# 低温用无缝和焊接的碳钢和合金钢管子

SA－334/SA－334M

（与 ASTM 标准 A 334/A 334M—96 完全等同）

## 1 适用范围

1.1 本标准适用于若干级别的、低温用的最小壁厚无缝和焊接的碳钢和合金钢管子。有些产品尺寸本标准可能没有现有的，因为较厚的壁厚在低温冲击性能上会起相反效果。

1.2 提供的选择性补充要求 S1，这只有在订购方有规定时才适用。

注 1：对于外径小于½in.(12.7mm)的管子，可以采用表 1 中给出的对条状试样的伸长率值。力学性能要求不适用于外径小于⅛in.(3.2mm)，壁厚小于0.015in.(0.4mm)的管子。

1.3 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”标准(SI 单位)，否则，应采用英寸—磅单位制。

## 2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

A 450/A 450M 碳钢，铁素体合金钢和奥氏体合金钢管子通用要求

E 23 金属材料缺口试棒冲击试验方法

## 3 一般要求

3.1 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 450/A 450M 标准的要求。

## 4 订货须知

4.1 本标准材料的订货单应包括下列各项需要时，应详细说明需要的材料。

4.1.1 数量(英尺、米或根数)。

4.1.2 材料名称(无缝或焊接管子)。

4.1.3 级别(表 1)。

4.1.4 尺寸(外径及最小壁厚)。

4.1.5 长度(定尺或不定尺)。

4.1.6 选择要求(其它温度，第 13 节，水压或电测试验，第 12 节)。

4.1.7 要求的试验报告(见 A 450/A 450M 标准合格证书一节)。

4.1.8 标准号。

4.1.9 特殊要求和任何选用的补充要求。

表 1 化学成分要求

| 元 素 | 成 分,% | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 级别① | 级别 3 | 级别 6① | 级别 7 | 级别 8 | 级别 9 | 级别 11 |
| ≤,C | 0.30 | 0.19 | 0.30 | 0.19 | 0.13 | 0.20 | 0.10 |
| Mn | 0.40～1.06 | 0.31～0.64 | 0.29～1.06 | ≤0.90 | ≤0.90 | 0.40～1.06 | ≤0.60 |
| ≤,P | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| ≤,S | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| Si | … | 0.18～0.37 | ≥0.10 | 0.13～0.32 | 0.13～0.32 | … | ≤0.35 |
| Ni | … | 3.18～3.82 | … | 2.03～2.57 | 8.40～9.60 | 1.60～2.24 | 35.0～37.0 |
| Cr | … | … | … | … | … | … | ≤0.50 |
| Cu | … | … | … | … | … | 0.75～1.25 | … |
| Co | … | … | … | … | … | … | ≤0.50 |
| Mo | … | … | … | … | … | … | ≤0.50 |

① 在 0.30%以下时每减少 0.01%，在 1.06%以上的锰允许增加 0.05%，锰最多 1.35%。

## 5 材料和制造

5.1 管子应用无缝制管法制造，或用在焊接操作时不添加填充金属的焊接方法制造而成。

## 6 热处理

6.1 除8和11级钢以外，所有无缝管和焊接管应按下列方法之一控制它们的显微组织以进行热处理：

6.1.1 加热到一个不低于1550℉(845℃)的均匀温度正火，并在空气中或一控制气氛炉内的冷却室中冷却。

6.1.2 如10.1.1中那样进行正火，并随制造厂的意愿再加热到一合适的回火温度。

6.1.3 只对无缝制管方法，再加热并控制热加工及热成形加操作温度在1550～1750℉(845～955℃)的热成型温度范围，并在控制气氛炉内从不低于1550℉(845℃)的初始温度进行冷却。

6.1.4 如6.1.3那样处理的，随制造厂的意愿再加热到一合适的回火温度。

6.2 对8级钢的管子由制造厂按下列任一方法热处理：

6.2.1 淬火和回火——加热到1475±25℉(800±15℃)的均匀温度，并在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，且在任何情况下不少于15min，然后浸到循环水中淬火。重新加热到钢管达到1050～1125℉(565～605℃)内的一个均匀温度，在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，但在任何情况下不得少于15min；以冷却速度不低于300℉/h(165℃/h)空冷或水淬。

6.2.2 二次正火和回火——加热到1650±25℉(900±15℃)的均匀温度，并在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，且在任何情况下不少于15min；在空气中冷却。重新加热到1450±25℉(790±15℃)的均匀温度；在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，且在任何情况下不少于15min，在空气中冷却。重新加热到1050～1125℉(565～605℃)的一个均匀温度，并在此温度最少保持1h/in.(2min/mm)乘以厚度的时间，但在任何情况下不少于15min，以冷却速度不小于300℉/h(165℃/h)冷却或水淬。

6.3 冲击试样用的材料应是与成品管子热处理的条件相同的材料。

6.4 11级钢的管子是否退火应按买方和供货方的协议。当11级钢的管子退火时应在1400～1600℉(760～870℃)范围内正火。

## 7 化学成分

7.1 钢应符合表1中规定的化学成分要求。

7.2 按本标准订购1级和6级的钢时，不允许添加任何非表1所列的元素供应特殊需要的合金钢。但是，允许添加为了脱氧所需的元素。

## 8 成品分析

8.1 应从每炉的一个钢坯或一根压延坯料，或一根管子作分析。由此确定的化学成分应满足本规定的要求。

8.2 若成品分析的初次试验不合格，外加两个钢坯或压延坯料或管子进行复试。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(注2和注3)的所有剩余材料应拒收，或生产厂愿意，可对每一钢坯或压延坯料或管子作各别的验收试验。不符合标准要求的钢坯或压延坯料或管子应拒收。

注2：对于压扁和扩口的要求，名词"批"适用于切割前同一炉钢生产的同一公称尺寸和壁厚的所有管子。当最终热处理是在分批式炉中进行时，一批只包括同一尺寸，同一炉号在同一热处理炉内装料下进行的热处理的那些管子。当最终热处理是在连续炉中进行时，一批中同一炉号和同一尺寸的管子根数应按表2中规定的管子尺寸确定之。

注3：对于拉伸和硬度试验的要求，名词"批"适用于切割前同一炉钢生产的同一公称直径和壁厚的所有管子。当最终热处理是在分批式炉中进行时，一批只包括同一尺寸及同一炉号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中进行时，一批应包括同一尺寸，同一炉号及在相同热处理炉内以相同温度，相同加热时间及炉速作热处理的所有管子。

表2 热处理的批量

| 管子尺寸 | 批量大小 |
|---|---|
| 外径≥2in.(50.8mm) 壁厚≥0.200in.(5.1mm) | 不多于50根管子 |
| 外径<2in.(50.8mm)但>1in.(25.4mm)或外径>1in.(25.4mm)壁厚<0.200in.(5.1mm) | 不多于75根管子 |
| 外径≤1in. | 不多于125根管子 |

## 9　拉伸要求

9.1　材料应符合表 3 规定的拉伸性能要求。

表 3　拉伸性能要求

| | | 级别 1 | | 级别 3 | | 级别 6 | | 级别 7 | | 级别 8 | | 级别 9 | | 级别 11 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ksi | MPa | ksi | MPa | ksi | MPa | ksi | MPa | ksi | MPa | ksi | MPa | ksi | MPa |
| 抗拉强度，≥ | | 55 | 380 | 65 | 450 | 60 | 415 | 65 | 450 | 100 | 690 | 63 | 435 | 65 | 450 |
| 屈服强度，≥ | | 30 | 205 | 35 | 240 | 35 | 240 | 35 | 240 | 75 | 520 | 46 | 315 | 35 | 240 |
| 伸长率标距 2in. 或 50mm（或 4D）%，≥ | 以全截面试验的所有小尺寸试样的基本最小伸长率 | 35 | | 30 | | 30 | | 30 | | 22 | | 28 | | 18[1] | |
| | 当采用标准的圆试样，其标距为 2in.，或较小比例尺寸的试样其标距等于 4D(4 倍直径)时 | 28 | | 22 | | 22 | | 22 | | 16 | | … | | … | |
| | 对纵条试验其壁厚小于 5/16in. 时，每减少 1/32 in.(0.79mm)从基本最小伸长率可减少的百分值(见下表) | 1.75[2] | | 1.50[2] | | 1.50[2] | | 1.50[2] | | 1.25[2] | | 1.50[2] | | … | |

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

| 级　别 | 公　式 |
|---|---|
| 1 | $E = 56t + 17.50$（$E = 2.19t + 17.50$） |
| 3 | $E = 48t + 15.00$（$E = 1.87t + 15.00$） |
| 6 | $E = 48t + 15.00$（$E = 1.87t + 15.00$） |
| 7 | $E = 48t + 15.00$（$E = 1.87t + 15.00$） |
| 8 | $E = 40t + 9.50$（$E = 1.56t + 9.50$） |
| 9 | $E = 48t + 13.00$（$E = 1.87t + 13.00$） |

式中　$E$ = 标距 2in. 或 50mm 的伸长率，%；

$t$ = 试样的实际厚度，in.(mm)。

总注：上表列出壁厚每减薄 1/32in.(0.79mm)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式确定之：

① 11 级钢的伸长率适用于所有的壁厚以及全截面小尺寸试验

② 下表给出计算的最小值；

③ 计算伸长率应圆整到最接近的整数值。

## 10 硬度要求

10.1 管子的硬度数值应不超过表4中规定的值。

表4 最大硬度值

| 级 别 | 洛 氏 | 布 氏 |
|---|---|---|
| 1 | B 85 | 163 |
| 3 | B 90 | 190 |
| 6 | B 90 | 190 |
| 7 | B 90 | 190 |
| 8 | … | … |
| 11 | B 90 | 190 |

注：原文表4中缺级别9。——译注。

## 11 冲击要求

11.1 对于1、3、6、7和9级钢，每组三个冲击试样(包括壁厚大于等于0.120in.(3mm)焊接管的焊接接头试样在内)，其开缺口试棒的冲击性能，当在符合13.1中的温度下试验时，应不小于表5中规定的值。11级钢不要求冲击试验。

表5 级别1、3、6、7和9的冲击要求

| 试样尺寸 | 每组三个刻槽棒试样的最小平均值① | | 仅是一组中一个刻槽试样的最小冲击值① | |
|---|---|---|---|---|
| | 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 |
| 10×3.33 | 5 | 7 | 3 | 4 |
| 10×2.5 | 4 | 5 | 3 | 4 |

① 允许中间值线性插值。

11.1.1 若一个试样的冲击值低于最低值，或两个试样的冲击值小于最终平均值，但并不低于单个试样允许的最小值，允许复试。复试应由冲断另加三个试样所组成，且每个试样必须等于或大于所要求的平均值。当(一个错误的结果是)由于一个有缺陷的试样引起的，或者在试验过程中有不确定性时则允许复试。

11.2 对于8级钢每一个开缺口冲击试样在缺口背面所显示的侧向膨胀应不小于0.015in.(0.38mm)。

11.2.1 当用三个冲击试样的平均侧向膨胀等于或超过0.015in.(0.38mm)，并有一个试样的值低于0.015in.(0.38mm)、但不低于0.010in.(0.25mm)，那么可以进行另外加的三个试样复试。任一复试试样的侧向膨胀必须等于或大于0.015in.(0.38mm)。

11.2.2 侧向膨胀值应按A370方法和定义标准确定。

11.2.3 以英寸—磅单位计的吸收能和以剪切率表示的断裂形貌应记录备查。这些值的记录保持期限应至少两年。

## 12 要求的试验次数

12.1 拉伸试验——应对不超过50根管子的批取一个试样做一个拉伸试验。超过50根管子的批应从二根管子取试样做拉伸试验(注3)。

12.2 压扁试验——在每批(注2)的一根成品管两端的试样上各作一个压扁试验，但不是作扩口或卷边试验的那一根。

12.3 扩口试验(无缝管子)——在每批(注2)一根成品管的两端试样各作一个扩口试验，但不是作压扁试验的那一根。

12.4 卷边试验(焊接管子)——从每批(注2)一根成品管的两端试样上各作一个卷边试验，但不是用作压扁试验的那一根。

12.5 反向压扁试验——对焊接管从每1500ft(460m)成品管取下个试样做一个反向压扁试验。

12.6 硬度试验——从每批(注3)两根管子的试样上做布氏或洛氏硬度试验。

12.7 水压或无损电测试验——每一根无缝管均应做水压试验，或当订购方有规定时做无损电测试验来代替水压试验。对焊接管，管子应作水压或无损电测试验。买方可指定采用哪一种试验。

12.8 冲击试验——一个开缺口试棒的冲击试验是冲击断3个试件，应从成品管切取代表热处理装炉的每炉试样上进行。本试验只代表同一炉批的管子，其壁厚范围不超过取试样管壁厚¼in.(6.3mm)以上。若热处理是在连续式炉或分批式炉中进行，其温度控制在50°F(30℃)以内并装备有记录的高温计，它能提供完整的热处理记录，则在连续生产时从每一炉次只需要一个试验、而不是每一热处理装炉中每一炉次都需要一个试验。

12.9 冲击试验(焊接管子)——对焊接管，

如 15.8 节中要求的尚需要作另外相同数目的冲击试验来试验焊缝。

12.10　机加工试样时或试验前显示出有缺陷的试样应予废弃、更换试样可看成原有试样。

## 13　冲击试验的试样

13.1　开缺口的棒状冲击试样应为简支梁式的、符合 E23 方法标准的 A 型带 V 型缺口的夏比型。除非要试验的材料厚度不够，应采用截面为 10mm × 10mm 的标准试样；厚度不够时应采用最大能得到的小尺寸试样。沿缺口的宽度大于 0.394in.(10mm)或小于 0.099in.(2.5mm)的夏比试样不适合于本标准用。

13.2　取试样时应使试样的纵轴线平行于管子的纵轴，并使缺口垂直于其表面。当壁厚小于等于 1in.(25mm)时，截取试样应使它们的轴向平面位于其中点；当壁厚大于 1in.(25mm)时，截取试样应使轴向平面位于离外表面 ½ in.(12.5mm)处。

13.3　当试验焊缝时，每当直径和厚度允许的情况下，应使试样横切管子的纵轴，试样上的缺口位于焊缝处并垂直于其表面。当直径和厚度不允许制备横切试样时，应按 14.2 取得纵向试样。缺口底部应处在焊缝处。

## 14　冲击试验

14.1　除非成品管的尺寸不足以允许获得小尺寸试样外，按本标准提供的、并按第 15 节标志的所有材料应按表 6 中对各类别钢规定的温度进行抗冲击试验。

表 6　冲击试验温度

| 级　别 | 冲击试验温度 | |
|---|---|---|
| | ℉ | ℃ |
| 1 | －50 | －45 |
| 3 | －150 | －100 |
| 6 | －50 | －45 |
| 7 | －100 | －75 |
| 8 | －320 | －195 |
| 9 | －100 | －75 |

14.1.1　如经制造厂和订购方同意，个别批号材料的特殊冲击试验可以在其它温度下进行。

14.2　缺口棒冲击试验应按照 E23 试验方法标准的简支梁夏比型试验程序进行。

14.3　规定在试验温度低于 +70℉(20℃)以下的冲击试验应采取下列措施：冲击试验试样还有夹钳应在合适的容器内冷却足够时间，使两者都达到所要求的温度。温度应用热电偶、温度计或任何其它合适的装置测量，并控制在 ±3℉(2℃)范围以内。试样应很快地从冷却装置中取出放到夏比冲击试验机的砧座上、并在不超过 5 秒以内将其冲断。

14.4　当用小尺寸的夏比冲击试样、且沿缺口的宽度小于原材料实际壁厚的 80%时，用于 1、3、6、7 和 9 级别钢的规定夏比试验温度应低于表 6 中所示相应级别的最低温度。此种情况下，温度降低值应等于相应于实际壁厚的温降值和相应于实际试验的夏比试样宽度的温降值之差(如表 7 中所示)。附录中示出了如何确定该温度降低值的若干例子。

表 7　冲击温度的降低

| 沿缺口的试样宽度或实际的材料厚度① | | 温度降低，度 | |
|---|---|---|---|
| in. | mm | ℉ | ℃ |
| 0.394 | 10(标准尺寸) | 0 | 0 |
| 0.354 | 9 | 0 | 0 |
| 0.315 | 8 | 0 | 0 |
| 0.295 | 7.5(¾标准尺寸) | 5 | 3 |
| 0.276 | 7 | 8 | 4 |
| 0.262 | 6.67(⅔标准尺寸) | 10 | 5 |
| 0.236 | 6 | 15 | 8 |
| 0.197 | 5(½标准尺寸) | 20 | 11 |
| 0.158 | 4 | 30 | 17 |
| 0.131 | 3.33(⅓标准尺寸) | 35 | 19 |
| 0.118 | 3 | 40 | 22 |
| 0.099 | 2.5(¼标准尺寸) | 50 | 28 |

① 允许中间值线性插值。

## 15　产品标志

15.1　除 15.1.1 中的修正，还有在 A450/A450M 标准中规定的标志外，标志应包括热精整、冷拔、无缝或焊接记号，以及“LT”字符后接作冲击试验的温度，当由于减少试样尺寸而要求较低的试验温度时，则应标记出适用于全尺寸试样的较高的试验温度。

15.1.1　当成品管的尺寸不足以取得小尺寸冲击试样时，除非已规定了补充要求 S1，标志不应包括字符“LT”及随后示明的试验温度。

# 补 充 要 求

下列补充要求仅适用于订购方在询价、合同或订货单中有规定时。

## S1 非标准试样

S1.1 当成品管的尺寸不足以取得小尺寸冲击试样时，试验事项应由制造厂和订购方间商定。

# 附　录

（非强制性）

## X1　温度降低值的确定

X1.1　在 14.4 中所述的情况下，表 6 中规定的冲击试验温度必须降低。下面提供的例子说明 14.4 条文规定的应用。

X1.1.1　当使用小尺寸试样（见13.1）以及沿小尺寸试样的缺口宽度大于等于原材料实际壁厚的80%时，14.4 条不适用。

X1.1.1.1　例如钢管的实际壁厚为 0.200in.（5.0mm）以及沿能得到的最大的小尺寸试样之缺口宽度大于等于0.160in.（4mm），则试验温度不要求降低。

X1.1.2　当沿小尺寸试样缺口的宽度小于钢管实际壁厚的 80%时，所要求的试验温度降低值取表 7 中示出的对于实际管壁厚度和所用试样宽度的温降值之间的差值计算得出。

X1.1.2.1　例如：钢管的壁厚为 0.262in.（6.67mm），沿夏比试样缺口的宽度为 3.33mm（⅓大小的标准尺寸），则试验温度要降低 25°F（14℃），（这是由于对应于小尺寸试样的温降值为 35°F（19℃），而对应于实际管壁厚度的温降值为 10°F（5℃），这两个值之间的差值即为要求的试验温度下降值。）