http://www.resourcesindustries.net.cn zycy@cugb.edu.cn

数字化转型、供应链整合与制造业企业全要素生产率

杨欢欢，支 援

（贵州大学 经济学院，贵州 贵阳 550025）

摘 要：在全球新一轮科技革命与产业变革深入演进的背景下，数实深度融合在驱动我国经济结构转型、培育新质生产力方面发挥着不可替代的作用。随着数实深度融合的推进，数字化转型已成为我国经济高质量发展与企业成长提升的必然路径，其对制造业企业全要素生产率的影响值得深入研究，作用机制也有待进一步挖掘。论文采用 2011—2023 年沪深 A 股制造业上市公司数据样本，基于供应链整合的新视角，采用双向固定效应模型实证检验数字化转型与制造业企业全要素生产率之间的关系并分析其影响机制。研究发现：1）数字化转型能够显著促进制造业企业全要素生产率的提升，这一结论在一系列稳健性检验下仍然成立；2）作用机制检验结果表明，数字化转型能够通过提高供应链整合水平来提升制造业企业全要素生产率；3）数字化转型对制造业全要素生产率的影响存在异质性，在非国有性质、大规模及东部地区的制造业企业中，数字化转型对制造业全要素生产率的提升作用相对更显著；4）进一步研究发现，知识溢出和技术共享以及国家级大数据综合试验区政策能够强化数字化转型对制造业全要素生产率提升的促进作用。研究建议积极发展数字化转型战略，深化供应链整合支持体系，强化知识溢出与技术共享机制，同时应注重考虑不同企业群体特征，差异化实施数字化转型。

关键词：数字化转型；全要素生产率；供应链整合；制造业企业

中图分类号：F270 **文献标识码**：A **文章编号**：1673－2464（2026）04－0058－13

Digital Transformation, Supply Chain Integration, and Total Factor Productivity of Manufacturing Enterprises

YANG Huanhuan, ZHI Yuan

(*School of Economics*, *Guizhou University*, *Guiyang* 550025, *China*)

Abstract: Under the deepening global new round of technological revolution and industrial transformation, the deep integration of the digital and real economy plays an irreplaceable role in driving China's economic structural transformation and fostering new quality productive forces. With this integration advancing, digital transformation has become an inevitable path for high-quality economic development and for firms' growth and upgrading. Its impact on total factor productivity (TFP) in manufacturing enterprises warrants in-depth study, and the underlying mechanisms

收稿日期：2025－10－17；**修订日期**：2025－11－13；**责任编辑**：任宝琴。

网络出版地址：https://link.cnki.net/urlid/11.5426.td.20260429.1445.012 **DOI**：10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20260429.006

基金项目：国家自然科学基金项目（52460028）；贵州省哲学社会科学规划课题（24GZYB83）。

第一作者简介：杨欢欢，硕士生，主要从事产业经济研究。E-mail：yang2h@163.com

通信作者简介：支援，博士、教授，主要从事资源与环境经济研究。E-mail：yzhi@gzu.edu.cn

引用格式：杨欢欢，支援，2026. 数字化转型、供应链整合与制造业企业全要素生产率[J]. 资源与产业，28(4)：58－70.
YANG Huanhuan, *ZHI Yuan*, 2026. *Digital transformation*, *supply chain integration*, *and total factor productivity of manufacturing enterprises*[J]. *Resources & Industries*, 28(4): 58－70.

require further exploration. Using a sample of Shanghai and Shenzhen A-listed manufacturing firms from 2011 to 2023, and from a new perspective of supply chain integration, this study employs a two-way fixed-effects model to empirically test the relationship between digital transformation and manufacturing firms' TFP and to analyze the mechanism. The results show that: 1) digital transformation significantly promotes TFP improvement in manufacturing firms, and the conclusion remains valid under a series of robustness tests; 2) mechanism tests indicate that digital transformation improves manufacturing firms' TFP by enhancing the level of supply chain integration; 3) the effect is heterogeneous—digital transformation has a more pronounced TFP-enhancing effect among non-state-owned firms, large-scale firms, and firms in eastern China; and 4) further analysis finds that knowledge spillovers and technology sharing, as well as policies related to national big-data comprehensive pilot zones, strengthen the positive effect of digital transformation on manufacturing firms' TFP. Accordingly, the study recommends actively advancing digital transformation strategies, deepening support systems for supply chain integration, strengthening mechanisms for knowledge spillovers and technology sharing, and implementing differentiated digital transformation initiatives that account for differences across firm groups.

Key words: digital transformation; total factor productivity; supply chain integration; manufacturing enterprises

0　引言

数字经济已成为国民经济增长的重要贡献者，是我国经济高质量发展的核心引擎。2023 年中国数字经济占 GDP 比例达 42.8%，数字经济增长对 GDP 增长的贡献率达 66.45%（中国信息通信研究院，2024）。2023 年中国数字经济发展指数为 680.92，相比 2008 年的指数 100，年均复合增长率达 13.64%（零壹智库，2025），比同期 GDP 增速高出将近 1 倍。党的二十届三中全会提出的“健全促进实体经济和数字经济深度融合制度”（简称“数实深度融合”），强调推动以实体经济为主导的数字化转型发展。制造业是国民经济的基石，是实体经济的核心，推动制造业数字化转型已成为推进数实深度融合的必然选择。2025 年政府工作报告中也提出 2025 年政府目标是“加快制造业数字化转型，培育一批既懂行业又懂数字化的服务商，加大对中小企业数字化转型的支持”。

在数字经济时代，制造业数字化转型不仅是数实深度融合、经济高质量发展的需要，而且是决定企业生存与发展的关键（刘淑春等，2025）。企业的生存发展是经济高质量发展的微观基础，提升企业全要素生产率是实现经济高质量发展的关键路径（杜然等，2025）。企业全要素生产率是衡量其生产效率中无法被传统生产要素投入所解释部分的重要指标，制造业企业推进数字化转型势必会影响其全要素生产率，然而当前学术界针对这一影响的作用路径尚未形成统一认知。鉴于此，探究数字化转型对制造业企业全要素生产率的传导路径，对完善相关理论体系及指导产业实践均具有重要价值。

聚焦以往有关数字化转型对企业全要素生产率的研究，当前学术界对此作用机制的阐释尚未形成统一认识，主要存在以下观点。1）数字化转型主要通过创新投入、创新绩效、创新能力、绿色技术创新、内外部成本、产业链关联、缓解融资约束、知识溢出、员工和公众的责任等机制，促进企业全要素生产率提升（王娇等，2023；刘胜强等，2025；Tang et al.，2025；赵树宽等，2022；赵宸宇等，2021；郑博文等，2023；Wu et al.，2024；王飞等，2024；张虎等，2024；花俊国等，2022；Li，2024；涂心语等，2022；Ding et al.，2025）。2）数字化转型对农业企业、制造业企业、服务业企业、零售企业、流通企业、文化企业、矿产资源型企业、中小银行的全要素生产率具有正向影响（Tang et al.，2025；金绍荣等，2024；Luo et al.，2025；郭慧芳等，2022；杨明月等，2023；王晓东等，2023；杨向阳等，2023；Feng et al.，2024；Lu et al.，2024；王书华等，2023）。3）由于“生产率悖论”等原因，数字化转型在转型初期对企业全要素生产率的提升具有阻碍作用，而在全周期上其与企业全要素生产率呈现 U 型关系（刘新争，2023；Wanyan et al.，2024）。4）对数字化转型进行分解后发现，区块链技术降低了全要素生产率（丁相安等，2024），传统的信息通信技术不能提高全要素生产率（Li et al.，2023）。5）数字化转型与企业全要素生产率之间存在倒 U 型关系，并且具有平抑效应（刘洋等，2025）。因此，数字化转型对企业全要素生产率的影响亟待进一步探讨。

在当今全球产业链深度调整，供应链持续重组的背景下（王一鸣，2020），制造业普遍面临供应链流通链路受阻及资源配置效率趋于低下的现实困境，而数字化浪潮的蓬勃兴起为破解这一难题提供了新的可能性。作为供应链上关键节点的制造业企业如何借助数字化转型优化供应链整合效能、提升全供应链运作效率，进而摆脱困境、突破发展瓶颈以实现全要素生产率的跃升，是当前亟待解决的重要问题。构建数字化转型、供应链整合与制造业企业全要素生产率的整合分析框架，深入探究三者间的动态关联机制，不仅能够从理论层面厘清数字化转型对制造业生产效能的提升路径，更为制造业企业实践提供系统性指导。鉴于此，本研究构建供应链整合视角下的分析框架以聚焦数字化转型、供应链整合与全要素生产率的动态作用路径，旨在为制造业数字化转型提供理论支撑，同时为相关政策制定、转型战略设计提供参考借鉴。

本研究基于 2011—2023 年沪深 A 股制造业上市公司数据，基于供应链整合视角，运用双向固定效应模型实证分析数字化转型对制造业企业全要素生产率的影响，并辅以中介效应模型系统解析其作用路径与机制。本文可能的边际贡献在于：1）以往研究可能因为分析对象不同而尚未给出一致结论，本研究聚焦国民经济中发挥基石作用的制造业，为制造业企业加快数字化转型提供理论依据，为数实深度融合提供微观证据，丰富了数字化转型对全要素生产率影响的理论研究；2）本研究立足供应链整合新视角，解构数字化转型对制造业企业全要素生产率的作用机制，通过引入多要素协同的分析框架，丰富数字化转型对全要素生产率提升的理论阐释视角，为推动数字化转型进程、优化政策的制定、畅通供应链及提高全要素生产率提供理论和现实依据；3）以往研究对企业数字化转型测度的常用方式易受操纵年报以及企业在数字化浪潮中跟风进行大量数字化投资的影响，而使统计产生偏差，本研究使用国泰安数据库中 6 个层面指标标准化加权计算而得的数字化转型指数，增强了结论的科学性。

1 理论分析与研究假说

1.1 数字化转型与制造业企业全要素生产率

数字化转型是一个不断泛在化、动态化和深入化变革的过程，对制造业企业产生多维影响，并持续改变企业的内外部发展环境。

从数字化转型改变制造业企业内部环境看：1）数字化转型影响制造业企业的生产经营，其自动化生产对传统劳动的替代效应有助于减少企业劳动成本支出，而其所具备的实时动态分析与智能管控功能可以精准识别生产流程中的效率瓶颈，优化劳动资源在各环节的配置，显著提升企业劳动投资效率（喻彪等，2023），这一双重作用机制共同影响全要素生产率；2）数字化转型能够促使制造业企业依靠数字化技术构建信息交互网络，实现对资本市场动态信息的快速获取与深度分析，有效降低信息壁垒从而优化资本配置效能（郭吉涛等，2023），让资本流向更高效的生产领域与创新项目，同时缓解融资约束，降低资本投入成本，从而为全要素生产率提升提供资本层面的支撑；3）数字化转型通过云端协作平台、智能管理系统等工具，缩短决策链条、加速信息传递，还能大幅提高企业内部管理及沟通效率（杨向阳等，2023），加之推动技术人员增加而带来的内部人员结构向技术化倾斜，增加研发人才储备，进而削减创新过程中的人力成本与试错成本，减轻创新负担，以技术创新驱动全要素生产率增长。

从数字化转型持续重塑制造业企业外部生态看：1）数字化转型不仅为制造业企业带来丰富的如数据资产、算法模型等具有异质性与稀缺性的数字资源，还能通过数字化技术打通供应链、产业链上下游的资源流通渠道，畅通其他资源流入企业的路径，使企业能更高效地获取技术、人才等外部资源，从而在推动技术创新的同时助力企业积累持续竞争优势，最终转化为全要素生产率的提升；2）数字化转型可以打破地理空间对知识传播的限制，使制造业企业获得跨区域的兼具低成本化与广范围化的知识溢出效应（涂心语等，2022），相较于传统地理临近带来的有限知识交流，这种数字化驱动的知识溢出具有更强的扩散性与普惠性，企业可通过技术共享、专利合作等方式吸收外部创新成果，加速自身生产效率的提升，形成内外协同推动全要素生产率增长的良性循环。据此，本研究提出假设 H1。

H1：数字化转型显著正向影响制造业企业全要素生产率。

1.2 供应链整合的机制作用

高效调配与整合新旧资源以巩固既有能力并催

生新能力，离不开供应链整合这一重要战略举措（Di Maria et al.，2022），而数字化技术的广泛及深度应用可为制造业企业供应链整合注入新动能，并增强企业的市场竞争优势。数字化转型动态化、高效化发展，加速了产业链及供应链环节上企业的技术溢出，有益于降低创新成本，进而提升环节上各企业数字化水平，使供求信息依托数字平台快速传递，扩大各要素在企业内部及各供应商、服务商之间的流动范围，畅通供应链，提高供应链整合水平。对企业组织内部而言，各职能部门借助数字化所带来的变革，提高信息共享与协作能力，优化流程以提升协作效率，提高内部整合水平。对企业组织外部来说，数字化转型为企业带来高效便捷的资源及信息交互平台，促进供应链上各成员合作交流。此外，数字技术对传统技术具有协同与替代性，可以渗透到供应链各个环节（张任之，2022），增强需求预测能力，增强企业整合利用资源的能力，从而显著提升供应链整合水平。随着供应链整合水平的提升，各环节企业因沟通效率提升而降低交易成本，因而有余力投入简单生产外的其余环节，进而提高全要素生产率。

数字化转型能够通过提高供应链整合水平来促进制造业企业全要素生产率提升。基于动态能力理论，数字化转型所带来的灵活性及动态反应能力，能够赋予企业柔性运营机制与实时响应能力以突破传统供应链的信息孤岛壁垒。通过借助物联网传感器实时采集生产设备运行数据、区块链技术实现全链条溯源管理、大数据平台整合市场需求与库存信息，供应链上下游企业得以在统一的数字生态中实现信息实时共享与业务协同联动，信息共享程度以及协同合作能力得到有效提升，各企业可以依据实时获取的市场及外部信息及时调整自身的经营战略（李长英等，2024），有效避免因产能不足导致的供应链中断，以及因产能过剩造成的供应链低效问题，进而提高整体生产效率。此外，数字化转型具有很强的渗透性，能够推动数字技术与供应链上的采购、生产、仓储、物流等各个环节深度融合，提高各制造业企业对产品全生命周期把控的精准性。通过数字化赋能，供应链的流通更加顺畅，企业能够通过优化原材料采购计划、提高库存周转效率、精准安排生产流程等方式更合理地配置资源，这不仅有助于企业实现降低成本、提高效率的目标，还能进一步促进全要素生产率的提升，为企业在激烈的市场竞争中健康发展奠定坚实基础。据此，本研究提出假设 H2。

H2：数字化转型通过提高供应链整合水平来提升制造业企业全要素生产率。

2　研究设计

2.1　变量设定

1）被解释变量。以制造业企业全要素生产率为被解释变量。全要素生产率综合反映要素投入转化为产出的效率水平，对全要素生产率测度的常见方法有 OLS（ordinary least squares）、FE（fixed effects）、OP（olley-pakes method）、LP（levinsohn-petrin method）、GMM（generalized method of moments）等，其中 LP 法引入企业中间投入作为生产率冲击代理变量，能够缓解因同时性及样本选择偏差产生的估计偏误。因此借鉴鲁晓东等（2012）和杨汝岱（2015）的做法，本文使用 LP 法测算出的制造业企业全要素生产率作为被解释变量，并将 OP 法和 GMM 法测算的全要素生产率用于后续的稳健性检验。

2）解释变量。以数字化转型为解释变量。目前学界对企业数字化转型的测度方式主要采用文本分析法，通过构建关键词词典再使用 Python 软件进行词频统计，缺点是年报易受操纵，易使统计产生偏差。也有采用无形资产投入比等进行测算的，但由于企业易受数字化转型浪潮影响而盲目跟风，也容易造成估计的偏差。因此，为尽可能避免偏差，弥补上述不足，本研究参考纪玉俊等（2025）的做法，采用国泰安数据库中对战略引领、技术驱动、组织赋能、环境支撑、数字化成果和数字化应用 6 个维度的数据标准化后加权计算所得的数字化转型指数衡量制造业企业数字化转型。

3）机制变量。以供应链整合为机制变量。供应链整合是指企业通过协调与上游供应商、下游客户的业务流程以实现供应链各环节信息共享、资源优化配置与协同运营的过程，其核心目标是提升供应链整体效率与响应速度。由于供应链整合是企业内部与外部协同的“过程性概念”，难以直接观测，因此需选取合适的代理指标进行测度。参考 Modi et al.（2010）以及张倩肖等（2023）的做法，采用

存货周转率作为供应链效率的代理指标，并进一步用供应链效率表征供应链整合水平。

4）控制变量。本文选取以下控制变量：企业年龄、企业规模、净资产收益率、资产负债率、流动资产比率、现金流量、存货密集度、研发投入、独立董事占比、董事会规模、股权集中度、两职合一、托宾 Q 值。

具体变量定义如表 1 所示。

表 1 变量定义与描述性统计

Table 1 Variable definitions and descriptive statistics

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义	均值	标准差
被解释变量	全要素生产率	TFP	LP 法计算全要素生产率	9.032	1.023
解释变量	数字化转型	*Dt*	CSMAR 测度数字化转型指数	35.860	9.891
机制变量	供应链整合	Sci	营业成本/存货净额平均余额	4.658	12.230
控制变量	企业年龄	Age	ln（企业成立年限 +1）	2.923	0.334
	企业规模	Size	企业总资产	99.280	315.700
	净资产收益率	Roe	净利润/净资产总额	0.035	0.805
	资产负债率	Lev	总负债/总资产	0.379	0.193
	流动资产比率	*Lr*	流动资产/总资产	0.596	0.168
	现金流量	*Cash*	经营活动产生现金流量净额/总资产	0.051	0.071
	存货密集度	Icd	存货/总资产	0.135	0.084
	研发投入	*RD*	ln（企业研发费用）	18.080	1.427
	独立董事占比	Pid	独立董事数量/董事会人数	0.377	0.055
	董事会规模	Board	ln（董事人数 +1）	2.218	0.171
	股权集中度	*Oc*	前十大股东持股比例	0.593	0.150
	两职合一	Duality	CEO 兼任董事长时取 1，否则取 0	0.343	0.475
	托宾 *Q* 值	Tobin-*q*	市值/（总资产 - 无形资产净额 - 商誉净额）	2.868	2.321

2.2 模型构建

为检验数字化转型对制造业企业全要素生产率的影响，在完成计量模型适用性选择检验后，构建模型 1，

$$\mathrm{TFP}_{it}=\alpha_0+\alpha_1 Dt_{it}+\gamma x_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it}, \quad (1)$$

式中：TFP_{it}为第 i 个制造业企业在第 t 年的全要素生产率水平；α_0 为常数项；Dt_{it} 为核心解释变量，表示第 i 个制造业企业在第 t 年的数字化转型水平；x_{it}为一组控制变量；μ_i为企业固定效应；λ_t为年份固定效应；ε_{it}为残差项。

为检验假说 2 中供应链整合这一传导机制是否成立，在模型 1 的基础上构建模型 2，即公式（2）和公式（3）。

$$\mathrm{Sci}_{it}=\beta_0+\beta_1 Dt_{it}+\gamma x_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it}, \quad (2)$$

$$\mathrm{TFP}_{it}=\xi_0+\xi_1 Dt_{it}+\xi_2 \mathrm{Sci}_{it}+\gamma x_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it}, \quad (3)$$

式中 Sci_{it}为机制变量，表示第 i 个制造业企业在第 t 年的供应链整合水平。主要关注的系数是 β_1 与 ξ_1，他们反映了供应链整合这一传导机制是否有效，可以通过 β_1 与 ξ_1 的显著性来初步判断传导机制检验是否成立。

2.3 样本选取与数据来源

数字化转型的概念最早由国际商业机器公司于 2012 年明确提出，考虑相关实践和技术应用在此前已有铺垫，将研究样本起始年份设定为 2011 年，又鉴于可获取的最新公开数据年份为 2023 年，最后选取 2011—2023 年中国沪深 A 股制造业上市公司作为研究样本，并剔除 ST、＊ST、PT 以及关键变量数据缺失的公司样本。最终得到 25 309 个企业 - 年度观测值的非平衡面板数据。研究数据来源于国泰安的中国经济金融研究数据库（CSMAR）、中国研究数据服务平台数据库（CNRDS）以及巨潮资讯网上研究年份区间内样本企业公开年报。

3 实证分析

3.1 基准回归

基准回归分析结果如表 2 所示。表 2 列（1）为未纳入控制变量组的估计结果，显示数字化转型

表 2　基准回归结果

Table 2　Baseline regression results

变量	TFP	
	(1)	(2)
Dt	0.008 4***	0.002 9***
	(0.000 6)	(0.000 5)
Age		0.567 0***
		(0.036 1)
Size		0.000 2***
		(0.000 01)
Roe		0.020 3***
		(0.002 4)
Lev		0.549 8***
		(0.020 7)
Lr		0.775 1***
		(0.023 0)
Cash		0.874 3***
		(0.033 7)
Icd		0.392 3***
		(0.047 5)
RD		0.295 6***
		(0.003 6)
Pid		−0.033 2
		(0.065 4)
Board		0.137 5***
		(0.025 3)
Oc		0.097 7***
		(0.029 2)
Duality		0.003 9
		(0.006 5)
Tobin-*q*		0.002 4*
		(0.001 3)
常数项	8.264 4***	0.894 0***
	(0.021 7)	(0.133 3)
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
观测值	25 309	25 309
R^2	0.361	0.583

注：***、** 和 * 分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平；括号内为标准误。下同

这一核心解释变量在 1% 显著性水平对制造业企业全要素生产率具有显著正向影响。表 2 列（2）为引入控制变量后的结果，显示数字化转型的估计系数为 0.002 9，且在 1% 显著性水平上通过检验，证实其仍对全要素生产率提升呈现显著促进效应，由此假说 1 得到验证。控制变量方面：企业年龄与制造业企业全要素生产率呈显著正相关，这可能源于老企业在长期经营中积累了更成熟的生产技术、管理经验及市场资源，能够通过组织学习优化生产流程，降低单位产出成本；企业规模也显著正向影响制造业企业全要素生产率，可能的原因是企业总资产规模的扩大可能带来规模经济效应，例如通过批量采购降低原材料成本、投入先进设备提升自动化水平，或通过多元化布局分散风险，进而提升生产效率；净资产收益率的估计系数也显著为正，反映出制造业企业盈利能力对其全要素生产率的正向作用，原因可能是高净资产收益率的企业往往具备更强的资金积累能力，可持续投入技术升级或人才培养，形成“盈利—全要素生产率提升”的良性循环；资产负债率的估计系数也显著为正，显示适度负债对制造业企业全要素生产率的促进作用，可能源于制造业作为资本密集型行业，合理举债可用于扩大生产规模、购置固定资产，当资产收益高于负债成本时，杠杆效应能显著提升全要素生产率；流动资产比率的估计系数也显著为正，可能的原因是高流动性资产如现金、应收账款等可保障企业短期偿债能力，减少因资金链紧张导致的生产中断，同时增强企业对市场需求变化的响应速度，进而利于其全要素生产率提升；现金流量也显著正向影响制造业企业全要素生产率，这主要是因为充足的现金流为企业研发投入、设备更新提供了资金保障，降低了财务风险对生产效率的负向冲击；存货密集度也正向影响制造业企业全要素生产率，原因可能是制造业企业保持一定存货水平可避免原材料短缺或订单交付延迟，尤其在供应链波动时，合理的存货储备能保障生产连续性，提升运营效率；研发投入对制造业全要素生产率同样具有正向驱动作用，主要原因是研发费用的增加能够直接推动技术创新，如新产品开发、生产工艺优化，进而提升全要素生产率，符合“创新驱动增长”的理论预期；独立董事占比的估计系数为负但未通过显著性检验，可能原因是独立董事的监督作用在样本企业中尚未充分发挥，或其对战略决策的影响被其他治理机制所替代；董事会规模的估计系数显著为正，可能是因为更大的董事会规模可能汇聚更丰富的行业经验与决

策视角，有助于制定更科学的战略规划，提升企业资源配置效率，从而提升全要素生产率；股权集中度也显著正向影响制造业企业全要素生产率，原因可能是集中的股权结构可减少股东间的决策分歧，降低代理成本，大股东更有动机监督管理层并推动如技术投资等长期导向的效率提升措施；两职合一估计系数为正但不显著，可能的原因是在样本企业中，两职合一带来的决策效率提升效应与因权力制衡缺失而导致的监督弱化效应可能相互抵消；托宾 Q 值的估计系数也显著为正，可能是因为托宾 Q 值高的制造业企业可能更受投资者认可其未来增长潜力，进而具备更多资源用于其全要素生产率提升投资。

3.2 作用机制

为考察供应链整合这一影响机制，本研究通过检验得到表 3 列（1）—（3）的估计结果。表 3 列（2）显示数字化转型系数在 1% 水平上显著为正，表明数字化转型能够显著提高供应链整合水平。可能的原因是数字化转型能够优化采购、生产、库存协调等供应链环节管理，提升供应链整合水平。表 3 列（3）将数字化转型、供应链整合及制造业企业全要素生产率置入同一模型，结果显示数字化转型估计系数 0.002 8，在 1% 水平上显著，供应链整合估计系数 0.001 8，也通过 1% 水平显著性检验。因此，供应链整合这一影响机制有效。分析原因可能是数字化转型通过大数据预测等信息技术优化供应链各环节协同，比如通过实时监控库存状态，减少积压或缺货，降低存货成本；精准对接供应商与生产需求，缩短采购周期，提升营业成本的使用效率；增强需求预测能力，减少生产浪费，提高资源利用率，间接提升全要素生产率。据此可知，数字化转型通过提高供应链整合水平来促进制造业企业全要素生产率提升，假说 2 得到验证。

表 3 作用机制检验结果

Table 3 Results of mechanism verification

变量	(1) TFP	(2) Sci	(3) TFP
Dt	0.002 9***	0.089 0***	0.002 8***
	(0.000 5)	(0.020 2)	(0.000 5)
Sci			0.001 8***
			(0.000 2)
常数项	0.779 2***	−19.661 8***	0.814 7***
	(0.145 7)	(5.946 3)	(0.145 3)
控制变量	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
观测值	25 028	25 028	25 028
R^2	0.937	0.268	0.937

3.3 内生性问题

本研究虽已纳入并控制企业层面变量，但变量遗漏与双向因果关系仍可能存在，由此引发内生性困扰。具体而言，未观测到的异质性因素可能形成潜在干扰，同时数字化转型与生产率提升的因果方向亦需审慎验证，上述因素共同构成模型设定的内生性挑战。因此，本研究进行内生性检验，得到 p 值 = 0.06，小于 0.1，拒绝原假设，即认为存在内生性问题。为此，本研究使用工具变量法来缓解内生性。借鉴祁怀锦等（2020）的做法，对同一年份同一省份企业的数字化转型指数取平均，将其作为工具变量（*IV*）。一方面，虽然企业数字化转型会提升区域数字化发展水平，然而同处制造业行业的企业间又具有竞争关系，也存在专利等技术壁垒，所以很难影响本企业全要素生产率，满足外生性条件。另一方面，处于同一省份的制造业企业往往具有相似发展经历且受相同区域政府数字化政策的影响，因此数字化转型影响近似，满足相关性条件。工具变量法两阶段回归结果如表 4 所示，一阶段回归结果表 4 列（1）验证了工具变量与数字化转型之间的显著相关性，为后续分析提供有效识别条件。二阶段回归结果表 4 列（2）的参数估计显示，数字化转型的回归系数跃升至 0.024 7，较表 1 基准模型中的 0.002 9 存在显著提升，这一结果证实在缓解内生性后，数字化转型对全要素生产率的正向效应得到更精准的测度，此前因内生性问题导致的效应低估现象获得修正。此外，Cragg-Donald Wald F 统计量为 33.48，大于 10% 显著性水平下的临界值 16.38，通过弱工具变量检验；Anderson canon. corr. LM 统计量为 39.06 且通过 1% 水平不可识别检验，拒绝工具变量不可识别的原假设，表明工具变量具有合理性。由此可知，研究结论具有可靠性。

3.4 稳健性检验

为检验基准回归结果的稳健性，本研究从 3 个方面进行稳健性检验，回归结果如表 5 所示。1）更

表 4　工具变量检验结果

Table 4　Results of instrumental variable method

变量	(1) 第一阶段 *Dt*	(2) 第二阶段 TFP
IV	0.172 9***	
	(0.029 9)	
Dt		0.024 7*
		(0.013 1)
控制变量	是	是
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
观测值	25 309	25 309
R^2	0.874	0.294

换被解释变量。由 OP 法和 GMM 法测算的全要素生产率分别替换模型（1）中的被解释变量，结果如表 5 列（1）和列（2）所示，都表明数字化转型可在 1% 水平上显著促进制造业企业全要素生产率提升。2）更换核心解释变量。借鉴吴非等（2021）和袁淳等（2021）的研究方法，重新测算的数字化转型指数分别替换原模型（1）中的解释变量，结果如表 5 列（3）和列（4）所示，估计系数分别为 0.022 3 和 0.013 2，且都通过 1% 水平显著性检验，表明数字化转型可以显著促进制造业企业全要素生产率的提升的结论仍然成立。3）缩减样本。考虑到新冠疫情改变了制造业企业外部环境，对其业务、数字化转型及全要素生产率的提升产生影响，本研究参照曾嶸等（2023）的做法，剔除 2020 年样本重新进行回归，结果如表 5 列（5）所示，数字化转型的估计系数为 0.003 0，且仍通过 1% 水平显著性检验。4）考虑到直辖市地位特殊，其行政地位与经济水平通常能为当地制造业企业提供更利于其数字化转型的政策及支持，因此剔除直辖市辖区企业样本重新进行回归，结果如表 5 列（6）所示，显示数字化转型的估计系数为 0.004 1，且仍通过 1% 水平显著性检验。综上，研究结论稳健性得以验证。

表 5　稳健性检验结果

Table 5　Results of robustness test

变量	更换被解释变量		更换核心解释变量		缩减样本	
	TFP_{OP}	TFP_{GMM}	TFP	TFP	TFP	TFP
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Dt	0.001 7***	0.001 7***			0.003 0***	0.004 1***
	(0.000 5)	(0.000 5)			(0.000 5)	(0.000 5)
*Dt*2			0.022 3***			
			(0.002 9)			
*Dt*3				0.013 2***		
				(0.004 3)		
常数项	0.908 2***	0.389 7***	0.973 9***	0.933 5***	0.901 1***	0.844 8***
	(0.124 3)	(0.125 2)	(0.132 9)	(0.146 1)	(0.140 3)	(0.141 5)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	25 309	25 309	25 309	25 309	22 929	21 671
R^2	0.522	0.466	0.583	0.582	0.589	0.597

3.5　异质性分析

为探究数字化转型对制造业企业全要素生产率的作用是否存在异质性，本研究从股权性质、企业规模、所在地区 3 个维度进行分组回归，结果如表 6 所示。

1）以制造业企业股权性质为标准，将其划分为国有和非国有两组。由表 6 列（1）和列（2）可知，数字化转型对非国有制造业企业全要素生产率的影响系数为 0.002 4，且通过 1% 水平的显著性检验，说明其对企业提升全要素生产率具有明显的促进作用；而数字化转型对国有制造业企业全要素

表 6 异质性分析结果

Table 6 Results of heterogeneity analysis

变量	企业股权性质		企业规模		企业所在地区		
	国有	非国有	大规模	中小规模	东部	中部	西部
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Dt	0.001 7	0.002 4***	0.002 4***	0.000 8	0.002 5***	0.001 6	0.002 7
	(0.001 0)	(0.000 6)	(0.000 7)	(0.000 6)	(0.001 0)	(0.002 0)	(0.003 6)
常数项	1.870 6***	0.628 3***	2.793 0***	3.494 8***	0.143 0	1.203 0**	4.129 6***
	(0.308 7)	(0.150 2)	(0.191 7)	(0.188 3)	(0.391 9)	(0.606 8)	(0.941 0)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	6 052	19 257	12 655	12 654	18 320	4 281	2 708
R^2	0.550	0.605	0.555	0.520	0.597	0.602	0.578

生产率的影响系数虽为 0.001 7，但由于其未通过 10% 水平的显著性检验，因而可以认为其对企业提升全要素生产率没有明显的促进作用。究其原因，相比于国有性质制造业企业，非国有性质制造业企业具有更灵活的管理模式以及市场化的激励机制，对市场和政策环境的变化更加敏感，在生存压力及缺乏政策红利支撑的倒逼下，非国有性质制造业企业通过开发数字化转型的内生增长动能，能够有效推动其全要素生产率提升潜力的实现。

2）基于制造业企业规模中位数实施分组检验，将样本划分为大规模企业组与中小规模企业组。由表 6 列（3）和列（4）可知，数字化转型对大规模企业全要素生产率的估计系数为 0.002 4 且通过 1% 水平显著性检验，而中小规模企业组别中该效应未呈现统计学显著性，说明数字化转型对大规模企业全要素生产率的提升具有更为明显的驱动作用。原因可能是相比于中小规模制造业企业，大规模制造业企业在资金、人才、技术方面具有更强优势，能够充分利用数字化转型带来的红利提升其各方面的效率和竞争力。

3）以制造业企业所在区域为标准，将样本划分为东、中、西部地区 3 组样本进行研究。由表 6 列（5）、列（6）和列（7）可知，在东部区域制造业企业群体中，数字化转型对其全要素生产率估计系数为 0.002 5 且通过 1% 水平显著性检验，说明具有显著的促进效应；而在中部及西部区域制造业企业群体中，虽然数字化转型的估计系数分别为 0.001 6 和 0.002 7，但却未通过显著性检验，说明数字化转型对中西部地区制造业企业群体全要素生产率没有显著影响。分析其中原因可以发现，相比于中西部地区，东部地区已具备较为完善的数字化设施，并且有相应政策配套支持，所以制造业企业更能发挥数字化转型作用，从而提高全要素生产率。

4 进一步分析

1）考虑知识溢出与技术共享作用。知识溢出与技术共享在企业数字化转型中发挥着重要作用。制造业企业间技术交流与专利合作及转让能够增强数字化深度互动，促进具备差异化优势的企业实现技术互补，有助于减少创新成本。作为新一代信息技术的核心代表，人工智能正以颠覆性力量重塑制造业发展格局（李健斌等，2025），对人工智能的研发创新也成为制造业企业数字化转型过程不可或缺的一部分，制造业企业间人工智能创新方面合作一定程度上体现了数字化转型进程中企业间的知识溢出与技术共享。因此，本研究在模型（1）中引入企业联合获得的与人工智能相关的专利用以表征企业间的知识溢出与技术共享（Ksts），同时加入其与数字化转型的交互项，重新进行回归。结果见表 7 列（1），其中交互项 $Dt \times \text{Ksts}$ 的系数在 1% 水平上显著为正，表明企业间的知识溢出与技术共享具有正向调节效应，能够强化数字化转型对制造业企业全要素生产率的提升作用。究其原因，联合创新能够降低创新成本与风险，企业通过技术共享分

表 7　进一步分析结果

Table 7　Further analysis results

变量	TFP	
	(1)	(2)
Dt	0.002 8***	0.002 6***
	(0.000 9)	(0.000 5)
Dt × Ksts	0.000 2***	
	(0.000 06)	
Ksts	−0.015 3***	
	(0.004 4)	
Dt × *Bd*		0.001 2*
		(0.000 7)
Bd		−0.040 0
		(0.028 9)
常数项	0.907 6***	0.911 5***
	(0.320 7)	(0.133 6)
控制变量	是	是
企业固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
观测值	25 309	25 309
R^2	0.583	0.583

摊如算法优化、数据标注成本等人工智能研发投入，从而避免重复投资，同时专利交叉许可降低技术获取门槛，使数字化转型的技术落地成本下降，进而提升全要素生产率。此外，联合人工智能创新专利推动行业技术标准统一，减少企业间共享数字化系统的兼容性成本，供应链上下游可高效对接数据，因而能够强化数字化转型的整体效果。

2）考虑国家级大数据综合试验区政策作用。大数据与实体经济深度融合对于地区数字化水平、企业数字竞争力以及全要素生产率具有重要意义（万宇佳等，2025）。2016 年国家发展和改革委员会联同工业和信息化部、国家互联网与信息化办公室批准京津冀和珠江三角洲，以及上海市、河南省、重庆市、内蒙古和贵州省及沈阳市共 8 个地区开展建设国家大数据综合试验区。考虑国家级大数据综合试验区建设对数字化转型对制造业企业全要素生产率驱动作用的影响，本研究在模型（1）中引入该政策虚拟变量（*Bd*），并加入其与数字化转型的交互项，结果如表 7 列（2）所示，显示交互项 *Dt* × *Bd* 的系数在 10% 水平上显著为正，表明试验区具有显著正向调节效应。试验区通常配套建设国家级大数据中心、工业互联网平台等基础设施，降低企业数字化转型的硬件投入成本，同时试验区通过税收优惠、专项补贴引导资本、人才向企业集聚以加速数字化技术落地，并且常以“政产学研用”模式推动产业协同，企业可获取制造业行业标杆的数字化转型方案，间接强化数字化转型对全要素生产率的促进作用。

5　结论与建议

通过对数字化转型、供应链整合与制造业企业全要素生产率的研究得出以下主要结论：

1）数字化转型显著正向影响制造业企业全要素生产率，且在稳健性检验下仍然成立；

2）数字化转型能够通过供应链整合来提升制造业企业全要素生产率；

3）异质性分析表明，非国有性质、大规模及东部地区的制造业企业，数字化转型对制造业全要素生产率的提升作用更显著；

4）进一步分析发现，知识溢出和技术共享以及国家级大数据综合试验区政策能够进一步强化数字化转型对制造业全要素生产率的提升作用。

由此，本研究提出以下建议。

1）积极发展数字化转型战略，提升制造业企业全要素生产率。制造业企业需要审时度势，根据市场需求及未来发展态势，结合自身特点动态调整数字化转型战略，加强数字创新水平，积极推动全方位数字化改造进程，同时积极尝试畅通供应链，提高供应链整合水平。政府应当把数字化转型作为推进数实深度融合和实现经济高质量发展的关键战略。推动制造业企业实现数字技术关键性突破，加快推进数字化转型所必需技术的研发及落地。加大数字基础设施投入，深入开展工业互联网与物联网建设与推广，同时对 5G、5G + 等网络通信领域基础设施进行合理部署，为制造业企业数字化转型提供强力支持。

2）深化供应链整合支持体系，赋能制造业企业数字化转型。针对企业端赋能，政府可重点支持具备产业链带动能力的核心制造业企业，牵头搭建跨主体、跨环节的供应链协同平台，推动实现库存、订单、物流可视化，改善供应链信息环境，提升供应链上各环节企业的效率。此外，对于区域布

局优化方面，可考虑结合国家级新区、高新区的产业集聚优势与政策红利，规划建设“数字化供应链枢纽”，依托枢纽为上下游企业提供精准的供需对接服务的同时引导产业链上下游企业建立长期协同合作机制，提升区域产业链供应链的整体韧性与抗风险能力，为制造业数字化转型提供更坚实的基础设施支撑。

3）注重考虑企业群体差异，差异化实施可行数字化转型战略。针对非国有、大规模及东部地区制造业企业，鼓励其巩固已有数字技术优势的同时参与深化工业互联网与物联网建设，深入推进新型人工智能技术的融合应用，打造行业标杆案例。此外，政府应当尝试推动国有制造业企业体制机制改革，破除数字化转型障碍，畅通企业数字化转型政策制定及实施路径，督促国有制造业企业积极承担社会责任及带头作用，主动构建数字化转型新格局，构筑市场竞争新优势。对于中小规模及中西部制造业企业，政府可以为符合相关数字化资质的企业提供普惠性转型补贴以及低息贷款，降低其数字化转型前期投入成本。

4）强化知识溢出与技术共享机制，推动数字化试验区扩容。完善数据要素交易市场机制，建立制造业数据确权与交易制度，推动企业间数据共享，破除“数据孤岛”，同时在打破数据壁垒后鼓励良序竞争，以竞促转。政府应积极构建“技术－制度－生态”三维支撑体系，在现有国家级大数据综合试验区的基础上，纳入具备相应数字基础条件及设施的地区，鼓励区域间建设大数据交易试点平台，推动并畅通企业数字技术研发突破后推广与共享的循环，不断推动提升区域间、企业间数字化转型水平与全要素生产率水平。

参考文献

丁相安，王晓岭，韩少杰，2024. 数字化转型、员工责任和企业全要素生产率[J]. 管理评论，36(10)：199-211.〔Ding Xiang'an, Wang Xiaoling, Han Shaojie, 2024. Digital transformation, employee responsibility and total factor productivity[J]. Management Review, 36(10): 199-211.〕

杜然，刘柯，2025. 绿色制造能否提升企业全要素生产率?：来自绿色工厂认证的证据[J]. 商业研究(2)：1-9.〔Du Ran, Liu Ke, 2025. Can green manufacturing improve corporate total factor productivity?: Evidence from green factory certification [J]. Commercial Research(2): 1-9.〕

郭慧芳，王宏鸣，2022. 数字化转型与服务业全要素生产率[J]. 现代经济探讨(6)：92-102，113.〔Guo Huifang, Wang Hongming, 2022. Digital transformation and total factor productivity in service industry[J]. Modern Economic Research(6): 92-102,113.〕

郭吉涛，王子晋，2023. 数字化转型对企业资本配置效率的影响：基于制造业上市企业的经验证据[J]. 南京财经大学学报(3)：67-76.〔Guo Jitao, Wang Zijin, 2023. The impact of digital transformation on the efficiency of enterprise capital allocation: Empirical evidence based on listed manufacturing enterprises[J]. Journal of Nanjing University of Finance and Economics (3): 67-76.〕

花俊国，刘畅，朱迪，2022. 数字化转型、融资约束与企业全要素生产率[J]. 南方金融(7)：54-65.〔Hua Junguo, Liu Chang, Zhu Di, 2022. Digital transformation, financing constraints and enterprise total factor productivity[J]. South China Finance(7): 54-65.〕

纪玉俊，郑敏婕，2025. 产业集聚：赋能企业数字化转型的空间动力[J]. 西安交通大学学报(社会科学版)，45(3)：28-41.〔Ji Yujun, Zheng Minjie, 2025. Industry agglomeration: Spatial force empowering enterprise digital transformation[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University(Social Sciences), 45(3): 28-41.〕

金绍荣，唐诗语，任赞杰，2024. 数字化转型能提升农业企业全要素生产率吗?[J]. 改革(2)：131-148.〔Jin Shaorong, Tang Shiyu, Ren Zanjie, 2024. Can digital transformation improve the total factor productivity of agribusiness?[J]. Reform (2): 131-148.〕

李健斌，周浩，2025. 人工智能、资本-技能互补与企业全要素生产率[J]. 经济评论(1)：20-36.〔Li Jianbin, Zhou Hao, 2025. Artificial intelligence, capital-skill complementarity and enterprise total factor productivity[J]. Economic Review(1): 20-36.〕

李长英，王曼，2024. 供应链数字化能否提高企业全要素生产率?[J]. 财经问题研究(5)：75-88.〔Li Changying, Wang Man, 2024. Does supply chain digitization improve the total factor productivity of enterprises?[J]. Research on Financial and Economic Issues(5): 75-88.〕

零壹智库，2025. 中国数字经济发展指数报告(2023)[R/OL]. [2025-6-15]. https://www.01caijing.com/report/index.htm

刘胜强，余鑫月，胡轩瑜，等，2025. 企业数字化转型对全要素生产率的影响：基于完整创新的链式中介效应模型[J]. 华东经济管理，39(3)：92-103.〔Liu Shengqiang, Yu Xinyue, Hu Xuanyu, et al., 2025. The impact of enterprise digital transformation on total factor productivity: A chain mediation effect model based on full innovation[J]. East China Economic Management, 39 (3): 92-103.〕

刘淑春，李杨，潘李鹏，等，2025. 转型策略选择与非数字原生企业数字化转型：基于组织身份冲突视角[J]. 中国工业经济(4)：137-155.〔Liu Shuchun, Li Yang, Pan Lipeng, et al., 2025. Transformation strategy selection and digital transformation of non-born digital enterprises: From the perspective of the organizational identity conflict[J]. China Industrial Economics(4): 137-155.〕

刘新争，2023. 企业数字化转型中的“生产率悖论”：来自制造业上市公司的经验证据[J]. 经济学家(11)：37-47.〔Liu Xinzheng, 2023. The “productivity paradox” in digital transformation of

enterprises: Empirical evidence from listed companies in the manufacturing industry[J]. Economist(11): 37-47.〕

刘洋, 曹改改, 2025. 企业数字化转型驱动全要素生产率提升研究[J]. 科研管理, 46(1): 34-43.〔Liu Yang, Cao Gaigai, 2025. Research on the promotion of total factor productivity driven by digital transformation of enterprises[J]. Science Research Management, 46(1): 34-43.〕

鲁晓东, 连玉君, 2012. 中国工业企业全要素生产率估计: 1999—2007[J]. 经济学(季刊), 11(2): 541-558.〔Lu Xiaodong, Lian Yujun, 2012. Estimation of total factor productivity of industrial enterprises in China: 1999-2007[J]. China Economic Quarterly, 11(2): 541-558.〕

祁怀锦, 曹修琴, 刘艳霞, 2020. 数字经济对公司治理的影响: 基于信息不对称和管理者非理性行为视角[J]. 改革(4): 50-64.〔Qi Huaijin, Cao Xiuqin, Liu Yanxia, 2020. The influence of digital economy on corporate governance: Analyzed from information asymmetry and irrational behavior perspective[J]. Reform(4): 50-64.〕

涂心语, 严晓玲, 2022. 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(2): 43-56.〔Tu Xinyu, Yan Xiaoling, 2022. Digital transformation, knowledge spillover, and enterprise total factor productivity: Empirical evidence from listed manufacturing companies[J]. Industrial Economics Research(2): 43-56.〕

万宇佳, 饶邦韬, 国胜铁, 2025. 国家级大数据综合试验区设立提升了企业全要素生产率吗?[J]. 商业研究(1): 67-78.〔Wan Yujia, Rao Bangtao, Guo Shengtie, 2025. Has the national comprehensive big data experimental zone improved the total factor productivity of enterprises?[J]. Commercial Research(1): 67-78.〕

王飞, 李月, 2024. 企业数字化转型赋能全要素生产率: 理论机制与经验证据[J]. 软科学, 38(11): 26-33.〔Wang Fei, Li Yue, 2024. Enterprise Digital transformation enables total factor productivity: Theoretical mechanism and empirical evidence[J]. Soft Science, 38(11): 26-33.〕

王娇, 王凡林, 于瑶, 2023. 客户数字化转型与企业全要素生产率: 基于技术进步与要素重置视角的分析[J]. 经济经纬, 40(6): 83-96.〔Wang Jiao, Wang Fanlin, Yu Yao, 2023. Customer digital transformation and total factor productivity of enterprises: An analysis from the perspective of technological progress and factor reset[J]. Economic Survey, 40(6): 83-96.〕

王书华, 刘慧超, 范瑞, 2023. 数字化转型对中小银行全要素生产率的影响与机制研究[J]. 经济经纬, 40(4): 149-160.〔Wang Shuhua, Liu Huichao, Fan Rui, 2023. A study on the impact and mechanism of digital transformation on total factor productivity of small and medium-sized banks[J]. Economic Survey, 40(4): 149-160.〕

王晓东, 万长松, 谢莉娟, 2023. 零售企业数字化转型策略选择: 基于转型深度和广度对全要素生产率的影响[J]. 中国人民大学学报, 37(3): 56-69.〔Wang Xiaodong, Wan Changsong, Xie Lijuan, 2023. Strategic choices for the digital transformation of the retail industry: Based on the impact of depth and breadth of the transformation on the total factor productivity[J]. Journal of Renmin University of China, 37(3): 56-69.〕

王一鸣, 2020. 百年大变局、高质量发展与构建新发展格局[J]. 管理世界, 36(12): 1-13.〔Wang Yiming, 2020. Changes unseen in a century, high-quality development, and the construction of a new development pattern[J]. Journal of Management World, 36(12): 1-13.〕

吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 等, 2021. 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, 37(7): 130-144, 10.〔Wu Fei, Hu Huizhi, Lin Huiyan, et al., 2021. Enterprise digital transformation and capital market performance: Empirical evidence from stock liquidity[J]. Journal of Management World, 37(7): 130-144, 10.〕

杨明月, 肖宇, 2023. 数字化转型对中国教育服务业全要素生产率的影响[J]. 清华大学教育研究, 44(1): 76-89.〔Yang Mingyue, Xiao Yu, 2023. The impact of digital transformation on the total factor productivity of China's education service industry[J]. Tsinghua Journal of Education, 44(1): 76-89.〕

杨汝岱, 2015. 中国制造业企业全要素生产率研究[J]. 经济研究, 50(2): 61-74.〔Yang Rudai, 2015. Study on total factor productivity of Chinese manufacturing enterprises[J]. Economic Research Journal, 50(2): 61-74.〕

杨向阳, 李月月, 徐从才, 2023. 数字化转型对流通企业全要素生产率的影响[J]. 商业经济与管理(3): 5-21.〔Yang Xiangyang, Li Yueyue, Xu Congcai, 2023. Impact of digital transformation on total factor productivity in circulation enterprises[J]. Journal of Business Economics(3): 5-21.〕

喻彪, 杨刚, 李沁洋, 2023. 数字化转型与企业劳动投资效率[J]. 经济经纬, 40(4): 93-103.〔Yu Biao, Yang Gang, Li Qinyang, 2023. Digital transformation and enterprise labor investment efficiency[J]. Economic Survey, 40(4): 93-103.〕

袁淳, 肖土盛, 耿春晓, 等, 2021. 数字化转型与企业分工: 专业化还是纵向一体化[J]. 中国工业经济(9): 137-155.〔Yuan Chun, Xiao Tusheng, Geng Chunxiao, et al., 2021. Digital transformation and division of labor between enterprises: Vertical specialization or vertical integration[J]. China Industrial Economics(9): 137-155.〕

曾增, 唐松, 2023. 新冠疫情下国有企业的经济稳定器作用: 基于供应链扶持的视角[J]. 经济研究, 58(3): 78-96.〔Zeng Ceng, Tang Song, 2023. The role of state-owned enterprises as economic stabilizer during COVID-19 pandemic: Evidence from supply chain support[J]. Economic Research Journal, 58(3): 78-96.〕

张虎, 邹媛媛, 高子桓, 2024. 数字化转型对企业全要素生产率的影响: 基于产业链关联视角[J]. 统计与决策(13): 165-170.〔Zhang Hu, Zou Yuanyuan, Gao Zihuan, 2024. Influence of digital transformation on total factor productivity of enterprises: From the perspective of industry chain correlation[J]. Statistics & Decision(13): 165-170.〕

张倩肖, 段义学, 2023. 数字赋能、产业链整合与全要素生产率[J].

经济管理, 45(4): 5-21.〔Zhang Qianxiao, Duan Yixue, 2023. Digital empowerment, industrial chain integration, and total factor productivity[J]. Business and Management Journal, 45(4): 5-21.〕

张任之, 2022. 数字技术与供应链效率: 理论机制与经验证据[J]. 经济与管理研究, 43(5): 60-76.〔Zhang Renzhi, 2022. Digital technology and supply chain efficiency: Theoretical mechanism and empirical evidence[J]. Research on Economics and Management, 43(5): 60-76.〕

赵宸宇, 王文春, 李雪松, 2021. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济, 42(7): 114-129.〔Zhao Chenyu, Wang Wenchun, Li Xuesong, 2021. How does digital transformation affect the total factor productivity of enterprises? [J]. Finance & Trade Economics, 42(7): 114-129.〕

赵树宽, 范雪媛, 王泷, 等, 2022. 企业数字化转型与全要素生产率: 基于创新绩效的中介效应[J]. 科技管理研究, 42(17): 130-141.〔Zhao Shukuan, Fan Xueyuan, Wang Long, et al., 2022. Corporate digital transformation and total factor productivity: Based on the mediating effect of innovation performance[J]. Science and Technology Management Research, 42(17): 130-141.〕

郑博文, 霍晓彤, 冯海燕, 2023. 数字化转型与全要素生产率: 基于A股上市公司的经验证据[J]. 技术经济, 42(5): 29-44.〔Zheng Bowen, Huo Xiaotong, Feng Haiyan, 2023. Digital transformation and total factor productivity: Empirical evidence based on A-share listed companies[J]. Journal of Technology Economics, 42(5): 29-44.〕

中国信息通信研究院, 2024. 中国数字经济发展研究报告(2024 年)[R]. 北京: 中国信息通信研究院.

Di Maria E, De Marchi V, Galeazzo A, 2022. Industry 4.0 technologies and circular economy: The mediating role of supply chain integration [J]. Business Strategy and the Environment, 31(2): 619-632.

Ding Xiang'an, Appolloni A, Shahzad M, et al., 2025. Digital transformation and total factor productivity in manufacturing firms: Evidence of corporate public responsibilities in China [J]. Technology in Society, 82: 102874.

Feng Yaoyao, Zhao Meng, Yang Xiuyun, 2024. Effects of digital transformation on total factor productivity of cultural enterprises: Empirical evidence from 251 listed cultural enterprises in China[J]. Sustainability, 16(4):1451

Li Peilin, 2024. The impact of digital transformation on total factor productivity[J]. Journal of Applied Economics and Policy Studies, 13(1): 55-68.

Li Shiguang, Tian Yixiang, 2023. How does digital transformation affect total factor productivity: Firm-level evidence from China [J]. Sustainability, 15(12):9575.

Lu Shan, Peng Sihan, Shi Jiaxin, et al., 2024. How does digital transformation affect the total factor productivity of China's A-share listed enterprises in the mineral resource-based sector? [J]. Resources Policy, 94: 105146.

Luo Taiye, Qu Juanjuan, Cheng Shuo, 2025. Digital transformation, dynamic capability and total factor productivity of manufacturing enterprises[J]. Industrial Management & Data Systems, 125(3): 921-944.

Modi S B, Mabert V A, 2010. Exploring the relationship between efficient supply chain management and firm innovation: An archival search and analysis[J]. Journal of Supply Chain Management, 46(4): 81-94.

Tang Youbiao, Sun Jingwei, Liu Xiaofeng, et al., 2025. Digital transformation, innovation and total factor productivity in manufacturing enterprises [J]. Finance Research Letters, 80: 107298.

Wanyan Ruiyun, Zhao Tongpu, Suo Lingyan, et al., 2024. Digital transformation and total factor productivity in insurance companies: A catalyst or inhibitor? [J]. The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice, 50(1): 142-184.

Wu Yubin, Shi Fuan, Wang Yongyu, 2024. Driving impact of digital transformation on total factor productivity of corporations: The mediating effect of green technology innovation [J]. Emerging Markets Finance and Trade, 60(5): 950-966.