

# 基于知识图谱的碳绩效研究热点与发展趋势分析

孙 静, 姚燕超

(北京信息科技大学商学院, 北京 100192)

**摘要:** 选取 2014—2024 年中国知网(CNKI)数据库刊载的 607 篇论文和 Web of Science(WoS)数据库刊载的 308 篇文献,采用 CiteSpace 可视化研究方法,从发文量、高频作者和关键词等角度进行深入分析和研究。结果表明:碳绩效研究领域的发文量呈上升趋势,但还未形成合作紧密的作者网络;碳绩效研究热点主要聚焦于低碳经济与碳绩效、碳绩效评价、碳绩效的影响因素与经济效果等方面。未来需要继续拓展碳绩效的研究视角、注重数字化转型、技术创新与碳绩效的研究、加强跨学科的合作机制。

**关键词:** 碳绩效; CiteSpace; 知识图谱; 可视化分析

**中图分类号:** F275.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)06-0367-10

把握碳绩效的内涵,是探究碳绩效研究现状和发展趋势的前提。基于微观视角, Hoffmann 和 Busch<sup>[1]</sup>在早期引入“碳绩效”这一概念,并从静态与动态视角、实物与货币两个维度对企业碳绩效进行阐述。中国碳绩效的研究起步较晚,但发展迅速。邓大跃等<sup>[2]</sup>首次提出企业碳减排绩效的概念,并强调评估碳减排结果的重要性。之后学者们不断推进碳绩效衡量方法的研究,为该领域贡献新的深度和广度。马苓和刘硕等<sup>[3]</sup>使用单位碳排放量的营业收入衡量碳绩效,其数值越大代表碳绩效水平越高。王珮等<sup>[4]</sup>运用基于投入产出松弛测度的度量模型 SE-SBM(super efficiency-slacks based measure),从生产运营的投入和产出两方面来定义碳绩效。综合以上学者的见解,尽管目前对碳绩效的明确定义尚未达成共识,但对其内涵有着一致的理解<sup>[5]</sup>。碳绩效是能够用于衡量个人、组织、企业、地区在减少温室气体排放、提高能源效率、推动低碳发展等方面的表现和效果的指标。

在全球经济不确定性不断上升的背景下,经济发展模式正经历着转变,对碳排放的限制也越来越严格。2024 年,《国务院关于印发〈2024—2025 年节能降碳行动方案〉的通知》的发布,进一步强调了碳排放强度管理的重要性,并提出了分领域、分行业实施节能降碳专项行动的明确要求。这表明,在追求可持续发展的大背景下,碳排放管理已成为一项迫切需要关注的任务。碳绩效作为衡量和

促进碳减排工作的关键指标,其研究不仅具有重要的现实意义,也具有时间上的紧迫性。利用年发文量、作者和关键词等数据,通过 CiteSpace 的可视化图谱,剖析 2014—2024 年碳绩效研究热点与发展趋势,为在本领域开展深入研究提供了借鉴。

## 1 数据来源及研究方法

### 1.1 数据来源

选取的中文文献来源于中国知网(CNKI)数据库,检索方式为高级检索,检索主题为“碳绩效”or“碳排放绩效”,文献筛选的时间为 2014 年 8 月 20 日至 2024 年 8 月 20 日。共检索出 859 篇文献,手动剔除会议、报纸以及相关度较弱的文献,最终得到 607 篇有效中文文献。选取的英文文献来源于 Web of Science(WoS)核心数据库,文献筛选的时间为 2014 年 8 月 20 日至 2024 年 8 月 20 日,检索的主题词为“Carbon performance”or“Carbon emission performance”,文献类型限定为“Article”与“Review Article”,语种限定为“English”。共检索出 526 篇文献,手动剔除相关度较弱的文献,最终得到 308 篇有效外文文献。

### 1.2 研究方法

采用文献计量法,使用 CiteSpace6.3.R1 软件<sup>[6]</sup>,对 2014—2024 年关于“碳绩效”主题的文献进行分析,涵盖年发文量、作者和关键词等关键要素。通过构建可视化的知识图谱,旨在识别该领域的研究热点和发展趋势。

**收稿日期:** 2024-10-13

**作者简介:** 孙静(1975—),女,河北定州人,博士,副教授,硕士研究生导师,研究方向为投资决策和风险管理;姚燕超(1998—),女,河北邯郸人,硕士研究生,研究方向为企业绩效。

## 2 碳绩效研究现状分析

### 2.1 碳绩效领域年度发文量

通过分析 CNKI 和 WoS 数据库中碳绩效研究的发文量趋势(图 1),可以洞察到碳绩效领域在学术界的发展情况。CNKI 数据库中碳绩效研究的发文量 2014—2024 年呈现指数上升趋势,2021 年之后发文量急剧增加,这可能与政策的推动和企业对减排解决方案的迫切需求有关,表明碳绩效研究正迅速成为学术热点。WoS 数据库中碳绩效领域在 2014—2024 年的文献数量也呈现显著的指数型增长趋势(图 2),且在 2018 年之后国外碳绩效领域发文量迅猛增长。这一增长趋势不仅反映全球学术界对气候变化议题的日益关注,也表明该领域的研究活跃度和重要性正在不断提升。

综上所述,近 10 年来,CNKI 和 WoS 数据库中碳绩效相关研究的发文量均呈现上升趋势。学者对碳绩效领域的关注和积极贡献,凸显碳绩效研究的重要性,也预示着这一领域未来将产生更多深入的学术成果。

### 2.2 碳绩效领域作者可视化

通过对该研究领域的 CNKI 和 WoS 数据库中的作者发文频次和合作网络分析,能够获知“碳绩效”研究领域的关键力量。根据普莱斯定律公式,可计算高产作者数量<sup>[7]</sup>。通过该定律筛选出 CNKI 数据库中 44 位作者发文量达 2 篇及以上,占总数的 16%,共计发文 99 篇,占比为 30%;WoS 数据库中

7 位作者发文量达 3 篇及以上,占比为 2%,共计发文 33 篇,占比为 10%。两个数据库数据表明,高产作者发文比例均未超过 50%,碳绩效研究领域的作者分布相对分散,缺乏明显的稳定核心作者群体。

选取部分高产作者进行分析,有助于揭示碳领域内不同研究方向的核心内容和侧重点。通过表 1 可以看出,张彩平、周志方、张莹、Lin、Paula 等 14 位作者的发文量大于等于 3 篇,为“碳绩效”研究领域的高产作者,其研究主题主要涉及企业经济、宏观经济管理与可持续发展等领域的应用研究。张彩平、张莹主要以企业碳绩效为研究对象,在碳绩效评价的维度和方法方面开展了大量研究。张彩平、陈留柱<sup>[8]</sup>通过碳素流动过程构建了适合企业的碳绩效指数,将碳管理过程和结果指数化,为比较不同企业的碳管理能力,提供了较为科学的管理工具。周志方、李瑾瑾等重点对碳绩效的作用路径进行实证研究,运用混合最小二乘法回归模型(pooled ordinary least squares regression model)实证检验政府层级和经济利益相关者对企业碳绩效的影响<sup>[9]</sup>。Lin, Boqiang 在碳绩效领域发文最多,主要涉及政策与矿业碳排放绩效的实证研究,如研究环境规制对碳绩效的影响<sup>[10]</sup>、碳税对碳绩效的影响<sup>[11]</sup>等。

表 1 碳绩效领域作者发文统计

CNKI 数据库			WoS 数据库		
发文作者	发文篇数	首次发布年份	发文作者	发文篇数	首次发布年份
张彩平	4	2016	Lin Boqiang	11	2016
周志方	4	2017	Zhang Wei	4	2022
张莹	4	2016	Castro Paula	4	2019
刘巧	4	2020	Cheng Zhonghua	4	2018
冯阳	3	2016	Zhang Ning	4	2015
吴凤平	3	2018	Busch Timo	3	2018
刘雯	3	2021	Chen Bin	3	2014

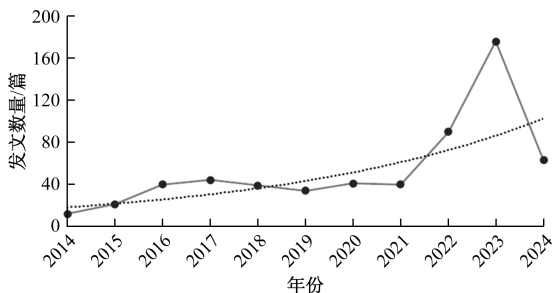


图 1 基于 CNKI 数据库碳绩效领域年度发文量

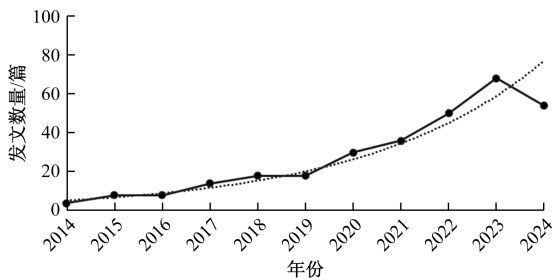


图 2 基于 WoS 数据库碳绩效领域年度发文量

## 3 碳绩效研究热点及发展趋势的可视化分析

### 3.1 碳绩效领域关键词共现分析

#### 3.1.1 CNKI 数据库中碳绩效领域关键词共现图谱

碳绩效关键词共现网络分析图谱(图 3)中显示 CNKI 数据库中碳绩效研究网络节点数  $N=275$ , 连线数量  $E=286$ , 网络密度为 0.007 6, 可见 CNKI 数据库中碳绩效的相关研究已构建成互相交织的网络, 但该网络结构较为松散, 可能因为该领域研究方向较为多样化, 缺乏交叉研究等。关键词如“碳



information(10)、emissions(26)等。其中,碳管理 0.32 的中心性是最高的,说明该节点的连接性最强,反映对碳管理与碳绩效之间关系的高度关注。在已有研究主要探讨各种碳管理策略的实施效果,包括企业的绿色管理实践、碳信息披露、碳工具的应用等。

结合关键词频次、中心性及出现年份可看出,impacts、environmental、management 正成为碳绩效

研究领域的重要节点。

### 3.2 碳绩效领域关键词聚类分析

#### 3.2.1 CNKI 数据库中碳绩效领域关键词聚类图谱

关键词聚类图谱通过识别研究领域内具有相似性或相互关联的关键词,形成网络集群,精确揭示研究领域内的子领域和研究前沿。CiteSpace 中通过模块值Q和平均轮廓值S两个指标来评估聚

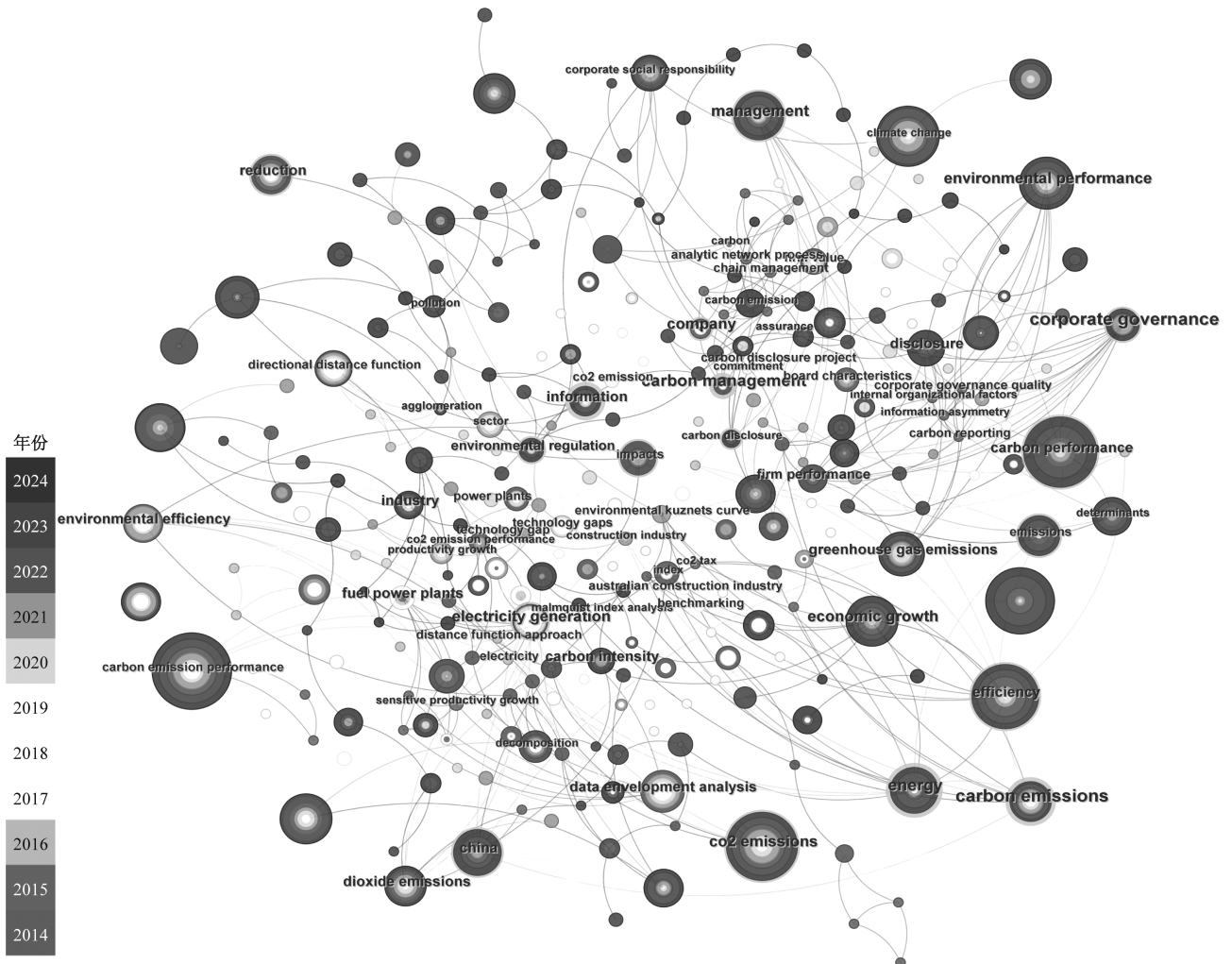


图 4 基于 WoS 数据库碳绩效领域关键词共现图谱

表 3 WoS 数据库中碳绩效领域关键词共现统计

序号	关键词	频次	中心性	首次出现年份	序号	关键词	频次	中心性	首次出现年份
1	carbon management	7	0.32	2015	11	impacts	15	0.14	2020
2	carbon emissions	20	0.28	2015	12	company	5	0.13	2015
3	energy	33	0.23	2014	13	China	32	0.12	2016
4	information	10	0.20	2017	14	carbon disclosure	7	0.12	2017
5	emissions	26	0.18	2016	15	environmental	6	0.12	2020
6	efficiency	51	0.17	2014	16	management	24	0.11	2019
7	CO <sub>2</sub> emissions	58	0.16	2014	17	Carbon	66	0.10	2014
8	corporate	14	0.16	2014	18	greenhouse gas	22	0.10	2014
9	electricity	16	0.15	2015	19	industry	13	0.10	2016
10	reduction	19	0.14	2017					

类图谱的质量和清晰度。Q 的高低反映聚类分析的成效,其中 Q 超过 0.3 即认为聚类效果显著,S 大于 0.5 则意味着聚类结构是合理的。在“CNKI 数据库中碳绩效关键词聚类图谱”中,Q 为 0.852 1,S 为 0.968 2,这表明聚类不仅效果显著,而且具有较高的可信度。如图 5 所示,该领域关键词被划分为 11 大类,分别是碳排放、低碳经济、绩效评价、低碳绩效、影响因素、环境绩效、财务绩效、企业价值、企业绩效、区域差异。

根据聚类结果分析发现,聚类 #3 与聚类 #6、聚类 #8 与聚类 #9、聚类 #0 与聚类 #10 存在交叉现象,显示不同研究主题之间存在相互联系。这种交叉性可以提供新的视角和思路,有助于发现新的研究方向或提出新的研究假设。

### 3.2.2 WoS 数据库中碳绩效领域关键词聚类图谱

在 WoS 数据库的碳绩效领域关键词聚类图谱中,Q=0.718 9,S=0.874 6,虽然数值小于 CNKI 中碳绩效关键词聚类的结果,但是该聚类仍然有明显的划分结构。聚类结果显示,WoS 数据库中该领域的关键词被划分为 12 个大类,分别为 corporate governance(公司治理)、carbon performance(碳绩效)、environmental efficiency(环境效率)、carbon

emission performance(碳排放绩效)、digital transformation(数字化转型)、carbon emission efficiency(碳排放效率)、industrial structure(产业结构)等。

根据聚类结果分析发现,其中 #3、#4、#5、#6 聚类内部和 #0、#1、#8、#10 聚类内部交叉部分

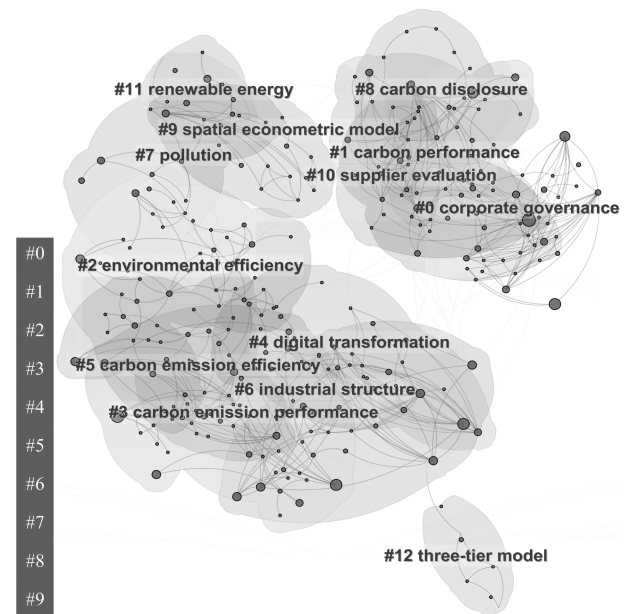


图 6 基于 WoS 数据库碳绩效领域关键词聚类图谱

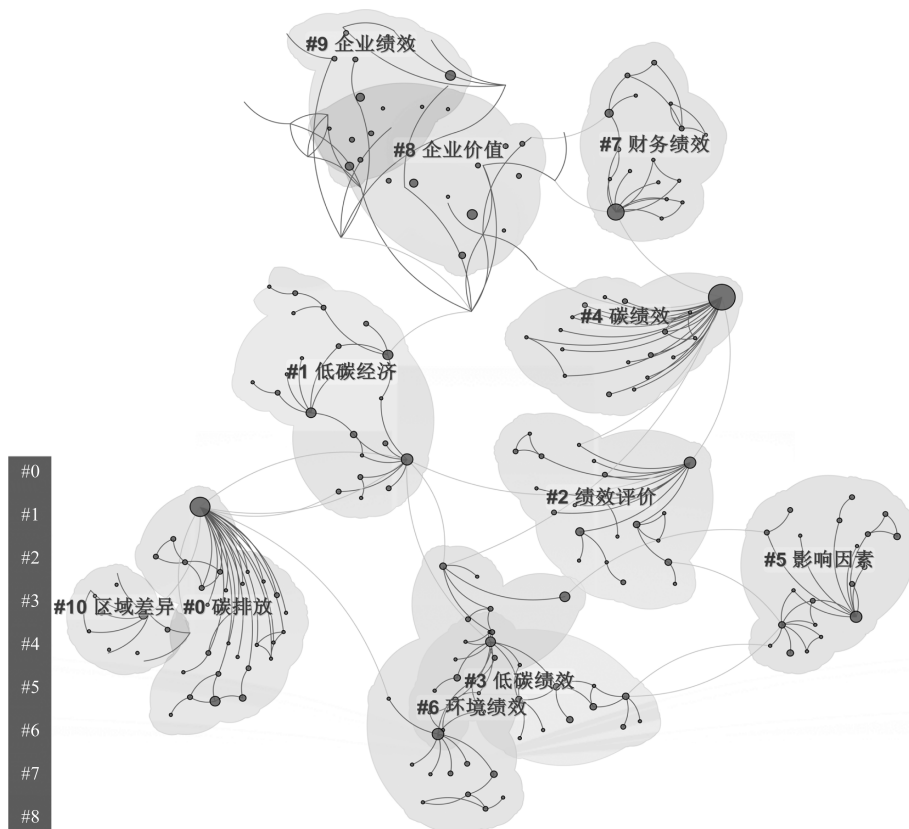


图 5 基于 CNKI 数据库碳绩效领域关键词聚类图谱

较多,说明这几个大类之间存在一定的关联。从 #3、#4、#5、#6 聚类交叉可看出,数字化转型相关的关键词可能与碳效率相关的关键词结合形成新的研究方向。从 #0、#1、#8、#10 聚类可看出,公司治理可能影响碳披露的透明度和质量,而碳披露的透明度又可能影响供应商评估和选择。这些交叉点为未来的研究提供了整合不同领域知识和方法的机会,有助于更全面地理解和优化碳绩效。

### 3.3 碳绩效领域关键词时间线分析

#### 3.3.1 CNKI 数据库中碳绩效领域关键词时间线图

对碳绩效领域时间线持续研究至 2024 年的聚类进行分析,如图 7 所示,#0 碳排放、#1 低碳经济和 #5 影响因素聚类跨越 2014—2024 整个时期,#4 碳绩效、#7 财务绩效时间跨度为 2015—2024 年,#6 环境绩效时间跨度为 2016—2024 年,#8 企业价值、#9 企业绩效时间跨度为 2017—2024 年。#10 区域差异近几年研究较少,且关键词较为分散。考虑到近几年的热点话题,重点对碳排放、低碳经济、绩效评价聚类进行进一步分析。

碳排放所涵盖的关键词有碳绩效、综合绩效、碳中和、产业结构,依据对数似然率算法(log-likelihood ratio Algorithm)算法,聚类规模有 28 篇。碳排放研究热点在 2020 年前聚焦于低碳减排,2020 年后聚焦于协同减排、碳中和等,王晗<sup>[13]</sup>在以“碳中和”为目标的低碳经济发展背景下,将高排放企业碳管理会计体系划分为碳预算管理、碳成本控制与碳绩效评价三个模块。低碳经济所涵盖的关键词有技术创新、环境规制、西部制造业、SE-SBM(super efficiency-slacks based measure)模型、聚类规模有 22 篇。低碳经济研究在 2018 年前聚焦于政策设计和市场绩效等,2018 年以后,聚焦于低碳经济的技术效率和实证研究,技术创新成为了该领域的一个重要节点。潘雄锋和袁赛<sup>[14]</sup>将绿色技术创新作为中介变量,探索碳披露对碳绩效的影响机制。绩效评价的时间跨度为 2014—2023 年,所涵盖的关键词有煤炭企业、化工行业、低碳发展、碳排放量,聚类规模有 21 篇。绩效评价一般聚焦某一行业或某一企业,根据行业或企业特点来选择合适的维度,构建碳绩效评价指标体系。闫华红等<sup>[15]</sup>构建了基于企业碳排放价值链的绩效评价体系,并通过案例验证该方法的可行性。张彩平等<sup>[16]</sup>从碳流转的四个

维度设计适合造纸企业的碳绩效评价体系,并运用主成分分析法和层次分析法精确计算了碳绩效指数。

#### 3.3.2 WoS 数据库中碳绩效领域关键词时间线图

如图 8 所示,WoS 数据库中关键词时间线图揭示了碳绩效研究领域的发展趋势和热点。前 6 个聚类显示出清晰且连续的时间线,表明这些主题自 2014 年以来一直保持着稳定的关注和发展。第 7、8 个聚类,自 2020 年起呈现明显的持续增长态势,反映这些领域的研究活跃度和不断增长的学术兴趣。相比之下,第 9~12 个聚类在时间线上的分布显得较为零散,且研究的持续时间较短。从关键词时间上的连续性和研究热点考虑,重点对 3 个聚类进行分析。

以 corporate governance(公司治理)为研究中心的碳绩效研究,由碳意识、债务成本、企业表现、合法性理论等关键词聚类而成,聚类规模有 38 篇。这类研究主要聚焦于公司治理结构对绿色创新及碳绩效的影响。environmental efficiency(环境效率)涵盖的关键词有二氧化碳减排量、交通运输碳排放量、多准则决策等,涵盖规模有 33 篇。环境效率研究起于 2016 年,当时重要节点有 DEA 模型、工业行业。到 2020 年以后,环境效率领域的重要节点包括环境规制、技术差距、投资等。这表明环境效率的研究随着时间的推移,着重点从早期的效率测算转变为环境效率影响因素的研究。digital transformation(数字化转型)由碳排放量、能源效率、可持续发展和 Tobit 模型聚类而成,涵盖规模有 29 篇。数字化转型领域在 2020 年前聚焦于碳核算、碳减排,2020 年后聚焦于科技创新、可持续发展、工业智能化等。随着时间的推移,数字化转型在碳绩效领域的作用已经从碳排放管理扩展到推动整个产业的绿色转型和技术创新,以实现更广泛的可持续发展目标。

## 4 结论与展望

通过对 2014—2024 年 CNKI 数据库和 WoS 数据库中碳绩效领域研究文献进行发文量、作者、关键词分析等,梳理了碳绩效领域的研究现状和发展趋势,得到结论如下。

(1)碳绩效研究领域的发文量不断攀升,近两年的发表量显著增加,凸显这一领域的重要性和未来深入研究的潜力。通过对作者合作网络分析发现,目前碳绩效领域的作者合作网络较为零散,尚

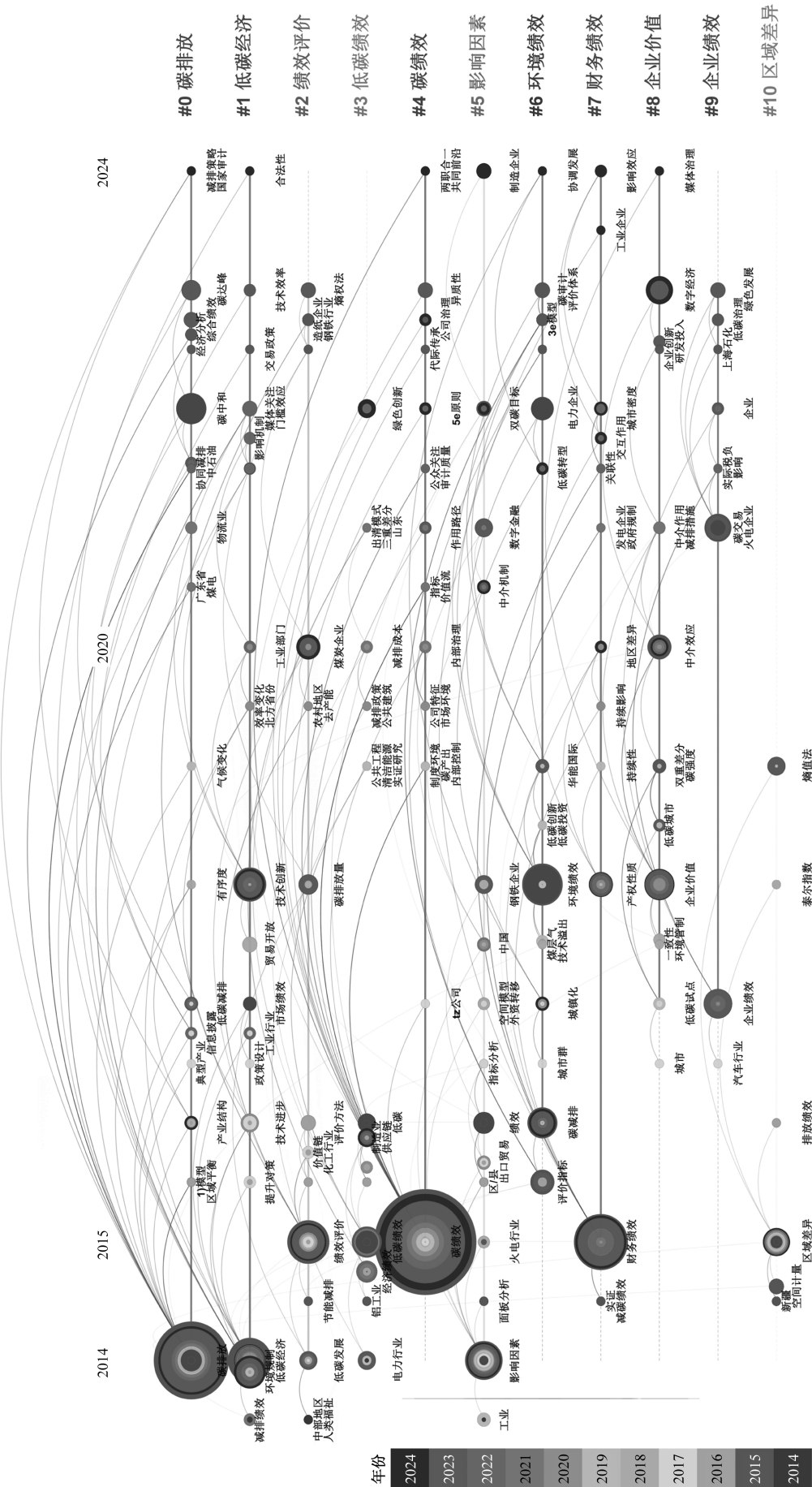


图7 CNKI数据库显示碳绩效领域关键词时间线图



未形成稳固的合作体系,在构建紧密的学术合作网络方面还有提升空间。进一步地,对高产作者发文分析发现,在碳绩效领域的研究侧重点主要为碳绩效评价,碳绩效的作用路径以及碳绩效的影响因素等方面。

(2)通过关键词分析发现,碳绩效研究热点和趋势重点关注以下内容:第一,低碳经济与碳绩效。“低碳经济”一词的频次和中心性都相对较高,说明碳排放与低碳经济二者相辅相成,伴随而生。在倡导绿色低碳经济发展的环境下,碳绩效成为体现经济增长与碳排放关系的重要指标。第二,碳绩效评价。随着碳绩效领域的发展,如何评价碳绩效成为关注焦点,已有研究主要通过单要素指标和多要素指标来衡量碳绩效。单要素指标通常借助营业收入或营业成本来测度,而多要素指标主要采用综合评价法进行测度。此外,还有部分学者通过引入虚拟变量或考虑企业获得的环保奖项和认证来进行碳绩效评价。第三,碳绩效的影响因素与经济效果。通过分析碳绩效的影响因素,如技术创新、产业结构、碳交易、数字化转型等,可以更准确地评价经济发展模式是否兼顾增长与低碳要求,有助于高效调配减碳资源,以更低的经济成本实现“双碳”目标。通过分析碳绩效的经济效果,如财务绩效、企业价值,可以揭示碳绩效与企业财务表现及市场竞争能力之间的关系,从而为企业提供改进碳管理策略的依据。这不仅有助于企业实现可持续发展,也是推动企业向绿色低碳转型的重要途径。

通过对碳绩效领域的综合分析,提出以下建议:第一,注重数字化转型。随着数字技术的快速发展,数字化转型正逐渐成为企业、行业和社会发展的必然趋势。数字化转型有助于企业开展绿色创新活动和实现绿色技术突破,从而提高企业的绿色创新效率,高效解决企业环境治理的难题,助力企业形成绿色低碳的发展模式。第二,拓展碳绩效研究视角。为应对全球气候环境的严峻挑战,数字技术如大数据、云计算和人工智能正日益成为推动全球经济转型的关键力量。中国在《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》中,明确提出加快产业结构绿色低碳转型,推进产业数字化、智能化同绿色化的深度融合。在此背景下,数智融合与数绿融合对于实现碳绩效优化具有显著意义。第三,加强跨学科合作。建立不同领域专家之间交流和沟通的平台、教育科研合作新机制,整合不同

领域的专业知识和资源,共同推动碳绩效领域的研究进展。

## 参考文献

- [1] HOFFMANN V H, BUSCH T. Corporate carbon performance indicators: carbon intensity, dependency, exposure, and risk[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2008, 12(4): 505-520.
- [2] 邓大跃,张然,李楠,等.企业碳减排及减排绩效评估研究[J].*河南师范大学学报(自然科学版)*,2011,39(2): 91-94.
- [3] 马苓,刘硕,郑敏娜.企业数字化转型、绿色创新与碳绩效——碳排放权交易政策与公众环境关注度的调节作用[J].*研究与发展管理*,2024,36(2): 63-73.
- [4] 王珮,黄珊,王瑶,等.碳排放权交易对企业碳绩效的影响研究[J].*科研管理*,2023,44(12): 158-169.
- [5] 李勇,缪彬.企业碳绩效影响因素研究综述[J].*财会月刊*,2022(10): 63-69.
- [6] 华秋红.“双碳”背景下我国环境会计信息披露研究现状与发展趋势——基于 CiteSpace 的可视化分析[J].*中国注册会计师*,2022(4): 47-53.
- [7] 周德良,李慧芝.国内外碳会计研究热点与趋势——基于 CiteSpace 知识图谱的分析[J].*中国注册会计师*,2024(3): 56-65.
- [8] 张彩平,陈留柱.企业碳绩效指数构建及应用研究[J].*会计之友*,2023(17): 9-16.
- [9] 周志方,李瑾瑾,曾辉祥.政治和经济利益相关者对企业碳绩效的影响研究——基于中国上市公司的实证分析[J].*云南财经大学学报*,2020,36(4): 72-88.
- [10] LIN B Q, ZHU R Q. What information do we have on the government's environmental management?: a perspective of energy and carbon performance in China's mining industry[J]. *Journal of Global Information Management(JGIM)*, 2023, 31(1): 1-22.
- [11] ZHU R, LIN B. How does the carbon tax influence the energy and carbon performance of China's mining industry? [J]. *Sustainability*, 2022, 14(7): 3866.
- [12] 刘继为.特色小镇研究的现状、热点与趋势——基于 CNKI 和 CiteSpace 的可视化分析[J].*中国农业资源与区划*,2021,42(8): 107-117.
- [13] 王晗.“碳中和”目标下高排放企业碳管理会计研究[J].*财会通讯*,2022(12): 172-176.
- [14] 潘雄锋,袁赛.企业碳披露、绿色创新与碳绩效[J].*中国人口·资源与环境*,2023,33(1): 112-123.
- [15] 闫华红,吴启富,毕洁.基于碳排放价值链的企业绩效评价体系的构建与应用[J].*审计研究*,2016(6): 55-63.
- [16] 张彩平,贺婷,刘梅娟.基于碳素价值流视角的造纸企业碳绩效评价研究[J].*大连理工大学学报(社会科学版)*,2021,42(2): 50-60.

## Analysis of Frontier Hot Spot and Trends of Research on Carbon Performance under the Perspective of Knowledge Graph

SUN Jing, YAO Yanchao

(School of Business, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192, China)

**Abstract:** 607 papers published in CNKI database and 308 documents published in WOS database from 2014 to 2024 were selected to conduct in-depth analysis and research from the perspectives of the number of publications, high-frequency authors and keywords by adopting CiteSpace visualization research method. The result shows that the number of publications in the field of carbon performance research is on the rise, but a closely cooperating author network has not yet been formed. The hot spots of carbon performance research are mainly focused on low carbon economy and carbon performance, carbon performance evaluation, and the influencing factors and economic effects of carbon performance, and so on. In the future, it is necessary to continue to expand the research perspectives of carbon performance, focus on the research of digital transformation, technological innovation and carbon performance, and strengthen the interdisciplinary cooperation mechanism.

**Keywords:** carbon performance; CiteSpace; knowledge graph; visual analysis