

GB/T 35544-202X
《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》

国家标准编制说明
（征求意见稿）

标准起草组

二〇二四年六月

1. 工作简况

1.1 修订背景及任务来源

近年来，随着化石燃料的不断消耗以及环境污染的不断加剧，氢能作为一种清洁、高效、安全、可持续的新能源，被视为 21 世纪最具发展潜力的清洁能源，愈来愈受到人们的关注。2022 年 3 月，国家发展改革委和国家能源局印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》，统筹布局推动我国氢能产业高质量发展。氢燃料电池汽车是新能源汽车的重要发展趋势。目前，储氢技术有高压气态储氢、低温液态储氢及固体氢化物储氢等，其中高压气态储氢是最为成熟的储氢技术。高压储氢具有设备结构简单、压缩氢气制备能耗少、充装速度快、低温适应性强等优点，已成为加氢站和氢能汽车广泛采用的储氢方式。高压氢气瓶是氢能汽车的关键部件，安全、可靠是其基本要求。

车用压缩氢气铝内胆纤维全缠绕气瓶（以下简称Ⅲ型瓶）和车用压缩氢气塑料内胆纤维全缠绕气瓶（以下简称Ⅳ型瓶）因具有高比强度、高比刚度、耐疲劳和耐腐蚀性能而被广泛用于车载储氢系统。目前，我国已制订实施了国家标准 GB/T 35544-2017《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》，并实现了量产，Ⅲ型氢气瓶制造技术已达国际同类产品先进水平。但随着 UN GTR 13、ISO 19881 等技术法规和标准的制修订，以及 GBT 42612-2023《车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶》的实施，我国现行的 GB/T 35544-2017《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》标准部分条款已不满足Ⅲ型瓶日益发展的需求，也与 GB/T 42612-2023《车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶》部分技术要求需协调统一，故迫切需要修订《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》标准。

自国家标准 GB/T 35544-2017 实施以来，为气瓶设计制造单位和相关检验机构提供标准规范的技术指导，如材料、设计制造、性能指标、检测试验等方面的技术要求，极大促进了行业的发展。修订《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》国家标准对车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶规范化生产与管理具有重要意义，为持续、健康地推动氢能产业化发展提供有力的技术支撑。

项目名称：车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶

计划号： 20232438-T-469

制、修订：修订

提出单位：全国气瓶标准化技术委员会车用高压燃料气瓶分会

归口单位：全国气瓶标准化技术委员会

标准性质：推荐性标准

1.2 主要工作过程

本文件《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》由全国气瓶标准化技术委员会归口，修订任务于2023年12月28日下达，项目周期为18个月，属于修订的推荐性国家标准。根据下达的修订任务，浙江大学与其他多家单位共同承担本文件的修订工作。

2024年5月，在充分分析研究相关国际标准、国家标准、国内外资料的基础上，工作组展开多轮研讨论证，形成了本标准修订的讨论稿。

2024年6月12日，举行了标准修订启动会议。标准起草组向参会单位和专家汇报了标准修订情况，并征求对标准初稿的意见。修订工作组根据收集到的各单位和专家的意见对标准初稿进行修改，形成了《车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶》（征求意见稿）。

1.3 编制单位、主要起草人员及分工

标准编制单位：XX。

标准主要起草人：XX。

起草人员分工如下：XX。

2. 国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 国家标准编制原则

本标准修订充分借鉴国内外同类标准的制订原则和内容，进行引进、吸收和再创新，结合试验数据，规定了车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶的型式和参数、技术要求、试验方法、检验规则、安装、防护、标志、包装、运输和储存等要求，为车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶设计制造提供技术支撑。

本文件编制起草过程中，主要参考了以下标准：

- 1) 《特种设备安全法》；
- 2) TSG 23《气瓶安全技术监察规程》；

- 3) GB/T 1.1 《标准化工作导则-第 1 部分：标准的结构和编写》；
- 4) GB/T 33215 《气瓶安全泄压装置》；
- 5) GB/T 35544 《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》；
- 6) GB/T 42612 《车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶》；
- 7) ISO 19881: 2018(E) Gaseous hydrogen — Land vehicle fuel containers;
- 8) ISO 11114-2:2013(E) Gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents —Part 2: Non-metallic materials;
- 9) UN GTR 13 Global Technical Regulation Concerning the Hydrogen and Fuel Cell Vehicles;

本标准的修订原则为：①技术标准与 TSG 安全技术规范协调一致；②技术指标国际接轨原则；③与我国现有标准(如 GB/T 42612-2023)相协调原则；④解决 GB/T 35544-2017 国家标准实施以来企业生产制造存在的问题。

2.2 标准主要内容说明

本标准主要包括：

- (1) 范围；
- (2) 规范性引用文件；
- (3) 术语、定义和符号；
- (4) 型式、参数、分类和型号；
- (5) 技术要求和试验方法；
- (6) 检验规则；
- (7) 安装和防护；
- (8) 标志、包装、运输和储存；
- (9) 产品合格证和批量检验质量证明书；

附录 A（规范性）试验参数允差；

附录 B（规范性）气瓶日常保养检查；

附录 C（规范性）铝内胆最大允许缺陷尺寸确定方法；

附录 D（规范性）气瓶用 O 形密封圈性能评定方法；

附录 E（规范性）层间剪切试验方法；

附录 F（规范性）气瓶气密性氦泄漏检测方法；

附录 G（规范性）气瓶火烧试验方法；

附录 H (资料性) 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶批量检验质量证明书;

2.2.1 范围

本文件规定了车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶(以下简称气瓶)的形式、参数、分类和型号、技术要求和试验方法、检验规则以及安装、防护、标志、包装、运输和储存等要求。

2017 年版标准规定的适用范围为适用于设计制造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 °C且不高于 85 °C、固定在道路车辆上用作燃料箱的可重复充装气瓶。本文件对适用范围作出修订,将公称工作压力范围调整为 35 MPa 和 70 MPa,并将公称容积下限调整至 20 L。此外,氢燃料电池城市轨道交通、氢动力铁路车辆、氢能船舶、氢能飞行器、氢能发电装置等供氢用气瓶可参照本文件的规定执行。

2.2.2 规范性引用文件

列出了本标准的规范性引用文件。

2.2.3 术语、定义和符号

收录了本标准中涉及的 12 条术语和定义(包括铝内胆、TPRD 端塞、全缠绕、全缠绕气瓶、公称工作压力、许用压力等)以及 17 个符号(包括铝内胆公称外直径、气瓶设计循环次数、气瓶公称水容积、气瓶公称工作压力、气瓶最小设计爆破压力等)。

2.2.4 型式、参数、分类和型号

本文件规定了气瓶的结构型式、公称工作压力及公称容积等气瓶参数、气瓶分类和型号标记等内容。2017 年版标准规定气瓶公称工作压力一般应为 25 MPa、35 MPa、50 MPa 或 70 MPa,并将气瓶分为 A 类气瓶和 B 类气瓶。其中, A 类气瓶为公称工作压力小于或者等于 35 MPa 的气瓶; B 类气瓶为公称工作压力大于 35 MPa 的气瓶。本次修订,经过国内市场调研,目前我国客车、货车、挂车等商用车普遍采用 35 MPa 氢气瓶,乘用车普遍采用 70 MPa 氢气瓶。因此本文件对气瓶分类作出修订:气瓶公称工作压力为 35 MPa 和 70 MPa,并根据将气瓶公称工作压力分为 A、B 两类,其中 A 类气瓶公称工作压力为 35 MPa, B 类气瓶公称工作压力为 70 MPa。根据氢燃料电池汽车的车体结构,部分氢燃料电池轿车用氢气瓶装在汽车底盘上,拆装困难。一旦拆卸有可能破坏氢气瓶密封性能,

且难以达到纯净度要求。因此,本标准修订根据气瓶在车辆中的使用情况,将气瓶划分为 A1 类和 B1 类气瓶(不可拆卸),并对其设计制造要求提出更高要求。本文件从技术要求(瓶口设计、气瓶设计、附件)、型式试验、检验规则、防护、日常保养检查等方面考虑了 A1 和 B1 类气瓶全寿命期内的安全使用要求。A1 类和 B1 类气瓶仅适用于至少有四个车轮、车长不超过 8 m 且座位数不超过 19 座的载客车辆,但不推荐用于运动型多功能乘用车(SUV)和越野车。

2.2.5 技术要求

技术要求主要包括气瓶的设计循环次数、设计使用年限、试验参数允差、温度范围、氢气品质、工作环境、日常保养检查等一般要求,及气瓶各部件的材料、设计与制造等要求:

为保证气瓶长期使用的安全性,本标准规定 A 类与 B 类气瓶的设计循环次数与设计使用年限。对 A1 类和 B1 类气瓶的瓶口设计、气瓶设计、附件提出更高要求。对气瓶提出使用寿命内应进行日常保养检查的要求,检查项目至少包括外观检查、氢泄漏检测和安装状况检查。此外,考虑氢气快充温升对气瓶材料性能的影响以及环境温度的变化,规定气瓶的工作温度。

内胆材料选择铝合金 6061,该材料有充分的实践经验。标准规定铝内胆材料应满足相应标准的规定,并应经气瓶制造单位复验合格后方可使用。

标准中不对碳纤维和玻璃纤维的力学性能作具体规定,而是满足气瓶设计文件的规定即可,但给出了材料力学性能复验的执行标准。玻璃纤维只允许用于气瓶外保护层,采用 S 型或 E 型玻璃纤维。标准规定了树脂玻璃化转变温度,并给出了树脂环氧值和环氧当量测定的执行标准。标准还规定了树脂、碳纤维、玻璃纤维等材料的复验项目及对应的测试方法。

本标准不提供设计公式,但要求设计时进行建立合适的计算模型分析气瓶在自紧压力、自紧后零压力、公称工作压力等压力下的应力分布,以使气瓶能顺利通过本标准规定的试验要求。在气瓶设计中,规定了气瓶的纤维应力比和最小设计爆破压力。气瓶保护层材料除使用玻璃纤维外,还可使用其他具有同等性能的、可视性好的材料。气瓶设计时还对瓶口螺纹型式、尺寸、切应力安全系数等作出规定。此外,标准还规定了铝内胆无损检测时的最大允许缺陷尺寸。

在气瓶制造方面,气瓶制造应符合产品设计文件的规定。内胆和气瓶制造应分批管理,还规定了碳纤维缠绕和气瓶固化等要求。同时,标准对瓶阀、TPRD、

O形密封圈等气瓶附件作出规定。

为充分遵循技术标准与 TSG 安全技术规范协调一致原则与技术指标国际接轨等原则，本标准对技术要求作出以下修订：

- a) 更改了氢气品质要求（见 5.1.6，2017 年版的 5.1.6）；
- b) 更改了材料一般要求（见 5.2.1，2017 年版的 5.2.1）；
- c) 增加了铝内胆材料的拉伸性能要求（见 5.2.2.4）；
- d) 更改了树脂材料要求（见 5.2.3，2017 年版的 5.2.3）；
- e) 更改了碳纤维和铝内胆的设计要求（见 5.3.1，2017 年版的 5.3.1）；
- f) 更改了纤维应力比和最小设计爆破压力的要求（见 5.3.2.3，2017 年版的 5.3.2.2 和 5.3.2.3）；
- g) 更改了纤维缠绕要求（见 5.4.4，2017 年版的 5.4.4）；
- h) 增加了瓶阀的相关规定（见 5.5.1）；
- i) 增加了气瓶安全泄放量和泄压装置额定排量的计算方法（见 5.5.3）；
- j) 增加了 A1 和 B1 类气瓶附件应满足气瓶全寿命期内不拆卸检查的安全使用要求（见 5.5.5）；
- k) 增加了附录 A（规范性附录）试验参数允差（见 5.1.4）；
- l) 增加了附录 B（规范性附录）气瓶日常保养检查（见 5.1.8）；
- m) 增加了附录 D（规范性附录）气瓶用 O 形密封圈性能评定方法（见 5.5.4）；
- n) 删除了附录温度驱动安全泄压装置和阀门型式试验方法与合格指标的规定（见 2017 年版的附录 B）。

以上相关修订情况的具体内容如表 1 所示。

表 1 技术要求修订情况

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
试验 参数 允差		5.1.4		新增：除特别注明外，本标准规定了各试验试验参数允差。

表 1 技术要求修订情况（续）

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
氢气 品质	5.1.6	5.1.6	充装气瓶的压缩氢气成分应符合燃料电池汽车用氢气品质的要求	充装燃料电池汽车用气瓶的压缩氢气应符合 GB/T 37244 的规定,充装其他车用气瓶的压缩氢气应符合相关标准的规定
日常 保养 检查		5.1.8		新增:气瓶使用寿命内应进行日常保养检查的要求
一般 要求		5.2.1		新增:材料性能应符合相应国家标准或行业标准的规定;材料应经气瓶制造单位复验合格后方可使用。
铝内 胆		5.2.2.4		新增:铝内胆材料的拉伸性能应满足气瓶制造单位保证值要求。气瓶制造单位应按材料批号对铝合金 6061 新增拉伸性能复验。铝内胆材料的拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定执行。
树脂	5.2.3	5.2.3	浸渍材料应采用环氧树脂或改性环氧树脂等耐热性高且稳定性好的热固性树脂。树脂的环氧当量测定应按 GB/T 4612 的规定执行,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。	浸渍树脂基体应采用环氧树脂或改性环氧树脂,树脂的环氧值或环氧当量应符合设计文件要求。 气瓶制造单位应按批对树脂进行复验。环氧值按 GB/T 1677 测定;环氧当量按 GB/T 4612 测定;玻璃化转变温度按 GB/T 19466.2 测定。

表 1 技术要求修订情况（续）

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
铝内 胆和 碳纤 维		5.3.1		新增：碳纤维应连续无捻且强度级别相同。 瓶口螺纹应与瓶阀螺纹相匹配，瓶口螺纹宜采用符合 GB/T 192、GB/T 196、GB/T 197 或 GB/T 20668 规定的直螺纹。螺纹长度应大于瓶阀螺纹的有效长度。 瓶口设计需考虑所装配瓶阀的密封材料、密封形式和密封结构尺寸，应确定合理的尺寸公差和表面粗糙度，确保瓶口与瓶阀装配之后在 A1 类和 B1 类气瓶全寿命期内、在 A2 类和 B2 类 2 个气瓶定期检验周期内不泄漏。
气瓶	5.3.2.2 和 5.3.2.3	5.3.2.3	纤维应力比应不低于 2.25。 气瓶最小爆破压力应不低于 2.25 倍公称工作压力。	A1 类和 B1 类气瓶纤维应力比为 2.30，A2 类气瓶为 2.25，B2 类气瓶的纤维应力比为 2.00。 A1 和 B1 类气瓶最小设计爆破压力应不低于 2.30 倍的公称工作压力，A2 类气瓶最小设计爆破压力应不低于 2.25 倍的公称工作压力，B2 类气瓶最小设计爆破压力应不低于 2.00 倍的公称工作压力。

表 1 技术要求修订情况（续）

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
纤维 缠绕 与固 化		5.4.4		新增：监控缠绕过程并记录工艺要求的定位尺寸和纤维张力等。监控固化过程并记录时间、温度等。
气瓶 附件	5.5	5.5	气瓶应当设置温度驱动安全泄压装置（TPRD）和截止阀。TPRD 应采用易熔合金塞或其它合适的结构型式，TPRD 应满足相应标准的要求。 温度驱动安全泄压装置和阀门的型式试验方法应满足附录 B 的规定。	瓶阀应符合 GB/T 42536 的规定； 气瓶应安装温度驱动安全泄压装置（TPRD），TPRD 应采用易熔合金塞或玻璃泡； 新增：A1 和 B1 类气瓶附件应满足气瓶全寿命期内不拆卸检查的安全使用要求，对 A2 类和 B2 类气瓶满足在定期检验时能够方便地拆卸气瓶及瓶阀； O 形密封圈应采用与高压氢气具有良好相容性的材料，材料性能应符合附录 D 中 D.2 的要求。 O 形密封圈选用前应按附录 D 中 D.3 的规定进行试验，压缩永久变形试验、硬度变化试验和氢气损伤试验应由 O 形密封圈制造单位进行并提供试验报告，气瓶制造单位应对 O 形密封圈外观、尺寸和硬度等进行复验。

2.2.6 试验方法与合格指标

本标准规定了铝内胆试验和气瓶试验。铝内胆试验包括内胆壁厚和制造偏差检验、内外表面检查、瓶口螺纹检查、热处理后的性能测量、硬度试验以及无损检测。气瓶试验包括缠绕层力学性能试验、气瓶水压试验、气密性试验、水压爆

破试验、常温压力循环试验、火烧试验、极限温度压力循环试验、加速应力破裂试验、裂纹容限试验、环境试验、跌落试验、氢气循环试验、枪击试验、耐久性试验和使用性能试验等项目。

本标准给出了内胆壁厚和制造偏差、内外观检查的试验方法及气瓶缠绕层层间剪切试验、内外观检查、水压试验、气密性试验、水压爆破试验、常温压力循环试验等试验方法。为充分遵循技术标准与 TSG 安全技术规范协调一致原则与技术指标国际接轨等原则，本标准对试验方法与合格指标作出以下修订：

a) 更改了缠绕层复合材料层间剪切强度值（见 5.7.1.1.1，2017 年版的 6.2.1.1.2）；

b) 更改了水压爆破试验合格指标（见 5.7.5.1，2017 年版的 6.2.5.2）；

c) 更改了常温压力循环试验、裂纹容限试验与跌落试验的合格指标（见 5.7.6.1、5.7.10.1 和 5.7.12.1，2017 年版的 6.2.6.2、6.2.10.2 和 6.2.12.2）；

d) 更改了压力循环频率要求（见 5.7.6.2、5.7.8.2 和 5.7.10.2，2017 年版的 6.2.6.1、6.2.8.1 和 6.2.10.1）；

e) 更改了极限温度压力循环试验、常温和极限温度气压循环试验的相对湿度要求（见 5.7.8.2 和 5.7.16.2.3，2017 年版的 6.2.8.1 和 6.2.16.2）；

f) 更改了极限温度压力循环试验的瓶内介质温度要求（见 5.7.8.2，2017 年版的 6.2.8.1）；

g) 更改了环境试验气瓶区域划分要求（见 5.7.11.2.1，2017 年版的 6.2.11.1）；

h) 更改了环境试验暴露用环境液体（见 5.7.11.2.3，2017 年版的 6.2.11.3）；

i) 更改了氢气循环试验的合格指标（见 5.7.13.1，2017 版的 6.2.13.2）；

j) 更改了耐久性试验总体要求（见 5.7.15.2.1，2017 年版的 6.5.15）；

k) 更改了耐久性试验中的“裂纹容限试验”名称为“表面损伤试验”（见 5.7.15.2.4，2017 年版的 6.2.15.3）；

l) 更改了常温和极限温度气压循环试验（使用性能试验）的试验要求（见 5.7.16.2.3，2017 年版的 6.2.16.2）；

m) 更改了使用性能试验中的“极限温度下气压泄漏/渗透试验”名称为“极限温度气压泄漏试验”，并更改了试验要求（见 5.7.16.2.4，2017 年版的 6.2.16.3）；

n) 增加了附录 E（规范性附录）层间剪切试验方法（见 5.7.1.1）；

o) 增加了附录 F（规范性附录）气瓶气密性氦泄漏检测方法（见 5.7.4）；

p) 增加了附录 G (规范性附录) 气瓶火烧试验方法 (见 5.7.7)。

上述提及的修订情况具体如表 2 所示。

表 2 试验方法与合格指标修订情况

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
层间 剪切 试验	6.2.1.1	5.7.1.1	缠绕层复合材料层间剪切强度值应不低于 13.8 MPa。 按 GB/T1458 规定,制作具有代表性的缠绕层试样,有效试样数应不少于 6 个。将试样在沸水煮 24h 后,再按 GB/T1458 规定的方法进行试验。	缠绕层层间剪切强度应大于或等于 34.5MPa。 按附录 E (层间剪切试验方法)的规定制备试样。试样在沸水中煮 24h,取出冷却至室温,擦干表面水分,再按附录 E 的规定进行试验。
气密 性试 验	6.2.4	5.7.4	在水压试验合格后,按 GB/T 12137 规定的试验方法采用氮气进行气密性试验,试验压力为 p。 在试验压力下保压至少 1 min,瓶体、瓶阀和瓶体瓶阀连接处均不应泄漏。因装配引起的泄漏,允许返修后重做试验。	按附录 F (气瓶气密性氮泄漏检测方法)的规定进行试验,合格指标为氢气漏率小于或等于 6 mL/(h·L)
水压 爆破 试验	6.2.5.2	5.7.5.1	爆破起始位置应在气瓶筒体部位。对于 A 类气瓶,实测爆破压力应大于或者等于 P_{bmin};对于 B 类气瓶,实测爆破压力应在 $(0.9 \sim 1.1) P_{b0}$ 内,且大于或者等于 P_{bmin}。	气瓶爆破压力应为 $0.9P_{b0} \sim 1.1 P_{b0}$,且大于或等于 P_{bmin}。

表 2 试验方法与合格指标修订情况（续）

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
常温 压力 循环 试验	6.2.6.2	5.7.6.1	在设计循环次数 N_d 内，气瓶不得发生泄漏或破裂 N_d 裂，之后继续循环至 22000 次或至泄漏发生，气瓶不得发生破裂。	A1 和 B1 类气瓶在循环次数 $2N_d$ 次内，气瓶不应泄漏或破裂，继续循环至 $4N_d$ 次或至泄漏，气瓶不应破裂。A2 和 B2 类气瓶在设计循环次数 N_d 次内，气瓶不应泄漏或破裂，继续循环至 $2N_d$ 次或至泄漏，气瓶不应破裂。
压力 循环 频率	6.2.6.1、 6.2.8.1 和 6.2.10.1	5.7.6.2、 5.7.8.2 和 5.7.10.2	压力循环频率为不超过 6 次/分钟	压力循环频率为不超过 10 次/分钟
火烧 试验	6.2.7	5.7.7	记录火烧试验布置方式、热电偶指示温度、气瓶内压力、从点火到安全泄压装置打开的时间及从安全泄压装置打开到压力降至 1 MPa 以下的时间。在试验期间，记录热电偶温度和气瓶内压力的时间间隔不得超过 10 s。	火烧试验过程中，热电偶温度应达到附录 G（气瓶火烧试验方法）规定的范围，从点火到 TPRD 打开的时间应大于或等于 10min。气瓶内气体通过 TPRD 泄放，泄放过程应连续，且气瓶不应爆破；气瓶安装附件后，按附录 G 的规定试验。
瓶内 介质 温度 要求	6.2.8.1	5.7.8.2	极限温度压力循环试验中高温压力循环试验与低温压力循环试验的瓶内介质温度均达到规定值	极限温度压力循环试验中高温压力循环试验与低温压力循环试验的瓶内介质温度分别为不小于 85°C 与不大于 -40°C
相对 湿度	6.2.8.1 和 6.2.16.2	5.7.8.2 和 5.7.16.2.3	相对湿度大于或等于 95% 的环境	相对湿度大于或等于 90% 的环境

表 2 试验方法与合格指标修订情况（续）

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
裂纹 容限 试验/ 跌落 试验	6.2.10.2 和 6.2.12.2	5.7.10.1 和 5.7.12.1	在前 3000 次压力循环中， 瓶体不得发生泄漏或破 裂；在随后继续循环至设 计循环次数 N_d 之前，瓶体 不得发生破裂。	A1 类气瓶在前 7500 次压力 循环内，瓶体不应泄漏或破 裂；继续循环至设计循环次 数 N_d 之前，瓶体不应破裂。 A2 类气瓶在前 3000 次压力 循环内，瓶体不应泄漏或破 裂；继续循环至设计循环次 数 N_d 之前，瓶体不应破裂。
区域 划分	6.2.11.1	5.7.11.2.1	在气瓶筒体划分 5 个明显 区域	在气瓶筒体划分 3 个明显区 域
暴露 用环 境液 体	6.2.11.3	5.7.11.2.3	体积浓度为 19%的硫酸水 溶液；质量浓度为 25%的 氢氧化钠水溶液；体积浓 度为 5%的甲醇汽油溶液； 质量浓度为 28%的硝酸氨 水溶液；体积浓度为 50% 的甲醇水溶液。	体积分数为 19%的硫酸水溶 液；体积分数为 10%的乙醇 汽油溶液；体积分数为 50% 的甲醇水溶液。
氢气 循环 试验	6.2.13.2	5.7.13.1	瓶体、瓶阀和瓶体瓶阀连 接处均不得泄漏。	氢气循环过程中，气瓶不应 泄漏或破裂；气密性试验中， 氢气漏率应不大于 6 $\text{mL}/(\text{h}\cdot\text{L})$ 。
耐久 性试 验	6.5.15 和 6.2.15.3	5.7.15.2.1 和 5.7.15.2.4	常温压力循环试验中，如 果 3 只气瓶的实测循环次 数均大于 1 1000 次，或 3 只气瓶的实测循环次数最 大值与最小值之比小于等 于 1.25，则仅随机抽取 1 只气瓶进行耐久性试验， 否则，应抽取 3 只气瓶进 行耐久性试验	随机抽取 1 只气瓶按规定顺 序进行试验

表 2 试验方法与合格指标修订情况（续）

修订 项目	章条编号		内容	
	2017 年版	修订稿	2017 年版	修订稿
常温 和极 限温 度气 压循 环试 验	6.2.16.2	5.7.16.2.3	充氢时间在 3min 以内， 但充氢速率不得大于 60g/s	若气瓶的公称容积不超过 165L，则充装时间应不超过 3min，若超过 165L，则充装时间应不超过表 6 的规定(以充装压力 87.5MPa，温度-40℃，充装速率 50g/s 为基准)。 新增：放氢速率除应不小于气瓶最大放氢速率外，500 次循环中任意 50 次循环的放氢速率应不小于气瓶日常保养检查或定期检验时的放氢速率。 放氢时，阀体的进口温度不得低于-40℃； 预冷氢气温度统一为 (-33~-40)℃。
极限 温度 气压 泄漏 试验	6.2.16.3	5.7.16.2.4	仅规定气泡直径为 1.5mm 与 6mm 时允许的 气泡生成速率分别为 2030 个/min 与 32 个/ min。	规定不同直径气泡的允许形成速率如表 7 所示； 新增：试验环境为 55℃~60℃ 的密闭容器； 在保压至少 12h 后，每隔 12h 以上测量 1 次氢气泄漏量，至少连续测量 3 次，直至两次测量值之差小于或等于前一次测量值的±10%； 记录泄漏达稳定状态的时间，记录气瓶氢气泄漏量随时间变化曲线。

2.2.7 检验规则

标准规定了铝内胆和气瓶逐只检验项目、批量检验的抽样规则和检验项目、型式试验项目和要求以及设计变更需进行的试验项目。本标准对检验规则作出以下修订：

1. 考虑我国车用高压氢气瓶存在产品规格多，一个设计原型上存在多个设计变更的问题，综合 ISO 19881 等标准中有关要求，标准新增规定已完成纤维制造单位、等效纤维材料、新树脂材料、等效树脂材料、玻璃纤维保护层、瓶口几何形状变化（含瓶口螺纹形式或尺寸变化）设计变更的设计原型，在该基础上再进行其他设计变更时，不必再进行该设计变更所要求的型式试验项目。除此规定外，不准许在已完成的设计变更基础上再进行设计变更，即经减少试验项目完成变更的设计不能作为设计原型。

2. 考虑 TSG 23《气瓶安全技术规程》，标准提高用于型式试验的内胆数量，规定用于型式试验的气瓶基数为 30 只，新增规定内胆基数为 5 只。型式试验中，由于车辆使用要求不同，气瓶的充装次数、充装时间、充装温升等都不同，35 MPa A 类气瓶采用平行试验方法，而 UN GTR 13 对于 70 MPa 储氢系统要求采用顺序试验方法，基于此本标准 A 类气瓶采用平行试验，B 类气瓶采用顺序试验。

3. 标准设计变更删除公称工作压力变化项目，试验项目新增内胆型式试验项目、水压试验、气密性试验与缠绕层外观项目，对其设计变更项目提出具体要求。同时对设计变更需重新进行型式试验的试验项目作出修订，如表 3 所示。

表 3 设计变更需重新进行型式试验的试验项目修订情况

设计变更	新增试验项目	取消试验项目
纤维制造单位	火烧试验	极限温度压力循环试验
等效纤维材料	加速应力破裂试验 跌落试验	/
新树脂材料	/	氢气循环试验 使用性能试验
等效树脂材料	加速应力破裂试验	/
内胆外直径变化大于 20%	氢气循环试验 使用性能试验	极限温度压力循环试验
气瓶长度变化大于 50%	氢气循环试验 使用性能试验	极限温度压力循环试验

表 3 设计变更需重新进行型式试验的试验项目修订情况（续）

设计变更	新增试验项目	取消试验项目
玻璃纤维保护层	/	枪击试验
瓶阀/TPRD 端塞	氢气循环试验 使用性能试验	/

2.2.8 安装和防护

本标准对气瓶安装防护增加具体要求，包括设置固定支架、紧固带等措施防止松动，气瓶与固定措施之间要求柔性接触避免气瓶磨损，气瓶制造单位应评估气瓶承受冲击载荷的能力等。气瓶安装空间设计时应避免氢气聚集，并能使氢气自行扩散到车辆外部空间。考虑到 A2 类和 B2 类气瓶要拆下进行定期检验，车辆制造单位或车载供氢系统集成单位在进行车载供氢系统结构设计时，应保证日常维护保养时能够清楚地看到气瓶所有表面，在定期检验时能够方便地拆卸气瓶及瓶阀。考虑到 A1 类和 B1 类气瓶不进行定期检验，标准对其防护提出更高要求，车辆结构设计时宜采用强度足够的护板、铠甲等方式进行防护，避免气瓶、瓶口组合阀及其连接件受到来自路面等方向飞溅硬物（如石块等）的撞击。同时要求车辆制造单位或车载供氢系统集成单位将气瓶连接到充氢系统时，加氢口及加氢枪宜具备通讯和安全联动功能，应保证气瓶在充装过程中瓶内氢气压力和温度不超过气瓶压力和温度的适用范围。

2.2.9 标志、包装、运输和储存

本标准规定了气瓶的标志、包装、运输和储存要求。2017 年版标准规定每只气瓶缠绕层的表面层或者防护层下面应当植入完整、清晰的制造标签和经认证合格的电子标签，以形成永久性标记。气瓶制造标签的字高应不小于 8mm，标记项目至少应包括制造单位名称和代号、制造许可证编号、气瓶编号、产品标准号、气瓶类别、公称工作压力、水压试验压力、充装介质名称或化学分子式、气瓶公称水容积、设计使用年限、气瓶的制造年月、设计循环次数、水压试验极限弹性膨胀量、监督检验标记。根据国家市场监督管理总局办公厅 26 号文件，本标准对气瓶标志作出修订，规定每只气瓶应当在玻璃纤维保护层中设置完整的制造标签，标记项目增加本文件编号、气瓶型号、气瓶的最小工作压力，删除气瓶类别、产品标准号，同时新增规定在瓶体上沿环向间隔 120°用透明纤维缠绕覆盖 3 只

二维码标签，以形成可追溯信息性电子识读标志。二维码标签内容至少应包含产品合格证、产品使用说明书、批量检验质量证明书和监督检验证书。

2.2.10 产品合格证和批量检验质量证明书

本标准规定了气瓶的产品合格证和批量检验质量证明书要求。2017 年版标准规定出厂的每只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。出厂产品合格证至少应包含制造单位名称和代号、制造许可证编号、气瓶编号、产品标准号、气瓶类别(A 类、B 类)、充装介质名称或化学分子式、公称工作压力、水压试验压力、气密性试验压力、实测水容积、实测空瓶质量(不含附件)、铝内胆材料名称或牌号、纤维材料名称或牌号、树脂材料名称或牌号、设计使用年限、出厂检验标记、制造年月、定期检验周期、设计循环次数、阀门制造单位名称和制造许可证编号(带阀门出厂时)、阀门装配扭矩；产品使用说明书应至少包含充装介质、公称工作压力、水压试验压力、设计使用年限、设计循环次数、产品的维护、安装使用注意事项。本标准对产品合格证作出修订，产品合格证包含内容增加本文件编号、瓶阀和 TPRD 端塞的制造单位和型号，删除产品标准号、气瓶类别(A 类、B 类)、阀门制造单位名称和制造许可证编号(带阀门出厂时)。对于批量检验质量证明书，标准增加了附录 H（资料性附录）车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶批量检验质量证明书。

2.2.15 附录

标准包含了 8 个附录，其中 7 个为规范性附录（包括试验参数允差、气瓶日常保养检查、铝内胆最大允许缺陷尺寸确定方法、气瓶用 O 形密封圈性能评定方法、层间剪切试验方法、气瓶气密性氦泄漏检测方法、气瓶火烧试验方法），1 个为资料性附录（车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶批量检验质量证明书）。

3 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

3.1 主要试验（或验证）的分析

过去 10 多年，浙江大学和大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司等单位开展了 III 型气瓶的火烧试验研究。具体包括 35 MPa 气瓶在火烧试验中破裂时发生灾难性爆炸事故的后果评估、高压储氢瓶火烧试验方法局限性的研究和局

部火烧试验方法的技术原理和主要内容、充装压力和局部火烧暴露时间对 TPRD 装置激活的影响规律、70 MPa 储氢瓶在局部火烧情况下的传热特性、不同火焰冲击区域对瓶体温度和压力的影响、火烧试验的可重复性问题、火烧试验新方法的主要内容和特点等，促进了火烧试验的发展和完善，有利于保障火烧试验的一致性，为本次标准火烧试验的试验方法和合格指标提供支撑。

在 O 形密封圈性能方面，浙江大学、中国特种设备检测研究院等单位开展相关研究，包括 O 形密封圈和楔形密封圈构成的组合密封结构在超高压气态氢下的密封性能、O 形密封圈在高压氢环境下的大变形和氢引起的膨胀对空腔的综合影响、氢气诱发的橡胶密封材料起泡断裂问题，并研究各种橡胶-氢相容性机制之间的相互联系、氢在橡胶中的渗透机理、氢气环境下橡胶密封的摩擦特性等，为 O 形圈的压缩永久变形试验、氢气损伤试验等提供试验验证与支撑。

在 III 型氢气瓶型式试验研究方面，开展系列型式试验设备研发与试验方法研究，包括气瓶水压爆破试验装置关键硬件研究、氢气瓶液压疲劳试验装置研究、气瓶在跌落试验中的典型失效模式研究、气瓶气密性试验关键试验参数对试验结果的影响等。

在 III 型氢气瓶生产制造方面，目前国内以中集、中材科技、佛吉亚斯林达、国富氢能、天海工业、奥扬科技等为代表的气瓶企业已经成长为国产储氢瓶的生产制造的中坚力量，实现了容积从 28 L 到 390 L 的全覆盖，开发并掌握了 70 MPa III 型储氢瓶技术。35 MPa 的 III 型储氢瓶已批量应用于氢燃料电池汽车，70 MPa III 型储氢瓶配套了国内首台北汽福田 70MPa 氢燃料客车车型。同时，多家企业全系产品均已实现关键核心技术完全自主可控。随着氢燃料电池汽车发展迅猛，车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶生产数量迅速增加。截止 2024 年 6 月，国内 10 余家企业累计生产 20 余万只。随着 III 型储氢瓶大规模的生产制造，为本标准的修订提供了大量试验数据支撑和验证。

3.2 技术经济论证

氢能的开发与利用技术已经成为新一轮世界能源技术变革的重要方向，也是很多产业未来发展的战略制高点，发展氢能对实现碳中和具有重大意义。高压 III 型氢气瓶作为氢燃料电池汽车的关键零部件之一，存在疲劳、泄漏、爆炸等安全隐患，国内外事故多发。国际上有关 III 型气瓶研究的活动十分活跃，并已经制订并更新了相关规范和标准。因此，为保障车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶

的安全使用，实现高压氢气瓶轻量化、低成本化发展，使标准条款满足车用 III 型储氢瓶日益发展的需求，并与国内外法规标准的部分技术要求协调统一，对推动国内氢能规模化应用，紧跟国际氢能发展步伐具有重要意义。

3.4 预期的经济效益、社会效益和生态效益

自 2022 年 3 月，国家发改委、国家能源局印发《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》以来，我国氢能和燃料电池汽车产业进入快速发展新阶段。目前，全国已有 20 多个省（区、市）发布了促进氢能或燃料电池汽车产业发展的政策文件，拟建绿氢产能规模超 100 万吨，是国家规划预期“2025 年非化石能源制氢 10 万到 20 万吨”目标的 5 倍。各地规划至 2025 年燃料电池汽车保有量超 10 万辆，是国家预期目标的两倍。

截至 2023 年底，中国燃料电池汽车保有量超 1.8 万辆，超过美国位居全球第二，其中，2023 年增加近 6,000 辆，位居全球第一。全球在营加氢站 930 座，同比增长 12.2%，主要集中在以我国为首的东亚地区。近期很多地市都在积极布局氢能产业，据统计，广东、山东、浙江、江苏、河北建成运营加氢站居多，分别达到 55 座、33 座、26 座、25 座、23 座。河北、河南、北京等地公布的专项氢能产业投资项目已经超过千亿元，预计到 2025 年推广燃料电池汽车累计超过 13 万辆，加氢站超过 700 座。氢能及燃料电池汽车产业累计产值将超过 9500 亿元。本标准的发布，将为我国氢燃料电池汽车的大规模应用提供有力支撑，推动我国氢能产业的进一步发展。

4. 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比和采用情况

目前，国外氢气瓶标准主要包括：联合国 UN GTR 13《氢燃料电池汽车全球技术法规》第二阶段；国际标准 ISO 19881《气态氢-道路车辆用燃料箱》；日本标准 JARIS 001《氢动力汽车用高压储氢气瓶技术标准》；美国标准 SAE J2579《氢能汽车燃料系统安全》；加拿大标准 ANSI HGV 2《车用压缩氢气燃料气瓶》等。

本文件是在理论分析和试验研究基础上，参考 ISO 19881:2018《气态氢-道路车辆用燃料箱》和 UN GTR 13《氢燃料电池汽车全球技术法规》第二阶段进行

修订。本标准未直接采用 ISO 19881:2018，因其部分技术要求与 UN GTR 13《氢燃料电池汽车全球技术法规》并不一致，部分技术要求也不符合我国国情。除对气瓶性能提出要求外，本文件还对铝内胆最大允许缺陷尺寸确定方法、气瓶用 O 形密封圈性能试验方法等提出要求。

综上，本文件各项技术指标均不低于国际先进标准，处于国际先进水平。

5. 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本文件在满足《特种设备安全法》、TSG 23-2021《气瓶安全技术规程》的有关规定基础上起草，与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

6. 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准遵循了各方参与原则，修订时充分吸收了相关领域专家的意见，无重大分歧。

7. 涉及专利的有关说明

无。

8. 实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

建议将本标准作为推荐性国家标准。本标准发布后 6 个月生效。

9. 其他应予说明的事项

无。