网络基础设施与数字经济产业化

——来自“宽带中国”政策的准自然实验

魏亚飞,李　言

(浙江工商大学 经济学院,杭州 310018)

摘　要:加快推进数字经济产业化是助推中国实现经济高质量发展的重要举措。利用 2004—2018 年中国地级市层面数据,将“宽带中国”作为一项准自然实验,实证分析了网络基础设施对城市数字经济产业发展的影响。研究发现“宽带中国”试点政策显著促进了数字经济产业发展,使“宽带中国”试点城市比其他城市提高约 12.7%,并且此结论在多种稳健性检验中依然成立;“宽带中国”试点政策显著促进了东中西部地区、大规模和中等规模城市的数字经济产业发展,对小规模城市数字经济产业发展的影响不显著;“宽带中国”试点政策通过互联网应用效应和互联网产出效应途径促进了城市数字经济产业发展。

关键词:网络基础设施;数字产业化;“宽带中国”试点政策;双重差分;数字经济

中图分类号:F061.5　文献标志码:A　文章编号:1674-4543(2021)07-0001-14

DOI:10.16537/j.cnki.jynufe.000708

一、引言

中国经济已由高速增长阶段转化为高质量发展阶段,随着这一阶段的转变,大数据、人工智能等科学技术的飞速发展正在引领人们进入数字经济时代。2019 年数字经济上升至国家战略,2035 年远景目标中也提出要加快数字化发展,推进数字产业化和产业数字化,打造具有国际竞争力的数字产业集群。在移动互联网、通信技术等数字技术的推动下已经形成了丰富的数字经济新业态,如网购、在线教育等。2019 年中国软件和信息技术服务业规模以上企业超过 4 万家①,工信部推动国家建立了 8 个大数据综合试验区,11 个大数据领域的新型工业化产业示范基地,13 个软件名城②。由于数字经济产业对新型信息基础设施的要求很高,因此中国新型网络基础设施得到了快速发展。截止到 2019 年年末,中国固定宽带用户规模达到 4.5 亿户,移动宽带用户规模达到 13.4 亿户,4G 基站规模达到 574.9 万个,5G 基站规模达到 11.4 万个③。新型网络基础设施的发展不仅提高了互联网普及率,而且繁荣了线上消费,促进了数字经济产业发展。

但是,在 2013 年之前,中国的网络基础设施发展很慢,并且速度低费用高。尤其是与发达国家相比,中国宽带普及率仅为 21%,不及 OECD 国家的二分之一;宽带平均速率为 857kbps,不及 OECD 国家的十分之一;宽带用户资费为每月 78.8 元,是 OECD 国家的三倍;电子商务零售额仅占社会零售总

收稿日期:2021-04-13

基金项目:国家社会科学基金后期资助项目“要素市场化配置改革与区域经济发展问题研究”(20FJLB014);国家自然科学基金青年项目“人才型住房政策对城市劳动力配置效率的影响研究”(72004202);浙江省自然科学基金项目“城市轨道交通对劳动力配置效率的影响研究”(LQ21G030004)

作者简介:魏亚飞(1995-),女,河南濮阳人,浙江工商大学经济学院博士研究生,研究方向为数字经济与经济增长;李言(1990-),男,江苏徐州人,浙江工商大学经济学院讲师,博士,研究方向为城市与区域经济学。

①https://baijiahao.baidu.com/s?id=1671462334129994522&wfr=spider&for=pc。

②https://finance.ifeng.com/c/80o0rPYe5nj。

③https://tech.china.com/article/20200727/20200727567217.html。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

额的十分之一,并且区域和城乡的宽带发展不平衡(曹蓟光、张健,2011)[1]。为了解决上述问题,2013 年 8 月 17 日,中国国务院发布了"宽带中国"战略实施方案,正式将"宽带中国"计划上升为国家战略。中国政府分批推进宽带等网络基础设施建设,根据各个城市申报成为"宽带中国"试点城市递交的材料,工业和信息化部与国家发展和改革委员会分别于 2014 年、2015 年、2016 年共批准了 120 个城市(群)为"宽带中国"示范城市。示范城市在宽带网络用户数、互联网渗透率等方面需要有较大的突破。这些城市的网络基础设施的改进,可以吸引一批与数字技术相关的企业落户至此。

"宽带中国"战略实施后,宽带更加普及、宽带速度提升、宽带资费下降,从而带动数字经济高速增长。那么,"宽带中国"战略的实施究竟在多大程度上促进了数字经济产业发展?"宽带中国"战略可以通过什么途径影响数字经济产业发展?通过回答这些问题来为促进数字经济发展提供一些理论和现实的参考。

二、文献综述

现有文献主要从新型基础设施对经济活动以及数字经济相关的研究。针对网络基础设施的研究,刘生龙和胡鞍钢(2010)[2]以及马淑琴和谢杰(2013)[3]71认为网络基础设施包括交通网络、信息网络和能源网络;刘传明和马青山(2020)[4]76以及薛成(2020)等[5]49将"宽带中国"战略作为网络基础设施的代理变量。对于网络基础设施对经济活动的研究,文献中普遍认为网络基础设施促进了全要素生产率提升(郭家堂和骆品亮,2016[6];刘传明和马青山,2020[4]77-78),提升了企业和地区的创新水平(杨德明和刘泳文,2018[7];韩先锋等,2019[8];Kafouros,2005[9];Paunov 和 Rollo,2016[10]),影响了制造业出口产品升级(马淑琴和谢杰,2013[3]72-75),促进了产业结构升级(郭凯明等,2020[11])、农村家庭创业(王剑程等,2020[12])以及地区的经济增长(Stiroh,2002[13];Jorgenson 等,2008[14];Koutroumpis,2009[15];何仲等,2013[16])。

对于数字经济的相关研究,泰普斯特于 1996 年提出了数字经济概念等,此后引起了政府和许多学者对数字经济的关注。刘淑春(2019)[17]认为数字产业化是指大数据、云计算、人工智能等数字技术的研发成熟以及应用广泛,从而推动数字产业的形成与发展。覃洁贞等(2020)[18]认为数字产业化是将数字生产要素通过数字技术,基于数字技术的创新成果转化为现实动力,推动数字产业健康发展,最终形成数字产业链和数字集群;鲁春丛(2018)[19]认为数字经济产业化即数字经济基础部分,产业数字化即数字经济融合部分。对于促进数字产业的影响因素而言,黄新焕和张宝英(2018)[20]将其分为三个方面即数字基础设施、数字产业的融资渠道、数字人才。数字基础设施影响了数字产业的发展,但是数字基础设施在多大程度上影响数字产业的发展并没有证明,以及数字基础设施通过什么渠道影响数字经济产业的发展也没有文献对此进行解释。

由于网络基础设施本身就是数字产业化的一个方面,因此本文在数字经济产业中筛选出来软件相关的数字经济行业,研究网络基础设施建设对软件相关的数字经济产业的影响以及网络基础设施建设通过何种机制影响数字经济产业的发展。本文基于 2004—2018 年中国 277 个城市面板数据,运用多期双重差分法研究"宽带中国"试点政策对城市数字经济产业发展的影响。本文的边际贡献在于:(1)弥补了新型基础设施对数字经济产业发展影响的不足,并且分析了新型基础设施对数字经济产业发展的作用机制。(2)考虑到"宽带中国"战略试点政策更多的是对软件相关的数字经济产业产生影响,将软件相关的数字经济企业从所有数字经济企业中筛选出来,并对数字经济产业发展水平这一指标进行了量化。(3)将互联网应用和互联网产出作为中介变量,构建中介效应模型,检验网络基础设施影响数字经济产业化的机制。

三、网络基础设施对数字产业化的影响机制分析

数字产业高速发展的必要条件是需要打造高速且应用广泛安全的新型网络基础设施,而宽带网络建设必是其发展的首要条件。因此,世界各国都在全力打造网络基础设施,进行宽带网络建设,推

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进城乡宽带网络建设，提高宽带网络普及率。首先，网络数字基础设施的建设开拓出了一些诸如云平台、电子商务等新型市场（郭朝先等，2020[21]），而这些新型市场需要以相关的数字经济企业为依托，因此促进了一大批数字经济相关企业的成立，进而推动了数字经济产业的发展。其次，新型数字基础设施的完善打破了时间与空间的限制（薛成等，2020[5]50），促使人们更多地进行线上购物、网络交流，其中，2019 年中国电子商务交易额高达 34.81 万亿元，电子商务从业人员达 5125.65 万人①，从而与电子商务相关的软件类数字产业进一步得到了较快的发展。最后，“宽带中国”战略的实施与推进，加快了网络基础设施的建设以及升级改造，推进光纤入户，不仅大幅度提高了网络，还使得互联网用户数逐年增多。据统计，到 2019 年底，中国规定宽带用户数为 4.5 亿户，移动宽带用户数为 13.4 亿户（曹淼，2020[22]），截止到 2020 年 3 月，中国网民规模达 9.04 亿，互联网普及率达 64.5%②；新型基础设施建设的加强，加速了数字经济相关企业的形成，催生了新的产业形态，加速了数字经济产业的蓬勃发展。基于以上研究，提出假设 1。

假设 1：“宽带中国”试点政策通过互联网应用效应进一步促进了数字经济产业的发展。

在“宽带中国”战略实施以前，中国电信和中国联通处于双寡头垄断局面，基本占据了国家电信业务总量的 90% 以上，价格高网速低，数字企业较少，产出也较低。自 2013 年“宽带中国”政策实施以后，缓解了中国电信和中国联通双寡头垄断的局面，原本只能发展固网业务的中国移动也加入了宽带网络的建设，使得宽带网络覆盖的范围不断扩大，网络的传输和接入能力得到增强，相关数字企业从网络基础设施中获益也较大，从而提升了互联网产出能力，进而催生了一大批新兴产业如软件外包、云计算等新兴产业，进一步促进了数字经济产业的发展。其次，网络基础设施的发展拓展了很多网络用户数量，从而产生海量的数据，海量的数据会带来较强的外部效应，促使更多的企业和用户参与，企业更好地捕捉消费者的需求，企业与消费者的交易更加公开透明，缓解了信息不对称问题，减少了交易成本，极大地促进了电子商务的发展，从而提高了互联网产出。因此本文认为“宽带中国”战略的实施提升了电子商务销售额进而催生了一大批宽带、电信业务等相关的数字经济企业，从而促进了数字经济产业的发展。基于以上研究，本文提出假设 2。

假设 2：“宽带中国”试点政策通过互联网产出效应进一步促进了数字经济产业的发展。

四、研究设计与数据说明

（一）模型选择

本文采用双重差分法（Difference - in - Difference，DID）评价“宽带中国”试点政策对数字经济产业的影响。根据工业和信息化部、发改委公布的“宽带中国”试点城市名单，截止到 2018 年底，中国已经先后批复了 120 个“宽带中国”试点城市，这些试点城市的批复是随机的，因此为采用双重差分法提供了一个良好的“准自然实验”。本文选择的研究样本为 277 个地级市，被批复为“宽带中国”试点城市的为“实验组”，其他未被批复的城市则构成了“控制组”。由于“宽带中国”试点城市的批复时间不在同一年，因此本文选择的双重差分法是多期双重差分法，直接生成“宽带中国”试点城市的虚拟变量 did，即将批复“宽带中国”试点城市当年及以后赋值为 1，试点政策实施之前赋值为 0。本文借鉴袁航和朱承亮（2018）[23] 的做法，利用“宽带中国”试点城市虚拟变量 did 构建多期双重差分的双向固定效应模型，检验批复“宽带中国”试点城市对数字经济产业发展的净效应。具体模型设定如下：

$$digindustry_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{i,t} + \beta x_{i,t} + \eta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式（1）中，$digindustry_{i,t}$ 为被解释变量，表示第 i 地区第 t 年的数字经济产业发展水平。$did_{i,t}$ 为批复为“宽带中国”试点城市的虚拟变量。$x_{i,t}$ 为一组控制变量，包括经济发展水平、产业结构水平、政府规模、从业人员结构、外商投资水平、金融发展水平、居民工资水平。η_t 为时间固定效应，μ_i 为个体固定效

①http://tradeinservices.mofcom.gov.cn/article/yanjiu/hangyezk/202007/106775.html。

②https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_7183600。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

应,ε_{it} 为随机扰动项。α_1 为本文的核心固定参数,代表了“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的净效应。

(二) 变量说明

1. 被解释变量

本文的被解释变量是数字经济产业发展水平。本文根据浙江省统计局、经济和信息化委员会在 2018 年发布的《浙江省数字经济核心产业统计分类目录》,分行业整理数字经济产业企业经营范围关键词;根据关键词,从工商注册企业初步筛选出企业经营范围含相关关键词的企业,共筛选出四百多万条数据;然后根据企业名称和行业门类,对初步筛选到的数字经济产业企业进一步筛选,根据筛选出来的企业所在的地理区域,对统一地理区域的数字经济企业进行加总,得到城市数字经济企业数量,用城市的数字经济企业数量代表数字经济产业发展水平;然后将数字经济产业中代表软件相关的数字经济企业筛选出来,并对其取对数值表示①。

2. 解释变量

本文的核心解释变量是“宽带中国”试点城市虚拟变量 *did*,根据中国工业和信息化部网站公布的“宽带中国”试点城市名单,结合“宽带中国”试点城市的批准时间先后统一赋值,最后得到本文的核心解释变量 *did*。

3. 控制变量

基于已有文献(王彬燕等,2018[24];刘军等,2020[25];钟业喜和毛炜圣,2020[26]),影响数字经济的控制变量主要包括:(1)经济发展水平,采用各城市人均生产总值的对数形式测度;(2)产业结构水平,采用各城市第三产业增加值占 GDP 的比值表示;(3)政府规模,采用政府公共财政支出与地区 GDP 的比值表示;(4)从业人员结构,采用各地区信息传输、计算机服务和软件从业人员数表示;(5)外商投资水平,采用实际使用外商投资额占 GDP 的比重表示;(6)金融发展水平,采用存贷款余额占 GDP 的比重表示;(7)居民工资水平,采用市区职工平均工资的对数表示。具体的变量选择及计算方法见表 1。

表 1 主要变量定义

变量类别	变量名称	变量符号	计算方法
被解释变量	数字经济产业发展水平	*digindustry*	软件相关的数字经济企业数加总
核心解释变量	“宽带中国”试点城市	*did*	虚拟变量(0,1)
控制变量	经济发展水平	*pergdp*	人均 GDP
	产业结构水平	*ids*	第三产业增加值占 GDP 的比值
	政府规模	*gov*	政府公共财政支出与地区 GDP 的比值
	从业人员结构	*prac*	地区信息传输、计算机服务和软件从业人员数
	外商投资水平	*fdi*	实际使用外商投资额占 GDP 的比重
	金融发展水平	*di*	存贷款余额占 GDP 的比重
	居民工资水平	*awages*	市区职工平均工资

(三) 数据来源及描述性统计分析

本文的所有数据均来源于《中国城市统计年鉴》、企研数据,以 2004 年为起点是因为所有城市的部分数据在 2003 年存在缺失,对部分缺失数据通过查阅各城市统计公报进行了填补。变量的描述性统计见表 2。

①为避免零值的影响,本文对数字企业数采用加 1 取对数的处理方法。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　变量的描述性统计

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
digindustry	3960	6.931	1.175	3.296	12.145
did	3960	0.156	0.364	0.000	1.000
pergdp	3960	10.261	0.787	7.662	13.056
ids	3960	0.384	0.092	0.111	0.855
gov	3960	0.169	0.084	0.040	1.485
prac	3960	0.944	3.913	0.020	84.030
fdi	3960	0.023	0.025	0.000	0.210
di	3960	2.091	1.054	0.588	12.509
awages	3960	10.392	0.571	8.733	11.917

五、实证结果分析

（一）基准模型检验

本文采用双向固定效应模型检验“宽带中国”试点政策对数字经济产业水平影响的净效应，具体回归结果见表 3。第（1）列是在不加入控制变量下的结果，第（2）列是在加入控制变量下的结果，可以发现“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的影响有显著的促进作用。具体而言，根据第（1）列，“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的量的影响系数为 0.156，在 1% 的水平下显著为正。可以认为“宽带中国”试点政策的实施诱导了数字经济相关企业的产生，从而促进了数字经济产业发展。第（2）列在第（1）列的基础上加入了一系列控制变量，可以发现“宽带中国”试点政策的系数为 0.127，仍然在 1% 的水平下显著为正，结果具有一致的稳健性。

从控制变量看，从业人员结构、外商直接投资水平对数字经济产业发展的影响具有显著的促进作用。这主要是因为一方面，从业人员结构主要是指地区信息传输、计算机服务和软件从业人员，随着地区软件等从业人员的增加，其地区软件相关的数字经济产业发展水平也在逐渐提升。另一方面，地区实际使用外资额意味着有别于国内产品和服务、技术和理念相关的资本投入，从而有助于地区数字经济产业的发展。政府规模对数字经济产业发展的影响在 5% 的水平下显著为负。这可能是由于自“宽带中国”试点政策实施以来，数字经济产业发展的水平显著提高，而政府过多的干预反而限制了数字经济企业的发展水平，因此在一定程度上抑制了数字经济产业的发展。

表 3　DID 基准模型估计结果

变量	（1）	（2）
did	0.156***	0.127***
	（4.29）	（3.50）
pergdp		−0.095
		（−1.58）
ids		−0.252
		（−0.90）
gov		−0.575**
		（−2.21）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3(续)

变量	(1)	(2)
prac		0.017***
		(2.65)
fdi		1.272**
		(2.23)
di		-0.030
		(-1.33)
awages		0.043
		(0.55)
常数项	5.943***	6.577***
	(304.55)	(7.94)
时间效应	控制	控制
地区效应	控制	控制
N	3960	3960
R^2	0.902	0.906

注:括号内的值为 t 值,**、*** 分别表示在 5% 和 1% 的水平下显著。

(二)动态 DID 模型估计

本文以政策实施前的第四年作为基准,看政策实施前的四年以及政策实施后的四年的回归结果,如表 4 所示。第(1)大列是不加入控制变量的回归结果,第(2)大列是加入控制变量的回归结果,可以看出,无论是否加入控制变量,结果都具有稳健性。政策实施前四年即 d_4、d_3、d_2、d_1 四个变量在 5% 的水平下均不显著,而政策实施后的四年即 d1、d2、d3、d4 四个变量均在 1% 的水平下显著为正。可以认为"宽带中国"试点政策在实施当年以及实施后的几年对数字经济产业水平存在显著的促进作用。进一步从模型的回归系数看,发现在政策实行后的几年里,"宽带中国"试点政策对数字经济产业水平的影响随着时间的推移其促进效果更加明显。

表 4　动态 DID 模型估计结果(N = 3960)

(1)(无控制变量)					(2)(有控制变量)				
	系数	标准差	*t* 值	*p* 值		系数	标准差	*t* 值	*p* 值
d_4	-0.039	0.022	-1.75	0.081	d_4	-0.023	0.016	-1.46	0.147
d_3	-0.023	0.024	-0.92	0.357	d_3	-0.005	0.018	-0.29	0.774
d_2	-0.003	0.025	-0.11	0.912	d_2	0.010	0.019	0.54	0.593
d_1	0.026	0.025	1.07	0.287	d_1	0.016	0.020	0.82	0.410
d1	0.123	0.033	3.75	0.000	d1	0.092	0.028	3.29	0.001
d2	0.183	0.040	4.61	0.000	d2	0.137	0.034	3.98	0.000
d3	0.291	0.052	5.63	0.000	d3	0.206	0.046	4.49	0.000
d4	0.439	0.069	6.38	0.000	d4	0.294	0.064	4.61	0.000
常数项	5.943	0.019	305.29	0.000	常数项	5.383	0.727	7.41	0.000

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

本文进一步通过图示法比较“宽带中国”试点政策实施前后数字经济产业发展的变动趋势，如图1所示。可以看出，“宽带中国”政策实施之前与实施之后有着显著的差异，进一步验证了本文通过了平行趋势检验，用双重差分方法来研究“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的影响是适合的。

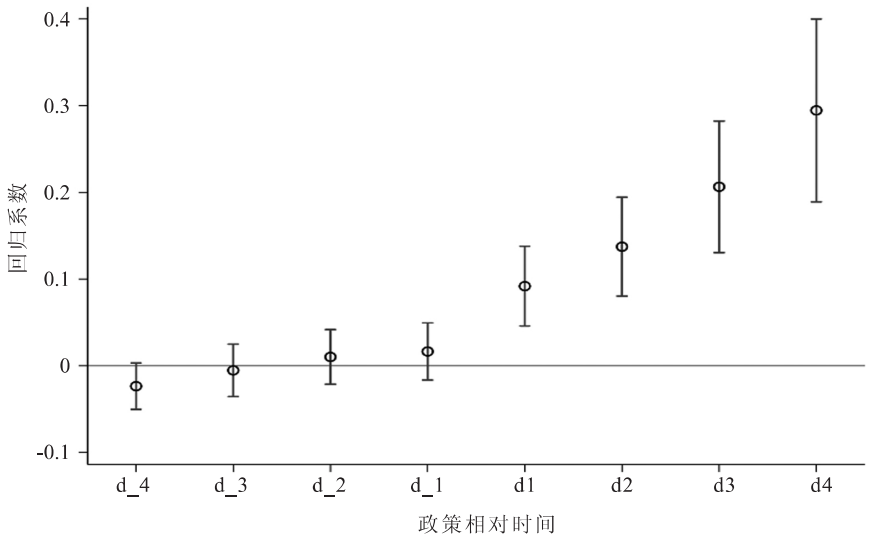


图1　平行趋势检验

（三）稳健性检验

以上结果均发现“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的影响具有显著的促进作用，但是为了保证以上结果的可靠性，本文从剔除直辖市变量、改变回归方法等进行了一系列稳健性检验。

1. 剔除直辖市样本

考虑到本文使用的样本是地级市层面的数据，而北京、天津、上海、重庆作为四个直辖市，其数据值与省级层面数据相差不大。为了保证结果的稳健性，本文将上述四个直辖市的样本进行剔除，重新检验“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的影响，结果如表5所示。在剔除直辖市样本后，“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的影响系数仅从0.156下降到了0.147，而加入控制变量之后回归的系数值也仅有微小变化，并且在加入控制变量之前和加入控制变量之后，回归系数始终在1%的水平下显著为正。可以认为，双重差分法的结果具有稳健性。

表5　剔除直辖市后的样本估计结果

解释变量	(1)	(2)
did	0.147***	0.111***
	(3.96)	(3.09)
控制变量	不控制	控制
常数项	5.902***	6.465***
	(64.92)	(7.78)
时间效应	控制	控制
地区效应	控制	控制
N	3902	3902
R^2	0.901	0.906

注：括号内的值为t值，*** 表示在1%的水平下显著。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2. 负二项分布回归

考虑到本文的被解释变量即数字经济产业发展的数值是正整数,并且其数值不是连续型的,本文运用负二项分布回归方法(数字经济产业发展水平的数据属于过离散数据,其方差明显大于平均值)对模型进行稳健性检验,结果如表 6 所示。可以发现,无论是否加入控制变量,"宽带中国"试点政策对数字经济产业发展的影响都在 1% 的水平下显著为正,这一结果与前文的双重差分结果在系数值和显著水平下都没有明显的区别,进一步证实了基准回归的实证结论,说明双重差分法的结果仍然具有稳健性。

表 6　负二项分布估计结果

解释变量	(1)	(2)
did	0.175*** (12.89)	0.133*** (9.55)
控制变量	不控制	控制
常数项	2.094*** (67.52)	2.902*** (8.00)
时间效应	控制	控制
地区效应	控制	控制
N	3960	3960

注:括号内的值为 t 值,*** 表示在 1% 的水平下显著。

3. PSM – DID 回归

为了克服"宽带中国"试点城市与非试点城市地区数字经济产业发展的变动趋势所存在的系统性差异,本文进一步采用 PSM – DID 方法对原模型进行稳健性检验。本文分别使用近邻匹配以及核匹配进行估计,对"宽带中国"试点政策推动数字经济产业发展的作用进行稳健性检验,估计结果如表 7 所示。可以发现,无论是采用近邻匹配方法还是采用核匹配方法,均验证了"宽带中国"试点政策显著促进了数字经济产业发展,并且在 1% 的水平下显著为正,这进一步指出了前文的分析结果可靠。

表 7　PSM – DID 回归结果

解释变量	(1) 近邻匹配	(2) 核匹配
did	0.092*** (5.79)	0.091*** (5.78)
控制变量	控制	控制
常数项	5.513*** (12.36)	5.517*** (12.36)
时间效应	控制	控制
地区效应	控制	控制
N	3822	3820

注:括号内的值为 t 值,*** 表示在 1% 的水平下显著。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

（四）异质性分析

1. 地区异质性分析

在数字经济产业发展水平上，东、中、西部会存在明显的地区差异。因此，网络基础设施的建设对城市数字经济产业发展水平的影响可能会由于不同的地理位置从而产生差异。本文根据城市所在的区域位置将样本分为中东部以及西部城市两组，分别对以上两组进行回归分析，结果如表 8 所示。可以发现，“宽带中国”试点政策在 1% 的水平下显著促进了中东部城市数字经济产业发展，其影响系数为 0.155；在 10% 的水平下促进了西部城市的数字经济产业发展，其影响系数为 0.112。可以认为，网络基础设施的推进在全国范围内是有效的，对中东部城市的影响效应更大一些。这可能是因为中东部地区拥有较好的地理优势，并且网络基础设施发展水平较高。

表 8　分东中西部地区异质性结果

解释变量	（1）中东部城市	（2）西部城市
did	0.155***	0.112*
	（3.69）	（1.95）
控制变量	控制	控制
常数项	6.387***	2.939**
	（6.57）	（2.00）
时间效应	控制	控制
地区效应	控制	控制
N	2954	1006

注：括号内的值为 t 值，*、**、*** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平下显著。

2. 规模异质性分析

本文接着对城市进行规模异质性分析，根据新一线城市研究所公布的《2020 城市商业魅力排行榜》，将中国 337 个城市按照商业资源集聚度、城市枢纽型、城市人活跃度、生活方式多样性、未来可塑性五个方面将中国 337 个城市分为一线城市、新一线城市、二线城市、三线城市、四线城市、五线城市六个标准。本文将一线城市、新一线城市和二线城市归类为大规模城市，将三线城市归类为中等规模城市，将四、五线城市归类为小规模城市，分别研究“宽带中国”试点政策对大中小规模城市的数字经济产业发展的影响，结果如表 9 所示。可以发现，“宽带中国”试点政策在 1% 的水平下显著促进了大规模城市的数字经济产业发展，其影响系数为 0.186；对中等规模城市的数字经济产业发展的影响在 10% 的水平下显著；对小规模城市的数字经济产业发展没有显著的影响。可能是因为大规模和中等规模城市其拥有较为完善的互联网发展基础，“宽带中国”试点政策的实施可以进一步促进城市的数字经济产业发展，而小规模城市网络基础设施建设的基础较差，从而导致“宽带中国”试点政策还没有发挥较好的政策效果。

表 9　分大中小规模城市异质性结果

解释变量	（1）大规模城市	（2）中等规模城市	（3）小规模城市
did	0.186***	0.081*	0.058
	（2.81）	（1.94）	（1.19）
控制变量	控制	控制	控制
常数项	8.959***	7.325***	5.316***
	（6.15）	（5.32）	（5.07）
时间效应	控制	控制	控制

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 9(续)

解释变量	(1) 大规模城市	(2) 中等规模城市	(3) 小规模城市
地区效应	控制	控制	控制
N	729	995	2236
R^2	0.976	0.905	0.884

注: 括号内的值为 t 值,*、*** 分别表示在 10% 和 1% 的水平下显著。

六、"宽带中国"试点政策对数字经济发展的影响机制分析

基于上面理论机制部分的分析,本文将互联网渗透率作为中介变量,构建中介效应模型进行检验。

(一) 中介效应模型的构建

本文借鉴温忠麟等(2004)[27] 的做法,构建中介效应模型,并对中介效应模型的以下几个系数进行检验: (1) 检验"宽带中国"试点政策对数字经济产业发展影响的系数 γ_1 是否显著; (2) 检验"宽带中国"试点政策对互联网渗透率影响的系数 λ_1 是否显著; (3) 将"宽带中国"试点政策和互联网渗透率同时纳入回归模型中,检验二者对数字经济产业发展影响的系数,即 ϕ_1 和 ϕ_2 是否显著。若 γ_1 和 ϕ_1 都显著,并且两者的数值不相等,则存在中介效应。式(3)中,$M_{i,t}$ 代表中介变量,即互联网应用效应和互联网产出效应。其中,互联网应用用互联网渗透率表示,即每万人中互联网用户数; 互联网产出用各城市电子商务销售额表示,由于电子商务销售额的数据只公布了 2013 年以来的省级数据,本文基于城市 GDP 占省份 GDP 的比重与省份电子商务销售额的乘积表示。

$$digindustry_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 did_{i,t} + \beta x_{i,t} + \eta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$M_{i,t} = \lambda_0 + \lambda_1 did_{i,t} + \beta x_{i,t} + \eta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$digindustry_{i,t} = \phi_0 + \phi_1 did_{i,t} + \phi_2 M_{i,t} + \beta x_{i,t} + \eta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

(二) 影响机制分析

将互联网渗透率作为中介变量的回归结果如表 10 所示。从第(1)列中可以看出,"宽带中国"试点政策影响数字经济产业发展的系数为 0.128,并且在 1% 的水平下显著,说明"宽带中国"试点政策显著促进了数字经济产业发展。从第(2)列中可以看出,"宽带中国"试点政策影响网络渗透率的系数为 2.284,且在 5% 的水平下显著,说明"宽带中国"试点政策显著提升了互联网渗透率。从第(3)列中可以看出,互联网渗透率影响数字经济产业发展的系数为 0.002,并且在 5% 的水平下显著,"宽带中国"试点政策影响数字经济产业发展的系数为 0.124,也在 1% 的水平下显著,并且与第(1)列的回归系数值相比有所减小。以上结果说明互联网渗透率这一中介效应存在并且显著。

表 10　中介效应回归结果

解释变量	$digindustry_{i,t}$ (1)	$M_{i,t}$ (2)	$digindustry_{i,t}$ (3)
did	0.128*** (3.51)	2.284** (2.23)	0.124*** (3.44)
$M_{i,t}$			0.002** (2.42)
控制变量	不控制	控制	控制
常数项	6.591*** (7.95)	104.304*** (3.73)	6.412*** (7.80)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 10（续）

解释变量	$digindustry_{i,t}$ （1）	$M_{i,t}$ （2）	$digindustry_{i,t}$ （3）
时间效应	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制
N	3940	3940	3940
R^2	0.690	0.487	0.698

注：括号内的值为 t 值，**、*** 分别表示在 5% 和 1% 的水平下显著。

将互联网产出作为中介变量的回归结果如表 11 所示。从第（1）列中可以看出，“宽带中国”试点政策影响数字经济产业发展的系数为 0.064，并且在 1% 的水平下显著，说明“宽带中国”试点政策显著促进了数字经济产业发展。从第（2）列中可以看出，“宽带中国”试点政策影响互联网产出的系数为 147.148，且在 5% 的水平下显著，说明“宽带中国”试点政策显著提升了互联网产出。从第（3）列中可以看出，“宽带中国”试点政策影响数字经济产业发展的系数为 0.058，也在 1% 的水平下显著，并且与没有加入中介变量的第（1）列的回归系数值相比有所减小。以上结果说明互联网产出这一中介效应存在并且显著。

表 11　互联网产出中介效应回归结果

解释变量	$digindustry_{i,t}$ （1）	$M_{i,t}$ （2）	$digindustry_{i,t}$ （3）
did	0.064*** （2.93）	147.148** （2.06）	0.058*** （2.69）
$M_{i,t}$			0.00004 （1.62）
控制变量	不控制	控制	控制
常数项	7.958*** （8.05）	5767.645*** （2.94）	7.741*** （7.94）
时间效应	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制
N	1572	1572	1572
R^2	0.929	0.145	0.930

注：括号内的值为 t 值，**、*** 分别表示在 5% 和 1% 的水平下显著。

（三）机制的异质性分析

将互联网应用作为中介变量的异质性回归结果如表 12 所示。第（1）列至第（3）列为中东部城市的回归结果，第（4）列至第（6）列为西部城市的回归结果。从第（1）列中可以看出，“宽带中国”试点政策影响中东部城市数字经济产业发展的系数为 0.128；从第（2）列中可以看出，“宽带中国”试点政策影响网络渗透率的系数为 1.641；从第（3）列中可以看出，互联网渗透率影响数字经济产业发展的系数为 0.002，并且在 10% 的水平下显著，“宽带中国”试点政策影响数字经济产业发展的系数为 0.126，也在 1% 的水平下显著，并且与第（1）列的回归系数值相比有所减小。以上结果说明互联网应用这一中介效应存在。对于第（4）列至第（6）列的西部城市的回归结果也存在部分中介效应，说明网络基础设施建设通过促进互联网渗透率而促进了城市数字经济产业发展水平。由于在大中小规模城市回归结果中，“宽带中国”试点政策促进了大规模城市和中等规模城市的数字经济产业发展，对小规模城市的数字经济产业发展没有影响，在做机制检验时，对大规模城市和中等规模城市进行了机制分析，发现互联网应用这一中介效应也存在。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 12　互联网应用中介效应的异质性回归结果

解释变量	中东部城市			西部城市		
	$digindustry_{i,t}$ (1)	$M_{i,t}$ (2)	$digindustry_{i,t}$ (3)	$digindustry_{i,t}$ (4)	$M_{i,t}$ (5)	$digindustry_{i,t}$ (6)
did	0.128*** (3.02)	1.641 (1.25)	0.126*** (7.58)	0.099* (1.81)	3.528*** (2.92)	0.096* (1.79)
$M_{i,t}$			0.002* (1.88)			0.001 (0.55)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	6.479*** (6.58)	110.310*** (3.22)	6.319*** (6.49)	3.081** (2.12)	92.834** (2.55)	3.015** (2.07)
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	2935	2935	2935	1005	1005	1005
R^2	0.910	0.430	0.698	0.939	0.640	0.939

注: 括号内的值为 t 值,*、**、*** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平下显著。

将互联网产出作为中介变量的异质性回归结果如表 13 所示。第(1)列至第(3)列为中东部城市的回归结果,第(4)列至第(6)列为西部城市的回归结果。从第(1)列中可以看出,“宽带中国”试点政策影响中东部城市数字经济产业发展的系数为 0.052;从第(2)列中可以看出,“宽带中国”试点政策影响互联网产出的系数为 154.160;从第(3)列中可以看出,“宽带中国”试点政策影响数字经济产业发展的系数为 0.047,在 10% 的水平下显著,并且与第(1)列的回归系数值相比有所减小。以上结果说明互联网产出这一中介效应存在。对于第(4)列至第(6)列的西部城市的回归结果也存在中介效应,“宽带中国”试点政策对西部城市数字经济产业发展的系数从 0.076 降到了 0.060,说明网络基础设施建设通过促进互联网产出而促进了城市数字经济产业发展水平。由于在大中小规模城市回归结果中,“宽带中国”试点政策促进了大规模城市和中等规模城市的数字经济产业发展,对小规模城市的数字经济产业发展没有影响,在做机制检验时,对大规模城市和中等规模城市进行了机制分析,对于互联网产出这一中介效应实证结果不显著,对此不再罗列。

表 13　互联网产出中介效应的异质性回归结果

解释变量	中东部城市			西部城市		
	$digindustry_{i,t}$ (1)	$M_{i,t}$ (2)	$digindustry_{i,t}$ (3)	$digindustry_{i,t}$ (4)	$M_{i,t}$ (5)	$digindustry_{i,t}$ (6)
did	0.052* (1.92)	154.160 (1.54)	0.047* (1.76)	0.076** (2.29)	116.131 (1.55)	0.060* (1.76)
$M_{i,t}$			0.00003 (1.58)			0.00014*** (3.27)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	7.721*** (6.48)	6412.750*** (2.60)	7.518*** (6.42)	4.716*** (2.84)	3981.713*** (3.22)	4.153** (2.50)
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 13(续)

解释变量	中东部城市			西部城市		
	$digindustry_{i,t}$ (1)	$M_{i,t}$ (2)	$digindustry_{i,t}$ (3)	$digindustry_{i,t}$ (4)	$M_{i,t}$ (5)	$digindustry_{i,t}$ (6)
地区效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	1175	1175	1175	397	397	397
R^2	0.933	0.183	0.934	0.938	0.191	0.940

注: 括号内的值为 t 值,*、**、*** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平下显著。

七、结论与建议

本文以“宽带中国”试点政策作为准自然实验,研究了网络基础设施对中国 277 个城市的数字经济产业发展的影响,并通过互联网渗透率阐述了“宽带中国”试点政策对城市数字经济产业发展的影响机制。首先,利用 DID 模型分析“宽带中国”试点政策是否对城市数字经济产业发展存在影响,建立了动态 DID 模型检验“宽带中国”试点政策对数字经济产业发展的影响是否存在动态效应,发现政策在实施后的四年内均有持续显著的影响,而没有得到批复的城市在数字经济产业发展方面,与已经批复的城市确实存在差距。其次,利用删除样本、更换实证方法对“宽带中国”试点政策影响数字经济产业发展进行了稳健性检验,发现结果具有一致的稳健性。再次,考虑到地区的差异性、城市的规模大小,实证检验了“宽带中国”试点政策对不同地区数字经济产业发展的影响,发现中东部地区的影响作用大于西部地区,以及对大规模和中等规模城市数字经济产业发展的影响显著为正。最后,采用中介效应模型检验机制,发现“宽带中国”战略通过互联网应用效应和互联网产出效应促进了数字经济产业化的发展。

本文的结论认为网络基础设施对数字产业化发展具有较强的促进作用。因此,提出以下建议: 首先,应该完善网络基础设施,积极开展宽带网络建设,尤其是推进偏远贫困地区的宽带网络覆盖范围,推进城乡间宽带网络的互联互通,提升宽带网络的服务质量; 需要加快推进 5G 技术的研究,进一步提高信息的传输能力和接入能力。其次,应该加快数字产业化的发展,数字产业化作为数字经济的一部分,在促进数字经济发展方面发挥了强大的作用,不断催生出新产业、新业态、新模式,然后形成数字产业联合产业集群,加快推进数字产业化,助力数字经济高质量发展。最后,探索促进数字经济产业发展的多维路径,如拓宽数字企业的融资渠道,鼓励私人部门投融资; 培养高端数字人才,提升国民数字素养。

参考文献:

[1] 曹蓟光,张健. 发达国家宽带战略及我国与其发展差距分析[J]. 信息通信技术,2011,5(1):18-23.

[2] 刘生龙,胡鞍钢. 基础设施的外部性在中国的检验: 1988—2007[J]. 经济研究,2010,45(3):4-15.

[3] 马淑琴,谢杰. 网络基础设施与制造业出口产品技术含量——跨国数据的动态面板系统 GMM 检验[J]. 中国工业经济,2013,(2):70-82.

[4] 刘传明,马青山. 网络基础设施建设对全要素生产率增长的影响研究——基于“宽带中国”试点政策的准自然实验[J]. 中国人口科学,2020,(3):75-88,127-128.

[5] 薛成,孟庆玺,何贤杰. 网络基础设施建设与企业技术知识扩散——来自“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 财经研究,2020,46(4):48-62.

[6] 郭家堂,骆品亮. 互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J]. 管理世界,2016,(10):34-49.

[7] 杨德明,刘泳文. “互联网+”为什么加出了业绩[J]. 中国工业经济,2018,(5):80-98.

[8] 韩先锋,宋文飞,李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗[J]. 中国工业经济,2019,(7):119-136.

[9] Kafouros M I. The Impact of the Internet on R&D Efficiency: Theory and Evidence[J]. Technovation,2005,26(7):827-835.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[10] Paunov C,Rollo V. Has the Internet Fostered Inclusive Innovation in the Developing World? [J]. World Development,2016,78:587 - 609.
[11] 郭凯明,潘珊,颜色. 新型基础设施投资与产业结构转型升级 [J]. 中国工业经济,2020,(3):63 - 80.
[12] 王剑程,李丁,马双. 宽带建设对农户创业的影响研究——基于"宽带乡村"建设的准自然实验 [J]. 经济学(季刊),2020,19(1):209 - 232.
[13] Stiroh K J. Information Technology and the U. S. Productivity Revival: What do the Industry Data Say? [J]. American Economic Review,2002,92(5):1559 - 1576.
[14] Jorgensen D W,Ho M S,Stiroh K J. A Retrospective Look at the U. S. Productivity Growth Resurgence [J]. The Journal of Economic Perspectives,2008,22 (1):3 - 24.
[15] Koutroumpis P. The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach [J]. Telecommunications Policy,2009,33(9):471 - 485.
[16] 何仲,吴梓栋,陈霞,等. 宽带对我国国民经济增长的影响 [J]. 北京邮电大学学报:社会科学版,2013,15(1):82 - 86.
[17] 刘淑春. 中国数字经济高质量发展的靶向路径与政策供给 [J]. 经济学家,2019,(6):52 - 61.
[18] 覃洁贞,吴金艳,庞嘉宜,等. 数字产业化高质量发展的路径研究——以广西南宁市为例 [J]. 改革与战略,2020,36(7):66 - 72.
[19] 鲁春丛. 迈向数字经济新时代 [J]. 电信科学,2018,34(7):1 - 6.
[20] 黄新焕,张宝英. 全球数字产业的发展趋势和重点领域 [J]. 经济研究参考,2018,(51):53 - 61.
[21] 郭朝先,王嘉琪,刘浩荣. "新基建"赋能中国经济高质量发展的路径研究 [J]. 北京工业大学学报:社会科学版,2020,20(6):13 - 21.
[22] 曹淼. "宽带中国"战略实施效果评估 [J]. 中国信息界,2020,(3):67 - 70.
[23] 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,(8):60 - 77.
[24] 王彬燕,田俊峰,程利莎,等. 中国数字经济空间分异及影响因素 [J]. 地理科学,2018,38(6):859 - 868.
[25] 刘军,杨渊鋆,张三峰. 中国数字经济测度与驱动因素研究 [J]. 上海经济研究,2020,(6):81 - 96.
[26] 钟业喜,毛炜圣. 长江经济带数字经济空间格局及影响因素 [J]. 重庆大学学报:社会科学版,2020,26(1):19 - 30.
[27] 温忠麟,张雷,侯杰泰,等. 中介效应检验程序及其应用 [J]. 心理学报,2004,(5):614 - 620.

责任编辑、校对:聂莉芹

Network Infrastructure and the Industrialization of Digital Economy: A Quasi - natural Experiment Based on the "Broadband China" Policy

WEI Ya - fei, LI Yan

(*School of Economics, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou* 310018, *China*)

Abstract: Accelerating the industrialization of the digital economy is an important measure for China to achieve high - quality economic development. By using data of China's prefecture - level cities from 2004 to 2018, the paper takes "Broadband China" policy as a quasi - natural experiment to empirically analyze the impact of network infrastructure on the development of urban digital economy industry. The study shows that "Broadband China" pilot policy has significantly promoted the development of the digital economy industry, making the pilot cities have an increase of approximately 12.7% compared with other cities, and this conclusion is still valid in various robustness tests. The "Broadband China" pilot policy has significantly promoted the development of the digital economy industry in the eastern, central and western regions, especially in large and medium - sized cities, while the impact on small - scale cities is not significant. The pilot policy has promoted the development of the urban digital economy industry through the internet application effect and the internet output effect.

Key words: Network Infrastructure; Digital Industrialization; "Broadband China" Pilot Policy; Difference - in - Differences; Digital Economy

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net