

数字化对企业绿色转型的影响研究

龙丹丹

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年10月29日; 录用日期: 2025年11月25日; 发布日期: 2025年12月12日

摘要

加快制造业绿色转型是我国实现绿色可持续发展的途径, 而数字化是企业绿色转型的有效动能。文章以2012年~2024年中国制造业A股上市公司为样本, 探究企业数字化转型对制造业企业绿色转型的影响及其作用机制。研究表明: (1) 企业数字化的发展会促进其绿色转型。(2) 数字化在非重污染企业、高科技企业和非高科技企业中能明显加快企业绿色转型。(3) 在进一步分析中, 数字化的发展会提高企业绿色技术创新、产能利用率、信息透明度和供应链数字化, 从而促进制造业企业绿色转型; 并通过稳定性内生性检验, 结果表明与基准回归结论一致。最后从政府和企业两大主体提出加快数字技术应用, 推动制造业企业向绿色化转型的相关建议。

关键词

数字化, 绿色转型, 制造业, 绿色技术创新

Research on the Impact of Digitalization on Corporate Green Transformation

Dandan Long

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: October 29, 2025; accepted: November 25, 2025; published: December 12, 2025

Abstract

Accelerating the green transformation of manufacturing is a pathway for China to achieve green and sustainable development, while digitalization serves as an effective driver for enterprises' green transition. Using A-share listed manufacturing companies in China from 2012 to 2024 as the sample, this study examines the impact of corporate digital transformation on the green transition of manufacturing enterprises and its underlying mechanisms. The findings reveal: (1) The advancement

of corporate digitalization promotes green transformation. (2) Digitalization significantly accelerates green transformation in non-heavy-polluting enterprises, high-tech enterprises, and non-high-tech enterprises. (3) Further analysis reveals that digital development enhances green technological innovation, capacity utilization, information transparency, and supply chain digitalization, thereby advancing green transformation in manufacturing enterprises. Stability and endogeneity tests confirm consistency with benchmark regression findings. Finally, recommendations are proposed for both government and enterprises to accelerate digital technology adoption and drive the green transformation of manufacturing enterprises.

Keywords

Digitalization, Green Transformation, Manufacturing, Green Technological Innovation

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

当前，全球正经历着以数字经济为代表的第四次工业革命，同时，应对气候变化、推动绿色发展已成为国际社会的普遍共识。作为立国之本、强国之基的制造业，正处于这场深刻变革的中心。长期以来，以高投入、高消耗、高排放为特征的传统制造业发展模式，使得我国面临着严峻的资源与环境约束。推动制造业向绿色、低碳、可持续方向转型，不仅是实现“双碳”战略目标的必然要求，也是构建现代化产业体系、提升国际竞争力的关键路径。在2023年底，工业和信息化部等8个部门联合印发了《关于加快传统制造业转型升级的指导意见》提出“到2027年，传统制造业高端化、智能化、绿色化、融合化发展水平明显提升”；党的二十大报告也明确指出“推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节”。因此，加快推进传统制造业绿色转型，实现制造业可持续发展，已成为我国产业政策的重要方向。

学者们从微观与宏观视角展开研究，揭示了企业数字化转型的具体作用。数字化转型通过赋能生产流程优化、供应链协同、管理模式变革与商业模式创新，为制造业绿色转型注入新动力。在数字化对企业绿色转型的影响方面，现有研究主要从两方面展开。一方面，数字化通过优化公司内部治理促进绿色转型。企业数字化转型能显著降低融资成本，有助于整合市场资源并改善内部控制，进而提升绿色创新绩效[1]。并且数字化转型能够提高企业技术创新效率，降低碳排放水平[2]。数字技术应用有助于提升企业管理与创新能力，减少资金、人力及资源损耗，从而实现绿色可持续发展[3]。另一方面，数字化通过增强外部市场关注推动企业绿色转型。数字化转型有助于缓解企业与投资者之间的信息不对称，倒逼企业加强碳信息披露，促进绿色行为[4]。而外部关注度的提升会促使企业为维护声誉与利益而主动转向绿色发展[5]。因此，企业数字化转型既可通过强化内部能力建设，也可借助市场关注与资金需求等外部因素，共同推动其绿色转型进程。

基于以上背景，已有学者主要探讨企业数字化转型对企业绿色技术创新、碳排放绩效以及绿色发展等的影响，鲜少有作者直接研究企业数字化对绿色转型的影响。本文主要的贡献和可能的创新点主要在于：第一，丰富了企业绿色转型的影响因素。从数字化的视角出发，深入探讨企业数字化转型对制造业绿色转型的影响效应，丰富了研究视角。第二，丰富了数字化对企业绿色转型的影响机制。在已有研究

的基础之上，探讨数字化转型通过供应链数字化进而影响企业绿色转型的作用机制。

2. 理论分析

2.1. 数字化与绿色转型

企业数字化转型是企业在数字经济下，利用大数据平台和信息化手段进行管理、生产和业务创新等转型活动[6]。而中国社会科学院工业经济研究所课题组[7]提出企业绿色转型是指企业坚持绿色发展理念，聚焦绿色创新这一核心，致力于推动生产全过程的绿色化变革，其根本目标是在资源集约与环境友好的基础上实现高质量发展。在数字化发展进程中，数字技术应用为企业数字化转型奠定基础。

首先，数字化转型能有效缓解企业融资约束。制造业企业通过数字化平台拓宽销售渠道，提高企业自身的营业收入，从而减低企业的流动性风险[1]。另外，数字技术的应用有利于融资机构对企业的偿债能力以及经营状况进行风险评估，拓宽绿色创新主体的融资渠道，从而促进企业的绿色转型意愿。其次，数字化转型提高制造业的投入产出。数字技术的引入和应用，能够推动制造业工艺与生产流程的优化升级，提高资源的利用率，从而减少废水、废气、固体废弃物等非预期产出，是企业进行绿色化转型的前提。另一方面，数据要素已成为关键生产要素，对资本、劳动、能源等传统生产要素进行优化升级，并提高资源配置效率，这一变化有助于提高制造业生产过程中的要素投入产出效率，进而推动绿色转型发展。最后，数字化转型还能借助新技术实现绿色资源的有效整合，强化供应链上下游的信息交流效率，拓展绿色创新空间，从而促进整个制造业行业集体绿色转型发展[8]。

H1：企业数字化可以推动制造业绿色化转型。

2.2. 数字化转型影响绿色转型的作用机制

2.2.1. 绿色技术创新

绿色技术创新是依托新兴技术，降低资源消耗、减少污染物排放、改善生态环境，进而推动人与自然和谐共生的各类创新活动。绿色技术创新覆盖节能环保、清洁生产、清洁能源等多个领域，旨在支持可持续发展和生态文明建设。在制造业迈向高质量发展的过程中，数字化转型为绿色技术创新注入了新动能。数字技术通过全方位、全角度、全链条的渗透与融合，有助于提升绿色全要素生产率，加速企业绿色转型进程。

一是优化企业资源配置。依据熊彼特的创新理论，已有研究指出创新涵盖“新产品、新技术、新市场、新原料、新组织”五个关键维度[9]。数字技术的应用能够打通生产、研发、销售与服务等环节的信息流通渠道，促进资本更快迭代，为企业推进绿色化、低碳化转型创造有利条件。二是构建协同创新网络。数字网络有助于企业突破地理限制，与科研机构、上下游合作伙伴及学术界交流互动，构建起“产、学、研、用”深度融合的大数据创新生态。这种生态推动业务模式、管理方式和商业结构的系统性重构，形成多方参与、高效互动、问题导向的协同创新网络，从而加快绿色技术创新的整体进程。进而加快制造业企业向绿色化发展[10]。三是提升技术研发效率。数字技术通过建模、测试与数据分析等方法，能够在批量生产前实现对产品原型的快速验证，显著降低绿色技术研发过程中的试错成本与资源损耗，提高创新成功率，为绿色转型提供关键技术支撑。因此，提出以下假设：

H2：数字化转型提高企业绿色技术创新水平，从而推进绿色转型。

2.2.2. 能源利用率

制造业数字化主要从能源供给和能源结构转型升级产生影响，进而有效降低能源消耗，促进企业绿色低碳发展。

第一，在操作层面，实现能源使用的精细化管控。通过布设于设备与产线的传感器，企业能够实时采集海量能耗数据，并基于算法模型对数据进行分析，精准定位能效瓶颈与异常损耗，企业从“经验驱动”的模糊调控转向“数据驱动”的精准优化。其次，在管理层面，驱动能源系统的协同化运行。数字化转型将打破生产、能源与环境管理间的信息壁垒，促进能源要素能够与生产计划、物料调度等核心业务协同优化。数字技术应用于能源供需两端，进一步提高了企业的能源利用效率，从而提高制造业绿色转型效率[11]。最终，在战略层面，奠定绿色转型的基石。能源利用率的直接提升，意味着在同等产出下能源消耗与碳排放的显著降低，这构成了企业绿色转型最直接的功效。同时，能源成本的有效节约为企业绿色技术创新与环保设施升级释放了资金，形成了“降本”与“绿色”的良性循环。而能源利用效率的提升直接降低了能源企业的用能成本，而节约的成本可转化为更高利润，或投入研发、市场拓展等长期增长项目，从而增强企业价值[12]。因此，能源利用率的提升不仅是数字化转型的关键产出，更是驱动企业迈向更深层次绿色化、低碳化发展的关键。

H2：企业数字化可以提高企业的能源利用率，从而推进企业绿色转型。

2.2.3. 信息透明度

从内外部两个角度来看，通过数字技术打破信息壁垒，让环境数据、碳足迹、绿色行为等可追溯、可验证，进而倒逼各制造业企业进行绿色转型。对于内部来说，信息透明度的提升能够打破部门间的协同壁垒，从而提升绿色创新效率；同时，大数据与人工智能等技术显著增强了企业的数据信息和知识交流速度，为绿色创新提供了持续动力[13]。此外，数字技术使环境行为变得可量化、可追溯，有效遏制了“洗绿”行为，确保了绿色创新的真实性与可信度。比如，借助物联网实时采集能耗、废水、废气排放数据，数据直接上传至云端，减少人工篡改空间；通过碳管理平台自动核算产品全生命周期碳足迹，并向公众或监管部门披露，促使企业自觉践行绿色化、低碳化发展的理念。

从外部来看，公开的环境数据会影响企业品牌形象和市场竞争力，促使企业主动采用节能技术、优化生产流程，数字技术降低了公众、投资方、政府部门等获取信息的门槛，从而做出投资决策；金融机构根据制造业企业披露的信息进行评级，信息透明度越高，企业的评级更高，提高对企业的绿色研发资金投入和相关利率优惠，促进企业的绿色可持续发展。因此，提出以下假设：

H3：企业数字化能提高企业信息透明度，有助于向绿色转型。

2.2.4. 供应链数字化

企业数字化转型本质是通过物联网、区块链、大数据等技术要素的投入与应用，为供应链环节的数字化重构提供技术与能力支撑。首先，从技术赋能理论来看，数字化转型所积累的数字技术会向供应链的采购、生产、物流、库存管理等核心环节渗透，推动供应商信息数字化建档、生产流程数字化监控、物流路径数字化优化等供应链数字化实践，打破传统供应链“信息孤岛”与“流程割裂”的局限，使供应链从“线下分散管理”转向“线上协同管控”，进而实现供应链数字化水平的提升[14]。其次，供应链数字化又能通过整合绿色资源、优化绿色流程为企业绿色转型注入动力，依据协同治理理论，供应链数字化可实现上下游企业间绿色信息的实时共享与透明追溯，避免传统供应链中绿色信息不对称导致的绿色决策滞后问题，助力企业统筹全链条绿色生产标准，协同推进低碳改造。最后，基于资源基础观，供应链数字化能够通过大数据算法精准识别与整合优质绿色资源，降低企业搜寻与配置绿色资源的成本，同时通过数字化模拟优化生产与物流环节的资源消耗结构，减少能源浪费与污染物排放，将供应链的数字化优势转化为绿色转型效能[15]。

H4：企业数字化能提高供应链上下游数字化协同效应，有助于向绿色转型。

3. 研究设计

3.1. 数据来源

本文选取 2012~2024 年中国 A 股制造业上市公司为研究样本。对样本进行如下处理：① 补齐缺失的年份，整理成面板数据，用线性插值法补充缺失值；② 剔除数据严重缺失公司、剔除 ST 类公司、剔除金融等特殊行业公司；③ 在 1% 和 99% 水平下进行缩尾处理。数据主要来源于 CSMAR 数据库和《中国城市统计年鉴》等。

3.2. 指标选取

3.2.1. 数字化转型

本文借鉴周阔等[16]的研究思路，从宣传倡议、战略理念、技术创新、排污治理与监测管理五个维度出发，选取涉及绿色发展、能源节约等相关内容的 113 个关键词，作为评估企业绿色转型进展的参考依据。并采用文本分析方法，对上述关键词在上市公司年度报告中出现的频率进行统计，构建绿色转型关键词的词频数据集。进一步，将各企业关键词总频次加 1 后取自然对数，以此作为衡量企业绿色转型程度的量化指标。

3.2.2. 企业数字化转型

企业数字化转型的测算方法尚未形成统一标准。部分研究通过构建与数字技术相关的术语词典，并借助 Python 文本挖掘技术，基于关键词词频来量化企业数字化水平。本文参照吴非[17]的方法，从“人工智能技术”“大数据技术”“云计算技术”“区块链技术”及“数字技术运用”五个维度选取代表性词汇，作为识别企业数字化转型的关键指标。统计上述关键词的出现频次，以此衡量企业的数字化转型程度，并对所得词频数据进行对数处理。

$$\text{数字化转型} = \ln(\text{数字化总词频} + 1) \quad (1)$$

3.2.3. 中介变量

绿色技术创新(GTF): 借鉴徐佳等[18]的方法，本研究采用企业申请的绿色专利数量作为衡量指标，具体包括绿色专利总量、绿色发明专利和绿色实用新型专利三类，并对其进行对数化处理。选用专利申请量而非授权量，主要因其更能及时、直观地反映企业在绿色技术研发方面的投入与产出水平，同时也能涵盖尚未获授权但已具备一定创新能力的绿色技术活动，从而更准确地刻画企业的绿色技术创新能力。

产能利用率(CU): 产能利用率通常反映企业或行业实际产出与潜在生产能力之间的比例关系。本文借鉴李雪松等[19]的研究方法，采用随机前沿生产函数法对企业产能利用率进行测算。该方法能够直接构建产出前沿面，具有较好的理论适用性。具体测算过程中，以营业收入和企业人数作为投入要素，资产总额作为产出变量，据此构建随机前沿生产函数模型，进而估算得出企业的产能利用率水平。

信息透明度(KV): 根据林长泉等[20]的研究，交易量对收益率的影响系数即为 KV 指数，该指标可反映市场对交易量信息的依赖程度，进而间接衡量公司信息披露质量。当企业信息披露充分时，投资者偏向于根据企业的披露信息进行决策，而当披露不充分时，企业就会根据市场的交易量做出投资决策，KV 指数越高，说明企业的信息披露程度越低，即 KV 指数与信息透明度呈负相关关系。

$$\ln\left|\left(P_t - P_{t-1}\right)/P_{t-1}\right| = \lambda_0 + \lambda(Vol_t - Vol_0) + \varepsilon \quad (2)$$

式中 P_t 和 Vol_t 分别是第 t 日的股票收盘价和交易量， Vol_0 是研究期间所有交易日的平均日交易量。 λ 值是

回归系数， λ 越小说明信息披露越充分，因 KV 值与信息披露程度成反比。

供应链数字化(SCC): 参考贾俊伟等[21]已有研究，计划数字化、采购数字化、生产数字化、销售数字化和物流数字化五个维度提取关键词，使用文本分析法计算出关于供应链数字化的相关词频进行计算。

3.2.4. 控制变量

借鉴赵芷仟等[22]的研究，文章选取企业规模(Size)、企业年龄(FirmAge)、资产负债率(Lev)、净资产收益率(ROE)、前十大股东持股比例(Top1)、投资水平(Invest)作为控制变量，变量定义见表 1。

Table 1. Key variables and definitions

表 1. 主要变量以及定义说明

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	绿色转型指数	Green1	绿色化转型词频数加 1 取自然对数
		Green2	绿色全要素生产率
解释变量	数字化转型	Digital	企业申请绿色专利数量
中介变量	绿色技术创新	GTF	使用 SBM 模型计算
	产能利用率	CU	通过随机前沿生产函数
	信息透明度	KV	KV 指数
控制变量	供应链数字化	SCC	供应链数字化相关词的总词频除以年报 管理层讨论与分析部分语段长度
	企业规模	Size	年总资产的自然对数
	企业年龄	FirmAge	ln(当年年份 - 公司成立年份 + 1)
	资产负债率	Lev	年末总负债/年末总资产
	净资产收益率	ROA	净利润/平均总资产
	第一大股东持股比例	Top1	第一大股东持股数量/总股数
	固定资产占比	FIXED	固定资产净额/资产总额

3.3. 模型构建

本文通过构建固定效应模型来验证以上假设：

$$Green_{i,t} = \delta_0 + \delta_1 Digital_{i,t} + \delta_2 Controls_{i,t} + \mu_{i,t} + \omega_{i,t} + \varphi_{i,t} \quad (3)$$

$$Me_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Digital_{i,t} + \beta_2 Controls_{i,t} + \mu_{i,t} + \omega_{i,t} + \varphi_{i,t} \quad (4)$$

$$Green_{i,t} = \lambda_0 + \lambda_1 Digital_{i,t} + \lambda_2 Me_{i,t} + \lambda_3 Controls_{i,t} + \mu_{i,t} + \omega_{i,t} + \varphi_{i,t} \quad (5)$$

其中， $Control_{i,t}$ 表示控制变量， μ_i 、 ψ_i 、 ω_i 分别表示个体效应、时间效应和随机扰动项。 Me 分别用绿色技术创新(GTF)、产能利用率(CU)、信息透明度(KV)和供应链数字化(SCC)替代。

4. 实证结果

4.1. 描述性检验

从描述性检验结果见表2，样本量一致，数据完整性与规整性良好；数字化转型(Digital)的偏态分布反映了“企业数字化程度差异大”的现实特征；控制变量(Size、Lev、ROA等)的分布较为平稳，符合经济意义，为后续回归分析提供基础判断。

Table 2. Descriptive statistics

表 2. 描述性统计

VarName	Obs	Mean	SD	Min	Median	Max
Digital	25,818	8.85	22.27	0.00	2.00	110.00
Green1	25,818	3.24	0.89	0.00	3.19	5.50
Size	25,818	22.12	1.22	17.64	21.96	27.64
Lev	25,818	0.40	0.20	0.01	0.39	1.94
ROA	25,818	0.04	0.07	-0.78	0.04	1.28
TOP1	25,818	0.33	0.14	0.01	0.31	0.90
Age	25,818	2.93	0.35	0.69	3.00	4.06
FIXED	25,818	0.23	0.14	0.00	0.20	0.87

4.2. 固定效应

数字化转型对制造业绿色转型的基准回归见表3，数字化转型对制造业绿色转型的影响显著为正，假设H1成立。企业数字化转型对其绿色转型的促进依托与数字技术、大数据平台的精准对接、资源高效利用和降低绿色融资约束。一方面，工业互联网、大数据分析等数字技术，能精准优化生产流程，从源头减少能耗与污染，提升资源利用效率；并且能够有效打破信息壁垒，加强制造业企业上下游的信息交流，优化资源配置，强化制造业产业链和供应链韧性，有助于企业向低碳化、绿色化转型。另一方面，数字化的网络效应、平台效应，可让绿色技术、绿色管理模式快速在企业内部甚至行业内复制推广，放大绿色转型的效果。此外，制造业进行绿色技术创新能获得政府资金补贴和金融机构的绿色资金支持，促进企业绿色转型。

Table 3. Benchmark regression results

表 3. 基准回归结果

VARIABLES	(1)	(2)
	Green1	Green1
MATC	0.00324*** (0.000375)	0.00227*** (0.000299)

续表

Size		0.0710*** (0.00664)
Lev		-0.271*** (0.0404)
ROA		-0.00327 (0.104)
TOP1		-0.166*** (0.0479)
Age		0.545*** (0.0196)
FIXED		-0.166*** (0.0490)
Constant	3.208*** (0.00578)	0.242* (0.136)
Observations	25,818	25,818
R-squared	0.007	0.063

Robust standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

4.3. 稳健性检验

4.3.1. 替换被解释变量

将绿色转型替换为绿色全要素生产率进行稳健性检验，采用非径向 SBM ML 指数(以下简称“ML 指数”)对企业绿色全要素生产率进行测度，企业绿色全要素生产率的计算指标包括劳动投入、资本投入、能源投入、期望产出和非期望产出。列(1)的结果验证了制造业数字化转型对绿色转型有显著的正向影响，具体见表 4。

4.3.2. 增加控制变量

考虑到托宾 Q 值是企业市场价值与重置成本的比率，选择四大审计公司进行审计可以显著提高企业的审计质量、信誉和市场信任度，从而对企业的财务透明度和内部控制产生积极影响，机构投资者的持股比例会，而机构投资者会对企业进行监督，有利于稳定发展。故引入这些控制变量以检验本文结论的稳健性，列(2)的数据见表 4，加入新的控制变量后，企业数字化对企业绿色转型的影响仍然是显著为正的，与基准回归结果基本一致。

4.3.3. 剔除异常年份

参考唐松[23]和潘艺[24]等的做法，由于 2015 年中国股灾事件和 2020 年疫情爆发对我国股市和企业造成重大冲击，企业的各项财务指标均受到影响，因此剔除样本中 2015 年和 2020 年的数据重新进行回归，列(3)回归结果具体见表 4 在 1% 的水平下显著为正，再次验证假设 H1。

Table 4. Stability test
表 4. 稳定性检验

VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	Green2	Green1	Green1
MATC	0.000244*** (5.26e-05)	0.00142*** (0.000241)	0.00133*** (0.000254)
Size	0.0145*** (0.00152)	0.0635*** (0.00666)	0.0565*** (0.00596)
Lev	-0.00915 (0.00729)	-0.0668* (0.0366)	-0.0589 (0.0388)
ROA	-0.0649*** (0.0132)	0.408*** (0.0996)	0.413*** (0.106)
TOP1	-0.0438*** (0.0107)	-0.0577 (0.0467)	-0.109** (0.0423)
Age	0.136*** (0.00396)	0.336*** (0.0178)	0.304*** (0.0183)
FIXED	-0.0384*** (0.00961)	-0.0858** (0.0426)	-0.0618 (0.0446)
TobinQ		0.00572** (0.00291)	
big4		-0.0716*** (0.0267)	
INST		-0.0827*** (0.0293)	
Constant	0.362*** (0.0324)	0.983*** (0.144)	1.173*** (0.125)
Observations	15,012	22,758	19,391
R-squared	0.335	0.028	0.024

Robust standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

4.4. 内生性问题

考虑到数字化与企业绿色转型之间可能存在双向因果关系引发的内生性问题，导致回归结果出现偏误。因此，本文运用两阶段最小二乘法(2SLS)对内生性问题进行检验。首先，考虑到数字化转型对企业的影响存在滞后性，将滞后一阶的数字化转型作为工具变量进行回归；第二，企业的数字化转型能加快同行业之间的信息交流，并且对上下游、同行业企业之间具有学习效应，因此参考已有学者的做法，将同行业同年分数字化转型程度的均值作为第二个工具变量。见表 5，IV 的回归系数在 1% 的水平上显著为正，说明选取的工具变量是有效的，且均通过了不可识别和弱工具变量检验，第二阶段的回归结果说明克服内生性后，本文假设仍然成立。

Table 5. Endogeneity tests
表 5. 内生性检验

VARIABLES	滞后一阶		同行业同年分数字化转型程度的均值	
	(1) First	(2) Second	(3) First	(4) Second
IV	0.9578169*** (0.0090451)		8.5262*** (0.7459329)	
Green1		0.00142*** (0.000253)		0.0353*** (0.00338)
控制变量	YES	YES	YES	YES
固定效应	YES	YES	YES	YES
Observations	20,897	20,897	22,665	22,665
K-P rk LM	47.665***		115.683***	
C-D Wald F	17.83		746.263	

Robust standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

5. 进一步分析

5.1. 机制效应

结合本文的理论分析，本文认为数字化能通过绿色技术创新、能源利用率、信息透明度促进企业的绿色转型。文章使用 bootstrap 模型进行回归分析，具体结果见表 6，列(1)的结果在 1% 的水平下显著为正，表明企业数字化转型能提高企业的绿色技术创新能力，从而加快企业的绿色转型。借助数字仿真、虚拟测试等技术，企业在绿色技术研发中可进行大量实验，无需直接投入实体设备，大幅降低试错风险和成本，从而更敢投入绿色技术创新；另外，数字赋能绿色技术成果转化，有助于制造业转变传统生产方法，进而向绿色转型。列(2)表明数字化转型能通过提高企业的能源利用率，从而促进企业的绿色转型。通过数字化管理，企业能更高效地分配研发资金、人力，减少传统创新中的资源浪费；并且数字化促使能源供给端和需求端两端供需平衡，并有助于企业转向生产清洁能源，优化能源结构，从而逐渐向绿色化转型。列(3)表明数字化转型能通过提高企业信息透明度，从而有助于绿色转型。数字化平台的应用加快外部获取企业信息的速度，影响投资者的决策，并有助于金融机构对企业进行评估，拓宽资金投入渠

道，满足制造业资金需求，加快绿色转型的步伐。列(4)说明企业自身数字化转型能提高上下游企业的数字化程度，降低供应链壁垒，强化供应链数字化协同效应，进而带动链条企业进行绿色转型。

Table 6. Mechanism effects**表 6.** 机制效应

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
	绿色技术创新	能源利用率	信息透明度	供应链数字化
_bs_1	0.000143*** (2.75e-05)	6.26e-05* (3.37e-05)	-8.44e-05** (3.60e-05)	0.000199*** (7.00e-05)
_bs_2	0.00216*** (0.000274)	0.00220*** (0.000277)	0.00235*** (0.000261)	0.00131*** (0.000278)
Observations	24,460	24,469	24,555	22,701

Robust standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

5.2. 异质性分析

将企业按照污染程度分为重污染组和非重污染组进行回归分析，见表 7，列(1)表明非重污染企业中数字转型对其绿色转型具有显著的促进作用，而列(2)表明重污染企业的结果则不显著。非重污染企业由于自身的污染程度较低，其绿色转型意愿较强，政府对于污染较小的企业会给予更多的政策支持和激励措施，因此能够显著促进其绿色转型进程。而重污染企业的结果不显著的原因可能在于其绿色转型难度大、技术创新与绿色转型的协同性不足以及环保政策与监管压力等多方面因素的综合影响。

将样本企业划分为高科技和非高科技企业，见表 7，列(3)高科技企业的回归结果，系数在 1% 的水平下显著为 0.00310，即高科技企业在制造业企业新质生产力对绿色转型的影响中显著为正，主要在于其技术创新能力强、资源利用效率高以及市场导向性强等特点和优势，高科技企业更容易实现绿色转型。而列(4)非高科技企业中，回归结果在 1% 的显著性水平下为 0.00474，相比之下，非高科技企业通过数字化转型，主要原因如下：一方面是非高科技企业多属高污染行业，环保监管严、绿色资源较少，而数字化可低成本进行合规监管、补齐资源短板、降低供应链交易成本；另一方面，高科技企业本身数字化程度较高，污染低、制度压力小，数字化容易陷入核心业务依赖，故数字化对绿色转型的影响作用低于非高科技企业。

Table 7. Heterogeneity analysis**表 7.** 异质性分析

VARIABLES	(1) 高污染	(2) 非高污染	(3) 高科技	(4) 非高科技
	Green1	Green1	Green1	Green1
MATC	0.00147 (0.000999)	0.00366*** (0.000479)	0.00310*** (0.000427)	0.00474*** (0.00182)
Size	0.115*** (0.0271)	0.189*** (0.0185)	0.161*** (0.0163)	0.205*** (0.0393)

续表

Lev	-0.706*** (0.100)	-0.171** (0.0729)	-0.325*** (0.0655)	-0.781*** (0.127)
ROA	0.885*** (0.204)	-0.00270 (0.130)	0.433*** (0.120)	-0.329 (0.256)
TOP1	0.0195 (0.131)	0.395*** (0.117)	0.225** (0.101)	0.149 (0.195)
Age	1.668*** (0.0674)	0.961*** (0.0505)	1.190*** (0.0454)	1.229*** (0.0878)
FIXED	-0.316*** (0.111)	-0.758*** (0.106)	-0.511*** (0.0882)	-0.884*** (0.151)
Constant	-3.877*** (0.475)	-3.723*** (0.335)	-3.692*** (0.288)	-4.483*** (0.715)
Observations	6957	17,574	19,442	5073
R-squared	0.335	0.186	0.211	0.255

Robust standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

6. 结论

文章以 2012 年~2024 年中国制造业 A 股上市公司为样本，探究企业数字化对绿色转型的影响及其作用机制。数字化与绿色化转型都追求高效益、低污染的理念，因此数字化转型有利于我国制造业企业绿色发展。根据是否重污染企业、是否高科技企业进行分组，结果表明非重污染企业和非高科技企业中数字化转型的效果更加明显。在中介机制分析中，发现制造业数字化通过提高绿色技术创新、产能利用率、信息透明度和供应链数字化，推动我国制造业企业向绿色化转型发展，从而有助于解决我国传统制造业产品同质化、排放高污染、能源高消耗的问题，实现我国碳中和、碳达峰以及可持续发展的目标。文章通过替换被解释变量、增加控制变量和剔除特殊年份后进行稳健性检验，结果与基准回归结论一致；并把滞后一期的数字化转型和同行业的均值作为工具变量进行内生性检验，结果表明该工具变量是有效的，进一步验证了本文研究结果的可靠性。

关于如何深化我国数字化对企业绿色转型的影响需要政府和企业双管齐下，提出以下建议：第一，激发数字技术动能，助推制造业绿色转型。地方政府应积极贯彻科教兴国、人才强国与创新驱动发展战略，强化国家科技支撑体系，系统推进战略导向的基础研究与原始创新，培育高层次科技人才，为新质生产力注入新活力。同时，应以制造业绿色转型为重点方向，通过税收减免、加大补贴等财政手段，提升企业节能降碳改造的积极性，实现经济效益与生态效益共赢，并加强对新兴产业的培育与扶持，塑造新的经济增长点。

第二，聚焦绿色创新机制，赋能制造业绿色转型。企业应深化“产学研融合”，加强与高校、科研院所的合作，共同推动科技创新与成果转化，促进科技成果向现实生产力转移。制造业企业需制定清晰的绿色转型战略，加大绿色技术研发投入，推动数字化与绿色化深度融合，引入高端制造、物联网、人工智能等先进技术，在提升生产效率的同时，有效降低能耗与排放。因此，企业应立足技术创新，以新质生

产力驱动绿色创新体系建设，加速绿色转型进程。

第三，完善区域差异化策略，全面推进制造业绿色转型。中西部地区应重点加强交通、教育等基础设施建设，设立大数据观测中心，深化数据要素赋能，推动数据驱动下的产业链升级与产品绿色转型；东部地区制造业基础雄厚、技术先进，应进一步落实区域重大战略定位，加强跨区域产业分工协作、科技协同创新与要素优化配置，支持中西部和东北地区有序承接产业转移，避免低水平重复建设。此外，对重污染企业应给予更多研发资金与政策支持，助力其实现绿色低碳转型，从而提升我国绿色可持续发展的整体水平。

参考文献

- [1] 张成, 曹林楠. 企业数字化转型、ESG 表现与绿色创新绩效[J]. 郑州大学学报(哲学社会科学版), 2025, 58(5): 104-109.
- [2] 丁敬雯. 企业数字化转型、技术创新与碳绩效提升[J]. 经济问题, 2025(10): 53-61.
- [3] 单希彦. 数字化转型对企业可持续发展的影响研究——绿色技术创新与绿色管理创新的中介效应[J/OL]. 科技进步与对策: 1-10. <https://link.cnki.net/urlid/42.1224.G3.20250711.1713.004>, 2025-10-09.
- [4] 坚瑞. 企业数字化转型对碳信息披露的影响[J]. 东南学术, 2024(2): 86-96.
- [5] 郑展鹏, 侯迎信, 刘笑言, 曹玉平. 企业数字化转型能否提升绿色全要素生产率?——内在动力与外在压力的视角[J]. 上海经济研究, 2025(4): 89-102.
- [6] 林川, 吴沁泽. 数字化转型促进了企业绿色化转型吗? [J]. 西部论坛, 2024, 34(4): 94-110.
- [7] 中国社会科学院工业经济研究所课题组, 李平. 中国工业绿色转型研究[J]. 中国工业经济, 2011(4): 5-14.
- [8] 李莉, 方国辉, 曾庆锋. 数字化转型对企业绿色创新的影响机制研究[J/OL]. 价格理论与实践: 1-6. <https://doi.org/10.19851/j.cnki.CN11-1010/F.2025.09.261>, 2025-10-09.
- [9] 张慧, 石云帆, 孟纹羽, 朱庆峰. 企业数字化转型对绿色技术创新的影响——基于 ESG 视角[J]. 统计与决策, 2025, 41(15): 150-155.
- [10] 陈昭, 刘玲玉. 数字化驱动制造业绿色转型: 作用机理、制约因素与实现路径[J]. 人民论坛·学术前沿, 2023(21): 108-110.
- [11] 钟廷勇, 马富祺. 企业数字化转型的碳减排效应: 理论机制与实证检验[J]. 江海学刊, 2022(4): 99-105.
- [12] 杨恺钧, 王丹. 企业数字化转型对 ESG 表现的影响研究——基于我国新能源上市公司的实证分析[J]. 工业技术经济, 2024, 43(12): 83-91.
- [13] 苏涛永, 郭鑫. 数字化转型对企业绿色创新持续性的影响研究[J]. 经济体制改革, 2025(3): 136-145.
- [14] 薛阳, 高伟杰, 冯银虎. 破茧成蝶: 供应链数字化与企业竞争地位[J]. 数学的实践与认识, 2025, 55(7): 98-115.
- [15] 李波, 王权鼎. 供应链数字化、制度压力与企业 ESG 表现[J]. 中南民族大学学报(人文社会科学版), 2024, 44(11): 148-157, 202-203.
- [16] 周阔, 王瑞新, 陶云清, 郑逸婷. 企业绿色化转型与股价崩盘风险[J]. 管理科学, 2022, 35(6): 56-69.
- [17] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 任晓怡. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界, 2021, 37(7): 130-144, 10.
- [18] 徐佳, 崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新[J]. 中国工业经济, 2020(12): 178-196.
- [19] 李雪松, 赵宸宇, 聂菁. 对外投资与企业异质性产能利用率[J]. 世界经济, 2017, 40(5): 73-97.
- [20] 林长泉, 毛新述, 刘凯璇. 董秘性别与信息披露质量——来自沪深 A 股市场的经验证据[J]. 金融研究, 2016(9): 193-206.
- [21] 贾俊伟, 武瑛, 何年初, 许江波. 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.
- [22] 赵芷仟. 新质生产力对企业高质量发展的影响研究——来自中国 A 股上市公司的经验证据[J]. 新疆农垦经济, 2024(11): 81-92.
- [23] 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.
- [24] 潘艺, 张金昌. 数字化转型与企业竞争力: 契机还是危机?——来自中国 A 股上市企业的经验证据[J]. 产业经济研究, 2023(3): 87-99.