

# 智慧城市建设、产业集聚与企业全要素生产率

## ——基于上市公司的分析

秦晓丽,侯跃

(山西财经大学 经济学院,山西 太原 030006)

**摘要:**智慧城市是数字经济发展到一定程度的产物,以智慧城市建设促进企业全要素生产率提升,是实现经济高质量发展的重要途径。基于2009—2019年中国上市公司数据,以三批智慧城市试点政策为准自然实验,运用双重差分法和面板平滑转换模型进行实证检验。研究发现,智慧城市建设可以提升企业全要素生产率,且对规模较大及非资源城市的提升作用更明显;相对于国有企业,智慧城市建设对民营企业全要素生产率的提升效应更显著;内部管理层能力与外部关注度的差异也会导致政策效果的异质性;中介机制研究表明,智慧城市建设可通过节约成本、降低融资约束及优化资源配置提高企业全要素生产率;进一步探索发现,产业协同集聚与生产性服务业集聚在智慧城市建设与企业全要素生产率间起着非线性调节作用。

**关键词:**智慧城市;企业全要素生产率;产业集聚;双重差分法;面板平滑转换模型

**中图分类号:**F239;F427 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2023)06-0099-12

### 一、引言与文献综述

随着经济的发展,资本与劳动要素的边际收益不断降低,依靠传统生产要素投入带动经济发展的模式难以持续,实施创新发展战略、变革城市发展模式、实现高质量发展是现阶段我国社会发展的主要目标。企业作为经济发展与建设的核心力量,其全要素生产率(TFP)的提升是实现高质量发展的基础,因此探索企业TFP的影响因素及其机制,对实现发展转型具有重要意义。

作为实现高质量发展的关键,企业TFP受到广泛关注,在宏观层面,研究发现产业集聚<sup>[1]</sup>、政府补贴<sup>[2]</sup>、地区政府合作与市场分割<sup>[3]</sup>及低碳政策<sup>[4]</sup>等对企业TFP具有显著影响。也有学者从微观企业行为及市场运行视角探索企业TFP的影响因素,如涂心语等<sup>[5]</sup>证实了企业TFP的空间溢出效应。薛迎迎<sup>[6]</sup>、黄勃等<sup>[7]</sup>以及李礼连等<sup>[8]</sup>分别从研发外包行为、战略合作行为及行业工会行为进行研究。近年来,随着数字经济的迅猛发展,大数据、云计算等新兴技术的运用有效地完善了交易机制,缓解数据垄断对企业TFP的不利影响<sup>[9]</sup>。可见,数字技术作为新的生产要素,已渗透至企业生产与转型的各个方面,对其TFP的提升产生巨大影响,且引起学术界广泛关注与研究<sup>[10]</sup>。智慧城市作为数字经济发展到一定阶段的产物,本质是将云计算、物联网等一系列数字技术应用于城市建设,在资源配置、城市管理等方面实现智能化,是数字经济的实际应用,也是信息城市与数字城市的高级形态<sup>[11]</sup>。故智慧

收稿日期:2023-09-01;修回日期:2023-10-27

基金项目:国家自然科学基金青年项目“京津冀及周边地区大气污染联防联控的成本效益评估”(72103113)

作者简介:秦晓丽(1982—),女,山西忻州人,经济学博士,山西财经大学经济学院副教授,硕士生导师,研究方向为能源经济、环境经济;侯跃(1998—),男,山西大同人,山西财经大学经济学院硕士研究生,研究方向为能源经济、环境经济。

城市建设对企业 TFP 的促进应当更为有效,但遗憾的是,现有文献较少深入考察智慧城市建设对企业 TFP 的影响及机制。

智慧城市是新时代城市顶层设计和企业转型升级的主要选择,也是数字经济发挥作用的重要载体。目前关于智慧城市的研究可分为理论与实证两类。在理论层面,主要研究其内涵框架<sup>[12]</sup>、战略意义<sup>[13]</sup>及政府行为逻辑<sup>[14]</sup>。Nicolas *et al.*<sup>[15]</sup>指出,智慧城市发展中会出现潜在社会对立、绅士化等问题,解决这些问题的重点在于地方政府如何让人民理解并配合政策。在实证层面,相关研究主要集中于其对社会治理能力<sup>[16]</sup>、绿色发展<sup>[17-19]</sup>及城镇高质量发展的影响<sup>[20]</sup>。

已有研究存在一定的局限性:第一,虽然上述文献对企业 TFP 的影响因素及智慧城市建设的政策效果进行了研究,但少有学者将二者结合,探索智慧城市建设对微观层面企业 TFP 的影响及其机制,仅有少数学者<sup>[21]</sup>以信息化冲击为切入视角,发现智慧城市建设会产生信息化冲击,降低交易成本,提高企业 TFP。本文以上市公司企业 TFP 为研究对象,以智慧城市建设带来的技术及政策冲击为准自然实验,探索数字经济的实际应用对企业 TFP 的影响及其机制,丰富了相关研究。第二,智慧城市的建设会促进产业集聚,适度集聚会促进企业 TFP 的提升,但过度集聚反而会产生抑制作用。那么,产业集聚在智慧城市建设对企业 TFP 的影响中是否存在调节机制?目前少有文献进行相关探索。本文以产业集聚度为转化变量,构建面板平滑转换模型(PSTR),探究产业集聚的调节效应。

本文可能的边际贡献在于:(1)研究视角的创新。将智慧城市建设与上市公司 TFP 纳入同一分析框架,探究数字技术在城市中的实际运用对企业 TFP 的影响及其机制,丰富了相关文献。(2)研究内容的创新。考虑到不同程度产业集聚对企业 TFP 影响的异质性,将产业集聚作为调节变量,探究在考虑产业集聚后,智慧城市对企业 TFP 的动态非线性影响。(3)研究方法的改进。在引入产业集聚时,采用面板平滑转换模型,相较于面板门槛模型,可更为精准地估计系数的动态趋势,提升研究结果的准确性。

## 二、理论机制与研究假设

### (一) 智慧城市建设、产业集聚与企业全要素生产率

智慧城市建设的基本内涵是综合运用云计算、大数据等数字信息技术,使城市变得像人一样智慧。我国于2012年首次推行智慧城市试点建设工作,截至2014年,已有94个城市列入试点名单。与宽带中国等数字经济基础设施建设政策不同,智慧城市是数字经济充分发展的产物,更侧重于运用数字技术解决实际问题,带动城市治理模式跃升。故智慧城市属于数字经济的运用阶段,是信息城市与数字城市的高级化。根据经济发展长波理论,Wilenius<sup>[22]</sup>认为,第六波技术浪潮可能已经开始,主要驱动技术为智能化与资源节约型技术,而企业通过数字化转型以及绿色创新实现 TFP 提升的主战场便是智慧城市。

我国的智慧城市建设与西方国家有明显区别,西方国家多聚焦城市的整体性,旨在提高城市的运行效率,属于典型的“物感城市”,而我国在吸收其发展经验的同时,实践出更符合我国特色的“人感城市”<sup>[23]</sup>。人感城市更重视个人及企业在城市治理中的主体性和目的性,是一种以感知和回应个体诉求为核心的城市模式。故我国的智慧城市更易察觉企业对数据共享、信息安全和政府治理与服务等方面的需求,以实现地区产业集聚及企业 TFP 的提升。

智慧城市试点政策作为综合性政策,在实践中可分为智慧政务、智慧产业与智慧民生三类。智慧产业是指智慧城市利用信息技术吸引和集聚各类生产要素,将城市打造为集人才、资本及信息等为一身的“要素集聚地”<sup>[24]</sup>,从而提升地区企业 TFP。具体来说,智慧城市首先通过网络信息平台、数据交换平台等实现信息共享,促成产业虚拟集聚。虚拟集聚可提升相关产业的知名度和社会认可度,强化优势产业集聚,进一步派生出对相关产业的需求,促进相关产业发展与集聚,最终实现地区产业的协同集聚。

仅依靠智慧产业搭建信息共享平台尚无法有效实现上述集聚,因为政府在建设智慧城市时,由于

自身精力及技术有限,不得不外包部分技术项目给专业机构,而负责智慧城市建设的企业一旦成为技术巨头便可能将相关数据掌握在自己手中,对智慧城市的数据共享及数据安全性造成不利影响<sup>[25]</sup>。此时便需要智慧政务与智慧产业的搭配使用,智慧政务是指政府利用大数据、云计算等技术提高行政效率、监管能力、办公透明度和公众参与度,降低各主体间的信息不对称。智慧政务也可加强对垄断企业的监管,满足中小企业对数据共享的需求,其与智慧产业的搭配使用可有效促进数据共享,从而提升企业 TFP。

但传统经济理论认为,产业集聚对地方企业的发展具有两方面的影响:一方面,产业集聚可通过劳动力蓄水池、中间投入共享和知识溢出提升企业 TFP<sup>[26]</sup>;另一方面,过度产业集聚会引发拥挤效应,不利于企业 TFP 的提升<sup>[27]</sup>。因此,智慧城市建设通过产业集聚对企业 TFP 的影响可能并不总是积极的,当产业集聚度超过某一临界值时,可能会减弱其政策效果,即产业集聚的调节是非线性的。基于此,本文提出研究假说 1 和研究假说 2。

假说 1:智慧城市建设可以促进企业 TFP 提高。

假说 2:产业集聚在智慧城市建设对企业 TFP 的影响效果中起着非线性调节作用。

## (二) 作用机制假设

### 1. 节约成本

由上文分析可知,智慧城市建设完善了信息共享机制,弱化了信息不对称,抑制大企业的信息垄断行为。信息共享可降低企业寻找合适客源、原材料供应商的成本以及信息偏差带来的无谓损失。智慧政务对信息垄断企业及机会主义行为的监督也可节省企业监督成本,从而提升企业 TFP。此外,智慧民生类政策通过信息技术,为公民提供更好的服务与基础设施,提高居民的生活质量。虽然其主旨在于提升居民生活水平,但在基础设施建设过程中也会对企业 TFP 产生一定的积极影响。例如,智慧交通建设在方便居民的同时会降低企业运输成本。

### 2. 降低资源错配程度

智慧城市可通过提高智能化生产水平、降低管理者非理性行为等方式降低资源错配程度,从而实现 TFP 的提升。一方面,智慧城市能够依托信息技术搭建信息平台,使企业管理者可以充分掌握各类信息,降低由于认知受限带来非理性决策,实现资源的高效配置;另一方面,智慧城市建设可推动人工智能和工业互联网发展,智能化生产引发资本对劳动力的替代,而为了实现数字化转型,企业对中高端劳动力的需求增加,使得高技术劳动者就业比重增加<sup>[28]</sup>,进而实现对资本劳动要素配置结构的优化,降低资源错配程度,实现企业 TFP 提升。

### 3. 缓解融资约束

由于信息不对称,金融机构普遍存在“惜贷”的情况,致使企业面临严重的资金约束<sup>[29]</sup>。智慧城市建设可有效缓解企业与金融机构间的信息不对称,金融机构能够有效了解企业经营状况与偿债能力,合理分配信贷资源,既提高了信贷使用效率,又缓解了企业的融资约束。根据 Schumpeter<sup>[30]</sup>的观点,在均衡的经济系统中,一次生产所得的收益会刚好完全分配给资本与劳动要素,具有创新精神的企业家由于不像已经建立起来的企业那样,可从前期的生产中获益,因此企业家在初期是没有任何资金支持的,信贷的作用便是将前期创造的购买力转移至企业家手中,使新的组合成为可能。可见,信贷与创新是密不可分的,信贷的多少将直接影响创新机会与创新效益。在过去,由于融资约束,企业会丧失大量的创新机会,智慧城市可以有效打破这一困境,融资约束的缓解使企业有充足的资金进行创新,提升 TFP,而这又会进一步提升融资机构对企业经营状况及偿债能力的预估,愿意提供更多的资金支持,进一步提升企业 TFP,实现良性循环。图 1 为智慧城市试点政策对企业全要素生产率影响的作用机制图。基于此,本文提出研究假说 3、假说 4 和假说 5。

假说 3:智慧城市建设降低了企业的各项费用,从而实现企业 TFP 提升。

假说 4:智慧城市建设降低了资本及劳动力要素的错配,从而提升企业 TFP。

假说 5:智慧城市建设缓解了企业面临的融资约束,从而提升企业 TFP。

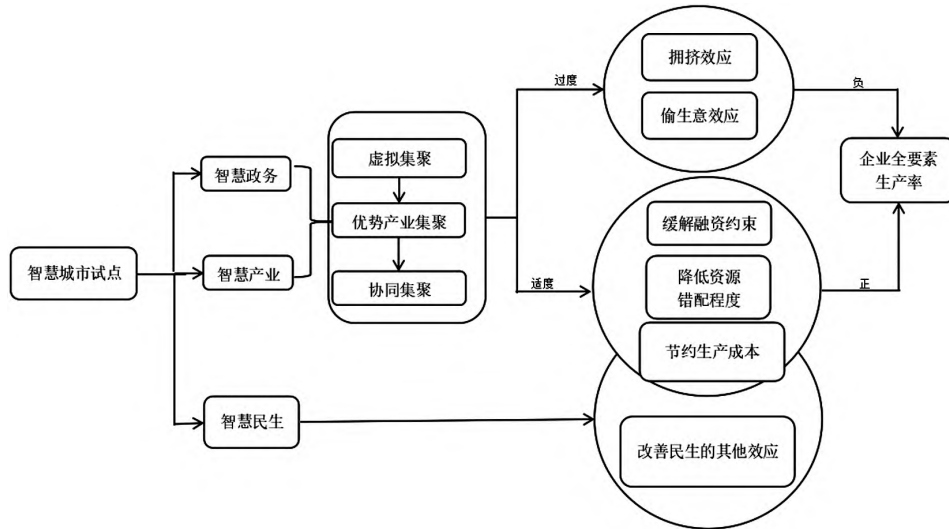


图1 影响机制

### 三、模型设定与数据说明

#### (一) 模型设定

在理论分析的基础上,本文以2009—2019年中国上市公司数据为初始样本,以三批智慧城市试点政策为准自然实验,运用双重差分法,探究智慧城市建设对企业TFP的影响,基准模型如下:

$$LP_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{ijt} + \rho X_{it} + \mu Z_{jt} + \delta + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中  $LP_{ijt}$  表示第  $t$  年  $i$  城市  $j$  企业的 TFP;  $DID_{ijt}$  为核心解释变量,其值为 1 表示该企业于第  $t$  年位于实施智慧城市政策的城市之内;  $X_{it}$  为微观企业层面的控制变量,  $Z_{jt}$  为城市层面的控制变量;  $\delta$  为行业和城市固定效应,由于控制变量中已包含了具有时间特征的企业年龄,为保证模型估计准确,便不再控制时间固定效应;  $\varepsilon_{ijt}$  为随机扰动项。

#### (二) 变量定义

##### 1. 被解释变量

企业 TFP 为被解释变量,该指标是企业生产要素投入转换成产出的效率,是反映运行效率的重要指标。本文以 LP 法测算企业 TFP。具体而言,选用主营业务收入作为产出变量,以固定资产净值作为资本投入变量,以员工人数作为劳动投入变量,以原材料、产品和存货作为中间品投入变量,所有变量均使用相关的价格指数进行平减,并对计算所得的企业 TFP 进行对数化处理。

##### 2. 核心解释变量

自 2012 年起,我国住房和城乡建设部先后公布了三批智慧城市试点名单,若企业所在城市于第  $t$  年入选试点城市建设,则其作为处理组在第  $t$  年及之后的年份取值为 1,否则为控制组,取值为 0,最终确定 988 个处理组,1 190 个控制组。

##### 3. 控制变量

借鉴相关文献,本文选取可能对企业 TFP 产生影响的因素作为控制变量,包括企业年龄、公司规模、资产负债率、第一大股东持股占比与前十大股东持股占比、资本密集度、固定资产占比、净资产收益率。此外,本文还控制了部分城市层面的变量,包括人力资本指数、财政压力、城市基础设施和人口密度。

#### (三) 样本说明与描述性统计

为排除 2008 年金融危机及 2019 年末新冠疫情的影响,本文以 2009—2019 年中国上市公司为初始样本,并进行以下处理:(1) 剔除金融行业;(2) 剔除 ST、\*ST 以及在这十年间退市的企业;(3) 剔除数据缺失严重的企业,并对剩余数据采用线性插值法补全缺失数据。最终得到 22 691 个观测值。相关数据来源于国泰安数据库以及《中国城市统计年鉴》。变量的描述性统计结果如表 1 所示。

表1 描述性统计结果

变量类型	变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	企业全要素生产率( <i>TFP</i> )	22 691	9.727	0.821	1.221	17.210
解释变量	智慧城市试点( <i>DID</i> )	22 691	0.332	0.471	0	1
	企业年龄( <i>age</i> )	22 691	17.639	5.789	0	64
控制变量(企业)	公司规模( <i>size_company</i> )	22 691	7.687	1.382	1.099	13.223
	资产负债率( <i>lev</i> )	22 691	0.479	1.230	-0.195	138.378
	第一大股东持股占比( <i>own_top1</i> )	22 691	34.995	15.287	0.290	89.990
	前十大股东持股占比( <i>own_top10</i> )	22 691	57.202	15.574	1.320	98.585
	资本集中度( <i>int</i> )	22 691	12.521	1.224	2.905	19.506
	固定资产占比( <i>fix</i> )	22 691	0.239	0.746	0.000	59.109
	净资产收益率( <i>roa</i> )	22 691	0.163	7.010	-186.557	713.204
	人力资本( <i>cap_human</i> )	22 691	3.312	2.695	0.041	12.764
控制变量(城市)	财政压力( <i>govern</i> )	22 691	1.643	1.474	0.156	88.442
	城市基础设施( <i>road</i> )	22 691	8.402	0.950	2.639	10.208
	人口密度( <i>den</i> )	22 691	6.524	0.741	1.747	7.923

四、实证分析

(一) 基准回归

本文采用多期 DID 考察智慧城市建设对企业 *TFP* 的影响,基准回归结果如表 2 所示。其中,第(1)列至第(4)列分别为仅考虑核心解释变量、加入固定效应、加入控制变量以及同时加入固定效应与控制变量的结果。可见智慧城市试点政策的回归系数均显著为正,表明地区智慧城市政策的实行确实可以提升当地企业 *TFP*,假说 1 得到初步验证。

(二) 平行趋势检验

DID 使用的前提条件是满足平行趋势,即在冲击发生前,实验组与控制组内企业 *TFP* 在时间上需保持相对稳定的趋势。本文以 2008 年为基期,进行平行趋势检验,结果如图 2 所示。可见,在冲击发生前,估计系数围绕 0 波动,且不显著;在冲击发生之后,估计系数大于 0 且逐渐上升,但在前四期仍不显著,从第五期开始显著为正。说明在智慧城市试点政策施行前,实验组与控制组内企业的 *TFP* 没有显著性差异,满足平行趋势。在政策实施后,估计系数逐年上升,说明智慧城市建设可以提升企业 *TFP*,但政策效应具有一定的时滞性。

(三) 稳健性检验

1. 倾向得分匹配

由于智慧城市的选取是综合考察地区经济发展水平、基础设施建设及人民生活质量等方

表2 基准回归结果

变量	LP			
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DID</i>	0.127*** (0.011)	0.176*** (0.017)	0.033*** (0.011)	0.029* (0.018)
<i>_cons</i>	9.685*** (0.006)	9.501*** (0.041)	7.283*** (0.118)	3.448*** (0.444)
<i>Controls</i>	NO	NO	YES	YES
<i>Industry/City</i>	NO	YES	NO	YES
N	22 691	22 691	22 691	22 691
R <sup>2</sup>	0.005	0.248	0.102	0.291

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,括号内为稳健标准误。

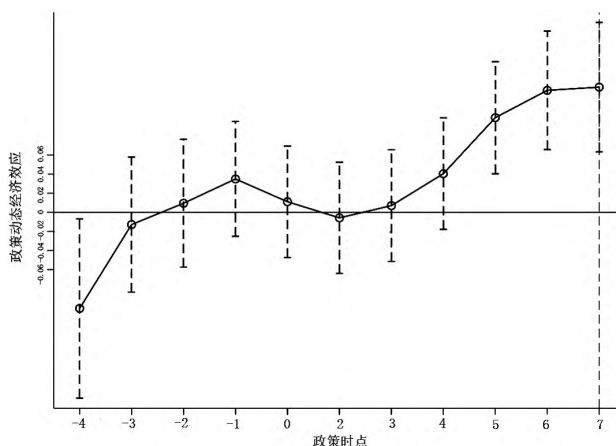


图2 平行趋势检验

面的结果,因此智慧城市与非智慧城市间可能存在系统性偏差,为了缓解选择性偏差,本文选用 PSM-DID 模型进行稳健性检验。该方法是以智慧城市虚拟变量为被解释变量,对企业年龄、公司规模、资产负债率等控制变量进行 Logit 回归,得到倾向得分匹配值,并将得分最接近的样本进行配对,最大程度减小系统性偏差。本文分别以  $k$  近邻匹配、核匹配两种方法进行倾向得分匹配,并进行 PSM-DID 估计,估计结果如表 3 中第 (1) 至第 (2) 列所示,智慧城市对企业  $TFP$  的影响仍显著为正。

## 2. 安慰剂检验

为排除其他随机因素的干扰,设定虚拟实验组进行安慰剂检验。首先将样本中于 2009 年以后上市的公司数据剔除,接着从中随机抽取 678 个企业设定为虚拟实验组,将剩余的 782 个企业设定为控制组进行回归估计,观察估计系数的显著性。图 3 报告了重复 500 次抽样回归的系数核密度分布及显著性分布。可见,抽样得到的回归系数分布于 0 附近,且  $p$  值在 0.1 以上,与基准回归存在着显著性差异,通过了安慰剂检验。

此外,为防止地区企业  $TFP$  在智慧城市试点政策实施前已出现分异趋势,导致实验组与控制组失去可比性,设立虚假政策实施时间进行反事实检验。将智慧城市试点政策时间分别提前 1~2 年,再次进行稳健性检验,结果如表 3 中第 (3) 至 (4) 列所示。智慧城市政策虚拟变量的估计系数不显著,表明虚拟的智慧城市试点政策对企业  $TFP$  的影响不显著,通过了安慰剂检验。

## 3. 内生性检验

DID 虽然可以有效缓解内生性问题,但智慧城市的选取仍可能受到一些随机因素的影响,故需进行内生性分析。本文借鉴黄群慧等<sup>[31]</sup>的研究,以 1984 年城市每百人固定电话机数量作为工具变量进行稳健性检验。一方面,智慧城市作为数字经济发展的产物,其发展与当地的数字信息基础设施建设密不可分,而历史固定电话机数量则为互联网、大数据技术的广泛应用奠定了基础,因此历史固定电话机数量越多的地区,其入选智慧城市的概率越大,满足相关性;另一方面,固定电话机无法直接影响当前地区的企业  $TFP$ ,满足外生性。本文将 1984 年每百人固定电话机数量作为工具变量引入,并与企业年龄相乘转化为面板数据,由于工具变量已包含企业年龄信息,故将企业年龄剔除。估计结果如表 4 所示。可见,在第一阶段回归中,工具变量的系数显著为正,且  $F$  统计量大于 10,不存在弱工具变量问题,工具变量选取合理;在第二阶段回归中,智慧城市试点政策的系数仍显著为正,表明在缓解内生性问题后,智慧城市建设仍可促进企业  $TFP$  提升。

表 3 稳健性检验 I

变量	PSM-DID		安慰剂检验 - 虚拟政策时间	
	(1) $k$ 近邻匹配	(2) 核匹配	(3) 提前一年	(4) 提前两年
$DID$	0.060** (0.024)	0.085*** (0.017)	0.016 (0.025)	0.034 (0.032)
$_{-cons}$	7.687*** (0.199)	8.290*** (0.116)	6.972*** (0.561)	6.966*** (0.560)
Controls	YES	YES	YES	YES
Industry/City	YES	YES	YES	YES
N	15 094	22 691	22 691	22 691
$R^2$	0.333	0.285	0.296	0.296

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,括号内为稳健标准误。

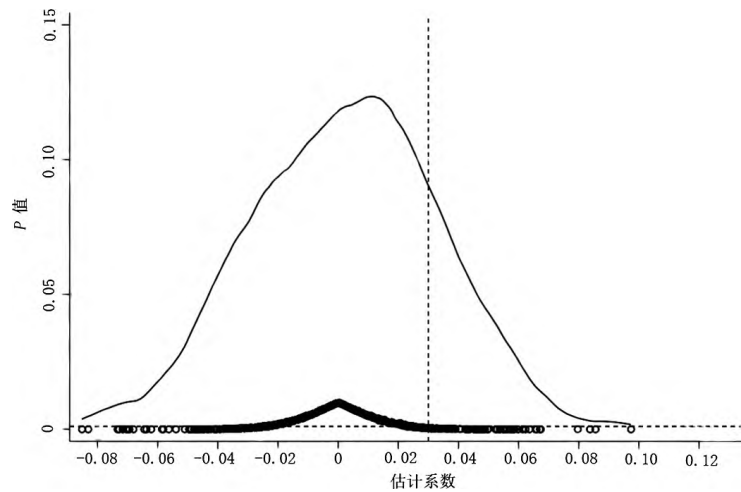


图 3 安慰剂检验

4. 更换估计方法

为避免由于测算偏误造成的估计误差,分别采用 OLS 法、固定效应法及 OP 法重新测算企业 TFP 并进行回归估计,估计结果如表 4 所示。可见,在不同的测算方法下,智慧城市建设对企业 TFP 的影响均显著为正。

5. 不同样本稳健性检验

为剔除样本中异常值的影响,选取不同样本进行稳健性检验,估计结果如表 5 所示。第(1)列为剔除僵尸企业的回归结果,僵尸企业是指本身缺乏生存能力,依靠银行贷款和政府补贴维持生存的生产率低下的企业。本文参考 Fukuda and Nakamura<sup>[32]</sup>的方法构建僵尸企业测度指标,共筛选出僵尸企业 193 家并剔除其数据,回归结果仍显著为正且相较于基准回归有所增大,说明模型是稳健的,僵尸企业的存在确实一定程度上抑制了企业 TFP 提升。第(2)至第(4)列分别为剔除省会城市以及在 1% 和 99% 水平下截尾和缩尾的回归结果。

(四) 异质性检验

1. 城市层面异质性

不同规模城市的经济条件与数字技术基础设施水平不同,智慧建设的政策效果也不尽相同。本文以 2014 年印发的《国务院关于调整城市规模划分标准的通知》为依据,将城市划分为 I 型大城市、II 型大城市、中等城市及小城市四类,估计结果如表 6 所示。可见,智慧城市试点政策对 I 型大城市内企业 TFP 存在显著正向影响,但会抑制中等城市及小城市企业 TFP 提升。

除规模外,自然资源禀赋的差异也会造成政策效果的异质性。自然资源丰富的城市更易形成依赖于能源开采、高投入、低产出的低效型产业体系,城市内的企业不易转型。本文以《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020 年)》为依据,将样本分为资源型城市与非资源型城市,回归结果如表 6 所示。可见,智慧城市试点政策对非资源型城市企业 TFP 有显著的促进作用,而对资源型城市企业 TFP 的作用效果为负且不显著。

表 4 稳健性检验 II

变量	工具变量法		替换被解释变量		
	(1) 第一阶段	(2) 第二阶段	(3) OLS 法	(4) 固定效应法	(5) OP 法
<i>DID</i>		0.727*** (0.101)	0.041** (0.019)	0.041** (0.019)	0.041** (0.019)
<i>Phone × age</i>	0.005*** (0.0002)				
<i>_cons</i>	-3.039*** (0.131)	5.007*** (0.589)	4.043*** (0.494)	4.043*** (0.494)	4.043*** (0.494)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Industry/City</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Weak instrument</i>	714.65 [0.000]				
<i>N</i>	21737	21737	22691	22691	22691
<i>R<sup>2</sup></i>	0.666	0.232	0.396	0.464	0.446

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,小括号内为稳健标准误。弱工具变量检验采用 F 统计量,中括号内为 p 值。

表 5 不同样本下的稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	剔除僵尸企业	剔除省会城市	1% 双侧截尾	1% 双侧缩尾
<i>DID</i>	0.060*** (0.017)	0.041* (0.022)	0.053*** (0.015)	0.058*** (0.016)
<i>_cons</i>	4.499*** (0.426)	4.305*** (0.439)	5.149*** (0.373)	4.684*** (0.393)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES
<i>Industry/City</i>	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	21069	11564	22239	22691
<i>R<sup>2</sup></i>	0.314	0.364	0.295	0.304

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,括号内为稳健标准误。

表 6 城市层面异质性分析

变量	城市规模			资源禀赋		
	(1) I 型大城市	(2) II 型大城市	(3) 中等城市	(4) 小城市	(5) 资源型城市	(6) 非资源型城市
<i>DiD</i>	0.136 *** (0.014)	0.004 (0.015)	-0.146 *** (0.029)	-0.092 * (0.055)	-0.041 (0.026)	0.074 *** (0.011)
<i>_cons</i>	9.167 *** (0.158)	5.943 *** (0.246)	4.850 *** (0.357)	1.586 ** (0.696)	5.149 *** (0.461)	8.039 *** (0.163)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Industry/City</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	11 953	7 799	1 919	568	2 448	19 791
<i>R<sup>2</sup></i>	0.087	0.185	0.325	0.440	0.191	0.092

注: \*\*\*、\*\* 和\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,括号内为稳健标准误。

## 2. 企业层面异质性

企业自身特征也会导致智慧城市的政策效果产生差异。国有企业相对于民营企业,资金规模更大,更易获得政府支持且融资约束更小,而民营企业由于面临更大的生存压力,对市场及政策变化更敏感,更易把握住智慧城市政策带来的机遇,因此有必要加以探讨。本文将企业分为国有和民营两类,分别进行回归估计,结果如表 7 所示。可见,民营企业的估计系数显著为正,而国有企业的系数不显著,说明智慧城市试点政策可显著提升民营企业 *TFP*,而对国有企业影响较小。

表 7 企业层面异质性分析

变量	股权性质		外部关注度		管理层能力	
	(1) 国有企业	(2) 民营企业	(3) 研报关注度	(4) 分析师关注度	(5) 较强	(6) 较弱
<i>DiD</i>	0.033 (0.024)	0.060 ** (0.025)			0.088 ** (0.040)	0.030 (0.023)
<i>DiD × report</i>			0.100 *** (0.004)			
<i>DiD × analyst</i>				0.122 *** (0.004)		
<i>_cons</i>	4.494 *** (0.647)	2.110 *** (0.589)	2.708 *** (0.432)	2.694 *** (0.432)	3.769 *** (0.870)	2.636 *** (0.700)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>Industry/City</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	10 073	12 618	22 691	22 691	8 175	7 885
<i>R<sup>2</sup></i>	0.375	0.273	0.312	0.312	0.342	0.411

注: \*\*\*、\*\* 和\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,括号内为稳健标准误。

企业面临的外部关注度也会对政策效果产生影响。一般来说,外部关注度较高时,企业迫于压力,会选择提升 *TFP* 以留下较好的印象,关注度较低的企业则更可能采取短视行为。本文将企业的外部研报关注度及分析师关注度分别同智慧城市政策虚拟变量的交乘项引入模型,结果如表 7 所示。可见,无论是被外部研报关注还是被分析师关注,均可显著提升智慧城市政策对企业 *TFP* 的促进作用。

企业管理层作为“企业家精神”的代表,决定着企业的投资决策和战略部署。从能力角度分析,能力越强的管理者,越能及时调整发展战略和把握发展机遇,从而提升企业 *TFP*;从声誉角度分析,能力越强的管理者,越看重自己的声誉,从而有积极提升 *TFP* 的动机。因此,管理层能力越强,智慧城市政策对其影响效果越明显。本文借鉴吴育辉等<sup>[33]</sup>的方法,对管理层能力进行测算,并将企业分为管理



层能力较强与较弱两类进行回归估计,估计结果如表7所示。可见,智慧城市政策对管理层能力较强企业TFP的影响显著为正,而对管理层能力较弱企业的影响不显著。

(五) 机制检验

基准模型分析了智慧城市建设对企业TFP的提升作用。但是,智慧城市是通过何种途径实现这一目标的呢?本部分使用Bootstrap法,有放回地抽样1000次,估计其中介效应值。其中,营业成本以销售费用、管理费用和财务费用之和的对数值衡量,融资约束以SA指数衡量,资源错配程度以企业TFP和行业平均水平的差距与行业资源错配程度之比衡量,中介作用检验结果如表8所示。可见,三类中介变量的间接效应均显著,而在资源错配做中介变量时,直接效应不显著,说明节约成本与降低融资约束具有部分中介作用,而缓解资源错配具有完全中介作用,验证了假说3、假说4和假说5。此外,由于加入中介变量后直接效应为负,说明智慧城市试点政策的实施具有一定的“遮掩”效应。

表8 中介作用检验

效应	(1) 节约成本	(2) 融资约束	(3) 资源错配
间接效应	0.077 *** (0.006)	0.055 *** (0.006)	0.037 *** (0.003)
直接效应	-0.043 *** (0.009)	-0.021 ** (0.009)	-0.004 (0.011)
总效应	0.024	0.034	0.029

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为稳健标准误。

五、进一步分析

智慧城市建设可促进传统产业的数字化转型,为实施地区形成良好的数字基础设施、投资环境与生活环境,从而吸引人才及资本集聚,促进相关产业集聚。而过度集聚会产生拥挤效应,从而对企业TFP提升产生抑制作用,因此,本文以产业集聚为调节机制,探讨其非线性调节作用。

本文以产业协同集聚度、制造业集聚度及生产性服务业集聚度作为转换变量,采用PSTR模型探讨其非线性调节作用。该模型由Gonzalez et al.<sup>[34]</sup>在Hansen<sup>[35]</sup>门槛模型基础上拓展得到,可有效克服内生性导致的参数估计偏误,且能较好地解决门槛回归模型中门槛值前后的跳跃性变化问题,允许模型估计参数随着转化变量的变化做平滑的非线性转换。产业集聚度借鉴杨仁发<sup>[36]</sup>的研究,以区位熵进行衡量。构造单变量双机制的PSTR模型<sup>[37]</sup>,如式(2)和式(3)所示。

$$LP_{ijt} = \delta + \alpha_0 DID_{ijt} + \beta_0 X_{ijt} + [\alpha_1 DID_{ijt} + \beta_1 X_{ijt}]h(q_{ijt}; \gamma, \rho) + \varepsilon_{ijt} \quad (2)$$

$$h(q_{ijt}; \gamma, \rho) = (1 + \exp(-\gamma \prod (q_{ijt} - c)))^{-1} \quad (3)$$

其中 $h(q_{ijt}; \gamma, \rho)$ 是关于转换变量 $q_{ijt}$ 的转换函数,为取值在0~1的logistic函数。 $\gamma$ 为平滑参数,决定模型转化的速度, $\rho$ 为位置参数向量。通过分析转换函数可知,当 $q_{ijt}$ 趋近负无穷时,转换函数 $h=0$ ,此时模型处于低机制;当 $q_{ijt}$ 趋近正无穷时, $h=1$ 此时模型处于高机制;当 $0 < h < 1$ 时,模型在上述两种机制间平滑转换。另外,当 $\gamma$ 趋近正无穷时,面板平滑转换模型退化为面板门槛模型;当 $q_{ijt} = c$ 或 $\gamma = 0$ 时,面板平滑模型退化为普通面板模型。除以上特殊情况外,解释变量的估计系数均在 $(\alpha_0, \alpha_0 + \alpha_1)$ 间平滑转换。

在进行面板平滑估计前需进行非线性检验以验证是否存在非线性转换效应,检验结果如表9所示。可见,无论是协同集聚、制造业集聚还是生产性服务业集聚,均在1%的水平下拒绝不存在非线性转换的原假设,因此智慧城市建设对企业TFP存在以产业集聚为转换变量的非线性效应,可使用PSTR模型进行估计。估计结果如表10所示。可见,协同集聚为转换变量时,智慧城市建设的线性部分估计系数为0.164,非线性估计系数为-0.221,均在1%的置信水平下显著,说明协同集聚度较低时,智慧城市建设对企业TFP的影响为正向,而当其达到一定水平后,智慧城市建设反而会对企业TFP产

表9 模型非线性检验

变量	协同集聚	制造业集聚	生产性服务业集聚
LM	180.177 ***	169.682 ***	236.508 ***
LMF	18.401 ***	17.317 ***	24.242 ***
LPT	181.225 ***	170.611 ***	238.320 ***

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著。

生抑制作用。结合转换函数看,当转换函数  $h = 0$  时,智慧城市对企业  $TFP$  的影响系数为 0.164,模型处于低机制;当协同集聚度与位置参数  $c$  值相等时,智慧城市对企业  $TFP$  的影响系数为 0.0535,模型处于中间状态;当  $h = 1$  时,智慧城市对企业  $TFP$  的影响系数为 -0.057,模型处于高机制。智慧城市的影响效果在低机制与高机制之间,以位置参数  $c = 0.504$  为中心,以平滑参数  $\gamma = 6.582$  的速度在  $[-0.057, 0.164]$  间平滑转换。而以制造业集聚为转换变量时,无论处于高机制还是低机制,智慧城市的系数均不显著,说明制造业集聚在智慧城市建设与企业  $TFP$  间的调节机制不显著。当以生产性服务业为转换变量时,线性部分的估计系数显著为负,非线性部分的估计系数显著为正,说明生产性服务业集聚不会产生拥挤效应,且只有形成一定规模时,才会产生正向的调节作用。

表 10 PSTR 模型估计结果

变量	(1) 协同集聚			(2) 制造业集聚			(3) 生产性服务业集聚		
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_0 + \alpha_1$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_0 + \alpha_1$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_0 + \alpha_1$
<i>DID</i>	0.164*** (0.041)	-0.221*** (0.055)	-0.057	0.011 (0.017)	0.016 (0.033)	0.027	-0.298*** (0.055)	0.377*** (0.070)	0.079***
$\gamma$		6.582			146.909			3.145	
$c$		0.504			1.336			0.600	
<i>Controls</i>		YES			YES			YES	
<i>FE</i>		YES			YES			YES	

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在 1%、5%和 10%的显著性水平下显著,括号内为稳健标准误。

## 六、结论与建议

本文以三批智慧城市试点政策为准自然实验,在理论分析的基础上,基于 2009—2019 年中国上市公司及地级市匹配的面板数据,运用多期 DID 及 PSTR 模型,实证分析了智慧城市试点政策对企业  $TFP$  的影响及其机制,以及产业集聚在其中发挥的调节作用。得出结论如下:(1) 智慧城市建设可显著提升企业  $TFP$ ,且在剔除僵尸企业后影响效果更加显著。(2) 异质性分析显示,在城市层面,在规模较大的城市及非资源型城市中,智慧城市政策对企业  $TFP$  的提升作用更显著;在企业层面,智慧城市建设可以显著提升民营企业的  $TFP$ ;此外,智慧城市建设对外部媒体关注度以及内部管理层能力更强企业的作用效果更显著。(3) 中介机制研究表明,节约成本、降低融资约束及优化资源配置在智慧城市建设与企业  $TFP$  间起到中介作用。(4) 面板平滑转化回归显示,产业协同集聚在智慧城市建设与企业  $TFP$  间起到非线性调节作用,当协同集聚超过一定的临界值后,会抑制智慧城市政策对企业  $TFP$  的提升作用,而生产性服务业集聚在超过一定临界值后,反而会促进智慧城市政策对企业  $TFP$  的提升作用。

基于以上研究,本文提出如下建议:(1) 依托智慧城市建设的优势,以数字技术与信息技术为抓手,不断完善地区信息平台,加强地区企业间交流,畅通信息交流渠道,提升信息交流质量,从而降低企业获取信息的成本以及经营成本,缓解中小企业的融资约束问题。(2) 智慧城市建设应因地制宜,大型城市由于经济发展水平高,数字基础设施完善,可不断丰富和深化智慧城市的内涵,为企业生存以及  $TFP$  提升提供良好的信息平台 and 生存环境。中小型城市不可片面追求智慧城市的快速建设,应以自身实际条件为基础,完善各方面基础设施建设,以防过度追求信息化导致出现“数字空心化”问题。(3) 在智慧城市建设的过程中,也应加大对市场的监管,加速僵尸企业的退出,同时也应完善对企业信息的披露,增加媒体关注度,通过外部压力促进企业  $TFP$  的提升。(4) 企业内部应通过相关培训等方式,提高管理层的管理能力及社会责任心,以增强企业内部提升  $TFP$  的决心。(5) 在智慧城市建设过程中要关注产业集聚的调节作用,地区应加强对生产性服务业的支持,促进其集聚的同时也应防止过度的协同集聚。

## 参考文献:

- [1]孙丽香,张建民,许宁.“多样化”产业协同集聚赋能企业绿色全要素生产率提升的效应评估及作用机制研究[J].经济问题探索,2022(10):134-144.
- [2]HUANG C H. Tax credits and total factor productivity: firm-level evidence from Taiwan [J]. Journal of technology transfer, 2015, 40(6):932-947.
- [3]RESTUCCIA D, ROGERSON R. The causes and costs of misallocation [J]. Journal of economic perspectives, 2017, 31(3):74-151.
- [4]王贞洁,王惠.低碳城市试点政策与企业高质量发展——基于经济效率与社会效益双重视角的检验[J].经济管理,2022,44(6):43-62.
- [5]涂心语,严晓玲,王珊珊.知识溢出、企业异质性与企业全要素生产率——来自制造业上市公司的经验证据[J].商业研究,2022(6):23-33.
- [6]薛迎迎.企业研发外包提升了全要素生产率吗——基于门限回归的实证分析[J].贵州财经大学学报,2022(6):75-86.
- [7]黄勃,李海彤,江萍,等.战略联盟、要素流动与企业全要素生产率提升[J].管理世界,2022,38(10):195-212.
- [8]李礼连,程名望,张利国.中国工会对企业全要素生产率的作用机制:理论与实证[J].经济评论,2023(1):37-54.
- [9]史丹,孙光林.大数据发展对制造业企业全要素生产率的影响机理研究[J].财贸经济,2022,43(9):85-100.
- [10]王海,闫卓毓,郭冠宇,等.数字基础设施政策与企业数字化转型“赋能”还是“负能”? [J].数量经济技术经济研究,2023,40(5):5-23.
- [11]张兵兵,陈思琪,闫志俊.智慧城市建设如何驱动区域出口经济复杂度提升? [J].世界经济研究,2023(3):31-45+134.
- [12]夏昊翔,王众托.从系统视角对智慧城市的若干思考[J].中国软科学,2017(7):66-80.
- [13]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.
- [14]李智超.政策试点推广的多重逻辑——基于我国智慧城市试点的分析[J].公共管理学报,2019,16(3):145-156+175.
- [15]NICOLAS C, KIM J, CHI S. Natural language processing-based characterization of top-down communication in smart cities for enhancing citizen alignment [J]. Sustainable cities and society, 2021, 66(1):102674.
- [16]楚尔鸣,唐茜雅.智慧城市建设提升市域社会治理能力机制研究——来自中国智慧城市试点的准自然试验[J].中南大学学报(社会科学版),2022,28(4):139-150.
- [17]张兵兵,陈思琪,曹娟娟.城市因“智慧”而低碳吗? ——来自智慧城市试点政策的探索[J].经济评论,2022(6):132-149.
- [18]YIGITCANLAR T, KAMRUZZAMAN M. Does smart city policy lead to sustainability of cities? [J]. Land use policy, 2018, 73(C):49-58.
- [19]YAO T, HUANG Z, ZHAO W. Are smart cities more ecologically efficient? Evidence from China [J]. Sustainable cities and society, 2020, 60(1):102008.
- [20]湛泳,李珊.智慧城市建设、创业活力与经济高质量发展——基于绿色全要素生产率视角的分析[J].财经研究,2022,48(1):4-18.
- [21]石大千,李格,刘建江.信息化冲击、交易成本与企业TFP——基于国家智慧城市建设自然实验[J].财贸经济,2020,41(3):117-130.
- [22]MARKKU W. 第六次浪潮[M]. 刘怡,李飞,译.北京:清华大学出版社,2018.
- [23]孟天广,严宇.人感城市:智慧城市治理的中国模式[J].江苏社会科学,2023(3):104-112+243.
- [24]林小莉,王德起.智慧城市建设能促进绿色发展吗? ——基于“准自然实验”的证据[J].技术经济,2022,41(11):104-113.
- [25]郑崇明,高梁.数据共享、数据风险与智慧城市的平台选择——基于深圳市S区的实证研究[J].理论与改革,2023(3):94-107.
- [26]苏丹妮,盛斌.产业集聚、集聚外部性与企业减排——来自中国的微观新证据[J].经济学(季刊),2021,21(5):

1793 – 1816.

- [27]范剑勇,冯猛,李方文. 产业集聚与企业全要素生产率[J]. 世界经济 2014 37(5): 51 – 73.
- [28]BOUSTAN L P, FRYDMAN C, MARGO R A. Human capital in history: the American record[M]. Chicago: University of Chicago Press 2014.
- [29]黄漫宇,王孝行. 数字经济、资源错配与企业全要素生产率[J]. 宏观经济研究 2022(12): 43 – 53.
- [30]SCHUMPETER J A. The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1934.
- [31]黄群慧,余泳泽,张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济 2019(8): 5 – 23.
- [32]FUKUDA S I, NAKAMURA J I. Why did ‘Zombie’ firms recover in Japan? [J]. The world economy 2011 34(7): 1124 – 1137.
- [33]吴育辉,吴世农,魏志华. 管理层能力、信息披露质量与企业信用评级[J]. 经济管理 2017 39(1): 165 – 180.
- [34]GONZALEZ A, TERASVIRTA T, DIJK D V. Panel smooth transition regression models[R]. SSE/EFI working paper, No. 604, 2005.
- [35]HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference[J]. Journal of econometrics, 1999 93(2): 345 – 368.
- [36]杨仁发. 产业集聚与地区工资差距——基于我国 269 个城市的实证研究[J]. 管理世界 2013(8): 41 – 52.
- [37]FOUQUAU J, HURLIN C, RABAUD I. The Feldstein-horioka puzzle: a panel smooth transition regression approach[J]. Economic modelling 2008 25(2): 284 – 299.

(责任编辑:王顺善;英文校对:谈书墨)

## Smart City Construction, Industrial Agglomeration, and Total Factor Productivity of Enterprises

QIN Xiaoli, HOU Yue

(School of Economics, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** Smart cities are products of the digital economy, and promoting the improvement of total factor productivity of enterprises through their construction is an important way to achieve high-quality development. We empirically tested data of listed companies from 2009 to 2019, using three batches of smart city pilot policies as quasi-natural experiments and deploying the double difference method and the panel smooth transition model. We found that the construction of smart cities can improve total factor productivity, which is particularly significant in the larger, non-resource based cities; and has a more significant effect on improving the total factor productivity of private, rather than state-owned, enterprises. The difference in internal management capabilities and external attention can also lead to heterogeneity in policy effectiveness; research on intermediary mechanisms has shown that the construction of smart cities can improve total factor productivity by saving costs, reducing financing constraints, and optimizing resource allocation, and further exploration found that industrial collaborative agglomeration and productive service industry agglomeration play a nonlinear regulatory role between the construction of smart cities and total factor productivity.

**Key words:** smart city; total factor productivity of enterprises; industrial agglomeration; DID; PSTR