

中日美欧碳纤维技术优势比较研究

——基于 Patentics 专利竞争反点位分析

王鹤璇 钟书华

华中科技大学公共管理学院 湖北武汉 430074

华中科技大学 湖北武汉 430074

摘要: [目的/意义] 本文介绍了一种基于 Patentics 专利分析平台竞争反点位功能的专利技术识别与技术优势分析新方法, 并以中、日、美碳纤维技术为例作实证分析。[方法/过程] 基于德温特数据库 (DII)、Patentics 专利数据平台收录的碳纤维技术相关专利数据, 选取目前碳纤维技术专利申请量最多的中、日、美、欧, 识别四个地区碳纤维 13 类子技术的技术布局空白。[结果/结论] 结果表明, 竞争反点位功能作为一种新型专利分析方法, 能够有效识别新兴技术、关键技术, 并适用于国家间技术竞争分析, 能够极大提高数据处理与分析效率, 为今后专利计量工作及技术竞争优势比较提供新的分析方法。

关键词: 碳纤维; 专利分析; 技术优势; 技术识别

引言:

专利作为一种技术知识来源, 被广泛应用于知识管理、技术管理、信息提取和经济价值预测。碳纤维及其复合材料技术构成复杂, 子技术都包含了大量技术分支, 极大地增添了技术分析的难度。因此, 本文介绍了一项新的专利技术识别工具——Patentics 专利分析平台竞争反点位功能及其使用过程。通过识别技术空白点, 比较日、美、欧领先我国的技术优势布局并进行竞争优势分析。

1 研究设计

1.1 数据来源

利用德文特数据库 (DII) 进行数据收集, 并利用专利分析平台 Patentics 进行数据挖掘、数据分析工作。通过阅读国内外文献和查阅资料, 提取最终检索式 TTL/ (“碳纤维” OR “carbon fiber”), 截至 2021 年 10 月, 全球碳纤维专利共计 57583 条。

1.2 研究方法

IPC 分类号是国际通用的专利技术分类方法, 具有层级性和可比较性, 能够用作识别专利技术领域。依据

基金项目: 华中科技大学自主创新项目 (2020WKZDJC001) ——中国新一代信息技术智慧专业化评价

作者简介:

王鹤璇 (1996-), 女, 黑龙江大庆人, 华中科技大学公共管理学院硕士研究生, 研究方向: 科技政策与科技管理。

钟书华 (1957-), 男, 贵州毕节人, 华中科技大学公共管理学院二级教授, 博士生导师, 研究方向: 科技政策与科技管理。

申请数量筛选全球碳纤维技术领域 13 类主要子技术, 比较中、日、美、欧子技术领域在不同阶段的技术优势分布。并利用专利分析平台 Patentics 的竞争反点位功能对专利数据进行排查得出双方中一方已经布局而对方尚未布局的技术空白点。

1.3 碳纤维技术领域划分

碳纤维制造技术包括原材料、加工技术、生产设备以及由碳纤维制成的复合材料。其中, 原材料加工包括前体生产、聚合技术、纺丝技术; 加工技术主要包括氧化技术、改性技术、上浆技术; 生产设备则为生产每类子技术的设备及其零件; 复合材料主要包括树脂材料、预浸料与预浸技术、成型技术。除此以外, 由于碳纤维材料带来的环境问题, 碳纤维回收技术成为当前研究热点。中日美欧四个地区各子技术专利申请数量如下 (见表 1)。

表 1 中日美欧子技术领域专利申请数量比较

	中国	日本	美国	欧洲
前体技术	1119	1337	243	279
聚合技术	218	100	72	66
纺丝技术	486	100	19	8
氧化技术	487	101	23	11
碳化技术	553	22	8	10
改性技术	1410	337	46	33
上浆技术	399	236	38	58
树脂材料	1146	779	167	207
成型技术	943	183	58	68
预浸技术	532	276	97	104
复合材料	4081	2427	749	691
生产设备	3709	575	186	143
回收技术	1119	323	232	277

2 中日美欧碳纤维技术竞争反点位识别

2.1 子技术优势技术识别

2.1.1 原材料生产技术

传统纤维前体的制造技术已经进入衰退期，PAN基碳纤维由于质量稳定主导世界市场的90%以上，因此已经开始对纺织用聚丙烯腈，木质素与聚丙烯腈的混合物使用进行研究。由于经济和生态的原因，全球各大制造商都在积极寻找替代前体以实现绿色生产，主要包括聚乙烯、木质素纤维、纤维素纤维。目前木质素基碳纤维已成为一种具有高技术影响力、经济吸引力和环境可持续性的材料，其发展背后的主要驱动力是政府对燃料消耗的监管变化。

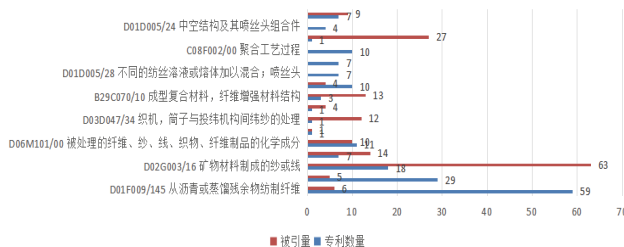


图1 中国相对日本前体制造技术布局空白领域

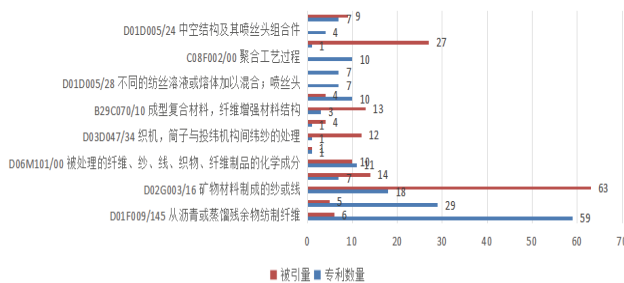


图2 中国相对日本、美国、欧洲纺丝技术布局空白领域

2.1.2 加工技术领域

我国目前在氧化、碳化技术领域没有落后日、美、欧的技术空白点，说明我国在加工技术领域发展较为成熟，新的加工工艺侧重于降低耗能。在改性技术及上浆技术领域，我国专利数量高达1410件，技术空白点主要分布在涂层材料和加工设备领域（见图3）。

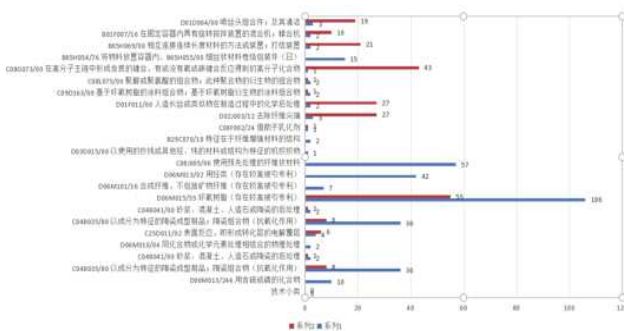


图3 表面改性及上浆技术中国相对日本、美国、欧洲技术布局空白领域

2.1.3 生产设备

美国在生产设备领域具有显著优势，存在诸多高被引的核心技术。目前我国生产设备专利数量已经高达3709件，但未来应该持续研发降低能耗的生产设备。美国哈珀国际公司使用天然气燃烧器替代传统碳化炉，与传统电加热结合使用。有效降低运行成本，并具有能源供应的灵活性、更低的投资成本和更短的交货时间。

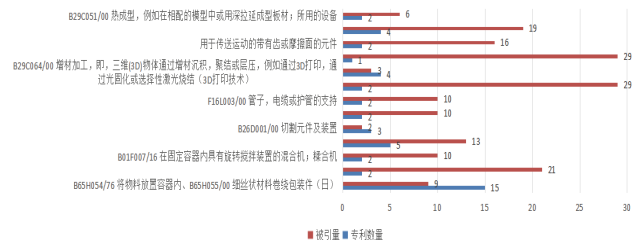


图4 设备生产中国相对日本、美国、欧洲技术布局空白领域

2.1.4 回收技术

尽管回收技术已经存在了大约10年，报废部件的可持续再利用性问题还没有得到最终解决。从本质上来说，碳纤维及其复合材料回收是由生态、经济和政策法规等因素共同决定。目前中、日、美、欧都出台相应的能源政策鼓励碳纤维回收。目前主要的回收技术有机械粉碎、热解技术、流化床工艺、溶剂分解、电动破碎，其中机械回收已经商业化，主要用于玻璃纤维增强聚合物。但由于回收技术降低了纤维质量，目前为止再生碳纤维应用仍然有限。日、美、欧回收技术技术优势领域如下（见图5）。

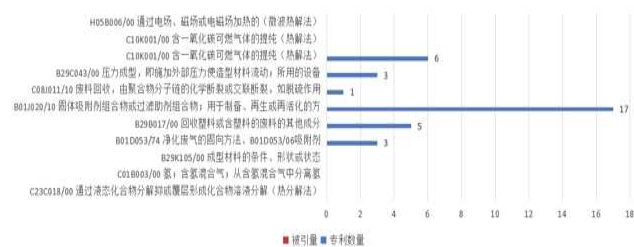


图5 回收技术中国相对日本、美国、欧洲技术空白领域

3 中日美欧碳纤维技术竞争优势分析

3.1 美国竞争优势分析

美国是碳纤维制造的全球领导者，产能为31.7公吨。商务部限制出口货物和技术，并要求为军用碳纤维交易申请出口许可，被认为是增加美国碳纤维市场出口的潜在障碍。自20世纪90年代以来，美国投资了2500万至4500万美元用以研发碳纤维。2013年，在能源部的支持下，橡树岭国家实验室（ORNL）在田纳西州橡树岭开设了价值3470万美元的碳纤维技术设施，以加快开发和

部署低成本碳纤维材料，并创造新一代坚固、轻质的复合材料。美国国防部也通过 Man Tech 项目资助碳纤维的研究和开发。2014 年，国家标准与技术研究所通过其先进制造办公室资助先进复合材料加速创新和嵌入联盟，以制定研究路线图来识别和验证新兴交叉技术，并开发创新制造生态系统；2015 年，美国能源部与几所大学和研究机构合作，支持了先进复合材料制造创新研究所（IACMI）的发展，通过 7000 万美元的联邦资金和 1.8 亿美元的非联邦资金支持，致力于提高碳纤维的生产能力，并为汽车和其他工业部门开发更先进的纤维增强聚合物复合材料。国家可再生能源实验室（NREL）致力于通过自动化改善风力涡轮机中的碳织物布局的研究来支持这一任务。相比之下，ORNL 开展了与碳纤维制造工艺相关的研究。在 IACMI 之外，桑迪亚国家实验室风能技术项目还开展了与将碳纤维整合到涡轮叶片中相关的研究，以便为陆基和近海风力项目生产更长、更强和更轻的叶片。

3.2 日本竞争优势分析

日本是第二大碳纤维制造商，产能为 25 公吨，具有东丽公司在内的多家全球领先企业。简化的大宗出口许可证申请程序是日本碳纤维净出口的重要驱动力，相比美国更为灵活。日本不仅支持碳纤维领域的重大研发，同时支持国内终端市场。从历史上看，公共研发、工业直接资助以及公私合作伙伴关系共同推动了日本碳纤维制造业发展。除社会捐赠外，2011 年地震后日本政府还为“国内区位促进项目”提供补贴。日本于 2002 年建立 RPS 项目，该项目要求电力零售商到 2014 年生产 16 太瓦时的可再生能源。而后，日本用陆基和近海风能系统在内的上网电价方案取代了其风力发电系统，同时日本还有巨大的海上风能潜力，另一方面，日本制定的车辆排放法规也将推动最终用途市场。

从日本碳纤维制造商公司结构看，其普遍通过连锁股份实现整合。其中，横向企业通常以银行为中心，纵向企业以制造业为中心。而碳纤维行业的大型制造公司则是大型企业集团的一部分（例如，东丽是三井住友银行的一部分）。该结构能够使碳纤维制造商获得稳定的融资，免受短期市场压力，以顺利开展高成本的研发活动。这种公司结构也是东丽公司获得并保持全球最大碳纤维制造商地位的重要原因。日本的投资环境、生产要素及产业链生态的优势都非常一般，然而该国超强的技术与融入全球产业生态的能力，使其建厂区域在全球综合优势中保持了领先地位。

3.3 欧盟竞争优势分析

欧盟是全球第三大碳纤维制造国，产能为 23.1 公吨。欧盟国家的出口许可要求比美国更灵活。其碳纤维研发大多是通过欧盟研究和创新框架方案进行，例如在第七个欧盟框架方案中，承诺向功能化创新碳纤维项目提供 600 万欧元。该项目由具有成本效益和定制性能的新型前体开发而成，重点是改善碳纤维的功能和降低其成本，同时还将尝试开发碳纤维再利用的新途径。欧盟的地平线 2020 计划是第七个框架计划的后续计划，从 2014 年到 2020 年为研究项目提供 800 亿欧元的资金。碳纤维制造商可以从一系列资助项目中受益，包括未来和新兴技术部分的石墨烯项目，该项目可以打开新市场并降低生产成本。

欧洲国家产业链生态完备，在航空航天领域产量共占全球 25% 左右，主力是空客的商用及军用飞机，以及英法的军用飞机；在风电、汽车领域西欧比美国的市场还庞大，其中风能占全球海上风能总量的 90% 以上，由于其可再生能源目标和对海上风能的大量利用，欧洲将继续在全球风能碳纤维需求中占据主要份额；欧洲对汽车结构材料的用途需求量也为全球最大，约占 40%，也因此其率先制定了全球 CFRP 汽车结构的性能标准。目前欧洲碳纤维产业发展的主要问题是生产要素中的能源与人工成本昂贵，因此欧洲的碳纤维工厂只能生产高附加值的碳纤维。另一方面，欧盟对风能部门的支持是全球风能部门海上风能和碳纤维最终用途应用的最大驱动力。欧盟还为新车设定了强制性减排目标，这也推动了碳纤维在汽车行业的部署。

3.4 中国竞争优势分析

我国是全球第四大碳纤维生产国，产能为 12.8 公吨。相比美、日、欧，我国具有最灵活的出口许可要求和最具保护性的关税政策来支持国内碳纤维生产。此外，中国进出口银行和中国信保都为国内碳纤维出口商提供融资。2013 年 11 月，中国工业和信息化部制定计划以加快国内碳纤维制造业的发展。为了实现产业更加集中和更具竞争力的目标，该计划采取政策措施促进技术创新，促进产业结构调整，并提高碳纤维在下游产业的采用。自该计划发布以来，吉林市内建立了从前体到最终产品的综合产业链，被称为“中国碳谷”。

我国可再生能源政策支持陆上和海上风力部署间接推动碳纤维行业发展。十三五规划中制定减少与电力生产相关的碳污染的目标，同时计划投资 6.6 万亿美元的清洁能源技术。除此以外还设定到 2020 年风力发电能力达到 200GW，并安装 10 千兆瓦海上风力发电的目标，进一步推动碳纤维项目的部署。另一方面，能源部为乘用车

制定了强制性燃油经济性标准，间接支持碳纤维在汽车行业的应用。

4 结论与启示

4.1 研究结论

竞争反点功能只能比较技术布局差异，不能直观比较专利质量。专利技术竞争是一个动态发展的过程，依分析的时间与周期不同，识别出的竞争反点技术有所不同。周期越短，识别出的竞争反点技术越多，进而能够更有效对一国的竞争力进行分析。由于技术的发展周期逐渐缩短以及科技情报分析平台日益完善，创新主体的研发动态更容易被其他创新主体捕捉，竞争双方的技术布局会出现极大的相似性。因此，利用IPC代码表征技术，并利用竞争反点功能进行技术布局比较存在一定困难。需要结合专利的技术信息、法律信息、市场价值等多维指标进行综合分析。

4.2 研究启示

碳纤维技术作为一种化工材料，不同产品制造成本对供应链分布具有显著影响。不同国家之间设备和材料成本相对稳定，而劳动力和能源成本差异较大。目前，我国碳纤维产业链完整，多数企业仍处于价值链低端。但总体而言，生产技术正不断赶超，未来应不断培育新的竞争优势，持续关注全球领先企业前体制造、能源成本、工厂选址、应用研发的新兴方向。碳纤维生产企业应明确自身定位，各擅其场，发挥比较优势，切记“一网打尽”或“夹杂中间”。加强相关生产环节的纵向整合，实现生产环节更为精细化与合理化。依据生产成本与市场需求调整业务分类、重建价值链，不断寻找新的运作方式、采取新的工作流程、新的原料或新的生产技术。

参考文献：

[1] 李林, 杨锋林, 何建洪. 美、德、日、中先进制造技术优势的比较研究[J]. 情报杂志, 2020, 39(10): 65-71+58.

[2] 肖岚. 全球领先碳纤维企业的纵向约束模式及动因分析[J]. 纺织导报, 2019(08): 19-22.

[3] 李彩霞, 单美玉, 宋微, 史琳. 中国碳纤维产业专利战略研究[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2013(12): 125-128.

[4] 杨思思, 戴磊, 汪一名. 基于Innography平台的碳纤维布专利分析及创新趋势研究[J]. 现代情报, 2016, 36(06): 154-164+170.

[5] 杨欣宇. 碳纤维产业中国专利分析[J]. 决策咨询, 2015(04): 44-47.

[6] 李军, 唐恒, 桂勇. 国内外碳纤维技术专利竞争情报分析[J]. 情报杂志, 2011, 30(09): 14-19

[7] 冯洁, 杜希岩. 中国碳纤维技术专利状况浅析[N]. 中国知识产权报, 2011-12-07(007).

[8] 顾佳杰. 碳纤维产业发展研究报告[J]. 上海化工, 2019, 44(03): 32-36.

[9] 文心. 破解碳纤维产业“卡脖子”难题——2019(第八届)国际碳纤维产业发展(盛泽)大会召开[J]. 新材料产业, 2019(07): 70-71.

[10] 罗益锋, 罗晰旻. 全球高性能纤维将呈风云变幻格局[J]. 高科技纤维与应用, 2017, 42(06): 1-7+19.

[11] 胡晓梅. 碳纤维产业化发展及成本分析[J]. 全国流通经济, 2019(30): 125-126.

[12] 徐樑华. 碳纤维国产化现状与技术发展前景分析[J]. 江苏建材, 2018(05): 17-21.

[13] 李仍元. 国外碳纤维工业的现况、发展过程及其最近动向[J]. 纤维复合材料, 1989(01): 1-15+31.

[14] 罗益锋. 处于战略机遇期的全球碳纤维及其复合材料产业[J]. 高科技纤维与应用, 2019, 44(02): 1-20.

[15] 陈乐. 近年来世界碳纤维生产和应用概况[J]. 化工新型材料, 1987(08): 9-13.

[16] 马祥林, 杨正宇. 碳纤维行业专利现状分析及建议[J]. 河南科技, 2018(06): 55-58.

[17] 陈长益. 中国碳纤维领域专利信息分析研究[J]. 江苏科技信息, 2013(24): 7-9+12.

[18] 郑佳, 党蓓. 从专利角度分析国内外碳纤维之发展[J]. 新材料产业, 2014(08): 7-14.

[19] Sujit Das, Josh Warren, Devin West. Global Carbon Fiber Composites Supply Chain Competitiveness Analysis, Energy and Transportation Science Division, Oak Ridge National Laboratory.

[20] 林刚. 释放良机——2019全球碳纤维复合材料市场报告[J]. 纺织科学研究, 2020(05): 42-63.