



中华人民共和国国家标准

GB 24160—2009

车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶

Hoop-wrapped composite cylinders with steel liner for the on-board storage
of compressed natural gas as a fuel for automotive vehicles

(ISO 11439:2000, Gas cylinders—High pressure cylinders for
the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles, MOD)

2009-06-25 发布

2010-01-01 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	I
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	4
6 试验方法	7
7 检验规则	11
8 标志、涂敷、包装、运输、储存	16
9 产品合格证、产品使用说明书和批量检验质量证明书	16
附录 A (规范性附录) 超声检测	18
附录 B (资料性附录) 车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶批量检验质量证明书	21

前 言

本标准的全部内容为强制性。

本标准修改采用 ISO 11439:2000《气瓶 车用天然气高压气瓶》(英文版)有关 CNG-2 型气瓶部分。

本标准设计和试验部分根据 ISO 11439:2000 有关 CNG-2 型气瓶部分重新起草。为了更加适合我国国情,本标准在采用 ISO 11439:2000 有关 CNG-2 型气瓶部分时进行了修改。对缠绕气瓶公称容积及内胆材料进行了限制,并增加了对制造部分的技术要求。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 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:北京天海工业有限公司、重庆益峰高压容器有限责任公司、大连市锅炉压力容器检验研究所。

本标准主要起草人:张增营、石凤文、杨明高、毛三品、解越美、韩冰、刘守正。

车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶

1 范围

本标准规定了汽车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶(以下简称:缠绕气瓶)的型式和参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、涂敷、包装、运输、储存等要求。

本标准适用于设计、制造公称工作压力为 20 MPa 或 25 MPa,公称水容积为 30 L~450 L,工作温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$,设计使用寿命为 15 年的缠绕气瓶。

按本标准制造的缠绕气瓶仅用于充装符合 GB 18047 的车用压缩天然气,用作汽车的燃料,固定在汽车上使用;使用条件中不包括因外力等引起的附加载荷。

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 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223(全部) 钢铁及合金化学分析方法
- GB/T 224 钢的脱碳层深度测定法(GB/T 224—2008,ISO 3887:2003,MOD)
- GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
- 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 232 金属材料 弯曲试验方法(GB/T 232—1999,eqv ISO 7438:1985)
- 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 2578 纤维缠绕增强塑料环形试样制作方法
- GB/T 3362 碳纤维复丝拉伸性能试验方法
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)
- GB/T 4612 塑料 环氧化合物 环氧当量的测定(GB/T 4612—2008,ISO 3001:1999,IDT)
- GB/T 5777 无缝钢管超声波探伤检验方法(GB/T 5777—2008,ISO 9303:1989,MOD)
- 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 7690.1—2001,idt ISO 1889:1997)
- 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 7690.3—2001,idt ISO 3341:2000)
- GB 8335 气瓶专用螺纹
- GB/T 8336 气瓶专用螺纹量规
- 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 13298 金属显微组织检验方法
- GB 15385 气瓶水压爆破试验方法
- GB 16918 气瓶用爆破片技术条件

GB 18047 车用压缩天然气

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 19466.2—2004,ISO 11357-2:1999, IDT)

3 术语和定义、符号

GB/T 13005 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 术语和定义

3.1.1

公称工作压力 **nominal working pressure**

缠绕气瓶在基准温度(20℃)时的限定充装压力。

3.1.2

环向缠绕 **hoop-wrap**

浸渍树脂的连续纤维在内胆的筒体部分进行环向缠绕,纤维在内胆纵向方向不承载有效载荷。

3.1.3

缠绕气瓶 **hoop-wrapped cylinder**

金属内胆筒体部分的外侧环向缠绕浸渍树脂的连续纤维,经固化而制成的气瓶。

3.1.4

内胆 **liner**

对充装的气体起密封作用的缠绕气瓶内层无缝壳体。

3.1.5

批量 **batch**

内胆:系指采用同一设计条件,具有相同的公称直径、设计壁厚,用同一炉罐号钢,同一制造工艺制成,按同一热处理规范进行连续热处理的内胆的限定数量。

缠绕气瓶:系指采用同一设计条件,相同结构尺寸的合格内胆,相同复合材料,按相同工艺进行缠绕、固化的缠绕气瓶的限定数量。

3.1.6

自紧 **auto-frettage**

用于制造缠绕气瓶时对金属内胆的加压过程,使内胆应力超过其屈服点,以引起塑性变形。

注:自紧的结果,使缠绕气瓶内部在零压力时,纤维具有拉应力。

3.1.7

自紧压力 **auto-frettage pressure**

为分配内胆和缠绕层之间的应力而施加在缠绕气瓶内的压力。

3.1.8

纤维应力比 **fiber stress ratio**

缠绕气瓶最小设计爆破压力下纤维的应力与公称工作压力下纤维的应力之比。

3.2 符号

- A 内胆材料断后伸长率, %;
- D_0 内胆公称外径, mm;
- D_f 冷弯试验弯心直径, mm;
- E 人工缺陷长度, mm
- p 公称工作压力, MPa;
- p_h 水压试验压力, MPa;
- p_m 缠绕气瓶的最大许用工作压力, MPa;

- R_e 内胆材料热处理后的屈服强度保证值,MPa;
- R_{en} 内胆材料屈服强度实测值,MPa;
- R_g 内胆材料热处理后的抗拉强度保证值,MPa;
- R_m 内胆材料抗拉强度实测值,MPa;
- S_{n0} 内胆筒体实测平均壁厚,mm;
- T 人工缺陷深度,mm
- V 公称水容积,L;
- W 人工缺陷宽度,mm
- a_0 拉伸试样的原始厚度,mm;
- b_0 拉伸试样的原始宽度,mm;
- l_0 拉伸试样的原始标距,mm;
- α_{kV} 内胆材料冲击值, J/cm^2 ;
- σ_c 缠绕层复合材料抗拉强度,MPa;
- τ_s 缠绕层复合材料层间剪切强度,MPa。

4 型式和参数

4.1 型式

缠绕气瓶瓶体结构一般应符合图 1 所示的型式。

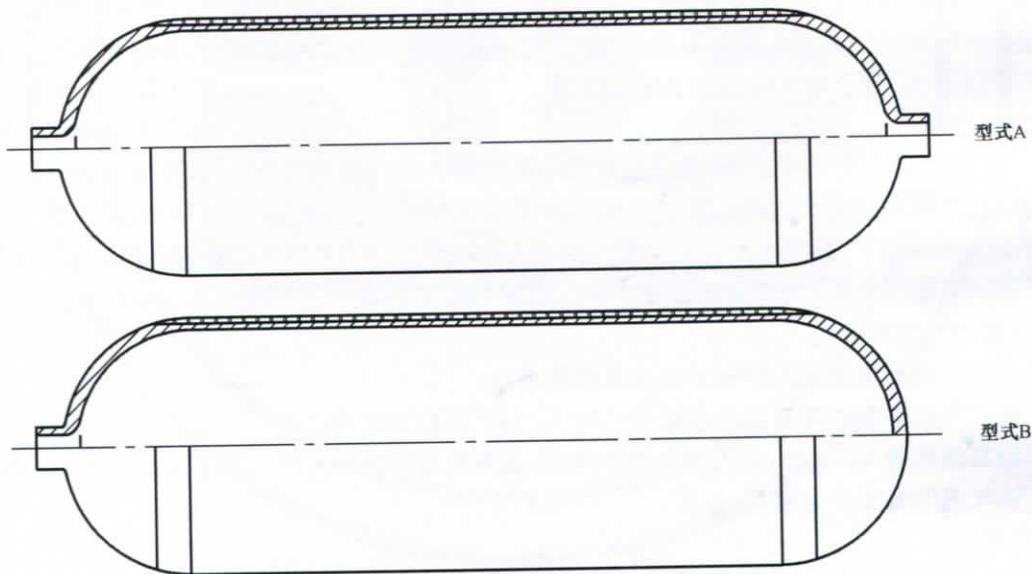


图 1 结构型式

4.2 参数

4.2.1 缠绕气瓶的公称工作压力 $p(20\text{ }^\circ\text{C})$ 应为 20 MPa 或 25 MPa。

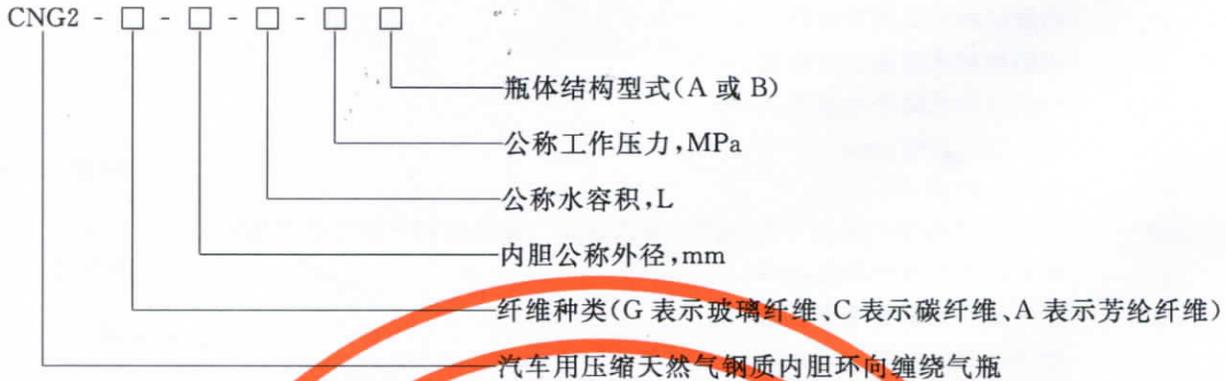
4.2.2 公称水容积和内胆公称外径一般应符合表 1 的规定。

表 1 公称水容积和内胆公称外径

项 目	数 值	允许偏差/%
公称水容积 V/L	30~450	+5 -0
内胆公称外径 D_0/mm	$\phi 165 \sim \phi 406$	± 1

4.3 型号标记

型号标记由以下部分组成：



示例：公称工作压力为 20 MPa，公称水容积为 50 L，内胆公称外径为 325 mm，纤维采用玻璃纤维，结构型式为 A 型的汽车用压缩天然气钢质内胆玻璃纤维环向缠绕气瓶，其型号标记为：CNG2-G-325-50-20A。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 设计使用寿命

以本标准中规定的使用条件为基础的缠绕气瓶，其设计使用寿命为 15 年。

5.1.2 最大许用工作压力

本标准所规定的公称工作压力 p 是以 20 °C 为基准温度的限定充装压力，缠绕气瓶允许达到的最大许用工作压力 p_m 为公称工作压力 p 的 1.3 倍。

5.1.3 温度范围

5.1.3.1 气体温度

设计缠绕气瓶时应考虑气体温度变化的影响：

- a) 在静止条件下，缠绕气瓶内气体的温度变化应处于 -40 °C ~ 65 °C 范围之内；
- b) 在充装和排放时，气体温度的变化可以超过 -40 °C ~ 65 °C 的范围。

5.1.3.2 缠绕气瓶温度

设计缠绕气瓶时应考虑瓶体材料温度变化的影响：

- a) 缠绕气瓶材料的温度变化应处于 -40 °C ~ 82 °C 范围之内；
- b) 当温度超过 65 °C 时，应仅限于瓶体局部，或在相当短的时间内。除了在 5.1.3.1b) 条件下，缠绕气瓶的温度不得超过 65 °C。

5.1.4 气体成分

应符合 GB 18047 的规定要求。

5.1.5 外表面

设计缠绕气瓶时，应考虑其连续承受机械损伤或化学侵蚀的能力。缠绕气瓶外表面应能适应下列工作环境：

- a) 间断地浸入水中，或者道路溅水；
- b) 车辆在海洋附近行驶，或者在用盐融化冰的路面上行驶；
- c) 阳光中的紫外线辐射；
- d) 砾石的冲击；
- e) 接触酸和碱溶液、肥料；
- f) 汽车用液体的侵蚀，包括汽油、液压油、电池酸、乙二醇和油；
- g) 接触排放的废气。

5.2 材料

5.2.1 内胆材料

- 5.2.1.1 应是电炉或氧气转炉冶炼的无时效性镇静钢。
- 5.2.1.2 应选用优质铬钼钢。
- 5.2.1.3 应具有良好的低温冲击性能。
- 5.2.1.4 应符合其相应的国家标准或行业标准的规定,并有质量合格证明书。缠绕气瓶制造单位应按炉罐号进行各项指标的验证分析。
- 5.2.1.5 材料的化学成分限定如表 2 所示,其化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。
- 5.2.1.6 钢坯低倍组织不允许有白点、残余缩孔、分层、气泡、异物和夹杂;中心疏松不应大于 2.0 级,偏析不应大于 2.5 级。

表 2 钢材化学成分 %

元素	C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P	S+P	Cu
含量 (质量分数)	≤0.37	0.15~0.37	0.40~0.90	0.80~1.20	0.15~0.35	≤0.020	≤0.020	≤0.030	≤0.20

5.2.1.7 无缝钢管

- 5.2.1.7.1 钢管的直线度应不大于 1.5 mm/m,圆度应不大于外径允许偏差的 80%。
- 5.2.1.7.2 钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。若有缺陷必须完全清除,清除处应光滑,清除后的实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。
- 5.2.1.7.3 无缝钢管应由钢厂按 GB/T 5777 的规定逐根进行纵向和横向超声波探伤检验,应符合验收等级 C5 的规定。

5.2.2 缠绕层材料

5.2.2.1 树脂

5.2.2.1.1 浸渍材料可以是热固性或热塑性树脂。适合的基体材料有:环氧、改性环氧、聚酯和乙烯类热固性树脂和聚乙烯、聚酰胺热塑性树脂。

5.2.2.1.2 浸渍材料的性能和技术指标应符合相应的国家标准或行业标准的规定,并有质量合格证明书。

5.2.2.2 纤维

5.2.2.2.1 结构增强性的纤维材料类型应是玻璃纤维、芳纶纤维或碳纤维。

5.2.2.2.2 纤维材料应符合相应的国家标准或行业标准的规定,并有质量合格证明书。

5.2.2.2.3 如果采用碳纤维,设计上应采取防止缠绕气瓶金属部件产生电化学腐蚀的措施。

5.3 设计

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 本标准不提供设计公式,但要求设计时进行适当的计算、分析和论证,以使缠绕气瓶能顺利地通过本标准所规定的材料、型式和批量等试验。

5.3.1.2 设计应保证缠绕气瓶在正常使用期间,由于承压部件质量退化而引起的失效模式为“未爆先漏”。如果金属内胆发生泄漏,只应是由于疲劳裂纹的扩展所致。

5.3.1.3 应对内胆材料的实测抗拉强度进行控制,热处理后内胆材料的最大抗拉强度不得超过 880 MPa。设计时,内胆材料屈服强度的保证值应不超过抗拉强度保证值的 90%。

5.3.1.4 缠绕气瓶水压试验压力 p_h 为公称工作压力 p 的 1.5 倍。

5.3.1.5 内胆最小设计爆破压力应为缠绕气瓶公称工作压力 p 的 1.3 倍。

5.3.1.6 缠绕气瓶最小设计爆破压力不应小于表 3 中的给定值。为保证在承受持续载荷和循环载荷条件下复合材料缠绕层的设计具有高度可靠性,纤维应力比应满足表 3 规定。

表 3 缠绕气瓶纤维应力比和最小设计爆破压力

纤维类型	纤维应力比	最小设计爆破压力/MPa
玻璃纤维	≥ 2.75	$2.5p$
芳纶纤维	≥ 2.35	$2.35p$
碳纤维	≥ 2.35	$2.35p$

5.3.1.7 应力分析

应采用能用于材料非线性分析的软件(专用计算机程序或有限元分析程序),建立计算复合材料力学性能的适当模型,对缠绕气瓶进行自紧压力、自紧后零压力、工作压力和最小设计爆破压力下的应力分析,确定缠绕层和内胆中的应力分布,纤维应力比应符合表 3 的规定。

5.3.2 端部结构

端部结构可采用半球形、椭圆形、碟形等凸形结构,允许缠绕气瓶在端部开瓶口,瓶口的中心线必须与缠绕气瓶的中心线一致。

5.3.3 瓶口螺纹应符合 GB 8335 的规定。瓶口的厚度,应能保证在承受紧阀的力偶矩和铆合颈圈的附加外力时不变形。

5.4 制造

5.4.1 内胆和缠绕气瓶制造应符合本标准规定,并应符合产品图样和有关技术文件的规定。

5.4.2 内胆一般采用下列制造方法:

- a) 以钢坯为原料,经冲拔拉伸、收口制成;
- b) 以无缝钢管为原料,经收底、收口制成。

5.4.3 内胆制造前应以材料的炉罐号对化学成分进行验证,分析方法按 GB/T 223 或 GB/T 4336 执行,结果应符合 5.2.1 要求。

5.4.4 内胆不允许进行焊接处理。

5.4.5 采用无缝钢管经收底制成的内胆应在收口前逐只进行底部密封性试验。

5.4.6 对内胆和缠绕气瓶的表面缺陷允许采用专用工具进行修磨。

5.4.7 制造应分批管理,内胆成品和缠绕气瓶成品均以不大于 200 只加上破坏性试验用内胆或缠绕气瓶数量为一个批。

5.4.8 热处理

5.4.8.1 内胆应通过连续加热炉进行整体热处理,热处理应按经评定合格的热处理工艺进行。淬火工艺可用油或水中加添加剂作为淬火介质。在水中加添加剂作为淬火介质时,内胆在介质中的冷却速度不应大于在 20℃ 水中冷却速度的 80%。

5.4.8.2 内胆热处理后应逐只进行无损检测。

5.4.9 缠绕气瓶制造前应对缠绕层材料按批进行确认,应符合 5.2.2 的要求。树脂的环氧当量应按 GB/T 4612 测定;纤维线密度(公制号数)应按 GB/T 7690.1 测定;纤维的断裂强力应按 GB/T 7690.3 或 GB/T 3362 测定。

5.4.10 缠绕和固化应按评定合格的工艺进行,并按 GB/T 19466.2 规定的方法对缠绕层复合材料进行玻璃化转变温度的测定。

5.4.11 应在缠绕气瓶水压试验前进行自紧处理。自紧压力应大于水压试验压力,且不大于按 5.3.1.7 计算的自紧压力的上限。

5.4.12 缠绕气瓶在水压试验后,应进行内表面处理。

5.4.13 瓶口螺纹的牙型、尺寸和公差,应符合 GB 8335 或相关标准的规定。

5.5 附件

5.5.1 瓶阀

5.5.1.1 瓶阀应有安全泄压装置,型式应为易熔合金塞和爆破片复合式结构。

5.5.1.2 爆破片的公称爆破压力为水压试验压力,允许偏差为 $\begin{matrix} +10\% \\ -0 \end{matrix}$;易熔塞的动作温度为 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,其余要求应符合相关标准的规定。

5.5.1.3 瓶阀上安全泄压装置的安全泄放量及泄放通径应按 GB 16918 进行设计计算,并应能保证缠绕气瓶在 6.2.10 所规定的火烧试验条件中安全泄压。

5.5.2 颈圈

如需装配,颈圈与瓶体的装配禁止用焊接方式。

5.5.3 瓶帽

如需装配,瓶帽宜采用可卸式结构。

5.5.4 采用螺纹连接的附件,其螺纹牙型、尺寸和公差应符合 GB 8335 或相关标准的规定。

6 试验方法

6.1 内胆

6.1.1 壁厚和制造公差

厚度应采用超声测厚仪测量,制造公差应采用标准的或专用的量具、样板进行检查。

6.1.2 底部密封性试验

采用适当的试验装置对内胆底部内表面中心区加压,加压面积至少应为内胆底部面积的 $1/16$,且加压区域直径至少为 20 mm ,试验介质可为洁净的空气或氮气。加压到密封性试验压力后,至少应保压 1 min ,保压期间在内胆底部外表面中心区涂刷肥皂液,观察是否有泄漏发生。

6.1.3 内、外观

目测检查,可借助于内窥灯或内窥镜检查内表面。

6.1.4 瓶口内螺纹

目测和用符合 GB/T 8336 标准或相应标准的量规检查。

6.1.5 内胆热处理后各项性能指标测定

6.1.5.1 取样

- 取样部位见图 2 所示;
- 试样应从筒体中部截取,采用实物扁试样;
- 取样数量:拉伸试样 1 件,横向冲击试样 3 件,冷弯试样 4 件。

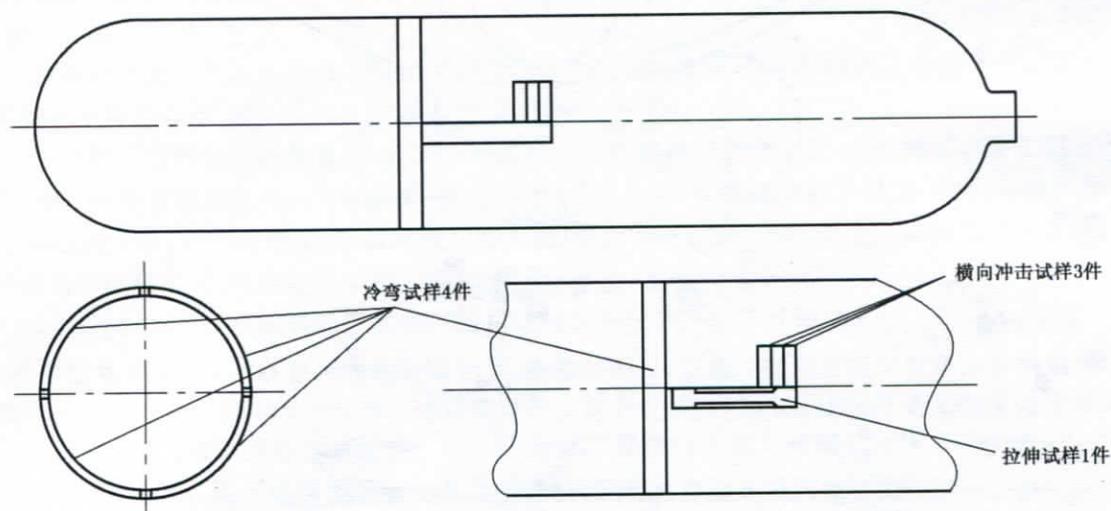


图 2 取样部位图

6.1.5.2 拉伸试验

- a) 试验的测定项目包括:抗拉强度、屈服强度和断后伸长率;
- b) 拉伸试样采用实物扁试样,试样制备形状见图3;
- c) 拉伸试样尺寸偏差和拉伸试验方法按 GB/T 228 执行。

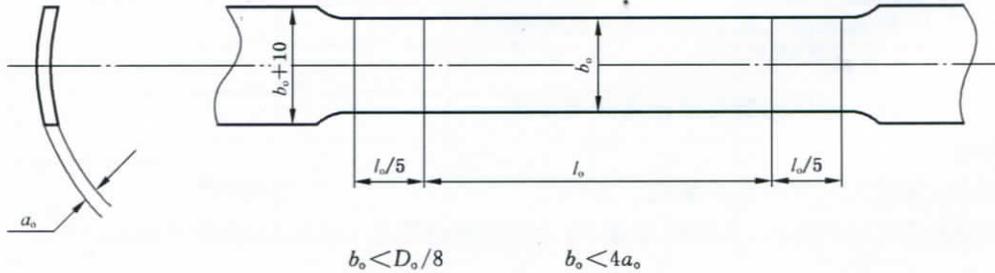


图3 拉伸试样图

6.1.5.3 冲击试验

- a) 规定以(3~5)mm×10mm×55mm、(5~7.5)mm×10mm×55mm或(7.5~10)mm×10mm×55mm带有V型缺口的横向试样作为标准试样;
- b) 试样形状尺寸及偏差按 GB/T 229 执行;
- c) 试验方法按 GB/T 229 执行。

6.1.5.4 冷弯试验

- a) 圆环应从拉伸试验的内胆上用机械方法环向截取;
- b) 圆环的宽度应为内胆壁厚的4倍,且不应少于25mm,将其等分成4条,任取1件试样进行冷弯试验,试验前应对该试样侧面进行加工,其表面粗糙度不应低于12.5 μm,圆角半径应不大于2mm;
- c) 试样制备和试验方法按 GB/T 232 执行,试样按图4进行弯曲。

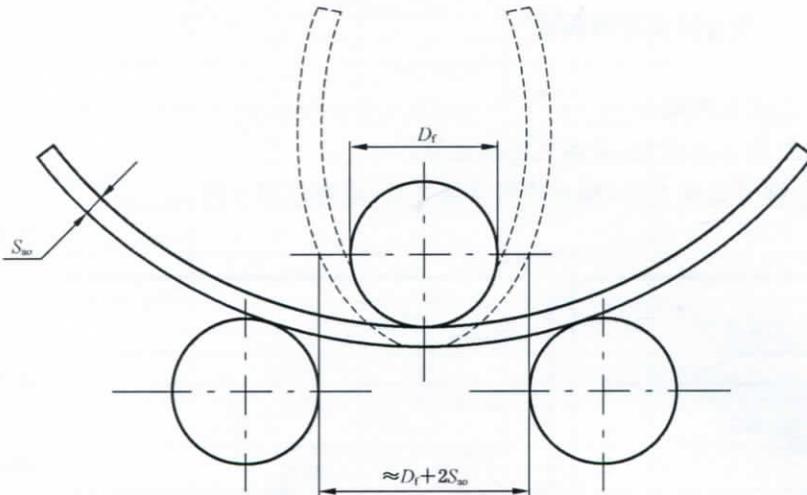


图4 冷弯试验示意图

6.1.6 金相检查

- a) 试样可从拉伸试验的内胆上截取,试样的制备、尺寸和试验方法按 GB/T 13298 执行;
- b) 脱碳层深度按 GB/T 224 执行。

6.1.7 底部解剖

- a) 试样可从拉伸试验的内胆上截取,试样的剖面应在内胆的轴线上;
- b) 试样的高度尺寸应保证留有瓶体底部过度段以上的筒体部分;

c) 试验方法按 GB/T 226 执行。

6.1.8 无损检测

应采用自动超声检测,按附录 A 执行。

6.1.9 水压爆破试验

按 GB 15385 执行。

- a) 管路中不应存有气体;
- b) 升压速度应不大于 0.5 MPa/s;
- c) 测出从开始到内胆爆破瞬间水的总压入量;
- d) 自动绘制压力-时间和压力-进水量曲线。

6.2 缠绕气瓶

6.2.1 缠绕层力学性能

6.2.1.1 层间剪切强度

应采用按 GB/T 2578 规定制作的具有代表性的缠绕层的试样,试验有效试样数应不少于 3 个。
水煮沸 24 h 后,按 GB/T 1458 执行。

6.2.1.2 抗拉强度

应采用按 GB/T 2578 规定制作的具有代表性的缠绕层的试样,试验有效试样数应不少于 3 个。
按 GB/T 1458 执行。

6.2.2 缠绕层外观

目测检查。

6.2.3 水压试验

应采用外测法,试验方法按 GB/T 9251 执行。

6.2.4 水压爆破试验

按 GB 15385 执行。

- a) 管路中不应存有气体;
- b) 在超过设计压力 80% 后的升压速度应不大于 1.4 MPa/s;如超过设计压力 80% 后的升压速度大于 3.5 MPa/s,则应在设计的最小爆破压力下保压 5 s;
- c) 测出从开始到缠绕气瓶爆破瞬间水的总压入量;
- d) 自动绘制压力-时间或压力-进水量曲线。

6.2.5 气密性试验

按 GB/T 12137 执行。

6.2.6 常温压力循环试验

在常温条件下,按 GB/T 9252 进行压力循环试验。

- a) 循环压力下限应不高于 2 MPa,循环压力上限应不低于缠绕气瓶的最大许用工作压力 p_m ;
- b) 压力循环速率不应超过每分钟 10 次。

6.2.7 极限温度压力循环试验

按如下步骤执行:

- a) 将零压下的缠绕气瓶置于温度不低于 65 °C、相对湿度不低于 95% 的环境中 48 h。
- b) 然后使缠绕气瓶在温度不低于 65 °C、相对湿度不低于 95% 的环境中按 GB/T 9252 进行压力循环试验,其中:
 - 循环压力下限应不高于 2 MPa,循环压力上限应不低于缠绕气瓶的最大许用工作压力 p_m ;
 - 压力循环速率应不超过每分钟 10 次;
 - 压力循环至 7 500 次。

- c) 再将缠绕气瓶置于低温环境中,测量并控制缠绕层外表面温度不高于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 使缠绕气瓶在温度不高于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中按 GB/T 9252 进行压力循环试验,其中:
 - 循环压力下限应不高于 2 MPa,循环压力上限应不低于公称工作压力 p ;
 - 压力循环速率不应超过每分钟 3 次;
 - 压力循环至 7 500 次。
- e) 将缠绕气瓶按 6.2.4 规定进行水压爆破试验。

6.2.8 加速应力破裂试验

在温度不低于 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$,缠绕气瓶加水压不低于最大许用工作压力 p_m 条件下,缠绕气瓶静置 1 000 h。然后按 6.2.4 规定进行水压爆破试验。

6.2.9 枪击试验

用 7.62 mm 的穿甲弹,穿透 1 只用压缩天然气或空气充压到公称工作压力 p 的缠绕气瓶。子弹应至少完全穿透缠绕气瓶的一侧瓶壁。子弹应以约 45° 的角度射击瓶壁。

6.2.10 火烧试验

6.2.10.1 缠绕气瓶的放置

缠绕气瓶应水平放置,并使瓶体下侧在火源上方约 100 mm 处。应采用金属挡板防止火焰直接接触瓶阀和泄压装置。金属挡板不应直接接触泄压装置和瓶阀。

6.2.10.2 火源

火源长度 1.65 m,火焰分布均匀。在火源长度范围内,火焰应能触及缠绕气瓶下部及两侧的外表面。

6.2.10.3 温度和压力测量

至少用 3 只热电偶沿缠绕气瓶下侧均匀设置,以监控表面温度,其间隔距离不小于 0.75 m。

用金属挡板防止火焰直接接触热电偶,也可以将热电偶嵌入边长小于 25 mm 的金属块中。试验过程中,每间隔不大于 30 s 的时间,记录一次热电偶的温度和缠绕气瓶内的压力。

6.2.10.4 一般试验要求

用天然气或空气将缠绕气瓶加压到公称工作压力 p 。

火烧试验时,应采取预防缠绕气瓶突然发生爆炸的措施。

点火后,火焰应迅速布满 1.65 m 的长度,并由缠绕气瓶的下部及两侧将其环绕。

点火后 5 min 内,至少应有 1 只热电偶指示温度达到 $590\text{ }^{\circ}\text{C}$,并在随后的试验过程中不得低于这一温度。

对于长度 $\leq 1.65\text{ m}$ 的缠绕气瓶,其中心位置应置于火源中心的上部。

对于长度 $> 1.65\text{ m}$ 的缠绕气瓶,按下列要求放置:

- a) 如果缠绕气瓶的一端装有泄压装置,火源开始于缠绕气瓶的另一端。
- b) 如果缠绕气瓶的两端都装有泄压装置,则火源应处于泄压装置间的中心位置。
- c) 如果缠绕气瓶采用了绝热层附加保护,应在工作压力下进行两次火烧试验:一次是火源中心处于缠绕气瓶长度中间;另一次是用另外一只缠绕气瓶,使火源起始于缠绕气瓶两端中的一端。

6.2.11 裂纹容限试验

沿缠绕气瓶缠绕层外表面纵向方向加工两条缺陷,缺陷尺寸至少为:一条长度 \times 深度为 $25\text{ mm}\times 1.25\text{ mm}$;另一条长度 \times 深度为 $200\text{ mm}\times 0.75\text{ mm}$ 。然后按 GB/T 9252 进行压力循环试验。

- a) 循环压力下限应不高于 2 MPa,循环压力上限应不低于缠绕气瓶的最大许用工作压力 p_m ;
- b) 压力循环速率应不超过每分钟 10 次;
- c) 压力循环至缠绕气瓶失效或超过 15 000 次。

6.2.12 酸环境试验

用质量浓度为 30% 的硫酸溶液(密度为: 1.219 g/cm^3)浸渍在加水压至不低于缠绕气瓶的最大许

用工作压力 p_m 的缠绕气瓶缠绕层外表面 100 h, 浸渍区域为 $\phi 150$ mm 直径范围。然后按 6.2.4 规定进行水压爆破试验。

6.2.13 未爆先漏试验

按 GB/T 9252 进行压力循环试验。

- a) 循环压力下限应不高于 2 MPa, 循环压力上限应不低于水压试验压力 p_h ;
- b) 压力循环速率应不超过每分钟 10 次;
- c) 压力循环至缠绕气瓶失效或超过 45 000 次。

6.2.14 高温蠕变试验

在温度不低于 100 °C, 缠绕气瓶加水压至不低于最大许用工作压力 p_m 条件下, 缠绕气瓶静置 200 h。然后按 6.2.3 和 6.2.4 规定进行水压试验和水压爆破试验。

7 检验规则

7.1 试验和检验判定依据

7.1.1 内胆

7.1.1.1 壁厚和制造公差

- a) 壁厚偏差不应超过设计最小壁厚的 $\begin{matrix} +17\% \\ -0 \end{matrix}$;
- b) 筒体外径偏差不应超过设计值的 $\pm 1\%$;
- c) 筒体的圆度在同一截面上测量其最大与最小外径之差不应超过该截面平均外径的 2%;
- d) 筒体直线度不应超过瓶体长度的 2%。

7.1.1.2 底部密封性试验

底部密封性试验压力为缠绕气瓶的公称工作压力 p , 保压时间不少于 1 min, 内胆底部不得有泄漏。

注: 仅限结构型式 B, 且采用钢管旋压收口成型的底部。

7.1.1.3 内、外观

- a) 内胆筒体内、外表面应光滑圆整, 不应有肉眼可见的裂纹、折叠、波浪、重皮、夹杂等影响强度的缺陷。对氧化皮脱落造成的局部圆滑凹陷和修磨后的轻微痕迹允许存在, 但必须保证筒体设计壁厚。
- b) 内胆端部内、外表面不应有肉眼可见的缩孔、皱褶、凸瘤和氧化皮, 端部缺陷允许用机械加工方法清除, 但必须保证端部设计厚度。
- c) 内胆的端部与筒体必须圆滑过渡, 肩部不允许有沟痕存在。

7.1.1.4 瓶口内螺纹

- a) 螺纹的牙型、尺寸和公差应符合 GB 8335 或相关标准的规定;
- b) 螺纹的螺距、牙型角、牙顶、牙底以及螺纹表面粗糙度应符合标准要求;
- c) 自瓶口基面起有效螺距数不应少于 8 个螺距;
- d) 螺纹基面位置的轴向变动量不应大于 1.5 mm。

7.1.1.5 内胆热处理后各项性能指标测定

7.1.1.5.1 内胆热处理后的力学性能值应符合表 4 要求。

表 4 内胆的力学性能

试验项目	热处理状态
	淬火后回火处理
实测屈服比 R_{eL}/R_m	≤ 0.92
实测抗拉强度 R_m/MPa	\geq 制造单位热处理后的保证值, 且 ≤ 880 MPa

表 4 (续)

试验项目		热处理状态		
		淬火后回火处理		
实测屈服强度 R_{es} /MPa		≥制造单位热处理后的保证值		
断后伸长率 A/%		≥14		
冲击值 α_{kv} /(J/cm ²)	试样宽度/mm	>3~5	>5~7.5	>7.5~10
	试验温度/°C	-50		
	平均值	30	35	40
	单个试样最小值	24	28	32

7.1.1.5.2 冷弯试验

冷弯后的试样应无裂纹,弯心直径应符合表 5 规定。

表 5 冷弯试验弯心直径要求

实测抗拉强度 R_m /MPa	弯心直径 D_f
>580~685	4 S_{a0}
>685~784	5 S_{a0}
>784~880	6 S_{a0}

7.1.1.6 金相检查

- a) 组织体应为回火索氏体;
- b) 脱碳层深度:外壁不应超过 0.3 mm;内壁不应超过 0.25 mm。

7.1.1.7 底部解剖

经酸蚀后,断面试样上不应有肉眼可见的缩孔、气泡、未熔合、裂纹、夹层等缺陷。

注:仅限结构型式 B,且采用钢管旋压收口成型的底部。

7.1.1.8 无损检测

内胆热处理后按 6.1.8 进行无损检测,结果应符合附录 A 的要求。

7.1.1.9 水压爆破试验

- a) 实测爆破压力不应低于内胆最小设计爆破压力;
- b) 爆破后应无碎片,主破口起始点必须在筒体上;
- c) 主破口应为塑性断裂,即断口边缘应有明显的剪切唇,断口上不应有明显的金属缺陷。

7.1.2 缠绕气瓶

7.1.2.1 缠绕层力学性能

7.1.2.1.1 缠绕层复合材料层间剪切强度 τ_s 不应低于 13.8 MPa。

7.1.2.1.2 缠绕层复合材料抗拉强度 σ_c 不应低于制造单位的保证值。

7.1.2.2 缠绕层外观

无白纱、纤维裸露、纤维断裂、树脂积瘤以及离层等缺陷。

7.1.2.3 水压试验

在水压试验压力下,保压时间不少于 30 s,压力表指针不应回降,瓶体不应泄漏或明显变形。泄压后容积残余变形率不应大于 5%。

水压试验报告中应包括缠绕气瓶实测水容积和质量,水容积和质量应保留一位小数。

例如:水容积或质量的实测值为:40.675;

水容积应表示为:40.6;

质量应表示为:40.7。

7.1.2.4 水压爆破试验

实测爆破压力不应低于最小设计爆破压力,破口的起始点应位于筒体部分。

7.1.2.5 气密性试验

气密性试验压力应为公称工作压力,保压时间不少于 1 min,瓶体、瓶阀和瓶体瓶阀连接处均不应泄漏。因装配而引起的泄漏现象,允许返修后重做试验。

7.1.2.6 常温压力循环试验

在按 6.2.6 规定压力循环至 15 000 次的过程中,瓶体不应泄漏或破裂。再加压循环至 45 000 次,允许泄漏失效,瓶体不得发生破裂。

注:对于结构型式 B,且采用钢管旋压收口成型的底部,在任何情况下其熔合部位不应泄漏。

7.1.2.7 极限温度压力循环试验

在按 6.2.7 规定进行加压循环过程中不应有纤维脱离、瓶体泄漏和破裂现象。

经极限温度压力循环后,其水压爆破压力不应低于 85% 的最小设计爆破压力。

7.1.2.8 加速应力破裂试验

按 6.2.8 规定进行加速应力破裂试验后,其水压爆破压力不应低于 85% 的最小设计爆破压力。

7.1.2.9 枪击试验

在按 6.2.9 规定枪击试验过程中,子弹至少穿过一侧瓶壁,瓶体不应破裂。

7.1.2.10 火烧试验

在按 6.2.10 规定进行火烧试验中,缠绕气瓶内气体应通过安全泄压装置泄放,且开始泄放压力应不小于缠绕气瓶的最大许用工作压力 p_m ,缠绕气瓶不应发生爆炸。

7.1.2.11 裂纹容限试验

带规定缺陷的缠绕气瓶在按 6.2.11 规定先进行压力循环至 3 000 次的过程中,瓶体不应泄漏。再进行压力循环 12 000 次,允许泄漏失效,但不允许破裂。

7.1.2.12 酸环境试验

按 6.2.12 规定经酸环境试验后,其水压爆破压力不应低于 85% 的最小设计爆破压力。

7.1.2.13 未爆先漏试验

按 6.2.13 规定压力循环至瓶体泄漏失效,或压力循环超过 45 000 次。瓶体不得发生爆破。

注:对于结构型式 B,且采用钢管旋压收口成型的底部,在任何情况下其熔合部位不应泄漏。

7.1.2.14 高温蠕变试验

在按 6.2.14 规定进行高温蠕变后,其水压试验和爆破试验应分别符合 7.1.2.3 和 7.1.2.4 规定。

注:当玻璃化转变温度超过 102 ℃ 时,不需做此项试验。

7.2 型式试验

7.2.1 新设计的缠绕气瓶应按表 6 规定项目进行型式试验,型式试验的内胆及缠绕气瓶应具有代表性。若型式试验不合格,则不得投入批量生产,不得投入使用。

7.2.2 型式试验所需内胆的数量为:内胆热处理后各项性能指标测定 1 只;水压爆破试验 1 只。

7.2.3 型式试验所需缠绕气瓶的数量为:水压爆破试验 3 只;常温压力循环试验 2 只;未爆先漏试验 3 只;火烧试验 1 只;枪击试验 1 只;酸环境试验 1 只;裂纹容限试验 1 只;加速应力破裂试验 1 只;极限温度压力循环试验 1 只;高温蠕变试验 1 只(如需要)。

7.2.4 所有进行型式试验的内胆和缠绕气瓶在试验后都应进行销毁处理。

7.3 设计变更

设计变更允许减少型式试验项目。设计变更除应按表 6 规定项目进行批量试验和逐只检验外,还应按表 7 规定的项目重新进行型式试验。相对于设计原型进行了表 7 规定试验项目的气瓶,如果其长度减少小于等于 50%,则不需要重新进行型式试验;长度减少大于 50% 时,应按表 7 的规定增加相应的型式试验。除了长度变化以外的其他任何变化,均须针对设计原型重新进行型式试验。

7.4 批量试验

7.4.1 批量试验项目应按表 6 规定。

表 6 试验和检验项目

项目名称	型式试验	出厂检验		试验和检验方法	判定依据	
		批量试验	逐只检验			
内胆	壁厚	√		√	6.1.1	7.1.1.1
	制造公差	√		√	6.1.1	7.1.1.1
	底部密封性试验 ^a	√		√	6.1.2	7.1.1.2
	内、外观	√		√	6.1.3	7.1.1.3
	瓶口内螺纹	√		√	6.1.4	7.1.1.4
	拉伸试验	√	√		6.1.5.2	7.1.1.5.1
	冲击试验	√	√		6.1.5.3	7.1.1.5.1
	冷弯试验	√	√		6.1.5.4	7.1.1.5.2
	金相检查	√	√		6.1.6	7.1.1.6
	底部解剖 ^a	√	√		6.1.7	7.1.1.7
	无损检测	√		√	6.1.8	7.1.1.8
	水压爆破试验	√	√		6.1.9	7.1.1.9
	缠绕气瓶	缠绕层层间剪切强度	√	√		6.2.1.1
缠绕层抗拉强度		√	√		6.2.1.2	7.1.2.1.2
缠绕层外观		√		√	6.2.2	7.1.2.2
水压试验		√		√	6.2.3	7.1.2.3
水压爆破试验		√	√		6.2.4	7.1.2.4
气密性试验		√		√	6.2.5	7.1.2.5
常温压力循环试验		√	√		6.2.6	7.1.2.6
极限温度压力循环试验		√			6.2.7	7.1.2.7
加速应力破裂试验		√			6.2.8	7.1.2.8
枪击试验		√			6.2.9	7.1.2.9
火烧试验		√			6.2.10	7.1.2.10
裂纹容陷试验		√			6.2.11	7.1.2.11
酸环境试验		√			6.2.12	7.1.2.12
未爆先漏试验		√			6.2.13	7.1.2.13
高温蠕变试验 ^b	√			6.2.14	7.1.2.14	

^a 仅限于结构型式 B,且采用钢管旋压收口成型的底部。

^b 复合材料的玻璃化转变温度高于 102℃时,可不进行此项试验。

7.4.2 批量试验所需内胆的数量为:内胆热处理后各项性能指标测定 1 只;水压爆破试验 1 只。

7.4.3 批量试验所需缠绕气瓶的数量为:水压爆破试验 1 只;常温压力循环试验 1 只。

7.4.4 常温压力循环试验频率

- a) 初次,每批取 1 只缠绕气瓶,压力循环的总次数为不少于 15 000 次;

- b) 如果连续 10 个生产批属同一设计族(即相似的材料和工艺,符合设计变更的限定条件,见 7.3),且压力循环试验的缠绕气瓶在上述 a) 试验中,达到至少 22 500 次压力次循环后仍不产生泄漏或破裂,则压力循环可以减少到每 5 个生产批抽取 1 只缠绕气瓶;
- c) 如果连续 10 个生产批属于同一设计族,且压力循环试验的缠绕气瓶在上述 a) 试验中达到至少 30 000 次压力循环仍不产生泄漏或破裂,则压力循环试验可以减少到每 10 个生产批抽取 1 只缠绕气瓶;
- d) 从最后一次压力循环试验起,中断超过 3 个月即失效;然后应从下一个生产批中抽取 1 只缠绕气瓶作压力循环试验,以保持上述 b) 或 c) 的减少的试验频率;
- e) 如果减少了频率的试验 b) 或 c) 不符合要求的压力循环的次数(分别为 22 500 次和 30 000 次),则有必要重复 a) 的批压力循环试验频率,至少为 10 个批,以重新建立 b) 或 c) 的减少的批压力循环试验频率。

如果缠绕气瓶在上述 a)、b) 或 c) 试验中,不能满足至少 15 000 次的要求,则应按 7.7 的程序处理,找出失效原因并纠正。然后再从该批中抽取 3 只缠绕气瓶,重复进行压力循环试验。如其中任一 1 只缠绕气瓶未达到 15 000 次,则该批缠绕气瓶应报废。

表 7 设计变更需重新进行型式试验的试验项目

设计变更	试验项目								
	水压爆破试验	极限温度压力循环试验	常温压力循环试验	火烧试验	枪击试验	酸环境试验	裂纹容限试验	加速应力破裂试验	高温蠕变试验 ^a
纤维材料制造厂	√	√	√					√	√
内胆材料	√	√	√	√	√	√	√	√	√
纤维材料	√	√	√	√	√	√	√	√	√
树脂材料		√			√	√	√	√	√
直径变化≤20%	√		√						
直径变化>20%	√	√	√	√	√		√		
长度变化≤50%				√ ^b					
长度变化>50%	√		√	√ ^b					
工作压力变化≤20% ^c	√		√						
端部结构	√		√						
瓶口螺纹尺寸	√		√						
保护层		√				√			
制造工艺	√		√						
瓶阀				√					

^a 树脂玻璃化转变温度低于 102 ℃ 时,应进行此项试验。
^b 仅限长度增加时。
^c 仅限壁厚变化与压力变化成比例时。

7.5 逐只检验

对同一批次生产的每只缠绕气瓶或内胆均应进行逐只检验,检验项目按表 6 规定。

7.6 抽样规则

随机抽样进行,能代表成品缠绕气瓶或内胆性能的同批试样也可使用。

7.7 复验规则

如果试验结果不合格,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误差所造成,则应重新试验;如重新试验结果合格,则首次试验无效。
- b) 如果试验操作正确,应找出试验不合格的原因:
 - 1) 如确认不合格是由于热处理造成的,允许对所涉及的所有缠绕气瓶内胆重复热处理,但重复热处理次数不得多于两次;重新热处理的内胆应保证设计壁厚;经重复热处理的内胆应作为新批重新进行批量检验。
 - 2) 如果不合格是由于热处理之外的原因造成的,则所有不合格的缠绕气瓶应报废。

8 标志、涂敷、包装、运输、储存

8.1 标志

8.1.1 内胆的材料移植号、热处理批号应永久性标记在瓶胆的口部或端部。

8.1.2 应对每只缠绕气瓶作清晰的永久性标记,字高不小于 8 mm,标记可在缠绕气瓶瓶肩部分打钢印标记或使用植入树脂层内的标签。

8.1.3 缠绕气瓶的标记项目应至少包括下列内容:

- a) 制造单位名称或代号;
- b) 缠绕气瓶编号;
- c) 产品标准号;
- d) 公称工作压力,MPa;
- e) 充装介质名称;
- f) 缠绕气瓶公称水容积,L;
- g) 缠绕气瓶的制造年月。

8.1.4 标记必须明显、完整、清晰。

8.2 涂敷

8.2.1 缠绕气瓶在涂敷前,应清除其外表面的油污、锈蚀等杂物,且在干燥条件下涂敷。

8.2.2 涂层应均匀牢固,不得有气泡、漆痕、龟裂纹和剥落等缺陷。

8.3 包装

8.3.1 根据用户需要,如不带瓶阀出厂,则瓶口应采取可靠措施加以密封,以防止沾污。

8.3.2 应采取保护缠绕层和瓶阀的有效措施。

8.4 运输

8.4.1 缠绕气瓶的运输应符合运输部门的有关规定。

8.4.2 缠绕气瓶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。

8.5 储存

缠绕气瓶应分类存放整齐。出厂前如储存六个月以上,则应采取可靠的防潮措施。

9 产品合格证、产品使用说明书和批量检验质量证明书

9.1 产品合格证

9.1.1 出厂的每只缠绕气瓶均应附有产品合格证,且应向用户提供产品使用说明书。

9.1.2 出厂产品合格证应至少包含以下内容:

- a) 制造单位的名称;
- b) 缠绕气瓶编号;
- c) 水压试验压力;

- d) 公称工作压力；
- e) 气密性试验压力；
- f) 内胆材料名称或牌号；
- g) 纤维材料名称或牌号；
- h) 树脂材料名称或牌号；
- i) 实测空瓶质量(不含瓶阀、瓶帽)；
- j) 实测水容积；
- k) 出厂检验标记；
- l) 制造年月；
- m) 定期检验周期；
- n) 产品标准号；
- o) 缠绕气瓶的设计使用寿命(年)；
- p) 制造单位制造许可证编号。

9.2 产品使用说明书

应至少包含以下内容：

- a) 充装介质；
- b) 公称工作压力；
- c) 定期检验周期；
- d) 设计使用寿命；
- e) 产品的维护；
- f) 安装使用注意事项。

9.3 批量检验质量证明书

9.3.1 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,可参考附录 B。

9.3.2 出厂的每批缠绕气瓶,均应附有批量检验质量证明书。该批缠绕气瓶有一个以上用户时,所有用户均应有批量检验证明书的复印件。

9.3.3 缠绕气瓶制造单位应妥善保存缠绕气瓶的检验记录和批量检验质量证明书的复印件(或正本),保存时间不应少于 15 年。

附 录 A
(规范性附录)
超 声 检 测

A.1 范围

本附录规定了钢质内胆的超声检测方法。其他能够证明适用于钢质内胆制造工艺的超声检测技术也可以采用。

A.2 一般要求

A.2.1 超声检测设备应能实现对内胆筒体的自动检测,并至少能够检测到 A.4.2 规定的对比样管的人工缺陷,还应能够按照工艺要求正常工作并保证其精度。设备应有质量合格证书或检定认可证书。

A.2.2 从事超声检测人员都应按照《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》的要求取得超声检测资格;超声检测设备的操作人员应至少具有 I(初)级超声检测资格证书;签发检测报告的人员应至少具有 II(中)级超声检测资格证书。

A.2.3 待测内胆的内、外表面的都应达到能够进行准确的超声检测并可进行重复检测的条件。

A.2.4 应采用脉冲反射式超声检测,耦合方式可以采用接触法或浸液法。

A.3 检测方法

A.3.1 一般应使超声检测探头对内胆侧壁进行螺旋式扫查。探头扫查移动速率应均匀,变化在 $\pm 10\%$ 以内。螺旋间距应小于探头的扫描宽度(至少应有 10%的重叠),保证在螺旋式扫查过程中实现 100%检测。

A.3.2 应能检测到内胆侧壁纵向和横向缺陷。检测纵向缺陷时,声束在内胆侧壁内沿环向传播;检测横向缺陷时,声束在内胆侧壁内沿轴向传播;纵向和横向检测都应在内胆侧壁两个方向上进行。

A.3.3 对于内胆筒体与肩部或底部之间的环壳部位应在底部方向进行横向缺陷扫查。需检测部位,见图 A.1。在这个较厚部位,为检测到 5%壁厚的缺陷,超声灵敏度设置成+6 dB。在这种情况下,或当检测内胆筒体与肩部或底部的环壳部位时,如果不能用自动检测,可以采用手工检测。

A.3.4 在超声检测每个班次的开始和结束时都应用对比样管校验设备。如果校验过程中设备未能检测到对比样管人工缺陷,则在上次设备校验后检测的所有合格内胆都应在设备校验合格后重新进行检测。

A.4 对比样管

A.4.1 应准备适当长度的对比样管,对比样管应与待测内胆具有相似的直径和壁厚范围、相同声学性能的材料。对比样管不得有影响人工缺陷的自然缺陷。

A.4.2 应在对比样管内外表面加工纵向和横向人工缺陷,这些人工缺陷应适当分开距离以便每个人工缺陷都能够清晰的识别。

A.4.3 人工缺陷尺寸和形状(见图 A.2 和图 A.3)应符合下列要求:

- a) 人工缺陷长度 E 应不大于 50 mm
- b) 人工缺陷宽度 W 应不大于 2 倍深度 T ,当不能满足时可以取宽度 W 为 1.0 mm;
- c) 人工缺陷深度 T 应等于钢瓶筒体设计壁厚 S 的 $5\% \pm 0.75\%$,且深度 T 最小为 0.2 mm,最大为 1 mm,两端允许圆角;
- d) 人工缺陷内部边缘应锐利,除了采用电蚀法加工,横截面应为矩形;采用电蚀法加工时,允许人工缺陷底部略呈圆形。

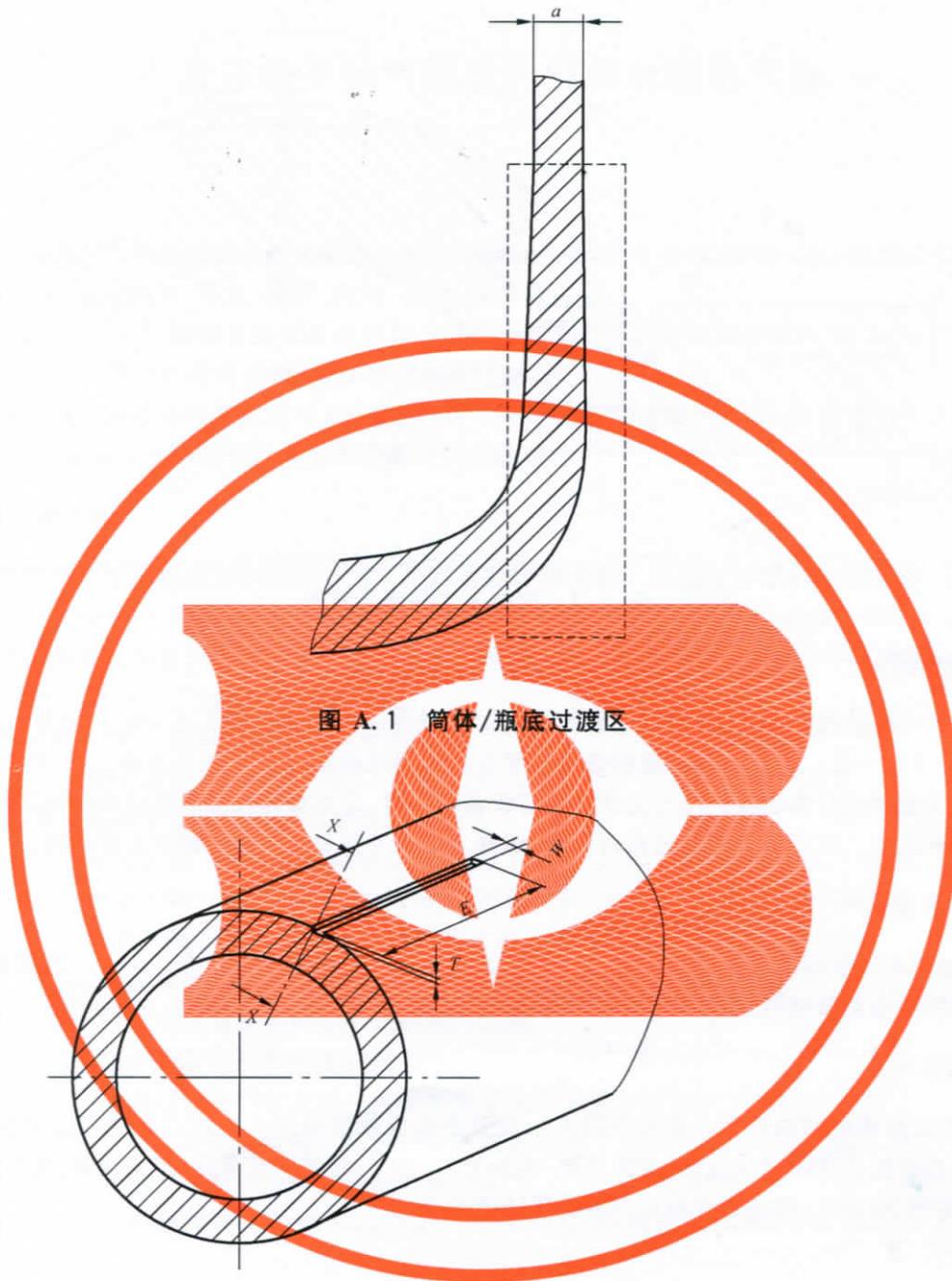
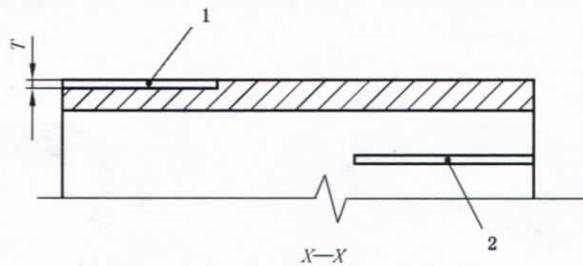


图 A.1 筒体/瓶底过渡区

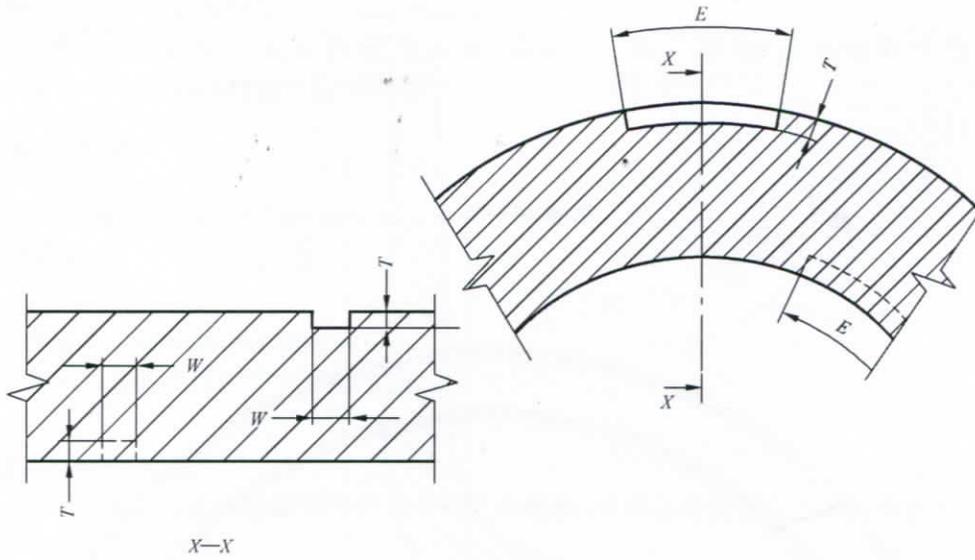


1——外表面人工缺陷；

2——内表面人工缺陷。

注： $T = (5 \pm 0.75)\%S$ ，且 $0.2 \text{ mm} \leq T \leq 1.0 \text{ mm}$ ； $W \leq 2T$ ，当不能满足时可取 $W = 1.0 \text{ mm}$ ； $E \leq 50 \text{ mm}$ 。

图 A.2 纵向人工缺陷示意图



注： $T = (5 \pm 0.75) \% S$ ，且 $0.2 \text{ mm} \leq T \leq 1.0 \text{ mm}$ ； $W \leq 2T$ ，当不能满足时可取 $W = 1.0 \text{ mm}$ ； $E \leq 50 \text{ mm}$ 。

图 A.3 横向人工缺陷示意图

A.5 设备标定

应用 A.4 规定的对比样管，调整设备能够从对比样管的内外表面对人工缺陷产生清晰的回波，回波的幅度应尽量一致。人工缺陷回波的最小幅度应作为钢瓶超声检测时的不合格标准，同时设置好回波观察、记录装置或分类装置。用对比样管进行设备标定时，应与实际检测内胆时采用同样的扫查移动方式、方向和速度。在正常检测的速度时，回波观察、记录装置或分类装置都应正常运转。

A.6 结果评定

检测过程中回波幅度大于或等于对比样管人工缺陷回波的内胆应判定为不合格。内胆表面缺陷允许清除；清除后应重新进行超声检测和壁厚检测。

A.7 检测报告

应对进行超声检测的内胆出具检测报告。检测报告应能准确反映检测过程并符合检测工艺的要求，具有可追踪性。其内容应包括：检测日期、内胆规格、批号、检测工艺条件、使用设备、检测数量、合格数和不合格数、检测者、评定者及对不合格缺陷的描述等。

附录 B
(资料性附录)

车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶批量检验质量证明书

缠绕气瓶型号: _____ 盛装介质: _____
 制造许可证编号: _____ 制造单位: _____
 生产批号: _____ 制造日期: _____
 产品标准代号: _____ 产品图号: _____
 本批缠绕气瓶共 _____ 只, 编号从 _____ 号至 _____ 号

注: 本批合格缠绕气瓶中不包含下列瓶号:

B.1 主要技术数据

公称工作压力/MPa		水压试验压力/MPa	
公称水容积/L		气密性试验压力/MPa	
内胆公称直径/mm			

B.2 主体材料

类别	名称或牌号	规格或型号
内胆材料		
纤维材料		
树脂材料		

B.3 内胆材料化学成分

元素名称	C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P	S+P	Cu
合格标准/%	≤0.37	0.15~0.37	0.40~0.90	0.80~1.20	0.15~0.35	≤0.020	≤0.020	≤0.030	≤0.20
实际含量/%									

B.4 力学性能

B.4.1 内胆材料

检验项目	抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 R_{eL} /MPa	断后伸长率 A/%	冲击值 α_{kv} /(J/cm ²)	冷弯(180°)
合格标准					合格
实测结果					

B.4.2 纤维/树脂复合材料

检验项目	抗拉强度 σ_c /MPa	层间剪切强度 τ_c /MPa
合格标准		
实测结果		

B.5 内胆金相检查

显微组织	脱碳层深度	
	外壁	内壁
回火索氏体		

B.6 内胆端部解剖检查

结构形状尺寸符合图纸要求,低倍组织合格。

B.7 水压爆破试验

B.7.1 内胆

编号:_____ 爆破压力:_____ 爆破口:塑性变形,无碎片。

B.7.2 缠绕气瓶

编号:_____ 爆破压力:_____

B.8 常温压力循环试验

缠绕气瓶编号:_____ 循环压力上限:_____ 循环压力下限:_____

试验结果:常温加压循环至_____次,瓶体无泄漏或爆破。

该批产品经检查和试验符合 GB 24160—2009 标准的要求,是合格产品。

监督检验单位(盖章):

制造单位(检验专用章):

监督检验员:

检验负责人:

年 月 日

年 月 日

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶
GB 24160—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 1.75 字数 44 千字
2009年11月第一版 2009年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-38812 定价 27.00 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 24160—2009