

刘成坤,张茗泓.城市能否因“智慧”而“绿色包容”:基于中国智慧城市试点的准自然实验[J].中国人口·资源与环境,2024,34(1):175-188. [LIU C K,ZHANG M H. Can cities be 'green inclusive' due to being 'smart': based on a quasi-natural experiment on China's smart city pilot policy[J]. China population, resources and environment, 2024, 34(1):175-188.]

城市能否因“智慧”而“绿色包容”?

——基于中国智慧城市试点的准自然实验

刘成坤,张茗泓

(江西财经大学统计与数据科学学院,江西 南昌 330013)

摘要 智慧城市是中国新型城镇化和信息化融合的产物,而包容性绿色增长则是经济发展转型的重要战略思想,智慧城市试点能否推动中国包容性绿色增长还有待进行检验。该研究基于2009—2020年210个地级及以上城市的面板数据,采用多期双重差分法研究了智慧城市试点对中国包容性绿色增长的影响,并进行了一系列稳健性检验。此外,还对政策效应的子系统路径、区位异质性和空间溢出效应进行了研究。结果表明:①智慧城市建设会对包容性绿色增长产生显著的积极影响,政策效应会随着时间推移逐渐增强,并且智慧城市建设对经济增长和绿色增长均有显著的促进作用,但是对包容性增长的影响不显著。②智慧城市建设对包容性绿色增长存在显著的地区异质性,其在东部地区、西部地区均表现出显著的积极影响,在东北地区表现出显著的消极影响,在中部地区的影响则不显著。③智慧建设的政策效应具有显著的空间溢出特点,智慧城市建设能显著促进邻近非试点地区的经济增长和绿色增长,但是仅能显著促进邻近试点地区的经济增长。因此,在中国经济转型升级的关键时期,为了提升政策试点对包容性绿色增长的推动作用,一方面,智慧城市建设应将重点放在推动包容性增长,基于各地的资源禀赋,因地制宜地制定合理的试点目标;另一方面,应促进地区间试点经验和创新资源的交流,合理安排创新资源的投入水平,避免“洼地效应”和“虹吸效应”的产生。

关键词 智慧城市试点;包容性绿色增长;多期双重差分法;空间双重差分法

中图分类号 F061.2 文献标志码 A 文章编号 1002-2104(2024)01-0175-14 DOI:10.12062/cpre.20230721

自改革开放以来,中国经济发展取得了举世瞩目的成就,随着城市化进程的加速,城市人口占比也随之增长。第七次人口普查结果表明,城镇人口占比高达63.89%,较2010年上升了14.21%。城市化建设是经济增长的强大推动力,并且这一影响具有持续性^[1]。然而,过度城市化建设带来经济增长的同时,也可能会导致一系列“城市病”的出现,比如能源短缺、环境污染、交通拥堵、土地流失、社会不平等和公共服务供给不足等,这些问题的出现严重阻碍了城市的进一步发展^[2],是经济增长“绿色化”缺失和“包容性”不强的具体体现。但是,由此限制城市化进程可能会导致经济陷入发展陷阱^[3],因噎废食并非良策。包容性绿色增长于2012年首次由世界银行提出,其本质是实现可持续发展,是经济增长、包容性增长和绿色增长的协同发展。中国“十二五”规划提出

发展低碳经济和绿色经济,旨在摆脱传统增长模式的束缚。党的十八届五中全会首次提出“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念,调动社会积极性从而实现共同富裕。党的二十大报告进一步提出,需要加快发展方式绿色转型,实施全面节约战略。由此可见,中国的政策导向思想与包容性绿色增长理念不谋而合。为寻求过度城市化难题的破局之策,变革粗放型经济增长模式,实现包容性绿色增长,中国积极参考IBM于2008年提出的“智慧地球”这一新型城市发展模式的经验,于2013年1月、2013年7月和2015年4月分别进行了三批智慧城市试点。党的二十大报告提出,要加强城市基础设施建设,打造宜居、韧性、智慧城市。全国各地借助云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术,加快推进智慧城市建设,努力提升城市综合管理的精细化、人性化和智能化

收稿日期:2023-03-25 修回日期:2023-08-14

作者简介:刘成坤,博士,讲师,主要研究方向为宏观经济计量分析。E-mail:1129797401@qq.com。

基金项目:国家自然科学基金地区项目“人口老龄化对制造业高质量发展的影响及对策研究”(批准号:72063009);国家自然科学基金地区项目“企业层面视角下自由贸易协定条款深度对出口高质量发展的影响:模型拓展与量化分析”(批准号:72363013);国家社会科学基金青年项目“高质量发展视域下产业转型升级对居民消费的影响研究”(批准号:21CTJ018);江西省博士后科研项目择优资助项目“制造业高质量发展水平的统计测度、空间差异及动态演变特征研究”(批准号:2021KY11)。

水平。智慧城市是城市信息化高度发展和新型城镇化相互融合的产物,有利于提升城市运行效率、催生大规模数字产业、引发新一轮科技创新、创造城市美好生活^[4]。但是,目前中国的智慧城市发展仍存在缺乏长远的制度保障、城市建设“千篇一律”没有新意以及技术自主研发能力不足等问题^[5]。因此,研究智慧城市建设的经济转型政策效应,对中国高质量发展和生态文明建设有重要的理论和现实意义。

1 文献综述

对于包容性绿色增长的内涵,学者们分别从发展经济学和福利经济学两个视角对其进行扩展。Berkhout等^[6]认为,要实现可持续发展目标,经济增长必须具备“包容性”和“绿色化”的特点。Rauniyar等^[7]指出,包容性绿色增长是伴随着机会公平的增长。国内学者张晓颖^[8]剖析了可持续发展和包容性绿色增长两个概念的异同,认为“公平”和“以人为本”是两个概念主要的差异所在。基于对包容性绿色增长内涵的讨论,一系列测度指标应运而生。周小亮等^[9]基于中国省级面板数据,从经济发展、社会机会公平、绿色生产消费和生态环境保护四个维度构建综合指标,并采用定基极差熵权法进行指标测度,从时空视角比较了中国的包容性绿色增长。Aminata等^[10]基于亚洲开发银行提出的包容性绿色增长指数(IGGI),从经济增长、社会公平和环境可持续性角度研究了印度尼西亚34省2015—2019年的包容性绿色增长水平。

自“智慧地球”这一概念于2008年由IBM提出后,学者们陆续对智慧城市的内涵及测度等展开了研究。辜胜阻等^[11]认为,智慧城市是城市经济转型发展的转换器,是信息化、城镇化和工业化的深度融合,是城市治理的新模式,必须依托技术进步和高技术产业的发展。国外主要从技术导向和人文导向两个维度对智慧城市的内涵进行剖析。Wright等^[12]认为,智慧城市建设应该尤其重视科学技术的发展,提高对城市运行监督的效率。Caragliu等^[13]则认为,在智慧城市的建设过程中,人力和社会资本的可用性和质量对于提高城市竞争力具有决定性作用,信息与通信技术只是智慧城市建设的手段和工具。基于对智慧城市内涵的研究,学者们构建了一系列指标体系来定量测度智慧城市建设的绩效水平。Lazaroiu等^[14]基于目标导向将智慧城市定义为智慧经济、智慧流动、智慧环境、智慧市民、智慧生活和智慧政府的综合反映,体现了智慧城市实现经济、社会和环境可持续发展的目标愿景。

智慧城市建设涉及的领域几乎涵盖城市建设的所有方面,评价体系难以面面俱到,统计数据难以获得,统计口径难以统一,并且多是微观层面的研究。因此,学者们在研究我国智慧城市的经济和社会效应时,通常避开

直接测度智慧城市建设水平,而是将中国2013年1月开始实行的三次智慧城市试点作为准自然实验,借助政策实证常用的双重差分法进行研究。虽然目前尚未有学者研究智慧城市试点对包容性绿色增长的影响,但是智慧城市试点的政策效应已在经济发展、公共服务供给、城乡收入差距和绿色增长等多方面得到验证。关于智慧城市与经济增长的关系,周小敏等^[15]基于中国地级市面板数据,实证表明智慧城市建设能够显著促进中国地区经济发展,并且存在配置效应、集聚效应和结构效应。关于智慧城市与包容性增长的关系,董宴廷等^[16]从医疗水平和基础教育水平两个维度,测度了城市公共服务水平,实证表明智慧城市建设显著提升了城市公共服务水平。曾亿武等^[17]采用城乡可支配收入之比来测度城乡收入差距,实证表明智慧城市建设显著扩大了城乡收入差距,且区域创新水平是重要的传导因素。而张万里等^[18]则采用考虑人口结构的泰尔指数定义城乡收入差距,得出了与曾亿武等相反的结论,其研究结果显示,东部地区、特大城市和人力资本水平高的地区,智慧城市更显著地促进了未来数字普惠金融和城镇化,缓解了城乡收入差距。关于智慧城市与绿色增长的关系,郭庆宾等^[19]研究表明,智慧城市建设能够显著提升试点城市的能源效率,提升效果会随着时间衰减,且对周边城市没有带动作用。

已有成果为本研究奠定了良好的基础,但是存在进一步深入研究的空间。在研究内容上,现有研究重点聚焦于经济发展、公共服务、城乡收入差距、绿色发展等方面,遗憾的是,现有研究并未涉及智慧城市建设对包容性绿色增长政策效应的系统检验。在研究方法上,大部分学者采用双重差分法或多期双重差分法研究政策效应,并未考虑到政策效应的空间溢出和传递作用。在研究样本上,目前关于包容性绿色增长的测度多集中于省级层面,少量研究以长江经济带城市为研究对象,鲜有学者将全国地级及以上城市作为研究对象。因此,本研究可能的边际贡献在于:第一,基于理论分析和实证研究,从事后分析的视角系统识别智慧城市试点对包容性绿色增长的影响,丰富了智慧城市和包容性绿色增长的研究体系;第二,考虑到空间因素对政策实施的影响,运用空间双重差分方法,满足了独立性假设;第三,将研究对象扩展到地级及以上城市层面,并且基于包容性绿色增长的理论内涵对指标体系进行构建及测度。

2 理论机制与研究假设

2.1 包容性绿色增长界定

学者们对包容性绿色增长的理论框架和概念进行了大量的研究,虽然对其概念界定没有形成统一的认识,但

是一致认为其最终目标是实现人类社会的可持续发展。因此,世界银行指出,如果增长忽略了包容和绿色,任何目的的增长都是不可持续的。中国包容性绿色增长的本质是寻求经济增长、社会公平、可持续发展和消费以及环境保护的协同效应^[9]。根据包容性绿色增长的核心特征,结合中国当前新发展理念的国家战略,本文认为,中国包容性绿色增长框架建立在经济增长、包容性增长和绿色增长三大支柱之上,且这三大支柱在提高包容性绿色增长质量方面同等重要。

2.2 智慧城市试点背景

为推动新型城镇化和信息化的融合,实现创新驱动发展战略目标,我国于2012年12月启动了国家智慧城市试点建设工作,并颁布了《国家智慧城市试点暂行管理办法》等一系列文件。试点工作主要是将现代信息技术运用于城市规划、运行、建设和管理等方面,实现城市各主体的连接融合,提升资源配置效率和管理能力^[20]。试点内容涵盖了基础设施、产业发展、公共服务、社会治理等城市发展内容。2016年,国家发展改革委发布了新型智慧城市的评价指标,其中惠民服务和生态宜居被纳入评价指标体系中,并且在二级指标中强调了医疗、服务、就业和养老等包容性增长内容以及智慧环保、绿色低碳的绿色发展内容。2017年,国家进一步将智慧城市写入党的十九大报告中。据国家信息中心统计,我国智慧城市相关试点覆盖100%的副省级以上城市,89%以上的地级城市,47%以上的县级城市,这一试点政策已经成为推动经济增长转型升级,实现高质量发展的重要路径^[21]。据此,本文提出假设H1。

H1:智慧城市试点能推动包容性绿色增长。

智慧城市作为新型城镇化和信息化的融合产物,是技术维度、人才维度和治理维度三者的有机结合^[22]。技术是一种手段,也是城市可持续发展目标实现的基础;人是智慧城市的关键驱动力;良好的法治环境是智慧城市发展的重要依托。因此,本文从技术、人才和制度三个维度探讨智慧城市建设对经济增长、包容性增长和绿色增长的影响机理,图1为智慧城市试点对包容性绿色增长的政策效应机理图。

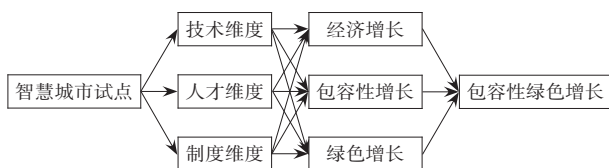


图1 智慧城市试点对包容性绿色增长的政策效应机理图

2.3 智慧城市试点对经济增长的影响

从技术视角来看,智慧城市建设可以通过提高城市效率、激发产业活力和推动城市创新等方面促进经济增长。具体表现如下:智慧城市建设通过利用物联网、大数据和人工智能等信息技术,实现城市信息化、数字化和网络化,提高城市的智慧化水平和科技创新能力,推动信息技术产业等新兴业态的出现。研究显示,信息技术等相关产业增速是世界经济年平均增速的2~3倍^[11]。新古典增长理论指出,技术进步作为重要的生产要素之一,能提高生产效率,推动长期经济增长^[23]。智慧城市也能通过革新信息科学技术、集聚人力资本和优化营商制度环境来推动城市创新^[24],引入新的产品和生产方式,提高生产效率。智慧城市还可以提供数字基础设施和优化商业环境来吸引更多的数字产业入驻,推动城市的科技创新和应用,形成新的经济增长点,进而推动经济增长。

从人才视角来看,智慧城市建设可以通过增加就业机会、促进人才集聚和流动等方式推动经济增长。具体表现如下:首先,智慧城市的建设需要大量的科技人才来匹配新兴技术和商业模式,推动信息技术产业就业,带动相关行业的发展,提高生产效率;其次,智慧城市建设能够提供便捷的人才合作交流平台^[25],从而推动人才集聚和流动,高质量的信息基础设施和便捷的交流平台可以吸引更多的人才入驻;人才的集聚和流动不仅可以提高城市的生产力和竞争力,还可以促进知识和技术的传播,提高劳动力的配置效率,从而推动经济增长和产业结构升级。

从制度视角来看,智慧城市建设可以通过制度设计实现经济增长,并为地区制度环境的优化升级提供政策支持。具体表现如下。首先,试点地区优先享有各项资源红利和优惠政策,有利于充分利用城市的资源禀赋^[22]。比如,政府可以出台一系列优惠政策吸引高科技企业入驻,并且通过补贴推动科技创新和人才引进,促进区域经济增长。其次,优化行政服务、法规政策和市场准入机制可以为地区制度环境的优化升级提供政策支持^[24]。优化行政服务能够为企业提供更便捷的服务,降低企业经营成本,形成企业间协同创新^[26],提高城市的创新水平。最后,优化法律法规能为企业提供科技研发支持和产权保护,鼓励企业进行自主创新,有利于建立公平竞争的市场环境,巩固企业市场主体地位^[24],推动企业发展和区域经济增长。因此,本文提出假设H2a。

H2a:智慧城市试点能促进经济增长。

2.4 智慧城市试点对包容性增长的影响

从技术视角来看,智慧城市建设可能通过新技术应用和传统技术改造促进城市包容性增长。然而,在技术

创新的过程中也可能出现数字鸿沟。信息技术可以提高城市智能化和科技创新能力,将传统基础设施改造为数字基础设施,从而促进城市经济发展和社会进步^[25]。信息化水平的提高为居民提供更多机会和资源,促进社会包容性发展。然而,人们的信息素养尚处于较低水平,因此技术进步对包容性发展的抑制作用大于促进作用。首先,技术进步可能会导致数字鸿沟的加剧,年龄、受教育程度等一系列差异都可能拉开不同群体间的数字鸿沟,扩大贫富差距,加深教育鸿沟,进而抑制社会的包容性增长。其次,传统行业在融合改造的过程中,会导致就业集中化的出现,即就业从农业向服务业转移^[27],进而加剧就业极化现象,抑制包容性增长。

从人才视角来看,智慧城市建设提高城市的宜居性,然而信息化建设不平衡现象难以避免。首先,智慧城市能够优化资源配置和产业结构降低城市环境污染^[28],提高城市的宜居性。人才集聚为智慧交通、智慧医疗以及智慧教育等项目的开展奠定基础,提供高效、便捷和多样化的公共服务,从而推动城市的包容性增长水平。此外,智慧城市可通过数据共享,建立创新协同平台促进产学研合作,构建良好的创新生态系统,推动就业的包容增长。然而,当前智慧城市建设虽然一定程度上缓解了城市交通、教育、医疗、就业和社会保障等公共服务质量不高,区域发展不均衡等问题,但是囿于城乡二元结构,建设成果向城市郊区和农村地区的延伸有限,信息化建设仍然存在盲区^[29]。经济薄弱地区和边缘化地区难以承担高昂的基础设施建设成本,导致数字鸿沟加剧,抑制包容性增长。

从制度视角来看,智慧城市建设对包容性增长的影响也具有两面性。一方面,通过制度创新和优化,智慧城市建设可以促进城市的包容性增长。这需要完善相关的政策和制度,建立公平、公正、透明的市场环境,鼓励创新和创业,保护知识产权,优化城市规划和建设,提高公共服务水平^[11]。制度改革和优化可以提高城市的整体竞争力和吸引力,促进人才和资源的流动,提升城市的包容性增长水平。另一方面,智慧城市建设也可能对包容性增长产生一定的抑制作用。智慧城市建设需要投入大量的资金和资源,这可能会导致财政预算的压力增大,进而影响城市公共服务的投入和质量。此外,智慧城市建设也可能导致信息安全问题,因此会加剧数字鸿沟和社会分化问题,从而抑制城市的包容性增长。因此,本文提出假设H2b。

H2b:智慧城市试点会抑制包容性增长。

2.5 智慧城市试点对绿色增长的影响

从技术视角来看,智慧城市建设借助数字技术,转变

传统生产方式、改进产品和变革产业组织形式,推动产业结构升级,实现资源的优化配置和高效利用^[30],促进绿色增长。例如,智慧交通系统可以通过智能调度和优化交通流量,减少交通拥堵和污染;智慧能源系统可以通过智能电网和智能供热等技术手段,实现能源的高效利用和大规模使用,减少碳排放和环境污染;智慧环保系统可以通过智能监测和污染治理等技术手段,实现环境监管的精细化和污染治理的高效化,促进环境保护和可持续发展。

从人才视角来看,智慧城市建设离不开物联网、大数据和人工智能等领域数字技术人才的支持。这些人才可以通过研发和应用数字技术,实现城市资源的优化配置和高效利用,推动绿色增长。例如,在智慧交通领域和智慧环保领域,数字技术人才都能在促进环境保护和可持续发展过程中发挥重要作用^[31]。此外,智慧城市建设需要具备绿色技术方面的专业人才,能够推动绿色技术的研发和应用。在智慧能源领域,绿色技术人才可以通过研发可再生能源技术,提高能源利用效率,减少碳排放量,促进能源的绿色化和可持续发展^[32]。在智慧建筑领域,绿色技术人才可以通过研发绿色建筑技术,实现建筑的节能减排和环境友好,推动城市的绿色化和可持续发展。

从制度视角来看,智慧城市建设通过一系列政策和制度来引导及规范城市的经济、社会和环境发展,从而实现可持续发展和绿色增长。首先,智慧城市建设可以通过出台相关的政策,建立相关的制度,支持绿色产业和绿色金融的发展。比如,可以通过制定税收优惠、财政补贴和信贷支持等一系列激励政策,鼓励企业和金融机构投资绿色产业和绿色金融,推动低碳、环保和资源节约型产业的发展。其次,还可以制定一系列相关的标准和规范,如绿色标识和环保认证等,引导市场主体进行绿色投资和绿色消费。然后,可以通过建立绿色城市规划和管理制度,引导和规范城市的建设和管理。具体而言,可以制定相关的规划和标准,要求城市建设和管理要符合绿色和可持续发展的原则,如合理布局、节能减排和资源循环利用等。因此,本文提出假设H2c。

H2c:智慧城市试点能促进绿色增长。

2.6 智慧城市试点政策效应的区位异质性

东部地区相较于其他地区而言,基础设施配置更加完善,资源禀赋更加丰富,因此智慧城市建设能够通过促进技术进步,推动相关产业的发展和对传统产业的改造,促进产业结构升级。如智慧能源和智慧交通等可以降低城市的运行成本,促进经济增长。智慧能源系统能够推动低碳能源技术的发展,智慧交通能够降低拥堵,从而减少环境污染。此外,智慧城市还可以通过信息技术实现

生态管理和保护,促进绿色增长。然而,智慧城市建设需要大量高技术人员参与,可能加剧城乡数字鸿沟和技能鸿沟,影响居民平等享有发展成果的机会,对包容性增长的影响可能不显著。

中部地区相较于东部地区,经济发展和城市化水平较低。在经济增长方面,智慧城市建设需要大量的资金和人才投入,而中部地区基础设施比较薄弱,财政压力巨大,并且传统产业向信息产业的转型有一定时滞,因此对经济增长的影响可能不显著。中部地区的城乡收入差异和地区差异比较明显,而智慧城市建设主要基于高技术行业,难以保证发展成果共享,会阻碍城市的包容性增长。智慧城市带动中部地区的技术创新,然而其城市化水平相对较低,产业集聚效应不明显,因此技术创新能更好地带动绿色全要素生产率的提升,从而推动绿色增长。

西部地区的城镇化和基础设施弱于其他地区。在经济增长方面,智慧城市建设能对西部地区的产业要素、组织方式和技术赋能等方面产生积极影响,快速打造特色产业集群,助力其经济增长。在包容性增长方面,西部地区的产业基础薄弱,但是拥有丰富的资源优势,试点建设有利于其充分利用资源优势,提供更充裕的就业岗位。并且西部地区的社会服务和公共服务设施尚不完善,智慧城市建设项目可以提升当地的公共服务水平,如智慧医疗和智慧教育等。在绿色增长方面,由于西部地区的经济和社会发展水平较低,政府对智慧城市建设的规划重点可能更注重经济增长,从而忽视环境保护,对绿色增长产生一定的阻碍作用。

东北地区作为传统的重工业基地,其工业基础较好,在经济增长方面,智慧城市建设可能会加快传统重工业的发展,推动经济增长。在包容性增长方面,东北地区重视重工业的发展,然而可能更加关注效率和利润而忽视社会公平,并且东北地区的市场规模较小,会对新兴产业的发展有所限制,进而阻碍包容性增长。在绿色增长方面,传统重工业的能耗和污染排放可能会抑制绿色增长。此外,东北地区的产业结构单一,智慧城市建设虽然能够提高能源利用效率,但是在短期内难以改变产业结构不合理的问题。因此,本文提出假设H3。

H3:智慧城市试点对包容性绿色增长的影响存在区位异质性。

2.7 智慧城市试点的空间溢出效应

智慧城市建设形成了本地和邻地跨区域的产业联动、技术创新和人才流动,推动了基础设施和公共服务的共建共享,增强了邻近地区的经济和创新活力。首先,智慧城市建设需要大量智能设备和物联网的支持,而这些

技术的应用往往需要通过产业链完成,这类产业链覆盖了试点地区和非试点地区,因此能够助推非试点地区的经济增长。此外,由于非试点地区相对于试点地区而言,基础设施水平和技术水平相对薄弱,因此经济增长的发展潜力大于试点地区,技术应用的成果会更加显著。试点地区在绿色发展方面已经具备了较高的技术水平和管理水平,而非试点地区存在较大的环境污染和资源浪费问题,因此通过智慧城市建设的溢出效应,可以促进非试点地区实现资源的优化配置,达到节约能源和减少污染的目的。因此,本文提出假设H4。

H4:智慧城市试点对包容性绿色增长的影响存在显著的空间溢出效应,且对周边试点城市和非试点城市的影响存在显著差异。

3 模型设定和变量说明

3.1 模型设定

本文采用多期DID和空间DID方法研究智慧城市试点对包容性绿色增长的影响。国家在设立智慧城市试点时,将某些市辖区、县级市单独进行试点。为避免低估实证结果,本文将相关城市予以剔除,最终选取了210个地级及以上城市,其中96个试点城市作为实验组,其他114个未试点城市作为对照组纳入模型。三批试点分别在2013年1月、2013年7月和2015年4月进行,由于第二批试点在2013年的下半年,考虑政策效果的滞后性,将第二批试点的年份确定为2014年。因此,本文将试点年份分别设定为2013年、2014年和2015年。智慧城市试点政策是逐年推进的,本文借鉴Autor^[33]的做法,构建多期双重差分模型。该方法能够很好地处理政策时间不一致的问题,从而更好地估计政策效应,并且一定程度上缓解了测量误差和内生性问题。在此基础上采用双向固定效应模型,控制城市和时间的影响以降低遗漏变量偏误,采用稳健标准误处理异方差问题,模型构建如下:

$$IGG_{it} = \beta_0 + \beta_1 PSC_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中:下标*i*代表城市,*t*代表年份,*IGG*为包容性绿色增长水平,*PSC*为双重差分项,*X*为一组控制变量,包括文化资源、产业结构、外资依存度、地方政府竞争和政府干预; β 为待估参数, μ 为个体固定项, λ 为年份固定项, ε 为随机误差项。*PSC*的取值规则为,考察期内未进行试点的城市取值为0,试点城市政策实行前年份取值为0,政策实行当年及之后取值为1。本文重点关注的系数为 β_1 ,若 β_1 显著为正,说明智慧城市试点建设能显著促进包容性绿色增长。

传统双重差分模型忽视了个体处理效应稳定性(SUTVA)的假设,即需要满足政策干预不会造成外溢效

应。KOLAK等^[34]认为,忽视这一假设会使得估计系数产生偏误,而空间双重差分模型在考虑空间相关性和空间溢出效应的同时,还能很好地满足SUTVA假设。考虑到包容性绿色增长是经济质量的综合体现,在空间上存在较强的关联效应。因此,本文将空间计量模型与传统的双重差分模型相结合,构建如下形式的SDID模型:

$$IGG_{it} = \alpha + \rho \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij} IGG_{jt} + \beta_1 PSC_{it} + \beta_2 \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij} PSC_{jt} + \gamma_1 X_{it} + \gamma_2 \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij} X_{jt} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\varepsilon_{it} = \lambda \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij} \varepsilon_{jt} + \eta_{it} \quad (3)$$

其中: ρ 和 λ 分别是空间自回归系数和空间自相关系数, W_{ij} 表示反地理距离矩阵^[35]; α 为常数项, β_1 的含义与公式(1)相同, β_2 表示智慧城市试点的政策溢出效应,但该效应为试点城市对邻近所有城市的平均效应; γ 、 λ 为待估参数, i 、 j 代表城市, t 代表年份, N 代表所有城市个数, μ 为个体固定项, ν 为年份固定项, ε 、 η 为随机误差项。本文进一步将政策溢出效应分解为组内溢出效应和组间溢出效应,即实验组向实验组溢出和实验组向对照组溢出。参考Chagas^[36]的做法,将空间权重矩阵 W_{ij} 进一步分解为 W_{ij}^{TT} 、 W_{ij}^{TNT} 、 W_{ij}^{NTT} 和 W_{ij}^{NTNT} ,分别表示试点城市间、非试点城市向试点城市、试点城市向非试点城市以及非试点城市间的空间权重矩阵,具体分解形式如下:

$$W_{ij} = W_{ij}^{TT} + W_{ij}^{TNT} + W_{ij}^{NTT} + W_{ij}^{NTNT} \quad (4)$$

$$W_{ij}^{TT} = D_i^D \times W_{ij} \times D_i^D \quad (5)$$

$$W_{ij}^{TNT} = D_i^D \times W_{ij} \times D_i^C \quad (6)$$

$$W_{ij}^{NTT} = D_i^C \times W_{ij} \times D_i^D \quad (7)$$

$$W_{ij}^{NTNT} = D_i^C \times W_{ij} \times D_i^C \quad (8)$$

其中: D_i 表示该城市是否为试点城市,是 $n \times 1$ 的列向量,若为试点城市记为1,否则记为0。 $D_i^D = \text{diag}(D_i)$ 是主对角线元素为 D_i ,其余元素为0的 $n \times n$ 矩阵。 $D_i^C = \text{diag}(t_n - D_i)$ 是主对角线元素为 $t_n - D_i$,其余元素为0的 $n \times n$ 矩阵, t_n 是元素为1的列向量。

通过空间权重矩阵分解,改进后的SDID模型为:

$$IGG_{it} = \alpha + \rho \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij} IGG_{jt} + \beta_1 PSC_{it} + \beta_2 \sum_{j=1, j \neq i}^N (W_{ij}^{TT} + W_{ij}^{NTT}) PSC_{jt} + \gamma_1 X_{it} + \gamma_2 \sum_{j=1, j \neq i}^N (W_{ij}^{TT} + W_{ij}^{NTT}) X_{jt} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

其中:实验组城市受到直接效应和溢出效应的影响($\beta_1 + \beta_2 \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij}^{TT}$),而控制组城市受到溢出效应的影响($\beta_2 \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij}^{NTT}$)。由于非试点城市不存在空间溢出效应,因此 W_{ij}^{TNT} 和 W_{ij}^{NTNT} 均为 $n \times n$ 的零矩阵。

3.2 变量说明

被解释变量:包容性绿色增长。包容性绿色增长是

指在经济发展过程中,同时实现包容性和绿色化的发展模式,这一战略思想是经济转型的重要方向。参考周小亮等^[9]的研究,从经济、包容性和绿色增长3个维度对“包容性绿色增长”进行定量测度,并且在现有研究的基础上补充绿色生产的绿色创新产出以及绿色宜居等相关指标。其中,经济增长的体现包括经济产出和收入水平2个方面,参考王宇昕等^[37]的研究,从产出和收入2个维度构建指标。包容性增长是一种以人为本、可持续的发展方式,旨在要求经济发展的同时实现社会公平,关注弱势群体的利益,确保更多人能够参与和分享发展成果。周小亮等^[9]认为,可以从就业公平、教育公平、医疗公平和社会保障公平等4个方面对其进行测量。绿色增长是一种可持续发展的方式,旨在减少生产和消费过程中对自然资源的消耗和环境的破坏,实现经济增长和生态保护的协调发展。本文在周小亮等^[9]的研究基础上,加入绿色宜居,从绿色生产、绿色消费和绿色宜居3个方面对其进行测量。

根据前文所述,基于数据的可得性和完整性,本文从经济增长、包容性增长和绿色增长等3个维度对包容性绿色增长进行综合测度,包括9个二级指标和36个三级指标。其中,涉及生产总值的数据均采用2000年不变价进行处理,以避免通货膨胀的影响。由于城市层面的平减指数数据缺失严重,采用省级数据进行代替。数据主要来自《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国医疗卫生统计年鉴》以及EPS数据库等。其中,部分缺失值采用线性插值法及多项式插值法进行填补,具体指标见表1, W_{-i} 为第 i 年该指标的权重。

本研究参考吴武林等^[38]使用的定基极差熵权法对包容性绿色增长及其三大子系统进行定量测度,该方法是定基极差法和熵权法的综合应用,不仅体现了熵权法基于指标本身信息量计算权重的客观性,而且还克服了熵权法本身对面板数据指标计算的不足之处,其优势在于可以很好地识别同一指标不同年份的权重变化,并且能够有效刻画包容性绿色增长时空双重维度的变化趋势,具体算法步骤详见吴武林等^[38]的研究。

核心解释变量:智慧城市试点政策虚拟变量(PSC),将城市划分为考察期内进行试点的城市和未试点的城市,分别定义为实验组和控制组。实验组在试点年份前定义为0,试点年份及以后定义为1。控制组在考察期年份均定义为0。

控制变量:参考已有相关的研究,选取文化资源、产业结构、外资依存度、地方政府竞争和政府干预等5个控制变量。其中,文化资源采用万人图书馆藏书衡量,文化资源丰富的地区,居民拥有更多的学习机会,从而推



表1 包容性绿色增长指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	方向	W_2009	W_2020	
经济增长	经济产出	地区生产总值	万元	+	0.032	0.032	
		人均生产总值	元/人	+	0.028	0.027	
		第二产业产值/地区生产总值	%	-	0.026	0.026	
		第三产业产值/地区生产总值	%	+	0.027	0.026	
	收入水平	财政收入/地区生产总值	财政收入/地区生产总值	%	+	0.028	0.027
			城镇人均可支配收入	元	+	0.028	0.027
			农村人均可支配收入	元	+	0.028	0.027
			城乡人均可支配收入比	%	-	0.026	0.026
			职工平均工资	元	+	0.026	0.026
			城镇登记失业率	%	-	0.026	0.026
包容性增长	就业公平	二三产业就业率	%	+	0.026	0.026	
		万人拥有医生人数	人/万人	+	0.027	0.027	
	医疗公平	万人拥有医院、卫生院数	个/万人	+	0.029	0.027	
		万人拥有医院、卫生院床位数	张/万人	+	0.028	0.027	
		财政教育支出/财政预算支出	%	+	0.026	0.026	
	教育公平	万人拥有教育资源数	所/万人	+	0.028	0.028	
		小学师生比	%	+	0.027	0.027	
		中学师生比	%	+	0.026	0.026	
		高等院校师生比	%	+	0.026	0.030	
	社会保障公平	养老保险覆盖率	%	+	0.030	0.029	
医疗保险覆盖率		%	+	0.030	0.031		
失业保险覆盖率		%	+	0.031	0.031		
绿色增长	绿色生产	单位产值二氧化碳排放量	t/万元	-	0.026	0.026	
		单位产值工业二氧化硫排放量	t/亿元	-	0.026	0.026	
		单位产值工业烟粉尘排放量	t/亿元	-	0.026	0.026	
		单位产值工业废水排放量	t/万元	-	0.026	0.026	
		万人绿色专利申请数	个/万人	+	0.036	0.035	
		万人绿色专利授权数	个/万人	+	0.035	0.033	
	绿色消费	人均居民生活用电量	kW·h/人	-	0.026	0.026	
		人均居民生活用水量	t/人	-	0.026	0.026	
		生活垃圾无害化处理率	%	+	0.027	0.026	
		绿色宜居	人均城市道路面积	m ² /人	+	0.028	0.029
			建成区绿化覆盖率	hm ² /万人	+	0.027	0.026
			人均拥有公园绿地面积	hm ² /万人	+	0.032	0.034
全市污水处理厂集中处理率	%		+	0.027	0.026		
万人拥有公共汽车数量	辆/万人	+	0.026	0.026			

注:定基差熵权法能够计算指标每年的权重,限于篇幅,本文仅列出起始年和终止年的权重,权重值保留三位小数。

动包容性绿色增长^[39]。产业结构选用第三产业产值与第二产业产值之比衡量,产业结构既决定了经济发展的方向,又反映了就业结构,从而影响包容性绿色增长^[40]。外资依存度采用外商直接投资占GDP的比重衡量,外商直接投资可以提高技术水平、增加就业机会,但是过度依赖外商投资可能会使国家对外部经济环境的波动更加敏感^[41],从而不利于包容性绿色增长。地方政府竞争采用财政收支比进行衡量,地方政府竞争通过影响资金

投入能力、政府债务水平和调节经济周期,从而影响包容性绿色增长^[42]。政府干预采用政府支出占GDP的比重衡量,政府干预的提高意味着市场化程度的下降,这可能会导致某些行业出现结构产能过剩,同时加剧环境污染程度,进而对包容性绿色增长产生影响^[43]。根据本文的研究目的,最终选取了2009—2020年210个地级及以上城市的面板数据,表2列出了各变量的描述性统计结果。

表2 描述性统计结果

变量类型	变量	符号	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	经济增长	<i>Eco</i>	2 520	0.537	0.201	0.151	1.835
	包容增长	<i>Inc</i>	2 520	0.316	0.058	0.178	1.253
	绿色增长	<i>Gre</i>	2 520	0.554	0.106	0.087	1.696
	包容性绿色增长	<i>IGG</i>	2 520	0.463	0.096	0.177	1.182
核心解释变量	智慧城市试点	<i>PSC</i>	2 520	0.271	0.445	0.000	1.000
控制变量	文化资源	<i>Cul</i>	2 520	0.578	0.836	0.009	14.390
	产业结构	<i>Str</i>	2 520	0.933	0.418	0.226	4.149
	外资依存度	<i>Fca</i>	2 520	0.206	0.126	0.008	1.000
	地方政府竞争	<i>Gco</i>	2 520	0.432	0.210	0.056	1.541
	政府干预	<i>Gov</i>	2 520	0.198	0.088	0.051	0.688

4 实证结果分析

4.1 基准回归分析

在进行实证分析前,对变量进行VIF检验,结果显示变量间不存在严重的多重共线性。Hausman检验结果表明应该使用固定效应模型。基于AIC和BIC统计量的估计结果,最终选择双固定效应模型进行基准分析,限于篇幅,检验结果备索。

4.1.1 平行趋势检验

使用多期DID方法的前提条件是满足平行趋势检验,如果不满足平行趋势检验,系数将无法准确反映政策效应。考虑到智慧城市试点政策是分批次进行,城市组别会随政策的实施批次发生变化。因此,参考王亚飞等^[44]的做法,基于“事件分析法”进行平行趋势检验,从而分析政策的动态效应,模型形式如下:

$$IGG_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \beta_k \sum_{k=-3}^4 PSC_{it}^k + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中: PSC_{it}^k 是智慧城市试点设立这一事件的虚拟变量, k 表示政策试点实施的时间节点,如果某个城市在第 k 年为试点城市,则赋值为1,否则赋值为0。由于政策实施前3年和后4年的数据量较小,因此将 k 的取值范围设定为-3~4。此外, α 、 β 为待估参数,其余符号含义与公式(1)相同,平行趋势检验的结果如图2所示。

由图2可知,智慧城市试点前三年的估计值显著为0,智慧城市试点实施后两年,政策的作用显著为正,表明通过了平行趋势检验,且政策效果存在一定的滞后性。总体而言,智慧城市建设对包容性绿色增长的促进作用呈现逐年上升的趋势。究其原因,这主要是得益于技术水平成熟、城市管理效率提高和公众生态环保意识增强。具体来看:①随着时间推移,信息化、智能化和物联网的技术越来越成熟,应用场景也越广泛,能够更好地满足居民需求,提高城市的运行效率,推动经济的可

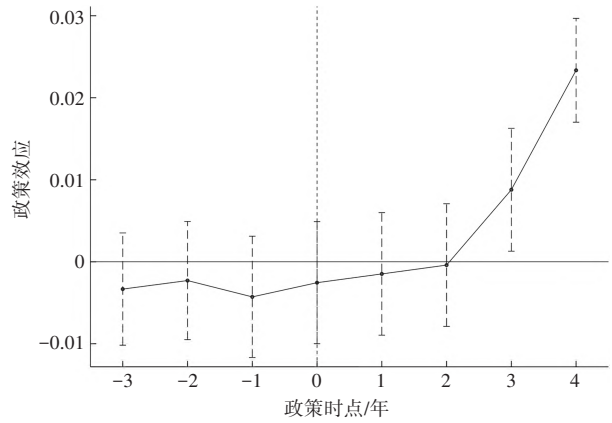


图2 基准回归平行趋势图

持续发展;断提升,从而实现数据的精准采集和分析,城市管理效率不断提高;③在国家低碳试点和生态文明建设的大环境下,企业和公众对环境保护和绿色发展越来越重视,企业推出绿色产品,满足公众需求,政府加大节能减排的投入支持企业创新,共同促进城市的可持续发展。

4.1.2 智慧城市建设对包容性绿色增长的影响

在通过了平行趋势检验之后,本文进一步进行基准回归。表3列出了逐步加入控制变量的时空双向固定模型的基准回归结果。

由表3可知,逐步加入控制变量,核心解释变量PSC的系数均保持在5%的水平下显著,系数值十分稳健,说明智慧城市试点能够显著推动城市的包容性绿色增长水平,这就验证了假设H1。究其原因,智慧城市评价指标体系中重点提及了惠民服务和生态宜居,并且试点地区的管理效率、产业活力和创新水平都显著优于非试点地区,提供了良好的发展环境。

4.2 稳健性检验

参考张荣博等^[22]的研究,通过更换变量、PSM-DID和

表3 基准回归结果

变量	包容性绿色增长					
	核心解释变量	1个控制变量	2个控制变量	3个控制变量	4个控制变量	全部变量
<i>PSC</i>	0.017*** (0.005)	0.016*** (0.005)	0.016*** (0.005)	0.014*** (0.005)	0.014*** (0.005)	0.011** (0.005)
<i>Cul</i>		0.007* (0.004)	0.008* (0.004)	0.006* (0.004)	0.006* (0.004)	0.005 (0.003)
<i>Str</i>			0.005 (0.007)	-0.000 (0.007)	-0.001 (0.007)	0.001 (0.006)
<i>Fca</i>				0.189*** (0.056)	0.189*** (0.056)	0.262*** (0.060)
<i>Gco</i>					0.014 (0.024)	-0.026 (0.025)
<i>Gov</i>						-0.224*** (0.045)
常数项	0.377*** (0.002)	0.375*** (0.003)	0.370*** (0.006)	0.359*** (0.007)	0.353*** (0.011)	0.399*** (0.014)
个体固定	Y	Y	Y	Y	Y	Y
时点固定	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	2520	2520	2520	2520	2520	2520
<i>R</i> ²	0.764	0.767	0.768	0.777	0.777	0.789

注:* $P<0.10$,** $P<0.05$,*** $P<0.01$;括号内数值为稳健标准误。

安慰剂检验等方法对基准模型稳健性进行检验。

4.2.1 更换变量检验

本部分采用三种更换变量的方法进行稳健性检验。第一,更换包容性绿色增长测度方法,参考郭亚军^[45]提出的纵横向拉开档次法进行测度。第二,考虑到政策的滞后效应,将解释变量均滞后1期进行实证估计。第三,时间安慰剂检验,向前2年和3年改变政策时间。对变量进行替换后,限于篇幅,控制变量结果未列出,备索。检验结果见表4。

由表4可知,第2列结果为更换被解释变量的测度方法,第3列将所有解释变量滞后一期,这两列结果均显著。第4列和第5列分别将政策干预时间提前2期和3期,结果均不显著。通过更换变量的3种方法可知,模型具有一

表4 更换变量的稳健性检验结果

变量	拉开 档次法	解释变量 滞后1期	政策提前 2期	政策提前 3期
<i>PSC</i>	0.008*** (0.003)	0.012*** (0.005)	0.004 (0.003)	-0.006 (0.004)
控制变量	Y	Y	Y	Y
个体固定	Y	Y	Y	Y
时点固定	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	2 520	2 310	2 520	2 520
<i>R</i> ²	0.938	0.767	0.788	0.788

注:*** $P<0.01$;括号内数值为稳健标准误。

定的稳健性。

4.2.2 倾向得分匹配-多期双重差分法

虽然多期DID模型估计出了政策的平均处理效应,但是智慧城市试点并非严格的自然实验。智慧城市的入选基于申报制,试点城市对于城市信息化基础设施可能更加关注,试点城市和非试点城市不具备相似的初始特征,包容性绿色增长水平的提升不一定是政策的作用,实验组和控制组的控制变量差异也会影响包容性绿色增长水平,如果使用多期DID可能会存在样本选择性偏误问题。因此,本文参考白俊红等^[46]的做法,考虑PSM的两种处理方法,即构造截面PSM和针对面板数据的逐年匹配PSM法。表5为PSM-DID的回归结果,三列分别代表个体固定效应、时点固定效应和个体时点双固定效应等三种情况。限于篇幅,平衡性检验和控制变量结果未列出,备索。

由表5可知,在将数据分别按照截面PSM和逐年PSM匹配处理后,无论是单固定还是双固定模型,结果均表明智慧城市试点系数显著为正,与基准回归结果一致,再次说明基准回归模型的结果稳健。

4.2.3 安慰剂检验

为了排除政策冲击的内生性和城市异质性对研究结果的影响,本文采用随机模拟的方法,对实验组样本和政策实施的时间均进行随机选择进行重复1 000次的安慰

表5 PSM-DID回归结果

变量	截面PSM-DID			逐年PSM-DID		
	个体固定	时点固定	个体时点双固定	个体固定	时点固定	个体时点双固定
<i>PSC</i>	0.015*** (0.004)	0.009** (0.005)	0.009** (0.004)	0.014*** (0.004)	0.008* (0.004)	0.008* (0.004)
个体固定	Y	N	Y	Y	N	Y
时点固定	N	Y	Y	N	Y	Y
<i>N</i>	2 498	2 498	2 498	2 430	2 430	2 430
<i>R</i> ²	0.739		0.793	0.761		0.815

注: * $P < 0.10$, ** $P < 0.05$, *** $P < 0.01$; 括号内数值为稳健标准误。

剂检验^[39],安慰剂检验结果如图3所示。

图3中,右侧虚线为智慧城市政策效应的估计值,横坐标为随机组合的政策变量系数,纵坐标分别为显著性水平及核密度。从图3可以看出,图上大部分点落在 p 值大于0.1的区域,并且位于政策效应估计值的左边,可以排除其他不可观察特征的影响,说明基准估计结果稳健。

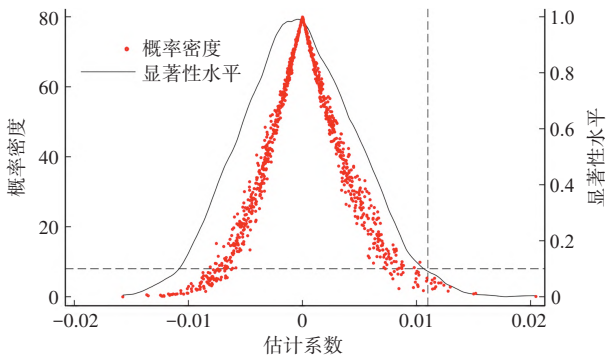


图3 安慰剂检验

4.3 机制检验

基准回归结果得出了智慧城市建设能够有效推动包容性绿色增长,但包容性绿色增长是经济增长、包容性增长和绿色增长的综合体现,智慧城市建设通过何种路径影响包容性绿色增长还有待进行检验,表6列出了实证检验结果,限于篇幅,控制变量结果未列出,备索。

由表6可知,在经济增长子系统中,试点能够显著促

表6 子系统影响路径检验结果

变量	经济增长	包容性增长	绿色增长
<i>PSC</i>	0.015** (0.006)	0.005 (0.004)	0.019** (0.007)
个体固定	Y	Y	Y
时点固定	Y	Y	Y
<i>N</i>	2520	2520	2520
<i>R</i> ²	0.953	0.073	0.501

注: ** $P < 0.05$; 括号内数值为稳健标准误。

进区域经济增长,这就验证了假设H2a。究其原因,智慧城市试点可以通过提高城市管理效率、激发产业活力、推动城市创新、增加就业机会、促进人才集聚和流动以及完善相关制度等途径推动经济增长。

在包容性增长子系统中,试点能够促进包容性增长,但并不显著,假设H2b未得到验证。究其原因,从增长极理论的角度来看,智慧城市建设基于信息技术应用,涌现了大量具有创新活力和增长潜力的行业,吸引了大量的人才和资本入驻。因此,一部分低技能劳动力面临结构性失业,加剧社会不平等,一定程度抑制了包容性增长;与此同时,另一部分高技术人才则获得了就业机会,促进包容性增长。因此,试点对包容性增长的促进作用不显著。

在绿色增长子系统中,智慧城市建设能够显著促进绿色增长,这就验证了假设H2c。究其原因,智慧城市建设可以借助数字技术,转变传统生产方式、改进产品和变革产业组织形式,推动产业结构升级,实现资源的优化配置和高效利用,并建立一系列政策和制度来引导和规范城市的经济、社会和环境发展,从而促进绿色增长。

图4和图5分别列出了经济增长和绿色增长的平行趋势检验结果。

由图4、图5可以看出,经济增长试点前一年的政策

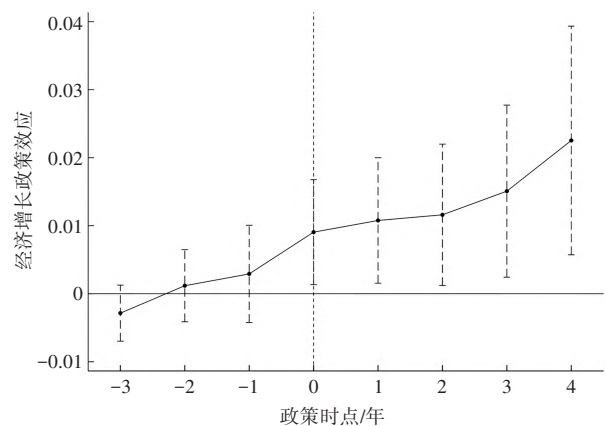


图4 经济增长平行趋势检验

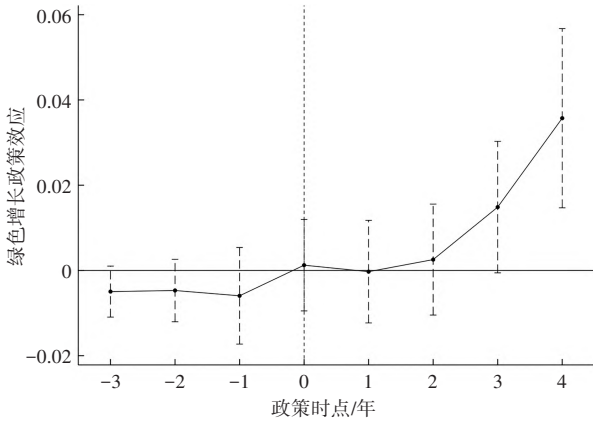


图5 绿色增长平行趋势检验

效应为正,可能的原因在于,智慧城市试点属于申报制,部分城市为了满足申报要求,提前作了充分准备。而绿色增长的政策效应在两年后才显著,可能的原因在于,绿色技术从研发到应用需要一定的时间。此外,两者的政策效应均呈现逐年递增的态势。

4.4 进一步分析

4.4.1 区域异质性分析

为探究智慧城市政策存在的地区异质性效应,本文基于经济、政治和文化等方面的差异将全国划分为东部、中部、西部和东北4个地理区域。其中表7列出了四大区

表7 政策效应地区异质性结果

地区	变量	包容性绿色增长	经济增长	包容性增长	绿色增长
东部	PSC	0.016** (0.006)	0.016** (0.007)	0.003 (0.004)	0.031*** (0.011)
	控制变量	Y	Y	Y	Y
	N	708	708	708	708
	R ²	0.816	0.955	0.247	0.568
	中部	PSC	-0.001 (0.003)	-0.001 (0.003)	-0.009 (0.006)
控制变量		Y	Y	Y	Y
N		696	696	696	696
R ²		0.853	0.986	0.108	0.536
西部		PSC	0.006* (0.004)	0.008*** (0.003)	0.013* (0.007)
	控制变量	Y	Y	Y	Y
	N	816	816	816	816
	R ²	0.824	0.980	0.070	0.620
	东北	PSC	-0.008** (0.004)	0.009** (0.004)	-0.013 (0.009)
控制变量		Y	Y	Y	Y
N		300	300	300	300
R ²		0.886	0.982	0.098	0.602

注:* P<0.10, ** P<0.05, *** P<0.01;括号内数值为稳健标准误。

域智慧城市建设对包容性绿色增长及3个子系统的政策效应。限于篇幅,控制变量结果未列出,备案。

由表7可知,试点对包容性绿色增长的影响的确存在区位异质性,这就验证了假设H3。在东部地区,试点能显著促进包容性绿色增长,分子系统而言,显著推动经济增长和绿色增长,但对包容性增长的影响不显著。究其原因,智慧城市建设的重心放在经济建设和提高绿色技术水平上。产业结构优化也会导致一部分人结构性失业,出现严重的数字鸿沟和技能鸿沟,影响包容性增长。

在中部地区,试点对包容性绿色增长的影响不显著,分子系统而言,显著促进了绿色增长,但对经济增长和包容性增长的影响不显著。究其原因:①中部地区基础设施比较薄弱,财政压力巨大,产业转型存在时滞,在短期难以产生经济效益;②中部地区的城乡收入差异和地区差异比较明显,难以保证发展成果共享;③试点推动了中部地区的技术创新,但是囿于城市化水平较低,中部地区产业集聚效应不明显。

在西部地区,试点显著促进包容性绿色增长,分子系统而言,显著促进了经济增长和包容性增长,但对绿色增长的影响不显著。究其原因:①西部地区具有较强的特色产业优势,如民族、文旅产业等,试点建设能快速打造特色产业集群,助力经济增长;②西部地区拥有丰富的资源优势,潜在就业岗位充裕,试点建设项目有助于充分利用资源优势,提升公共服务和就业水平;③政府对智慧城市建设的规划可能更注重经济增长而忽视环境保护。

在东北地区,试点显著抑制包容性绿色增长,分子系统而言,试点显著促进了经济增长,显著抑制了绿色增长,但对包容性增长的影响不显著。究其原因:①智慧城市建设加速东北地区传统重工业的发展,推动经济增长;②东北地区的市场规模较小,就业空间受到限制,因此对包容性增长的影响极其有限;③传统重工业的能耗和污染排放可能会抑制绿色增长,并且产业转型需要大量资金,存在一定时滞。

4.4.2 空间溢出效应分析

该部分的空间计量模型均基于反距离空间权重矩阵^[39]。在进行空间计量之前,首先对包容性绿色增长及其三大子系统进行了全局空间自相关检验,结果表明除了包容性增长在2018年不显著外,其余均在0.05的水平下显著。通过Hausman、LR、Wald等一系列检验,最终确定双固定空间杜宾模型。限于篇幅,检验结果备案。表8列出了空间DID模型的估计结果,限于篇幅,控制变量结果未列出,备案。

表8 空间DID模型估计结果

效应	变量	包容性 绿色增长	经济增长	包容性 增长	绿色增长
直接效应	PSC	0.024*** (0.006)	0.011*** (0.002)	0.003 (0.003)	0.020*** (0.004)
间接效应	PSC	2.284** (1.027)	0.176*** (0.061)	-0.038 (0.028)	0.237*** (0.066)
	N	2 520	2 520	2 520	2 520
	R ²	0.436	0.055	0.003	0.010

注: ** $P < 0.05$, *** $P < 0.01$; 括号内数值为稳健标准误。

由表8可知,智慧城市试点对邻近地区的包容性绿色增长、经济增长和绿色增长存在显著的正向政策溢出和传导效应,这个结论验证了假设H4的前半部分。由理论分析可知,智慧城市建设加速了跨地区的产业联动、技术创新和人才流动,提高了邻近城市的经济和创新活力。

为深入研究智慧城市建设对包容性绿色增长空间溢出的政策效应,本文基于双固定空间杜宾模型,将空间溢出效应分解为组内溢出效应($W^{TT}DID$)和组间溢出效应($W^{NTT}DID$),将试点城市对邻近城市分解为试点城市对邻近试点城市以及试点城市对邻近非试点城市的影响,分解结果见表9。

表9 空间溢出效应分解结果

变量	包容性 绿色增长	经济增长	包容性 增长	绿色增长
$W^{TT}PSC$	0.020 (0.084)	0.148* (0.088)	-0.077 (0.111)	-0.008 (0.135)
$W^{NTT}PSC$	0.219*** (0.071)	0.267*** (0.074)	0.029 (0.094)	0.237** (0.115)
控制变量	Y	Y	Y	Y
N	2 520	2 520	2 520	2 520
R ²	0.803	0.961	0.085	0.531

注: * $P < 0.10$, ** $P < 0.05$, *** $P < 0.01$; 括号内数值为稳健标准误。

由表9可知,试点显著促进邻近非试点城市的包容性绿色增长,对邻近试点城市的影响不显著,这就验证了假设H4的后半部分。分子系统而言,试点不仅能促进邻近试点城市的经济增长,还能促进邻近非试点城市的经济增长,并且对非试点城市的影响强于试点城市;对邻近试点和非试点城市的包容性增长的影响均不显著;能显著促进邻近非试点城市的绿色增长,但是对邻近试点城市绿色增长的影响不显著。究其原因:①智能设备和物联网的产业链覆盖了非试点地区,并且非试点地区的经济基础更薄弱,因此经济增长潜力大于试点地区;②试点地区已经具有较高的经济和技术水平,非试点地区仍然存

在资源浪费的现象,因此智慧城市建设的溢出效应,可以帮助非试点地区实现资源的优化配置,达到节约能源和减少污染的目的。

5 研究结论与政策启示

作者基于中国2009—2020年210个地级及以上城市的面板数据,采用多期双重差分法、空间双重差分法以及一系列稳健性检验方法实证研究了智慧城市试点对包容性绿色增长的影响和空间溢出效应。研究结论如下:①中国智慧城市试点对包容性绿色增长有显著的促进作用,并且效果逐年增强,这一结论通过了一系列的稳健性检验。②智慧城市试点对经济增长和绿色增长有显著的促进作用,对包容性增长的影响不显著。③智慧城市试点对包容性绿色增长的影响存在区域异质性,智慧城市试点能推动东部和西部地区的包容性绿色增长,抑制东北地区的包容性绿色增长,对中部地区的影响不显著。④智慧城市试点对邻近地区的包容性绿色增长有显著的促进作用,主要体现在经济增长和绿色增长方面,具体体现为显著促进邻近非试点地区的经济增长和绿色增长,但是仅能显著促进邻近试点地区的经济增长。

基于研究所得的结论,提出如下政策启示。

(1)智慧城市建设应更加重视促进包容性增长。

①政府可以通过推动数字化转型和支持创新创业等措施吸引企业投资,并创造更多的就业机会,同时还要加强全民职业培训和就业指导服务,从而推动就业公平的实现。②政府可以通过建立智慧医疗平台,推广远程医疗服务和数字化医疗技术等措施,改善医疗资源分配不均的现状,并提供更加便捷和高效的医疗服务,从而推动医疗成果的全民共享。③政府可以通过建立数字化教育平台,提供在线教育资源 and 推广数字化教育服务等措施,解决教育资源不足和教育服务质量不高的问题,并提供更加灵活和多元化的教育选择。④政府可以通过数字化社会保障服务、推广智慧社区和建立数字化社会保障系统等措施,提供更加便捷和高效的社会保障服务,实现社会保障资源的均衡分配。

(2)因地制宜地开展政策试点实施工作。①对于东部地区,应该将智慧建设的重点放在包容性增长方面,东部地区城市化水平高,数字经济发展比较成熟,因此可以加强智能交通和智能供水等基础设施建设,以提高城市运行效率和生活质量。②中部地区应该将重点放在经济增长和包容性增长方面,比如建立开放的数据平台,让城市各个部门和社会各界能够共享数据资源,加快信息流动和共享,提高城市治理和服务的效率。③西部地区应该将重点放在绿色增长方面,比如加强可再生能

源开发利用、加大对生态保护和修复的投入、建立智慧城市生态管理体系。④东北地区应该将重点放在包容性增长和绿色增长方面,比如可通过智慧城市建设发展新型信息技术、高端装备制造和节能环保等产业,促进区域经济转型升级。

(3)合理分配创新要素和资源,避免“马太效应”的扩散,鼓励地区间的经验交流以及创新要素和资源的合理流动。①加大智慧城市试点城市的投资力度,智慧城市建设能够促进邻近试点城市的经济增长,因此应该加大对试点城市的投资力度,充分发挥智慧城市试点对邻近试点城市的带动作用,以此达到双赢互利的目的。②针对邻近非试点城市的绿色增长,政府可以通过提供更多的财政资金和税收优惠等政策,鼓励非试点城市建设智慧城市,并注重发展绿色产业以及推广可再生能源,从而促进非试点城市的绿色增长。③针对邻近试点城市的绿色增长,政府应该注重环保政策和法规的制定和执行,加大对环保产业的支持力度,鼓励企业采用清洁技术和节能减排技术,从而推动试点城市的绿色增长。

参考文献

[1] 朱孔来,李静静,乐菲菲. 中国城镇化进程与经济增长关系的实证研究[J]. 统计研究,2011,28(9):80-87.

[2] CUI L L, SHI J. Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China[J]. Urban climate, 2012, 2: 1-15.

[3] BERTINELLI L, BLACK D. Urbanization and growth[J]. Journal of urban economics, 2004, 56(1): 80-96.

[4] 巫细波,杨再高. 智慧城市理念与未来城市发展[J]. 城市发展研究,2010,17(11):56-60,40.

[5] 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.

[6] BERKHOUT E, BOUMA J, TERZIDIS N, et al. Supporting local institutions for inclusive green growth: developing an Evidence Gap Map[J]. NJAS: wageningen journal of life sciences, 2018, 84(1): 51-71.

[7] RAUNIYAR G, KANBUR R. Inclusive growth and inclusive development: a review and synthesis of Asian Development Bank literature[J]. Journal of the Asia Pacific economy, 2010, 15(4): 455-469.

[8] 张晓颖. 经济、环境、社会发展与人:从可持续发展观到包容性绿色增长[J]. 江淮论坛,2014(6):93-98,61.

[9] 周小亮,吴武林. 中国包容性绿色增长的测度及分析[J]. 数量经济技术经济研究,2018,35(8):3-20.

[10] AMINATA J, NUSANTARA D I K, SUSILOWATI I. The analysis of inclusive green growth in Indonesia[J]. Jurnal ekonomi & studi pembangunan, 2022, 23(1): 140-156.

[11] 辜胜阻,王敏. 智慧城市建设的理论思考与战略选择[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(5):74-80.

[12] WRIGHT S, STEVENTON A. Intelligent spaces: the vision, the op-

portunities and the barriers[J]. BT technology journal, 2004, 22(3):15-26.

[13] CARAGLIU A, DEL BO C, NIJKAMP P. Smart cities in Europe[J]. Journal of urban technology, 2011, 18(2):65-82.

[14] LAZAROIU G C, ROSCIA M. Definition methodology for the smart cities model[J]. Energy, 2012, 47(1):326-332.

[15] 周小敏,李连友. 智慧城市建设能否成为经济增长新动能?[J]. 经济经纬,2020,37(6):10-17.

[16] 董宴廷,王洛忠. 智慧城市建设与城市公共服务水平:基于智慧城市试点的准自然试验[J]. 城市问题,2021(10):56-64.

[17] 曾亿武,孙文策,李丽莉,等. 数字鸿沟新坐标:智慧城市建设对城乡收入差距的影响[J]. 中国农村观察,2022(3):165-184.

[18] 张万里,张澄,宣畅. 智慧城市减缓还是加剧城乡收入差距:来自数字普惠金融和城镇化的视角[J]. 经济问题探索,2022(5):123-144.

[19] 郭庆宾,汪涌. 城市发展因智慧而绿色吗[J]. 中国软科学, 2022(9):172-183.

[20] 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[J]. 财贸研究,2021,32(3):28-40.

[21] 聂飞. 国家“智慧城市”试点对FDI的“二元边际”扩展的影响:理论机制与实证[J]. 国际贸易问题,2019(10):84-99.

[22] 张荣博,钟昌标. 智慧城市试点、污染就近转移与绿色低碳发展:来自中国县域的新证据[J]. 中国人口·资源与环境,2022, 32(4):91-104.

[23] SOLOW R M. A contribution to the theory of economic growth[J]. Quarterly journal of economics, 1956, 70(1):65.

[24] 袁航,朱承亮. 智慧城市是否加速了城市创新[J]. 中国软科学,2020(12):75-83.

[25] 党安荣,甄茂成,王丹,等. 中国新型智慧城市发展进程与趋势[J]. 科技导报,2018,36(18):16-29.

[26] AFUAH A. Redefining firm boundaries in the face of the Internet: are firms really shrinking[J]. Academy of Management review, 2003, 28(1):34.

[27] 隆云滔,刘海波,蔡跃洲. 人工智能技术对劳动力就业的影响:基于文献综述的视角[J]. 中国软科学,2020(12):56-64.

[28] 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.

[29] 唐斯斯,张延强,单志广,等. 我国新型智慧城市发展现状、形势与政策建议[J]. 电子政务,2020(4):70-80.

[30] 赵建军,贾鑫晶. 智慧城市建设能否推动城市产业结构转型升级:基于中国285个地级市的“准自然实验”[J]. 产经评论, 2019, 10(5):46-60.

[31] 刘文清,杨靖文,桂华侨,等. “互联网+”智慧环保生态环境多元感知体系发展研究[J]. 中国工程科学, 2018, 20(2): 111-119.

[32] 张楠,陈雪燕,宋刚. 中国智慧城市发展关键问题的实证研究[J]. 城市发展研究,2015,22(6):27-33,39.

[33] AUTOR D. Outsourcing at will: the contribution of unjust dismissal doctrine to the growth of employment outsourcing[J]. Journal of labor economics, 2003, 21(1):1-42.

[34] KOLAK M, ANSELIN L. A spatial perspective on the econometrics

- of program evaluation [J]. *International regional science review*, 2020, 43(1/2): 128-153.
- [35] 杜江, 张伟科, 范锦玲. 农村金融发展对农民收入影响的双重特征分析: 基于面板门槛模型和空间计量模型的实证研究[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2017(6): 35-43, 149.
- [36] CHAGAS A L S, AZZONI C R, ALMEIDA A N. A spatial difference-in-differences analysis of the impact of sugarcane production on respiratory diseases [J]. *Regional science and urban economics*, 2016, 59: 24-36.
- [37] 王宇昕, 余兴厚, 黄玲. 长江经济带包容性绿色增长的测度与区域差异分析[J]. *贵州财经大学学报*, 2019(3): 89-98.
- [38] 吴武林, 罗世华, 刘祥官. 长江经济带包容性绿色发展的测度评价、动态分布与收敛趋势[J]. *江西财经大学学报*, 2022(6): 13-28.
- [39] 梁若冰, 汤韵. 地方公共品供给中的 Tiebout 模型: 基于中国城市房价的经验研究[J]. *世界经济*, 2008, 31(10): 71-83.
- [40] 张涛, 李均超. 网络基础设施、包容性绿色增长与地区差距: 基于双重机器学习的因果推断[J]. *数量经济技术经济研究*, 2023, 40(4): 113-135.
- [41] 张丹, 李玉双. 异质性环境规制、外商直接投资与经济波动: 基于动态空间面板模型的实证研究[J]. *财经理论与实践*, 2021, 42(3): 65-70.
- [42] 向仙虹, 孙慧. 双循环背景下“一带一路”倡议对中国城市包容性绿色增长的促进效应分析[J]. *科技管理研究*, 2021, 41(21): 211-224.
- [43] 谢贤君, 王晓芳. 市场准入规范化对绿色增长水平的影响: 基于经济合作与发展组织绿色增长战略视角[J]. *经济与管理研究*, 2020, 41(2): 3-18.
- [44] 王亚飞, 陶文清. 低碳城市试点对城市绿色全要素生产率增长的影响及效应[J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(6): 78-89.
- [45] 郭亚军. 一种新的动态综合评价方法[J]. *管理科学学报*, 2002, 5(2): 49-54.
- [46] 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[J]. *中国工业经济*, 2022(6): 61-78.

Can cities be ‘green inclusive’ due to being ‘smart’: based on a quasi-natural experiment on China’s smart city pilot policy

LIU Chengkun, ZHANG Minghong

(School of Statistics and Data Science, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang Jiangxi 330013, China)

Abstract Smart cities are a product of the integration of the new urbanization process and information technology development in China, while inclusive green growth is an important strategic concept for economic development transformation. Whether the smart city pilot policy can promote inclusive green growth in China still needs to be tested. Based on panel data from 210 prefecture level and above cities from 2009 to 2020, this study used the multi-period difference-in-differences method to learn the impact of the smart city pilot policy on inclusive green growth in China, followed by a series of robustness tests. In addition, the sub-system path, location heterogeneity, and spatial spillover effects of policy effects were also examined. The results showed that: ① The construction of smart cities would have a significant positive impact on inclusive green growth, and the policy effects would gradually increase over time. The construction of smart cities had a significant promoting effect on both economic growth and green growth, but the impact on inclusive growth was not significant. ② There was significant regional heterogeneity in the impact of smart city construction on inclusive green growth. There was a significant positive impact in the eastern and western regions, a significant negative impact in the northeast region, and an insignificant impact in the central region. ③ The policy effects of smart city construction had significant spatial spillover characteristics. Smart city construction could significantly promote economic growth and green growth in adjacent non-pilot areas but could only significantly promote economic growth in adjacent pilot areas. Therefore, in the critical period of China’s economic transformation and upgrading, in order to enhance the promotion of the pilot policy on inclusive green growth, on the one hand, the construction of smart cities should focus on promoting inclusive growth and formulating reasonable pilot goals according to local conditions based on the resource endowment of each region. On the other hand, it is necessary to promote the exchange of piloting experience and innovation resources among regions and arrange the investment level of innovation resources reasonably to avoid the occurrence of ‘depression effect’ and ‘siphon effect.’

Key words smart city pilot policy; inclusive green growth; multi-period difference-in-differences method; spatial difference-in-differences method

(责任编辑:田红)