

基于科技报告资源的燃料电池领域文献计量分析

陈洁 韩非 高尧 杨海燕 李磊 云杉

陕西省科学技术情报研究院 西安 710054

摘要 从科技计划项目产出的科技报告角度,采用文献计量的方法,利用 Ucinet、NetDraw,分别对燃料电池领域相关科技报告的共享程度、计划类别、研究热点、地域合作及研究机构进行分析。结果显示,涉及燃料电池相关研究的绝大部分科技报告来自于国家层面的科技计划项目资助。北京、上海、辽宁、天津等地产出的科技报告数量居前,各地区之间开展了一定的合作研究,但合作程度不高。高校在我国燃料电池领域的技术研发中发挥主导作用,企业及科研院所参与较少。

关键词: 燃料电池;科技报告;技术领域;文献计量

中图分类号: G353.1

开放科学(资源服务)标识码(OSID)



Bibliometric Analysis of Fuel Cell Based on Scientific and Technological Report Resources

CHEN Jie HAN Fei GAO Yao YANG Haiyan LI Lei YUN Shan

Institute of Scientific and Technology Intelligence of Shaanxi, Xi'an, 710054

Abstract From the point of view of scientific and technological project output, this paper uses the method of bibliometrics, Ucinet and NetDraw to analyze the sharing degree, plan category, hot spot, regional

基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划“基于多维度管理的陕西省科技报告体系设计研究”(2017JM7017)。

作者简介: 陈洁(1980-), 硕士, 助理研究员, 研究方向: 科技评估、科技报告, E-mail: 182184441@qq.com; 韩非(1979-), 馆员, 研究方向: 科技评估; 高尧(1985-), 硕士, 工程师, 研究方向: 科技项目管理; 杨海燕(1970-), 硕士, 高级工程师, 研究方向: 科技项目管理; 李磊(1977-), 助理研究员, 研究方向: 科技评估; 云杉(1983-), 硕士, 助理研究员, 研究方向: 科技评估。

cooperation and research organization of the related scientific and technological reports in the field of fuel cell. The results show that most of the science and technology reports related to fuel cell research come from the national level science and technology projects. The number of scientific and technological reports produced by Beijing, Shanghai, Liaoning, Tianjin ranks the top, and the cooperation studies have been carried out among various regions while the degree of cooperation is not high. Colleges and universities play leading roles in the research and development of fuel cells in China while enterprises and research institutes are less involved.

Keywords: Fuel cell; science and technology report; technical field; literature measurement

引言

燃料电池是将燃料与氧化剂中的化学能通过电化学反应方式直接转化为电能能量转换装置,是继火电、水电和核电之后的第四代发电技术,在能源领域占有举足轻重的地位^[1]。美国、德国、加拿大、日本等国都在燃料电池技术领域设立了大量研究项目及扶持政策,推进燃料电池领域的技术研发^[2-6]。我国也对燃料电池领域进行了大力政策扶持,2016年4月,发改委印发了《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》,并同时发布了《能源技术革命重点创新行动路线图》,提出氢能与燃料电池技术创新^[7]。2016年12月,国务院印发了《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》,提出“系统推进燃料电池汽车研发与产业化。加快提升燃料电池堆系统可靠性和工程化水平,完善相关技术标准。到2020年,实现燃料电池汽车批量生产和规模化示范应用”^[8]。

科技报告是科技人员为了描述其从事的科研、设计、工程、试验和鉴定等活动的过程、进展和结果,按照规定的标准格式编写而成的特种文献^[9]。《关于加快建立国家科技报告制

度的指导意见》(国发[2014]11号)中明确规定,财政性资金资助的科技项目必须呈交科技报告^[10]。2014年3月1日,国家科技报告服务系统上线运行,各地方科技报告服务系统也陆续开通运行。随着科技报告资源的持续有序积累,如何利用科技报告为科技创新发展提供支撑,充分发挥科技报告资源的作用,成为下一步研究的重点。本文通过国家及各地方科技报告服务系统中燃料电池相关主题的科技报告资源,分析目前我国燃料电池技术领域项目的布局及发展状况,以期能为科技管理部门、研发机构提供决策信息参考。

1 相关研究综述

从目前已有的文献来看,有众多学者通过专利数据对燃料电池领域的技术创新状况及科研合作关系进行了分析研究。吴红等^[1]采用对比分析法,从时间序列趋势、研发领域、创新质量、法律状态、专利主体、同族专利多维度,对中国知识产权网公布的燃料电池领域发明专利进行对比分析。张海超等^[11]从专利数据角度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。张群等^[12]基于 Innography 专利分析平台研究了世界范围内燃料电池车技术的发展趋势，分别进行了发明人所在地、专利技术应用国、IPC、专利申请人和专利强度的分析。顾震宇等^[13]聚焦燃料电池机动车辆应用领域，在文献调研的基础上，绘制专利地图，并从技术研发规模、技术及产业发展趋势、重点技术领域、地域分布和竞争机构等方面展开专利分析。黄蕾等^[14]借助于生存分析理论模型以及生命表方法，计算出各类专利权人各年的专利有效率以及中位数和半衰期，对我国燃料电池的发明和实用新型专利有效性规律进行探索。黄鲁成等^[15]以燃料电池技术为例，利用专利信息分析中专利技术生命周期的方法来研究技术所处的发展阶段。对来源于中国专利检索数据库中的专利信息进行分析，揭示了我国在燃料电池领域技术的发展状况及趋势。侯元元等^[16]从多层关系网络视角出发，构建基于论文和专利的多层科研合作关系网络。通过对燃料电池论文和专利数据的实证研究发现：多层科研合作关系网络相比论文合著网络和专利合作网络，能更好的反映各个机构之间的科研合作关系。

上述研究大多通过专利数据对燃料电池领域的发展状况进行分析，近年来，国家出台多个政策文件持续推进科技报告制度建设，国家及各地方科技报告服务系统实现对社会的开放共享服务，作为国家重要的战略性资源，科技报告依托科技计划项目产生，而科技计划项目的部署体现了国家及地方科技发展的战略重点、总体布局及前沿领域，着力解决关系国家及地方未来发展的重大科学问题和关键技术问题^[17]。

因此，科技报告资源承载着丰富的科技信息，能充分反映国家及地方科技发展的最新特征和最高水平。雷孝平等^[18]通过科技报告资源对电动汽车领域的技术现状及未来发展趋势进行了研究。本文通过对燃料电池技术领域的科技报告数据资源进行整理分析，力图从不同角度揭示燃料电池领域的布局及发展。

2 数据来源

以国家及各地方科技报告服务系统收录的科技报告为数据源，截止 2017 年 3 月，国家科技报告服务系统共上线科技报告 85146 份^[19]。其中，国家层面包括国家自然科学基金委员会、科技部、交通运输部产出的 76154 份科技报告。由于国家科技报告服务系统与各地方科技报告服务系统之间的数据交汇存在时间差，为了获取最新及最全的数据，本文中的地方科技报告数据以各省科技报告服务系统中上线的科技报告为数据源，目前共有浙江、江苏、辽宁、广东、陕西等 21 个省份开通了科技报告服务系统，其中湖北、四川、新疆的科技报告服务系统无法实现统一检索，对其余 18 个省上线的 16068 份科技报告进行检索，故本文中数据源为国家科技报告服务系统中的 76154 份科技报告和地方服务系统中的 16068 份科技报告。

以“摘要 = 燃料电池”分别在国家科技报告服务系统及各地方科技报告服务系统中进行检索，共检出科技报告 345 份，剔除国家与地方科技报告服务系统中重复的数据及不相关的数据，得到科技报告 319 份，其中，国家科技报告 270 份、地方科技报告 49 份，检索时间为

2017年3月22日。采用文献计量的方法,生成Excel共词矩阵,然后通过Ucinet社会网络分析软件、NetDraw绘图软件做出对应图、表,分别对其共享程度、计划类别、研究热点、地域合作及研究机构情况进行统计分析。

3 数据统计分析

3.1 共享程度分析

从燃料电池技术领域科技报告的公开共享程度来看,84%(268份)的科技报告实现了对社会的公开共享,可见绝大部分的科技报告都可即时供科研人员查阅参考,而少部分科技报告由于论文发表、专利申请等知识产权保护的原因延期公开,延期公开的报告在到期后也将实现对广大科研人员的全文共享,最大程度的发挥了科技报告的学术价值,如图1所示。社会公众在国家科技报告服务系统实名注册登录后即可浏览报告全文,了解我国燃料电池技术项目研究及进展状况。

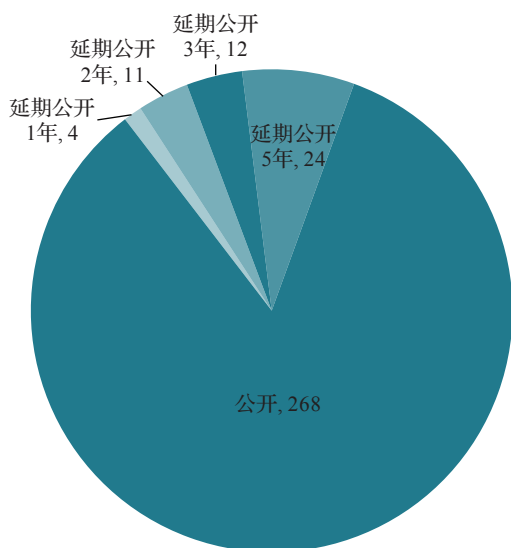


图1 燃料电池领域科技报告公开共享情况

3.2 计划类别分析

从319份科技报告产出的计划类别来看,涉及国家高技术研究发展计划等8类国家科技计划以及浙江、安徽、福建等8个省的自然科学基金、公益技术应用研究、科技重大专项、工业攻关及成果产业化等18类地方科技计划。见表1。其中,国家科技计划项目涉及的与燃料电池研究与利用有关的科技报告占到84.6%,特别是“863计划”,产出科技报告167份,占到52.4%。燃料电池产业是国家从各个战略规划层面着力部署的一个重要方面,可见,“863计划”在发展前沿技术研究,部署高技术的集成应用和产业化示范方面,充分发挥了引领和支撑作用。与国家科技计划相比,各地方燃料电池技术领域相关科技报告的产出数量较少,仅占到15.4%,从各地方的支持渠道来看,主要是来源于各省的自然自然科学基金,包括浙江、安徽、江苏、山东、黑龙江、辽宁6个省份,呈现出覆盖范围广、数量集中的特点。

3.3 研究热点分析

从319份科技报告中出现的903个关键词来看,燃料电池、质子交换膜燃料电池、固体氧化物燃料电池、膜电极、催化剂、微生物燃料电池、石墨烯等出现频次较高,反映了我国燃料电池技术领域的研究热点及趋势,出现频次5次及以上的关键词如表2所示。各种类型的燃料电池仍是较多科研项目的研究方向,如质子交换膜燃料电池、固体氧化物燃料电池、微生物燃料电池。燃料电池汽车及动力系统等相关部件也有较多研究。

表 1 燃料电池领域科技报告计划类别分布

序号	计划类别	报告数量	序号	计划类别	报告数量
1	国家高技术研究发展计划(863)	167	14	国家科学技术奖励项目	2
2	国家自然科学基金委员会面上项目	45	15	江苏省政策引导类计划(产学研合作)	2
3	国家重点基础研究发展计划(973)	18	16	山东省科技重大专项(新兴产业)	2
4	国家科技支撑计划	17	17	辽宁省工业攻关及成果产业化	2
5	国家国际科技合作专项	14	18	浙江省科技型中小企业创新基金	1
6	浙江省自然科学基金	10	19	福建省基本计划	1
7	安徽省自然科学基金	8	20	广东省公益研究与能力建设	1
8	江苏省基础研究计划(自然科学基金)	7	21	广东省前沿与关键技术创新	1
9	国家重大科学研究计划	5	22	山东省重点研发计划	1
10	浙江省公益技术应用研究	3	23	山东省自然科学基金计划	1
11	浙江省创新人才培养引进项目	3	24	山东省自然科学基金杰出青年基金	1
12	广东省其他计划	3	25	黑龙江省自然科学基金(面上项目)	1
13	国家重大科学仪器设备开发专项	2	26	辽宁省自然科学基金	1

表 2 燃料电池领域科技报告关键词分布

关键词	频次	关键词	频次
燃料电池	92	功率密度	6
质子交换膜燃料电池	18	产电	6
质子交换膜	17	电极材料	6
固体氧化物燃料电池	17	储氢材料	6
膜电极	15	燃料电池动力系统	5
催化剂	14	动力系统	5
微生物燃料电池	12	电堆	5
石墨烯	11	稳定性	5
示范运行	8	金属双极板	5
制氢	8	高温质子交换膜	5
电动汽车	8	可靠性	5
新能源汽车	7	耐久性	5
双极板	6	燃料电池发动机	5
燃料电池汽车	6	燃料电池轿车	5
电催化剂	6		

3.4 地域合作分析

利用 Ucinet 社会网络分析软件对 319 份科技报告的研究机构所在地区的点度中心度进行

计算,并绘制出区域合作的可视化网络图(见图 2)。该网络有一定的集中趋势但仍有一些地区相互之间关联不大甚至没有关联。由图 2 可

见，我国燃料电池领域科技报告的地域分布以北京、上海、辽宁、天津、湖北为中心，逐渐扩展到安徽、四川、福建、吉林、浙江等省。

除了我国各地区之间开展了多种交流合作外，与日本、加拿大、瑞典等国外的研究机构也开展了合作研究。

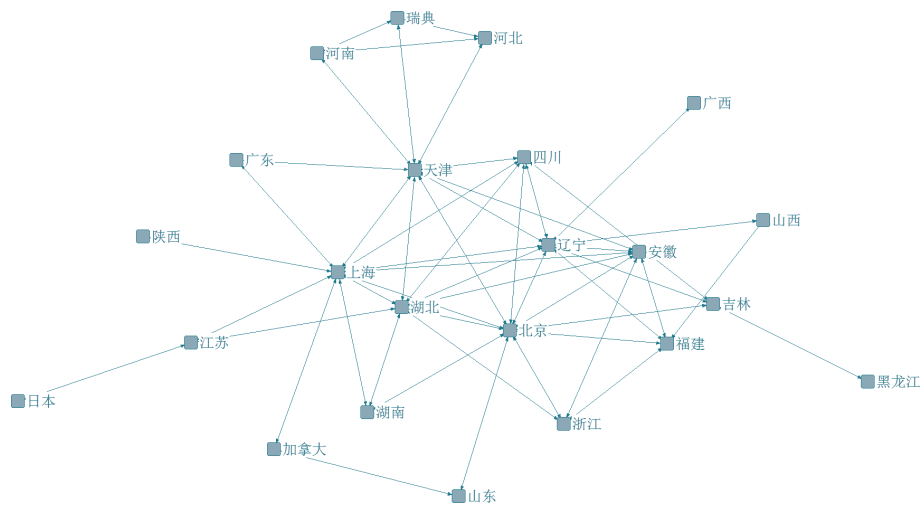


图 2 不同地区间燃料电池相关研究的合作网络

3.5 研究机构分析

(1) 主要研究机构

共有 170 个单位产出了与燃料电池技术领域相关的科技报告。表 3 列出了产出科技报告 5

份及以上的研究机构，可以看出，以清华大学等为代表的高校占了大多数，而以新源动力股份有限公司等为代表的企业和以中科院大连化学物理研究所等为代表的科研院所也参与其中。

表 3 燃料电池技术领域科技报告的产出机构排名

报告单位	报告数量	报告单位	报告数量
清华大学	32	中国科学技术大学	8
中科院大连化物所	26	天津大学	8
同济大学	19	上海神力科技有限公司	7
浙江大学	19	中国汽车技术研究中心	7
新源动力股份有限公司	14	吉林大学	6
华南理工大学	12	厦门大学	5
上海交通大学	11	武汉大学	5
武汉理工大学	9	大连理工大学	5
上海燃料电池汽车动力系统有限公司	9	中科院上海微系统与信息技术研究所	5

按照机构性质划分，分别对产出报告数量最多的高校、科研院所和企业各自的研究方向及合作情况进行分析，进一步了解不同机构性质的研究情况。

其中，高校产出报告数量最多的是清华大学，共 32 份，在车用燃料电池关键技术、燃料电池最大许可加载速度的研究、高温质子交换

膜燃料电池堆开发技术、燃料电池快速寿命评价法与在线故障诊断技术研究等项目研究方面开展了大量工作，并与中国科学技术大学、中

科院大连化学物理研究所、上海交通大学、新源动力股份有限公司等单位开展了广泛的合作研究。如图 3 所示。

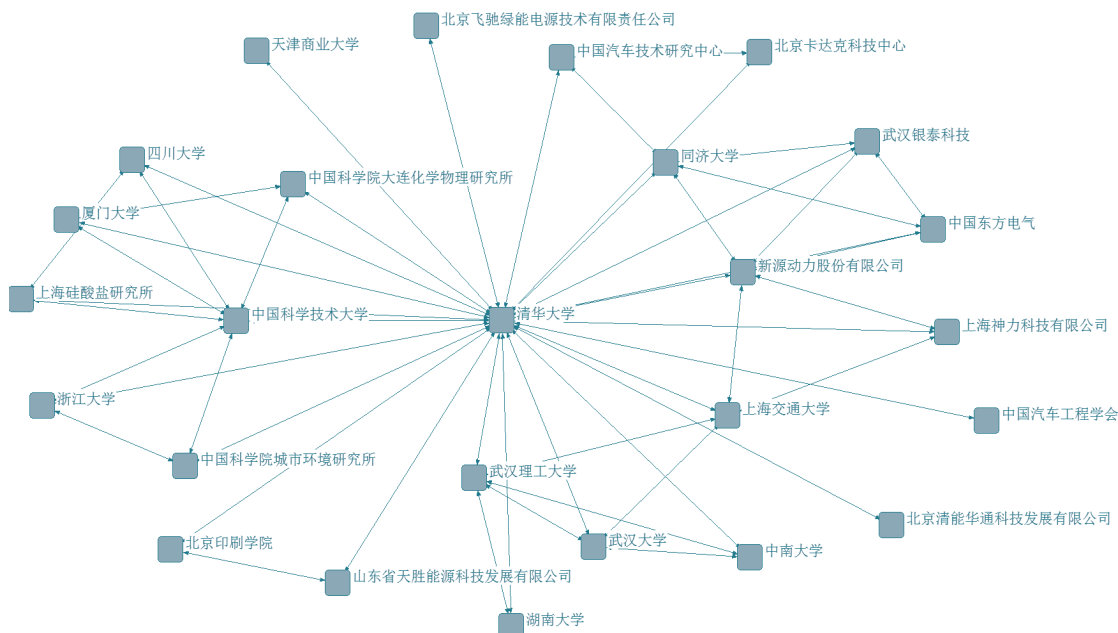


图 3 清华大学合作情况可视化分析

科研院所中产出报告数量最多的是中科院大连化学物理研究所，共 26 份，在基于贵金属替代的新型动力燃料电池关键技术和理论基础研究、一体化甲醇重整氢气燃料电池系统技术、模块化直接甲醇燃料电池移动

电源系统、百瓦级碱性膜直接液体燃料电池研究开发等项目上开展了研究工作，并与厦门大学、清华大学、中国科学技术大学、大连交通大学等单位开展了合作研究。如图 4 所示。

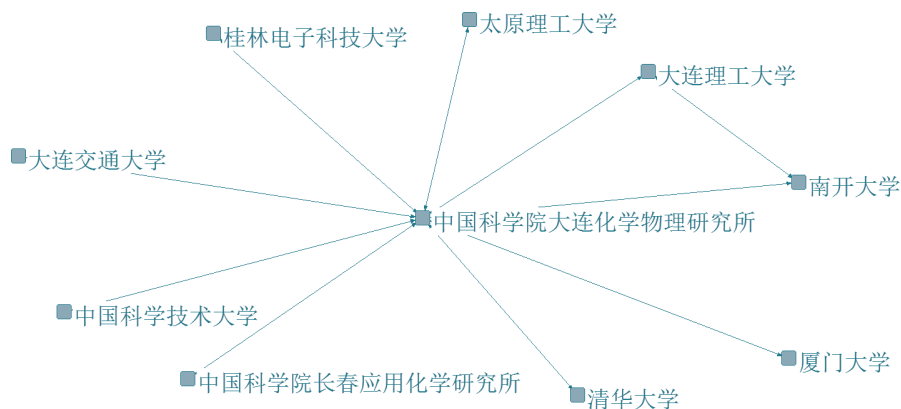


图 4 中科院大连化物所合作情况可视化分析

企业中产出报告数量最多的是新源动力股份有限公司，共 14 份，在面向示范和产品验证车用燃料电池系统开发、增强型质子交换膜应用技术研究、低铂高性能车用燃料电池电堆技

术、燃料电池金属双极板制备及电池堆技术等项目上进行了相关研究，并与上海交通大学、清华大学、天津大学、武汉银泰科技等单位进行了相关合作。如图 5 所示。

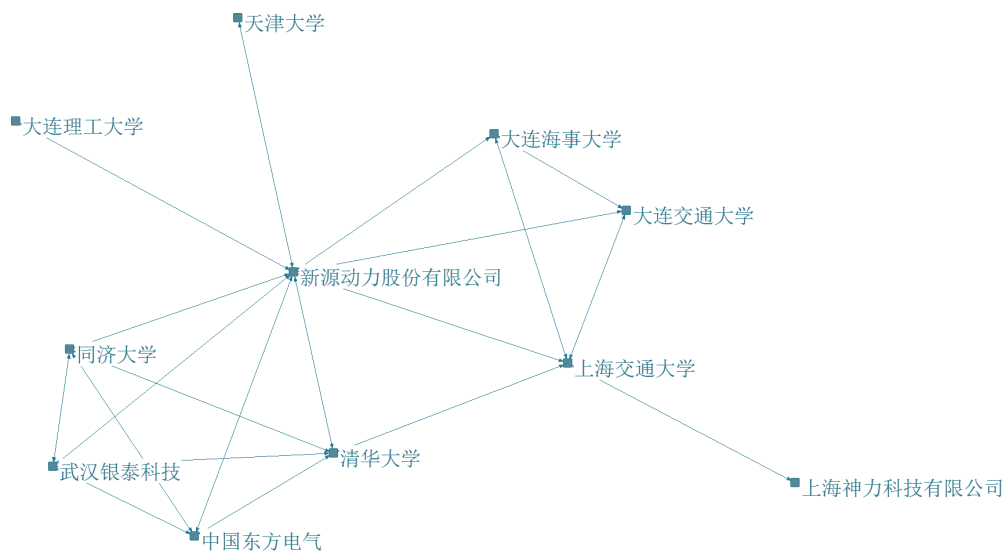


图 5 新源动力合作情况可视化分析

(2) 不同性质研究机构合作情况

产出的 319 份科技报告中，有 253 份为独立完成，其余 66 份为不同单位之间合作完成，占 20.7%，合作程度不高。不同性质机构的合作情况如表 4 所示。在独立完成的科技报告中，高校独立完成的数量最多，占到总数的将近一半，科研院所和企业独立完成的数量占比相当；在合作完成的科技报告中，高校与企业之间的合作数量最多，其次是高校与院所、高校之间的合作，可见高校在我国燃料电池领域的技术研发中发挥着重要的作用，而企业之间、企业与院所之间开展的合作研究较少。国外发达国家实行的是政府到私人企业、公司的研发，已有几十年的历史，很多技术已经成熟，目前我国应推进产业化、商业化、市场化，加强高校、科研院所、企业之间的产学研合作，

促进科技成果的转化及应用。

表 4 产出科技报告的机构合作情况

	机构性质	报告数量	占比
独立完成	高校	149	46.7%
	院所	56	17.6%
	企业	48	15.1%
合作完成	高校与企业	22	6.9%
	高校与院所	18	5.6%
	高校与高校	11	3.4%
	高校、企业、院所	7	2.2%
	企业与企业	6	1.9%
	企业与院所	2	0.6%

4 结语

科技报告是一种基础性、战略性科技资源，是国家和地区科技实力的重要体现。通过对科

技报告资源的收集、整理、利用,有利于加强各级各类科技计划协调衔接、避免科技项目重复部署,有利于广大科研人员共享科研成果、提高科技投入效益,有利于社会公众了解科技进展、促进科技成果转化应用。本文从科技报告角度,采用文献计量的方法,利用 Ucinet、NetDraw,分别对燃料电池领域相关科技报告的共享程度、计划类别、研究热点、地域合作及研究机构进行初步分析。研究认为,国家科技计划项目发挥了引领和支撑作用,各地区的相关合作研究有待加强,企业在燃料电池研究中应发挥出更大的作用。研究中存在数据样本量偏小及数据滞后性的问题,随着国家科技报告服务系统的不断更新及完善,后续将持续开展更深入的跟踪研究,以期更好地发挥科技报告资源的重要作用。

参考文献

- [1] 吴红,董坤,付秀颖.中国燃料电池领域专利情报对比分析[J].情报杂志,2014(7):33-37.
- [2] 黄镇江.燃料电池及其应用[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 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.
- [4] 中国氢能源网.美国燃料电池法规与政策重大进展报告[EB/OL].[2017-03-28].<http://www.china-hydrogen.org/cs/2013-01-31/2316.html>
- [5] 梁慧.日本氢能源技术发展战略及启示[J].国际石油经济,2016,24(8):87-95.
- [6] 陈黎,陈翌,许思传.国内外燃料电池汽车促进政策和激励措施研究[J].上海汽车,2009(12):3-7.
- [7] 发展改革委国家能源局.《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》[EB/OL].(2016-06-01)[2017-03-28].http://www.gov.cn/xinwen/2016-06/01/content_5078628.htm
- [8] 国务院.国务院关于印发“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知[EB/OL].(2016-12-19)[2017-03-28].http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm
- [9] 国务院.国务院办公厅转发科技部关于加快建立国家科技报告制度指导意见的通知[EB/OL].(2017-09-10)[2017-03-28].http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-09/10/content_9071.htm
- [10] 贺德方.中国科技报告制度的建设方略[J].情报学报,2013,32(5):452-458.
- [11] 张海超,张静,陈亮,等.基于专利的燃料电池及关键技术发展态势研究[J].数字图书馆论坛,2016(8):29-35.
- [12] 张群,张柏秋.燃料电池车专利情报研究——基于Innography专利分析平台[J].情报杂志,2014(7):38-43.
- [13] 顾震宇,路炜,肖沪卫.燃料电池机动车辆专利地图研究[J].汽车工程,2010,32(2):173-178+182.
- [14] 黄蕾,张鹿.我国燃料电池技术专利有效性研究[J].情报杂志,2015(4):49-53.
- [15] 黄鲁成,韩佳.基于专利信息分析的燃料电池技术生命周期研究[J].制造业自动化,2008,30(6):25-27.
- [16] 侯元元,夏勇其,刘彤,等.基于期刊论文和专利文献的多层科研合作关系网络研究[J].情报学报,2014(10):92-113.
- [17] 侯人华.科技报告政策体系及服务方式研究[J].情报学报,2013,32(5):472-477.
- [18] 雷孝平,陈亮,刘玉琴,等.基于科技报告的电动汽车技术现状及发展趋势研究[J].中国科技资源导刊,2017,49(3):83-90.
- [19] 中国科学技术信息研究所.国家科技报告服务系统[EB/OL].[2017-03-28].<http://www.nstrs.cn/>