

基于专利的燃料电池及关键技术发展态势研究*

张海超, 张静, 陈亮, 雷孝平
(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 本文从专利数据角度聚焦电动汽车行业, 对燃料电池领域的总体发展态势、主要研发机构、技术生命周期、关键分支技术和技术功效等方面进行分析。燃料电池专利技术发展已进入成熟期, 日本占据领先地位。我国专利申请量逐年上升, 企业应做好专利布局。燃料储备技术短时间内没有较好的技术突破口, 我国企业和科研机构可以加大对燃料储备的检测技术和安全性研究。

关键词: 燃料电池; 电动汽车; 燃料储备; 专利分析; 发展态势

中图分类号: G350

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2016.8.005

1 引言

燃料电池是一种将存在于燃料与氧化剂中的化学能直接转化为电能的发电装置^[1]。与传统的火力发电相比, 最大的优点是不受热机卡诺循环的限制, CO、CO₂、SV₂、NO_x及未燃尽的有害物质排放量极低^[2]。美国、中国、欧洲、日本、韩国等国家和地区在燃料电池研究领域投入大量研究和政策资金支持, 全球有上千家企业和机构投入巨额资金进行燃料电池的研究和商业化工作^[3]。2009年, 美国在实施经济刺激计划中用于可再生能源和提供能源效率的资金高达168亿美元, 其中20亿美元用于先进电池; 2012年, 美国国会重新修订氢燃料电池政策方案^[4]; 2007年, 欧洲议会主席提出“到2025年在各行业各领域形成不同的氢燃料电池技术”, 并且《欧盟第七研发框架计划》支持氢燃料电池技术的研发费超过37亿人民币^[5]; 自2007年开始, 日本实施名为“发展新一代汽车和燃料计划”, 截至2012年, 日本政府支持新一代车辆动力系统和燃料的费用高达2 090亿日元^[6]; 20世纪50年代, 我国就开展了燃料电池方面的研究, 在燃料电池关键材料、关键技术方面取得许多突破, 确定燃料电池汽车、混合动力电动汽车、

纯电动汽车车型为“三纵”^[7]。但与全球燃料电池行业发展相比, 我国燃料电池行业目前仍呈现“小产业、小企业”的局面^[8]。2012年, 国务院发布《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》, 规划所指新能源汽车主要包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池汽车。各地方逐步开展新能源汽车试点工程, 试点示范区集中在公交、出租、公务、环卫和邮政等公共服务领域^[9]。

燃料电池的种类相当多且分类方式也各有不同。常用的分类方式是按电解质性质的不同加以区分, 有碱性燃料电池、质子交换膜燃料电池、磷酸燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固态氧化物燃料电池。直接甲醇燃料电池是质子交换膜燃料电池的一种, 由于发展迅速且具有很大的商业潜力, 现已成为独立的种类, 与前面五类燃料电池并列第六类。

电动汽车是燃料电池的重要应用方向, 目前电动汽车研制和开发的关键技术主要包括电池、电动机、电动机控制、车身和底盘设计, 以及能量管理技术等, 其中前3项是电动汽车的发展瓶颈^[10]。燃料电池作为第三代电动汽车电池, 能量转化率、比能量和比功率都高, 是理想的车用电池, 但目前还存在一些关键技术瓶颈,

* 本研究得到国家科技支撑计划课题“专利信息资源整合与加工关键技术与规范研究”(编号: 2013BAH21B01)和中国科学技术信息研究所预研课题“基于文本内容相似性的中文专利侵权判定方法研究”(编号: YY2016-04)资助。

有待突破。

因此,本文从专利数据角度聚焦电动汽车行业,对燃料电池及其关键技术进行总体态势分析、主要研发机构分析、关键分支技术分析和功效分析,并提出相关研发建议。

2 燃料电池专利总体态势分析

本文检索表达式参考文献[11]、文献[12]以及专家建议,不仅包括燃料电池本身,还包括与燃料电池汽车相关的整车架构及布置、电动机及其控制技术、水循环及热管理系统、电子电器、辅助装置等方面。

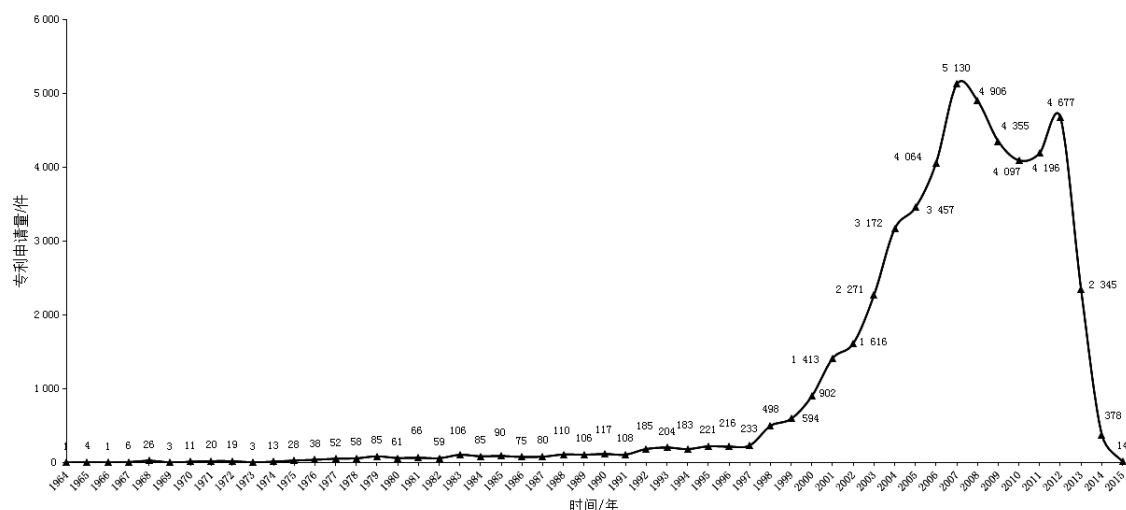


图1 燃料电池领域专利申请态势

绘制横轴为专利申请人数量,纵轴为专利申请量,数据点则代表具体时间的技术生命周期图,如图2所示,可以较为清楚地展现燃料电池领域技术的发展阶段。从图2可见,燃料电池领域自1998年开始进入成长

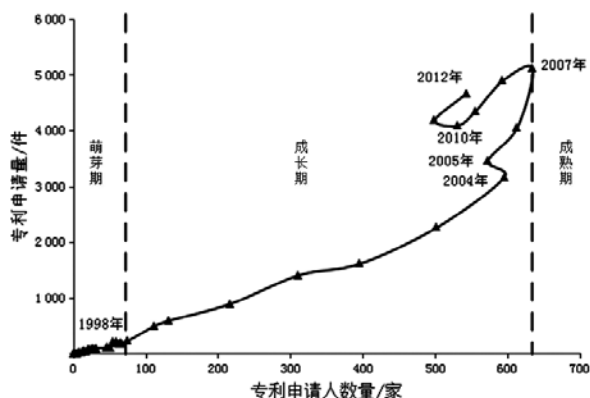


图2 燃料电池领域技术生命周期图

数据来源为ISTIC专利数据库^[13],检索结果涵盖1986年8月20日—2016年2月24日公开的中国专利,以及1968年11月27日—2016年2月25日公开的国外专利,共得到50 758件专利。

2.1 技术生命周期分析

一般而言,技术的发展有四个阶段:萌芽期、成长期、成熟期、瓶颈期。研究绘制燃料电池领域专利申请态势,如图1所示,1964—1997年,全球燃料电池领域专利增长缓慢;从1998年开始,申请量明显增多,2002年后大幅增长,到2007年达到峰值。

期,专利申请人数量和专利申请数量都开始明显增长,2005年虽略显乏力,但2006—2007年又开始更高速的增长;2007年后,该领域进入成熟期,专利申请人数量和专利申请数量均开始回落,2012年又有回升趋势。

2.2 专利区域分布分析

通过申请区域分布情况,可以了解各国市场规模及吸引力。从图3可见,日本专利的申请量远高于其他国家或组织,达到17 543件;日本、美国、世界知识产权组织(WIPO)、中国、德国、欧洲专利局(EPO)是燃料电池专利的主要申请区域,该区域的申请量超过总量70%。

通过对申请人国别分布分析,可以了解各国对该领域的重视程度以及在该领域的技术实力,可以看到,日本申请人在该领域的专利申请数量为26 929件,约占该领域专

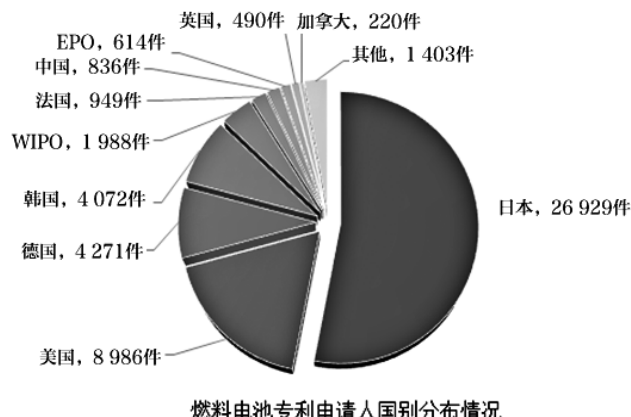
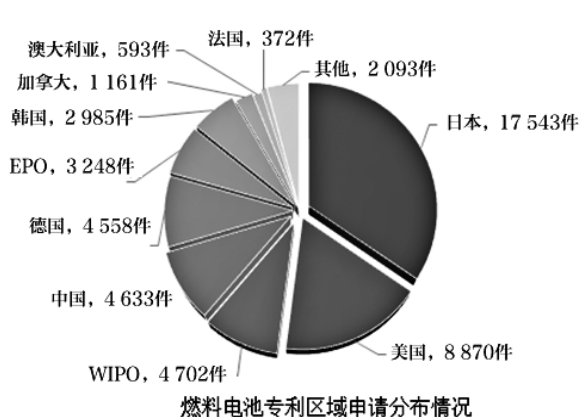


图3 燃料电池专利区域分布图

利申请总数的54%，可以看出日本政府和企业对燃料电池技术的高度重视；来自美国、德国、韩国的申请人的专利申请数量分列第2—4位，而该领域的我国申请人所拥有的专利申请量与美、德、韩三国还存在一定差距。

2.3 专利技术分布分析

根据国际专利分类 (International Patent Classification, IPC) 进行统计, 选取相关专利数量最多的前20个IPC小组。

从图4可见, 燃料电池专利的技术分布主要集中在H01M8 (燃料电池及其制造) 大组下的若干小组, 其中以H01M8/04 (辅助装置或方法, 例如用于压力控制的, 用于流体循环的) 和H01M8/10 (固体电解质的燃料电池) 数量最多。

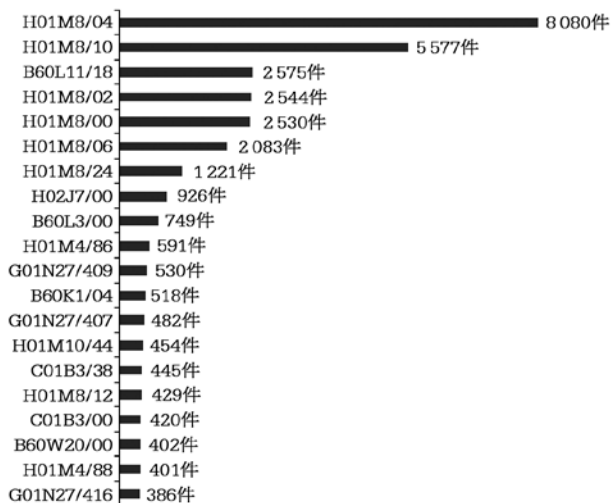


图4 燃料电池专利技术分布图

3 燃料电池研发机构分析

全球范围内燃料电池领域有超过2 000家专利申请人, 其中有55家专利申请人的申请量在100件以上, 占燃料电池领域专利总数的62%。排名前10的机构申请量占专利总数的44%。由此可见, 燃料电池领域的专利具有集中性。

本文选取该领域的主要研发机构, 重点研究专利申请量排名前10的机构: 日本丰田汽车公司 (TOYOTA, 7 725件)、本田汽车集团 (HONDA, 3 386件)、日产汽车公司 (NISSAN, 2 999件)、现代自动车株式会社 (HYUNDAI, 2 102件)、通用汽车公司 (GM, 1 569件)、松下电器产业株式会社 (PANASONIC, 1 347件)、戴姆勒股份公司 (DAIMLER, 1 279件)、日本电装公司 (NIPPONDENSO, 693件)、博世公司 (BOSCH, 563件)、日本住友电气工业株式会社 (SUMITOMO, 431件)。其中, 日本企业占6家, 处于绝对优势, 并且排名第一的日本丰田汽车公司专利申请量遥遥领先于其他企业。

3.1 机构研发持续性分析

通过对企业专利活动连续性的分析, 可以从一定程度上判断企业在该领域的战略选择和积淀程度。图5显示的是前10家企业的历年专利申请活动, 圆点代表企业当年在燃料电池领域有专利申请。

10家企业的专利申请活动从持续性上可分为四类, 第一类: TOYOTA、NISSAN和NIPPONDENSO, 从20世纪70年代开始有较为持续的专利申请; 第二类: GM、PANASONIC和BOSCH, 虽然较早出现专利申请

活动,但并不连续;第三类:HONDA和DAIMLER,从20世纪90年代开始有持续专利申请,但期间中断;第四类:HYUNDAI和SUMITOMO,进入该领域时间较晚。

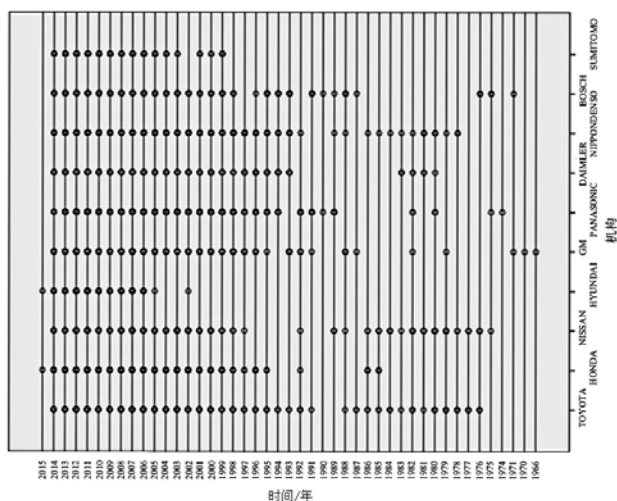


图5 前10家企业历年专利活动情况

3.2 机构技术集中度分析

由于IPC分类与实际生产并不完全贴合,因此将燃料电池细化分类为燃料电池系统、燃料电池的布置及安装、燃料电池类型、燃料电池核心部件和燃料电池关键技术,进一步对前10家企业燃料电池专利分布进行统计和说明。

从图6可见,TOYOTA、HONDA、NISSAN、HYUNDAI、GM、DAIMLER这些汽车制造商的技术分布较为一致,均在燃料电池关键技术方面申请专利最多,其次是燃料电池核心部件分类。HYUNDAI在燃料电池类型的专利申请量远低于其他汽车制造商;

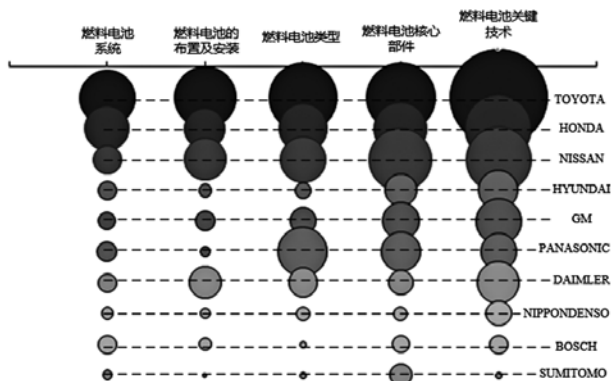


图6 前10家企业在燃料电池系统分类的专利分布

DAIMLER在燃料电池核心部件的专利申请量较低;其他4家企业由于并非汽车制造商,专利分布差异较大。PANASONIC专利申请主要分布在燃料电池类型、燃料电池核心部件、燃料电池关键技术;SUMITOMO的专利申请则主要集中于燃料电池核心部件。

3.3 机构技术影响力分析

通过对企业专利被引量的分析,可以一定程度上反映企业在该领域技术的影响力。

从图7可见,前10家企业燃料电池领域专利的篇均被引量,横线代表全球专利平均被引量。前10家企业大部分达到或超过全球平均水平,其中DAIMLER、PANASONIC、SUMITOMO的篇均被引量突出,均超过1.6件,说明前10家企业在燃料电池领域的专利具有一定的影响力,质量较高。

将燃料电池领域的被引频次在100次以上的14条专利,作为该领域的核心专利(见表1)。被引频次较高的专利同族专利数也较多,同族专利申请国大多集中在美国、欧洲等地区,专利权人主要为GM、DAIMLER等大型企业。

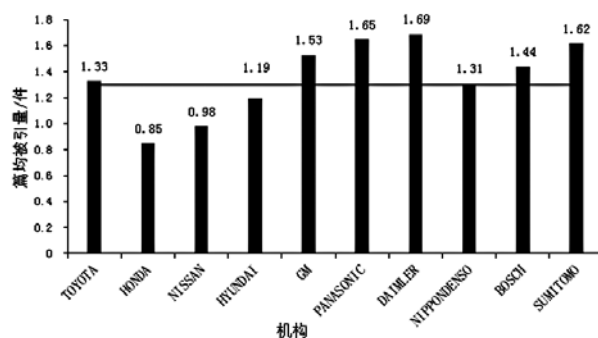


图7 10家企业专利篇均被引情况

4 燃料储备技术分支专利分析

一件专利所属的专利家族较大,说明专利申请人希望对这件专利所承载的技术进行更加全面的保护,也就说明该技术的重要性。本文将拥有10件以上专利家族数划为规模较大的专利家族。在燃料电池专利中,有8675件专利所属的专利家族规模较大,选出比例最高的技术分支——燃料储备技术。燃料储备技术分支的专利总数为1492件,其中有481件专利属于规模较大的专利家族,占总数的32%。

表 1 燃料电池领域被引频次的专利列表

排 名	公开号	被引频次	同族专利数/件	所属专利权人
1	WO9721256-A1	225	34	CALIFORNIA INST OF TECHNOLOGY
2	EP569062-A2	202	7	GENERAL MOTORS CORP
3	WO9905741-A1	183	10	EMPRISE CORP
4	DE4318818-A1	170	17	DAIMLER-BENZ AG
5	WO200211267-A2	155	11	INT POWER SYSTEMS INC
6	US4424491-A	146	1	US DEPT ENERGY
7	US5372617-A	130	1	CHARLES STARK DRAPER LAB INC
8	WO9965097-A1	124	4	MOBIL OIL CORP
9	DE3345958-A	123	5	GENERAL ELECTRIC CO
10	EP1107340-A2	111	5	GENERAL MOTORS CORP
11	US5624769-A	108	5	GENERAL MOTORS CORP
12	WO9106132-A	107	13	UNIV CALIFORNIA
13	US5938800-A	104	1	MCDERMOTT TECHNOLOGY INC
14	EP677412-A1	103	5	DAIMLER-BENZ AG

4.1 燃料储备技术重要专利

对技术分支中重要专利的选取综合考虑了被引次数、专利族大小、专利申请日期等若干因素。专利号为US8069885B2的专利被引次数最高,达到30次,同时所属专利家族规模较大,专利申请时间为2004年,公开时间为2006年,距保护期结束尚有近10年时间,正处于技术与经济价值均较高的黄金时期,属于该技术分支中较为重要的专利。

该专利的申请人为德国林德集团(LINDE)。林德集团在物料搬运、工业气体和配套工程等领域都处于世界领先地位,也是一家大型氢燃料制造商,林德集团还与现代自动车株式会社合作研发燃料电池汽车。该专利的专利声明主要阐述了一种自给自足、无污染可移动式加氢站。这说明了燃料电池汽车所面临的一个问题,加氢站的部署和建设遇到很多挑战。

4.2 燃料储备技术代表性市场主体

在燃料储备技术分支有专利活动的市场主体共有218家,但专利申请量超过10件的仅有21家。根据实际情况,选取专利活动有代表性的4家企业TOYOTA、HONDA、HYUNDAI、LINDE进行分析(见图8)。

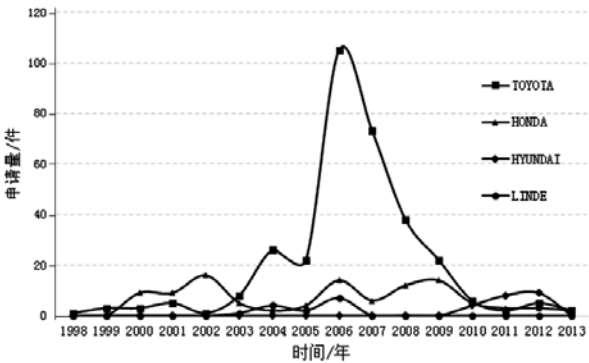


图 8 燃料储备技术主要市场主体专利申请趋势图

TOYOTA作为电动汽车领域的领头羊,无论在锂离子电池还是燃料电池领域都表现突出,在燃料储备技术分支的专利申请量也居首位。TOYOTA在2006年达到申请量高峰,随后呈下降趋势;HONDA在燃料电池储备技术方面也有大量专利申请,是有力的挑战者;HYUNDAI在2010年才进入该领域,这一时期该领域已进入瓶颈期,2010—2012年均有一定数量的专利申请,且呈上升趋势。在燃料储备技术分支选取的代表性企业中,LINDE是唯一排名前10的企业,且非汽车制造商的企业。但LINDE是关系到燃料电池汽车的动力源——氢燃料、加氢站等基础设施研发的重要企业。

利用文本聚类技术对专利内容进行分析,以反映

其技术特征。如图9所示,是上述4家企业在燃料储备技术分支的技术特征,可以看到,TOYOTA在该领域的技术研究主要集中在各种气体方面(反应气体、氧化气体、氢气等),燃料电池组、冷却水等也占一定比例;HONDA在该领域的技术研究主要集中在三部分:燃料电池系统相关、储氢罐和反应气体;由于HYUNDAI的专利数量较少,在该领域的技术研究主要在机械与自动控制方面,包括氢引擎、喷射泵、集成块、自动输入、压力控制等;除提到燃料电池外,LINDE在该分支的特征词语有反应室和加氢站等。

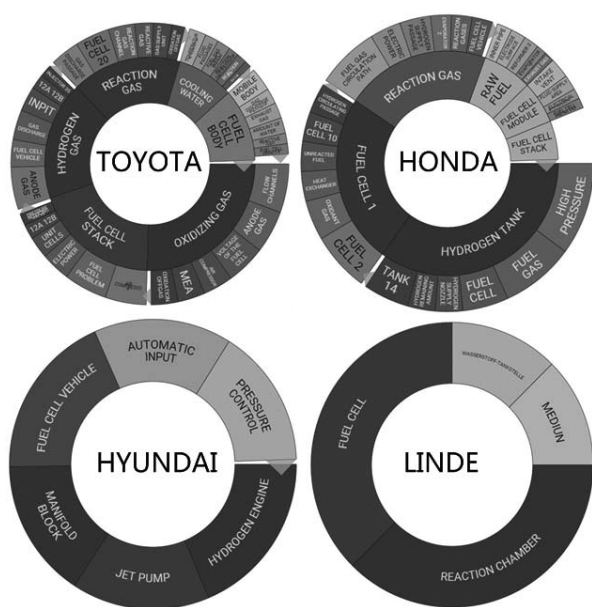


图9 燃料储备技术主要市场主体专利技术特征分析

4.3 燃料储备技术技术功效分析

本文对燃料储备技术的专利内容进行深层次分析,利用技术功效分析能够识别该技术的“专利雷区”和“专利空白区”,有利于了解燃料电池储备技术发展态势,帮助我国企业分析竞争态势,制定技术发展战略(见图10)。

燃料电池技术分支的技术研究主要集中在燃料电池类(燃料电池、电极、电解质)、温度控制类(冷却、热交换)、燃料类(制氢、传输氢、储氢)以及催化剂、水汽分离、氧化剂、通讯显示等类别。相比其他类别,燃料储备技术分支的燃料类(制氢、传输氢、储氢)技术研究所占比例并不大,大部分技术研究还是集中在诸如燃料电池、催化剂、温度控制、通讯显示等应用环

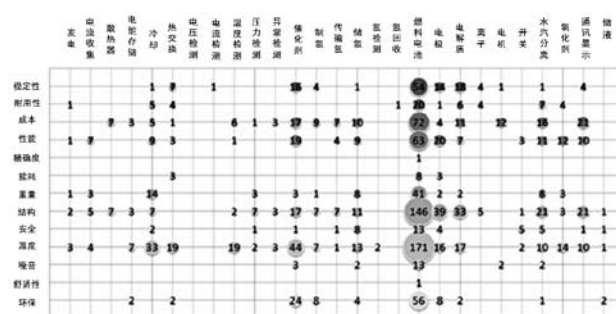


图10 燃料储备技术技术功效分析

节。这说明狭义的储氢目前发展已较为成熟,短时间内并没有较好的技术突破口。

该技术分支的功效研究主要集中在成本、性能、结构、温度、环保等方面。从综合技术与功效看,温度是大部分技术研究要考虑的问题,但燃料储备技术中可能会用到的状态检测类技术(电压检测、电流检测、温度检测、压力检测、异常检测)和氢检测技术相关研究均较少,涉及安全功效的研究也较少。

目前燃料电池汽车推行的阻力之一就在于燃料储备的安全性,而检测技术与安全研究均与燃料储备的安全性关系密切,如果想进一步推广燃料电池汽车,燃料储备的安全性需得到更多的重视。

5 结论与建议

本文对燃料电池及其关键技术进行专利总体态势分析、主要研发机构分析和分支技术分析。了解和掌握目前燃料电池领域及关键技术的发展趋势、竞争态势和技术机会,为我国企业分析制定燃料电池技术发展战略提供帮助。

燃料电池相关研发活动继续稳步推进,在2006年申请量达到顶峰,之后进入成熟期。前10家企业占燃料电池相关专利申请总量的44%。不同厂商的策略各异,TOYOTA为领军企业;HONDA是有力的竞争者;NISSAN疲于追赶;HYUNDAI自成一家,迅速赶上,是重要的新兴力量。燃料电池领域实际有价值的专利不超过2万件。基础技术的研发得到众多企业的重视,并没有集中于某一两家企业。

针对燃料电池重要分支技术——燃料储备技术,除日本传统汽车企业TOYOTA和HONDA占据重要地位外,韩国HYUNDAI和德国LINDE在燃料储备技术方面表现突出。HYUNDAI是该分支的新生力量,

LINDE则拥有该分支较为重要的专利。

储氢、传输氢等狭义的燃料储备技术短时间内并没有较好的技术突破口, 因此目前该分支以应用研究为主。各机构对燃料储备的检测技术和安全性研究较少, 鉴于社会各界对燃料储备安全性的顾虑, 检测技术与安全性将有较大发展。

参考文献

- [1] 毛宗强. 燃料电池[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 吴冰, 汤松臻. 质子交换膜燃料电池概述[J]. 科技与企业, 2013(20): 315.
- [3] 黄镇江. 燃料电池及其应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [4] 中国氢能源网. 美国会推动氢燃料电池立法[EB/OL]. (2012-09-17) [2016-03-25]. <http://www.china-hydrogen.org/fuelcell/mix/2012-09-17/1945.html>.
- [5] 王菊. 国内外燃料电池汽车发展政策综述[J]. 太阳能, 2013(11): 8-10.
- [6] FCVと水素ステーションの普及に向けたシナリオ[EB/OL]. (2010-03) [2016-03-25]. http://fccj.jp/pdf/22_csj.pdf.
- [7] 曹秉刚. 中国电动汽车技术新进展[J]. 西安交通大学学报, 2007, 41(1): 114-118.
- [8] 侯元元, 蔚晓川, 黄裕荣. 基于专利情报的我国燃料电池发展态势研究[J]. 中国科技信息, 2014(5): 65-68.
- [9] 中国汽车工程学会. 中国汽车工业年鉴2012[M]. 北京: 中国汽车工业协会, 2012.
- [10] 曹秉刚, 张传伟, 白志峰, 等. 电动汽车技术进展和发展趋势[J]. 西安交通大学学报, 2004, 38(1): 1-5.
- [11] 蒋海龙, 魏瑞斌. 国内电动汽车专利计量分析[J]. 现代情报, 2013, 33(3): 168-172.
- [12] 潘虹. 基于SNA的专利分析在燃料电池领域的应用研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2010.
- [13] IISTIC专利数据库[EB/OL]. [2016-03-25]. <http://www.istic.ac.cn/>.

作者简介

张海超, 男, 1989年生, 研究实习员, 研究方向: 专利信息挖掘, E-mail: zhanghc@istic.ac.cn。
张静, 女, 1975年生, 副研究员, 研究方向: 专利信息挖掘、技术竞争情报。
陈亮, 男, 1982年生, 助理研究员, 研究方向: 数据挖掘、专利分析。
雷孝平, 女, 1979年生, 副研究员, 研究方向: 专利分析、科技情报分析。

Research on Development Trend of Fuel Cell and Key Technologies Based on Patent Analysis

ZHANG HaiChao, ZHANG Jing, CHEN Liang, LEI XiaoPing
(Institute of Scientific and Technical of Information of China, Beijing 100038, China)

Abstract: Focusing on the electric vehicle industry, this paper analyzes fuel cell on the overall development trend, major R&D institutions, technology life cycle, the key branches of technology, and technology efficiency, based on patent data. With fuel cell technology matured, Japan has taken a leading position. China Patent applications increased year by year and our enterprises should be prepared to patent layout. There is no better technical breakthrough in the short time of fuel reserves technology. So our enterprises and research institutions can improve the detection technology and safety research on fuel reserve.

Keywords: Fuel Cell; Electric Vehicle; Fuel Reserves; Patent Analysis; Development Trend

(收稿日期: 2016-07-15)