

·公共管理与社会治理·

智慧城市建设能否抑制雾霾污染?



——兼论其对经济增长的影响

□王守坤 王菲

[江西财经大学 南昌 330013]

[摘要] 改革开放以来,我国经济高速增长,但同时也伴随着较为严重的空气污染。当前,空气污染已成为制约经济社会可持续发展的重要因素之一。本文基于1999~2018年我国299个地级市面板数据,采用倍差法证实了智慧城市建设试点对于空气污染具有抑制作用,同时对于经济高速增长也发挥了积极影响。异质性研究表明,智慧城市建设抑制雾霾污染水平的效果发生于北方地区、一般地级市以及与省会城市距离较近的城市样本中。进一步研究表明,智慧城市建设是通过降低工业土地出让强度、增加城投债发行次数、促进企业技术创新、深化普惠金融数字化程度等途径,降低了雾霾污染水平。以上结论表明,智慧城市建设作为提升国家治理能力的重要组成部分,对于实现我国经济发展具有重要意义。

[关键词] 智慧城市建设; 雾霾污染; 经济增长; 倍差法

[中图分类号] F29

[文献标识码] A

[DOI] 10.14071/j.1008-8105(2023)-5016

引言

随着我国经济的高速发展,人民生活 and 收入水平在不断提高,但伴随而来的是众多城市空气污染持续存在的局面。2013年12月,东中部多个地区空气质量上升到六级严重污染程度。2018年1月,京津冀及其周边城市经历了22天雾霾连成片的严重现象。众所周知,PM_{2.5}会导致城市出现大量雾霾,对人体健康造成损害,并且还会在污染支出方面带来经济负担。环保部披露的2020年《中国环境状况公报》显示,全国337个地级以上城市中,只有59.9%的城市达到污染物浓度标准。继党的十八大报告提出将生态文明建设作为“五位一体”战略布局的组成部分以来,党的十九大报告将污染防治列为决胜全面建设小康社会的三大攻坚战之一,党的

二十大报告再次提出要加强污染物协同控制,深入打好重污染天气消除攻坚战。此后,各级政府实施了更为严格的环境治理政策,并将大量财政资金投入到大气污染防治工作中。目前,大气污染防治已经成为提高我国人民群众幸福感的重要内容。

若要更有效地缓解PM_{2.5}雾霾问题,进而促进我国经济社会高质量发展,需要深入了解雾霾产生的经济和社会成因。一般而言,雾霾污染与粗放型经济发展方式、非清洁能源消费比重、产业结构比例、环境规制强度、城镇化水平等因素紧密相关^[1-4]。通过对已有空气污染相关文献梳理发现,与本研究相关的因素是城镇化水平,将两者文献进行归纳发现,现有文献关于城镇化与环境污染之间存在三种不同的观点:一是城镇化会增加环境污染^[4],二是城镇化能够有效缓解环境污染水平^[5],三是城镇化与环境污染之间存在非线性关系^[6]。然而,本文

[收稿日期] 2023-02-25

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(71974084);江西省高校人文社会科学研究项目(JJ19105);江西省宣传思想文化领域高层次人才联系服务专项项目(22ZXRC34)。

[作者简介] 王守坤,江西财经大学应用经济学院(数字经济学院)教授、博士生导师;王菲,江西财经大学经济学院硕士研究生。

[引用格式] 王守坤,王菲.智慧城市建设能否抑制雾霾污染?——兼论其对经济增长的影响[J].电子科技大学学报(社科版),2024,26(1):63-74.
DOI: 10.14071/j.1008-8105(2023)-5016.

[Citation Format] WANG Shou-kun, WANG Fei. Does construction of smart city curb the haze pollution?—on its impact of economic growth[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China(Social Science Edition), 2024, 26(1): 63-74. DOI: 10.14071/j.1008-8105(2023)-5016.

认为现有文献讨论不太充分的一个视角是, 广受关注的智慧城市作为加快城镇化进程的新发展模式, 能否对空气污染产生作用。如果该作用存在, 其对雾霾污染的作用是正向还是负向的呢? 其中的作用机制又是如何? 更进一步, 智慧城市建设是否在对空气污染产生作用的同时会影响经济增长? 基于上述问题, 采用恰当的因果推断实证方法, 探析智慧城市建设与空气污染之间的关联, 是本文关注的重点。

2003年以来, 我国城镇化进入高速发展期, 一方面, 城市人口密度攀升、交通拥堵和环境污染等城市问题不断凸显; 另一方面, 随着居民经济水平的提升, 更加美好的城市生活成为人们的新追求。传统城市治理模式已经无法解决“城市病”问题, 亟需找到城市运行的新治理模式, 因此, 智慧城市建设应运而生。2012年11月, 《关于国家智慧城市建设试点暂行管理办法》出台, 开启了我国智慧城市建设的新篇章; 2014年8月, 《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》的发布, 为我国智慧城市建设提供了重要指导。作为现代化城市运行和治理的新模式, 智慧城市建设能够有效解决城市病问题, 在物联网、云计算、大数据等新一代信息技术的推动下, 优化城市资源, 提升城市运行效率, 提高人们生活质量。

已有较多学者对智慧城市的内涵与特征作出了清晰界定。例如, 辜胜阻等认为智慧城市是将信息化、工业化和城镇化深度融合, 依赖于创新驱动、贯穿绿色发展理念、提供更加均等化的公共服务的城市结构和发展模式^[7]。张小娟等认为在新一代通信技术支持下, 智慧城市管理是摒弃突击式、运动式的落后管理模式, 且向多主体参与、标准化、信息化管理高级发展阶段转变的城市^[8]; 许钊等指出, 通过将“数据”作为城市发展主要驱动力, 智慧城可以利用先进通信技术推动城市运行智能化和可持续发展, 革新城市生产、生活方式, 优化城市经济社会发展, 居民获得感也会因城市运行效率的提升而大幅提高^[9]。

综合现有文献, 本文认为智慧城市是通过信息和通信技术连接经济和社会基础设施, 以创新和高效方式应用和实施城市管理, 从而可以更智能地改善城市生活质量。智慧城市将信息和通信技术融入日常治理, 旨在实现效率、改善公共服务、增加市民的舒适度和福利。智慧城市与传统城市最大的不同是智能化。智慧城市利用现代信息技术, 将城市系统进行智能化升级, 实现城市管理和服务的智能

化、协同化、融合化和高效化。相比传统城市, 智慧城市具有更加高效、便捷、智能的特点, 能够为市民提供更加优质的生活和服务。智慧城市具有如下特征: (1) 全方位应用信息和通信技术。智慧城市可以将先进的信息技术吸收到城市服务管理各个业务领域, 并将所产生的数据信息作为支撑城市管理运营的核心要素。(2) 地方政府和其他社会主体密切联系。智慧城市的管理者并非只限于地方政府, 各类社会主体均参与其治理过程, 从而形成多元化的协同治理模式。(3) 智慧城市之间可以互联互通。智能城市将通信网络、互联网、传感器和识别结合起来, 可以进行跨地域沟通, 从而实现城市之间高效的互联互通, 最终可以更大规模地实现市场分工。

当前, 智慧城市建设已成为我国重要的战略发展方向。我国学者对于智慧城市的研究也在逐步升华。在定性研究方面, 辜胜阻、王敏和辜胜阻等指出, 智慧城市建设通过技术创新和金融创新, 在基础设施建设中促进了信息集成与共享^[7, 10]。胡丽、陈友福从规划设计、开发建设、运营维护等不同阶段, 分析了智慧城市建设风险^[11]。张丙宣、周涛则认为智慧城市的治理需要实行整体性治理, 让社会机制发挥基础作用^[12]。在定量分析方面, 学者主要围绕智慧城市建设产生的经济效果进行研究。赵建军、贾鑫晶基于双重差分模型, 从产业结构合理化和高级化两个角度, 研究发现智慧城市建设以技术创新、金融发展、人力资本作为机制推动了产业结构升级^[13]。郑景丽等基于面板数据, 研究发现智慧城市通过推动科技创新、产业集聚和基础设施建设来提高人才资本水平^[14]。袁航、朱承亮、张龙鹏等和何凌云、马青山则发现, 智慧城市能促进了城市创新水平^[15-17]。杜建国等和赵蔡晶、吴柏钧基于面板数据, 利用非合意产出的SBM效率评价模型来计算城市绿色发展水平, 研究表明智慧城市建设试点对城市绿色发展有正向影响^[18-19]。周小敏、李连友和王颖、周健军通过双重差分模型, 研究发现智慧城市能显著促进经济增长^[20-21]。

本文利用1999~2018年我国299个地级市面板数据, 采用倍差法研究得到智慧城市建设显著降低了城市雾霾污染。异质性分析表明, 在我国南北不同地区, 北方智慧城市建设减污效果更显著; 对于不同行政等级的城市, 一般地级城市建设智慧城市能够更显著的抑制雾霾污染。同时, 与省会城市相距越近, 智慧城市建设减污效果也就越明显。进一步, 智慧城市建设是以降低工业土地出让强度、

增加城投债发行次数、促进企业技术创新以及深化普惠金融数字化程度等途径作为作用机制,最终达到了抑制雾霾污染水平的效果。当然,在可以实现抑制雾霾污染水平的同时,智慧城市建设还实现了以夜间灯光数据所表示的经济增长。

石大千等采用双重差分方法,以废水和废气排放量来衡量城市污染,发现智慧城市建设会显著降低城市污染,且降幅可达到9%~24%^[22]。这为本文考察智慧城市建设是否会影响PM_{2.5}雾霾污染问题,提供了文献基础和启发。本文创新点在于:第一,由于石大千等废气污染只涉及二氧化硫污染物,并未涉及雾霾污染,故而本文是该文所涉及城市废气污染物范围的拓展。第二,在研究视角层面,本文通过地方政府层面工业土地出让强度、城投债发行的行为,企业层面的技术创新以及居民行为层面的普惠金融发展水平,通过重视多层次的实证分析判断,考察智慧城市建设在空气污染层面的作用机制。第三,本文还进一步讨论了智慧城市建设试点对于以夜间灯光数据衡量的经济增长的影响。由此,研究视角就被拓展到了我国政府如何实现环境保护与经济增长目标“双赢”的层面上来。此外,本文多角度的异质性分析,相比于已有文献也提供了更强的稳健性。

一、理论假说

当前我国正处于新型城镇化加速发展的时期,然而,空气污染却仍然是尚未完全解决的问题,PM_{2.5}经常性排放超标会影响正常的社会经济运行秩序。为了处理当前城市发展的难题,提高城市发展质量,实现区域可持续发展,智慧城市建设开始实施。建设智慧城市是否会对雾霾污染产生抑制性作用,尤其是能否实现空气治理和经济增长的双重收益,是值得研究探讨的主题。智慧城市建设作为宏观层面影响城市发展全局的措施,是影响各类空气污染水平的因素,会促使本文所关注的工业土地出让、城投债发行次数、技术创新以及普惠金融数字化等方面发生变化,最终实现抑制雾霾污染水平的效果。实际上,上述作用机制可以归纳为“地方政府—企业—居民”框架,其中,工业土地出让、城投债发行次数属于地方政府行为,技术创新属于企业行为,而普惠金融发展水平则属于社会行为。因此,本文从地方政府层面的污染行业土地出让和城投债发行次数、企业层面的技术创新行为,以及居民行为层面的普惠金融数字化这三个层面出发,

探究智慧城市建设对于雾霾污染所发挥的抑制作用。具体逻辑如下。

在地方政府行为层面,智慧城市建设可以通过降低工业土地出让强度抑制雾霾污染。土地是人们赖以生存和经济社会发展的空间基础,土地资源配置是建设智慧城市的重要一环。如果土地资源过多地向污染行业倾斜,显然会抑制产业结构升级并阻碍产业结构向技术密集型转变^[23-24]。然而,在缺乏环境治理目标约束的招商引资模式下,企业在生产过程中将会排放较多的污染物,造成空气污染。反之,如果地方政府在智慧城市建设目标的约束下,依托智能化的土地空间规划技术,整合土地资源,提高配置效率,对有限的土地及空间资源进行科学合理的安排和利用,在此过程中不断减少工业土地用于污染行业的数量,实际上,这也相当于减少了土地资源错配,压缩了污染企业粗放式生产总体规模,进而可以降低辖区内的污染排放量。作为佐证,王守坤和王菲基于我国2002~2016年271个地级市面板数据,发现了增加土地出让强度确实会导致PM_{2.5}年均值增加^[25]。

与此同时,智慧城市建设可以通过增加城投债发行次数抑制雾霾污染。地方政府建设智慧城市,需要投入新型基础设施,这就离不开合适有效的资金来源。城投债发行是城市基础设施发展的重要资金来源^[26]。有了城投债发行筹集建设资金,配合地方绿色信贷政策,地方政府就可以减少通过不断降低环境保护门槛来吸引企业进入辖区的内在激励。在智慧城市建设所给予的宽松融资政策背景下,城投债发行会增加政府财政收入,提高财政透明度,使政府能够将大量生产资源流向信息网络基础设施和智能设备建设中^[27],从而将城市的物流、交通、社区进行联通互动,实现城市智能化升级,提高信息传播速度,降低污染物排放强度。此外,地方政府还可以利用城投债的发行结构进行产业升级和迭代,使得新旧动能加速转换。现有文献中,张欣怡基于1998~2011年省级数据,采用动态面板系统GMM估计方法同样发现,政府发行城投债能够显著降低地区环境污染^[28]。

在企业技术创新层面,智慧城市建设可以通过促进企业技术创新抑制雾霾污染。相对于传统城市发展模式,在智慧城市建设背景下,许多新型基础设施得以建设,相关参与企业会加快技术创新、研发和应用的进程。宋德勇等根据国际专利分类绿色清单整理了地级市层面的绿色专利申请数量,利用双重差分模型估计发现,智慧城市建设试点对于绿

色技术创新具有“量质齐升”的促进效应^[29]。环境友好型技术快速进步,使得企业借助于循环经济或节约能源投入量的方式降低企业成本,提升企业利润空间。而利润增加,又会不断激励企业研发更先进的技术和产品,由此形成了一个良性循环。同时,Chen等也表明充分利用这些清洁化新技术能够升级改造传统污染工业,优化能源结构,提高能源利用率,从而降低污染气体排放量^[30]。

在居民行为层面,智慧城市建设可以通过提高数字普惠金融发展水平抑制雾霾污染。随着我国互联网与数字技术的发展,互联网金融逐步渗透到社会经济生活中。智慧城市建设通过大数据、区块链、人工智能等新兴技术的创新运用,逐步提升了智慧金融数字化水平。利用数字技术可以提高普惠金融服务覆盖面和精准度,降低经济主体获取信息的成本,从而提高城市运转效率,降低城市能源负荷强度,达到降低雾霾排放量的目的^[31]。此外,金融数字化也改变了传统交易模式,以支付宝、微信支付为代表的各种数字金融产品正在逐步取代纸币交易方式,其使用方式简单便捷,为居民生活带来了极大便利,在一定程度上降低了出行概率,也节约了居民的交通成本^[32]。这种低能耗、低成本的交易方式也能够有效降低城市污染。现有研究发现,金融科技创新往往可以抑制环境污染的加剧^[33]。郑万腾等同样基于地级市面板数据,研究发现数字金融发展对环境污染具有显著的治理功效,且其机制主要涉及社会经济发展、引领产业转型升级和提高绿色技术创新水平等方面^[34]。

综上所述,我们提出本文所要检验的理论假说:智慧城市建设能够降低辖区雾霾污染水平,尤其是通过降低工业土地出让强度、增加城投债发行次数、促进企业技术创新以及深化普惠金融数字化程度等方式来抑制雾霾污染。如果以上假说成立,一个自然的逻辑延伸则是,智慧城市建设在抑制雾霾污染水平的同时也会推动辖区的经济增长。

二、模型设置

本文采用我国1999~2018年地级市面板数据,基于倍差法(Difference-in-difference, DID)实证分析智慧城市建设试点对雾霾污染以及经济增长的影响。由于分别是在2012、2013、2014年分三批公布了智慧城市建设试点,本文计量模型属于多期(Time-varying)倍差法模型。具体地,本文通过双向固定效应框架来实现双重差分估计,并采用随

样本城市和年度变化的处理变量scity,来代替标准倍差法模型中的交互项,回归模型设置如下:

$$\ln PM_{2.5it} = \alpha + \beta scity_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $\ln PM_{2.5}$ 为因变量,即地级市 $PM_{2.5}$ 对数值,其中 i 代表地级市编号, t 代表年份。基于哥伦比亚大学全球 $PM_{2.5}$ 卫星影像栅格初始数据,运用 ArcGIS 软件,将我国各地级市行政区域矢量图结合后进行栅格提取,就能够得到城市 $PM_{2.5}$ 年均浓度数据。在回归中,本文对该变量进行了对数值处理。值得强调的是,虽然卫星数据监测过程会受到气象因素的一定影响,但是其更容易被遥感技术观测,不易自然沉降,更具客观性且覆盖区域更广,故而能够全貌性地对地区 $PM_{2.5}$ 浓度予以反映。基于卫星影像的污染数据,也可以相当程度上避免人为干扰造成的不准确问题^[2, 35]。目前文献已经广泛采用哥伦比亚大学 $PM_{2.5}$ 卫星监测污染数据^[36-42]。

回归模型(1)中,scity为核心自变量,反映某个城市 i 在 t 年是否是智慧城市建设试点。2012年,我国住建部颁发了正式文件即《关于开展国家智慧城市建设试点工作的通知》,这标志着我国智慧城市建设开始。接下来,住建部又分别发布《关于公布2013年度国家智慧城市建设试点名单的通知》《关于开展国家智慧城市建设2014年试点申报工作的通知》等相关文件,揭晓了第二、第三批智慧城市建设试点名单。由于本文数据层级界定在地级市,故而我们将住建部公布的试点名单中的非地级市去除,得到了第一批34个、第二批42个、第三批29个,即总体共有105个处理组的样本数据^①。在政策冲击不是发生于同一时间点的多期DID中,每个城市下标包括 i 和 t 两个维度的变化,也即传统倍差法回归方程设置中的交互项将合并为一个核心自变量。该变量的赋值规则是,当样本城市是智慧试点城市并且处于政策实施的当年及之后年份,定义为1,否则为0。scity的影响系数估计值 β 是本文重点关注的的影响系数,它代表了智慧城市建设试点对城市 $PM_{2.5}$ 的净影响。依据第二部分的理论假说, β 应该为显著的负值。

X 为控制变量集。为了提高对于核心自变量的估计精度,回归模型中还需要控制其他可能影响雾霾污染水平的因素,包括(1)城市化(lnurb)。我国快速进行城镇化进程中的副产品之一是空气污染,城镇地区也是发生空气污染的主阵地。参考林伯强、刘畅的方法,采用非农业人口占总人口比重对数值来衡量城市化^[43]。(2)产业结构(Industry)。

第二产业占比越大,雾霾污染可能也越严重,本文参照姚鹏、牛靖的做法采用第二产业从业人员占总从业人员的比重来衡量产业结构^[44]。(3)人口规模(Inpopulation)。采用年末总人口对数值表示,此项指标用以控制人口数量因素对雾霾污染水平的影响。(4)科技创新程度(Inscient)。参考李军林等用科研与综合技术服务业从业人员数衡量地区创新服务人才程度^[45],该指标能够较好代表城市科技创新成效。基于此,本文采用科研综合技术服务业从业人员对数值表示科技创新程度,该项指标值越大,对雾霾污染水平的抑制效果也越大。(5)交通基础设施(Ininfrastructure)。交通基础设施建设与机动车保有量存在着较大的关联,本文使用年末实有铺装道路面积对数值衡量交通基础设施建设水平。(6)气候因素(climate)。气候对雾霾污染水平的影响较大,风速越大,雾霾也就越少,本文采用地区平均风速来控制对雾霾污染水平的影响。以上变量数据来源于《中国城市统计年鉴》和《中国区域经济统计年鉴》。

μ_i 代表地级市固定效应。由于城市本身不可观测的异质性特征也是影响雾霾污染水平的重要因素,故需要采用城市固定效应控制个体差异化特征对于因变量的影响; λ_t 代表年度固定效应,用以控制不随个体而随时间变化的异质性影响; ε_{it} 为随机干扰项。值得提前指出的是,后文进行作用机制识别时,还涉及了以下变量:(1)土地出让于污染行业的强度(land)。该变量是一个比值变量,其分子是城市当年所有出让于工业污染行业的地块占全部工业出让地块的比例,分母是工业用地出让数量占该城市当年所有出让地块的比例。严重污染行业界定遵循国务院《全国第一次污染源普查》中的说明^②。地块出让数据来源于中国土地市场网^③,该网站提供了全国土地市场微观交易数据。对于每一笔土地交易,公布了地块编号、项目地址、土地用途、行业分类、开工时间等相关信息。由此,我们采用爬虫技术获取了开工时间位于本文样本时间段的用地出让信息,这其中比较重要的信息是工业用地出让所指向的行业门类。然后,可以汇总计算得到土地出让于污染行业的强度。(2)城投债发行次数(fxns)。数据来源于曹婧等公布的2006~2015年城投债基础数据库^[46]。(3)技术创新(Ininno)。采用人均专利对数值来衡量,数据取自《中国城市统计年鉴》。(4)普惠金融数字化程度(digitization)。该数据来源于北京大学数字金融研究中心和蚂蚁金服集团共同编制的中国数字普惠金融发展指数报

告。除虚拟变量外,表1对本文所涉及的经济变量进行了描述性统计。

三、实证结果

(一)基准结果及稳健性检验

本文利用倍差法研究智慧城市建设试点对地级市雾霾污染水平的影响,依据模型(1)进行回归分析得到估计结果如表2所示。其中,在始终包括地级市固定效应和年度固定效应的前提下,表2第1列是没有加入控制变量时的估计结果,第2列是添加控制变量时的估计结果。表2前两列结果清晰地表明,智慧城市建设会对雾霾污染有显著的负向影响,即智慧城市建设可以显著的抑制雾霾污染,降幅约为2%。考虑到边远地区智慧城市建设较为困难,且建设试点数目较少的特殊性,本文删除了新疆维吾尔自治区、西藏自治区、内蒙古自治区、宁夏回族自治区和广西壮族自治区等5个自治区的城市样本来检验上述倍差法估计结果的稳健性,回归结果如表2第3列所示。从中可以看出,回归结果保持一致。

倍差法是评估政策效果时常用的一种因果识别计量策略。采用该计量分析方法有一个最重要的适用性前提是:研究所涉及的处理组和对照组,在政策实施之前需要满足平行趋势假定,即两组样本随时间推移的变化趋势相同,或不存在系统性差异。总体而言,平行趋势检验相当于进行反事实测试,即将智慧城市建设试点的实施时间主观地在时间层面提前若干时期。由于反事实状态下智慧城市建设并未实际开始,由此而构建的反事实核心自变量系数应该是不显著的。依据文献通常的做法,我们采用事件分析研究框架进行平行趋势假设检验,构建如下回归模型:

$$\ln PM_{2.5it} = \alpha + \sum_{k \geq -4}^4 \beta_k D_{it}^k + \gamma X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中 D^k 是针对核心自变量scity每年取值所设置的0~1虚拟变量,并将实施智慧城市政策试点的当年将 k 标记为0,实施当年向前追溯的第 k 年,标记为 $-k$ 。同时,实施当年向后追溯的第 k 年直接记录为 k 本身,这等价于将核心自变量的作用进行动态化分解。本文以实施智慧城市政策的2012年为基准期,设定智慧城市建设的前4年以及后4年。为了避免共线性的影响,将政策实施前两年的虚拟变量,也就是-2期删除。由于反事实状态下智慧城市建设并未真正开始,由此而构建的假想情况下,核心自

变量估计系数 β_k 应该是不显著的。在加入与模型(1)相同控制变量的设定下,基于模型(2)的平行趋势测试结果如图1所示。图1中每个估计系数数值上下两端的竖线表示其置信区间,且不同自变量的估计系数之间采用虚线加以连接。从图1可知,智慧城市试点之前的估计系数基本满足无法拒绝其为0的t统计量原假设,此时平行趋势假设成立。这也说明智慧城市试点这一政策在实施之前,各城市PM_{2.5}污染水平没有系统性差异,从而适合采用倍差法来评估其影响。值得注意的是,自智慧城市试点政策执行之后的第4期开始,其对于雾霾污染的抑制作用不再显著。

进一步,考虑到影响地级市空气污染的因素众多,这就要求我们回答回归模型是否遗漏了与核心自变量相关的不可观测遗漏因素,以避免内生性偏误问题。如果核心自变量本身确实混杂了其他遗漏因素,则核心自变量就不能单纯地被认为是仅衡量

了智慧城市建设的作用。这里参照文献[47~49]做法,进行安慰剂测试(Placebo Test)。该方法的操作过程是随机生成“假想”的智慧城市建设试点,依此构造“假想”核心自变量之后进行多次回归,然后考察多个“假想”核心自变量估计系数的密度分布特征。为了增加稳健性和有效性,这里进行1000次安慰剂测试。如果确实存在干扰本文基本结论成立的不可观测遗漏因素,那么,通过1000次随机化方法重复产生“假想”核心自变量的过程,应该会有很大概率捕捉到那些遗漏干扰因素,进而使得在1000个“假想”核心自变量估计系数的密度分布图中,会以一个较大概率包含真实核心自变量系数;反之,如果发现真实核心自变量系数独立于1000次“假想”核心自变量系数密度分布之外,则我们可以排除回归模型存在遗漏干扰因素的可能性。

安慰剂测试结果如图2所示^④。图2中黑色部分是“假想”核心自变量系数的取值概率密度分布

表 1 变量描述性统计

变量名称	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
PM _{2.5} 对数值 (lnPM _{2.5})	5038	3.3990	0.5370	0.7155	4.5093
城市化对数值 (lnurb)	4948	-0.6804	0.7269	-2.6104	1.2793
第二产业从业人员占总从业人员的比重 (Industry)	5573	41.9609	15.4905	0.5900	84.6500
年末总人口对数值 (lnpopulation)	5583	5.8145	0.7137	-3.2189	9.3146
科研综合技术服务业从业人员对数值 (lnscient)	5280	8.1179	1.1146	4.6052	12.7069
年末实有铺装道路面积对数值 (lninfrastr)	4989	14.8946	1.4171	10.8165	18.2407
平均风速 (climate)	5628	2.1543	0.5617	0.7390	4.8667
土地出让于污染行业的强度 (land)	3590	0.0412	0.0352	0.0003	0.4246
城投债发行次数 (fxns)	2682	3.8158	2.6124	0	10
人均专利数对数值 (lninno)	5500	0.0709	1.6845	-4.5173	5.7272
普惠金融数字化程度 (digitization)	2263	191.3736	80.8316	2.7000	581.2300
夜间灯光亮度 (light)	5334	2.2539	3.2767	0.0100	40.0682
地区生产总值增长率 (rate)	4968	11.2751	4.6966	-39.8000	37.6900

注:作者依据样本数据计算。

表 2 智慧城市试点对雾霾污染水平的作用

变量	(1) lnPM _{2.5}	(2) lnPM _{2.5}	(3) lnPM _{2.5}
scity	-0.0195**(-2.15)	-0.0213**(-2.48)	-0.0227**(-2.52)
lnurb	—	-0.0420***(-5.79)	-0.0555***(-7.14)
Industry	—	-0.0002(-0.62)	-0.0000(-0.02)
lnpopulation	—	-0.0139(-1.11)	-0.0160(-1.28)
lnscient	—	-0.0129**(-2.13)	-0.0244***(-3.80)
lninfrastr	—	-0.0107*(-1.67)	-0.0133*(-1.94)
climate	—	-0.0511***(-5.47)	-0.0815***(-8.33)
地级市固定效应	是	是	是
年度固定效应	是	是	是
样本数	5038	4549	4063
Within-R ²	0.5855	0.5273	0.5467

注:系数估计值后的*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著,统一保留小数点后4位;括号里面的数值为根据聚类到地级市层面的稳健标准误计算的t值,并统一保留小数点后2位,后文相同。

图,可以看出1000个“假想”核心自变量系数基本服从均值为0的正态分布,这是因为随机生成的“假想”智慧城市建设事件冲击,是基于随机化过程进行的,并不会真实地对空气污染产生作用效应。作为对比,标准正态分布曲线以图2中的虚线加以表示。图2左侧黑色竖线标注的是表2第2列真实核心自变量系数即-0.0213的位置。由图2可知,真实核心自变量系数独立于“假想”核心自变量系数分布之外,这意味着真实核心自变量系数几乎不可能来自于一些不可观测遗漏因素的作用。因此,我们可以排除存在遗漏变量偏误的担忧。

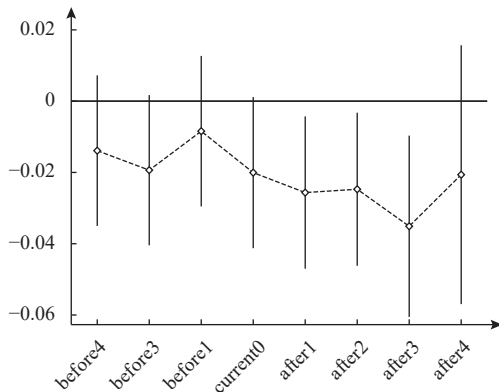


图1 平行趋势检验结果

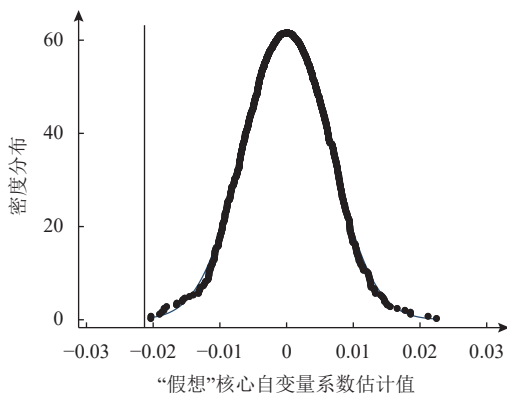


图2 安慰剂测试结果

(二) 异质性分析

在进行稳健性检验之后,为了考察本文基本结论的适用性和丰富程度,本小节分别基于我国南北地区、城市行政级别以及距离省会城市远近等三个方面进行了异质性分析,具体如下。

首先是基于南北差异的异质性。由于自然资源、经济结构以及冬季取暖方式差异等因素的影响,我国南北地区各城市的雾霾污染水平可能存在结构性差异。众所周知,北方煤、石油、铁矿石等矿物质资源丰富,因而逐步演变成以挖矿、冶炼、机械制造等重工业为主的产业结构。再加上我国南

北地区冬季取暖方式的差异,智慧城市建设在南北地区对于雾霾污染就可能产生不同性质的影响。这里以秦岭—淮河作为南北地区的分界线,将整体样本分为南方和北方城市两部分,估计结果如表3前两列所示。可以发现,在南方地区,智慧城市建设试点对于雾霾污染水平的作用虽然为负却不显著;而在北方地区,智慧城市建设能显著的抑制雾霾污染,且系数绝对值较大。究其原因可能在于,智慧城市建设在北方地区的推进可以更大程度上升级改造传统重工业,优化产业结构,减少空气污染物的排放量。

其次是基于城市行政级别的异质性。我国城市级别行政体系可分为直辖市、副省级城市、准副省级城市、计划单列市和一般地级市等五大等级,不同行政级别城市的行政面积、财政权限、产业结构、人口规模等方面均存在不同。这也意味着,城市行政级别不同,其在政治、经济、文化等方面的资源禀赋也会有所不同。比如,一线城市在资金、技术、人才等方面具有更大的优势,而中小规模城市则可能在政策执行和资源调配方面更为灵活。同时,不同级别的城市在环保政策的执行力度上也会有差异。显然,这些因素也都会深刻地影响城市雾霾排放量。鉴于除一般地级市外,其他级别城市样本数较少,故而本文将整体样本划分为一般地级市和非一般地级市两大类,分组研究智慧城市建设试点对雾霾污染水平的作用效果。估计结果如表4后两列所示,可以发现,一般地级市样本中,智慧城市建设能够显著抑制雾霾污染,而行政级别高于一般地级市的城市样本中,核心自变量系数为负却不显著。这一结果产生的原因可能在于,城市行政级别越高,或者其地位越重要,其空气污染形成的因素越复杂,从而无法有效捕捉智慧城市建设这一因素的污染治理作用。此外,江艇等研究发现城市行政级别越高,则会导致国有企业和外资企业制造业内部的资源错配程度越严重^[50]。这些因素一定程度上也会对冲智慧城市的积极作用。

再次是基于距离省会城市远近的异质性。由于省会城市具有政治、经济和文化等方面的相对优势,其往往会吸引优质经济发展要素,甚至也影响着省内各个城市的资源分配模式。因此,地级市距离省会城市的远近不同,其能够分享的各种资源、技术和人才溢出效应也会存在差异。根据地级市与其省会城市的距离分布情况,以120千米作为间距,恰好可以采用分位点分割方法将整体样本分为三组,分别是距离在120千米以内、120~240千米以

及大于240千米。这样，三组子样本比例也分别为30%、40%、30%，基本实现了子样本数均衡。估计结果见表4，从表4可知，当城市距离省会120千米范围之内时，智慧城市建设能够在10%显著性水平上抑制雾霾污染；当距离省会120~240千米时，雾霾污染水平的抑制效果更显著，达到了5%。当距离在240千米以上时，核心自变量估计系数同样也为负却不再显著。产生这一结果的原因可能在于，当城市距离省会城市越近，省会优势资源集聚所产生的溢出效应会强化智慧城市建设的污染抑制效应。

四、机制验证及拓展分析

(一) 机制验证

从上文倍差法估计结果可以看出，虽然存在不同角度下的异质性，但是智慧城市建设能够抑制雾霾污染水平的作用是客观而稳健地存在的。本文第二部分理论假说已经指出，智慧城市建设可以通过

降低工业土地出让强度、增加城投债发行次数、促进企业技术创新以及深化普惠金融数字化程度等途径来抑制雾霾污染。按照此思路，本小节分别验证上述逻辑是否成立。与模型(1)设置相一致，这里通过将因变量置换为上述机制变量，建立回归模型如下：

$$mid_{it} = \alpha + \beta scity_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中，mid依次为土地出让于污染行业的强度(land)、城投债发行次数(fxns)、技术创新(lninno)以及普惠金融数字化(digitization)等四个变量。模型(3)中，如果核心自变量系数β显著，则说明智慧城市建设试点对机制变量会产生影响，进而这些机制变量在本文第二部分所阐述的理论逻辑中达到了降低雾霾污染的效果。表5为机制检验回归结果，其第1列表明，智慧城市建设试点降低了地方政府将土地出让于污染行业的强度。此时核心自变量系数显著性水平是5.6%。现实中，地方政府很可能是在具备了智慧城市建设试点身份之后，

表 3 基于南北地区与城市行政级别的异质性分析

变量	南北方地区		城市行政级别	
	南方城市 lnPM _{2.5}	北方城市 lnPM _{2.5}	一般地级市 lnPM _{2.5}	非一般地级市 lnPM _{2.5}
scity	-0.0051(-0.49)	-0.0493***(-4.19)	-0.0248***(-2.62)	-0.0301(-1.47)
lnurb	0.0009(0.11)	-0.0707***(-6.59)	-0.0527***(-6.32)	0.0740*** (2.66)
Industry	0.0005(1.40)	0.0003(0.77)	0.0001(0.26)	-0.0016**(-2.15)
lnpopulation	0.0157(1.25)	-0.0488**(-2.13)	-0.0071(-0.53)	-0.0190(-0.47)
lnscient	0.0139(1.82)	-0.0239***(-2.99)	-0.0057(-0.90)	-0.0900***(-3.94)
lninfrastructure	0.0015(0.19)	-0.0147(-1.65)	-0.0103(-1.55)	-0.0170(-0.75)
climate	-0.0387***(-3.40)	-0.0393***(-2.81)	-0.0574***(-5.42)	-0.0212(-1.09)
地级市固定效应	是	是	是	是
年度固定效应	是	是	是	是
样本数	2394	2155	3772	777
Within-R ²	0.5921	0.6388	0.5181	0.6078

注：同表2。

表 4 与省会城市之间的距离检验结果

变量	120千米以内	120~240千米	大于240千米
	lnPM _{2.5}	lnPM _{2.5}	lnPM _{2.5}
scity	-0.0272*(-1.95)	-0.0253**(-1.96)	-0.0091(-0.48)
lnurb	-0.0128(-0.95)	-0.0569***(-4.79)	-0.0594***(-4.29)
Industry	-0.0008*(-1.78)	0.0002(0.50)	0.0001(0.10)
lnpopulation	0.0120(0.62)	-0.0155(-0.89)	-0.0636*(-1.67)
lnscient	-0.0198*(-1.73)	-0.0103(-1.11)	-0.0086(-0.77)
lninfrastructure	0.0119(0.99)	-0.0113(-1.17)	-0.0311**(-2.52)
climate	-0.0383**(-2.42)	-0.0732***(-5.36)	-0.0245(-1.17)
地级市固定效应	是	是	是
年度固定效应	是	是	是
样本数	1393	1866	1290
Within-R ²	0.5780	0.5748	0.4393

注：同表2。

变得更加重视环境治理问题,并相应地降低了将工业用地出让于严重污染行业的内在倾向。

表5第2列显示,智慧城市建设试点对城投债发行次数的影响系数,在1%的水平下显著为正。显然,智慧城市建设所附带的各类优惠支持政策,会激励政府增加发行城投债次数。在地方政府可以通过发行城投债解决融资约束的前提下,其通过放松污染治理标准等方式招商引资的压力就会减轻,从而最终有益于减少PM_{2.5}排放。表5第3列显示核心自变量scity对于技术创新的影响为正,且系数恰好在5%的水平显著。表5第4列中,智慧城市建设与普惠金融数字化的回归系数为正,实际显著性水平为9.3%。当然,许钊等已经运用2011~2018年283个地级市面板数据,证实了数字金融可以通过创业效应、创新效应和产业升级效应等三大机制来抑制环境污染^[51]。

(二) 拓展分析

经济增长一直是我国追求的目标。雾霾污染本身会对经济增长带来的负面作用,不属于增长的应有内涵^[52]。智慧城市建设是通过四个机制途径来抑制雾霾污染,鉴于这些发生机制均属于促进经济增长的有益因素,那么,一个自然的猜想是,智慧城市建设可以在降低雾霾污染的同时获得经济增长。为了验证该猜想,本文采用夜间灯光亮度(light)来衡量地级市经济增长,这与众多文献一致^[1,53-54]。回归模型如下:

$$\text{light}_{it} = \alpha + \beta \text{scity}_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中,夜间灯光亮度数据来自美国国家地球物理数据中心^⑤,并按照李松林、刘修岩的做法^[55],对灯光数据进行了校正,然后使用ArcGIS软件提取

所需样本行政区划范围内所有栅格的灯光亮度后再将其加总^⑥。依据模型(4)得到的回归结果如表6所示,由表6第1列可知,智慧城市建设提升了地级市夜间灯光亮度。此时核心自变量系数显著性水平的实际值是5.4%。基于稳健性考虑,这里还进一步考察了智慧城市建设试点对地区生产总值增长率(rate)作用,如表6第2列所示。可以发现智慧城市建设的影响系数仍然为正,且显著性有所增强,达到了1%。总体而言,智慧城市建设不仅抑制了雾霾污染,而且也实现了地区经济增长。

表6 智慧城市建设试点对经济增长的回归结果

变量	(1)	(2)
	夜间灯光亮度(light)	地区生产总值增长率(rate)
scity	0.1639 ^{**} (1.93)	0.5914 ^{***} (2.57)
lnurb	-0.6699 ^{***} (-9.18)	2.1591 ^{***} (10.95)
Industry	0.0039(1.28)	0.0194 ^{***} (2.39)
lnpopulation	0.3617 ^{***} (2.83)	0.0443(0.13)
lnscient	0.2146 ^{***} (3.40)	0.1985(1.16)
lninfrac	0.3896 ^{***} (5.85)	-0.6037 ^{***} (-3.30)
地级市固定效应	是	是
年度固定效应	是	是
样本数	4375	4328
Within-R ²	0.3673	0.4510

注:同表2。

五、结论与建议

作为新的城市发展模式,智慧城市为当前地方政府解决我国雾霾污染问题提供了一个良好方向。本文基于1999~2018年我国299个地级市面板数据,利用倍差法评估了智慧城市建设试点对雾霾污染水平的影响,研究发现智慧城市建设能够抑

表5 智慧城市对机制检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	land	fxns	lninno	digitization
scity	-1.3335 [*] (-1.92)	0.0687 ^{***} (2.96)	0.0557 ^{**} (1.98)	4.1125 [*] (1.68)
lnurb	0.8198(1.04)	-0.0153(-0.67)	0.2088 ^{***} (8.82)	-15.1880(-0.69)
Industry	-0.0057(-0.16)	0.0034 ^{***} (2.84)	0.0099 ^{***} (10.33)	-0.2459 [*] (-1.70)
lnpopulation	1.2005(1.18)	-0.0041(-0.13)	-0.8708 ^{***} (-21.07)	-1.7574(-0.63)
lnscient	-0.3277(-0.50)	0.0043(0.20)	0.0935 ^{***} (4.70)	1.2814(0.50)
lninfrac	-0.0537(-0.07)	-0.0293(-1.28)	0.1027 ^{***} (4.89)	2.4829(0.83)
climate	1.2337(1.05)	0.0754 ^{**} (2.02)	-0.1035 ^{***} (-3.37)	4.9140(1.03)
地级市固定效应	是	是	是	是
年度固定效应	是	是	是	是
样本数	2942	2593	4604	1666
Within-R ²	0.0595	0.0122	0.8694	0.9219

注:同表2。

制城市雾霾污染,且本文多角度的异质性分析发现该作用主要发生于北方地区、一般地级市以及距离省会城市较近的地级市样本中,相比于已有文献也提供了更强的稳健性。本文的机制分析结果也表明,智慧城市建设是通过政府层面的降低工业土地出让强度、增加城投债发行次数,企业层面的促进企业技术创新以及居民行为层面的深化普惠金融数字化程度的途径,来降低了雾霾污染。同时,本文研究发现智慧城市建设在通过上述因素抑制了雾霾污染水平,还实现了经济增长。这为我国政府实现环境保护与经济增长目标提供了一定的指导意义。

当前,我国智慧城市建设过程中取得了一定的成效,但也反映出一些问题,如智慧城市建设顶层设计不强、区域发展不平衡、智慧城市发展生态未形成等。因此,基于本文研究结果和我国目前智慧城市的发展状况,我们提出如下政策建议:

第一,智慧城市建设不仅有利于解决我国当前因雾霾污染造成的社会福利损失问题,而且还可以更好地兼顾经济增长。因此,政府应该继续深入加强地区智慧城市建设试点政策的实施工作,优化智慧城市顶层设计,把绿色发展理念贯穿到智慧城市规划建设的每一个环节,不断提高城市智能化治理水平,从而促进我国经济发展。

第二,需要加快北方地区产业结构转型,优先大力发展新兴智慧产业,利用智慧城市建设所带来的红利,增强城市竞争力,缩小南北城市发展差距;在城市发展过程中还需要逐渐弱化城市行政级别,减少对高行政级别城市的资源“偏袒”,通过不断优化行政级别高的城市和一般地级市的功能布局,推动一般地级市承接高行政级别的部分功能,以此来增加对一般地级市的支持。同时,地方政府还应加大扶持距离省会城市较远的地区,不断完善不发达城市的智能化基础设施建设,解决好因地区距离差异导致的资源分配不合理的现象,从而缩小地区之间空气污染治理效果的差距。

第三,降低工业土地出让于污染行业的强度、增加城投债发行次数、促进企业技术创新以及深化普惠金融数字化程度等因素都是城市减污和经济增长的有效支持力量。对于工业土地出让,地方政府应该合理地制定供地计划,严格按照工业用地定额指标来执行。尤其对于城投债,要因地制宜防范和化解地方政府债务风险。根据本文结论,智慧城市建设能够通过增加城投债发行次数降低雾霾污染,但长期会导致地方政府对城投债过度依赖,因此,一方面,应设置好地方政府债务的安全底线,严格

把控好安全底线,并健全地方政府债务预警和偿还机制。另一方面,还可加强对绿色债券发行的监管,增加绿色信贷产品的类型,从而使得地方政府有充足的财政资金去加快城市智能化基础设施建设,提高城市数字化水平。因此,借助于智慧城市建设,可以更好地加强这些有益因素发挥作用的广度和深度,进而有助于降低城市雾霾污染,实现我国经济社会的全面进步以及国家治理能力的迅速提升。

注释

① 直辖市较高的行政级别,其对应着与普通地级市完全不同的资源配置权限,故删除了4个直辖市。当智慧城市建设名单中仅将地级市内的某个县或者区、镇作为试点时,则将该样本剔除。

② 包含农副食品加工业、食品制造业、纺织业、皮革毛皮羽毛(绒)及其制品业、造纸及纸制品业、石油加工炼焦及核燃料加工业、化学原料及化学制品制造业、非金属矿物制造业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、电力热力的生产和供应业11个行业。

③ 该网站官方网址是:<https://www.landchina.com/>。

④ 值得说明的是,Chetty et al.(2009)论文中报告的是“假想”核心自变量系数的累积分布图。为了更加直观地展示“假想”核心自变量系数的分布特征,与沈坤荣和金刚(2018)一致,本文报告了其概率密度图。

⑤ 这一数据记录的是20:30到22:00的夜间人造灯光亮度图像,每一栅格灯光亮度的取值范围是0~63。亮度数值越高代表灯光反射越强。

⑥ 考虑到夜间灯光加总数值太大会使得核心自变量系数估计值不美观,这里在维持该变量原本数据分布特征的基础上,将其进行了除以10000处理。

参考文献

- [1] 邵帅,李欣,曹建华,等.中国雾霾污染治理的经济政策选择[J].经济研究,2016,51(9):73-88.
- [2] 石庆玲,郭峰,陈诗一.雾霾治理中的“政治性蓝天”——来自中国地方“两会”的证据[J].中国工业经济,2016(5):40-56.
- [3] 梁伟,杨明,张延伟.城镇化率的提升必然加剧雾霾污染吗——兼论城镇化与雾霾污染水平的空间溢出效应[J].地理研究,2017,36(10):1947-1958.
- [4] 仇怡,黄丹.城镇化水平对雾霾污染水平的影响研究——以我国地级及以上城市为例[J].湖南科技大学学报(社会科学版),2020,23(4):59-69.
- [5] 王华星,石大千.新型城镇化有助于缓解雾霾污染

- 吗——来自低碳城市建设的经验证据[J]. 山西财经大学学报, 2019, 41(10): 15-27.
- [6] 刘耀彬, 冷青松. 城市化、人口集聚与雾霾变化——基于门槛回归和空间分区的视角[J]. 生态经济, 2020, 36(3): 92-98.
- [7] 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.
- [8] 张小娟, 贾海薇, 张振刚. 智慧城市背景下城市治理的创新发展模式研究[J]. 中国科技论坛, 2017(10): 105-111.
- [9] 许钊, 高煜, 霍治方. 智慧城市建设与数字普惠金融发展: 作用机制与经验证据[J]. 财经论丛, 2023(3): 47-56.
- [10] 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.
- [11] 胡丽, 陈友福. 智慧城市建设不同阶段风险表现及防范对策[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(11): 130-136.
- [12] 张丙宣, 周涛. 智慧能否带来治理——对新常态下智慧城市建设热的冷思考[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2016, 69(1): 21-31.
- [13] 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.
- [14] 郑景丽, 王喜虹, 李忆. 智慧城市建设能否提升人才资本水平?[J]. 系统科学与数学, 2022, 42(5): 1261-1281.
- [15] 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.
- [16] 张龙鹏, 钟易霖, 汤志伟. 智慧城市建设试点对城市创新能力的影响研究——基于中国智慧城市建设试点的准自然试验[J]. 软科学, 2020, 34(1): 83-89.
- [17] 何凌云, 马青山. 智慧城市建设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.
- [18] 杜建国, 王玥, 赵爱武. 智慧城市建设试点对城市绿色发展的影响及作用机制研究[J]. 软科学, 2020, 34(9): 59-64.
- [19] 赵蔡晶, 吴柏钧. 智慧城市建设促进了城市发展质量提升吗?——基于多期DID方法的政策效应评估[J]. 经济经纬, 2020, 37(6): 18-27.
- [20] 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.
- [21] 王颖, 周健军. 智慧城市建设试点能否促进经济增长?——基于双重差分模型的实证检验[J]. 华东经济管理, 2021, 35(12): 80-91.
- [22] 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, 363(6): 117-135.
- [23] 曹广忠, 袁飞, 陶然. 土地财政、产业结构演变与税收超常规增长——中国“税收增长之谜”的一个分析视角[J]. 中国工业经济, 2007(12): 13-21.
- [24] 陈淑云, 曾龙. 地方政府土地出让行为对产业结构升级影响分析——基于中国281个地级及以上城市的空间计量分析[J]. 产业经济研究, 2017(6): 89-102.
- [25] 王守坤, 王菲. 土地出让是否会增加雾霾污染?——基于中国地级市面板数据的实证分析[J]. 当代经济科学, 2022, 44(2): 82-92.
- [26] 张莉, 年永威, 刘京军. 土地市场波动与地方债——以城投债为例[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(3): 1103-1126.
- [27] 徐长生, 程琳, 庄佳强. 地方债务对地区经济增长的影响与机制——基于面板分位数模型的分析[J]. 经济学家, 2016(5): 77-86.
- [28] 张欣怡. 财政分权下地方政府债与环境污染关系研究[J]. 现代管理科学, 2016(6): 60-63.
- [29] 宋德勇, 李超, 李项佑. 新型基础设施建设是否促进了绿色技术创新的“量质齐升”——来自国家智慧城市建设试点的证据[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(11): 155-164.
- [30] CHEN F L, WANG M C, PU Z N. The impact of technological innovation on air pollution: firm-level evidence from China[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2022, 177.
- [31] WANG K L, ZHU R R, CHENG Y H. Does the development of digital finance contribute to haze pollution control? evidence from China[J]. Energies, 2022, 15(7): 1-21.
- [32] 吕民乐, 陈颖瑶. 信息化有利于抑制雾霾污染吗?——基于空间计量模型的实证检验[J]. 南京财经大学学报, 2021(3): 13-24.
- [33] 房宏琳, 杨思莹. 金融科技创新与城市环境污染[J]. 经济学动态, 2021(8): 116-130.
- [34] 郑万腾, 赵红岩, 赵梦婵. 数字金融发展有利于环境污染治理吗?——兼议地方资源竞争的调节作用[J]. 产业经济研究, 2022(1): 1-13.
- [35] 李卫兵, 张凯霞. 空气污染对企业生产率的影响——来自中国工业企业的证据[J]. 管理世界, 2019, 35(10): 95-112.
- [36] 黄寿峰. 环境规制、影子经济与雾霾污染[J]. 经济学动态, 2016(11): 33-44.
- [37] 马丽梅, 刘生龙, 张晓. 能源结构、交通模式与雾霾污染[J]. 财贸经济, 2016(1): 147-160.
- [38] 白俊红, 聂亮. 环境分权是否真的加剧了雾霾污染?[J]. 中国人口·资源与环境, 2017(12): 59-69.
- [39] 李欣, 杨朝远, 曹建华. 网络舆论有助于缓解雾霾污染吗?[J]. 经济学动态, 2017(6): 45-57.
- [40] 严雅雪, 齐绍洲. 外商直接投资与中国雾霾污染[J]. 统计研究, 2017(5): 69-81.
- [41] 程中华, 刘军, 李廉水. 产业结构调整与技术进步对雾霾减排的影响效应研究[J]. 中国软科学, 2019(1): 146-154.
- [42] 邓慧慧, 杨露鑫. 雾霾治理、地方竞争与工业绿色转型[J]. 中国工业经济, 2019(10): 118-136.
- [43] 林伯强, 刘畅. 收入和城市化对城镇居民家电消费的影响[J]. 经济研究, 2016, 51(10): 69-81.
- [44] 姚鹏, 牛靖. 资源节约型城市创建、企业策略选择与水环境治理[J]. 财经研究, 2023, 49(4): 79-93.

- [45] 李军林, 许艺煊, 韦天宇. 创新政策对城市科技创新建设的影响及其异质性分析[J]. 改革, 2021(2): 128-145.
- [46] 曹婧, 毛捷, 薛熠. 城投债为何持续增长: 基于新口径的实证分析[J]. 财贸经济, 2019, 40(5): 5-22.
- [47] CHETTY R A, LOONEY K K. Salience and taxation: theory and evidence[J]. *American Economic Review*, 2009, 99: 1145-1177.
- [48] 沈坤荣, 金刚. 中国地方政府环境治理的政策效应——基于“河长制”演进的研究[J]. 中国社会科学, 2018(5): 92-115.
- [49] 宋弘, 孙雅洁, 陈登科. 政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究[J]. 管理世界, 2019, 35(6): 95-108.
- [50] 江艇, 孙鲲鹏, 聂辉华. 城市级别、全要素生产率和资源错配[J]. 管理世界, 2018, 34(3): 38-50.
- [51] 许利, 高煜, 霍治方. 数字金融的污染减排效应[J]. 财经科学, 2021(4): 28-39.
- [52] 张煜晖, 王钺. 雾霾污染与城市经济高质量发展[J]. 经济问题探索, 2020(7): 61-71.
- [53] 范子英, 彭飞, 刘冲. 政治关联与经济增长——基于卫星灯光数据的研究[J]. 经济研究, 2016, 51(1): 114-126.
- [54] 秦蒙, 刘修岩, 李松林. 城市蔓延如何影响地区经济增长?——基于夜间灯光数据的研究[J]. 经济学(季刊), 2019, 18(2): 527-550.
- [55] 李松林, 刘修岩. 中国城市体系规模分布扁平化[J]. 世界经济, 2017(11): 144-169.

Does Construction of Smart City Curb the Haze Pollution? —On Its Impact of Economic Growth

WANG Shou-kun WANG Fei

(Jiangxi University of Finance and Economics Nanchang 330013 China)

Abstract Since the reform and opening up, China has achieved rapid economic growth. However, there are many problems with serious air pollution. Air pollution has become one of the important factors restricting the sustainable development of economy and society. Based on the panel data of 299 prefecture-level cities in China from 1998 to 2018, this paper uses “difference-in-differences” method to prove that smart city construction can reduce the air pollution represented by $PM_{2.5}$ and promote the economic growth represented by night-light data. And heterogeneity research shows that smart city construction is more effective in reducing the haze pollution in the north of China, general city and samples of cities that are close to provincial capital cities. Further study shows that the construction of smart cities has reduced the level of smog by promoting technological innovation, deepening the digitalization of inclusive finance, increasing the number of bond issues and reducing the intensity of industrial land sales. The above conclusions show that the construction of smart city, as an important part of improving national governance capabilities, is of great significance for achieving rapid development in China.

Key words construction of smart city; haze pollution; economic growth; difference-in-difference

编辑 朱娜