

数字基础设施赋能新质生产力形成的机理与路径研究

刘丁冉, 刘佳茵

南京邮电大学经济学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年12月1日; 录用日期: 2024年12月17日; 发布日期: 2025年1月27日

摘要

在当今时代, 数字基础设施以其强大的技术承载与资源整合能力, 在新质生产力的培育与发展进程中扮演着不可或缺的赋能角色, 为经济发展注入强劲动力。本文基于2012~2022年中国除西藏自治区外的30个省(区、市)面板数据, 分别从劳动者、劳动对象、劳动资料三个维度构建新质生产力测度体系, 以及从信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施三个维度构建数字基础设施指标体系。运用熵权法测算区域新质生产力发展水平和数字基础设施建设水平后, 构建双重固定效应模型进行实证回归, 并在机制研究中进行了中介效应和调节效应检验。研究结果显示: 数字基础设施建设对新质生产力发展水平呈显著的正向赋能作用, 其中信息基础设施赋能更显著, 且存在“中部 > 东部 > 西部”的差异格局, 中部和东部促进作用显著, 西部赋能效果不显著; 区域创新能力作为中介变量呈现出显著中介效应; 区域GDP作为调节变量存在抑制性调节作用。因此, 提出推进数字基础设施进一步、深层次完善建设的政策建议, 强调发挥信息基础设施引领作用、注重新质生产力区域协调发展、关注区域创新能力中介作用以及破解数字基础设施与区域GDP的协同抑制难题。

关键词

数字基础设施, 新质生产力, 区域创新能力, 区域GDP

Research on the Mechanism and Path of Digital Infrastructure Empowering the Formation of New Productive Forces

Dingran Liu, Jiayin Liu

School of Economics, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: Dec. 1st, 2024; accepted: Dec. 17th, 2024; published: Jan. 27th, 2025

Abstract

In the current era, digital infrastructure, with its powerful capabilities of technological hosting and resource integration, plays an indispensable empowering role in the process of cultivating and developing new productive forces, injecting strong impetus into economic development. Based on the panel data of 30 provinces (autonomous regions, municipalities directly under the Central Government) in China except Tibet Autonomous Region from 2012 to 2022, this paper constructs a measurement system for new productive forces from the three dimensions of laborers, objects of labor, and means of labor respectively, and constructs an index system for digital infrastructure from the three dimensions of information infrastructure, integrated infrastructure, and innovative infrastructure. After calculating the development level of regional new productive forces and the construction level of digital infrastructure using the entropy weight method, a double fixed-effects model is constructed for empirical regression, and the mediation effect and moderation effect tests are carried out in the mechanism study. The research results show that the construction of digital infrastructure has a significant positive empowering effect on the development level of new productive forces. Among them, the empowering effect of information infrastructure is more significant, and there is a difference pattern of "Central Region > Eastern Region > Western Region", with the promoting effects in the Central Region and the Eastern Region being significant, while the empowering effect in the Western Region is not significant. Regional innovation capacity, as an intermediate variable, shows a significant mediation effect. Regional GDP, as a moderating variable, has an inhibitory moderating effect. Therefore, policy suggestions are put forward to promote the further and in-depth improvement and construction of digital infrastructure, emphasizing the leading role of information infrastructure, focusing on the coordinated development of new productive forces in different regions, paying attention to the mediating role of regional innovation capacity, and solving the problem of the synergistic inhibition between digital infrastructure and regional GDP.

Keywords

Digital Infrastructure, New Productive Forces, Regional Innovation Capacity, Regional GDP

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

在新时代发展进程中,新质生产力概念的提出具有深远意义。2023年9月,习近平总书记在黑龙江考察期间创造性提出“加快形成新质生产力”¹,这一概念是马克思主义生产力理论中国化的最新成果,总书记强调要积极培育新兴与未来产业,加快新质生产力的形成,增强发展新动能。次日,在听取黑龙江省委和省政府工作汇报时,总书记再次着重指出整合科技创新资源以引领相关产业发展,加快形成新质生产力的重要性。新质生产力以“新”为起点,“质”为关键,落脚于“生产力”,具有高科技、高效能与高质量等特征,是对传统生产力的超越与革新,代表着先进生产力形态,已成为我国高质量发展的核心因素及国际竞争关键。根据韩文龙和张瑞生[1]对新质生产力的测算与发展趋势预测可知,党的十八大以来,我国坚定推动创新驱动发展战略,促进新质生产力快速发展,区域经济正逐步从要素驱动迈向创新驱动。在2012~2022年期间,省级新质生产力指数高速增长,2022年的省级平均水平约为2012年

¹https://theory.gmw.cn/2023-12/06/content_37011534.htm

的 2.5 倍, 且后期增长速度更快, 其中科技指数增长尤为显著, 充分彰显了创新的关键作用。

当今科技革命持续深入, 数字化凭借其技术的革命性等诸多优势, 使数字经济与产业成为新质生产力的重要支撑和载体。全球信息化进程加快, 数字基础设施建设成为各国发展的重点。近年来, “数字中国”等数字化改革战略开展, 其已成培育新质生产力的重要驱动力。从数据看, 信息基础设施方面, 2013~2023 年全国信息传输业投资年均增长 11.7%。2023 年底, 我国 5G 基站数达 337.7 万个, 占比近三分之一, 每万人拥有量达 24 个; 融合基础设施领域, 2023 年工业互联网市场规模达 9849.5 亿元, 平台市场规模增速达 34.7%, 智能交通市场规模增长快。创新基础设施方面, 全国建成多所世界一流超级计算中心, 相关科研机构也随之增多。

数字经济是新质生产力的主要领域, 数字基础设施作为其关键支撑, 对新质生产力发展起着关键的引擎和重要支撑作用。数字基础设施不仅是基础设施, 更是将数字创新技术融合渗透至应用领域的基础。那么, 数字基础设施对新质生产力形成究竟有何作用? 受到哪些因素的影响? 其路径机制怎样? 又该如何通过其建设推进新质生产力的形成和发展? 这些问题的探究及解答, 对于有力有效推进经济高质量发展和建设现代化产业体系具有重要的理论意义和现实意义。

基于此, 本文利用 2012~2022 年中国除西藏自治区外的 30 个省(区、市)面板数据, 构建新质生产力测度体系和数字基础设施指标体系, 运用熵权法测算省级区域新质生产力发展水平和数字基础设施建设水平, 探究数字基础设施对新质生产力发展的赋能作用, 并考察其中的中介机制效应、调节效应和异质性表现, 以期政策制定者、企业管理者以及相关从业者提供理论依据和实践指导, 助力推动数字经济时代新质生产力的快速提升以及经济社会的持续发展和进步。

2. 文献综述和理论假说

2.1. 文献综述

“新质生产力”这一概念进入大众视野后, 学界相关研究成果相继涌现。现有研究多从新质生产力的基本内涵与概念外延出发, 从数字经济[2]、产业升级[3]、国际竞争[4]、区域协调[5]等维度诠释这一概念, 揭示了新质生产力的科学内涵和时代意义。周文和许凌云提出新质生产力代表着一种生产力的跃迁, 是科技创新在其中发挥主导作用的生产力, 尤其是关键性颠覆性技术实现突破的生产力, 具备高效能, 体现高质量, 区别于依靠大量资源投入、高度消耗资源能源的生产力发展方式, 是摆脱了传统增长路径、符合高质量发展要求的生产力, 是数字时代更具融合性、更体现新内涵的生产力[6]。

众多学者的研究聚焦于其经济效应发现数字基础设施在提升城市全要素生产率[7]、城市绿色低碳发展水平[8]、城市经济包容性增长水平[9]、企业劳动力收入份额以及纠正劳动力配置扭曲[10]等方面做出了重要贡献。作为确保数字经济运行与发展的基础[11]和推进经济社会数字化发展的坚实底座[12], 数字基础设施对新质生产力存在着赋能效应。李勇坚和刘宗豪表明数字基础设施是新质生产力的重要支撑[13], 马蓉认为数字基础设施建设是促进经济高质量发展的关键工具[14]。也是实现产业深度转型与升级的重要抓手, 李国柱和李可心则是以“宽带中国”为出发点, 实证探究数字基础设施对于城市新质生产力发展的作用[15], 段钢等构建双重差分模型实证检验数字基础设施对企业新质生产力的推动作用[16]。

通过以上对现有文献的梳理, 了解到目前学界对数字经济这一要素对于提升新质生产力作用的关注, 并基于此展开了大量的研究, 这为本文夯实了理论基础。作为数字经济发展的基石的数字基础设施是新质生产力的重要基础, 其建设可有效助力新质生产力各环节的“超时联结”, 畅通生产环节, 进而实现生产过程的提质增效。然而就现有研究而言, 鲜有基于数字基础设施建设这一视角, 探析其对于新质生产力的影响机理与作用路径的研究。鉴于此, 本文根据除西藏外的 30 个省、自治区、直辖市 2012~2022 年的面板数据, 建立起数字基础设施对新质生产力赋能作用的双重固定效应模型进行实证分析, 并进一

步分析该作用过程的区域异质性以及机制路径。

2.2. 理论假说

2.2.1. 数字基础设施与新质生产力的关系

数字经济是新质生产力形成和发展的重要驱动力,通过智能化、自动化的生产方式,实现了大规模、标准化生产和精准化、个性化服务的统一,加快了新质生产力发展。作为确保数字经济运行与发展的基础[11]和推进经济社会数字化发展的坚实基础[12],数字基础设施对新质生产力同样存在着赋能效应,一个具有竞争力的高度发展且合理的现代化经济体系,需要有与之相匹配的数字化的基础设施提供支撑,数字基础设施不仅是新型基础设施的重要组成部分,同时是数字技术与应用科技相结合的基础,近年来,我国数字基础设施的布局不断完善,促进了产业结构转型升级,推动了战略性新兴产业和未来产业的发展,同时赋能市场优化配置、技术进步与自主创新、提高生产效率等,数字基础设施从各个经济视角推进生产力的跃升。基于此,我们提出第一个假设:

H1: 数字基础设施对新质生产力的形成有正向赋能作用。

2.2.2. 数字基础设施赋能新质生产力形成的中介机制

新型数字基础设施是智慧经济时代发展的物质基础,新型数字基础设施能提升数据处理能力、降低研发成本[17]、加快知识溢出[18],同时可以提升科研人员、资金和设备的配置效率[19],这对创新活动 and 创新能力具有重要意义。科技创新是发展新质生产力的核心要素,其赋能新质生产力发展的动力要素集中体现产业内在发展、价值动力和目标动力等方面[20]。基于此,我们提出第二个假设:

H2: 数字基础设施建设通过区域创新能力赋能新质生产力的形成。

2.2.3. 数字基础设施赋能新质生产力形成的调节机制

区域 GDP 反映地区经济水平,高 GDP 区域能投入更多资金建设数字基础设施,如高速网络和数据中心等,为新质生产力提供坚实基础,增强赋能效果,同时,经济发达地区对新质生产力需求强烈并积极探索应用,使赋能作用充分发挥。而经济落后地区面临困难挑战,区域 GDP 限制可能削弱赋能作用。基于此,我们提出第三个假设:

H3: 区域 GDP 在数字基础设施对新质生产力形成的赋能作用中起调节作用。

3. 研究设计

3.1. 数据来源

基于数据可得性和样本可比性,本研究剔除西藏自治区,选择我国 30 个省级行政区作为样本,设置时间跨度为 2012~2022 年,新质生产力和数字基础设施相关样本数据主要来源于国家统计局、CEIC 中国统计数据库,以及《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国能源统计年鉴》和各省(区、市)历年统计年鉴,区域创新能力相关数据来自《中国区域创新能力评价报告》。由于原始数据存在少量缺失,对缺失数据采用插值法处理。

3.2. 指标体系构建

3.2.1. 新质生产力指标体系

在新质生产力理论中,对于相关要素的衡量指标有明确界定。劳动者维度划分为效率、技能和意识等方面,劳动对象着重于新质产业发展与绿色生态环境,唯有高质量、可持续发展才能推动产业效率提升,劳动资料是发展不可或缺的要素,涵盖物质与无形资料。本文基于“新质生产力实现跃升的三要素”,并借鉴有关研究[21]中所构建的新质生产力指标体系,结合数据的可得性,从劳动者、劳动对象和劳动资

料三个维度构建了 24 个指标构成的新质生产力评价体系，采用熵权法确定各项指标权重，通过计算各指标的方差膨胀因子(VIF)确定各指标间不存在共线性问题。具体如表 1 所示。该指标体系数据来自国家统计局、CEIC 中国统计数据库，以及《中国环境统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》和各省(区、市)历年统计年鉴。补充说明：1) 产业合理化即使用泰尔指数进行衡量；产业高级化用第三产业与第二产业的比值衡量。2) 无形生产资料以及指标下对应的人均专利数量来自国家知识产权官网。

Table 1. Quantitative indicator system of new-quality productive forces
表 1. 新质生产力量化指标体系

目标层	准则层	一级指标	二级指标	三级指标	衡量方式	属性
新质 生产力	劳动者	劳动 生产率	人均产值	人均 GDP	GDP/总人口	正
			人均收入	人均工资	在岗职工平均工资	正
			受教育程度	人均受教育年限	人均受教育平均年限	正
		劳动 者素质	教育支出	教育经费支出	教育支出/财政总支出	正
			人力资本 结构	在校学生结构	大学生人数/人口总数	正
		劳动者 意识	就业意识	第三产业从业 人员比重	第三产业人口/总就业人口	正
			创业意识	创业活跃度	每百人新创企业数	正
			创新意识	创新人力投入	企业 R&D 投入	正
		产业发展	传统产业	产业结构升级	产业合理化	正
					产业高级化	正
			新兴产业	新型战略产业 占比	新型战略产业增加值/GDP	正
			未来产业	机器人安装密度	就业机器人数量/就业总人数	正
		生态环境	绿色生态	绿色资源	森林覆盖率	正
				环境保护力度	环境保护支出/财政总支出	正
			绿色生产	污染物排放	二氧化碳排放/GDP	负
					一般工业固体废物产生量 /GDP	负
				绿色发明成果	绿色专利申请数/专利申请数	正
	劳动 资料	物质 生产资料	新型基础设施	传统基础设施	公路里程	正
					铁路里程	正
				5G 基站	5G 基站	正
					城市轨道交通	正
				城际高铁	城际高铁	正
					光纤长度	正
				人均互联网宽带接入端口数	人均互联网宽带接入端口数	正
					网络运行速度	正
				数字在用设备数量 (总数 - 闲置)	数字在用设备数量	正
					数字在用设备数量 (总数 - 闲置)	正

续表

无形生产 资料	能源消耗水平	能源消耗/GDP	负
	绿色能源消耗水平	能源消费结构低碳化指数	正
	污染防治潜力	废气治理设施处理能力	正
	人均专利数量	专利授权数量/总人口	正
	R&D 投入	R&D 经费投入/GDP	正
	数字经济	数字经济指数	正
	企业数字化	企业数字化水平	正

3.2.2. 数字基础设施指标体系

数字化基建是信息数字化的基础设施，也是繁荣数字经济的基石，兼具稳增长与促创新的双重功能。本文基于对数字基础设施构成理论，并借鉴有关数字基础设施的研究[22]，从数字信息基础设施、数字融合基础设施、数字创新基础设施三个维度构建了由 16 个指标构建的指标体系，采用熵权法确定各指标的权重，并通过方差膨胀因子检验(VIF)确定各指标间不存在共线性，具体如表 2 所示。该指标体系中信息基础设施和融合基础设施数据主要来自《中国统计年鉴》及各省(区、市)历年统计年鉴，创新基础设施数据主要来自《中国科技统计年鉴》等。

Table 2. Quantitative indicator system of digital infrastructure

表 2. 数字基础设施量化指标体系

目标层	准则层	一级指标	衡量方式	属性
数字基础设施	数字信息基础设施	每平方公里光缆线路长度	长途光缆线路长度/省份面积	正
		人均互联网端口	互联网接入端口数/年末人口	正
		每平方公里移动电话基站	移动电话基站数/省份面积	正
		移动互联网普及率	部/百人	正
		互联网接入用户占比	互联网接入用户数/年末常住人口	正
		人均域名数	域名数/年末人口	正
	数字融合基础设施	人均公共电车运营长度	总长度/年末常住人口	正
		人均铁路营业里程	总里程/年末常住人口	正
		人均道路长度	长度/年末常住人口	正
		人均高速公路里程	里程/年末长度人口	正
		电商企业占比	电商企业数/企业总数	正
		信息产业人员占比	信息产业人员/年末常住人口	正
	数字创新基础设施	人均电子商务销售额	电子商务销售额/年末常住人口	正
		人均软件业务收入	软件业务收入/年末常住人口	正
		R&D 人员占比	R&D 人员全时当量/年末常住人口	正
		科学技术支出占比	科技支出/财政总支出	正
		R&D 经费投入强度	R&D 经费投入/财政总支出	正
		人均专利申请数	个数	正

3.3. 变量说明与描述性统计

3.3.1. 变量选取

被解释变量, 即新质生产力。新质生产力具有高科技、高效能与高质量的特征, 其本质是先进生产力, 以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵, 以全要素生产率的大幅提升为核心标志, 特点是创新, 关键在质优[23]。新质生产力被视为一个复杂系统, 它集成了多维度、多层次的要素, 并且这些要素之间存在着错综复杂的相互作用和动态反馈机制, 据此, 结合有关研究[24], 以新质生产力实现跃升的三要素为三个基本维度, 从劳动者、劳动对象和劳动资料三个维度构建了 24 个指标构成的新质生产力评价体系(详见表 1), 以此为基础, 运用熵权法测度新质生产力发展水平。

解释变量, 即数字基础设施, 借鉴已有研究[25], 基础设施作为劳动工具集合, 需要在生产力要素中单独提及, 且在国家和地区现代化进程中作用愈发重要, 而数字基础设施更是新质生产力的关键基础支撑。新质生产力所涉及的新型劳动工具、新型劳动对象等要素, 其作用力、辐射范围、力量传递速度等均离不开数字基础设施的有力支撑。本文基于数字基础设施构成理论, 并参考相关研究, 从数字信息基础设施、数字融合基础设施、数字创新基础设施三个维度构建了包含 16 个指标的指标体系(详见表 2)来对其进行考量。

中介变量, 即区域创新能力。在数字经济体系中, 数字基础设施通过加速知识扩散、提供研发支撑等激发区域创新活力, 区域创新能力随之提升。而这种创新能力又以成果转化、企业创新驱动等路径赋能新质生产力, 三者存在递进关联, 故设定区域创新能力为关键中介变量。数据来源于《中国区域创新能力评价报告》, 从该报告中获得与本研究匹配的 30 个省、市、自治区的相关数据。该报告以五个一级指标构建区域创新能力, 包括知识创造、知识获取、企业创新、创新环境和创新绩效, 并分别赋予五个指标 0.15、0.15、0.25、0.25、0.20 的权重。

调节变量, 即区域生产总值(GDP)。高区域 GDP 水平意味着更完善产业生态、强大人才储备与充足资金流。数字基础设施作用于新质生产力时, 区域 GDP 可凭借其优势强化赋能, 或因市场竞争、资源分配变化等因素弱化赋能, 故而设定区域 GDP 为调节变量。

在设定控制变量的过程中, 我们考虑到新质生产力集成了多维度、多层次的要素, 是一个复杂的系统, 在研究中必须关注其他可能影响结论的干扰性因素。为排除这些因素的干扰而确保研究的可靠性, 结合已有研究[22], 控制如下变量:

1) 进口总额(IMP)和出口总额(EXP), 进出口贸易合作利于促进经济结构优化升级, 技术溢出与引进吸收, 对新质生产力的培育和提升起到了重要的推动作用, 数据来自国家统计局和各省(区、市)历年统计年鉴。

2) 市场发展水平(Mental), 市场发展水平可以通过供需关系调控, 促进创新资源向最有潜力的领域集中, 从而优化资源配置并激发创新活力, 助推新质生产力发展, 数据由樊纲编撰的《中国市场化指数》表示。

3) 金融业增加值(FVA), 金融业的健康增长和有效运作, 不仅提供必要的资金血液, 还通过金融创新和服务优化, 促进产业结构优化升级, 助力新质生产力的发展, 数据来自国家统计局、各省(区、市)历年统计年鉴以及权威数据库。

4) 企业 R&D 全时当量(RD), 高新技术企业投入研发活动资源的增加有利于技术创新以及成果转化, 促进产学研合作, 为新质生产力的快速成长提供了强大动力, 数据来自国家统计局年度数据及各省(区、市)历年统计年鉴。

3.3.2. 描述性统计

本文研究的主要变量的描述性统计如表 3 所示。据表可知, 新质生产力的最大值为 0.675, 最小值为

0.101, 表明我国新质生产力发展存在区域不平衡, 同时揭示其未来发展有较广阔前景。数字基础设施最大值达到 2.624, 最小值仅 0.118, 表明我国各省份数字基础设施建设存在较大差距。

Table 3. Descriptive statistics
表 3. 描述性统计

	变量含义	变量符号	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	新质生产力发展	<i>xz</i>	330	0.252	0.13	0.101	0.675
解释变量	数字基础设施	<i>sj</i>	330	0.559	0.486	0.118	2.624
替代解释变量	信息基础设施	<i>sj1</i>	330	0.189	0.173	0.028	0.818
中介变量	区域创新能力	<i>cx</i>	330	29.038	10.703	15.78	65.49
调节变量	区域 GDP	<i>gdp</i>	330	28738.39	23383.7	1893.54	129118.6
	市场发展水平	<i>mental</i>	330	8.25	1.915	3.359	12.864
	金融业增加值	<i>lnfva</i>	330	7.245	0.941	4.559	9.378
	进口总额	<i>lnimp</i>	330	5.617	1.622	0.576	8.987
	出口总额	<i>lnexp</i>	330	5.392	1.684	0.437	8.513
控制变量	企业 R&D 全时当量	<i>lnrd</i>	330	10.7	1.393	7.054	13.557

4. 实证研究

4.1. 模型构建

4.1.1. 基准回归模型

为充分厘清数字基础设施与新质生产力发展的关系, 构建双向固定效应模型运用逐步回归法进行基本假设验证:

$$xz_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 sj_{it} + \sum_k \alpha_k Controls_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}$$

式中, *xz* 表征新质生产力; 下标 *i* 与 *t* 分别表示省级地名与年份; α_0 、 α_1 代表截距项与解释变量影响系数; *sj* 代表数字基础设施; $\sum_k \beta_k Controls_{kit}$ 是 *k* 个控制变量综合影响; μ_i 、 λ_t 、 ϵ_{it} 依次表征区域固定效应、时间固定效应与随机扰动项。

4.1.2. 中介效应模型

本研究运用 Karlson、Holm 和 Breen (KHB) 方法构建中介效应模型, 深入剖析数字基础设施(*sj*)通过区域创新能力(*cx*)对新质生产力(*xz*)的赋能机制。

KHB 方法在本研究中的应用基于如下模型构建逻辑。首先构建全模型:

$$\ln \frac{Pxz_{it}=1}{1-Pxz_{it}=1} = \beta_0 + \beta_1 sj_{it} + \beta_2 cx_{it} + \beta_3 sj_{it} cx_{it} + \sum_k \beta_k Controls_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}$$

在此模型中, β_1 表示数字基础设施(*sj*)对新质生产力(*xz*)的总效应(包含直接与间接效应), β_2 体现区域创新能力(*cx*)对新质生产力(*xz*)的直接效应, β_3 反映数字基础设施与区域创新能力的交互作用对新质生产力的影响; $\sum_k \beta_k Controls_{kit}$ 是 *k* 个控制变量综合影响; μ_i 、 λ_t 、 ϵ_{it} 依次表征区域固定效应、时间固定效应与随机扰动项。

其次构建嵌套模型, 将区域创新能力(*cx*)从全模型中剔除:

$$\ln \frac{Pxz_{it}=1}{1-Pxz_{it}=1} = \beta_0 + \beta_1' sj_{it} + \sum_k \beta_k' Controls_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}'$$

在此模型中， β_1' 表示数字基础设施(sj)对新质生产力(xz)的直接效应，即排除了区域创新能力(cx)中介作用后的影响。

4.1.3. 调节效应模型

首先回顾基准回归模型：

$$xz_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 sj_{it} + \sum_k \alpha_k Controls_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}$$

其次构建包含调节变量及其交互项的完整模型：

$$xz_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 sj_{it} + \gamma_2 GDP_{it} + \gamma_3 sj_{it} \times GDP_{it} + \sum_k \gamma_k Controls_{kit} + \mu_i + \epsilon_{it}$$

该模型中， γ_0 为截距项，代表所有自变量为 0 时新质生产力的基础水平； γ_1 是数字基础设施对新质生产力的主效应系数，体现其单独变化的直接影响； γ_2 为区域 GDP 的主效应系数； γ_3 是关键调节效应系数，反映区域 GDP 对数字基础设施与新质生产力关系的改变作用，其显著不为 0 则存在调节效应； $\sum_k \gamma_k Controls_{kit}$ 是 k 个控制变量综合影响； μ_i 为个体固定效应，捕捉区域固有差异； ϵ_{it} 是随机误差项，涵盖其他随机影响因素。

4.2. 基准回归

各省数字基础设施对新质生产力发展水平的回归结果如表 4 所示。本研究构建双重固定效应模型进行逐步回归，列(1)表示未加入控制变量时新质生产力水平回归结果，回归系数为 0.037，在 1%的水平上显著。列(2)~列(6)表示在列(1)基础上逐步加入控制变量的回归结果，列(6)表示加入所有控制变量后的最终回归结果，回归系数显著性虽有所下降，但仍保持在 5%的显著性水平上，表明数字基础设施对推动新质生产力发展有强劲的赋能作用，假设 H1 成立。列(6)控制变量中，金融业增加值、进口总额、出口总额、市场发展水平回归系数为正，均通过显著性检验，表明金融业增加值、进口总额、出口总额、市场发展水平均对新质生产力发展起到促进作用，企业 R&D 全时当量系数为负，表明其对区域新质生产力发展有负向的作用，其可能的原因有：企业研发投入强度过大引起资源配置不当、短期利益驱动、创新成果转化效率低、知识溢出不足等问题，会给新质生产力发展带来不利影响。

Table 4. Results of stepwise regression
表 4. 逐步回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
变量	新质生产力	新质生产力	新质生产力	新质生产力	新质生产力	新质生产力
数字基础设施	0.037*** (2.60)	0.036** (2.52)	0.034** (2.44)	0.033** (2.37)	0.033** (2.38)	0.032** (2.33)
企业 R&D 全时当量		-0.002 (-1.19)	-0.002 (-1.46)	-0.003 (-1.48)	-0.003* (-1.67)	-0.003* (-1.66)
金融业增加值			0.059*** (3.85)	0.054*** (3.33)	0.052*** (3.19)	0.040** (2.34)
进口总额				0.006 (1.11)	0.002 (0.30)	0.004 (0.60)

续表

出口总额					0.010	0.008
					(1.36)	(1.09)
市场发展水平						0.007**
						(2.14)
常数项	0.234***	0.257***	-0.127	-0.121	-0.134	-0.105
	(26.08)	(11.94)	(-1.25)	(-1.18)	(-1.31)	(-1.02)
省份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本量	330	330	330	330	330	330
R ²	0.319	0.322	0.355	0.358	0.362	0.373
省份数量	30	30	30	30	30	30

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著，()代表的是 t 值，后文同。

4.3. 内生性检验

为验证结果不存在内生性问题，本研究采用滞后一期回归方法进行检验，见表 5。列(2)表示滞后一期回归结果，得到系数为 0.038，仍在 5%的水平上显著且系数为正，本研究不存在内生性问题。

Table 5. Endogeneity test

表 5. 内生性检验

	(1)	(2)
变量	基准回归	滞后一期
数字基础设施	0.032**	
	(2.33)	
企业 R&D 全时当量	-0.003*	-0.002
	(-1.66)	(-1.42)
金融业增加值	0.040**	0.025
	(2.34)	(1.31)
进口总额	0.004	0.003
	(0.60)	(0.58)
出口总额	0.008	0.009
	(1.09)	(1.18)
市场发展水平	0.007**	0.008**
	(2.14)	(2.33)
滞后一期数字基础设施		0.038***
		(2.86)
常数项	-0.105	-0.033
	(-1.02)	(-0.28)

续表

省份	Yes	Yes
年份	Yes	Yes
样本量	330	300
R ²	0.373	0.410
省份数量	30	30

4.4. 稳健型检验

为验证结果的稳健性，本研究分别采用了替换解释变量和缩尾的方法进行检验，见表 6。列(2)表示用数字基础设施下包括的信息基础设施作为替换解释变量，得到回归系数为 0.079，在 1%的水平上显著且系数为正；列(3)表示采用缩尾方法，将每个变量的最小 1%和最大 1%的值分别替换为 1%分位数和 99%分位数对应的数值，得到回归系数为 0.029，在 5%的水平上显著且系数为正，经检验，假设 H1 依然成立。

Table 6. Robustness test
表 6. 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
变量	基准回归	替换解释变量	缩尾
数字基础设施	0.032** (2.33)		0.029** (2.07)
企业 R&D 全时当量	-0.003* (-1.66)	-0.003 (-1.58)	-0.002 (-1.46)
金融业增加值	0.040** (2.34)	0.049*** (2.86)	0.037** (2.14)
进口总额	0.004 (0.60)	0.004 (0.71)	0.003 (0.52)
出口总额	0.008 (1.09)	0.007 (0.95)	0.007 (0.93)
市场发展水平	0.007** (2.14)	0.006** (2.04)	0.007** (2.33)
信息基础设施		0.079*** (3.61)	
常数项	-0.105 (-1.02)	-0.156 (-1.51)	-0.084 (-0.83)
省份	Yes	Yes	Yes
年份	Yes	Yes	Yes
样本量	330	330	330
R ²	0.373	0.389	0.366
省份数量	30	30	30

4.5. 异质性分析

根据我国三大经济带分区划分依据，将我国 30 个省(区、市)划分为东、中、西三大区域，探究区域性数字基础设施建设水平对新质生产力发展水平赋能作用的差异。如表 7 所示，数字基础设施建设发展对新质生产力发展水平赋能作用的回归系数依次为 0.052、0.333 和-0.004，只有东、中部地区通过显著性检验，分别在 10%和 1%的显著性水平上显著，说明东部、中部地区赋能作用更为显著，而西部赋能作用影响极小，表明数字基础设施建设对新质生产力发展水平的赋能作用具有明显的地理差异性。

Table 7. Heterogeneity test

表 7. 异质性分析

变量	(1) 东部新质生产力	(2) 中部新质生产力	(3) 西部新质生产力
数字基础设施	0.052* (1.83)	0.333*** (6.11)	-0.004 (-0.17)
企业 R&D 全时当量	-0.004 (-1.23)	-0.001 (-0.67)	-0.015*** (-2.97)
金融业增加值	0.071 (1.30)	-0.004 (-0.31)	0.030 (0.74)
进口总额	0.020 (0.82)	-0.007 (-1.24)	0.008 (0.98)
出口总额	-0.003 (-0.15)	0.016* (1.71)	0.003 (0.26)
市场发展水平	0.001 (0.11)	0.001 (0.34)	-0.007 (-1.13)
常数项	-0.249 (-0.64)	0.068 (0.97)	0.143 (0.60)
省份	Yes	Yes	Yes
年份	Yes	Yes	Yes
样本量	121	99	99
R ²	0.525	0.810	0.290
省份数量	12	9	9

5. 机制检验

5.1. 中介效应检验

数字基础设施对新质生产力的赋能作用中，区域创新能力的中介效应检验结果如表 8 所示：

直接效应为 0.0856，间接效应为 0.0564，总效应是 0.142，均在 1%的水平上显著。总效应除以间接效应的结果为 2.518，间接效应在总效应中的占比达到 39.7。间接效应在总效应中占据了较高的比例，表明区域创新能力在数字基础设施对新质生产力的赋能作用的中介作用显著，验证假设 H2 成立。

Table 8. Mediation effect test
表 8. 中介效应检验

影响效应	新质生产力
总效应	0.142*** (11.01)
直接效应	0.0856*** (6.39)
间接效应	0.0564*** (6.11)
总效应/间接效应	2.518
间接效应在总效应中的占比(%)	39.7

5.2. 中介效应检验

数字基础设施对新质生产力的赋能作用中，区域 GDP 的调节效应检验结果如表 9 所示：
由表列(2)中交互项系数可知，区域 GDP 与数字基础设施的交互项对新质生产力影响系数为 -0.00000237，在 1%水平上显著，即区域 GDOP 与数字基础设施的协同作用可能会对新质生产力的发展产生抑制效应，假设 H3 成立。
对于区域 GDP 带来的抑制性调节效应，可能与资源分配的挤出效应、技术应用与产业结构的错配以及人才流动与技能错配等存在关联。

Table 9. Moderating effect test
表 9. 调节效应检验

变量	(1)	(2)
	新质生产力	新质生产力
数字基础设施	0.0452** (0.0159)	0.0855*** (0.0168)
区域 GDP		0.00000171*** (0.000000330)
交互项		-0.00000237*** (0.000000422)
常数项	0.226*** (0.00903)	0.200*** (0.0114)

6. 结论与建议

6.1. 结论

本研究基于 2012~2022 年中国除去西藏自治区之外的 30 个省(区、市)面板数据，以“劳动者、劳动对象、劳动资料”三个维度构建新质生产力测度体系，以“信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施”三个维度构建数字基础设施指标体系，构建双重固定效应模型进行实证回归。实证结果表明：1) 数

字基础设施建设对新质生产力发展水平具有显著的正向赋能作用, 该结果在经过内生性检验与稳健性检验后依然成立。2) 在稳健型检验中发现, 信息基础设施作为数字基础设施的一个重要部分对新质生产力的赋能作用更加显著。3) 数字基础设施建设对新质生产力发展的赋能作用呈现“中部 > 东部 > 西部”的差异格局, 且中部和东部数字基础设施建设对新质生产力的发展有显著促进作用, 而西部地区的赋能效果并不显著。4) 区域创新能力在数字基础设施对新质生产力的赋能作用中的中介效应显著。5) 区域 GDP 与数字基础设施的协同作用可能会对新质生产力的发展产生抑制性调节效应。

6.2. 建议

6.2.1. 推进数字基础设施建设以赋能发展新质生产力

加快形成新质生产力, 要求创新环境更加宽松, 政策支持更加充分, 法律保障更加有力。为此需要完善数字基础设施并充分发挥其正向赋能作用, 深化科技创新体制改革, 优化创新环境。

首先要加大投资力度。各级政府在日常财政预算中设立数字基础设施建设专项资金。分别细化规定东、中、西部地区投资金额下限, 确保资金专款专用并建立审计监督机制。鼓励地方政府发行专项债券, 债券额度依当地财政与项目需求确定, 经严格审批并公开信息接受监督。这有助于稳定资金来源, 推动高速宽带网络、5G/6G 通信基站、数据中心等项目建设。但短期内财政压力增大, 若资金管理不善或财政收入波动, 可能导致项目延迟或质量问题, 也存在债券违约风险。长期来看, 完善的数字基础设施将提升各行业效率, 带动产业升级与经济增长, 推动 GDP 增长和就业岗位的增加。

第二, 优化数字资源配置。建立国家级数字资源管理平台与省级分中心, 制定统一数据标准和接口规范, 促进数据流通共享。设立数据安全监管机构, 对违规行为严厉处罚。如违规泄露数据, 对企业或个人处以罚款并追究法律责任。此举可提升数据要素配置效率, 但建设与运营成本高, 且仍需要加强控制数据泄露风险, 一旦风险发生将损害企业和个人利益, 降低政府公信力。

第三, 加强数字技能培训。教育部门将数字技能课程纳入各级学校教育体系, 大学与企业合作开展实践教学, 规定高校与企业合作的数量指标。人力资源和社会保障部门联合各方开展在职人员培训, 推动缩小数字鸿沟, 为产业提供数字人才, 但教育体系调整需投入大量人力、物力, 培训效果可能因课程设置与实际需求脱节而受影响, 需要重点关注课程与实践的衔接。

第四, 推动产业数字化转型。工业和信息化部门制定行业数字化转型指南与标准, 如制造业的生产自动化、供应链数字化管理标准等。设立专项资金, 以项目补贴、贷款贴息等方式支持传统企业转型, 企业需提交计划与效益评估报告, 审核通过后按进度拨付资金。有助于传统产业升级, 但需要关注企业转型意愿与能力参差不齐, 可能导致资金使用效率不高, 部分企业转型失败。

6.2.2. 注重信息基础设施建设对推动新质生产力的引领赋能作用

推进信息基础设施建设是一个系统工程, 涉及规划、投资、技术创新、政策支持等多个方面。

首先要加强规划与顶层设计。国家制定和完善信息基础设施建设规划, 省级政府依此结合本地实际制定详细规划, 确定重点项目与进度, 并建立跨部门协调领导小组统筹重大问题。东部沿海地区侧重超大型数据中心与云计算平台建设, 中西部地区注重 5G 网络与光纤宽带延伸。规划制定与协调需投入人力、物力与时间成本, 若规划不合理或衔接不畅, 可能导致资源浪费与布局失衡。

第二, 推动网络部署与升级。通信运营商需进一步制定 5G 网络建设年度计划, 在城市地区大力推进 5G 基站建设, 以实现较高的覆盖密度, 农村则优先在乡镇即人口聚集村落开展 5G 基站建设工作并逐步实现“村村通 5G”的目标, 共享网络技术发展机遇。政府要全力支持网络建设进程, 提供相关补贴和优惠政策, 同时加大对光纤网络升级改造的投入, 地方各级政府设立专项资金支持老旧小区和农村偏远地

区的网络改造项目。网络部署升级成本高昂且技术更新快, 需要持续投入大量资源维持网络的先进性与竞争力。

第三, 促进数据中心和云计算发展。各算力枢纽节点地区制定数据中心和云计算发展专项规划, 明确建设规模与服务定位。出台扶持政策, 对绿色节能数据中心减免企业所得税, 新建项目优先供地并减免土地出让金, 实行峰谷电价优惠。该举措可推动数据中心和云计算产业发展, 但可能因过度建设导致产能过剩, 且政策优惠减少短期财政收入。

第四, 推动跨行业融合应用。科技部门设立融合应用项目专项基金, 每年资助一批项目, 项目申报需提交可行性报告等审核。建立跨行业融合应用创新平台, 由高校、科研机构和企业参与开展研发、标准制定与人才培养。项目实施面临技术复杂、标准不统一等问题, 可能导致周期长、难度大甚至失败, 且投资回报周期长, 受市场需求与技术更新影响大, 企业面临投资亏损风险。

6.2.3. 注重推进数字基础设施的区域协调发展

在推动数字基础设施建设过程中, 政府应注重区域协调发展。

东部地区经济与科技资源雄厚, 应强化数字基础设施高端化、智能化建设。需加大对人工智能、量子计算等前沿数字科技设施投入, 鼓励企业积极开展数字创新项目, 同时放宽数字领域市场准入, 吸引全球顶尖数字企业 and 创新人才集聚。高端设施建设和人才吸引需要高额投入, 但会带来引领技术潮流、提升全球产业链地位、带动产业升级与经济增长等显著效益, 同时需要注重应对国际竞争压力和技术封锁以及人才流失的风险。

中部地区数字基础设施建设已有一定基础且创新能力逐步提升, 应注重区域协同创新与产业融合发展。政府可推动建立区域数字产业联盟并设立专项资金, 促进企业间的数据共享、技术合作与产业链协同。能够提升中部地区数字产业的整体竞争力, 加速产业数字化转型, 形成具有中部特色的数字产业集群, 在全国数字经济格局中占据重要地位。

西部地区数字基础建设相对薄弱, 在政策上应加大中央财政转移支付力度, 保障数字基建建设投入, 提升数据中心基础算力, 同时加强东西部对口帮扶合作, 推动缩小数字鸿沟、促进本地数字产业基础的培育和带动就业与经济增长, 但也要关注本地人才、资源与引入产业的协调与匹配。

6.2.4. 强化区域创新能力中介效应, 助力数字基础设施赋能新质生产力

政府应重视区域创新能力的提升, 这是强化数字基础设施赋能新质生产力的关键。

首先, 强化科研创新投入。各级政府设立鼓励区域数字创新的科研专项资金, 东部地区投入力度较大规模资金、中部地区投入适度规模资金、西部地区依据自身情况投入相应资金, 用于扶持数字基础设施相关科研项目, 项目资助需经专家严谨评审确定。鼓励企业加大研发投入, 对超出上一年度 10% 的部分给予企业所得税加计扣除优惠政策。加大科研专项资金投入, 会使财政面临一定压力, 且项目成果转化存在诸多不确定性。若成果转化成功, 则能够有力推动数字技术创新进程, 显著提升数字基础设施性能。

第二, 注重创新人才的培育引进。教育部门需合理调整高等教育专业设置, 扩增数字创新专业招生规模并强化实践教学环节, 确保学生毕业前实习达到一定时长。地方政府制定完善人才引进政策, 为高层次人才提供住房补贴、科研启动资金并妥善解决子女教育问题, 同时搭建人才服务平台。人才引进工作成本较高, 且人才可能受地区发展环境等多种因素影响而出现流失现象, 需要加强保证人才顺利且稳定引进的工作, 为区域发展提供智力支撑, 有力带动产业创新与经济发展。

第三, 健全知识产权保护制度。立法部门完善相关法律法规, 加大侵权处罚力度, 对侵权所得予以高额倍数罚款并依法追究刑事责任。建立由专家、法律人士与行业代表共同组成的纠纷调解仲裁机构,

为知识产权纠纷提供多元解决途径。立法与执法过程需投入较高成本,但此举可切实保护创新者权益,有效激励创新行为,营造优良创新生态环境,促进区域创新能力提升与新质生产力发展。

6.2.5. 优化区域资源配置,破解数字基础设施与区域 GDP 的协同抑制难题

为破解数字基础设施与区域 GDP 的协同抑制难题,实现区域经济可持续发展,需要不断推进区域资源优化配置。

首先,加强科学规划并精准投入。组织跨部门专家团队,参考区域产业实情及发展预期,利用大数据和实地调研制定数字基建专项规划,锁定关键领域,如优先布局 5G 基站、升级数据中心算力等,确保资源集中高效利用。同时成立监督小组,定期核查项目进度与资源流向,及时纠正偏差,防止资源错配与闲置,保障建设按规划高效推进。

第二,激励企业数字化转型。推出数字化转型扶持政策,对购置设备企业给予投资抵免,提供低息专项贷款助力智能化改造,缓解资金压力;搭建免费服务平台,提供技术与方案指导,加速企业转型进程,提升生产效率,增强产业竞争力,避免转型滞后被市场淘汰。

第三,强化数字基础设施建设监管。组建数字基建质量管控联合执法队,依新质生产力标准制定监管清单,全流程监督工程,保证建设合规;引入物联网监测系统,实时预警故障,降低运维成本,预防因基建质量或故障阻碍产业发展。

第四,建立动态评估机制提高灵活性。委托独立第三方机构,每半年量化评估基建成效,围绕产业、经济、民生构建指标体系,依结果灵活调配资源,调整建设重点;建立快速响应机制,及时研讨并修订策略,确保政策贴合发展需求。

第五,注重创新引领以突破各项瓶颈。政府设数字创新基金,吸引社会资本参与,以多种投资模式支持关键技术创新项目;搭建交流平台,促进产学研对接,打破创新要素流通障碍,激发区域创新潜能,防止产业低端锁定,推动经济高质量发展。

实施中要关注经济波动、技术更新及政策衔接,建立风险预警,灵活优化,平衡效益与风险。

参考文献

- [1] 韩文龙, 张瑞生. 新质生产力的发展水平测算与发展趋势分析[J]. 中国财政, 2024(10): 18-21.
- [2] 蒋冠宏. 中国产业政策的均衡效应分析——基于政府补贴的视角[J]. 中国工业经济, 2022(6): 98-116.
- [3] 洪银兴. 发展新质生产力建设现代化产业体系[J]. 当代经济研究, 2024(2): 7-9.
- [4] 柳学信, 曹成梓, 孔晓旭. 大国竞争背景下新质生产力形成的理论逻辑与实现路径[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2024, 30(1): 145-155.
- [5] 蒋晟, 贺灿飞, 李志斌. 以加快形成新质生产力推动区域协调发展理论逻辑与实现进路[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2024, 52(2): 5-14.
- [6] 周文, 许凌云. 论新质生产力: 内涵特征与重要着力点[J]. 改革, 2023(10): 1-13.
- [7] 刘传明, 马青山. 网络基础设施建设对全要素生产率增长的影响研究——基于“宽带中国”试点政策的准自然实验[J]. 中国人口科学, 2020(3): 75-88+127.
- [8] 陈波, 徐焕歌, 倪晨旭. 新型基础设施建设与城市绿色低碳发展——基于“宽带中国”战略的经验证据[J]. 兰州学刊, 2023(4): 31-47.
- [9] 邓荣荣, 吴云峰. 有福同享: 城市数字基础设施建设与经济包容性增长[J]. 上海财经大学学报, 2023, 25(1): 3-18.
- [10] 胡浩然, 宋颜群. 网络基础设施建设与劳动收入份额——基于“宽带中国”战略的证据[J]. 上海财经大学学报, 2023, 25(1): 19-33.
- [11] 许宪春, 张美慧. 中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角[J]. 中国工业经济, 2020(5): 23-41.
- [12] 牟春波. 夯实经济社会数字化发展底座——《“十四五”信息通信行业发展规划》新型数字基础设施篇章解读[J].

- 中国电信业, 2021(12): 16-19.
- [13] 李勇坚, 刘宗豪. 以数字基础设施释放新质生产力新动能[J]. 群言, 2024(5): 13-16.
- [14] 马荣. 新质生产力视角下新型数字基础设施建设对经济高质量发展的影响研究[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2024, 54(3): 48-61.
- [15] 李国柱, 李可心. 数字基础设施建设与城市新质生产力——基于“宽带中国”战略试点政策的准自然实验[J]. 统计与管理, 2024, 39(7): 16-24.
- [16] 段钢, 刘贤铤, 黄悦. 数字基础设施建设如何影响企业新质生产力发展[J]. 金融与经济, 2024(11): 36-48.
- [17] Porter, E. and Heppelmann, J.E. (2014) How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, **92**, 141-164.
- [18] 裴长洪, 倪江飞, 李越. 数字经济的政治经济学分析[J]. 财贸经济, 2018, 39(9): 5-22.
- [19] 荆文君, 孙宝文. 数字经济促进经济高质量发展: 一个理论分析框架[J]. 经济学家, 2019(2): 66-73.
- [20] 孙宾. 科技创新赋能新质生产力: 逻辑、动力与路径[J]. 科学与管理, 2024(1): 1-16.
- [21] 王珏, 王荣基. 新质生产力: 指标构建与时空演进[J]. 西安财经大学学报, 2024, 37(1): 31-47.
- [22] 伍先福, 黄骁, 钟鹏. 新型基础设施建设与战略性新兴产业耦合协调发展测度及其耦合机制[J]. 地理科学, 2021, 41(11): 1969-1979.
- [23] 盛朝迅. 新质生产力的形成条件与培育路径[J]. 经济纵横, 2024(2): 31-40.
- [24] 吴文生, 荣义, 吴华清. 数字经济赋能新质生产力发展——基于长三角城市群的研究[J]. 金融与经济, 2024(4): 15-27.
- [25] 黄群慧, 盛方富. 新质生产力系统: 要素特质、结构承载与功能取向[J]. 改革, 2024(2): 15-24.