

数字化转型能否提升制造业企业产能利用率？

——基于上市公司数据的检验

方厚政, 周琦

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2026年2月28日; 录用日期: 2026年3月10日; 发布日期: 2026年4月10日

摘要

本文基于2010~2024年沪深A股制造业上市公司面板数据, 运用文本分析法构建企业数字化转型指标, 采用随机前沿模型测算产能利用率, 并通过固定效应回归模型实证检验数字化转型对制造业企业产能利用率的影响。实证结果显示, 数字化转型显著提升企业产能利用率。机制检验表明数字化通过促进创新投入与提升供需匹配效率两个路径发挥作用。内生性与稳健性检验进一步确认了结果的稳健性。此外, 异质性分析发现数字化对非国有企业的产能利用提升效应更为显著。本文不仅丰富了数字经济与企业资源配置效率研究, 还为制造业数字化实践提供了政策启示。

关键词

数字化转型, 产能利用率, 文本分析

Can Digital Transformation Improve Capacity Utilization in Manufacturing Firms?

—Evidence from Data on Listed Companies

Houzheng Fang, Qi Zhou

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: February 28, 2026; accepted: March 10, 2026; published: April 10, 2026

Abstract

Based on panel data of Chinese listed manufacturing firms from 2010 to 2024, this study measures corporate digital transformation using text analysis and capacity utilization by stochastic frontier analysis. Using fixed effects regressions, we find that digital transformation significantly enhances

capacity utilization. Mechanism tests show that digital transformation improves capacity utilization by promoting innovation and reducing supply-demand deviations. A series of robustness and endogeneity tests confirm the findings. Heterogeneity analysis reveals stronger effects for non-state-owned enterprises. Our results deepen the understanding of the economic consequences of digital transformation and offer practical implications for manufacturing enterprises.

Keywords

Digital Transformation, Capacity Utilization, Text Analysis

Copyright © 2026 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

在数字经济加速发展和新型工业化持续推进的背景下,数字技术正以前所未有的深度嵌入制造业研发设计、生产组织、供应链协同和经营管理等关键环节。2024年印发的《制造业企业数字化转型实施指南》明确指出,制造业企业是制造业数字化转型的主体,数字化转型是运用新一代信息技术对研发、设计、生产、销售、服务和运营等全过程进行改造升级和价值重塑的过程,其核心在于促进实体经济和数字经济深度融合、系统提升企业转型水平并加快推进新型工业化。由此看,数字化转型已经不再只是局部技术改造或单一工具应用,而是制造业企业围绕数据要素、生产流程、组织协同和商业模式展开的系统性变革。随着工业互联网、人工智能、大数据、云计算等技术在制造业场景中的持续渗透,企业生产方式正由传统的经验驱动和规模扩张导向,逐步转向更加注重数据支撑、柔性响应和效率提升的发展模式。

对制造业企业而言,数字化转型的成效最终要体现为资源配置效率和生产运行效率的改善,而产能利用率正是衡量这一问题的重要指标。国家统计局将产能利用率界定为实际产出与生产能力的比值,并指出该指标能够反映市场供求关系和经济景气程度,是观察工业运行状况的重要统计指标。具体来看,产能利用率不仅反映企业既有设备和生产能力的实际使用程度,也在很大程度上体现企业对市场需求变化的响应能力、生产组织协调能力以及资源配置效率。若产能利用率偏低,往往意味着企业存在一定程度的设备闲置、供需错配或生产安排不合理;若产能利用率持续改善,则通常说明企业在生产调度、订单匹配、库存管理和要素配置方面取得了更高效率。正因如此,在制造业面临转型升级压力和高质量发展要求的现实背景下,围绕数字化转型与产能利用率之间关系展开分析,具有鲜明的现实针对性。

综上所述,本文旨在构建数字化转型与制造业企业产能利用率之间的理论框架,基于中国制造业上市公司数据开展系统实证检验,并深入探究数字技术通过何种机制影响产能利用效率及其在不同产权性质、行业属性、企业规模和地区数字经济发展水平下的差异,以期在数字经济背景下制造业高质量发展提供实证参考与理论支持。

2. 文献回顾

在数字经济快速发展与制造业转型升级的背景下,企业产能利用率问题逐渐从传统的产能过剩治理议题转向数字化效率重构议题。数字化转型不仅影响企业生产技术结构,也重塑资源配置方式与组织运行逻辑。因此,有必要从数字化转型的经济后果、产能利用率相关研究方面展开系统梳理。

2.1. 数字化转型的经济后果

既有研究普遍认为, 数字化转型通过技术嵌入与流程再造显著改善企业生产效率。企业数字化水平提升能够优化生产运营效率与管理质量, 从而提高企业整体绩效[1]。这些研究表明, 数字技术已经成为嵌入企业生产函数的重要要素。从资本配置视角出发, 企业数字化能够提高投资效率, 降低非效率投资与过度扩张行为[2]。数字技术通过增强信息透明度与决策精度, 使企业资本形成更加理性化。在产业融合层面, 数实产业技术融合显著促进企业生产效率提升, 体现出数字技术与实体产业深度耦合的效率优势[3]。与此同时, 数字基础设施建设通过改善信息传递效率和市场连接条件, 为企业生产效率提升提供制度环境支持[4]。从金融资源配置角度看, 数字金融发展显著缓解企业融资约束, 提高资金配置效率, 从而支持企业生产活动[5]。此外, 供应链数字化强化企业上下游协同能力, 降低库存波动与需求不确定性, 显著提升企业生产运行效率[6]。

总体来看, 数字化转型的经济后果主要体现在生产效率提升、资本配置优化以及组织协同强化三个方面。这些效应为进一步分析其对产能利用率的影响提供理论基础。

2.2. 产能利用率的相关研究

产能利用率是衡量企业资源配置效率的重要指标, 其形成机制受到投资决策质量、要素配置效率与制度环境等多重因素影响。

从资源配置视角出发, 资源错配是导致企业产能利用率偏低的重要原因。数字经济发展通过改善要素流动条件与市场化水平, 有助于缓解资源错配问题, 从而提升企业产能利用率[7]。这些研究揭示了产能利用率背后的结构性原因。同时, 数字经济对企业产能利用率的影响可能具有阶段性和非线性特征。在不同制度环境和发展阶段下, 数字化既可能发挥效率提升作用, 也可能加剧结构失衡风险[8]。这说明产能利用率问题不仅是效率问题, 也涉及结构优化问题。在微观层面, 工业智能化被证实能够显著提升制造业企业产能利用率[9]。该研究为数字技术与产能利用率之间的直接关系提供了有力经验证据。

总体而言, 产能利用率既受到企业内部效率因素影响, 也受到资源配置环境与制度条件约束, 因此将其纳入数字化转型分析框架具有理论必要性。

3. 理论分析与研究假设

3.1. 数字化转型与产能利用率

首先, 从生产函数重构角度看, 企业数字化转型显著提升制造企业产能利用率[10]。数字技术通过优化生产调度与流程控制, 提高资本设备利用效率, 使单位资本投入能够产生更高产出。其次, 从数据要素配置机制看, 公共数据开放显著提升企业产能利用率[11]。数据作为新型生产要素, 通过改善信息获取能力和市场匹配效率, 提高企业资源配置精度, 减少生产错配现象。再次, 从资源配置优化角度看, 数字经济发展能够缓解要素资源错配问题, 从而间接提高企业产能利用水平[7]。数字技术降低信息不对称程度, 提高要素流动效率, 有助于减少低效率产能滞留。最后, 从组织能力与治理机制角度看, 数字化转型对产能利用率的影响受到高管能力与企业数字化背景的显著调节[12]。这表明数字化并非自动转化为效率提升, 其效果取决于企业组织吸收能力与战略执行能力。综上所述, 本文提出以下假设:

H1: 数字化转型能够提升制造业企业产能利用率。

3.2. 数字化转型影响产能利用率的机制分析

在数字化与制度环境双重变革背景下, 技术创新是影响企业产能利用率的重要传导机制。已有研究表明, 环境规制并不直接决定产能利用水平, 而是通过激发企业技术创新发挥中介作用, 进而改善生产

效率与产能利用状况[13]。同时,技术创新还具有调节功能,即创新能力越强,制度压力越容易转化为技术升级动力,从而强化产能利用率提升效果[14]。从产业层面看,企业创新能力有助于缓解结构性产能过剩,通过产品升级与技术改造提高市场匹配度和资源利用效率[15]。在数字化背景下,数字技术创新进一步成为提升制造业企业产能利用率的重要驱动力,关键数字技术专利的积累能够推动生产流程优化与智能化改造,提高设备利用效率与要素配置效率[16]。由此可见,数字化转型并非直接作用于产能规模,而是通过“创新投入提升-技术结构升级-生产效率改善”的路径,实现存量产能的效率再造与结构优化,创新机制因此在数字化影响产能利用率过程中发挥核心中介与强化作用。由此提出假设 2:

H2: 数字化转型通过促进创新提升制造业企业产能利用率。

数字化通过优化供应链配置结构与强化信息传递效率,降低企业生产决策与市场需求之间的偏离程度,从而减少产能闲置并提升产能利用率。

具体而言,企业数字化转型会显著改变供应链配置模式,其结果可能表现为供应链集中化或多元化的结构重组[17]。数字技术的嵌入增强企业对供应链节点的可视化管理能力,使企业能够基于实时数据进行供应商筛选、库存管理与生产流程优化。这种配置优化有助于降低供应链不稳定性 and 供需错配风险,从而减少由于订单波动或原材料供给不确定性导致的生产停滞。换言之,数字化通过重构供应链组织结构,提高供给端响应效率,为生产活动与市场需求之间建立更紧密的匹配机制。与此同时,在需求侧冲击背景下,供应链信息传递效率对企业产能利用率具有显著影响。研究表明,外部需求冲击通过供应链信息传递机制影响企业生产决策,信息传递效率越高,企业越能够及时调整产量,从而减轻产能利用率波动[18]。若信息传递滞后或失真,则企业容易出现过度生产或生产不足,导致供需偏离扩大与产能闲置加剧。因此,供应链信息传递机制是连接需求变化与生产调整的重要通道。在此基础上,数字化转型通过大数据分析、ERP 系统与供应链协同平台的应用,提高信息透明度与数据共享程度,缩短需求信号在供应链中的传导时间,降低信息衰减与扭曲程度,从而减小企业实际产出与最优产出之间的偏离。据此提出假设 3:

H3: 数字化转型通过降低供需偏离度提升产能利用率。

4. 研究设计

4.1. 数据来源

本文选取 2010~2024 年沪深 A 股制造业上市公司为研究样本,剔除了样本期内被 ST 处理、*ST 处理的上市公司当年数据,剔除财务数据缺失样本。为避免异常值的影响,对所有连续变量在 1%和 99%分位上进行缩尾处理。最终得到 28,580 个观测值,所需数据均来源于上市公司年报和来源于国泰安数据库。

4.2. 变量定义

4.2.1. 被解释变量

产能利用率(CU)。产能利用率是衡量企业现有资源(如资本、设备、劳动力)被有效利用程度的重要经济指标,用于衡量企业实际产出与潜在最优产出之间的接近程度。在本研究中,CU 采用随机前沿生产函数(Stochastic Frontier Analysis, SFA)方法估计,通过区分技术无效率与随机误差,将企业实际产出与最优可能产出进行比较,从而更准确反映其效率状况。随机前沿生产函数模型基于生产函数设定,将实际产出视为潜在最优产出受随机扰动和技术无效率共同影响的结果,并进一步将技术无效率项作为产能利用率计算的关键部分,这有助于分离随机噪声和真实效率差异,使 CU 的估值更加可靠和解释性更强。

4.2.2. 解释变量

数字化转型程度(Digi)。由于传统财务数据中缺乏对数字化战略和行为的直接计量指标, 本文采用文本分析法对上市公司年度报告中的数字化相关内容进行量化测度。具体方法是先构建数字化特征词典, 涵盖与数字技术应用、数字商业模式、智能制造、现代信息系统等相关的关键词, 然后在企业年报管理层讨论与分析部分或经营情况分析段落中提取这些关键词的出现频次, 并对频次数据进行统计与处理, 最终得到反映企业数字化转型程度的指标值。该指标值越高表明企业转型程度越高。

4.2.3. 控制变量

本文对公司规模(Size)、公司年龄(Firm age)、资产负债率(Lev)、总资产收益率(ROA)、托宾 Q 值(TobinQ)、企业成长性(Growth)、固定资产比重(Fixed)、独立董事比例(Indep)、两职合一(Dual)等变量进行了控制。

4.3. 模型设定

为验证假设 1, 本文构建了模型(1)

$$CU_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digi_{i,t} + \sum Controls + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中, Digi 为数字化转型程度, Controls 为控制变量集合。采用固定效应模型进行回归分析, 并控制年份和行业。

5. 实证结果与分析

5.1. 描述性统计

如表 1 所示, 核心被解释变量产能利用率(CU)的均值为 0.662, 说明多数制造业企业产能未完全发挥, 存在一定程度的闲置与优化空间, 标准差为 0.094, 反映出不同企业在产能利用率上存在适度差异, 最大值接近 0.922, 最小值仅 0.003, 显示部分企业产能使用接近最优水平, 而极少数企业则存在严重闲置情况。解释变量数字化转型程度(Digi)的平均值为 1.467, 标准差为 1.417, 且最小值为 0、最大值为 6.267, 说明不同企业在数字化实施水平上的差异较大, 部分企业尚未在年报中体现数字化转型内容, 而另一些企业数字化表达较为丰富。总体来看, 各变量的描述性统计特征与既有研究大体一致, 说明本文样本具有较好的代表性和可比性。

Table 1. Descriptive statistics

表 1. 描述性统计

变量名	变量定义	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
CU	SFA 方法估算获得	28,580	0.662	0.094	0.003	0.922
Digi	Ln(年报中的关键词总词频 + 1)	28,580	1.467	1.417	0	6.267
Size	企业年末总资产的自然对数	28,580	22.161	1.249	19.563	26.452
Firmage	企业成立至今的年数取自然对数	28,580	2.933	0.343	1.099	3.638
Lev	企业年末总负债除以年末总资产	28,580	0.418	0.205	0.027	0.927
ROA	净利润与总资产平均余额的比值	28,580	0.041	0.066	-0.375	0.255
TobinQ	企业市场价值与资产账面价值之比	28,580	2.023	1.329	0.789	16.647

续表

Growth	营业收入增长率, 本年度与上年度营业收入之比减 1	28,580	0.155	0.377	-0.654	3.808
Fixed	企业固定资产净额与总资产的比值	28,580	0.213	0.155	0.002	0.741
Indep	公司董事会中独立董事数量占总董事人数的比率	28,580	37.615	5.31	27.27	60
Dual	董事长与总经理是否合一, 若合一为 1, 否则为 0	28,580	0.29	0.454	0	1

5.2. 基准回归分析

表 2 报告了数字化转型程度与企业产能利用率之间的基准回归结果。具体来看, 在列(1)中, 在控制了一系列企业特征变量后, Digi 的系数为 0.002, 在 1%显著水平下显著。在列(2)中, 在添加控制变量的同时固定年份效应, Digi 的系数上升至 0.005, 并在 t 值上表现出更强的显著性, 说明在更全面控制企业异质性之后数字化转型的正向影响更加清晰。在列(3)中进一步加入了年份和行业固定效应以缓解时间与行业可能带来的内生性偏误, Digi 的系数依然在 1%显著水平下为正, 表明这一关系在不同年份和行业维度控制之后依旧稳健。在所有三种模型中, 核心解释变量 Digi 的回归系数均为正且在统计上高度显著, 说明数字化转型程度的提高与产能利用率提升存在稳健的正向关系。假设 H1 得到验证。

Table 2. Digital transformation and capacity utilization

表 2. 数字化转型与产能利用率

	(1)	(2)	(3)
	CU	CU	CU
Digi	0.002*** (5.549)	0.005*** (11.028)	0.004*** (7.760)
Controls	Yes	Yes	Yes
Year	No	No	Yes
Ind	No	Yes	Yes
N	28,580	28,580	28,580
Adj. R ²	0.111	0.322	0.330

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.10。

5.3. 数字化转型程度影响企业产能利用率的作用机制

为检验数字化转型提升产能利用率的具体传导机制, 本文参照江艇[19]提出的两步法进行机制检验, 分别从创新与供需偏离度两个维度展开分析。

表 3 的机制回归结果显示, 在列(1)中, 数字化转型程度对企业创新(Patent)的回归系数为 0.141, 具有显著正向影响, 说明数字化转型程度越高, 企业的创新活动越活跃, 技术创新产出更丰富。创新是提升企业生产效率和改善设备组织形式的核心手段, 这一结果表明数字化通过激发企业技术创新投入和产出, 为提升产能利用率提供了技术基础和效率前提。在列(2)中, 以供需偏离度(Cost_Coor)为被解释变量, 数字化转型系数为-0.002, 表明数字化程度提高能够显著降低企业供需偏离程度, 增强供给侧与需求侧的协同效率。供需偏离度的降低意味着企业在生产计划与市场需求之间的匹配更加准确, 减少了由于需

求预测不准或生产组织滞后带来的资源闲置现象。

通过这两步机制分析可以看出,数字化转型提升产能利用率既通过优化创新活动、提升技术产出效率这一创新机制发挥作用,又通过强化生产与市场之间的供需匹配、降低供需偏离这一供需协调机制促进资源合理配置。两者共同构成了数字化转型改善企业产能利用率的内在传导路径,为理解数字化对企业产能效率提升的机理提供了实证支持。

Table 3. Mechanism tests
表 3. 作用机制检验

	(1)	(2)
	Patent	Cost_Coor
Digi	0.141*** (20.392)	-0.002*** (-1.748)
Controls	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
Ind	Yes	Yes
N	28,569	28,569
Adj. R ²	0.518	0.087

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$ 。

5.4. 内生性检验

5.4.1. 工具变量法检验

为缓解数字化转型与企业产能利用率之间可能存在的反向因果和遗漏变量偏误问题,本文采用工具变量法进行检验。具体而言,构造剔除自身后的行业年度数字化转型均值作为工具变量。该变量能够反映行业数字化发展氛围,对单个企业数字化决策具有显著影响,但不会直接作用于企业个体的产能利用率,满足相关性与外生性要求。

根据表 4 列(1),第一阶段回归结果显示,工具变量与企业数字化转型程度显著正相关,且第一阶段 Wald F statistic 统计量为 51.73,不存在弱工具变量问题。同时,LM statistic 统计量为 51.81 ($p < 0.01$),拒绝欠识别原假设,说明模型识别有效。第二阶段估计结果表明,数字化转型对产能利用率系数为 0.026,仍显著为正。该结果说明,在控制潜在内生性后,数字化转型依然显著提升企业产能利用率。

5.4.2. 企业固定效应检验

为控制企业层面时间不变的不可观测因素(如长期管理能力、企业文化、技术积累水平等)对估计结果的影响,本文进一步引入企业固定效应进行估计。通过控制企业个体固定效应,可以有效消除因企业固有特征所导致的遗漏变量偏误。

表 4 列(2)回归结果显示,在加入企业固定效应后,数字化转型的系数为 0.003,在 1%水平下显著为正,说明研究结论并非由企业个体异质性所驱动。该结果进一步增强了数字化转型促进企业产能利用率的因果解释力度。

5.4.3. 滞后一期变量检验

考虑到企业当期产能利用率可能影响其当期数字化投资决策,进而导致反向因果问题,本文采用滞

后一期数字化转型变量进行回归分析。滞后变量能够在一定程度上缓解当期因果倒置问题, 并检验数字化转型影响的动态效应。

表 4 列(3)结果显示, 滞后一期数字化转型变量的系数为 0.004, 仍显著为正, 表明数字化转型对企业产能利用率具有持续性促进作用。该结果说明, 即便考虑时间维度上的潜在反向因果关系, 数字化转型对产能利用率的正向影响依然稳健。

Table 4. Endogeneity tests

表 4. 内生性检验

	(1)	(2)	(3)
	CU	CU	CU
Digi	0.026** (2.354)	0.003*** (6.499)	
L1.Digi			0.004*** (7.972)
Wald F statistic	51.73***		
LM statistic	51.81***		
Controls	Yes	Yes	Yes
Id	No	Yes	No
Year	Yes	Yes	Yes
Ind	Yes	Yes	Yes
N	28,496	28,283	243,46
Adj. R ²	0.362	0.744	0.335

5.5. 稳健性检验

5.5.1. 替换核心解释变量检验

在表 5 列(1)中, 本文用另一种数字化转型指标 Digi_ratio, 即企业年度数字化关键词占管理层分析与讨论总词数比重, 替代原本数字化转型程度 Digi 进行回归分析。回归结果表明, Digi_ratio 的系数为 1.577, 在 1%显著水平下显著为正。同时本文引入基于财务报表附注的数字化无形资产(如软件、网络和管理系统等)占比 DTIA, 替代核心解释变量 Digi, 以消除年报预调操纵的干扰。回归结果见表 5 列(2), DTIA 在 1%显著水平下显著为正。说明当用不同的数字化度量方法衡量数字化水平时, 其对产能利用率的正向影响仍然显著。

5.5.2. 控制交互固定效应检验

在表 5 列(3)中, 在基准控制变量和年份与行业固定效应的基础上, 进一步引入了年份×行业交互固定效应(Year × Ind)以控制行业在不同年份可能存在的异质性冲击。这种更严格的固定效应控制可以吸收行业在不同时间的共同趋势变化。结果显示, 在控制了行业-年度交互效应之后, 数字化转型变量 Digi 仍然显著为正, 说明数字化对产能利用率的正向影响并不依赖于行业时间趋势或行业宏观冲击, 这表明结果的稳健性在更严格的面板结构下牢固成立。

5.5.3. 子样本检验

为加强基准结论的稳健性检验, 本文从时间与地域两个维度构建子样本, 检验数字化转型对制造业企业产能利用率影响的稳健性。

首先, 从时间维度考察制度环境变化可能带来的影响。2015 年是中国数字化战略与数字基础设施建设的重要节点: “互联网+”行动首次被纳入国家政策体系, 并随即部署网络提速降费等多项政策, 以推动宽带网络建设、提高网络接入速率和降低通信成本, 为企业数字化应用创造了制度支撑和基础设施改善条件。基于这一政策背景, 本文剔除了 2015 年之前的研究样本, 将样本限定在 2015~2024 年期间重新回归。剔除后的子样本回归结果如表 5 列(4)显示, 数字化转型程度 Digi 系数为 0.004, 显著为正, 表明在数字化制度环境成熟之后, 数字化对产能利用率的正向作用依旧稳健, 这进一步验证了结论具有跨阶段的适用性。

其次, 从地域发展水平维度开展稳健性检验。沿海发达省份如北京市、上海市、江苏省、浙江省和广东省在网络基础设施建设、数字经济规模和产业数字化实践方面整体领先全国, 可能对整体估计结果产生主导效应。因此, 表 5 列(5)在剔除这些数字基础设施和数字经济发达省份的情况下进行了回归分析。结果显示, 在欠发达地区样本中, 数字化转型对产能利用率的提升效应仍然显著为正, 表明这一效应不仅存在于数字基础设施完善的地区, 也适用于数字化基础条件相对欠缺的地区, 增强了实证结论的外推性。

综上, 基于不同时间阶段和不同地域发展水平的子样本稳健性检验结果均支持数字化转型显著提高制造业企业产能利用率的结论, 表明主要实证结果不依赖于特定时间窗口或区域样本的特殊性, 具有较强的稳健性和普适性。

Table 5. Robustness tests

表 5. 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	CU	CU	CU	CU	CU
Digi_ratio	1.577*** (3.604)				
DTIA		0.019*** (7.324)			
Digi			0.003*** (7.364)	0.004*** (8.008)	0.006*** (8.102)
Controls	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Ind	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year × Ind	No	No	Yes	No	No
N	28,563	23,609	28,496	21,835	15,156
Adj. R ²	0.329	0.333	0.340	0.337	0.344

5.6. 异质性检验

为进一步考察数字化转型对企业产能利用率影响的差异性, 本文分别从产权性质、行业属性、企业规模以及地区数字经济发展水平四个维度进行分组回归。

从产权性质看, 由表 6 可知, 数字化转型对国有企业和非国有企业的产能利用率均具有显著促进作用, 但对非国有企业的促进作用更强。具体而言, Digi 在国有企业样本中的回归系数为 0.003, 并在 5% 水平上显著; 在非国有企业样本中的回归系数为 0.010, 并在 1% 水平上显著。说明相较于国有企业, 非国有企业在经营决策、资源配置和市场响应方面更具灵活性, 因此更容易通过数字化转型提升产能利用率。

从行业属性看, 本文按《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》的划分标准, 把电子通信、计算机设备、信息服务、软件与科研技术相关行业优先归入高新技术行业。由表 6 可知, 数字化转型对高新技术行业企业产能利用率的影响不显著, 而对传统制造业企业具有显著正向影响。这表明, 高新技术行业企业本身技术基础较强、数字化水平较高, 数字化转型带来的边际改善相对有限; 而传统制造业企业则更能够通过数字化改造优化生产流程、提升资源配置效率, 从而提高产能利用率。

从企业规模看, 本文按照国家统计局的划分标准, 将年营业收入 4 亿元以上的企业划分为大型企业。由表 6 可知, 数字化转型对中小企业产能利用率的促进作用不显著, 但对大型企业具有显著正向影响。这说明大型企业通常拥有更充足的资金、技术和管理资源, 能够更有效地将数字化投入转化为产能利用效率提升; 而中小企业受限于融资能力、技术储备和组织协调能力, 数字化转型的效果在短期内尚未充分显现。

从地区数字经济发展水平看, 本文参照北京大学数字普惠金融指数, 每一年省级综合指数的中位数, 将样本分为高数字经济地区和低数字经济地区。由表 6 可知, 数字化转型在高数字经济地区和低数字经济地区均显著提高企业产能利用率, 但在低数字经济地区的促进效应更强。具体来看, 高数字经济地区中 Digi 在 5% 水平上显著; 低数字经济地区中 Digi 的系数为在 1% 水平上显著。这表明, 虽然数字化转型在不同地区均具有积极作用, 但对于数字基础较薄弱地区的企业而言, 数字化转型带来的边际改善更为明显, 更有助于释放闲置产能、优化生产组织并提升产能利用水平。

Table 6. Heterogeneity analysis

表 6. 异质性检验

	国有企业	非国有企业	高新技术行业	传统制造业	中小企业	大型企业	高数字经济地区	低数字经济地区
	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU
Digi	0.003** (6.717)	0.010*** (5.196)	0.002 (1.361)	0.003** (2.388)	0.001 (1.009)	0.004*** (3.483)	0.003** (2.514)	0.004*** (3.000)
Controls	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Ind	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	10,144	18,419	7435	14,047	12,846	15,385	14,569	13,995
Adj. R ²	0.410	0.304	0.244	0.267	0.323	0.376	0.350	0.344

6. 结论

实证结果表明, 数字化转型显著提升制造业企业的产能利用率, 这一结论在控制企业特征、行业与时间固定效应后仍保持稳健, 并通过一系列内生性与稳健性检验得到验证。数字化不仅通过提升企业技术创新能力和改善生产组织匹配效率这一机制促进资源有效配置与流程优化, 还能通过改善供需信息透明度与生产计划调整能力减少产能闲置现象, 从而提升实际产出水平。机制检验结果显示, 创新活动和供需匹配是数字化提升产能利用的关键路径; 不同所有制企业之间的异质性分析进一步发现, 在非国有企业中这一正向效应更为显著。总体而言, 数字化转型作为推动制造业高质量发展的关键力量, 不仅优化了企业内部资源配置, 还强化了企业对市场需求变化的响应能力, 为缓解产能过剩、提升运营效率提供了实证支持, 并为政策制定者和企业实践者提供了有益启示。

参考文献

- [1] 陈宇理, 朱桂龙. 企业数字化对产能利用率的影响研究[J]. 管理学报, 2025, 22(11): 2018-2027.
- [2] 朱桂龙, 陈宇理, 欧阳芳. 投资效率视角下企业数字化对产能利用率影响研究[J]. 管理评论, 2025, 37(7): 15-28.
- [3] 马永军, 毛智芳. 数实产业技术融合能否提升企业产能利用率?——来自沪深 A 股上市公司的经验证据[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2025(6): 54-66.
- [4] 罗奇, 陈梁, 赵永亮. 数字基础设施建设与企业产能利用率——来自“宽带中国”战略的经验证据[J]. 产业经济研究, 2022(5): 1-14.
- [5] 刘兴华, 吴晟婕. 数字金融发展与企业产能利用率: 基于沪深 A 股上市公司的实证研究[J]. 金融发展研究, 2024(1): 35-43.
- [6] 朱国悦, 陶锋. 供应链数字化与企业产能利用率[J]. 当代财经, 2025(6): 125-138.
- [7] 郑雪梅, 邹粉菊, 徐伟呈. 数字经济、要素资源错配与企业产能利用率[J]. 南京财经大学学报, 2023(6): 90-98.
- [8] 巫云仙, 王鸿隽. 雪中送炭还是饮鸩止渴: 数字经济对企业产能利用率的影响[J]. 技术经济与管理研究, 2025(1): 50-56.
- [9] 徐斌, 吕波. 工业智能化对企业产能利用率的影响研究——基于制造业上市公司的经验证据[J]. 技术经济, 2024, 43(9): 126-140.
- [10] 韩国高, 陈庭富, 刘田广. 数字化转型与企业产能利用率——来自中国制造企业的经验发现[J]. 财经研究, 2022, 48(9): 154-168.
- [11] 李晓, 杜宜萱, 于晓旭. 数据要素与企业产能利用率——基于公共数据开放平台的准自然实验[J]. 财务研究, 2025(3): 54-71.
- [12] 潘佳怡, 姜雨彤, 王昭颐, 等. 我国制造业企业数字化转型对产能利用率影响的实证研究——基于高管能力及数字化背景的调节作用[J]. 现代商业, 2026(1): 90-93.
- [13] 刘帅, 杨丹辉, 金殿臣. 环境规制对产能利用率的影响——基于技术创新中介调节效应的分析[J]. 改革, 2021(8): 77-89.
- [14] 刘帅, 金殿臣. 环境规制与制造业产能利用率——基于技术创新的调节效应分析[J]. 商业研究, 2022(2): 78-85.
- [15] 冯长春, 王宇凡, 姚晓明, 等. 企业创新、地方环境与产能过剩——以黑色金属冶炼及压延加工业为例[J]. 地域研究与开发, 2020, 39(6): 29-35.
- [16] 曾江洪, 王小雨. 数字技术创新如何提升制造业企业产能利用率——来自企业关键数字技术专利的证据[J]. 技术经济, 2026, 45(1): 120-130.
- [17] 巫强, 姚雨秀. 企业数字化转型与供应链配置: 集中化还是多元化[J]. 中国工业经济, 2023(8): 99-117.
- [18] 赵冬颜, 陈爱贞. 外部需求冲击、供应链信息传递与企业产能利用率[J]. 社会科学战线, 2024(4): 259-267.
- [19] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.