

数字化转型对制造业出口竞争力影响研究

——基于细分行业视角

王禾芊

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年4月10日; 录用日期: 2025年4月24日; 发布日期: 2025年5月31日

摘要

新发展格局背景下, 积极推动制造业数字化转型进程已成为塑造国际竞争市场新优势的核心要点。本研究选取2012年至2021年中国制造业的14个行业作为研究样本, 探究数字化转型对制造业出口竞争力的影响及其作用机制。通过实证分析, 本文揭示了数字化转型与制造业出口竞争力之间存在的显著关系, 并对其内在机制进行深入剖析。研究结果表明, 本文所探讨的数字化转型指数与出口竞争力之间呈现出显著的正相关性。数字化转型在提升制造业出口竞争力方面发挥了积极的推动作用, 存在技术水平不等及要素密集度差异的行业异质性, 通过机制检验分析得知, 数字化转型通过成本节约效应、技术创新效应提升制造业出口竞争力。据此, 提出加强数字基础设施和平台建设, 注重数字化技术创新环境建设, 针对行业实施差异化战略, 加快推进数字产业化、产业数字化发展等对策建议, 以期对我国制造业出口竞争力提升进一步赋能。

关键词

数字化转型, 出口竞争力, 制造业出口

Research on the Impact of Digital Transformation on the Export Competitiveness of Manufacturing Industry

—Based on the Perspective of Subdivision Industry

Heqian Wang

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Apr. 10th, 2025; accepted: Apr. 24th, 2025; published: May 31st, 2025

文章引用: 王禾芊. 数字化转型对制造业出口竞争力影响研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(5): 3697-3712.
DOI: 10.12677/ec.2025.1451687

Abstract

Under the background of the new development pattern, actively advancing the process of digital transformation within the manufacturing sector has become the core point to shape new advantages in the international competitive market. This study selects 14 sub-sectors of China's manufacturing industry from 2012 to 2021 as samples, seeking to investigate the influence and underlying mechanisms of digital transformation on the export competitiveness of the manufacturing sector through empirical methods. Utilizing empirical analysis, the research uncovers a notable relationship between digital transformation and the export competitiveness of manufacturing, as well as its underlying mechanisms. The findings indicate a notable positive association between the dependent variable NRCA and the primary independent variable, which is the digital transformation index, discussed in this paper. In other words, the digital transformation of the manufacturing sector serves as a catalyst for enhancing the export competitiveness of manufacturing. There is industry heterogeneity in terms of unequal technological levels and differences in factor intensity. Through mechanism testing analysis, it is known that digital transformation promotes the improvement of manufacturing export competitiveness through cost savings and technological innovation effects. Based on this, it is proposed to strengthen the construction of digital infrastructure and platforms, focus on the construction of digital technology environment, implement differentiated strategies for industries, accelerate the development of digital industrialization and industrial digitalization, along with various other countermeasures and recommendations, aimed at further bolstering the export competitiveness of China's manufacturing sector.

Keywords

Digital Transformation, Export Competitiveness, Manufacturing Exports

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

数字化时代翩然而至，在全新的发展格局下，积极推动制造业数字化转型进程已成为我国制造业国际竞争市场新优势的核心要点。《十四五规划》指出，加快数字化发展，建设数字中国，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。以云计算、人工智能为代表的前沿技术催生着数字经济活动，在数据这一核心资源的推动下，不仅能够有效缓解传统要素投入收益递减的固有困境，更以其显著的创新驱动力和增长潜力推动着产业转型升级的进程。制造业若不能充分把握数字化、智能化发展趋势，将面临发展迟滞甚至被市场淘汰的风险。《数字经济 2024 年工作要点》强调深入推进产业数字化转型，深化制造业智改数转网联，大力推进重点领域数字化转型，营造数字化转型生态。数字技术迅猛发展，对贸易往来和国际投资都产生了深远影响，国际贸易整体架构发生深刻变革。

当前文献的探究主要围绕以下几个方向进行。首要的是关于数字化转型实质的剖析。数字化转型并非局限于数字技术的浅显应用或数字化基础设施的单一投入[1]。制造业数字化转型正逐步成为实现数字经济与实体经济深度融合、虚拟与现实相互交织、人机高效协同的新型产业形态[2]。再是目前数字化转型测算方面，目前研究界主要采取量表法、投入产出法、文本分析法、类别区分法等。三是关于数字化转型对出口竞争力方面的研究中，从微观层面来看，已有学者证明技术创新、生产效率和出口多样化[3]、

经济政策不确定性、垂直专业化[4]、数字技术[5][6]等均会对行业出口竞争力产生正向影响。从宏观层面来看,有学者采用某一省份制造业出口额占全球制造业出口总额的比重来评估该省制造业出口竞争力的影响[7][8]。还有学者借助增加值贸易核算体系对现有显示性比较优势指数的计算公式进行优化后对出口竞争力进行测算[9]。关于数字化对制造业发展的影响,数字化投入通过降低贸易成本,对制造业全球价值链的升级产生积极影响,提升一国企业的出口竞争力[10]。技术创新的正向外外部效应得到了显著增强,企业不仅能够被动地受益于技术外溢,还推动了传统技术革新,实现从传统制造业向高端制造业的转型升级[11]。

综合研究可得,制造业提升出口竞争力的过程中,数字化转型扮演着关键角色。然而,当前文献探究数字化转型如何影响制造业出口竞争力方面时仍显不足。基于上述背景,本研究力求在以下三个方面实现创新性突破:依据数字化转型的核心内涵,构建了一套时间序列、系统化的数字化转型评价指标体系;从行业视角出发,深入探讨了数字化转型对制造业出口竞争力的异质性影响;全面解析数字化转型影响制造业出口竞争力的内在机制,并通过实证研究提供有力支持。本研究的目标是为相关部门在推进数字化转型和提升制造业出口竞争力方面,提供更具操作性的建议指导。

2. 理论机制与假设提出

2.1. 数字化转型与制造业出口竞争力

数字化转型是推动新型数字经济发展的关键步骤,它将信息和数据融入生产与消费等各个环节。数字技术的发展与普及对国家和行业的竞争力具有显著的促进作用[12]。数字技术深度融合于企业运营、服务及产品中,数字化能够深刻改变产品的本质形态与价值创造过程,为企业获取并巩固竞争优势提供坚实支撑[13]。数字化基础设施的日益完善,使得制造业得到更为有力的支撑。借助互联网、社交媒体等信息通信技术,制造业企业能够拓宽市场渠道。数字化、信息技术工具不仅提升了制造业的生产效率,还实现了生产流程的自动化与智能化,促进规模化生产。高端数字信息技术迅速融入制造业的生产运营环节,有效降低了生产成本,提升了产品质量和产业附加值。数字技术产品的持续创新,推动制造业企业出口质量的不断提升,进而塑造中国制造业在国际竞争中的新优势[14]。

H1: 数字化转型能够提升制造业出口竞争力。

2.2. 数字化转型提高制造业出口竞争力的影响机制

交易成本中的执行成本是指在产品交换环节中所涉及的劳动力费用、运输费用等实际支出;组织成本则指为促成交易所耗费的时间成本、协商谈判成本等间接性支出[15]。通过信息数据的高效流通与数字技术的普及应用,交易效率获得了显著增强。数字化平台对商品的生产、流通以及围绕它的服务及消费等环节进行了有效整合,这为海内外交易双方构建了一个高效精准的交易搜寻与匹配机制,显著降低信息搜寻成本。随着智能仓储市场规模的逐年扩大,越来越多的大型超市选择采用智能仓储系统,大幅降低了仓储成本。数字技术的渗透性消除了交易费用对产业发展链分工协作的限制,资源要素拥有了更广阔的流动空间。物联网技术和智能机器人的广泛采用、生产车间的智能化水平上升不仅大幅减少了人力资源需求,还优化了物流管理,显著降低了运输成本。这种经营成本的减少有助于企业增强出口意愿,同时能够将更多资源投入到产品质量的改进与升级上,进一步提升其出口竞争力。据此可提出以下假设:

H2: 数字化转型通过交易成本节约效应提升制造业出口竞争力。

我国制造业的研发与生产环节在数字化转型的推动下逐渐实现专业化分工,进一步激发了研发团队创新能力。数字化创新产品得以大规模生产与推广,这不仅有助于激发区域的科技创新活力,更能显著提升新产品的科技水平。借助新型数字化平台,制造业企业能够及时获取全球科技的发展动态,深入

剖析自身产品的市场态势，从而对生产流程进行实时审视、调整与优化，更有效提高生产效率。制造业如若积极地采纳前沿的数字技术与信息通信技术，就能实现与消费者的精准对接。数字化转型还能够借助技术创新的力量，有效提升制造业产品的生产效率和规模，实现生产计划智能化、供应链管理信息化，推动共享制造、定制化生产等新型产业形态发展。还有能使得生产过程、产品展示实现可视化的虚拟技术与仿真平台等工具的出现，都能促进创新产品的产出。这能够有效提升制造业产品的附加值，拓宽产品的利润空间，推动制造业行业的出口发展[16]。

H3：数字化转型通过技术创新效应提升制造业出口竞争力。

产品创新效应指企业通过开发新产品或显著改进现有产品，满足市场需求并形成差异化竞争优势且产品种类增加、产品质量提升的过程。借助数字化平台，企业能够采集分析海外消费者的行为数据，洞察市场需求空缺，为新产品开发提供明确指引，有效地解决因信息不对称而导致的生产滞后问题，同时更好地满足消费者差异化的需求。数字技术还可替代传统的试错式研发方法，允许企业在虚拟环境中对设计方案进行预测试，减少研发支出，加速产品上市进程；还可以在数字化转型加持下进一步优化产品研发与生产，拓宽出口产品的种类范围。大数据分析对趋势判断能力更强，有利于企业明确规划行动路线，降低产品需求侧和供给侧的不确定性，进而提高产品创新绩效(Ghasemaghaei and Calic, 2019) [17]。基于数字技术的柔性制造系统和模块化设计，企业可以实现小批量、多品种定制化生产；实时监控技术升级可以降低次品率，提升行业、企业产品质量提升。

H4：数字化转型通过产品创新效应提升制造业出口竞争力。

3. 研究设计

3.1. 样本选择与数据来源

为考察数字化转型对制造业出口竞争力的影响，根据构建的制造业数字化转型发展水平综合指标测度体系，且考虑到目前数据更新速度与可得性，筛选并整理了 2012 年至 2021 年间我国相关数据，并利用亚投行投入产出表数据核算出制造业细分行业的数字化投入程度，综合对制造业 14 个细分行业的数字化转型水平进行测算。数字化转型水平数据来自于《中国科技统计年鉴》《中国工业统计年鉴》与国家统计局等，数字化投入水平数据来自于 ADB-MRIO，出口竞争力测算数据来自于 UIBE 全球价值链实验室 UIBE GVC 数据库。

3.2. 研究方法

变量选择

解释变量：本文参照齐俊妍(2021) [10]、党琳等(2021) [18]的方法选择先采用综合评价体系法，从数字化基础设施建设、数字技术创新环境和数字化产业规模、产业数字化水平四个维度构建国家层面数字化转型水平评价指标体系并使用熵值 TOPSIS 法进行计算，评价指标体系构建具体见表 1。

Table 1. Digital transformation level rating index system

表 1. 数字化转型水平评级指标体系

一级指标	二级指标	数据来源
数字化基础设施建设	光缆线路长度(万公里)	国家统计局
	移动电话基站数(万个)	中国统计年鉴
	移动电话普及率(部/万人)	国家统计局
	移动互联网用户(万个)	国家统计局
	互联网宽带接入端口(万个)	国家统计局

续表

数字化技术创新环境	政府科学技术财政支出(亿元)	国家统计局
	数字技术专利授权量(个)	国家知识产权局专利检索及分析系统
	科学技术市场成交额(亿元)	国家统计局
	研究与试验发展经费占国内生产总值比重(%)	中国科技统计年鉴
	R&D 人员全时当量(万人年)	中国科技统计年鉴
数字产业化规模	电子信息制造业营业收入(亿元)	中国信息年鉴
	软件业务收入(亿元)	国家统计局
	电信业务总量(亿元)	国家统计局
产业数字化水平	数字金融数字化程度指数	《测度中国数字普惠金融发展：指数编制与空间特征》
	跨境电商出口额(亿元)	财通证券研究所
	智能仓储行业市场规模(亿元)	前瞻产业研究院、国泰君安证券研究
	制造业期末使用计算机数量(个)	国家统计局
	制造业企业拥有网站数(个)	国家统计局

根据构建的国家数字化转型发展水平综合指标测度体系，筛选并整理了 2012 年至 2021 年间我国相关数据。综合考虑评价体系的多个指标，使用熵值 TOPSIS 法更具备客观公正性，所以采用熵值 TOPSIS 法核算得到我国数字化转型水平。经数据标准化处理后核算得到数字化转型发展综合水平及其四个不同维度的具体权重、多个二级指标具体权重，从而全面衡量我国的制造业数字化转型水平。

先使用熵值法对整个制造业及其 14 个细分行业的数字化转型水平进行测算。熵值法的计算过程如下：

① 数据进行标准化：把指标的绝对值转化为相对值。

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min[x_{1j} \cdots x_{nj}]}{\max[x_{1j} \cdots x_{nj}] - \min[x_{1j} \cdots x_{nj}]} \quad (1)$$

其中， x_{ij} 是某项指标的原始值； $\min[x_{1j} \cdots x_{nj}]$ 是标准化的所在组的最小值； $\max[x_{1j} \cdots x_{nj}]$ 是标准化的所在组的最大值， y_{ij} 是标准化后的某项指标值。

② 熵值 TOPSIS 法计算：

计算各年细分行业的第 j 项指标所占的权重：

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} (j=1, \cdots, m) \quad (2)$$

求出第 j 项指标的信息熵：

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} * \ln p_{ij} \quad (3)$$

其中 $k = \frac{1}{\ln(n)}$ ，满足 $e_j > 0$ 。

计算第 j 项指标的信息熵冗余度：

$$g_j = 1 - e_j \tag{4}$$

计算第 j 项指标的权重:

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \tag{5}$$

TOPSIS 综合评价法计算过程如下:

① 构建加权标准化矩阵

首先, 需对决策矩阵进行标准化处理, 使用熵权法计算得到的指标作为权重, 把二者相乘后得到加权标准化矩阵。

$$V = \{v_{ij}\}_{m \times n} = \{w_j \times x_{ij}\}_{m \times n} \tag{6}$$

上式中 $i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

② 正理想解和负理想解的计算

正理想解 A^+ 表示当所有指标值都为最优值时的集合; 负理想解 A^- 代表当所有指标值都为最劣值时的集合。

$$A^+ = [\max_i v_{ij}], (j = 1, 2, 3, \dots, n) \tag{7}$$

$$A^- = [\min_i v_{ij}], (j = 1, 2, 3, \dots, n) \tag{8}$$

③ 计算欧氏距离

计算出数字化转型水平达到正理想解、负理想解的欧氏距离, 具体公式如下所示:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^+)^2}, i = 1, 2, 3, \dots, m \tag{9}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^-)^2}, i = 1, 2, 3, \dots, m \tag{10}$$

④ 计算综合评价指数(相对临界度值 C_i^+)

使用各年份的正理想解距离与负理想解距离来计算 C_i^+ , 计算公式如下:

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}, i = 1, 2, 3, \dots, m \tag{11}$$

最后, 计算出的 C_i^+ 就是衡量中国各年份数字化转型水平的综合评价指数, $C_i^+ \in (0, 1)$, 计算出的 C_i^+ 数值越大, 则说明该年份的数字化转型水平越高; C_i^+ 数值越小, 则说明该年份的数字化转型水平越低。

通过计算得出结果, 可以得到数字化转型水平一级和二级指标所占的权重如表 2 所示:

Table 2. The weight of the first and second level indicators in the evaluation index system for digital transformation level
表 2. 数字化转型水平评价指标体系一级和二级指标所占权重

一级指标	权重	二级指标	权重
数字化基础设施建设	0.2187	光缆线路长度(万公里)	0.0483
		移动电话基站数(万个)	0.0459
		移动电话普及率(部/万人)	0.0348
		移动互联网用户(万个)	0.0442
		互联网宽带接入端口(万个)	0.0455

续表

数字化技术创新环境	0.2783	政府科学技术财政支出(亿元)	0.0444
		数字技术专利授权量(个)	0.0712
		科学技术市场成交额(亿元)	0.0736
		研究与试验发展经费占国内生产总值比重(%)	0.0409
		R&D 人员全时当量(万人年)	0.0482
数字产业化规模	0.2374	电子信息制造业营业收入(亿元)	0.0669
		软件业务收入(亿元)	0.0458
		电信业务总量(亿元)	0.1247
产业数字化水平	0.2657	数字金融数字化程度指数	0.0231
		跨境电商出口额(亿元)	0.1091
		智能仓储行业市场规模(亿元)	
		制造业期末使用计算机数量(个)	0.0383
		制造业企业拥有网站数(个)	0.0453

再参照 ADB-MRIO 行业分类并利用投入产出表计算数字化基础行业的中间投入之和与制造业各行业总的中间投入的比值核算出制造业不同细分行业的数字化投入程度, 结合国家数字化转型发展水平指标测度我国制造业行业数字化转型程度, 以期准确全面地评估制造业行业数字化转型对出口竞争力的影响。其中数字基础行业的选取参考黄繁华和纪洁(2023) [19], 张艳萍、凌丹(2022) [20]方法, 选取的数字基础行业 C14、C27、C30。具体计算方法如公式(12)所示。

$$Digital_{it} = Input_{it} * MDEI_{it} \quad (12)$$

其中, $Digital_{it}$ 表示为我国在 t 年度对制造业行业 i 在综合水平的数字化转型水平; $MDEI_{it}$ 表示 t 年度我国数字化转型在综合维度的发展水平; $Input_{it}$ 表示我国在 t 年度对行业 i 的行业数字化投入水平。

被解释变量: 本文将借鉴王直等(2015) [21]的做法, 以增加值贸易为基础来计算显示性比较优势指数(NRCA), 来分析中国制造业的出口竞争优势。因此, 基于增加值贸易的显示性比较优势指数计算方法如公式(13)所示。

$$nrca_{ij} = \frac{ex_dvait / \sum_{i=1}^m ex_dvait}{\sum_{j=1}^n ex_dvait / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ex_dvait} \quad (13)$$

其中代表中国产业 i 的优化后的显示性比较优势指数。 m 代表行业数, n 代表全球国家数, ex_dvait 代表国内 i 行业的增加值出口额, $\sum_{i=1}^m ex_dvait$ 代表国内所有行业出口的总增加值, $\sum_{j=1}^n ex_dvait$ 代表全球 i 行业的出口总增加值。

控制变量: MAN 表示行业管理水平, 使用行业利润总额与行业资产总计的比值来衡量; AS 表示企业规模, 以规模以上工业企业主营业务收入/规模以上工业企业数来衡量; OCR 表示营业成本率, 采用制造业各行业营业成本比制造业营业收入额来衡量; LP 代表劳动生产率, 采用制造业细分行业的产出增加值除以从业人员平均人数来衡量中国制造业劳动生产率来衡量; FIN 表示融资约束, 使用利息支出与固定资产的比值来衡量; 资本密集度 KL, 以制造业年末固定资产原值总额/制造业年末就业人数来衡量。

机制变量: 根据数据的可获得性, 本文将选取以下指标代表两种机制效应: (1) 对于交易成本节约效应, 依据 Williamson 的交易成本理论, 本文参考黄群慧(2019) [22]的做法, 选择分行业销售费用与主营业

务收入的比值销售费用率作为代理变量，数据来自《中国工业统计年鉴》，用 $COST$ 表示。(2) 对于技术创新效应，R&D 支出直接反映企业对技术突破的投入强度，与吸收能力理论一致，本文参考申君歌(2022)[3]的做法，选取行业 R&D 内部经费支出作为代理变量，数据来自《中国科技统计年鉴》，用 RD 表示。(3) 对于产品创新效应，OECD 组织 2018 年发布的《奥斯陆手册》将“新产品销售收入占比”列为衡量行业创新产出的核心指标，符合动态能力理论。本文参考杨冕(2022)[23]的研究，采用新产品销售收入作为产品创新的代理变量。

制造业划分标准：根据中华人民共和国国家标准 GB/T 4754-2017 的规定，本文研究的制造业行业为代码 C13~C41 的行业，以 ADB-MRIO 行业分类为基准，并对接《国民经济行业分类标准》，将所有制造业行业合并整理为 14 个制造业行业大类，并将其按技术水平和要素密集度进行划分。

3.3. 模型构建

3.3.1. 基础回归模型

$$NRCA_{it} = \alpha_{it} + \alpha_1 DIG_{it} + \alpha_2 MAN_{it} + \alpha_3 AS_{it} + \alpha_4 OCR_{it} + \alpha_5 LP_{it} + \alpha_6 FIN_{it} + \alpha_7 KL_{it} + \mu_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

$NRCA$ 代表中国制造业出口竞争力，为被解释变量， DIG 代表制造业行业数字化转型水平，为解释变量， MAN 表示行业管理水平， AS 表示企业规模， OCR 表示营业成本率， LP 代表劳动生产率， FIN 表示融资约束， KL 代表资本密集度，均为控制变量。 i 为行业， t 表示时间， ε 为误差项。

3.3.2. 机制检验模型

1. 成本节约效应(COST)的机制检验模型

$$COST_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIG_{it} + \beta_2 MAN_{it} + \beta_3 AS_{it} + \beta_4 OCR_{it} + \beta_5 LP_{it} + \beta_6 FIN_{it} + \beta_7 KL_{it} + \mu_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

$$NRCA_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 DIG_{it} + \gamma_2 COST_{it} + \gamma_3 MAN_{it} + \gamma_4 AS_{it} + \gamma_5 OCR_{it} + \gamma_6 LP_{it} + \gamma_7 FIN_{it} + \gamma_8 KL_{it} + \mu_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

2. 技术创新效应(RD)的机制检验模型

$$RD_{it} = \delta_0 + \delta_1 DIG_{it} + \delta_2 MAN_{it} + \delta_3 AS_{it} + \delta_4 OCR_{it} + \delta_5 LP_{it} + \delta_6 FIN_{it} + \delta_7 KL_{it} + \mu_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

$$NRCA_{it} = \lambda_0 + \lambda_1 DIG_{it} + \lambda_2 RD_{it} + \lambda_3 MAN_{it} + \lambda_4 AS_{it} + \lambda_5 OCR_{it} + \lambda_6 LP_{it} + \lambda_7 FIN_{it} + \lambda_8 KL_{it} + \mu_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (18)$$

3. 产品创新效应(INNO)的机制检验模型

$$INNO_{it} = \theta_0 + \theta_1 DIG_{it} + \theta_2 MAN_{it} + \theta_3 AS_{it} + \theta_4 OCR_{it} + \theta_5 LP_{it} + \theta_6 FIN_{it} + \theta_7 KL_{it} + \mu_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

$$NRCA_{it} = k_0 + k_1 DIG_{it} + k_2 INNO_{it} + k_3 MAN_{it} + k_4 AS_{it} + k_5 OCR_{it} + k_6 LP_{it} + k_7 FIN_{it} + k_8 KL_{it} + \mu_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (20)$$

4. 实证结果及分析

4.1. 描述性统计

表 3 报告了本文主要变量的描述性统计结果。从被解释变量来看， $NRCA$ 的均值为 1.491，标准差为 0.632，表明制造业不同行业间的出口竞争力存在显著差异。解释变量 DIG 的均值仅为 0.049，标准差为

0.073，显示出当前制造业的数字化程度总体偏低且行业间发展不均衡。整体而言，各变量的统计特征为后续实证研究奠定了良好基础，变量的差异性分布也为考察不同行业间的异质性效应提供了更多可能。

Table 3. Variable descriptive statistics
表 3. 变量描述性统计

变量名称	变量符号	观测值	均值	标准差	中位数	最小值	最大值
制造业出口竞争力	NRCA	140	1.491	0.632	1.296	0.544	3.165
数字化转型水平	DIG	140	0.049	0.073	0.020	0.000	0.373
行业管理水平	MAN	140	0.081	0.029	0.077	0.003	0.172
行业规模	AS	140	3.727	5.029	1.772	0.877	25.163
营业成本率	OCR	140	0.845	0.092	0.848	0.429	1.685
劳动生产率	LP	140	5.760	4.233	4.352	1.220	27.291
融资约束	FIN	140	0.040	0.008	0.039	0.024	0.070
资本密集度	KL	140	0.575	0.530	0.411	0.077	3.171
成本节约	COST	140	0.028	0.011	0.027	0.006	0.071
技术创新	RD	140	0.079	0.098	0.034	0.002	0.571
产品创新	INNO	140	0.150	0.096	0.116	0.028	0.403

4.2. 基准回归结果

表 4 报告了数字化转型对制造业出口竞争力影响的基准回归结果。列(1)仅考察核心解释变量的作用，结果显示 DIG 的系数为 0.824，且在 5%水平上显著，表明数字化转型对出口竞争力具有显著正向提升作用。列(2)则为基于列(1)引入一系列控制变量后的回归结果，DIG 的系数仍保持 5%水平上的正向显著，进一步验证数字化转型水平对于制造业出口竞争力具有促进效果。

Table 4. Benchmark regression results
表 4. 基准回归结果

变量	(1)	(2)
	NRCA	NRCA
DIG	0.824** (0.388)	0.829** (0.331)
MAN		3.945*** (1.048)
AS		-0.066*** (0.023)
OCR		-0.067 (0.139)
LP		0.055*** (0.008)

续表

FIN		2.457 (4.350)
KL		-0.090 (0.123)
_cons	1.617*** (0.046)	1.239*** (0.263)
个体固定	YES	YES
时间固定	YES	YES
N	140	140
R ²	0.160	0.492

注：***、**、*为在 1%、5%、10%的水平上显著。下同。

4.3. 稳健性检验

4.3.1. 内生性处理

为克服模型可能存在的内生性问题(如双向因果关系或遗漏变量偏误)，本研究采用工具变量法进行检验。表 5 列(1)首先以数字化转型水平 DIG 的滞后一期 L.DIG 作为工具变量进行回归，结果显示 L.DIG 的系数在 1%水平显著为正，满足工具变量相关性要求。此外，CD Wald F 统计量为 247.093，远超弱工具变量临界值 16.38，表明工具变量与内生变量高度相关；SW S 统计量为 3.118，且 P 值通过显著性检验，拒绝“工具变量外生性不成立”假设。列(2)的第二阶段回归中，DIG 的系数为 0.710，虽显著性略有下降，但仍保持正向影响，表明采用工具变量法控制内生性后，支持基准回归结论的稳健性。

Table 5. Benchmark regression results
表 5. 内生性处理

变量	(1)	(2)
	DIG	NRCA
L.DIG	0.860*** (0.055)	
DIG		0.710* (0.392)
MAN	0.036 (0.173)	3.692*** (1.069)
AS	0.001 (0.003)	-0.064*** (0.021)
OCR	0.015 (0.020)	-0.068 (0.127)
LP	-0.001 (0.001)	0.054*** (0.008)

续表

FIN	0.150 (0.702)	-2.277 (4.343)
KL	0.021 (0.019)	-0.056 (0.120)
个体固定	YES	YES
时间固定	YES	YES
N	126	126
R ²		0.298
CD Wald F		247.093
SW S stat.		3.118

4.3.2. 替换变量法

表 6 展示了采用不同被解释变量对研究结论进行的稳健性检验结果。本研究将被解释变量制造业出口竞争力 NRCA 依次替换为国际市场占有率 MS 和制造业产品出口额 EX，再分别纳入回归模型进行分析。列(1)结果显示，核心解释变量 DIG 对 MS 的回归系数在 10%水平上显著为正，表明数字化转型有助于提高制造业的国际市场占有率，进而体现出对制造业出口竞争力的正向促进作用。由列(2)结果可以发现，DIG 对 EX 回归系数在 5%水平上显著为正，说明数字化转型水平的提升能够扩大制造业产品出口额，提升出口竞争力，这与前文基准结论保持一致，反映出本文研究结论的稳健性。

Table 6. Replacing variable method, changing sample size and replacing regression model

表 6. 替换变量法、改变样本容量与更换回归模型

变量	(1) MS	(2) EX	(3) NRCA	(4) NRCA
DIG	0.152* (0.085)	0.552** (0.276)	1.002* (0.504)	0.829*** (0.294)
MAN	0.549** (0.270)	1.257 (0.871)	3.686*** (1.274)	3.945*** (0.929)
AS	0.004 (0.006)	0.033* (0.019)	-0.042 (0.026)	-0.066*** (0.020)
OCR	-0.014 (0.036)	-0.098 (0.115)	-0.073 (0.133)	-0.067 (0.123)
LP	0.001 (0.002)	0.013* (0.007)	0.064*** (0.010)	0.055*** (0.008)
FIN	-0.062 (1.121)	2.112 (3.616)	6.396 (4.872)	2.457 (3.856)
KL	-0.001** (0.000)	-0.002** (0.001)	-0.004* (0.002)	-0.001 (0.001)

续表

_cons	0.226*** (0.068)	7.198*** (0.218)	1.069*** (0.286)	0.538** (0.236)
个体固定	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES
N	140	140	112	140
R ²	0.431	0.609	0.530	

4.3.3. 改变样本容量

考虑到新冠疫情期间对于制造业出口的冲击，本文通过剔除 2020 年起疫情期间的样本来改变样本容量，回归结果如表 6 列(3)所示，DIG 对 NRCA 的影响系数在 10%水平上显著为正，表明数字化转型对制造业出口竞争力具正向促进效果，与基准回归结论保持一致。

4.3.4. 更换回归模型

将基准模型更换为采用固定效应 Tobit 模型，重新进行回归分析，表 6 列(4)结果显示，核心解释变量 DIG 回归系数依旧在 1%水平上显著为正，再一次验证了数字化转型有利于提升制造业出口竞争力的基准结论，进一步反映出本文研究结论的稳健性。

4.4. 异质性分析

4.4.1. 制造业技术水平异质性

表 7 展示了按行业技术含量分组的异质性回归结果，揭示了数字化转型对制造业出口竞争力的差异化影响。根据行业技术水平将样本划分为低技术、中技术和高技术制造业三类，结果显示：列(1)低技术制造业的系数未通过显著性检验，可能由于其长期依赖传统生产模式，存在组织惯性和技术路径依赖，数字化转型面临缺乏技术升级所需的数字人才储备等互补性资产。低技术企业自身融资能力较弱，难以承担初期的高额沉没成本，而此时边际产出偏低，成本收益严重失衡，导致转型效果滞后。列(2)中技术制造业系数在 10%水平上显著为正，虽系数最大表现出促进作用，但显著性水平相对较低，可能由于其正处于数字化“S 型曲线”的爬升阶段，反映出转型过程中的非均衡性，部分企业通过数字化手段实现流程优化，而另一些企业因技术吸收能力不足导致效果波动。列(3)高技术制造业的 DIG 回归系数在 5%水平上显著为正，这一结果符合预期，高技术行业通常具备更强的数字技术吸收能力和创新转化效率，其通过数字化与原有技术积累形成协同效应，加速产品迭代并转化为出口市场的技术溢价。数字化赋能突破技术封锁，优化跨国协作能力，提升其在 GVC 中的议价能力，使其能更有效地将数字化转型转化为国际竞争优势。

Table 7. Heterogeneity of technological level and factor endowment

表 7. 技术水平异质性、要素禀赋异质性

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低技术制造业	中技术制造业	高技术制造业	劳动密集型	资本密集型	技术密集型
DIG	1.173 (0.739)	1.845* (0.905)	0.712** (0.280)	0.373 (0.716)	4.075** (1.465)	-0.884** (0.384)
MAN	5.853 (3.588)	2.352 (1.503)	-2.923 (1.772)	6.050* (3.492)	-1.758 (1.617)	0.212 (1.267)

续表

AS	-0.347 (0.361)	-0.054** (0.019)	0.018 (0.107)	-0.172 (0.336)	0.073 (0.118)	-0.047** (0.019)
OCR	2.951 (4.155)	2.495** (1.119)	0.009 (0.081)	8.723** (4.141)	-0.048 (0.089)	0.298 (0.269)
LP	0.082*** (0.018)	0.026** (0.010)	0.125*** (0.018)	0.091*** (0.032)	0.044*** (0.012)	0.059*** (0.009)
FIN	-5.735 (6.934)	4.769 (10.444)	-6.016 (10.493)	-9.060 (6.436)	-37.311** (14.998)	3.829 (7.782)
KL	0.032** (0.013)	0.002 (0.001)	-0.010** (0.004)	0.047*** (0.014)	0.010* (0.005)	-0.001 (0.001)
_cons	-1.352 (3.702)	-1.021 (1.049)	1.647** (0.657)	-6.706* (3.713)	2.233*** (0.609)	1.082** (0.411)
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	60	40	40	50	30	60
R ²	0.700	0.843	0.868	0.791	0.906	0.718

4.4.2. 制造业要素禀赋异质性

表 7 呈现了按要素密集度分组的回归结果，揭示了数字化转型对制造业出口竞争力的差异化影响模式。列(4)劳动密集型行业的数字化转型系数为正但未通过显著性检验，这可能反映了该类行业面临数字技术应用与机器等劳动力要素的替代效应，但短期内其劳动力技能结构与新技术需求不匹配，导致生产效率提升有限，甚至因转型成本挤压利润空间，短期内数字化投入的竞争力转化效率相对有限。列(5)资本密集型行业表现出较强的正向响应，数字化转型的促进作用最为突出，该结果符合资本密集型制造业通常具备更完善的数字化基础设施和更强的技术消化能力，其原有自动化生产线等重资产与数字化投入具有高度互补性，可通过数据驱动降低设备闲置率，缩短投资回报周期，将数字技术深度融入生产体系。列(6)技术密集型行业呈现出意外的负向效应，可能源于技术密集型行业正处于数字化转型的调整期，短期内面临较高的技术转换成本和市场适应压力，该行业数字化转型涉及传统研发工具被替代等核心技术系统的重构，短期内面临员工再培训、兼容性风险等高昂的切换成本，导致竞争力指标承压，因而技术密集型行业可能需要给予更长的转型适应期和政策缓冲。

4.5. 机制分析

表 8 揭示了数字化转型影响制造业出口竞争力的三条关键作用机制。交易成本聚焦效率优化，技术创新聚焦技术升级，产品创新聚焦市场响应，三者覆盖数字化转型的不同维度。数字化转型通过降低交易成本释放资源冗余，为技术创新提供资金支持，技术创新进一步转化为新产品，三者形成“效率-技术-市场”的递进路径。通过构建机制效应模型，研究发现数字经济主要通过“交易成本节约效应”、“技术创新效应”和“产品创新效应”三重机制提升行业国际竞争力。关于交易成本节约渠道，列(1)结果显示，DIG 系数在 5%水平上显著为负，表明数字化转型显著降低行业销售运营成本，这与数字技术优化生产流程、提高资源配置效率的理论预期一致。关于技术创新渠道，列(2)结果显示 DIG 回归系数在 1%

水平上显著为正，体现出数字化转型对技术开发的促进作用尤为突出，证实了数字化通过降低创新门槛、加速知识扩散来激发技术创新活力。关于产品创新渠道，列(3)结果显示其回归系数在 1%水平上显著为正，体现了 DIG 对产品创新的影响效应，新产品销售收入占比衡量了技术商业化的市场成果，数字化通过敏捷研发加速产品迭代。

Table 8. Mechanism test
表 8. 机制检验

变量	(1)	(2)	(3)
	COST	RD	INNO
DIG	−0.015** (0.007)	0.402*** (0.061)	0.223*** (0.040)
MAN	0.090*** (0.023)	0.248 (0.192)	0.346*** (0.128)
AS	−0.001*** (0.001)	0.004 (0.004)	−0.008*** (0.003)
OCR	0.001 (0.003)	−0.001 (0.025)	−0.028 (0.017)
LP	0.000 (0.000)	−0.005*** (0.002)	0.001 (0.001)
FIN	0.011 (0.095)	1.473* (0.797)	1.363** (0.531)
KL	−0.000 (0.000)	−0.000 (0.000)	−0.074*** (0.015)
_cons	0.022*** (0.006)	−0.030 (0.048)	0.081** (0.032)
个体固定	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES
N	140	140	140
R ²	0.435	0.612	0.882

5. 结论与政策

5.1. 结论

根据实证结果分析，数字化转型与出口竞争力呈现出显著的正向关联。通过严格的稳健性检验和内生性处理后，这一研究结果仍然保持高度的可靠性。由此可见，数字化转型在增强中国制造业出口竞争力方面扮演着关键角色。数字化转型对于出口竞争力的积极作用会因行业技术含量高低、要素密集度差异而产生不同。从要素密集度视角出发，资本密集型制造业因其较为完善的数字化基础设施和更强的技术吸收能力，能够显著提升其出口竞争力。而技术密集型行业当前正处于适应阶段，短期内需要面对较高的技术转换成本和市场适应挑战。而劳动密集型制造业在短期内的提升效果则相对有限。从行业技术

含量的角度审视,高技术行业通常拥有更强的数字技术吸纳能力和创新转化效率,能更有效地将数字化投入转为国际竞争优势。传统低技术行业的提升则较为有限,这可能与其技术基础相对薄弱和转型投入不足有关。关于机制路径,数字化转型通过“交易成本节约效应”、“技术创新效应”和“产品创新效应”这三大关键路径,共同推动了制造业行业出口竞争力的提升。

5.2. 政策

依据所得结论,本文提出如下几点建议。首要之务是强化数字基础设施与平台的建设工作。应当充分利用互联网等智能设施,推进数字化建设规模进一步扩大。政府应增加对5G网络、人工智能技术、通信基站及物联网等新型基础设施的投资力度,打造更多线上平台,助力产业界和企业界实现资源的高效互换与深度交流,确保数字化程度较低的行业同样能够享受到数字化时代所带来的便利。其次,应重视构建数字化技术创新环境。制造业企业应将技术创新视为长期发展战略的核心组成部分,生产过程中积极引入自动化装置与机器人技术,从而提升生产效率及产能。减少对国外高端技术的依赖,通过自主研发与创新掌握核心技术,突破制约。制造业企业还需运用数据驱动优化产品并预测市场需求。政府方面则应给予企业创新行为有力支持,提供包括财政扶持、技术创新人才培养等在内的全方位政策服务。第三,应实施差异化的行业战略。针对不同类型的行业企业,政府需制定相应的差异化政策,引导各行业、企业实现数字化与技术升级的匹配。持续推动技术密集型和高技术制造业的发展,确保实体经济在数字化进程中稳健运行。而对于低技术行业和劳动密集型行业,应加大扶持力度,通过实施相应的支持政策来降低其数字化转型的门槛。提供针对性的培训和技术支持,加强各细分行业间的交流与合作,从而实现高数字化水平行业对低数字化水平行业的引领,推动行业整体的均衡发展。第四,加速推进数字产业化与产业数字化的进程。随着产业数字化转型的深入,大量数据资源得以积累,这为数字产业化发展提供了坚实基础。在行业层面,应加快构建专业、高效的物流网络及数字化贸易平台,降低物流和仓储成本,促进规模经济的实现。借助跨境电商平台和数字化营销手段,拓宽出口途径,开辟出口市场。推动数字金融的发展,填补传统金融在服务实体经济方面的不足,促进金融服务的普及与高效化。将金融支持融入制造业技术创新的各个环节,进一步提升制造业的出口竞争力。

参考文献

- [1] 王树柏, 张勇. 外贸企业数字化转型的机制、路径与政策建议[J]. 国际贸易, 2019(9): 40-47.
- [2] 陈素梅, 李晓华. 数字经济驱动制造业绿色发展的作用机理[J]. 企业经济, 2022, 41(12): 140-150.
- [3] 申君歌, 彭书舟. 技术创新、生产效率和出口多样化与中国制造业出口竞争力[J]. 国际商务研究, 2022, 13(1): 59-71.
- [4] 黄智, 陆善勇. 经济政策不确定性、垂直专业化与中国制造业出口竞争力[J]. 统计与决策, 2021, 37(14): 125-128.
- [5] 李瑞琴, 王立勇. 数字技术革命促进中国制造业出口贸易高质量发展的机制、挑战和对策[J]. 国际贸易, 2022(11): 11-18.
- [6] 黄先海, 王瀚迪, 孙涌铭, 等. 数字技术与企业出口质量升级——来自专利文本机器学习的证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(12): 69-89.
- [7] 胡润哲, 魏君英, 陈银娥. 数字服务出口竞争力及其影响因素研究——来自 G20 国家的经验证据[J]. 价格月刊, 2022(10): 19-27.
- [8] 崔远淼, 曾利飞, 陈志昂. 教育红利对中国制造业国际竞争力作用及渠道的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2016(7): 15-26.
- [9] 袁红林, 许越. 增加值贸易视角下中国制造业出口竞争力的再测算[J]. 当代财经, 2017(12): 98-107.
- [10] 齐俊妍, 任奕达. 数字经济渗透对全球价值链分工地位的影响——基于行业异质性的跨国经验研究[J]. 国际贸易问题, 2021(9): 105-121.

-
- [11] 王金波, 王佳. 数字经济赋能制造业出口竞争力: 基于出口质量攀升的视角[J]. 武汉金融, 2023(1): 17-25.
- [12] Pyankova, S., Troyanskaya, M. and Tyurina, Y. (2021) Digital Development and Its Impact on Regions' Competitiveness. *Global Economy Journal*, **21**, 1-16. <https://doi.org/10.1142/s219456592150010x>
- [13] Koch, T. and Windsperger, J. (2017) Seeing through the Network: Competitive Advantage in the Digital Economy. *Journal of Organization Design*, **6**, Article No. 6. <https://doi.org/10.1186/s41469-017-0016-z>
- [14] 谢靖, 王少红. 数字经济与制造业企业出口产品质量升级[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2022, 75(1): 101-113.
- [15] 李春发, 李冬冬, 周驰. 数字经济驱动制造业转型升级的作用机理——基于产业链视角的分析[J]. 商业研究, 2020(2): 73-82.
- [16] 陈剑, 黄朔, 刘运辉. 从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理[J]. 管理世界, 2020, 36(2): 117-128, 222.
- [17] Ghasemaghaei, M. and Calic, G. (2019) Does Big Data Enhance Firm Innovation Competency? The Mediating Role of Data-Driven Insights. *Journal of Business Research*, **104**, 69-84. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.006>
- [18] 党琳, 李雪松, 申烁. 制造业行业数字化转型与其出口技术复杂度提升[J]. 国际贸易问题, 2021(6): 32-47.
- [19] 黄繁华, 纪洁. 服务贸易自由化、行业数字发展水平与制造业服务化转型: 基于制造业微观企业数据的实证研究[J]. 世界经济研究, 2023(1): 12-27, 134.
- [20] 张艳萍, 凌丹, 刘慧岭. 数字经济是否促进中国制造业全球价值链升级? [J]. 科学学研究, 2022, 40(1): 57-68.
- [21] 王直, 魏尚进, 祝坤福. 总贸易核算法: 官方贸易统计与全球价值链的度量[J]. 中国社会科学, 2015(9): 108-127, 205-206.
- [22] 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.
- [23] 杨冕, 王恩泽, 叶初升. 环境管理体系认证与中国制造业企业出口“增量提质” [J]. 中国工业经济, 2022(6): 155-173.