

数字产业集聚与制造业企业绿色转型

肖语娴

南京邮电大学经济学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年2月28日; 录用日期: 2026年3月10日; 发布日期: 2026年4月10日

摘要

在“双碳”目标背景下, 推动制造业企业绿色转型已成为实现经济高质量发展的重要路径。基于2013~2022年中国A股制造业上市公司数据, 本文实证检验了数字产业集聚对制造业企业绿色转型的影响及其作用机制。研究表明, 数字产业集聚能够显著促进制造业企业绿色转型, 该结论在一系列稳健性检验后依然成立。机制检验结果显示, 数字产业集聚可能通过促进知识溢出和吸引人才集聚两条机制在一定程度上推动制造业企业绿色转型, 对污染型企业影响更为显著, 并且该效应在东部地区表现更为强劲。本文的研究结论进一步表明, 政府应当进一步推动数字产业集聚, 建设多方面的绿色转型支持体系, 并实施差异化政策。

关键词

数字产业集聚, 制造业绿色转型, 绿色全要素生产率

Digital Industry Agglomeration and the Green Transformation of Manufacturing Enterprises

Yuxian Xiao

School of Economics, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: February 28, 2026; accepted: March 10, 2026; published: April 10, 2026

Abstract

Against the backdrop of China's "dual-carbon" goals, promoting the green transformation of manufacturing enterprises has become an important pathway to achieving high-quality economic development. Using data on Chinese A-share listed manufacturing firms from 2013 to 2022, this study empirically examines the impact of digital industry agglomeration on the green transformation of

manufacturing enterprises and explores its underlying mechanisms. The results show that digital industry agglomeration significantly promotes the green transformation of manufacturing enterprises, and this conclusion remains robust after a series of robustness tests. Mechanism analysis suggests that digital industry agglomeration may facilitate the green transformation of manufacturing enterprises to some extent by promoting knowledge spillovers and attracting talent agglomeration, with a more pronounced effect observed in pollution-intensive firms. Furthermore, the effect is stronger in the eastern region. The findings further imply that the government should continue to promote the development of digital industry agglomeration, establish a comprehensive support system for green transformation, and implement differentiated policies.

Keywords

Digital Industrial Agglomeration, Green Transformation of the Manufacturing Industry, GTFP

Copyright © 2026 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

在“双碳”目标与高质量发展背景下，制造业绿色升级成为我国可持续发展的关键。据《中国能源统计年鉴(2023)》，制造业能源消费占比高达 56.77%，转型任务紧迫。与此同时，随着 5G 等数字技术的发展，数字产业化与产业数字化协同推进，数字产业集聚正成为赋能实体经济、驱动制造业绿色转型的重要力量。

经济地理与产业集聚理论表明，空间集聚通过资源共享、知识溢出与协同创新提升效率、降低成本。随着 5G 等数字技术快速发展，数字产业加速集聚并深度嵌入实体经济。《“十四五”数字经济发展规划》明确提出加快数字产业集聚和产业数字化转型，推动“数字产业化”与“产业数字化”协同发展。在政策推动下，数字产业集聚与制造业融合日益紧密，其通过技术赋能、资源整合与模式创新，逐渐成为制造业绿色升级的重要支撑力量。

现有文献主要从两方面展开：一是数字产业集聚的经济效应。研究证实数字产业集聚能通过要素汇集、知识溢出等机制提升区域创新、经济韧性及绿色经济效率[1]-[4]，并促进制造业出口复杂度与产业升级[5] [6]。二是企业绿色转型的影响因素。内部因素包括企业数字化、产业链协同及外商投资等[7] [8]；外部因素涵盖环境规制、金融发展及环保税等政策引导[9]-[12]。

综上，现有文献多聚焦区域或行业层面的绿色发展效果，缺乏从企业微观层面系统考察数字产业集聚影响的研究。随着数字经济战略的深化，数字产业集聚这一新型空间组织形态是否以及如何影响制造业企业绿色转型，仍有待进一步探讨。基于此，本文以 2013~2022 年中国 A 股制造业企业为样本，系统分析数字产业集聚对企业绿色转型的影响及其机制。本文的贡献在于：第一，将数字产业集聚与企业层面绿色转型相结合，拓展微观研究视角；第二，在总体效应分析基础上，进一步考察企业属性与区域禀赋差异，揭示其异质性影响。

2. 理论分析与实证假设

2.1. 数字产业集聚对制造业企业绿色转型

数字产业集聚首先通过提升数字技术的普及程度影响企业生产方式。数字技术具有高度渗透性，使

生产要素配置、生产组织形式及商业模式逐步实现数字化转型[13]。其高技术含量、低环境负荷与资源利用效率提升等特征,有助于推动生产与环境协调发展,促使企业由高投入、高能耗的传统生产模式向低碳、高效模式转变,从而实现绿色转型[14]。同时,数字技术具备非竞争性、非排他性及规模报酬递增等特征,能够通过正外部性促进绿色技术进步与扩散[15]。

其次,数字产业集聚强化区域竞争与创新激励。在集聚环境下,企业为获取竞争优势将加大技术与管理创新投入,其中包括清洁生产与节能减排相关技术[16]。此外,数字产业与制造业的协同发展能够优化中间投入结构与服务供给,降低交易成本并提升环境治理效率,从而进一步推动制造业企业绿色升级。

结合上述分析提出以下假设:

H1: 数字产业集聚可以促进制造业企业绿色转型升级。

2.2. 数字产业集聚对制造业企业绿色转型升级的作用机制

数字产业集聚不仅通过技术扩散与产业协同提升区域创新能力,更可能通过多种要素传导机制影响制造业企业的绿色转型。从产业集聚与创新理论视角看,数字产业集聚通过强化知识流动、促进人才集中以及优化资源配置,为企业绿色技术应用与生产方式转型提供重要条件,从而在一定程度上推动制造业企业绿色升级。

一方面,数字产业集聚可能通过强化知识溢出效应促进绿色技术扩散。在传统产业发展模式下,企业之间的信息获取往往受到空间距离与信息不对称的限制,知识扩散效率相对较低。而数字产业依托云计算、大数据和互联网平台等核心技术,在地理空间集聚的同时构建起数字化的信息交流网络,使企业能够以更低成本获取外部技术与管理知识。相关研究表明,产业集聚能够通过知识溢出与学习效应提升企业创新能力[17]。在数字产业集聚环境下,企业之间更容易通过技术合作、联合研发以及产业联盟等方式形成知识共享网络,从而促进绿色技术与管理经验的传播[18]。在这一过程中,制造企业不仅能够更便捷地获取绿色生产技术和节能减排方案,还可能通过吸收与再创新提升自身绿色技术能力,为绿色转型提供技术基础。

另一方面,数字产业集聚可能通过促进人才集聚为绿色转型提供人力资本支持。数字产业作为技术密集型产业,其发展高度依赖知识与技术创新,往往在特定区域形成产业与人才的协同集聚[19]。根据人力资本理论,高素质人才的集中有助于提升区域创新能力并促进知识传播。随着数字产业在特定区域持续集聚,大量具备数字技术与工程背景的研发人员向相关区域流动,从而形成创新人才密集的产业环境。在此背景下,人才通过跨企业流动、项目合作以及技术交流等方式促进知识扩散,使先进技术理念在不同企业之间传播。同时,数字产业人才与制造业技术人员之间的互动交流,也有助于促进绿色生产技术与数字技术的融合应用,从而为制造业企业绿色技术研发与绿色转型提供重要的人力资本支撑。

结合上述分析提出以下假设:

H2: 数字产业集聚通过知识溢出和人才集聚促进制造业企业绿色转型升级。

3. 研究设计

3.1. 数据来源

本文以 2013~2022 年沪深 A 股制造业上市公司为研究对象,构建省(直辖市)数字产业集聚指标,并进行如下处理:剔除 ST、*ST、退市及关键变量缺失的样本;利用线性插值和趋势外推法补全数据;对连续变量进行 1%双侧缩尾处理。数据来源如下:企业数据来自 CSMAR 数据库;数字产业集聚及省级数据源于国家统计局、中经网;环保数据源自《中国能源统计年报》及《中国环境统计年鉴》等。

3.2. 变量选取

3.2.1. 被解释变量

本文的被解释变量为制造业企业绿色全要素生产率。参考相关文献,运用 SBM-DDF 模型结合 GML 指数计算企业的绿色全要素生产率[20][21]。投入指标包括资本投入(企业年末固定资产净额)、劳动投入(年末在职人员数量)和能源投入(行业能耗按营收占比折算),期望产出为企业营业收入,非期望产出包括二氧化硫排放量、化学需氧量排放量和一般固体废物排放量(折算方法同能源投入)。

3.2.2. 解释变量

本文的核心解释变量为数字产业集聚水平。依据《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》《国民经济行业分类》和中国信息通信研究院对数字产业的界定,以及袁歌聘(2023)的研究,认为数字产业主要涉及信息传输、软件与信息技术服务业以及计算机、通信和其他电子设备制造业两个行业[5]。

参考以往研究,本文构建区位熵作为各省(直辖市)数字产业集聚指标[22][23]:

$$Agg_{rt} = \frac{e_{rt}/E_{rt}}{e_t/E_t} \quad (1)$$

其中, e_{rt} 和 E_{rt} 分别表示 r 省 t 年的数字产业与总就业人员数, e_t 和 E_t 为全国相应指标。鉴于省级层面计算机、通信和其他电子设备制造业就业数据缺失,本文以规模以上工业企业平均用工人数替代,缺失值通过各省统计年鉴补齐。

3.2.3. 控制变量

本文对企业层面、行业层面和地区层面变量进行控制,具体如表 1:

Table 1. Control variables

表 1. 控制变量说明

变量	变量符号	衡量方法
企业年龄	$\ln Age$	当年年份减去企业成立年份加 1 的自然对数值
企业规模	$Size$	企业总资产的自然对数值
财务杠杆	Lev	企业期末负债与期末总资产之比
盈利能力	HHI	净利润与总资产平均余额之比
发展能力	Roe	托宾 Q 值
企业结构	Str	固定资产和存货净额之比
企业性质	$TobinQ$	当企业控股股东股权性质属于国企时记为 1, 否则记为 0
行业集中度	Soe	HHI 指数
地区经济发展水平	Eco	各省市人均 GDP 对数值

表 2 为相关变量的描述性统计。方差膨胀因子检验显示,变量 VIF 均小于 3,不存在多重共线性问题。

Table 2. Descriptive statistics

表 2. 描述性统计

变量名	样本量	均值	标准差	最小值	最大值	变量名
$Gtfp$	12,840	1.0203	0.065	0.89	1.01	1.39

续表

<i>Agg</i>	12,840	1.7282	1.554	0.03	0.95	5.41
<i>lnAge</i>	12,840	2.9982	0.280	2.20	3.04	3.61
<i>Size</i>	12,840	22.3673	1.204	20.02	22.23	25.87
<i>Lev</i>	12,840	0.4238	0.196	0.06	0.42	0.94
<i>HHI</i>	12,840	0.1624	0.106	0.04	0.13	0.51
<i>Roe</i>	12,840	0.0390	0.177	-1.11	0.06	0.36
<i>Str</i>	12,840	0.3764	0.152	0.08	0.36	0.75
<i>TobinQ</i>	12,840	2.1222	1.324	0.84	1.69	8.32
<i>Soe</i>	12,840	0.3713	0.483	0.00	0.00	1.00
<i>Eco</i>	12,840	11.2021	0.436	10.28	11.20	12.14

3.3. 模型设定

为减少遗漏变量可能带来的偏误, 本文在模型中控制了企业个体效应和时间效应, 并在企业层面进行聚类处理, 构建双向固定效应的基准回归模型:

$$Gtfp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Agg_{rt} + \alpha_2 Controls_{it} + \lambda_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

在上式中, $GTFP_{it}$ 为制造业上市公司 i 在第 t 年的绿色全要素生产率, Agg_{rt} 为 r 省(直辖市)第 t 年的数字产业集聚水平, $Controls_{it}$ 为控制变量, λ_i 表示个体固定效应, δ_t 表示时间固定效应, ε_{it} 表示随机误差项。 Agg_{rt} 显著为正则表明数字产业集聚对制造业企业绿色转型具有促进作用。

4. 实证结果分析

4.1. 基准回归结果

表 3 显示, 列(1)中 Agg 显著为正。列(2)为增加控制变量后的回归结果, Agg 的系数变化为 0.0074, 但显著性水平不变, 意味着数字产业集聚能有效促进我国制造业企业的绿色转型, 验证本文实证假设 H1。

Table 3. Baseline regression

表 3. 基准回归

	(1) Gtfp	(2) Gtfp
<i>Agg</i>	0.0051*** (0.0018)	0.0074*** (0.0027)
<i>Controls</i>	No	Yes
<i>Constant</i>	1.0115*** (0.0032)	1.2292*** (0.1403)
个体固定	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes
R^2	0.6648	0.6797
<i>Observations</i>	12,840	12,840

注: 括号内为企业层面的聚类标准误, *, **, ***分别为 10%、5%、1%的显著性水平。若无误, 下表同。

4.2. 稳健性检验

4.2.1. 联合固定效应与聚类稳健标准误

为排除其他层面扰动因素的影响，在基准回归的基础上，进行行业-年份的联合固定效应。其次，为了排除组内个体之间的相关性对基准回归模型结果的影响，本文在企业和时间层面进行聚类处理。结果如表4所示，列(1)控制行业-年份的联合固定效应，列(2)为企业和时间层面的聚类处理，Agg系数显著为正，基准回归稳健。

4.2.2. 去掉疫情影响年份

考虑到新冠疫情在2020年及以后对正常的生产经营互动产生一定的影响，制造业企业的绿色转型行为可能受到应急决策的干扰；另一方面，政府在此期间出台一系列数字产业扶持政策，可能会导致回归结果出现偏差，因此剔除2020~2022年数据样本。表4列(3)显示，Agg系数显著为正，基准回归稳健。

Table 4. Robustness tests

表 4. 稳健性检验

	(1) Gtfp	(2) Gtfp	(3) Gtfp
<i>Agg</i>	0.0065*** (0.0025)	0.0074** (0.0026)	0.0076*** (0.0028)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Constant</i>	1.1470*** (0.1344)	1.2292*** (0.1747)	1.3663*** (0.1434)
个体固定	Yes	Yes	Yes
行业-时间固定	Yes	Yes	Yes
R^2	0.7270	0.6797	0.7075
<i>Observations</i>	12,840	12,840	8988

4.2.3. 内生性检验

Table 5. Endogeneity test

表 5. 内生性检验

	(1) <i>Geo</i> × <i>Year</i>	(2) Post
<i>Agg</i>	0.0120* (0.0062)	0.0471*** (0.0140)
<i>Controls</i>	YES	YES
企业固定	YES	YES
年份固定	YES	YES
<i>Observations</i>	12,840	12,840
第一阶段 <i>F</i> 值	44.99	76.37
<i>Kleibergen-PaaprklM</i> 统计量	281.80 (0.0000)	67.67 (0.0000)
R^2	0.1384	0.0673

考虑到企业绿色全要素生产率与数字产业集聚之间可能存在双向影响,从而导致模型存在内生性问题,采用工具变量法进行检验。参考既有研究,选取各省份区域地形起伏度作为工具变量,并通过与年份虚拟变量构造交互项($Geo \times Year$)以适用于面板模型[24]。地形起伏度由自然地理条件决定,对数字产业空间布局具有一定影响,但不会直接作用于企业绿色全要素生产率,因此满足工具变量的相关性与外生性要求[25]。此外,邮政业务能够综合反映区域物流基础设施水平和信息流通效率,与数字产业发展密切相关,因此选取各省份区域邮政业务总量($Post$)作为另一工具变量进行内生性检验[26]。结果如表 5 所示,列(1)和列(2)分别以 $Geo \times Year$ 和 $Post$ 作为工具变量。第一阶段的回归结果 F 值均显著大于 10,表明不存在弱工具变量问题; $Kleibergen-Paap$ LM 统计量均在 1%水平上显著,说明工具变量具有良好的识别性。在第二阶段回归中,数字产业集聚的系数分别为 0.0120 和 0.0471,且均为正且显著,说明在控制潜在内生性问题后,数字产业集聚对制造业企业绿色转型的促进作用依然稳健。

5. 机制检验

为估计数字产业集聚对制造业企业绿色转型的影响效应,参考江艇(2022)研究,本文构建如下面板固定效应[27]:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 Agg_{it} + \beta_2 Controls_{it} + \lambda_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

在上式中, M_{it} 为中介变量,其他变量同基准回归公式。

5.1. 知识溢出

本文选取企业及其子公司与其他公司联合申请专利数量(Uni_Invent)作为知识溢出的代理变量。联合专利申请能够反映企业在技术研发过程中的合作程度。当企业通过合作研发或技术交流参与联合专利申请时,不同主体之间的技术经验与创新成果更容易实现共享,从而有助于知识在企业之间扩散。回归结果如表 6 列(1)所示,数字产业集聚显著提高了制造业企业的联合专利申请数量,说明在数字产业集聚程度较高的地区,企业之间更容易开展技术合作与信息交流。数字技术带来的信息流动效率提升,有助于强化区域内的知识传播网络,使企业更便捷地获取外部技术信息与创新资源。该结果表明,知识交流与合作可能是数字产业集聚影响制造业企业绿色转型的重要渠道之一。

5.2. 人才集聚

本文选用地区 R&D 人员折合全时当量(R&D)作为人才集聚的代理变量。该指标能够反映区域内实际从事研发活动的人力资源投入强度,是衡量区域创新人才集聚程度的重要指标。回归结果如表 7 列(2)所示,数字产业集聚对地区 R&D 人员折合全时当量具有显著的正向影响,说明数字产业集聚在一定程度上有助于吸引和集聚研发人才,提高区域创新要素的集中程度。随着研发人员不断集聚,区域技术创新能力与知识扩散效率可能得到提升,从而为制造业企业绿色技术研发与绿色转型提供人力资本支持。该结果为人才集聚可能作为数字产业集聚影响企业绿色转型的重要渠道之一提供了经验证据。

Table 6. Mechanism analysis

表 6. 机制检验

	(1)	(2)
	Uni_Invent	R&D
<i>Agg</i>	6.5724*** (2.3704)	0.0103 (0.0225)
<i>Controls</i>	YES	YES

续表

<i>Constant</i>	457.7617** (191.7660)	-8.7700*** (1.4435)
个体固定	YES	YES
时间固定	YES	YES
R^2	0.5984	0.9754
<i>Observations</i>	12,840	12,840

6. 进一步分析

6.1. 行业污染密集度

污染行业通常面临更严格的环境规制与排放限制，因此绿色转型的动机更加强烈。借鉴既有文献的做法[28][29]，依据《关于开展第一次全国污染源普查的通知(2006)》和《上市公司环保核查行业分类管理名录》，将样本企业划分为污染行业企业组和清洁行业企业组。结果如表7列(1)和列(2)所示，相对于清洁行业，数字产业集聚对污染行业制造业企业绿色转型的促进作用更加显著。可能的原因在于，相对清洁制造业企业，污染制造业企业在绿色技术积累和能源效率方面存在显著差距。数字产业集聚提供的智能制造技术与数字化管理工具，能够为污染企业弥补其清洁生产技术的不足，同时通过精准能源管理降低排放强度。因此，数字产业集聚对污染制造业企业的绿色转型具有显著的促进作用。

6.2. 中东西部地区

按照国家统计局区域划分标准，将企业所属地区划分为东部地区和中西部地区，并进行分组回归。回归结果如表7列(3)和列(4)所示，数字产业集聚对东部地区制造业企业绿色转型具有显著的正向影响，而在中西部地区未表现出显著影响。可能的原因在于，东部地区数字基础设施较为完善，数字产业发展基础较好，企业能够更高效地利用数字技术所带来的信息流动与技术外溢，从而促进绿色技术应用与生产方式升级。相比之下，中西部地区数字产业基础相对薄弱，数字基础设施与技术应用水平仍有提升空间，企业在数字技术吸收与转化方面存在一定约束，使得数字产业集聚对制造业企业绿色转型的促进作用尚未充分显现。因此，区域发展差异可能在一定程度上影响数字产业集聚推动企业绿色转型的效果。

Table 7. Heterogeneity analysis

表 7. 异质性分析

	(1)	(2)	(1)	(2)
	清洁行业	污染行业	东部	中西部
<i>Agg</i>	0.0035 (0.0058)	0.0141*** (0.0050)	0.0149*** (0.0048)	0.0085 (0.0209)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Constant</i>	1.2576*** (0.3980)	1.2931*** (0.2451)	1.9933*** (0.2768)	0.2524 (0.3271)
个体固定	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
R^2	0.7102	0.5934	0.6341	0.6233
<i>Observations</i>	4310	8530	8729	4096

7. 结论与政策建议

本文选取 2013~2022 年沪深 A 股制造业上市公司数据, 分别采用区位熵和包含非期望产出的 SBM-GML 模型测度数字产业集聚水平与制造业企业绿色转型程度, 并在此基础上实证检验数字产业集聚对制造业企业绿色转型的影响及其作用机制。研究得到以下结论: 第一, 数字产业集聚能够显著促进制造业企业绿色转型。在加入行业-年份联合固定效应、采用企业与时间双重聚类标准误、调整样本以及引入工具变量等稳健性检验后, 该结论依然成立。第二, 机制分析表明, 数字产业集聚主要通过知识溢出和人才集聚两条路径推动企业绿色转型。第三, 异质性分析发现, 数字产业集聚对污染型企业和东部地区企业影响更为明显。

基于上述研究结论, 本文提出以下政策建议:

第一, 进一步推动数字产业集聚并完善数字基础设施建设。政府应结合区域产业基础与资源禀赋, 加快推动数字产业集聚发展, 促进数字技术与制造业深度融合, 推动制造企业在生产、管理与供应链等环节实现数字化升级。同时, 应持续完善数字基础设施建设, 强化数据要素流通能力, 促进知识与技术扩散, 为制造业企业绿色转型提供良好的数字环境。

第二, 充分发挥数字产业集聚的知识溢出和人才集聚效应。政府应推动高校、科研机构与企业共建数字化绿色技术创新平台, 畅通产学研协同创新渠道, 促进绿色技术成果转化。同时, 应完善数字产业与制造业融合发展的区域人才政策, 加大复合型数字技术人才与绿色技术人才的培养与引进力度。

第三, 实施差异化区域政策促进制造业绿色转型。鉴于数字产业集聚对不同地区制造业企业绿色转型的影响存在差异, 政府应在东部地区继续发挥数字产业集聚的示范带动作用, 同时加大对中西部地区数字基础设施建设和数字产业发展的支持力度, 引导数字要素合理流动, 促进区域协调发展, 推动制造业绿色转型整体提升。

参考文献

- [1] 赵放, 蒋国梁. 数字产业集聚的创新效应[J]. 浙江社会科学, 2024(9): 26-36, 157.
- [2] 齐平, 刘佩瑶, 赵放. 数字产业集聚与区域经济韧性——基于省级面板数据的实证分析[J]. 浙江学刊, 2025(2): 129-137, 240.
- [3] 阳立高, 鄢佩云, 韩峰. 数字产业与制造业协同集聚对企业绿色创新的影响研究[J]. 财经理论与实践, 2024, 45(3): 131-138.
- [4] 李栋, 张映芹, 李开源. 数字产业集聚、地方政府干预与地区绿色全要素生产率[J]. 统计与信息论坛, 2025, 40(4): 48-60.
- [5] 张天顶, 王庆柯. 数字产业集聚对中国制造业出口技术复杂度的影响研究[J]. 治理研究, 2025, 41(1): 117-136, 160.
- [6] 袁歌骋, 潘敏, 覃凤琴. 数字产业集聚与制造业企业技术创新[J]. 中南财经政法大学学报, 2023(1): 146-160.
- [7] 陈建硕, 薛小龙, 黄琼宇, 等. 数字技术创新与企业绿色全要素生产率——基于数字经济核心产业专利的经验证据[J]. 产经评论, 2024, 15(3): 51-64.
- [8] 崔兴华, 林明裕. FDI 如何影响企业的绿色全要素生产率?——基于 Malmquist-Luenberger 指数和 PSM-DID 的实证分析[J]. 经济管理, 2019, 41(3): 38-55.
- [9] 何凌云, 祁晓凤. 环境规制与绿色全要素生产率——来自中国工业企业的证据[J]. 经济学动态, 2022(6): 97-114.
- [10] 万攀兵, 杨冕, 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[J]. 中国工业经济, 2021(9): 118-136.
- [11] 袁华锡, 刘耀彬. 金融集聚与绿色发展——基于水平与效率的双维视角[J]. 科研管理, 2019, 40(12): 126-143.
- [12] 喻旭兰, 周颖. 绿色信贷政策与高污染企业绿色转型: 基于减排和发展的视角[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(7): 179-200.
- [13] Negroponte, N. (1996) Books without Pages. *ACM SIGDOC Asterisk Journal of Computer Documentation*, 20, 2-8.

<https://doi.org/10.1145/235741.235742>

- [14] 戴翔, 杨双至. 数字赋能、数字投入来源与制造业绿色化转型[J]. 中国工业经济, 2022(9): 83-101.
- [15] 蔡继明, 刘媛, 高宏, 等. 数据要素参与价值创造的途径——基于广义价值论的一般均衡分析[J]. 管理世界, 2022, 38(7): 108-121.
- [16] Grossman, K. (1992) Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. CEPR Discussion Papers No. 8, 223-250.
- [17] 向仙虹, 张瀚月, 邹志雁, 等. 数字经济、虚拟集聚和产业绿色转型——基于中微观视角的解析与验证[J]. 南京财经大学学报, 2024(4): 67-77.
- [18] 杜传忠, 薛字择. 研发联盟、开放式创新与企业全要素生产率提升[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(12): 111-132.
- [19] Carbajal Piña, C.A., Acur, N. and Cetindamar, D. (2024) An Activity Theory Analysis of Digital Innovation Orchestration in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 35, 962-983.
<https://doi.org/10.1108/jmtm-09-2023-0419>
- [20] 王珮, 黄珊, 杨智婕, 等. 环境保护税对企业绿色全要素生产率的影响研究[J]. 税务研究, 2022(11): 66-73.
- [21] 刘素荣, 徐文昊, 霍江林. 环境战略升级能否提升企业绿色全要素生产率?——基于数字化转型的驱动与赋能[J]. 西部论坛, 2025, 35(1): 65-83.
- [22] 范剑勇, 刘念, 刘莹莹. 地理距离、投入产出关系与产业集聚[J]. 经济研究, 2021, 56(10): 138-154.
- [23] 贺刚, 向天星. 数字经济核心产业空间集聚水平及其影响因素——基于新一代信息技术战略性新兴产业视角[J]. 科技管理研究, 2023, 43(5): 197-203.
- [24] 林伯强, 谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究, 2019, 54(2): 119-132.
- [25] 封志明, 唐焰, 杨艳昭, 等. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性[J]. 地理学报, 2007(10): 1073-1082.
- [26] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济, 2021, 42(7): 114-129.
- [27] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
- [28] 苏丹妮, 盛斌. 产业集聚、集聚外部性与企业减排——来自中国的微观新证据[J]. 经济学(季刊), 2021, 21(5): 1793-1816.
- [29] 何小钢, 钟湘菲. 数字化赋能企业“绿色升级”的机制和路径研究——基于中国工业企业的经验证据[J]. 管理科学, 2023, 36(4): 127-145.