

锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子



SA-213/SA-213M

(除 6.2 条中增加 H 级别热处理要求外,与 ASTM 标准 A 213/A 213M-08 完全等同)

(10)

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:

A262 奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性测定实用规程

A941 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 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 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 %											其他元素
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N ^B	Nb	Ti	
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	4.05 ~ 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 ~ 1.250	...	B 0.003 ~ 0.009

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	13.5 ~ 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	...	...	10 × C ~ 1.10	...	...
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	0.020	0.030	0.40	24.0 ~ 26.0	21.0 ~ 23.0	2.00 ~ 3.00	1.00 ~ 0.16	...	...	...
c	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
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

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	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	0.10	...	...	...
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	0.10	...	...	...
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	0.10	...	...	...
TP316Ti	S31635	0.08	2.00	0.045	0.030	0.75 ~ 1.00	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	...	...	...
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	...	...	...
TP317	S31700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	11.0 ~ 15.0	3.0 ~ 4.0	0.10	...	...	...
TP317L	S31703	0.035	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	11.0 ~ 15.0	3.0 ~ 4.0	0.10	...	...	...
TP317LM	S31725	0.03	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 ~ 20.0	13.5 ~ 17.5	4.0 ~ 6.0	0.10	...	...	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	0.10	...	...	Cu 0.75
c	S32050	0.030	1.50	0.045	0.030	1.00	22.0 ~ 24.0	20.0 ~ 23.0	6.0 ~ 6.8	0.10	...	...	Cu 0.40
TP321	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 12.0	0.10	...	...	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	0.10	...	...	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	0.10	...	...	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	0.030	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	5.00 ~ 7.00	0.030	0.030	1.00	16.0 ~ 18.0	16.0 ~ 18.0	4.0 ~ 6.0	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	S347090	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	...	Co 0.20 Ta 0.10
TP348H	S34809	0.04 ~ 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 ~ 19.0	9.0 ~ 13.0	...	...	H	...	Co 0.20 Ta 0.10
...	S35045	0.06 ~ 0.10	1.50	0.030	0.015	1.00	25.0 ~ 29.0	12.0 ~ 15.0	...	...	...	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	0.030	0.020	5.5 ~ 6.5	13.0 ~ 15.0	15.0 ~ 17.0	...	...	...	...	Cu 0.75 ~ 1.50 Al 0.30
TP444	S44400	0.03	1.00	0.030	0.030	1.00	17.5 ~ 19.5	11.0 ~ 13.0	...	0.035	...	J	...

^A 除非示出了范围值或最小值, 均为最大值。除非另有说明, 元素含量以重量百分数表示, 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商定的。

^C 对于这些合金, 无公用的级别号。UNS 标号是用于识别这些合金的编号。

^D 对于小外径的或薄壁的或者两者、而需要多道焊的管子, 对于 TP347LN、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)。

* S30942 和 S30135 级别奥氏体钢是在本版本随 2010 增补 (标记为 (10)) 修订过程中新增加的钢种。——译注。

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, °F (°C)	冷却介质	亚临界退火或 回火温度 ≥或范围, °F (°C)	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, F (°C)	冷却介质	亚临界退火或 回火温度 ≥或范围, F (°C)	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) ^H	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) ^F	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

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, F (°C)	冷却介质	亚临界退火或 回火温度 ≥或范围, F (°C)	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 (1090) 热加工: 1925 (1050) ^H	水冷或快速冷却	...	7
...	S35045	固溶处理	2100 (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, °F (°C)	冷却介质	亚临界退火或 回火温度 ≥或范围, °F (°C)	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°F (1150°C)。

^H 在示出级别的钢上固溶处理温度大于 1950°F (1065°C) 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°F (50°C), 最低应为 2150°F (1180°C)。

* S30942 和 S30135 级别奥氏体钢是在本版本随 2010 增补 (标记为 (10)) 修订过程中新增加的钢种。——译注。

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以拒收, 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以拒收。

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

10.1 每根管子均须做无损电测试或水压试验。除非在采购订单中另有注明外,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% ^{AB}	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	250HDW/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	163HDW/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% ^{AB}	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 *	86 [590]	34 [235]	35	219HBW/230HV	95 HRB
...	S31002	73 [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 *	75 [515]	30 [205]	35	192HBW/200HV	90 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]		85 [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]	25	192HBW/200HV	90 HRB
...	S32716	80 [550]	35 [240]	35	192HBW/200HV	90 HRB
...	S33228	73 [500]	27 [1185]	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, ≤	
					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	75 [515]	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	75 [515]	35 [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]	50	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应不小于 25%。

^B 对纵条试验, 壁厚小于 5/16in. (8mm) 时, 每减小 1/32in. (0.8mm), 对低合金级别钢的伸长率应予以减小的百分值, 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版本随 2010 增补 (标记为 (10)) 修订过程中新增的钢种。——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)	7.3	19	14	29
1/4 (0.250)	6.4	18	13	27
7/32 (0.219)	5.7	17	12	26
3/16 (0.188)	4.8	16	11	24
5/32 (0.156)	4.1	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	0.062 - 0.9	12	7	17
0.035 - <0.022	0.035 - 0.6	11	6	17
0.022 ~ 0.015	0.022 - 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

高温冷却时会硬化到不可用的程度, 特别是 4% 和 4% 以上的铬钢, 所以包括加热的特殊工艺它们临界温度的工序如焊接, 卷边和胀接, 应予以合适的处理。

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 $\pm 10\%$ 。

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成批的氧化皮，并适宜于检查。

13.3 奥氏体钢管子应经酸洗或光亮退火。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货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。

表6 连续过程热处理中或在周期式炉中直接淬火的一批管子根数

管子尺寸	管子大小
外径不小于2in. (50.8mm)，壁厚不小于0.200in. (5.1mm)	多于50根管子
外径不小于2in. (50.8mm)，壁厚小于0.200in. (5.1mm)	多于75根管子
外径小于2in. (50.8mm)，但大于1in. (25.4mm)	多于75根管子
外径不大于1in. (25.4mm)	多于75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”中同一尺寸和同一炉号及在相同热处理炉内装料下、相同加热时间及炉速作热处理的那些管子。

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 术语

16.1 奥氏体不锈钢管子、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、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 °F (815 ~ 900 °C) 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。