

数字基建、虚拟集聚与共同富裕

张立栋，马晓钰，韩芳芳

（新疆大学 经济与管理学院，新疆 乌鲁木齐 830046）

摘要：在数字经济赋能高质量发展的新阶段，数字基础设施作为破解城乡、区域发展不平衡问题的关键抓手，其能否成为推动共同富裕的内生动力备受政府部门与学术界关注。以“宽带中国”示范城市政策为准自然实验，深入探讨数字基建对共同富裕的影响及内在机制。基准回归结果显示，该政策提升了示范城市共同富裕水平。虚拟集聚在其中发挥重要的机制作用，同时，要素错配与虚拟集聚之间呈现负向交互效应。异质性分析结果表明，在行政级别高、数字普惠金融发展好、市场一体化程度高的城市，数字基建对共同富裕的促进作用更为明显。在空间效应方面，数字基建政策不仅推动本地共同富裕，还对邻近城市产生正向溢出，但随着距离增加，带动作用逐渐减弱，在距离由150公里~300公里变动时溢出效应转为虹吸效应。基于上述结论，提出如下政策建议：应统筹规划数字基建、破除要素市场壁垒、强化政策协同配合、防范数字经济风险，以优化数字基建布局、激发内生增长动力、缩小数字鸿沟，从而助力共同富裕目标实现。

关键词：数字基建；虚拟集聚；共同富裕；要素错配；空间溢出效应

中图分类号：F126 **文献标识码：**A **文章编号：**1008-2700（2025）06-0003-13

一、问题提出

党的二十大报告指出，中国式现代化是全体人民共同富裕的现代化。共同富裕既是社会公平的核心价值彰显，也是激发经济发展新动能的关键力量，通过消费扩容提质、区域均衡发展与民生福祉增进，为经济高质量发展筑牢基础。然而，不同群体间的收入差距仍处于较高水平，且面临“中等收入陷阱”的潜在风险^[1]，亟须构建经济增长与成果分配之间的动态平衡机制。

数字经济时代，数字基础设施不仅承载着数据、技术等要素跨区域流通的枢纽功能，更凭借网络普惠性为弥合城乡、区域发展差距开辟新突破口。作为支撑数字技术应用与数字经济高质量发展的核心底座，数字基建通过赋能数字产业化与产业数字化实现“双轮驱动”：一方面以技术迭代提升全要素生产率，筑牢共同富裕的经济根基；另一方面借助数据要素精准流转，实现发展成果的普惠性分配与包容性共享^[2]。值得关注的是，数字基建在支撑数字经济纵深发展的进程中，其构建的数据交互网络与要素流通平台可催生虚拟集聚这一新型的产业组织形态，在兼具传统集聚正外部性的同时打破传统的地理空间对要素流动的限制，形成生产要素优化配置与区域发展成果共享的创新范式^[3]。在此背景下，数字基建作为数字经济运行的底层架构，其构建的要素流通网络如何催生虚拟集聚这一新型经济形态？虚拟集聚又将通过何种机制突破地理约束，实现“集聚效应”向“共享效应”的转化？深入剖析数字基建催生虚

收稿日期：2025-04-01；修回日期：2025-07-28

作者简介：张立栋（2000—），男，新疆大学经济与管理学院博士研究生；马晓钰（1978—），女，新疆大学经济与管理学院教授，博士生导师；韩芳芳（2001—），女，新疆大学经济与管理学院硕士研究生。

拟集聚赋能共同富裕的作用路径,不仅能为破解传统发展不平衡难题提供数字时代的理论创新,更能在高质量发展中以“做大蛋糕”筑牢物质基础、以“分好蛋糕”夯实公平根基,为中国经济迈向共同富裕探索兼具效率与公平的可持续发展模式。

二、文献综述

中国式现代化进程中的共同富裕是全体人民共同富裕,其理论内涵是以人民为中心的发展思想、共同富裕和人的全面发展的有机统一,表现为以人民为中心推进共同富裕以实现人的全面发展^[4]。这一目标的实现既依赖于经济总量的持续增长,更取决于发展成果的公平分配。学术界对共同富裕的理论阐释,始终紧扣“效率”与“公平”的辩证统一。共同富裕的本质是消除两极分化而非平均主义,通过机会均等、权利平等与规则公平实现发展成果共享^[5]。在测度体系构建上,早期研究多从“总体富裕”与“成果共享”双维度切入,前者以人均国内生产总值、居民人均可支配收入等指标衡量物质基础,后者通过城乡收入差距、公共服务均等化程度等反映分配公平^[6-7]。随着新发展理念的深化,“可持续性”被纳入核心维度,形成包含经济效率、协调发展、生态福利、社会治理等在内的多维评估框架^[8-10]。此外,基于时空格局的研究显示,中国共同富裕水平呈阶段性提升趋势,但区域间“高-高集聚”“低-低集聚”的空间分化特征显著^[11-12]。

实现共同富裕的核心在于破解多维发展失衡难题,数字基建作为新型生产要素的关键载体,正成为重塑城乡发展格局的重要驱动力。随着数字基建对经济增长的驱动效应逐渐被学术界证实^[13-14],研究视角开始从单纯的效率提升转向公平与效率的平衡共进。数字基建与应用能有效促进城乡公共服务均等化,其作用机制包括通过技术赋能提升公共服务供给效率以抑制城市偏向、加速城乡人口流动以促进资源共享。东部地区因数字基建成熟、产业数字化程度高,在促进城乡均衡发展中已呈现扩散效应;中西部地区在政策扶持下依托后发优势,不仅显著缩小了城乡发展差距,还加速了欠发达地区融入数字经济生态,提升了资源获取与配置效率^[15-16]。农村地区因技术基建薄弱和数字素养差异,可能面临“强者愈强”的马太效应^[17]。此外,传统基建与数字基建的协同增效作用被证实——完善的交通、能源等基础设施能够支撑数字基建更高效地发挥资源配置作用^[18]。

有部分学者对数字基建的集聚效应进行了分析。现有研究大都认为,数字基建能够推动产业协同集聚^[19]。在传统理论中,产业集聚通过地理空间内要素共享、知识溢出与分工协作形成显著的规模经济与范围经济,成为区域经济增长的重要引擎,但其伴随的拥挤效应(如土地成本上升、资源竞争加剧)与空间分化问题(如“核心-边缘”结构固化)长期存在。随着数字技术深度渗透,应运而生的虚拟集聚作为新型产业组织形态,通过平台赋能与知识溢出提升产业链韧性^[20],在突破地理空间约束,优化劳动、资本、技术等要素配置的过程中增强城市经济韧性并缓解“中心-边缘”分化^[21],同时借助资源配置优化、生产服务强化及产业结构升级有效提升城市绿色发展效率^[22],并通过降低企业管理成本与促进技术溢出显著提升创新效率^[23]。在区域空间布局维度,虚拟集聚与地理集聚的互动融合通过强化城市节点属性、推动跨域协同网络构建及增强城际要素流动,加速了城市群从单中心集聚向多中心、网络化格局的转变,为区域均衡发展提供了“虚实结合”的创新路径^[24]。

综合来看,已有研究虽奠定了扎实的基础,但仍有广阔的探索空间。一方面,多数研究聚焦于数字基建对“做大蛋糕”或“分好蛋糕”某一维度的影响,而关于数字基建如何影响共同富裕的理论机制与定量分析仍较为薄弱;另一方面,鲜有研究关注虚拟集聚这一新兴产业组织形态与共同富裕之间的关联。在数字技术同传统经济融合的大趋势下,虚拟集聚已成为数字经济时代推动共同富裕进程中一股不可忽视的内在驱动力,这为本文的研究提供了重要契机。

基于此,本文以“宽带中国”示范城市政策为准自然实验,探讨数字基建对共同富裕的影响及内在作用机制。本文可能的边际贡献有三点:第一,基于虚拟集聚视角,把数字基建与共同富裕纳入统一的分析框架,补充了数字基建与共同富裕实现场景的理论文献;第二,在机制解析环节,对虚拟集

聚发挥的机制作用展开深入剖析，在此基础上，引入资本要素扭曲程度与劳动要素扭曲程度两个变量，深入探究二者与虚拟集聚之间的交互效应；第三，运用空间杜宾模型进一步检验数字基建对周边城市共同富裕水平的溢出作用，并检验其作用衰减边界，解析空间溢出效应与影响范围。

三、理论分析与研究假设

在数字经济快速发展的时代背景下，数字基础设施作为支撑数字技术应用与经济转型的核心底座，战略地位日益凸显。2013年8月1日，国务院正式印发《“宽带中国”战略及实施方案》，首次从国家层面明确宽带网络的公共基础设施定位，设定了“到2020年，基本建成覆盖城乡、服务便捷、高速畅通、技术先进的宽带网络基础设施”的目标，旨在破解区域与城乡数字发展失衡问题，为数字经济发展和社会民生改善筑牢网络根基。为落实该战略，工业和信息化部与国家发展改革委于2014—2016年分三批次共遴选117个“宽带中国”示范城市（城市群），旨在通过改善宽带用户规模、网速和网络覆盖率等网络基础设施建设，助力经济与社会发展。示范城市经过技术升级、资源整合与机制创新，提升本地数字基建水平，并通过示范效应带动周边地区网络建设，成为数字基建从试点到全面推进的关键节点。“宽带中国”战略的政策试点与非试点差异，为评估数字基建对共同富裕的影响提供了外生性准自然实验场景。

（一）数字基建对共同富裕的影响效应

数字基建是当代经济社会发展的关键支撑，通过多维作用机制促进共同富裕。一方面，数字基建凭借其强大的数据处理与传输能力，重塑产业格局以实现经济规模扩张。依据梅特卡夫法则，数字基建构建起的网络体系，其价值随连接节点数的增加呈指数级增长。在数字经济生态里，各类创新主体接入数字平台，交互协同创造远超个体之和的价值^[25]。在生产环节中，工业互联网等数字基建是数字经济与实体经济融合的关键纽带，推动制造业智能化升级、优化生产流程，提高生产效率，让传统产业重焕生机，从而大幅提升实体经济的产出规模与质量效益。与此同时，数字基建催生出大数据分析、人工智能应用开发等新兴数字产业，创造新的经济增长点。基于数字经济与实体经济的交互融合，新兴数字产业与传统产业之间形成紧密的产业协同网络，逐步构建起强大的产业集群，充分发挥范围经济与规模经济的叠加优势，做大共同富裕的“蛋糕”。另一方面，数字基建凭借其技术先进性与资源整合优势，全方位、深层次渗透至三次分配当中，助力分好共同富裕的“蛋糕”^[26]。在初次分配阶段，数字基建促使数据成为关键生产要素，精准量化劳动、资本、技术与数据等要素的边际贡献，破除平均主义分配桎梏，为初次分配注入效率与公平兼具的活力^[27]。在再分配阶段，数字基建深度赋能税务及政务系统，实时采集企业财务与交易数据，达成靶向税收征管，堵塞偷逃税漏洞，充实公共财政资金池；同时，数字化网络与信息系统凭借数据处理精准、结果可追溯的优势，有利于更有效地通过转移支付缩小初次分配收入差距和存量财富分配差距^[28]。在第三次分配阶段，数字基建搭建的数字化平台发挥枢纽作用，整合捐赠方、受益方与公益组织等主体，驱动其从“分配参与方”转向“共同创造者”。依托高速运算能力、迭代升级信息技术、孵化多元公益性数据应用等优势，数字基建不仅降低公益参与门槛与成本，还突破时空局限，让资源精准、高效地流向欠发达地区和低收入群体^[29]。

据此，本文提出研究假设1：数字基建可正向赋能共同富裕。

（二）数字基建对共同富裕的影响机制

数字基建涵盖高速宽带网络、数据中心、云计算平台等基础设施的建设和完善，为企业等经济主体提供了高效的信息交互和数据处理平台，推动产业集群突破地理边界限制，实现从地理空间集聚模式迈向以数据和信息实时交换为核心的数字虚拟集聚新模式^[3]。传统产业集聚受地理空间约束，当生产要素密度超过阈值时，正外部性因“离心力”衰减^[30]，引发成本上升、创新受阻等问题，进而影响经济增长与区域均衡发展，对共同富裕水平产生负向影响。依托数字平台形成的虚拟集聚，凭借组织结构分散化和空间布局无界化两大显著特征，能够有效规避拥挤效应。虚拟集聚借助数字平台，实现生产要

素在更大范围内优化配置,资金、技术、人才等生产要素可依据市场需求和企业发展战略,精准匹配与高效流动,形成涓滴效应,带动产业链上下游协同发展,为实现共同富裕奠定坚实的经济基础。虚拟集聚还能降低缄默知识的编码难度,拓宽不可编码信息的传播范围。一方面,存在知识关联的产业可以获取信息共享、实时互动带来的数字红利,增强知识外溢,促进技术创新,强化区域经济发展的内生动力;另一方面,虚拟集聚打通知识流通“梗阻”,加速知识在不同群体和地区之间的传播,缩小发达地区与欠发达地区之间的“数字鸿沟”,兼顾效率与公平,有效赋能共同富裕,实现发展成果普惠共享。

据此,本文提出研究假设2:虚拟集聚在数字基建赋能共同富裕的过程中发挥机制作用。

(三) 要素错配的交互效应

有效配置可界定为一种能推动全社会产出达到最大化水平的资源配置方式。在理论上,要素不受限流动且达到帕累托最优时,即处于有效配置状态;要素错配则与之相悖,代表要素分配偏离帕累托最优的理想配置状态。要素错配是制约经济迈向高质量发展的重要因素^[31]。在要素错配程度较高时,劳动、资本等要素偏离最优组合,导致新兴产业与民生领域供给不足,进而抑制企业生产效率、加剧区域经济失衡和贫富差距,最终拉低共同富裕水平。由于要素错配,易出现核心要素流通受阻,打破原有的产业集聚优势。交易成本理论表明,要素错配会提高企业搜寻适配要素的成本,加剧信息不对称,沟通、监督成本攀升,高昂的交易成本致使产业协同效率下降,数字基建搭建的要素对接桥梁也难以发挥作用。在要素错配程度较低的区域,要素能够依据市场效率与社会需求合理配置,使得供需匹配精准,催生大量高质量就业机会,提高劳动生产率,推动经济均衡增长,进而提升共同富裕水平。虚拟集聚和要素合理配置良性交互,一方面可以实现要素精准供给与资源动态调整,进而推动共同富裕进程;另一方面可以通过助力产业协同创新与升级,促进区域均衡发展,最终拓宽共同富裕实现路径。

据此,本文提出研究假设3:要素错配在虚拟集聚对数字基建与共同富裕的机制作用中呈现负向交互效应。

(四) 数字基建对共同富裕的空间溢出效应

数字基建作为数字经济时代的核心基础设施,与传统基建受地理距离严格约束不同,依托光纤网络、云计算等技术构建“跨边界”信息交互通道,促使数据、知识、技术等生产要素突破物理空间限制,在区域间实现低成本、高效率流动,进而使数字基建对共同富裕的影响具有空间溢出效应。具体而言,数字基建凭借跨区域连接能力,搭建起标准化的数据交互平台与智能化供应链网络,消除地理距离导致的信息不对称、物流成本高企及监管规则差异等问题,大幅降低市场交易的信息搜寻成本、契约执行成本和物流周转成本^[32]。这种技术赋能打破了跨区域要素流动障碍,推动商品、服务、技术在全国范围内自由流动,加速全国统一大市场的形成。此外,数字基建重塑区域分工协作的底层逻辑,各地通过数字平台共享资源、需求和技术信息,突破地理限制,并基于比较优势形成“区域优势互补、产业错位发展”的协同格局。其构建的智能化供应链网络,能实现上下游企业产能、库存、物流信息的实时对接,推动跨区域协同,减少传统模式下因信息壁垒导致的重复建设与资源浪费。这种协作有助于释放发达地区的技术溢出效应,带动欠发达地区提升生产效率和产品附加值,助其凭借标准化数据交互融入价值链,推动区域经济从商品流通迈向产业融合,促进发展成果共享。

据此,本文提出研究假设4:数字基建对共同富裕具有空间溢出效应。

四、实证设计

(一) 模型设定

1. 基准回归模型

本文将“宽带中国”示范城市政策视为一项准自然实验,使用多时点双重差分模型来实证分析数

字基建对共同富裕的影响效应，基准回归模型设定如下：

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \mathbf{Z}'_{it} \boldsymbol{\beta} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

模型（1）中， Y_{it} 为被解释变量，代表共同富裕水平； DID_{it} 用于识别在第 t 年入选“宽带中国”示范城市，为核心解释变量； \mathbf{Z}'_{it} 为控制变量向量； μ_i 表示城市固定效应； δ_t 表示时间固定效应； ε_{it} 为随机扰动项。

2. 机制检验模型

为检验虚拟集聚在数字基建与共同富裕之间的机制作用，本文依据江艇（2022）^[33] 提出的机制分析法，同时，借鉴马茜等（2024）^[34] 的研究思路，采用多时点双重差分模型对虚拟集聚的机制作用进行检验，具体模型设定如下：

$$VG_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \mathbf{Z}'_{it} \boldsymbol{\alpha} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中， VG_{it} 代表虚拟集聚，其他变量同模型（1）。

3. 交互效应检验模型

为检验要素错配在虚拟集聚影响共同富裕过程中的交互效应，本文分别引入资本要素扭曲程度与劳动要素扭曲程度作为交互变量。具体模型设定如下：

$$Y_{it} = \phi_0 + \phi_1 DID_{it} + \phi_2 VG_{it} + \phi_3 distK_{it} + \phi_4 (VG_{it} \times distK_{it}) + \mathbf{Z}'_{it} \boldsymbol{\phi} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$Y_{it} = \eta_0 + \eta_1 DID_{it} + \eta_2 VG_{it} + \eta_3 distL_{it} + \eta_4 (VG_{it} \times distL_{it}) + \mathbf{Z}'_{it} \boldsymbol{\eta} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中， $distK_{it}$ 代表资本要素扭曲程度， $distL_{it}$ 代表劳动要素扭曲程度，其他变量同模型（1）。

模型（3）是对“数字基建→虚拟集聚×资本要素扭曲程度→共同富裕”路径的描述。模型（4）是对“数字基建→虚拟集聚×劳动要素扭曲程度→共同富裕”路径的描述。

4. 空间杜宾-双重差分模型

为检验“宽带中国”示范城市政策是否对邻近城市的共同富裕水平存在空间溢出效应，设定如下空间杜宾-双重差分模型以进行检验：

$$Y_{it} = \rho \sum W_{ij} Y_{jt} + \varphi DID_{it} + \gamma \sum W_{ij} DID_{jt} + \mathbf{Z}'_{it} \boldsymbol{\varphi} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中， W_{ij} 为空间权重矩阵，其他变量同模型（1）。

5. 空间溢出效应衰减边界模型

为了检验“宽带中国”示范城市政策的空间溢出效应的衰减边界，参考曹清峰（2020）^[35] 的研究，本文设定构建如下模型：

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \sum_{s=150}^{1200} \beta_s N_{it}^s + \mathbf{Z}'_{it} \boldsymbol{\beta} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

其中， s 代表城市间的地理距离（单位为千米， $s \geq 150$ ），本文用任意两个城市之间的质心距离来衡量。若在第 t 年距离城市 i ($s - 150, s$] 的空间范围内存在“宽带中国”示范城市，那么 $N_{it}^s = 1$ ，否则 $N_{it}^s = 0$ 。变量 N_{it}^s 的系数 β_s 衡量了“宽带中国”示范城市对周边邻近城市的共同富裕水平的影响。由于全国所有地级市与其接壤城市的平均距离是 166.26 千米，据此本文以 150 千米为单位，分别报告了当 $s = 150, 300, 450, \dots, 1200$ 时模型（6）的回归结果。

（二）变量选择与说明

1. 被解释变量

根据前文理论分析，为避免评价体系“小而不全、大而不实”并兼顾统计数据可获得性，本文以具有较强理论系统性与实践指导性的发展、共享、可持续三维度框架为核心逻辑支撑^[9]，结合研究特定议题与实际应用场景需求，对指标进行合理适配与优化，进而运用主成分分析法测度城市共同富裕水平，并将该测度结果作为模型的被解释变量，具体指标体系如表 1 所示。其中，发展维度关注经济增长成果在个体层面的实际体现，通过选取城乡居民收入、储蓄等体现个体经济状况的指标，直观反映个体对经济

增长成果的实际获得和承载情况^[36]; 共享维度基于公平分配理论, 着重考察资源配置的均衡性, 通过城乡收入差距和区域内及区域间收入、教育、医疗等公共服务差距指标, 精准反映不同群体在公共服务获取上的公平程度^[7]; 可持续维度则依据可持续发展目标, 全面兼顾社会稳定与绿色发展需求, 纳入就业、人口结构、能耗等指标, 既关注劳动力市场的稳定性和人口结构的合理性, 又强调经济发展过程中的资源节约与环境保护^[37]。

表1 共同富裕的指标测度体系

维度	子维度	具体指标
发展维度	城镇收入	城镇居民人均可支配收入, 单位为万元/人
	农村收入	农村居民人均纯收入, 单位为万元/人
	收入占比	人均可支配收入占人均国内生产总值的比重
	财富水平	人均居民人民币储蓄存款余额, 单位为万元/人
共享维度	城乡差距	农村居民人均纯收入/城镇居民人均可支配收入 农村居民人均消费支出/城镇居民人均消费支出
	区域内收入差距	城镇居民人均可支配收入与所在省份城镇居民人均可支配收入之比 农村居民人均纯收入与所在省份农村居民人均纯收入之比
	区域间收入差距	城镇居民人均可支配收入与全国城镇居民人均可支配收入之比 农村居民人均纯收入与全国农村居民人均纯收入之比
	区域内教育差距	生均教育支出与所在省份生均教育支出之比
可持续维度	区域间教育差距	生均教育支出与全国生均教育支出之比
	区域内医疗差距	人均医院床位数与所在省份人均医院床位数之比
	区域间医疗差距	人均医院床位数与全国人均医院床位数之比
	区域内公共设施差距	人均绿地面积与所在省份人均绿地面积之比
	区域间公共设施差距	人均绿地面积与全国人均绿地面积之比
	社会就业	城镇登记失业率
	人口结构	65岁及以上人口占比
	能源消耗	能源消耗总量占国内生产总值比重
	环境治理	生活无害化处理率

2. 解释变量

本文把“宽带中国”示范城市政策的实施当作一项准自然实验, 将其时间虚拟变量和个体虚拟变量的交乘项作为数字基建的代理变量。具体操作如下: 先设置个体虚拟变量, 将入选“宽带中国”示范城市的城市设为实验组, 个体虚拟变量赋值为1, 未入选城市的个体虚拟变量赋值为0; 再设置时间虚拟变量, 把入选的年份赋值为0, 入选后的年份赋值为1。

3. 机制变量

虚拟集聚是新一代信息技术与实体经济深度融合形成的一种新型产业组织形式, 其评价可从信息技术集聚水平和地理空间距离衰减效应两方面综合衡量^[38]。一方面, 信息技术集聚程度可通过信息传输、计算机服务及软件业就业人数的区位熵来量化; 另一方面, 虚拟集聚虽依托信息技术, 但仍受地理空间距离的限制, 其赋能效应会随距离增加而衰减。因此, 需在传统区位熵基础上引入逆地理距离权重进行加权计算, 虚拟集聚(VG)计算的具体方法如下:

$$VG_{it} = \sum_j \left(\frac{VS_{jt}}{X_{jt}} \right) \left(\frac{VS}{X} \right) d_{ij}^{-1} \quad (7)$$

其中, VS_j 表示城市 j 在第 t 年的信息传输、计算机服务和软件业的就业人员; X_j 表示城市 j 在第 t 年的全部就业人员; VS 表示所有城市信息传输、计算机服务和软件业的就业人员; X 表示所有城市的全部就业人员; d_{ij} 表示城市 i 和城市 j 之间的地理距离权重, 城市间地理距离为城市之间的球面距离。

4. 交互变量

资源的有效配置体现了在市场机制驱动下, 生产要素通过自由流动实现社会产出最大化的目标状态, 而要素错配则表现为对这一目标状态的偏离。参考刘诚和夏杰长 (2023)^[39] 的研究思路, 资本要素扭曲程度和劳动要素扭曲程度的计算过程如下: 设定柯布-道格拉斯生产函数并取对数, 可得 $\ln Y_{it} = c + \alpha \ln K_{it} + \beta \ln L_{it} + \varepsilon_{it}$, 其资本和劳动的边际产出分别为 $\alpha Y_{it}/K_{it}$ 、 $\beta Y_{it}/L_{it}$ 。假定资本价格为 r , 劳动力价格为 w , 根据要素产出与其价格的偏离来测算市场扭曲, 资本要素扭曲程度和劳动要素扭曲程度分别为:

$$distK_{it} = |\alpha Y_{it}/r_{it} K_{it} - 1| \quad (8)$$

$$distL_{it} = |\beta Y_{it}/w_{it} L_{it} - 1| \quad (9)$$

5. 控制变量

为缓解因遗漏变量引致的回归偏误问题, 在各模型中均控制了经济发展水平、金融发展程度、外商投资水平、政府干预程度、教育支出水平、工业化水平等城市特征和经济相关变量。

(三) 数据来源

本文使用 2010—2022 年中国城市面板数据分析“宽带中国”示范城市政策的实施对共同富裕的影响, 该区间涵盖了“宽带中国”示范城市政策的全部实施年份。依据《“宽带中国”战略及实施方案》, 由工业和信息化部官网整理得到“宽带中国”示范城市 105 个, 非示范城市 172 个, 将其作为核心解释变量的组别划分依据。本文其他数据主要取自 2010—2022 年《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》与部分省市统计年鉴或统计公报等, 部分缺失数据采用线性插值法进行补齐。主要变量的定义及描述性统计结果如表 2 所示。

表 2 变量定义及描述性统计结果

变量名称	变量定义	观测值	均值	标准差
共同富裕水平	基于主成分分析测度所得	3 601	0.600 3	0.048 0
“宽带中国”示范城市政策	时间虚拟变量和个体虚拟变量的交乘项	3 601	0.233 8	0.423 3
经济发展水平	人均地区生产总值的对数	3 601	10.735 9	0.691 2
金融发展程度	年末金融机构存贷款余额占地区生产总值的比重	3 601	1.045 6	0.616 9
外商投资水平	实际利用外资额占地区生产总值的比重	3 601	0.002 5	0.002 7
政府干预程度	政府一般公共预算支出占地区生产总值的比重	3 601	0.195 0	0.096 0
教育支出水平	教育支出占政府财政一般支出的比重	3 601	0.175 8	0.039 3
工业化水平	工业增加值占地区生产总值的比重	3 601	0.456 2	0.110 1
虚拟集聚	从信息技术集聚水平和地理空间距离衰减效应两方面综合衡量	3 601	0.643 9	0.499 2
资本要素扭曲程度	资本要素产出与其价格的偏离	3 601	0.738 9	0.685 4
劳动要素扭曲程度	劳动要素产出与其价格的偏离	3 601	3.478 6	1.698 2

五、实证结果与分析

(一) 基准回归

在基准回归中, 本文采用递进式的回归策略, 具体回归结果报告见表 3。根据表 3 列 (2) 的结果, 在控制城市固定效应、时间固定效应及其他变量的情况下, 核心解释变量的回归系数显著为正, 说明“宽带中国”示范城市政策对提升共同富裕水平具有促进作用。假设 1 得以验证。

表3 基准回归结果

变量名称	(1)	(2)
“宽带中国”示范城市政策	0.0048 *** (5.9955)	0.0020 *** (3.3474)
经济发展水平	0.0642 *** (96.0124)	0.0381 *** (28.3778)
金融发展水平	0.0046 *** (7.4371)	0.0026 *** (3.7698)
外商投资水平	0.8952 *** (7.4876)	0.4248 *** (4.1582)
政府干预程度	0.0345 *** (7.4923)	0.0226 *** (4.6341)
教育支出水平	0.0918 *** (10.2914)	0.0587 *** (6.5460)
工业化水平	-0.0489 *** (-13.9345)	0.0143 *** (3.3299)
常数项	-0.0979 *** (-11.8633)	0.1663 *** (11.4741)
城市固定效应	未控制	控制
时间固定效应	未控制	控制
观测值	3 601	3 601
R ²	0.8561	0.9691

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著; 括号内为 t 值。后表同。

(二) 稳健性检验

本文进行了一系列稳健性检验。(1) 平行趋势检验。参考现有研究^[40], 设置“宽带中国”示范城市政策实施时间的虚拟变量, 构建平行趋势检验模型进行检验。(2) 安慰剂检验。先随机生成示范城市虚拟变量, 据此划分实验组与控制组, 再构建“伪政策虚拟变量”回归, 重复 500 次得到估计系数及 P 值。(3) 排除其他政策的影响。本文将国家级城市群发展规划、国家大数据综合试验区建设、国家创新型城市试点以及国家电子商务示范城市创建等政策逐步纳入回归模型, 旨在更为精准地识别“宽带中国”示范城市政策实施对共同富裕的影响。(4) 培根 (Bacon) 分解。本文参考已有研究^[41]的做法, 将总的 DID 估计量分解为三组进行估计, 并计算相关的权重。(5) 倾向得分匹配-双重差分 (PSM-DID) 分析。借鉴白俊红等 (2022)^[42] 的研究思路, 借助截面 PSM 与逐期 PSM 予以匹配处理, 选定控制变量充当协变量, 运用卡尺内 1 : 2 最近邻匹配法, 相关检验通过后, 采用多时点双重差分模型再次评估“宽带中国”示范城市政策对共同富裕的作用效果。(6) 控制变量滞后一期。参考陈诗一和陈登科 (2018)^[43] 的方法, 对全部控制变量实施滞后一期的操作。上述稳健性检验结果^①均显示, 本文基准回归的结果是稳健的。

(三) 机制和交互效应检验

1. 虚拟集聚机制的检验

根据模型 (2), 本文对虚拟集聚机制进行实证检验。表 4 的机制检验回归结果显示, “宽带中国”示范城市政策对虚拟集聚产生正向影响, 验证了假设 2。

① 限于篇幅, 稳健性检验的详细结果不再展示, 留存备索。

2. 要素错配的交互效应检验

为检验要素错配对虚拟集聚机制效应的影响,本文依据模型(3)和模型(4)分别实证检验资本要素扭曲程度与劳动要素扭曲程度的交互效应。表4列(1)和列(2)显示,虚拟集聚的回归系数显著为正,对共同富裕有促进作用;其与资本要素扭曲、劳动要素扭曲交互项的回归系数都显著为负,说明要素错配对虚拟集聚机制效应存在负向交互作用。换言之,城市资本要素扭曲或劳动要素扭曲程度较低时,虚拟集聚对共同富裕的推动作用更明显,假设3也因此得以验证。

表4 机制和交互效应检验回归结果

变量名称	虚拟集聚	交互效应	
		(1)	(2)
“宽带中国”示范城市政策	0.128 4 *** (7.101 1)	0.001 3 * (2.201 8)	0.001 2 ** (1.990 9)
虚拟集聚		0.007 2 *** (8.116 9)	0.010 4 *** (5.281 7)
资本要素扭曲程度		-0.001 0 *** (-1.689 9)	
虚拟集聚×资本要素扭曲程度		-0.003 1 *** (-3.574 9)	
劳动要素扭曲程度			-0.000 4 ** (-2.015 9)
虚拟集聚×劳动要素扭曲程度			-0.008 7 *** (-2.593 6)
常数项	1.081 0 ** (2.414 7)	0.161 1 *** (11.230 3)	0.148 8 *** (9.967 6)
控制变量	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
观测值	3 601	3 601	3 601
R ²	0.727 2	0.969 9	0.969 8

(四) 异质性分析

1. 行政级别

行政级别差异使各城市在政策倾斜、经济结构等方面存在差异。本文将直辖市、省会城市和副省级城市划分为中心城市,其余为外围城市,设置行政级别虚拟变量(中心城市赋值为1,否则赋值为0)。引入该变量与“宽带中国”示范城市政策虚拟变量的交互项,进行基于行政级别的异质性分析。表5列(1)显示,交互项的回归系数显著为正,表明在行政级别较高的城市,数字基建对共同富裕的促进作用更明显。

2. 数字普惠金融发展程度

数字普惠金融发展程度的差异导致各地区在金融服务可获得性等与共同富裕相关的方面存在显著差异。本文设置数字普惠金融发展程度虚拟变量,以数字普惠金融指数中位数为界进行赋值(大于中位数

赋值为1, 否则赋值为0), 引入该变量与“宽带中国”示范城市政策虚拟变量的交互项, 进行基于数字普惠金融发展程度的异质性分析。表5列(2)显示, 交互项的回归系数显著为正, 表明在数字普惠金融发展程度较高的城市, 数字基建对共同富裕的促进作用更明显。

3. 市场一体化程度

市场一体化程度的差异使各地区在要素流通、产业协同等方面存在差异。本文设置市场一体化程度虚拟变量, 以市场一体化指数中位数为界进行赋值(大于中位数赋值为1, 否则赋值为0), 引入该变量与“宽带中国”示范城市政策虚拟变量的交互项, 进行基于市场一体化程度的异质性分析。表5列(3)显示, 交互项的回归系数显著为正, 表明在市场一体化程度较高的城市, 数字基建对共同富裕的促进作用更明显。

表5 异质性分析回归结果

变量名称	(1)	(2)	(3)
“宽带中国”示范城市政策×行政级别	0.0062 *** (5.4366)		
“宽带中国”示范城市政策×数字普惠金融发展程度		0.0027 *** (3.0217)	
“宽带中国”示范城市政策×市场一体化程度			0.0077 *** (9.5970)
常数项	0.1721 *** (11.8887)	0.1649 *** (11.3861)	0.1745 *** (12.1785)
控制变量	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
观测值	3 601	3 601	3 601
R ²	0.9694	0.9692	0.9699

(五) 空间溢出效应的进一步讨论^①

1. 空间溢出效应检验

前文已验证“宽带中国”示范城市政策的实施可以促进城市共同富裕水平的提升, 那么“宽带中国”示范城市政策的实施是否会对邻近城市的共同富裕发挥溢出效应? 本文设定空间邻接权重矩阵、空间地理距离权重矩阵和空间经济距离权重矩阵, 使用空间杜宾-双重差分模型来检验“宽带中国”示范城市政策的溢出效应。回归结果显示, 在不同空间矩阵下, 空间自回归系数均显著为正, 说明各城市间的共同富裕水平存在空间依赖性。进一步将空间效应进行分解, 回归结果显示, 在三种空间矩阵下, 间接效应的系数均显著为正。这表明“宽带中国”示范城市政策的实施不仅能促进本地区共同富裕水平的提升, 还能带动邻近城市共同富裕水平的提升, 假设4由此得到验证。

2. 政策溢出效应的衰减边界

基于模型(6)的估计结果可以分析变量 N_{it}^s 的系数 β_s 随空间距离的变化趋势(置信区间为95%)。结果显示, 随着距离的增加, “宽带中国”示范城市对邻近城市共同富裕水平的带动作用呈现逐渐变小的趋势, 在距离由150公里~300公里变动时, “宽带中国”示范城市对邻近城市共同富裕的作用由溢出效

^① 限于篇幅, 具体的结果不再详细展示, 留存备索。

应转为虹吸效应。其可能的原因主要有两方面。一方面，数字基建的辐射作用随距离递减，示范城市数字基建完善，但距离增加会导致网络质量、带宽下降，远郊网络接入差，从而限制数字经济发展，且技术扩散受限，远距离地区难以获取数字技术知识与服务，阻碍产业数字化升级。另一方面，区域经济竞争引发资源虹吸效应，近距离时邻近城市可借地缘优势承接示范城市产业转移，实现产业优化与经济协同；距离超阈值后，交易成本累积和规模不经济使邻近城市面临产业竞争优势劣势。在要素市场中，距离近时人才与资金双向流动，距离变远则单向流入示范城市，形成资源虹吸效应，最终逆转示范城市对邻近城市共同富裕的带动作用。

六、结论与建议

本文以“宽带中国”示范城市政策为准自然实验，研究数字基建对共同富裕的影响。结果表明，“宽带中国”示范城市政策提升了示范城市的共同富裕水平，该结论通过了稳健性检验。虚拟集聚在数字基建与共同富裕之间起机制作用，且资本要素扭曲程度和劳动要素扭曲程度对其有负向交互作用。异质性分析显示，在行政级别高、数字普惠金融发展好、市场一体化程度高的城市，数字基建促进共同富裕的作用更明显。在空间效应方面，该政策不仅提升本地共同富裕水平，还对邻近城市产生正向溢出效应，但随着距离增加，其带动作用逐渐减弱，在距离由150公里~300公里变动时由溢出效应转为虹吸效应。根据结论，本文提出以下政策建议：

第一，统筹数字基建布局与区域协同发展。差异化规划数字基建，加大欠发达地区的网络投入，推动发达地区数字基建向5G、算力网络等前沿升级，打造创新枢纽。关注空间溢出效应，近距离城市协同布局放大正向溢出，中等距离区域以要素流动引导机制缓解“虹吸”影响，形成“核心辐射-周边协同”的数字基建网络，促进区域发展成果共享。

第二，深化要素市场改革与激活虚拟集聚效应。打破地域和行业壁垒，完善要素价格形成机制，降低资本、劳动等要素错配，依托数字基建搭建跨区域要素流通平台，促进数据、技术等要素自由流动。支持企业借助数字平台协同创新与共享资源，推动产业集群“虚实结合”转型，增强产业链韧性和区域经济联动，夯实共同富裕的产业效率基础。

第三，强化政策协同与分类施策。发展基础好的区域，推动数字基建与科技创新、产业升级政策联动，培育数实融合创新生态；数字普惠金融优势区域，促进数字基建与普惠金融衔接，拓宽小微企业和弱势群体的资源获取渠道；市场协同度高的区域，破除地方保护壁垒，放大虚拟集聚的范围经济优势。结合区域发展梯度，基础薄弱地区聚焦夯实数字基建底座，配套推进公共服务数字化与数字技能培训，确保不同层级城市依托数字基建提升发展质量。

第四，弥合数字鸿沟与促进公平共享。关注数字技术应用中的分配差距，通过加强欠发达地区数字基建、推进公共服务数字化均等化、开展弱势群体数字技能培训等，提升其数字经济参与能力。建立跨区域数字资源共享机制，推动发达地区向欠发达地区输出技术、人才和经验，防止数字鸿沟加剧贫富分化，确保数字基建发展成果更广泛、均衡地惠及全体人民。

参考文献：

- [1]陈宗胜.试论从普遍贫穷迈向共同富裕的中国道路与经验——改革开放以来分配激励体制改革与收入差别轨迹及分配格局变动[J].南开经济研究,2020(6):3-22.
- [2]吕锡月,吴俊杰.数字新基建、现代产业体系构建与共同富裕[J].统计与决策,2024,40(18):22-27.
- [3]王如玉,梁琦,李广乾.虚拟集聚:新一代信息技术与实体经济深度融合的空间组织新形态[J].管理世界,2018,34(2):13-21.
- [4]张光先,钟晓敏.中国式现代化共同富裕的理论内涵、内在逻辑和实践进路[J].财经论丛,2023(12):24-34.
- [5]马铭钊,刘儒.中国共同富裕水平综合评价及时空演变分析[J].统计与决策,2024,40(19):44-48.
- [6]刘培林,钱滔,黄先海,等.共同富裕的内涵、实现路径与测度方法[J].管理世界,2021,37(8):117-129.

- [7] 杨小军. 中国共同富裕水平的时空演变及其驱动因素[J]. 上海经济研究, 2023(11): 5-24.
- [8] 陈丽君, 郁建兴, 徐铱娜. 共同富裕指数模型的构建[J]. 治理研究, 2021, 37(4): 5-16.
- [9] 秦艳, 蒋海勇. 共同富裕指数测算、时空演变特征与驱动因子识别[J]. 统计与决策, 2024, 40(13): 5-10.
- [10] 郭卫军, 张衡春. 中国共同富裕水平的测度与区域时空差异研究[J]. 经济问题探索, 2023(4): 1-24.
- [11] 吴昌南, 陈钰颖. 省域共同富裕水平测算及其时空演进[J]. 经济地理, 2024, 44(7): 13-21.
- [12] 高鹤鹏, 宋玉冰, 丘斌, 等. 共同富裕水平测度与时空演进格局分析[J]. 统计与决策, 2024, 40(13): 16-21.
- [13] 韩宝国, 朱平芳. 宽带对中国经济增长影响的实证分析[J]. 统计研究, 2014, 31(10): 49-54.
- [14] 刘雅君, 蒋国梁. 网络基础设施建设推动了城市数字经济发展吗? ——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 求是学刊, 2022, 49(3): 61-73.
- [15] 张杰, 孔心敏. 数字基建对城乡基本公共服务均等化的影响研究——来自“宽带中国”准自然实验的证据[J]. 管理学刊, 2024, 37(4): 110-125.
- [16] 陈阳, 王守峰, 李勋来. 网络基础设施建设对城乡收入差距的影响研究——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 技术经济, 2022, 41(1): 123-135.
- [17] 陈文, 吴贏. 数字经济发展、数字鸿沟与城乡居民收入差距[J]. 南方经济, 2021(11): 1-17.
- [18] 员彦文, 孙瑞东. 高速铁路网络、交易成本与技术市场一体化[J]. 产业经济研究, 2024(6): 128-142.
- [19] 徐杰, 赵春江. 数字经济对产业协同集聚的影响研究[J]. 经济纵横, 2024(8): 118-128.
- [20] 谢会强, 张帆, 吴晓迪. 虚拟集聚能提升产业链韧性吗? ——来自中国城市面板数据的实证检验[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2024, 44(8): 3-17.
- [21] 张蕾蕾, 宋林. 数字治理与城市经济韧性[J]. 经济学动态, 2024(10): 109-127.
- [22] 柴泽阳, 陈宇科, 孔令丞. 虚拟集聚能否助推城市经济绿色发展? [J]. 产业经济研究, 2024(3): 74-87.
- [23] 王如玉, 卓则良. 虚拟集聚对企业创新效率的影响[J]. 科技管理研究, 2024, 44(15): 168-176.
- [24] 王媛玉. 虚拟集聚与地理集聚互动下的城市群空间重构——机制探索与实证分析[J]. 经济问题探索, 2023(12): 143-159.
- [25] 韩先锋, 宋文飞, 李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗[J]. 中国工业经济, 2019(7): 119-136.
- [26] 师博, 胡西娟. 高质量发展视域下数字经济推进共同富裕的机制与路径[J]. 改革, 2022(8): 76-86.
- [27] 刘诚. 数字经济与共同富裕: 基于收入分配的理论分析[J]. 财经问题研究, 2022(4): 25-35.
- [28] 郭爱君, 张小勇. 数字经济赋能共同富裕: 现实基底、逻辑机制与实现进路[J]. 内蒙古社会科学, 2022, 43(4): 115-122.
- [29] 冯星源, 郭晗. 数字经济、收入不平等与共同富裕——多维“数字鸿沟”视角的微观证据[J]. 首都经济贸易大学学报, 2024, 26(4): 21-35.
- [30] 赵春明, 班元浩, 李宏兵, 等. 虚拟集聚能否促进城市出口产品质量升级[J]. 经济管理, 2022, 44(7): 23-41.
- [31] 李俊青, 苗二森. 资源错配、企业进入退出与全要素生产率增长[J]. 产业经济研究, 2020(1): 1-14.
- [32] 豆建民, 王光丽, 马融. 数字经济发展对城市合作创新的影响——基于空间溢出效应的视角[J]. 经济管理, 2023, 45(7): 56-75.
- [33] 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.
- [34] 马茜, 廖甍, 张红兵. 网络基础设施建设、知识流动与城市包容性绿色增长——基于调节中介与链式中介的综合分析框架[J]. 统计研究, 2024, 41(8): 98-111.
- [35] 曹清峰. 国家级新区对区域经济增长的带动效应——基于 70 大中城市的经验证据[J]. 中国工业经济, 2020(7): 43-60.
- [36] 施正政, 李嘉楠. 城市群集聚空间外部性如何影响城市规模工资溢价? [J]. 经济学(季刊), 2023, 23(3): 1000-1018.
- [37] 孙学涛, 于婷, 于法稳. 新型城镇化对共同富裕的影响及其作用机制——基于中国 281 个城市的分析[J]. 广东财经大学学报, 2022, 37(2): 71-87.
- [38] 刘烨, 王琦, 班元浩. 虚拟集聚、知识结构与中国城市创新[J]. 财贸经济, 2023, 44(4): 89-105.
- [39] 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.
- [40] 朱晓满, 王伊攀. 数字基建、产业链竞争与企业数字化转型[J]. 经济与管理研究, 2023, 44(8): 55-73.
- [41] GOODMAN-BACON A. Difference-in-differences with variation in treatment timing[J]. Journal of Econometrics, 2021, 225(2): 254-277.
- [42] 白俊红, 张艺璇, 卞元超. 创新驱动政策是否提升城市创业活跃度——来自国家创新型城市试点政策的经验证据[J]. 中国工业经济, 2022(6): 61-78.
- [43] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 2018, 53(2): 20-34.

Digital Infrastructure, Virtual Agglomeration, and Common Prosperity

ZHANG Lidong, MA Xiaoyu, HAN Fangfang

(Xinjiang University, Urumqi 830046)

Abstract: In the new stage where the digital economy empowers high-quality development, the imbalance between urban-rural and inter-regional development remains a key obstacle to common prosperity. Whether digital infrastructure, as a core carrier for optimizing resource allocation and breaking development barriers, can serve as an endogenous driver of common prosperity has become a focus of attention among policymakers and academics.

This study constructs a quasi-natural experiment based on the “Broadband China” pilot policy to systematically explore the impact of digital infrastructure on common prosperity and its underlying logic. The results show that this policy significantly promotes common prosperity in pilot cities, which has passed multiple robustness tests. The mechanism analysis shows that virtual agglomeration is the core link through which digital infrastructure empowers common prosperity. The high-speed information exchange and cross-regional factor circulation platform built by digital infrastructure breaks the geographical constraints of traditional industrial agglomeration and promotes the transformation of industries towards virtual agglomeration. This model not only avoids the congestion effects of traditional agglomeration but also strengthens the endogenous driving force of regional economy through the efficient spillover of knowledge. Meanwhile, the capital and labor factor distortion has a significant negative moderating effect on virtual agglomeration: When factor allocation deviates from the optimal state, it exacerbates information asymmetry, thereby weakening the role of virtual agglomeration; whereas the improvement of the factor market can further amplify the economic dividends of virtual agglomeration.

Heterogeneity analysis indicates that the promoting effect of digital infrastructure on common prosperity is more significant in cities with higher administrative levels, well-developed digital inclusive finance, and high market integration. In terms of spatial effects, the “Broadband China” pilot policy not only promotes local common prosperity but also generates positive spillover effects on neighboring cities. However, with the increase in distance, its driving effect gradually weakens. Within the range of 150–300 km, the policy effect shifts from “spillover effect” to “siphon effect”. This phenomenon may be caused by the attenuation of digital infrastructure radiation with distance, as well as the combined effects of inter-regional economic competition and resource siphoning.

The conclusions provide theoretical support for the driving role of digital infrastructure in regional common prosperity, and offer important city-level evidence for optimizing the spatial layout of digital infrastructure and promoting coordinated regional development. Therefore, this paper puts forward suggestions including overall planning of digital infrastructure layout, breaking down barriers in the factor market, strengthening policy coordination, and preventing digital economic risks. These suggestions provide a decision-making basis for optimizing the layout of digital infrastructure, stimulating endogenous growth, and narrowing the digital divide in the new development stage, thereby contributing to the achievement of the goal of common prosperity.

Keywords: digital infrastructure; virtual agglomeration; common prosperity; factor misallocation; spatial spillover effect

(责任编辑：周斌)