



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 28053—2023  
代替GB/T 28053—2011

## 铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶

**Fully wrapped carbon fibre reinforced composite gas cylinders with  
aluminium alloy liners**

(ISO 11119-2:2020, Gas cylinders—Design, construction and testing of refillable composite gas cylinders and tubes—Part 2: Fully wrapped fibre reinforced composite gas cylinders and tubes up to 450 L with load-sharing metal liners, NEQ)

布发71-03-2023

2023-10-01实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、符号 .....	2
3.1 术语和定义 .....	2
3.2 符号 .....	3
4 型式、参数、分类和型号 .....	3
4.1 型式 .....	3
4.2 参数 .....	4
4.3 分类 .....	4
4.4 型号 .....	4
5 技术要求 .....	4
5.1 材料 .....	4
5.2 设计 .....	5
5.3 制造 .....	6
5.4 附件 .....	7
6 试验方法和合格指标 .....	7
6.1 内胆 .....	7
6.2 气瓶 .....	10
7 检验规则 .....	17
7.1 出厂检验 .....	17
7.2 型式试验 .....	17
7.3 设计变更 .....	18
<b>8 标志、包装、运输和储存 .....</b>	<b>20</b>
<b>8.1 标志 .....</b>	<b>20</b>
8.2 电子标签 .....	20
8.3 包装 .....	20
<b>8.4 运输 .....</b>	<b>20</b>
<b>8.5 储存 .....</b>	<b>20</b>
<b>9 产品合格证和批量检验质量证明书 .....</b>	<b>20</b>
<b>9.1 产品合格证 .....</b>	<b>20</b>
9.2 批量检验质量证明书 .....	21
附录 A (规范性) 气瓶装阀扭矩 .....	22
附录 B (资料性) 螺纹切应力安全系数计算方法 .....	23
B.1 计算公式 .....	23

B.2 计算示例.....	24
附录C (规范性)呼吸器用气瓶专项技术要求.....	27
C.1 总则.....	27
C.2 设计.....	27
C.3 试验方法和合格指标.....	28
C.4 出厂检验、型式试验和设计变更.....	30
附录D (规范性)外保护套.....	33
D.1 材料.....	33
D.2 设计.....	33
D.3 制造.....	33
D.4 试验.....	33
附录E (规范性)层间剪切试验方法.....	36
E.1 一般要求.....	36
E.2 试样制作.....	36
E.3 取样和试样尺寸.....	36
E.4 试验要求.....	36
E.5 试验步骤.....	37
E.6 层间剪切强度计算.....	38
E.7 试验结果.....	38
E.8 试样报告.....	38
附录F (资料性)常见压缩气体的温升压力.....	39
附录G (资料性)铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶批量检验质量证明书.....	40
图 1 气瓶瓶体结构型式.....	3
图 2 取样部位示意图.....	8
图 3 拉伸试样图.....	9
图 4 弯曲试验示意图.....	10
图 5 裂纹缺陷示意图.....	13
图 6 跌落试验示意图.....	14
图 7 大于150 L气瓶冲击试验示意图.....	15
图B.1 瓶口内螺纹和外螺纹啮合尺寸及受力部位示意图.....	24
图D.1 外保护套强度试验示意图.....	34
图D.2 跌落试验示意图.....	35
图E.1 试样尺寸图.....	36
图 E.2 试样安装示意图.....	37
图E.3 破坏模式示意图.....	38
图 G.1 铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶批量检验质量证明书.....	40
表 1 气瓶公称容积的允许偏差.....	4
表2 铝合金化学成分.....	5
表 3 弯曲试验压头直径和压扁试验压头间距.....	9
表4 合格指标.....	12

表 5 气瓶出厂检验及型式试验 .....	18
表 6 设计变更 .....	19
表 A.1 气瓶阀门装配扭矩 .....	22
表 B.1 M18×1.5-6H 内螺纹的极限尺寸 .....	25
表 B.2 M18×1.5-6g 外螺纹的极限尺寸 .....	25
表 C.1 呼吸器用气瓶出厂检验及型式试验 .....	31
表 C.2 呼吸器用气瓶设计变更 .....	32
表 D.1 暴露周期 .....	35
表 F.1 常见压缩气体在 65 °C 时的温升压力 .....	39

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 28053—2011《呼吸器用复合气瓶》，与GB/T 28053—2011相比，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围(见第1章，2011年版的第1章)；
- b) 更改了水压试验压力的规定(见5.2.2.2, 2011年版的5.2.2.1)；
- c) 更改了最小爆破压力的规定(见5.2.2.3, 2011年版的5.2.2.2)；
- d) 增加了内胆弯曲、压扁试验(见6.1.6.4、6.1.6.5)；
- e) 更改了常温压力循环试验(见6.2.6, 2011年版的6.2.6)；
- f) 增加了裂纹容限试验(见6.2.8)；
- g) 更改了跌落/冲击试验(见6.2.9, 2011年版的6.2.9)；
- h) 更改了枪击试验(见6.2.10, 2011年版的6.2.10)；
- i) 更改了火烧试验(见6.2.11, 2011年版的6.2.11)；
- j) 增加了盐水浸渍试验(见6.2.12)；
- k) 增加了电子标签(见8.2)；
- l) 将2011年版的《呼吸器用复合气瓶》的部分技术要求纳入附录中(见附录C, 2011年版的第5章、第6章、第7章)。

本文件参考ISO 11119-2:2020《气瓶 可重复充装、复合气瓶和复合管式气瓶的设计、制造和试验第2部分：不超过450L的承载金属内胆纤维增强全缠绕复合气瓶和复合管式气瓶》起草，一致性程度为“非等效”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国气瓶标准化技术委员会(SAC/TC 31)提出并归口。

本文件起草单位：沈阳欧施盾新材料科技有限公司、北京天海工业有限公司、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、浙江大学、中国特种设备检测研究院、北京科泰克科技有限责任公司、佛吉亚斯林达安全科技(沈阳)有限公司、中材科技(成都)有限公司、浙江凯博压力容器有限公司、沈阳特种设备检测研究院、沈阳中复科金压力容器有限公司、辽宁美托科技股份有限公司。

本文件主要起草人：姜将、胡军、张保国、郑津洋、黄强华、杨树军、邓红、孙冬生、石凤文、王艳辉、杨明高、吴庆锋、韩冰、陆国安、郝延平、刘扬涛、李召君。

本文件于2011年首次发布，本次为第一次修订。

# 铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶

## 1 范围

- 1.1 本文件规定了铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶(以下简称“气瓶”)的术语和定义、符号、型式、参数、分类和型号、技术要求、试验方法和合格指标、检验规则、标志、包装、运输、储存及产品合格证和批量检验质量证明书。
- 1.2 本文件适用于设计制造下列使用工况下的可重复充装的气瓶：
- a) 使用环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$ ；
  - b) 公称工作压力不大于30 MPa；
  - c) 公称容积不大于450 L；
  - d) 盛装与铝合金内胆(以下简称“内胆”)材料具有相容性的天然气、氧气、空气、氮气、氩气、氦气、氟气、氖气等压缩气体和二氧化碳液化气体。
- 1.3 本文件不适用于车用气瓶。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 192 普通螺纹基本牙型
- GB/T 196 普通螺纹基本尺寸
- GB/T 197 普通螺纹公差
- GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法
- GB/T 230.1 金属材料洛氏硬度试验第1部分：试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验第1部分：试验方法
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
- GB/T 1458 纤维缠绕增强塑料环形试样力学性能试验方法
- GB/T 3191 铝及铝合金挤压棒材
- GB/T 3246.1 变形铝及铝合金制品组织检验方法第1部分：显微组织检验方法
- GB/T 3246.2 变形铝及铝合金制品组织检验方法第2部分：低倍组织检验方法
- GB/T 3362 碳纤维复丝拉伸性能试验方法
- GB/T 3880.1 一般工业用铝及铝合金板、带材第1部分：一般要求
- GB/T 3880.2 一般工业用铝及铝合金板、带材第2部分：力学性能
- GB/T 3880.3 一般工业用铝及铝合金板、带材第3部分：尺寸偏差
- GB/T 3934 普通螺纹量规技术条件
- GB/T 4437.1 铝及铝合金热挤压管第1部分：无缝圆管
- GB/T 4612 塑料环氧化物环氧当量的测定
- GB/T 6519 变形铝、镁合金产品超声波检验方法
- GB/T 7690.1 增强材料 纱线试验方法第1部分：线密度的测定

- GB/T 7690.3 增强材料纱线试验方法第3部分：玻璃纤维断裂强力和断裂伸长的测定  
GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法  
GB/T 9251 气瓶水压试验方法  
GB/T 9252 气瓶压力循环试验方法  
GB/T 9789 金属和其他无机覆盖层通常凝露条件下的二氧化硫腐蚀试验  
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验  
GB/T 11640 铝合金无缝气瓶  
GB/T 12137 气瓶气密性试验方法  
GB/T 13005 气瓶术语  
GB/T 15385 气瓶水压爆破试验方法  
GB/T 16422.3 塑料实验室光源暴露试验方法第3部分：荧光紫外灯  
GB/T 19466.2 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第2部分：玻璃化转变温度的测定  
GB/T 20668 统一 螺纹基本尺寸  
GB/T 20975(所有部分) 铝及铝合金化学分析方法  
GB/T 26749 碳纤维 浸胶纱拉伸性能的测定  
GB/T 32249 铝及铝合金模锻件、自由锻件和轧制环形锻件通用技术条件  
GB/T 33215 气瓶安全泄压装置  
GB/T 38106 压力容器用铝及铝合金板材  
GB/T 38512 压力容器用铝及铝合金管材  
YS/T 67 变形铝及铝合金圆铸锭  
YS/T 479 一般工业用铝及铝合金锻件

### 3 术语和定义、符号

#### 3.1 术语和定义

GB/T 13005 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**屈服强度** yield stress

塑性延伸率为0.2%时的应力。

##### 3.1.2

**等效纤维** equivalent fibre

具有与设计原型相同的原始材料，且公称抗拉强度和模量均未超过设计原型规定值±5%的纤维。

##### 3.1.3

**铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶** fully wrapped carbon fibre reinforced composite gas cylinders with aluminium alloy liners

用浸渍树脂的连续碳纤维在铝合金内胆外表面沿环向和径向缠绕，经固化而制成的气瓶。

##### 3.1.4

**外保护套** protective sleeve

保护气瓶免受撞击而设置的保护附件。

##### 3.1.5

**剩余爆破压力** residual burst pressure

气瓶在经过高低温压力循环、裂纹容限等试验后所测得的实际爆破压力值。

##### 3.1.6

**最小爆破压力** minimum burst pressure

气瓶设计时规定的水压爆破试验满足的最低爆破压力值。

### 3.1.7

#### 极限弹性膨胀量 rejection elastic expansion;REE

在每种规格型号气瓶设计定型阶段，由制造单位规定的气瓶弹性膨胀量的许用上限值。

注：该数值小于或等于设计定型批相同规格型号气瓶在水压试验压力下弹性膨胀量平均值的1.1倍，单位为毫升。

### 3.2 符号

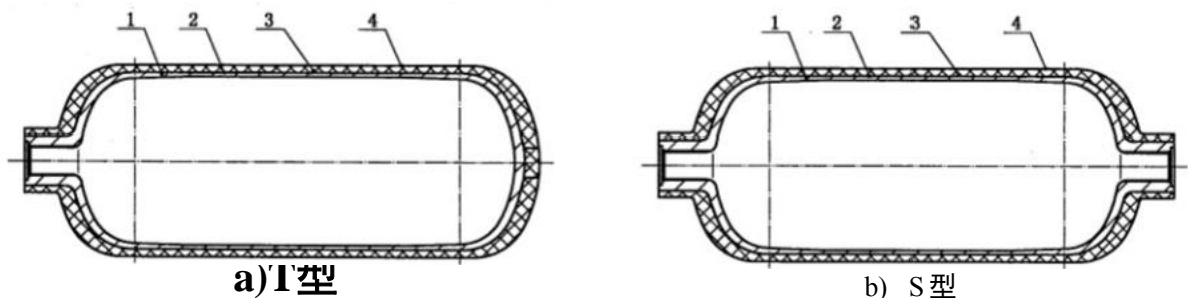
下列符号适用于本文件。

- a。 拉伸试样的原始厚度，单位为毫米(mm);
- b。 拉伸试样的原始宽度，单位为毫米(mm);
- D 气瓶公称外径，单位为毫米(mm);
- $D_1$  弯曲试验的压头直径，单位为毫米(mm);
- $D_2$  内胆公称外径，单位为毫米(mm);
- h 跌落高度，单位为米(m);
- L 气瓶长度，单位为毫米(mm);
- l 气瓶缠绕层长度，单位为毫米(mm);
- l<sub>0</sub> 拉伸试样的原始标距，单位为毫米(mm);
- p。 公称工作压力，单位为兆帕(MPa);
- R<sub>m</sub> 实测抗拉强度，单位为兆帕(MPa);
- S。 内胆实测平均壁厚，单位为毫米(mm);
- T 压扁试验的压头间距，单位为毫米(mm);
- V 公称容积，单位为升(L);
- W 空瓶重量，单位为千克(kg);
- $\delta$  缠绕层厚度，单位为毫米(mm)。

## 4 型式、参数、分类和型号

### 4.1 型式

气瓶结构型式如图1所示，其中T型为单口结构，S型为双口结构。



标引序号说明：

- 1——内胆；
- 2——防电偶腐蚀层；
- 3——碳纤维缠绕层；
- 4——玻璃纤维保护层。

图 1 气瓶瓶体结构型式



## 4.2 参数

气瓶公称容积的允许偏差应符合表1的规定。

表 1 气瓶公称容积的允许偏差

公称容积V/L	允许偏差/%
$V \leq 2$	+20 0
$2 < V \leq 12$	+18
$12 < V \leq 150$	+5
$150 < V \leq 450$	+2.5 0

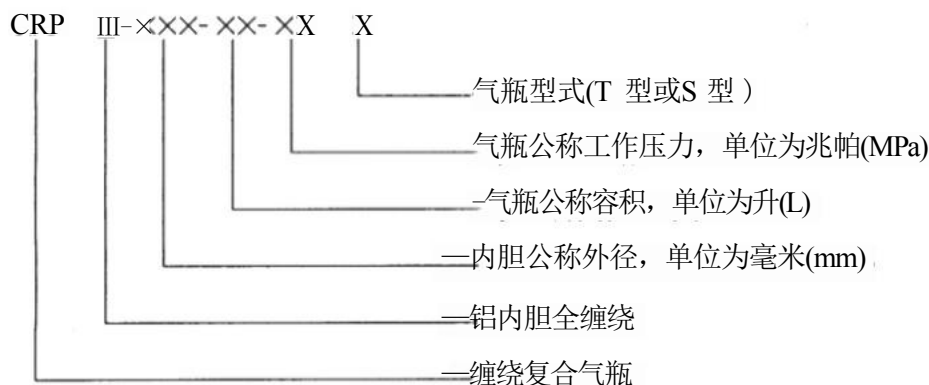
## 4.3 分类

4.3.1 呼吸器用气瓶，应采用容积不大于12 L 的气瓶。

4.3.2 工业气体用气瓶，应采用容积大于12 L 且不大于450 L 的气瓶。

## 4.4 型号

气瓶型号标记表示如下。



示例:

内胆公称外径182 mm, 气瓶公称容积12 L, 气瓶公称工作压力30 MPa, 单口, 其型号标记为: CRPⅢ-182-12-30T。

## 5 技术要求

### 5.1 材料

#### 5.1.1 内胆材料

5.1.1.1 内胆应采用6061铝合金材料, 内胆制造单位应按炉罐号对材料化学成分进行验证分析, 分析方法按GB/T 7999或GB/T 20975(所有部分)执行, 内胆材料的化学成分应符合表2的规定。

表 2 铝合金化学成分

牌号	化学成分(质量分数)/%												
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Pb	Bi	其他		Al
											单项	总体	
6061	0.40~ 0.80	≤0.70	0.15~ 0.40	≤0.15	0.80~ 1.20	0.04~ 0.35	≤0.25	≤0.15	≤0.003	≤0.003	≤0.05	≤0.15	余量

**5.1.1.2** 铸锭应符合YS/T 67的规定，挤压棒材应符合GB/T 3191的规定，铸锭的晶粒度不应低于二级，晶粒度的检验按GB/T 3246.2执行。铸锭、挤压棒材应按 $\phi 2$  mm当量平底孔进行超声波检测，检验按GB/T 6519执行。

**5.1.1.3** 管材应符合GB/T 4437.1、GB/T 32249、GB/T 38512或YS/T 479的规定。在GB/T 6519产品规格要求内的管材，应按A级进行超声波检测，检验按GB/T 6519执行。

**5.1.1.4** 板材应符合GB/T 3880.1~GB/T 3880.3或GB/T 38106的规定。在GB/T 6519产品规格要求内的板材，应按A级进行超声波检测，检验按GB/T 6519执行。

## 5.1.2 缠绕层材料

### 5.1.2.1 碳纤维

**5.1.2.1.1** 承载纤维应采用连续无捻碳纤维。

**5.1.2.1.2** 每批碳纤维力学性能应符合气瓶设计文件的规定。

**5.1.2.1.3** 气瓶制造单位应按批对碳纤维进行复验。纤维线密度(公制号数)应按GB/T 3362或GB/T 7690.1测定，纤维浸胶拉伸强度应按GB/T 3362或GB/T 26749测定。

### 5.1.2.2 玻璃纤维

**5.1.2.2.1** 应采用S型或E型玻璃纤维，其力学性能应符合气瓶设计文件的规定。

**5.1.2.2.2** 气瓶制造单位应按批对玻璃纤维进行复验。玻璃纤维断裂强度应按GB/T 7690.3测定。

### 5.1.2.3 树脂基体

**5.1.2.3.1** 应采用环氧树脂或改性环氧树脂基体，其玻璃化转变温度应不低于105℃，玻璃化转变温度按GB/T 19466.2测定。

**5.1.2.3.2** 气瓶制造单位应按批对树脂进行复验。环氧当量应符合气瓶设计文件的规定，检验方法应按GB/T 4612测定。

## 5.2 设计

### 5.2.1 内胆

**5.2.1.1** 内胆端部应采用凸形结构。

**5.2.1.2** 内胆端部应采用渐变厚度设计，内胆端部与筒体应圆滑过渡。

**5.2.1.3** 瓶口应开在内胆端部，且应与内胆筒体同轴。

**5.2.1.4** 瓶颈厚度应满足气瓶装阀时的扭矩要求，其装阀扭矩应符合附录A的规定。

**5.2.1.5** 瓶口螺纹应采用直螺纹，螺纹应贯穿瓶口，长度大于瓶阀螺纹的有效长度，且不少于6牙。

**5.2.1.6** 瓶口螺纹在水压试验压力下的切应力安全系数至少为4，公称容积不大于12 L的呼吸器用气

瓶的螺纹切应力安全系数至少为10。螺纹切应力安全系数计算方法见附录B。

## 5.2.2 气瓶

**5.2.2.1** 呼吸器用气瓶可由制造厂选择按第5章~第7章或附录C设计、试验和检验。

**5.2.2.2** 水压试验压力应为公称工作压力的1.5倍。

**5.2.2.3** 最小爆破压力应为公称工作压力的3倍；呼吸器用气瓶，最小爆破压力应为公称工作压力的3.4倍。

**5.2.2.4** 气瓶外表面应采用玻璃纤维作为保护层。

**5.2.2.5** 容积大于12 L且不大于50 L的气瓶，应采用带有外保护套的设计结构。

**5.2.2.6** 容积大于50 L的气瓶，应采用气瓶集束装置，且集束装置气瓶的总容积不大于3000 L。

**5.2.2.7** 气瓶的设计使用年限为15年。

## 5.2.3 应力分析

**5.2.3.1** 应采用有限元应力分析方法，建立合适的气瓶分析模型，计算气瓶在自紧压力、自紧后零压力、公称工作压力、水压试验压力和最小爆破压力下，内胆和缠绕层中的最大应力及各点的应力分布，应考虑内胆的材料非线性、缠绕层材料各向异性和结构的几何非线性特性。

**5.2.3.2** 纤维应力比不小于3，呼吸器用气瓶纤维应力比不小于3.4。

## 5.3 制造

### 5.3.1 一般要求

**5.3.1.1** 气瓶应符合设计图样及相关技术文件的规定。

**5.3.1.2** 制造应分批管理，内胆和气瓶均以不大于200只加上破坏性试验用内胆或气瓶的数量为一个批量。

### 5.3.2 内胆

**5.3.2.1** 应采用挤压、拉深或旋压成型的制造方法，经收口制成。

**5.3.2.2** 颈部与肩部过渡部分表面应光滑，不应有突变或明显褶皱。

**5.3.2.3** 不应进行焊接处理。

**5.3.2.4** 成形后的内胆应按评定合格的热处理工艺进行固溶时效热处理，热处理温度和时间允许偏差应符合GB/T 11640的规定。

**5.3.2.5** 可采用机加工或修磨的方法去除表面缺陷，缺陷去除后其部位应圆滑过渡，且壁厚不应小于设计壁厚。

### 5.3.3 瓶口螺纹

瓶口螺纹的牙型、尺寸和公差应符合GB/T 192、GB/T 196、GB/T 197和GB/T 20668等规定，螺纹和密封面应光滑平整。

### 5.3.4 气瓶

**5.3.4.1** 内胆外表面应有聚合物涂层或浸渍树脂基体的玻璃纤维层，防止铝内胆外表面与碳纤维缠绕层之间发生电偶腐蚀。

**5.3.4.2** 不应将不同种类的纤维混合缠绕。

**5.3.4.3** 碳纤维缠绕时应施加可控的张力。

- 5.3.4.4 缠绕和固化工艺应进行工艺评定。固化温度不应对内胆力学性能产生影响。
- 5.3.4.5 水压试验前应按规定的自紧压力进行自紧处理。
- 5.3.4.6 气瓶外表面打磨不应损伤到碳纤维。

## 5.4 附件

5.4.1 根据充装气体选配相应的瓶阀,瓶阀装配扭矩应符合附录A 的规定,采用附录A 以外的螺纹规格瓶阀装配扭矩应符合设计的规定。

**5.4.2** 气瓶阀门应设置安全泄压装置(PRD),PRD 应采用压力驱动型或温度驱动型的结构型式。压力驱动型装置动作压力应为90%~100%水压试验压力,温度驱动型装置动作温度应为 $(110\pm 5)$ ℃。呼吸器用气瓶安全泄压装置应采用压力驱动型的结构型式。

**5.4.3** 安全泄压装置应符合GB/T 33215的规定。

**5.4.4** 外保护套应符合附录D 的规定。

5.4.5 集束装置应符合相关标准的规定。

## 6 试验方法和合格指标

### 6.1 内胆

#### 6.1.1 壁厚

##### 6.1.1.1 试验方法

壁厚应采用超声波测厚仪或专用测量工具进行检测。

##### 6.1.1.2 合格指标

内胆任意一点壁厚应不小于设计壁厚。

#### 6.1.2 制造公差

##### 6.1.2.1 测量方法

应采用标准或专用量具进行检测。

##### 6.1.2.2 合格指标

6.1.2.2.1 筒体平均外径应不超过公称外径的 $\pm 1\%$ 。

6.1.2.2.2 筒体圆度,在同一截面上测量其最大与最小外径之差,应不超过该截面平均外径的2%。

6.1.2.2.3 筒体直线度应不超过筒体长度的0.3%。

#### 6.1.3 瓶口螺纹

##### 6.1.3.1 测量方法

应采用符合GB/T 3934等相关标准规定的螺纹量规进行检测。

##### 6.1.3.2 合格指标

6.1.3.2.1 瓶口螺纹应满足设计要求,螺纹牙型、尺寸及制造公差应符合GB/T 192、GB/T 196、GB/T 197和GB/T 20668等相关标准的规定。

6.1.3.2.2 螺纹和密封面粗糙度应符合设计的规定。

6.1.3.2.3 螺纹的有效螺距数应符合设计的规定。

## 6.1.4 内、外表面

### 6.1.4.1 检查方法

目测检查，内表面可采用内窥镜或内窥镜灯进行检查。

### 6.1.4.2 合格指标

6.1.4.2.1 内、外表面不应有肉眼可见的尖锐表面压痕、明显凸起、重叠、裂纹和夹杂，颈部与肩部过渡部分不应有突变或明显褶皱。

6.1.4.2.2 端部与筒体过渡圆滑。

## 6.1.5 硬度试验

### 6.1.5.1 试验方法

按GB/T 230.1、GB/T 231.1执行。

### 6.1.5.2 合格指标

硬度值应符合设计的规定。

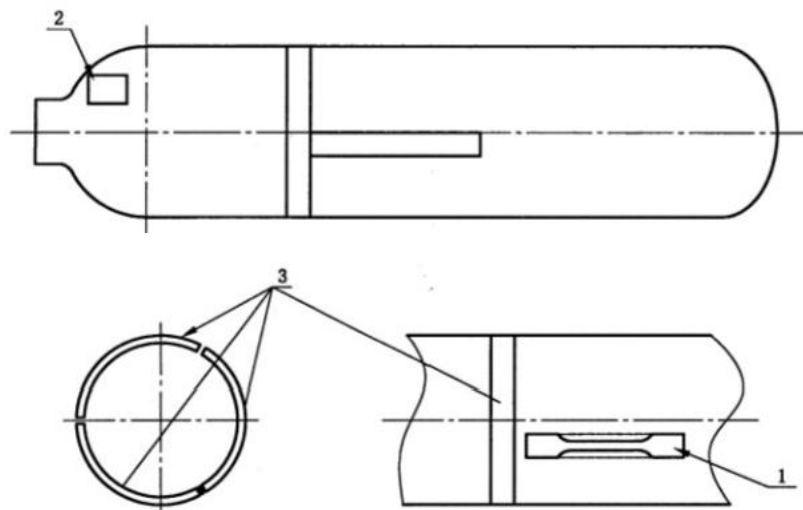
## 6.1.6 热处理后各项性能指标

### 6.1.6.1 取样

6.1.6.1.1 取样部位如图2所示。

6.1.6.1.2 取样数量。

- a) 取纵向对称拉伸试样2件。
- b) 取金相试样1件。
- c) 取环向弯曲试样2件，或压扁试样瓶(环)1件。



标引序号说明:

- 1——拉伸试样;
- 2——金相试样;
- 3——弯曲试样或压扁试样环。

图 2 取样部位示意图

### 6.1.6.2 拉伸试验

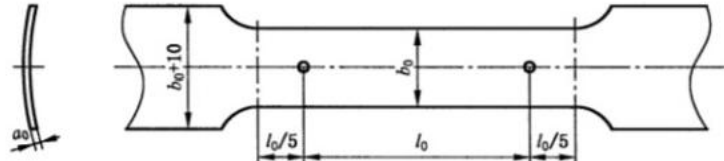
#### 6.1.6.2.1 试验方法

6.1.6.2.1.1 在内胆筒体部位沿轴向对称截取2个试样，见图2。

6.1.6.2.1.2 拉伸试样形状尺寸应符合图3的要求，原始标距取 $l_0 = 5.65\sqrt{S_0}$ 。

6.1.6.2.1.3 拉伸试验方法按GB/T 228.1执行。

单位为毫米



注：当 $a_0 \geq 3$ 时， $b_0 < D_0 / 8, b_0 \leq 4a_0$ 。

图3 拉伸试样图

#### 6.1.6.2.2 合格指标

实测抗拉强度与实测屈服强度不小于内胆热处理保证值，断后伸长率不小于12%。

### 6.1.6.3 金相试验

#### 6.1.6.3.1 试验方法

在内胆的肩部取样。试验方法应按GB/T 3246.1执行。

#### 6.1.6.3.2 合格指标

无过烧组织。

### 6.1.6.4 弯曲试验

#### 6.1.6.4.1 试验方法

6.1.6.4.1.1 从内胆筒体上截取一个筒体环，等分三段或两段，制备两个试样。试样宽度为25 mm，试样侧面加工粗糙度不大于 $12.5 \mu\text{m}$ ，棱边圆角半径不大于2 mm。压头直径见表3。

表3 弯曲试验压头直径和压扁试验压头间距

实测抗拉强度 $R_m/\text{MPa}$	压头直径 $D_4/\text{mm}$	压头间距 $T/\text{mm}$
$R_m \leq 325$	6S。	10S。
$R_m > 325$	7S，	12S。
注：压头间距大于或等于内胆外径时，由弯曲试验代替。		

6.1.6.4.1.2 弯曲试验示意按图4所示。弯曲角度 $180^\circ$ ，试验方法按GB/T 232执行。

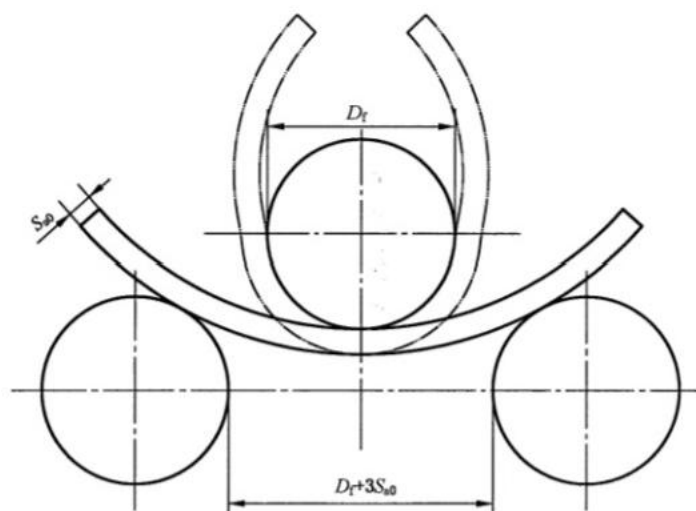


图 4 弯曲试验示意图

#### 6.1.6.4.2 合格指标

目测试样无裂纹。

#### 6.1.6.5 压扁试验

##### 6.1.6.5.1 试样方法

6.1.6.5.1.1 压扁试验方法按GB/T 11640中附录F 的规定执行。

6.1.6.5.1.2 压头间距见表3。

6.1.6.5.1.3 压扁试验可采用试样胆或试样环。对于试样环的压扁试验，应从内胆上截取宽度为内胆壁厚的4倍且不小于25 mm 的试样环，仅对试样环的边缘进行机加工，对试样环采用平压头进行压扁。

##### 6.1.6.5.2 合格指标

目测试样无裂纹。

### 6.2 气瓶

#### 6.2.1 层间剪切试验

##### 6.2.1.1 试验方法

采用环氧树脂或改性环氧树脂基体，制作具有代表性的缠绕层试样，有效试样数不应少于9个，试验方法应按附录E 的规定执行。

##### 6.2.1.2 合格指标

在沸水中煮24 h 后，缠绕层层间剪切强度应不小于34.5 MPa。

#### 6.2.2 外表面

##### 6.2.2.1 检查方法

目测检查。

### 6.2.2.2 合格指标

6.2.2.2.1 瓶口螺纹及密封面应清洁，不应有残留物。

6.2.2.2.2 外表面不应有纤维裸露、纤维断裂、树脂积瘤、纤维分层及纤维未浸透等影响性能的缺陷。

6.2.2.2.3 气瓶应标记准确、清晰、完整。

### 6.2.3 水压试验

#### 6.2.3.1 试验方法

按 GB/T 9251的规定进行外测法水压试验。不大于150L 的气瓶，在水压试验压力下保压至少30 s；大于150 L 的气瓶，在水压试验压力下保压至少120 s。

#### 6.2.3.2 合格指标

气瓶保压期间不应有泄漏或明显变形，且泄压后容积残余变形率不大于5%。

### 6.2.4 气密性试验

#### 6.2.4.1 试验方法

带瓶阀出厂的气瓶以及充装可燃或有毒介质的气瓶应进行气密性试验。在水压试验合格后，气瓶应按GB/T 12137的规定进行气密性试验，试验压力为公称工作压力。

#### 6.2.4.2 合格指标

在试验压力下，保压不少于1 min，瓶体、瓶阀和瓶体瓶阀联接处均不应泄漏。因装配而引起的泄漏现象，允许返工后重做试验。

### 6.2.5 水压爆破试验

#### 6.2.5.1 试验方法

对气瓶逐渐加压直至爆破，升压速率不大于1 MPa/s，试验方法应按GB/T 15385 执行。

#### 6.2.5.2 合格指标

实测爆破压力不小于最小爆破压力。

### 6.2.6 常温压力循环试验

#### 6.2.6.1 试验方法

6.2.6.1.1 在常温条件下，按GB/T 9252进行常温压力循环试验。

6.2.6.1.2 试验步骤如下：

第一阶段，气瓶从不大于水压试验压力的10%和3 MPa 中的较小值到水压试验压力下进行3750次压力循环，或气瓶从不大于最高温升压力(见附录F) 的10%和3 MPa 中的较小值到最高温升压力下进行7500次压力循环。

第二阶段，气瓶从不大于水压试验压力的10%和3 MPa 中的较小值到水压试验压力下进行3750次压力循环，或气瓶从不大于最高温升压力的10%和3 MPa 中的较小值到最高温升压力下进行7500次压力循环。



6.2.6.2 合格指标

压力循环后的气瓶应符合表4的规定。

表 4 合格指标

试验阶段	第一阶段	第二阶段
循环次数	0~3750	3750~7500
	0~7500	7500~15000
合格指标	第一阶段无泄漏或破裂	第二阶段可泄漏但不应破裂

6.2.7 高低温压力循环试验

6.2.7.1 试验方法

6.2.7.1.1 按GB/T 9252的规定进行压力循环试验。

6.2.7.1.2 将气瓶充装无腐蚀性液体，在常压下，温度为60℃~70℃，相对湿度为90%以上的环境中静置48 h。

6.2.7.1.3 静置后，从不大于10%公称工作压力至公称工作压力进行压力循环5000次，循环频率不大于5次/min。在试验期间，气瓶表面温度应保持在60℃~70℃。

6.2.7.1.4 气瓶泄压至零压力在常温下稳定后，气瓶表面温度降至-50℃~-60℃，从不大于10%公称工作压力到公称工作压力进行压力循环5000次，循环频率不大于5次/min。在试验期间，气瓶表面温度应保持在一50℃~-60℃。然后将气瓶泄压至零压力在常温下稳定。

6.2.7.1.5 按6.2.5进行水压爆破试验。

6.2.7.2 合格指标

气瓶在压力循环试验过程中不应出现任何可见损伤、变形和泄漏。剩余爆破压力应不小于1.7倍水压试验压力。

6.2.8 裂纹容限试验

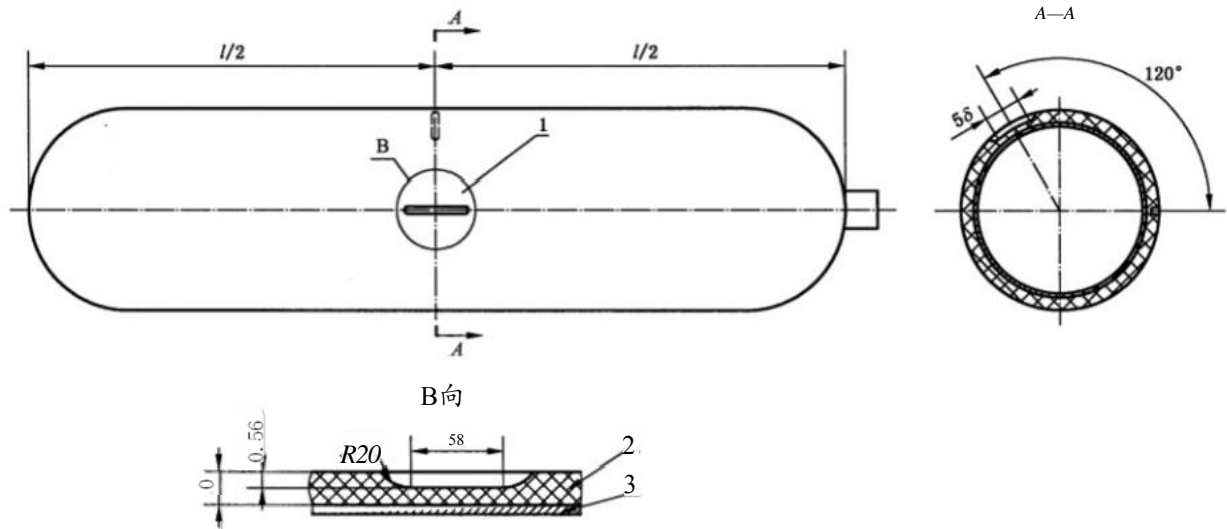
6.2.8.1 试验方法

6.2.8.1.1 按图5所示在气瓶筒体中间加工一条纵向缺陷，缺陷宽度1 mm，深度不小于缠绕层厚度的50%，且不大于2.5 mm，长度为5倍缠绕层厚度；再加工一条环向缺陷，尺寸与纵向缺陷相同，并与纵向缺陷相差约120°。

6.2.8.1.2 1只气瓶按6.2.5进行水压爆破试验。

6.2.8.1.3 1只气瓶按GB/T 9252 进行常温压力循环试验，循环压力上限为公称工作压力。如果气瓶再进行5000次压力循环后未失效，则停止试验。

单位为毫米



标引序号说明:  
 1—1 mm宽;  
 2—缠绕层;  
 3—内胆。

图 5 裂纹缺陷示意图

### 6.2.8.2 合格指标

6.2.8.2.1 剩余爆破压力不小于1.33倍水压试验压力。

6.2.8.2.2 在压力循环至1000次的过程中,气瓶不应泄漏或破裂,再加压循环至5000次,可泄漏失效,但不应破裂。

### 6.2.9 跌落/冲击试验

6.2.9.1 公称容积不大于50 L且充装液化气体的气瓶

#### 6.2.9.1.1 试验方法

气瓶按下列方法进行跌落试验:

- 将气瓶盛装50%容积的水;
- 安装盲堵,盲堵直径不大于瓶口外径;
- 按图6所示的5个位置,气瓶下表面距跌落面应不小于1.2 m,跌落至钢板上2次,钢板厚度应不小于10 mm,且表面任意两点间的高度差应不大于2 mm;
- 1只气瓶按6.2.5进行水压爆破试验,另1只气瓶按6.2.6进行常温压力循环试验。

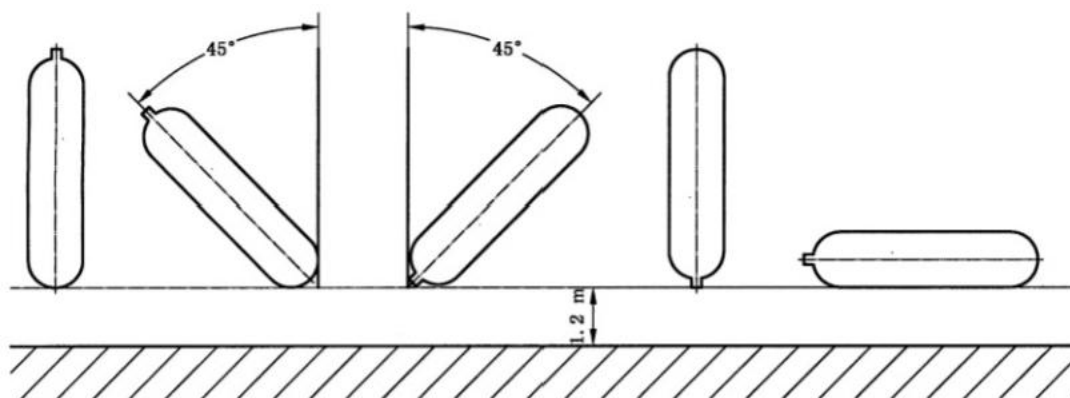


图 6 跌落试验示意图

6.2.9.1.2 合格指标

爆破压力应不小于最小爆破压力，常温压力循环试验应符合6.2.6.2的规定。

6.2.9.2 公称容积不大于50 L且充装压缩气体的气瓶

6.2.9.2.1 试验方法

气瓶按下列方法进行跌落试验：

- a) 安装盲堵，盲堵直径不大于瓶口外径；
- b) 按图6所示的5个位置，气瓶下表面距跌落面跌落高度按式(1)计算，跌落至钢板上2次，钢板厚度应不小于10 mm，且表面任意两点间的跌落高度差应不大于2 mm；

$$h=1.2+(0.6 \times V/W) \dots\dots\dots (1)$$

- c) 1只气瓶按6.2.5进行水压爆破试验，另1只气瓶按6.2.6进行常温压力循环试验。

6.2.9.2.2 合格指标

爆破压力应不小于最小爆破压力，常温压力循环试验应符合6.2.6.2的规定。

6.2.9.3 公称容积大于50 L且不大于150 L的气瓶

6.2.9.3.1 试验方法

气瓶按下列方法进行跌落试验。

- a) 安装盲堵，盲堵直径不大于瓶口外径。
- b) 按下面3个位置进行跌落试验。气瓶跌落面应为光滑、水平的混凝土平台或地面：
  - 1) 1只气瓶从气瓶下表面距跌落面不小于1.8 m高度水平跌落；
  - 2) 1只气瓶竖直跌落，使气瓶具有不小于1220 J的势能，且应保证气瓶下表面距跌落面不小于1.8 m高度；
  - 3) 1只气瓶以45°跌落，可改变跌落角度以保证最小高度为0.6 m，同时应保证气瓶重心距跌落面的高度为1.8 m；
  - 4) 可使用同1只气瓶按上面3个位置进行跌落试验。
- c) 气瓶在受初始冲击后，可在跌落面上弹跳。
- d) 按 GB/T 9252进行常温压力循环试验，循环压力上限为公称工作压力。

### 6.2.9.3.2 合格指标

在压力循环至3000次的过程中，气瓶不应泄漏或破裂，再加压循环至12000次，可泄漏失效，但不应破裂。

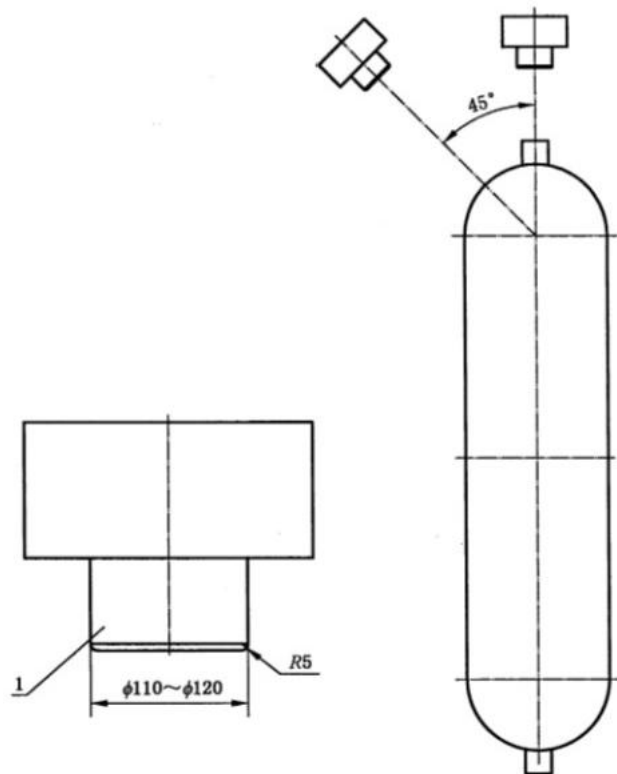
### 6.2.9.4 公称容积大于150 L 的气瓶

#### 6.2.9.4.1 试验方法

气瓶按下列方法进行冲击试验。

- a) 带有盲堵，且无内压的气瓶，在室温下按图7所示，分别从不同方向对气瓶进行冲击试验：
  - 1) 撞击气瓶一端；
  - 2) 以45° 撞击气瓶肩部。
- b) 固定气瓶以保证撞击过程中不会移动。可使用钢质的重物或摆锤进行冲击，冲击能量不小于488 J。
- c) 按 GB/T 9252 进行常温压力循环试验，循环压力上限为公称工作压力。

单位为毫米



标引序号说明：  
1——重物或摆锤。

图 7 大于150 L 气瓶冲击试验示意图

#### 6.2.9.4.2 合格指标

在压力循环至3000次的过程中，气瓶不应泄漏或破裂，再加压循环至12000次，可泄漏失效，但不应破裂。

## 6.2.10 枪击试验

### 6.2.10.1 试验方法

6.2.10.1.1 气瓶充装空气或氮气至公称工作压力。

6.2.10.1.2 气瓶放置的位置应使子弹入射方向与瓶体轴线呈90°。

**6.2.10.1.3** 气瓶直径大于 $\phi 120$  mm应采用大于或等于7.62 mm的穿甲弹，不大于 $\phi 120$  mm应采用大于或等于5.6 mm的穿甲弹，子弹公称速度约850 m/s，射击距离不大于45 m。

6.2.10.1.4 可采用能穿透气瓶侧壁的非穿甲弹。

### 6.2.10.2 合格指标

6.2.10.2.1 试验后的气瓶不应破裂。

6.2.10.2.2 采用穿甲弹时，可不射穿瓶体；采用非穿甲弹时，应至少穿透气瓶一侧瓶壁。

## 6.2.11 火烧试验

### 6.2.11.1 一般要求

6.2.11.1.1 将装有满足设计泄放要求瓶阀的气瓶，充装空气或氮气至公称工作压力。

**6.2.11.1.2** 1只气瓶水平放置，1只气瓶垂直放置；公称容积大于50 L水平安装的气瓶，2只水平放置。

6.2.11.1.3 改变安全泄压装置，应重新进行本项试验。

### 6.2.11.2 试验方法

#### 6.2.11.2.1 水平测试

气瓶水平放置按下列方法进行火烧试验：

- a) 火源中心处于气瓶长度中间，且气瓶下侧在火源上方约100 mm处；
- b) 应采用金属挡板防止火焰直接接触安全泄放装置，但金属挡板不应直接接触安全泄放装置；
- c) 至少用3只热电偶沿气瓶下侧均匀设置，以监控气瓶表面温度，其间隔距离应不大于0.75 m；
- d) 应采用金属挡板防止火焰直接接触热电偶，金属挡板厚度应不小于0.4 mm；
- e) 火源长度和宽度应能吞没整个气瓶，产生的温度不低于590℃；
- f) 气瓶应暴露在火焰中直到全部气体排空为止。

#### 6.2.11.2.2 垂直测试

气瓶垂直放置按下列方法进行火烧试验。

- a) 安装一个瓶阀的气瓶，瓶阀位于最上方。
- b) 气瓶下侧在火源上方约100 mm处。
- c) 应采用金属挡板防止火焰直接接触安全泄放装置，但金属挡板不应直接接触安全泄放装置。
- d) 火源长度和宽度应能吞没整个气瓶，产生的温度不低于590℃。
- e) 在气瓶下部设置热电偶，以监控气瓶表面温度。长度不大于305 mm的气瓶，应在气瓶顶部和底部分别设置一个热电偶，应采用金属挡板防止火焰直接接触热电偶，金属挡板厚度应不小于0.4 mm。长度大于305 mm的气瓶，应在气瓶侧壁的中间设置一个附加的热电偶。
- f) 气瓶应暴露在火焰中直到全部气体排空为止。

### 6.2.11.3 合格指标

气瓶不应发生爆破，瓶内气体可通过安全泄压装置泄放。

## 6.2.12 盐水浸渍试验

### 6.2.12.1 试验方法

6.2.12.1.1 水下使用的气瓶应进行本试验。

6.2.12.1.2 将气瓶充装无腐蚀性液体。

6.2.12.1.3 在不低于20℃的条件下,在盐水(浓度为35 g/L的氯化钠水溶液)中浸泡1 h~2 h。

**6.2.12.1.4** 升压至公称工作压力,在盐水中浸泡不少于22 h。

**6.2.12.1.5** 将气瓶从盐水中取出,放置在室温、大气压力条件下自然干燥不少于22 h。在此干燥期内,保压不少于2 h,然后泄压。

6.2.12.1.6 重复循环进行45次。

**6.2.12.1.7** 1只气瓶按6.2.5进行水压爆破试验,另1只气瓶按6.2.6进行常温压力循环试验。

### 6.2.12.2 合格指标

爆破压力应不小于最小爆破压力,常温压力循环试验应符合6.2.6.2的规定。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

#### 7.1.1 逐只检验

内胆和气瓶应按表5规定的项目进行逐只检验。

#### 7.1.2 批量检验

7.1.2.1 内胆和气瓶应按表5规定的项目进行批量检验。

7.1.2.2 从每批内胆中随机抽取1只或2只内胆,进行拉伸试验、金相试验、弯曲试验或压扁试验。

7.1.2.3 从每批气瓶中随机抽取1只或2只气瓶,1只进行常温压力循环试验,1只进行水压爆破试验。常温压力循环试验后的气瓶可用于水压爆破试验。

#### 7.1.3 复验规则

##### 7.1.3.1 内胆

如果批量检验时某项不合格,按下列规定进行处理:

- a) 如果不合格是由于试验操作异常或测量失误所造成,应重做同样数量试样的试验。如重新试验结果合格,则首次试验无效。
- b) 如果确认不合格是由于热处理造成的,允许该批内胆重新热处理,但热处理次数不应多于两次(不包括单纯的人工时效处理次数),经重新热处理的该批内胆应作为新批进行批量检验。
- c) 如果确认不合格是由于其他原因造成的,则整批内胆判废。

##### 7.1.3.2 气瓶

如果批量检验时某项不合格,可再随机抽取5只气瓶进行该项试验,5只气瓶全部通过试验,则该批气瓶合格。如果其中有1只未通过试验,则整批气瓶判废。

### 7.2 型式试验

7.2.1 新设计的气瓶应按表5规定的项目进行型式试验。

7.2.2 用于型式试验的同批气瓶，不大于12 L 的，气瓶数量应不少于50只，内胆数量应不少于10只；大于12 L 的，气瓶数量应不少于30只。试验数量如下：

- a) 内胆：拉伸试验、金相试验、弯曲试验或压扁试验1只或2只；
- b) 气瓶：水压爆破试验3只，常温压力循环试验2只，高低温压力循环试验1只，裂纹容限试验2只，跌落/冲击试验1只~3只，枪击试验1只，火烧试验2只，盐水浸渍试验2只。

7.2.3 用于一项试验后的气瓶，可用于另一项试验。

表 5 气瓶出厂检验及型式试验

序号	项目名称		出厂检验		型式试验	试验方法和合格指标
			逐只检验	批量检验		
1	内胆	壁厚	√	—	√	6.1.1
2		制造公差	√	—	√	6.1.2
3		瓶口螺纹	√		√	6.1.3
4		内、外表面	√		√	6.1.4
5		硬度试验	√		√	6.1.5
6		拉伸试验		√	√	6.1.6.2
7		金相试验		√	√	6.1.6.3
8		弯曲试验或压扁试验	—	√	√	6.1.6.4/6.1.6.5
9	气瓶	层间剪切试验	—	√	√	6.2.1
10		外表面	√		√	6.2.2
11		水压试验	√		√	6.2.3
12		气密性试验	√		√	6.2.4
13		水压爆破试验		√	√	6.2.5
14		常温压力循环试验		√	√	6.2.6
15		高低温压力循环试验			√	6.2.7
16		裂纹容限试验	—		√	6.2.8
17		跌落/冲击试验		—	√	6.2.9
18		枪击试验			√	6.2.10
19		火烧试验	—		√	6.2.11
20		盐水浸渍试验			√	6.2.12
注1：“√”表示为做，“—”表示为不做。 注2:对于带有外保护套结构的气瓶，试验时去除外保护套。						
• 弯曲试验与压扁试验任取其一进行。 根据设计选择试验。						

### 7.3 设计变更

7.3.1 设计变更的气瓶应按表5规定的项目进行逐只检验，并按表6规定的项目进行型式试验。未列入表6的设计变更应视为新设计，需作为设计原型按表5的规定进行全部项目的型式试验。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/385002211114011243>