

基于专利计量的汽车底盘轻量化发展态势研究*

苟妍 负强 陈亮 郭诗琪
(中国科学技术信息研究所 北京 100038)

摘要: 底盘作为汽车的重要组成部分,具有很大的轻量化潜力。基于专利产出成果,采用数据统计、文本挖掘等方法,分别从申请趋势、区域分布、主要申请机构、研究重点热点方面进行了底盘轻量化专利计量分析。研究发现,在汽车底盘轻量化技术领域,全球申请量总体呈上升趋势;企业为创新主体,且领军企业主要分布在日本、德国;中国在多方政策引导下,专利申请体量大,但是专利布局几乎仅在国内,领军企业少,需要在市场调节上积极部署,培育标杆企业,提升专利质量,重视全球专利布局。轻量化的实现是一个系统工程,面临的是整个供应链的调整方案。实现轻量化的跨学科、跨产业协同创新,提高整个产业链轻量化意识,更需政府发挥宏观调控作用。

关键词: 底盘 轻量化 专利分析

中图分类号: G306 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-8234(2020)05-0012-08

Research on the Development Trend of Vehicle Chassis Lightweight Based on Patent Analysis

Gou Yan, Yun Qiang, Chen Liang, Guo Shiqi

Institute of Scientific and Technical Information of China (Beijing, 100038, China)

Abstract: As an important part of automobiles, chassis has great potential for lightweighting. Based on the patent output, this paper uses data statistics, text mining, and other methods to conduct a quantitative analysis of chassis lightweight patents from application trends, regional distribution, major applicant organizations and research hotspots. The study showed that, in the field of automotive chassis lightweight, the global application is generally on the rise; companies are the mainstay of innovation, and the leading companies are mainly located in Japan and Germany; China has a large number of patent applications under the guidance of policies, but the patent layout almost domestically, there are few leading companies, and need to actively deploy in market regulation, cultivate benchmarking companies, improve patent quality, and attach importance to the global patent layout. The realization of lightweight is a systematic project, which is facing the adjustment plan of the entire supply chain. Achieving interdisciplinary lightweight, cross-industry collaborative innovation and increasing the awareness of lightweighting across the entire industrial chain requires the government to play a role in macro-control.

Keywords: Chassis; Lightweighting; Patent analysis

引言

汽车工业快速发展的同时,环境污染、能源危机

等问题越来越成为人们关注的焦点,各国积极制定政策和采取措施以应对汽车产业发展带来的各种问题。美国早在1975年就制定了能源政策和节约法

* 基金项目:中信所重点工作“重点科技领域前沿跟踪与深度研究”(ZD2020-02)。

作者简介:苟妍(1996-),女,硕士研究生,主要研究方向为前沿领域分析与专利分析。

案(EPCA),建立“公司平均燃油经济性”(Corporate Average Fuel Economy)标准,对汽车燃油效率做了强制性规定;日本在本世纪初启动“领跑者计划”以应对石油危机;欧盟也在不断加强排放标准,倒逼车企技术升级^[1]。各国都在相继出台和升级越来越严格的强制性法令法规,通过限制车辆的燃油消耗和尾气排放,迫使企业加大技术研发,以响应政策的规定以及满足市场的需求。

汽车轻量化是汽车节能减排的重要方式之一,也是汽车行业可持续发展的必由之路。汽车轻量化,是在满足汽车安全性、可靠性、成本控制等多种条件下,通过降低汽车的整备质量,达到节能减排的目的。轻量化也有利于提升汽车的加速和制动性能,增加有效载荷、提高运输效率以及带来材料的节约。世界铝业协会的报告指出,汽车质量每减少 10%,燃油消耗可降低 6%~8%^[2]。汽车轻量化技术可以分为结构优化、轻量化材料应用和先进制造工艺 3 个主要方面^[3]。目前有关轻量化的研究多是集中在车身结构,而底盘系统作为汽车的重要组成部分,占据整车质量的 30%以上^[4],具有很大的轻量化潜力。轻量化技术在电动汽车节能领域也占有重要地位,因为在同等条件下,轻量化意味着更少的能源消耗,可以减少电池成本从而进一步减少电动车的总成本^[5]。新能源汽车对轻量化有迫切的需求,为汽车底盘行业的发展带来新的契机。

专利中蕴藏着丰富的法律、技术、经济信息,通过进行专利分析可以使这些信息具有纵览全局及预测的功能,为政府和企业提供数据参考。本文旨在从专利角度分析汽车底盘轻量化技术全球发展态势。另外,由于专利从申请到公开存在 1~2 年(一般为 18 个月)的延迟,因此 2017 年以后的数据仅供参考。

1 数据来源及处理

本文的研究对象为汽车底盘轻量化技术的专利概况与市场状况,使用的数据库为“万象云专利数据库”,检索策略主要结合关键词和 IPC 分类号进行检索,检索时间为 2019 年 9 月 26 日,共检索到专利总数 9 172 条。

数据处理工具主要应用 excel、谷歌开源的数据转换工具 openrefine,文本分析与可视化工具 ITG Insight,通过 excel 对所检索到的专利进行初步的处理,结合 openrefine、ITGinsight 进行数据清洗,再应用 ITGinsight 进行专利的主题词提取以及进一步的文本分析。

2 汽车底盘轻量化市场分布研究

2.1 专利申请趋势分析

全球汽车底盘轻量化专利的逐年申请量变化趋势如图 1 所示。

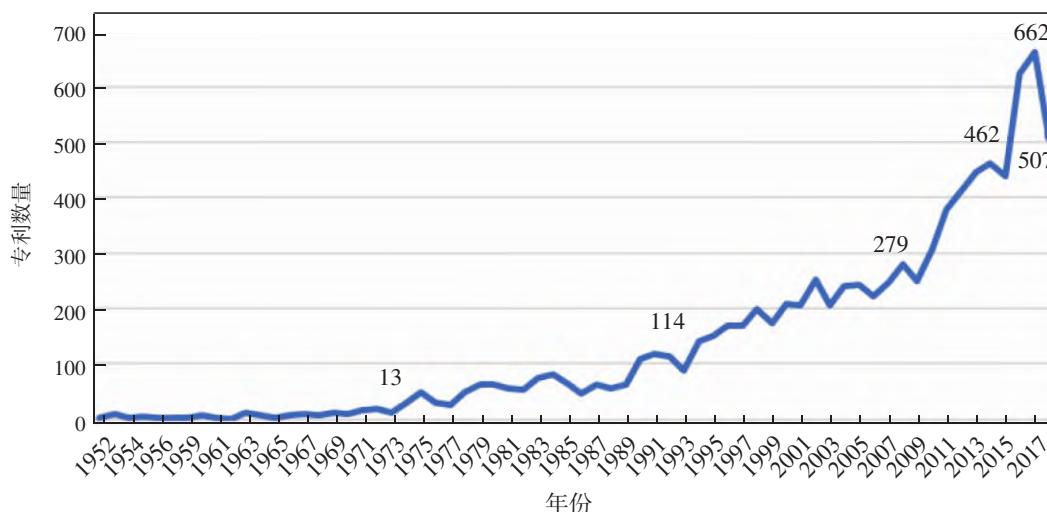


图 1 全球汽车底盘轻量化专利的逐年申请量变化趋势

汽车底盘轻量化技术专利数量与汽车工业的发展、轻量化材料以及轻量化工艺的发展息息相关,并受市场结构和政策影响等外部因素影响。按照申请量的增长情况,可以将其大致划分为 4 个阶段。1973

年以前汽车底盘轻量化技术专利增长呈现上下浮动,专利申请数目较少,且年申请量不超过 20 件,专利申请数量增长缓慢,为底盘轻量化技术的萌芽期。1973 年至 1993 年为第二个阶段。从 1973 年到 1992

年的20年间,底盘轻量化专利从13件逐渐增长到114件,底盘轻量化技术专利数量大幅度增长。受20世纪70年代爆发的两次石油危机影响,车企纷纷技术升级,加快投入轻量化和低油耗的车型与零部件的研发,尤其是日本在丰田公司的带动下,汽车工业迅猛发展,低油耗车型在国际市场上大受欢迎。1993至2008年间,底盘轻量化增长速率进一步提升。进入21世纪以来,环境与能源问题凸显,各国在汽车节能减排方面加紧战略政策布局,加速底盘轻量化技术的研发升级。2009至2017年,汽车底盘轻量化技术进入快速增长期,一方面是新能源汽车发展势头迅猛,新能源汽车作为环保节能的主要方式之一,是各国汽车工业发展的发力点;另一方面是新材料的研发不断取得突破,铝合金、碳纤维及其复合材料等轻量化材料,正向着低成本、高性能、通用化发展,汽车制造业工艺方法和技术也随着汽车轻量化程度

的加深有了进一步的发展⁶⁾。

2.2 专利区域分布

将万象云数据库中国家/地区字段作为专利申请国,将专利权人归属地字段作为专利的技术来源国。中国无论从专利申请的技术市场还是技术所属,都以绝对的优势占据世界首位,说明中国底盘轻量化市场已经具有一定的规模,在底盘轻量化领域具备一定的研发能力,并吸引国外专利权人进行专利市场布局。日本和美国的专利申请数量位于其后,是底盘轻量化主要的专利申请地和技术来源国;德国、韩国以及英国、法国、加拿大等国家在底盘轻量化技术市场也拥有一定的实力。其中日本和德国作为技术来源国的专利申请数量明显超过作为技术公开国的专利数量,相较于其他国家更注重国际市场的开拓。

汽车底盘轻量化全球专利区域分布情况如图2所示。

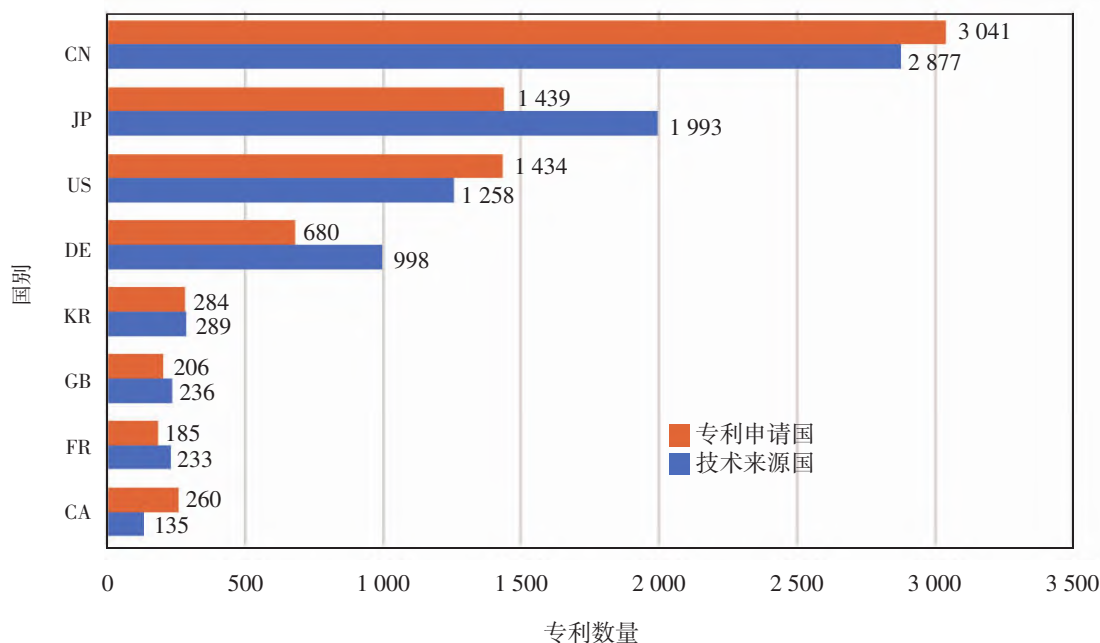


图2 汽车底盘轻量化全球专利区域分布情况

从主要国家的申请趋势上来看,日本、美国、德国在2008年以前占据了大部分的市场。日本、美国、德国作为发达国家,底盘轻量化技术开展早,德国、美国最早开展底盘轻量化技术的研发,日本在70年代开始进入相关专利的研发,并且后发优势显著。美国在1993年提出新一代汽车合作计划(Partnership for a New Generation Vehicle),轻量化是其中的关键路线。该计划的重点之一就是研究先进的制造工艺及优质、可循环利用的材料以减小质量和提高燃油效率。针对轻量化,还有一些代表性的项目,如国际

钢铁协会(IISI)启动 ULSAB(Ultra Light Steel Auto Body Advanced Vehicle Concepts)项目、德国蒂森钢厂开展的 NSC(New Steel Concept)项目、欧盟开展超轻车项目(Super Light-Car)等⁷⁾。

新能源汽车的关键是电池系统,电池系统是否有技术突破,取决于电池各部位所选用的新材料,所以底盘轻量化技术的发展,对新能源汽车来说尤为重要。新能源汽车的发展对汽车底盘轻量化提出了更高的要求,促使轻量化材料、轻量化制造工艺以及结构优化等方向加快技术研发升级。美国《电

动汽车普及大挑战蓝图》中轻量化作为电动汽车研发投入重点之一,设定到 2022 年,插电式电动汽车整车质量减小约 30%,其中底盘系统质量减小约 25%的轻量化技术发展目标。德国《国家电动

汽车发展计划》中,也将轻量化列为重点发展方向之一。

汽车底盘轻量化专利 2008 年前后分国别申请趋势如图 3、4 所示。

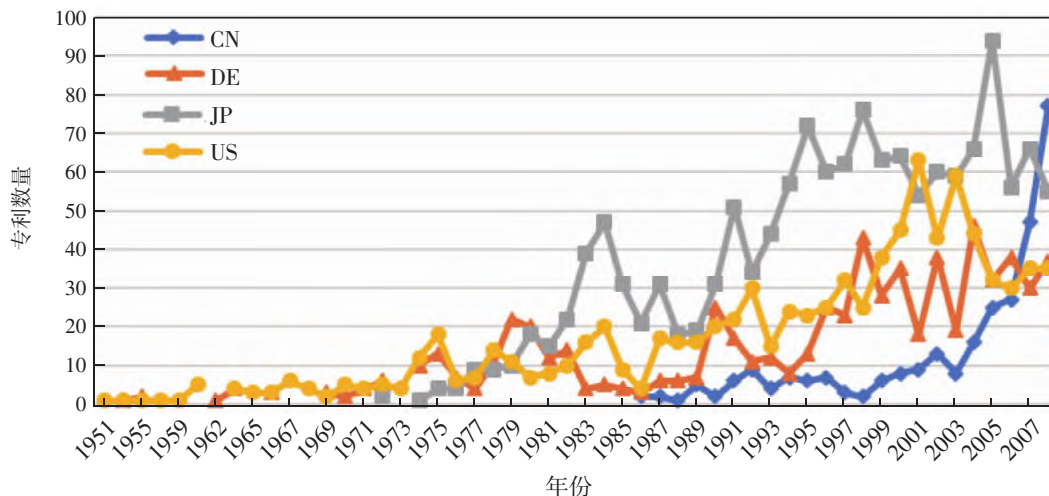


图 3 汽车底盘轻量化专利 2008 年前分国别申请趋势

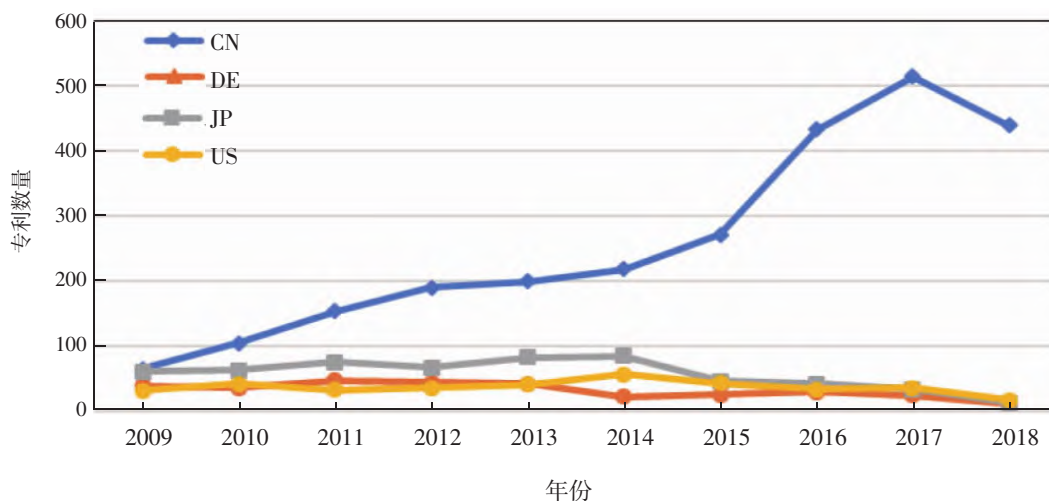


图 4 汽车底盘轻量化专利 2008 年后分国别申请趋势

中国底盘轻量化技术起步较晚,在 2002 年以前该领域专利年申请量不超过 10 件,在 2002 年以后专利数量增长速度逐渐加快。尤其是从 2008 年开始,底盘轻量化技术相关专利申请数量超过了日本、美国、德国等汽车工业强国,跃居世界首位。此后中国底盘轻量化专利申请数量显示出其突出的增长速度,于 2017 年达到专利数量申请的峰值 514 件。

近年来,我国推出了一系列的国家战略、政策及规划,大力支持汽车轻量化发展。《中国制造 2025》中,将节能与新能源汽车列为十大关键领域之一,其中强调了提升轻量化材料等核心技术的工程化和产

业化能力。2012 年国务院发布的《节能与新能源汽车产业发展规划》和 2017 年工信部、发改委、科技部联合印发的《汽车产业中长期发展规划》中都强调了加强汽车轻量化以及轻量化材料的核心技术攻关。《节能与新能源汽车技术路线图》分阶段规划了高强度钢、铝合金和镁合金、碳纤维复合材料等发展重点。2015 年,中国汽车工程学会、汽车轻量化技术创新联盟和中国第一汽车股份有限公司技术中心联合组编《中国汽车轻量化发展—战略与路径》,对我国轻量化技术未来发展也提出了发展路线和政策建议。

荷兰、挪威、德国、美国加州等国家或区域已然

公布禁售燃油车时间表,我国能源与交通创新中心也发布了《中国传统燃油汽车退出时间表研究》,提出了基于传统燃油车禁售与推出的2050年未来情景。禁燃声明更多地是发挥指引性作用,为产业和消费升级带来了良好契机。

目前我国汽车产业已进入转型升级的战略机遇阶段,新能源汽车的发展正进入加速发展阶段。近些年来,世界汽车工业正处于产业结构变革、转型升级的新时期,我国抓住历史机遇,在新能源汽车领域取得先发优势。我国在2009年至2010年之间密集出台政策,加大新能源汽车产业的扶持力度。无论是市场规模还是产业生态链,我国在全球的新能源汽车产业中都占有举足轻重的地位,甚至在较大程度上加快了全球新能源汽车发展的进程。全球的车企不得不将目光聚集在中国市场,重视其专利布局。截止2018年底,全球新能源汽车累计销量突破 564×10^4 辆,中国占比52.8%,超过半数,连续4年居世界首位。

2018年,受宏观经济增速回落、购置税优惠政策全面推出、中美贸易战等因素的影响,中国汽车产销回落,可能会对底盘轻量化技术研发造成一定的影响。

2.3 重点机构分析

全球汽车底盘轻量化专利前20位专利权人排名如表1所示。

从主要专利权人国家分布来看,领军企业主要分布在日本和德国。专利申请量排名前十的专利权人之中,有5家企业均为日企。本田汽车、日本精工更是以超过100件的专利申请量遥遥领先于其他企业。排名前二十的企业中仅仅只出现了2家中国企业东风和奇瑞。

表1 全球汽车底盘轻量化专利前20位专利权人排名

排名	机构	国家	数量
1	HONDA MOTOR CO LTD	JP	209
2	NSK LTD	JP	146
3	HYUNDAI MOTOR CO LTD	KR	100
4	BOSCH GMBH ROBERT	DE	91
5	DAIMLER AG	DE	89
6	BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH	DE	76
7	NISSAN MOTOR	JP	75
8	TOYOTA MOTOR CO LTD	JP	72
9	东风汽车有限公司	CN	71
10	JTEKT CORP	JP	70
11	ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN	DE	69
12	HENDRICKSON INT CORP	US	65
13	TOYODA GOSEI KK	JP	64
14	FORD MOTOR CO	US	63
15	奇瑞汽车股份有限公司	CN	61
16	MITSUBISHI ELECTRIC CORP	JP	60
17	HITACHI LTD	JP	58
18	KSM CASTINGS GROUP GMBH	DE	54
19	KOBE STEEL LTD	JP	54
20	AISIN SEIKI	JP	54

从主要专利权人类型上看,排名前二十的专利权人均为企业,以本田技研、现代、博世、戴姆勒、日产、丰田等各大车企为主,还有众多的零部件制造商,像生产橡胶、树脂汽车部件见长的丰田合成,轴承、转向器部件制造商日本精工、捷太格特,专业提供传输、转向、底盘系统等汽车零配件的供应商采埃孚,电器和电子产品生产制造商三菱电机,另外还有神户钢铁等钢铁制造企业。

全球汽车底盘轻量化专利权人合作关系如图5所示。

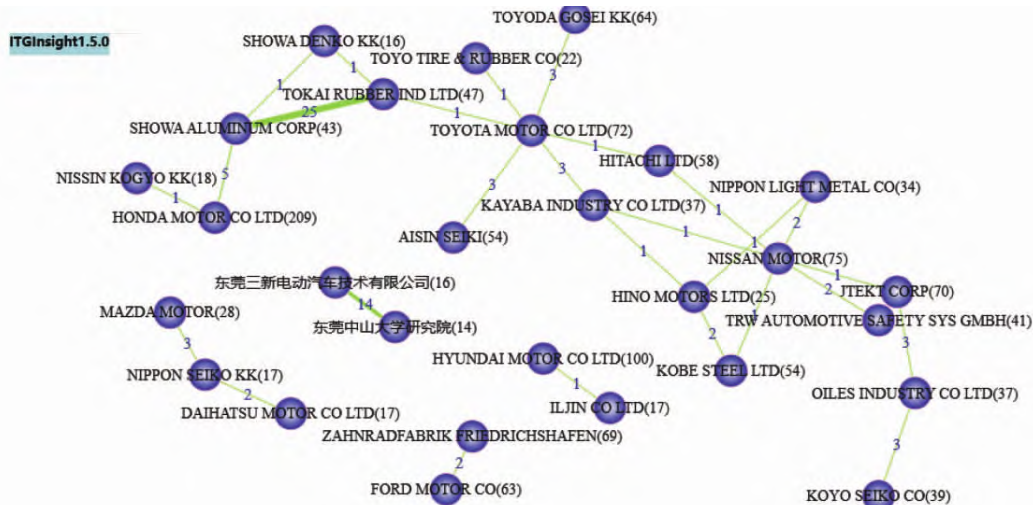


图5 全球汽车底盘轻量化专利权人合作关系

从主要专利权人合作关系上看(截取排名前 100 的专利权人), 合作关系较为显著的多为日本企业。联合研发可以克服单独研发的成本过高、风险过大的不足, 实现企业的能力互补。日企更为注重发扬合作创新的优势, 形成了明显的合作关系网络。其中, 昭和铝业和东海橡胶之间合作关系最为频繁, 联合研发 25 件专利。中国企业的合作研发模式主要表现为企业和研究院之间, 几乎没有企业外部之间的合作关系。

从中国专利权人的专利申请数量来看, 申请机构主要以企业为主, 东风、奇瑞、中国一汽等公司实力较强, 科研院所中申请量较多的为吉林大学和湖南大学。中国专利申请量有 2 877 件, 专利权人的数量众多, 超过了 1 000 家企业在底盘轻量化技术领域申请了专利, 申请量排名前 100 的专利权人有超过 30 家中国企业, 但是申请较为分散, 国际范围内鲜有领军企业的出现。

中国汽车底盘轻量化专利前 20 位专利权人排名如表 2 所示。

2.4 研究重点热点分析

全球汽车底盘轻量化国际专利分类号(IPC 大组)雷达分布图如图 6 所示。

表 2 中国汽车底盘轻量化专利前 20 位专利权人排名

排名	机构	数量
1	东风汽车有限公司	71
2	奇瑞汽车股份有限公司	61
3	中国第一汽车股份有限公司	50
4	中国重汽集团济南动力有限公司	44
5	比亚迪股份有限公司	38
6	安徽江淮汽车集团股份有限公司	35
7	浙江吉利控股集团有限公司	34
8	上海汇众汽车制造有限公司	33
9	芜湖禾田汽车工业有限公司	32
10	北京长城华冠汽车科技股份有限公司	30
11	晟通科技集团有限公司	29
12	北京汽车集团有限公司	27
13	广州汽车集团股份有限公司	27
14	吉林大学	22
15	长城汽车股份有限公司	22
16	北京新能源汽车股份有限公司	20
17	重庆长安汽车股份有限公司	19
18	湖南大学	18
19	上汽通用五菱汽车股份有限公司	17
20	陕西重型汽车有限公司	17

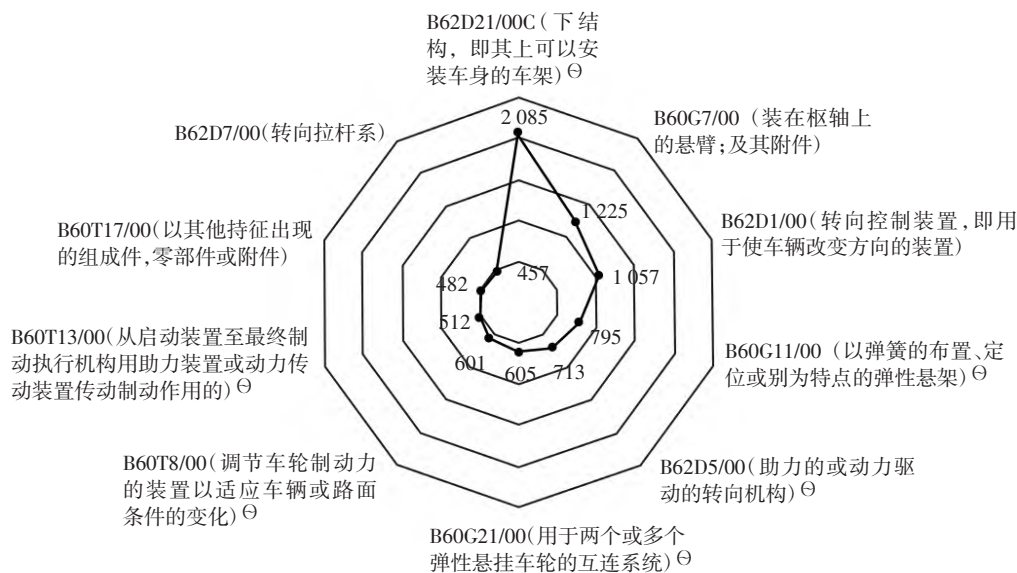


图 6 全球汽车底盘轻量化国际专利分类号(IPC 大组)雷达分布图

从 IPC 分类号的角度来看, 底盘轻量化相关技术的研发主要集中在车辆的车架、悬架系统(悬臂、弹性悬架、弹簧、减震器), 有部分专利集中在车辆底盘的制动系统(制动构件、助力装置或传动装置), 以及转向系统, 包括转向控制装置、转向传动机构和转

向拉杆。

对汽车底盘轻量化专利分主题词提取(其他语种使用其中文翻译), 并进行主题图绘制。技术主题图通过类似地理信息系统中的等高线图实现对科技文本的可视化, 通过颜色的深浅区别数据的多少以

及数据之间的关系^[8]。根据主题词词频以及其共现关系进一步发现,底盘轻量化的一部分涉及汽车结构,重点集中在纵梁、轴承、稳定杆、转向杆、转向节等具体部件,另一部分涉及到轻量化的材料,如铝合金、金属、材料,还有树脂、纤维、塑料等主题词。轻量化材料的开发和应用是当前汽车轻量化技术的主要研究方向^[3],据相关研究表明,使用铝、高强度钢等轻量化材料代替传统钢,能够有效降低车辆生命周期的能源使用和温室气体排放^[9]。

全球底盘轻量化技术主题词词频统计如表3所示。

表3 全球底盘轻量化技术主题词词频统计

排名	词	数量	排名	词	数量
1	车架	3 074	11	轴承	986
2	支架	2 992	12	壳体	962
3	纵梁	2 160	13	衬套	953
4	材料	1 671	14	悬架	948
5	弹簧	1 642	15	方向	900
6	外壳	1 407	16	骨架	844
7	铝合金	1 270	17	转向节	837
8	框架	1 247	18	稳定杆	819
9	底盘	1 134	19	电机	777
10	金属	999	20	质量	760

汽车底盘轻量化全球专利主题词热点分析如图7所示。

主题演化分析有助于了解领域主题产生、消亡、增强、减弱、聚合和裂变的过程,可以反映研究主题随时间的变化,包括主题内容或强度随时间的推移

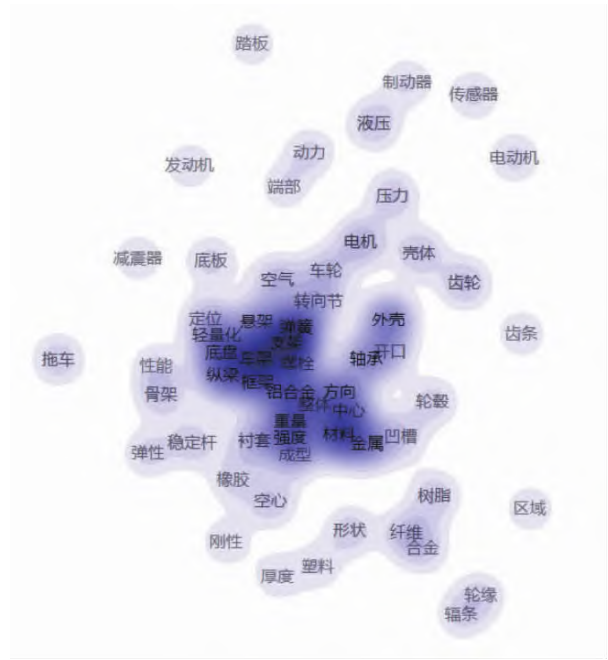


图7 汽车底盘轻量化全球专利主题词热点分析

发生变化^[10]。对近15年每年主题词排名前10进行主题演化分析,根据主题词演化发现,车架,包括横梁和纵梁,作为汽车的主要承载件,在主题词中占有较大比重,一直以来是底盘轻量化的重点部位。近些年来,转向节轻量化的研发有增强的趋势,从2014年到2018年连续五年进入主题词频次排名前十。从2012年起铝合金、碳纤维等关于底盘轻量化材料的主题词出现的频率也有增强的趋势,说明在新材料领域研发活动活跃,取得了较多的专利成果。

汽车底盘轻量化全球专利主题词演化图如图8所示。

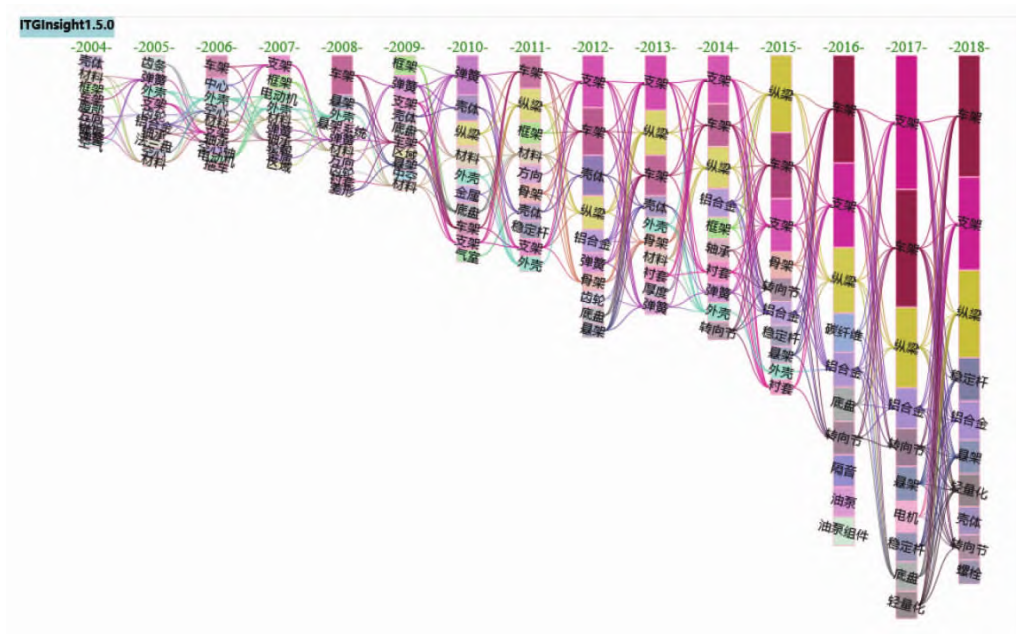


图8 汽车底盘轻量化全球专利主题词演化图

3 结束语

从整体趋势来看,汽车底盘轻量化技术随着环境问题、能源危机的凸显,愈发受到世界各国的重视,从2009年开始,底盘轻量化技术进入一个快速增长期。轻量化对提升新能源汽车电池续航里程作用明显,新能源汽车技术的成熟以及市场渗透率的不断加大,成为推动轻量化技术发展重要动力以及轻量化材料大规模使用的一个重点方向。

从研究重点热点来看,底盘轻量化相关技术的研发一方面涉及汽车的底盘结构,主要集中在车辆的车架、悬架系统、制动系统以及转向系统。具体涉及到纵梁、轴承、悬架弹簧、稳定杆、转向杆、转向节等,另一方面涉及汽车底盘轻量化的材料,如铝合金和碳纤维等。

轻量化的实现需要整个汽车产业链从上游至下游的协调配合,因此从产品开发,产品制造到产品的销售与售后,面临的是整个供应链的调整方案。轻量化的推进需要企业、高校、研究所各方协同。“汽车轻量化技术创新联盟”已于2007年成立,致力于建立产学研合作新机制,也切实推进了轻量化技术的发展。但是各方主体相互协作成果不显著,仍需继续加强,发挥各方主体之间的联合研发优势。

构建完备的产业链协同系统,营造良好的生态环境,离不开政府的相关政策推动。目前专门针对轻量化技术发展的政策较少,制定汽车轻量化总体发展战略及适合我国汽车产业实际发展情况的轻量化技术路线图是加快轻量化产业发展进程的迫切需

要。实现轻量化的跨学科、跨产业协同创新,提高整个产业链轻量化意识,更需政府发挥宏观调控作用进行积极的政策引导。

参考文献

- 1 刘兰剑. 中国汽车节能减排政策与美、日比较研究[J]. 中国科技论坛,2010(6):155-160
- 2 冯美斌. 汽车轻量化技术中新材料的发展及应用[J]. 汽车工程,2006,28(3):213-220
- 3 范子杰,桂良进,苏瑞意. 汽车轻量化技术的研究与进展[J]. 汽车安全与节能学报,2014,5(1):1-16
- 4 史东杰,王连波,刘对宾,等. 汽车底盘轻量化材料和工艺[J]. 热加工工艺,2016,45(3):16-18
- 5 Shi, Tianze, Zhao, Fuquan, Hao, Han, Liu, Zongwei. Costs, Benefits and Range: Application of Lightweight Technology in Electric Vehicles [C]. WCX SAE World Congress Experience, 2019
- 6 罗益锋. 新能源汽车轻量化发展与碳纤维材料的开发趋势[J]. 新材料产业,2015(2):13-19
- 7 王利,杨雄飞,陆匠心. 汽车轻量化用高强度钢板的发展[J]. 钢铁,2006,7(9):1-8
- 8 刘玉琴,逢金辉,崔志成,等. 一种简易的技术主题图绘制方法[J]. 图书情报工作,2017,61(13):125-132
- 9 Kim Hyung Chul, Wallington Timothy J. Life-cycle energy and greenhouse gas emission benefits of lightweighting in automobiles: Review and harmonization [J]. Environmental Science & Technology, 2013, 47 (12): 6089-6097
- 10 刘玉琴,刘晶,张勇斌. 中国图书情报领域专利研究的计量分析[J]. 情报工程,2018,4(6):87-97

(收稿日期:2019-12-11)