



中华人民共和国国家标准

GB/T 17258—2022

代替 GB/T 17258—2011

汽车用压缩天然气钢瓶

Steel cylinders 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)

2022-10-12 发布

2023-05-01 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 3

5 技术要求 4

6 试验方法 8

7 检验规则 12

8 标志、涂敷、包装、运输、储存 19

9 安装 21

10 产品合格证和批量检验质量证明书 21

附录 A（规范性） 硫化氢应力腐蚀试验 22

附录 B（资料性） 无损检测(NDE)最大允许缺陷尺寸确定方法 23

附录 C（规范性） 超声检测 24

附录 D（规范性） 压扁试验方法 27

附录 E（资料性） 汽车用压缩天然气钢瓶批量检验质量证明书 30

参考文献 32

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 17258—2011《汽车用压缩天然气钢瓶》，与 GB/T 17258—2011 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,2011年版的第1章)；
- b) 更改了钢瓶容积允许偏差(见4.2.2,2011年版的4.2)；
- c) 增加了许用压力的要求(见5.1.2)；
- d) 更改了钢材硫、磷化学成分的要求(见5.2.4,2011年版的5.1.4)；
- e) 更改了设计屈服强度保证值与抗拉强度保证值比值的要求(见5.3.1.2,2011年版的5.2.1.2)；
- f) 更改了设计应力系数 F 的取值(见5.3.2,2011年版的5.2.2)；
- g) 增加了瓶阀和安全泄放装置的执行标准的要求(见5.3.5.1和5.3.5.3)；
- h) 增加了无损检测(NDE)最大允许缺陷尺寸的要求和确定方法(见5.3.6和附录B)；
- i) 增加了冲压拉伸制造方法(见5.4.1.2)；
- j) 增加了底部密封性试验的要求(见5.4.1.6和6.2)；
- k) 删除了淬火温度和回火温度的要求(见2011年版的5.3.2)；
- l) 删除了磁粉检测方法(见2011年版的6.7和附录D)；
- m) 增加了硬度检测的要求(见6.10和7.1.1.11)；
- n) 增加了未爆先漏试验要求(见6.17和7.1.18)；
- o) 删除了新设计钢瓶情况的描述(见2011年版的7.2.1)；
- p) 更改了设计变更情况的描述(见7.2.3,2011年版的7.2.4和7.2.5)；
- q) 增加了批量压力循环试验的要求(见7.3.4)；
- r) 更改了复验规则的要求(见7.5,2011年版的7.5)；
- s) 增加了气瓶电子识读标识的要求(见8.1.2)；
- t) 删除了阀门合格证的要求(见2011年版的10.2)。

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、中特检验集团有限公司。

本文件主要起草人：石凤文、徐昌、黄强华、韩冰、戴行涛、叶盛、杨明高、马夏康、裘孙洋、古纯霖、赵保頔。

本文件于1998年首次发布，2011年第一次修订，本次为第二次修订。

汽车用压缩天然气钢瓶

1 范围

本文件规定了汽车用压缩天然气钢瓶(以下简称“钢瓶”)的型式和参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、涂敷、包装、运输和储存的要求。

本文件适用于设计、制造公称工作压力为 20 MPa、25 MPa,公称容积为 30 L~300 L,工作温度为-40 ℃~65 ℃,设计使用寿命为 15 年的钢瓶。

按本文件制造的钢瓶,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。

本文件不适用于压缩天然气加气站用的贮气钢瓶,也不适用于焊接结构的钢瓶。

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 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 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图
- 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 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 7144 气瓶颜色标志
- 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 13447 无缝气瓶用钢坯
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 18248 气瓶用无缝钢管
GB/T 20668 统一螺纹 基本尺寸
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

采用同一设计、用同一炉罐号材料、同一制造工艺、同一热处理工艺规程连续制造的钢瓶的限定数量。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

- A 断后伸长率, %;
 a 拉伸试样的原始厚度, 单位为毫米(mm);
 a_{KV} 冲击值, 单位为焦耳每平方厘米(J/cm²);
 b 拉伸试样的原始宽度, 单位为毫米(mm);
 C 瓶体爆破试验破口环向撕裂长度, 单位为毫米(mm);
 D_f 冷弯试验弯心直径, 单位为毫米(mm);
 D_o 钢瓶筒体公称直径, 单位为毫米(mm);
 E 人工缺陷长度, 单位为毫米(mm);
 F 设计应力系数;
 H 钢瓶凸形底部外高度, 单位为毫米(mm);
 h 钢瓶凹形底部外高度, 单位为毫米(mm);
 L 钢瓶筒体长度, 单位为毫米(mm);
 L_o 拉伸试样的原始标距, 单位为毫米(mm);
 P 气瓶公称工作压力, 单位为兆帕(MPa);
 P_b 实测爆破压力, 单位为兆帕(MPa);
 P_h 水压试验压力, 单位为兆帕(MPa);
 P_m 钢瓶的许用压力, 单位为兆帕(MPa);
 P_y 实测屈服压力, 单位为兆帕(MPa);
 R_e 瓶体材料热处理后的屈服强度保证值, 单位为兆帕(MPa);
 R_{ea} 屈服强度实测值, 单位为兆帕(MPa);
 R_g 瓶体材料热处理后的抗拉强度保证值, 单位为兆帕(MPa);
 R_m 抗拉强度实测值, 单位为兆帕(MPa);
 r 钢瓶端部及凹形底部内转角处半径, 单位为毫米(mm);

- S 钢瓶筒体设计壁厚,单位为毫米(mm);
S_a 钢瓶筒体实测平均壁厚,单位为毫米(mm);
S₀ 拉伸试样的原始横截面积,单位为平方毫米(mm²);
S₁ 钢瓶底部中心设计壁厚,单位为毫米(mm);
S₂ 钢瓶凹形底部接地点设计壁厚,单位为毫米(mm);
T 人工缺陷深度,单位为毫米(mm);
T_y 压扁试验规定的压头间距,单位为毫米(mm);
W 人工缺陷宽度,单位为毫米(mm)。

4 型式和参数

4.1 型式

钢瓶瓶体结构应符合图 1 所示的型式。

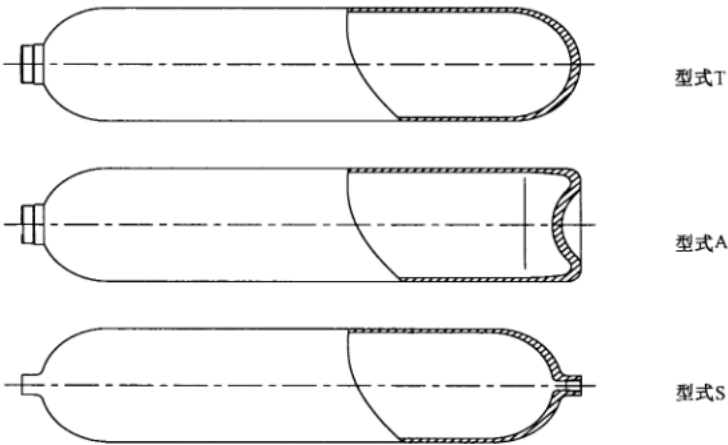


图 1 钢瓶瓶体结构型式

4.2 参数

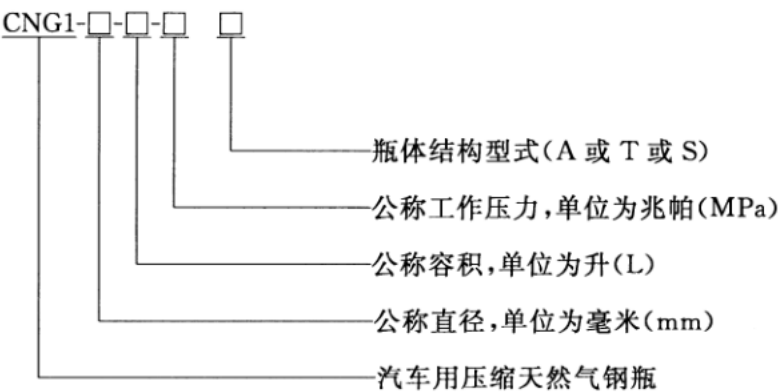
- 4.2.1 钢瓶的公称工作压力应为 20 MPa 或 25 MPa。
4.2.2 钢瓶的公称容积及允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 钢瓶的公称容积及允许偏差

公称容积(V)/L	允许偏差/%
30~120	+5 0
>120~300	+2.5 0

4.3 型号标记

钢瓶的型号由以下部分组成：



示例：公称工作压力为 20 MPa，公称容积为 60 L，公称直径为 229 mm，结构型式为 A 的钢瓶，其型号标记为 CNG1-229-60-20A。

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钢瓶，其设计使用寿命应为 15 年。

5.1.2 许用压力

在充装和使用过程中，钢瓶的许用压力(P_m)应为公称工作压力(P)的 1.3 倍。

5.1.3 温度范围

在充装和使用过程中，钢瓶的温度应不低于-40℃且不高于 65℃。

5.1.4 外表面

设计钢瓶时，应考虑其连续承受机械损伤或化学侵蚀的能力。

5.2 瓶体材料一般要求

5.2.1 瓶体材料应采用电炉或氧气转炉冶炼的无时效性镇静钢。

5.2.2 瓶体材料应选用优质铬钼钢。

5.2.3 瓶体材料应符合相关标准的规定，并有质量合格证明书。钢瓶制造单位在钢瓶制造前应按炉罐号对材料进行化学成分分析，分析方法按 GB/T 223(所有部分)或 GB/T 4336 执行。

5.2.4 瓶体材料可选用牌号为 34CrMo4 或 30CrMo 两种材料。若选用其他材料，其化学成分限定见表 2，其允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。对于非有意加入的合金元素钒、铌、钛、硼、锆的总含量不应超过 0.15%。

表 2 钢瓶瓶体材料化学成分

%										
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

5.2.5 钢坯的形状尺寸和允许偏差应符合 GB/T 13447 的有关规定。应按材料的炉罐号对钢坯的低倍组织进行分析,分析方法按 GB/T 226 进行,低倍组织的评定应符合 GB/T 1979 的规定。钢坯的低倍组织不应有白点、残余缩孔、分层、气泡、异物和夹杂,中心疏松不大于 2.0 级,偏析不大于 2.5 级。

5.2.6 无缝钢管的尺寸外形、内外表面质量和允许偏差应符合 GB/T 18248 的规定。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检测,应符合验收等级 U2 的规定。

5.3 设计

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 筒体的壁厚设计计算应以水压试验压力(P_h)为准。水压试验压力应为公称工作压力(P)的 1.5 倍。

5.3.1.2 设计计算瓶体壁厚所选用的屈服强度保证值与抗拉强度保证值的比值不应大于 85%。

5.3.1.3 应对瓶体材料的最大抗拉强度进行限定,如果材料的硫、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 950 MPa。设计文件中应注明瓶体材料硫化氢应力腐蚀试验的结果:材料制造单位,牌号,冶炼方法,热加工方法,硫、磷含量实测值,抗拉强度实测值等。

5.3.2 壁厚设计

筒体的设计壁厚(S)应按公式(1)计算,同时应符合公式(2)的要求,且不应小于 1.5 mm。

$$S = \frac{D_o}{2} \left[1 - \sqrt{\frac{FR_e - \sqrt{3} P_h}{FR_e}} \right] \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中, F 取 $\frac{0.65}{R_e/R_g}$ 或 0.85 的较小值。

$$S \geq \frac{D_o}{250} + 1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

5.3.3 端部设计

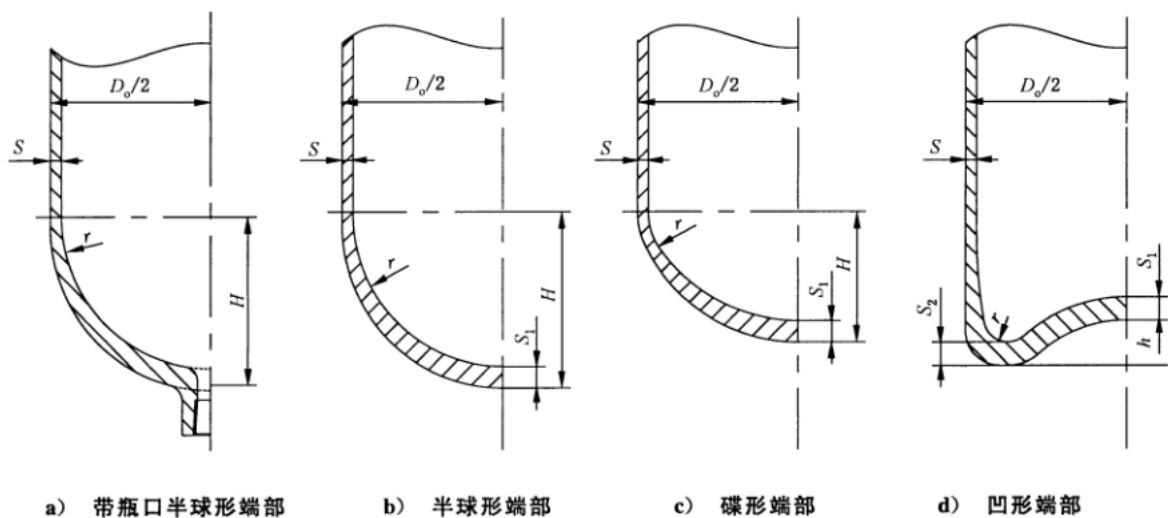
5.3.3.1 端部结构一般如图 2 所示,其中图 2a)是带瓶口半球形,图 2b)是半球形,图 2c)是碟形,图 2d)是凹形。

5.3.3.2 钢瓶碟形端部结构应满足下列要求:

- a) $r \geq 0.075 D_o$;
- b) 当 $0.22 \leq H/D_o < 0.4$ 时, $S_1 \geq 1.5S$;
- c) 当 $H/D_o \geq 0.4$ 时, $S_1 \geq S$ 。

5.3.3.3 当钢瓶设计采用凹形端部结构时,端部结构设计尺寸应符合下列要求:

- a) $S_1 \geq 2S$;
- b) $S_2 \geq 2S$;
- c) $r \geq 0.075 D_o$;
- d) $h \geq 0.12 D_o$ 。



标引符号说明：

- D_o —— 钢瓶筒体公称直径, 单位为毫米(mm);
- H —— 钢瓶凸形底部外高度, 单位为毫米(mm);
- h —— 钢瓶凹形底部外高度, 单位为毫米(mm);
- r —— 钢瓶端部及凹形底部内转角处半径, 单位为毫米(mm);
- S —— 钢瓶筒体设计壁厚, 单位为毫米(mm);
- S_1 —— 钢瓶底部中心设计壁厚, 单位为毫米(mm);
- S_2 —— 钢瓶凹形底部接地点设计壁厚, 单位为毫米(mm)。

图 2 端部结构型式图

5.3.3.4 钢瓶凹形端部的环壳与筒体之间应有过渡段, 过渡段与筒体的连接应圆滑过渡。

5.3.4 瓶口设计

5.3.4.1 钢瓶瓶口螺纹应采用锥螺纹, 锥螺纹应符合 GB/T 8335 或相关标准的规定, 有效螺纹数应不小于 8 扣。

5.3.4.2 钢瓶瓶口的厚度, 应有足够的强度, 瓶口在承受上阀力矩和铆合颈圈的附加外力时不应产生塑性变形。

5.3.5 附件

5.3.5.1 瓶阀应符合 GB/T 17926 的规定, 应有安全泄压装置。

5.3.5.2 爆破片的公称爆破压力为水压试验压力, 允许偏差为 $+10\%$; 易熔塞的动作温度为 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.5.3 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, 并应保证气瓶通过 6.15 规定的火烧试验。

5.3.6 无损检测(NDE)最大允许缺陷尺寸

应规定钢瓶任何一点的最大允许缺陷尺寸, 防止钢瓶在使用寿命期间因泄漏或破裂而失效。确定最大允许缺陷尺寸方法见附录 B。

5.4 制造

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 钢瓶制造除应符合本文件的规定外,还应符合产品图样和相关标准的规定。

5.4.1.2 钢瓶瓶体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。

5.4.1.3 管制气瓶在收底成型过程中,不应添加金属,不应进行焊接。

5.4.1.4 钢瓶制造应分批管理,瓶体按热处理顺序,以不大于 200 只加上破坏性试验用瓶体数量为一个批量。

5.4.1.5 钢瓶凹形端部深度应符合设计规定值,端部球壳和环壳的厚度均应符合设计要求。

5.4.1.6 无缝钢管经旋压制成的瓶坯应进行工艺评定;瓶体端部内表面不应有肉眼可见的凹孔、皱褶、凸瘤和氧化皮;端部的缺陷允许清除,但应保证端部设计厚度;瓶体不应做补焊处理。采用无缝钢管经收底制成的气瓶应在收口前逐只进行底部密封性试验。

5.4.1.7 对瓶体的表面缺陷允许采用专用工具进行修磨,修磨后应符合 7.1.3 的要求。

5.4.2 热处理

5.4.2.1 钢瓶瓶体应进行整体热处理,热处理应按经评定合格的工艺进行。

5.4.2.2 可用油或水基淬火剂作为淬火介质。用水基淬火剂作为淬火介质时,瓶体在介质中的冷却速度应不大于在 20℃ 水中冷却速度的 80%。

5.4.3 无损检测

钢瓶瓶体热处理后应逐只进行无损检测。

5.4.4 瓶体内表面处理

钢瓶瓶体在水压试验后,应进行内表面干燥处理。

5.4.5 附件

5.4.5.1 颈圈

如需装配,颈圈与瓶体的装配不应用焊接方式。

5.4.5.2 瓶帽

如需装配,瓶帽宜采用可卸式结构。

5.4.5.3 附件螺纹

采用螺纹连接的附件,其螺纹牙型、尺寸和公差应符合 GB/T 8335、GB/T 192、GB/T 196、GB/T 197 或 GB/T 20668 等标准的规定。

6 试验方法

6.1 壁厚和制造公差

6.1.1 瓶体壁厚应按附录 C 进行超声波全覆盖壁厚测量。

6.1.2 瓶体制造公差用标准量具或专用的量具、样板进行检验,检验项目包括筒体的平均外径、圆度、垂直度和直线度。

6.2 底部密封性试验

采用适当的试验装置对管制瓶底部内表面中心区加压,加压面积应至少为瓶体底部面积的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,保压期间在底部外表面中心涂刷肥皂液,保压至少 1 min,保压期间应观察瓶体底部中心区域是否泄漏。

6.3 内、外表面

目视检查,检查环境应保证足够的亮度;内表面检查时可借助于内窥灯或内窥镜。

6.4 瓶口螺纹

目视和用符合 GB/T 8336 或相关标准的螺纹量规检查。

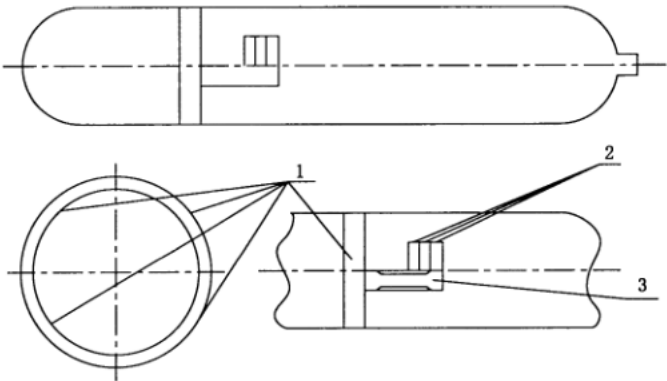
6.5 瓶体热处理后各项性能指标测定

6.5.1 取样

6.5.1.1 试样应从筒体中部截取,采用实物扁试样,试样的截取部位见图 3。

6.5.1.2 取样数量要求如下:

- a) 取纵向拉伸试验试样 2 件;
- b) 取横向冲击试验试样 3 件;
- c) 取环向冷弯试验试样 2 件或压扁试验试样瓶 1 只或压扁试验试样环 1 件。



标引序号说明:

- 1——冷弯试样或压扁环试样;
- 2——横向冲击试样;
- 3——拉伸试样。

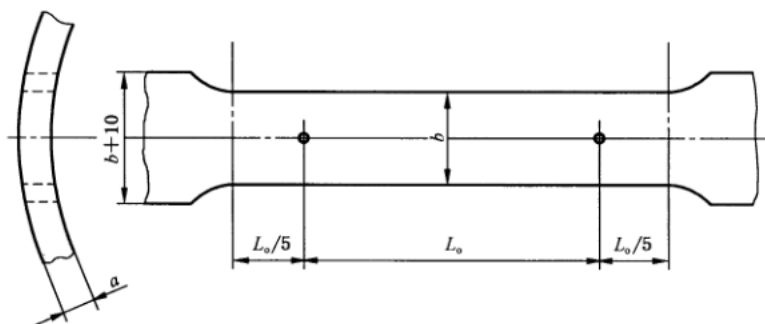
图 3 试样位置示意图

6.5.2 拉伸试验

6.5.2.1 拉伸试验的测定项目应包括：抗拉强度、屈服强度、伸长率。

6.5.2.2 拉伸试样制备形状见图 4，取 $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$ ，试样原始宽度(b)不应超过 4 倍试验原始厚度(a)，且小于筒体直径(D_0)的八分之一。

6.5.2.3 拉伸试样形状尺寸和拉伸试验方法应按 GB/T 228.1 执行。



标引符号说明：

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)；

L_0 ——拉伸试样的原始标距，单位为毫米(mm)。

图 4 拉伸试样图

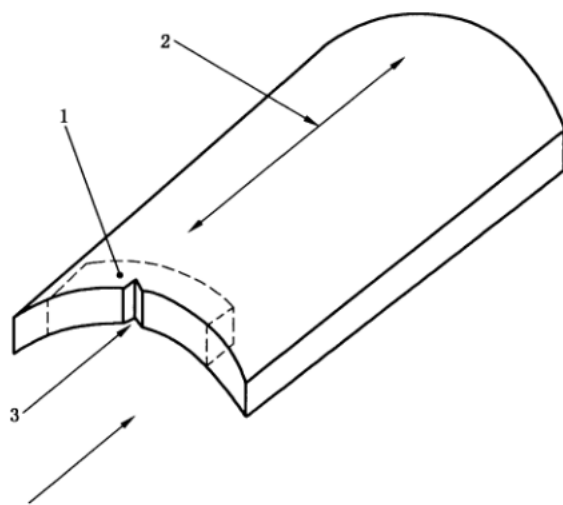
6.5.3 冲击试验

6.5.3.1 冲击试样采用宽度大于或等于 3 mm 且小于或等于 10 mm 带有 V 型缺口的试样做横向冲击。

6.5.3.2 冲击试样应从瓶体上截取，V 型缺口应垂直于瓶壁表面，见图 5。对于瓶体厚度小于 10 mm 的横向冲击试样加工 4 个面，瓶体内外壁圆弧表面不进行机加工。对于瓶体厚度大于 10 mm 的试件，若能通过对内外表面的加工使试样宽度为 10 mm，则该试样宽度取 10 mm；若因壁厚不能最终将试样加工成 10 mm 的厚度，则试样的宽度应接近初始厚度。

6.5.3.3 除按 6.5.3.2 规定的要求外，试样的形状尺寸及偏差和冲击试验方法应按 GB/T 229 执行。

6.5.3.4 瓶体壁厚不足以加工标准试样时，可免做冲击试验。



标引序号说明：

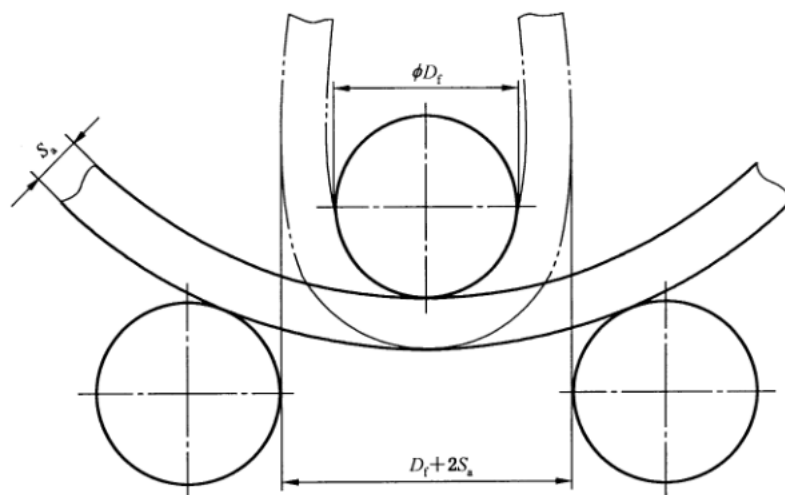
- 1——横向冲击试样；
- 2——钢瓶纵向；
- 3——夏比 V 型缺口。

图 5 横向冲击试样示意图

6.5.4 冷弯试验

6.5.4.1 冷弯试验试样的宽度应为瓶体壁厚的 4 倍,且不小于 25 mm,试样只加工 4 个面,瓶体内外壁圆弧表面不进行机加工。

6.5.4.2 试样制作和冷弯试验方法按 GB/T 232 执行,试样按图 6 所示进行弯曲。



标引符号说明：

- D_f ——弯心直径,单位为毫米(mm);
- S_s ——钢瓶筒体实测平均壁厚,单位为毫米(mm)。

图 6 冷弯试验示意图

6.5.5 压扁试验

6.5.5.1 压扁试验方法按附录 D 执行。

6.5.5.2 对于试样环的压扁试验,应从瓶体上截取宽度为瓶体壁厚的 4 倍且不小于 25 mm 的试样环,只能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。

6.6 硫化氢应力腐蚀试验

硫化氢应力腐蚀试验按附录 A 执行。

6.7 端部解剖

6.7.1 端部解剖试样应从力学性能试验的瓶体上截取,试样的高度尺寸应保留有瓶体端部过渡段以上的筒体部分。

6.7.2 试样的剖面应在瓶体的轴线上,用 5~10 倍放大镜检查抛光后的剖切表面,并用标准量具或专用的量具、样板对底部尺寸进行检验。

6.8 金相试验

6.8.1 金相试样可从拉伸试验的瓶体上截取,试样的制备、尺寸和方法应按 GB/T 13298 执行。

6.8.2 显微组织的评定按 GB/T 13320 执行。

6.8.3 脱碳层深度按 GB/T 224 执行。

6.9 无损检测

应采用在线自动超声检测设备进行检测,按附录 C 执行。

6.10 硬度检测

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

6.11 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 $1.5P$ 。

6.12 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 。

6.13 水压爆破试验

6.13.1 水压爆破试验按 GB/T 15385 执行。

6.13.2 水压爆破试验升压速率不应超过 0.5 MPa/s。

6.13.3 应自动绘制出压力-时间或压力-进水量曲线,以确定瓶体的屈服压力和爆破压力值。

6.14 压力循环试验

6.14.1 压力循环试验按 GB/T 9252 执行。

6.14.2 循环压力上限应不低于气瓶的水压试验压力(P_b),循环压力下限应不高于 2 MPa,压力循环速率不应超过 10 次/min。

6.15 火烧试验

6.15.1 钢瓶的放置

钢瓶应水平放置,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。

6.15.2 火源

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

6.15.3 温度和压力测量

至少用 3 只热电偶沿钢瓶下侧均匀设置,以监控表面温度,其间隔距离不小于 0.75 m。同时应配置测量和监控瓶内压力的压力表。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。试验过程中应每间隔不大于 30 s 的时间,记录一次热电偶的温度和钢瓶内的压力。

6.15.4 一般试验要求

用天然气或空气将钢瓶加压到公称工作压力。火烧试验时,应采取预防钢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,并由钢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。对于长度不大于 1.65 m 的钢瓶,其中心位置应置于火源中心的上部。对于长度大于 1.65 m 的钢瓶,按下列要求放置:

- 如果钢瓶的一端装有泄压装置,火源开始于钢瓶的另一端;
- 如果钢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;
- 如果钢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钢瓶长度中间;另一次是用另外一只钢瓶,使火源起始于钢瓶两端中的一端。

6.16 枪击试验

用直径至少为 7.62 mm 的穿甲弹,穿透以压缩天然气或空气充压到公称工作压力的钢瓶。子弹至少应完全穿透钢瓶的一个侧壁。子弹应以约 90°的角度射击瓶壁。

6.17 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:

- 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);
- 压力循环速率应不超过 10 次/min;
- 压力循环至钢瓶失效或超过 45 000 次。

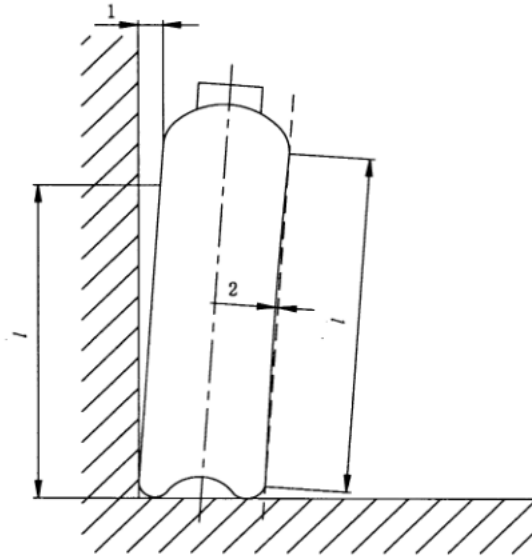
7 检验规则

7.1 试验和检验判定依据

7.1.1 壁厚和制造公差

7.1.1.1 实测壁厚应不小于设计壁厚。

- 7.1.1.2 筒体外径的制造公差不应超过公称直径的 $\pm 1\%$ 。
- 7.1.1.3 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直径的 2% 。
- 7.1.1.4 对于立式钢瓶,瓶体的垂直度应不超过其长度的 1% (见图7)。
- 7.1.1.5 筒体的直线度应不超过其长度的 0.3% (见图7)。



标引序号说明:

- 1——最大 $0.010 \times l$ (见7.1.1.4);
- 2——最大 $0.003 \times l$ (见7.1.1.5)。

图7 钢瓶瓶体的垂直度与直线度

7.1.2 底部密封性试验

底部密封性试验压力为钢瓶的公称工作压力,保压时间不少于1 min,瓶体底部试验区域浸没于水或肥皂液中,不应有泄漏现象。底部密封性试验仅限采用钢管旋压收口成型的底部,该试验也可用整体气密性试验代替。

7.1.3 内、外表面

7.1.3.1 瓶体内、外表面应光滑圆整,不应有肉眼可见的凹坑、凹陷、裂纹、鼓折皱、折叠、分层等影响强度的缺陷。表面缺陷允许用机械加工方法清除,但清除后的剩余壁厚应不小于设计壁厚。

7.1.3.2 钢瓶端部与筒体应圆滑过渡,肩部不应有沟痕存在。

7.1.4 瓶口螺纹

7.1.4.1 螺纹的牙型、尺寸和公差应符合 GB/T 8335 或相关标准的规定。

7.1.4.2 螺纹不应有倒牙、平牙、牙双线、牙尖、牙阔以及螺纹表面上的明显跳动波纹。

7.1.4.3 锥螺纹从瓶口基面起有效螺纹数应不少于8个螺距。

7.1.4.4 锥螺纹基面位置的轴向变动量应不超过 $+1.5\text{ mm}$ 。

7.1.5 瓶体热处理后的各项性能指标

瓶体热处理后机械性能测定结果应符合表3的规定。

表 3 钢瓶瓶体热处理后的机械性能

试验项目		指标		
拉伸 试验	R_{e}	不小于钢瓶制造厂的热处理保证值		
	R_{m}	不小于钢瓶制造厂的热处理保证值,且不大于设计抗拉强度上限		
	A	$\geq 14\%$		
冲击 试验	试验方向		横向	
	试样宽度/mm		3~5	$>5\sim 7.5$ $>7.5\sim 10$
	试验温度/℃		-50	
	$\alpha_{\text{kv}}/(\text{J}/\text{cm}^2)$	最小 3 个试样平均值	30	35 40
		最小单个试样值	24	28 32

7.1.6 冷弯试验或压扁试验

在批量和型式试验中,按 6.5.4 或 6.5.5 进行冷弯试验或压扁试验,以无裂纹为合格,弯心直径和压头间距应符合表 4 的规定。

表 4 冷弯试验弯心直径和压扁试验压头间距要求

瓶体抗拉强度实测值(R_{m})/MPa	弯心直径(D_f)/mm	压头间距(T_y)/mm
$R_{\text{m}} \leq 800$	$4S_{\text{e}}$	$6S_{\text{e}}$
$800 < R_{\text{m}} \leq 880$	$5S_{\text{e}}$	$7S_{\text{e}}$
$880 < R_{\text{m}} \leq 950$	$6S_{\text{e}}$	$8S_{\text{e}}$

7.1.7 硫化氢应力腐蚀试验

试验结果应符合附录 A 的规定。

7.1.8 端部解剖

按 6.7 检查底部尺寸应符合设计要求,对于管制瓶,还应观察剖切面上,剖切面上不应有影响安全的缩孔、气泡、未熔合、裂纹、夹层等缺陷。底部中心的完好厚度(既无缺陷的厚度)应不低于设计的最小厚度。

7.1.9 金相试验

7.1.9.1 组织应呈回火索氏体,按 GB/T 13320 第三组评级图评定,1 级~3 级合格。

7.1.9.2 瓶体的脱碳层深度,外壁不应超过 0.3 mm,内壁不应超过 0.25 mm。

7.1.10 无损检测

钢瓶瓶体热处理后按 6.9 进行无损检测,超声检测结果应符合附录 C 的要求。

7.1.11 硬度检测

瓶体热处理后应按照 6.10 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。

7.1.12 水压试验

7.1.12.1 按 6.11 的要求进行水压试验,在水压试验压力(P_h)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。容积残余变形率不应大于 5%。

7.1.12.2 水压试验报告中应包括钢瓶实测水容积和质量,水容积和质量的数值应保留一位小数。

示例:水容积或质量的实测数值为 100.675,水容积数值表示为 100.6,质量数值表示为 100.7。

7.1.13 气密性试验

气密性试验压力应为公称工作压力,保压时间应不少于 1 min,瓶体、瓶阀、瓶体和瓶阀联接处均不应泄漏。因装配而引起的泄漏现象,允许重新做试验。

7.1.14 水压爆破试验

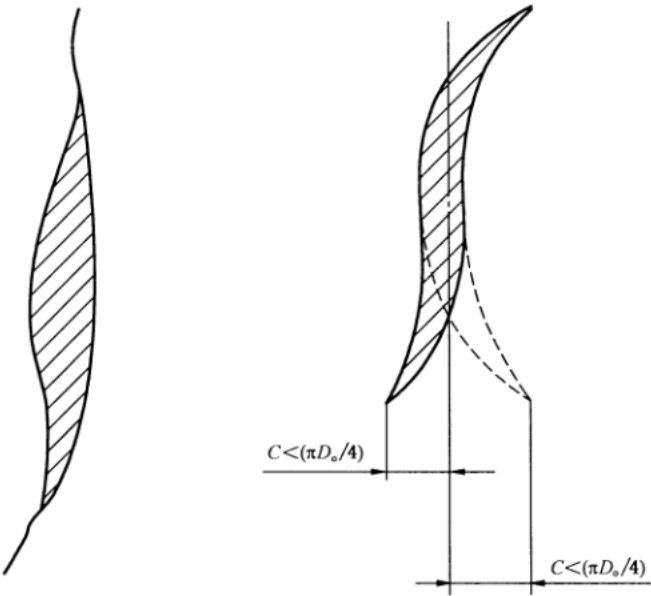
7.1.14.1 检查水压爆破试验压力-时间曲线或压力-进水量曲线,确定钢瓶瓶体的实测屈服压力(P_y)和实测爆破压力(P_b)应符合下列要求:

a) $P_y \geq P_h/F$;

b) $P_b \geq 1.6 P_h$ 。

7.1.14.2 钢瓶瓶体爆破后应无碎片,爆破口应在筒体上,破口裂缝不应引伸到瓶口,瓶体上的破口形状与尺寸应符合图 8 的规定。

7.1.14.3 瓶体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。



标引符号说明:

C——瓶体爆破试验破口环向撕裂长度,单位为毫米(mm)。

图 8 破口形状尺寸示意图

7.1.15 压力循环试验

按 6.14 的规定执行,钢瓶承受 15 000 次循环的过程中,瓶体不应泄漏或爆破。

7.1.16 火烧试验

在按 6.15 的规定进行火烧试验时,钢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钢瓶的许用压力(P_m),钢瓶不应发生爆炸。

7.1.17 枪击试验

在按 6.16 的规定进行枪击试验时,子弹至少穿过一侧瓶壁,瓶体不应破裂。

7.1.18 未爆先漏试验

按 6.17 的规定压力循环至 15 000 次,瓶体不应发生泄漏失效,再压力循环至 45 000 次或钢瓶泄漏失效,瓶体不应发生爆破。

7.2 型式试验

7.2.1 新设计和设计变更的钢瓶均应进行型式试验,若型式试验不合格,不应投入批量生产。

7.2.2 型式试验项目应按表 5 的规定,除了逐只检验的项目,应随机抽取下列数量钢瓶进行型式试验:

- a) 对 1 只钢瓶进行瓶体热处理后材料性能指标测定(包括拉伸试验、冲击试验、冷弯试验或压扁试验)、端部解剖和金相试验;
- b) 对 1 只钢瓶进行硫化氢应力腐蚀试验,也可在材料性能试验瓶上取样;
- c) 对 3 只钢瓶进行水压爆破试验;
- d) 对 2 只钢瓶进行压力循环试验;
- e) 对 1 只钢瓶进行火烧试验;
- f) 对 1 只钢瓶进行枪击试验;
- g) 对 3 只钢瓶进行未爆先漏试验。

表 5 试验和检验项目

序号	项目名称	试验方法	出厂检验		型式试验	判定依据
			逐只检验	批量检验		
1	壁厚	6.1.1	√	—	√	7.1.1
2	制造公差	6.1.2	√	—	√	7.1.1
3	底部密封性试验 ^a	6.2	√	—	√	7.1.2
4	内、外表面	6.3	√	—	√	7.1.3
5	瓶口内螺纹	6.4	√	—	√	7.1.4
6	拉伸试验	6.5.2	—	√	√	7.1.5
7	冲击试验	6.5.3	—	√	√	7.1.5
8	冷弯试验 ^b	6.5.4	—	√	√	7.1.6
9	压扁试验 ^b	6.5.5	—	√	√	7.1.6
10	硫化氢应力腐蚀试验 ^c	6.6	—	—	√	7.1.7
11	端部解剖	6.7	—	√	√	7.1.8

表 5 试验和检验项目（续）

序号	项目名称	试验方法	出厂检验		型式试验	判定依据
			逐只检验	批量检验		
12	金相试验	6.8	—	—	√	7.1.9
13	无损检测	6.9	√	—	√	7.1.10
14	硬度检测	6.10	√	—	√	7.1.11
15	水压试验	6.11	√	—	√	7.1.12
16	气密性试验	6.12	√	—	√	7.1.13
17	水压爆破试验	6.13	—	√	√	7.1.14
18	压力循环试验	6.14	—	√	√	7.1.15
19	火烧试验	6.15	—	—	√	7.1.16
20	枪击试验	6.16	—	—	√	7.1.17
21	未爆先漏试验	6.17	—	—	√	7.1.18
注：“√”表示做检验或试验，“—”表示不做检验或试验。						
* 仅适用于管制瓶的底部，该试验也可用整体气密性试验代替。						
b 冷弯试验和压扁试验任取其一进行。						
c 仅适用于抗拉强度上限保证值大于 880 MPa 的钢瓶。						

7.2.3 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 5 规定的项目进行逐只检验外，还应按表 6 规定的项目重新进行型式试验。相对于设计原型进行了表 6 规定试验项目的钢瓶，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 6 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，即已进行设计变更的钢瓶不能作为设计原型。

表 6 设计变更的钢瓶需进行型式试验的试验项目

设计变更项目	型式试验						
	硫化氢应力 腐蚀试验	材料性能 试验	水压爆破 试验	压力循环 试验	火烧试验	枪击试验	未爆先漏 试验
	附录 A	7.1.5	7.1.14	7.1.15	7.1.16	7.1.17	7.1.18
瓶体材料	√ ^a	√	—	—	—	—	—
公称直径变化≤20%	—	—	√	√	—	—	—
公称直径变化>20%	—	—	√	√	√	√	√
长度变化≤50%	—	—	—	—	√ ^b	—	—
长度变化>50%	—	—	√	√	√ ^b	—	—

表 6 设计变更的钢瓶需进行型式试验的试验项目（续）

设计变更项目	型式试验						
	硫化氢应力 腐蚀试验	材料性能 试验	水压爆破 试验	压力循环 试验	火烧试验	枪击试验	未爆先漏 试验
	附录 A	7.1.5	7.1.14	7.1.15	7.1.16	7.1.17	7.1.18
工作压力变化 $\leq 20\%$ ^c	—	√	√	√	—	—	—
端部结构变化	—	—	√	√	—	—	√
瓶口螺纹尺寸	—	—	√	√	—	—	—
压力泄放装置变更	—	—	—	—	√	—	—
注：“√”表示做检验或试验，“—”表示不做检验或试验。							
^a 仅限材料制造单位、冶炼方法、热加工方法变更或实测抗拉强度超过硫化氢应力腐蚀试件实测抗拉强度 5% 时，不包括材料规格的变化。							
^b 该试验仅当长度增加时适用。							
^c 仅限壁厚变化与压力变化成比例时。							

7.3 批量试验

7.3.1 批量试验项目应满足表 5 的规定。

7.3.2 应从每批钢瓶中随机抽取 1 只钢瓶进行瓶体热处理后各项性能指标测定（包括拉伸试验、冲击试验、冷弯试验或压扁试验），并对该钢瓶进行端部解剖。

7.3.3 应从每批钢瓶中随机抽取 1 只钢瓶进行水压爆破试验。

7.3.4 应从每批钢瓶中随机抽取 1 只钢瓶进行压力循环试验，试验频率如下：

- a) 初次，每批取 1 只钢瓶进行压力循环试验，压力循环次数不少于 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 7.2.3），且在上述 a) 试验中的压力循环次数均达到至少 22 500 次后仍不产生泄漏或破裂，则压力循环试验的频率可以减少到每 5 个生产批抽取 1 只钢瓶；
- c) 如果连续 10 个生产批属于同一设计族，且在上述 a) 试验中的压力循环次数均达到至少 30 000 次压力循环仍不产生泄漏或破裂，则压力循环试验的频率可以减少到每 10 个生产批抽取 1 只钢瓶；
- d) 如果从最后一次压力循环试验起，中断超过 3 个月，则上述 b) 中或 c) 中减少的试验频率失效，然后应从下一个生产批开始，每个生产批中抽取 1 只钢瓶做压力循环试验，以重新建立 b) 中或 c) 中减少的批量压力循环试验频率；
- e) 如果减少了频率的压力循环试验不符合试验 b) 中或 c) 中要求的压力循环次数（分别为 22 500 次和 30 000 次），则有必要重复 a) 中的批量压力循环试验频率，至少为 10 个批，以重新建立 b) 中或 c) 中减少的批量压力循环试验频率。

如果钢瓶上述 a)、b) 或 c) 中的压力循环试验，不能满足至少 15 000 次的要求，则应按 7.5 的程序处理，找出失效原因并纠正。然后再从该批中抽取 3 只钢瓶，重复进行压力循环试验。如其中任一钢瓶未达到 15 000 次，则该批钢瓶应报废。

7.4 逐只检验

对同一批生产的每只钢瓶均应进行逐只检验,检验项目按表 5 的规定。

7.5 复验规则

如果试验结果不合格,应找出不合格原因并按以下要求进行。

- a) 如果不合格是由于试验操作异常或测量误差所造成,则应重新进行试验;若重新试验结果合格,则试验合格。
- b) 如果确认不合格是由于热处理造成的,允许对该批钢瓶重新热处理,但重复热处理次数不应多于两次;重新热处理的钢瓶应保证设计壁厚;经重新热处理的该批钢瓶应作为新批重新进行批量检验;在质量检验记录中,应写明重复热处理的钢瓶编号、原因及结论。
- c) 如果确认不合格是由于热处理之外的原因造成的,所有存在缺陷的钢瓶可报废,也可通过适合的方式进行修复。修复的钢瓶应重新进行批量检验,若试验合格,应重新归到其原始批。

8 标志、涂敷、包装、运输、储存

8.1 标志

8.1.1 钢瓶钢印标记

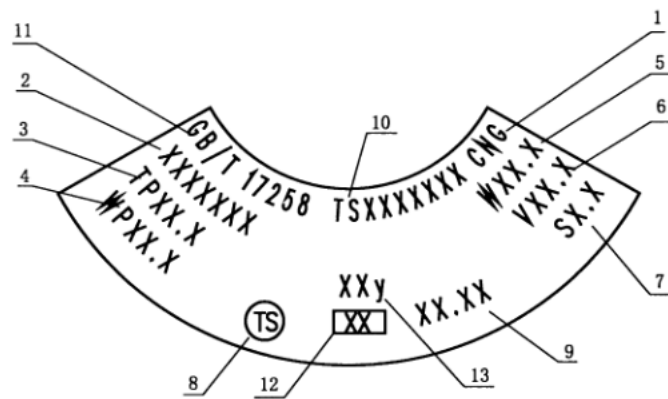
8.1.1.1 钢瓶钢印标记应打在瓶体的弧形肩部,可采用图 9 所示形式。

8.1.1.2 钢瓶上的钢印标记也可在瓶肩部沿圆周线排列,各项的排列可不按图 9 中的指引号的顺序,但项目不应缺少。

8.1.1.3 钢印刃口应圆滑,字体应完整、清晰,无毛刺。

8.1.1.4 钢印字体高度不小于 8 mm,字体深度为 0.3 mm~0.5 mm。

8.1.1.5 容积和质量的钢印标记应保留一位小数,见 7.1.12.2。



- 标引序号说明：
- 1 —— 充装气体名称或化学分子式；
 - 2 —— 气瓶编号；
 - 3 —— 水压试验压力，单位为兆帕(MPa)；
 - 4 —— 公称工作压力，单位为兆帕(MPa)；
 - 5 —— 实测质量，单位为千克(kg)；
 - 6 —— 公称容积，单位为升(L)；
 - 7 —— 钢瓶设计壁厚，单位为毫米(mm)；
 - 8 —— 监检标记；
 - 9 —— 制造日期；
 - 10—— 气瓶制造单位许可证编号；
 - 11—— 产品标准编号；
 - 12—— 制造单位代号；
 - 13—— 设计使用年限。

图 9 钢瓶钢印标记示意图

8.1.2 钢瓶电子识读标识

- 8.1.2.1 出厂的每只钢瓶，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)，作为钢瓶产品的电子合格证。
- 8.1.2.2 钢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上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。

8.1.3 颜色标记

钢瓶颜色为棕色，字样为“天然气”，字色白色，其他按照 GB/T 7144 执行。

8.2 涂敷

- 8.2.1 钢瓶在涂敷前，应清除表面油污、锈蚀等杂物，且在干燥的条件下方可进行涂敷。
- 8.2.2 涂敷应均匀牢固，不应有气泡、流漆痕、裂纹和剥落等缺陷。

8.3 包装

- 8.3.1 根据用户的要求，如不带瓶阀的钢瓶，则瓶口应采用可靠措施密封，以防止沾污。
- 8.3.2 包装方法可用捆装、箱装或散装。

8.4 运输

8.4.1 钢瓶的运输应符合运输部门的规定。

8.4.2 钢瓶在运输和装卸过程中,要防止碰撞、受潮和损坏附件。

8.5 储存

8.5.1 钢瓶应分类按批存放整齐。如采取堆放,则应限制高度,防止受损。

8.5.2 钢瓶出厂前如储存 6 个月以上,则应采取可靠的防潮措施。

9 安装

钢瓶的安装和使用应符合有关国家标准或行业标准及气瓶安全监察的相关规定。

10 产品合格证和批量检验质量证明书

10.1 产品合格证

10.1.1 经检验合格的每只钢瓶均应附有产品合格证(含纸质合格证和电子合格证),并与产品同时交付用户。

10.1.2 产品合格证应说明下列内容:

- a) 钢瓶制造单位名称;
- b) 钢瓶编号;
- c) 公称工作压力;
- d) 水压试验压力;
- e) 气密性试验压力;
- f) 材料牌号、化学成分以及热处理后力学性能保证值;
- g) 热处理状态;
- h) 筒体设计壁厚;
- i) 实测空瓶质量(不包括瓶阀、瓶帽和防震圈);
- j) 实测水容积;
- k) 出厂检验标记;
- l) 制造年、月;
- m) 本文件编号;
- n) 钢瓶制造单位生产许可证号;
- o) 使用说明;
- p) 瓶阀型号(装配瓶阀时)。

10.2 批量检验质量证明书

10.2.1 经检验合格的每批钢瓶均应附有批量检验质量证明书,该批钢瓶有一个以上用户时,所有用户均应有批量检验质量证明书的复印件。

10.2.2 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 E。

10.2.3 制造单位应妥善保存钢瓶的检验记录和批量检验质量证明书的正本或复印件,保存时间应不少于钢瓶设计使用年限。

附 录 A
(规范性)
硫化氢应力腐蚀试验

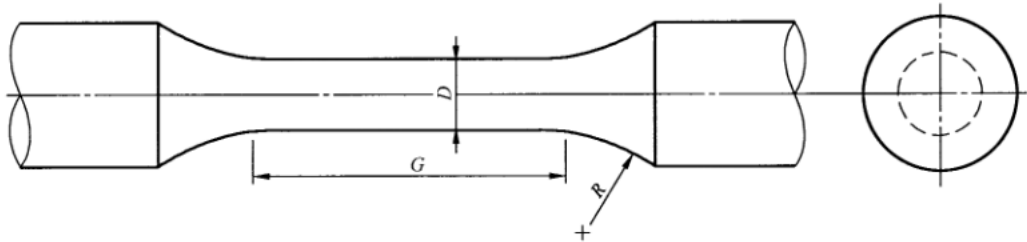
A.1 概述

本附录规定了在硫化氢的酸性水溶液中受拉力的车用压缩天然气钢瓶材料抗开裂破坏性能试验,适用于抗拉强度保证值上限大于 880 MPa 的钢瓶。

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,还应按 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,拉伸试样试验段的直径(D)应为 (3.81 ± 0.05) mm,试验段长(G)为 25.4 mm,试验段端部过渡圆弧半径(R)应不小于 15 mm。



标引符号说明:

- D —— 试验段直径,单位为毫米(mm);
- G —— 试验段长,单位为毫米(mm);
- R —— 试验段端部过渡圆弧半径,单位为毫米(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强度保证值的 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。

A.4 试验报告

应出具硫化氢应力腐蚀试验报告。试验报告应能准确反映试验过程并具有可追踪性。其内容应包括以下信息:试验日期,材料牌号,材料制造单位,材料冶炼方法,材料热加工方法,材料硫、磷含量实测值,材料抗拉强度实测值,试验结果,试验者等。

附录 B

(资料性)

无损检测(NDE)最大允许缺陷尺寸确定方法

B.1 概述

本附录给出了钢瓶无损检测(NDE)时的最大允许缺陷尺寸确定方法。

B.2 钢瓶最大允许缺陷尺寸确定方法

钢瓶无损检测(NDE)最大允许缺陷尺寸通过以下方式确定：

- a) 在气瓶筒体内壁和外壁制作裂纹缺陷,内部缺陷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) 对含有这些缺陷的 3 只气瓶进行压力循环至失效,试验方法见 6.14。

如果气瓶在 15 000 次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。

B.3 试验报告

无损检测最大允许缺陷尺寸试验报告内容包括试验日期、气瓶壁厚、缺陷加工方法、缺陷尺寸、压力循环试验试验结果、试验者等信息,并能准确反映试验过程并具有可追溯性。

附录 C

(规范性)

超声检测

C.1 概述

本附录规定了汽车用压缩天然气钢瓶的超声检测方法。其他能够证明适用于钢瓶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 超声检测设备应能够对钢瓶进行在线自动检测,并自动记录,应至少能够检测到 C.4 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取得特种设备超声检测资质,超声检测设备的操作人员应至少具有 I (初)级超声检测资质证书,签发检测报告的人员应至少具有 II (中)级超声检测资质证书。

C.2.3 待测钢瓶的内、外表面均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。对于缺陷检测,应采用脉冲回波系统。对于壁厚检测,应采用谐振法或脉冲回波系统。试验应采用接触法或浸液法。

C.2.4 应采用能确保在试验探头和钢瓶之间有充分的超声能传递的耦合方式。

C.3 检测方法

C.3.1 一般应使超声检测探头对钢瓶进行螺旋式扫查。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(应有至少 10%的重叠),保证在螺旋式扫查过程中实现 100%检测。

C.3.2 应对瓶壁纵向、横向缺陷都进行检测。检测纵向缺陷时,声束在瓶壁内沿环向传播;检测横向缺陷时,声束在瓶壁内沿轴向传播;纵向和横向检测都应在瓶壁两个方向上进行。

C.3.3 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气瓶都应在设备校验合格后重新进行检测。

C.4 对比样管

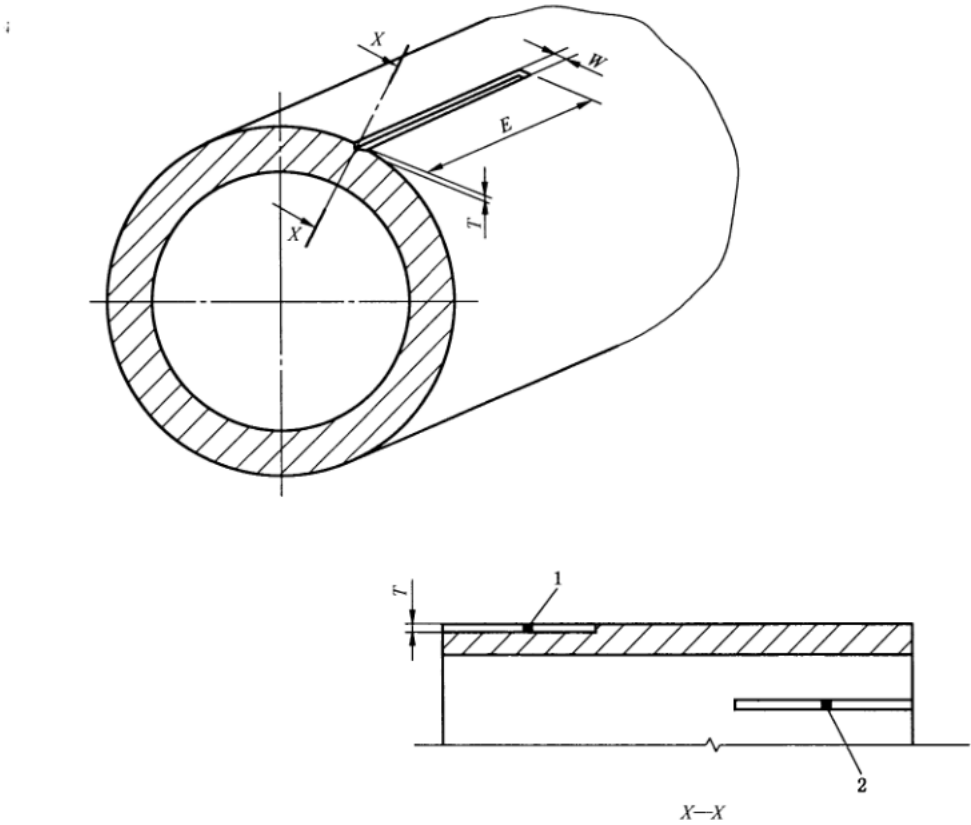
C.4.1 应准备适当长度的对比样管,对比样管应与待测钢瓶筒体段具有相同的公称外径、公称壁厚、表面状况、热处理状态,并且有相近声学性能(例如速度、衰减系数等)。对比样管不应有影响人工缺陷的自然缺陷。

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.1 和图 C.2)应符合下列要求:

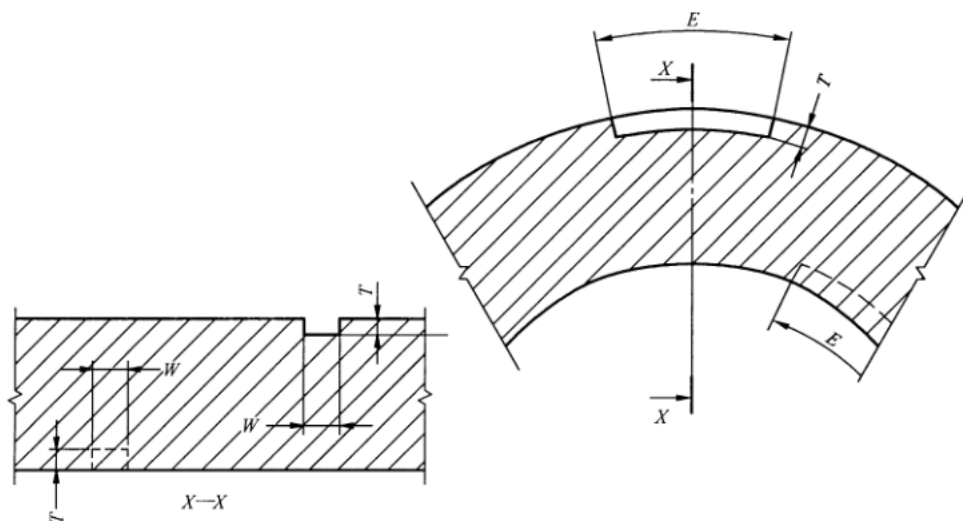
- a) 人工缺陷长度(E)应不大于 50 mm;
- b) 人工缺陷宽度(W)应不大于 2 倍深度(T),当不能满足时可以取宽度(W)为 1.0 mm;
- c) 人工缺陷深度(T)应等于钢瓶筒体设计壁厚(S)的 $(5 \pm 0.75)\%$,且深度(T)最小为 0.2 mm,最

- 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。



- 标引说明:
- 1 ——外表面人工缺陷;
- 2 ——内表面人工缺陷;
- E ——人工缺陷长度,单位为毫米(mm);
- T ——人工缺陷深度,单位为毫米(mm);
- W ——人工缺陷宽度,单位为毫米(mm)。

图 C.1 纵向人工缺陷示意图



标引符号说明：

E —— 人工缺陷长度,单位为毫米(mm);

T —— 人工缺陷深度,单位为毫米(mm);

W —— 人工缺陷宽度,单位为毫米(mm)。

图 C.2 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,应与实际检测钢瓶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 壁厚检测

钢瓶的筒体段应进行 100% 的壁厚检测,检测结果应不小于设计壁厚。

C.7 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钢瓶应判定为不合格。允许清除瓶体表面缺陷,清除后应重新进行超声检测和壁厚检测。

C.8 检测报告

应对进行超声检测的钢瓶出具检测报告。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、瓶体规格、批号、检测工艺条件、使用设备、检测数量、合格数 and 不合格数、检测者、评定者及对不合格缺陷的描述等。

附录 D
(规范性)
压扁试验方法

D.1 概述

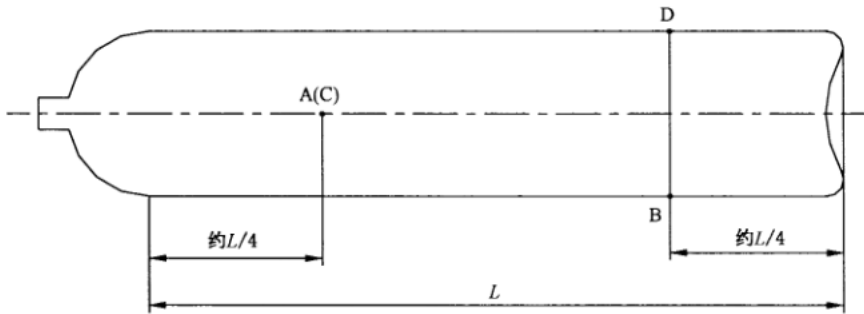
本附录规定了钢瓶压扁变形能力的测定方法,适用于检验钢瓶的多轴向应变能力。

D.2 试验钢瓶的要求

D.2.1 试验钢瓶应进行内、外表面质量检查,不应有凹坑、划痕、裂纹、夹层、皱折等影响强度的缺陷,表面不应有油污、油漆等杂物,应保证出气孔通畅。

D.2.2 试验钢瓶筒体实测最小壁厚不应小于筒体设计壁厚。

D.2.3 试验钢瓶筒体应进行壁厚的测定,按图 D.1 所示,在筒体部位与轴线成对称位置的 A、B 及 C、D 处测得壁厚的平均值。



标引符号说明:
 L ——钢瓶筒体长度,单位为毫米(mm)。

图 D.1 筒体部位平均壁厚测量位置

D.3 试验装置的基本要求

D.3.1 压头的基本要求

- D.3.1.1 压头的材质应为碳素工具钢或其他性能良好的钢材。
- D.3.1.2 加工成形的压头应进行热处理,其硬度不应小于 HRC 45。
- D.3.1.3 压头的顶角为 60° ,并将其顶端加工成半径为 13 mm 的圆弧,压头的长度不小于试验钢瓶外径(D_o)的 1.5 倍,压头高度应不小于钢瓶外径(D_o)的 0.5 倍,压头表面应光滑,压头的形状处尺寸见图 D.2。

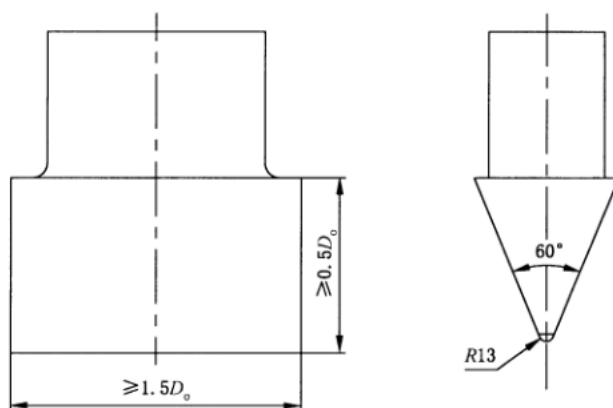


图 D.2 压头的形状尺寸

D.3.2 试验机的基本要求

D.3.2.1 试验机的精度与性能要求应经有资质的计量检验部门进行检定。在有效期内,经检定合格方可使用。

D.3.2.2 试验机的额定载荷量应大于压扁试验最大载荷量的 1.5 倍。

D.3.2.3 试验机应按设备保养维修的有关规定进行机器润滑和必要的保养。试验机应保持清洁,工作台面无油污、杂物等。

D.3.2.4 试验机装置应具有适当的安全设施,以保证试验时操作人员和设备的安全。

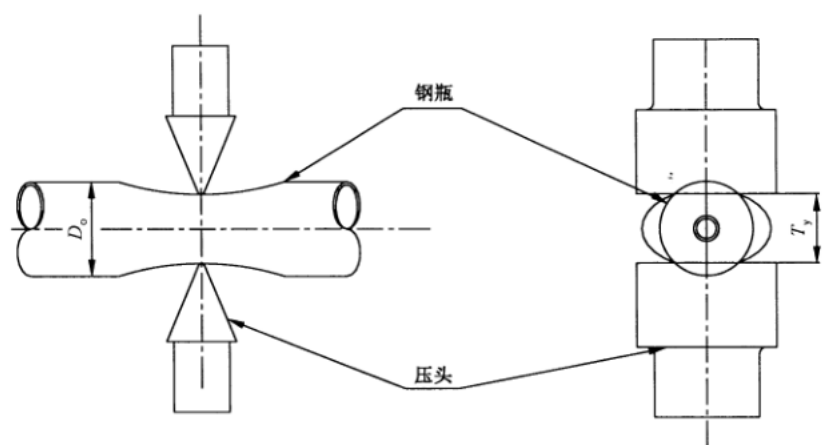
D.3.2.5 试验机应在符合其温度要求的条件下工作。

D.4 试验步骤与方法

D.4.1 试验机在工作前应进行机器空运转,检查各部位及仪器仪表。试验机在正常的情况下才可进行试验。

D.4.2 压头应固定安装在钳口上,调整上、下压头的位置。应保证试验时,上、下压头在同一铅锤中心平面内。上、下压头应保持平行移动,不应横向晃动。

D.4.3 将钢瓶的中部放在垂直于瓶体轴线的两个压头中间,见图 D.3。然后缓慢地拧开阀门以 20 mm/min~50 mm/min 的速度进行匀速加载,对试验钢瓶施加压力,直至压到规定的压头间距(T_y)为止。



标引符号说明：
 D_0 ——钢瓶筒体公称直径，单位为毫米(mm)；
 T_y ——压扁试验规定的压头间距，单位为毫米(mm)。

图 D.3 压扁试验示意图

D.4.4 保持压头间距(T_y)和载荷不变，目测检查试验钢瓶压扁变形处的表面状况。

D.5 试验中的注意事项

- D.5.1 在试验过程中发现异常时，应立即停止试验。进行检查并做出判断，待排除故障后，再继续进行试验。
- D.5.2 试验机应由专人操作，并负责做好记录。

D.6 试验报告

应对进行压扁试验的钢瓶出具试验报告。试验报告应能准确反映试验过程并具有可追踪性。其内容应包括：试验日期、钢瓶材质、钢瓶规格、热处理批号、筒体设计壁厚、实测最小壁厚、实测平均壁厚使用设备、压扁速度、压头间距、压扁最大载荷、试验结果、试验者等。

附 录 E
(资料性)

汽车用压缩天然气钢瓶批量检验质量证明书

汽车用压缩天然气钢瓶批量检验质量证明书见图 E.1。

编号:_____

钢瓶型号_____盛装介质 CNG

制造单位_____制造许可证编号_____

产品图号_____底部结构 凸形底 ☐ 凹形底 ☐ 双瓶口 ☐

生产批号_____制造日期_____

本批钢瓶共_____只,编号从_____号到_____号

注:本批合格钢瓶中不包括下列瓶号:

1 主要技术数据

公称容积_____L 公称工作压力_____MPa

公称直径_____mm 水压试验压力_____MPa

设计壁厚_____mm 气密性试验压力_____MPa

2 主体材料化学成分(质量分数,%)

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										

3 瓶体热处理后各项性能指标测定

3.1 热处理方式 淬火后回火 , 屈服强度保证值(R_e)_____MPa, 抗拉强度保证值(R_g)_____MPa。

试验瓶号	R_{es} /MPa	R_m /MPa	A/%	a_{kv} /(J/cm ²)	冷弯 (180°)

3.2 压扁试验结果:

试验编号	平均壁厚/mm	压头距离/mm	结果

图 E.1 汽车用压缩天然气钢瓶批量检验质量证明书

30

学兔兔 www.bzfxw.com 标准下载

4 端部解剖

无缩孔、气泡、未熔合、裂纹、夹层等缺陷,结构形状尺寸符合图样要求。

5 水压爆破试验

试验瓶号_____,实测屈服压力_____MPa,实测爆破压力_____MPa。
爆破口 塑性断裂,无碎片,破口形状符合标准要求。

6 压力循环试验

试验瓶编号:_____ 循环压力上限:_____ 循环压力下限:_____
试验结果: 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 17258—2022 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 E.1 汽车用压缩天然气钢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
-