及其引用标准的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增加的标准。——译注。

锅炉及压力容器用钢板

SA/GB 713

(15)

(连同这些附加要求，与国际标准 GB 713—2008 完全等同)

1 附加要求

1.1 化学成分

除了本标准表 1 和 6.1.1.3 条里的化学成分要求外，应遵守 SA-20/SA-20M 的表 1 中列出的元素的限制值。

1.2 标志

除了本标准里的标志要求外，所有产品应采用这一 SA/GB 的标准标识来识别。

1.3 控轧的定义应与 SA-841 中的图 X1.1 里的定义一样。

1.4 厚度大于 1.5in.(40mm)的 Q245R 和 Q345R 的钢板材料应是正火处理的。

2 来源

2.1 订购 GB713 标准* 及其引用标准的英文版的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增加的中国国家标准，并由 SA/GB 713 标准取代 SA/GB 6654 标准。——译注。

一般结构用钢

SA/IS 2062

[连同这些附加要求一起，与印度标准局翻译和出版的
英文版标准 IS 2062—2006(第6次修订)完全等同]

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准里的标志要求外，所有产品应采用这一 SA/IS 的标准标识来识别。

2 来源

2.1 订购 IS 2062 标准*及其引用标准的英文版的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增的标准。——译注。

中温和常温压力容器用碳钢板

SA/JIS G3118

（除有本页面上所列附加要求外，与由日本标准协会翻译和出版的英文版国际标准 JIS G 3118—2005 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除该标准 4.5 条中的标志要求外，所有制品用本 SA/JIS 标准代号标识。

1.2 微量元素

应适用 SA-20/SA-20M 标准的要求。

1.3 应排除经受热机械控轧工艺的钢板。

2 力学性能

2.1 拉伸试验是强制性的，米制符号材料（表 1）只使用表 3 中的数值。

3 焊补

3.1 当采购方允许时，应适用 SA-20/SA-20M 的要求进行焊接修补。

4 附录

4.1 补充质量要求的附录不适用于 SA/JIS G3118。

5 奥氏体晶粒度

5.1 第 8 条中的“5 级或以上”意为“5 级或更细”的晶粒度。

6 标准来源

6.1 订购标准用的信息，见非强制性附录 A。

不锈钢棒材

SA/JIS G4303

（按日本标准协会翻译及出版的英文版本，除列在本页封面的附加要求外，
与 JIS G 4303—1998 完全等同，无其他版本批准供 ASME 使用）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准第 13 条中的标志要求外，所有产品应采用本 SA/JIS 标准代号来标识。

2 力学性能试验

2.1 本标准的拉伸试验是强制性的要求。

3 标准来源

3.1 订购获得英文版的 JIS G4303 标准及其引用标准用的信息，见非强制性附录 A。

低温用厚壁铁素体球墨铸铁件

SA/JIS G5504

（连同这些附加要求一起，与日本标准协会翻译和出版的
英文版标准 JIS G5504—2005 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准第 16 节里的标志要求外，所有产品应采用这一 SA/JIS 的标准标识来识别。

2 修理

2.1 铸件应不得采用堵塞、焊接、钎焊、注入或任何其他手段修补。

3 来源

3.1 订购 JIS G5504 标准* 及其引用标准的英文版的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增加的标准。——译注。

运输危险介质用的可焊细晶粒钢

SA/NF A 36-215 (15)

（连同这些附加要求一起，与国际标准 NF A 36-215—1997 完全等同）

1 附加要求

1.1 标志

除了本标准里的标志要求外，所有产品上要求作产品标志，并在本标准要求的所有文件上的材料识别标志要采用这一 SA/NF 标准标识来识别。

对于按照 8.3 条要求已经经受完全热处理了的钢板，应该由实施这种热处理的单位作标志：在打钢印的钢材名称之后打印出标记适用的热处理状态的字符。

对于按 8.3 条允许采用正火轧制替代了正火热处理的钢板，应打印“NR”来替代字符“N”。

对于未经受热处理，但是，按照 8.3 条以热处理了的试样为基础质量验收的钢板，应该在钢印打出的标准标号之后，打印字符“G”。

1.2 质量

当为了除去所有的表面瑕疵，而使得钢板厚度减低到小于其允许最小壁厚时，应招致拒收这样的钢板。

1.3 化学成分

1.3.1 应适用 SA-20/SA-20M 标准的 7.1.2 和 7.1.3 条对熔炼分析以及 7.2.3 和 7.2.4 条对成品分析的要求。

1.3.2 表 2 中的总铝含量的数值应该是最小值。

2 来源

2.1 订购 NF A 36-215 标准* 及其引用标准的英文版的订购信息，见非强制性附录 A。

* 本标准是随 2013 版新增加的标准。——译注。

强制性附录

强制性附录 I　用于公式中的标准单位

表 I-1　用于公式中的标准单位

数　值	美国习惯单位	SI 单位
线性尺寸（例如，长度，高度，厚度，半径，直径）	英寸（in.）	毫米（mm）
面　积	平方英寸（$in.^2$）	平方毫米（mm^2）
体　积	立方英寸（$in.^3$）	立方毫米（mm^3）
截面模量	立方英寸（$in.^3$）	立方毫米（mm^3）
截面的惯性矩	英寸^4（$in.^4$）	毫米^4（mm^4）
质　量（重量）	磅质量（lbm）	千克（kg）
力（载荷）	磅力（lbf）	牛顿（N）
弯　矩	英寸-磅（in.-lb）	牛顿-毫米（N·mm）
压力，应力，应力强度以及弹性模量	磅/平方英寸（psi）	兆帕（MPa）
能　量（例如夏比冲击值）	英尺-磅（ft-lb）	焦耳（J）
温　度	华氏度（℉）	摄氏度（℃）
绝对温度	兰金（R）	开尔文（K）
断裂韧度	ksi $\sqrt{in.}$	MPa$\sqrt{m}$
角　度	度或弧度	度或弧度
锅炉容量	Btu/h	瓦特（W）

强制性附录Ⅱ　使用许用的ASME、ASTM和非ASTM版本的基础

(15)

Ⅱ-100　采纳在建造规程中使用的材料

第Ⅱ卷的A篇和B篇中给出的材料，其材料标准是由由ASTM和其他认可国家或国际机构出版的标准是等同或者相似的。并非所有的被包括在这些材料标准里的各个级别、类别和型式的材料都已被采纳为规范目的使用。除非在规范案例里或者ASME规范的适用的卷、册里另有规定，源自ASTM标准的或者来源于由其他为ASME规范的不同卷、册许可的，且在设计规则的范围内供建造用的，被认可的国家或国际机构出版的标准的全部材料，均应依据第Ⅱ卷的A篇和B篇以及这一份强制性附录范围内包含的材料标准来提供。这些标准包括的材料，可以适用于规范卷、册包括的项目上，但仅限于在适用卷、册示出的程度为止。

Ⅱ-200　可接受的版本

供规范用途用的材料、应依据本卷册和篇里的ASME材料标准来订购、生产和记录文件；或者是，除了有适用建造规范的规则限制外，依据在表Ⅱ-200-1中，列出的ASTM标准，或依据在表Ⅱ-200-2中列出的其他认可的国家或国际机构颁发的材料标准，许可由它们来替代列出在本强制性附录Ⅱ里的相应的ASME标准，而用于规范用途上。由ASTM国际或者由其他认可的国家或国际的标准颁发机构对本篇中出版的材料标准所做的修订，通常由ASME予以采纳。然而，这些修订有可能、或者并不对按照较早版次的材料标准所生产出的材料在用于ASME建造的适用性上产生影响。批准适用于每一卷建造规范用的ASME材料标准，就列出在这一份强制性附录里。这一份强制性附录Ⅱ，对每一材料标准，列出了由ASME采纳的最新的版本，以及经ASME审定对ASME建造而言认可完全等同的较早年份版本。本强制性附录还列出了：在规范的各个卷，被批准使用的每份材料标准的一个或多个级别钢种。最后，本强制性附录里，还示出了出现在核设备或非核设备的规范案例中给定的标准的一个或多个级别钢。

(a) 除了由相应的ASME的材料标准的副标题以及适用建造规范里的规则的限制(而不适用)外，被涵盖在其他许用的版本的年份日期范围内的，无论ASTM版本的或者非ASTM版本的材料标准是：所有业已与经ASME采纳了的最新版标准取得协调了的，可许用于建造在制造厂数据报告里作了规定的ASME建造规范的版本(或者在2011年之前及2011年的版本及其增补)。

(b) 除非是由相应的ASME的材料标准的副标题以及适用建造规范里的规则的限制(而不适用)外，按照第Ⅱ卷的A篇里的较早版本的ASME材料标准生产及其合格验收的材料，当它已经按副标题内容辨认、在其他许用版本的年份范围与某一ASTM的或者非ASTM版本的材料标准是协调了的，而且等同或者相似的话，则也可许用于建造、在制造厂数据报告里作了规定的ASME建造规范的版本(或者在2011年之前及2011年的版本及其增补)。

(c) 除了Ⅱ-300许可的外，禁止使用按年份号晚于由ASME采纳最新版的、按照ASTM标准或者其他认可国家或国际机构出版的标准合格验收的材料，除非有“规范案例”批准就如此使用它们、用于建造适用的锅炉及压力容器规范上的规范案例。

(d) 举例(按2010版)：

(1) SA-217副标题里示出了它与最新采用的ASTM版本A217/A217M标准完全等同，并且，其他许用的ASTM版本是：从93年到07年版的、跨度达15年的版本。任何年份从93年到07年(含07年版在内)的ASTM A217标准，以及任何在第Ⅱ卷的A篇的较早版本或增补里出版的，带有副标题示出它与年份从1993年到2007年(含2007年版在内)ASTM版本完全等同的SA-217标准、应被认同可以用于除第Ⅲ卷的

建造外的，列出在制造厂数据报告里的版本(及其增补，如若有的话)的建造上，见第Ⅲ卷对使用按指定的年号的标准验证材料的规则。

(2) SA-387 副标题里示出了它与最新采用的 ASTM 版本 A387/A387M—06a 完全等同，并且，其他许用的 ASTM 版本是：从 88 年版到 06a 年版的、跨度达 19 年的版本；除此之外条件为“对 91 级别钢、许用的 ASTM 版本局限于 06 年版及随后的版本。因此，除了 91 级别钢以外，任何与年份从 88 年到 06a 年(含 06a 年版在内)的 ASTM A387 标准，以及任何在第Ⅱ卷的 A 篇的较早版本或增补里出版的、带有副标题示出它与年份从 88 年到 06a 年的 ASTM 版本完全等同的 SA-387 标准，应被认同可以用于除第Ⅲ卷的建造外的，列出在制造厂数据报告里的版本(及其增补，如若有的话)的建造上。见第Ⅲ卷对使用按指定的年号的标准验证材料的规则。对于 91 级别钢，则唯有 A387/A387M—06 标准和包括 A387/A387M—06a 标准在内，以及唯有任何在第Ⅱ卷的 A 篇的较早版本或增补里出版的、带有副标题示出它与年份从 2006 年到 2006a 年的 ASTM 版本完全等同的，应被认同可以用于除第Ⅲ卷的建造外的，列出在制造厂数据报告里的版本(及其增补，如若有的话)的建造上；要再次提醒不可用于第Ⅲ卷的建造上。

(3) SA-335 副标题里示出了它与最新采用的 ASTM 版本、A335/A335M—06 完全等同，并且，其他许用的 ASTM 版本是从 88a 年版到 06 年的版本；“分别对 9.3 条和 14.2.1 条中的 P23 和 P911 级别钢而言硬度要求除外，以及对 P9 和 P91 级别钢的 UNS 编号修改了”。因此，除了 P23 和 P911 级别钢以外，任何与年份从 88a 年到 06 年(含 06 年版在内)的 ASTM A335 标准，以及任何在第Ⅱ卷的 A 篇的较早版本或增补里出版的、带有副标题示出它与年份从 88a 年到 06 年的 ASTM 版本完全等同的 SA-335 标准，应被认同可以用于除第Ⅲ卷的建造外的，列出在制造厂数据报告里的版本(及其增补，如若有的话)的建造上，见第Ⅲ卷对使用按指定的年号的标准验证材料的规则。然而，对于 P23 和 P911 级别钢，则唯有符合 2010 版本第Ⅱ卷的 A 篇的 A335/A335M 标准的 9.3 条和 14.2.1 条中所述硬度条件的材料，以及其他符合任何年份从 88a 年到 06 年的 ASTM A335 标准或者任何 ASME SA-335 标准要求的材料，应被认同可以用于除第Ⅲ卷的建造外的，列出在制造厂数据报告里的版本(及其增补，如若有的话)的建造上，而不可用于第Ⅲ卷的建造上。见第Ⅲ卷对使用按指定的年号的标准验证材料的规则。指出的 UNS 编号的变化纯粹是在标牌上，而与使用的出版发行无关。

Ⅱ-300 其他许用的标准

如若 ASM 的授权证书持有者能提供证据让授权检验师接受确信相应的 ASME 标准的要求已经满足了的话，那么按照一份在要求上、有着不同于相应的 ASME 标准的要求的、由 ASME、ASTM 或者其他的国家或国际标准生产的材料；或者，一份其版本不匹配于其他许用版本所列出范围生产的材料，依据上述也可以使用。

Ⅱ-400 引用 ASTM 标准

当在一份 ASME 的标准里引用到存在着 ASME 标准的一份 ASTM 标准时，该项引用需理解为适用或者涉及 ASME 材料标准。

Ⅱ-500 原产国

(a) 按许用材料标准生产出的材料不受原产地国别的限制。

(b) ASME 与非 ASTM 材料标准的出版者并无达成版权协议。因此，有关使用由其他国家或者国际机构出版的标准的使用上的限制，在封面页上出现的，代表着这些标准。可以订购到这些非 ASTM 的标准的正式的英文版的发行来源，见非强制性附录 A。

表Ⅱ-200-1　其他许用的 ASTM 版本

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-6/SA-6M	-通用要求，轧制产品					…	…	×	…	07	88c 到 07
完全等同											
SA-20/SA-20M	-通用要求，钢板			×	×	…	…	…	×	13	88 到 13
完全等同											
SA-29/SA-29M	-通用要求，棒材			…	…	…	…	…	×	05	88 到 05
完全等同											
SA-31	×	…	…	…	…	…	…	…	…	14	00 到 14
除在 14 条中合格证书是强制性要求和删去 3.1.7 条外，完全等同。											
SA-36/SA-36M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	05	88 到 05
完全等同											
SA-47/SA-47M	…	…	…	×	…	…	…	…	…	99(R12)	84 到 99(R12)
除删除在 11.2 和 11.3 中引用的焊接修补以及 14.1 中的强制性合格证要求外，完全等同。											
SA-53/SA-53M	×	×	×	×	…	…	×	…	×	01	88a 到 01
除在 11.1 中插入试验用实用规程和表 X4.1 作编辑性修订外，完全等同。											
SA-105/SA-105M	×	×	×	×	×	×	×	×	×	05	87a 到 05
完全等同											
SA-106	×	×	×	×	×	×	×	×	×	08	88a 到 08
完全等同											
SA-134	…	…	×	…	…	…	…	…	…	96(R12)	85 到 96(R12)
除示出在标准中的附加要求外，完全等同											
SA-135	…	…	×	×	…	…	×	…	…	01	88 到 01
完全等同											
SA-178/SA-178M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	95	89 到 95
完全等同											
SA-179/SA-179M	…	…	…	×	…	…	×	…	…	90a(R12)	88a 到 90a(R12)
完全等同											
SA-181/SA-181M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	06	87 到 06
完全等同											
SA-182/SA-182M	×	×	…	×	×	…	×	×	×	14a	87a 到 14a
除了在 7.3.1 条中纳入 F316Ti 材料。以及对表 3 中的 F53 级钢排除削减的强度等级外完全等同。(a)对-09a 年前的 ASTM 版本，S32202(F66)钢的热处理温度范围应为 1870~1975℉(1020~1080℃)。(b)对所有的 ASTM 版本，S32202(F60)钢的表 3 里的 YS(屈服强度)应为 70(485)。(c)对 07 年前的 ASTM 版本，S30815(F45)钢和 S32228(F56)钢，禁止进行直接或非直接的过程中的热处理。(d)对 K90901(F91)和对 K91061(F911)钢，其他可以接受的版本仅限-05 年以后的 ASTM 版本。											
SA-192/SA-192M	×	…	×	×	…	…	×	…	…	91	88 到 91
完全等同											
SA-193/SA-193M	…	×	×	×	×	×	×	×	×	12b	05 到 12b
完全等同。											
SA-194/SA-194M	…	×	…	…	×	…	…	×	…	12	87 到 12
完全等同。对于 2H、2、4、7 和 16 级别钢，其他许用的 ASTM 版本仅限于'-03'及之后的版本，对于 2HM 和 7M 级别钢，其他许用的 ASTM 版本仅限于'-04'及之后的版本。											
SA-202/SA-202M	×	…	…	×	…	…	…	…	…	93	82 到 93
完全等同											
SA-203/SA-203M	×	×	…	×	×	…	×	…	…	12	82 到 12
完全等同											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-204/SA-204M	×	×	…	×	×	…	×	×	…	12	88 到 12
完全等同											
SA-209/SA-209M	×	…	…	×	×	…	×	…	…	03(R12)	88 到 03(R12)
完全等同											
SA-210/SA-210M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	95	88 到 95
除在表 2 中有编辑性不同外，完全等同。											
SA-213/SA-213M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	08	01a 到 08
除 6.2 条中增加 H 级别热处理要求外，完全等同。对于 T23、T24、T91、T911、T92 和 T122 级钢，仅限于'-06a'及之后的版本。											
SA-214/SA-214M	…	…	…	×	…	…	×	…	…	90a	88 到 90a
完全等同											
SA-216/SA-216M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	07	84b 到 07
除在 2.1 和 10.1 条中有编辑上的不同以及增加 2.3 条外，完全等同。											
SA-217/SA-217M	×	×	…	×	×	…	×	×	×	07	93 到 07
完全等同。											
SA-225/SA-225M	…	…	…	×	×	×	×	…	…	12	86 到 12
完全等同											
SA-231/SA-231M	…	…	…	…	…	×	…	…	…	96	…
除了 13.1 条中的合格证要求是强制性的外，完全等同。											
SA-232/SA-232M	…	…	…	…	…	×	…	…	…	91	…
完全等同											
SA-234/SA-234M	×	×	…	×	×	…	×	×	×	07	82a 到 07
除了对 WP91 和 WP911 级钢，其他许用的 ASTM 版本仅限于'-05'及之后的版本外，完全等同。											
SA-240/SA-240M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	13c	88c 到 13c
除了 UNS S31050 钢外，完全等同。其他许用的版本仅限 04 年(版)及以后的 ASTM 版本。对于 UNS S32906 钢、其他许用的版本仅限-07e1年及以后的 ASTM 版本。											
SA-249/SA-249M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	14	88b 到 14
除删去那条针对未校直管子的补充要求 S5 和当要求 100%的焊接接头系数时 S9 是强制性的要求外，完全等同。对于 UNS S31040 级钢，其他许用的 ASTM 版本仅限于-10a 版及以后的版。											
SA-250/SA-250M	×	…	…	×	…	…	×	…	×	05(R14)	88a 到 05(R14)
除了当要求 100%的焊接接头系数时补充要求 S1 是强制性的要求外，完全等同。											
SA-263	…	…	…	…	…	…	…	…	…	12	88 到 12
完全等同。当将复层合金用于设计强度计算，以及焊接用于连结多层合金复合钢板时，除非焊接时是由授权证书的持有者完成的外，2012 年之前的 ASTM 版本不允许用。											
SA-264	…	…	…	…	…	…	…	…	…	12	88 到 12
完全等同。当将复层合金用于设计强度计算，以及焊接用于连结多层合金复合钢板时，除非焊接时是由授权证书的持有者完成的外，2012 年之前的 ASTM 版本不允许用。											
SA-265	…	…	…	…	…	…	…	…	…	12	88 到 12
完全等同。当将复层合金用于设计强度计算，以及焊接用于连结多层合金复合钢板时，除非焊接时是由授权证书的持有者完成的外，2012 年之前的 ASTM 版本不允许用。											
SA-266/SA-266M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	03a(R08)	87 到 03a(R08)
完全等同											
SA-268/SA-268M	×	×	…	×	×	…	×	…	×	10	88b 到 10
完全等同											
SA-276	…	…	…	…	…	×	…	…	…	97	…
完全等同											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-278/SA-278M	…	…	…	×	…	…	…	…	×	01(R11)	85 到 01(R11)
除 5.1.1 条有编辑性修改和更改 16.1 条而使得合格证书为强制性的要求外，完全等同。											
SA-283/SA-283M	…	×	…	×	×	…	×	×	…	03(R07)	88 到 03(R07)
完全等同											
SA-285/SA-285M	×	×	×	×	×	…	×	…	×	12	82(R87)到 12
完全等同											
SA-299/SA-299M	×	×	…	×	×	…	×	×	…	04	82(R87)到 04
完全等同											
SA-302/SA-302M	×	×	…	×	×	…	×	×	×	12	82 到 12
除了表 1 添加注解 1 外，完全等同。如若钢板的任何加速冷却按 5.3 条许可随之做回火的话，则许可使用 2012 年之前的 ASTM 版本。											
SA-307	…	×	×	×	…	…	×	×	…	10	00 到 10
除了在 13.1.1 条删除术语“专用标签发行商”和“视情况而定”外，完全等同。											
SA-311/SA-311M	…	…	×	…	…	…	…	…	×	04(R10)	90b 到 04(R10)
除删除 5.1.11 条，修改表 1 的脚注①和 5.1.9 条有编辑上的修正以及修改 11.1 条而使得合格证为强制性要求外，完全等同。											
SA-312/SA-312M	×	×	…	×	×	×	×	×	×	13b	88a 到 13b
除删除 5.2 条，修改 6.2 条增加 H 级别的热处理要求，以及对表 1 中的 UNS S30451 级钢的镍(Ni)含量和对 UNS S31035 级钢的化学成分作编辑性修订外，完全等同。倘若对表 1 中的 UNS S30451，S31002 和 S31035 级钢的化学成分作修正的话，则“-13b”年号的 ASTM 标准的版本是许用的。											
SA-320/SA-320M	…	×	×	×	×	×	×	×	…	11a	01 到 11a
完全等同											
SA-325	…	×	×	×	…	…	×	×	…	10	86a 到 10
除了在 15.1 条和 15.5 条中删除术语“专用标签发行商”外，完全等同。											
SA-333/SA-333M	…	×	…	×	×	…	×	×	×	04a	94 到 04a
除删除与 15 节有冲突的 12.3 外，完全等同。											
SA-334/SA-334M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	04a(R10)	$88^{\varepsilon 1}$ 到 04a(R10)
完全等同											
SA-335/SA-335M	×	×	…	×	×	×	×	×	×	06	88a 到 06
除了在 9.3 条和 14.2.1 条中对 P23 和 P911 级钢增加了最大硬度、以及修订 P9 和 P91 的 UNS 编号外，完全等同。对于 P23 级别钢，其他许用的 ASTM 版本仅限于“-05A”及以后的版本；对于 P91、P92、P122 和 P911 级别钢，其他许用的 ASTM 版本仅限于“-06”的版本。											
SA-336/SA-336M	×	×	…	×	×	×	×	×	×	07	06a 到 07
完全等同。											
SA-350/SA-350M	…	×	…	×	×	…	×	…	×	02b	87 到 02b
除删除 6.1.2 条和 14.1 条，修改 14.2.5 条，以及试验报告已是强制性要求外，完全等同。											
SA-351/SA-351M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	00	86 到 00
完全等同											
SA-352/SA-352M	…	×	…	×	×	…	×	…	×	06(R12)	88 到 06(R12)
完全等同。											
SA-353/SA-353M	…	×	…	×	×	…	×	…	×	09(R14)	87 到 09(R14)
完全等同											
SA-354	…	×	×	×	…	…	×	×	…	11	86 到 11
除了在 15.1 条和 15.3.5 条中删除术语“专用标签发行商”外，完全等同。											
SA-358/SA-358M	…	×	…	×	…	…	×	×	×	14a	88 到 14a
除了 6.3.2.2 条删除 HT-O 公称管和 6.3.2.3 条删除 HT-SO 公称管，以及 1.4 条中编辑性不同外，完全等同。对于按 ASME 锅炉及压力容器规范的第Ⅲ卷和第Ⅷ卷，第 1 分册订购的产品，补充要求 S8 是强制性的要求。											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-369/SA-369M	×	×	…	×	×	…	×	×	×	06	88 到 06
完全等同。											
SA-370	-钢制品力学性能试验					…	…	×	×	05	77 到 05
完全等同											
SA-372/SA-372M	…	×	…	×	×	×	×	…	×	03(R08)	02 到 03(R08)
完全等同。											
SA-376/SA-376M	×	×	…	×	×	…	×	×	×	06	88 到 06
除了删除 6.2 条和 14.1 条中的 HT-O 可选项和在 6.2 条中明确热处理要求外，完全等同。											
SA-387/SA-387M	×	×	…	×	×	×	×	×	×	11	88 到 11
除了对 91 级钢许用的 ASTM 版本仅限于-11 年版及之后的版本外，完全等同。											
SA-395/SA-395M	…	…	…	×	…	…	×	×	×	99(R14)	80 到 99(R14)
完全等同											
SA-403/SA-403M	…	×	…	×	×	…	×	×	×	07	86 到 07
除了删除 14.5 条中的 304/304L/304N，在 6.1 和 6.4 条中明确热处理要求，删除 5.14 和 5.15 条，以及对 WP S38815 级钢修改表 2 中的 Ni 的最小含量外，完全等同。对于 H 级别钢，其他许用的 ASTM 版本仅限于'-02'及之后的版本。											
SA-409/SA-409M	…	×	…	×	…	…	×	…	×	95a$^{\varepsilon 1}$	88 到 95a$^{\varepsilon 1}$
除了明确对 H 级不锈钢和 S30815 钢的热处理要求，在 5.3.1 条和表 1、2 及 3 中有编辑上的修订，删除 5.3.2.2 和 5.3.2.3 条对非热处理的公称管的规定，以及在 5.1.1 条纳入对 H 级不锈钢的晶粒度要求外，完全等同。已增加打 ASME 钢印的要求，和示于本标准副标题中编辑上要求的应用。											
SA-414/SA-414M	…	×	×	×	…	…	×	…	×	07	88 到 07
完全等同。											
SA-420/SA-420M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	04	85a 到 04
完全等同											
SA-423/SA-423M	×	…	…	×	×	…	…	…	…	95(R04)	89 到 95(R04)
完全等同											
SA-426/SA-426M	…	×	…	…	…	…	…	×	…	07	80 到 07
除更改表 1 中 CP91 级钢的钼含量外，完全等同。											
SA-435/SA-435M	-钢板超声直射波试验							…	…	90(R12)	82(R87)到
完全等同				…	…	…					90(R12)
SA-437/SA-437M	…	×	…	…	…	…	×	…	…	12	84b 到 12
完全等同											
SA-449	…	×	…	×	…	…	×	×	…	10	87 到 10
除要求所有配合的紧固件要以与 5.1.4 条中相同的镀锌工艺加涂层和删除 16.1 条和 16.3.2 条中的"专用标签发行商"以及去除 6.4 条中对螺栓的引用外，完全等同。											
SA-450/SA-450M	-管子的通用要求				…	…	…	…	×	10	88a 到 10
完全等同											
SA-451/SA-451M	…	×	…	…	…	…	…	…	…	06(R10)	80(R85)到
除 15.1 条编辑性修订外，完全等同。											06(R10)
SA-453/SA-453M	…	×	…	×	…	×	×	×	…	12	00 到 12
完全等同											
SA-455/SA-455M	…	×	×	×	…	…	×	…	×	03(R07)	82(R87)到
完全等同											03(R07)
SA-476	…	…	…	×	…	…	…	…	…	00(R09)	82 到 00(R09)
除 4.1.6 条编辑性变动和 13.1 条使合格证书成为强制性的要求外，完全等同。											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-479/SA-479M	×	×	×	×	×	×	×	×	×	13b	87b 到 13b
除对较早版本的表 1 和表 2 有小的编辑性变动外，完全等同。											
SA-480/SA-480M	-平板产品通用要求					…	…	…	…	13b	88 到 13b
除了对在较早的版本里的表 1 和表 2 有小的编辑上的变动外，完全等同											
SA-484/SA-484M	-锻轧不锈钢产品通用要求					…	…	…	…	13a	87 到 13a
完全等同											
SA-487/SA-487M	…	×	…	×	×	…	×	×	×	93(R12)	88 到 93(R12)
完全等同											
SA-494/SA-494M	-见卷Ⅱ，B 篇。										
SA-508/SA-508M	…	×	…	×	×	×	×	×	×	05b(R10)	87 到 05b(R10)
除了-05b 版之前的修订外完全等同。在-05^{e1}版前的修改中，2.1 条，3.1 条增加 A966/A966M，修订 7.2.1 条以认可 A966；此外，6.1.2.2 条中引用注 2 和注 3 应为引用注 3 和注 4。											
SA-513	…	…	×	…	…	…	…	…	…	00	…
除了补充要求 S6，和 S7 或 S8 之一按制造厂选择是强制性的外，完全等同。											
SA-515/SA-515M	×	×	×	×	×	…	×	×	×	03(R07)	82 到 03(R07)
完全等同											
SA-516/SA-516M	×	×	×	×	×	×	×	×	×	06	86 到 06
完全等同。对于表格 1 中脚注 B 的引用应适用于-04、-05 和-05e 的版本。											
SA-517/SA-517M	…	×	…	×	×	×	×	×	…	06	87a^{e1}到 06
除级别 A、B、E、F、J 和 P，以及删除 1.1 条中的熔焊外，完全等同。											
SA-522/SA-522M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	07	87 到 07
完全等同											
SA-524	…	×	…	×	×	…	×	×	…	93	88 到 93
完全等同											
SA-530/SA-530M	-公称管通用要求					…	…	…	…	99	88a 到 99
完全等同											
SA-533/SA-533M	…	×	…	×	×	×	×	×	…	09(R14)	87 到 09(R14)
完全等同											
SA-537/SA-537M	…	×	…	×	×	…	×	…	×	13	86 到 13
完全等同											
SA-540/SA-540M	…	×	…	×	×	…	×	×	…	11	84a 到 11
完全等同。											
SA-541/SA-541M	…	×	…	×	×	×	×	×	×	05(R10)	…
完全等同											
SA-542/SA-542M	…	…	…	×	×	…	…	×	×	09	88 到 09
完全等同											
SA-543/SA-543M	…	…	…	×	×	×	…	…	…	09	87 到 09
完全等同											
SA-553/SA-553M	…	×	…	×	×	…	×	…	×	06	87b 到 06
完全等同											
SA-556/SA-556M	…	…	…	×	…	…	×	…	…	90a	88 到
完全等同										(R95)^{e1}	90a(R95)^{e1}
SA-557/SA-557M	…	…	…	×	…	…	×	…	…	90a	88 到 90a
完全等同											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-562/SA-562M	…	…	…	×	…	…	×	…	…	06	82(R87)到
完全等同											06
SA-563	…	…	…	×	×	…	…	×	…	07a(R14)	84 到 07a(R14)
除了在 14.7 和 14.9 条中删除术语“专用标签发行商”和编辑性更改标题外，完全等同。											
SA-564/SA-564M	…	×	…	×	…	×	×	×	…	04(R09)	87b 到 04(R09)
完全等同											
SA-568/SA-568M	-薄钢板通用要求					…	…	…	…	07a	02 到 07a
完全等同											
SA-572/SA-572M	…	…	…	…	…	…	×	…	…	06	01 到 06
完全等同											
SA-574	…	×	…	×	…	…	×	×	…	04[e1]	97a 到 04[e1]
除了已经删除化学成分要求的表 1 和补充要求 S1 现在是强制性的外，完全等同。6.1 和 6.2 条已修改为参见表 S1.1，以及 6.3 条已被删除。											
SA-577/SA-577M	-钢板超声斜射波试验					…	…	…	…	90(R12)	86 到 90(R12)
完全等同											
SA-578/SA-578M	-钢板超声直射波试验					…	…	…	…	07(R12)	85 到 07(R12)
完全等同											
SA-587	…	×	…	×	…	…	×	…	…	93	88 到 93
除删除 1.5 条外，完全等同。											
SA-592/SA-592M	…	×	…	×	×	…	×	×	…	04(R09)	85 到
完全等同											04(R09)
SA-609/SA-609M	-铸件纵向超声波试验					…	…	…	…	91(R07)	83 到 91(R07)
完全等同											
SA-612/SA-612M	…	×	…	×	…	…	×	…	…	12	87 到 12
完全等同											
SA-638/SA-638M	…	×	…	…	…	×	…	×	×	00(R04)	87 到 00(R04)
除 6.2 条中编辑性修订外，完全等同。											
SA-645/SA-645M	…	…	…	×	×	…	×	…	×	05	87(R91)到
完全等同											05
SA-649/SA-649M	…	…	…	…	…	…	…	…	×	04	91a 到 04
完全等同。											
SA-656/SA-656M	…	…	…	…	…	…	…	×	…	00a	…
完全等同。											
SA-660	×	×	…	…	…	…	…	…	…	96(R10)	88 到 96(R10)
完全等同											
SA-662/SA-662M	…	…	…	×	×	…	×	…	…	12	86 到 12
完全等同											
SA-666	…	…	…	…	…	…	×	…	…	03	90 到 03
完全等同											
SA-667/SA-667M	…	…	…	×	…	…	…	…	…	87(R12)	…
完全等同											
SA-671	…	×	…	…	…	…	…	…	×	14	85 到 14
除应用如标准中示出的附加要求外，完全等同。											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-672	…	×	…	…	…	…	…	…	…	14	81 到 14
除应用如标准中示出的附加要求外，完全等同。											
SA-675/SA-675M	×	×	×	×	×	…	×	×	…	03^{e1}(R09)	…
除补充要求 S7 已添加 65(450)和 70(485)级钢、且 S7 是强制性的，以及合格证书成为强制性的外，完全等同。											
SA-688/SA-688M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	12	88a 到 12
除 ASTM 在-96 和-98 年修订了的，级别 UNS N08367 的固溶热处理及强制性要求外，完全等同。											
SA-691	…	×	…	…	…	…	…	×	…	98(R07)	85a 到 98(R07)
除应用标准中示出的附加要求外，完全等同。											
SA-693	…	×	…	…	…	…	…	…	…	02^{e1}	88 到 02^{e1}
除调整级别 XM-16 的伸长率要求和修正表 5 中的 XM-12 和 630 级钢的最大硬度外，完全等同。还有修订表 1 的脚注 B。											
SA-696	…	×	…	…	…	…	…	…	…	90a(R12)	85 到
完全等同											90a(R12)
SA-703/SA-703M	-铸件的通用要求							…	…	07	87b 到 07
完全等同											
SA-705/SA-705M	…	×	…	…	…	×	×	×	…	95	87a 到
完全等同										(R09)	95(R09)
SA-723/SA-723M	…	×	…	…	×	×	…	…	…	02	…
除了 2a 类钢的最小伸长率应为 13.5%外，完全等同。											
SA-724/SA-724M	…	…	…	×	×	×	×	…	…	09(R13)	88 到 09(R13)
除表 1 中编辑性修正脚注②外，完全等同。											
SA-727/SA-727M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	02(R07)	…
完全等同											
SA-731/SA-731M	…	…	…	×	…	…	×	…	…	91	88 到 91
除表 2 中编辑性修订外，完全等同。											
SA-736/SA-736M	…	…	…	…	…	…	…	…	…	12	88 到 12
完全等同											
SA-737/SA-737M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	09(R13)	87(R91)到 09(R13)
完全等同											
SA-738/SA-738M	…	×	…	×	×	×	×	…	×	12a	87a 到 12a
完全相同											
SA-739	…	×	…	×	×	…	…	…	…	90a(R12)	81a 到
完全等同											90a(R12)
SA-745/SA-745M	-不锈钢锻件的产流试验					…	…	…	…	94(R09)	…
除删除 1.5 条外，完全等同。											
SA-747/SA-747M	…	…	…	×	…	…	…	…	…	04	86 到 04
除修订 4.1.6 条强制性订货要求和强制性采用 SA-781/SA-781M 标准的 S15 补充要求外，完全等同。											
SA-748/SA-748M	…	…	…	×	…	…	…	…	…	87(R12)	…
完全等同											
SA-749/SA-749M	-钢带通用要求					…	…	…	…	97(R02)	…
完全等同											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-751	-钢的化学分析试验方法					…	…	…	…	01(R06)	89a 到 01(R06)
除表 1 和表 2 中元素符号有编辑性修正外，完全等同。											
SA-765/SA-765M	…	…	…	×	×	…	×	…	…	01	94 到 01
完全等同											
SA-770/SA-770M	-钢带					…	…	…	×	03(R12)	86(R90)[e] 到 03(R12)
除表 2 编辑性更正外完全等同											
SA-781/SA-781M	-铸件通用要求					…	…	…	…	06	87a 到 06
完全等同											
SA-788/SA-788M	-锻件通用要求					…	…	…	…	06	05c 到 06
完全等同											
SA-789/SA-789M	…	…	…	×	…	…	×	…	×	10a	88a 到 10a

(a) S31260 钢仅限于-87 及以后的修订版。(b) S32003 钢仅限于-04 及以后的修订版。(c) S32950 钢仅限于-89 及以后的版本。(d) S32760 钢仅限于-08b 及以后的版本。(e) S32202 钢仅限于-09 及以后的版本。(f) 除表 1 中的 S32808 钢的最小硫含量修改为 0.010，此外，完全等同。

SA-790/SA-790M	…	…	…	×	…	…	×	…	×	11	88 到 11
完全等同											

(a) 表 3 中 S32003 钢的最小抗拉强度对-09a 版前的版本应为：95(655)。

(b) 表 1 中 S32202 钢的热处理温度对-09 版前的版本应为：1870~1976°F(1020~1080℃)。

(c) 表 1 中 S32760 钢的热处理温度对-08a 版前的版本应为：1960~2085°F(1070~1140℃)，表 2 中的最大硬度应为 300。

(d) 除表 2 中的 S32808 钢的最大硫含量修改为 0.010，此外，完全等同。

SA-803/SA-803M	…	…	…	×	×	…	×	…	…	12	96 到 12
完全等同											
SA-813/SA-813M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	01(R05)	88a 到 01(R05)

除了在 4.1.4 条中增加 H 级不锈钢和 S30815 钢的晶粒度限制的要求，删除热处理温度最小值项以及增加 S30815 钢的最低热处理温度外，完全等同。

SA-814/SA-814M	…	×	…	×	×	…	×	…	…	05	88a 到 05
完全等同											
SA-815/SA-815M	…	…	…	…	…	…	×	…	…	10a	86 到 10a

除了删除第 5.9，5.14(CR 类管配件)和 5.15 条外，完全等同：

(a) 对 10a 之前所有版本，删除 5.14 和 5.15 条。

(b) S32202 钢，不允许第 7.2.3 条含公称 21.5% Cr、12.00% Ni 的填充金属，表 2 中的最小热处理温度应为：1870~1975°F(1020~1080℃)。

(c) 表 2 中、S32808 钢的最大 S 对所有的版本应为：0.010。

SA-832/SA-832M	…	…	…	×	×	×	…	…	…	10	84(R89)到 10
完全等同											
SA-834	-铸铁件通用要求					…	…	…	…	95(R11)	84 到 95 (R11)
完全等同											
SA-836/SA-836M	…	…	…	×	…	…	×	…	×	02(R07)	…
完全等同											
SA-841/SA-841M	…	…	…	…	…	…	…	…	…	13	88 到 13
完全等同											

续表

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版 ASTM	其他许用的 ASTM 版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA-874/SA-874M	…	×	…	…	…	×	…	…	…	98(R14)	98(R14)
完全等同											
SA-905	…	…	…	…	…	×	…	…	…	93	91 到 93
完全等同											
SA-941	…	…	…	…	…	…	…	…	…	06a	99b 到 06a
完全等同											
SA-960/SA-960M	…	…	…	…	…	…	…	…	…	07	99b 到 07
完全等同											
SA-961/SA-961M	…	…	…	…	…	…	…	…	…	07	99 到 07
除删除 18.1 条中采购方拒收材料的时间要求外，完全等同。											
SA-962/SA-962M	…	…	…	…	…	…	…	…	…	07	99 到 07
完全等同											
SA-965/SA-965M	×	×	…	×	…	×	×	×	×	06a	…
完全等同											
SA-985/SA-985M	-铸件的通用要求					…	…	…	…	04a	03 到 04a
完全等同											
SA-995	…	…	…	…	…	…	…	×	×	98(R07)	…
完全等同											
SA-999/SA-999M	-公称管通用要求				…	…	…	…	…	04a(R09)	01 到 04a(R09)
						…	…				
除了对'04a'之前的版本，在 6.2.1 条中，采用'04a'版本的钢种级别替代外，完全等同。											
SA-1008/SA-1008M	…	…	…	×	…	…	×	…	…	01a	00 到 01a
除增加 8.1.1.1 条压力容器设计用力学性能外，完全等同。											
SA-1010/SA-1010M	…	…	…	…	…	…	…	…	…	01(R09)	…
除表 2 中的标题栏，有编辑上变化外，完全相同。											
SA-1011/SA-1011M	…	…	…	…	…	…	…	…	…	06b	01a 到 06b
完全等同											
SA-1016/SA-1016M	-管子，通用要求					…	…	…	…	14	01 到 14
除了在 1.1 和 1.2 条中编辑性修订将 A668 更正为 A688，以及修订 25 和 26 节中水压试验段落外，完全等同											
SA-1017/SA-1017M	…	…	…	…	…	…	…	…	×	11	01 到 11
完全等同。对于 122 级钢，许用的 ASTM 版本仅限于'-07'及之后的版本。											
SF-568M	-米制螺纹紧固件				…	…	…	…	…	98	93a 到 98
完全等同											

注：(1)SA-350/SA-350M 的 LF2 级锻件是对早于 2001 年的 ASME 锅炉及压力容器规范，或比年号 1987 年到 1997 年的 ASTM 标准 A350/A350M 的修订，除非指定了补充要求 S4 用于在更高试验温度下的试验锻件上，使用 1 类或 2 类都可接受。

* 本表中的 SA-656/SA-656M 和 SA-874/SA-874M 两份标准分别是在 2010 版和上次 2013 版新增加的标准。——译注。

表Ⅱ-200-2 其他许用的非ASTM版本

材料标准号	卷本							核设备规范案例	非核设备规范案例	采用的最新版	其他许用的版本
	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅷ-1	Ⅷ-2	Ⅷ-3	Ⅻ				
SA/AS-1548	×	…	…	×	…	…	…	…	…	2008	2008
除了厚度减小比、标志和化学成分按本标准所示出外，完全等同。											
SA/CSA-G40.21	…	…	…	×	…	…	×	…	…	2004(R2009)	1992和2004到2004(R2009)
除了标志、化学成分、控轧和试验报告按本标准所示出外，完全等同。											
SA/EN10025-2	…	…	×	…	…	…	…	…	…	2004	2004
除了标志、化学成分和焊接方法再造表面按本标准所示出外，完全等同。											
SA/EN 10028-2	×	…	…	×	…	…	×	…	×	2009	2003~2009
除了标志、化学成分、拉伸试验和质量按本标准所示出外，完全等同。对13CrMo4-5钢，其他许用版本仅限制到2009年版。											
SA/EN 10028-3	…	…	…	×	…	…	×	…	×	2009	2003~2009
除了标志、化学成分和质量按本标准所示出外，完全等同。											
SA/EN 10028-4	…	…	…	×	…	…	…	…	…	2009	2003~2009
除了标志、化学成分、拉伸和冲击试验以及焊接修补按本标准所示出外，完全等同。											
SA/EN 10028-7	…	…	…	×	…	…	…	…	…	2007	2000~2007
除了标志按本标准所示出外，完全等同。											
SA/EN 10088-2	…	…	×	…	…	…	…	…	…	2005	2005
除了标志、焊接方法再造表面以及试验程度按本标准所示出外，完全等同。											
SA/EN 10216-2	×	…	…	×	×	…	…	…	…	2002+A2：2007	2002+A2：2007
除了标志按本标准所示出外，完全等同。											
SA/EN 10217-1	…	…	×	…	…	…	…	…	…	2002	2002
除了材料、尺寸、标志和焊接方法再造表面按本标准示出外，完全等同。											
SA/GB 713	…	…	…	×	…	…	…	…	…	2008	2008
除了化学成分、标志、控轧和正火要求按本标准所示出外，完全等同。											
SA/IS 2062	…	…	…	×	…	…	…	…	…	2006	2006
除了标志按本标准所示出外，完全等同。											
SA/JIS G3118	×	…	…	…	…	…	…	…	…	2005	2000~2005
除了标志、用TMCP技术生产的钢板、微量元素、力学性能和焊接修补如本标准所示出外，完全等同。附录、补充质量要求不适用。											
SA/JIS G4303	×	…	…	…	…	…	…	…	…	1998	1998
除了标志、力学性能试验如本标准所示出外，完全等同。											
SA/JIS G5504	×	…	…	…	…	…	…	…	…	2005	2005
除了标志和修理按本标准所示出外，完全等同。											
SA/NF A36-215	…	…	…	…	×	…	…	…	…	1997	1997
除了标志、正火轧制、质量和化学成分按本标准所示出外，完全等同。											

注：在本表中是将欧洲标准委员会(CEN)批准标准的年号认作为欧洲标准的出版日期。在标准的正文页面中，这一出版年号以字符"EN"起头示出，而在××EN标准(例如××=BS、NF或DIN)的封面页中出现的出版年号只与每一个欧联盟成员国家的采用年号相应。

强制性附录Ⅲ　材料的多重性标志导则

Ⅲ-100　背景

一个共同的咨询题是询问使用以两个或两个以上的标准（或级别、类别和类型）给材料作标志的许可性，即使有着不同的强度，或即使其中之一并不允许在建造规范的用途中使用。本委员会已在若干“规范解释”(Ⅰ-89-11,ⅡA-92-08,Ⅷ-1-89-269 和Ⅷ-1-89-197)中阐明了这些问题的差异。

Ⅲ-200　导则

各建造规范各自规定了什么材料可以被用在符合各卷规则建造的锅炉、容器和部件上。如果材料满足它作标志的标准，若有文件，则还包括文件的全部要求，并且它满足由建造规范制约的用途的全部要求时，它可以被使用。一般地，建造规范并不阐述用一个以上的标准、级别、类别或类型标志材料的情况，所以提供这些导则来加以澄清。

Ⅲ-210　多重标志的可接受性

双重或多重标志是可以接受的，只要这样标志的材料满足作标志的所有标准、级别、类别或类型的全部要求。

多重标志的级别或标准的全部测定属性和受控属性必须“覆盖”上(例如:化学成分、力学性能、尺寸和公差),并且这样作标志的材料必须呈现属于“覆盖”范围内的量值。更进一步，标准或级别的受控的但不作测定的特性(例如：熔炼操作，热处理和检验)也必须“覆盖”上。

很多标准或级别，在化学成分范围及性能上有一个较大的“覆盖”区。因此，对生产满足一个以上标准、级别、类别或类型材料的材料生产厂来说是通常的事，例如 SA-53 和 SA-106 的某些级别及类别钢；SA-213 的 TP304L 和 TP304；SA-213 的 TP304 和 TP304H；还有 SA-106 的 B 和 C。

Ⅲ-220　禁用的多重标志

如果以两个或两个以上标准标志的材料具有互相不相容的要求时，则双重或多重标志是不能接受的。

这一禁用规定包括的不只是化学成分和性能要求。一个例子是 SA-515 和 SA-516：前者要求冶炼为粗晶粒钢，而后者却要求冶炼为细晶粒钢。另一个例子是：SA-213TP304L 和 TP304H，这两种级别的碳含量范围是不覆盖的。

Ⅲ-230　级别替代

级别替代是不许可的。级别替代发生在以下时间：

(a) 材料含有氮(N)元素以外的一个元素，而该元素是作标志的级别之一未规定的元素；

(b) 材料中含有的该元素的总量符合列入第Ⅱ卷的 A 篇或 B 篇中的某一个标准的另一个级别中的该元素的最低和最高成分极限，不管它是否也是同样标志。

例如：一个材料满足 SA-240 标准的 304 级别的所有成分极限，含有 0.06C 和 0.02N，但同时含有 0.45%的 Ti；因为这一材料的 Ti 含量已符合了 SA-240 标准的 321 级别的要求(Ti 含量大于 5 倍(C+N)的含量,但是小于 0.70),所以这一材料不能作为符合 SA-240 的 304 级别作标志或提供。

而另一个材料若除了 0.35%Ti 外有着相同的成分，则因为其 Ti 含量并不满足对 321 级别的最低含量要求，可以标志为 SA-240 的 304 级别。Ti 的含量只是残余元素。

Ⅲ-240　标志选择

如果材料是以几个标准、级别、类别或类型作了标志，那么，就可使用标志在材料上的任一种材料相称的许用应力、设计应力强度或额定性能，只要该材料标准、级别、类别和类型是由管

辖使用该材料的锅炉、容器或部件的建造规范所许可的。然而，一旦设计者选择了适用的标志（标准、级别、类别、类型等），则设计者就必须使用与选定标志相适应的全部设计值，并且不可与材料所标志的任何其他标准、级别、类别、类型等的值混用和搭配使用。

Ⅲ-250 其他标志

任何其他的标志，例如非 ASME 的或非 ASTM 的材料标准的标志，即使那些标志是对所用建造规范是明确禁止使用的材料也无妨。这就是说，只要一个标志，以及由材料和由建造规范所要求的文件示明了它符合建造规范中那个材料使用上的全部要求，则任何附加的标志都是与争端无关的。

强制性附录Ⅳ　ASME 锅炉及压力容器规范批准采用新材料的准则

(15)

Ⅳ-100　规范的方针

意图得到规范批准的申请通常应是已有认可的国家或国际标准的材料。ASME 锅炉和压力容器(BPV)委员会对于批准材料的方针是，包含在规范卷本里的，只限标准制定机构已发布的标准中包括的材料，这些机构包括但不仅限于：美国石油学会(API)、美国试验材料学会(ASTM)、美国焊接学会(AWS)、加拿大标准协会(CSA)、欧洲标准化委员会(CEN)、日本工业标准(JIS)、澳大利亚标准学会(SAA)和中国标准化委员会(CSC)。

非来自国内或国际组织的材料标准，例如来自材料生产厂/供货商或设备制造厂的材料标准不考虑予以批准。(BPV)委员会只对由发源标准化机构授权了的材料标准的正式申请才予以考虑，且应使用英语和美国习惯的和/或 SI/公制单位。

对于按照 ASTM 或 AWS 以外的经认可的国内或国际标准制造的材料，申请询问者须给标准制定机构一个通知，说明为在 ASME 规范中采用他们的材料标准已向 ASME 提出了申请。并需要该机构授予 ASME 至少复制该标准供规范委员会内部使用的许可，如有可能，最好能翻印该标准。对于其他材料，应向 ASTM、AWS 或经认可的国内或国际标准化机构提交申请，以将新材料纳入到一份能被呈送给 BPV 材料委员会的一份标准中去。

ASME BPV 委员会的方针是只考虑由锅炉、压力容器、运输储罐、核动力厂部件制造厂、建筑工程师或最终用户提出的采用新材料的申请。这些申请应是在按本规范的某一卷的规则建造锅炉、压力容器或核动力厂部件时有理由预期采用的材料。当一个材料级别确实存在于确定的锻制产品形式时，则材料生产厂/供货方可以申请附加锻制产品形式的内容。当一个材料级别确实存在于确定的铸造产品形式时，则材料生产厂/供货方可以申请附加铸造产品形式的内容。

任何有资格的机构向 ASME BPV 委员会申请批准其规范上使用的“新”材料时应意识到，只有 ASME BPV 材料委员会能为建造规范(BPV 规范的第Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅷ和Ⅻ卷以及 B31 标准)规定适当的设计值。

设计值是按照适用的强制性规范条款计算得出的。若申请询问者认为该材料与已经被 ASME BPV 材料委员会批准的某一材料在本质上是相同的，则申请询问者应在其申请里陈述，ASME BPV 材料委员会对此判断做出评估。如果该材料与已经被 ASME BPV 材料委员会批准的某一材料本质上不相同，则申请询问者应提供本准则内提出的所有数据。根据这些数据，ASME BPV 材料委员会将给出适当的设计值。

在批准成为本规范某一卷本包含的新材料之前，该材料可被允许以“规范案例”的形式投入使用。此案例应至少确定使用环境和与其环境联系的必要要求。这就是 ASME BPV 委员会对于那些还没有获得所有工作参数下所有使用经验的材料的批准方针。

Ⅳ-200　申请

申请者应向 BPV 委员会确定以下内容：

(a) 新材料批准编入本规范的哪一卷或哪一卷的哪个分册；

(b) 预期应用的温度范围；

(c) 是否考虑周期运行；

(d) 是否考虑在外压下运行。

申请询问者应说明所有的产品形式、尺寸范围和需要批准材料的标准或标准要求。如果有，申请询问者应提供描述在申请的温度范围内运行经验的资料信息。

Ⅳ-300　化学成分

申请询问者应向 BPV 材料委员会介绍引用标准中规定的化学成分是否适用，或此成分的限

制是否应用于预期用途。当经认可的国内或国际标准化机构规定的成分覆盖范围已经提出申请，但还未获得批准，申请询问者应在申请中说明详细的化学成分。申请询问者应解释此化学成分存在和其限值的原因，及其与金相结构(如：对析出的影响和其形态，晶粒度和相)，热处理效果(如：强化机制和其稳定性)和力学性能的关系。对材料强度、延展性、韧性、可焊性和使用环境下的性能有显著影响的化学成分应被确定。

对呈交资料复审之后，委员会保留修改关键元素允许的成分范围的权利，以便其更加精确地反映呈交的成分范围。

Ⅳ-400 金相结构和热处理

当对获批材料适用时，申请询问者应说明为了符合力学性能要求所预期获得的金相组织，申请中还应充分描述为达到这种（或这些）组织、力学性能及使用环境下的预期性能所采用的热处理（包括冷却速率）。

应提供关于推荐热处理温度范围的说明。表达这种观点时，相变曲线、相变点的信息以及金相中主要相出现的条件（如：持续冷却转变图或时间-温度析出图）将有益于委员会思考。

Ⅳ-500 力学性能

性能试验所采用的试验方法应是此材料标准中或被此材料标准引用的方法，或应为适用的ASTM试验方法，推荐的实用规程，或被认可的国际规范中规定的试验方法。试验方法应在数据包中加以说明。

要求提供使用材料具有代表性的成分、厚度、机械加工和热处理这些关键变量的影响范围的数据。当适用时，最好还能提供揭示会对抗拉强度、韧性和应力断裂行为等性能产生影响的热处理范围的试验数据。对呈交的数据进行考虑之后，委员会保留修改材料标准要求的权利。

Ⅳ-600 数据采集目的用的定义

浇铸批：同一炉浇铸的单一产品。

炉（次）：具有同一化学成分，从单一的最初熔融金属中由经认可的生产工序制造的金属数量。再熔化的铸锭材料不认为是不同炉（次），除非是由不同于其他炉化学成分的熔融金属制造而成。

锻轧批：由作为同一批的、后续进行加工或进行加工及热处理的熔融金属制造的金属数量。不同批可以来自同一炉且制造成不同的产品形式。批的定义有望在适用的材料标准中找到。

Ⅳ-700 取样要求

对于所有的力学性能，要求提供在规定的温度范围，从至少三个炉号的材料中取样且满足适用规范的所有要求的数据。来自申请范围的一种锻轧产品形式的三个炉号的呈交数据，可以被认为适用于具有同样化学成分的所有其他的锻轧产品形式。

对于锻轧材料，特别是通过热处理、成型工序或复合由此提高其力学性能的材料，及其力学性能可以根据其厚度合理预料的其他材料，应提交来自于厚度至少为申请范围的最大厚度75%的材料的一个附加批的数据。如果未给出最大厚度，应提供能够支持试验试样所使用厚度的适用性的资料。

当申请采用铸造产品形式，应提交来自至少三个炉号的同一种铸造产品形式的数据。铸造材料，就算是其名义化学成分与某种被批准的锻造材料相同或非常相近，其仍应被认为是不同的材料。

其他炉号在比此处所述的更小程度上进行试验的附加数据将有益于委员会的思考。

Ⅳ-800 非时间依存性能

对于在室温或高于室温的与时间无关的性能，对于钢，镍合金，钴合金以及铝合金需要的数据包括在室温下的以及除予期最高使用温度不超过100℉（40℃）外，从200℉（100℃）起到比最高预期使用温度高100℉（50℃）范围内每100℉（50℃）温度间隔的最大抗拉强度，0.2%残余变形屈服强度（或材料规范中定义的其他类型屈服强度），断面收缩率（当材料规范中有规定），以及延伸率的值。对于铜合金，钛合金以及锆合金，数据应包括在室温下，150℉（65℃）和200℉（100℃）的，以及每间隔100℉（50℃）的到比最高预期使用温度高出100℉（50℃），除非最高预期使用温度不超过100℉（40℃*）。试验方法应是在ASTM A370，

ASTM A1058，ASTM E8，ASTM E21 或其他相当的国家或国际试验（方法）标准里给出的方法。此外，当在材料标准中有规定时，应提供在室温下的的硬度值，并且应按材料标准中的规定来测定。所提供的数据应按单位（制）表达，并直到表Ⅳ-800-1 示出的有效数字。当材料标准或者应用的建造规范（例如，第Ⅻ卷）允许或者要求采用 0.2%残余变形方法以外的方法来测定屈服强度时，则这些其他屈服强度值也应该报告。

Ⅳ-900　时间依存性能

如果在与时间有关的性能可以控制设计值时申请对温度的批准，则需要提供如以上条目的，从低于性能会随时间变化的温度大约 50°F（25℃）开始，到比最高预期使用温度高 100°F（50℃）的范围内与时间有关的数据。此条款允许存在例外，假如申请询问者能对此种偏离给出适当的辩解。蠕变-断裂试验方法应依据 ASTM E139 或其他相当的国家或国际试验方法标准。

对于与时间有关的试验，应选择连续温度之间的间隔，以满足在所有情况下应力破坏曲线的斜率能得到精确的估计。对于一般的稳定材料（如固溶强化材料），试验的温度间隔应为 100°F（50℃）或以内。当存在由于金相不稳定（如析出强化材料）造成强度降级的可能性，试验的温度间隔应为 50°F（25℃）或以内。所提供的数据应按单位（制）表达，并按表Ⅳ-800-1 中示出的有效数字。

此外，对于某些类型的金属或合金，为了充分反映性能的演变，有必要选择不同的温度间隔。在此情况下，应选择连续试验温度之间的间隔，以满足两个相邻温度在任何给定应力作用下断裂寿命相差不超过 10 倍。需要报告的数据包括应力、温度、断裂时间以及，如可得到，伸长率和/或断面收缩率。有关试验以后的试样外观（如：氧化、颈缩、晶间断裂等）的附加评论，以及照片和显微照片，将有益于分析。

除了以下给出的更长的时间，对于每个规定炉号，每个试验温度的最长断裂时间应超过 10000 小时。对于每个规定炉号的每个试验温度，在选定应力下至少应进行三个附加试验，规定最短的断裂时间不少于 500 小时（如：500 小时、1400 小时和 4000 小时）。

持续时间小于约 500 小时的试验不希望用于持久应力断裂预测。显然，较长的时间和附加试验数据是有益的。在持续的温度下，应选择最好是同样的或接近的两个或两个以上的试验应力。

另一种试验计划偏离之前的叙述，但可望实现总体目标。这尤其适用于强度控制金相组织的稳定性确定的固溶合金。

对于对强度控制金相组织之稳定性的预期不确定或有怀疑的新材料，以及对于合金的较熟悉等级其许用应力扩展到更高温度的用途，而如此其稳定性可能存在质疑的情况，则要求提供或者是超过 30000 小时的蠕变断裂数据，或者是服役的同等经验。基于较短持续时间试验数据的“规范案例”可被批准，但是把材料纳入 BPV 规范某一卷本中可能会延期，直到获得长期蠕变断裂数据或直到获得足够的服役经验，以确信基于现存数据库的作出的推断合理地描述了该材料的长期性能。

应提供至少两个炉号的应力-时间图或最小蠕变速率（MCR）数据，且在每个试验温度下至少有两个试验应力，其中包括至少一个应力产生的 MCR 值小于 3×10^{-4}%/h。如果能确凿证明蠕变速率不控制设计应力，则有关以上要求的蠕变速率数据可以稀疏提供。蠕变速率数据可以在应力开裂试验期间获得，或从附加试样上获得。

Ⅳ-1000　低温性能

如果材料预期在低于室温下使用，应提供在适当温度到预期的最低使用温度范围内的数据。

Ⅳ-1100　韧性数据

应提供建造规范韧性条款预期会被使用到的材料的韧性数据。申请的建造规范应规定试验要求。数据应包括预期最低服役金属温度的试验结果，以及材料期望厚度范围的试验结果。

Ⅳ-1200　应力-应变曲线

如果材料将用于压力载荷（如外部压力）下操作的部件，应提供三个炉号材料的分别在室温到比最大期望温度高 100°F（50℃）温度范围内的应力-应变图（拉力或压力）[①]：工程应力-应变数据（应力相对于应变）应以应力-应变图

以及数字化数据的方式提供，由数字化数据以表格的形式作图，直到1.2%应变。数字化数据应以不大于0.01%应变的间距提供。另外，应报告每个温度下的最小屈服强度②、弹性模量③以及能确定比例极限材料的比例极限。应力-应变图（并非载荷相对于伸长量）应使用ASTM E83规定的B-2级别或更高精确度的伸长计测量。图中应包括标记上单位的栅格线，对于应变，较小的栅格线间距为0.01%，主要的栅格线为0.1%到1.2%应变；对于应力，较小的栅格线间距为0.2ksi（2MPa），主要的栅格线为2.0ksi（20MPa）。

① 在很多应用中，由于大部分材料用于压力载荷下运行部件的用途，委员会推荐提交的支持任何新材料应用的数据包总应包括上述的应力-应变图。

② 此处使用的“最小屈服强度”一词，意指由此准则中别处要求的拉伸数据分析而来的屈服强度值。

③ 弹性模量的值应按照诸如ASTM试验方法E 1876（最新版本）或其他国际等同试验方法中的动态法测定。

Ⅳ-1300 疲劳数据

如材料将用于周期运行使用，且建造规范中预期使用要求明确考虑循环性能，应提供特征试样在超过预期设计温度范围、从10^1到至少10^6周期的疲劳数据。

Ⅳ-1400 物理性能

对于要求的三个炉号中的至少一个炉号，申请者应向BPV材料委员会提供必须足够的数据以建立热膨胀系数、导热率和扩散率、弹性模量、泊松比和密度的值。试验方法应按如下所示：

（a）对于热膨胀系数，按ASTM E 228或ASTM E 831。

（b）对于热传导率和热扩散，按ASTM C177。

（c）对于弹性模量，按ASTM E 1875。

（d）对于泊松比，按ASTM E 1875或按ASTM E 132。

从其他相当的国家或国际标准获得的数据应可以接受，替代上面列出的试验方法。对于热膨胀系数，应报告其瞬时、平均和线性值。对于所有的物理性能数据，应提供至少是超过材料预期使用温度范围的数据。推荐应收集的数据，其温度间隔不要大于100℉（50℃）。如果材料意图用于低于室温的环境，则应提供在低于最低使用温度以下的数据。所提供的数据，应按表Ⅳ-800-1中示出的单位及其有效数字位数来表达。

Ⅳ-1500 对焊缝、焊接接头和可焊性的数据要求

对于在ASME锅炉及压力容器（BPV）建造规范中的焊接构造上使用的新的母材金属，需要下列三种类型的焊接资料信息：可焊性的数据，在非时间依存区域中的强度和韧性数据，以及在时间依存区域中的强度信息。

在非时间依存区域中的可焊性和对强度的数据要求是和韧性数据是锅炉及压力容器（BPV）规范的第Ⅸ卷标准委员会的责任，并且，可以在第Ⅱ卷的C篇，“批准新的焊接和钎焊材料在ASME锅炉及压力容器（BPV）建造规范里的分类的导则”；以及，在第Ⅸ卷的，强制性附录Ⅰ，“对于未列入表QW/QB-422里的母材金属申请P-代号指定的导则”。对于焊缝金属以及焊接接头韧性数据的要求，随材料的类别及其应用而不同，并且，在具有韧性准则的建造规范的卷册——即，第Ⅲ卷，第Ⅷ卷和第Ⅻ卷中找到。

在时间依存区域中使用的新的母材的焊缝和焊接接头数据，则是锅炉及压力容器（BPV）规范的第Ⅱ卷和第Ⅸ卷标准委员会的责任，特别是它的合作者焊接接头强度分委员会。下列焊接信息应由申请询问者提供，以支持对“规范案例”的申请，或者包含新的母材用于高温应用的场合。

（a）当有一个或多个AWS、ASME或相当的熔焊材料的标准和分类适合于新的母材使用，以及当这样的熔焊材料及其焊接工艺能够产生在整个预期使用温度范围内、既有良好的可焊性又具有与母材金属同样或更高的强度时，则不要求时间依存试验数据。更确切地说，相对于要提议的母材金属的许用应力，申请询问者应提交对通常与这些焊接熔焊材料的成分相匹配的、母材金属的时间依存许用应力的表格形式或图表方式的比较。（注意，由于无论是ASME或者任何其他的机构所发布的是对必须使用到的、所有的焊缝金属、或者是对焊接接头用的许用应力，故在这一比较中，对于母材金属的许用应力，作为合理的一次近似，相当于对焊接熔焊材料。在表Ⅳ-1500-1里示出了这样的比较的一个实例。

（b）当没有这样的合适的熔焊材料具有AWS、ASME 或相当的熔焊材料的标准和分类，或者当有必要或者希望使用一个新的，也许名义上匹配的熔焊材料之时，则应该向标准委员会提供如下的信息：

（1）对要使用的熔焊材料规定的每一个元素的化学组成范围。如果化学组成范围与不同的焊接工艺用的、所要使用的熔焊材料不同的话，则应提供对每个焊接工艺合适的熔焊材料的化学组成范围。

（2）对于由打算要与新的母材一起用到的每种焊接工艺的一批熔焊材料焊接而成的焊接接头的蠕变-断裂数据。

（-a）温度间隔取不大于 200℉（100℃）。

（-b）需跨越的温度范围，为：在时间依存性能控制新的母材的许用应力的温度点以上的第一个转变温度起，到高于所申请获得批准的母材的许用应力的最高温度大约 100℉（50℃）。

（-c）按产生断裂的时间分别大约为 1000 小时、2500 小时和 4500 小时，以及超过 6000 小时计算得到的 4 个应力的最小应力上的数据。

（-d）每一个试验条件下的：试验温度，应力，断裂时间，试样尺寸和形状，包括焊缝位置，以及发生断裂的位置（母材、焊缝金属、或热影响区）。

（-e）蠕变断裂数据应与母材金属适用数据的离散带进行比较。

表Ⅳ-1500-1　与这些所选熔焊材料以及申报新母材成分相似的母材金属的许用应力的比较实例

第Ⅱ卷，B 篇中的 Ni 基合金的名义化学成分，%和规定力学性能的比较

级别	Ni	Cr	Fe	Mn	Mo	Co	Al	C	Cu	B	Si	Ti	W	Cb+Ta	极限抗拉强度 ksi(MPa)	屈服强度 ksi(MPa)
N06230	平衡≈53	22	3	0.65	2	5	0.5	0.1	…	…	0.5	…	14	…	110(760)	45(310)
N06600	72min.	15.5	8	0.5	…	…	…	0.1	0.25	…	0.25	…	…	…	80(550)	35(240)
N06617	44	22	1.5	0.5	9	12	1.2	0.1	0.25	0.005	0.5	0.4	…	…	95(665)	35(240)
N06625	58min.	21.5	5	0.5	9	1	0.4	0.1	0.4	…	0.5	0.4	…	3.65	120(827)	60(414)
N06696	平衡≈60	30	4	0.2	2	…	…	0.07	2	…	1.5	0.2	…	…	85(586)	35(240)

第Ⅱ卷，B 篇中的 Ni 基合金的许用应力比较（温度，℉下，ksi，对 N06696 合金估计的）

级别	P-No.	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800
N06230	43	20.9	20.9	20.9	20.9	19.0	15.6	12.9	10.6	9.5	6.7	5.3	4.1	2.9	2.1	1.5	1.1	0.70	0.45
N06600	43	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
N06617	43	21.0	20.9	20.9	20.8	20.7	18.1	14.5	11.2	8.7	6.6	5.1	3.9	3.0	2.3	1.8	1.4	1.1	0.73
N06625	43	26.6	26.4	26.3	26.2	26.1	20.0	15.0	11.6	8.5	6.7	4.9	3.8	2.6	1.9	…	…	…	…
N06696	TBD	17.9	14.1	11.0	8.6	6.7	5.2	4.1	3.2	2.4	1.8	1.4	1.1	0.76	0.59	0.47	0.37	0.29	0.23

第Ⅱ卷，B 篇中的 Ni 基合金的许用应力比较（温度，℃下，MPa，对 N06696 合金估计的）

级别	P-No.	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
N06230	43	194	194	151	102	75.5	50.4	32.9	18.4	10.2	5.2	2.4
N06600	43	79.7	40.1	19.0	13.8	…	…	…	…	…	…	…
N06617	43	108	106	106	105	81.0	50.4	31.3	19.4	12.3	7.5	…
N06625	43	184	182	178	136	84.3	50.2	30.3	16.5	…	…	…
N06696	TBD	139	87.0	55.6	35.5	22.8	13.9	9.0	4.9	3.2	2.1	1.4

通注：本例中，申报的新母材金属是 N06696 合金。

Ⅳ-1600　长期性能稳定性

对于新材料，尤其是热处理或变形过程或这些的组合会对蠕变断裂产生影响的新材料，了解组织稳定特性和长期暴露于工作温度下性能的稳定程度是至关重要的。当所暴露于服役的特定温度范围，或制造热处理的特定温度范围，冷却速率，机械加工和热加工联合进行导致决定蠕变断裂性能的金相组织产生明显变化时，这些情况应向 BPV 委员会提请重视。

Ⅳ-1700　对补充数据的要求

（BPV）委员会可能要求补充数据，包括想采用的建造规范中没有明确论述到的性能或材料特

性数据。

Ⅳ-1800 新材料核对单

为了帮助那些希望材料被规范纳入或扩充已有材料的申请者,(BPV)委员会制定了下列对于每一份申请应提交的一些项目的核对单。当研究新材料预期用途时,委员会保留要求申请询向者提交如上所示的某些材料特性的具体数据的权利。

(a) 是否已提交合格的申请询问者申请?

(b) 是申请修改现有的规范要求还是申请作为规范案例?

(c) 申请把新材料纳入标准的信件是否已提交 ASTM 或 AWS? 或者该材料是否已经被认可的国内或国际机构颁布的标准涵盖,且已经提供了英文版本?

(d) 建造规范,如适用,适用于哪一分卷,哪一册,哪一部分(篇)是否已经确定?

(e) 是否已确定产品形式、尺寸范围和适用标准?

(f) 使用温度范围(最大/最小)是否已经确定?

(g) 是否已提交化学成分及规定了相关要求?

(h) 是否已提交金相组织和热处理要求?

(i) 是否已提交力学性能数据[对于适当产品形式和尺寸的三个炉号,从室温到比最高预期使用温度高 100℉(50℃)范围内每 100℉(50℃)温度间隔的最终抗拉强度、屈服强度、断面收缩率和伸长率]?

(j) 如果要求所包括温度高于与时间依存性能开始控制设计值的温度,是否已提交母材和焊接接头的适用的与时间有关的性能数据?

(k) 如果要求低于室温下使用的材料的较高许用应力,是否已提交适用的低于室温的力学性能数据?

(l) 是否已确定建造规范要求的韧性考虑及是否已提交合适的性能数据?

(m) 是否已提交为建立外压线图用的应力-应变曲线?

(n) 如申请建造规范用途规定周期运行考虑,是否已提交适合的疲劳数据?

(o) 是否已提交物理性能数据(热膨胀系数导热率和扩散率、弹性模量、泊松比和密度)?

(p) 是否已确定焊接要求,以及已提交焊缝金属和焊接接头数据?

(q) 是否已确定加工程序对材料性能的接头影响?

Ⅳ-1900 对被认可的国内或国际机构标准的要求

接纳的材料标准以出版日期或版本来识别。被批准的最新版本将标志出 ASME 规范的副标题。最后,被接纳的之前的版本将将收在第Ⅱ卷的 A 篇和 B 篇里。在申请要纳入的材料标准之中,作为必须包括的最低要求的项目有:国内或国际机构的名称,适用范围,引用标准,冶炼方法,制造,交货状态,热处理,化学成分和拉伸性能要求,成型性能,试验方法标准和要求,工艺质量,表面质量,标记,检查和拒收。

Ⅳ-2000 被认可的国家或国际机构标准的出版

原机构允许 ASME 出版的标准将在第Ⅱ卷的 A 篇和 B 篇里发布。原机构不允许 ASME 出版的标准将在第Ⅱ卷的 A 篇和 B 篇的封面页上注明。获得这些引用标准的复印件的信息将保存在这些篇里。对材料标准的增加或删除将在标准的副标题和第Ⅱ卷 A 篇和 B 篇的表Ⅱ-200-1 或表Ⅱ-200-2 中注明。

Ⅳ-2100 CEN 规范

欧洲标准被 CEN 作为 EN 标准以三种官方语言(英语,法语和德语)采用。CEN 采用后,EN 标准应以国家标准的状态,在各 CEN 成员国里适用。在此过程中:

(a) EN 标准正文应保持不变,应被 CEN 采纳包括。

(b) 将增加的国内的前言和/或附录,包括一定的国内惯例,但不应与 EN 标准相抵触。

(c) 前缀××(例如:××=英国的 BS,法国的 NF,德国的 DIN)增加到 EN 标准的标准号中(例如:BS EN10028-1 或 NF EN10028-1)。

(d) 作为国家标准的采用日期将不同于 EN 标准的采用日期,且一个国家将不同于另一个国家。

纸质或电子版拷贝件仅能从××EN 的欧洲国家标准化机构处获得(CEN 并不出售标准)。因此,为保持引用系统内的一致性和同质性,相应 ASME 标准副标题中的陈述将仅参照无任何前缀和 CEN 批准日期的 EN 标准号。ASME 规范不采用的国内部分也将在封面页上提及。

表Ⅳ-800-1　ASTM 试验方法和提交报告用单位

ASTM 标准号	标题	性能	US 习惯单位	英制有效数字	公制单位	公制有效数字
A370	钢制品力学性能用标准试验方法和定义	抗拉强度和屈服强度	ksi	3	…	…
A1058	钢制品力学性能用标准试验方法—公制	抗拉强度和屈服强度	…	…	MPa	3
C177	通过‘监视—热平板’装置测定稳态热流量和热传导特性的标准试验方法	热导率	Btu/hr-ft-℉	3 除了对 $x<10$,取 2	W/m×℃	4 除了对 $x<100$,取 3
		热扩散系数	ft^2/hr	3	$(m^2/sec)\times10^{-6}$	4,除了对 $x<10$ 外,取 3
E8	金属材料拉伸试验用标准试验方法	抗拉强度和屈服强度	ksi	3	MPa	3
		密度	$lb/in.^3$	3	kg/m^3	4
E21	金属材料高温拉伸试验用标准试验方法	抗拉强度和屈服强度	ksi	3	MPa	3
E132	测定室温下泊松比的标准试验方法	泊松比	…	2	…	2
E139	金属材料进行蠕变、蠕变断裂及应力断裂试验用标准试验方法	断裂时间	hr	5	h	5
E228	用推杆膨胀计测定固体材料线性膨胀系数的标准试验方法	瞬时系数	$(in./in./℉)\times10^{-6}$	3,除了对 $x<10$,取 2	$(mm/mm/℃)\times10^{-6}$	3,除了对 $x<10$,取 2
		平均线性系数	$(in./in./℉)\times10^{-6}$		$(mm/mm/℃)\times10^{-6}$	
		线性系数	in./100ft		mm/m	
E831	用热机械分析测定固体材料线性膨胀系数的标准试验方法	瞬时系数	$(in./in./℉)\times10^{-6}$	3,除了对 $x<10$,取 2	$(mm/mm/℃)\times10^{-6}$	3,除了对 $x<10$,取 2
		平均线性系数	$(in./in./℉)\times10^{-6}$		$(mm/mm/℃)\times10^{-6}$	
		线性系数	in./100ft		mm/m	
E1875	用声波共振测定动力杨氏模量、剪切模量和泊松比的标准试验方法	弹性模量	$psi\times10^6$	3	$MPa\times10^3$	3

非强制性附录
附录 A　标准来源

本附录提供了获得下列各标准英文版正式复制件的信息，对于这些标准的引用，ASME 尚未得到原出版机构的许可。

标准类型	标准机构	联系信息
AS	澳大利亚标准有限公司（澳大利亚标准协会）	286 Sussex Street, Sidney, NSW 2000, Australia Gpo Box 476, Sydney, NSW, 2001 Tel: +61 2 8206 6010 Fax: +61 2 8206 6020 www. standards. org. au
BS	英国标准研究所	389 Chiswick High Road, GB-London W4 4AL, Great Britain Tel: +44 208 996 90 00 Fax: +44 208 996 74 00 www. bsi-global. com
CSA	加拿大标准协会	5060 Spetrum Way, Mississauga, Ontario, Canada L4W 5N6 Tel: 416-747-400 Fax: 416-747-2675 www. csa. ca
DIN	德国 fur Normung e. V 研究所	Burggrafenstrasse 6, 10787 Berlin, Germany Tel: +49 30 2601 1112 Fax: +49 30 2601 1263 www. din. de
EN	欧洲标准化会议的任何一个成员国（CEN）	CEN 成员名单可由 www. cenorm. be 获得，标准可直接从名单所列的任何 CEN 成员处获得。
GB	中国锅炉及压力容器标准化委员会*	No. 24 Xiaoguan Street Anwai Chaoyang District Beijing, China 10029 Tel: +86 10 644 15759 Fax: +86 10 644 15749
IS	印度标准局	Manak Bhawan, 9, Bahadur Shah Zafar Marg New Delhi 1 10002, India Tel: +91 11 323 97 91 Fax: +91 11 323 93 99 www. bis. org . in
JIS	日本标准学会	Customer Servic3e Division, 4-1-24, Akasaka, Minato-ku Tokyo 107-8440, Japan Tel: +81 3 3583 8002 Fax: +81 3 3583 0462 www. jsa. or. jp/default-english asp
NBN	比利时标准化研究院	Avenue de la brabanconne 29, Brabanconnel 29 B-1000 Bruxelles/Brussel, Belgium Tel: +32 2 738 01 11 Fax: +32 2 733 42 64 www. ibn. be

续表

标准类型	标准机构	联系信息
NF	法国标准化协会	11 Avenue Francis de Pressense F-93571 Saint-Denis La Plaine Cedex, France Tel:+33 1 41 62 80 00 Fax. :+33 1 49 17 90 00 www. afnor. org
ÖNORM	标准化学会(奥地利)	Heinestraβe 38, A-1020 Wien, Austria Tel:+43 1 213 00 Fax:+43 1 213 00 650 www. on-norm. at
SAC	中国标准化研究院	4 Zhichun Road, Haidian District, Beijing 100088, China Tel:+86 10 62000675 Fax:+86 10 62033737 www. sac. gov. cn

* 中国锅炉及压力容器标准化委员会已迁新址:
北京朝阳区和平街西苑 2 号楼 D 座三层(100013),
电话:010-59068953,传真:010-59068929。——译注

ASME锅炉及压力容器规范 第Ⅱ卷,A篇
第63卷 条款解释

过去,锅炉及压力容器的条款解释是在每年的1月和7月发布在http://cstools.asme.org/interpretations.cfm网页上。在2015版规范中,前二个年份中所发布的条款解释都包括在相应的规范卷册中。对第Ⅲ卷第1,2册和第Ⅲ卷附录的条款解释则包括在NCA分卷中。

2015版以后,条款解释将不再包括在规范版本中;而是将实时发布在ASME的条款解释数据库中,其网页地址为http://go.asme.org/interpretations。以往发布的BPVC条款解释也可以在此数据库中找到。

第63卷条款解释包括在2015版规范的更新服务中。

卷册	63卷
Ⅰ	7/15
Ⅱ-A	7/15
Ⅱ-B	…
Ⅱ-C	…
Ⅱ-D(US习惯单位)	7/15
Ⅱ-D(公制)	7/15
Ⅲ-NCA	7/15
Ⅲ-3	7/15
Ⅲ-5	7/15
Ⅳ	7/15
Ⅴ	7/15
Ⅵ	…
Ⅶ	…
Ⅷ-1	7/15
Ⅷ-2	7/15
Ⅷ-3	7/15
Ⅸ	7/15
Ⅹ	7/15
Ⅺ	7/15
Ⅻ	…

第 63 卷条款解释—第Ⅱ卷，A 篇

对 2013 年 1 月 1 日到 2014 年 12 月 31 日期间技术咨询的答复

前　言

总说明

本出版物包括在上面所示出的日期内，由 ASME 委员会工作人员作为 ASME 锅炉及压力容器委员会的代表，就有关 ASME 锅炉及压力容器规范条款解释的询问请求而发布的所有书面解释。其内容还包括列出对纳入各卷中的条款解释的题目。

除了为了做到更为清晰的目的所作少量的印刷上及编辑性的修改外，这些条款解释均逐字逐句地取自技术咨询原来的文字。在某些情况下，对已发布条款解释的审查表明，需要对技术咨询的实质内容进行修订。在这种情况下，修改了的条款解释用原先的条款解释编号加上后缀字母“R”示出，并且，对原先的文件编号加注上一个星号标记。随着在示出日期内发布的这些修改了的条款解释，新的条款解释及对它们的修改是按年代顺序排列的“条款解释”命名编号。适用于规范一个卷以上的条款解释随涉及的每一卷的条款解释发布。

当有或者如果可得到询问者认为可能会影响条款解释的附加信息时，ASME 的工作程序规定将重新考虑这些条款解释。进一步，为某一条款解释而受困惑的个人还可以向有管辖权的委员会或分委员会提出上诉。如在规范条件中的政策声明所述，美国机械工程学会（ASME）不对任何项目、结构、专利器利或活动进行“批准”、“授证”、“定级”或“认可”。

条款解释适用于在发布该条款解释有效期内的规范版本及增补，或在该条款解释中所述的版本及增补。对于规范随后所做的修订有可能会取代条款解释。

对于向 ASME 锅炉及压力容器委员会提出技术询问的准备工作的详细指示，请见卷首前面部分。

题目和数码索引

为了帮助使用者按其题目内容或按在规范里的位置寻找到有关条款解释，已准备了题目和数码索引（如果适用）表。它们包括第 12 卷起到本卷条款解释在内，且将随每一卷条款解释更新。

题　目	解释	文件号
SA-479/SA-479M 标准，316 型，产品标志和合格证书要求（2010 版，2011 增补）	Ⅱ-A-13-06	12-1281
SA-182/SA-182M 标准中的锻件的合格证书（2013 版）	Ⅱ-A-15-08	14-694
SA-182/SA-182M 标准中的 1.2 条（2001 版，2002 增补）	Ⅱ-A-13-10	02-3655
SA-20/SA-20M（2013 版），SA-263 和 SA-264 只用作腐蚀裕量用的复合钢板的拉伸试样厚度	Ⅱ-A-15-10	14-1211
SA-36/SA-36M（1998 版），成品分析要求	Ⅱ-A-15-01	14-682
SA-182/SA-182M（2013 版），锻件的最大硬度限制	Ⅱ-A-15-09	14-695
SA-182/SA-182M 和 SA-479/SA-479M 要求（2010 版，2011 增补）	Ⅱ-A-13-11	13-838
SA-210/SA-210M 和 SA-450/SA-450M，硬度要求（2007 版）	Ⅱ-A-13-05	07-1761
SA-240/SB-688（2013 版），双重合格验收材料	Ⅱ-A-15-05	14-280
SA-266/SA-266M，第 8 节，力学性能（2010 版，2011 增补）	Ⅱ-A-13-03	11-1941
SA-372/SA-372M（2010 版，2011 增补），要求	Ⅱ-A-15-03	11-2042

续表

题　目	解释	文件号
SA-450/SA-450M,产品标志要求(2007版)	II-A-13-09	08-73
SA-450/SA-450M,要求(2010版,2011增补)	II-A-13-12	13-1357
SA-479/SA-479M,试验要求(2010版)	II-A-13-07	13-837
SA-480/SA-480M,表A1.1(2013版)	II-A-15-02	13-2211
SA-815/SA-815M,要求(2007版)	II-A-13-08	13-1358
表II-200-1,其他许用的ASTM版本(2013版)	II-A-15-06	14-660
钢板的试件位置(2013版)	II-A-15-07	14-693
SA-182 F304L级钢的最小拉伸强度值适用的标准(2010版)	II-A-15-04	13-1838
SA-268/SA-268M标准适用的最大外径(2010版,2011增补)	II-A-13-04	12-793

条款解释:II-A-13-03

题目:SA-266/SA-266M,第8节,力学性能(2010版,2011增补)

发布日期:2013.3.4

文件号:11-1941

询问:当由同一炉并且在相同的热处理装料的钢,制造不同形状的SA-266/SA-266M锻件时,一个拉伸试样是否就足以代表这些不同的形状?

答复:可以,如若在锻造锻件的时候,每一单个锻件的重量小于等于5000 lb的话。

条款解释:II-A-13-04

题目:SA-268/SA-268M的使用,关于最大外径(2010版,2011增补)

发布日期:2013.3.4

文件号:12-793

询问:SA-268/SA-268M表6是否限制了该标准的使用,而只限于这个表(表6)所包括的规格尺寸?

答复:不限制。

条款解释:II-A-13-05

题目:SA-210/SA-210M和SA-450/SA-450M,硬度要求(2007版),

发布日期:2013.10.25

文件号:07-1761

询问:SA-450/SA-450M标准21.6条的要求是否适用于带旋锻缩口的管子?

答复:适用

条款解释:II-A-13-06

题目:SA-479/SA-479M标准,316型,产品标志和合格证书要求(2010版,2011增补)

发布日期:2013.10.25

文件号:12-1281

询问:对它的状态未按SA-484/SA-484M的18.1.1条和SA-479/SA-479M的11.1.1.2和11.1.1.3条的要求作标记的SA-479/SA-479M 316型棒材,是否可以仅按照材料的试验报告里报告的力学性能,被验证作为SA-479/SA-479M标准,316型的应变硬化处理状态的基材?

答复:不可以。

条款解释:II-A-13-07

题目:SA-479/SA-479M,试验要求(2010版)

发布日期:2013.10.25

文件号:13-837

询问:当SA-479/SA-479M标准4.1.1(2)条中的固溶退火的替代方法要求被用于随后需要做应变硬化的级别(钢)的固溶退火时,是否适用SA-479/SA-479M标准9.1条中的腐蚀试验要求?

答复:适用。

条款解释:II-A-13-08

题目:SA-815/SA-815M,要求(2007版)

发布日期：2013.11.5
文件号：13-1358

询问：当一个管接头的端部是按照 5.14 条的要求、作为焊缝金属整圈地焊接加在直的无缝管道段上时，这个管配件是否可以认作为是无缝的管配件？

答复：不可以，5.14.1，5.14.2 和 5.14.3 条规定了焊接产品的 WP-W，WP-WX 和 WP-WU 的分类。见 1.1.1 条。

条款解释：Ⅱ-A-13-09

题目：SA-450/SA-450M，产品标志要求（2007 版），
发布日期：2013.8.9
文件号：08-73

询问：直径小于 1.25 in.（31.8 mm）的任意长度的管子制品，以及长度小于 3 ft（1 m）的任意直径的管子制品是否可以免除做单个工件的标志？

答复：可以，符合其中任何一个准则的管子制品可以免除做单个工件的标志，产品标志可以标记在一个系着在容纳管子的捆扎件或者包装箱上的标签（牌）上。

条款解释：Ⅱ-A-13-10

题目：SA-182/SA-182M 标准中的 1.2 条（2001 版，2002 增补）
发布日期：2014.1.29
文件号：02-3655

询问：按照 SA-182/SA-182M 标准生产的产品是否限制最大重量为 10000 lb（4540 kg）？

答复：是的。

条款解释：Ⅱ-A-13-11

题目：SA-182/SA-182M 和 SA-479/SA-479M，要求（2010 版，2011 增补）
发布日期：2014.1.29
文件号：13-838

询问：直接用 SA-479/SA-479M 标准的棒材坯料机加工而成的，符合 SA-182/SA-182M 的直管状圆筒形管配件，是否允许把这样的管配件按 SA-479/SA-479M 标准合格验收？

答复：不允许。这样的管配件应按照 SA-182/SA-182M 合格验收。

条款解释：Ⅱ-A-13-12

题目：SA-450/SA-450M，要求（2010 版，2011 增补），
发布日期：2014.1.29
文件号：13-1357

询问：SA-450/SA-450M 标准的 10.1 和 10.2 条是否要求用机加工的方法来除去 ERW（电阻焊）管子的内壁的焊瘤或飞溅？

答复：是的。

条款解释：Ⅱ-A-15-01

题目：SA-36/SA-36M（1998 版），成品分析要求
发布日期：2014.7.9
文件号：14-682

询问：SA-36/SA-36M 的 7.2 条的条文含义是指做成品分析乃是强制性的要求吗？

答复：不是的。

条款解释：Ⅱ-A-15-02

题目：SA-480/SA-480M，表 A1.1（2013 版）
发布日期：2014.8.16
文件号：13-2211

询问：对于最大钨（W）含量大于 2.00% 的级别，SA-480/SA-480M 标准中的表 A1.1 对于钨（W）元素的成品分析偏差，是否与 SA-484/SA-484M，表 1 中所示出的钨（W）含量相同吗？

答复：是的。

条款解释：Ⅱ-A-15-03

题目：SA-372/SA-372M（2010 版，2011 增补），要求

发布日期：2014.8.16
文件号：11-2042

询问：SA-372/SA-372M 标准是否允许带有采用除深拉成型，旋压或缩口外的方法加工而成的端部的直的圆筒形（锻件），按照该标准合格验收？

答复：不允许，见 SA-372/SA-372M 标准的 4.2.1 条。

条款解释：II-A-15-04

题目：SA-182 F304L 级钢的最小拉伸强度值适用的厚度（2010 版）
发布日期：2014.8.16
文件号：13-1838

询问：当 SA-182 F304L（级钢）的厚度在 125mm 和 130mm 之间时，如若 F304L 的最小拉伸强度值为 450 MPa，问是否许可？

答复：不可以。

注：此则条款解释还出现在 II-D-M-15-01 中。

条款解释：II-A-15-05

题目：SA-240/SB-688（2013 版），双重合格验收材料
发布日期：2014.8.16
文件号：14-280

询问：合格验收为 SA-240/SA-240M 标准的 UNS N08367 的材料，可否被双重合格验收为 SB-688 标准的 UNS N08367（级钢）？

答复：可以，如若它满足 SB-688 标准的所有的要求。

条款解释：II-A-15-06

题目：表 II-200-1，其他许用的 ASTM 版本（2013 版）
发布日期：2014.8.16
文件号：14-660

询问：如果按照 ASTM（标准）版本生产的材料并未包括在“其他许用的版本”所列出的范围内的话，它是否允许用于规范建造上？

答复：允许，见第 II 卷，A 篇的表 II-200-1 以及（附录）II-300 一节。

条款解释：II-A-15-07

题目：钢板的试件位置（2013 版）
发布日期：2014.8.16
文件号：14-693

询问：（1）SA-387/SA-387M 或 SA-542/SA-542M 标准的 S53 补充要求，可否被用作为钢材制造厂的可选项，而无需采购方的批准？

答复（1）：不可以。

询问（2）：SA-387/SA-387M 或 SA-542/SA-542M 标准的 S53 补充要求，可否被用于由 SA-20/SA-20M 引用到的其他钢板标准？

答复（2）：不可以。

条款解释：II-A-15-08

题目：SA-182/SA-182M 标准中的锻件的合格证书（2013 版）
发布日期：2014.8.16
文件号：14-694

询问：符合 2013 版的 SA-182/SA-182M 标准的锻件，是否要求以载明了材料标准的所有要求都已符合的材料试验报告予以合格验收？

答复：是的，见 SA-182/SA-182M 标准的 18.2 条。

条款解释：II-A-15-09

题目：SA-182/SA-182M（2013 版），锻件的最大硬度限制
发布日期：2014.8.16
文件号：14-695

询问：当订购的是正火加回火、或淬火加回火状态的 SA-182/SA-182M 的 F11 级、1 类钢的锻件时，表 3 中的最大硬度限制是否可以免除？

答复：不可以。

条款解释：Ⅱ-A-15-10

题目：SA-20/SA-20M（2013 版），只用作腐蚀裕量用的 SA-263 和 SA-264 复合钢板的拉伸试样厚度

发布日期：2014.10.27

文件号：14-1211

询问：对于按照 SA-263 和 SA-264 标准订购的复合钢板，如若复合层只是用于腐蚀裕量的话，那么，对于复合厚度在 20mm 到 38mm 范围内的复合钢板，可否使用 SA-20/SA-20M 标准的直径为 12.5mm 的圆形拉伸试样？

答复：不可以，见 20/SA-20M 标准的 1.7 条（的规定）。