



中华人民共和国国家标准

GB/T 18984—2016
代替 GB/T 18984—2003

低温管道用无缝钢管

Seamless steel tubes for low-temperature-service piping

2016-12-30 发布

2017-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 18984—2003《低温管道用无缝钢管》，与 GB/T 18984—2003 相比，主要技术变化如下：

- 修改了规范性引用文件；
- 修改了钢管订货规格范围；
- 修改了钢管尺寸允许偏差；
- 修改了定尺长度允许偏差；
- 修改了弯曲度规定；
- 增加了 06Ni9DG 牌号；
- 修改了钢中磷、硫含量要求；
- 修改了钢的冶炼方法；
- 修改了钢管的交货状态；
- 修改了压扁试验适用规格范围和判定要求；
- 修改了低倍检验要求；
- 修改了非金属夹杂物检测要求；
- 修改了无损检验要求；
- 修改了组批规则。

本标准由中国钢铁协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：攀钢集团成都钢钒有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：成海涛、吴红、黄平佳、赵斌、董莉、曾勇刚、张业圣。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 18984—2003。

低温管道用无缝钢管

1 范围

本标准规定了低温管道用无缝钢管的分类、代号、订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于 $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 级 $\sim -196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 级低温压力容器管道及低温热交换器管道用无缝钢管。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂淬取光度法测定钒含量
- GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量
- GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法
- GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量
- GB/T 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
- GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法
- GB/T 244 金属管 弯曲试验方法
- GB/T 246 金属管 压扁试验方法
- GB/T 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图
- GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)
- GB/T 5777—2008 无缝钢管超声波探伤检验方法
- GB/T 7735—2016 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管缺欠的自动涡流检测
- GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验法
- GB/T 12606—2016 无缝和焊接(埋弧焊除外)铁磁性钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动漏磁检测

- GB/T 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
- GB/T 31925 厚壁无缝钢管超声波检验方法

3 分类和代号

- 3.1 本标准的无缝钢管按产品制造方式分为两类,其类别和代号如下:
- a) 热轧(扩)钢管,代号为 W-H;
 - b) 冷拔(轧)钢管,代号为 W-C。
- 3.2 本标准所列钢牌号后的字母“DG”分别是“低温”“管道”汉语拼音的首位大写字母。

4 订货内容

- 按本标准订购钢管的合同或订单应包括但不限于下列内容:
- a) 产品名称;
 - b) 标准编号;
 - c) 钢的牌号;
 - d) 订购的数量(总重量或总长度);
 - e) 尺寸规格;
 - f) 制造方法;
 - g) 特殊要求。

5 尺寸、外形及重量

5.1 外径和壁厚

- 5.1.1 钢管的公称外径(D)和公称壁厚(S)应符合 GB/T 17395 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应 GB/T 17395 规定以外尺寸的钢管。
- 5.1.2 钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可生产表 1 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1 钢管外径和壁厚的允许偏差 单位为毫米

分类代号	制造方式	钢管公称尺寸		允许偏差	
				普通级	高级
W-H	热轧钢管	外径(D)	≤ 54	± 0.40	± 0.30
			$> 54 \sim 325$	$\pm 1\% D$	$\pm 0.75\% D$
			> 325	$\pm 1\% D$	—
		壁厚(S)	≤ 20	$+15\% S$ $-10\% S$	$\pm 10\% S$
			> 20	$+12.5\% S$ $-10\% S$	$\pm 10\% S$

表 1 (续) 单位为毫米

分类代号	制造方式	钢管公称尺寸		允许偏差	
				普通级	高级
W-H	热扩钢管	外径(D)	全部	$\pm 1\% D$	
		壁厚(S)	全部	$\pm 15\% S$	
W-C	冷拔(轧)钢管	外径(D)	≤ 25.4	± 0.15	
			$> 25.4 \sim 40$	± 0.20	
			$> 40 \sim 50$	± 0.25	
			$> 50 \sim 60$	± 0.30	
			> 60	$\pm 0.75\% D$	$\pm 0.5\% D$
		壁厚(S)	≤ 3.0	± 0.3	± 0.2
			> 3.0	$\pm 10\% S$	$\pm 7.5\% S$

5.2 长度

5.2.1 通常长度

钢管通常长度为 4 000 mm~12 000 mm。
经供需双方协商,并在合同中注明,可交付长度短于 4 000 mm 但不短于 3 000 mm 的短尺钢管,但其数量应不超过该批钢管交货总数量的 5%。

5.2.2 定尺和倍尺长度

5.2.2.1 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可按定尺或倍尺长度交货。钢管的定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内。

5.2.2.2 钢管定尺长度允许偏差应符合如下规定:

- a) 长度 $\leq 6\,000$ mm,0 mm~10 mm;
- b) 长度 $> 6\,000$ mm,0 mm~15 mm。

5.2.2.3 每个倍尺长度应按如下规定留出切口余量:

- a) $D \leq 159$ mm 时,切口余量为 5 mm~10 mm;
- b) $D > 159$ mm 时,切口余量为 10 mm~15 mm。

5.3 弯曲度

钢管的弯曲度应不大于如下规定:

- a) $S \leq 15$ mm 时,弯曲度不大于 1.5 mm/m;
- b) $S > 15$ mm~30mm 时,弯曲度不大于 2.0 mm/m;
- c) $S > 30$ mm 或 $D \geq 351$ mm 时,弯曲度不大于 3.0 mm/m。

5.4 端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直,切口毛刺应予清除。

5.5 不圆度和壁厚不均

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径公差和壁厚公差的 80%。

5.6 重量

5.6.1 钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。钢管理论重量的计算按 GB/T 17395 的规定(钢的密度为 7.85 kg/dm³)。

5.6.2 重量允许偏差

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,交货钢管的实际重量与理论重量的允许偏差应符合如下规定:

- a) 单根钢管:±10%;
- b) 每批最小为 10 t 的钢管:±7.5%。

6 技术要求

6.1 钢的牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 2 的规定,钢管按熔炼成分验收。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他钢的牌号。

表 2 钢的牌号和化学成分

序号	牌号	化学成分(质量分数)/%							
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	V
1	16MnDG ^a	0.12~0.20	0.20~0.55	1.20~1.60	≤0.020	≤0.010	—	—	—
2	10MnDG ^{a,c}	≤0.13	0.17~0.37	≤1.35	≤0.020	≤0.010	—	—	≤0.07
3	09DG ^a	≤0.12	0.17~0.37	≤0.95	≤0.020	≤0.010	—	—	≤0.07
4	09Mn2VDG ^b	≤0.12	0.17~0.37	≤1.85	≤0.020	≤0.010	—	—	≤0.12
5	06Ni3MoDG ^c	≤0.08	0.17~0.37	≤0.85	≤0.015	≤0.008	2.50~3.70	0.15~0.30	≤0.05
6	06Ni9DG	≤0.10	0.10~0.35	≤0.90	≤0.015	≤0.008	8.50~9.50	—	—
^a 16MnDG、10MnDG 和 09DG 可加入 0.01%~0.05%的 Ti。 ^b 09Mn2VDG 可加入 0.01%~0.10%Ti 或 0.015%~0.060%的 Nb。 ^c 10MnDG 和 06Ni3MoDG 的酸溶铝分别不小于 0.015%和 0.020%,但不作为交货条件。									

6.1.2 需方要求进行成品分析时,应在合同中注明。成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.1.3 钢中残余元素含量应符合如下规定:Cr≤0.25%,Cu≤0.20%,Ni≤0.40%,Mo≤0.08%。

6.2 制造方法

6.2.1 钢应采用电弧炉加炉外精炼并经真空精炼处理,或氧气转炉加炉外精炼并经真空精炼处理。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用其他方法冶炼。

6.2.2 钢管应采用热轧(扩)或冷拔(轧)方法制造。

6.3 交货状态

6.3.1 除 06Ni9DG 钢管外,钢管应以正火、正火加回火或淬火加回火状态交货。当终轧温度不低于相变临界温度(A_{c3}),且钢管是经过空冷时,则应认为钢管是经过正火的。

6.3.2 06Ni9DG 钢管应以淬火加回火或二次正火加回火状态交货。

6.4 力学性能

6.4.1 钢管的纵向力学性能应符合表 3 的规定。拉伸试验试样型号应符合附录 A 的规定。

表 3 钢管的纵向力学性能

序号	牌号	抗拉强度 R_m MPa	下屈服强度或规定塑性延伸强度 $R_{eL}/R_{p0.2}$ MPa		断后伸长率 ^a A %		
			$S \leq 16 \text{ mm}$	$S > 16 \text{ mm}$	1 号试样	2 号试样 ^b	3 号试样
1	16MnDG	490~665	≥ 325	≥ 315	≥ 30		≥ 23
2	10MnDG	≥ 400	≥ 240		≥ 35		≥ 29
3	09DG	≥ 385	≥ 210		≥ 35		≥ 29
4	09Mn2VDG	≥ 450	≥ 300		≥ 30		≥ 23
5	06Ni3MoDG	≥ 455	≥ 250		≥ 30		≥ 23
6	06Ni9DG	≥ 690	≥ 520		≥ 22		≥ 18
^a 外径小于 20 mm 的钢管,本表规定的断后伸长率值不适用,其断后伸长率值由供需双方协商确定。 ^b 壁厚小于 8 mm 的钢管,用 2 号试样进行拉伸试验时,壁厚每减少 1 mm 其断后伸长率的最小值应从本表规定最小断后伸长率中减去 1.5%,并按数字修约规则修约为整数。							

6.4.2 钢管的纵向低温夏比 V 型缺口冲击吸收能量应符合表 4 的规定。冲击试验温度应符合如下规定:16MnDG、10MnDG 和 09DG 为-45 ℃,09Mn2VDG 为-70 ℃,06Ni3MoDG 为-100 ℃,06Ni9DG 为-196 ℃。

表 4 钢管的纵向低温冲击吸收能量

试样尺寸(高度×宽度)/ (mm×mm)	冲击吸收能量 ^{a,b} KV ₂ /J		
	一组(3 个)的平均值	至少 2 个的单个值	1 个的最低值
10×10	$\geq 21(40)$	$\geq 21(40)$	$\geq 15(28)$
10×7.5	$\geq 18(35)$	$\geq 18(35)$	$\geq 13(25)$
10×5	$\geq 14(26)$	$\geq 14(26)$	$\geq 10(18)$
10×2.5	$\geq 7(13)$	$\geq 7(13)$	$\geq 5(9)$
^a 对不能采用 10 mm×2.5 mm 冲击试样尺寸的钢管,冲击吸收能量由供需双方协商确定。 ^b 括号中的数值为 06Ni9DG 钢管的冲击吸收能量。			

6.5 液压

6.5.1 钢管应逐根进行液压试验。试验压力按式(1)计算,最大试验压力为 10 MPa。在试验压力下,

稳压时间应不少于 5 s,钢管不允许出现渗漏现象。

$$P = 2SR/D \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：
P —— 试验压力,单位为兆帕(MPa)；
S —— 钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm)；
D —— 钢管的公称外径,单位为毫米(mm)；
R —— 允许应力,为表 3 规定下屈服强度的 60%，单位为兆帕(MPa)。

6.5.2 供方可用漏磁探伤或涡流探伤代替液压试验。用漏磁探伤时,对比样管外表面纵向缺口槽应符合 GB/T 12606—2016 中验收等级 F4 的规定；用涡流探伤时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735—2016 中验收等级 E4H 或 E4 的规定。

6.6 工艺性能

6.6.1 压扁

外径大于 22 mm 的钢管应做压扁试验。试样压扁后的平板间距离 H 按式(2)计算。试样压至两平板间距离为 H 时,试样上不允许出现裂缝或裂口。

$$H = \frac{(1 + \alpha)/S}{\alpha + S/D} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：
H —— 平板间距离,单位为毫米(mm)；
S —— 钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm)；
D —— 钢管的公称外径,单位为毫米(mm)；
α —— 单位长度变形系数,为 0.08。

6.6.2 弯曲

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,外径小于 40 mm 的钢管可进行弯曲试验。弯曲试验的弯曲半径为钢管公称外径的 6 倍,弯曲角度为 90°,弯曲后试样不允许出现裂缝或裂口。

6.6.3 扩口试验

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,外径不大于 150 mm 且壁厚不大于 10 mm 的钢管可进行扩口试验。扩口试验顶芯锥度为 60°,试样外径的扩口率应符合表 5 的规定,扩口后试样上不允许出现裂缝或裂口。

表 5 外径的扩口率

内径/外径	扩口率/%
≤0.6	12
>0.6~0.8	15
>0.8	19

6.7 低倍

用钢锭直接轧制的钢管应进行低倍检验。钢管横截面酸浸试片上不允许有目视可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

6.8 非金属夹杂物

用连铸坯和钢锭直接轧制的钢管应做非金属夹杂物检验。钢管的非金属夹杂物按 GB/T 10561—2005 中的 A 法评级, A、B、C、D 各类夹杂物(粗系和细系)级别应分别不大于 2.5 级, A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别总数与粗细级别总数应各不大于 6.5 级; DS 类夹杂物应不大于 2.5 级。

6.9 无损检测

6.9.1 对于壁厚外径比小于或等于 0.2 或大于或等于 0.3 的钢管, 应按 GB/T 5777—2008 的规定逐根全长进行超声波探伤检测。超声波探伤检测对比样管纵向刻槽深度等级应符合: 热轧(扩)钢管 L2.5, 冷拔(轧)钢管 L2。当钢管壁厚外径比大于或等于 0.3 时, 除非合同中另有规定, 钢管内壁人工缺陷深度按 GB/T 5777—2008 中 C.1 规定执行。

6.9.2 当钢管壁厚与外径之比大于 0.2 且小于 0.3 时, 钢管应按 GB/T 31925 的规定逐根全长进行超声波探伤检测。超声波探伤检测对比样管纵向刻槽深度等级应符合: 热轧(扩)钢管 U2.5, 冷拔(轧)钢管 U2。

6.9.3 根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 钢管可增做其他无损检验。

6.10 表面质量

钢管的内外表面不允许有折叠、轧折、离层、裂纹和结疤。这些缺陷应完全清除, 清除处的实际壁厚应不小于壁厚允许的最小值。

深度不超过壁厚负偏差的其他局部缺陷允许存在。

7 检验和试验方法

7.1 钢管的化学成分分析取样按 GB/T 20066 的规则进行。化学成分的仪器分析按 GB/T 4336、GB/T 20123 的规定进行, 湿法分析按 GB/T 223.5、GB/T 223.9、GB/T 223.14、GB/T 223.16、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.69 的规定进行, 但仲裁时应按湿法分析的规定进行。

7.2 钢管尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.4 钢管其他检验项目的取样数量、取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 钢管的检验项目、试验方法和取样数量

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	见 7.1
2	拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975、附录 A	GB/T 228.1
3	冲击	每批在两根钢管上各取一组 3 个试样	GB/T 2975	GB/T 229
4	液压	逐根	—	GB/T 241
5	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
6	弯曲	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 244	GB/T 244
7	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242

表 6 (续)

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
8	超声检测	逐根	—	GB/T 5777—2008、 GB/T 31925
9	涡流检测	逐根	—	GB/T 7735—2016
10	漏磁检测	逐根	—	GB/T 12606—2016
11	低倍	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 226	GB/T 226、GB/T 1979
12	非金属夹杂物	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 10561—2005	GB/T 10561—2005

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

8.2 组批规则

钢管按批进行检查和验收。每批钢管应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的钢管组成。若钢管在切成单根后不再进行热处理,则一根管坯轧制钢管截取的所有管段都应视为一根。每批钢管的数量应不超过如下规定:

- a) $D \leq 76 \text{ mm}$, 且 $S \leq 3.0 \text{ mm}$: 400 根;
- b) $D > 351 \text{ mm}$: 50 根;
- c) 其他尺寸: 200 根。

8.3 取样数量

每批钢管各项性能检验的取样数量应符合表 6 的规定。

8.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

9 包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
钢管拉伸试验取样规定

A.1 适用范围

本规定适用于本标准拉伸试验取样的有关规定。

A.2 试样的种类

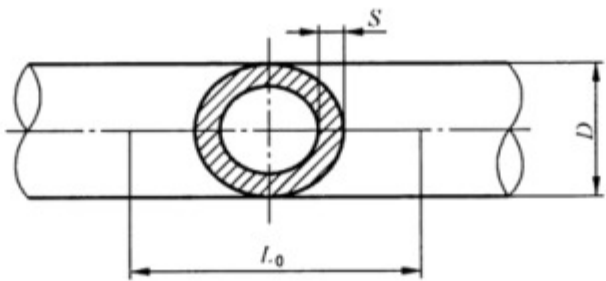
根据钢管外径和壁厚按表 A.1 规定制取试样。

表 A.1 试样型号及种类

钢管尺寸/mm	试样型号	试样种类
$D \leq 30$	1	管段试样
$30 < D \leq 50$	2A	弧形截面条状试样
$50 < D \leq 170$	2B	弧形截面条状试样
$D > 170$	2C	弧形截面条状试样
$S > 16$	3	圆形截面试样

A.3 试样的尺寸和形状

A.3.1 管段试样(1号试样)的形状和尺寸应符合图 A.1 的规定,试样横截面为管材截面,在装夹端放入一金属芯棒。在这时,平行部分的长度应不小于 100 mm。

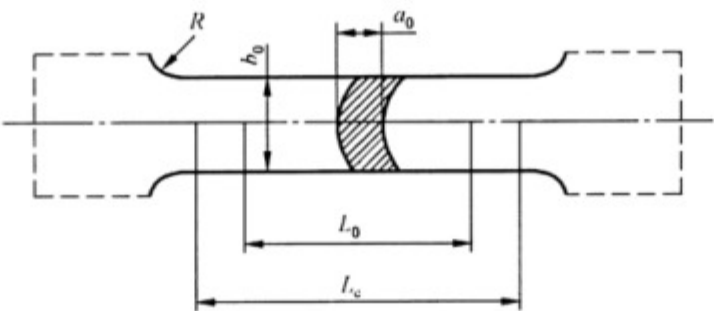


标距 $L_0 = 50 \text{ mm}$

说明:
 S ——原始管壁厚度,单位为毫米(mm);
 D ——原始管外直径,单位为毫米(mm);
 L_0 ——原始标距,单位为毫米(mm)。

图 A.1 管段试样的形状和尺寸

A.3.2 条状试样(2号试样)的形状和尺寸应分别符合图 A.2 和表 A.2 的规定。



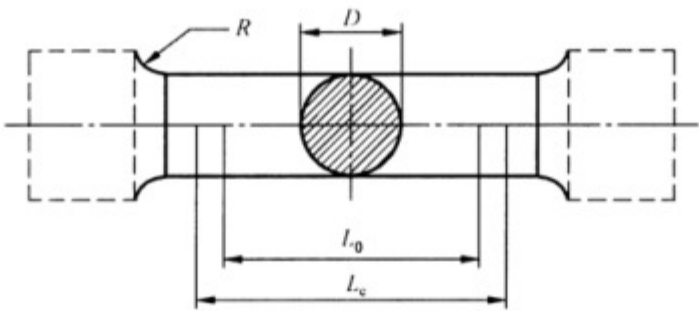
说明：
 R ——圆角半径，单位为毫米(mm)；
 b_0 ——原始宽度，单位为毫米(mm)；
 a_0 ——原始管壁厚度，单位为毫米(mm)；
 L_0 ——原始标距，单位为毫米(mm)；
 L_c ——平行长度，单位为毫米(mm)。

图 A.2 条状试样的形状

表 A.2 条状试样尺寸 单位为毫米

试样型号	宽度 b_0	标距 L_0	平行长度 L_c	圆角半径 R	厚度 a_0
2A	19	50	60	≥ 15	管材壁厚
2B	25	50	60	≥ 15	管材壁厚
2C	38	50	60	≥ 15	管材壁厚
注 1：试样平行部分的横截面为管材切出的弧形截面。					
注 2：试样装夹端可在室温锤平。					

A.3.3 钢管壁厚大于 16 mm 时，应采用经机加工的直径为 14 mm 的圆样(3号试样)。其试样形状和尺寸应分别符合图 A.3 和表 A.3。



说明：
 R ——圆角半径，单位为毫米(mm)；
 D ——平行长度的原始直径，单位为毫米(mm)；
 L_0 ——原始标距，单位为毫米(mm)；
 L_c ——平行长度，单位为毫米(mm)。

图 A.3 圆形试样的形状

表 A.3 圆形试样尺寸

单位为毫米

试样型号	直径 D	标距 L_0	平行长度 L_e	圆角半径 R
3	14	50	60	≥ 15

A.4 试样平行部分的尺寸允许偏差

A.4.1 试样经机加工的平行部分的直径和宽度允许偏差应符合表 A.4 的规定。

表 A.4 试样平行部分尺寸允许偏差

单位为毫米

直径(或宽度)	允许偏差
4~16	± 0.5
$>16\sim 40$	± 0.7

A.4.2 经机加工的试样,其直径和宽度在平行部分全长上应均匀,最大值和最小值之差应不超过表 A.5 的规定。

表 A.5 试样平行部分尺寸极差

单位为毫米

直径(或宽度)	最大值和最小值之差
$>6\sim 18$	0.04
>18	0.05