

新能源汽车创新对绿色低碳发展的驱动效应及影响机制研究

——基于CiteSpace的科学图谱分析绿色低碳技术的十年演进

吴芳, 罗枫, 潘静, 代科榕, 张鑫

四川旅游学院经济管理学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年1月2日; 录用日期: 2025年1月21日; 发布日期: 2025年2月26日

摘要

本文运用CiteSpace可视化工具分析2010至2024年间文献, 聚焦于全球气候变化背景下绿色低碳技术的发展脉络与热点, 确定新能源汽车创新为核心议题。通过构建经济学模型, 以新能源汽车创新为自变量, 绿色低碳发展为因变量, 技术转化效率和工业能源消耗程度为中间变量和调节变量, 实证分析新能源汽车技术创新对绿色低碳发展的影响。结果显示, 新能源汽车技术创新显著促进低碳发展, 降低交通运输碳排放, 但工业能源消耗对其正向影响存在抑制作用, 技术转化效率中介效应不明显。本研究深化了新能源汽车创新与绿色低碳发展关系的理解, 为政策制定提供理论支撑, 建议政府加大新能源汽车创新支持, 提升技术转化效率, 降低工业能耗, 以加速绿色低碳转型, 有效应对气候变化挑战。

关键词

绿色低碳, 绿色发展, 新能源汽车, 创新驱动, CiteSpace

Study on the Driving Effect and Impact Mechanism of New Energy Vehicle Innovation on Green and Low-Carbon Development

—A Decade Evolution Analysis of Green and Low-Carbon Technologies Based on CiteSpace Scientific Mapping

Fang Wu, Feng Luo, Jing Pan, Kerong Dai, Xin Zhang

School of Economics and Management, Sichuan Tourism University, Chengdu Sichuan

文章引用: 吴芳, 罗枫, 潘静, 代科榕, 张鑫. 新能源汽车创新对绿色低碳发展的驱动效应及影响机制研究[J]. 低碳经济, 2025, 14(1): 114-126. DOI: 10.12677/jlce.2025.141013

Abstract

This study utilizes the CiteSpace visualization tool to analyze literature spanning from 2010 to 2024, focusing on the development trajectory and hotspots of green and low-carbon technologies against the backdrop of global climate change. It identifies innovation in new energy vehicles (NEVs) as the core issue. By constructing an economic model with NEV innovation as the independent variable, low-carbon green development as the dependent variable, and technological conversion efficiency and industrial energy consumption as intermediary and moderating variables, respectively, the study empirically analyzes the impact of NEV technological innovation on low-carbon green development. The results indicate that NEV technological innovation significantly promotes low-carbon development and reduces carbon emissions in the transportation sector. However, industrial energy consumption exerts an inhibitory effect on this positive impact, while the intermediary effect of technological conversion efficiency is not evident. This research deepens the understanding of the relationship between NEV innovation and low-carbon green development, providing theoretical support for policy formulation. It suggests that governments should increase support for NEV innovation, enhance technological conversion efficiency, and reduce industrial energy consumption to accelerate the transition towards green and low-carbon development and effectively address climate change challenges.

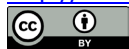
Keywords

Green and Low-Carbon, Green Development, New Energy Vehicles, Innovation-Driven, 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

近年来，人类活动加剧了气候变化，使之成为 21 世纪的重大全球挑战。发展绿色低碳技术对于减缓气候变化、保护生态环境及推动经济社会的可持续发展至关重要。这类技术涉及从能源生产到消费全过程的革新，如提高能效、开发新能源和控制碳排放等[1]。面对快速变化的环境与社会需求，绿色低碳技术研发和应用面临诸多挑战。因此，回顾过去十年间绿色低碳技术政策的演变，对把握未来方向和优化资源配置具有重要的理论和实践意义。

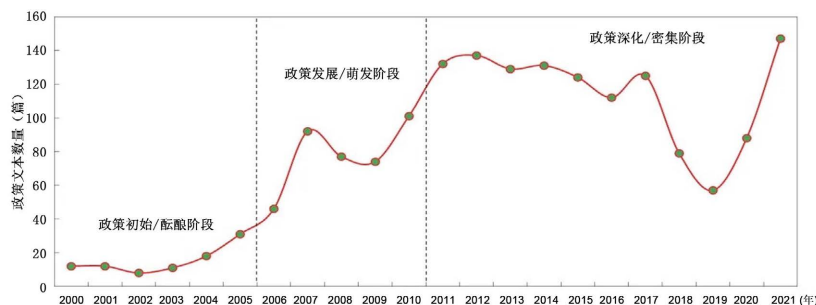


Figure 1. Distribution and development stage division of China's low-carbon policies from 2000 to 2021
图 1. 2000~2021 年我国低碳政策分布与发展阶段划分

近二十年来，中国对绿色低碳发展的重视程度不断提高，并出台了一系列政策措施以促进经济向绿色低碳转型。以下是中国近二十年绿色低碳政策发展的几个关键趋势(见图 1)：

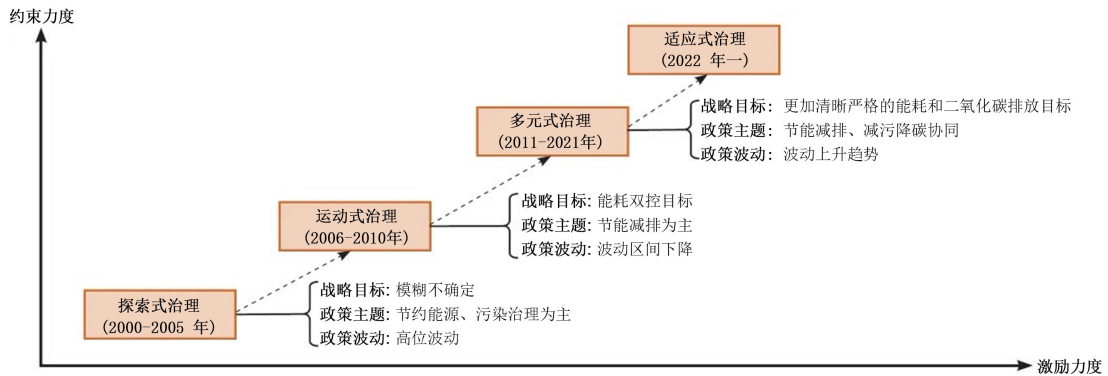


Figure 2. Transformation of governance models in China's low-carbon policies
图 2. 我国低碳政策的治理模式转变

由图 2 可知，这些政策的发展趋势表明了中国对于实现可持续发展目标的决心，并且正在通过一系列具体行动来落实这些目标。随着技术的进步和社会经济条件的变化，预计未来还会继续有新的政策措施出台，以支持更加深入的绿色低碳转型。

2. 数据来源和研究方法

2.1. 数据来源

本文数据来源于中国知网(CNKI)和万方数据库，探讨科技对绿色低碳低耗影响的成果转化及趋势。中文文献检索时间为 2010 年 1 月 1 日至 2024 年 7 月 31 日，外文文献为 2010 年 1 月 1 日至 2024 年 10 月 31 日。采用专业检索方式，中文文献检索式为主题包含“绿色低碳”、“科技”、“成果转化”或“影响”，外文文献检索式为主题包含“Green and Low-carbon”，“Technology”或“Impact”。通过此策略，初步获得 2103 篇中文文献和 1780 篇外文文献。经过筛选排除不相关文献后，最终确定 1750 篇中文文献和 1520 篇外文文献用于分析。这些文献以 Refworks 格式导出，并使用 CiteSpace 软件进行可视化分析，揭示科研热点、关键路径及未来发展趋势，详情见图 3。

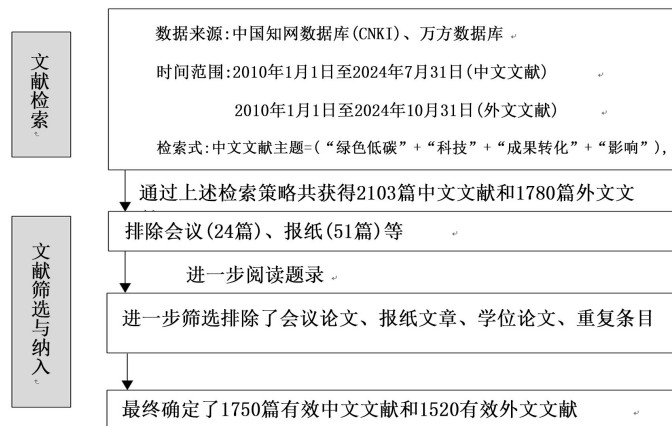


Figure 3. Literature search flowchart
图 3. 文献检索流程图

2.2. 研究方法

为了全面分析绿色低碳、低碳技术研究的图景，本文利用 CiteSpace 软件，基于文献计量及科学图谱方法，对高产作者、发文机构的共现网络、关键词共现及聚类、关键词突现等进行分析，以识别研究领域的热点主题、发展脉络及未来趋势。为了进一步分析技术研究方法和理论，采用手工的方式识别文献所用的技术手段、研究理论和模型。

3. 研究分析

3.1. 高产作者分析

高产作者作为学术网络中的关键节点，通过其创新性研究和广泛影响力，在学术发展中扮演着核心和引领的角色[2]。普赖斯定律指出，当一个作者的发文量超过一定数量后，该作者被认为是高产作者。具体计算公式为：

$$N_{\min} = 0.749\sqrt{N_{\max}} \quad (3-1)$$

N_{\max} 表示某一领域内发文量最多的作者的发文量， N_{\min} 表示高产作者最低发文量要求。在被转载的论文中，发文量最高的作者发表了 11 篇，根据公式计算得出 $N_{\min} \approx 2.484$ ，即发文数量为 3 篇及以上的被称为高产作者。对 21,400 篇文献作者进行统计分析，发文量在 3 篇及以上的高产作者有 19 位。高产作者主要关注的领域集中于绿色低碳，绿色经济，绿色低碳发展，为绿色低碳技术的研究打下基石。

3.2. 机构共现分析

本节运用 CiteSpace 对研究机构进行共现分析，将研究单位整合到一级机构进行分析。一级机构经 CiteSpace 运行后，得到节点数为 37、连线数为 5、密度为 0.0075 的一级机构共现网络图。整体上，机构合作网络密度较低，呈现出局部聚集、整体分散合作的特点。发文机构主要集中于中国工业报，证券时报，新华社，这些机构是开展绿色低碳研究的主要机构，长期致力于该领域的研究。从节点分布情况来看，节点较大的机构很少，其中，中国工业报的中心度最高。节点较小的机构数量较多且分散，这可能是由于许多小型或新兴的机构也在参与绿色低碳研究，但由于规模较小，其影响力相对有限(见图 4)。



Figure 4. Co-occurrence map of domestic institutions
图 4. 国内机构共现图

3.3. 研究热点分析

论文高频关键词揭示了学术界普遍聚焦的议题，标志着研究的热点所在[3]。通过 CiteSpace 软件对 2015 至 2024 年间的的数据进行分析在所有列出的关键词，表 1 显示，“绿色低碳”是过去十年中出现频率最高的关键词，频数达 169 次，中心性 0.64，表明该理念已深入人心并成为科技创新的重要驱动力。相关高频词汇如“低碳技术”(频数 131 次，中心性 0.43)和“碳减排”，反映了学术界对降低碳排放和提高能源效率的关注。研究热点集中在绿色低碳理念推广、关键技术研发、政策探索及技术创新应用等方面。

Table 1. Keyword frequency statistics
表 1. 关键词频数统计

关键词	频数	中心性	关键词	频数	中心性	关键词	频数	中心性
绿色低碳	169	0.64	碳排放	23	0.06	发展路径	13	0.02
低碳技术	131	0.43	绿色发展	23	0.08	双碳目标	12	0.01
低碳经济	87	0.14	绿色建筑	22	0.03	数字技术	12	0.02
技术创新	81	0.18	碳达峰	21	0.04	发展	11	0.02
碳中和	58	0.14	减排技术	19	0.08	低碳环保	11	0.04
低碳	53	0.12	绿色转型	15	0.02	绿色制造	10	0.03
低碳发展	43	0.08	绿色金融	15	0.01	碳汇能力	9	0.01
低碳转型	42	0.12	绿色技术	14	0.02	关键技术	8	0.04
碳减排	29	0.01	节能减排	1414	0.01	低碳理念	8	0.04

根据关键词共现图 5 的分析，国内过去十年间绿色低碳技术的研究重点集中在“低碳经济”、“绿色发展”、“节能减排”及“技术创新”等方面，强调了可持续发展模式和技术在推动绿色低碳发展中的核心作用。这些研究涵盖了经济模式、产业转型、金融支持与政策推动等多个相互关联的方面。在国外，“renewable energy”(可再生能源)作为中心词，紧密联系着“energy efficiency”(能源效率)等词汇，突显了绿色低碳技术在减少碳排放和提高能效方面的重要作用。“low-carbon technology”(低碳技术)是共现图的核心关键词之一，涵盖能源转型、提高能源效率和减少碳排放等领域，显示其为研究的重点。能源转型特别是从化石燃料到可再生能源的转变，对于实现低碳发展和应对气候变化至关重要。

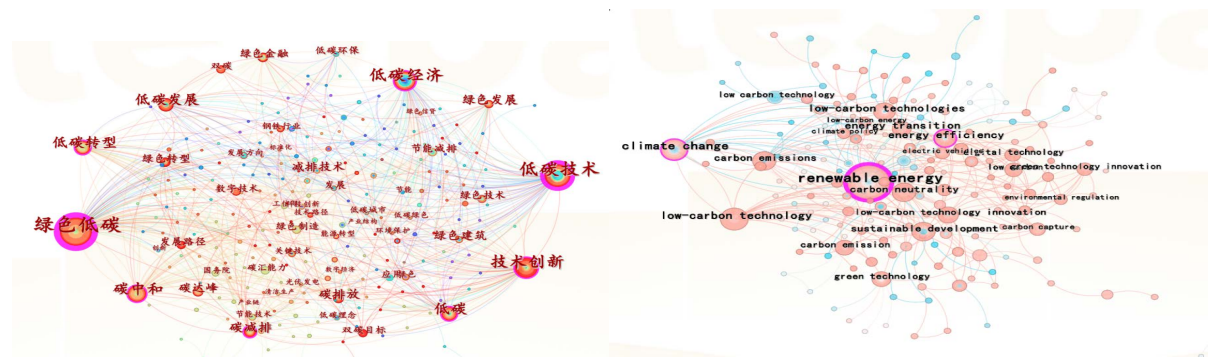


Figure 5. Co-occurrence map of domestic and foreign keywords
图 5. 国内外关键词共现图

此外，根据关键词相似度聚类分析得出的图 6，Q 值(0.5413 和 0.865)与 S 值(0.8374 和 0.9704)表明图

表具有高度可信度。在国内，#5 减排技术和#2 低碳技术聚类展示了绿色低碳发展的关键技术路径及其应用领域，如节能、绿色建筑等；#7 低碳理念和#8 产业链聚类强调了低碳理念在产业链各环节的重要性，显示了从技术到行为转变的整体绿色低碳发展过程。国外聚焦于能源转型(#1 energy transition)，围绕减少碳排放和增加可再生能源使用展开，是实现低碳发展的关键。#5 low-carbon energy (低碳能源)聚类关注低碳能源的开发，如提高能源效率；#6 low carbon technology (低碳技术)聚类涵盖碳捕获和能效提升等技术；而#9 可持续发展则作为所有努力的最终目标，旨在实现经济、社会和环境的和谐进步。这些聚类共同描绘了低碳技术及理念如何支持并推动向更可持续未来过渡的全景图。

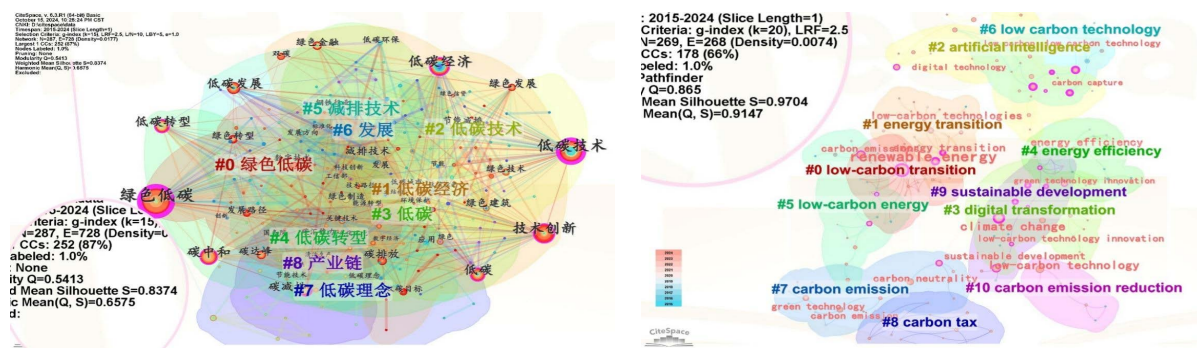


Figure 6. Cluster maps of domestic and foreign keywords
图 6. 国内外关键词聚类图谱

基于 CiteSpace 生成了关键词聚类时间线图 7，表明了国内 2015 年至 2024 年间绿色低碳概念和技术的发展轨迹。从 2015 年到 2020 年，绿色低碳和低碳技术开始获得广泛关注，随着低碳技术的进步，能源转型与减排技术成为焦点，标志着对能源结构调整及碳排放减少的关注。在 2020 年至 2024 年期间，绿色低碳技术的发展深化，并与数字经济紧密结合，数字技术在绿色发展中扮演了更加重要的角色。同时，碳中和与碳达峰成为核心议题，发展路径和技术的关键性更加突出。国外进一步强调了 2010 至 2020 年间可再生能源、能源转型等关键词的重要性，反映了调整能源结构的需求。此阶段低碳技术和绿色技术创新受到重视，电动汽车也成为绿色交通的重要组成部分，共同促进碳排放的降低和可持续发展目标的实现。

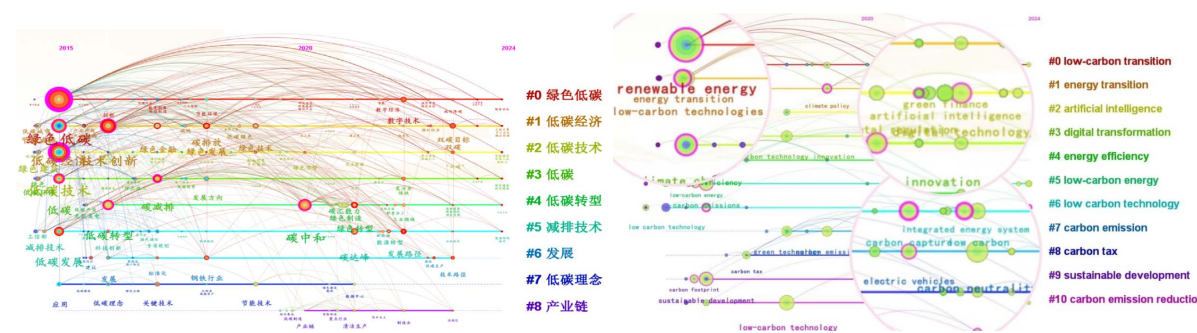


Figure 7. Timeline of clusters for domestic and foreign keywords
图 7. 国内外关键词聚类时间线

根据图 8 的突现关键词显示，从 2016 年至 2019 年，“低碳经济”是研究热点，体现了对经济发展与环保关系的深入探讨及政策制定者对该领域的重视。自 2019 年起，“节能减排”的关注度上升，这与政府提出的碳达峰、碳中和目标相关，反映了减少能源消耗和温室气体排放的迫切需求。2021 年后，“碳减排”成为新的研究焦点，在全球气候治理背景下，降低碳排放已成为国际共识。综上，过去十年绿色

低碳科技领域的研究热点主要围绕低碳经济、节能减排和碳减排展开。

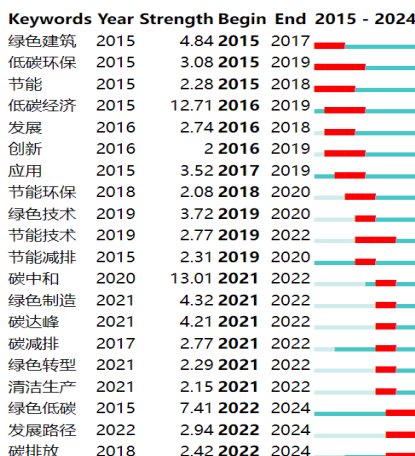


Figure 8. Top 8 emergent keywords from 2015 to 2024
图 8. 2015~2024 年前 8 位突现关键词

4. 研究动态分析

根据对相关文献的综合分析，我们统计了理论基础在绿色低碳技术领域出现的频率，并利用 Python 的 wordcloud 模块生成了词云图(如图 9 所示)。现有文献表明，该领域的研究主要建立在可持续发展理论、循环经济理论、能源技术理论以及碳捕捉与储存技术理论之上[4]。其中，研究尤其侧重于可持续发展理论和能源技术理论，并且在低碳交通方面有较多探讨。因此，在后续的研究中，我们将聚焦于新能源汽车的创新技术，以此来深入探讨其与实现绿色低碳目标之间的关联。

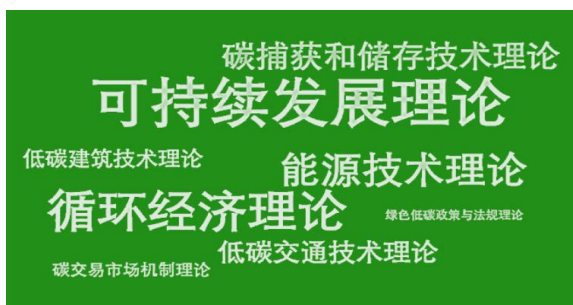


Figure 9. Word cloud of green and low-carbon technology theories
图 9. 绿色低碳技术理论词云图

随着全球对气候变化的关注，新能源汽车作为实现交通领域绿色低碳转型的重要工具，受到广泛关注。电池技术进步对于降低碳排放至关重要，尤其是在提升续航里程、减少充电时间和控制成本方面[5]。政府通过补贴、税收优惠和购车限制等政策有效促进了新能源汽车市场扩展[6]。国际技术合作不可或缺，列举了技术研发联盟、标准制定和供应链共建等方面的成功案例[7]。

综上所述，新能源汽车的创新技术对于推动绿色低碳发展具有重大意义，学术界已经构建了一个涵盖技术创新、政策支持和应用效果评估的完整理论框架。尽管在这一领域已有显著进展，但新能源汽车创新技术对绿色低碳发展的具体影响程度及其与其他因素之间的关系尚不完全明确。为了更深入地理解这些关系，我们采用计量经济学模型来量化分析新能源汽车创新与绿色低碳发展之间的关系。

5. 模型研究

5.1. 模型构建

5.1.1. 理论或假说的陈述

随着环保意识的增强和新能源汽车性能、便利性的提升，消费者对新能源汽车的需求日益增长。本文研究新能源汽车创新对低碳绿色发展的影响，特别是其对碳排放量的减少作用，并探讨促进新能源汽车创新发展的策略。研究还包括技术转化效率的中间作用及工业能源消耗程度在其中的调节作用。

5.1.2. 建立理论的数学模型

经济学理论和大量事实证明，新能源汽车创新与绿色低碳发展可能是对数到对数关系。于是，可以建立数学模型：

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X \quad (5-1)$$

公式中： Y ——新能源汽车创新；

X ——绿色低碳发展；

β ——回归系数。

5.1.3. 建立理论和计量经济学模型

由于新能源汽车创新发展是随机变量，所以这两个变量之间的真实关系应该是：

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X + u \quad (5-2)$$

式中： u ——误差项。

5.2. 变量定义

新能源汽车创新：涵盖电池技术和驱动技术的革新，提升车辆性能与用户体验，推动充电设施和服务发展，促进新能源汽车产业健康增长，加速燃油车向新能源车转型，助力交通领域实现绿色低碳目标。该创新涉及材料科学、信息技术、机械工程等多学科合作，持续的技术进步对应对气候变化和推动可持续发展至关重要。

绿色低碳发展：通过减少温室气体排放、提高能源效率和保护环境，实现经济增长与环境保护相协调的发展模式。强调在促进经济的同时减少自然资源依赖，推动可持续发展。

5.3. 变量测量

5.3.1. 变量文献综述与假设推演

(1) 新能源汽车创新与绿色低碳

新能源汽车创新技术对绿色低碳发展具有十分重要的作用。新能源汽车创新包括电池技术创新和驱动技术创新，绿色低碳发展可以用减排效果和能源消耗来衡量。科学合理的新能源推广应用会释放助力绿色低碳发展的新动力[8]，科技创新增长有利于绿色低碳生产效率改善[9]。由此提出假设 H1。

H1：新能源汽车创新与绿色低碳发展具有显著的正向作用。

(2) 技术转化的中间作用

技术转化是指将新发明或创新性的技术从原始研发环境(如大学、研究机构或企业内部的研发部门)转移到能够实际应用这些技术的组织或实体的过程。数字金融可通过提升数字技术应用水平的中介效应来提高产业链现代化水平[10]。由此提出假设 H2。

H2：技术转化在新能源汽车创新与绿色低碳发展中具有正向影响的中介作用。

(3) 工业能源消耗的调节作用

工业能耗是指在工业生产中所消耗的各种能源的总量，包括但不限于电力、煤炭、石油、天然气、蒸汽、热力等一次和二次能源。通过从政策角度分析财政补贴和税收减免对新能源汽车产业的影响，并讨论这些政策如何间接通过降低工业能源消耗来促进绿色低碳发展[11]。由此提出假设 H3。

H3: 工业能源消耗在新能源汽车创新与绿色低碳发展中具有反向影响的调节作用。

根据变量的定义和相关资料本文选取了如表 2 所示的各个变量对应的子变量和测量题项。

Table 2. Distribution of variables and measurement items
表 2. 变量及测量题项分布表

Y (低碳绿色发展)	Y1 (减排效果)	y11 (碳排放减少率) y12 (空气污染物排放减少率)
	Y2 (能源消耗)	y21 (公共充电桩保有量增长率)
X (新能源汽车创新)	X1 (电池技术创新)	x11 (电池充电时长增长率) x12 (固态电池专利申请数量增长率)
	X2 (驱动技术创新)	x21 (新能源汽车智能驾驶专利申请数量增长率)
		x22 (新能源汽车换电行业专利申请数量增长率)
Z (技术转化)	z1 (新能源汽车专利申请数量增长率) z2 (新能源汽车交付量增长率)	
T (工业能源消耗程度)	t1: 第二产业占比增长率 t2: 能源消耗总量增长率	

5.3.2. 计量经济学测量模型

根据上述理论模型和假设可以得到计量经济学模型(测量模型图见图 10):

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X + \beta_2 \ln T + \beta_3 \ln Z + u \tag{5-3}$$

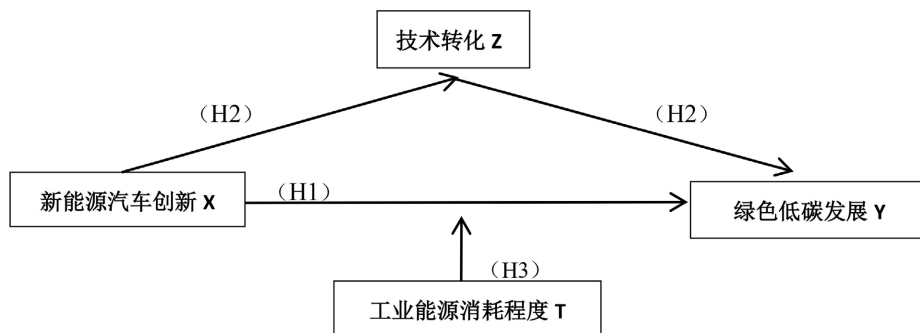


Figure 10. Econometric measurement model diagram
图 10. 计量经济学测量模型图

5.3.3. 收集及处理数据

充分考虑指标统计口径的稳定性和数据的可获得性，最终选取 2012~2021 年的数据。数据来源于 2014~2023 年《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》和国家相关部门等机构公开数据，具体增长率和减少率采用 EXCELL 计算得出，如表 3 所示。

Table 3. Data collection table for variable measurement items
表 3. 变量测量题项数据收集表

题项/时间	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Y1	y11	65.8	63.8	62.2	60.6	59.0	57.7	56.9	55.9	56.0	55.3
	y12	17.3	18.4	18.7	18.9	18.9	19.0	18.8	18.6	18.0	18.3
Y2	y2	13.3	16.1	27.6	25.4	23.1	11.0	14.9	40.67	16.3	16.2
	x11	9.9	8.9	10.6	11.6	11.8	12.5	10.2	14.6	10.1	8.4
	x12	13.6	20.9	24.4	3.4	11.9	-10.8	8.1	6.2	2.6	3.9
	x21	30.2	28.3	40.7	23.9	43.0	37.2	8.6	-2.6	6.0	-2.9
	x22	203.2	26.0	19.0	9.0	24.2	26.7	-29.0	38.6	7.3	3.5
	z1	44.4	53.9	79.3	68.2	34.0	17.1	24.0	20.7	28.1	55.3
	z2	16.0	17.0	12.7	10.7	9.4	10.0	14.6	11.4	8.9	15.9
	t1	7.3	6.4	5.8	6.4	6.3	-0.3	-9.6	24.4	5.8	3.3
	t2	5.7	2.9	5.5	2.2	3.3	3.5	3.2	1.7	1.3	2.7

由于上述数据仅仅是题项的数据，无法直接获取变量的数据，我们用 SPSSPRO 对数据进行预处理，采用因子分析法对每个变量的题项进行成分占比计算，从而得到每个变量的数据(如表 4)。

Table 4. Processed variable data distribution table
表 4. 处理后的变量数据分布表

题项/时间	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
X	89.7	28.6	32.2	11.0	28.3	15.3	6.1	11.7	3.3	0.2
Y	36.0	11.5	12.9	4.4	11.4	6.1	2.4	4.7	1.3	0.1
Z	28.7	9.1	10.3	3.5	9.1	4.9	1.9	3.7	1.1	0.0
T	4.6	1.5	1.7	0.6	1.5	0.8	0.3	0.6	0.2	0.4

5.4. 估计回归系数

5.4.1. 局部的回归分析

通过 Eviews 13 软件对局部选取的变量进行线性回归后，得到的结果如表 5 所示。

- 1) 研究 X-Y 新能源汽车创新与绿色低碳发展之间的关系；
- 2) X 由 X1、X2 两个子变量，x11、x12、x21、x22 四个题项构成，Y 由 y1、y2、y3 三个题项构成；
- 3) X-Y 回归分析结果如表 5；
- 4) 由回归结果看，x 的系数大于 0，符合经济学理论；P 值为 0，说明模型整体而言非常显著； $R^2 = 0.998842$ ，说明模型拟合程度非常高；系数对应的 t 统计量的 P 值都为 0，说明模型的系数都非常显著。
- 5) 方程： $\ln Y = -0.811268 + 0.965453 \ln X$

根据方程可以得出，当新能源汽车创新增长 1% 时，绿色低碳发展增加约 0.965453%，表明新能源汽车创新对绿色低碳发展有较大的促进作用。

对 X-Z、Z-T、X-Z-Y、X-T-Y 的局部回归分析，与上述分析一致都表现出明显的显著性，这里不做过多描述。基于此，本文将对总体进行回归分析。

Table 5. Estimation table of regression coefficients for X-Y
表 5. X-Y 回归系数估计表

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.811268	0.032757	-24.76611	0.0000
LOG(X)	0.965453	0.011620	83.08491	0.0000
R-Squared	0.998842			1.538256
Adjusted R-squared	0.998698			1.448824
S. E. of regression	0.052283	Mean dependent var		-2.887422
Sum squared resid	0.021868	S. D. dependent var		-2.826905
Log likelihood	16.43711	Akaike info criterion		-2.953809
F-statistic	6903.102	Schwarz criterion		1.864604
Prob (F-statistic)	0.000000	Hannan-Quinn criter.		
		Durbin-WWatson stat		

5.4.2. 总体的回归分析

通过 Eviews 13 软件对全部的变量进行线性回归后，得到的结果如表 6 所示。

- 1) 研究 X-Z-T-Y 经济发展模式调节下，新能源汽车创新到技术转化对低碳绿色发展之间的关系；
- 2) X 由 X1、X2 两个子变量和 x11、x12、x21、x22 四个题项构成，Z 由 z1 和 z2 两个题项构成，T 由 t1、t2 两个题项构成，Y 由 y11、y12、y2 三个题项构成；
- 3) X-Z-T-Y 回归分析结果如表 6；

Table 6. Estimation table of regression coefficients for X-Z-T-Y
表 6. X-Z-T-Y 回归系数估计表

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.936039	0.152557	-6.135676	0.0009
LOG(Z)	0.090386	0.147904	0.611114	0.5635
LOG(X)	0.986455	0.137338	7.182702	0.0004
LOG(XT)	-0.035283	0.005255	-6.713738	0.0005
R-Squared	0.999986			1.538256
Adjusted R-squared	0.999979			1.448824
S. E. of regression	0.006671	Mean dependent var		-6.892824
Sum squared resid	0.000267	S. D. dependent var		-6.771790
Log likelihood	38.46412	Akaike info criterion		-7.025598
F-statistic	141489.2	Schwarz criterion		2.507323
Prob(F-statistic)	0.000000	Hannan-Quinn criter.		
		Durbin-WWatson stat		

4) 由回归结果看，x 的系数大于 0，符合经济学理论；P 值为 0，说明模型整体而言显著； $R^2 = 0.999986$ ，说明模型拟合程度非常高；x 的系数对应的 t 统计量的 P 值 = 0.0004，说明模型的系数非常显著；

5) 方程： $\ln Y = -0.936039 + 0.986455 \ln X + 0.090386 \ln Z - 0.035283 \ln XT$ 。

由方程可以看出，当新能源汽车创新、技术转化和工业能源消耗程度都增长 1%时，并在技术转化的

中间作用下增加 0.090386%的低碳绿色发展，在工业能源消耗度这个负向调节下会降低 0.035283%的低碳绿色发展，最终在他们的共同作用下低碳绿色发展增加 1.041558%，说明在工业能源消耗程度调节下，新能源汽车创新通过技术转化这个中间变量会对低碳绿色发展造成积极影响。表明新能源汽车创新是低碳绿色的主要影响因素，为了提高低碳绿色的发展，应提高技术转化的效率，加大对新能源汽车科研的投入力度。

6. 结论与启示

6.1. 结论

本研究深入分析了近十年来绿色低碳技术领域的主要研究方向和热点问题，借助 CiteSpace 可视化工具，明确新能源汽车创新是该领域的核心议题。通过经济学模型进一步探究，证实了新能源汽车创新对于推动低碳绿色发展的重要作用。政府应继续支持并促进新能源汽车的技术研发，以加速实现绿色转型。工业能源消耗尽管存在一定的负面影响，但通过改进工业流程和技术，可以减轻这种抑制作用，并进一步扩大新能源汽车创新所带来的环境效益。虽然当前的技术转化没有显著的中介作用，但这并不意味着它不重要。加强产学研合作，优化技术转移机制仍然是必要的，以便更快地将科研成果转化为实际生产力。

本研究表明，新能源汽车创新技术是推动绿色低碳发展的关键力量。尽管技术转化和经济发展模式对其影响有限，但新能源汽车创新本身对绿色低碳发展的正向促进作用显著。因此，加大新能源汽车创新技术的研发和应用力度，对于实现绿色低碳发展目标具有重要意义。

6.2. 启示

本研究通过系统梳理 2010 年至 2024 年间关于绿色低碳技术的文献，并利用 CiteSpace 可视化工具和经济学模型，深入探讨了新能源汽车创新与低碳绿色发展之间的关系。研究揭示出以下几点重要启示：

1) 技术创新的重要性：新能源汽车技术创新显著促进了低碳绿色发展，尤其是在减少交通运输行业的碳排放方面成效明显。这表明，持续的技术进步对于实现绿色转型至关重要。因此，政府和企业应当加大对新能源汽车技术研发的支持力度，鼓励创新，以加速市场接受度和技术成熟度的提升。

2) 工业能源消耗的影响：工业能源消耗程度对新能源汽车创新的正向效应存在负向调节作用，可能阻碍市场的扩展。这意味着，高能耗行业可能会限制新能源汽车带来的减排效益。为了克服这一障碍，政府和企业应共同探索降低工业能源消耗的方法，如提高能效标准、推广清洁能源使用等措施，从而缓解这种负面影响，并促进更加广泛的绿色转型。

3) 技术转化效率的提升：尽管技术转化在当前情况下没有显示出明显的中介效应，但提高技术转化效率仍然是推动新能源汽车创新成果应用的重要途径。建议加强产学研合作，建立有效的技术转移机制，确保科研成果能够迅速转化为实际生产力。例如，通过设立专项基金支持从实验室到市场的快速通道，或创建孵化器来帮助初创企业发展新技术。

为了实现更广泛的绿色低碳发展目标，必须综合考虑技术创新、工业能耗控制和技术转化等多个方面的协同作用。只有采取全面而系统的策略，才能构建一个更加可持续的交通体系和发展模式[12]。此外，还需要根据不同地区和行业的特点制定差异化的实施方案，以确保政策的有效性和适应性[13]。

基金项目

2024 年四川旅游学院川菜人工智能重点实验室项目资助(项目名称: 调味智能化驱动川菜风味价值提升的作用机理与实现路径研究, 项目编号: CR24Y12); 2024 年成都市文化经济研究中心项目资助(项目

名称: 智能媒介赋能天府文化家庭传承与创新, 项目编号: CE202418); 2024 年成都绿色低碳发展研究基地项目资助(项目名称: 成都市数字垃圾资源化利用与绿色低碳发展的研究, 项目编号: LD2024Z63); 2023 年成都绿色低碳发展研究基地项目资助(项目名称: 成都消费者绿色低碳行为研究, 项目编号: LD23YB39)。

参考文献

- [1] 江飞涛, 李晓萍. 改革开放四十年中国产业政策演进与发展——兼论中国产业政策体系的转型[J]. 管理世界, 2018, 34(10): 73-85.
- [2] 行伟波, 张康, 李善同. 汽车产业政策的发展变迁与央地联动——基于政策文本的分析[J]. 经济与管理, 2023, 37(2): 49-57.
- [3] 郑吉川, 赵骅, 李志国. 双积分政策下新能源汽车产业研发补贴研究[J]. 科研管理, 2019, 40(2): 126-133.
- [4] 胡泽文, 韩雅蓉, 王梦雅. 基于 LDA-Word2vec 的图书情报领域机器学习研究主题演化与热点主题识别[J]. 现代情报, 2024, 44(4): 154-167.
- [5] 庞德良, 卜睿, 刘兆国. 我国新能源汽车产业制度安排演进与优化建议[J]. 经济纵横, 2022(4): 106-115.
- [6] 高秀平, 彭月兰. 我国新能源汽车财税政策效应与时变研究——基于 A 股新能源汽车上市公司的实证分析[J]. 经济问题, 2018(1): 49-56.
- [7] 王薇, 刘云. 基于内容分析法的我国新能源汽车产业发展政策分析[J]. 科研管理, 2017, 38(S1): 581-591.
- [8] Jiang, F. and Li, X. (2018) Evolution and Development of China's Industrial Policy in the 40 Years of Reform and Opening up: And on the Transformation of China's Industrial Policy System. *Journal of Management World*, **34**, 73-85.
- [9] 张潮, 冷伏海. 机器学习辅助智能决策分析——以“绿色创新”问题为例[J]. 科研管理, 2022, 43(9): 32-40.
- [10] 陶旭辉, 郭峰. 异质性政策效应评估与机器学习方法: 研究进展与未来方向[J]. 管理世界, 2023, 39(11): 216-237.
- [11] 周燕, 潘遥. 财政补贴与税收减免——交易费用视角下的新能源汽车产业政策分析[J]. 管理世界, 2019, 35(10): 133-149.
- [12] 何佳讯, 葛佳焯, 张凡. 中国学者管理学研究的世界贡献: 国际合作、前沿热点与贡献路径——基于世界千种管理学英文期刊论文(2013~2019 年)的定量分析[J]. 管理世界, 2021, 37(9): 36-67.
- [13] 黄颖轩. 市场监管职能转变与市场主体满意度: 理论逻辑、改革重点与实现路径[J]. 中国行政管理, 2023, 39(5): 23-33.