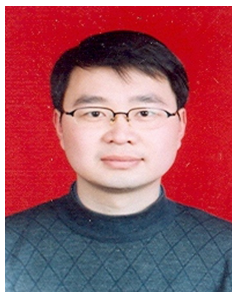


基于专利分析的我国复合材料发展研究

曲 伟¹, 储开宇², 赵久兰²

(1. 华北电力大学科学技术处, 河北 保定 071003)

(2. 华北电力大学机械工程系, 河北 保定 071003)



曲 伟

摘 要: 首先, 概述了美、英、日等发达国家复合材料在航空航天、汽车工程等领域的发展现状, 指出了我国在复合材料发展和应用领域存在的部分问题。然后, 通过在国家知识产权局专利数据库查询复合材料关键字, 获得我国复合材料领域内专利申请和授权数据。利用专利信息分析法, 分别从年度分布、主要申请人、技术态势3个方面揭示出我国复合材料的发展现状及研发热点。最后, 对比了我国相比其他国家复合材料发展的优势和劣势, 为我国复合材料相关领域的技术创新和未来发展提出了建议。

关键词: 复合材料; 发展现状; 专利; 技术态势; 研发热点

中图分类号: TB33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-3962 (2016)11-0872-08

Research of Composites Materials Development in China Based on Patent Information Analysis

QU Wei¹, CHU Kaiyu², ZHAO Jiulan²

(1. Institute of Science and Technology, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

(2. Department of Mechanical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: Firstly, the development status of composites materials in the aerospace and automotive industry and other fields in many countries are summarized, such as America, Britain, Japan. Some problems in application and development of composites materials in China are discussed. Secondly, application and authorization information of composites materials patent in China are acquired by searching the keyword 'composites' from the patent database of State Intellectual Property Office (SIPO). The development status and research focus of composites materials are analyzed from three aspects: annual distribution, applicants, technology status by the methods of patent information analysis. Finally, the advantages and disadvantages of China's composites materials development are discussed, compared with other countries. The research result can provide reference for the technology innovation and development of composites materials in China.

Key words: composites materials; development status; patent; technology status; development focus

1 前 言

复合材料是指由两种或两种以上不同物质以不同方式组合而成的多相材料, 包括增强相和基体相, 可以克服单一组元的缺陷, 发挥各组元材料的优点。一般复合材料所具备的性能有: 比强度和比模量高、抗疲劳和破

断安全性好、高温性能优良以及减震性能好^[1]。现代工业的发展离不开复合材料的推动, 尤其是在航空航天等高精尖技术密集行业, 复合材料的身影时刻可见。国外发达国家对复合材料的研究比较早, 技术比较成熟, 在许多领域, 都已实现产业化, 取得显著经济效益。大量的工业实践表明复合材料科学的发展, 不仅能够推动科学技术的进步, 而且对于国家综合国力的提高也发挥着重要的作用^[1]。

2 国外复合材料发展现状概述

进入21世纪以来, 全球复合材料市场快速增长, 2007年, 全世界复合材料年产量达550万t; 2009年全

收稿日期: 2016-01-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51301068); 河北省自然科学基金资助项目(E2014502003)

第一作者: 曲 伟, 男, 1975年生, 工程师, Email: qw_7575@163.com

DOI: 10.7502/j.issn.1674-3962.2016.11.09

球复合材料的产量约 900 万 t; 2013 年全球复合材料年消费量约 870 万 t, 价值 770 亿欧元; 2015 年复合材料的年产值已高达 1300 亿美元以上。到 2010 年, 亚太地区的复合材料产量占全球的 38%, 达到 800 万 t。在中国, 复合材料的起步较晚, 从 20 世纪 50 年代开始, 发展缓慢, 到 80 年代增长率仅为 13%, 但是近十年却有了突破性的发展, 2012 年我国的复合材料产量高达 400 万 t。以应用最为广泛的碳纤维复合材料为例, 2007 年以来, 我国碳纤维的产能快速增加, 截止 2014 年产量由 200 t 增加到 2600 t, 占全球产量 12.6 万 t 的 2.1%, 比 2010 年不足 1% 有了较大增长^[2-8]。

2.1 航空航天领域

在军用航空航天领域, “美国空军 2025 年展望”中将材料与工艺列为空中六大高效力技术之一。美国轻型侦查攻击直升机 RAH-66, 复合材料用量约 50%; 歼击机 F-22 先进复合材料的用量达 25%; 军用直升机达到 50%, 如 V-22 复合材料占总重的 45% 左右。美国“全球鹰”碳纤维复合材料无人侦察机, 复合材料占 65%; “太阳神”碳纤维复合材料无人机, 主承力机构采用碳纤维复合材料; X-45 系列碳纤维复合材料无人机, 复合材料用量 45%。俄罗斯的第 5 代战斗机 S-37 中, 在前掠式机翼、弯曲进气道等机构中大量采用复合材料, 将有效载荷提高 20% ~ 25%, 生产成本降低 40% ~ 60%; 法德合作研制的虎式武装直升机, 复合材料用量高达 80%; 欧洲 A400M 军用运输机复合材料约占结构件重量 40%, 机翼部位碳纤维复合材料所占比例高达 85%^[9-13]。在国内, 是从 20 世纪 70 年代开始研究复合材料在航空航天领域的应用。军机方面, 在 90 年代前我国飞机上的复合材料比例不到 10%, 例如歼 11-B 重型战机的机翼、垂直尾翼和水平尾翼等部位采用了复合材料, 占飞机结构的 9%; 歼-10 战斗机水平尾翼和鸭翼上采用碳纤维复合材料, 比例约为 10%。但是最近研究成果中, 我国战斗机 J-20 上的复合材料达到 20%, 目标用量 29%, 有望超过美国的 F-22 水平; 武装直升机直 9、直 10 的复合材料用量都在 35% 以上, 新研制的武装直升机用量目标为 50%; 2013 年, 中国“雷鸟”碳纤维复合材料无人机, 机身和机翼为全碳纤维复合材料^[14]。总体而言, 军用航空航天领域, 我国复合材料的应用规模已经接近世界最高水平, 但应用水平还有待提高。

在民用航空航天领域, 2003 年美国科学院发布的《面向 21 世纪国防需求的材料》研究报告中指出, 在未来的 20 ~ 30 年内, 唯一能使飞行器性能提升 20% ~ 25% 的只有复合材料^[15]。2011 ~ 2020 年, 全球范围内

可望增加 12400 架飞机, 新飞机上的复合材料质量占比约为 54%^[16]。2013 年 6 月, 空客研制的新型超宽体 A-350XWB 客机试飞成功, 复合材料用量高达 53%; 波音公司的 B747 复合材料的用量达到近 50%, 并应用在主承力结构上; 2015 年, 庞巴迪宇航公司的里尔 85 型喷气机, 是第一架全复合材料结构的私人飞机, 它具有出众的比强度, 维修成本减少, 使用年限延长。在国内, 我国 10 年前的发展是较为缓慢的, 在 2008 年, 客机 ARJ21 上的复合材料用量仅为 2%; 上海大型客机 C919 复合材料用量在 13%。但随着国家对复合材料的重视, 其在民用航空航天领域的应用也越来越广泛。我国 B77-200 民用飞机上应用了我国自行研制的碳纤维复合材料刹车预制件, 其性能已全面达到国外水平; 2014 年中国航展上中国自主知识产权的领世 AG300 亮相, 整机复合材料用量超过 90%; 2015 年我国首款电动轻型运动飞机“锐翔”, 是我国第一个具有自主知识产权的电动清洁能源、全复合材料轻型运动飞机。

2.2 汽车工业领域

在欧洲、美国及日本等汽车制造业发达的国家, 高性能复合材料已在汽车工业得到广泛应用。目前, 复合材料越来越多地被用于汽车车身覆盖件、内装饰件、外装饰件、结构件和功能件的开发与制造^[17-21]。在欧洲, 复合材料在奔驰、大众、沃尔沃等汽车公司的各种车型中大量应用。在美国, 复合材料的应用令通用、福特、克莱斯勒三大汽车公司以及 Mack、Aerostar 等重型车生产商受益匪浅。在日本, 丰田及五十铃等公司在复合材料的研究与应用上, 处于领先地位。一汽大众的奥迪 A6 的 SMC 后保险杠缓冲梁、GMT 后备箱、BMC 车灯反射罩、GMT 前端模块以及宝来的 GMT 前端模块都应用了复合材料。还包括雪铁龙 M59 的 SMC 双层车顶, RENAULT 公司的 MEGANE 车型的 SMC 后箱盖, 梅赛德斯奔驰的车门板等等。在国内, 汽车工业是我国的重要产业, 而复合材料在我国汽车工业的应用可追溯到 20 世纪 50 年代, 主要表现为玻璃钢在大型客车上的应用。在结构件与功能件方面, 南汽的 MG7 的 SMC 车顶骨架、东风雪铁龙的标致的 LFT 前端模块、上海通用的凯瑞系列 GMT 后排座椅骨架、奇瑞汽车的东方之子 GMT 保险杠缓冲梁均采用复合材料制备。在车身外覆盖件方面, 东风雪铁龙的标致的翼子板、大众的 EOS 的行李箱盖均应用了复合材料。在内饰方面, 上海汽车荣威系列的 LFT 底部导流板、海南马自达 6 的 LFT 车门内板、东风雪铁龙富康的 SMC 扰流板、上海大众帕萨特 B5 的 GMT 蓄电池托架以及斯柯达的 LFT 仪表板等均是采用复合材料^[22]。而我国首辆具有自主知识产权的

碳纤维新能源汽车奥新 e25 紧凑型 A 级车于 2015 年在江苏盐城下线,比一般汽车要减重 50%,降低单位里程能耗,提高了动力和续航能力。

2.3 其他领域

在建筑领域,复合材料主要应用于桥梁、道路以及房屋等方面^[23]。在国外,意大利米兰国际机场的新喜来登酒店内部的装饰就是采用的复合材料;新加坡的艺术科技博物馆也采用了轻质复合材料;2014 年,英国北威尔士地区竖起开合式复合材料新型桥梁;2015 年,日本人成功研制出了高强轻量木质建筑物用复合材料,称使用强度为钢铁的 10 倍,拟于 2018 年实现在建筑物上的应用。在国内,我国在建筑领域拥有巨大的复合材料市场,我国在人民大会堂、天安门城楼、北京工人体育场、军事博物馆、京沈高速公路、北京地铁隧道、北京国贸立交桥、中石油输油管道等重要的机构加固材料都采用了碳纤维布及碳纤维复合材料板;上海世博会中的埃及馆和捷克馆的入口处曲面造型都采用了复合材料;2014 年,天津卡本复合材料有限公司在桥梁预应力碳纤维板加固取得新突破。

在船舶领域,美国是最早应用复合材料制造船舶的国家。此外,日本、英国和意大利等国在船舶领域对复合材料的研究应用也非常广泛,都有了非常大突破^[24-25]。英国 VTHalmatic 舰船制造商制造了热塑性塑料船底 DUC,瑞典采用夹层复合材料技术建造高速军用艇和巡逻艇。譬如,Baltic 公司的超级游艇、巴拿马超级双桅船等,其技术水平和船舶性能非常优越;美国采用多种复合材料轻量化技术生产的 AH-100-P 气垫船,具有重量轻、能耗低等优点。瑞典的 Smype 号是第一艘复合材料隐形试验艇,其水平在世界处于领先地位。国内的船舶领域,是在 20 世纪 60 年代开始复合材料在船舶上的应用。2008 年深圳海斯比设计建造的 SDI388 全复合材料高速艇成功下水,该公司开发的 HPI500 超高速巡逻艇为我国的国防安全做出了重大贡献^[24]。近几十年,我国创新研制的船用钛合金和仿制的钛合金已经形成我国船用钛合金体系。总而言之,我国船舶领域的复合材料应用发展迅速^[25]。

风能是清洁环保和可再生能源,在国外,东丽、Zoltek 等企业针对风力市场的特殊需求,推出了专用的碳纤维材料产品,Gurit、Hexcel 等产品制造商开发了叶片专用碳纤维预浸料。目前,丹麦 Vestas、美国 GE、西班牙 Gamesa 等公司正在采用碳纤维复合材料生产风机叶片,而我国仅有连云港中复复合材料有限公司和中材科技风电叶片股份有限公司实现了碳纤维在风电叶片的规模化应用^[26]。

体育休闲领域也是复合材料应用较为广泛的领域,尤其是在复合材料发展的早期阶段。在国外,自行车、钓鱼竿、冲浪板、滑雪板、高尔夫球杆、羽毛球拍和网球拍等体育器材上的复合材料所占比例很大,尤其是高尔夫球杆已经实现碳纤维化。在国内,中国台湾大力发展复合材料产业,形成了一批创新能力突出、市场竞争力强的复合材料高技术企业群。近几年,我国东南沿海地区复合材料发展迅速。统计资料表明,截止到 2013 年,世界上有 60% 的复合材料高尔夫球杆、钓鱼竿等体育休闲用品产自中国大陆^[14],而我国的碳纤维复合材料 60% 都用在体育休闲领域。2010 年,国内此领域的碳纤维复合材料的需求量是 6000 t,到 2015 年为 1.7 万 t;2014 年,我国首支碳纤维复合材料标枪成功问世^[27]。烟台威海光威集团有限责任公司号称是世界上最大的复合材料钓鱼竿厂;江苏连云港神鹰新材料有限责任公司复合材料自行车年产 10 万辆。在医学领域,复合材料尤其是碳纤维材料具有不吸收 X 射线的优良特性以及优良的力学性能,通常用碳纤维制造 X 光机及矫形支架等,并且其在纤维增强的骨粘合剂、人工关节、人工骨和骨夹板骨钉方面因其优良性能得到广泛应用^[1]。

近 10 年来复合材料在全球范围内发展迅猛,虽然我国对复合材料的研究起步较晚,但是国家非常重视复合材料在各领域的应用研究,鼓励产业自主创新,不仅在规模上和数量上实现了复合材料的飞速发展,同时在创新先进复合材料方面不断取得突破。随着科学技术,尤其是高精尖技术的发展,对新型复合材料性能提出了更高的要求,复合材料的发展趋势也在向智能化、环保型、创新型等方面发展^[28-30]。为了深入研究我国复合材料的发展现状,为我国复合材料产业的发展助力,基于准确数据的复合材料技术和产业分析必不可少。据世界知识产权的统计,全世界的技术创新成果 90% 以上会出现在专利文献中^[31],各个领域的技术发展动向和最新研究热点都可以从专利信息中获得^[32-36]。因此,本论文的研究工作从专利信息的角度,分析我国复合材料的发展现状,挖掘未来复合材料的研发和应用热点方向,对于提高我国复合材料的研究和应用水平,乃至提高我国工业化水平和综合国力具有重要的指导意义。

3 我国复合材料相关技术热点分析

3.1 专利申请总体态势分析

专利数量能反映一个地区的创新活力、专利意识以及对专利的关注程度,从行业技术创新活动程度和知识储备水平评估资源优势^[29]。国内的专利分为发明、实用新型、外观设计 3 种。通常发明专利申请要在申请之日

起 18 个月后公开, 所以 2014、2015 年专利申请量并不能反映实际水平, 故此两年数据仅作参考, 我们将不再对此两年进行分析和讨论。通过查询国家知识产权专利数据库, 查询日期为 2015 年 11 月 22 日, 发现从 1985 年到 2013 年期间, 专利申请共 50109 件, 其中申请发明专利为 37646 件, 实用新型专利 11605 件, 外观设计 903 件, 发明授权 17875 件。图 1 为我国 1985~2013 年间的复合材料专利申请情况。

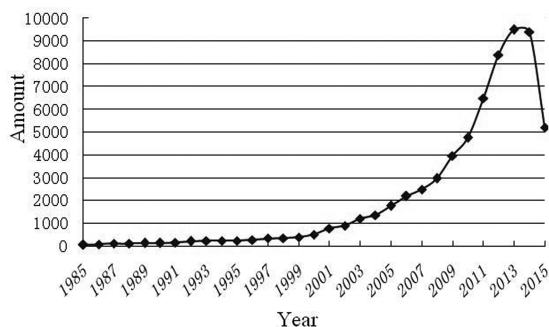


图 1 1985~2013 年我国复合材料相关专利申请情况

Fig. 1 Patent application amounts of composite material in China between 1985 and 2013

从图 1 中可以看出, 1985 专利申请数量 55 件, 2000 年为 497 件, 16 年间我国复合材料专利申请平均年增长量 21.615, 在这期间增长比较缓慢, 说明我国对复合材料的研究尚在起步阶段, 申请量处于较低水平。2001 年~2012 年, 专利呈现逐年增长态势, 从 2001 年 765 件到 2013 年 9494 件, 专利数量增长了数十倍, 尤其是最近几年, 申请数量出现迅猛增长, 2011 年专利数量 6478, 年增长率 36.29%; 2012 年专利数量 8387, 年增长率 29.47%, 专利数量增长率创历史新高; 2013 年专利数量 9494, 年增长率 13.2%。可以预料, 在现代工业的高速发展和技术水平的高要求下, 我国对复合材料的研究将更加深入, 未来专利申请数量会再创新高。

总体上, 我国复合材料专利申请呈现出逐步增长的态势。该发展过程可以分为两个阶段: 第一阶段是从 1985~2000 年, 处于缓慢增长阶段, 起步期; 通过引进先进技术, 我国开始对复合材料的基础理论、设计、制备技术和应用进行研究, 这阶段专利申请量较少。第二阶段是从 2001~2013 年, 专利数量出现迅猛增长的态势, 处于发展期; 复合材料的发展和受到党和国家的关注, 2003 年 5 月“铝基复合材料及其表面涂层”项目正式在国防科工委立项、2008 年 11 月国家批复建设“结构性碳纤维复合材料国家工程实验室”项目、国务院《十二五国家战略性新兴产业发展规划》将复合材料列为重点发展的三大新型材料之一, 复合材料的产业化备受瞩目, 正是在这些政策的

引导下, 推动着我国复合材料的快速发展。

3.2 专利类型和年度分布分析

国内的专利分为发明、实用新型、外观设计 3 种。不同的专利类型意味着专利保护对象、审查标准、授权条件、保护期限不同。从创新的角度看, 发明专利相对于实用新型和外观设计而言, 其创新程度和技术重要性更高, 专利转化或者应用的机会更多^[37]。根据专利类型对复合材料专利进行检索, 截止到 2013 年为止, 专利申请情况如图 2 所示。发明专利申请、发明专利授权和实用新型年度分布如图 3 所示。

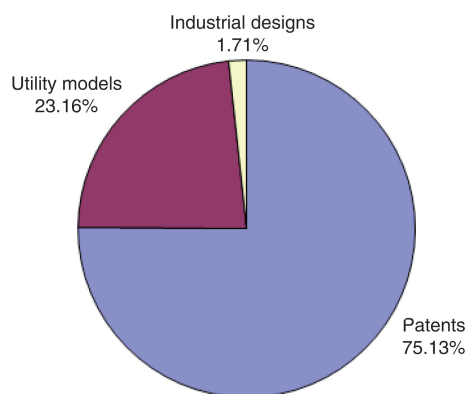


图 2 专利类型分布

Fig. 2 Patent type distribution

图 2 表明, 发明专利占专利总数的比重最大, 达到 75.13%, 实用新型次之, 23.16%, 外观设计仅占 1.71%。说明我国对复合材料的研究有较高的技术创新水平, 专利申请的质量较高, 知识产权保护意识越来越好。从图 3 可以看出, 发明专利和实用新型申请数量逐年增长, 发明专利的年增长量要高于实用新型, 说明我国对复合材料研究、创新能力越来越强。尤其是最近几年, 发明专利数量更是呈现快速增长的趋势, 年增长率分别是: 2010 年 18.17%、2011 年 31.76%、2012 年 28.37%、2013 年 23.38%, 说明随着我国在 2009 年成为世界最大的汽车市场及 2010 年 JEC 国际复合材料亚洲展的成功召开, 带动了我国复合材料行业的快速发展, 相关发明专利申请也在逐渐增长。发明授权数量也在逐年增长, 2012 年有所回落, 主要因为发明专利一般从申请到公开需要 18 个月甚至 3 年的时间, 按照 2011 和 2012 年发明授权数 2310 件和 2362 件的周期趋势分析, 2013 年发明授权量应该在将近 2500 件。2010 年, 发明专利申请 4753 件, 授权 1983 件, 授权率 41.72%; 2011 年, 发明专利申请 6478 件, 授权 2310 件, 授权率 35.66%; 2012 年, 发明专利申请 8387 件, 授权 2362 件, 授权率 28.16%; 2013 年, 发明专利申请 9494 件, 授权

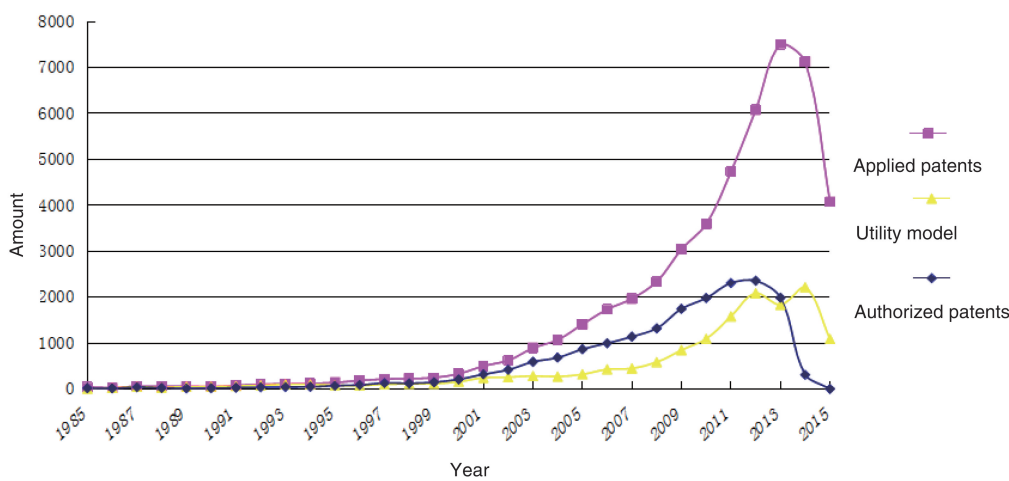


图 3 发明专利申请、发明专利授权和实用新型申请数量年度分布

Fig. 3 Annual distributions of invention application, invention authorization and utility model application

1991 件，授权率 20.97%。发明专利申请量逐年增加，说明我国复合材料产业技术创新能力日益增强。

3.3 主要申请人分析

通过对复合材料相关的专利权人进行分析，能够获得该技术领域内不同企业从事创新活动的信息，可以找到该技术领域的主要竞争者^[37]。统计了 1985 ~ 2013 年间，发明专利授权数量及发明专利申请量。为了研究我国复合材料专利申请人的技术创新情况，我们将授权专利数量排名前 15 位的机构列于表 1 中。

表 1 专利申请人情况

Table 1 Information of the applicants

No.	Applicants	Authorized patents	Applied patents
1	Harbin Institute of Technology	340	826
2	Shanghai Jiaotong University	290	591
3	Beijing University of Chemical Technology	178	463
4	Tsinghua University	166	351
5	Zhejiang University	164	428
6	University of Science and Technology Beijing	154	299
7	Northwestern Polytechnical University	151	369
8	Institute of Chemistry, Chinese Academy of Sciences	142	257
9	Sichuan University	134	277
10	Shaanxi University of Science and Technology	134	275
11	Donghua University	134	388
12	Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences	124	227
13	Tongji University	121	278
14	South China University of Technology	117	317
15	Wuhan University of Technology	111	239

由表 1 可以看出，排名前 15 的申请人中包括 13 所高校和 2 家科研机构。哈尔滨工业大学排名第一，授权专利数量 340 件，比排名第二的上海交通大学多 50 件，北京化工大学 178 件排名第三，说明我国对复合材料的研究高校起主导作用，其中哈尔滨工业大学处于领先地位，具有较强的创新能力和创新竞争力。哈尔滨工业大学早在 20 世纪 50 年代，就开始了复合材料的研究工作，到 80 年代中期，创立了复合材料研究室，开始先进复合材料的研究工作，在该领域具有深厚的研究基础。2 家科研机构包括中国科学院化学研究所和中国科学院金属研究所，申请量 142 和 124 件，分别排在第 8 和 12 位，虽然授权数量排名不是很靠前，但是授权率很高，分别为 55.25% 和 54.63%，说明这 2 家科研机构发明专利质量很高，具有很强的创新力和竞争力。综上所述，我国对复合材料的研究主要集中在高校和科研机构，表明国内高校和科研机构在相关技术领域具有较强的创新意识 and 专利保护意识，在专利活动中具有较强的竞争优势，但是由于高校和科研机构的研究成果以理论研究为主，技术并未充分应用于市场，所以授权的发明专利，还需要进行转化，才能取得经济效益。

3.4 技术态势分析

国际专利分类号（IPC，International Patent Classification）是根据 1971 年的《国际专利分类斯特拉斯堡协定》编制而成的。通过对特定产业专利申请 IPC 分布的分析，既可以判断创新的热点技术区域，又可以判断其涉及到的技术领域及发展趋势。其中 IPC 小类是对专利相关技术领域的细分，通过 IPC 小类可以深入了解相关专利的技术信息。表 2 是按照 IPC 小类分类统计的情况。表中列举了复合材料的 IPC 分类号、专利申请量、占总数的

比重。

表 2 复合材料专利数量排名前 15 名的 IPC 类型

Table 2 Top 15 IPC categories of composites patent

No.	IPC	Applied patents	Percent (%)
1	C08L	12149	10.96
2	C08K	10887	9.82
3	B29C	6818	6.15
4	B32B	4855	4.38
5	C04B	3303	2.98
6	C08J	3122	2.82
7	H01M	3046	2.75
8	C22C	2646	2.39
9	C08G	2382	2.15
10	B01J	2248	2.03
11	B29B	1754	1.58
12	C01B	1538	1.39
13	G01N	1439	1.30
14	H01B	1256	1.13
15	C08F	1210	1.09

从表 2 可以看出,我国复合材料专利申请主要集中在 3 大技术领域: C, B, 及 H。由专利分类号按部分类可知其中 C 代表化学、冶金, B 代表作业、运输, H 代表电学。占据主导地位的是 C08L, 12149 件; 其次是

C08K 和 B29C, 10887 和 6818 件; 3 项共计 29854 件, 占有专利数量的 26.93%, 可见, 这 3 个领域是我国复合材料研发的热点技术领域。由表 2 中数据来看, 我国复合材料的研究主要集中在复合材料的设计、复合材料的制备及复合材料的加工; 在复合材料的应用方面, 复合材料的研发主要集中在 B32B (层状产品)、C04B (建筑材料) 及 H01 (基本电气元件), 研发出的这些材料主要应用在电子电气及建筑领域。可见, 我国对复合材料的研究深度和广度与发达国家存在差距, 尤其是高性能复合材料的研究, 发达国家在许多领域已实现商品化, 而我国还处于研发阶段。

为了更好地了解主要申请人在专利研发热点领域的分布情况, 我们将主要申请人在排名前 10 IPC 技术类别中的分布情况, 统计于图 4。从图 4 可以看出我国复合材料研发的技术热点领域 C08L (高分子化合物的组合物) 和 C08K (使用无机物或非高分子有机物作为配料) 各高校和科研机构都有涉及, 其中, 中国科学院化学研究所在 C08L 领域和 C08K 领域专利数量排名第一, 表明在上述领域化学所具有较为突出的创新能力。专利申请总量排名第一的哈尔滨工业大学在各个技术领域专利活动都较为活跃, 申请数量最多的集中在 C22C (合金)、C04B (石灰; 氧化镁; 矿渣; 水泥; 其组合物, 例如: 砂浆、混凝土或类似的建筑材料; 人造石; 陶瓷) 和 B29C (塑料的成型或连接; 塑性状态物质的一般成型; 已成型产品的后处理, 例如修整) 领域。

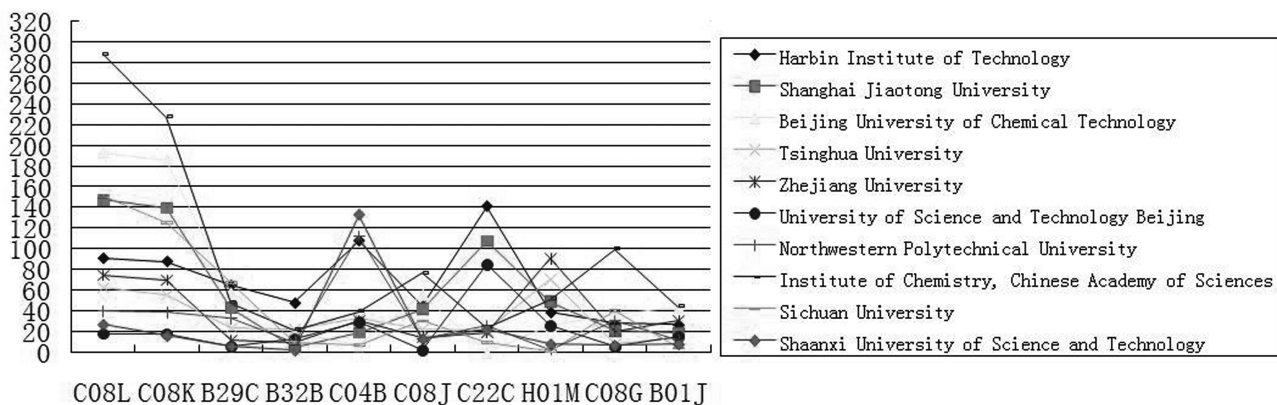


图 4 主要申请人在排名前 10 IPC 技术类别中的分布

Fig. 4 Applicants distribution in the Top 10 IPC technology categories

4 结 论

通过对比分析国内外复合材料领域的发展现状, 可以发现: ①全球复合材料市场快速增长, 相关研发工作正处于快速发展期, 我国对复合材料相关技术研发投入

和专利申请数量增长迅速。②美国、欧洲以及日本等发达国家对于复合材料的研究以企业为主体, 且市场上也已有许多成熟产品, 已实现商品化, 而我国的研发主体主要集中在高校和科研机构, 这也表明国内复合材料领域的很多技术研究还停留在理论研究或中试阶段, 真正

投入市场的比例不高。③在航空航天等高精尖技术领域,美国、欧洲和日本等发达国家,技术创新能力突出,研制出的高性能复合材料已成功应用到民机、军机、直升机甚至无人机上,而通过专利分析可知,我国研制的复合材料已实现商用的,大部分用在房屋建筑以及电子电气产品,高性能航空复合材料仍处于研发阶段和应用的初期阶段。

鉴于上述问题,为了推动我国复合材料的研究和应用发展,以下几方面的工作需要注意:

(1) 应从复合材料的基础研究入手,根本上解决技术难题。我国复合材料的基础研究底子薄、关键技术未能实现突破,为此,政府应该布局复合材料产业的发展,用政策来推动基础研究。

(2) 加强高校、科研机构以及企业间的合作。在复合材料一些重点前沿技术方向上,高校、科研院所创新能力显著,企业尚未成为技术创新的主体,因此,要支持科研院所在企业建立研发和专利成果转化基地,共同开展项目建设和研发合作,促成我国复合材料产业的跨越式发展。

(3) 加大国际合作。我国复合材料的发展首先要立足于自主创新,然后国际合作非常有必要。向国外顶尖复合材料研究团队派出访问学者,引进国外公司高精尖的设备等等,从国家、企业、科研机构三个层次加大国际合作力度。

参考文献 References

- [1] Hong Guixiang (洪桂香). *Chemical Industry* (化学工业) [J], 2014, 12: 7-12.
- [2] Yao Yuchen (姚雨辰). *Synthetic Materials Aging and Application* (合成材料老化与应用) [J], 2015, 04: 119-121.
- [3] Chen Bo (陈博). *Fiber Reinforced Plastics* (玻璃钢) [J], 2013, 01: 20-22.
- [4] He Xiaodong (何东晓). *Hi-Tech Fiber & Application* (高科技纤维与应用) [J], 2006, 02: 9-11.
- [5] Liu Guanglong (刘广龙). 复合材料研发现状与发展动向 [C] // *Twelfth Materials Science and Alloy Processing Conference of Nonferrous Metals Society of China* (中国有色金属学会第十二届材料科学与合金加工学术年会论文集). Beijing: 2007: 6.
- [6] Jia Bi (贾碧), Di Yongjiang (邸永江), Zhang Tengfei (张腾飞), et al. 复合材料应用及产业化 [C] // *Innovation and Sustainable Development* (2) (创新与可持续发展(下册)). Beijing: Chinese Society for Composite Materials, Chinese Society of Aeronautics and Astronautics, Chinese Society of Astronautics, et al. 2010: 7.
- [7] Xue Zhongmin (薛忠民), Zhang Wenling (张文玲), Lu Qin (吕琴). *Aeronautical Manufacturing Technology* (航空制造技术) [J], 2014, Z1: 41-46.
- [8] Deng Guifang (邓桂芳). *Chemical Industry* (化学工业) [J], 2015, 09: 13-18.
- [9] Guo Enming (郭恩明). 航空复合材料技术的发展现状 [C] // *Composite Materials Science Annual Meeting 2003* (中国复合材料学会2003年复合材料学术年会论文集). Beijing: Chinese Society for Composite Materials, 2003: 8.
- [10] Chen Xiangbao (陈祥宝). *Journal of Aeronautical Materials* (航空材料学报) [J], 2003 (S1): 198-204.
- [11] Liu Ying (刘莹), Sun Lu (孙璐). 先进复合材料在航空航天的现状与应用 [C] // *The Third Exchange Meeting of Space Materials and Applied Technology* (第三届空间材料及其应用技术学术交流会论文集). Beijing: China Academy of Space Technology, Science and Technology Department of Ministry of Education of China, Key Laboratory of Vacuum Low Temperature Technology and Physics, et al. 2011: 5.
- [12] Wang Tao (王涛), Zhao Yixin (赵宇新), Fu Shuhong (付书红), et al. *Journal of Aeronautical Materials* (航空材料学报) [J], 2013, 02: 87-96.
- [13] Shen Jun (沈军), Xie Huaqin (谢怀勤). *Materials Science and Technology* (材料科学与工艺) [J], 2008, 05: 737-740.
- [14] Chen Shaojie (陈绍杰). *Fiber Reinforced Plastics* (玻璃钢) [J], 2014, 01: 13-26.
- [15] Tang Jianmao (唐见茂). *Spacecraft Environment Engineering* (航天器环境工程) [J], 2013, 8: 269-280, 263.
- [16] Luo Yifeng (罗益锋), Luo Xi (罗晰). *Advanced Materials Industry* (新材料产业) [J], 2012, 2 (1): 1-6.
- [17] Qian Shizhun (钱世准). *Fiber Glass* (玻璃纤维) [J], 2003, 04: 38-41.
- [18] Zhang Linwen (张林文). *Advanced Materials Industry* (新材料产业) [J], 2007, 09: 27-33.
- [19] Peng Jintao (彭金涛), Ren Tianbin (任天斌). *China Adhesives* (中国胶粘剂) [J], 2014, 08: 48-52.
- [20] Chen Bo (陈渤). *Tianjin AUTO* (天津汽车) [J], 2002, 03: 25-28.
- [21] Wang Ming (王鸣), Zhang Xiaoyue (张晓越), Dong Zhiguo (董志国), et al. *Aeronautical Manufacturing Technology* (航空制造技术) [J], 2014, 06: 10-13.
- [22] He Guangyu (贺光玉), Xiang Yu (向宇). *Automotive Parts* (汽车零部件) [J], 2013, 05: 86-92.
- [23] Peng Xiang (彭祥). *Sichuan Cement* (四川水泥) [J], 2014, 11: 166.
- [24] Chen Shaojie (陈绍杰). *Journal of Materials Engineering* (材料工程) [J], 2004, 09: 9-13.
- [25] Zhao Yongqing (赵永庆). *Materials China* (中国材料进展) [J], 2014, 07: 398-404.
- [26] Lin Gang (林刚), Shen Tunian (申屠年). *Hi-Tech Fiber & Application* (高科技纤维与应用) [J], 2012, 04: 1-17.
- [27] Chen Zhenxing (陈振兴). *Science & Technology Information* (科技

- 资讯) [J], 2013, 08: 131+133.
- [28] Jiang Lijun (蒋利军), Zhang Xiangjun (张向军), Liu Xiaopeng (刘晓鹏), et al. *Materials China* (中国材料进展) [J], 2009, Z1: 50-56+66.
- [29] Shi Changxu (师昌绪). *Materials China* (中国材料进展) [J], 2009, 01: 1-2.
- [30] Xiao Yan (肖 艳). *Chemical Industry* (化学工业) [J], 2012, 08: 38-42.
- [31] Xiao Guohua (肖国华), Guo Jieting (郭婕婷). *Science News* (科学新闻). [J], 2007 (13): 34-35.
- [32] Wu Bo (伍 波), Zhang Qiuhui (张求慧). *New Chemical Materials* (化工新型材料) [J], 2015, 03: 6-8.
- [33] Shen Heng (沈 衡), Zhao Ning (赵 宁), Xu Jian (徐 坚). *Acta Polymerica Sinica* (高分子学报) [J], 2015, 11: 1266-1270.
- [34] Zhang Huijing (张慧婧), Zhong Yongheng (钟永恒), Liu Jia (刘 佳). *Chinese Journal of Vacuum Science and Technology* (真空科学与技术学报) [J], 2015, 35 (3): 259-265.
- [35] Gu Zhenyu (顾震宇), Lu Wei (路 炜), Xiao Huwei (肖沪卫). *Chinese Journal of Automotive Engineering* (汽车工程) [J], 2010, 32 (2): 73-182.
- [36] Xiang Bingkun (相炳坤), Zuo Dunwen (左敦稳), Li Xiangfeng (黎向锋). *Journal of Functional Materials* (功能材料) [J], 2008, 39 (9): 1577-1583.
- [37] Qu Wei (曲 伟). *Library and Information Service* (图书情报工作) [J], 2014, 58 (S1): 167-170.

(编辑 惠 琼)

“十三五”国家重点图书、国家出版基金项目

——“海洋工程材料丛书”新书发布会成功举办

2016年10月20日,由化学工业出版社编辑出版的“海洋工程材料丛书”新书发布会在青岛康大豪升酒店成功举办。周廉、干勇、曾恒一、李鹤林、蹇锡高、侯保荣、潘德炉、毛新平等院士,国家海洋局原局长孙志辉等领导,丛书各分册主要编写人员,以及来自海洋工程装备与海洋材料领域的近200位科研院所及企业代表参加了本次活动。周伟斌社长到会致辞,并与丛书主编周廉院士共同为丛书出版揭幕。



“海洋工程材料丛书”是“十三五”国家重点图书、国家出版基金项目。由中国工程院、中国科学院近30位院士,全国百余位海洋工程及材料领域的专家、学者共同完成的大型出版工程项目,共11个分册,560余万字。从“材料”、“工程装备”、“腐蚀防护”3个层面,总结和梳理了改革开放30年来我国海洋工程材料及工程应用方面的基础理论积累、重大研究和应用成果,重点突出了关键技术,介绍了国内外在该领域的先进技术、装备和理论研究;展望了海洋工程材料和材料技术的发展趋势。内容紧扣国家海洋强国的战略需求,是我国第一部完整的、成体系的海洋工程材料技术用书。

“海洋工程材料丛书”各分册如下:

《中国海洋工程材料发展战略咨询报告》周 廉等编著

《海洋工程钢铁材料》主编:王国栋 副主编:尚成嘉、刘振宇

《海洋工程钛金属材料》主编:常 辉 副主编:廖志谦、王向东

《海洋工程有色金属材料》马朝利、李 周、李廷举、赵丕植等编著

《海洋工程聚合物基复合材料》主编:肇 研、蔡 斌

《海洋工程水泥与混凝土材料》主编:沈晓冬 副主编:李宗津

《船舶装备与材料》主编:马运义 副主编:吴有生、方志刚

《海洋石油装备与材料》李鹤林等编著

《海水资源综合利用装备与材料》主编:阮国岭、高从堦

《海洋工程材料腐蚀行为与机理》主编:李晓刚

《海洋工程材料和结构的腐蚀与防护》韩恩厚、陈建敏、宿彦京等编著



(化学工业出版社 窦 臻 供稿)