

数实融合、产业链韧性与新型工业化

——基于有调节的中介效应检验

郭天翔, 陈海波

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25日; 发布日期: 2025年5月26日

摘要

文章基于2012~2022年中国30个省级面板数据, 实证检验数实融合对新型工业化影响效应和作用机制。研究发现: (1) 数实融合对新型工业化发展具有显著促进效应。(2) 产业链韧性在数实融合赋能新型工业化建设中发挥中介作用。(3) 产业协同集聚可正向调节数实融合对新型工业化的影响, 且对产业链韧性的中介效应也具有正向调节作用。(4) 由异质性分析可知, 数实融合对东部地区、数实融合水平较发达地区新型工业化建设的促进作用更显著。(5) 进一步检验发现, 数实融合对新型工业化的促进效应存在基于数实融合水平的单门槛效应。

关键词

数实融合, 新型工业化, 产业链韧性, 产业协同集聚

Integration of Digital Economy and Real Economy, Industrial Chain Resilience and New Industrialization

—Based on the Moderated Mediating Effect Test

Tianxiang Guo, Haibo Chen

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Apr. 10th, 2025; accepted: Apr. 25th, 2025; published: May 26th, 2025

Abstract

Based on the data of 30 provincial panels in China from 2012 to 2022, this paper empirically tests

the impact effect and mechanism of the integration of digital economy and real economy on the new industrialization. Results have shown that: (1) The integration of digital economy and real economy has a significant promoting effect on the development of new industrialization. (2) Industrial chain resilience plays a mediating role in the construction of Chinese new industrialization enabled by the integration of digital economy and real economy. (3) Industrial collaborative agglomeration can positively regulate the influence of the integration of digital economy and real economy on Chinese new industrialization, and also has a positive moderating effect on the mediating effect of industrial chain resilience. (4) From the heterogeneity analysis, it can be seen that the integration of digital economy and real economy plays a more significant role in promoting the new industrialization construction in the eastern region and the regions with more developed integration level of digital economy and real economy. (5) Further examination reveals that there is a single threshold effect based on the integration level of digital economy and real economy.

Keywords

Integration of Digital Economy and Real Economy, New Industrialization, Industrial Chain Resilience, Industrial Collaborative Agglomeration

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

2023年9月, 全国新型工业化推进大会对推进新型工业化做出全面部署, 并强调新时代新征程要坚决扛牢实现新型工业化这一关键任务[1]。新型工业化作为中国梦在工业领域的具体体现, 不仅是实现信息化、城镇化、农业现代化的重要支撑, 同时也是推进中国式现代化的重要驱动力量。然而, 我国新型工业化建设目前仍面临发展不平衡不充分的问题, 具体表现为产业体系整体上大而不强、产业基础能力较弱、关键核心技术受制于人等问题。党的二十届三中全会提出, 健全促进实体经济和数字经济深度融合制度; 加快推进新型工业化, 培育壮大先进制造业集群, 推动制造业高端化、智能化、绿色化发展[2]。目前, 我国正处在由制造大国、网络大国向制造强国、网络强国转变的关键时期, 数字经济与实体经济的深度融合是推动我国制造业实现质量变革、效率变革、动力变革的强大引擎, 将助力我国现代化产业体系数智化、融合化、绿色化发展, 成为推进新型工业化建设的关键路径[3]。

现阶段而言, 学界学者主要围绕数实融合、产业链韧性和新型工业化两两之间的关系展开研究。主要聚焦于以下几个方面: 一是数实融合与新型工业化的关系。数实融合推动新型工业化催生出新技术、新模式和新业态, 并通过为新型工业化提供技术、内需政策以及政策创新支持来推动实现新型工业化[4]。二是数实融合与产业链韧性的关系。数字经济与实体经济的深度融合不仅有利于充分发挥数字经济优势, 推动了传统行业的重塑与改造, 同时也为提升产业链供应链韧性提供了技术支撑, 构建协同发展的产业生态[5]。三是产业链韧性与新型工业化的关系。增强产业链韧性是建设制造强国的重要依托, 也是数实融合推动新型工业化发展的新要求[6]。产业链韧性的提升有利于加强上下游企业之间的合作与沟通, 提高产业链供应链的灵活性、可靠性, 进一步优化资源配置, 提高产业链供应链整体竞争力和抗风险能力, 保障新型工业化的建设。目前关于数实融合与新型工业化的文献较为丰富, 并取得了一系列具备现实价值的研究成果。然而, 少有文献从实证角度探究数实融合与新型工业化之间的关系, 且对于产业链韧性与数实融合、新型工业化的讨论较少。鉴于此, 文章系统梳理数实融合赋能新型工业化的理论机制, 并

从产业链、产业协同集聚视角出发分析其作用机理, 以期为推进新型工业化建设提供理论支持和实践参考。

本文可能的创新点在于: 第一, 本文立足于数实融合与新型工业化的内涵机理, 揭示数实融合对新型工业化的影响效应, 并分析产业链韧性、产业协同集聚在二者间的作用机制, 形成数实融合作用机制研究框架, 拓宽新型工业化研究视角; 第二, 基于区域异质性视角, 考察不同区域和数实融合水平特征下分析数实融合对新型工业化影响的差异化表现; 第三, 构建门槛效应模型, 就数实融合对新工业化的门槛效应进行探究, 识别数实融合驱动新型工业化建设的关键门槛条件, 为制定差异化政策提供量化依据。

2. 理论分析与研究假设

2.1. 直接效应

数字经济与实体经济深度融合是实体经济同先进技术和数据要素紧密结合的创新经济形态[7]。数实融合作为我国推进新型工业化一以贯之的战略主线, 通过优化资源要素配置、提高制造业整体生产效率和提高产业创新能力, 推动了新型工业化的快速发展。一方面, 数字经济为实体经济提供了智能化、网络化和平台化的支持, 不断催生新的生产要素, 推动了传统产业的转型升级, 产生了新兴产业和新业态, 如智能制造、工业互联网等产业, 为新型工业化注入了新的动力。另一方面, 我国拥有超大规模的消费市场, 数字经济与实体经济的融合催生消费新模式、新场景和新途径[8], 并带动内需的不断扩大, 为新型工业化的建设提供了强大的消费支持。为此, 提出以下假设:

H1: 数实融合对新型工业化发展具有显著促进效应。

2.2. 间接效应

数实融合可以增强产业链韧性。产业链韧性是决定国家、行业及企业是否能在面对突发事件和长期挑战时保持竞争力的关键, 其核心要义包括抵抗力、适应力和恢复力三个维度[9]。数实深度融合通过对产业链全环节进行数字化改造, 从研发设计环节、生产制造环节、供应链协同环节、市场服务环节等产业链全环节视角进行产业链韧性提升, 构建起“预防-缓冲-适应-转型”的韧性体系, 能够显著增强产业链抗风险能力和恢复能力。数字技术促进了产业链上下游企业的紧密合作, 降低了交易成本和信息不对称[10], 也推动了产业链的创新发展, 催生了新技术、新业态和新模式, 为产业链转型升级提供了有力支撑。同时, 产业链韧性的提升可以显著推进新型工业化发展。一方面, 产业链韧性提升了产业链的稳定性和安全性, 为新型工业化提供了坚实的产业基础。另一方面, 产业链韧性增强了产业链的适应性和创新能力, 为新型工业化提供了源源不断的动力源泉。为此, 提出以下假设:

H2: 数实融合可通过增强产业链韧性间接助力新型工业化发展。

2.3. 调节效应

产业协同集聚指具有上下游关联关系或水平关联的不同产业在地理空间上的集聚现象[11], 是产业结构升级的重要表现。制造业与生产性服务业协同集聚能够推动产业资源优化配置, 产生外部经济效应, 对新型工业化的建设至关重要。我国不同地区经济发展水平、资源要素禀赋、产业发展基础存在显著差异, 各区域的产业协同集聚水平不同, 导致数实融合对新型工业化的促进效应存在高低之分。较高的产业协同集聚水平, 意味着区域内具有完备的信息基础设施建设, 地理上的邻近性加速了数字技术的扩散, 更易产生区域内资源整合效应、知识溢出效应和风险共担效应, 进一步推动新型工业化建设。因此, 在数实融合推动新型工业化的作用机制中, 产业协同集聚可能产生调节作用, 即较高的产业协同集聚水平

可以强化数实融合对新型工业化建设的促进作用。为此, 提出以下假设:

H3: 产业协同集聚正向调节数实融合对新型工业化的促进作用, 即产业协同集聚水平越高, 数实融合对新型工业化的促进效应越显著。

产业协同集聚水平较高的地区更有利于产生劳动力蓄水池效应、知识溢出效应以及规模经济效应[12], 有助于提高产业链抗风险能力和竞争能力, 进一步增强数实融合对产业链韧性的影响效应。而产业协同集聚水平较低的地区, 知识技术要素、资本要素和劳动力要素的分散很难满足产业链各环节的资源需求, 造成资源错配, 导致产业链生产效率的降低, 降低产业链抵御风险的能力。产业链韧性的提升可以推动新型工业化发展。产业协同集聚水平高, 意味着资源要素在地理空间集中, 有利于产业链上下游企业之间的沟通和协作, 增强产业链整体竞争能力, 保障新型工业化的顺利推进。为此, 提出以下假设:

H4: 产业协同集聚可正向调节产业链韧性在数实融合与新型工业化之间的中介效应。

2.4. 门槛效应

数字经济发展到一定程度才能支持实体经济的数字化转型, 数字经济的发展基于“梅特卡夫法则”和“摩尔定律”法则呈现非线性增长趋势, 数实融合能力和融合程度可能呈现非线性特点[13]。因此, 在不同数实融合水平下, 数实融合对新型工业化的影响效应可能存在非线性特征。数字经济与实体经济融合初期面临诸多挑战, 如高精尖核心技术领域面临卡脖子问题、产业链协同不足导致数据要素流通不畅、实体经济企业面临“不会转、不敢转、不懂转”的困境等问题制约了数实融合的发展, 也导致其对新型工业化的赋能效应难以得到充分释放。随着我国在数实融合方面取得了显著进展, 数字经济和实体经济融合发展的趋势日益明显, 数实融合水平逐渐提高。一方面, 云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术的应用覆盖面越来越广, 数字技术与产业深度融合应用。另一方面, 国家政策密集出台, 推动数字经济加速发展, 新型信息基础设施建设进一步夯实, 越来越多的实体企业进行数字化转型, 形成了一批新的以先导产业和领先区域为代表的数字化生态圈, 为新型工业化的建设奠定了坚实基础。为此, 提出以下假设:

H5: 数实融合对新型工业化的促进效应会根据自身发展阶段的不同呈现明显非线性特征。

3. 研究设计

3.1. 变量说明

3.1.1. 被解释变量

新型工业化(IND)。新型工业化指工业化与信息化相互促进、相辅相成, 并做到“经济效益好、科技含量高、资源能耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥”多方面的兼顾与统一[14]。本文借鉴已有研究成果[15], 从经济效益、科技创新、人力资本、环境治理和资源条件五个维度建立新型工业化水平评价指标体系, 并使用熵值法测算得出新型工业化水平(表 1)。

Table 1. New industrialization level indicator system

表 1. 新型工业化水平指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性
新型工业化	经济效益	规模以上工业企业利润总额(亿元)	正
		规模以上工业企业增加值增速(%)	正
		实际外资利用率(%)	正

续表

科技创新	规模以上工业企业 R&D 人员折合全时当量(人年)	正
	规模以上工业企业 R&D 经费支出强度(%)	正
	科技支出占地方财政支出的比重(%)	正
人力资本	普通高等学校在校学生数(万人)	正
	人均财政教育经费支出(万元)	正
	第二产业和第三产业从业人员占总就业人数的比重(%)	正
	城镇登记失业率(%)	负
环境治理	工业固体废物综合利用率(%)	正
	环境污染治理支出占 GDP 比重(%)	正
资源条件	森林覆盖率(%)	正
	人均公园绿地面积(m ²)	正

3.1.2. 核心解释变量

数实融合(DS)。参考郭晗等[16]的研究,分别构建数字经济、实体经济评价指标体系,并使用熵值法依次测度数字经济和实体经济水平,再借助耦合协调度评价模型测算数实融合发展水平。

关于数字经济评价指标体系构建,考虑到数字经济核心为产业数字化和数字产业化,且数字经济的快速发展建立在数字基础设施的基础之上,参考王玉珍等[17]的研究从数字基础设施、数字产业化、产业数字化和数字技术创新四个方面进行衡量。关于实体经济评价指标体系,借鉴黄群慧等[18]的研究,从发展规模、经济效益和发展潜力三个维度衡量实体经济发展水平。具体测度指标体系如表 2 所示。

Table 2. Integration of digital economy and real economy indicator system

表 2. 数实融合水平指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性
数字经济	数字基础设施	每百人移动电话用户数(部)	正
		光缆安装密度(km/km ²)	正
		互联网普及率(%)	正
	数字产业化	人均电信业务总量(万元/人)	正
		软件业务收入占 GDP 比重(%)	正
	产业数字化	数字普惠金融指数	正
		每百家企业拥有网站数(个)	正
		电子商务交易活动企业比例(%)	正
		电子商务销售额占 GDP 比重(%)	正
	数字技术创新	技术合同成交总额(亿元)	正
信息传输、计算机服务和软件业从业人员占比(%)		正	
实体经济	实体规模	社会消费品零售总额占 GDP 比重(%)	正
		实体经济从业人员占比(%)	正
	实体效益	实体经济生产总值(亿元)	正
		货物进出口总额占 GDP 比重(%)	正
	实体发展潜力	全社会固定资产投资额(亿元)	正

数实融合水平的耦合协调度模型测算过程如下:

1) 计算数字经济和实体经济系统的耦合度

$$C = 2\sqrt{E_1 \times E_2} / (E_1 + E_2) \quad (1)$$

式中, E_1 、 E_2 分别代表数字经济、实体经济的综合发展水平, C 为数字经济系统与实体经济系统的耦合度, 值域为 $[0, 1]$, 且耦合度的大小与数字经济和实体经济两系统之间的差别大小呈反比。

2) 计算数字经济和实体经济的发展度

$$T = \alpha E_1 + \beta E_2 \quad (2)$$

式中, α 、 β 为调节系数, 考虑到我国经济发展实际情况, 需保持数字经济和实体经济协调发展, 故取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。 T 代表数字经济与实体经济的整体发展水平, 综合反映两系统的发展状况。

3) 计算数字经济和实体经济的耦合协调度

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (3)$$

式中, D 为数字经济与实体经济系统的耦合协调度, 其数值大小反映了数字经济与实体经济之间的协调发展程度。

3.1.3. 中介变量

产业链韧性(ICR)。产业链韧性主要体现为产业链冲击抵抗能力、冲击适应能力和恢复重组能力的增强, 本文参考现有文献, 借鉴李胜会等[19]、夏铭璐等[20]的研究做法, 从韧性机理探究, 采用区域创新能力和产业多样化作为产业链韧性测度指标。其中, 区域创新能力以地区专利申请授权数量衡量; 产业多样化(IDV)采用赫芬达尔-赫希曼指数(HHI)的倒数测度, 公式如下所示:

$$IDV = \frac{1}{HHI} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 s_i^2} \quad (4)$$

3.1.4. 调节变量

产业协同集聚(AGG)。产业协同集聚作为产业动态发展进程中的一种空间现象, 是区域经济发展的重要特征。参考张虎等[21]的研究, 首先分别计算制造业、生产性服务业集聚区位熵指数, 后构建制造业与生产性服务业协同集聚指数, 公式如下:

$$LQ_{ij} = \frac{q_{ij}}{q_j} \bigg/ \frac{q_i}{q} \quad (5)$$

式(5)中, LQ_{ij} 为 j 省份 i ($i = \text{agg_man}, \text{agg_ser}$) 产业的区位熵指数, q_{ij} 为 j 省份 i 产业的就业人数; q_j 为 j 省份制造业与生产性服务业产业的就业人数, q_i 为全国 i 产业的就业人数, q 为全国制造业与生产性服务业总就业人数。

$$AGG = \left(1 - \frac{|LQ_{\text{agg_man}} - LQ_{\text{agg_ser}}|}{LQ_{\text{agg_man}} + LQ_{\text{agg_ser}}} \right) + |LQ_{\text{agg_man}} + LQ_{\text{agg_ser}}| \quad (6)$$

式(6)中, $LQ_{\text{agg_man}}$ 表示制造业集聚指数, $LQ_{\text{agg_ser}}$ 表示生产性服务业集聚指数, AGG 表示产业协同集聚指数, 协同集聚指数越大, 表示产业间的协同集聚程度越高。

3.1.5. 控制变量

参考黄瑞新[22]的研究, 本文选取控制变量如下: ① 金融发展水平(FIN), 以地区年度金融机构人民币各项贷款余额与地区生产总值比重表示; ② 人口增长率(POP), 以常住人口自然增长率衡量; ③

税负水平(TAX), 以地区年度税收收入占地区生产总值比重表示; ④ 财政支持力度(GOV), 以财政一般预算支出与地区生产总值之比表示; ⑤ 基础设施建设水平(TRA), 使用公路、铁路总里程数与行政区域面积之比表示。为尽量剔除规模等因素的影响, 本文所选取的控制变量均为比值变量或人均变量。

3.2. 模型设定

3.2.1. 基准模型

为研究数实融合对新型工业化的直接影响, 建立以下双向固定效应模型:

$$IND_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DS_{it} + \alpha_2 Controls_{it} + \sigma_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

式(7)中, IND 表示新型工业化水平; DS 表示数实深度融合水平; $Controls$ 为控制变量集合, α_0 为常数截距项, α_1 和 α_2 为待估系数, 其中 α_1 反映了数实融合对新型工业化的影响效应, σ 和 μ 分别表示省份固定效应和时间固定效应, ε 为误差项, 省份与时间以下标 i 和 t 表征。

3.2.2. 中介效应模型

为检验产业链韧性在数实融合与新型工业化关系之间发挥中介作用, 构建以下中介效应模型:

$$ICR_{it} = \beta_0 + \beta_1 DS_{it} + \beta_2 Controls_{it} + \sigma_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$IND_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 DS_{it} + \gamma_2 ICR_{it} + \sigma_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

式(9)中, ICR_{it} 表示产业链韧性, β 、 γ 为各变量回归系数。

3.2.3. 调节效应模型

为检验产业协同集聚在数实融合与新型工业化之间的调节效应, 引入产业协同集聚及产业协同集聚与数实融合的交互项, 构建以下模型:

$$IND_{it} = \delta_0 + \delta_1 DS_{it} + \delta_2 AGG_{it} + \delta_3 DS_{it} \times AGG_{it} + \delta_4 Controls_{it} + \sigma_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

为检验产业协同集聚在产业链韧性与新型工业化之间的调节效应, 引入产业链韧性、产业协同集聚及产业链韧性与产业协同集聚的交互项, 构建以下模型:

$$IND_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 DS_{it} + \varphi_2 ICR_{it} + \varphi_3 AGG_{it} + \varphi_4 ICR_{it} \times AGG_{it} + \varphi_5 Controls_{it} + \sigma_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

式(10)、(11)中, AGG_{it} 表示产业协同集聚, δ 、 φ 为各变量回归系数。

3.2.4. 门槛效应模型

考虑到数实融合对新型工业化的促进效应会随着数实融合水平的提高而不同, 即影响存在门槛特征。本文采用 Hansen [23] 的门槛效应模型, 构造面板门槛模型:

$$IND_{it} = \rho_0 + \rho_1 DS_{it} \times I(DS_{it} \leq \theta) + \rho_2 DS_{it} \times I(DS_{it} > \theta) + \rho_3 Controls_{it} + \sigma_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

其中, DS_{it} 为门槛变量, θ 为门槛值, $I(\cdot)$ 表示示性函数, ρ_0 为门槛变量在 $DS_{it} \leq \theta$ 时, 数实融合对新型工业化的影响系数, ρ_1 为门槛变量在 $DS_{it} > \theta$ 时的影响系数。

3.3. 数据来源

基于科学性、数据可得性, 本文以 2012 年为基期, 选取 2012~2022 年中国内地 30 个省级行政区(除西藏、港澳台地区)为研究对象, 探究数实融合对新型工业化的影响及作用机制。本文主要变量数据来源于《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国能源统计年鉴》以及各省份统计年鉴, 数字普惠金融指数数据来源于北京大学数字金融研究中心。基于以上, 本文最终收集我国 30 个省级行政区 2012 年~2022 年的相关数据, 极小部分数据

缺失用线性插值法补齐。

4. 实证分析

4.1. 数实融合对新型工业化的直接影响效应检验

表 3 为数实融合对新型工业化的直接影响效应检验结果。从表 3 列(1)可知, 在未加入控制变量时, 数实融合对新型工业化影响的估计系数为 0.724, 且通过 1%水平下的显著性检验, 说明数实融合对新型工业化建设具有显著促进效应。从表 3 列(2)可知, 在加入控制变量后, 数实融合对新型工业化影响的估计系数为 0.547, 仍然通过 1%水平下的显著性检验, 未随着控制变量的加入而产生符号或显著性变化。由此, 研究假设 H1 成立。

Table 3. Benchmark regression results

表 3. 基准回归结果

变量	(1)	(2)
<i>DS</i>	0.724*** (0.083)	0.547*** (0.075)
控制变量	NO	YES
时间固定效应	YES	YES
个体固定效应	YES	YES
常数项	-0.069* (0.037)	-0.101** (0.039)
N	330	330
R ²	0.938	0.951

注: ()内为稳健标准误; **、*、*依次表示在 1%、5%、10%水平上显著; 下同。

4.2. 稳健性检验及内生性处理

4.2.1. 稳健性检验

Table 4. Regression results of robustness test

表 4. 稳健性检验结果

变量	更换被解释变量测算方法	剔除直辖市	缩尾检验
	(1)	(2)	(3)
<i>DS</i>	1.479*** (0.353)	0.605*** (0.086)	0.534*** (0.071)
控制变量	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES
常数项	0.091 (0.170)	-0.132*** (0.038)	-0.099*** (0.037)
N	330	286	330
R ²	0.946	0.955	0.955

为检验上述研究结论的稳健性, 采用替换被解释变量测算方法、剔除直辖市、缩尾检验等方式进行

稳健性检验。第一, 替换被解释变量测算方法。使用主成分分析法测度各地区数实融合水平并重新进行基准回归, 进一步观察基准回归结果是否成立, 具体结果见表 4 列(1)。可知, 替换后的基准回归结果与前文所得基准回归结果一致, 证实了核心结论的稳健性。第二, 剔除直辖市。为避免直辖市的特殊地位对实证结果产生影响, 本文将北京、天津、重庆和上海的样本数据剔除后重新进行回归, 回归结果见表 4 列(2)。第三, 缩尾检验。考虑到异常数值可能使数实融合对新型工业化的基准回归结果产生偏误, 本文在 1%水平上对相关变量进行缩尾处理, 并进一步进行基准回归检验, 具体结果见表 4 列(3)。观察可得, 数实融合水平回归系数数值通过 1%显著性水平检验, 证明上文所得结论具有稳健性。

4.2.2. 内生性分析

考虑到数实融合与新型工业化之间可能互为因果, 为避免存在潜在内生性问题影响基准回归结果, 本文选取工具变量法进行内生性处理, 并参考赵涛等[24]的研究, 具体以 1984 年邮电业务总量与上一年全国互联网用户数的交乘项作为工具变量(IV), 并使用二阶段最小二乘法重新进行回归。一方面, 1984 年邮电业务总量与上一年全国互联网用户数不太可能直接影响样本期内新型工业化水平, 即与被解释变量不直接相关, 符合工具变量的外生性要求; 另一方面, 1984 年邮电业务总量反映了当时地区通讯基础设施的建设水平, 1984 年邮电业务发达的地区容易形成数字经济发展优势, 满足工具变量的相关性要求。从表 5 列(1)可得, LM 统计量为 17.339, 大于临界点 10, 工具变量满足相关性; 弱工具变量 F 值(17.29)大于 10%临界值 16.38, 工具变量通过弱工具检验, 工具变量的选择具有有效性。同时从表 5 列(2)可知, 在考虑内生性问题情况下, 数实融合仍对新型工业化产生显著促进效应, 估计系数为 1.85, 且通过 1%水平下的显著性检验, 即基准回归结果稳健可信。

Table 5. Regression results of endogeneity test

表 5. 内生性检验结果

变量	工具变量法	
	一阶段 (1)	二阶段 (2)
DS		1.850*** (0.445)
IV	0.009*** (0.002)	
控制变量	YES	YES
时间固定效应	YES	YES
个体固定效应	YES	YES
LM 统计量	17.339***	
Wald F 统计量	17.29	
N	330	330
R ²	0.970	0.903

4.3. 异质性分析

4.3.1. 区域异质性分析

鉴于各省份所属区位数实融合对新型工业化的影响可能存在差异, 本文将样本中 30 个省份(市)划分为东部、中部、西部三大区域, 深入探讨各区域数实融合对新型工业化的影响。由表 6 列(1)~(3)检验结果可知, 三大区域数实融合对新型工业化的作用呈现明显差异, 数实融合对东部新型工业化的影响系数

为 0.497, 且通过 1% 水平下的显著性检验, 说明数实融合对东部新型工业化建设有显著促进作用。数实融合对中部、西部新型工业化影响的估计系数低于东部地区, 分别为 0.229、0.116, 亦在 1% 水平下显著, 说明数实融合对中西部地区新型工业化建设的促进效应弱于东部地区。可能的原因是, 东部地区拥有良好数字、实体经济发展基础, 先进的数字新基建和广泛的数字技术应用等优势使得技术人才资本迅速向东部集聚, 为数实深度融合提供全方面要素支撑, 从而显著推动新型工业化建设进程。

4.3.2. 数实融合水平异质性分析

为进一步探讨在不同数实融合水平下数实融合对新型工业化的影响, 将数实融合水平按中位数将样本划分为数实融合高水平组和数实融合低水平组, 带入模型重新测算, 检验结果如表 6 列(4)、(5)所示。列(4)回归结果显示, 数实融合高水平组的估计系数为 0.973, 在 1% 水平下显著。列(5)检验结果显示, 数实融合低水平组的估计系数为 0.233, 在 1% 水平下显著。对比得到, 在数实融合水平较高省份, 数实融合对新型工业化的促进作用更明显。

Table 6. Heterogeneity test results

表 6. 异质性检验结果

变量	东部 (1)	中部 (2)	西部 (3)	数实融合水平 较高省份 (4)	数实融合水平 较低省份 (5)
<i>DS</i>	0.497*** (0.116)	0.229*** (0.069)	0.116*** (0.043)	0.973*** (0.109)	0.233*** (0.059)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
常数项	0.205** (0.096)	-0.124*** (0.047)	0.104*** (0.027)	-0.02 (0.06)	0.127*** (0.025)
N	121	99	110	165	165
R ²	0.397	0.761	0.554	0.647	0.402

4.4. 产业链韧性的中介效应检验

Table 7. Mediation mechanism test results

表 7. 中介机制检验结果

变量	<i>IND</i> (1)	<i>ICR</i> (2)	<i>IND</i> (3)
<i>DS</i>	0.547*** (0.075)	0.900*** (0.160)	0.279*** (0.065)
<i>ICR</i>			0.298*** (0.026)
控制变量	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES
常数项	-0.101** (0.039)	-0.347*** (0.078)	0.002 (0.034)
N	330	330	330
R ²	0.951	0.846	0.968

表7为产业链韧性的中介效应检验结果。列(2)结果显示, 数实融合对产业链韧性影响的估计系数为0.9, 且在1%水平下显著, 说明数实融合对产业链韧性具有正向促进作用。列(3)结果显示, 数实融合与产业链韧性的估计系数均为正, 且在1%水平下显著, 同时在考虑产业链韧性后, 相较于列(1)数实融合的估计系数有所下降, 说明产业链韧性是数实融合影响新型工业化的重要机制变量, 即存在“数实融合-产业链韧性-新型工业化”的作用路径。由此可知, 研究假设H2成立。

4.5. 调节效应检验：产业协同集聚

为检验产业协同集聚程度的调节作用, 分别对式(10)、式(11)展开回归分析, 即将交互项(产业链韧性 × 产业协同集聚程度)加入模型中。表8列(1)至列(3)分别是以新型工业化为被解释变量, 以产业协同集聚程度为调节变量的回归结果。其中, 列(1)为产业协同集聚程度在数实融合与新型工业化之间的调节效应回归结果。由表8列(2)可知, 产业协同集聚程度与数实融合的交互项系数为0.414, 且在1%水平下显著, 说明产业协同集聚能显著增强数实融合对新型工业化的正向影响, 在二者间发挥正向调节作用, 假设H3成立。列(3)为产业协同集聚程度对中介效应的调节作用回归结果。具体将解释变量(数实融合)、中介变量(产业链韧性)、交互项(产业协同集聚程度 × 产业链韧性)及控制变量加入模型中进行回归分析, 观察中介变量和交互项的系数变化。由表8列(3)可知, 中介变量的回归系数为0.128, 通过10%显著性水平检验; 中介变量与调节变量的交互项系数为0.197, 在1%水平下显著。这表明产业协同集聚程度对产业链韧性中介作用具有正向调节作用。至此, 假设H4成立。

Table 8. Regulation mechanism test results

表8. 调节效应检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
<i>DS</i>	0.547*** (0.075)	0.477*** (0.072)	0.346*** (0.071)
<i>ICR</i>	0.128* (0.071)		0.128* (0.071)
<i>AGG</i>	0.054** (0.022)	0.012 (0.016)	-0.008 (0.016)
<i>DS*AGG</i>		0.414*** (0.117)	
<i>ICR*AGG</i>			0.197*** (0.072)
控制变量	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES
常数项	-0.216*** (0.069)	0.187*** (0.034)	0.153*** (0.030)
N	330	330	330
R ²	0.952	0.956	0.969

5. 进一步分析：门槛效应分析

基准回归检验结果表明, 数实融合可有效推动新型工业化发展。鉴于各省份数实融合水平存在差异, 为避免共线性问题, 进一步以数实融合为门槛变量考察数实融合对新型工业化的非线性影响。采用Bootstrap自助抽样法展开300次反复抽样, 门槛实证检验结果见表9。由表10可知单门槛效应显著、双

重与三重门槛均不显著, 因此采用单重门槛模型研究数实融合的赋能效应。

Table 9. Threshold effect test results

表 9. 门槛效应检验

类型	BS 次数	P 值	F 值	临界值		
				0.1	0.05	0.01
单一门槛	300	0.000	100.72	24.674	29.905	40.600
双重门槛	300	0.543	8.56	25.517	79.723	127.652

观察表 9、表 10 数据可知, 数实融合的门槛值为 0.51, 95%置信区间为(0.4873, 0.5116), 数实融合存在显著的单门槛效应。由表 11 可知, 当数实融合水平低于门槛值 0.51 时, 数实融合对新型工业化的回归系数为 0.235, 说明数实融合对新型工业化存在正向影响; 当数实融合水平超过门槛值 0.51 时, 其估计系数同样在 1%水平下显著, 并持续增加至 0.365。这表明数实融合对新型工业化的促进效应存在基于数实融合水平的单门槛效应, 假设 H5 成立。

Table 10. Threshold estimation results

表 10. 门槛估计结果

类型	95%置信区间	门槛估计值
单一门槛	(0.4873, 0.5116)	0.510***
双重门槛	(0.5933, 0.6132)	0.607

Table 11. Threshold regression result

表 11. 门槛回归结果

变量	新型工业化
$DS (DS \leq 0.510)$	0.235*** (0.046)
$DS (DS > 0.510)$	0.365*** (0.043)
常数项	0.077** (0.031)
控制变量	YES
时间固定效应	YES
个体固定效应	YES
N	330
R ²	0.554

6. 结论与建议

6.1. 研究结论

本文基于 2012~2022 年我国 30 个省级面板数据, 实证分析数实融合对新型工业化建设的影响和作用机制。结果显示: (1) 数实融合对新型工业化发展具有显著促进效应。(2) 产业链韧性在数实融合赋能新型工业化建设中发挥中介作用。(3) 产业协同集聚可正向调节数实融合对新型工业化的影响, 且对

产业链韧性的中介效应也具有正向调节作用。(4) 由异质性分析可知, 数实融合对东部地区、数实水平融合较发达地区新型工业化建设的促进作用更显著。(5) 进一步检验发现, 数实融合对新型工业化的促进效应存在基于数实融合水平的单门槛效应。

6.2. 建议

第一, 充分释放数实融合赋能效应, 实施差异化发展战略。研究发现, 数实融合对新型工业化的促进效应具有区域异质性, 因此, 应结合不同区域的区位优势、数实融合发展水平条件充分释放数实融合对新型工业化的赋能效应。东部地区应充分发挥创新引领的作用, 加强新一代数字技术产业布局, 发展“数字孪生 + 未来工厂”, 6G、量子通信等新型基建, 推广服务型制造, 将数字技术深度嵌入实体经济, 加大科技创新投入, 坚持以科技创新驱动数实融合向纵深发展, 不断推进数实融合向更高质量发展。对于中部、西部地区、政府应进一步极大政策支持力度以扩大数实融合有效市场需求, 加快新型基础设施建设, 开展“数字化转型伙伴行动”等行动, 建立行业赋能中心, 为产业数字化、数字产业化打好基础。

第二, 着力提升产业链韧性, 建立完善产业链管理体系。首先, 发挥新型举国体制优势, 突破关键核心技术, 提升产业链冲击抵抗能力。一方面, 政府部门应实施更加积极的产业政策, 激发市场主体自由竞争活力, 强化企业创新主体作用。另一方面, 产业部门以国家战略需求为导向持续, 加大自主创新投入, 突破关键核心技术短板。其次, 加快建设全国统一大市场, 充分利用我国超大规模内需优势, 促进生产要素的加速流动与再配置, 提升产业链冲击适应能力。最后, 建立产业链安全风险评估和应对机制, 对产业链安全风险进行评估并作出预案部署, 在产业链响应速度、产业重建周期、资源匹配效率、知识转移速度和成本控制等维度处于领先水平, 提升产业链的恢复重组能力。

第三, 积极推动现代产业协同集聚, 加快先进制造业集群发展。要进一步完善先进制造业集群布局, 加强产业集聚区基础设施保障, 构建现代产业集群核心网络, 引导技术、人才、资本等各类资源要素向先进制造业集群聚集, 培育产业、产品协同研发平台, 增强现代产业集群竞争优势。坚持系统观念, 加强产业链上下游沟通和合作, 促进各主体资源共享和优势互补。建立产业集群国际合作交流机制, 积极参与国际分工合作, 充分利用外资, 打造具有国际竞争力的现代产业集群。

参考文献

- [1] 把高质量发展的要求贯穿新型工业化全过程为中国式现代化构筑强大物质技术基础[N]. 人民日报, 2023-09-24(04).
- [2] 中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定[J]. 党建, 2024(8): 8-24.
- [3] 健全促进实体经济和数字经济深度融合制度[N]. 人民日报, 2023-08-20(09).
- [4] 任保平, 张嘉悦. 数实深度融合推动新型工业化的战略重点、战略任务与路径选择[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2024, 54(1): 45-54.
- [5] 白新华, 李国英. 以数实融合提升产业链供应链韧性的现实思考[J]. 区域经济评论, 2023(6): 63-68.
- [6] 任保平, 李婧瑜. 以数实融合推动新型工业化的阶段性特征、战略定位与路径选择[J]. 经济与管理评论, 2024, 40(2): 5-16.
- [7] 夏杰长. 以新质生产力驱动数实融合[J]. 社会科学家, 2024(2): 38-44.
- [8] 夏杰长, 李奎洪. 数实融合驱动经济高质量发展: 驱动机制与优化路径[J]. 探索与争鸣, 2024(9): 102-114+179.
- [9] 肖兴志, 王述勇, 李少林. 金融支持产业链韧性提升: 内在逻辑、现实需求与推进方略[J]. 改革, 2024(9): 1-16.
- [10] 许益亮, 苟建华. 以数字化转型助推产业链供应链韧性提升[J]. 人民论坛·学术前沿, 2023(24): 94-97.
- [11] 刘强, 王丽君, 徐生霞. 产业协同集聚对全要素生产率的影响研究——以制造业和生产性服务业为例[J]. 首都经济贸易大学学报, 2023, 25(1): 36-50.

- [12] 潘欣欣, 周洪勤. 产业协同集聚与产业链韧性: 影响机理与政策启示[J]. 商业研究, 2024(4): 45-56.
- [13] 刘永文, 李睿. 数实融合能否改善要素市场扭曲[J]. 软科学, 2024, 38(8): 70-77.
- [14] 李风圣. 走新型工业化道路[J]. 求是, 2003(4): 40.
- [15] 王雅俊. 西部地区新型工业化发展质量测度与评价[J]. 科技管理研究, 2021, 41(2): 45-53.
- [16] 郭晗, 全勤慧. 数字经济与实体经济融合发展: 测度评价与实现路径[J]. 经济纵横, 2022(11): 72-82.
- [17] 王玉珍, 宋国靖, 窦晓艺. 数字经济与实体经济融合水平测度及障碍因素分析[J]. 调研世界, 2024(7): 40-52.
- [18] 黄群慧. 论新时期中国实体经济的发展[J]. 中国工业经济, 2017(9): 5-24.
- [19] 李胜会, 戎芳毅. 知识产权治理如何提升产业链韧性?——基于国家知识产权示范城市政策的实证检验[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2022, 44(5): 92-107.
- [20] 夏铭璐, 张树山, 谷城. 智慧物流对产业链韧性的影响[J]. 中国流通经济, 2023, 37(9): 23-33.
- [21] 张虎, 韩爱华, 杨青龙. 中国制造业与生产性服务业协同集聚的空间效应分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2017, 34(2): 3-20.
- [22] 黄瑞新. 数实融合对中国式现代化的影响与机制研究——基于有调节的中介效应检验[J]. 华东经济管理, 2024, 38(10): 15-24.
- [23] Hansen, B.E. (1999) Threshold Effects in Non-Dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference. *Journal of Econometrics*, 93, 345-368. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(99\)00025-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(99)00025-1)
- [24] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76.