

燃料电池汽车氢电安全法规标准的研究

吴迪，文醉

中国汽车技术研究中心有限公司，天津市300300

摘要：随着人们环保意识的提高，发展与推广燃料电池汽车逐渐引起人们的重视。燃料电池汽车涉及较多专业知识，其中保障燃料电池汽车安全是研究工作的重点。目前，很多国家已制定安全方面的法规标准，用于规范燃料电池汽车行业。为更好的促进我国燃料电池汽车行业的发展，我国应提高认识，做好氢电安全法规标准的研究。本文立足燃料电池工作原理，对国外有关燃料电池汽车安全法规标准进行分析，介绍我国燃料电池汽车安全测评项目，提出相关建设策略，以供参考。

近年来，燃油汽车数量猛增，给环境造成严重污染，促进温室效应的发生，给人类的未来发展构成较大威胁，因此，汽车行业必须在燃料方面做出新的变革，应大力推广与应用新能源汽车。燃料电池汽车是新能源汽车的主要代表，其对环境友好，是未来汽车行业的主要发展方向。但燃料电池汽车中氢是主要原料，存在一定安全隐患，因此，为保证燃料电池汽车安全，需做好相关安全法规研究，及时制定行业标准，为燃料电池汽车更好的应用、普及奠定坚实基础。

1 燃料电池的工作原理

燃料电池为燃料电池汽车的运行提供必需的电能，其构成复杂，包括阳极、阴极、电解质、外部电路等。燃料电池的工作主要利用质子交换膜技术，即，在覆盖有催化剂的质子交换膜作用下，氢气在阳极被分解为质子。质子在质子交换膜作用下到达阴极。氢气分解时释放电子，电子经过负载被引至阴极，如此便产生电能。在阳极催化剂作用下发生如下反应： $H_2 \rightarrow 2H^{++} + 2e^-$ 。在阴极催化剂作用下，发生反应： $0.5O_2 + 2H^{++} + 2e^- \rightarrow H_2O$ 。

通过分析燃料电池工作原理不难发现，燃料电池汽车具备以下优点：零排放或近似零排放，给环境不会造成污染。同时，运行平稳、无噪声，因此，当前很多国家开始重视燃料电池汽车的研发。众所周知，燃料电池汽车研发专业性强，尤其以氢气为原料，具有一定的安全隐患，因此，做好燃料电池汽车安全法规标准的研究，构建完善的标准体系是基础性工作。

2 国外燃料电池汽车安全法规分析

国外在燃料电池汽车方面的研究较早，尤其为推动燃料电池汽车行业发展，制定较多安全法规。我国应充分认识到研究国外燃料电池安全法规标准的重要性，即，对我国燃料电池汽车安全法规标准的制定具有较高的参考价值，可使我国少走弯路，提高规范标准制定效率，因此，我国职能部门应注重收集与研究发达国家有关燃料电池汽车氢电安全法规标准，立足我国燃料电池汽车氢电安全规范标准实际，认真分析规范标准存在的不足，认真学习，积极借鉴，及时加以完善，制定符合我国燃料电池汽车行业实际的规范标准。

首先，美国制定SAE J2578《燃料电池汽车安全的推荐性做法》，对如何进行燃料电池的测试进行阐述，涉及电力系统安全、燃料电池系统安全、燃料系统要求等诸多内容。同时，对发生故障时的性能给与明确要求，即，当发生危险时，燃料电池汽车需能够将燃料系统关闭，并能完成阶段性的安全警告。其次，国际标准化组织在相关标准中也做出相关规定，即，设计燃料电池汽车时应考虑运行条件、环境因素的影响，尤其燃料电池的放电、安装位置、氢关闭系统等不得违法标准内容。另外，在国际公认的GTR13全球技术法规中，对在顺序试验、型式试验中的加压储氢系统提出明确要求。最后，在参考GTR13欧盟对燃料电池汽车也做出相关规定，涉及车载氢系统、关键阀件、气瓶等诸多内容。

3 我国燃料电池汽车安全检测项目

经多年努力，我国在燃料电池汽车上也制定了较多的标准，使得燃料电池汽车的安全体系越来越完善。以GB/T24549-2009标准为例，要求进行燃料电池汽车测试时需满足以下内容要求。

3.1 一般要求

燃料电池汽车属于汽车范畴，因此，其必须满足已有的汽车方面规范法规要求。当然为将其与传统汽车区分开来，

需将燃料电池汽车类型的警示，张贴在外部。

3.2 具体系统要求

燃料电池汽车构成复杂，包括压缩氢气储存系统、加氢口、排气装置等。为保证安全，标准对其均提出明确要求。其中压缩氢气储存系统应能将罐中的气体温度显示出来，显然为满足这一要求应将传感器布置在储氢容器合适位置。另外，能够对压力过高、过低做出预警，及时阻断燃料的供应，尤其当氢泄露时，燃料系统需及时做出切断氢气开关动作。加氢口同样需满足一定要求，即，安装专门的防尘盖，组织污染物、液体、灰尘等的进入。同时，应清晰标识出加注口可承受的最大压力，并做防静电处理。另外，加注口应能承受来自不同方向的670N的作用力，尤其需保证良好气密性。

针对排气装置，如燃料电池汽车发生事故或故障，应能及时放气、通风。其中放气的方向、方位应和火源、电源、人等保持安全距离。一方面，为避免氢气威胁人的生命安全，应将放气装置设计在较高位置。另一方面，连接管道所用材质应具有较高的熔点，不易燃烧。

另外，能够对氢气泄露做出安全响应，即，探测器需能及时检测到氢气泄露，并达到50%LEL之前发出警报，提醒驾驶员及时做相关处理。当氢气浓度接近75%LEL时，应将电源、氢气源自动切断。为保证燃料电池汽车用电安全，标准对绝缘性、触电防护、电压标识等方面做了明确规定，即，禁止直接接触动力系统外漏部分以及动力系统带电部件。同时，要求各电平台、电路之间具有良好的绝缘性。

4 我国燃料电池汽车氢电安全法规标准构建策略

为保证燃料电池汽车尽快的普及，在明确安全性方面的要求上，我国应做好相关标准内容的研究，及时制定、修订相关标准，具体应注重以下内容的落实：

首先，氢气具有易燃易爆特点，做好氢气的检测，对保证燃料电池汽车安全性意义重大。考虑到氢泄露时，主要由传感器负责检测、预警，一旦传感器灵敏度出现问题，后果不堪设想，因此，应在标准中增加关于传感器灵敏度方面的规定，具体可参考GTR13中的相关内容。

其次，目前来看，不同国家在整车氢气泄露探测方面的要求并未统一，因此，对标准进行修订时，应为标准的统一化做出努力，即，当燃料电池汽车工作中发生单点泄露，导致半封闭、封闭空间氢气体积浓度增大，需能够针对不同浓度做出相应。例如，当浓度超过 $2\% \pm 1\%$ 时，应及时预警；当超过 $3\% \pm 1\%$ 时，主截止阀应能及时关闭，切断氢气输送。同时，当浓度超过2%时报警时应显示为黄色，超过3%时报警应显示红色。

目前情况下，以货车、客车为主的燃料电池汽车停放空间较开阔，可不考虑整车氢气泄露的检测。但是如停放在厂区或一些大型公交公司则容易导致氢气聚集，引发安全事故，因此，做好汽车的氢气泄露评估则显得尤为重要。评估时应将其停放在密闭的空间中，将压力增加到100%的标称工作压力，并将氢气泄露量控制在0.15NL/min以内。另外，为实时获知氢气泄露量，应注重氢气泄露探测器的安装，数量至少一个。

最后，注重在线绝缘检测。燃料电池本质上为发电系统，内部存在大量电能，并且压力较高，内部结构复杂，如绝缘性不好，会大大增加触电事故发生机率。目前的绝缘性检测仅在燃料电池不工作状态下的检测，因此，为提高安全性，应在标准中增加在线绝缘检测方面的内容。

5 结语

燃料电池汽车不仅满足人们的出行需要，而且污染较小，具有广阔的发展前景，因此，我国职能部门应提高认识，积极向国外发达国家学习先进经验，尤其做好氢电安全法规标准研究。本文通过研究得出的结论有：

(1) 燃料电池中氢气是重要原料，因氢气具有易燃易爆特点，危险性较高，因此，我国职能部门应在明确燃料电池工作原理的基础上，积极完善相关安全标准，保障燃料电池汽车安全性。

(2) 我国虽然已制定相关安全规范标准，但因我国燃料电池汽车技术起步较晚，部分安全标准需要进一步研究，在实践中不断补充标准内容，尤其应注重借鉴发达国家经验，逐渐完善氢电安全法规标准，为我国燃料电池汽车行业的稳步发展创造良好条件。

参考文献：

- [1]裴冯来，高怡晨，郭则新.氢燃料电池汽车产业链发展研究[J].质量与标准化，2018（01）：51-54.
- [2]倪红军，吕帅帅，陈青青，裴一.氢电混合燃料电池汽车动力系统研究进展[J].电源技术，2015，39（04）：855-856.
- [3]吴澈.燃料电池汽车动力系统匹配及控制策略研究[D].中北大学，2016.
- [4]徐煜超.燃料电池混合动力叉车动力系统设计研究[D].青岛理工大学，2018.
- [5]石俊杰，于淼，刘楠.燃料电池有轨电车车载氢系统设计[J].铁道机车车辆，2016，36（05）：110-114.
- [6]柏林.电动汽车动力电池的电气特性分析及模型研究[D].重庆大学，2013.
- [7]李建秋，方川，徐梁飞.燃料电池汽车研究现状及发展[J].汽车安全与节能学报，2014，5（01）：17-29.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/149316.html>