



中华人民共和国国家标准

GB/T 42626—2023

车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶 定期检验与评定

Periodic inspection and evaluation of fully wrapped fibre reinforced
composite gas cylinders of compressed hydrogen gas for automotive vehicles



2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	3
4.1 气瓶类型和说明	3
4.2 检验工具和装置	3
4.3 检验周期	3
4.4 检验项目	4
5 检验准备	4
5.1 储氢系统预检查	4
5.2 资料查阅和记录	4
5.3 气瓶的卸压和氮气置换	5
5.4 气瓶、瓶阀拆卸与表面清理	5
6 外观检查与评定	5
6.1 损伤类型	5
6.2 损伤级别	5
6.3 外观损伤检查与评定	7
7 外表面损伤的处理	9
8 内部检查与评定	9
8.1 损伤类型	9
8.2 损伤级别	9
8.3 内部损伤检查与评定	9
9 瓶口螺纹检查与评定	9
10 水压试验	10
11 内部干燥	10
11.1 干燥方法与要求	10
11.2 干燥状况检查	10
12 瓶阀检查与装配	10
13 气密性试验	11
14 检验后的工作	11
附录 A (资料性) 气瓶的卸压	12
附录 B (资料性) 气瓶典型损伤图例	13

附录 C (资料性) 气瓶表面损伤处理方法图例	19
附录 D (规范性) 气瓶复位安装检查	21
附录 E (资料性) 气瓶定期检验报告	23
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。

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：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、国家市场监督管理总局特种设备局、中国特种设备检测研究院、合肥通用机械研究院有限公司、广东省特种设备检测研究院、北京天海氢能装备有限公司、江苏保城特种设备检验集团有限公司、中国海洋工程研究院(青岛)、佛吉亚斯林达安全科技(沈阳)有限公司、中集安瑞科控股有限公司。

本文件主要起草人：胡军、韩冰、郑津洋、杨明高、高继轩、常彦衍、黄强华、薄柯、江慧丰、郭晋、岳增柱、田锋、张国、杨树军、杨葆英、李奇楠、刘孝亮、彭文珠。

车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶 定期检验与评定

1 范围

本文件规定了车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶(以下简称“气瓶”)的定期检验与评定的基本方法和技术要求。

本文件适用于按照 GB/T 35544 和 GB/T 42612 设计、制造的气瓶,其公称工作压力不超过 70 MPa、公称水容积不大于 450 L、贮存介质为压缩氢气、工作温度不低于-40 ℃且不高于 85 ℃。

本文件不适用于安装在长度不超过 8 m 且座位数不超过 19 座的载客车辆上,无法拆卸进行定期检验的气瓶。

氢燃料电池城市轨道交通、氢能船舶、氢能发电装置等供氢用气瓶的定期检验与评定可参照本文件。

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 3464.1 机用和手用丝锥 第 1 部分:通用柄机用和手用丝锥
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分:设备 通用要求
- GB/T 3934 普通螺纹量规 技术条件
- GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮
- GB/T 9251 气瓶水压试验方法
- GB/T 13005 气瓶术语
- GB/T 35544 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶
- GB/T 42612 车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶
- TSG 23 气瓶安全技术规程

3 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

磨损 abrasion

因刮、磨或振动导致材料发生摩擦而引起的气瓶损伤。

3.2

龟裂 crazing

树脂纹状开裂,呈不透明、霜状。

3.3

分层 delamination

在缠绕层之间发生分离的损伤。

注：分层通常是由于过大的载荷垂直冲击缠绕层表面而引起的损伤。

3.4

一级损伤 level 1 damage

使用中发生的微小损伤。

注：在气瓶表面有较小损伤,但没有纤维破损的现象均可判定为此类损伤。这种损伤对气瓶的安全没有构成有害的影响,可继续使用。

3.5

二级损伤 level 2 damage

损伤程度比一级损伤严重,经处理后不影响气瓶安全使用的损伤。

3.6

三级损伤 level 3 damage

影响气瓶安全使用的损伤。

3.7

树脂 resin

用于粘接纤维和传递载荷的材料。

注：通常为热固性。

3.8

应力腐蚀裂纹 stress corrosion cracking

由于载荷和恶劣环境共同作用造成的复合材料开裂或断裂。

3.9

TPRD 端塞 thermally-activated pressure relief device(TPRD)end plug

安装在双头口结构气瓶的一端,装有温度驱动型安全泄压装置(TPRD),并具备盲堵功能的端塞。

3.10

极限弹性膨胀量 rejection elastic expansion; REE

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

3.11

鼓包 bulge

可见的气瓶局部凸起。

3.12

屈曲 buckling

在压应力作用下,塑料内胆失去原有规则几何形状而导致的失效。

3.13

鼓泡 blister

塑料内胆中形貌如同气泡的局部缺陷。

3.14

储氢系统 hydrogen storage system

与车载氢气储存、输送有关的部件集合。

注：通常由气瓶(含瓶阀)、阀门以及连接管路等组成。对单只气瓶,指气瓶和瓶阀;对两只及以上气瓶组成的瓶组,指气瓶(含瓶阀)、框架范围内的连接管路和阀门等。

4 技术要求

4.1 气瓶类型和说明

4.1.1 3型气瓶

铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶。

4.1.2 4型气瓶

塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶。

4.2 检验工具和装置

检验机构应至少具备下列工具和装置：

- a) 防爆灯：用于检查气瓶内外表面及附件表面，电压应不超过 12 V，且满足 GB/T 3836.1 中防爆等级 II C 类，T1 组要求；
- b) 检验镜和内窥镜：用于检查由安装造成部分被遮住的气瓶表面和气瓶内表面（包括颈部内表面），内窥镜应为高清晰度彩色并具有存储功能；
- c) 力矩扳手等专用工具：用于气瓶、瓶阀或 TPRD 端塞的拆卸和安装；
- d) 深度规：用于测定划伤、凹陷和磨损等损伤深度；
- e) 长度测量工具：包括直尺、直角尺和卷尺，用于测定损伤长度等；
- f) 水压试验装置：用于气瓶水压试验；
- g) 气密性试验装置：用于气瓶气密性试验；
- h) 气密性氦检漏装置：用于气瓶的氦检漏检测；
- i) 氢气放空/回收装置：用于氢气的排放或回收；
- j) 清洁装置：用于气瓶内外表面污染物和腐蚀产物等的清洁；
- k) 便携泵吸式氢气泄漏检测仪：用于检测氢气浓度；
- l) 螺纹量规和丝锥：用于瓶口螺纹的检查和修复；
- m) 氢气分析仪：用于分析氢气的体积浓度；
- n) 颗粒杂质物检测仪器：用于检测颗粒杂质物。

4.3 检验周期

4.3.1 气瓶的定期检验周期应符合 TSG 23 的有关规定。

4.3.2 在使用过程中，如遇到下列情况，应提前进行检验：

- a) 车辆发生火灾；
- b) 车辆遭受碰撞；
- c) 气瓶安装期间发生跌落或受到冲击；
- d) 气瓶因其他原因暴露于过热环境；
- e) 气瓶受损；
- f) 气瓶内氢气压力异常下降；
- g) 使用中出现异常的尖锐响声；
- h) 用户反映使用中出现异常的味道；
- i) 检验人员认为有必要提前检验的。

4.3.3 库存或停用时间超过一个检验周期的气瓶，启用前应进行检验。

4.4 检验项目

4.4.1 气瓶定期检验项目包括外观检查、内部检查、瓶口螺纹检查、水压试验、瓶阀检查与装配、气密性试验。

4.4.2 检验机构应在气瓶检验前对储氢系统进行预检查,以便对储氢系统的安全状况做出初步判断。对首次检验的气瓶,检验机构可根据气瓶的使用状况及储氢系统预检查的结果确定是否进行拆卸检验。

4.4.3 若预检查的结果满足 5.1 的有关规定,检验机构可不拆卸气瓶完成检验,不拆卸气瓶的检验项目仅为外观检查。

4.4.4 若预检查的结果不满足 5.1 的有关规定,或者需要更换瓶阀的,则应将气瓶拆卸后,进行全部项目检验。

4.4.5 对于 GB/T 35544 中公称工作压力为 35 MPa 的气瓶和 GB/T 42612 中 A2 类气瓶,第二次、第四次及之后检验时,应对气瓶进行全部项目检验,第三次检验可采用与首次检验相同的判断方式确定是否进行拆卸检验。对于 GB/T 35544 中公称工作压力为 70 MPa 的气瓶和 GB/T 42612 中 B2 类气瓶,第二次及之后检验时,应对气瓶进行全部项目检验。

5 检验准备

5.1 储氢系统预检查

5.1.1 概述

储氢系统预检查包括外观巡查和氢泄漏检测。

5.1.2 外观巡查

外观巡查前应确认车载氢系统已经断电。外观巡查应巡查气瓶、瓶阀、连接管路、固定支架或紧固带,满足下述条件巡查结果为合格:

- a) 气瓶固定支架或紧固带完好,无松动、变形;
- b) 瓶组或单个气瓶的瓶阀和氢气管路无松动、损坏,无明显漏气迹象;
- c) 气瓶、瓶阀表面无异常。

5.1.3 氢泄漏检测

5.1.3.1 外观巡查后应逐只对气瓶、瓶阀/TPRD 端塞及储氢系统上的连接管路接头及其他可能出现泄漏的部位进行氢泄漏检测。

5.1.3.2 氢泄漏的检测压力应不低于 20% 公称工作压力。

5.1.3.3 应使用便携泵吸式氢气泄漏检测仪进行检测,仪器的分辨率应不低于 1 mL/m^3 ,最小检测浓度应不大于 100 mL/m^3 。

5.1.3.4 将仪器探测头的端部在待查部位充分转动方向,以找出最大泄漏点,读取该位置的氢气浓度值。当检测部位可能有冷凝水滴落时,宜在仪器探测头上安装带有侧向开口的探测头护罩。

5.1.3.5 经检测发现有泄漏的部位,实测氢气浓度应不大于 300 mL/m^3 。

5.1.3.6 氢气泄漏检测仪应定期进行检定或校准,检定或校准周期按有关规定执行。

5.2 资料查阅和记录

5.2.1 气瓶检验前,应查阅如下资料:

- a) 气瓶制造单位提供的相关资料,包括气瓶监督检验证书、使用说明书和合格证等;

- b) 车辆制造单位(当车载氢系统由车辆制造单位安装时)或车载氢系统集成单位(当车载氢系统由车辆制造单位以外的单位安装时)所提供的相关资料;
- c) 车用气瓶使用登记证;
- d) 历次检验报告;
- e) 上次检验后气瓶的充装记录、日常维护保养记录、事故情况或者异常情况所采取的应急措施和处理情况记录等。

5.2.2 检查和记录气瓶制造标志和检验标志。记录的内容至少应包括制造单位许可证编号或单位代码、气瓶制造标准、气瓶编号、制造年月、公称工作压力、水压试验压力、公称水容积、设计使用年限、设计循环次数、REE、瓶阀和 TPRD 端塞(若有,以下同)的制造单位和型号、上次检验日期及检验机构名称或代号等信息,对进口气瓶应当记录国别。

5.2.3 未取得特种设备制造许可的制造单位生产的气瓶、制造标志模糊不清或项目不全又无据可查的气瓶、特种设备安全技术规范规定需报废的气瓶,登记后不予检验,应判废。

5.2.4 自气瓶制造之日起,使用年限超过设计使用年限的气瓶,应判废。

5.3 气瓶的卸压和氮气置换

5.3.1 检验机构完成储氢系统预检查后,对于需要拆卸进行检验的气瓶应进行卸压和氮气置换。

5.3.2 气瓶的卸压见附录 A。

5.3.3 气瓶卸压至零压后,应进行氮气置换。氮气应符合 GB/T 8979 中纯氮的要求。严禁用空气进行置换。

5.3.4 应至少充放三次压力为 0.3 MPa~0.5 MPa 的纯氮进行置换处理,置换后应使用氢气分析仪进行取样分析,氢气的体积浓度应小于 1%。

5.3.5 如果卸压场地不具备置换条件,也可将已卸压的气瓶拆卸后送至气瓶检验机构进行氮气置换。

5.4 气瓶、瓶阀拆卸与表面清理

5.4.1 气瓶应由气瓶制造单位、检验机构、车辆制造单位或其授权的车载氢系统集成单位负责拆卸。

5.4.2 拆卸框架、固定支架和紧固带等结构件时应避免损坏气瓶表面。

5.4.3 确认经氮气置换处理后的瓶内氢气体积浓度满足 5.3.4 的规定后,拆下瓶阀和 TPRD 端塞。拆卸瓶阀应使用专用工具和工装,避免损坏瓶阀和瓶颈部位。应使用合适的工装固定瓶体或瓶颈部位,按照指示方向旋下瓶阀。

5.4.4 瓶阀无法开启或拆下的气瓶,应与待检瓶分开存放以待另行妥善处理。

5.4.5 用不损伤瓶体和缠绕层的方法,将气瓶内外表面的沾染物、腐蚀产物等有碍外观检查的杂物以及外表面的疏松涂覆物清除干净。

6 外观检查与评定

6.1 损伤类型

气瓶外观损伤的主要检查方式为目视检查。不拆卸气瓶检验时,应借助检验镜或内窥镜,对被遮住的气瓶表面进行检查。损伤的类型包括:划伤、擦伤、凿伤、磨损、气瓶表面变色(积碳、碳化、化学品侵蚀等)、暴露于热环境的痕迹、纤维暴露、纤维断裂、纤维松散或分离、表面材料的劣化、冲击、凹陷、凸起、分层、材料损失、龟裂、腐蚀等。应对目视检查中发现的损伤进行拍摄记录。

6.2 损伤级别

根据损伤的程度,将损伤分为一级损伤、二级损伤和三级损伤。一级损伤可不处理并继续使用;二

级损伤可视情况用涂覆树脂的办法复原或咨询气瓶制造单位处理建议或判废；三级损伤应判废。被判定为一级损伤和可经涂覆树脂处理的二级损伤气瓶应进行下一步检验。气瓶外表面的损伤应按照表 1 进行检查与评定。附录 B 提供了气瓶典型损伤图例。

表 1 气瓶外表面损伤检查与评定

损伤类型	损伤描述	评定		
		一级损伤	二级损伤	三级损伤
划伤、擦伤、凿伤	由尖锐物体接触或进入气瓶表面而导致的损伤	表面玻璃纤维保护层损伤深度 < 0.25 mm, 无碳纤维暴露、断裂和分离	表面玻璃纤维保护层损伤深度 0.25 mm ~ < 1.25 mm, 无碳纤维暴露、断裂或分离, 可使用树脂涂层复原或咨询气瓶制造单位处理建议	深度 ≥ 1.25 mm 或碳纤维暴露、断裂或分离
磨损	因刮、磨或振动导致材料发生摩擦而引起的损伤	表面玻璃纤维保护层损伤深度 < 0.25 mm, 无碳纤维暴露、断裂和分离	表面玻璃纤维保护层损伤深度 0.25 mm ~ < 1.25 mm, 无碳纤维暴露、断裂和分离, 可使用树脂涂层复原或咨询气瓶制造单位处理建议	深度 ≥ 1.25 mm 或碳纤维暴露、断裂或分离
烧伤和过热损伤	因火烧或过热引起气瓶表面变色、熏黑、碳化或纤维损伤; 瓶颈部位烧熔或变形	有变色、熏黑但能清洗掉	—	确认气瓶受到了过热或者火烧。气瓶外表面出现如下现象之一: ① 缠绕层烧焦、变色、熏黑、碳化; ② 树脂材料缺损或缠绕层纤维松散; ③ 玻璃纤维保护层和标签因被火烧, 变色或变黑; ④ 瓶颈部位烧熔或扭曲变形
气体泄漏	从缺陷处泄漏	—	—	确认有泄漏
化学腐蚀	气瓶受到能引起材料分解或破坏的化学品的作用	有残留物但能清洗掉, 能够确认该化学品对瓶体材料没有损害	—	缠绕层永久变色、有斑点、起泡、软化、树脂脱落、纤维松散或断裂; 确认化学品对气瓶材料有影响或不能确认材料是否已受影响
老化	太阳紫外光线的影响	少量的失去光泽或粉化	仅气瓶表面玻璃纤维保护层受影响而对碳纤维材料无影响, 可使用树脂涂层复原或咨询气瓶制造单位处理建议	纤维松散、断裂; 树脂粉化

表 1 气瓶外表面损伤检查与评定（续）

损伤类型	损伤描述	评定		
		一级损伤	二级损伤	三级损伤
冲击损伤	气瓶受到冲击；在树脂上出现“霜状”状态和“击碎”状态	损伤区面积 $< 1 \text{ cm}^2$ ，并且没有其他损伤	损伤情况比一级损伤严重，需要咨询气瓶制造单位处理建议	损伤区域面积 $\geq 1 \text{ cm}^2$ ，缠绕层分层，局部表面开裂深度达碳纤维层；气瓶或内胆永久变形
应力腐蚀裂纹	材料在应力的作用下，与化学物质接触，纤维可能发生开裂或断裂	—	—	有裂纹或裂纹群
龟裂	树脂网状开裂	沿纤维方向的开裂宽度 $< 1.0 \text{ mm}$ ，且开裂处无异物	—	沿纤维方向的开裂宽度 $\geq 1.0 \text{ mm}$ 或开裂处有异物
3 型瓶缠绕层材料下的金属腐蚀	在靠近缠绕层材料边缘，或从缠绕层材料表面判断其内胆有金属腐蚀	—	—	缠绕层材料边缘上有线腐蚀或有从缠绕层材料下面泛到表面的腐蚀产物
电偶腐蚀	当气瓶和阀座与其他导电材料接触时（如碳纤维与金属接触）引起的腐蚀	—	—	有腐蚀凹点

6.3 外观损伤检查与评定

6.3.1 划伤、擦伤、凿伤和磨损

磨损可能是由于气瓶和紧固带等其他部件接触并反复摩擦而形成的，在轻微的载荷下，受磨损的表面一般较为光滑，在重载荷下，受磨损的表面会出现一系列平行的凹槽或划伤，对于受到重载荷而导致的磨损还应按照 6.3.6 进行冲击损伤检查。

对于划伤、擦伤、凿伤和磨损，不论其长度、数量或方向，表面玻璃纤维保护层损伤深度小于 0.25 mm 的损伤均判定为一级损伤；深度大于或等于 0.25 mm 小于 1.25 mm 且无碳纤维暴露、断裂或分离现象的损伤判定为二级或三级损伤；当深度达到碳纤维层使碳纤维暴露、断裂或分离，应判定为三级损伤。

6.3.2 烧伤和过热损伤

气瓶因火烧或者过热引起的损伤会使其外表面出现烧焦、变色、熏黑、碳化等现象，甚至会导致纤维松散或造成瓶颈部位烧熔或变形。

变色、熏黑可能是附着污染物，如可以清洗掉，应判定为一级损伤；因火烧或过热引起损伤的气瓶应判定为三级损伤。

6.3.3 气体泄漏

瓶体部位出现气体泄漏的气瓶应判定为三级损伤。

6.3.4 化学腐蚀

化学品侵蚀造成气瓶表面的损伤,可能表现为变色、斑点、起泡、软化、应力腐蚀裂纹和树脂脱落。严重时,气瓶会出现纤维断裂或松散。

当确认气瓶所沾染的已知化学品不会对气瓶造成损害时,应判定为一级损伤;由化学品侵蚀气瓶所引起的斑点、起泡、软化、树脂脱落、纤维断裂或松散,应判定为三级损伤;当不能确定化学品类型,或不能确认对气瓶材料产生的影响时,也应判定为三级损伤。

6.3.5 老化

气瓶长时间暴露在阳光和大气环境下,气瓶外表面玻璃纤维保护层会损伤老化,其结果可引起外表面材料变色或退化。若仅发生表层树脂粉化,未发生缠绕层纤维断裂和松散,应判定为一级或二级损伤;否则应判定为三级损伤。

6.3.6 冲击损伤

冲击损伤是由于气瓶表面受到强烈撞击而导致的,冲击损伤可能造成气瓶表面的永久变形、凹陷等,也可能引起缠绕层分层及纤维断裂。与冲击损伤有关的表面损伤有划伤、刮伤、擦伤、纤维断裂或松散、树脂开裂、变色、凹陷或瓶体变形等。存在上述损伤时应对气瓶表面进行仔细检查,可用敲击来测试气瓶所受到的冲击损伤。如使用小金属锤轻轻敲击缠绕层表面来测试受冲击损伤部位,有冲击损伤部位发出的声音与未损伤部位发出的声音会有明显不同。同时应重点关注以下方面。

- a) 内壁损伤:应对已知的受冲击区域、表面损伤的区域以及气瓶内壁进行检查,以确定内壁是否受到损伤。气瓶表面有永久变形或内壁有任何向内凸起,应判定为三级损伤。
- b) 气瓶颜色:受到冲击的气瓶表面可能出现颜色局部变化。这种变化是由于缠绕层材料的分层、裂纹或开裂以及外表面的擦伤等所导致的。缠绕层分层应判定为三级损伤。
- c) 表面开裂:受到冲击的气瓶可能会在缠绕层材料表面出现圆形、椭圆形或线形的局部表面开裂。开裂深度达碳纤维层的应判定为三级损伤。

6.3.7 应力腐蚀裂纹

气瓶的应力腐蚀裂纹可能是由环境引起的侵蚀所导致(如碳酸或其他从车辆元件泄漏的酸性物质)。

缠绕层上的应力腐蚀裂纹通常呈现垂直于纤维方向的裂纹或裂纹群。有裂纹或裂纹群的气瓶应判定为三级损伤。

6.3.8 龟裂

龟裂一般呈线性,通常产生在沿纤维方向上的开裂,或产生在缠绕层表面的树脂上沿多方向开裂。龟裂在气瓶经历数次加压后就可能产生。

沿纤维方向的开裂宽度小于1.0 mm,且在开裂处无异物,龟裂方向可能螺旋缠绕或环向缠绕方向交叉(特别是封头区域),纤维若未发生断裂,应判定为一级损伤;树脂表面开裂宽度大于或等于1.0 mm,或在开裂处有异物,应判定为三级损伤。

6.3.9 3型气瓶缠绕层下的金属腐蚀

在缠绕层与金属边界上存在金属腐蚀,或从缠绕层材料表面发现返到表面的腐蚀产物,应判定为三

级损伤。应注意不要将气瓶腐蚀产物与来源于汽车部件的腐蚀沉积物混淆。

6.3.10 电偶腐蚀

当瓶阀座与其他的导电材料接触时(如碳纤维与金属接触),可能会引起电偶腐蚀。如存在腐蚀凹点特征应判定为三级损伤。

7 外表面损伤的处理

7.1 允许采用涂覆树脂的方法对气瓶玻璃纤维保护层外表面损伤进行复原处理,涂覆树脂应在水压试验前进行。

7.2 使用室温固化的双组分环氧树脂进行处理,树脂涂抹前应待处理部位进行清理。如需使用其他类型的树脂应咨询气瓶制造单位的建议。

7.3 水压试验后,应检查经树脂涂覆处理后的部位有无缺陷扩展、剥离或分层等现象。

7.4 对每个损伤部位使用树脂进行涂覆处理只允许进行一次。附录 C 提供了树脂涂覆处理典型方法的图例。

8 内部检查与评定

8.1 损伤类型

应逐只用内窥镜对气瓶内部进行检查。损伤的类型包括:裂纹、划痕、腐蚀、鼓包、屈曲、鼓泡等。

8.2 损伤级别

根据损伤的程度,将损伤分为一级损伤和三级损伤。一级损伤可不处理并继续使用;三级损伤应判废。被判定为一级损伤的气瓶应进行下一步检验。

8.3 内部损伤检查与评定

8.3.1 气瓶内表面存在裂纹以及明显划痕等缺陷,应判定为三级损伤。

8.3.2 3 型瓶内表面存在腐蚀,应判定为三级损伤。

8.3.3 内胆出现鼓包应判定为三级损伤。在鼓包处,内胆与缠绕层会存在局部分层现象,用小金属锤轻敲击缠绕层表面,仔细听其所发出的声音。有鼓包损伤的部位发出的声音与没有损伤的部位发出的声音会有明显的不同。

8.3.4 4 型气瓶内胆出现屈曲应判定为三级损伤。塑料内胆的屈曲,表现为氢气进入内胆与缠绕层之间造成塑料内胆与缠绕层大面积分离变形。

8.3.5 4 型气瓶快速泄压时,可能会引起内胆鼓泡。鼓泡经常表现为内胆表面形状突变,其表面颜色也可能发生变化。内表面单只鼓泡直径小于气瓶外直径的 5%且鼓泡总面积小于塑料内胆表面积的 5%时,应判定为一级损伤;单只鼓泡直径大于或等于气瓶外直径的 5%,或鼓泡总面积大于或等于塑料内胆表面积的 5%,或鼓泡发生破裂时,应判定为三级损伤。

9 瓶口螺纹检查与评定

9.1 目测或用低倍放大镜逐只检查螺纹以及瓶口密封圈接触面有无裂纹、变形、腐蚀或其他机械损伤。

9.2 A 类气瓶瓶口螺纹不应有裂纹性缺陷,但允许瓶口螺纹有不影响使用的轻微损伤,即允许有不超过 2 牙的缺口,且缺口长度不超过圆周的 1/6,缺口深度不超过牙高的 1/3。

9.3 A类气瓶瓶口螺纹的轻度腐蚀、磨损或其他损伤可用符合 GB/T 3464.1 或相应标准的丝锥进行修复,修复后用符合 GB/T 3934 或相应标准的量规检查,检查结果不符合标准有关要求时,该气瓶应判废。

9.4 B类气瓶瓶口螺纹发现有裂纹性缺陷、变形、腐蚀或其他机械损伤的应判废。

9.5 瓶口密封圈接触面发现有裂纹性缺陷或损伤的气瓶应判废。

10 水压试验

10.1 3型气瓶应逐只按照 GB/T 9251 进行外测法水压试验,4型气瓶应逐只按照 GB/T 42612 的有关要求进行内测法水压试验。

10.2 试验压力为气瓶标志中水压试验压力。

10.3 气瓶在水压试验压力下的保压时间应不少于 2 min。

10.4 水压试验时,缠绕层缺陷扩展、瓶体出现渗漏、明显变形或保压期间压力有回降现象(非因试验装置或瓶口泄漏引起)的气瓶应判废。

10.5 气瓶水压试验时,3型气瓶应同时测定弹性膨胀量和容积残余变形率,弹性膨胀量超过 REE 或者容积残余变形率超过 5%的气瓶应判废;4型气瓶只测定弹性膨胀量,弹性膨胀量超过 REE 的气瓶应判废。

10.6 水压试验过程中,当压力升至试验压力的 90%以上时,如因故无法继续进行试验,再次试验时应将试验压力提高 0.7 MPa,但不应超过自紧压力,此时气瓶弹性膨胀量和容积残余变形率的计算,应按照提高后的压力进行计算。再次试验只允许重做一次。

11 内部干燥

11.1 干燥方法与要求

11.1.1 经水压试验合格的气瓶,应逐只进行内部干燥。

11.1.2 将瓶口朝下倒立一段时间或使用专用排水工装,将瓶内残留的水沥净,然后采用干燥空气或氮气吹扫或其他适当的方法进行内部干燥。

11.1.3 内部干燥时,温度应不超过 70 °C;时间应足够长以保证气瓶内部完全干燥。

11.2 干燥状况检查

借助内窥镜等观察瓶内干燥状况和洁净度。气瓶内部应无可见的颗粒、金属屑和其他杂质。内壁已全面呈干燥状态,并且无 $\geq 100\ \mu\text{m}$ 的颗粒杂质物。可用粒子检测仪或颗粒度检测仪等仪器对颗粒杂质物进行检测。

12 瓶阀检查与装配

12.1 应逐只对瓶阀和 TPRD 端塞进行外观检查。

12.2 瓶阀和 TPRD 端塞的各个部件(包括 TPRD、电磁阀、手动阀等)应完整,不应出现变形、损伤、腐蚀或部件松动等现象,否则应更换。螺纹检查应按照第 9 章的规定。

12.3 瓶阀和 TPRD 端塞装配前,瓶口端面、瓶阀密封面、螺纹牙根处不应有目视可见的颗粒、金属屑和其他杂质。采用 O 型密封圈密封结构的瓶阀和 TPRD 端塞,应更换新的且型号相同的 O 型密封圈。

12.4 瓶阀和 TPRD 端塞应装配牢固,安装力矩应符合瓶阀制造单位或气瓶制造单位的规定。

12.5 当瓶阀或 TPRD 端塞不满足 12.2 的规定,不能保证安全使用到下一个检验周期,或气瓶下次检

验日期超出瓶阀设计使用年限的,应根据损坏情况选择更换新的瓶阀和 TPRD 端塞,或更换瓶阀和 TPRD 端塞内部密封件等易损部件。

12.6 当更换新的瓶阀或者 TPRD 端塞时,应优先选用与原瓶阀和 TPRD 端塞相同制造单位和相同型号的产品。当必须更换新型号的阀门或者 TPRD 端塞时,应取得气瓶制造单位、车辆制造单位或其授权的车载氢系统集成单位的授权文件。所装配的瓶阀和 TPRD 端塞均应通过型式试验。

12.7 当更换瓶阀或者 TPRD 端塞内部密封件等易损部件时,应由瓶阀制造单位进行,并经气密性试验合格。

13 气密性试验

13.1 气瓶水压试验合格并装配瓶阀/TPRD 端塞后,公称工作压力为 35 MPa 的 3 型气瓶,应逐只按 GB/T 35544 规定的方法进行气密性试验,在试验压力下保压至少 1 min,瓶阀/TPRD 端塞及其与瓶体连接处均不应泄漏。其他气瓶应逐只按 GB/T 42612 规定的方法进行气密性氦检漏试验,氢气漏率应不大于 6 NmL/(h·L)。试验压力为气瓶公称工作压力。

13.2 试验时应使用瓶阀上的电磁阀进行排放气,应确认选用的电源参数和电磁阀电源参数一致,避免因电压错误损坏瓶阀。

注:试验后瓶内宜留有一定压力进行氮气保护并采用适当方式作出提示,3 型气瓶可保留 0.1 MPa~0.25 MPa 余压,4 型气瓶可保留 1 MPa~2 MPa 余压。

13.3 试验过程中若因试验装置或瓶阀/TPRD 端塞产生泄漏,应立即停止试验,待查明原因并排除后,再重新进行试验。

13.4 气密性试验过程中瓶体出现泄漏的气瓶应判废;瓶阀/TPRD 端塞及其与瓶体连接处出现泄漏时,应查明泄漏原因,若是由于瓶阀/TPRD 端塞损坏引起的泄漏,应更换新的瓶阀/TPRD 端塞重新进行气密性试验。

14 检验后的工作

14.1 检验合格的气瓶应由气瓶产权单位协调检验机构、气瓶制造单位、车辆制造单位或其授权的车载氢系统集成单位安装复位。对个人用户车辆,应由检验机构负责完成或协调上述单位完成气瓶安装复位。检验机构应按照附录 D 对与气瓶相关的储氢系统进行复位安装检查。

14.2 凡经检验合格的气瓶,应按照 TSG 23 的规定做好定期检验标志。定期检验标签宜选用黏性较好的不干胶贴纸等,将标签粘在气瓶缠绕层表面后再覆盖树脂进行固化,以形成永久标志。

14.3 发现气瓶损伤时,检验机构应调查造成损伤的原因。当气瓶的损伤是由安装或使用不当引起时,检验机构应告知气瓶所有者采取纠正措施,以避免气瓶再受损伤。

14.4 对于判废的气瓶应在气瓶醒目位置做出“报废”标识,报废气瓶应由检验机构或产权单位按照 TSG 23 的规定进行消除使用功能处理,处理应采用将瓶体切割等方式。

14.5 气瓶定期检验机构应建立气瓶检验信息系统对气瓶检验业务进行信息化管理,检验结束后检验人员应按照 TSG 23 的规定对检验合格和报废气瓶及时通过气瓶检验信息系统出具气瓶定期检验报告(见附录 E),检验报告中应对发现的损伤的位置和类型进行详细描述,对损伤的处理情况也应说明,同时还应包括复位安装检查的内容。

14.6 气瓶定期检验机构应当采集、保存和通过数据接口向制造单位或充装(产权)单位的气瓶追溯信息系统及时传送受检气瓶的检验数据信息,内容至少包括:气瓶编号、制造单位、制造日期、检验结论(合格、报废);对于检验合格的气瓶应包括本次检验日期和下次检验日期;对于报废气瓶应包括消除使用功能日期。检验机构应确保通过扫描气瓶上的二维码,能够查询到上述检验信息。制造单位或充装(产权)单位有义务向合法的气瓶检验机构开放数据接口。

附 录 A
(资料性)
气瓶的卸压

A.1 卸压场地和安全要求

A.1.1 准备卸压的车辆需停放在远离建筑、符合相关氢安全规范要求的空旷的安全区内。还需考虑到可能会影响卸压的天气情况(如风向和风力等),准备好灭火器等设施。只允许一辆车在安全区内,禁止一切非操作人员进入安全线以内。确认安全线附近无火源隐患(包括无线电对讲机、电话和计算机等)。

A.1.2 在整个卸压过程中,至少配备两名人员负责安全警戒。安全线内的操作人员应穿戴安全头盔、具备防静电功能的安全服、手套和安全鞋等。

A.2 气瓶卸压

A.2.1 需逐只进行气瓶卸压,卸压时将储氢系统接地并关闭除待卸压气瓶以外的其他气瓶的瓶阀。从储氢系统中隔离待卸压气瓶,移去排气口帽。除电磁阀发生故障等异常情况外,均需开启电磁阀进行卸压。如需开启手动阀卸压,则控制放气速率,对于 4 型气瓶,还需重点控制当气瓶卸压至 2 MPa 后,需采用在排放管路上增加 1 mm 孔口的节流装置等方式降低放气速率,或者可咨询气瓶制造单位的意见。

A.2.2 需采用符合 GB 50516 等相关氢安全规范要求的放空管对瓶内的氢气进行放空处理或回收。放空管出口的离地高度不应低于 5 m。若配置回收系统,需采用连接管路将气瓶排气口与回收系统接口连接,缓慢将瓶内气体逐步排放至回收系统内,直至两端压力平衡,无法继续回收时,关闭回收系统进口阀门,然后将瓶内剩余的少量气体排空,直至瓶内压力与大气压力一致。如没有回收系统,也需将瓶内气体直接排空。

A.2.3 在排气过程中,所有人员都需位于安全区的上风口。

附 录 B
(资料性)
气瓶典型损伤图例

气瓶化学腐蚀损伤图例见图 B.1,气瓶磨损图例见图 B.2~ B.4,气瓶划伤、凿伤图例见图 B.5~ B.7,气瓶冲击损伤图例见图 B.8~ B.10,气瓶过热损伤图例见图 B.11 和 B.12,气瓶内胆鼓泡损伤图例见图 B.13,气瓶内胆屈曲损伤图例见图 B.14,气瓶框架结构和管路损伤图例见图 B.15 和 B.16。



图 B.1 化学腐蚀(三级损伤)



图 B.2 磨损(一级损伤)



图 B.3 磨损(二级损伤)

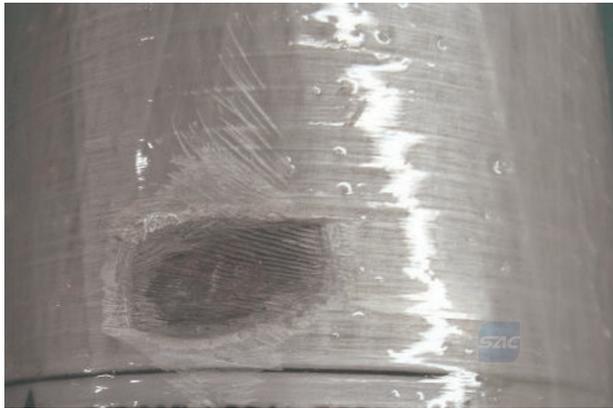


图 B.4 磨损(三级损伤)



图 B.5 划伤(一级损伤)



图 B.6 划伤(二级损伤)



图 B.7 划伤、凿伤(三级损伤)



图 B.8 冲击损伤(一级损伤)



图 B.9 冲击损伤(二级损伤)



图 B.10 冲击损伤(三级损伤)



图 B.11 过热损伤(一级损伤)



图 B.12 过热损伤(三级损伤)

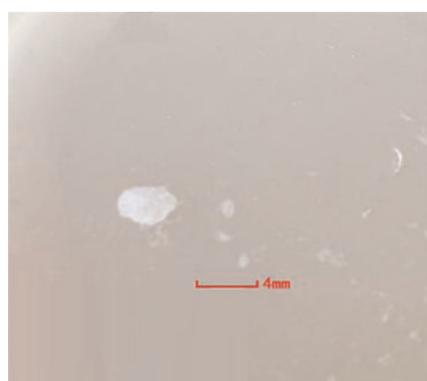
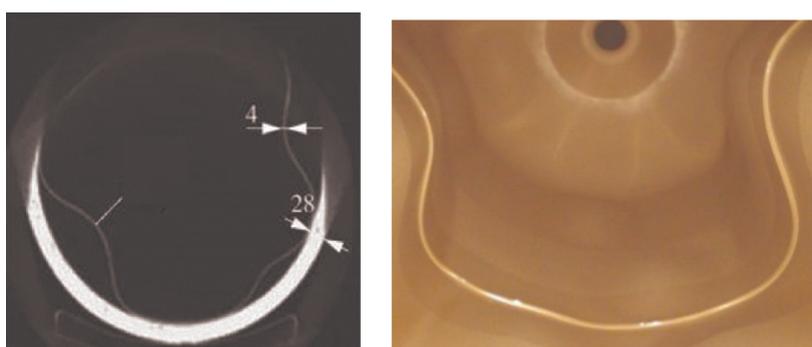


图 B.13 内胆鼓泡(一级损伤)



a) CT 图

b) 内窥镜图

图 B.14 内胆屈曲(三级损伤)

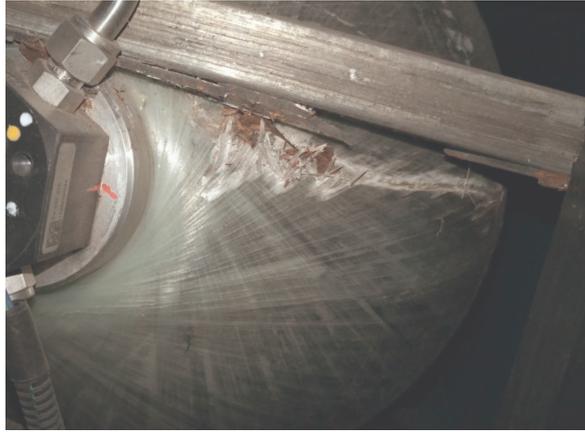


图 B.15 框架结构损伤



图 B.16 管路损伤

附录 C

(资料性)

气瓶表面损伤处理方法图例

气瓶表面损伤处理方法图例见图 C.1~ C.6。



图 C.1 长度测量



图 C.2 深度测量



图 C.3 表面打磨



图 C.4 树脂混合



图 C.5 树脂涂覆

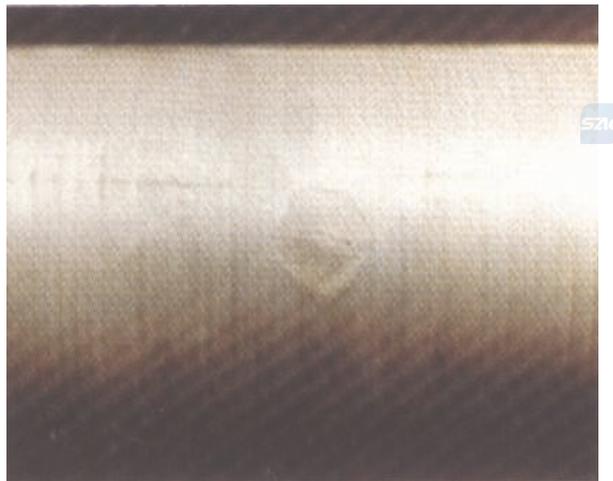


图 C.6 处理后的气瓶表面

附 录 D

(规范性)

气瓶复位安装检查

D.1 基本要求

D.1.1 定期检验合格的气瓶复位安装时应进行储氢系统的安装检查。

D.1.2 安装前应对储氢系统中气瓶瓶组/单个气瓶的连接管路、框架、固定支架和紧固带、防护罩进行完好性检查。

D.1.3 安装后应对连接管路、固定支架/紧固带与气瓶之间或固定支架/紧固带、框架与汽车安装部位进行紧固性检查。

D.1.4 完成储氢系统安装后应进行氢泄漏检测。

D.2 连接管路检查

应对与储氢系统直接连接的管路和接头进行检查,连接管路应牢固地固定在框架或汽车上。检查连接管路及阀门各连接处的连接是否紧固,如有松动应紧固。清除排放系统的任何积聚污染物和水等异物。若发现连接管路发生变形、磨损等影响安全使用的损伤,应按 D.5 进行处理。

D.3 框架、固定支架和紧固带检查

D.3.1 框架、固定支架和紧固带是专门设计用于固定气瓶、防止气瓶发生损伤且能够适应由于内部压力变化引起的气瓶膨胀。气瓶与固定支架/紧固带间的接触处应垫有橡胶垫,以使气瓶不发生位移。

D.3.2 应仔细对框架、固定支架或紧固带以及橡胶垫进行下列检查和确认:

- a) 固定支架和车辆间的连接是否牢固;瓶组或单个气瓶应牢固地固定在汽车上,不应晃动或松动,避免框架与汽车构件产生摩擦;
- b) 紧固带是否松动,紧固螺钉是否完全拧紧;
- c) 固定支架/紧固带和气瓶间的橡胶垫是否完好,橡胶垫有无磨损或老化;
- d) 固定支架/紧固带是否受到严重腐蚀,框架有无开裂或严重变形。

若发现原有的橡胶垫磨损或老化、固定支架/紧固带腐蚀严重、框架开裂或严重变形,应按 D.5 进行处理。

D.4 防护罩检查

检查汽车上的砂石防护罩或气瓶防护罩是否完好,有无严重变形。确认气瓶与防护罩之间应有规定的间隙。若发现防护罩损坏,应按 D.5 进行处理。

D.5 损伤的处理

当发现连接管路、阀门、框架、固定支架/紧固带、防护罩等部件存在变形、磨损、开裂等损伤,应通知车辆产权单位联系车辆制造单位、气瓶制造单位或其授权的单位进行修理或更换。

D.6 氢泄漏检测

D.6.1 储氢系统安装复位后,检验机构应对气瓶、瓶阀/TPRD 端塞及储氢系统上的连接管路接头等所有可能出现泄漏的部位进行氢泄漏检测。

D.6.2 在完成对车辆加氢后进行氢泄漏检测,检测压力为 60%~100%公称工作压力,检测方法和要求

见 5.1.3.3、5.1.3.4、5.1.3.5 和 5.1.3.6。若发现氢泄漏检测结果不符合要求，应卸压后重新安装，并再次进行氢泄漏检测。

D.7 检查记录

复位安装检查应形成检查记录，并将检查结果记入气瓶定期检验报告。



附录 E
(资料性)
气瓶定期检验报告

报告编号:

车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶 定期检验报告

送检单位:

气瓶编号:

检验日期:



检验机构名称

注 意 事 项

1. 本报告书为在用气瓶进行检验的结论报告。
2. 报告书应当由计算机打印输出,或用钢笔、签字笔填写,字迹要工整,涂改无效。
3. 本报告书无检验、审核、批准人员签字和检验机构的核准证号、检验专用章或者公章无效。
4. 本报告书一式二份,由检验机构和送检单位分别保存。
5. 送检单位对本报告结论如有异议,请在收到报告书之日起 15 日内,向检验机构提出书面意见。



机构地址:

邮政编码:

联系电话:

车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶定期检验报告

报告编号：

送检单位			
制造单位			
气瓶编号		气瓶制造日期	
制造许可证编号		气瓶所在车辆标记号码	
气瓶使用登记日期		车用气瓶使用登记证号	
气瓶制造标准		公称水容积(L)	
公称工作压力(MPa)		水压试验压力(MPa)	
上次检验日期	年 月 日	本次检验次数	第 次
主要检验依据：			
资料审查：			
瓶阀/TPRD 端塞型号及制造单位(如进行了更换,应包含更换前后的信息)：			
气瓶二级损伤的处理结果(附损伤部位处理前后图片)：			
检验结论		下次检验日期	年 月 日
检验人员： 日期：	检验机构名称 机构核准证号： (检验机构检验专用章) 年 月 日		
审核： 日期：			
批准： 日期：			

车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶定期检验报告附页(拆卸检验)

(一)气瓶定期检验结果

检验项目		检验结果		备注及说明
外观检查	划伤、擦伤、凿伤和磨损			
	烧伤和过热损伤			
	气体泄漏			
	化学腐蚀			
	老化			
	冲击损伤			
	应力腐蚀裂纹			
	龟裂			
	腐蚀			
内部检查	裂纹			
	划痕			
	腐蚀			
	鼓包			
	屈曲			
	鼓泡			
瓶口螺纹检查	瓶口螺纹			
	密封圈接触面			
水压试验		试验压力	MPa	
		容积变形率/REE		
瓶阀检查与装配				
气密性试验	气密性试验(常规法) <input type="checkbox"/>	试验压力	MPa	
	气密性氦检测试验 <input type="checkbox"/>	试验压力	MPa	
		氦检测方法	加压累计法 <input type="checkbox"/> 真空舱法 <input type="checkbox"/>	
		氦氮混合气中氦气的体积分数	%	
		泄漏率转换系数 α, β		
		氢气漏率	NmL/(h·L)	

注：损伤的级别和位置应填写在检验结果栏中，对于二级和三级损伤还应在备注及说明栏中给出损伤部位图片。

车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶定期检验报告附页(拆卸检验)

(二)储氢系统预检查结果

检查项目		检查结果		备注及说明
外观巡查	固定支架和紧固带			
	瓶阀及连接管路			
	气瓶和瓶阀表面			
氢泄漏检测		检测压力	MPa	
		氢气浓度	mL/m ³	

注：无问题或合格的检查项目在检查结果栏打“√”或填写相应数值；有问题或不合格的检查项目在检查结果栏打“×”，并在备注及说明栏中说明。

(三)气瓶复位安装检查结果

检查项目		检查结果		备注及说明
安装 检查	连接管路			
	框架			
	固定支架和紧固带			
	防护罩			
氢泄漏检测		检测压力	MPa	
		氢气浓度	mL/m ³	

注：无问题或合格的检查项目在检查结果栏打“√”或填写相应数值；有问题或不合格的检查项目在检查结果栏打“×”，并在备注及说明栏中说明。

车用压缩氢气纤维全缠绕气瓶定期检验报告附页(不拆卸检验)

(一)储氢系统预检查结果

检查项目		检查结果		备注及说明
外观巡查	固定支架和紧固带			
	瓶阀及连接管路			
	气瓶和瓶阀表面			
氢泄漏检测		检测压力	MPa	
		氢气浓度	mL/m ³	

注：无问题或合格的检查项目在检查结果栏打“√”或填写相应数值；有问题或不合格的检查项目在检查结果栏打“×”，并在备注及说明栏中说明。

(二)气瓶定期检验结果

检查项目		检查结果		备注及说明
外观检查	划伤、擦伤、凿伤和磨损			
	烧伤和过热损伤			
	气体泄漏			
	化学腐蚀			
	老化			
	冲击损伤			
	应力腐蚀裂纹			
	龟裂			
	腐蚀			

注：损伤的级别和位置应填写在检验结果栏中，对于二级损伤还应在备注及说明栏中给出损伤部位图片。

参 考 文 献

- [1] GB 50516 加氢站技术规范
- [2] ISO 11623 Gas cylinders—Composite construction—Periodic inspection and testing
- [3] ISO 19078 Gas cylinders—Inspection of the cylinder installation, and requalification of high pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles
- [4] CGA C-6.2 Standard for visual inspection and requalification of fiber reinforced high pressure cylinders
- [5] CGA C-6.4 Methods for external visual inspection of natural gas vehicle (NGV) and hydrogen vehicle (HV) fuel containers and their installations

