

# 智慧城市建设如何促进城市土地高质量利用

吕 坤, 吕 萍

**摘 要:** 在推进中国式现代化的进程中, 作为重要要素的城市土地如何通过高质量利用促进空间资源配置优化、发展方式转型及人居环境提升已经成为愈加重要和急于破解的问题, 直接关乎新型城镇化质量、经济社会可持续发展能级与国家治理现代化水平的提升。本文基于 2008—2023 年中国 278 个地级市面板数据, 利用双重差分模型、倾向得分匹配双重差分模型, 系统考察智慧城市建设与城市土地高质量利用的相互作用关系。研究发现, 中国城市土地利用质量呈现显著的“核心—边缘”空间分布特征, 东部沿海城市群领先优势明显, 西部地区相对滞后, 但高值区范围随时间推移持续扩张, 区域差异化发展中整体趋向均衡; 智慧城市试点政策显著提升土地高质量利用水平, 平均提升幅度达 3.3%, 数字赋能、绿色创新与传统产业集聚构成核心作用机制; 值得关注的是, 试点城市对邻近非试点城市产生显著的负向空间溢出效应, 技术虹吸效应导致邻近地区土地高质量利用水平下降。研究表明, 需推广试点城市技术与管理经验, 引导非试点地区向集约化、低碳化转型, 深化智慧城市数字化技术与传统产业融合以提质增效, 构建区域协作机制化解空间负外部性, 推动城市均衡协同发展。研究为统筹数字化转型与土地集约利用提供了理论与政策参考。

**关键词:** 智慧城市; 土地高质量利用; 数字赋能; 双重差分模型; 空间溢出效应

**中图分类号:** F299.21-39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2025)06-0107-14

## 一、引 言

在新型城镇化与“双碳”目标深度融合的背景下, 城市土地作为经济社会发展的核心空间载体与资源要素<sup>[1]</sup>, 其利用效率和质量直接关乎城市可持续发展能力与发展能级。当前我国城镇化率已超 65%, 但土地利用仍面临粗放扩张、结构失衡、生态退化等突出问题, 亟需通过制度创新与技术赋能提升集约化、精细化水平。现有研究多从政策驱动、技术创新、空间效应等维度探讨土地利用质量提升路径, 证实产业转型升级示范区<sup>[2]</sup>、低碳试点<sup>[3]</sup>等政策及数字基础设施<sup>[4]</sup>、交通网络<sup>[5]</sup>等科技进展对土地绿色利用的积极作用, 同时也关注到区域一体化的空间效应<sup>[6]</sup>。随着信息技术飞速发展, 智慧城市作为推动城市治理模式创新的新型形态, 通过数字化技术集成与智能化管理手段, 为破解土地利用深层次矛盾、实现空间紧凑化、功能复合化、生态友好化的土地高质量利用提供了新路径。

从国家战略落地需求来看, 《全国国土规划纲要 (2016—2030 年)》与《深入实施以人为本的新型城镇化战略五年行动计划》已将土地高质量利用与智慧城市建设深度绑定, 明确要求通过技术

**基金项目:** 国家自然科学基金项目“区域协同发展背景下京津冀住房市场跨域治理模式研究”(72274207)

**作者简介:** 吕坤, 中国人民大学公共管理学院, kunlv2020@ruc.edu.cn (北京 100872); 吕萍, 中国人民大学公共管理学院

创新、机制改革与设施智慧化升级,实现城镇发展与土地承载能力的动态平衡。但政策实践中仍面临三大突出难题:潜力地区土地低效闲置问题频发<sup>[7]</sup>、都市圈接合区空间碎片化制约集约发展<sup>[8]</sup>、城市更新中易出现拆建失衡与功能错配<sup>[9]</sup>。上述问题的本质在于如何将智慧城市的技术优势转化为土地精准治理效能,政策落地亟需实证研究回应优势如何转化、难题如何破解的关键命题。

在此背景下,本文基于2008—2023年中国278个地级市面板数据,运用熵值法测度城市土地高质量利用水平,以智慧城市试点政策为准自然实验开展实证检验,试图为解决这些实践问题提供理论与实证支撑,既回答“智慧城市能为土地管理带来什么”的价值命题,也回答“智慧城市如何破解土地利用痛点”的路径命题,最终为各地探索“智慧化土地集约利用”模式提供可参考的实证依据。

## 二、理论分析与假说提出

### (一) 智慧城市建设对城市土地高质量利用的整体影响

城市土地高质量利用,是在保障生态安全与社会公平的基础上,以实现土地资源经济效率最大化、环境负荷最小化、空间布局合理化及功能复合化为综合目标,其核心维度包含以下四个方面:经济维度,主要体现为单位土地面积的经济产出以及产业附加值;生态维度,涵盖生态用地保有率、与土地利用相关的环境污染排放强度和生态服务功能价值;空间维度,涉及土地利用结构合理性、空间集约紧凑度和基础设施共享水平;社会维度,则包括医疗、教育、文化设施等公共空间可达性。

国家智慧城市试点工作,核心在于通过大规模部署物联网、云计算、大数据中心等新一代信息基础设施,建设跨部门信息共享与业务协同平台,推广智慧交通、智慧政务、智慧园区等智能化应用场景,并配套出台相应的产业引导与创新激励政策。相较于传统的城市发展模式,智慧城市试点正是依托上述技术支撑和政策框架,驱动城市空间重构与要素配置的深层次变革,为土地高质量利用创造了前所未有的基础条件。技术应用层面,智慧城市试点通过构建全域覆盖的感知网络和强大的信息处理中心,实现了对包括土地、建筑、交通、环境、人口等在内的城市运行状态的实时、精准、全面感知与分析<sup>[10]</sup>。这为土地空间规划的科学性、基础设施布局的精准性、土地资源配置的动态优化提供了强大的技术支撑,直接服务于土地高质量利用的经济、空间和社会维度目标。空间重构层面,数字技术的深度嵌入,不仅强化了传统城市中心的集聚效率和辐射能力,更促进了多中心、网络化的新型空间结构形成<sup>[11]</sup>。这种空间结构的优化重组,直接促进了土地利用格局的均衡化、紧凑化和效率提升。要素配置层面,智慧城市构建的开放数据平台和一站式政务服务平台,显著降低了政府、企业、居民之间的信息壁垒和交易成本<sup>[12]</sup>。企业能更便捷地获取土地市场信息、政策法规和潜在合作伙伴,居民能更高效地参与规划反馈。政府部门则能基于更全面的数据做出更科学的土地供应、产业准入和规划决策<sup>[13]</sup>。这种信息透明化和流程优化,极大提升了土地要素的流转效率和配置精准度,是土地高质量利用在经济和制度层面的关键保障。

基于此,本文提出假说1(H1):智慧城市建设能够显著促进城市土地高质量利用。

### (二) 智慧城市建设对城市土地高质量利用的影响机理

1. 数字赋能效应。智慧城市试点通过大力推动信息基础设施普及和城市级数据平台建设,为城市各领域数字化、网络化、智能化奠定基础,将数字技术从辅助性工具升级为土地要素配置的关键性重构机制,其核心差异在于精准化管理与政策激励。在政府管理精准化方面,试点城市整合国土、规划、环保、经济等多源数据<sup>[14]</sup>,构建智慧管理平台如“智慧国土空间规划平台”,实现土地利用动态监测,实时掌握地块开发强度、产业类型、环境排放等信息以识别低效闲置用地;

同时基于大数据模拟预测不同规划方案的土地利用效率、环境影响和经济收益,科学制定政策优化土地供应结构、产业准入标准和空间布局;并通过线上审批流程透明化和遥感地理信息系统自动化执法,提升监管效能,大幅降低管理成本<sup>[15]</sup>,显著减少土地资源错配和浪费,推动土地在空间和经济维度的高质量发展。进一步地,智慧城市环境和政策激励加速了企业尤其是用地企业的数字化转型进程<sup>[16]</sup>,企业应用物联网、大数据、人工智能等技术优化研发、生产、物流、仓储等内部流程,提升效率并降低单位产出的土地和资源消耗<sup>[15]</sup>;同时创新商业模式如发展平台经济、共享经济,提高土地空间和设施的共享水平<sup>[17]</sup>,企业数字化转型带来的生产效率提升和资源集约利用,直接反映为单位土地面积经济产出的增加和资源环境负荷的降低<sup>[18]</sup>,智慧园区模式更体现了土地功能复合化和空间集约化理念。因此,智慧城市建设通过数字赋能,提升了政府和市场主体在土地利用决策和管理的精准度与智能化水平,优化土地利用结构效率,降低资源环境成本,系统性促进城市土地高质量利用。

基于此,本文提出假说2(H2):智慧城市建设通过数字赋能促进城市土地高质量利用。

2. 绿色创新效应。智慧城市试点通过强制性环境规制与诱导性创新支持的协同框架,构建了绿色创新的制度-技术共生环境,系统性驱动绿色创新。在约束维度,试点将生态环境实时监测、考核排名与数据公开制度化,形成对地方政府和企业的刚性问责机制<sup>[19]</sup>。这一机制迫使地方政府强化环境执法力度并提高区域环保准入标准,进而通过政策传导效应倒逼企业开展绿色工艺改造、清洁技术研发与能源结构优化<sup>[20]</sup>。在激励维度,试点构建的大数据平台、物联网基础设施及开放创新生态,显著降低绿色创新的边际成本与试错风险<sup>[21]</sup>,使企业能够基于精准的能耗与环境数据优化生产流程,并通过智能化设备实现节能减排的规模效应。

绿色创新直接驱动土地利用的生态优化与绿色增值。生态维度上,绿色技术创新直接降低单位土地面积承载的污染排放强度和能源消耗量<sup>[22]</sup>;经济维度上,绿色创新驱动企业改变粗放发展模式,通过资源高效利用和过程优化,提升单位土地面积的经济附加值<sup>[23]</sup>。绿色产品、技术和服务本身也构成新的经济增长点,提高土地产出的“绿色含量”和长期竞争力;空间维度上,对高污染、高能耗产业的严格准入和倒逼升级,促使低效用地被置换或升级为环境友好型产业,优化了区域产业结构和土地利用类型,使土地用途更符合可持续发展的空间布局要求。

基于此,本文提出假说3(H3):智慧城市建设通过绿色创新促进城市土地高质量利用。

3. 产业集聚效应。智慧城市试点通过选择性产业政策与智慧化基建,定向培育智慧化、数字化、绿色化产业集群<sup>[24]</sup>。其核心路径包括:打造智慧产业园区,提供新一代信息基础设施、共享研发平台与智慧物流体系<sup>[25]</sup>,降低企业初始投入成本<sup>[26]</sup>;构建产业数据平台,整合产业链信息与技术供需数据,缓解信息不对称<sup>[12]</sup>;实施专项扶持政策,针对智能制造、绿色低碳等产业提供税收减免;推广“一网通办”优化营商环境<sup>[25]</sup>。因此,智慧城市试点可以通过成本削减、知识溢出、分工深化与业态融合协同驱动产业集聚。首先,智慧园区提供的高标准基础设施与专业化服务显著降低企业初始投入与运营成本<sup>[26]</sup>,产业大数据平台缓解信息不对称,减少企业匹配供应商与客户的搜寻成本,共同构成企业空间集聚的经济引力;其次,试点推动的产学研平台与产业社区加速人才技术流动,地理邻近性使企业间正式与非正式知识交流频率提升,强化集群创新迭代能力<sup>[27]</sup>;再次,政策引导下形成的产业生态有助于深化产业内部分工,且通过规模效应降低供应链各环节成本<sup>[28]</sup>;最终,智慧场景为数字技术与传统产业融合提供试验场<sup>[29]</sup>,传统制造业就近获得智能化改造服务,智慧企业快速对接应用场景,催生更高效的新型集聚形态。

进一步地,智慧城市驱动的产业集聚通过提升经济密度与优化空间配置,显著促进土地高质量利用。经济维度上,产业集聚带来的知识溢出、专业化分工和规模效应,显著提升了集群内企业的生产效率和创新能力<sup>[27]</sup>,直接转化为更高的单位土地面积产出和产业附加值。智慧融合也提

升了传统产业的投入产出效率；空间维度上，节约集约用地，企业在园区内共享基础设施和公共服务，避免了重复建设，显著提高了土地利用的集约化程度。基于产业链联系的集聚，促使上下游关联企业在地理上靠近布局，减少了中间产品运输的物流成本和距离，优化了产业空间组织，使土地利用更加高效；生态维度上，智慧产业园区通常执行更严格的统一环保标准和管理，集中处理污染物的效益更高。产业升级和智慧化融合本身也有助于降低单位产出的资源消耗和排放<sup>[30]</sup>。综上，智慧城市通过专业化平台建设、信息环境优化与精准政策实施，定向培育智慧-绿色-高效型产业集聚，显著提升土地经济产出密度与空间配置效率。

基于此，本文提出假说4（H4）：智慧城市建设通过产业集聚提高城市土地高质量利用水平。

（三）智慧城市影响城市土地高质量利用水平的空间溢出效应

试点城市与邻近城市之间存在着必然的经济地理关联性，因此试点城市的相关政策措施不仅会对本城市的土地高质量利用效率产生影响，也会对邻近城市的土地利用质量产生影响。一方面，智慧城市试点有着广泛的“催化”影响，在一定情况下可以令行为主体产生“学习效应”，对周围城市数字化建设等方面积累示范经验，优化城市土地利用格局，从而产生正向空间溢出效应；另一方面，政策试点本质上是中央顶层设计与地方政府自主探索的良性互动，近年来中央政府强化了对各类试点项目的评价，以结果评价为驱动，提高政策试点的成效<sup>[31]</sup>，试点本身将构建一种地方政府间的竞争机制，尤其是在技术创新及产业发展方面。中国的政策试点经历了改革开放以来多年的发展，已形成了丰富经验：掌握试点时机、挑选典型地区、配备能力强的干部、客观评判试点结果<sup>[32]</sup>。这意味着试点城市相较于邻近非试点城市拥有较大的比较优势，从而产生虹吸效应，对邻近城市的技术创新以及产业发展产生抑制作用，不利于其促进土地高质量利用，从而形成负向空间溢出效应。

基于此，本文提出如下假说：

假说 5a（H5a）：智慧城市试点政策将对邻近城市土地高质量利用水平产生正向空间溢出效应。

假说 5b（H5b）：智慧城市试点政策将对邻近城市土地高质量利用水平产生负向空间溢出效应。

智慧城市试点对城市土地高质量利用的影响机理如图1所示。

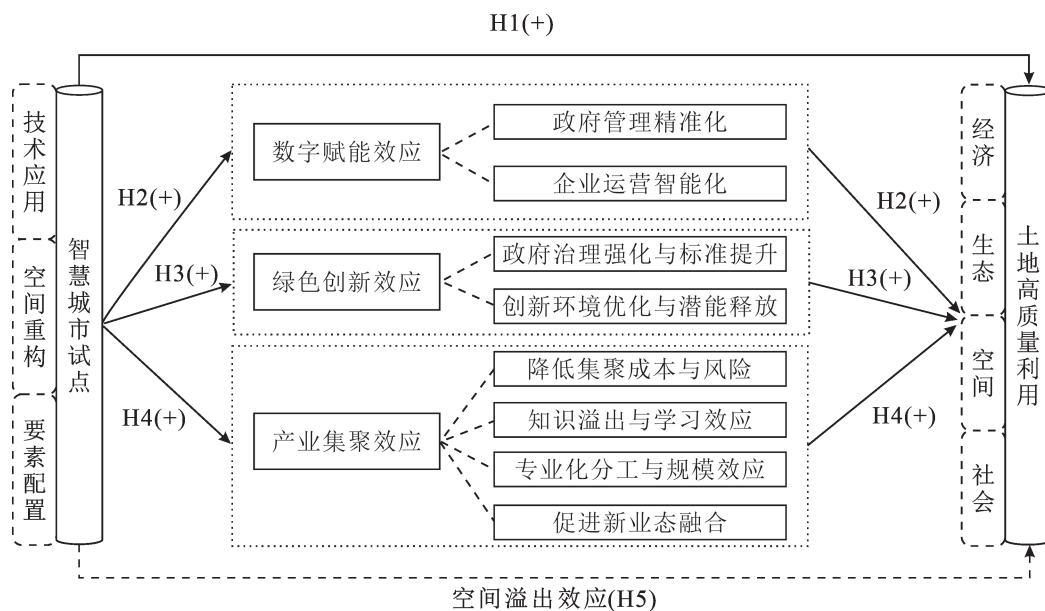


图1 智慧城市试点对城市土地高质量利用的影响机理

### 三、研究设计

#### (一) 模型设定

本研究基于住建部推出的智慧城市试点政策, 利用双重差分模型 (Difference-in-Differences, DID) 探究智慧城市建设对城市土地高质量利用水平 (High-quality Utilization of Urban Land, HUUL) 的影响。具体地, 本文将实施智慧城市试点政策的城市作为处理组, 未参与试点的城市作为控制组。设定政策虚拟变量  $treat_{ct}$  标识城市是否属于“智慧城市”政策试点城市; 设定时间虚拟变量  $time_{ct}$  表示时间是否处于“智慧城市”政策试点后。由于各城市“智慧城市”试点政策时间不一, 本文基于多时点双重差分法构建如下具体模型:

$$HUUL_{ct} = a_0 + a_1 treat_{ct} * time_{ct} + \sum_{j=1}^n b_j X_{ct} + u_c + \lambda_t + \epsilon_{ct} \quad (1)$$

其中,  $HUUL_{ct}$  为城市  $c$  第  $t$  年的城市土地高质量利用水平,  $X_{ct}$  为本文所选取的一系列控制变量,  $u_c$  为城市层面不随时间变化的个体固定效应,  $\lambda_t$  为时间固定效应,  $\epsilon_{ct}$  为聚类在城市层面的随机扰动项。

#### (二) 变量说明

本文被解释变量为城市土地高质量利用水平 ( $HUUL$ )。传统土地利用模式以增量扩张和经济效益优先为特征, 过度追求经济产出的规模增长, 忽视要素投入的精准配置、土地利用的结构优化与生态社会价值的平衡, 导致环境负荷过重、生态绿化空间被挤压、社会服务资源分布失衡等问题, 加剧空间错配与生态透支。城市土地高质量利用是以新发展理念为引领, 通过技术创新与制度创新协同驱动, 聚焦经济产出能力提升、要素投入强度优化、土地利用效率提高、环境影响程度降低、生态绿化水平改善、社会服务保障均衡六大核心方向, 实现土地资源在“经济-社会-生态”复合系统中的要素适配、结构优化与功能升级。基于上述框架并结合数据可得性, 本文从经济产出能力、要素投入强度、土地利用效率、环境影响程度、生态绿化水平、社会服务保障六个维度构建  $HUUL$  评价指标体系 (如表 1 所示), 选取地均 GDP、财政投资强度、工业用地产出强度、工业烟粉尘排放强度、人均公园绿地面积、万人床位数等 17 项二级指标, 最终通过熵值法测度各城市的  $HUUL$  指数。

表 1 城市土地高质量利用指数评价指标体系

一级指标	二级指标	指标属性
经济产出能力	地均 GDP (万元/km <sup>2</sup> )	+
	地均财政收入 (万元/km <sup>2</sup> )	+
	第三产业贡献率 (%)	+
	地均外资企业数 (个/km <sup>2</sup> )	+
要素投入强度	财政投资强度 (万元/km <sup>2</sup> )	+
	园林绿化投资强度 (万元/km <sup>2</sup> )	+
	路网密度 (km/km <sup>2</sup> )	+
土地利用效率	工业用地产出强度 (万元/km <sup>2</sup> )	+
	非工业用地人口承载密度 (万人/km <sup>2</sup> )	+
环境影响程度	工业烟粉尘排放强度 (t/km <sup>2</sup> )	-
	工业二氧化硫排放强度 (t/km <sup>2</sup> )	-
	碳排放强度 (t/km <sup>2</sup> )	-
生态绿化水平	人均公园绿地面积 (m <sup>2</sup> /人)	+
	建成区绿化覆盖率 (%)	+
	建成区绿地率 (%)	+
社会服务保障	万人床位数 (张/万人)	+
	学生密度 (人/km <sup>2</sup> )	+
	文化设施密度 (册/万人)	+
	互联网普及率 (%)	+

本文的核心解释变量为智慧城市建设, 其具体测度指标为智慧城市试点政策的虚拟变量 ( $DID$ )。中国的智慧城市试点政策正式起步于 2012 年, 住房和城乡建设部发布了《关于开展智慧城市试点工作的通知》, 并在 2012 年、2013 年、2014 年逐年分三个批次确定了试点城市 (包括

区、县)。

本文还考虑了其他可能影响城市土地高质量利用的变量。非农产业占比 ( $LnInd$ ): 二三产业增加值占GDP比重的自然对数值测度。政府收支缺口 ( $Gap$ ): 一般公共预算收入与支出之差的标准化值测度。城市人口密度 ( $LnLight$ ): 城市夜间灯光指数均值的自然对数值测度。城市道路面积 ( $LnRoad$ ): 城市道路面积的自然对数值测度。

为了验证前文提出的智慧城市促进城市土地高质量利用的机制, 本文选取如下中介变量: 数字赋能、绿色创新、产业集聚。数字赋能 ( $DE$ ): 以地级市政府工作报告中新型数字基础设施相关的关键词的总词频测度。绿色创新 ( $GI$ ): 用城市绿色发明专利授权数量的自然对数值测度。产业集聚 ( $IC$ ): 本文所指的产业集聚有两层含义, 一是传统产业集聚 ( $TIC$ ), 本文采用区位熵的测度方式, 具体测算方法为:  $TIC_{ct} = \frac{labor_{ct} / \sum_c labor_{ct}}{pop_{ct} / \sum_c pop_{ct}}$ , 其中,  $labor_{ct}$  为城市  $c$  第  $t$  年的二三产业从业人员数,  $\sum_c labor_{ct}$  为样本中第  $t$  年所有 278 个城市的二三产业从业人员数总和,  $pop_{ct}$  为城市  $c$  第  $t$  年的户籍人口数,  $\sum_c pop_{ct}$  为样本中第  $t$  年所有 278 个城市的户籍人口数总和; 二是智慧产业集聚 ( $SIC$ ), 借鉴既有研究<sup>[33]</sup>的做法, 基于企查查数据库 (<https://www.qcc.com/>), 将经营范围包括“智能”“云”“数据”“物联”“机器学习”等与人工智能应用相关内容的企业筛选出来, 并汇总至城市-年份层面, 最终以人工智能企业存量与城市建成区面积比值的自然对数值测度。

### (三) 数据来源

本研究数据来源于 2008—2023 年的《中国城市统计年鉴》《中国城乡建设统计年鉴》, 以及各地级市的官方统计公告、政府工作报告。针对部分城市少数年份数据缺失的情况, 本研究采取了前向或后向填充的解决方法。经过系统的数据整理, 本研究汇总了 2008—2023 年间中国 278 个地级市的面板数据, 相关描述性统计分析结果如表 2 所示。

表 2 描述性统计

变量名称	变量含义	样本量	均值	标准差	最小值	最大值	中位数
$HUUL$	城市土地高质量利用	4 448	3.925	0.288	3.272	4.900	3.919
$DID$	智慧城市建设试点	4 448	0.244	0.430	0.000	1.000	0.000
$LnInd$	非农产业占比	4 448	4.479	0.096	4.116	4.611	4.496
$Gap$	政府收支缺口	4 448	0.764	0.185	0.000	1.000	0.811
$LnRoad$	城市道路面积	4 448	7.131	1.004	4.528	9.564	7.067
$LnLight$	城市人口密度	4 448	1.829	0.895	0.188	3.868	1.754
$DE$	数字赋能	4 448	11.277	10.180	0.000	106.000	9.000
$GI$	绿色创新	4 448	2.519	1.799	0.000	7.349	2.303
$SIC$	智慧产业集聚	4 448	1.140	0.950	0.038	4.047	0.823
$TIC$	传统产业集聚	4 448	0.612	0.376	0.190	2.502	0.510

## 四、实证过程与结果

### (一) 中国 HUUL 时空分异格局

本研究基于测算得到的中国各地级市土地高质量利用 (HUUL) 指数, 系统分析了 2008—2023 年全国及东部、中部、西部城市 HUUL 水平的演变特征, 如图 2 所示。从时间趋势看, 在样

本期内, 全国及东、中、西部城市的土地高质量利用水平均呈显著且持续上升的态势。具体来看, 东部地区初始水平显著高于全国及中西部地区, 呈领先增长; 中、西部城市虽起点较低, 但增长速度逐步加快, 与东部地区的差距持续收窄; 2019年后, 东、中、西地区的HUUL平均水平已趋于接近, 区域协调程度明显提升。这一变化印证了全国土地高质量利用的系统性进步, 从2008年东部领先、中西部相对落后的“核心-边缘”格局, 逐步向2023年东中西部协同提升、多区域联动的均衡格局转变, 有力地支撑了当前推进新型城镇化过程中优化空间发展策略的必要性和有效性。

(二) 基准回归结果

表3展示了双重差分模型的估计结果。在第(1)列中, 未包含任何控制变量, 而在第(2)列中, 加入了城市特征相关的控制变量。两个模型均考虑了城市层面的固定效应以及时间固定效应。估计结果表明, 无论是否引入额外的控制变量, 智慧城市建设的系数在5%的统计显著性水平上均为正数, 表明智慧城市试点政策有助于提升城市土地利用质量。据此, 假设1得到了初步验证。

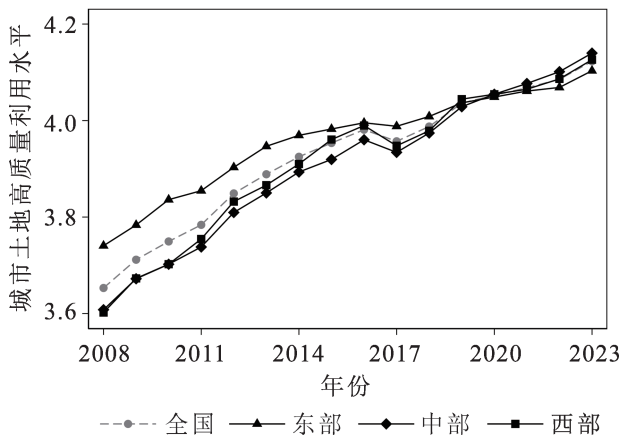


图2 中国HUUL时空分异特征

表3 双重差分模型估计结果

	(1)	(2)
	HUUL	HUUL
<i>DID</i>	0.044**	0.033**
	(2.584)	(1.972)
控制变量	No	Yes
城市固定效应	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes
<i>N</i>	4 448	4 448
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.845	0.855

注: \*\*、\*、.分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著; 括号内为*t*值。

(三) 稳健性检验

1. PSM-DID估计。为确保对智慧城市政策成效的评价建立在可比较个体间的差异之上, 本研究采用倾向得分匹配(PSM)方法来处理研究样本。首先, 利用logit模型计算出处理组与对照组的倾向得分, 随后运用最近邻匹配法进行了1:2的配对, 相应的匹配结果如图3所示。根据图3左的平衡性检验结果, 匹配后所有协变量的标准化偏差均向0收敛, 相较于匹配前, 控制组与处理组

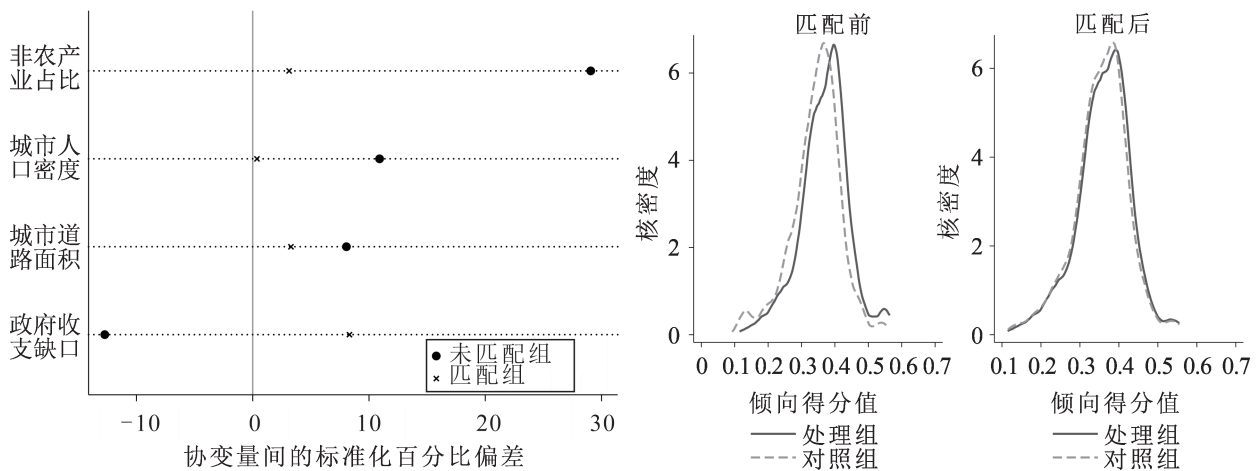


图3 倾向得分匹配结果

之间的协变量分布更为均衡。图3右显示，经过倾向得分匹配，处理组与对照组的概率密度分布更为相似，说明本研究的匹配过程是成功的。

表4展示了采用PSM-DID方法得出的估计结果。在表4的（1）和（2）列中，汇报的是基于符合共同支撑假设的估计结果；而在（3）和（4）列中，则是基于非空权重的样本进行的估计结果。结果显示，在PSM-DID方法下，智慧城市建设依旧对城市土地高质量利用指数产生了显著的积极影响。这与基准回归分析结果没有显著差异，从而再次支持了假设1：智慧城市建设对提升城市土地利用质量具有显著促进作用。

表4 PSM-DID估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	共同支撑假设		非空权重	
	HUUL	HUUL	HUUL	HUUL
<i>DID</i>	0.043**	0.032*	0.058***	0.049***
	(2.527)	(1.952)	(3.442)	(2.971)
控制变量	No	Yes	No	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	4 423	4 423	3 065	3 065
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.847	0.855	0.861	0.868

注：\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著；括号内为*t*值。

2. 平行趋势假设评估。双重差分法的有效性依赖于平行趋势假设。只有处理组与对照组在政策执行前展现出相同的趋势，双重差分法对解释变量的影响评估才是恰当的。为检验处理组与对照组是否符合平行趋势假设，并描述政策影响的动态变化，本研究借鉴事件研究法进行分析，构建如下模型：

$$HUUL_{ct} = a_0 + \sum_{-4 < j < 9} a_j treat_{ct} * time_{c,t-j} + \sum_{j=1}^n b_j X_{ct} + u_c + \lambda_t + \epsilon_{ct} \quad (2)$$

本研究以政策实施前的第一期作为参照基准期，根据模型估计结果，绘制了各期虚拟变量的回归系数及其置信区间，如图4所示。在智慧城市试点政策启动前，各期虚拟变量的回归系数在10%的显著性水平上均未表现出显著性。然而，在政策实施之后，这些系数逐渐显示出正向的显著性。因此，在政策执行前，处理组与对照组的城市土地高质量利用指数不存在显著差异，数据分析结果与平行趋势假设一致。

3. 安慰剂检验。借鉴陈强等<sup>[34]</sup>提出的安慰剂检验方法，本文分别进行了时间安慰剂检验及空间安慰剂检验，结果如图5所示。对于时间安慰剂检验，本文将智慧城市试点时间分别前置1至5年，作为“伪处理时间”，进行双重差分估计，并绘制了时间安慰剂效应的95%置信区间图（图5左），所有安慰剂效应都不显著。对于空间安慰剂检验，本文在保持处理时间和样本结构不变的情况下，随机置换个体的处理状态，进行双向固定效应估计，并重复500次，基于结果绘制了空间安慰剂效应的核密度图与直方图（图5右），处理效应估计值（图5中垂直实线）位于安慰

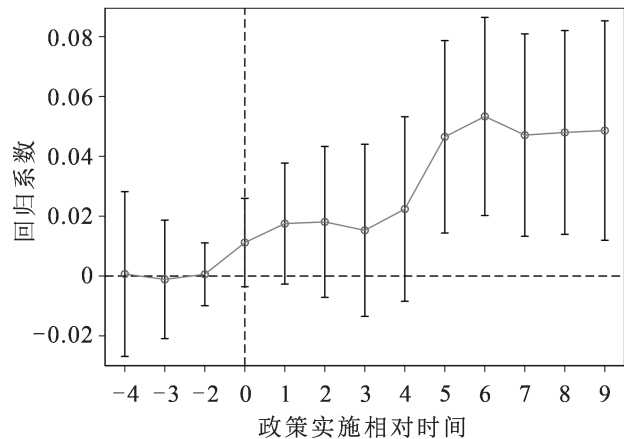


图4 平行趋势检验

剂效应估计值（图5中垂直实线）位于安慰

剂效应分布的右侧尾部, 故为极端值。上述结果表明, 本研究得出的估计结果并非随机产生, 受其他政策变动或随机事件影响的概率较低。

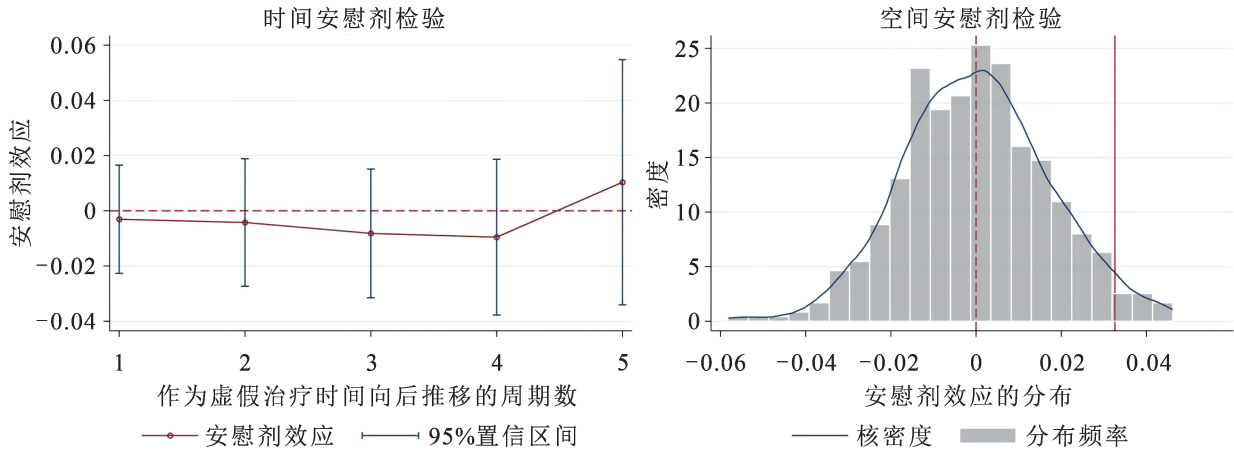
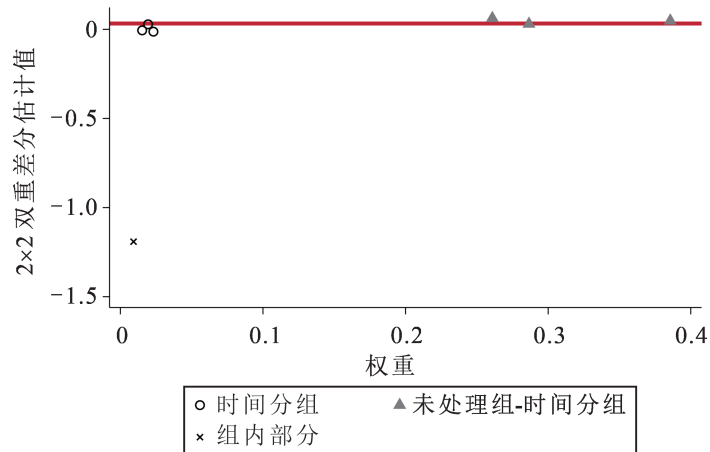


图5 安慰剂检验

4. 处理效应异质性分析。由于样本中试点实施时间不同, 为诊断多时点双重差分模型存在的偏差, 本研究参照 Goodman-Bacon 提出的分解方法来检验双向固定效应估计量的准确性<sup>[35]</sup>, 将 DID 估计量拆分为两个部分: 一部分是比较不同试点时间城市的差异, 另一部分是比较未参与试点城市与各试点阶段城市的差异。基于这一分解, 本文绘制了图 6 中的散点图, 展示了各部分的估计量及其对应的权重。从图 6 中可以观察到, 不同试点时间城市间的差异权重较低, 仅为 0.92%, 其平均估计值为 -1.191; 相反, 未参与试点城市与试点城市间的差异权重较高, 达到 93.3%, 其平均估计值为 0.047。据此, 本研究发现, 不良对照组 (即不同试点时间的城市) 对总体估计结果的影响微乎其微, 从而进一步证实了基准回归结果的稳健性。



整体双重差分估计值=0.033  
组内部分=-1.191(权重=0.009)

图6 Goodman-Bacon分解

(四) 机制检验

本文在多时点双重差分模型的基础上分别替换原有被解释变量为中介变量数字赋能 (DE)、绿色创新 (GI) 和产业集聚 (IC), 其中产业集聚细分为传统产业集聚 (TIC) 和智慧产业集聚 (SIC), 以估计智慧城市建设对上述中介变量的影响效应, 重点关注其系数及显著性水平。表 5 汇报了上述估计结果, 分别对应汇报了智慧城市建设对各中介变量的估计系数及显著性水平。

1. 数字赋能效应。根据表5列（1），智慧城市建设对数字赋能（DE）的估计系数在5%的水平上保持正向显著，表明智慧城市建设能够提升城市数字基础设施配置水平，推动城市数字化转型，进而为促进城市土地高质量利用提供技术变革基础。

2. 绿色创新效应。根据表5列（2），智慧城市建设对绿色创新（GI）的估计系数在5%的水平上显著为正，表明智慧城市建设显著增强了城市整体的绿色创新能力，从而促进城市可持续发展，为提升城市土地高质量利用水平构建技术协同机制。

3. 产业集聚效应。根据表5列（3），智慧城市建设对智慧产业集聚（SIC）的促进效应并不明显，这可能是由于智慧城市基础设施与智慧产业需求衔接不足，导致技术应用场景碎片化，未产生明显的产业升级效益。然而，列（4）的估计结果表明，智慧城市建设对传统产业集聚（TIC）的估计系数在1%的水平上显著为正，表明智慧城市建设能够显著促进城市传统产业的集聚发展，进而为土地高质量利用提供产业生态支撑。

因此，上述结果验证了假说2—假说4，即智慧城市建设通过数字赋能、绿色创新以及传统产业集聚促进城市土地高质量利用。

表5 中介机制检验

	(1)	(2)	(3)	(4)
	DE	GI	SIC	TIC
<i>DID</i>	1.498** (2.180)	0.140** (2.127)	0.011 (0.355)	0.176*** (3.230)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	4 448	4 448	4 448	4 448
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.653	0.913	0.943	0.842

注：\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著；括号内为*t*值。

#### （五）空间溢出效应

为了检验智慧城市建设对城市HUUL指数的促进效应是否对处理组邻近城市存在溢出效应，本研究剔除了基准回归样本中的试点城市，并创建新的虚拟变量 $Near_{it}$ ，将与试点城市相邻的非试点城市作为处理组，取值为1；将未与试点城市相邻的非试点城市作为对照组，取值为0。此外，创建一个新的哑变量 $Ntime_{it}$ ，若该城市的邻近试点城市在其试点期间或之后取值为1，在试点开始前取值为0。进一步地，构建新的政策虚拟变量 $DID\_Near_{it}$ ，即 $Near_{it}$ 与 $Ntime_{it}$ 的交互项，基于多时点双重差分模型及倾向得分匹配双重差分模型估计其系数及显著性大小以验证空间溢出效应的存在性。

表6列（1）—（2）展示了空间溢出效应的估计结果，样本估计结果均显著且为负值，这证实了空间溢出效应的存在，同时也支持了假设5b。据此，智慧城市建设不仅提升了试点城市的HUUL指数，还产生了显著的空间竞争效应，导致邻近非试点城市的HUUL水平下降。进一步地，将样本划分为城市群地区和非城市群地区，以更精细地考察智慧城市建设空间溢出效应的异质性，结果如表6列（3）—（4）所示。在城市群内部，智慧城市建设对邻近非试点城市的负向空间溢出效应显著强于非城市群地区。这一结果的背后逻辑主要在于二者间要素流动强度与产业链紧密程度的差异<sup>[36][37]</sup>。具体来看，一方面，城市群内部交通网络密集，城市间交通可达性较高，智慧城市试点项目的比较优势能够较快地吸引周边城市的人才、技术、企业等要素流动，显现出更强的“虹吸效应”。另一方面，城市群内产业分工明确，上下游联系紧密。当智慧城市试点项目实施后，原本可能落户于邻近城市的项目、企业或资金，会更倾向于向政策更优、数字化基础更好的试点城市集中。因此，未来智慧城市建设不能只关注“点”的突破，更要重视“面”的协同。

表6 空间溢出效应

	(1)	(2)	(3)	(4)
	全样本		非城市群	城市群
	HUUL	HUUL	HUUL	HUUL
<i>DID_Near</i>	-0.059***	-0.043**	-0.033	-0.055**
	(-2.882)	(-2.178)	(-0.943)	(-2.534)
控制变量	No	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	2 880	2 880	1 456	1 424
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.826	0.839	0.821	0.864

注: \*\*、\*、\*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著; 括号内为*t*值。

## 五、结果分析与讨论

基于前文对智慧城市试点政策与城市土地高质量利用指数关系的实证检验, 在考虑地区特性、时间因素以及其他相关影响后, 智慧城市建设使得城市土地高质量利用指数平均提高了大约3.3%, 效应强度略低于产业转型升级示范区但高于低碳城市<sup>[2][3]</sup>。这种差异本质上源于不同政策的核心机制差异: 产业转型升级示范区聚焦经济与生态的双重协同, 低碳城市侧重环境治理的单一突破, 而智慧城市则以技术驱动为核心逻辑, 通过数字技术对土地利用全流程的渗透, 实现从要素驱动到数字赋能的转型。

进一步地, 这一正向影响的实现并非孤立, 而是通过“技术奠基—创新驱动—产业落地”的协同逻辑层层传导。数字赋能作为智慧城市的基础性投入, 通过构建城市级数据平台和智能感知网络, 显著降低了信息不对称与交易成本, 为绿色创新提供了数据支持与技术工具<sup>[22]</sup>。同时, 绿色创新不仅是智慧城市试点项目中生态环境指标检测下的被动响应, 更是政策激励下主动的技术跃迁。试点城市往往配套出台绿色技术研发补贴、碳排放权交易等政策, 形成硬约束与软激励的双重驱动。最后, 产业集聚是前两大机制落地的重要载体。智慧园区通过共享基础设施、降低企业协同成本, 促进了产业链上下游的空间集聚<sup>[24][25]</sup>, 而数字技术与传统产业的融合则提升了单位土地的产出效率。值得注意的是, 本文发现智慧城市对智慧产业集聚的促进作用不显著, 这反映了当前重基建、轻应用的建设倾向<sup>[38]</sup>, 提示政策需从技术供给端转向市场需求端发力, 推动技术与产业的深度耦合。

此外, 空间溢出效应的结果进一步拓展了对智慧城市试点政策效应的理解。与既有研究关于宽带中国建设正向空间溢出效应的发现不同<sup>[4]</sup>, 本文揭示了智慧城市试点政策可能引发负向空间竞争的重要差异。这种差异可能源于政策干预强度的本质区别: 相较于宽带中国政策的普惠性特征, 智慧城市建设政策更强调通过试点探索、总结、提炼创新可持续的城镇化发展模式, 实现城市治理的智慧化, 这种城市转型产生的政策洼地效应, 使得地理邻近的非试点城市面临较大的人才、资金等要素流失压力。这一发现与既有关于数字经济可能扩大城市间创新能力差距的研究形成呼应<sup>[21]</sup>, 共同揭示了数字化转型进程中潜在的非均衡效应。两者均表明, 数字相关政策在提升试点地区发展水平的同时, 可能通过要素集聚的极化效应加剧区域间发展分化, 凸显了制度设计中统筹效率与公平的必要性。

值得强调的是, 本文所提出的城市土地高质量利用, 其根本价值在于实现以人民为中心的发展, 通过土地利用方式的转变深刻塑造着居民的生活便利性、环境舒适度、公共服务可及性以及职住关系的协调程度。因此, 土地高质量利用的本质, 是对“人本城市”理念的空间兑现——通

过智慧化手段优化资源配置，让城市空间真正服务于人的全面发展与美好生活需要。唯有将技术进步落脚于人的福祉提升，智慧城市建设才能超越工具理性的局限，迈向更高层次的价值理性，实现城市发展从效率优先向公平包容、宜居宜业的深层转型。

## 六、结论与启示

既有研究多将智慧城市建设与土地利用的关系置于城市发展的宏观框架中<sup>[39][40]</sup>，存在机制黑箱化与效应混同化的双重局限。本研究通过构建“数字赋能-技术创新-产业集聚”三维分析框架，从土地要素的视角出发，深入探讨智慧城市建设促进城市土地高质量利用的内在机制。在此基础上，通过采用智慧城市试点政策作为准自然实验，结合2008—2023年间中国278个地级市的面板数据，运用多时点双重差分模型和倾向得分匹配双重差分模型进行实证分析，验证了智慧城市建设对城市土地高质量利用的影响效应及其作用路径。研究结果如下。（1）2008—2023年，中国地级市HUUL指数从核心-边缘结构转向多中心网络格局，区域差距显著收窄，印证了土地高质量利用在空间均衡与协同发展上的系统性进阶。（2）智慧城市建设有效地促进了城市土地的高质量利用；在排除其他影响因素的条件下，这一影响效应约为3.3%。（3）数字赋能、绿色创新以及传统产业集聚是智慧城市建设促进城市土地高质量利用的作用机制。（4）智慧城市建设表现出对邻近城市土地利用质量的显著负向空间溢出效应，主要原因为试点城市对邻近城市技术及产业具有虹吸效应，从而在一定程度上对周边城市的土地高质量利用产生了抑制作用。本研究从理论层面深化了智慧城市与土地要素利用效率的关系认知：一方面，突破传统研究将土地利用与智慧城市建设目标简单关联的范式，揭示智慧城市建设通过数字赋能、绿色创新、产业集聚三大路径提升土地利用质量的具体作用链条；另一方面，证实智慧城市建设存在显著空间异质性，试点城市对邻近地区产生技术虹吸效应，形成了区域发展的非对称竞争格局。

本文的研究结论为智慧城市建设与城市土地高质量利用提供了重要的政策启示。（1）智慧城市建设对于促进城市土地高质量利用具有积极意义。建议将智慧城市的数字孪生、实时感知、智能决策技术，深度嵌入土地管理全流程，打造智慧土地大脑，解决以往重审批、轻监测的痛点，推动城市土地利用从事后被动整治转向事前主动优化。（2）尽管智慧城市建设的投入巨大，但其对城市土地利用质量提升的效果相对有限，本研究的实证发现表明，智慧城市对智慧产业集聚的促进作用不显著，说明技术供给与产业需求存在脱节。因此，应推动智慧城市建设从技术驱动向场景牵引、需求导向转型。试点城市应进一步梳理辖区内传统产业的数智化升级痛点，确保技术投入精准服务于城市建设，而非单纯追求硬件铺设。（3）研究发现，智慧城市试点对邻近非试点城市存在显著的负向空间溢出效应，尤其在城市群内更为突出。这可能会加剧地区间发展不平衡，违背了区域协调发展战略导向。因此，必须打破“孤岛式”建设思维，构建区域协同治理机制。推动试点城市向周围非试点城市开放非涉密的智慧城市数据接口，鼓励试点城市与邻近地区合作设立数字技术应用转化基地，承接本地孵化但尚未规模化的企业，实现核心试点城市与周边城市智慧建设的协作模式。

## 参考文献

- [1] 田文佳,程宇丹,龚六堂.基于土地视角的中国城乡结构转型与经济增长[J].经济学(季刊),2021(3).
- [2] 张倩华,边志强.产业转型升级示范区建设对城市土地绿色利用效率的影响研究[J].中国土地科学,2024(10).
- [3] 姜旭,侯娇,卢新海.低碳试点政策对城市土地绿色利用的影响——基于双重差分模型的实证研究[J].中国土地科学,2023(3).

- [4] 张建平,许润达,孙爱军,等.数字基础设施对区域土地绿色利用效率的影响及其空间效应[J].经济地理,2025(2).
- [5] 严思齐,吴群.铁路网络联系对城市土地绿色利用效率的影响研究——以长三角地区为例[J].中国土地科学,2024(4).
- [6] 葛堃,邹珊,卢新海,等.区域一体化背景下城市土地绿色利用效率空间收敛分析——以长江经济带为例[J].华东经济管理,2021(3).
- [7] 刘雷,张春利,梁文涛.浅析闲置土地的政府成因及相应对策[J].中国土地,2016(6).
- [8] 王彬燕,田俊峰,王士君.都市圈接合区土地利用转型过程与机制研究——以成渝中部地区为例[J].地域研究与开发,2024(3).
- [9] 黄铎,兰祥滔,刘子琪,等.基于数字技术的城市更新区域识别方法研究[J].规划师,2025(3).
- [10] 甄峰,席广亮,张姗姗,等.智慧城市人地系统理论框架与科学问题[J].自然资源学报,2023(9).
- [11] 刘修岩,王雨昕.数字基础设施与中国城市的空间重构[J].经济地理,2024(4).
- [12] Bar-Isaac, H., G. Caruana, V. Cunat. Search, design, and market structure[J]. *American Economic Review*, 2012(2).
- [13] 崔新蕾,段珂.数字经济发展能否缓解工业用地要素错配[J].中国土地科学,2024(7).
- [14] 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(11).
- [15] 刘淑春,闫津臣,张思雪,等.企业管理数字化变革能提升投入产出效率吗[J].管理世界,2021(5).
- [16] 赖晓冰,岳书敬.智慧城市试点促进了企业数字化转型吗?——基于准自然实验的实证研究[J].外国经济与统计,2022(10).
- [17] 何瑛,陈丽丽,杜亚光.数据资产化能否缓解“专精特新”中小企业融资约束[J].中国工业经济,2024(8).
- [18] 屠西伟,张平淡.企业数字化转型、碳排放与供应链溢出[J].中国工业经济,2024(4).
- [19] 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(4).
- [20] 陶锋,赵锦瑜,周浩.环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据[J].中国工业经济,2021(2).
- [21] 韩璐,陈松,梁玲玲.数字经济、创新环境与城市创新能力[J].科研管理,2021(4).
- [22] 王镛,章扬.企业数字化转型、策略性绿色创新与企业环境表现[J].经济研究,2024(10).
- [23] 王海,郭冠宇,尹俊雅.在转型中向“绿”而行:产业结构调整与企业绿色创新[J].数量经济技术经济研究,2025(1).
- [24] 周政华,唐鹏.智慧城市[M].北京:中共中央党校出版社,2020.
- [25] 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(5).
- [26] 仲昭成,沈丽珍,汪侠.长三角智慧产业空间演化特征及影响因素[J].经济地理,2021(11).
- [27] Lin, H. L., H. Y. Li, C. H. Yang. Agglomeration and productivity: Firm-level evidence from China's textile industry[J]. *China Economic Review*, 2011(3).
- [28] 冯银,严飞,石大千,等.智慧供应链建设能否促进企业分工——基于供应链创新与应用试点政策[J].中国地质大学学报(社会科学版),2024(4).
- [29] 姚冲,甄峰.智慧产业与智慧城市的多元融合及发展机制——以南京市为例[J].南京社会科学,2022(6).
- [30] 付奎,刘炳荣,张杰.数字产业发展何以赋能区域低碳转型——基于经济结构调整的视角[J].中国地质大学学报(社会科学版),2025(3).
- [31] 李娉.中国政策试点的三重逻辑:历史、理论与实践[J].学海,2023(5).
- [32] 钟坚.历史性跨越(下)——深圳经济特区改革开放和现代化建设回顾与思考[J].特区实践与理论,2018(3).
- [33] 王林辉,姜昊,董直庆.工业智能化会重塑企业地理格局吗[J].中国工业经济,2022(2).

- [34]陈强,齐霁,颜冠鹏. 双重差分法的安慰剂检验:一个实践的指南[J]. 管理世界,2025(2).
- [35]Goodman-Bacon, A. Difference-in-differences with variation in treatment timing[J]. *Journal of Econometrics*,2021(2).
- [36]王家庭,姜铭烽. 国家级城市群规划对要素跨省流动的影响研究[J]. 当代经济科学,2023(1).
- [37]林玉妹,林善浪. 区域一体化背景下跨区域产业协同发展研究——以长三角地区为例[J]. 中州学刊,2022(11).
- [38]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).
- [39]Vanolo, A. Smart mentality: The smart city as disciplinary strategy[J]. *Urban Studies*,2014(5).
- [40]Burns, R., V. Fast, A. Levenda, et al. Smart cities: Between worlding and provincialising[J]. *Urban Studies*,2021(3).

## How Can the Smart City Construction Promote the High-quality Utilization of Urban Land?

LÜ Kun, LÜ Ping

**Abstract:** In the process of promoting Chinese-style modernization, how to achieve high-quality utilization of urban land—a crucial resource—has become an increasingly important and pressing issue. Enhancing spatial resource allocation, transforming development models, and improving living environments through such utilization are directly linked to the quality of new urbanization, the capacity for sustainable economic and social development, and the advancement of modern national governance. Based on panel data from 278 prefecture-level cities in China from 2008 to 2023, this paper systematically examines the interaction between smart city construction and the high-quality utilization of urban land by employing the difference-in-differences model and the propensity score matching difference-in-differences model. The study finds that the quality of urban land use in China exhibits a pronounced “core-periphery” spatial distribution characteristic, with a clear advantage for coastal cities in the eastern region and a relative lag in the western areas. However, the range of high-value zones continues to expand over time, indicating an overall trend towards balanced regional differentiated development. The pilot policies for smart cities significantly enhance high-quality urban land utilization, with an average improvement rate of 3.3%, and the core mechanisms involve digital empowerment, green innovation, and industrial agglomeration. It is noteworthy that pilot cities exhibit negative spillover effects on surrounding areas, as the technology siphoning effect leads to a decline in high-quality urban land utilization in adjacent regions. The research suggests that it is necessary to promote the technology and management experiences of pilot cities, guiding non-pilot areas towards a transformation that emphasizes intensification and low carbon, while deepening the integration of digital technology and traditional industries in smart city construction, enhancing the quality and efficiency of land use. Furthermore, establishing regional collaboration mechanisms is essential to mitigate negative spatial spillovers, promote balanced and coordinated development among cities, and provide theoretical references and policy insights for integrating urban digital transformation with intensive land utilization.

**Key words:** smart city; high-quality utilization of urban land; digital empowerment; multi-period DID model; spatial spillover effect

(责任编辑 周振新)