

(内部资料)

美国材料与试验
学会标准(ASTM)

ASTM A213/A213M-2004

无缝铁素体和奥氏体合金钢锅炉管、过热器管
和热交换器管标准规范

Standard Specification for Seamless Ferritic and
Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater,
and Heat-Exchanger Tubes



北京北方资讯服务中心

目 录

1 适用范围	(1)
2 引用标准	(1)
3 术语	(1)
4 订货需知	(1)
5 一般要求	(2)
6 材料和制造	(2)
7 化学成分	(3)
8 晶粒尺寸	(3)
9 机械性能	(3)
10 水压试验或非破坏性电测试验	(3)
11 成型操作	(3)
12 表面状态	(6)
13 取样	(6)
14 产品标志	(9)
15 关键词	(9)
补充要求	(10)
变更提要	(11)

无缝铁素体和奥氏体合金钢锅炉管、 过热器管和热交换器管标准规范^①

本标准以固定的标准号 A213/A213M 出版;紧跟标准号之后的号码表示原来采用的年代号或最新修订标准的年代号(在标准修订版情况下)。带括号的数字表示最新认可的年代号。上标的希腊字母(ε)表示上次修订或上次重新认可以来的编辑变更。

本标准业经国防部代理机构批准使用。

1 适用范围*

1.1 本标准^②适用于最小壁厚的无缝铁素体和奥氏体钢锅炉管、过热器管和热交换器管,其级别或牌号为 T5、TP304 等等。这些钢种分别列于表 1 和表 2 中。

1.2 在钢的级别中,含有字母 H 的级别,其化学成分等性能要求与同类级别但不包含字母 H 的那些级别不同。这些不同要求,对没有不同要求的同级别钢种而言,其所提供的蠕变——断裂强度比其正常达到的要高。

1.3 通常按本标准提供的管子尺寸和厚度为:内径 $\frac{1}{8}$ in(3.2mm)到外径 5in(127mm);最小壁厚 0.015~0.0500in(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-磅为单位或以 SI(国际单位制)为单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示的数值列于括号之内。由于两种单位制表示的数值并不完全相等,因此应必须单独分别采用每一种单位制。因两种单位制的混合使用,可能导致与本标准的不一致。如果不是在定货单中规定使用本标准中的“M”标志,则应采用英寸-磅单位制。

^① 本规范属于 ASTM《钢、不锈钢及相关合金》委员会管辖,并属《不锈钢及合金钢管状产品》A01.10 分委员会的直接职责。

通行版本于 2004 年 3 月 1 日通过。2004 年 4 月颁布发行。原版本于 1939 年通过,2003 年批准的早先最新版本号为 A213/A213M-03C。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准^③

A262 奥氏体不锈钢耐晶间腐蚀性测定方法
A941 与钢、不锈钢、合金及铁合金有关的术语

A1016/A1016M 铁素体合金钢、奥氏体合金钢及不锈钢钢管的一般要求

E112 测定金属平均晶粒大小的方法

E527 金属及合金编号方法(UNS)

2.2 其他标准

SAE-J1086 金属及合金编号方法(UNS)^④

3 术语

3.1 定义 标准中所使用的术语的定义见 A941。

4 订货需知

4.1 规定关于本标准的产品必需的所有要求应由用户负责。所考虑的这些要求包括以下内容(但不受以下内容的局限):

4.1.1 数量(英尺、米或根数)。

^② 对于 ASME 锅炉及压力容器规范应用,见该规范第 II 部分中的相关技术条件 SA-213。

^③ 关于引用的 ASTM 标准,请访问 ASTM 网站 www.astm.org,或者直接发邮件到 ASTM 用户服务部 Service@astm.org。关于 ASTM 标准年鉴请参看 ASTM 站点上的标准文献网页。

* 变更提要章节登载在本标准之后。

^④ 可从美国汽车工程师学会(SAE)获得。400 公共资源沃伦戴尔博士 PA15096-0001。

- 4.1.2 材料名称(无缝管)。
- 4.1.3 级别或牌号(表 1 和表 2)。
- 4.1.4 加工状态(热轧或冷拔)。
- 4.1.5 控制的金相组织特征(见 6.3 节)。
- 4.1.6 尺寸(外径和最小壁厚)。
- 4.1.7 长度(定尺或不定尺)。
- 4.1.8 水压试验或非破坏性电测试验(见 10.1 节)。
- 4.1.9 标准号和出版年代。
- 4.1.10 特殊要求和任意选用的补充要求。

5 一般要求

5.1 按本标准提供的产品,应符合标准 A 1016/A1016M 的要求,包括在定货单中所指定的任何补充要求。如不能遵守 A1016/A1016M 标准的一般要求,就会造成与本标准的不一致。万一本标与 A 1016/A1016M 标准之间的要求发生矛盾,则应以本标准为主。

6 材料和制造

6.1 制造和状态 管子应采用无缝工艺制造,并按规定要求可为热轧或冷拔。级别为 TP 347 HFG 的管子应为冷拔。

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经再次加热按表3规定的要求做热处理。除了热成形加热外,热处理应分别地进行。

6.2.2 奥氏体不锈钢 所有奥氏体不锈钢钢管应在热处理状态下供货,应按表 3 的规定要求进行热处理。管子热成形后当温度不低于所规定的最低固溶化处理温度时,管子要立即交替地逐根放在水中淬火,或者用其他方法快速冷却。

6.3 如果需要任何要控制的金相组织特征,则应在定货中给予规定以作为最合适热处理的一个指南。

表 1 低合金钢的化学成分极限, %^A

级别	UNS 编号	成分, %														
		碳	锰	磷	硫	硅	镍	铬	钼	钒	硼	铌	氮	铝	钨	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	K41545	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 4xC-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	...	...	...	...	...	...	...
T22	K21590	0.05-0.15	0.30-0.60	0.025	0.025	0.50-1.00	...	1.90-2.60	0.87-1.13	...	...	...	...	...	...	...
T23	K40712	0.04-0.10	0.10-0.60	0.030	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	...	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
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	...	0.06-0.1	0.030-0.070	0.04	...	...
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	0.04	1.5-2.00	...
T122	K91271	0.07-0.14	0.70	0.020	0.010	0.50	0.50	10.0-12.5	0.25-0.60	0.15-0.30	0.0005-0.005	0.04-0.10	0.040-0.100	0.04	1.50-2.50	Cu 0.30-1.70
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	0.04	0.90-1.10	...

^A所有数值除非指明范围或最小值的均为最大值。当本表中出现省略符号(…)时没有要求,则用不着测定或做化学元素分析报告。

^B允许定购 T2 和 T12 的硫含量值最大为 0.045。见 14.3 节

7 化学成分

7.1 成分要求

7.1.1 合金钢应符合表1中所规定的化学成分要求。

7.1.2 不锈钢应符合表2中所规定的化学成分要求。

7.2 产品分析

7.2.1 应从每炉中的一个钢坯或一根管子做一次分析,由此测定的化学成分应符合所规定的要求。

7.2.2 若原始的产品分析试验不合格,应外加两个钢坯或管子进行复试。对有疑问的元素,进行两次复试结果都应满足标准的要求,否则该炉或该批(如13章所描述)中所有剩余材料应拒收,或者生产厂愿意,可对每一钢坯或每根管子单独地做验收试验。凡不符合标准要求的钢坯或管子应拒收。

8 晶粒尺寸

8.1 按表3的规定。晶粒根据 E 112 试验方法测定。

8.2 证明符合8.1节要求的晶粒尺寸测定,应从一批中的一个成品管的一端上进行。见 13.1 节。

9 机械性能

9.1 拉伸要求

9.1.1 材料应符合表4所规定的拉伸性能要求。

9.1.2 表5列出壁厚每减薄 $\frac{1}{32}$ in(0.8mm)时计算的最小伸长率值。当壁厚处于表5所列的两值间时,最小伸长率的值由下列公式确定:

对于级别为 T23、T24、T91、T92、T122、T911 及 S44400 者, $E = 32t + 10.00$ [$E = 1.25t + 10.00$]。

对于所有其他铁素体合金级别者, $E = 48t + 15.00$ [$E = 1.8t + 15.00$]。

上列公式中:

E = 标距 2 in(50mm)的伸长率, %;

t = 试样的实际厚度, in(mm)。

9.1.3 应在批量不超过50根管子的一根管子试样上做一个拉伸试验。对批量超过50根的管子,应从两根管子的试样上各做拉伸试验。见 13.2 节。

9.2 硬度要求

9.2.1 材料应符合表4中所规定的硬度要求。见 13.2 节。

9.2.2 应从每批中的两根管子的试样上做布氏硬度、维氏硬度或洛氏硬度试验。见 13.2 节。

9.3 压扁试验 应从每批中的一根成品管两端的试样上各做一个压扁试验,但不是用来做扩口试验的那一根管子。见 13.1 节。

9.4 扩口试验 应从每批中的一根成品管两端的试样上各做一个扩口试验,但不是用来做压扁试验的那一根管子。见 13.1 节。

9.5 机械性能要求不适用于内径小于 $\frac{1}{8}$ in(3.2mm)或壁厚小于0.015 in(0.4mm)的管子。

10 水压试验或非破坏性电测试验

10.1 每一根管子均应经受非破坏性电测试验或水压试验。所采用的试验类型由生产厂任选,除非定货单中另有规定。

11 成型操作

11.1 插入锅炉或管板内的管子,应能承受胀接和卷边而不产生裂纹或裂痕。过热器管当在正确操作时,应能承受应用上必须的所有锻造、焊接和弯管操作而不出现缺陷。见注1。

注1:本标准所涉及的某些铁素体钢,如它们在临界温度以上迅速冷却将会硬化。有些会空气硬化,即在空气中当从高温冷却时会变成硬化到不合乎需要的程度,特别是对于含铬量为4%及较高的铬钢。因此,涉及加热这些钢,当其高于它们临界温度的操作工序(诸如焊接、卷边和热弯等)应紧接着给予合适的热处理。

表 2 奥氏体及铁素体不锈钢的化学成分极限, %^A

级别	UNS 编号	成分											
		碳	锰	磷	硫	硅	铬	镍	钼	氮 ^B	铌	钛	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	...	.025	...	...	...
XM-19 C	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
	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
C	S25700	0.02	2.00	0.025	0.010	6.5-8.0	8.0-11.5	22.0-25.0	0.50	...	...	...	V 0.15-0.40
	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	...	...	...	...
TP304	S30403	0.035 ^P	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-12.0	...	...	...	...	...
TP304H C	S30409	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	...	...	...	...
	S30132	0.07-0.13	0.50	0.045	0.030	0.03	17.0-19.0	7.5-10.5	...	0.05-0.12	0.20-0.60	...	Al 0.003-0.035
TP304N C	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	0.10-0.16	...	...	...
	S30453	0.035 ^P	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	0.10-0.16	...	...	...
C	S30615	0.016-0.24	2.00	0.030	0.030	3.2-4.0	17.0-19.5	13.5-16.0	...	...	...	...	Al 0.8-1.5
	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 C	S30908	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0-24.0	12.0-15.0	...	...	...	...	...
	S30909	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0-24.0	12.0-15.0	...	...	...	...	...
TP309Cb C	S30940	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0-24.0	12.0-16.0	...	...	10xC-1.10	...	...
	S30941	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0-24.0	12.0-16.0	...	...	10xC-1.10	...	...
TP310S C	S31002	0.02	2.00	0.020	0.015	0.15	24.0-26.0	19.0-22.0	0.10	0.10	...	...	...
	S31008	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0-26.0	19.0-22.0	...	...	...	...	...
TP310H C	S31009	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0-26.0	19.0-22.0	...	...	...	...	...
	S31040	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0-26.0	19.0-22.0	...	...	10xC-1.10	...	...
TP310HCB C	S31041	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0-26.0	19.0-22.0	...	...	10xC-1.10	...	...
	S31042	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0-26.0	19.0-22.0	...	...	10xC-1.10	...	...
TP310HCbN C	S31050	0.025	2.00	0.020	0.030	0.40	24.0-26.0	21.0-23.0	2.00-3.00	0.15-0.35	0.20-0.60	...	...
	S31060	0.05-0.10	1.00	0.040	0.030	0.50	22.0-24.0	10.0-12.5	...	0.10-0.16	...	...	Ce + La 0.025-0.070
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	...	...	B 0.001-0.01
	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	Cu 0.50-1.00
TP316 C	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	...	...	...	B 0.004-0.008
	S31603	0.035 ^P	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	...	...	...	...
TP316H C	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	...	...	...	...
	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 C	S31653	0.035 ^P	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-13.0	3.0-4.0	0.10-0.16	...	...	...
	S31700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	11.0-15.0	3.0-4.0	...	...	...	...
TP317 C	S31603	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	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	13.5-17.5	4.0-5.0	0.20	...	...	Cu 0.75
TP317LM C	S31726	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-20.0	13.5-17.5	4.0-5.0	0.10-0.20	...	...	Cu 0.75
	S32050	0.030	1.50	0.035	0.020	1.00	22.0-24.0	20.0-23.0	6.0-6.6	0.21-0.32	...	...	Cu 0.40
TP321 C	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	...	...
	S32109	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	5(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
	S33228	0.04-0.08	1.00	0.020	0.015	0.03	26.0-28.0	31.0-33.0	...	...	0.60-1.00	...	Ce 0.05-0.10
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	...	Al 0.025
	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-20.0	9.0-13.0	...	...	10xC-1.10	...	...
TP347H C	S34709	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	8xC-1.10	...	...
	S34710	0.06-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	8xC-1.10	...	...
TP347HFG C	S34751	0.005-0.020	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	0.05-0.10	0.20-0.50 ^F	...	...
	S34800	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	...	Co 0.20, Ta 0.10
TP348H C	S34809	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	...	Co 0.20, Ta 0.10
	S35045	0.06-0.10	1.50	0.045	0.015	1.00	25.0-29.0	32.0-37.0	...	...	...	15-0.60	Al 0.15-0.60
XM15	S38100	0.08	2.00	0.030	0.030	1.50-2.50	17.0-19.0	17.5-18.5	...	...	...	...	Co 0.75
TP444	S44400	0.03	1.00	0.040	0.030	1.00	17.5-19.5	H	1.75-2.50	0.035	...	...	...

^A所有数值除非指明范围或最小值的均为最大值。当表中出现省略符号(…)时没有要求,则用不着测定或做化学元素分析报告;

^B氮元素分析方法应由供需双方协商确定;

^C对于这些合金,没有通用的级别标记。UNS 编号极好地识别这些合金;

^D对于小外径或薄壁或同时两者,当需要很多道冷拔时,就级别为 TP 304L、TP 304 LN、TP 316 L 及 TP 316 LN 而言,其碳含量最大值需为 0.040%;

^ETP 347 LN 级的 Nb 含量应不小于 15 倍于碳的含量;

^FTP 348 LN 的 Nb + Ta 含量应不小于 10 倍于碳的含量,且不超过 1.10%;

^GTP 348 H 级的 Nb + Ta 含量应不小于 8 倍于碳的含量,且不超过 1.10%;

^HTP 444 级的 Ni + Cu = 1.00(最大值);

^ITP 444 级的 Ti + Nb = 0.20 + 4(C + N) - 0.80。

表 3 热处理和晶粒尺寸要求^A

级别	UNS 编号	热处理类型	奥氏体固溶 化处理温度, 最小或范围	冷却介质	亚相变退火或 回火温度最小 或范围 ^F [°C]	ASTM 晶粒 尺寸号 NO. ^B
铁素体合金钢						
T2	K11547	完全或等温退火 正火加回火 亚相变退火	...	...	...	...
T5	K41545	完全或等温退火	...	...	1200 ~ 1350°F [650 ~ 730°C]	...
T5b	K51545	正火加回火 完全或等温退火 正火加回火	...	...	1250°F [675°C]	...
T5c	K41245	亚相变退火	...	空冷或炉冷	1250°F [675°C]	...
T9	S50400	完全或等温退火 正火加回火	...	...	1350°F [730°C] ^C	...
T11	K11597	完全或等温退火 正火加回火	...	...	1200°F [650°C]	...
T12	K11562	完全或等温退火 正火加回火 亚相变退火	...	...	1200 ~ 1350°F [650 ~ 730°C]	...
T17	K12047	完全或等温退火 正火加回火	...	...	1200°F [650°C]	...
T21	K31545	完全或等温退火 正火加回火	...	...	1250°F [675°C]	...
T22	K21590	正火加回火 正火加回火	...	...	1250°F [675°C]	...
T23	K40712	正火加回火	1900°F [1040°C]	...	1350°F [730°C]	...
T24	K30736	正火加回火	1800°F [980°C]	...	1350°F [730°C]	...
T91	K90901	正火加回火	1900°F [1040°C]	...	1350°F [730°C]	...
T92	K92460	正火加回火	1900°F [1040°C]	...	1350°F [730°C]	...
T122	K91261	正火加回火	1900°F [1040°C]	D	1365 ~ 1435°F	...
T911	K91061	正火加回火	1900 ~ 1975°F [1040 ~ 1090°C]	...	1740 ~ 780°C	...
奥氏体不锈钢						
TP201	S20100	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP202	S20200	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
XM-19	S20910	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S21500	固熔化处理	1900°F [1040°C] ^E	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S25700	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S30150:	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP304	S30400	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP304L	S30403	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP304H	S30409	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	7
...	S30432	固熔化处理	2000°F [1100°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP304N	S30451	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP304LN	S30453	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S30615	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S30815	固熔化处理	1920°F [1050°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP309S	S30908	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP309H	S30909	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	7
TP309Cb	S30940	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP309HCb	S30941	固熔化处理	1900°F [1040°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	7
...	S31002	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP310S	S31008	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP310H	S31009	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	7
TP310Cb	S31040	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP310HCb	S31041	固熔化处理	1900°F [1040°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	7
TP310HCBN	S31042	固熔化处理	1900°F [1040°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	7
...	S31060	固熔化处理	1975°F [1080°C] ^G 2160°F [1180°C]	水冷或其他快速冷却	...	7
...	S31254	固熔化处理	2100°F [1150°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S31272	固熔化处理	1920°F [1050°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP316	S31600	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP316L	S31603	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP316H	S31609	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	7
TP316N	S31651	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP316LN	S31653	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP317	S31700	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP317L	S31703	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S31725	固熔化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S32050	固熔化处理	2100°F [1150°C]	水冷或其他快速冷却	...	...

表 3(续)

级别	UNS 编号	热处理类型	奥氏体固溶化处理温度, 最小或范围	冷却介质	亚相变退火或回火温度最小或范围 ^F [°C]	ASTM 晶粒尺寸号 No. ^B
TP321	S32100	固溶化处理	1900°F [1040°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	...
TP321H	S32109	固溶化处理	冷拔: 2000°F [1090°C] 热轧: 1925°F [1050°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	7
...	S32615	固溶化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	3 或较细粒度
...	S32716	固溶化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S33228	固溶化处理	2050°F [1120°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
...	S34565	固溶化处理	2050°F [1120°C]- 2140°F [1170°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP347	S34700	固溶化处理	1900°F [1040°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	7
TP347H	S34709	固溶化处理	冷拔: 2000°F [1100°C] 热轧: 1925°F [1050°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	...
TP347HFG	S34710	固溶化处理 ^G	2150°F [1175°C]	水冷或其他快速冷却	...	7-10
JP347LN	S34751	固溶化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
TP348	S34800	固溶化处理	1900°F [1040°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	...
TP348H	S34809	固溶化处理	冷拔: 2000°F [1100°C] 热轧: 1925°F [1050°C] ^F	水冷或其他快速冷却	...	7
...	S35045	固溶化处理	2000°F [1100°C]	空冷或快速冷却	...	...
XM-15	S38100	固溶化处理	1900°F [1040°C]	水冷或其他快速冷却	...	...
铁素体不锈钢						
TP444	S44400	固溶化退火			1400°F [760°C]	

^A当省略符号(.....)在本表中出现时则没有要求;
^B列入表中的为 ASTM 晶粒尺寸号 No, 除非另有说明;
^C大致达到性能的温度;
^D对截面厚度大于 3in [75mm]者, 应允许从正火温度上加速冷却;
^E最大固溶化热处理温度 2100°F [1150°C] 推荐用于 UNS S21500;
^F所指定的是的级别, 当超过 1950°F [1065°C] 的固溶化处理温度, 当连续暴露在敏感状态之后, 可能会削弱抗晶间腐蚀的力度。当用户有规定时, 在按本表所规定的高温固溶化退火后, 采用低温稳定化处理或再次固溶化退火;
^G冷加工之前的软化热处理应优先于固溶化处理。软化处理的温度至少为 90°F [50°C], 比固溶化热处理温度稍高, 固溶化处理温度最小在 2150°F [1180°C]。

12 表面状态

- 12.1 铁素体冷拔钢管应不起鳞皮, 并适宜于检验。轻微的氧化不认为是起鳞皮。
- 12.2 铁素体热轧钢管应不起疏松的鳞皮并适用于检验。
- 12.3 不锈钢管应经酸洗处理以除去氧化皮。当采用光亮退火时, 则不需要酸洗处理。
- 12.4 任何特殊的表面光整要求, 应由供需双方协商规定。

13 取样

- 13.1 对于压扁、扩口及晶粒尺寸要求, 术语“批”适用于切割前由同一炉钢生产的同一尺寸的所有管子(见 4.1.6 节)。当最终热处理是在间歇式炉中进行时, 一批应只包括同一尺寸和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或者当热处理状态是在热成形后直接通过淬火方法获得时, 一批中同一炉号和同一尺寸的管子根数应根据表 6 中所规定的管子的尺寸确定。

表 4 拉伸和硬度要求

级别	UNS 编号	最小拉伸强 度,ksi [MPa]	最小屈服强 度 ksi [MPa]	最小伸长率 标距 2in 或 50mm, % ^{A, B}	最大硬度	
					布氏	洛氏
低合金钢:						
T5b	K51545	60[415]	30[205]	30	179 HBW/ 190HV	89 HRB
T9	K90941	60[415]	30[205]	30	179 HBW/ 190HV	89 HRB
T12	K11562	60[415]	32[220]	30	163 HBW/ 170 HV	85 HRB
T23	K40712	74[510]	58[400]	20	220 HBW/ 230 HV	97 HRB
T24	K30736	85[585]	60[415]	20	250 HBW/ 265 HV	25 HRC
T91	K90901	85[585]	60[415]	20	250 HBW/ 265 HV	25 HRC
T92	K92460	90[620]	64[440]	20	250 HBW/ 265 HV	25 HRC
T122	K91271	90[620]	58[400]	20	250 HBW/ 265 HV	25 HRC
T911	K91061	90[620]	64[440]	20	250 HBW/ 265 HV	25 HRC
所有其他低 合金级别		60[415]	30[205]	30	163 HB/ 170 HV	85 HRB
奥氏体 不锈钢:						
TP201	S20100	95[655]	38[260]	35	219 HBW/ 230 HV	95 HRB
TP202	S20200	90[620]	45[310]	35	219 HBW/ 230 HV	95 HRB
XM-19	S20910	100[690]	55[380]	35	250 HBW/ 265 HV	25 HRC
...	S21500	78[540]	33[230]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S25700	78[540]	35[240]	50	217 HBW	95 HRB
TP304	S30400	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP304L	S30403	70[485]	25[170]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP304H	S30409	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S30432	80[550]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP304N	S30451	80[550]	35[240]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP304LN	S30453	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S30615	90[620]	40[275]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S30815	87[600]	45[310]	40	217 HBW	95 HRB
TP309S	S30908	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP309H	S30909	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP309Cb	S30940	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP309Hcb	S30941	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S31002	73[500]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP310S	S31008	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP310H	S31009	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP310Cb	S31040	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP310Hcb	S31041	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP310HCbN	S31042	95[655]	43[295]	30	256 HBW	100 HRB
TP310MoLN T ≤ 0.25 in. [6 mm]	S31050	84[580]	39[270]	25	217 HBW	95 HRB

表 4(续)

级别	UNS 编号	最小拉伸强度, ksi [MPa]	最小屈服强度 ksi [MPa]	最小伸长率 标距 2in 或 50mm, % ^{A, B}	最大硬度	
					布氏	洛氏
t > 0.25 in. [6 mm]	S31060 S31254	78[540]	37[255]	25	217 HBW	95 HRB
...		87[600]	41[280]	40	217 HBW	95 HRB
T ≤ 0.187 in. [5 mm]	S31272 TP316	98[675]	45[310]	35	220 HBW/ 230 HV	96 HRB
T > 0.187 in. [5 mm]		95[655]	45[310]	35	220 HBW/ 230 HV	96 HRB
...	S31600	65[450]	29[200]	35	217 HBW	95 HRB
TP316	S31600	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP316L	S31603	70[485]	25[170]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP316H	S31609	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP316N	S31651	80[550]	35[240]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP317	S31700	75[515]	30[205]	34	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP317L	S31703	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S31725	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S32050	98[675]	48[330]	40	256 HBW	100 HRB
TP321	S32100	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP321H	S32109	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S32615	80[550]	32[220]	25	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S32716	80[240]	35[240]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S33228	73[500]	27[185]	30	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S34565	115[790]	60[415]	35	241 HBW	100 HRE
TP347	S34700	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP347H	S34709	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP347HFG	S34710	80[550]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP347LN	S34751	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP348	S34800	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
TP348H	S34809	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
...	S35045	70[485]	25[170]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
XM-15	S38100	75[515]	30[205]	35	192 HBW/ 200 HV	90 HRB
铁素体不锈钢						
TP444	S44400	60[415]	40[275]	20	217 HBW/ 230 HV	96 HRB

^A当采用标距为 2in 或 50mm 标准的圆试样或采用标距等于 4D(4 倍直径)的较小比例尺寸的试样时,除了 T23、T24、T91、T92、T122、T911 及 TP444 外,所有低合金级别的最小伸长率为 22%;

^B对于纵条试验,壁厚小于 $\frac{1}{2}$ in(8mm)时每减小 $\frac{1}{2}$ in(0.8mm)从基本最小伸长率可减小的百分值,对于 TP444、T23、T24、T91、T92、T122 及 T911 为 1.00%;对于所有其他低合金级别为 1.50%。

13.2 对于拉伸和硬度要求,术语“批”适用于切割前由同一炉钢生产的同一尺寸的所有管子(见 4.1.6 节)。当最终热处理是在间歇式炉中进行时,

一批只包括同一尺寸及同一炉号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,或者当热处理状态是在热成形后直接通

过淬火方法获得时,一批应包括同一尺寸和同一炉号在相同炉内以相同温度、加热时间及炉速下做热处理的所有管子,或者应包括同一尺寸及同一炉号相同生产流程中热成形及淬火的所有管子,除非按 9.1.3 节的规定。

14 产品标志

14.1 除 A1016/1016M 标准中所规定的标志外,尚应包括热轧或冷拔状态的标志。

14.2 对于具有晶粒尺寸要求(见表 2)奥氏体不

锈钢,还应包括加热炉号和识别热处理批次的标志。

14.3 当订购按表 1 注 B 中所允许的具有含硫量较高的 T2 或 T12 时,标志应包括字母 S,紧跟在级别后,如 T2S 或 T12S。

15 关键词

15.1 合金钢管;奥氏体不锈钢;锅炉管;铁素体不锈钢;热交换器管;高温操作;无缝钢管,过热器管;用途广的温度设备。

表 5 计算的最小伸长率值^A

壁厚		最小伸长率,标距 2in 或 50mm, %	
in	mm	S44400, T23、T24、T91、 T92、T122、T911	所有其他铁素体级别
5/16[0.312]	8	20	30
9/32[0.281]	7.2	19	29
1/4[0.250]	6.4	18	27
7/32[0.219]	5.6	17	26
3/16[0.188]	4.8	16	24
5/32[0.156]	4	15	23
3/8[0.125]	3.2	14	21
3/32[0.094]	2.4	13	20
1/16[0.062]	1.6	12	18
0.062~<0.035	1.6~0.9	12	17
0.035~<0.022	0.9~0.6	11	17
0.022~<0.015	0.6~0.4	11	16

^A计算伸长率要求值应圆整到最接近的整数值。

表 6 连续过程热处理中或热成形后直接淬火处理中一批管子根数

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
2in (50.8mm)>外径>1in(25.4mm)	不多于 75 根管子
外径≤1in(25.4mm)	不多于 125 根管子

补充要求

下列补充要求只适用于用户在询价、签订合同或订货中有规定时。

S1 应力消除退火管

S1.1 对用于某些腐蚀性的介质尤其是氧化物,可能出现应力腐蚀情况,可以规定级别为 TP304 L、TP316 L、TP321、TP347 和 TP348 的管子是在应力-消除退火状态。

S1.2 当规定应力-消除管时,经轧辊矫直后的管子应在 1500~1650F(815~900°C)下给予热处理。可以从这个温度范围在空气中缓慢地冷却。应力-消除处理后,不允许机械校直。

S1.3 管子的平直度应由供方和需方协商规定。

S2 稳定化热处理

S2.1 级别为 TP309HC_b、TP310HC_b、TP310HC_bN、TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348 及 TP348H 的钢经如第 6 章要求的固溶化退火之后,紧接着应进行低于初始固溶化退火热处理温度的稳定化热处理。稳定化热处理温度应由供方与需方协商确定。

S3 未矫直的管子

S3.1 最终热处理后,当用户规定未矫直的管子(例如蛇管)时,表 4 中的最小屈服强度应降低到 5 ksi [35 MPa]。

S3.2 在证书上,凡是有未矫直的管子的级别标志出现之处,应在字尾加字母“U”(例如 304-U、321-U 等等)来识别。

S4 晶间腐蚀试验

S4.1 当有规定时,材料应通过晶间腐蚀试验合格。试验由生产厂根据 A262 标准,规程 E 进行。

注 S4.1:规程 E 要求在敏感状态下对低碳或稳定化级别的钢材进行试验,而对其他级别的钢材则要求试验是在发货状下进行。

S4.2 为了使含有 Ti(钛)或 C_b(铌)的等级钢,特别是其 H 级别钢满足本要求,可能需要按照补充要求 S2 进行稳定化热处理,并且这也是允许的。

变更提要

A01 委员会对会影响本规范(2004 年 3 月 1 日批准使用的那些变更对上一版 A213/A213M-03C 所做的修订)做了勘定。

- (1)尤其 2.5 和 14 章中,规范 A1016/A1016M 取代了规范 A450/A450M。 (2)第 3 和 13 章做了编辑上的改动

A01 委员会对会影响本规范(2003 年 10 月 1 日批准)使用的那些变更(对上一版 A213/A213M-03b 所做的修订)做了勘定。

- (1)表 2、3 和 4 中增加了 S31060。
(2)对 7.1.1 和 7.1.2 进行了修订。
(3)表 1 中,修改了表头,重新编排表格;删除 S44400;增加 UNS 编号;把铌的旧称 Columbium 换成新名称 Niobium;把 Ti 栏并入其他元素栏;增加了 B、N、Al 和 W 栏,用脚注强调最大极限和省略号(……)。将原来脚注 T5C 中 Ti 的内容加入列表中。
(4)对 8.1 节做了修订。
(5)对 9.1.1、9.1.2 和 9.2.1 节进行了编辑上的改动。
(6)对上一版 9.5 节中遗漏的字,加了进去。
(7)表 2 中,修改了表头;重新编排了表格;等级出现在第一栏;元素表头出现在表的顶部;用 UNS 编号和顺序进行编排;插入 S31050, S31725 和 S31726 的等级名称;插入 TP347HFG 的 UNS 编号;表中包含 TP444, UNS 44000;把 Cb + Ta 和 Ta 行挪到脚注;把 Ce 挪到其他原素栏;增加铌 Niobium 栏;将 Cb 从其他原素栏中移出;用脚注强调最大极限和省略号(……)。
(8)表 3 中,插入 T24 和 T911 的 UNS 编号;插入 S44400 的等级;删除多作的表格线。
(9)表 4 中,修改了细目中的副标题;插入遗漏的低合金钢的 UNS 编号;删除 TP7 一行,该行在前一版本中做了移动;布氏硬度的单位名称改为 HBW;用 UNS 编号的顺序对不锈钢进行编排。

A01 委员会对会影响本规范(2003 年 9 月 10 日批准)使用的那些变更(对上一版 A213/A213M-03a 所做的修订)做了勘定。

- (1)表 2、3 和 4 中加入 UNS S35045。

A01 委员会对会影响本规范(2003 年 4 月 10 日批准)使用的那些变更(对上一版 A213/A213M-03 所做的修订)做了勘定。

- (1)表 2、3 和 4 中加入 UNS S31254。

A01 委员会对会影响本规范(2003 年 2 月 10 日批准)使用的那些变更(对上一版 A213/A213M-01a 所做的修订)做了勘定。

(1)对不锈钢化学性质表做了修订以符合 A959 指南的要求。

(2)定义中引用 A941 中的术语,按照 A941 术语去掉多余的定义。

(3)明确表中省略号的含义。

(4)将一部分定义放入正文中。

(5)删除规范 A450/A450M 中的那些要求。

(6)结构上做了调整从符合 A994 指南的要求。

(7)用表格方式给出热处理要求。

(8)用表格方式给出不锈钢晶粒尺寸要求。

(9)增加 UNS 编号。

(10)把等级 18Cr-2Mo 的名称校正为等级 444, UNS S44400,并改变其位置,放入不锈钢表中。

(11)明确所有铁素体合金和铁素体不锈钢在热处理以前进行二次加热的要求。

(12)将等级 91 的产品分析和加热分析合并。

(13)明确对于 50 根或小于 50 根批量的管子,其拉伸试验的试样取自一根管子。

(14)删除 11.5 节,该节与第 12 章有冲突。

(15)Cr 含量高于 9% 的铬钢的说明原来在注 4 中,改在新的注 1 中

(16)11.4 中加入维氏硬度试验。

翻译:李新华

校对:顾洪洁