

GB/T 26990-XXXX《燃料电池电动汽车车载氢系统技术条件》编制说明

(一) 工作简况，包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

1.1 任务来源

氢能作为一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，被认为是可再生能源规模化高效利用的重要载体。氢能的飞速发展助力了燃料电池电动汽车技术的更新与突破，推动燃料电池电动汽车快速发展不仅有助于早日实现“双碳”目标，还有助于加快我国能源结构调整，保障能源安全，解决能源短缺问题。

车载氢系统是氢燃料电池电动汽车的关键部件，承担氢气的加注、储存、供给的重要任务，车载高压储氢系统也是燃料电池电动汽车的重要安全部件。制定车载氢系统标准，对于燃料电池电动汽车的研发、生产和产业化，能起到推动和保障作用。GB/T 26990-2011《燃料电池电动汽车 车载氢系统 技术要求》和 GB/T 29126-2012《燃料电池电动汽车 车载氢系统 试验方法》的出台，为当时燃料电池电动汽车车载氢系统的安全运行起到了重要的指导和支撑作用。然而 GB/T 26990-2011 和 GB/T 29126-2012 在内容上存在一定的重复度，此次修订的目的为合并两个标准为一个标准。同时随着技术的发展，目前燃料电池电动汽车的储氢压力逐步向 70MPa 发展，原标准主要适用于 35MPa 的系统，不符合产业的发展需求和技术进步方向，因此需要进行修订；此外，该标准与 GB/T 24549 燃料电池电动汽车安全要求存在重复交叉的内容，也需要进行修订。

基于以上原因，全国汽车标准化技术委员会提出修订 GB/T 26990-2011 和 GB/T 29126-2012，以适应新的产业发展现状。本标准修订计划由国家标准化管理委员会下达，计划号 20205115-T-339。

1.2 主要工作过程

在接到这次修订任务后，工作组成员在任务期间多次召开会议，研究技术内容，起草标准文本。

2021 年期间，标准起草组主要开展相关技术的调研，梳理了标准工作的关键技术点，搜集了标准研制所需的基本数据，汇总了相关资料和文本数据等。

2022 年 2 月至 2022 年 3 月，在充分分析研究相关国际标准、国家标准、国内外研究资料的基础上，对 GB/T 26990-2011 和 GB/T 29126-2012 的内容进行了合并。为适应不同车型多样化的设计需求，在保证车载氢系统安全可靠的前提下，删除了标准中对车载氢系统的设计具有较大限制的规定，补充完善了主关断阀试验、安装强度试验、气密性试验、环境适应性实验等内容，重新构建了标准框架，形成初步草案。

2022 年 4 月召开工作组讨论会，会议对标准总体框架达成一致，对标准文本进行了逐字逐句的讨论，除编辑性修改外，会议提出应对标准中的各类试验进一步调研，确定试验方法的必要性和可行性，同时应保证与 GB/T 24549《燃料电池电动汽车 安全要求》等国家标准以及 GTR 13 等国际标准的一致性，并明确了下一步工作安排。

2022 年 5 月至 2022 年 6 月，在已形成的讨论稿的基础上，征求多方意见并多次召开内部讨论，进一步完善讨论稿内容，打磨细节。

2022 年 7 月召开工作组讨论会，会议确定了将车载氢系统范围定义为氢气加注口至减压阀，同时对附录 A 车载氢系统示意图提出了修改意见，并且对标准中规定的各类试验的细节进行了深入探讨。在汇集多方意见的基础上，又几经讨论和修改形成本标准的征求意见稿。

(二) 标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据，解决的主要问题，修订标准时应列出与原标准的主要差异和水平对比

2.1 标准编制原则

(1) 立足国内燃料电池汽车的研发和示范运行基础，同时参考国外先进经验和国际标准或国际标准的阶段性草案；

(2) 科研机构、大学、企业、检测机构等单位共同参与标准的起草和讨论；

(3) 起草过程，充分考虑和现有标准的统一和协调。

2.2 标准主要内容说明

本标准编写符合 GB/T 1《标准化工作导则》的规定。

本标准将 GB/T 26990-2011《燃料电池电动汽车 车载氢系统 技术要求》和 GB/T 29126-2012《燃料电池电动汽车 车载氢系统 试验方法》进行了合并，并删除了对车载氢系统设计具有较大限制的条款，主要内容如下所示。

2.2.1 本标准主要包括：

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 测量参数、单位、准确度和分辨率
- (5) 要求
- (6) 试验条件

(7) 试验方法

(8) 附录 A 车载氢系统示意图

2.2.2 范围

本标准规定了燃料电池电动汽车车载氢系统的技术条件。

本标准适用于使用压缩气态氢作为燃料，在环境温度 15℃时，工作压力不超过 70MPa 的燃料电池电动汽车。

与原标准相比，将“工作压力不超过 35MPa 的燃料电池电动汽车”修改为“工作压力不超过 70MPa 的燃料电池电动汽车”。随着氢能使用需求的增长和相关技术的发展，70MPa 车载氢系统应用越来越广泛，原标准规定的范围不再适用，为适应发展趋势并为其提供稳定支撑和保障，将本标准的适用范围提高至“不超过 70MPa”。

2.2.3 规范性引用文件

列出了本文件的规范性引用文件。

2.2.4 术语和定义

收录了本文件中涉及的 5 条术语及定义，包括车载氢系统、储氢气瓶、单向阀、减压阀、压力释放阀。

主要修改了车载氢系统的定义，原标准中定义“从氢气加注口至燃料电池进口”修改为“从氢气加注口至减压阀”，同时将压力调节器定义更改为减压阀定义。原标准中“至燃料电池进口”的表述并不明确，使得车载氢系统的范围界定变得模糊，故需要一个明确的元件以确定车载氢系统的范围。经多次讨论，听取诸多建议，最终决定将“从氢气加注口至减压阀，与氢气加注、储存、输送、供给和控制有关的装置”作为车载氢系统的明确范围和定义。

2.2.5 测量参数、单位、准确度和分辨率

规定了测量参数、单位、准确度和分辨率等要求。

参考 GB/T 29126《燃料电池电动汽车 车载氢系统 试验方法》中相关要求，对气密性检测中测量泄漏率的相关参数要求进行了补充规定。

2.2.6 要求

(1) 一般要求

规定了车载氢系统应满足的一般技术要求。

由 GB/T 26990-2011 和 GB/T 29126-2012 合并后组成，删除了重复冗杂以及对车载氢系统设计具有较大限制的条款。主关断阀是车载氢系统的主要控制元件，故增加了主关断阀试验要求。

(2) 安装强度要求

规定了车载氢系统安装强度试验应满足的要求。

原标准 GB/T 26990-2011 和 GB/T 29126-2012 中安装强度的相关规定较为模糊，试验方法不够明确，如力作用点、作用时间等都未体现，故参考 GB 19239《燃气汽车燃气系统的安装要求》、UN R134、ISO 15501 等国内和国际标准进行修订，结合国内企业试验积累，明确了安装强度试验要求以及试验方法。

(3) 气密性要求

规定了车载氢系统气密性应满足的要求。

原标准对氢泄漏检测相关要求更倾向于整车，而本标准对象为车载氢系统，故增加了车载氢系统层面的气密性要求及试验，根据 GB/T 24549《燃料电池电动汽车 安全要求》引入检漏液检测法和气体检测仪检测法，其中气体检测仪检测法规定泄漏率应不大于 1×10^{-4} mbarL/s 来自生产厂家实际检测数据。

(4) 环境适应性要求

规定了车载氢系统环境适应性试验应满足的要求。

为保证车载氢系统实际运行过程中的安全性和可靠性，针对可能遭遇的极端环境设置高低温试验要求和振动试验要求、湿热环境及盐雾环境等。

2.2.7 试验条件

对试验条件进行了规定，合并 GB/T 29126-2012 引入。

2.2.8 试验方法

(1) 主关断阀试验方法

主关断阀动作的测试方法，验证主关断阀在车载氢系统组装完成后是否正常工作，是否通电开启断电关闭。根据厂家经验，验证方法包括判断声音、观察电压以及观测下游气流。经多番讨论，决定以压力检测装置（压力表、压力传感器等）检测主关断阀通断电后下游是否有气流的方式进行试验，给储氢气瓶充压，若通电后，下游压力示数上升，则有气体流出证明主关断阀正常开启；断电后，压力示数一段时间后保持稳定，则无气体流出证明主关断阀自动关闭。

(2) 安装强度试验方法

安装强度试验结合原标准中规定，并参照上述安装强度要求中提到的国内外标准制定，分为动态试验和静态试验。动态试验对安装好的车载氢系统，在不同方向上施加不同大小的冲击；静态试验对安装好的车载氢系统，在不同方向上施加 8 倍重力的静力。

(3) 气密性试验方法

气密性试验参考 GB/T 24549 以及多家生产厂家及检测机构的检测方法制定。规定将车载氢系统从低压到高压逐级增压并保压一定时间，检测各阶段各检测点的泄漏率。

(4) 环境适应性试验方法

环境适应性实验包括高低温试验和振动试验。高低温试验分为低温循环和高温循环两个部分，保证车载氢系统在实际可能经历的极端温度下能安全运行而不发生泄漏。振动试验参考 GB 38031《电动汽车用动力蓄电池安全要求》等标准中的振动试验方法。

2.2.9 附录 A 车载氢系统示意图

根据术语与定义中对车载氢系统定义的修订，对原标准中车载氢系统示意图进行了修改。将车载氢系统范围界定在氢气加注口到减压阀之间。

2.2.10 总结

关于该标准的修订内容及其依据总结如表 1 所示。

表 1 标准修订内容及其依据

| 章节号 | 修改内容 | 内容来源/论据 |
|-------------------|--|--|
| 1 范围 | “工作压力不超过 35MPa”修改为“工作压力不超过 70MPa” | 燃料电池电动汽车产业逐步以 70MPa 加氢压力作为主流，修改以符合产业的发展需求和技术进步方向。 |
| 3 术语与定义 | 3.1 车载氢系统：“从氢气加注口至燃料电池进口”修改为“从氢气加注口至减压阀” | 原标准中“从氢气加注口至燃料电池进口”的表述不够明确，经多次讨论修改为“从氢气加注口至减压阀”以明确车载氢系统范围。 |
| | 3.4 压力调节器修改为减压阀 | 目前车载氢系统中使用为减压阀。 |
| 4 测量参数、单位、准确度和分辨率 | 修改后合并内容 | GB/T 29126《燃料电池电动汽车 车载氢系统 试验方法》 |
| 5 要求 | 增加了 5.1.6 主关断阀试验要求 | 企业试验数据及经验 |
| | 修改了 5.2 安装强度要求 | GB 19239《燃气汽车燃气系统的安装要求》 |
| | 增加了 5.3 气密性要求 | GB/T 24549《燃料电池电动汽车 安全要求》 |
| | 增加了 5.4 环境适应性要求 | 实际测试需求 |
| 6 试验条件 | 合并内容 | GB/T 29126《燃料电池电动汽车 车载氢系统 试验方法》 |
| 7 试验方法 | 增加了 7.1 主关断阀试验方法 | 企业试验数据及经验 |
| | 增加了 7.2 安装强度试验 | GB 19239《燃气汽车燃气系统的安装要求》 |
| | 增加了 7.3 气密性试验 | GB/T 24549《燃料电池电动汽车 安全要求》以及各单位经验。 |
| | 增加了 7.4 环境适应性试验 | GB 38031《电动汽车用动力蓄电池安全要求》 |

| | | |
|------|-------------|--------------|
| 附录 A | 修改了车载氢系统示意图 | 与 3.1 修改保持一致 |
|------|-------------|--------------|

2.3 解决的主要问题

- 1) 扩大了标准的适用范围,为 70MPa 车载氢系统的技术要求和试验方法提供了标准依据和指导。
- 2) 明确了车载氢系统的界定范围。
- 3) 规定了车载氢系统主关断阀动作试验方法。
- 4) 明确了车载氢系统安装强度要求及试验方法。
- 5) 提供了车载氢系统层面的气密性要求及试验方法。
- 6) 提供了车载氢系统环境适应性要求及试验方法。

(三) 主要试验（或验证）情况分析

为了验证本标准相关试验,开展了大量调研和试验研究工作。主关断阀试验和气密性试验基于多家生产厂家提供的数据和经验进行修订,适用于实际的生产过程。关于安装强度试验和环境适应性试验,均是参考国内外标准进行修订,本身具有可行性,并且通过仿真分析等研究了方法的可行性,满足标准要求。以下列举了代表性试验:

1) 安装强度动态试验

安装强度试验分为动态试验和静态试验,对于动态试验需要采用试验台架,如图 1 所示,车载氢系统安装在试验台架上,试验台架通过驱动装置形成动态冲击,从而模拟真实环境中的动态冲击,加速曲线经处理后的数据如图 2 所示。

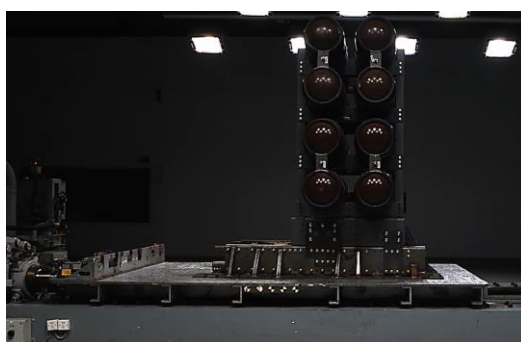


图 1 动态试验台架示意图

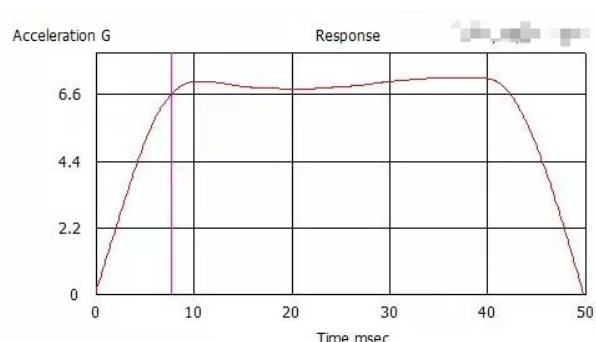


图 2 动态试验曲线（经处理）

2) 安装强度静态试验

在 2011 版的 GB/T 26990 当中，也存在静态试验，在不同方向上施加 8 倍重力的静力，但是作用点和时间以及测试结果的呈现存在模糊的地方，此次采用了新的试验方法和试验设备明确了相关要求，如图 3 所示。



图 3 安装强度静态试验台

3) 环境适应性

车载氢系统在真实的使用环境中，面临着复杂的环境，例如高低温、盐雾等，该项目在此次标准修订中为新增内容，环境仓如图 4 所示。



图 4 环境适应性试验环境仓

4) 气密性试验

通过真空仓法对车载氢系统中易泄漏的阀件和管路的泄漏特性进行了研究，定量探究组合阀和管路中氢气的泄漏量随时间的演化关系，从图 5 可以看出，在试验一段时间后，系统中的氢泄漏量达到稳定。

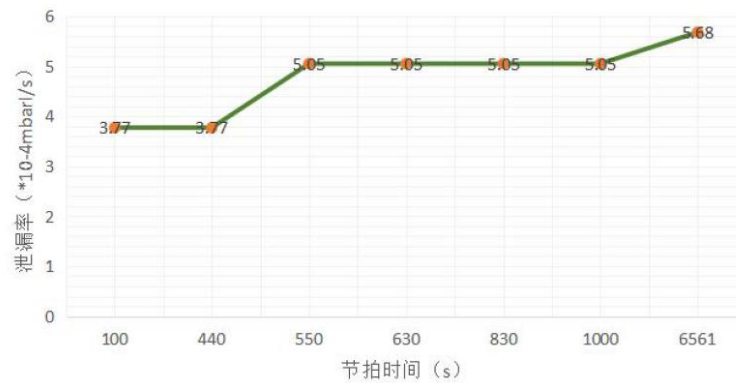


图 5 典型车载氢系统组合阀和管路中氢气的泄漏量随时间演化关系

在气密性试验当中，当采用了氢氮混合气作为试验气体，根据真实气体状态方程，通过计算研究，以下表格给出了试验中氢氮混合气的配气方案。

表 2 不同压力下氢氮混合气的配气方案

| 氢氮混合 气压力 (MPa) | 氮气的体 积分数 X (%) | 温度 (℃) | ρ_{H_2} (mol/L) | ρ_{N_2} (mol/L) | 充氮压力 (MPa) |
|----------------------|-------------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| 35 | 10 | 20 | 12.336 | 12.039 | 2.99 |
| | 15 | | | | 4.51 |
| 43.75 | 10 | 20 | 14.916 | 13.886 | 3.47 |
| | 15 | | | | 5.24 |
| 70 | 10 | 20 | 21.79 | 17.783 | 4.51 |
| | 15 | | | | 6.89 |
| 87.5 | 10 | 20 | 25.787 | 19.588 | 5.01 |
| | 15 | | | | 7.71 |

5) 振动试验

振动试验主要模拟振动载荷情况下车载氢系统的可靠性，试验装置示意图见图 6，需要开展 X 轴、Y 轴和 Z 轴三个方向的测试。



图 6 振动试验台架示意图

(四) 明确标准中涉及专利的情况，对于涉及专利的标准项目，应提供全部专利所

有权人的专利许可声明和专利披露声明

无。

(五) 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况；

对于促进燃料电池电动汽车行业的发展，以及保证燃料电池汽车车载氢系统的基本安全，具有重要的支撑作用。

(六) 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

无。

(七) 在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

与现行相关法律、法规、规章及标准没有冲突。

(八) 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

(九) 标准性质的建议说明

鉴于 FCV 技术尚在发展之中，本标准暂时可以作为推荐性国家标准。

(十) 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

本标准自实施之日起生效。

(十一) 废止现行相关标准的建议

无。

(十二) 其他应予说明的事项。

无。