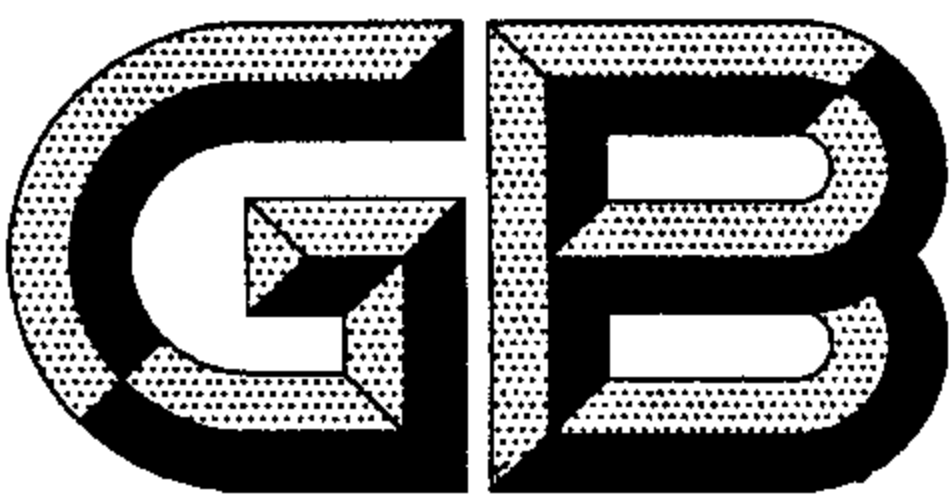




中华人民共和国国家标准

GB 5100—2011
代替 GB 5100—1994, GB 17673—1999

钢 质 焊 接 气 瓶

Welded steel gas cylinders

(ISO 4706:1989, Refillable welded steel gas cylinders, NEQ)

2011-07-20 发布

2012-06-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、符号 1

4 基本参数 3

5 技术要求 3

6 试验方法 16

7 检验规则 18

8 标志、包装、运输、贮存 21

9 出厂文件 21

附录 A（规范性附录） 对盛装液化丙烯、液化丙烷钢瓶的特殊要求 22

附录 B（资料性附录） 产品合格证 23

附录 C（资料性附录） 批量检验质量证明书 26

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 GB 5100—1994《钢质焊接气瓶》和 GB 17673—1999《液化丙烯、丙烷钢质焊接气瓶》。

本标准与原 GB 5100—1994 和 GB 17673—1999 相比较，主要增加和更改了以下内容：

- 扩大了标准的适用范围；
- 修改了对材料的要求；
- 修改了公称工作压力的选取规定；
- 增加了对钢瓶上开孔位置的限制；
- 增加了对凸面受压封头的钢瓶的要求和限制；
- 增加了疲劳试验的要求；
- 增加了焊接工艺评定的覆盖范围；
- 细化了对钢瓶热处理的要求。

本标准使用重新起草法参考了 ISO 4706:1989《可重复充装的钢质焊接气瓶》，与 ISO 4706:1989 一致性程度为非等效。本标准中水容积不大于 150L 的钢质焊接气瓶的技术内容对应于国际标准 ISO 4706:1989《可重复充装的钢质焊接气瓶》。

本标准由全国气瓶标准化技术委员会(SAC/TC 31)提出并归口。

本标准负责起草单位：常州蓝翼飞机装备制造有限公司。

本标准参加起草单位：北京天海工业有限公司、宁波明欣化工机械有限责任公司、上海容华高压容器有限公司、江苏玉华容器制造有限公司。

本标准主要起草人：叶勇、刘守正、林志民、张保国、裘维平、张而立、黄玉华。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 5100—1985、GB 5100—1994；
- GB 17673—1999。

钢 质 焊 接 气 瓶

1 范围

本标准规定了钢质焊接气瓶(以下简称“钢瓶”)的基本参数、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于在正常环境温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下使用的、水压试验压力不大于 12 MPa (表压)、公称容积为 $1\text{ L}\sim 1\,000\text{ L}$ 可重复充装低压液化气体及其与压缩气体的混合物的钢瓶。

本标准也适用于重复充装 GB 11174 规定的工业用液化石油气的钢瓶及溶解乙炔气瓶的瓶体。

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 150 钢制压力容器
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(ISO 6892)
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(ISO 148-1)
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法(ISO 7438)
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差(ISO 2768)
- GB 7144 气瓶颜色标志
- GB 8335 气瓶专用螺纹
- GB/T 9251 气瓶水压试验方法
- GB/T 9252 气瓶疲劳试验方法
- GB 11174 液化石油气
- GB/T 12137 气瓶气密性试验方法
- GB/T 13005 气瓶术语
- GB 14193 液化气体气瓶充装规定
- GB 15383 气瓶阀出气口连接型式和尺寸
- GB 15385 气瓶水压爆破试验方法
- GB 17925 气瓶对接焊缝 X 射线实时成像检测
- JB/T 4730.1~4730.6 承压设备无损检测
- JJG 14 非自行指示秤检定规程

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

GB/T 13005 确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

批 batch

指采用同一设计、同一牌号材料、同一焊接工艺、同一热处理工艺连续生产的钢瓶所限定的数量。

3.1.2

钢瓶主体 main body of the cylinder

指钢瓶由封头和筒体或由两个封头组成的部分。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

- a : 封头曲面与样板间隙, mm;
- A : 试样断后伸长率, %;
- A_{kv} : 冲击吸收功, J;
- b : 焊缝对口错边量, mm;
- c : 封头表面凹凸量, mm;
- d : 弯曲试验的弯轴直径, mm;
- D : 钢瓶公称直径, mm;
- D_i : 钢瓶内直径, mm;
- D_o : 钢瓶外直径, mm;
- e : 钢瓶筒体同一横截面最大最小直径差, mm;
- E : 对接焊缝棱角高度, mm;
- h : 封头直边高度, mm;
- H_i : 封头内凸面高度, mm;
- K : 封头形状系数;
- l : 样板长度, mm;
- L : 钢瓶主体长度, mm;
- n : 弯轴直径与试样厚度的比值;
- P : 公称工作压力, MPa;
- P_b : 钢瓶实测爆破压力, MPa;
- P_h : 水压试验压力, MPa;
- r : 封头过渡区转角内半径, mm;
- R_{eL} : 屈服应力或常温下材料屈服点, MPa;
- R_i : 封头球面部分内半径, mm;
- R_m : 标准规定的抗拉强度, MPa;
- R_{ma} : 实测抗拉强度, MPa;
- S : 钢瓶主体设计壁厚, mm;
- S_1 : 筒体设计壁厚, mm;
- S_2 : 封头设计壁厚, mm;
- S_h : 试样厚度, mm;
- S_k : 拉力试样焊缝宽度, mm;
- S_n : 钢瓶主体名义壁厚, mm;
- V : 公称容积, L;
- ΔH_i : 封头内高度(H_i+h)公差, mm;

ϕ :焊缝系数;
 $\pi\Delta D_i$:内圆周长公差,mm。

4 基本参数

4.1 公称容积和公称直径

钢瓶公称容积 V 和公称直径 D 的推荐值按表 1 规定。

表 1

公称容积 V L	1~10	>10~25	>25~50	>50~100	>100~150	>150~200	>200~600	>600~1 000
公称直径 D mm	70,100 150	200,230 217	250,300 314	300,350 314	400,350	400,500	600,700	800,900

4.2 公称工作压力和水压试验压力

4.2.1 公称工作压力

对于盛装低压液化气体和压缩气体混合物的钢瓶,其公称工作压力指温度为 60℃时瓶内气体压力的上限值;盛装低压液化气体的钢瓶,其公称工作压力不得小于其所盛装介质在 60℃时的饱和蒸汽压;盛装有毒和剧毒危害的液化气体的钢瓶,其公称工作压力的选用应适当提高。
低压液化气体 60℃时的饱和蒸汽压值按 GB 14193 或相应气体标准规定。

4.2.2 水压试验压力

盛装压缩气体和液化气体的钢瓶。其水压试验压力不得小于公称工作压力的 1.5 倍;盛装溶解乙炔气体的钢瓶,其水压试验压力为 5.2 MPa。

5 技术要求

5.1 材料一般规定

- 5.1.1 用于制造钢瓶主体的材料,必须采用电炉或转炉冶炼的镇静钢,并具有良好的成形和焊接性能。
- 5.1.2 钢瓶主体应采用同一牌号的材料制作。
- 5.1.3 与钢瓶主体焊接的所有零部件,必须采用与钢瓶主体材料的焊接性能相适应的材料。
- 5.1.4 所采用的焊接材料焊成的焊接接头,其抗拉强度不得低于母材抗拉强度规定值的下限。
- 5.1.5 材料(包括焊接材料)应符合相应技术标准的规定,并必须有质量合格证明书。

5.2 化学成分

钢瓶主体材料的化学成分(熔炼分析),应符合表 2 规定。对含有添加微量合金元素的钢材,其含量应符合表 3 规定。

表 2单位为质量百分数

化学元素	C	Si	Mn	P	S	P+S
不大于	0.20	0.45(0.60)	1.60	0.025	0.020	0.04
注：()内化学成分的材料适用于制造 V>150 L 的钢瓶。						

表 3单位为质量百分数

微量合金元素	Nb	Ti	V	Nb+V
不大于	0.08	0.20	0.20	0.20

5.3 力学性能

5.3.1 当钢瓶主体名义壁厚 $S_n \geq 6$ mm 时,其主体材料的常温冲击吸收功 A_{kv} 应符合表 4 的规定。

表 4

钢瓶主体名义壁厚 S_n /mm	试样规格/mm	试验温度/℃	冲击吸收功 A_{kv} 不小于/J
6~10	5×10×55	常温	15
		-40	14
>10	10×10×55	常温	27
		-40	20

5.3.2 当钢瓶主体名义壁厚 $S_n \geq 6$ mm,且在等于或低于-20℃的环境温度下使用时,若按-20℃时钢瓶内压力计算的瓶体周向应力大于常温下材料标准屈服点的 1/6,则钢瓶主体材料应做-40℃低温冲击试验,其冲击吸收功 A_{kv} 应符合表 4 规定。

5.3.3 钢瓶主体材料的屈强比(R_{eL}/R_m)应不大于 0.8。

5.4 设计一般规定

5.4.1 钢瓶主体壁厚计算所依据的内压力为水压试验压力。

5.4.2 钢瓶主体的组成最多不超过三部分,即纵焊缝不得多于一条,环焊缝不得多于两条。

5.4.3 钢瓶封头的形状应为椭圆形[见图 1a)],碟形[见图 1b)]或半球形,椭圆形和碟形封头的直边高度 h 规定如下:

- a) 当名义壁厚 $S_n \leq 8$ mm 时,直边高度 $h \geq 25$ mm;
- b) 当名义壁厚 $S_n > 8$ mm 时,直边高度 $h \geq 40$ mm。

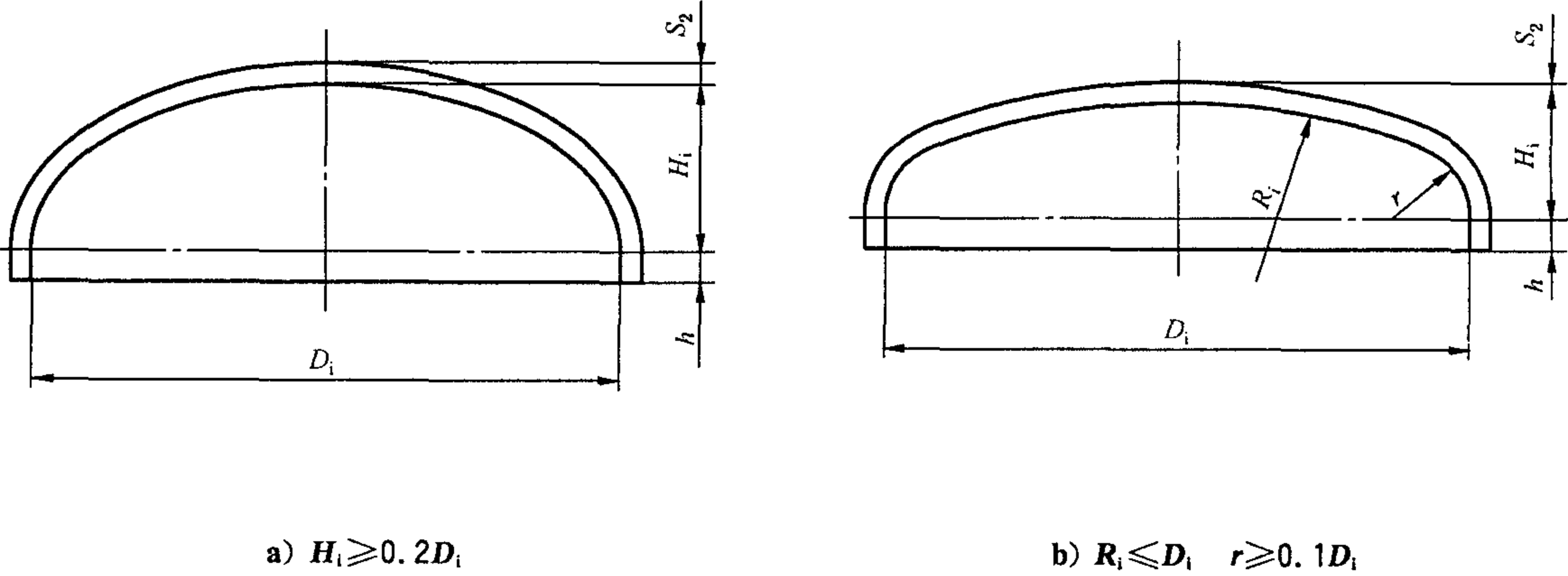


图 1

5.4.4 对于盛装溶解乙炔气体且公称容积不大于 25 L 钢瓶,可采用凸面承压封头。

5.5 钢瓶主体壁厚计算

5.5.1 筒体设计壁厚 S_1 按公式(1)计算,并向上圆整,保留一位小数。

$$S_1 = \frac{P_h D_i}{\frac{2R_{eL} \phi}{1.3} - P_h} \dots\dots\dots (1)$$

式中,焊缝系数 ϕ 规定如下:

- a) 当采用焊缝系数 $\phi=1.0$ 时,钢瓶的每条对接焊缝均应进行 100%射线检测;
- b) 当采用焊缝系数 $\phi=0.9$ 时,对钢瓶进行局部射线检测。

焊缝射线透照的方法及检测要求按 5.13.2 的规定。

5.5.2 封头设计壁厚 S_2 按公式(2)计算,并向上圆整,保留一位小数。

$$S_2 = S_1 \cdot K \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- S_1 ——当 $\phi=1.0$ 时按公式(1)计算出的 S_1 值;
- K ——封头形状系数,对标准椭圆封头($H_i=0.25 D_i$), $K=1$,其他封头由图 2(适用于比值 H_i/D_i 在 0.20~0.25 之间)、图 3(适用于比值 H_i/D_i 在 0.25~0.50 之间)查出。

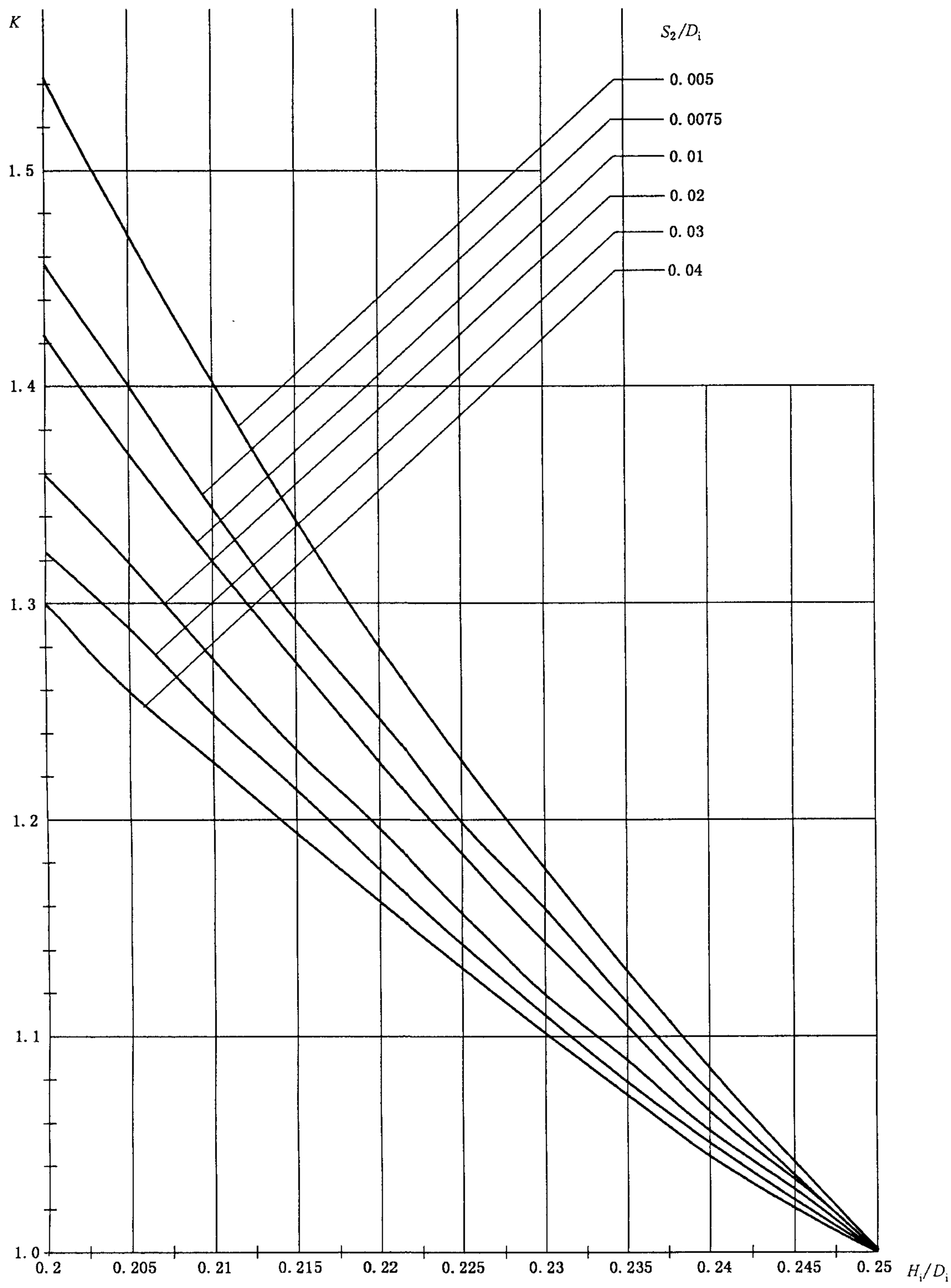


图 2

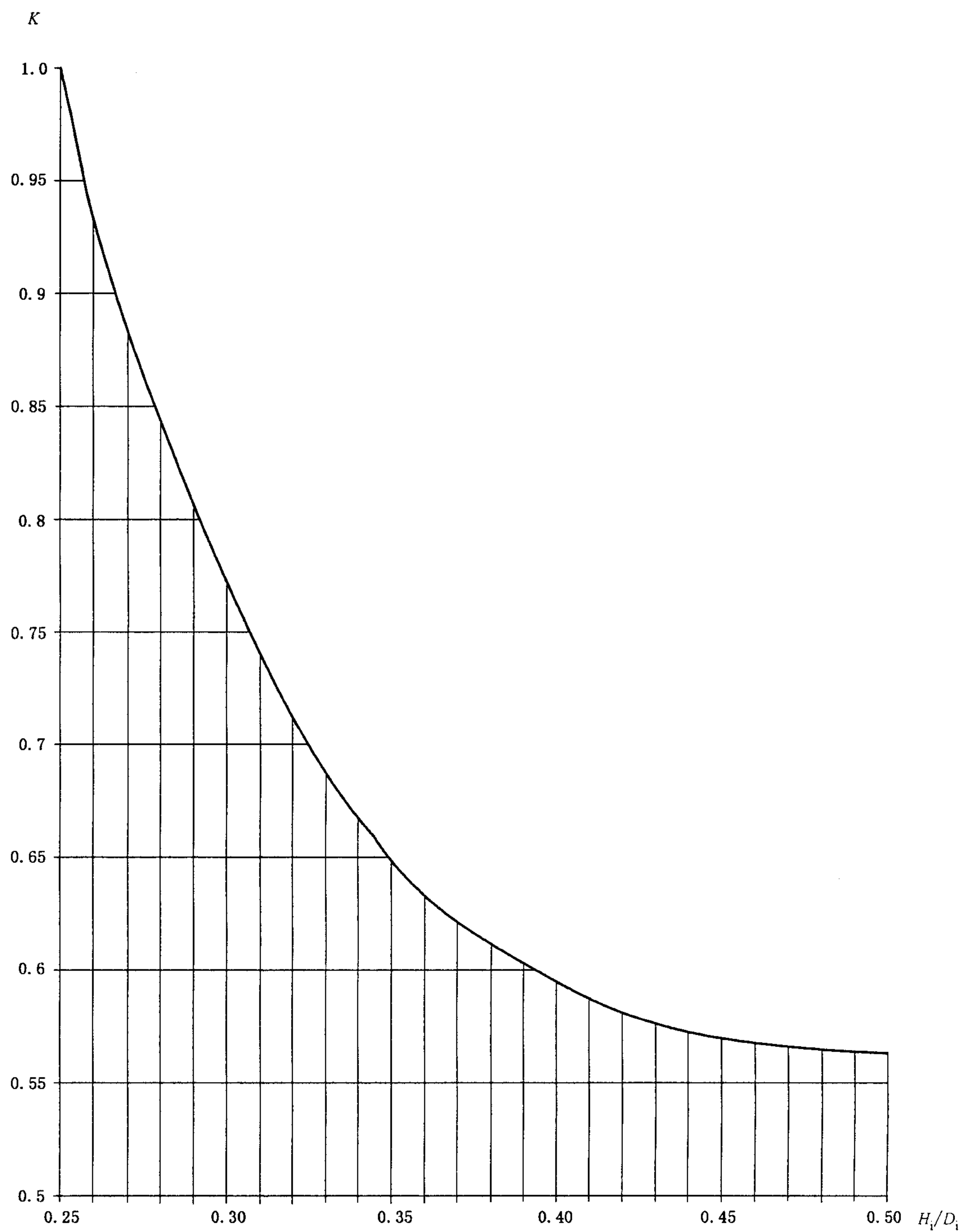


图 3

5.5.3 筒体设计壁厚 S_1 和封头设计壁厚 S_2 的最小值应满足以下的规定：

当 $D_i < 100 \text{ mm}$ 时：

$$S_{1\min} = S_{2\min} = 1.1 \text{ mm} ;$$

当 $100 \text{ mm} \leq D_i \leq 150 \text{ mm}$ 时：

$$S_{1\min} = S_{2\min} = 1.1 + 0.008(D_i - 100) \text{ mm}$$

当 $D_i \geq 150 \text{ mm}$ 时：

$S_{1min}=S_{2min}=(D_i/250)+0.7\text{ mm}$ 且不小于 2.0 mm。

- 5.5.4 凸面承压封头的设计厚度至少应为 $2S_1$ 。
- 5.5.5 在确定钢瓶筒体和封头的名义壁厚时,应考虑腐蚀裕量、钢板厚度负偏差和工艺减薄量。钢瓶筒体和封头的名义壁厚取值应相等(凸面承压封头除外)。
- 5.5.6 钢瓶主体名义壁厚即为钢瓶筒体的名义壁厚。

5.6 开孔

- 5.6.1 不允许在筒体上开孔。在封头上开孔时,沿封头的轴线垂直方向测量孔边缘与封头外圆周的距
离不宜小于瓶体外直径的 10%。
- 5.6.2 开孔均应考虑补强,补强方法与计算参照 GB 150 的相关规定或采用有限元分析法进行。补强
所用材料应与瓶体材料焊接性能相适应。

5.7 焊接接头

- 5.7.1 钢瓶主体焊缝的焊接接头一般应采用全焊透对接型式。凸面承压封头与筒体连接的焊接接头
可采用角接或搭接方式,其中搭接接头的最小搭接长度应为 $4S_n$,焊缝宽度至少为 $2S_n$,见图 4。
- 5.7.2 纵焊缝不得有永久性垫板。
- 5.7.3 环焊缝允许采用永久性垫板,或在接头的一侧做成台阶形的整体式垫板。

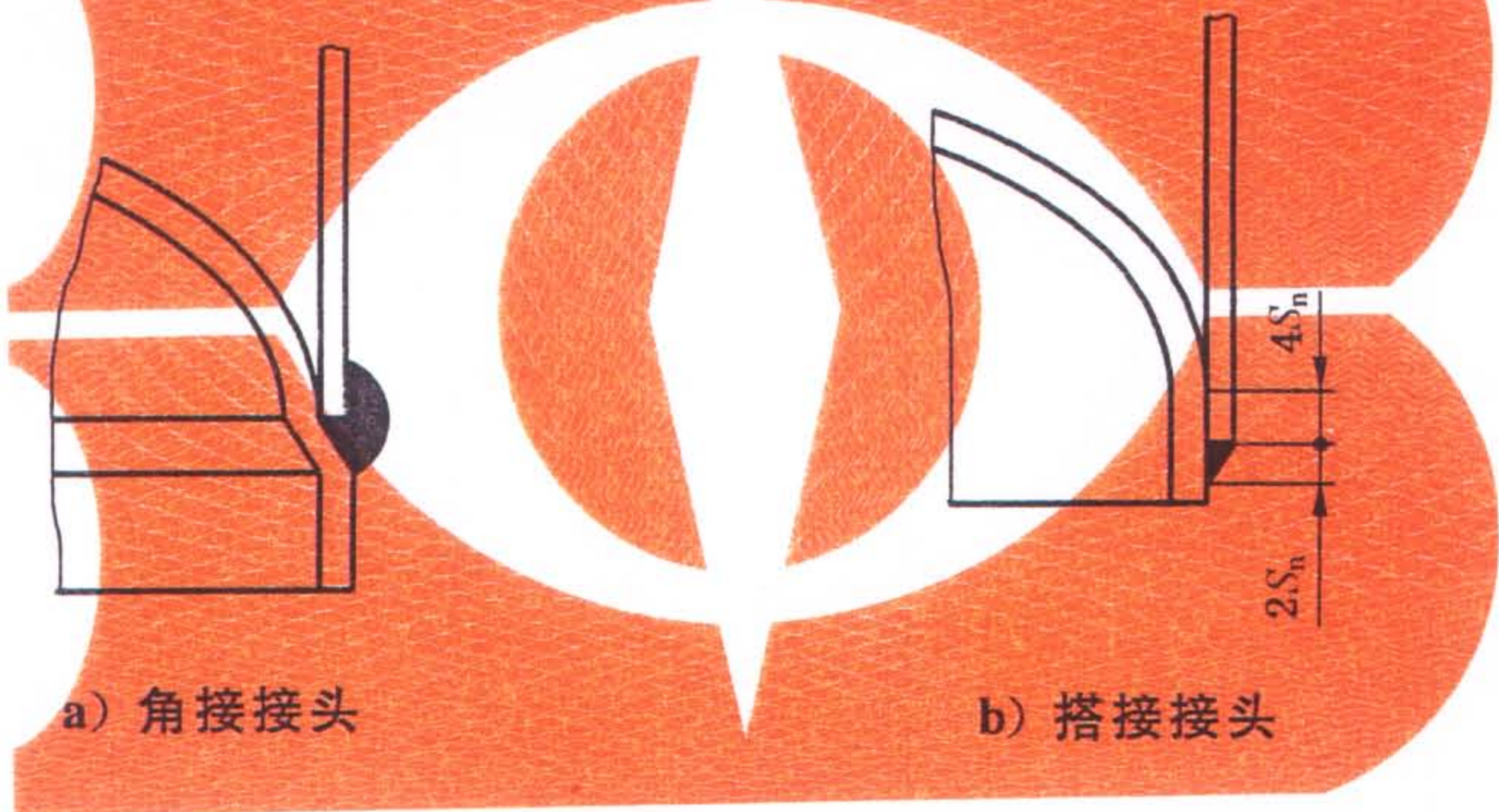


图 4

5.8 附件

- 5.8.1 附件的结构设计和布置应便于操作及焊缝的检查。附件与钢瓶主体的连接焊缝应避开钢瓶主
体的纵、环焊缝。附件的结构形状及其与钢瓶主体的连接,应防止造成积液。
- 5.8.2 底座应保证钢瓶直立时的稳定性,并具有供排液和通风的孔。
- 5.8.3 当钢瓶盛装介质后的总重量超过 40 kg 时,应考虑吊装附件或吊装孔。
- 5.8.4 选配的瓶阀应满足所盛装介质的要求,瓶阀螺纹必须与阀座螺纹相匹配,并符合 GB 8335 和
GB 15383 的规定。
- 5.8.5 钢瓶一般应配戴固定式瓶帽或护罩,以防止在储存及运输过程中阀门受损而导致气体泄漏。
- 5.8.6 钢瓶及其附件用的密封材料,应与所盛装的介质相容。
- 5.8.7 钢瓶装设安全泄放装置时,其材质应与瓶内介质相容,且不得影响充装介质的质量。
- 5.8.8 液化丙烯、丙烷钢瓶的安全泄放装置应符合附录 A 的要求。

5.9 组批

钢瓶制造单位必须按批组织生产。
对于公称容积小于或等于 150 L 的钢瓶,以不多于 502 只为一批;对于公称容积大于 150 L 的钢

瓶,以不多于 50 只为一批。

5.10 焊接工艺评定

5.10.1 钢瓶制造单位,在生产钢瓶之前,或需要改变钢瓶主体材料、焊接材料、焊接工艺时,均应进行焊接工艺评定。

5.10.2 焊接工艺评定可以在焊接评定试板上进行,也可以直接在钢瓶上进行。进行工艺评定的焊缝,应能代表钢瓶纵、环焊缝的对接焊缝,凸面承压封头与筒体连接的角焊缝或搭接焊缝,以及塞座、阀座与钢瓶主体焊接的角焊缝。

5.10.3 对接焊缝的焊接工艺评定试板应经外观检查和 100% 射线检测,检测结果应符合 5.12 和 5.13 的规定;角焊缝试件应经外观检查并符合 5.12 的规定。

5.10.4 对接焊缝试样应进行拉伸、弯曲试验,当钢瓶主体名义壁厚 $S_n \geq 6$ mm 时,还应进行常温冲击试验。当钢瓶符合 5.3.2 的规定时,则应改做 -40 °C 低温冲击试验。角焊缝试样应进行宏观侵蚀检验。

5.10.5 对接焊缝试样制作按 5.23 的规定。

5.10.6 角焊缝及搭接焊缝试样的制作:将角焊缝及搭接焊缝试件(一般为管板角焊缝试件)等分切取 4 块试样,焊缝的起始和终止位置应位于试样焊缝的中部;每块试样取一个面进行宏观侵蚀检验,任意两检验面不得为同一切口的两侧面。

5.10.7 焊接工艺评定试验结果要求如下:

- a) 焊接接头的力学性能试验结果应符合 5.23 的规定;
- b) 宏观侵蚀检验焊缝根部应焊透,焊缝金属和热影响区不得有裂纹、未熔合。

5.10.8 焊接工艺评定文件,应经钢瓶制造单位技术总负责人批准。

5.11 焊接的一般规定

5.11.1 钢瓶的焊接工作,必须由持有有效的“特种设备作业人员证”的焊工承担。施焊后,对于钢瓶主体名义厚度 $S_n \geq 6$ mm 的钢瓶,应在所焊之焊缝附近的适当位置打上焊工钢印,并有可跟踪的记录。当有特殊要求时可按图样规定。

5.11.2 钢瓶主体焊缝的焊接,必须采用机械化焊接或自动焊接方法,并严格遵守经评定合格的焊接工艺。

5.11.3 焊接坡口的形状和尺寸,应符合图样规定。坡口表面清洁、光滑,不得有裂纹、分层和夹杂等缺陷。

5.11.4 焊接(包括焊缝返修)应在室内进行,室内相对湿度不得大于 90%,否则应采取措施。当焊接件的温度低于 0 °C 时,应在开始施焊的部位预热。

5.11.5 施焊时,不得在非焊接处引弧。纵焊缝应有引弧板和熄弧板,板长不得小于 100 mm,去除引、熄弧板时,应采用切除的方法,严禁使用敲击的方法,切除处应磨平。

5.12 焊缝外观

5.12.1 钢瓶主体对接焊缝的余高为 0 mm~ 3.5 mm,同一焊缝最宽最窄处之差不大于 4 mm。

5.12.2 阀座、塞座角焊缝的几何形状应圆滑过渡至母材表面。

5.12.3 瓶体上的焊缝不允许咬边,焊缝和热影响区表面不得有裂纹、气孔、弧坑、凹陷和不规则的突变,焊缝两侧的飞溅物必须清除干净。

5.13 焊缝射线透照

5.13.1 从事钢瓶焊缝射线和 X 射线实时成像检测人员,必须持有有效的“特种设备无损检测人员资

格证书”。

5.13.2 钢瓶主体对接焊缝应进行射线检测。采用焊缝系数 $\phi=1$ 设计的钢瓶,每只钢瓶的纵、环焊缝均必须进行 100%射线检测。采用焊缝系数 $\phi=0.9$ 设计的钢瓶,对于只有一条环焊缝的按生产顺序每 50 只抽取一只(不足 50 只时,也应抽取一只)进行焊缝全长的射线检测;对于有一条纵焊缝,两条环焊缝的钢瓶,每只钢瓶的纵、环焊缝均必须进行不少于该焊缝长度的 20%的射线检测。

5.13.3 射线透照的部位应包括纵、环焊缝的交接处。

5.13.4 焊缝射线检测按 JB/T 4730 进行,射线检测技术等级不低于 AB 级;对于采用 X 射线实时成像检测的按 GB 17925 的规定。焊缝接头质量等级不低于 II 级。

5.13.5 未经射线透照的钢瓶主体对接焊缝质量也应符合 5.13.4 的要求。如经复验发现仅属于气孔超标的缺陷,可由钢瓶制造单位和用户协商处理。

5.14 焊缝返修

5.14.1 焊缝返修应按评定合格的返修工艺进行。返修部位应重新按 5.12 及 5.13.4 进行外观和射线检测合格。

5.14.2 焊缝同一部位的返修次数,不宜超过两次。若超过时,每次返修均须经技术总负责人批准。

5.14.3 返修次数和返修部位应记入产品生产检验记录,并在产品合格证中注明。

5.15 筒体

5.15.1 筒体由钢板卷焊时,钢板的轧制方向应与筒体的环向一致。

5.15.2 筒体同一横截面最大最小直径差 e 不大于 $0.01D$ 。

5.15.3 筒体纵焊缝对口错边量 b 不大于 $0.1S_n$ (见图 5)。

5.15.4 筒体纵焊缝棱角高度 E 不大于 $0.1S_n+2\text{ mm}$ (见图 6)。用长度 l 为 $0.5D_i$ 但不大于 300 mm 的样板进行测量。

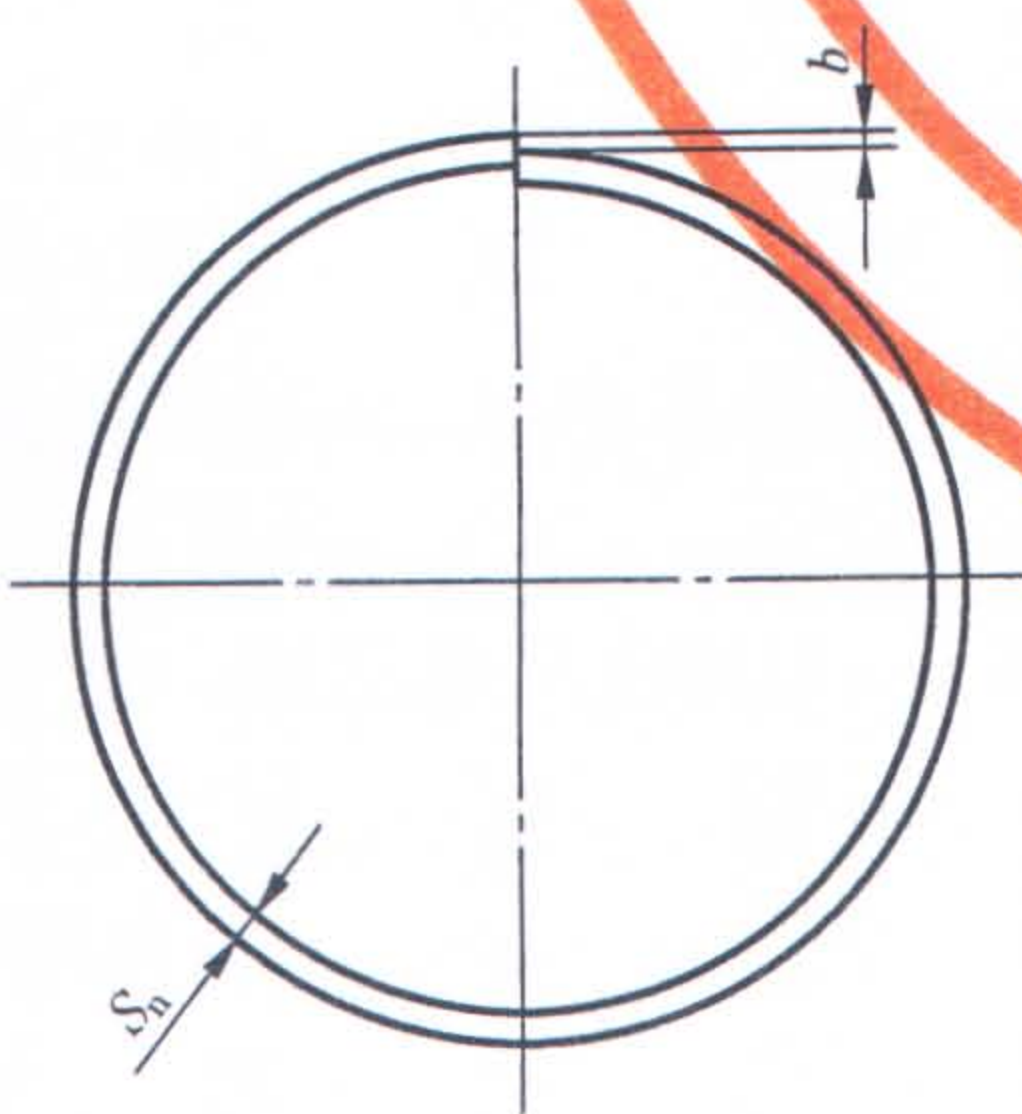


图 5

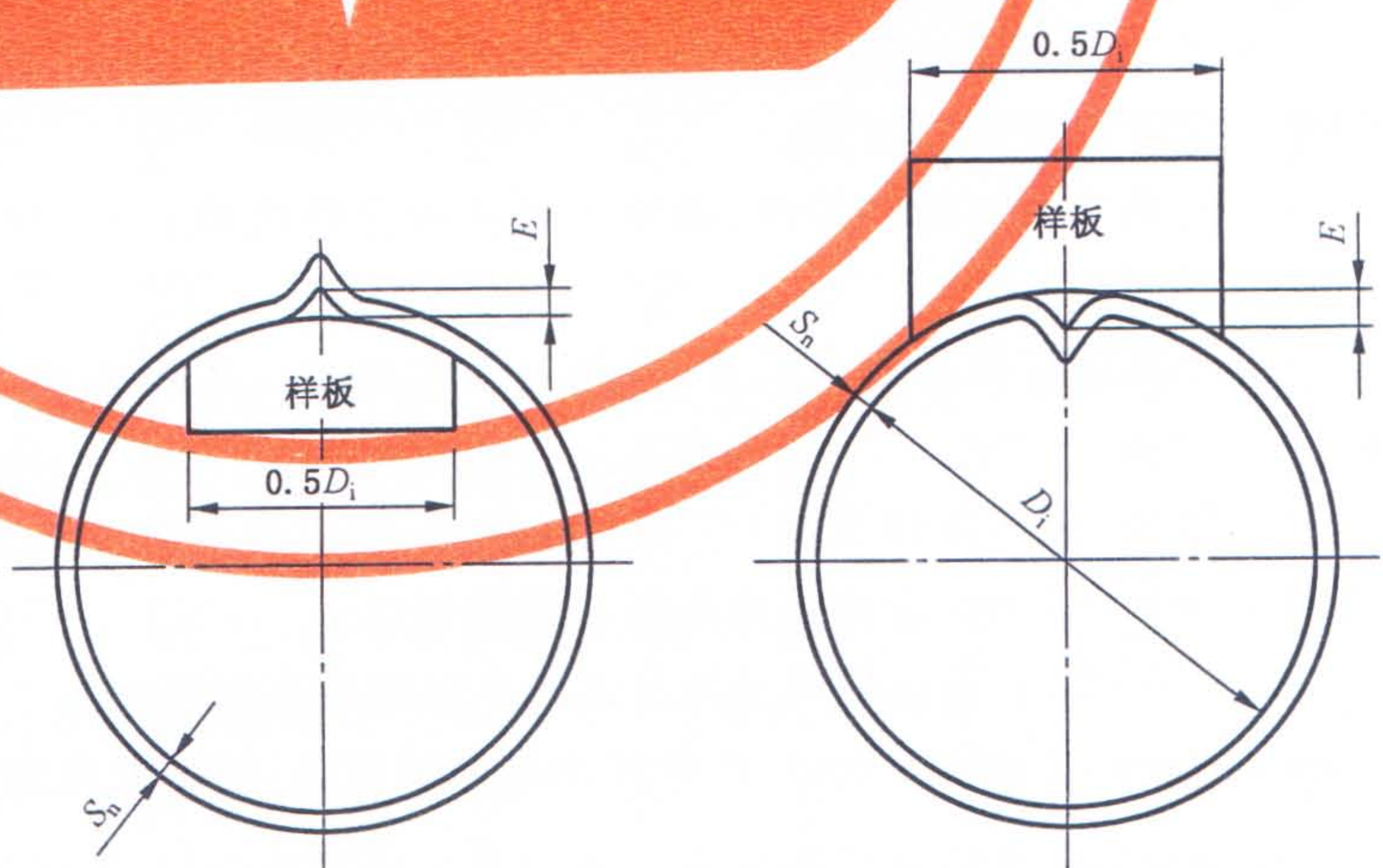


图 6

5.16 封头

5.16.1 封头必须用整块钢板制成。

5.16.2 封头的形状与尺寸公差不得超过表 5 的规定,符号见图 7 所示。

表 5

单位为毫米

公称直径 D	圆周长公差 $\pi\Delta D_i$	最大最小直径差 e	表面凹凸量 c	曲面与样板间隙 a	内高公差 ΔH_i
≤ 200	± 2	1	0.8	1.5	+5 -3
$> 200 \sim 400$	± 4	2	1	2	
$> 400 \sim 700$	± 6	3	2	3	
> 700	± 9	4	3	4	

5.16.3 封头实测最小壁厚不得小于封头设计壁厚与腐蚀裕量之和;对于不含钢印的封头曲面部分,其值不得小于封头设计壁厚值的 0.9 倍与腐蚀裕量之和。

5.16.4 封头直边部分不得存在纵向皱折。

5.17 未注公差尺寸的极限偏差

未注公差线性尺寸的极限偏差按 GB/T 1804 的规定,具体要求如下:

- a) 机械加工件不低于 m 级;
- b) 非机械加工件不低于 v 级。

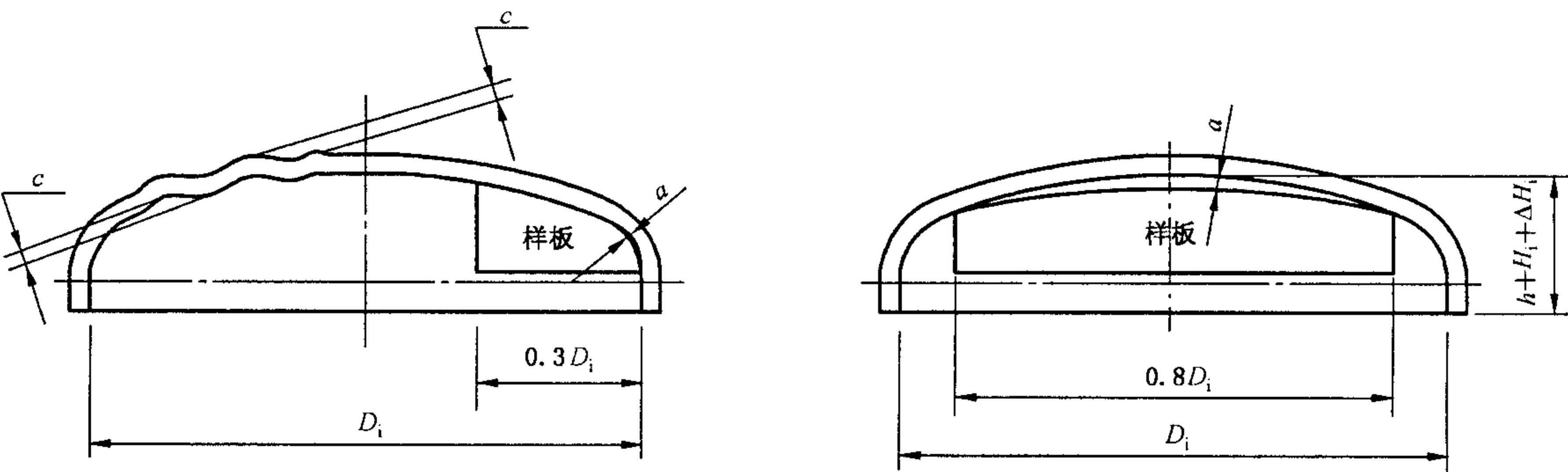


图 7

5.18 组装

5.18.1 钢瓶的各零件在组装前,均应经检查合格,且不准进行强力组装。

5.18.2 封头与筒体对接环焊缝的对口错边量 b 和棱角高度 E 不得超过表 6 的规定,检查尺的长度应不小于 300 mm。

表 6

单位为毫米

钢瓶主体名义壁厚 S_n	对口错边量 b	棱角高度 E
< 6	$0.25S_n$	$0.10S_n + 2$
$6 \sim 10$	$0.20S_n$	
> 10	$0.10S_n + 1$	

5.18.3 当钢瓶由两部分组成时,圆柱形筒体部分的直线度允差应不大于其长度的千分之二。

5.18.4 附件的组装应符合图样的规定。

5.19 表面质量

钢瓶外表面应光滑,不得有裂纹、重皮、夹杂和深度超过 0.5 mm 的凹坑、划伤、腐蚀等缺陷,否则应进行修磨,修磨处应圆滑,其壁厚不得小于设计壁厚与腐蚀裕量之和。

5.20 热处理

5.20.1 钢瓶瓶体在全部焊接完成并检验合格后,必须进行整体正火或消除应力的热处理,不允许局部热处理。不应采用感应加热炉进行热处理。

5.20.2 热处理应严格按工艺执行,并具备自动记录装置。

5.20.3 热处理结果应记入产品质量证明书。

5.21 容积和重量

5.21.1 钢瓶的实测水容积应不小于其公称容积。对于公称容积大于 150 L 的钢瓶,其实测容积可用公称容积代替,但不得有负偏差。

5.21.2 钢瓶制造完毕后应逐只进行净重的测定。

5.22 水压试验和气密性试验

5.22.1 钢瓶水压试验应在热处理后进行。水压试验压力按 4.2 确定。在水压试验压力下保压时间对公称容积小于或等于 150 L 的钢瓶至少为 30 s,对公称容积大于 150 L 的钢瓶为 1 min~3 min,并使瓶体充分膨胀。观察钢瓶不得有宏观变形、渗漏,压力表不允许有回降现象。试验完毕后立即把水放净,并进行干燥处理。

5.22.2 钢瓶气密性试验必须在水压试验合格后进行。低压液化气钢瓶的气密性试验压力为公称工作压力,溶解乙炔气钢瓶的气密性试验压力为 3 MPa。在试验压力下保压 1 min~3 min,被试钢瓶不得有泄漏现象。

5.22.3 如果在水压试验和气密性试验中发现焊缝上有泄漏,可按 5.14 的规定进行返修。钢瓶焊缝进行返修后,应重新进行整体热处理。

5.22.4 焊缝属下列情况的返修,可不必重新热处理。

- a) 针孔泄漏;
- b) 返修长度未超过 25 mm;
- c) 同一焊缝的返修不多于两处,且两处相距不小于 75 mm。

5.22.5 焊缝返修后,按 5.22.1 和 5.22.2 的规定,重新进行水压试验和气密性试验。

5.23 力学性能试验、爆破试验和疲劳试验

5.23.1 对公称容积小于或等于 150 L 的钢瓶,应按批在热处理后抽取样瓶进行力学性能试验和爆破试验。试验用钢瓶必须是经射线检测和逐只检查合格且未经水压试验的钢瓶。

5.23.2 对公称容积大于 150 L 的钢瓶,可按批制备产品焊接试板进行力学性能试验。

5.23.3 在钢瓶瓶体上进行力学性能试验时,对于由两部分组成的钢瓶,试验取样部位按图 8。对于由三部分组成的钢瓶,试样取样部位按图 9。对于封头凸面承压的钢瓶,试验取样部位按图 10。

5.23.4 采用产品焊接试板进行力学性能试验时,产品焊接试板应和带试板的钢瓶在同一块钢板(或同一炉批钢板)上下料,作为该钢瓶纵焊缝的延长部分,与纵焊缝一起焊成,并与该钢瓶同一炉热处理。试板应打上该钢瓶的瓶号和焊工代号钢印。试板上的焊缝应进行外观检查和 100% 的射线检测,并符合

5.12 和 5.13 的规定,焊接试板上,其试样的取样位置按图 11。

5.23.5 试样截面的焊缝断口不得有裂纹、未熔合、未焊透、夹渣和气孔等缺陷。

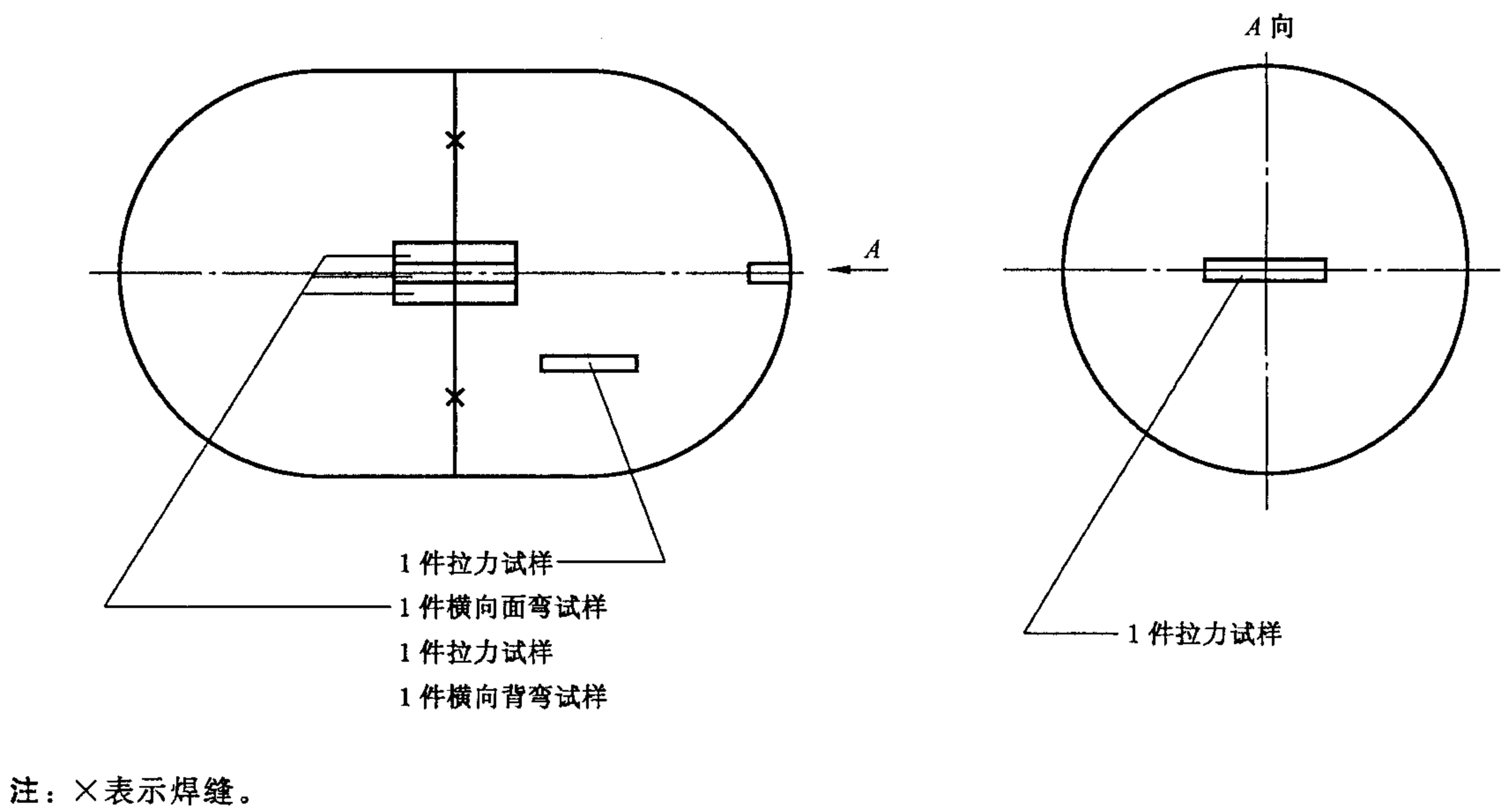


图 8

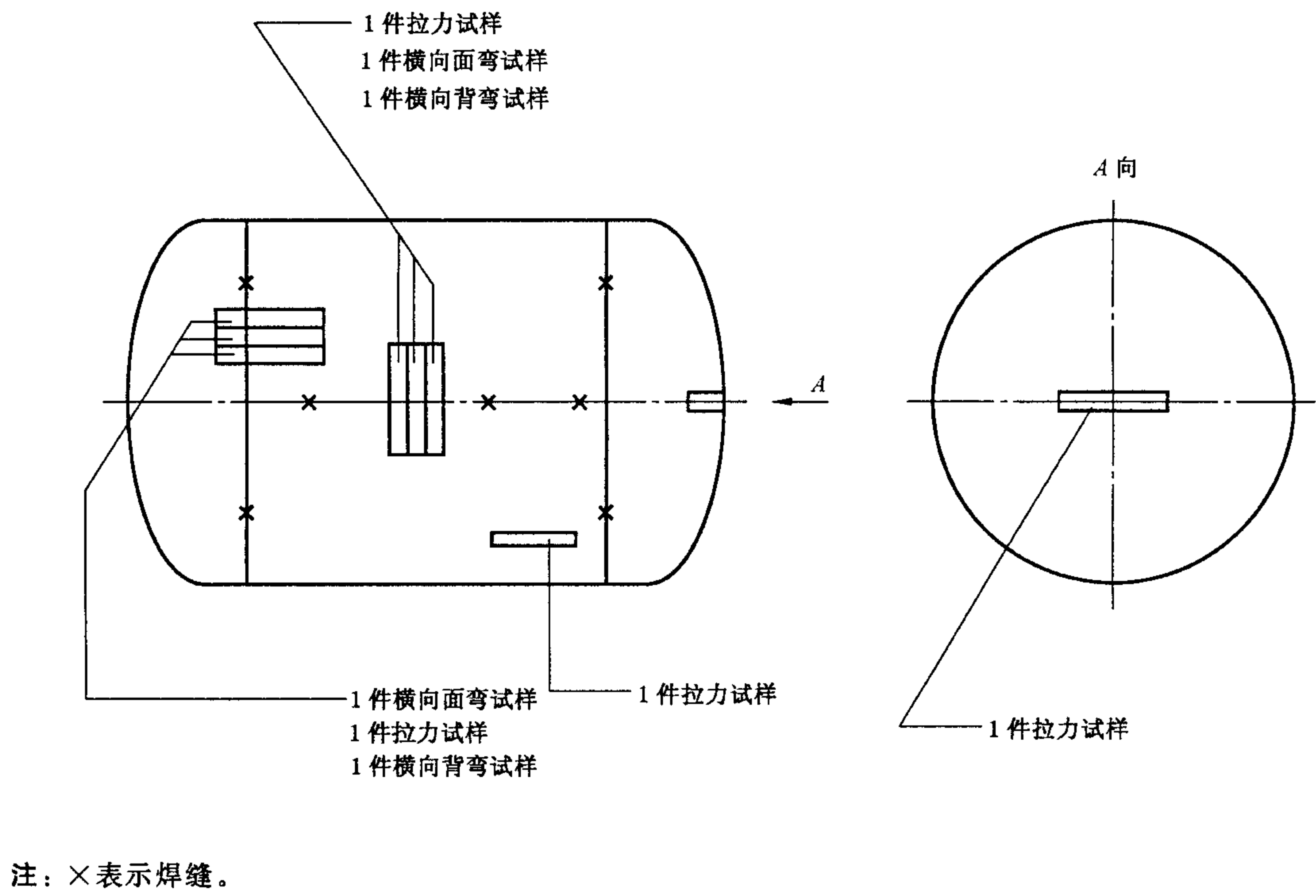


图 9

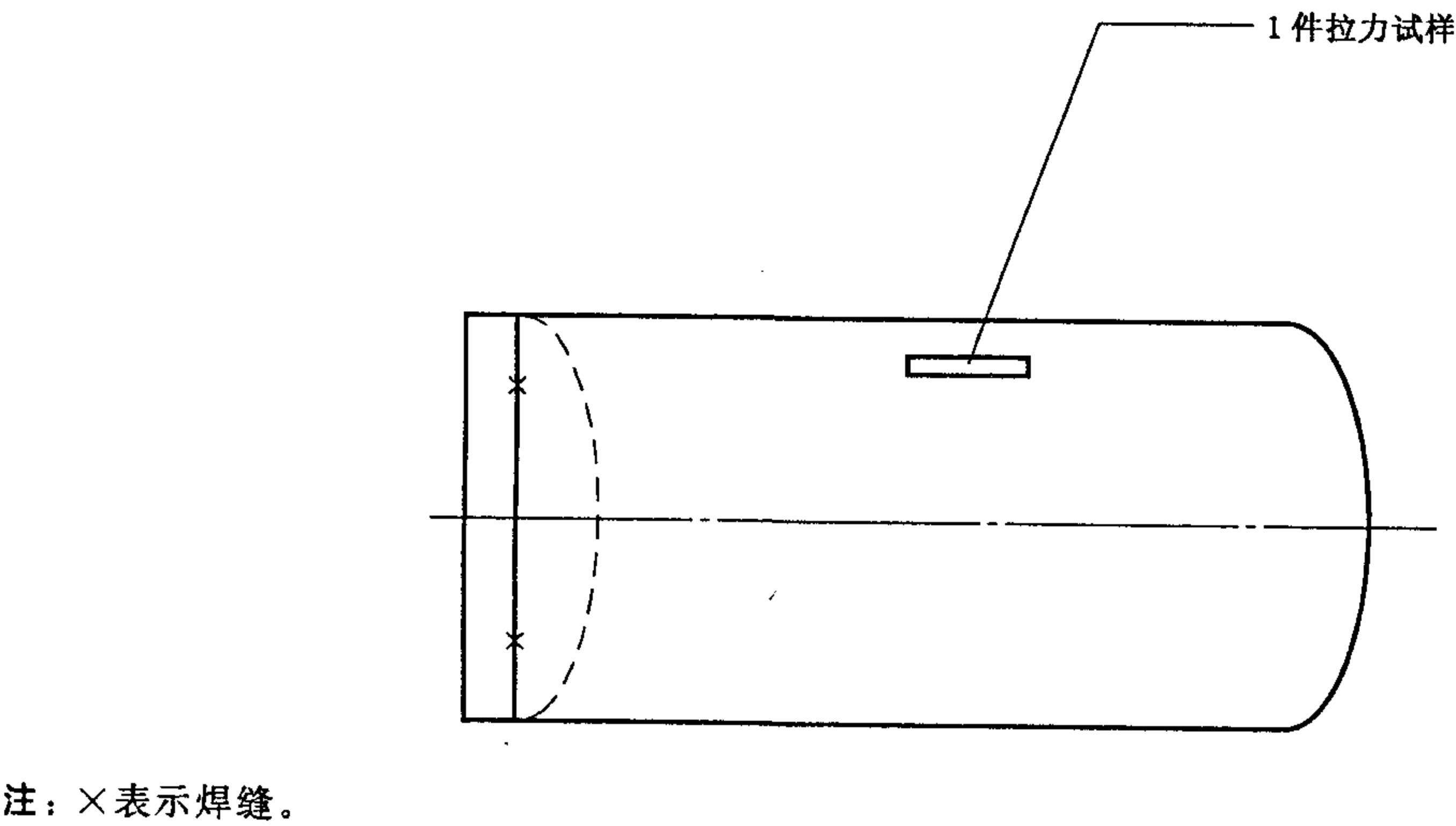
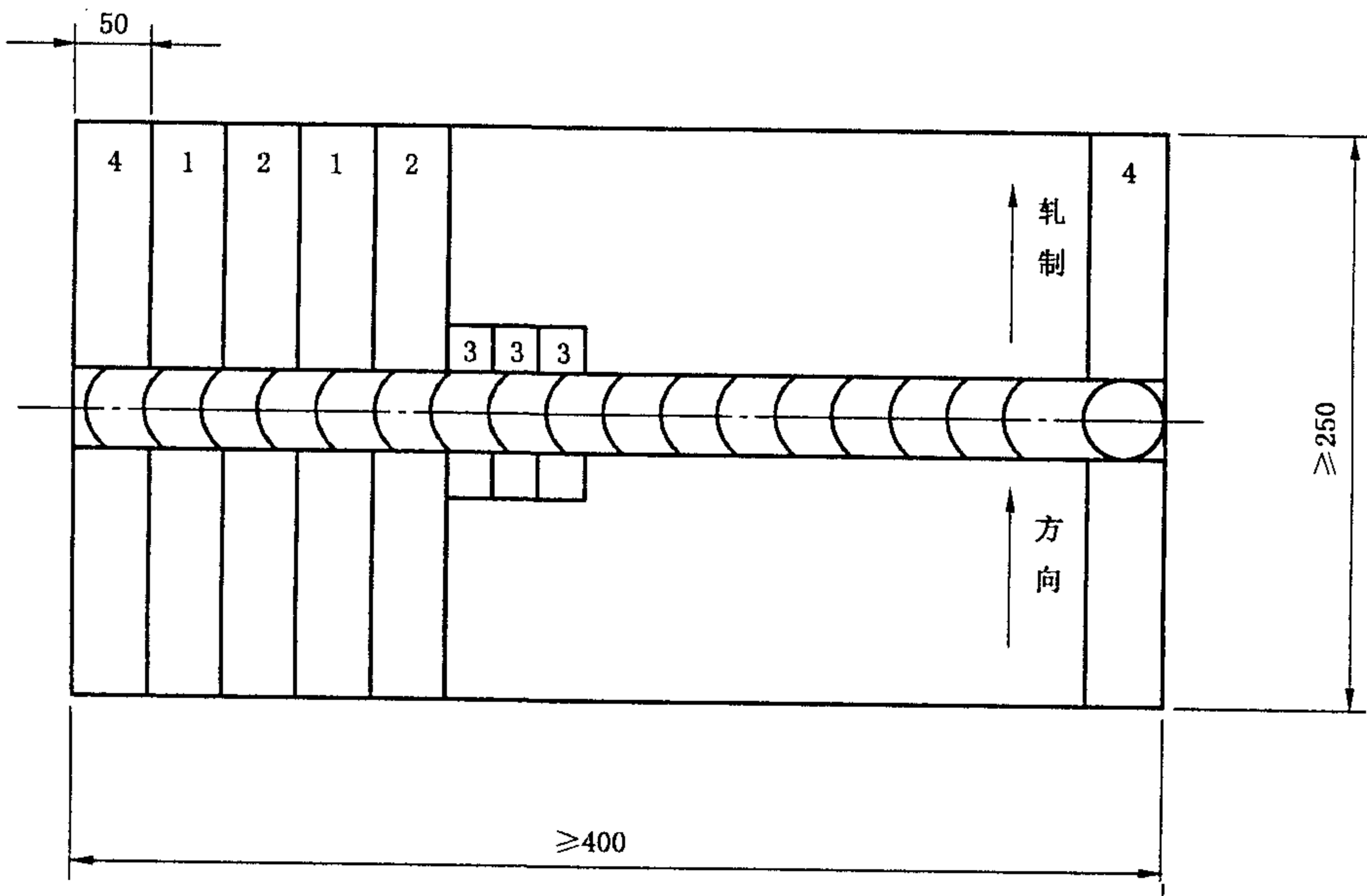


图 10

单位为毫米



说明：
1——拉力试样；
2——弯曲试样；
3——冲击试样；
4——舍弃部分。

图 11

- 5.23.6 力学性能试验结果应符合如下规定：
- a) 钢瓶主体母材的实测抗拉强度 R_{ma} 不得小于母材标准规定值的下限，伸长率 A 不小于表 7 的规定。对于封头凸面承压的钢瓶，其主体母材的实测抗拉强度 R_{ma} 可按制造厂的保证值规定，其值应在钢瓶设计图样中注明。

表 7

钢瓶主体名义壁厚 S_n mm	实测抗拉强度 R_{ma}		
	≤ 410 MPa	> 410 MPa ≤ 520 MPa	> 520 MPa
	A/%		
< 3	22	19	15
≥ 3	29	25	20
注： $S_n < 3$ mm 时，采用 20 mm $\times$ 80 mm 矩形横截面非比例试样； $S_n \geq 3$ mm 时，采用矩形横截面比例试样 $L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$ 。			

- b) 焊接接头试样无论断裂发生在什么位置，其实测抗拉强度 R_{ma} 均不得小于母材标准规定值的下限。
- c) 焊接接头试样弯曲至 180° 时，其拉伸面上沿任何方向不得有裂纹或其他缺陷出现。试样边缘的先期开裂可以不计。
- d) 母材和焊接接头试样冲击试验结果符合 5.3 的规定。试验结果是指三个试样的算术平均值，允许其中一个试样比规定的合格数值低 1/6。

5.23.7 宏观侵蚀检验

角焊缝和搭接焊缝的宏观侵蚀检验，经目测检查，焊缝根部应焊透，焊缝金属和热影响区不得有裂纹、未熔合等缺陷存在。

5.23.8 钢瓶爆破试验结果应符合下列规定：

- a) 在试验压力 P_h 下，钢瓶瓶体的容积残余变形率不大于 10%。
- b) 爆破压力实测值 P_b 应不小于 2 倍的试验压力 P_h ，且不小于 5 MPa。
- c) 瓶体破裂时的容积变形率（钢瓶容积增加量与试验前钢瓶实际容积比）不小于表 8 规定。

表 8

钢瓶主体长度与公称直径比 L/D	R_m /MPa	
	≤ 410	> 410
	容积变形率/%	
> 1	20	15
≤ 1	14	10

- d) 瓶体破裂不应产生碎片，爆破口不应发生在封头上（只有一条环焊缝、 $L \leq 2D_0$ 的钢瓶除外）、纵焊缝及其熔合线上、环焊缝上（垂直于环焊缝除外）。
- e) 瓶体的爆破口应为塑性断口，即断口上应有明显的剪切唇，但没有明显的金属缺陷。

5.23.9 疲劳试验应符合下列规定：

- a) 对封头凸面承压的钢瓶，其新设计应进行疲劳试验验证。
- b) 疲劳试验按 GB/T 9252 的规定进行，循环压力的上限值为钢瓶的水压试验压力，循环次数为 12 000 次。
- c) 钢瓶经疲劳试验后，应按 6.9 进行爆破试验，试验结果应符合 5.23.8 的规定。

5.24 涂敷

- 5.24.1 钢瓶经检查合格,应清除表面油污、锈蚀、氧化皮、焊接飞溅物,并在保持干燥的情况下,方可涂敷。
- 5.24.2 钢瓶表面不允许涂抹任何填充物。
- 5.24.3 钢瓶的颜色标志应符合 GB 7144 的规定。

6 试验方法

6.1 材料验证试验

钢瓶主体材料化学成分和力学性能的验证试验,按其材料标准规定的方法取样分析和试验。

6.2 焊接工艺评定试板力学性能试验

- 6.2.1 按 5.10.2 要求,从焊接工艺评定试板(尺寸参照图 11)上截取样坯时,试板两端舍去部分不少于 50 mm,样坯一般用机械加工方法截取。采用火焰切割时,必须除去热影响区。从钢瓶上用火焰切割截取样坯时(截取位置参考图 8 和图 9),试样上不得留有热影响区。
- 6.2.2 焊接工艺评定用的焊接接头试样数量规定如下:拉力试样 2 件,横向弯曲试样 4 件(面弯、背弯各 2 件),冲击试样 6 件(焊缝、热影响区各 3 件)。
- 6.2.3 试样上的焊缝的正面和背面,均应进行机械加工,使其与母材齐平,对于不平整的试样,可以用冷压法矫平。
- 6.2.4 拉力试样按图 12 制备,拉伸试验按 GB/T 228 进行。

单位为毫米

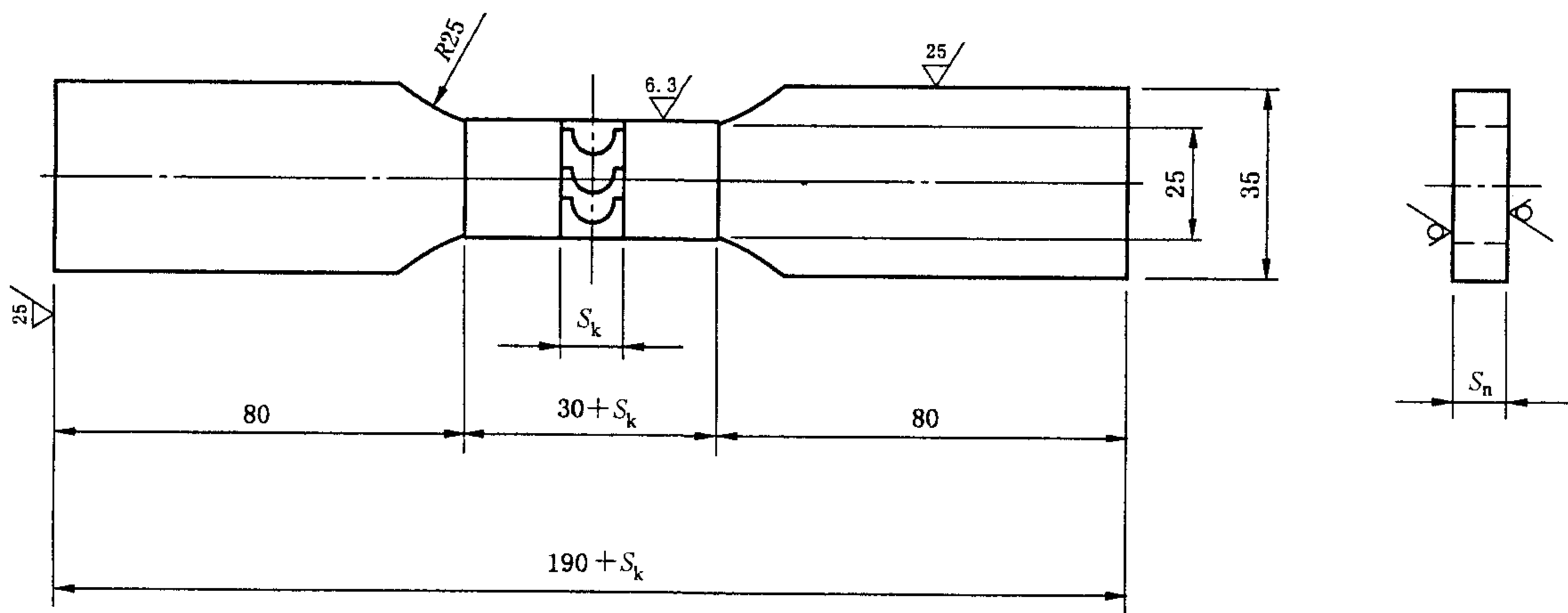


图 12

- 6.2.5 弯曲试样宽度为 25 mm,弯曲试验按 GB/T 232 进行。试验时,应使弯轴轴线位于焊缝中心,两支辊面间的距离应做到试样恰好不接触辊子两侧面(见图 13),弯曲直径 d 和试样厚度 S_n 的比值 n 应不超过表 9 的规定,弯曲角度应符合 5.23.6 的规定。

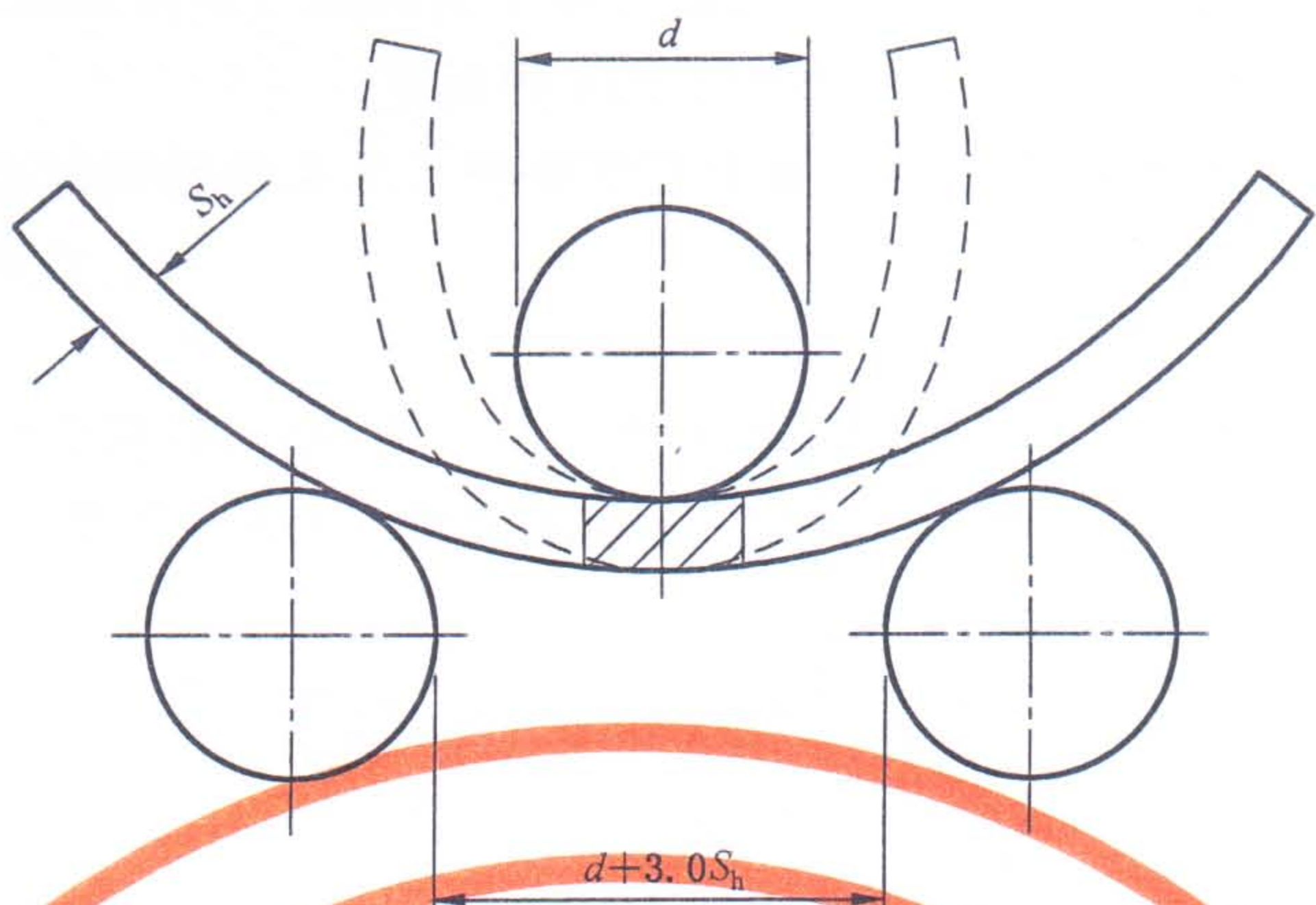


图 13

表 9

实测抗拉强度 R_{ma} /MPa	n
≤ 410	2
$> 410 \sim 520$	3
> 520	4

6.2.6 冲击试样的尺寸应符合 5.3.1 表 4 的规定。焊缝冲击试样的缺口轴线应垂直于焊缝表面。热影响区冲击试样的缺口轴线,也应垂直于焊缝表面,且应位于母材热影响区最严重区域。常温冲击或低温冲击试验按 GB/T 229 进行。

6.3 焊缝射线检测

钢瓶主体纵、环焊缝射线检测按 JB 4730 或 GB 17925 的规定。透照位置应包括 5.13.3 规定的部位,其他部位由射线检测人员或质量检验人员确定。

6.4 母材和焊接接头力学性能试验

6.4.1 从钢瓶主体上截取试样:

6.4.1.1 由两部分组成的钢瓶主体,从圆柱形筒体部分沿纵向截取母材拉力试样一件,如果筒体部分长度不够,则从封头凸形部分切取。从环焊缝处截取焊接接头的拉力、横向面弯及背弯试样各一件(图 8)。

6.4.1.2 由三部分组成的钢瓶主体,母材拉力试样离纵焊缝 180°沿纵向从圆柱形筒体部分切取一件,从任一封头凸形部分截取一件。从纵焊缝处截取拉力、横向面弯和背弯试样各一件。如果环焊缝和纵焊缝采用不同的焊接方法(或焊接工艺),则还应从环焊缝处截取同样数量的试样(见图 9)。

6.4.1.3 当需要从钢瓶主体上截取冲击试样时,其样坯可在接近其他试样规定部位截取。

6.4.1.4 对于封头凸面承压的钢瓶,沿纵向截取母材拉力试样一件(见图 10)。同时对筒体与封头连接的环向角焊缝或搭接焊缝,截取宏观侵蚀试样一件。

6.4.2 从产品焊接试板上截取焊接接头试样:拉伸试样 2 件、横向面弯和背弯试样各一件、冲击试样(缺口位于焊缝中心)3 件。试板的尺寸和样坯的截取部位见图 9。

6.4.3 从钢瓶主体上或从产品焊接试板上截取样坯方法,应符合 6.2.1 的规定。

- 6.4.4 焊接接头试样的加工应符合 6.2.3 的规定。
- 6.4.5 母材拉力试样的制备和试验应符合 GB/T 228 的规定。
- 6.4.6 焊接接头拉力、弯曲和冲击试样的制备及其试验按 6.2.4、6.2.5 和 6.2.6 的规定进行。

6.5 重量和容积的测定

- 6.5.1 采用称量法测定钢瓶的重量和容积。重量单位为千克(kg),容积单位为升(L)。
- 6.5.2 称量应使用最大称量为实际称量 1.5~3.0 倍的衡器,其准确度等级应符合 JJG 14 的Ⅲ级,周检期不应超过三个月。
- 6.5.3 重量和容积测定应保留三位有效数字,其余数字对于重量应进 1,对于容积应舍去,示例如下:

实测净重和容积	1.065	10.65	106.5
重量应取为	1.07	10.7	107
容积应取为	1.06	10.6	106

6.6 钢瓶主体壁厚测量

钢瓶主体壁厚使用超声波测厚仪进行测量。

6.7 水压试验

钢瓶水压试验按 GB/T 9251 的有关规定进行,试压时应控制泵的小时进水量不超过钢瓶容积的 5 倍,缓慢地升至试验压力。

6.8 气密性试验

钢瓶气密性试验按 GB/T 12137 的有关规定进行。

6.9 爆破试验

- 6.9.1 钢瓶爆破试验采用水压,其方法按 GB 15385 的要求进行,并应遵循下列规定:
 - a) 试验的环境温度和试验用水的温度不应低于 5℃;
 - b) 试验系统不得有渗漏,不得存留气体;
 - c) 试验时必须用两个量程相同、且量程为预期爆破压力的 2.0 倍~3.0 倍,精度不低于 1.6 级的压力表,其周检期不得超过一个月;
 - d) 试压泵每小时的送水量不应超过钢瓶水容积的 5 倍;
 - e) 试验时应有可靠的安全措施。
- 6.9.2 进行爆破试验前,应先按 6.5 的规定测定钢瓶实际容积。
- 6.9.3 进行爆破试验时,先按 GB/T 9251 的外测法试验或内测法试验确定在水压试验压力 P_h 下的钢瓶容积变形量和残余变形率,然后再缓慢升压,并测量、记录压力和时间、进水量的对应关系,绘制相应的曲线,确定钢瓶开始屈服的压力、升压直至爆破并确定爆破压力和总进水量为止,并计算爆破容积变形率。

6.10 外观检查

用目测检查钢瓶表面、焊缝外观、标志及其附件。

7 检验规则

7.1 材料检验

- 7.1.1 钢瓶制造单位应按 6.1 规定的方法对制造钢瓶主体的材料,按炉罐号进行成品化学成分验证分

析,按批号进行力学性能验证试验。成品化学成分验证分析结果和熔炼化学成分的偏差,应符合该材料标准的规定。

7.1.2 验证分析试验结果,应符合 5.1.5 和 5.2 的规定。当钢瓶主体名义壁厚等于或大于 6 mm 时,冲击试验应符合 5.3 的规定。

7.2 逐只检验

7.2.1 钢瓶逐只检验应按表 10 规定的项目进行。

7.2.2 采用焊缝系数 $\phi=0.9$ 设计的钢瓶,对于有一条纵焊缝、两条环焊缝的,每只钢瓶应进行不少于其纵、环焊缝相应长度总长 20% 的射线检测,如发现超过标准规定的缺陷,应在该缺陷两端各延长该焊缝长度 20% 的射线检测,一端长度不够时,在另一端补足,若仍有超过标准规定的缺陷时,则该钢瓶的该条焊缝应进行 100% 的射线检测。

7.3 批量检验

7.3.1 抽样规则

7.3.1.1 对于公称容积小于或等于 150 L 的钢瓶,从每批钢瓶中抽取力学性能试验和爆破试验瓶各一只。

7.3.1.2 对于公称容积大于 150 L 的钢瓶,按 5.23.4 的要求随同产品做一块产品焊接试板进行力学性能试验。

7.3.2 批量检验项目

7.3.2.1 钢瓶批量检验项目按表 10 规定。

7.3.2.2 对于只有一条环焊缝,并采用焊缝系数 $\phi=0.9$ 设计的钢瓶,按生产顺序每 50 只抽取一只(不足 50 只时应抽取一只)进行焊缝全长的射线检测。

7.3.3 复验规则

7.3.3.1 在批量检验中,如有不合格项目,应进行复验。

7.3.3.2 批量检验项目中,如有证据证明是操作失误或试验设备失灵造成试验失败,则可在同一钢瓶(必要时也可在同批钢瓶中另抽一只)或原产品焊接试板上做第二次试验。第二次试验合格,则第一次试验可以不计。

7.3.3.3 对于按 7.3.1.1 进行射线检测的钢瓶,当焊缝全长的射线检测不合格时,应在同一生产顺序 50 只中,再抽取二只钢瓶进行焊缝全长的射线检测,若仍不合格,则应逐只进行焊缝全长的射线检测。

7.3.3.4 公称容积小于或等于 150 L 的钢瓶进行的力学性能试验或爆破试验不合格时,应按表 11 的规定进行复验,复验钢瓶在同批中任选。

表 10

序号	检 验 项 目		逐只检验	批量检验	检验方法	判定依据
1	筒体	最大最小直径差 e	Δ			5.15.2
2		纵焊缝对口错边量 b	Δ		5.15.3	5.15.3
3		纵焊缝棱角高度 E	Δ		5.15.4	5.15.4
4		直线度	Δ			5.18.3

表 10 (续)

序号	检 验 项 目		逐只检验	批量检验	检验方法	判定依据
5	封头	内圆周长公差 $\pi\Delta D_i$	Δ			5.16.2
6		表面凹凸量 c	Δ		5.16.2	
7		最大最小直径差 e	Δ			
8		曲面与样板间隙 a	Δ		5.16.2	
9		内高公差 ΔH_i	Δ			
10			直边部分纵向皱折深度	Δ		
11	环焊缝对口错边量 b		Δ		5.18.2	5.18.2
12	环焊缝棱角高度 E		Δ		5.18.2	5.18.2
13	钢瓶表面		Δ		6.10	5.19、8.1
14	焊缝外观		Δ		6.10	5.12
15	钢瓶主体壁厚			Δ	6.6	5.16.3、5.19
16	射线透照		Δ	Δ	6.3	5.5.1、5.13.4
17	力学性能试验			Δ	6.4	5.23
18	宏观侵蚀检验			Δ	6.4	5.23.7
19	重量		Δ		6.5	5.21.2
20	容积		Δ		6.5	5.21.1
21	水压试验		Δ		6.7	5.22.1
22	气密性试验		Δ		6.8	5.22.2
23	爆破试验			Δ	6.9	5.23.8
24	附件		Δ		6.10	5.8
注：钢瓶主体壁厚的批量检验数量为该批钢瓶总数的 5%，且不少于 3 只。						

表 11

批量/只	不合格项目	复 验 项 目	
≤ 250	1M	2M	1B
	1B	1M	2B
$> 250 \sim 500$	1M	2M	2B
	1B	1M	4B
注：M——力学性能试验。 B——爆破试验。			

7.3.3.5 按 7.3.3.4 复验仍有一只以上钢瓶不合格时,则该批钢瓶为不合格。但允许对这批钢瓶进行

修理,清除缺陷后再重新热处理,并按 7.3 的规定,作为新的一批重新检验。

7.3.3.6 公称容积大于 150 L 的钢瓶,其产品焊接试板力学性能试验如有不合格的项目,经加倍复验仍不合格时,允许从该批钢瓶中任选一只,按 6.4.1.2 的规定截取试样重做试验,如还有不合格的项目,则这批钢瓶为不合格。但允许重新热处理,按 6.4.1.2 的规定做为新的一批重新检验。

7.4 型式试验

7.4.1 对每一种新的设计,制造单位应提供一批至少 30 只钢瓶供型式试验。

7.4.2 型式试验的项目要求:

- a) 对于公称容积小于或等于 150 L 的钢瓶:
 - 1) 任选 1 只钢瓶按 6.4 进行母材和焊接接头力学性能试验,试验结果应符合 5.23 的要求;
 - 2) 任选 1 只钢瓶按 6.9 进行爆破试验,试验结果应符合 5.23 的规定;
 - 3) 对于封头凸面承压的钢瓶,任选 1 只按 5.23.9 的规定进行疲劳试验。
- b) 对于公称容积大于 150 L 的钢瓶,应按 5.23.4 的要求制作一块产品焊接试板,按 6.4.2 进行力学性能试验。试验结果应符合 5.23 的要求。

7.4.3 型式试验应经授权的检验机构认可,并出具型式试验报告。

7.4.4 与现有经过型式试验认可的设计相比,当出现以下情况时,应重新进行型式试验:

- a) 钢瓶主体材料发生变化;
- b) 钢瓶主体设计壁厚改变超过 10%以上;
- c) 开孔数量增加或开孔位置发生变化,或开孔数量、位置不变,但开孔内径增加超过 100%;
- d) 封头形状发生变化;
- e) 钢瓶水容积变化超过 30%以上;
- f) 钢瓶主体焊缝(筒体纵焊缝、封头与筒体连接的环焊缝)焊接接头设计发生变化;
- g) 钢瓶的成形、焊接、热处理工艺发生了变化。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 钢瓶上的钢印标志内容、位置和要求,应符合相关法规和钢瓶设计图样的规定,用于盛装剧毒介质的钢瓶,应用汉字标明介质名称。钢印标志中钢瓶主体设计壁厚,应标志筒体或封头设计壁厚两者中较厚的壁厚。

8.2 出厂钢瓶的包装,应根据与用户签订的协议中关于包装的要求进行,如用户无要求时,则按制造单位的技术规定进行。

8.3 钢瓶在运输和装卸过程中,要防止碰撞、划伤和损坏附件。

8.4 钢瓶应存放在没有腐蚀气体,并通风、干燥、不受日光曝晒的地方。

9 出厂文件

9.1 出厂的每只钢瓶,均应附有产品合格证,产品合格证所记入的内容应和制造单位保存的生产检验记录相符,产品合格证的格式和内容参见附录 B。

9.2 出厂的每批钢瓶,均应附有批量检验质量证明书。该批钢瓶有一个以上用户时,可提供批量检验质量证明书的复印件给用户,批量检验质量证明书的格式和内容参见附录 C。

9.3 制造单位应妥善保存钢瓶的检验记录和批量检验质量证明书的复印件(或正本),保存时间应不少于 7 年。

附 录 A
(规范性附录)
对盛装液化丙烯、液化丙烷钢瓶的特殊要求

A.1 安全泄放装置

- A.1.1 用于盛装液化丙烯、丙烷的钢瓶应装设安全阀式安全泄放装置,其排放能力应足以保证钢瓶的安全。
- A.1.2 安全阀的开启压力及回座压力应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 单位为兆帕

介 质 名 称	液 化 丙 烯	液 化 丙 烷
开启压力	$3.4_{-0.4}^0$	$3.0_{-0.4}^0$
回座压力	2.6	2.3

附录 B
(资料性附录)
产品合格证

(制造单位名称)

钢质焊接气瓶
产品合格证

钢瓶名称_____

产品编号_____

制造日期_____

制造许可证_____

本产品的制造符合 GB 5100—2011《钢质焊接气瓶》和设计图样要求。经检验合格。

检验科长(章)

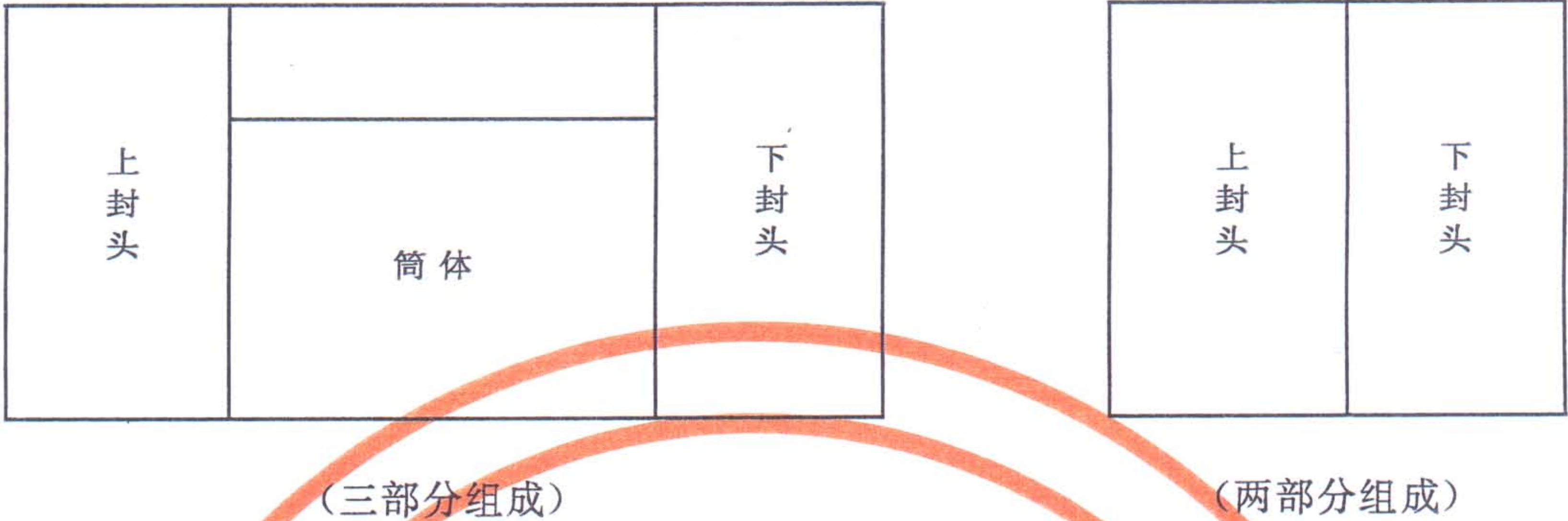
质量检验专用章

年 月 日

注：规格要统一，表心尺寸推荐 150 mm×100 mm。

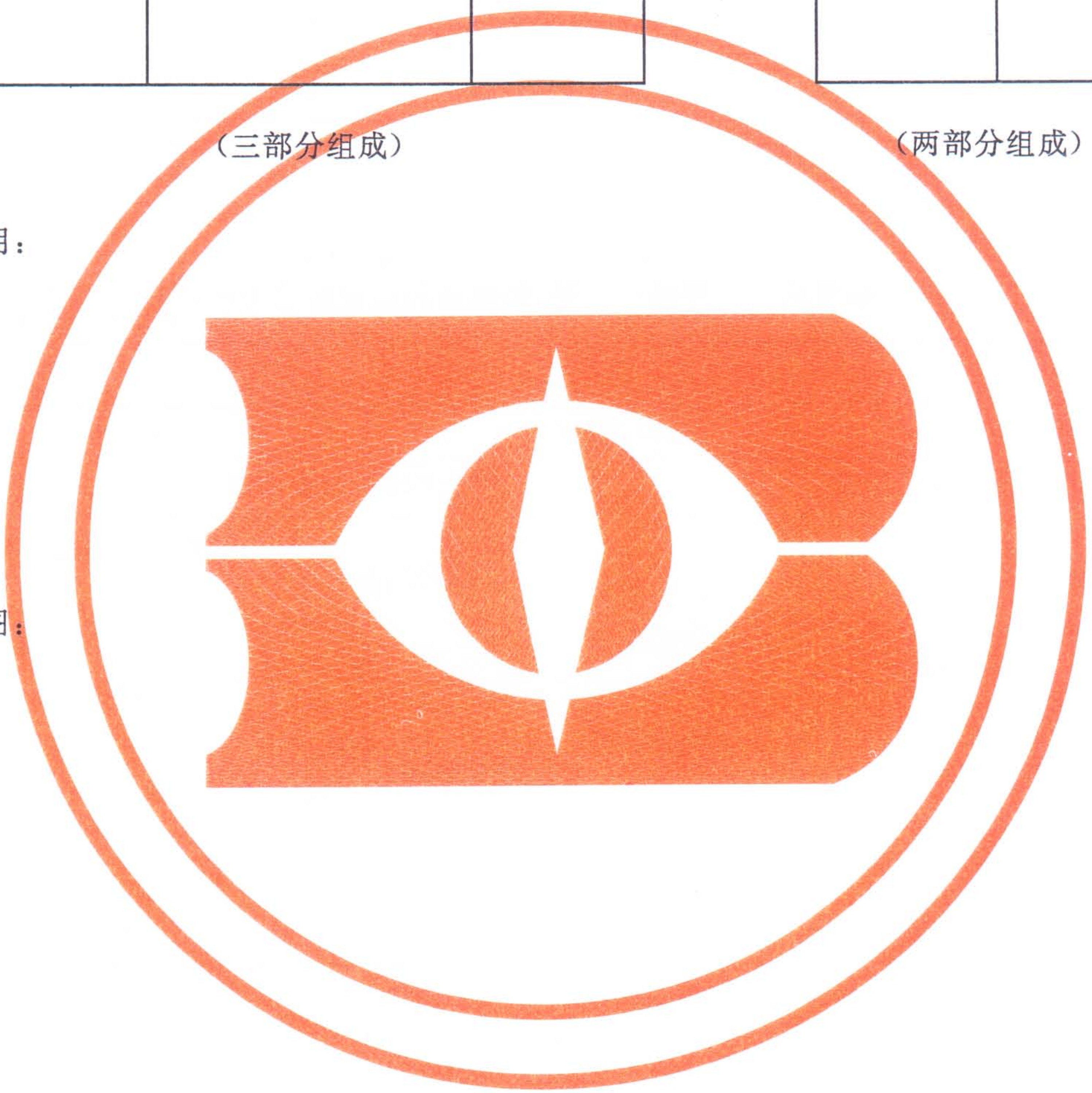
主要技术数据						
公称容积	L		实际容积	L		
内直径	mm		总长度	mm		
充装介质			最大充装量	kg		
筒体设计壁厚	mm		封头设计壁厚	mm		
钢瓶主体材料牌号			材料标准号			
材料化学成分规定值/%						
C	Si	Mn	P	S	P+S	
材料强度规定值: R_m			MPa			
R_{eL}			MPa			
钢瓶净重(不包括可拆件)	kg					
热处理方式			加热温度	℃		
保温时间	h		冷却方式			
水压试验压力	MPa		气密性试验压力	MPa		
焊缝系数 ϕ						
焊缝射线检测						
依据标准						
检测比例						
合格级别						
检测结果						
焊缝返修次数						
1 次	处	2 次	处	3 次	处	

(接上页焊缝返修次数)
焊缝返修部位展开简图



使用说明:

钢瓶简图:



附录 C
(资料性附录)
批量检验质量证明书

(制造单位名称)
钢质焊接气瓶批量检验质量证明书

钢瓶名称

盛装介质及化学分子式

图号

生产批号

制造日期

制造许可证编号

本批钢瓶共只,编号从号到号,经检查和试验符合 GB 5100—2011 和设计图样的要求,是合格产品。

监检机构监检专用章

制造单位检验专用章

监检员

检验部门负责人

年 月 日

年 月 日

制造单位地址:

邮政编码:

电话:

注：规格要统一，表心尺寸推荐为 150 mm×100 mm。

1 主要技术数据

公称容积	L	公称工作压力	MPa
公称直径	mm	水压试验压力	MPa
钢瓶主体名义壁厚	mm	气密性试验压力	MPa

2 试验瓶的测量 (V>150 L时,指带试板的瓶)

试验瓶号	实际容积/L	净重/ kg	最小实测壁厚/mm		热处理炉号
			筒体	封头	

3 钢瓶主体材料化学成分/%

编号	牌号	C	Si	Mn	P	S
标准的规定值						

4 焊接材料

焊丝牌号	焊丝直径/mm	焊剂牌号

5 钢瓶及试板热处理

方法	加热温度	℃
保温时间	h	冷却方式

6 焊缝射线检测

焊缝总长	mm	检查比例	%
按 JB 4730 或 GB 17925 检测 级合格			
试验用瓶(V>150 L时,指带试板的瓶)			
返修 1 次 处,返修 2 次 处,返修 3 次 处。			

7 力学性能试验

试板编号	抗拉强度 R _m /MPa	伸长率 A/%	弯 曲 试 验		冲击功 A _{kv} /J	
			横向面弯	横向背弯	常温	—40 ℃

注：焊缝试样无伸长率指标。

8 水压爆破试验($V\leq 150\text{ L}$)

试验瓶号	爆破压力/MPa	开始屈服压力/MPa	试验压力下容积 残余变形率/%	爆破时容积变形率/%

9 试验瓶($V\leq 150\text{ L}$)爆破位置和形状简图

质量检验员专用章

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
钢 质 焊 接 气 瓶
GB 5100—2011

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

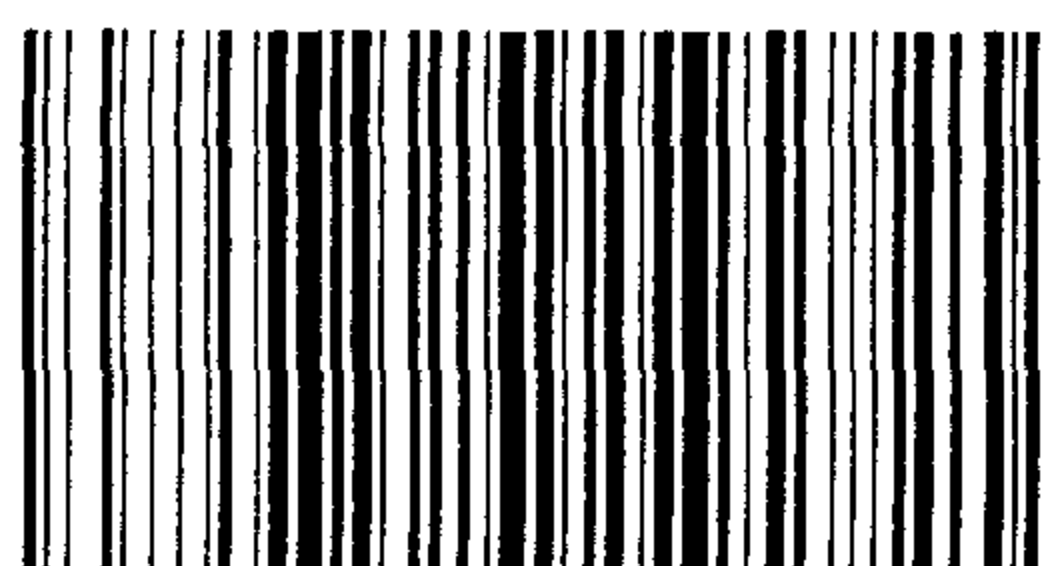
*

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 60 千字
2012年1月第一版 2012年1月第一次印刷

*

书号: 155066·1-43586 定价 33.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB 5100-2011