

数字基础设施建设的绿色创新效应评估

——来自“宽带中国”建设的经验研究

钟洪¹, 张照山²

¹中央民族大学管理学院, 北京

²中央民族大学经济学院, 北京

收稿日期: 2025年9月7日; 录用日期: 2025年9月18日; 发布日期: 2025年10月9日

摘要

宽带网络作为数字经济时代的关键基础设施, 对推动企业绿色创新和实现低碳转型具有重要意义。本文以“宽带中国”试点政策作为准自然实验, 采用双重机器学习方法缓解内生性问题, 系统考察数字基础设施建设对企业绿色创新的影响及其作用机制。研究发现, 数字基础设施建设显著提升了企业绿色创新水平, 其主要传导机制包括: 优化企业生产与供应链效率、促进城市金融发展以及增强创新人才集聚效应。经过稳健性检验后, 结论依然成立。本文的研究结论丰富了企业绿色创新驱动因素的相关文献, 并为数字基础设施建设的政策制定提供了实证依据。

关键词

“宽带中国”试点政策, 企业绿色创新, 双重机器学习, 政策评估

Evaluation of the Green Innovation Effect of Enterprises in Digital Infrastructure Construction

—Experience Research from the Construction of “Broadband China”

Hong Zhong¹, Zhaoshan Zhang²

¹School of Management, Minzu University of China, Beijing

²School of Economics, Minzu University of China, Beijing

Abstract

As a key infrastructure in the digital economy era, broadband networks are of great significance in promoting green innovation and achieving low-carbon transformation for enterprises. This article takes the “Broadband China” pilot policy as a quasi natural experiment, using dual machine learning methods to alleviate endogeneity issues, and systematically examines the impact and mechanism of digital infrastructure construction on corporate green innovation. Research has found that the construction of digital infrastructure has significantly improved the level of green innovation in enterprises. Its main transmission mechanisms include optimizing the efficiency of enterprise production and supply chain, promoting urban financial development, and enhancing the agglomeration effect of innovative talents. After robustness testing, the conclusion still holds true. The research findings of this article enrich the relevant literature on the driving factors of green innovation in enterprises and provide empirical evidence for policy-making in digital infrastructure construction.

Keywords

Pilot Policy of “Broadband China”, Enterprise Green Innovation, Dual Machine Learning, Policy Evaluation

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

中国经济正迈向高质量发展新阶段, 推动绿色低碳转型成为关键任务。党的二十大报告明确要求加快发展方式绿色转型, 强化绿色技术创新与应用。在此背景下, 企业绿色创新成为实现“双碳”目标的重要途径, 而数字基础设施建设为其提供了关键支撑。本文以“宽带中国”试点政策作为准自然实验, 采用双重机器学习方法缓解内生性问题, 系统考察数字基础设施建设对企业绿色创新的影响及机制。研究聚焦三个核心问题: “宽带中国”政策是否促进企业绿色创新? 其作用机制如何? 政策实施的净效益是否显著? 旨在为数字基础设施政策的优化与推广提供实证依据。

与上述问题相关的文献主要包括两个核心领域: 企业绿色创新的影响因素, 以及数字基础设施建设的政策效应。有关企业绿色创新影响因素的研究可分为三个层面。其一为企业内部因素, 如股权结构、董事会治理与组织认同等[1]。其二为外部利益相关者, 例如客户需求与行业竞争压力, 均能显著驱动企业绿色创新实践[2]。其三为宏观政策因素, 包括环境规制政策的波特效应、政府补贴及数字贸易政策等[3]。在数字基础设施政策评估方面, 学者们广泛关注“宽带中国”战略产生的多维影响。研究表明, 该政策不仅能促进产业集聚[4]、建设全国统一大市场并推动区域产业结构升级[5], 还能显著提升地区关键技术创新能力, 加速企业数字化转型与整体创新发展[6]。在生态环境方面, 数字基础设施建设展现出显著的绿色效应, 能够提升能源利用效率、促进二氧化碳及污染物减排[7]。

本文的发现对现有文献形成有益补充: 与宽带影响一般创新的研究[6]相比, 我们揭示了数字基础设施通过环境技术专用性渠道产生的差异化效应; 与环境规制文献[3]相比, 我们证明了数字基础设施能够

规避“监管套利”问题,产生更持续的政策效果。这些发现为制定数字时代的绿色创新政策提供了理论依据和实践指引。在研究方法上,本文创新性地将双重机器学习应用于绿色创新研究,通过部分线性模型设定有效解决了传统 DID 方法在处理高维控制变量时的功能性形式误设问题。

2. 政策背景及理论分析

2.1. 政策概述及其绿色创新效应

宽带网络作为数字经济时代战略性基础设施,对转变发展模式、带动上下游产业链投资和促进全产业链创新有重要支撑作用。我国积极布局宽带网络建设,在硬件方面,宽带覆盖范围不断扩大,技术创新取得显著突破,在软件应用方面,网络电商、大数据、云计算和物联网等新兴业态蓬勃发展。但我国宽带网络仍存在农村宽带接入率较低、芯片等关键技术受制于人和应用场景同质化严重等问题。针对上述问题,国务院于 2013 年颁布《“宽带中国”战略及实施方案》(国发〔2013〕31 号),明确将宽带网络定位为“战略性公共基础设施”,实施“城市双千兆”与“农村普惠接入”双轨战略。2014~2016 年间分三批遴选 117 个试点城市,通过财税优惠与频谱资源倾斜,推动平均下载速率从 7.2 Mbps (2014)跃升至 62.5 Mbps (2016),并建立网络安全等级保护 2.0 体系,实现关键信息基础设施防护覆盖率 100%。受益于“宽带中国”战略带来信息可得性的提高,供应链上下游的企业在生产、交换活动中将产生知识和技术的扩散和渗透,降低企业进行绿色创新的知识技术门槛,有效激发了企业的绿色创新活力[8]。

2.2. 中介机制分析

2.2.1. 促进创新人才集聚

数字基础设施建设通过集聚创新人才为企业绿色创新提供人力资本支持。完善的数字基础设施增强了信息的流动性与可得性,一方面促进了高技术人才向试点城市的空间集聚,优化了劳动力配置效率[9];另一方面,互联网平台显著强化了知识溢出效应,提升了员工的技能水平和创新意识,从而为企业开展绿色技术创新奠定了人才基础[10]。

2.2.2. 提高企业生产及供应链效率

数字基础设施通过提升企业整体运营效率促进绿色创新。高速宽带网络使企业有效获取市场信息、洞察市场变化和挖掘潜在增长潜力,优化各类生产要素的配置效率,提升了全要素生产率[11],使企业有更多资源和动力投入至周期长、风险高的绿色技术研发活动中,实现效率驱动创新。

2.2.3. 提高城市金融发展水平

最后,数字基础设施建设有助于推动城市金融发展,缓解企业绿色创新面临的融资约束。数字技术与传统金融业态深度融合,促进了数字普惠金融的扩展,降低了金融机构与企业之间的信息不对称,提高了融资效率和服务覆盖范围[12]。畅通的融资渠道为企业绿色创新提供了必要的资金支持,有效解决了研发投入高、外部融资难的问题,从金融层面保障了绿色创新活动的可持续性。

3. 数据采集与实证模型设定

3.1. 数据采集

本文构建 2007~2021 年面板数据,涵盖企业与地级市两个层面。企业数据源自上市公司年报与国家知识产权局,包括绿色专利申请数量、研发支出及控制变量,绿色专利依据 WIPO 绿色专利分类号识别。地级市数据方面,基于工信部发布的《“宽带中国”示范城市名单》,构建是否试点的虚拟变量;中介变量中,城市创新指数源自《中国城市和产业创新力报告 2017》,人力资本数据来自《中国城市统计年鉴》,

城市金融发展指标采用北京大学数字普惠金融指数。对所有连续变量进行 1%和 99%分位缩尾处理,以控制极端值影响。

3.2. 模型构建

为考察“宽带中国”试点政策对企业绿色创新的影响,本文基于 2014~2016 年分批推行的试点政策构建准自然实验,采用部分线性双重机器学习模型(Double Machine Learning, DML)以缓解遗漏变量与选择偏误引起的内生性问题。该模型设定如下:

$$Y_{it} = Treat_i \times Post_t \theta_0 + g_0(Control_{it}) + \zeta \quad (1)$$

$$\mathbb{E}(\zeta | Treat_i \times Post_t, Control_{it}) = 0 \quad (2)$$

$$Treat_i \times Post_t = m_0(Control_{it}) + V \quad (3)$$

$$\mathbb{E}(V | Control_{it}) = 0 \quad (4)$$

其中, Y_{it} 表示企业绿色创新分别从水平(GIL)、质量(GIQ)和效率(GIE)三个维度衡量; $Treat_i \times Post_t$ 为政策处置变量,标记企业是否位于试点城市及政策实施后; $Control_{it}$ 为控制变量集,包括企业年龄、资产负债率、资产收益率、托宾 Q 值与董事会规模。利用以上估计公式进行计量估计,估计目标是在控制 $Control_{it}$ 的同时估计 θ_0 。为此,使用有监督的机器学习估计条件期望 $\mathbb{E}(\zeta | Treat_i \times Post_t, Control_{it})$ 和 $\mathbb{E}(V | Control_{it})$, 本文重点关注估计系数 θ_0 , 若显著为正则表明政策有效促进绿色创新。上述变量的描述性统计详见表 1 所示:

Table 1. Descriptive statistics of major variables

表 1. 主要变量的描述性统计

Variable	变量名	变量介绍	样本量	均值	标准差
GIL	企业绿色创新水平	$\ln(\text{企业当年申请绿色专利数量} + 1)$	28144	0.466	0.896
GIQ	企业绿色创新质量	$\ln(\text{企业当年申请绿色发明专利数量} + 1)$	28144	0.321	0.739
GIE	企业绿色创新效率	$\ln(\text{企业当年申请绿色专利数量} + 1) / \ln(\text{研发支出} + 1)$	28144	0.027	0.048
Lervage	资产负债率	总负债/总资产	24760	0.412	0.200
Roa	资产收益率	净利润/总资产	24320	0.041	0.260
Age	企业年龄	当年年份 - 企业成立年份 + 1	28108	9.278	2.334
Tobin Q	托宾 Q 值	市值/总资产	28142	9.862	7.364
director	董事会规模	$\ln(\text{董事会人数})$	27708	2.116	1.689

4. 实证结果与分析

4.1. 基准回归结果

本文采用双重机器学习模型评估“宽带中国”政策对企业绿色创新的影响。基准回归结果如表 2 所示,政策变量(DID)的系数在所有模型中都显著为正。在控制变量与固定效应后,政策使企业绿色创新水平(GIL)、绿色创新质量(GIQ)和绿色创新效率(GIE)分别显著提高 0.143、0.118 和 0.007。相较于控制组均值,政策分别带来约 30.7%、36.8%和 2.6%的提升。结果表明,“宽带中国”政策显著促进了企业绿色创新,支持了本文的研究假设。

Table 2. Benchmark regression results**表 2.** 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	GIL	GIL	GIQ	GIQ	GIE	GIE
DID	0.297*** (5.89)	0.143*** (3.50)	0.260*** (6.66)	0.118*** (3.55)	0.013*** (4.27)	0.007*** (2.96)
Constant	-0.013** (-2.30)	0.011* (1.79)	-0.012*** (-2.75)	0.001 (0.16)	-0.001* (-1.77)	0.001** (2.40)
控制变量	否	是	否	是	否	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	28,144	21,676	28,144	21,676	28,144	21,676

注：括号内表示稳健标准差；*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平上显著，下表同。

4.2. 稳健性检验

4.2.1. 剔除样本异常值的影响

为排除异常值干扰，对变量进行 1%、99%和 5%、95%分位数双边缩尾处理。如表 3 所示，重新回归后，核心变量系数波动幅度小于 5%，且统计显著性未发生改变，表明结论稳健。

Table 3. Robustness test for removing the influence of outliers**表 3.** 剔除异常值影响的稳健性检验

变量	1%缩尾			5%缩尾		
	GIL	GIQ	GIE	GIL	GIQ	GIE
DID	0.297*** (5.89)	0.143*** (3.50)	0.260*** (6.66)	0.118*** (3.55)	0.013*** (4.27)	0.007*** (2.96)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	21,676	21,676	21,676	21,676	21,676	21,676

4.2.2. 剔除并行政策的影响

为排除同期政策干扰，本文控制了“智慧城市”(Smartcity)与“国家级大数据综合试验区”(Bigdata)政策虚拟变量。表 4 显示，在逐步及同时控制这两种政策后，“宽带中国”政策对企业绿色创新(GIL 与 GIQ)的促进效应系数仍显著为正，且显著性水平未发生改变，表明估计结果不受并行政策混杂影响，结论稳健。

4.2.3. 重设双重机器学习模型

为检验模型稳健性，本文通过调整双重机器学习模型的样本分割比例(改为 1:2 与 1:7)并引入广义交互式模型重新进行估计。表 5 显示，处理效应(DID)的估计系数及显著性均保持稳定，进一步支持了基准结论的可靠性。

Table 4. Robustness test to eliminate the impact of parallel policies
表 4. 剔除并行政策影响的稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	GIL	GIL	GIL	GIQ	GIQ	GIQ
DID	0.107*** (0.0407)	0.0884** (0.0444)	0.0869* (0.0449)	0.0841*** (0.0325)	0.0731** (0.0337)	0.0687** (0.0345)
Smartcity	是		是	是		是
Bigdata		是	是		是	是
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	21,676	21,676	21,676	21,676	21,676	21,676

Table 5. Robustness testing of resetting dual machine learning models
表 5. 重设双重机器学习模型的稳健性检验

变量	(1) 改变样本分割比例				(2) 交互式模型	
	Kfolds = 3		Kfolds = 8		GIL	GIQ
	GIL	GIQ	GIL	GIQ		
DID	0.118*** (0.0382)	0.108*** (0.0382)	0.138*** (0.0419)	0.120*** (0.0419)	0.102*** (0.0291)	0.108*** (0.0189)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	21,676	21,676	21,676	21,676	21,676	21,676

5. 机制分析与量化分解

5.1. 机制分析

5.1.1. 创新人才集聚机制：知识流动与人力资本提升

数字基础设施建设通过吸引人才流入、提升劳动力技能水平、强化知识溢出效应，显著促进了城市人力资本积累与企业内部高素质人才聚集，从而为绿色创新提供关键人才支撑。表 6 表明，“宽带中国”政策显著提升了城市创新指数(Innovation_index)、人力资本水平(Human_capital)及企业高学历员工比例(graduate)。

5.1.2. 效率优化机制：生产流程数字化与资源配置升级

数字基础设施建设通过提升企业整体效率进而促进绿色创新。一方面，推动企业向数字化、智能化转型，提高要素产出效率；另一方面，优化生产流程和增强产品竞争力，激励创新投入。本文选用企业全要素生产率(TFP_LP)、供应链周转率(supply)和产融结合(ind_fin)分别表征生产效率、周转效率与融资效率，表 7 回归结果均显著为正，表明数字基础设施显著改善了企业生产、周转与融资效率，为绿色创新提供了坚实基础。

Table 6. Mechanism analysis: accumulation of innovative talents
表 6. 机制分析：创新人才的集聚

变量	(1)	(2)	(3)
	Human_capital	Innovation_index	graduate
DID	0.039*** (-9.42)	0.148*** (22.28)	0.111*** (14.10)
Constant	5.565*** (338.09)	2.663*** (79.05)	4.755*** (193.75)
控制变量	是	是	是
Observations	22,766	26,015	30,114
Number of stock_code	3342	3359	3249

Table 7. Efficiency optimization mechanism: digitalization of production processes and upgrading of resource allocation
表 7. 效率优化机制：生产流程数字化与资源配置升级

变量	(1)	(2)	(3)
	TFP_LP	supply	ind_fin
DID	0.014** (2.21)	0.030** (2.05)	0.126*** (-29.74)
Constant	7.031*** (380.36)	4.452*** (119.00)	0.022** (2.15)
控制变量	是	是	是
Observations	37,392	28,303	26,701
Number of stock_code	3366	3208	3150

Table 8. Financial support mechanism: deepening inclusive finance and relieving financing constraints
表 8. 金融支持机制：普惠金融深化与融资约束缓解

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	index_aggregate	coverage_breadth	usage_depth	digitization_level
DID	0.361*** (82.76)	0.306*** (73.90)	0.366*** (79.41)	0.621*** (91.55)
Constant	4.707*** (423.08)	4.691*** (436.83)	4.758*** (406.57)	4.715*** (279.16)
控制变量	是	是	是	是
Observations	26,015	26,014	26,015	26,015
Number of stock_code	3359	3359	3359	3359

5.1.3. 金融支持机制：普惠金融深化与融资约束缓解

数字基础设施建设通过推动数字金融发展缓解企业绿色创新的融资约束。一方面，数字技术与金融服务融合提高了企业融资效率；另一方面，扩大了金融服务覆盖范围，吸引更多资金支持绿色研发。本

文采用北京大学数字金融研究中心编制的数字普惠金融指数(index_aggregate)、金融覆盖广度(coverage_breadth)、使用深度(usage_depth)和数字化水平(digitization_level)四项指标衡量城市金融发展。表 8 显示各项系数显著为正, 表明数字基础设施有效促进了城市金融水平提升, 为企业绿色创新提供了关键的资金保障。

5.2. 机制量化分解

为更进一步地检验及量化以上三条路径解释的数字基础设施建设对于企业绿色创新影响, 本文采用 Heckman 等[13]与 Gelbach [14]的机制量化分解方法, 具体分解公式如下:

$$Y_{it} = \alpha + \beta Treat_i \times Post_t + \varphi Control_{it}^i + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$M_{it}^j = \alpha + \delta^j Treat_i \times Post_t + \varphi Control_{it}^i + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$Y_{it} = \alpha + \sum \kappa^j M_{it}^j + \gamma Treat_i \times Post_t + \varphi Control_{it}^i + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中, i 表示企业个体, t 表示时间, j 表示具体路径。因此, M_{it}^j 表示个体 i 年份 t 的路径 j , 其余系数设定与基准回归的估计方程相同。

根据 Gelbach 的证明[14]:

$$\hat{\beta} = \hat{\gamma} + \sum \hat{\kappa}^j \hat{\delta}^j \quad (8)$$

因此, 路径 j 所解释的政策效果为 $\hat{\kappa}^j \hat{\delta}^j$, 其余未解释的部分为 $\hat{\gamma}$ 。由此可计算得到, 机制 j 所解释的效果比重为 $\hat{\kappa}^j \hat{\delta}^j / \hat{\beta}$ 。

由以上公式计算可得三条路径中各个指标所能解释的效果比重, 对应的结果在图 1 中展示。加总可得, 创新人才的集聚(包括城市人力资本、城市创新指数、企业内学历特征)带来的解释比重约为 13.4%; 整体效率的提高(包括企业全要素生产率、供应链周转时间、产融结合)带来的解释比重约为 30.69%; 城市金融的发展(包括数字普惠金融指数及金融覆盖广度、使用深度、数字化水平)带来的解释比重约为 12.22%。三条路径一共解释了约 56%的效果。这一结果表明以上三条解释数字基础设施建设对于企业绿色创新影响的中介路径具有较强可信度与一定的解释力。

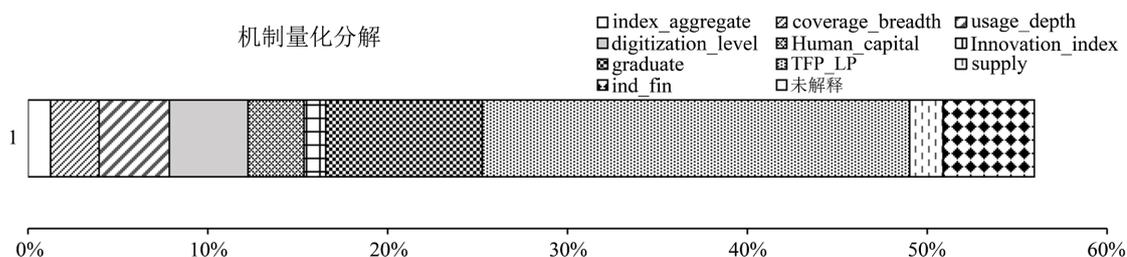


Figure 1. Schematic diagram of mechanism quantification decomposition

图 1. 机制量化分解示意图

6. 结论与政策启示

数字基础设施建设不仅是技术升级的核心任务, 更是实现“双碳”目标的关键路径。本文研究表明, 通过优化人才、效率与金融资源配置, 数字基础设施可显著提升企业绿色创新水平, 为《数字中国建设整体布局规划》政策的全国推广提供科学依据。具体而言, 本文研究发现: 第一, 数字基础设施建设有效激发企业绿色创新活力; 第二, 其主要传导机制来自创新人才的集聚、整体效率的提高和城市金融的

发展。第三,成本-收益分析表明了数字基础设施建设的收益大于支出,整体效益是值得的。综上,本文认为,数字基础设施的建设将有助于促进企业进行绿色创新,同时,该项政策也将带来一定的经济效益。

基于以上的分析,本文从三个方面提出相应政策建议。

6.1. 扩大试点范围, 优先覆盖高碳排放行业集聚区

本文的实证结果证明数字基础设施建设将显著促进企业进行绿色创新。公共基础设施建设将有效推动经济高质量发展,同时也是评估“有为政府”的重要参考标准。其中,数字基础设施因其对经济社会发展的战略性、基础性、先导性作用,近年来得到了快速发展。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》将“加快建设新型基础设施”作为专门一节列出。为了更有效地推动企业进行绿色创新,建议扩大试点范围,优先覆盖高碳排放行业集聚区,如钢铁、化工、建材等行业的集中区域。这些地区的企业绿色创新需求迫切,数字基础设施的建设将为这些企业提供更好的技术支持和创新环境,有助于实现节能减排和绿色发展。

6.2. 构建“人才-金融-技术”三位一体支持体系

基于机制分析的结果,数字基础设施建设主要的效果来自整体效率的提高,特别是企业全要素生产率的提高在其中占了较大比重。但对于人才的集聚,特别是其中创新人才的吸引与培养,还有较大的提升空间。因此,考虑到人才流动的滞后性,数字基础设施应提前布局、提前建设。政府应响应号召,加速实施数字基础设施建设工程,牢牢把握时代大趋势。另外,数字金融布局也需持续深化,政府在完善数字基础设施建设的同时,也要推动数字金融的有机发展,为企业绿色创新注入更多发展活力。

6.3. 优化成本-收益结构, 提升数字基础设施建设的经济可行性

基于成本-收益分析框架所得到的结果表明,数字基础设施建设的未来持续收益可观。这意味着数字基础设施建设将有助于发展新质生产力,同时实现经济高质量发展。为提升其经济效应,建议合理强化成本管控,建立成本监督机制,定期审查项目预算和支出,确保资金合理使用;推广标准化建设方案,降低建设成本;鼓励企业共享基础设施,提高资源利用率,减少重复建设。深入而系统地评价“宽带中国”这一试点政策的影响,短期内可为制定数字基础设施建设政策提供宝贵的经验与启发;长远来看,其对我国数字经济的稳健发展具有不可忽视的现实意义。

参考文献

- [1] 马骏,朱斌,何轩. 家族企业何以成为更积极的绿色创新推动者?——基于社会情感财富和制度合法性的解释[J]. 管理科学学报, 2020, 23(9): 31-60.
- [2] 王旭,褚旭. 制造业企业绿色技术创新的同群效应研究——基于多层次情境的参照作用[J]. 南开管理评论, 2022, 25(2): 68-81.
- [3] 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[J]. 经济研究, 2020, 55(9): 192-208.
- [4] 邱志萍,蒋鹏程,刘举胜. 数字基础设施建设赋能商贸流通产业集聚——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 南京财经大学学报, 2023(5): 13-23.
- [5] 逯海勇,宋培,李琳,等. 数字基础设施与国内市场一体化——对加快建设国内统一大市场的启示[J]. 南方经济, 2023(12): 128-142.
- [6] 王冲,王磊. 信息基础设施建设的技术创新效应——来自“宽带中国”试点政策的证据[J]. 经济问题探索, 2023(11): 56-73.
- [7] 宋敏,刘欣雨. 创新基础设施建设推动制造业碳减排发展:机理与证据[J]. 南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学), 2023, 60(6): 112-126.

-
- [8] 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): 57-75.
- [9] 牛子恒, 崔宝玉. 网络基础设施建设与劳动力配置扭曲——来自“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 统计研究, 2022, 39(10): 133-148.
- [10] 崔书会, 李光勤, 豆建民. 产业协同集聚的资源错配效应研究[J]. 统计研究, 2019, 36(2): 76-87.
- [11] 裴尔洁, 张治栋. 数字基础设施建设对经济高质量发展的影响——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 华东经济管理, 2024, 38(2): 64-74.
- [12] 唐松, 伍旭川, 祝佳. 数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. 管理世界, 2020, 36(5): 52-66, 9.
- [13] Heckman, J., Pinto, R. and Savelyev, P. (2013) Understanding the Mechanisms through Which an Influential Early Childhood Program Boosted Adult Outcomes. *American Economic Review*, **103**, 2052-2086. <https://doi.org/10.1257/aer.103.6.2052>
- [14] Gelbach, J.B. (2016) When Do Covariates Matter? And Which Ones, and How Much? *Journal of Labor Economics*, **34**, 509-543. <https://doi.org/10.1086/683668>
- [15] Ackerman, F. and Heinzerling, L. (2002) Pricing the Priceless: Cost-Benefit Analysis of Environmental Protection. *University of Pennsylvania Law Review*, **150**, 1553-1584. <https://doi.org/10.2307/3312947>
- [16] 田虹, 秦喜亮. 绿色技术创新对城市碳减排影响的区域差异和收敛性——来自地级市层面的经验证据[J]. 财经理论与实践, 2024, 45(1): 97-103.
- [17] Wang, T., Teng, F., Deng, X. and Xie, J. (2022) Climate Module Disparities Explain Inconsistent Estimates of the Social Cost of Carbon in Integrated Assessment Models. *One Earth*, **5**, 767-778. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.06.005>