

基于CiteSpace的国内能源消费碳排放研究热点和发展趋势分析

叶文新

长春理工大学经济管理学院, 吉林 长春

收稿日期: 2025年6月16日; 录用日期: 2025年6月30日; 发布日期: 2025年8月6日

摘要

本文基于中国知网(CNKI) 2009~2024年的210篇CSSCI文献, 运用CiteSpace可视化工具, 通过关键词共现、聚类分析及时区图谱、突现词图谱等方法, 系统探究国内能源消费碳排放领域的研究热点与发展趋势。研究发现, 研究热点集中于碳排放、能源消费、低碳经济、碳达峰、碳中和等核心关键词, 形成减排潜力、能源消费、气候变化等八大聚类主题, 体现能源-经济-环境系统的多维关联。此外, 该领域的发展历程可划分为三个阶段, 初步探索阶段(2009~2013年)聚焦低碳经济模式构建与能源-产业结构调整, 深化探索阶段(2014~2020年)深入挖掘驱动因素与作用机制, 目标聚焦及前沿阶段(2021~2024年)以“双碳”战略为导向探索系统性转型路径, 研究为后续政策制定与学术研究提供了理论参考与可视化支撑。

关键词

CiteSpace, 能源消费, 碳排放, 知识图谱分析

Analysis of Research Hotspots and Development Trends in Domestic Energy Consumption Carbon Emissions Based on CiteSpace

Wenxin Ye

School of Economics and Management, Changchun University of Science and Technology, Changchun Jilin

Received: Jun. 16th, 2025; accepted: Jun. 30th, 2025; published: Aug. 6th, 2025

文章引用: 叶文新. 基于 CiteSpace 的国内能源消费碳排放研究热点和发展趋势分析[J]. 低碳经济, 2025, 14(3): 244-254.
DOI: 10.12677/jlce.2025.143027

Abstract

This study utilizes 210 CSSCI-indexed documents from China National Knowledge Infrastructure (CNKI) between 2009 and 2024, employing CiteSpace visualization tools to systematically explore research hotspots and development trends in the field of domestic energy consumption and carbon emissions. Methods include keyword co-occurrence analysis, clustering analysis, temporal zone maps, and emergent term maps. The study found that research hotspots are concentrated around core keywords such as carbon emissions, energy consumption, low-carbon economy, carbon peaking, and carbon neutrality, forming eight major clustering themes including emission reduction potential, energy consumption, and climate change, reflecting the multidimensional interconnections within the energy-economy-environment system. Additionally, the development trajectory of this field can be divided into three stages: the preliminary exploration stage (2009~2013) focused on the construction of low-carbon economic models and adjustments to energy-industrial structures, the deep exploration stage (2014~2020) delved into driving factors and mechanisms, and the goal-focused and frontier stage (2021~2024) explores systemic transformation pathways guided by the “dual carbon” strategy. The research provides theoretical references and visualization support for subsequent policy formulation and academic studies.

Keywords

CiteSpace, Energy Consumption, Carbon Emissions, Knowledge Graph Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

全球气候变化已成为当今人类社会面临的最严峻挑战之一，其中能源燃烧活动所产生的二氧化碳排放占据主导地位[1]。全球变暖及其伴随的海平面上升、极端天气增多和生物多样性减少等问题，严重威胁着地球生态系统的可持续发展。环境污染和资源短缺已构成制约我国经济社会可持续发展的瓶颈，并可能产生长期的负面影响。

中国作为全球主要的碳排放国家之一，其碳排放问题受到国内外广泛关注。改革开放以来，中国经济实现高速增长，但主要依赖资源和能源的大量投入，付出了较大的环境代价。在当前经济社会发展阶段，减少碳排放量、推动经济社会发展绿色化和低碳化，是实现经济高质量发展的关键环节。中国政府在2020年提出“2030年前碳达峰、2060年前碳中和”目标，这标志着国家低碳转型进入战略实施阶段。这一目标不仅对能源结构调整、产业升级提出明确要求，更对学术研究如何支撑政策制定提出了更高标准。因此，本研究在梳理国内能源消费碳排放领域的研究热点与趋势时，将特别关注“双碳”目标提出前后研究的转向、聚焦点及其与政策需求的契合度，以期为后续政策优化提供更具针对性的理论依据[2]。

能源消费碳排放问题涉及广泛领域，包括城市能源消费、建筑能耗、乡村能源环境、交通运输以及不同区域、行业的排放特征。能源效率的提升、碳交易机制的完善、碳排放信息披露的规范以及城镇化过程和城市空间形态对碳排放的影响等，均是应对能源消费碳排放挑战的关键研究方向[3]。鉴于研究主题的复杂性和相关文献数量的迅速增长，系统梳理和分析现有研究成果，把握其演进脉络、研究热点和未来趋势，对于推动该领域的学术进展和支撑政策制定具有重要意义。

文献计量分析工具为实现上述目标提供了有效途径。CiteSpace作为一种专业的文献计量可视化软件,能够揭示学科领域知识结构、研究前沿和演进趋势。其独特的优势在于能够通过共现网络、聚类分析、时间线视图等多种可视化手段,帮助研究者识别领域内的研究热点、新兴前沿和发展趋势[4]。因此,本综述旨在运用 CiteSpace 文献计量工具,对 2009~2024 年国内能源消费碳排放领域的相关研究文献进行系统分析,以期系统梳理该领域的研究现状、识别核心研究热点,并探讨未来的发展趋势。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

本文以中国知网(CNKI)为数据库,时间范围设置为“2009~2024”,具体的文献检索为“能源消费”、“二氧化碳排放”和“中国城市能源消费碳排放”,以探索国内能源消费碳排放的研究热点与趋势前沿。文献筛选标准为 CSSCI、主题相关性以及通过人工阅读剔除重复、会议稿、无作者或单位等无效文献,以保证数据的有效性。最终获取的有效文献数量为 210 篇, CiteSpace 去重处理后剩余文献 210 篇。

2.2. 研究方法

借助 CiteSpace 可视化工具,构建了关于国内能源消费碳排放领域的科学知识图谱。CiteSpace 软件是一种基于数据挖掘和信息可视化的科研分析工具,在文献综述和科研趋势分析中具有广泛的应用价值。其强大的可视化功能能够直观地展示学科领域的知识结构、研究热点和演进趋势,为研究人员提供深入的数据支持,从而有效弥补传统定性文献综述可能存在的局限性[5]。此外, CiteSpace 软件的具体可视化分析选项丰富,且能够处理大规模文献数据集,使其成为本研究的有力工具。

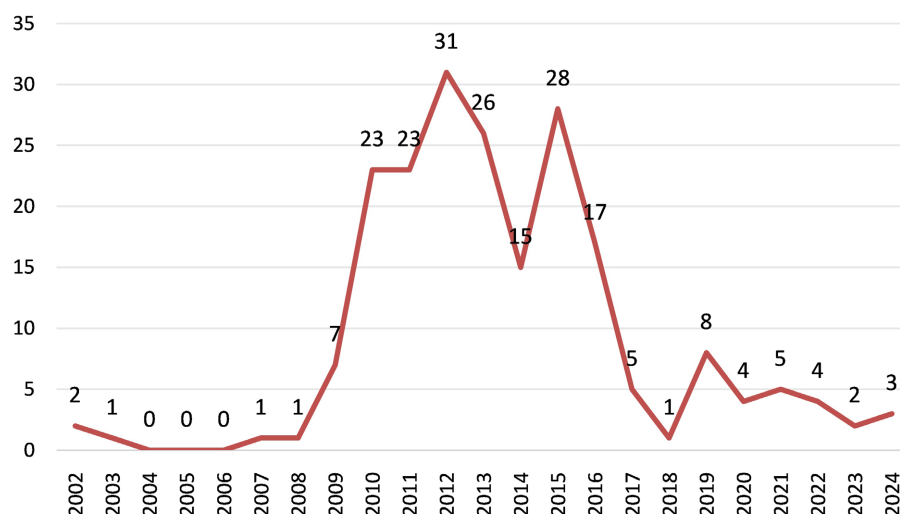
3. 文献分析

3.1. 国内碳排放文献数量统计

文献数量在一定程度上能够反应该领域的研究现状以及趋势。如图 1 所示,近二十年国内能源消费碳排放相关研究文献数量呈先平缓、后迅速上升、再下降的趋势。2009 年以前,该领域的文献几乎没有出现,但从 2009 开始,国内能源消费碳排放的关注度骤然提升。2012 年发文数量高达 31 篇,之后呈现波动下降的趋势。究其原因,2009 年末在丹麦哥本哈根召开的联合国气候变化大会是全球应对气候变化进程中的重要节点,因其对全球减排目标 and 责任分配的激烈讨论而备受关注。与此同时,我国也表明了坚定的立场,并对气候变化开始积极地应对。2010 年,中国签署了《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》等,展开国家合作行动,在低碳发展中积极承担负责任大国的使命。2016 年的发文量又达到了新高,这是因为 2016 年作为“十三五”开局之年,通过一系列改革举措和政策部署,为后续五年经济社会发展奠定了基础。此外,国家围绕低碳发展作出系列战略部署,涵盖引领能源革命、构建低碳产业体系、推进城镇化低碳转型以及促进区域低碳协同发展等方面。此类战略导向为高校与科研机构的相关研究注入了强劲动力。

3.2. 国内碳排放文献作者分析

作者合作网络反映了核心作者及其合作情况。节点大小代表发文量,连线表示作者之间的合作,线宽代表合作强度,颜色从冷色到暖色代表首次合作时间由远到近。国内发文量最高的作者是刘华军,发表 5 篇,主要研究方向是环境科学与资源利用。其次,林伯强、刘宇、周德群发表了 4 篇。从图 2 图谱布局来看,作者分布较为分散,没有形成高度集中的核心合作群体。这表明在该研究领域中,作者之间的合作相对松散,尚未形成紧密且广泛的合作网络。



数据来源：根据 CNKI 数据库整理计算绘制所得。

Figure 1. Trend of publication quantity

图 1. 发文数量趋势

CiteSpace, v. 5.8.R1 (64-bit) Basic
June 13, 2025, 5:22:01 PM CST
CNKI: C:\Users\... \Desktop\CNKI\data
TimeSpan: 2009-2024 (Eilon Length=1)
Selection Criteria: q-index (k=25), LRF=2.5, L/N=10, LBW=5, q=1.0
Reference: Net2017, 5.211 (Density=0.0009)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None
Excluded:

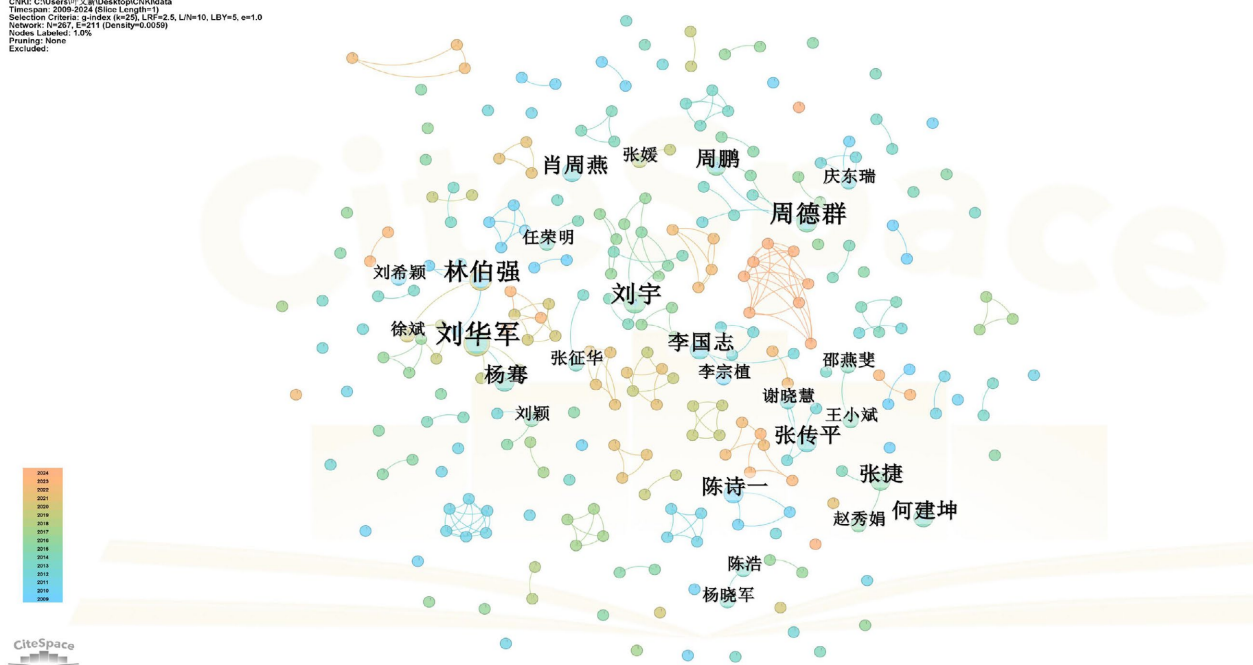


Figure 2. Network diagram of author collaboration

图 2. 作者合作网络图

3.3. 国内碳排放文献机构分析

借助 CiteSpace 分析得到表 1，关于国内能源消费碳排放领域的研究人员主要集中在世界各地的高校中，其中南京航空航天大学经济与管理学院和中国矿业大学管理学院发文数量最多为 6 篇；其次是暨南大学经济学院和中国科学院科技政策与管理科学研究所为 5 篇。这些机构主要集中在江苏、广州和北京发达地区，可见从某种程度上来说，对该领域的研究水平与这些研究单位所在地区的经济发展水平有直接关系。

Table 1. Statistics on publications of high-level research institutions
表 1. 高水平研究机构发文统计

发文量/篇	机构	t/a
6	南京航空航天大学经济与管理学院	2010
6	中国矿业大学管理学院	2011
5	暨南大学经济学院	2014
5	中国科学院科技政策与管理科学研究所	2013
4	厦门大学中国能源经济研究中心	2009
4	西安交通大学经济与金融学院	2012
4	中国社会科学院工业经济研究所	2010
3	北京大学经济学院	2010
3	华中科技大学公共管理学院	2012
3	中山大学岭南学院	2010
3	山东财经大学经济学院	2013
3	复旦大学中国社会主义市场经济研究中心	2009
3	首都经济贸易大学人口经济研究所	2012
3	五邑大学经济管理学院	2014
3	上海交通大学安泰经济与管理学院	2011
3	东北财经大学数学与数量经济学院	2013

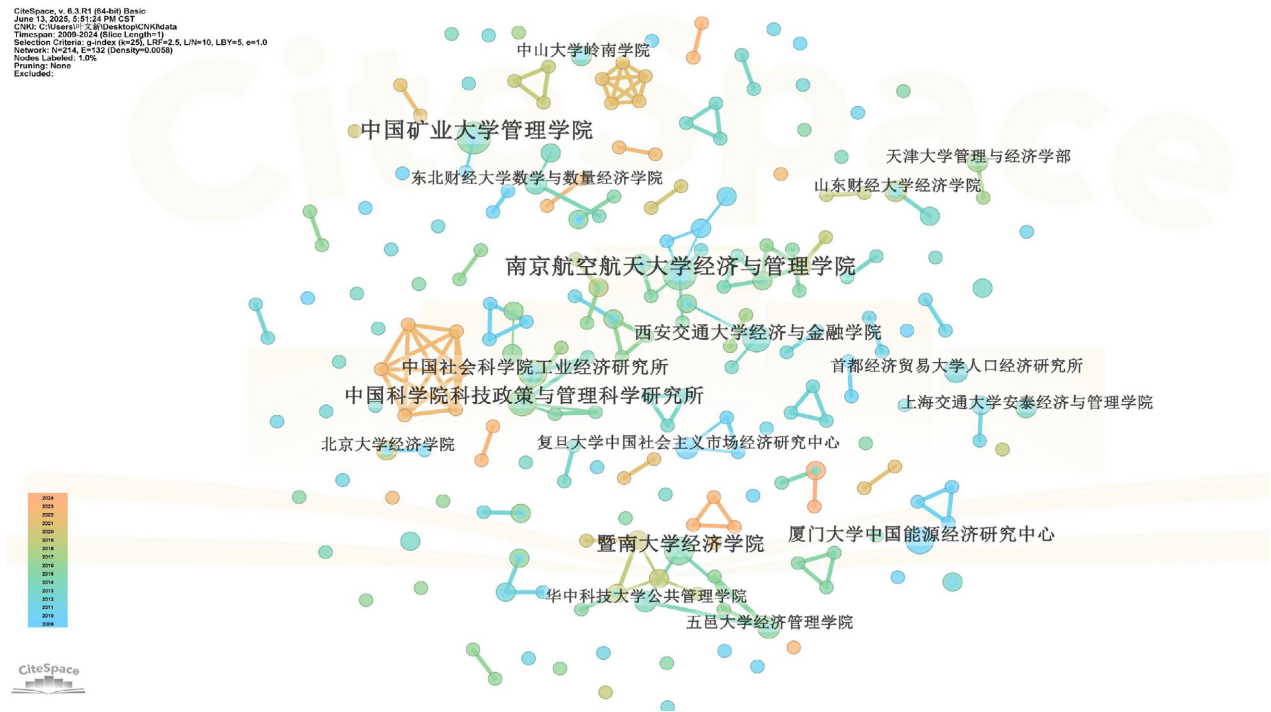


Figure 3. Network diagram of research institution collaboration
图 3. 研究机构合作网络图

图 3 中的每个节点代表一个机构，颜色从冷色到暖色代表机构首次出现相关研究成果的时间区间，节点的大小与机构的发文量相关，节点越大则表明该机构在该研究领域的影响力越大。由图 3 可见，中

国社会科学院科技政策与管理科学研究所和中国社会科学院工业经济研究所合作较多。此外，南京航空航天大学经济与管理学院、暨南大学经济学院与众多其他机构都有合作关系，在该研究领域的学术交流和作中起到了关键的桥梁作用。发文量靠前的中国矿业大学管理学院与其他机构合作较少。高校作为人才培养的摇篮，始终伫立在科技进步推动的前沿阵地，担当着国家基础研究的核心力量；科研院所则在国家科学技术研究事业发展进程里，发挥着关键性作用。因此，强化高校之间协同合作、推进资源共享、释放各自优势潜能，构建优质的研究生态环境，有利于持续完善国内能源消费碳排放领域的相关研究。

3.4. 国内碳排放文献出版物来源

国内能源消费碳排放研究相关期刊呈现多元化格局，见图 4，结合数据与领域特点来看，《中国人口·资源与环境》发文量达 18 篇、占比约 18%，该期刊聚焦人口、资源、环境与发展交叉议题，常围绕能源消费碳排放与可持续发展关联输出成果；《统计与决策》发文 12 篇、占比 12%，在数据测算、模型构建及政策依据等研究中，提供定量分析、预测类支撑。同时，《生态经济》《经济研究》围绕能源消费碳排放与生态经济协同进行理论实证研究；《科技管理研究》《资源科学》则聚焦能源技术创新管理、资源-碳排放耦合进行深化探索。此外，《世界经济》《中国工业经济》从全球经济、工业发展等宏观层面探讨对能源消费及碳排放的影响。整体而言，相关期刊覆盖综合、细分、特色补充类型，从不同层次、视角搭建交流平台，未来可关注期刊间合作、成果融合及新兴期刊的拓展潜力。

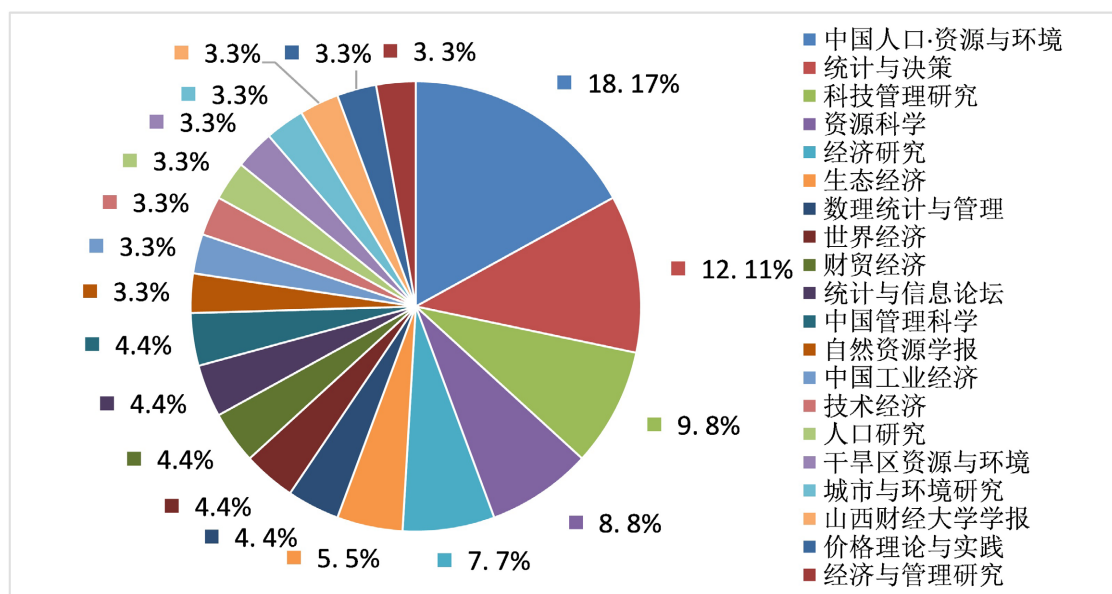


Figure 4. Distribution of journals with top publication volumes

图 4. 发文量排名靠前的期刊分布

4. 研究热点分析

4.1. 关键词共现分析

图 5 中节点的大小反映出关键词出现的频次，节点间连线的粗细表现出共现力度的强弱，关键词中心性大小体现其在整个关键词共现网络中的重要程度，代表了一定时期内核心的研究主题。不难看出，二氧化碳、碳排放、能源消费是核心聚焦点，紧密关联着经济增长与低碳经济，反映出能源消费碳排放和经济发展模式、低碳转型目标的交织。城市化进程不仅推动着能源需求变动，还影响碳排放规模；技

术进步为优化能源消费、降低碳排放提供支撑。同时,碳达峰(突现强度 = 6.8)和碳中和(突现强度 = 5.2)在 2021 年后出现,反映政策目标对研究的直接驱动作用。总之,图谱呈现出以能源消费碳排放为基础,探索低碳发展路径的研究脉络,各关键词相互作用,勾勒出该领域复杂且关联紧密的研究体系。

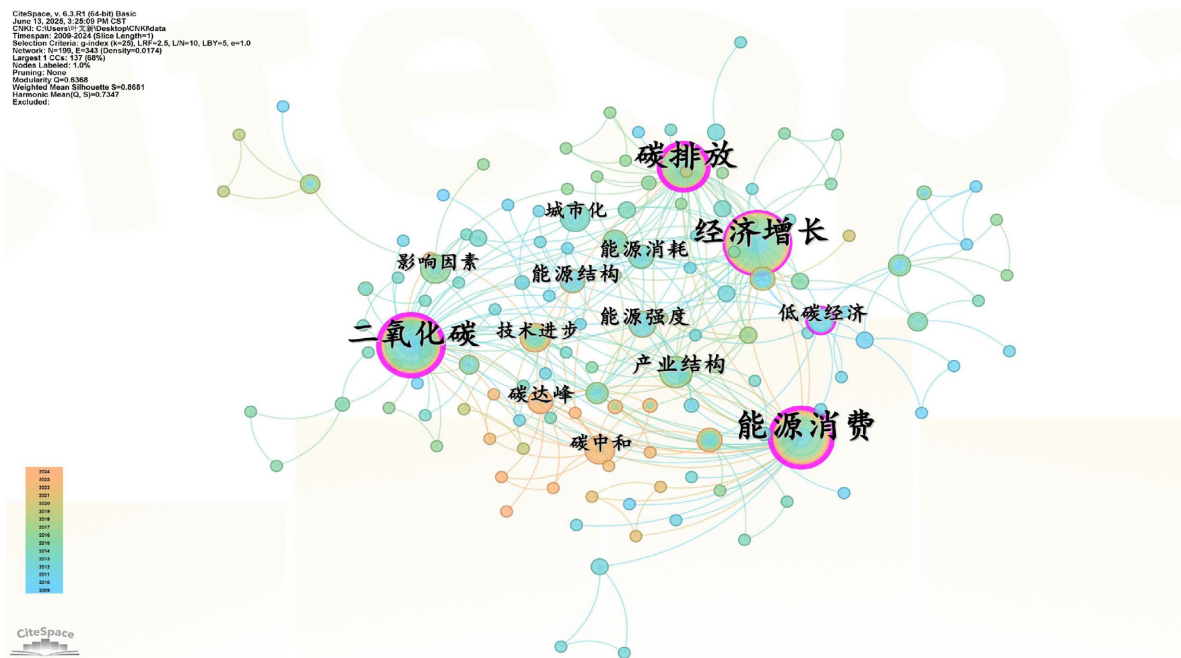


Figure 5. Keyword co-occurrence map

图 5. 关键词共现图谱

4.2. 关键词聚类分析

由于论文关键词较多,为了更详细地展示研究热点,本文对关键词进行了聚类分析,生成了国内能源领域投入产出的核心论文的关键词聚类图谱。如图 6 所示,经关键词聚类后共得到了 8 个主要研究领域,根据子聚类关键词规模由高到低分别是:减排潜力、能源消费、气候变化、经济增长、碳中和、碳排放、技术进步、能源结构。通过聚类分析,可以清晰地看到该领域的研究主题被划分为多个不同的类别,每个类别都有其独特的研究重点。本文对前三大聚类进行详细分析。

减排潜力: 其中子聚类包括二氧化碳、环境收益、投入产出分析方法、STIRPAT 模型等。高频词包括 STIRPAT 模型(频次 = 18)、投入产出分析(频次 = 15),多用于量化区域、行业减排空间。如:结合 STIRPAT 模型的驱动因子分析与投入产出分析的隐含碳测算,可构建“城市规模差异化 + 消费生产协同化”的减排路径[6][7];大型城市聚焦人口规模控制与产业升级,中小型城市侧重技术创新与气候适应性减排,居民消费领域则通过结构优化与产业低碳化联动,实现二氧化碳排放与经济增长的逐步脱钩[8]。

能源消费: 其中子聚类包括产业结构、因素分解、CO₂ 排放、能源强度等。如:技术创新水平高时,产业转向低能耗、能源更清洁,环境政策能有效减排,且地区间碳排放会互相影响[9]。能源消费是推动中国工业增长的源泉之一,而 CO₂ 排放只在少数行业发挥增长促进作用[10]。朱勤等建立能源消费碳排放的因素分解模型,并对中国能源消费碳排放进行实证分析,力求比较全面地反映各影响因素的作用机理并量化其贡献率[11]。

气候变化: 其中子聚类包括低碳经济、国际责任、能源转型、减排目标等。如:王锋等深入研究中国经济发展中 CO₂ 排放量增长的驱动因素,对有的放矢地制定减排政策,发展低碳经济,应对气候变化有着重要

的理论和现实意义[12]。



Figure 6. Keyword clustering map

图 6. 关键词聚类图谱

5. 发展趋势分析

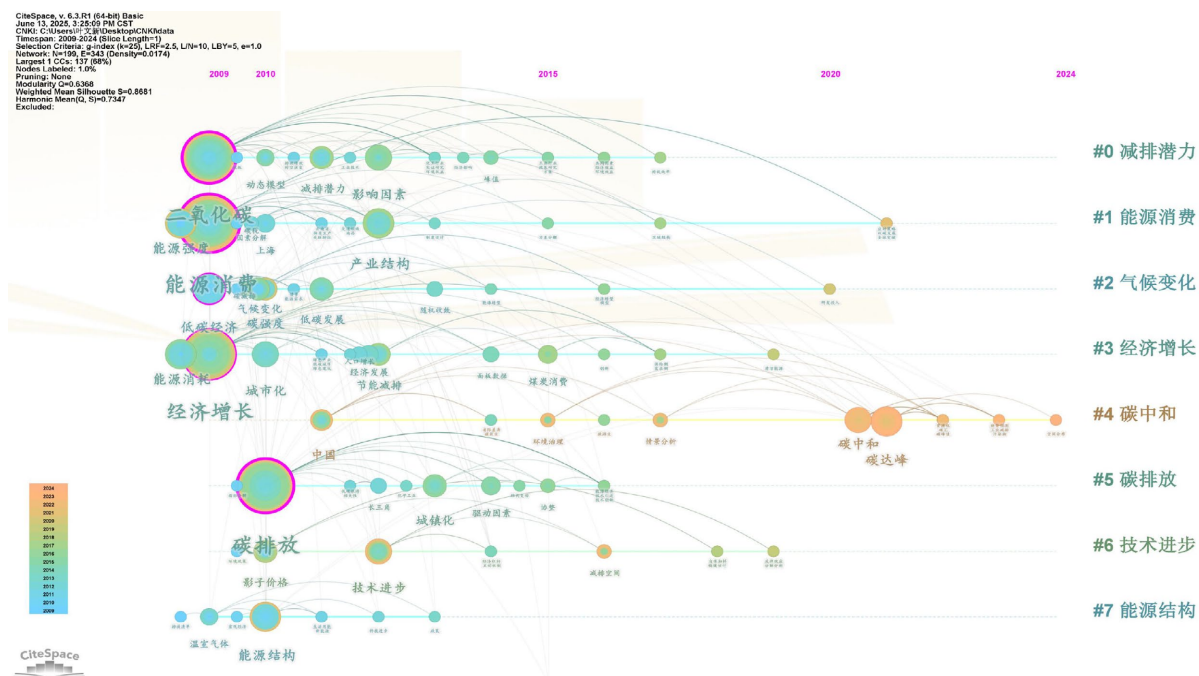


Figure 7. Keyword timeline map

图 7. 关键词时间线图谱

Top 12 Keywords with the Strongest Citation Bursts

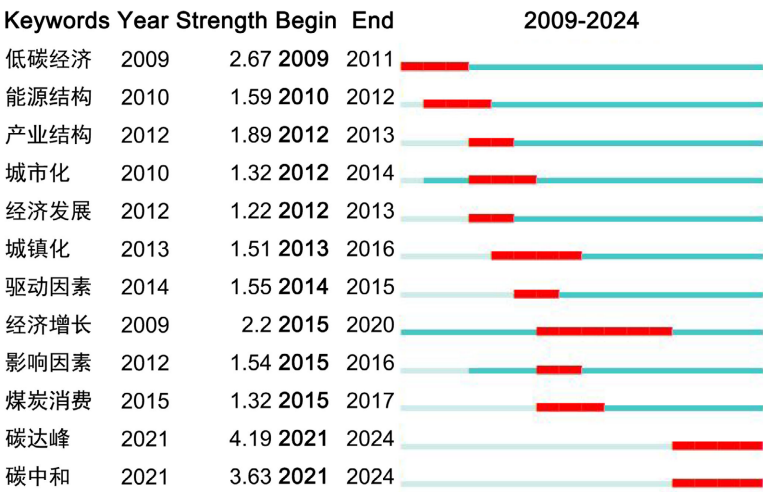


Figure 8. Keyword burst map
图 8. 关键词突现图谱

利用 CiteSpace 进行关键词时间线图绘制，从而能够从时间维度上探究研究领域的更新演化，如图 7 所示。关键词突现是指相关领域突然出现的新的理论趋势和研究方向，通过对国内碳排放研究前 12 个突现词的分析来探究领域研究前沿，如图 8 所示。

根据时区图与关键词突现图谱对文献进行热点发展历程分析，研究内容大致可以分为以下 3 个阶段。

5.1. 第一阶段：初步探索阶段

通过 2009~2013 年的时区图谱以及排名前四的突现关键词低碳经济、能源结构、产业结构、城市化可知，学者的研究主要结合能源、产业结构调整，与城市化进程中经济发展相关联，对能源 - 经济 - 环境关系进行了初步探索。该阶段侧重低碳经济模式构建，能源、产业结构优化对碳排放及经济发展的影响，以及城市化进程中这些要素的互动关系，属于领域研究的起步与概念奠基阶段。

5.2. 第二阶段：深化探索阶段

通过 2014~2020 年的时区图谱以及排名第五到第十的突现关键词经济发展、城镇化、驱动因素、经济增长、影响因素、煤炭消费可知，学者主要研究从基础概念关联，深入到挖掘能源消费、经济增长等背后的驱动与影响因素，对城镇化等发展进程中碳排放规律及能源消费结构(如煤炭消费)的研究细化，同时经济增长在能源 - 环境研究中的核心关联地位在持续深化。该阶段聚焦能源 - 经济 - 环境系统内各要素的作用机制，深入剖析驱动经济增长、碳排放变化的因素，以及城镇化、特定能源(煤炭)消费对系统的影响，是对前期概念关联的深化与内在逻辑挖掘。

5.3. 第三阶段：目标聚焦及前沿阶段

通过 2021~2024 年时区图谱以及排名靠后的突现关键词碳达峰、碳中和等可知，这两个节点与前期碳排放、能源结构、经济增长等广泛关联，且处于较新时间区间，说明研究热点围绕如何实现碳达峰、碳中和，整合前期能源结构调整、经济增长模式、碳排放控制等研究成果，是领域研究响应国家战略、迈向应用实践与前沿探索的阶段。该阶段以碳达峰、碳中和目标为导向，研究能源结构深度转型、经济

增长与碳排放脱钩路径、碳排放精准管控及多要素协同实现“双碳”目标的策略,属于面向国家重大需求的前沿应用与综合协同研究阶段。该阶段 58%文献涉及省域、城市碳达峰路径模拟,但仅 12%研究考虑区域公平性[7]。此外,CUS(碳捕集)、可再生能源消纳等关键技术研究占比从 2019 年的 8%升至 2024 年的 34%,但经济性分析不足。碳市场、绿色金融成为热点,但多停留在机制描述,缺乏对政策组合协同效应的量化研究。

6. 结论与展望

在发展现状上,国内能源消费碳排放的研究力量主要集中在高校,像南京航空航天大学经济与管理学院、中国矿业大学管理学院等机构发文量较多,且研究人员分布在江苏、广州、北京等经济发达地区。不过,作者与机构间合作网络松散,跨区域、跨学科协同有待增强。此外,相关研究期刊呈现多元化格局,《中国人口·资源与环境》《统计与决策》等期刊从不同层次和视角为该领域研究提供了交流平台。

在研究内容上,国内能源消费碳排放研究以碳排放、能源消费、低碳经济为核心,形成减排潜力、能源消费、气候变化等八大聚类主题,研究内容从基础概念逐步拓展至政策目标导向的系统分析,体现多学科交叉融合的特点。2009~2013 年受全球气候治理与国内低碳政策驱动,研究聚焦低碳经济模式、产业结构优化与城市化的互动关系,奠定了领域的研究基础;2014~2020 年随着“十三五”规划与能源革命战略推进,研究转向能源-经济-环境系统的内在机制,重点分析城镇化、煤炭消费等驱动因素;2021~2024 年“双碳”目标提出后,研究迅速向战略落地层面倾斜,探索能源结构转型、碳排放管控及多要素协同路径。

基于以上研究结论,提出以下政策优化方向:

首先,实现差异化减排路径。依据聚类分析中“减排潜力”的区域异质性,建议东部省份设定更早达峰目标,中西部配套财政转移支付以平衡发展权[8]。建立基于 STIRPAT 模型的动态评估机制,每 5 年更新一次行业减排潜力排名[6]。

其次,强化技术-政策协同。针对“碳中和”聚类中技术经济性研究缺口,设立专项基金支持 CCUS、绿氢等技术的全生命周期成本效益分析,并纳入国家低碳技术目录。参考关键词突现强度(碳市场 = 4.3),扩大碳市场的覆盖行业,并引入拍卖配额比例。

最后,完善政策评估体系。利用文献中成熟的 LMDI 分解方法,构建省级碳排放考核指标,区分“绝对量下降”与“单位 GDP 强度下降”双目标。此外,设立“双碳”政策实验室,整合高校之间的模型优势,开展碳税对低收入群体影响等政策预演。

参考文献

- [1] 严成禄,李涛,兰伟. 金融发展、创新与二氧化碳排放[J]. 金融研究, 2016(1): 14-30.
- [2] 李世峰,朱国云. “双碳”愿景下的能源转型路径探析[J]. 南京社会科学, 2021(12): 48-56.
- [3] 范凤岩,雷涯邻. 能源碳排放影响因素研究综述[J]. 生态经济, 2015, 31(3): 36-43.
- [4] Synnestvedt, M.B., Chen, C. and Holmes, J.H. (2005) CiteSpace II: Visualization and Knowledge Discovery in Bibliographic Databases. *AMIA Annual Symposium Proceedings* 2005, Washington DC, 22-26 October 2005, 724.
- [5] Chen, C. (2005) CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, **57**, 359-377. <https://doi.org/10.1002/asi.20317>
- [6] 冯玲, 吝涛, 赵千钧. 城镇居民生活能耗与碳排放动态特征分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(5): 93-100.
- [7] 陈占明, 吴施美, 马文博, 等. 中国地级以上城市二氧化碳排放的影响因素分析: 基于扩展的 STIRPAT 模型[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(10): 45-54.
- [8] 赵巧芝, 闫庆友, 赵海蕊. 中国省域碳排放的空间特征及影响因素[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2018, 20(1): 9-16.

- [9] 李菁, 李小平, 郝良峰. 技术创新约束下双重环境规制对碳排放强度的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(9): 34-44.
- [10] 陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究, 2009, 44(4): 41-55.
- [11] 朱勤, 彭希哲, 陆志明, 等. 中国能源消费碳排放变化的因素分解及实证分析[J]. 资源科学, 2009, 31(12): 2072-2079.
- [12] 王锋, 吴丽华, 杨超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究[J]. 经济研究, 2010, 45(2): 123-136.