

信息网络基础设施建设能驱动城市 创新水平提升吗?

——基于“宽带中国”战略试点的准自然试验

张杰 付奎

(石河子大学 经济与管理学院, 新疆 石河子 832003)

摘要: 作为现代化经济体系空间网络的“中枢节点”和“传输纽带”,信息网络基础设施建设对激发城市创新动力、构建数字网络强国具有重要意义。基于2011—2018年地级市面板数据,以“宽带中国”战略试点为准自然试验,采用双重差分法评估信息网络基础设施建设的创新驱动效应。研究发现“宽带中国”战略试点政策显著促进了城市创新水平提升,该结论在采用工具变量和倾向得分匹配等一系列稳健性检验后仍然成立。从时空效应来看:试点政策的创新驱动效应具有动态可持续性,随着年份的推移,效果不断增大;且试点政策加速推动了地理相邻城市的信息和创新要素流动,产生了较强的示范效应,并加剧了示范城市建设的政策洼地效应,对经济相似地区创新资源和要素产生了一定的虹吸效应。从影响机制来看,试点政策通过集聚驱动效应、结构优化效应促进城市创新,数字金融助推效应相对较小。从异质性来看,试点政策对东部地区城市和行政等级较高的直辖市、省会及副省级等城市的创新驱动效应相对更强。研究结论为深入推进新型基础设施建设、加快推动创新型国家建设提供了参考和借鉴。

关键词: 信息网络基础设施建设; 城市创新; 新基建; 宽带中国; 双重差分法

中图分类号: F49; F124.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-9301(2021)05-0001-14

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2021.05.001

一、引言

党的十九大报告指出,要加强信息等基础设施网络建设,强化国家创新体系建设,加快建设创新型国家。党的十九届五中全会公报进一步强调,要坚定不移建设网络强国、数字中国,坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,把科技自立自强作为国家发展的战略支撑。因此,持续推进以信息网络为核心的新型基础设施建设,着力迈入创新型国家先进行列成为推动我国实现二〇三五年社会主义现代化远景目标的必然之义。伴随着全球新一轮科技革命和产业变革加速演进,我国经济逐步迈入数据要素驱动、万物互联互通的数字经济发展新阶段,以5G、大数据、人工智能为代表的新型基础设施建设逐渐成为带动有效投资的关键投入、释放经济活力的强劲引擎以及实现创新驱动的有效路径^[1],并成为驱动创新型国家建设的新动能。数字经济的深层次发展离不开信息网络基础设施

收稿日期:2021-04-24; 修回日期:2021-07-27

作者简介: 张杰(1977—),男,河南濮阳人,管理学博士,石河子大学经济与管理学院教授、博士生导师,研究方向为区域经济学、产业经济学;付奎(1994—),男,河南信阳人,通讯作者,石河子大学经济与管理学院博士研究生,研究方向为产业经济学、城市与区域经济。

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(20BJL090)

的支撑,网络性能和服务质量的提升依赖于信息网络基础设施的升级^[2]。信息网络基础设施作为现代数字经济发展的“网络传输纽带”和“信息物质载体”,对重塑现代化经济体系与数字经济网络格局、推动实现经济高质量发展具有基础性战略意义。

21世纪以来,越来越多的工业化国家愈发重视“信息高速公路”等通信基础设施建设,纷纷将信息网络建设纳入支持本国创新体系构建的国家战略部署和优先行动领域中。为深入落实国家信息化发展战略,工信部和国家发改委分别于2014年、2015年和2016年分批遴选了120个“宽带中国”试点城市(群),重点围绕着扩大城乡宽带覆盖率、推进区域宽带网络协调发展、加快宽带网络优化升级、提高宽带网络应用能力以及完善宽带网络产业链等方面,加快提升城市宽带发展水平,推进以宽带互联网为核心的重大信息工程和网络基础设施建设,并在宽带用户规模与普及率、宽带网络能力、宽带信息应用等方面取得一系列显著成效。以宽带为核心的信息网络基础设施建设致力于加快宽带网络优化升级,提高宽带普及应用水平,并逐步渗入国计民生的各个方面,形成支撑数字经济高质量发展的坚实基础。伴随着“宽带中国”等一系列信息化战略的实施,我国信息网络基础设施建设取得突飞猛进的进展。20世纪末,我国网民总数仅有2250万人,互联网宽带接入端口不足1500万个;而截至2020年6月,网民规模增加至9.4亿人,互联网宽带接入端口数量达9.31亿个,光纤接入用户及蜂窝物联网终端用户数量分别达4.34亿和11.06亿户。新一代信息网络基础设施在提升国家信息化水平、激发创新创业活力、夯实数字经济发展基础等方面取得重要进展,有力推动网络强国和数字中国建设迈上新台阶。那么,“宽带中国”试点政策能否驱动城市创新水平提升?政策效果是否具有动态持续性和示范效应?其内在作用机理如何?是否存在异质性?

从现有研究来看,与信息网络基础设施建设的创新驱动效应紧密相关的文献主要包括以下三类。第一类文献主要围绕着交通网络基础设施的经济效应进行大量探讨。关于传统交通基础设施,施震凯等^[3]研究发现铁路提速促进了沿线企业生产率提升,李兰冰等^[4]实证表明高速公路通达性的改善推动了制造业资源配置效率优化。随着我国“八纵八横”高铁网络的逐渐形成,国内学者们掀起了对高铁开通政策评估的研究热潮,发现高铁开通带来的“时空压缩”等效应,极大地促进了人才、资本等创新要素的跨区域转移流动,优化了创新资源的空间配置,对重塑经济空间格局发挥了重要作用^[5-9]。此外,部分学者围绕着外部溢出效应,发现交通等基础设施建设对区域经济增长具有显著的空间溢出效应,倘若忽视空间作用则会高估其经济效应^[10-11]。第二类文献围绕着信息网络基础设施的宏观、微观经济效应开展了有益的探索。聚焦于其宏观效应,部分学者研究发现信息网络基础设施对经济增长、出口贸易、工资和就业结构产生了积极作用^[12-17]。另一部分学者从微观层面围绕着信息网络基础设施与企业家精神、经营绩效及出口绩效等进行探讨,发现信息网络渗入影响着微观企业行为决策及经济效应^[18-19]。第三类文献围绕着“宽带中国”战略试点的政策效应进行评估。刘传明和马青山^[20]、马青山等^[21]及薛成等^[22]研究发现政策试点产生了显著的生产率效应、结构优化效应以及技术扩散效应。综合来看,现有文献还存在以下不足:一是对信息网络基础设施建设与技术创新的研究较为匮乏,仅有孙早和徐远华^[23]、薛成等^[22]及Rampersad and Troshani^[24]等从高技术产业创新效率、技术知识扩散以及农村地区创新等方面初步探究了信息网络基础设施的技术扩散效应;二是对信息网络基础设施建设的网络空间溢出效应研究略显不足,且在政策评估中往往忽视了试点城市的示范效应;三是缺乏从城市层面对“宽带中国”试点政策创新驱动效应的内在机制及时空动态溢出效应的探讨。

鉴于此,本文从理论层面构建信息网络基础设施建设影响城市创新的分析框架,揭示数字经济发展阶段下信息基础设施建设驱动城市创新的直接及间接影响机理,接着以“宽带中国”战略试点为准自然试验,采用双重差分法评估信息网络基础设施建设的创新驱动效应、时空动态溢出效应及城市异质性效果。本文可能的边际贡献在于:一是研究内容上,将信息网络基础设施建设的赋能效应

聚焦至创新领域,分别从集聚驱动、结构优化和数字金融发展等方面,探究信息网络基础设施建设的创新驱动效应及作用机理,拓展了信息网络基础设施与创新领域的理论分析框架。二是研究方法上,利用“宽带中国”试点这一相对外生事件,并运用双重差分模型、工具变量等多重稳健方法,有效识别了信息网络基础设施建设对城市创新的政策效果,同时采用空间双重差分模型,进一步考察了其对相邻和相似地区城市创新的“示范效应”和“虹吸效应”。三是研究意义上,为进一步落实网络强国、数字中国等国家战略,深入推进信息基础设施建设,激发城市创新活力提供了理论和实证依据,也为高质量发展背景下深入推进供给侧结构性改革,加快以5G为核心的新型基础设施建设,打造数字经济时代网络强国和创新型国家提供了新的思路参考。

二、理论分析

(一) 直接影响机制

作为新时期国家信息发展能力的重要组成部分,信息网络基础设施建设具有重要的战略性、前沿性和先导性,不仅能有效促进经济增长、优化资源配置^[20-25],还有助于改变创新资源的组合与连接方式,降低创新过程中的交易成本^[23],对城市技术创新产生直接的促进作用。一方面,根据梅特卡夫法则和网络边际成本递减规律,信息基础设施等硬件投入的边际成本随着用户规模的扩大而不断减少,且边际收益呈现出不断递增趋势,这会产生较为明显的规模经济效应,有助于节约企业研发成本,提升知识技术吸收与再创新速度,加快企业研发创新。另一方面,信息网络基础设施建设为互联网信息技术的广泛应用奠定了坚实基础,通过搭建智能化的网络技术平台,极大提高了超大规模信息传送、最新研发成果共享以及前沿知识技术外溢的速度,降低了网络搜寻和信息传递成本,加速了数据、信息知识在不同群体之间的传播和交换^[26],进而通过知识技术溢出产生技术报酬递增效应^[27],增强技术创新的兼容性和延展性,促进企业研发创新。此外,信息网络基础设施建设能有效打破信息交流的时空约束,促进创新要素和知识资本在区域及产业间转移与流动^[28],增强企业间的研发合作和技术交流,有助于减少由信息不对称所引致的创新不确定性风险,提高企业研发成功率。因此,在网络边际成本递减和技术报酬递增规律的双重驱使下,数据、知识等创新要素会加速向信息网络基础设施发达的区域集聚,产生驱动技术创新的网络叠加效应,对推动城市创新产生直接作用。

(二) 间接影响机制

作为现代空间网络的“中枢节点”和“传输纽带”,信息网络基础设施的建设具有超大规模容量、超快传送速度等优势特征,加速推动了知识、信息、技术、数据等要素资源的网络空间配置,尤其是“宽带中国”试点政策所带来的宽带网络基础设施建设,能够通过集聚驱动效应、结构优化效应以及数字金融助推效应等间接机制促进城市创新水平提升。

1. 集聚驱动机制

“宽带中国”试点政策通过吸引中高端生产性服务业集聚从而促进城市创新水平提升。“宽带中国”战略试点政策的施行往往伴随着中央和地方政府大量的创新补贴和税收减免政策支持,因而能吸引一大批高新技术型和数字创新型企业和人才集聚,催生和加速以5G、云计算、大数据为代表的新一代信息技术产业发展,推动多元化创新主体聚集和多层次产业协同集聚,并通过集聚驱动效应助力城市创新。这其中以信息网络为核心的中高端生产性服务业集聚及产业协同集聚对推动城市创新水平提升具有重要驱动作用。一方面,中高端生产性服务业集聚可有效形成产业间横向和纵向耦合关联效应,通过专业化和多样化集聚促进不同产业间技术转移和知识溢出,且集聚过程中现代信息技术的普及应用也会进一步强化其网络效应,加快推动信息、技术、人才和数据等要素的转移集聚,形成知识密集型交流网络^[29],为企业研发创造良好的创新环境,助力城市产业技术创新。另一方面,现代信息网络的生產性服务业与制造业间具有较强的产业关联性和技术关联性,在技术研发和创新活动中会产生协同效应,有利于知识要素和创新要素在城市内企业、科研机构 and 高等院校

中自由转移与扩散,促进生产性服务业与制造业协同创新^[30],助推城市创新水平提升。

2. 结构优化机制

“宽带中国”试点政策通过促进城市产业结构升级进而促进城市创新水平提升。第一,有别于传统基础设施,以宽带为信息载体的新一代网络基础设施建设更容易推动传统产业的改造升级,通过提升海量终端的响应速度和服务能力,赋予现代机器设备更强大的识别、学习、计算和协作能力^[31]。这有利于推动传统制造工艺设备的改造升级,为企业技术创新提供强大的物质信息载体,推动城市创新。第二,以宽带为核心的信息网络基础设施建设有助于推动大数据、云计算、物联网等新型信息技术嵌入制造业生产价值链,促进制造业服务化并向“微笑曲线”两端的高附加值领域迈进,进而推动制造业中高端转型升级,同时为传统服务业转型带来信息化驱动力,最终通过加快现代服务业与制造业信息化融合、优化产业结构来促进城市创新。第三,以宽带互联网为核心的网络基础设施建设能有效拓展高质量、多元化的互联网服务,推动传统产业信息化、数字化、智能化转型,提高产业间分工、专业化协作水平,加快产业间技术溢出和结构优化,促进城市创新水平提升。

3. 数字金融助推机制

“宽带中国”试点政策通过助推城市数字金融发展进而促进城市创新水平提升。一方面,依托于互联网、大数据、区块链等创新信息技术的应用,我国数字金融经历了井喷式增长^[32]。宽带等信息网络基础设施建设,为数字技术与金融服务的跨界融合以及数字金融服务覆盖广度和深度的拓展延伸提供了良好的网络基础和信息平台,能够有效突破传统银行机构网点和人工成本对金融服务边界的束缚^[33],较大程度地提升金融服务的覆盖范围和可获得性,进而有助于缓解企业研发创新面临的融资约束困境^[34],特别是为长尾群体和中小微企业创新活动提供“低门槛”融资渠道。另一方面,宽带等信息网络基础设施建设为欠发达地区信息科技发展和金融机构数字化转型提供了良好的契机,为金融科技基础设施布局和产品创新提供了坚实的技术支撑,催生和加速了数字金融新业态新模式发展。其通过大数据金融科技应用不仅能降低金融市场的搜寻成本和风险识别成本,将金融资源与企业创新项目的风险特征相互匹配,为企业创新提供精准的线上消费信贷、投资理财等服务,还有助于倒逼传统金融机构数字化转型,提升金融服务效率和信贷资源配置效率,校正传统金融中存在的“属性错配”“领域错配”和“阶段错配”问题,使金融机构能够更具靶向性地支持企业技术创新活动^[35],进而促进城市创新水平的提升。

三、模型设定、变量选取和数据来源

(一) 模型设定

为探究信息网络基础设施建设对城市创新的影响,本文将工信部和国家发改委在2014年、2015年和2016年分别遴选的“宽带中国”战略试点视为一项相对外生的准自然实验,并采用双重差分法识别检验。由于不同城市获批“宽带中国”示范城市的时间不同,因此,构建如下双向固定效应差分模型,探究信息网络基础设施建设的创新驱动效应:

$$inno_{it} = \alpha + \beta treat_i \times time_t + X_{it}\phi + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中 i 代表城市, t 代表年份。被解释变量 $inno$ 为城市创新水平; X 为一系列控制变量; μ_i 代表城市个体效应,控制了城市层面不随时间变化因素的影响; γ_t 代表年份固定效应,控制了时间趋势因素; ε_{it} 表示随机误差项。 $treat \times time$ 表示“宽带中国”战略试点政策虚拟变量,以此作为信息网络基础设施建设的外生冲击,其系数 β 值反映“宽带中国”试点政策的创新驱动效应。若该城市获批“宽带中国”示范城市,则 $treat$ 为1,否则为0,获批当年及之后年份 $time$ 为1,其余为0。

(二) 变量选取

1. 被解释变量为城市创新水平 ($inno$)。专利是研发与创新活动最直接的产出,能较好地反映区域创新水平。借鉴余泳泽和张少辉^[36]的做法,采用城市每万人发明专利授权数衡量城市创新水平。

稳健性检验中,本文进一步采用每万人发明专利申请数以及寇宗来和刘学悦^[37]测算的创新指数衡量城市创新水平。

2. 核心解释变量为“宽带中国”战略试点政策($treat \times time$)。采用双重差分项衡量,若该城市入选“宽带中国”战略试点,且观测时间在入选年份之后, $treat \times time$ 取值为1,否则为0,以此作为信息网络基础设施建设的衡量指标。

3. 控制变量。具体包括:(1) 经济发展水平($pgdp$),采用城市实际人均GDP衡量;(2) 产业结构($indstr$),采用工业增加值占城市GDP的比重衡量;(3) 外商直接投资(fdi),采用实际利用外资额占城市GDP的比重衡量,其中外资按照美元兑人民币平均汇率调整为人民币计价;(4) 人力资本(hr),采用每万人拥有的普通学校在校学生人数衡量;(5) 金融发展水平(fin),采用金融存贷款余额之和占城市GDP比重衡量;(6) 基础设施水平($infra$),采用邮电业务收入占城市GDP比重衡量。变量描述性统计见表1。

(三) 数据来源

本文使用2011—2018年中国286个地级市平衡面板数据评估“宽带中国”战略试点的创新驱动效应。数据主要来源于历年的《中国城市统计年鉴》、各省市统计年鉴、EPS数据库。本文专利数据来源于国家知识产权局专利信息检索平台,该数据通过手工在线检索获取并经反复核对确认,稳健性检验中的城市创新指数来源于复旦大学产业发展研究中心发布的《中国城市和产业创新力报告》^[37]。部分缺失数据采用均值法进行填补。

四、实证分析结果

(一) 基准回归检验

本文采用双向固定双重差分法评估“宽带中国”战略试点对城市技术创新的政策效应,并通过逐步加入控制变量进行回归考察信息网络基础设施建设的创新驱动效应。表2第(1)列至第(4)列展示了依次加入控制变量后的回归结果。故后续分析以第(4)列回归结果为基准。

表2第(4)列结果显示,试点政策虚拟变量的系数为0.1045,且在1%的水平上显著,表明“宽带中国”战略试点政策的施行使得试点城市的创新水平相比非试点城市提升10.45个百分点,这说明“宽带中国”战略试点政策显著促进了城市创新水平提升,信息网络基础设施建设的创新驱动效应显著成立。从信息经济学理论来看,以宽带互联网为核心的信息网络基础设施建设极大提高了区域间信息网络的通达性,有效降低了信息扩散和传输成本,

表1 变量的描述性统计

变量名称	英文缩写	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
城市创新水平	<i>inno</i>	2 288	0.154	0.338	0.001 13	4.759
“宽带中国”政策试点	$treat \times time$	2 288	0.114	0.318	0	1
经济发展水平	<i>pgdp</i>	2 288	5.052 2	3.181 5	0.645 7	22.450 2
产业结构	<i>indstr</i>	2 288	0.401	0.097 1	0.102	0.81
外商直接投资	<i>fdi</i>	2 288	0.002 61	0.002 75	0	0.029 9
人力资本	<i>hr</i>	2 288	0.196	0.042 4	0.005 53	0.372
金融发展水平	<i>fin</i>	2 288	0.962	0.606	0.118	7.45
基础设施水平	<i>infra</i>	2 288	0.019 6	0.013 5	0.000 858	0.228

表2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
$treat \times time$	0.123 8 *** (3.25)	0.108 1 *** (3.03)	0.104 9 *** (3.03)	0.104 5 *** (3.02)
<i>pgdp</i>		0.034 6 *** (3.55)	0.034 3 *** (3.64)	0.034 5 *** (3.54)
<i>indstr</i>		-0.457 1* (-1.70)	-0.448 7* (-1.71)	-0.454 9* (-1.74)
<i>fdi</i>			-5.137 0 (-1.57)	-5.079 0 (-1.54)
<i>hr</i>			0.303 7 (1.14)	0.295 9 (1.12)
<i>fin</i>				0.007 8 (0.60)
<i>infra</i>				-0.026 7 (-0.08)
_cons	0.083 6 *** (11.53)	0.109 7 (1.11)	0.062 1 (0.47)	0.059 2 (0.43)
时间固定	是	是	是	是
地区固定	是	是	是	是
N	2 288	2 288	2 288	2 288
R ²	0.201 4	0.261 0	0.266 0	0.266 2

注:括号内为*t*值,***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著,以上回归均采用以地级市为聚类变量的稳健标准误。

增强了信息和创新资源的共享性和透明性,促进了创新要素和知识资本在区域和产业间转移流动^[20],使得创新主体能够便捷地享受高效的创新服务,加速创新性思维的产生和碰撞,促使创新行为更为有效、过程更加精准、产出更加丰富,不断释放信息网络技术在应用部门中的创新溢出红利,从而推动城市创新水平提升。其他控制变量结果基本符合理论预期。

(二) 稳健性检验

1. 平行趋势和动态效应检验

运用双重差分模型进行政策评估的基本前提是平行趋势假定成立,即政策实施前试点城市与非试点城市具有相同的发展趋势或不存在系统显著差异。考虑到“宽带中国”试点政策分批实施,且在推动城市创新中可能具有缓冲期和动态持续性,故借鉴 Beck *et al.*^[38]的“事件分析法”思路,构建如下动态模型^①:

$$inno_{it} = \alpha + \sum_{t=-3}^4 \beta_t treat_i \times time_t + X_{it}\phi + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式(2)中 i 代表城市, t 代表年份。 β_t 为本文重点关注的估计系数,表示“宽带中国”试点政策实行的前三年、前两年、前一年与实施后第一年、第二年、第三年、第四年的政策虚拟变量(该年度时间虚拟变量与是否为试点城市虚拟变量的交互项)的估计值,其余变量设置与基准模型一致。为直观地检验双重差分模型是否符合平行趋势假定,本文采用图示法比较了“宽带中国”试点政策实施前后城市创新水平的变化状况,绘制了系数 β_t 及其 95% 的置信区间(见图 1)。

由图 1 可知,在“宽带中国”试点政策实施之前,试点城市和非试点城市创新水平不存在系统显著差异,在政策实施之后,试点城市和非试点城市创新水平的差异不断变大,这表明平行趋势假定满足,适宜采用双重差分法评估该政策对城市创新的影响。此外,政策在施行当年并未对城市创新水平产生显著影响,而是在第二年后才明显发挥政策效果,且随着年份的推移和政策的不断深入,系数估计值呈现显著增大的趋势。上述结果表明,“宽带中国”试点政策的创新驱动效应具有一定的滞后性,且政策效果的发挥呈现出动态可持续性,即信息网络基础设施建设的“创新红利”具有时间动态增强效应。

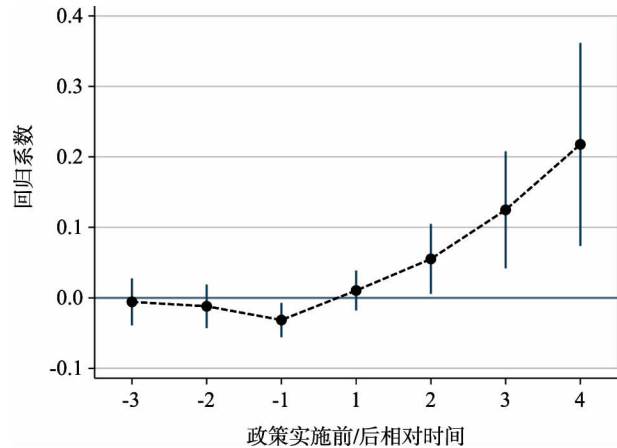


图 1 平行趋势和动态效应

2. 进一步考虑其他不可观测因素的影响

为减弱遗漏变量可能对实证结果产生的影响,本文在基准回归中控制了影响城市创新的一系列城市特征因素,但仍然可能存在一些随着时间、地点变化而变化的不可观测因素对估计结果产生影响,如财政科技支出偏向和创新激励政策的动态调整也可能会影响城市创新水平,进而引致回归估计偏误。对此,本文借鉴周茂等^[39]的做法,进行间接性安慰剂检验。具体做法如下:首先,根据式(1)得出系数 $\hat{\beta}$ 。表达式为:

$$\hat{\beta} = \beta + \gamma \times \frac{\text{cov}(treat_i \times time_t, \varepsilon_{it} | control)}{\text{var}(treat_i \times time_t | control)} \quad (3)$$

其中 $control$ 表示前文所涉及的控制变量, γ 为非观测因素对被解释变量的影响。若 $\gamma = 0$,则表示非观测因素不会干扰估计结果,即 $\hat{\beta}$ 无偏。但 γ 是否为零难以直接检验,因此,本文以计算机随机模拟产生的虚假变量代替 $treat \times time$ 。若该虚假变量的估计结果 $\hat{\beta}$ 为零,则能反推 $\gamma = 0$; 若 $\hat{\beta}$ 不为零,则表明模型设定有误,即存在其他不可观测因素影响模型估计。具体地,本文分批次在 2014 年、

2015 年以及 2016 年随机抽取产生了 39、36 和 37 个虚假试点样本,并将随机过程重复 500 次,产生了 500 个虚假的 β 分布,具体的估计系数的概率密度分布如图 2 所示。不难发现,随机产生的估计系数均值非常接近于 0,且估计的标准差均小于 0.01,基本服从正态分布。因此,可以反推 γ 为 0,从而证明非观测因素几乎不会对估计结果产生影响,进一步表明基准回归结果较为稳健。

3. 其他稳健性检验

(1) 更换城市创新水平的衡量方法。为增强模型估计的稳健性,本文进一步采用创新指数和每万人发明专利申请数作为城市创新水平的代理变量,重新进行实证检验。其中,创新指数是寇宗来和刘学悦^[37]基于国家知识产权局专利数据,采用专利更新模型测算每项专利实际价值并汇总至城市层面形成的,其在较大程度上解决了专利质量和价值异质性问题,能够较好地反映城市创新水平和质量。表 3 第(1)列和第(2)列回归结果显示,在更换被解释变量后系数值有所变化,但仍然在 1% 的水平下显著为正,这表明“宽带中国”战略试点政策的创新驱动效应较为稳健。

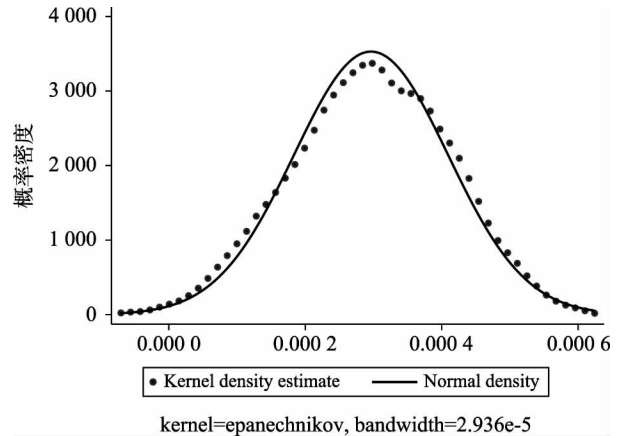


图 2 安慰剂检验“宽带中国”战略

表 3 稳健性检验结果

	更换被解释变量		采用 PSM-DID 方法		运用工具变量		排除其他政策干扰
	创新指数 (1)	专利申请 (2)	半径匹配 (3)	核匹配 (4)	第一阶段 (5)	第二阶段 (6)	
<i>treat × time</i>	0.304 1*** (3.16)	0.043 1*** (3.38)	0.122 2** (1.99)	0.102 6*** (2.69)		0.944 0*** (2.74)	0.063 3** (2.45)
<i>pgdp</i>	0.044 5*** (2.87)	0.017 8*** (4.68)	0.022 0*** (3.83)	0.030 5*** (3.06)	0.024 *** (11.04)	0.032 9*** (3.69)	0.027 8*** (3.28)
<i>indstr</i>	-0.011 8 (-0.04)	-0.121 3 (-1.19)	0.005 1 (0.04)	-0.384 2 (-1.49)	0.823 *** (10.18)	-0.213 3 (-0.69)	-0.418 3* (-1.86)
<i>fdi</i>	1.274 7 (0.22)	-1.773 5 (-1.53)	-2.064 5 (-1.37)	-5.980 0 (-1.58)	-1.285 (-0.54)	7.564 2*** (2.74)	-4.180 9 (-1.32)
<i>hr</i>	0.068 8 (0.24)	0.234 1** (2.23)	0.395 7*** (3.37)	0.379 1 (1.31)	0.273 (1.90)	1.346 3*** (6.40)	0.175 6 (0.76)
<i>fin</i>	-0.002 0 (-0.15)	-0.000 2 (-0.04)	-0.000 9 (-0.17)	0.002 8 (0.26)	0.040 *** (2.98)	-0.013 1 (-0.72)	0.010 9 (0.90)
<i>infra</i>	0.718 2 (0.67)	0.040 1 (0.27)	-0.212 9** (-2.34)	-0.354 0* (-1.82)	-0.826* (-1.73)	2.769 7*** (4.13)	0.015 0 (0.05)
<i>_cons</i>	-0.134 7 (-0.99)	-0.046 3 (-0.85)	-0.099 8 (-1.56)	0.039 1 (0.27)	-0.387 *** (9.34)	-0.359 6** (-2.30)	0.088 8 (0.73)
地形起伏度					-0.031 *** (-3.52)		
创新型城市							0.091 7*** (3.10)
智慧城市							0.181 9*** (3.93)
时间固定	是	是	是	是	是	是	是
地区固定	是	是	是	是	是	是	是
N	1 716	2 288	2 072	2 208	2 288	2 288	2 288
R ²	0.178 7	0.280 7	0.324 7	0.250 5	0.214 6	0.142 4	0.350 0

注: 括号内为 t 值,***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著,以上回归均采用以地级市为聚类变量的稳健标准误。

(2) 采用 PSM-DID 方法。“宽带中国”示范城市在分批依次批复过程中可能存在着选择性偏误,使得试点城市与非试点城市在信息化水平及创新资源禀赋等方面存在一定差异,导致回归结果包含这一政策之外的影响因素。因此,本文采用倾向得分匹配的双重差分法,进一步增强试点城市与非试点城市样本的可比性,以缓解样本选择性偏误问题。具体地,分别采用半径匹配和核匹配方法,对试点城市与非试点城市样本进行倾向得分匹配。需要指出,本文按照事前匹配思路,采用 2014 年之前(政策尚未发生前)的样本变量均值进行匹配,选取的协变量与控制变量一致。由表 3 第(3)列和第(4)列估计结果可知,双重差分项系数分别在 5% 和 1% 的水平下依然显著为正,表明经匹配后“宽带中国”战略试点政策的创新驱动效应较为稳健。

(3) 运用工具变量法。考虑到“宽带中国”战略试点并非随机设立,可能会受到城市经济发展和信息资源禀赋等因素干扰,从而引致政策评估的内生性问题,为此本文基于地理视角构造工具变量以解决上述问题。具体地,借鉴刘传明和马青山^[20]的做法,将地形起伏度作为“宽带中国”战略试点的工具变量。原因在于:《创建“宽带中国”示范城市(城市群)工作管理办法》(以下简称《“宽带中国”管理办法》)要求示范城市具有良好的宽带发展基础,而地形起伏度不仅关乎网络基站建设运营成本,还会影响宽带渗透普及率和网络信号质量,从而影响“宽带中国”试点城市设立,满足工具变量相关性条件;且地形起伏度作为地理变量足够外生,并不会对城市创新产生直接影响,故满足外生性条件。表 3 中第(5)列和第(6)列为采用工具变量后的回归结果,可以发现,试点政策虚拟变量系数在 1% 的水平下依然显著为正,且与基准回归结果相比系数有所增大,这表明在采用工具变量缓解内生性问题后,信息网络基础设施建设的创新驱动效应更强。工具变量检验结果也表明地形起伏度作为工具变量较为稳健和适宜^②。

(4) 排除其他政策干扰。样本期内还实施了与“宽带中国”战略和创新激励相关的其他政策,可能会对估计结果产生一定干扰。为此,本文借鉴纪祥裕和顾乃华^[40]的做法,进一步控制了创新型城市试点、智慧城市试点等代表性政策对城市创新的影响,将上述两种政策的虚拟变量(入选试点城市后为 1,否则为 0)纳入基准模型中进行实证估计,结果如表 3 第(7)列所示。可以看出,在同时控制两种政策影响后,试点政策双重差分项系数依然在 5% 的水平下显著为正,这表明“宽带中国”战略试点对城市技术创新的驱动效应较为稳健。

(三) 空间溢出效应检验

基础设施建设具有较强的规模效应和网络效应,会对“本地—邻地”经济活动产生显著的空间溢出效应^[10]。特别是以高铁开通为代表的交通基础设施建设对区域间资本和创新要素流动产生了“扩散效应”与“虹吸效应”两种机制影响^[5-6]。《“宽带中国”管理办法》进一步明确,“宽带中国”示范城市试点应对全国同类地区产生较强的示范和引领作用。那么,作为一项战略性公共基础设施建设工程,“宽带中国”战略试点政策的创新驱动效应是否具有空间溢出效应?如果有,究竟会加速相邻或相似地区信息和创新要素流动,延展区际技术创新的“扩散效应”,产生“示范效应”,还是加剧示范城市建设的政策洼地效应,对相邻或相似地区创新资源和要素产生掠夺和虹吸效应?

为进一步检验上述效应,本文借鉴 Delgado and Florax^[41]等的做法,构建如下空间双重差分模型,探究“宽带中国”战略试点示范城市对相邻或相似地区城市创新的空间溢出效应:

$$inno_{it} = \alpha + \beta_1 treat_i \times time_t + \beta_2 treat_i \times time_t \times W + X_{it}\phi + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, W 为空间权重矩阵,其余变量与前文基准模型一致。具体地,采用两种空间权重矩阵考察“宽带中国”战略试点政策对相邻及相似地区的创新空间溢出效应。第一种权重矩阵为地理距离矩阵,主要探究试点政策对相邻地区(地理相邻)的溢出效应;第二种权重矩阵为经济地理距离矩阵,主要考察试点政策对相似地区(经济相似)的溢出效应。表 4 汇报了两种权重矩阵下的估计结果,结果显示,在地理距离矩阵中,空间权重矩阵与双重差分项交乘项的系数显著为正,表明相邻城市之间的

信息基础设施建设具有显著的正向空间溢出效应,“宽带中国”战略试点政策加速了知识和信息技术的跨区域转移、流动与扩散,优化了信息和创新要素资源的空间配置,对相邻城市技术创新产生了较强的示范效应。在经济地理距离矩阵中,空间权重矩阵与双重差分项交乘项的系数在10%的水平下显著为负,表明相似城市之间的信息基础设施建设呈现出负向的空间溢出效应,“宽带中国”战略试点政策加剧了示范城市建设的政策洼地效应,对经济相似地区产生了一定程度的虹吸效应。可能的原因在于:有限的资源供给约束下,示范试点获批意味着将获得更多的财政资源及相关配套政策支持,在扩大宽带网络覆盖范围、提升信息网络服务质量的同时,会进一步吸引高新技术企业及研发创新人才进入,这既推动了本地城市技术创新,也对其他在经济方面与其相似的非试点城市的信息及创新资源要素产生了一定的掠夺和挤占。总体上,从综合系数的估计值和显著性来看,虹吸效应相对较小。

五、进一步拓展分析

(一) 作用机制检验

以上实证结果表明,“宽带中国”战略试点政策显著促进了城市创新。结合前文理论分析,本文进一步从中高端生产性服务业集聚、产业结构优化和数字金融发展等路径,探究信息网络基础设施建设驱动城市创新水平提升的作用机制。具体借鉴温忠麟和叶宝娟^[42]的做法对上述作用路径进行实证检验,构建如下中介效应模型:

$$inno_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 treat_i \times time_t + X_{it}\phi + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 treat_i \times time_t + X_{it}\phi + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$inno_{it} = \chi_0 + \chi_1 treat_i \times time_t + \chi_2 M_{it} + X_{it}\phi + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中, M 为中介变量,包括中高端生产性服务业集聚、产业结构高级化以及数字金融发展指数,其余公式变量与前文基准模型一致。若 α_1 、 β_1 和 χ_1 均显著,且 χ_1 相较 α_1 变小或显著性下降,则表明存在部分中介效应;若 α_1 和 β_1 显著, χ_1 不显著,则表明存在完全中介效应;若 β_1 和 χ_2 至少一个不显著,则需要进行 Bootstrap 检验。回归结果如表 5 所示。

表 5 中第 (1) 列至第 (3) 列为中高端生产性服务业集聚的中介效应检验结果。为检验“宽带中国”战略试点政策是否通过吸引中高端生产性服务业集聚,促进城市创新水平提升,本文借鉴韩峰和谢锐^[43]的做法,测算中高端生产性服务业集聚指数^③,并将其代入上述模型。回归结果表明,“宽带中国”战略试点政策显著促进了中高端生产性服务业集聚,且在第 (3) 列加入指标项后,双重差分项的系数值有所下降,集聚指数的回归系数在 1% 水平下显著为正,即中高端生产性服务业集聚在“宽带中国”战略试点政策促进城市创新中发挥着部分中介效应。进一步经计算得出,该路径下中介效应占总效应的比例为 12.61%。上述结论表明,以宽带为核心的信息网络基础设施建设为信息数据要素的传递和转移提供物质基础和技术支持,为高新技术企业的转移集聚创造良好的条件,有利于激发城市创新活力,促进城市创新水平提升。

表 4 空间溢出回归结果

	地理距离矩阵 W1	经济地理距离矩阵 W2
	(1)	(2)
$treat \times time$	0.114 1*** (3.28)	0.117 7*** (3.40)
$treat \times time \times W1$	0.649 9** (2.07)	
$treat \times time \times W2$		-0.000 1* (-1.81)
$pgdp$	-0.078 4 (-1.45)	-0.071 2 (-1.29)
$indstr$	-1.059 0*** (-2.66)	-1.066 6*** (-2.68)
fdi	-3.272 6 (-1.08)	-3.402 1 (-1.12)
hr	0.508 0* (1.65)	0.537 9* (1.75)
fin	0.007 4 (0.55)	0.003 4 (0.25)
$infra$	-0.133 6 (-0.34)	-0.181 7 (-0.46)
$_{-}cons$	1.176 7* (1.69)	1.102 4 (1.56)
时间固定	是	是
地区固定	是	是
N	2 288	2 288
R ²	0.245 4	0.242 0

注:括号内为 t 值,***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著,以上回归均采用以地级市为聚类变量的稳健标准误。

表5 作用机制回归结果

	基准回归	集聚驱动效应		结构优化效应		数字金融助推效应	
	<i>inno</i> (1)	集聚驱动 (2)	<i>inno</i> (3)	结构优化 (4)	<i>inno</i> (5)	数字金融 (6)	<i>inno</i> (7)
<i>treat</i> × <i>time</i>	0.104 5*** (3.02)	0.002 2*** (4.70)	0.091 2*** (2.78)	0.004 3 (0.71)	0.101 0*** (3.10)	0.010 9* (1.85)	0.102 0*** (2.97)
集聚驱动			5.991 1*** (4.40)				
结构优化					3.957 8** (2.19)		
数字金融							0.227 3*** (4.19)
<i>pgdp</i>	0.034 5*** (3.54)	-0.000 1 (-1.18)	0.035 4*** (3.64)	0.001 3*** (3.78)	0.029 5*** (3.39)	0.020 9*** (8.42)	0.029 8*** (3.09)
<i>indstr</i>	-0.454 9* (-1.74)	-0.176 0*** (-35.27)	0.599 7*** (2.71)	-0.009 8 (-1.19)	-0.416 0* (-1.71)	0.040 0 (0.70)	-0.464 0* (-1.79)
<i>fdi</i>	-5.079 0 (-1.54)	-0.240 4*** (-3.26)	-3.638 6 (-1.16)	0.443 7*** (3.38)	-6.835 0** (-1.98)	0.988 2 (1.44)	-5.303 6 (-1.61)
<i>hr</i>	0.295 9 (1.12)	0.005 9 (0.84)	0.260 7 (0.99)	0.132 7*** (4.71)	-0.229 4 (-0.71)	0.178 5*** (3.02)	0.255 3 (0.98)
<i>fin</i>	0.007 8 (0.60)	0.000 9 (1.64)	0.002 5 (0.21)	-0.000 2 (-0.29)	0.008 4 (0.72)	0.003 4 (0.75)	0.007 0 (0.53)
<i>infra</i>	-0.026 7 (-0.08)	0.011 2 (1.12)	-0.093 8 (-0.29)	-0.044 4 (-1.40)	0.149 1 (0.48)	0.015 5 (0.18)	-0.030 2 (-0.09)
<i>_cons</i>	0.059 2 (0.43)	0.513 1*** (221.48)	-3.014 6*** (-4.43)	-0.013 7* (-1.94)	0.113 4 (0.87)	0.380 6*** (13.44)	-0.027 3 (-0.21)
Bootstrap		Z=0.120	P=0.000	Z=0.023	P=0.037	Z=0.117	P=0.000
时间固定	是	是	是	是	是	是	是
城市固定	是	是	是	是	是	是	是
N	2 288	2 288	2 288	2 288	2 288	2 288	2 288
R ²	0.266 2	0.932 8	0.281 6	0.155 6	0.314 5	0.994 7	0.271 8

注: 括号内为 *t* 值,***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著,以上回归均采用以地级市为聚类变量的稳健标准误。

表5中第(4)列和第(5)列为产业结构优化的中介效应检验结果。为检验该作用机制,本文借鉴袁航和朱承亮^[44]的做法,采用三次产业之间的比例关系与各产业劳动生产率乘积的加权值衡量产业结构高级化,并将其代入上述模型。回归结果表明,“宽带中国”战略试点政策促进了城市产业结构高级化,但在10%的水平上并不显著,在第(5)列加入产业结构高级化项后,双重差分项的系数值变小,且产业结构高级化的系数显著为正。此时需要采用Bootstrap检验,经检验后发现,产业结构高级化的中介效应显著,即“宽带中国”战略试点政策能够通过助力产业结构高级化促进城市创新。进一步地,经计算后发现该路径下中介效应占总效应的比例为16.29%。上述结论表明,以宽带为信息载体的新一代网络基础设施建设,通过有效嵌入产业链、供应链和价值链,有利于推动传统服务业和制造业转型升级,加快产业间技术溢出和结构优化,促进城市创新水平提升。

表5中第(6)列和第(7)列为数字金融发展的中介效应检验结果。为检验该作用机制,本文采用北京大学数字金融研究中心课题组编制的数字普惠金融指数来衡量数字金融发展水平。回归结果表明,“宽带中国”战略试点政策显著促进了数字金融发展,且在第(7)列加入数字金融指数项后,双重差分项的系数值有所下降,数字金融指数的回归系数在1%水平下显著为正。为稳健性起见,继而采用Bootstrap法检验间接效应是否显著,结果拒绝原假设,表明间接效应显著,即“宽带中国”战略试点政策能够通过助推数字金融发展,进而推动城市创新水平提升。经计算后发现该路径下中介效应占总效应的比例为2.37%。以上结果表明,以宽带为代表的网络基础设施建设为数字金融的普及和推广提供了坚实的物质基础,为拓展金融的服务范围和触达能力提供了稳定的技术支撑,能够

有效缓解创新型企业面临的融资约束困境,激发城市创新创业活力。

(二) 城市异质性分析

尽管前文已经论证了“宽带中国”战略试点政策的创新驱动效应及其作用机制,但试点范围内不同特征的城市对政策冲击的响应是否存在一定差异?对于该问题的探讨,有利于深入理解信息网络基础设施建设驱动城市创新水平提升的边界条件。为此,本文接下来从城市等级、区位异质性进一步讨论。

1. 城市等级异质性

不同等级城市在经济发展和创新资源配置等方面存在较大差异,可能会影响“宽带中国”战略试点政策的创新驱动效果发挥。一般而言,直辖市、省会城市及副省级城市等往往是所在区域的政治经济中心以及重大发展战略的试行区。相比一般地级市,这些行政等级较高的城市不仅能通过行政等级优势获得更多的公共财政资源和创新激励政策支持,还可以通过中心城市的集聚效应进一步强化资本、人才、信息等创新要素资源的自我集聚功能,从而导致“宽带中国”战略试点政策在不同等级城市中存在差异。基于此,本文设置城市等级虚拟变量(*level*)将直辖市、省会城市及副省级城市赋值为1,一般地级市赋值为0,并将该变量与试点政策双重差分项相乘代入回归,结果如表6中第(1)列所示。可以发现,试点政策双重差分项与行政等级交乘项的回归系数在1%的水平上显著为正,这表明“宽带中国”战略试点政策对行政等级较高城市的创新水平提升作用相对较强。原因可能在于:凭借着经济规模、信息集聚以及公共服务供给等优势,行政等级较高的城市入选“宽带中国”试点所带来的信息化冲击能够吸引更多的创新型企业、风投资金以及研发人才涌入,推动城市创新;而行政等级较低的一般地级市拥有的经济管理权限相对较低,创新资源禀赋相对较弱,通过财税、投资、土地等优惠政策吸引中高端创新型企业集聚的外源及内生动力略为不足,较难形成“政策引领—产业集聚—技术创新”的自我集聚模式,从而使得试点政策对一般地级市的创新驱动效应相对较弱。

2. 城市区位异质性

中国疆域辽阔,不同区位城市间的发展不平衡不充分问题突出。东部地区城市在改革开放等一系列试验政策的支持下,凭借着便利的交通和区位优势率先发展,经济发达程度、人力以及科教资源条件相比中西部地区较为优越,加之铁路、公路等交通基础设施网络的分布差异,导致东部地区资金、技术、人才等各类要素资源难以覆盖到广大的中西部地区,致使中西部地区创新经济发展滞后于东部地区。因此,东中西地区城市间的区位优势差异可能会导致“宽带中国”战略试点政策效果产生差异。本文构建区位特征虚拟变量(*area*)将东部地区城市赋值为1,中西部地区城市赋值为0,并将该变量与试点政策双重差分项相乘代入回归,结果如表6中第(2)列所示。从中可以看出,试点政策双重差分项与区位分布交乘项的回归系数在1%的水平上显著为正,这表明试点政策对东部地区城市创新的促进作用相对更强。原因可能在于:东部地区人才要素和创新资源禀赋较为充裕,“宽带

表6 异质性回归结果

	城市行政等级 (1)	城市区位分布 (2)
<i>treat × time × level</i>	0.159 8*** (3.63)	
<i>treat × time × area</i>		0.203 8*** (3.11)
<i>pgdp</i>	0.034 0*** (3.59)	0.036 6*** (3.87)
<i>indstr</i>	-0.437 8* (-1.68)	-0.362 5 (-1.55)
<i>fdi</i>	-5.425 7 (-1.46)	-3.192 4 (-1.06)
<i>hr</i>	0.254 0 (0.97)	0.297 9 (1.16)
<i>fin</i>	0.001 2 (0.10)	0.014 0 (1.03)
<i>infra</i>	-0.089 1 (-0.26)	0.013 0 (0.04)
<i>_cons</i>	0.070 9 (0.53)	0.007 8 (0.06)
时间固定	是	是
地区固定	是	是
N	2 288	2 288
R ²	0.267 2	0.295 0

注:括号内为*t*值,***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著,以上回归均采用以地级市为聚类变量的稳健标准误。

中国”战略试点政策在驱动东部地区城市创新中更多地表现为“锦上添花”;中西部地区经济发展相对滞后、科教资源较为匮乏、创新人才吸纳能力相对较弱,尽管“宽带中国”战略试点在一定程度上加速了创新要素和信息知识的网络技术溢出和空间扩散,但受限于经济规模、资源禀赋以及地理区位约束,创新型企业集聚的内生动力依然不足,导致信息网络基础设施建设的集聚驱动效应难以有效发挥,影响了“宽带中国”战略试点政策施行的效果。

六、结论与建议

(一) 研究结论

我国已迈入高质量发展阶段,迫切需要以新型基础设施建设催生新发展动能,实现依靠创新驱动的内涵型增长。本文以“宽带中国”战略试点为准自然试验,采用双重差分法考察了信息网络基础设施建设的创新驱动效应,主要研究结论如下:“宽带中国”战略试点政策显著促进了城市创新水平提升,该结论在工具变量和倾向得分匹配等一系列稳健性检验后显著成立。从时间动态效应来看,随着年份的推移,政策试点的创新红利不断增强;从空间溢出效应来看,“宽带中国”战略试点对地理相邻城市创新产生了较强的“示范效应”,对经济相似地区呈现出一定的“虹吸效应”。从影响机制来看,试点政策主要通过集聚驱动效应、结构优化效应促进城市创新,数字金融助推效应相对较小。从异质性来看,试点政策对行政等级高的直辖市、省会及副省级等城市的创新驱动效应更为明显,对东部地区城市的创新驱动效应相对更强。

(二) 政策建议

基于上述结论,本文提出以下几点政策建议:

第一,加强5G网络、数据中心、物联网、人工智能等新型基础设施建设,激发城市创新活力。信息网络基础设施建设不仅能显著促进城市创新能力提升,而且其推动效果具有时间强化效应。因此,应加快5G、人工智能、大数据中心、物联网、工业互联网等基础设施建设步伐,进一步提升信息基础设施的功能,激活城市创新主体间、要素间、产业间的有机衔接,真正将新一代信息技术内化为城市创新动力,进而激发城市创新活力。逐步构建信息数据驱动型创新体系,推动新一轮信息网络基础设施与创新经济融合发展。

第二,优化“新基建”区域布局,借助“信息桥梁”形成东-中-西城市创新“雁形”发展态势,促进区域创新能力协同发展。基于“宽带中国”的“示范效应”“虹吸效应”“层级效应”,国家在“新基建”区域布局中,更应注重技术或经济相对落后地区的网络基础设施建设,通过提高其网络渗透率和网速等,实现“创新要素共享”“区域协同创新”等良性循环。通过加强中西部地区城市的“新基建”投资,推动东部创新要素辐射中西部地区,强化数字技术驱动,保障数据、知识、信息、专利、资金、人才等创新要素在“国内国际双循环”中顺畅流转,形成先发带动后发的“雁形”发展态势,促进区域创新协同发展。

第三,强化“新基建”对数字经济的集聚效应,形成城市创新与数字经济互促共进的发展格局。把新型信息网络基础设施建设的“技术红利”转化为创新红利和高质量发展动力,全方位促进信息技术的市场化应用,推动数字经济赋能产业链生态再造与转型升级。通过集聚驱动效应、结构优化效应以及数字金融助推效应促进城市创新,引导数字创新型和高新技术型企业的集聚发展,推动传统产业数字化、网络化、智能化转型,加快推进数字金融在经济社会中的应用,打造城市创新能力与数字经济“双轮驱动”的发展格局。

注释:

①为稳健性起见,本文进一步画出时间趋势图,图形显示政策实施前试点城市与非试点城市的创新水平呈现稳定的平行趋势。限于篇幅,此图未报告,备索。

- ②工具变量检验结果如下:基于过度识别的 Kleibergen-Paap rk LM statistic 为 12.369,弱工具变量识别的 Cragg-Donald Wald F statistic 为 12.393,且工具变量一阶段的 F 值(12.39)大于 10。这表明工具变量既通过了弱工具变量检验,也拒绝不可识别的原假设,通过了外生性检验,进一步表明采用地形起伏度作为工具变量的有效性与稳健性。
- ③具体地,依据各细分生产性服务业的劳动生产率和技术密集度,将“信息传输、计算机服务和软件业”“科学研究、技术服务和地质勘探业”“金融业”等行业归为中高端生产性服务业,并采用区位熵方法进行测算。

参考文献:

- [1]盛磊,杨白冰.新型基础设施建设的投融资模式与路径探索[J].改革,2020(5):49-57.
- [2]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(10):65-76.
- [3]施震凯,邵军,浦正宁.交通基础设施改善与生产率增长:来自铁路大提速的证据[J].世界经济,2018(6):127-151.
- [4]李兰冰,阎丽,黄玖立.交通基础设施通达性与非中心城市制造业成长:市场势力、生产率及其配置效率[J].经济研究,2019(12):182-197.
- [5]张克中,陶东杰.交通基础设施的经济分布效应——来自高铁开通的证据[J].经济学动态,2016(6):62-73.
- [6]马光荣,程小萌,杨恩艳.交通基础设施如何促进资本流动——基于高铁开通和上市公司异地投资的研究[J].中国工业经济,2020(6):5-23.
- [7]马红梅,郝美竹.中国高铁建设与沿线城市生产性服务业集聚:影响机制与实证检验[J].产业经济研究,2020(1):99-113.
- [8]卞元超,吴利华,白俊红.高铁开通是否促进了区域创新?[J].金融研究,2019(6):132-149.
- [9]杨桐彬,朱英明,周波,等.交通基础设施对人口城市化的影响——基于高铁和城轨开通的准自然实验[J].南京财经大学学报,2020(5):26-36.
- [10]刘生龙,胡鞍钢.交通基础设施与中国区域经济一体化[J].经济研究,2011(3):72-82.
- [11]张学良.中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应[J].中国社会科学,2012(3):60-77+206.
- [12]CHOI C, YI M H. The effect of the internet on economic growth: evidence from cross-country panel data[J]. Economics letters, 2009, 105(1):39-41.
- [13]卢福财,徐远彬.互联网对制造业劳动生产率的影响研究[J].产业经济研究,2019(4):1-11.
- [14]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(10):49-54.
- [15]MALLICK H. Role of technological infrastructures in exports: evidence from a cross-country analysis[J]. International review of applied economics, 2014, 28(5):669-694.
- [16]FORMAN C, GOLDFARB A, GREENSTEIN S. The internet and local wages: a puzzle[J]. American economic review, 2012, 102(1):556-575.
- [17]IVUS O, BOLAND M. The employment and wage impact of broadband deployment in Canada[J]. Canadian journal of economics, 2015, 48(5):1803-1830.
- [18]孔令池,张智.基础设施升级能够促进企业家精神成长吗?——来自高铁开通和智慧城市建设的证据[J].外国经济与管理,2020(10):139-152.
- [19]李坤望,邵文波,王永进.信息化密度、信息基础设施与企业出口绩效——基于企业异质性的理论与实证分析[J].管理世界,2015(4):52-65.
- [20]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+127-128.
- [21]马青山,何凌云,袁恩宇.新兴基础设施建设与城市产业结构升级——基于“宽带中国”试点的准自然实验[J].财经科学,2021(4):76-90.
- [22]薛成,孟庆玺,何贤杰.网络基础设施建设与企业技术知识扩散——来自“宽带中国”战略的准自然实验[J].财经研究,2020(4):48-62.

- [23]孙早,徐远华.信息基础设施建设能提高中国高技术产业的创新效率吗?——基于2002—2013年高技术17个细分行业面板数据的经验分析[J].南开经济研究,2018(2):72-92.
- [24]RAMPERSAD G,TROSHANI I.High-speed broadband: assessing its social impact[J].Industrial management & data systems,2013,113(3):541-557.
- [25]CZERNICH N,FALCK O,KRETSCHMER T,et al. Broadband infrastructure and economic growth[J]. The economic journal,2011,121(552):505-532.
- [26]ALMEIDA P,KOGUT B. Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks[J]. Management science,1999,45(7):905-917.
- [27]马明.网络基础设施的两面性与区域创新能力非均衡发展[J].福建论坛(人文社会科学版),2016(7):181-185.
- [28]VU K M. ICT as a source of economic growth in the information age: empirical evidence from the 1996—2005 period [J]. Telecommunications policy,2011,35(4):357-372.
- [29]杨浩昌,李廉水,刘军.高技术产业聚集对技术创新的影响及区域比较[J].科学学研究,2016(2):212-219.
- [30]白俊红,蒋伏心.协同创新、空间关联与区域创新绩效[J].经济研究,2015(7):174-187.
- [31]郭凯明,潘珊,颜色.新型基础设施投资与产业结构转型升级[J].中国工业经济,2020(3):63-80.
- [32]郭峰,王靖一,王芳,等.测度中国数字普惠金融发展:指数编制与空间特征[J].经济学(季刊),2020(4):1401-1418.
- [33]张勋,万广华,张佳佳,等.数字经济、普惠金融与包容性增长[J].经济研究,2019(8):71-86.
- [34]易行健,周利.数字普惠金融发展是否显著影响了居民消费——来自中国家庭的微观证据[J].金融研究,2018(11):47-67.
- [35]唐松,伍旭川,祝佳.数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J].管理世界,2020(5):52-66+9.
- [36]余泳泽,张少辉.城市房价、限购政策与技术创新[J].中国工业经济,2017(6):98-116.
- [37]寇宗来,刘学悦.中国城市和产业创新力报告2017[R].上海:复旦大学产业发展研究中心,2017.
- [38]BECK T,LEVINE R,LEVKOV A. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the United States [J]. The journal of finance,2010,65(5):1637-1667.
- [39]周茂,陆毅,杜艳,等.开发区设立与地区制造业升级[J].中国工业经济,2018(3):62-79.
- [40]纪祥裕,顾乃华.知识产权示范城市的设立会影响创新质量吗?[J].财经研究,2021(5):49-63.
- [41]DELGADO M S,FLORAX R J. Difference-in-differences techniques for spatial data: local autocorrelation and spatial interaction[J]. Economics letters,2015,137:123-126.
- [42]温忠麟,叶宝娟.中介效应分析:方法和模型发展[J].心理科学进展,2014(5):731-745.
- [43]韩峰,谢锐.生产性服务业集聚降低碳排放了吗?——对我国地级及以上城市面板数据的空间计量分析[J].数量经济技术经济研究,2017(3):40-58.
- [44]袁航,朱承亮.国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J].中国工业经济,2018(8):60-77.

(责任编辑:戴芬园)

Can the construction of information network infrastructure drive the level of urban innovation? A quasi-natural experiment of “Broadband China” pilot policy

ZHANG Jie, FU Kui

(School of Economics and Management, Shihezi University, Shihezi 832003, China)

Abstract: As information network infrastructure acts as the “central node” and “transmission link” of the modern economic system’s spatial network, construction of such infrastructure is of great significance in stimulating urban innovation and building digital network power. Based on the panel data of prefecture-level cities from 2011 to 2018, this paper takes the

(下转第127页)

the economic status and role functions of cities , introduces SNA network centrality indicators. Further , it combines DID models to explore the degree of impact of a city's spatial characteristics within a high-speed rail network on the development of tourism economic. The results show that the opening of high-speed rail has a significant positive impact on urban tourism economic development ,but that after opening , its dynamic effects tend to become insignificant over time. The analysis of heterogeneity shows that differences in scale between high-speed rail station construction and urban development will affect the tourism promotion effect of high-speed rail. Where a high-speed railway station is the originating station ,if the distance from the urban area is less than 30 km ,the opening of the high-speed railway in the city will have a tourism promotion effect; and the potential of integrating transportation and travel in small cities with third-tier and below needs to be further tapped. Mechanism analysis shows that the scale effect and structural effect of opening high-speed rail systems are the mechanisms affecting the development of tourist economies. Further analysis finds that the city occupies a high degree of centrality , intermediate centrality , or close centrality in a high-speed rail network , which plays a significant role in promoting the development of tourism economies. The research conclusions provide empirical evidence for the correctness and forerunner of the integration of traffic and travel , and provide certain reference value for cities to compile high-speed rail tourism development plans.

Key words: high-speed rail; tourism economy; transportation and travel integration; difference-in-differences model; social network analysis; centrality

.....
(上接第 14 页)

“Broadband China” pilot policy as a quasi-natural experiment , and uses a difference-in-differences model to evaluate the innovation-driven effect of information network infrastructure construction. The study finds that the “Broadband China” pilot policy significantly promotes the improvement of urban innovation. This conclusion is significantly established after a series of robust tests , including instrumental variables and propensity score matching. From the perspective of time and space effect , the innovation-driven effect of pilot policies has dynamic sustainability , which increases over time. Moreover , pilot policies accelerate the flow of information and innovative elements in geographically adjacent cities , produce a strong demonstration effect , intensify the low-land policy effect of demonstration city construction , and produce a certain siphon effect on innovative resources and elements in economically similar areas. From the perspective of influence mechanism , pilot policies promote urban innovation through agglomeration-driving effect and structure-optimization effect , whereas the boosting effect of digital finance is relatively small. From the perspective of heterogeneity , pilot policies have a stronger innovation-driven effect on the eastern region , on municipalities directly under the central government with higher administrative levels , on provincial capitals , and on sub-provincial cities. This paper's conclusion provides a reference for further promoting the construction of new infrastructure and accelerating the construction of an innovative country.

Key words: information network infrastructure construction; urban innovation; new infrastructure; Broadband China; difference-in-differences model