

# 数字经济、人力资本效应与城市创新产出<sup>\*</sup>

胡宏兵 赵春旭 万晨声

**内容提要:**数字经济发展为释放人力资本红利、激发城市创新潜能提供了新契机。本文以“宽带中国”试点政策为准自然实验,使用多时点双重差分方法考察数字经济发展的人力资本红利释放效应和城市创新促进效应,并分析有为政府与数字经济的协同作用。研究发现,整体上数字经济发展能够提高城市创新产出,且该促进作用在东部地区、一线城市和市场潜能较大的地区更为明显。机制分析表明,数字经济通过促进劳动力流动、优化人力资本结构和缓解人力资本配置扭曲来提高城市创新水平。考虑异质性处理效应、改变创新测度方式和排除其他政策干扰的稳健性检验都支持主要结论。进一步分析表明,有为政府增强了数字经济对城市创新产出的促进作用,且强化了数字经济对人力资本的增量补充、结构优化和效率提升机制。本文为进一步释放数字红利、优化创新资源空间配置、提升城市创新潜能以挖掘持续经济增长动力提供了新的分析视角和理论依据。

**关键词:**数字经济 人力资本效应 城市创新产出 有为政府 政府治理效能

**作者简介:**胡宏兵,中南财经政法大学金融学院教授、博士生导师,430073;

赵春旭,中南财经政法大学金融学院博士研究生,430073;

万晨声(通讯作者),华中师范大学教育学院博士研究生,430079。

**中图分类号:**F124.3,F49 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2025)01-0133-18

## 一、引言

创新是经济增长的引擎,是经济高质量发展的根本驱动力(唐要家等,2022)。“十四五”规划纲要明确提出,要“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位”;党的二十大报告进一步指出,“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”。这些都体现了党和国家对“创新

<sup>\*</sup> 基金项目:国家社会科学基金一般项目“保险发展促进共同富裕的指标体系、路径机理与政策建议研究”(22BJY217);国家社会科学基金一般项目“中国数字经济发展测度及其对经济高质量发展的效应研究”(21BTJ063);中南财经政法大学博士研究生科研创新项目“数字经济与异质性劳动力的空间配置——兼论全要素生产率提升”(202410561)。感谢匿名审稿专家的宝贵意见,文责自负。万晨声电子邮箱:wanwcs0415@163.com。

驱动发展”的高度重视。然而,我国当前的研发创新状况并不乐观。根据《2021年十四五规划科技创新分析报告》,我国人均研发水平较低,创新投入对技术进步的促进效应不明显,与发达国家相比差距甚大。2020年,我国对外技术依存度高达32.4%,每万人高价值发明专利拥有量仅为6.3件,而美国、日本的对外技术依存度不超过5%,每万人发明专利拥有量分别为43.5件和129.1件。我国创新资源配置不充分、基础科技创新水平低和创新成果产业转化弱等问题异常突出,正面临从以要素驱动为主向以创新驱动发展转变的结构性障碍(龚刚等,2017)。尤其是近年来中美贸易摩擦不断升级,我国关键领域核心技术受制于人,“卡脖子”问题持续凸显。重塑我国创新系统,建设创新驱动型国家迫在眉睫。

人力资本是创新的基础,也是激发创新潜能的内在动力。现代经济增长理论认为,人力资本是创新和技术进步的核心(Benhabib 和 Spiegel,2005),创新部门若想突破创新门槛,必须实现一定程度的人力资本积累。高素质人力资本的积累和有效配置是创新的有效推动力(李静等,2017)。在传统要素驱动的经济发展模式下,更强调资源禀赋优势,而以创新驱动为核心的经济发展模式则对人力资本提出了更高的要求(阚阅、周谷平,2016)。党的十八大以来,习近平总书记反复强调人力资本的重要性;党的二十大报告指出,要“破除妨碍劳动力、人才流动的体制和政策弊端”,充分挖掘人力资本潜能。如何优化劳动力自由流动渠道、改善人力资本结构、实现人力资本的有效配置成为提升创新潜能的关键。

数字经济发展为释放人力资本红利、激发创新潜能提供了新的契机。相关研究认为,数字经济的快速兴起有利于打破知识、信息传播的时空限制,实现要素资源的重组(Czernich 等,2011)。理论上,数字经济发展具有人力资本增量补充、结构优化和配置效率提升功能,它通过改变人力资本的流向和结构提高配置效率,进而重塑区域创新格局。实证上,已有研究从人力资本增量或者“要素流动”视角分析了数字经济对区域创新的促进作用(孙晋云等,2023),而对数字经济背景下人力资本要素的结构优化和效率提升两种机制还未进行深入挖掘和探讨。数字经济对城市创新产出的影响效应和作用机制仍需进一步厘清。此外,根据新结构经济学理论,有为政府<sup>①</sup>与有效市场相互依存、互为补充,不可分割(卢福财、王守坤,2021)。同样,创新的外部性问题也无法由市场机制完全解决,创新活动的开展离不开适度的政府支持(Szczygielski 等,2017)。然而,鲜有文献考察有为政府与有效市场的协同作用对城市创新产出的影响。有鉴于此,本文以中国284个城市为研究对象,从人力资本流动、结构和配置效率视角出发,创新性地将有为政府纳入研究框架,结合“宽带中国”试点政策背景,检验数字经济发展对城市创新产出的影响效应及传导机制。

本文可能的边际贡献体现在以下三个方面。一是基于人力资本增量补充、结构优化和配置效率提升视角,构建了“数字经济—人力资本效应—城市创新产出”的系统性分析框架,丰富了现有研究文献。二是创新性地引入政府治理效能变量,探讨了有为政府在数字经济提高城市创新产出过程中的调节作用,为发挥政府的积极作用提供了指导依据。三是细致地分析了城市区位、城市类型和城市市场潜能的异质性影响,为实施“数字中国”战略以提升城市创新潜能提供了更加深入的理论支持,也为决策者制定明确和有针对性的政策提供了启示。

<sup>①</sup> 新结构经济学中的政府“有为”,既非“不作为”,亦非“乱为”(王勇、华秀萍,2017),强调能够更好地发挥政府作用、符合市场运行内在要求的行为(王勇,2016)。

## 二、政策背景、文献综述与研究假设

### (一)背景介绍:“宽带中国”与数字经济发展

数字经济已经成为世界各国经济竞争的战略高地(陈梦根、张鑫,2022)。习近平总书记多次强调,要抢抓数字经济发展机遇,推动数字经济与实体经济深度融合。2017年,党的十九大报告首次将“数字中国”定位为国家战略;2023年,国务院印发《数字中国建设整体布局规划》,提出建设“数字中国”是数字时代推进中国式现代化的重要引擎,由此指明了我国未来数字经济的发展方向。

发展数字经济必须高度重视与之配套的数字基础设施建设(陈雨露,2023)。作为深入推进数字经济发展、建设数字中国的重要举措,国务院于2013年发布了《“宽带中国”战略及实施方案》,明确以区域试点形式推进宽带基础设施建设,宽带基础设施建设正式上升为国家战略。根据工信部和国家发展改革委发布的《创建“宽带中国”示范城市(城市群)工作管理办法》,我国在2014年、2015年、2016年分三批选取城市(城市群)推行“宽带中国”试点政策。该政策旨在建成下一代国家信息基础设施,以满足经济和社会发展的需要,大幅缩小与发达国家之间的差距。在“全面提速”“推广普及”“优化升级”三阶段目标下,我国宽带网络基础设施建设取得了跨越式发展。根据中国信息通信研究院发布的《中国宽带发展白皮书(2022年)》,截至2021年底,我国行政村通宽带比例达100%,实现了“村村通宽带”;光纤用户达5.5亿户,居全球首位;移动宽带普及率远超预期目标,实际上网速率大幅提升。

本文使用“宽带中国”试点政策作为数字经济发展的代理变量,探究数字经济发展对城市创新产出的影响效应及内在机制。使用“宽带中国”试点政策作为数字经济发展的代理变量具有一定的合理性。首先,互联网基础设施建设是数字经济发展的基础和重要内容。数字经济是以互联网平台为主要载体、以数字化信息为关键资源、以数字技术创新驱动为牵引的一种新型经济业态和经济模式(陈晓红等,2022),数字经济的发展必须有相应的基础设施作为基础和保障。其次,“宽带中国”试点政策的实施目标与数字经济发展具有一致性。“宽带中国”建设的目标不仅仅局限于互联网基础设施建设层面,还致力于将互联网基础设施与实体经济相结合,全面支持经济发展和服务社会民生。

### (二)文献综述与研究假设

#### 1.城市创新的影响因素

综观现有文献,关于城市创新影响因素的研究主要从创新环境、创新要素和技术发展等层面展开。首先,创新环境层面。研究表明,“创新型城市”试点(李政、杨思莹,2019)和“智慧城市”试点(何凌云、马青山,2021)等具有针对性的创新促进政策均能有效提升城市创新能力。此外,数字金融发展(聂秀华等,2021)、经济集聚(张可,2019)、城市间交通网络(王春杨等,2020)、公共教育水平(李思龙等,2022)、生态环境(罗勇根等,2019)等也对城市创新能力具有积极的促进作用。其次,创新要素层面。众多学者基于研发要素流动视角,研究了人才引进政策(钟腾等,2021)、高铁建设(王春杨等,2020)等对城市创新的促进效应。最后,技术发展层面。部分学者研究引入和应用新兴技术对城市创新包括创新格局的影响,如“机器换人”引致的要素空间流动能够实现创新地理格局的重塑(丁焕峰等,2023);信息化带来的线上交流促进了“显性知识”的空间溢出,提升了城市创新数量和质量(郑维伟等,2023)等。

## 2. 数字经济与城市创新

随着互联网、大数据、人工智能等数字技术的迅猛发展,城市创新的现有技术格局和创新模式已然发生转变(韩先锋等,2019)。数字技术跨时空信息传播、互联共享、几乎零成本信息获取的固有优势 and 本质特征不仅改变了创新的方式与模式(刘海兵等,2023),而且加剧了区域间的创新竞争,促进了区域间的创新合作(徐翔等,2023)。

作为数字化时代的全新经济形态,数字经济对创新的影响也受到了学术界的广泛关注。相关研究主要分为两类。第一类是将创新嵌入数字经济与高质量发展框架之中(赵涛等,2020),认为创新是数字经济影响经济社会变革的机制。第二类是直接探讨数字经济与创新之间的关系。根据相关研究,数字经济主要从微观和宏观两个层面影响城市创新。在微观层面,数字经济发展及其引致的数字化转型能够有效提高企业创新产出(唐要家等,2022)、创新质量(宋敬等,2023)和创新效率(汪文璞、徐蔼婷,2022)。在宏观层面,数字经济能够通过提高生产力水平推动周期性的技术创新(Tranos 等,2021);也能够发挥技术溢出效应,助力构建数字时代的国家创新系统(陈子凤等,2016);还能够通过促进研发要素(研发人员和研发资本)的空间流动进而重塑我国区域创新格局(孙晋云等,2023)。

## 3. 数字经济、人力资本效应与城市创新产出

创新驱动的本质是人力资本驱动,创新型国家建设必须依托人力资本,尤其是高素质人力资本的支撑。数字经济作为一种新型经济模式,借助新一代智能信息技术,能够有效促进人力资本流动和结构升级,提高人力资本配置效率,促进城市创新产出。

第一,数字经济、劳动力流动与城市创新产出。(1)劳动力流动与城市创新产出。作为创新的重要投入要素,劳动力的空间迁移必然会影响到城市的创新能力。首先,劳动力流动可以促进知识溢出和扩散。创新的一个重要来源就是知识溢出,劳动力的跨区域流动不仅能够促使人力资本在空间上相互接近,而且可以降低知识、信息的交流成本,促进知识和技术的扩散(张萃,2019)。其次,劳动力流动可以扩大流入地人力资本池,有利于知识创造。劳动力跨区域迁移带来的知识碰撞不仅有助于新知识的产生(Marshall,1890),而且能够通过分享、学习机制促进知识互补,创新是人力资本与知识溢出的互动结果(张萃,2019)。(2)数字经济与劳动力流动。随着数字经济的发展,其高渗透性和高协同性也对劳动力的跨区域流动产生了重要影响。首先,数字经济具有要素结构调整效应。随着生产环节更多数据、流量等数字要素的投入和数字技术的不断发展,地区产业结构不断变化,劳动力需求规模与结构将面临新一轮调整(Jorgenson,2001),这就迫使劳动力要素根据区域间产业结构的调整进行重新配置。其次,数字经济具有岗位创造效应。数字经济的快速发展催生了新兴职业,增加了新兴任务的劳动需求,引发了劳动力市场的职业更迭(Acemoglu 和 Restrepo,2018)。最后,数字经济具有信息匹配效应。其外部性和网络性特征能够缓解不同地区劳动力市场的信息不对称,提高异地求职的搜寻效率与匹配效率,降低搜寻成本(荆文君、孙宝文,2019),有利于劳动要素的形成和转移。

第二,数字经济、人力资本结构高级化与城市创新产出。(1)人力资本结构高级化与城市创新产出。人力资本结构高级化能够为创新发展提供坚实的基础和持久的动力。人力资本作为知识创造和技术进步的重要载体(郭伟等,2023),其知识、技术等熟练程度决定着我国创新发展的速度和质量。首先,人力资本结构高级化具有创新产出效应。人力资本结构高级化使得人力资本在知识储备、思想创造等方面拥有绝对优势,将新知识转化为新工艺、新产品的能力更强,不仅能够推动各类科学技术消化吸收,而且能够加以应用并诱发创新(Caselli 和 Coleman,

2006)。其次,人力资本结构高级化具有创新驱动效应。人力资本结构的高级化演进实际上对应技术结构的高级化演进(Acemoglu, 2003),可以通过将科技创新成果重新转化为创新动能来激发城市创新活力。最后,人力资本结构高级化具有明显的外溢效应。人力资本结构高级化能够通过将专业知识传授给其他的劳动者,从整体上提高劳动者的自主创新能力(郭伟等, 2023)。(2)数字经济与人力资本结构高级化。大量数字化新产业的出现对人力资本提出了更高的要求(Autor和Dorn, 2013)。数字经济对人力资本结构的影响主要体现为提升效应和替代效应。提升效应是指,随着数字经济不断渗透到生产生活各个领域,劳动者现有的工作模式逐渐向数字化演进。为应对新环境、新业态,减少就业替代,劳动者会不断通过“干中学”或“再教育”等方式提升自己(李梦娜、周云波, 2022)。替代效应是指,由于自动化和数字化技术的不断进步,劳动力市场需求由劳动密集型向知识密集型转变。在这一过程中,低技能劳动者可能会被替代,而具备数字化知识和信息技术的高技能劳动者需求将会增加(叶永卫等, 2022)。

第三,数字经济、人力资本配置效率与城市创新产出。(1)人力资本配置效率与城市创新产出。单纯人力资本数量的增加并不必然诱发技术创新,还要通过提高人力资本的配置效率以实现对发达国家的“创新超越”(李静、楠玉, 2019)。首先,人力资本的合理配置有助于引导人才流向新兴产业和战略性领域,使技能劳动力偏向创新活动,提升这些领域的人才储备和创新能力(Vandenbussche等, 2006)。其次,人力资本与产业结构的合理配置有利于各种生产要素充分发挥作用,不仅能够促进知识和技能的跨领域交叉融合,而且能够帮助传统行业实现转型升级,使其更好地适应科技进步的需求,推动产业结构朝更具创新性和竞争力的方向转变(Manca, 2012)。(2)数字经济与人力资本配置效率。数字经济的发展为人力资本配置效率的提升提供了新的方案。一方面,互联网和信息的出现打破了时间和空间壁垒,降低了信息不对称和搜寻成本,极大地缩短了社会必要劳动时间,提高了供求双方的择业和就业自由度(Acemoglu和Restrepo, 2018),为劳动力的市场化配置奠定了基础。另一方面,数字经济催生的新就业形态推动劳动者的就业方式越来越弹性化(丛屹、俞伯阳, 2020),线上劳动、异地劳动等灵活就业模式的兴起使得劳动者可以更加灵活地选择工作地点和工作时间,实现更高效的资源利用。基于上述分析,本文提出如下待检验的假说。

假说1:数字经济发展能够促进城市创新产出。

假说2:数字经济发展通过促进劳动力流动、优化人力资本结构和提高人力资本配置效率进而促进城市创新产出。

#### 4. 数字经济、有为政府与城市创新产出

有为政府与有效市场是相互依存共生、相互协调促进的(卢福财、王守坤, 2021),正确处理政府与市场的关系,对创新发展起着重要作用。理论上,数字经济是一种新型经济形态,其对要素资源的配置方式是市场行为的一种(戴魁早等, 2023),对城市创新产出的影响实际上也是市场的“无形之手”在发挥作用。然而,市场并非万能的,市场在资源配置中起决定性作用,但不是起全部作用(张占斌、钱路波, 2018),仅靠“市场之力”难以充分释放“数字经济”红利。在充分利用市场高效率配置资源的同时,还需要不断提升政府治理效能,充分发挥有为政府的制度优越性(樊纲, 2019),推动有效市场和有为政府更好结合。

政府作为“有形之手”,能够充分发挥其在软硬基础设施方面的引导与协调作用(林毅夫, 2017),强化数字经济与城市创新产出之间的关系。一方面,在“硬”基础设施上,有为政府能够更加有效地推动数字基础设施建设。作为公共部门,政府在推进以大数据中心、数据算力设施等为

代表的数字基础设施建设方面承担着重大职责,能够有效助力数字产业化和产业数字化(夏添等, 2024),推进数字经济与实体经济深度融合(熊彬、王志伟, 2024),助力创新活动开展。另一方面,在“软”基础设施上,有为政府有助于构建良好的创新生态系统。政府作为区域创新系统的重要主体之一,承担着培育市场体系(林毅夫, 2017)、优化营商环境(王峰, 2021)、完善宏观治理和提供公共物品(卢福财、王守坤, 2021)的职能,能够有效降低创新风险,弥补创新主体成本(李凤娇等, 2021),克服市场失灵,提高资源配置效率,营造良好的创新环境(卞元超等, 2019)。基于上述分析,本文提出如下待检验的假说。

假说3:有为政府能够增强数字经济对城市创新产出的促进作用。

### 三、计量模型与数据说明

#### (一)模型构建

使用多时点双重差分模型(DID)检验数字经济发展对城市创新产出的因果效应,计量模型如下:

$$Innovation_{it} = \alpha_0 + \beta_0 Broadband_{it} + \theta_0 Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,被解释变量  $Innovation_{it}$  为城市  $i$  在  $t$  年的创新产出水平,用每万人发明专利授权量衡量; $Broadband_{it}$  为核心解释变量,表示城市是否实施“宽带中国”试点政策的虚拟变量,若城市  $i$  在  $t$  年实施了该政策,则政策实施当年及之后年份取值为1,否则取值为0; $\beta_0$  为估计系数,表示“宽带中国”试点政策对城市创新产出的实际影响效果; $Control_{it}$  为控制变量; $\mu_i$  和  $\lambda_t$  分别为城市固定效应和时间固定效应; $\varepsilon_{it}$  为随机误差项。

根据前文的理论分析,“宽带中国”试点政策实施之后,地区劳动力流入率将会提高,人力资本结构向高级化发展,人力资本配置效率也会得到提升。为验证上述机制,本文借鉴 Di Giuli 和 Laux (2022)的研究,使用两阶段方法进行机制检验。模型如式(2)和式(3)所示:

$$M_{it} = \alpha_1 + \beta_1 Broadband_{it} + \theta_1 Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Innovation_{it} = \alpha_2 + \beta_2 \hat{M}_{it} + \theta_2 Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,  $M_{it}$  为机制变量,分别为劳动力流入率( $MigrationRate_{it}$ )、人力资本结构高级化( $Hstruc_{it}$ )和人力资本配置效率( $abstaul_{it}$ );  $\hat{M}_{it}$  为第一阶段回归后各机制变量的预测值。人力资本配置效率用人力资本配置扭曲程度衡量,取值越小,表明人力资本配置效率越高。其他变量与式(1)一致。

#### (二)指标选取与数据说明

##### 1. 核心解释变量和被解释变量

本文的核心解释变量为“宽带中国”试点政策虚拟变量,若城市  $i$  在  $t$  年实施“宽带中国”试点政策,则政策实施当年及之后年份取值为1,否则取值为0。为避免城市行政等级差异造成的偏误,增强稳健性,本文将一线城市和直辖市样本<sup>①</sup>剔除。同时,由于部分自治州和林芝等市数据缺失较多,也将其剔除。最终,样本数据共包括284个城市,其中101个城市为处理组,183个城市为对照组。

本文的被解释变量为城市创新产出。本文提到的创新是指技术创新,由于相较于实用型专利和外观型专利,发明专利更能体现技术水平,因此本文选取地区每万人发明专利授权量作为城市

① 一线城市和直辖市样本为北京市、上海市、广州市、深圳市、重庆市和天津市。

创新产出的代理变量。

## 2. 机制变量

(1)劳动力流入率。随着劳动力跨区域转移限制不断放宽,劳动力流动已成为学术界研究的焦点。本文采用城市整体上的人口流动规模代替劳动力流动规模<sup>①</sup>,借鉴徐邵军和孙巍(2022)的研究,设定劳动力净迁入率=(常住人口-户籍人口)/户籍人口。<sup>②</sup>(2)人力资本结构高级化。人力资本结构高级化主要表现为以高级人力资本为主导的人力资本格局。目前,相关研究对人力资本结构的测度主要集中在受教育程度和技能结构等方面,从整体上刻画以初级人力资本向高级人力资本演进为特征的人力资本结构变化的相关研究较少(刘智勇等,2018),且集中在省级层面,缺乏对城市层面人力资本结构演进的刻画。本文借鉴刘智勇等(2018)、Acemoglu 和 Restrepo(2020)、王永钦和董雯(2020)的相关研究<sup>③</sup>,以城市当年产出水平占有所有城市产出水平中位数的比重为权重,基于省份层面的人力资本结构高级化指标构造城市层面的人力资本结构高级化指标。为进一步明确展示出各等级人力资本的具体变化,本文以城市地区生产总值占全国地区生产总值的比重为权重,测度城市层面低级、中级、高级人力资本。<sup>④</sup>(3)人力资本配置效率。本文借鉴白俊红和刘宇英(2018)的研究,构建城市层面的人力资本资源错配指数,并将其作为人力资本配置效率的代理变量。<sup>⑤</sup>人力资本资源错配指数越接近0,人力资本配置扭曲程度越低,人力资本配置效率就越高,因此本文对其进行取绝对值处理。

## 3. 控制变量

参照已有文献,本文控制了以下控制变量:一是金融发展水平(*finance*),用地区年末金融机构存贷款余额占地区生产总值的比重衡量;二是教育发展水平(*edu\_spend*),用当年教育支出占地方财政一般预算内支出的比重衡量;三是科技发展水平(*tech\_spend*),用当年科学支出占地方财政一般预算内支出的比重衡量;四是对外开放水平(*open*),用当年实际使用外资金额占地区生产总值的比重衡量;五是经济发展水平(*lnagdp*),用人均地区生产总值衡量,并对其进行对数化处理;六是城市创业水平(*entre*),用城镇私营和个体从业人员数占年末总人口的比重衡量。同时,本文控制了时间固定效应和城市固定效应。为减少异常值对实证结果的影响,本文对所有连续变量进行上下1%的缩尾处理。

## 4. 数据来源与描述性统计

本文采用我国2003—2020年284个城市的面板数据进行实证分析。其中,城市层面的专利授权量数据来自CNRDS的创新数据库。控制变量、机制变量等来自历年《中国区域经济统计年鉴》、地方统计年鉴以及《中国城市统计年鉴》等。<sup>⑥</sup>

① 流动人口与劳动力流动人口具有替代性。第七次全国人口普查数据显示,流动人口中80%为劳动年龄人口。

② 由于部分城市并未披露常住人口数据,本文参考王智波和韩希(2018)的研究,以每年的地区生产总值除以当年的人均地区生产总值推算各地区的常住人口。一般情况下,在不进行特殊说明时,人均地区生产总值以常住人口的口径进行披露,因此以该种方式推算缺失的常住人口数据具有一定的合理性。

③ Acemoglu 和 Restrepo(2020)在考察美国区域层面的“机器人渗透度”对区域劳动力市场的影响时,构建了美国区域层面的“机器人渗透度”指标,其构建思想类似于Bartik工具变量法。王永钦和董雯(2020)使用该方法基于中国行业层面的“机器人渗透度”进一步构建了企业层面的“机器人渗透度”指标。

④ 限于篇幅,城市层面人力资本结构高级化及各级人力资本水平的指标计算结果未报告,留存备案。

⑤ 限于篇幅,城市层面人力资本配置效率的指标计算结果未报告,留存备案。

⑥ 限于篇幅,主要变量的描述性统计结果未报告,留存备案。

## 四、实证结果分析

### (一) 基准回归

为考察数字经济发展对城市创新产出的影响,本文逐步加入控制变量、时间固定效应和城市固定效应对式(1)进行回归,结果如表1所示。第(1)列至第(5)列的估计系数均显著为正,表明实证结果有一定的稳健性。从第(5)列可以看出,“宽带中国”试点政策的估计系数为0.5809,说明在其他条件不变的情况下,该试点政策使城市的每万人发明专利授权量平均提高0.5809件,相当于其均值(0.7073)的82.13%。这说明“宽带中国”试点政策的创新产出促进效应具有较大的经济意义,假说1得证。

表1 基准回归

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>
<i>Broadband</i>	2.1664*** (11.8008)	0.7732*** (5.9170)	0.5783*** (4.1203)	0.9821*** (9.1512)	0.5809** (2.3017)
控制变量	No	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	No	No	No	Yes	Yes
时间固定效应	No	No	Yes	No	Yes
常数项	0.4590*** (21.4418)	0.2014 (0.4673)	-0.8974* (-1.7981)	1.3768** (2.4364)	13.3280*** (4.4176)
观测值	4747	4198	4198	4198	4198
R <sup>2</sup>	0.1120	0.5095	0.5239	0.6488	0.4260

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著,括号内为t值。下同。

### (二) 多时点 DID 有效性检验

为检验模型设定的合理性,本文进行了多种有效性检验。<sup>①</sup>

第一,平行趋势检验。本文通过绘制95%置信区间下试点政策与一系列时间虚拟变量交互项的估计结果进行平行趋势检验。具体地,本文将城市-6期以前的时间归于-6期,并以政策实施当年为基准组。结果表明,政策实施之前时间虚拟变量的系数均不显著,表明实验组与对照组之间存在共同变化趋势,不存在显著差异,满足平行趋势检验。

第二,安慰剂检验。参考白俊红等(2022)的研究,构造试点政策对样本的500次随机冲击进行安慰剂检验。结果表明,500次随机处理生成的系数估计值与实际系数估计值差距较大,且系数的p值大多数大于0.1,安慰剂检验通过,结果较为稳健。

第三,异质性处理效应检验。借鉴De Chaisemartin和D'Haultfoeuille(2020)的研究,使用twowayfweights命令对异质性处理效应进行检验。结果表明,各试点城市各年份平均处理效应的权重均为正数,且异质性稳健指标为7.23,表明异质性处理效应对本文的基准回归结果没有显著

<sup>①</sup> 限于篇幅,有效性检验结果未报告,留存备索。

影响,本文实证结果具有一定的稳健性。

第四,Goodman-Bacon分解。本文借鉴Goodman-Bacon(2021)提出的DID估计量分解法,考察TWFE估计下各种估计量的估计值及其对最终结果的权重贡献。结果表明,不合适的处理效应Later Treatment vs. Earlier Control的估计值为-1.036,权重仅为1.6%,而合适的处理效应Earlier Treatment vs. Later Control和Treatment vs. Never Treated的估计值均为正值,且权重分别为3.5%和94.9%,总体权重较高,基准回归结论较为稳健。

(三)稳健性检验

为验证“宽带中国”试点政策促进城市创新产出的基本结论,本文进行了多个稳健性检验。

一是使用更加稳健的估计量。参考Cengiz等(2019)、Callaway和Sant’Anna(2021)的研究,分别计算Stacked-DID和Csdid两种更为稳健的估计量。<sup>①</sup>二是替换被解释变量。使用《中国城市和产业创新力报告》中的城市创新指数<sup>②</sup>作为城市创新产出的替换变量。三是剔除县级城市样本。为避免城市行政等级带来的差异,本文进一步剔除了县级城市样本,只保留地级及以上城市样本。

回归结果如表2第(1)列至第(4)列所示,实证结果依旧稳健。

表2 稳健性检验和基于PSM-DID的内生性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Stacked-DID	Csdid	城市创新指数	剔除县级城市样本	截面PSM-DID	逐年PSM-DID
Broadband	0.6540** (2.4439)	1.9933* (1.77)	10.2923*** (2.9212)	0.6140** (2.2791)	0.5746** (2.2747)	0.4805* (1.9417)
控制变量/固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	4735	4118	4183	3740		
R <sup>2</sup>	0.7831		0.3721	0.4378	0.4242	0.3995

注:进行Csdid估计时括号内为z值;上述各列均控制了城市固定效应和时间固定效应。下同。

(四)内生性问题的进一步处理

尽管基准回归中控制了一系列地区特征,并进行了平行趋势检验,但试点城市选择的内生性问题仍可能造成双重差分估计偏误。因此,我们采用多种方法对内生性问题进行处理。

1.倾向得分匹配估计检验

为保证处理组和控制组具有充分的可比性,缓解可能存在的选择性偏差问题,本文分别采用截面PSM-DID和逐年PSM-DID进行稳健性检验。具体地,本文选择经济发展水平、金融发展水平、科技发展水平、教育发展水平、对外开放水平和城市创业水平作为匹配变量,匹配方式为近邻匹配。表2第(5)列和第(6)列分别展示了截面PSM以及逐年PSM之后的多时点双重差分估计结果。结果表明,“宽带中国”试点政策的系数依旧为正,结果稳健。

2.排除政策干扰

“宽带中国”试点政策的创新驱动效果可能受到同期其他政策的干扰,为使结果更加稳健,本

① 在计算Stacked-DID估计量时,定义对称的时间窗口为4年,并手工堆叠数据进行回归分析,聚类在城市层面;在计算Csdid估计量时,使用逆概率加权最小二乘法汇报结果,并计算加权平均处理效应。

② 城市创新指数通过专利更新模型将专利价值加总到城市层面,有效地弥补了专利数据无法衡量创新社会经济价值的缺陷。

文进一步排除了智慧城市试点、创新城市试点和高铁建设<sup>①</sup>等政策的干扰。因此,本文将智慧城市试点(*Smart*)、创新城市试点(*Inno\_city*)、高铁建设(*HSR*)的双重差分项<sup>②</sup>依次作为控制变量放入回归方程,以排除其他政策的干扰,回归结果如表3第(1)列至第(3)列所示。同时,为避免部分实施“宽带中国”试点政策的城市同时也是智慧城市试点、创新城市试点和高铁建设城市对估计结果产生的影响,本文将上述三个双重差分项同时放入回归方程,进一步排除政策干扰,回归结果如表3第(4)列所示。可以看出,“宽带中国”试点政策依然显著,说明同期其他能够影响城市创新产出的相关政策并未对本文的估计结果产生重大影响,结果较为稳健。

表3 排除政策干扰、排除其他因素干扰及预期效应检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>Smart</i>	<i>Inno_city</i>	<i>HSR</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>
<i>Broadband</i>	0.5671** (2.2042)	0.4750* (1.9656)	0.5804** (2.2975)	0.4608* (1.8645)	0.5991** (2.2805)	0.5809*** (5.3378)	0.7887*** (6.5436)
$Treat^{Smart} \times Post^{Smart}$	0.4316 (0.9764)			0.4382 (0.9898)			
$Treat^{Inno\_city} \times Post^{Inno\_city}$		1.1311*** (4.8258)		1.1330*** (4.8236)			
$Treat^{HSR} \times Post^{HSR}$			0.0720 (0.9398)	-0.0009 (-0.0115)			
$Treat \times before$					0.1301 (1.1067)		
时间趋势项						0.1887*** (7.3453)	
控制变量/固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
省份-年份固定效应							Yes
观测值	4198	4198	4198	4198	4198	4197	4184
R <sup>2</sup>	0.4283	0.4481	0.4262	0.4504	0.4262	0.6707	0.7390

### 3. 预期效应检验

将“宽带中国”这一政策冲击视为准自然实验的前提是该政策冲击具有随机性。借鉴 Lu 和 Yu(2015)的方法,通过在基准回归模型中引入政策冲击前一年的虚拟变量(*before*)与“宽带中国”试点政策处理组虚拟变量(*Treat*)的交互项( $Treat \times before$ ),考察城市在政策冲击之前的年份是否存在预期效应,回归结果如表3第(5)列所示。可以看出,交互项的估计系数在统计上并不显著,但核心解释变量的估计系数依旧稳健,说明政策冲击发生之前,城市对该政策并没有显著的预期效应。

### 4. 排除其他因素的干扰

为检验估计结果的稳健性,本文也控制了一些其他因素的潜在干扰,具体如下。一是加入时间趋势项。进一步考虑城市创新产出在时间趋势上的差异,以控制可能存在的且尚未被其他控制

① 王春杨等(2020)的研究表明,高铁建设是影响创新资源流动进而影响城市创新产出的重要政策之一。

② 智慧城市试点、创新城市试点、高铁建设的双重差分项分别为  $Treat^{Smart} \times Post^{Smart}$ 、 $Treat^{Inno\_city} \times Post^{Inno\_city}$ 、 $Treat^{HSR} \times Post^{HSR}$ 。其中,  $Treat^{Smart}$ 、 $Treat^{Inno\_city}$ 、 $Treat^{HSR}$  分别为各个政策处理组虚拟变量,若城市实施该政策则取值为1,否则取值为0;  $Post^{Smart}$ 、 $Post^{Inno\_city}$ 、 $Post^{HSR}$  分别为各个政策试点时间虚拟变量,试点政策实施当年及之后年份取值为1,否则取值为0。

变量和固定效应所解释的增减趋势,实证分析结果如表3第(6)列所示。二是考虑省份层面随时间变化的不可观测因素的干扰。本文在基准回归中进一步引入省份与年份交互固定效应,以控制与“宽带中国”试点政策同年实施的省份层面的政策改革或逐年变化的经济波动等不可观测因素的干扰,实证分析结果如表3第(7)列所示。结果显示,实证结果稳健。

(五)机制分析

1.劳动力流入效应

劳动力流入效应的机制分析结果如表4中Panel A所示。Panel A第(1)列第一阶段的回归系数显著为正,表明相对于控制组,处理组城市样本在实施“宽带中国”试点政策之后劳动力流入率显著提高,与本文的预期一致。Panel A第(2)列第二阶段的回归系数也显著为正,即由“宽带中国”试点政策驱动的劳动力流入率提高能够提升城市创新产出。

表4 机制分析

Panel A	机制分析-劳动力流入效应		Panel C	机制分析-人力资本配置效率	
变量	(1)	(2)	变量	(1)	(2)
	<i>MigrationRate</i>	<i>Innovation</i>		<i>abstaul</i>	<i>Innovation</i>
<i>Broadband</i>	0.0169** (2.4703)		<i>Broadband</i>	-0.0861** (-2.5372)	
<i>MigrationRate</i>		34.3520** (2.3017)	<i>abstaul</i>		-6.7038** (-2.2955)
控制变量/固定效应	Yes	Yes	控制变量/固定效应	Yes	Yes
常数项	0.7477*** (5.0896)	-12.3555 (-1.1128)	常数项	0.4549 (0.7604)	16.8050*** (4.7033)
观测值	3668	4198	观测值	4149	4189
R <sup>2</sup>	0.2290	0.4260	R <sup>2</sup>	0.0948	0.4266
Panel B	机制分析-人力资本结构高级化				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)	
	<i>lnHstruc</i>	<i>Innovation</i>	<i>lnHum_h</i>	<i>Innovation</i>	
<i>Broadband</i>	0.0332*** (2.8673)		0.1157** (2.5780)		
<i>lnHstruc</i>		17.4728** (2.3017)			
<i>lnHum_h</i>				5.0191** (2.3017)	
控制变量/固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	
常数项	-6.0344*** (-14.1830)	118.7649** (2.5614)	-3.7619*** (-4.3639)	20.9391*** (4.3565)	
观测值	4119	4198	4119	4198	
R <sup>2</sup>	0.7113	0.4260	0.4420	0.4260	

2.人力资本结构高级化

人力资本结构高级化的机制分析结果如表4中Panel B所示。Panel B第(1)列第一阶段的回归中,双重差分项的回归系数显著为正,表明“宽带中国”试点政策的实施能够促进人力资本结构向高级化转变。同时,Panel B第(3)列的回归结果表明,“宽带中国”试点政策的实施显著提升了高人力资本

人群( $\ln Hum\_h$ )占比。Panel B第(2)列和第(4)列的回归结果均显著为正,表明“宽带中国”试点政策能够通过促进人力资本结构向高级化转变,提升高人力资本人群占比进而促进城市创新产出的提高。

### 3. 人力资本配置效率

人力资本配置效率的机制分析结果如表4中Panel C所示。Panel C第(1)列第一阶段的回归中,双重差分项的回归系数显著为负,表明“宽带中国”试点政策的实施能够缓解劳动力配置扭曲现状,提高区域人力资本配置效率。第(2)列第二阶段的回归结果显著为负,表明劳动力配置扭曲会对城市创新产出产生抑制作用,而“宽带中国”试点政策能够通过改善劳动力配置扭曲现状,提高人力资本配置效率进而促进城市创新产出的提高。

### (六) 异质性分析<sup>①</sup>

#### 1. 城市等级异质性

政策效果的发挥在不同行政等级城市存在强弱差异(白俊红等,2022)。相较于一般地级市,等级更高的城市通常是区域经济发展的中心,经济实力更加雄厚,基础设施和制度环境也相对完善,有利于创新要素的集聚和城市创新水平的提高。因此,本文预期“宽带中国”试点政策的实施对行政等级较高城市的创新提升作用更强。为检验该理论推断,本文从两个方面衡量城市行政等级,并通过在基准模型中加入不同等级城市虚拟变量与“宽带中国”试点政策虚拟变量的交互项,检验数字经济发展对城市创新产出的异质性影响。一是基于《2020城市商业魅力排行榜》,选取商业资源集聚度、城市枢纽性、城市活跃度、生活方式多样性和未来可塑性5个指标对城市进行划分,将一线城市和新一线城市合并,得到一线城市至五线城市5个城市等级虚拟变量(王春杨等,2020)。二是按照城市的行政等级进行分类,将省会城市、计划单列市和经济特区城市虚拟变量赋值为1,其他城市赋值为0。实证结果表明,“宽带中国”试点政策与一线城市和省会城市等的交互项系数显著为正,表明相较于其他城市,“宽带中国”试点政策对行政等级较高城市的创新促进效应更强,从而验证了上述理论推断。

#### 2. 地理区位异质性

白俊红等(2022)的研究表明,囿于经济发展、市场环境和基础设施建设等,我国的创新要素长期呈现“东南飞”偏好。相较于东部地区,我国中西部地区对创新资源的吸引力较为薄弱,在吸引要素流入和优化资源配置方面处于劣势,这在一定程度上限制了数字经济创新促进效应的发挥。因此,本文预期“宽带中国”试点政策的实施对东部地区和胡焕庸线东南侧地区的创新提升作用更强。为检验该理论推断,本文从两个维度刻画了地理区位差异,并通过在基准模型中加入不同地理区位虚拟变量与“宽带中国”试点政策虚拟变量的交互项,检验数字经济发展对城市创新产出的异质性影响。一是将城市分为东部、中部、西部和东北4个地区,并以此构建4个虚拟变量。二是以胡焕庸线为界线构建区位特征虚拟变量( $Hu\_line$ ),即若该城市处于胡焕庸线西北侧,则该城市赋值为1,否则赋值为0。<sup>②</sup>实证结果表明,“宽带中国”试点政策的实施对城市创新产出的影响在东部地区以及胡焕庸线通过的城市和东南侧的城市更为显著,从而验证了上述理论推断。

#### 3. 市场潜能异质性

创新的核心在于创新资源的有效整合,而市场作为科技创新的重要推动力,决定着资源配置

<sup>①</sup> 限于篇幅,异质性检验结果未报告,留存备案。

<sup>②</sup> 新疆维吾尔自治区、青海省、甘肃省、宁夏回族自治区和内蒙古自治区(除通辽市、赤峰市)所包含的城市位于胡焕庸线西北侧。胡焕庸线通过的城市以及东南侧的城市均赋值为0。

的效率。根据新地理经济学理论和冰山理论,企业倾向落址于市场需求较大的地区并由此带来知识和技术的集聚。在其他条件一致的情况下,市场潜能较大的城市对企业更有吸引力,也更有利于创新资源的整合配置。因此,本文预期“宽带中国”试点政策实施对市场潜能较大城市的创新促进作用更强。为检验上述理论推断,本文参照Harris(1954)的方法对城市的市场潜能<sup>①</sup>进行度量,并以市场潜能的均值为分界点设置虚拟变量,即市场潜能大于均值的城市赋值为1,市场潜能等于或小于均值的城市赋值为0。实证结果表明,试点政策与市场潜能虚拟变量的交互项系数显著为正,表明“宽带中国”试点政策对市场潜能较大城市的创新促进作用更加明显,从而验证了上述理论推断。

五、进一步分析——有为政府的协同作用

政府治理效能的提高表明政府更有为(戴魁早等,2023)。为进一步分析有为政府与数字经济的创新协同作用,本文通过在基准模型的基础上加入政府治理效能与双重差分项的交互项,分析政府治理对数字经济促进城市创新产出及其中介机制的调节效应。计量模型如下:

$$Innovation_{it} = \alpha_0 + \beta_0 Broadband_{it} + \beta_1 Broadband_{it} \times GEF_i + \theta_0 Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, $GEF_i$ 为政府治理效能的代理变量。<sup>②</sup>具体地,参考戴魁早等(2023)的研究,对各城市的数字政府发展指数得分进行排名,并对前25名、前50名和前100名分别设置虚拟变量 $GEF25$ 、 $GEF50$ 和 $GEF100$ 。

表5报告了政府治理对数字经济促进城市创新产出的调节效应结果。<sup>③</sup>结果显示, $Broadband \times GEF25$ 、 $Broadband \times GEF50$ 和 $Broadband \times GEF100$ 的系数均在1%的水平下显著为正,但随着政府治理水平的降低,系数不断下降。这表明政府治理水平的提升显著提高了数字经济对城市创新产出的促进作用,且排名越靠前的城市,政府治理的作用效果越好。<sup>④</sup>

表5 政府治理对数字经济促进城市创新产出的调节效应

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>
<i>Broadband</i>	-0.0412 (-0.5076)	-0.2174** (-2.3919)	-0.3959*** (-3.8165)
<i>Broadband</i> × <i>GEF25</i>	3.7172*** (22.5715)		
<i>Broadband</i> × <i>GEF50</i>		2.3583*** (17.2141)	

① 限于篇幅,市场潜能的指标计算结果未报告,留存备案。

② 本文以清华大学数据治理研究中心发布的《中国数字政府发展研究报告(2021)》中的数字政府发展指数作为政府治理效能的代理变量。该指标从组织机构、制度体系、治理能力和治理效果四个维度构建了科学的政府治理效能评价体系,能够有效度量政府治理效能。

③ 本文进一步考察了政府治理能力和政府治理效果的调节效应。限于篇幅,实证结果未报告,留存备案。

④ 为检验调节效应相关结论的稳健性,本文进一步以政府治理效率作为有为政府的代理变量。限于篇幅,政府治理效率的指标计算和相关实证结果未报告,留存备案。

续表 5

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>	<i>Innovation</i>
<i>Broadband</i> × <i>GEF</i> 100			1.9172*** (14.5203)
控制变量/固定效应	Yes	Yes	Yes
常数项	14.2301*** (10.5704)	14.1435*** (10.2474)	14.7029*** (10.5479)
观测值	4197	4197	4197
R <sup>2</sup>	0.7087	0.6939	0.6876

本文进一步分析了政府治理对数字经济促进城市创新产出中介机制的调节效应,回归结果如表6所示。<sup>①</sup>第(1)列、第(3)列和第(5)列的结果显示,*Broadband*×*GEF*25的系数均至少在5%的水平下显著,表明前25名城市的政府治理水平能够显著增强数字经济对人力资本的增量补充、结构优化和效率提升机制。第(4)列和第(6)列交互项*Broadband*×*GEF*100的系数均通过了显著性检验,但其系数的绝对值相对于*Broadband*×*GEF*25有所下降,表明政府治理水平越高的城市,对数字经济促进城市创新产出中介机制的调节效果越好。然而,第(2)列中交互项*Broadband*×*GEF*100的系数不显著,表明政府治理水平较低的城市,并未充分发挥政府在数字经济促进人力资本增量补充方面的调节作用。可见,相对于结构优化和效率提升机制,数字经济对劳动力流动的促进效应对政府治理有更高要求。这可能是因为劳动力流动受多种结构性因素制约,包括但不限于户籍制度、区域经济发展差异、住房成本等,即便有数字政府的支持,劳动力的跨区域流动仍然面临诸多障碍和挑战。

表 6 政府治理对数字经济促进城市创新产出中介机制的调节效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>MigrationRate</i>	<i>MigrationRate</i>	<i>Hstruc</i>	<i>Hstruc</i>	<i>abstaul</i>	<i>abstaul</i>
<i>Broadband</i>	0.0140*** (3.2499)	0.0127** (2.3922)	0.0182*** (2.9548)	0.0104 (1.3612)	-0.0568*** (-3.4795)	-0.0353* (-1.7384)
<i>Broadband</i> × <i>GEF</i> 25	0.0181** (2.0313)		0.0897*** (7.1905)		-0.1759*** (-5.3094)	
<i>Broadband</i> × <i>GEF</i> 100		0.0084 (1.2435)		0.0448*** (4.6128)		-0.0983*** (-3.8267)
控制变量/固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	0.7990*** (10.4743)	0.7996*** (10.4780)	-6.8219*** (-66.3666)	-6.8106*** (-66.0073)	0.5706** (2.0742)	0.5365* (1.9476)
观测值	3668	3668	4119	4119	4148	4148
R <sup>2</sup>	0.8470	0.8468	0.9906	0.9905	0.8364	0.8358

① 限于篇幅,进一步分析政府治理对数字经济促进城市创新产出中介机制的调节效应时,仅分析前25名与前100名。

## 六、结论与建议

本文基于人力资本视角,以“宽带中国”试点政策为准自然实验,构建多时点双重差分模型探究数字经济对城市创新产出的影响,并分析有为政府与数字经济的协同作用。研究发现,第一,数字经济对城市创新产出具有显著的促进作用,相对于控制组,处理组城市在实施“宽带中国”试点政策后创新水平有明显提升;第二,机制分析表明,数字经济具有明显的人力资本效应,能够通过促进劳动力流动、优化人力资本结构和缓解人力资本配置扭曲来提高城市创新产出;第三,数字经济对城市创新产出的影响具有显著的异质性特征,表现为数字经济对东部地区、一线城市和市场潜能较大的地区创新促进效应更强。进一步分析表明,有为政府显著增强了数字经济的创新促进作用,同时也强化了数字经济对人力资本的增量补充、结构优化和效率提升机制。

基于以上结论,本文提出以下几点政策启示。

### 1. 大力发展数字经济,发挥数字经济对城市创新产出的促进作用

一是夯实数字经济建设基础。加快高速互联网、大数据中心等建设,系统优化算力基础设施布局,加强传统基础设施数字化、智能化改造。二是畅通数据资源大循环。加快发展数据要素市场,建设和运营国家数据基础设施,推动数据跨境安全有序流动,激发数据要素潜能。三是优化数字经济发展环境。持续推进“数字中国”战略,建立健全数字经济建设统筹推进机制,打造数字经济产业生态圈,形成开放共赢的数字经济国际合作格局。四是加大“数实融合”力度。健全实体经济与数字经济深度融合机制,确保数字经济与关键要素供给、应用场景开发和治理制度创新相匹配,最大限度地释放数字经济创新促进潜能。

### 2. 优化城市创新发展战略,激发城市创新活力

一是实施差异化的数字经济发展战略。赋予基层政府一定的自主决策权,使地方政府能够根据自身资源禀赋、产业基础和发展需求进一步细化数字经济发展策略,形成多样化的数字经济发展格局。二是优化创新产业空间布局。各地区应根据自身区位条件、产业特征,积极参与区域分工,加强与城市圈和大城市的统筹协调,打造自身创新优势。三是加速创新资源集聚。借助数字经济的高协同、高渗透特征,与各中心城市联动发展,集聚创新资源,形成区域创新空间梯度。

### 3. 充分发挥数字经济对人力资本的引领作用,打通城市创新路径

一是提升数字经济的规模和辐射效应,打造具有国际竞争力的数字产业集群,创造更多新兴岗位,引导劳动力跨区域、跨部门流动。二是全方位推进数字经济向纵深发展,加强关键领域数字技术攻关,形成数字经济的核心技术优势,以数字产业结构升级引导人力资本结构升级。三是充分发挥数字经济效能,完善劳动力要素市场信息设施建设,加速人才市场信息数据化,降低就业信息摩擦和搜寻成本,提高人力资本配置效率。

### 4. 推动有为政府建设,发挥政府在数字经济促进城市创新产出中的协同作用

一是积极推动政府数字化转型,利用数字技术实现政府治理数字化、智能化,破除“信息孤岛”与“治理盲区”,提高政府治理效能,更好地为城市创新服务。二是加快发展数字产业体系。统筹推进传统基础设施与数字、信息等基础设施相互融通改造,培育链条完整、协同高效的数字产业体系。三是加速简政放权进程,提升政府治理效能,畅通社会各界参与社会治理的渠道,营造良好的创新生态环境。四是推动创新要素市场化改革,强化数字经济和数字平台的要素配置功能,协同数字经济发展战略和政府治理效能提升,充分激发创新活力。

参考文献:

1. 白俊红、刘宇英:《对外直接投资能否改善中国的资源错配》,《中国工业经济》2018年第1期。
2. 白俊红、张艺璇、卞元超:《创新驱动政策是否提升城市创业活跃度——来自国家创新型城市试点政策的经验证据》,《中国工业经济》2022年第6期。
3. 卞元超、吴利华、白俊红:《高铁开通是否促进了区域创新?》,《金融研究》2019年第6期。
4. 陈梦根、张鑫:《中国数字经济规模测度与生产率分析》,《数量经济技术经济研究》2022年第1期。
5. 陈晓红、李杨扬、宋丽洁、汪阳洁:《数字经济理论体系与研究展望》,《管理世界》2022年第2期。
6. 陈雨露:《数字经济与实体经济融合发展的理论探索》,《经济研究》2023年第9期。
7. 陈子凤、官建成、楼旭明、谢逢洁:《ICT对国家创新系统的作用机理研究》,《管理评论》2016年第7期。
8. 丛屹、俞伯阳:《数字经济对中国劳动力资源配置效率的影响》,《财经理论与实践》2020年第2期。
9. 戴魁早、黄姿、王思曼:《数字经济促进了中国服务业结构升级吗?》,《数量经济技术经济研究》2023年第2期。
10. 丁焕峰、张蕊、周锐波:《工业智能化、要素流动与创新经济地理格局》,《统计研究》2023年第8期。
11. 樊纲:《中国70年的发展实践与发展经济学理论的发展》,《经济研究》2019年第10期。
12. 龚刚、魏熙晔、杨光明、赵亮亮:《建设中国特色国家创新体系 跨越中等收入陷阱》,《中国社会科学》2017年第8期。
13. 郭伟、郭童、耿晔强:《数字经济、人力资本结构高级化与企业全要素生产率》,《经济问题》2023年第11期。
14. 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?》,《中国工业经济》2019年第7期。
15. 何凌云、马青山:《智慧城市试点能否提升城市创新水平?——基于多期DID的经验证据》,《财贸研究》2021年第3期。
16. 荆文君、孙宝文:《数字经济促进经济高质量发展:一个理论分析框架》,《经济学家》2019年第2期。
17. 阚闾、周谷平:《“一带一路”背景下的结构改革与创新创业人才培养》,《教育研究》2016年第10期。
18. 李凤娇、吴非、任珂:《财政分权、地方政府效率与区域创新》,《科研管理》2021年第2期。
19. 李静、楠玉、刘霞辉:《中国经济稳增长难题:人力资本错配及其解决途径》,《经济研究》2017年第3期。
20. 李静、楠玉:《人力资本错配下的决策:优先创新驱动还是优先产业升级?》,《经济研究》2019年第8期。
21. 李梦娜、周云波:《数字经济发展的人力资本结构效应研究》,《经济与管理研究》2022年第1期。
22. 李思龙、仝菲菲、韩阳阳:《公共教育投资、人力资本积累和区域创新能力》,《财经研究》2022年第9期。
23. 李政、杨思莹:《创新型城市试点提升城市创新水平了吗?》,《经济学动态》2019年第8期。
24. 林毅夫:《中国经验:经济发展和转型中有效市场与有为政府缺一不可》,《行政管理改革》2017年第10期。
25. 刘海兵、刘洋、黄天蔚:《数字技术驱动高端颠覆性创新的过程机理:探索性案例研究》,《管理世界》2023年第7期。
26. 刘智勇、李海峥、胡永远、李陈华:《人力资本结构高级化与经济增长——兼论东中西部地区差距的形成和缩小》,《经济研究》2018年第3期。
27. 卢福财、王守坤:《历史脉络与实践视野下的有为政府——中国特色社会主义政治经济学的核心命题》,《管理世界》2021年第9期。
28. 罗勇根、杨金玉、陈世强:《空气污染、人力资本流动与创新活力——基于个体专利发明的经验证据》,《中国工业经济》2019年第10期。
29. 聂秀华、江萍、郑晓佳:《数字金融与区域技术创新水平研究》,《金融研究》2021年第3期。
30. 宋敬、陈良华、叶涛:《数字经济能够提升企业创新质量吗——基于新熊彼特增长理论视角》,《科技进步与对策》2023年第12期。
31. 孙晋云、白俊红、王钺:《数字经济如何重塑我国区域创新格局?——基于研发要素流动的视角》,《统计研究》2023年第8期。
32. 唐要家、王钰、唐春晖:《数字经济、市场结构与创新绩效》,《中国工业经济》2022年第10期。
33. 汪文璞、徐蔼婷:《数字经济能驱动企业创新效率吗?》,《现代经济探讨》2022年第12期。
34. 王春杨、兰宗敏、张超、侯新烁:《高铁建设、人力资本迁移与区域创新》,《中国工业经济》2020年第12期。
35. 王峰:《“放管服”改革中政府间纵向关系调整:逻辑与进路》,《中国行政管理》2021年第8期。
36. 王永钦、董雯:《机器人的兴起如何影响中国劳动力市场?——来自制造业上市公司的证据》,《经济研究》2020年第10期。
37. 王勇、华秀萍:《详论新结构经济学中“有为政府”的内涵——兼对田国强教授批评的回复》,《经济评论》2017年第3期。
38. 王勇:《新结构经济学中的“有为政府”》,《经济资料译丛》2016年第2期。
39. 王智波、韩希:《废止收容遣送制度的经济影响——基于检验最优城市理论的实证研究》,《经济学(季刊)》2018年第3期。
40. 夏添、周建华、孙久文:《数字经济发展、政府介入与城市经济韧性》,《中国软科学》2024年第5期。

- 41.熊彬、王志伟:《数字经济“双试点”政策对创业活跃度影响效应研究——有为政府与有效市场协同视角》,《现代财经(天津财经大学学报)》2024年第6期。
- 42.徐邵军、孙巍:《异质性劳动力流动、房价变动与要素价格扭曲》,《财经研究》2022年第6期。
- 43.徐翔、赵墨非、李涛、李帅臻:《数据要素与企业创新:基于研发竞争的视角》,《经济研究》2023年第2期。
- 44.叶永卫、李鑫、刘贯春:《数字化转型与企业人力资本升级》,《金融研究》2022年第12期。
- 45.张萃:《外来人力资本、文化多样性与中国城市创新》,《世界经济》2019年第11期。
- 46.张可:《经济集聚与区域创新的交互影响及空间溢出》,《金融研究》2019年第5期。
- 47.张占斌、钱路波:《论构建中国特色社会主义政治经济学》,《管理世界》2018年第7期。
- 48.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》,《管理世界》2020年第10期。
- 49.郑维伟、瞿茜、刘耀彬、安玲林:《互联网时代“线下交流”不再重要了吗?——基于“知识空间溢出”悖论与区域创新的检验》,《财经研究》2023年第3期。
- 50.钟腾、罗吉罡、汪昌云:《地方政府人才引进政策促进了区域创新吗?——来自准自然实验的证据》,《金融研究》2021年第5期。
- 51.Acemoglu, D., & Restrepo, P., Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*, Vol.128, No.6, 2020, pp.2188–2244.
- 52.Acemoglu, D., & Restrepo, P., The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. *American Economic Review*, Vol.108, No.6, 2018, pp.1488–1542.
- 53.Acemoglu, D., Patterns of Skill Premia. *The Review of Economic Studies*, Vol.70, No.2, 2003, pp.199–230.
- 54.Autor, D.H., & Dorn, D., The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *American Economic Review*, Vol.103, No.5, 2013, pp.1553–1597.
- 55.Benhabib, J., & Spiegel, M.M., Chapter 13 Human Capital and Technology Diffusion. In Aghion, P., Durlauf, S.N., eds., *Handbook of Economic Growth*, Elsevier North Holland, 2005, pp.935–966.
- 56.Callaway, B., & Sant’Anna, P.H., Difference-in-Differences with Multiple Time Periods. *Journal of Econometrics*, Vol.225, No.2, 2021, pp.200–230.
- 57.Caselli, F., & Coleman, W. J., The World Technology Frontier. *American Economic Review*, Vol.96, No.3, 2006, pp.499–522.
- 58.Cengiz, D., Dube, A., Lindner, A., & Zipperer, B., The Effect of Minimum Wages on Low-wage Jobs. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.134, No.3, 2019, pp.1405–1454.
- 59.Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L., Broadband Infrastructure and Economic Growth. *The Economic Journal*, Vol.121, No.552, 2011, pp.505–532.
- 60.De Chaisemartin, C., & D’Haultfoeulle, X., Two-way Fixed Effects Estimators with Heterogeneous Treatment Effects. *American Economic Review*, Vol.110, No.9, 2020, pp.2964–2996.
- 61.Di Giuli, A., & Laux, P.A., The Effect of Media-linked Directors on Financing and External Governance. *Journal of Financial Economics*, Vol.145, No.2, 2022, pp.103–131.
- 62.Goodman-Bacon, A., Difference-in-Differences with Variation in Treatment Timing. *Journal of Econometrics*, Vol.225, No.2, 2021, pp.254–277.
- 63.Harris, C.D., The Market as a Factor in the Localization of Industry in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol.44, No.4, 1954, pp.315–348.
- 64.Jorgenson, D.W., Information Technology and the US Economy. *American Economic Review*, Vol.91, No.1, 2001, pp.1–32.
- 65.Lu, Y., & Yu, L., Trade Liberalization and Markup Dispersion: Evidence from China’s WTO Accession. *American Economic Journal: Applied Economics*, Vol.7, No.4, 2015, pp.221–253.
- 66.Manca, F., Human Capital Composition and Economic Growth at the Regional Level. *Regional Studies*, Vol.46, No.10, 2012, pp.1367–1388.
- 67.Marshall, A., *Principles of Economics*. London: Mac-Millan, 1890, pp.222–231.
- 68.Szczygielski, K., Grabowski, W., Pamukcu, M. T., & Tandogan, V. S., Does Government Support for Private Innovation Matter? Firm-level Evidence from Two Catching-up Countries. *Research Policy*, Vol.46, No.1, 2017, pp.219–237.
- 69.Tranos, E., Kitsos, T., & Ortega-Argilés, R., Digital Economy in the UK: Regional Productivity Effects of Early Adoption. *Regional Studies*, Vol.55, No.12, 2021, pp.1924–1938.

70. Vandenbussche, J., Aghion, P., & Meghir, C., Growth, Distance to Frontier and Composition of Human Capital. *Journal of Economic Growth*, Vol.11, No.2, 2006, pp.97–127.

## Digital Economy, Human Capital Effect, and Urban Innovation Output

HU Hongbing, ZHAO Chunxu (Zhongnan University of Economics and Law, 430073)

WAN Chensheng (Central China Normal University, 430079)

**Summary:** Innovation is the engine of economic growth and the fundamental driving force for high-quality economic development. However, China faces challenges in its current R&D and innovation landscape, including insufficient allocation of innovation resources, a low level of basic scientific and technological innovation, and weak industrialization of innovations. These issues underscore the structural barriers to “transforming from a factor-driven to an innovation-driven development model”, highlighting the urgent need to reshape China’s innovation system and build an innovation-driven country. Human capital is the cornerstone of innovation and can be further leveraged through the development of a digital economy, which has the potential to stimulate innovation.

In view of this, this paper examines the effects of digital economic development on human capital dividends and urban innovation, using city-level panel data from 2003 to 2020 and quasi-natural experiments based on the Broadband China Pilot Policy. Employing a multi-period double-difference approach, the study further analyzes the synergistic effects of effective government and the digital economy and finds that the development of the digital economy can improve urban innovation output, mainly by promoting labor mobility, optimizing the human capital structure and alleviating human capital allocation distortion. Further analysis shows that effective government enhances the effect of the digital economy on facilitating urban innovation output, and strengthens the incremental supplementation, structural optimization, and efficiency enhancement mechanism of digital economy on human capital. Heterogeneity analysis reveals that the innovation-promoting effect of the digital economy is more pronounced in eastern areas, first-tier cities, and areas with greater market potential.

The marginal contributions of this paper are as follows. First, from the perspective of incremental human capital supplementation, structural optimization, and allocation efficiency enhancement, this paper constructs a systematic analytical framework linking the digital economy, human capital effects, and urban innovation output, enriching the existing literature. Second, this paper highlights the moderating role of effective government in enhancing the digital economy’s impact on urban innovation output, providing a guiding basis for the active role of government. Third, this paper analyzes the heterogeneous effects of city location, type, and market potential, offering deeper theoretical insights and practical guidance for implementing the “Digital China” strategy to improve urban innovation capacity.

**Keywords:** Digital Economy, Human Capital Effect, Urban Innovation, Effective Government, Government Governance Effectiveness

**JEL:** O18, O32, R11

责任编辑: 非同