

网络基础设施建设、技术外溢与中国区域经济差距

韩国高,任 荣

(东北财经大学 投资工程管理学院,辽宁 大连 116025)

摘要:促进区域协调发展是建设现代化经济体系、推动经济高质量发展的重要任务。基于2009—2018年中国280个城市数据,以“宽带中国”战略的实施作为外生政策冲击,运用渐进双重差分模型(DID)深入考察网络基础设施建设对区域经济差距的影响及其机制。研究表明:网络基础设施建设能缩小我国区域经济差距,在一系列模型有效性和稳健性检验后该研究结论仍成立。网络基础设施建设对区域经济差距具有空间溢出效应,会缩小邻近地区的经济差距。网络基础设施建设主要通过促进技术外溢缩小我国区域经济差距,并且在沿海地区和规模较大的城市,网络基础设施建设对区域经济差距的影响更为明显。研究结论对我国经济高质量发展阶段深入推进新型基础设施建设及重塑地理经济格局具有重要启发。

关键词:网络基础设施建设;区域经济差距;技术外溢;宽带中国

中图分类号:F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2023)04-0100-11

一、引言与文献回顾

改革开放40年以来,中国经济保持高速增长的同时也出现了区域经济差距不断扩大的现象,各种生产要素不断向边际报酬率高的区域聚集^[1],发达地区的要素与企业过度集中,环境与资源负担加重,而欠发达地区因资源要素流失导致经济增长受阻,社会整体资源配置效率低下,人力资本分布不均,经济出现极化效应^[2],区域经济发展中不平衡、不充分、不协调等因素已经严重制约中国经济高质量发展。近年来,党的十九大报告明确提出要“实施区域协调发展战略”以及“建立更加有效的区域协调发展新机制”。国家“十四五”规划和2035年远景目标纲要也指出要“深入实施区域协调发展战略”以及“构建高质量发展的区域经济布局和国土空间支撑体系”,区域经济差距虽有所缓解但不平衡问题仍然存在,有效增强区域经济发展的平衡性和协调性仍将是未来区域政策的主旋律。

现有研究指出区域间要素流动受阻是造成经济差距的一个重要原因^[3-4],缩小区域经济差距必须打破要素流动壁垒,促进技术要素跨区域共享。在新一轮信息化发展浪潮的驱动下,以“宽带中国”战略为代表的网络基础设施建设推动了要素优化整合,使得信息和技术实现跨区域的高效畅通,成为技术在区域间溢出的重要载体,继而有望缩小区域经济差距。国家“十四五”规划和2035年远景目标纲要更是提出要继续加快新型基础设施建设,尤其注重中西部地区中小城市网络建设,为经济落后地区注入新的经济增长点,致力于区域协同发展。由此引发作者思考网络基础设施建设在着力提高区域经济发展平衡性

收稿日期:2022-12-17;修回日期:2023-06-21

基金项目:国家社会科学基金一般项目“‘双碳’目标下多元主体协同驱动中国工业企业低碳转型的路径研究”(22BJY137);国家社会科学基金一般项目“高质量发展阶段我国供给体系产能优化的路径研究”(18BJL050);东北财经大学校级科研项目“新经济背景下互联网发展影响城市空气质量的效应评价、机制检验与对策选择”(DUFE202106)

作者简介:韩国高(1982—),女,吉林松原人,经济学博士,东北财经大学投资工程管理学院教授,研究方向为数字经济与低碳转型;任荣(1998—),女,山西吕梁人,东北财经大学投资工程管理学院经济学硕士,研究方向为数字经济与低碳转型。

和协调性中的价值所在。现有研究多从经济人均水平^[5]、技术扩散^[6]、对外贸易^[7]、就业^[8]、创新^[9-10]等方面研究网络基础设施建设带来的经济增长效应,探究网络基础设施建设对区域经济差距的影响效应对经济高质量发展阶段进一步完善区域空间布局、加快缩小区域发展差距和构建区域一体化协同格局具有重要意义。那么,网络基础设施建设究竟能否缩小区域经济差距?其内在机制是什么?其作用发挥是否受到地区发展差异的影响?这些问题都亟须给出科学回答。

现有研究网络基础设施建设对区域经济差距影响的文献主要持两种观点。部分学者认为,网络基础设施建设会降低区域经济差距,如 Breuer *et al.*^[11]认为网络基础设施建设跨越空间距离,会加快信息传播,降低区域间制度和差异,进而促使区域经济收敛。Mushtaq and Bruneau^[12]指出互联网与传统金融深度融合促使数字金融发展迅速,有利于金融普惠,从而促进整体经济增长,降低区域不平等。Seo *et al.*^[13]发现生产率水平低的国家可通过信息和通信技术投资,利用发达国家先进知识实现经济赶超,缩小与发达国家之间差距。Canh *et al.*^[14]还指出互联网可促进技术进步,降低区域间收入不平等。互联网平台发展会刺激落后地区新的消费需求^[15],吸引企业进驻,促进该地区经济增长,从而缩小与其他地区间的经济差距。陈明生等^[16]基于劳动力流动视角研究智慧城市建设对区域经济差距的影响,认为智慧城市建设会引致劳动力流动,缩小区域经济差距。还有部分学者认为网络基础设施建设并未缩小区域经济差距,甚至有可能加剧区域经济差距,如张家滋等^[17]认为网络基础设施建设能否缩小区域差距取决于地区人力资本水平,人力资本水平高的地区在互联网作用下,收入增长速度更快,人力资本水平低的地区受技术知识局限,不能充分利用互联网优势,最终扩大城市收入差距。胡鞍钢和周绍杰^[18]指出中国面临着日益扩大的数字鸿沟,不利于减小区域经济差距。黄金芳^[19]则认为互联网发展与区域经济差距之间呈倒“U”型关系。

上述文献为本文研究提供了思路,但现有研究区域经济收敛的文章主要采用 OLS 和空间计量方法,运用 OLS 方法的文献大多没有考虑模型内生性问题和空间溢出效应,运用空间计量方法的文献只探究了是否存在经济收敛现象,并未深入研究其具体机制。因此,本文的边际贡献可能有如下两点:(1)将“宽带中国”战略作为外生冲击,从经济收敛的角度研究网络基础设施建设的经济效应,丰富了网络基础设施建设及区域经济差距的相关研究。(2)从技术外溢视角检验了网络基础设施建设对区域经济差距的作用机制,揭示了网络基础设施建设缩小区域经济差距的内在动因。

二、政策背景与假说提出

(一) 政策背景分析

宽带作为一种新的战略性公共基础设施,能够跨越时空距离,加快信息传播,提高经济运行效率,成为经济增长新的推动力。我国工信部的数据显示,截至 2010 年底,我国宽带普及率仅 21%,与世界发达国家之间存在较大差距,同时存在网速慢、资费高等问题。为加快信息网络建设,扩大宽带覆盖范围,工信部于 2013 年印发《“宽带中国”战略及实施方案》,明确提出战略目标及实现路径,如图 1 所示。在各级部门和电信企业的积极响应下,我国宽带网络基础设施建设日趋完善,战略目标提前超额完成。据工信部公布,截至 2021 年 4 月,我国 4G 基站数大幅上升,达到世界总数的 50% 以上,固定宽带速率达 51.2Mbps,移动网速位列全球前茅。“宽带中国”战略有效提高了宽带普及率,提升了宽带运行速度,为本文研究网络基础设施建设对区域经济差距的影响提供了合适的外部政策冲击。

(二) 假说提出

“地理位置说”认为区位差异是造成区域经济差距的重要成因,具备区位优势的地区交通便利,区

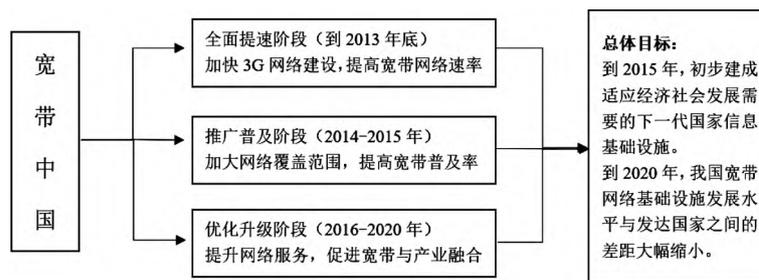


图1 “宽带中国”战略目标及路线

“地理位置说”认为区位差异是造成区域经济差距的重要成因,具备区位优势的地区交通便利,区

际沟通便捷,贸易成本低,技术水平先进,有利于经济快速发展;而区位优势较差的地区受制于地形地势和信息交流等因素,不利于企业进驻,由于长期缺乏市场竞争,企业创新动力不足,导致技术落后,经济增长缓慢,最终扩大区域经济差距。“宽带中国”战略提出宽带网络全面覆盖目标,有助于落后地区完善网络基础设施建设,打破地理空间限制,削弱经济活动地理依存度,促进信息跨区域流动,降低信息获取成本^[20],有效缓解信息不对称,深化区域间分工协作,进而促进区域经济协同发展;宽带提速使得不同区域间线上交流成为可能,部分区际沟通由线下转为线上^[21],实现知识远距离传播共享,提高知识交流效率,缩小区域间技术差异,最终缩小区域经济差距。基于此提出假说1。

假说1:网络基础设施建设可以缩小区域经济差距。

经济地理学理论认为,区域创新包括创新要素集聚和技术扩散两个阶段。创新初始阶段会导致创新要素集聚,先进技术集中于中心区域。创新要素因其流动性致外围区域模仿学习,促进了技术跨区域流动^[22]。然而技术外溢具有距离衰减效应,随着区域间距离的增加,技术外溢效应会逐渐减小^[23]。网络基础设施建设很大程度上克服了地理距离影响,有利于技术外溢^[24]。首先,网络基础设施建设可降低信息传播在时空上的障碍,加强技术远距离传播,可快速获取共享知识,直接促进技术外溢;其次,网络基础设施建设有利于突破地理限制,打破市场分割^[25-26],扩大商品贸易地域范围。作为一种物化性技术外溢途径,商品跨区域贸易促进技术流动,产生技术外溢效应;再次,经济发展水平高的地区房价高、企业竞争激烈,在发展过程中易受到拥挤效应阻碍,完善的网络基础设施建设在企业选址时赋予其更大自由度,规避拥挤成本,促进企业由经济发达地区向相对不发达地区转移^[27],企业内部先进技术也跟随企业进入相对不发达地区,发生技术外溢。

索洛增长模型认为,经济长期增长依赖于技术进步,区域间技术差异会引起区域经济差距^[28]。根据技术扩散理论,先进技术倾向于集中在经济发展水平比较高的地区,技术总是由经济发展水平高的地区逐步向经济水平较低的地区扩散,因而区域间技术外溢有利于区域间技术趋同。先进技术外溢后,通过模仿效应和学习效应,技术承接地对先进技术加以消化吸收,推动地区技术进步,提升自身技术水平^[29],促进经济增长,从而缩小区域经济差距;同时先进技术外溢带动相对落后地区技术水平的提高,有助于其发展技术密集型产业,优化产业结构^[30],快速缩小与其他区域经济发展水平之间的差距。基于此提出假说2。

假说2:网络基础设施建设通过技术外溢缩小区域经济差距。

三、研究设计

(一) 模型构建

本文构建如下双重差分模型:

$$Eco\ gap_{it} = \beta_0 + \beta_1 TreatPost_{it} + \lambda Z_{it} + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中 $Eco\ gap_{it}$ 表示区域经济差距; $TreatPost_{it}$ 为“宽带中国”战略,作为网络基础设施建设代理变量; Z_{it} 代表控制变量; v_i 、 μ_t 分别为城市、时间固定效应; ε_{it} 为随机误差项。

(二) 变量选取

1. 被解释变量:区域经济差距($Eco\ gap$)

借鉴卞元超等^[31]的方法,分别计算处理组与控制组的离差。离差的计算公式为地区人均GDP增长率减去同年所有地区人均GDP增长率的平均值再取绝对值。

2. 核心解释变量:“宽带中国”战略($TreatPost$)

若城市实施“宽带中国”战略,组别虚拟变量($Treat$)赋值为1,否则为0。战略实施当年及之后年份的政策时间虚拟变量($Post$)赋值为1,否则为0。 $Treat$ 和 $Post$ 的交叉项构成“宽带中国”战略($TreatPost$)。

3. 控制变量

(1) 资本(K)采用物质资本存量对数衡量。(2) 劳动(L)采用年末常住人口的对数近似衡量。(3) 产业结构(Sec)采用第二产业增加值占GDP的比重衡量。(4) 人力资本(Hum)采用高等学校在校人

数的对数衡量。(5) 政府行为(*Gov*)采用地方政府财政支出的对数表示。(6) 公路密度(*Road*)采用单位行政土地面积铺设公路里程数表示。(7) 外贸程度(*Open*)采用进出口总额的对数表示。(8) 科研支持力度(*Tec*)采用科技支出占地方政府支出的比重表示。

(三) 数据说明

由于“宽带中国”战略第一批示范城市于2014年设立,同时为消除2008年经济危机对研究可能带来的影响,本文选取2009—2018年城市数据。宽带示范城市名单来自工信部网站,其余数据来自《中国城市统计年鉴》、统计公报、CNRDS数据库以及EPS数据库。对数据缺失度高的城市予以剔除,最终得到2009—2018年280个城市的平衡面板数据。表1报告了主要变量的描述性统计。

表1 主要变量的描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Eco gap</i>	2 800	0.056	0.067	0.001	0.339
<i>TreatPost</i>	2 800	0.153	0.360	0.000	1.000
<i>Sec</i>	2 800	0.483	0.102	0.200	0.732
<i>Road</i>	2 800	1.054	0.493	0.109	2.134
<i>Hum</i>	2 800	1.267	1.356	-2.206	4.401
<i>Gov</i>	2 800	14.237	0.676	12.978	16.687
<i>Open</i>	2 800	13.708	2.051	8.606	19.051
<i>K</i>	2 800	17.261	0.928	15.241	19.476
<i>L</i>	2 800	5.882	0.661	4.039	7.571
<i>Tec</i>	2 800	0.015	0.014	0.002	0.071

四、实证结果分析

(一) 基准估计结果

表2汇报了式(1)的估计结果,列(1)为仅考虑网络基础设施建设的估计结果,列(2)在列(1)的基础上控制时间与城市固定效应。前两列结果显示,无论是否控制城市、年份固定效应,网络基础设施建设的系数均显著为负,表明网络基础设施建设能够显著缩小区域经济差距。在列(1)的基础上加入控制变量,并采用不同固定效应模型,估计结果见列(3)至列(6),网络基础设施建设系数仍显著为负。网络基础设施建设缩短了地理空间距离,有利于区域间人才沟通,带动技术外溢。通过承接先进技术,落后地区经济增长,缩小与全国经济增长率平均水平之间的差距。

表2 基准估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>TreatPost</i>	-0.017*** (-5.67)	-0.010** (-2.08)	-0.019*** (-5.36)	-0.003 (-1.01)	-0.034*** (-6.60)	-0.013*** (-2.81)
常数项	0.059*** (36.07)	0.058*** (75.96)	-0.099* (-1.76)	-0.140** (-2.18)	-0.191 (-1.07)	-0.298 (-1.30)
控制变量	否	否	是	是	是	是
城市	否	是	否	否	是	是
年份	否	是	否	是	否	是
N	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800
R ²	0.008	0.366	0.033	0.258	0.161	0.391

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的*t*值。

(二) 有效性检验

1. 平行趋势检验与动态效应分析

双重差分模型须满足平行趋势,本文建立如下模型进行平行趋势及动态效应检验:

$$Eco\ gap_{it} = \alpha_0 + \sum_{k=-5, k \neq -1}^4 \alpha_k Treat_c \times ryear_{ck} + \lambda Z_{it} + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, $ryear_{ck}$ 为相对于“宽带中国”战略实施年份的虚拟变量, $k = year - Treatyear$, $Treatyear$ 为城市实施“宽带中国”战略的年份, k 的取值范围为 $[-7, 4]$ 。由于 $k \leq -5$ 时观测值较少,本文将 $k \leq -5$ 时的 k 统一设置为 -5 ,此时 $k \leq -5$ 时, $ryear_{c5} = 1$;当 $k = -4, -3, \dots, 4$ 时,相应的 $ryear_{ck} = 1$ 。具体估计结果如图2所示,当 $k \in [-5, -2]$ 时, α_k 不显著,通过平行趋势检验。当 $k = 2$ 时, α_k 开始显著为

负,这表明“宽带中国”战略实施一段时间后才充分表现出对区域经济差距的负向影响。可能是因为“宽带中国”战略下宽带规模及覆盖范围扩张需耗费一段时间,导致短期内没有显著缩小区域经济差距。

2. 预期效应

预期效应会削弱政策的外生冲击性,对估计结果造成影响。因此,本文在基准回归模型中加入虚拟变量 $TreatBefore1$, 检验是否存在预期效应。变量 $TreatBefore1$ 为 $Treat \times Before1$, 其中 $Treat$ 为“宽带中国”战略组别虚拟变量, $Before1$ 为战略实施前一年虚拟变量。结果如表 3 的列(1)所示,变量 $TreatBefore1$ 的系数不显著,且网络基础设施建设的系数显著为负,表明模型并不存在预期效应干扰,保证了政策实施的外生性。

3. 安慰剂检验

(1) 随机化处理组与控制组。本文随机构建实施“宽带中国”战略的虚拟城市,并为其随机抽取虚拟战略实施年份,按照式(1)进行回归。将上述步骤重复 500 次,核密度估计如图 3 所示,结果表明网络基础设施建设系数均与基准回归结果中的真实系数值不同,且 500 次回归系数均值在 0 附近,说明本文研究期间区域经济差距减小并非其他不可观测因素所致。

(2) 政策时间提前。将“宽带中国”战略实施时间提前 1 年,若网络基础设施建设的回归系数不显著,说明区域经济差距缩小的确是由“宽带中国”战略实施引起;若网络基础设施建设的回归系数显著,则区域经济差距缩小可能归因于其他因素,估计结果有偏误。表 3 的列(2)显示,网络基础设施建设的系数不显著,因此可认为在样本期间区域经济差距缩小是由“宽带中国”战略导致。

(三) 稳健性检验

1. 内生性问题

(1) 工具变量法。本文参照胡浩然等^[32]、柏培文和喻理^[33]的做法,选取 1995 年城市邮局数与上一年全国互联网端口数的乘积作为工具变量 ($Post95$)。一般而言邮局数多的地区固定电话数也较多,极有可能网络基础设施建设也比较完善,满足工具变量相关性的要求;随着网络技术的发展,历史邮局数量对区域经济差距的影响正在消失,现有邮局数量也难以对区域经济差距产生影响,满足工具变量外生性要求。表 4 的估计结果显示,网络基础设施建设仍能减小区域经济差距,且工具变量不存在识别不足及弱工具变量问题。

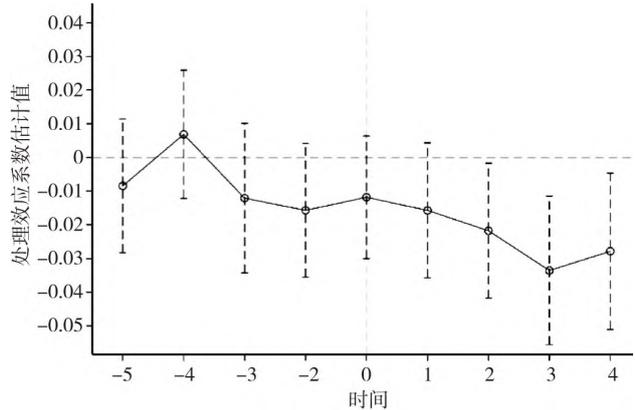


图 2 平行趋势检验

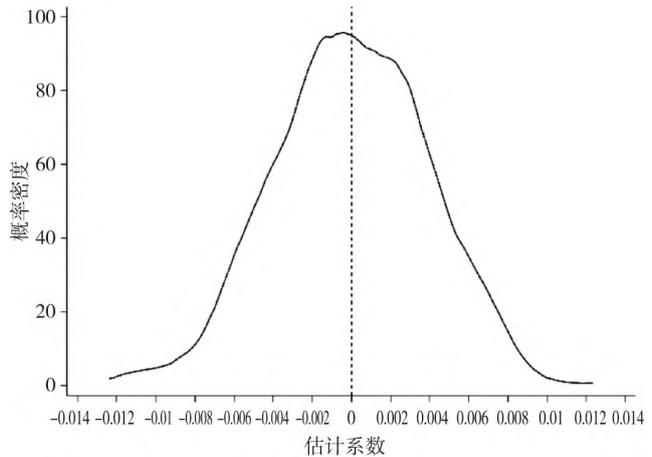


图 3 安慰剂检验

表 3 安慰剂检验的估计结果

变量	预期效应	提前政策时间 1 年
	<i>Eco gap</i>	<i>Eco gap</i>
$TreatPost$	-0.011 ** (-2.28)	-0.006 (-1.19)
$TreatBefore1$	0.008 (0.96)	
常数项	-0.292 (-1.26)	-0.290 (-1.26)
控制变量	是	是
城市	是	是
年份	是	是
N	2 800	2 800
R ²	0.391	0.389

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的t值。

(2) 倾向得分匹配 - 双重差分法(PSM-DID)。本文进一步采用 PSM-DID 方法检验网络基础设施建设对区域经济差距的影响,以解决样本选择偏差问题。采用核匹配方法逐期匹配,协变量包括劳动(L)、资本(K)、产业结构(Sec)、人力资本(Hum)、政府行为(Gov)、公路密度(Road)、外贸程度(Open)、科研支持力度(Tec)、地形起伏度(dxqfd)、海拔(Altitude)和互联网用户数(Internet)。经 PSM 后,得到新的城市样本,其中处理组 101 个城市,控制组 164 个城市。表 5 的列(1)表明,网络基础设施建设仍显著缩小了区域经济差距,说明运用 PSM-DID 缓解样本选择偏差问题后,本文结论仍然稳健。

2. 剔除直辖市

考虑到我国直辖市在城市级别、城市基础设施建设方面与一般地级市存在差距,且其经济水平远高于地级市,为降低样本间差距过大对估计结果造成的偏差,本文在剔除北京市、天津市、上海市和重庆市后再次回归。表 5 的列(2)表明,网络基础设施建设仍显著缩小了区域经济差距,本文结论稳健。

表 4 工具变量法的估计结果

变量	(1) <i>TreatPost</i>	(2) <i>Eco gap</i>
<i>TreatPost</i>		-0.088 *** (-4.96)
<i>Post95</i>	0.000 *** (5.99)	
控制变量	是	是
城市	是	是
年份	是	是
N	2 630	2 630
R ²		0.479
Kleibergen-Paap rk LM		35.92 (<i>p</i> = 0.000)
Cragg-Donald Wald F		149.16

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的*t*值。

表 5 稳健性检验的估计结果

变量	(1) PSM-DID	(2) 剔除直辖市	(3) 控制城市特征变量	(4) 更换处理组 1	(5) 更换处理组 2	(6) 考虑高铁开通政策
<i>TreatPost</i>	-0.013 *** (-2.81)	-0.013 *** (-2.68)	-0.012 ** (-2.44)	-0.018 *** (-2.77)	-0.012 ** (-2.37)	-0.013 *** (-2.81)
<i>Slope × Year</i>			0.000 (1.38)			
<i>North × Year</i>			0.001 (1.09)			
<i>College × Year</i>			0.000 (0.46)			
<i>Vegetable × Year</i>			-5.35e-08 (-0.27)			
<i>Seafood × Year</i>			1.08e-06 (0.81)			
<i>Phone × Year</i>			-0.006 (-1.05)			
<i>Train_dummy</i>						-0.000 (-0.11)
常数项	-0.151 (-0.65)	-0.242 (-0.99)	-0.290 (-1.11)	-0.511 * (-1.91)	-0.503 ** (-2.20)	-0.300 (-1.31)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市	是	是	是	是	是	是
年份	是	是	是	是	是	是
N	2 650	2 760	2 800	2 110	2 470	2 800
R ²	0.382	0.389	0.392	0.379	0.394	0.391

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的*t*值。

3. 控制城市特征变量

实施“宽带中国”战略的城市并非完全随机设立,可能会受城市初始发展水平及禀赋等因素影

响。为缓解这些因素随时间变化对区域经济差距产生的影响,本文借鉴赵涛等^[34]的方法,在控制变量中加入城市自身特征变量与时间线性趋势的交叉项,包括城市坡度(*Slope*)、是否为北方城市(*North*)、大学数量(*College*)、人均蔬菜产量(*Vegetable*)、人均水产品产量(*Seafood*)和互联网用户(*Internet*)。表5的列(3)显示,网络基础设施建设仍显著缩小了区域经济差距,本文结论稳健。

4. 改变处理组

首先,本文仅将2014年实施“宽带中国”战略的城市视为处理组,从未实施“宽带中国”战略的城市为控制组,考察网络基础设施建设对区域经济差距的影响。其次,将2014年、2015年实施“宽带中国”战略的城市视为处理组,从未实施“宽带中国”战略的城市作为控制组,再次进行回归。表5的列(4)至列(5)表明,网络基础设施建设仍显著缩小了区域经济差距,本文结论稳健。

5. 排除其他政策效应的影响

高铁开通打破了地理局限,要素流动加快,可能对区域经济差距产生影响。为避免高铁开通的政策叠加效应对区域经济差距的影响,本文控制高铁开通虚拟变量(*Train_dummy*)。表5的列(6)表明,网络基础设施建设仍显著缩小了区域经济差距,本文结论稳健。

6. 收敛模型

为检验我国城市间是否存在经济收敛,及网络基础设施建设如何影响经济收敛,本文构建如下收敛模型:

$$gdpr_{it} = \alpha + \beta \ln gdp_{it-1} + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{3}$$

$$gdpr_{it} = \alpha + \beta \ln gdp_{it-1} + \delta Z_{it} + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

$$gdpr_{it} = \alpha + \beta \ln gdp_{it-1} + \theta TreatPost_{it} + \eta TreatPost_{it} \times \ln gdp_{it-1} + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{5}$$

$$gdpr_{it} = \alpha + \beta \ln gdp_{it-1} + \theta TreatPost_{it} + \eta TreatPost_{it} \times \ln gdp_{it-1} + \delta Z_{it} + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{6}$$

其中, $gdpr_{it}$ 为城市*i*在*t*年的人均GDP增长率, $\ln gdp_{it-1}$ 为城市*i*在*t*-1年人均GDP的对数。式(3)至式(4)检验我国城市间是否存在绝对收敛与条件收敛,若 $\beta < 0$,则存在经济收敛。式(5)至式(6)检验网络基础设施建设是否会促进经济收敛,若 $\beta < 0$ 且 $\eta < 0$,则网络基础设施建设会提高经济收敛速度。表6的列(1)至列(2)显示, $\ln gdp_{t-1}$ 系数显著为负,我国城市间既存在绝对收敛又存在条件收敛,列(3)至列(4)显示, $\ln gdp_{t-1}$ 与 $\ln gdp_{t-1} \times TreatPost$ 的系数均显著为负,说明网络基础设施建设显著提高了经济收敛速度。

表6 收敛模型的估计结果

变量	$gdpr_t$	$gdpr_t$	$gdpr_t$	$gdpr_t$
<i>TreatPost</i>			-0.002 (-0.34)	0.004 (0.63)
$\ln gdp_{t-1}$	-0.363*** (-15.56)	-0.586*** (-23.57)	-0.383*** (-16.01)	-0.588*** (-23.81)
$\ln gdp_{t-1} \times TreatPost$			-0.063*** (-7.70)	-0.045*** (-5.11)
常数项	3.683*** (15.59)	4.930*** (10.06)	3.887*** (16.05)	5.155*** (10.43)
控制变量	否	是	否	是
城市	是	是	是	是
年份	是	是	是	是
N	2800	2800	2800	2800
R ²	0.340	0.486	0.357	0.493

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的*t*值。

(四) 空间溢出效应检验

网络基础设施建设会加速技术跨区域转移扩散,有利于提升相邻城市技术水平,促进邻近城市经济增长,因此有必要考察网络基础设施建设的空间溢出效应,本文构建如下模型:

$$Eco\ gap_{it} = \beta_0 + \rho Eco\ gap_{it} W_{ij} + \beta_1 TreatPost_{it} + \beta_2 W_{ij} TreatPost_{it} + X\beta + W_{ij} X\varphi + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{7}$$

式(7)中, W 为空间权重矩阵,包括邻接矩阵与经济权重距离矩阵; ρ 为空间自回归系数, β_2 是空间相关系数。

估计结果如表7所示,在两种空间矩阵下,系数 ρ 均显著为正,说明区域经济差距存在正的空间相关性。与基准回归结果对比发现,运用空间DID方法后直接效应由0.013分别增加至0.027和0.021,说

明不考虑空间效应的传统 DID 低估了网络基础设施建设缩小区域经济差距的作用。直接效应和间接效应均显著为负,说明网络基础设施建设具有空间溢出效应,可能的原因是网络基础设施建设可削弱地理限制,实现邻近城市跨区域商品交易,促进经济增长,从而缩小邻近区域经济差距。网络基础设施建设在加强本地区与外界联系的同时,也加强了邻近地区与外界的联系,促进技术外溢,减小邻近城市与其他区域间的技术差距,从而缩小邻近城市区域经济差距。

五、进一步拓展分析:作用机制与异质性效应

(一) 技术外溢的传导效应检验

基于前文的理论分析,技术外溢可能是网络基础设施建设缩小区域经济差距的传导机制,因此本文运用如下中介效应模型检验技术外溢的传导效应:

$$Eco\ gap_{it} = \beta_0 + \beta_1 TreatPost_{it} + \lambda Z_{it} + v_i + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 TreatPost_{it} + \lambda Z_{it} + v_i + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

$$Eco\ gap_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 TreatPost_{it} + \gamma_2 M_{it} + \lambda Z_{it} + v_i + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中 M 为技术外溢,借鉴韩峰和赖明勇^[35] 的方法测度区域间技术外溢(Ln CS),运用地区每万人专利授权数(Patent) 衡量技术外溢。

表 8 的列(1)至列(2)结果显示,网络基础设施建设显著促进了区域间的技术外溢,将技术外溢加入模型回归,网络基础设施建设与技术外溢的系数均显著为负,表明网络基础设施建设能通过促进技术外溢缩小区域经济差距。网络基础设施建设搭建了有效的信息交流平台,有助于信息快速高效传递,技术实现跨区域流动,进而削弱区域技术差异,导致经济差距缩小。列(3)至列(4)为每万人专利授权数度量的技术外溢机制检验结果,结果表明技术外溢仍是网络基础设施建设缩小区域经济差距的作用机制。

(二) 异质性效应检验

1. 城市区域异质性

本文将所有样本城市划分为沿海城市与内陆城市,分组估计结果如表 9 的列(1)至列(2)

所示,可以发现网络基础设施建设更能缩小沿海城市区域经济差距。沿海城市对外开放程度高,外资进入比例高,产业结构高级,技术含量高^[36],同时要素流动壁垒低^[37],有助于沿海城市间技术外溢;同时沿海城市创新资源丰富、创新环境良好,创新投入高,技术水平先进,对于技术外溢有较强的吸收能力,从而更易缩小区域经济差距。而内陆城市交通不发达,难以吸引外资进入,无法获得国外先进技

表 7 空间 DID 回归结果

变量	(1)	(2)
	邻接矩阵	经济权重距离矩阵
ρ	0.418*** (19.40)	0.515*** (19.21)
$TreatPost$	-0.023*** (-5.07)	-0.018*** (-4.02)
$W \times TreatPost$	-0.036*** (-3.97)	-0.036*** (-3.03)
控制变量	是	是
年份	是	是
城市	是	是
直接效应	-0.027*** (-5.75)	-0.021*** (-4.46)
间接效应	-0.071*** (-5.07)	-0.089*** (-3.85)
总效应	-0.099*** (-6.12)	-0.110*** (-4.43)
σ^2_e	0.003*** (35.00)	0.003*** (35.15)
N	2520	2520
R ²	0.002	0.012
Log-likelihood	3560.3173	3602.8306

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的t值。

表 8 作用机制的估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Ln CS	Eco gap	Patent	Eco gap
$TreatPost$	0.048*** (2.84)	-0.012*** (-2.62)	2.066*** (3.72)	-0.012*** (-2.53)
LnCS		-0.020** (-2.53)		
Patent				-0.001** (-1.98)
常数项	-2.469*** (-2.88)	-0.348 (-1.51)	71.572 (1.39)	-0.262 (-1.12)
控制变量	是	是	是	是
城市	是	是	是	是
年份	是	是	是	是
N	2800	2800	2800	2800
R ²	0.821	0.392	0.871	0.391

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的t值。

术外溢。另外内陆城市人才流失严重,技术水平整体偏低,网络基础设施建设的技术外溢强度小,缩小区域经济差距的作用也相对较弱。

2. 城市规模异质性

本文将《中国城市新分级名单》最新版中的五线城市视作小规模城市,其余城市为大中规模城市,其分组估计结果见表9的列(3)至列(4)。从中发现,网络基础设施建设更能缩小大中规模城市的区域经济差距。大中规模城市市场竞争激烈,企业创新动力强,同时人力资本质量高,有助于企业技术水平提升^[38]。技术知识具有正外部性,易于在地区间产生外溢效应,且大中规模城市的产业集聚特征明显,可面对面交流促进企业知识共享,克服了知识外溢空间局限性,进而更能有效缩小区域经济差距。而小规模城市资源集聚度低、交通不便、人才不足,难以发挥技术外溢效应。

表9 异质性检验的估计结果

变量	(1) 沿海城市	(2) 内陆城市	(3) 大中规模城市	(4) 小规模城市
<i>TreatPost</i>	-0.036*** (-3.47)	-0.008 (-1.58)	-0.012** (-2.25)	-0.011 (-1.04)
常数项	-0.616 (-1.08)	-0.213 (-0.83)	-0.442* (-1.79)	0.007 (0.01)
控制变量	是	是	是	是
城市	是	是	是	是
年份	是	是	是	是
N	530	2 270	2 010	790
R ²	0.505	0.369	0.414	0.355

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为城市层面聚类稳健标准误的t值。

六、结论与政策启示

伴随着新一轮科技革命和产业革命的持续推进,以数字化、网络化、智能化以及融合化为主要特征的新型基础设施成为新的经济增长点,引领中国经济稳步增长,促进中国经济增长质量提升。在此背景下,本文基于2009—2018年中国280个城市面板数据,以“宽带中国”战略作为准自然实验,运用渐进双重差分模型探究网络基础设施建设对我国区域经济差距的影响。研究结果发现:(1)网络基础设施建设显著地缩小了我国区域经济差距。(2)空间溢出效应检验结果表明,网络基础设施建设不仅能缩小本地区经济差距,还会缩小邻近地区经济差距。(3)网络基础设施建设通过技术外溢机制有效缩小区域经济差距。(4)在沿海和规模较大城市,网络基础设施建设对区域经济差距的影响更明显。

基于上述结论,本文提出如下建议:(1)继续加强网络基础设施建设,缩小区域经济差距。加大宽带建设项目投入,扩大网络范围,提高网络运行速度,加强网络基础设施服务实体经济;以网络基础设施为纽带,改变企业传统生产营销模式,以需求为导向,实现供给与需求相匹配,促使企业朝智能化、网络化方向发展,提高地区经济发展水平,缩小区域经济差距。(2)充分发挥技术外溢效应,实现区域经济协调发展。提高企业信贷服务质量,健全为企业研发服务的信用担保制度,为企业研发提供良好环境,同时借助互联网平台实现人才集聚,在人力财力方面为创新提供支持,获取核心自主研发成果;依托网络基础设施信息传播优势,破除技术外溢壁垒,实现区域间信息共通、技术共享;对于低技术含量企业给予适度的政策倾斜,落实鼓励自主创新的财税政策,提高低技术含量企业的技术吸收能力;充分利用国家在产业转移方面的优惠政策,抓住长三角、京津冀等发达地区的产业转移机会,积极开展产业转移对接,吸收先进地区技术,缩小区域经济差距。(3)注重区域异质性、精准施策。重点推进沿海城市和大规模城市网络基础设施与实体经济融合发展,保持经济持续稳步增长;加强内陆和小规模城市的网络基础设施建设,形成全国范围内的一体化信息网络,实现宽带网络全面覆盖,实现经济协调发展。

参考文献:

[1] 樊杰,王亚飞,梁博. 中国区域发展格局演变过程与调控[J]. 地理学报,2019,74(12):2437-2454.
 [2] 陶晓红,齐亚伟. 中国区域经济时空演变的加权空间马尔可夫链分析[J]. 中国工业经济,2013(5):31-43.
 [3] 余壮雄,杨扬. 市场向西、政治向东——中国国内资本流动方向的测算[J]. 管理世界,2014(6):53-64.

- [4] LESSMANN C. Spatial inequality and development: is there an inverted U relationship [J]. *Journal of development economics*, 2014, 106: 35 – 51.
- [5] 韩宝国, 朱平芳. 宽带对中国经济增长影响的实证分析 [J]. *统计研究*, 2014, 31 (10): 49 – 54.
- [6] 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.
- [7] 钞小静, 薛志欣, 孙艺鸣. 新型数字基础设施如何影响对外贸易升级——来自中国地级及以上城市的经验证据 [J]. *经济科学*, 2020 (3): 46 – 59.
- [8] GÜRTZGEN N, DIEGMANN A, POHLAN L, et al. Do digital information technologies help unemployed job seekers find a job? Evidence from the broadband internet expansion in Germany [J]. *European economic review*, 2021, 132.
- [9] 张杰, 付奎. 信息网络基础设施建设能驱动城市创新水平提升吗? ——基于“宽带中国”战略试点的准自然实验 [J]. *产业经济研究*, 2021 (5): 1 – 14 + 127.
- [10] 徐扬, 刘育杰. 数字化基础设施建设与企业技术创新——基于“宽带中国”示范城市政策的经验证据 [J]. *南京财经大学学报*, 2022 (4): 77 – 87.
- [11] BREUER J B, HAUK J W, MCDERMOTT J. The return of convergence in the US states [J]. *Applied economics letters*, 2014, 21 (1): 64 – 68.
- [12] MUSHTAQ R, BRUNEAU C. Microfinance, financial inclusion and ICT: implications for poverty and inequality [J]. *Technology in society*, 2019, 59.
- [13] SEO H J, LEE Y S, OH J H. Does ICT investment widen the growth gap [J]. *Telecommunications policy*, 2009, 33 (8): 422 – 431.
- [14] CANH N P, SCHINCKUS C, THANH S D, et al. Effects of the internet, mobile, and land phones on income inequality and the Kuznets curve: cross country analysis [J]. *Telecommunications policy*, 2020, 44 (10).
- [15] CELBIS M G, DE CROMBRUGGHE D. Internet infrastructure and regional convergence: evidence from Turkey [J]. *Papers in regional science*, 2018, 97 (2): 387 – 409.
- [16] 陈明生, 郑玉璐, 姚笛. 基础设施升级、劳动力流动与区域经济差距——来自高铁开通和智慧城市建设的证据 [J]. *经济问题探索*, 2022 (5): 109 – 122.
- [17] 张家滋, 刘雅婕, 何文举. 互联网发展对城市贸易产业和收入差距的影响 [J]. *经济地理*, 2021, 41 (2): 47 – 54.
- [18] 胡鞍钢, 周绍杰. 中国如何应对日益扩大的“数字鸿沟” [J]. *中国工业经济*, 2002 (3): 5 – 12.
- [19] 黄金芳. 数字经济背景下互联网发展对区域经济差距的影响——基于劳动力要素配置视角 [J]. *商业经济研究*, 2021 (21): 167 – 171.
- [20] 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.
- [21] 李军, 李敬. 数字赋能与老年消费——基于“宽带中国”战略的准自然实验 [J]. *湘潭大学学报 (哲学社会科学版)*, 2021, 45 (2): 83 – 90.
- [22] PERI G. Determinants of knowledge flows and their effect on innovation [J]. *Journal of economics and statistics*, 2005, 87 (2): 308 – 322.
- [23] 陈傲, 柳卸林, 程鹏. 空间知识溢出影响因素的作用机制 [J]. *科学学研究*, 2011, 29 (6): 883 – 889.
- [24] DRUCKER J, FESER E. Regional industrial structure and agglomeration economies: an analysis of productivity in three manufacturing industries [J]. *Regional and urban economics*, 2012, 42 (1 – 2): 1 – 14.
- [25] 范欣, 宋冬林, 赵新宇. 基础设施建设打破了国内市场分割吗? [J]. *经济研究*, 2017, 52 (2): 20 – 34.
- [26] 庄德林, 聂晓欣, 商玉萍, 等. 信息基础设施建设对城际技术转移的影响研究——基于“宽带中国”战略试点的准自然实验 [J]. *南京财经大学学报*, 2023 (2): 11 – 20.
- [27] 安同良, 杨晨. 互联网重塑中国经济地理格局: 微观机制与宏观效应 [J]. *经济研究*, 2020, 55 (2): 4 – 19.

- [28] FAGERBERG J. Technological progress, structural change and productivity growth: a comparative study[J]. *Structural change and economic dynamics*, 2000, 11(4): 393 - 411.
- [29] 楚尔鸣, 曹策. 人才流动缩小了区域经济差距吗? ——来自技术转移的经验证据[J]. *财经科学*, 2019(9): 99 - 112.
- [30] 孙大明, 原毅军. 空间外溢视角下的协同创新与区域产业升级[J]. *统计研究*, 2019, 36(10): 100 - 114.
- [31] 卞元超, 吴利华, 白俊红. 高铁开通、要素流动与区域经济差距[J]. *财贸经济*, 2018, 39(6): 147 - 161.
- [32] 胡浩然, 张盼盼, 张瑞恩. 互联网普及与中国省内工资差距收敛[J]. *经济评论*, 2020(1): 96 - 111.
- [33] 柏培文, 喻理. 数字经济发展与企业价格加成: 理论机制与经验事实[J]. *中国工业经济*, 2021(11): 59 - 77.
- [34] 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.
- [35] 韩峰, 赖明勇. 市场邻近、技术外溢与城市土地利用效率[J]. *世界经济*, 2016, 39(1): 123 - 151.
- [36] 陈浩. 人力资本对经济增长影响的结构分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2007(8): 59 - 68.
- [37] 卓乘风, 邓峰. 互联网发展如何助推中国制造业高水平“走出去”? ——基于出口技术升级的视角[J]. *产业经济研究*, 2019(6): 102 - 114.
- [38] 王志高, 王如玉, 梁琦. 企业创新成功率与城市规模[J]. *统计研究*, 2016, 33(7): 55 - 63.

(责任编辑: 刘淑浩; 英文校对: 谈书墨)

Network Infrastructure, Technology Spillover and China's Regional Economic Gap

HAN Guogao, REN Rong

(School of Investment & Construction Management, Dongbei University of Finance and Economics, Dalian 116025, China)

Abstract: Promoting regional coordinated development is an important task for building a modern economic system and promoting high-quality economic development. Based on data from 280 cities in China from 2009 to 2018, this paper takes the implementation of the “Broadband China” strategy as an exogenous policy shock and uses the progressive difference-in-differences model (DID) to deeply examine the impact of network infrastructure on the regional economic gap and its mechanism. The results show that network infrastructure can narrow the regional economic gap in China, and this conclusion remains valid after a series of model validity and robustness tests. Network infrastructure has a spatial spillover effect on the regional economic gap, which will narrow the economic gap in other regions. Network infrastructure mainly narrows the regional economic gap in China by promoting technology spillover, and the impact of network infrastructure on the regional economic gap is more obvious in coastal areas and larger cities. These conclusions have important implications for China's high-quality economic development stage, encouraging the further promotion of new infrastructure construction and the reshaping of the geographical and economic pattern.

Key words: network infrastructure; regional economic gap; technology spillover; broadband China