

数字化转型对制造业绿色创新的影响效应

孔令开

江苏大学财经学院，江苏 镇江

收稿日期：2025年4月27日；录用日期：2025年5月16日；发布日期：2025年6月16日

摘要

本文选取2012年~2022年A股市场1895家上市制造业企业的年度平衡面板数据，实证检验了数字化转型对制造业企业绿色创新的影响。实证结果表明：1) 数字化转型水平的提升能够显著提高制造业企业绿色创新水平；2) 与非国有企业相比，国有企业数字化转型对绿色创新的推动能力更强；3) 融资约束程度在数字化转型推动企业绿色创新的过程中表现出明显的中介效应。本文的研究对制造业进行数字化转型和绿色创新具有重要现实意义。

关键词

数字化转型，绿色创新，制造业企业，中介效应

The Impact of Digital Transformation on Green Innovation in Manufacturing Industry

Lingkai Kong

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Apr. 27th, 2025; accepted: May 16th, 2025; published: Jun. 16th, 2025

Abstract

This article selects annual balanced panel data from 1895 listed manufacturing companies in the A-share market from 2012 to 2022 to empirically test the impact of digital transformation on green innovation in manufacturing enterprises. The empirical results indicate that: 1) The improvement of digital transformation level can significantly enhance the green innovation level of manufacturing enterprises; 2) Compared with non-state-owned enterprises, the digital transformation of state-owned enterprises has a stronger ability to promote green innovation; 3) The degree of financing constraints shows a significant mediating effect in the process of promoting green innovation in enterprises through digital transformation. The research in this article has important practical significance for the digital transformation and green innovation of the manufacturing industry.

Keywords

Digital Transformation, Green Innovation, Manufacturing Industry, Intermediary Effect

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

在经济持续增长背景下，我国能源使用量与污染排放量同步攀升，环境承压状况日益严峻。为破解这一困局，我国政府确立了2030年前碳达峰、2060年前碳中和的战略部署。党的十九届五中全会明确要求推进产业智能化与绿色化协同发展，在此进程中，绿色创新作为核心驱动力，不仅能有效助力传统产业突破“高能耗、高污染、高排放”的困境，更在优化生产模式、降低资源依赖及提升污染治理效能方面发挥关键作用。尽管政策支持力度持续强化，但绿色创新仍面临研发投入大、外部效益显著及市场风险高等多重问题的制约，加之制度环境与市场机制尚未完善，企业创新动力与资源配置效率亟待提升。

制造业是我国国民经济的支柱产业，其过高的能源消费占比导致的生态环境问题尤为突出。虽然制造业绿色创新投入逐年递增，但现实实践表明其环境效益与经济价值的协同效应尚未充分释放。企业普遍存在研发资源短缺、技术转化率低等问题，导致绿色创新供给与产业转型需求间存在明显鸿沟。与此同时，在数字经济飞速发展的当下，我国数字经济占经济总量的比重逐年上升，2022年我国数字经济规模突破50万亿元，占GDP比重达41.5%，以大数据、物联网为代表的数字技术深度融合和广泛运用，为破解企业转型瓶颈提供了新思路。《“十四五”数字经济发展规划》表明，数字化转型已上升为国家战略，制造业在我国产业数字化转型的浪潮中扮演了关键角色。在此背景下，我国各级政府积极响应，陆续出台相关政策文件，不断倡导制造业积极采纳数字技术，以此挖掘绿色创新动力。埃森哲的2023年度中国企业调研数据表明，国内半数以上的企业已将数字技术运用于环境治理与能源管控领域，数字技术逐渐演变为绿色创新的重要驱动力。当前阶段，数字化转型不仅是实现企业管理精细化与效率提升的有效手段，更是驱动企业绿色创新的关键要素，为企业可持续发展提供了新路径。数字化转型通过构建智能生产体系、能耗监测系统及知识共享平台，既能缓解信息不对称问题，又能优化创新资源配置，从而推动企业绿色创新。

本文结合现实背景和相关研究成果，通过理论分析与实证检验相结合的方式，研究了数字化转型对制造业企业绿色创新的直接影响效应，通过稳健性检验了结果的可靠性，同时针对股权性质划分为国有和非国有企业，研究数字化转型在两者之间作用效果的差异，并在此基础上，检验了融资约束程度在数字化转型影响绿色创新中的中介效应。

2. 文献综述和理论分析

2.1. 文献综述

在现有关于数字化转型推动企业绿色创新的相关研究方面，李鑫等(2023)实证表明在国有企业、低融资约束和技术密集型企业，以及低碳试点城市和东部地区，企业数字化转型更加显著地推动了绿色创新[1]。肖静和曾萍(2023)的研究揭示了数据驱动的资源配置优化机制能重构企业创新模式，显著拓展绿色知识基础并提升发明专利扩散效率[2]。Dou & Gao(2023)则构建了基于人力资本、行业竞争及制度质量的

断点效应模型，研究发现数字化转型和企业绿色创新之间存在非线性的正向关系[3]。林永佳等(2023)发现数字技术用户规模与绿色专利申请存在跃迁式关联，企业数字化转型会推动绿色专利申请规模的扩大[4]。刘志铭等(2024)发现运用数字化手段实施生产过程中的环境监测，可有效提升污染物处理时效性，进而推动绿色创新发展[5]。调节机制研究方面，王锋正等(2022)提出的技术整合能力在数字化转型对企业绿色创新的过程中具有关键影响作用，其通过技术适配与协同创新机制，将数字化要素转化为绿色技术突破[6]。

此外，数字化转型驱动绿色创新的内在机制路径也成为学界研究焦点。张泽南等(2023)研究揭示，数字转型对盈余质量改善、融资约束缓解、内控水平强化及知识吸收能力培育的积极效应，构成推动绿色创新的重要驱动力[7]。马红和侯贵生(2023)从供需维度分析，揭示了数字技术通过敏捷制造体系构建与规模经济效应，对制造业绿色创新产生结构性影响[8]。张萌和宋顺林(2023)实证指出数字技术通过信息透明化与代理成本管控能够增强企业内控有效性，进而为绿色创新提供风险控制保障，即数字转型通过优化内控环境，构筑了绿色技术创新的制度支撑体系[9]。赵国庆和李俊廷(2024)通过实证验证了数字技术应用能有效拓宽企业融资渠道，通过缓解资金压力增强企业创新动能，资金约束的消减不仅提升研发投入强度，还吸引更多资本进入绿色创新领域，形成良性循环[10]。

2.2. 数字化转型对制造企业绿色创新的直接影响机制

在数字经济高速发展进程中，市场透明度提升加剧了行业竞争，促使企业强化创新投入以构建竞争优势。作为经济增长新引擎的数字化转型，与降低环境影响的绿色创新形成良性互动，有助于企业实现经济与生态双重战略目标。

第一，数字化技术显著减少了生产企业的交易支出，信息技术的应用增强了市场数据传递效率，降低信息滞后与偏差导致的外部成本。企业借助智能化系统实时获取行业动态与科研进展，为环保技术研发储备知识要素，精准指导绿色创新实践。第二，数字平台重构了知识传播体系。通过跨领域协作机制，企业打破传统资源壁垒，优化要素配置效率，构建覆盖内外部知识网络的共享系统，线上研发联盟的建立促进产学研机构间的深度对接，形成协同创新生态，各类知识的交叉融合拓宽了技术研发维度，有效提升绿色创新成果质量。第三，数字化变革产生人才虹吸效应。智能化管理系统整合原有研发团队与知识资产，驱动人力资本结构优化，并通过数字学习平台强化员工技术吸收能力，激发企业绿色创新探索积极性，此外，先进数字基础设施吸引高端人才集聚，为企业创新注入核心动能。数字技术构建的流程创新与智能决策系统的应用加速企业内外部信息整合，完善从研发到市场销售的全周期管理，持续推动企业绿色创新进程。基于以上分析，提出本文的第一个假设：

假设 1：数字化转型能够有效促进制造企业绿色创新。

2.3. 融资约束在数字化转型对制造企业绿色创新的中介效应

基于信息不对称理论分析，资本市场中资金需求方与供给方存在信息鸿沟，这种认知差异导致投资者要求超额风险补偿，客观上抬升了企业的资本获取成本。特别是绿色创新具有投资周期长、风险波动大等特征，加剧了市场主体的信息敏感度。由于绿色项目需要集中投入大量财务资源，可能引发短期资金链承压，进而削弱企业开展绿色创新的内生动力。融资限制显著制约制造业企业的绿色专利产出规模，其机制在于资金短缺阻碍了技术研发、人才储备等要素向绿色项目的合理配置，抑制研发投入强度与创新转化效率。当企业面对的资金约束相对宽松时，企业吸引外部资金的能力得以强化，从而驱动绿色研发活动的顺畅进行。

企业实施数字化转型战略可有效突破融资约束，为提升绿色创新效能提供支撑路径。第一，数字技

术应用显著强化了企业信息处理效率，通过智能化数据整合系统打破内部信息孤岛，实现跨部门数据资源的交互。这种信息处理机制优化不仅提升了运营透明度，更构建了涵盖供应链、客户群体及投资机构在内的信息共享网络，借助实时数据披露技术，企业能够精准量化环境绩效指标，建立更具公信力的绿色创新形象。信息透明度的提升使得金融机构和投资者能更准确评估项目风险溢价，降低信贷决策和投资决策中的信息验证成本，进而优化企业绿色创新项目的融资条件。第二，制造企业推进数字化改造契合政府政策和国家战略导向，通过提升合规性获取政策资源支持。当企业数字化转型符合“数字中国”建设规划时，更易获得税收优惠、专项资金等制度性支持，这些政策红利可直接转化为绿色创新的资金保障，缓解创新活动中的资金约束问题。第三，数字化转型作为高质量发展的重要实践，向资本市场传递企业技术升级的积极信号。企业通过展示数字化运营能力和资源整合效率，有助于增强投资者对绿色创新产出的价值预期，拓展绿色债券、ESG 投资等融资渠道，形成绿色创新与资本供给的良性循环。

假设 2：融资约束负向影响制造企业绿色创新，而数字化转型能够通过缓解融资约束来促进制造企业绿色创新。

3. 变量选择与模型设定

3.1. 变量选择

3.1.1. 被解释变量：企业绿色创新(GI)

本文参考李青原和肖泽华(2020)的研究，选用当年企业绿色专利申请数(包括绿色发明专利和绿色实用新型专利)衡量企业绿色创新[11]，由于绿色专利申请数的偏态分布特点，对该数值取对数作为企业绿色创新的代理变量，处理后的对数值越大表明该企业当年绿色创新水平越高。

3.1.2. 核心解释变量：企业数字化转型(DIG)

本文参考吴非等(2021)的研究，选用文本分析法测度企业数字化转型水平[12]。具体方法如下：第一，基于企业数字化转型领域的权威文献、政府工作报告和政策文件，整理有关企业数字化转型的关键词汇，形成包含数字基础技术与应用场景的双层关键词体系(表 1)；第二，利用编程爬取 A 股上市制造业企业的年报，进行文本清洗，基于语义分析规则，筛除年报中数字化转型关键词中包含“未”“缺乏”“不”等否定前缀以及非本企业数字化转型的干扰项，确保特征词汇的准确归因，在此基础上建立文本匹配数据库；第三，根据表 1 中的关键词，采用自然语言处理技术对文本匹配数据库实施特征匹配与关键词频次计量分析，通过汇总形成企业数字化转型综合评估指数，对该关键词频次取对数处理，所得指数为企业数字化转型代理变量，该指数值越大表明当年企业数字化转型水平越高。

Table 1. Keywords for enterprise digital transformation

表 1. 企业数字化转型关键词

一级体系	二级体系	关键词
	人工智能技术	人工智能、智能机器人、机器学习、深度学习、语义搜索、商业智能、图像理解、投资决策辅助系统、智能数据分析、生物识别技术、人脸识别、语音识别、身份验证、自动驾驶、自然语言处理
数字基础技术	大数据技术	大数据、数据可视化、异构数据、征信、增强现实、数据挖掘、文本挖掘、混合现实、虚拟现实
	云计算技术	云计算、绿色计算、认知计算、融合架构、亿级并发、EB 级存储、流计算、图计算、内存计算、多方安全计算、类脑计算、物联网、信息物理系统

续表

区块链技术	区块链、分布式计算、差分隐私技术、数字货币、智能金融合约
互联网场景运用	移动互联网、工业互联网、移动互联、第三方支付、NFC 支付、B2B、B2C、C2B、C2C、O2O、网联、互联网医疗、电子商务、移动支付、数字营销、无人零售、互联网金融、数字金融、Fintech、金融科技、量化金融、开放银行
数字应用场景	智能能源、智能客服、智能家居、智能投顾、智能文旅、智能环保、智能穿戴、智慧农业、智能交通、智能医疗、智能电网、智能营销
智能生态场景运用	智能能源、智能客服、智能家居、智能投顾、智能文旅、智能环保、智能穿戴、智慧农业、智能交通、智能医疗、智能电网、智能营销

3.1.3. 中介变量：融资约束(FC)

本文参考郑攀攀和庄子银(2024)，采用 FC 指数作为衡量企业融资约束程度的代理变量[13]，FC 指数考察了企业现金流、资产负债结构和企业盈利水平等多个方面的因素，能够比较全面地测度企业融资约束程度，因此在实证研究中被广泛运用。

3.1.4. 控制变量

本文参考谭小芳和张伶俐(2020)、张嘉伟等(2023)的研究[14][15]，选取企业总资产对数(SIZE)、企业成长性(GRO)、机构投资者持股比例(INS)、长期资本负债率(DLC)、账面市值比(BTM)、员工规模(EMP)作为企业层面的控制变量。

3.2. 样本选择与数据来源

本文选取 2012 年~2022 年 A 股上市的制造业企业作为研究对象，对样本期内企业数据作如下处理：

1) 剔除样本区间内 ST、*ST、PT 的企业；2) 剔除样本区间内退市的企业；3) 剔除数据有缺失的企业，处理后得到 1895 家上市公司 2012 年~2022 年的年度平衡面板数据，共计 20,845 个观测数。上市公司绿色专利申请量数据来源于中国研究数据服务平台；数字化转型数据通过对上市公司年报进行文本分析得到；其他数据均来自于 Wind 数据库。

3.3. 模型设定

为检验本文理论分析部分提出的两个假设，设定如下两个计量模型：

第一，构建如下的基准模型检验数字化转型对制造业企业绿色创新的直接影响：

$$GI_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DIG_{i,t} + \alpha_2 CONTROL_{i,t} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

模型(1)中， i 表示 1895 家制造业企业； $t = 2012, \dots, 2022$ 表示样本时期； $GI_{i,t}$ 表示企业绿色创新水平； $DIG_{i,t}$ 表示企业数字化转型水平； $CONTROL_{i,t}$ 表示六个控制变量； μ_i 表示固定个体效应； τ_t 表示固定时间效应； $\varepsilon_{i,t}$ 是随机扰动项。

第二，本文参考温忠麟和叶宝娟(2014)采用三步法构建如下中介效应模型[16]，检验融资约束程度在数字化转型影响制造业企业绿色创新的中介效应：

$$GI_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DIG_{i,t} + \alpha_2 CONTROL_{i,t} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$FC_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 DIG_{i,t} + \beta_2 CONTROL_{i,t} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$GI_{i,t} = \lambda_0 + \lambda_1 DIG_{i,t} + \lambda_2 FC_{i,t} + \lambda_3 CONTROL_{i,t} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

模型(2)~(3)中 $FC_{i,t}$ 表示企业融资约束程度，检验中介效应时首先关注模型(3)中 β_1 系数， β_1 系数显著

则表明企业数字化转型能够对融资约束程度产生影响，接着关注模型(4)中 λ_2 系数， λ_2 系数显著这表明融资约束会对企业绿色创新造成影响，最后关注 λ_1 系数显著性，若 λ_1 系数显著且绝对值小于模型(2)中 α_1 系数，则表明存在部分中介效应；若 λ_1 系数不显著则表明存在完全中介效应。

4. 实证分析

4.1. 描述性统计

在进行回归分析前对各研究变量进行描述性统计分析，表 2 给出了描述性统计结果。

Table 2. Descriptive statistics

表 2. 描述性统计

变量类型	变量名称	观测数	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	企业绿色创新(GI)	20,845	0.384	0.756	0	4.192
核心解释变量	企业数字化转型(DIG)	20,845	1.255	1.234	0	5.358
中介变量	融资约束(FC)	20,845	0.487	0.266	0.004	0.988
控制变量	企业总资产对数(SIZE)	20,845	22.20	1.125	19.916	26.811
	企业成长性(GRO)	20,845	0.172	0.317	-0.553	2.355
	机构投资者持股比例(INS)	20,845	41.727	25.036	0.071	95.554
	长期资本负债率(DLC)	20,845	0.121	0.119	0	0.635
	账面市值比(BTM)	20,845	0.597	0.237	0.102	1.274
	员工规模(EMP)	20,845	7.868	1.082	5.435	11.517

4.2. 基准模型回归结果

进行基准回归前，F 检验和 Hausman 检验均拒绝使用随机效应模型的原假设，因此选择固定效应模型，控制个体和时间效应后进行回归分析。表 3 给出了基准模型(1)的回归结果。表 3 列(1)是未加入控制变量仅控制个体和时间效应的回归结果，DIG 系数在 1% 水平下显著为正；(2)列是加入控制变量并同时控制个体和时间效应后的回归结果，DIG 系数同样在 1% 水平下显著为正，上述两列回归结果均表明数字化转型能够有效提升制造业企业绿色创新水平，假设 1 得到验证。

Table 3. Regression results of benchmark model

表 3. 基准模型回归结果

	(1)	(2)
	GI	GI
DIG	0.220*** (3.795)	0.214*** (3.576)
SIZE		0.042** (2.408)
GRO		-0.013** (-2.447)

续表

INS		-0.253** (-2.265)
DLC		-0.152*** (-3.868)
BTM		-0.609*** (-3.901)
EMP		0.195 *** (5.673)
常数项	0.271*** (3.620)	0.238*** (4.953)
个体固定	YES	YES
时间固定	YES	YES
N	20,845	20,845
R ²	0.368	0.388

注: *、**、***分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著, 括号内为 t 统计量值, 下同。

4.3. 稳健性检验

为了检验基准回归结论的稳健性, 本文采用三种方法进行稳健性检验: 第一, 替换被解释变量的测度方法, 将当年企业绿色创新专利申请数占当年企业所有专利申请数的比值(记作 GI_PROP)作为企业绿色创新的代理变量进行回归; 第二, 替换核心解释变量的测度方法, 利用企业年报中数字化转型相关资产占总资产的比值(记作 DIG_PROP)作为衡量企业数字化转型水平的代理变量进行回归; 第三, 将文本分析得到的数字化转型指数滞后一期(记作 L.DIG)代入模型(1)进行回归。**表 4** 给出了三个稳健性回归结果。

表 4 列(1)是替换被解释变量后的回归结果, DIG 系数在 10% 水平下显著为正; 列(2)是替换核心解释变量后的结果, DIG_PROP 系数同样在 10% 水平下显著为正; 列(3)是将核心解释变量滞后一期的回归结果, L.DIG 系数在 1% 水平下显著为正, 这表明企业上一年数字化转型水平的提高也会明显提升下一年企业绿色创新效能。综合上述三个稳健性检验结果和**表 3** 基准回归结果对比, 能够证明结论具有一定可靠性。

Table 4. Robust test
表 4. 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
GI_PROP		GI	GI
DIG	0.035* (1.779)		
DIG_PROP		0.328* (1.806)	
L.DIG			0.292*** (2.823)

续表

常数项	0.197*	-0.121	-0.224
	(1.767)	(-0.185)	(-1.152)
控制变量	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES
N	20,845	20,845	18,950
R ²	0.359	0.371	0.343

4.4. 异质性分析

由于国有制造企业和非国有制造企业在股权结构上有较大差异，导致其在经营目标、经营理念和内外部经营环境方面也存在较大不同，本文将1895家上市企业分为国有企业组和非国有企业组，详细探究这两类企业在数字化转型引导绿色创新方面的差异。表5给出了异质性分析结果。

Table 5. Heterogeneity analysis
表5. 异质性分析

	(1)	(2)
	GI 国有企业	GI 非国有企业
DIG	0.386** (2.078)	0.167* (1.674)
常数项	2.703** (2.213)	-1.310 (-1.593)
控制变量	YES	YES
个体固定	YES	YES
时间固定	YES	YES
N	6259	14,586
R ²	0.472	0.285

表5列(1)国有企业组中DIG系数为0.386且在5%水平下显著；列(2)非国有企业组中DIG系数为0.167且在10%水平下显著。这表明数字化转型对国有制造企业和非国有制造企业的绿色创新效能均能产生明显的促进作用，且对国有企业的促进作用更加明显。造成这种差异的原因是，从企业股权性质角度来看，不同类型企业在绿色创新驱动路径中呈现显著差异。国有经济主体凭借其特殊股权结构，在政策响应与资源整合层面展现出独特优势。这类企业对国家战略导向具备更强的敏感度与执行效率，尤其在数字化转型与低碳发展等政策落实方面，往往能够率先形成示范效应。由于绿色创新活动具有周期长、风险高的双重特征，国有企业在政策扶持、科研储备及人才梯队建设等方面构成的系统性保障机制，显著强化了其开展绿色创新的动力。从市场竞争角度来看，非国有经济主体在市场竞争压力下，经营决策更倾向于关注短期绩效指标与市场占有率提升。生存压力与资本回报的周期约束使得此类企业对需要长期投入的绿色可持续发展项目持相对审慎态度。此外，非国有企业在信贷获取、财政补贴等外部支持渠

道存在客观局限性，叠加融资成本偏高的现实困境，导致其通过数字技术革新推动绿色创新的实践效能较低。这种制度环境与资源条件的双重制约，最终导致制造业领域内，国有资本主导的企业在数字化赋能绿色创新方面呈现更突出的实践效果。

4.5. 融资约束的中介效应

为进一步检验融资约束在数字化转型影响制造企业绿色创新的中介效应，将融资约束作为中介变量，对模型(2)~(4)进行回归，表 6 给出了回归结果。

Table 6. The intermediary effect of financing constraints
表 6. 融资约束的中介效应

	(1)	(2)	(3)
	GI	FC	GI
DIG	0.214*** (3.576)	-0.038** (-2.087)	0.209*** (2.612)
FC			-0.102* (-1.740)
常数项	0.238*** (4.953)	4.790*** (3.586)	0.510 (0.686)
控制变量	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES
N	20,845	20,845	18,950
R ²	0.388	0.556	0.382

表 6 列(1)和表 3 列(2)结果一致，不再重复分析。表 6 列(2)是模型(3)回归结果，DIG 系数在 5% 水平上显著为负，表明数字化转型水平的提升能够有效降低企业融资约束程度。表 6 列(3)是模型(4)回归结果，FC 系数在 10% 水平下显著为负，表明融资约束的加深会导致企业绿色创新水平降低，面对较高的融资约束程度，企业会降低对绿色创新项目的投资研发，列(3)中 DIG 系数在 1% 下显著为正且绝对值小于列(1)中 DIG 系数的绝对值，结合表 6 列(3)中的结果可知，数字化转型能够有效降低企业的融资约束程度，从而提高企业绿色创新水平，且融资约束在这一影响路径中表现出部分中介效应，假设 2 得到验证。

5. 结论与对策建议

本文基于 2012 年~2022 年我国 A 股 1895 家上市制造业企业的年度平衡面板数据，通过理论分析和实证检验结合的方式分析了数字化转型对制造业企业绿色创新的影响效应，主要得到以下结论：第一，数字化转型能够有效提高制造业企业绿色创新水平。数字技术的应用能够助力企业实现对环境影响的精准评估，通过全周期管理降低能源与物料损耗，进而提升资源利用效率并缩减运营成本。智能化平台构建有助于突破组织边界，促进跨部门的技术协作与知识共享，形成开放式创新网络。在人力资源维度，数字化进程不仅加速了现有人才队伍的技能迭代，更通过创新生态建设吸引复合型技术人才集聚，为清洁生产技术研发储备智力资本。综合来看，数字化转型作为系统性工程，通过技术赋能和组织变革的双重路径，推动企业在达成经济绩效与环境责任协同发展的过程中，培育出持续性的绿色创新动能。第二，

制造业企业的数字化转型对绿色创新驱动效应存在显著所有制差异。国有制造企业在数字化变革中展现出更强的绿色创新动能，这主要得益于其在科研经费配置、高端人才储备及政策扶持力度等方面体制性优势。反观非国有制造企业，由于面临更为严苛的市场竞争压力和资本流动性约束，其经营决策往往倾向于优先保障短期盈利目标，导致其绿色创新研发投入存在不足。这种创新资源配置的异质性特征，本质上是不同股权结构下企业战略导向差异化的客观反映。第三，数字化影响制造企业绿色创新内在机制中，融资约束程度表现出中介效应。数字技术的应用优化了企业信息披露机制，通过提升财务数据和环境绩效的透明度，有效缓解投融资双方的信息壁垒。这种透明化运作模式不仅增强了资本市场的认可度，更降低了股权融资和债权融资难度。区块链和云计算等新兴技术构建的智能融资平台，为企业提供了多元化的资金获取方式。政府层面实施的数字经济发展专项扶持政策，实质性地降低了技术创新的资金使用成本。

根据以上结论，本文提出以下对策建议：第一，为驱动制造业绿色创新的持续发展动能，企业需深入实施数字化转型。政府部门应当为制造业企业数字化转型提供良好的外部支撑体系，通过加大财政扶持力度、提升数字设施的覆盖率、优化数字资源配置，为企业绿色创新提供坚实的数字化基础，引导产业向绿色、可持续的方向转型。对于企业主体而言，建立数字化转型与绿色创新相一致的战略框架，将数字转型目标纳入企业核心战略体系，聚焦关键数字技术攻关方向，建立研发投入与成果转化的衔接机制，通过数字技术赋能，更好地实现企业绿色创新。同时应强化复合型人才梯队建设，构建数字化与绿色创新相结合的人才培养体系。第二，依据企业属性制定分类施策方案，以强化制造业企业绿色创新效能。政府需在维持国有企业政策扶持的基础上，同步完善对非国有企业政策支持力度。例如，针对非国有企业，通过设立数字技术升级引导基金，配套低息融资及创投扶持政策，重点破解数字化转型过程中的资金约束难题，同时优化融资担保体系。第三，为有效解决制造企业绿色创新的融资约束，需构建多层次融资支持体系以支撑制造业绿色可持续发展。制造业实现绿色创新涉及技术革新、设备迭代及工艺优化，亟需系统性资金保障。政府层面应构建多元化补贴体系并优化激励机制，通过财税优惠与技术支持消除转型壁垒。金融部门需开发绿色信贷、碳中和债券等专项工具，精准对接环保项目融资需求，缩减融资成本并引导社会资本流入。在企业治理层面，推进数字化转型，通过规范财务信息披露强化外部沟通，构建透明化经营数据共享平台，从而显著降低信息壁垒，增强投资者对企业绿色创新前景的信心，从而优化融资条件。

参考文献

- [1] 李鑫, 徐琼, 王核成. 企业数字化转型与绿色技术创新[J]. 统计研究, 2023, 40(9): 107-119.
- [2] 肖静, 曾萍. 数字化能否实现企业绿色创新的“提质增量”?——基于资源视角[J]. 科学学研究, 2023, 41(5): 925-935+960.
- [3] Dou, Q.Q. and Gao, X.W. (2023) How Does the Digital Transformation of Corporates Affect Green Technology Innovation? An Empirical Study from the Perspective of Asymmetric Effects and Structural Breakpoints. *Journal of Cleaner Production*, **428**, Article 139245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139245>
- [4] 林永佳, 杨畅, 蔡幸. 企业数字化转型与绿色创新能力升级——基于网络效应的分析[J]. 现代财经(天津财经大学学报) 2023, 43(2): 3-19.
- [5] 刘志铭, 童琳, 钟华明. 企业数字化转型与绿色技术创新——来自制造业上市公司的证据[J]. 广东社会科学, 2024(1): 37-47.
- [6] 王峰正, 刘向龙, 张蕾, 等. 数字化促进了资源型企业绿色技术创新吗? [J]. 科学学研究, 2022, 40(2): 332-344.
- [7] 张泽南, 钱欣钰, 曹新伟. 企业数字化转型的绿色创新效应研究: 实质性创新还是策略性创新? [J] 产业经济研究, 2023(1): 86-100.
- [8] 马红, 侯贵生. 数字化转型与制造企业绿色创新质量——基于供需双侧机制的再检验[J]. 软科学, 2024, 38(10): 77-83.
- [9] 张萌, 宋顺林. 企业数字化、创新驱动政策与 ESG 表现[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2023, 38(6): 34-

- 46+101.
- [10] 赵国庆, 李俊廷. 企业数字化转型是否赋能企业新质生产力发展?——基于中国上市企业的微观证据[J]. 产业经济评论, 2024(4): 23-34.
 - [11] 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.
 - [12] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 等. 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.
 - [13] 郑攀攀, 庄子银. 知识产权司法保护专门化与企业数字创新[J]. 系统工程理论与实践, 2024, 44(5): 1501-1521.
 - [14] 谭小芳, 张伶俐. 产融结合类型、研发投资与创新产出[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(11): 99-108.
 - [15] 张嘉伟, 胡丹丹, 周磊. 数字经济、纵向创新链关系与企业创新绩效——来自中国上市公司的经验证据[J]. 会计与经济研究, 2023, 37(4): 83-111.
 - [16] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.