

数字化转型对全要素生产率的影响 ——来自制造业上市公司的证据

林珊珊^{1,2}, 周心怡¹

¹南通大学商学院, 江苏 南通

²南通大学江苏长江经济带研究院, 江苏 南通

收稿日期: 2025年11月28日; 录用日期: 2025年12月11日; 发布日期: 2025年12月31日

摘要

数字经济与制造业的协同发展有助于实现产品质量和生产效率的提升, 从而重构制造业的核心竞争力。论文基于2011~2024制造业上市公司的数据, 从直接传导机制、间接传导机制和异质性传导机制三个维度阐述了数字化转型提升制造企业全要素生产率的内在机理, 实证研究也验证了数字化转型对企业全要素生产率的影响。主要结论如下: (1) 企业数字化对制造业企业全要素生产率具有显著促进作用。经过工具变量法、替换变量、滞后检验等多重稳健性检验后这一结论依然成立。(2) 数字化对生产率的促进作用呈现明显的异质性特征。在企业层面, 国有企业的数字化提升效应更为突出; 在区域层面, 东部地区的促进作用显著强于中西部地区。(3) 机制分析表明, 数字化通过创新驱动路径增强创新产出能力水平来推动企业全要素生产率提升; 数字化有效降低信息壁垒, 通过成本优化路径来推动企业全要素生产率提升。论文的研究结论有助于准确评估数字化转型的生产率效应, 为政策制定和调整提供经验证据。

关键词

数字化转型, 制造业企业, 全要素生产率, 传导机制

The Impact of Digital Transformation on Total Factor Productivity —Evidence from Manufacturing Listed Companies

Shanshan Lin^{1,2}, Xinyi Zhou¹

¹School of Business, Nantong University, Nantong Jiangsu

²Jiangsu Yangtze River Economic Belt Research Institute, Nantong University, Nantong Jiangsu

Received: November 28, 2025; accepted: December 11, 2025; published: December 31, 2025

文章引用: 林珊珊, 周心怡. 数字化转型对全要素生产率的影响[J]. 电子商务评论, 2025, 14(12): 5706-5719.
DOI: 10.12677/ecl.2025.14124540

Abstract

The synergistic development of the digital economy and manufacturing contributes to the enhancement of product quality and production efficiency, thereby reconstructing the core competitiveness of manufacturing. Based on data from listed manufacturing companies from 2011 to 2024, this paper elucidates the intrinsic mechanisms through which digital transformation enhances total factor productivity (TFP) in manufacturing enterprises from three dimensions: direct transmission mechanisms, indirect transmission mechanisms, and heterogeneous transmission mechanisms. Empirical research also validates the impact of digital transformation on enterprises' TFP. The main conclusions are as follows: (1) Enterprise digitalization significantly promotes TFP in manufacturing enterprises. This conclusion remains robust after multiple tests, including instrumental variable methods, variable replacement, and lag tests. (2) The productivity-enhancing effect of digitalization exhibits notable heterogeneity. At the enterprise level, the enhancing effect is more pronounced in state-owned enterprises; at the regional level, the promoting effect is significantly stronger in the eastern region compared to the central and western regions. (3) Mechanism analysis indicates that digitalization drives TFP improvement through an innovation-driven path by enhancing innovation output capacity, and it effectively reduces information barriers to promote TFP through a cost optimization path. The research findings of this paper help accurately assess the productivity effects of digital transformation and provide empirical evidence for policy formulation and adjustment.

Keywords

Digital Transformation, Manufacturing Enterprises, Total Factor Productivity, Transmission Mechanisms

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

二十届四中全会中强调要大力推进新型工业化，发展新质生产力，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展，提升产业链供应链韧性和安全水平，加快建设制造强国。制造业是促进数字经济发展的关键支柱产业，全要素生产率是衡量其核心竞争力和增长质量的关键指标，全要素生产率作为评估企业投入产出效率的关键指标，其动态变化不仅揭示了制造业在数字化转型中的阶段性成果，更提供了产业发展水平的观测维度。在当前数字化转型的关键窗口期，亟需深化数据要素市场化配置改革，充分释放数据要素的乘数效应，这不仅是实现传统产业智能化改造的必然选择，更是构建现代化产业体系、推动经济高质量发展的战略路径[1]。因此，延伸出一个亟待解决的问题是，制造业数字化转型能否促进生产率的提升，从而推动制造业的高质量发展？

既有部分研究指出数字化转型对企业全要素生产率具有显著提升作用(赵宸宇, 2021 [2], 黄群慧等, 2019 [3]), 基于我国 A 股制造业上市公司的实证分析证实了这一观点。王鹏飞等(2023) [4]数字化与全要素生产率呈倒 U 型关系，且在当前主要表现为生产率提升作用。黄勃等[5]研究发现数字技术创新可以增强管理赋能、提高投资决策精准度、优化资产运营效率以及改善劳动力结构提高企业全要素生产率。涂心语等(2022) [6]提出数字化转型能够通过加速企业间知识溢出进而促进其全要素生产率的提升。此外，一些学者将能源与资源消耗纳入传统的全要素生产率考量范围，引入绿色全要素生产率的概念，提出数

字经济发展通过优化资本配置扭曲, 从而提升绿色全要素生产率(周晓辉等, 2021 [7]), 数字化转型通过降低运营成本, 优化生产结构从而提升绿色全要素生产率(刘文俊等, 2023 [8])。

制造业数字化转型指在数字技术支撑与赋能下, 对产业链各环节进行系统性数字化升级与重构, 从而实现行业高质量发展的过程。当前我国制造业转型仍面临产能结构有待优化和核心技术融合能力与要素整合效能不足的问题, 要素投入边际效益呈现递减趋势, 缺乏高效的技术转化平台与协同创新生态, 导致技术成果向实际生产力的转化不畅, 制约了行业整体运行质效的提升[9]。与此同时, 制造业内部数字化发展水平不均衡, 产业链数字化尚未形成系统协同推进机制, 普遍呈现“单点应用多、链条贯通少”的局面, 整体上仍处于“局部突破、整体滞后”的发展阶段[10]。在此背景下, 若数字化转型确能促进全要素生产率提升, 其内在作用机制究竟为何?

现有研究表明其作用机制主要有以下几个方面: 其一, 研究产业结构优化方面, 数字化转型通过重构产业链生态, 显著提升产业链协同效率和优化供应链融资供给, 同时依托智能算法优化专业化分工, 强化供应链系统集成能力, 促进企业高质量发展[11]。其二, 在影响效果方面, 数字化转型通过搭建数字平台突破数字壁垒, 促进创新要素及优势资源跨主体整合[12], 形成支撑高质量发展的内生动力; 同时数字技术的应用产生显著信息协同效应, 使得要素冗余度降低和融资成本下降, 大幅增强产业抗风险能力[13]。其三, 在经济效益方面, 数字化转型的提升能够提高企业ESG表现, 缓解融资约束, 同时提升财务绩效, 进而降低企业破产风险、提升风险承担能力[14]。最后, 在影响机制方面, 以数字技术为核心的业务模式创新是促进制造业企业全要素生产率增长的重要因素。数字技术通过加速知识溢出和供应链协同, 精准匹配国际需求, 从而实现全球价值链地位跃升[15]。此外, 数字技术通过构建智能制造模式实现生产率跃升, 尤其在资本密集型企业获益更明显[16]。也有研究指出, 数字技术通过缓解费用粘性, 显著改善制造业企业绩效[17]。

论文的边际贡献主要有以下三个方面。第一, 现有研究多聚焦数字化转型对高质量发展和区域创新等宏观层面的影响, 论文则从企业微观视角切入, 基于投入产出法, 论文构建了制造业的数字化评价指标, 系统考察数字化转型对制造业企业全要素生产率的影响。第二, 分析数字化转型对全要素生产率的作用机制, 验证其促进技术创新和降低交易成本的双重路径, 揭示了数字化转型提高制造业企业全要素生产率的影响机制, 为数字经济推动实体经济创新发展提供了微观层面的经验证据。第三, 通过企业层面和区域层面的异质性分析, 深入探讨了数字化转型对制造企业全要素生产率提升的异质性特征, 为数字经济与实体经济的深度融合提供了经验证据, 为制定企业特色数字化战略和行业政策奠定了理论基础。

2. 理论分析与研究假设

数字技术的普及应用, 显著压缩了信息传递的时空限制, 促进了制造业生产要素的自由流动与高效配置。企业得以在生产过程中充分发挥数字技术边际成本递减的规模效应, 有效控制各类要素投入成本, 从供给端为创新活动提供持续支持。同时, 数字经济打破了传统市场发展的时空约束, 拓宽了产品流通与消费覆盖范围, 提升了整体交易效率与产品价值实现能力, 从需求端为企业发展注入新的动力。随着数字技术与制造业的深度融合, 数字信息技术有效缓解了传统技术路径与资源条件的限制, 消除了实体经济生态系统中信息传递的障碍[18], 显著增强了制造业的创新活力与市场竞争力。这不仅对传统制造模式产生积极的技术溢出与改造提升, 还有助于拓展生产可能性边界, 更易于形成具有韧性和效率的规模经济格局。数字化转型旨在从以下两个维度显著提升企业全要素生产率: 首先, 人工智能、大数据等数字技术的深度应用, 不仅推动企业生产设备智能化改造, 更促进商业模式向用户共创和网络协同转型, 有效提升技术创新效率和资源配置水平。其次, 数字技术驱动下, 企业组织结构向扁平化方向演进, 大数据分析工具为管理决策提供支持, 持续优化运营效率。基于此, 论文提出以下假设:

假设1: 企业数字化能显著提高制造业企业的全要素生产率。

数字经济的蓬勃发展为制造业市场带来了更激烈的竞争格局, 促使企业更加主动地通过技术创新来提升生产效能。作为驱动全要素生产率提升的内生力量, 技术创新在互联网等相关技术迅速迭代的环境下, 也推动了以市场实际需求为导向的制造业发展新形态。知识技术服务成为制造业企业构建差异化竞争优势的重要支撑, 助力企业通过产品特色化实现市场突围。一方面, 制造企业能够借助数字化手段, 更敏锐地把握消费者多样化的需求变化与行业趋势, 这种需求的多元化不仅加快了产品升级换代的节奏, 也加剧了企业之间的产品竞争, 进而为持续开展技术创新注入了不断更新的动力。另一方面, 数字信息的高透明度打破了信息壁垒, 企业能够高效协作优化资源配置, 降低内外部信息识别和获取的成本, 提升资源利用率, 优化外部创新环境。基于此, 论文提出以下假设:

假设 2: 企业数字化通过提升创新能力来推动企业全要素生产率提升。

交易成本理论认为, 市场交易因人性局限和环境约束会产生协调成本, 而企业的本质就是通过组织创新和治理机制设计来最小化这些成本。在数字经济时代, 开放创新平台与开发者生态的兴起, 标志着企业创新范式发生了根本性转变。这不再仅仅是工具层面的改进, 而是企业利用数字基础设施, 主动构建和融入一个动态、开放、自生长的创新生态系统的过程。一方面, 数字技术的应用提升了企业对潜在合作伙伴的甄别能力, 通过评估其信用状况和履约能力, 有效优化了合作契约的签订质量与效率。另一方面, 开放创新平台极大地消除了地理、组织与信息的边界, 使得整合顶尖人才、前沿技术与多元化创意的边际交易成本趋近于零, 使企业能够以更低的投入在海量信息中找到匹配资源, 同时缩短了交易双方的时空距离, 提高了交易匹配速度, 进而提升了企业效率。基于此, 论文提出以下假设:

假设 3: 企业数字化通过降低交易成本来推动企业全要素生产率提升。

3. 研究设计

3.1. 模型设计

为有效控制潜在遗漏变量对估计结果的干扰, 论文采用固定效应模型进行实证分析[19], 计量模型设定具体如下:

$$TFP_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{i,t} + \theta C_{i,t} + F_i + Y_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中, 被解释变量 $TFP_{i,t}$ 表示企业 i 在 t 年的全要素生产率; $Dig_{i,t}$ 衡量企业 i 在 t 年数字化程度; C 表示控制变量集合; F_i 和 Y_t 分别表示企业和年份固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为残差项。

在模型(1)的基础上, 借鉴温忠麟和叶宝娟的研究[20]构建模型(2)和(3), 以检验创新产出和交易成本的中介作用, 进而验证假设 2 和 3:

$$INTER_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Dig_{i,t} + \theta C_{i,t} + F_i + Y_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$TFP_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 INTER_{i,t} + \gamma_2 Dig_{i,t} + \theta C_{i,t} + F_i + Y_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中, $INTER$ 表示中介变量。

3.2. 变量说明

3.2.1. 解释变量

企业数字化水平($DigA$)。论文借鉴吴非等[21]的做法, 提取企业年报文本数据中的数字化转型关键词, 对人工智能技术、大数据技术、云计算技术、区块链技术、数字技术运用五个维度 76 个数字化相关词频进行统计, 通过词频统计方法构建数字化转型的代理变量。论文利用 Python 语言的 PyMuPDF 模块构建了上市公司年报文本数据库, 通过关键词检索、匹配及频率统计方法, 对数字化转型相关术语进行量化分析。具体流程包括: (1) 基于预设技术特征词表进行文本挖掘; (2) 按技术领域分类统计关键词出现频

次; (3) 汇总各维度词频数据构建数字化转型评价指标。该方法实现了对企业数字化转型程度的客观量化评估。取对数后得出企业数字化转型指数(*DigA*)。该指数越高, 表明企业的数字化转型程度越深。

3.2.2. 被解释变量

论文的被解释变量为全要素生产率(*TFP*), 参考黄先海等[22], 采用 LP 方法计算。总产出为企业的营业收入, 资本投入为企业固定资产净值, 劳动投入为企业支付给职工以及为职工支付的现金, 中间投入使用“营业成本加期间费用再减去本期折旧摊销额及劳动报酬总额”来衡量。

3.2.3. 控制变量

论文参考朱长宁[23]的研究, 选取以下企业层面的财务指标和公司治理变量作为控制变量: 企业财务杠杆率(*Lev*), 采用企业资产负债率衡量; 短期偿债能力(*CashFlow*), 采用现金流量比率来衡量; 企业价值(*Tobin's Q*), 采用企业托宾 *Q* 值来衡量; 企业盈利能力(*ROA*), 采用企业资产收益率来衡量; 企业规模(*Size*), 采用企业年末总资产的对数表示; 董事会规模(*Board*), 采用企业董事会人数来衡量。

3.3. 数据样本

2011~2024 年沪深 A 股的制造业上市公司作为论文研究对象, 数据来源于上市公司年报、国泰安数据库、万德数据库和《中国统计年鉴》。对研究样本进行了以下的筛选和处理: (1) 剔除 ST、*ST 或退市的企业; (2) 剔除存在变量缺失的样本; (3) 剔除注册地非中国大陆的企业。经整理, 最终获得 29,459 个有效观测值。为减轻极端值的影响, 对连续变量进行了 1% 的缩尾处理。

3.4. 描述性统计

主要变量的描述性统计概况见表 1。其中, 企业的全要素生产率数值范围从 4.619 到 11.855 不等, 揭示了我国制造业企业在全要素生产率上存在显著差异, 均值为 8.529, 与过往文献较为接近(赵宸宇等, 2021)。就企业数字化水平而言, 样本数据显示最小值为 0, 最大值为 6.375, 平均值为 1.402, 反映出不同企业在数字化转型的程度上存在较大差距, 并且从整体上看, 我国制造业的数字化转型尚处于初级阶段, 部分企业甚至未进行数字化转型。其余变量分布均处于合理的区间内, 详情请参见表 1。

Table 1. Descriptive statistics

表 1. 描述性统计

变量	变量定义	均值	标准差	最小值	最大值
<i>TFP_LP</i>	以 LP 方法测算的全要素生产率	8.5293	0.9666	4.6193	11.8555
<i>DigA</i>	企业数字化水平	1.4020	1.2920	0.0000	6.3750
<i>Lev</i>	资产负债率	0.3819	0.1929	0.0319	0.9347
<i>cflow</i>	现金流量 = 经营活动产生的现金流净额/总资产	0.0509	0.0652	-0.1994	0.2656
<i>tobin</i>	企业价值	2.0147	1.2290	0.7888	16.6472
<i>roa</i>	总资产净利润率	0.0454	0.0648	-0.3750	0.2552
<i>size</i>	企业规模 = 总资产的对数	22.0548	1.1830	19.5628	26.4523
<i>Board</i>	董事会人数	2.0985	0.1918	1.6094	2.7081

4. 实证结果与分析

4.1. 基准结果分析

企业数字化对企业全要素生产率影响的总体检验结果见表 2。具体来看: 第(1)列仅纳入了企业数字

化(*DigA*)这一变量,结果显示 *DigA* 的系数为 0.101,且通过了 1%的显著性水平的检验,意味着企业数字化对全要素生产率具有正面的推动作用。第(2)列在加入其他控制变量后结果显示 *DigA* 的系数仍然为正且显著,这进一步证明了假设成立。第(3)列不仅考虑了控制变量还进行了年份和个体固定效应,结果显示企业数字化水平每提升 1%,企业全要素生产率将相应提高 0.007%,核心解释变量通过了 1%的显著性水平检验且大于 0。观察控制变量我们可以发现偿债能力强、企业价值高、规模大、盈利能力强的企业,其全要素生产率表现相对较好。随着控制变量的加入和固定效应,符号和显著性并未发生变化,这进一步支持了企业数字化能够促进企业全要素生产率提升的观点,即假设 1 通过检验。

Table 2. Baseline regression results**表 2.** 基准回归结果

VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	TFP	TFP	TFP
<i>DigA</i>	0.101*** (23.33)	0.035*** (16.40)	0.007*** (2.97)
<i>Lev</i>		0.888*** (49.88)	0.270*** (15.81)
<i>Cashflow</i>		0.559*** (11.83)	0.561*** (18.78)
<i>TobinQ</i>		-0.029*** (-12.43)	0.010*** (5.33)
<i>ROA</i>		2.760*** (53.19)	1.899*** (55.57)
<i>Size</i>		0.619*** (218.64)	0.523*** (116.15)
<i>Board</i>		0.008 (0.53)	0.036** (2.39)
<i>Constant</i>	8.388*** (1,018.60)	-5.613*** (-91.61)	-3.339*** (-33.26)
<i>Observations</i>	29,459	29,459	29,412
<i>R-squared</i>	0.018	0.769	0.946
<i>Year FE</i>	NO	NO	YES
<i>Firm FE</i>	NO	NO	YES

注: ***、**、*表示回归系数在 1%、5%、10%水平下显著,括号中的数值为 t 统计值。

4.2. 稳健性检验

第一,替换解释变量。为避免单一变量造成的误差,使研究结果更加稳健,论文借鉴了甄红线(2023)的研究,对包含技术分类、组织赋能、数字化应用等类别下数字化相关词频数进行统计,构建指标(*DigB*)。*DigB* 越大表明企业数字化转型的程度越高。**表 3** 第(1)列结果显示 *DigB* 系数为正且在 1%水平下显著,说明在双固定效应下企业数字化对全要素生产率存在正向作用。

第二, 替换被解释变量。使用 *OP* 方法重新测度全要素生产率指标[24], 以替代论文的被解释变量。如表 3 第(2)所列结果, 年份和个体双固定效应下 *DigA* 系数为 0.013, 在 1% 水平下显著, 与基准回归结果保持一致, 表明基准回归结果具有稳健性, 假设 1 仍然成立。

第三, 滞后检验。考虑到企业数字化转型的影响可能存在时间滞后性(池毛毛等, 2020)将假设 1 中数字化转型程度(*DigA*)滞后了一期进行检验, 表 3 第(3)列的结果显示, 对滞后一期的解释变量系数为 0.006, 在 1% 水平下显著。再次验证了假设 1 的结论。

Table 3. Robustness tests
表 3. 稳健性检验

VARIABLES	(1) 替换解释变量	(2) 替换被解释变量	(3) 滞后一期
<i>DigA</i>		0.013*** (5.03)	
L. <i>DigA</i>			0.006*** (2.63)
<i>DigB</i>	0.007*** (2.85)		
<i>Lev</i>	0.270*** (10.57)	0.178*** (7.04)	0.244*** (13.05)
<i>cflow</i>	0.560*** (14.01)	0.563*** (14.66)	0.581*** (18.12)
<i>tobin</i>	0.010*** (4.29)	0.005** (2.29)	0.013*** (6.43)
<i>roa</i>	1.898*** (33.63)	1.866*** (34.00)	1.752*** (47.83)
<i>size</i>	0.523*** (73.14)	0.357*** (51.57)	0.526*** (105.85)
<i>Board</i>	0.037** (2.14)	0.025 (1.49)	0.031* (1.92)
<i>Constant</i>	-3.341*** (-21.33)	-1.431*** (-9.47)	-3.375*** (-30.37)
<i>Observations</i>	29,412	29,412	24,982
<i>R-squared</i>	0.946	0.917	0.951
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES
<i>Firm FE</i>	YES	YES	YES

注: ***、**、*表示回归系数在 1%、5%、10% 水平下显著, 括号中的数值为 t 统计值。

4.3. 内生性检验

论文注意到可能存在的内生性问题: 较高生产率的企业可能更有能力和意愿实施数字化转型, 导致生产率和数字化之间出现反向因果关系。我们采用工具变量法来处理这一问题。参考黄勃等(2023)构建工

具变量的思路, 将是否为宽带中国示范城市(*Broadband*)、上一年度企业所在省份的互联网接入端口与企业所在地级市 1984 年每万人固定电话数量的自然对数交乘数(*Telephone*)作为工具变量进行内生性检验 [5]。具体工具变量结果如表 4 所示。

表 4 列(1)和列(2)分别为第一阶段和第二阶段结果。表 4 第(1)列结果可以看出工具变量(*Broadband*、*Telephone*)与内生解释变量(*DigA*)均通过 1% 显著性水平检验, 证明了论文研究结果的稳健性。进一步看, *F* 的统计量明显大于 10, 说明论文所选用的工具变量不存在弱工具变量; Kleibergen-Paap 检验结果 *p* 小于 0.1, 拒绝工具变量识别不足的原假设。论文所选用的工具变量不存在识别不足或弱工具变量问题, 从而进一步证明了工具变量的合理性。第二阶段结果显示, 变量 *DigA* 的回归系数符号和显著性不改变, 表明在考虑了内生性问题之后, 企业数字化转型对全要素碳生产率产生了显著的提升作用, 结果具有可靠性和稳健性。

Table 4. Endogeneity tests

表 4. 内生性检验

	(1)	(2)
	<i>DigA</i>	<i>TFP_LP</i>
<i>Broadband</i>	0.331*** (0.018)	
<i>Telephone</i>	0.000*** (0.000)	
<i>DigA</i>		0.096*** (0.009)
<i>Lev</i>	-0.272*** (0.047)	0.289*** (0.018)
<i>Cashflow</i>	0.127 (0.081)	0.549*** (0.031)
<i>TobinQ</i>	0.054*** (0.005)	-0.007*** (0.002)
<i>ROA</i>	-0.925*** (0.091)	2.006*** (0.037)
<i>Size</i>	0.436*** (0.011)	0.533*** (0.007)
<i>Board</i>	-0.035 (0.041)	0.010 (0.016)
<i>Obs</i>	29,412	29,412
<i>Adjust_R²</i>		0.554
<i>F</i>	835.251	5890.432
<i>CD Wald F</i>	835.251	
<i>SW S stat.</i>	180.018	
<i>Kleibergen-Paap_LM_S</i>	1569.438	
<i>Kleibergen-Paap_P-val</i>	0.000	

注: ***、**、*表示回归系数在 1%、5%、10% 水平下显著, 括号中的数值为 *t* 统计值。

4.4. 异质性分析

4.4.1. 股权性质

根据企业性质，我们将样本划分为国有企业与非国有企业两组。表 5 分别列示了国有企业和非国有企业的回归结果，系数都为正且显著，但国有企业的回归系数明显高于非国有企业，且提升效果也高于非国有企业。

这一现象的出现可能是因为国有企业受益于稳定的政策支持和融资优势，其生产经营活动具有较强计划性特征。特别是在当前数字经济提升到国家战略层面的背景下，国有企业背靠国家信誉相比非国有企业在获得资源支持、数字化设备及人才引进方面更具优势，数字化转型的生产效应相应地会更加明显。

Table 5. Heterogeneity analysis: nature of equity ownership

表 5. 异质性分析：股权性质

	(1)	(2)
	国有	非国有
<i>DigA</i>	0.011** (2.33)	0.005* (1.93)
<i>Lev</i>	0.184*** (5.23)	0.312*** (15.86)
<i>cflow</i>	0.587*** (9.48)	0.553*** (16.38)
<i>tobin</i>	0.007 (1.62)	0.011*** (5.46)
<i>roa</i>	2.013*** (26.31)	1.851*** (49.08)
<i>size</i>	0.557*** (61.64)	0.509*** (97.49)
<i>Board</i>	0.048 (1.61)	0.027 (1.57)
<i>Constant</i>	-3.949*** (-19.33)	-3.058*** (-26.45)
<i>Observations</i>	7,868	21,544
<i>R-squared</i>	0.945	0.942
<i>Year FE</i>	YES	YES
<i>Ind FE</i>	YES	YES

注：***、**、*表示回归系数在 1%、5%、10% 水平下显著，括号中的数值为 t 统计值。

4.4.2. 地区差异

论文将企业样本依据所在省份划分为东部、中部和西部三大地理区域进行异质性分析。表 6 中的第(1)、(2)和(3)列分别展示了针对东、中、西部地区的分样本回归结果。实证分析结果揭示：东部地区的 *DigA* 系数为 0.006，且在 5% 的显著性水平下呈现正值，而中部和西部地区的 *DigA* 系数虽为正，但并未达到统

计显著性。这表明, 东部地区的企业数字化转型能够显著地提升全要素生产率, 而中西部地区尽管有正向提升作用, 但在促进企业全要素生产率增长方面的效果并不明显。

区域数字化发展差异的影响机制主要体现在两个维度: 其一, 东部地区凭借优越的基础设施条件、高素质人才储备和健全的金融体系, 为企业数字化转型创造了有利条件, 从而更有效地提升了企业生产效率。其二, 数字化转型在促进要素流动的同时, 也强化了发达地区的集聚效应, 表现为中西部地区面临人才外流和资源外溢的双重压力, 这一现象在东部沿海地区尤为显著, 进一步扩大了区域间的经济发展差距。

Table 6. Heterogeneity analysis: regional differences**表 6. 异质性分析: 地区差异**

VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	东部	中部	西部
<i>DigA</i>	0.006** (2.15)	0.008 (1.44)	0.007 (0.82)
<i>Lev</i>	0.289*** (14.49)	0.376*** (8.96)	0.104* (1.93)
<i>cflow</i>	0.533*** (15.39)	0.466*** (6.56)	0.852*** (8.46)
<i>tobin</i>	0.012*** (5.42)	0.011** (2.37)	-0.002 (-0.39)
<i>roa</i>	1.811*** (46.00)	2.005*** (23.98)	2.204*** (19.01)
<i>size</i>	0.538*** (102.72)	0.502*** (45.99)	0.474*** (32.46)
<i>Board</i>	0.025 (1.42)	0.017 (0.51)	0.127** (2.51)
<i>Constant</i>	-3.613*** (-31.11)	-2.899*** (-11.83)	-2.440*** (-7.39)
<i>Observations</i>	21,291	5,024	3,097
<i>R-squared</i>	0.947	0.950	0.943
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES
<i>Ind FE</i>	YES	YES	YES

注: ***、**、*表示回归系数在 1%、5%、10% 水平下显著, 括号中的数值为 t 统计值。

4.5. 影响机制分析

上述回归结果皆证明了企业数字化对企业全要素生产率提升的促进作用, 但其影响生产率的传导机制还有待研究。论文借助中介效应模型分别考察企业数字化通过创新产出和交易成本两个渠道对全要素生产率的影响, 回归结果如表 7、表 8 所示。

4.5.1. 创新产出渠道

论文采用发明专利数量的对数作为衡量创新能力(Invention)的替代指标。表 7 为引入了创新能力进行中介效应的回归结果。具体而言,列(2) *DigA* 系数为正且在 1% 水平显著,说明企业数字化对其创新能力具有积极影响,列(3)创新能力对全要素生产率在 1% 水平上正向显著,实证结果表明假设 2 成立,创新能力存在中介作用,而且企业的技术创新能力在提升其全要素生产率方面发挥着显著作用。因此,表 7 的检验结果支持了这样一个结论:企业数字化的提高会促进创新产出,从而提升企业的全要素生产率。

Table 7. Mediation effect of innovation output**表 7.** 创新产出的中介效应

VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	TFP	Invention	TFP
<i>DigA</i>	0.007*** (2.97)	0.032*** (4.42)	0.007*** (2.85)
Invention			0.008*** (4.19)
<i>Lev</i>	0.270*** (15.81)	-0.156*** (-2.94)	0.272*** (15.88)
<i>cflow</i>	0.561** (18.78)	-0.146 (-1.57)	0.562*** (18.83)
<i>tobin</i>	0.010*** (5.33)	0.013** (2.26)	0.010*** (5.28)
<i>roa</i>	1.899*** (55.57)	-0.070 (-0.66)	1.899*** (55.61)
<i>size</i>	0.523*** (116.15)	0.587*** (41.90)	0.519*** (111.36)
<i>Board</i>	0.036** (2.39)	0.030 (0.64)	0.036** (2.37)
<i>Constant</i>	-3.339*** (-33.26)	-10.718*** (-34.35)	-3.249*** (-31.66)
<i>Observations</i>	29,412	29,412	29,412
<i>R-squared</i>	0.946	0.784	0.946
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES
<i>Ind FE</i>	YES	YES	YES

注: ***、**、*表示回归系数在 1%、5%、10% 水平下显著,括号中的数值为 t 统计值。

4.5.2. 交易成本渠道

表 8 为交易成本作为中介效应的回归结果,论文选用无形资产净额/总资产作为衡量交易成本(*Cost*)的代理指标。回归结果显示,列(2) *DigA* 系数为负,且在 1% 的显著性水平下显著,表明数字化能够有效降低交易成本。进一步地,列(3)数字化转型系数为正同时交易成本系数为 -0.653,都在 1% 的显著性水平

下显著。实证结果表明,交易成本降低在数字化影响生产率的传导机制中存在中介作用。具体而言,数字化通过以下两条路径实现交易成本节约:(1)提升市场透明度,减少信息不对称导致的契约成本;(2)促进数据要素流通,降低信息搜寻和交易匹配成本。这种成本节约效应促使企业将更多资源配置于价值创造活动,最终实现生产效率提升。因此,上述结果证明假设3成立,数字化的提升导致交易成本下降,交易成本的减少会提升企业的全要素生产率。

Table 8. Mediation effect of transaction costs
表 8. 交易成本的中介效应

VARIABLES	(1) TFP	(2) cost	(3) TFP
<i>DigA</i>	0.007*** (2.97)	-0.001*** (-3.14)	0.006*** (2.77)
cost			-0.653*** (-10.60)
<i>Lev</i>	0.270*** (15.81)	-0.001 (-0.63)	0.270*** (15.80)
<i>cflow</i>	0.561*** (18.78)	0.014*** (4.54)	0.570*** (19.11)
<i>tobin</i>	0.010*** (5.33)	0.001*** (4.89)	0.010*** (5.67)
<i>roa</i>	1.899*** (55.57)	-0.056*** (-16.29)	1.862*** (54.34)
<i>size</i>	0.523*** (116.15)	-0.000 (-0.66)	0.523*** (116.35)
<i>Board</i>	0.036** (2.39)	-0.004*** (-2.67)	0.033** (2.22)
<i>Constant</i>	-3.339*** (-33.26)	0.060*** (5.90)	-3.300*** (-32.92)
<i>Observations</i>	29,412	29,412	29,412
<i>R-squared</i>	0.946	0.652	0.947
<i>Year FE</i>	YES	YES	YES
<i>Ind FE</i>	YES	YES	YES

注: ***、**、*表示回归系数在1%、5%、10%水平下显著,括号中的数值为t统计值。

5. 研究结论与政策启示

随着国际经济不确定性加剧,数字技术不断的普及与发展,推动数字经济与实体经济深度融合,成为推动我国制造业高质量发展的关键。论文综合分析了数字化与全要素生产率的相关文献,通过逻辑推理探讨了数字化对企业全要素生产率的影响路径,并运用Python量化数字化水平,结合LP方法计算企业全要素生产率。同时,异质性分析不同企业特征和地区分布下数字化对生产要素的影响,并利

用中介效应模型揭示了创新产出和交易成本的中介作用。主要结论如下：首先，企业数字化对中国制造业企业的全要素生产率具有显著提升作用。数据作为新兴生产要素，凭借其低廉的信息传递成本和显著的网络外部性，助力企业在市场竞争中占据优势，增强了企业的竞争力。其次，数字化对企业全要素生产率的影响在不同企业和地区间存在差异。从企业层面看，数字化对国有企业全要素生产率的促进作用更为显著；从地区层面看，东部地区数字化对企业全要素生产率的提升效果更为突出。最后，基于影响机制的研究发现，数字化通过提升企业创新能力，增加创新产出，促进了企业全要素生产率的提升。同时，数字化还增加信息透明度，提升资源利用率，降低了交易成本，进而对企业全要素生产率产生了积极影响。

面对全球制造业格局深度调整与国内技术突围的双重挑战，我国需要系统推进数字技术与实体经济的融合。具体而言：

(1) 加强新型数字基础设施战略布局，助力企业数字化转型升级。

政府仍需加大数字基础设施投资，促进数据要素与制造业传统生产要素的渗透融合与优化重组。除此之外，政府还应充分利用数字技术全链条、全方位地改造传统制造业，打造产业知识共同体，建立行业级工业知识库，搭建产能共享云平台，缩小制造业的区域数字化差距，提升跨企业协同效率。

(2) 推动企业数字化转型的区域协同发展。

研究表明，企业数字化转型效果存在显著区域异质性。具体而言，东部地区企业因具备完善的数字基础设施、充沛的人才储备和充足的资金支持，其数字化转型对高质量发展的促进效应更为突出。相较之下，中西部地区企业受制于技术短板、人才匮乏和资源约束等因素，数字化转型进程相对滞后。建议政府构建“先富带后富”的协同转型机制：一方面，支持东部标杆企业通过建立产业数字化联盟、输出成熟解决方案等方式，带动中西部企业转型；另一方面，针对中西部地区实施“三优一补”专项政策(优享财政补贴、优惠税收政策、优化融资渠道、补充数字基建)，系统破解转型瓶颈。通过这种“市场驱动+政策托底”的双轮模式，可有效促进区域数字化均衡发展，整体提升企业高质量发展水平。

(3) 制定特色化数字化战略，加速科技成果向生产率转化。

企业要制定符合自身特征和外部环境的数字化战略，保持弱市场竞争下的危机意识，加快数字技术与自身的融合，以创新驱动，打造差异化竞争优势。企业不仅要注重技术研发与创新，更要构建一套高效的技术应用与成果转化机制，以此降低交易成本。通过建立内部创新平台，鼓励跨部门协作，促进科研成果的快速迭代与实际应用。此外，企业也应注重数据安全与隐私保护，建立健全的信息安全管理体

系，确保数字化转型过程中的数据安全与合规性，赢得消费者与合作伙伴的信任与支持。

致 谢

作者感谢第一作者林珊珊副教授对本研究工作的全面领导与决定性贡献。

基金项目

国家社会科学基金一般项目“区域一体化背景下长三角跨界共建世界级先进制造业集群研究”(21BJY152)；江苏省研究生实践创新计划项目“制造业上市公司碳生产率的时空差异及提升路径研究(SJCX24_1952)”。

参考文献

- [1] 吕铁. 传统产业数字化转型的趋向与路径[J]. 人民论坛·学术前沿, 2019(18): 13-19.
- [2] 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.

- [3] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019(8): 5-23.
- [4] 王鹏飞, 刘海波, 陈鹏. 企业数字化、环境不确定性与全要素生产率[J]. 经济管理, 2023, 45(1): 43-66.
- [5] 黄勃, 李海彤, 刘俊岐, 等. 数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据[J]. 经济研究, 2023, 58(3): 97-11.
- [6] 涂心语, 严晓玲. 数字化转型、知识溢出与企业全要素生产率——来自制造业上市公司的经验证据[J]. 产业经济研究, 2022(2): 43-56.
- [7] 周晓辉, 刘莹莹, 彭留英. 数字经济发展与绿色全要素生产率提高[J]. 上海经济研究, 2021(12): 51-63.
- [8] 刘文俊, 彭慧. 区域制造企业数字化转型影响绿色全要素生产率的空间效应[J]. 经济地理, 2023, 43(6): 33-44.
- [9] 张燕, 黄俊杰, 陈臻. 数字经济赋能制造业转型升级: 逻辑、案例与路径——基于“技术-经济范式”演化的视角[J]. 技术经济, 2024, 43(11): 49-59.
- [10] 马晓君, 宋嫣琦, 于渊博, 等. 产业数字化如何走“实”向“深”?——数字要素全产业链溢出的内在逻辑与测算实践[J]. 统计研究, 2024, 41(7): 29-47.
- [11] 刘玉斌, 能龙阁. 数字化转型的溢出效应: 扩散还是虹吸?——基于行业内领军企业与行业间产业链双重视角[J]. 经济与管理研究, 2024, 45(6): 38-57.
- [12] Chauhan, C., Parida, V. and Dhir, A. (2022) Linking Circular Economy and Digitalisation Technologies: A Systematic Literature Review of Past Achievements and Future Promises. *Technological Forecasting and Social Change*, **177**, Article ID: 121508. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121508>
- [13] 杜家廷, 何金凤, 顾谦农. 数字化转型对制造业发展韧性的提升效应[J/OL]. 科技进步与对策: 1-12. <https://link.cnki.net/urlid/42.1224.G3.20240529.0850.006>, 2025-10-05.
- [14] 崔秀梅, 肖祎宁, 王菁华. 企业 ESG 表现能否降低破产风险? [J]. 审计与经济研究, 2024, 39(5): 69-78.
- [15] 霍春辉, 吕梦晓, 许晓娜. 数字技术与制造企业全球价值链地位攀升: 打开数字技术赋能的“黑箱” [J]. 南方经济, 2023(3): 11-28.
- [16] 赵滨元. 数字技术应用、智能制造生产模式和企业生产效率[J]. 经济与管理, 2023(6): 76-84.
- [17] 岳宇君, 顾萌. 数字技术应用、费用黏性与制造业企业业绩[J]. 上海金融, 2023(9): 67-79.
- [18] 温湖炜, 钟启明. 智能化发展对企业全要素生产率的影响——来自制造业上市公司的证据[J]. 中国科技论坛, 2021(1): 84-94.
- [19] 宋清华, 林永康. 杠杆率会影响全要素生产率吗——基于企业和地区异质性的视角[J]. 山西财经大学学报, 2021, 43(3): 112-126.
- [20] 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.
- [21] 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, 10.
- [22] 黄先海, 高亚兴. 数实产业技术融合与企业全要素生产率——基于中国企业专利信息的研究[J]. 中国工业经济, 2023(11): 118-136.
- [23] 朱长宁, 李宏伟. 数字化转型对企业高质量发展的影响机制研究——来自中国 A 股上市制造业企业的证据[J]. 经济问题, 2024(9): 78-86, 110.
- [24] Olley, G.S. and Pakes, A. (1996) The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*, **64**, 1263-1297. <https://doi.org/10.2307/2171831>