

社会基础设施建设促进了技术创新吗

——基于地级市面板数据的分析

王智勇

(中国社会科学院 人口与劳动经济研究所,北京 100006)

摘要:如何进一步促进技术创新,是未来中国经济发展的重要现实问题。近几年来,党和政府日益重视基础设施建设,基础设施建设的大力推行能在多大程度上促进技术创新?能否担当“挑大梁”的重任?基于2003~2016年地级市面板数据,采用双向固定效应模型、系统GMM回归和分位数回归分析方法,在充分考虑产业集聚和地势起伏度等因素之后,对社会基础设施建设与技术创新的关系和相互作用机制进行了量化分析。分析结果表明,公共图书馆、影剧院、互联网等社会基础设施建设显著地促进了技术创新,公共图书馆人均藏书量每增加1%,将增加每万人专利申请授权量0.064%~0.08%,万人影剧院数量每增加1%,将增加每万人专利申请授权量3.1%~4.7%。城市技术创新水平越高,社会基础设施建设的促进作用也越显著。社会基础设施建设不仅直接便利和促进了技术创新,还通过提高交流效率、促进产业集聚、提升人力资本水平和提高民众科学文化素养间接促进技术创新。

关键词:社会基础设施建设;公共图书馆;技术创新;双向固定效应模型

中图分类号:F282 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-2674(2024)05-087-17

一、引言

近年来,党和政府对于基础设施建设日益重视。继2022年4月26日中央财经委员会第十一次会议强调“全面加强基础设施建设”,提出“构建现代化基础设施体系”^[1]后,同年4月29日召开的中共中央政治局会议对经济工作做出新的部署,指出要全力扩大国内需求,发挥有效投资的关键作用,强化土地、用能、环评等保障,全面加强基础设施建设。^[2]党和政府对于基础设施建设的重视与对科技创新的重视一脉相承。“十四五”规划纲要提出:“统筹推进传统基础设施和新型基础设施建设,打造系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系。”^[3]与此同时,科技创新日益成为我国经济增长的新驱动力。党的十九大报告强调,创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑。^[4]党的二十大报告进一步明确,“必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力,深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略”。并且也明确要求“优化基础设施布局、结构、功能和系统集成,构建现代化基础设施体系”。^[5]在当前相对低迷的经济形势下,包括政府在内的全社会对“新基建”都给予厚望,期待“新基建”拉动中国经济增长、助推中国数字经济发展、赋能中国经济转型升级。然而,“新基建”在产生经济增长效应之外,还有何更深入、长远的影响,也值得作深入探究。^[6]尤其是有

收稿日期:2023-10-13

基金项目:中国社会科学院创新工程项目(RKSCX2017014)

作者简介:王智勇,中国社会科学院人口与劳动经济研究所研究员、博士生导师,主要从事人力资本与技术创新、城镇化与地区经济增长研究。

观点认为,“新基建”并不足以“挑大梁”。^[7]“新基建”并非与传统基建完全割裂,而是密切相关。因此,深入研究基础设施建设的作用与影响,特别是着眼于未来发展,考量基础设施建设能否有效切入到社会经济发展的进程之中进而引领未来经济发展,在当前具有重要的现实意义。

基础设施可以划分成经济基础设施和社会基础设施,前者是与经济建设直接相关的各种设施,包括道路、桥梁、港口、机场等,而后者则是与居民社会生活密切相关的各种设施,包括大学、学校、医院、运动场、社区设施、公共住房等,主要是提供健康、教育、社会服务和性别平等的就业机会等。^{[9][10]}

2020年4月,国家发改委明确了新型基础设施的三个重要方向:信息基础设施,融合基础设施,以及支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的创新基础设施。^[11]相对于信息基础设施和融合基础设施,创新基础设施是一个更新的方向,然而,学术上尚未形成权威概念,政策实践上也没有形成统一认识。^[12]昂德希尔(Michael D. Underhill)认为,基础设施包括运输、通信、能源和公共设施、社会基础设施(大学、学校、医院、运动场、社区设施、公共住房、监狱、惩教中心)。^[13]社会基础设施的作用得到越来越多学者的认可。^[14-16]学界普遍认为,大学、科研机构、公共创新平台等能够为社会创造新科技、新知识,为企业提供研究开发活动的基础条件。波特(Michael E. Porter)等人认为,国家创新能力取决于三大要素:公共创新基础设施、特定集群的创新环境、公共创新基础设施与特定集群之间相互联系的质量。^[17]城市基础设施建设中有相当一部分属于公共创新基础设施,例如图书馆、大学、研究机构、科技馆、博物馆、医院、运动场馆等,它们都是重要的创新基础设施载体。其中,大学和科研机构是从事技术创新的专门主体;博物馆、图书馆、科技馆等是重要的科普单位,可以为研发和创新活动提供场所,还决定一个城市和技术创新氛围。^[12]从人力资本的角度来看,健康是人力资本的重要组成部分,人力资本是技术创新的关键因素,因此,可以把体育场馆、影剧院等社会基础设施纳入创新基础设施,共同组成社会基础设施。

基础设施的本质就是互联互通发挥连接作用。传统基建重在有形连接,主要包括公路、铁路、机场、港口、码头、桥梁等的建设,俗称“铁公机”。“新基建”是利用新一代信息技术对包括能源、交通、城市、水利在内的传统基础设施进行数字化改造,进而形成融合基础设施,例如智慧能源基础设施、智慧交通基础设施等。新型基础设施不仅在实体空间,更拓展至虚拟空间,重在无形连接。“新基建”和“老基建”是相互补充、相互支持的关系。新型基础设施,不仅提升了传统基础设施功能,而且放大了传统基础设施的作用。因此,“新基建”与传统基础设施建设具有密不可分的关系,新基建的推进势必将有力增强互联互通能力、改变城市面貌和提高公共服务能力,在这个过程中,对于技术创新以及创新创业又会产生何种影响?新基建是以信息网络为基础的基础设施体系,那么一般意义上的城市基础设施建设对于技术创新具有何种影响?这种影响在区域之间以及在不同的时期是否有显著差异?

本文可能的创新在于:(1)大多数研究都侧重于基础设施建设对经济增长的影响,而本文则从技术创新的角度分析了基础设施建设带来的影响及其影响机制;(2)多数针对基础设施建设的研究都侧重于经济基础设施建设,而本文则从社会基础设施建设的角度估算了其对技术创新的影响程度,并且,我们的研究进一步提示了社会基础设施建设不仅直接促进技术创新,而且还通过提升人力资本的方式促进了技术创新,尤其是影剧院和基础教育设施也间接地起到了促进技术创新的作用;(3)基于本文细致的社会基础设施建设类目分析,可以给地方政府提供决策参考,有重点地推进城市基础设施建设,尤其是在当前财政紧张的情形下,对基础设施建设的重点推进有助于最大化地发挥其作用。

二、文献综述与研究假设

1. 文献综述

新型基础设施是新型工业化的基础设施,不仅包括新一代智能信息基础设施,而且还应包括与绿色

化相关的各类基础设施。“新基建”七大领域并非都是全新的概念,与“传统基建”在一些方面仍有重叠,例如,七大领域中的特高压输电、城市地铁多年前就已经开始建设。^[7]“新型基础设施”生发于“传统基础设施”,基础设施“代际飞跃”与对应的发展理念和尺度有关。^[18]即使部分新型基础设施近些年仍处于萌芽阶段,但所属行业的固定资产投资也在一定程度上代表了既有资本投入。^[19]

“新基建”包括利用新一代信息技术对传统基础设施的改造升级,即传统基础设施的数字化改造,使其成为更加智能、便捷、高效的新型基础设施,^[20]新型基础设施建设以科技创新为动力,其运营中投入的主要技术具有先导性,而且颠覆性创新不断涌现,其发展水平和质量不仅取决于投资规模,而且受制于科技创新的进展。^[6]“新基建”的发展为战略性新兴产业由地理空间集聚走向网络空间集聚提供契机,而产业网络集聚不仅能发挥传统地理空间集聚的规模经济和范围经济效应,而且能有效弥补传统地理空间集聚的缺陷,避免“拥塞效应”出现。^[21]

基于中国经济发展的实践,包括政府和学者在内的社会各界对于基础设施建设、新型基础设施建设能够促进经济发展基本达成共识,并对此进行了较为充分的论证,但以定性分析为主。一些研究指出,“新基建”能够提升经济发展质量,^{[22][23]}显著降低工业污染排放,^[24]还能通过提高创新质量助推数字经济发展,^[25]显著提高劳动生产率^[26];“新基建”还能促进研发创新^[27]和企业技术知识扩散水平^[28];基建投资可以保障经济增长的可持续,并将对国家产业结构产生影响。^[29]

在我国传统以投资驱动为主的经济增长模式中,基础设施投资发挥了重要的支撑作用。20世纪90年代为应对亚洲金融危机,中国开展了多轮大规模基础设施建设,不仅稳定了短期经济增长,还显著提升了我国的基础设施水平。^[30]作为固定资产投资的一种重要形式,基础设施建设首要的作用就是带动经济增长。然而,不少研究认为,通过投资来拉动经济增长通常只具有短期效果。也有研究表明,新型基础设施的不断完善,可以极大地促进我国生产性服务业向更高价值链发展,不仅能够促进服务业自身结构升级,也能带动制造业结构升级,使我国整个产业体系更具全球竞争力。^[19]从这个角度来看,“新基建”不同于“老基建”的一个重要方面在于,通过把基础设施建设做好,加强无形连接和智慧网络,有可能会为未来的网络经济和数字经济奠定一个长期稳定发展的基础。

可以看到,尽管对“新基建”和基础设施建设的研究较多,但多数研究集中于阐述“新基建”的定义、内涵、范畴及其对经济增长或对工业污染的影响,较少研究其对技术创新的影响,特别是很少从区域均衡发展角度研究基础设施建设与技术创新的关系。更缺乏从社会基础设施建设的角度去研究其对技术创新的影响。而社会基础设施建设的推进和完善是促进人力资本提升的重要途径,在数字化时代,终身学习的理念将越来越普及,因而社会基础设施建设就具有了重要的时代意义和很强的现实针对性。在我国实现共同富裕的道路上,利用技术创新促进区域均衡发展更具有积极的现实意义,因此研究基础设施建设在促进技术创新方面的区域差异,对促进区域间的均衡发展有重要的政策启示意义。

2. 城市基础设施建设与技术创新

根据国家发改委2022年4月有关“新基建”具体范畴的表述:“新基建”是以新发展理念为引领,以技术创新为驱动,以信息网络为基础,面向高质量发展需要,提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。^[31]可见,“新基建”自带有技术创新的基因。那么,传统的城市基础设施建设是否也同样具有该特性呢?社会基础设施建设又如何促进技术创新?

随着技术的不断更新与应用,技术本身日趋智能化和人性化,也促进了基础设施的智能化。智能化的基础设施能够适应产业发展、居民生活、公共服务和社会治理更高的要求,相应地,技术的智能化和人性化对传统基础设施也提出了更高的要求。基础设施的质量和规模对国家、地区、城市的吸引力、竞争力、可持续性以及经济增长、贸易、公众生活水平等经济社会的各方面都会产生重要的影响。^[14]物联网、

大数据、人工智能等技术使能源、资源的利用更加高效,污染物和温室气体的排放大幅度降低。“新基建”不可避免会淘汰部分落后行业,倒逼传统产业企业主动加强技术研发,加快技术升级,进入创新驱动发展轨道。^[32]形成内生技术能力和技术创新,是“新基建”和战略性新兴产业发展绕不过去的关口,^[33]由此可见,在新形势下,基础设施建设推进的进程中,技术创新将作为一个重要的产出。

实践中,各国也都对基础设施建设给予了足够的重视,2019年G20大阪峰会达成的《G20高质量基础设施投资原则》,高度强调“高质量基础设施投资对促进可持续发展的积极作用”。2021年底,美国总统拜登曾签署规模约1.2万亿美元的《基础设施投资和就业法案》,旨在加强美国的基础设施建设,更好地促进经济增长和扩大就业规模。

专利授权量是技术创新的一个重要测量指标。数据表明,我国的专利授权主要来自第二产业,这意味着技术创新主要来自于工业,特别是制造业。在工程化和产业化过程中形成、积累的技术诀窍和专利是市场竞争力的重要来源。产业化技术的形成和发展必须依赖于足够的生产规模,只有在实际生产中反复试错才能推动技术的进步和成熟。“新基建”的投资规模巨大,能够为前沿技术的产业化发展提供一个具有相当规模的早期市场,并通过“干中学”机制加快新技术的演进和成熟。^[6]与传统基建着眼于短期需求和经济增长相比,“新基建”更多地立足于高端化、高质量、高附加值的科技创新发展,侧重产业的转型升级和现代产业体系的构建。^[34]而产业的发展呈现集聚化态势,即越来越多的上下游关联企业集中在一起,更加直接地实现产品和服务的对接和交流,这种无缝对接更有可能促进技术创新。

基础设施建设的大力推进在很大程度上推动了生产性服务业的发展,增强了生产性服务业的服务能力和效率,促进了产业集聚向产业协同集聚的转变。产业发展往往促成产业集聚,而产业集聚能够显著促进地区科技创新能力的提升。产业集聚是指某些产业在特定地域范围内的集聚现象,如制造业在工业园区和交通干线附近的集聚。产业协同集聚是产业集聚动态发展过程中的特殊形式,以资金、人才、技术、信息为载体,是协同分工的表现形式,是同一产业在地理空间上的高度集中,是人力资本等生产要素通过市场创造模式和资本转移模式等在空间范围内不断集聚的过程,也是产业一体化向专业化转型的过程。^[35]基础设施建设的推进,能有效地增强人们交流互动的效率,从而为研发和生产节约宝贵的时间,更快地推出新技术新产品,更好地抢占先机和市场。产业协同集聚压缩了制造业与生产性服务业空间的互动距离,带动了制造业与生产性服务业在融合发展上的联动创新,创造了更多的中间部门与新产品,激发了更多的思想与知识。^[36]基础设施建设也使人力资本的积累和提升更加有效,从而为技术创新奠定了良好的基础,此外,基础设施建设促进的产业集聚和协同集聚也有助于人力资本的集聚与增强,从而也起到了促进技术创新的作用。

基础设施建设过程中还存在着大量的学习过程,而这个过程本身就可能导致许多技术创新机会。基础建设工程的推进过程中会遇到各种各样的难题,而解决和克服这些难题就给技术创新提供了良好的机会。以港珠澳大桥的建设为例,设计和建设团队先后攻克了人工岛快速成岛、深埋沉管结构设计、隧道复合基础等十余项世界级技术难题,建立了中国跨海通道建设工业化技术体系。^[37]港珠澳大桥的建设一举打破了荷兰在该行业的垄断地位,创建了跨海桥梁建设的世界新高度。

基础设施条件还是把人力资本和地区经济增长密切联系起来的重要纽带,便捷的交通有利于人才和劳动力的流动,使得一个地区的经济发展可以充分利用其他地区的人才和劳动力。事实上,沿海地区的经济发展就是充分利用了中西部地区的人才和劳动力。沿海地区经济发展起来之后,也有更好的经济支撑用以建设更加便捷的交通基础设施,无论是在城市内还是在城际和地区内外。相反,基础设施条件差,也就意味着不容易吸引人才和劳动力的流入。而且,交通基础设施是经济发展的重要先导变量^[38],其网络特征通过降低运输成本提高空间可达性,可实现创新要素自由流动而形成创新跨区域溢

出。^[39]相关国际经验,在城镇化率达到70%以前仍是传统基础设施建设的高峰期。我国传统基础设施网络虽然已基本成形,但还存在不少短板和薄弱环节,影响系统效率和服务水平,需要扩大投资尽快补短板、强弱项。^[31]可见,当前我国加强基础设施建设,包括深入研究基础设施促进技术创新的机制仍具有重要的现实意义。

3. 研究假说

多数的研究把城市基础设施建设限于各种硬件的建设,然而,与之相适应和匹配的社会基础设施建设和制度方面的建设,往往对技术创新起着至关重要的作用,其中的一个主要机制是通过提高居民和科学素质和人力资本水平。图书馆、文化馆、博物馆、科学馆等科学文化场馆就在促进科普、提升人力资本,从而促进技术创新方面发挥着积极的作用,城市道路和互联网分别从有形和无形的连接方面给人力资本形成和科技创新提供了便利。在城市基础设施建设中,加强对科学文化场馆的建设,也就增强了这些场馆服务大众、服务科技工作者的能力和效率,从而可以很好地提升城市人力资本水平,为创新奠定良好的基础。人力资本的形成途径包括卫生保健、在职培训、教育、非企业组织的成人学习、人口迁移等五个方面,其中,教育是人力资本形成的最重要途径和影响因素。^[40]但教育并不仅仅局限于学校,在当今快速发展的时代中,终身学习具有越来越重要的意义。习近平在党的二十大报告中就明确指出,“建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”,与此相适应,公共科学文化场馆的建设需要相应地跟进。公共图书馆为个人和社会群体的终身教育、自由决策和文化发展提供了基本条件。^[41]由此可以推断,医疗卫生机构、中小学校、影剧院、道路、互联网等社会基础设施同样对人力资本的提升从而对技术创新有着显著的促进作用。作为知识创新的科学研究活动与作为知识应用的技术创新活动是人力资本形成的最重要的途径。^[42]基于上面的分析,我们提出以下假说。

假说 1. 社会基础设施建设本身会促进技术创新。这主要通过解决建设过程中本身的技术难题来实现。社会基础设施建设主要通过固定资产投资的方式来实现,因此可以预期,随着固定资产投资的增加,技术创新也随之增强。

假说 2. 社会基础设施建设通过提升人力资本水平促进技术创新。道路、网络、科学文化场馆等社会基础设施既直接服务于技术创新,又通过提高交流效率、增强人力资本和提高民众科学文化素养等路径促进技术创新。

三、计量模型设定与变量选取

1. 计量模型设定

技术创新存在明显的路径依赖,即依赖于前期所形成的各项技术创新成果,换言之,技术创新是一个动态过程,采用动态面板数据分析更合适。此外,如前所述,城市基础设施建设具有促进技术创新的内在动力,反过来,技术创新也能够更好地推动城市基础设施建设,特别是新技术的应用能够有效解决城市基础设施建设中的各种问题。因此,在城市基础设施建设与技术创新之间存在着互为因果的关系,在回归分析中,就不可避免地带来内生性问题。系统 GMM 回归分析方法为解决内生性问题提供了方案。为了量化分析城市基础设施建设与技术创新之间的关系,验证前述假说,尤其是要分析基础设施是通过何种机制来影响技术创新,我们采用以下模型来加以分析:

$$\ln innov_{i,t} = \alpha \ln innov_{i,t-1} + \theta_1 \ln infras_{i,t} + \beta_1 X_{i,t} + \mu_i + \lambda_t + \zeta_{i,t} \quad (1)$$

式中, $\ln innov$ 表示技术创新,在许多研究中,专利授权量被视为技术创新的一个重要度量指标。一个地区的专利实力经常被作为衡量该地区科技创新能力和竞争实力的重要评价指标,专利在各尺度科技创新

能力评价的有效性中已经获得证明。^[43-45]专利数量是技术创新活动的主要产出,考虑到不同地区人口规模的差异,我们用各地区每万人专利申请授权量 ($\ln\text{perpatent}$) 作为地区技术创新的衡量指标。 infras 表示城市基础设施建设,我国基础设施投资等核心变量数据主要公布于省级层面,在地级市层面难以获得相关数据,因而我们考虑采用城市基础设施投资带来相关基础设施条件变化的量化指标来代替基础设施建设投资,这些指标主要包括人均道路拥有量、每万人网络用户数量、人均公共图书馆藏书量、每万人影剧院数量等。 $X_{i,t}$ 是一组控制变量,包括城镇化、产业结构、产业集聚、投资、人力资本、地势起伏度、城市位序等,控制变量一定程度上可以缓解遗漏变量造成的内生性问题。此外, μ_i 表示城市固定效应,用于控制城市不随时间变化的影响经济增长的因素,比如文化、制度、习俗等; λ_t 为时间固定效应; $\zeta_{i,t}$ 为模型误差项。这里,为了避免回归结果可能受到异方差和序列相关的影响,使用在城市层面的聚类调整标准误差而不是普通标准误差。

2. 变量选取

衡量产业集聚的指标包括首位度指数 (PI_m)、赫芬达尔指数 (HHI)、空间基尼系数 (G)、信息熵、锡尔指数、Hoover 地方化系数、熵指数、EG 指数、区位熵、DO 指数等。EG 指数是综合考虑影响产业集聚的外部效应和企业规模,以空间基尼系数为基础,利用靶模型,推导出的衡量产业集聚的指数。^[46]其主要优势在于,利用赫芬达尔指数,可以修正空间基尼系数可能存在的集聚假象问题,且不同产业、不同地区、不同时期的测度结果能够进行比较。区位熵 (Location Quotient, LQ) 最早由哈格特 (Haggett P.) 提出,是衡量产业专业化程度的重要指标。在产业结构研究中,运用区位熵指标可以分析区域优势产业的状况,也能对不同地区某一产业集聚情况进行比较分析。通过计算某一区域产业的区位熵,可以找出该区域在全国具有一定地位的优势产业,并根据区位熵 LQ 值的大小来衡量其专门化率。LQ 的值越大,则专门化率也越高。区位熵指数能够控制城市规模因素,充分反映一个城市产业构成与全国平均水平之间的差异。如前所述,产业的集聚是科技创新的一个重要渠道,一般采用细分产业的区位熵来表达集聚:

$$AG_{ij} = \frac{\text{emp}_{ij} / \text{emp}_i}{\text{emp}_j / \text{emp}} \quad (i = 2, 3) \quad (2)$$

其中, emp_{ij} 为城市 j 第 i 产业的就业人数, emp_j 为城市 j 总的就业人数, emp_i 为全国范围内第 i 产业总就业人数, emp 为全国总就业人数。地级市层面的细分产业只提供了就业数而没有增加值数,因而只能通过就业数来反映细分产业的集聚程度。 AG_{ij} 为城市 j 的第 i 产业在全国范围内的区位熵指数,在这里 i 表示制造业和服务业。

考虑到我国大多数地区依然处于工业化阶段,制造业的集聚是普遍现象,也是科技创新的重要来源,因此,采用制造业集聚指数 (manuagg) 来表征产业集聚。同样地,也可以采用该公式来计算服务业集聚指数 (servagg)。在此基础上,把生产性服务业综合考虑在内,可以进一步构建产业协同集聚指数 LQ_{co} :

$$LQ_{co} = \left(1 - \frac{|LQ_{\text{manuagg}} - LQ_{\text{servagg}}|}{LQ_{\text{manuagg}} + LQ_{\text{servagg}}} \right) + |LQ_{\text{manuagg}} + LQ_{\text{servagg}}| \quad (3)$$

LQ_{co} 为制造业和生产性服务业产业协同集聚指数,右边第一项为协同集聚指数的质量,主要是在 EG 指数上进行修改,第二项为产业协同集聚指数的深度,放大了协同集聚的水平效应,两项的和表明制造业与生产性服务业集聚程度越高,协同集聚质量高、深度广,即两个产业之间的集聚程度越高,协同集聚指数越大,协同性越显著。

技术的创新很大程度上来源于产业发展的需要,而产业的发展与地理因素有着密切关系,其中产业的空间分布和集聚与地形起伏度 (rdls) 密切相关。地形地貌显著影响了交通成本和运输效率,这直接影

响了产业的发展。地形起伏度在含义界定、方法提取、应用领域等方面存在差异。^[46]综合已有文献来看,多数研究都利用数字高程数据(DEM),运用 ArcGIS 技术,提取地形起伏度。根据封志明等^[48]提出的人居环境适宜性背景下的地形起伏度定义,比较认可的计算公式如下:

$$RDLS = ALT/1000 + \{ [\text{Max}(H) - \text{Min}(H)] \times [1 - P(A)/A] \} / 500 \quad (4)$$

式中,*RDLS* 为地形起伏度;*ALT* 为以某一栅格单元为中心一定区域内的平均海拔(m),*Max(H)* 和 *Min(H)* 分别为区域内的最高与最低海拔(m);*P(A)* 为区域内的平地面积(km²);*A* 为区域总面积,常用的面积是 10km * 10km。地形起伏度的值为 1 的 *n* 倍,则表示该区域地形起伏为 *n* 个基准山体的高度。利用这个公式,结合数字高程模型(DEM)就可以计算出所需区域的地形起伏度。

城市拥有的资源是技术创新的基础。中国的城市发展及其拥有的资源不仅受到市场驱动力的影响,更主要的是受到政府政策的影响。^[49]此外,不同层级的城市得到的政策支持力度也不相同,高等级城市能够在资金补贴、外商直接投资以及进出口的开放程度等方面享受到中央政府不均等的权力分配和优惠政策。“偏爱”^[50]城市的行政层级在再分配资源上起到举足轻重的作用。^[51-53]而这些也都有可能对城市技术创新能力形成一定的影响。为了考虑不同等级城市的影响,我们采用了城市编码的最后两位码(cityrank)来测量,从省级层面来考虑,编码越靠前的城市,在该省的位置越重要,例如省会城市都编码为 01。随着时间的推移,城市的发展不均衡,一些编码靠后的城市可能发展得更快,已经超越了编码靠前的城市,但从行政等级的角度来看,编码靠前的城市依然具有相对更重要的地位。

回归使用的数据主要来源于 2004 ~ 2017 年的《中国城市统计年鉴》,对应实际年份是 2003 ~ 2016 年。2018 年《中国城市统计年鉴》中的数据存在较大的缺失现象,例如,没有固定资产投资数据,难以与之前的系列数据匹配,因而我们未采用 2018 年及以后的年鉴数据,对于地级市面板数据而言,连续 14 年的数据也足以进行稳健的回归分析。专利信息数据来源于中国研究数据服务平台(CNRDS)。为了消除价格因素的影响,我们把所有涉及价格的变量全部进行价格缩减。考虑到地级市价格指数难以获取,我们采用了省级 GDP 缩减指数进行价格缩减。经过指数缩减之后,所有涉及价格的变量都采用了 2000 年的价格水平。

统计年鉴上提供的大多数均为户籍人口,因而,如何获得常住口径的人口成为测量城市人口的一个关键。实际上,在户籍人口与常住人口之间存在着较为密切的关系,常住人口实际上是在户籍人口的基础上,通过人口流动而形成的,如果流入人口多于流出人口,则常住人口会大于户籍人口,相反,如果流入人口少于流出人口,则常住人口会小于户籍人口。而人口流动的原因,最主要的是经济活动引起的,一般而言有就业机会就会引起人口流入,其次是教育、医疗等城市公共服务因素,因此,通过一些经济和公共服务等因素,可以在常住人口与户籍人口之间建立起稳定的回归关系。利用 2000 年和 2010 年两次人口普查提供的地级城市常住人口数,结合城市统计年鉴中提供的相应经济和公共服务变量,可以建立两者的稳定回归关系,从而可以估算历年的常住人口数。

表 1 主要变量的描述性统计

变量	含义	样本量	均值	标准误	最小值	最大值
lnpatenpcn	万人专利数	3,889	1.01	0.96	0	5.33
lnurbanrh	城市化率	3,948	3.32	0.68	1.23	4.61
instrc	产业结构指数	3,945	1.47	0.78	0.02	10.60
lninvcdra	投资率	3,943	4.06	0.43	2.17	5.39
manuagg	产业集聚指数	3,948	0.87	0.47	0.02	2.82
LQ	产业协同集聚指数	3,948	2.41	0.54	0.78	4.30

fisoir	财政资源指数	3,948	2.61	1.70	0.65	19.02
lnedupcrn	人力资本指数	3,842	4.40	1.14	0.11	7.18
lnlibpcdn	人均图书馆藏书量	3,655	3.22	1.17	0	8.37
lneducipcdm	人均财政教育科研经费	3,947	6.08	0.90	2.27	9.63
prescdenc	小学密度	3,938	0.13	0.16	0.00	3.84
hospdnrpchl	每万人医院数量	3,882	0.64	0.79	0.08	13.19
lngreenratec	城市绿化率	3,914	3.55	0.35	0	4.56
theatpnd	万人影剧院数量	3,242	0.53	0.62	0	9.33
lninternrpchl	万人互联网用户数	3,924	7.89	3.96	0.99	15.11
lnroadpc	人均城市道路	3,642	2.26	0.54	0.27	4.69
open	对外开放指数	3,793	2.17	2.37	0	37.58
cityrank	城市位序指数	3,948	7.61	6.55	1	53
rlds	地势起伏度	3,920	0.67	0.75	0.00	3.81

注:表中数据来源于《中国城市统计年鉴》2004~2017年,并经作者整理所得

四、回归分析

通过对统计数据的回归分析,可以确定变量之间的影响程度,而采用各种不同的回归分析方法,则可以从不同的角度去明确和印证这种影响程度,进而分析重要变量的影响机制。

1. 基准回归分析

表 2 社会基础设施建设与技术创新回归分析

解释变量	(1) 固定效应回归 lnpatenpcn	(2) FGLS 回归 lnpatenpcn	(3) GMM 回归 lnpatenpcn	(4) GMM 回归 lnpatenpcn	(5) GMM 回归 lnpatenpcn
L. lnpatenpcn			0.920 *** (0.034)	0.912 *** (0.033)	0.914 *** (0.033)
lninvcdra	-0.201 *** (0.054)	-0.107 *** (0.020)	0.106 *** (0.038)	0.099 *** (0.035)	0.097 ** (0.038)
manuagg	0.024 (0.066)	0.154 *** (0.023)	0.243 *** (0.046)	0.226 *** (0.046)	0.247 *** (0.045)
lnlibpcdn	0.196 *** (0.028)	0.044 *** (0.008)	0.064 *** (0.018)	0.012 (0.034)	0.061 *** (0.019)
theatpnd	-0.011 (0.025)	0.014 (0.009)	0.035 ** (0.017)	0.043 ** (0.019)	0.310 *** (0.099)
lninternrpchl	0.006 (0.022)	0.025 *** (0.008)	0.054 ** (0.021)	0.055 ** (0.022)	0.057 *** (0.022)
lnroadpc	0.244 *** (0.066)	0.168 *** (0.022)	0.097 ** (0.044)	0.102 ** (0.045)	0.087 * (0.044)
rlds	-0.166 *** (0.042)	-0.078 *** (0.018)	-0.033 * (0.017)	-0.027 (0.019)	-0.034 * (0.017)
lneducrn * lnlibpcdn				0.008 ** (0.004)	

lnedupcrn * theatpnd					-0.060*** (0.020)
控制变量	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是	是
AR(1) p-值		0.000	0.000	0.000	
AR(2) p-值			0.305	0.337	0.338
Hansen 检验值			0.096	0.128	0.137
样本量	2,776	2,772	2,752	2,718	2,752
城市数量	277	273	276	276	276

注:L表示滞后一期,变量前加ln表示取自然对数;括号内为聚类于城市层面的稳健标准误;*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

表2模型(1)采用的是面板数据的固定效应回归,结果表明,公共图书馆人均藏书量、财政科研教育经费支出和人均城市道路拥有量的增加均有利于万人专利申请授权量的增长,而模型(2)则采用面板数据FGLS回归,该回归可同时考虑异方差、自相关和同期相关问题并做相应处理,回归结果表明,制造业集聚、人力资本、公共图书馆人均藏书量、财政科研教育经费支出、万人互联网用户数和人均城市道路量的增加均有助于促进以万人专利申请授权量为指标的技术创新。还可以注意到的是,地势起伏度对技术创新均起着显著的负作用。不过,这两种回归分析结果均表明,投资对于技术创新的作用显著为负。回归结果与采用的方法密切相关。前面的分析表明,在社会基础设施投资与技术创新之间存在着互为因果的关系,这就会导致内生性问题,因而需要采取合适的方法来加以解决。系统GMM回归分析方法因大量地采用解释变量的滞后项和差分项作为工具变量,可以在很大程度上解决内生性问题。模型(3)、(4)和(5)均采用了系统GMM回归分析方法。

面板数据的GMM回归通常需要经过残差检验(AB检验)和Sargan/Hansen检验,考虑异方差情形下一般采用Hansen检验。表2模型(3)和(4)均采用系统GMM回归分析法,两者的残差检验表明,一阶相关,二阶不相关(AB检验通过),此外,Hansen检验表明不存在过度识别,两项检验均通过,意味着通过了系统GMM回归的各项检验,模型设定合理。动态面板GMM估计可以分为一步法(one-step GMM)和两步法(two-step GMM)估计。通常而言在系统广义矩估计中,两步法比一步法更有效,因此本文采用两步估计法。两步估计的标准差存在向下偏倚,这种偏倚经过温德梅佳(Windmeijer Frank)^[54]调整后减小。

模型(3)、(4)和(5)分析结果均表明,投资的增长有助于促进技术创新,这印证了假说1,即以固定资产投资形式进行的社会基础设施建设,无论是“新基建”还是传统基建,均能够促进技术创新。回归结果还表明,人均图书馆藏书量、每万人影剧院数量、每万人互联网用户数量这些指标表征的社会基础设施建设以及人均城市道路的增长也都有助于促进技术创新。模型(4)和(5)分别通过公共图书馆人均藏书量与人力资本建立交叉项和每万人影剧院数量与人力资本建立交叉项来估算社会基础设施建设如何通过提升人力资本来促进技术创新。模型(4)的设立交叉项系数显著为正,这表明,公共图书馆藏书量的增长通过提升人力资本而起到进一步促进技术创新的作用。与公共图书馆提升人力资本进而促进技术创新的作用相似,模型(5)的交叉项显著但系数为负,但交叉项最终的效果还要通过综合考虑各自的独立项而定,由于人力资本和万人影剧院数量两者系数显著为正数并且数值也都大于两者交叉项的系数,因而交叉项与水平项结合之后的最终效果依然为正(准确地说,根据计算,当万人影剧院数量取值小于16时,该交叉项始终为正值,而万人影剧院最大取值为7.69,因而对全部样本而言,均满足交叉项取

值为正),这表明,每万人影剧院数量通过促进人力资本也起到了促进技术创新的作用。这主要是由于影剧院本身具有休闲娱乐以及教育功能,从而对人力资本能够起到推动作用,而后者就能够进一步促进技术创新,因为技术创新主要由较高人力资本水平的人群来推动的。^[56]此外,以万人中互联网用户数量测量的互联网普及程度和以人均城市道路拥有量为测度的交通通达程度表现出与技术创新有着显著的正相关,这意味着人们通过信息获取等方式同样能够促进技术创新,互联网越发达,越普及,公众获得信息的渠道越多,获得的信息量越大,公众提升人力资本水平的效率也越高,技术创新越有可能实现;同样,公路路网越发达,交通越便利,越有利于技术创新的突破。这也就从多个角度印证了假说 2,即城市基础设施建设通过提升人力资本水平促进了技术创新。值得注意的是,模型(2)至(5)的结果都表明,制造业集聚对于技术创新都起着积极而显著的促进作用,这与我国专利申请授权量主要源于第二产业的事实相吻合。

2. 稳健性检验

一般来说,稳健性检验有两种方式:一是通过替换关键变量来检验模型的稳健性;二是通过替换样本来检验模型的稳健性。我们先采用替换样本的方式,使用 2005 ~ 2016 年的样本来进一步检验。2005 年起,民工荒开始蔓延到全国,用工成本的上升可能会促使企业更加重视人力资本与技术创新。

表 3 社会基础设施建设与技术创新稳健性检验(I)

解释变量	(1) 固定效应回归 lnpatenpcn	(2) FGLS 回归 lnpatenpcn	(3) GMM 回归 lnpatenpcn	(4) GMM 回归 lnpatenpcn	(5) GMM 回归 lnpatenpcn
L. lnpatenpcn			0.907 *** (0.034)	0.905 *** (0.033)	0.910 *** (0.034)
lninvcdra	-0.185 *** (0.058)	-0.118 *** (0.022)	0.109 *** (0.038)	0.104 *** (0.038)	0.110 *** (0.039)
manuagg	0.025 (0.066)	0.147 *** (0.024)	0.250 *** (0.047)	0.236 *** (0.045)	0.251 *** (0.045)
lnlibpcdn	0.203 *** (0.031)	0.053 *** (0.009)	0.080 *** (0.020)	0.031 (0.035)	0.078 *** (0.021)
theatpnd	-0.009 (0.029)	0.014 (0.010)	0.031 * (0.018)	0.037 * (0.019)	0.274 *** (0.096)
lninternrpchd	0.022 (0.023)	0.027 *** (0.009)	0.045 ** (0.021)	0.046 ** (0.021)	0.048 ** (0.020)
lnroadpcd	0.229 *** (0.068)	0.160 *** (0.024)	0.113 ** (0.048)	0.119 ** (0.048)	0.113 ** (0.046)
lneducrn * lnlibpcdn				0.007 ** (0.004)	
lneducrn * theatpnd					-0.052 *** (0.020)
控制变量	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是	是
样本量	2,524	2,520	2,500	2,467	2,500
城市数量	276	272	275	275	275

注:L.表示滞后一期,变量前加ln表示取自然对数;括号内为聚类于城市层面的稳健标准误;*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1

表3模型(1)采用面板数据的固定效应回归,模型(2)采用面板数据的FGLS回归,两个模型均采取的是聚类于城市层面的稳健标准误。从结果可以看到,制造业集聚、人力资本、公共图书馆人均藏书量、每万人影剧院数量、每万人互联网用户数量、人均城市道路等均对技术创新产生了积极而显著的作用。模型(3)~(5)采用的是系统GMM估计方法,结果显示,投资的增加可以有效地促进技术创新,从系数来看,相比于表2模型(3)~(5)均有明显的提高,这意味着自2005年以来,投资增长在促进技术创新方面的效果有明显提升。而且,公共图书馆建设促进技术创新的效果也更加显著。事实上,不仅2005年以来的用工成本上升促使企业更加重视技术创新,而且2008年的金融危机促使中央政府采用基础建设的方式来促进投资和经济增长,社会基础设施建设得到加强,并且伴随着中国人力资本水平的进一步提高以及制造业集聚的加强,技术创新呈现出加速的态势。回归结果还表明,公共图书馆人均藏书量、每万人影剧院数量和每万人互联网用户数量的增加均显著促进了技术创新,即社会基础设施建设的推进起到了促进技术创新的积极作用。其中模型(4)和(5)的交叉项均显著,表明公共图书馆和影剧院建设均通过提升人力资本水平而进一步促进技术创新。2005年以来,随着互联网的普及,特别是随着以智能手机为代表的移动端的普及,人们从互联网上获得的信息越来越丰富,在一定程度上分散了从公共图书馆获取信息的量,例如,从文献信息获取的角度来看,自2005年以来,越来越多的人直接从互联网就可以获得电子文献,不一定非要去图书馆获取纸质文献。同时,由于信息化的深入,文献检索更加有效,这使人们对于电子期刊文献的需求越来越强烈,而专业的期刊文献数据库主要集中于图书馆,作为科技创新主体,企业在创新进程中需要大量的科技文献资源,而目前国内大多数企业尤其是中小型企业自身并没有建立系统性的科技文献获取渠道^[56]。因此,公共图书馆就成为企业科技创新的重要支撑。从系数上来看,2005年以来,公共图书馆人均藏书量对技术创新的影响更加积极而显著。此外,制造业集聚也显著地促进了技术创新,这表明,制造业的大力发展是技术创新的重要源泉。从另一个角度来看,有可能是城市基础设施建设的推进促进了制造业的集聚,而两者都对技术创新起着显著的推动作用。

接着我们再采用替代关键变量的方式来进行稳健性检验。产业集聚在技术创新的过程中始终都具有重要作用,如前所述,产业集聚也是产业发展的一种高级形态,而另一种高级形态则是把生产性服务业包括在内的协同产业集聚。我们采用协同制造业集聚指数(LQ)替代制造业集聚指数(manuagg),以检验模型的稳健性。

表4 社会基础设施建设与技术创新稳健性检验(II)

解释变量	(1) lnpatenpcn	(2) lnpatenpcn	(3) lnpatenpcn
L. lnpatenpcn	0.927*** (0.035)	0.922*** (0.035)	0.925*** (0.033)
lninvetra	0.109*** (0.038)	0.111*** (0.038)	0.103*** (0.038)
LQ	0.207*** (0.043)	0.179*** (0.042)	0.205*** (0.043)
lnlibpcdn	0.068*** (0.018)	0.018 (0.033)	0.065*** (0.018)
theatpnd	0.037** (0.018)	0.041** (0.018)	0.295*** (0.114)
lninternrpchd	0.057** (0.023)	0.064*** (0.022)	0.061*** (0.023)
lnroadpcd	0.100** (0.045)	0.105** (0.046)	0.092** (0.045)

lneducpcn * lnlibpcdn		0.008 ** (0.004)	
lneducpcn * theatpcn			-0.056 ** (0.023)
控制变量	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
地区固定效应	是	是	是
样本量	2,752	2,718	2,752
城市数量	276	276	276

注:L.表示滞后一期,变量前加ln表示取自然对数;括号内为聚类于城市层面的稳健标准误;***p<0.01,**p<0.05,*p<0.1

表4的各回归均采用了GMM回归方法,结果均表明,在采用了协同制造业集聚指数替代制造业集聚指数之后,模型的回归结果基本上与表2模型(3)、(4)和(5)保持一致,表现在关键变量系数的数值、符号和显著性上均有较高的一致性。具体而言,投资增长、制造业集聚、人力资本增加,以及财政教育科研投入、公共图书馆人均藏书量、每万人影剧院数量、每万人互联网用户数量、人均城市道路拥有量的增加等均对技术创新产生了积极而显著的作用,这表明,模型的设定具有较高的稳健性。其中,投资、人力资本、财政教育科研投入、公共图书馆人均藏书量、每万人影剧院数量、每万人互联网用户数量、人均城市道路对技术创新的影响程度均略高于采用制造业集聚指数进行回归的结果,这意味着当我们充分考虑到生产性服务业与制造业的协同配合之后,社会基础设施建设的重要性更加突出。

3. 异质性分析

社会基础设施建设对技术创新的影响在区域之间可能存在着差异。考虑到涉及的变量较多,因而对样本量的要求也相对较高,我们没有采取常用的东、中、西和东北这种区域划分方法,而是采用了沿海和内陆的划分方式来进行区域差异分析,以便得到相对稳健的回归结果。

表5 社会基础建设与技术创新异质性分析

解释变量	(1) 沿海地区 lnpatenpcn	(2) 内陆地区 lnpatenpcn
L. lnpatenpcn	0.930 *** (0.065)	0.955 *** (0.034)
lninvcdra	-0.052 (0.116)	0.094 *** (0.033)
manuagg	0.317 *** (0.081)	0.126 ** (0.064)
lnlibpcdn	0.101 ** (0.042)	0.021 (0.015)
prescnpdc	-0.033 (0.052)	0.015 ** (0.007)
theatpcn	-0.006 (0.024)	0.015 (0.019)
lninternrpchd	0.072 (0.067)	0.015 (0.018)
lnroadpcd	-0.023 (0.096)	0.142 *** (0.051)

控制变量	是	是
时间固定效应	是	是
地区固定效应	是	是
样本量	1,048	1,704
城市数量	101	175

注:L表示滞后一期,变量前加ln表示取自然对数;括号内为聚类于城市层面的稳健标准误;*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1

表5的回归结果表明,社会基础设施影响人力资本进而技术创新的模式在沿海和内陆之间存在显著差异。人力资本无论对于沿海和内陆而言均显著促进了技术创新,相比之下,人力资本促进技术创新的作用在内陆地区更加显著。从投资的角度来看,沿海地区投资已经出现明显的递减效应,而内陆则是显著的促进效应:公共图书馆在沿海地区显著促进了技术创新,而在内陆地区并不显著;小学为代表的社会基础教育资源对内陆地区来说具有显著的促进技术创新作用,而沿海地区并不显著,小学本身并不能促进技术创新,但由于家庭对基础教育的日益重视,基础教育资源良好容易吸引到优秀的人力资本,从而起到促进技术创新的作用;以人均城市道路为代表的城市交通网络对于内陆地区而言在促进技术创新方面具有显著的作用,而沿海地区并不显著,这可能因为沿海地区的交通网络已经比较发达,呈现边际递减的效应,而内陆地区的交通网络仍需进一步完善,故而其作用显著。

传统的回归分析方法得到的结果为条件均值回归结果,它描述的仅仅是解释变量对被解释变量的平均影响,无法反映模型变量之间关系的全貌。为了解决这一问题,科恩克(Roger Koenker)和巴塞特(Gilbert Bassett, Jr.)^[57]提出了分位数回归理论,分位数回归在每个特点分位点上都有特定的回归曲线,能够提供模型变量间关系的更多信息,具体来说,利用解释变量的不同分位数得到被解释变量的条件分布的分位数方程。而面板分位数的研究方法兼具面板数据模型和截面分位数模型的共同优势:一方面能控制个体差异;另一方面可分析在被解释变量不同分位点上变量间的关系。^[58]此外,分位数回归结果不易受极端值影响,更为稳健。^[59]因此,利用分位数回归也可以进行异质性分析。

表6 社会基础建设与技术创新分位数回归

解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Lnpatenpcn 10%分位数	Lnpatenpcn 25%分位数	Lnpatenpcn 50%分位数	Lnpatenpcn 75%分位数	Lnpatenpcn 90%分位数
lnlibpcdn	0.047*** (0.003)	0.034*** (0.003)	0.078*** (0.001)	0.120*** (0.001)	0.137*** (0.005)
prescdenc	-0.046*** (0.005)	-0.080*** (0.009)	0.121*** (0.008)	0.387*** (0.007)	0.629*** (0.007)
theatpnd	-0.007 (0.006)	0.006** (0.003)	0.009*** (0.003)	0.093*** (0.001)	0.284*** (0.004)
lnroadpccd	0.145*** (0.002)	0.202*** (0.006)	0.258*** (0.002)	0.288*** (0.003)	0.341*** (0.008)
控制变量	是	是	是	是	是
样本量	2,383	2,383	2,383	2,383	2,383
城市数量	265	265	265	265	265

注:*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1

分位数回归结果表明,社会基础设施建设对技术创新的影响存在着显著的差异。从回归系数来看,技术创新能力越强的城市,越受到社会基础设施的显著影响,包括公共图书馆、基础教育资源、影剧院、

城市道路等社会基础设施建设都对技术创新起着显著的促进作用,随着城市技术创新能力的逐步提升,这种促进效果越来越显著。例如,公共图书馆促进技术创新的作用在10%分位数时为4.7%,到90%分位数时提高到13.7%;道路对技术创新的促进作用在10%分位数时为14.5%,到90%分位数时提高到34.1%。换言之,当城市科技创新能力达到一定的门槛值之后,更需要有社会基础设施建设的积极配合,以便更好地促进技术创新。尤其值得注意的是,小学密度和医院密度都随着城市技术创新水平的提升而转变了影响的方向,系数的符号由负转正,并且系数绝对值越来越大,表明基础教育和医院等城市基础设施建设对城市技术创新的作用越来越显著,起着越来越重要的促进作用。如前所述,基础教育资源是吸引劳动力和人才的重要因素,故而加强基础教育资源有助于提升人力资本存量从而起到促进技术创新的作用。

可以看到,社会基础设施建设确实是起到了促进技术创新的作用,其中一个重要的机制是通过提升人力资本水平来实现的。技术创新是未来发展的主要驱动力,技术创新的不断突破和应用,势必促进经济增长,而技术创新主要依靠高质量的人力资本来实现,因此,社会基础设施建设的大力加强,通过提升人力资本的方式,直接和间接地促进技术创新,这也必将有效地推动经济增长。

五、结论与政策建议

全面加强基础设施建设,是实现高质量发展的必由之路、构建新发展格局的重要支撑,也是统筹发展和安全的现实需要。在中国经济进入了工业化中后期之后,进一步的发展有赖于技术创新的不断突破,特别是随着互联网和数字经济的发展,中国各产业的发展都面临着瓶颈,需要通过技术创新来加以克服,而世界经济的低迷、贸易摩擦的不断升级以及发达国家对中国技术上的“卡脖子”发难,使得中国当前的技术创新尤其具有重要的现实意义。习近平总书记在党的二十大报告中明确指出,“完善科技创新体系,坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,健全新型举国体制,强化国家战略科技力量,提升国家创新体系整体效能,形成具有全球竞争力的开放创新生态”^[5]。城市基础设施建设促进技术创新,实际上就是在为未来经济的发展提供强劲动力。基于中国地级市2003~2016年面板数据,采用双向固定效应模型、系统GMM回归和分位数回归分析方法,本文对社会基础设施建设与技术创新的关系进行了细致深入的分析,结果表明,社会基础设施建设有效促进了技术创新,其中公共图书馆和影剧院建设对技术创新均起到了积极的促进作用,它们主要通过影响人力资本的方式来促进技术创新。此外,互联网、城市道路等城市基础设施建设也都积极促进了技术创新。分区域来看,社会基础设施建设在沿海和内陆地区之间存在显著差异,具体而言,公共图书馆建设在沿海地区显著促进了技术创新,而在内陆地区并不显著;城市交通网络建设对于内陆地区而言具有显著的促进技术创新作用,而沿海地区并不显著。

在当前国家大力推行“新基建”的背景下,在我国人口老龄化和负增长的形势下,技术创新的重要性越来越突出。各地应充分重视城市基础设施建设,尤其是要重视公共图书馆、影剧院、互联网和城市道路网络等社会基础设施建设,以充分发挥城市基础设施建设提升人力资本水平进而促进技术创新的作用,有效实现以技术创新推动地区经济增长的目标。本文通过各种模型都证实了社会基础设施建设对技术创新的积极促进作用。考虑到技术创新在未来经济发展中的重要意义,可以说,城市基础设施建设(包括“新基建”)势必成为未来经济增长的新动力,而且也完全能够胜任“挑大梁”的重担。数据表明,2022年,基础设施建设加码发力,在扩大有效投资、稳住经济大盘、推动经济高质量发展方面发挥了积极作用。基建投资已成为2022年我国稳增长的重要抓手,起到了“挑大梁”的作用,2023年,基建投资依然

挑大梁。^[60]尤其需要指出的是,中国基础设施的人均物质资本存量仅占发达国家的20%~30%,且城乡之间、区域之间发展差距较大,存在发展不平衡、供给不充分等问题。这意味着在充分发挥城市基础设施建设在促进技术创新作用方面,中国还有很大的空间,也正是从这个角度来看,中国经济增长仍有持续稳定的空间。

着眼于培育人力资本和促进技术创新,各地政府应充分重视并大力加强公共图书馆和影剧院等公共文化场所的建设,利用“新基建”中的相关新技术对传统公共图书馆和影剧院进行改造升级,提升它们的服务效率,从而有利于提高居民人力资本水平,进而更好地促进技术创新。但技术创新前提是必须拥有充裕而优质的人力资本存量,只有拥有高质量的人力资本才能够保证技术创新的源源不断并且持续更新。也只有以高水平人力资本和技术创新为特征的经济增长才是高质量的经济增长,这恰恰是中国未来经济持续增长的稳定源泉。中国正处于人口量质转型形成的人力资本加速积累期。顺应这一趋势,加速人力资本投资,中国将实现人力资本存量领先于世界的资源结构的重要升级。^[61]对于公共图书馆和影剧院本身的建设而言,仍有许多方面需要加以大力改进,尤其是要面向市场,积极发挥出文化馆等公共文化基础设施建设对高质量技术创新应有的促进作用。

在当前各地推进“新基建”的过程中,政策着力点在区域之间应有所不同,要根据区域自身的特点因地制宜地制定相应政策并加以实施推进。内陆地区应大力加强以公共图书馆、影剧院等为代表的公共文化场馆建设,提高人力资本水平,提升小学等基础教育资源的质量,这样既能够促进和加强人力资本建设,同时也能够起到吸引人口的作用。此外,还应发挥制造业集聚和协同集聚的作用,通过产业发展和升级更好地促进技术创新。对于沿海地区而言,则应着力加强互联网等新一代网络通讯基础设施建设,以更快的速度,更优质的网络,促进国内外信息交流,推动人才流动,充分利用更加广阔的资源,更好地服务于技术创新。

参考文献

- [1] 习近平主持召开中央财经委员会第十一次会议[EB/OL]. (2022-04-26)[2023-10-12]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-04/26/content_5687372.htm.
- [2] 习近平主持中共中央政治局会议 分析研究当前经济形势和经济工作等[EB/OL]. (2022-04-30)[2023-10-13]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_17886278.
- [3] “十四五”规划《纲要》解读文章之8|建设现代化基础设施体系[EB/OL]. (2021-12-25)[2023-10-13]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzlggh/gjfgzh/202112/t20211225_1309696.html?state=123&state=123&state=123&state=123.
- [4] 习近平在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2017-10-18)[2023-08-17]. <https://china.huanqiu.com/article/9CaKrnKljB4>.
- [5] 习近平:高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗[EB/OL]. (2022-10-25)[2023-09-15]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.
- [6] 李晓华. 面向智慧社会的“新基建”及其政策取向[J]. 改革, 2020(5): 34-48.
- [7] 刘世锦.“新基建”不足以挑大梁,新增长动能还看都市圈[EB/OL]. (2020-03-22)[2023-08-06]. <https://ishare.ifeng.com/c/s/7v3AknzehQO>.
- [8] Hall, Sarah. Social Reproduction as Social Infrastructure[J]. Soundings, 2020, 76(winter): 82-94.
- [9] Meehan, Katie, Strauss, Kendra. Precarious Worlds: Contested Geographies of Social Reproduction[M]. University of Georgia Press, 2015: 4.
- [10] Strauss, Kendra. Labour Geography III: Precarity, Racial Capitalism and Infrastructure[J]. Progress in Human Geography, 2020, 44(6): 1212-1224.
- [11] 新型基础设施主要包括哪些方面? 下一步在支持新型基础设施建设上有哪些考虑和计划?[EB/OL]. (2020-04-27)

- [2023-08-16]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fgzy/shgqhy/202004/t20200427_1226808.html.
- [12] 邓洲. 新型创新基础设施建设的重点与思路[J]. 学习与实践, 2022(6): 141-148.
- [13] Underhill Michael. D. The Handbook of Infrastructure Investing[M]. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2010: 2-15.
- [14] Weber Barbara, Mirjam Staub-Bisang, Hans Wilhelm Alfen. Infrastructure as An Asset Class Investment Strategy, Sustainability, Project Finance and PPP[M]. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Ltd. 2016: 13.
- [15] Brett M. Frischmann. Infrastructure: The Social Value of Shared Resources[M]. New York: Oxford University Press, 2012: 61-65.
- [16] 任泽平, 熊柴, 孙婉莹, 梁颖. 中国新基建研究报告[J]. 发展研究, 2020(4): 4-19.
- [17] Furman, Jeffrey L., Michael E. Porter, Scott Stern. The Determinants of National Innovative Capacity[J]. Research Policy, 2002, 31(6): 899-933.
- [18] 潘教峰, 王劲波. 构建现代化强国的十大新型基础设施[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(5): 545-554.
- [19] 尚文思. 新基建对劳动生产率的影响研究——基于生产性服务业的视角[J]. 南开经济研究, 2020(6): 181-200.
- [20] 刘艳红, 黄雪涛, 石博涵. 中国“新基建”概念、现状与问题[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020(6): 1-12.
- [21] 伍先福, 钟鹏, 黄骁. “新基建”提升了战略性新兴产业的技术效率吗[J]. 财经科学, 2020(11): 65-79.
- [22] 李海刚. 数字新基建、空间溢出与经济高质量发展[J]. 经济问题探索, 2022(6): 28-39.
- [23] 刘涛, 周白雨. 效率与路径: “新基建”投资驱动与中国经济高质量发展——基于投资类别与投资空间双重异质性[J]. 济南大学学报(社会科学版), 2021, 31(6): 99-113+175.
- [24] 文传浩, 谭君印, 李益, 赵炳鉴. 新型基础设施建设的减排效应及其作用机制研究[J]. 工业技术经济, 2021, 40(12): 122-130.
- [25] 旷爱萍, 蒋晓澜, 常青. “新基建”创新质量和数字经济: 基于中国省级数据实证研究[J]. 现代管理科学, 2021(5): 99-108.
- [26] 郭凯明, 王藤桥. 基础设施投资对产业结构转型和生产率提高的影响[J]. 世界经济, 2019(11): 51-73.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] Mourmouras A., Rangazas P. Fiscal Policy and Economic Development[J]. Macroeconomic Dynamics, 2009, 13(4): 450-476.
- [30] 孙学工. 发挥投资关键作用 力争实现全年经济发展最好结果[J]. 债券, 2022(9): 13-17.
- [31] 国家发改委首次明确新基建概念范围[EB/OL]. (2020-04-24)[2023-08-16]. https://www.sohu.com/a/390833315_530801.
- [32] 沈坤荣, 孙占. 新型基础设施建设与我国产业转型升级[J]. 中国特色社会主义研究, 2021(1): 52-57.
- [33] 段文斌. 新基建不是“特效药”而是新动能[J]. 人民论坛, 2020(14): 86-89.
- [34] 郭朝先, 王嘉琪, 刘浩荣. “新基建”赋能中国经济高质量发展的路径研究[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020(6): 13-21.
- [35] 张虎, 韩爱华, 杨青龙. 中国制造业与生产性服务业协同集聚的空间效应分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2017(2): 3-21.
- [36] 陈建军, 刘月, 邹苗苗. 产业协同集聚下的城市生产效率增进——基于融合创新与发展动力转换背景[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2016, 46(3): 150-163.
- [37] 世界最长跨海大桥港珠澳大桥建设进入决战期[EB/OL]. (2016-04-27)[2023-08-12]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-04/27/content_5068497.htm.
- [38] 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.

- [39] Krugman Paul. Increasing Returns and Economic Geography[J]. *Journal of Political Economy*, 1991, 99 (3): 483 - 499.
- [40] 西奥多·布坎南. 论人力资本投资[M]. 北京: 商务印书馆, 1984: 57.
- [41] 联合国教科文组织. 联合国教科文组织公共图书馆宣言(1994)[C]//程焕文, 潘燕桃. 信息资源共享[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 378.
- [42] 赵普. 经济增长与人力资本积累阶段——对人力资本形成途径的再思考[J]. *学术论坛*, 2009(2): 46 - 50.
- [43] Zvi Griliches. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth[J]. *Bell Journal of Economics*, 1979, 10(1): 92 - 116.
- [44] Acs Zoltan J, Anselin Luc, Varga Attila. Patents and Innovation Counts as Measures of Regional Production of New Knowledge[J]. *Research policy*, 2002, 31(7): 1069 - 1085.
- [45] Porter Michael E, Schwab Klaus, Xavier, Sala - I - Martin, et. al. The Global Competitiveness Report 2003 - 2004 [R]. *World Economic Forum*, 2004: 62 - 81.
- [46] Ellison G., Glaeser E. L. Geographic Concentration in U. S. Manufacturing Industries: A Dartboard Approach[J]. *Journal of Political Economy*, 1997, 105(5): 889 - 927.
- [47] 陈田田等. 基于 GIS 的横断山区地形起伏度与人口和经济的关系[J]. *中国科学院大学学报*, 2016, 33(4): 505 - 512.
- [48] 封志明, 唐焰, 杨艳昭, 张丹. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性[J]. *地理学报*, 2007(10): 1073 - 1082.
- [49] 沈体雁, 劳昕. 国外城市规模分布研究进展及理论前瞻——基于齐普夫定律的分析[J]. *世界经济文汇*, 2012(5): 95 - 111.
- [50] Donald R. Davis, David E. Weinstein. Market Access, Economic Geography and Comparative Advantage: An Empirical Test[J]. *Journal of International Economics*, 2003, 59(1): 1 - 23.
- [51] 蔡昉, 都阳. 转型中的中国城市发展——城市层级结构、融资能力与迁移政策[J]. *经济研究*, 2003(6): 64 - 72.
- [52] Henderson Vernon J. Urbanization in China: Policy Issues and Options. Reports for the China Economic Research and Advisory Program[EB/OL]. (2009 - 11 - 04) [2023 - 05 - 10]. https://www.nathanschiff.com/webdocs/grad_urban/Henderson_Urbanization_China_Policy_2009.pdf, 2009.
- [53] 陆铭, 向宽虎, 陈钊. 中国的城市化和城市体系调整: 基于文献的评论[J]. *世界经济*, 2011(6): 3 - 25.
- [54] Windmeijer F. A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Efficient Two - step GMM Estimators[J]. *Journal of Econometrics*, 2005, 126(1): 25 - 51.
- [55] 王智勇, 李瑞. 人力资本、技术创新与地区经济增长[J]. *上海经济研究*, 2021(7): 55 - 68.
- [56] 李桂芬. 双重职能图书馆的建设实践与思考——以深圳大学城图书馆(深圳市科技图书馆)为例[J]. *大学图书馆学报*, 2021(5): 22 - 28.
- [57] Roger Koenker, Gilbert Bassett, Jr. Regression Quantiles[J]. *Econometrica*, 1978, 1(46): 33 - 50.
- [58] 丁一兵, 刘紫薇. 制造业企业国际化是否提高了企业生产率——基于上市公司的面板分位数研究[J]. *国际商务*, 2018(5): 143 - 154.
- [59] 邢春冰. 中国不同所有制部门的工资决定与教育回报: 分位回归的证据[J]. *世界经济文汇*, 2006(4): 1 - 26.
- [60] 2022: 基建投资跑出加速度[EB/OL]. (2022 - 12 - 29) [2023 - 05 - 10]. http://sd.mof.gov.cn/zt/dcyj/202212/t20221229_3861137.htm.
- [61] 郭剑雄. 人口量质转型与中国经济增长——从马尔萨斯陷阱到内生型增长的人口变迁视角审视[J]. *陕西师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2019(6): 22 - 33.

责任编辑: 孙立冰