

数据要素应用同群效应与企业绿色技术扩散

白童欢¹, 孙海波²

(1. 山东财经大学 经济学院, 山东 济南 250014; 2. 山东工商学院 经济学院, 山东 烟台 264005)

摘要: 数字经济背景下, 企业数据要素应用的同群模仿特征日趋显著。同群企业的数据要素应用行为能否向绿色技术创新活动延伸, 并对绿色技术的推广与应用产生影响, 是一个亟待深入探讨的议题。文章基于2011—2024年中国上市公司数据, 聚焦数据要素应用的同群效应, 系统考察其对企业绿色技术扩散的影响。研究发现: 数据要素应用存在显著的行业同群效应, 该效应能有效加速企业绿色技术扩散进程。异质性分析显示, 对于拥有较强市场势力或享有完善数字基础设施条件的企业, 数据要素应用同群效应对绿色技术扩散的促进作用更为显著。机制检验表明, 数据要素应用同群效应通过提升研发合作水平、增强创新吸收能力以及畅通技术信息渠道三条路径加速绿色技术扩散。调节效应检验显示, 技术要素市场化、绿色产业集群和知识产权保护均能正向调节数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的促进作用。研究结论不仅拓展了绿色技术扩散驱动机制的理论视角, 也为企业通过应用数据要素加速绿色技术扩散提供实践指引。

关键词: 数据要素应用; 同群效应; 绿色技术扩散; 外部环境

中图分类号: F49; F276 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-0150(2026)03-0045-15

一、引言

在全球气候变化日益加剧、资源约束不断趋紧的时代背景下, 中国作为世界最大的发展中国家, 正积极探索一条具有新时代特色的绿色低碳高质量发展道路。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》提出, “牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念, 以碳达峰碳中和为牵引, 协同推进降碳、减污、扩绿、增长”, 充分彰显了绿色发展在国家战略全局中的重要地位。绿色技术在减少环境污染、降低资源消耗以及改善生态质量方面具有显著作用 (Sharif等, 2024)。但绿色技术创新仅构成环境改善的“可能性空间”, 其大规模扩散与应用才是将技术潜能转化为实质性减排效果的决定性因素 (Zhao等, 2024)。有效扩散能够显著提升绿色技术的普及率与利用效率, 帮助企业降低环境治理成本、塑造良好社会形象 (王宇等, 2024)。然而, 绿色技术扩散本质上是一个涉及供给主体、需求主体和传播网络的多元互动过程, 需要各方协同推进, 难以一蹴而就。

当前, 绿色技术扩散面临多重瓶颈。从技术供给侧看, 绿色创新前期需投入大量沉没成本

收稿日期: 2025-11-11

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(24BJY217)。

作者简介: 白童欢(1999—), 女, 河北青县人, 山东财经大学经济学院博士研究生;

孙海波(1988—), 男, 吉林梨树人, 山东工商学院经济学院教授(通信作者)。

(Fang和Lin, 2025), 且只有技术独占, 才能为企业带来持续的市场垄断利润。基于理性经济人假设, 当专利许可或转让所获收益远低于技术独占所能获得的垄断收益, 且难以覆盖前期绿色创新投入时, 技术持有者往往缺乏扩散意愿。从技术需求侧看, 绿色技术具有适配难度大、改造风险高的特点, 部分企业缺乏足够的技术应用和转化能力(Hötte, 2020), 致使其在绿色技术引进上趋于保守。从技术传播渠道看, 传统渠道存在信息传递效率低、匹配精度差、覆盖范围有限等局限, 加剧了绿色技术供需双方的信息不对称(Tan等, 2024), 使绿色技术难以实现有效匹配与流动。三重障碍叠加, 致使大量绿色技术停留于研发阶段, 无法充分转化为现实生产力。因此, “双碳”目标下, 如何有效推动绿色技术广泛传播与应用, 成为当前学术界亟待破解的重要议题。

随着数字经济的蓬勃发展, 数据要素已经成为驱动经济社会发展的新型生产要素。2023年12月印发的《“数据要素×”三年行动计划(2024—2026年)》明确指出, 要“发挥数据要素乘数效应, 赋能经济社会发展”。同行业企业因面临相似的制度环境与经营特征, 在数据要素应用实践中不仅受自身资源禀赋的影响, 还会通过观察学习与模仿其他企业形成群体趋同模式(赵丽和胡植尧, 2025), 即数据要素应用同群效应。这一效应在企业绿色发展过程中可以释放出巨大潜在价值。首先, 帮助企业快速识别并匹配外部研发伙伴, 通过协同创新分摊成本、共担风险, 缓解技术供给方的扩散顾虑; 其次, 推动形成行业通用规范, 使缺乏绿色实践经验的企业能够通过借鉴成熟方案引进并应用外部绿色技术, 降低技术采纳门槛和学习成本, 为企业间技术交流创造有利条件; 最后, 依托数字平台构建产业链供应链多元交互体系, 提升绿色技术信息的可得性和透明度(Wang等, 2024), 大幅降低企业搜寻成本, 有效弥合供需双方的信息不对称。因此, 数据要素应用同群效应在一定程度上为突破绿色技术扩散瓶颈提供了便利条件。

基于此, 本文以2011—2024年中国上市公司为研究对象, 考察数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的影响。鉴于强市场势力企业在绿色技术扩散中发挥的示范引领作用及数字基础设施在绿色技术扩散中发挥的平台支撑作用, 本文从市场势力和数字基础设施建设两个维度, 深入分析数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的差异化影响。为进一步揭示其作用机理, 本文从绿色技术扩散的三重瓶颈出发, 以研发合作水平、创新吸收能力和技术信息渠道为切入点, 探究数据要素应用同群效应影响企业绿色技术扩散的传导机制。本文还从技术环境、产业环境和法治环境三个维度考察技术要素市场化、绿色产业集群和知识产权保护的调节作用, 以揭示数据要素应用同群效应在不同情境下对绿色技术扩散的影响边界。

本文可能的边际贡献在于: 第一, 近年来, 学者们发现同群效应广泛存在于数字化转型(杜勇等, 2023; 张庆君等, 2024)、数字技术应用(杨震宁和童奕铭, 2025)、数字资产配置(何思锦和王赐之, 2024)、数据要素投资(杨利雄等, 2025)等领域。同时, 数据要素应用同群效应也得到实证支持(赵丽和胡植尧, 2025)。然而, 当前文献仅聚焦于验证数据要素应用同群效应的存在性, 对其作用效果的探讨相对不足。本文以企业绿色技术扩散为切入点, 系统考察数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的影响, 不仅拓展了数据要素应用同群效应的经济后果研究, 也为理解同群效应在绿色转型中的作用提供了新的经验证据。第二, 现有文献主要集中于探究数字化转型同群效应通过促进突破式创新(寇明婷等, 2025)、改善环境绩效(Ren等, 2023)等路径推动企业绿色发展, 鲜有研究从同群效应视角深入探讨数据要素应用影响企业绿色发展的内在机理。本文紧扣绿色技术扩散的现实障碍, 从研发合作水平、创新吸收能力和技术信息渠道三个层面系统剖析数据要素应用同群效应嵌入企业绿色技术扩散的微观传导机制, 为加速企业绿色技术扩散进程提供了理论依据与实践指引。第三, 本文将技术环境、产业环境和法治环境

纳入分析框架,系统考察技术要素市场化、绿色产业集群和知识产权保护对数据要素应用同群效应驱动绿色技术扩散的调节作用,深化了外部环境影响企业绿色技术扩散决策的理论认知。

二、理论分析与研究假设

(一)数据要素应用同群效应存在性

数字经济浪潮催生了数据要素应用新格局。行业内各企业在数据要素配置、应用和创新等关键环节展现出明显的学习模仿与行为趋同现象(Kaustia和Rantala, 2015)。在信息外溢、竞争压力和数据要素网络外部性等因素的作用下,当行业内某些企业率先在数据要素投资、数据资产体系构建或数字化转型方面取得重大突破时,其他企业将会效仿这些企业的数据要素应用策略(Lieberman和Asaba, 2006),最终形成数据要素应用的集体跟进态势。从信息外溢的视角来看,数据要素的非竞争性使得同一数据资源可供多家企业同时使用(Jones和Tonetti, 2020)。这种属性显著增强了行业内知识共享的广度与深度。一旦有同行企业利用数据要素成功获得收益,相关的技术路径、商业模式等信息就会通过人员流动或行业交流等渠道快速传播至行业内其他企业,推动整个行业在数据要素应用领域呈现趋同效应。

从竞争压力来看,数据要素应用逐渐成为企业竞争优势的关键来源。激烈的市场竞争环境迫使企业保持对数据要素资源的敏感性,提升数据分析和预测能力,从而在供需匹配中占据优势地位。此时,如果观察到同行企业数据要素应用新动向,企业将会迅速调整自身数据要素应用战略部署,力求在市场竞争中保持同步或领先地位。这种防御性模仿会使同行企业数据要素应用策略逐渐趋同,引发集群式的数字化转型热潮。从数据要素网络外部性来看,数据要素价值随网络规模的扩大呈指数级增长(Gregory等, 2021)。行业内企业数量的增加扩大了数据要素共享网络,这不仅可以提升单个企业的数据获取能力,还会增强整个行业的数据要素价值创造能力。该正反馈机制激发了企业参与行业数据要素生态构建的内在动力,形成了数据要素协同发展的良性循环,不断强化同群效应的持续性和稳定性。基于此,本文提出如下假设:

H1: 数据要素应用存在行业同群效应。

(二)数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的影响

数据要素作为新型生产要素,正在深刻重塑企业创新与技术扩散模式。在数字经济与绿色发展深度融合的背景下,数据要素应用通过企业间的示范、模仿与协同形成显著的同群效应,为绿色技术扩散提供重要支撑。绿色技术扩散面临技术资源约束(Xu等, 2025)、路径依赖(Hötte, 2020)和信息传播壁垒(Zhang等, 2024)等多重挑战,突破上述制约的关键在于提升研发合作水平、增强创新吸收能力以及畅通技术信息渠道。数据要素应用同群效应恰好能够在这三个维度发挥独特作用。鉴于此,本文构建如下理论分析框架,系统解构数据要素应用同群效应影响绿色技术扩散的作用机制。

1. 研发合作水平提升机制。根据资源依赖理论,企业自身资源禀赋难以完全匹配绿色技术研发的多元需求(周雄勇和许志端, 2023),需联合外部合作伙伴,通过协同研发模式破解资源约束难题。同群企业的数据要素应用行为推动数据资源在企业间共享与流动,为企业丰富的数据资源。基于这些共享数据资源,企业可以精准识别具有相似绿色技术需求且资源互补的潜在合作伙伴,大幅提升合作匹配效率与精准度。同时,数据要素应用同群效应还能发挥数据要素的虚拟性优势,驱动研发合作模式向数字化转型,降低合作伙伴间信息传递的沟通成本和时滞性。在同群效应赋能下,企业能够优化研发伙伴的筛选机制,整合各方研发经验、技术优势与资源禀赋,形成高效的外部研发合作网络。相较于自主研发,合作研发能大幅降低单个企

业的绿色研发成本,分散绿色研发过程中的风险(李泽鑫和赵忠秀, 2023)。通过与合作伙伴共担研发风险与成本,企业开展持续性绿色技术研发活动的意愿显著增强,有利于绿色技术的持续迭代升级与扩散应用。此外,研发合作网络还发挥着绿色技术扩散的载体作用。一方面,合作研发促使企业间开展绿色知识交流与技术共享(刘维刚等, 2025);另一方面,合作成果借助技术许可、专利引用等形式在网络内快速流转。依托知识交互与成果流转机制,绿色技术在合作网络中加速扩散。

2.创新吸收能力增强机制。企业引入外部技术所面临的障碍,往往不在于技术本身的复杂性,而源于自身缺乏将外部技术与既有知识体系有机融合的能力(张悦等, 2025)。创新吸收能力作为企业整合、应用并转化外部技术的综合能力(Rakthin等, 2024),直接决定了企业对内外绿色技术资源的融合效果。同群企业在数据要素应用方面形成的示范效应,会推动焦点企业通过模仿学习优化内部生产流程,并依托智能制造、精准决策等手段,强化其对外部技术的整合与运用能力(乔小勇等, 2025; 王璐璐等, 2025)。同时,数据要素应用同群效应所带来的信息共享与知识溢出,能够助力焦点企业更敏锐地洞察市场动态、精准捕捉需求演变趋势,进而使其更准确地识别外部绿色技术的优化方向,最终增强自身创新吸收能力。创新吸收能力的强弱决定了企业对先进技术的掌握及应用深度,对技术扩散的效率与范围产生根本性影响(刘霞等, 2023)。创新吸收能力强的企业在设备引进与自主创新的转化中表现更为突出(韩超和潘文博, 2025),能结合自身需求对引进技术进行改造与优化(乔朋华等, 2024)。这种再创新行为能够丰富绿色技术的多样性、拓宽应用场景,直接加速绿色技术的跨企业、跨行业扩散。同时,创新吸收能力的增强使企业摆脱了既有技术体系的束缚,更加全面理性地评估不同绿色技术方案的综合效益。基于效益导向的技术选择机制通过企业间的示范效应与技术联动,形成绿色技术扩散的乘数效应,推动其在更大范围内传播应用。

3.技术信息渠道畅通机制。绿色技术具有强专业性及应用场景依赖性等典型特征(庄芹芹等, 2020),其有效扩散不仅需要供给方具备充足的技术储备、需求方形成主动应用绿色技术的内在动力,更关键的是打破供需双方的技术信息传导壁垒。而企业间数据要素应用所形成的同群效应能够有效破解这一困境。当同群企业普遍深化数据要素应用时,企业间的技术信息透明度将随之提升。企业可以更及时、准确地获取绿色技术的相关数据,显著降低技术搜寻成本与信息不对称程度。并且,数据要素应用同群效应会促进企业间技术信息的双向流动(Lefebvre等, 2025)。焦点企业既能分享自身的绿色技术实践经验,也能获取同群企业的应用反馈与改进需求,从而形成跨企业的技术学习与模仿机制。由此,企业不再局限于自身技术积累,而是通过持续的信息交互逐步打通企业间的技术信息渠道。畅通的技术信息渠道能够从需求识别与成果转化两个环节降低绿色技术扩散的难度。在需求识别环节,技术信息渠道的畅通缓解了企业间技术知识的不对称性问题(沈坤荣等, 2023),帮助企业精准识别适配自身需求的绿色技术,降低了识别成本与学习门槛,提升了企业采纳绿色技术的意愿。在成果转化环节,技术信息渠道的畅通打破了行业内的技术垄断,通过标准化的技术方案与成熟的转化路径,降低了绿色技术适配与成果转化的难度,使绿色技术能够更高效地实现横向传递与迭代优化,从而拓宽扩散的广度与深度。基于此,本文提出如下假设:

H2: 数据要素应用同群效应能够加速企业绿色技术扩散。

H3: 数据要素应用同群效应能够通过提升研发合作水平、增强创新吸收能力以及畅通技术信息渠道,加速企业绿色技术扩散。

(三) 外部环境因素的调节作用

外部环境不仅是企业战略决策的重要考量因素,而且对数据要素应用同群效应推动企业绿色技术扩散的实际成效产生深层次影响。具体而言,技术要素市场化的完善程度决定了绿色技术信息的流通效率和匹配质量,绿色产业集群的发育水平关系到绿色技术的溢出范围,知识产权保护制度的健全性直接影响绿色技术创新的激励力度和扩散意愿。基于这一逻辑,本文从技术环境、产业环境和法治环境三个维度系统阐述外部环境因素对数据要素应用同群效应促进企业绿色技术扩散的调节作用。

第一,技术要素市场化调节效应。规范化的技术交易环境能够降低信息搜寻与交易费用(王凯和彭驿惠, 2025),使企业以更低成本接触到前沿绿色技术。市场化平台的信息聚合功能进一步促进行业绿色技术创新动态的实时共享(杨亚平等, 2025),加速企业对适配技术方案的识别与采纳。信息渠道的畅通强化了数据要素应用同群效应对绿色技术扩散的助推作用。第二,绿色产业集群调节效应。绿色产业集群通过加快配套设施建设促进要素集聚(屠西伟和史丹, 2025; Xu等, 2024),为集群内企业创造资源共享与协同创新的条件,强化企业间的技术合作网络。此外,地理邻近性有助于数据流动与知识溢出(Wilke和Pyka, 2025),降低焦点企业吸收同群企业绿色技术的成本。由此,研发协作与技术吸收能力的双重提升,进一步强化了数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的促进作用。第三,知识产权保护调节效应。健全的知识产权保护体系能够有效遏制恶意模仿行为(魏浩和王超男, 2023),保障企业通过规范化渠道获得绿色研发回报(Nie, 2024),激励企业持续产出并共享绿色技术,畅通技术信息传播渠道。同时,明晰的产权界定有助于消除因产权边界不清导致的法律纠纷与谈判僵局,减少绿色技术扩散中的道德风险与逆向选择问题,增强企业参与技术合作的意愿。由此可见,完善的知识产权保护能够放大数据要素应用同群效应对绿色技术扩散的推动作用。综上,本文提出如下假设:

H4: 技术要素市场化、绿色产业集群和知识产权保护均能增强数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的正向影响。

本文的研究框架如图1所示。

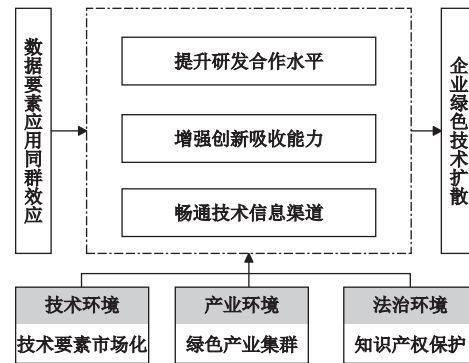


图1 研究框架图

三、研究设计

(一) 模型构建

为检验数据要素应用同群效应的存在性,本文参考Im等(2021)的做法,构建如下回归模型:

$$\ln data_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Peer_{g(i),t-1} + \alpha_k \sum Controls_{i,t} + \mu_t + \lambda_j + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中, $\ln data_{i,t}$ 为企业 i 在第 t 年的数据要素应用水平; $Peer_{g(i),t-1}$ 为企业 i 的群体 g (排除自身) 在第 $t-1$ 年的数据要素应用水平; $Controls_{i,t}$ 表示一系列控制变量; μ_t 和 λ_j 分别为时间固定效应和行业固定效应; $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。

为检验数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的影响,本文构建如下基准回归模型:

$$\ln diff_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Peer_{g(i),t-1} + \beta_k \sum Controls_{i,t} + \mu_t + \lambda_j + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

其中, $\ln diff_{i,t}$ 为企业 i 在第 t 年的绿色技术扩散水平。其他变量定义与模型(1)相同。

(二) 样本选择与数据来源

本文以2011—2024年中国上市公司为研究样本,探讨数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的影响。为保障研究结论的稳健性,本文遵循以下原则对原始样本进行处理:(1)排除金融保险类行业企业;(2)排除ST、*ST和PT类企业;(3)排除同年度行业内企业数量不足5家的样本;(4)排除财务数据异常的样本;(5)排除关键信息存在缺失的样本;(6)为缓解极端值的干扰,对所有连续变量在1%和99%分位数上进行缩尾处理。企业数据要素应用水平的测度数据通过文本挖掘技术从企业年报中提取。绿色专利被引量数据来源于中国研究数据服务平台(CNRDS),企业财务信息主要来自国泰安数据库(CSMAR),宏观统计数据来自国家统计局官网。

(三) 变量说明

1. 被解释变量:企业绿色技术扩散(*Indiff*)。在计量检验过程中,本文将绿色技术扩散界定为企业绿色专利被其他企业引用的现象,具体借鉴王宇等(2024)的思路,采用上市公司已授权绿色专利当年被引用总次数(剔除自引用)加一的自然对数作为绿色技术扩散的代理指标。

2. 解释变量:滞后一期的数据要素应用同群效应(*Peer*)。该指标的构建包含两个关键环节:(1)测算企业数据要素应用水平(*Indata*)。数字经济加速发展背景下,企业逐渐在年报中披露数据要素应用情况,以体现自身数字化水平与战略重视程度。年报内数据要素相关词汇的使用频次能较为客观地反映企业对数据要素应用的重视程度。基于此,本文参考戴魁早等(2024)的研究,从数据要素存量、数据开发能力、数据驱动商业应用和数据价值变现四个维度选取56个数据要素应用相关关键词,采用Python技术抓取样本企业年报文本,进行关键词匹配和频次统计。考虑到数据分布特征的影响,本文将关键词总频次加一的自然对数作为企业数据要素应用水平的衡量指标。(2)计算数据要素应用同群效应。参照Adhikari和Agrawal(2018)关于同群效应的测算思路,本文使用同行业同年份除自身外其他企业的数据要素应用水平均值来衡量数据要素应用同群效应。行业分类依据《国民经济行业分类》(GB/T4754—2017),采用三位数行业代码标准。同时,本文对数据要素应用同群效应进行滞后一期处理,主要基于以下两方面考虑:一是同群企业应用数据要素对焦点企业的影响存在一定的时间滞后性;二是数据要素应用同群效应与企业绿色技术扩散之间可能存在反向因果关系,进而产生内生性偏误。

3. 控制变量。^①企业层面的控制变量包括企业规模(*Size*)、企业年龄(*Listage*)、资产收益率(*ROA*)、固定资产比率(*Fixed*)、资产负债率(*Lev*)、企业成长性(*Growth*)、经营成本(*Cost*)和所有权性质(*SOE*)。行业层面的控制变量包括行业规模(*Tsize*)和行业成长能力(*TGrowth*)。描述性统计见表1。

四、实证分析

(一) 基准回归结果

数据要素应用同群效应存在性检验结果如表2列(1)所示,从中可见,*Peer*的估计系数在1%水平上显著为正。这表明同行业内数据要素应用确实存在显著的同群效应,企业数据要素应用水平与行业内其他企业的数据要素应用水平呈正相关关系,验证了研究假设H1。数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散影响的估计结果如表2列(2)所示,从中可见,*Peer*的估计系数显著为正。由此可见,数据要素应用同群效应能显著加速企业绿色技术扩散,支持了研究假设H2。

^①限于篇幅,正文未展示控制变量定义表,留存备案。

(二) 内生性处理

1. 倾向得分匹配。为缓解企业异质性导致的选择偏误,本文利用倾向得分匹配(PSM)方法以降低处理组与对照组的系统性差异,提高因果推断的可信度。首先,将数据要素应用水平高于同行企业数据要素应用平均水平的企业划入处理组;反之,则划入对照组。其次,以控制变量作为协变量,采用1:3最近邻匹配进行样本匹配。平衡性检验结果显示^①,匹配后各协变量标准化偏差降幅均超过95%,且t值不显著。这表明匹配过程有效消除了样本间的系统性差异,通过了平衡性检验。表3列(1)展示了匹配后样本的估计结果,Peer的估计系数在1%水平上显著为正,再次验证了数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的显著促进作用。

2. 工具变量法。数据要素应用同群效应与企业绿色技术扩散间可能存在反向因果关系。一方面,数据要素应用同群效应的存在能够促进企业信息交流(寇明婷等,2025),为加速绿色技术扩散提供便利。另一方面,绿色技术扩散过程会产生大量数据资源,这些数据资源的积累与应用将反向推动企业自身及同群企业深化数据要素应用。为缓解反向因果导致的内生性问题,本文借鉴杨仁发和郑媛媛(2023)的思路,以1984年各城市电话机数量的自然对数与滞后一期行业数据要素词频比重的乘积作为数据要素应用同群效应的工具变量(IV),受原始数据可得性限制,部分城市1984年电话机数量未能获取。电话机作为早期的通信基础设施,为后续数据要素应用奠定了重要基础,并且历史电话机数量难以对当前企业绿色技术扩散产生影响。因此,该工具变量满足相关性和排他性的要求。表3列(2)和列(3)分别是工具变量法第一阶段和第二阶段的结果。第一阶段估计结果显示,IV的估计系数为正,且在1%水平上通过了显著性检验,说明工具变量与解释变量间存在良好的相关性。同时,LM统计量和F统计量结果表明,本文选取的工具变量不存在不可识别和弱工具变量的问题。第二阶段估计结果显示,Peer的估计系数显著为正,证明本文研究结论的稳健性。

3. Heckman检验。考虑到目前尚无强制性政策要求企业在年报中披露数据要素应用相关信息,这可能存在部分未披露数据要素应用信息的企业无法被纳入研究样本,进而导致样本选择偏误,影响研究结论的可靠性。为此,本文采用Heckman两阶段法缓解样本选择偏误问题。在第一阶段中,以企业数据要素应用水平是否高于同群企业平均水平为判断标准,构建虚拟变量Dummy。对于数据要素应用水平高于同群企业平均水平的企业,Dummy赋值为1,反之为0。本文

表1 描述性统计

变量	样本量	均值	方差	最小值	最大值
Indiff	14 406	1.1909	1.2119	0	5.0814
Indata	14 406	3.9926	1.2930	0	7.8395
Peer	14 406	3.8764	0.9761	1.9337	5.8947
Size	14 406	22.5997	1.3454	20.1643	26.5511
Listage	14 406	2.2887	0.7091	0.6931	3.4012
ROA	14 406	0.0331	0.0627	-0.2186	0.2058
Fixed	14 406	0.2076	0.1527	0.0045	0.6726
Lev	14 406	0.4480	0.1924	0.0649	0.8990
Growth	14 406	0.1293	0.3149	-0.5224	1.6564
Cost	14 406	0.7370	0.1525	0.2536	1.0250
SOE	14 406	0.3580	0.4794	0	1
Tsize	14 406	4.8650	0.9188	2.6391	6.4313
TGrowth	14 406	0.1479	0.1477	-0.1666	0.7919

表2 基准回归结果

变量	(1)	(2)
	Indata	Indiff
Peer	0.2586*** (5.2532)	0.1631*** (3.0988)
Constant	1.3005** (2.2333)	-6.8607*** (-8.7903)
Controls/Year/Industry	控制	控制
样本量	14 406	14 406
R ²	0.5753	0.2547

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著;括号中为经过企业层面聚类调整的t值。下同。

^①限于篇幅,正文未展示详细平衡性检验结果,留存备索。

采用前文构建的工具变量,通过Probit模型估计企业成为高数据要素应用水平企业的概率,计算逆米尔斯比率(IMR)并代入第二阶段的估计(不考虑Dummy等于0的样本)。表3列(4)报告了Heckman检验第二阶段的估计结果。结果显示,在修正样本选择偏误后,Peer的估计系数仍然显著为正,与基准回归结果保持一致,表明本文的主要结论具有良好的稳健性。

表3 内生性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Indiff	Peer	Indiff	Indiff	Indiff
Peer	0.1734*** (3.1947)		0.2940** (2.2691)	0.2339** (2.3686)	0.1656*** (3.9838)
IV		0.2477*** (18.5878)			
IMR				0.2196 (0.3792)	
Constant	-6.4870*** (-8.2050)			-9.8569*** (-5.1024)	0.0006 (0.0647)
Controls/Year/Industry	控制	控制	控制	控制	控制
KP-LM统计量		195.221***			
KP-F统计量		345.506 [16.38]			
样本量	12 490	10 760	10 760	5 647	14 406
R ²	0.2446			0.3323	

注:中括号内为Stock-Yogo弱工具变量识别检验在10%显著性水平上的临界值,若KP-F统计量大于该临界值,证明不存在弱工具变量问题。

4. 双重机器学习。模型设定偏误往往会对研究结论的稳健性产生不利影响。相较于传统计量方法,双重机器学习凭借其独特的算法优势,能够打破预先设定协变量函数形式的局限,有效缓解模型误设引致的估计偏差问题。借鉴Yang等(2020)的做法,本文将样本按1:4的比例进行分割,并采用Lasso回归算法展开内生性检验。表3第(5)列的估计结果显示,Peer的估计系数在1%显著性水平上呈现正向关系,进一步印证了数据要素应用同群效应促进企业绿色技术扩散这一核心论断的可靠性。

5. 遗漏不可观测变量分析。本文在基准回归模型中虽已引入了部分控制变量,但仍可能存在遗漏重要控制变量的问题。为避免估计结果受遗漏变量影响,本文采用以下两种方法进行检验:(1)参考Oster(2019)提出的两种遗漏变量检验策略展开分析。第一种策略设定 $\delta=1$ 且 $R_{max}=1.3R^2$,若 β^* 在基准回归估计量的95%置信区间内,则说明遗漏不可观测变量引起内生性问题的可能性较低。第二种策略设定 $\beta=0$ 且 $R_{max}=1.3R^2$,若 δ 的绝对值大于1,意味着估计结果是稳健的。表4展示了基于Oster方法进行控制变量敏感性分析的估计结果。从结果可以看出, $\beta^*=0.1941$,处于95%置信区间内,通过检验。同时, $\delta=-5.3141$,其绝对值大于1,通过检验。两种策略均说明本文研究结论不存在显著的遗漏变量问题。(2)本文借鉴Cinelli和Hazlett(2020)提出的遗漏变量敏感性分析方法,以固定资产比率(Fixed)作为对比变量,系统检验不同强度的潜在遗漏变量对解释变量Peer估计系数符号及显著性水平的影响程度。敏感性分析结果如图2和图3所示。结果显示,在潜在遗漏变量强度达到三倍Fixed的情况下,Peer的估计系数仍为正值,且其对应的统计量位于 $t=1.96$ 等值线的左侧,在95%置信水平上显著。这说明,只有当潜在遗漏变量的影

表4 遗漏不可观测变量分析结果

检验策略	判断标准	实际计算结果	是否通过
(1)	$\beta(R_{max}, \delta) \in [0.0599, 0.2663]$	$\beta(R_{max}, \delta) = 0.1941$	是
(2)	$ \delta > 1$	$\delta = -5.3141$	是

响强度达到Fixed三倍以上时,才有可能对本文的核心研究结论构成实质性冲击。上述敏感性分析结果表明,遗漏变量问题对本文基准回归结果的潜在干扰相对有限,研究结论稳健。

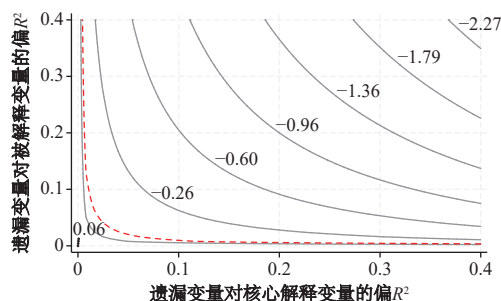


图2 遗漏变量敏感性检验(对比固定资产比率)——估计系数等值线图

注:该图红线虚线为 $\beta=0$ 等值线,是使Peer估计系数发生改变的边界条件。四个数值点从下至上代表以下情形:(1)无遗漏变量;(2)加入Fixed相同强度遗漏变量;(3)加入Fixed二倍强度遗漏变量;(4)加入Fixed三倍强度遗漏变量。四个数值点的具体 β 值依次为0.1631、0.1582、0.1533、0.1484。

(三) 稳健性检验^①

为确保研究结论的可靠性,本文进行一系列稳健性检验。第一,替换核心变量。对于解释变量,从以下两个角度重新度量企业数据要素应用水平后计算行业平均水平:一是使用企业年报文本长度标准化调整后的数据要素应用相关关键词词频占比作为企业数据要素应用水平的衡量指标;二是借鉴戴魁早等(2024)的研究,以企业数据要素应用相关关键词词频为标准构造数据要素应用水平的分类变量。具体而言,当数据要素应用相关关键词词频在 $[100,+\infty)$ 、 $[80,100)$ 、 $[60,80)$ 、 $[40,60)$ 、 $[20,40)$ 、 $(0,20)$ 区间时依次将变量赋值为6到1,若未出现,则赋值为0。对于被解释变量,以企业当年申请的绿色专利在未来两年(三年)的引用量之和加一的自然对数衡量企业绿色技术扩散。同时,在原有基础上剔除2022—2024年授权的绿色专利被引用数据后重新计算企业绿色技术扩散水平。第二,替换同群企业衡量方式。以同省份、同期除自身外其他企业的数据要素应用水平的均值衡量数据要素应用同群效应。第三,控制高维固定效应。在时间和行业固定效应的基础上,将行业 \times 省份交互固定效应加入模型(2),以控制行业层面异质性区域环境因素对研究结论的影响。第四,排除政策干扰。本文控制国家级大数据综合试验区试点政策、数据交易平台设立和政府公共数据开放平台设立三项政策虚拟变量。通过上述稳健性检验,数据要素应用同群效应依旧显著加速企业绿色技术扩散进程,验证基准回归结果的稳健性。

(四) 异质性分析

1. 市场势力异质性。不同市场势力的企业在战略导向与社会影响方面存在显著差异,这会

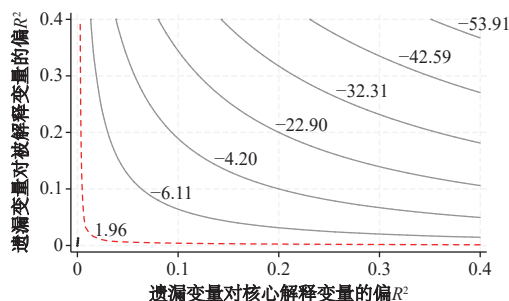


图3 遗漏变量敏感性检验(对比固定资产比率)——t统计量等值线图

注:该图红线虚线为 $t=1.96$ 等值线,数值点位于红线左侧表明Peer的估计系数在95%水平上显著。四个数值点从下至上代表以下情形:(1)无遗漏变量;(2)加入Fixed相同强度遗漏变量;(3)加入Fixed二倍强度遗漏变量;(4)加入Fixed三倍强度遗漏变量。四个数值点的具体 t 值依次为3.8734、3.7644、3.6552、3.5454。

^①限于篇幅,正文未展示详细稳健性检验结果,留存备索。

使其对外部绿色技术信息的敏感程度和响应能力呈现明显分化。因此,本文考察在不同市场势力下数据要素应用同群效应是否会对企业绿色技术扩散产生差异化影响。参考Dai等(2025)的做法,本文以勒纳指数作为企业市场势力的代理变量,并按年度中位数将样本划分为弱市场势力企业与强市场势力企业。图4显示,强市场势力企业Peer的估计系数在1%水平上显著为正,而弱市场势力企业Peer的估计系数不显著,表明数据要素应用同群效应对强市场势力企业绿色技术扩散的促进作用更为显著,而对弱市场势力企业的影响相对有限。可能的原因在于,数据要素应用同群效应加速绿色知识外溢,同质化绿色产品竞争压力随之加大。强市场势力

企业拥有充足的资源和技术积累,能快速响应并推进绿色技术迭代以巩固市场地位;而弱市场势力企业受限于资源约束和生存压力,更倾向于获取短期现金流而非推动绿色技术升级。此外,强市场势力企业社会关注度较高,数据要素应用同群效应使其绿色表现更易受到外界审视,环保声誉风险随之显著放大,倒逼其主动推动绿色技术扩散以维护市场声誉;相比之下,弱市场势力企业社会关注度有限,外部声誉压力不足,难以形成推动绿色技术扩散的有效激励。

2. 数字基础设施建设异质性。地区数字基础设施建设水平差距使企业在数据要素传输、处理和应用等方面产生差异。为此,本文检验不同数字基础设施建设水平下数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的异质性影响。借鉴郑志强等(2025)的方法,本文选用人均互联网宽带接入端口数作为数字基础设施建设水平的代理变量,并以该指标的年度中位数为分界点,将样本划分为数字基础设施建设水平完善组与欠缺组。图5表明,完善组Peer的估计系数显著为正,而欠缺组Peer的估计系数未通过显著性检验。这说明相较于数字基础设施建设欠缺地区的企业,数字基础设施建设完善地区的企业更能受益于数据要素应用同群效应,其对绿色

技术扩散的促进作用更为显著。可能的原因在于,完善的数字基础设施建设通过搭建稳定的数据传播网络,降低数据要素应用成本,促进数据在企业间高效流通。这不仅拓宽了同群效应的作用范围,也放大了其示范与竞争机制,使数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的促进作用更为显著。相比之下,数字基础设施建设落后地区不仅制约着数据要素应用,还使企业面临信息孤岛问题,难以融入更广泛的创新网络。这在很大程度上弱化了数据要素应用同群效应的传导机制,削弱了其对于绿色技术扩散的作用效果。

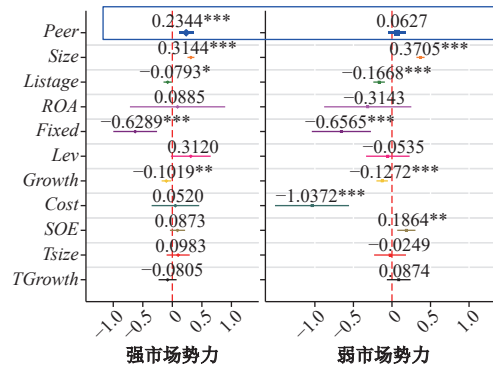


图4 市场势力异质性检验结果

注:组间系数差异P值由邹检验计算而得。具体的,P值为0.0811,在10%水平上拒绝了同质性原假设。

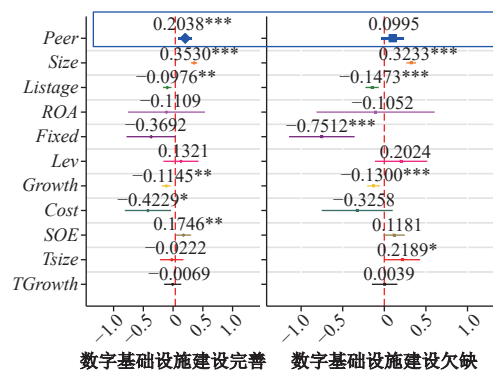


图5 数字基础设施建设异质性检验结果

注:组间系数差异P值由邹检验计算而得。具体的,P值为0.0289,在5%水平上拒绝了同质性原假设。

(五) 机制检验

1. 传导机制检验。为检验研发合作水平、创新吸收能力以及技术信息渠道在数据要素应用同群效应促进企业绿色技术扩散过程中的传导作用, 本文构建如下回归模型:

$$Mev_{i,t} = \theta_0 + \theta_1 Peer_{g(i),t-1} + \theta_k \sum Controls_{i,t} + \mu_t + \lambda_j + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中, $Mev_{i,t}$ 为机制变量, 包括研发合作水平 (RDC)、创新吸收能力 (IAC) 和技术信息渠道 (TIC)。其他变量定义与模型 (2) 相同。

(1) 研发合作水平提升机制。研发合作水平以企业当年联合申请的绿色专利总和加一的自然对数来衡量。表5列(1)结果显示, $Peer$ 的估计系数显著为正, 表明数据要素应用同群效应显著提升了企业的研发合作水平, 印证了研发合作是数据要素应用同群效应推动绿色技术扩散的重要渠道。

(2) 创新吸收能力增强机制。创新吸收能力的测度借鉴寇明婷等 (2025) 的思路, 基于研发

支出与净资产之比、无形资产与净资产之比、技术型员工与全体员工之比、本科及以上学历员工与全体员工之比4个指标, 利用熵值法对其进行量化。表5列(2)结果表明, $Peer$ 的估计系数显著为正, 说明数据要素应用同群效应能够有效增强企业的创新吸收能力。这一结果证实了创新吸收能力在数据要素应用同群效应促进企业绿色技术扩散中发挥着关键的传导作用。

(3) 技术信息渠道畅通机制。技术信息渠道参考沈坤荣等 (2023) 的测度方式进行构建。表5列(3)结果显示, $Peer$ 的估计系数在5%显著性水平上为正, 意味着数据要素应用同群效应显著促进了企业技术信息渠道的畅通。这一结果证实了技术信息渠道是数据要素应用同群效应推动绿色技术扩散的重要传导机制。

2. 调节机制检验。为考察技术环境、产业环境和法治环境在数据要素应用同群效应影响企业绿色技术扩散中的调节作用, 本文构建如下回归模型:

$$\ln diff_{i,t} = \rho_0 + \rho_1 Peer_{g(i),t-1} + \rho_2 Peer_{g(i),t-1} \times Mov_{i,t} + \rho_3 Mov_{i,t} + \rho_k \sum Controls_{i,t} + \mu_t + \lambda_j + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

其中, $Mov_{i,t}$ 为调节变量, 包括技术要素市场化 (MTF)、绿色产业集群 (GIC) 和知识产权保护 (IPP)。为避免共线性, 本文在构造交互项时对解释变量和连续型调节变量进行了中心化处理。其他变量定义与模型 (2) 相同。

(1) 技术要素市场化调节机制。参考刘灿雷等 (2024) 的研究方法, 以国家专利技术展示交易中心的设立为外生冲击构造准自然实验, 生成技术要素市场化的二元虚拟变量。若企业所在省份已设立国家专利技术展示交易中心, 则 MTF 取1, 否则取0。表6列(1)的结果显示, 交乘项的估计系数显著为正, 证实技术要素市场化能有效放大数据要素应用同群效应对企业绿色

表5 传导机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	RDC	IAC	TIC
$Peer$	0.1605*** (3.8229)	0.0070** (2.3335)	0.0315** (1.9782)
$Constant$	-5.9292*** (-8.3837)	0.1192*** (3.1895)	28.4081*** (144.8999)
$Controls/Year/Industry$	控制	控制	控制
样本量	14 406	10 900	12 768
R^2	0.1948	0.5444	0.8829

表6 调节机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	$i=1$	$i=2$	$i=3$
$Mov_i \times Peer$	0.1855* (1.7409)	0.0095** (1.9908)	0.0287** (2.0007)
$Peer$	-0.0143 (-0.1255)	0.0582 (0.9177)	0.1546*** (2.8506)
Mov_i	0.2516* (1.9424)	-0.0088* (-1.8904)	-0.0092 (-0.6376)
$Constant$	-6.3790*** (-7.3278)	-5.3301*** (-6.1281)	-7.2332*** (-8.8585)
$Controls/Year/Industry$	控制	控制	控制
样本量	14 406	11 080	12 788
R^2	0.2562	0.2624	0.2443

注: $Mov_i (i=1,2,3)$ 分别表示技术要素市场化 MTF 、绿色产业集群 GIC 和知识产权保护 IPP 。

技术扩散的促进作用。

(2)绿色产业集群调节机制。借鉴阮建青和张雨薇(2024)的测度思路,基于国家级绿色工厂认定名单,统计各省份已认定绿色工厂企业数,并以各省份单位面积内国家级绿色工厂企业数来衡量绿色产业集群。表6列(2)显示,交乘项系数显著为正,表明绿色产业集群在数据要素应用同群效应推动绿色技术扩散的过程中发挥了显著的正向调节作用。

(3)知识产权保护调节机制。参照Luo和Zhao(2023)的研究,采用(省级知识产权审判结案数/省级生产总值)/(国内知识产权审判结案数/国内生产总值)对知识产权保护水平加以度量。表6列(3)交乘项估计系数的估计值显著为正,表明知识产权保护对数据要素应用同群效应推动绿色技术扩散具有显著的正向调节作用。

五、结论与启示

在数字经济深度赋能实体经济的背景下,企业数据要素应用呈现显著的同群效应,并对绿色技术扩散产生重要影响。鉴于此,本文从理论层面系统剖析数据要素应用同群效应的形成机理及其驱动企业绿色技术扩散的作用路径,并阐释技术环境、产业环境与法治环境的调节机制;在此基础上,以2011—2024年中国上市公司为研究样本进行实证检验。研究得出以下结论:(1)企业数据要素应用呈现显著的行业同群效应,该效应对企业绿色技术扩散产生积极影响;(2)企业市场势力越强或所处区域数字基础设施建设越完善,数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的促进作用越显著;(3)数据要素应用同群效应通过提升研发合作水平、增强创新吸收能力和畅通技术信息渠道等路径有效促进企业绿色技术扩散;(4)技术要素市场化、绿色产业集群和知识产权保护均能正向调节数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的影响。

基于上述研究结论,本文提出如下启示:(1)强化同群效应传导机制,促进绿色技术广泛扩散。首先,搭建产学研用协同平台,引导企业联合开展关键技术攻关项目,建立技术共研、成果共享、收益共分机制,促进研发合作网络深度融合与常态化运行。其次,建立数据要素应用标杆企业遴选机制,定期发布行业应用评估报告,营造“比学赶超”的良性竞争氛围,激发企业学习模仿的内生动力,引导企业加大研发投入、培育数字化人才队伍,全面提升企业创新吸收能力。最后,构建绿色技术知识库与在线检索系统,配套建立技术信息定期发布与精准推送机制,从而打破信息孤岛、畅通绿色技术信息渠道,为企业间绿色技术扩散提供坚实支撑。(2)健全协同保障体系,强化同群赋能效应。在技术环境层面,加快建设完善的技术要素市场化交易平台,培育专业化技术要素服务机构,为企业提供规范透明、高效便捷的市场化服务。在产业环境层面,统筹规划区域绿色产业布局,设立绿色技术转化专项资金,重点支持数据驱动型绿色技术研发与产业化项目,夯实绿色技术扩散的产业基础。在法治环境层面,健全知识产权保护制度体系,聚焦绿色技术专利、数据知识产权等重点领域,加大侵权查处力度,同时加强知识产权保护的宣传培训,引导企业树立科学的产权保护意识。通过技术环境、产业环境、法治环境三方面协同发力,构建有利于数据要素应用同群效应赋能绿色技术扩散的良好生态环境。(3)精准施策分类引导,标杆示范推动扩散。政府应立足企业市场势力和区域数字基础设施禀赋的异质性特征,实施差异化政策扶持。针对市场势力较强的企业,支持开展前沿绿色技术研发和产业化应用,夯实绿色技术扩散的成果储备。同时,助力构建“大企业带小企业、强企业帮弱企业”的协同发展机制。针对数字基础设施条件较好地区的企业,优先纳入数字化绿色化协同转型试点,鼓励其深入探索数据要素驱动绿色技术扩散的创新路径。针对基础条件相对薄弱地区的企业,加大政策扶持力度,通过税收减免、贷款贴息和技术改造补贴等措施,提升其数

据要素应用能力和绿色技术吸收能力,实现不同地区企业的均衡发展。

本研究深入探讨了数据要素应用同群效应对企业绿色技术扩散的影响,并证实了二者之间显著的正向关系。然而,受数据可得性限制,本文在衡量绿色技术扩散水平时未能明确区分绿色专利持有者与引用者的行业归属,无法精准剥离出同行业的绿色技术扩散效应。未来研究可通过多数据库匹配技术获取精准的企业行业信息,采用更严谨的识别策略深入考察同行业内的绿色技术扩散效应。

主要参考文献:

- [1] 戴魁早,黄姿,梁银笛.数据要素与服务型制造发展[J].*经济研究*,2024,(12).
- [2] 杜勇,娄靖,胡红燕.供应链共同股权网络下企业数字化转型同群效应研究[J].*中国工业经济*,2023,(4).
- [3] 韩超,潘文博.关键设备进口的供应链创新溢出效应[J].*经济管理*,2025,(11).
- [4] 何思锦,王赐之.企业数字资产配置具有同群效应吗?——基于分析师跟踪网络视角的研究[J].*经济与管理研究*,2024,(4).
- [5] 寇明婷,王宇飞,梁奕.数字化转型同群效应与企业突破式创新——基于连锁董事网络视角[J].*科学与科学技术管理*,2025,(1).
- [6] 李泽鑫,赵忠秀.贸易便利化促进了创新高质量发展吗[J].*经济学动态*,2023,(9).
- [7] 刘灿雷,姜丽,张静.企业间技术转让的知识溢出效应——来自专利转让的证据[J].*数量经济技术经济研究*,2024,(9).
- [8] 刘维刚,张鹏杨,贾锐宁.创新知识、网络传递与企业技术进步——生产-非生产性关联统一分析框架[J].*数量经济技术经济研究*,2025,(2).
- [9] 刘霞,曲如晓,张天硕.外国专利的产业关联效应:技术扩散还是竞争封锁[J].*经济管理*,2023,(11).
- [10] 乔朋华,薛睿,韩先锋.数字营销何以激发中小企业创新——基于信息动态能力的中介作用[J].*南开管理评论*,2024,(5).
- [11] 乔小勇,李怡聪,任文婷,等.人工智能应用、制造业出口企业高质量发展与生产网络溢出[J].*北京理工大学学报(社会科学版)*,2025,(6).
- [12] 阮建青,张雨薇.包容性视角下农业产业集群提升农民工居留意愿的路径研究[J].*浙江大学学报(人文社会科学版)*,2024,(5).
- [13] 沈坤荣,林剑威,傅元海.网络基础设施建设、信息可得性与企业创新边界[J].*中国工业经济*,2023,(1).
- [14] 屠西伟,史丹.数字产业集聚与企业能源效率改进[J].*数量经济技术经济研究*,2025,(10).
- [15] 王凯,彭驿惠.技术要素市场化对企业双元创新的影响——基于国家专利技术展示交易中心的准自然实验[J/OL].*南开管理评论*,<https://link.cnki.net/urlid/12.1288.F.20251127.1224.002>,2025-11-28.
- [16] 王璐璐,凌爱凡,黄飞鸣.企业年报中数据要素信息含量的价值效应——基于融资约束的视角[J/OL].*系统工程理论与实践*,<https://link.cnki.net/urlid/11.2267.N.20251022.1710.002>,2025-10-23.
- [17] 王宇,李琳娜,王鹏飞.制度压力与企业绿色技术扩散群体行为研究[J].*中国软科学*,2024,(5).
- [18] 魏浩,王超男.外国知识产权保护、产品组合调整与中国出口高质量发展[J].*中国工业经济*,2023,(6).
- [19] 杨利雄,赵博雅,李庆男.企业数据要素投资的同群效应研究[J/OL].*管理学报*,<https://link.cnki.net/urlid/42.1725.C.20250929.1543.012>,2025-09-30.
- [20] 杨仁发,郑媛媛.数字经济发展对全球价值链分工演进及韧性影响研究[J].*数量经济技术经济研究*,2023,(8).
- [21] 杨亚平,杨鑫,陈凯.数据要素市场化对企业数字化创新的影响[J].*经济管理*,2025,(3).
- [22] 杨震宇,童奕铭.数字技术同群效应、组间压力与企业创新模式[J].*外国经济与管理*,2025,(2).
- [23] 张庆君,危仁义,詹姝珂.企业数字化转型的同群效应研究——基于非对称性与边界特征视角[J].*证券市场导报*,2024,(11).
- [24] 张悦,刘娅琼,穆钰.共建“一带一路”背景下焦点企业技术标准国际化的价值实现机制——基于网络编排视角的纵向案例研究[J].*南开管理评论*,2025,(9).
- [25] 赵丽,胡植尧.企业数据要素应用同群效应及其实现机制研究[J].*经济与管理研究*,2025,(8).
- [26] 郑志强,何佳俐,陈尧.公共数据开放与企业数字技术创新[J].*财经研究*,2025,(2).

- [27] 周雄勇,许志端. 数字追溯可以促进供应链整合吗?——企业间信任和政府支持的双重调节作用[J]. *管理评论*, 2023, (12).
- [28] 庄芹芹,吴滨,洪群联. 市场导向的绿色技术创新体系:理论内涵、实践探索与推进策略[J]. *经济学家*, 2020, (11).
- [29] Adhikari B K, Agrawal A. Peer influence on payout policies [J]. *Journal of Corporate Finance*, 2018, 48: 615–637.
- [30] Cinelli C, Hazlett C. Making sense of sensitivity: Extending omitted variable bias [J]. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 2020, 82(1): 39–67.
- [31] Dai Q W, He J, Guo Z Y, et al. Green finance for sustainable development: Analyzing the effects of green credit on high-polluting firms' environmental performance [J]. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2025, 12(1): 854.
- [32] Fang J C, Lin L D. How do the digital capabilities of platform enterprises drive green innovation? [J]. *Finance Research Letters*, 2025, 86: 108401.
- [33] Gregory R W, Henfridsson O, Kaganer E, et al. The role of artificial intelligence and data network effects for creating user value [J]. *Academy of Management Review*, 2021, 46(3): 534–551.
- [34] Hötte K. How to accelerate green technology diffusion? Directed technological change in the presence of coevolving absorptive capacity [J]. *Energy Economics*, 2020, 85: 104565.
- [35] Im H J, Liu J, Park Y J. Policy uncertainty and peer effects: Evidence from corporate investment in China [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2021, 77: 101834.
- [36] Jones C I, Tonetti C. Nonrivalry and the economics of data [J]. *American Economic Review*, 2020, 110(9): 2819–2858.
- [37] Kaustia M, Rantala V. Social learning and corporate peer effects [J]. *Journal of Financial Economics*, 2015, 117(3): 653–669.
- [38] Lefebvre H, Krasikov P, Legner C, et al. Data management as a joint value proposition—A design theory for horizontal data sharing communities [J]. *Electronic Markets*, 2025, 35(1): 21.
- [39] Lieberman M B, Asaba S. Why do firms imitate each other? [J]. *Academy of Management Review*, 2006, 31(2): 366–385.
- [40] Luo Q F, Zhao X. Exploring the spatial spillover effects of intellectual property protection and influencing factors [J]. *China Economic Quarterly International*, 2023, 3(4): 260–272.
- [41] Nie S. Does intellectual property rights protection matter for low-carbon transition? The role of institutional incentives [J]. *Economic Modelling*, 2024, 140: 106842.
- [42] Oster E. Unobservable selection and coefficient stability: Theory and evidence [J]. *Journal of Business & Economic Statistics*, 2019, 37(2): 187–204.
- [43] Rakthin S, Chaithanapat P, Otakanon B, et al. Absorptive capacity for market knowledge and knowledge creation outcomes: The case of Thai SMEs [J]. *Knowledge Management Research & Practice*, 2024, 22(4): 327–339.
- [44] Ren X H, Zeng G D, Sun X M. The peer effect of digital transformation and corporate environmental performance: Empirical evidence from listed companies in China [J]. *Economic Modelling*, 2023, 128: 106515.
- [45] Sharif A, Bashir U, Mehmood S, et al. Exploring the impact of green technology, renewable energy and globalization towards environmental sustainability in the top ecological impacted countries [J]. *Geoscience Frontiers*, 2024, 15(6): 101895.
- [46] Tan X J, Cheng S, Liu Y S. Green digital finance and technology diffusion [J]. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2024, 11(1): 389.
- [47] Wang C C, Liu Y B, Liu X W, et al. How does the digital economy impact green manufacturing: A new perspective from the construction of a unified large market in China [J]. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2024, 11(1): 1705.
- [48] Wilke U, Pyka A. Sustainable innovations, knowledge and the role of proximity: A systematic literature

- review [J]. *Journal of Economic Surveys*, 2025, 39(1): 326–351.
- [49] Xu H J, Zhou Y P, Chen H Y, et al. Green technology diffusion model and simulation considering enterprise technology absorption capacity [J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2025, 37(12): 2538–2553.
- [50] Xu S L, Zhong M, Wang Y. Can innovative industrial clusters enhance urban economic resilience? A quasi-natural experiment based on an innovative pilot policy [J]. *Energy Economics*, 2024, 134: 107544.
- [51] Yang J C, Chuang H C, Kuan C M. Double machine learning with gradient boosting and its application to the Big N audit quality effect [J]. *Journal of Econometrics*, 2020, 216(1): 268–283.
- [52] Zhang R J, Tai H W, Cao Z X, et al. Green innovation ecosystem evolution: Diffusion of positive green innovation game strategies on complex networks [J]. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2024, 9(3): 100500.
- [53] Zhao Z Y, Zhao Y H, Shi X P, et al. Green innovation and carbon emission performance: The role of digital economy [J]. *Energy Policy*, 2024, 195: 114344.

The Peer Effect of Data Factor Application and Corporate Green Technology Diffusion

Bai Tonghuan¹, Sun Haibo²

(1. *School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Shandong Jinan 250014, China;*

2. *School of Economics, Shandong Technology and Business University, Shandong Yantai 264005, China*)

Summary: In the context of a booming digital economy, data factor has emerged as a new factor of production driving enterprise transformation. Meanwhile, enterprises exhibit pronounced peer behavior in their application of data resources. How this peer effect affects corporate green technology diffusion represents a research topic worthy of in-depth exploration. Based on data from China's listed companies from 2011 to 2024, this paper focuses on the peer effect of data factor application and systematically examines its impact on corporate green technology diffusion. The findings indicate that there is a significant industry peer effect in data factor application, which can effectively accelerate corporate green technology diffusion. Heterogeneity analysis reveals that for enterprises with stronger market power or with more developed digital infrastructure, the peer effect of data factor application more significantly enhances the promotion of corporate green technology diffusion. Mechanism testing indicates that this peer effect accelerates green technology diffusion through three pathways: enhancing R&D collaboration levels, boosting innovation absorption capacity, and facilitating the flow of technical information channels. The moderation effect analysis indicates that the marketization of technological factors, green industrial clusters, and intellectual property protection all exert positive moderating effects on the relationship between the peer effect of data factor application and corporate green technology diffusion. This paper examines the behavioral consequences of the peer effect of data factor application and deepens the theoretical understanding of how external environments affect corporate green innovation decisions. It not only expands the theoretical perspective on the driving mechanisms of green technology diffusion, but also provides valuable practical guidelines for enterprises to accelerate green technology diffusion through data factor application.

Key words: data factor application; peer effect; green technology diffusion; external environments

(责任编辑: 王西民)