

# 低温用无缝和焊接公称钢管



SA - 333/SA - 333M

(除删除与 15 条抵触的 12.2 和在引用标准节中编辑上增加 2.2 及在 15.6.1 和 16.1 有编辑上不同外，与 ASTM 标准 A 333/A 333M—99 完全等同)

## 1 适用范围

1.1 本标准适用于低温用公称(平均)壁厚的无缝

的、以及焊接的碳钢及合金钢公称管。表 1 中列出了几种类别的铁素体钢。由于厚壁对低温冲击特性有不利影响，所以本标准中某些产品尺寸可能没有。

表 1 化学成分

元素	成 分, %								
	级别 1 <sup>①</sup>	级别 3	级别 4	级别 6 <sup>①</sup>	级别 7	级别 8	级别 9	级别 10	级别 11
C≤	0.30	0.19	0.12	0.30	0.19	0.13	0.20	0.20	0.10
Mn	0.40 ~ 1.06	0.31 ~ 0.64	0.50 ~ 1.05	0.29 ~ 1.06	≤ 0.90	≤ 0.90	0.40 ~ 1.06	1.15 ~ 1.50	≤ 0.60
P≤	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.035	0.025
S≤	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.015	0.025
Si	...	0.18 ~ 0.37	0.18 ~ 0.37	≥ 0.10	0.13 ~ 0.32	0.13 ~ 0.32	...	0.10 ~ 0.35	≤ 0.35
Ni	...	3.18 ~ 3.82	0.47 ~ 0.98	...	2.03 ~ 2.57	8.40 ~ 9.60	1.60 ~ 2.24	≤ 0.25	35.0 ~ 37.0
Cr	...	...	0.44 ~ 1.01	...	...	...	...	≤ 0.15	≤ 0.50
Cu	...	...	0.40 ~ 0.75	...	...	...	0.75 ~ 1.25	≤ 0.15	...
Al	...	...	0.04 ~ 0.30	...	...	...	...	≤ 0.06	...
V≤	...	...	...	...	...	...	...	0.12	...
Nb≤	...	...	...	...	...	...	...	0.05	...
Mo≤	...	...	...	...	...	...	...	0.05	≤ 0.50
Co	...	...	...	...	...	...	...	...	≤ 0.50

① 当碳含量低于 0.30% 时，每降低 0.01%，则锰含量可以在 1.06% 以上增加 0.05%，直至允许最大锰含量 1.35%。

1.2 备有选择性的补充要求 S1，仅当买方作了指定时，才予采用。

1.3 以英寸—磅单位或 SI 单位表示的数值值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所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导致标准不一致的结果。除非订货单中规定采用本标准的“M”标志(SI 单位)，材料将以英寸—磅单位供货。

注 1：无量纲标志符 NPS(公称管尺寸)在标准中已替代了传统的诸如“公称直径”，“尺寸”以及“公称尺寸”的术语。

## 2 引用标准

### 2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学性能试验的方法与定义

A 530/A 530M 专门用途碳钢和合金钢公称管通用要求

A 671 常温及要求低温用电熔化焊公称钢管

E 23 金属材料缺口冲击试验方法

E 213 金属公称管和管子制品超声波检验实用规程

E 309 钢制管子产品使用磁饱和和涡流检验  
实用规程

## 2.2 美国无损试验学会文件

SNT-TC-1A 无损检验人员资格评定和颁发证书的推荐方法

## 3 订货须知

3.1 按本标准供货材料的订货单应包括下列各项，必要时对采购材料作适当的说明。

3.1.1 数量(英尺、厘米、或定尺根数)。

3.1.2 材料名称(无缝或焊接公称管)。

3.1.3 级别(表 1)。

3.1.4 尺寸(NPS 或外径与平均壁厚的壁厚等级号)。

3.1.5 长度(定尺或非定尺)，(第 12 节)，(见 A 530/A 530M 标准的长度允许偏差一节)。

3.1.6 管端加工(见 A 530/A 530M 标准的管端一节)。

3.1.7 选用要求，(见 A 530/A 530M 标准的化学成分一节中的熔炼分析要求；第 4.2.5 条消除应力；第 10 条焊接修补；第 14.1.1 条其他温度下冲击试验和第 15 条的水压试验或无损电测试验要求一节)。

3.1.8 要求的试验报告(见 A 530/A 530M 标准的证书一节)。

3.1.9 标准号。

3.1.10 特殊要求或本标准的例外。

## 4 材料与制造

4.1 制造——管子应采用无缝或不添加填充金属的焊接工艺制成。4 级应采用无缝工艺制成。

注 2：添加填充金属的熔焊管见 A671 标准。

### 4.2 热处理

4.2.1 除 8 和 11 级外，全部无缝及焊接管应采用下列方法之一，进行热处理以控制其显微组织。

4.2.1.1 均匀加热至不低于 1500°F (815°C) 进行正火热处理，然后空冷或在控制气氛炉的冷却室内冷却。

4.2.1.2 按 4.2.1.1 条进行正火，并由钢厂自定，重新加热到一适当的回火温度。

4.2.1.3 将管道重新加热并控制热加

工，使得热成形的操作温度控制在 1550°F 到 1750°F (845 ~ 945°C) 的热成形温度范围内，然后在初始温度不低于 1550°F (845°C) 的控制气氛炉内冷却。此方法仅适用于无缝钢管工艺。

4.2.1.4 按 4.2.1.3 进行处理，并由钢厂自定，重新加热到适当的回火温度。

4.2.1.5 1, 6 和 10 级的无缝管可以均匀加热至温度不低于 1500°F (815°C)，然后在液体中淬火，并再次加热至适当的回火温度；以这样的热处理代替第 4.2.1 条规定的其他热处理。

4.2.2 8 级的管理子应由钢厂按下列方法之一种进行热处理：

4.2.2.1 淬火和回火——均匀加热至 1475°F ± 25°F (800°C ± 15°C)；在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in. (2min/mm)，然后浸入循环水中淬火，将钢管重新均匀地加热到 1050°F 至 1125°F (565 ~ 605°C)；在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in. (2min/mm) 但不少于 15min；然后空冷或以降温率不低于 300°F/h (165°C/h) 的速度水淬。

4.2.2.2 二次正火与回火——均匀加热至温度 1650°F ± 25°F (900°C ± 15°C)；在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in. (2min/mm)，但不少于 15min；然后空冷。将钢管重新均匀地加热到 1450°F ± 25°F (790°C ± 15°C)，在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in. (2min/mm)，但不少于 15min；然后再空冷。重新均匀加热至温度 1050°F 至 1125°F (565 ~ 605°C)，在此温度下和壁厚成比例至少保温 1h/in. (2min/mm)，但不少于 15min；然后空冷或以降温率不低于 300°F/h (165°C/h) 的速度水淬。

4.2.3 11 级钢管是否退火按买方和供货方的协议。当 11 级钢的钢管退火时应在 1400 ~ 1600°F (760 ~ 870°C) 范围内经正火处理。

4.2.4 取样材料应和供货钢管在同样条件下进行热处理。取样材料应在试样制备前进行热处理。

4.2.5 当订货单上有规定时，试样应从厚度试块上切取，试块取自热处理后的钢管，并应作应力消除。试块应逐步均匀地加热到规定温度，在此温度上保温至按表 2 规定的时间，然后炉冷至温度不高于 600°F (315°C)。8 级钢管的试块应以最小降温率 300°F/h (165°C/h) 的速度空冷或水冷至温度不高于 600°F (315°C)。

表 2 试块消除应力

金属温度 <sup>①,②</sup>		4 级 <sup>③</sup>		最短保温时间 h/in. (min/mm)
1,3,6,7 及 10 级	4 级 <sup>③</sup>	F	℃	
°F	℃	F	℃	
1100	600	1150	620	1(2.4)
1050	565	1100	600	2(4.7)
1000	540	1050	565	3(7.1)

① 对于中间温度，保温时间应采用内插法确定。

② 级别 8 应在 1025 ~ 1085°F (550 ~ 585°C) 消除应力，对于厚度小于等于 1.0in. (25.4mm) 最小保温时间 2h，厚度每增加 1in. (25.4mm) 保温至少增加 1h，并以最小降温率 300°F/h (165°C/h) 空冷或水冷至温度不超过 600°F (315°C)。

③ 除非另有规定，级别 4 在 1150°F (620°C) 消除应力。

## 5 化学成分

5.1 钢的化学成分应符合表 1 中的规定。

5.2 当按本标准订购 1, 6 级或 10 级钢时，不允许对所订购级别提出添加任何非表 1 所列元素中来供应某一合金钢级别的特殊要求。但是允许添加脱氧所需的元素。

## 6 成品分析

6.1 根据买方要求，钢厂应对每一炉次取一个钢坯或 2 个轧坯的试样，或每批钢管取两根进行分析。一批管应由下列根数组成：

NPS 标号	一批管的根数
< 2	400 根或其余数
2 ~ 6	200 根或其余数
> 6	100 根或其余数

6.2 这些分析结果应向买方或其代表报告，并应符合规定的要求。

6.3 如果按第 6.1 条规定的试验中有一次分析结果与规定的要求不符，则可以对同一炉次中的每一个钢坯或同一批管中的每根钢管进行分析，全部的钢坯或钢管与要求相符时可予接受。

## 7 拉伸性能

7.1 材料的拉伸性能应与表 3 给出的要求相符。

表 3 拉伸性能

项 目	1 级		3 级		4 级		6 级		7 级		8 级		9 级		10 级		11 级	
	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa								
抗拉强度, ≥	55000	380	65000	450	60000	415	60000	415	65000	450	100000	690	63000	435	80000	550	65000	450
屈服强度, ≥	30000	205	35000	240	35000	240	35000	240	35000	240	75000	515	48000	315	65000	450	35000	240
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向								
伸长率, 标距 2in. 或 50mm, %, ≥	35	25	30	20	30	16.5	30	16.5	30	22	22	...	28	...	22	...	18 <sup>①</sup>	...
对于壁厚不小于 $\frac{1}{2}$ in. (8mm) 的纵条试验和所有以全截面试验的小尺寸试样的基本最小伸长率																		
当采用标准圆试样, 标距 2in. 或 50mm 或采用标距长度为 4 倍直径 (4D) 的较小比例尺寸试样时:	28	20	22	14	22	12	22	12	22	14	16	...	...	...	16	...	...	...
对于纵条试验, 壁厚小于 $\frac{1}{2}$ in. (8mm), 每减小 $\frac{1}{32}$ in. (0.8mm) 从基本最小伸长率可减小的百分值	1.75 <sup>②</sup>	1.25 <sup>②</sup>	1.50 <sup>②</sup>	1.00 <sup>②</sup>	1.25 <sup>②</sup>	...	1.50 <sup>②</sup>	...	1.25 <sup>②</sup>	...	...							

① 11 级钢的伸长率适用于各种壁厚和全截面小尺寸试验。

② 下表列出计算的最小值:

壁 厚		伸长率, 标距 2in. 或 50mm, % <sup>①</sup> , ≥															
		1 级		3 级		4 级		6 级		7 级		8 级		9 级		10 级	
in.	mm	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
1/16(0.312)	8	35	25	30	20	30	16	30	16	30	22	22	...	28	...	22	...
3/32(0.281)	7.2	33	24	28	19	28	15	28	15	28	21	21	...	26	...	21	...
1/4(0.250)	6.4	32	23	27	18	27	15	27	15	27	20	20	...	25	...	20	...
7/32(0.219)	5.6	30	...	26	...	26	...	26	...	26	18	18	...	24	...	18	...
5/16(0.188)	4.8	28	...	24	...	24	...	24	...	24	17	17	...	22	...	17	...
3/16(0.156)	4	26	...	22	...	22	...	22	...	22	16	16	...	20	...	16	...
1/8(0.125)	3.2	25	...	21	...	21	...	21	...	21	15	15	...	19	...	15	...
3/32(0.094)	2.4	23	...	20	...	20	...	20	...	20	13	13	...	18	...	13	...
1/16(0.062)	1.6	21	...	18	...	18	...	18	...	18	12	12	...	16	...	12	...

③ 计算出伸长率后应圆整到最接近的整数。

注: 上表列出壁厚每减薄  $1/32$  in. (0.8mm) 时计算的伸长率最小值。壁厚处在上示两值之间时, 最小伸长率的值由下表所列公式确定之:

级 别	试验方向	公 式
1	纵向	$E = 56t + 17.50$ ( $E = 2.19t + 17.50$ )
	横向	$E = 40t + 12.50$ ( $E = 1.56t + 12.50$ )
3	纵向	$E = 48t + 15.00$ ( $E = 1.87t + 15.00$ )
	横向	$E = 32t + 10.00$ ( $E = 1.25t + 10.00$ )
4	纵向	$E = 48t + 15.00$ ( $E = 1.87t + 15.00$ )
	横向	$E = 32t + 6.50$ ( $E = 1.25t + 6.50$ )
6	纵向	$E = 48t + 15.50$ ( $E = 1.87t + 15.50$ )
	横向	$E = 32t + 6.50$ ( $E = 1.25t + 6.50$ )
7	纵向	$E = 48t + 15.00$ ( $E = 1.87t + 15.00$ )
	横向	$E = 32t + 11.00$ ( $E = 1.25t + 11.00$ )
8 及 10	纵向	$E = 40t + 9.50$ ( $E = 1.56t + 9.50$ )
9	纵向	$E = 48t + 13.00$ ( $E = 1.87t + 13.0$ )

注: 式中  $E$  = 标距 2in. 或 50mm 的伸长率, %;

$t$  = 试样的实际厚度, in (mm)。

## 8 冲击韧性

8.1 对于 1、3、4、6、7、9 及 10 级的钢管, 包括壁厚不小于 0.120in. (3mm) 的焊接管的焊接接头试样, 每组三个带缺口冲击试样的冲击性能值当在与第 14.1 条相符合的温度下试验时, 应不低于表 4 中的规定值。11 级不要求冲击试验。

表 4 1、3、4、6、7、9 和 10 级钢的冲击韧性要求

试样尺寸 mm	每组三个试样的 最小平均缺口冲击值 <sup>①</sup>		每组仅一个试样的 最小缺口冲击值 <sup>①</sup>	
	ft-lbf	J	ft-lbf	J
10×10	13	18	10	14
10×7.5	10	14	8	11
10×6.67	9	12	7	9
10×5	7	9	5	7
10×3.3	5	7	3	4
10×2.5	4	5	3	4

① 中间值允许线性内插。

8.1.1 若一个试样的冲击值低于最小值, 或两个试样的冲击值小于最小平均值而低于单个试样允许的最小值, 则应进行复试。复试应另取三个冲击试样, 且每个试样必须等于或大于要求的平均值。由于试样有缺陷造成结果不正常, 或者试验过程中有不确切的情况, 将允许复试。

8.2 级别 8 的钢管, 对每个带缺口的冲击试样应测量相对于缺口的侧向膨胀值, 后者应不小于 0.015in. (0.38mm)。

8.2.1 当三个冲击试样的平均侧向膨胀值等于或大于 0.015in. (0.38mm), 但不小于 0.010in. (0.25mm) 时, 则可以另取三个试样进行复试。每一个复试试样的侧向膨胀值必须等于或大于 0.015in. (0.38mm)。

8.2.2 侧向膨胀值应采用 A370《方法和定义》规定的程序进行测定。

8.2.3 以英尺—磅表示的吸收能量值及以剪切百分比率表示的断裂形貌特征应作资料记录下来。这些数值记录的保存期至少应为两年。

## 9 长度

**9.1** 若无定尺要求，则钢管订货的单根任意长度可分 16 至 22ft(注 3)，其中 5% 的管子可为 12 至 16ft(注 4)；或者以最短平均长度为 35ft(注 4)及最短长度为 22ft(注 4)的双倍任意长度订货，其中的 5% 的钢管为 12 至 22ft(注 3)。

注 3：此处示出的长度当订货是以材料标准的“英寸一磅”标记号为准时适用；当订货是以材料标准的“M”(SI 单位)标记号为准时，相应的米制长度值应由钢厂和买方双方协议商定。

## 10 工艺质量、表面质量和外观

**10.1** 制管厂应对足够多数量的可见表面缺陷进行测定，以提供可信的保证已经对它们的深度作了恰当的评定。不必对全部表面缺陷进行测定，但需保证符合第 10.2 条规定。

**10.2** 深度超过 12.5% 公称壁厚或侵入最小壁厚处的表面缺陷应视作有害缺陷。带有这类有害缺陷的管子应按下列方法之下一进行处理：

**10.2.1** 若剩余壁厚仍在规定范围以内，则该缺陷可以打磨去除。

**10.2.2** 按照第 10.5 条补焊规定进行返修。

**10.2.3** 在不影响订货长度要求范围的条件下，切除钢管上含有害缺陷的一截。

**10.2.4** 拒收有害缺陷的钢管。

**10.3** 为了提供一良好的外观并成为评估是否符合第 10.2 条的基础，制管厂应以打磨法磨掉下列缺陷：

**10.3.1** 任何深度大于  $\frac{1}{16}$ in.(1.6mm)的机械刻痕、擦痕及小坑。

**10.3.2** 按第 10.1 条进行测定时发现深度大于 5% 公称壁厚的如下可见缺陷；疵点、疤痕、皱皮、撕裂伤或轧制毛刺等。

**10.4** 若表面缺陷按第 10.2 条虽可接受，但它不是分散的，而是集中在一大块面积上，达不到良好外观的要求，则根据买方的意见，对这样的钢管应予拒收。处理办法应由钢厂和买方双方商定。

**10.5** 用打磨法磨去瑕疵或缺陷时应保持光滑曲面，打磨后的壁厚不得减至本标准的允许值以下，打磨点处的外径允许由于磨削而减少被磨掉的量。

**10.5.1** 壁厚应用卡规或用正确标定过的

有一定精度的无损检测仪来测量。若有争议，应以卡规测量为准。

**10.6** 焊补应仅当买方同意后方可进行，并应按 A 530/A 530M 标准执行。

**10.7** 成品钢管应相当直。

## 11 一般要求

**11.1** 除非此处另有规定，按本标准供应的材料应与 A 530/A 530M 标准的最新版的相应要求相符合。

## 12 要求的力学性能试验

**12.1** 横向与纵向拉伸试验与压扁试验——在周期式炉中进行热处理的钢管每批应取 5% 进行试验。当采用连续式热处理时，则应取足够数量的钢管进行试验，相当于每批取 5%，但不少于 2 根。

注 4：术语“批”指公称尺寸及壁厚(或壁厚标号)相同，并产自同一炉次钢，且在连续炉中经受同样最终热处理的所有钢管。当最终热处理是在周期式炉中进行的，则每批钢管仅包括同一热处理炉中热处理钢管。

**12.2** 删除。

**12.3** 冲击试验——级缺口冲击试样包括三个试样，应取自一个热处理炉次中的每个熔炼炉次的成品钢管。一组试验仅代表同一炉次及同一热处理炉次钢管的性能，这些钢管的壁厚不得比取样钢管壁厚大  $\frac{1}{4}$ in.(6.3mm)。若在连续炉或周期式炉内进行热处理，炉温控制在 50°F(30°C)以内，并装有记录式高温仪因此具备完整的热处理的话，则仅需对一个连续操作的每个熔炼炉次作一组试验，而不必对每一个热处理炉次的每一个熔炼炉次都做。

**12.4** 冲击试验(焊接管)——应对焊接管的焊缝进行如第 12.2 或 12.3 要求的同样次数的附加冲击试验。

**12.5** 试验如在机加工过程中或试验前发现有缺陷，则可予报废，并应考虑另行取样。

**12.6** 由这些试验所得出的结果应向买方或其代表报告。

## 13 冲击试验的试样

**13.1** 缺口冲击试样应是简支梁式。除非被试材料厚度不足，应用 E23 试验方法中的 A 型 V 形缺口、横截面为 10mm × 10mm 的夏比型标准试

样。材料厚度不足 10mm 时，应采用所能加工得到的最大的小尺寸试样。本标准不采用沿缺口宽度大于 0.394in. (10mm) 或小于 0.099in. (2.5mm) 的夏比试样。

**13.2** 取样时应使试样的纵轴和钢管的纵轴相平行，而缺口的轴线应与表面垂直。对壁厚小于等于 1in. (25mm) 的钢管，取样时应使其轴向平面位于中心点，对壁厚大于 1in. (25mm) 的钢管，取样时应使其轴向平面位于距外表面  $\frac{1}{2}$  in. (12.5mm) 处。

**13.3** 当试验焊缝时，如钢管的直径与壁厚允许，则试样应与钢管的纵轴横交，其缺口落在焊缝接头处，且垂直于管表面。当管径与壁厚不允许切取横交试样时，应按第 13.2 条切取纵向试样，且使缺口底部位于焊缝接头处。

## 14 冲击试验

**14.1** 除成品管的尺寸不足以切取小尺寸冲击试样外，所有按本标准供货的以及按第 16 节规定作标志的所有材料均应如表 5 中所示在与该类别钢相应的最低试验温度下进行冲击能力试验。

**14.1.1** 经钢厂和买方协商同意，可对单批材料在其他温度下进行特殊的冲击试验。

**14.1.2** 当采用小尺寸的夏比冲击试样以及试样沿缺口的宽度小于原有材料实际壁厚的 80% 时，对于级别 1、3、4、6、7、9 及 10 号钢规定的夏比冲击试验温度应分别低于表 5 中对各级别钢所示出的最低试验温度。这种情况下的温度降低值应等于实际材料厚度相当的温度降低值与实际试验的夏比试样宽度相当的温度降低值两者之差(如表 6 所示)。附录 X1 中示出了如何确定温度降低值的若干例子。

表 5 冲击温度

级 别	最低冲击试验温度	
	F	℃
1	-50	-45
3	-150	-100
4	-150	-100
6	-50	-45
7	-100	-75
8	-320	-195
9	-100	-75
10	-75	-60

表 6 冲击温度降低值

in.	mm	温度降低值 降低度数 <sup>①</sup>	
		°F	°C
0.394	10(标准尺寸)	0	0
0.354	9	0	0
0.315	8	0	0
0.295	7.5(3/8标准尺寸)	5	3
0.276	7	8	4
0.262	6.67(5/8标准尺寸)	10	5
0.236	6	15	8
0.197	5(1/2标准尺寸)	20	11
0.158	4	30	17
0.131	3.33(1/4标准尺寸)	35	19
0.118	3	40	22
0.099	2.5(5/16标准尺寸)	50	28

① 中间值允许线性内插。

**14.2** 缺口冲击试样应按 E23 试验方法中夏比型试验对简支梁的试验程序进行。

**14.3** 规定试验温度低于 70°F (20°C) 时，试验时应采取以下措施：试样和夹钳应置于一合适的容器内冷却足够长的时间使两者均能用冷却到预期的温度，后者应使用热电偶、温度计或任何其他合适的仪器测量，测量误差应控制在 3°F (2°C) 以内。试样应迅速地从冷却装置中取出放到夏比冲击试验机砧座上，并应在 5 秒之内将试样冲断。

## 15 水压试验或无损电测试验

**15.1** 每根管应经受无损电测试验或水压试验。除非在采购订单中另有规定，所应采用的试验形式应由钢厂决定。

**15.2** 水压试验应按 A 530/A 530M 标准进行。

**15.3** 无损电测试验：无损电测试验应按 E213 或 E309 实用规程进行。除非在采购订单中特别指定，无损电测试验由钢厂选择决定。每种方法可检测的公称管尺寸范围受各实用规程适用范围的限制。

**15.3.1** 以下各项信息会对本标准的使用者有帮助：

**15.3.2** 在 15.3、15.3.4 和 15.9 中规定的参考标准对标定无损检验设备均是便于使用的标准。这些参考标准的尺寸并非就是这些设备所能检测出的最小尺寸缺陷。

**15.3.3** 超声波试验 (UT) 可以用于探测

纵、环向的定向缺陷。宜认识到不同方向的缺陷应采用不同的测试技术。超声波检验不能检测出短小而深的缺陷。

**15.3.4** 本标准引用的 E309 实用规程涡流试验方法(ET)能检测出重要缺陷的性质,特别是短的陡变型缺陷。

**15.3.5** 当买方欲查明能探测出的不连续性缺陷的性质(类型、尺寸、位置和方向)时,这些无损检验方法的特殊应用应和钢管厂讨论。

#### 15.4 检验时间:

**15.4.1** 为标准目的采用的无损检验应在所有机加工工艺,热处理及矫直钢管之后进行。这一要求并不阻止在工艺过程的较早的阶段中作附加试验。

#### 15.5 表面状态:

**15.5.1** 所有表面不得有氧化皮、沾污、油脂,油漆或其他可能有碍于判读试验结果的外来物质。为了检验所作的表面清理,其清理方法不应使母材或表面粗糙度有损伤。

**15.5.2** 过分粗糙的表面粗糙度或深的划痕会有碍于无损检测的信号。

#### 15.6 检验范围:

**15.6.1** 钢管的相对移动,以及变频器、线圈或传感器应做到整根钢管表面被扫描到。

**15.6.2** 应认识到存在端部效应,端部效应的长度应由钢厂确定;当有要求时,该长度应向买方报告。其他的无损检验可能适用于端部区域,应由买方和钢厂双方商定。

#### 15.7 无损检验人员资格:

**15.7.1** 试验装置操作人员应按 SNT - TC - 1A 或相当的并成文的标准经过资格评定。

#### 15.8 试验条件:

**15.8.1** 对于涡流试验,励磁线圈频率的选取应确保足够穿透深度,同时提供良好的信噪比。

**15.8.2** 所用的涡流线圈频率应如下:

规定壁厚不大于 0.050in.—最大为 100kHz

规定壁厚不大于 0.150in.—最大为 50kHz

规定壁厚不大于 0.150in.—最大为 10kHz

**15.8.3** 超声波—对于采用超声波作检验,其最小的公称变频器频率应为 2.00MHz,且最大的公称变频器尺寸应为 1.5in.

(a) 如果试验装置备有拒收滤波器整定功

能,则在标定和试验过程中应始终脱开,除非在整定时能证实其为线性。

#### 15.9 参考标准试件:

**15.9.1** 通常长度的参考标准试件应从与所要试验的钢管相同级别、规格尺寸(公称管尺寸(NPS),或外径及壁厚序号或者壁厚),表面加工和热处理状态相同的一根公称管上制备。

**15.9.2** 对于超声波检验标定用的内径或外径缺口试块应是 E213 实用规程所示出的 3 种常用缺口的一种,由钢厂选定。内径或外径缺口的深度不得超过钢管规定公称壁厚的 12.5% 或者 0.004 in.(0.1mm),两者的较大值。缺口的宽度不得超过其深度的两倍。缺口分别位于钢管的内、外径表面上。

**15.9.3** 对于涡流试验,参考标准试件应含有下列不连续性缺陷中的任何一种缺陷,由钢厂选定:

(a) 钻孔——参考标准试件管应含有 3 个或 3 个以上绕钢管环向均匀分开及纵向错开足够距离,以保证每一个钻孔分别反射出易于区分的信号。钻孔应位于径向并完全穿透管壁,钻孔时应注意避免钢管变形。若该焊缝是可见的话,其中一个钻孔应开在焊缝上。替代方法是焊接钢管的生产厂可以选择将一个孔钻在焊缝上,并将参考标准试件管通过试验线圈 3 次,而每一次将焊缝翻转 120 度角。钻孔孔径应随钢管的公称管尺寸(NPS)不同,如下所述:

公称管尺寸(NPS)标号	孔径,in.(mm)
½	0.039(1)
大于 ½ ~ 1¼	0.055(1.4)
大于 1¼ ~ 2	0.071(1.8)
大于 2 ~ 5	0.087(2.2)
大于 5	0.106(2.7)

(b) 横切向缺口——缺口应采用直径为  $\frac{1}{4}$  in.(6.4mm)的圆形刀具或圆锥刀加工,并做到和钢管表面相切于管的纵轴线。缺口深度应为规定公称壁厚的 12.5% 或者 0.004 in.(0.102mm),两者的较大值。

(c) 纵向缺口——在钢管的外表面平行于钢管轴线的径向平面内,应加工出宽度小于等于 0.031in. 的缺口,其深度不得超过钢管规定壁厚的 12.5% 或者 0.004in.(0.1mm),两者的较大值。缺口的长度应适合于试验方法。

**15.9.4** 经买方和钢厂双方商定可以使用更多的或较小的参考用不连续性缺陷。

**15.10 标定程序:**

**15.10.1** 在检验每组钢管的开始和终了, 以相同规格 NPS, 或外径及壁厚序号或者壁厚、相同钢种级别和热处理条件, 以及每相隔不超过 4 小时, 试验装置均应经过评定。由钢厂选定, 或者由买方和钢厂双方商定结果的要求, 可进行更多次数的标定。

**15.10.2** 当测试系统的整定有任何变化, 更换检验人员, 设备修理时, 或者因为动力损耗, 工艺中止而中断时, 以及当怀疑有问题时, 试验装置也应进行标定。

**15.10.3** 参考标准试件应和所需检验的钢管用相同的速度及相同的试验系统整定状况通过试验装置。

**15.10.4** 参考标准试件的信噪比应为 2.5:1 或更大, 由于像敲击痕、划痕、凹陷、矫直痕等可辨认的原因引起的额外信号不应认为是噪音。拒收波幅至少应调整到读出显示全刻度的 50%。

**15.10.5** 如果在任何一次标定中, 当其拒收波幅已从上一次的标定下降达波高的 29% (3dB), 则从上一次标定以来的钢管都应拒收。此时, 试验系统的整定可作改变, 可调节变频器、线圈或传感器, 并重新整定整个装置; 但是从上一次的标定以来, 凡测试过的可以合格验收的钢管必须重新进行合格验收。

**15.11 缺陷的评估:**

**15.11.1** 对于产生大于等于由参考标准试件所产生的最低信号的钢管应加以识别, 并与合格验收钢管分离。产生这些信号的部位可以再次检验。

**15.11.2** 如果由缺陷产生的信号不能被辨认, 或者它们是由裂纹或者类似于裂纹的缺陷产生的信号, 则这些钢管都应拒收。这些钢管可以按 11 节和 12 节所用的方法进行修理。修理过的钢管必须要通过和原先被拒收时相同的无损检验, 并且它们必须要满足本标准的最小壁厚要求。

**15.11.3** 如果试验信号是由以下可见缺陷

所产生, 例如:

- 15.11.3.1** 擦伤;
- 15.11.3.2** 表面粗糙度;
- 15.11.3.3** 敲击或撞伤;
- 15.11.3.4** 矫直划痕;
- 15.11.3.5** 切屑;
- 15.11.3.6** 钢模划痕;
- 15.11.3.7** 刹车划痕;
- 15.11.3.8** 钢管减径皱纹。

并且, 如果这些可见缺陷小于 0.004 in. (0.1mm) 或者规定壁厚的 12.5%, 两者的较大值, 则这些钢管外观检查可以合格验收。

**15.11.4** 被拒收的钢管, 如果其壁厚未减小到低于本标准或钢管产品标准所要求的壁厚, 则可以重新整修及重新试验。打磨处的外径可以由于打磨而减少。重新试验的钢管如果满足试验要求则可以合格验收。

如果缺陷在其范围内被查明它们能被辨认为非拒收性的, 并且如果缺陷未侵入到最小壁厚, 则钢管可不必进一步试验, 而可以合格验收。

**16 产品标志**

**16.1** 除第 16.1.1 条修订的内容以及 A 530/A 530M 标准中规定的标志外, 尚应包括是热精整还是冷拔; 是无缝管还是焊接管; 管壁厚度标号以及在字母“LT”之后标上所作冲击试验的温度; 当因减小试样尺寸而要求较低的试验温度时则除外, 这种情况下应标志适用于全尺寸试样的较高的冲击试验温度。

**16.1.1** 当成品管尺寸不足以切取小尺寸试样时, 标志中不应包括字母“LT”以及随后标记的试验温度, 除非是规定了补充要求 S1 才需标记。

**16.1.2** 当所交货的钢管是淬火加回火状态时, 标记应包括字母“QT”, 且热处理状态应报告给买方或其代表。

**17 关键词**

**17.1** 低温用 无缝公称钢管 不锈公称钢管 公称钢管 低温适用

## 补充要求

下列补充要求仅不买方在合同或订货单中规定时才予采用

### S1 小尺寸冲击试样

S1.1 当成品管尺寸不足时，允许切取小尺寸冲击试样，试验应经钢厂和买方商定。

## 附 录

### (非强制性资料)

#### X1 降低试验温度的确定

X1.1 在 14.1.2 条所述情况下，必须进一步降低表 5 中规定的冲击试验温度。下列给出的例子说明 14.1.2 条文的应用。

X1.1.1 当使用小尺寸试样时(见 14.1<sup>\*</sup>条)，且小尺寸试样沿缺口的宽度大于等于原材料的实际壁厚的 80% 时，则 14.1.2 条的规定不适用。

X1.1.1.1 例如钢管实际壁厚为 0.200in. (5.0mm)，且所能制取的最大的小尺寸试样的沿缺口宽度小于等于 0.160in. (4mm)，则试验温度

不需降低。

X1.1.2 当小尺寸试样沿缺口宽度小于钢管实际壁厚的 80% 时，则所要求的试验温度的降低值应取表 6 中对于实际壁厚及试样宽度所示的两个温度降低值的差值。

X1.1.2.1 例如，管壁厚为 0.262in. (6.67mm)，然夏比试样缺口宽度为 3.33mm ( $\frac{1}{3}$  标准尺寸)，则试验温度应降低 25°F (14°C)，因为相应于小尺寸试样的温度降低值是 35°F (19°C)；而相应于实际管壁厚的温度降低值是 10°F (5°C)；两者之差即所要求的试验温度降低值。

\* 原文误为 10.1，已更正。——译注。