

【高质量发展】

绿色创新研究：现状、局限与展望

王 辉 史艳丽

摘 要：绿色创新是推动经济社会向绿色低碳方向加速转型的核心驱动力。通过对绿色创新领域国内外文献的系统梳理与整合，从概念界定与测度方法、驱动因素以及扩散路径三个维度全面总结了现有研究成果，在此基础上指出了当前研究在识别认定与测度、环境政策评估以及全产业链联动等方面的不足，并提出了绿色创新相关领域可拓展的研究方向，可为“双碳”目标下绿色创新激励机制驱动与路径优化提供理论与实证依据。

关键词：“双碳”目标；绿色创新；全产业链；绿色转型

作者简介：王辉，湖南大学经济与贸易学院副教授（长沙 410006）；史艳丽，山东师范大学商学院（济南 250014）

基金项目：湖南省社会科学基金项目“环保税驱动我国区域间企业绿色技术协同提升的理论与实证研究”（21JD006）

DOI 编码：10.19941/j.cnki.CN31-1957/F.2025.04.007

2020年9月，中国政府在第75届联合国大会上郑重承诺，力争于2030年前实现“碳达峰”，2060年前实现“碳中和”目标^①。高效、有序地推进“双碳”目标的实现，正推动中国经济社会经历一场广泛而深远的系统性变革：在约束层面，大规模、大范围的“双碳”实践对经济增长模式提出了新的挑战，对经济高质量发展划定了更为严格的约束，大规模清洁能源替代将倒逼传统产业打破“高污染、高能耗、高排放”路径依赖，实现GDP增长与碳排放的深度脱钩；在机遇层面，“双碳”工作也将为转变“高污染、高能耗、高排放”增长模式提供新的动能，为加速驱动绿色低碳转型注入新的动力，并为产业结构转型升级开辟新的赛道，推动新能源装备制造以及碳捕集技术等新兴产业集群的加速崛起。为加快绿色低碳科技革命，中国各级政府纷纷出台绿色技术驱动激励政策。2019年4月19日，国家发展改革委、科技部联合发布《关于构建市场导向的绿色技术创新体系的指导意见》，指出加强绿色技术创新是建设绿色低碳循环发展经济体系、推动经济社会和生态环境协调发展的内在要求。2020年6月，北京市发展和改革委员会发布《北京市构建市场导向的绿色技术创新体系实施方案》，进一步完善其构建市场导向的绿色技术创新政策体系。“十四五”规划亦明确提出实施绿色技术创新攻关行动，构建绿色技

① 《新时代的中国能源发展》，《人民日报》2020年12月22日，第10版。

术创新体系。2021 年中央经济工作会议则进一步强调，推进碳中和目标的实现不可毕其功于一役，要狠抓绿色技术攻关。

统筹、平衡污染减排和经济增长的现实紧迫性日益凸显，而破解减排与增长悖论的关键在于绿色创新^①，推动技术范式从传统路径向绿色定向变迁跃升。绿色创新脱胎于传统创新理论，但其内涵更具系统性和复杂性。早期研究聚焦于“末端治理技术”（如污染控制设备），而当前定义已扩展至涵盖预防性创新（如清洁能源技术）、系统性创新（如循环经济模式）及社会文化创新^②。经济合作与发展组织（OECD）将绿色创新定义为“通过技术、组织或社会手段减少环境压力并提升资源效率的创新活动”^③，涵盖技术（如碳捕捉技术）、制度（如碳交易政策）和文化（如可持续消费）多维度。欧盟委员会进一步强调其跨学科性，指出绿色创新需要整合环境科学、经济学与公共政策等学科，并依赖政府、企业与公众的协同参与^④。

在气候变化加剧与资源稀缺性凸显的双重压力下，绿色创新已突破传统技术迭代的单一维度，演化为驱动“经济-生态-社会”协同发展的核心机制。作为可持续发展范式的关键纽带，绿色创新的战略价值体现为三维度耦合效应：在经济转型层面，通过清洁能源技术突破与产业低碳化重组重构全球价值链竞争格局；在环境治理层面，以前端预防性创新替代末端管控模式，破解“环境库兹涅茨曲线”的锁定困境；在社会公平层面，依托绿色技术的普惠性扩散与包容性制度设计，缓解区域间可持续发展能力失衡。本研究将从发展现状、局限性和研究展望三个方面对绿色创新相关研究进行梳理，具体来说：一是从绿色创新的界定与识别、绿色创新的影响因素和绿色创新扩散三个方面阐述绿色创新的研究现状；二是从测度方法、环境政策评估以及全产业链联动等三个方面阐述绿色创新相关研究的局限性；三是基于以上研究局限，提出进一步的发展方向。本研究旨在系统梳理绿色创新研究进展，揭示理论空白，并提出未来方向。

一、绿色创新的界定与测度

（一）绿色创新的界定

绿色创新在实现“双碳”战略目标中的核心地位已得到政策层面的确认。《中央经济工作会议（2021）》明确将“绿色低碳技术攻关”列为碳达峰碳中和行动的关键突破口，这标志着绿色创新已从单纯的技术选项上升为可持续发展范式的结构性支撑。根据国家知识产权局的定义，绿色技术是指有利于节约资源、提高能效、防控污染、实现可持续

① Acemoglu D, Aghion P, Bursztyn L, et al., “The Environment and Directed Technical Change”, in *American Economic Review*, 2012, Vol.102, No.1, pp.131—166; Huang J W, Li Y H, “Green Innovation and Performance: The View of Organizational Capability and Social Reciprocity”, in *Journal of Business Ethics*, 2017, Vol.145, pp.309—324.

② Rennings K, “Redefining Innovation—Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics”, in *Ecological Economics*, 2000, Vol.32, No.2, pp.319—332.

③ OECD, *Environmental Innovation and Global Markets*, 2008.

④ European Commission, *European Green Deal*, 2019.

发展的技术^①。欧盟则将绿色技术定义为遵循自然发展规律，能够减少资源和能源使用，实现生态负效应最小的“无公害化”或“少公害化”技术^②。与绿色创新相近的概念还有低碳技术^③、环境友好型技术^④、可再生能源技术^⑤等。由此可见，绿色创新的相关概念虽表述各异，但本质上都可归结为能够减少环境污染、降低能源消耗和改善生态的技术。

（二）绿色创新的测度

目前，关于不同维度绿色创新的测度方法主要有三种：参数及非参数绿色技术效率测算法、绿色专利筛选法，以及绿色产品和工艺衡量法。

第一，参数及非参数绿色技术效率测算法。针对绿色技术效率的测算，众多学者采用索洛余值法、随机前沿分析法以及数据包络分析法等参数或非参数估计方法，将资源环境因素纳入全要素生产率（TFP）的核算框架，进而测算地区或企业的绿色 TFP，以此衡量绿色创新水平。例如，基于索洛余值法，陈诗一将环境因素纳入索洛模型测算工业行业环境 TFP，深入探究了实现中国工业可持续发展的绿色创新路径^⑥；王兵和刘光天以绿色索洛模型为理论模型，研究了资源环境约束下节能减排对中国绿色 TFP 的影响效应与机制^⑦。基于随机前沿分析法，匡远凤和彭代彦将环境因素纳入随机前沿模型来构建绿色 TFP 指标，评估中国环境生产绩效的现实状况^⑧；湛莹和张捷同样通过随机前沿分析法来构建绿色 TFP，进一步研究中国碳排放技术与绿色 TFP 水平的区域对应关系^⑨。基于数据包络分析法，史丹和李少林采用 SBM-Malmquist-Luenberger 指数法来构建绿色全要素能源效率指标，研究排污权交易制度实施对能源利用效率的促进效应^⑩。邵帅等基于数据包络分析的新型效率测算模型，对中国 30 个省区市的碳排放绩效进行测度及分解，并采用空间杜宾

① 《国家发展改革委 科技部关于构建市场导向的绿色技术创新体系的指导意见》，中华人民共和国国家发展和改革委员会网 2019 年 4 月 19 日，<https://zfxxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=16155>。

② European Commission, *European Green Deal*, 2019

③ Gil G O, Chowdhury J I, Balta-Ozkan N, et al., “Optimising Renewable Energy Integration in New Housing Developments with Low Carbon Technologies”, in *Renewable Energy*, 2021, Vol.169, pp.527—540.

④ 孙传旺、刘希颖、林静：《碳强度约束下中国全要素生产率测算与收敛性研究》，《金融研究》2010 年第 6 期，第 17—33 页；Castellani D, Marin G, Montresor S, et al., “Greenfield Foreign Direct Investments and Regional Environmental Technologies”, in *Research Policy*, 2022, Vol.51, No.1, no.104405.

⑤ 齐绍洲、林岫、崔静波：《环境权益交易市场能否诱发绿色创新？——基于我国上市公司绿色专利数据的证据》，《经济研究》2018 年第 12 期，第 129—143 页。

⑥ 陈诗一：《能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展》，《经济研究》2009 年第 4 期，第 41—55 页。

⑦ 王兵、刘光天：《节能减排与中国绿色经济增长——基于全要素生产率的视角》，《中国工业经济》2015 年第 5 期，第 57—69 页。

⑧ 匡远凤、彭代彦：《中国环境生产效率与环境全要素生产率分析》，《经济研究》2012 年第 7 期，第 62—74 页。

⑨ 湛莹、张捷：《碳排放、绿色全要素生产率和经济增长》，《数量经济技术经济研究》2016 年第 8 期，第 47—63 页。

⑩ 史丹、李少林：《排污权交易制度与能源利用效率——对地级及以上城市的测度与实证》，《中国工业经济》2020 年第 9 期，第 5—23 页。

模型，全面考察绿色技术进步的多维因素对碳排放绩效产生的直接效应和间接效应^①。

第二，绿色专利筛选法。近年来，随着绿色创新研究趋势从宏观层面转向微观层面，大量文献采用绿色专利申请量或授权量来衡量企业的绿色创新水平^②。绿色专利筛选法是指从专利中筛选出绿色专利，以此作为衡量绿色创新的指标。目前，国际上较为通用的绿色专利分类体系是世界知识产权组织（WIPO）在2010年9月推出的国际专利分类绿色清单，该清单涵盖了通过PCT途径提交的包括可替代能源、交通运输、能源节约、废弃物处理、农林业、行政监管与设计、核能发电共7个绿色技术领域的国际专利申请。大量文献根据WIPO对绿色技术专利的定义和分类来测度绿色创新^③。此外，欧洲专利局（EPO）在2010年6月推出了“Y02”绿色技术检索分类代码。Probst等以“Y02”检索分类代码为依据获取绿色专利数据，探究了绿色技术在全球的扩散情况。随着专利数据可得性的提升以及研究者对专利信息的深入挖掘，专利数据因其所具有的优势逐渐成为衡量微观企业绿色创新的关键指标^④。专利文件列示了技术领域类别，这有利于识别出以绿色技术为核心的绿色专利。同时，专利文件还提供了专利发明者、权利要求、专利族和引用等信息^⑤，进而有助于识别创新主体的类型和创新质量。因此，越来越多的研究者开始采用专利数据来衡量绿色创新^⑥。

第三，绿色产品和工艺衡量法。关于绿色创新的衡量，部分研究将其划分为绿色产品创新和绿色工艺创新^⑦。其中，绿色工艺创新旨在改进现有生产工艺或开发新的工艺以实现减排降耗^⑧；绿色产品创新则更强调在整个产品生命周期中融入环保理念，以减轻产

- ① 邵帅、范美婷、杨莉莉：《经济结构调整、绿色技术进步与中国低碳转型发展——基于总体技术前沿和空间溢出效应视角的经验考察》，《管理世界》2022年第2期，第46—69+4—10页。
- ② Lanzi E, Verdolini E, Haščić I, “Efficiency-Improving Fossil Fuel Technologies for Electricity Generation: Data Selection and Trends”, in *Energy Policy*, 2011, Vol.39, No.11, pp.7000—7014; Noailly J, Smeets R, “Directing Technical Change from Fossil-Fuel to Renewable Energy Innovation: An Application Using Firm-Level Patent Data”, in *Journal of Environmental Economics and Management*, 2015, Vol.72, pp.15—37; 徐佳、崔静波：《低碳城市和企业绿色技术创新》，《中国工业经济》2020年第12期，第178—196页；王馨、王营：《绿色信贷政策增进绿色创新研究》，《管理世界》2021年第6期，第173—188+11页。
- ③ 齐绍洲、林岫、崔静波：《环境权益交易市场能否诱发绿色创新？——基于我国上市公司绿色专利数据的证据》，《经济研究》2018年第12期，第129—143页；李青原、肖泽华：《异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据》，《经济研究》2020年第9期，第192—208页。
- ④ Probst B, Touboul S, Glachant M, et al., “Global Trends in the Invention and Diffusion of Climate Change Mitigation Technologies”, in *Nature Energy*, 2021, Vol.6, No.11, pp.1077—1086.
- ⑤ 陶锋、赵锦瑜、周浩：《环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据》，《中国工业经济》2021年第2期，第136—154页。
- ⑥ Ley M, Stucki T, Woerter M, “The Impact of Energy Prices on Green Innovation”, in *The Energy Journal*, 2016, Vol.37, No.1, pp. 41—75.
- ⑦ Copeland B R, Taylor M S, “Trade, Growth and the Environment”, in *Journal of Economic Literature*, 2004, Vol.42, No.1, pp.7—71; El-Kassar A N, Singh S K, “Green Innovation and Organizational Performance: The Influence of Big Data and the Moderating Role of Management Commitment and HR Practices”, in *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, Vol.144, pp.483—498.
- ⑧ Xie X, Huo J, Zou H, “Green Process Innovation, Green Product Innovation, and Corporate Financial Performance: A Content Analysis Method”, in *Journal of Business Research*, 2019, Vol.101, pp.697—706.

品对环境的负面影响^①。对于绿色工艺创新和绿色产品创新的衡量，主要有如下三种方式。一是通过问卷调查的方式获取数据。例如，汪明月等通过实地问卷调查获得了 642 家工业企业信息，实证检验证实了绿色工艺创新和绿色产品创新有利于提升企业市场竞争力，进而改善企业的经营绩效^②。二是通过文本挖掘的方式获取信息。例如，解学梅和朱琪玮通过企业社会责任报告中的相关描述，利用文本内容分析法对绿色工艺创新和绿色产品创新进行赋值，研究发现绿色工艺创新和绿色产品创新均有利于提升企业财务绩效^③。三是利用替代变量进行测算。例如，毕克新等、王锋正等以 R&D 经费内部支出与技术改造经费投入之和来度量绿色工艺创新，以单位能耗的新产品销售收入来度量绿色产品创新^④。

综上所述，在绿色创新的测度方法演进中，既有研究呈现出宏观-微观双轨并行的理论架构：在宏观维度上，其理论渊源可追溯至技术进步偏向性假说，通过要素相对价格变动驱动的技术选择偏好机制，运用参数估计（如随机前沿分析）与非参数分解（如 Malmquist 指数）方法，将能源消耗和污染排放纳入 TFP 核算框架，构建环境约束下的绿色 TFP 指标以表征区域或产业层面的技术创新生态化转型程度；在微观维度上，则聚焦企业技术能力的可观测载体，以绿色专利的申请量、授权量及技术覆盖领域为代理变量，通过创新产出的“绿色纯度”量化评估市场主体在清洁技术研发与应用中的动态演进轨迹。

二、绿色创新的驱动因素

（一）要素供给层面

从要素供给视角来看，绿色创新驱动机制的研究已形成较为系统的理论框架，现有文献主要聚焦外商直接投资（FDI）、经济发展水平、路径依赖效应及知识溢出这四大核心要素的作用机理。在 FDI 影响绿色创新方面，FDI 流入有助于促进地区的环境知识溢出^⑤，进而推动当地绿色技术的发展^⑥。然而，FDI 是否能够有效推动东道国的绿色创新，还受到东道国技术标准^⑦、投资国 FDI 性质等因素的影响，具有环境倾向的 FDI 绿地投资对

① Dangelico R M, Pujari D, “Mainstreaming Green Product Innovation: Why and How Companies Integrate Environmental Sustainability”, in *Journal of Business Ethics*, 2010, Vol.95, pp.471—486.

② 汪明月、张浩、李颖明等：《绿色创新绩效传导路径的双重异质性研究——基于 642 家工业企业的调查数据》，《科学学与科学技术管理》2021 年第 8 期，第 141—166 页；Chen Y, Lai S, Wen C, “The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan”, in *Journal of Business Ethics*, 2006, Vol.67, No.4, pp.331—339.

③ 解学梅、朱琪玮：《企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题？》，《管理世界》2021 年第 1 期，第 128—149+9 页。

④ 毕克新、杨朝均、黄平：《FDI 对我国制造业绿色工艺创新的影响研究——基于行业面板数据的实证分析》，《中国软科学》2011 年第 9 期，第 172—180 页；王锋正、姜涛、郭晓川：《政府质量、环境规制与企业绿色技术创新》，《科研管理》2018 年第 1 期，第 26—33 页。

⑤ Frankel J A, Rose A K, “Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting out the Causality”, in *The Review of Economics and Statistics*, 2005, Vol.87, No.1, pp.85—91.

⑥ Ning L, Wang F, “Does FDI Bring Environmental Knowledge Spillovers to Developing Countries? The Role of the Local Industrial Structure”, in *Environmental and Resource Economics*, 2018, Vol.71, pp.381—405.

⑦ Chudnovsky D, Lopez A, “Diffusion of Environmentally Friendly Technologies by Multinational Corporations in Developing Countries”, in *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 2003, Vol.2, No.1, pp.5—18.

绿色创新的影响效应更为明显^①。在经济发展水平与绿色创新的关系方面，经济发展水平对绿色创新的影响呈现出空间异质性特征。经济发展水平较高的地区，由于对环境质量具有更高的内在需求，会推动地区绿色技术的发展^②，但这种发展却可能不利于邻近地区的低碳技术创新^③。此外，地方政府制定过高的年度经济增长目标，在驱动经济快速发展的同时，会显著抑制地区的绿色创新^④。在路径依赖与绿色创新关系的研究中，当前研究普遍认为，企业自身的绿色创新历史会影响其后续绿色创新的决策，长期从事绿色专利研发的企业，具备丰富的绿色知识存量，且较高的市场份额使其在绿色创新方面更具优势^⑤。在针对知识溢出与绿色技术的相关研究中，Aghion 等基于汽车行业的研究指出，绿色创新不仅源于企业内部的绿色知识存量，也依赖于外部企业间的绿色知识溢出^⑥。当前，针对气候变化减缓型绿色技术溢出更集中发生在高收入国家之间^⑦。王辉等基于环境外部性视角的实证研究表明，公共科研机构开展的绿色研发活动通过知识溢出效应，为企业绿色创新提供了关键的技术支撑和知识积累^⑧。

（二）外部政策驱动层面

在与环境政策的外部干预和引导相关的因素方面，绿色创新具有“双重外部性”特征，这种技术属性使得市场机制在绿色创新领域存在显著失灵现象。相较于传统技术的演进路径，绿色创新更依赖于政策体系的倒逼机制与引导作用，尤其是政府政策的影响^⑨。目前，学术界主要侧重分析的政府干预手段为环境政策，而环境政策理论的演进呈现明显的代际跃迁特征。从环境政策的理论发展阶段来看，首次系统诠释环境政策的理论研究始

- ① Castellani D, Marin G, Montresor S, et al., “Greenfield Foreign Direct Investments and Regional Environmental Technologies”, in *Research Policy*, 2022, Vol.51, No.1, no.104405.
- ② 董直庆、王辉：《城市财富与绿色技术选择》，《经济研究》2021年第4期，第143—159页。
- ③ 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》，《中国人口·资源与环境》2018年第8期，第22—30页。
- ④ Shen F, Liu B, Luo F, et al., “The Effect of Economic Growth Target Constraints on Green Technology Innovation”, in *Journal of Environmental Management*, 2021, Vol.292, No.112765.
- ⑤ Noailly J, Smeets R, “Directing Technical Change from Fossil-Fuel to Renewable Energy Innovation: An Application Using Firm-Level Patent Data”, in *Journal of Environmental Economics and Management*, 2015, Vol.72, pp.15—37.
- ⑥ Aghion P, Dechezleprêtre A, Hémous D, et al., “Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry”, in *Journal of Political Economy*, 2016, Vol.124, No.1, pp.1—51.
- ⑦ Probst B, Touboul S, Glachant M, et al., “Global Trends in the Invention and Diffusion of Climate Change Mitigation Technologies”, in *Nature Energy*, 2021, Vol.6, No.11, pp.1077—1086.
- ⑧ 王辉、冯峥、袁礼等：《公共科研机构绿色研发介入与企业绿色创新——基于环境外部性视角》，《中国工业经济》2024年第9期，第81—99页。
- ⑨ 涂正革、邓辉、甘天琦：《公众参与中国环境治理的逻辑：理论、实践和模式》，《华中师范大学学报（人文社会科学版）》2018年第3期，第49—61页；史丹、李少林：《排污权交易制度与能源利用效率——对地级及以上城市的测度与实证》，《中国工业经济》2020年第9期，第5—23页；万攀兵、杨晔、陈林：《环境技术标准何以影响中国制造业绿色转型——基于技术改造的视角》，《中国工业经济》2021年第9期，第118—136页；刘相锋、丁猛杰、金暄喧等：《激励性政策能否导致发电企业实施策略性绿色创新——兼论政策协同与内外监管效应》，《中国工业经济》2025年第2期，第137—155页。

于 Pigou, 他指出私人成本与社会成本的非一致性是导致资源配置失效和环境问题的主要原因, 征收庇古税以促使私人成本和社会成本趋同是矫正环境损失的关键^①。其后, 科斯将产权理论纳入庇古税框架, 指出产权界定不清晰是引发外部性的根源, 庇古税和科斯定理诠释了环境政策的理论内涵。20 世纪末到 21 世纪初, 部分学者开始在稳态均衡框架下探寻最优环境政策问题^②。Acemoglu 等基于内生经济增长理论, 将生产部门划分为清洁型与非清洁型两类, 通过将环境规制政策引入绿色创新选择的两部门模型, 系统推演了环境规制政策驱动企业绿色创新选择的内生化过程, 构建了环境规制政策驱动企业绿色创新转型的理论框架^③。从环境规制能否有效激励绿色创新的检验来看, 早期“遵循成本”假说认为, 环境规制会在短期内导致企业“遵循成本”上升, 进而导致企业减少清洁技术研发投入^④。“创新补偿”理论则认为, 从长期来看, 环境规制能够优化企业资源配置, 产生创新补偿效应^⑤, 从而提升企业绿色创新水平^⑥。高瑜等进一步研究发现, 环境政策的干预能够调整金融科技对技术创新的影响, 减少其对非绿色技术的偏向, 进而促进企业增加绿色创新研发投入^⑦。

(三) 内生驱动层面

在内生驱动层面, 相关研究聚焦创新要素内生驱动、领导特质、公司内部特征以及企业利益相关者压力等四个维度。

首先, 创新要素内生驱动机制涵盖绿色技术研发投入强度、专业化人力资本积累效率、能源基础设施迭代速率以及企业数字化转型等核心变量。绿色技术研发投入强度是绿色创新的核心驱动力, 通过增加研发资金直接提升创新产出^⑧。专业化人力资本积累效率是企业绿色创新的关键保障, 掌握环境技术知识的高技能人才可加速技术吸收与再创

-
- ① Pigou A C, “Some Problems of Foreign Exchange”, in *The Economic Journal*, 1920, Vol.30, No.120, pp.460—472.
- ② Bovenberg A L, Heijdra B J, “Environmental Tax Policy and Intergenerational Distribution”, in *Journal of Public Economics*, 1998, Vol.67, No.1, pp.1—24; Goodstein E, “The Death of the Pigovian Tax? Policy Implications from the Double-Dividend Debate”, in *Land Economics*, 2003, Vol.79, No.3, pp.402—414.
- ③ Acemoglu D, Aghion P, Bursztyn L, et al., “The Environment and Directed Technical Change”, in *American Economic Review*, 2012, Vol.102, No.1, pp.131—166.
- ④ Harrison A E, Hyman B, Martin L A, et al., “When Do Firms Go Green? Comparing Price Incentives with Command and Control Regulations in India”, in *NEBR Working Papers*, 2015.
- ⑤ 陈超凡:《中国工业绿色全要素生产率及其影响因素——基于 ML 生产率指数及动态面板模型的实证研究》,《统计研究》2016 年第 3 期, 第 53—62 页。
- ⑥ 齐绍洲、林岫、崔静波:《环境权益交易市场能否诱发绿色创新?——基于我国上市公司绿色专利数据的证据》,《经济研究》2018 年第 12 期, 第 129—143 页; 陶锋、赵锦瑜、周浩:《环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据》,《中国工业经济》2021 年第 2 期, 第 136—154 页。
- ⑦ 高瑜、李响、李俊青:《金融科技与技术创新路径——基于绿色转型的视角》,《中国工业经济》2024 年第 2 期, 第 80—98 页。
- ⑧ 万晓乐、毕力文、邱鲁连:《供应链压力、战略柔性与企业开放式绿色创新——基于 TOE 框架的组态分析》,《中国软科学》2022 年第 10 期, 第 99—113 页。

新进程^①。能源基础设施迭代为绿色创新提供硬件支撑^②，通过降低企业技术应用成本、加速知识溢出并优化资源配置，系统性提升企业绿色创新水平。数字化转型则突破传统单一增长路径，激发企业绿色创新意识并推动企业实现绿色转型^③。其次，领导特质方面，地方主政官员的个性特征与施政风格显著影响辖区企业的绿色创新决策^④。具有环境战略意识的领导干部更倾向构建多元政策工具组合^⑤，以此激发企业技术革新动能。Wang 等揭示的倒 U 型关系实质反映官员决策倾向的阶段性差异，即任期前期风险规避型领导可能过度依赖行政干预，而任期后期策略稳健型官员则更注重培育持续创新能力^⑥。再次，公司内部特征也会对企业绿色创新产生影响，主要体现在公司环境管理系统、内部治理水平及知识积累等方面。企业环境管理系统是企业系统化管理框架，通过持续改进环境绩效内生驱动企业绿色创新^⑦。企业内部治理水平亦对企业绿色创新具有显著影响，高质量的内部治理能增强管理层对环保议题的战略重视，使其更倾向于实施长期导向的环境投资^⑧。最后，企业绿色创新行为还会受到外部利益相关者的显著影响，其中投资者关注、媒体监督和消费者偏好构成核心驱动力。机构投资者通过资本配置与股东提案引导资金流向更具潜力的绿色技术领域，推动企业绿色技术创新研发^⑨。中小投资者则可借助网络互

-
- ① Romer P M, “Endogenous Technological Change”, in *Journal of political Economy*, 1990, Vol.98, No.5(Part 2), pp. S71—S102; Tunahan D, Mehmet A, Bunyamin Y C, et al., “A Path to Cleaner Energy: The Nexus of Technological Regulations, Green Technological Innovation, Economic Globalization, and Human Capital”, in *Energy*, 2024, Vol. 311, No.133316.
- ② Tang C, Xu Y, Hao Y, et al., “What is the Role of Telecommunications Infrastructure Construction in Green Technology Innovation? A Firm-Level Analysis for China”, in *Energy Economics*, 2021, Vol.103, No.105576; 师博、常青：《企业数字化转型赋能绿色创新的效果与机制研究》，《经济管理》2024 年第 11 期，第 67—88 页。
- ③ 李金昌、连港慧、徐蔼婷：《“双碳”愿景下企业绿色转型的破局之道——数字化驱动绿色化的实证研究》，《数量经济技术经济研究》2023 年第 9 期，第 27—49 页；王镡、章扬：《企业数字化转型、策略性绿色创新与企业环境表现》，《经济研究》2024 年第 10 期，第 113—131 页。
- ④ 陈彦龙、湛仁俊、李明轲：《环保考核对各类主体绿色创新活力的影响》，《数量经济技术经济研究》2023 年第 12 期，第 194—214 页。
- ⑤ 王杰、李治国：《环境规制策略互动与绿色创新——来自市场型与命令型环境规制的证据》，《统计研究》2023 年第 12 期，第 26—38 页；关鑫、柴晨洁、赵聪慧：《地方政府绩效考核压力能提升企业绿色创新绩效吗？——基于环境规制与环保补助双中介作用机制的实证检验》，《经济与管理研究》2023 年第 6 期，第 113—131 页。
- ⑥ Wang F, Feng L, Li J, et al., “Environmental Regulation, Tenure Length of Officials, and Green Innovation of Enterprises”, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, Vol.17, No.7, no.2284.
- ⑦ Li D, Tang F, Jiang J, “Does Environmental Management System Foster Corporate Green Innovation? The Moderating Effect of Environmental Regulation”, in *Technology Analysis & Strategic Management*, 2019, Vol.31, No.10, pp.1242—1256.
- ⑧ 郭金忠、李墨馨、刘晓玲：《董事网络位置与企业绿色创新研究——基于企业内外部环境和社会责任视角》，《商业经济研究》2023 年第 15 期，第 155—160 页；韩少真、王超凡、张涵诗：《智能制造促进企业绿色创新——基于外部压力与支持的调节效应分析》，《管理学报》2025 年第 2 期，第 114—133 页。
- ⑨ Jiang L, Bai Y, “Strategic or Substantive Innovation?—The Impact of Institutional Investors’ Site Visits on Green Innovation Evidence from China”, in *Technology in Society*, 2022, Vol.68, No.101904.

动平台对环保行为进行质询监督,间接提振企业绿色创新意愿^①。新闻媒体作为资本市场信息中介^②,通过放大企业环境行为的社会关注度形成形象压力,倒逼企业加大绿色创新投入^③。消费者环保意识则通过市场需求传导机制形成倒逼效应,当环境偏好型消费群体规模扩大时,企业为获取竞争优势会主动增加清洁技术研发投入,这种“需求拉动型”创新机制已被实证研究证实具有显著效果^④。

三、绿色创新的扩散

中国作为全球制造业大国,正着力推动产品生命周期的生态化转型,从设计研发至生产、消费、回收利用及废弃物处理各个环节,全面践行低碳环保理念,驱动全产业链绿色发展^⑤。在全球产业链专业化分工持续深化的背景下,绿色创新扩散已成为实现全产业链低碳转型的核心议题。现有研究显示,产业链节点间的技术关联网络具有显著的创新传导特性,基于产品功能的竞争互补关系与生产技术的相似性特征^⑥,绿色创新展现出显著的网络化扩散特征。这种扩散既源于“资源节约”“污染控制”等技术属性的高协同同性^⑦,更依托于产业链纵向传导效应——上游原材料端的环保工艺升级可驱动中游生产环节的清洁化改造,并最终推动下游消费市场的绿色产品迭代^⑧。从扩散实践来看,中国已构建形成“三位一体”的产业链绿色创新体系:其一,生产源头通过生态设计实现材料替代,环境友好型原材料应用比例较五年前增长 37%^⑨;其二,生产环节依托政府补贴引导和技术标准倒逼,重点行业清洁生产技术覆盖率达 68%;其三,消费端形成绿色产品溢价机制,

-
- ① Yang Z, Su D W, Xu S L, et al., “Institutional Investors and Corporate Green Innovation: Evidence from China”, in *Pacific Economic Review*, 2024, Vol.29, No.2, pp.230—266; He F, Yan Y L, Hao J, et al., “Retail Investor Attention and Corporate Green Innovation: Evidence from China”, in *Energy Economics*, 2022, Vol.115, No.106308.
- ② Liu L, Ge M, Ding Z, “Impacts of Online Media and Investor Attention on Enterprise Green Innovation”, in *International Review of Economics & Finance*, 2024, Vol.96, No.103569.
- ③ Sun J, Hou S, Deng Y, et al., “New Media Environment, Green Technological Innovation and Corporate Productivity: Evidence from Listed Companies in China”, in *Energy Economics*, 2024, Vol.131, No.107395.
- ④ Li D, Lv H, “Investment in Environmental Innovation with Environmental Regulation and Consumers’ Environmental Awareness: A Dynamic Analysis”, in *Sustainable Production and Consumption*, 2021, Vol.28, pp.1366—1380.
- ⑤ 毛蕴诗、黄宇元、付宏:《绿色全产业链的分析模型与经验研究》,《武汉大学学报(哲学社会科学版)》2020 年第 6 期,第 101—113 页。
- ⑥ 刘志彪、姚志勇:《中国产业经济学的发展与创新:以产业链分析为主线》,《南京财经大学学报》2021 年第 5 期,第 1—10 页。
- ⑦ 齐绍洲、林岫、崔静波:《环境权益交易市场能否诱发绿色创新?——基于我国上市公司绿色专利数据的证据》,《经济研究》2018 年第 12 期,第 129—143 页。
- ⑧ 毛蕴诗、黄宇元、付宏:《绿色全产业链的分析模型与经验研究》,《武汉大学学报(哲学社会科学版)》2020 年第 6 期,第 101—113 页。
- ⑨ 沈静、王毅斌、曹媛媛:《从全球到地方:东莞家具产业的绿色化升级路径》,《地理研究》2021 年第 12 期,第 3455—3469 页。

市场数据显示绿色认证产品价格弹性较常规产品低 0.15^①。这种多节点联动的创新扩散模式，已在新能源汽车等标杆领域实现从锂矿开采到电池回收的全链路技术升级。

整体而言，绿色技术扩散虽遵循技术扩散的一般规律，但在技术特性与外部环境制约两方面呈现独特性。在技术特性方面，绿色技术扩散与传统技术扩散的区别主要在于扩散对象特性的差异。技术扩散不仅包括以技术产品形式形成的规模性应用，还包括创新观点的传播与扩散^②。作为技术扩散的一部分，绿色技术以节能减排、绿色环保等为理念，兼顾生产效率的改善等功能，具有不同于传统技术的双重属性。虽然技术采纳无论在绿色技术还是传统技术中都是技术扩散的基础，但是绿色技术的采纳更强调绿色理念和环保观点的扩散。因此，绿色技术的扩散首先要实现的是绿色理念和环保观点的扩散，而后才能有机会实现绿色创新成果的扩散应用。有鉴于此，企业间的信息流通、经验共享、学习合作甚至供应链与产业链之间的商业关系等均有助于实现绿色技术理念和环保观点的扩散。此外，绿色技术扩散与传统技术扩散在成本及产品价格上也存在差异，与传统技术类似，绿色技术的引进应用需要为相应技术在技术开发、人员配备、专利产权等方面支付高额资金，但企业利用绿色技术生产产品的销售价格通常会高于其他普通产品^③，这会给企业带来未知的收益与经营风险，从而不利于绿色技术在企业间的扩散应用。在外部环境制约方面，外部环境因素尤其是政治环境对企业的经营决策具有显著影响。从外部环境政策因素来看，绿色技术具有“双重外部性”特征，会存在市场失灵问题。因此，与传统技术扩散相比，绿色技术扩散更强调外部环境因素，尤其是环境政策导向的影响。在我国“双碳”目标以及环保监管日益严格的环境政策导向下，外部环境对企业的绿色环保理念要求不断提高，倒逼企业进行绿色革新与产业变革，这为绿色技术的扩散提供了外生动力^④。从外部市场环境来看，根据制度理论，在规范性制度压力的影响下，企业倾向于与行业内其他企业保持一致。应用绿色技术的企业认同该绿色技术并且经营业绩良好甚至获得更多额外资源，则会向其企业传递该绿色技术优良的信号，这有利于绿色技术的扩散并在网络空间上形成拓扑结构，反之则会传递不良信号，不利于绿色技术的扩散。因此，与传统技术扩散相比，绿色技术扩散更强调企业作为中介的信号功能。

四、现有研究的局限性

绿色创新已经成为经济高质量发展理论研究及节能低碳政策研究的核心议题。现有关于绿色创新的研究大多集中于三个方面：一是基于宏微观测算的绿色全要素生产率或

① Xu X, He P, Xu H, et al., “Supply Chain Coordination with Green Technology under Cap-and-Trade Regulation”, in *International Journal of Production Economics*, 2017, Vol.183, pp.433—442.

② Teng J, Grover V, Guttler W, “Information Technology Innovations: General Diffusion Patterns and Its Relationships to Innovation Characteristics”, in *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2002, Vol.49, No.1, pp.13—27; 李红艳、储雪林、常宝：《社会资本与技术创新的扩散》，《科学学研究》2004年第3期，第333—336页。

③ Sengupta A, “Investment in Cleaner Technology and Signaling Distortions in a Market with Green Consumers”, in *Journal of Environmental Economics and Management*, 2012, Vol.64, No.3, pp.468—480.

④ 董直庆、王辉：《环境规制的“本地-邻地”绿色技术进步效应》，《中国工业经济》2019年第1期，第100—118页。

绿色专利数据,对区域绿色发展质量进行评估;二是从要素供给层面和外部政策干预视角,对驱动绿色创新的影响因素进行研究;三是从内生驱动机制、地方官员行为、公司内部特征以及外部利益相关者等层面,对绿色创新的微观影响因素方面进行研究。针对绿色技术扩散的研究尚属于初步定性探索阶段,少有的关于绿色创新扩散的定量分析,也主要是从环境政策引致的绿色技术区际扩散和国别扩散展开,尚未对绿色技术扩散的理论逻辑及形成机理进行深入分析,亦未形成有效完整的检验框架,从产业链尤其是全产业链视角探究绿色技术扩散,仍有待进一步深化和拓展。

(一) 测度方法局限

现有绿色创新测度体系存在系统性缺陷,制约着政策制定与技术扩散效果。尽管学界构建了宏微观分析框架,但宏观研究大多局限于以超越对数生产函数为代表的效率测算模型,微观层面则主要依赖世界知识产权组织(WIPO)绿色专利清单的IPC分类识别,两者均存在方法论局限与应用实践盲区。宏观层面的测度方法主要依托生产函数模型展开。以超越对数生产函数为例,该方法通过构建多要素投入产出模型,将绿色技术效率分解为技术进步与资源配置效率的乘积。然而,在实际应用中,该方法难以有效剥离环境规制、市场结构等外生变量对测算结果的影响。方向性距离函数(DDF)方法虽通过引入非期望产出改进了传统数据包络分析(DEA)模型,但在处理跨期技术动态演进时,其参数设定对测算结果过于敏感。更为关键的是,宏观效率测算本质上属于“黑箱”式评估,无法揭示技术创新的结构性特征及其扩散路径。微观层面广泛采用的基于专利IPC分类识别绿色创新的方法尚存在如下问题:一是WIPO虽将绿色专利划分为七类,但其亦明确表示每种分类所辖的IPC分类并不全面,仍有待完善;二是IPC分类体系虽在世界上广泛使用,但存在单一分类号下信息含量大,细分度不够等缺陷,难以实现绿色技术与传统技术的精确分离。此外,如果只从微观层面测度企业绿色创新,就无法从全产业链视角揭示绿色创新沿生产网络扩散的轨迹和规律,更难以分析如何通过绿色低碳技术革新来实现全产业链的绿色发展。更深层次的困境在于研究视角的割裂,当前微观层面的企业专利分析犹如“管中窥豹”,难以描绘绿色技术沿产业链扩散的动态图景。以新能源汽车产业链为例,从上游锂矿提取(C22B26/12)、中游正极材料制备(H01M4/58)到下游电池回收(H01M10/54),技术创新的传导存在显著的时空异质性。然而,现有研究多聚焦单一环节,缺乏对技术溢出效应、知识黏性、技术适配成本等传导机制的量化分析,这种碎片化认知导致政策干预难以构建全链条协同创新体系。

(二) 环境政策评估局限

在行政权责“纵向传导→横向落地”的作用下,现行绿色创新政策评估存在制度性盲区,其核心矛盾在于未构建垂直管理与属地化政策的差异化评估框架。中央主导的绿色技术推广政策常遭遇地方执行异化,而属地政策因缺乏跨域治理成本核算机制,易形成“责任洼地”并加剧绿色创新领域的“搭便车”现象。首先,在环境垂直管理改革进程中,中央的绿色创新激励容易与地方经济增长目标产生对冲效应。尽管环保督察机制有效强化了污染治理的刚性约束,但部分地区简单化的“一刀切”管控措施反而压缩了企业开展绿色技术升级的空间。此外,中央统一制定的绿色技术标准未充分考虑区域差异,标准化管理模式在顶

层设计上未能充分考量我国不同地区在资源禀赋、产业基础、环境承载力等方面的显著差异，导致政策落地效果出现结构性偏差。其次，属地政策引发的“搭便车”现象也成为制约企业主动创新的重要治理难题。鉴于绿色技术具有显著的正外部性，创新企业的研发成果容易被竞争对手低成本模仿或无偿使用，造成创新者私人收益低于社会收益，进而削弱持续创新动能。绿色技术创新通常具有较高的研发成本和市场风险，而一旦技术取得突破，其知识外溢效应会使竞争对手以较低成本模仿或改进，甚至直接“复制”创新成果。此外，现有研究存在双重方法论局限。其一，相关研究普遍聚焦单一政策工具的独立效应，忽视政策组合的协同机制研究。现有研究虽已对如碳税、补贴、绿色专利保护等单一政策工具的独立效应进行了充分探讨，但普遍忽视了政策组合的协同效应。当前诸多研究聚焦碳税政策效应，但在缺乏配套研发补贴的情况下，碳税政策可能迫使企业采取短期合规策略而非长期创新投入。其二，当前政策设计普遍采用静态框架，难以适应绿色技术发展的动态需求，技术萌芽期需要研发支持，成熟期则依赖市场推广机制，但现有政策工具缺乏这种动态调整能力。以“十四五”规划提出的绿色创新攻关行动为例，其实际效果取决于碳税、绿色信贷、政府采购等工具的系统性耦合，即碳定价通过成本内部化引导技术选择方向，而研发补贴则可突破氢能冶炼等颠覆性技术的早期投资瓶颈。

（三）研究视角局限

实现“双碳”目标不能仅依赖高碳行业的绿色创新和低碳转型，亟须构建产业链节点绿色创新的识别机制，引导其沿横向协作网络与纵向价值链系统性扩散，从而驱动全产业链绿色发展。前沿研究集中于环境政策对企业绿色创新及其方向转变的驱动效应^①，却未能有效捕捉政策沿产业链传导的非线性特征。尽管少数文献关注环境政策引致的绿色技术在区域或国家之间的扩散效应^②，但缺乏环境政策驱动企业绿色技术沿产业链扩散的效果评价，以及政策效果的灵敏度和依存条件分析，更缺少对环境政策设计的系统优化。首先，当前研究存在研究视角呈现“横向割裂”的局限性，忽视跨产业技术协同的复杂性。鉴于绿色创新具有很强的产业属性，现有研究多聚焦于能源、汽车等产业的绿色创新^③，但较少关注绿色技术扩散的问题，更少有研究在产业链的理论分析框架下，探究上下游企业的纵向绿色技术溢出机制，以及识别跨产业的横向绿色技术扩散机理。其次，当前研究在纵向产业链的技术扩散机理研究中存在方法论缺陷。相关实证研究主要围绕

① Acemoglu D, Aghion P, Bursztyn L, et al., “The Environment and Directed Technical Change”, in *American Economic Review*, 2012, Vol.102, No.1, pp.131—166; 齐绍洲、林岫、崔静波：《环境权益交易市场能否诱发绿色创新？——基于我国上市公司绿色技术专利数据的证据》，《经济研究》2018年第12期，第129—143页；陶锋、赵锦瑜、周浩：《环境规制实现了绿色创新的“增量提质”吗？——来自环保目标责任制的证据》，《中国工业经济》2021年第2期，第136—154页。

② 董直庆、王辉：《环境规制的“本地—邻地”绿色技术进步效应》，《中国工业经济》2019年第1期，第100—118页；Probst B, Touboul S, Glachant M, et al., “Global Trends in the Invention and Diffusion of Climate Change Mitigation Technologies”, in *Nature Energy*, 2021, Vol.6, No.11, pp.1077—1086.

③ Aghion P, Dechezleprêtre A, Hémous D, et al., “Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry”, in *Journal of Political Economy*, 2016, Vol.124, No.1, pp.1—51.

绿色技术的跨区域或跨国别溢出^①,或基于产品间替代关系逻辑的特定行业内绿色技术的溢出,而较少涉及对产业链上前后向关联企业间的绿色技术扩散检验,更未关注绿色技术扩散模式的差异,如绿色技术联合创新、专利转让、许可和知识溢出等模式引致的扩散效果差异。关于绿色技术扩散理论机制的研究主要集中在技术的区际溢出,较少从全产业链绿色技术扩散视角展开探究。此外,现有关于产业层面绿色技术扩散的理论文献也主要从横向产业链节点企业内绿色创新方向转变展开^②,而较少探讨绿色创新如何沿产业链各生产环节前后向扩散,更未对其扩散背后的理论逻辑展开系统梳理。

五、研究展望

(一) 测度方法展望

针对测度瓶颈问题,首先应推动多源数据融合,强化机器学习与自然语言处理(NLP)技术在绿色技术识别中的应用。当前绿色创新研究面临数据来源单一、分析维度割裂的瓶颈,而多源数据的融合为突破这一瓶颈提供了新路径。通过整合专利数据(如WIPO绿色专利分类)、企业供应链数据(涵盖上下游技术关联及碳排放足迹)与政策数据库(如碳交易试点、绿色补贴名录),可构建覆盖“技术研发→产业协同→政策干预”全链条的分析框架。其次,需进一步拓展和完善绿色创新识别方法,构建全产业链绿色技术扩散的甄别体系,为后续研究量化分析绿色创新和扩散提供精细化指标。具体可基于专利文本数据与WIPO绿色专利清单分类基础数据,运用NLP技术中的机器学习方法训练并扩充绿色专利的种子词集,并进一步结合Python文本挖掘方法优化绿色专利界定范围,从而丰富并拓展绿色创新识别与测算方法,为各地区、行业及企业更为精准地评估其绿色创新水平提供新的方法和指标。同时,结合天眼查数据库、中国工商企业注册数据库、中国工业企业数据库以及国泰安中国上市企业数据库等微观企业数据源,刻画企业参与产业链的纵向关联和横向竞争网络。据此,建立全产业链绿色技术扩散的甄别体系,完善用于识别产业链关联的企业绿色专利数据库,为后续研究测度绿色创新和扩散,分析纵向和横向产业链绿色技术扩散规律,提供新的识别方法、指标体系和数据基础。采用机器学习及文本挖掘方法,可以搭建全产业链绿色创新和扩散的甄别体系,有助于各类企业沿纵向产业链分析与上下游企业的绿色技术互补性,沿横向产业链评估与竞争型企业的绿色技术相似度,在全产业链视角下精准研判自身绿色创新水平、短板和辐射力,为企业结合嵌入产业链的位置制定符合自身技术优势的绿色低碳转型方案提供科学依据。

① Dong Z, Wang H, Wang S, et al., “The Validity of Carbon Emission Trading Policies: Evidence from a Quasi-Natural Experiment in China”, in *Advances in Climate Change Research*, 2020, Vol.11, No.2, pp.102—109; Probst B, Touboul S, Glachant M, et al., “Global Trends in the Invention and Diffusion of Climate Change Mitigation Technologies”, in *Nature Energy*, 2021, Vol.6, No.11, pp.1077—1086.

② Noailly J, Smeets R, “Directing Technical Change from Fossil-Fuel to Renewable Energy Innovation: An Application Using Firm-Level Patent Data”, in *Journal of Environmental Economics and Management*, 2015, Vol.72, pp.15—37; Aghion P, Dechezleprêtre A, Hémous D, et al., “Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry”, in *Journal of Political Economy*, 2016, Vol.124, No.1, pp.1—51.

（二）环境政策评估展望

要有效破解绿色创新发展中的垂直治理矛盾与属地政策引发的“搭便车”困境，需构建一个兼顾顶层设计与地方弹性、平衡创新激励与成果保护的协同治理体系。在垂直治理方面，应当建立动态调整的差异化标准体系，在维护国家绿色发展战略统一性的前提下，赋予地方政府适度的标准调适权，使其能够根据区域资源禀赋和产业特点制定实施细则。同时，要完善中央环保督察与地方绿色创新的协同机制，将技术创新潜力纳入环保考核指标，推动监管方式从简单关停向技术升级引导转变。针对“搭便车”问题，需构建多层次创新保护与激励机制：一方面，要优化知识产权保护体系，对核心绿色技术实施专利保护期弹性延长制度，并建立绿色技术商业秘密快速维权通道；另一方面，应创新政策工具设计，将传统的“事前补贴”转变为“创新成果购买”或“市场份额奖励”等事后激励模式，确保政策资源精准流向实质性创新主体。此外，需厘清垂管政策与属地政策在绿色创新中的差异化作用机制，尤其关注属地政府因政策外溢效应而产生的策略性观望行为。可结合现实企业绿色创新数据校准模型参数，反事实模拟不同类型环境政策驱动绿色技术扩散的路径，对比单一或多样化环境政策对绿色创新形成的联动效应和叠加效果，从而甄别出因地制宜、因业制宜推进绿色技术升级的政策组合，为政策制定提供实证依据。

（三）研究视角展望

2021年中央经济工作会议强调，推进“碳中和”目标的实现不可毕其功于一役，要狠抓绿色技术攻关；“十四五”规划亦明确提出实施绿色创新攻关行动，构建绿色发展政策体系。由此，通过政策激励驱动产业链上绿色技术扩散，实现全产业链绿色技术转型升级，是从根源上实现碳中和目标的重要抓手。第一，需构建全产业链绿色技术扩散的理论分析框架，在产业链关联网络下基于节点企业绿色创新沿横向和纵向产业链扩散的典型化事实，从纵向一体化和横向竞争化两个维度识别绿色技术通过全产业链扩散的关键机制。同时，还需界定横向产业链竞争型扩散和纵向产业链互补型扩散的内涵，并进一步利用数理模型推演同质企业通过纯竞争效应、逃避竞争效应和偏好竞争效应，实现横向产业链绿色技术扩散的机制。此外，还需推演上下游关联企业通过需求匹配、知识共享和技能劳动流动，实现纵向产业链绿色技术扩散的机制，为分析企业绿色创新如何沿产业链生产网络扩散、传递和溢出提供理论指导。第二，需从横向产业链和纵向产业链两个维度，探究企业绿色技术扩散的强度、模式和方向。具体可采用案例研究和实证检验方法，从产业链关联网络下的产品联动创新、知识共享及竞争效应等方面识别绿色技术扩散的效应和机制。例如，在横向产业链维度上，可从生产链环节节点企业内绿色创新方向转变和生产链环内竞争性企业之间的绿色技术扩散两个层面展开经验研究，利用中国工业企业数据库、中国上市公司数据库以及中国专利数据库，充分考虑竞争性产品绿色知识存量、要素价格、市场规模等约束条件，识别横向绿色技术扩散的效应及内在机制；在纵向产业链维度上，可结合中国工商企业注册数据库、上市公司“供应商-客户”关联数据，识别企业通过产业链上下游、供应商和客户关系等形成的关联网络，通过案例研究和实证评估绿色创新沿纵向产业链扩散的效应和路径，从而为引导产业链上节点企业通过横向链条和纵向链条实现绿色创新扩散提供经验证据。

六、结论

中国“双碳”目标的提出与推进,标志着经济社会发展模式向绿色低碳方向的系统性转型。在这一进程中,绿色创新是实现碳达峰与碳中和的关键驱动力,也是重塑产业竞争力、优化能源结构、构建可持续经济体系的核心抓手。本研究通过对绿色创新领域国内外文献的系统梳理与批判性整合,从概念界定与测度方法、驱动因素及扩散路径三个维度,系统总结了当前研究的理论贡献与实践启示。研究发现,尽管绿色创新研究已取得显著进展,但仍存在若干关键局限:在测度方法上,绿色创新的测度存在宏微观割裂问题,宏观层面的全要素生产率测算难以揭示技术扩散的结构性特征,而微观专利分析则受限于分类体系的精确性与产业链关联的复杂性;在环境政策评估方面,多数研究未能有效区分垂直治理与属地政策的差异化影响,导致政策协同效应被低估;在全产业链联动层面,现有研究多集中于单一环节而缺乏对上下游协同创新机制的深入探讨。基于上述不足,未来研究可从以下方向深化拓展:在方法论层面,应推动多源数据融合与人工智能分析技术的深度应用,构建贯通“技术研发→产业协同→政策干预”全链条的新型分析工具;在环境政策评估方面,应深入考察央地政策组合对绿色创新的协同与抑制效应;在全产业链绿色创新方面,应探索产业链各环节绿色技术扩散的传导机制与关键节点。本研究不仅为绿色创新理论体系的完善提供了整合性框架,也为政策制定者优化创新激励体系、企业构建低碳竞争力提供了科学依据,从而助力中国在生态约束下实现高质量发展。

Research on Green Innovation: Current Status, Limitations and Prospects

WANG Hui, SHI Yanli

Abstract: Green innovation serves as a pivotal mechanism for accelerating the transformation of economic society toward green and low-carbon development. Through systematic review and synthesis of domestic and international literature in the field of green innovation, this paper comprehensively examines current research progress from three dimensions: conceptual definitions and measurement methodologies of green innovation, driving factors of green innovation, and diffusion mechanisms of green innovation. Building upon this analysis, the study identifies existing research deficiencies in identification criteria and quantification metrics, evaluation of environmental policy effectiveness, and cross-sectoral integration across the whole industrial chain. Furthermore, it delineates potential research directions in related domains, aiming to provide theoretical foundations and practical references for constructing incentive mechanisms and pathways that facilitate green innovation under the “dual carbon” goals.

Keywords: “dual carbon” goals; green innovation; whole industry chain; green transition

(责任编辑:李 玲)