

碳钢、铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求



SA-450/SA-450M



(与 ASTM 标准 A 450/A 450M—96 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准包括的各种要求,除 4.3 条和 5、6、17、18、19、20、21、22 和 23 节外,为下列 ASTM 管状产品标准的强制性要求。

标准名称	ASTM 编号 ^①
炼油厂用无缝低碳和碳钼镇静钢管子	A 161
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
高压锅炉用无缝碳钢管子	A 192/A 192M
换热器及冷凝器用无缝冷拔中合金钢管子	A 199/A 199M
炼油厂用无缝中合金镇静钢管子	A 200
锅炉和过热器用无缝碳钼合金钢管子	A 209/A 209M
锅炉和过热器用无缝中碳钢管子	A 210/A 210M
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
换热器和冷凝器用电阻焊碳钢管子	A 214/A 214M
高压锅炉和过热器用电阻焊碳钢管子	A 226/A 226M
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
炼油厂用无缝奥氏体铬镍镇静钢管子	A 271
低温用无缝和焊接的碳钢和合金钢管子	A 334/A 334M
无缝和电阻焊低合金钢管子	A 423/A 423M
燃料气和燃料管线用电阻焊钢盘管子	A 539
给水加热器用无缝冷拔碳钢管子	A 556/A 556M
给水加热器用电阻焊碳钢管子	A 557/A 557M
给水加热器用焊接奥氏体不锈钢管子	A 688/A 688M

锅炉和过热器用无缝中强度碳钼合金钢管子 A 692

增殖反应堆芯部件无缝奥氏体钢管子 A 771

一般用途无缝和焊接铁素体/奥氏体不锈钢管子 A 789/A 789M

焊接非退火铁素体不锈钢管子 A 791/A 791M

给水加热器用焊接铁素体不锈钢管子 A 803/A 803M

液压系统用无缝冷拔碳钢管子 A 822

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

冷凝器用高频感应焊接非退火奥氏体钢管子 A 851

1.2 第 4.3、5、6、17、18、19、20、21、22 和 23 节中的一项或多项试验或分析要求仅在成品标准或采购方订货单上特别说明时才适用。

1.3 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。

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 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 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

① 这些编号查阅各个标准的最新版。

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 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 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 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—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 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

2.5 其它文件

SNT—TC—1A 无损检测人员资格评定和证书的推荐实用规程

3 炼钢工艺

3.1 钢可以由任何炼钢工艺生产。

3.2 如买方有特殊的熔炼要求,应在订货单上注明。

3.3 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。

3.4 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。

4 化学成分

4.1 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。

4.2 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,应符合成品标准的要求。

4.2.1 按产品标准订货的不锈钢,参照本标准的一般要求,钢不应含有订货级别钢未规定的元素;这种元素甚至使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,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:单独描述的合金并被化学成分要求表内它本身的 UNS 号识别的钢。

4.3 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。

5 拉伸性能

5.1 材料应符合各标准规定的拉伸性能要求。

5.2 屈服强度按相当于 0.2% 试样标距的永久残余变形或载荷下总伸长为 0.5% 标距时确定。

5.3 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 $\frac{3}{4}$ in. (19.0mm) 时允许复试。

6 标准重量

6.1 根据规定的最小壁厚,每英尺的计算重量按下式确定:

$$W = C(D - t)t \quad (1)$$

式中 $C = 10.68(0.02466)$;

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)。

6.2 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	16	0
无缝冷精整		
外径不大于 $1\frac{1}{2}$ in. (38.1mm)	12	0
外径大于 $1\frac{1}{2}$ in. (38.1mm)	13	0
焊接	10	0

① 这些重量允许偏差适用于外径在 4 in. (101.6mm) 及以下, 数量在 50 根及以上的批量管子以及外径超过 4 in. (101.6mm) 并超过 20 根的批量管子。

7 壁厚允许偏差

7.1 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、或其它加工之前,对内壁厚管子不适用。

7.2 对于外径为2in.(50.8mm)及以上和壁厚在0.22in.(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%

7.3 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。

8 外径允许偏差

8.1 除8.2.1和8.3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)	γ ₆₄ (0.4)	γ ₃₂ (0.8)
>4~7½(>101.6~190.5)	γ ₆₄ (0.4)	γ ₆₄ (1.2)
>7½~9(>190.5~228.6)	γ ₆₄ (0.4)	γ ₃₂ (1.6)
焊接管子和冷精整无缝管子		
<1(25.4)	0.004(0.1)	0.0004(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8.2和8.3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它制造工序如微粗、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。

8.2 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满足下述规定外径和规定壁厚的管子:

规定外径	规定壁厚
≤2in.(50.8mm)	≤2%规定外径
>2in.(50.8mm)	≤3%规定外径
所有直径	≤0.020in.(0.5mm)

8.2.1 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

8.3 对冷加工的无缝奥氏体和铁素体/奥氏体管子,有必要对外径小于2in.(50.8mm)的管子规定圆度允差,以限制最终热处理时的变形。这类管子,任一截面最大和最小直径对公称直径的偏差的平均直径仍必须在表3所规定的允许偏差范围之内。当8.3和8.2.1的规定发生矛盾时,应采用较大的圆度允差。

9 长度允许偏差

9.1 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	所有尺寸	3/8(5)	0(0)
无缝冷精整	< 2(50.8)	1/8(3)	0(0)
	≥ 2(50.8)	3/8(5)	0(0)
焊接的	< 2(50.8)	1/8(3)	0(0)
	≥ 2(50.8)	3/8(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 1/8 in. (3mm) 是允许的，最大为 1/2 in. (13mm)。

10 电阻焊接管子毛边高度允许偏差

10.1 对外径超过 2in. (50.8mm) 或壁厚超过 0.135in. (3.4mm) 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)。

10.2 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)。

11 直度和表面质量

11.1 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(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。

12 焊补

12.1 只有在买方的同意下，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。

12.2 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。

13 复试

13.1 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。

14 重新热处理

14.1 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。

15 试样

15.1 试样应在锻造、型锻、扩口、其它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，无毛刺和裂纹。

15.2 若任何试样显示有裂纹或机加工缺陷，应予以废弃并更换另外的试样。

16 力学试验方法

16.1 试样和力学试验的要求应按 A370 试验方法和定义标准的附录 A2 进行。

16.2 试样应在室温下进行试验。

16.3 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。

17 压扁试验

17.1 对于无缝管，用一段长度不小于 2 1/4 in. (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 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：

$$H = \frac{(1 + e)t}{e + t/D} \quad (2)$$

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 $\leq$
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。

17.2 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。

17.3 由试样表面缺陷引起肤裂(Superficial
ruptures), 不得作为拒收的理由。

17.4 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。

18 反向压扁试验

18.1 取一段长 4in.(100mm), 外径不小于 $\frac{1}{2}$
in.(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
或叠层等迹象。

19 扩口试验

19.1 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	内径的最小扩张率, %	
	碳钢, 碳钼钢和奥氏体钢	其它铁素体合金钢
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。

20 卷边试验

20.1 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

管子的外径, in.(mm)	卷 边 要 求
$\leq 2\frac{1}{2}$ (63.5)	外径的 15%
$> 2\frac{1}{2} \sim 3\frac{3}{4}$ (63.5 ~ 95.2)	外径的 12.5%
$> 3\frac{3}{4} \sim 8$ (95.2 ~ 203.2)	外径的 10%

21 硬度试验

21.1 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。

21.2 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。

21.3 对于壁厚小于 0.065in.(1.7mm)的管子,
不要求硬度试验。

21.4 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。

21.5 洛氏硬度试验可以在内壁、壁截面或
外表面上进行, 由钢厂选定。

21.6 对于带有锻粗端、型锻端或别的端部
形状的管子, 硬度试验应如 21.1 和 21.2 所规
定, 在成型工序和热处理之后在靠近管端的外侧
进行。

21.7 对于焊接或钎焊的管子, 硬度试验应
远离接缝处进行。

21.8 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。

22 水压试验

22.1 除 22.2 和 22.3 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:

$$\text{英寸—磅单位: } P = 32000t/D \quad (3)$$

$$\text{SI 单位: } P = 220.6t/D$$

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。

22.1.1 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, 或在锻造、型锻、扩径、弯曲或其它成型工序之前进行。

22.2 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 22.3 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)

22.3 经钢厂同意, 可在订单上规定采用超过 22.2 或 22.1 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:

$$S = pD/2t \quad (4)$$

式中 S = 管壁应力, psi 或 MPa。

其它符号如 22.1 条中所定义。

22.4 水压试验压力应至少保持5秒钟。

22.5 水压试验时, 任何有泄漏的管子应予以拒收。

22.6 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, 如买方合同上有规定时, 应告知买方。

23 水下气压试验

23.1 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 无损电测试验

24.1 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, 按本标准要求实施。本标准的目的在于拒收那些测试信号大于等于标定信号的管子。

24.2 下列信息对本标准的使用者有所裨益:

24.2.1 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。

24.2.2 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 24.8.3* 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。

24.2.3 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。

24.2.4 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。

24.2.5 第22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。

* 原文误为 23.4。——译注。

24.2.6 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。

24.3 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。

24.4 表面状况

24.4.1 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、油漆或其它外物。清理待测表面所用的方法不得有损于母材或表面光洁度。

24.4.2 过大的表面粗糙度或深的划痕会产生出干涉检验的信号。

24.5 检验内容

24.5.1 除24.5.2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。

24.5.2 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。端部可以采用其它无损检验方法,由采购方和制造厂双方协议。

24.6 无损检测人员资格

24.6.1 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。

24.7 试验条件

24.7.1 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)。

24.7.2 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。

24.7.2.1 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

24.8 参考标准

24.8.1 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。

24.8.2 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:

24.8.2.1 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。

24.8.2.2 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。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。

24.8.2.3 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。

24.8.3 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。

24.8.4 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。

24.8.5 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。

24.9 标定程序

24.9.1 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。

24.9.2 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。

24.9.3 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。

24.9.4 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。

24.9.5 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。

24.10 缺陷的评定

24.10.1 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。

24.10.2 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:

24.10.2.1 由钢厂自定,这些管子可以不作进一步的检验而被报废。

24.10.2.2 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。

24.10.2.3 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。

24.10.3 任何管子有24.10.2.2和24.10.2.3

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。

24.10.4 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。

25 检查

25.1 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。

26 拒收

26.1 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。

26.2 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。

27 合格证书

27.1 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、补充要求和其它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、补充要求和其它要求。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。

注2: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。

27.2 此外,合格证书还应包括下列适用的内容和试验结果:

27.2.1 炉号。

- 27.2.2 熔炼分析。
- 27.2.3 有规定时，成品分析。
- 27.2.4 拉伸性能。
- 27.2.5 用条状纵向拉伸试样时，标距的宽度。
- 27.2.6 压扁试验合格。
- 27.2.7 反向压扁试验合格。
- 27.2.8 扩口试验合格。
- 27.2.9 卷边试验合格。
- 27.2.10 硬度试验值。
- 27.2.11 水压试验压力。
- 27.2.12 无损电测试验方法。
- 27.2.13 冲击试验结果。
- 27.2.14 其它试验结果或按产品标准要求报告的内容。

27.3 按补充要求或采购方在订货单或合同中规定的其它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。

27.4 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 28.3)的解释说明。采购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 产品标志

28.1 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 ¼ 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。

28.2 奥氏体钢管子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。

28.3 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 27 节中。

28.4 条形码——除了 28.1、28.2 和 28.3 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行业行动集团(AIAG)标准，它是由 AIAG 条形码项目组的初金属分委员会编

制的。

29 包装、标志和装运

29.1 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 A700 实用规程进行。

30 政府采购

30.1 光亮管

30.1.1 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。

30.1.2 管子应以外径(OD)和壁厚订货。

30.1.3 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它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。

30.1.4 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。

30.1.5 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。

30.1.6 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。

30.1.7 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。

30.1.8 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。

30.1.9 除按 A530/A530M 标准标志外，外径不小于 $\frac{1}{4}$ in. 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。

30.1.10 管子直度公差应在表 8 规定范围内。

30.1.11 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。

30.1.12 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、凹坑和其它对管子有害的缺陷。

30.1.13 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。

30.1.14 不允许制造厂作焊接修补。

30.1.15 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。

31 关键词

31.1 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

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 - 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