

供应链数字化如何赋能企业绿色创新持续性？

——基于国家供应链创新与应用试点的准自然实验

樊怡萌

南京信息工程大学商学院，江苏 南京

收稿日期：2025年7月25日；录用日期：2025年8月8日；发布日期：2025年9月2日

摘 要

企业持续推进绿色创新，是破解生态经济转型瓶颈、培育长效竞争优势的战略基石。基于2011~2023年A股上市企业数据，将供应链创新与应用试点政策视为准自然实验，考察了供应链数字化对企业绿色创新持续性的影响效应。研究发现，供应链数字化能够显著提升企业绿色创新持续性。机制检验发现，供应链数字化能够通过提高企业数字技术应用能力、供应链金融水平、高管绿色意识和媒体监督效力提升企业绿色创新持续性。在合作文化氛围较强与位于产业链上、下游的样本中，供应链数字化对绿色创新持续性的提升效应更加显著。进一步研究发现，供应链数字化能够抑制企业绿色创新泡沫，推动绿色创新可持续发展。

关键词

供应链数字化，绿色创新持续性，供应链金融水平，绿色创新泡沫

How Does Supply Chain Digitalization Empower the Sustainability of Green Innovation in Enterprises?

—The Quasi-Natural Experiment Based on the National Supply Chain Innovation and Application Pilot

Yimeng Fan

School of Business, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing Jiangsu

Received: Jul. 25th, 2025; accepted: Aug. 8th, 2025; published: Sep. 2nd, 2025

Abstract

The continuous promotion of green innovation by enterprises is a strategic cornerstone for breaking through the bottleneck of ecological economic transformation and cultivating long-term competitive advantages. Based on data from A-share listed companies from 2011 to 2023, this study considers the supply chain innovation and application pilot policies as a quasi-natural experiment to examine the impact of supply chain digitalization on the sustainability of corporate green innovation. The research finds that supply chain digitalization significantly enhances the sustainability of corporate green innovation. The mechanism test found that supply chain digitalization can enhance the sustainability of green innovation in enterprises by improving the application of digital technologies, the level of supply chain finance, the awareness of green management among executives, and the effectiveness of media supervision. In samples with strong cooperative cultural atmosphere and located upstream or downstream of the industry chain, the effect of supply chain digitalization on improving the sustainability of green innovation is more significant. Further research shows that supply chain digitalization can curb the green innovation bubble and promote the sustainable development of green innovation.

Keywords

Supply Chain Digitalization, Green Innovation Sustainability, Green Innovation Bubble

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. 研究背景

在应对全球气候变化、全力推进“双碳”目标的背景下，实现绿色可持续发展成为世界各国的共同追求。中国“十四五”规划纲要明确提出“推进绿色技术创新攻关行动”，旨在引导绿色创新活动从零散试错向系统持续升级跃迁。相较于短期绿色技术突破，构建可持续绿色创新能力是破解环境约束与增长矛盾的战略性命题。企业持续绿色创新强调在时间维度上构建动态演化能力[1]，通过制度化的研发周期、资源循环机制与知识积累体系，实现绿色技术从“点状突破”到“链式协同”、从“被动响应”到“主动引领”的根本转变，催化企业从政策响应者向标准制定者的角色进化，形成环境治理与竞争优势共生的可持续发展范式。现有文献聚焦供应链数字化的效率效应及绿色创新的单点驱动因素，但对其持续性影响机制研究不足。本文利用供应链创新与应用试点政策(以下简称“试点政策”)，揭示供应链数字化赋能绿色创新持续性的影响路径。

与本文相关的第一类文献聚焦于供应链数字化在效率、绩效、风险和创新等方面的微观经济效应。在提升效率方面，Yu 等[2]指出，上下游企业之间存在的信息壁垒是阻碍供应链效率提升的关键因素之一。供应链数字化具备强大的大数据分析能力，能够提高信息流的速度和质量，进而增强供应链整体的响应能力和灵活性[3]。在优化绩效方面，Zhao 等[4]基于动态能力理论，提出供应链数字化能够增强供应链弹性，实现供应链绩效的提升。在管理风险方面，Zouari 等[5]认为供应链数字化是管理供应链风险的有效解决方案，能够增强供应链韧性。张树山等[6]发现供应链数字化还能够提升供应链节点企业的风险承担能力，为供应链的稳定运行提供保障。在推动创新方面，Ma 等[7]研究了供应链数字化能够通过增强绿色供应链整合驱动企业绿色创新。Yue [8]从多样化董事会视角，研究发现供应链数字化对董事会更加

多样化企业的绿色创新具有积极影响。

第二类文献围绕对企业持续绿色创新影响因素的内外部视角展开。从内部驱动因素视角,组织战略与技术能力是持续绿色创新的关键支撑。Ngoc 等[9]强调绿色组织文化的构建对绿色创新的重要意义,认为其能够通过价值观内化形成可持续创新动力。Liu 等[10]指出企业数字化转型能够推动企业持续绿色创新。从外部驱动因素视角,金融支持和媒体监督在企业持续绿色创新中的影响备受关注。在金融支持方面,Li 等[11]强调了绿色金融作为长期资本供给的重要性,认为其是推动可持续创新的核心动力。汤龙和陈享光[12]证实了数字金融的发展能够缓解企业短贷长投现象对持续绿色创新的抑制作用。在媒体监督方面,Jie 和 Lv [13]指出媒体关注通过声誉机制对工业企业的绿色技术创新起到了间接推动作用。

本文的研究贡献体现在:第一,从企业数字技术应用能力、供应链金融水平、高管绿色意识和媒体监督效力四种途径考察了供应链数字化对企业绿色创新持续性的影响机制,揭示了数字时代提高企业持续绿色创新水平的方向。第二,从企业合作文化氛围与产业链位置异质性因素分析对政策效应的影响,对于企业利用供应链数字化提高企业持续绿色创新水平具有重要的实际意义。第三,在进一步分析中,研究揭示了供应链数字化能够抑制企业绿色创新泡沫,为破解企业“数量扩张-质量滞后”的绿色创新困境提供了供应链数字化转型的视角和思路。

2. 理论假说

试点政策通过推广物联网设备部署与区块链追溯标准,倒逼企业将数字技术深度融入生产和管理流程。数字技术应用能力是一种动态能力,通过将数字技术与生产和管理深度融合,企业能够与合作伙伴实现价值共创、资源整合和成果共享,从而支持全过程、全方位的数字管理,在推动企业可持续发展中发挥关键作用[14]。在生产环节,供应链数字化通过改善生产流程、提升资源使用率和减少废弃物,推动绿色生产目标的实现。在管理环节,供应链数字化促进了信息流的透明化和数据驱动决策的精准化,使得企业在制定绿色战略和政策时更加高效与精确[10]。因此,本文提出如下假说:

H1: 供应链数字化能够通过增强企业数字技术应用能力,提升企业绿色创新持续性。

试点政策通过建立数字化票据平台提升信息透明度和融资效率[15],使企业获得稳定的绿色创新资金流。在需求侧,供应链数字化增强了供应链金融的透明度和协同效率,拓宽了融资渠道,使企业更容易获得绿色创新项目提供贷款、投资等;在供给侧,供应链数字化通过提高供应链金融水平推动企业与供应商间的利益联盟,集中资源进行绿色技术研发与应用,从而加速了绿色创新成果的持续转化[15][16]。由于持续绿色创新具有长期性和高风险性,供应链金融通过供应链数字化平台赋能金融工具降低企业持续绿色创新风险,激励企业持续投入绿色技术研发,尤其是前期投入大、回报周期长的项目[11],从而促进企业绿色创新持续性。因此,本文提出如下假设:

H2: 供应链数字化能够通过优化供应链金融水平,提升企业绿色创新持续性。

试点政策鼓励企业接入供应链数据平台,推动披露全链条碳足迹数据和高管绿色绩效,影响管理者认知框架与价值判断[17]。管理者对绿色问题的高度关注能够增强其对持续绿色创新长期利益的认知,从而更倾向于制定与可持续发展目标相一致的战略[18]。区块链技术的去中心化和可追溯性特征,使得供应链上下游企业能够安全、高效地共享绿色技术和管理经验,加速管理者绿色经验的沉淀与内化,为持续绿色创新奠定基础[17]。此外,供应链数字化通过连接外部绿色需求,推动绿色资本流动和消费者行为引导,形成“数据感知-决策优化-经验迭代”的闭环创新系统,使企业能够在不断变化的环境中持续优化其绿色创新能力[19]。因此,本文提出如下假设:

H3: 供应链数字化能够通过提高企业高管绿色意识,提升企业绿色创新持续性。

试点政策推动企业公开环境数据,为媒体监督提供精准靶点。供应链数字化衍生的透明化压力,将环保法规等外部约束转化为企业内生绿色创新动力。从声誉角度,供应链数字化提高了媒体关注度,使其在严格的外部审查下面临巨大的声誉压力,促使企业履行更多的环境、社会和治理责任[20]。从投资角度,媒体报道通过缓解经济市场的信息不对称,不仅促进了企业的绿色投资,还增加了企业的融资渠道和能力[13]。因此,本文提出如下假设:

H4: 供应链数字化能够通过增强媒体监督效力,提升企业绿色创新持续性。

3. 研究设计

3.1. 样本选取与数据来源

考虑到我国数字经济自 2011 年起才进入高速发展阶段,本文选择 2011~2023 年 A 股上市企业作为研究样本。同时,本文剔除 ST 和*ST 类上市企业、金融行业和数据严重缺失的企业,最终得到 34,141 个观测值。为避免极端值的影响,本文对所有连续变量进行上下 1% 的缩尾处理。企业绿色创新相关专利数据源自国家知识产权局,绿色技术识别按照世界知识产权组织制定的分类标准执行,其余数据均来源于 CSMAR 与 WIND 数据库。

3.2. 模型设定

供应链创新与应用试点政策通过专项资金支持、数字基础设施建设和标准规范引导,推动企业构建互联网平台、区块链追溯系统等数字化能力。因此,本文将供应链创新与应用试点政策视为供应链数字化的外生冲击,据此构建双重差分模型,具体模型设定如下:

$$SusGreen_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Treat_i \times Post_t + \alpha_n X_{it} + \lambda_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $SusGreen_{it}$ 表示企业 i 在 t 年的绿色创新持续性, $Treat_i \times Post_t$ 为解释变量,系数 α_1 刻画了处理组和对照组企业绿色创新持续性在政策实施前后的平均差异,揭示供应链数字化对企业绿色创新持续性的影响效应。 α_0 为常数项, X_{it} 为影响企业绿色创新持续性的其他控制变量, λ_t 为时间固定效应, δ_i 为企业固定效应, ε_{it} 为随机干扰项。

3.3. 变量说明

(1) 被解释变量: 企业绿色创新持续性($SusGreen$)。基于资源基础观和动态能力理论,持续创新强调企业在时间维度上整合、配置和更新资源的能力。本文借鉴何郁冰和张思[21]、Zhang 和 Yu [22]以及 Liu 等[10]的研究,从动态性和累积性角度衡量企业绿色创新持续性。具体计算方法如公式(2)所示,其中, $SusGreen_t$ 为企业第 t 年绿色创新持续性水平, $GreenPatent_t$ 、 $GreenPatent_{t-1}$ 、 $GreenPatent_{t-2}$ 分别表示企业第 t 、 $t-1$ 、 $t-2$ 年的绿色专利申请量。

$$SusGreen_t = \frac{GreenPatent_t + GreenPatent_{t-1}}{GreenPatent_{t-1} + GreenPatent_{t-2}} \times (GreenPatent_t + GreenPatent_{t-1}) \quad (2)$$

(2) 解释变量: 供应链数字化($Treat \times Post$)。参考张树山等[6]、刘海建等[23]和 Ma 等[7]的研究,本文将试点企业作为实验组($Treat = 1$),非试点企业作为对照组($Treat = 0$)。对于 2018 年及之后的年份,设定 $Post = 1$,其他年份设定 $Post = 0$ 。

(3) 控制变量。参考张树山等[6]和 Ma 等[7]的研究,本文选取以下控制变量: 企业规模($Size$)、企业年龄(Age)、资本密集度(Cap)、企业负债率(Lev)、股权集中度($TOP10$)、独董占比($Indep$)、托宾 Q 值价值($TobinQ$)。主要变量的描述性统计结果如表 1 所示。

Table 1. Descriptive statistics of key variables
表 1. 主要变量的描述性统计结果

变量符号	变量定义	观测值	均值	方差	最小值	最大值
<i>SusGreen</i>	绿色专利环比增长率与研发产出规模乘积	34,141	1.688	4.993	0	36.387
<i>treat</i>	试点企业赋值为 1，否则赋值为 0	34,141	0.031	0.172	0	1
<i>post</i>	供应链创新与应用试点工作实施后赋值为 1，否则为 0	34,141	0.581	0.493	0	1
<i>Size</i>	总资产的自然对数衡量	34,141	22.372	1.304	19.478	26.452
<i>Age</i>	观测年份减去企业成立年份并取对数	34,141	2.94	0.332	0.693	4.277
<i>Cap</i>	固定资产与总资产的比值	34,141	0.211	0.158	0.002	0.72
<i>Lev</i>	总负债与总资产的比值	34,141	0.439	0.204	0.032	0.934
<i>Indep</i>	前十大股东的持股比例	34,141	0.377	0.054	0.286	0.6
<i>TOP10</i>	独立董事人数占董事会总人数的比例	34,141	0.564	0.152	0.224	0.909
<i>TobinQ</i>	市值与总资产的比值	34,141	2.049	1.342	0.858	8.465

4 实证分析

4.1 基准回归结果

表 2 为供应链数字化对企业绿色创新持续性影响的基准回归结果。第(1)列为仅纳入核心解释变量的回归结果，第(2)、(3)列为加入企业和年份固定效应后的回归结果，第(4)列进一步加入控制变量后的回归结果，解释变量系数均在 1%水平上显著为正，表明供应链数字化能够显著提升企业绿色创新持续性。

Table 2. Baseline regression results
表 2. 基准回归结果

变量	(1) SusGreen	(2) SusGreen	(3) SusGreen	(4) SusGreen
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	7.7021*** (5.793)	4.6371*** (5.703)	3.5323*** (4.328)	3.3606*** (4.128)
控制变量	否	否	否	是
常数项	1.5722*** (24.269)	1.6182*** (132.702)	1.6347*** (133.575)	-29.1281*** (-8.582)
企业固定效应	否	是	是	是
年份固定效应	否	否	是	是
观测值	34,141	34,141	34,141	34,141
<i>R</i> ²	0.0351	0.6459	0.6604	0.6677

注：括号内为聚类至企业层面的 t 统计量。***、**、*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平，下表同。

4.2 内生性处理及稳健性检验

4.2.1. 平行趋势检验

双重差分模型(DID)估计结果的可靠性主要取决于对照组和实验组在政策实施前是否遵循平行趋势。

本研究选择供应链数字化建设前一年为基准期。图 1 结果显示，在政策实施前，解释变量的估计系数值接近零，并且位于 95%置信区间内，表明在该阶段实验组和对照组之间没有显著差异。在政策实施后，解释变量的估计系数呈现显著正向变化，表明供应链数字化建设对企业绿色创新持续性产生了显著正向影响，证实了本研究采用双重差分模型的科学性与合理性。

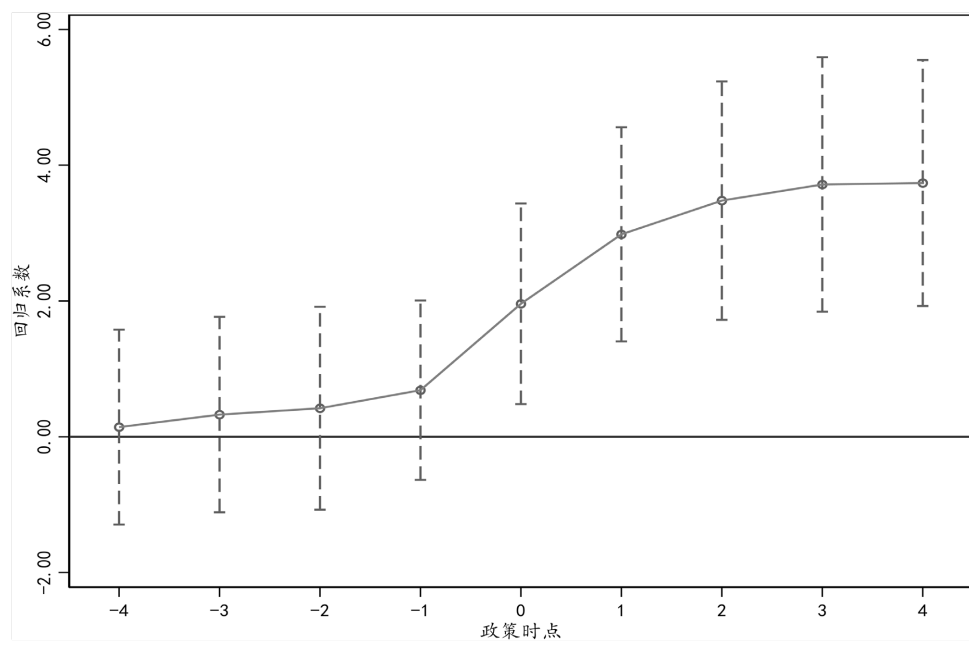


Figure 1. Parallel trend test
图 1. 平行趋势检验

4.2.2. 安慰剂检验

为进一步提升研究结论的稳健性，本文通过随机分配实验组样本及对应年份的方式，开展 500 次重复模拟检验。研究构造政策冲击虚拟变量后，基于公式(1)进行回归分析并记录统计结果。图 2 展示了供应链数字化对企业绿色创新持续性的安慰剂检验效果。观察(a)图的回归系数分布可见，其呈现以 0 为中心的对称形态，且估计系数均值与表 2 第(4)列的 3.3606 存在显著差异。从(b)图的 P 值分布来看，大部分

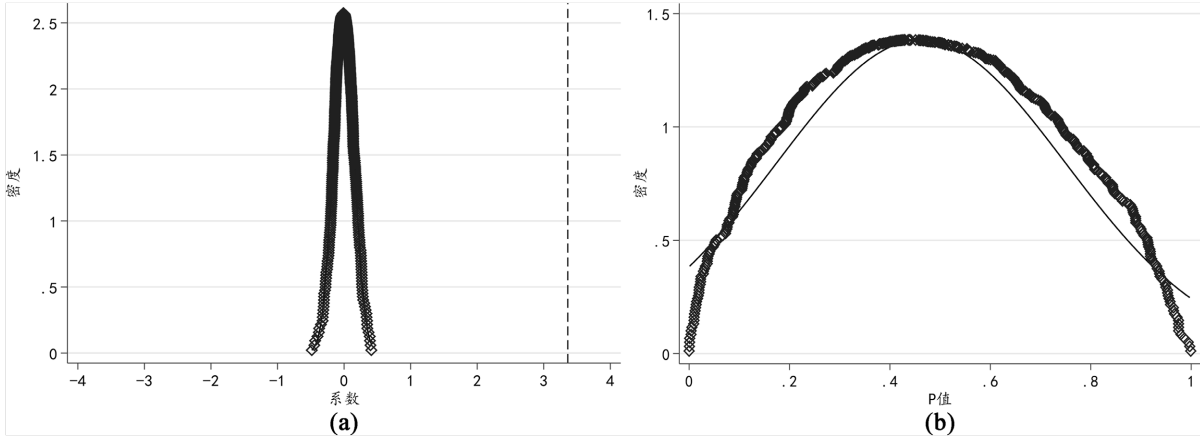


Figure 2. Placebo test
图 2. 安慰剂检验

随机回归结果的 P 值超过 0.1, 表明不存在显著相关性。上述安慰剂检验结果表明, 主检验中供应链数字化与企业绿色创新持续性的正向影响真实存在, 有效排除了时间趋势及偶然因素对研究结论的干扰。

4.2.3. 工具变量法

为缓解逆向因果导致的内生性问题对本文基准回归结论的干扰, 本文参考黄群慧等[24]和贾俊伟等[25]的研究方法, 分别以各城市 1984 年每百人固定电话数和每百万人邮局数量分别与滞后两期的供应链数字化指标的交互项(*Tele_Number* 和 *Post_Number*)作为工具变量。表 3 第一阶段回归结果显示, *Cragg-Donald Wald F* 统计量显著高于 *Stock-Yogo* 检验的 10%临界值, 表明不存在弱工具变量问题。表 3 第二阶段回归结果显示, *Kleibergen-Paap rk LM* 统计量在 1%水平上显著。结果表明, 在控制由逆向因果导致的内生性问题之后, 供应链数字化对企业绿色创新持续性依然具有显著影响。

Table 3. Instrumental variables regression results

表 3. 工具变量法回归结果

变量	(1) <i>Treat × Post</i> <i>First stage</i>	(2) <i>SusGreen</i> <i>Second stage</i>	(3) <i>Treat × Post</i> <i>First stage</i>	(4) <i>SusGreen</i> <i>Second stage</i>
<i>Tele_Number</i>	0.3090*** (0.025)			
<i>Post_Number</i>			0.0106*** (0.001)	
<i>Treat×Post</i>		6.0970*** (1.863)		2.8080*** (1.013)
<i>Cragg-Donald Wald F</i> 统计量	14144.360 [16.380]		19443.0400 [16.380]	
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量		50.4330 [0.000]		64.7120 [0.000]
控制变量	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	31,846	31,846	31,846	31,846

注: *Cragg-Donald Wald F* 统计量中括号内为 *Stock-Yogo* 在 10%水平上的临界值, *Kleibergen-Paap rk LM* 统计量中括号内所标注的为其对应统计量的 P 值。

4.2.4. 替换变量测度方式

对于解释变量, 本文参考贾俊伟等[25]的做法, 采用上市公司年报中供应链数字化关键词词频(*SCD*)替换解释变量。表 4 第(1)列回归结果显示, 该解释变量系数在 5%水平上显著为正。对于被解释变量, 本文分别以企业绿色专利授权总量和企业绿色发明专利授权量替换 *GreenPatent*, 并代入式(2)得到 *SusGreen1* 和 *SusGreen2*, 作为企业绿色创新持续性的替代测度指标。表 4 第(2)、(3)列回归结果显示, 解释变量回归系数均在 1%水平上显著为正, 表明供应链数字化对企业绿色创新持续性的提升作用既体现在专利产出规模的扩大, 也反映在技术复杂度的提升, 实现了数量与质量的双重可持续性增长。

4.2.5. 样本偏差处理

(1) 小样本估计偏差处理。鉴于处理组样本量仅占总体样本的 2.3%, 可能导致估计结果产生偏差, 因此需要对基准回归结果进行小样本稳健性检验。在处理组的 91 家企业中, 本文随机选取了 85 家企业,

构成新的处理组，与对照组进行回归分析对比。重复该过程 500 次后，如图 3、图 4 所示，图 3 中 $Treat \times Post$ 估计系数大部分聚集在 3.3606 附近，这与基准结果是一致的。图 4 中大多数的 t 值超过 1% 显著性水平，表明观察到的结果不存在小样本估计偏差。

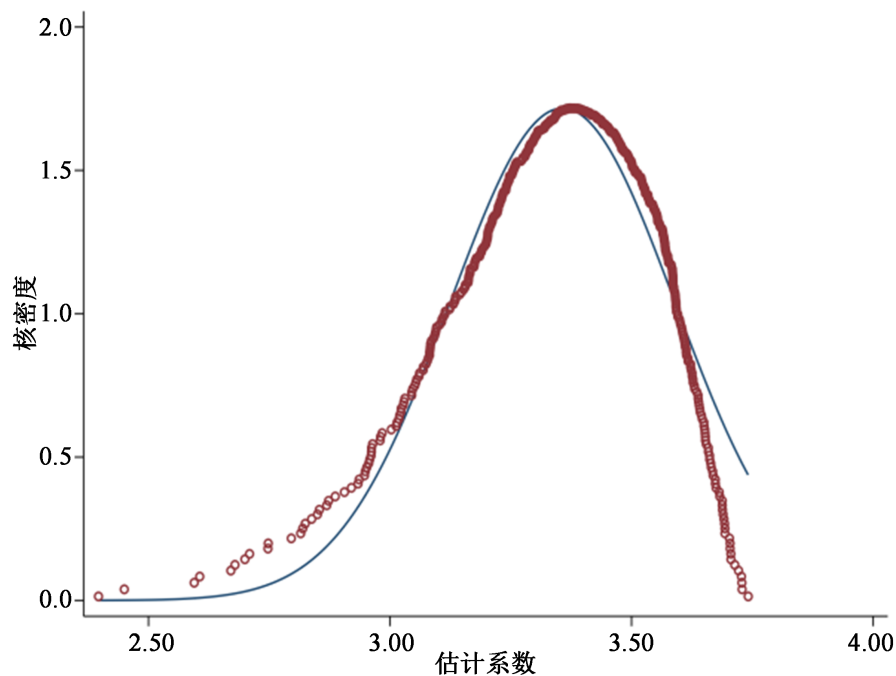


Figure 3. The distribution of bias coefficients in small sample estimation

图 3. 小样本估计偏差系数分布

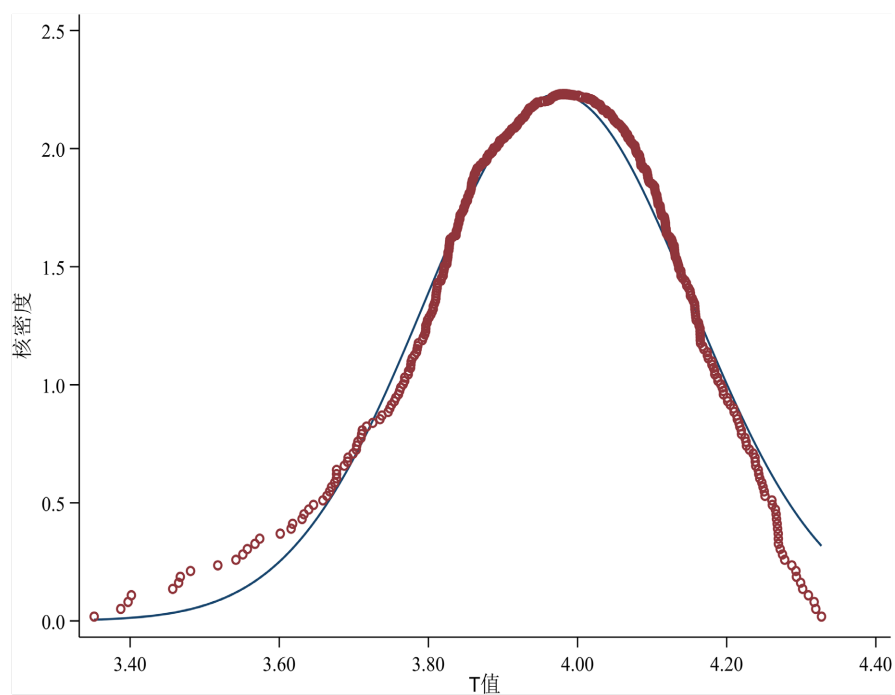


Figure 4. The distribution of t-values for bias in small sample estimation

图 4. 小样本估计偏差 t 值分布

(2) 倾向得分匹配。为排除试点企业因自身持续绿色化导向导致的样本偏差,本文采用一对一有放回的近邻匹配法(PSM)对处理组与对照组进行样本匹配。匹配后样本得分的核密度曲线拟合程度显著提升,表明匹配过程有效且满足共同支撑条件。在此基础上,对匹配后的样本重新进行 DID 回归,表 4 第(4)列为使用匹配后的样本重新进行回归的结果,解释变量系数在 1%水平上显著为正,说明在控制样本偏差后,本文基准回归结论依然稳健。

(3) 调整处理组样本。在 2018 年实施的供应链创新与应用试点工作中,尽管共选取 266 家企业纳入试点范围,但其中部分非上市企业未进入证券市场公开披露信息。为拓展研究覆盖范围,本文将所有试点企业所在城市整体纳入处理组,重新匹配一个新的 DID 变量,即 $Treat \times Post_city$ 。如表 4 第(5)列回归结果显示, $Treat \times Post_city$ 系数在 5%水平上显著为正,进一步表明供应链数字化能够提升企业绿色创新持续性。

Table 4. Robustness test
表 4. 稳健性检验

变量	替换变量测度方式			PSM-DID (4) SusGreen	调整处理组样本 (5) SusGreen
	(1) SusGreen	(2) SusGreen1	(3) SusGreen2		
SCD	1.0111** (2.240)				
$Treat \times Post$		0.6246***	0.3823***	3.2812*** (4.026)	
$Treat \times Post_city$					0.3404** (2.546)
控制变量	是	是	是	是	是
常数项	-29.4199*** (-8.576)	-4.1215*** (-4.595)	-1.3013** (-2.565)	-31.1672*** (-8.940)	-29.5535*** (-8.612)
企业固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
观测值	34127	34141	34141	31435	34141
R ²	0.6653	0.4609	0.5638	0.6695	0.6647

4.2.6. 其他稳健性检验

首先,考虑到样本期内,政策之间存在交叉与并行的情况,从而影响企业绿色创新持续性。为排除其他政策干扰,本文剔除 2011 年碳排放权交易试点政策、2014 年环保约谈以及 2015 年环保督察三年样本数据再次回归。其次,考虑到不同行业在不同时间点可能受到独特的宏观经济环境和市场趋势演化等因素的综合影响,本文添加了行业与时间的交互固定效应。此外,为进一步检验供应链数字化的滞后效应,本文对解释变量进行滞后一期回归。最后,针对样本数据中企业绿色创新持续性(*SusGreen*)存在大量零值观测值的情况,为克服潜在的左截断偏误,本研究运用面板 Tobit 模型进行估计。以上检验均证实了研究结论的可靠性,为精简篇幅,相关检验结果图表从略。

5. 影响机制验证

5.1. 数字技术应用能力

基于动态能力理论,数字技术应用能力是企业将数字资源转化为绿色创新优势的核心,本文参考杨

鹏和孙伟增[26]的研究,运用文本分析方法对上市公司年报进行关键词词频统计,从“数字化生产”和“数字化管理”两个维度构建企业数字技术应用能力指标(*DTA*)。如表 5 列(1)所示,解释变量系数在 1%水平上显著为正,说明供应链数字化建设能够增强企业数字技术应用能力,进而提升企业绿色创新持续性。在生产环节,借助数字技术,企业能够实现生产过程的实时监控与精准调度,减少资源浪费,提升生产效率,进而降低碳排放和能源消耗,促进绿色制造的实现。在管理环节,数字化技术使得企业能够更好地整合内外部信息流,提升对绿色创新相关技术的识别与应用能力,助力绿色供应链的构建,并增强企业的可持续竞争力。

5.2. 供应链金融水平

供应链数字化能够提升供应链金融水平,改善企业的资金流动性和资金使用效率。本文参考周兰和吴慧君[27]的做法,统计上市公司年报中与供应链金融相关的词频数量并加一取对数,衡量供应链金融水平(*SCF*)。如表 5 列(2)所示,解释变量系数在 1%水平上显著为正,说明供应链数字化建设有助于提升供应链金融水平,推动企业在资金管理和供应链运营中实现更高效的资源配置。供应链数字化的推进使得企业能够降低绿色融资成本,提高企业绿色资金利用的效率和获取速度,进一步支持企业绿色可持续发展战略。

5.3. 高管绿色意识

企业能否持续开展绿色创新活动,其内部绿色意识的深度觉醒以及将意识转化为战略落地的执行能力至关重要。对此,本文参考李亚兵[28]、Zhu 等[29]和 Wang [30]的研究,运用文本分析法对上市公司年报进行分析,从绿色竞争优势意识、企业社会责任意识、外部环境压力认知三个维度筛选一系列关键词,并通过关键词在年报中出现的频次构建高管绿色意识指标(*EGA*)。如表 5 列(3)所示,解释变量系数在 1%水平上显著为正,表明供应链数字化使得企业高管能够更全面地掌握绿色发展中的关键数据,增强其绿色竞争优势意识和社会责任意识,推动其制定长期的绿色创新战略,从而推动企业绿色创新持续性。

Table 5. The verification of the impact mechanism
表 5. 影响机制验证

变量	数字技术应用能力 DTA (1)	供应链金融水平 SCF (2)	高管绿色意识 EGA (3)	媒体监督效力 ES (4)
Treat × Post	0.2482*** (3.013)	0.3056*** (3.236)	1.2892*** (3.498)	0.0442** (2.313)
控制变量	是	是	是	是
常数项	-4.1550*** (-7.739)	-1.7679*** (-3.856)	-5.7236** (-2.501)	-0.4662** (-2.501)
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	34,090	28,901	34,141	32,962
R ²	0.7835	0.6112	0.7060	0.3396

5.4. 媒体监督效力

供应链数字化能够提升供应链的透明度,强化媒体的监督作用。本文参考 Liao 和 Xiao [31]和李志斌

等[32]的研究，构建媒体监督效力指标(ES)。如表 5 第(4)列回归结果显示，解释变量系数在 5%水平上显著为正，表明供应链数字化建设能够增强媒体监督效力，推动企业运营透明化和环境信息披露规范化，进而赋能企业绿色创新持续性。媒体作为外部监督主体，能够通过报道对企业的环境行为和社会责任进行有效的评估和反馈。媒体监督效力的增强使得企业在透明度和信息披露方面的规范化程度逐步提升，企业与消费者、投资者以及其他利益相关者之间的信任进一步得到加强，从而激励企业在长期内持续推进绿色创新。

6. 异质性分析

6.1. 企业合作文化氛围

开放、包容、互利共赢的企业合作文化，促使企业不断提升自身的市场竞争力和品牌影响力，实现绿色可持续的发展。因此，本文借鉴潘健平等[33]的研究方法，以企业年报中“合作”、“协同”、“共享”等关键词的频次衡量企业合作文化氛围。基于政策实施前一年的截面数据，采用均值分组法将样本划分为合作文化氛围强、弱两组。结果如表 6 第(1)、(2)列所示，解释变量系数分别在 5%和 10%水平上显著为正，即供应链数字化对企业持续绿色创新的促进作用在企业合作文化氛围较为浓厚时更加显著。说明当企业合作文化较强时，一方面供应链数字化通过构建数字化平台为企业合作文化赋能提供技术载体，企业能够更好地提升内部研发人员的凝聚力和团队协作能力，进而推动企业持续绿色创新。另一方面，合作文化较强的企业在与外部有实力机构的合作上更加积极，从而实现稀缺资源的整合[33]，促进供应链数字化与持续绿色创新的深度结合。

Table 6. Heterogeneity test
表 6. 异质性检验

变量	企业合作文化氛围		产业链位置		
	强 (1)	弱 (2)	上游 (3)	中游 (4)	下游 (5)
<i>Treat × Post</i>	3.4335** (1.980)	3.0146* (1.853)	1.8469** (2.142)	1.1958 (1.381)	8.7440*** (3.544)
控制变量	是	是	是	是	是
常数项	-31.2517*** (-4.658)	-14.3129*** (-4.643)	-21.1723*** (-4.381)	-32.6723*** (-6.096)	-33.7038*** (-4.382)
企业固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
观测值	9588	12,155	8605	15,665	9585
<i>R</i> ²	0.7290	0.5977	0.6628	0.6561	0.7361

6.2. 产业链位置

不同产业链位置的企业在绿色资源整合、技术协同与低碳市场响应等方面存在显著差异，进而影响供应链数字化对企业绿色创新持续性的推动效果。本文参考刘海建等[23]的研究方法，利用 WIOD 数据库 2014 年中国投入产出表，采用 Antràs 等[34]构建的上游度指数来衡量企业的产业链位置，根据该指数的三分位点，将样本划分为上游、中游和下游三组并分别进行回归。回归结果如表 6 第(3)~(5)列所示。

结果表明，在上、下游企业样本中，解释变量的系数分别在 5%和 1%水平上显著为正，但在中游企业样本中，解释变量的系数不显著，即供应链数字化对企业绿色创新持续性的提升作用在产业链上游和下游更加显著。其可能的原因在于，产业链下游企业直接面对终端市场需求，借助供应链数字化能够及时捕捉消费者绿色偏好，并实现产品全生命周期的绿色管理。上游企业通常处于资源供给和技术研发的关键节点，供应链数字化能够强化其对原材料溯源、生产工艺优化的精准把控，并且下游的绿色环保需求会沿着供应链持续放大并传递给上游企业，形成“绿色牛鞭效应”[23]。相比之下，中游企业主要从事标准化程度较高的加工制造环节，业务模式相对固化，数字技术对生产流程的改造空间有限，且受上下游双重挤压导致绿色创新资源投入不足，使得供应链数字化的协同效应难以在中游环节充分释放。

7. 进一步分析

前文基准回归与稳健性检验已证实供应链数字化能够从数量和质量双重驱动企业绿色创新的持续性提升，但当前企业绿色创新实践中普遍存在的“绿色创新虚胖”问题仍值得警惕。已有研究表明，部分企业为迎合政策补贴或市场短期偏好，倾向于通过低质量、重复性绿色专利申请制造创新假象，导致创新数量与质量显著背离，进而产生大量“绿色专利泡沫”[35][36]。因此，本文进一步探究供应链数字化对企业绿色创新泡沫的治理效应。

在指标构建上，现有文献多采用单一的企业绿色专利申请量与授权量的差值标准化指标[37]，容易受偶然性偏差的影响。因此，在指标构建上，本文采用对数化处理绿色专利申请总量($\ln(App + 1)$)与授权总量($\ln(Grant + 1)$)和绿色发明专利未授权占比($UnGrant_Inv/App_Inv$)与总未授权占比($UnGrant_Total / App_Total$)。

回归结果如表 7 所示，第(1)、(2)列，解释变量系数均在 1%水平上显著为正，说明供应链数字化既能够推动企业绿色创新“数量扩张”也能够推动其“质量提升”。第(3)列，解释变量系数在 5%水平上显著为负，说明供应链数字化降低了“为申请而申请”的低质量绿色发明专利，抑制了企业绿色创新中的“研发效率泡沫”。此外，第(3)列 $Treat \times Post$ 对研发效率泡沫的系数显著为负，一定程度上能够排除专利审查趋严的干扰，进一步支持供应链数字化能够抑制低效研发的结论。第(4)列，解释变量系数在 5%水平上显著为负，表明供应链数字化引导企业聚焦高价值绿色发明专利，减少低门槛绿色专利充数现象，进而遏制了“低质量绿色专利申请泡沫”。

Table 7. Further analysis
表 7. 进一步分析

变量	(1) $\ln(App + 1)$	(2) $\ln(Grant + 1)$	(3) $UnGrant_Inv/App_Inv$	(4) $UnGrant_Total/App_Total$
$Treat \times Post$	0.2620*** (2.736)	0.3285*** (3.808)	-0.0976** (-2.383)	-0.0597** (-2.274)
控制变量	是	是	是	是
常数项	-8.6145*** (-13.814)	-7.0254*** (-12.507)	1.6878*** (8.698)	1.1990*** (7.061)
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	34141	34141	34141	34141
R^2	0.7738	0.7737	0.3013	0.2514

8. 结语

本文基于 2011~2023 年中国 A 股上市企业数据,研究了供应链数字化对企业绿色创新持续性的影响。研究结果表明:(1) 供应链数字化能够提升企业绿色创新持续性;(2) 供应链数字化能够通过提高企业数字技术应用能力、供应链金融水平、高管绿色意识和媒体监督效力提升企业绿色创新持续性;(3) 供应链数字化对企业绿色创新持续性的推动作用在合作文化氛围较强和产业链上、下游的企业中更为显著;(4) 供应链数字化能够抑制“绿色创新泡沫”,助力企业持续绿色创新。基于研究结果,本文提出以下政策启示:

第一,促进产业链协同绿色创新。针对产业链不同位置的企业,制定差异化的政策措施。对于产业链上游和下游企业,鼓励其利用供应链数字化优势,加强绿色技术研发和应用,提升绿色创新能力。对于中游企业,引导其进行业务模式创新,挖掘数字技术在生产流程改造中的潜力,通过政策引导促进上下游企业与中游企业加强合作,实现绿色创新资源的合理分配和协同发展,充分释放供应链数字化的协同效应,提升整个产业链的持续绿色创新水平。

第二,完善绿色创新激励政策。政府应优化绿色创新激励政策,避免企业因单纯追求政策补贴或市场短期偏好而产生“绿色创新泡沫”。一方面,调整补贴政策,从注重绿色专利数量转向关注绿色创新质量和可持续性,对高质量、具有实际应用价值的绿色创新成果给予更多支持;另一方面,加强对企业绿色创新的监管,建立健全绿色创新评价体系,规范企业绿色专利申请和创新行为,引导企业聚焦于绿色技术研发和应用,构建可持续的绿色创新生态。

参考文献

- [1] Lianto, B., Dachyar, M. and Soemardi, T.P. (2018) Continuous Innovation: A Literature Review and Future Perspective. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, **8**, 771-779. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.3.4359>
- [2] Yu, Z., Cao, X., Tang, L., Yan, T. and Wang, Z. (2024) Does Digitalization Improve Supply Chain Efficiency? *Finance Research Letters*, **67**, Article 105822. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105822>
- [3] Enrique, D.V., Lerman, L.V., Sousa, P.R.d., Benitez, G.B., Bigares Charrua Santos, F.M. and Frank, A.G. (2022) Being Digital and Flexible to Navigate the Storm: How Digital Transformation Enhances Supply Chain Flexibility in Turbulent Environments. *International Journal of Production Economics*, **250**, Article 108668. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108668>
- [4] Zhao, N., Hong, J. and Lau, K.H. (2023) Impact of Supply Chain Digitalization on Supply Chain Resilience and Performance: A Multi-Mediation Model. *International Journal of Production Economics*, **259**, Article 108817. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108817>
- [5] Zouari, D., Ruel, S. and Viale, L. (2021) Does Digitalising the Supply Chain Contribute to Its Resilience? *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, **51**, 149-180. <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-01-2020-0038>
- [6] 张树山, 胡化广, 孙磊, 等. 供应链数字化与供应链安全稳定——一项准自然实验[J]. 中国软科学, 2021(12): 21-30+40.
- [7] Ma, J., Li, Q., Zhao, Q., Liou, J. and Li, C. (2024) From Bytes to Green: The Impact of Supply Chain Digitization on Corporate Green Innovation. *Energy Economics*, **139**, Article 107942. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107942>
- [8] Yue, W. (2025) Supply Chain Digitalization and Corporate Green Innovation. *Finance Research Letters*, **74**, Article 106656. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106656>
- [9] Ngoc Huynh, H.T., Thanh Nguyen, N.T. and Y Vo, N.N. (2024) The Influence of Knowledge Management, Green Transformational Leadership, Green Organizational Culture on Green Innovation and Sustainable Performance: The Case of Vietnam. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, **10**, Article 100436. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100436>
- [10] Liu, M., Zhao, J. and Liu, H. (2025) Digital Transformation, Employee and Executive Compensation, and Sustained Green Innovation. *International Review of Financial Analysis*, **97**, Article 103873. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103873>
- [11] Li, T., Meng, X., Wang, W., Yang, D., Nie, M. and Zhang, Q. (2024) Does Green Credit Policy Matter for Corporate

- Sustainable Innovation? Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, **84**, 1788-1806.
<https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.11.002>
- [12] 汤龙, 陈享光. 数字金融能缓解短贷长投对企业持续绿色创新的不利影响吗? [J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(9): 123-131.
- [13] Jie, G. and Jiahui, L. (2023) Media Attention, Green Technology Innovation and Industrial Enterprises' Sustainable Development: The Moderating Effect of Environmental Regulation. *Economic Analysis and Policy*, **79**, 873-889.
<https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.07.003>
- [14] Cheng, W., Li, Q., Wu, Q., Ye, F. and Jiang, Y. (2024) Digital Capability and Green Innovation: The Perspective of Green Supply Chain Collaboration and Top Management's Environmental Awareness. *Heliyon*, **10**, e32290.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32290>
- [15] Xue, L. and Ai, S. (2025) How Supply Chain Finance Promote Carbon Emissions Reduction in Manufacturing Enterprises—Evidence from Chinese Market. *Journal of Cleaner Production*, **492**, Article 144849.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144849>
- [16] Xin, C., Zhu, R. and Guo, F. (2025) Corporate Sustainability and Supply Chain Financing: An Analysis of Environmental, Social, and Governance (ESG) Consistency. *Journal of Environmental Management*, **377**, Article 124688.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124688>
- [17] Singh, K., Chaudhuri, R. and Chatterjee, S. (2025) Assessing the Impact of Digital Transformation on Green Supply Chain for Achieving Carbon Neutrality and Accelerating Circular Economy Initiatives. *Computers & Industrial Engineering*, **201**, Article 110943. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2025.110943>
- [18] Tu, Z., Cao, Y., Goh, M. and Wang, Y. (2024) Executive Green Cognition and Corporate ESG Performance. *Finance Research Letters*, **69**, Article 106271. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106271>
- [19] Peng, Y., Wang, W., Zhen, S. and Liu, Y. (2024) Does Digitalization Help Green Consumption? Empirical Test Based on the Perspective of Supply and Demand of Green Products. *Journal of Retailing and Consumer Services*, **79**, Article 103843. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103843>
- [20] Shen, Y., Tian, Z., Chen, X., Wang, H. and Song, M. (2025) Unpacking the Green Potential: How Does Supply Chain Digitalization Affect Corporate Carbon Emissions?—Evidence from Supply Chain Innovation and Application Pilots in China. *Journal of Environmental Management*, **374**, Article 124147. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124147>
- [21] 何郁冰, 张思. 技术创新持续性对企业绩效的影响研究[J]. 科研管理, 2017, 38(9): 1-11.
- [22] Zhang, H. and Yu, G. (2024) Reducing Costs or Increasing Efficiency? Unveiling the Effects and Mechanisms of the Digital Economy on Sustained Green Innovation. *International Review of Economics & Finance*, **96**, Article 103605.
<https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103605>
- [23] 刘海建, 胡化广, 张树山, 等. 供应链数字化的绿色创新效应[J]. 财经研究, 2023, 49(3): 4-18.
- [24] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019(8): 5-23.
- [25] 贾俊伟, 武瑛, 何年初, 等. 供应链数字化与企业生产率: 要素配置和供应链治理视角[J]. 管理科学, 2024, 37(3): 88-105.
- [26] 杨鹏, 孙伟增. 企业数字技术应用对绿色创新质量的影响研究[J]. 管理学报, 2024, 21(2): 232-239.
- [27] 周兰, 吴慧君. 供应链金融与产品市场表现[J]. 金融经济研究, 2022, 37(6): 99-112.
- [28] 李亚兵, 夏月, 赵振. 高管绿色认知对重污染行业企业绩效的影响: 一个有调节的中介效应模型[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(7): 113-123.
- [29] Zhu, X., Chen, H., Xiang, E. and Qi, Y. (2025) Digital Transformation and Corporate Green Technology Transfer: The Moderating Effect of Executive Green Cognition. *Finance Research Letters*, **76**, Article 107035.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.107035>
- [30] Wang, W. (2025) Digital Finance and Firm Green Innovation: The Role of Media and Executives. *Finance Research Letters*, **74**, Article 106794. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.106794>
- [31] Liao, Z. and Xiao, L. (2025) Government Environmental Regulation, Media Attention, and Corporate Green Innovation. *International Review of Economics & Finance*, **97**, Article 103751. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103751>
- [32] 李志斌, 邵雨萌, 李宗泽, 等. ESG 信息披露、媒体监督与企业融资约束[J]. 科学决策, 2022(7): 1-26.
- [33] 潘健平, 潘越, 马奕涵. 以“合”为贵? 合作文化与企业创新[J]. 金融研究, 2019(1): 148-167.
- [34] Antràs, P., Chor, D., Fally, T. and Hillberry, R. (2012) Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows. *American Economic Review*, **102**, 412-416. <https://doi.org/10.1257/aer.102.3.412>
- [35] 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[J]. 中国

工业经济, 2021(2): 136-154.

- [36] 刘柏, 卢家锐, 据涛. 形式主义还是实质主义: ESG 评级软监管下的绿色创新研究[J]. 南开管理评论, 2023, 26(5): 16-28.
- [37] Geng, Y., Chen, J. and Liu, R. (2024) ESG Rating Disagreement and Corporate Green Innovation Bubbles: Evidence from Chinese A-Share Listed Firms. *International Review of Financial Analysis*, **95**, Article 103495. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103495>