

制造业企业数字化转型、绿色技术创新与经营绩效

洪蓓高

(重庆师范大学, 重庆 404100)

摘要: 本文基于 2013-2023 年 A 股制造业上市公司相关数据, 运用双向固定效应模型和中介效应分析框架, 探究数字化转型对制造业企业经营绩效的影响机制。通过 CiteSpace 软件开展文献计量分析, 发现数字化转型与绿色创新的融合研究已成热点, 但产权异质性视角下三者联动机制的系统性探讨存在缺口。研究表明, 数字化转型能显著提升制造业企业经营绩效, 且绿色技术创新发挥中介作用; 产权性质存在异质性影响, 国有企业的提升效果更显著。基于此, 从政府、企业二元视角提出政策建议, 助力制造业数字化转型与绩效提升。

关键词: 数字化转型; 制造业; 经营绩效; 绿色技术创新

DOI: doi.org/10.70693/rwsk.v2i4.421

1 引言

在互联网、云计算等技术革新推动下, 数字化转型成为我国制造业突破发展瓶颈的核心路径。自 2020 年国家将大数据列为核心战略并出台《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经济发展实施方案》, 加之《中国制造 2025》的明确指引, 制造业数字化转型被赋予驱动经济高质量发展的战略意义。而制造业工业化进程中面临的环境污染、资源浪费等问题, 与党的二十大报告提出的制造业“高端化、智能化、绿色化”深度发展要求相呼应, 绿色创新成为制造业可持续发展的核心路径。通过 CiteSpace 软件对相关文献进行可视化计量分析发现, “数字化转型-绿色创新-企业绩效”已形成核心研究网络, 但现有研究多聚焦两两关系或整体样本分析, 缺乏对产权异质性调节作用的深入探讨, 且研究缺口与“双碳”目标下的政策导向和企业实践需求脱节。当前国内外研究多关注制造业数字化转型的必要性与影响因素, 针对“双碳”背景下三者联动关系的研究仍显不足。本文立足国家战略与产业实践, 探索数字化转型驱动绿色创新、提升经营绩效的内在机制, 为制造业转型升级提供理论参考与实践路径。

2 文献综述

本研究以 CNKI 为检索源, 以“数字化转型”为主题词检索 2019 年 1 月-2025 年 12 月的文献, 经筛选保留 444 篇, 利用 CiteSpace 从发文量、作者共现、关键词共现与聚类等方面分析, 梳理领域研究现状与空白。

2.1 发文量分析

2019-2021 年相关文献发文量增长平缓, 领域处于起步积累阶段; 2022 年后发文量快速攀升至峰值, 2024 年略有回落, 反映该领域研究热度随行业实践需求显著提升。

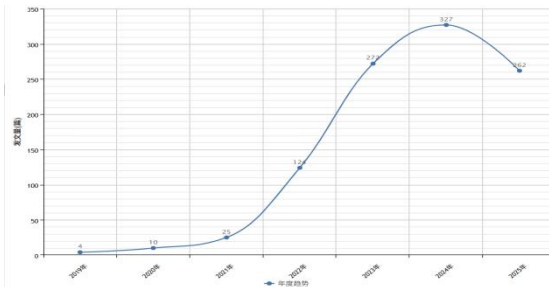


图 1 相关领域年度发文量分布情况

作者简介: 洪蓓高(2002-), 女, 硕士, 研究方向为企业数字化转型。

2.2 作者共现网络分析

作者共现图谱中节点 199 个、线段 136 个，网络密度 0.0069。巫强、蒋真儿[1]等为领域核心研究者，分别聚焦制造业数字化转型路径机制、绿色创新与企业绩效关联；李鑫、周云波[2]等学者的研究围绕数字化转型异质性展开，与本文产权异质性分析主题呼应。作者合作网络呈现“小聚集、大分散”特征，跨群体、跨方向协作较少，存在明显“孤岛”现象，虽利于细分方向深度挖掘，但限制了跨领域融合研究，后续需加强不同研究团队联动。



图 2 制造业数字化转型领域作者共现网络图

2.3 关键词共现分析

关键词共现图谱含节点 81 个、连线 84 个，密度 0.0259。高频关键词包括“数字化转型”“绿色创新”“国有企业”“企业绩效”等，与本文研究主题高度契合。“数字化转型”与“绿色创新”“数字经济”连线强度高，“国有企业”与“环境规制”“政策效应”关联紧密，“绿色创新”“碳约束”等为近年研究新热点，契合“双碳”战略需求。整体呈现“数字化+绿色化+制度因素”融合趋势，但“绿色创新中介效应的细分路径”等关键词关联较松散，存在研究缺口。

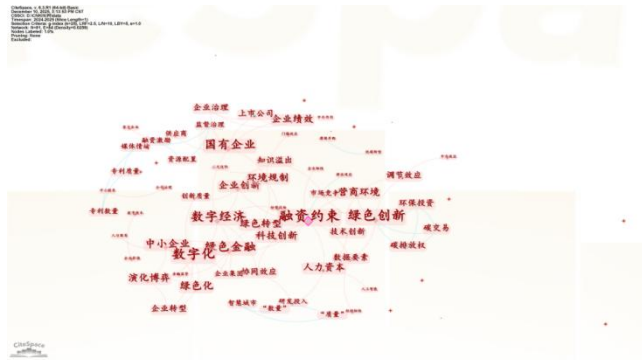


图 3 制造业数字化转型领域关键词共现图谱

2.4 关键词聚类分析

采用 LLR 聚类统计功能，得到模块值 $Q=0.82$ 、平均轮廓值 $S=0.93$ 的聚类结果，聚类有效且同质性优秀，形成 5 个核心聚类：#0 数字经济、#1 数字化、#2 绿色创新、#3 人力资本、#4 中小企业、#5 国有企业。结合聚类规模与聚焦度，将领域研究热点归纳为三方面：一是数字化与经济基础[4]，作为底层背景，聚焦数字技术对制造业的赋能逻辑与数字化转型路径；二是绿色创新实践[13]，为核心研究主题，围绕“数字化赋能绿色创新”展开，验证了绿色创新对企业绩效的正向作用；三是企业异质性视角[8]，涵盖产权与规模异质性研究，但不同产权、规模企业的研究相对独立，产权与规模交叉异质性的调节作用仍为研究空白。



图 4 制造业数字化转型领域关键词聚类图谱

3 理论分析与研究假设

3.1 直接效应假设

数字化转型由 Negroponte[9]在 1995 年首次提出，涵盖生产要素数字化、生产活动数字化创新、生产关系数字化重建。当前制造业面临成本与竞争双重压力，数字化技术通过整合数据要素打破信息不对称，推动生产模式从规模化向定制化转型，提升资源配置效率；同时推动企业组织架构扁平化，实现各环节实时协同，降低管理成本与决策滞后性。基于此，提出 H1：制造业企业数字化转型对经营绩效具有显著正向影响。

3.2 中介效应假设

数字化转型通过深度挖掘数据要素，精准识别生产环节的资源消耗与环境风险点，为绿色创新明确方向，形成“数字化识别需求—绿色创新响应—绩效提升反馈”闭环；同时，数字化平台促进跨领域技术融合，降低绿色创新技术转化成本，数据要素的边际效益递增特性强化了绿色创新对绩效的驱动[12]。数字化转型企业的绿色创新投入强度更高，绿色创新带来的成本下降可转化为产品竞争力，提升经营绩效。基于此，提出 H2：制造业企业数字化转型对绿色技术创新具有显著正向影响。H3：绿色技术创新对企业经营绩效具有显著正向影响。

4 研究设计

4.1 样本选择与数据来源

选取 2013-2023 年中国 A 股制造业上市公司为研究样本，数据来源于上市公司年报与国泰安（CSMAR）数据库。经剔除金融类、ST/PT 类、关键变量缺失样本，并对连续变量缩尾处理后，最终得到 20251 个观测样本。

4.2 变量选取

1、被解释变量：经营绩效（ROE），采用净资产收益率衡量，后续以总资产收益率（ROA）进行稳健性检验。2、核心解释变量：数字化转型（DT），采用文本分析法抓取企业年报中数字化相关关键词词频占比，经“词频总数+1”自然对数化处理后度量。3、中介变量：绿色创新投入（GREEN），选取绿色发明专利与实用新型专利申请数量之和，经自然对数化处理后度量。4、控制变量：选取企业规模（size）、资产负债率（Lev）、营业总收入增长率（Gro）、股权集中度（top1）、研发强度（RD）、现金流量（cflow）、流动比率（Liq）、流动资产周转率（Ltr），并引入年份（year）和行业（Ind）固定效应。

4.3 模型设计

基准模型。为检验制造业企业数字化转型对企业经营绩效的影响，本文建立如下基准模型：

$$ROE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DT_{it} + \alpha_2 Control_{it} + \sum year + \sum Ind + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， α 为重点关注系数，若显著为正则 H1 成立。

中介模型。为研究制造业企业数字化转型对于其经营绩效的作用机制，本文借鉴相关研究通过逐步回归方法，以企业绿色创新投入（GREEN）为中介变量，构建如下中介模型：

$$GREEN_{it} = \beta_0 + \beta_1 DT_{it} + \beta_2 Control_{it} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$ROE_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 GREEN_{it} + \gamma_2 DT_{it} + \gamma_3 Control_{it} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

5 实证分析

5.1 基准回归结果

引入控制变量并固定年份、行业效应后,数字化转型(DT)对净资产收益率(ROE)的回归系数在1%水平上显著为正,表明制造业企业数字化转型显著正向促进经营绩效,H1得证。控制变量中,企业规模、流动资产周转率、股权集中度等对经营绩效呈显著正向影响,资产负债率、流动比率等呈显著负向影响。

表 1 基准回归结果

变量	(1) ROE	(2) ROE	(3) ROE
DT	0.0058*** (6.7420)	0.0027*** (3.2363)	0.0037*** (4.0628)
size	0.0171*** (17.9275)	0.0187*** (18.8432)	0.0188*** (18.8938)
Lev	-0.2376*** (-21.4246)	-0.2429*** (-21.4841)	-0.2428*** (-21.4642)
Ltr	0.0115*** (8.4068)	0.0192*** (12.3933)	0.0189*** (12.2061)
top1	0.0007*** (13.2184)	0.0008*** (14.1946)	0.0007*** (13.9594)
Gro	0.1048*** (31.9271)	0.1009*** (31.8862)	0.0997*** (30.6846)
Liq	-0.0014*** (-3.6939)	-0.0010*** (-2.6504)	-0.0011*** (-2.8963)
RD	-0.0024*** (-8.6708)	-0.0029*** (-9.9121)	-0.0028*** (-9.6475)
cflow	0.5191*** (35.0770)	0.5054*** (34.4154)	0.5148*** (34.6455)
_cons	-0.2988*** (-16.0278)	-0.3211*** (-7.4794)	-0.3207*** (-7.9159)
year	是	否	是
Ind	否	是	是
N	20251	20251	20251
adj. R2	0.304	0.315	0.318

5.2 稳健性检验

通过替换被解释变量(ROE替换为ROA)、剔除疫情期间样本(2020-2022年)两种方式进行稳健性检验,结果显示数字化转型的回归系数仍在1%水平上显著为正,与基准回归结果一致,研究结论具有稳健性。

表 2 稳健性检验

变量	(1) ROA	(2) ROE
DT	0.0014*** (3.6929)	0.0055*** (4.6174)
控制变量	是	是
_cons	-0.1094*** (-6.4164)	-0.2934*** (-7.1107)
year	是	是
Ind	是	是
N	20251	11796
adj. R2	0.443	0.293

5.3 异质性分析

将样本划分为国有企业与非国有企业两类进行回归分析,结果显示两类企业的数字化转型均对经营绩效产生1%水平上的显著正向影响,但国有企业的回归系数更高,表明数字化转型对国有企业经营绩效的提升作用更为突出。原因在于国有企业具备更强的战略前瞻性,能将数字化转型与企业战略深度融合;同时拥有天然政策优势,在财政、税收等方面获得更多支持,为数字化转型注入充足资本与动力。

表 3 异质性分析

变量	(1) 国有企业 ROE	(2) 非国有企业 ROE
DT	0.0073*** (3.6291)	0.0024** (2.3080)
控制变量	是	是
_cons	-0.3199*** (-7.2760)	-0.3504*** (-10.9870)
year	是	是
Ind	是	是
N	4965	15286
adj. R2	0.291	0.333

5.4 中介效应回归结果

数字化转型 (DT) 对绿色创新投入 (GREEN) 的回归系数在 1%水平上显著为正, H2 得证; 将绿色创新投入纳入模型后, 其对经营绩效的回归系数在 1%水平上显著为正, 且数字化转型的系数仍显著为正, H3 得证, 表明绿色创新投入在数字化转型与制造业企业经营绩效之间发挥显著中介作用, 数字化转型可通过提升绿色技术创新间接提升经营绩效。

表 4 中介效应回归结果

变量	(1) GREEN	(2) ROE
DT	0.3210*** (2.7938)	0.0036*** (3.9956)
GREEN		0.0002*** (6.4634)
控制变量	是	是
_cons	-91.7155*** (-10.0987)	-0.3028*** (-7.4740)
year	是	是
Ind	是	是
N	20251	20251
adj. R2	0.078	0.318

6 结论与建议

6.1 研究结论

本文以 2013-2023 年 A 股制造业上市公司为研究对象, 探究数字化转型、绿色技术创新与经营绩效的关系及产权异质性影响, 得出核心结论: 1. 制造业企业数字化转型对经营绩效具有显著正向影响, 且绿色技术创新在二者间发挥中介作用, 数字化转型可通过提升绿色创新投入间接提升经营绩效, 该结论经稳健性检验验证可靠。2. 产权性质对数字化转型的绩效提升效应存在异质性, 国有企业与非国有企业的数字化转型均能显著提升经营绩效, 但国有企业因战略前瞻性更强、政策支持更充分, 其数字化转型对经营绩效的提升效果更为突出。

6.2 政策建议

基于研究结论, 从企业和政府二元视角提出针对性建议, 推动制造业数字化转型与绿色创新融合, 提升企业经营绩效:

企业层面: 强化战略融合, 深化数字化与绿色创新协同发展。1. 融合战略规划: 国有企业将数字化转型与绿色创新深度融入企业发展战略, 利用区块链优化供应链绿色管理; 非国有企业依托工业互联网平台, 聚焦 AI 质检、柔性生产等场景, 将绿色创新目标纳入战略规划。2. 完善治理机制: 引入独立董事监督数字化与绿色创新项目, 建立数字化投入、绿色研发强度与高管薪酬、绩效考核挂钩的激励机制, 定期披露转型进度与绩效关联报告, 提升管理透明度。3. 加速技术转化: 搭建开放实验室或创新孵化器, 引进高端人才, 推动数字化与绿色

技术成果落地;深化产学研合作,与高校、科研机构共建研发平台,为转型与创新提供技术支撑。

政府层面:优化政策体系,推动不同产权企业协同转型。1. 优化扶持结构:在研发费用加计扣除、数字化改造补贴等财政、税收政策上向非国有企业倾斜,缩小国企与非国企的政策差距,鼓励非国有企业加大绿色创新投入。2. 强化战略引导:为国有企业提供数字化转型战略规划专业指导,助力其深化战略融合;通过政策引导非国有企业制定适配的数字化战略,推动其与行业龙头企业合作,提升战略规划能力。3. 保障技术落地:设立专项资金,支持企业开展数字化与绿色创新技术研发应用,对区块链、人工智能等技术在绿色生产中的应用给予资金补助;搭建技术交流平台,促进产学研协同创新,加速技术成果转化;对治理机制创新突出的企业给予政策奖励,推动企业治理与数字化、绿色创新深度融合。

参考文献:

- [1] 熊立春,赵利媛,等.数字化水平对农林上市企业经营绩效的影响[J].中国农业大学学报,2023,28(12):290-306.
- [2] 解学梅,朱琪玮.企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题? [J].管理世界,2021,37(01):128-149+9.
- [3] 苏艳丽,张佳慧,刘书娜.数字化转型、ESG表现与企业绩效研究综述[J].财会月刊,2023,44(20):53-57.
- [4] 朱晶婷,郭飞云,林贇.数字化程度、技术创新与企业绩效[J].中国注册会计师,2023,(09):63-67.
- [5] 叶永卫,李鑫,郭飞,等.数字化转型与企业经营成本变动[J].世界经济文汇,2023,(02):70-90.
- [6] 赵宸宇.数字化发展与服务化转型——来自制造业上市公司的经验证据[J].南开管理评论,2021,24(02):149-163.
- [7] 赵树宽,张铂晨,蔡佳铭.绿色创新对企业绩效的影响:基于中国上市公司面板数据[J].科技管理研究,2022,42(06):211-220.
- [8] 杨静,施建军.企业生态创新与经济绩效曲线关系研究[J].科技进步与对策,2015,32(13):95-99.
- [9] Lang D L ,Behl A ,Phuong D N N , et al.Toward SME digital transformation in the supply chain context: the role of structural social and human capital[J].International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,2023,53(4):448-466.
- [10] 傅颖,郭爱其,陈磊,等.促进还是抑制:家族涉入对专精特新企业经营绩效的影响[J].浙江大学学报(人文社会科学版),2024,54(09):63-83.
- [11] 许松涛,魏宇琼,董梦园,等.CEO开放性特征与重污染行业企业绿色创新[J].华东经济管理,2022,36(10):43-55.
- [12] 孙佳哲,李勇坚.数字化转型对制造业企业经营绩效的影响[J].税务与经济,2025,(03):78-86.
- [13] 刘娅玲.绿色创新对先进制造业企业经营绩效的影响分析[J].市场周刊,2025,38(13):15-18.
- [14] 黄文举.企业环保投入、绿色技术创新与企业绩效的关系研究[D].湖北大学,2022.
- [15] 杨静,施建军.企业生态创新与经济绩效曲线关系研究[J].科技进步与对策,2015,32(13):95-99.

Digital Transformation, Green Technology Innovation, and Business

Performance of Manufacturing Enterprises

Hong Beigao

Chongqing Normal University, Chongqing, China

Abstract: Based on data from A-share listed manufacturing companies from 2013 to 2023, this paper uses a two-way fixed effects model and a mediation effect analysis framework to explore the impact mechanism of digital transformation on the operational performance of manufacturing enterprises. By conducting bibliometric analysis using CiteSpace software, it is found that the integration of digital transformation and green innovation has become a research hotspot, but there is a gap in the systematic exploration of the interaction mechanism among the three from the perspective of property rights heterogeneity. The study shows that digital transformation can significantly improve the operational performance of manufacturing enterprises, and green technological innovation plays a mediating role; the nature of property rights has a heterogeneous impact, with the enhancement effect being more significant in state-owned enterprises. Based on this, policy recommendations are proposed from the dual perspectives of government and enterprises to support the digital transformation and performance improvement of the manufacturing sector.

Keywords: digital transformation; manufacturing; operational performance; green technological innovation