

前 言

本标准与日本 JIS G 3460—1988《低温配管用钢管》和 JIS G 3464—1988《低温热交换器用钢管》的一致性程度为非等效,主要差异如下:

- 增加了 -70°C 温度等级,且 -45°C 温度等级按强度分成三个钢的牌号;
- 增加了低倍组织检验要求;
- 增加了非金属夹杂物检验要求。

本标准第 5.5 条不圆度和壁厚不均、5.6.2 条重量允许偏差、6.5.3 条弯曲试验、6.5.4 条扩口试验等为推荐性条款。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:攀钢集团成都钢铁有限责任公司。

本标准主要起草人:晏如、李奇、邬克平、李志、赵剑。

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、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℃级~-100℃级低温压力容器管道以及低温热交换器管道用无缝钢管。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 222—1984 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.5 钢铁及合金化学分析方法 还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量
- GB/T 223.10 钢铁及合金化学分析方法 铜铁试剂分离-铬天青 S 光度法测量铝含量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃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 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐直接光度法测定钼量
- GB/T 223.27 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐-乙酸丁酯萃取分光光度法测定钼量
- GB/T 223.39 钢铁及合金化学分析方法 氯磺酚 S 光度法测定铌量
- GB/T 223.59 钢铁及合金化学分析方法 铈磷钼蓝光度法测定磷量
- 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 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量
- GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法(neq ISO 4969:1980)
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(eqv ISO 6892:1998)
- GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法(eqv ISO 83:1976,ISO 148:1983)
- GB/T 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法(eqv ISO 8493:1986)
- GB/T 244 金属管 弯曲试验方法(eqv ISO 8491:1986)
- GB/T 246 金属管 压扁试验方法(eqv ISO 8492:1986)
- 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 4336 碳素钢和中低合金钢的光电发射光谱分析方法(常规法)
- GB/T 5777—1996 无缝钢管超声波探伤检验方法(eqv ISO 9303:1989)
- GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法(eqv ISO 9304:1989)
- GB/T 10561—1989 钢中非金属夹杂物显微评定方法(eqv ISO 4967:1979)
- GB/T 12606 钢管漏磁探伤方法(eqv ISO 9402:1989)
- GB/T 17395—1998 无缝钢管的尺寸、外形、重量及允许偏差(neq ISO 1127:1992,ISO 4200:1991,ISO 5252:1991)

GB/T 18984—2003

GB/T 17505 钢及钢产品交货一般技术要求(eqv ISO 404:1992)

3 分类、代号

本标准生产的无缝钢管按产品加工方式分为两类,类别和代号为:

热轧(扩)钢管 WH

冷拔(轧)钢管 WC

本标准所列钢的牌号后的字母“DG”分别是“低温”、“管道”汉语拼音的首位字母。

4 订货内容

按本标准订购钢管的合同或订单应包括下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 牌号;
- d) 交货重量或数量;
- 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 钢管的外径和壁厚(不大于 25 mm)应符合 GB/T 17395—1998 中表 1 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可生产规定以外规格的钢管。

5.1.2 钢管外径(D)和壁厚(S)的允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 钢管的外径和壁厚的允许偏差

单位为毫米

钢管种类	钢管尺寸		允许偏差
热轧(扩)钢管(WH)	外径	<351	±1.0% D(最小±0.50)
		≥351	±1.25% D
	壁厚	≤25	±12.5% S ^a (最小±0.40)
冷拔(轧)钢管(WC)	外径	≤30	±0.20
		>30~50	±0.30
		>50	±0.75% D
	壁厚	≤3	+12.5% S -10% S
		>3	±10% S

^a 对外径大于等于 351 的热扩管,壁厚允许偏差为:±15% S。

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。

5.2 长度

5.2.1 通常长度:

钢管的通常长度为 4 000 mm~12 000 mm。

经供需双方协商,可交付不超过该批钢管交货总重量 5% 的长度不小于 3 000 mm 的短尺管。

5.2.2 定尺长度和倍尺长度:

钢管的定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内,全长允许偏差为⁺²⁰/₀ mm。每个倍尺长度应按

下列规定留出切口余量:

- 外径 ≤ 159 mm 5 mm~10 mm;
- 外径 > 159 mm 10 mm~15 mm。

5.3 弯曲度

钢管的弯曲度应不大于如下规定:

- 壁厚 ≤ 15 mm 1.5 mm/m;
- 壁厚 > 15 mm 2.0 mm/m;
- 外径 ≥ 351 mm 的热扩管 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和壁厚公差的 80%。

5.6 交货重量

5.6.1 钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。钢管理论重量按 GB/T 17395—1998 中表 1 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允许偏差为:
- 单根钢管: ±10%;
- 每批最少为 10 t 的钢管: ±7.5%。

5.7 标记示例

示例 1:用牌号为 10MnDG 的钢制造的,外径为 159 mm,壁厚为 7 mm,长度为 6 000 mm 的热轧(扩)钢管其标记为:

10MnDG-159×7×6 000-GB/T 18984—2003

示例 2:用牌号为 10MnDG 的钢制造的,外径为 159 mm,壁厚为 7 mm,按通常长度交货的冷拔(轧)钢管其标记为:

WC 10MnDG-159×7-GB/T 18984—2003

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。

6.1.2 当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。

表 2 钢的牌号和化学成分

牌 号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	V
16MnDG	0.12~0.20	0.20~0.55	1.20~1.60	≤0.025	≤0.025	—	—	—
10MnDG	≤0.13	0.17~0.37	≤1.35	≤0.025	≤0.025	—	—	≤0.07
09DG	≤0.12	0.17~0.37	≤0.95	≤0.025	≤0.025	—	—	≤0.07
09Mn2VDG	≤0.12	0.17~0.37	≤1.85	≤0.025	≤0.025	—	—	≤0.12

表 2(续)

牌 号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	V
06Ni3MoDG	≤0.08	0.17~0.37	≤0.85	≤0.025	≤0.025	2.5~3.7	0.15~0.30	≤0.05

注：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；为改善钢的性能，16MnDG、09DG 和 10MnDG 可加入 0.01%~0.05% 的 Ti，09Mn2VDG 可加入 0.01%~0.10% 的 Ti 或 0.015%~0.060% 的 Nb。

6.2 制造方法

钢应采用氧气转炉或电炉冶炼并加炉外精炼制造。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，也可采用其他方法制造。

钢管应采用热轧(扩)或冷拔(轧)方法制造。

6.3 交货状态

钢管以正火状态交货。当终轧温度不低于相变临界温度(Ar3)可视为正火处理。

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。

表 3 钢管的纵向力学性能

牌 号	抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 R_{el} /MPa		断后伸长率 ^a A/%		
		壁厚≤16 mm	壁厚>16 mm	1号试样	2号试样 ^b	3号试样
16MnDG	490~665	≥325	≥315	≥30		
10MnDG	≥400	≥240		≥35		
09DG	≥385	≥210		≥35		
09Mn2VDG	≥450	≥300		≥30		
06Ni3MoDG	≥455	≥250		≥30		

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商定。
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 钢管的纵向低温冲击性能应符合表 4 的规定。钢管低温冲击试验采用夏比纵向(V 型缺口)试样，试验温度：16MnDG、09DG 和 10MnDG 为 -45℃，09Mn2VDG 为 -70℃，06Ni3MoDG 为 -100℃。

表 4 钢管的纵向低温冲击性能

试样尺寸/mm	冲击功 ^a A_{kv} /J		
	一组(3个)的平均值	2个的各自值	1个的最低值
10×10×55	≥21	≥21	≥15
7.5×10×55	≥18	≥18	≥13
5×10×55	≥14	≥14	≥10
2.5×10×55	≥7	≥7	≥5

a 对不能采用 2.5 mm×10 mm×55 mm 冲击试样尺寸的钢管，冲击功由供需双方协商。

6.5 工艺性能

6.5.1 液压试验：

钢管应逐根进行液压试验,试验压力按式(1)计算,最大试验压力不超过 10 MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 5 s,钢管不得出现渗漏现象。

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

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 中规定下屈服强度的 60%,单位为兆帕(MPa)。

供方可用漏磁探伤或涡流探伤代替液压试验。漏磁探伤的对比样管外表面纵向缺口槽应符合 GB/T 12606 中的 L4 等级;涡流探伤的对比样管钻孔应采用 GB/T 7735 中验收等级 A。

6.5.2 压扁试验:

外径 25 mm~400 mm 且壁厚不大于 25 mm 的钢管应进行压扁试验。钢管压扁后的平板间距离 *H* 按式(2)计算:

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

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。

压扁试验后,试样弯曲处外侧不得出现裂缝或裂口。

6.5.3 弯曲试验:

根据需方要求,并在合同中注明,用牌号 10MnDG、09Mn2VDG 和 06Ni3MoDG 钢制造的外径小于 40 mm 的钢管可进行弯曲试验。

弯曲试验的弯心半径为钢管公称外径的 6 倍,弯曲角度为 90°,弯曲后试样不得出现裂缝或裂口。

6.5.4 扩口试验:

根据需方要求,并在合同中注明,用牌号 10MnDG、09Mn2VDG 和 06Ni3MoDG 钢制造的壁厚不大于 8 mm、外径不大于 140 mm 的钢管可进行扩口试验。

扩口试验在室温状态下进行,顶芯锥度为 30°、45°和 60°中的一种。扩口试样外径的扩口率应符合表 5 规定,扩口后试样上不得出现裂缝或裂口。

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

6.6 低倍组织检验

用牌号 09Mn2VDG 和 06Ni3MoDG 钢制造的钢管,应进行低倍组织检验。

钢管横截面酸浸试片上不得有目视可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

6.7 非金属夹杂物检验

用牌号 09Mn2VDG 和 06Ni3MoDG 钢制造的钢管,应进行非金属夹杂物检验。

钢中非金属夹杂物检验应采用 GB/T 10561 中 A 法和 JK 标准评级图评定,A、B、C、D 各类夹杂物级别应分别不大于 2.5 级,按其中最严重者判定。

GB/T 18984—2003

6.8 无损检验

用牌号 09Mn2VDG 和 06Ni3MoDG 钢制造的钢管应逐根进行超声波检验。冷拔(轧)钢管的对比样管外表面纵向缺口槽深度应符合 GB/T 5777 中 C8 的规定,热轧(扩)钢管的对比样管外表面纵向缺口槽深度应符合 GB/T 5777 中 C10 的规定。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,牌号 09Mn2VDG 和 06Ni3MoDG 的钢管可增做其他无损检验,16MnDG、09DG 和 10MnDG 等牌号的钢管也可增做无损检验。

6.9 表面质量

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

凡深度不超过钢管壁厚负偏差的其他局部缺陷允许存在。

7 试验方法

7.1 钢管尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根进行测量。

7.2 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根进行目视检查。

7.3 钢管的其他检验项目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	试验方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 222、GB/T 223、GB/T 4336	每炉(罐)取 1 个试样
2	拉伸试验	GB/T 228、附录 A	每批在两根钢管上各取 1 个试样
3	冲击试验	GB/T 229	每批在两根钢管上各取 3 个试样
4	液压试验	GB/T 241	逐根
5	压扁试验	GB/T 246	每批在两根钢管上各取 1 个试样
6	弯曲试验	GB/T 244	每批在任一钢管上取 1 个试样
7	扩口试验	GB/T 242	每批在两根钢管上各取 1 个试样
8	超声波探伤	GB/T 5777	逐根
9	涡流探伤	GB/T 7735	逐根
10	漏磁探伤	GB/T 12606	逐根
11	低倍组织检验	GB/T 226、GB/T 1979	每批在两根钢管上各取 1 个试样
12	非金属夹杂物检验	GB/T 10561	每批在两根钢管上各取 1 个试样
13	表面质量检查	目视	逐根
14	尺寸及外形检查	符合精度要求的量具	逐根

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方技术监督部门进行。

8.2 组批规则

钢管按批进行检查和验收。每批钢管由同一牌号、同一炉(罐)号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的钢管组成,每批钢管的数量不超过如下规定:

- 外径 ≤ 76 mm, 壁厚 ≤ 3 mm 400 根
- 外径 > 351 mm 50 根

其他尺寸 200 根
剩余钢管的根数,如不少于上述规定的 50%时,则单独列为一批;少于上述规定的 50%时,可并入同一牌号、同一炉(罐)号和同一规格的相邻一批中。

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 规定。

8.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定应符合 GB/T 2102 和 GB/T 17505 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

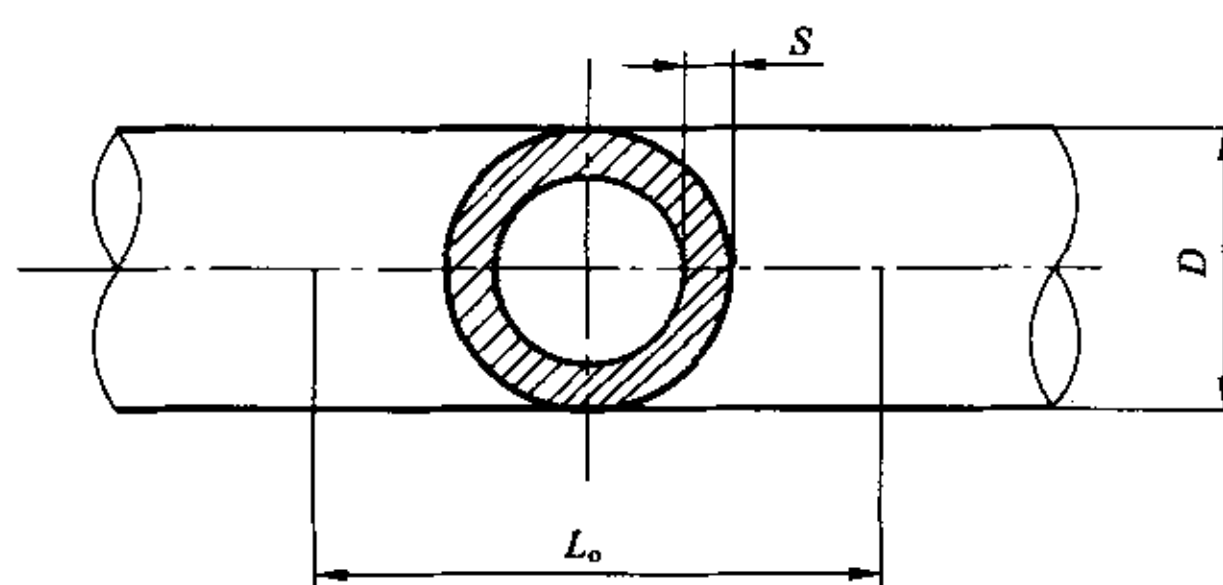
根据钢管外径和壁厚按表 A.1 规定制取试样。

表 A.1 试样型号及种类

钢管尺寸/mm	试样型号	试样种类
外径 ≤ 30	1	管段试样
$30 < \text{外径} \leq 50$	2A	弧形截面条状试样
$50 < \text{外径} \leq 170$	2B	弧形截面条状试样
外径 > 170	2C	弧形截面条状试样
壁厚 > 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 $L_0 = 50 \text{ mm}$

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。

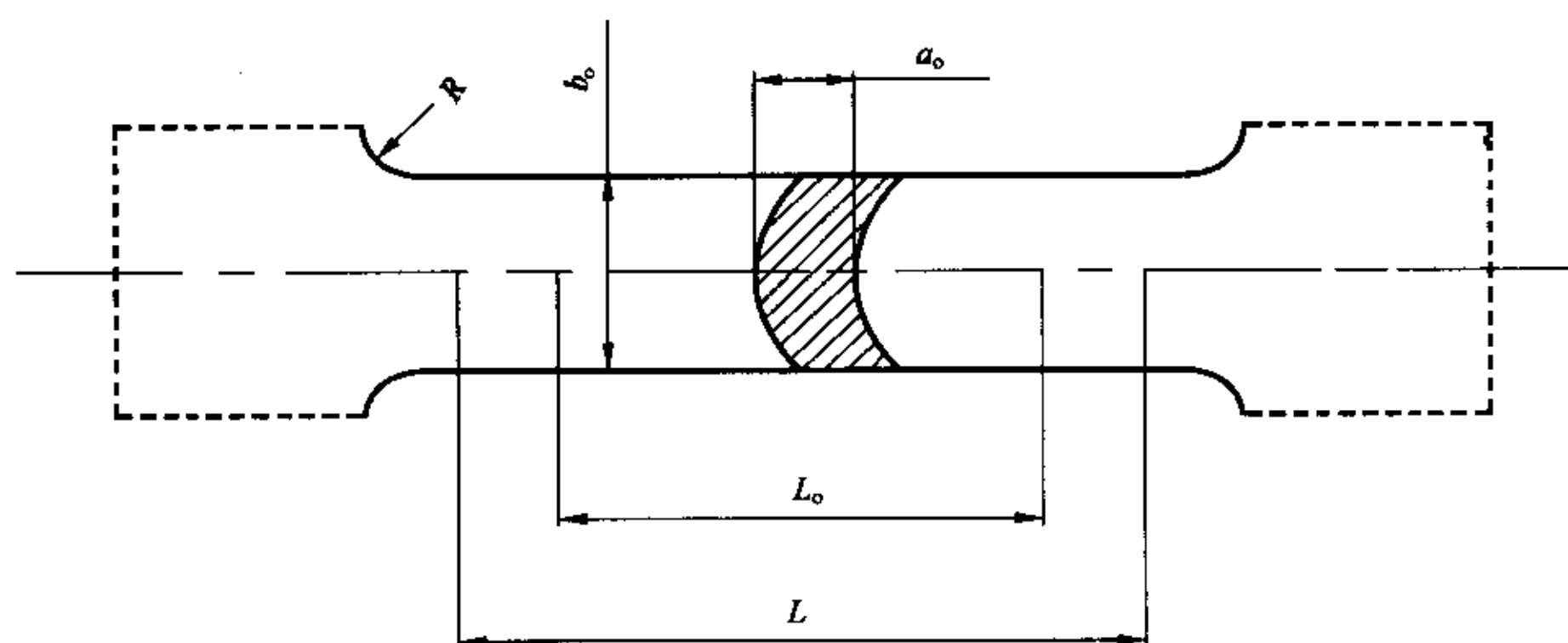


图 A.2 条状试样的形状

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	平行部分长度 L	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。

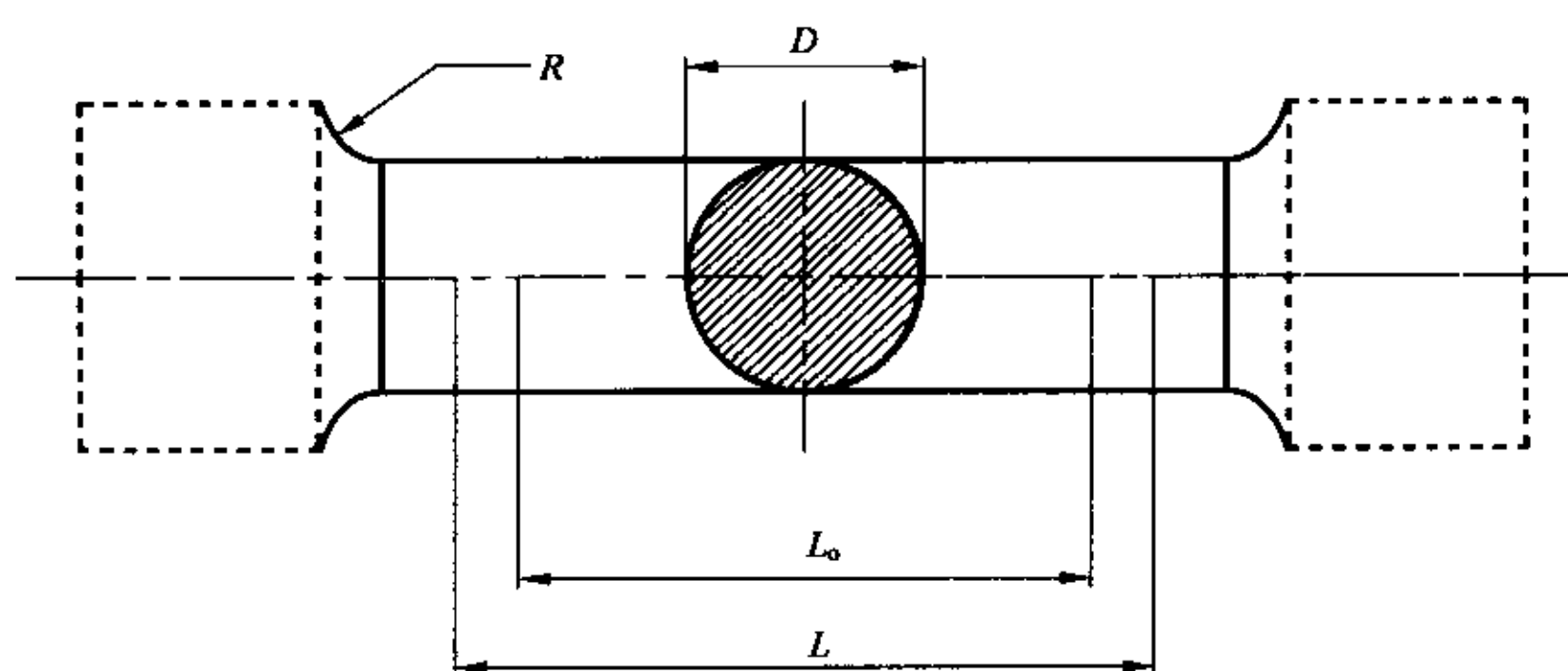


图 A.3 圆形试样的形状

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	平行部分长度 L	圆角半径 R
3	14	50	60	≥ 15

GB/T 18984—2003

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
>16~40	±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不得超过表 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
>6~18	0.04
>18	0.05