

2024

Research on the influence mechanism of digital economy development on regional innovation efficiency

Jie YIN

School of Economics and Management, Jiangsu University of Science and Technology, China

Jingping WU

School of Economics and Management, Jiangsu University of Science and Technology, China

Feng LI

School of Economics and Management, Jiangsu University of Science and Technology, China

Follow this and additional works at: <https://jstm.researchcommons.org/journal>



Part of the [Technology and Innovation Commons](#)

Recommended Citation

YIN, Jie; WU, Jingping; and LI, Feng (2024) "Research on the influence mechanism of digital economy development on regional innovation efficiency," *Journal of Science and Technology Management*: Vol. 26: Iss. 4, Article 8.

DOI: 10.16315/j.stm.2024.04.008

Available at: <https://jstm.researchcommons.org/journal/vol26/iss4/8>

This Article is brought to you for free and open access by Journal of Science and Technology Management. It has been accepted for inclusion in Journal of Science and Technology Management by an authorized editor of Journal of Science and Technology Management.

Creative Commons License



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-No Derivative Works 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

创新体系与创新生态

文章编号:1008-7133(2024)04-0088-09

数字经济发展对区域创新效率的影响机制研究

——基于对外贸易和市场竞争的实证分析

尹洁, 伍靖平, 李锋

(江苏科技大学 经济管理学院, 江苏 镇江 212100)

摘要:数字赋能千行百业高质量发展,数字经济已成为中国全面建设社会主义现代化国家的重要引擎。基于2011—2020年中国省级面板数据,构建固定效应、中介效应和调节效应模型,从区域层面研究数字经济发展提升创新效率的影响机制。研究发现:当创新效率为被解释变量时,数字经济发展水平的回归系数显著为正,但东部、中部和西部地区的数字经济发展对创新效率的作用效果存在差异;对外贸易具有良好的中介效应,数字经济发展可以有效推动中国对外贸易来提升创新效率;市场竞争具有良好的调节效应,说明市场竞争程度越低的区域,数字经济发展对其创新效率的作用程度越高。

关键词:数字经济;区域创新效率;作用机制;对外贸易;市场竞争

DOI:10.16315/j.stm.2024.04.008

中图分类号:F49;F124.3 **文献标志码:**A

科技创新有利于提高要素配置效率和资源利用效益,是实现高质量发展的重要力量。截至2023年,中国的全球创新指数排名已从2012年的第34位上升至第12位,是排名最高的中等收入经济体^[1]。然而,与世界发达国家相比,中国创新水平仍有待提升,需从区域层面研究创新效率的影响因素,以便采取有效措施提高整体创新质量。随着数字技术的发展与应用,数字化转型已成为不可逆的时代大趋势,数字经济得以迅猛发展。由2023年公布的《数字中国发展报告》可知,2022年中国数字经济规模已达50.2万亿元,占GDP比重约41.5%。根据创新经济学理论,技术革命通常会诞生新型生产要素^[2-3]。数据要素是数字技术革命的产物,能与其他要素产生协同效应,推动产业实现颠覆性创新。那么,数字经济发展可以显著提升区域创新效率吗?两者的作用效果会因为区域不同存在差异吗?数字经济对区域创新效率的内在影响机制又是怎样的?对上述问题进行系统分析有利于充分释放数字创新红利,进一步提升中国创新水平,为建设创新型强国

提供更准确的政策建议。

梳理数字经济研究的现有文献,国内外学者普遍考察数字经济的动能效应。在推动经济高质量发展方面,赵涛等^[4]学者选取2011—2016年中国地级市面板数据,实证检验了激发大众创业是数字经济推动城市高质量发展的主要路径。国外学者也表示移动通讯极大降低了信息交流困难,在经济全球化的时代背景下,信息技术是各国经济发展的核心引擎^[5-6]。在改进产业结构方面,刘富华等^[7]基于要素融合视角,认为数字技术和数据资产均有利于加快要素重组,引领工业生产要素结构高端化,促进资本劳动密集型产业向新兴高技术产业发展。在提升全要素生产率方面,数字经济发展的作用效果存在区域异质性^[8],生产能力低的地区全要素生产率受当地数字经济发展水平的影响程度更大^[9]。

归纳数字经济和创新效率的相关文献,国内外学者多从微观和宏观层面探讨两者的作用关系。微观层面,郑帅等^[10]基于模块化理论,运用bootstrap法实证检验了模块化产品架构和模块化组织架构在数字化转型影响企业创新绩效过程中起到的良好的中介作用。此外,李雪松等^[11]基于Heckman两阶段模型,实证研究了企业数字化有利于组织融入全球创新网络,进而提高企业创新绩效。宏观层面,Li等^[12]研究发现,大部分亚洲国家的政府会大力支持

收稿日期:2024-05-28

基金项目:国家社会科学基金项目(19CGL010);江苏高校“青蓝工程”资助项目(2022)

作者简介:尹洁(1984—),女,教授,博士,硕士生导师;

伍靖平(2000—),女,硕士研究生;

李锋(1980—),男,博士,教授。

传统制造业与数字产业融合,通过构建数字化生产模式提升整体产业创新水平。而从中观层面揭示数字经济与区域创新效率黑箱机制的研究较少。基于此,本文采取2011—2020年中国省级面板数据,基于固定效应模型深入研究数字经济发展对区域创新效率提升的作用机制。

本文边际贡献在于:第一,从区域层面研究了数字经济发展能显著提升创新效率,同时深入分析两者的作用效果具有区域异质性的原因,丰富了现有的异质性检验理论。第二,创新性地将对对外贸易纳入数字经济与区域创新的研究框架中,拓宽了两者的传导路径。第三,首次探讨和分析市场竞争在数字经济发展提升区域创新效率中的调节作用,弥补现有影响机制研究的不足。

1 理论分析与研究假设

1.1 数字经济发展对区域创新效率的直接作用

数字经济发展可能提升区域创新效率,主要体现在以下三方面:一是信息技术有利于组织内以及组织间的信息流通,减少市场上存在的信息不对称问题^[13-14]。数字经济不仅可以通过线上平台获得丰富的市场信息,还能运用大数据、物联网和云计算等数字技术进行数据处理与分析,让利益相关者更充分了解行业发展趋势和市场竞争情况,根据更全面的信息制定创新计划,做好企业的创新风控。二是数字经济能够通过优化要素配置方式^[15],促进区域技术收敛^[16]。区域技术收敛意味着区域间的技术差距逐渐缩小,有利于形成技术规模效应,各地区由此可以降低技术创新成本和提高研发成果共享度,带动当地的技术创新。三是数字金融很大程度上解决了传统金融行业的留存问题,帮助企业提升融资效率。企业融资约束得到缓解意味着能及时获得合理的资金支持,继而有利于集聚创新要素,提高企业创新效率^[17]。此外,中国各地区的数字基础设施建设、政府支持力度和经济发展规模都不一致,数字经济发展水平存在明显差异。与中西部地区相比,东部地区的数字经济发展整体水平较高,但数字经济发展整体增速较缓慢。根据上述分析,提出以下假设:

假设 H_{1a} :数字经济发展能显著提升区域创新效率。

假设 H_{1b} :数字经济发展对区域创新效率提升的作用效果具有区域异质性。

1.2 对外贸易在数字经济发展提升区域创新效率中的中介效应

数据资产能有效提高系统运营效率与战略精准

度,赋能各行业高质量发展,贸易领域也不例外。微观层面,大量的贸易市场数据可以帮助企业了解海外客户的喜好,继而有针对性地改进出口产品质量,且在不同的要素密集度、地理位置和企业性质下促进效果不同^[18]。中观层面,数字经济发展能有效推动产业结构升级,继而促进城市对外贸易高质量发展^[19]。宏观层面,平台经济近年来逐渐兴起跨境电商,直接带动国家对外贸易快速发展。而对外贸易是提升各国创新水平的重要力量。一方面,对于发达国家来说,对外贸易能为国家带来丰厚的经济利润,可以有效弥补大量的研发支出^[20]。另一方面,对于发展中国家来说,对外贸易能促进先进的技术理念和技术人才流入,是推动国内技术升级的重要动力^[21],进而提升整体的技术创新水平^[22]。基于上述分析,提出以下假设:

假设 H_2 :数字经济发展能通过推动中国对外贸易,继而提升区域创新效率。

1.3 市场竞争在数字经济发展提升区域创新效率中的调节效应

市场竞争是影响企业发展的重要外部环境因素,与企业面临的行业壁垒和市场份额直接相关。一方面,区域市场竞争程度越强,其行业壁垒越低,会不断面临着新加入者和现有竞争者的双重威胁。为了提升自身市场竞争力和降低组织运营风险,市场竞争程度强的区域企业对市场环境变动会更加灵敏,也更注重人才引进、技术创新和产品升级。另一方面,市场竞争程度强的区域往往企业数目多,为了占据更大的市场份额,企业会更重视产学研合作创新^[23]。此外,市场竞争加剧也意味着企业面临更大的技术泄露和技术更迭风险,为创新型企业组建和利用技术联盟带来更多机遇^[24]。与此同时,市场竞争程度低的区域企业往往缺乏风险意识、市场灵敏度和合作创新动力,整体创新效率较低。

数字经济具备较强的知识溢出效应和区域技术收敛效应^[25],可以有效削弱市场竞争程度低对区域创新的不利影响。首先,数字技术的持续发展使信息传输突破时空限制,有利于企业掌握本省域以外的企业发展现状和行业环境动态,增强企业的危机意识和市场灵敏度。其次,数字经济发展独有的平台模式和普惠机制,降低了企业模仿创新成本,减轻了各区域技术发展不平衡现象。最后,数字经济发展能拓宽协同创新网络的地理边界^[26],提升人力和资本要素的配置效率,有效促进区域间企业技术联盟,增强合作创新能力。通过上述分析,提出以下假设。

假设 H_3 :区域市场竞争程度越低,数字经济发

展对当地创新效率的促进程度越高。

综上,本文的理论模型,如图 1 所示。

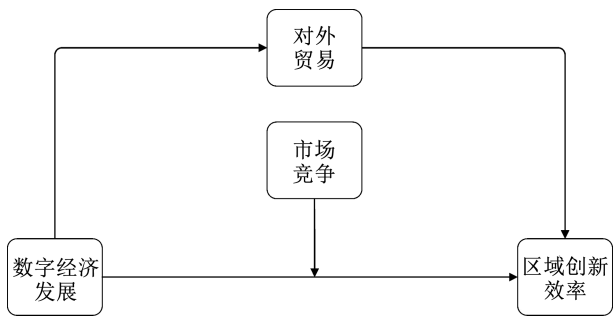


图 1 理论模型

Fig. 1 Theoretical model

2 研究设计

2.1 计量模型设定

通过豪斯曼检验,所选面板数据适合固定效应模型。根据上述理论分析与研究假设,基准回归模型设定如下:

$$RIE_{it} = a_0 + a_1 DIG_{it} + a_2 Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中: i 和 t 表示地区和时间, RIE_{it} 为区域创新效率, DIG_{it} 为数字经济发展水平, $Control_{it}$ 是所有的控制变量。 μ_i 表示个体效应, δ_t 表示时间效应, ε_{it} 为随机干扰项。

基准回归模型是研究数字经济发展对区域创新效率的直接作用,为了检验数字经济发展对区域创新效率的影响机制,本文构建中介效应模型,如式(2)和(3)所示。其中, $Media_{it}$ 代表对外贸易度,为中介变量。

$$Media_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIG_{it} + \beta_2 Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$RIE_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 DIG_{it} + \gamma_2 Media_{it} + \gamma_3 Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

为了进一步分析数字经济发展对区域创新效率的影响机制,本文构建调节效应模型,如式(4)所示。其中, ML_{it} 表示市场竞争程度。

$$RIE_{it} = \theta_0 + \theta_1 DIG_{it} + \theta_2 ML_{it} + \theta_3 ML_{it} \times DIG_{it} + \theta_4 Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

2.2 变量选取与测量

2.2.1 被解释变量

被解释变量为区域创新效率(RIE)。基于投入和产出视角建立C-D生产函数,运用随机前沿分析法测算各省域的创新效率。搜集各省2011—2020年的研发创新数据,依据数据的完整性和合理性,以各省的研发人员全时当量和研发经费支出为投入指

标,以各省的专利申请数为产出指标。其中,R&D经费支出属于流量指标,为了更精确测量区域创新效率,运用永续盘存法将其转为存量指标,见式(5)。其中, RDK_{it} 表示当期的R&D资本存量, RDK_{it-1} 表示为上一期R&D资本存量, rdk_{it} 表示当期R&D经费支出, δ 取值为15%。运用公式(6)计算基期的研发资本存量, g 为各省份研发经费支出的平均年度对数增长率。

$$RDK_{it} = (1 - \delta) RDK_{it-1} + rdk_{it} \quad (5)$$

$$RDK_{it} = rdk_{it} / (g + \delta) \quad (6)$$

2.2.2 核心解释变量

核心解释变量为数字经济发展水平(DIG)。依据赵涛等^[4]的数字经济综合发展指标体系,本文从数字基础设施建设、数字产业发展和数字金融普惠指数3个维度综合测量数字经济发展水平,具体指标如表1所示。熵值法是针对所给的数据信息计算权重,有利于解决数据信息重复的问题,从而能有效保证变量测量的精确度。因此,本文首先采用最大最小值法对数据进行标准化处理,然后运用熵值法对数字经济的指标体系进行综合测评。

表 1 数字经济发展指标体系

Tab. 1 Digital economy development index system

核心解释变量	一级指标	二级指标
数字经济 发展水平	数字基础设施	光缆长度
		移动电话基站数
	数字产业发展	移动电话普及率
		互联网宽带接入端口数
		软件业务收入
		数字金融普惠指数
		数字金融覆盖广度
		数字金融使用深度
		数字金融数字化程度

2.2.3 控制变量

为了更精确地探索数字经济发展对区域创新效率的影响,设置产业结构(Str)、政府干预程度(Gov)、外商直接投资水平(For)、经济发展水平(Eco)、技术市场厚度(Tmt)及企业规模(FS)作为控制变量。产业结构用第三产业产值与第二产业产值的比值衡量,政府干预程度用各地区的一般公共预算支出占该地区生产总值的比值表示,外商直接投资水平是根据外商直接投资额在地区生产总值中的占比表示,经济发展水平是通过各地区的人均国内生产总值衡量,技术市场厚度依据技术市场成交总

3.2 稳健性检验

为了验证基准回归模型的结论是否稳健,本文采用替换变量法进行检验:一方面,替换数字经济发展水平的衡量方法,运用主成分分析重新测算,用dig表示。另一方面,替换区域创新效率依据的产出指标,从经济效益层面,新产品销售收入反映了企业投入的创新资源所带来的实际商业价值,故用各省的新产品销售收入替换专利申请量,对被解释变量进行重新测算,用rie表示。检验结果,如表3所示。由表3模型(1)~(3)的回归结果可知,替换相应的核心变量后,数字经济发展和区域创新效率之间的影响系数依次为0.081、0.371和0.085,且均在1%水平上显著,说明基准回归结论通过了稳健性检验。

表3 稳健性检验结果

Tab.3 Robustness test results

变量	(1)	(2)	(3)
	RIE	rie	rie
dig	0.081*** (0.004)		0.085*** (0.008)
DIG		0.371*** (0.073)	
N	300	300	300
R ²	0.935	0.684	0.758
Year(fe)	Yes	Yes	Yes
Province(fe)	Yes	Yes	Yes

3.3 内生性检验

稳健性检验是为了验证基准结论是否稳健,但

是数字经济发展对区域创新效率的影响还可能存在内生性问题。一方面,区域创新效率的提高势必会促进行业发展,行业发展显现的数字红利可能推动区域进一步数字化转型,继而提高当地的数字经济发展水平。因此,数字经济发展水平与区域创新效率之间可能存在双向因果关系。另一方面,影响区域创新效率的因素较多,控制变量难以概括全部影响因素,进而存在遗漏变量问题。为了消除内生性问题,选择工具变量法进行内生性检验,结果如表4所示。模型(1)和(2)是加入IV₁后的两阶段回归结果,模型(3)和模型(4)是加入IV₂后的两阶段回归结果,模型(5)和(6)则是同时加入IV₁和IV₂后的两阶段回归结果。从模型(1)、(3)和(5)的结果可知,当数字经济发展水平为被解释变量,工具变量的回归系数为正,且均在1%水平上显著。从模型(2)、(4)和(6)的结果可知,引入工具变量后,数字经济发展对区域创新效率的影响系数仍为正,且均在1%水平上显著。

利用弱工具变量检验法和过度识别检验法进一步验证工具变量是否可行。结果显示,F值分别为131.616,131.357和75.154,均大于10,通过了弱工具变量检验。对2个工具变量进行外生性检验,P值是0.602,大于0.05,说明所选的2个工具变量具有较强的外生性,与随机干扰项无关。因此,数字经济发展能有效提升区域创新效率这一结论通过了内生性检验。

表4 工具变量的两阶段回归结果

Tab.4 Two-stage regression results with instrumental variables

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	DIG	RIE	DIG	RIE	DIG	RIE
DIG		1.381*** (0.219)		1.073*** (0.227)		1.320*** (0.217)
IV ₁	0.037*** (0.003)				0.030*** (0.007)	
IV ₂			0.037*** (0.003)		0.008*** (0.008)	
Control	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	300	300	300	300	300	300
R ²	0.857	0.426	0.850	0.452	0.858	0.433
Year(fe)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Province(fe)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

3.4 异质性检验

由于我国各地区的数字经济发展不平衡,为了检验数字经济发展水平对创新效率的影响是否存在区域异质性,本文将中国30个省份划分为东部、中部和西部,同时进行分组回归,检验结果如表5所示。其中,东部和西部地区数字经济发展水平的回归系数均显著为正,但两者的显著水平和促进程度有所差异,而中部则不显著。由异质性检验结果可知,数字经济发展对区域创新效率的影响存在地区差异性,假设 H_{1b} 成立。

虽然东部和西部地区的数字经济发展均能提升创新效率,但两者的促进机制不同。东部地区,由于数字基础设施完善、人才集聚度高和经济实力强,该地区的数字技术发展更快,企业数字化转型风险更低且数实融合更灵活。因此,东部地区的数字经济得以实现高质量发展,更能落实创新驱动发展战略,不断提升区域创新水平。西部地区由于数字基础设施建设较晚、资源错配率较高且经济发展缓慢,与东部和中部相比,该地区的创新效率最低。数字经济的空间效应加快了知识和技术在区域间的流动,进而对西部地区创新效率的促进作用较强。中部地区数字经济发展水平的回归系数并不显著,说明数字经济发展对中部地区创新效率的作用效果不明显。不同于西部地区,中部地区的数字经济发展基本格局已经形成,但缺乏东部地区的优质资源,导致数字经济无法实现高质量发展,难以突破现有的区域创新瓶颈。

表5 异质性检验结果

Tab. 5 Heterogeneity test results

变量	(1)	(2)	(3)
	RIE	RIE	RIE
DIG	0.257*** (0.053)	0.134 (0.110)	0.180** (0.086)
Control	Yes	Yes	Yes
N	110	90	100
R ²	0.922	0.939	0.965
Year(fe)	Yes	Yes	Yes
Province(fe)	Yes	Yes	Yes

4 进一步考察

4.1 传导机制检验

采用逐步回归法研究数字经济发展提升区域创

新效率的中介作用机制,结果如表6中的第1、2列所示。当对外贸易度为被解释变量时,数字经济发展对其的影响系数显著为正,说明数字经济发展有利于推动对外贸易。将对外贸易度作为中介变量放入回归模型中检验其中介效应时,数字经济发展对区域创新效率的影响系数为0.276,对外贸易度对创新效率的影响系数为0.144,且均在1%水平上显著。由模型(1)和(2)的综合结果可知,数字经济发展可以有效推动中国对外贸易,继而提升区域创新效率,假设 H_2 成立。

4.2 调节机制检验

为了消除共线性问题对调节回归结果的不利影响,本文首先对解释变量和调节变量分别进行中心化处理,调节机制检验结果如表6列(3)所示。在模型(3)中,市场竞争程度和数字经济发展水平乘积项的系数 θ_3 为-0.092,与主效应系数 θ_1 符号相反,且均在1%水平上显著,说明对于市场竞争程度弱的区域,数字经济发展对其创新效率的促进程度更高,假设 H_3 成立。从图2中可以更直观看到,与高市场竞争程度的区域相比,低市场竞争程度的区域创新效率受当地数字经济发展的影响程度更高。

表6 影响机制检验结果

Tab. 6 Influencing mechanism test results

变量	(1)	(2)	(3)
	Open	RIE	RIE
DIG	1.012*** (0.107)	0.276*** (0.048)	0.200*** (0.013)
Open		0.144*** (0.024)	
c_DIG			0.539***
c_ML			(0.038)
			0.009
			(0.007)
c_DIG*			-0.092***
c_ML			(0.008)***
Control	Yes	Yes	Yes
N	300	300	300
R ²	0.614	0.894	0.921
Year(fe)	Yes	Yes	Yes
Province(fe)	Yes	Yes	Yes

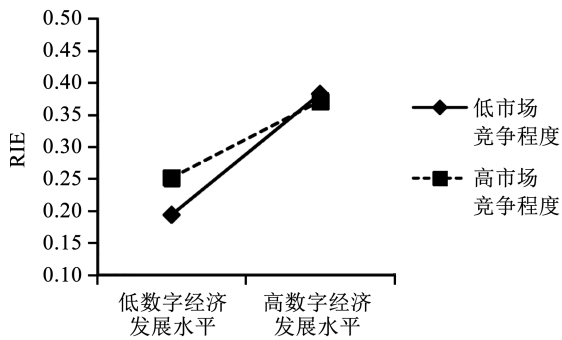


图2 调节效应

Fig. 2 Moderation effect

5 结论与启示

本文选取2011—2020年中国省级面板数据,从区域层面衡量数字经济发展水平和创新效率,同时基于固定效应模型系统检验和分析两者的作用机制,得到以下结论:

1) 数字经济发展能显著提升区域创新效率,不同地区的数字经济发展对创新效率的作用效果存在差异。由分组回归结果可知,中国东部和西部地区的数字经济发展能显著提升创新效率,但东部地区的相关性和影响程度更高,中部则不显著。

2) 对外贸易在数字经济发展提升区域创新效率中具有良好的中介效应。由传导机制检验结果可知,数字经济发展能有效推动中国对外贸易,进而提升区域创新效率。

3) 市场竞争在数字经济发展提升区域创新效率中具有良好的调节效应。由调节机制检验结果可知,市场竞争程度越低的区域,数字经济发展对其创新效率的促进程度越高。

根据上述结论,本文的政策启示如下:

1) 注重数字经济发展质量,充分挖掘数字创新红利。国家应该不断加强数字基础设施建设,鼓励企业、高校和科研院所等组织重视数字人才培养,支持企业或产业数字化转型,使数字经济得到进一步发展,不断提高创新效率。此外,由于地区间数字经济发展水平有所差异,政府应该采取差异化的数字经济发展策略,满足不同地区的发展需求。

2) 加强数字平台监管,提升对外贸易质量。劳动力成本低、产品市场大以及“市场换技术”政策等传统贸易优势持续降低,中国必须注重出口产品质量提升以及贸易行业结构升级,促进中国贸易从量的积累向质的提升转变。一方面,贸易大数据反映了国际交易市场的运营现状,是利益相关者制定战略的重要依据。政府需要制定法律法规使算法处理

更透明、更安全,减少算法分析对贸易市场的负面影响。另一方面,为建设贸易强国,政府应主动对接高标准的经贸规则,可以先在自由贸易区进行压力测试,通过实践反馈不断改进对外贸易政策,提升对外贸易质量。

3) 推行反垄断政策,创设完善的市场竞争体系。市场垄断会破坏市场价格机制,阻碍产业链发展,提升中小企业的创新成本,进而削弱区域整体发展水平和创新质量。为避免市场结构过于集中,政府需要明确市场竞争程度平均标准,对低于该标准的区域实施反垄断政策,避免人为的市场分割现象。此外,加快落实行业竞争规范,建立公平的市场竞争机制,科学引导市场发挥自我能动性。

参考文献:

- [1] 赵永新. 我国成功进入创新型国家行列[J]. 党史文汇, 2022(7): 6-9.
ZHAO Y X. China successfully entered the ranks of innovative countries[J]. *Corpus of Party History*, 2022(7): 6-9.
- [2] 范德成, 肖文雪. 数字经济何以成为区域创新发展新动能: 基于要素融合的实证分析[J/OL]. 科技进步与对策, 1-13 [2024-07-28].
FAN D C, XIAO W X. Why the digital economy has become a new driving force for the improvement of regional innovation capability? Empirical analysis based on factor integration[J/OL]. *Science & Technology Progress and Policy*, 1-13 [2024-07-28].
- [3] FRITSCH U, GÖRG H. Outsourcing, importing and innovation: Evidence from firm-level data for emerging economies[J]. *Review of International Economics*, 2015, 23(4): 687-714.
- [4] 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.
ZHAO T, ZHANG Z, LIANG S K. Digital economy, entrepreneurship, and high-quality economic development: Empirical evidence from urban China[J]. *Journal of Management World*, 2020, 36(10): 65-76.
- [5] JORGENSON D W, VU K M. The ICT revolution, world economic growth, and policy issues[J]. *Telecommunications Policy*, 2016, 40(5): 383-397.
- [6] ERUMBAN A, DAS D K. Information and communication technology and economic growth in India[J]. *Telecommunications Policy*, 2016, 40(5): 412-431.
- [7] 刘富华, 宋然. 数字经济是否促进了中国工业高质量发展?[J]. 当代经济管理, 2023, 45(6): 61-70.
LIU F H, SONG R. Does digital economy promote the high-quality development of Chinese industrial economy? [J]. *Contemporary Economic Management*, 2023, 45(6): 61-70.
- [8] 郭吉涛, 梁爽. 数字经济对中国全要素生产率的影响机理: 提升效应还是抑制效果?[J]. 南方经济, 2021(10): 9-27.
GUO J T, LIANG S. The impact mechanism of the digital economy

- on Chinese total factor productivity: An uplifting effect or a restraining effect? [J]. *South China Journal of Economics*, 2021 (10): 9-27.
- [9] 杨慧梅,江璐. 数字经济、空间效应与全要素生产率[J]. *统计研究*, 2021, 38(4): 3-15.
YANG H M, JIANG L. Digital economy, spatial effect and total factor productivity[J]. *Statistical Research*, 2021, 38(4): 3-15.
- [10] 郑帅,王海军. 数字化转型何以影响枢纽企业创新绩效?: 基于模块化视角的实证研究[J]. *科研管理*, 2022, 43(11): 73-82.
ZHENG S, WANG H J. How does digital transformation affect the innovation performance of hub enterprises? An empirical study based on modular perspective[J]. *Science Research Management*, 2022, 43(11): 73-82.
- [11] 李雪松,党琳,赵宸宇. 数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J]. *中国工业经济*, 2022(10): 43-61.
LI X S, DANG L, ZHAO C Y. Digital transformation, integration into global innovation network and innovation performance[J]. *China Industrial Economics*, 2022(10): 43-61.
- [12] LI K, KIM D J, LANG K R, et al. How should we understand the digital economy in Asia? Critical assessment and research agenda [J]. *Electronic Commerce Research and Applications*, 2020, 44: 101004.
- [13] HUBER G P. The nature and design of post-industrial organizations [J]. *Management Science*, 1984, 30(8): 928-951.
- [14] YASSINE A, KIM K C, ROEMER T, et al. Investigating the role of IT in customized product design[J]. *Production Planning & Control*, 2004, 15(4): 422-434.
- [15] YOO Y, BOLAND R J, LYYTINEN K, et al. Organizing for innovation in the digitized world[J]. *Organization Science*, 2012, 23(5): 1398-1408.
- [16] 曾祥炎,魏蒙蒙,周健. 数字经济、要素配置与区域技术收敛[J]. *经济经纬*, 2023, 40(1): 3-13.
ZENG X Y, WEI M M, ZHOU J. Digital economy, factor allocation and regional technology convergence[J]. *Economic Survey*, 2023, 40(1): 3-13.
- [17] LYYTINEN K, YOO Y, BOLAND R J. Digital product innovation within four classes of innovation networks[J]. *Information Systems Journal*, 2016, 26(1): 47-75.
- [18] 袁瀚坤,韩民春. 数字经济发展对企业出口产品质量的影响研究[J]. *当代财经*, 2023(11): 106-120.
YUAN H K, HAN M C. Research on the impact of digital economy development on the quality of export products of enterprises[J]. *Contemporary Finance and Economics*, 2023(11): 106-120.
- [19] 赵巍. 数字经济与城市对外贸易高质量发展: 来自我国 284 个城市的经验证据[J]. *中国流通经济*, 2023, 37(4): 96-106.
ZHAO W. Digital economy and high-quality development of urban foreign trade: Empirical evidence from 284 cities in China[J]. *China Business and Market*, 2023, 37(4): 96-106.
- [20] 张杰,郑文平. 全球价值链下中国本土企业的创新效应[J]. *经济研究*, 2017, 52(3): 151-165.
ZHANG J, ZHENG W P. The innovation effect of Chinese local firms under global value chain [J]. *Economic Research Journal*, 2017, 52(3): 151-165.
- [21] AGHION P, BLUNDELL R, GRIFFITH R, et al. The effects of entry on incumbent innovation and productivity[J]. *Rev Econ Stat*, 2009, 91(1): 20-32.
- [22] 谢莉娟,王诗得. 贸易的技术创新效应: 国内外贸易联动与部门间分工的权衡[J]. *经济理论与经济管理*, 2017(4): 97-112.
XIE L J, WANG S J. Technological innovation effect of trade: Tradeoff between domestic and foreign trade linkage and inter-sectoral division of labor[J]. *Economic Theory and Business Management*, 2017(4): 97-112.
- [23] 刘斐然. 市场竞争、政府支持与产学研合作创新[J]. *现代经济探讨*, 2022(5): 88-98.
LIU F R. Market competition, government support and industry-university-research cooperation innovation [J]. *Modern Economic Research*, 2022(5): 88-98.
- [24] WU J, PANGARKAR N. The bidirectional relationship between competitive intensity and collaboration: Evidence from China [J]. *Asia Pacific Journal of Management*, 2010, 27(3): 503-522.
- [25] 曾祥炎,魏蒙蒙,周健. 数字经济、要素配置与区域技术收敛[J]. *经济经纬*, 2023, 40(1): 3-13.
ZENG X Y, WEI M M, ZHOU J. Digital economy, factor allocation and regional technology convergence[J]. *Economic Survey*, 2023, 40(1): 3-13.
- [26] 曹玉娟. 数字化驱动下区域科技创新的框架变化与范式重构[J]. *学术论坛*, 2019, 42(1): 110-116.
CAO Y J. Framework change and paradigm reconstruction of regional science and technology innovation driven by digitalization [J]. *Academic Forum*, 2019, 42(1): 110-116.
- [27] 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.
HUANG Q H, YU Y Z, ZHANG S L. Internet development and manufacturing productivity improvement: Internal mechanism and China's experience[J]. *China Industrial Economics*, 2019(8): 5-23.
- [28] 孔丹丹,汪发元,张东晴. 科技创新、外商投资与对外开放水平: 基于安徽省的实证[J]. *统计与决策*, 2022, 38(24): 103-106.
KONG D D, WANG F Y, ZHANG D Q. Science and technology innovation, foreign investment and the level of opening to the outside world: An empirical study of Anhui province [J]. *Statistics and Decision*, 2022, 38(24): 103-106.
- [29] 李玥,郭英彤. 数字经济提升高技术产业创新效率的机制研究[J]. *当代经济*, 2023, 40(4): 3-12.
LI Y, GUO Y T. Research on the mechanism of digital economy to improve the innovation efficiency of high-tech industry [J]. *Contemporary Economics*, 2023, 40(4): 3-12.

Research on the influence mechanism of digital economy development on regional innovation efficiency: Based on empirical analysis of foreign trade and market competition

YIN Jie, WU Jingping, LI Feng

(School of Economics and Management, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212100, China)

Abstract: Scientific and technological innovation is conducive to improving the efficiency of factor allocation and resource utilization, and is the driving force for China to continuously enhance its core competitiveness in the international arena. As of 2023, China's global innovation index ranking has risen from 34th place in 2012 to 12th place. However, compared with developed countries in the world, China's innovation level still needs to be further improved. According to the theory of innovation economics, technological revolutions usually give birth to new production factors. The data factor is the product of the digital technology revolution, which can create synergies with other production factors and drive the industry to achieve disruptive innovation. In order to effectively improve the quality of innovation and help build an innovative power, this paper collects Chinese provincial panel data from 2011 to 2020 to study the mechanism of digital economy development to improve innovation efficiency at the regional level. Firstly, this paper uses entropy method and stochastic frontier analysis method to calculate the digital economy development index and regional innovation efficiency of each province respectively. Secondly, a fixed-effect model is constructed to empirically test whether digital economy development can improve regional innovation efficiency by fixing provinces and years at the same time. In response to this conclusion, robustness tests, endogeneity tests, and heterogeneity tests will be conducted sequentially. Once again, this article constructs a mediating effect model based on stepwise regression methods to empirically test whether the development of digital economy can promote China's foreign trade, and subsequently enhance regional innovation efficiency. Finally, a moderating effect model is established to empirically examine how the degree of market competition moderates the effect of digital economy development on regional innovation efficiency. The research findings are as follows: The development of digital economy can significantly promote the improvement of regional innovation efficiency, with variations in the effects of digital economy development on innovation efficiency observed across different regions. According to the results of the grouped regression, digital economy in eastern and western China significantly enhances innovation efficiency, however, the correlation and degree of impact are higher in the eastern region, while the central region shows no significant effect. Foreign trade has a positive mediating effect in the relationship between digital economy development and the enhancement of regional innovation efficiency. The results of the mediation effect test indicate that the development of digital economy can effectively increase Chinese level of foreign trade, thereby improving regional innovation efficiency. Market competition demonstrates a considerable moderating effect on the enhancement of regional innovation efficiency through the development of digital economy. Based on the results of the regulatory effect test, it can be observed that in regions with a lower level of market competition, the promotion of digital economy development on innovation efficiency is greater. According to the aforementioned conclusions, the policy implications of this study are as follows: focus on the quality of digital economy development and fully exploit the dividends of digital innovation, strengthen the regulation of digital platforms and enhance the quality of foreign trade, implement antitrust policies and create a comprehensive market competition system.

Keywords: digital economy; regional innovation efficiency; impact mechanism; foreign trade; market competition