

数字鸿沟新坐标：智慧城市建设 对城乡收入差距的影响*

曾亿武¹ 孙文策² 李丽莉³ 傅昌銮¹

摘要：发展中国家农村地区信息化进程明显落后于城市地区，造成了城乡数字鸿沟。随着数字技术的持续演进，城乡数字鸿沟也在不断变化。智慧城市建设为城乡数字鸿沟树立了新坐标，即由原来的手机、电脑、互联网、电子商务、数字普惠金融等信息通讯技术接入鸿沟和使用鸿沟拓展至基于物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术的产业鸿沟、改革鸿沟、治理鸿沟和公共服务鸿沟。城乡收入差距是观察城乡数字鸿沟效应的基本视角，基于中国2001—2019年287个地级市面板数据的多期DID回归结果表明，智慧城市建设显著扩大了城乡收入差距，区域创新水平是智慧城市建设影响城乡收入差距的重要传导因素；相较于中西部地区，东部地区智慧城市建设对城乡收入差距的影响更加明显。政府应加快推进数字乡村建设，探索构建“市—县—镇—村”联动机制，使智慧城市建设的前期成果和经验能够扩散到乡村地区，实现智慧城市建设与数字乡村建设协同发展。

关键词：数字鸿沟 智慧城市 数字乡村 城乡收入差距 区域创新

中图分类号：F325 F724.6 **文献标识码：**A

一、引言

城乡经济社会发展呈现二元结构是发展中国家的基本特征，并由此出现了农村地区信息化进程明显落后于城市地区的城乡数字鸿沟现象。城乡数字鸿沟的表征、诱因和效应并非一成不变，而是随着数字技术的持续演进而不断变化。一方面，导致城乡数字鸿沟的技术基础在不断演进，例如，由电脑的单机应用发展到宽带和移动互联网的普及化；另一方面，导致城乡数字鸿沟的技术应用在不断演进，例如，由使用互联网进行网页浏览和收发邮件发展到使用互联网开展直播电商和跨境电商活动。技术基础层面上的数字差距通常被称为“接入鸿沟”或“第一道数字鸿沟”，技术应用层面上的数字差距

*本文研究系浙江省自然科学基金青年项目“电商农户大数据产品使用：属性偏好与增收效应”（编号：LQ20G030016）、浙江省哲学社会科学规划课题一般项目“互联网普及与城乡收入差距：浙江证据”（编号：20NDQN313YB）、国家社科基金重大项目“乡村振兴背景下数字乡村发展的理论、实践与政策研究”（编号：20&ZD164）的阶段性成果。本文通讯作者：李丽莉。

则被称为“使用鸿沟”或“第二道数字鸿沟”（Bowen and Morris, 2019）。城乡数字鸿沟问题对发展中国家政府的宏观管理提出了巨大挑战，政府不仅需要加快弥合城乡数字接入鸿沟，还要综合施策全力缩小城乡居民的数字使用鸿沟。

城乡收入差距是观察城乡数字鸿沟效应的基本视角。现有文献研究了手机、电脑、互联网等信息通讯技术（information communication technology，简称 ICT）硬件的拥有量、普及率和使用情况以及电子商务、数字普惠金融等 ICT 应用领域的发展水平对城乡收入差距的影响，但没有得到一致的结论。这方面的观点大致有三种。第一种观点认为 ICT 的接入和使用扩大了城乡收入差距。发展中国家网络覆盖存在明显的城乡差异，这进一步扩大了城市居民和农村居民之间的就业机会差异，导致城乡收入差距拉大（Prieger, 2013）。互联网使用能给城市居民平均带来约 20% 的收入回报，而带给农村居民的收入回报并不显著，主要原因是农村居民的互联网使用能力不足（谭燕芝等, 2017）。互联网普及总体上扩大了城乡收入差距，这一点在经济越发达、人口素质越高的地区表现得越明显（贺娅萍和徐康宁, 2019）。第二种观点认为 ICT 的接入和使用缩小了城乡收入差距。互联网提高了乡村地区服务性产业的就业率和工资水平，通过刺激服务性产业的发展，互联网能够帮助农村偏远地区克服其与城市之间的发展差距（Ivus and Boland, 2015）。数字普惠金融的发展有助于增加金融可得性、降低信贷门槛，进而缩小城乡收入差距（周利等, 2020）。第三种观点认为 ICT 的接入和使用对城乡收入差距产生先扩大后缩小的非线性影响。有学者认为，互联网普及对城乡收入差距的影响呈现倒 U 型趋势，中国已在 2009 年越过拐点，这意味着互联网技术为缩小中国城乡收入差距带来了重要机遇（程名望和张家平, 2019）。而 Li et al. (2021) 基于浙江省地级市面板数据的实证研究表明，电子商务发展对城乡收入差距的影响虽然呈现倒 U 型趋势，但其尚未越过拐点，电子商务的发展仍在扩大城乡收入差距。总的来说，城乡数字鸿沟的收入差距效应较复杂，需要根据技术基础的类型、技术应用的程度以及一个地区所处的发展阶段具体来定。

随着数字技术的不断演进，中国进入了加快推进智慧城市建设的新时期。智慧城市是信息化与城市化深度融合的产物，是城市化进程的高级阶段。智慧城市建设指综合运用物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术，促进城市规划、建设、管理、服务等方面实现智能高效、公正和谐、绿色宜居和可持续发展（Angelidou, 2014）。为探索推进智慧城市建设，中国先后于 2013 年 1 月、2013 年 8 月和 2015 年 4 月设立了三批国家智慧城市试点，涉及 299 个^①，制定了一系列重要文件指导智慧城市试点工作的开展，还带动了学界对智慧城市的研究热情。学者们陆续探讨了智慧城市的内涵与框架（夏昊翔和王众托, 2017）、智慧城市试点推广的政府行为逻辑（李智超, 2019）、智慧城市建设的风险因素与防范对策（胡丽和陈友福, 2013）、智慧城市开放式治理创新模式（吴标兵和林承亮, 2016），以及智慧城市建设对技术创新（何凌云和马青山, 2021）、产业结构升级（王敏等, 2020）、环境污染治理（石大千等, 2018）、企业家精神（孔令池和张智, 2020）、企业全要素生产

^①试点范围有的是整个地级市，有的是地级市所辖的某个区、县或镇，为了表述简便，后文谈及三批国家智慧城市试点时，直接采用“试点”的表述。

率（石大千等，2020）、社会治理现代化（张蔚文等，2020）等方面的影响。遗憾的是，尚未有文献从城乡数字鸿沟的角度审视智慧城市建设，研究智慧城市建设对城乡收入差距的影响。

从智慧城市建设的理论内涵和客观现实来看，智慧城市建设在技术基础和技术应用两个层面上为城乡数字鸿沟树立了新坐标^①，即由原来的手机、电脑、互联网、电子商务、数字普惠金融等ICT接入鸿沟和使用鸿沟拓展至基于物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术的产业鸿沟、改革鸿沟、治理鸿沟和公共服务鸿沟（后文统称为“新型城乡数字鸿沟”）。这些数字鸿沟将引致智慧城市建设对城乡收入差距产生影响。为此，本文将基于中国2001—2019年287个地级市的面板数据，以智慧城市试点政策为自然实验，采用多时点的双重差分法（以下简称“多期DID”）实证分析智慧城市建设对城乡收入差距的整体性影响、主要作用机制和区域异质性影响。

本文的边际贡献在于：第一，突破了现有文献仅关注手机、电脑、互联网、电子商务、数字普惠金融等ICT接入鸿沟和使用鸿沟的局限性，将城乡数字鸿沟的内涵拓展至基于物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术的产业鸿沟、改革鸿沟、治理鸿沟和公共服务鸿沟；第二，从城乡收入差距角度考察智慧城市建设的经济社会效应，拓展了智慧城市建设的研究视角，深化了对智慧城市建设的科学认识；第三，为加快推进数字乡村建设、实现智慧城市建设与数字乡村建设协同发展提供了经验依据。

二、政策背景与研究假说

（一）政策背景

为更好地应对全球在城市化扩张过程中普遍出现的交通拥堵、环境恶化、资源短缺等“城市病”问题，2008年IBM公司率先提出“智慧地球”战略构想，并将“智慧城市”视为这一战略的关键部分。智慧城市这一全新的城市建设与治理概念很快得到美国、英国、日本、德国、荷兰、新加坡、韩国等国家的积极响应，进而掀起世界各国建设智慧城市的热潮。

中国的智慧城市建设实践始于宁波、上海、南京等城市的率先探索，后由中央部门响应并给予支持。总的来说，中国智慧城市建设经历了三个发展阶段：

第一个阶段是2010—2013年的探索期。2010年和2011年是国家层面政策的真空期，这两年仅由个别地方政府按照自己的理解来推动智慧城市建设，相关建设相对分散和无序。2012年11月，住房和城乡建设部印发了《国家智慧城市试点暂行管理办法》和《国家智慧城市（区、镇）试点指标体系（试行）》，标志着中国在国家层面上正式探索智慧城市建设。2013年1月和8月，住房和城乡建设部先后公布了第一批和第二批国家智慧城市试点名单，更多地方加入了智慧城市建设探索的行列。第

^①指在以城乡数字技术基础差距为横轴、以城乡数字技术应用差距为纵轴的城乡数字鸿沟坐标系中形成了新的坐标位置。

一批名单共 90 个试点^①，第二批共 112 个试点^②，包含 103 个新增试点和 9 个扩大范围试点。

第二个阶段是 2014—2016 年的推动期。2014 年 10 月，国家成立了由国家发展和改革委员会牵头、25 个部委单位组成的“促进智慧城市健康发展部际协调工作组”，各部门不再单打独斗，开始协同指导地方开展智慧城市建设工作。在这一时期，中央政府陆续出台了《国家新型城镇化规划（2014—2020 年）》《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》等重要文件，大力引导智慧城市建设，掀起了各部委单位和各地区开展智慧城市建设的浪潮。2015 年 4 月，住房和城乡建设部、科学技术部联合发布了第三批国家智慧城市试点名单，共 97 个试点，包含 84 个新增试点和 13 个扩大范围试点^③。至此，中国智慧城市建设试点共计 299 个。

第三个阶段是 2017 年至今的提升期。由于各地在建设智慧城市的过程中出现了偏离发展主线、重复建设、资源浪费、运转低效、忽视城市服务对象等问题，偏离了中央政府对于智慧城市建设的预设和初衷。2016 年 7 月，中央出台了《国家信息化发展战略纲要》，提出建设“新型智慧城市”^④。其后，有关新型智慧城市建设的政策纷纷出台，例如 2016 年 11 月发布的《关于组织开展新型智慧城市评价工作务实推动新型智慧城市健康快速发展的通知》、2016 年 12 月发布的《“十三五”国家信息化规划》等。新型智慧城市是智慧城市建设由 1.0 版本向 2.0 版本的迭代演进，突出强调以人为本、改革创新，重点推进技术融合、业务融合、数据融合，实现跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的协同治理，最终实现城市发展模式的改进和城市品质的提升（夏昊翔和王众托，2017）。

从宁波、上海、南京等城市的率先探索到三批国家智慧城市建设试点名单的发布，再到新型智慧城市建设的加速落地，中国的智慧城市建设速度快、范围广，并取得了积极成效。毋庸置疑，智慧城市建设将会对中国经济高质量发展、城市信息化水平提升等方面产生深远影响。

（二）研究假说

1. 智慧城市建设对城乡收入差距的整体性影响。智慧城市建设是政府有计划地推进信息化与城市化深度融合的发展过程。智慧城市建设能够直接提升城市地区的信息化水平，包括促进城市地区数字产业化和产业数字化的发展，推动城市部门的数字化改革工作，提升城市部门的现代化治理能力，优化城市部门的公共服务供给，最终有益于城市居民增收。智慧城市建设有利于带动电子信息制造业、软件与信息服务业等高新技术产业的发展，这些高新技术产业主要集聚在城市中心地区，并广泛辐射城市的工业和服务业，促进传统产业的数字化转型与生产力提升，从而拓展城市居民的就业机会和增

^① 参见《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》，https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/tzgg/201302/20130205_212789.html。

^② 参见《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》，https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/tzgg/201308/20130805_214634.html。

^③ 参见《住房城乡建设部办公厅 科学技术部办公厅关于公布国家智慧城市 2014 年度试点名单的通知》，https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/tzgg/201504/20150410_220653.html。

^④ 参见 http://www.gov.cn/zhengce/2016-07/27/content_5095336.htm。

收空间。智慧城市建设还有利于推动数字化赋能城市全面深化改革，促使城市部门的改革工作更加精准化、高效化和系统化，更充分地释放改革红利，使城市地区能够建立起一套适应新时期发展需要的生产关系以进一步激活城市各主体的积极性。智慧城市建设倒逼政府分权化、扁平化转型和社会治理流程再造，大数据赋能政府科学决策、安全管理和业务协同（吴俊杰等，2020），形成多主体共建共治共享的现代化治理新格局，不断促进社会公正和谐，营造良好的营商环境（张蔚文等，2020）。智慧城市建设使城市公共服务供给更加均等化、精细化、便捷化，群众刷刷脸、动动手指，就可享受随手办、随时办、随时随地办的体验，以前的政务服务是“政府有什么，你用什么”，现在则是“你需要什么，政府来响应”，即政务服务工作由“被动服务”转向“主动服务”，切实满足城市居民的公共服务需求。所有这些积极变化都有助于提高城市居民的收入水平。

从客观现实看，智慧城市建设同样延续着城市领导理论的逻辑。这一理论认为，城市地区可以提供完善的配套设施和支持资源，在城市供给和使用信息技术的成本更低，并且城市居民的人力资本水平较高，因此城市居民更能从信息技术中获得收益（Forman et al., 2005）。遵循这个逻辑，智慧城市建设可能会扩大城乡收入差距。对于发展中国家而言，城乡二元结构和体制的存在导致城乡联动不足、工业反哺农业无力，这极大地阻碍了智慧城市建设对农村地区的间接溢出效应。在这样的情况下，智慧城市建设的必然结果是形成了基于物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术的产业鸿沟、改革鸿沟、治理鸿沟和公共服务鸿沟，而农村居民无法像城市居民那样分享到数字产业化、产业数字化、数字化改革、治理数字化和公共服务数字化所带来的新型数字红利。此外，智慧城市建设还有可能加剧社会排斥问题（Graham, 2002）。随着智慧城市建设的推进，进城务工人员可能面临两个方面的社会排斥：一是因自身信息素养不足而无法适应智慧城市建设带来的新变化，二是智慧城市建设引发的产业结构调整挤占了低技能劳动力的就业空间（何宗樾等，2020）。数字技术变革本身对劳动力市场可能存在负向冲击，使得在数字技术变革中本就存在数字弱势的群体处于更加不利的位置（Acemoglu and Autor, 2011）。智慧城市建设对产业结构合理化和高度化的促进效应（王敏等，2020），将改变城市劳动力市场的需求结构，导致技能水平较高的城市劳动力与技能水平较低的农村务工人员之间的工资差距拉大。基于以上分析，本文提出假说1：

H1：智慧城市建设具有数字鸿沟效应，导致城乡收入差距扩大。

2. 智慧城市建设、区域创新水平与城乡收入差距。改革创新是智慧城市建设的本质，重视城市创新能力的长期培养和持续提升是智慧城市建设的应有之义。区域创新水平得到显著提高，是智慧城市建设的内在要求，也是判断智慧城市建设成功的重要标准之一。伴随智慧城市建设的推进，城市信息化水平不断提高，进而有助于提高区域创新水平（Ke et al., 2017）。智慧城市建设不仅有利于提高信息资源利用效率，以实现城市管理和服务的智能化、精细化，还能够促进新兴产业发展与产业结构调整（李霞等，2020）。而物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等高新技术产业的发展，为各行各业的创新活动开展提供了技术支撑，进而形成数字产业化与产业数字化的螺旋式上升。高新技术产业通常是高度集聚的，而产业集聚能够推动知识传播和技术溢出，促进新创意的形成（Schmitz, 1995）。智慧城市建设推动物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等尖端信息技术的发展和应

用，加快了城市企业的信息传递和处理速度，有效降低信息传输成本、信息不对称和不确定性，抑制机会主义行为，进而有利于提升企业的研发效率和成果转化效率，推动社会整体创新进程（石大千等，2020）。智慧城市建设所推动的信息集成和数据共享，使创新主体能够获得更加精准的信息和数据，进行更加科学、智能的创新决策和创新管理，而信息壁垒的打破还有利于各主体开展更高水平的协同创新、开放式创新。智慧城市建设还为技术或知识密集型企业的新产品与延伸服务提供了更多的潜在机会，因为数字经济的发展会诱导城市居民对商品消费的需求渐趋个性化、多样化和品质化，打开“长尾产品”的市场空间，促进“长尾产品”产量和种类的增长（Wang and Nicolau, 2017）。基于透彻感知、全面互联和深度智能，智慧城市构建出有利于创新涌现的制度环境，而优越的营商环境有助于降低创业创新成本、提升企业经营效率，将市场经济带上“智慧应用—营商环境改善—大众创业、万众创新”的快车道（赵涛等，2020）。

另一方面，在发展中国家，区域创新水平的提高通常会造成城乡收入差距的扩大。发展中国家的创新活动对城乡收入差距的影响机制主要在于创新活动的“产出效应”和对非熟练劳动力产生的“侵蚀效应”。与其他生产要素的边际收益递减规律不同，创新技术呈现出边际收益递增的特点，从事创新活动的城市高技能劳动力报酬增长比从事传统产业的农村低技能劳动力报酬增长更快（Glaeser, 1999）。技能偏向的技术进步理论认为，城市部门劳动力的技能水平普遍高于农村部门劳动力，由科技创新引起的技术进步会内生地偏向于高技能劳动力，引起劳动力就业结构的极化，加大高技能劳动力与低技能劳动力之间的收入差距（Acemoglu, 2012）。发展中国家存在科技创新的城乡二元结构，即农村农业部门的创新能力明显落后于城市工业和服务业部门，城乡产业部门最终产品的科技含量差决定了城乡产业部门最终产品的价格差，进而导致了城乡劳动力的工资差（Shin, 2016）。高新技术产业主要聚集在城市，其创新溢出对城市居民收入影响更大，换言之，高新技术产业创新水平提高会扩大城乡收入差距（刘清春等，2017）。基于以上分析，本文提出假说2：

H2：区域创新水平是智慧城市建设影响城乡收入差距的重要传导因素。

3. 智慧城市建设对城乡收入差距的异质性影响。智慧城市建设是一项以新一代信息技术为依托，以财政支持和政策法规为保障，以高新技术人才为重要驱动力量的系统性、复杂性、长期性工程，其范围覆盖城市系统的方方面面，包括从底层的基础设施到顶层的公共治理，因而需要一定的经济基础、技术条件、人力资本、公共财政等作为支撑（Nam and Pardo, 2011）。中国城市区域差异较大，经济发展水平、数字化基础设施等要素禀赋具有异质性，智慧城市政策演化阶段各不相同，智慧城市试点聚焦领域各具特色（李霞等，2020）。相较于中西部地区^①，东部地区的城市资源禀赋优渥，经济发展水平较高，信息基础设施建设相对完善，具有良好的市场运行环境、雄厚的地方财政实力，吸引了大量高素质人才集聚。在这些既有优势的综合作用下，东部地区智慧城市建设推进速度较快，部分重点应用领域的数字化成效开始显现。作为第三方机构，网络运营商、互联网平台企业和电子信息装备

^①考虑到中部地区和西部地区智慧城市建设总体水平均明显落后于东部地区，且后文实证分析所运用的中西部地区智慧城市试点的地级市样本较少，本文将中西部地区视为一体。

制造企业是推动智慧城市建设的重要主体。而中西部地区城市与这些第三方机构合作的力度和效果远不及东部地区城市，部分中西部地区城市甚至尚未引进任何第三方机构开展智慧城市运营管理。随着智慧城市建设的持续推进，智慧城市建设的经济社会效应会得到更加充分的释放。目前，东部地区智慧城市建设领跑全国，其城乡数字鸿沟效应会表现得更为突出。基于以上分析，本文提出假说3：

H3：相较于中西部地区，东部地区智慧城市建设对城乡收入差距的影响更加明显。

三、识别策略、变量说明和数据来源

（一）识别策略

中国先后于2013年1月、2013年8月和2015年4月发布了三批国家智慧城市试点名单^①。这一外生事件的冲击，改变了地方城市的信息化水平和运行环境，具有自然实验的性质，这为本文运用双重差分法识别智慧城市建设对城乡收入差距的影响提供了绝佳机会。由于智慧城市试点并非是在同一个时点被批复的，因此，在模型设定上，本文借鉴Autor(2003)做法，构建多期DID模型如下：

$$Gap_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Smartcity_{i,t} + \alpha_c Z_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

(1)式中， $Gap_{i,t}$ 表示地级市*i*在*t*年的城乡收入差距， $Smartcity_{i,t}$ 为地级市*i*在*t*年是否被列为智慧城市试点的虚拟变量；回归系数 α_1 代表了智慧城市建设对城乡收入差距的净作用，是本文关注的焦点； $Z_{i,t}$ 为包含区域创新水平在内的一系列控制变量， μ_i 为地级市*i*不随时间变化的个体固定效应， δ_t 为年份固定效应， $\varepsilon_{i,t}$ 为随机干扰项。

为探讨智慧城市建设影响城乡收入差距的作用机制，本文对区域创新水平在二者之间是否发挥中介效应进行检验。具体的检验步骤如下：

第一步，分别构建智慧城市建设影响城乡收入差距、智慧城市建设影响区域创新水平、智慧城市建设与区域创新水平影响城乡收入差距的回归方程。将3个方程具体形式分别设定如下：

$$Gap_{i,t} = \theta_0 + \theta_1 Smartcity_{i,t} + \theta_c R_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$Innovation_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Smartcity_{i,t} + \beta_c R_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$Gap_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Smartcity_{i,t} + \gamma_1 Innovation_{i,t} + \gamma_c R_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

(2)式、(3)式和(4)式中， $R_{i,t}$ 为不包含区域创新水平在内的一系列控制变量，回归系数 θ_1 和回归系数 α_1 均代表智慧城市建设对城乡收入差距的净作用^②， $Innovation_{i,t}$ 表示地级市*i*在*t*年的

^①由于前两批试点名单都是在2013年发布的，本文在实证分析时将两者合并在一起，视为接受的是一次外生冲击。

^②(4)式与(1)式的区别在于：区域创新水平在(4)式中是中介变量，而在(1)式中是控制变量。从回归结果的角度看，两者实质上是同一个方程，因此，智慧城市建设的回归系数 α_1 是一样的。

区域创新水平，回归系数 β_1 代表了智慧城市建设对区域创新水平的净作用，回归系数 γ_1 代表了区域创新水平对城乡收入差距的净作用。

第二步，对方程（2）进行估计，观察回归系数 θ_1 的显著性水平。如果回归系数 θ_1 是显著的，继续下一步；否则，中介效应检验结束。

第三步，对方程（3）和方程（4）进行估计，观察回归系数 β_1 和回归系数 γ_1 的显著性水平。如果回归系数 β_1 和回归系数 γ_1 都显著，意味着智慧城市建设对城乡收入差距的影响至少有一部分是通过中介变量——区域创新水平实现的，继续下一步；否则，中介效应检验结束。

第四步，检验回归系数 α_1 的显著性水平。如果回归系数 α_1 不显著，说明智慧城市建设对城乡收入差距的影响是完全通过中介变量——区域创新水平起作用的；如果回归系数 α_1 显著，则说明区域创新水平只是起到部分中介作用。

为检验智慧城市建设对城乡收入差距的影响是否存在区域异质性，本文将全部样本划分为东部地区样本和中西部地区样本两个组别进行回归，并横向比较两个组别回归结果中核心解释变量的回归系数大小及其显著性水平。

（二）变量说明

本文的被解释变量是城乡收入差距。借鉴钞小静和沈坤荣（2014）的研究，本文采用城镇居民人均可支配收入与农村居民人均可支配收入的比值衡量城乡收入差距。

本文的核心解释变量是智慧城市建设，采用“是否被列为智慧城市试点”这一虚拟变量来测度。如果某地级市进入国家智慧城市试点名单，则变量赋值为 1；否则，赋值为 0。

本文的中介变量是区域创新水平 [在（1）式中是控制变量]，采用每万人发明专利申请授权量衡量。相较于科技投入和专利申请受理量，专利申请授权量更能直接且准确地反映区域创新水平。虽然科技投入是科技产出的基础，但科技投入并不能直接反映科技实力，因为投入与产出之间未必是对等的。专利申请受理量固然能反映一个地区的创新活力，但专利申请并不一定会通过审核并获得最终授权，因而它无法准确反映技术创新实力。专利分为发明专利、实用新型专利和外观设计专利三种类型，其中，发明专利最具创新性质，是创新产出的核心部分。因此，本文采用发明专利申请授权量测度区域创新水平。考虑到不同地区的人口规模存在差异，用发明专利申请授权量除以年末总人口，得到每万人发明专利申请授权量。

借鉴城乡收入差距的有关研究（例如 Wei et al., 2013; Su et al., 2015; Liu and He, 2019; 程名望和张家平, 2019; 李永友和王超, 2020; Li et al., 2021），本文加入了以下控制变量：经济发展水平、工业化水平、产业结构服务化水平、城市化水平、城市规模、对外开放程度、地方政府作用、城镇就业规模和人力资本水平。

（三）数据来源

本文实证分析所用数据是 2001—2019 年中国 287 个地级市的面板数据。是否被列为智慧城市试点以中华人民共和国住房和城乡建设部官方网站所公布的三批国家智慧城市试点名单为准。由于试点的安排存在“一市多试点”情况，即一个地级市可能存在 1 个及以上的试点，因此，已经设立的 299

个智慧城市试点并非对应 299 个地级市。本文剔除了 2001—2019 年进行过行政区划调整的地级市（例如莱芜市、巢湖市），但保留了在地级市层面以下进行过行政区划调整或名称发生过变更的城市（例如毕节市、普洱市），同时剔除了统计数据缺失严重的地级市（例如三沙市、儋州市）。经过筛选以后，共有 165 个地级市构成“实验组”，其余 122 个未被列入智慧城市试点名单的地级市则进入“对照组”。区域创新水平采用每万人发明专利申请授权量衡量，这部分数据来自中国研究数据服务平台^①；实际使用外资金额数据从司尔亚司数据信息有限公司数据库获得^②；其余变量的基础数据来源于 2002—2020 年（历年）的《中国城市统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》和各地级市的统计年鉴，以及 2001—2019 年各地级市的国民经济和社会发展统计公报。

各变量的含义与描述性统计结果见表 1。

表 1 变量含义与描述性统计结果

变量名称	变量含义	观测值	均值	标准差
被解释变量 城乡收入差距	城镇居民人均可支配收入与农村居民人均可支配收入的比值	5385	2.583	0.645
核心解释变量 智慧城市建设	是否被列为智慧城市试点：是=1，否=0	5453	0.201	0.401
中介变量 区域创新水平	每万人发明专利申请授权量（个）	5431	0.764	2.857
控制变量 经济发展水平	人均全市生产总值（万元），对数化处理	5431	0.875	0.918
工业化水平	第二产业增加值占全市生产总值的比重（%）	5430	46.909	11.333
产业结构服务化 水平	第三产业增加值占全市生产总值的比重（%）	5431	38.706	9.801
城市化水平	市辖区年末总人口（万人）占全市年末户籍人口（万人）的比重	5306	7.784	9.007
城市规模	市辖区年末总人口（万人），对数化处理	5312	7.307	0.987
对外开放程度	实际使用外资金额（万美元）与全市生产总值（万元）的比值	5200	0.003	0.004
地方政府作用	一般公共预算支出（万元）占全市生产总值（万元）的比重	5404	0.181	0.210
城镇就业规模	城镇单位从业人员（万人）占全市年末户籍人口（万人）的比重	5401	0.119	0.122
人力资本水平	每百人普通高等院校在校学生数（人）	5334	1.523	2.143

注：各变量的数据缺失程度不同，所以各变量的观测值存在差异。

四、实证结果分析

（一）基准回归结果

表 2 汇报了智慧城市建设对城乡收入差距影响的基准回归结果。其中，回归 1 仅考虑智慧城市建

^①中国研究数据服务平台的官方网址是：<https://www.cnrds.com/Home/Login>。

^②司尔亚司数据信息有限公司数据库的官方网址是：<https://www.ceicdata.com/zh-hans>。

设的核心解释变量；回归2进一步纳入全部控制变量；回归3是在回归2的基础上，逐步去掉一个显著性最差（t检验p值最大）的控制变量，直至剩余控制变量均显著的估计结果。3个回归的估计结果显示，智慧城市建设在5%的统计水平上显著且系数为正，表明在其他条件不变的情况下，智慧城市建设扩大了城乡收入差距，假说1得到验证。此外，从回归3的结果看，区域创新水平、经济发展水平、产业结构服务化水平、地方政府作用、城镇就业规模等控制变量对城乡收入差距也有显著影响。

表2 智慧城市建设对城乡收入差距影响的基准回归结果

变量名称	被解释变量：城乡收入差距		
	回归1	回归2	回归3
智慧城市建设	0.105** (0.043)	0.099** (0.039)	0.091** (0.039)
区域创新水平		0.019*** (0.004)	0.017*** (0.005)
经济发展水平		-0.256*** (0.057)	-0.232*** (0.057)
工业化水平		0.003 (0.003)	
产业结构服务化水平		0.010*** (0.004)	0.007*** (0.002)
城市化水平		0.005 (0.004)	
城市规模		-0.019* (0.011)	
对外开放程度		-3.838 (2.881)	
地方政府作用		-0.120 (0.082)	-0.141** (0.071)
城镇就业规模		-0.544*** (0.097)	-0.352** (0.174)
人力资本水平		-0.005 (0.012)	
常数项		2.166*** (0.254)	2.307*** (0.097)
个体固定效应	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制
观测值	5385	5025	5336
组内可决系数	0.368	0.416	0.420

注：①***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著性水平。②括号内为稳健标准误。③由于各回归中引入的控制变量存在差异，且各控制变量的数据缺失程度不同，各回归的观测值存在一定差异。

（二）作用机制检验

表3汇报了区域创新水平在智慧城市建设与城乡收入差距之间的中介效应检验结果。其中，(1)列报告的是未加入区域创新水平的情况下智慧城市建设影响城乡收入差距的估计结果，(2)列是智慧城市建设影响区域创新水平的估计结果，(3)列的回归中同时纳入智慧城市建设与区域创新水平，检验它们对城乡收入差距的影响。从(3)列的结果可以看出，在加入区域创新水平这一中介变量后，智慧城市建设仍在5%的统计水平上显著，且系数为正。结合(2)列的估计结果，可以判断区域创新水平在智慧城市建设与城乡收入差距的正向关系中发挥了部分中介效应，且该部分中介效应占智慧城市建设影响城乡收入差距总效应的14.02%^①。Sobel检验、Goodman-Aroian检验和Goodman检验均拒绝了不存在中介效应的原假设，换言之，该中介效应具有统计显著性。由此可见，区域创新水平是智慧城市建设影响城乡收入差距的重要传导因素，假说2得到验证。

表3 区域创新水平在智慧城市建设与城乡收入差距之间的中介效应检验结果

变量名称	城乡收入差距	区域创新水平	城乡收入差距
	(1)	(2)	(3)
智慧城市建设	0.113*** (0.039)	0.834*** (0.230)	0.099** (0.039)
区域创新水平			0.019*** (0.004)
控制变量	已控制	已控制	已控制
个体固定效应	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制
观测值	5025	5080	5025
组内可决系数	0.411	0.347	0.416
Sobel检验(p值)		2.526 (0.012)	
Goodman-Aroian检验(p值)		2.513 (0.012)	
Goodman检验(p值)		2.538 (0.011)	

注：①***和**分别表示1%和5%的显著性水平。②括号内为稳健标准误。③控制变量如表1所示。④由于个别地级市的城乡收入差距数据缺失，所以(1)列和(3)列的观测值比(2)列的观测值小。

（三）区域异质性

表4汇报了智慧城市建设影响城乡收入差距的分区域回归结果。其中，(1)列和(2)列是采用东部地区样本的估计结果，(3)列和(4)列是采用中西部地区样本的估计结果。估计结果显示，东部地区智慧城市建设对城乡收入差距和区域创新水平有显著的正向影响，而中西部地区智慧城市建设对城乡收入差距和区域创新水平的影响未通过显著性检验。这表明，相较于中西部地区，东部地区智慧城市建设对城乡收入差距的影响更加明显，假说3得到验证。这是因为东部地区具有城市资源禀赋优渥、经济发展水平较高、信息基础设施建设相对完善等前期基础和既有优势。同时，采用东部地区

^①具体计算过程为：[(0.834×0.019)/0.113]×100%=14.02%。

样本的估计结果再次验证了区域创新水平是智慧城市建设影响城乡收入差距的重要传导因素。需要说明的是，中西部地区智慧城市建设对城乡收入差距的影响不显著，并不意味着所有中西部试点城市的智慧城市建设进展缓慢^①，而是平均而言，中西部地区的智慧城市发展水平落后于东部地区。

表4 智慧城市建设影响城乡收入差距的分区域回归结果

变量名称	东部地区		中西部地区	
	城乡收入差距	区域创新水平	城乡收入差距	区域创新水平
	(1)	(2)	(3)	(4)
智慧城市建设	0.137*** (0.052)	1.762*** (0.486)	0.082 (0.056)	0.184 (0.137)
区域创新水平	0.012*** (0.004)		0.016 (0.017)	
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
个体固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
观测值	2093	2137	2932	2943
组内可决系数	0.433	0.423	0.423	0.422

注：①***表示1%的显著性水平。②括号内为稳健标准误。③控制变量如表1所示。④由于个别地级市的城乡收入差距数据缺失，所以（1）列的观测值比（2）列的观测值小，（3）列的观测值比（4）列的观测值小。

五、稳健性检验

（一）平行趋势检验

1.图示法。采用双重差分法的前提是满足平行趋势假定，即未受到智慧城市试点政策的冲击时，试点城市组和对照城市组的城乡收入差距具有相同的变化趋势。采用图示法进行平行趋势检验不失为一种简洁直观的方式。由图1可以看到，在2013年智慧城市试点政策实施之前，试点城市组与对照城市组的城乡收入差距变动趋势是高度一致的，并且试点城市组的城乡收入差距水平低于对照城市组的城乡收入差距水平。智慧城市试点政策实施后，由于智慧城市建设的数字鸿沟效应，对照城市组城乡收入差距与试点城市组城乡收入差距之间的差距出现不断缩小的趋势，并且试点城市组城乡收入差距在2019年开始出现反超对照城市组城乡收入差距的情况。由此可以看出，试点城市组和对照城市组的事前趋势是平行的，受到智慧城市试点政策的外生冲击以后，试点城市组和对照城市组的平行趋势才被打破。因此，采用双重差分法检验智慧城市建设对城乡收入差距的影响是可行的。

^①事实上，武汉、郑州等城市的数字发展水平较高。中国城市科学研究院智慧城市联合实验室发布了《2019城市发展指数报告》，以数字环境、数字政务、数字生活、数字生态4个一级指标以及20个分指标，对各城市进行综合评分，武汉、郑州分别排名全国第三、第六。参见《〈2019城市发展指数报告〉发布 郑州跻身“数字一线城市”》，<http://www.henan.gov.cn/2019/12-18/1093658.html>。

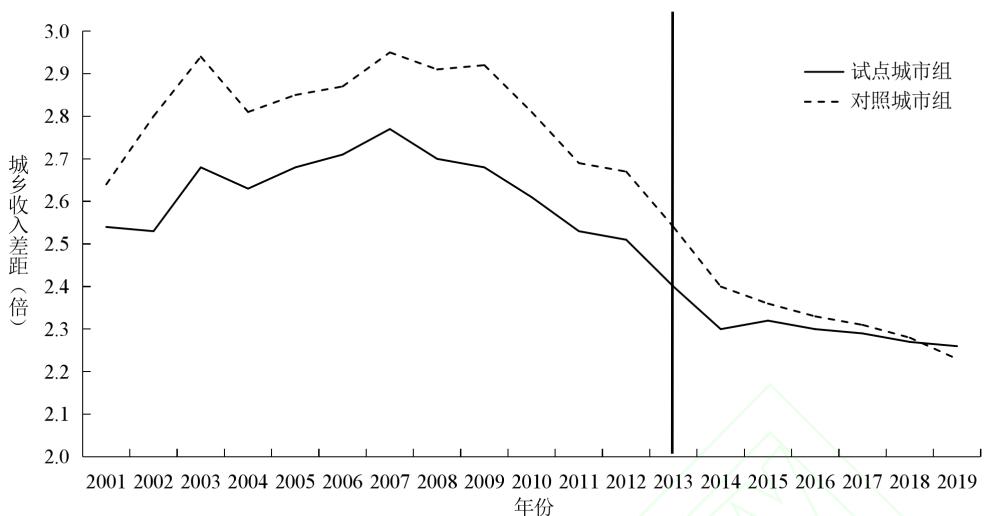


图1 平行趋势检验：图示法

2. 回归法。为进一步检验平行趋势并观察智慧城市试点政策的动态效应，本文参照 La Ferrara et al. (2012)、唐跃桓等 (2020) 等学者的做法，将智慧城市试点设立的前一年 (2012 年) 作为基准年份，以城乡收入差距为被解释变量，以智慧城市试点政策实施前后各 7 个年份虚拟变量与智慧城市建设的交互项为解释变量进行回归，回归结果见表 5。从表 5 的估计结果可以看到，智慧城市试点政策实施以前，智慧城市建设与年份虚拟变量的交互项几乎都是不显著的，估计系数的大小也基本维持在零左右，这表明在智慧城市试点政策实施前，试点城市组和对照城市组之间并不存在较为明显的系统性差异，事前趋势是平行的。智慧城市试点政策实施以后，平行趋势开始被打破，智慧城市建设与年份虚拟变量交互项的估计系数发生了重要变化，系数方向由负转正，系数大小和显著性水平总体上随着时间的推移呈现增强的趋势。这表明智慧城市建设对城乡收入差距产生了显著的正向影响，且随着时间的推移，政策实施效果越来越强。

表5 平行趋势检验：回归法

解释变量	估计系数	解释变量	估计系数
智慧城市建设×是否 2005 年	0.034 (0.026)	智慧城市建设×是否 2013 年	0.045 (0.040)
智慧城市建设×是否 2006 年	0.028 (0.029)	智慧城市建设×是否 2014 年	0.065* (0.039)
智慧城市建设×是否 2007 年	0.001 (0.034)	智慧城市建设×是否 2015 年	0.086* (0.048)
智慧城市建设×是否 2008 年	-0.040 (0.033)	智慧城市建设×是否 2016 年	0.103** (0.047)
智慧城市建设×是否 2009 年	-0.073* (0.037)	智慧城市建设×是否 2017 年	0.095** (0.043)
智慧城市建设×是否 2010 年	-0.036 (0.036)	智慧城市建设×是否 2018 年	0.101** (0.050)

(续表 5)

智慧城市建设×是否 2011 年	-0.008 (0.037)	智慧城市建设×是否 2019 年	0.163*** (0.055)
------------------	-------------------	------------------	---------------------

注：①***、**和*分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平。②括号内为稳健标准误。③被解释变量是城乡收入差距，回归中也放入了控制变量（同表 2 回归 2），并且控制了个体固定效应和年份固定效应，观测值为 5025，组内可决系数为 0.418。

（二）安慰剂检验

本文还借鉴 Li et al. (2016) 和 Cantoni et al. (2017) 的做法，采用随机生成实验组的方式进行安慰剂检验，以判断智慧城市建设对城乡收入差距的显著影响是否由某些随机性因素引起。具体地，本文从全部样本中随机选取 165 个地级市，将其设定为伪试点城市组（各年份入选试点的城市数量与真实情况中的城市数量保持一致），而将剩余地级市列入对照城市组，由此构建一个伪核心解释变量 $Smartcity_{i,t}^{false}$ ，并对（1）式进行回归。研究中重复 1000 次上述随机生成实验组和进行回归的过程。结果发现，安慰剂检验所得 $Smartcity_{i,t}^{false}$ 系数仅存在极个别大于真实回归值 0.099（表 2 回归 2 中智慧城市建设的估计系数）的情况，且 $Smartcity_{i,t}^{false}$ 系数的密度分布函数整体呈以 0 为中心的正态分布^①。这说明，智慧城市建设导致城乡收入差距扩大的结果并非由其他不可观测因素造成，基准回归结果没有明显的遗漏变量偏误。

（三）样本随机性问题

双重差分方法的估计精度取决于实验组样本选择的随机性。现实中，政府对智慧城市试点的选定通常并不是完全随机的。即便如此，从前文采用图示法检验平行趋势的结果看，试点组城市与对照组城市的事前趋势是平行的，没有显著的系统性差异。这意味着，整体上看，政府在选择智慧城市试点的过程中会通盘考虑和统筹兼顾，因而本文研究中的样本能达到近似随机选择的效果，不会产生太大的选择性偏差问题。倘若样本存在严重的选择性偏差，而实证模型又没有解决这一问题，选择性偏差则会类似于遗漏变量进入随机干扰项，造成内生性问题，但安慰剂检验已证实了回归结果并没有明显的遗漏变量偏误。对于智慧城市建设而言，外界可能认为政府会倾向于优先选择产业基础较好或信息化水平较高的城市来开展试点，这是否会影响样本选择的随机性呢？对此，本文对产业基础^②和信息化水平^③影响智慧城市建设进行了回归，回归结果见表 6。从表 6 的估计结果可以看到，产业基础和信息化水平并不会显著影响一个城市是否被选定为智慧城市试点，这进一步表明试点城市组的样本选择具有随机性。

^①受篇幅所限，这里没有展示具体的密度分布函数图，感兴趣的读者可向作者索取。

^②产业基础采用工业化水平和产业结构服务化水平衡量。关于这两个变量的说明以及数据来源已在前文介绍过。

^③信息化水平采用每万人互联网宽带接入用户数衡量，即互联网宽带接入用户数（单位：户）与全市年末户籍人口（单位：万人）的比值。互联网宽带接入用户数和全市年末户籍人口数据来自 2002—2020 年（历年）的《中国城市统计年鉴》。

表 6 产业基础和信息化水平影响智慧城市建设的回归结果

变量名称	被解释变量：智慧城市建设			
	(1)	(2)	(3)	(4)
工业化水平	-0.003 (0.002)			-0.005 (0.003)
产业结构服务化水平		0.001 (0.002)		-0.003 (0.003)
信息化水平			0.064 (0.051)	0.058 (0.050)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
个体固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
观测值	5081	5080	5011	5010
组内可决系数	0.568	0.567	0.568	0.569

注：①括号内为稳健标准误。②控制变量包括表 2 回归 2 中除工业化水平和产业结构服务化水平之外的所有其他控制变量。③由于个别地级市的信息化水平数据缺失，所以（3）列和（4）列的观测值比（1）列和（2）列的观测值小。

（四）调整试点样本范围和更换测度指标

本文还通过调整试点样本范围和更换中介变量的测度指标进行稳健性检验，以提升研究结论的可靠性。考虑到智慧城市的试点范围不同，即有的试点范围是整个地级市，而有的试点范围仅为地级市所辖的某个区、县或镇，为防止智慧城市试点样本的选取存在范围上的差异，进而干扰实证结果，本文研究中将试点范围是整个地级市的试点样本从全部试点样本中剥离出来单独进行考察。此外，对于区域创新水平，本文还尝试采用城市创新指数来测度。与专利申请授权量只考虑当年获得专利数量（流量概念）不同的是，城市创新指数是一个专利价值调整存量指数，它不仅以专利价值衡量无形资本存量，而且区分了不同年龄专利的平均价值，通过加总不同年龄专利的价值得到总的无形资本存量，因此能够较为准确衡量区域创新水平。城市创新指数的数据来自复旦大学产业发展研究中心发布的《中国城市和产业创新力报告 2017》^①。遗憾的是，所能获得的数据时间范围仅限于 2001—2016 年，这会导致使用城市创新指数匹配样本数据后，观测值和数据时效性出现明显下降。

表 7 汇报了调整试点样本范围和更换中介变量测度指标后的回归结果。其中，（1）列的回归保持试点样本范围不变（包括全部试点样本），而区域创新水平的测度指标更换为城市创新指数。（2）列和（3）列的回归仅考虑试点范围是整个地级市的试点样本，并分别采用每万人发明专利申请授权量和城市创新指数测度区域创新水平。估计结果均显示，即便调整试点样本范围和更换中介变量的测度指标，智慧城市建设与区域创新水平仍在 1% 或 5% 的统计水平上显著，且系数为正，表明它们对城乡收入差距有显著的正向影响，这进一步巩固了本文的研究结论。

^①2018 年 2 月，复旦大学产业发展研究中心研究团队对外公开中国 2001—2016 年城市创新指数与产业创新指数的详细数据。数据下载链接：<https://pan.baidu.com/s/1qZydmzU>，提取密码：vgk5。

表 7 调整试点样本范围和更换中介变量测度指标的回归结果

变量名称	被解释变量：城乡收入差距		
	(1)	(2)	(3)
智慧城市建设（包含全部试点样本）	0.079** (0.037)		
智慧城市建设（仅包含试点范围是整个地级市的试点样本）		0.075** (0.036)	0.067** (0.035)
区域创新水平（每万人发明专利申请授权量）		0.022*** (0.004)	
区域创新水平（城市创新指数）	0.001*** (0.000)		0.001*** (0.000)
控制变量	已控制	已控制	已控制
个体固定效应	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制
观测值	4205	5025	4205
组内可决系数	0.345	0.414	0.344

注：①***和**分别表示 1% 和 5% 的显著性水平。②括号内为稳健标准误。③控制变量见表 1。④由于城市创新指数所能获得的数据时间范围仅限于 2001—2016 年，所以使用城市创新指数匹配样本数据后的观测值下降，表现在（1）列和（3）列的观测值小于（2）列的观测值。

六、结论与讨论

基于学界对城乡数字鸿沟收入差距效应的争论以及中国智慧城市建设的政策背景，本文在理论分析的基础上提出研究假说，利用中国 2001—2019 年 287 个地级市面板数据，以智慧城市试点政策为自然实验，采用多期 DID 方法实证分析了智慧城市建设对城乡收入差距的整体性影响、主要作用机制和区域异质性影响，并开展了一系列稳健性检验。研究结果表明，智慧城市建设具有数字鸿沟效应，导致城乡收入差距扩大，区域创新水平是智慧城市建设影响城乡收入差距的重要传导因素，相较于中西部地区，东部地区智慧城市建设对城乡收入差距的影响更加明显。

本文研究结论有助于促进人们形成对城乡数字鸿沟的新认识。城乡数字鸿沟会随着数字技术的持续演进而不断变化，因此，要用发展的眼光去看待城乡数字鸿沟问题。近十年来，中国智慧城市建设的探索与实践已经在技术基础和技术应用两个层面上为城乡数字鸿沟树立了新坐标，但现有文献尚未对此变化进行深入的考察和研究。本文以城乡数字鸿沟的动态性为研究的逻辑起点，以智慧城市试点的自然实验导致城乡收入差距显著扩大为证据支点，对新型城乡数字鸿沟给予呈现和阐释，以促进人们形成对城乡数字鸿沟的新认识。随着智慧城市建设的不断推进，中国城乡信息化发展进程已经发生了显著变化，人们对城乡数字鸿沟的关注不能只停留在原来的手机、电脑、互联网、电子商务、数字普惠金融等 ICT 接入鸿沟和使用鸿沟上，而应该将城乡数字鸿沟的内涵拓展至基于物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术的产业鸿沟、改革鸿沟、治理鸿沟和公共服务鸿沟，并

且要意识到这些新变化正在成为城乡发展不平等的新动因。

本文研究结论对于弥合城乡数字鸿沟、缩小城乡收入差距具有重要政策启示。建立健全城乡融合发展体制机制，加快推进数字乡村建设，实现智慧城市建设与数字乡村建设协同发展，是弥合新型城乡数字鸿沟的根本路径。发展中国家城乡数字鸿沟长期存在的根源就在于城乡二元的经济社会结构、体制机制和思维方式（阮荣平等，2017）。只要城乡二元体制机制和思维方式不破除，城乡数字鸿沟就会持续存在。即便智慧城市建设有助于推进创新发展，但智慧城市建设所驱动的区域创新水平提升依然会延续着城市偏向和技能偏向的特点，并不会带来城乡协调发展、共享发展，最终无法实现共同富裕和全方位的高质量发展。中国要彻底改变“先城市后乡村”的惯性思维和建设模式，加大改革和创新力度，健全城乡融合发展体制机制，有效实现城乡共生共建共享共荣，平等交换、双向互动、深度融合，切实形成真正意义上的城乡生命共同体。回顾中国信息化发展历程，每一轮信息化建设都在城市率先启动。例如，智慧城市建设的国家级试点首次发布于2013年1月，而数字乡村建设的国家级试点首次发布于2020年10月，两者间隔长达近8年的时间。因此，中国应全力加快数字乡村建设，争取尽早补齐农业农村的数字化短板。各地政府应将数字乡村建设提上日程，通过加强整体规划和配套，推进新一代信息技术在农业农村经济发展中的综合应用，提高农村居民现代信息素养，增强乡村内生发展动力（曾亿武等，2021）。要探索构建“市—县—镇—村”联动机制，让城市地区的信息化资源真正下沉到乡村地区，使智慧城市建设的前期成果和经验能够扩散到乡村地区，实现智慧城市建设与数字乡村建设的有效衔接、协同发展，并最终融为一体。目前，中西部地区智慧城市建设的实践进展虽然尚未达到显著扩大城乡收入差距的临界点，但是，智慧城市建设的城乡数字鸿沟效应会随着智慧城市建设的深入推进而得到动态强化。中西部地区一方面要积极向东部地区学习先进经验，缩小区域维度上的数字鸿沟，另一方面要转变思维，防患于未然，从城乡融合发展的高度看待和推进智慧城市建设。

最后，本文展望未来的研究方向，建议后续研究重点关注以下议题：一是以智慧城市建设为参照揭示数字乡村建设的特殊属性、内在逻辑、约束条件和风险防范；二是研究智慧城市建设与数字乡村建设协同发展的整体框架与动态机制；三是基于国家数字乡村试点的自然试验，评估数字乡村建设的经济社会效应；四是构建新型城乡数字鸿沟指数的评价方案和监测机制；五是厘清智慧城市建设与数字乡村建设过程中有效市场与有为政府相结合的逻辑，揭示政府的角色职责和行为边界。

参考文献

1. 钱小静、沈坤荣，2014：《城乡收入差距、劳动力质量与中国经济增长》，《经济研究》第6期，第30-43页。
2. 程名望、张家平，2019：《互联网普及与城乡收入差距：理论与实证》，《中国农村经济》第2期，第19-41页。
3. 何凌云、马青山，2021：《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》第3期，第28-40页。
4. 何宗樾、张勋、万广华，2020：《数字金融、数字鸿沟与多维贫困》，《统计研究》第10期，第79-89页。
5. 胡丽、陈友福，2013：《智慧城市建设不同阶段风险表现及防范对策》，《中国人口·资源与环境》第11期，第

130-136 页。

6. 贺娅萍、徐康宁, 2019: 《互联网对城乡收入差距的影响: 基于中国事实的检验》, 《经济经纬》第2期, 第25-32页。
7. 李霞、戴胜利、李迎春, 2020: 《智慧城市政策推进城市技术创新的机理研究——基于演化特征与传导效应的双重视角》, 《研究与发展管理》第4期, 第12-24页。
8. 李永友、王超, 2020: 《集权式财政改革能够缩小城乡差距吗? ——基于“乡财县管”准自然实验的证据》, 《管理世界》第4期, 第113-130页。
9. 李智超, 2019: 《政策试点推广的多重逻辑——基于我国智慧城市试点的分析》, 《公共管理学报》第3期, 第145-156页。
10. 孔令池、张智, 2020: 《基础设施升级能够促进企业家精神成长吗? ——来自高铁开通和智慧城市建设的证据》, 《外国经济与管理》第10期, 第139-152页。
11. 刘清春、张莹莹、C.-Y. Cynthia Lin Lawell, 2017: 《创新与收入不平等》, 《南方经济》第2期, 第24-39页。
12. 阮荣平、周佩、郑风田, 2017: 《“互联网+”背景下的新型农业经营主体信息化发展状况及对策建议——基于全国1394个新型农业经营主体调查数据》, 《管理世界》第7期, 第50-64页。
13. 石大千、丁海、卫平、刘建江, 2018: 《智慧城市建设能否降低环境污染》, 《中国工业经济》第6期, 第117-135页。
14. 石大千、李格、刘建江, 2020: 《信息化冲击、交易成本与企业TFP——基于国家智慧城市建设的自然实验》, 《财贸研究》第3期, 第117-130页。
15. 谭燕芝、李云仲、胡万俊, 2017: 《数字鸿沟还是信息红利: 信息化对城乡收入回报率的差异研究》, 《现代经济探讨》第10期, 第88-95页。
16. 唐跃桓、杨其静、李秋芸、朱博鸿, 2020: 《电子商务发展与农民增收——基于电子商务进农村综合示范政策的考察》, 《中国农村经济》第6期, 第75-94页。
17. 王敏、李亚非、马树才, 2020: 《智慧城市建设是否促进了产业结构升级》, 《财经科学》第12期, 第56-71页。
18. 吴标兵、林承亮, 2016: 《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》, 《中国软科学》第5期, 第55-66页。
19. 吴俊杰、郑凌方、杜文字、王静远, 2020: 《从风险预测到风险溯源: 大数据赋能城市安全管理的行动设计研究》, 《管理世界》第8期, 第189-202页。
20. 夏昊翔、王众托, 2017: 《从系统视角对智慧城市的若干思考》, 《中国软科学》第7期, 第66-80页。
21. 曾亿武、宋逸香、林夏珍、傅昌銮, 2021: 《中国数字乡村建设若干问题刍议》, 《中国农村经济》第4期, 第21-35页。
22. 张蔚文、金晗、冷嘉欣, 2020: 《智慧城市建设如何助力社会治理现代化? ——新冠疫情考验下的杭州“城市大脑”》, 《浙江大学学报(人文社会科学版)》第4期, 第117-129页。
23. 赵涛、张智、梁上坤, 2020: 《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》第10期, 第65-76页。
24. 周利、冯大威、易行健, 2020: 《数字普惠金融与城乡收入差距: “数字红利”还是“数字鸿沟”》, 《经济学家》第5期, 第99-108页。

- 25.Acemoglu, D., 2012, “Why do New Technologies Complement Skill? Directed Technical Change and Wage Inequality”, *Quarterly Journal of Economics*, 113(4): 1055-1089.
- 26.Acemoglu, D., and D. Autor, 2011, “Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings”, *Handbook of Labor Economics*, 4(Part B): 1043-1171.
- 27.Angelidou, M., 2014, “Smart City Policies: A Spatial Approach”, *Cities*, 41(S1): 3-11.
- 28.Autor, D. H., 2003, “Outsourcing at Will: The Contribution of Unjust Dismissal Doctrine to the Growth of Employment Outsourcing”, *Journal of Labor Economics*, 21(1): 1-42.
- 29.Bowen, R., and W. Morris, 2019, “The Digital Divide: Implications for Agribusiness and Entrepreneurship. Lessons from Wales”, *Journal of Rural Studies*, Vol. 72: 75-84.
- 30.Cantoni, D., Y. Chen, D. Y. Yang, N. Yuchtman, and Y. J. Zhang, 2017, “Curriculum and Ideology”, *Journal of Political Economy*, 125(2): 338-392.
- 31.Forman, C., A. Goldfarb, and S. Greenstein, 2005, “How did Location Affect Adoption of the Commercial Internet? Global Village versus Urban Leadership”, *Journal of Urban Economics*, 58(3): 389-420.
- 32.Glaeser, E. L., 1999, “Learning in Cities”, *Journal of Urban Economics*, 46(2): 254-277.
- 33.Graham, S., 2002, “Bridging Urban Digital Divides? Urban Polarisation and Information and Communications Technologies (ICTs)”, *Urban Studies*, 39(1): 33-56.
- 34.Ivus, O., and M. Boland, 2015, “The Employment and Wage Impact of Broadband Deployment in Canada”, *Canadian Journal of Economics*, 48(5): 1803-1830.
- 35.Ke, X., H. Chen, Y. Hong, and C. Hsiao, 2017, “Do China’s High-speed-rail Projects Promote Local Economy?—New Evidence from a Panel Data Approach”, *China Economic Review*, Vol. 44: 203-226.
- 36.La Ferrara, E., A. Chong, and S. Duryea, 2012, “Soap Operas and Fertility: Evidence from Brazil”, *American Economic Journal: Applied Economics*, 4(4): 1-31.
- 37.Li, L., Y. Zeng, Z. Ye, and H. Guo, 2021, “E-commerce Development and Urban-rural Income Gap: Evidence from Zhejiang Province, China”, *Papers in Regional Science*, 100(2): 475-494.
- 38.Li, P., Y. Lu, and J. Wang, 2016, “Does Flattening Government Improve Economic Performance? Evidence from China”, *Journal of Development Economics*, Vol. 123: 18-37.
- 39.Liu, H., and Q. He, 2019, “The Effect of Basic Public Service on Urban-rural Income Inequality: A Sys-GMM Approach”, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32(1): 3205-3223.
- 40.Nam, T., and T. A. Pardo, 2011, “Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions”, Conference Paper, The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, Maryland: College Park, <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>.
- 41.Prieger, J. E., 2013, “The Broadband Digital Divide and the Economic Benefits of Mobile Broadband for Rural Areas”, *Telecommunications Policy*, 37(6): 483-502.
- 42.Schmitz, H., 1995, “Collective Efficiency: Growth Path for Small-scale Industry”, *The Journal of Development Studies*,

- 31(4): 529-566.
- 43.Shin, H. B., 2016, "Economic Transition and Speculative Urbanisation in China: Gentrification versus Dispossession", *Urban Studies*, 53(3): 471-489.
- 44.Su, C., T. Liu, H. Chang, and X. Jiang, 2015, "Is Urbanization Narrowing the Urban-rural Income Gap? A Cross-regional Study of China", *Habitat International*, Vol. 48: 79-86.
- 45.Wang, D., and J. L. Nicolau, 2017, "Price Determinants of Sharing Economy Based Accommodation Rental: A Study of Listings from 33 Cities on Airbnb.com", *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 62: 120-131.
- 46.Wei, H., H. Li, and Y. Guo, 2013, "Trade Structure, Trade Mode and the Urban-rural Income Gap in China", *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 16(2): 96-114.

(作者单位: ¹杭州师范大学经济学院;
²北京农学院经济管理学院;
³杭州电子科技大学经济学院)
(责任编辑: 张丽娟)

A New Coordinate of Digital Divide: The Impact of Smart City Construction on Urban-rural Income Gap

ZENG Yiwu SUN Wence LI Lili FU Changluan

Abstract: In developing countries, the process of informatization in rural areas lags behind compared with that in urban areas, resulting in a digital divide between urban and rural areas. With the continuous evolution of digital technology, the digital divide between urban and rural areas has been changing. Smart city construction has set a new coordinate for the digital divide between urban and rural areas. In other words, the digital divide has expanded from the original ICT access and use gap concerning mobile phones, computers, Internet, e-commerce and digital inclusive finance to the industrial gap, reform gap, governance gap and public service gap based on the Internet of Things, cloud computing, big data, artificial intelligence, blockchain and other new information technologies. The urban-rural income gap is a basic perspective to observe the effect of urban-rural digital divide. The multi-stage DID regression results based on the panel data collected from 287 prefecture-level cities in China from 2001 to 2019 show that smart city construction has significantly expanded urban-rural income gap, and the regional innovation level is an important transmission factor of smart city construction affecting urban-rural income gap. Compared with the central and western regions, the impact of smart city construction on urban-rural income gap in eastern China is more obvious. Governments should accelerate the construction of digital countryside by establishing a linkage mechanism between cities, counties, towns and villages, so that the early achievements and experience of smart city construction can spread to rural areas, thus realizing a coordinated development of smart city construction and digital countryside construction.

Keywords: Digital Divide; Smart City; Digital Countryside; Urban-rural Income Gap; Regional Innovation