

# 《汽车用液氢气瓶》

## 编制说明

2024年2月5日

# 一、工作简况

## 1.1 编制目的

随着我国氢能市场的快速发展，我国已是汽车用氢气加氢站数量最多的国家。液氢是比较经济和高效的氢能储存方式，受到装备制造企业和相关企业的广泛关注。文件编制中遵循了 TSG 23-2021《气瓶安全技术规程》、GB/T 24159-2022《焊接绝热气瓶》、GB/T 18443-2010《真空绝热深冷设备性能试验方法》的要求，并且参考了美国 CGA H-3-2013《低温氢储存》、CGA H-4-2014《氢燃料技术术语》、国际标准 ISO 13985《液氢——车用燃料罐》等国内外标准的相关规定，以及国外相关工程应用经验，对汽车用液氢气瓶的型式、材料、设计、制造、检验与试验、使用规定等方面提出了专项技术要求。

根据此标准，已有几家企业完成汽车用液氢气瓶的企标编制和产品方案设计，样车已启动制造。但是，汽车的团体标准仍处于缺失状态，国外可借鉴的标准也比较少，为了解决液氢装备制造的标准缺失问题，有必要制定汽车用液氢气瓶的团体标准。

## 1.2 主要工作过程

**专家遴选及工作组组建阶段：**2023年10月，中国特种设备检测研究院完成了全国范围内汽车用液氢气瓶产品相关的材料、设计、制造、检验与试验、安全防护方面的专家遴选，并于2023年10月成立了标准制定工作组。

**起草阶段：**2023年11月中旬，秘书处联合标准主要起草单位完成了标准草案的编制工作，并通过线上会议形式，召开了《汽车用液氢气瓶》团体标准制订首次工作组会议，对标准草案的编制原则及重点技术内容进行了重点讨论，明确了后续编制计划。2024年1月，经修改完善，形成了征求意见稿（草案）。

**征求意见阶段：**2024年2月，中国特种设备检测研究院完成了《汽车用液氢气瓶》

团体标准征求意见稿,开始开展《汽车用液氢气瓶》团体标准在全国范围内征求意见工作。

**送审阶段：**

**报批阶段：**

### 1.3 主要起草单位

本标准的主要起草单位为中国特种设备检测研究院,北京天海工业有限公司,其他参加单位还有:清华大学、江苏国富氢能、张家港中集圣达因、北京明晖天海、北汽福田、大连特检院、广东省特检院、青拓特钢、浙江大学、航天 101 所等十多家单位。

## 二、标准编制原则和主要依据

### 2.1 编制原则

本标准编制过程中,主要参考 TSG 23-2021《气瓶安全技术规程》、GB/T 24159-2022《焊接绝热气瓶》和 GB/T 18443-2010《真空绝热深冷设备性能试验方法》,同时参照了 CGA H-3-2013《低温氢储存》、CGA H-4-2014《氢燃料技术术语》、ISO 13985《液氢——车用燃料罐》等国外标准的相关要求,结合市场实际需求,确定了本标准的内容。

### 2.2 主要依据

参考美国汽车工程师协会 SAE J2343《液化天然气为燃料的重型卡车的推荐规程》、欧盟 ECE R110 车用液化天然气真空绝热储罐和美国防火协会 NFPA52《车辆气体燃料系统》等标准中对范围、材料、设计等基本要求的规定。

同时液氢相关技术研究及标准制定工作在欧美已经得到广泛开展,在欧美技术标准中,与汽车用液氢气瓶相关的技术规范,主要由 DOT、CGA、NFPA、ISO、EN 及 ASME 等标准化组织完成。

美国压缩气体协会(CGA)于 2005 年 6 月专门成立了氢技术委员会,致力于氢气、液氢、吸附氢在运输、操作、存储以及使用过程中的安全与技术的研究工作。成立以来,

该委员会已经完成了十余个相关标准的编制，其中 CGA H-3《Standard for Cryogenic Hydrogen Storage》对固定式液氢容器的安全、设计、制造、检验、试验等方面规定相关技术要求。

同样，ISO 13985《液氢——车用燃料罐》标准，比较全面的规定了车用液氢燃料罐的安全、设计、制造、检验、试验等方面指标要求。

在团体标准编制过程中，我们注意和采纳上述技术规范的相关技术要求和规定。

### 三、主要编制内容说明

#### 3.1 标准说明

本标准共分十二章，正文中规定了以下内容：范围、引用标准、术语、基本型式、材料、设计、制造、试验方法、检验规则、标志、包装、贮存及运输、产品合格证、产品使用说明书和批量检验质量证明书、使用规定。

#### 3.2 内容说明

##### 1.范围

本标准适用于用作可重复充装汽车燃料箱的焊接绝热气瓶，使用温度为 $-40^{\circ}\text{C}$ ~ $-60^{\circ}\text{C}$ 、设计温度不高于 $-253^{\circ}\text{C}$ 、公称容积为 375L~1500L，公称工作压力为 0.2 MPa~1.2 MPa。贮存介质为  $\text{LH}_2$ ，按照国标 GB/T 40045-2021《氢能汽车用燃料 液氢》。

##### 2.引用标准

本标准引用的标准有 TSG 23-2021、GB/T 24159、GB/T 34510、GB/T 12137、GB/T 18443.2、GB/T 18443.3、GB/T 17925、GB/T 25774.1、ISO 13985 等基本能够涵盖本标准出现的术语，且均与汽车用液氢气瓶相关，并对引用标准的有效版本进行了核对。

##### 3.术语

首先，明确 GB/T 34510、GB/T 24159 和 GB/T 26929 界定的术语和定义适用于本标

准。其他相应的术语和定义说明如下：

3.1.2 内胆筒体壁厚的计算公式、封头壁厚的规定参考 DOT-4L:2018。

3.1.3 汽车用液氢气瓶属于焊接绝热气瓶，因此本标准的外壳、外封头的计算参考了 GB/T 34510-2017 中的规定。

3.1.4 静态蒸发率的抽检结果可以作为这批产品是否合格的判定指标。

3.1.6 设置允许充装的最大容积，实际上也就是预留气相空间。

3.1.16 测试维持时间换算为标准状态下的维持时间。

#### **4.基本型式**

参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》对汽车用液氢气瓶的基本结构型式及基本参数做了说明。

#### **5.材料**

5.1.1 材料的选用，应考虑材料的力学性能、物理性能、工艺性能及其与液氢介质的相容性。

氢属于易燃物质，当液氢暴露于空气中或存放在含氧气的容器中时，首先会将空气中的氧气液化，导致氧气积聚，从而引发潜在危险。因此本标准规定了所有可能与氧气或富氧环境接触的材料都必须符合氧相容性的要求。

5.1.3 所采用的不锈钢焊接材料焊成的焊接接头，其熔敷金属化学成分应与母材相同或相近，且抗拉强度不应低于母材抗拉强度规定值的下限且不低于设计图纸的规定。

ISO13985-2006 版第 4.4 条：对于焊接容器，在材料可能遇到的所有温度下，其焊接性能应与母材规定的性能相同。因此针对焊接材料的熔敷金属提出了力学性能和冲击要求。

5.2.2.1 液氢气瓶内胆选用奥氏体型不锈钢钢板、钢锻件、钢管的材料质量证明书上的化学成分实测值进行奥氏体稳定性、低温下马氏体自发转变温度的计算，计算方法按附录 A 的规定，计算结果应满足奥氏体稳定性系数 ( $\Delta$ ) 不小于 0、低温下马氏体自发转变温度

不高于内容器最低设计金属温度。液氢容器的内容器最低设计金属温度不高于-253℃，在欧美国家，常采用奥氏体不锈钢作为液氢容器的内容器受压元件以及直接与氢接触的管路材料。304 系列奥氏体不锈钢中的奥氏体处于亚稳态，在低温及大变形的情况下，可能部分转变为马氏体导致韧性受影响。因此，有必要考虑材料在这些条件下的稳定性问题。

5.2.2.8 内胆用钢板的复验至少包括下列内容：

- a) 逐张检查钢板表面质量和标记；
- b) 按炉罐号复验钢板的化学成分；
- c) 按批复验钢板的力学性能；
- d) 按批复验钢板低温（-196℃）冲击试验。

5.2.3.1 外壳材料应采用奥氏体不锈钢。外壳用钢板仅对材料做基础性要求，符合 GB/T 713.7（注：此处的 GB/T 713 指新的标准，以下类同）的规定。

5.4.1 多层绝热系统及其固定材料应与氧气兼容。使用的绝热材料应符合 GB/T 31480 的规定。ADR-2015 第 6.7.4.2.6 条、CGA H-3-2019 第 9.2.2 条、ISO 21010:2014 第 4.4.4 条以及 GB/T 31481-2015 等文件均对绝热材料的氧兼容性能提出了要求。经实践证明，在高温富氧环境下，不应使用任何不具备阻燃性的材料，如聚酯薄膜、化学纤维、合成纤维等，以防止其燃烧。

5.5.1 吸附剂材料应满足液氢条件下的使用要求，本标准并不排斥其它吸附剂材料应用于汽车用液氢气瓶，但基本原则应满足液氢条件下的使用要求。

## 6.设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 气瓶由内胆、外壳以及夹层中绝热层和阀门管路系统组成。内胆与外壳之间的连接应有足够的强度，能够承受使用过程中的振动载荷、惯性载荷和冲击载荷，参照 GB/T 34510

《汽车用液化天然气气瓶》6.1.1。

## 6.2 内胆

6.2.1 封头设计 气瓶内胆的封头应是无缝的，凹面承受压力，形状为长短轴比 2:1 的标准椭圆形，参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》6.2.1，封头的选择

6.2.2 规定的内胆壁厚计算方法采纳了 GB/T 24159-2022 《焊接绝热气瓶》的计算方法，国际上认同这种做法。

## 6.3 外壳

液氢气瓶是焊接绝热气瓶的一种，因此本标准的外壳、外封头的计算，参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》6.3 中外壳的要求。

## 6.4 管路系统

管路系统的设置参考 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》6.5 要求。

## 6.5 安全空间

汽车用液氢气瓶与汽车用液化天然气气瓶保持一致，参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》6.6 要求。

## 7.制造

### 7.2 组批

制造单位应当对制造的产品安全性负责，首先制造的产品应经过验证，其次要对产品的质量进行控制，参考 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》和 GB/T 24159-2022 《焊接绝热气瓶》要求。

### 7.3 焊接工艺评定

焊接工艺评定关乎产品的质量以及安全，气瓶用于制造前应确认焊接工艺符合要求。本标准按照 GB/T 33209-2016 版《焊接气瓶焊接工艺评定》的要求编写了焊接工艺评定，并对

焊接接头的冲击功提出了相应的要求。焊接接头的冲击功应当不低于母材的要求。冲击功见本编制说明第 3.4.2 条。

#### 7.4 筒体

筒体的制造及组装参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。

#### 7.5 封头

封头的制造及组装参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。

7.10 无损检测提出内胆纵、环焊接接头射线透照检测按照 NB/T 47013.2 进行，X 射线检测可采用数字成像方法，采用时应当满足 GB/T 17925 标准要求。

### 8. 试验方法

试验方法：参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。

8.6 管路的气密性试验，管路的气密性试验按 GB/T12137 规定进行，试验介质为干燥、清洁无油的空气或氮气，至少包含 10%的氮气。

8.14 静态蒸发率试验：静态蒸发率的试验按 GB/T 18443.5 规定进行。

8.15 维持时间试验：维持时间的试验按 GB/T 18443.7 规定进行。

### 9. 检验规则

检验规则基本参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。

### 10. 标志、包装、贮存及运输

参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。气瓶的铭牌是表明气瓶类别(容量、介质)、安全(压力、允许充装量、使用寿命)等重要参数的方式，必要的警告内容是对用户的基本要求和使用的规范，应把有关安全的尽可能罗列(应该有但不限于，如应有“远离火源，集中排放”等)。

### 11. 产品合格证、产品使用说明书和批量检验质量证明书

参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。

## 12.使用规定

使用规定基本参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。

12.4 增加定期检查报告：要求气瓶使用单位建立的产品使用管理制度、安全操作制度、维护制度和定期检查制度，每年对气瓶进行定期检查后出具的检查报告。

## 附录 A

附录 A 的资料来源于 NIST ( national institute of Standards and Technology )，由于储存的仲氢含量大于 95%，因此性质偏向于仲氢。通过附录 A 可以了解氢的性质，在设计时关注氢的安全。

## 附录 B

附录 B 的资料的数据摘自 National Institute of Standards and Technology 数据库。

## 附录 C

安全性能试验基本参照 GB/T 34510 《汽车用液化天然气气瓶》的规定。本试验作为审查、验证气瓶设计、制造的合理性、可靠性、安全性的重要手段，一旦所有试验均通过，该类型（同一结构型式、同一设计指标、同一材料、同一加工制作方法均可以视为同一类型）气瓶的设计、制作工艺则被认可，正常生产中可不再进行安全性能试验。