

浅谈汽车燃料电池技术创新研究

裴冠茹，周鹏飞

(北京亿华通科技股份有限公司，北京100192)

摘要：燃料电池技术标准的修订作为规范燃料电池技术，引导燃料电池汽车产业发展走向的重要工作，需要先期开展。通过对燃料电池汽车发展现状的介绍，并对国内外目前在燃料电池技术标准化工作方面的动态进行分析，总结出中国燃料电池汽车企业标准体系建设、标准化路线及工作方案，为开展燃料电池标准化工作提供参考。ardsystem绿色能源、低排放经济与应对气候变化，使得全球主要汽车大国将大力发展电动汽车作为应对能源危机、环境危机的重大战略措施。在众多的新能源汽车中，燃料电池汽车是一种能够实现对燃油的完全替代，并可以作为“零排放”、高效率、燃料来源广、可再生能源等优势而被认为是将来汽车工业可持续发展的方向，是解决全球能源问题、厄尔尼洛问题的方案之一。燃料电池技术，即结合电化学反应方程，转变空气氧化剂、氢气燃料的化学能为电能的一种能量转换装置。

从上述能量转换进程来看，其并未涉及到燃料燃烧，且不会有污染物、噪声等出现，化学反应的生产物仅有水，系统效率比内燃机燃烧高2~2.5倍，只要能无障的障保障氢能源的供给，燃料电池将会一直发电，就像发电机一样输出电力，是新能源汽车的最高效的动力^[1]

。《中国制造2025》报告中，高调指出“燃料电池将在2020年在汽车行业达到万辆级的应用”，这对燃料电池发动机的环境适应性、电磁兼容性、性能可靠性、耐久性提出更严格的要求。因此，在燃料电池发动机得以产业化之前，首先需完成相关标准的修订工作。通过这一标准的运用，以便于对市场、产品发展等提供指导，确保日后该产业得以高效、迅速而又稳定的发展。目前，这已成为亟待开展、且任务较为繁重的一项工作。

1 燃料电池技术发展状况

1.1 国外燃料电池发展状况

20世纪70-80年代，全球汽车产业大国对燃料电池发动机极为关注，但因科技、技术等诸多条件的限制，阻碍了这一技术发展，且逐步被边缘化。

不过，由于目前矿产资源和污染问题等日益突出，新能源领域的发展也遭遇瓶颈，并且，随着燃料发动机水平的不断提升，全球汽车大国、研究所和企业对燃料电池技术发展进入更充分的研究。TOYOTA、BMW两大公司即通过共享燃料电池技术专利，对燃料电池汽车开展了相关研究工作，且二者合作完成的试验样车也在2015年被顺利推出，并策划于5年后进行批量生产；Damiler集团、Ford集团、日产汽车也确定开展战略合作，共同研发燃料电池发动机及应用车，并策划2018年推出样车。具体如图1所示。



(a) TOYOTA
2017 Mirai
(续航里程500km)

(b) 现代 2016
Tucson Fuel Cell
(续航里程426km)

(c) TOYOTA 2017
Clarity Fuel Cell
(续航里程589km)

图1 国外的燃料电池汽车

1.2 国内燃料电池发展状况

北京亿华通科技股份有限公司在燃料电池发动机领域已经从事研发工作超过10年，在2008年即与包括神力、新源动力以及大连化学物理研究所等开展燃料电池低温启动方面的研究，目前与福田、宇通、四方、北汽等汽车厂共同开发，开始燃料电池客车、汽车的示范使用。具体对比数据见表1、表2。

表1 国内外燃料电池动力系统比较^[2]

项目	国外	国内
动力性能	已超过2 000 W/kg, 3 100 W/L	2 210 W/kg, 2 736 W/L左右
低温启动	国外汽车厂商如丰田等, 已经实现-30℃的低温启动, 并在加拿大北部严寒地区进行了实车试验	上汽燃料电池系统实现-20℃低温启动
耐久性	燃料电池质子交换膜寿命>2万小时, 轿车用电堆实验室寿命>5 000 h, 公交车用燃料电池寿命>1.8万小时	台架稳态测试, 寿命约3 000 h, 车用环境下寿命1 000 h左右, 公交车用燃料电池系统3 000 h
成本	①Pt的用量从上一代的80 g降低到30 g, 于2015年降低到10 g; ②2010年4月, 美国洛斯阿拉莫斯国家实验室, 开发出由碳、铁、钴组成的催化剂, 其成本非常低, 而其性能可以和铂基燃料电池电堆最高水平相比; ③据美国DOE数据, 燃料电池系统成本已由2006年的124 \$ /kW降低至2015年的53 \$ /kW (按50万套产量测算)	十一五末期已经开始开展的燃料电池汽车成本控制研究, 受限于燃料电池发动机和氢气存储系统成本, 燃料电池车成本仍然很高

表2 国内外燃料电池轿车比较^[2]

	上汽集团荣威	上汽集团 Plug-in	Honda Clarity	TOYOTA Mirai	GM Provoq
整车装配质量/kg	-	1890	1800	1850	1978
0~100 km/h 加速时间/s	12	15	9	9.6	8.5
最大车速 / (km/h)	160	150	165	175	160
一次加氢 续驶里程 / km	400	300	589	502	483
燃料电池功率 / kW	70	30	100	114	88
储氢压力 / MPa	30	35	70	70	70
冷启动 / ℃	-20	-10	-30	-30	-25
电机功率 / kW	100	88	130	114	150
电机转矩 / Nm	-	210	300	335	-

2 燃料电池标准发展状况

当前，主要由IEC/TC105（即IRC燃料电池技术委员会）负责此类发动机的标准化工作，IEC/TC105的主席是由来自日本HITACHI公司的中野博士担任，在德国设立秘书处由来自汉堡大学的Wolfgang Winkler教授担任秘书，其中，Charler Jacquemart博士担任IEC中国办负责人联络人。该委员会的工作小组共有12个，具体负责燃料电池模块，包括辅助、驱动动力燃料电池在内的运输用燃料电池、便携式燃料电池发电系统和微型燃料电池系统等方面的标准建设工作。目前，IEC/TC105在全球范围内发布实施了20多份标准，具体标准体系结构分布如图2所示。

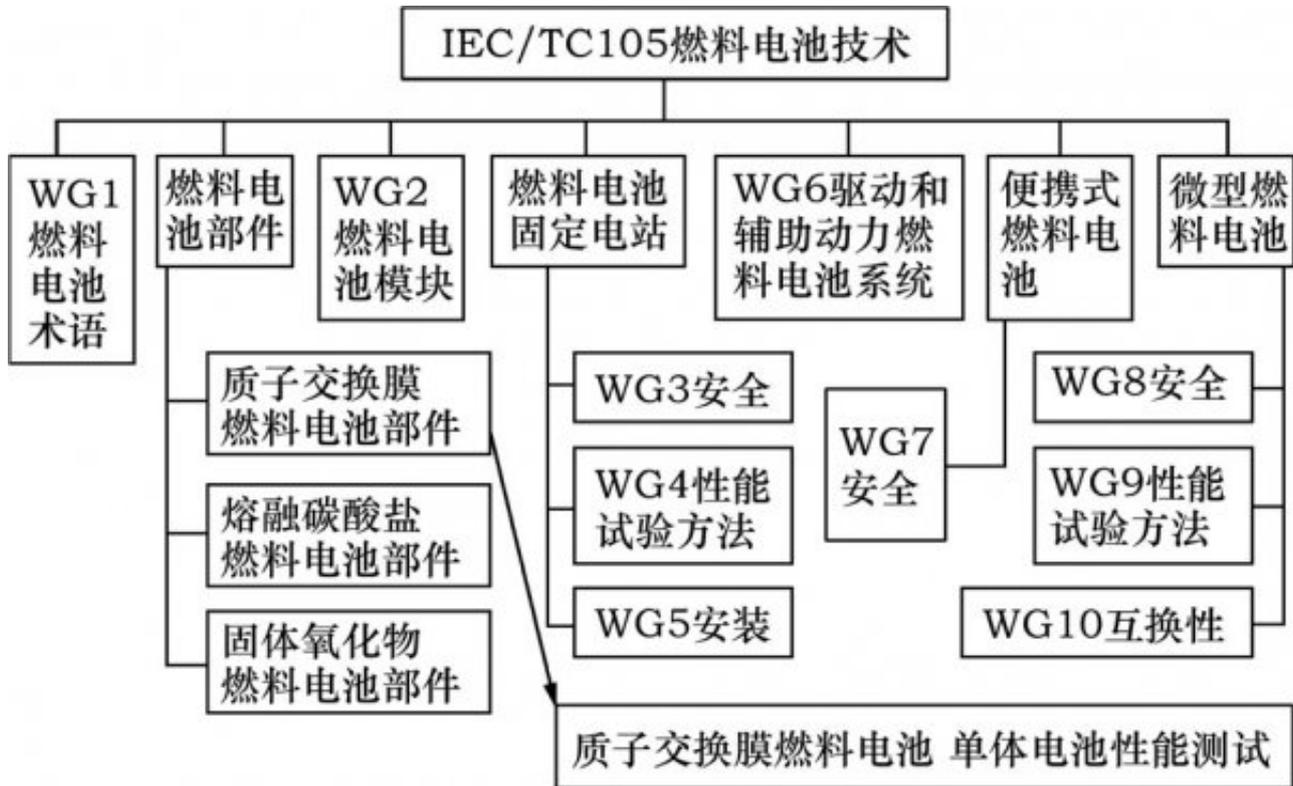


图2 燃料电池标准体系

全国燃料电池及液流电池标委会即该委员会在中国的对口技术委员会。2008年，国家标准化管理委员会正式批准其成立，将秘书处设立于机械工业北京电工技术经济研究所，由中国科学院大连化学物理研究所衣宝廉院士担任主任委员，秘书长由卢琛钰副所长担任。委员会目前处于第2届，共有57位正式人员以及7个观察员。自成立开始，对国家标准化管理委员会的号召予以充分响应，且积极参与国际标准化工作，具体涉及到：曾多次对相关人员进行组织，参与IEC/TC105的工作组以及全会，在制修订国际标准方面积极参与，不断提升中国参与国际标准化工作的力度。

2014年11月，IEC/TC105年会在日本东京召开，中国专家齐志刚博士获得IEC/TC105全票通过，成为WG1（术语）的召集人。这是IEC/TC105委员会中，正式由中国专家首次担任召集人职务，同时也是在参与国际标准化工作方面，对中国予以认可的显著标志^[3]

同时，燃料电池及液流电池标委会，一直在参与国际化的过程中全程跟踪，结合中国燃料电池发动机发展需求及产业情况，持续发布燃料电池相关国家/行业标准40余项，其中等同采用国际标准（IDT）13项，中国自主制修订国家标准27项（占总标准数量约67.5%）；燃料电池技术标准成为重要的组成部分，包括GB/T24549—2009《燃料电池电动汽车燃料电池堆安全要求》等10多项标准在内，均与之具有关联性。

随着燃料电池发动机产业化及标准化的迅速发展，需要我们标准化工作者持续制修订燃料电池技术标准和标准体系建设，并重点针对燃料电池标准开展创新性研究工作。

3 燃料电池汽车标准体系建设及发展方向

3.1 标准体系建设

目前，新能源技术的发展进入一个更新迭代的时期，其中，燃料电池技术面临重要的战略机遇期，标准化工作者更需要审时度势，看清形势，正确判断形势变化，争取重塑合理标准体系，大力推进燃料电池标准体系的建立。

燃料电池电动汽车标准制定的核心工作在于建设燃料电池电动汽车标准体系表。体系表中包括技术标准、管理标准和工作标准，该表的有效建设，不仅可有效实现发展方向、技术内涵、产品结构的融合，而且对于燃料电池的发展发现、技术标准的制修订有重要的指导作用。由此，对“燃料电池电动汽车标准体系表”进行编制的原则参考如下。

- 1) 对汽车标准体系之中，燃料电池电动汽车标准体系所处位置以及作用加以明确。燃料电池电动汽车也属于传统汽车范畴，所以，以对传统汽车相关标准的满足作为基础，仍需对其需执行的产品标准予以满足。
- 2) 对此类汽车的构造加以分解，对独特系统、属性予以识别，进而对标准体系内有关项目进行分解。
- 3) 对燃料电池、混合动力、纯电动3类新型汽车标准的专一性、通用性予以识别。若带有通用性，则可对相同标准加以运用；若具备专一性，则需单独在项目中罗列。如此，不仅可使得齐全性要求得以满足，且可使得修订标准、数量降低等操作中的成本得以节约。
- 4) 对国外现存标准加以学习，以中国燃料电池研发需求、现状为基础，完成体系表的编制工作，且标准项目需尽量确保齐全。但同时也需要结合中国燃料电池产业化发展需求和政策导向，将中国独特的标准项目纳入到体系表内。
- 5) 标准体系表的动态、持续变化。在对标准体系表进行编制时，应对当前急需和长远需求进行充分考虑后进行编制；随着燃料电池技术的进步发展，标准项目也应进行不断调整，这个标准体系表是处于“P-D-C-A”的不断改进完善。
- 6) 建设体系表时，需与产品发展方向相适应，且该体系表需与发动机的发展目标相符。

目前，中国编制的燃料电池标准体系表中，其标准项目包括基础标准、技术标准、试验标准等，其中，基础标准包括：术语、定义、安全要求等；技术标准包括：技术条件、安装、互换性等，以及保证燃料电池电动车在不同工况下，能安全、正常运行的各类标准，如车载氢系统、加氢站、加氢机等。此外，包括认证、各类管理标准等在内，也均被纳入到燃料电池标准体系之中^[4]。

3.2 标准化路线及方案

在中国持续推广新能源的同时，燃料电池也得以快速发展。所以，为使得该技术持续发展的需求得到满足，当前需持续针对燃料电池标准体系规划、发展、建设等相关工作予以推进，进而有效而又积极地推动燃料电池标准化工作的持续、创新发展。所以，以目前燃料电池标准需求为基础，标准化路线开展工作主要涉及到如下相关方面。

1) 系统全面管理燃料电池标准工作

燃料电池涉及的标准化方面的工作比较广泛，主要涉及到参与燃料电池标准化、宣传标准、贯彻落实以及推广、修订重要标准、建设体系以及标准化工作交流等多个方面。

依照全面参与、统一管理、分工负责这一构建普通标准体系的方式，燃料电池标准化也按照这样的原则开展相关工作，由标委会主任牵头，组织具有技术实力、且属于行业龙头的委员单位负责燃料电池技术的标准体系建设，充分考虑行业内专家的标准化意见，开展标准研讨、制定，对燃料电池标准的创新发展起主导和推行作用。

2) 标准制定原则——“跳一跳，够得着”

当前，燃料电池技术发展速度相对较快，与之相关的全新技术、材料等被持续推出，进而令燃料电池呈现出多元化发展趋势。因此，我们在制定燃料电池标准的时候，需秉承“跳一跳，够得着”的原则，在满足燃料电池市场动态及发展的基础上，燃料电池发展的龙头企业，也应积极参与到国家标准与行业标准的制修订过程中，将自主创新成果也纳入其中，是企业获得市场竞争力和提高自主创新能力的必由之路。

3) 完善标准体系建设

若想有效开展有关燃料电池的标准工作，需依据燃料电池的产业、技术等的发展，且满足“燃料电池标准体系表”的要求，结合国际形势、国内行业/企业的燃料电池的发展需求，高度关注标准制定、修订这一工作，并通过对燃料电池标准体系表的持续完善，使得燃料电池标准化工作符合当前的形势要求及趋势。

4结论

燃料电池技术属于起步早、前期发展慢、后程发展迅速的新能源行业，其作为“零排放”、高效率、燃料来源广、可再生能源等优势而被认为是将来汽车工业可持续发展的方向，是解决全球能源问题的中坚力量，因此，燃料电池标准体系建设的完善与否决定燃料电池产品的整体技术发展水平和趋势。

中国的燃料电池技术发展起步较晚，但是不影响我们整个标准化工作的开展。目前阶段，中国燃料电池技术的标准化工作开展属于稳中有进，且取得重要成果，但还需要加大创新力度，从上到下策划标准化体系建设，保证高标准对燃料电池产业的引导和规划，并通过对燃料电池技术标准的持续完善，保证燃料电池产品以高性价比进入人们的生活。

参考文献：

[1]衣宝廉.燃料电池——原理、技术、应用[M].北京：化学工业出版社，2003.

[2]侯明，衣宝廉.燃料电池的关键技术[J].科技导报，2016，34（6）：52-61.

[3]中国电力电子产业网.我国燃料电池国际标准化取得新突破[EB/OL].（2014-11-26）[2017-08-28].<http://www.p-e-china.com/neir.asp?newsid=55516>.

[4]田超贺，陈晨，卢琛钰.燃料电池技术标准体系研究[J].机械工业标准化与质量，2014（5）：18-21.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/161781.html>