资源科学
第47卷 第10期 2025年10月 2025,47(10):2130-2144
Resources Science
Vol.47,No.10 Oct.,2025

引用格式:谢会强, 朱雪峰. 空间视角下数字基础设施对中国城乡融合发展的影响[J]. 资源科学, 2025, 47(10): 2130-2144. [Xie H Q, Zhu X F. Impact of digital infrastructure on urban-rural integration development in China from a spatial perspective[J]. Resources Science, 2025, 47(10): 2130-2144.] DOI: 10.18402/resci.2025.10.04

空间视角下数字基础设施对中国城乡融合发展的影响

谢会强,朱雪峰

(贵州大学经济学院,贵阳 550025)

摘 要:【目的】数字基础设施是畅通城乡要素流动、跨越城乡数字鸿沟的重要支撑,评估其对城乡融合的影响是科学施政的前提。**【方法】**通过测算2010—2021年中国263个城市数字基础设施指数和城乡融合发展水平,采用空间计量模型探究了数字基础设施建设对城乡融合发展的空间效应及内在作用机制。**【结果】**①数字基础设施建设不仅促进了区域内城乡融合发展,还对邻近区域的城乡融合发展产生了明显的正向空间溢出效应,该结论在进行稳健性检验和内生性处理后依然成立。②机制分析表明,数字基础设施建设通过共享赋能效应和要素优化配置效应促进城乡融合发展。③空间分位数回归发现,城乡融合发展具有显著的空间联动效应,但随着分位点的提升,城乡融合发展的空间正外部性逐渐减弱;数字基础设施建设对城乡融合发展的促进效应随着分位点的提升逐渐增加。④数字基础设施建设对城乡融合发展的影响呈现东部、中部、西部和东北地区依次递减的趋势。**【结论】**数字基础设施建设能够显著促进城乡融合发展。因此,在空间治理层面,应强化数字枢纽与网络节点布局,推动多元主体共建共享,构建跨区域协同合作机制;在制度治理层面,应完善资源共享与差异化发展机制,促进数据、资本与人才等要素双向流动,着力缩小区域性差距并充分发挥数字基础设施的协同与带动能力。

关键词:数字基础设施;城乡融合;信息鸿沟;空间分位数模型;空间溢出效应

DOI: 10.18402/resci.2025.10.04

1 引言

城乡融合发展是破除城乡二元结构、构建新型城乡关系、解决城乡发展不均衡问题的必由之路。党的二十届三中全会明确指出“城乡融合发展是中国式现代化的必然要求”。推进以城乡生产要素双向流动与资源有效配置为核心的城乡融合发展,已成为破解农业农村发展不充分、城乡发展不平衡和促进城乡共荣的关键抓手[1]。然而,在实践中“以城市为中心,以增长为导向”的发展模式并未发生根本性变化,农村人才、资本等要素大量流向城市、城乡融合发展水平提升相对缓慢等问题依旧突出[2,3]。因此,探寻城乡融合发展新路径、激发城乡融合发展新动能,已成为当前我国经济社会发展亟待解决的重大现实问题。

近年来,随着数字技术的广泛应用,数字经济已成为驱动中国经济增长的新引擎,为破除城乡二元结构壁垒、促进城乡融合发展提供了新的机遇和动力[4,5]。作为数字经济发展的关键支撑,数字基础设施建设能否有效推动城乡融合发展?若能,其影响机制和传导路径是什么?同时,数字基础设施特有的跨时空数据传输能力,有助于打破地理空间限制,促进区域经济的协调发展与融合[6,7]。那么,数字基础设施建设对城乡融合发展的影响是否也存在空间溢出效应?不同区域和发展阶段的空间溢出效应是否存在显著差异?准确回答这些问题有助于厘清空间视角下数字基础设施建设赋能城乡

收稿日期:2024-08-19;**修订日期:**2024-11-11

基金项目:贵州省哲学社会科学规划课题(23GZYB115)

作者简介:谢会强,男,湖北襄阳人,副教授,研究方向为数字经济与区域经济。**E-mail:** xiehuiqiangcqu@163.com

通讯作者:朱雪峰,男,贵州盘州人,硕士研究生,研究方向为数字经济与农业经济。**E-mail:** zxf010815@163.com

中国知网 https://www.cnki.net

融合发展的机理,对我国加快推进城乡融合发展进程,进而实现全体人民共同富裕具有指导意义。

长期以来,我国城乡二元结构导致的市场分割,阻碍了城乡融合[2,8]。在数字经济时代,数字基础设施作为数字经济蓬勃发展的底座,直接影响着城乡关系的发展。已有研究认为,数字基础设施建设具有技术创新效应、结构优化效应和经济增长效应[5]。数字基础设施建设能够通过数字信息平台创新提升土地绿色利用效率及城市绿色全要素生产率[9,10],依托自动化技术创新提高工业自动化水平[11,12]。同时,逐步完善的数字基础设施能够凭借技术平台及信息资源优势,利用互联网平台强化产业关联性,促进产业集群化发展,驱动产业链供应链现代化,推动现代产业体系的建设[13]。此外,数字基础设施建设还能够推动资本和劳动力在地区之间自由流动,提升要素配置效率,进而推动经济实现高质量发展[14,15]。

然而,数字基础设施建设能否促进区域协调发展仍然存在分歧,且分歧点主要集中在数字鸿沟能否被弥合。一类观点认为,数字鸿沟难以弥合,此类观点将数字基础设施建设视为一种投资,即经济发展水平较高的地区能够强化数字基础设施建设,而经济发展水平较为落后的地区数字基础设施建设长期处于滞后状态。因此,区域之间会出现"马太效应",导致"强者愈强,弱者愈弱"[16-18]。另一类观点认为,后发区域具有"后发优势"及"动态成长"特征,具有"追赶效应",通过降低模仿成本、提高吸收能力等途径使后发地区在数字基础设施建设过程中产生"机会窗口",为后发地区突破技术壁垒进而实现赶超提供机会,从而弥合数字鸿沟,推动区域协调发展[19,20]。需要指出的是,上述两类观点实际上都将数字鸿沟等同于一级数字鸿沟①,即数字基础设施的物理供给差异。换言之,两类观点都局限于数字基础设施差异层面,未能触及与信息获取和利用相关的二级数字鸿沟[21]。本文认为,数字基础设施不仅是物理层面的投入,更是数字技术扩散的基础支撑,其能够增强欠发达地区个人和企业的信息获取和利用能力,推动知识、技术等信息的传播并产生涓滴效应,从而渗透至经济运行的全过程和多领域,在更大范围内抑制数字鸿沟的扩大并推动区域协调发展[22]。

作为区域协调发展的关键,城乡融合在改善城乡关系,缓解区域发展不平衡、不充分方面作用显著。从本质上,城乡融合是以城乡要素双向流动、资源共享为基础,实现人口、空间、经济和社会等多维度的协调共生[23,24]。尽管已有研究捕捉到城乡融合的多维特征[25,26],并一致认为资源错配是城乡融合发展受阻的主要因素[27,28],也有部分学者关注到数字基础设施建设对城乡融合的影响[25],但目前仍缺乏从消弭数字信息鸿沟这一视角探讨数字基础设施建设对城乡融合发展的影响。此外,已有研究发现,数字基础设施不仅能突破传统交易市场的空间限制,弱化地理因素的影响,还能通过网络外溢效应,推动要素突破空间堵点[29,30]。然而,现有研究忽视了数字基础设施建设对城乡融合影响的空间效应,且缺乏对不同城乡融合水平下数字基础设施建设作用的考量,极有可能导致研究结果出现偏误。

基于此,本文从消弭数字信息鸿沟视角探讨了数字基础设施建设对城乡融合发展的影响及其作用机制,并考察了数字基础设施建设对城乡融合发展的空间溢出效应。与以往文献相比,本文边际贡献在于:①识别并检验了数字基础设施建设对城乡融合发展的影响,基于共享赋能效应和要素优化配置效应详细探讨了数字基础设施建设促进城乡融合发展的作用机制,拓展了数字基础设施建设赋能城乡融合发展的理论研究。②将数字基础设施建设与城乡融合的空间相关性及其溢出效应纳入分析框架,从空间视角补充阐释了区域间数字基础设施建设与城乡融合发展的互动机理。③运用空间分位数模型和分组回归模型,剖析了不同数字基础设施和城乡融合发展水平下,空间溢出效应的差异化影响。

2 理论分析与研究假设

2.1 数字基础设施建设对城乡融合发展的影响

数字基础设施不仅包括促进互联互通的新一

① 数字鸿沟可以分为两种:一级数字鸿沟指信息的可接入性,主要以数字基础设施供给差异衡量;二级数字鸿沟指对互联网信息的鉴别、利用和加工能力。

中国知网 https://www.cnki.net http://www.resci.cn

代信息通信技术、实现群体互动的数字平台，还涉及推动业态创新的数字科技。本文以数字基础设施的3个特性为切入点，探究数字基础设施建设对城乡融合发展的直接影响。具体如下：首先，信息通信技术对城乡融合的影响。信息通信技术的普及增加了网络使用的便捷性和有效性，拓宽了信息传播渠道，缩小了人们交流学习的空间距离，提升了人口流动的可能性[31]。同时，信息通信技术加速了城乡之间信息的聚合和“跨时空”传播，能够缓解因行政边界所导致的边界效应，减轻地理位置引起的城乡分割，削弱区域屏蔽效应[6]。信息通信技术的连通性促进了智能公共交通的普及与交通信息的实时传递，能够帮助城乡居民科学规划出行路线，优化城乡交通资源配置，增强城乡之间的可达性与互动性，从而助力城乡融合发展。其次，数字平台对城乡融合的影响。数字基础设施在深化数字技术应用场景的同时，能够凭借技术平台优势，打破地域限制，共享发展资源。数字交易平台、数据中心等信息服务基础设施通过对信息进行精准筛选，能够提高供需匹配效率，这不仅能推动城乡产业之间实现跨界融合，还有助于强化城乡产业关联性，促进城乡经济融合[32]。此外，通过数字平台构建的智慧政府、智慧医疗和智慧交通等数字服务体系，有助于缓解城乡公共服务质量的不均衡，促进城乡社会的融合。最后，数字科技对城乡融合的影响。数字科技是提高社会生产效率的有效手段，能够推动发展成果惠及城乡全体人民。依托大数据、云计算等数字科技，能够有效评估生产过程中不同环节的附加值，从而及时调整生产环节专业化投入，切实提高城乡整体生产效率与居民收入水平，最终形成规模效应和技术扩散效应。另外，数字科技的应用推动了跨区域协作与数据共享，不仅提升了经济调节、社会治理和公共服务的科学性，也为城乡融合发展提供了支撑。基于此，提出如下假设：

H1：数字基础设施建设能促进城乡融合发展。

2.2 数字基础设施建设对城乡融合发展的空间溢出效应

数字基础设施能够突破地理空间的限制，通过技术扩散、网络协同及示范带动等途径产生溢出效应[32]。首先，数字基础设施建设可通过技术扩散效应推动知识传播和技术创新成果溢出，不仅能将优质技术资源从城市地区外溢至邻近乡村，还能促进优质技术资源在城市间传播，促进城乡间和城市间形成空间联动，进而推动城乡协调发展。其次，数字基础设施建设能够打通节点与节点、节点与域面以及域面与域面之间的连接，促进网络效应和规模效应的形成，在“梅特卡夫法则”的影响下，数字基础设施可促使网络价值呈指数级增长，推动要素突破空间堵点，从而进一步发挥数字基础设施的网络协同效应，推动区域内及区域间城乡融合发展，提升整体城乡融合水平[29]。最后，当数字基础设施建设成功促进城乡融合发展时，该区域往往会对邻近区域产生示范效应和引领效应，邻近地区能够通过知识共享、合作互动等方式吸收成功经验，这将有效提升周围区域的城乡融合水平。因此，数字基础设施不仅能促进本区域的城乡融合，还会对周围区域的城乡融合产生促进作用。基于此，提出如下假设：

H2：数字基础设施建设对城乡融合发展具有显著的空间溢出效应。

2.3 数字基础设施建设对城乡融合发展的影响机制

2.3.1 共享赋能效应

数字基础设施有助于消弭城乡信息鸿沟，降低信息搜寻成本和沟通成本，促进信息流通共享，从而产生共享赋能效应[15]。首先，数字基础设施建设拓宽了信息传播渠道，增加了城乡互动的可能性，通过知识、信息和数据等的共享，充分释放了数字技术的普惠效应，加快弥合城乡信息鸿沟，有利于实现包容性增长[33]。其次，数字基础设施的使用成本较低且技能要求不高。即使身处偏远地区的经济主体也可以借助数字基础设施有效获取所需信息，且互联网及信息技术的使用能够扩大信息的搜寻范围，降低信息的搜寻成本，推动数字消费、共享经济等新业态向农村普及，有利于加强城乡经济交流，促进城乡融合[25,29]。另外，数字基础设施具有“超时空”特征，有助于缩短城乡之间的“时空距离”，促进城乡信息即时共享，从而为资源的双向流动提供契机和渠道，能够使城乡之间技术及数据等生产要素的双向流动实时化、便捷化，进而有效解决城乡、区域之间的信息不对称和信息流动障碍，推动城乡融合发展[25]。基于此，提出如下假设：

http://www.resci.net
中国知网 https://www.cnki.net

H3:数字基础设施建设通过共享赋能效应促进城乡融合发展。

2.3.2 *要素优化配置效应*

数字基础设施建设通过优化城乡劳动力配置促进城乡融合发展。一方面,数字基础设施建设改善了信息传递与岗位匹配机制,使就业摩擦成本得以降低,有利于缓解城乡劳动力错配;另一方面,数字基础设施建设通过劳动力转移效应促进劳动力跨区域流动,并以信息化与数字化手段提升了城乡居民尤其是农村劳动力的信息获取、知识更新与数字技能应用能力,从而推动人力资本的质量提升与结构优化,使城乡居民共享数字红利的能力不断增强[34]。

除此之外,数字基础设施建设还能够通过提高资本利用效率促进城乡融合。首先,数字基础设施的广覆盖以及使用设备的低门槛有利于缩小城乡间数字接入鸿沟,从而推动金融知识和服务的广泛传播,使数字普惠金融服务不断向乡村延伸,缓解城乡间资本配置失衡问题。其次,数字基础设施为数字技术的广泛应用提供了关键支撑,促进资本在城乡间自由流动,丰富了乡村经济主体获取资本的途径,降低了资本的使用成本,从而提高了乡村资本的配置效率。最后,数字基础设施有助于创建更加公开和透明的市场环境,从而优化城乡资本配置。基于此,提出如下假设:

H4:数字基础设施建设通过要素优化配置效应促进城乡融合发展。

3 模型构建与变量选取

3.1 模型构建

根据理论分析,数字基础设施建设具有空间溢出效应,而普通最小二乘法回归模型无法处理空间相关性。因此,本文采用Elhorst[35]提出的空间计量模型来研究数字基础设施建设对城乡融合的影响。空间自回归模型(Spatial Autoregressive Model, SAR)通过引入被解释变量的空间滞后项来捕捉空间依赖性;空间误差模型(Spatial Error Model, SEM)通过引入误差项的空间滞后来处理误差的空间相关性;空间杜宾模型(Spatial Durbin Model, SDM)则同时纳入空间依赖性和空间相关性。因此,首先建立基准面板回归模型如下:

$$Urb_{it}=\alpha_0+\alpha_1 Dig_{it}+\beta Control_{it}+\sigma_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中:i、t分别为样本所在区域和相应年份;Urb_{it}为被解释变量城乡融合发展水平;Dig_{it}为解释变量数字基础设施;$Control_{it}$为一系列控制变量;σ_i、γ_t、ε_{it}依次为个体效应、时间效应和随机扰动项;α_0为常数项;α_1和β为相应变量的估计系数。

当考察的空间单元之间没有相互影响,仅存在单向的空间相关性时,应选择SAR模型:

$$Urb_{it}=\alpha_0+\delta \boldsymbol{W} Urb_{it}+\alpha_1 Dig_{it}+\beta Control_{it}+\sigma_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中:$\boldsymbol{W}$为空间权重矩阵;δ为空间自相关系数。

如果所考察的空间效应通过误差项来体现,则转化为SEM模型:

$$Urb_{it}=\alpha_0+\alpha_1 Dig_{it}+\beta Control_{it}+\sigma_i+\gamma_t+\mu_{it} \quad (3)$$

$$\mu_{it}=\rho \boldsymbol{W}\mu_{it}+\varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中:μ_{it}为SEM模型的随机误差项;ρ为空间滞后项系数。

SAR模型和SEM模型分别考虑了被解释变量和随机误差项的空间自相关,但二者均忽略了自变量之间的空间自相关性。因此,在SAR模型中添加解释变量的空间滞后项,就形成了SDM模型:

$$Urb_{it}=\alpha_0+\delta \boldsymbol{W} Urb_{it}+\alpha_1 Dig_{it}+\beta Control_{it}+\varphi_1 \boldsymbol{W} Dig_{it}+\varphi_2 \boldsymbol{W} Control_{it}+\sigma_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (5)$$

式中:φ_1和φ_2为空间视角下数字基础设施和相关控制变量的估计系数。

为检验数字基础设施建设能否通过共享赋能效应和促进要素优化配置推动城乡融合发展,参考江艇[36]、李琛等[37]的做法,构建涵盖空间效应的中介效应模型,具体公式为:

$$M_{it}=\eta_0 \boldsymbol{W} M_{it}+\eta_1 Dig_{it}+\eta_2 \boldsymbol{W} Dig_{it}+\eta_3 Control_{it}+\eta_4 \boldsymbol{W} Control_{it}+\sigma_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (6)$$

式中:M_{it}为中介变量,包含共享赋能效应(Sha)和要素优化配置效应(Ele);η_0、η_1、η_2、η_3、η_4为待估计参数。

为探究数字基础设施在不同城乡融合水平下的影响是否存在异质性,采用空间分位数回归模型分析其对城乡融合发展的空间效应。借鉴李坤明等[38]的研究方法,构建如下空间分位数回归模型:

$$Urb_{it}=\omega_\tau+\xi_\tau \boldsymbol{W} Urb_{it}+\upsilon_\tau Dig_{it}+\psi_\tau' Control_{it}+\varepsilon_{it}$$
$$Pr\left(\varepsilon_{it}\leqslant 0\,|\,\boldsymbol{X}\right)=\tau \quad (7)$$

中国知网 https://www.cnki.net

式中：ξ_τ为τ分位点下的空间相关系数；ω_τ、υ_τ、ψ'_τ为待估计参数；$Pr(\cdot)$为概率运算符；$\boldsymbol{X}$为外生变量矩阵；τ为不同的空间分位数水平。

3.2 变量选取

3.2.1 被解释变量

城乡融合发展（*Urb*）旨在将城乡视为一个系统，在开放、公平与公正的发展环境下，促进城乡资源要素的自由流动，增强产业之间的联系，实现功能结构的互补与协同。通过资源的互通与融合，推动城乡共同繁荣，从而实现城乡共享发展成果。基于此，结合学术界对城乡融合发展内涵的研究[39,40]，借鉴苏春红等[41]的思路，从系统论视角出发，根据全面性、科学性、准确性和数据可得性的原则，基于人口融合、空间融合、经济融合及社会融合4个子系统构建评价指标体系（表1），并采用熵值法测度。

3.2.2 核心解释变量

对于数字基础设施（*Dig*）的测度，目前研究多使用“宽带中国”试点政策作为标准[31,42]，该方法虽然能够体现各地对数字基础设施建设的重视程度，但忽视了新一代信息技术的发展及其对传统基础设施的改造和融合，不足以全面反映各地数字基础设施的整体发展水平和技术应用的广度与深度[25]。因此，考虑到数字基础设施涉及多个方面和层次，本文依据市级层面数据的可得性，结合《“十四五”国家信息化规划》对数字基础设施的解读，并参考张梦婷等[7]和杨翘楚等[43]的研究，将数字基础设施划分为信息基础设施、融合基础设施和应用基础设施3个方面（表2），并据此选取了6项指标来构建数字

表1 城乡融合发展水平评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for urban-rural integration development level

子系统	指标层	指标计算	属性
人口融合	城镇化率/%	（城镇人口/常住人口）×100%	正
	非农与农业从业比/%	（第二、三产业从业人数加和/第一产业从业人数）×100%	正
	城乡人口流动/%	（（户籍人口–农村常住人口）/户籍人口）×100%	正
空间融合	交通网密度/（km/km^2）	公路与铁路运营总里程/土地总面积	正
	土地城镇化水平/%	（建成区面积/土地总面积）×100%	正
	城乡污水处理率比	城市污水处理率/农村污水处理率	负
经济融合	城乡居民人均可支配收入比	城镇居民人均可支配收入/农村居民人均可支配收入	负
	城乡居民人均消费比	城镇居民人均消费/农村居民人均消费	负
	城乡二元对比系数	农业比较劳动生产率/非农比较劳动生产率	正
	城乡整体收入差距	泰尔指数[a]	负
社会融合	城乡生活水平比	城市恩格尔系数/农村恩格尔系数	负
	城乡医疗保险覆盖率/%	（城乡医疗保险参保人数/辖区内总人数）×100%	正
	城乡养老保险覆盖/%	（城乡居民养老保险参保人数/辖区内总人数）×100%	正

注：(a)泰尔指数*Theil*的计算公式：$Theil_{it}=\sum_{j=1}^{2}\left(I_{ijt}/I_{it}\right)\ln\left(\left(I_{ijt}/I_{it}\right)/\left(P_{ijt}/P_{it}\right)\right)$，式中：$j$=1、2分别为城镇地区、农村地区；$I_{it}$为第$i$个城市$t$年收入总额；$I_{ijt}$为第$i$个城市$t$年的城镇或农村地区收入总额；$P_{it}$为第$i$个城市$t$年总人口；$P_{ijt}$为第$i$个城市$t$年的城镇或农村地区人口数量。

表2 数字基础设施评价指标体系

Table 2 Evaluation index system for digital infrastructure

子系统	指标层	指标计算	属性
信息基础设施	光缆密度/（km/km^2）	长途光缆线路长度/行政区域总面积	正
	人均互联网宽带接入端口/（个/人）	互联网宽带接入端口/总人口	正
融合基础设施	移动电话普及率/（户/人）	移动电话用户数/总人口	正
	互联网普及率/（户/人）	互联网宽带接入用户数/总人口	正
应用基础设施	相关从业人员/%	（信息传输、计算机服务和软件业从业人员/城镇单位从业人员比重）×100%	正
	人均电信业务量/（万元/人）	电信业务总收入/总人口	正

http://www.resci.net
中国知网 https://www.cnki.net

基础设施评价指标体系。

3.2.3 机制变量

(1)共享赋能效应(*Sha*)。伴随着数字基础设施建设水平的提升,数字技术的应用范围逐渐拓宽,数字技术大大缩短了时空距离。这能够扩大远程工作的机会,促进人员、技术和商品的流动。互联网电子商务通过直接连接生产者和消费者,使得城乡生产、加工、流通及销售等主体之间能够实现数据联通和利益共享,促进城乡信息对称,提高整体效率。因此,本文以电子商务发展水平来表示共享赋能效应,但由于缺乏城市层面电子商务发展水平的数据,参考方福前等[44]和黄赜琳等[45]的做法,利用地级行政单元快递业务量占本省份快递业务量比重做权重将省级数据分解,省级数据来源于《中国统计年鉴》,2010—2012年的数据来源于中国电子商务报告并根据2013年省份占全国比重的情况进行推算。

(2)要素优化配置效应(*Ele*)。要素优化配置效应指在市场机制作用下,通过要素自由流动实现产出最大化的状态。数字基础设施的完善,为城乡要素自由流动和产业互动提供了渠道,形成了保障人口、资本和产业有序流动的必要载体。通过提升数字基础设施水平,能够促进要素平等交换和双向流动,推动城乡融合发展。本文借鉴刘诚等[46]的方法,采用生产函数法测算要素市场扭曲,并通过逆向转换得到各地级行政单元要素配置效率。

3.2.4 控制变量

(1)财政投资力度(*Fis*)。城乡融合发展与政府支出和与发展相匹配的财政资源密切相关,财政投资力度极大影响着城乡经济和公共服务的融合发展。因此,选择财政投资力度作为本文的控制变量,并采用各地级行政单元固定资产投资与政府财政一般支出之比衡量。

(2)金融发展水平(*Fin*)。根据金融发展理论,金融发展水平会影响经济发展水平和区域间的异质性,进而影响城乡融合发展水平,尤其是数字普惠金融能够显著缩小城乡收入差距。因此,选取金融发展水平作为控制变量,并用年末金融机构存贷款余额占地区生产总值比重衡量。

(3)对外开放程度(*Open*)。对外开放程度越高的地区对人口流动的包容性越强,越能够促进城乡融合发展。因此,将对外开放程度作为控制变量,并通过进出口总额与地区生产总值的比率来衡量。

(4)受教育程度(*Edu*)。教育水平的提升能够促进城乡人力资本积累,进而缩小收入差距并带动人口合理流动,从而加快城乡融合进程。基于此,将受教育程度纳入控制变量,并采用普通高校在校生数与年末总人口之比进行度量。

表3为主要变量的描述性统计。

3.3 数据说明及描述性统计

本文选取2010—2021年中国263个地级及以上城市作为研究样本,未包含已被撤销的地级市(如巢湖市、莱芜市等)、数据存在严重缺失的城市(如拉萨市、三沙市,及港澳台地区的城市,等)。数据主要来源于中国互联网络信息中心、中国电子商务报告、省级和市级统计年鉴和《中国城市统计年

表3 描述性统计结果

Table 3 Descriptive statistical results

变量名称	变量符号	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
城乡融合指数	*Urb*	3156	0.709	0.107	0.261	0.919
数字基础设施	*Dig*	3156	0.030	0.032	0.004	0.735
共享赋能效应	*Sha*	3156	13.900	1.680	9.443	19.989
要素优化配置效应	*Ele*	3156	0.525	0.493	0.010	14.020
财政投资力度	*Fis*	3156	4.931	2.130	0.021	17.168
金融发展水平	*Fin*	3156	1.028	0.620	0.223	7.450
对外开放程度	*Open*	3156	0.172	0.279	0.009	2.491
受教育程度	*Edu*	3156	0.020	0.026	0.001	0.195
土地城镇化与人口城镇化耦合协调度[a]	*Cou*	3156	0.159	0.054	0.049	0.546
开通互联网宽带的行政村比重[b]	*Int*	3156	2.621	0.426	0.994	3.656

注:(a)和(b)均为稳健性检验中的变量。

中国知网 https://www.cnki.net http://www.resci.cn

鉴》《中国城乡建设统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》。部分缺失数据采用线性插值法补齐。本文在具体分析中，为了避免不同数据的量级差异导致的异方差等问题，对共享赋能效应、开通互联网宽带的行政村比重进行了对数化处理。

4 结果与分析

4.1 空间自相关检验

在进行空间计量分析之前，需要验证263个地级及以上城市城乡融合发展是否存在空间依赖性。本文采用Moran's *I*（莫兰指数）指数进行检验。表4汇报了2010—2021年以空间经济距离和空间地理距离为空间权重的城乡融合发展水平的全局Moran's *I*指数。从表4可以看出，各年的Moran's *I*指数均显著为正，表明城乡融合发展具有正向的空间相关性。

4.2 基准回归结果

本部分采用空间经济距离和空间地理距离作为空间权重，运用SDM、SAR、SEM以及OLS模型对数字基础设施与城乡融合发展之间的关系进行实证分析。首先，通过LM检验确认是否存在空间自相关性；然后，根据空间滞后LM检验和空间误差LM检验（包括其稳健版本）的显著性，以及LR检验和Hausman检验结果，选择最优的空间模型。检验结果表明，SDM模型能够提供更为可靠的估计。因此，本文主要呈现基于SDM模型的回归结果。

表5展示了以空间经济距离矩阵和空间地理距离矩阵作为空间权重的空间计量模型回归结果。其中，列（1）、（3）为未纳入控制变量的结果，列（2）、（4）为纳入控制变量的结果。回归结果显示，在经济距离和地理距离两种空间权重矩阵下，无论是否纳入控制变量，数字基础设施对城乡融合发展都具有显著促进作用，从而验证了研究假设H1。

4.3 空间效应分解

表5还展示了城乡融合的空间自相关系数*Spatial rho*，数值为正且均在1%水平下显著，说明城乡融合存在显著的空间正关联性。同时，表5中数字基础设施的滞后项至少在5%水平下显著，表明其对周边地区城乡融合发展具有正向空间溢出效应。为进一步呈现直接效应和间接效应的大小，本文使用偏微分方法来分解效应。

表6展示了空间效应分解的结果。结果显示，数字基础设施建设对城乡融合发展的各类效应均显著为正，且间接效应强于直接效应，说明邻近区域的数字基础设施建设产生的扩散效应超过了回波效应，上述结果验证了假设H2。同时，也启示各地区应建立完备的合作机制，充分发挥数字基础设施的溢出效应，推进地区间城乡融合发展水平的共同提高。

4.4 机制分析

前文已证实了数字基础设施建设对城乡融合

表4 Moran's *I*指数测算结果

Table 4 Results of Moran's *I* index calculation

年份	空间经济距离矩阵			空间地理距离矩阵		
	Moran's *I*	*z*统计量	*p*值	Moran's *I*	*z*统计量	*p*值
2010	0.299***	8.934	0.000	0.119***	22.810	0.000
2011	0.283***	8.457	0.000	0.111***	21.306	0.000
2012	0.282***	8.422	0.005	0.108***	20.748	0.000
2013	0.231***	6.927	0.000	0.106***	20.482	0.000
2014	0.190***	5.723	0.000	0.108***	20.771	0.000
2015	0.163***	4.915	0.000	0.081***	15.865	0.000
2016	0.177***	5.331	0.000	0.087***	16.964	0.000
2017	0.167***	5.036	0.000	0.086***	16.654	0.000
2018	0.160***	4.849	0.000	0.087***	16.879	0.000
2019	0.158***	4.778	0.000	0.082***	16.030	0.000
2020	0.156***	4.717	0.000	0.083***	16.086	0.000
2021	0.148***	4.487	0.000	0.084***	16.295	0.000

注：*、**、***分别表示系数估计在10%、5%及1%的水平上显著。下同。

http://www.resci.net
中国知网 https://www.cnki.net

表5 基准回归结果

Table 5 Benchmark regression results

项目	空间经济距离矩阵		空间地理距离矩阵	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Dig	0.220***	0.218***	0.300***	0.201***
	(0.060)	(0.059)	(0.062)	(0.060)
WDig	0.944***	0.319**	1.480***	0.581***
	(0.089)	(0.096)	(0.098)	(0.104)
Fis	—	0.004***	—	0.003***
		(0.001)		(0.001)
Fin	—	−0.007***	—	−0.003
		(0.003)		(0.003)
Open	—	0.067***	—	0.070***
		(0.008)		(0.008)
Edu	—	0.037	—	0.032
		(0.091)		(0.094)
Spatial rho	0.649***	0.528***	0.504***	0.367***
	(0.018)	(0.022)	(0.017)	(0.019)
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
地区固定	Yes	Yes	Yes	Yes
N	3156	3156	3156	3156
R^2	0.125	0.173	0.084	0.131

注:括号内数值为标准误,下同。

表6 空间效应分解

Table 6 Decomposition of spatial effects

空间权重	模型	直接效应	间接效应	总效应
经济距离	SDM	0.264***	0.883***	1.147***
		(0.062)	(0.175)	(0.200)
地理距离	SDM	0.267***	0.953***	1.220***
		(0.062)	(0.135)	(0.154)

发展具有显著的正向空间溢出效应,但仍有必要进一步检验数字基础设施建设能否通过共享赋能效应和促进要素优化配置推动城乡融合发展。

4.4.1 共享赋能效应的机制检验

表7列(1)是数字基础设施对共享赋能效应的回归结果,结果显示,核心解释变量显著,系数为正,表明数字基础设施建设能通过共享赋能效应促进城乡融合发展。另外,回归结果中空间自相关系数和数字基础设施的空间滞后项系数显著为正,表明数字基础设施建设对周边区域共享赋能效应的提升同样具有正向空间溢出效应,这说明了推动区域间协作的重要性。假设H3得证。

4.4.2 要素优化配置效应的机制检验

表7列(2)展示了数字基础设施对要素优化配置的回归结果,可以发现,数字基础设施建设对要素优化配置产生正向促进作用,且回归的空间自相关系数和数字基础设施的空间滞后项均显著为正,这说明要素优化配置在数字基础设施建设对城乡融合发展中起到空间中介的作用。假设H4得证。

表7 机制检验结果

Table 7 Mechanism test results

变量	*Sha*	*Ele*
Dig	2.907***	2.036***
	(0.962)	(0.594)
WDig	16.356***	6.063***
	(1.645)	(0.898)
Spatial rho	0.675***	0.065**
	(0.016)	(0.036)
控制变量	已控制	已控制
时间固定	Yes	Yes
地区固定	Yes	Yes
N	3156	3156
R^2	0.325	0.071

4.5 稳健性检验

4.5.1 剔除直辖市

由于直辖市在政策和资源禀赋上具有一定的优势,本文将北京、上海、天津、重庆4个直辖市剔除后进行回归,表8的数据显示,核心解释变量在重新

中国知网 https://www.cnki.net http://www.resci.cn

表8 稳健性检验结果

Table 8 Results of robustness test

项目	剔除特殊样本	替换被解释变量	替换核心解释变量	缩尾处理	
				1%	5%
Dig	0.208*** (0.015)	0.352*** (0.059)	0.021*** (0.004)	0.293*** (0.103)	0.487*** (0.148)
W*Dig*	0.273*** (0.035)	0.662*** (0.189)	0.037*** (0.011)	0.787*** (0.250)	1.293*** (0.343)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
地区固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Spatial rho	0.125*** (0.029)	0.311*** (0.028)	0.181*** (0.031)	0.195*** (0.031)	0.135*** (0.031)
N	3120	3156	3156	3156	3156
R^2	0.448	0.566	0.281	0.281	0.291

回归后的系数符号及显著性均与原始回归结果保持一致,这进一步说明了研究结果的稳健性。

4.5.2 替换被解释变量

采用耦合协调度模型测算土地城镇化水平与人口城镇化水平的耦合协调度,以此替换基准回归模型中的被解释变量进行回归估计。土地城镇化水平与人口城镇化水平的耦合协调度能在一定程度上体现城乡“要素双向流动”和“融合发展”的内涵,因此采用其替换城乡融合发展水平综合指数具有一定的科学性和合理性[47]。由表8可知,在替换被解释变量后,回归结果的符号和显著性均未发生显著变化,这表明基准回归结论稳健。

4.5.3 替换核心解释变量

为避免使用单一类型核心解释变量得出的结论可能存在的偶然性,本文在稳健性检验中使用开通互联网宽带的行政村比重的对数替代数字基础设施指数作为核心解释变量的替代变量。由表8可见,在替代核心解释变量后,其符号和显著性未发生显著变化,表明基准回归结果具有较好的稳健性。

4.5.4 缩尾处理

为增强回归分析的稳健性并控制异常值干扰,本文对所有连续变量实施了1%和5%的双向缩尾处理。表8显示,即便在不同程度的缩尾处理下,数字基础设施的回归系数仍为正且在1%水平显著,与基准回归结果相差不大,进一步支持上文结论。

4.6 内生性处理

数字基础设施建设完善了区域内的基础设施,为区域协调发展营造了良好的环境,有助于推动城乡融合发展。然而,城乡融合发展水平较高的地区,可能本身资源较为丰富,更易于建设数字基础设施,因此城乡融合发展可能存在反向因果关系,从而产生内生性问题。为此,参考陆杉等[48]的研究,通过构建解释变量及被解释变量的一阶滞后项作为工具变量来处理内生性。使用该方法能有效处理空间数据中的自相关性和内生性问题,提供更准确和可靠的估计结果。表9显示,GS2SLS模型中,数字基础设施的回归系数正向显著。系统GMM模型检验结果表明,模型存在一阶自相关,但不存在二阶自相关,由此可证实系统GMM模型的适用性。同时,数字基础设施的回归系数仍显著为正,进一步支持了空间回归结果的稳健性。

表9 内生性检验结果

Table 9 Results of endogeneity test

项目	GS2SLS	系统GMM
Dig	1.084*** (0.068)	0.209** (0.087)
控制变量	是	是
AR(1)中的*P*值	—	0.000
AR(2)中的*P*值	—	0.580
Log *likelihood*	2336.629	—
Wald	1818.434***	3423.190***
N	3156	3156

5 进一步分析

5.1 分位数检验

鉴于模型的回归结果可能会受到极端值的制

http://www.resci.net
中国知网 https://www.cnki.net

约,而分位数回归不受正态分布的影响,具有稳健性,还可以提供变量在不同分位点上的回归结果。因此,采用空间分位数模型,考察不同城乡融合发展水平下,城乡融合的空间关联性以及数字基础设施建设对城乡融合发展的差异化影响(表10)。

(1)在0.1~0.9分位点水平上,随着分位数增大,周边城乡融合发展带来的影响呈现逐渐减弱的特征,且*WUrb*的估计系数差异较大。可以判定,城乡融合发展处于较低水平时空间联动效应较强,而城乡融合发展处于较高水平时空间联动效应较弱。原因可能在于,当城乡融合发展处于较低水平时,各区域资源、信息和要素的配置尚不充分,相互间的空间联动效应较大。然而,随着城乡融合发展水平的提升,各区域资源逐步得到优化配置,空间联动效应也逐渐减弱。但总体来看,城乡融合发展呈现明显的空间溢出效应,一定程度上推动了邻近地区城乡的融合发展。

(2)在城乡融合发展水平不同的城市,数字基础设施对城乡融合的影响均显著为正,且随着数字基础设施水平的不断提升,数字基础设施建设对城乡融合的正向影响逐渐增大。具体来看,在0.1分位点上,数字基础设施每增加1个单位,城乡融合能够提升0.421个单位;在0.9分位点上,数字基础设施每增加一个单位,城乡融合能够提升0.854个单位。这种现象可能与数字基础设施建设边际收益递增的特征有关,该特征放大了数字基础设施建设对城乡融合发展的正向影响,使数字基础设施建设对城乡融合的推动效果随融合水平的提高而增加。

5.2 区域异质性分析

为更加精确地反映不同区域数字基础设施建设对城乡融合发展的差异性影响,按照国家统计局的分类规范,本文将研究区域分为东部、中部、西部及东北。回归结果显示,东部地区适用SDM模型,且空间自相关系数显著为正,表明邻近地区的城乡融合发展对本地区有积极的空间影响。中部地区适用SAR模型,其被解释变量存在空间滞后,且空间相关系数显著为正,这意味着周边地区的数字基础设施建设能够对本地城乡融合发展产生积极的溢出效应。西部地区适用SEM模型,表明该地区的城乡融合对其他地区尚未产生空间溢出效应。东北地区适用OLS模型,表明东北地区数字基础设施对城乡融合的影响不存在空间效应。从表11回归结果可见,在4个区域中,数字基础设施的系数均显著为正,表明其普遍促进城乡融合发展。从回归系数可见,数字基础设施建设促进城乡融合的效果呈现东部、中部、西部、东北地区逐步减弱的特征。原

表10 空间分位数模型的估计结果

Table 10 Estimation results of spatial quantile regression model

分位点	*WUrb*	*Dig*	控制变量	常数项	*N*
0.1	1.399***	0.421***	Yes	−0.415***	3156
	(0.231)	(0.143)		(0.007)	
0.2	1.007***	0.694***	Yes	−0.097	3156
	(0.109)	(0.191)		(0.073)	
0.3	0.938***	0.637***	Yes	−0.011	3156
	(0.086)	(0.154)		(0.057)	
0.4	0.788***	0.775***	Yes	0.118***	3156
	(0.061)	(0.112)		(0.041)	
0.5	0.774***	0.719***	Yes	0.151***	3156
	(0.063)	(0.117)		(0.042)	
0.6	0.746***	0.711***	Yes	0.192***	3156
	(0.055)	(0.101)		(0.036)	
0.7	0.741***	0.739***	Yes	0.209***	3156
	(0.163)	(0.101)		(0.005)	
0.8	0.617***	0.777***	Yes	0.318***	3156
	(0.177)	(0.110)		(0.005)	
0.9	0.502***	0.854***	Yes	0.428***	3156
	(0.214)	(0.133)		(0.006)	

中国知网 https://www.cnki.net http://www.resci.cn

表11 异质性分析结果

Table 11 Heterogeneity analysis results

项目	东部	中部	西部	东北
模型类型	*SDM*	*SAR*	*SEM*	*OLS*
Dig	0.798*** (0.080)	0.664*** (0.129)	0.419** (0.146)	0.221*** (0.062)
WDig	0.573*** (0.114)	—	—	—
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
地区固定	Yes	Yes	Yes	Yes
Spatial rho	0.123** (0.052)	0.269*** (0.058)	—	—
Spatial lambda	—	—	0.124** (0.054)	—
N	960	936	924	336
R^2	0.257	0.108	0.199	0.038

因可能在于:东部地区的数字基础设施相对完善,能够更有效地促进要素流动与资源配置,从而对城乡融合发展产生更强的推动作用。而中西部及东北地区,受经济基础薄弱、人口持续外流等现实条件制约,数字基础设施的赋能潜力未能充分释放,因而其促进效应弱于东部。

6 结论与政策建议

6.1 结论

本文选取2010—2021年中国263个地级及以上城市的面板数据,运用熵值法测度数字基础设施和城乡融合发展指数,并进一步借助空间计量模型考察数字基础设施建设对城乡融合的影响。研究结论表明:

(1)数字基础设施建设对城乡融合发展具有显著的推动作用,即使在控制内生性问题并经过多种稳健性检验后,这一结论依然成立。这表明,作为支撑数字经济发展的核心基石,数字基础设施建设能够突破农业农村数字瓶颈,实现城乡之间要素、商品和信息融通,从而促进城乡融合发展。

(2)空间效应结果表明,数字基础设施建设对城乡融合发展具有正向空间溢出效应,显著促进了邻近区域的城乡融合发展。进一步分解发现,数字基础设施建设对城乡融合发展的间接效应强于直接效应,说明邻近区域的数字基础设施建设产生的扩散效应超过了回波效应,再次验证了数字基础设施建设能够形成巨大的辐射带动作用。

(3)机制分析发现,数字基础设施建设对城乡融合的驱动作用主要通过共享赋能效应和要素优化配置效应予以实现。在空间效应下,邻近区域数字基础设施的完善也会强化本区域共享赋能效应和要素优化配置效应的发挥,从而促进本区域城乡融合发展。

(4)数字基础设施建设对城乡融合发展的影响存在异质性。在城乡融合发展不同分位点上,随着分位点的上升,城乡融合发展的空间联动效应逐渐减弱,而数字基础设施建设对城乡融合的促进作用波动上升;在不同区域之间,数字基础设施建设对城乡融合的影响略有不同,东部地区表现最为显著,中部和西部地区紧随其后,东北地区的影响则较弱。

6.2 政策建议

本文的研究结论对国家推动数字基础设施建设、打破城乡二元结构、实现城乡融合发展提供了重要的参考依据。基于上述发现,提出了以下相应政策建议:

(1)加强数字基础设施建设,筑牢城乡融合发展基础。首先,政府应加强对数字基础设施建设的财政支持及政策引导,积极探索市场主体投资模式,鼓励引导多元主体共建共享,促进数字技术向城乡经济社会和产业发展各领域广泛深入渗透,形成以技术发展促进城乡融合的新发展格局。其次,作为数字基础设施的重要服务对象,各类行业组织

http://www.resci.net
中国知网 https://www.cnki.net

和企业组织应积极参与传统基础设施数字化、智能化改造,进一步激发数字经济红利,并借助数据流推动城乡生产、分配、流通与消费等环节的高效贯通。

(2)优化数字基础设施空间布局,构建跨区域合作体系。一方面,各城市应将数字基础设施发展与城乡发展规划相结合,合理布局数字基础设施枢纽节点,促进优质技术资源从城市地区外溢至邻近乡村,形成以城带乡、共建共享的数字城乡融合发展格局。另一方面,城市间要积极搭建跨区域协同合作平台,充分发挥数字基础设施发展高地的示范效应,通过跨区域交流合作的方式,促进技术、资本、人才和数据等要素整合共享,形成以点带面的良好局面。

(3)搭建城乡资源共享平台,畅通要素双向流通渠道。政府应加大城乡资源共享平台建设的投资力度,积极引导社会资本参与平台建设,通过政府引导和市场驱动的有机结合,激发各经济主体的积极性和创造力,促进资本、人才和信息技术等关键要素在城乡间的自由流动与优化配置,形成资源高效整合、流通顺畅的良性循环体系。此外,政府还应加快建立城乡资源共享的标准化体系,确保资源高效、有序流通,打造互利共赢、协同发展的新型城乡资源共享模式。

(4)精准施策因地制宜,实施差异化发展战略。数字基础设施的异质性效应内生于经济发展水平的地区差异。因此,国家应在宏观层面统筹规划与协调数字基础设施建设的整体布局,各地方政府依据地域特性实施差异化、精细化的针对性优化措施,以缩小数字基础设施区域性差距,从而充分发挥其对城乡融合的促进作用。具体来说,东部地区应在数字基础设施应用和创新方面有所突破,争取提供更多可复制可推广的宝贵经验;中西部及东北地区应充分利用后发优势,立足于资源禀赋条件,走符合地域特色的城乡融合发展道路。

参考文献(References):

[1] 方创琳. 城乡融合发展机理与演进规律的理论解析[J]. 地理学报, 2022, 77(4): 759-776. [Fang C L. Theoretical analysis on the mechanism and evolution law of urban-rural integration development[J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(4): 759-776.]

[2] 黄永春, 宫尚俊, 邹晨, 等. 数字经济、要素配置效率与城乡融合发展[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(10): 77-87. [Huang Y C, Gong S J, Zou C, et al. Digital economy, factor allocation efficiency, and integrated urban-rural development[J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(10): 77-87.]

[3] 张博胜, 杨子生. 中国城乡协调发展与农村贫困治理的耦合关系[J]. 资源科学, 2020, 42(7): 1384-1394. [Zhang B S, Yang Z S. Coupling relationship between urban-rural coordinated development and rural poverty governance[J]. Resources Science, 2020, 42(7): 1384-1394.]

[4] 王军, 车帅. 黄河流域数字经济对高质量发展的影响: 来自城市异质性的经验证据[J]. 资源科学, 2022, 44(4): 780-795. [Wang J, Che S. The impact of digital economy on high-quality development in the Yellow River Basin: Empirical evidence from urban heterogeneity[J]. Resources Science, 2022, 44(4): 780-795.]

[5] 王海霞, 黄潇, 张帅. 数字经济推动城乡融合发展的路径选择[J]. 中国行政管理, 2023, (7): 155-158. [Wang H X, Huang X, Zhang S. The path selection for digital economy to promote urban-rural integration development[J]. Chinese Public Administration, 2023, (7): 155-158.]

[6] 付阳奇, 朱玉春. 数字基础设施建设对农产品市场分割的影响: 基于"宽带中国"战略试点的准自然实验[J]. 中国农村经济, 2024, (1): 62-81. [Fu Y Q, Zhu Y C. The impact of digital infrastructure construction on agricultural product market segmentation: A quasi-natural experiment based on the "Broadband China" strategic pilot program[J]. Chinese Rural Economy, 2024, (1): 62-81.]

[7] 张梦婷, 鲍子文. 数字基础设施是否提升了中国企业出口产品质量?[J]. 南开经济研究, 2024, (6): 129-147. [Zhang M T, Bao Z W. Does digital infrastructure improve the quality of Chinese enterprises' export products?[J]. Nankai Economic Studies, 2024, (6): 129-147.]

[8] 谢会强, 吴晓迪. 城乡融合对中国农业碳排放效率的影响及其机制[J]. 资源科学, 2023, 45(1): 48-61. [Xie H Q, Wu X D. Impact and its mechanism of urban-rural integration on the efficiency of agricultural carbon emissions in China[J]. Resources Science, 2023, 45(1): 48-61.]

[9] 边志强. 数字基础设施建设对城市土地绿色利用效率的影响: 基于"宽带中国"示范城市建设的准自然实验[J]. 西部论坛, 2024, 34(2): 22-39. [Bian Z Q. Impact of digital infrastructure construction on urban land green utilization efficiency: Quasi-natural experiment based on the construction of "Broadband China" demonstration cities[J]. West Forum, 2024, 34(2): 22-39.]

[10] 吴玉鸣, 李睿楠. 数字基础设施建设能够促进城市绿色全要素生产率提升吗? 来自"宽带中国"试点政策的准自然实验[J]. 华东理工大学学报(社会科学版), 2024, 39(1): 133-148. [Wu Y M, Li R N. Can digital infrastructure development promote green total

中国知网 https://www.cnki.net

factor productivity in cities? A quasi-natural experiment from the "Broadband China" pilot policy[J]. Journal of East China University of Science and Technology (Social Science Edition), 2024, 39 (1): 133-148.]

[11] 蔺鹏, 孟娜娜. 新型数字基础设施建设对中国工业绿色发展效率增长的影响研究[J]. 科研管理, 2023, 44(12): 50-60. [Lin P, Meng N N. Research on the influence of new digital infrastructure construction on industrial green development efficiency growth in China[J]. Science Research Management, 2023, 44(12): 50-60.]

[12] 王海, 闫卓毓, 尹俊雅. 数字基础设施政策如何影响工业自动化?[J]. 浙江社会科学, 2024, (5): 20-34, 19, 156. [Wang H, Yan Z Y, Yin J Y. How the digital infrastructure policy affects the industrial automation?[J]. Zhejiang Social Sciences, 2024, (5): 20-34, 19, 156.]

[13] 何雄浪, 王诗语. "新基建"对长江经济带城乡融合发展的影响效应[J]. 财经科学, 2023, (11): 105-118. [He X L, Wang S Y. The impact of "New Infrastructure" on the integrated development of urban and rural areas in the Yangtze River Economic Belt: A quasi-natural experiment based on the "Broadband China" strategy [J]. Finance & Economics, 2023, (11): 105-118.]

[14] 陈龙, 赵华平, 孟宏玮. 数字基础设施建设对共同富裕的影响研究[J]. 工业技术经济, 2024, 43(6): 120-129. [Chen L, Zhao H P, Meng H W. Study on the impact of digital infrastructure construction on common prosperity[J]. Journal of Industrial Technology and Economy, 2024, 43(6): 120-129.]

[15] 裴尔洁, 张治栋. 数字基础设施建设对经济高质量发展的影响: 基于"宽带中国"战略的准自然实验[J]. 华东经济管理, 2024, 38(2): 64-74. [Pei E J, Zhang Z D. The impact of digital infrastructure construction on high-quality economic development: A quasi-natural experiment based on the "Broadband China" strategy[J]. East China Economic Management, 2024, 38(2): 64-74.]

[16] 王伟, 孔繁利. 互联网普及、农村金融发展与城乡融合[J]. 统计与决策, 2023, 39(19): 102-106. [Wang W, Kong F L. Internet penetration, rural financial development and urban-rural integration[J]. Statistics & Decision, 2023, 39(19): 102-106.]

[17] 斯丽娟, 王超群. 数字基础设施建设对农村居民收入不平等的影响效应研究[J]. 求是学刊, 2024, 51(3): 62-78. [Si L J, Wang C Q. Research on the impact of digital infrastructure construction on income inequality of rural residents[J]. Seeking Truth, 2024, 51 (3): 62-78.]

[18] 朱为利, 刘红, 李艳姗. 数字基础设施与绿色贸易: 赋能还是负能[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2024, 44(6): 18-35. [Zhu W L, Liu H, Li Y S. Digital infrastructure and green trade: empowerment or negative empowerment[J]. Modern Finance and Economics-Journal of Tianjin University of Finance and Economics, 2024, 44(6): 18-35.]

[19] 温璐迪, 郭淑芬. 数字基础设施建设与后发城市经济追赶: 基于城际创新合作的视角[J]. 城市问题, 2024, (2): 67-78. [Wen L D, Guo S F. Digital infrastructure development and economic catch-up of developing cities: Based on the perspective of inter-city innovation collaboration[J]. Urban Problems, 2024, (2): 67-78.]

[20] 刘江浩, 刘寒波. 数字经济、省际壁垒与地区发展差距: 基于数据要素和数字载体的分析视角[J]. 经济体制改革, 2024, (3): 53-60. [Liu J H, Liu H B. Digital economy, inter-provincial barriers and regional development gaps: An analytical perspective based on data elements and digital carriers[J]. Reform of Economic System, 2024, (3): 53-60.]

[21] Büchi M, Just N, Latzer M. Modeling the second-level digital divide: A five-country study of social differences in internet use[J]. New Media & Society, 2016, 18(11): 2703-2722.

[22] Liu H M, Wang X Y, Wang Z Y, et al. Does digitalization mitigate regional inequalities? Evidence from China[J]. Geography and Sustainability, 2024, 5(1): 52-63.

[23] 段锴丰, 施建刚, 吴光东, 等. 城乡融合发展的动力因素及其驱动路径[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(1): 150-161. [Duan K F, Shi J G, Wu G D, et al. Driving factors and paths of urban-rural integration development[J]. China Population, Resources and Environment, 2024, 34(1): 150-161.]

[24] Liu M, Li Q, Bai Y, et al. A novel framework to evaluate urban-rural coordinated development: A case study in Shanxi Province, China[J]. Habitat International, 2024, DOI: 10.1016/j.habitatint.2024.103013.

[25] 赵华平, 袁方玉, 孟宏玮. 数字基础设施赋能城乡融合发展的机制研究[J]. 城市问题, 2023, (12): 16-28. [Zhao H P, Yuan F Y, Meng H W. Research on the mechanism of digital infrastructure enabling urban-rural integration development[J]. Urban Problems, 2023, (12): 16-28.]

[26] 赵伟, 诸培新. 土地资源配置影响城乡融合发展的作用机制[J]. 资源科学, 2023, 45(11): 2144-2155. [Zhao W, Zhu P X. Impact mechanism of land resource allocation on integrated urban-rural development[J]. Resources Science, 2023, 45(11): 2144-2155.]

[27] 罗啸潇, 刘勇, 廖斌, 等. 数字经济发展对能源要素错配的影响: 来自中国地级及以上城市的经验数据[J]. 资源科学, 2023, 45(3): 524-535. [Luo X X, Liu Y, Liao B, et al. Impact of digital economy development on energy mismatch: Empirical data from prefecture-level and above cities in China[J]. Resources Science, 2023, 45(3): 524-535.]

[28] 周慧, 孙革, 周加来. 数字经济能够缩小城乡多维差距吗? 资源错配视角[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2022, 42(1): 50-65. [Zhou H, Sun G, Zhou J L. Can digital economy narrow multi-dimensional gap between urban and rural areas from the perspective of resource mismatch[J]. Modern Finance and Economics-Journal of Tianjin University of Finance and Economics, 2022, 42

http://www.resci.net
中国知网 https://www.cnki.net

(1): 50-65.]

[29] He L, Zhang X L. The distribution effect of urbanization: Theoretical deduction and evidence from China[J]. Habitat International, 2022, DOI: 10.1016/j.habitatint.2022.102544.

[30] 李欣珏, 管秋俐, 李文静. 数字基础设施促进生产率增长的网络外溢效应: 来自"增量提质"的双重视角[J]. 产业经济研究, 2023, (3): 100-114. [Li X J, Guan Q L, Li W J. The network spillover effect of digital infrastructure in promoting TFP growth: From the double perspective of "quantity increment and quality improvement" [J]. Industrial Economics Research, 2023, (3): 100-114.]

[31] 焦豪, 崔瑜, 张亚敏. 数字基础设施建设与城市高技能创业人才吸引[J]. 经济研究, 2023, 58(12): 150-166. [Jiao H, Cui Y, Zhang Y M. Digital infrastructure construction and urban attraction for high-skilled migrant entrepreneurial talents[J]. Economic Research Journal, 2023, 58(12): 150-166.]

[32] Luo H T, Hu Q. A re-examination of the influence of human capital on urban-rural income gap in China: College enrollment expansion, digital economy and spatial spillover[J]. Economic Analysis and Policy, 2024, 81: 494-519.

[33] 谢璐, 韩文龙. 数字技术和数字经济助力城乡融合发展的理论逻辑与实现路径[J]. 农业经济问题, 2022, (11): 96-105. [Xie L, Han W L. Theoretical logic and practical path of digital technology and digital economy to promote urban-rural integration development[J]. Issues in Agricultural Economy, 2022, (11): 96-105.]

[34] Yang Y Y, Bao W K, Wang Y S, et al. Measurement of urban-rural integration level and its spatial differentiation in China in the new century[J]. Habitat International, 2021, DOI: 10.1016/j.habitatint.2021.102420.

[35] Elhorst J P. Spatial Econometrics: From Cross-sectional Data to Spatial Panels[M]. Heidelberg: Springer, 2014.

[36] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022, (5): 100-120. [Jiang T. Mediating effects and moderating effects in causal inference[J]. China Industrial Economics, 2022, (5): 100-120.]

[37] 李琛, 赵军, 刘春艳. 双向FDI协同与制造业出口竞争力升级: 理论机制与中国经验[J]. 产业经济研究, 2020, (2): 16-31. [Li C, Zhao J, Liu C Y. Two-way FDI coordination and export competitiveness upgrading of manufacturing industry: Theoretical mechanism and Chinese experience[J]. Industrial Economics Research, 2020, (2): 16-31.]

[38] 李坤明, 方丽婷. 空间滞后分位数回归模型的工具变量估计及参数检验[J]. 统计研究, 2018, 35(10): 103-115. [Li K M, Fang L T. Instrumental variables estimation and parametric tests of spatial lag quantile regression model[J]. Statistical Research, 2018, 35(10): 103-115.]

[39] 许彩玲, 李建建. 城乡融合发展的科学内涵与实现路径: 基于马克思主义城乡关系理论的思考[J]. 经济学家, 2019, (1): 96-103. [Xu C L, Li J J. The scientific connotation and realization path of urban-rural integration development: Thought based on the Marxist theory of urban-rural relations[J]. Economist, 2019, (1): 96-103.]

[40] 张克俊, 杜婵. 从城乡统筹、城乡一体化到城乡融合发展: 继承与升华[J]. 农村经济, 2019, (11): 19-26. [Zhang K J, Du C. From urban and rural comprehensive planning, integration to fusion development: Inheritance and development[J]. Rural Economy, 2019, (11): 19-26.]

[41] 苏春红, 李真. 数字经济促进城乡融合发展了吗? 基于中国285个地级市的实证研究[J]. 经济社会体制比较, 2023, (3): 27-39. [Su C H, Li Z. Does the digital economy promote urban-rural integration? Empirical research based on 285 prefectural cities in China[J]. Comparative Economic & Social Systems, 2023, (3): 27-39.]

[42] 袁航, 夏杰长. 数字基础设施建设对中国服务业结构升级的影响研究[J]. 经济纵横, 2022, (6): 85-95. [Yuan H, Xia J C. Research on the impact of digital infrastructure construction on the upgrading of China's service industry structure[J]. Economic Review Journal, 2022, (6): 85-95.]

[43] 杨翘楚, 余典范. 数字基础设施建设对服务业"鲍莫尔成本病"的影响研究: 来自中国地级及以上城市的经验证据[J]. 当代经济科学, 2024, 46(5): 32-46. [Yang Q C, Yu D F. Research on the impact of digital infrastructure construction on Baumol's cost disease in the service industry: Empirical evidence from Chinese cities[J]. Modern Economic Science, 2024, 46(5): 32-46.]

[44] 方福前, 邢炜. 居民消费与电商市场规模的U型关系研究[J]. 财贸经济, 2015, (11): 131-147. [Fang F Q, Xing W. The U-shaped relationship between household consumption and e-commerce market scale[J]. Finance & Trade Economics, 2015, (11): 131-147.]

[45] 黄赜琳, 秦淑悦, 张雨朦. 数字经济如何驱动制造业升级[J]. 经济管理, 2022, 44(4): 80-97. [Huang Z L, Qin S Y, Zhang Y M. How does the digital economy drive the upgrading of manufacturing industry?[J]. Business and Management Journal, 2022, 44(4): 80-97.]

[46] 刘诚, 夏杰长. 线上市场、数字平台与资源配置效率: 价格机制与数据机制的作用[J]. 中国工业经济, 2023, (7): 84-102. [Liu C, Xia J C. Online market, digital platform and resource allocation efficiency: The effect of price mechanism and data mechanism[J]. China Industrial Economics, 2023, (7): 84-102.]

[47] 吴一凡, 刘彦随, 李裕瑞. 中国人口与土地城镇化时空耦合特征及驱动机制[J]. 地理学报, 2018, 73(10): 1865-1879. [Wu Y F, Liu Y S, Li Y R. Spatio-temporal coupling of demographic-landscape urbanization and its driving forces in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(10): 1865-1879.]

[48] 陆杉, 李雯. 技术创新对能源利用效率影响的空间效应与机制: 基于中国278个地级以上城市的面板数据[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2024, 30(2): 101-113. [Lu S, Li W. Spatial ef-

中国知网 https://www.cnki.net

fect and mechanism of technological innovation on energy use efficiency: Panel data from 278 cities at or above the prefecture level in China[J]. Journal of Central South University (Social Sciences), 2024, 30(2): 101-113.]

Impact of digital infrastructure on urban-rural integration development in China from a spatial perspective

XIE Huiqiang, ZHU Xuefeng

(School of Economics, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: [Objective] Digital infrastructure serves as a crucial underpinning for facilitating the flow of urban-rural factors and bridging the urban-rural digital divide, making its impact assessment on urban-rural integration a prerequisite for science-based policymaking. **[Methods]** By measuring the digital infrastructure index and the urban-rural integration level of 263 cities in China from 2010 to 2021, a spatial econometric model was employed to explore the spatial effects and underlying mechanism of digital infrastructure construction on urban-rural integration development. **[Results]** (1) Digital infrastructure construction not only promoted the development of urban-rural integration within the region but also exerted a significant positive spatial spillover effect on the development of urban-rural integration in adjacent regions. This conclusion remained valid after robustness tests and endogeneity treatment. (2) Mechanism analysis shows that the construction of digital infrastructure promotes the integrated development of urban and rural areas through the effects of shared empowerment and optimized allocation of factors. (3) Spatial quantile regression revealed that the urban-rural integration development had a significant spatial linkage effect. However, as the quantile level increased, the positive spatial externality of urban-rural integration development gradually weakened. In contrast, the promoting effect of digital infrastructure construction on urban-rural integration development gradually increased with the rise of the quantile level. (4) The impact of digital infrastructure construction on urban-rural integration development exhibited a decreasing trend from eastern to central, western, and northeastern regions of China. **[Conclusion]** Digital infrastructure construction plays a significant role in promoting the urban-rural integration development. Therefore, at the level of spatial governance, efforts should be made to strengthen the layout of digital hubs and network nodes, promote joint construction and shared benefits among multiple subjects, and establish a cross-regional collaborative cooperation mechanism. At the level of institutional governance, it is necessary to improve the mechanisms for resource sharing and differentiated development, facilitate the two-way flow of factors such as data, capital, and talent, focus on narrowing regional gaps, and give full play to the synergetic and driving capabilities of digital infrastructure.

Key words: digital infrastructure; urban-rural integration; information divide; spatial quantile model; spatial spillover effect

http://www.resci.net
中国知网 https://www.cnki.net