

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.09.001

石墨烯应用领域技术热点与技术机会

马丹丹¹, 郭敏¹, 段庆锋²

(1. 中北大学 经济与管理学院, 山西 太原 030051; 2. 山西财经大学 管理科学与工程学院, 山西 太原 030051)

摘要: 为挖掘石墨烯应用领域的技术热点和技术机会,运用 CiteSpace 可视化软件,绘制关键词聚类知识图谱,识别和评价空白组群,从“数-图-群”中挖掘技术含义,形成技术机会,并进行市场空间比较。结果发现,石墨烯导电及油墨涂料等复合材料为热点前沿方向,石墨烯传感器技术是最具潜力的技术机会方向,市场空间巨大。

关键词: 石墨烯; 应用领域; 技术热点; 知识图谱; 技术机会; 市场空间

中图分类号: TS101.8

文献标识码: A

文章编号: 1001-2044(2018)09-0001-04

Technology hotspot and opportunities in graphene application field

MA Dandan¹, GUO Min¹, DUAN Qingfeng²

(1. College of Economics and Management, North University of China, Taiyuan 030051, China)

(2. School of management science and Engineering, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030051, China)

Abstract: In order to excavate the technical hotspots and technical opportunities in the application field of graphene, the CiteSpace visualization software is used to draw the knowledge atlas of keyword clustering and to identify and evaluate the blank groups. The technical opportunities are excavated from the "number graph group", and the technical opportunities are formed, and the market space are compared. The results show that graphene conduces and ink coatings are the hot forward directions, graphene sensor technology is the most potential technology opportunity direction, and the market space is huge.

Key words: graphene; application area; technical hotspots; knowledge map; technology opportunity; market space

石墨烯是目前发现的最薄、强度最大、导电导热性能最强的一种新型纳米材料。近年来石墨烯制备技术的提高使得石墨烯下游产业的研发有了蓬勃的发展,石墨烯在航天材料、锂离子电池^[1]、电子屏幕、涂料、石墨烯薄膜^[2]等多个领域应用广泛。目前已有学者从文献计量角度,利用统计分析^[3]、聚类分析^[4]、共引分析^[5]等方法对石墨烯领域进行热点挖掘,并对石墨烯发展态势和现状进行研究。也有学者通过技术生命周期^[6]、TDA^[7]、Aureka^[8]等分析工具,对全球石墨烯相关专利进行了分析,揭示了全球石墨烯相关专利技术的研发和竞争态势^[9]。目前学者的分析专注于热点前沿研究,而对潜在机会方面未有涉及。技术机会是技术创新活动必须考虑的重要因素,但技术机会存在于大量论文、报告及专利等信息中,仅靠专家主观知识很难准确把握,必须运用一定的工具软件及分析方法进行识别^[10]。目前,石墨烯产业正处于技术突破前期,市场空间巨大,本文在聚类知识图谱中探测技术热点,再运用可视化分析智能识别空白点组群,对各组群进行重要性分析,发现技术机会,最后通过市场空间测度,验证分析结果,为石墨烯应用技术的深入发展提供

借鉴和参考。

1 数据来源与方法

1.1 数据来源

为了更准确地获取石墨烯应用领域热点和潜力信息,以 CNKI 系列全文数据库为数据源,获取选定领域的文献数据,选择时间跨度为 2000~2017 年。经过阅读剔除书评、报道、通知等非学术文献及其他相关度不高的文献后,截至 2017 年 11 月 20 日,共筛选出 3 895 篇文献作为样本数据。

1.2 方法

运用软件 CiteSpace III 进行文献数据挖掘,通过关键词共现分析,构建可视化知识图谱,分析研究热点,进而识别和评价每个空白组群,进行毗邻重要性分析,结合专家意见,发现技术机会。CiteSpace III 是德雷塞尔大学陈超美教授开发的基于 Java 平台的文献信息分析及可视化软件,可用于对某一研究领域的研究热点进行探测^[11]。利用该软件绘制关键词可视化知识图谱,需把握多种相关指标,在分析过程中的关键环节则是确定关键节点^[12]。关键词可视化探测具体算法为:将中介中心性高于 0.1 的节点确定为关键节点,而对于具有共现关系的关键词,可采用 Cosine 余弦指数表示其强度^[13]:

$$\text{Cosine} = f(k_1, k_2) / \sqrt{f(k_1)f(k_2)}$$

收稿日期: 2018-05-31

基金项目: 山西省高等学校哲学社会科学研究基地项目(2016325)

作者简介: 马丹丹(1991—),女,硕士研究生,主要从事数据挖掘、技术创新管理研究。

次数的平均值,文献被引指标是文献重要性的核心体现,因分析结果不明显,加入下载次数这一指标,经过反复试验,基本可以代表文献空白点的重要性程度。

毗邻关键词频次和节点中心度的计算是分别对空白区域的毗邻关键词频次和节点中心度进行求和,数据见图1。关键词频次可以体现该区域热度情况和研究基础,可作为空白区域研究基础情况的重要指标;节点中心度是指网络中节点在整体网络中所起连接作用的大小,了解网络关系和关键节点,是暗示空白区域覆盖的节点网络关系情况的重要指标。两者均作为正向指标,其值越大预示着该空白组群在石墨烯应用领域未来的技术创新中越值得被重点关注,具有较大的发展潜力。

利用图3关键词聚类知识图谱,勾画出6处技术分布的空白区域即空白组群,作为技术发现备选区域。然后对空白组群毗邻关键词和文献进行摘取分析,从中得出6个空白组群各自代表的大概技术范围。如图4所示,技术空白组群可连线毗邻关键词及文献,分别编号1~6。

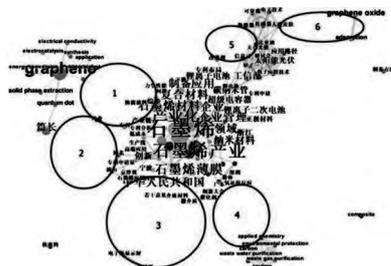


图4 技术空白组群示意图

标识出每个技术空白组群后,对其进行重要性分析。首先,对每个空白区域毗邻文献和关键词进行统计。毗邻关键词的数目限定为5~8个。空白组群1: photocatalyst、产业、专利、产业链、防腐涂料、力学性能。空白组群2: solid phase extraction、quantum dot、篇长、产业、生产线、高端应用、河北、专利申请量。空白组群3: 介质材料、栅介质、催化剂、电子显示屏、电子纸。空白组群4: 创新大会、氧化还原反应、粉体、applied chemistry、environmental、protection、carbon、waste water、purification、waste gas purification。空白组群5: 锂离子电池、改进剂、信息司、天合光能、传感器、可穿戴、换能器。空白组群6: 人造皮肤、电子技术、graphene oxide、adsorption、应用路径、太阳能光伏、比亚迪。

然后,分析空白组群的毗邻文献及关键词代表的技术内容,其中有部分文献存在于不同组群,说明各空

白组群存在相关关系,如空白组群5和6,都提及石墨烯人造皮肤和可穿戴健康传感器应用技术,两组群文献存在相同和互引情况。经过对空白区域毗邻文献及关键词进行分析,各空白组群技术范围大致情况如下:空白组群1为石墨烯产业化发展和在功能涂料及复合材料的技术性能研究;空白组群2为石墨烯应用潜能、石墨烯基超级电容器的应用技术;空白组群3为锗基石墨烯应用技术、石墨烯电子纸相关技术、纳米材料在电化学生物传感器领域的技术研究;空白组群4为石墨烯产业发展国际合作创新和构建自主石墨烯生产线、纳米材料相关应用技术;空白组群5为石墨烯在锂离子电池电极材料的应用、人造皮肤和可穿戴健康传感器的应用新方向、工信部电子信息司推动石墨烯技术创新发展和产业化石墨烯应用研究;空白组群6为人造皮肤和可穿戴健康传感器的应用技术、工信部推进石墨烯的技术创新、下游领域产业化的应用路径研究。

再对每个空白组群进行重要性分析,经过方法指标计算得出的结果见表1。这3个指标综合体现了技术空白组群的重要性和潜力机会^[16],在组群中,当3个指标均相对较大时,则该空白组群具有技术创新的必要性,研究机构和企业可重点关注该组群技术的发展。

表1 空白组群重要性分析结果

项目	空白组群1	空白组群2	空白组群3	空白组群4	空白组群5	空白组群6
文献重要性	1.81	0.99	2.1	0.73	4.76	1.38
关键词频次	13	23	10	16	17	20
节点中心度	0.05	0.02	0	0.01	0.16	0.08

根据表1所示,空白组群5指标数值显然高于其他组群,其文献重要性和节点中心度两项指标都达到最大值,关键词频次指标也达到17,因此暂时确定空白组群5是石墨烯应用领域潜力机会最大的技术空白组群,值得研究者及企业进行技术开发与研究;空白组群2和6的某些指标达到相对较大值,经过探究分析,可在该技术组群寻找技术潜力方向;空白组群1、3和4的指标数值较小,其中有一两个技术方面可以进行深入研究,总体来说研究价值不高。通过文献分析得出,空白组群5即锂离子电池电极材料、人造皮肤和可穿戴健康传感器技术方向为石墨烯应用领域最具有发展潜力及创新价值的重点技术机会,可帮助了解目前石墨烯应用领域技术中有待突破的难点和未受到瞩目的开发区域,可以促进石墨烯应用技术更好地发展。

2.3 技术市场空间比较

一般而言,市场容量和市场潜力较大的行业,成长空间也较大。通过市场空间的比较可以一定程度上了解石墨烯的潜在技术机会在市场上的发展前景。

同时,引入技术成熟度和新技术在媒体上曝光度或关注度可判断技术所处阶段^[17],基于百度搜索关键词词频、结合产业现状分析,可得出石墨烯应用技术市场空间气泡图,见图5。石墨烯导电、散热组件和各类橡塑涂料油墨等复合材料已经进入稳步爬升区,产品推广情况稳定;其次为石墨烯触控、加热组件及超级电容器,技术成熟度较高,处于缓慢发展阶段;石墨烯用于锂电负极、量子点、可穿戴设备等相关领域目前关注度高,但产品还处于开发阶段。

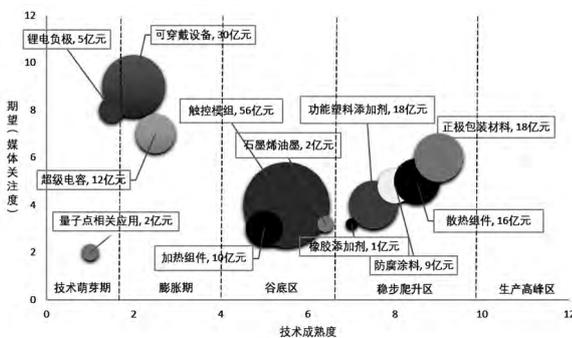


图5 石墨烯应用技术市场空间气泡图

由图5可见,石墨烯还处于产业化前期,传感器领域、触控模组和复合材料等市场空间巨大,最高达56亿元,但大部分产品距市场成熟还需5年以上的时间。石墨烯主要应用领域还处于蓄力阶段,随着石墨烯制备工艺和生产技术的不断发展,应用价值高、市场需求大的技术领域会逐渐凸显,迎来石墨烯生产高峰期。

3 结语

本文针对石墨烯应用领域技术机会发现进行研究,提出该领域技术潜力预测可通过运用可视化文献分析软件进行关键词共现分析和burst检测分析,绘制知识图谱,识别图中待开发的具有发展潜力的空白组群,并进行重要性分析。从“数-图-群”中挖掘技术含义,并通过技术成熟度分析市场空间,揭示各应用领域技术发展阶段,进一步明确石墨烯应用领域热点前沿和最具发展潜力的技术。经实证分析后发现:我国石墨烯应用技术发展处于高速增长时期,石墨烯导电及油墨涂料等复合材料为热点前沿技术方向,市场发展已非常成熟,属于产业化发展阶段,已引起技术研究热潮;石墨烯传感器技术为最具潜力的技术机会方向,市场空间巨大。

研究石墨烯应用领域可以探测未来发展趋势,为石墨烯技术研究提供参考,之后将加入专利数据,运用专利地图等工具发现技术机会,需注意的是专利数据有一定的时滞性,要考虑结合其他指标进行研究。



参考文献:

- [1] JIE W, SHEN L, LI H, et al. A facile one-pot synthesis of TiO₂/nitrogen-doped reduced graphene oxide nanocomposite as anode materials for high-rate lithium-ion batteries[J]. *Electrochimica Acta*, 2014, 133(7): 209-216.
- [2] YIN Z, SUN S, SALIM T, et al. Organic photovoltaic devices using highly flexible reduced graphene oxide films as transparent electrodes[J]. *Acs Nano*, 2010, 4(9): 5263-5268.
- [3] 郑佳, 党蓓. 基于专利分析的石墨烯技术创新态势研究[J]. *高技术通讯*, 2015, 25(6): 622-630.
- [4] 洪凡. 基于知识图谱的国内石墨烯研究分析与发展对策[J]. *情报探索*, 2014(4): 6-11.
- [5] 樊一阳, 许京京. 基于CiteSpace文献计量法的石墨烯研究文献可视化图谱分析[J]. *现代情报*, 2015, 35(8): 81-91.
- [6] 乐思诗. 基于专利分析的全球石墨烯技术发展现状及趋势研究[J]. *世界有色金属*, 2017(9): 94-95.
- [7] 王丽, 潘云涛. 石墨烯的研究前沿及中国发展态势分析[J]. *新型炭材料*, 2010, 25(6): 401-408.
- [8] 万勇, 马廷灿, 冯瑞华, 等. 石墨烯国际发展态势分析[J]. *科学观察*, 2010, 5(3): 25-34.
- [9] LIN Y M, DIMITRAKOPOULOS C, JRNKINS K A, et al. 100-GHz transistors from wafer-scale epitaxial graphene[J]. *Science*, 2010, 327(5966): 662.
- [10] 黄鲁成, 王静静, 李欣, 等. 基于论文和专利的钙钛矿太阳能电池的技术机会分析[J]. *情报学报*, 2016, 35(7): 686-695.
- [11] 王曼霞. 基于知识图谱的国际知识管理研究可视化分析[J]. *科技管理研究*, 2011, 31(20): 175-178.
- [12] CHEN C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J]. *Journal of the Association for Information Science & Technology*, 2006, 57(3): 359-377.
- [13] 罗润东, 李超. 2015年中国经济学研究热点分析[J]. *经济学动态*, 2016(4): 96-105.
- [14] KLEINBERG J. Bursty and hierarchical structure in streams: Eighth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining[C]. ACM, 2002: 91-101.
- [15] 龚惠群, 刘琼泽, 黄超. 机器人产业技术机会发现研究——基于专利文本挖掘[J]. *科技进步与对策*, 2014, 31(5): 70-74.
- [16] 厉妍. 基于专利的技术发展趋势研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2011.
- [17] 秦春娟, 程昉. 技术的市场潜力测度与预测——基于技术颠覆潜力与技术成熟度综合指标[J]. *科学学研究*, 2016, 34(12): 1761-1768, 1816.