

# 数字经济视角下我国碳排放问题研究热点分析 ——基于CiteSpace的可视化分析

任 洁

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年4月11日; 录用日期: 2025年4月25日; 发布日期: 2025年5月29日

## 摘 要

在全球气候治理加速转型与我国“双碳”目标纵深推进的双重背景下, 针对数字经济高速发展与碳减排目标协同推进的现实需求。当前研究多聚焦单一技术或政策维度, 缺乏对数字技术赋能碳治理的系统性解构与动态演进分析。本研究运用CiteSpace可视化分析工具, 对中国知网(CNKI) 2015~2025年间收录的665篇有效文献进行可视化分析。通过文献计量学方法构建关键词共现网络、聚类图谱及突现词时序演化图谱, 系统揭示我国数字经济驱动碳减排领域的研究热点与演进趋势。

## 关键词

数字经济, 碳排放, CiteSpace

# Analysis of Research Hotspots of Carbon Emission Problems in China from the Perspective of Digital Economy

## —Visualization and Analysis Based on CiteSpace

Jie Ren

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Apr. 11<sup>th</sup>, 2025; accepted: Apr. 25<sup>th</sup>, 2025; published: May 29<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Under the dual background of accelerated transformation of global climate governance and the deepening of China's "dual-carbon" goal, there is a need for synergizing the rapid development of

the digital economy with the goal of carbon emission reduction. Current research focuses on a single technology or policy dimension, and lacks a systematic deconstruction and dynamic evolution analysis of digital technology-enabled carbon governance. In this study, we used CiteSpace visualization and analysis tool to visualize and analyze 665 effective documents included in China Knowledge Network (CNKI) during 2015~2025. The keyword co-occurrence network, cluster mapping and time-series evolution mapping of emergent words are constructed through bibliometric methods to systematically reveal the research hotspots and evolution trends in the field of digital economy-driven carbon emission reduction in China.

## Keywords

Digital Economy, Carbon Emissions, CiteSpace

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

在全球气候治理加速转型与我国“双碳”战略纵深推进的双重背景，聚焦数字经济与碳排放的复杂互动机理这一前沿议题。当前，数字技术革命正重构传统生产函数，5G、人工智能等技术应用既催生能效提升新机遇，亦衍生数据中心能耗剧增等新型碳锁定效应。尽管学界已关注数字经济对碳排放的双刃剑作用，但现有研究多局限于单一技术或政策维度的割裂式探讨，缺乏对知识生产体系动态演进规律的系统解构。尤其面对数字技术迭代加速与碳治理目标刚性约束的时空张力，如何厘清学术共同体对二者协同关系的认知演化路径，成为理论突破的关键。

知识图谱可视化技术的介入为破解这一困境提供方法论支撑。本研究运用 CiteSpace 工具，对 2017~2025 年间中文核心期刊文献进行多维度计量分析，通过构建关键词共现网络、时序聚类图谱与突现强度矩阵，系统揭示该领域知识生产的时间演化轨迹。

## 2. 研究方案

### 2.1. 研究工具

文献计量分析是一种通过收集、整理和分析大量的学术文献数据，揭示某一领域的研究趋势、研究热点和研究动态的方法。CiteSpace 文献数据挖掘可视化软件可以利用关键词、作者、机构、发文量等功能有效识别领域内关键主题和热点趋势，被广泛应用于学科领域现状分析与热点探测。本文基于 2015 年~2025 年国内数字经济视角下碳减排相关文献，使用 CiteSpace 软件进行计量分析，以探明该领域的发展动态和研究成果。

### 2.2. 数据来源

本文以 2015 年~2025 年国内以数字经济视角看待碳排放问题相关文献为基础，进行发文量、作者、机构、词频、聚类以及突现词。研究以中国学术期刊网络出版总库(CNKI)为检索数据库，关键词设置为“数字经济”、“碳排放”，时间设定为 2015 年 1 月 1 日~2025 年 1 月 1 日，共检索 713 篇文献，剔除会议、报纸等记录，共得到 665 篇有效文献，将其全部导入 CiteSpace 软件中，进行参数设置，在此基础上进行数字经济视角下碳减排领域研究成果前沿及动态分析。

3. 发文数量分析

从图 1 可以看出，在数字经济视角下我国碳排放问题研究领域，发文数量呈现出显著的变化趋势。2017~2020 年期间，发文量较少且相对稳定，每年仅有 1~2 篇。到 2021 年，发文量增至 24 篇，实现了初步增长。2022 年进一步上升至 100 篇，研究热度开始提升。2023 年发文量达到 188 篇，延续增长态势。2024 年更是达到 318 篇，成为研究的高峰期，显示该领域受到越来越多的关注。而 2025 年截至目前发文量为 14 篇，考虑到时间尚未结束，后续发文量可能会继续增加。整体来看，该领域研究热度在近年来迅速升温，成为学术研究的一个重要方向。

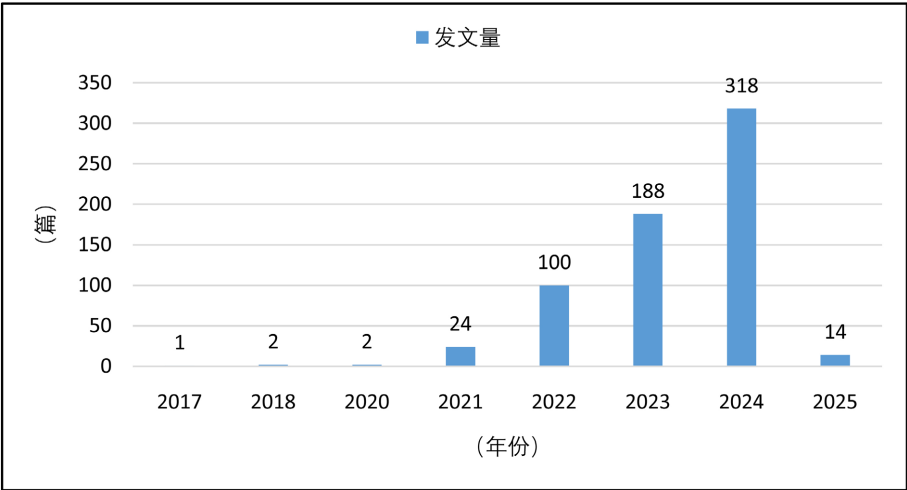


Figure 1. Statistics of literature related to carbon emission issues in China from the perspective of digital economy

图 1. 数字经济视角下我国碳排放问题相关文献统计

4. 发文作者及机构分析

发文作者是科学研究的主体，作者合作网络共现分析能发现领域内核心作者，直观了解研究人员之间的合作关系。作者合作网络共现图谱，如表 1 和图 2 所示，节点标签大小反应作者在网络中的重要性和影响力，节点之间的连线表示合作的密切程度，该图谱共有作者节点 169 个，连接线 58 条，网络密度为 0.0041，整体上作者间合作较为松散，密切程度不高从图中能看出，作者以节点形式呈现，节点分布较为分散，表明该领域研究作者群体较广泛，尚未形成紧密的核心作者团队。

Table 1. Top ten authors in terms of publications

表 1. 发文量前十的作者

| 序号 | 作者  | 频次 |
|----|-----|----|
| 1  | 朱俊奇 | 4  |
| 2  | 杨力  | 4  |
| 3  | 彭文斌 | 3  |
| 4  | 余群芝 | 3  |
| 5  | 田云  | 3  |

续表

|   |     |   |
|---|-----|---|
| 6 | 常皓亮 | 3 |
| 7 | 孙仁金 | 2 |
| 8 | 孟思琦 | 2 |
| 9 | 李清瑶 | 2 |

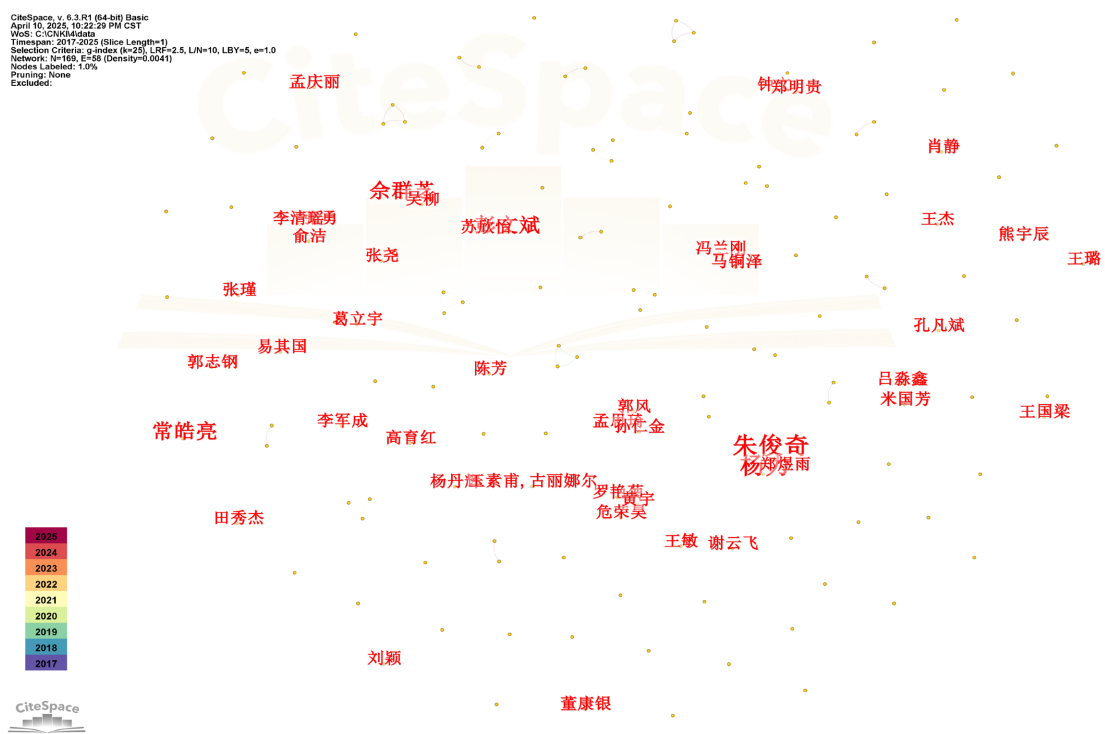


Figure 2. Co-occurrence map of issuing authors  
图 2. 发文作者共现图

部分作者名字。如田云、朱俊奇等字体较大且突出，说明他们在该领域发文量可能较多，或者在共现网络中影响力较大是该领域相对活跃的研究者。例如以朱俊奇为核心的团队聚焦数字经济与碳排放协同治理的时空分异规律及作用机制，以长江流域及长江经济带为典型区域展开多维实证探索[1]-[4]。以田云为核心的团队围绕数字经济对农业系统及资源型城市低碳转型的作用机理展开多维实证检验，揭示数字经济赋能碳减排的异质性特征与空间传导规律[5]-[7]。

为探究不同机构间在数字经济的碳排放领域合作情况，评估各机构对该领域的贡献和影响，本文运用 CiteSpace 研究生成了数字经济视角下碳排放领域的机构合作图谱。如图 3 和表 2 所示，其中节点为机构名称，标签字号大小代表其在领域内的重要性和影响力，节点之间的连线表示机构之间的合作情况。机构合作网络中共有节点 161 个，连线 41 条，网络整体密度仅为 0.0032。图中各研究机构以节点形式展示，节点分布较为分散，说明该领域研究力量分布广泛，尚未形成紧密的核心研究机构集群。西北大学经济管理学院、新疆大学经济与管理学院等字体较大且突出的机构，在该领域可能发文较多或影响力较大，是较为活跃的研究主体；而众多较小的节点代表的机构，发文量或影响力相对有限。此外，部分机构间存在连线，表明它们之间可能存在合作关系。例如，中国社会科学院大学应用经济学院、西北大学

经济管理学院、中国社会科学院工业经济研究所等机构间存在交流合作关系。但整体连线不算密集，说明机构间合作还不够充分。

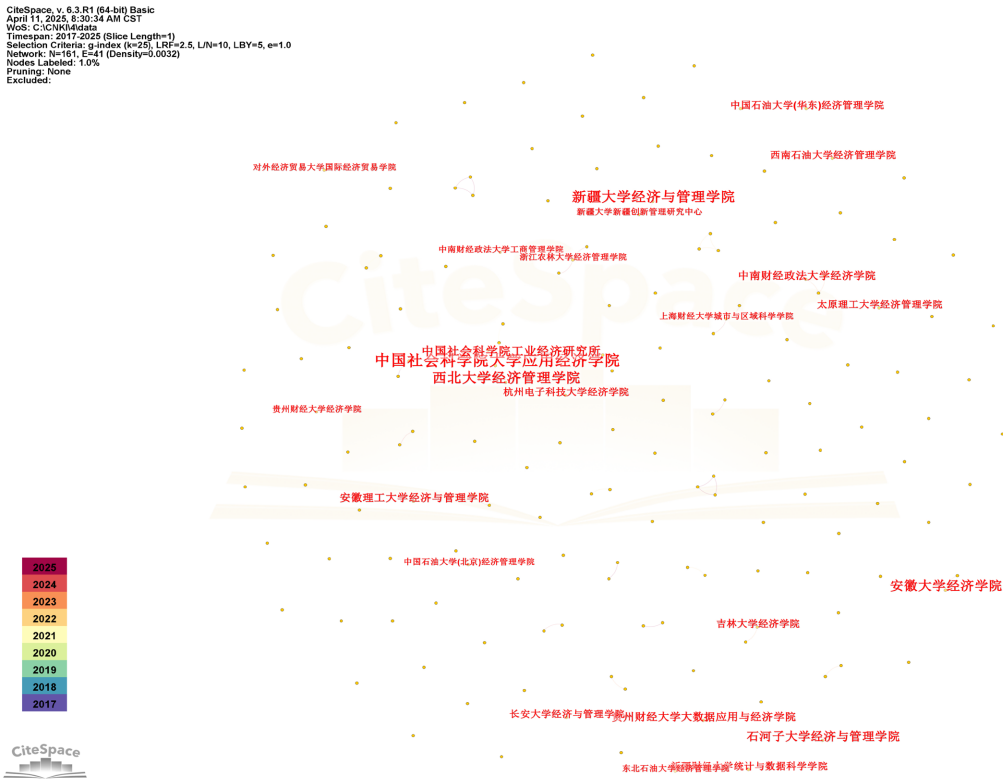


Figure 3. Co-occurrence mapping of issuing organizations  
图 3. 发文机构共现图谱

Table 2. Top 10 organizations in terms of number of publications  
表 2. 发文量前十的机构

| 序列 | 机构               | 频次 |
|----|------------------|----|
| 1  | 中国社会科学院大学应用经济学院  | 12 |
| 2  | 西北大学经济管理学院       | 9  |
| 3  | 新疆大学经济与管理学院      | 9  |
| 4  | 安徽大学经济学院         | 8  |
| 5  | 中国社会科学院工业经济研究所   | 6  |
| 6  | 石河子大学经济与管理学院     | 6  |
| 7  | 中南财经政法大学经济学院     | 5  |
| 8  | 安徽理工大学经济与管理学院    | 5  |
| 9  | 贵州财经大学大数据应用与经济学院 | 5  |
| 10 | 吉林大学经济学院         | 4  |

5. 研究热点及趋势分析

5.1. 关键词共现分析

关键词共现分析旨在通过识别特定时段内高频关键词的共现关系与动态演化规律，揭示研究领域内知识结构的阶段性特征及其内在关联机制。如图 4 所示，关键共现网络中共有节点 241 个，连线 386 条，网络整体密度仅为 0.0133，关键词节点较为集中。

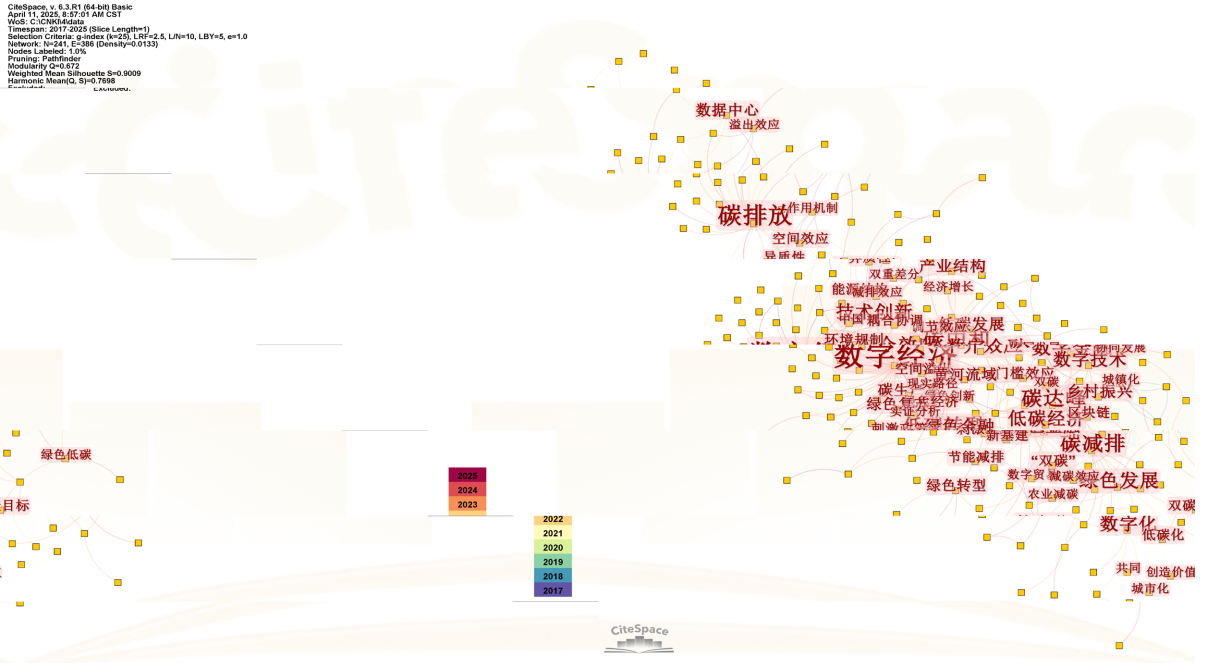


Figure 4. Keywords co-occurrence analysis  
图 4. 关键词共现分析

围绕核心关键词，“技术创新”“产业结构”“中介效应”等与数字经济、碳排放关联紧密，体现研究关注数字经济如何通过技术、产业等途径影响碳排放，以及其中的作用机制。“碳中和”“低碳转型”和“绿色发展”等关键词，凸显研究对实现低碳、绿色经济发展目标的关注。此外，“数字化”和“数字技术”说明技术层面的数字化手段在碳排放研究中的重要性。整体来看，各关键词相互关联，形成了一个以数字经济和碳排放为核心的研究网络。

5.2. 关键词时间聚类分析

本研究采用 CiteSpace 工具进行知识网络聚类分析，其模块化评价体系通过模块值(Q 值)与平均轮廓值(S 值)双重指标验证聚类质量[8]。依据算法理论，Q 值阈值为[0,1)，当  $Q > 0.3$  时表明网络模块划分具有统计显著性；S 值作为聚类内部同质性指标， $S \geq 0.7$  代表类簇结构高度凝聚且具有实证解释力， $S > 0.5$  即满足基础合理性要求。结果显示，本研究知识图谱的 Q 值达 0.672，S 值提升至 0.9009，两项指标协同验证：领域知识网络呈现清晰的模块化拓扑特征，各聚类内部成员关联紧密且类间边界明确。具体见图 5 所示。

以#0 数字经济和#7 数字化为核心的基础性聚类表明，学界持续关注数字技术范式革新及其在碳监测、数据建模等环节的方法论突破，为后续研究提供理论基点与技术支持[9]-[11]。核心研究脉络围绕#1 碳达峰与#2 碳排放目标展开，聚焦于数字经济如何助力实现“双碳”目标实现[12]-[14]。实证分析层面，

#3 产业结构转型与#6 环境规制政策的交互作用通过#5 中介效应得以验证，揭示数字化进程中制度安排与技术渗透对碳减排的传导机制[15] [16]。研究外延扩展至#4 绿色发展框架下的协同治理，其中#8 溢出效应证实区域间数字基础设施互联产生的减排协同增益，而#9 绿色金融聚类则凸显市场激励机制与碳定价工具在数字化转型中的枢纽作用[17] [18]。

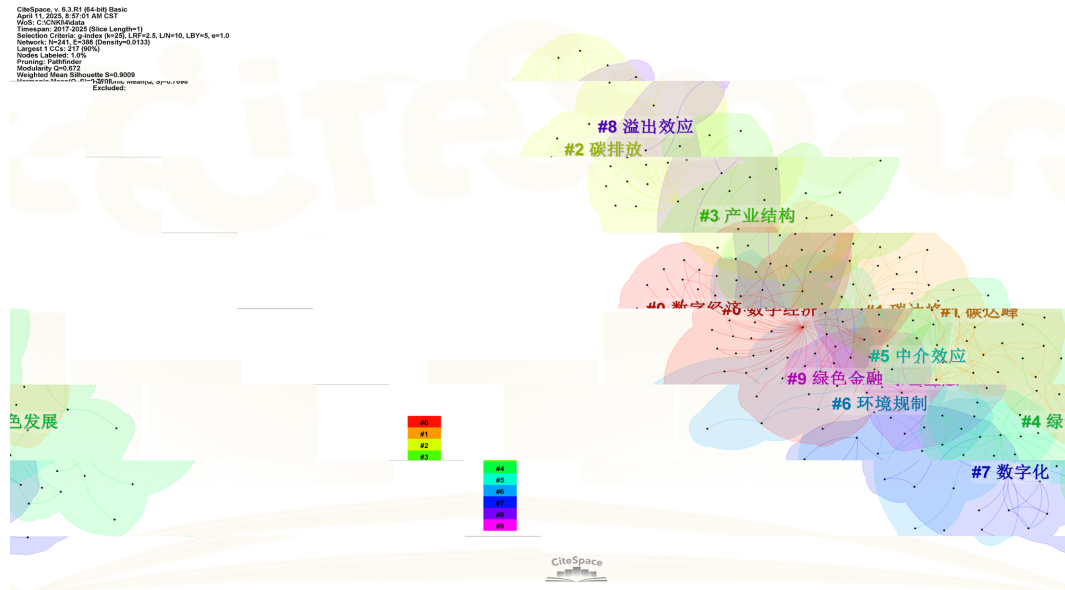


Figure 5. Keywords clustering analysis  
图 5. 关键词聚类分析

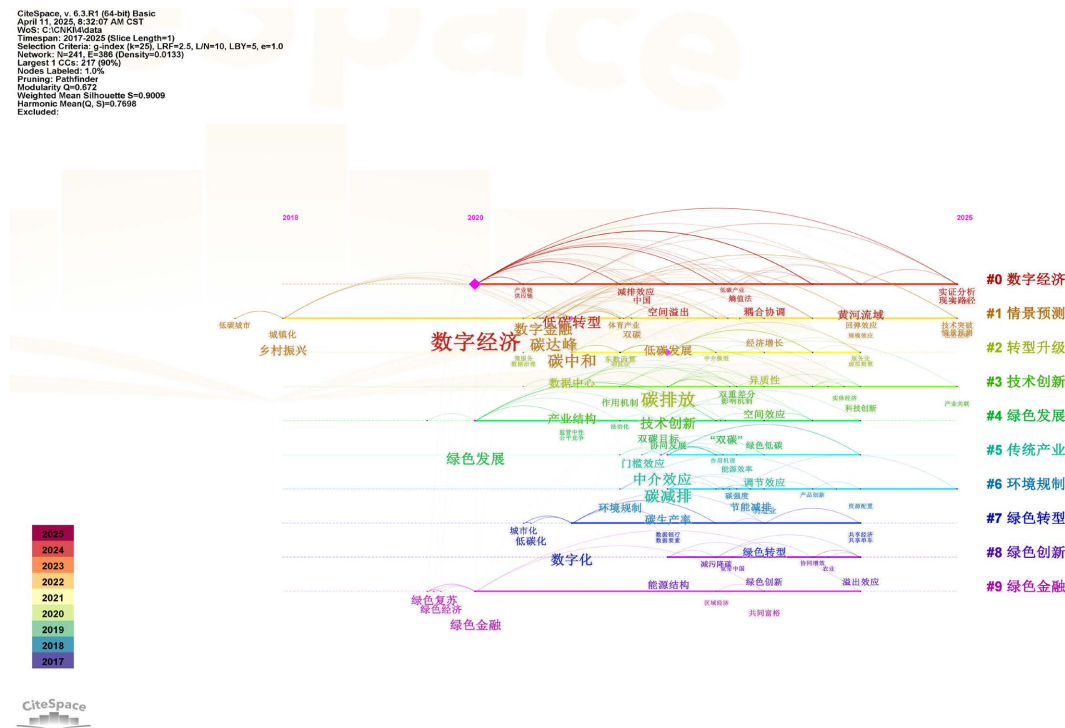


Figure 6. Keywords timeline analysis  
图 6. 关键词时间轴分析

如图 6 所示，从知识图谱动态演进视角观察，#7 数字化作为基础技术驱动力，贯穿于#3 产业结构转型与#2 碳排放强度演变的动态耦合过程，其技术渗透效应通过#5 中介效应形成对碳减排的多维传导路径。核心政策目标聚焦于#1 碳达峰节点实现，与#6 环境规划形成制度—技术双轮驱动机制，其中#9 绿色金融创新工具在#4 绿色发展框架下催化市场主体的低碳行为转向。值得注意的是，#8 溢出效应揭示数字基础设施跨区域协同减排的非线性特征，表明研究范式已突破单一行政边界限制，转向空间异质性视角下的系统治理。

5.3. 关键词突现分析

关键词突现分析的核心在于通过统计模型识别特定时间段内某研究领域关键词引用频次或共现强度的显著突变现象。

如图 7 所示，从时序演进看，“碳中和”(2021~2022, 强度 4.18)与“碳达峰”(2021~2022, 强度 1.98)形成引文突现双峰，印证“双碳”目标在《巴黎协定》实施细则通过后引发的学术聚焦效应，推动研究范式从单一减排向系统治理转型。早期政策衔接表现为“乡村振兴”(2018~2021)与“绿色复苏”(2020~2021)的突现叠加，反映脱贫攻坚与疫情后经济重建背景下乡村数字化与低碳转型的耦合需求。持续突现的“绿色发展”(2020~2023)构成贯穿性主线，其内涵从传统产业生态化向数字技术赋能的智慧低碳模式演进。值得注意的是，“数据中心”(2021~2022)作为数字基建碳排放的具象载体突现，标志着研究触角向算力中心能效优化、边缘计算碳足迹追踪等微观场景延伸。

| Top 6 Keywords with the Strongest Citation Bursts |      |          |       |      |             |
|---------------------------------------------------|------|----------|-------|------|-------------|
| Keywords                                          | Year | Strength | Begin | End  | 2017 - 2025 |
| 碳中和                                               | 2021 | 4.18     | 2021  | 2022 |             |
| 碳达峰                                               | 2021 | 1.98     | 2021  | 2022 |             |
| 绿色复苏                                              | 2020 | 1.32     | 2020  | 2021 |             |
| 乡村振兴                                              | 2018 | 1.31     | 2018  | 2021 |             |
| 绿色发展                                              | 2020 | 1.24     | 2020  | 2023 |             |
| 数据中心                                              | 2021 | 1.23     | 2021  | 2022 |             |

Figure 7. Keywords emergence analysis mapping  
图 7. 关键词突现分析图谱

6. 研究结论与展望

本研究基于 CiteSpace 知识图谱对数字经济与碳排放领域研究进行系统性解构，揭示其知识生产规律与理论演进特征。时序分析显示，2017~2020 年间年均发文量不足 30 篇，研究处于萌芽阶段；2021 年“双碳”目标政策触发研究拐点，2024 年发文量激增至 318 篇，呈现政策驱动型知识爆炸增长模式。作者合作网络呈现“多中心、弱连接”特征，朱俊奇、田云等学者形成区域性知识节点，但整体网络密度仅为 0.15，跨机构合作尤其匮乏，西南石油大学与中国社会科学院工业经济研究所等机构尚未形成稳定合作集群，制约复合型知识生产体系的构建。关键词共现网络以“数字经济”与“碳排放”构成双核结构，辐射出“产业结构”“环境规制”等次级节点。时间线图谱揭示研究主题的阶段性跃迁：2017~2019 年聚焦数字经济碳减排效应理论验证，2020~2022 年转向区域异质性分析与政策工具设计，2023 年后延伸至区块链碳溯源、算力中心能效优化等微观场景。突现检测显示，“碳中和”与“碳达峰”在 2021 年形成政策脉冲式研究热点，而“数据中心”(2021~2022)的突现标志学术焦点向数字基建隐性碳排放的实践转向，其突现强度与《新型数据中心发展三年行动计划》政策文本形成时空耦合。

研究结论：其一，强化学术共同体“地理 - 学科”双维协同，通过构建“高校 - 智库 - 政府”三元知

识生产网络,破解当前机构合作离散化困境;其二,深化数字技术减排效应的非线性机制研究,重点解构人工智能碳足迹核算、工业互联网与碳捕集技术融合等新兴场景的复杂作用路径;其三,创新“技术-经济-生态”跨尺度耦合分析方法论,整合系统动力学模型与空间计量技术,提升多主体博弈下碳治理路径仿真的时空分辨率。

未来研究需在数字经济与碳排放的复杂交互机制上实现理论突破与实践创新并重。在理论层面,应深化数字经济系统与碳减排的动态耦合机理研究,构建融合数字技术扩散、市场机制响应及政策干预效应的跨学科分析框架,重点关注产业数字化转型的阈值效应及区域异质性特征。方法创新需突破传统计量局限,整合卫星遥感、微观企业及宏观经济数据,开发时空动态分析模型,强化机器学习算法在碳轨迹预测中的应用,并构建交互式可视化平台以捕捉“数字-低碳”网络的空间演化规律。实践研究应聚焦数字基建的碳减排效能评估,量化智能电网、工业互联网等技术的行业贡献度,同时加强东中西部数字鸿沟对碳效率的空间溢出效应分析,探索数字孪生技术在碳足迹追踪中的政策协同路径。

## 参考文献

- [1] 朱俊奇, 顾梦迪, 李光霞. 长江流域数字经济、碳排放与高质量发展耦合协调水平研究[J]. 淮南师范学院学报, 2024, 26(5): 62-68.
- [2] 蔡世樑, 杨力, 朱俊奇. 数字经济、碳排放效率与经济高质量发展的时空分布及地区差异分析[J]. 滁州学院学报, 2024, 26(2): 87-95.
- [3] 郑煜雨, 杨力, 朱俊奇. 双碳目标下数字经济的碳减排路径研究——基于熵权法的 fsQCA 分析[J]. 保定学院学报, 2024, 37(3): 17-26.
- [4] 杨力, 郑煜雨, 朱俊奇. 长江经济带数字经济与碳环境治理耦合协调的时空演变及驱动因素[J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2024, 38(10): 71-87.
- [5] 田云, 蔡艳蓉, 张蕙杰. 数字经济对农业碳排放效率的影响——基于门槛效应和空间溢出效应的检验[J]. 农业技术经济, 2024(11): 89-107.
- [6] 骆行, 刘子俊, 田云. 数字经济对资源型城市低碳转型的影响及作用路径[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(6): 56-64.
- [7] 田云, 廖华. 数字经济对农业碳排放的影响及作用机制研究[J]. 改革, 2024(9): 84-99.
- [8] 胡剑波, 崔安鑫. 基于 CiteSpace 的碳达峰碳中和研究可视化分析[J]. 生态经济, 2023, 39(2): 223-229.
- [9] 孙晓曦, 苗领, 王彦杰. 传统产业数字化转型赋能“双碳”目标实现——传导机制、关键问题与路径优化[J]. 技术经济与管理研究, 2023(12): 97-101.
- [10] 白婉婷, 陈建成, 侯建, 等. 数字化转型如何影响农业碳生产率?——来自中国的经验证据[J/OL]. 中国农业资源与区划: 1-16. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20240307.1036.002.html>, 2025-03-24.
- [11] 户华玉, 余群芝. 制造业数字化转型能否降低出口隐含碳强度[J]. 国际贸易问题, 2022(7): 36-52.
- [12] 冯子洋, 宋冬林, 谢文帅. 数字经济助力实现“双碳”目标: 基本途径、内在机理与行动策略[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2023(1): 52-61.
- [13] 李南枢, 宋宗宇. 数字低碳与低碳数字: “双碳”目标下数字经济发展的反思与重构[J]. 中州学刊, 2023(11): 33-40.
- [14] 胡汉辉, 申杰. 数字经济、绿色创新与“双碳”目标——“减排”和“增效”视角[J]. 南京财经大学学报, 2023(4): 79-88.
- [15] 曹建飞, 韩延玲, 刘慧龙. 数字经济发展如何影响城市碳排放?——来自中国 283 个地级市的经验数据[J]. 生态经济, 2024, 40(2): 39-51.
- [16] 范合君, 潘宁宁, 吴婷. 数字经济发展的碳减排效应研究——基于 223 个地级市的实证检验[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2023, 38(3): 25-38.
- [17] 刘立峰, 朱凤慧, 刘琴. 数字经济赋能碳减排的机理、效应与优化路径研究——以山东省为例[J]. 青岛科技大学学报(社会科学版), 2024, 40(4): 66-73.
- [18] 梁乘毓. 数字金融发展对城市经济绿色低碳转型的影响研究[J]. 金融客, 2023(11): 28-30.