

数字经济赋能实体经济发展的机制检验与分析 ——基于时空异质性视角

孙晓霜¹, 陈 春^{1,2}

¹武汉科技大学法学与经济学院, 湖北 武汉

²湖北中小企业研究中心, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年12月8日; 录用日期: 2023年12月28日; 发布日期: 2024年2月29日

摘 要

数字经济作为新发展阶段经济高质量发展的新模式与新动力,对我国实体经济的发展产生了巨大的影响。为明确数字经济与实体经济发展间的关系及相应的中介作用机制,本文基于2011~2020年中国30个省(市)的数字经济和实体经济发展数据,采用固定效应模型、中介效应检验等方法实证检验了实体经济、产业结构升级、实体经济发展的关系,并且进一步讨论了时空异质性的影响效应,以厘清数字经济对实体经济的影响机理。研究表明,数字经济能够促进实体产业的产业结构优化升级且数字经济对实体经济具有明显的赋能作用,而产业结构升级在其中起到了部分的中介作用。从时空异质性的角度来看,数字经济对实体经济的赋能作用存在明显的时空异质性。此外,在不同分位点上数字经济对实体经济发展的赋能作用呈现出显著的“U型”分布特征。通过上述研究,以为数字经济与实体经济的协调发展提供相应的经验参考。

关键词

数字经济, 实体经济, 时空异质性, “U”型关系, 中介效应

Mechanism Testing and Analysis of Empowering the Development of the Real Economy with Digital Economy —Based on the Perspective of Spatiotemporal Heterogeneity

Xiaoshuang Sun¹, Chun Chen^{1,2}

¹School of Law and Economics, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hubei

²Hubei Province SME Research Center, Wuhan Hubei

Abstract

As a new model and new driving force of high-quality economic development in the new development stage, the digital economy has had a huge impact on the development of China's real economy. To clear the relationship between the digital economy and the real economy development and the corresponding intermediary mechanism, this paper is based on 2011~2020 30 provinces (cities) and digital economy and the real economy development data, using fixed effect model, intermediary effect test method empirical test the real economy, industrial structure upgrade, the relationship between the real economy development, and further discusses the influence of time and space heterogeneity effect, to clarify the influence of digital economy on the real economy mechanism. The research results show that the digital economy can promote the optimization and upgrading of the industrial structure of the real industry, and the digital economy has an obvious enabling effect on the real economy, and the industrial structure upgrading plays a partial intermediary role in it. From the perspective of temporal heterogeneity, there is obvious heterogeneity in the empowerment of digital economy on the real economy. In addition, the enabling effect of the digital economy on the development of the real economy at different branch points shows a significant "U-shaped" distribution feature. Through the above research, in order to provide the corresponding experience reference for the coordinated development of the digital economy and the real economy.

Keywords

Digital Economy, Real Economy, Spatial-Temporal Heterogeneity, "U" Type Relationship, Mediating Effect

Copyright © 2024 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

党的二十大报告指出,建设现代化产业体系,坚持把发展经济的着力点放在实体经济上,推进新型工业化,建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。实体经济作为国民经济发展的着力点和创造财富的本源,是我国经济发展的重要组成和经济高质量发展的坚实力量[1]。我国实体经济的稳固发展关乎我国经济高质量发展的命脉,物联网、互联网、云计算等数字化技术和实体经济的进一步融合,为实体经济发展提供了良好的条件。目前,我国实体经济的发展显露出明显的“大而不强”的特点,这也在很大程度上制约了我国经济发展的根基。如何厘清数字经济赋能实体经济发展的作用机理,从而更好地促进数字经济与实体经济的深度融合,最终实现二十大报告的建设目标,成为亟待解决的问题。

利用大数据、人工智能和云计算等新兴技术极大降低了实体经济的服务门槛和成本,提升了实体经济服务的质量。那么,数字经济是否直接赋能实体经济的发展呢?数字经济能否通过促进产业结构升级从而赋能实体经济发展呢?其发展又是否具有时空异质性呢?现有文献有的尚未对以上问题展开深入的探讨。基于此,本文通过理论机制和实证分析对以上问题进行深入研究,为数字经济赋能实体经济发展

提供理论依据和经验支持。

2. 文献综述

2.1. 有关数字经济、实体经济的相关研究

实体经济的界定一直是学术界关注的主题,有关什么是实体经济,不管在理论还是政策层面,都没有形成完全的共识。黄群惠(2017)年提出实体经济有三个层次,其中批发、零售、交通运输仓储和邮政业、住宿和餐饮业,以及除金融业、房地产业以外的其他所有服务业是最广义的实体经济[1]。“数字经济”从二十世纪九十年代开始提出并广泛使用,学术界普遍认同它将成为基于信息技术革新从而能驱动经济快速发展的一种新经济形态。数字经济包含了产业数字化和数字产业化两大部分,数字经济通过促进技术创新、产业升级,降低生产要素成本,节约资源,从而推动实体经济的发展,促进经济高质量的发展。

2.2. 数字经济对实体经济的研究

现有文献对实体经济发展的影响因素进行了广泛的研究,其中以数字经济为切入点来研究数字经济对实体经济影响的文献居多。数字经济可以以技术的创新为推动力赋能实体经济的发展,赵振、彭毫(2018)认为实体经济可通过数字技术来进行价值链重塑与创造,突破原有经济基础的约束,打造出全新的价值链条,对促进实体经济发展具有重要的意义[2]。罗茜、王军等(2022)认为数字经济可通过数字产业化和产业数字化直接影响实体经济的发展,同时调节实体产业在发展过程当中供需结构,是新时代推进我国经济结构优化及可持续发展的重要动力[3]。另外,王开科等(2020)认为数字技术的运用以及数字化投入可以有效改进生产效率[4]。张鸿(2019)等人从结构优化、创新驱动、经济增长、发展目标等多个角度来进行研究,得出了数字经济在推动我国实体经济高质量的发展上有不可替代的作用[5]。赵宸宇(2021)认为数字经济可以通过提高创新能力和优化人力资本结构来促进实体产业服务化转型,已成为新时代实体经济转型升级的强大动力[6]。范合君、吴婷(2021)认为数字经济对中国实体经济的增长与高质量的发展有着显著的促进作用[7]。何帆、刘红霞(2019)通过数据实验评估发现数字化变革能显著提升实体企业的经济效益,为我国实体经济的发展提供强大的技术支持和动力支撑[8]。丁志帆(2020)认为数字经济能有效驱动经济高质量发展,降低成本减少投入,使得资源的利用率大大提升[9]。张艳萍等(2022)认为数字经济有力地推动了中国制造业全球价值链升级[10]。Sun Qiang *et al.* (2018)指出随着数字化技术的普及和广泛应用,数字经济赋予社会、企业技术创新能力,最终通过经济市场改革和消费化赋能实体经济的发展[11]。Maarit Makinen (2006)认为数字经济的赋能作用是将参与生产制造过程当中的人看作具有发展潜力的行为主体,借助数字化技术,使其获得新能力的一种阶段性过程[12]。并且还有学者认为数字经济的赋能作用表现为提高消费者消费认知、参与生产、优化消费环境等方面[13][14]。此外,学者通过运用杜宾模型对数字经济与实体经济之间进行的耦合协调度的影响因素进行了分析,发现中国的数字经济对实体经济的耦合协调度逐年上升但存在明显的区域异质性[15][16]。

综合来看,既有文献多集中于数字经济对实体经济的影响探讨,并且做出了较丰富的研究成果,但仍存在可以拓展的地方:一是鲜有文献从产业结构升级角度阐释数字经济赋能实体经济发展的内在影响机制;二是鲜有文献从时空异质性角度上分析数字经济对实体经济的赋能作用。本文在充分吸收各学者研究成果的基础上,鉴于上述不足,本文拟解决如下三个问题:(1)数字经济是否直接赋能我国实体经济的发展?(2)如果赋能,那么赋能的内在机制是什么?(3)数字经济对实体经济的赋能作用是否存在时空异质性?若要实现数字经济与实体经济深度融合发展,首先应该厘清数字经济对实体经济发展的赋能作用及作用机制,只有深入分析当下数字经济对实体经济的作用机制和影响程度,才能够提出相应的政策

措施, 促进我国实体经济结构优化发展, 为我国经济发展提供充足的动力。

3. 理论分析及研究假设

3.1. 数字经济对实体经济的直接影响

随着信息化网络的持续发展, 数字化早已经深入人心, 信息产业在各行各业都创造了丰富的价值。数字产业当中包含了大量的人工智能化的基础设施, 而实体经济可通过人工智能化的基础设施进一步加快自身的数字化转型。特别是近年来随着 5G 技术的推出和发展, 人们日常生活和数字化网络的交融程度进一步加深, 而这也是数字经济为实体经济转型升级提供基础设施的关键。数字经济对实体经济的直接影响主要表现在以下两个方面: 首先, 数字经济为赋能我国实体经济增长提供了可行的实现路径, 并在经济动能转换、经济模式变革等方面, 为推动创新导向新经济高质量发展做出了巨大贡献[17]。其次, 互联网等数字化技术显著提高了制造业的生产效率, 促进了城市整体和实体经济整体生产率的提升[18]。

综上所述, 提出假设 H1: 数字经济能够直接赋能实体经济的发展。

3.2. 数字经济对实体经济的间接影响

从数字经济发展理论体系以及产业升级理论可知, 实体经济借助于新兴数字化技术, 能够实现交易成本和服务门槛的降低, 由此促进生产要素的有效配给, 减缓实体经济传统的资源错配问题, 打破传统市场信息壁垒, 在资源配置层面上给予实体经济更大的发展空间, 为产业结构合理有序发展创造良好的发展条件, 进而激发企业发展潜能, 推动产业结构优化升级。同时, 数字经济通过互联网、物联网提升了产品的流通效率、促进了产业链的延伸, 互联网、物联网等数字化技术满足了多元消费群体的多样化消费需求, 进而以消费需求为动力拉动产业结构的优化升级, 实现实体产业内部结构及产业链的协同发展。最终, 通过产业结构升级的全方面影响, 规模经济、范围经济和集群效应的作用效果得以进一步增强, 为实体经济的发展注入充足的动力。

综上所述, 提出假设 H2: 数字经济通过产业结构升级来间接赋能实体经济的发展。

3.3. 数字经济影响实体经济发展的时空异质性

据已有研究可知, 中国东、中、西部地区的经济发展水平具有较大的差异, 并且数字经济的空间分布呈现“东强西弱、南强北弱”的现象, 但是数字经济本身具备阶段性发展特征和较好的“赶超效应”, 为落后地区实现经济赶超提供了可能与机遇[19]。首先, 在数字经济发展的前期阶段, 经济欠发达地区能够将自身边际报酬递增的优势转化为推动产业数字化转型的动力, 并通过产业集聚、发挥市场一体化、完善资源配置等方式加快本地实体经济发展的步伐, 具有较低的生产与交易成本, 因而存在一定程度的“赋能效应”; 其次, 由于经济发达地区的数字经济产出效率要低于经济欠发达地区, 所以数字经济对经济发达地区实体产业具有一定的负向调节作用和“挤出效应”。在数字经济发展的中后期阶段, 由于前一个阶段数字化基础设施的健全及数字红利的进一步释放, 数字经济对实体经济发展的赋能作用将进一步增强。

综上所述, 提出假设 H3: 数字经济对实体经济的赋能作用存在时空异质性。

4. 数字经济对实体经济影响的实证分析

4.1. 基本模型设定

4.1.1. 基准回归模型

首先, 本文通过构建基准回归模型对数字经济和实体经济的关系进行考察, 以此来分析数字经济对

实体经济的赋能作用。基于 Hausman 检验结果，本文明确采用固定效应模型进行基准回归，基准回归模型如下：

$$rgdp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 de_{it} + \sum \alpha_i \text{control}_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \tag{1}$$

其中， i 为省份， t 为年份， $rgdp$ 代表各省份的实体经济发展水平， de 为各省份数字经济发展水平， control_{it} 为影响实体经济发展的控制变量，包含外商直接投资(fdi)、金融发展水平(fp)、科技创新(te)、财政政策(fp)， μ_i 为省份固定效应， ε_{it} 为随机扰动项。

4.1.2. 中介效应模型

为考察数字经济通过何种渠道赋能实体经济的发展，本文在上述基准回归模型(1)的基础上引入如下模型，通过模型检验探讨数字经济赋能实体经济发展的作用机制。

$$ui_{it} = \beta_0 + \beta_1 de_{it} + \sum \beta_j \text{Control}_{it} + \mu_i + \delta_{it} \tag{2}$$

$$rgdp_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 de_{it} + \gamma_2 ui_{it} + \sum \gamma_j \text{Control}_{it} + \mu_i + \pi_{it} \tag{3}$$

上述模型(2)~(3)中， i 代表省份， t 代表时间， ui_{it} 为产业结构升级的中介变量， δ_{it} 、 π_{it} 为随机扰动项，其余变量定义同上。

4.2. 数据测度与说明

4.2.1. 被解释变量

实体经济发展水平。就实体经济的测度而言，学者们普遍认为有两个口径，一是从狭义的角度，采取第二产业占 GDP 的比重来作为实体经济的代理指标；二是从广义的角度，采用剔除金融活动和房地产行业的剩余产业生产总产值来代表实体经济的发展状况[20]。由于本文是从省级层面上研究分析数字经济对实体经济的影响状况，故采用广义的测度方法，从各省(市)历年的 GDP 数值中剔除金融和房地产行业的增加值，并对最后的省份 GDP 取对数，采用 $rgdp$ 代表各省(市)实体经济发展水平。

4.2.2. 核心解释变量

数字经济发展水平。数字经济的发展水平是以数字产业化和产业数字化为核心，数字基础设施建设水平和数字经济发展环境对数字经济的发展起着至关重要的作用[21]。

本文参考赵涛等(2020) [22]的研究，并且同时参考国家统计局发布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》，从互联网普及率、相关从业人员数及互联网相关产出等五个维度来构建中国省(市)层面数字经济发展水平的指标评价体系，如下表 1 所示。本文根据相应指标采用熵值法进行测算，并且对其结果进行对数化处理，最终得到数字经济发展水平指数。

Table 1. Index system of digital economy development level

表 1. 数字经济发展水平指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性
数字经济综合发展指数	互联网普及率	每百人互联网用户数	正
	互联网相关从业人员数	计算机服务和软件从业人员占比	正
	互联网相关产出	人均电信业务总量	正
	移动互联网用户数	每百人移动电话用户数	正
	数字金融普惠发展	中国数字普惠金融指数	正

4.2.3. 熵值法的测算

根据表 1 可知，本文的衡量指标均为正向指标，首先，对原始数据进行标准化：

$$X'_{\theta ij} = \frac{X_{\theta ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (4)$$

为了便于计算, 本文仍记标准化处理后的数据为 $X_{\theta ij}$, 表示第 θ 年省份 i 的第 j 个指标值。其次, 计算衡量指标的比重:

$$P_{\theta ij} = \frac{X_{\theta ij}}{\sum_{i=1}^n X_{\theta ij}} \quad (5)$$

根据上述衡量指标的比重计算其信息熵:

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{\theta ij} \ln(P_{\theta ij}) \quad (6)$$

通过熵值法确定指标权重:

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m 1 - e_j} \quad (7)$$

最终, 计算并得到衡量指标的综合得分:

$$S_i = \sum_{j=1}^m W_j \times P_{ij} \quad (8)$$

此处, S_i 即为数字经济的最终得分。

4.2.4. 中介变量

产业结构升级(ui)。产业结构升级优化是一个动态的经济学概念, 其所设计的内容比较广泛。因此, 本文在选取产业结构升级的指标时选择产业结构升级指数(indsr)来表示产业结构升级的指标[21]。

$$Indsr = \sum T_k \times k \quad (9)$$

其中, $k = 1, 2, 3$ 分别表示第一、二、三产业, T_k 为第 k 产业占总产值之比。

4.2.5. 控制变量

考虑到实体经济的发展状况受到众多因素的影响, 为此, 本文通过引入其他变量作为控制变量以实证检验数字经济与实体经济发展的关系。具体而言, 本文选用金融发展水平(fd)、科技创新(te)、财政政策(fp)、外商直接投资(fdi)四个变量作为控制变量。(1) 金融发展水平(fd)。金融发展水平作为经济发展的“血液”, 是国民经济发展的重要因素, 其对实体经济发展效率的促进作用也得到了众多学者的证实[22]。因此, 本文采用各省(市)第三产业中金融业增加值来衡量金融发展水平。(2) 科技创新(te)。R&D 的规模和强度代表了一国的科技水平, 同时也可以直接反映出一国综合国力的强弱[23]。因此, 本文采用各省(市)规模以上工业企业 R&D 经费支出衡量科技创新水平。(3) 财政政策(fp)。国家在颁布并实施财政政策时离不开财政收入的支持, 而税收是国家财政收入的主要来源[24]。因此, 本文采用各省(市)税收来衡量财政政策水平。(4) 外商直接投资(fdi)。外商直接投资作为促进我国经济发展的一大助力, 会直接影响我国实体经济的发展状况[25]。因此, 本文采用各省(市)实际使用的外资额来衡量外商直接投资水平。同时, 为了避免数据的异方差, 本文对有关数据进行对数化处理。

4.3. 数据来源及统计性描述

本文以 30 个省(市)为样本(不含西藏和港澳台地区), 基于历年《中国统计年鉴》、国家统计局网站、

各个省份的数据报告及《中国数字经济发展白皮书》，经过归纳整理及计算最终得到 30 个省(市) 2011~2020 年的面板数据。在进行回归之前，为避免出现“伪回归”的情况，本文使用 LLC 与 ADF 检验方法对所选的面板数据进行单位根检验，因为检验结果拒绝原假设，故面板数据的时间序列是平稳的。
表 2 是各变量的描述性统计结果。根据表 2，各变量的最大值与最小值没有出现明显的极端异常值，并且标准差波动较小，则所选的面板数据正常。

Table 2. Descriptive statistics of the variables
表 2. 变量的描述性统计

变量类型	变量名称	变量符号	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	实体经济发展水平	<i>rgdp</i>	300	11.273	0.927	8.680	13.010
核心解释变量	数字经济发展水平	<i>de</i>	300	0.373	0.174	0.077	0.982
中介变量	产业结构升级水平	<i>ui</i>	300	2.374	0.129	2.166	2.836
	科技创新水平	<i>te</i>	300	5.104	1.356	1.754	7.824
控制变量	金融发展水平	<i>fd</i>	300	7.073	0.951	4.323	9.212
	政府财政支持	<i>fp</i>	300	7.373	0.8	5.023	9.217
	外商直接投资	<i>fdi</i>	300	5.449	1.725	-1.220	7.722

4.4. 测算结果与实证检验

4.4.1. 基准回归结果分析

对上述模型(7)进行基准回归分析，结果见表 3。结果显示，样本期内数字经济对实体经济的发展有显著的正向赋能作用，这直接反映了数字经济可以通过产业数字化和数字产业化直接赋能实体经济的发展，因此，假设 H1 成立。在控制变量方面，科技创新、金融发展水平对实体经济的发展存在显著的正向赋能作用，其中金融发展水平在 1%的水平下显著，这直接说明了良好的金融业发展水平及技术创新，为实体经济提供了发展的土壤，有利于实体经济发展水平的提升。政府财政政策同样也存在正向赋能作用，但较之于其他变量影响相对较弱。而外商直接投资对实体经济存在负向影响，这说明过度的外商直接投资会挤占本土实体经济的发展与生存空间，在一定程度上限制了我国实体经济的发展。

Table 3. The benchmark regression test results
表 3. 基准回归检验结果

	(1)	(2)	(3)	(5)	(6)
	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>
<i>de</i>	1.458*** (52.35)	1.264*** (33.46)	0.689*** (14.08)	0.690*** (14.13)	0.677*** (13.64)
<i>te</i>		0.125*** (6.99)	0.063*** (4.49)	0.055*** (3.55)	0.060*** (3.79)
<i>fd</i>			0.296*** (14.44)	0.278*** (11.40)	0.274*** (11.19)
<i>fp</i>				0.048 (1.32)	0.060 (1.61)
<i>fdi</i>					-0.011 (-1.41)
<i>_cons</i>	10.730***	10.160***	8.603***	8.416***	8.393***

续表

	(949.40)	(124.51)	(69.23)	(44.80)	(44.58)
固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	300	300	300	300	300
<i>R</i> ²	0.911	0.924	0.958	0.958	0.958

注：***、**、*分别代表在 1%、5%、10%的统计水平上显著，括号中为相应的 *t* 统计量，下同。

4.4.2. 时间异质性分析

数字经济的发展具有明显的时间阶段特征，本文参照杨文溥(2022) [26]的研究将样本时间段划分为 2011~2014 年和 2015~2020 年两个时间段，然后再依次对其进行回归检验，回归结果如表 4 所示。

根据表 4 可知：在 2011~2014 年和 2015~2020 年两个时间段内，数字经济对实体经济的影响均在 1% 的水平上显著为正，这证明了数字经济对实体经济的赋能作用具有稳健性。具体来看，2015 年之前数字经济对实体经济的赋能作用明显大于 2015 年及其之后。究其原因，2015 年之前，各省(市)的数字基础设施建设蓬勃发展，随着移动互联网、物联网等高速发展，数字经济的发展潜力及乘数效应进一步得到释放，最终推动了实体经济的快速发展；而在 2015 年及其之后的发展阶段中，由于前期数字基础设施建设基于饱和等，使得数字经济的乘数效应弱于 2015 年之前，数字经济对实体经济的赋能作用程度有限。

Table 4. Test results of temporal heterogeneity and location heterogeneity

表 4. 时间异质性及区位异质性检验结果

	Year < 2015	Yesr ≥ 2015	东部	中部	西部
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>
<i>de</i>	0.302*** (3.18)	0.296*** (4.89)	0.510*** (5.71)	0.796*** (7.99)	0.619*** (7.35)
<i>te</i>	0.104*** (3.05)	0.012 (0.75)	0.004 (0.17)	0.024 (0.66)	0.174*** (5.60)
<i>fd</i>	0.112*** (4.59)	0.542*** (11.83)	0.293*** (6.06)	0.280*** (6.09)	0.278*** (6.49)
<i>fp</i>	0.167*** (4.27)	0.073 (1.45)	0.200** (2.99)	-0.037 (-0.61)	-0.027 (-0.37)
<i>fdi</i>	-0.027*** (-2.73)	-0.010 (-1.24)	-0.007 (-0.37)	0.004 (0.29)	-0.024* (-2.10)
_cons	8.646*** (38.46)	6.772*** (17.61)	7.729*** (21.22)	9.346*** (33.01)	8.045*** (24.66)
固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	120	180	110	90	90
<i>R</i> ²	0.973	0.930	0.950	0.970	0.970

4.4.3. 区域异质性分析

为充分探讨数字经济对实体经济的赋能作用存在区域异质性，本文从东、中、西三大地区出发，探讨三大地区所存在的差异性。表 4 第(2)、(3)、(4)列分别反映了在我国东部、中部以及西部地区数字经济对实体经济的赋能作用。结果显示，数字经济对实体经济的赋能作用在我国东、中、西部三个地区具有差异性。其中，数字经济对实体经济赋能作用最大的是我国中部地区，数字经济发展水平平均上升 1 个

单位，实体经济发展水平平均上升 0.796 个单位。其次是西部地区，数字经济发展水平平均上升 1 个单位，实体经济发展水平平均上升 0.619 个单位。作用最小的是我国东部地区，数字经济发展水平平均上升 1 个单位，实体经济发展水平平均上升 0.510 个单位。这说明数字经济对经济欠发达地区的实体经济赋能作用更加明显，存在一定程度的益贫效应。其可能的原因在于，经济发展水平较低的地区产业间融合与协同程度较低，产业之间的供需平衡问题比较严重，而数字经济则加速了其产业间的融合与发展，使得产业供需达到平衡状态，因此表现出较快的增长；而经济发展水平较高的地区，由于其自身各项建设水平高，数字经济对实体经济的提振作用主要来源于产业数字化、数字产业化等新型内生驱动力量，尽管相对欠发达地区而言作用较弱，但就提振水平而言，数字经济对实体经济的作用亦十分明显。因此，我们应该分析数字经济对实体经济的赋能作用所具有的区域差异性，重视经济欠发达地区的数字经济的发展，发挥出数字经济对产业结构的改善作用；而对于经济发达地区则应该继续推动数字经济内源动力的建设与发展，以此来赋能实体经济的进一步发展，促进经济的可持续发展。综上所述，假设 H3 成立。

4.4.4. 分位数回归分析

结合时间异质性和区位异质性检验结果可知：数字经济对实体经济的赋能作用存在显著的时空异质性。在此基础上，为进一步剖析数字经济赋能实体经济发展的差异化影响，本文于此引入分位数回归，用以探究在不同分位点上数字经济对实体经济的赋能作用。回归结果如表 5 所示：

Table 5. Quantile regression results
表 5. 分位数回归结果

	分位数			
	25%	50%	75%	90%
<i>de</i>	0.804*** (8.37)	0.703*** (7.06)	0.511*** (7.26)	0.517*** (8.50)
<i>te</i>	0.116*** (2.83)	0.074* (1.69)	0.051 (1.47)	0.051* (1.83)
<i>fd</i>	0.219*** (4.06)	0.289*** (6.68)	0.339*** (10.20)	0.304*** (7.90)
<i>fp</i>	0.009 (0.14)	-0.004 (-0.05)	0.016 (0.23)	0.051 (0.66)
<i>fdi</i>	-0.018 (-1.31)	-0.006 (-0.44)	-0.005 (-0.43)	0.004 (0.35)
<i>_cons</i>	8.828*** (22.17)	8.608*** (17.91)	8.296*** (20.91)	8.258*** (22.27)
<i>N</i>	300	300	300	300
<i>Pseudo R²</i>	0.954	0.941	0.943	0.948

根据表 5 的回归结果可以得到：在不同分位点上，数字经济对实体经济的影响在 1%的水平上都是显著为正，但其赋能作用呈现出显著的“U 型”分布特征，这说明数字经济对实体经济发展的赋能作用存在一定的阈值。当发展水平低于阈值拐点时，数字经济对实体经济发展的赋能作用呈现出边际递减的趋势；当发展水平高于阈值拐点时，数字经济对实体经济发展的赋能作用便呈现出边际递增的趋势。究其原因，数字经济通过数字产业化和产业数字化赋能实体经济的发展需要一个过程，数字经济在发展的前中期阶段由于要转变发展方式与发展格局，同时伴随着一系列的结构改革与体制改革的影响，这就使得数字经济对实体经济发展的赋能作用呈现出边际递减的趋势，但是这种边际递减本质上是一种合理的、理性的现象。在数字经济发展的后期阶段，由于数字产业化和产业数字化发展达到了一定的程度、产业

转型升级完成以及前中期的一系列改革接近尾声, 所以此阶段数字经济对实体经济发展的赋能作用呈现出边际递增的趋势。为此, 应该正确认识并把握数字经济运行的规律, 并且进一步释放数字经济的赋能作用, 进而实现实体经济高质量发展的目标。

4.4.5. 稳健性检验及内生性处理

为了使本文结论稳健可靠, 通过如下方式进行稳健性检验及内生性处理。

(1) 控制开放程度。

一国的开放程度会在很大程度上影响国内实体经济的发展水平。为此, 本文在控制变量中加入对外开放程度的代理变量, 重新进行回归, 实证结果如表 6 第(1)列所示, 从结果可以看出, 实体经济发展水平回归系数值、显著性水平与基准回归结果(表 3)基本一致, 验证了本文实证分析结果是稳健和可靠的。

(2) 缩尾后进行回归。

本文对模型涉及到的主要解释变量, 在 1%的水平上进行缩尾处理后, 实证分析结果如表 6 第(2)列所示, 从结果当中可以看出, 回归系数值、符号方向、显著性均没有发生明显变化。

(3) 删除直辖市。

由于直辖市的经济水平远超其他省份, 其各项发展指标也处于全国前列, 在全样本当中放入直辖市毫无疑问会增加数字经济的赋能作用。基于此, 本文将样本中的 4 个直辖市剔除并重新进行估计, 结果如表 6 第 4 列(3)所示。该结果显示, 数字经济对实体经济的发展水平依旧具有较强的赋能作用。并且在剔除 4 个直辖市的样本之后, 数字经济的回归系数发生了变化, 这就直接说明了直辖市较高的数字经济发展水平会增强对实体经济的赋能效应, 证实结果稳健可靠。

(4) 核心解释变量滞后一期。

考虑到积累效应和滞后性, 此处对核心解释变量(数字经济发展水平)滞后一期进行回归, 结果如表 6 第 5 列(4)所示。从结果当中可以看出, 样本回归系数、显著性和符号方向都没有发生较为明显的变化, 即文中结论的稳健性没有发生变化。

(5) 内生性处理

本文借鉴谢云飞等(2022) [27]的做法, 利用地势起伏度与各年份虚拟变量的乘积作为工具变量组, 进行 2SLS 回归, 具体回归结果见表 6(5)。在考虑内生性后, 数字经济对实体经济依旧具备正向赋能作用, 前文基本结论依旧稳健。

Table 6. Robustness test and endogeneity treatment

表 6. 稳健性检验及内生性处理

	控制开放程度	缩尾1%	剔除直辖市	滞后一期	2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>
<i>de</i>	0.676*** (13.33)	0.705*** (13.85)	0.755*** (14.28)		1.607*** (3.25)
<i>L.de</i>				0.653*** (10.76)	
<i>te</i>	0.060*** (3.75)	0.054*** (3.38)	0.0459** (2.83)	0.048*** (2.95)	0.003 (0.08)
<i>fd</i>	0.274*** (11.13)	0.275*** (11.31)	0.264*** (11.08)	0.313*** (10.83)	-0.028 (-0.17)
<i>fp</i>	0.059	0.050	0.0373	0.120***	0.047

续表

	(1.56)	(1.32)	(1.00)	(2.88)	(0.87)
<i>fdi</i>	-0.011	-0.011	0.002	-0.013***	0.017
	(-1.40)	(-1.31)	(0.22)	(-1.57)	(0.91)
<i>expo</i>	-0.004				
	(-0.08)				
<i>_cons</i>	8.397***	8.481***	8.649***	6.840***	10.63***
	(43.20)	(43.83)	(45.04)	(22.74)	(8.50)
固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	300	300	260	270	300
<i>R</i> ²	0.960	0.960	0.960	0.956	0.993

4.4.6. 数字经济对实体经济发展的中介效应检验

本文根据温忠麟等(2004) [28]的相关研究, 对前文中的回归系数进行检验。中介效应检验结果如图表 7 所示, 从(1)中的检验结果可知, 数字经济对实体经济的影响始终为正显著, 则可以进行中介效应检验。从(2) (3)中的检验结果可以明显看出, 数字经济对产业结构升级的影响依旧为正显著, 而且产业结构升级也对实体经济存在显著的正向影响, 由此可知: 数字经济对实体经济存在正向的产业结构升级效应, 即数字经济能够通过产业结构升级赋能实体经济的发展, 因此, 假设 H2 成立。为了证明此结论稳健且可靠, 本文进行了进一步的 Sobel 和 Bootstrap 检验, 检验结果显示, Sobel 检验统计量大于临界值, Bootstrap 检验法 95%的置信区间不包含 0, 这直接表明产业结构升级的中介效应是显著存在的。与此同时, 产业结构升级在数字经济赋能实体经济发展的过程中起到了部分中介的作用, 其中介效应占比为 9.06%, 有待进一步增强。在我国数字经济发展的进程中, 大多数是依靠数字产业化以及产业数字化两种方式来实现产业结构升级, 并以此来实现赋能实体经济发展的最终目标。

Table 7. Results of regression of mediation effects
表 7. 中介效应回归结果

	(1)	(3)
	<i>rgdp</i>	<i>rgdp</i>
<i>de</i>	0.677*** (13.64)	0.616*** (12.49)
<i>te</i>	0.060*** (3.79)	0.071*** (4.61)
<i>fd</i>	0.274*** (11.19)	0.198*** (7.00)
<i>fp</i>	0.060 (1.61)	0.090** (2.48)
<i>fdi</i>	-0.011 (-1.41)	-0.015** (-2.02)
<i>ui</i>		0.565*** (4.86)
<i>_cons</i>	8.393*** (44.58)	7.362*** (26.43)
固定效应	Yes	Yes

续表

Sobel检验		Z = 3.226 (P = 0.001)
Bootstrap 95%置信区间		(0.511, 0.710)
中介效应 百分比(%)		9.060
N	300	300
R ²	0.958	0.962

5. 结论与政策建议

5.1. 研究结论

本文基于 2011~2020 年省级面板数据，通过构建固定效应模型、中介效应模型以及分位数回归模型，以探讨数字经济对实体经济的赋能作用及相应的作用机制。主要得出以下结论。

第一，数字经济对我国实体经济发展具有显著的赋能作用，具体而言数字经济发展水平每提升 1 单位，实体经济发展水平增加 0.677 个单位。第二，数字经济可通过产业结构升级来赋能实体经济的发展。第三，通过时空异质性分析发现数字经济对实体经济的赋能作用具有区域差异性和时间差异性，影响最大的是我国中部地区，其次是西部地区，影响最小的是东部地区，这表明数字经济对经济欠发达地区的实体经济赋能效果更突出，对经济发达地区的提振作用相对较小，且 2015 年及以后数字经济对实体经济的赋能作用明显小于 2015 年之前。除此之外，在不同分位点上数字经济对实体经济发展均发挥着显著的赋能作用，但其赋能作用呈现出显著的“U 型”分布特征，即数字经济对实体经济发展的赋能作用存在一定的阈值，当发展水平低于阈值拐点时，数字经济对实体经济发展的赋能作用呈现出边际递减的趋势；当发展水平高于阈值拐点时，数字经济对实体经济发展的赋能作用便呈现出边际递增的趋势。

5.2. 政策建议

5.2.1. 大力提升数字经济发展水平，夯实平稳发展基础

数字基础设施的建设水平可以在很大程度上影响数字经济的发展水平，对于我国的三大产业而言，传统基础设施的健全是最基本的要求。现阶段，随着经济的快速发展，原有的传统数字基础设施已经满足不了数字产业的发展需求，数字基础设施需要进行优化升级及更新换代。更新换代的数字基础设施，包括了一系列的软件和硬件设施，关于软件部分，包括了各种维护和应用系统的开发与设计等，硬件设施包括各种实物形态的设施。例如，各种数字基站等，软件和硬件设施二者相辅相成、缺一不可。大力推动数字基础设施建设，应该从数据平台的建设、工业互联网、网络基础设施和共性技术的突破这四个方面进行，以此来夯实我国平稳发展的基础。

5.2.2. 推动数字经济高质量发展，强化其对产业结构升级的促进效应

数字经济可以通过产业结构的升级来赋能实体经济的发展，因此各地区应结合自身发展情况，推动传统产业加速向现代化、数字化转型，扩大优势产业的数字化规模，确保企业生产链条的各个部分都应用到了数字技术。同时，依托新型数字技术手段和政府相关政策的支持激发实体产业的创新潜力，推动传统产业与技术、数据的渗透融合，进一步发掘数字经济的发展潜力。在此基础上强化数字经济对产业结构升级的促进效应，使得实体产业的产业结构朝着数字化、整合化、效益化方向发展，切实提升其在生产、流通、销售过程当中的资源配置效率和能源利用率，由此提升实体经济的发展水平。

5.2.3. 统筹地区数字经济发展布局, 推动数字经济协调发展

由于地区之间经济发展水平以及数字基础设施建设等存在较大的差异, 使得各地区之间数字经济发展水平呈现出“东强西弱、南强北弱”的现象。为了更好地推动实体经济的发展, 东、中、西部地区应该明确区域之间的数字经济发展条件及差距, 并且重视数字经济赋能实体经济发展的时间差异性, 根据其发展特性来统筹地区数字经济的发展工作, 制定完整且详细的数字经济发展规划、战略布局及相关政策。因时、因地制宜, 依托本地发展特色及优势, 推动产业数字化变革的快速进行, 充分激发出数字经济的技术优势, 重塑实体经济结构, 打造高质量、高效率、高智能化的产业链条, 释放数字经济赋能实体经济发展的全部动能。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 赵振, 彭毫. “互联网+”跨界经营——基于价值创造的理论构建[J]. 科研管理, 2018, 39(9): 121-133.
- [3] 罗茜, 王军, 朱杰. 数字经济发展对实体经济的影响研究[J]. 当代经济管理, 2022, 44(7): 72-80.
- [4] 王开科, 吴国兵, 章贵军. 数字经济发展改善了生产效率吗[J]. 经济学家, 2020(10): 24-34.
- [5] 张鸿, 刘中, 王舒萱. 数字经济背景下我国经济高质量发展路径探析[J]. 商业经济研究, 2019(23): 183-186.
- [6] 赵宸宇. 数字化发展与服务化转型——来自制造业上市公司的经验证据[J]. 南开管理评论, 2021, 24(2): 149-163.
- [7] 范合君, 吴婷. 数字化能否促进经济增长与高质量发展——来自中国省级面板数据的经验证据[J]. 管理学报, 2021, 34(3): 36-53.
- [8] 何帆, 刘红霞. 数字经济视角下实体企业数字化变革的业绩提升效应评估[J]. 改革, 2019(4): 137-148.
- [9] 丁志帆. 数字经济驱动经济高质量发展的机制研究: 一个理论分析框架[J]. 现代经济探讨, 2020(1): 85-92.
- [10] 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.
- [11] Sun, Q., Wang, C., Zuo, L.-S. and Lu, F.-H. (2018) Digital Empowerment in a WEEE Collection Business Ecosystem: A Comparative Study of Two Typical Cases in China. *Journal of Cleaner Production*, 184, 414-422. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.114>
- [12] Mäkinen, M. (2006) Digital Empowerment as a Process for Enhancing Citizens' Participation. *E-Learning and Digital Media*, 3, 381-395. <https://doi.org/10.2304/elea.2006.3.3.381>
- [13] Harrison, T. and Waite, K. (2015) Impact of Co-Production on Consumer Perception of Empowerment. *The Service Industries Journal*, 35, 502-520. <https://doi.org/10.1080/02642069.2015.1043276>
- [14] Labrecque, L.I., vor dem Esche, J., Mathwick, C., Novak, T.P. and Hofacker, C.F. (2013) Consumer Power: Evolution in the Digital Age. *Journal of Interactive Marketing*, 27, 257-269. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2013.09.002>
- [15] 董亚娟, 付思瑶, 秦媛. 中国数字经济与实体经济: 耦合协调、空间演进及影响路径[J]. 统计与决策, 2023, 39(14): 5-10. <https://doi.org/10.13546/j.cnki.tjyjc.2023.14.001>
- [16] 马勇, 王慧, 夏天添. 数字经济对中部地区实体经济的挤出效应研究[J]. 江西社会科学, 2021, 41(10): 48-57.
- [17] 韩健, 李江宇. 数字经济发展对产业结构升级的影响机制研究[J]. 统计与信息论坛, 2022, 37(7): 13-25.
- [18] 汪亚楠, 叶欣, 许林. 数字金融能提振实体经济吗[J]. 财经科学, 2020(3): 1-13.
- [19] 汪发元, 郑军. 科技创新、金融发展与实体经济增长——基于长江经济带的动态空间模型分析[J]. 经济经纬, 2019, 36(4): 157-164.
- [20] 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.
- [21] 徐盈之, 张瑞婕, 孙文远. 绿色技术创新、要素市场扭曲与产业结构升级[J]. 研究与发展管理, 2021, 33(6): 75-86.
- [22] 陈丰华. 金融服务实体经济发展效率的影响因素研究[J]. 现代经济探讨, 2021(12): 71-80.
- [23] 庞瑞芝, 王宏鸣. 数字经济背景下中国科技创新支撑经济发展的效率及区域差异研究[J]. 当代经济科学, 2023, 45(6): 70-85.
- [24] 汪昊. 中国劳动和资本税收负担及分配效应[J]. 经济研究, 2023, 58(4): 95-113.
- [25] 安辉, 迟霖, 谷宇. FDI 视角下国际金融危机对中国实体经济的传导与冲击效应研究[J]. 经济社会体制比较,

2011(3): 146-153.

- [26] 杨文溥. 数字经济促进高质量发展: 生产效率提升与消费扩容[J]. 上海财经大学学报, 2022, 24(1): 48-60.
- [27] 谢云飞. 数字经济对区域碳排放强度的影响效应及作用机制[J]. 当代经济管理, 2022, 44(2): 68-78.
- [28] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 刘红云. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004, 36(5): 614-620.