



中华人民共和国国家标准

GB 24159—2009

焊接绝热气瓶

Welded insulated cylinders

2009-06-25 发布

2010-04-01 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



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 型式及基本参数	4
5 材料	5
6 设计	6
7 制造	7
8 试验方法	12
9 检验规则	14
10 标志、包装、运输、存放	15
11 维修	16
附录 A (规范性附录) 安全泄放量的设计计算	17
附录 B (资料性附录) 供气量测试方法	19
附录 C (资料性附录) 产品合格证	20
附录 D (资料性附录) 批量检验质量证明书	22
参考文献	24

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准的范围、材料、设计等规定修改采用了美国运输部 DOT4L—1999《焊接绝热气瓶》。

本标准安全附件的泄放量计算参照美国压缩气体协会 CGA S-1.1《压力泄放装置标准 第1部分：压缩气瓶》的规定。

本标准结合我国国情，吸收采用了 GB 5100—1994《钢质焊接气瓶》及相关标准的规定。

本标准附录 A 为规范性附录，附录 B、附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本标准由全国气瓶标准化技术委员会(SAC/TC 31)提出并归口。

本标准起草单位：宁波明欣化工机械有限责任公司、四川空分设备(集团)有限责任公司、北京天海工业有限公司、查特深冷设备(常州)有限公司。

本标准起草人：王竞雄、叶青、裘维平、易希朗、李敬琪、姚欣、徐惠新。

焊接绝热气瓶

1 范围

本标准规定了焊接绝热气瓶(以下简称气瓶)的定义、符号、型式、基本参数、材料、设计、制造、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、存放等要求。

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,贮存介质为液氧、液氮、液氩、二氧化碳和氧化亚氮低温液体,设计温度不低于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$,公称容积为 $10\text{ L}\sim 450\text{ L}$,工作压力为 $0.2\text{ MPa}\sim 3.5\text{ MPa}$ 可重复充装的立式气瓶。

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 150 钢制压力容器
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002,eqv ISO 6892:1998)
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007,ISO 148-1:2006,MOD)
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差(GB/T 1804—2000,eqv ISO 2768-1:1989)
- GB/T 2653 焊接接头弯曲及压扁试验方法(GB/T 2653—2008,ISO 5173:2000,IDT)
- GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB 7144 气瓶颜色标志
- GB/T 9251 气瓶水压试验方法
- GB/T 12137 气瓶气密性试验方法
- GB/T 13005 气瓶术语
- GB 15384 气瓶型号命名方法
- GB/T 18443.2 低温绝热压力容器试验方法 真空度测量
- GB/T 18443.3 低温绝热压力容器试验方法 漏率测量
- GB/T 18443.4 低温绝热压力容器试验方法 漏放气速率测量
- GB/T 18443.5 低温绝热压力容器试验方法 静态蒸发率测量
- JB 4708 钢制压力容器焊接工艺评定
- JB/T 4730.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- JB/T 4744 钢制压力容器产品焊接试板的力学性能检验
- JB/T 6896 空气分离设备表面清洁度

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标准。

3.1.1

批量 lot

采用同一设计、同一材料、同一焊接工艺、同一绝热工艺,连续生产的气瓶内胆所限定的数量,称为内胆批量。

采用同一设计、连续生产的气瓶产品所限定的数量,称为产品批量。

3.1.2

内胆 inner containment vessel

贮存低温液体,并能承受工作压力的内壳体。

3.1.3

外壳 outer shell

形成和保护气瓶绝热空间的外壳体。

3.1.4

静态蒸发率 static evaporation rate

气瓶在盛装大于有效容积 1/2 低温液体时,静置达到热平衡后,24 h 内自然蒸发损失的低温液体质量和容器有效容积下低温液体质量的百分比,换算为标准环境下(20 °C, 0.1 MPa)蒸发率值,单位为 %/d。

3.1.5

净重 net weight

气瓶及其不可拆连接件的实际重量(包括阀门、管路系统)。

3.1.6

有效容积 effective volume

内胆允许的最大盛液容积。

3.1.7

真空夹层漏率 vacuum interspace leak rate

单位时间内漏入真空夹层的气体量,单位为 $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

3.1.8

漏放气速率 leak and outgassing rate

气瓶夹层放气速率与漏率之和,单位为 $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。放气速率为常温状态下在给定时间间隔内,单位时间气瓶在真空夹层中各种材料解吸的气体量。

3.1.9

工作压力 service pressure

气瓶在正常工作情况下,内胆壳体顶部可能达到的最高压力。

3.1.10

壁应力 wall stress

气瓶内胆壁承受的应力。

3.1.11

总的热传递 total thermal transfer

相对于气瓶单位公称容积及贮存介质与环境温度每单位温差时,在单位时间内从周围大气通过绝热层、管道、颈管、支撑构件传递到贮存介质的热量,单位为 $\text{J}/(\text{h} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{L})$ 。

3.1.12

总热传导系数 total thermal conductivity coefficient

周围环境通过绝热层、管道、颈管、支撑构件对贮存介质总的传热系数,单位为 $\text{kJ}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

3.1.13

计算压力 calculating pressure

用于计算气瓶内胆壁厚和校核其壁应力的压力。

3.1.14

外壳材料的有效厚度 effective thickness

有效厚度指名义厚度减去腐蚀裕量和钢材厚度负偏差。

3.2 符号

下列符号适用于本标准：

- a ——封头曲面与样板的间隙, mm;
- b ——焊缝对口错边量, mm;
- c ——封头表面凹凸量, mm;
- D ——内胆公称直径, mm;
- d ——弯曲试验的弯轴直径, mm;
- D_i ——内胆封头或筒体的内直径, mm;
- D_o ——外壳封头或筒体的外直径, mm;
- E ——对接焊缝棱角高度, mm;
- E_o ——外壳材料弹性模量, MPa;
- e ——内胆或外壳筒体同一截面最大最小直径差, mm;
- H ——气瓶的高度, mm;
- H_i ——封头内凸面高度, mm;
- h ——封头直边高度, mm;
- L ——外壳两相邻支撑线之间的距离, 当筒体部分没有加强圈, 则取筒体的总长度加上每个凸形封头曲面深度的 $1/3$, mm;
- l ——样板长度, mm;
- n ——弯轴直径与试样厚度的比值;
- P ——工作压力, MPa;
- P_1 ——许用外压力, MPa;
- P_c ——计算压力, MPa(取工作压力的 2 倍);
- R ——外壳封头的当量半径, mm; 对于椭圆封头, $R = K_1 D_o$;
- S ——内胆的设计壁厚, mm;
- S_b ——内胆筒体实测最小壁厚, mm;
- S_c ——外壳筒体的有效厚度, mm;
- S_f ——外壳封头成型后的最小厚度, mm;
- S_n ——内胆名义壁厚, mm;
- S_k ——拉力试样焊缝宽度, mm;
- t ——温度, $^{\circ}\text{C}$;
- U ——总热传导系数, $\text{kJ}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$;
- V ——内胆公称容积, L;
- A ——断后伸长率, %;
- η ——静态蒸发率, %/d;
- σ ——壁应力, MPa;
- R_m ——抗拉强度, MPa;
- $R_{p0.2}$ ——规定非比例延伸强度, MPa;

Δh_i ——封头内高度(H_i+h)公差,mm;
 $\pi\Delta D_i$ ——内圆周长公差,mm。

4 型式及基本参数

4.1 型式与产品型号

4.1.1 气瓶的型式为立式,见图 1。

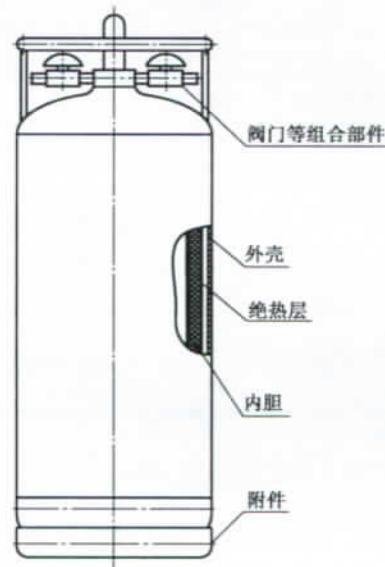


图 1

4.1.2 气瓶的产品型号应按 GB 15384 进行命名,表示方法如下:



型号应用示例:DPL450-175-1.4 II。
表示公称容积为 175 L,工作压力为 1.4 MPa,内胆公称直径为 450 mm,第二次改型的立式气瓶。

4.2 基本参数

4.2.1 气瓶公称容积 V 和内胆公称直径 D 按表 1 的规定。

表 1

公称容积 V / L	10~25	25~50	50~150	150~200	200~450
内胆公称直径 D / mm	220~300	300~350	350~400	400~460	460~800

4.2.2 工作压力 1.0 MPa~1.6 MPa 气瓶的静态蒸发率按表 2 的规定,其他工作压力的气瓶静态蒸发率按设计图样规定。

4.2.3 气瓶真空夹层漏率和漏放气速率按表 2 规定。

表 2

公称容积 V/ L	10	25	50	100	150	175	200	300	450
静态蒸发率 η / ($\leq\%/d$)	5.45	4.2	3.0	2.8	2.5	2.1	2.0	1.9	1.8
真空夹层漏率/ (Pa·m ³ /s)	$\leq 2 \times 10^{-8}$			$\leq 6 \times 10^{-8}$					
漏放气速率/ (Pa·m ³ /s)	$\leq 2 \times 10^{-7}$			$\leq 6 \times 10^{-7}$					
注 1: 公称容积为推荐参考值。 注 2: 静态蒸发率指液氮的静态蒸发率。									

4.2.4 气瓶内胆的壁厚计算压力为工作压力的 2 倍,压力试验压力为工作压力的 2 倍。

5 材料

5.1 材料的一般规定

5.1.1 气瓶的内胆材料应采用奥氏体型不锈钢,且应符合 GB/T 3280 或 GB/T 4237 等相应材料标准的规定。若采用国外材料时,应符合国外相应规范和标准的规定,力学性能不得低于国内标准相应材料的技术指标。

5.1.2 焊在内胆上所有的零部件,应采用与内胆材料性质相适应的奥氏体型不锈钢材料,并应符合相应技术标准的规定。

5.1.3 所采用的不锈钢焊接材料焊成的焊缝,其熔敷金属化学成分应与母材相同或相近,且抗拉强度不得低于母材抗拉强度规定值的下限。

5.1.4 材料(包括焊接材料)应具有材料生产单位提供的质量证明书原件。从非材料生产单位获得材料时,应同时取得材料质量证明书原件或加盖供材单位检验公章和经办人章的有效复印件。

5.1.5 内胆筒体和封头材料须按炉罐号进行化学成分复验和按批号进行力学性能复验,经复验合格的材料,应用无氯无硫的记号笔做材料标记。

5.1.6 外壳材料应采用奥氏体不锈钢或碳钢。

5.1.7 绝热材料及吸附材料应采用阻燃材料。

5.2 化学成分

内胆主体材料的化学成分及允许偏差按表 3 的规定。

表 3

%

化学成分	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr
含量(质量分数)	≤ 0.07	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.03	≤ 1.00	8.00~11.0	17.00~19.00
允许偏差	± 0.01	± 0.04	± 0.005	± 0.005	± 0.05	± 0.10	± 0.20

5.3 力学性能

内胆主体材料的力学性能按表 4 规定。

表 4

抗拉强度 R_m	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$	断后伸长率 A
$\geq 520 \text{ MPa}$	$\geq 205 \text{ MPa}$	$\geq 40\%$

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 气瓶由内胆、外壳以及夹层中的绝热层和阀门管路系统组成。内胆与外壳之间的连接应能保持稳固,并能承受移运过程中的惯性载荷。内胆的组成应为三部分,即纵焊缝不得多于一条,环焊缝不得多于两条。不允许两片式结构。

6.1.2 气瓶应采用真空多层绝热方式,并进行传热计算,总的热传递不超过 $2.09 \text{ J}/(\text{h} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{L})$ 。

6.2 内胆

6.2.1 封头设计

气瓶内胆的封头应是无缝的,凹面承受压力,形状为半球形或长短轴比为 $2:1$ 的标准椭圆形。

6.2.2 内胆壁厚

6.2.2.1 内胆的设计壁厚计算所依据的内压力为计算压力,即水压试验压力。

6.2.2.2 内胆设计壁厚不小于按式(1)计算的结果:

$$S = \frac{D_i}{2} \times \left(\sqrt{\frac{0.4P_c + \sigma}{\sigma - 1.3P_c}} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中壁应力 σ 取下列各项中的最小值:

- a) 310 MPa;
- b) 按 8.2 测定的焊接接头的最小抗拉强度的 50%;
- c) 按 8.1 测定的母材的最小抗拉强度的 50%;
- d) 按 8.1 测定的母材的屈服强度;
- e) 带纵缝内胆的壁应力不超过上述数值最低值的 85%。

6.2.3 内胆开孔

6.2.3.1 只准在封头上开孔,开孔应是圆形。开孔直径不得大于内径的 $1/3$ 且不大于 76 mm,开孔位于以封头中心为中心 80% 封头内直径的范围内。

6.2.3.2 内胆上的每一个开孔应焊装管接头,管接头与封头的连接应采用全焊透的焊接形式。

6.3 外壳

6.3.1 外壳应设置超压泄放装置。外壳筒体和封头壁厚的设计应满足许用外压力不小于 0.21 MPa 的要求。

6.3.2 外壳筒体壁厚按式(2)进行校核:

$$P_1 = \frac{2.6E_0(S_e/D_0)^{2.5}}{[(L/D_0) - 0.45(S_e/D_0)^{0.5}]} \quad \dots\dots\dots (2)$$

6.3.3 外壳封头壁厚按式(3)进行校核:

$$P_1 = 0.25E_0(S_f/R)^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

6.4 焊接接头

6.4.1 纵、环焊缝应采用全焊透对接型式。

6.4.2 纵焊缝不得有永久性垫板。

6.4.3 环焊缝允许采用永久性垫板或缩口结构。

6.4.4 连接到内胆封头或筒体上的所有附件,应采用熔化焊的方法,对于受压元件的焊接接头应保证全焊透。

6.4.5 钎焊和螺纹连接仅允许用于与内胆不直接相连的接头。

6.5 附件

6.5.1 安全附件

6.5.1.1 气瓶内胆应设置安全阀、爆破片、压力表等安全附件,且其应与内胆直接连通。

- 6.5.1.2 所选用的安全附件应满足相关标准的规定,并通过相关型式试验,保证产品的安全性。
- 6.5.1.3 安全阀、爆破片排放能力应满足安全泄放量的要求。安全泄放量的计算见附录 A。安全阀的开启压力不大于工作压力的 1.2 倍,爆破片的爆破压力不大于工作压力的 2 倍。
- 6.5.1.4 压力表应采用禁油压力表,其量程为工作压力的(1.5~3)倍,精度不低于 2.5 级。
- 6.5.1.5 气瓶应装备满足低温液体充装、输出、排放等操作要求的阀门和液位计,阀门、液位计部件所用的密封件应与所盛装的介质相容。
- 6.5.2 其他附件
- 6.5.2.1 附件的结构设计和布置应便于操作及焊缝的检查。附件与气瓶的连接焊缝应避开气瓶的纵、环焊缝。附件的结构形状及其与气瓶的连接,应防止造成积液。
- 6.5.2.2 底座应保证气瓶直立时的稳定性。
- 6.5.2.3 当气瓶盛装介质后的总质量超过 40 kg 时,应考虑吊装附件。
- 6.5.2.4 应考虑气瓶阀门、管路和安全附件等的保护装置,避免易损。

7 制造

7.1 组批

气瓶按内胆组批进行制造,同时在内胆组批的基础上进行产品组批。即一个内胆批允许分组配制成几个产品组批。

7.2 焊接工艺评定

- 7.2.1 气瓶制造单位在改变内胆材料、焊接材料、焊接工艺、焊接设备时,投产前均应进行焊接工艺评定,焊接工艺评定除按本标准规定外,其余要求应符合 JB 4708 的规定。
- 7.2.2 焊接工艺评定可以在焊接工艺评定试板上进行,也可以直接在内胆筒体上进行。进行焊接工艺评定的焊缝,应能代表内胆的主要焊缝(纵、环、角焊缝)。
- 7.2.3 焊接工艺评定试板经外观检查应无咬边、裂纹、表面气孔、焊渣、凹坑、焊瘤等缺陷,试板焊缝经 100%射线透照检测,检测结果应符合 JB/T 4730.2 标准 II 级要求。
- 7.2.4 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),内胆材料最低使用温度下低温冲击试样 6 件(焊缝、热影响区各 3 件)。
- 7.2.5 当内胆材料的厚度不小于 2.5 mm 时,应进行最低使用温度下的低温冲击试验;当内胆材料的厚度小于 2.5 mm 时免做。
- 7.2.6 焊接工艺评定试验结果要求如下:
- 焊接接头试样无论断裂发生在任何位置,其实测抗拉强度均不得小于内胆材料标准规定值的下限。
 - 焊接接头低温冲击试样的冲击值应不小于表 5 的要求。

表 5

试样尺寸/ mm	焊缝或热影响区每组三个试样的平均值/ J	单个试样的最小值/ J
10×10	20.4	13.6
10×7.5	17	11.6
10×5	13.6	9.5
10×2.5	6.8	4.8

注 1: 当焊缝或热影响区每组三个试样的平均值不小于上述单个试样的最小值时,且其中一个以上试样的冲击值低于要求的平均值,或一个试样的冲击值低于单个试样准许的最小值时,可再取焊缝或热影响区三个附加试样进行试验。每一个试样的冲击值均应不小于平均值的要求为合格。

注 2: 若由于试样本身的缺陷原因,允许重复取样进行试验。

- c) 焊接接头试样弯曲至 180° 时应无裂纹, 试样边缘的先期开裂可以不计, 但由夹渣或其他焊接缺陷引起的焊角开裂应判为不合格。

7.2.7 焊接工艺评定报告需由焊接责任工程师审核, 制造单位技术总负责人批准。

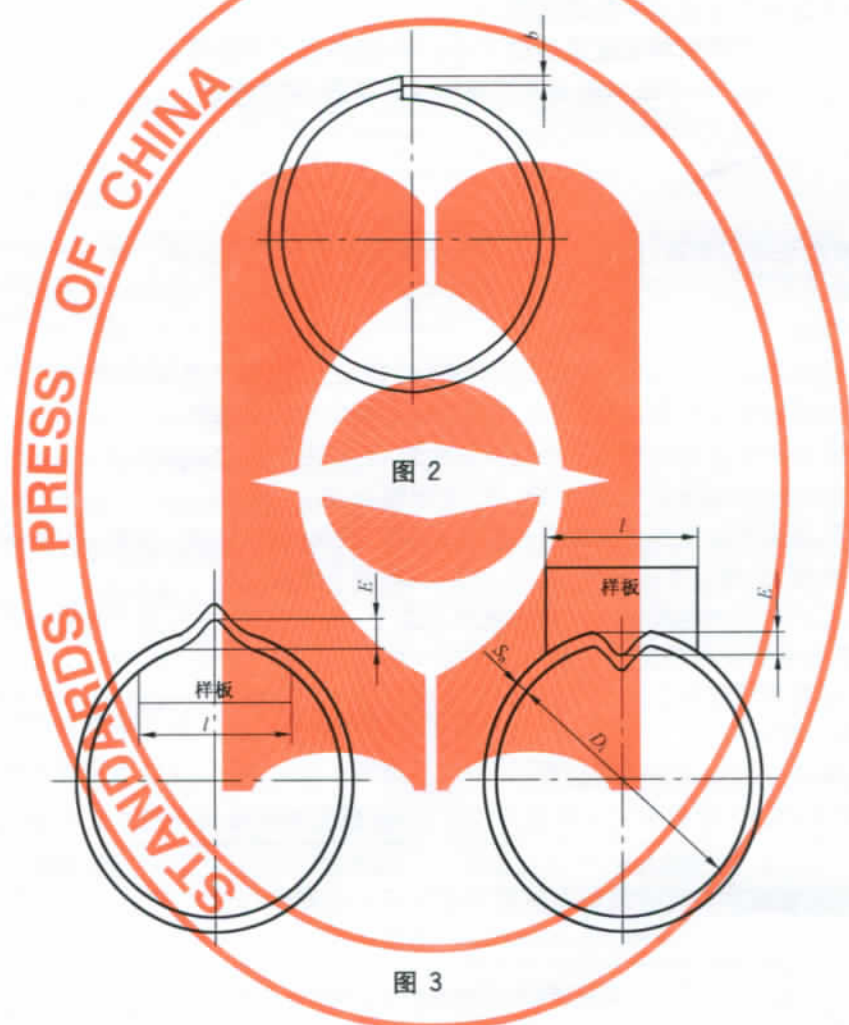
7.3 筒体

7.3.1 筒体由钢板卷焊时, 钢板的轧制方向应与筒体的环向一致。

7.3.2 筒体同一横截面最大最小直径差 e 不大于 $0.01D_i$ 。

7.3.3 筒体纵缝对口错边量 b 不大于 $0.1S_n$, 见图 2。

7.3.4 筒体纵焊缝棱角高度 E 不大于 $0.1S_n + 2 \text{ mm}$, 见图 3, 用长度 l 为 $1/2D_i$, 但不大于 300 mm 的样板进行测量。



7.4 封头

7.4.1 封头钢板不允许拼接。

7.4.2 封头最小厚度应不小于内胆筒体设计壁厚的 90%, 不得有突变。封头的形状与尺寸公差不得超过表 6 的规定, 符号见图 4 所示。

表 6

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
<400	± 4.0	2	1	2	+5 -3
400~800	± 6.0	3	2	3	

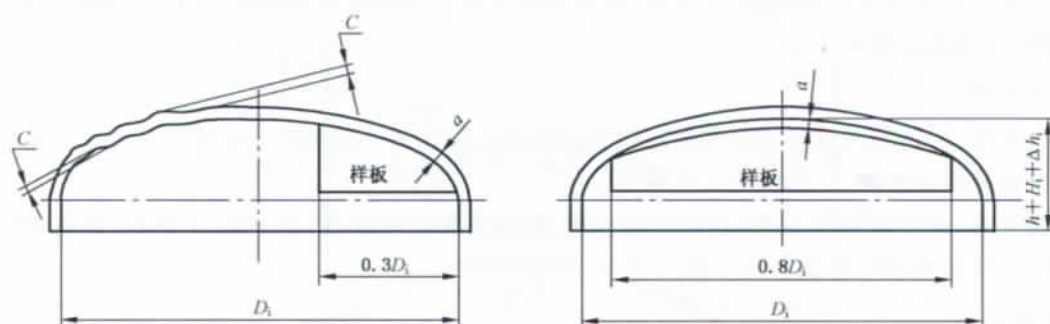


图 4

7.4.3 封头不得有裂纹、起皮、折皱等缺陷。

7.5 未注公差尺寸的极限偏差

未注公差尺寸的极限偏差按 GB/T 1804 的规定,具体要求如下:

- a) 机械加工件为中等 m 级;
- b) 非机械加工件为粗糙 c 级。

7.6 组装

7.6.1 气瓶的各零件组装前均应检查合格,且不准进行强力组装。

7.6.2 封头与筒体对接环缝对口错边量 b 不大于 $0.25S_n$, 棱角高度 E 不大于 $0.1S_n + 2$ mm, 见图 5, 检验尺的长度应不小于 150 mm。

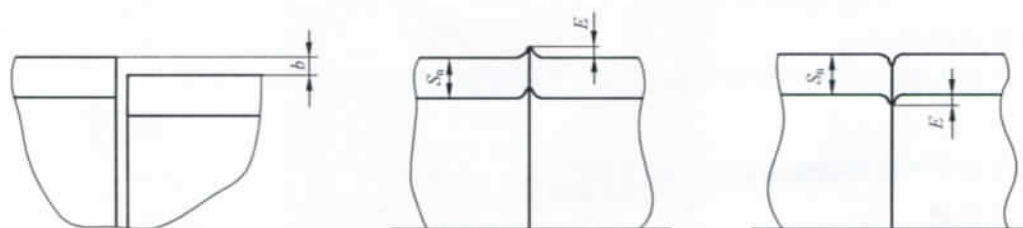


图 5

7.6.3 附件的组装应符合图样的规定。

7.7 内胆焊接的一般规定

7.7.1 气瓶的焊接,应由持有相应类别的“锅炉压力容器压力管道焊工资格”的人员担任。施焊后,焊缝应有可跟踪的标识和记录。

7.7.2 气瓶的纵、环焊缝焊接应采用自动气体保护焊,施焊工艺应严格按照评定合格的焊接工艺进行。

7.7.3 焊接坡口的形状和尺寸,应符合图样规定。坡口表面应清洁、光洁,不得有裂纹、分层、夹杂等缺陷。

7.7.4 焊接(包括焊缝返修)应在室内的专用场地上进行,焊接场地应保持清洁、干燥,地面应铺橡胶或木质垫板,零部件应放在铺有木板的架子上。

7.7.5 气瓶的焊接工作,应在相对湿度不大于 90%, 温度不低于 0℃ 的室内进行。

7.7.6 施焊时,不得在瓶体上非焊接处引弧,纵焊缝应有引弧板和熄弧板。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。

7.8 焊缝外观

7.8.1 内胆对接焊缝的余高为 0 mm~1.5 mm,同一焊缝最宽最窄处之差不大于 3 mm。

7.8.2 角焊缝的几何形状应圆滑过渡到母材。

7.8.3 气瓶上的焊缝不允许咬边、未焊透,焊缝和热影响区表面不得有裂纹、气孔、凹陷和不规则突变,焊缝两侧的飞溅物应清除干净。

7.9 无损检测

7.9.1 内胆纵、环缝经外观检测合格后应按要求进行无损检测。气瓶的无损检测应由持有相应检测方法的“特种设备检验检测人员证”的人员担任。

7.9.2 内胆纵、环焊缝进行 100% 射线透照检测,射线透照检测按 JB/T 4730.2 进行,焊缝缺陷等级不低于 II 级,射线透照底片质量为 AB 级。

7.10 焊缝返修

7.10.1 焊缝返修应按返修工艺进行,应由具有 7.7.1 规定资格的人员担任,返修部位应重新按 7.8、7.9 进行外观和无损检测。

7.10.2 内胆焊缝同一部位的返修次数不宜超过两次,如超过时,返修前须经制造单位技术总负责人批准。

7.10.3 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。

7.11 表面质量及清洁度

7.11.1 内胆及外壳的内外表面均应光滑,不得有裂纹、重皮、划痕等缺陷,否则应进行修磨,修磨处应圆滑光洁,且壁厚需满足 6.2.2 的要求。

7.11.2 内胆内外表面及所有接触介质的零部件应进行脱脂处理,符合 JB/T 6896 有关规定,并有良好的保护措施。

7.11.3 凡处于真空状况的表面和零部件应清洁干燥,不得有油污、灰尘。

7.12 容积与质量

7.12.1 气瓶内胆的实测水容积不应小于其公称容积,实测容积可以用理论计算代替,但不得有负偏差。

7.12.2 气瓶制造完毕后应逐只进行净重测定。

7.13 压力试验

7.13.1 气瓶的内胆经射线透照检测合格后应逐只进行压力试验,压力试验采用水压或气压试验,试验压力按 4.2.4 的规定,水压试验介质为清洁的水且氯离子含量应不超过 25×10^{-6} ,气压试验应采用干燥无油的空气或氮气。

7.13.2 气压试验应有安全措施。

7.13.3 在试验压力下保压应不少于 30 s,内胆不得有宏观变形、泄漏和异常响声等现象,压力表量程为试验压力的 (2.0~3.0) 倍,精度不低于 1.5 级。

7.13.4 水压试验后应及时排清内胆与接管中的水,并使其干燥。

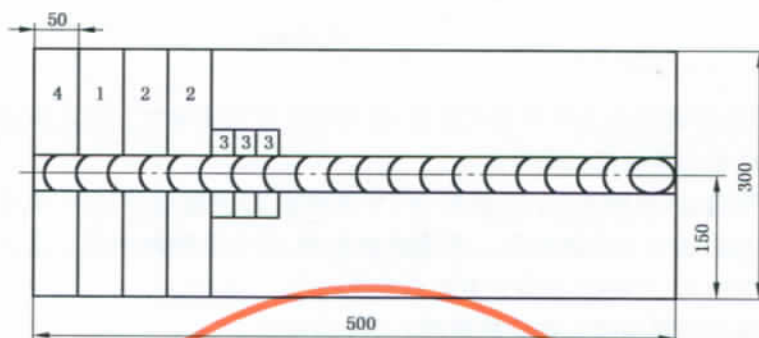
7.13.5 如果在压力试验中发现焊缝有泄漏,应按 7.10 的规定进行返修,返修合格后,重新按要求进行压力试验。

7.14 内胆焊接接头力学性能试验

7.14.1 气瓶内胆应每批取一只内胆进行焊接接头力学性能试验。对公称容积小于等于 100 L 的气瓶在内胆上取样,公称容积大于 100 L 的内胆允许在产品焊接试板上取样。

7.14.2 产品焊接试板应和受试内胆在同一块钢板(或同炉批钢板)上下料,作为受试内胆纵焊缝的延长部分与纵缝一起焊成,试板应标上受试内胆和焊工的代号,试板上的焊缝应进行外表检查和 100% 射线透照检测,并符合 7.8 和 7.9 的规定,焊接试板尺寸和试样取样的位置按图 6。

单位为毫米



- 1——拉力试样;
2——弯曲试样;
3——冲击试样;
4——舍弃部分。

图 6

7.14.3 在气瓶内胆上取样的位置按图 7。

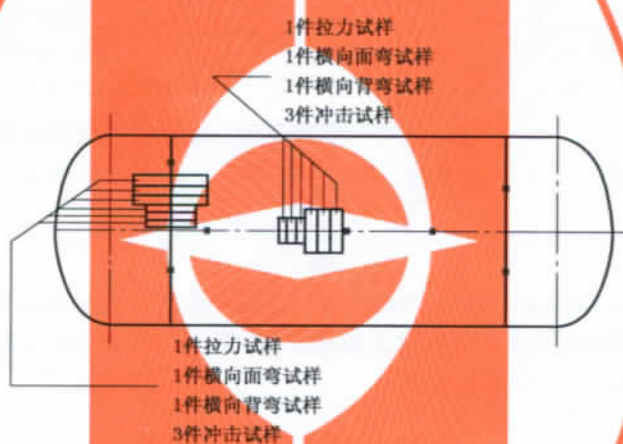


图 7

7.14.4 试样的焊缝截面应良好,不得有裂纹、未熔合、未焊透、夹渣和气孔等缺陷。

7.14.5 力学性能试验结果应符合 7.2.6 的要求。

7.15 绝热材料与吸附材料

7.15.1 绝热材料及吸附材料的选用应符合 5.1.7 和图样的规定。

7.15.2 绝热层包扎应牢固,不应出现溃散现象。

7.16 真空检漏

7.16.1 气瓶应逐只进行真空检漏,漏率应符合 4.2.3 的要求。

7.16.2 如果在真空检漏试验中发现焊缝有泄漏,可按 7.10 的规定进行返修,返修合格后,重新按 7.13 的要求进行压力试验,合格后再按照要求进行真空检漏试验。

7.17 真空

气瓶充装液氮后,夹层真空度不低于 2×10^{-2} Pa。

7.18 管路气密性试验

气瓶的阀门及安全附件组装后应用干燥无油的洁净空气或氮气进行管路气密性试验,试验压力为工作压力,保压时间不少于 1 min。阀门、接头及安全附件等不得有泄漏现象。

7.19 最大充装量

气瓶的最大充装量应在设计图样和提供给用户的技术文件中注明。

8 试验方法

8.1 材料复验

气瓶不锈钢材料化学成分和力学性能的复验,按其材料标准规定的方法取样分析和试验。

8.2 焊接工艺评定试板力学性能试验

8.2.1 按 7.2.2 的要求,从焊接工艺评定试板(尺寸参照图 6)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。采用热切割时,应去除热影响区。从内胆上用热切割截取样坯时(截取部位参照图 7),试样上不得留有热影响区。

8.2.2 焊接工艺评定用的焊接接头试样数量按 7.2.4 的规定。

8.2.3 试样的焊缝正面和背面,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。

8.2.4 试样制作和试验方法

8.2.4.1 拉力试样按图 8 加工,夹持部分长度根据试验机夹具确定,拉伸试验方法按 GB/T 228 进行。

单位为毫米

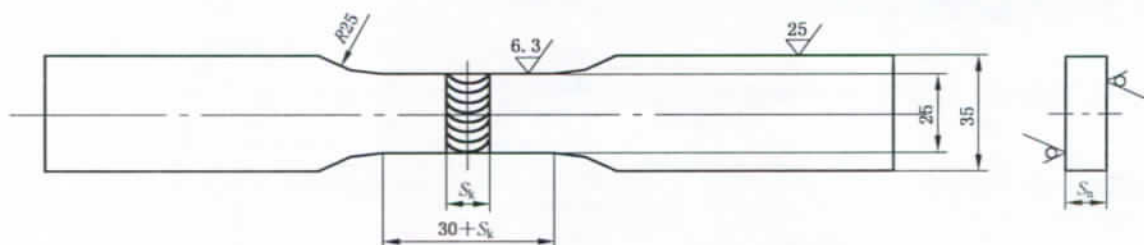


图 8

8.2.4.2 弯曲试样宽度为 38 mm,弯曲试验按 GB/T 2653 进行。试验时应使弯轴轴线位于焊缝中心,两支棍面间的距离应做到试样恰好不接触棍子两侧面(如图 9),弯轴直径 d 应为试样厚度的 4 倍,试验角度应符合 7.2.6 的规定。

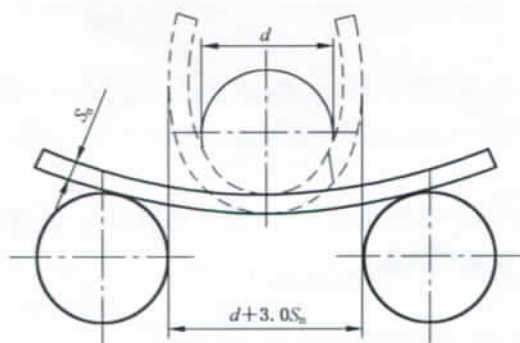


图 9

8.2.4.3 冲击试样的尺寸采用 10 mm×10 mm×55 mm 标准试样,或采用厚度为 7.5 mm、5 mm 或 2.5 mm 的小试样,取样方法和要求按照 JB/T 4744。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。低温冲击试验方法按 GB/T 229 进行。

8.2.4.4 当内胆材料的厚度不小于 2.5 mm,但不足以制备 2.5 mm 的低温冲击试样时,应从符合 5.1、5.2 和 5.3 规定的厚度不超过 3.2 mm 的焊接试板上制备 2.5 mm 的试样,其试板材料的含碳量不得低于 0.05%。该试板炉号可与该批内胆炉号不同,但应采用相同的焊接工艺,并进行相同的热处理。

8.3 焊缝无损检测

内胆纵、环焊缝无损检测按 JB/T 4730.2 进行。

8.4 焊接接头力学性能试验

8.4.1 从内胆上截取焊接接头试样:纵焊缝截取拉力、横向面弯和背弯试样各 1 件、低温冲击试样(缺口位于焊缝中心)3 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,试板和样坯的截取部位见图 7。

8.4.2 从产品焊接试板上截取焊接接头试样:拉力试样 1 件,横向面弯和背弯试样各 1 件,冲击试样(缺口位置位于焊缝中心)3 件,样坯的截取部位见图 6。

8.4.3 从气瓶内胆上或产品焊接试板上截取样坯方法应符合 8.2.1 的规定。

8.4.4 焊接接头试样的加工应符合 8.2.3 的规定。

8.4.5 焊接接头试样的制作和试验方法

焊接接头拉力、弯曲和冲击试样的制作及其试验按 8.2.4 的规定进行。

8.5 内胆的压力试验

内胆的水压试验按 GB/T 9251 规定进行,气压试验的升压程序参照《压力容器安全技术监察规程》的要求进行。

8.6 管路的气密性试验

管路的气密性试验按 GB/T 12137 规定进行,试验介质为干燥、清洁无油的空气或氮气。

8.7 质量与容积的测定

8.7.1 采用称量法测定气瓶的净重和容积,质量单位千克(kg),容积单位升(L)。

8.7.2 称量应使用最大称量为实际称量的(1.5~3)倍的衡器,其精度应满足最小称量误差的要求。

8.7.3 质量和容积的测定应保留三位有效数字,其余数字对于质量应进 1,对于容积应舍去,示例如下:

示例

实测净重或容积	1.064 5	10.676	106.55
质量应取为	1.07	10.7	107
容积应取为	1.06	10.6	106

8.8 壁厚的测定

气瓶内胆壁厚的测定应使用超声波测厚仪测量。

8.9 外观检查

8.9.1 目测检查内胆和外壳的表面、焊缝外观及安全附件。

8.9.2 用白色、清洁、干燥的滤纸擦抹脱脂表面,纸上应无油脂痕迹和污物,与氧介质接触的表面应按 JB/T 6896 要求进行检查。

8.10 真空度的试验

真空度的试验方法按 GB/T 18443.2 规定进行。

8.11 真空检漏试验

真空检漏可采用氮质谱检漏的方法进行。

8.12 真空夹层漏率试验

真空夹层漏率的试验方法按 GB/T 18443.3 规定进行。

8.13 漏放气速率试验

漏放气速率的试验方法按 GB/T 18443.4 规定进行。

8.14 静态蒸发率试验

静态蒸发率的试验按 GB/T 18443.5 规定进行。

8.15 供气量测试

供气量可按附录 B 进行测试。

9 检验规则

9.1 材料检验

9.1.1 气瓶制造单位应按 8.1 的规定方法对内胆的材料,按炉罐号进行化学成分验证分析,按批号进行力学性能验证试验。

9.1.2 内胆材料的化学成分和力学性能试验复验结果应符合 5.2 和 5.3 的要求,若采用国外材料时,则应符合 5.1.1 的规定。

9.2 出厂检验

9.2.1 逐只检验

气瓶逐只检验应按表 7 规定项目进行。

9.2.2 批量检验

9.2.2.1 分批和抽样规则

以不多于 200 只内胆为一批,从每批抽取 1 只内胆取样进行焊接接头力学性能试验。

9.2.2.2 气瓶批量检验项目按表 7 的规定。其中静态蒸发率检测,每批产品抽检数量不少于 3 只。

9.2.3 复验规则

9.2.3.1 在批量检验中,如有不合格项目,应进行加倍复验。复验应在同一内胆或试板上进行,也可在同批内胆中重新取样进行焊接接头力学性能试验。

9.2.3.2 产品批量检验中进行静态蒸发率测试时,如有 1 只不合格,应从该批产品中再抽取数量不少于 6 只进行加倍复检;在进行加倍复检时,如果仍有 1 只不合格,则该批气瓶也应进行逐只检验。

9.2.3.3 在焊接接头力学性能试验中,如有证据证明是操作失误或试验设备失灵造成试验失败,则可在同一内胆上或原产品焊接试板上做第二次试验,第二次试验合格,则第一次可以不计。

9.2.3.4 焊接接头力学性能试验加倍复验仍不合格时,则该批气瓶内胆为不合格。

9.3 型式试验

9.3.1 首次批量投产前和停产逾六个月而重新投产的首批气瓶应按照 9.3.2 的要求进行型式试验。

9.3.2 提交同规格气瓶和内胆各一只,按表 7 的规定的项目进行型式试验。

表 7

序号	检验项目	逐只检验	批量试验	型式试验	检验方法	判断依据
1	材料复验				8.1	9.1
2	筒体	最大最小直径差 e	$\triangle$			7.3.2
3		纵焊缝对口错边量 b	$\triangle$		7.3.3	7.3.3
4		纵焊缝棱角高度 E	$\triangle$		7.3.4	7.3.4
5	封头	内圆周周长公差 $\pi\Delta D_i$	$\triangle$			7.4.2
6		最大最小直径差 e	$\triangle$			7.4.2
7		表面凹凸量 c	$\triangle$		7.4.2	7.4.2
8		曲面与样板间隙 a	$\triangle$		7.4.2	7.4.2
9		内高公差 Δh_i	$\triangle$			7.4.2
10		外观	$\triangle$			7.4.3
11		壁厚	$\triangle$		8.8	7.4.2

表 7 (续)

序号	检验项目	逐只检验	批量试验	型式试验	检验方法	判断依据
12	环焊缝对口错边量 b	△			7.6.2	7.6.2
13	环焊缝棱角高度 E	△			7.6.2	7.6.2
14	内胆、外壳表面质量	△			8.9	7.11
15	焊缝外观	△			8.9.1	7.8
16	气瓶壁厚	△			8.8	图样
17	纵、环焊缝无损检测	△			8.3	7.9.2
18	焊接接头力学性能		△		8.4	7.14.5
19	质量与容积	△			8.7	7.12
20	内胆压力试验	△			8.5	7.13
21	管路气密性试验	△			8.6	7.18
22	清洁度	△			8.9.2	7.11
23	真空度的试验			△	8.10	7.17
24	真空检漏	△			8.11	7.16
25	真空夹层漏率试验			△	8.12	4.2.3
26	漏放气速率试验			△	8.13	4.2.3
27	静态蒸发率试验		△	△	8.14	4.2.2

注：△表示检验该项目。

9.3.3 当改变设计而影响气瓶的绝热性能时,应按照表 8 要求进行相关型式试验。

表 8

变更内容 型式试验项目	绝热 系统材料 或设计	内胆 支撑 结构	管道走向	材料类型	内胆壁厚	内胆直径	内胆容积
焊接接头力学性能				*	*		
真空度试验	*					*	*
真空夹层漏率试验	*					*	*
漏放气速率试验	*	*				*	*
静态蒸发率试验	*	*	*			*	*

注 1：* 表示需要进行的型式试验项目。
注 2：仅容积变化且变化率不超过已通过型式试验的受试瓶容积的 100% 时可免做。

10 标志、包装、运输、存放

10.1 气瓶应在明显部位装置固定铭牌,铭牌应包括以下内容:

- a) 制造单位名称和制造许可证号码;
- b) 气瓶编号;
- c) 标准代号;
- d) 公称容积;

- e) 工作压力;
- f) 内胆试验压力;
- g) 充装介质;
- h) 最大充装量;
- i) 净重;
- j) 检验和监检钢印;
- k) 制造日期。

10.2 气瓶的字样、字色和色环等可参照 GB 7144 的有关规定。

10.3 气瓶出厂时应对其内胆充装 0.01 MPa~0.05 MPa 干燥氮气,并关闭所有阀门。

10.4 气瓶的包装应根据图样规定或用户要求。

10.5 气瓶在运输和装卸过程中,要防止碰撞、受潮和损坏附件。

10.6 气瓶应存放在阴凉干燥处。

11 维修

11.1 气瓶的产权单位应对在用产品的使用安全负责。产权单位和使用单位应按照使用说明书的要求正确使用,并定期检查气瓶的各种安全附件,如压力表、安全阀、爆破片和调节器等并做好记录。

11.2 在使用过程中如果发现绝热性能降低或危及安全的异常现象及情况,应立即采取妥善措施放空瓶内所盛装的液体介质并停止使用。同时,应立即通知当地的气瓶检验单位或者气瓶的制造单位进行处理。

11.3 若产品在制造单位的保修期限内出现质量问题,应由相关维修单位负责维修;若产品在保修期限以外,应由产权单位和使用单位与制造单位协商解决。

11.4 产品修复后,修复单位应在气瓶上做出永久性标识,注明维修完成时间,并做好记录存档。

11.5 出厂文件

气瓶出厂时应至少有下列文件:

- a) 产品合格证,见附录 C;
- b) 批量检验质量证明书,见附录 D;
- c) 产品使用说明书。

附 录 A
(规范性附录)
安全泄放量的设计计算

A.1 内胆安全阀排放能力计算

气瓶内胆安全阀排放能力及爆破片排放面积按照《压力容器安全技术监察规程》(99 版)附件五进行计算。

A.2 最小安全泄放量计算

气瓶压力泄放装置所要求的最小安全泄放量计算参照美国 CGA S-1.1—2001 第 5.9 节进行。

A.2.1 当气瓶绝热层受损,压力泄放装置最小安全泄放量可以由式(A.1)确定:

$$Q_a = \frac{0.382(154.4 - t)G_t U A}{(649 - t)} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

Q_a ——折合成自由流空气的最小安全泄放量,单位为立方米每小时(m^3/h);

t ——在排放压力条件下的气体温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$),排放压力取 1.2 倍安全阀整定压力;

G_t ——气瓶存装介质在排放压力条件下的气体系数,由表 A.1 查得;

U ——总热传导系数,单位为千焦每小时平方米摄氏度 [$kJ/(h \cdot m^2 \cdot ^{\circ}C)$].

U 值是在绝热层遭到损坏,绝热层空间被存装气体或大气所充满,在此条件下取得的传热系数,取较大值。 U 值应在绝热层平均温度下确定(也可采用 $37.8^{\circ}C$), U 值可以通过上述条件下绝热层的热传导率(K_0 值)除以绝热层厚度得到。

A ——气瓶外表面总面积,单位为平方米(m^2)。

A.2.2 当气瓶绝热层受损,绝热层空间被存装气体或大气所充满,同时处于外部高温条件(试验环境或火灾)下,最小的安全泄放量可以由式(A.2)确定:

$$Q_a = G_t U A^{0.82} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

Q_a ——折合成自由流空气的最小安全泄放量,单位为立方米每小时(m^3/h);

G_t ——气瓶存装介质在额定的爆破压力下的气体系数,由表 A.1 查得;

U ——总热传导系数,单位为千焦每小时平方米摄氏度 [$kJ/(h \cdot m^2 \cdot ^{\circ}C)$].

U 值是在绝热层遭到损坏,气瓶处于 $649^{\circ}C$ 外部高温条件(试验环境或火灾)下,绝热层空间被存装气体或大气所充满,在此条件下取得的传热系数,取较大值。 U 值可以通过上述条件下绝热层的热传导率(K_0 值)除以绝热层厚度得到。

A ——气瓶外表面总面积,单位为平方米(m^2)。

A.2.3 使用上述计算公式及表格时,不能直接换算成其他“单位”进行计算。

表 A.1 气瓶在额定爆破压力或泄放压力下的系数 G_i 值

介质	额定爆破压力或泄放压力		系数 G_i	
	英制 (psig)	公制 (kPa)	英制 (psig)	公制 (kPa)
液氮	100	690	10.2	5.95
	200	1 380	11.8	6.88
	300	2 070	13.8	8.05
	400	2 760	17.9	10.44
液氮	100	690	10.2	5.95
	200	1 380	11.8	6.88
	300	2 070	13.8	8.05
	400	2 760	17.9	10.44
液氧	100	690	10.2	5.95
	200	1 380	11.8	6.88
	300	2 070	13.8	8.05
	400	2 760	17.9	10.44

A.2.4 当额定的爆破压力比表 A.1 中所列的爆破压力值高时,系数 G_i 可以按照式(A.3)进行计算:

$$G_i = \frac{241(649 - T)}{LC} \sqrt{\frac{Z(T + 273)}{M}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

L ——在排放压力条件下气体的汽化潜热,单位为千焦每千克(kJ/kg);

C ——气体特性系数,可按照 GB 150 表 B.1 选取,表中 k 取 15 °C 大气压条件下气体的绝热指数 (C_p/C_v);

Z ——气体压缩系数,可按照 GB 150 图 B.1 选取;

T ——在排放压力条件下气体的温度,单位为摄氏度(°C);

M ——气体的摩尔质量。

附 录 B
(资料性附录)
供气量测试方法

B.1 测试用仪器

B.1.1 气体涡轮流量计

量程为被测气瓶的设计供气量的(1.5~3)倍,精度 1.5 级。

B.1.2 实验玻璃水银温度计

测量范围 0℃~50℃,精度 0.5℃。

B.1.3 弹簧管式压力表

量程为工作压力的(1.5~3.0)倍,精度 1.5 级。

B.2 测试条件

气瓶内充装 50%有效容积的液氮。环境温度高于 15℃,出口气体温度比环境温度最多低 10℃,避免阳光直射。

B.3 测试方法

气瓶出口接测温测压附件,以测量工作温度和工作压力,串接气体涡轮流量计,流量计进口接一个节流阀,出口放空。连续放气稳定一段时间后开始记录流量。稳定时间按以下确定:公称容积≤100 L,稳定 0.5 h~1 h;公称容积>100 L,稳定 1 h~2 h。

B.4 计算供气量

供气量可以由式(B.1)和式(B.2)确定:

$$Q = Kq \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$K = \frac{P + 0.1013}{0.1013} \times \frac{273 + 20}{273 + t} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

Q ——供气量,单位为标准立方米每小时(Nm³/h);

q ——流量计读数,单位为立方米每小时(m³/h);

P ——压力表读数,单位为兆帕(MPa);

t ——温度计读数,单位为摄氏度(℃)。

附 录 C
(资料性附录)
产品合格证

产品合格证

××××公司
焊接绝热气瓶
产品合格证

气瓶型号_____

产品编号_____

产品批号_____

内胆批号_____

出厂日期_____

制造许可证_____

本产品的制造符合 GB 24159—2009《焊接绝热气瓶》和设计图样要求。
经检验合格。

检验负责人(章)

质量检验专用章

年 月

主要技术数据:

公称容积 _____ L 工作压力 _____ MPa

内胆内径 _____ mm 充装介质 _____

最大充装量 _____ kg

内胆筒体设计厚度 _____ mm 内胆封头设计厚度 _____ mm

内胆筒体、封头钢板牌号 _____ 材料标准代号 _____

材料化学成分规定值/%

C _____ S _____ P _____ Mn _____ Si _____ Ni _____ Cr _____

材料强度规定值: $R_m =$ _____ MPa $R_{p0.2} =$ _____ MPa

气瓶净重 _____ kg 内胆水压试验压力 _____ MPa

管路气密性试验压力 _____ MPa 内胆气压试验压力 _____ MPa

内胆焊缝无损检测: 依据标准 _____

纵焊缝 环焊缝

检测比例: _____

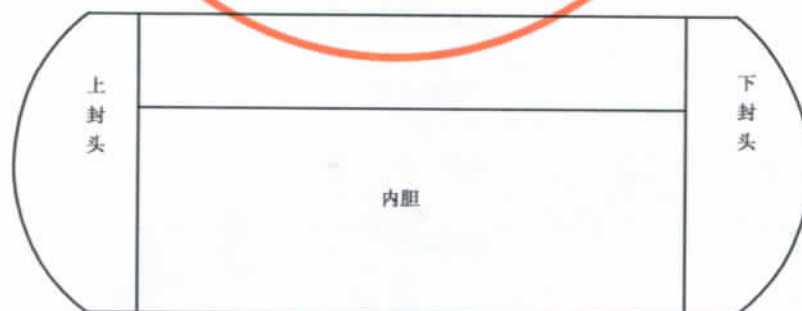
合格级别: _____

检测结果: _____

焊缝返修次数:

1 次: _____ 处, 2 次: _____ 处, 3 次: _____ 处。

内胆焊缝返修部位展开图



附录 D
(资料性附录)
批量检验质量证明书
批量检验质量证明书

××××公司 焊接绝热气瓶 批量检验质量证明书	
气瓶型号_____	
充装介质_____	
图 号 _____	
产品批号_____	内胆批号_____
出厂日期_____	
制造许可证_____	
本批气瓶产品共_____只,编号从_____号到_____号	
本批气瓶内胆共_____只,编号从_____号到_____号,	
其中不含_____	
_____。	
经检查和试验符合 GB 24159—2009《焊接绝热气瓶》的要求,为合格产品。	
监察单位专用章	制造单位检验专用章
监检员	检验负责人
年 月 日	年 月 日
制造单位地址	邮政编码

1. 主要技术数据

公称容积_____ L 工作压力_____ MPa
 内胆内径_____ mm 内胆水压试验压力_____ MPa
 内胆名义壁厚_____ mm 内胆气压试验压力_____ MPa
 内胆设计壁厚_____ mm

2. 批量抽检瓶的测量

抽检瓶号	实测容积/ L	最小实测厚度/mm			
		内胆筒体	内胆封头	外壳筒体	外壳封头

3. 气瓶材料化学成分/%

牌号	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr
标准值							

4. 焊接材料

焊丝(条)牌号	焊丝(条)直径/mm

5. 焊缝检测(抽检瓶号:_____)

纵焊缝 100%射线检测,总长_____ mm,按 JB/T 4730.2 检测 II 级合格。

环焊缝 100%射线检测,总长_____ mm,按 JB/T 4730.2 检测 II 级合格。

返修 1 次_____ 处,2 次_____ 处,3 次_____ 处。

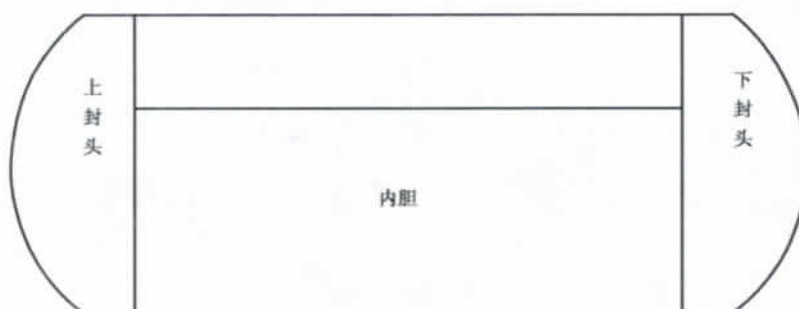
6. 力学性能试验

试验编号	抗拉强度 R_m /MPa	弯曲试验		低温冲击	
		横向面弯	横向背弯	冲击温度	冲击功
				℃	

7. 抽检瓶性能测试

抽检瓶号	静态蒸发率[%/d(LN ₂)]

8. 抽检瓶返修部位(简图)



参 考 文 献

- [1] GB 5100 钢质焊接气瓶
 - [2] GB/T 13005 气瓶术语
 - [3] 压力容器安全技术监察规程
 - [4] 气瓶安全监察规程
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
焊 接 绝 热 气 瓶
GB 24159—2009

*

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 字数 48 千字
2009年11月第一版 2009年11月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-38810 定价 30.00 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 24159-2009