

信息化冲击、交易成本与企业 TFP

——基于国家智慧城市建设的自然实验*

石大千 李 格 刘建江

内容提要:智慧城市建设一般伴随着城市信息化水平的“意外”提升。本文将中国2012年智慧城市试点建设作为信息化冲击的自然实验,构建了智慧城市建设影响企业全要素生产率(TFP)的交易成本理论分析框架。基于2003—2016年中国地级市和上市公司匹配面板数据,运用双重差分法(DID)、倾向得分匹配双重差分法(PSM-DID)和三重差分法(DDD)实证检验了智慧城市建设产生的信息化冲击对企业全要素生产率的影响及其机制。实证结论表明,智慧城市建设这一信息化冲击显著提升了企业全要素生产率。机制检验表明,信息化冲击通过降低企业交易成本,从而提高企业全要素生产率。进一步异质性检验表明,智慧城市建设产生的信息化冲击对资本密集度更高、规模更大企业的全要素生产率促进作用更加明显;相对于非国有企业,智慧城市建设产生的信息化冲击对国有企业产生了较大影响;相对于非交易行业,交易行业由于智慧城市建设导致的交易成本下降,企业全要素生产率提升更明显。

关键词:信息化 智慧城市建设 交易成本 全要素生产率

作者简介:石大千,武汉大学政治与公共管理学院博士后,武汉大学质量发展战略研究院博士后,430072;

李 格,华中科技大学经济学院博士研究生,430074;

刘建江,长沙理工大学经济与管理学院副院长、教授,410114。

中图分类号:F061.2 文献标识码:A 文章编号:1002-8102(2020)03-0117-14

一、引言

在经济发展新常态下,依靠资本和劳动要素投入带动经济增长的方式不可持续,深入实施创新驱动发展战略、加快信息化建设进程、变革城市发展模式、提高全要素生产率是中国现阶段社会发展的主要目标之一。在此背景下,能否以信息化发展为契机着力提高微观层面企业的全要素生

* 基金项目:教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“发达国家再工业化对中国制造业转型升级的影响及对策研究”(17JZD022);武汉大学人文社会科学自主科研项目“新型城市化模式影响环境污染的效应分析”(413000064)。作者感谢匿名审稿专家提出的建设性意见和建议,当然文责自负。石大千电子邮箱:sdqmarx@foxmail.com。

生产率,这一问题值得关注。由此产生本文所要研究的问题:信息化能否提升企业的全要素生产率?若推动信息化建设确实有助于提高全要素生产率,那么这一影响机制是什么?由于企业内部结构特征差异、企业发展外部环境不同,信息化是否对企业全要素生产率产生异质性影响?深入回答这些问题,对中国抓住信息化发展机遇、实施创新驱动发展战略、促进经济结构转型有着重要意义。

目前,已有大量文献采用自然实验的方法来研究企业全要素生产率的影响因素(Greenstone 等, 2012;钱雪松等,2018)。然而,在众多的自然实验中,还没有关注信息化冲击这一外部因素对企业 TFP 影响的文献。而研究信息化对全要素生产率影响的文献(Shao 和 Lin,2016;Bartel 等,2007),由于缺乏政策实验的分析框架而受到内生性的干扰,导致结论的可靠性有待商榷。本文则将这两方面的不足结合起来,利用自然实验的方法评估信息化冲击对企业全要素生产率的影响。具体而言,通过将智慧城市建设看作信息化冲击的自然实验,评估智慧城市建设对企业全要素生产率的效应来评估信息化冲击对企业全要素生产率的影响。这一研究思路具有充足的理论和实践基础。

在理论层面,一方面,随着信息技术的进步,企业之间的交易突破了技术瓶颈所导致的时间和空间限制,大大降低了交易成本,即其通过减少信息费用、影响交易渠道、影响不同方面资产的使用、影响交易的不确定性等方面而降低交易费用。另一方面,信息化的提高会降低企业内部协调成本(Malone 和 Crowston,1994),信息技术的使用可以改变企业业务流程管理、企业组织结构变革,进而影响交易成本。但目前关于信息化与交易成本的研究只停留在定性分析层面,缺乏实证定量分析。基于前期关于信息化与交易成本的理论分析,不仅为本文的研究奠定了部分理论基础,而且也补充前期实证研究的不足提供了机会。因此,本文试图基于交易成本理论,探讨信息化对企业全要素生产率影响的动力机制,并进一步分析信息化对企业全要素生产率的异质性影响。

在实践层面,为了探索运用现代科学技术、整合信息资源和统筹业务应用系统,加强城市规划、建设和管理的新模式,我国于 2012 年推出“智慧城市”试点政策。这一政策是贯彻党中央、国务院关于创新驱动发展、推动新型城镇化、全面建成小康社会的重要举措。一方面,政府依托先进的信息通信技术,在管理城市产业、公共事业及服务、城市环境等过程中,实现政府办公、监管、服务、决策等过程的智慧化,进而减少由信息不对称导致的效率损失。另一方面,城市中的企业和居民借助大数据、互联网和物联网等信息通信技术,企业实时高效配置生产要素,提高生产效率,居民高效配置自身资源,提高生活品质和工作效率。实质上,智慧城市是基于信息技术和信息化的—种新时代下的城市发展战略、是城市信息化的高级形态。进一步而言,智慧城市试点建设过程中,政府和企业必然会投入大量的智慧项目和资金,这些智慧项目和资金均是依托大数据、互联网和物联网等信息通信技术,从而直接导致智慧城市以及智慧城市中企业的信息化水平较非智慧城市有一个“意外”的提高,意味着—种“冲击”。因此,智慧城市建设可以看作信息化的自然实验,这为本文运用双重差分法研究信息化如何影响企业全要素生产率提供了绝佳的机会。

基于上述讨论,本文以智慧城市带来的信息化冲击为自然实验,研究信息化对企业全要素生产率的影响,有效识别出智慧城市建设的信息冲击与企业全要素生产率之间的因果关系,并验证“智慧城市建设—信息冲击—降低企业交易成本—提高企业全要素生产率”这一传导机制的存在性。另外,本文进一步从信息化视角解释了中国企业 TFP 的动态变化及其在企业特征层面的异质性。本文的贡献主要在于:(1)通过智慧城市这一自然实验实证考察了信息化冲击对企业 TFP 的影响,丰富了信息化影响企业 TFP 的相关文献;(2)从交易成本的视角提供了一种信息化冲击对企业 TFP 的影响机制;(3)利用三重差分法进一步检验该影响是否在企业特征维度上存在差异性,探究什么样的内外部因素更有助于推动信息化对企业全要素生产率的影响。

二、政策背景与假设提出

(一) 智慧城市建设政策背景与信息化冲击

智慧城市是一种新时代下的城市发展战略,其本质是城市信息化的高级形态(张元好、曾珍香,2015)。IBM(International Business Machines Corporation)公司在2009年首次提出了“智慧城市”的理念,即充分利用信息通信技术,智慧感知、集成、分析和应对城市在行使市场监管、经济调节、社会管理和公共服务等职能中的需求和相关活动。在“智慧城市”这一理念出现之后,世界各国开始进行实践。欧美等发达国家的智慧城市建设正在日益完善,城市管理水平不断提高,而中国经过改革开放后的飞速发展,在社会经济层面开始出现了城市病问题,在技术层面出现了以物联网、互联网、云计算为基础的信息技术,这两种力量共同驱动了中国建设智慧城市的政策。2012年12月5日住房和城乡建设部办公厅正式发布了《关于开展国家智慧城市试点工作的通知》,并印发了《国家智慧城市试点暂行管理办法》和《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系(试行)》,2012—2015年中国分别设立三批智慧城市试点,总共涉及300多个县市。

从信息化的角度而言,智慧城市试点明确提出申报试点的城市要对照指标体系,根据当地实际情况制定可行的创建目标并编制实施方案。指标体系中设立了具体的保障体系、网络基础设施、公共平台与数据库等指标,明确要保障无线网络、光纤在内的固定宽带的覆盖面和速度;建设能对城市的各类公共信息进行统一管理、交换的信息平台,满足城市各类业务和行业发展对公共信息交换和服务的需求。2014年国务院印发了《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》,将智慧城市建设上升到战略层面,明确了智慧城市建设的六大方向,即信息网络宽带化、规划管理信息化、基础设施智能化、公共服务便捷化、产业发展现代化、社会治理精细化。其中,信息网络宽带化、规划管理信息化、基础设施智能化直接与本文的信息化冲击相关,为本文将智慧城市作为信息化冲击的研究思路提供了佐证。与此同时,据前瞻产业研究院《2018—2023年中国平安城市建设趋势前瞻与投资战略规划分析报告》估计,中国智慧城市市场规模在4万亿元左右。其中,IT投资规模将占很大比重,数据显示,2016年中国智慧城市IT投资规模达3025亿元,同比增长22%。预计2021年的投资规模达到12341亿元,年均复合增长率高达31.12%。以上数据表明,智慧城市建设伴随着大量信息化建设投入,可以显著提高城市信息化水平。

(二) 假设提出

1. 智慧城市建设的信息化冲击对交易成本的影响

基于前文的分析,智慧城市是基于信息技术和信息化的一种新时代下的城市发展战略,是城市信息化的高级形态,可以看作信息化的冲击,而信息化在社会经济系统中是一个节约交易成本的经济机制,具有弱化信息不对称、降低交易成本的经济功能。结合科斯、威廉姆森、诺思等的交易成本理论^①,智慧城市可以发挥拓展有限理性、抑制机会主义行为、降低不确定性和提高交易频率的作用,驱动交易成本的下降。(1)拓展有限理性:智慧城市建设推动物联网技术、云计算、数据

^① 科斯首次提出交易成本的概念,认为交易成本是为获得准确的市场信息所需要付出的费用以及谈判和契约费用。威廉姆森(2002)提出交易成本是经济系统运转所要付出的代价或费用,包括交易双方搜寻交易信息、谈判、缔约的费用,监督履约情况、处理违约行为的费用。诺思(1994)认为交易成本的产生原因主要有商品和服务具有多种属性、信息不对称与机会主义动力等。综合各种观点,企业交易成本是一系列契约的执行成本,包括一切不直接发生在物质生产过程中的与人有关的成本,驱动因素主要有有限理性、机会主义行为、不确定性、交易频率。

挖掘等信息技术对微观企业进行渗透,加大企业内部的信息交流和处理速度,提高企业信息共享程度。对于企业管理决策层而言,可以充分收集和掌握企业内部各种相关信息,全方位和实时感知企业的发展动态,并借助各种系统软件和互联网技术对所掌握的信息进行智能分析,从而拓展企业家的有限理性,减少由个人认知能力有限导致的决策误差,实现资源合理配置。(2)抑制机会主义行为:智慧城市建设过程中的信息化建设带来的互联网应用扩张不仅反映技术本身的内在扩张逻辑和微观经济活动操作的扩张逻辑,还反映对人类行为、思想、文化的扩张逻辑(何大安,2018)。智慧城市能利用新兴技术将企业中大量人与人的牵制通过输入控制、处理控制和输出控制嵌入系统,减少由信息不对称导致的职员之间相互利用、相互串通、相互勾结等机会主义行为。让信息化系统执行监督作用,能够有效降低机会主义行为,降低企业监督管理成本。(3)降低不确定性:在智慧城市中,物联网、互联网、大数据、云计算等信息技术的广泛应用,增强企业对市场信息的感知、整合、分析及应用能力,信息传导渠道更为通畅。企业利用信息系统将供应商和客户纳入企业管理范围,实现信息集成、数据共享、实时传递,降低企业运营各个环境的不确定性,从而能够实时、全面感知市场信息,找到最合算的交易对象,更加准确及时地掌握市场中产品供需情况、需求偏好情况等,及时调整生产规模,还能够针对客户不同需求提供个性化生产,对不同市场实施针对性营销策略。(4)提高交易频率:智慧城市建设采取先进的信息技术对城市进行智慧管理,进行一系列的智慧物流、智慧交通、智慧社区、智慧支付、智能金融建设等实现城市中物流、交通流、人流、金融资源的协调高效运转,提高交易环境的便利性,从而大大提高交易频率。在企业内部,企业本身的生产要素、制度、环境等资源基础与信息技术相匹配产生电子商务模式,与客户之间形成网络效应,企业能够做到足不出户就可以寻找有关客户的信息,在网上进行讨价还价、售后服务等商业谈判行为,进一步提高交易频率。

如上所述,智慧城市建设的信息化冲击降低了企业交易成本,交易成本降低会对企业的技术创新和管理产生影响进而提升企业 TFP。

2. 智慧城市建设信息化冲击降低交易成本后的技术效应

智慧城市建设带来的信息化冲击能够促进信息的有效传递,利用信息技术融合集成、互联互通,促使企业以更低的成本去获取和吸收外部知识,提高创新主体间的交易效率,优化外部创新环境(韩先锋等,2014)。在企业内部,智慧城市引致的交易成本的下降能够降低企业的非生产性支出,提高企业利润率(吴海民等,2015),为企业的研发创新节省资金,能够使企业将更多的时间和资金进行生产及开展创新活动,促进企业进行研发和技术创新,显著提升企业的技术创新水平(鲁桐、党印,2015)。

3. 智慧城市建设信息化冲击降低交易成本后的管理效应

由前文分析可知智慧城市建设的信息化冲击能够降低交易成本,而交易成本的降低可以内生地改变企业组织形式(Acemoglu 等,2007),显著加强内部管理和提高生产效率。具体而言,智慧城市运用新兴信息技术对传统产业和企业中的组织管理形式进行变革,促使企业向科学管理、信息管理、网络化管理代表的低成本管理方向转变,实现智慧管理。而智慧管理促使企业组织内部的层级机构形成网状组织,强化部门之间的协同作业,实现各部门无缝连接,大大降低企业内部的协调成本,使人财物和信息等资源进行有效配合。企业协调成本等交易成本的下降进一步导致企业生产、管理、销售和采购模式发生变化(Milgrom 和 Roberts,1990),从而有效提高企业经营管理水平 and 运营效率。

基于上述分析,本文提出假设:智慧城市建设的信息化冲击通过降低企业交易成本,提升了企业的 TFP。

三、研究设计

(一) 模型设定

中国从 2009 年提出智慧城市建设构想,于 2012 年首批设立智慧城市试点,2013 年和 2014 年分别设立第二批和第三批试点城市,这一外生事件改变了城市和企业信息化水平和运行环境,产生了自然实验。由于企业无法预知所在城市是否会被列为智慧城市试点,也无法在短时间内干预政府决策,所以中国的智慧城市建设就是一次外生的信息化冲击,这为本文运用双重差分法识别智慧建设的政策效应提供了绝佳的机会。本文构建两个虚拟变量。一是实验组和控制组虚拟变量 du ,由于智慧城市试点时间不是发生在同一年份,因此本文的 DID 为时点不一致的渐进性 DID,我们分别以相应年份试点设立时间为政策发生时点。因此,如果企业属于某一年试点成立的智慧城市以内的企业,该变量取值为 1,否则取 0。二是政策时间虚拟变量 dt ,当试点城市内的企业在相应年份设立试点,当年及之后设置为 1,否则定义为 0。由于第一批试点城市于 2012 年底设立,因此将 2013 年作为政策效应发生的首次年份。在确定实验组和控制组的过程中,由于部分智慧城市是县级城市或者市级区域,如果将这些城市定义为实验组会导致估计结果被高估。为此,本文在确定实验组的过程中将县级城市或者市级区域所在的地级市删除。同时,进一步根据上市公司所在的城市依据上述标准确定其是否为智慧城市所在的上市公司,也就是说当上市公司处于县级城市或者市级区域就将该上市公司删除,从而估计智慧城市影响的净效应。

DID 估计结果的准确性还依赖对照组的选取,即对照组能否客观反映实验组所在城市在未建设智慧城市这一反事实情形下的全要素生产率的变化。由于中国不同地级市发展具有较大的异质性,不同企业很难满足实验组和控制组时间效应一致的条件。因此,需要寻找与实验组企业特征尽可能相似的控制组企业来评估政策效果。为处理这一问题,倾向得分匹配法(PSM)可以用来消除样本选择偏差,匹配寻找与实验组特征尽可能相似的控制组,满足 DID 估计要求。PSM 能够解决样本选择偏差问题,但不能避免因变量遗漏而产生的内生性问题,而 DID 能通过双重差分很好地解决内生性问题并得出政策处理效应,但不能很好地解决样本偏差问题,基于此,本文最终采取 PSM 与 DID 相结合的方法(石大千等,2018),从而更准确地评估智慧城市建设带来的信息化冲击对企业全要素生产率的影响。

基于上述讨论,双重差分模型设定如下:

$$tfp_{it} = a_i + \alpha du \times dt + \eta_i + \sum_{j=1}^N b_j X_{ij} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, tfp 为企业全要素生产率, X 为一组影响企业全要素生产率的控制变量, a 为企业不可观测的固定效应, η 为随时间变化的固定效应, ε 为随机扰动项。

(二) 数据说明

本文被解释变量为企业全要素生产率,为了避免企业全要素生产率的测度方式不同影响本文实证结果,借鉴相关文献(Levinsohn 和 Petrin,2003;刘莉亚等,2018),采用 LP(Levinsohn 和 Petrin,2003,LP)方法测度企业全要素生产率。具体而言,使用经制造业出厂价格指数平减后的主营业务收入作为产出变量,用经固定资产投资价格指数平减后的固定资产净值作为资本投入变量,用员工人数作为劳动投入变量,用经原材料购进价格指数平减后的原材料和在产品总和作为中间品投入变

量,然后使用 LP 法计算企业的全要素生产率。由于服务业 TFP 计算和制造业存在较大差异,为和文献保持一致,本文仅用制造业上市公司样本作为本文的实证样本。^① 在进行回归前,参考前期文献(鲁晓东、连玉君,2012;刘莉亚等,2018),本文对样本数据进行了常规处理,首先删除金融类、公共事业类以及综合类上市公司,并删除了 ST 和*ST 公司样本以及样本当前进行了 IPO (Initial Public Offering) 的上市公司。为保证样本的连续性,我们将相关财务数据以及交易成本相关数据存在缺失的样本删除。最终本文得到了 6110 个观测值的 2003—2016 年的非平衡面板数据,为避免异常值对估计结果的影响,本文对主要连续变量分别在 1% 和 99% 的水平上进行缩尾处理。

核心解释变量为 DID 变量,即模型中两个虚拟变量的交乘项($du \times dt$)。借鉴相关文献,本文还控制了一些企业特征变量:企业规模,用企业员工人数来衡量;资产负债率,代表企业的资本结构;资产收益率,代表企业的盈利能力;资本密集度,即人均固定资产净值;固定资产占比,反映企业的资产结构;企业年龄,反映企业的经营时长及经营经验。除此之外,还控制了城市特征变量:金融发展,以金融机构存贷款总额占 GDP 比重衡量;政府研发投入,以财政科技支出占总财政支出的比重衡量;基础设施,用人均道路面积表示;人力资本,用大学生毕业人数衡量;产业结构,以第三产业就业人数与第二产业就业人数的比值衡量;人口密度,以单位面积人口数量度量。为了消除异方差的影响,企业员工、企业年龄和所有的城市特征变量均进行了取对数处理。

本文所使用数据来自国泰安数据库和 2004—2017 年《中国城市统计年鉴》,与以往研究相比,本文所测算的 TFP 均值^②相比于鲁晓东和连玉君(2012)略高,主要在于其使用的工业企业数据库,而本文使用的是上市公司数据。工业企业数据库包含各类型企业,平均而言其全要素生产率相比于上市公司要低(郑宝红、张兆国,2018)。同时,本文所测算的 TFP 均值与段梅和李志强(2019)较为接近。

四、实证结果及分析

(一)智慧城市建设对城市信息化水平的影响

本文的理论逻辑是智慧城市建设是城市信息化水平提高的自然实验,信息化水平提高会影响企业 TFP。因此,本文的实证要首先验证智慧城市建设是否会显著提高城市信息化水平,为检验本文的主要逻辑的存在性,也就是智慧城市是否真的提高了城市信息化水平,本文使用地级市样本数据,利用双重差分模型实证检验智慧城市建设是否会提高城市信息化水平,从而为将智慧城市看作信息化冲击的准自然实验提供证据。由于地级市数据的可得性,本文使用地级市互联网用户数以及每万人互联网用户数作为信息化水平的代理变量(见表 1)。表 1 结果表明,智慧城市建设影响城市信息化水平的系数在 1% 的水平下显著,表明智慧城市相比于非智慧城市信息化水平显著较高,智慧城市建设显著提高了城市信息化水平,从而可以将智慧城市建设看作信息化冲击的准自然实验。这为本文使用双重差分法研究信息化冲击对企业全要素生产率的影响提供了坚实的实践基础。

① 感谢匿名审稿人的建设性意见。

② 限于篇幅,统计性描述结果可向作者索取。

表 1 智慧城市建设对城市信息化水平的影响

被解释变量	互联网用户数	每万人互联网用户数
<i>DID</i>	0.173 *** (0.018)	0.167 *** (0.017)
控制变量	Y	Y
样本量	3934	3934
调整的 R ²	0.647	0.636

注:括号内为稳健性标准差,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。下同。

(二)智慧城市建设(信息化)对企业 TFP 的影响

表 2 报告了智慧城市对企业全要素生产率的估计结果,我们通过逐步控制企业特征和城市特征的方式估计。所有估计结果表明,无论是否加入控制变量,智慧城市建设对企业 TFP 的影响均显著为正,即智慧城市建设显著提高了企业全要素生产率,这与本文预期相符。

相对于非智慧城市的企业而言,智慧城市企业的全要素生产率大致高出 4.3 个百分点。智慧城市建设通过政策力量,借助信息化技术弱化了市场上的信息不对称,改善了企业的外部市场环境。同时,企业内部利用信息技术,贯通运营的各个环节,降低企业信息搜寻成本、监督成本、协调成本,进而促进企业全要素生产率的提高。由此,本文得到了智慧城市建设促进企业全要素生产率提高的初步结论。

表 2 智慧城市建设(信息化)对企业 TFP 的影响

被解释变量	LP_TFP	LP_TFP	LP_TFP
<i>DID</i>	0.063 ** (0.025)	0.040 ** (0.020)	0.043 ** (0.020)
样本量	6110	6110	6110
调整的 R ²	0.267	0.509	0.509

注:企业固定效应和时间固定效应都进行了控制,第 2 列仅控制时间固定效应和企业固定效应,第 3 列在第 2 列的基础上加入企业特征变量,第 4 列在第 2 列的基础上加入城市特征变量。

(三)基于匹配方法的检验

为了克服智慧城市企业和非智慧城市企业间的系统性差异,减少 DID 模型估计误差,本文进一步利用 PSM 方法寻找与智慧城市企业特征最接近的企业作为控制组进行 DID 估计。首先本文将是否是智慧城市企业虚拟变量对城市特征和企业特征变量进行 Logit 回归,得到倾向得分值;其次基于 0.05 的指定宽带代入核函数计算权重进行有放回匹配,倾向得分值最接近的城市企业即为智慧城市的配对城市企业。

由于 PSM 匹配需要满足一定的假设条件,为了得到更为稳健的估计结果,我们使用广义精确匹配(Coarsened Exact Matching, CEM)方法来估计。该方法相比于 PSM 的优势在于:(1)不需要不同组数据满足共同支撑假设来进行匹配,而是根据原始数据的经验分布来匹配;(2)CEM 匹配可以要求两组数据匹配不相等,并赋予不同组数据一定权重,以平衡每层数据中处理组和控制组的数量,从而反映政策评估效果的真实情况;(3)不同于 PSM 使用概率模型,CEM 无须依赖回归模型的选择,而直接根据每个变量的理论分布来进行回归匹配。因此,从这一角度而言,CEM 匹配放松了 PSM 匹配的假设,从而可得到更稳健的估计。

表3 报告了 PSM 匹配中的核匹配,以及 CEM 匹配后使用 DID 估计的结果。从结果中看出,在利用 PSM 方法消除样本选择偏差后,智慧城市建设的系数在 5% 的水平下显著为正,智慧城市建设促进了企业全要素生产率的提高,PSM-DID 估计结果与前文 DID 估计结论无明显差异。进一步利用 CEM 匹配后的估计结果表明,相比于 PSM-DID 估计结果,CEM-DID 估计的系数有所提高,进一步表明本文实证结论是稳健的,智慧城市建设提高了企业的全要素生产率。

表 3 匹配方法估计后的 DID 结果

	核匹配(PSM)	广义精确匹配(CEM)
被解释变量	LP_TFP	LP_TFP
DID	0.044 ** (0.020)	0.055 ** (0.025)
样本量	6103	4923
调整的 R ²	0.509	0.492

注:企业特征、城市特征、企业固定效应和时间固定效应均进行了控制。

五、稳健性检验

(一) 共同趋势假设检验

对于本文研究而言,双重差分法要求在智慧城市冲击之前,实验组和对照组企业的全要素生产率具有相同的趋势。本文利用画图法和回归法两种方法来检验共同趋势假设。

首先,通过画图比较智慧城市企业和非智慧城市企业 TFP 均值增长趋势(见图 1)。可以观察到,在 2013 年政策发生之前智慧城市企业和非智慧城市企业 TFP 均值增长趋势并无显著差异,表明共同趋势存在。在政策发生之后,智慧城市和非智慧城市 TFP 的差异开始缩小,在 2015 年之后智慧城市制造业 TFP 超过了非智慧城市制造业 TFP,表明智慧城市建设能够显著提升智慧城市内制造业 TFP,从而不仅证明了共同趋势假设存在,也进一步验证了智慧城市建设具有提高 TFP 的作用。

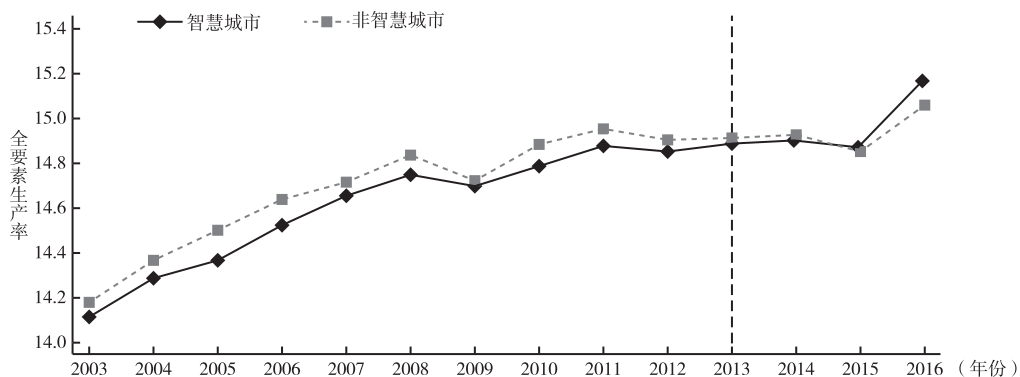


图 1 共同趋势假设检验——画图法

其次,为进一步验证共同趋势假设,本文利用回归方法进行实证检验。借鉴 Beck 等(2010)和 Serfling(2016)在错层的准自然实验情境下检验平行趋势假定的方法,利用事件分析法进行更为严谨

的检验。为了进一步避免不同企业特征差异对结果的影响,我们基于 PSM 方法寻找与智慧城市内企业特征最接近的非智慧城市内的企业来进行共同趋势假设检验,以保证共同趋势检验的稳健性。

表 4 表明,2013 年之后政策系数是显著异于 0 的,而 2013 年之前政策系数均不再显著异于 0,表示政策发生之前实验组和控制组不具有显著差异,从而满足了共同趋势假设。因此,本文采用双重差分法满足其基本假设条件,本文所估计的政策效应是有效的。

表 4 共同趋势假设检验——回归法

交乘项	系数	交乘项	系数
Before9	0.017 (0.076)		
Before8	-0.052 (0.076)	Before2	0.074 (0.069)
Before7	-0.025 (0.076)	Before1	0.088 (0.068)
Before6	0.032 (0.075)	Current	0.112 (0.068)
Before5	0.035 (0.074)	After1	0.131* (0.068)
Before4	0.122 (0.073)	After2	0.141** (0.068)
Before3	0.047 (0.071)	After3	0.126* (0.071)
N	6110		
调整的 R ²	0.268		

注:企业特征、城市特征、企业固定效应和时间固定效应均进行了控制。

(二)安慰剂检验

本文的安慰剂检验是基于实际的试点时间,从样本相应试点年份随机抽取对应的智慧城市作为实验组(Li 等,2016),其他城市为控制组,进行循环 1000 次的自抽样回归,观察系数均值是否等于 0,趋近于 0 则表明本文估计结果稳健。图 2 报告了 1000 次自抽样回归的系数核密度分布,结果表明虚拟政策的估计系数均值为 0.0107,非常接近 0,且系数在 0 附近近似服从正态分布,与预期一致,从而表明本文估计结果是稳健的。

(三)不同样本稳健性检验^①

考虑到一些行业特征因素可能随时间动态调整,本文还引入行业与时间的交互固定效应进行检验,以控制随时间变化的行业特征因素。同理,也引入城市特征因素来控制随时间变化的城市特征因素。在控制了随时间变化的行业特征固定效应和随时间变化的城市特征固定效应之后,本文实证结果依然稳健。

除此之外,本文选取了不同的样本进行回归,进一步控制样本选择偏差:(1)剔除副省级城市;

^① 限于篇幅,如有需要可向作者索取。

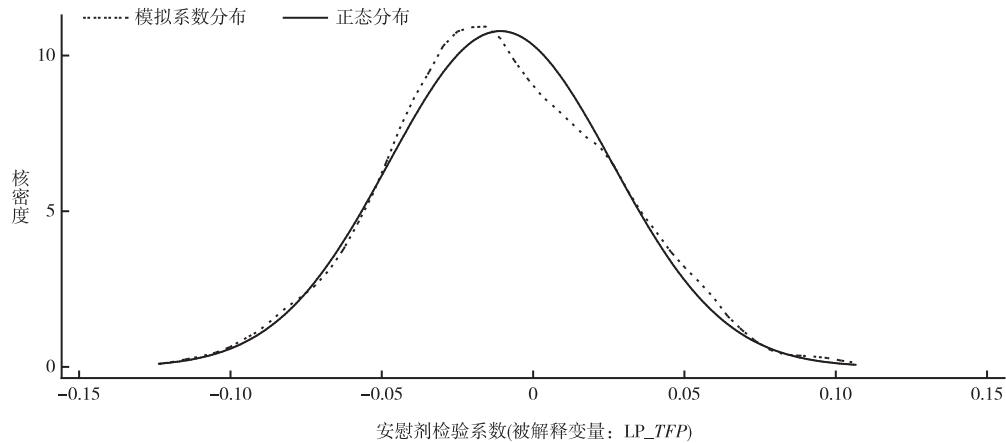


图2 安慰剂检验

(2)剔除省会及以上城市;(3)选取平衡面板数据。分别剔除副省级城市、省会及以上城市之后进行回归,结果表明系数依然显著;并且从系数大小来看,智慧城市建设对企业全要素生产率的影响更加明显。选取平衡面板数据进行回归之后,DID的系数同样显著为正。因此综合来看,采用不同的样本进行检验之后,结果依然显著,再次证实回归结果的稳健性。

(四)不同估计方法稳健性检验^①

为了避免由估计方法造成的估计偏差,提高估计效率,本文采用了一系列其他估计方法:(1)OLS回归方法;(2)随机效应回归方法;(3)极大似然随机效应模型;(4)人口平均模型;(5)面板GLS。回归发现,不同估计方法中DID的系数依然显著,并且系数稳定在0.064左右,再一次证明了本文估计结果的稳健性。

通过进行上述一系列稳健性检验,结果表明,智慧城市建设促进企业全要素生产率提升这一研究结论是十分稳健的。

六、进一步机制检验与异质性分析

(一)机制验证:交易成本视角

上文实证结果表明,智慧城市建设能够促进企业全要素生产率的提高,那么智慧城市建设提高企业全要素生产率的机制是什么?根据前文的理论分析,智慧城市主要是通过降低交易成本实现企业全要素生产率提升。这里进一步分析企业交易成本在智慧城市建设前后的变化,这有助于揭示上述影响效应产生的内在机理。借鉴已有文献(吴海民等,2015),本文分别选择管理费用、销售费用、财务费用来度量交易成本。为验证“智慧城市建设—信息化冲击—降低企业交易成本—提高企业全要素生产率”这一机制,借鉴Baron和Kenny(1986)、石大千等(2018)验证机制的三步法进行分析。具体实证检验步骤:第一步,将双重差分项与企业全要素生产率进行回归,若系数显著,则表明智慧城市建设促进了企业全要素生产率的提高;第二步,将双重差分项与交易成本(管理费用、销售费用、财务费用)进行回归,若系数显著,说明智慧城市建设降低了交易成本;第三步,

^① 限于篇幅,如有需要可向作者索取。

将双重差分项和交易成本分别同时放入模型与企业 TFP 进行回归,若双重差分项系数不显著或者显著但系数降低了,则证明智慧城市建设通过降低交易成本促进了企业 TFP 的提高,从而机制得到验证。按照上述检验步骤,本文机制验证模型设定如下:

首先,验证智慧城市建设对企业 TFP 的影响:

$$tfp_{it} = a_i + a1du \times dt + \eta_t + \sum_{j=1}^N b_j X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其次,验证智慧城市建设对交易成本的影响:

$$glfy_{it}(xsfy_{it}/cwf_{it}) = a_i + a1du \times dt + \eta_t + \sum_{j=1}^N b_j X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

最后,将双重差分项和交易成本分别同时放入回归方程:

$$tfp_{it} = a_i + a1du \times dt + glfy_{it}(xsfy_{it}/cwf_{it}) + \eta_t + \sum_{j=1}^N b_j X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, $glfy$ 为管理费用指标, $xsfy$ 为销售费用指标, $cwfy$ 为财务费用指标,用来代理交易成本。从管理费用机制来看,表 5 结果表明,第一步结果系数显著为正,表明智慧城市建设促进了企业 TFP 的提高。第二步结果表明,智慧城市建设对管理费用的系数显著为负,说明智慧城市建设的信息化冲击有利于降低交易成本。第三步结果表明,同时加入管理费用和 DID 项之后,智慧城市建设促进企业 TFP 的系数不再显著,这一结果说明,管理费用降低是智慧城市促进企业 TFP 的中介机制,从而证实了这一机制的存在性。而以销售费用和财务费用代理的交易成本机制验证不显著。智慧城市通过降低管理费用代表的交易成本来提高企业生产率,这是由于一般公司层级较多,信息上传下达存在很多扭曲和滞后,再加上员工的机会主义行为很容易滋生公司官僚。智慧城市建设带来的新兴信息技术的运用,倒逼企业改变内部的组织方式更加扁平化,导致企业组织更有效率,从而降低管理费用。

表 5 智慧城市建设(信息化)影响企业 TFP 的机制验证——交易成本视角

被解释变量	LP_TFP	管理费用	销售费用	财务费用	LP_TFP	LP_TFP	LP_TFP
<i>DID</i>	0.043 ** (0.020)	-0.002 * (0.001)	-0.003 (0.002)	-0.002 (0.005)	0.042 (0.035)	0.039 * (0.020)	0.044 ** (0.020)
管理费用					-0.587 (0.781)		
销售费用						-1.161 *** (0.130)	
财务费用							0.089 (0.059)
样本量	6110	6110	6110	6110	6110	6110	6110
调整的 R ²	0.509	0.110	-0.096	0.079	0.566	0.517	0.510

注:企业特征、城市特征、企业固定效应和时间固定效应均进行了控制。

(二) 异质性分析

本部分主要考察智慧城市建设对不同企业特征的企业全要素生产率的作用差异。这一分析结果对继续推进信息化建设,切实提高企业 TFP 有极其重要的政策指导意义。因此本文在模型(1)的基础上拟构建三重差分(DDD)进行识别检验。具体的模型设置参照 Cai 等(2016)。^①

根据回归结果^②可知以下方面。(1)智慧城市建设对资本密集度更高、规模更大的企业的 TFP 促进作用更加明显。资本密集度更高的企业有更多的资金投入和使用信息化,从而从信息化中受益。企业规模较大可以实现规模效益,提高使用信息化的效率,进而提高信息化提升 TFP 的作用。(2)国有企业的系数在 1% 的水平下显著为正,非国有企业的系数虽然为正但不显著,说明智慧城市对国有企业产生了相对较大的影响,导致国有企业的全要素生产率上升更多。事实上,智慧城市建设各项措施的落实依赖该城市的组织机构、政策法规、经费规划、运行管理等保障体系,这些保障体系指导并监督城市中的各个运营主体,而中国政府对不同所有制企业的干预能力存在系统差异(钱雪松等,2018),国有企业会受到政府更多的监督,使其更有动力利用信息化技术提高企业内部的管理水平以及运行效率,因此智慧城市建设对不同所有制企业 TFP 的影响呈现异质性。(3)智慧城市建设对企业 TFP 的影响因所处行业不同也表现出异质性。本文借鉴 Wallis 和 North(1986)根据交易成本高低划分交易行业和非交易行业的方法,^③将本文样本中的行业分为交易行业和非交易行业两类(交易行业往往交易费用相对较高,与之对应,非交易行业交易费用相对较低),以识别智慧城市建设对两类行业 TFP 的影响。结果表明,智慧城市建设均显著提升了两类行业的 TFP,但对交易行业而言,智慧城市建设的作用显著比非交易行业大,交易行业系数是非交易行业的 4.56 倍。这说明智慧城市建设对交易行业 TFP 的提升作用更大。由于智慧城市建设通过降低企业交易成本从而提高 TFP,相对于交易成本较高的行业,每单位交易成本的下降导致的边际收益相对较高,这是由于降低交易成本带来效率提升的结果,从而对 TFP 的提升作用更大。这表明通过降低企业交易成本对企业成长具有重要作用,尤其是交易成本较高的行业。

七、结论与启示

本文将 2012 年出台的智慧城市建设看作信息化的自然实验,在理论分析的基础上,基于 2003—2016 年中国地级市和上市公司匹配的面板数据,运用双重差分法、PSM-DID 和三重差分法实证分析了智慧城市建设的信息冲击对企业全要素生产率的影响以及对不同企业、不同城市的作用差异。研究发现,智慧城市建设显著提高了企业的全要素生产率,基于 PSM-DID 方法的估计结果与上述结果无明显差异。经过安慰剂检验、采用不同样本、利用不同估计方法等一系列稳健性检验之后,该结论仍然成立。机制检验表明,信息化冲击显著降低了企业的交易成本,尤其是造

^① 三重差分模型要求同时放入水平项和交互项,由于本文部分三重交互项为虚拟变量,为了可直接比较不同组别之间系数效应的差异,本文将双重差分水平项剔除。

^② 限于篇幅,如有需要可向作者索取。

^③ 交易行业:房地产业、批发和零售业、租赁和商业服务业。非交易行业:交通运输、仓储和邮政业,住宿和餐饮业,信息传输、软件和信息技术服务业,农、林、牧、渔业,制造业,卫生和社会工作,居民服务、修理和其他服务业,建筑业,文化、体育和娱乐业,水利、环境和公共设施管理业,电力、热力、燃气及水生产和供应业,科学研究和技术服务业,采矿业。

成了管理费用的下降,验证了“智慧城市建设—信息化冲击—降低企业交易成本—提高企业全要素生产率”这一传导机制。异质性分析表明,政策效果在不同企业间存在明显差异。具体表现为智慧城市建设对资本密集度更高、规模更大的企业的 TFP 促进作用更加明显;相对于非国有企业,智慧城市对国有企业产生了相对较大的影响;相对于非交易行业,智慧城市对交易行业 TFP 促进作用更大。

本文研究结论为进一步推进国家信息化建设、深入实施智慧城市战略、提高企业全要素生产率具有重要的政策启示。(1)信息化建设不仅是时代发展的必然要求,还具有节约交易成本的重要经济作用。而交易成本的降低不仅会改善市场交易环境,还会影响微观企业的交易成本。要进一步推动信息化建设,加快信息技术创新,最大程度释放数字红利,从而推动创新驱动发展战略的深入实施。(2)从企业特征的异质性来看,在实施智慧城市建设等信息化政策时,要进一步加强非国有企业的引导作用,拓宽信息化的影响范围,使其对各行各业产生正向的辐射作用。

参考文献:

1. 段梅、李志强:《经济政策不确定性、融资约束与全要素生产率——来自中国上市公司的经验证据》,《当代财经》2019 年第 6 期。
2. 韩先锋、惠宁、宋文飞:《信息化能提高中国工业部门技术创新效率吗?》,《中国工业经济》2014 年第 12 期。
3. 何大安:《互联网应用扩张与微观经济学基础——基于未来“数据与数据对话”的理论解说》,《经济研究》2018 年第 8 期。
4. 刘莉亚、金正轩、何彦林、朱小能、李明辉:《生产效率驱动的并购——基于中国上市公司微观层面数据的实证研究》,《经济学(季刊)》2018 年第 4 期。
5. 鲁桐、党印:《投资者保护、行政环境与技术创新:跨国经验证据》,《世界经济》2015 年第 10 期。
6. 鲁晓东、连玉君:《中国工业企业全要素生产率估计:1999—2007》,《经济学(季刊)》2012 年第 2 期。
7. [美]诺思:《制度、制度变迁与经济绩效》,刘守英译,上海三联书店 1994 年版。
8. 钱雪松、康瑾、唐英伦、曹夏平:《产业政策、资本配置效率与企业全要素生产率——基于中国 2009 年十大产业振兴规划自然实验的经验研究》,《中国工业经济》2018 年第 8 期。
9. 石大千、丁海、卫平、刘建江:《智慧城市建设能否降低环境污染?》,《中国工业经济》2018 年第 6 期。
10. [美]威廉姆森:《资本主义经济制度》,段毅才、王伟译,商务印书馆 2002 年版。
11. 吴海民、吴淑娟、陈辉:《城市文明、交易成本与企业“第四利润源”——基于全国文明城市与民营上市公司核匹配倍差法的证据》,《中国工业经济》2015 年第 7 期。
12. 张元好、曾珍香:《城市信息化文献综述——从信息港、数字城市到智慧城市》,《情报科学》2015 年第 6 期。
13. 郑宝红、张兆国:《企业所得税率降低会影响全要素生产率吗?——来自我国上市公司的经验证据》,《会计研究》2018 年第 5 期。
14. Acemoglu, D., Antràs, P., & Helpman, E., Contracts and Technology Adoption. *American Economic Review*, Vol. 97, No. 3, 2007, pp. 916 – 944.
15. Baron, R. M., & Kenny, D. A., The Moderator-mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 51, No. 6, 1986, pp. 1173 – 1182.
16. Bartel, A., Ichniowski, C., & Shaw, K., How Does Information Technology Affect Productivity? Plant-level Comparisons of Product Innovation, Process Improvement, and Worker Skills. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 122, No. 4, 2007, pp. 1721 – 1758.
17. Beck, T., Levine, R., & Levkov, A., Big Bad Banks? The Winners and Losers from Bank Deregulation in the United States. *The Journal of Finance*, Vol. 65, No. 5, 2010, pp. 1637 – 1667.
18. Cai, X., Lu, Y., & Wu, M., Does Environmental Regulation Drive Away Inbound Foreign Direct Investment? Evidence from a

Quasi-Natural Experiment in China. *Journal of Development Economics*, Vol. 123, No. 2, 2016, pp. 73 – 85.

19. Greenstone, M., List, J. A., & Syverson, C., *The Effects of Environmental Regulation on the Competitiveness of U. S. Manufacturing*. The Natural History of Butterflies: Facts on File Publications, 2012.

20. Levinsohn, J., & Petrin, A., Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *The Review of Economic Studies*, Vol. 70, No. 2, 2003, pp. 317 – 341.

21. Li, P., Lu, Y., & Wang, J., Does Flattening Government Improve Economic Performance? Evidence from China. *Journal of Development Economics*, Vol. 100, No. 123, 2016, pp. 18 – 37.

22. Malone, T. W., & Crowston, K., The Interdisciplinary Study of Coordination. *ACM Computing Surveys*, Vol. 26, No. 1, 1994, pp. 87 – 119.

23. Milgrom, P., & Roberts, J., The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. *American Economic Review*, Vol. 80, No. 3, 1990, pp. 511 – 528.

24. Serfling, M., Firing Costs and Capital Structure Decisions. *The Journal of Finance*, Vol. 71, No. 5, 2016, pp. 2239 – 2286.

25. Shao, B. B. M., & Lin, W. T., Assessing Output Performance of Information Technology Service Industries: Productivity, Innovation and Catch-up. *International Journal of Production Economics*, Vol. 172, No. 2, 2016, pp. 43 – 53.

26. Wallis, J. J., & North, D., *Measuring the Transaction Sector in the American Economy, 1870 – 1970*. Long-term Factors in American Economic Growth. University of Chicago Press, 1986.

Informatization Impact, Transaction Cost and TFP of Enterprise

—Natural Experiments Based on Chinese Smart City Construction

SHI Daqian (Wuhan University, 430072)

LI Ge (Huazhong University of Science and Technology, 430074)

LIU Jianjiang (Changsha University of Science and Technology, 410114)

Abstract: Empirical results show that the impact of information technology on smart city construction has significantly improved the TFP of enterprises, and a series of robustness tests have ensured the robustness of the conclusion. Mechanism inspection shows that the impact of informatization can improve the total factor productivity of enterprises by reducing transaction costs. Further heterogeneity test shows that the informatization of smart city construction has a greater impact on the TFP of enterprises with higher capital intensity and larger scale, on state-owned enterprises than on non-state-owned enterprises; compared with non-trading industries, the trading industry, thanks to the lower cost brought by smart city construction, sees bigger increase in TFP.

Keywords: Informatization, Smart City Construction, Transaction Cost, Total Factor Productivity

JEL: R58, R11, D24

责任编辑: 汀 兰