

智慧城市是否加速了城市创新?

袁航¹,朱承亮^{2,3}

(1. 首都经济贸易大学 经济学院,北京 100070;

2. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所,北京 100732;

3. 中国社会科学院项目评估与战略规划研究咨询中心,北京 100732)

摘要:智慧城市是新时代中国实现高质量发展的重要战略,以智慧城市带动城市创新,引领中国跻身创新型国家前列是高质量发展阶段的重要议题。本文基于2001—2016年中国285个地级市面板数据,采用双重差分法检验了智慧城市对城市创新的净影响,研究发现:(1)智慧城市对城市创新具有显著促进作用;(2)这种促进作用因城市所处地理区位和城市行政等级不同而存在明显差异,位于东部地区和省会城市、副省级城市以及较大城市等具有较高行政等级的智慧城市对城市创新的促进作用更大;(3)作用机制显示,智慧城市主要通过革新信息科学技术、集聚高端人力资本、优化制度营商环境促进城市创新。未来要进一步强化智慧城市对城市创新的积极影响,充分释放信息技术效应、人力资本效应和制度环境效应对智慧城市促进城市创新的催化作用,助力中国跻身创新型国家前列。

关键词:智慧城市;城市创新;倾向得分匹配;双重差分;中介效应

中图分类号:F299.23

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2020)12-0075-09

Do Smart Cities Accelerate Urban Innovation?

YUAN Hang¹, ZHU Cheng-liang^{2,3}

(1. School of Economics, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China;

2. Institute of Quantitative & Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China;

3. Project Evaluation and Strategic Planning Research and Consulting Center,
Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

Abstract: Smart cities are an important strategy for China to achieve high-quality development in the new era. Driving smart cities with urban innovation, then leading China to the forefront of innovative nations is an important issue in the high-quality development stage. Based on the panel data of 285 prefecture-level cities in China from 2001 to 2016, this paper uses difference-in-difference method to test the net impact of smart cities on urban innovation. The study found that: (1) Smart cities play a significant role in promoting urban innovation; (2) This promotion effect is significantly different due to the geographical locations and administrative levels of cities. Smart cities located in eastern regions and owned higher administrative levels such as those provincial capital cities, sub-provincial cities, and bigger cities have much greater promotion effect on urban innovation; (3) Examination of the mechanism of action shows that smart cities

收稿日期:2020-03-27 修回日期:2020-09-27

基金项目:首都经济贸易大学北京市属高校基本科研业务费专项资金(XRZ2020052);国家社科基金青年项目(16CJL017);中国社会科学院创新工程项目“新时代动能转换的机制与效果评价”;“中国社会科学院中国经济社会综合集成与预测中心”资助。

作者简介:袁航(1992—),女,陕西岐山人,首都经济贸易大学经济学院讲师,博士。研究方向:技术创新与产业发展。通讯作者:朱承亮。

promote urban innovation mainly through reforming information science and technology, gathering high-end human capital, and optimizing the institutional business environment. In the future, it is necessary to further strengthen the positive impact of smart cities on urban innovation, fully release the catalytic effect of information technology effects, human capital effects, and institutional environmental effects on smart cities to promote urban innovation, and help China rank among the top of innovative countries.

Key words: smart city; urban innovation; propensity score matching; difference-in-difference; mediation effect

一、问题的提出

增强城市创新能力,建设创新型城市是建成创新型国家的重要抓手,也是中国面向未来的重大战略。城市化因人口集聚、知识技术溢出、节约交易费用等效应能有力推动创新发展^[1]。城市在专业化与多样性、人力资本积累、信息交流网络形成以及交易效率提高等方面的优势,既为创新提供了良好的实现平台,也为创新扩散创造了便捷的传播条件,有利于加快技术创新的产生与扩散。伴随人工智能、5G、大数据等新一代信息技术的推广应用,城市化与信息技术融合发展的崭新模式——智慧城市已经成为实现数字国家、智慧国家的加速器^[2]。尽管关于智慧城市的内涵界定尚无定论^[3],但有关智慧城市的实践从未停止。事实上,智慧城市旨在通过运用新一代信息技术,分析、整合城市运行大数据,高效配置城市资源,实现智慧式城市管理运行,推动城市和谐可持续发展^[4]。中国曾于2013年1月公布了首批智慧城市试点名单^①,同年8月和2015年4月又相继公布了第二批^②和第三批^③智慧城市试点名单。随后颁布的一系列政策,为智慧城市发展提供了战略支持,加快了“十三五”时期进入智慧城市2.0时代的步伐^[5]。在智慧城市发展政策推动下,中国城市信息化进程后来居上,智慧城市发展取得了显著成效。

学界对智慧城市的发展效应进行了有益探索。Giffinger等(2010)^[6]认为智慧城市能大幅提升居民生活舒适度和幸福感。石大千等(2018)^[5]研究发现智慧城市能显著降低城市环境污染,而

且在解决由快速城市化带来的一系列问题上,智慧城市具有良好的抵御外界干扰能力^[7]。在创新效应方面,刘巧等(2018)^[8]、付平和刘德学(2019)^[9]以及张龙鹏等(2020)^[10]虽然都发现智慧城市能带动城市创新,与Caragliu等(2019)^[11]基于欧洲专利数据所得结论一致,但其对试验组样本的选择具有片面性,且缺乏对内部机制的深入探讨。同时,部分学者亦得出了相反结论,如Veselitskaya等(2019)^[12]认为政商民之间的利益冲突以及信息安全方面的问题致使智慧城市不利于城市创新,特别是在中国智慧城市面临顶层设计和统筹规划等方面突出问题的当下^[13],对智慧城市的创新效应进行深入探讨就显得尤为必要,这将对中国智慧城市发展以及创新型国家建设具有重要的实践意义。

二、机制分析与理论假说

城市日趋“智慧”能否给城市创新带来积极影响,进而为中国跻身创新型国家前列提供保障,取决于智慧城市所具有的本质内涵。Nam等(2011)^[14]曾经提出,智慧城市存在三大认识维度,一是技术维度,技术不仅是一种手段,而且是使城市变得更加清洁、可持续的目标^[2];二是人的维度,人是智慧城市的关键驱动力,智慧城市更需要智慧公民^[15];三是制度维度,智慧城市的发展需要以良好的营商环境和法制环境为依托。由此可见,技术、人才和制度是智慧城市发展过程中最核心的三个因素。一方面,智慧城市的发展与升级会通过信息技术效应、人力资本效应以及制度环

① 住房城乡建设部办公厅关于做好国家智慧城市试点工作的通知, http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201302/t20130204_212789.html。

② 住房城乡建设部办公厅关于公布2013年度国家智慧城市试点名单的通知, http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201308/t20130805_214634.html。

③ 住房城乡建设部办公厅关于公布2014年度国家智慧城市试点名单的通知, http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201504/t20150410_220653.html。

境效应强化其对城市创新的积极影响;另一方面,智慧城市的区际融合与网络连接会加速城市创新的外溢,进而强化智慧城市对城市创新的积极影响。

首先,智慧城市通过革新信息科学技术推动城市创新。智慧城市是新一代信息通信技术的载体,其基本元素是与人活动相关的数据,通过对数据的时时采集、传输、脱敏、脱密、加工之后形成信息,旨在提升城市服务质量。智慧城市建设一方面有利于加速互联网信息服务创新,以智能手段优化资源配置,提高资源使用效率,变革城市发展与城市治理^[5],还可以降低公共服务中的“信息不对称”,缩小供需双方“信息鸿沟”,促进企业实现“客户拉动型”创新研发,提高创新成果转化率,打通“专利——产品”的“最后一公里”。另一方面,在智慧城市发展过程中,将不断涌现出新一轮软件开发创新,革新信息技术,提升城市整体创新能力。此时,各利益主体对信息通信技术的广泛、深度应用,将形成多重螺旋反哺,推动智慧城市建设,加速完善和更新技术的迭代开发,推动城市创新,而智慧城市亦将通过技术创新壮大新一代信息技术产业,带动新兴产业发展以及新技术产业集群,创造新的经济增长点^[48],增强城市创新力和竞争力。

其次,智慧城市通过集聚高端人力资本推动城市创新。智慧城市是以新一代信息通信技术带动城市智能化发展的过程,但信息通信技术并非自动产生智慧城市。事实上,智慧城市始于人力资本端,其核心是人^[16],人所拥有的智力资本是智慧城市不可或缺的重要财产^[4],智慧城市的发展归根结底需要依托于智慧公民^[15]。一方面,智慧城市为开发人力资本潜力和实现创造力生活提供了多元化机会^[14],能极大地吸引和留住人才,在数量层面提升人力资本;另一方面,智慧城市对高端人力资本的刚性需求使之成为高等教育和受过良好教育人才的聚集中心^[17],且已有研究发现,只有具备大学及以上学历的高技能劳动者能有效匹配由信息通信技术带来的生产方式与组织变革,提升信息通信技术生产率^[18],这将在质量层面提升

人力资本水平。智慧城市在数量和质量层面共同带来的人力资本提升效应,有利于加速知识在空间的传播、扩散与溢出,带动城市创新能力提升。此外,日趋成熟的智慧城市还将通过“磁铁效应”大规模集聚人力资本,打造“学习型城市”,促进知识传播与交流,提高智慧城市在全球知识经济中的竞争力,使智慧城市更加“智慧”^[4,19],高效、便捷、精准的发展模式将极大地改善城市运行效率,加速智慧城市创新发展,提高城市服务质量。

最后,智慧城市通过优化制度营商环境推动城市创新。智慧城市的建设与发展为地区制度环境的优化升级提供了有益支持。一方面,智慧城市加速了人与物两两之间的联系,缩小了传统交易中的时空距离,对降低信息不对称和市场交易成本具有显著作用^[20],使企业不仅能便捷地获取客户需求信息,提高企业实用型创新效率,还会强化企业之间的研发合作,促进协同创新,这种“效率效应”和“协同效应”又将反过来减少企业内外部交易费用和生产成本^[21],强化智慧城市对城市创新的推动作用。另一方面,智慧城市有助于巩固企业市场主体地位,提高市场化进程,真正实现了使个人、企业成为推动经济发展的参与者与主导者,能有效促进信息、知识和观念的传播^[20],进一步提高了企业获取信息的便捷性与高效性,有助于降低企业的交流成本、搜寻成本,乃至产品和服务成本^[13,22],进而激发企业释放创新潜能,推动城市创新。然而,制度环境的优化与变革并非一朝一夕之功,目前中国智慧城市尚处于发展初期,对制度环境优化升级的促进作用有可能并不显著。于是,根据上述分析,我们提出以下有待验证的理论假说。

理论假说1:智慧城市的设立与发展对城市创新具有显著的推动作用。

理论假说2a:智慧城市能通过革新信息科学技术推动城市创新。

理论假说2b:智慧城市能通过集聚高端人力资本推动城市创新。

理论假说2c:智慧城市能通过优化制度营商

环境推动城市创新,但考虑到一项制度的变革需从本质上解决相关深层次问题,尚且处于发展初期的智慧城市通过优化制度营商环境,进而推动城市创新的路径可能并不显著。

另外,中国城市一般在地理区位和行政等级方面均存在明显差异。具体而言,在城市地理区位方面,相较于中西部,东部发达城市能凭借先天资源禀赋和开放的市场运行环境,更加有效地利用新一代信息技术,集聚全球高端人力资本,优化制度营商环境,赋能智慧城市创新发展。在城市行政等级方面,省会城市、副省级城市以及较大城市^①往往因其较高的城市行政等级,有利于智慧城市发展政策的快速传播和深入落实,易于带动城市“智慧”转型,引领城市创新发展。对此,我们得到有待验证的第三个理论假说。

理论假说 3: 位于东部地区或者属于省会城市、副省级城市以及较大城市等高行政等级的智慧城市对城市创新的推动作用将更大。

三、模型构建与变量说明

(一) 模型构建

基于智慧城市促进城市创新的作用机制,文章将采用双重差分模型(difference-in-difference, DID)进行实证检验。中国分批次设立的智慧城市为本文提供了良好的准自然实验。自 2013 年 1 月中国住房城乡建设部公布首批智慧城市试点城市(城市群)以来,截至 2016 年底,设立的智慧城市试点对应 161 个地级市,构成本文研究的“实验组”,基于本文 285 个地级市研究总体,其余 124 个地级市则构成“控制组”。结合智慧城市分批设立的特点,如果某一地级市成为智慧城市试点,则赋值为 1,否则,赋值为 0;如果某一年设立了智慧城市试点,则当年及其以后赋值为 1,之前赋值为 0,对此直接生成智慧城市虚拟变量,并借鉴袁航和朱承亮^[23]的做法,设定如下双向固定效应模型进行检验:

$$cityinnovation_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 smartcity_{i,t} + \sum \delta x_{i,t}$$

$$+ \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

(1) 式中, $cityinnovation_{i,t}$ 为被解释变量,表示 i 地区 t 时期的城市创新水平; $smartcity_{i,t}$ 为直接生成的智慧城市虚拟变量,若某一地区在某一年被设立为智慧城市试点,则该城市在该年及以后取值为 1,否则取值为 0; α_1 是政策效应估计系数,是本文的核心参数,如果 $\alpha_1 > 0$,说明智慧城市能显著增强城市创新能力,反之,智慧城市对城市创新具有不利影响。 $x_{i,t}$ 为一系列控制变量; μ_i 是个体固定效应; η_t 是时间固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为误差项。

(二) 变量说明

1. 被解释变量。本文的被解释变量是城市创新水平(cityinnovation),采用 2001—2016 年中国城市创新指数进行测度,数据来自复旦大学产业发展研究中心公布的《中国城市和产业创新力报告》。

2. 解释变量。本文的解释变量是智慧城市虚拟变量(smartcity),截止 2016 年底,中国智慧城市试点共对应 161 个地级市,构成“实验组”,其余 124 个地级市构成“控制组”,这为采用双重差分模型提供了客观依据。

3. 控制变量。为了降低遗漏变量带来的内生性问题,本文还加入了一系列控制变量,包括:(1) 政府规模,采用公共财政支出与地区 GDP 的比值测算;(2) 经济发展水平,采用实际人均 GDP 测算,文章同时引入了实际人均 GDP 的二次项;(3) 人力资本水平,采用各地区高等学校在校生数与地区年末总人口的比值测算;(4) 信息基础水平,采用传统人均邮电业务与人均 GDP 的比值测算;(5) 基础设施建设水平,采用人均城市道路面积测算;(6) 对外开放程度,采用实际利用外资与地区 GDP 的比值测算。文章所用数据全部来自历年《中国城市统计年鉴》和《中国城市和产业创新力报告》,以货币计量的所有变量均以 1990 年为基期剔除了价格因素影响^②。

① 较大的城市是为了解决地级市立法权而设立的,一旦获得“较大城市”的地位,就拥有了地方立法权。

② 限于篇幅,此处未列出变量的描述性统计表,如有兴趣可向作者索取。

四、实证检验及结果分析

(一) 基准模型检验

根据基准模型方程式(1)估计智慧城市对城市创新的净效应,结果见表1。在表1第(1)列中,当未加入控制变量时,智慧城市对城市创新的估计系数为11.6717,在1%水平下显著,说明设立智慧城市能显著增强城市创新能力,初步验证了理论假说1。当加入控制变量后,由(2)列可知,智慧城市对城市创新的净影响系数为10.2732,在1%水平下显著,充分说明智慧城市能显著推动城市创新,智慧城市无疑已经成为带动中国城市创新、助力中国迈向创新型国家的强大动力,从而有力验证了理论假说1。

表1 智慧城市对城市创新的基准回归

变量	cityinnovation (1)	cityinnovation (2)
smartcity	11.6717 *** (3.43)	10.2732 *** (3.10)
控制变量	NO	YES
时间固定	YES	YES
个体固定	YES	YES
N	4544	4258
R ²	0.1100	0.1821

注:(1)括号内为t统计值;(2)*、**和***分别表示在10%、5%和1%水平下显著;(3)所有回归均采用以地区为聚类变量的聚类稳健标准误。

(二) 平行趋势检验

采用双重差分法进行政策评估的前提是“实验组”与“控制组”要满足平行趋势假定。考虑到智慧城市分批试点的特点,文章采用方程回归法对平行趋势进行检验,具体做法是:对智慧城市虚拟变量设立当年赋值为1,其余赋值为0,记为smartcity0,对智慧城市设立前一年赋值为1,其余赋值为0,记为before1,对智慧城市设立后一年赋值为1,其余赋值为0,记为after1,以此类推,分别赋值到前3年和后3年,并对其进行回归。根据表2可知,智慧城市在设立之前均未对城市创新产生显著影响,充分验证了在未设立智慧城市时,智慧城市对城市创新无显著影响的客观事实,证实了基准模型所得结论。同时,智慧城市在设立之后

对城市创新的促进作用伴随时间逐渐增大,反映了智慧城市对城市创新的积极作用具有逐步加强的动态效应。

表2 平行趋势检验

变量	cityinnovation (1)	cityinnovation (2)
before3	0.2275 (0.19)	-0.3817 (-0.36)
before2	1.1656 (0.73)	0.2514 (0.17)
before1	2.6172 (1.62)	1.7656 (1.20)
smartcity0 设立当年	4.7418 ** (2.93)	3.9458 ** (2.65)
after1	7.4134 *** (4.56)	6.8966 *** (4.57)
after2	11.7933 *** (7.16)	11.2296 *** (7.29)
after3	20.9612 *** (11.16)	19.4296 *** (10.97)
控制变量	NO	YES
时间固定	YES	YES
个体固定	YES	YES
N	4544	4258
R ²	0.4988	0.5247

注:(1)括号内为t统计值;(2)*、**和***分别表示在10%、5%和1%水平下显著;(3)所有回归均采用以地区为聚类变量的聚类稳健标准误。

(三) 内生性问题讨论

本文的内生性问题主要源自反向因果和遗漏变量。首先,在反向因果方面,智慧城市虽然能显著带动城市创新,但城市创新能力的提升对智慧城市的设立却不一定存在直接影响,因为根据2012年国家智慧城市试点工作会议^①要求,申报智慧城市需具备4个条件^②,意即能否成为智慧城市需满足多项要求,而非简单取决于城市创新水平的高低,此二者之间的反向因果关系并不强烈。其次,为了规避因遗漏变量带来的内生性问题,文章在回归时已经引入了一系列控制变量,很大程度上降低了因遗漏变量带来的内生性问题。此外,本文采用的双重差分模型是基于外生的政策冲击评估政策效应的方法,能在很大程度上缓解内生性问题,而且文章在接下来的稳健性检验部分采用PSM-DID方法进一步加强了实验组和控制组样本选择的随机性,很大程度上缓解了本文

① 国家智慧城市试点工作会议,http://www.mohurd.gov.cn/zxydt/201212/t20121213_212266.html。

② 这4个条件是:(1)智慧城市建设工作已列入当地国民经济和社会发展规划或相关专项规划;(2)已完成智慧城市发展规划纲要编制;(3)已有明确的建设资金筹措方案和保障渠道;(4)责任主体的主要负责人负责创建试点申报和组织管理。

的内生性问题。

(四) 稳健性检验^①

1. PSM-DID 方法再估计

在智慧城市试点过程中,考虑到 2013 年的试点数量最多,为了检验智慧城市能否稳健地促进城市创新,此处删除 2012 年和 2014 年智慧城市对应的地级市样本,将多期 DID 简化为单期 DID,并采用 PSM-DID 方法重新估计,方程设定如下:

$$cityinnovation_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 treated_{i,t} + \alpha_2 time_{i,t} + \alpha_3 treated_{i,t} \times time_{i,t} + \sum \delta x_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

在(2)式中, $treated_{i,t}$ 为分组虚拟变量,如果某地级市进行智慧城市试点,赋值为 1,否则,赋值为 0; $time_{i,t}$ 为时间虚拟变量,在智慧城市试点当年及以后,赋值为 1,否则,赋值为 0; $treated_{i,t} \times time_{i,t}$ 为政策实施之后的政策净效应,其他变量的解释同(1)式。于是,在满足数据平衡性假定之后^②,采用 PSM-DID 方法估计方程(2),所得结果肯定了智慧城市能显著促进城市创新的结论^③。

2. 替换被解释变量。考虑到以专利数据表征创新水平已经在学界得到广泛认可,此处我们采用地级市每万人拥有的专利授权数作为城市创新能力的代理指标,对基准模型进行重新估计,所得结果充分证实智慧城市能显著促进城市创新。

3. 变量 1% 缩尾。为了防止个别离群值对估计结果产生干扰,我们对变量进行 1% 缩尾,并重新估计基准模型,结果显示智慧城市依然能有效促进城市创新。

4. 缩短研究跨期。在本文研究跨期 2001—2016 年间,为了避免前期各种重大事件(如金融危机等)给研究结果带来的干扰,我们将研究跨期缩短至 2009—2016 年,并重新估计基准模型,所得结果进一步肯定了智慧城市能显著促进城市创新的结论。

5. 加入时间和省份固定效应交互项。考虑到

现实中往往还存在一些伴随省份和时间变动的因素干扰回归结果,而这些因素又无法通过时间固定效应和个体固定效应进行控制。此处,加入时间与省份固定效应的交互项后重新估计,所得结果再次肯定了基准模型所得结论。

(五) 异质性检验

智慧城市的核心是城市,其发展极易受资源可供量与政策的影响。一般而言,资源可供量受制于城市所处的地理位置,政策的推广与实施则往往受制于城市行政等级。因此,智慧城市影响城市创新亦在地理位置和行政等级两方面存在差异。首先,将所有地级市分为东部发达城市和中西部欠发达城市两个样本,并分别进行回归,所得结果显示^④,位于东部地区的智慧城市能显著促进城市创新,且其对城市创新的促进作用无论在数值方面还是统计显著性方面,均高于中西部地区,充分说明具有区位优势的智慧城市对城市创新的提升作用更强更显著,部分验证了理论假说 3。

其次,借鉴袁航和朱承亮^[24]的做法将省会城市、副省级城市以及较大城市界定为高行政等级城市,将其余城市界定为低行政等级城市,分样本回归后发现^⑤,具有高行政等级的智慧城市对城市创新的促进作用远大于低行政等级城市,充分凸显了高行政等级下智慧城市促进城市创新的强大优势,验证了理论假说 3。

五、作用机制识别

智慧城市对城市创新的促进作用是否通过信息技术效应、人力资本效应以及制度环境效应进行传导,需采用中介效应模型逐一检验。此处,我们将中介效应模型的方程设定为:

$$cityinnovation_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 smartcity_{i,t} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$mediator_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 smartcity_{i,t} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

① 此处特别感谢匿名审稿人提出的宝贵意见。

② 限于篇幅,此处未列出数据匹配结果表和变量的标准偏差图,如有兴趣可向作者索取。

③ 限于篇幅,此处未列出稳健性检验部分的所有估计结果,如有兴趣可向作者索取。

④ 限于篇幅,此处未列出智慧城市对城市创新的地理位置差异检验表,如有兴趣可向作者索取。

⑤ 限于篇幅,此处未列出智慧城市对城市创新的城市行政等级差异检验表,如有兴趣可向作者索取。

$$cityinnovation_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 smartcity_{i,t} + \gamma_2 mediator_{i,t} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

(4)式中的 $mediator_{i,t}$ 表示中介变量,包括信息技术效应、人力资本效应和制度环境效应。如果存在此三方面中介传导机制,就要求核心解释变量显著影响被解释变量,核心解释变量显著影响中介变量,以及中介变量显著影响被解释变量,意即在(3) - (5)式中, α_1 、 β_1 和 γ_2 必须满足统计上的显著性。若(5)式中核心解释变量的回归系数 γ_1 小于 α_1 ,说明核心解释变量对被解释变量的影响效果部分被中介变量吸收,存在部分中介效应;若 γ_1 不显著,说明解释变量对被解释变量的影响完全被中介变量吸收,存在完全中介效应。

(一)信息技术效应检验

此处,以《中国城市和产业创新力报告》中的互联网信息服务创新指数和软件开发创新指数作为新一代信息技术革新的代理变量,采用中介效应模型的估计结果见表3。由表3中(1) - (3)列可知,智慧城市对城市创新的影响系数为11.6717,在1%水平下显著,对互联网信息服务创新的影响系数为0.2112,在10%水平下显著,当同时加入智慧城市和互联网信息服务创新之后,智慧城市对城市创新的促进作用降至6.3627,在1%水平下显著,说明智慧城市对城市创新的促进作用部分通过互联网信息服务创新传导。结合表3中(1)和(4) - (5)列可知,智慧城市对软件开发创新的促进作用为0.2287,在10%水平下显著,当同时纳入智慧城市和软件开发创新后,智慧城市对城市创新的促进作用降至5.4746,在1%水平下

表3 机制检验——信息技术效应

变量	城市创新 (1)	互联网信息 服务(2)	城市创新 (3)	软件开发 (4)	城市创新 (5)
smartcity	11.6717*** (3.43)	0.2112* (1.92)	6.3627*** (3.47)	0.2287* (1.79)	5.4746*** (4.17)
互联网 信息服务			37.8841*** (65.56)		
软件开发					25.6459*** (83.84)
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES
N	4544	999	999	1331	1331
R ²	0.1100	0.0727	0.8871	0.0687	0.8964

注:(1)括号内为t统计值;(2)*、**和***分别表示在10%、5%和1%水平下显著。

显著,说明智慧城市促进城市创新部分通过软件开发创新传导。上述两点证实了智慧城市通过信息技术效应促进城市创新的观点,验证了理论假说2a。

(二)人力资本效应检验

智慧城市对城市创新的推动作用不仅依赖于高等学校在校生数表征的人力资本数量,更依赖于人力资本质量。此处,借鉴岳书敬和刘朝明^[25]的做法,以平均受教育年限与劳动力数量乘积表示人力资本质量,其中劳动力数量采用地区三次产业从业人员总数衡量,同时参考邢春冰等^[26]的做法计算省际平均受教育年限,并将其匹配到地级市。

在中介效应模型估计结果表4中,第(1)列显示智慧城市对城市创新的影响系数显著为正,由(2) - (3)列可知,智慧城市在数量维度对人力资本水平具有显著的提升作用,当同时加入智慧城市和人力资本数量后,智慧城市对城市创新的促进作用从11.6717降至10.4236,说明智慧城市对城市创新的促进作用部分通过人力资本数量传导;同时,结合(4) - (5)列可知,智慧城市能显著提升人力资本质量,当同时加入智慧城市与人力资本质量之后,智慧城市对城市创新的促进作用从11.6717降至2.0873,且在统计上不显著,说明智慧城市对城市创新的推动作用完全通过人力资本质量传导实现。总体而言,智慧城市能通过人力资本效应推动城市创新,验证了理论假说2b。

表4 机制检验——人力资本效应

变量	城市创新 (1)	人力资本 数量(2)	城市创新 (3)	人力资本 质量(4)	城市创新 (5)
smartcity	11.6717*** (3.43)	35.6271*** (3.55)	10.4236*** (2.90)	1.7016*** (4.53)	2.0873 (1.37)
人力资本 数量			0.0410*** (3.18)		
人力资本 质量					5.6748*** (3.02)
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES
N	4544	4409	4399	4504	4494
R ²	0.1100	0.3310	0.1365	0.2716	0.5056

注:(1)括号内为t统计值;(2)*、**和***分别表示在10%、5%和1%水平下显著。

(三)制度环境效应检验

在对智慧城市促进城市创新的制度环境机制进行验证时,考虑到我国尚无公开市场交易费用

的官方数据,此处我们采用卢现祥和朱迪^[27]测算的“中国制度性交易成本数据”,该数据基于制度性交易成本产生的宏观经济不利影响和微观企业投资减少、资源错配以及技术进步缓慢等方面,通过构建指标体系测算了中国制度性交易成本。同时,采用樊纲市场化指数测度中国市场化进程。中介效应模型的回归结果见表 5。

表 5 中(1)列显示智慧城市能显著促进城市创新,根据(2) - (3)列可知,智慧城市能降低制度性交易成本,但统计上不显著,当同时加入智慧城市与制度性交易成本之后,制度性交易成本显著抑制了城市创新,智慧城市能显著促进城市创新,且促进作用由 11.6717 显著降至 10.0898,说明降低制度性交易成本是智慧城市推动城市创新的中介变量,但此传导机制因智慧城市发展不成熟,未触及制度革新的深层次原因在统计上不显著。同理,根据(4) - (5)列可知,智慧城市对市场化进程具有促进作用,但在统计上不显著,当同时纳入智慧城市与樊纲市场化指数后,市场化指数和智慧城市均能显著促进城市创新,且智慧城市对城市创新的促进作用由 11.6717 降至 9.4942。综上所述可知,优化制度营商环境是智慧城市推动城市创新的中介变量,只是这种中介效应因智慧城市发展不成熟,未触及制度革新的深层次原因而在统计上不显著,验证了理论假说 2c。

表 5 机制检验——制度环境效应

变量	城市创新 (1)	制度性交易成本(2)	城市创新 (3)	樊纲市场化指数(4)	城市创新 (5)
smartcity	11.6717*** (3.43)	-0.0255 (-0.87)	10.0898*** (3.30)	0.0146 (0.70)	9.4942*** (3.39)
制度性交易成本			-5.7865*** (-2.32)		
樊纲市场化指数					4.7201*** (2.90)
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES
N	4544	3990	3976	3420	3408
R ²	0.1100	0.3373	0.1190	0.7083	0.1216

注:(1)括号内为 t 统计值;(2)*、**和***分别表示在 10%、5%和 1%水平下显著。

六、结论与政策建议

作为现代化城市运行和治理的崭新模式,智慧城市已经成为带动城市创新,引领中国跻身创新型国家前列的重要抓手。本文基于 2001 - 2016 年中国 285 个地级市,采用双重差分模型系统检验

了智慧城市对城市创新的净影响,研究发现:(1)智慧城市能显著促进城市创新;(2)智慧城市对城市创新的促进作用因其所处地理区位和城市行政等级不同而存在明显差异,具体而言,位于东部地区的智慧城市和省会城市、副省级城市以及较大城市等具有较高行政等级的智慧城市对城市创新的促进作用更大,呈现明显的发散特征;(3)作用机制显示:第一,智慧城市能通过以互联网信息服务创新和软件开发创新为主的信息技术效应促进城市创新;第二,智慧城市能从数量和质量双维度提升人力资本效应进而推动中国城市创新;第三,智慧城市具有通过降低制度性交易成本和加快市场化进程两方面优化制度营商环境进而推动中国城市创新的明显趋势。

未来要进一步强化智慧城市对城市创新的积极影响,充分释放信息技术效应、人力资本效应和制度环境效应对智慧城市促进城市创新的催化作用,应从以下几个方面着手:首先,加快智慧城市发展建设,根据城市的区位、等级等实际情况,强化智慧城市的根植性和内生发展能力,同时借助大数据等新型创新资源以及智能化服务平台实现资源共享,增强智慧城市对城市创新的促进作用。其次,强化新一代信息技术水平,完善新一代信息技术服务体系,增强信息技术对智慧城市推动城市创新的积极作用。再次,不断提升中国人力资本质量,持续优化人力资本结构,特别要提升高端人力资本存量,为智慧城市带动城市创新提供充足的人才支撑。最后,加快市场化进程,降低经济发展过程中的制度性交易成本,不断优化制度营商环境,为创新研发活动提供自由、舒适、开放、包容的环境,加速智慧城市对城市创新的促进作用,助推中国创新型国家建设。

参考文献:

- [1]杨维,姚程,苏梦颖. 城镇化水平影响创新产出的地区差异性和空间依赖性——基于非空间面板与空间面板模型的实证分析[J]. 中国软科学,2019(7): 91-101.
- [2]KAR A K, IIVARASAN V, GUPTA M P, et al. Moving beyond smart cities: Digital nations for social innovation & sustainability[J]. Information Systems Frontiers, 2019, 21(3): 495-501.

- [3] CAMERO A, ALBA E. Smart city and information technology: A review[J]. *Cities*, 2019, 93: 84-94.
- [4] 吴标兵, 林承亮. 智慧城市的开放式治理创新模式: 欧盟和韩国的实践及启示[J]. *中国软科学*, 2016(5): 55-66.
- [5] 石大千, 丁海, 卫平, 等. 智慧城市建设能否降低环境污染[J]. *中国工业经济*, 2018(6): 117-135.
- [6] GIFFINGER R, GUDRUN H. Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities? [J]. *Architecture, City and Environment*, 2010, 4(12): 7-26.
- [7] ZHU S, LI D, FENG H. Is smart city resilient? Evidence from China[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2019, 50(6): 101636.
- [8] 刘巧, 石大千, 刘建江. 智慧城市建设对城市技术创新的影响[J]. *技术经济*, 2018, 37(5): 81-85.
- [9] 付平, 刘德学. 智慧城市技术创新效应研究——基于中国 282 个地级城市面板数据的实证分析[J]. *经济问题探索*, 2019(9): 72-81.
- [10] 张龙鹏, 钟易霖, 汤志伟. 智慧城市建设对城市创新能力的影响研究——基于中国智慧城市试点的准自然试验[J]. *软科学*, 2020, 34(1): 83-89.
- [11] CARAGLIUA, CHIARA D B. Smart innovative cities: The impact of smart city policies on urban innovation [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 42(7): 373-383.
- [12] VESELITSKAYA N, KARASEV O, BELOSHITSKIY A. Drivers and barriers for smart cities development [J]. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 2019, 14(1): 85-110.
- [13] 辜胜阻, 杨建武, 刘江日. 当前我国智慧城市建设中的问题与对策[J]. *中国软科学*, 2013(1): 6-12.
- [14] NAM T, PARDO T A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions [C]. // *The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*, 2011, 6(12): 282-291.
- [15] JANSSEN M, MATHEUS R, ZUIDERWIJK A. Big and open linked data (BOLD) to create smart cities and citizens: Insights from smart energy and mobility cases [M]. New York: Springer International Publishing, 2015.
- [16] SHAPIRO J M. Smart cities: Quality of life, productivity, and the growth effects of human capital [J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2006, 88(2): 324-335.
- [17] WINTERS J V. Why are smart cities growing? Who moves and who stays [J]. *Journal of Regional Science*, 2011, 51(2): 253-270.
- [18] 何小钢, 梁权熙, 王善骞. 信息技术、劳动力结构与企业生产率——破解“信息技术生产率悖论”之谜 [J]. *管理世界*, 2019, 35(9): 65-80.
- [19] CARAGLIU A, CHIARA D B, NIJKAMP P. Smart cities in Europe [J]. *Journal of Urban Technology*, 2011, 18(2): 65-82.
- [20] HARRIS R G. The internet as a GPT: Factor market implications [C]. // HELPMAN E. *General purpose technologies and economic growth*. Cambridge: MIT Press, 1998.
- [21] AFUAH A. Redefining firm boundaries in the face of the internet: Are firms really shrinking? [J]. *The Academy of Management Review*, 2003, 28(01): 34-53.
- [22] 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.
- [23] 袁航, 朱承亮. 国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗 [J]. *中国工业经济*, 2018(8): 60-77.
- [24] 袁航, 朱承亮. 西部大开发推动产业结构转型升级了吗? ——基于 PSM-DID 方法的检验 [J]. *中国软科学*, 2018(6): 67-81.
- [25] 岳书敬, 刘朝明. 人力资本与区域全要素生产率分析 [J]. *经济研究*, 2006(4): 90-96 + 127.
- [26] 邢春冰, 贾淑艳, 李实. 教育回报率的地区差异及其对劳动力流动的影响 [J]. *经济研究*, 2013, 48(11): 114-126.
- [27] 卢现祥, 朱迪. 中国制度性交易成本测算及其区域差异比较 [J]. *江汉论坛*, 2019(10): 31-40.

(本文责编:王延芳)