

智慧城市建设能促进城市数实融合吗？

——基于“准自然实验”的证据

曹平, 杨镕博

(广西大学工商管理学院, 广西南宁 530004)

[摘要] 数实融合是中国构建新发展格局和推动高质量发展的重要途径。文章基于2005—2021年280个地级及以上城市数据, 实证检验了智慧城市对城市数实融合的影响及其机理。研究发现: 智慧城市建设对城市数实融合程度有显著的促进作用, 其机制是通过创新效应、人才集聚效应与对外开放效应而实现; 智慧城市对城市数实融合的促进作用因城市的区域位置存在明显差异, 在中部地区以及特大城市, 智慧城市对城市数实融合程度的促进作用较大, 而在东西部地区以及中小规模城市与大规模城市, 该促进作用并不显著。该研究为推进数字经济与实体经济深度融合提供城市视角的证据, 对于中国式现代化和高质量发展目标的实现具有重要意义。

[关键词] 数实融合; 智慧城市; 多时点DID; 中介效应

[中图分类号] F061.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-6973(2024)03-0088-12

一、引言

随着技术进步与经济发展, 继农业经济与工业经济之后, 人类迎来了新的经济形态——数字经济。发展数字经济契合中国经济社会发展需求和战略任务, 是实现中国式现代化的重要途径^[1]。2016年G20杭州峰会发布的《二十国集团数字经济发展与合作倡议》对数字经济给出了一个较明确的定义: “数字经济是指以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动。”该定义表明, 虽然数字经济非常重要, 但只是发展经济的一种手段。这意味着片面地脱离实体经济推动数字化转型, 是与数字经济的内涵相违背的。与之相对应的, 实体经济是一个宽泛的概念, 泛指从事生产服务活动的部门和行业, 它代表一个国家或地区所生产商品和提供服务的总价值, 包括农业、工业、服务业等^[2]。在数据成为关键生产要素之后, 数字经济与实体经济深度融合被广泛关注^[3]。党的二十大报告明确提出“加快发展数字经济, 促进数字经济和实体经济深度融合, 打造具有国际竞争力的数字产业集群”。这充分说明数实融合是中国构建新发展格局和推动高质

[收稿日期] 2024-03-06

[基金项目] 国家社会科学基金重点项目“城乡融合视角下推进以人为核心的新型城镇化研究”(22AZD048)。

[作者简介] 曹平(1970—), 男, 广西南宁人, 广西大学工商管理学院教授、博士生导师, 主要研究方向为技术创新、产业创新与战略管理; 杨镕博(1999—), 女, 山东菏泽人, 广西大学工商管理学院硕士研究生, 研究方向为技术经济及管理。

量发展的重要途径。另一方面,随着数字经济的快速发展,作为一种新型城市发展模式,智慧城市迅速在世界各国掀起建设浪潮。中国政府也高度重视智慧城市建设与发展。2012年,中国发布《国家智慧城市试点暂行管理办法》,并发布第一批试点城市。随后在2013、2014年先后发布第二批、第三批试点城市,具体详见表1。截止2023年,中国已有85%以上的城市直接或间接地参与智慧城市建设,经济规模达25万亿元^[4]。智慧城市的要义,是利用物联网、云计算、大数据、空间地理信息集成等新一代信息技术将城市内部存在的系统服务壁垒予以打通集成,以实现精细化动态管理,并进一步加强信息化、工业化与城镇化的深度融合,从而提升城市管理效率和改善市民生活质量^[5]。由此可见,智慧城市是新一代信息技术支撑的城市形态。那么,作为政府高度重视并积极参与的一项重要政策,智慧城市是否可以促进城市数实融合?其机制是什么?回答该问题,对于数字经济与实体经济深度融合和智慧城市建设具有重要价值,也对中国式现代化和高质量发展目标的实现具有借鉴意义。

表1 智慧城市试点地级市分布

	东部地区	中部地区	西部地区
第一批试点城市	北京市、天津市、石家庄市、秦皇岛市、邯郸市、廊坊市、上海市、无锡市、常州市、镇江市、泰州市、温州市、金华市、南平市、东营市、威海市、德州市、珠海市	太原市、长治市、辽源市、芜湖市、淮南市、铜陵市、萍乡市、郑州市、鹤壁市、漯河市、武汉市、株洲市	乌海市、重庆市、雅安市、六盘水市、铜仁市、拉萨市、咸阳市、吴忠市
第二批试点城市	营口市、南通市、宁波市、莆田市、烟台市	阳泉市、晋城市、四平市、齐齐哈尔市、牡丹江市、淮北市、黄山市、阜阳市、新余市、许昌市、宜昌市、襄阳市、黄冈市、咸宁市	鄂尔多斯市、呼伦贝尔市、南宁市、柳州市、桂林市、贵港市、绵阳市、遂宁市、贵阳市、遵义市、毕节市、宝鸡市、渭南市、延安市、兰州市、金昌市、白银市、陇南市、银川市、石嘴山市、乌鲁木齐市、克拉玛依市
第三批试点城市	唐山市、徐州市、泉州市、莱芜市	大同市、忻州市、通化市、佳木斯市、滁州市、宿州市、亳州市、鹰潭市、吉安市、开封市、南阳市、荆州市、常德市	呼和浩特市、钦州市、玉林市、泸州市、乐山市、广安市、玉溪市、汉中市、天水市、张掖市、中卫市

学者们高度关注数字经济与实体经济融合问题,主要研究可以归纳为如下几点:第一,数字经济与实体经济融合现状及存在的问题。温涛和陈一明通过对国内外典型案例进行分析与研究,总结了我国数实融合存在的现实问题,如融合发展程度较低,数字技术与实体企业的融合普遍处于生产流程、供应链等局部环节^[6];熊鸿儒研究发现,由于“数字鸿沟”的存在,以及经济发展、人力资源与基础设施等外部环境的影响,数字经济与实体经济的融合在区域上存在较大的差异^[7]。王琛伟指出,数实融合的关键领域核心技术外部依赖性大,同时数字技术尚未全产业链、全生命周期地融入到实体经济中^[8]。第二,数字经济与实体经济融合的重要性及其实现路径,特别是数实融合对产业升级、经济高质量增长的重要作用。荆文君和孙宝文从微观与宏观两个层面探讨了数字经济促进经济高质量发展的内在机理^[9];渠慎宁研究发现区块链与实体经济深度融合有助于推动中国产业升级,实现高质量发展的目标^[10]。熊鸿儒对数字技术与实体经济深度融合的意义进行了探索,认为数字技术与实体经济的融合是进一步释放数字化红利、构建现代化经济体系的主要抓手,加快核心关键技术攻关和传统产业数字化转型是实现深度融合的重点任务^[7]。刘亦文等提出数字经济

的发展对企业生产经营的流程有一定的优化作用,能提高实体企业的投资效率^[2]。洪银兴和任保平基于数实融合内涵和特征视角,提出构建数字经济与实体经济深度融合的生态系统、提高数字经济与实体经济深度融合的基础能力等实现路径^[11]。第三,数实融合程度的测量。李林汉等采用2011—2020年中国31个省际数据,测算出中国数字经济与实体经济的变化关系,以地域和省份来研究数字经济与实体经济的耦合协调程度^[12];张帅等通过熵值法、协调度和空间计量模型等方法探究了中国数字经济与实体经济融合的时空演变特征及其驱动因素,构建融合度等级评价模型并分析了其驱动因素^[13]。

分析上述文献可见,学者们对数字经济与实体经济融合的研究主要基于产业视角,而基于城市视角的研究还比较缺乏。一些文献研究了智慧城市对城市数实融合的影响,但样本主要是国外的城市。基于此,本文采用2005—2021年中国地级市面板数据,将智慧城市试点区视为准自然实验,利用三批试点进行多点DID分析,探究智慧城市对城市数实融合程度的影响及其内在机制,为推进数字经济与实体经济深度融合提供城市视角的证据与中国经验。本文的边际贡献在于:第一,将数实融合程度的测算细化至城市,可以从更加详细的尺度探究中国数实融合的区域差异性;第二,从智慧城市试点视角,探究智慧城市建设对数实融合程度的影响及其机制,拓展了已有研究。

二、理论分析与研究假设

近年来,学者们开始关注智慧城市建设对数实融合的影响及其作用机制。Yigitcanlar和Kamruzzaman研究发现,智慧城市建设可以吸引资本与劳动力聚集于试点城市,从而优化城市的产业结构,推进城市的创新,在不同程度上推进城市的数字经济与实体经济发展,最终促进城市数实融合^[14]。

首先,智慧城市的最大特点是基于技术创新的信息化与数字化^[15]。智慧城市的建设和发展需要不断地引入和应用新的科技和技术,通过在城市中广泛部署传感器、智能设备和物联网技术,实现对城市各个方面的实时监测和数据采集,以满足城市管理和公共服务的需求。这些数据不仅丰富了城市管理的信息基础,也为数字技术在实体世界中的应用提供了丰富的数据资源,使得城市基础设施和各种实体与信息技术深度融合。同时,随着智能制造、数字经济等新兴产业的兴起,传统产业也在向智能化、数字化方向转型,这种转型为数实融合提供了更广泛的应用场景和需求。智慧城市是以数字城市为基础的,城市的原有商业模式,已经不能适应智慧城市的建设与发展的需要,必须进行优化与创新^[16]。在智慧城市发展的过程中,会引发新一轮的创新热潮^[17-18]。这种热潮包括数字化技术、物联网、人工智能等领域的创新,这些技术的引入和应用为数实融合提供了技术基础,促进城市数实融合^[19]。

其次,智慧城市建设吸引了大量高级人才和资本的聚集,这对促进城市的数实融合具有重要意义。一些研究发现,智慧城市具有显著的配置效应,即通过提升城市资源配置效率,推动资本、劳动力等要素向智慧城市积聚,为数实融合提供了人才支持与资金支持。智慧城市的建设需要大量信息技术专家、工程师、数据科学家等高级人才的参与和支持,他们的专业知识和技能为智慧城市的发展提供了强有力的支持,推动了信息科学技术的创新和应用,进而促进了数字经济与实体经济的深度融合^[14]。另一方面,大量资本的聚集与先进的城市治理模式能够吸引更多的劳动力聚集,从而产生劳动力密集型产业的聚集,促进经济发展与城市创新^[5],进一步促进了数字经济与实体经济的融合。

最后,智慧城市试点的设立吸引了国内外企业关注,促进城市对外开放,吸引了外部的资本、技术和人才流入城市,而外部资源的引入可以填补城市内部的技术和资金空缺,为城市数字化与实体经济的融合提供了新的动力和资源^[20]。此外,智慧城市试点的设立可以提高城市在国内外市场上的竞争力,吸引更多的外商投资,从而促进了城市经济的发展和实体经济的融合。

根据上述分析,提出以下研究假设:

研究假设 H1 智慧城市的设立对城市数实融合具有显著的推动作用;

研究假设 H2a 智慧城市试点政策通过创新效应推动城市数实融合;

研究假设 H2b 智慧城市试点政策通过人才聚集效应推动城市数实融合;

研究假设 H2c 智慧城市试点政策通过对外开放效应推动城市数实融合。

三、研究设计

(一)样本选取与数据来源

数据主要来自历年中国城市统计年鉴、中国统计年鉴、各省统计年鉴与国家统计局。考虑数据的可获得性与完整性,样本范围为 2005—2021 年中国地级市,删除部分缺失值较多的城市(如吐鲁番、哈密、那曲等)后,获得 280 个地级及以上城市共 4760 条数据,部分缺失值运用线性插值法补齐。

(二)模型设定

本文借鉴王帆等的研究^[21],构建多期双重差分基准模型:

$$DRID_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \alpha_i Control_{it} + u_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中, i 表示城市, t 表示年份,被解释变量($DRID$)为数实融合程度,核心解释变量(DID)为智慧城市, $Control_{it}$ 为系列控制变量, u_i 和 λ_t 分别为个体与时间效应, ε_{it} 为随机扰动项。

(三)变量定义及说明

1. 被解释变量

对于被解释变量“数实融合水平($DRID_{it}$)”,本文参考王晓丹等^[22]、袁航等^[23]、赵涛等^[24]、郭晗等^[25]的做法,构建了数字经济与实体经济综合评价指标体系(见表 2),运用熵值法分别对数字经济与实体经济各指标进行赋权后得到数字经济与实体经济发展水平的综合得分,再测算数字经济与实体经济发展的耦合协调度。

表 2 数字经济与实体经济耦合协调度发展评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
数字经济发展指标	互联网相关产出	人均电信业务量(元)
		人均邮政业务总量(元)
	互联网相关从业人员数	信息传输、计算机服务和软件业从业人员占年末单位从业人员百分比(%)
		移动电话年末用户数占总人口比
	互联网普及率	每百人互联网接入用户数
实体经济发展指标	实体经济发展规模	第二产业占 GDP 比重(%)
		人均社会消费品零售额(元)
	实体经济发展潜力	规模以上工业企业个数
		人均规模以上工业企业利润收入(元)
	实体经济发展结构	实体经济(金融业、房地产业除外)从业人员占比(%)

2. 核心解释变量

对于解释变量“智慧城市(DID_{it})”,本文采用的是智慧城市政策实施时间虚拟变量,试点城市的政策实施当年及以后年份设定为1,其余为0。

3. 机制变量

本文在机制分析部分的模型中纳入机制变量。根据前文的文献分析,传导机制变量选择如下:创新效应(Ino),参考复旦大学产业发展研究中心等的方法^[26],测算地方创新指数来衡量;人才集聚效应(Hcp),参考袁航和朱承亮的方法^[27],以高校在校生与地方人口之比衡量;对外开放效应(Opd),以当年实际使用外资金额(亿元)衡量。

4. 控制变量

本文选取如下控制变量:经济发展水平(Eco),以人均地区生产总值取对数衡量;金融发展水平(Fin),以年末机构存贷款余额与地区生产总值之比衡量;政府干预程度(Gov),以地方财政一般预算内支出与地区生产总值之比衡量;教育水平(Edu),以教育支出与地区生产总值之比衡量;科创水平(Scl),以科学支出与地区生产总值之比衡量。各变量的定义及统计性描述如表3所示。

表3 变量定义及统计性描述

变量类型	名称	变量	均值	方差	最小值	最大值
被解释变量	数实融合程度	DRID	0.336	0.140	0.082	0.943
解释变量	智慧城市试点	DID	0.193	0.395	0.000	1.000
	创新效应	Ino	0.186	0.982	0.000	29.079
机制变量	人才集聚聚集	Hcp	0.018	0.023	0.000	0.131
	对外开放效应	Opd	7.479	15.908	0.000	103.474
组别变量	组别虚拟变量	treat	0.361	0.480	0.000	1.000
	经济发展水平	Eco	10.417	0.847	4.577	13.185
	金融发展水平	Fin	2.309	1.220	0.229	21.301
控制变量	政府干预程度	Gov	0.180	0.117	0.044	2.349
	教育水平	Edu	0.032	0.020	0.006	0.720
	科创水平	Scl	0.002	0.003	0.000	0.063

四、实证检验

(一)平行趋势检验

参考王锋和葛星^[28]、黄炜等^[29]的研究,本文选择事件研究法来进行平行趋势检验。图1为多时点DID的平行趋势假设检验,通过平行趋势检验可以确定被划为智慧城市试点区前,非智慧城市与智慧城市之间数实融合水平没有显著差异,或者存在相同的时间趋势。本文选取政策实施前一期为基期,实施前*i*年为pre_*i*,实施后*i*年为post_*i*,同时对其进行缩尾处理,保留前后七期数据。从图1可以看出,智慧城市试点评选前,政策系数与0并不存在显著差异,随着时间的推移,政策系数显著异于0,这表明多点DID回归较好地满足了平行趋势假设。

(二)基准回归

基于模型1,基准回归结果如表4所示,列(1)为未加入控制变量和双向固定效应的结果,智慧城市对城市数实融合程度的估计系数为0.124,且在1%的水平下显著。列(2)与列(3)分别为逐步

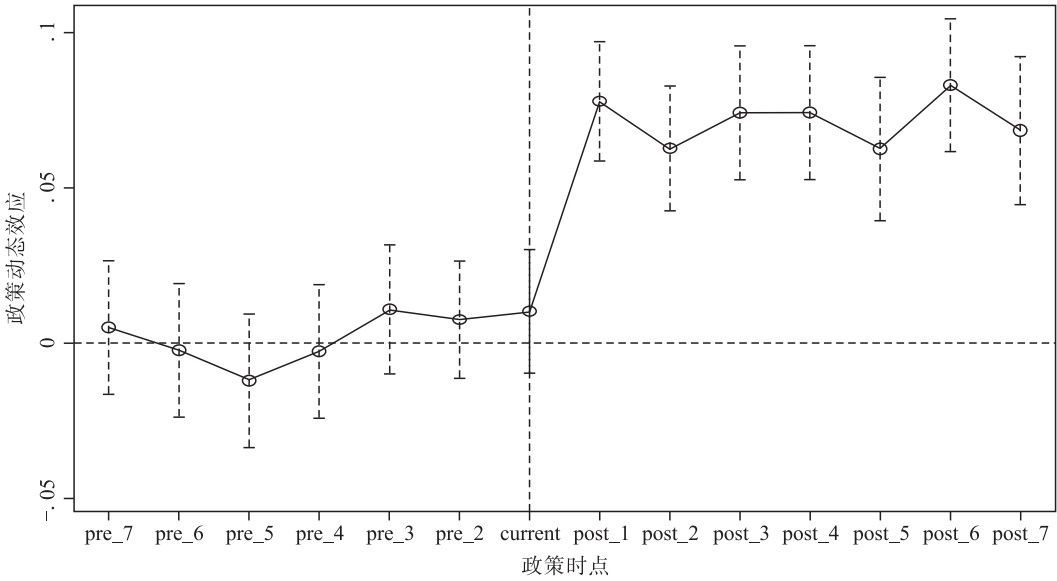


图 1 平行趋势假设图

加入时间固定效应与城市固定效应和控制变量的结果,系数分别为 0.063 和 0.061,并且均在 1% 的水平下高度显著。一方面,系数逐渐降低,说明加入控制变量和固定效应的必要性;另一方面,三个模型中,核心解释变量的系数均显著为正,表明了结果具有较好的稳健性。该回归结果说明,智慧城市可以显著推动城市数实融合。假设 1 得到验证。

表 4 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
DID	0.124*** (30.43)	0.063*** (13.52)	0.061*** (13.13)
Eco			0.034*** (4.84)
Fin			0.001 (0.63)
Gov			-0.029* (-1.67)
Edu			0.105 (1.07)
Scl			-0.048 (-0.09)
City FE	NO	YES	YES
Year FE	NO	YES	YES
N	4,760	4,760	4,760
R ²	0.168	0.300	0.304

注:括号内数值为 t 值或 z 值;***、**、* 分别表示在 1%、5%和 10%的水平下显著

(三)稳健性检验

为了进一步检验基准回归结果的稳健性,分别采用替换核心变量、更换回归方法、替换样本数据等方法进行稳健性检验。

1. PSM-DID 方法

为了克服样本偏差问题,参考白俊红等的研究^[30],本文选择 PSM-DID 模型排除由于样本偏差

问题对基准回归结论造成的干扰。首先利用组别虚拟变量(treat)作为匹配变量,对研究样本进行筛选,其次选用不同匹配方法进行控制组的选取与配对,最后根据匹配后的样本重新进行回归检验,PSM-DID的回归结果如表5所示。其中,列(1)为使用1:2近邻匹配的结果,列(2)为使用核匹配的结果,列(3)为使用 $r=0.01$ 的半径匹配结果。由表5中(1)–(3)列可知,核心解释变量的系数均在1%的水平下显著,这说明考虑到选择偏差问题后,基准回归结果依旧稳健。

表5 稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
DID	0.056*** (10.74)	0.061*** (13.23)	0.060*** (12.96)	0.058*** (12.42)	0.061*** (13.07)	0.055*** (8.05)
Control	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	3539	4948	4869	4760	4760	4760
R ²	0.357	0.317	0.315	0.312	0.304	0.287

注:括号内数值为t值;***、**、*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著

2. 排除其他政策的影响

本文样本选取年份为2005—2021年,在这期间,由于2015年出台的国家级大数据综合试验区名单以及2014年后工信部与国家发改委分三批遴选的“宽带中国”试点城市政策与本文密切相关,因此,本文参考了石大千等的研究^[31],在基准回归模型中加入“宽带中国”虚拟变量与国家级大数据综合试验区虚拟变量后再次进行回归,以尽量控制其他政策对本文的影响,结果见表5中第(4)–(5)列所示。从估计结果而言,分别控制了两个政策后,智慧城市试点设立对数实融合影响的系数仍显著为正,一定程度上说明智慧城市试点的设立对数实融合具有显著的推动作用,结果较为稳健。

3. 仅使用2012年智慧城市试点

由于智慧城市试点分别于2012年、2013年和2014年设立,故基准回归采用了多时点DID模型。参考宋德勇等的研究^[32],本文进一步采用单时点DID模型,不考虑2013年与2014年发布的第二批、第三批试点城市,仅将2012年第一批智慧城市试点的政策实施当年及以后年份设定为1,其余均为0,再次进行回归和稳健性检验。回归结果如表5列(6)所示,核心解释变量“智慧城市(DID)”的系数在1%的水平下显著,回归结果依然稳健,支持了本文结论。

(四)异质性分析

1. 城市区域异质性

中国是典型的大国经济,区域发展不平衡是中国经济的特征性事实。就区域发展水平看,东中西部地区经济发展水平、人才集聚和基础设施等存在显著差异。为了检验智慧城市建设对城市数实融合程度的促进作用是否存在地区异质性,分区域依次进行回归,结果如表6所示。第(1)列为东部地区回归结果,第(2)列为中部地区回归结果,第(3)列为西部地区回归结果。分析可见,中部地区试点智慧城市对数实融合的推动作用在5%的水平下显著,但是东西部地区智慧城市的效应并不显著。原因可能是东部城市作为中国经济较为发达的地区,其数字化转型和城市基础设施建设方面在政策实施前已取得了较大进展,数实融合水平相对较高,因此智慧城市试点的设立对东部城市

数实融合的影响不显著;而西部地区在基础设施建设与经济发展水平方面都较为落后,试点城市设立后,面临较大的发展要求,由于基础建设需要较长时间和大量的资金投入,因此智慧城市对数实融合的影响需要更长时间才能显现;而中部地区介于东部地区与西部地区之间,其数实融合水平没有东部城市那么高,基础设施也不像西部城市那样落后,因而智慧城市在中部地区效应更加凸显,对数实融合的影响更为显著。

表 6 地区异质性分析

变 量	(1)	(2)	(3)
	东部	中部	西部
DID	0.008 (0.28)	0.043** (2.51)	0.014 (0.66)
Control	YES	YES	YES
City FE	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES
N	442	663	612
R ²	0.524	0.523	0.484

注:括号内数值为 t 值;***、**、* 分别表示在 1%、5%和 10%的水平下显著

2. 城市规模异质性

不同规模城市不仅经济发展水平不同,而且其基础设施建设、产业聚集程度也各不相同,因而智慧城市建设对城市数实融合的推动作用可能存在异质性。为检验这种异质性,本文选取城市常住人口来衡量城市规模,考虑数据的可获得性,删除了铜仁市、宿迁市等数据缺失的地级市后共有 280 个地级市数据。参考何凌云和马青山的研究^[33],将样本分成中小型企业(常住人口 200 万人以下)、大型城市(常住人口 200 万人至 500 万人)和特大型企业(500 万人以上),回归结果见表 7。

由表 7 可知,特大型企业中智慧城市试点对数实融合的促进作用在 5%的水平下显著,然而对中小型企业与大型城市的推动作用均不显著。这种情况可能的原因是,特大型企业往往经济更发达,能够吸引更多的人才,拥有更丰富的数据和更完善的基础设施,这为智慧城市试点的效应发挥提供了更为便利的条件,因此智慧城市在特大型企业对数实融合的促进作用更为显著;而中小型企业及大型城市在数字化转型与城市管理方面起步较晚,缺乏足够的资源和技术支持智慧城市的建设,因此对于这些城市而言,智慧城市的影响相对不显著。

表 7 城市规模异质性

变 量	(1)	(2)	(3)
	中小型企业	大型城市	特大型企业
DID	0.036 (1.13)	-0.001 (-0.09)	0.052** (2.43)
Control	YES	YES	YES
City FE	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES
N	312	868	537
R ²	0.484	0.431	0.544

注:括号内数值为 t 值;***、**、* 分别表示在 1%、5%和 10%的水平下显著

五、进一步的机制分析

基于前文理论分析,结合模型(1),本文参考温忠麟和叶宝娟的研究^[34],构建如下中介效应模型:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \beta_2 Control_{it} + u_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$DRID_{it} = \mu_0 + \mu_1 DID_{it} + \mu_2 M_{it} + \mu_3 Control_{it} + u_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

上式中, M_{it} 表示系列中介变量,依次选用创新效应(Ino)、人才集聚效应(Hcp)和对外开放效应(Opd)三个变量进行测算,其他符号含义同模型(1)。若系数 β_1 与 μ_2 均显著,则说明中介效应成立。借鉴Baron和Kenny^[35]、王帆等^[36]的研究,运用逐步回归法,检验如下。

(一)创新效应

参考第一财经研究院与复旦大学联合发布的《中国城市和产业创新力报告》,计算得出城市创新指数(Ino),将其作为创新效应的代理变量,采用中介效应模型的估计结果见表8的列(1)(2)。由表4的基准回归可知,智慧城市对城市数实融合程度的影响系数为0.061且在1%的水平下显著;表8列(1)结果表明,城市创新指数的影响系数为0.111且在1%的水平下显著。在同时加入智慧城市和城市创新指数两个变量后,智慧城市对城市数实融合的促进作用降低至0.060,在1%的水平下显著,且创新指数的影响系数也在1%的水平下显著。该实证结果表明,创新的数字化技术为实体经济提供了更高效的生产方式与管理方式,同时可以促进跨界融合,进一步推动城市数实融合。据此,假设H2a得到验证。

表8 机制检验

变量	(1) Ino	(2) DRID	(3) Hcp	(4) DRID	(5) Opd	(6) DRID
DID	0.111*** (2.70)	0.058*** (12.90)	0.001*** (3.39)	0.059*** (13.00)	0.920** (2.23)	0.060*** (12.94)
Ino		0.012*** (7.63)				
Hcp				0.520** (2.36)		
Opd						0.002*** (9.12)
Control	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	4760	4760	4760	4760	4760	4760
R ²	0.078	0.313	0.263	0.305	0.110	0.317

注:括号内数值为t值;***、**、*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著

(二)人才集聚效应

智慧城市的发展与数实融合都离不开高级人才的支撑,本文选取在读高校生与当地人口之比来衡量人才集聚效应(Hcp),回归结果见表8的列(3)与列(4)。从回归结果来看,列(3)中智慧城市虚拟变量的系数在1%的水平下高度显著,这说明了智慧城市试点可以发挥人才聚集效应,而列(4)中两个回归系数分别在1%与5%的水平下显著,且主效应系数降低,这说明人才集聚带来了丰富的技术与创新,促进实体经济的转型与升级,从而推动城市数实融合。据此,假设H2b得到验证。

(三)对外开放效应

本文采用当年实际使用外资金额衡量对外开放效应(Opd),回归结果见表8的列(5)与列(6)。从回归结果来看,列(5)中智慧城市虚拟变量在5%的水平下显著,这说明了智慧城市试点可以发挥对外开放效应;列(6)中智慧城市虚拟变量系数与对外开放效应系数均在1%的水平下显著,这说明对外开放可以吸引外部资源与技术,促进跨境合作与交流,吸引外商投资,从而推动城市数实融合。基于此,假设H2c得到验证。

六、结论和建议

作为现代化城市治理的新模式,智慧城市建设将会对中国经济社会发展产生重大而深远的影响。本文基于2005—2021年280个地级及以上城市数据,采用多时点DID模型系统检验了智慧城市对城市数实融合的影响,研究发现:(1)智慧城市对城市数实融合程度有显著的促进作用;(2)作用机制检验发现,智慧城市的促进作用通过创新效应、人才集聚效应与对外开放效应推进城市数实融合;(3)进一步的异质性分析发现,智慧城市对城市数实融合的促进作用因城市的区域位置和规模差异而存在明显差异,在中部地区以及特大型城市,智慧城市对城市数实融合程度的促进作用更显著。

基于以上结论,本文的政策建议在于:(1)智慧城市建设的核心是数字化技术的应用,因此要加强数字基础设施的建设,避免因硬件设施问题影响城市数实融合。政府应加大投入,提升城市的数字化基础设施水平,确保高速稳定的互联网接入、智慧交通系统、物联网覆盖等,为数字经济和实体经济的融合提供可靠支撑。(2)重视创新、高端人才与对外开放对数实融合的影响,政府可以制定政策支持和加快创新企业孵化,提供优惠政策鼓励企业采用先进技术和智能化生产模式,推动实体经济的数字化转型。同时,加强人才培养与引进工作。人才是智慧城市建设与数实融合的核心驱动力量,政府应建设高水平的科研机构和教育机构,提供优质的人才培训和教育资源,吸引更多优秀人才加入智慧城市建设,推动城市数字实体融合。此外,拓展对外开放合作也是智慧城市推动数实融合的重要路径。政府应积极拓展对外开放合作,吸引外部资源和技术进入城市,加强国际合作与交流,促进数字经济与实体经济的融合。(3)由本文异质性分析可知,不同地区的智慧城市建设受到城市规模和地理位置等因素的影响,因此政府应根据城市的特点和需求,制定差异化的政策措施。在中部地区和特大型城市,政府可以加大支持力度,提升智慧城市建设水平,进一步促进城市数字实体融合;而在西部地区和中小型城市,政府要集中力量解决“不融合”和“融合不全”的问题,可以通过刺激经济发展或者政策补贴,诱导不愿进行数字经济与实体经济融合的企业顺应工业经济迈向数字经济时代的要求,重塑企业经营模式,构建企业数字竞争力,不断加强互联网、人工智能、大数据与区块链等数字新技术在企业中的应用创新,提升数字经济与实体经济融合的充分性与均衡性。

[参 考 文 献]

- [1] 李三希,武珣璠,李嘉琦.数字经济与中国式现代化:时代意义、机遇挑战与路径探索[J].经济评论,2023(02):3—14.
- [2] 刘亦文,谭慧中,陈熙钧,等.数字经济发展对实体经济投资效率提升的影响研究[J].中国软科学,2022

- (10):20—29.
- [3] 刘涛雄,戎珂,张亚迪.数据资本估算及对中国经济增长的贡献——基于数据价值链的视角[J].中国社会科学,2023(10):44—64.
- [4] 天眼查研究院.中国智慧城市建设发展洞察报告[R].天眼查研究院,2022:3.
- [5] 崔立志,陈秋尧.智慧城市渐进式扩容政策的环境效应研究[J].上海经济研究,2019(04):62—74.
- [6] 温涛,陈一明.数字经济与农业农村经济融合发展:实践模式、现实障碍与突破路径[J].农业经济问题,2020(07):118—129.
- [7] 熊鸿儒.数字技术与实体经济深度融合的主攻方向[J].国家治理,2021(48):46—48.
- [8] 王琛伟.数字经济和实体经济深度融合:核心动力、主要问题与趋势对策[J].人民论坛·学术前沿,2022(18):12—21.
- [9] 荆文君,孙宝文.数字经济促进经济高质量发展:一个理论分析框架[J].经济学家,2019(02):66—73.
- [10] 渠慎宁.区块链助推实体经济高质量发展:模式、载体与路径[J].改革,2020(01):39—47.
- [11] 洪银兴,任保平.数字经济与实体经济深度融合的内涵和途径[J].中国工业经济,2023(02):5—16.
- [12] 李林汉,袁野,田卫民.中国省域数字经济与实体经济耦合测度——基于灰色关联、耦合协调与空间关联网络的角度[J].工业技术经济,2022,41(08):27—35.
- [13] 张帅,吴珍玮,陆朝阳,等.中国省域数字经济与实体经济融合的演变特征及驱动因素[J].经济地理,2022,42(07):22—32.
- [14] Yigitcanlar T, Kamruzzaman M. Does smart city policy lead to sustainability of cities? [J]. Land Use Policy, 2018,73:49—58.
- [15] Shang J, Wang Z, Li L, et al. A study on the correlation between technology innovation and the new-type urbanization in Shanxi province[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2018,135:266—273.
- [16] Schiavone F, Paolone F, Mancini D. Business model innovation for urban smartization[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019,142:210—219.
- [17] 付平,刘德学.智慧城市技术创新效应研究——基于中国282个地级城市面板数据的实证分析[J].经济问题探索,2019(09):72—81.
- [18] Caragliu A, Chiara D B. Smart innovative cities: The impact of smart city policies on urban innovation[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019,42(7):373—383.
- [19] 李智超.政策试点推广的多重逻辑——基于中国智慧城市试点的分析[J].公共管理学报,2019,16(03):145
- [20] Kummitha R K R. Entrepreneurial urbanism and technological panacea: Why smart city planning needs to go beyond corporate visioning? [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2018,137:330—339.
- [21] 王帆,章琳,倪娟.智慧城市影响企业创新的宏观机制研究[J].中国软科学,2022(11):109—118.
- [22] 王晓丹,石玉堂,刘达.数据要素市场化配置对数实融合的影响研究——基于数据交易平台设立的准自然实验[J].广东财经大学学报,2024,39(02):44—58.
- [23] 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.
- [24] 赵涛,张智,梁上坤.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[J].管理世界,2020,36(10):65—76.
- [25] 郭晗,全勤慧.数字经济与实体经济融合发展:测度评价与实现路径[J].经济纵横,2022(11):72—82.
- [26] 寇宗来,杨燕青 主编.中国城市和产业创新力报告2017[R].上海:复旦大学产业发展研究中心,复旦大学中国经济研究中心(智库),第一财经研究院,2017:7.
- [27] 袁航,朱承亮.国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J].中国工业经济,2018(08):60—77.
- [28] 王锋,葛星.低碳转型冲击就业吗——来自低碳城市试点的经验证据[J].中国工业经济,2022(05):81—99.
- [29] 黄炜,张子尧,刘安然.从双重差分法到事件研究法[J].产业经济评论,2022(02):17—36.
- [30] 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(06):61—78.

- [31] 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(06):117—135.
- [32] 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”——来自国家智慧城市试点的证据[J].中国人口·资源与环境,2021,31(11):155—164.
- [33] 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(03):28—40.
- [34] 温忠麟,叶宝娟.中介效应分析:方法和模型发展[J].心理科学进展,2014,22(05):731—745.
- [35] Baron R M, Kenny D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1986,51(6):1173—1182.
- [36] 王帆,章琳,倪娟.智慧城市能够提高企业创新投入吗? [J].科研管理,2022,43(10):12—23.

(责任编辑:蒋萍)

Can Smart City Building Promote Urban Digital-Reality Integration?

—Evidence Based on "Quasi-Natural Experiments"

CAO Ping, YANG Rong-bo

(School of Business, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004)

Abstract: Digital-reality integration is an important way for China to build a new development pattern and promote high-quality development. Based on the data of 280 prefecture-level and above cities from the year 2005 to 2021, the paper empirically examines the impact of smart cities on urban digital-real integration and its mechanism. The findings are: the construction of smart cities has significantly promoted the degree of urban digital-reality integration, and its mechanism is realized through the innovation effect, talent concentration effect and the opening-up effect; the promotion effect of smart cities on urban digital-reality integration varies significantly with the location of the cities; the promotion effect of smart cities on the degree of urban digital-reality integration is greater in the central region and mega-cities than in the east and west regions, small and medium-sized and large-scale cities, where the facilitating effect is not significant. This study provides evidence from an urban perspective to promote the deep integration of the digital economy and the real economy, which is of great significance for the realization of Chinese-style modernization and the goal of high-quality development.

Key words: digital-reality integration; smart city; multi-temporal DID; mediating effect