

基于燃料电池车辆的车载氢系统设计分析

王杰

(新地能源工程技术有限公司, 河北石家庄050000)

摘要：相对传统动力车辆而言，燃料电池动力车辆绿色环保、是一种零排放汽车。以纯氢作燃料，通过电化学的方法，将氢和氧结合，生成物是清洁的水；采用其他富氢有机化合物用车载重整器制氢作为燃料电池的燃料。与传统汽车相比减少了机油泄漏的水污染，降低温室气体排放。本文总结了燃料电池有轨电车国内外发展现状和储氢系统、高压气瓶及相关安全检测等车载氢系统技术，针对某燃料电池有轨电车技术，提出车载储氢系统设计方案及氢气加注方案。

1国内外燃料电池有轨电车发展现状

2007年日本JR公司研制世界首列基于燃料电池的轻轨列车，我国也积极推进氢能及燃料电池有轨电车发展，初期研发以科研院所和高校为主。佛山市高明区有轨电车示范线是国内首条采用氢能源燃料电池的国内示范线路。

2车载氢系统技术研究现状

氢燃料电池系统：氢燃料电池包括电池和燃料，上游是氢气供应及电池零部件；中游是将上述组装，形成一个完整可投入使用的燃料电池系统，每种系统构成依据不同应用领域有所不同；下游主要包括固定、交通运输和便携式3个主要领域。

氢气灌装系统：国外大多采用电解重水法生产氘气，该技术有产品纯度高、重水浪费少、耗能低等多项技术优势。重水为原料，电解后产生氘气和氧气，氧气排空，氘气继续纯化除去HD、H₂、O₂、N₂、D₂等杂质。纯化后的氘气经压缩、干燥后装瓶。化学反应式为： $2D_2O \rightarrow 2D_2+O_2$ ，总体工艺流程示意图如下：



高压储氢瓶：综合考虑压缩能耗、储罐安全、充装设备投资等因素，高压氢气的理想储存压力为35~70MPa。车用气瓶分4个类型：I型(全金属气瓶)、II型(金属内胆纤维环向缠绕气瓶)、III型(金属内胆纤维全缠绕气瓶)及IV型(非金属内胆纤维全缠绕气瓶)。I型和II型气瓶重容较大，用于车载供氢系统不理想。III型和IV型纤维缠绕高压氢气瓶具有承压能力高、质量轻、耐腐蚀性强等能成为国内外研究的热点。目前我国纤维缠绕天然气瓶仅采用III型瓶结构。

氢气安全检测：燃料电池电堆内部发生氢气泄漏由内部氢气检测装置检测，达到可燃浓度前触发警告。燃料电池模块机箱内，包括车辆发动机舱、试验站或类似的封闭空间内都要有集成氢检测设备。氢气检测应与燃料供应紧急切断阀相连。如果车载氢燃料的车辆安置在室内时，配置氢气检测设备并保证通风，稀释可能发生的任何泄漏。如存在过度的氢气泄漏，终止电池堆运行并泄漏测试。

3有轨电车载储氢系统设计方案

系统包括氢加注口至用氢装置入口，与氢的加注、储存、供给和控制相关所有装置和零部件。也可将氢泄漏监控装置等归入氢系统的范畴。车载储氢方案设计需满足安全至上、实效安全、简化、区域布置及氢电隔离等原则：

加注系统：包括加注接口、单向阀(或球阀)、过滤器、压力表以及必要的连接管路等零部件。主要功用是完成与加氢站加注对接，将洁净的高压氢气安全地注入到车载高压氢气瓶中。

储存系统：主要包括高压氢气瓶、组合瓶阀、压力释放装置(Pressure Relief Device, 简称PRD)属安全保护装置，一旦动作不可恢复以及必要的连接管路等。主要功用是将加氢站注入氢气安全地储存在高压氢气瓶中。高压氢气瓶安装有组合瓶阀和PRD，通过气瓶固定卡带安装在固定支架上组成储存模块。储存模块上设有2个静电连接点，以便将储存模块产生静电通过导线连接到静电连接点上，然后通过整车将静电释放。储存模块外部安装有遮阳罩，避免阳光

直射氢气瓶，罩上有通风孔或百叶窗，发生泄漏的氢气通过通风孔或百叶窗扩散大气中，避免氢气聚集。为方便系统检修，遮阳罩上设有检修门。

供给系统包括电磁阀、减压器、安全阀、过滤器、各种阀门、放散口及必要连接管路等。主要功用是安全地向燃料电池系统等用氢装置提供洁净适用压力的氢气。

泄露监控系统，预警系统主要包括氢泄漏探头及必需的控制、报警装置，也可将预警信号输送给整车控制器，由整车控制器发出预警命令。主要功用是监控氢的泄漏状况，监测点浓度达到预设报警值时发出预警信号。

4 氢气加注方案

加注系统由低压氢气瓶组 and 高压(35MPa)氢气储存、加注系统组成，放置在危险品专用运输车上。需要加注时，载有加注系统的危险品专用运输车辆驶进加注场地，停放在被加注车辆旁对车辆加注，完毕后驶离加注场地，减少对场地占用并降低场地及周围环境安全隐患。

低压氢气瓶组为一套独立系统，每套低压氢气瓶组由6~10个小瓶组组成，较小瓶组由16~20支低压氢气瓶并联组成。高压氢气瓶组和氢气增压系统组成一套独立的高压(35MPa)氢气储存、加注系统，高压氢气瓶组由3只35MPa、140d m³的氢气瓶并联组成，其中包含了压力表和控制阀门，增压设备包含了氢气增压泵和控制阀门及仪表。

氢能被誉为未来世界能源架构的核心。高效率 and 近零排放氢燃料电池系统，具有广阔前景，被誉为终极节能环保汽车。本文总结燃料电池有轨电车发展现状和储氢系统、高压气瓶及相关安全检测等车载氢系统技术。针对技术需求，提出车载储氢系统设计方案及氢气加注方案，该方案基本达到有轨电车安全、可靠、经济、实用等方面的设计要求。

参考文献：

- [1]冯小保，黄明宇.燃料电池车及车用燃料电池的发展现状及展望[J].化工新型材料，2013，14(1):1-4.
- [2]问朋朋，黄明宇，倪红军，贾中实.燃料电池车发展概况及展望[J].电源技术，2012，36(4):596-598.
- [3]陈长聘，王新华，陈立新.燃料电池车车载储氢系统的技术发展与应用现状[J].太阳能学报，2005，26(3):435-441.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/162945.html>