

高温用无缝铁素体合金钢公称管

ASME SA-335/SA-335M

(除了在 9.3 和 14.2.1 表中对 P23 和 P91 材料增加了最大硬度、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 本标准适用的一些铁素体合金钢(注1),其化学成分列于表 1。

注1:在本标准中,铁素体钢的碳含量应小于等于 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予说明。

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得到与本标准不一致的结果。除非订货单中规定采用“SI”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

ASNT-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 本材料材料的订货单应按需要包括下列各项,充分说明所需要的材料:

3.1.1 长度(英尺、米或根数)。

3.1.2 材料名称(无缝合金钢公称管)。

3.1.3 规格(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 0.050 ~ 0.080 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 \geq 或范围, F (°C)	冷却介质	亚临界退火或回火温度 \geq 或范围, F (°C)
P1	完全退火或等温退火	...	...	...
	正火加回火	...	...	1200 (650)
	亚临界退火	...	...	1200 ~ 1300 (650 ~ 705)
P2	完全退火或等温退火	...	...	...
	正火加回火	...	...	1250 (675)
	亚临界退火	...	...	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	...	...	1200 (650)
	亚临界退火	...	...	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	1900 ~ 1975 (1040 ~ 1080)	...	1350 ~ 1470 (730 ~ 800) ^③
	淬火加回火 ^⑤	1900 ~ 1975 (1040 ~ 1080)	...	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°F (50°C), 因此若工作温度高于 1100°F (600°C), 买方应通知钢厂。

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 $\frac{1}{16}$ in. (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: 斑点、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°F (730~800°C)温度下作热处理。

7.6.2 P911级钢在作焊接修补后, 应在1365~1435°F (740~780°C)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 $\frac{1}{32}$ in. (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
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: ($E = 1.25t + 10.00$)

$$E = 32t + 10.00$$

$$(E = 1.25t + 10.00)$$

纵向, P23、P91、P92、
P122 和 P911 级钢:

试验方向
纵向, P36 级钢: ($E = 1.25t + 5.0$)

$$E = 32 + 5.0$$

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, \geq , ksi (MPa)	55 (380)	60 (415)	74 (510)	85 (585)	90 (620)	90 (620)	95.5 (660)	60 (415)
屈服强度, \geq , 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, \geq , %	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 $\geq \frac{5}{16}$ in. (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 $\frac{5}{16}$ in. (8mm) 条状试样每减薄 $\frac{1}{32}$ in. (0.8mm) 时, 从基本伸长率所应减小的 百分数	1.50 ^①	1.00 ^①	1.00 ^①	...	1.00 ^①

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, \geq , %			
		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
$\frac{5}{16}$ (0.312)	8	30	20.0	20	15
$\frac{9}{32}$ (0.281)	7.2	29	19.0	19	14
$\frac{3}{4}$ (0.250)	6.4	27	18.0	18	13
$\frac{7}{32}$ (0.219)	5.6	26	...	17	12
$\frac{3}{8}$ (0.188)	4.8	24	...	16	11
$\frac{5}{32}$ (0.156)	4	22	...	15	10
$\frac{1}{8}$ (0.125)	3.2	21	...	14	9
$\frac{3}{32}$ (0.094)	2.4	20	...	13	8
$\frac{1}{16}$ (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 $\pm 1\%$ 。

表6 外径上的允许偏差

NPS 标号	正偏差		负偏差	
	in.	mm	in.	mm
$\frac{1}{8} \sim 1\frac{1}{2}$ (6~40)	$\frac{1}{64}$ (0.015)	0.40	$\frac{1}{64}$ (0.015)	0.40
$>1\frac{1}{2} \sim 4$ (40~100)	$\frac{1}{32}$ (0.031)	0.79	$\frac{1}{32}$ (0.031)	0.79
$>4 \sim 8$ (100~200)	$\frac{1}{16}$ (0.062)	1.59	$\frac{1}{32}$ (0.031)	0.79
$>8 \sim 12$ (200~300)	$\frac{3}{32}$ (0.093)	2.38	$\frac{1}{32}$ (0.031)	0.79
>12 (300)	规定外径的 $\pm 1\%$			

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,油污,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)。

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
$\leq \frac{1}{2}$	0.039in. (1mm)
$> \frac{1}{2} \sim \leq 1\frac{1}{4}$	0.055in. (1.4mm)
$> 1\frac{1}{4} \sim \leq 2$	0.071in. (1.8mm)
$> 2 \sim \leq 5$	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 $\frac{1}{4}$ in. (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 $\frac{1}{2}$ in. (12.7mm) 时,应采用内、外侧切槽;当大于 $\frac{1}{2}$ in. 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,试验装置应经过标定。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显示范围的 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,线圈或深头,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 对于缺陷产生的原因未获认可的钢管或由裂纹及类似裂纹缺陷产生的任何钢管应予拒收。这些钢管可以进行修补(按 7.2.1 条)，焊补(按 7.6 条)或补管(按 7.2.3 条)。修补过的管子必须能通过无损电测检验，且剩余壁厚必须符合本标准的要求，方可验收。

13.10.2.3 若是由于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冲击试验或弯曲试验——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 根钢管上进行试验。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，试验应在足够数量的管上进行达到每一批(注 7)的要求，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同一处理炉内受相同的最终热处理的同一公称尺寸及壁厚(或重量)的所有管子；当最终处理是在分批处理式炉内进行时，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 弯曲试验应在室温下弯曲到 180°，但不得发生开裂。弯芯直径应为 1.25 倍壁厚。

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，且沿横向取取。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 1/2 in. x 1/2 in. (12.5mm x 12.5mm) 或 1 in. x 1/2 in. (25mm x 12.5mm)，截面上的四个角应倒成圆角，其圆角半径不大于 1/16 in. (1.6mm)，长度上不得超过 100mm)。在弯曲试验中试样贴近管子外表面和贴近内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，合格证书上应注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

	偏离公称壁厚的偏差, %	
	正偏差	负偏差
1/8 ~ 2 1/2 (6 ~ 65), t/D ≤ 5	20.0	12.5
> 2 1/2 (65), t/D ≤ 5	22.5	12.5
> 2 1/2 (65), t/D > 5	15.0	12.5

注：① t = 规定壁厚，D = 规定外径。

表 8 合格证书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
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,打印或电铸。按 7.6 条焊接补过的钢管应标上“WR”。

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 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	K11500
P22	K22500
P5	K53500

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。

17.1.4.2

	ASTM A 335/A 335M
	T
	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切波试验。

17.1.5.5 防锈及包装要求的级别。

18 应用

18.1 高温用无缝公称钢管 高温用 无缝公称钢管 公称管 工业设备应用

补 充 要 求

下列补充要求的某一条或若干条仅当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。