

指南编号/Guideline No.:B-XX)



船用高压储供氢和加注系统

生效日期/Issued date:202X 年 XX 月 XX 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的使

用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制客户采用其他试验方法和要求，但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间：

本版本主要修改内容：

目录

1 适用范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 图纸资料.....	5
5 氢气瓶瓶体材料技术要求.....	8
6 产品设计和技术要求.....	9
7 型式试验.....	12
8 单件/单批检验.....	15
9 不合格项目处理.....	错误!未定义书签。

船用高压储供氢和加注系统

1 适用范围

1.1 船用高压储供氢和加注系统由加注模块（船舶发电装置与加氢枪连接的部件总成 岸端原则性）、储氢模块、供氢模块、吹扫模块、控制模块等组成。气瓶的设计制造公称工作压力不超过 70Mpa、公称水容积不大于 450L、工作温度不低于-40℃且不高于 85℃、固定在船舶和海上设施上作为燃料罐使用。气瓶分为 A 类气瓶和 B 类气瓶。A 类气瓶为公称工作压力小于或者等于 35MPa、公称水容积不大于 450L 的气瓶；B 类气瓶为公称工作压力大于 35 MPa、公称水容积不大于 230L 的气瓶。

1.2 本指南所述氢气瓶在船舶和海上设施的建造中、建造后的检验，应符合国际公约、国家主管机关以及 CCS 的其他要求。

1.3 本指南所述氢气瓶适用于船长 20m 及以上的钢质船舶，海上浮式装置上安装的氢气瓶亦可参照本指南执行。

2 规范性引用文件

- 2.1 中国船级社《钢质海船入级规范》
- 2.2 中国船级社《钢质内河船舶建造规范》
- 2.3 中国船级社《材料与焊接规范》
- 2.4 中国船级社《船舶应用氢燃料指南》
- 2.5 中国船级社《电气电子产品型式认可试验指南》（现行有效）
- 2.6 TSG23 《气瓶安全技术规程》
- 2.7 GB/T35544 《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》
- 2.8 GB/T 3362 《碳纤维复丝拉伸性能试验方法》
- 2.9 ISO/IEC 80079-49: 2024 《阻火器-性能要求、测试方法和使用限制》
- 2.10 GB/T 13005-2011 《气瓶术语》

3 术语和定义

3.1 除本指南明确规定外，中国船级社《船舶应用氢燃料指南》的相关定义适用于本指南。

3.2 铝内胆：在外表面缠绕碳纤维增强层，用于密封气体且可承受或不承受部分压力载荷的无缝铝合金容器。

3.3 全缠绕：用浸渍树脂基体的碳纤维连续在铝内胆上进行螺旋和环向缠绕，使气瓶的环向和轴向都得到增强的缠绕方式。

3.4 全缠绕气瓶：在铝内胆外表面全缠绕碳纤维增强层，经加温固化成型的气瓶。

3.5 自紧：通过向气瓶施加内压使铝内胆产生塑性变性，从而使得气瓶在零压力下铝内胆承受压应力、碳纤维承受拉应力的加压过程。

3.6 自紧应力：自紧时施加在气瓶内的最高压力（表压）。

3.7 气瓶批量：采用同一设计条件，具有相同结构尺寸铝内胆、复合材料，且用同一工艺进行缠绕、固化的气瓶的限定数量。

3.8 铝内胆批量：采用同一设计条件，具有相同的公称外直径、设计壁厚，用同一炉罐号材料，同一制造工艺制成，按同一热处理规范及相同的工艺参数进行热处理的铝内胆的限定数量。

3.9 气瓶设计使用年限：在规定使用条件下，气瓶允许使用的年限。

3.10 纤维应力比：气瓶在最小爆破压力下的碳纤维应力与公称工作压力下的碳纤维应力之比。

3.11 极限弹性膨胀量：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。该数值不得超过设计定型批相同规格型号气瓶在水压试验压力下弹性膨胀量平均值的 1.1 倍。

3.12 加注模块：即船舶加注站，系指设有气体燃料加注系统，包括加注接头、回气接头（如设有）、相关阀件、仪表和控制系统等的位置或处所。

3.13 储氢模块：储氢模块包括储氢气瓶、瓶口组合阀、PRD（压力释放装置，一旦动作不可恢复），以及连接管路等。主要功用是将加注站注入的氢气安全地储存在储氢气瓶中。

3.14 供氢模块：供氢模块主要是安全地向用氢装置提供适用压力和流量的洁净氢气。主要包括电磁阀、减压器、安全阀、过滤器、放空阀、连接管件及固定支架等。

3.15 吹扫模块：吹扫模块主要包括电磁阀、减压器、安全阀、过滤器、各种阀门、放空口及连接管路等。其主要功用是将低压氮气通入储氢系统主管路，吹除管路中的氢气。

3.16 控制模块：控制模块主要包括控制器、氢泄漏探头及必需的控制、报警装置，可以将预警信号输送给控制器，由控制器发出预警命令。

4 图纸资料

4.1 下列图纸资料应提交 CCS 批准：

储氢模块：

(1) 氢气瓶设计图纸资料，图纸资料中应体现产品的结构型式、主要尺寸、

材质及理化性能指标（包括铝内胆、碳纤维、玻璃纤维、环氧树脂）、制造及热处理方式、纤维缠绕方式、树脂加热固化温度及方式、公称工作压力、许用压力、自紧压力、水压试验压力、最小爆破压力、纤维应力比、公称水容积、铝内胆公称外直径、设计温度、设计循环次数、气瓶类别、型号及其他特殊技术要求（如防电偶腐蚀层、气瓶外表面保护层等）。

（2）氢气瓶设计计算书，包括氢气瓶设计计算书，包括铝内胆、缠绕层的设计壁厚、容积、重量、最小爆破压力、瓶底、瓶口、缠绕层等处的强度计算。

（3）应力分析报告，应用有限元分析方法计算气瓶在自紧压力、公称工作压力、许用压力、水压试验压力和最小爆破压力下，铝内胆和缠绕层中的应力和应变。

（4）型式试验大纲。

注：如氢气瓶已单独审图取证了，可不提供气瓶相关图纸。

供氢模块：

- 1) 供氢流程图；
- 2) 产品技术条件及主要性能规格表；
- 3) 管系的详细图纸及理化性能一览表，包括泄压管路和透气管路；
- 4) 支管、回管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件，包括强度计算书；
- 5) 法兰、阀和其他装置的图纸和说明；
- 6) 管路系统的相关工艺文件，包括但不限于焊接、无损检测等；
- 7) 管路压力试验（强度和气密性试验）技术文件；
- 8) 监测装置和报警系统图及布置图，包括监测探头、传感器、报警装置和报警点布置图，及报警、控制设定值；
- 9) 控制设备（含控制、报警及安全系统）的原理图、元器件清单、软件功能框图、报警类型清单和安全动作类型清单；
- 10) 外部管路连接图；

加注模块：

- 1) 模块流程图；

- 2) 产品技术条件及主要性能规格表;
- 3) 管系的详细图纸及理化性能一览表, 包括泄压管路和透气管路;
- 4) 支管、回管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件, 包括强度计算书;
- 5) 法兰、阀和其他装置的图纸和说明;
- 6) 管路系统的相关工艺文件, 包括但不限于焊接、无损检测等;
- 7) 管路压力试验(强度和气密性试验)技术文件;
- 8) 监测装置和报警系统图及布置图, 包括监测探头、传感器、报警装置和报警点布置图, 及报警、控制设定值;
- 9) 控制设备(含控制、报警及安全系统)的原理图、元器件清单、软件功能框图、报警类型清单和安全动作类型清单;
- 10) 储氢系统性能试验大纲, 包括阀件、附件以及操作相关设备在内的功能验证;
- 11) 外部管路连接图;

4.2 储氢模块中的气瓶申请认可时, 下列资料应提交备查:

(1) 工厂概况: 工厂名称、地址、生产历史, 现有生产产品的种类、规格, 申请认可产品的种类、规格、交货状态, 获得其他认证资质证书情况等。

(2) 质量体系文件等管理文件。在文件中应清晰地表示出质量体系的组织机构和产品质量控制点。

(3) 主要生产设备清单: 内胆成型设备、缠绕设备、自紧设备、树脂加热固化设备、热处理炉型式及尺度、温度控制记录方法及测温点的布置。

(4) 主要检测/试验设备清单: 化学分析、力学性能、金相、无损检测、水压试验、压力循环试验、氢气循环试验、环境试验等设备清单(包括名称、型号、制造厂以及法定检验单位和检定/校准有效期)。

(5) 工艺文件:

① 生产工艺流程图(需标注质量控制点)。

② 生产工艺流程图中各工序的作业指导书, 包含成型、内胆表面处理、热处理、无损探伤、缠绕、自紧、加热固化等主要工序。

(6) 试验、检验人员的资质证明。

(7) 试验地点及实验室所具备的资质(如分包, 应说明分包方的资质及分包约定情况)。

(8) 材料和主要部件的供应商清单。

(9) 产品说明书、质量证明书(样本)。

5 氢气瓶瓶体材料技术要求

5.1 制造气瓶的材料, 应有材料制造单位提供的质量证明书原件, 或者加盖了材料经营单位公章且有经办人签字(章)的质量证明书复印件。

5.2 铝内胆

(1) 铝内胆应采用 6061 铝合金, 其化学成分应符合表 5.2 的规定:

化学成分表

表 5.2

元素		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Pb	Bi	其他		Al
												单 项	总 体	
质量 分数 /%	最小 值	0.40	—	0.15	—	0.80	0.04	—	—	—	—	—		
	最大 值	0.80	0.70	0.40	0.15	1.20	0.35	0.25	0.15	0.003	0.003	0.05	0.15	余 量

(2) 铝内胆材料应经气瓶制造单位复验合格后方可使用, 气瓶制造单位应按材料炉罐号进行化学成分复验。

(3) 铝内胆材料应满足相应标准的规定。铸锭应进行超声检测, 超声检测按 $\phi 2\text{mm}$ 当量平底孔进行, 检验方法应符合相应标准的规定。

5.3 树脂

(1) 浸渍材料应采用环氧树脂或改性环氧树脂等耐热性高且温度性好的热固性树脂。树脂的环氧当量和树脂材料的玻璃化转变温度应按相关标准进行测定, 其值应不低于 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(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。

5.4 碳纤维

(1) 承载纤维应采用连续无捻碳纤维, 不得采用混合纤维。

(2) 每批碳纤维的拉伸断裂强度、断裂伸长率、拉伸模量等力学性能应符合气瓶设计要求。

(3) 气瓶制造单位应对碳纤维材料按批进行复验。

5.5 玻璃纤维

(1) 玻璃纤维只允许用作气瓶外表面保护层或防电偶腐蚀层。

(2) 应采用 S 型或 E 型玻璃纤维, 其力学性能应符合气瓶设计要求。

(3) 按批对玻璃纤维力学性能进行复验, 纤维线密度纤维浸胶拉伸强度按相应的国家标准 (GB/T 3362《碳纤维复丝拉伸性能试验方法》) 进行测定。

6 产品设计和技术要求

6.1 储氢模块

设计一般规定 (氢气瓶)

6.1.1 气瓶的设计应符合 CCS 接受的标准 (如 TSG 23《气瓶安全技术规程》) 及该规程相关协调标准如 GB/T35544《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》) 的相关要求。

6.1.2 气瓶应设有高压储氢气瓶组合阀门, 由手动截止阀、自动截止阀、单向阀、TPRD (温度驱动安全泄压装置) 以及温度传感器等部件组成的安装在高压储氢气瓶上的阀门。应满足 GBT42536-2023 要求。

6.1.3 TPRD 应采用易熔合金塞或玻璃泡, 其动作温度为 $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, 易熔塞和玻璃泡应符合 GB/T33215 的规定。TPRD 泄放口不应朝向瓶体。若 TPRD 泄放口安装放散管, 排放口应朝上方引出并采用防雨雪结构。每只气瓶的放散管宜单独设置, 如放散管采用汇总管引出, 应避免放散气流冲击气瓶瓶组中未泄放的 TPRD, 且汇总管的泄放能力应保证气瓶瓶组能够安全泄放。

6.1.4 TPRD 额定排量应不小于气瓶安全泄放量, TPRD 额定排量和气瓶安全泄放量应按 GB/T33215 计算。

6.1.5 氢气管路宜采用无缝金属管路, 不得采用铸铁及相应材质。氢气管路的连接宜采用对接焊、或者其他有效防止氢气泄漏的连接方式, 且应符合相应耐压耐温的要求。

6.1.6 焊接工艺、焊补工艺均应经 CCS 认可批准, 且应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 6 章的要求。

6.1.7 焊缝无损检测发现有超标缺陷时, 应确定缺陷的范围, 超标缺陷应予以清除, 必要时可采用无损检测方法进行检查。在确认缺陷完全清除后, 再进行焊补。缺陷的修整和焊补应在焊后热处理之前完成。通常同一部位缺陷修补应不超过 2 次。

6.1.8 气瓶所采用的材料如拟采用上述第 5 条规定以外的材料时, 应将材料的机械性能 (包括计算许用应力用的各种机械性能数值) 和化学成分等详细资料提交 CCS 审查。

6.1.9 A 类气瓶的设计循环次数 N_d 为 11000 次, B 类气瓶的设计循环次数 N_d 为 7500 次。

6.1.10 A 类气瓶的设计应满足 TSG23《气瓶安全技术规程》相关要求。使用年限为 15 年; B 类气瓶的设计使用年限为 10 年。当气瓶实际使用年限未达到设

计使用年限,但充装次数达到设计循环次数时,气瓶应当报废。

6.1.11 气瓶的许用压力不得低于最高工作压力,其中许用压力为公称工作压力的 1.25 倍。

6.1.12 储供氢模块应设置氢气排放管、吹扫口。若放空管路设置阻火器,则应提交防止阻火器堵塞对排放的影响分析报告并提交 CCS 审核,且应设置在连接至有明火的用氢设备的管道及氢气集中放散管上,并符合 ISO/IEC 80079-49 的要求。

6.1.13 铝内胆底部设计要求

- (1) 铝内胆端部应采用凸形结构。
- (2) 铝内胆端部应采用渐变厚度设计,筒体与端部应圆滑过渡。

6.1.14 铝内胆最小设计壁厚应通过应力分析验证。

6.1.15 铝内胆瓶口设计要求

- (1) 气瓶瓶口应开在气瓶端部,且应与铝内胆同轴。
- (2) 瓶口的外径和厚度应满足瓶阀装配时的扭矩要求。必要时,瓶口可采用增强结构,如钢套等。
- (3) 瓶口螺纹应采用直螺纹,螺纹长度应大于气瓶阀门螺纹的有效长度,且应符合公认标准的要求。
- (4) 瓶口螺纹在水压试验压力下的切应力安全系数应不小于 4。计算螺纹切应力安全系数时,铝合金剪切强度取 0.6 倍的材料抗拉强度保证值。

6.1.16 气瓶设计要求

- (1) 气瓶水压试验压力应不低于 1.5 倍公称工作压力。
- (2) 纤维应力比应不低于 2.25。
- (3) 气瓶最小爆破压力应不低于 2.25 倍公称工作压力。
- (4) 气瓶外表面可以采用适当的保护层进行防护。如果保护层作为设计的一部分时,应按公认标准进行环境试验并符合要求。
- (5) 气瓶使用条件中不包括因外力等引起的附加载荷。

6.1.17 应力分析

应采用有限元方法,建立合适的气瓶分析模型,计算气瓶在自紧压力、自紧后零压力、公称工作压力、许用压力、水压试验压力和最小爆破压力下,铝内胆和缠绕层中的应力和应变。分析模型应考虑铝内胆的材料非线性、复合材料各向异性和结构的几何非线性。

6.2 制造一般要求 (氢气瓶)

6.2.1 气瓶的制造应满足批准图纸和相关标准的要求。

6.2.2 气瓶的制造应分批管理, 铝内胆成品和气瓶成品均以不大于 200 只加上破坏性试验用铝内胆或气瓶的数量为一个批次。

6.2.3 铝内胆不得进行焊接。

6.2.4 成形后的铝内胆应按评定合格的热处理工艺进行固溶时效热处理。

6.2.5 铝内胆热处理后应逐只进行硬度测定。

6.2.6 瓶口螺纹的螺纹和密封面应光滑平整, 不得有倒牙、平牙、牙双线、牙底平、牙尖、牙阔以及螺纹表面上的明显跳动波纹。螺纹轴线应与气瓶轴线同轴。

6.2.7 纤维缠绕

(1) 缠绕碳纤维前, 铝内胆内外表面应清理干净, 不得有金属碎屑等杂物, 且应采取措施防止铝内胆外表面与碳纤维缠绕层之间发生电偶腐蚀。

(2) 缠绕和固化应按评定合格的工艺进行。固化温度不得对铝内胆力学性能产生影响。

(3) 水压试验前应按规定自紧压力进行自紧处理, 并详细记录每只气瓶的自紧压力、容积膨胀量等。

6.3 加注模块要求

6.3.1 加注模块应配置入口手动截止阀和泄放手动截止阀。

6.3.2 加注模块应设置氢气排放管、吹扫口。若放空管路设置阻火器, 则应提交防止阻火器堵塞对排放的影响分析报告并提交 CCS 审核, 且应设置在连接至有明火的用氢设备的管道及氢气集中放散管上, 并符合 ISO/IEC 80079-49 的要求。

6.3.3 氢气加注设计压力, 应与气瓶的设计压力匹配。

6.3.4 加注过程中应有实时监测气瓶压力和温度的措施

6.3.5 加氢口应满足 GB/T 26779-2021 《燃料电池电动汽车加氢口》相关要求

6.4 供氢模块

供氢模块的供氢速率及供氢压力应充分考虑用氢设备的使用需求及下游管路阻力影响。

6.5 吹扫模块

为不影响用氢设备的正常使用, 吹扫气应采用高纯度的氮气, 或满足用氢设

备的吹扫需求。

6.6 控制模块

控制模块主要技术指标见下表：

功能	要求
氢瓶温度监测	测量范围：-40~85℃，误差： ≤±2℃
氢瓶压力监测	测量范围：0~70MPa，误差： ≤±0.5% FS
氢泄露浓度监测	测量范围：0~2%，误差： ≤±0.1%
电磁阀控制	响应时间 $t \leq 0.5s$
CAN 通信、485 的通讯	波特率：250Kbits/s

7 型式试验

氢气瓶型式试验要求：

7.1 用于型式试验的同批气瓶，数量不得少于 30 只。

(1) 从中随机抽取进行拉伸试验、金相试验、冷弯或压扁试验的内胆数量为 1 只。

(2) 从中随机抽取进行型式试验的气瓶数量为：

① 对于 A 类气瓶（公称工作压力≤35MPa）：水压爆破试验 3 只；常温压力循环试验 2 只；火烧试验 1 只；极限温度压力循环试验 1 只；加速应力破裂试验 1 只；裂纹容限试验 1 只；环境试验 1 只；跌落试验 1 只；氢气循环试验 1 只；枪击试验 1 只。

② 对于 B 类气瓶（公称工作压力>35MPa）：水压爆破试验 3 只；常温压力循环试验 3 只；火烧试验 1 只；耐久性试验 1 只或 3 只；使用性能试验 1 只。

7.2 耐久性试验应按照 GB/T 35544 第 6.2.15 进行，耐久性试验应使用按照 GB/T 第 6.2.12.1 的规定完成跌落试验，并按 GB/T 35544 第 6.2.6 的规定进行常温压力循环试验合格后的气瓶。

7.3 所有进行型式试验的内胆和气瓶在试验后都应进行消除使用功能处理。

7.4 型式试验项目及要求的。

型式试验项目及要求的

表 7.3

试验项目		试验数量	试验要求	
原 材 料	铝内胆	按炉罐号	1. 原材料持有质量证明书； 2. 内胆应采用 6061 铝合金，其化学成分满足 GB/T35544 的要求； 3. 铝内胆材料应满足相应标准的规定，板材应符合 GB/T3880.1、GB/T3880.2、GB/T3880.3 的规定，管材应符合 GB/T4437.1 的规定，挤压棒材应符合 GB/T3191 的规定，铸锭应符合 YS/T 67 的规定。铸锭应进行超声检测，超声检测按 $\phi 2$ mm 当量平底孔进行，检验方法应符合 YS/T1188 的规定。	
	树脂	按每批次	1. 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； 2. 树脂的环氧当量测定应按 GB/T4612 的规定执行； 3. 树脂材料的玻璃化转变温度应按 GB/T 19466.2 的规定进行测定，且其值应不低于 105 °C。	
	碳纤维	按每批次	1. 承载纤维应采用连续无捻碳纤维，不得采用混合纤维； 2. 每批碳纤维的力学性能应符合气瓶设计文件的规定； 3. 纤维线密度(公制号数)应按 GB/T 3362 或 GB/T30019 测定； 4. 纤维浸胶拉伸强度应按 GB/T3362 或 GB/T26749 测定。	
	玻璃纤维	按每批次	1. 应采用 S 型或 E 型玻璃纤维，其力学性能应符合气瓶设计文件的规定； 2. 采用 GB/T7690.3 规定的方法进行性能复验。	
铝 内 胆	壁厚	逐只	符合 GB/T35544 第 6.1.1 条及批准图纸的要求。	
	制造公差	逐只	符合 GB/T35544 第 6.1.1 条的要求。	
	内外表面	逐只	符合 GB/T35544 第 6.1.2 条的要求。	
	瓶口螺纹	逐只	符合 GB/T35544 第 6.1.3 条的要求。	
	拉伸试验	随机抽 取 1 只	3 件/只	符合 GB/T35544 第 6.1.4.2 条及批准图纸的要求。
	金相试验		1 件/只	符合 GB/T35544 第 6.1.4.3 条的要求。
	冷弯或压扁试验		弯曲 2 件/只；压扁 1 件/只	1. 选择其中一项进行； 2. 符合 GB/T35544 第 6.1.4.4 或 6.1.4.5 条的要求。
	硬度试验	逐只	符合 GB/T35544 第 6.1.5 条及批准图纸的要求。	
	无损检测	逐只	符合 GB/T35544 第 6.1.6 条及批准图纸的要求。	
气 瓶	A 类和 B	6 个/批	缠绕层层间剪切试验	符合 GB/T35544 第 6.2.1.1 条的要求。
	B		缠绕层拉	符合 GB/T35544 第 6.2.1.2 条及批准图纸的要

	类	伸试验		求。
		缠绕层外观	逐只	1. 目测检查; 2. 不得有纤维裸露、纤维断裂、树脂积瘤、分层及纤维未浸透等缺陷。
		水压试验	逐只	符合 GB/T35544 第 6.2.3 条的要求。
		气密性试验	逐只	符合 GB/T35544 第 6.2.4 条的要求。
		水压爆破试验	3 只	符合 GB/T35544 第 6.2.5 条的要求。
		火烧试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.7 条的要求。
	A 类	常温压力循环试验	2 只	符合 GB/T35544 第 6.2.6 条的要求。
		极限温度压力循环试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.8 条的要求。
		加速应力破裂试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.9 条的要求。
		裂纹容限试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.10 条的要求。
		环境试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.11 条的要求。
		跌落试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.12 条的要求。
		氢气循环试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.13 条的要求。
		枪击试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.14 条的要求。
	B 类	跌落试验	1 只或 3 只	符合 GB/T35544 第 6.2.12 条的要求
		常温压力循环试验	3 只	符合 GB/T35544 第 6.2.6 条的要求。
		耐久性试验	1 只或 3 只	符合 GB/T35544 第 6.2.15 条的要求。
		使用性能试验	1 只	符合 GB/T35544 第 6.2.16 条的要求。

7.5 设计变更

7.5.1 设计变更允许减少型式试验项目，需根据变更情况按表 7.4 规定的项目重新进行型式试验。

设计变更需重新进行型式试验的项目

表 7.4

设计变更	试验项目													
	A 类和 B 类					A 类							B 类	
	层间剪切试验	缠绕层拉伸试验	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	使用性能试验
纤维制	√	√	√	√		√	√			√		√	√	

造单位														
新纤维材料	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
等效纤维材料	√	√	√	√										
新树脂材料	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
等效树脂材料	√	√	√	√										
内胆外直径变化≤20%			√	√	√					√		√	√	
内胆外直径变化>20%			√	√	√	√				√		√	√	
长度变化≤50%			√	√	√ ^a							√		
长度变化>50%			√	√	√ ^a	√				√			√	
公称工作压力变化≤20% ^b			√	√										
内胆壁厚减薄			√	√						√			√	
内胆成型工艺			√	√										
端部结构			√	√										
瓶口螺纹			√	√										
保护层 ^c									√			√	√	
a 仅在长度增加时要求进行试验； b 仅适用于壁厚变化与压力变化成比例时； c 指作为设计部分的保护层。														

8 单件/单批检验

8.1 氢气瓶单件/单批检验要求：

签发船用压缩氢气铝合金内胆全缠绕气瓶产品证书的单件/单批检验应在制造厂经过工厂认可后进行，除非给予特别考虑。船用压缩氢气铝合金内胆全缠绕气瓶应进行单件/单批检验，未经认可的船用压缩氢气铝合金内胆全缠绕气瓶的单件/单批检验应按型式试验要求进行。

8.2 对 CCS 认可后的船用压缩氢气铝合金内胆全缠绕气瓶单件/单批检验，按认可时批准的产品检验计划进行。具体应包括以下试验项目：

单件/单批出厂检验项目

表 8.2

检验项目	检验数量	检验方式
------	------	------

原 材 料	铝内胆	按炉罐号	审核报告
	树脂	按每批次	审核报告
	碳纤维	按每批次	审核报告
	玻璃纤维	按每批次	审核报告
铝 内 胆	壁厚	抽查	抽检+报告审核
	制造公差	抽查	抽检+报告审核
	内外表面	抽查	抽检+报告审核
	瓶口螺纹	抽查	抽检+报告审核
	拉伸试验	随机 抽取 1只	3件/只 见证试验
	金相试验		1件/只 见证试验
	冷弯或压扁试验		弯曲2件/只;压扁 1件/只 见证试验
	硬度试验	逐只	报告审核
	无损检测	逐只	报告审核
气 瓶	A 类 和 B 类	缠绕层外观	抽查 抽检+报告审核
		水压试验	抽查 抽检+报告审核
		气密性试验	抽查 抽检+报告审核
		水压爆破试验	抽查 抽检+报告审核
		常温压力循环试验	抽查 抽检+报告审核
		常温压力循环试验	抽查 抽检+报告审核

8.2 储氢模块单件/单批检验应包括以下试验项目：

- (1) 外观和结构检查
- (2) 气密性试验
- (3) 过压安全性能测试
- (4) 放氢性能试验
- (5) 充氢性能试验。

8.3 供氢模块、加氢模块单件/单批检验应包括以下试验项目：

- (6) 基本功能

- (7) 外观和结构
- (8) 耐压强度
- (9) 气密性
- (10) 紧急停机
- (11) 氢气浓度超限