

《氢燃料电池汽车安全指南（2019版）》全文



在《国家创新驱动发展战略纲要》、《能源技术革命创新行动计划(2016年~2030年)》、《汽车产业中长期发展规划》等国家级规划中，都明确了氢能与燃料电池产业的战略性地位。工信部、科技部及各地方政府纷纷将发展氢能和氢燃料电池技术列为重点任务，将氢燃料电池汽车列为重点支持领域。在上述政策的推动下，中国燃料电池汽车得到了快速发展，2018年燃料电池汽车产销1527辆，2019上半年产销分别为1170辆和1102辆。

在燃料电池汽车产业蓬勃发展的前景下，我们也看到了存在的问题。燃料电池汽车总体发展质量和水平还有待提高，而安全性是其关键指标之一。目前，产业总体上对燃料电池汽车安全性认识不足，燃料电池汽车设计及应用中的安全性要求积累不够。另一方面，燃料电池汽车安全性问题非常复杂，与燃料电池电堆及系统、氢系统、整车匹配设计、产品试验验证、运维管理等多种因素有关。

有鉴于此，我们认为有必要编制《氢燃料电池汽车安全指南（2019）》（以下简称“本《指南》”），系统地梳理燃料电池汽车、关键部件及系统的设计、使用等各个环节的安全风险及其防范措施，提高燃料电池汽车全生命周期安全性水平。

本《指南》聚焦燃料电池汽车设计及应用中的安全问题，系统地梳理了燃料电池汽车的安全风险，参考现有国际国内标准，汇集一线专家的经验编制而成。因此，本《指南》重在汇集行业经验、梳理技术现状，从而给从事燃料电池汽车开发和生产企业从业人员，以及服务保障人员和广大消费者提供设计及应用上的指导和参考。同时，也希望本《指南》能为燃料电池汽车行业相关标准的制定和修订提供依据，为开展安全性研究项目提供方向。

本《指南》主要分为四个专题：

专题一：燃料电池汽车整车通用安全

专题二：车载氢系统安全

专题三：燃料电池堆及系统安全

专题四：燃料电池汽车操作、维护及基础设施安全

一、燃料电池汽车整车通用安全

相对于纯电动车辆而言，氢燃料电池电动汽车的安全问题增加了氢安全相关内容。鉴于氢易燃易爆的特性及整车的电耦合使用环境，氢安全将直接影响到整车的安全性，且比纯电动汽车的安全性更为复杂。

燃料电池电动汽车整车氢安全设计的一般原则如下：

- (1) 失效安全原则。在进行氢系统设计时，必须保证即使在某一零部件失效时，也不会因之导致更加严重的后果。换言之，当系统单一零部件出现故障时，系统是安全的。
- (2) 最简化原则。在进行氢系统设计时，在满足安全需求和使用需求的前提下，系统应尽可能简化，避免冗余。
- (3) 区域布置原则。在进行氢系统安装时，应将系统零部件尽可能集中布置，并根据压力等级进行分区域布置。
- (4) 氢电隔离原则。在进行氢系统安装时，应将氢系统与电气系统进行有效隔离。隔离措施可以是系统的物理隔离，也可以是针对可能产生火花的零部件自身的隔离，例如采用防爆电器。

功能安全设计

基于GB/T34590.2-2017相关规定，根据ASIL等级的安全目标进行功能安全审核和评估工作。燃料电池电动汽车的功能安全设计要求参考GB/T24549-2009的相关内容。针对车辆的不同故障等级，制定不同的故障处理机制，表1-1给出了某车型设计中的故障分级及处理机制示例。

表 1-1 燃料电池电动汽车故障分级及处理机制

故障级别	三级故障	二级故障	一级故障
说明	严重故障	较严重故障	警告故障
处理机制	车辆下高压	车辆限制扭矩输出	仪表提示

危险物质标识

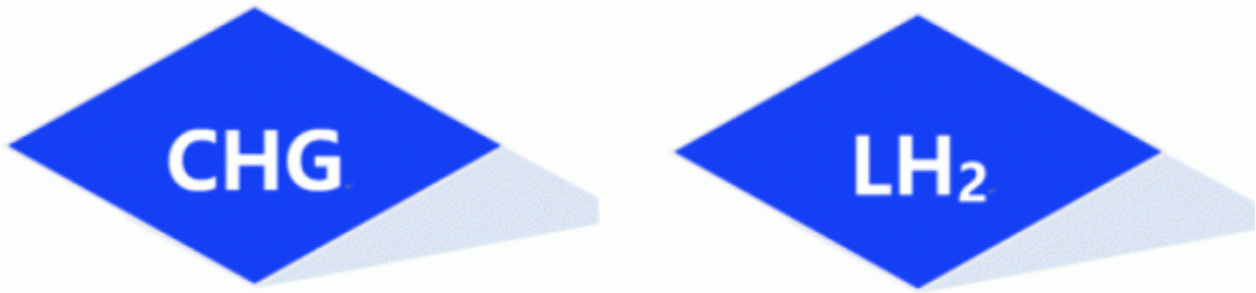


图 1-2 氢燃料标识

车辆易见

位置张贴表示氢燃料类

型的图形标识，压缩氢气的标识代号为CHG、

液态氢的标识代号为LH₂

，图形标识见下图，标识尺寸及字体按GB/T17676-1999的规定。标志应清晰、醒目、防水、防腐，标志应贴在车辆醒目位置。

二、车载氢系统安全

一般准则

（1）车用氢系统的安装需依据GB/T24549-2009《燃料电池电动汽车安全要求》、GB/T26990-2011《燃料电池电动汽车车载氢系统技术条件》与GB/T29126-2012《燃料电池电动汽车车载氢系统试验方法》的规定，确保车载氢系统安装后，在正常使用条件下，应能安全、可靠地运行。此外，车载氢系统中的储氢瓶与固定装置间应有防护垫，防止固定装置磨损瓶体，并严禁损伤氢瓶的缠绕层。

（2）车载氢系统（从氢气加注口至燃料电池进口，主要包括储氢瓶、管路、连接件、阀件与支架等）需型式试验，分别在车辆坐标系X、Y、Z三个方向施加8倍于充满标称工作压力氢气的储氢瓶重力的力，测量检查储氢瓶与固定座的相对位移，其值应小于13mm。

此外，严禁储氢瓶瓶嘴及附带的阀门或易熔合金塞经受长期应力。在储氢瓶运输、安装、拆装过程中，尽量不采取直接吊装瓶嘴、阀门或易熔合金塞的方式进行。

（3）储氢瓶及附件的安装位置，应距车辆的边缘至少有100mm的距离，否则，应增加保护措施。

（4）氢系统管路、接头安装位置及走向要避开热源、电器、蓄电池等可能产生电弧或火花的地方，尤其管路接头不能位于密闭的空间内，应安装在能看得见或操作者易于操作的位置。高压管路及部件可能产生静电的地方要可靠接地，并采取其他控制氢泄漏量及浓度的措施，确保即使产生静电也不会发生安全问题。

（5）储氢瓶和管路一般不应装在乘客舱、行李舱或其他通风不良的地方，但如果不可避免要安装在行李舱或其他通风不良的地方时，应设计通风管路或其他措施，将可能泄漏的氢气及时排出。管路接头不得通过和安装在载人车厢内，不得安装在高热源、易磨损或易受冲击的位置。

（6）支撑和固定管路的金属零件不应直接与管路接触，需要加装非金属衬垫，但管路与支撑和固定件直接焊合或使用焊料连接的情况例外。

（7）加氢口不应位于乘客舱、行李舱或其他通风不良的地方；加氢口应具有能够防止尘土、液体和污染物等进入的防尘盖，防尘盖旁应注明加氢口的最大加注压力；加氢口应设置在客车侧面；加氢口应能够承受来自任意方向的670N的载荷，不应影响到氢系统气密性。

(8) 在可能发生泄漏的部位及载人车厢内，都应合理地安装氢气泄漏探测器，探测器10/53应安装在氢气最易发生积聚的位置，一般为局部最高点，通风不好的地方。

(9) 当储氢瓶布置在车架下方时，储氢瓶下方应采取有效防护措施，应有效避免驱动轮造成的异物飞溅撞击储氢容器，且储氢瓶及其附件不允许布置在客车前轴之前。

(10) 当储氢瓶安装在车辆的外露空间时，应采取有效的防护措施。

(11) 储氢瓶周围应避免有尖锐、棱角等结构的零件。

(12) 储氢瓶底置设计时，储氢瓶舱体的两侧舱门上应有格栅，保证正常通风。

(13) 储氢瓶底置设计时，储氢瓶舱体与乘客舱应保证有效的隔离，防止泄漏的氢气进入乘客舱。

(14) 储氢瓶底置设计时，与氢系统无关的电气线路和气体管路接头应尽量避免开储氢瓶舱室。

(15) 燃料电池汽车上的储氢装置在使用或存放时应安装牢固，具有缓冲保护措施，以防止其使用时发生移动或损坏。横向移动幅度不应引起危险。任何完整的高压氢气储存容器应包括一个连接固定装置，应采取必要措施，避免热源及电器、蓄电池等可能产生电弧的部件对氢气供应系统的影响。

三、燃料电池堆及系统安全

分类

目前车用的燃料电池主要是质子交换膜燃料电池堆（PEMFC），质子交换膜燃料电池堆根据极板使用的材料不同，分为金属极板燃料电池堆和石墨极板燃料电池堆等。

关键材料

燃料电池堆使用的材料对工作环境应有耐受性，燃料电池堆的工作环境包括振动、冲击、多变的温湿度、电势以及腐蚀环境；在易发生腐蚀、摩擦的部位应采取必要的防护措施。

散热设计

燃料电池堆在大功率放电时，电池内部会产生大量的热，导致温度升高，易引起安全问题。燃料电池堆在结构设计时，要模拟分析电池内部发热量分布、热扩散路径和传递速度，验证优化冷却水流量和温度，保证电堆产生的热量能够及时高效的排出电堆，使电堆的温度控制在合理的范围内。

密封设计

燃料电池堆的密封主要是极板与膜电极之间的活化区域密封，一般采用硅橡胶、氟硅橡胶、三元乙丙橡胶（EPDM）、聚异戊二丁烯（PIB）、氯丁橡胶和丁睛橡胶等高弹体材料。除此以外还有MEA各层间的密封、接头密封、封装外壳的防水防尘等。活化区域密封件主要功能是防止气体、冷却水从极板和膜电极的边缘泄漏出去，造成易燃气体泄漏，因此需要在极板和膜电极上设计密封结构，同时需要设计密封胶线。由于密封胶线在电堆组装应力及较高温度下变形较大，压缩永久形变会变差，在燃料电池运行环境下会缓慢降解，为了在燃料电池堆全生命周期内保证密封的可靠性，需要考虑密封圈的耐温、耐压、耐自由基和F-攻击等特性。

封装设计

燃料电池堆在组装完成后需要进行封装，因为极板和膜电极侧面在未进行封装时是裸露的，当燃料电池堆在向外输出电能时，一旦有导电物体接触极板，就会导致导电物体带电，甚至引起电堆的短路，从而引起人员、设备和电堆的危险。封装材料必须具有较强绝缘性和高可靠性，保证在燃料电池堆在生命周期内不会脱落或失效。

四、燃料电池汽车操作、维护及基础设施安全

燃料电池汽车整车制造商应提供用户手册，指明汽车特定的操作、燃料和安全特性。至少包括安全操作程序，包含操作环境，汽车上储存、使用的燃料、冷却剂等物质的注意事项。

氢气泄漏应急处理措施

当发现氢气泄漏时，应第一时间疏散车内人员，关闭氢阀开关、车辆钥匙，关闭电源翘板开关，打开所有车窗进行通风，设立警戒标识，并通知整车厂售后人员及时到场。

氢气发生大量泄漏或积聚时，首先应当拨打报警电话，并同时采取以下措施：及时切断气源，并迅速撤离泄漏污染区人员至上风处；对污染泄漏区域进行通风，对已泄漏的氢气进行稀释，若不能及时切断气源时，应采用水雾进行稀释，防止氢气积聚形成爆炸性气体混合物；高浓度氢气会使人窒息，应及时将窒息人员移至良好通风处，进行人工呼吸，并迅速就医。

当氢气发生泄漏并着火时应采取以下措施：及时切断气源；若不能立即切断气源，需用大量水强制冷却着火设备；采取措施，防止火灾扩大，如采用大量消防水雾喷射其它引燃物质和相邻设备；氢火焰肉眼不易察觉，消防人员应佩戴自给式呼吸器，穿静电服装进入现场，注意防止外露皮肤烧伤。

加氢设施维护

加氢站竣工后，需针对操作人员与设备分别进行培训与定检，并建立安全管理制度、风险管理体系和事故应急预案，维持加氢站设施的稳定性；加氢站运营主体应规范其运行信息的记录，对运行维护、检验、紧急事故及人员资质等数据进行实时记录与定期保存；在加氢站储氢罐和氧气压缩机间的安全距离内，禁止停放车辆、堆放物品和携带火种。（[点击附件下载全文](#)）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/147431.html>