

数字化水平对制造业低碳发展的影响效应及路径研究

——基于长三角A股上市公司的经验证据

孙家树

南京林业大学经济管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年7月15日; 录用日期: 2026年7月29日; 发布日期: 2026年9月18日

摘 要

基于2012~2024年长三角地区A股制造业上市公司的面板数据, 本研究构建双向固定效应模型, 实证检验了企业数字化水平对碳强度的影响效应及其内在传导机制。结果表明, 数字化水平的提升对企业碳强度具有显著的抑制作用, 证实了“数字赋能”在制造业低碳转型中的核心作用。机制检验进一步识别出三条并行路径: 数字化通过促进绿色技术创新、提升全要素生产率以及缓解融资约束, 共同驱动碳减排。异质性分析发现, 该减排效应在国有企业、大型企业及高碳排放行业中表现更为突出。本研究为理解数字化驱动制造业绿色转型的微观机理提供了经验证据, 并为实施差异化、精准化的低碳产业政策提供了决策参考。

关键词

数字化水平, 制造业, 低碳发展, 长三角

Research on the Impact and Pathways of Digitalization on Low-Carbon Development in Manufacturing

—Empirical Evidence from Listed Companies in the Yangtze River Delta

Jiashu Sun

School of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: July 15, 2026; accepted: July 29, 2026; published: September 18, 2026

文章引用: 孙家树. 数字化水平对制造业低碳发展的影响效应及路径研究[J]. 电子商务评论, 2026, 15(9): 570-579.

DOI: 10.12677/ecl.2026.1591034

Abstract

Based on panel data from A-share listed manufacturing companies in the Yangtze River Delta region from 2012 to 2024, this study constructs a two-way fixed-effects model to empirically test the effect of corporate digitalization level on carbon intensity and its internal transmission mechanisms. The results indicate that the enhancement of digitalization level has a significant inhibitory effect on corporate carbon intensity, confirming the core role of “digital empowerment” in the low-carbon transformation of the manufacturing industry. Mechanism testing further identifies three parallel pathways: digitalization drives carbon reduction by promoting green technological innovation, enhancing total factor productivity, and alleviating financing constraints. Heterogeneity analysis reveals that the carbon reduction effect is more pronounced in state-owned enterprises, large firms, and high-carbon-emission industries. This study provides empirical evidence for understanding the micro-mechanisms through which digitalization drives the green transformation of the manufacturing sector and offers decision-making references for implementing differentiated and targeted low-carbon industrial policies.

Keywords

Digitalization Level, Manufacturing, Low-Carbon Development, Yangtze River Delta

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

随着全球气候变暖问题日趋严重，我国在 2020 年提出“双碳”目标。制造业作为国民经济的重要支柱，同时也是碳排放大户，其低碳转型是培育新质生产力的核心任务。与此同时，数字经济与数字化技术的发展，为企业低碳发展注入了新活力。然而，现有研究多停留在理论分析层面，缺乏量化实证证据。鉴于此，本文以 2012~2024 年长三角 A 股制造业上市公司为样本，通过构建双向固定效应模型并引入中介变量，旨在定量探究数字化水平影响制造业低碳发展的具体路径与机制，以期为我国制造业的绿色转型提供有益的政策参考。

2. 文献评述与理论机制

2.1. 文献评述

数字化水平通过改造、替代与优化传统生产要素，为制造业绿色发展注入强劲动能，其赋能机制可依托“规模 - 技术 - 结构”三维框架系统阐释：技术路径上，大数据分析 with 数字平台在提升绿色研发成功率[1]、促进开放式创新的同时，借助高质量碳信息披露形成倒逼机制，并以虚拟仿真、信息共享等方式降低创新试错、信息与资金成本，实现提质与降本协同；在结构路径上，数字化通过智能电网加速清洁能源对化石能源的替代[2]，依托智慧管控深挖传统能源清洁高效利用潜力，并推动企业向研发设计等高附加值环节攀升、外包高耗能生产环节，完成能源结构与产业结构的双重优化[3]。然而，长三角作为转型先行区，也面临边际效益递减、转型门槛抬升等“数字枷锁”，需从单一技术赋能转向系统治理：构建以数字化为核心的“新质生产力”为引擎、绿色金融为放大器、环境规制为护栏的“三位一体”协同框

架,依托区域立法权完善高标准环保与碳交易制度[4];遵循“绿色金融→研发效率提升→智能化转型加速→企业低碳转型深化”的链式传导逻辑,针对企业不同发展阶段实施时序化精准施策[5];借鉴长江经济带发展战略的“政策包”经验,以更高水平的区域一体化战略打破行政壁垒,统合规制、金融、产业、人才等政策工具,激活绿色创新、资本配置优化与产业协同集聚等多重机制[6],最终建成高效协同的绿色创新生态系统,实现从“协同赋能”到“系统治理”的跃迁,引领中国制造业迈向更高质量、更可持续的未来[7]。

2.2. 理论分析与研究假设

结合创新驱动理论、资源基础理论及可持续发展理论,本文构建了“技术-效率-资本”三位一体的传导框架,系统阐释数字化水平对长三角制造业碳排放的影响机制[8]。研究认为,数字化并非单一的技术工具植入,而是通过重塑企业资源禀赋、优化生产函数及改善外部融资环境,从根源上推动低碳转型[9]。

第一,绿色创新路径(H1):技术赋能驱动生产方式变革。依据创新驱动理论与资源基础理论,数字化是企业获取异质性战略资源的关键。一方面,大数据、物联网等技术实现了对生产全流程能耗与碳排放的精准监测与可视化,打破了传统研发的信息壁垒,提高了绿色技术的试错成功率与迭代速度。另一方面,数字化管理系统通过设定业务“碳警示线”,实现对超标环节的动态调整与工艺优化。这种由数据驱动的绿色创新,不仅增加了绿色专利产出,更推动了低碳产品在总营收中占比的提升,通过乘数效应而非简单线性叠加,显著降低单位产出碳排放。据此,提出假设 H1:数字化水平通过提高企业绿色创新水平,减少碳排放[10]。

第二,全要素生产率路径(H2):要素优化实现集约型增长。基于可持续发展理论,经济增长与环境改善的核心在于全要素生产率的提升。数字化通过赋能智能制造,实现了生产要素的精准匹配。具体而言,数字化通过“去冗余”与“提效能”双管齐下:一是利用算法优化排产与调度,减少能源浪费与无效排放;二是对标行业先进水平,通过智能化改造提升产能利用率。这使得企业在不增加甚至减少资源投入的前提下创造更多产出,直接降低了单位 GDP 的碳排放强度。这一过程标志着企业从“高耗能、高排放”向“高技术、高效率”模式的质变。据此,提出假设 H2:数字化水平通过提高企业全要素生产率,减少碳排放[11]。

第三,融资约束路径(H3):信号传递缓解资本要素瓶颈。依据信息不对称理论与社会责任理论,资金约束是制约制造业绿色转型的主要障碍。数字化通过提升信息透明度,利用区块链与大数据风控技术,使企业经营状况与碳资产变得可追溯、可量化,降低了金融机构的尽调成本与信用风险,从而缓解了融资约束。同时,高水平的数字化往往被视为企业履行环境责任与具备长期潜力的积极信号,有助于其获得政府专项补贴、税收优惠及银行的绿色信贷支持,在融资市场中形成差异化竞争优势。充裕的资金流保障了企业能将数字化红利转化为实际的减排投入。据此,提出假设 H3:数字化水平通过缓解企业融资约束,减少碳排放。

3. 研究设计与模型构建

3.1. 样本选取与数据来源

本研究以 2012 年至 2024 年长三角地区 A 股上市制造业企业为初始研究样本。为确保数据质量,对原始数据执行了严格的清洗流程:首先,剔除了被标记为 ST、ST 等处于异常交易状态或已退市的公司样本;其次,删除了上市时间不足一年及主要财务数据存在缺失的观测值。为控制极端值对实证结果的干扰,对所有连续型变量进行了上下 1%分位数的缩尾处理。本研究使用的财务数据主要来源于国泰安经

济金融研究数据库(CSMAR)和万得数据库(Wind)。经过上述处理,最终构建了一个包含 1553 家上市公司、共计 11,496 个*“公司-年度”观测值的非平衡面板数据集。

3.2. 变量定义

本研究涉及的变量定义与测度方法如下:

1. 被解释变量

碳强度(CI): 采用企业总碳排放量与营业收入的比值进行衡量,用以反映单位产出的碳排放效率,该指标值越大,表明企业碳排放强度越高。

2. 核心解释变量

数字化水平(DT): 借鉴吴非等(2021) [10]的研究方法,对上市公司年度报告“管理层讨论与分析(MD&A)”部分的文本内容进行分析,通过统计其中 73 个人工智能相关关键词的词频,构造出衡量企业数字化程度的综合指标。

3. 中介变量

绿色创新水平(GI): 以企业当年申请并获受理的发明与实用新型绿色专利总数的自然对数进行测度,用以反映企业的绿色技术创新能力。

全要素生产率(TFP_{lp}): 采用 Levinsohn-Petrin (LP)半参数法进行估算,以更准确地反映企业在剔除要素投入后的实际生产效率。

融资约束(FC 指数): 采用 FC 指数进行测度,该指数越高,表明企业面临的外部融资约束程度越严重。

4. 控制变量

为控制其他可能影响企业碳强度的因素,本研究引入了一系列公司层面特征作为控制变量,具体包括:反映盈利能力的资产收益率(ROA)、表征股权结构的股东持股集中度(Balance2)与前十大股东持股比例(Top10)、衡量财务风险的财务杠杆(FL)、体现治理水平的独立董事比例(Indep),以及表示决策权集中情况的董事长与总经理两职合一(Dual)虚拟变量。

3.3. 实证模型构建

1. 基准回归模型

首先对本文进行多重共线性诊断,平均多重共线性膨胀因子为 1.04,其中最大的是 1.11,因此本文采用的模型不存在多重共线性,接着进行 F 检验和豪斯曼检验,结果都显示应使用固定效应模型,为了探究数字化水平对长三角制造业企业碳强度的影响研究,本文建立双向固定效应模型:

$$CI_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \alpha_2 ROA_{i,t} + \alpha_3 Balance2_{i,t} + \alpha_4 Top10_{i,t} + \alpha_5 FL_{i,t} + \alpha_6 Indep_{i,t} + \alpha_7 Dual_{i,t} + \sigma_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

在上式中, i 代表行业, t 代表年份,为常数项, CI 为碳强度, DT 为数字化水平,同时控制了时间效应和个体效应为随机干扰项,其余为控制变量。

2. 中介效应模型

为了探究数字化对长三角制造业企业的中介机制作用,在基准回归的基础上,设置中介效应模型,运用三步法检验中介效应。

(a) 绿色创新水平

$$GI_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \alpha_2 ROA_{i,t} + \alpha_3 Balance2_{i,t} + \alpha_4 Top10_{i,t} + \alpha_5 FL_{i,t} + \alpha_6 Indep_{i,t} + \alpha_7 Dual_{i,t} + \sigma_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} CI_{i,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \alpha_2 ROA_{i,t} + \alpha_3 Balance2_{i,t} + \alpha_4 Top10_{i,t} \\ & + \alpha_5 FL_{i,t} + \alpha_6 Indep_{i,t} + \alpha_7 Dual_{i,t} + \alpha_8 GI_{i,t} + \sigma_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (3)$$

在上式中, i 代表企业, t 代表年份, α_0 为常数项, CI 为碳强度, DT 为数字化水平, GI 为绿色创新水平, ROA 为资产收益率, $Balance2$ 为股东持股制衡度, $Top10$ 为前十大股东持股比例, FL 为财务杠杆, $Indep$ 为独立董事比例, $Dual$ 为两职合一虚拟变量, v_i 为个体固定效应, θ_t 为时间固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为随机干扰项。其中, 第一个方程检验数字化对碳强度的总效应, 第二个方程检验引入绿色创新中介变量后的直接效应。

(b) 全要素生产率

$$\begin{aligned} TFP_{i,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \alpha_2 ROA_{i,t} + \alpha_3 Balance2_{i,t} + \alpha_4 Top10_{i,t} \\ & + \alpha_5 FL_{i,t} + \alpha_6 Indep_{i,t} + \alpha_7 Dual_{i,t} + \sigma_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} CI_{i,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \alpha_2 ROA_{i,t} + \alpha_3 Balance2_{i,t} + \alpha_4 Top10_{i,t} \\ & + \alpha_5 FL_{i,t} + \alpha_6 Indep_{i,t} + \alpha_7 Dual_{i,t} + \alpha_8 TFP_{i,t} + \sigma_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (5)$$

在上式中, i 代表企业, t 代表年份, α_0 为常数项, CI 为碳强度, DT 为数字化水平, TFP 为全要素生产率, ROA 为资产收益率, $Balance2$ 为股东持股制衡度, $Top10$ 为前十大股东持股比例, FL 为财务杠杆, $Indep$ 为独立董事比例, $Dual$ 为两职合一虚拟变量, v_i 为个体固定效应, θ_t 为时间固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为随机干扰项。其中, 第一个方程检验数字化对全要素生产率的影响, 第二个方程检验引入全要素生产率中介变量后的直接效应。

(c) 融资约束

$$\begin{aligned} FC_{i,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \alpha_2 ROA_{i,t} + \alpha_3 Balance2_{i,t} + \alpha_4 Top10_{i,t} \\ & + \alpha_5 FL_{i,t} + \alpha_6 Indep_{i,t} + \alpha_7 Dual_{i,t} + \sigma_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} CI_{i,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \alpha_2 ROA_{i,t} + \alpha_3 Balance2_{i,t} + \alpha_4 Top10_{i,t} \\ & + \alpha_5 FL_{i,t} + \alpha_6 Indep_{i,t} + \alpha_7 Dual_{i,t} + \alpha_8 FC_{i,t} + \sigma_i + \theta_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (7)$$

在上式中, i 代表企业, t 代表年份, α_0 为常数项, CI 为碳强度, DT 为数字化水平, FC 为融资约束指数, ROA 为资产收益率, $Balance2$ 为股东持股制衡度, $Top10$ 为前十大股东持股比例, FL 为财务杠杆, $Indep$ 为独立董事比例, $Dual$ 为两职合一虚拟变量, v_i 为个体固定效应, θ_t 为时间固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为随机干扰项。其中, 第一个方程检验数字化对融资约束的影响, 第二个方程检验引入融资约束中介变量后的直接效应。

4. 实证结果分析

表1 描述性统计结果显示, 核心被解释变量碳强度(CI)的均值为 0.633, 标准差为 0.741, 表明长三角制造业企业碳排放效率存在显著差异。数字化水平(DT)均值仅为 0.039, 中位数为 0, 最大值达 0.600, 表明多数企业仍处于数字化进程的起步阶段。绿色创新水平(GI)的中位数为 0, 表明半数以上样本企业尚未开展绿色专利创新。融资约束(FC 指数)均值为 0.573, 显示约 30%的企业面临较高外部融资约束。

表2 报告了数字化水平对制造业企业碳强度影响的基准回归结果。列(1)结果显示, 核心解释变量数字化水平(DT)的系数为-0.1441, 在 1%水平上显著为负。列(2)在加入全部控制变量后, DT 系数仍保持-0.1339 且在 1%水平上显著, 表明数字化水平的提升显著降低了企业碳强度, 验证了数字化对制造业低碳发展的“赋能”效应。

表3 汇报了以绿色创新水平(GI)为中介变量的机制检验结果。列(1)显示, 数字化水平(DT)对绿色

Table 1. Descriptive statistics**表 1.** 描述性统计

VarName	Obs	Mean	SD	Min	Median	Max
CI	11,496	0.633	0.741	-1.394	1.053	1.385
DT	11,496	0.039	0.092	0.000	0.000	0.600
indep	11,496	0.377	0.052	0.333	0.364	0.571
roa	11,496	0.042	0.059	-0.206	0.043	0.191
fl	11,496	1.127	0.664	-0.964	1.007	4.959
dual	11,496	0.400	0.487	0.000	0.000	1.000
top10	11,496	0.603	0.147	0.240	0.617	0.896
balance2	11,496	0.802	0.609	0.031	0.647	2.761
GI	11,496	0.844	1.108	0.000	0.000	4.304
tfp_lp	11,496	8.456	0.898	6.665	8.375	11.127
FC 指数	11,496	0.573	0.271	-0.165	0.624	1.050

Table 2. Baseline regression**表 2.** 基准回归

	(1) CI	(2) CI
DT	-0.1441*** (-2.9651)	-0.1339*** (-2.7456)
indep		-0.1315* (-1.6675)
roa		-0.1010* (-1.8624)
fl		-0.0077** (-2.0215)
dual		-0.0071 (-0.9078)
top10		0.0666* (1.7648)
balance2		-0.0244*** (-2.7185)
_cons	1.1645*** (107.1065)	1.2029*** (28.9087)
时间固定	YES	YES
省份固定	YES	YES
N	11496	11496
adj.R ²	0.888	0.889

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01.

Table 3. Green innovation (log-transformed green patents, plus one)
表 3. 绿色创新(对绿色专利去对数 + 1)

(1) GI		(2) CI
0.4758*** (3.6720)	DT	-0.1286*** (-2.6376)
	GI	-0.0110*** (-2.9090)
-0.0011 (-0.0055)	indep	-0.1316* (-1.6683)
0.0554 (0.3840)	roa	-0.1004* (-1.8519)
0.0079 (0.7759)	fl	-0.0076** (-1.9995)
0.0181 (0.8676)	dual	-0.0069 (-0.8828)
-0.1131 (-1.1277)	top10	0.0653* (1.7324)
0.0357 (1.4992)	balance2	-0.0240*** (-2.6754)
0.2874*** (2.5988)	_cons	1.2060*** (28.9856)
11496	N	11496
0.008	adj.R ²	0.889

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01.

创新水平的回归系数为 0.4758，在 1%水平上显著为正，表明数字化显著促进了企业的绿色创新活动。列(2)显示，在控制 DT 及其他变量后，绿色创新水平对碳强度的系数为-0.0110，在 1%水平上显著为负。综合列(1)和列(2)可知，数字化水平通过提升企业绿色创新水平，进而降低了企业碳强度，假设 H1 得到验证，即绿色创新是数字化驱动制造业低碳发展的一条有效传导路径。

表 4 汇报了以全要素生产率(tfp_lp)为中介变量的机制检验结果。列(1)显示，数字化水平(DT)对全要素生产率的回归系数为 0.2056，在 1%水平上显著为正，表明数字化显著提升了企业生产效率。列(2)显示，在控制 DT 及其他变量后，全要素生产率对碳强度的回归系数为-0.0800，在 1%水平上显著为负。结果表明，数字化水平通过提升企业全要素生产率，进而降低了企业碳强度。

表 5 汇报了以融资约束(FC 指数)为中介变量的机制检验结果。列(1)显示，数字化水平(DT)对 FC 指数的回归系数为-0.1127，在 1%水平上显著为负，表明数字化显著缓解了企业融资约束。列(2)显示，在控制 DT 及其他变量后，FC 指数对碳强度的回归系数为 0.1469，在 1%水平上显著为正，表明融资约束的缓解有助于降低碳强度。结果表明，数字化水平通过缓解企业融资约束，进而降低了企业碳强度。

表 6 汇报了基于企业所有制性质的异质性分析结果。在国有企业组(SOE = 1)中，数字化水平(DT)对碳强度的系数为-0.3671，在 1%水平上显著为负；而在非国有企业组(SOE = 0)中，该系数虽为负但未通

过显著性检验。

Table 4. Total factor productivity
表 4. 全要素生产率

	(1) tfp_lp	(2) CI
DT	0.2056*** (3.4915)	-0.1174** (-2.4180)
tfp_lp		-0.0800*** (-9.6692)
indep	-0.4681*** (-4.9126)	-0.1690** (-2.1495)
roa	2.0057*** (30.6059)	0.0594 (1.0511)
fl	0.0164*** (3.5547)	-0.0064* (-1.6848)
dual	-0.0230** (-2.4283)	-0.0090 (-1.1474)
top10	-0.1799*** (-3.9475)	0.0522 (1.3887)
balance2	0.0129 (1.1878)	-0.0233*** (-2.6157)
_cons	8.1395*** (161.9410)	1.8539*** (23.4531)
N	11496	11496
adj.R ²	0.303	0.890

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01.

Table 5. FC index (Financing Constraints)
表 5. FC 指数(融资约束)

		CI
DT	-0.1127*** (-4.2177)	-0.1173** (-2.4116)
FC 指数		0.1469*** (8.0451)
indep	0.3653*** (8.4526)	-0.1852** (-2.3471)
roa	0.7807*** (26.2648)	-0.2157*** (-3.8576)
fl	-0.0123*** (-5.8897)	-0.0059 (-1.5496)

续表

dual	0.0145*** (3.3662)	-0.0092 (-1.1819)
top10	0.1395*** (6.7504)	0.0461 (1.2225)
balance2	-0.0224*** (-4.5592)	-0.0211** (-2.3565)
_cons	0.4471*** (19.6104)	1.1372*** (26.9014)
N	11496	11496
adj.R ²	0.179	0.889

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01.

Table 6. Heterogeneity
表 6. 异质性

	(1) CI SOE = 1	(2) CI SOE = 0
DT	-0.3671*** (-2.6458)	-0.0554 (-1.0567)
indep	0.0128 (0.0758)	-0.1412 (-1.5964)
roa	0.1571 (1.1781)	-0.1618*** (-2.7391)
fl	0.0000 (0.0060)	-0.0064 (-1.4944)
dual	0.0145 (0.7048)	-0.0060 (-0.7063)
top10	0.4349*** (4.2895)	0.0135 (0.3138)
balance2	-0.0663** (-2.5670)	-0.0140 (-1.4042)
_cons	0.9276*** (10.6996)	1.2433*** (25.7926)
N	1624	9872
adj.R ²	0.902	0.887

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01.

5. 研究结论与政策建议

本研究基于长三角地区制造业上市公司的实证分析，系统考察了数字化水平对企业碳强度的影响。

研究结论表明,数字化水平的提升显著降低了制造业企业的碳强度,验证了数字化在推动制造业绿色转型中的赋能作用。这一核心结论在多项稳健性检验中均得到证实,具有较好的可靠性。

进一步分析发现,数字化的碳减排效果呈现明显的结构性差异。具体而言,在国有企业、规模较大的企业、高碳排放行业以及数字基础设施较为完善的地区,数字化带来的减排效应更为显著。同时,自“双碳”目标提出以来,政策环境的强化进一步放大了数字化的减排作用。机制检验揭示出三条并行不悖的作用路径:数字化通过提升全要素生产率优化了生产效率,通过促进绿色技术创新推动了技术进步,并通过缓解融资约束改善了企业的资本配置,这三条路径共同构成了数字化驱动低碳发展的内在逻辑。

基于上述研究发现,为更好地发挥数字化在制造业绿色转型中的潜力,提出以下政策方向。在产业治理层面,应采取更具结构针对性的差异化策略。对于在数字化转型中具备先发优势的国有企业,应进一步强化其在产业链绿色协同中的示范与引领责任。而对于面临转型约束的非国有企业,则需要通过针对性的技术赋能、财税支持以及绿色金融工具创新,切实降低其数字化转型的门槛与不确定性。

在要素配置层面,应构建“技术-资本”双轮驱动的支持体系。一方面,需引导创新资源向数字技术与绿色技术深度融合的领域倾斜,通过重大专项、产学研平台等载体强化技术创新链。另一方面,应推动金融供给侧改革,开发与数字化转型长周期、高风险特征相匹配的创新型金融产品,有效打通绿色投资的融资堵点,将数字技术的信号优势转化为实质性的资本流入。

更为根本的是,需要构建一个跨政策领域协同发力的制度框架。应致力于打破传统上相互割裂的产业政策、科技政策与金融政策边界,通过顶层设计促进各类政策的衔接与配合,从而系统性地催化数字化在提升效率、激励创新与优化资源配置方面的乘数效应,最终为制造业构筑可持续的低碳竞争力提供坚实的制度基石。

参考文献

- [1] 孔晓瑞,周静,李凯.数字化转型赋能制造业绿色低碳发展的机理与效应研究[J]. 软科学, 2025, 39(10): 68-75+82.
- [2] 王慧,刘国梁,王帆.污染防治政策落实跟踪审计能否促进企业降低碳排放?[J]. 财务研究, 2025(4): 69-80.
- [3] 刘思涵,蔡林美.碳信息披露对制造业企业绿色全要素生产率的影响研究[J]. 资源与产业, 2025, 27(6): 107-117.
- [4] 冯宗宪,王青,曾祥炎.信息通信技术、信息不对称与企业创新[J]. 经济研究, 2023, 58(3): 154-171.
- [5] 李治国,孔维嘉,李兆哲.制造业企业数字化水平的碳绩效:内在机制与经验证据[J]. 当代经济科学, 2024, 46(4): 100-111.
- [6] 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[J]. 管理世界, 2022, 38(2): 50-68.
- [7] 董昕.产业集群数字化水平对绿色发展的影响研究[J]. 现代营销(上旬刊), 2025(3): 100-102.
- [8] 左喜梅,胡明慧.绿色金融对制造业低碳转型的影响路径研究[J]. 华北金融, 2025(7): 81-94.
- [9] 覃朝晖,李伦,丁志国.长江经济带新质生产力对碳排放效率的影响及空间效应[J]. 环境科学, 2026, 47(7): 4357-4373.
- [10] 吴非,胡慧芷,林慧妍,任晓怡.企业数字化水平与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界, 2021, 37(7): 130-144+10.
- [11] 马玉洁.科技创新赋能河南省制造业绿色转型机制研究[J]. 商业经济, 2025(11): 61-64.