

标准编号：A249/A249M-02

锅炉、过热器、热交换器及冷凝管用奥氏体焊接钢标准

1. 适用范围

1. 1 该标准表 1 中列出了由奥氏体钢制造，用于锅炉、过热器、热交换器或冷凝管的各种钢种的具有标称壁厚的焊接钢管。
1. 2 钢种 TP304H、TP309H、TP309HCb、TP310H、TP310 HCb、TP316H、TP321H、TP347H 和 TP348H 适用于象过热器和再热器等高温环境下，是钢种 TP304、TP309S、TP309Cb、TP310S、TP310Cb、TP316、TP321、TP347 及 TP348 的改善型钢种。
1. 3 按本标准制造的钢管规格为内径 1/8 英寸（3.2mm）至外径 5 英寸（127mm），壁厚 0.015 至 0.320 英寸（0.4-8.1mm）。也可提供其他规格的钢管，此类钢管符合本标准所有其他要求。
1. 4 机械性能要求不适用于内径小于 1/8 英寸（3.2mm）或壁厚小于 0.015 英寸（0.4mm）的管。
1. 5 提供可供选择的补充要求，当需要补充要求中的一项或多项时，每一要求都应在定单中说明。
1. 6 无论是以英寸-磅单位还是以 SI 单位表示的数值应分别被视为标准值。在本标准中，括号内表示的是 SI 单位。每个体系的规定数值并不精确等值；因此，每一体系必须独立于另外的体系使用。混合使用两个体系的数值可能会导致与标准不符。正常应使用单位英寸-磅，除非定单中规定了该标准的“M”编号。
1. 7 以下安全危险警告仅与该标准补充要求中描述的检测方法有关。该标准没有声称要说明所有的与安全相关的内容，如果有，也是与其使用有关。该标准的使用者有责任建立适合的安全与健康准则（惯例）并在使用前测试调整局限的可行性。规定的警告声明在补充规定 S7，NOTE S7.1 中给出。

2、参考资料

2、1 ASTM 标准

A262 奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性（磁化性）检测方法

A480/A480M 不锈钢平辊及耐热钢板、薄板和带钢通用要求

A1016/A1016A 铁素体合金钢，奥氏体合金钢及不锈钢管通用要求

E112 平均粒度测定方法

E213 金属管及制管的超声波检查方法

E273 焊接管及制管的焊接区域超声波检查方法

E527 金属及合金编号准则（UNS）

3、订单内容

3. 1 本标准要求的材料订单应提供以下内容，详细注明对所需材料的要求。

3. 1. 1 数量（英尺、米、或者长度数量）。

3. 1. 2 材料名称（焊接管）

3. 1. 3 钢种（表 1）

3. 1. 4 规格（外径和标称壁厚）。

3. 1. 5 长度（定尺或自由长度）

3. 1. 6 可选择要求（见 13.6）。

3. 1. 7 要求的检测报告（见标准 A1016/1016M 材质证明章节）。

3. 1. 8 标准编号

3. 1. 9 特殊要求和选定的补充要求。

表 1 化学成份要求,%^A

钢种	UNS 编号 ^B	成 份, %										
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	N	Cu	其他
TP201	S20100	0.15	5.50-7.5	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	...	...
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	...	Cb0.10-0.30
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	...	0
TP304	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	...	...	V0.10-0.30
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	...	...
TP304N	S30451	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	0.10-0.16	...	Ce
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	...	0.03-0.08
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	...	...
TP309S	S30908	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.4-24.0	12.0-15.0	...	...	...	Ce
TP309H	S30909	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0-24.0	12.0-15.0	...	...	...	0.03-0.08
TP309Cb	S30940	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0-24.0	12.0-16.0	...	...	...	...
TP309HCb	S30941	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0-24.0	12.0-16.0	...	...	~	Cb 10x
TP310S	S31008	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0-26.0	19.0-22.0	...	...	...	C-1.10
TP310H	S31009	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0-26.0	19.0-22.0	...	...	...	Cb 10x
TP310Cb	S31040	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	14.0-26.0	18.0-22.0	...	...	...	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	...	...	...	Cb 10x
...	S31050	0.030	2.00	0.030	0.015	0.40	24.0-26.0	21.0-23.0	2.0-3.0	0.10-0.16	...	C-1.10
...	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	...
TP316	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	2.0-3.0	...	...	...
TP316L ^D	S31603	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	2.0-3.0	...	...	...
TP316H	S31609	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	2.0-3.0	...	...	...
TP316N	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-13.0	2.0-3.0	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	2.0-3.0	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	...	...
...	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	...
TP321	S32100	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	0.10	...	...
TP321H	S32109	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	0.10	...	Ti59c+N)-0.70
...	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	0.45-0.56	0.30-0.60	Ti5(C+N)-0.70
...	S33228	0.04-0.08	1.00	0.020	0.015	0.30	26.0-28.0	31.0-33.0	...	...	...	...
...	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	...	Cb
TP347	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	0.60-1.00
TP347H	S34709	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	Ce
TP348	S34800	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	0.05-0.10
TP348H	S34809	0.04-0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	A10.025
TPXM-15	S38100	0.08	2.00	0.030	0.030	1.50-2.50	17.0-19.0	17.5-18.5	...	...	...	...
...	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	...
...	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 最大值, 除非另外标示;

^B 新编号来自 Practice E527 和 SAE J1086, 金属和合金的编号办法 (UNS);

^C 氮的分析方法应由买卖双方协商确定;

^D 对需要冷拔的小直径或薄壁管, 或二者兼具的管, 对钢种是 TP304L 和 TP316L 其碳含量不得大于 0.040%。小外径管是指那些外径尺寸小于 0.500 英寸 (12.7mm) 的管, 薄壁管是指那些最小壁厚小于 0.049 英寸 (1.2mm) 的管。

4、普通要求

4.1 该标准下所提供的材料应符合 A1016/A1016M 标准最新版本要求，除非有另外标准要求。

表 2 热处理要求

钢种	UNS 编号	固溶温度，最小或范围	冷却方法
所有未在下面列出的钢种		1900°F (1040°C)	A
...	S30815	1920°F (1050°C)	B
TP309HCb	S30941	1900°F (1040°C)	B
TP310H	S31009	1900°F (1040°C)	B
TP310HCb	S31041	1900°F (1040°C)	B
	S31254	2100°F (1150°C)	B
TP316H	S31609	1900°F (1040°C)	B
TP321	S32100	1900°F (1040°C)	B
TP321H	S32109	2000°F (1100°C)	B
	S32654	2100°F (1150°C)	B
...	S33228	2050°F (1120°C)	B
...	S34565	2050°F (1120°C)	B
		2140°F (1170°C)	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
	N08367	2025°F (1110°C)	B
	N08904	2000°F (1100°C)	B
	N08926	2010°F (1105°C)	B

^A 通过水冷或其他方法快速冷却，以足够的速度防止碳化物析出，这由通过 Practices A262 ,Practice E 检验的能力来验证。制造商不必做本检验，除非客户订单有此要求（见补充要求 S6）。注意，Practices A262s 要求这样的检验，对低碳钢和稳定型钢种是在样品处于敏感状态下完成的；对于其他类型钢种，这种检验是在 as-shipped 状态下完成。对于含钼 $\geq 3\%$ 的低碳型钢，检验前的敏感处理范围应由买卖双方协商确定。

^B 水冷或用其他方法快速冷却；

^C 所示钢种固溶处理温度在 1950°F (1065°C) 以上敏感状态时，易降低抗晶间腐蚀能力。如客户有要求时，在按表中所示的高温固溶处理后，再以较低温度进行稳定化处理或重固溶（见补充要求 S4）。

5、制造

5.1 钢管应由平轧钢板，用无额外填充金属的自动焊接工艺制成。

5.2 焊接后，在最终热处理之前，钢管的焊缝和母材或仅对焊缝金属进行冷加工，冷加工方法可以由订购商规定。当进行冷拔时，订购商可以规定横截面积或壁厚的

最小收缩量，或者同时规定两者的最小收缩量。

6、热处理

6.1 所有材料应按照表 2 中的要求进行热处理

6.2 TP309HCb、TP310 HCb、TP321、TP321H、TP347H、TP348 及 TP348H 在 1950 °F (1065°C) 敏感区域进行固溶处理可能削弱抗晶间腐蚀能力。当订购商有要求时，应使用较初始固溶处理低的温度进行稳定化处理或重固溶处理（见补充要求 S4）。

7、化学成份

7.1 钢种应符合表 1 中所规定的化学成分要求。

8、产品分析

8.1 每一炉钢都应用一段平辊制材或一节管子做试样进行熔炼分析。由此测得的化学成份应符合第 7 节中的规定要求。

8.2 产品分析偏差应按标准 A480/A480M 的表 A1.1 执行。该产品分析偏差不适用于规定最大碳含量 $\leq 0.04\%$ 的材料。

8.3 如果初次产品分析失败，应重新另取两段平辊制材或两节管子为样品重新检测。有问题的元素后两次检测结果都应满足标准要求；否则本炉或批（注释 1）所有剩余的材料将被拒收；或者由生产商选择，每一段平辊制材或每一支管子逐一检测其是否合格。未满足标准要求的平辊制材或钢管将被拒收。

注释 1——对于压扁试验和扩口试验要求，批量的定义是指同一炉钢生产的相同规格尺寸和壁厚的钢管切断前所有的钢管，当最终的热处理是在间歇式炉内进行时，一个批次应只包括在同一个炉内热处理过的来自同一炉钢生产的相同规格的管子；当最终的热处理是在连续炉内进行时，同一炉钢生产的相同规格的、在同一炉内热处理的批的数量按表 3 确定。

注释 2——对抗拉试验和硬度检验要求，批量定义是指所有生产自同一炉钢，同一规格外径和壁厚的钢管切断之前的数量，当最终的热处理是间歇式炉时一个批量应只包括在同一个炉内热处理过的来自同一炉钢生产的相同规格的管子。当最终的热处理是在连续炉内进行时，一个批量应包括所有在同一炉内以相同的温度、加热时间和进料速度退火的相同尺寸的钢管。

表 3 连续炉内每批热处理的数量

钢管规格	批量
外径 \geq 2 英寸 (50.8mm) 和 壁厚 \geq 0.200 英寸 (5.1mm)	\leq 50 支管
1 英寸 (25.4mm) < 外径 < 2 英寸 (50.8mm) 或外径 > 1 英寸 (25.4mm) 和 壁厚 < 0.200 英寸 (5.1mm)	\leq 75 支管
外径 \leq 1 英寸 (25.4mm)	\leq 125 支管

9、抗拉伸要求

9. 1 材料应符合表 4 中所规定的抗拉要求。

10、硬度要求

10. 1 钢管应具有不超过表 4 中数值的洛氏硬度值。

11、反向弯曲检测要求

11. 1 将最小长度为 4 英寸(100mm)的一段钢管沿焊缝两边各 90° 纵向切开, 然后将试样展平, 让其沿厚度具有 4 倍管壁厚的型芯弯曲, 型芯与焊缝平行, 表面与钢管的内表面相背。焊缝应处于最大弯曲点。冷加工减薄焊接区域无裂缝或重叠的迹象产生。当管子的几何形状和尺寸难于用单个样品检测时, 样品可以分成小段, 从而提供最小 4 英寸的焊缝做反向弯曲。

注释 3——反向弯曲检测不适用于标称管壁厚大于等于标称外径的 10%, 或者壁厚大于等于 0.134 英寸(3.4mm)或者外径尺寸小于 0.375 英寸(9.5mm)。此条件下, 应按标准 A1016/A1016M 的反向压扁试验执行。

12、粒度要求

12. 1 按照检测方法 E112 检测的钢种 TP309H、TP309HCb、TP310H 及 TP310 HCb 的粒度应为 No.6 或者更粗大。

12. 2 按照检测方法 E112 检测的钢种 TP304H、TP316H、TP321H、TP347 H 和 TP348H 的粒度应为 No.7 或者更粗大。

表 4 抗拉强度和硬度要求

钢种	UNS 编号	抗拉强度 min,ksi (Mpa)	屈服强度 min,ksi (Mpa)	2 英寸或 50mm 长度上的延伸率 min,%	洛氏硬度 数值 max
TP201	S20100	95 (655)	38 (260)	35	B95
TP202	S20200	90 (620)	38 (260)	35	B95
TPXM-19	S20910	100 (690)	55 (380)	35	C95
TPXM-29	S24000	100 (690)	55 (380)	35	B100
...	S24565	115 (795)	60 (415)	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
...	S30615	90 (620)	40 (275)	35	B90
...	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
	t > 0.187in (5.00mm)	95(655)	45(300)	35	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
...	S32050	98 (675)	48 (330)	40	
TP321	S32100	75 (515)	30 (205)	35	B90
TP321H	S32109	75 (515)	30 (205)	35	B90
...	S32654	109 (750)	62 (430)	35	B100
...	S33228	73 (500)	27 (185)	30	B90
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
TPXM-15	S38100	75 (515)	30 (205)	35	B90
...	N08367				
	t ≤ 0.187	100(690)	45(310)	30	100
	t > 0.187	95(655)	45(310)	30	100
...	N08904	71(490)	31(215)	35	B90
...	N08926	94(650)	43(295)	35	B100

^A 不适用于外径尺寸小于 1/8 英寸 (3.2mm) 或壁厚在 0.015 英寸 (0.4mm) 以下的钢管, 或二者兼具之钢管。这种

小直径管或薄壁管的抗拉性能要求由买卖双方协商确定。

13、机械检测及粒度测定要求

13. 1 抗拉试验——每个批量不超过 50 支管子，应取样做一次抗拉试验。每个批量超过 50 支管子的，应从 2 支钢管上取样做抗拉试验（注释 2）。
13. 2 压扁试验——每一批取一支成品管从两端取样做压扁试验，不能从做扩口试验取样的那支管上取样（注释 1）。
13. 3 卷边试验——每一批取一支成品管从两端取样做卷边试验，不能从做压扁试验取样的那支管上取样（注释 1）。
13. 4 反向弯曲试验——每 1500 英尺（450m）成品制管都应取样做一次反向弯曲试验。
13. 5 硬度检测——应从每个批量中 2 只钢管上取样做布氏硬度或洛氏硬度检验（注释 2）。
13. 6 水压和无损电检测——每只钢管都应做水压检测或无损电检测。订购商可以规定采用哪一种检测。
13. 7 粒度——钢种 TP309H、TP309HCb、TP310H 及 TP310 HCb 的粒度测定应取与规定的压扁试验数量一样多的钢管做检测。

14、尺寸允许偏差

14. 1 壁厚偏差之外的其他尺寸偏差应按 A1016/A1016M 标准执行，壁厚偏差应为所有规格制管标称壁厚的±10%。

15、工艺质量，光洁度和外观

成品钢管应末端平滑无毛刺，每 3 英尺（900mm）长度直线偏离不应超过 0.030 英寸（0.8mm）。

16、表面状态

16. 1 最终热处理之后，钢管应化学去氧化皮，或酸洗去氧化皮。当使用光亮退火时，酸洗或化学去氧化皮可免除。

17、成形操作

17. 1 钢管当装入锅炉时应能承受膨胀和弯曲而不出现裂纹或裂缝。所有的钢管适当处理时，应能承受膨胀卷边而不出现裂纹或裂缝，也应该能随加工过程中所需要的锻打，焊接和弯曲操作而不出现缺陷。

18、产品标记

18. 1 除按标准 A1016/A1016M 中的规定标识外，钢种 TP304H、TP309H、TP309HCb、TP310H、TP310 HCb、TP316H、TP321H、TP347H 和 TP348H 还应同时包括炉号和热处理批次识别号。

19、关键词

19. 1 奥氏体不锈钢；锅炉管；冷凝器管；热交换器管；高温应用管；钢管；过热器管；常温应用管；高温；焊接钢管。

补充要求

下列补充要求只在订购商在询价单，合同或定单中有规定时采用。

S1、消除应力退火管

S1、1 对某些腐蚀剂尤其是氯化物环境中使用的钢管可能会发生应力腐蚀，可以要求对 TP304L、TP316L、TP321、TP347 和 TP348 钢种的管子采用消除应力退火。该补充规定详细内容应由制造商和订购商定。

S1、2 当钢管规定要消除应力时，钢管在轧辊矫直后应在 1550 到 1650°F (845 至 900°C) 下热处理。从这个温度范围开始冷却可以是在空气中冷却或缓慢冷却。消除应力处理后不允许做任何机械矫直。

S1、3 钢管的直度要求应由订购商和制造商商议执行。

S2 最小壁厚钢管

S2、1 当定购商规定时，应以最小壁厚基准提供钢管。所提供的钢管应优先满足标准 A1016/A1016M 中的最小壁厚要求，而不是本标准中的公称壁厚要求。此外，除按第 18 节要求标识外，还应标识 S2。

S3 水下气压检测

S3、1 当有规定时，制管应进行水下气压试验检查。

S4、稳定化热处理

S4、1 按照第 6 节中要求进行固溶处理之后，钢种 TP309HCb、TP310 HCb、TP321、TP321H、TP347、TP347H、TP348 和 TP348H 应在一个比最初固溶热处理时温度要低的温度下进行稳定化热处理。稳定化热处理温度应由买方和卖方协商确定。

S5、不需矫直钢管

S5、1 当采购商规定钢管最终热处理后无需矫直（比如盘管），第 12 节中直度要求不采用，表 3 中的最小屈服强度应减少 5KSI（MPa）。

S5、2 在材质证明上和任何不需矫直制管的钢种编号出现之处，应使用后缀字母“U”加以区别（例如 304-U、321-U 等等）。

S6、晶间腐蚀检验

S6、1 当要求时，材料应通过由制造商按照 A262 Practice E 做的晶间腐蚀检验。

注释 S6、1——Practice E 要求检验对低碳钢或稳定钢种在敏感状态下进行其他钢种在 as-shipped 状态下进行。

S6、2 对含钛和铌的钢种，尤其是在 H 型钢种，为满足要求，应按补充要求 S4 要求进行稳定化热处理。

S7、焊缝晶间腐蚀检验

S7、1 本检测不适用于镍含量 $\geq 19.0\%$ 或钼含量 $\geq 4.00\%$ 的合金，或二者兼具的合金。

S7、2 当定购商在定单中有规定时，每批管子（注释 2）中要取一只试样放到 50%浓度的盐酸和 50%水的混合剂中煮沸检验。

- S7、3 应从成品管子上切下一段约 2 英寸长的样品，对于小直径（ $\leq 1/2$ 英寸）的钢管，样品可以稍短一些，1 英寸也可。纵向切开样品，便于千分尺测量。样品可以是含有焊缝的一块，至少是距焊缝区一侧 90°母材的一块。另一方案，样品可以是分开的 2 块，一块含有焊缝，另一块是由 100%母材组成的焊缝相对应的钢管剩余部分。轻轻磨去所有的毛刺尖角。用肥皂水或其他适合的洗涤剂清洗去除油污。然后，将样品置于烧瓶中。建议不要同时检验 4 块以上的样品，或者混合钢种类型。
- S7、4 准备盐酸溶液，慢慢地将大约 37%浓度盐酸加入等量的蒸馏水中。注意：操作盐酸时，要保护眼睛和使用胶皮手套。混合溶液应在罩子下面进行，检验也应在罩子下面进行。
- S7、5 检验容器应是一个 1 升的配有磨砂玻璃接口和 Ahlin 的锥形烧瓶。溶液的体积应大约为 700 毫升。
- S7、6 沿着焊缝区测量 5 个点钢管壁厚，沿着母材金属试块测量 5 个点的厚度。在这两种情况下，沿着试块长度以纵向大约相同间隔进行测量。使用精度至少 0.001 英寸的千分尺测量。该千分尺必须能测量检验过后样品表面上的细小特征。典型的 PIN 千分尺是锥形的测量头，锥头直径小于 0.015 英寸。
- S7、7 将试样浸入溶液中，加入呈煮至沸腾状态的金属碎屑使溶液达到沸腾状态。整个检测过程中始终保持碎屑的沸腾状态。检测时间应该是母材金属被去除到原厚度的 40~60%（通常需要 2 个或不到 2 个小时）。如果母材厚度仍超过 60%，试样可在 24 小时后取出。
- S7、8 最后，将试块从溶液中取出，用蒸馏水冲洗并干燥。
- S7、9 在脱离检测溶液后，重复按 S7、6 测量厚度。如果焊缝区横向宽度减薄不一致，则要求测量出两组焊缝金属厚度。一组测量数据沿着焊缝金属的中心线测

得。第二组在焊缝区最薄的区域测得。

S7、10 按下列等式 1 对两块焊缝计算腐蚀比率，R：

$$R = \frac{W_0 - W}{B_0 - B} \quad (1)$$

注：W₀=检验前焊缝金属平均厚度；

W=检验后的焊缝金属平均厚度；

B₀=检验前母材金属平均厚度；

B=检验后母材金属平均厚度；

S7、10.1 焊缝区最薄处的腐蚀比率≤1.25 是允许的。其他标准，比如比率≤1.0，可以自由买卖双方协商决定。

S8、特殊应用

S8、1 对特殊应用，Such as hydraulic expansion of tubes into tube sheets ,there shall be no dimensional indication of the weld。按本要求定制和管应有另外的 NB 标记。

S9、按 ASME 要求的焊管附加检验

S9、1 按照标准 A1016/A 1016M，采用 practices E273 或 E213 拒收标准，对每只管子进行超声波检测。

S9、2 如果采用了 practices E273，也应该使用标准 A 1016/A 1016M 许可的无损电检测方法之一，对每只管子整长的 100%检测。

S9、3 补充规定中的检测方法不能够检测到管子端部。这一现象称为端部效应。该部分由制造商确定是否切除或抛弃。

S9、4 除按标准 A1016/A1016M 中规定的标识外，应在钢种编号后面加上“S9”。