

2006—2015年新能源汽车电池技术专利数据分析

谭春辉 吴晓风 程 凡

(华中师范大学信息管理学院, 湖北武汉 430079)

摘要: 以新能源汽车电池技术申请专利作为数据来源, 运用统计分析方法和社会网络分析方法, 对新能源汽车电池技术现状进行研究, 得出结论: 目前新能源汽车电池专利申请数量呈现明显的增长趋势, 新能源汽车电池技术正处于技术成长期。进一步对新能源汽车电池领域所涉及技术主题进行分析, 识别该领域的基础技术与核心技术, 提出在发展新能源汽车电池技术中, 我国核心技术竞争力偏弱, 新能源汽车电池技术整体竞争力与国外同行还存在很大的差距。

关键词: 专利分析; 新能源汽车电池; 电池技术; 社会网络分析; 统计分析方法

中图分类号: G350

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2018.02.008

Research on Development of New Energy Vehicle Battery Based on Patent Analysis from 2006 to 2015

TAN Chunhui, WU Xiaofeng, CHENG Fan

(School of Information Management, Central China Normal University, Wuhan 430079)

Abstract: By using patents of the new energy vehicle battery technology as a data source, and the application of statistical analysis method and social network analysis method, this paper comes to conclusion of clear increase trend of new energy vehicles battery patents and being technique development time of it; identification of basis technology and core technology by analysis involved technology subject; and existing weaker core technology competitiveness in developing for the new energy automotive battery technology.

Keywords: patent analysis, new energy vehicles battery, battery technology, social network analysis, statistical analysis method

在新能源汽车发展过程中, 对电力驱动的新能源汽车的研究与开发已成为重中之重, 电池技术是电力驱动的新能源汽车产业发展的核心技术。世界各国对技术的保护意识越来越强烈, 纷纷对已有技术成果申请专利, 进行关键技术保护。在2010年11月颁布的《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》中, 强调要重点突破

包括动力电池在内的新能源汽车领域关键核心技术^[1]。2012年7月国务院印发了《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》, 将电驱动的新能源汽车作为未来十年中国新能源汽车发展的重点对象^[2]。随后, 为规范新能源汽车电池行业, 工业和信息化部于2015年3月又发布了《汽车动力蓄电池行业规范条件》^[3]。

作者简介: 谭春辉(1975—), 男, 管理学博士, 华中师范大学信息管理学院副教授、硕士生导师, 主要研究方向: 信息计量与科学评价、电子商务诊断; 吴晓风(1991—), 男, 华中师范大学信息管理学院硕士研究生, 研究方向: 信息计量与科技管理; 程凡(1992—), 女, 华中师范大学信息管理学院硕士研究生, 研究方向: 信息计量。

基金项目: 2016年度中央高校基本科研业务费专项资金项目“华中师范大学科研绩效评价年度报告”(CCNU16A02014)。

收稿日期: 2017年7月13日。

目前,国内外对新能源汽车产业发展状况及其发展对策的研究文献较多,而针对其核心组件——电池技术的专门研究文献较少。Stienecker^[4]、Max Ahman^[5]、Oltra 和 Saint^[6]、徐国祥等^[7]、黄青斌等^[8]、阎冬等^[9]、赵蓉英与全薇^[10]、张丰等^[11]对新能源汽车的研究大多集中在理论综述,或仅限于专利数据的分析,而对其电池技术的相关研究较少。本文在使用新能源汽车电池专利数据探究其发展状况和趋势的基础上,将更加深入地对电池技术进行挖掘,以找出我国未来新能源汽车电池技术的重点发展方向。

1 数据来源与研究方法

本文分析数据来源于国家知识产权局专利数据库(SIPO)。该专利数据库收录了103个国家、地区和组织的专利数据,以及引文、同族、法律状态等数据信息,其收录范围包括中国、美国、日本、韩国、英国、法国、德国、瑞士、俄罗斯等国家以及欧洲专利局和世界知识产权组织的专利数据,数据范围较为广泛。

通过大量资料梳理得到新能源汽车电池技术的基本构成,主要分为3部分:动力电池、电池管理系统、动力电池回收处理及相关配套装置。从新能源汽车电池技术的基本构成中提取关键词“动力电池”作为专利检索字段,检索专利类型包括发明专利、实用新型专利和外观设计专利,申请时间为“十一五”“十二五”规划期间,即2006年1月1日到2015年12月31日,对专利名称、IPC分类号、申请时间和专利文本摘要进行专利数据检索,检索时间为2017年4月20日,经过人工除噪后最终检索得到有效专利1263件。本文将采取文献分析法、计量分析法、社会网络分析法3种研究方法对所获得的专利数据进行分析研究。

(1) 文献分析法。通过阅读大量国内外新能源汽车电池技术及专利分析方法相关文献,充分了解国外新能源汽车电池技术与我国新能源汽车电池技术的发展状况。

(2) 计量分析法。将由中华人民共和国国家

知识产权局专利数据库(SIPO)中检索得到的专利数据进行规范化整理,并对新能源汽车电池技术发展现状进行定性分析、定量分析。

(3) 社会网络分析法。鉴于社会网络分析法对于合作网络的研究非常有效,本文将采用社会网络分析法,对同时拥有两个或多个专利号的专利进行统计分析和共现分析,找到该件专利同时涉及多个技术主题的具体内容及存在的内在关联。

2 专利申请趋势与技术生命周期

对新能源汽车电池技术2006—2015年专利申请数量的变化进行分析,结果如图1所示。从总体上看,新能源汽车电池专利申请数量基本呈上升发展趋势。“十一五”规划时期(2006—2010年)每年的新能源汽车电池技术专利申请量均较少。这说明新能源汽车电池相关技术研究水平较低,处于技术发展起步期与瓶颈期。我国新能源汽车产业在2009年拉开序幕,此时进行的工作大多为动力电池相关标准的研究和制修订工作;“十二五”规划时期(2011—2015年)专利申请量出现了较快的增长,从2010年的92件增长到2011年的161件,增长速度较快,在一定程度上可以说明技术发展较为迅速。2015年专利申请数量为231件,说明新能源汽车电池相关基础研究趋于完善,电池技术不断进步,基础技术的不断提高,形成了新能源汽车电池的关键技术,同时国际新能源汽车产业也越来越重视跨国合作,各大新能源汽车企业之间的合作越来越紧密。

技术生命周期一般包含以下4个周期性变化:技术起步阶段、技术成长阶段、技术成熟阶段和技术衰退阶段。利用专利申请数量、专利申请数量与时间序列之间的关系对其技术生命周期进行分析。图2为新能源汽车电池技术生命周期图。

可以看出,目前新能源汽车电池正处于技术成长期,表现为相关专利申请数量和专利申请数量快速增加。以2010年为界,2011年新能源汽车电池领域专利申请量和专利申请人数

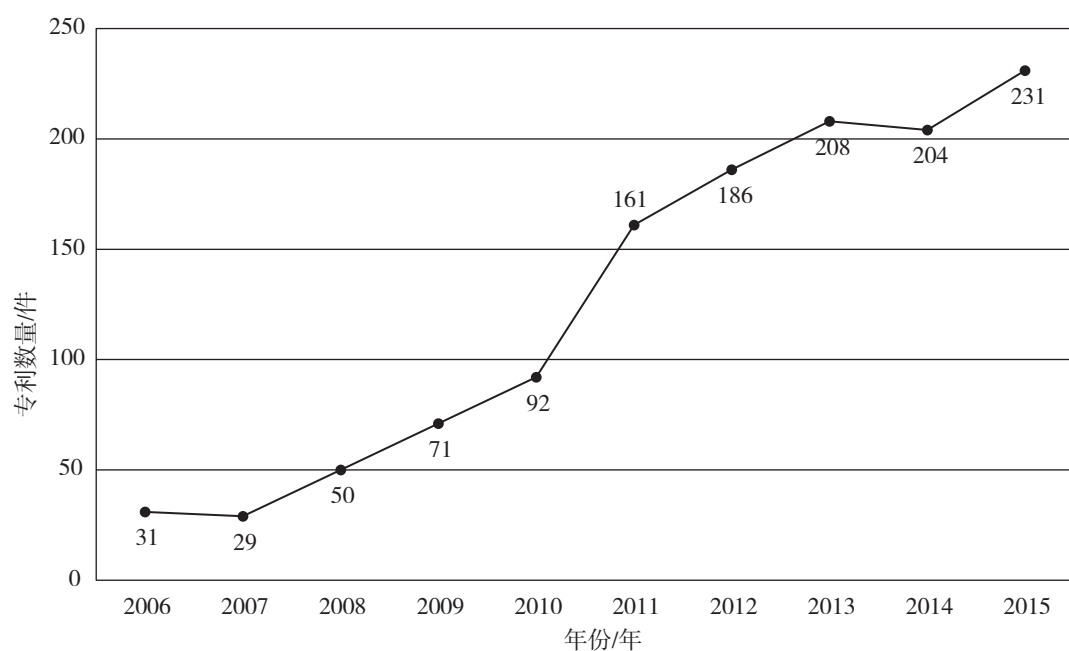


图1 2006—2015年新能源汽车电池专利申请量分布

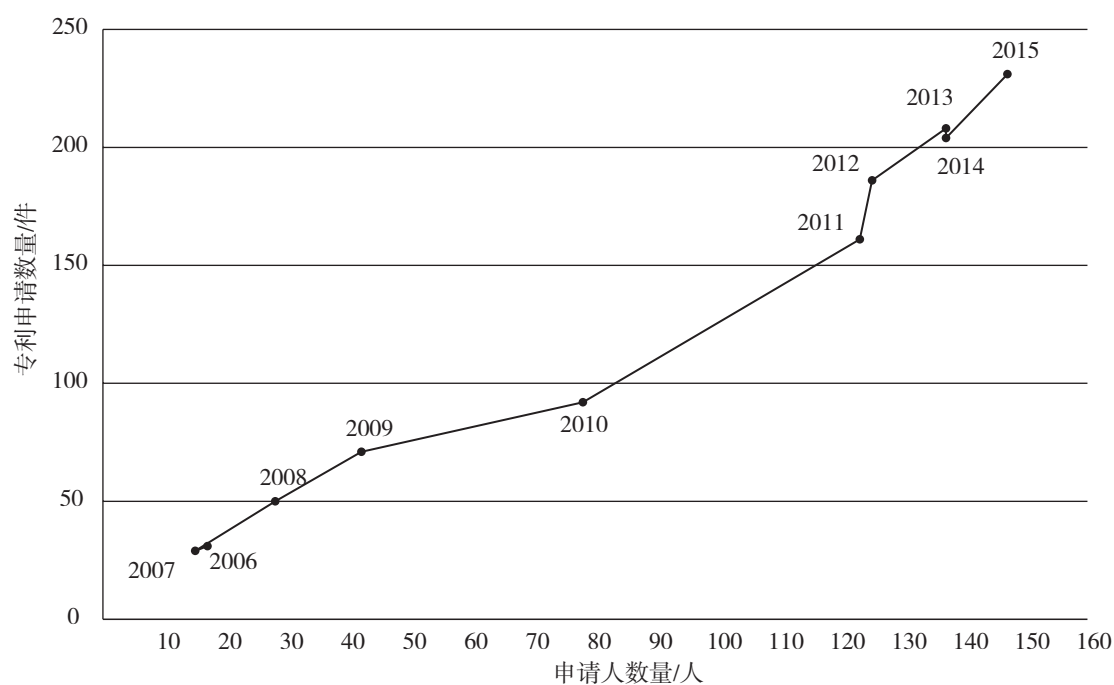


图2 新能源汽车电池技术生命周期图

量与2010年相比分别增长了57%和75%。经过“十一五”规划期间（2006—2010年）的全面探索，为后期的快速发展奠定了良好的理论与技术基础，而在“十二五”规划期间（2011—2015），国家出台了多项有利政策，将纯电驱动电池的技

术突破上升到国家级战略层面，极大地推动了我国电池技术的开发与进步。在此期间，我国电池产业规模在世界范围内处于领先地位，在一定程度上也形成了相对竞争优势。在全球范围内新能源汽车电池技术属于新兴技术，现阶段处在技术

的快速发展时期。随着技术的不断进步，未来成长空间很大，前景较好，不断有更多的研究主体（企业、科研机构、个人）投入到新能源汽车电池技术的研发中。

3 专利主要竞争机构

创新不仅决定了企业能否获得竞争优势，而且是应对市场竞争的核心策略^[12]。专利申请人所获得的专利权数量在一定程度上可以视为其在该领域的技术创新能力与市场竞争力。据此，对新能源汽车电池技术领域中专利申请人的专利申请量进行统计分析，排在前十位的专利申请人如表1所示。

从表1可以看出，排在第一位的日本丰田自动车株式会社在新能源汽车电池技术领域的研发基础很牢固，研发实力较为突出，我国可对其在该领域的研发重点适当进行跟踪研究。我国奇瑞汽车股份有限公司和比亚迪股份有限公司分别排在第二位和第三位。紧随其后的是韩国现代自动车株式会社和美国通用汽车环球科技运作有限责任公司。我国对新能源汽车电池技术的研发起步虽然较晚，但在专利申请人统计分析中，申请量前十名中占了六名，说明随着新能源汽车产业的发展以及国家的引导，在“十一五”“十二五”规划期间，我国新能源汽车相关企业对电池技术的研发投入较大，也获得了明显的成果，成长速度较快。同时，企业与政府之间、企业与企业之间的合作也更加密切。2014年，中国北汽集团和

德国西门子合作建立了“北京西门子汽车电驱动系统有限公司”，共同打造新能源汽车驱动系统；2017年，北京顺义区人民政府、北京汽车集团有限公司、孚能科技有限公司三方达成战略合作，将在顺义区共同建设新能源汽车动力电池研发与制造基地。

4 基础技术

Jaffe A^[13]以广泛性作为基础技术的特性，将基础技术定义为支持整个行业生产与发展的基本技术。本文所获取的1263件新能源汽车电池专利数据，共涉及389个不同的IPC分类号小类。对各个分类号小类出现的次数进行统计，出现的频次越多表征其所代表的电池技术具有的广泛性越高，具体情况如表2、表3所示。

从表2和表3中IPC分类号分布情况可以看出，目前新能源汽车电池的研发以电学方向为主，以运输方向为辅。电学中电器元件为新能源汽车电池生产中最基础的组成元素，化学能转换为电能是其中最为基础的技术。排在前十位的IPC分类号小类H02J电能存储系统值得注意。目前全球范围内新能源汽车已投入使用，而电池续航能力也成为其发展瓶颈之一，电池的储能能力的改进已成为新能源汽车电池技术研发中的重要问题，同时对研发主题进行分析也发现电池的电能存储系统问题是这一IPC分类号应用相关的主要问题。

本文对各个分类号小组出现的次数进行统计，从中选取排名前10位的IPC分类号，深入分析其所代表的技术主题，具体情况如表4所示。

从表4可以看出，新能源汽车电池相关专利主要集中在H（电学）部，反映了其电学技术属性。其中，IPC分类号为H01M2/10的专利数量最多，其次是IPC分类号为B60L11/18。通过对新能源汽车电池相关专利涉及IPC分类号的统计分析发现：（1）化学能转换为电能技术是关键；（2）其他的技术组成主要包括新能源汽车电池相关辅助与维护的装置或方法、电池温控技术以及电池的导电联接等；（3）蓄电池的具体构造与制

表1 新能源汽车电池技术主要竞争机构分析

申请公司	国家	专利数/件
丰田自动车株式会社	日本	61
奇瑞汽车股份有限公司	中国	49
比亚迪股份有限公司	中国	45
现代自动车株式会社	韩国	35
通用汽车环球科技运作有限责任公司	美国	32
北汽福田汽车股份有限公司	中国	30
新源动力股份有限公司	中国	30
铃木株式会社	日本	30
上海汽车集团股份有限公司	中国	29
重庆长安汽车股份有限公司	中国	28

表2 新能源汽车电池专利IPC分类号分布情况

分部号	大类类号及类名	小类类号	专利数量/件	小计/件
H 电学	H01 基本电气元件	H01M	2684	2786
		H01R	18	
	H02 发电、变电或配电	H02J	84	
B 运输	B60 一般车辆	B60L	222	464
		B60K	181	
		B60H	25	
		B60R	25	
	B23 金属加工	B23K	11	
G 物理	G01 测量、测试	G01R	29	47
	G05 控制、调节	G05B	18	
C 化学	C08 有机高分子化合物、其制备或化学加工、以其为基料的组合物	C08L	11	11

注：由于每件专利文献中包含的IPC分类号个数可能大于1，不排除最终IPC分类号的专利数量相加大于总专利申请数量的可能。

表3 新能源汽车电池专利IPC分类号小类分布情况

IPC分类号	专利数量/件	技术主题
H01M	2684	用于直接转变化学能为电能的方法或装置，如电池组
B60L	222	电动车辆的电力设备或动力装置；车辆辅助装备的供电；一般车辆的电力制动系统；电动车辆的监控操作变量；用于车辆的磁力悬置或悬浮；电动车辆的电气安全装置
B60K	181	车辆动力装置或传动装置的设置或安装；两个以上不同的原动机的布置或安装；车辆用仪表或仪表盘；车辆辅助驱动装置；车辆动力装置的冷却、进气、排气或燃料供给结合的布置
H02J	84	供电或配电的电路装置或系统；电能存储系统
G01R	29	测量电变量；测量磁变量
B60H	25	车辆客室或货室专用加热、冷却、通风或其他空气处理设备的布置或装置
B60R	25	车辆配件或车辆部件
G05B	18	一般的控制或调节系统；这种系统的功能单元；用于这种系统或单元的监视或测试装置
H01R	18	导电连接；一组相互绝缘的电连接元件的结构组合；连接装置；集电器
B23K	11	在点焊、缝焊或切割中电极的自动供给
C08L	11	高分子化合物的组合物

注：由于每件专利文献中包含的IPC分类号个数可能大于1，不排除最终IPC分类号的专利数量相加大于总专利申请数量的可能。

表4 新能源汽车电池专利IPC分类号小组占比情况

IPC分类号	专利数量/件	占比/%	技术主题
H01M2/10	292	23.12	安装架；悬挂装置；减震器；搬运或输送装置；保持装置
B60L11/18	201	12.91	使用初级电池、二次电池或燃料电池供电的
H01M10/42	183	14.49	使用或维护二次电池或二次半电池的方法及装置
H01M10/625	175	13.86	车辆
H01M8/04	149	11.80	辅助装置或方法，例如用于压力控制的，用于流体循环的
H01M10/50	138	10.93	加热或冷却或调节温度
H01M10/613	120	9.50	冷却或保持低温
B60K1/04	90	7.13	用于动力装置蓄电器的
H01M10/058	82	6.49	构造或制造（二次电池及其制造）
H01M2/20	81	6.41	电池的导电联接

注：①由于每件专利文献中包含的IPC分类号个数可能大于1，不排除最终IPC分类号的专利数量相加大于总专利申请数量的可能；
②此处二次电池是指蓄电池，是利用可逆的电化学反应来储蓄和供给电能的。

造是目前研发的重要组成部分，IPC 分类号小组的绝大部分为 H01M10 即二次电池及其制造所包含的分类号。从当前新能源汽车电池产业的发展态势来看，排在前十位的 IPC 分类号相对应的相关电池技术经过了蓬勃的发展，并且很可能仍然将是新能源汽车电池产业未来几年的研究重点以及技术热点。

5 核心技术

基于栾春娟等^[14]以及王生辉等^[15]对核心技术进行的相关研究，在此部分对新能源汽车电池的核心技术分析利用 UCINET 社会网络分析工具，生成 IPC 分类号共现网络，进行相关网络核心分析，将聚合度或关联度较高的 IPC 分类号视为该技术领域内的核心技术。

将 2006—2015 年新能源汽车电池技术专利数据进行清洗后形成一个 389×389 的共现矩阵，最大的共现网络中包含了 389 个节点，产生了 3702 条联系。利用 UCINET 生成的 IPC 分类号共现网络如图 3 所示，通过所形成的共现网络可以得到新能源汽车电池技术领域的总体特征以及共

现网络的结构特征。该共现网络的节点较多，通过 UCINET 软件计算，该 IPC 分类号网络密度为 0.0624，标准差为 0.8870，则该网络为低密度网络，整体网络结构较为松散，网络连通性较差，说明 IPC 分类号整体共现程度不高，即在新能源汽车电池技术的研发多为针对某一技术主题的研究。出现这样的现象：一方面可能是因为新能源汽车电池技术研发成果多种多样，涉及多个学科，研究方向较多，研究主体对多个技术进行综合运用难度较大；另一方面在新能源汽车电池开发过程中对特定某项或者某几项技术的要求也会对 IPC 分类号共现网络产生影响。

鉴于 IPC 分类号共现网络中整体关联关系较为松散，对共现网络数据进行进一步处理，剔除节点关联度小的节点。设置共现阈值为 40，低于该阈值的节点剔除，获得关联强度最高的 20 个分类号，即获得关联关系最强的 20 个技术领域，共现矩阵如表 5 所示。生成相应的共现网络，并根据各个节点在专利中出现的年份进行排列，共现网络图如图 4 所示。

从图 4 可以看出，大部分节点都出现在

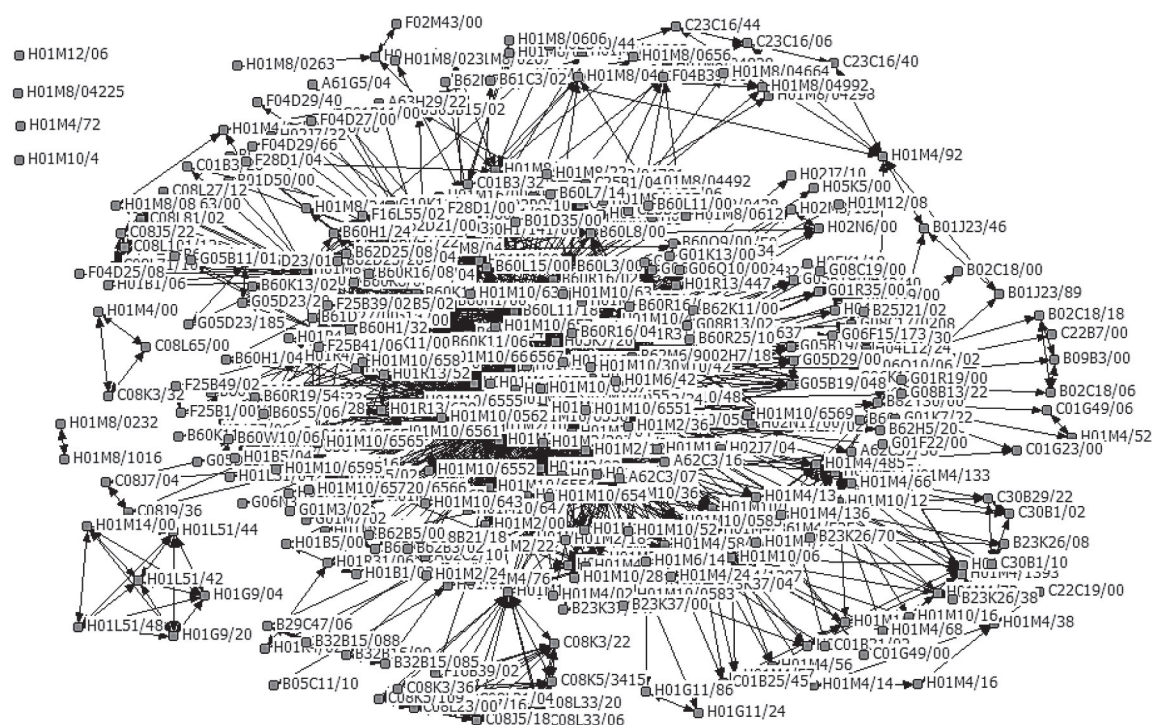


表5 IPC分类号共现矩阵(共现阈值不低于40)

	H01M2/10	B60L11/18	H01M10/42	H01M10/625	...	H01M10/615
H01M2/10	292	20	23	44	...	7
B60L11/18	20	201	42	26	...	10
H01M10/42	23	42	183	9	...	3
H01M10/625	44	26	9	175	...	34
...	...	...	...	...	...	...
H01M10/615	7	10	3	34	...	40

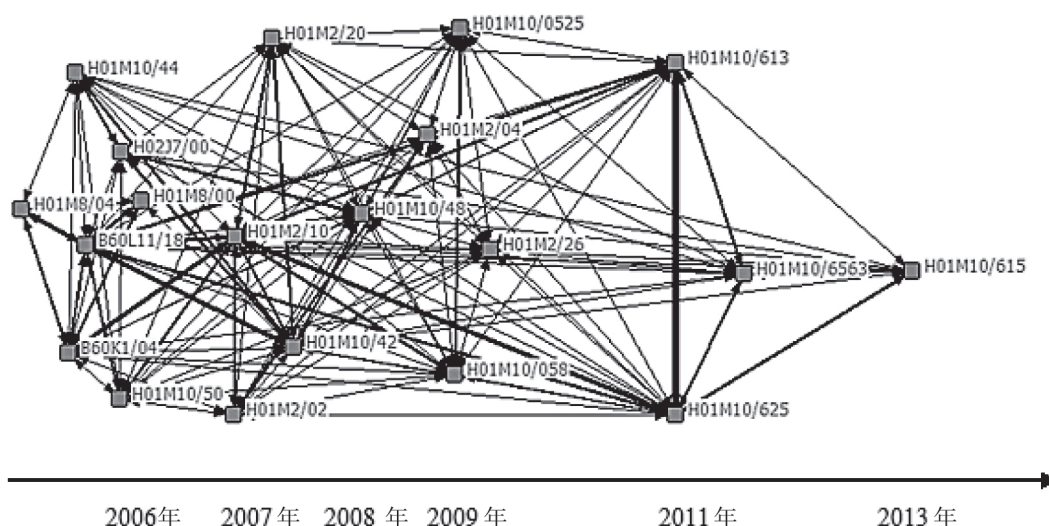


图4 高关联度新能源汽车电池技术共现网络

“十一五”规划期间(2006—2010年)。说明在这期间攻克了许多新能源汽车电池技术难关,也形成了许多核心技术,各个核心技术之间产生了相对稳定的关联关系。图4中两个节点间的共现次数越多,则二者之间的连线越粗,说明两个节点所对应的电池技术之间的联系越紧密。可以看出IPC分类号H01M10/625与H01M10/613之间的连线是最粗的,可以判定专门应用于特定新能源汽车类型的电池冷却或保持低温技术的研发在近几年的电池技术开发中较多,也是在后续研发过程中值得追踪的研发方向。

核心—边缘分析可以分析出哪些节点处于网络的核心位置,而哪些处在网络的边缘。在UCI-NET中选择Distance算法,分析结果排在前十位的如表6所示。可以发现IPC分类号H01M2/10的数值最高,相对于网络中其他分类号而言占据优

表6 核心—边缘结构分析结果表(前10名)

序号	分类号	值
1	H01M2/10	0.562
2	H01M10/625	0.395
3	B60L11/18	0.348
4	H01M10/613	0.302
5	H01M10/42	0.243
6	B60K1/04	0.180
7	H01M8/04	0.159
8	H01M10/50	0.146
9	H01M10/6563	0.137
10	H01M2/20	0.126

势,在新能源汽车电池技术网络中处于核心地位,其次为H01M10/625、B60L11/18、H01M10/613等技术主题。排在前10位的IPC分类号均可视为新能源汽车电池技术研发中的重要技术,是该领域发展的主要推动力。

6 结语

本文基于 2006—2015 年新能源汽车电池技术专利申请数据，运用了统计分析方法和社会网络分析方法，从专利申请时间、技术主题、技术主题之间的相关性、申请人及其之间的合作关系进行了多角度研究。本文主要获得以下结论。

(1) 目前新能源汽车电池专利申请数量呈现明显的增长趋势，新能源汽车电池技术正处于技术成长期，从 2006 年专利数量 31 件到 2015 年专利数量的 231 件，可以看出世界范围内对该技术领域的研发活跃度越来越高。

(2) 新能源汽车电池领域所涉及专利内容以直接转变化学能为电能的方法或装置、供电、电力制动系统、温控以及电储能系统为主。其中，直接转变化学能为电能的方法或装置是新能源汽车电池技术研发中最基础、最核心的技术，如新能源汽车电池组等。

(3) 我国新能源汽车电池技术发展的步伐在逐步加快，但缺乏具有较强研发基础与实力的企业，核心技术竞争力偏弱，整体竞争力与国外新能源汽车企业还存在很大的差距，如丰田自动车株式会社等国外新能源汽车企业在新能源汽车电池领域起步较早，在新能源汽车电池技术领域的研发基础很牢固，研发实力较为突出，国外新能源汽车企业之间的相互合作密切，而我国专利申请主体之间的协同创新程度不高。

参考文献

- [1] 国务院. 关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定 [A]. 2010.
- [2] 国务院. 节能与新能源汽车产业发展规划 (2012—2020 年) [A]. 2012.
- [3] 国务院. 汽车动力蓄电池行业规范条件 [A]. 2012.
- [4] STIENECKER A. An ultracapacitor-battery energy storage system for hybrid electric vehicles [D]. Toledo: University of Toledo, 2005: 67-78.
- [5] AHMAN Max. Government policy and the development of electric vehicles in Japan [J]. *Energypoliev*, 2006(34): 433-443.
- [6] OLTRA V, SAINT Jean M. Variety of technological trajectories in low emission vehicles (LEVs): a patent data analysis [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2009, 17(2): 201-213.
- [7] 徐国祥, 余碧涛, 李福桑, 等. 电化学电池: 新能源汽车领域专利申请情况分析 [J]. *电源技术*, 2013(3): 495-497.
- [8] 黄青斌, 何涛, 乐慧杰, 等. 基于新能源汽车电池包装配策略的研究 [J]. *汽车工艺与材料*, 2016(12): 6-9.
- [9] 阎冬, 马宏琚, 杜凯, 等. 丰田车载动力电池安全技术路线 [J]. *科技创新导报*, 2016(5): 32-33.
- [10] 赵蓉英, 全薇. 基于 USPTO 的锂电池专利引用状况分析 [J]. *信息资源管理学报*, 2016(1): 70-78.
- [11] 张丰, 刘啦, 缪小明. 燃料电池研发的热点领域与关键技术: 基于专利数据的实证研究 [J]. *情报杂志*, 2017(1): 54-58.
- [12] 国务院. 国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006—2020 年) [EB/OL]. [2006-02-09]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/200811/t20081129_65774.htm.
- [13] JAFFE A. Economic analysis of research spillovers: implications for the advanced technology program [EB/OL]. [2017-03-26]. <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr708.htm>.
- [14] 栾春娟, 王续琨, 刘则渊. 基于《德温特》数据库的核心技术确认方法 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2008(6): 32-34.
- [15] 王生辉, 张京红. 基于核心技术的产品平台创新战略 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2004, 25(2): 87-90.