

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2022.04.007

# 网络基础设施建设提升企业创新绩效的路径与异质性

## ——来自“宽带中国”示范城市的经验证据

邱洋冬

(中共广东省委党校 经济学教研部,广东 广州 510053)

**摘要:**在数字经济时代,通过网络基础设施建设促进企业技术创新成为经济高质量发展的重要路径。然而,现有文献关于网络基础设施建设对企业创新绩效的影响及其机制研究不足,尤其缺乏相关经验证据。

本文认为,地区(城市)网络基础设施的改善,可以通过增强知识溢出效应、促进企业人力资本积累、降低企业成本、推动企业数字化转型等路径提升企业创新绩效,且该创新绩效提升效应会因企业的知识存量、规模、融资约束、高管研发背景等不同而表现出多样化的企业异质性。基于“宽带中国”战略实施中的示范城市建设实践,采用2010—2018年A股上市公司的微观数据,将2014—2016年3批共117个“宽带中国”示范城市(城市群)的企业作为实验组,运用多期双重差分模型的分析结果显示:“宽带中国”示范城市建设显著并稳健地提高了企业的专利申请量,而且对发明专利申请量的提升作用比非发明专利申请量更为显著;知识溢出(包括本地知识溢出和外地知识溢出)、企业人才集聚、企业成本以及企业数字化转型在网络基础设施建设促进企业创新绩效提升中均具有显著的部分中介效应,其中知识溢出路径的解释力度最大;相对而言,网络基础设施建设对知识存量较多、规模较大、融资约束较低、高管研发背景较强的企业有更强的创新绩效提升作用。进一步的分析发现,“宽带中国”示范城市建设有助于促进企业的探索性创新行为,并提升企业创新质量。

相比现有文献,本文主要进行了如下拓展和改进:一是从企业创新角度拓展了网络基础设施建设的经济效应研究,并利用“宽带中国”示范城市的准自然实验进行了经验分析;二是深度剖析网络基础设施建设影响企业创新的作用机制,特别是深入探讨了知识溢出在其中的作用,为相关研究提供了理论参考和方法借鉴。

本文研究表明,网络基础设施建设有助于打破知识溢出的地理桎梏,实现知识溢出的本地效应与外地效应对企业创新的协同促进作用,这是其促进企业创新的根本原因。因此,各地应加大网络基础设施建设力度,尤其是欠发达地区要努力缩小“数字鸿沟”,并有效降低企业的融资约束,以充分发挥网络基础设施建设的创新促进效应。

**关键词:**网络基础设施;企业创新;知识溢出;数字化转型;探索性创新;宽带中国

**中图分类号:**F299.24;F273.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-8131(2022)04-0089-19

\* 收稿日期:2022-04-07;修回日期:2022-06-11

**基金项目:**国家社会科学基金重点项目(19AZD008);广东省委党校一般项目(XYYB202209)

**作者简介:**邱洋冬(1994),男,江西赣州人;讲师,博士,主要从事数字经济与创新经济研究。

## 一、引言

2021年5月28日,习近平总书记在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会和中国科协第十次全国代表大会上发表重要讲话《加快建设科技强国 实现高水平科技自立自强》指出,当前,新一轮科技革命和产业变革突飞猛进,科技创新速度显著加快,以信息技术、人工智能为代表的新兴科技快速发展,大大拓展了时间、空间和人们认知范围,人类正在进入一个“人机物”三元融合的万物智能互联时代。2022年政府工作报告指出,要深入实施创新驱动发展战略,巩固壮大实体经济根基;同时提出,要加强数字中国建设整体布局,建设数字信息基础设施,逐步构建全国一体化大数据中心体系,促进数字经济发展。由此可见,国家在战略层面高度重视创新发展和新型基础设施建设。在新一轮科技和产业革命背景下,数字经济的兴起使网络基础设施建设的重要性日益凸显,科学准确地评估网络基础设施建设对宏观经济创新发展和微观主体创新行为的影响,并厘清其机理与路径也就显得尤为重要。作为一种新型和战略性基础设施,网络基础设施在经济高质量发展中的作用与影响逐渐受到社会各界的重视;作为实现经济增长和技术进步的主要行为主体,企业的技术创新行为和绩效也备受关注。然而,对于基础设施建设对企业创新的影响及其机制,现有文献还缺乏深入研究。

关于基础设施建设影响技术进步和科技创新的研究取得了丰硕的成果。近年来,关于以高铁为代表的交通基础设施建设影响技术创新的研究成果层出不穷,并且普遍认为交通基础设施建设有助于促进企业、城市、地区等不同层面的技术创新,其作用机制主要包括人力资本迁移、要素流动、成本降低以及经济集聚等(王春杨等,2020;叶德珠等,2020)<sup>[1-2]</sup>。随着移动互联网、大数据以及人工智能等新技术的不断发展,网络基础设施建设对资源配置、产业集聚以及企业行为等的影响已成为学术界关注的焦点。杨德明和刘泳文(2018)研究发现,互联网发展不仅可以驱动区域创新效率增进,而且还有助于缩小地区间的创新差距以及激发和强化原始创新溢出<sup>[3]</sup>。韩先锋等(2019)认为,互联网发展有助于提升区域创新效率,并且人力资本积累、金融发展和产业升级是互联网发展影响区域创新的重要间接机制<sup>[4]</sup>。也有部分学者基于“宽带中国”战略的实施,探讨网络基础设施建设对区域(城市)科技创新的影响。张杰和付奎(2021)分析认为,信息网络基础设施建设催生和加速了新一代信息产业的发展,对其他地区创新资源产生了虹吸效应,同时可以通过优化产业结构促进城市创新<sup>[5]</sup>;刘传明和马青山(2020)研究发现,技术创新是网络基础设施建设影响城市全要素生产率的重要路径<sup>[6]</sup>。综合来看,尽管网络基础设施建设促进技术创新的作用效果得到了普遍的认可,但是已有研究更多的是从区域层和城市层面进行探讨,缺乏从微观企业层面进行的深入研究。

网络基础设施不同于高铁等交通基础设施,如果说高铁等传统交通基础设施建设的根本目的在于缩短区域之间的“时空”距离,增强区域间的合作与联系,那么网络基础设施建设则更加强调“万物互联”生态的打造以及对实体经济高质量发展的支撑作用。因此,网络基础设施建设对企业创新的影响机制可能与交通基础设施建设存在较大差异。有鉴于此,本文在已有研究的基础上,进一步深入探讨地区网络基础设施建设影响企业创新绩效的机制及其异质性表现,并以“宽带中国”示范城市建设为准自然实验,采用双重差分模型进行实证检验。具体来讲,本文基于知识溢出、人才集聚、成本降低和数字化转型4条路径探讨并验证网络基础设施建设提升企业创新绩效的机制,并从知识存量、企业规模、融资约束、高管研发背景4个角度进行企业异质性分析。本文的边际贡献主要在于:一是深度剖析网络基础设施建设影响企业创新绩效的作用机制,特别是对知识溢出路径进行了深入探讨;二是从促进企业技术创新角度为网络基础设施建设推动经济高质量发展提供了理论解释与经验证据,具有重要的现实指导意义与政策启示意义。

## 二、理论分析与研究假说

根据资源基础理论和资源依赖理论,企业创新离不开内部资源驱动与外部环境支撑。随着网络基础设施的不断完善,企业获取创新资源的渠道随之发生改变。具体地,网络基础设施建设可能通过知识溢出、人才集聚、成本降低以及数字化转型等路径影响企业创新绩效。

第一,网络基础设施建设有助于知识溢出效应的实现,进而促进企业创新绩效提升。现有研究普遍认为知识溢出是促进企业创新的重要渠道(Audretsch et al, 1996)<sup>[7]</sup>。从理论上讲,知识溢出的本质是信息传递与信息流动(王可等, 2018)<sup>[8]</sup>,是由知识的非竞争性(non-rivalrous)和累积性(cumulative)两大重要特性所决定的(Romer, 1990)<sup>[9]</sup>。其中,非竞争性指的是知识的多主体使用不会产生额外的边际成本,这为互联网时代知识的快速传播与扩散奠定了重要基础(Arrow, 1962)<sup>[10]</sup>;累积性则主要强调可以“站在巨人的肩膀上”(standing on the giants' shoulders)进行知识生产(Jones, 1995)<sup>[11]</sup>,即具有正的溢出效应与累计效应(严成樑等, 2010)<sup>[12]</sup>。然而,传统的知识传递和知识获取往往受到时空的限制,这也是越来越多的企业在优势地区形成空间集聚的原因之一,因为地理邻近有助于实现创新主体间的互动交流与知识转移(Krugman, 1991;韩峰等, 2020)<sup>[13-14]</sup>。然而,随着网络基础设施的不断完善,极大地缩短了知识获取的时空距离,知识传播和扩散效率的提高使技术扩散效应得以更好地实现(薛成等, 2020)<sup>[15]</sup>。创新主体能够借助网络获取更多的外部知识与技术,进而“站在巨人的肩膀上”进行技术再创新。因此,加强网络基础设施建设有助于促进地区间和企业间的知识溢出,进而降低企业创新成本,提高企业创新绩效。

第二,网络基础设施建设有助于企业人力资本水平的提高,进而促进企业创新绩效提升。创新驱动实质上是人才驱动,归根结底,科技人才是企业创新最根本的参与者与中坚力量。现有研究认为发明人拥有的知识资源是创新活动的关键要素,而这种知识资源可以通过与其他创新主体的互动与学习来获取。因此,人力资本的形成依赖于创新主体同外界交换信息的效率,促进企业人力资本积累的关键在于提升与外界交流的频率以及学习外界知识和经验的能力(Akcigit et al, 2018;沈国兵等, 2020)<sup>[16-17]</sup>。作为数字经济发展的物质保障,网络基础设施建设有助于加速数据与知识的传播,有效改善传统知识获取和吸收的方式,使得科研人员能够更加便利和低成本地获取外部数据与知识,进而促进企业人力资本的积累(李金城等, 2017;金环等, 2021)<sup>[18-19]</sup>。此外,网络基础设施建设会催生和加速地区新一代信息产业的发展(张杰等, 2021)<sup>[5]</sup>,对创新型企业和高素质人才具有较强的集聚效应。一方面,网络基础设施建设支撑着区域数字经济发展,不仅有助于激发用户的多样化需求,而且有助于满足创业者的信息需求,为创新创业提供信息基础(赵涛等, 2020)<sup>[20]</sup>;另一方面,与传统产业的用工需求不同,新一代信息产业对高素质、高技能人才具有更大的需求(孙早等, 2019)<sup>[21]</sup>,大量优质人才的集聚有助于进一步优化企业创新资源配置,促进企业创新绩效的提升。

第三,网络基础设施建设有助于企业成本的降低,进而促进企业创新绩效提升。创新活动是一项资金投入大、研发周期长的风险性投资行为,任何一种实质性创新都需要长期的资本与人力投入(Hsu et al, 2014)<sup>[22]</sup>。网络基础设施建设能够通过降低成本的方式为企业创新提供更为有力的资金支持。一方面,在网络基础设施较为落后的地方,企业订购、收集信息以及搜索服务的成本相对较高;网络基础设施的不断改善有助于破除企业与外部的沟通交流障碍,进而提高企业从事创新活动的的能力(Roller et al, 2001)<sup>[23]</sup>。另一方面,网络基础设施建设有助于简化产品生产销售的中间环节,降低企业的外部交易成本(金环等, 2021)<sup>[19]</sup>。此外,借助大数据分析能够对企业生产、销售以及库存进行动态监测,进而优化企业生产与经营管理,提高企业成本控制绩效(杨德明等, 2018;黄群慧等, 2019)<sup>[3][24]</sup>。

第四,网络基础设施建设有助于企业数字化转型的推进,进而促进企业创新绩效提升。网络基础设施建设为企业数字化转型提供了重要的基础条件,同时在外部的竞争压力下也有利于倒逼企业进行数字

化转型。通过数字化转型赋能传统产业,一方面有助于将传统创新链的各个节点进行链接,进而提高整个创新链的运作效率,为企业创新提供数字化赋能效应(阳镇等,2022)<sup>[25]</sup>;另一方面,企业数字化转型有助于拉近创新主体与客户之间的沟通距离,进而及时有效地获取和利用用户反馈进行再创新(赵宸宇等,2021)<sup>[26]</sup>。

需要注意的是,地区(城市)的基础设施等发展环境的变化往往难以对地区内所有经济主体产生均等化的普惠性影响,网络基础设施建设对企业创新绩效的影响可能因企业的个体特征差异而不同。本文主要从以下4个方面来讨论网络基础设施建设影响企业创新绩效的异质性:

一是企业知识存量的差异。知识资源是企业创新的重要基础,知识存量高的企业,往往创新基础更为扎实,对外部知识的吸收能力与转化能力相对较高(Cohen et al, 1990; Podolny et al, 1996)<sup>[27-28]</sup>。因此,尽管网络基础设施建设能够加速整个地区的知识传播和溢出,但拥有不同知识存量的企业获取知识后的吸收与转换效率可能存在较大差异。相比于知识存量较少的企业,网络基础设施建设对知识存量较多的企业可能具有更强的创新绩效提升效应。

二是企业规模的差异。不同规模的企业所掌握的资源与生产要素存在较大差异。一方面,相比于大规模企业,小规模企业的研发基础往往更为薄弱;另一方面,信贷融资中的“所有制歧视”与“规模歧视”现象仍然屡见不鲜(陶锋等,2017)<sup>[29]</sup>,信息不对称、可抵押资产的缺乏等原因共同导致了小规模企业的信贷可获性较低(林毅夫等,2005)<sup>[30]</sup>。因此,无论从研发基础还是创新活动的信贷获取来看,相比于规模较小的企业,规模较大的企业均具有一定优势,因而网络基础设施建设对其创新绩效的提升效应也较大。

三是企业融资约束的差异。研发创新活动离不开长期大量的资金投入,根据知识生产函数,企业研发投入是知识创造的重要生产要素(严成樑等,2010)<sup>[12]</sup>。现有研究普遍认为融资约束是阻碍企业创新的关键因素之一,而外部融资是企业研发投入的重要资金来源(Czarnitzki et al, 2011)<sup>[31]</sup>。相比于高融资约束企业,受融资约束较小的企业往往具有更高的风险承担水平,通常也具有更强的研发创新积极性。因此,当网络基础设施不断得到完善时,相比于高融资约束企业,低融资约束企业可能具有更强的创新积极性,进而产生更强的创新绩效提升效应。

四是企业高管研发背景的差异。根据“高层梯队理论”(Upper Echelons Theory),高管是企业决策的重要主体,不同教育经历或职业背景的高管在思维逻辑、投资偏好以及价值取向等方面存在较大差异,对外部冲击的响应以及创新活动的态度也可能存在较大差异(Hertwig et al, 2004; Schoar et al, 2017)<sup>[32-33]</sup>。现有研究普遍认为高管职业背景与企业创新之间存在较大关联(Lin et al, 2011)<sup>[34]</sup>,特别是高管的研发职业经历和技术背景对企业研发投入及创新产出具有重要的促进作用(Daellenbach et al, 1999; Francis et al, 2015; 虞义华等, 2018)<sup>[35-37]</sup>。因此,相比于其他企业,网络基础设施建设对高管研发背景较强的企业可能具有更强的创新绩效提升效应。

基于上述分析,本文提出如下研究假说:

H1:网络基础设施建设会促进企业创新绩效提升。

H2:网络基础设施建设可以通过强化知识溢出(H2-1)、促进企业人才集聚(H2-2)、降低企业成本(H2-3)、推动企业数字化转型(H2-4)等路径提升企业创新绩效。

H3:网络基础设施建设对企业创新绩效的提升作用存在企业异质性,表现为对知识存量较多(H3-1)、规模较大(H3-2)、融资约束较低(H3-3)、高管研发背景较强(H3-4)的企业具有更强的创新绩效提升效应。

### 三、研究设计

以宽带和网络为代表的信息基础设施建设是支撑“万物互联”与数字经济发展的基础,为了抢

占数字经济发展的制高点,抢抓新一轮科技革命机遇,世界各国纷纷对网络基础设施建设进行超前战略部署。中国在战略和政策上也高度重视网络基础设施建设,2013年8月国务院印发了《“宽带中国”战略及实施方案》(国发〔2013〕31号),该方案对2013年、2015年以及2020年各个阶段提出了“宽带中国”发展目标,其目的就是推动网络基础设施建设,更好地服务于经济社会高质量发展。为落实《“宽带中国”战略及实施方案》,经城市申报、各省预审和专家综合评审,2014年10月,工业和信息化部与国家发展和改革委员会联合发布了2014年“宽带中国”示范城市(城市群)名单,确定39个城市(城市群)为“宽带中国”示范城市(城市群);随后,2015年和2016年又发布了两批“宽带中国”示范城市(城市群)名单。从整体上看,在目标驱动和政策支持下,“宽带中国”示范城市的网络基础设施建设是好于其他城市的,这就为分析网络基础设施建设的经济效应提供了较好的准自然实验样本。基于此,本文通过构建多期双重差分模型来检验“宽带中国”示范城市建设对企业创新绩效的影响及其作用机制和异质性。

## 1. 基准模型设定

根据前文理论分析,本文将网络基础设施建设纳入企业创新的分析框架中,借鉴Beck等(2010)、Li等(2016)的研究方法<sup>[38-39]</sup>,构建多期双重差分模型如式(1)所示:

$$Innovation_{it} = \beta_0 + \beta_1 Broadband_{it} + \varphi Control_{it} + \sigma_j + \gamma_k + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中:下标*i*、*j*、*k*和*t*分别代表企业、省份、行业和年份; $\beta_0$ 为截距项;*Innovation*为被解释变量“企业创新绩效”,包括“专利申请总量”“发明专利申请量”“非发明专利申请量”三个代理变量;*Broadband*为核心解释变量“示范城市”,即双重差分项,如果样本企业所在城市在第*t*期列入“宽带中国”示范城市名单,则*t*期之后赋值为1,否则赋值为0,其系数估计值即为DID的平均处理效应(若显著为正,则研究假说H1成立);*Control*表示控制变量集,为样本企业的一系列财务变量和特征变量,包括“研发强度”“研发人员投入”“企业规模”“财务杠杆”“现金流水平”“企业年龄”“企业成长”“两职合一”“董事会规模”。此外,模型中还加入了行业、省份和年份固定效应,以缓解潜在的行业、省份特征以及时间趋势对估计结果的干扰; $\varepsilon$ 为随机误差项,用以刻画其他非特定因素的影响。上述变量的测度方法详见表1。

## 2. 中介效应模型设定

本文通过中介效应模型进行机制检验,在模型(1)的基础上构建模型(2)(3):

$$Mediator_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DigitalEco_{it} + \varphi Control_{it} + \sigma_j + \gamma_k + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Knowledge_{it} = \chi_0 + \chi_1 DigitalEco_{it} + \chi_2 Mediator_{it} + \varphi Control_{it} + \sigma_j + \gamma_k + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,*Mediator*为中介变量,控制变量集同式(1)。根据前文的理论分析,本文选取4个中介变量:(1)“知识溢出”。借鉴Jaffe等(1993)、Hicks等(2001)的方法<sup>[40-41]</sup>,采用专利申请人引用的专利数量来衡量<sup>①</sup>。同时,根据专利引用的地理区位,将知识溢出划分为本地知识溢出与外地知识溢出两种类型,“本地知识溢出”采用专利申请人引用的本地专利数量来衡量,“外地知识溢出”采用专利申请人引用的外地专利数量来衡量。(2)企业的人才集聚程度。参考刘春林和田玲(2021)的方法<sup>[42]</sup>,采用“硕士及以上学历员工数”(取自然对数)和“硕士及以上学历高管数”(取自然对数)两个指标来衡量。(3)“企业成本”。参考赵宸宇等(2021)的方法<sup>[26]</sup>,采用成本费用率来衡量,即成本费用率=(主营业务成本+管理费用)/主营业务收入。(4)企业的数字化转型状况。借鉴吴非等(2021)的研究<sup>[43]</sup>,首先从人工智能技术、区块链技术、云计算技术、大数据技术以及数字技术应用5个维度构建数字化转型关键词库,再运用词频分析方法得到样本企业年报中数字化转型关键词的出现频次,进行取自然对数处理,得到“数字化

<sup>①</sup>与学术论文引用不同,专利的“无端引用”(gratuitous citations)现象相对较弱,因此专利引用能够较好地反应知识的流动性与溢出效应(Jaffe et al, 1993)<sup>[40]</sup>。

转型水平”变量。同时,也采用“是否数字化转型”的哑变量进行中介效应检验。

### 3. 异质性分析的调节变量与样本分组

本文同时采用调节效应检验和分组检验来进行异质性分析。根据前文理论分析,从以下4个方面进行企业异质性分析:(1)企业知识存量异质性。设计调节变量“知识存量”,采用样本企业“过去五年获得专利总量的自然对数值”来衡量,在基准模型中加入“示范城市×知识存量”交互项和“知识存量”变量,进而检验企业的知识存量在“宽带中国”示范城市建设影响其创新绩效过程中的调节效应。同时,根据“知识存量”的中位数将样本企业划分为“高知识存量企业”和“低知识存量企业”两个子样本,分别进行基准模型检验。(2)企业规模异质性。在基准模型中引入“示范城市×企业规模”交互项,根据“企业规模”的中位数将样本企业划分为“大规模企业”和“小规模企业”两个子样本。(3)企业融资约束异质性。设计调节变量“融资约束”,采用鞠晓生等(2013)的方法进行测算<sup>[44]</sup>,在基准模型中引入“示范城市×融资约束”交互项和“融资约束”变量;根据“融资约束”的中位数将样本企业划分为“高融资约束企业”和“低融资约束企业”两个子样本。(4)高管研发背景异质性。设计调节变量“研发高管数量”,利用CSMAR高管个人特征数据库提取企业高管的职业背景,得到样本企业具有研发背景的高管数量,在基准模型中加入“示范城市×研发高管数量”交互项和“研发高管数量”变量;根据“研发高管数量”的中位数将样本企业划分为“强高管研发背景企业”和“弱高管研发背景企业”两个子样本。

### 4. 数据来源与描述性统计

本文选取2010—2018年中国沪深两市A股上市公司的数据作为基础样本,遵循研究惯例,剔除ST和PT异常样本、金融保险类样本以及主要变量缺失的样本,并且对连续变量进行1%和99%分位的缩尾处理。基础财务数据来源于CSMAR企业数据库;专利数据来源于incoPat专利数据库,该数据库包含丰富的专利数据信息,为识别本地知识溢出效应与外地知识溢出效应提供了较好的帮助。表1报告了主要变量的描述性统计结果。其中,Panel A为全样本的描述性统计结果,Panel B报告了实验组与对照组的组间差异检验结果。可以发现,实验组样本企业的“专利申请总量”“发明专利申请量”“非发明专利申请量”均在1%的水平上显著高于对照组样本企业。因此,描述性统计结果初步验证了“宽带中国”示范城市建设会促进企业创新绩效的提升。

表1 主要变量的测度方法与描述性统计

Panel A:全样本				
名称	变量定义	观测值	均值	标准差
专利申请总量	$\ln(1+\text{专利申请总量})$	19 641	2.639 7	1.700 0
发明专利申请数量	$\ln(1+\text{发明专利申请数量})$	19 641	1.866 4	1.524 7
非发明专利申请数量	$\ln(1+\text{非发明专利申请数量})$	19 641	2.077 2	1.655 0
示范城市	DID项	19 641	0.402 3	0.490 4
研发强度	上年研发投入占比	19 641	3.156 7	5.400 4
研发人员投入	上年研发人员占比	19 641	1.881 1	2.694 4
企业规模	员工人数的自然对数	19 641	7.682 4	1.234 7
财务杠杆	总负债与总资产的比值	19 641	0.406 1	0.206 2
现金流水平	现金净流量/总资产	19 641	0.043 9	0.068 0
企业年龄	企业年龄的自然对数	19 641	2.677 1	0.418 2
企业成长	主营业务收入增长率	19 641	0.378 2	6.812 7

续表

两职合一	董事长与总经理两职合一	19 641	0. 279 3	0. 448 6
董事会规模	董事会人数	19 641	8. 652 5	1. 719 5
Panel B: 实验组与对照组的组间差异				
变量	均值(对照组)	均值(实验组)	差异	
专利申请总量	2. 428 6	2. 953 3	-0. 524 7***	
发明专利申请量	1. 666 6	2. 163 3	-0. 496 7***	
非发明专利申请量	1. 906 1	2. 331 4	-0. 425 3***	

#### 四、实证检验结果

##### 1. 基准模型回归及稳健性检验

###### (1) 平行趋势检验

双重差分分析需要满足平行趋势条件(parallel trend assumption), 本文借鉴 Beck 等(2010)的研究<sup>[38]</sup>, 采用事件研究(event study)方法进行平行趋势检验。图 1 报告了“宽带中国”示范城市建设对企业创新绩效的动态效应, 其中, 左图是以“专利申请总量”为被解释变量的检验结果, 右图是以“发明专利申请量”为被解释变量的检验结果, 柱状图表示 90% 置信区间, 圈点表示系数估计值。以成为示范城市前一年为基准, 在示范城市建设前, 实验组与对照组企业的“专利申请总量”和“发明专利申请量”均无显著差异, 且各个时期组间差异没有发生明显变化, 满足平行趋势条件。在开始进行示范城市建设后, 实验组与对照组企业的“专利申请总量”和“发明专利申请量”出现分化, 并且政策效应随着示范城市建设的推进稳步上升。此外, 本文还绘制了实验组和对照组企业专利申请量的均值趋势图(略, 备索), 结果也满足平行趋势条件。

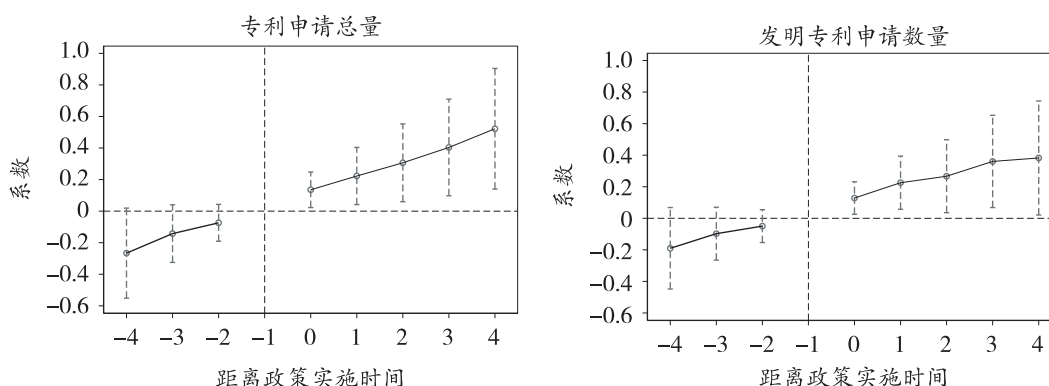


图 1 平行趋势检验结果

###### (2) 基准模型估计

表 2 为基准模型回归的结果。“示范城市”的估计系数均显著为正, 表明“宽带中国”示范城市建设显著促进了企业创新绩效提升。根据表 2 的(4)(5)列, 相比于非发明专利申请量, “宽带中国”示范城市建设对企业发明专利申请量增加的促进作用更大(“示范城市”的估计系数显著性和绝对值均较大)。可见, 网络基础设施建设在促进企业创新上发挥了重要的积极作用。同时, 考虑到发明专利更能代表企业实质性创新, 在后文的稳健性和中介效应检验、异质性及进一步分析中均以“企业发明专利申请量”为被解释变量。

表2 基准模型检验结果

变量	专利申请总量			发明专利申请量	非发明专利申请量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
示范城市	0.069 5*** (0.026 3)	0.069 0*** (0.026 3)	0.072 9*** (0.026 3)	0.084 1*** (0.024 9)	0.050 4* (0.026 2)
研发强度	0.015 9*** (0.004 1)	0.016 0*** (0.004 1)	0.015 5*** (0.004 0)	0.022 4*** (0.004 7)	-0.000 1 (0.002 1)
研发人员投入	0.113 0*** (0.007 3)	0.112 5*** (0.007 3)	0.112 8*** (0.007 2)	0.116 8*** (0.007 1)	0.092 6*** (0.006 6)
企业规模	0.646 2*** (0.009 9)	0.650 2*** (0.010 1)	0.639 6*** (0.010 3)	0.551 0*** (0.009 9)	0.588 2*** (0.009 9)
财务杠杆	-0.302 4*** (0.055 5)	-0.319 0*** (0.056 6)	-0.283 9*** (0.056 8)	-0.126 5** (0.051 8)	-0.170 7*** (0.053 5)
现金流水平		-0.296 9** (0.147 2)	-0.266 5* (0.147 2)	-0.181 0 (0.133 3)	-0.196 5 (0.140 8)
企业成长		-0.003 5*** (0.001 1)	-0.0033*** (0.0011)	-0.001 9** (0.000 9)	-0.003 9*** (0.001 0)
企业年龄			-0.110 8*** (0.025 0)	-0.027 6 (0.023 3)	-0.122 2*** (0.024 5)
两职合一			0.029 3 (0.020 7)	0.004 6 (0.019 5)	0.011 0 (0.020 4)
董事会规模			0.033 2*** (0.006 0)	0.043 6*** (0.005 7)	0.011 8** (0.005 8)
常数项	-2.492 7*** (0.070 1)	-2.501 7*** (0.070 2)	-2.435 0*** (0.105 2)	-2.935 9*** (0.102 4)	-2.334 2*** (0.099 1)
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	19 641	19 641	19 641	19 641	19 641
R <sup>2</sup>	0.470 2	0.470 5	0.471 9	0.433 3	0.466 8

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示通过1%、5%和10%水平的显著性检验,括号内数值为标准误,下表同。

### (3) 稳健性检验

第一,安慰剂检验。双重差分模型分析的结果可能是某些不可观测的随机因素所致,为排除其他未知因素的干扰,本文参考Li等(2016)的做法<sup>[39]</sup>,通过随机分配实验组样本和实验时间进行安慰剂检验。具体地,在所有城市中随机进行1 000次抽样,从中抽取99个城市作为实验组,其他城市作为对照组,并随机分配实验开始的时间。如果随机抽取产生的政策变量仍然对企业创新绩效具有显著影响,则说明基准模型分析的结果可能是由其他因素所致,而非“宽带中国”示范城市建设的结果。图2报告了重复1 000次的非参数随机模拟结果分布,无论被解释变量是“专利申请总量”还是“发明专利申请量”,绝大部



分随机生成的政策变量的系数  $t$  统计量绝对值小于 2,且基本集中在 0 附近,表明通过了安慰剂检验。此外,基准回归中实际估计系数的  $t$  值在安慰剂检验中明显属于异常值,表明随机抽取产生的政策变量对企业创新绩效没有显著影响,即其他未知因素对基准模型分析结果不构成显著的干扰,“宽带中国”示范城市建设有助于企业创新绩效提升并非偶然事件,该结论是稳健的。

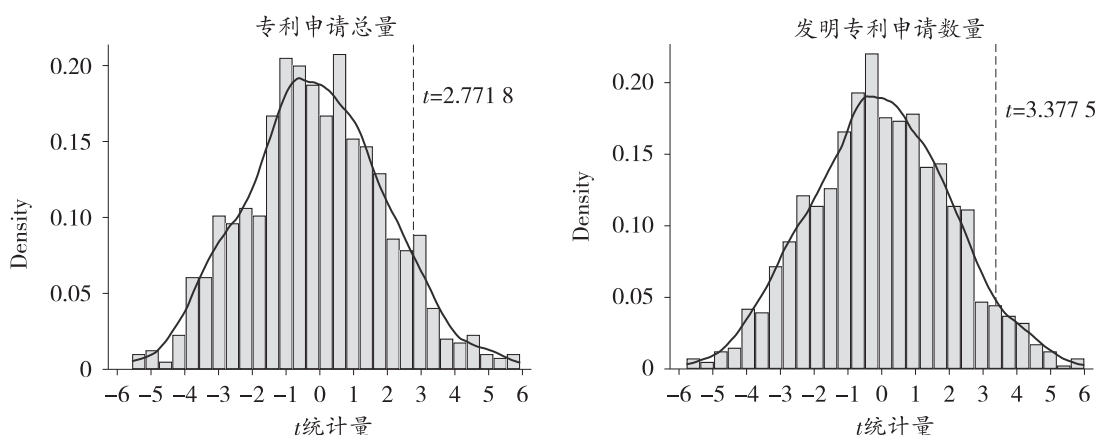


图2 安慰剂检验结果

第二,工具变量法。为缓解潜在的内生性问题,本文采用工具变量法进行稳健性检验。借鉴黄群慧等(2019)的分析思路<sup>[24]</sup>,采用各城市“1984年每百人固定电话数量与上一年全国移动互联网用户数的交互项”作为“示范城市”的工具变量。一方面,过去邮电基础设施建设可能影响后续的互联网布局,即满足相关性要求;另一方面,1984年邮电基础设施对属地企业创新的影响较为微弱,即满足排他性要求。工具变量法估计结果如表3的(1)(2)列所示:在第一阶段,工具变量的系数估计值在1%的水平上显著为正,满足相关性要求;从第(2)列估计结果可知,“示范城市”的估计系数仍然在1%的水平上显著为正,说明在缓解内生性问题之后本文的基准结论依然成立。

第三,控制高维固定效应。为进一步缓解潜在的内生性问题,本文在基准回归中分别加入“行业×年度”和“省份×年度”的高维固定效应,用以控制省份与行业特征随时间变化所带来的影响,检验结果如表3的(3)(4)列所示。

第四,增加控制变量。为了进一步控制其他因素的影响,本文在基准模型中增加“企业流动比率”“盈利水平”“所有制”“固定资产比率”等控制变量,重新进行模型回归,估计结果见表3的(5)列。

第五,剔除同期政策干扰。在“宽带中国”示范城市建设期间,为推动数字经济发展,部分地区先后设立了大数据综合试验区,为了排除这一政策因素对企业创新绩效的影响,以更好地识别示范城市建设的实际效果,本文在基准模型中增加是否属于“国家级大数据综合试验区”的虚拟变量,重新进行检验,估计结果见表4的(1)列。

第六,更换标准误聚类层级。标准误的聚类层级不同,对扰动项方差协方差结构的假设也不同。本文将基准模型回归的聚类层级重新设定为省份层面、行业+省份层面,检验结果见表4的(2)(3)列。

第七,样本删选与扩展。以其他城市相比,省会城市和直辖市在资源配置、历史文化等方面具有一定的特殊性,而这种特殊性可能对基准模型分析结果产生影响。对此,本文在分别剔除省会城市样本和直辖市样本后对基准模型进行重新估计,结果见表4的(4)(5)列。此外,本文还将样本期间扩展为2007—2018年重新进行基准模型检验,回归结果见表4的(6)列。

上述一系列稳健性检验的结果显示,“示范城市”的估计系数均显著为正,表明本文的基准结论是稳健的,即“宽带中国”示范城市建设能够显著促进企业的创新绩效提升,研究假说H1得到验证。

表3 内生性处理的稳健性检验结果

变 量	工具变量法		控制高维固定效应		增加控制变量
	示范城市	发明专利申请量	发明专利申请量		发明专利申请量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
示范城市		0.748 0*** (0.126 1)	0.090 5*** (0.025 6)	0.105 5*** (0.028 0)	0.073 6*** (0.024 6)
工具变量	0.154 6*** (0.006 1)				
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
行业×年份固定效应	未控制	未控制	控制	未控制	未控制
省份×年份固定效应	未控制	未控制	未控制	控制	未控制
行业固定效应	控制	控制	未控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	未控制	控制
年份固定效应	控制	控制	未控制	未控制	控制
观测值	18 359	18 359	19 641	19 641	19 641
R <sup>2</sup>	0.586 5	0.248 5	0.446 6	0.437 8	0.447 8

表4 其他稳健性检验结果

变 量	控制同期政策	省份聚类	行业+省份聚类	去除直辖市样本	去除省会样本	2007—2018年
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
示范城市	0.084 5*** (0.025 1)	0.084 1*** (0.024 0)	0.084 1* (0.048 4)	0.087 3*** (0.026 0)	0.068 8** (0.030 7)	0.073 2*** (0.024 5)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	19 641	19 641	19 641	15 927	10 738	23 149
R <sup>2</sup>	0.433 3	0.433 3	0.433 3	0.412 0	0.416 8	0.437 0

## 2. 中介效应检验

### (1) 知识溢出路径

表5报告了以“知识溢出”以及“本地知识溢出”和“外地知识溢出”为中介变量的中介效应检验结果。(2)列的回归结果显示,“示范城市”对“知识溢出”的估计系数显著为正,表明“宽带中国”示范城市建设可以显著增强知识溢出效应,使企业可以获得更多知识溢出红利;(5)列的回归结果显示,“示范城市”和“知识溢出”对“发明专利申请量”的估计系数均显著为正,且“示范城市”的估计系数(0.047 1)远低于(1)列基准回归的估计系数(0.084 1)。上述结果表明,“知识溢出”变量在“示范城市”变量影响“发明专利申请量”变量中具有显著的正向部分中介效应,即“宽带中国”示范城市建设可以通过增强知识溢出效应的路径来提升企业的创新绩效,研究假说 H2-1 得到验证。

有研究认为,知识溢出呈现出明显的本地化特征(Jaffe et al, 1993)<sup>[40]</sup>。那么,网络基础设施能否打破知识溢出的本地化特征,促进不同地区之间的知识溢出?对此,本文根据引用专利的地理区位,进一步将知识溢出划分为本地知识溢出和外地知识溢出两种类型,并进行中介效应检验。表5的(3)(4)列

估计结果显示,“示范城市”对“本地知识溢出”和“外地知识溢出”的估计系数均显著为正,表明“宽带中国”示范城市建设不但可以显著增强本地知识溢出效应,也可以强化外地知识溢出效应;(6)列的估计结果显示,“示范城市”“本地知识溢出”“外地知识溢出”对“发明专利申请量”的估计系数均显著为正,且“示范城市”的估计系数(0.043 7)远低于(1)列基准回归的估计系数(0.084 1)。上述分析结果表明,“本地知识溢出”和“外地知识溢出”均具有部分中介效应。值得注意的是,“宽带中国”示范城市建设对外地知识溢出的促进作用弱于对本地知识溢出的促进作用(估计系数的显著性较小),而外地知识溢出对企业创新绩效的促进作用大于本地知识溢出的促进作用(估计系数较大),表明如果能够进一步发挥网络基础设施建设打破知识溢出地理桎梏的作用,更好地促进地区间的知识溢出,将对企业创新绩效提升产生更强的促进效应。

表5 知识溢出的中介效应检验结果

变 量	第一阶段	第二阶段			第三阶段	
	发明专利申请量	知识溢出	本地知识溢出	外地知识溢出	发明专利申请量	发明专利申请量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
示范城市	0.084 1*** (0.024 9)	0.060 0* (0.033 2)	0.058 1** (0.022 8)	0.054 7* (0.032 4)	0.047 1*** (0.014 8)	0.043 7*** (0.014 6)
知识溢出					0.616 6*** (0.003 1)	
本地知识溢出						0.208 8*** (0.006 5)
外地知识溢出						0.517 2*** (0.004 8)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	19 64 1	19 64 1	19 64 1	19 64 1	19 64 1	19 64 1
R <sup>2</sup>	0.433 3	0.387 8	0.330 7	0.389 1	0.828 3	0.834 8

## (2) 人才集聚路径

表6为以“硕士及以上学历员工数”和“硕士及以上学历高管数”为中介变量的中介效应检验结果。(2)(3)列中“示范城市”对“硕士及以上学历员工数”和“硕士及以上学历高管数”的估计系数显著为正,表明“宽带中国”示范城市建设可以显著促进人才在企业的集聚;(4)(5)列中“示范城市”“硕士及以上学历员工数”“硕士及以上学历高管数”对“发明专利申请量”的估计系数均显著为正,且“示范城市”的估计系数(0.056 8、0.075 6)低于(1)列基准回归的估计系数(0.084 1)。上述结果表明,人才集聚具有显著的正向部分中介效应,即“宽带中国”示范城市建设可以通过促进企业人才集聚的路径来提升企业的创新绩效,研究假说H2-2得到验证。

## (3) 成本降低路径

表7为以“企业成本”为中介变量的中介效应检验结果。(2)列中“示范城市”对“企业成本”的估计系数显著为负,表明“宽带中国”示范城市建设可以显著降低企业成本;(3)列中“示范城市”对“发明专利申请量”的估计系数均显著为正(0.082 7)且小于(1)列基准回归的估计系数(0.084 1),“企业成本”对“发明专利申请量”的估计系数显著为负。上述结果表明,企业成本具有显著的负向部分中介效应,即

“宽带中国”示范城市建设可以通过降低企业成本的路径来提升企业的创新绩效,研究假说 H2-3 得到验证。

表 6 人才集聚的中介效应检验结果

变 量	第一阶段	第二阶段		第三阶段	
	发明专利申请量 (1)	硕士及以上 学历员工数 (2)	硕士及以上 学历高管数 (3)	发明专利申请量 (4)	发明专利申请量 (5)
示范城市	0.084 1*** (0.024 9)	0.215 1*** (0.040 9)	0.040 0*** (0.013 5)	0.056 8** (0.024 3)	0.075 6*** (0.024 8)
硕士及以上 学历员工数				0.126 9*** (0.004 8)	
硕士及以上 学历高管数					0.207 3*** (0.013 7)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	19 641	19 641	19 641	19 641	19 641
R <sup>2</sup>	0.433 3	0.316 2	0.157 1	0.457 6	0.440 6

表 7 成本降低的中介效应检验结果

变量	发明专利申请数量	企业成本	发明专利申请数量
示范城市	0.084 1***(0.024 9)	-0.004 8**(0.002 5)	0.082 7***(0.025 0)
企业成本			-0.276 7***(0.072 0)
控制变量	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	19 641	19 641	19 641
R <sup>2</sup>	0.433 3	0.434 3	0.433 7

#### (4) 数字化转型路径

表 8 为以“数字化转型水平”和“是否数字化转型”为中介变量的中介效应检验结果。(2)(3)列中“示范城市”对“数字化转型水平”和“是否数字化转型”的估计系数显著为正,表明“宽带中国”示范城市建设可以显著促进企业的数字化转型;(4)(5)列中“示范城市”“数字化转型水平”“是否数字化转型”对“发明专利申请量”的估计系数均显著为正,且“示范城市”的估计系数(0.073 3、0.081 3)小于(1)列基准回归的估计系数(0.084 1)。上述结果表明,数字化转型具有显著的正向部分中介效应,即“宽带中国”示范城市建设可以通过推进企业数字化转型的路径来提升企业的创新绩效,研究假说 H2-4 得到验证。

表 8 数字化转型的中介效应检验结果

变 量	第一阶段	第二阶段		第三阶段	
	发明专利申请量 (1)	数字化转型水平 (2)	是否数字化转型 (3)	发明专利申请量 (4)	发明专利申请量 (5)
示范城市	0.084 1*** (0.024 9)	0.131 2*** (0.021 1)	0.021 1** (0.009 5)	0.073 3*** (0.025 0)	0.081 3*** (0.024 9)
数字化转型水平				0.082 0*** (0.009 4)	
是否数字化转型					0.132 6*** (0.019 9)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	19 641	19 641	19 641	19 641	19 641
R <sup>2</sup>	0.433 3	0.438 8	0.308 7	0.435 9	0.434 6

### 3. 异质性分析

#### (1) 企业知识存量的异质性检验

不同企业内部的知识资源禀赋存在显著差异,因而在受到“宽带中国”示范城市建设的影响时可能产生不同的创新绩效效应。对不同知识存量企业的异质性检验结果见表 9。(1)(2)列分别为对“高知识存量企业”样本和“低知识存量企业”样本的估计结果,“示范城市”对“发明专利申请量”的估计系数均显著为正值,但无论是估计系数值还是显著性,“高知识存量企业”样本(0.083 1,1%)都高于“低知识存量企业”样本(0.052 3,10%),可见“宽带中国”示范城市建设对知识存量较多的企业具有更强且更为显著的创新绩效提升作用。(3)列为调节效应检验结果,“知识存量”的估计系数显著为正,表明企业知识存量的增加可以显著提高其创新绩效;“示范城市×知识存量”交互项的估计系数也显著为正,表明“知识存量”变量对“示范城市”变量影响“发明专利申请量”变量具有显著的正向调节作用,即企业知识存量的增加可以显著增强“宽带中国”示范城市建设对其创新绩效的提升作用。由此,研究假说 H3-1 得到验证。

表 9 企业知识存量的异质性检验结果

变 量	高知识存量企业	低知识存量企业	全样本
	(1)	(2)	(3)
示范城市	0.083 1***(0.031 9)	0.052 3*(0.031 1)	0.059 0***(0.020 5)
知识存量			0.443 6***(0.004 9)
示范城市×知识存量			0.015 4**(0.007 3)
控制变量	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	9 938	9 701	19 641
R <sup>2</sup>	0.391 5	0.193 9	0.632 5

## (2) 企业规模的异质性检验

不同规模的企业所掌握的生产资源与创新要素存在较大差异,在外生因素冲击下可能产生差异化创新绩效效应。对不同规模企业的异质性检验结果见表 10,可以发现:“宽带中国”示范城市建设对不同规模的企业均具有创新绩效提升效应,且对大规模企业的作用相对更强;“企业规模”的正向调节效应显著,即企业规模的扩大不仅可以显著提高其创新绩效,还可以显著增强“宽带中国”示范城市建设对其创新绩效的提升作用。由此,研究假说 H3-2 得到验证。

表 10 企业规模的异质性检验结果

变 量	大规模企业 (1)	小规模企业 (2)	全样本 (3)
示范城市	0.086 8** (0.037 3)	0.083 5*** (0.031 5)	0.081 8*** (0.024 9)
示范城市×企业规模			0.066 9*** (0.015 9)
企业规模	0.745 5*** (0.019 4)	0.376 3*** (0.017 1)	0.550 7*** (0.009 9)
控制变量	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	9 777	9 861	19 641
R <sup>2</sup>	0.493 1	0.282 7	0.434 0

## (3) 融资约束的异质性检验

现有研究普遍认为融资约束是阻碍企业创新的关键因素之一(Czarnitzki et al, 2011)<sup>[31]</sup>,考虑到不同企业面临的融资约束存在差异,本文进一步检验企业融资约束的异质性,分析结果见表 11。可以发现:“宽带中国”示范城市建设对面临不同程度融资约束的企业均具有创新绩效提升效应,且对低融资约束企业的作用相对更强;“融资约束”具有显著的负向调节作用,即企业融资约束的减弱不仅可以显著提高其创新绩效,还可以显著增强“宽带中国”示范城市建设对其创新绩效的提升作用。由此,研究假说 H3-3 得到验证。

表 11 融资约束的异质性检验结果

变 量	高融资约束企业 (1)	低融资约束企业 (2)	全样本 (3)
示范城市	0.065 3* (0.033 3)	0.077 1** (0.035 4)	0.060 7** (0.024 1)
示范城市×融资约束			-0.063 5* (0.036 1)
融资约束			-1.036 8*** (0.033 5)
控制变量	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	8 993	10 640	19 641
R <sup>2</sup>	0.261 2	0.491 2	0.467 9

## (4) 高管研发背景的异质性检验

不同企业高管的职业背景具有差异化特征,而不同职业背景的高管对待外部冲击的响应以及创新活动的态度又存在较大差异。对此,本文进一步检验企业高管研发背景的异质性,估计结果见表 12。可以发现:“宽带中国”示范城市建设仅对高管研发背景较强的企业具有显著的创新绩效提升效应,而对高管研发背景较弱企业的影响不显著;“研发高管数量”具有显著的正向调节作用,即企业研发高管数量的增加不仅可以显著提高其创新绩效,还可以显著增强“宽带中国”示范城市建设对其创新绩效的提升作用。由此,研究假说 H3-4 得到验证。

表 12 高管研发背景的异质性检验结果

	强高管研发背景企业 (1)	弱高管研发背景企业 (2)	全样本 (3)
示范城市	0.146 4*** (0.038 5)	0.038 8 (0.032 5)	0.087 5*** (0.024 8)
示范城市×研发高管数量			0.037 1*** (0.008 1)
研发高管数量			0.062 7*** (0.004 2)
控制变量	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	8 692	10 944	19 641
R <sup>2</sup>	0.430 7	0.434 0	0.440 3

## 4. 进一步的分析

上述研究发现,网络基础设施建设有助于打破知识溢出的地理桎梏,实现和增强知识的跨区域溢出效应。那么,网络基础设施建设能否激励企业的探索性创新行为?能否提升企业创新产出质量?对此,本文进一步探讨网络基础设施建设对企业创新路径和创新质量的影响。具体地,在创新路径上,采用“探索性专利数量”和“探索性专利占比”两个变量,其中对探索性专利的界定主要依据 Jansen 等(2006)的研究<sup>[45]</sup>;在创新质量上,采用“知识宽度加权发明专利量”和“专利范围加权发明专利量”两个变量,其中知识宽度和专利范围的测算主要参考张杰和郑文平(2018)、Lerner(1994)的方法<sup>[46-47]</sup>。根据表 13 的分析结果:无论被解释变量为探索性专利的绝对数量还是相对数量,“示范城市”的估计系数均显著为正,表明“宽带中国”示范城市建设促进了企业的探索性创新行为,即改善了企业创新路径;无论被解释变量是“知识宽度加权发明专利量”还是“专利范围加权发明专利量”,“示范城市”的估计系数均显著为正,表明“宽带中国”示范城市建设促进了企业真实创新产出的增长,即提高了企业创新产出质量。

表 13 “宽带中国”示范城市建设对企业创新路径和创新质量的影响

变 量	创新路径		创新质量	
	探索性专利数量 (1)	探索性专利占比 (2)	知识宽度加权发明专利量 (3)	专利范围加权发明专利量 (4)
示范城市	0.106 2*** (0.019 9)	0.016 3** (0.007 0)	0.069 3*** (0.021 8)	0.078 5*** (0.027 7)
控制变量	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制

续表

变 量	创新路径		创新质量	
	探索性专利数量 (1)	探索性专利占比 (2)	知识宽度加权发明专利量 (3)	专利范围加权发明专利量 (4)
省份固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	19 641	19 641	19 641	19 641
R <sup>2</sup>	0.342 5	0.025 0	0.420 0	0.418 6

## 五、结论与启示

当前,以信息技术、人工智能为代表的新兴科技快速发展,数字经济成为高质量发展的新引擎,完善的网络基础设施则成为国内国际竞争优势的重要来源,因而积极推进网络基础设施建设是适应经济发展需要、抢占科技和产业竞争制高点的重要战略举措。本文以“宽带中国”示范城市建设为准自然实验,采用2010—2018年A股上市公司的微观数据,运用多期双重差分模型分析得到以下结论:“宽带中国”示范城市建设显著并稳健地提高了企业创新绩效,并且有助于改善企业创新路径和提高企业创新质量;强化知识溢出效应、促进企业人力资本积累、降低企业成本、推动企业数字化转型是网络基础设施建设提升企业创新绩效的重要传导机制,其中知识溢出路径的作用最大;相对而言,网络基础设施建设对知识存量较多、规模较大、融资约束较低、高管研发背景较强的企业具有更强的创新绩效提升效应;网络基础设施的完善有助于打破知识溢出的地理桎梏,提高知识跨区域溢出效应,进而实现知识溢出本地效应与外地效应对技术进步的协同促进作用。

本文研究结论具有以下政策启示:第一,要进一步加大网络基础设施建设力度,并高度重视网络基础设施的区域协调问题。一方面,各地区应当加大网络基础设施建设投资,并积极推动知识的跨区域溢出,从而更好地促进企业创新,助力经济高质量发展。另一方面,必须高度重视“数字鸿沟”问题,避免网络基础设施差距拉大带来的区域经济发展不平衡加剧。《“十四五”数字经济发展规划》明确指出:我国数字经济规模快速扩张,但发展不平衡、不充分、不规范的问题较为突出。当各地区大力抢占数字经济制高点的同时,也应当优化网络基础设施建设的总体布局,实现区域协调发展。第二,欠发达地区应积极利用网络基础设施建设强化知识溢出效应的作用,尤其是要充分利用跨区域知识溢出促进本地企业的技术进步和跨越式发展。网络基础设施建设有助于打破知识溢出的地理桎梏,增强知识溢出的外地效应,因而网络基础设施的完善有助于更好地引进和吸收外部知识与技术,促进本地企业的知识积累和技术创新。特别是对于欠发达地区而言,网络基础设施建设将成为其科技创新和经济发展的新引擎。第三,网络基础设施建设对低融资约束企业具有更强的创新绩效提升效应,因此,拓宽企业的融资渠道,降低企业融资约束将有助于进一步提升网络基础设施建设的创新促进作用。

本文从理论和实证两个方面对网络基础设施建设影响企业创新绩效的作用机制与异质性进行了探讨,但仍然存在一些不足,比如:相关变量(如知识溢出)的测算方法有待改进和进一步细化,网络基础设施建设对企业创新绩效的影响可能还存在其他路径,企业层面以外的异质性(如城市层面的异质性)研究也具有重要意义,等等,这些都是未来可进一步拓展的研究方向。

### 参考文献:

- [1] 王春杨,兰宗敏,张超,等. 高铁建设、人力资本迁移与区域创新[J]. 中国工业经济,2020(12):102-120.  
 [2] 叶德珠,潘爽,武文杰,等. 距离、可达性与创新——高铁开通影响城市创新的最优作用半径研究[J]. 财贸经济,



- 2020(2):146-161.
- [3] 杨德明,刘泳文.“互联网+”为什么加出了业绩[J].中国工业经济,2018(5):80-98.
- [4] 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.
- [5] 张杰,付奎.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”战略试点的准自然实验[J].产业经济研究,2021(5):1-14+127.
- [6] 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.
- [7] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. R&D spillovers and the geography of innovation and production[J]. American Economic Review, 1996, 86(3):630-640.
- [8] 王可,李连燕.“互联网+”对中国制造业发展影响的实证研究[J].数量经济技术经济研究,2018(6):3-20.
- [9] ROMER P M. Endogenous technological change[J]. Journal of political Economy, 1990, 98(5):71-102.
- [10] ARROW K. Economic welfare and the allocation of resources for invention[M]. Princeton University Press, 1962:609-626.
- [11] JONES C I. R&D-based models of economic growth[J]. Journal of Political Economy, 1995, 103(4):759-784.
- [12] 严成樑,周铭山,龚六堂.知识生产、创新与研发投资回报[J].经济学(季刊),2010(3):1051-1070.
- [13] KRUGMAN P. Increasing returns and economic geography[J]. Journal of Political Economy, 1991, 99(3):483-499.
- [14] 韩峰,阳立高.生产性服务业集聚如何影响制造业结构升级?——一个集聚经济与熊彼特内生增长理论的综合框架[J].管理世界,2020(2):72-94+219.
- [15] 薛成,孟庆奎,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.
- [16] AKCIGIT U, CAICEDO S, MIGUELEZ E, et al. Dancing with the stars: Innovation through interactions[R]. National Bureau of Economic Research, 2018.
- [17] 沈国兵,袁征宇.企业互联网化对中国企业创新及出口的影响[J].经济研究,2020(1):33-48.
- [18] 李金城,周咪咪.互联网能否提升一国制造业出口复杂度[J].国际经贸探索,2017(4):24-38.
- [19] 金环,魏佳丽,于立宏.网络基础设施建设能否助力企业转型升级——来自“宽带中国”战略的准自然实验[J].产业经济研究,2021(6):73-86.
- [20] 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.
- [21] 孙早,侯玉琳.工业智能化如何重塑劳动力就业结构[J].中国工业经济,2019(5):61-79.
- [22] HSU P H, TIAN X, XU Y. Financial development and innovation: Cross-country evidence[J]. Journal of Financial Economics, 2014, 112(1):116-135.
- [23] ROLLER L H, WAVERMAN L. Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach[J]. American Economic Review, 2001, 91(4):909-923.
- [24] 黄群慧,余泳泽,张松林.互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J].中国工业经济,2019(8):5-23.
- [25] 阳镇,李纪珍,凌鸿程.政策不确定性与创新数字化——二元创新的视角[J].科研管理,2022(4):1-10.
- [26] 赵宸宇,王文春,李雪松.数字化转型如何影响企业全要素生产率[J].财贸经济,2021(7):114-129.
- [27] COHEN W M, LEVINTHAL D A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation[J]. Administrative Science Quarterly, 1990:128-152.
- [28] PODOLNY J M, STUART T E, HANNAN M T. Networks, knowledge, and niches: Competition in the worldwide semiconductor industry, 1984-1991[J]. American Journal of Sociology, 1996, 102(3):659-689.
- [29] 陶锋,胡军,李诗田,韦锦祥.金融地理结构如何影响企业生产率?——兼论金融供给侧结构性改革[J].经济研究,2017(9):55-71.
- [30] 林毅夫,孙希芳.信息、非正规金融与中小企业融资[J].经济研究,2005(7):35-44.
- [31] CZARNITZKI D, HOTTENROTT H. R&D investment and financing constraints of small and medium-sized firms[J]. Small

- Business Economics,2011,36(1):65-83.
- [32] HERTWIG R,BARRON G,WEBER E U,et al. Decisions from experience and the effect of rare events in risky choice[J]. Psychological Science,2004,15(8):534-539.
- [33] SCHOAR A,ZUO L. Shaped by booms and busts:How the economy impacts CEO careers and management styles[J]. The Review of Financial Studies,2017,30(5):1425-1456.
- [34] LIN C,LIN P,SONG F M,et al. Managerial incentives,CEO characteristics and corporate innovation in China's private sector[J]. Journal of Comparative Economics,2011,39(2):176-190.
- [35] DAELLENBACH U S,MCCARTHY A M,Schoenecker T S. Commitment to innovation;The impact of top management team characteristics[J]. R&d Management,1999,29(3):199-208.
- [36] FRANCIS B,HASAN I,WU Q. Professors in the boardroom and their impact on corporate governance and firm performance [J]. Financial Management,2015,44(3):547-581.
- [37] 虞义华,赵奇锋,鞠晓生. 发明家高管与企业创新[J]. 中国工业经济,2018(3):136-154.
- [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] LI P,LU Y,WANG J. Does flattening government improve economic performance? Evidence from China[J]. Journal of Development Economics,2016,123:18-37.
- [40] JAFFE A B,TRAJTENBERG M,HENDERSON R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations[J]. the Quarterly journal of Economics,1993,108(3):577-598.
- [41] HICKS D,BREITZMAN T,OLIVASTRO D,et al. The changing composition of innovative activity in the US—a portrait based on patent analysis[J]. Research Policy,2001,30(4):681-703.
- [42] 刘春林,田玲. 人才政策“背书”能否促进企业创新[J]. 中国工业经济,2021(3):156-173.
- [43] 吴非,胡慧芷,林慧妍,等. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界,2021(7):130-144+10.
- [44] 鞠晓生,卢荻,虞义华. 融资约束、营运资本管理与企业创新可持续性[J]. 经济研究,2013(1):4-16.
- [45] JANSEN J J P, VAN DEN BOSCH F A J, VOLBERDA H W. Exploratory innovation, exploitative innovation, and performance:Effects of organizational antecedents and environmental moderators[J]. Management Science,2006,52(11):1661-1674.
- [46] 张杰,郑文平. 创新追赶战略抑制了中国专利质量么? [J]. 经济研究,2018(5):28-41.
- [47] LERNER J. The Importance of Patent Scope:An Empirical Analysis[J]. The RAND Journal of Economics,1994,25(2):319-333.

## The Path and Heterogeneity of Network Infrastructure Construction Improving the Innovation Performance of Enterprises: Empirical Evidence from Demonstration Cities of “Broadband China”

QIU Yang-dong

(Economics Teaching Section, Party School of the Guangdong Provincial Committee of CPC,  
Guangzhou 510053, Guangdong, China)

**Abstract:** In the era of the digital economy, promoting the technological innovation of enterprises through network infrastructure construction has become an important path for high-quality economic development. However, the existing literature on the impact of network infrastructure construction on enterprise innovation performance and its mechanism is insufficient, especially lacking relevant empirical evidence.

This paper believes that the improvement of regional (city) network infrastructure can enhance the innovation performance of enterprises by enhancing the regional knowledge spillover effect, promoting the accumulation of human capital, reducing the cost of enterprises, and promoting the digital transformation of enterprises. In addition, the improvement effect of innovation performance will show diversified enterprise heterogeneity due to different knowledge stock, scale, financing constraints, and R&D background of senior executives. Based on the practice of demonstration city construction in the implementation of the “Broadband China” strategy, the micro-data of A-share listed companies from 2010 to 2018 were adopted, and enterprises in three batches of 117 “Broadband China” demonstration cities (city clusters) from 2014 to 2016 were selected as the experimental group. The results of the analysis using the multi-period double-difference model show that the construction of “Broadband China” demonstration cities has significantly and steadily increased the number of patent applications of enterprises, and the promotion effect on the number of invention patent applications is more significant than the number of non-invention patent applications. The level of regional knowledge spillovers (including local knowledge spillovers and non-local knowledge spillovers), the degree of talent agglomeration, the cost of enterprises and the level of digital transformation of enterprises have significant partial mediating effects on the improvement of innovation performance of enterprises promoted by network infrastructure construction, and the knowledge spillovers path has the strongest explanation. Relatively speaking, the construction of network infrastructure has a stronger effect on improving the innovation performance of enterprises with more knowledge stock, larger scale, lower financing constraints, and senior executives with R&D background. Further analysis shows that the construction of “broadband China” demonstration cities is helpful to promote the exploratory innovation behavior of enterprises and improve the quality of enterprise innovation.

Compared with the existing literature, this paper mainly makes the following expansions and improvements. Firstly, this paper expands the research on the economic effect of network infrastructure construction from the perspective of enterprise innovation, and conducts empirical analysis using the quasi-natural experiment of the “Broadband China” demonstration city. Secondly, this paper deeply analyzes the mechanism of network infrastructure construction affecting enterprise innovation, especially the role of knowledge spillovers, which provides theoretical reference and method reference for related research.

The research of this paper shows that the construction of network infrastructure helps to break the geographical shackles of knowledge spillovers and realize the synergistic effect of knowledge spillovers’ local effects and field effects on enterprise innovation, which is the fundamental reason for promoting enterprise innovation. Therefore, all regions should strengthen the construction of network infrastructure, especially the less developed regions should strive to narrow the “digital divide”, and effectively reduce the financing constraints of enterprises, in order to give full play to the innovation promotion effect of network infrastructure construction.

**Key words:** network infrastructure; enterprise innovation; knowledge spillover; digital transformation; exploratory innovation; Broadband China

**CLC number:** F299.24; F273.1

**Document code:** A

**Article ID:** 1674-8131(2022)04-0089-19

(编辑:黄依洁)