

绿色发展理念下低碳化创新研究的 动态演化、特征及趋势

郭晓萧¹ 李平²¹

(1. 国家信息中心, 北京 100045;

2. 湖北工业大学, 湖北 武汉 430068)

【摘要】: 低碳化创新是发展方式绿色转型的重要方面,更是践行“双碳”国家战略的关键内容。为系统把握国内低碳化创新研究动态演进趋势,本文对1999—2019年CNKI低碳化创新研究文献进行了文献计量分析,结论有:一是国内低碳化创新研究总体呈倒“V”曲线发展态势,经历了“低位徘徊—快速增长—快速下降—相对平稳”阶段;二是研究群体呈“大分散、小聚集”态势,与此同时,研究未显现出关键作者突变,表明作者研究合作空间还较大;三是中国社会科学院在国内低碳化创新研究中有规模优势,部分“双一流”高校也较活跃,而从突变情况看,清华大学、华中科技大学、广东工业大学和哈尔滨理工大学是当前低碳化创新研究的核心力量;论文主要来源于科技管理、生态经济、环境保护类期刊,且上述机构和期刊多分布在东部,而从资助经费看,国字号项目主导性较强;四是低碳化创新有着明显交叉学科特征,且主要围绕低碳经济技术创新、低碳发展、节能减排、生态文明、可持续发展与气候变化等“双碳”目标的内容展开;五是,国内低碳化创新研究突变主题包括新型城镇化、生态文明、低碳转型、绿色发展、供给侧结构性改革等。

【关键词】: 绿色发展 低碳转型 技术创新 双碳战略 动态演变

【中图分类号】:F061.3 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1002-6924(2021)11-0130-09

一、引言

伴随着经济的发展和科技的进步,气候变化问题已成为威胁到全人类的生存和发展的重大问题,由此引发了全球的极大关注和广泛重视,世界各国呼吁要共同应对气候变化。低碳转型作为政府、企业和社会公众的必然选择,其中低碳创新是以低碳技术创新为手段,以低碳创新观为指导,旨在推进生态文明建设,实现低排放、低能耗、低污染的目标,这是遏制环境恶化和缓解资源短缺的关键路径,更是各国积极履行“双碳”目标承诺的重要战略抉择。因此,现有研究大量聚焦于低碳创新内涵与机制^{[1][2][3]}、特征^[4]、模式^[5]及对缓解气候变化的积极作用^[6]。事实上,作为颠覆性创新的重要应用,低碳创新理念已渗透到技术创新研究的各方面,宏观上包括国际专业化低碳创新技术^[7]、新型城镇化低碳创新^[8]、区域低碳创新系统^[9],中观层面包括工业行业^[10]、低碳技术应用^[11]、城市低碳创新形象^[12];微观层面上有企业低碳技术创新^[13]、低碳创新产品消费者采用意愿^[14]、家庭低碳创新^[15]等方面,在上述研究内容中存在一定量的定性分析,但随着低碳创新领域的深入探究,定量研究范式渐成一种主流趋势,涉

作者简介: 郭晓萧,国家信息中心博士后科研工作站经济师,主要研究方向:绿色发展、技术创新与数字经济;李平,湖北工业大学经济与管理学院副教授,主要研究方向:区域创新与可持续发展、农业贸易。

基金项目: 国家自然科学基金项目“利益协同目标下农业科技共同研发福利效应测度及其增进策略研究”(71503074);中国博士后科学基金项目“产业组织视域下农机装备业集群协同创新质量和效率提升策略研究”(2021M700985)

及到国家间低碳技术创新水平量化比较^[16]、低碳创新能力评价^[17]、绿色低碳创新效率^[18]、低碳创新绩效影响因素分析^[19]、低碳创新对人口健康状况影响^[20]等研究领域。在肯定低碳创新的积极影响时，亦有少部分学者认为低碳创新可能成为加剧不平等的手段^[21]，而低碳创新作为一个系统性行为，需要强化对创新行为理解，包括对低碳创新行为驱动因素^[22]、行为演化博弈^[23]、协同激励^[24]等的认识。此外，作为应对气候变化的重要举措，低碳化创新与气候变化互动关系得到学者重视，除了分析低碳技术创新对气候变化的响应外^[25]，也论证了气候变化对低碳创新存在明显的倒逼作用效果。近年来，在国际碳规制加强的背景下，环境规制与低碳化创新^[26]、碳风险、低碳创新与碳绩效^[27]等亦成为领域热门话题。综上，目前关于低碳化创新的研究主题、对象和范式比较多元化，为学者们深入探讨低碳化创新理论研究脉络提供了很好的渠道，国内亦有个别学者就低碳技术创新研究进行了文献分析^[28]，但相关文献所采取的方式是通过文献逻辑梳理而展开的，这种手段在呈现该领域的研究力量的网络分布特征时比较片面，同时无法全面展现低碳技术创新领域相关主题的共现情况和突变情况。因此，本文基于文献计量方法，检索范围定位于知网中国内学者低碳化创新研究相关文献，采用 CiteSpace 软件从作者和机构两个角度分析国内低碳化创新领域的主要研究力量，以及对相关成果涉及研究主题的关键词演变的共现分析，明确低碳化创新的热点、特征及演进趋势。

二、数据来源与研究方法

(一)数据来源

中国知网是当前中文文献收录最全面、覆盖学科最广泛的数据库。在使用文献计量分析方法时，鉴于其数据来源的可靠性，本文选取中国知网作为数据来源，以避免数据来源的片面和偏误。本文将检索条件设为高级检索，检索词设为 TS=“低碳”AND“创新”，Year 设置为“从不限年份”至“2019 年”，文献来源范围排除“SCI 来源期刊”，包括“EI 来源期刊”、“北大核心”、“CSSCI”、“CSCD”。通过条件限制筛选无作者、单位简介、会议综述、会议简讯、笔谈、工作报告、规划、意见、编者按、英文文献等与研究主题不相关的文献，并将所有符合条件的相关文献以 Refworks 格式导出，然后在转化数据格式时经过 CiteSpace 软件去重处理，最终得到有效基础样本文献 1818 条次。根据检索结果显示，相关文献最早出现在 2009 年，2020 年出现的相关文献数据总量较少，故以 2020 年 5 月 4 日为最后更新日期，将研究时段设定为 2009—2019 年间。

(二)研究方法

科学知识图谱是展示科学管理过程的重要分析方式，通过绘制和挖掘科学知识之间的关系，以可视化图谱的方式达到知识共享的目的。知识图谱绘制软件已相当丰富，其中包括 Citespace、Vosviewer、Gephi、Ucinet、Bicomb 等。与其他软件相比，Citespace 的优势在于，它可以在引文分析的学科基础上，通过可视化的技术，显示所研究领域的知识结构，展现包括聚类分析、频率分析等常见的知识图谱分析方法，能够清楚展现科学学科的前沿演化趋势，辅助知识管理^[29]。本文采用 CiteSpace V 版本，时间区间为 1999—2019 年，对所分析数据按 1 年进行分区，采取寻径网络算法(Pathfinder)使得图谱的呈现更加简洁清晰，同时以修剪切片网策略(Pruning sliced networks)为优化网络结构的策略，阈值(Thresholds)等其它属性直接设置为系统默认值。基于以上参数设置，通过该软件对该领域的相关文献进行文献计量分析，得出知识图谱分析所需信息，绘制关键词、作者群和发文机构等研究热点的知识图谱，有效梳理当前国内低碳化创新研究领域的演化进程和知识结构，为未来研究提供可靠的参考。

三、分析结果

(一)发文规模的时序分析

将国内“低碳化创新”研究文献数量按照年份绘制成如下的散点图，并添加趋势线(2 个周期的移动平均)，见图 1，可发现，国内低碳化创新研究总体呈现倒“V”型曲线发展态势，经历了“低位徘徊—快速增长—快速下降—相对平稳”等几个阶段。分不同阶段观察可得，(1999—2008 年)，该时期年发文量不多，主题关联度高的论文发表数量少，至 2008 年发文量达到 6 篇，这与国内低碳创新实践相对滞后不无关系。在此期间，低碳经济概念首次出现在 2003 年，英国发布了最初的能源白皮书《我们能

源的未来:创建低碳经济》，而后发布《使用化石燃料的碳减排技术的开发战略》，并建立起低碳技术、新能源技术的创新和商业化平台，均较好地激发了低碳技术创新。此后 2007 年美国和日本也相继启动了低碳技术合作和创新的法案和计划，我国则在当年底开始实施《新能源汽车生产准入管理规则》等低碳化创新技术规程;快速增长阶段(2009—2011 年)，该时期内随着中国政府于 2008 年 10 月相继发布《可持续发展北京宣言》和《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书¹，中国参与国际气候治理的步伐加快。2009 年 9 月 22 日，我国在联合国气候大会讲话上时指出“要大力发展绿色经济、低碳经济和循环经济”，标志着我国进入低碳经济发展的元年。此后关于低碳创新的研究论文激增，由 2009 年的 27 篇快速增加至 2010 年的 294 篇，至 2011 年则达到波峰位置的 299 篇。与此相伴随的是，光伏、生物质等清洁能源、“无碳技术”加速研发与应用、新能源汽车上升为我国战略性新兴产业等低碳化创新实践;快速下降阶段(2012—2016 年)，从理论研究层面，低碳化创新研究论文由高峰期的近 300 篇下降至 2014 年的 150 篇。但在实践方面，随着贸易保护主义势力抬头，我国主动求变，聚焦全球变局下的绿色转型和包容性增长，以节能减排为重点，加强低碳科技研发和技术创新。“十二五”时期围绕低碳经济的能源技术成为重要的经济增长点，煤炭工业低碳转型、节能和绿色建筑等领域都取得重要进展;相对平稳发展阶段(2017—2019 年)，该阶段论文年均发文篇数均在 100 篇以上，在此期间我国生态文明建设进入新时代，在低碳化创新政策理论储备上愈显充足。

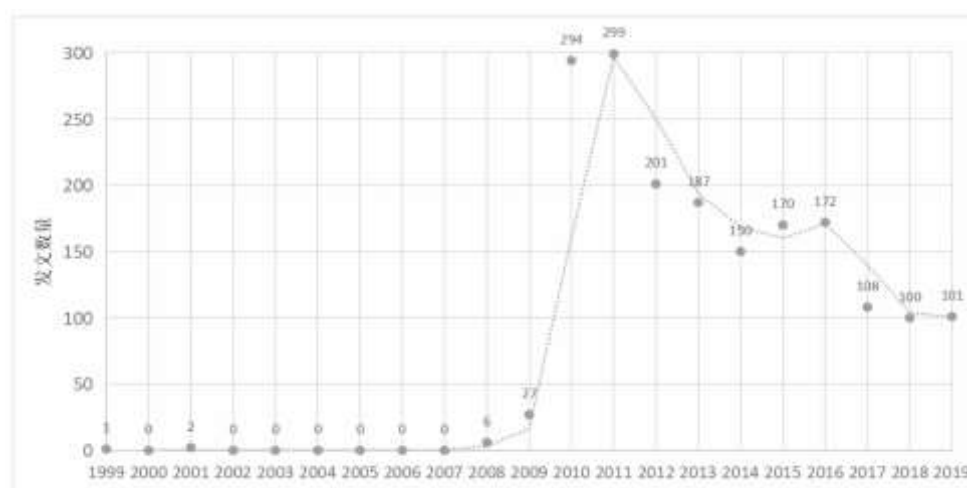


图 1 1999—2019 年发文量波动情况

此外，对国内 CNKI “低碳化创新”研究文献从学科领域层面分析可得，研究文献呈显著的交叉学科特征，研究主要聚焦在国民经济、理论经济学、工业经济、区域经济、环境、工商管理、金融、城市经济等学科领域，此外数量经济、商业经济、城乡规划与市政、财政、政治、法学、物流经济、教育、国际贸易、旅游经济、新闻传播、大气、农业经济、公共管理、交通运输经济、科学学与科技管理、通用技术、通信经济、化学工程、交通运输、建筑科学和图书情报档案等领域受关注也较多。

(二)主要研究机构分布

研究机构分布主体主要包括作者和机构两个方面。通过可视化网络分析，有利于展现目前国内在低碳化创新领域研究主体的时空分布，从而得到当前研究主体的基本情况以及进一步了解未来研究主体合作网络的演进趋势。与此同时，学术期刊建设构成学术共同体建设的重要一环，对学术研究主体力量布局的研究需要借助对相关文献主要来源期刊的分析。接下来的内容从作者、机构合作网络分析及主要来源期刊的分布进行说明。

1. 作者共现网络

图 2 展现的是关于低碳化创新领域作者的合作网络分析,作者合作网络图谱中产生了 433 个节点和 275 个连接,网络密度是 0.0029。从图 2 看,节点最大的作者是北京市社会科学院市情调研中心的陆小成,代表其发表论文数量最多,从该作者 2008 年首篇相关论文发布开始,截至 2019 年,其低碳化创新相关的国内论文发表规模高达 32 篇。



与此同时,在图2中还发现,低碳化创新领域的研究作者网络节点聚合程度不高,大多呈分散状态,成片式的理论研究网络数量较少,整体规模不大。从整体观察,主要的作者群体包括:以哈尔滨工程大学毕克新²和付珊娜等为代表的作者群,该团队主要领域为工业经济、企业经济、宏观经济管理与可持续发展、环境科学与资源利用等,合作网络连接节点主要位于2015—2018年间;以哈尔滨工程大学徐建中和哈尔滨理工大学徐莹莹、徐晓薇等为代表的作者群,主要研究方向为工业经济、环境科学与资源利用、宏观经济管理、可持续发展、企业经济、高等教育,合作网络连接节点主要位于2015—2019年间。

综上所述,目前国内低碳化创新研究群体中呈现出“大分散、小聚集”的态势,其中以毕克新和付珊娜、徐莹莹,徐晓薇和徐建中等为代表的作者群合作网络关联性较强,但多数作者研究网络较独立,包括各个作者网络的连接程度也不高。与此同时,基于 CNKI 数据库的国内低碳化创新研究显示当前领域及作者合作关系仍有提升的空间,关键作者突变的情况没有显现。

据图 3 所示, 将节点类型设置为机构, 结果显示共出现 346 个节点, 174 个连接, 网络密度(Density)是 0.0029。如图 3 低

碳化创新研究机构的可视化结果可得, 国内低碳化创新的研究机构主要包括高等学校和科研机构, 其中节点最大的是中国社科

院系统所属各研究所(如城市发展与环境研究所和工业经济研究所),代表其发表论文数量最多。此外,哈尔滨工程大学(如经济管理学院)、吉林大学(如东北亚研究院、商学院和法学院)、中国人民大学(如环境学院、经济学院、农业与农村发展学院)、湖南大学(如工商管理学院、政治与公共管理学院)、武汉大学(如经济与管理学院、信息管理学院)等高校发文数量较多。总体而言,发文单位的机构组成来自不同学科,呈交叉性特点。当前国内低碳化创新基本形成以中国社会科学院系统所属研究所,以及哈尔滨工程大学、中国人民大学、湖南大学、武汉大学、北京市社会科学院等高校或科研单位为主体的核心研究力量。同时,吉林大学、四川大学和华中科技大学等单位研究网络呈独立态势,发文规模整体不低。



图 3 研究机构共现网络

此外,据领域内研究机构发文规模排名情况可得,发文量最多的单位是中国社会科学院系统所属研究所,累计发表相关论文 54 篇,中国社科院代表着中国社会科学最高学术机构,其在工业经济、技术经济和城市发展与环境研究方面优势突出。其次是哈尔滨工程大学、湖南大学、吉林大学、中国人民大学、武汉大学,这些单位构成国内低碳化创新研究的重要组成部分,发文规模都大于 25 篇。其中,排名前 20 位的机构发文规模在 10 篇以上,共计 461 篇,占总量的 43.98%,其中哈尔滨工程大学、吉林大学、中国社科院、中国人民大学在低碳化创新研究方面成果丰硕,这四个单位占总体发文规模的 14.69%。值得注意的是,国内综合型高校、财经类高校、部分理工类学校和地方社科院研究实力整体水平也不低。但东部地区是发文总量较大单位的重要来源地(依据国家统计局四大经济区域划分标准,下同)。

3. 来源期刊分布

对科研共同体建设的研究离不开对期刊分布情况的分析,根据知识图谱分析结果可得来源期刊的分布情况,《科技管理研究》《科技进步与对策》《生态经济》《经济研究参考》《环境保护》《中国人口·资源与环境》等期刊刊载论文数量均在 30 篇以上,上述期刊在国内科技管理、生态经济、环境保护研究方面有着较大影响;其次,企业经济、农业经济、商业经济、宏观经济和经管综合类期刊相关论文载文量也较大;此外,还发现国内低碳化创新研究论文主要来源期刊的办刊地多集中于东部地区,北京市尤为突出,除北京以外,3 家来自中部地区,包括武汉、南昌和长沙,3 家来自西部地区,包括昆明、南宁和成都,这进一步凸显国内低碳化创新研究学术研究力量区域分布的不均衡。

4. 来源基金分布

对研究文献基金支持情况的分析可以帮助进一步了解研究力量的分布情况。整体而言，得到各类基金项目支持的研究论文占比超 40%，而国家级项目是低碳化创新研究经费重要来源途径，其中有 200 篇以上研究论文获得了国家社会科学基金和国家自然科学基金的支持，两者合计比例超过论文总数的 26.35%。同时，国家软科学研究、中国博士后科学基金等国字号项目的重要性也相对突出。此外，地方上各类软科学研究计划、哲学社会科学基金项目、自然科学基金项目对低碳化创新研究资助力度也较大。

(三) 研究热点变动趋势

论文的主题内容可借助于关键词信息来进行反映，为此对检索文献的关键词开展计量分析，将有助于明确国内低碳化创新领域的研究热点。其中领域内相关文献中出现频度较多的关键词，可作为低碳化创新领域研究热点的重要体现。为此，CiteSpace 关键词共现分析结果中的中心性、关键词突变性、词频、时间趋势等研究内容可以显示该领域的前沿热点及其演进态势^[30]。为明晰国内低碳化创新研究热点的演进态势，对国内低碳化创新领域的相关文献进行关键词(Keyword)共现分析，得到关键词共线网络，通过聚类视图和时区视图两种方式展现，其中时间设置为 1999—2019 年，时区分割(Year per slice)设为 1 年。

国内低碳化创新研究文献的关键词共现情况，据图 4 显示，节点“低碳经济”出现频次为 549 次，“技术创新”的出现频次为 118 次，“创新”出现频次 104 次，其中“低碳经济”和“创新”首次出现年份在 2008 年，出现频度超过 50 次的关键词还有“低碳技术”“低碳”“低碳技术创新”“碳金融”“节能减排”“低碳发展”和“生态文明”。另外，“碳排放”“可持续发展”“绿色发展”等关键词出现超过 40 次。此外，图 4 中显示的共现频度较高的关键词(诸如“碳排放”“低碳”等)与“低碳经济”“技术创新”“创新”存在较高的共线强度。低碳创新研究文献的关键词可以体现当前低碳创新的研究内容，主要聚焦在低碳技术创新和低碳经济两个层面，紧密围绕强化生态环境技术创新，通过推行先进的低碳节能技术，加快转变传统高碳技术经济模式，提高能源利用效率以及减少碳排放对环境的负面影响，推进生态文明建设，从而发展低碳经济，实现经济社会的高质量增长。

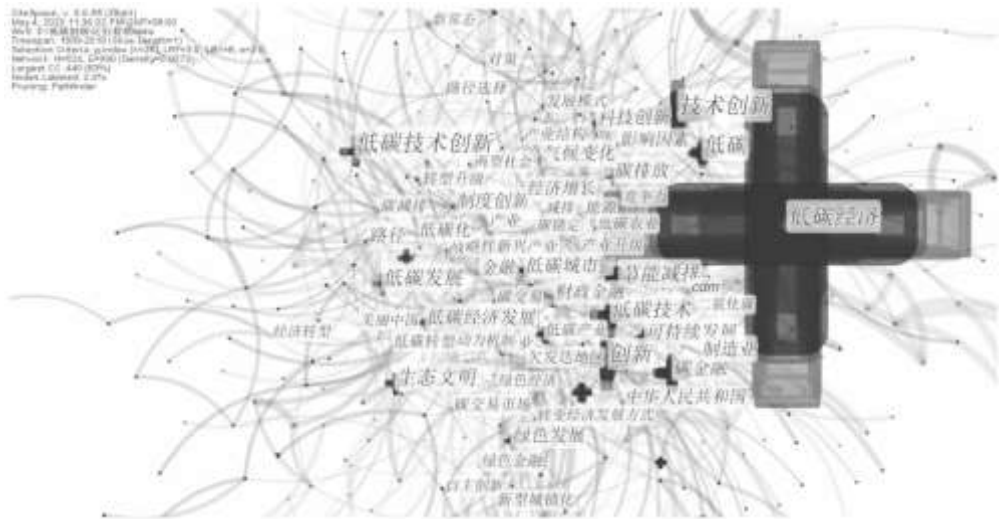


图 4 关键词共现网络

根据中心性指标可知，国内低碳化创新研究领域主要的节点包括“低碳经济(0.21)”“技术创新(0.19)”“创新(0.16)”“低碳技术创新(0.16)”“低碳发展(0.12)”“低碳(0.11)”“低碳技术(0.1)”“节能减排(0.09)”“生态文明(0.08)”“可持续发展(0.07)”“气候变化(0.07)”等。为此可初步判断，该领域研究热点主要围绕低碳经济技术创新、低碳发展、节能减排、生态文明、可持续发展与气候变化等内容展开。此外，根据国内低碳化创新高被引论文情况可知，低碳经济与经

济可持续发展、战略新兴产业培育、低碳经济内涵与科学发展、低碳经济与环境金融创新、环境规制与企业技术创新、低碳经济与政策支持、低碳经济与生态文明等内容受到学者们较多跟踪及拓展。结合低碳创新的研究拓展内容可得,低碳创新的发展从宏观上离不开政策支持,实施低碳创新发展战略是创新发展理念的重要体现,是科学发展观的具体行动,也是经济可持续发展的关键路径,因而可以从顶层设计上落实创新发展,构建以低碳创新为价值理念的科技体制架构,加强对低碳技术的投入和政策扶持,提升我国低碳创新能力,从而建设为低碳创新程度高的国家;从中观维度看,企业技术创新是低碳创新的重要创新之一,企业作为低碳技术创新应用转化的主体,需加强低碳创新的开发力度,提升自身低碳技术创新的竞争力;从微观层面,低碳创新更需要社会大众低碳行为的支持,引导和鼓励正确的低碳消费观,营造良好的低碳创新环境,才能构建低碳创新型社会。

该软件中的时区图把同一时间的关键词汇集在同一时区按时间序列分布,依据 X 轴方向从远到近排序,并通过可视化的方式按时间顺序呈现国内低碳化创新研究领域的动态态势。国内“低碳化创新”研究的演变阶段大致可以分为:起步阶段(2001—2007 年),进入新千年后,随着可持续发展作为人类未来发展基本理念逐步成为社会各界的共识,依靠技术创新实现资源可持续利用成为重要战略选择,更是应对气候变化必由之路,“技术创新”和“气候变化”相关研究发展势头较好;研究快速发展阶段(2008—2011 年),国内相关发文量激增,该阶段中国参与国际气候治理的步伐明显加快,尤其是随着低碳经济发展模式的全面推进,围绕节能减排,开展技术和制度创新、产业转型、清洁能源开发成为常态化手段,为此相关研究对上述内容关注较多,成果也相对丰硕;相对稳定阶段(2012—2019 年),国内相关研究发文量相对减少,可能在于因广泛开展低碳化创新探索,积极参与全球气候治理,国家在低碳化创新政策储备方面也相对丰富,因此研究亦进入相对瓶颈期。事实上,鉴于生态文明建设进入新时代,该阶段学者们更为关注绿色发展与低碳转型问题、绿色金融,总体来看随着我国绿色发展理念的深入践行,低碳化创新模式应用空间将日益广阔。

(四)研究趋势分析

基于关键词突变词分析,可以得出低碳化创新研究领域的突变主体和该领域对应的突变强度和突变时间。据分析可得,“新型城镇化”一词突变时间最久,突变时长为 7 年(2013—2019 年);同时,“生态文明”的突变时长是 5 年(2015—2019 年),而“低碳转型”突变时长也是 5 年(2013—2017 年)。由此可得,低碳化创新与这些内容联系紧密,这也符合我国生态文明建设新阶段特征;同时,“绿色发展”“供给侧结构性改革”“绿色低碳”“绿色金融”“协同创新”“低碳农业”突变时长均为 4 年,其中绿色发展理念和供给侧改革均在 2015 年下半年提出,并成为 2016 年至今低碳化创新最为重要的政策指南;另外,“碳税”“低碳技术创新”突变时长是 3 年,且突变时期均位于 2017—2019 年间,实施碳税政策对加强企业低碳技术创新具有积极影响,且能很好解决技术创新和应用市场失灵问题,上述内容成为学界关注热点;最后,“节能减排”“转变经济发展方式”“转型”“转型升级”“对策”“新常态”突变时长均为 2 年。

四、研究结论

低碳化创新是积极履行国际“双碳”目标承诺,实现经济社会高质量发展的关键举措。目前低碳化创新的实践形式丰富,在学术界也展开了积极的探索和回应,本文即利用文献计量学和统计分析手段,对 1999—2019 年 CNKI 低碳化创新研究文献进行了发文量统计和共现分析,系统阐述了国内低碳化创新的研究机构分布特征、热点及演变趋势,得到如下结论:第一,国内低碳化创新研究总体呈现倒“V”型曲线发展态势,经历了“低位徘徊—快速增长—快速下降—相对平稳”等几个阶段;第二,目前国内低碳化创新研究群体中呈现出“大分散、小聚集”的态势,其中以毕克新和付珊娜、徐莹莹、徐晓薇和徐建中等为代表的作者群合作网络关联性较强,但多数作者研究网络较独立,包括各个作者群网络的关联度较低。此外,关键作者突变的情况尚未出现,这也反映低碳化创新领域及作者合作关系存在一定的提升空间;第三,国内低碳化创新研究机构中,中国社会科学院系统所属研究所具有规模优势,其次哈尔滨工程大学、吉林大学、中国人民大学、湖南大学、武汉大学也是重要活跃的研究力量,而从突变情况看哈尔滨理工大学、清华大学、华中科技大学和广东工业大学是目前该领域研究的中坚力量,引领着该领域的研究。国内相关研究论文主要来源于《科技管理研究》《科技进步与对策》《生态经济》《经济研究参考》《环境保护》《中国人口·资源与环境》等科技管理、生态经济、环境保护类期刊,且上述机构和期刊多分布在东部地区。从论文受经费资助情况看,国家社会科

学基金和国家自然科学基金、国家软科学研究、中国博士后科学基金等国字号项目主导性较强;第四,从学科所属、作者研究领域和研究机构合作内容各角度上看,低碳化创新均具有明显交叉学科特征,具体到国内低碳化创新研究热点,主要围绕低碳经济技术创新、低碳发展、节能减排、生态文明、可持续发展与气候变化等“双碳”目标领域展开,而依据低碳化创新高被引论文可知,低碳经济与经济可持续发展、战略新兴产业培育、低碳经济内涵与科学发展、低碳经济与环境金融创新、环境规制与企业技术创新、低碳经济与政策支持、低碳经济与生态文明等内容拓展性较强;第五,国内低碳化创新研究突变主题包括“新型城镇化”“生态文明”“低碳转型”“绿色发展”“供给侧结构性改革”“绿色低碳”“绿色金融”“协同创新”“低碳农业”“碳税”“低碳技术创新”“节能减排”“转变经济发展方式”“转型”“转型升级”“对策”“新常态”等。

低碳化创新的研究内容聚焦于低碳创新技术、低碳创新理念、低碳经济等,其中低碳创新技术要求传统技术朝着低碳高效、节能减排的方向发展,依托技术创新形成低碳优势,实现新的经济增长点。而审视过去的发展理念,只有重视低碳化创新发展理念,才能适应新经济发展格局的要求,为践行“双碳”战略贡献更大力量。

参考文献:

- [1] WILSON C. Disruptive low-carbon innovations[J]. Energy Research & Social Science, 2018(3): 216-223.
- [2] 陆小成. 生态文明视域下的技术批判与低碳创新观[J]. 中国科技论坛, 2016(6): 108-113.
- [3] 毕克新, 赵山山, 付珊娜. 制造业产业升级视角下低碳技术创新机制研究[J]. 科技进步与对策, 2017(19): 68-74.
- [4] 彭永涛, 李丫丫, 卢娜. 中国低碳技术创新特征——基于 CPC-Y02 专利数据[J]. 技术经济, 2018(7): 41-46.
- [5] 李光红, 刘德胜. 企业低碳技术创新的“云创新”模式研究[J]. 理论学刊, 2018(4): 40-46.
- [6] 李蜀湘, 陆小成. 国家低碳创新系统的构建: 应对气候变化的道路选择[J]. 中国科技论坛, 2011(12): 15-20.
- [7] SUGANDHA S, FANKHAUSER S, KAZAGLIS A. Low-Carbon Competitiveness in Asia[J]. Economies, 2018(1): 1-18.
- [8] 陆小成. 中国新型城镇化的低碳创新驱动模式[J]. 生态环境学报, 2016(2): 359-364.
- [9] 陆小成, 刘立. 区域低碳创新系统的结构-功能模型研究[J]. 科学学研究, 2009(7): 1080-1085.
- [10] 岳书敬, 王旭兰, 许耀. 中国工业行业低碳创新及其影响因素解析[J]. 财经科学, 2014(9): 78-87.
- [11] 祝华军, 田志宏. 稻农采用低碳技术措施意愿分析——基于南方水稻产区的调查[J]. 农业技术经济, 2013(3): 62-71.
- [12] 胡敏, 陆小成, 资武成. 城市低碳创新的形象传播与规划策略[J]. 中国科技论坛, 2016(10): 115-121.
- [13] 赵庆建, 温作民, 张敏新. 林业产业低碳技术创新与政策分析[J]. 林业经济, 2018(12): 28-34.
- [14] 蔡建林, 周梅华, 张红红. 低碳创新产品消费者采用意愿影响因素实证研究——以新能源汽车为例[J]. 消费经济, 2012(3): 23-26.

-
- [15]SOVACOO B K,LIPSON M M,CHARD R.Temporalit,y,vulnerabilit,y,and energ y justice in household low carbon innovations[J].Energy Policy,2019(5):495-504.
- [16]李力. 低碳技术创新的国际比较和趋势分析[J]. 生态经济,2020(3):13-17.
- [17]梁中,李小胜. 欠发达地区区域低碳创新能力评价研究[J]. 地域研究与开发,2013(2):116-121.
- [18]梁文群,秦天如,梁鹏. 中国区域绿色低碳创新效率的分类测度与比较[J]. 干旱区资源与环境,2019(11):9-16.
- [19]徐莹莹,綦良群,吕希琛. 基于扎根理论的制造企业低碳创新绩效关键驱动因素识别[J]. 中国科技论坛,2018(3):81-90.
- [20]KARPA,W.The Effect of Low-carbon Innovations on Reducing Environmental Threats to Health[J].Journal of Innovation Economics&Management,2017(24):89-104.
- [21]CURRAN D&TYFIELD D.Low-Carbon Transition as Vehicle of New Inequalities?Risk-Class,the Chinese MiddleClass and the Moral Economy of Misrecognition[J].Theory Culture&Society,2020(2):131-156.
- [22]陈红,刘东霞. 资源型企业低碳创新行为驱动研究——基于涉煤企业的多案例扎根分析[J]. 软科学,2018(8):63-67+97.
- [23]徐建中,赵亚楠,朱晓亚. 基于复杂网络演化博弈的企业低碳创新合作行为网络演化机理研究[J]. 运筹与管理,2019(6):70-79.
- [24]张宁,陆小成,杜静. 基于节能减排的区域低碳创新系统协同激励模型研究[J]. 科技进步与对策,2010(13):29-32.
- [25]王为东,卢娜,张财经. 空间溢出效应视角下低碳技术创新对气候变化的响应[J]. 中国人口·资源与环境,2018(8):22-30.
- [26]孟凡生,韩冰. 政府环境规制对企业低碳技术创新行为的影响机制研究[J]. 预测,2017(1):74-80.
- [27]周志方,李伟,肖恬,等. 碳风险意识、低碳创新与碳绩效[J]. 研究与发展管理,2019(3):72-83.
- [28]齐晓燕,郭丕斌. 煤炭低碳化技术创新研究进展综述[J]. 科技管理研究,2014(4):211-215.
- [29]Chen C M.Cite Space II:Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J].Journal of the American Soliety for imformation Science and Technology,2006(3):359-377.
- [30]陈悦. 引文空间分析原理与应用:Citespace 实用指南[M]. 北京:科学出版社,2014.

注释:

1 《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书自 2008 年 10 月首次发布以来,每年发布 1 次,最新的《中国应对气候变化的政策与行动》(白皮书)发布于 2021 年 10 月 27 日。

2 经 Web of Science 核心数据库检索发现, 毕克新在国外期刊上也发表了大量低碳创新研究论文, 是该领域非常活跃的作者之一。