



# 中华人民共和国国家标准

GB 28053—2011

---

## 呼吸器用复合气瓶

Composite cylinders for breathing apparatus

2011-12-30 发布

2012-12-01 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 .....                     | 2   |
| 4 型式和参数 .....                        | 3   |
| 5 技术要求 .....                         | 3   |
| 6 试验方法和合格标准 .....                    | 6   |
| 7 检验规则 .....                         | 9   |
| 8 标志、包装、运输和储存 .....                  | 11  |
| 9 产品合格证和批量检验质量证明书 .....              | 12  |
| 附录 A (规范性附录) 气瓶阀装配扭矩 .....           | 13  |
| 附录 B (资料性附录) 螺纹剪切应力安全系数计算方法 .....    | 14  |
| 附录 C (资料性附录) 呼吸器用复合气瓶批量检验质量证明书 ..... | 16  |

## 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。

本标准参照采用 DOT-CFFC《铝内胆碳纤维全缠绕复合气瓶的基本要求》。

本标准与 DOT-CFFC 相比，主要技术性差异如下：

——标准的适用范围：

- a) 公称工作压力由 DOT-CFFC 规定的不大于 34 474 KPa 改为不大于 30 MPa；
- b) 公称容积由 DOT-CFFC 规定的不大于 90.7 L 改为不大于 12 L；
- c) 增加了使用环境温度  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$  的要求。

——增加了瓶颈厚度应满足瓶阀装配所需扭矩的要求。

——针对玻璃纤维只用于外保护层的特点，其抗拉强度由气瓶制造单位确定。

——根据我国缠绕气瓶实际生产的质量控制要求，对内胆增加了硬度试验和金相试验要求，对缠绕气瓶增加了气密性试验要求。

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：沈阳斯林达安科新技术有限公司、北京科泰克科技有限责任公司、北京天海工业有限公司、上海康巴赛特科技发展有限公司、中材科技(苏州)有限公司。

本标准主要起草人：姜将、孙冬生、张增营、刘守正、吴庆锋、陆国安、姚瑜、邓红。

## 呼吸器用复合气瓶

### 1 范围

本标准规定了呼吸器用铝内胆碳纤维全缠绕复合气瓶(以下简称气瓶)的型式和参数、技术要求、试验方法和合格标准、检验规则及标志、包装、运输和储存等要求。

本标准适用于设计、制造公称工作压力不大于 30 MPa,公称容积不大于 12 L,使用环境温度  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,可重复充装呼吸气体的气瓶。

### 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 191 包装储运图示标志
- 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(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分: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显微组织检验方法
- GB/T 3246.2 变形铝及铝合金制品低倍组织检验方法
- GB/T 3362 碳纤维复丝拉伸性能试验方法
- GB/T 3880.1~3880.3 一般工业用铝及铝合金板、带材
- 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 环氧化合物 环氧当量的测定
- GB/T 6519 变形铝合金产品超声波检验方法
- 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 9251 气瓶水压试验方法
- GB/T 9252 气瓶疲劳试验方法
- 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 20975(所有部分) 铝及铝合金化学分析方法
- YS/T 67 变形铝及铝合金圆铸锭
- TSG R7002 气瓶型式试验规则

### 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

**铝内胆碳纤维全缠绕复合气瓶** fully wrapped carbon-fiber reinforced aluminium liner composite cylinders

以无缝铝合金容器为内胆,在其外表面全缠绕浸渍树脂基体的碳纤维增强层,经加温固化制成的气瓶。

##### 3.1.2

**内胆** liner

能进行外表面纤维缠绕增强且能承受部分压力载荷的无缝密闭容器。

##### 3.1.3

**全缠绕** fully wrapped

用浸渍树脂基体的纤维连续在内胆上螺旋和环向缠绕,使其在气瓶的纵向和环向都得到增强的缠绕方式。

##### 3.1.4

**批量(内胆)** batch (liner)

按同一设计,同一炉罐号材料,同一制造工艺和按同一热处理规范连续生产的内胆所限定的数量。

##### 3.1.5

**批量(气瓶)** batch (gas cylinders)

按同一设计,用同一规格内胆、纤维和树脂材料,按同一制造工艺连续生产的气瓶所限定的数量。

##### 3.1.6

**自紧** auto-frettage

通过对气瓶施加内压力,使内胆产生塑性变形,使得气瓶在零压力下,内胆承受压应力,纤维承受拉应力。

##### 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合格上限值,单位为毫升。该数值不超过若干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。

##### 3.1.8

**最小爆破压力** minimum burst pressure

气瓶设计时规定的水压爆破试验应满足的最低爆破压力值。

##### 3.1.9

**剩余爆破压力** residual burst pressure

气瓶在经过疲劳、热循环、跌落等试验后所测得的实际爆破压力值。

#### 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$R_m$  实测抗拉强度,MPa;

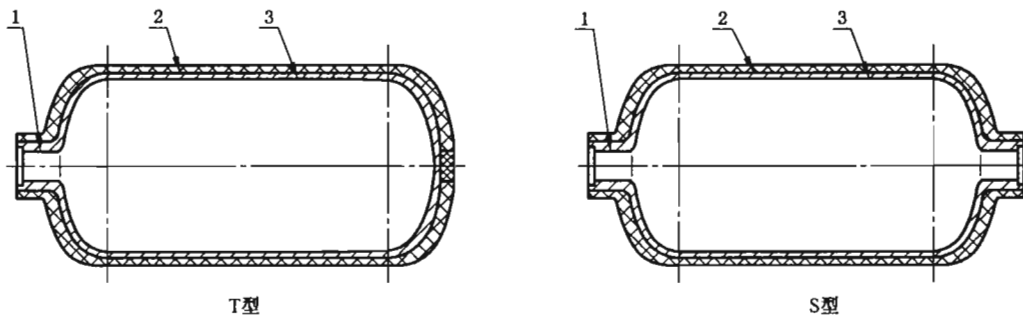
$R_{P0.2}$  规定非比例延伸强度,MPa;

$A$  断后伸长率,%。

## 4 型式和参数

### 4.1 型式

气瓶结构一般应符合图 1 所示的型式。



说明:

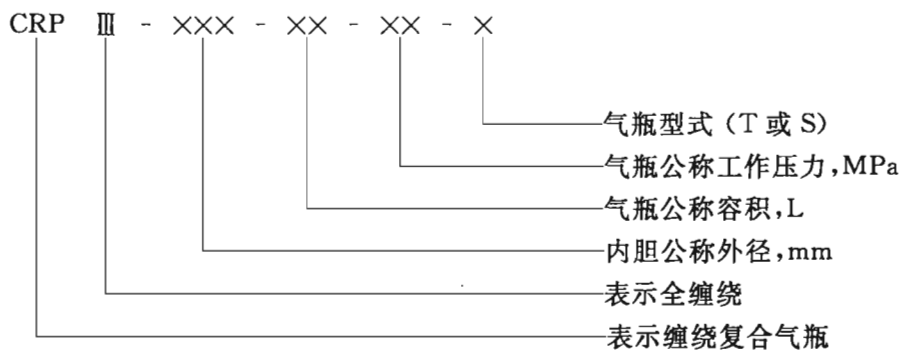
- 1——瓶口螺纹;
- 2——纤维缠绕层;
- 3——内胆。

沿气瓶轴线设计一个或两个瓶口。

图 1 气瓶结构型式

### 4.2 型号标记

气瓶型号标记表示如下:



示例: 内胆公称外径 145 mm, 气瓶公称容积 6.8 L, 气瓶公称工作压力 30 MPa, 两头口, 其型号标记为:  
CRP III-145-6.8-30-S

## 5 技术要求

### 5.1 内胆要求

#### 5.1.1 内胆材料

5.1.1.1 应采用 6061 铝合金材料, 材料的化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 铝合金化学成分

| 元素  |     | Si   | Fe   | Cu   | Mn   | Mg   | Cr   | Zn   | Ti   | Pb    | Bi    | 其他   |      | Al |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|----|
|     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       | 单项   | 总体   |    |
| 含量% | 最小值 | 0.40 | —    | 0.15 | —    | 0.80 | 0.04 | —    | —    | —     | —     | —    | —    | 余量 |
|     | 最大值 | 0.80 | 0.70 | 0.40 | 0.15 | 1.20 | 0.35 | 0.25 | 0.15 | 0.003 | 0.003 | 0.05 | 0.15 |    |

检验方法应符合 GB/T 20975 的规定。

5.1.1.2 内胆材料应满足相应标准的规定,铸锭按 YS/T 67 的规定,挤压棒材按 GB/T 3191 的规定,板材按 GB/T 3880.1~3880.3 的规定,管材按 GB/T 4437.1 的规定。铸锭的晶粒度不应低于二级,晶粒度的检验方法符合 GB/T 3246.2 的规定。

5.1.1.3 内胆材料应有材料制造单位的产品质量合格证明书,并经气瓶制造单位复验合格后方可使用。

5.1.1.4 应按材料炉罐号进行化学成分复验。Pb、Bi 含量可依据产品质量证明书的数据进行确认。

5.1.1.5 铸锭应进行超声波探伤,超声波检测按  $\phi 2$  mm 当量平底孔进行,检验方法应符合 GB/T 6519 的规定。

### 5.1.2 内胆设计

5.1.2.1 肩部和底部应采用凸形结构。

5.1.2.2 肩部和底部的厚度应满足气瓶水压爆破试验和疲劳试验的要求。

5.1.2.3 为获得合理的应力分布,肩部和底部应采用渐变厚度设计,筒体与肩部、筒体与底部均应圆滑过渡。

5.1.2.4 应通过应力分析验证内胆设计壁厚。

5.1.2.5 瓶颈厚度应保证在承受装阀的附加外力时不产生变形,其装阀扭矩应符合附录 A 的规定。

5.1.2.6 瓶口螺纹应采用直螺纹并贯穿口部,螺纹长度不少于 6 个螺距,且在水压试验压力下的剪切应力安全系数至少为 10,螺纹剪切应力安全系数计算方法参见附录 B。

### 5.1.3 内胆制造

5.1.3.1 应符合设计图样及相关技术文件的要求。

5.1.3.2 制造过程应分批管理,以不大于 200 只内胆为一个批量(不含破坏性试验用内胆)。

5.1.3.3 应采用挤压、冲压拉伸或旋压成形的制造方法,经收口制成。

5.1.3.4 颈部与肩部过渡部分表面应光滑,不应有突变或明显皱折。

5.1.3.5 不应进行焊接处理。

### 5.1.3.6 热处理

内胆应进行固溶时效热处理,并进行热处理工艺评定。热处理后的力学性能应满足表 2 的规定。

表 2 内胆热处理后的力学性能

| 试验项目                      | 试验结果       |
|---------------------------|------------|
| 实测抗拉强度 $R_m$ /MPa         | $\geq 262$ |
| 规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa | $\geq 242$ |
| 断后伸长率 $A$ /%              | $\geq 10$  |

5.1.3.7 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 和 GB/T 197 等相关标准的规定。

## 5.2 气瓶要求

### 5.2.1 气瓶缠绕层材料

#### 5.2.1.1 碳纤维

应采用聚丙烯腈(PAN)碳纤维,纤维材料应符合相应标准的规定,并有质量合格证明书,其力学性能应满足气瓶制造单位性能要求的最小值,且材料的抗拉强度不大于 5 360 MPa。气瓶制造单位应进行纤维抗拉强度复验。

检验方法应符合 GB/T 3362 的规定。

#### 5.2.1.2 玻璃纤维

应采用 S 型或 E 型玻璃纤维,纤维材料应符合相应标准的规定,并有质量合格证明书,材料的强度应满足气瓶制造单位性能要求的最小值。

检验方法应符合 GB/T 7690.3 的规定。

#### 5.2.1.3 树脂基体

应采用环氧树脂或改性环氧树脂,材料应符合相应标准的规定,并有质量合格证明书,材料应适宜纤维缠绕工艺,并满足气瓶制造单位的性能要求。环氧当量的测定方法应符合 GB/T 4612 的规定。

### 5.2.2 气瓶设计

5.2.2.1 水压试验压力应为公称工作压力的 5/3 倍。

5.2.2.2 最小爆破压力应为公称工作压力的 3.4 倍。

5.2.2.3 气瓶的设计使用寿命为 15 年。

5.2.2.4 应力分析应采用有限元技术,并建立适当模型,计算自紧后在零压力、工作压力、试验压力及最小爆破压力下,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。

#### 5.2.2.5 应力分布要求

- a) 零压力下内胆筒体部分的压应力应在内胆实测屈服强度的 60%~95%之间;
- b) 工作压力下内胆的最大拉应力应不超过内胆实测屈服强度的 60%;
- c) 在设计爆破压力下,玻璃纤维承担的载荷应不超过总压力载荷的 15%;
- d) 工作压力下碳纤维最大应力应不超过设计爆破压力下碳纤维应力的 30%;
- e) 最大应力应位于筒体部分。

### 5.2.3 气瓶制造

5.2.3.1 应符合设计图样及相关技术文件的要求。

5.2.3.2 制造过程应分批管理,以不大于 200 只气瓶为一个批量(不含破坏性试验用气瓶)。

5.2.3.3 为避免内胆与碳纤维复合层之间的电腐蚀,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。

5.2.3.4 缠绕时不可将不同种类的纤维混合在一起,每层应采用一种纤维,玻璃纤维只作为保护层。

5.2.3.5 缠绕和固化应进行工艺评定。

5.2.3.6 水压试验前应按规定自紧压力进行自紧处理。

5.2.3.7 气瓶外表面打磨不可损伤到碳纤维。

### 5.3 附件

5.3.1 根据充装气体要求装配阀门,瓶阀装配扭矩应满足附录 A 的规定。

5.3.2 瓶阀上应有爆破片式安全泄放装置,爆破片的爆破压力应为水压试验压力的 83%~100%。

## 6 试验方法和合格标准

### 6.1 内胆

#### 6.1.1 壁厚和制造公差

壁厚应采用超声波测厚仪或专用测量工具进行检测,制造公差应采用标准或专用量具进行检测。

合格标准:

- a) 壁厚应不小于设计壁厚;
- b) 筒体平均外径应不超过公称外径的 $\pm 1\%$ ;
- c) 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直径的 2%;
- d) 筒体直线度应不超过筒体长度的 0.3%。

#### 6.1.2 内、外表面

目测检查,内表面可采用内窥镜或内窥灯进行检查。

合格标准:

- a) 内、外表面不应有肉眼可见的尖锐表面压痕、明显突起、重叠、裂纹和夹杂,颈部与肩部过渡部分不应有突变或明显皱折,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。
- b) 筒体与肩部、筒体与底部应圆滑过渡。

#### 6.1.3 瓶口螺纹

应采用符合 GB/T 3934 规定的螺纹量规进行检测。

合格标准:

- a) 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 和 GB/T 197 等相关标准的规定。
- b) 螺纹的螺距、牙型角、牙顶、牙底及表面粗糙度应符合标准的规定。
- c) 螺纹的有效螺距数应符合标准的规定。

#### 6.1.4 硬度试验

试验方法应符合 GB/T 230.1 或 GB/T 231.1 的规定。

合格标准:硬度值不应超出气瓶制造单位规定的范围。

#### 6.1.5 拉伸试验

在内胆筒体部位沿轴向对称截取两个试样。试样标距长度不小于 24 倍内胆设计壁厚,试样宽度不大于 6 倍内胆设计壁厚。若内胆的尺寸不够制作笔直试样,可将试样夹持端拉直或压直,不应加热或敲击,也可用同样工艺制造的长试件做试样,且在试验报告中注明试样制备的方法,试验方法应符合

GB/T 228 的规定。

合格标准:符合表 2 的规定。

#### 6.1.6 金相试验

在内胆的肩部取样。试验方法应符合 GB/T 3246.1 的规定。

合格标准:无过烧组织。

### 6.2 气瓶

#### 6.2.1 内、外表面

目测检查,内表面可用内窥镜或内窥镜灯进行检查。

合格标准:

- a) 内表面、瓶口螺纹及密封面应清洁,不应有残留物;
- b) 外表面应光滑、平整、不应有纤维裸露、纤维断裂、树脂积瘤及纤维分层等影响性能的缺陷。

#### 6.2.2 层间剪切试验

试验方法应符合 GB/T 1458 的规定,制作具有代表性的缠绕层试样,有效试样数不应少于 3 个。

合格标准:在沸水中煮 24 h 后,剪切强度 $\geq 34.5$  MPa。

#### 6.2.3 水压试验

应采用外测法进行水压试验,试验前应实测气瓶水容积和重量,其数值应以三位有效数字表示,第四位数值,对于容积一律舍去,对于瓶重一律进位。试验方法应符合 GB/T 9251 的规定。

合格标准:在水压试验压力下,保压 1 min,瓶体不应有泄漏或明显变形,且水压试验压力下弹性膨胀量不应超过气瓶极限弹性膨胀量(REE)。

#### 6.2.4 气密性试验

应在水压试验后进行气密性试验,试验压力为公称工作压力,试验方法应符合 GB/T 12137 的规定。

合格标准:在试验压力下,保压 1 min,不应有泄漏。

气密性试验仅限带瓶阀出厂的气瓶。

#### 6.2.5 水压爆破试验

匀速加压至最小爆破压力,保压至少 5 s,然后加压直到爆破。加压速率每秒不超过 1.37 MPa,试验方法应符合 GB/T 15385 的规定。

合格标准:实测爆破压力不低于最小爆破压力,爆破起始位置应在气瓶筒体部位。

#### 6.2.6 疲劳试验

在常温条件下,按 GB/T 9252 进行疲劳试验,压力循环频率不应超过 10 次每分钟,在最大压力的 90%~100%期间保压不少于 1.2 s。

试验步骤如下:

- a) 气瓶从小于 10%公称工作压力到公称工作压力进行压力循环至少 10 000 次;
- b) 然后,从接近零压力到水压试验压力进行压力循环至少 30 次;
- c) 完成上述试验后,按 6.2.5 进行水压爆破试验。

合格标准:在疲劳试验过程中,气瓶不应出现任何可见损伤、变形和泄漏。剩余爆破压力应不低于最小爆破压力的90%。

#### 6.2.7 高低温疲劳试验

疲劳试验方法应符合 GB/T 9252 的规定,压力循环频率不应超过 10 次每分钟,在最大压力的 90%~100%期间保压不少于 1.2 s。

试验步骤如下:

- a) 气瓶在零压下,温度不低于 60 °C,相对湿度 95%以上的环境中放置 48 h;
- b) 在上述环境中从接近零压力到公称工作压力进行压力循环至少 5 000 次;
- c) 气瓶泄压至零压力在常温下稳定后,在温度不高于-51.6 °C 环境中,从接近零压力到公称工作压力进行压力循环至少 5 000 次;
- d) 气瓶泄压至零压力在常温下稳定后,在常温下从接近零压力到水压试验压力进行压力循环至少 30 次;
- e) 完成上述试验后,按 6.2.5 进行水压爆破试验。

合格标准:在疲劳试验过程中气瓶不应出现任何可见损伤、变形和泄漏。剩余爆破压力应不低于最小爆破压力的90%。

#### 6.2.8 热循环试验

压力循环试验方法应符合 GB/T 9252 的规定,循环频率不应超过 10 次每分钟,在最大压力的 90%~100%期间保压不少于 1.2 s。

试验步骤如下:

- a) 气瓶在常温下从接近零压力到公称工作压力进行压力循环 10 000 次;
- b) 将气瓶充压并保持在公称工作压力下,在 93.3 °C 和 -51.6 °C 温度下进行热循环试验至少 20 次,在每个温度下至少保持 10 min;
- c) 完成上述试验后,按 6.2.5 进行水压爆破试验。

合格标准:在压力循环的试验过程中气瓶不应出现任何可见损伤、变形和泄漏。剩余爆破压力应不低于最小爆破压力的90%。

#### 6.2.9 跌落试验

将未充气的装有阀门的气瓶按下列要求从 3 m 高处自由坠落到混凝土地面上。

试验步骤如下:

- a) 气瓶垂直坠落,瓶底着地;
- b) 气瓶水平坠落,瓶体侧壁着地;
- c) 气瓶水平坠落到 38 mm×4.8 mm 角钢的棱边上,角钢两侧边与地面成 45° 夹角放置,撞击点在气瓶侧壁的中部附近;
- d) 跌落试验后的气瓶,从小于 10%公称工作压力到公称工作压力进行压力循环至少 1 000 次,循环频率不应超过 10 次每分钟,在最大循环压力的 90%~100%期间保压不少于 1.2 s。压力循环试验方法应符合 GB/T 9252 的规定;
- e) 完成上述试验后,按 6.2.5 进行水压爆破试验。

合格标准:在压力循环试验过程中气瓶不应出现任何可见泄漏。剩余爆破压力应不低于最小爆破压力的90%。

#### 6.2.10 枪击试验

试验步骤如下:

- a) 气瓶充空气或氮气至公称工作压力；
- b) 气瓶直径  $\phi 120$  mm 以上用 7.62 mm 的穿甲弹(小于或等于  $\phi 120$  mm 可用 5.6 mm 或 7.62 mm 普通弹),射击距离不大于 45 m；
- c) 气瓶放置的位置应使弹头撞击点在筒体侧壁,入射方向与瓶体轴线成  $45^\circ$ ,并保证子弹击中并穿透气瓶。

合格标准:试验后的气瓶不应爆破。

## 6.2.11 火烧试验

试验步骤如下:

- a) 将装配有满足设计要求爆破片瓶阀的气瓶,充装空气或氮气至公称工作压力；
- b) 气瓶垂直放置(另一只水平放置),在火源上方约 100 mm 处,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,火源宜采用浇有煤油的干燥木柴,至少沿气瓶轴线设置 3 只热电偶,以监控气瓶表面温度。同时,还应配置测定和监控瓶内压力的压力表和泄压阀门,并用管线将其从瓶口引到安全区域；
- c) 点火后火源产生的火焰应能包覆住气瓶的全部表面,试验过程应每间隔不超过 30 s 记录一次热电偶的显示温度和气瓶压力,点火后 2 min 内至少应有 1 只热电偶的显示温度达到  $590^\circ\text{C}$ ,并在随后的试验过程中不得低于这一温度。气瓶应暴露在火焰中直到全部气体排空为止。

合格标准:在点火开始试验后 2 min 内气瓶不应发生爆炸,瓶内气体可通过瓶阀安全泄放装置泄放。当火烧时间超过 2 min 时,可通过旁路泄放瓶内气体。气瓶应保持完整。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

#### 7.1.1 逐只检验

气瓶应按表 3 规定的项目进行逐只检验。

#### 7.1.2 批量检验

7.1.2.1 气瓶应按表 3 规定的项目进行批量检验。

##### 7.1.2.2 抽样

###### 7.1.2.2.1 内胆

从每批内胆中随机抽取 1 只,进行拉伸试验、金相试验。

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,该批内胆可重新热处理,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。

###### 7.1.2.2.2 气瓶

a) 从每批气瓶中随机抽取 1 只,进行疲劳试验；

b) 从每批气瓶中随机抽取 1 只,进行水压爆破试验,用于疲劳试验的气瓶可用来进行爆破试验。

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,则本批气瓶合格,如果其中有一只未通过试验,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 3 规定的项目进行型式试验。若型式试验不合格,则不应投入批量生产,不应投入使用。

7.2.2 用于型式试验气瓶的抽样按 TSG R7002 的规定,各项试验的抽样数量见表 3。

## 7.3 设计变更

7.3.1 在原设计基础上设计变更的气瓶,应按表 4 规定的试验项目做相应的型式试验。

7.3.2 设计的气瓶与原设计有下列不同则不作为设计变更,不必补充型式试验项目:

- a) 直径和工作压力变化小于等于 10%;
- b) 容积变化小于等于 30%。

表 3 气瓶出厂检验及型式试验

| 序号 | 检验项目    | 出厂检验 |      |      | 型式试验 |      | 试验方法和合格标准 |
|----|---------|------|------|------|------|------|-----------|
|    |         | 逐只检验 | 批量检验 |      | 试验   | 抽样数量 |           |
|    |         |      | 检验   | 抽样数量 |      |      |           |
| 1  | 壁厚和制造公差 | √    | —    |      | —    |      | 6.1.1     |
| 2  | 内、外表面   | √    | —    |      | —    |      | 6.1.2     |
| 3  | 瓶口螺纹    | √    | —    |      | —    |      | 6.1.3     |
| 4  | 硬度试验    | √    | —    |      | —    |      | 6.1.4     |
| 5  | 拉伸试验    | —    | √    | 1    | √    |      | 6.1.5     |
| 6  | 金相试验    | —    | √    |      | √    |      | 6.1.6     |
| 7  | 内、外表面   | √    | —    |      | —    |      | 6.2.1     |
| 8  | 层间剪切试验  | —    | —    |      | √    |      | 6.2.2     |
| 9  | 水压试验    | √    | —    |      | √    |      | 6.2.3     |
| 10 | 气密性试验   | √    | —    |      | √    |      | 6.2.4     |
| 11 | 水压爆破试验  | —    | √    | 1    | √    | 3    | 6.2.5     |
| 12 | 疲劳试验    | —    | √    | 1    | √    | 2    | 6.2.6     |
| 13 | 高低温疲劳试验 | —    | —    |      | √    | 2    | 6.2.7     |
| 14 | 热循环试验   | —    | —    |      | √    | 2    | 6.2.8     |
| 15 | 跌落试验    | —    | —    |      | √    | 1    | 6.2.9     |
| 16 | 枪击试验    | —    | —    |      | √    | 1    | 6.2.10    |
| 17 | 火烧试验    | —    | —    |      | √    | 2    | 6.2.11    |

注：“√”为做，“—”为不做。

表 4 设计变更

| 试验项目    | 材料变化 | 外径和工作压力变化 |      | 容积变化    |      | 制造设备变化 | 内胆变化    |
|---------|------|-----------|------|---------|------|--------|---------|
|         |      | 10~20%    | >20% | 30%~50% | >50% | 不满足原工艺 | 端部或厚度减小 |
| 层间剪切试验  | √    | —         | —    | —       | —    | —      | —       |
| 水压爆破试验  | √    | √         | √    | √       | √    | √      | √       |
| 疲劳试验    | √    | √         | √    | √       | √    | √      | √       |
| 高低温疲劳试验 | √    | —         | √    | —       | √    | √      | —       |
| 热循环试验   | √    | —         | √    | —       | √    | √      | —       |
| 跌落试验    | √    | √         | √    | √       | √    | √      | √       |
| 枪击试验    | √    | √         | √    | √       | √    | √      | —       |
| 火烧试验    | √    | √         | √    | √       | √    | √      | —       |
| 应力分析    | √    | √         | √    | —       | √    | —      | √       |

注：“√”为做，“—”为不做。

## 8 标志、包装、运输和储存

### 8.1 标志

8.1.1 应对每只气瓶作清晰的永久性的标记,标记应植人树脂层内。

8.1.2 标记项目应包含以下内容:

- a) 气瓶编号;
- b) 气瓶公称容积, L;
- c) 气瓶公称重量, kg;
- d) 气瓶充装介质名称或代号;
- e) 气瓶公称工作压力, MPa;
- f) 气瓶水压试验压力, MPa;
- g) 制造单位名称或代号;
- h) 气瓶制造年月;
- i) 气瓶设计使用寿命;
- j) 监督检验标志;
- k) 制造单位许可证编号;
- l) 产品标准;
- m) 水压试验极限弹性膨胀量(REE)。

### 8.2 包装

8.2.1 气瓶出厂时,若不带阀,其瓶口应采取可靠措施加以密封,以防止沾污。

8.2.2 气瓶应妥善包装,防止运输时损伤。

8.2.3 包装运输标志应符合 GB 191 的有关规定。

### 8.3 运输

8.3.1 气瓶的运输应符合运输部门的有关规定。

8.3.2 在运输和装卸过程中,应防止碰撞、受潮和损坏附件,尤其要防止缠绕层的划伤。

### 8.4 储存

气瓶不应储存在日光曝晒和高温、潮湿及含有腐蚀介质的环境中。

## 9 产品合格证和批量检验质量证明书

### 9.1 产品合格证

9.1.1 经检验合格的每只气瓶均应附有产品合格证及使用说明书。

9.1.2 产品合格证应包含以下内容:

- a) 气瓶型号;
- b) 气瓶编号;
- c) 气瓶实测水容积;
- d) 气瓶实测重量;
- e) 气瓶充装介质或代号;
- f) 气瓶公称工作压力;
- g) 气瓶水压试验压力;
- h) 制造单位名称或代号;
- i) 气瓶制造年月;
- j) 气瓶设计使用寿命;
- k) 监督检验标记;
- l) 气瓶制造单位许可证编号;
- m) 产品标准;
- n) 水压试验极限弹性膨胀量(REE);
- o) 内胆材料牌号;
- p) 纤维材料牌号;
- q) 树脂材料牌号;
- r) 定期检验周期。

### 9.2 批量检验质量证明书

9.2.1 经检验合格的每批气瓶,均应附有批量检验质量证明书,气瓶使用方均应有批量检验质量证明书的复印件。

9.2.2 批量检验质量证明书的内容,应包括本标准规定的批量检验项目,参见附录 C。

9.2.3 制造单位应妥善保存气瓶的检验记录和批量检验质量证明书的复印件(或正本),保存时间不少于15年。

附 录 A  
(规范性附录)  
气瓶阀装配扭矩

A.1 概述

本附录规定了气瓶阀装配扭矩,适用于由常规材料如铜、不锈钢和碳素钢制造的气瓶阀。

A.2 气瓶阀装配扭矩(见表 A.1)

表 A.1 气瓶阀装配扭矩

| 螺纹规格 | 扭矩/(N·m) |     |
|------|----------|-----|
|      | min      | max |
| M18  | 85       | 100 |
| M25  | 95       | 130 |
| M30  | 95       | 130 |

附录 B

(资料性附录)

螺纹剪切应力安全系数计算方法

B.1 概述

本附录规定了气瓶瓶口螺纹的剪切应力安全系数计算方法。

B.2 螺纹剪切应力安全系数计算方法

B.2.1 计算公式

螺纹剪切应力安全系数即材料剪切强度( $\tau_m$ )与螺纹剪切应力的比值。铝合金材料剪切强度( $\tau_m$ )取 0.6 倍的材料抗拉强度。内、外螺纹剪切应力按公式(B.1)、(B.2)分别计算:

$$\tau_n = \frac{F_w}{zA_n} \dots\dots\dots(B.1)$$

$$\tau_w = \frac{F_w}{zA_w} \dots\dots\dots(B.2)$$

式中:

- $\tau_n$  —— 内螺纹的剪切应力,单位为兆帕(MPa);
- $F_w$  —— 最大轴向外载荷,单位为牛(N);
- $z$  —— 啮合的螺纹牙数;
- $A_n$  —— 内螺纹牙的受剪面积,单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>);
- $\tau_w$  —— 外螺纹的剪切应力,单位为兆帕(MPa);
- $A_w$  —— 外螺纹牙的受剪面积,单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>)。

最大轴向外载荷按式(B.3)计算:

$$F_w = p_{\text{内}} A \dots\dots\dots(B.3)$$

式中:

- $p_{\text{内}}$  —— 气瓶内压力,单位为兆帕(MPa);
- $A$  —— 瓶口内螺纹开孔受压面积(取内螺纹的大径),单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>)。

内、外螺纹牙的受剪面积按公式(B.4)、(B.5)分别计算:

$$A_n = \pi d_{\text{min}} \left[ \frac{P}{2} + \tan \frac{\alpha}{2} (d_{\text{min}} - D_{2\text{max}}) \right] \dots\dots\dots(B.4)$$

$$A_w = \pi D_{1\text{max}} \left[ \frac{P}{2} + \tan \frac{\alpha}{2} (d_{2\text{min}} - D_{1\text{max}}) \right] \dots\dots\dots(B.5)$$

式中:

- $d_{\text{min}}$  —— 外螺纹最小大径,单位为毫米(mm);
- $P$  —— 螺纹的螺距,单位为毫米(mm);
- $\alpha$  —— 螺纹的牙形角,单位为度(°);
- $D_{2\text{max}}$  —— 瓶口内螺纹最大中径,单位为毫米(mm);
- $D_{1\text{max}}$  —— 瓶口内螺纹最大小径,单位为毫米(mm);
- $d_{2\text{min}}$  —— 外螺纹最小中径,单位为毫米(mm)。

瓶口内螺纹和外螺纹的啮合情况和计算取值见图 B.1,且有以下关系式成立:

$$b = \frac{P}{2} + 2x = \frac{P}{2} + \tan \frac{\alpha}{2} (d_{\min} - D_{2\max}), b_1 = \frac{P}{2} + 2y = \frac{P}{2} + \tan \frac{\alpha}{2} (d_{2\min} - D_{1\max})。$$

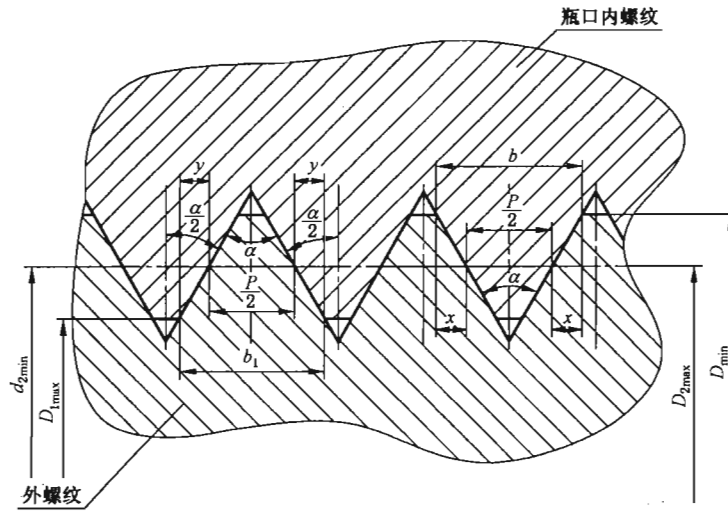


图 B.1 瓶口内螺纹和外螺纹啮合尺寸及受力部位示意图

## B.2.2 计算示例

气瓶采用铝合金内胆,材料抗拉强度保证值为 290 MPa,气瓶公称工作压力 30 MPa,水压试验压力 50 MPa,瓶口螺纹为 M18×1.5-6H,有效螺纹 13 牙,计算气瓶水压试验压力下螺纹剪切应力安全系数。

解:根据螺纹标准,M18×1.5 螺纹的牙型角为 60°,其 6H 内螺纹的极限尺寸如下:

| 公称直径<br>$D$ | 螺距<br>$P$ | 大径         |             | 中径          |             | 小径          |  |
|-------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
|             |           | $D_{\min}$ | $D_{2\max}$ | $D_{2\min}$ | $D_{1\max}$ | $D_{1\min}$ |  |
| 18.0        | 1.50      | 18.000     | 17.216      | 17.026      | 16.676      | 16.376      |  |

相应的 6g 外螺纹的极限尺寸如下:

| 公称直径<br>$d$ | 螺距<br>$P$ | 大径         |            | 中径          |             | 小径          |
|-------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|             |           | $d_{\max}$ | $d_{\min}$ | $d_{2\max}$ | $d_{2\min}$ | $d_{1\max}$ |
| 18.0        | 1.50      | 17.968     | 17.732     | 16.994      | 16.854      | 16.344      |

内螺纹牙的受剪面积  $A_n$ :

$$A_n = \pi d_{\min} \left[ \frac{P}{2} + \tan \frac{\alpha}{2} (d_{\min} - D_{2\max}) \right] = 3.14 \times 17.732 \left[ \frac{1.50}{2} + \tan \frac{60^\circ}{2} \times (17.732 - 17.216) \right]$$

$$= 58.336 (\text{mm}^2)$$

最大轴向外载荷  $F_w$ :

$$F_w = P_{\text{内}} A = 50 \times 3.14 \times 18.0^2 / 4 = 12\,717 (\text{N})$$

内螺纹的剪切应力  $\tau_n$ :

$$\tau_n = \frac{F_w}{z A_n} = \frac{12\,717}{13 \times 58.336} = 16.769 (\text{MPa})$$

螺纹剪切应力安全系数:

$$\frac{\tau_m}{\tau_n} = \frac{0.6 \times 290}{16.769} = 10.38$$

计算值满足气瓶瓶口螺纹的设计要求。

附录 C  
(资料性附录)

呼吸器用复合气瓶批量检验质量证明书

气瓶型号 \_\_\_\_\_ 产品图号 \_\_\_\_\_ 盛装介质 \_\_\_\_\_  
 生产组批号 \_\_\_\_\_ 制造许可证编号 \_\_\_\_\_  
 本批气瓶共 \_\_\_\_\_ 只 编号从 \_\_\_\_\_ 号到 \_\_\_\_\_ 号 其中不包括下列瓶号：  
 \_\_\_\_\_

C.1 主要技术数据

|           |  |             |  |
|-----------|--|-------------|--|
| 公称容积/L    |  | 公称工作压力/MPa  |  |
| 内胆公称外径/mm |  | 水压试验压力/MPa  |  |
| 内胆设计壁厚/mm |  | 气密性试验压力/MPa |  |

C.2 内胆材料化学成分

| 元素(质量分数)/% | Si            | Fe    | Cu            | Mn    | Mg            | Cr            | Zn    | Ti    | P          | Bi         | 其他          |             | Al |
|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|---------------|-------|-------|------------|------------|-------------|-------------|----|
| 标准值        | 0.40~<br>0.80 | ≤0.70 | 0.15~<br>0.40 | ≤0.15 | 0.80~<br>1.20 | 0.04~<br>0.35 | ≤0.25 | ≤0.15 | ≤<br>0.003 | ≤<br>0.003 | 单项<br>≤0.05 | 总体<br>≤0.15 | 余量 |
| 实测值        |               |       |               |       |               |               |       |       |            |            |             |             |    |

C.3 内胆材料力学性能及金相组织

试验胆号 \_\_\_\_\_

| 检验项目 | 抗拉强度 $R_m$ /MPa | 规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa | 断后伸长率 A/% | 金相组织 |
|------|-----------------|---------------------------|-----------|------|
| 规定值  | ≥262            | ≥242                      | ≥10       | 无过烧  |
| 实测值  |                 |                           |           |      |

C.4 水压爆破试验

气瓶编号 \_\_\_\_\_ 爆破压力 \_\_\_\_\_ MPa 爆破起始位置 \_\_\_\_\_

C.5 疲劳试验

气瓶编号 \_\_\_\_\_ 疲劳试验后剩余爆破压力 \_\_\_\_\_ MPa。

经检查和试验符合 GB 28053—2011 的要求,该批气瓶是合格产品。

监督检验单位:(盖章)

气瓶制造单位:(检验专用章)

监督检验员:(签字或盖章)

检验负责人:(签字或盖章)

年 月 日

年 月 日

---

9.22 5F

18:30-9:30

No.

Date

质检总局董处长讲话

与DOT的不同之处(复合气瓶)

GB 28053-2011 呼吸器用复合气瓶 (主要参照 DOT-CFFC)

2006年申请编制 (2006-2008.10 报批-2011.5 定稿)

国外标准: ISO 11119-2 BS EN 12245 HSE-AL-FW2

没有有限定成品气瓶为同一批内胆

与DOT中材料化学成分不同处: Pb, Bi  $\leq 0.005\%$  (DOT)

Pb, Bi 材料杂质因难, 可要求厂家进行材料检验

气瓶内壁要求: 有虫鼠纹

相对于其他无标准要求, 但制造厂家要有要求数据

硬度<sup>试验</sup>: 抗拉:  $\geq 80$ ; 洛氏 46.9-50.1

抗拉: 290; 洛氏: 50.1-

金相试验: 在内胆的肩部取样

水压试验: REE值参考 DOT-CFFC

疲劳试验: 对剩余爆破压力有要求 (不低于90% DOT)

枪击试验: 保证了子弹击中并穿透气瓶 本标准

要求击穿, 一侧即可 (DOT要求对穿)

T/INGDU

上海特检院提出问题:

① 木包击弓管的口径

② 火药试验 (没有要求必须用木柴)

[水压试验 → 极限  
→ 合格数量]

③ 为何采用REE. 弹性膨胀量测定. → 1.1倍平均值

④ 气密试验: 瓶阀问题 (谁带). 国外要求不同, 原料料要求.

其它问题:

除空气、合成空气、氧气外, 本气瓶不可装其它气体. 只能用企标.

热循环试验: 气瓶水压 (气体)