



中华人民共和国国家标准

GB/T 24160—2022

代替 GB/T 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 11439:2013, Gas cylinders—High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles, NEQ)

2022-03-09 发布

2023-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
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、定义和符号	2
4 型式和参数	2
5 技术要求	4
6 试验方法	7
7 检验规则	12
8 标志、涂敷、包装、运输、储存	19
9 产品合格证、产品使用说明书和批量检验质量证明书	20
附录 A（规范性） 硫化氢应力腐蚀试验	22
附录 B（资料性） NDE 缺陷尺寸确定方法	23
附录 C（规范性） 超声检测	24
附录 D（资料性） 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	27
参考文献	29

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 24160—2009《车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶》，与 GB/T 24160—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了公称工作压力范围(见第 1 章、4.2.1,2009 年版的第 1 章、4.2.1)；
- b) 更改了内胆公称外直径数值范围(见表 1,2009 年版的表 1)；
- c) 更改了温度范围的要求(见 5.1.3,2009 年版的 5.1.3)；
- d) 更改了钢材化学成分的要求(见 5.2.1.5,2009 年版的 5.2.1.5)；
- e) 更改了内胆材料抗拉强度限定要求(见 5.3.1.3,2009 年版的 5.3.1.3)；
- f) 增加了冲压拉伸制造方法(见 5.4.2,2009 年版的 5.4.2)；
- g) 更改了瓶阀和安全泄放装置的执行标准(见 5.5.1,2009 年版的 5.5.1)；
- h) 增加了硬度检测的要求(见 6.1.9、7.1.1.9)；
- i) 增加了硫化氢应力腐蚀试验的要求和试验方法(见 6.1.11、7.1.1.11、附录 A)；
- j) 增加了气瓶电子识读标识的要求(见 8.1.5)。

本文件参考 ISO 11439:2013《气瓶 车用高压天然气瓶》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：北京天海工业有限公司、中国特种设备检测研究院、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、浙江大学、中材科技(成都)有限公司、浙江金盾压力容器有限公司、广安市保城特种设备检验有限公司。

本文件主要起草人：石凤文、张增营、黄强华、韩冰、李逸凡、杨明高、马夏康、韩华亮。

本文件于 2009 年首次发布，本次为第一次修订。

车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶

1 范围

本文件规定了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、运输和储存等要求。

本文件适用于设计、制造公称工作压力为 20 MPa、25 MPa、30 MPa,公称容积为 30 L~450 L,工作温度为-40 ℃~65 ℃,设计使用寿命为 15 年的缠绕气瓶。

按本文件制造的缠绕气瓶,仅用于固定在汽车上、充装符合 GB 18047 的用作汽车燃料的车用压缩天然气储存容器;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 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223(所有部分) 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 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- 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 3362 碳纤维复丝拉伸性能试验方法
- GB/T 4157 金属在硫化氢环境中抗硫化物应力开裂和应力腐蚀开裂的实验室试验方法
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 4612 塑料 环氧化合物 环氧当量的测定
- GB/T 5777 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测
- 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 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 气瓶压力循环试验方法
- 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/T 13320 钢质模锻件 金相组织评级图及评定方法

GB/T 24160—2022

- GB/T 15385 气瓶水压爆破试验方法
- GB/T 17926 车用压缩天然气瓶阀
- 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 33215 气瓶安全泄压装置

3 术语、定义和符号

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

批量 batch

内胆批量:采用同一设计、同一炉罐号材料、同一制造工艺、同一热处理工艺规程连续制造的内胆的限定数量。

缠绕气瓶批量:采用同一尺寸规格、同一设计、同一制造工艺、同一复合材料型号连续制造的缠绕气瓶的限定数量。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

- A 内胆材料断后伸长率, %;
- a_0 拉伸试样的原始厚度, mm;
- b_0 拉伸试样的原始宽度, mm;
- D_0 内胆公称外直径, mm;
- D_f 冷弯试验弯心直径, mm;
- E 人工缺陷长度, mm;
- l_0 拉伸试样的原始标距, mm;
- P 公称工作压力, MPa;
- P_h 水压试验压力, MPa;
- P_m 缠绕气瓶的许用压力, MPa;
- R_e 内胆材料热处理后的屈服强度保证值, MPa;
- R_{eH} 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_{a0} 内胆筒体实测平均壁厚, mm;
- T 人工缺陷深度, mm;
- V 公称容积, L;
- W 人工缺陷宽度, mm;
- α_{kv} 内胆材料冲击值, J/cm²;
- 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。

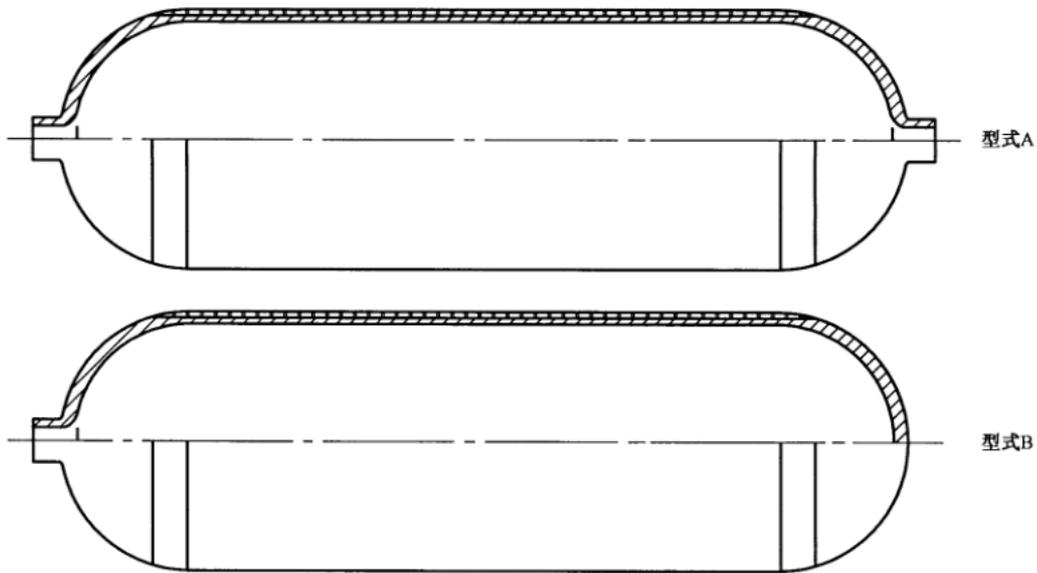


图 1 结构型式

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、25 MPa 或 30 MPa。

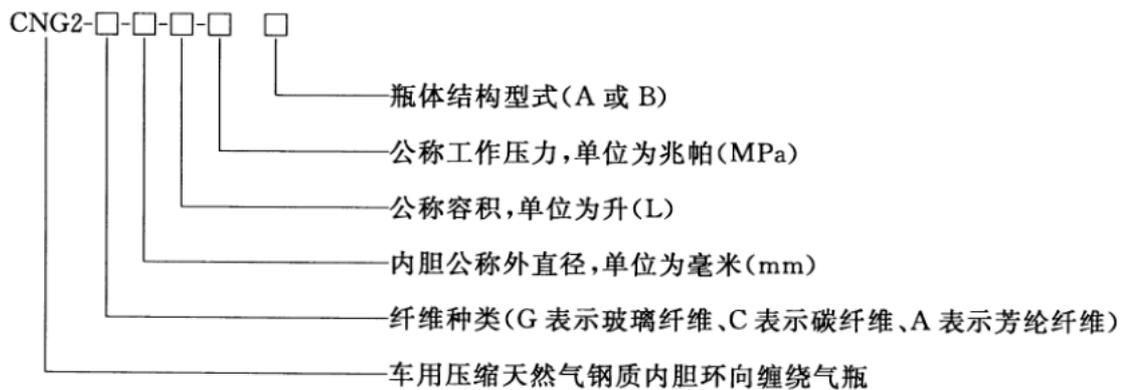
4.2.2 公称容积和内胆公称外直径应符合表 1 的规定。

表 1 公称容积和内胆公称外直径

项目	数值	允许偏差/%
公称容积 V/L	30~450	+5 0
内胆公称外直径 D_0/mm	$\phi 165\sim\phi 450$	± 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,公称容积为 50 L,内胆公称外直径为 325 mm,纤维采用玻璃纤维,结构型式为 A 型
的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。

GB/T 24160—2022

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 设计使用寿命

以本文件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 许用压力

在充装和使用过程中，缠绕气瓶许用压力 P_m 为公称工作压力 P 的 1.3 倍。

5.1.3 温度范围

在充装和使用过程中，缠绕气瓶的温度应不低于 $-40\text{ }^\circ\text{C}$ 且不高于 $65\text{ }^\circ\text{C}$ 。

5.1.4 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(30CrMo 或 34CrMo4)。

5.2.1.3 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。

5.2.1.4 材料的化学成分限定如表 2 所示，其化学成分允许偏差应按 GB/T 222 的规定。

5.2.1.5 钢坯低倍组织不应有白点、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	Ni	Cu
含量	≤0.37	0.17~0.37	0.40~0.90	0.80~1.20	0.15~0.30	≤0.010	≤0.015	≤0.020	≤0.30	≤0.20

%

5.2.1.6 无缝钢管

5.2.1.6.1 钢管的直线度应不大于 1.5 mm/m，圆度应不大于外直径允许偏差的 80%。

5.2.1.6.2 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。若有缺陷，应完全清除，清除处应光滑，清除后的实际壁厚不应小于壁厚允许的最小值。

5.2.1.6.3 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 U2 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。

5.3 设计

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 本文件不提供设计公式，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文件所规定的材料、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 应对瓶体内胆材料的最大抗拉强度进行限定，如果其硫、磷含量分别不大于 0.005% 和 0.010%，并按附录 A 及 GB/T 4157 进行硫化氢应力腐蚀试验（应力环法），允许材料的实际抗拉强度大于 880 MPa，但是不应大于 1 000 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 的规定。

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、公称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。

5.3.1.8 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。

GB/T 24160—2022

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，瓶口的中心线应与缠绕气瓶的中心线一致。

5.3.3 瓶口螺纹

瓶口螺纹应按 GB/T 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。

5.3.4 最大允许缺陷尺寸

应规定内胆任何一点的最大允许缺陷尺寸以保证缠绕气瓶通过压力循环试验。确定最大允许缺陷尺寸方法见附录 B。

5.4 制造

5.4.1 内胆和缠绕气瓶制造应符合本文件的规定，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、钢锭、钢棒为原材料，经挤压、拉伸或旋压减薄、收口制成；
- b) 以无缝钢管为原材料，经收底、收口制成；
- c) 以钢板为原材料，经冲压、拉伸或旋压减薄、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（所有部分）或 GB/T 4336 执行，结果应符合 5.2.1 的要求。

5.4.4 内胆不应进行焊接处理。

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%。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 及以下要求：

- a) 树脂的环氧当量应按 GB/T 4612 测定；
- b) 纤维线密度（公制号数）应按 GB/T 7690.1 测定；
- c) 纤维的断裂强度应按 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，应进行内表面干燥处理，不应有残留水渍。

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

5.5 附件

5.5.1 瓶阀

5.5.1.1 瓶阀应按 GB/T 17926 的规定，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 $\pm 10\%$ ；易熔合金塞的动作温度为 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，其余要求应符合相关标准的规定。

5.5.1.3 安全泄压装置的额定排量应按 GB/T 33215 进行计算，不应小于气瓶的安全泄放量，并能保证气瓶通过 6.2.10 规定的火烧试验。

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 附件螺纹

采用螺纹联接的附件，其螺纹牙型、尺寸和公差应按 GB/T 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

内胆壁厚应按附录 C 进行超声波全覆盖壁厚测量。内胆制造公差应采用标准量具或专用的量具、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

目测和用按 GB/T 8336 或相应标准的量规检查。

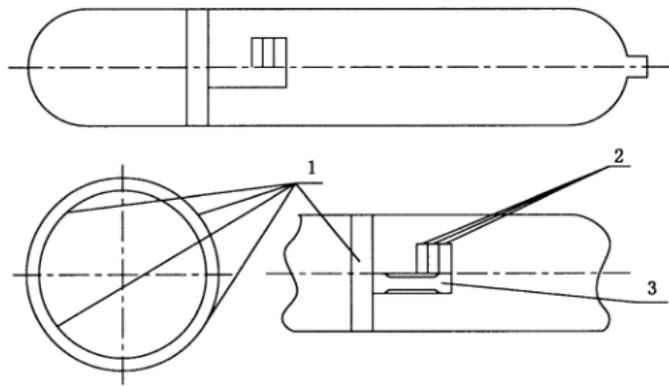
6.1.5 内胆热处理后各项性能指标测定

6.1.5.1 取样

取样要求如下：

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

GB/T 24160—2022



标引序号说明：

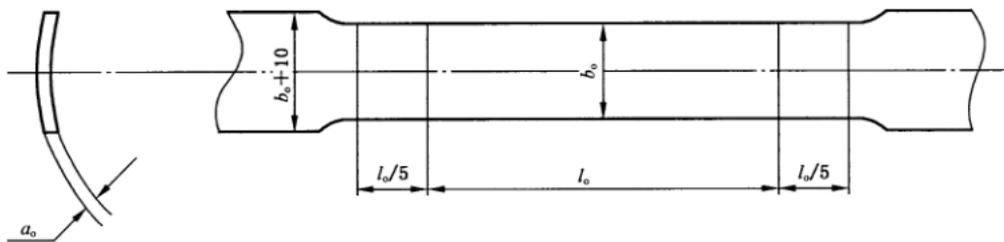
- 1——冷弯试样；
- 2——横向冲击试样；
- 3——拉伸试样。

图 2 取样部位图

6.1.5.2 拉伸试验

拉伸试验应符合以下要求：

- 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 228.1 执行。



标引符号说明：

- a_0 ——拉伸试样的原始厚度；
- b_0 ——拉伸试样的原始宽度；
- l_0 ——拉伸试样的原始标距。

注： $b_0 < D_0/8, b_0 < 4a_0$ 。

图 3 拉伸试样图

6.1.5.3 冲击试验

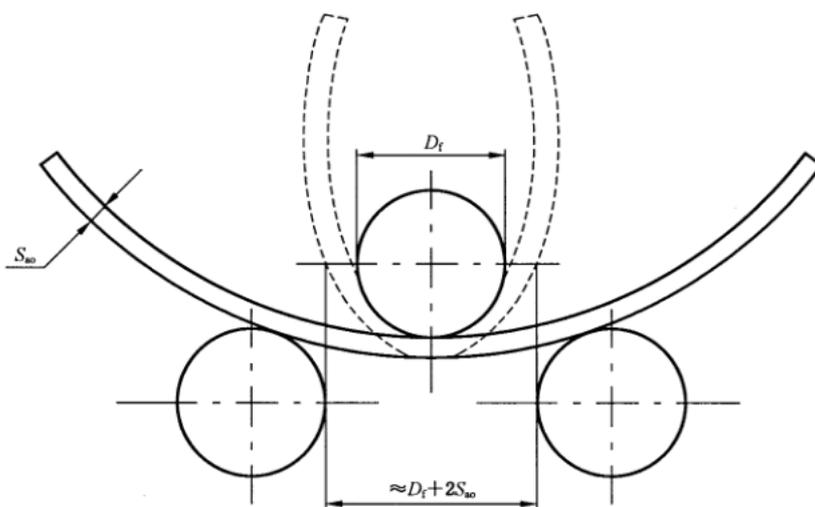
冲击试验应符合以下要求：

- a) 规定以 $(3\text{ mm} \sim 5\text{ mm}) \times 10\text{ mm} \times 55\text{ mm}$ 、 $(5\text{ mm} \sim 7.5\text{ mm}) \times 10\text{ mm} \times 55\text{ mm}$ 或 $(7.5\text{ mm} \sim 10\text{ mm}) \times 10\text{ mm} \times 55\text{ mm}$ 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

冷弯试验应符合以下要求：

- 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 25 mm，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 $12.5\ \mu\text{m}$ ，圆角半径应不大于 2 mm；
- 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。



标引符号说明：

D_f —— 弯心直径；

S_m —— 内胆筒体实测平均壁厚。

图 4 冷弯试验示意图

6.1.6 金相检查

金相检查应符合以下要求：

- 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

底部检查应符合以下要求：

- 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渡段以上的筒体部分；
- c) 试验方法按 GB/T 226 执行。

6.1.8 无损检测

应采用在线自动超声检测，按附录 C 执行。

GB/T 24160—2022

6.1.9 硬度检测

硬度应采用在线检测，按 GB/T 230.1 或 GB/T 231.1 执行。

6.1.10 水压爆破试验

按 GB/T 15385 规定的试验方法在常温条件下进行水压爆破试验，并同时满足以下要求：

- 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。

6.1.11 硫化氢应力腐蚀试验

硫化氢应力腐蚀试验应按附录 A 执行。

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 1458 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 24 h 后，再按 GB/T 1458 规定的方法进行试验。

6.2.1.2 抗拉强度

应采用按 GB/T 1458 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。再按 GB/T 1458 规定的方法进行试验。

6.2.2 缠绕层外观

目测检查。

6.2.3 水压试验

按 GB/T 9251 规定的外测法进行水压试验，试验压力为 1.5P。

6.2.4 水压爆破试验

按 GB/T 15385 规定的试验方法，在常温条件下进行水压爆破试验，并同时满足以下要求：

- 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

在水压试验合格后，按 GB/T 12137 规定的试验方法进行气密性试验，试验压力为 P。

6.2.6 常温压力循环试验

按 GB/T 9252 规定的试验方法，在常温条件下进行压力循环试验，并同时满足以下要求：

- 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许用压力 P_m ;
- b) 压力循环速率不应超过 10 次/min。

6.2.7 极限温度压力循环试验

试验步骤如下：

- a) 将零压下的缠绕气瓶置于温度不低于 65 ℃、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 ℃、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许用压力 P_m ;
 - 压力循环速率不应超过 10 次/min;
 - 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 ℃;
- d) 使缠绕气瓶在温度不高于 -40 ℃ 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 3 次/min;
 - 压力循环至 7 500 次;
- e) 将缠绕气瓶按 6.2.4 的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 ℃,缠绕气瓶加水压不低于许用压力 P_m 条件下,缠绕气瓶静置 1 000 h。然后按 6.2.4 的规定进行水压爆破试验。

6.2.9 枪击试验

用不小于 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

GB/T 24160—2022

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 ℃，并在随后的试验过程中不应低于这一温度。

对于长度 ≤ 1.65 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 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 mm \times 1.25 mm，另一条长度 \times 深度为 200 mm \times 0.75 mm。然后按 GB/T 9252 进行压力循环试验，并符合以下要求：

- 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许用压力 P_m ；
- b) 压力循环速率应不超过 10 次/min；
- 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/cm³)浸渍在加水压至不低于缠绕气瓶的许用压力 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 的规定进行水压爆破试验。

6.2.13 未爆先漏试验

按 GB/T 9252 规定的试验方法，在常温条件下进行压力循环试验，并同时满足以下要求：

- 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 10 次/min；
- 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 ℃，缠绕气瓶加水压至不低于许用压力 P_m 条件下，缠绕气瓶静置 200 h。然后按 6.2.3 和 6.2.4 的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

壁厚和制造公差应符合以下要求：

- a) 壁厚偏差不应超过设计壁厚的^{+1%}；
- b) 筒体的平均外直径不应超过公称外直径 D 的 $\pm 1\%$ ；
- c) 筒体的圆度在同一截面上测量其最大与最小外直径之差，不应超过该截面平均外直径的 2%；

d) 筒体直线度不应超过筒体长度的 0.3%。

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，内胆底部不应有泄漏。

注：仅限采用旋压收口成型底部的结构型式 B 类，该试验也可用整体气密性试验代替。

7.1.1.3 内、外观

内胆内外表面应符合以下要求：

- 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，但应保证筒体设计壁厚；
- 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，但应保证端部设计厚度；
- 内胆的端部与筒体应圆滑过渡，肩部不应有沟痕存在。

7.1.1.4 瓶口内螺纹

瓶口内螺纹应符合以下要求：

- 螺纹的牙型、尺寸和公差应按 GB/T 8335 或相关标准的规定；
- 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；
- 自瓶口基面起有效螺距数不应少于 8 个螺距；
- 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 内胆应经淬火后回火热处理，热处理后内胆的力学性能值应符合表 4 的要求。

表 4 内胆的力学性能

试验项目		指标		
实测屈强比 R_{es}/R_m		≤ 0.92		
实测抗拉强度 R_m/MPa		\geq 制造厂的热处理保证值，且不大于设计抗拉强度上限		
实测屈服强度 R_{es}/MPa		\geq 制造厂的热处理保证值		
断后伸长率 $A/\%$		≥ 14		
冲击值 $\alpha_{KV}/(\text{J} \cdot \text{cm}^{-2})$	试样宽度/mm	$>3\sim 5$	$>5\sim 7.5$	$>7.5\sim 10$
	试验温度/ $^{\circ}\text{C}$	-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 的规定。

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_i /mm
>580~685	4 S_{e0}
>685~784	5 S_{e0}
>784~880	6 S_{e0}
>880~950	7 S_{e0}
>950~1 000	8 S_{e0}

7.1.1.6 金相检查

金相检查结果应符合以下要求：

- a) 组织体应为回火索氏体,按 GB/T 13320 第三组评级图评定,1 级~3 级为合格；
- 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:仅限采用旋压收口成型底部的结构型式 B 类。

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 硬度检测

瓶体热处理后应按 6.1.9 进行硬度检测,硬度值应符合材料热处理后强度值所对应的硬度要求。

7.1.1.10 水压爆破试验

水压爆破试验结果应符合以下要求：

- 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,主破口起始点应在筒体上；
- 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。

7.1.1.11 硫化氢应力腐蚀试验

试验结果应符合附录 A 的规定。

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 , 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重量,水容积和重量应保留一位小数。

示例:水容积或重量的实测值为 40.675,水容积表示为 40.6,重量表示为 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、瓶阀和瓶体瓶阀联接处均不应泄漏。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,瓶体不应发生破裂。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 的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 的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许用压力 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 的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,但不应破裂。

7.1.2.12 酸环境试验

按 6.2.12 的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。瓶体不应发生爆破。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 的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 的规定。

注:当玻璃化转变温度超过 102 ℃时,不做此项试验。

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,则不应投入批量生产,不应投入使用。

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(如果缠绕气瓶采用了绝热层附加保护时 2 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。

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
	硬度检测	√	—	—	6.1.9	7.1.1.9
	水压爆破试验	√	√	—	6.1.10	7.1.1.10
	硫化氢应力腐蚀试验 ^b	√	—	—	6.1.11	7.1.1.11
缠绕气瓶	缠绕层层间剪切强度	√	√	—	6.2.1.1	7.1.2.1.1
	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	

表 6 试验和检验项目 (续)

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			
缠绕气瓶	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 ^c	√	—	—	6.2.14	7.1.2.14
注：“√”表示做检验或试验，“—”表示不做检验或试验。						
^a 仅限于结构型式 B,且采用钢管旋压收口成型的底部,底部密封性试验也可用整体气密性试验代替。						
^b 硫化氢应力腐蚀试验项目仅适用于设计规定的抗拉强度允许大于 880 MPa 的钢瓶。						
^c 复合材料的玻璃化转变温度高于 102 ℃时,可不进行此项试验。						

7.3 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或等于 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,均应针对设计原型重新进行型式试验。

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	裂纹容陷试验	加速应力破裂试验	高温蠕变试验 ^a	硫化氢应力腐蚀试验
纤维材料制造厂	√	√	√	—	—	—	—	√	√	—
内胆材料	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√ ^d
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% ^e	√	—	√	—	—	—	—	—	—	—
端部结构	√	—	√	—	—	—	—	—	—	—
瓶口螺纹尺寸	√	—	√	—	—	—	—	—	—	—

表 7 设计变更需重新进行型式试验的试验项目 (续)

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	硫化氢应力腐蚀试验
保护层	—	√	—	—	—	√	—	—	—	—
制造工艺	√	—	√	—	—	—	—	—	—	—
瓶阀	—	—	—	√	—	—	—	—	—	—

注：“√”表示做检验或试验，“—”表示不做检验或试验。

^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。
^d 仅限内胆材料生产商变更时,不包括材料规格的变化,且抗拉强度大于 880 MPa 的气瓶。

7.4 批量试验

7.4.1 批量试验项目应按表 6 的规定。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。

7.4.2 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。

7.4.3 常温压力循环试验频率按下列规定执行:

- 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;
- 如果连续 10 个生产批属于同一设计族(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 次压力循环后仍不产生泄漏或破裂,则压力循环试验可以减少到每 5 个生产批抽取 1 只缠绕气瓶;
- 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 次压力循环后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;
- 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;
- 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。如其中任一只缠绕气瓶未达到 15 000 次,则该批缠绕气瓶应报废。

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 的规定。

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应多于两次;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) 气瓶编号;
- b) 产品文件编号;
- c) 充装介质;
- d) 公称容积,L;
- e) 公称工作压力,MPa;
- f) 水压试验压力,MPa;
- g) 内胆设计壁厚,mm;
- h) 设计使用年限,年;
- i) 制造许可证编号;
- j) 制造日期;
- k) 制造单位名称;
- l) 制造单位代号;
- m) 监检标记。

8.1.4 标记应明显、完整、清晰。

8.1.5 出厂的每只缠绕气瓶,均应在醒目的位置装设牢固、不易损坏的电子识读标识(如二维码、电子芯片等),作为缠绕气瓶产品的电子合格证。缠绕气瓶产品电子合格证所记载的信息应在气瓶安全追溯信息平台有效存储并对外公示,存储与公示的信息应做到可追溯、可交换、可查询和防篡改。

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,不应有气泡、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(含纸质合格证和电子合格证),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) 缠绕气瓶制造单位名称;
- 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) 实测空瓶重量(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年限(年);
- p) 气瓶制造许可证编号;
- q) 气瓶阀门制造单位名称;
- r) 气瓶阀门制造许可证号。

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,应包括本文件规定的批量检验项目,见附录 D。

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),可以采用电子或者纸质资料的保存方式,保存时间不应少于气瓶设计使用年限。

附 录 A
(规范性)
硫化氢应力腐蚀试验

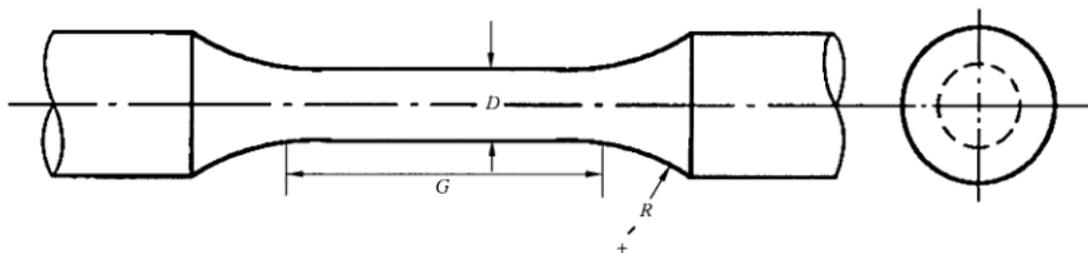
A.1 概述

本附录规定了在硫化氢的酸性水溶液中受拉力的缠绕气瓶内胆材料抗开裂破坏性能试验,适用于抗拉强度大于 880 MPa 的内胆。

A.2 试验方法及要求

A.2.1 硫化氢应力腐蚀试验除了应符合本附录的各项要求外,其余按 GB/T 4157 规定的方法 A 拉伸试验执行。

A.2.2 取耐硫化氢应力腐蚀试验的纵向拉伸试样 3 件。拉伸试样应从一只成品气瓶的筒体中部纵向截取,其制备形状及尺寸见图 A.1。



标引符号说明:

D ——试验段直径;

G ——试验段长;

R ——试验段端部过渡圆弧半径。

注: $D=(3.81\pm 0.05)$ mm, $G=25.4$ mm, $R_{\min}=15$ mm。

图 A.1 硫化氢应力腐蚀试验拉伸试样

A.2.3 试验溶液是由 0.5% (质量分数) 的三水合乙酸钠 ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), 用乙酸调初始 pH 至 4.0 的酸性缓冲溶液。试验溶液应在室温下用分压为 0.414 kPa 的硫化氢试验气体(用氮气混合)连续饱和。

A.2.4 对浸在试验溶液里的拉伸试样施以恒定的拉伸应力载荷,拉伸应力应为最小屈服应力保证值的 60%。

A.3 试验结果判定

拉伸试样在 144 h 试验周期内应不发生断裂。

附 录 B

(资料性)

NDE 缺陷尺寸确定方法

内胆 NDE 缺陷尺寸可通过以下方式确定：

- a) 在内胆筒体内壁制作裂纹缺陷,内部缺陷可在气瓶收口前进行加工；
- b) 将裂纹缺陷制作到超过 NDE 检测方法能探测到的长度和深度；
- c) 按照 6.2.6 中规定的试验方法,对含有这些缺陷的 3 只气瓶进行压力循环至失效。

如果气瓶在 $1\ 000$ 次 \times 使用寿命(年)循环次数内没有泄漏或破裂,则无损检测的允许缺陷尺寸等于或小于该位置的缺陷尺寸。

附录 C

(规范性)

超声检测

C.1 概述

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。

C.2 一般要求

C.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 C.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。

C.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。

C.2.3 待测内胆的内、外表面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。

C.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。

C.3 检测方法

C.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。

C.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。

C.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 C.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。

C.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。

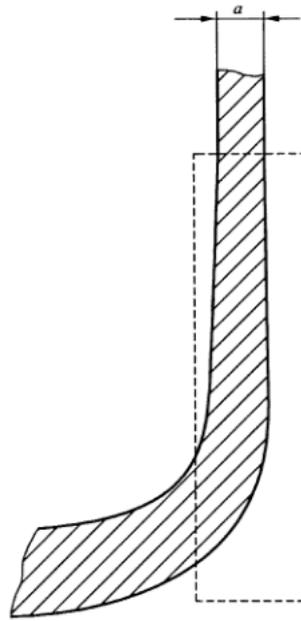
C.4 对比样管

C.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。对比样管不应有影响人工缺陷的自然缺陷。

C.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。

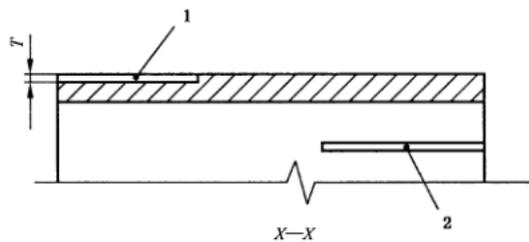
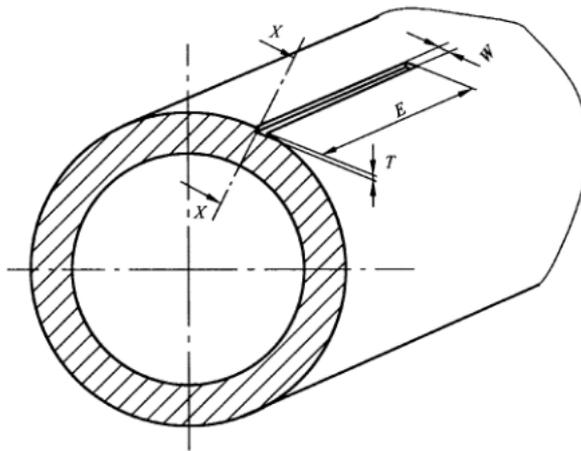
C.4.3 人工缺陷尺寸和形状(见图 C.2 和图 C.3)应符合下列要求:

- 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。



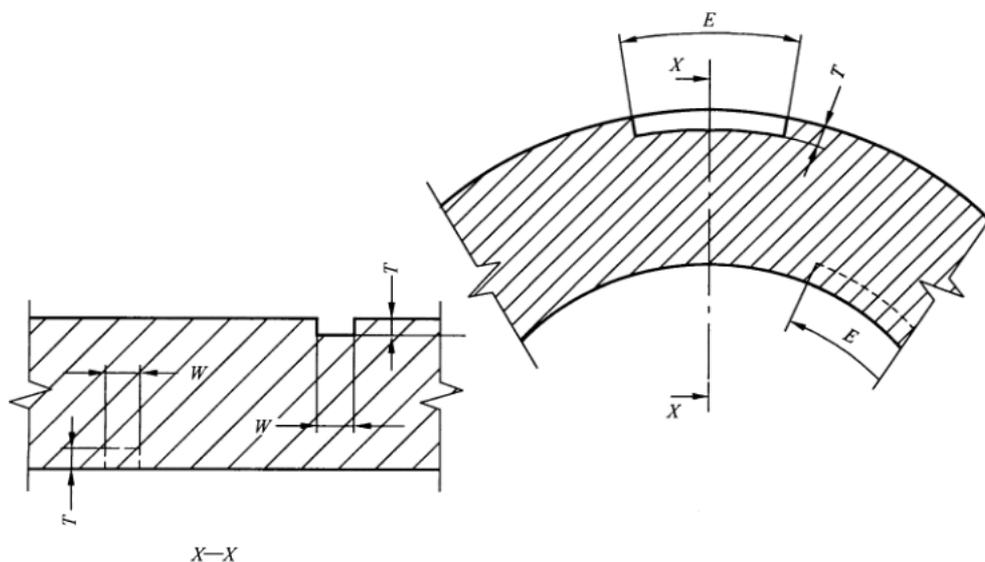
标引符号说明：
 a ——筒体设计壁厚。

图 C.1 筒体/瓶底过渡区



标引序号说明：
 1 ——外表面人工缺陷；
 2 ——内表面人工缺陷；
 E ——人工缺陷长度；
 T ——人工缺陷深度；
 W ——人工缺陷宽度。
 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 C.2 纵向人工缺陷示意图



标引符号说明：

E ——人工缺陷长度；

T ——人工缺陷深度；

W ——人工缺陷宽度。

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 C.3 横向人工缺陷示意图

C.5 设备标定

应用 C.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。

C.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。

C.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，具有可追溯性。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 D

(资料性)

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

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见图 D.1。

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:										
1 主要技术数据										
公称工作压力/MPa	水压试验压力/MPa									
公称容积/L	气密性试验压力/MPa									
内胆公称外直径/mm										
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										
3 内胆材料化学成分										
元素/%	C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P	S+P	Ni	Cu
标准值	≤0.37	0.17~0.37	0.40~0.90	0.80~1.20	0.15~0.30	≤0.010	≤0.015	≤0.020	≤0.30	≤0.20
实测值										
4 力学性能										
4.1 内胆材料										
检验项目	抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 $R_{0.2}$ /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										

图 D.1 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

5 内胆金相检查

显微组织	脱碳层深度/mm	
	外壁	内壁
回火索氏体		

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。

7 水压爆破试验

7.1 内胆
编 号: _____ 爆破压力: _____ 爆破口: 塑性变形,无碎片。

7.2 缠绕气瓶
编 号: _____ 爆破压力: _____

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/T 24160—20××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

图 D.1 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(续)

参 考 文 献

- [1] GB 18047 车用压缩天然气
-

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/T 24160—2022

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

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 63 千字
2022年3月第一版 2022年3月第一次印刷

*

书号: 155066·1-70034 定价 41.00 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)68510107



GB/T 24160—2022



码上扫一扫 正版服务到

