

# 新型信息基础设施对中国经济韧性的影响<sup>\*</sup>

——来自中国城市的经验证据

钞小静 薛志欣

**摘要:**在国内外多重超预期因素的影响下,新型信息基础设施作为数字经济发展的底层支撑,对增强经济韧性具有重要意义。本文基于地级市4G基站数据构建新型信息基础设施指标,从技术属性、渗透属性与连接属性出发,系统研究了新型信息基础设施对经济韧性的影响及作用机制。本文研究发现,新型信息基础设施建设对经济韧性的影响具有显著促进作用,且该结论通过一系列稳健性检验后依然成立。进一步研究表明,新型信息基础设施建设增强经济韧性的主要渠道为提高创新积累、实现风险分担,而生产匹配渠道的激励作用在全样本中尚未显现。同时,新型信息基础设施建设的促进效应在创新积累、风险分担与生产匹配层面突破了距离衰减法则的制约,是偏远地区实现经济韧性的一种新思路。异质性分析表明,在人口密度较大、生产效率较高以及产业结构较优化的地区,新型信息基础设施的建设对经济韧性的提升作用更为明显。本研究为推动我国数字经济健康发展、探索增强经济韧性路径提供了理论依据与经验支撑。

**关键词:**新型信息基础设施 经济韧性 新一代信息技术

## 一、引言

任何一个国家或地区的经济发展都是经济萎缩与经济增长交替进行的过程(杨先明、邵素军,2022),而经济韧性则是其能否有效应对不确定性冲击、抵御化解经济风险的集中表现(Reggiani et al, 2002; 刘晓星等,2021; Webber et al, 2018)。当前外部需求放缓、国际供应链格局重构等多种因素对我国经济运行频繁产生冲击,增强经济韧性、确保经济平稳运行已成为推动经济实现高质量发展过程中亟待解决的重要问题。国家发展和改革委员会在《求是》杂志发表的《大力推动我国数字经济健康发展》中指出,数字经济是畅通经济循环、激活发展动能、增强经济韧性的重要支撑。新型信息基础设施是由5G网络、人工智能、云计算等新一代信息技术演化、融合以及叠加迭代所形成的数字基础设施体系,主要包括全国一体化大数据中心体系、国家产业互联网等建设内容(钞小静、薛志欣,2022)。作为数字经济发展的底层支撑,新型信息基础设施有利于帮助数字技术、数据要素更加快速、更加全面地渗透到经济运行的全过程、各领域,从而对经济韧性产生重要影响。习近平总书记在中央政治局第三十四次集体学习上指出,发展数字经济是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择,要加快新型信息基础设施建设,打通经济社会发展的信息“大动脉”。《“十四五”数字经济发展规划》《数字中国建设整体布局规划》等也强调要打通数字基础设施大动脉,夯实数字中国建设基础。那么,新型信息基础设施的建设影响经济韧性的理论逻辑和具体效应究竟是怎样的?对上述问题的回答,有助于为推动我国数字经济健康发展、探索增强经济韧性路径提供理论依据与经验支撑。

<sup>\*</sup> 钞小静、薛志欣(通讯作者),西北大学经济管理学院,邮政编码:710127,电子邮箱:chaoxiaojing1234@163.com, xuezhexin0106@163.com。基金项目:教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“西部地区数字经济与实体经济的融合路径与政策”(22JJD790063)。感谢匿名审稿专家的宝贵意见,文责自负。

“韧性”原意是指系统遭受自然或人为冲击后恢复至原状的能力与速度,20世纪90年代这一概念被引入经济学领域后,经济学界也是将其理解为经济系统受到外部冲击后恢复为初始均衡状态的能力(Reggiani et al,2002;刘晓星等,2021)。随后的研究对经济韧性的内涵进行了反思与拓展,认为系统其实并不是仅存在一个均衡状态,外部冲击会导致系统自身结构发生实质性改变,由一种均衡状态进入另一种均衡状态,相应地,经济韧性就被看作是一个经济系统抵御外部冲击、适应新变化并实现状态转变的能力(Martin et al,2015;Modica & Reggiani,2015;徐圆、张林玲,2019;Bristow & Healy,2018;Turenne et al,2019;栾浩等,2023)。自Briguglio & Galea(2003)提出“新加坡悖论”<sup>①</sup>以来,如何促使经济系统具有韧性、深度解析“新加坡悖论”成为研究焦点(Briguglio et al,2009)。已有文献主要从产业结构、人口集聚、交通基础设施等方面对经济韧性的影响因素进行考察,认为地区的产业结构多样化程度与经济韧性之间存在正相关关系,产业结构多样化不仅可以发挥“自动稳定器”功能分散风险,还能通过促进技术创新帮助城市做出适应性结构调整(Brown & Greenbaum,2017;徐圆、张林玲,2019;Tan et al,2020);而产业结构的专业化虽然对提升区域经济韧性具有正向影响,但是这种影响表现出随着时间推移逐渐减弱的趋势(Martin et al,2015,2016),进一步分析这一现象背后的原因发现:地区长期增长轨迹而非产业结构专业化是影响经济韧性的关键因素(Webber et al,2018)。与此同时,一些学者也从人口聚集和交通基础设施视角研究了地区经济韧性问题,研究发现:高人口集聚度可以通过发挥市场需求效应、高技能劳动力流入效应及知识溢出效应提高城市抵御冲击能力和经济恢复能力(Brakman et al,2015;陈安平,2022),而公路、铁路和港口等交通基础设施能够改善可达性,并在不同地区之间建立起相互的循环反馈机制以更好地响应外部冲击带来的变化,对提升当地经济韧性具有促进作用(Chacon-Hurtado et al,2020)。

随着数字经济逐渐成为经济发展的新引擎,经济韧性的决定因素也随之发生重要变化。在数字经济发展背景下,数据资源成为新型的生产要素,数字技术的融合应用成为经济运行的重要推动力。不同于传统生产要素,数据作为一种非竞争性的关键要素,可以在使用过程中不断创造出新的数据,形成“数据反馈循环”,而不同于传统技术的单一迭代,数字技术的集成融合应用可以深入渗透到生产、分配、交换和消费的各个环节,这意味着数字经济对经济运行产生了全方位的影响,由此也催生出经济韧性的数字化需求。习近平总书记在《求是》杂志发表的重要文章《不断做强做优做大我国数字经济》中指出,“同世界数字经济大国、强国相比,我国数字经济大而不强、快而不优。”在这一阶段,要抓住世界科技革命和产业变革的先机,离不开我国新型举国体制优势的充分发挥,而加快建设新型信息基础设施能够更好推动数字技术、数据要素融合应用到经济社会发展的各领域全过程。由此可见,新型信息基础设施的建设与经济韧性的数字化需求之间是高度契合的,但是目前探索新型信息基础设施对经济韧性影响的研究尚不多见,对于新型信息基础设施的影响效应主要讨论了新型信息基础设施在生产要素、产业结构、对外贸易及共同富裕等方面的影响。在对生产要素的影响方面,已有文献集中讨论了信息基础设施建设对劳动力需求和技术创新的影响,研究发现:信息基础设施建设既可以通过扩大企业规模和经营范围、提高生产效率推动企业劳动力需求总量提升和结构调整,又可以通过降低交易成本、优化资源配置和扩大技术溢出产生对地区技术创新水平的促进作用(孙伟增、郭冬梅,2021;赵星,2022)。在产业结构转型方面,新型基础设施建设可以在供给侧推动产业内资本和劳动的替代与产业间制造品和服务的替代,在需求侧拉动服务业相对制造业的需求,共同推进产业结构转型(郭凯明等,2020)。在对外贸易方面,新型数字基础设施不仅可以通过发挥技术扩散效应直接促进对外贸易升级,还可以通过放大企业信息化密度对出口绩效改善的正向影响发挥间接作用(李坤望等,2015;钞小静等,2020)。在共同富裕方面,已有研究发现,数字基础设施会通过提高劳动力人力资本回报、促进产业创新以及增加农民子代的“市场运气”,从而实现代际收入向上流动(方福前等,2023)。

<sup>①</sup>“新加坡悖论”是指一个国家或地区在受到较大的外部冲击下,依然能够实现较高的经济增长率。

本文试图从新型信息基础设施入手提出一个经济韧性的新解释视角,从理论层面阐释新型信息基础设施影响经济韧性的作用机制,并利用4G数据构造准自然实验情境,考察评估新型信息基础设施对经济韧性的影响。本文的边际贡献在于:第一,现有关于经济韧性影响因素的文献主要围绕产业结构、人口集聚以及交通基础设施等视角展开(Brown & Greenbaum, 2017; 陈安平, 2022),考虑到数字经济全方位影响经济运行所催生出经济韧性的数字化需求,本文选择从新型信息基础设施的视角考察其影响经济韧性的内在机理,拓展了经济韧性决定因素的研究内容。第二,现有文献主要研究了新型信息基础设施在生产要素、产业结构、对外贸易及共同富裕等方面产生的经济效应(李坤望等, 2015; 孙伟增、郭冬梅, 2021),目前直接探讨新型信息基础设施对经济韧性影响机制的研究尚不多见。本文结合新型信息基础设施这一全新事物的典型特性,从理论层面研究了新型信息基础设施影响经济韧性的创新积累、风险分担与生产匹配渠道,为深层次理解新型信息基础设施如何影响经济韧性提供新思路。第三,由于目前新型信息基础设施指标难以直接获取连续且准确的数据,因此,本文手工收集我国地级市4G基站分布数据,实证检验了新型信息基础设施对经济韧性的影响效应、作用机制,为新型信息基础设施与经济韧性实践提供经验支持。

## 二、理论分析

经济韧性是指经济系统应对不确定冲击的抵御能力以及适应冲击后的新变化并重塑发展路径的能力(Martin et al, 2015; 陈安平, 2022),它可以解释经济系统如何快速应对外部冲击以在不确定环境中形成可持续增长优势。新型信息基础设施是由新一代信息技术演化、融合以及叠加迭代所形成的数字基础设施体系,特别是在数字经济发展的初期,新型信息基础设施的建设与完善成为数字技术自我更新、交叉融合并进一步实现集成应用的重要基础,能够使得数字技术的广扩散、强渗透、泛在互联特性得到更加有效发挥,对经济韧性会产生显著影响(陈彦斌等, 2019; 郭凯明等, 2020)。

### (一)技术属性下新型信息基础设施影响经济韧性的渠道分析

从技术属性来看,新型信息基础设施的建设以新一代信息技术的集成迭代为核心特征。大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术在经济运行中的融合应用本身存在着较高的技术门槛,而新型信息基础设施能够显著降低或打破研发活动所需技术的壁垒,加速数据要素的流动,加快显性或隐性知识的生产,尽快实现与实体经济的融合创新,并进一步激发多元市场主体的持续创新(张叶青等, 2021)。与此同时,新型信息基础设施为知识溢出与关键核心技术攻克提供了良好的平台支撑,有助于增强多方远程虚拟协同设计和实验的可操作性,从而便于不同主体之间进行跨界融合与开放性研发创新,更好地实现新技术的集群性突破。在此基础上,新型信息基础设施作为底层通用技术,其建设水平的提高还可以使得经济系统的网络连接节点呈现无标度网络特征(Fan et al, 2017),以更快的速度产生和吸收新的创新来提高新一代信息技术的转换效率,弥补市场主体不能主动吸收数字技术扩散,激励不足的外部性问题,从而为创新扩散的形成奠定基础(Martin et al, 2016)。

现有研究表明,创新可以保持持续的主动性以适应外界环境的变化,来帮助经济系统去恢复经济、缓解不确定冲击造成的不利影响(Bristow & Healy, 2018)。创新的表现越强,该经济体的适应性和灵活性也相应会越高,不仅可以通过瞄准新市场或转移资源来更快地适应外部冲击带来的变化,而且也能在“路径突破”阶段产生新的生产活动并形成新的比较优势,打破原有经济发展路径的锁定,从而获得持续的经济韧性(Martin et al, 2015)。新型信息基础设施的建设提高了创新的积累,当经济体在面对外部环境变化时,就能够更有效地利用现有知识去寻找新的机会,从而重塑新的发展路径、增强经济韧性。基于此,本文提出如下研究假说:

假说1:新型信息基础设施有利于提高创新积累,由此增强经济韧性。

### (二)渗透属性下新型信息基础设施影响经济韧性的渠道分析

每次技术革命均产生于一个或更多的基础设施网络之中。与之前的单点演进相比,新型信息基

基础设施的建设进程是一种集成迭代的演进路径,可以全面渗透到产业发展的研发设计、生产制造和市场匹配等各个环节,提供数字技术应用和数据要素驱动的基础支撑(戚聿东、肖旭,2020)。这种典型的渗透性特征能够推动现有产业衍生叠加出新环节、新链条,并促使产业在边界发生交叉融合及延伸,极大丰富了产业体系的构成。这不仅有利于工业机器人制造、数据资源与产权交易等新兴产业的发展,而且有助于丰富传统产业的基本形态并在消费互联网领域和产业互联网领域带动形成新的商业生态(郭凯明等,2020)。在此基础上,大数据、人工智能、区块链等新型信息基础设施在不同产业领域的逐步应用,能够更好地依据不同产业的风险特征进行有效组合,进而分散风险、钝化剧烈经济波动所产生的负面影响。

负面冲击并不一定是暂时性的,有时会产生永久性影响。如果市场在外部冲击后迅速调整以达到平衡,受到这种负面冲击影响的风险将低于市场失衡的持续性风险(Brakman et al,2015)。已有研究表明,多样化的风险分担效应能够阻断需求冲击的传导,分散和降低总体风险(贺灿飞、陈韬,2019),从而提高经济系统面对外部冲击的调整适应能力(Martin et al,2015;徐圆、邓胡艳,2020),增强经济韧性。一方面,相关多样性可以作为特定产业发生不确定性冲击的减震器。这是因为在经济冲击发生时,由于相关产业具有多样化,特定部门的失业员工更容易利用其技能在相关产业内找到工作(Desrochers & Leppälä,2011;Bristow & Healy,2018),从而加速从不确定冲击中恢复过来,为经济系统抵御冲击提供新途径。另一方面,不同产业间的多样性同样有助于分散风险,提升应对冲击的能力(Brown & Greenbaum,2017;徐圆、张林玲,2019)。这是因为每个产业的需求弹性具有差异,因此,其受到外部冲击的影响存在差异,这种差异化能够帮助经济系统分散风险,提高环境适应能力。徐圆和张林玲(2019)利用我国230个地级市数据的研究表明,拥有多样化产业结构的城市在面对冲击时,可以通过迅速进行产业结构调整抵御风险,从而拥有较强的经济韧性。因此,新型信息基础设施的建设有利于数字技术和数据要素在产业体系实现更好地渗透融合,钝化剧烈波动的负面影响,帮助经济系统分散风险,增强经济韧性。基于此,本文提出如下研究假说:

假说2:新型信息基础设施有利于实现风险分担,对经济韧性具有正向影响。

### (三)连接属性下新型信息基础设施影响经济韧性的渠道分析

新型信息基础设施是由多个相互关联的通用目的技术集成构成的基础设施体系,以新一代信息技术的融合性应用为其外部性的主要表现(钞小静、薛志欣,2022)。卫星、移动通信、物联网、工业互联网等网络基础设施的应用既有助于建构起良好的信息传递网络,低成本大规模的获取、传输数据信息,又有助于实现人、机、物多元主体的全面互联,并增大连接主体的匹配范围。在此基础上,人工智能、云计算、区块链等新技术基础设施的叠加应用可以赋予机器设备更加强大的学习和计算能力,通过对原始数据的清洗、分析等环节实现对相对复杂关系的识别,形成数据积累的自我强化与正反馈效应,进一步提升不同主体之间的互联互通性与协作性(蔡继明等,2022)。

基于新型信息基础设施的连接属性,一方面,能够帮助要素流动充分克服时间空间的物理约束,加速人才、资本等传统要素以网络形式进行共享与传输,对信息、知识等新型生产要素的流动及其与传统生产要素的结合起到强化作用,使得生产要素从原有的地理空间集聚转向虚拟网络集聚,提高各类生产要素的响应与匹配能力(王如玉等,2018;蔡跃洲、马文君,2021)。另一方面,能够促使各个市场主体之间产生更强的关联性,并且其网络价值遵循梅特卡夫法则能够产生出更大范围的网络效应(李杰伟、吴思栩,2020),有效提升供需双方的响应与匹配能力(荆文君、孙宝文,2019)。比如在频繁多变的外部冲击下,物联网有利于企业自主动态地调整生产规划,及时、高效地调度产品供给,在为用户提供更好的个性化体验的同时,还能创造与引领用户的个性化需求(焦豪等,2021)。

外部冲击会导致经济系统面临的外部环境甚至是内部结构发生重大改变,不同主体之间的相互连接程度以及响应速度对经济系统重新调整适应新变化的能力具有至关重要的影响(Martin et al,2015;徐圆、邓胡艳,2020)。新型信息基础设施能够使得经济系统有效聚合共享各类资源,并对产品市场形成更大范围的网络带动(李杰伟、吴思栩,2020;王志刚、黎恩银,2022),由此显著提高各类生

产要素、不同主体之间的响应与匹配能力,而这种快速响应与精准匹配会促使经济系统更好地调整适应新的变化、增强经济韧性。基于此,本文提出如下研究假说:

假说3:新型信息基础设施有利于实现生产匹配,从而增强经济韧性。

### 三、估计策略、变量及数据

#### (一)估计策略

本文以各城市的4G基站数作为连续分组变量的依据,构建广义双重差分法对新型信息基础设施与经济韧性之间的因果关系进行检验,具体的基准模型如下:

$$ECR_{it} = \beta_0 + \beta_1 treat_i \cdot post_t + \omega Controls_{it} + \theta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $ECR_{it}$ 表示经济韧性,即城市*i*在年份*t*的经济韧性水平; $treat_i$ 表示分组变量,为城市*i*的4G基站数数目。 $post_t$ 表示年份虚拟变量,当样本期处于2014年及之后取值为1,否则为0。<sup>①</sup> $Controls_{it}$ 为所有控制变量的集合, $\varepsilon_{it}$ 为模型的随机误差项。同时,为了避免回归结果受到不可观测因素的影响,本文进一步控制了城市和年份因素, $\theta_i$ 、 $\mu_t$ 分别为城市、年份的固定效应。 $\beta_1$ 、 $\omega$ 为待估参数。

#### (二)变量描述

1. 经济韧性。考虑到经济在不确定性冲击的影响下,城市经济产出的实际变化与所受冲击的大小密切相关,是地区应对衰退最直接的反映(Martin et al, 2016; 徐圆、陈爱华, 2023)。因此,本文选用城市层面实际经济产出的变化情况来衡量经济韧性。其具体测度方法如下:参考贺灿飞和陈韬(2019)对出口韧性的构建思路,在度量经济韧性这一指标过程中引入偏离份额的思想,利用各城市实际经济产出与2008年实际经济产出的偏离度,推算得到经济不确定冲击影响下样本期间各城市经济韧性的具体指标值。具体计算公式为:

$$ECR_{it} = \frac{E_{it} - E_{i2008}}{E_{i2008}} \quad (2)$$

其中, $E_{it}$ 表示*i*城市*t*时期的实际经济产出, $E_{i2008}$ 表示*i*城市2008年的实际经济产出。 $ECR_{it}$ 表示*i*城市*t*时期的经济韧性。该指标越大,反映该地的经济韧性较高,在面对不确定冲击时更具抵抗或冲击后恢复的能力。根据经济韧性的测度结果,本文首先借助Matlab软件分析各地区经济韧性的空间动态分布。图1显示了我国经济韧性的Kernel密度估计结果。可以看出:第一,从分布位置来看,经济韧性的主峰位置总体呈右移趋势,说明我国经济韧性发展水平得到有效提升。第二,从主峰分布形态来看,经济韧性的主峰峰值经历了波动下降的演变过程,主峰宽度不断增大。随时间推移,可以发现在样本期内2021年经济韧性的主峰峰值最小且宽度最大,说明我国城市间的经济韧性发展不平衡程度不断提高,并呈现一定的发散态势。第三,从分布延展性来看,我国整体经济韧性的分布曲线呈现右拖尾现象,说明我国存在经济韧性发展水平较高的城市,且与我国经济韧性平均水平差距逐渐拉大,我国城市间经济韧性发展水平的绝对差异在逐渐扩大。第四,从极化趋势来看,我国经济韧性在发展初期呈现多峰特征,发展后期逐渐演变为单峰状态,说明我国经济韧性发展水平多级分化现象得到有效改善。

2. 新型信息基础设施。由于目前新型信息基础设施涉及的省级以及地级市层面的相关数据获取难度较大、加工处理复杂,无法获得连续且准确的数据,因此,现有的研究方法尚未统一。4G基站作为新型信息基础设施的重要构成内容,其具有投资规模大、回报周期长、正向溢出等特性,能够体现城市在新型信息基础设施建设力度,反映新型信息基础设施的落实情况。因此,本文手工收集OpenCellID数据库中4G基站的信息,并采取地理信息编码技术,将4G基站数据匹配到城市层面,

<sup>①</sup>由于工信部2013年12月4日向三大运营商发放4G运行牌照,因此,本文利用2014年4G的大规模普及作为准自然实验。

从而得到我国 282 个城市层面的 4G 基站数据。根据 4G 基站的分布可知,我国 4G 基站的普及范围广泛,且呈现“东高西低”的梯度分布态势。

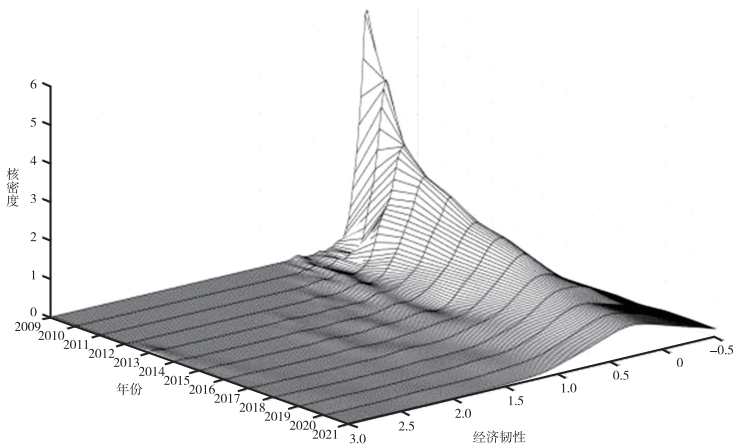


图 1 中国经济韧性的动态分布情况

从总量数据来看,本文发现 2012—2021 年中国整体经济韧性的平均水平随国家层面的移动电话基站数量上升而增长(图 2)。一定程度上说明,即使受经济不确定冲击引致的增长压力,不少地区仍然坚持进行新型信息基础设施建设。从长期趋势来看,移动电话基站数与经济韧性之间可能存在一定的正相关性。可见,新型信息基础设施引致经济韧性的事实广泛存在。

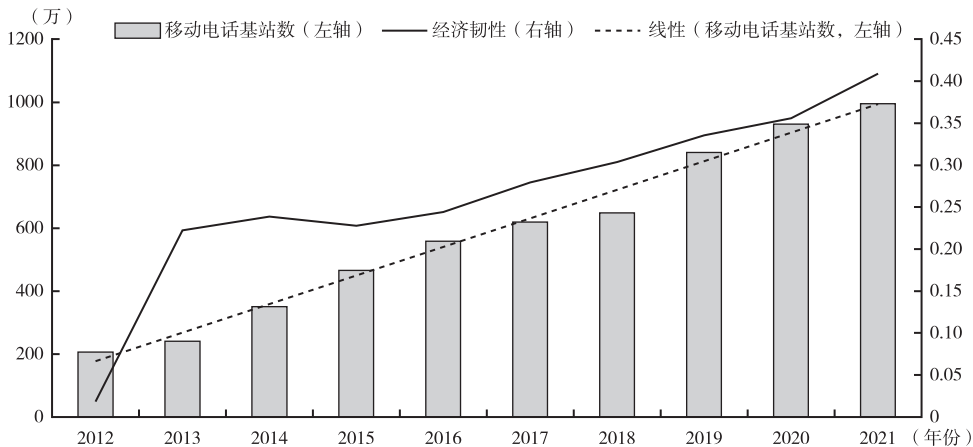


图 2 中国移动电话基站与经济韧性的变动情况<sup>①</sup>

3. 控制变量。为了避免因遗漏变量造成的检验偏误,本文参考陈安平(2022)的做法以及中国经济发展的特征,引入了一系列城市层面的特征变量对影响经济韧性的潜在因素加以控制。控制变量分别为:固定资产投资(*ass*)用取自然对数后的全社会固定资产投资表示;产业结构(*stru*)用第三产业增加值与第二产业增加值之比来表示;开放水平(*open*)用取自然对数后的进出口贸易总额来表示;人力资本(*hdu*)用取自然对数后的普通高等学校专任教师数量来表示;科技投入(*eno*)用科技财政支出与财政支出之比来表示;金融发展(*fin*)用取对数后的年末金融机构人民币各项存贷款余额来表示;互联网水平(*int*)用取对数后的国际互联网用户数来表示;市场活力(*mar*)用各城市财政支出的倒数表示。

<sup>①</sup> 移动电话基站数据来源于工信部。其中,移动电话基站数从 2012 年起开始公布,故样本区间为 2012—2021 年。

(三)数据来源

本文通过匹配政府工作报告与地级市数据,建立了样本区间为2008—2021年的面板数据集。考虑到城市所在的西藏自治区缺失数据较多,本文选取了覆盖30个省份(剔除西藏自治区)的282个地级市样本。文中所使用的数据均来源于各地级市历年统计公报、历年《中国城市统计年鉴》、CCER数据库、国研网数据库。具体的描述性统计如表1所示。

表1 主要变量描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值	观测值
<i>ECR</i>	0.2201	0.4237	-0.8953	3.8917	3948
<i>treat</i>	0.4687	1.4081	0.0000	13.9330	3948
<i>ass</i>	2.3129	1.8279	0.1698	21.9931	3948
<i>stru</i>	1.0085	0.5752	0.0943	5.3500	3948
<i>open</i>	4.6680	2.1020	-5.5281	17.8897	3948
<i>hdu</i>	7.5973	1.4518	0.0000	11.2343	3948
<i>eno</i>	0.0163	0.0164	0.0000	0.2068	3948
<i>fin</i>	16.6743	1.3343	13.3499	21.7464	3948
<i>inv</i>	6.3458	1.0672	0.0000	10.8540	3948
<i>mar</i>	0.0565	0.0597	0.0012	1.2067	3948

四、实证分析

(一)基准回归

表2展示了新型信息基础设施影响经济韧性的回归结果。列(1)为未引入控制变量的回归结果,列(2)为引入控制变量的回归结果。可以看出,列(1)在控制了城市固定效应和年份固定效应后,核心解释变量(*treat*·*post*)对中国城市经济韧性的正向影响在10%水平上显著。在加入控制变量后,*treat*·*post*的系数符号并没有发生改变,且在5%水平上显著为正,保持了较高的稳定性。这说明新型信息基础设施作为新一轮科技革命与产业变革的新投入,其建设有助于提升城市经济韧性。

表2 新型信息基础设施影响经济韧性的基准回归结果

变量	(1)	(2)
	<i>ECR</i>	<i>ECR</i>
<i>treat</i> · <i>post</i>	0.0200* (0.0110)	0.0199** (0.0086)
<i>ass</i>		-0.1116*** (0.0222)
<i>stru</i>		-0.1942*** (0.0347)
<i>open</i>		0.0277 (0.0171)
<i>hdu</i>		-0.0058 (0.0146)
<i>eno</i>		3.4276* (1.7699)
<i>fin</i>		0.6066*** (0.0973)

续表 2

变量	(1)	(2)
	ECR	ECR
<i>inr</i>		0.0570*** (0.0214)
<i>mar</i>		0.0909 (0.3571)
常数项	0.2147*** (0.0029)	-9.9532*** (1.5625)
城市固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
观测值	3948	3948
R <sup>2</sup>	0.5655	0.6982

注: \*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%水平上显著;括号中的数字为稳健标准误;对回归结果在城市层面进行聚类。下同。

## (二) 稳健性检验

1. 平行趋势检验与安慰剂检验。由于本文的基准回归模型使用了广义双重差分法,而使用该方法的重要前提是处理组和对照组满足事前平行趋势假设。基于此,本文通过分组变量(*treat*)与 4G 基站普及前后各年度虚拟变量(*before* 代表之前、*after* 代表之后)的交互项进行平行趋势检验。具体地,本文借鉴 Zhang et al(2019)的研究,选择政策实施的当年为基准年,实证检验新型信息基础设施对经济韧性产生影响的动态效应,如表 3 所示。可以发现,在 4G 基站普及之前,系数均不显著,表明实验组与控制组之间的经济韧性不存在显著差异。并且在 4G 基站普及后,新型信息基础设施对经济韧性的影响存在滞后性,其正向促进作用在第二期开始显现,说明新型信息基础设施的建设确实有助于提升经济韧性,较好地满足了平行趋势假定。

表 3 新型信息基础设施影响经济韧性的平行趋势检验结果

变量	(1)	(2)
	ECR	ECR
<i>treat · before<sub>3</sub></i>	-0.0065 (0.0079)	-0.0065 (0.0062)
<i>treat · before<sub>2</sub></i>	-0.0021 (0.0076)	-0.0021 (0.0059)
<i>treat · before<sub>1</sub></i>	0.0053 (0.0057)	0.0053 (0.0059)
<i>treat · after<sub>1</sub></i>	0.0084 (0.0060)	0.0084 (0.0080)
<i>treat · after<sub>2</sub></i>	0.0151** (0.0064)	0.0151* (0.0091)
<i>treat · after<sub>3</sub></i>	0.0239*** (0.0074)	0.0239** (0.0097)
<i>treat · after<sub>4</sub></i>	0.0188*** (0.0065)	0.0188* (0.0109)
<i>ass</i>	-0.1118*** (0.0111)	-0.1118*** (0.0222)
<i>stru</i>	-0.1940*** (0.0190)	-0.1940*** (0.0348)
<i>open</i>	0.0277*** (0.0091)	0.0277 (0.0171)



变量	(1)	(2)
	ECR	ECR
<i>hdu</i>	-0.0060 (0.0084)	-0.0060 (0.0147)
<i>eno</i>	3.3709** (1.6632)	3.3709* (1.8017)
<i>fin</i>	0.6069*** (0.0690)	0.6069*** (0.0975)
<i>inr</i>	0.0572*** (0.0158)	0.0572*** (0.0214)
<i>mar</i>	0.1013 (0.1826)	0.1013 (0.3582)
常数项	-9.9567*** (1.0950)	-9.9567*** (1.5654)
城市固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
观测值	3948	3948
R <sup>2</sup>	0.6981	0.6981

注：列(1)为稳健标准误，列(2)为聚类到城市层面的稳健标准误。

为了排除处理组和控制组其他不可观测因素对本文结论的干扰，本文进一步采取安慰剂检验。具体做法是本文将 282 个地级市随机分配进行新型信息基础设施建设，把该过程重复 500 次，得到相应的估计系数，由此绘制出估计系数分布图，具体如图 3 所示。可以看出，随机处理下的系数估计值集中在  $[-0.01, 0.01]$  之间，估计系数主要分布在 0 附近，说明实验组和对照组的经济韧性不存在显著差异，也意味着模型设定中并不存在严重的遗漏变量问题，再次验证了基准回归结果的稳健性。

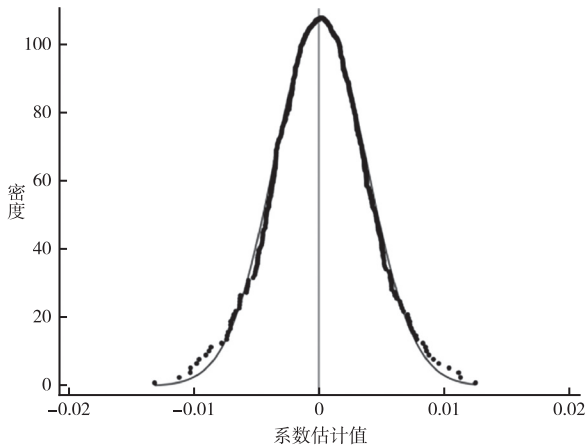


图 3 安慰剂检验

2. 替换变量。本文通过替换被解释变量与核心解释变量验证回归结果的可靠性。关于被解释变量的替换，一是依旧采用前文经济韧性的测度方法，利用样本区间内各城市从业人员数相较于 2008 年从业人员数的偏离度(*ECRR*)作为经济韧性(*ECR*)的替代变量，将其代入原模型进行重新回归，结果如表 4 列(1)(2)所示。二是参考 Martin et al(2016)关于经济韧性的测算思路，用 *\_ECR* 替换 *ECR*，重新估计原模型。具体公式如下：

$$_ECR = \frac{\Delta E_i^t - (\Delta E_i^t)^{expected}}{|(\Delta E_i^t)^{expected}|} \quad (3)$$

其中,  $_ECR$  表示经济韧性,  $\Delta E_i^t$  表示城市  $i$  在  $t$  年的经济产出变化,  $(\Delta E_i^t)^{expected}$  表示城市  $i$  在  $t$  年的预期经济产出变化。将上述变量对原模型进行重新回归, 结果如表 4 列(3)(4)所示。回归结果显示, 新型信息基础设施对经济韧性的系数符号未发生实质性改变, 证实了前文结论的可靠性。

关于核心解释变量的替换, 一是本文参考沈坤荣等(2023)的做法, 采用 Bartik 方法的构建思路, 以城市 GDP 占全省 GDP 的比重作为外生权重, 以各省人均网页数作为基础变量<sup>①</sup>, 选取两者的交互项( $NIF$ )替代新型信息基础设施, 从而对模型(1)进行重新估计。结果如表 4 列(5)(6)所示。二是本文根据上市公司年报确定企业在当年是否进行新型信息基础设施建设( $PIF$ ), 若注册地当地企业年报中出现有新型信息基础设施建设相关词汇<sup>②</sup>则记为 1, 否则为 0, 结果如表 4 中列(7)(8)所示。可以发现, 无论是加入控制变量还是未加入控制变量, 替换变量后的新型信息基础设施系数仍然在 1% 的水平上显著为正, 证实前文的结论是稳健的。

表 4 新型信息基础设施影响经济韧性的稳健性结果: 替换变量

变量	替换被解释变量( $ECRR$ )		替换被解释变量( $_ECR$ )		替换核心解释变量( $NIF$ )		替换核心解释变量( $PIF$ )	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$treat \cdot post$	0.0345*** (0.0126)	0.0353*** (0.0111)	0.0079*** (0.0016)	0.0087*** (0.0017)				
$NIF$					0.0053*** (0.0017)	0.0125*** (0.0030)		
$PIF$							0.1024*** (0.0324)	0.0538** (0.0251)
$ass$		-0.0050 (0.0069)		-0.0038*** (0.0013)		-0.1198*** (0.0231)		-0.1104*** (0.0221)
$stru$		-0.0561** (0.0249)		-0.0075** (0.0030)		-0.1696*** (0.0319)		-0.1864*** (0.0344)
$open$		0.0069 (0.0124)		0.0003 (0.0008)		0.0324* (0.0172)		0.0273 (0.0170)
$hdu$		0.0140 (0.0182)		-0.0015* (0.0009)		-0.0014 (0.0158)		-0.0053 (0.0144)
$eno$		3.2537*** (1.2321)		0.0069 (0.1230)		4.5005** (2.0215)		3.4998** (1.7569)
$fin$		0.2205*** (0.0513)		0.0083* (0.0045)		0.6780*** (0.1355)		0.6075*** (0.0970)
$inr$		0.0758*** (0.0268)		0.0066 (0.0053)		0.0410 (0.0312)		0.0522** (0.0212)
$mar$		0.5863* (0.3110)		-0.0301* (0.0167)		-0.9699 (1.1057)		0.0900 (0.3550)
常数项	0.2534*** (0.0034)	-4.0622*** (0.8392)	-0.9987*** (0.0004)	-1.1515*** (0.0880)	0.2687*** (0.0003)	-11.1689*** (2.1944)	0.1997*** (0.0064)	-9.9572*** (1.5594)
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	3948	3948	3948	3948	3102	3102	3948	3948
$R^2$	0.6121	0.6349	0.1217	0.1279	0.6706	0.7863	0.5685	0.6982

①受数据可得性限制, 该样本区间为 2011—2021 年。

②具体指企业年报中出现数字基础设施、人工智能、工业物联网、区块链、云计算这类词汇。

3. 内生性处理。考虑到新型信息基础设施与城市经济韧性之间可能存在的反向因果关系以及遗漏变量等问题,本文采用工具变量法来减缓其中的内生性问题。本文选用各地区距离北京、上海、广州的地理距离作为新型信息基础设施的工具变量。一方面,新型信息基础设施的建设与其距离北京、上海、广州的距离密切相关。若该地与这类城市的距离较近,能相应惠及更多的便利条件,促进本地新型信息基础设施的应用,满足“相关性”条件;另一方面,地理距离的作为客观自然因素,其对城市经济韧性的影响甚微,满足“外生性”条件。因此,本文通过运用 ArGIS 投射坐标的方法提取其中地理位置数据,并整理出各城市与北京、上海、广州的地理距离作为工具变量的衡量指标(*larg*)。

由表 5 列(1)可以看出,新型信息基础设施变量与各城市距离北上广的地理距离在统计意义上满足相关性假设。这一工具变量拒绝了不可识别的假设,通过了外生性检验,满足了工具变量的外生性。根据列(2)第二阶段回归结果可以看出,新型信息基础设施对经济韧性仍具有正向显著的影响,这与基准回归结果的估计系数符号一致,并且 *treat* · *post* 变量的回归系数相较于基准回归其数值明显偏大,说明在缓解内生性问题后,新型信息基础设施建设对提升经济韧性的促进效果更大。

表 5 新型信息基础设施影响经济韧性的内生性检验结果

变量	(1)	(2)
<i>larg</i>	-0.0674*** (0.0257)	
<i>treat</i> · <i>post</i>		0.1600* (0.0843)
<i>ass</i>	-0.0068 (0.0162)	-0.1091*** (0.0219)
<i>stru</i>	0.3286* (0.1940)	-0.2302*** (0.0434)
<i>open</i>	-0.0441 (0.0282)	0.0311* (0.0170)
<i>hdu</i>	0.0237 (0.0296)	-0.0076 (0.0143)
<i>eno</i>	8.0762** (3.9911)	2.0324 (2.1347)
<i>fin</i>	0.0011 (0.0870)	0.6016*** (0.0976)
<i>inr</i>	-0.4223** (0.1761)	0.1200*** (0.0363)
<i>mar</i>	2.7553** (1.2383)	-0.4448 (0.5639)
城市固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
观测值	3948	3948
R <sup>2</sup>	0.6421	
centered R <sup>2</sup>		0.1954
Kleibergen-Paap rk LM statistic		6.95
Kleibergen-Paap rk Wald F statistic		6.86
Cragg-Donald Wald F statistic		180.63

4. 其他稳健性检验。为了增强实证结果的可靠性,本文还进行了以下几个方面的处理:一是排除其他因素的干扰。考虑到居民消费规模扩张可以有效避免不确定性冲击所带来的商品价格波动,减少诱发经济危机的风险,降低经济发展的不稳定性,从而增强经济韧性(Béné,2020)。因此,本文将取自然对数后的社会消费品零售总额(*consu*)作为控制变量引入模型。同时,考虑到经济韧性也

可能会受到交通基础设施的影响,本文采用取自然对数后的公路里程衡量交通基础设施(*ins*),并将其纳入模型避免遗漏变量导致的估计偏差问题。此外,一个地区的地形会影响当地经济发展情况,同时也会影响4G基站建设的选择,因此,本文把各个城市的平均坡度(*lan*)作为控制变量纳入原模型中,缓解遗漏变量偏差的内生性问题。综上,在原有控制变量基础上,本文进一步控制消费、传统基础设施与地形因素三个变量,回归结果如表6所示。由表6列(1)结果可知,在控制了消费、交通基础设施以及地形因素之后,*treat*·*post*的回归系数并未发生根本性变化。这说明在增加控制变量后,新型信息基础设施建设仍有助于推动经济韧性的提升。二是本文将原有聚类层级调整到省份一时间维度,回归结果如表6列(2)所示。以上检验结果显示,*treat*·*post*的系数仍然显著为正,表明新型信息基础设施推动经济韧性提升的基本结论是稳健的。

表6 新型信息基础设施影响经济韧性的稳健性结果:其他检验

变量	(1)	(2)
<i>treat</i> · <i>post</i>	0.0157* (0.0087)	0.0199*** (0.0046)
<i>ass</i>	-0.1139*** (0.0218)	-0.1116*** (0.0130)
<i>stru</i>	-0.1725*** (0.0338)	-0.1942*** (0.0232)
<i>open</i>	0.0186 (0.0171)	0.0277*** (0.0099)
<i>hdu</i>	-0.0112 (0.0135)	-0.0058 (0.0091)
<i>eno</i>	2.8364 (1.8403)	3.4276** (1.6176)
<i>fin</i>	0.5733*** (0.0945)	0.6066*** (0.0704)
<i>inr</i>	0.0475** (0.0203)	0.0570*** (0.0166)
<i>mar</i>	0.0718 (0.3814)	0.0909 (0.2227)
<i>consu</i>	0.1752*** (0.0662)	
<i>ins</i>	-0.1440* (0.0765)	
<i>lan</i>	-0.0215*** (0.0041)	
常数项	-10.4084*** (1.6030)	-9.9532*** (1.1304)
城市固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
观测值	3948	3948
R <sup>2</sup>	0.7082	0.6982

## 五、拓展性分析

### (一)影响渠道分析

前文的理论分析指出,理解“经济韧性”的关键在于新型信息基础设施如何提升创新积累、实现风险分担以及推动生产匹配形成。因此,经济韧性的提升可以对应从创新积累、风险分担以及生产

匹配这三个层次分别检验新型信息基础设施对其传导渠道的影响。具体地,本文参考郑江淮和师磊(2023)影响渠道的检验策略,进一步对新型信息基础设施技术属性、渗透属性与连接属性影响经济韧性的渠道进行检验。

首先,结合前文的理论分析,新型信息基础设施的技术属性对经济韧性影响的传导渠道可以理解为新型信息基础设施建设如何提升当地的创新积累。已有文献证实经济韧性与当地创新表现密切相关(Bishop & Shilcof, 2017; Martin et al, 2015)。创新积累越强时,经济体不仅越能主动适应外界环境变化,而且越能打破原有经济发展路径的锁定,增强区域竞争优势,从而获得持续的经济韧性。因此,本文选用专利申请量<sup>①</sup>对创新积累进行刻画,着重在技术属性下对新型信息基础设施影响经济韧性的传导渠道进行验证。表7的结果显示,新型信息基础设施对创新积累的影响在1%的水平上显著为正。不难看出,新型信息基础设施建设水平的提升,会通过数字技术的广泛应用促使创新主体吸收新技术、进一步降低新一代信息技术的应用壁垒,激发创新创业的活力,对创新积累产生正向影响。由上述分析可知,新型信息基础设施的建设现阶段主要通过提高创新积累这一途径,推动地区经济建设,从而激发地区对经济发展路径的调整,以适应经济格局的新变化,提升经济韧性。

其次,根据前文理论分析可知,新型信息基础设施的渗透属性对经济韧性影响的传导渠道主要表现为新型信息基础设施如何提高当地的风险分担能力。既有文献表明在面对不确定性冲击时,多样化的产业体系对经济体是否能够分散系统风险,钝化经济冲击带来的负面影响具有重要作用(徐圆、邓胡艳, 2020)。换言之,产业多样化水平越高,其风险分担能力相应越强。因此,本文利用产业多样化指标检验渗透属性下新型信息基础设施影响经济韧性的风险分担渠道。其中,该指标主要参考了Frenken et al(2007)的计算思路,分别利用熵指数法计算出无关多样化与相关多样化<sup>②</sup>,从而最终得到产业多样化指标,以此对风险分担能力进行刻画。从表7可以看出,新型信息基础设施的建设对产业多样化的影响在1%水平上显著为正。这意味着当发生经济冲击或波动时,不仅无关多样化的集聚可以减轻产业之间产生的连锁效应,一定程度上能够分散经营风险,从而有利于经济稳定,增强经济韧性。同时,相关多样化的集聚也会借助知识与信息的渗透,更快调整产业结构,从而抵御风险,对经济韧性的提升产生积极影响。综上,新型信息基础设施的建设会通过实现风险分担这一途径作用于经济韧性。

最后,结合前文的理论分析,新型信息基础设施的连接属性对经济韧性影响的传导渠道可以理解为新型信息基础设施如何实现生产匹配。现阶段,生产匹配的表现越好越能够帮助经济系统迅速适应不确定性冲击,增强经济韧性。因此,本文根据Shan et al(2009)的构建思路,选用企业生产量与需求量均值作为该地生产匹配的代理变量,该指标越小,反映生产波动偏离程度越小,生产匹配越强。<sup>③</sup>基于此,本文具体检验新型信息基础设施对生产匹配的具体影响。从表7列(3)的回归结果可知,新型信息基础设施对生产波动偏离度的影响为负但不显著,说明新型信息基础设施的建设对缓解生产波动偏离的效果尚未完全显现。以上分析表明现阶段新型信息基础设施在实现生产匹配层面尚未实质性带来经济韧性的提高。

表7 新型信息基础设施影响经济韧性的影响渠道检验

变量	(1)	(2)	(3)
	技术属性	渗透属性	连接属性
<i>treat · post</i>	0.1152*** (0.0394)	0.0454*** (0.0148)	-0.0015 (0.0156)

① 专利申请量为专利申请数量加1取自然对数的结果。

② 无关多样化、相关多样化指标分别由第一产业、第二产业与第三产业从业人员数以及各细分产业从业人员数计算得到。需要说明的是,受数据可得性限制,该指标的样本区间为2008—2020年。

③ 受数据可得性限制,该指标的企业数据均来自国泰安数据库。其中,生产量为需求量与企业存货前后两期变化量之和,需求量为企业销售额。上述数据均做了对数化处理。

续表 7

变量	(1)	(2)	(3)
	技术属性	渗透属性	连接属性
控制变量	控制	控制	控制
常数项	-3.1626 (2.3272)	-0.3946 (0.5901)	0.9582 (0.7749)
城市固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	3948	3666	3948
R <sup>2</sup>	0.5539	0.9046	0.5146

## (二)进一步分析

基于前文分析,本文从新型信息基础设施的典型属性出发,研究发现新型信息基础设施的建设有助于提高创新积累与实现风险分担,从而推动当地经济韧性的提升,但其在生产匹配层面尚未发挥实质性推动作用。而新型信息基础设施作为数字化公共品,其与传统基础设施的主要区别在于其突破了距离的限制。那么,若将距离因素考虑在内,新型信息基础设施的建设与完善对经济韧性的传导渠道是否依然成立?其是否会突破距离衰减法则<sup>①</sup>,对远距离城市是否同样产生激励作用?这些是值得探讨的问题。

为进一步对上述问题进行细致研究,本文采用地理信息编码技术整理出各城市距离最近省会城市的地理距离作为分组变量,将样本分成100km以内、100~200km、200km以上三组样本,回归结果如表8所示。从表8的回归结果可知,当距离阈值达到100km及以上时,新型信息基础设施对创新积累的提升效果更为显著。这是因为经济发展依赖于新型信息基础设施的信息桥搭建程度,新型信息基础设施的建设与完善,能够加速技术扩散的速度,为创新要素转移、集聚提供条件,对偏远地区经济韧性提升起到了辐射带动作用。当距离阈值达到200km及以上,新型信息基础设施对生产波动偏离的影响显著为负,这意味着新型信息基础设施的建设能够提升不同市场主体的互联互通性,明显改善远距离城市的生产波动偏离,进而提高资源重新调配的能力,有利于增强经济适应危机的能力,提升经济韧性。结合影响渠道的检验结果,新型信息基础设施的建设虽然总体上对生产波动偏离的缓解作用并不显著,但在远距离城市样本中,新型信息基础设施的建设与完善能够促使各个市场主体之间产生更强的关联性,显著提高各类生产要素的响应与匹配能力,从而有效降低生产端供需的波动偏离程度,促使经济系统更好地调整适应新的变化、增强经济韧性。此外,无论是远距离还是近距离城市,新型信息基础设施对风险分担的提升作用均显著为正,这说明新型信息基础设施对风险分担的提升作用并不受距离因素的影响。上述分析表明新型信息基础设施的普惠性、可及性摆脱了距离因素的衰减效应,其会对新型信息基础设施在创新积累提升、风险分担的实现以及生产匹配的实现层面推动远距离城市经济韧性的提升产生拉动效果。

表8 新型信息基础设施影响经济韧性的进一步检验

变量	技术属性:距离因素下新型信息基础设施对经济韧性的影响		
	100km以内	100~200km	200km以上
<i>treat * post</i>	0.0091 (0.0298)	0.3140*** (0.1186)	0.3801*** (0.1415)
控制变量	控制	控制	控制
常数项	9.9121 (6.9286)	-6.2589* (3.7147)	-3.3921 (2.7745)

<sup>①</sup>距离衰减法则是指根据地理学第一定律,两个因素之间的联系会随距离扩大而呈衰减趋势。

变量	技术属性:距离因素下新型信息基础设施对经济韧性的影响		
	100km 以内	100~200km	200km 以上
城市固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	910	1554	1484
R <sup>2</sup>	0.5943	0.4826	0.5211
变量	渗透属性:距离因素下新型信息基础设施对经济韧性的影响		
	100km 以内	100~200km	200km 以上
<i>treat · post</i>	0.0287** (0.0116)	0.1146*** (0.0295)	0.0494** (0.0226)
控制变量	控制	控制	控制
常数项	-1.9271 (1.5062)	-0.8153 (0.7946)	0.5398 (0.6555)
城市固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	845	1443	1378
R <sup>2</sup>	0.9131	0.8585	0.8385
变量	连接属性:距离因素下新型信息基础设施对经济韧性的影响		
	100km 以内	100~200km	200km 以上
<i>treat · post</i>	-0.0033 (0.0180)	0.0403 (0.0509)	-0.1111** (0.0458)
控制变量	控制	控制	控制
常数项	-0.0616 (1.2634)	2.3382* (1.2411)	0.3727 (1.3428)
城市固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
观测值	910	1554	1484
R <sup>2</sup>	0.3894	0.5080	0.6061

### (三)异质性分析

一个值得关注的问题是,现阶段我国新型信息基础设施对经济韧性的促进效应也可能会受到区域特征的影响。新型信息基础设施建设作为引领新一轮科技革命与产业变革、打造中长期经济发展新动能的先导性布局,不同区域特征下经济韧性的推动作用是否存在差异?为了回答这个问题,本部分将展开更加详细的讨论。

1.人口密度差异。城市人口密度决定了其要素资源的分配和利用方式,其对经济韧性的影响也存在差异。相比于人口密度低的城市,人口密度高的城市,新型信息基础设施的建设与布局更为完善,这对稳定市场运行、抵御不确定冲击具有重要作用。因此,人口密度高的城市更有利于新型信息基础设施发挥连接功能,撬动整合优势,以迅速响应市场需求变化,进而增强经济韧性。因此,本文采用人口密度<sup>①</sup>作为分组变量进行异质性分析。具体地,本文将大于总体中位数的样本划分为人口密度高组,反之,划分为人口密度低组。表9的回归结果显示,在人口密度低组 *treat · post* 的系数为 0.0486,且并不显著。而在人口密度高组 *treat · post* 的系数在 5%的水平上显著为正。这说明当人

①人口密度选用总人口与行政面积之比表示。

口密度较高时,新型信息基础设施对经济韧性具有更强的推动作用,侧面证实了新型信息基础设施对经济韧性的影响因人口密度不同而有所差异。

2. 生产效率差异。提高生产效率是经济稳定、可持续发展的重要保障。相比生产率较低的地区,生产率较高的城市具有较为成熟的自主创新体系,具备较充足的现金流,能够广泛开展创新活动,从而提高经济转型能力。显然,不同生产效率的城市其新型信息基础设施的影响效果可能不同。因此,本文运用 DEA-BCC 模型测算得到城市生产效率,并按照生产效率的中位数进行分组,进一步考察新型信息基础设施建设对经济韧性的影响,如表 9 所示。回归结果显示,在生产效率低组,新型信息基础设施对经济韧性的促进作用不显著,这从侧面说明在生产效率低组新型信息基础设施的建设对经济韧性的促进作用尚未发挥。相反,在生产效率高组,新型信息基础设施对经济韧性的影响系数为 0.0265,且在 1%水平上显著。不难看出,新型信息基础设施对生产效率高组经济韧性的提升作用明显。换言之,新型信息基础设施的建设对经济韧性的促进作用存在生产效率差异。

3. 产业结构差异。在新一代科技革命和产业变革的推动下,新型信息基础设施的建设需以产业结构的优化为支撑,换言之,产业结构优化程度高的城市,新型信息基础设施建设有着更广泛的应用前景,有助于增强经济韧性。因此,本文以第三产业增加值与第二产业增加值之比衡量产业结构,再按照其中位数将样本划分为产业结构优化程度低组和产业结构优化程度高组来进行分析,如表 9 所示。分样本回归结果显示,新型信息基础设施的建设对产业结构优化程度高组经济韧性的推动作用在 10%水平上显著为正,系数为 0.0101,这可能是由于产业结构优化程度高的城市,其更能拓展新型信息基础设施建设的应用场景,促使新型信息基础设施建设对经济韧性促进作用的有效发挥。而对于产业结构优化程度低组,新型信息基础设施对经济韧性的影响也为正,但不显著,这侧面说明新型信息基础设施建设对经济韧性促进作用的有效发挥需要以一定的产业基础为依托。

表 9 新型信息基础设施影响经济韧性的异质性检验

变量	人口密度差异		生产效率差异		产业结构差异	
	低组	高组	低组	高组	低组	高组
<i>treat * post</i>	0.0486 (0.0568)	0.0238** (0.0094)	0.0453 (0.0535)	0.0265*** (0.0069)	0.0788 (0.0768)	0.0101* (0.0052)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-11.2773*** (2.0683)	-7.0634*** (1.7278)	-11.1220*** (2.6096)	-7.7268*** (1.4836)	-9.9056*** (1.7326)	-6.3131*** (1.7104)
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	1974	1974	1974	1974	1974	1974
R <sup>2</sup>	0.6783	0.8169	0.7959	0.6724	0.6901	0.8419

## 六、结论与启示

本文采取地理信息编码技术,将 OpenCellID 数据库中 4G 基站数据匹配到城市层面,构造了新型信息基础设施指标,并基于此从理论和实证层面探究了新型信息基础设施建设对城市经济韧性的影响及作用机制。本文发现,随着新一代信息技术的应用,新型信息基础设施建设有助于推动经济韧性的提升。本文基于自然地理因素构造的工具变量,缓解了反向因果带来的内生性问题,并在一系列稳健性检验后,也得到了一致结论。渠道分析表明,新型信息基础设施建设能够显著提升创新积累以及实现风险分担,进而推动城市经济韧性的提升,且现阶段新型信息基础设施在



实现生产匹配层面尚未带来经济韧性的实质性提高。进一步分析表明,新型信息基础设施对经济韧性的推动作用摆脱了距离因素的制约,对于远距离城市来说,新型信息基础设施的建设会对创新积累的提高、风险分担的实现以及生产匹配的实现产生促进效果。异质性分析表明,人口密度较大、生产效率较高以及产业结构优化的城市更可能推动新型信息基础设施建设,促进经济韧性的提升。

本文的研究结论对于加快新型信息基础设施建设、推动经济韧性有以下几点启示:

第一,把基础设施的投资重点从传统物理基础设施转向新型信息基础设施,在提升经济韧性中引领中国经济恢复、转型升级。现阶段我国在经济韧性提升过程中日益强化的数字化需求导向特征,使得构建形成完备的新型信息基础设施体系处于越来越重要的位置。然而,当前新型信息基础设施建设的一个重要问题在于其技术性、渗透性与连接性等外部性优势是否有效发挥。本文的结论恰好证实城市经济韧性会受到当地新型信息基础设施建设的影响。因此,应加快新型信息基础设施建设,充分发挥其技术、渗透与连接作用,从而实质性推动经济韧性提高。

第二,在加强新型信息基础设施建设同时,配套加强城市创新积累、完善风险分担并形成高效的生产匹配渠道,从而构建城市经济韧性的支撑体系。当前新型信息基础设施在经济韧性的推动过程中存在不均衡的问题,其原因在于创新积累、风险分担能力以及生产匹配性存在差异。本文的结论表明,在远距离的城市,新型信息基础设施可以提高创新积累、实现风险分担以及实现生产匹配,进而提升经济韧性。因此,偏远城市下一步应以新型信息基础设施建设为突破口,在创新积累提高、风险分担实现、生产匹配实现三个层次全方位增强经济韧性。首先,通过数字协同创新平台,引导不同市场主体围绕市场需求开展数智合作,降低技术门槛,进而促使技术功能的发挥。其次,加快新型信息基础设施在不同产业间的融合应用,进而形成稳定产业共生关系,实现渗透功能。最后,通过利用新型信息基础设施建设优化不同市场主体的连接,提高供给端对需求端的响应能力,充分发挥连接功能。

第三,要加快新型信息基础设施建设的普惠性、可及性,并充分考虑不同地区结构性差异,因地制宜、因势利导地推行配套支撑政策,更广范围、更深程度地提升地区经济韧性。当前新型信息基础设施的促进效果虽已在偏远地区取得一定成效,但与发达城市的差距仍较为明显,不同城市间呈现明显的分化现象,这与区域特征密切相关。本文的结论表明,新型信息基础设施的促进效果因人口密度、生产效率以及产业结构的不同而存在差异。因此,各地在推行新型信息基础设施过程中,应充分考虑地区人口密度、生产效率以及产业结构等方面的差异性,避免陷入“同质化”竞争。例如,由于人口密度较高、生产效率较高以及产业结构优化的地区更能受益于新型信息基础设施建设的促进效果,因而在制定相关政策时要侧重通过资金或者财政补贴等手段扶持人口密度较低、生产效率较低以及产业结构优化程度较低的地区,发挥“传帮带”作用,有效辐射和带动这类地区经济韧性的整体提高。

#### 参考文献:

- 蔡继明 刘媛 高宏 陈臣,2022:《数据要素参与价值创造的途径——基于广义价值论的一般均衡分析》,《管理世界》第7期。
- 陈安平,2022:《集聚与中国城市经济韧性》,《世界经济》第1期。
- 蔡跃洲 马文君,2021:《数据要素对高质量发展影响与数据流动制约》,《数量经济技术经济研究》第3期。
- 钞小静 薛志欣 孙艺鸣,2020:《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》,《经济科学》第3期。
- 钞小静 薛志欣,2022:《新型信息基础设施对中国企业升级的影响》,《当代财经》第1期。
- 陈彦斌 林晨 陈小亮,2019:《人工智能、老龄化与经济增长》,《经济研究》第7期。
- 郭凯明 潘珊 颜色,2020:《新型基础设施投资与产业结构转型升级》,《中国工业经济》第3期。
- 贺灿飞 陈韬,2019:《外部需求冲击、相关多样化与出口韧性》,《中国工业经济》第7期。
- 焦豪 杨季枫 王培暖 李倩,2021:《数据驱动的企业动态能力作用机制研究——基于数据全生命周期管理的数字化转型过程分析》,《中国工业经济》第11期。

- 荆文君 孙宝文,2019:《数字经济促进经济高质量发展:一个理论分析框架》,《经济学家》第2期。
- 方福前 田鸽 张勋,2023:《数字基础设施与代际收入向上流动性——基于“宽带中国”战略的准自然实验》,《经济研究》第5期。
- 李坤望 邵文波 王永进,2015:《信息化密度、信息基础设施与企业出口绩效——基于企业异质性的理论与实证分析》,《管理世界》第4期。
- 刘晓星 张旭 李守伟,2021:《中国宏观经济韧性测度——基于系统性风险的视角》,《中国社会科学》第1期。
- 李杰伟 吴思翔,2020:《互联网、人口规模与中国经济增长:来自城市的视角》,《当代财经》第1期。
- 栾浩 张强 张晓青,2023:《基于两个经济周期的东部地区城市经济韧性测度及比较》,《统计与决策》第10期。
- 孙伟增 郭冬梅,2021:《信息基础设施建设对企业劳动力需求的影响:需求规模、结构变化及影响路径》,《中国工业经济》第11期。
- 沈冲荣 林剑威 傅元海,2023:《网络基础设施建设、信息可得性与企业创新边界》,《中国工业经济》第1期。
- 戚聿东 肖旭,2020:《数字经济时代的企业管理变革》,《管理世界》第6期。
- 徐圆 邓胡艳,2020:《多样化、创新积累与城市经济韧性》,《经济学动态》第8期。
- 徐圆 张林玲,2019:《中国城市的经济韧性及由来:产业结构多样化视角》,《财贸经济》第7期。
- 徐圆 陈爱华,2023:《高铁网络、区位优势与城市经济韧性》,《财经科学》第6期。
- 杨光明 邵素军,2022:《增长韧性、社会能力与长期增长绩效——基于经济学说史的考察》,《经济学动态》第1期。
- 张叶青 陆瑶 李乐芸,2021:《大数据应用对中国企业市场价值的影响——来自中国上市公司年报文本分析的证据》,《经济研究》第12期。
- 赵星,2022:《新型数字基础设施的技术创新效应研究》,《统计研究》第4期。
- 王如玉 梁琦 李广乾,2018:《虚拟集聚:新一代信息技术与实体经济深度融合的空间组织新形态》,《管理世界》第2期。
- 王志刚 黎恩银,2022:《政府基建支出如何兼顾稳增长与调结构——基于生产网络的视角》,《经济学动态》第8期。
- 郑江淮 师磊,2023:《本地化创新能力、区域创新高地与产业地理梯度演化路径》,《中国工业经济》第5期。
- Bishop, P. & D. Shilcof(2017), “The spatial dynamics of new firm births during an economic crisis: The case of Great Britain, 2004–2012”, *Entrepreneurship & Regional Development* 29:215–237.
- Brown, L. & R. T. Greenbaum(2017), “The role of industrial diversity in economic resilience: An empirical examination across 35 years”, *Urban Studies* 54(6):1347–1366.
- Béné, C. (2020), “Are we messing with people’s resilience? Analysing the impact of external interventions on community intrinsic resilience”, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 44, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101431>.
- Bristow, G. & A. Healy(2018), “Innovation and regional economic resilience: An exploratory analysis”, *Annals of Regional Science* 60(2):265–284.
- Briguglio, L. & W. Galea(2003), “Updating and augmenting the economic vulnerability index”, Occasional Paper, No. 4, Islands and Small States Institute of the University of Malta.
- Briguglio, L. et al(2009), “Economic vulnerability and resilience: Concepts and measurements”, *Oxford Development Studies* 37(3):229–247.
- Brakman, S. et al(2015), “Regional resilience across Europe: On urbanisation and the initial impact of the Great Recession”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 8(2): 225–240.
- Chacon-Hurtado, D. et al(2020), “A proposed framework for the incorporation of economic resilience into transportation decision making”, *Journal of Management in Engineering* 36(6), no. 04020084.
- Desrochers, P. & S. Leppälä(2011), “Opening up the ‘Jacobs spillovers’ black box: Local diversity, creativity and the processes underlying new combinations”, *Journal of Economic Geography* 11(5):843–863.
- Fan, R. et al(2017), “Study on the optimal supervision strategy of government low-carbon subsidy and the corresponding efficiency and stability in the small-world network context”, *Journal of Cleaner Production* 168:536–550.
- Frenken, K. et al(2007), “Related variety, unrelated variety and regional economic growth”, *Regional Studies* 41(5): 689–697.
- Martin, R. et al(2015), “Local growth evolutions: Recession, resilience and recovery”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 8(2):141–148.
- Martin, R. et al(2016), “How regions react to recessions: Resilience and the role of economic structure”, *Regional*

Studies 50(4):561—585.

Modica, M. & A. Reggiani(2015), “Spatial economic resilience: Overview and perspectives”, *Networks and Spatial Economics* 15(2):211—233.

Reggiani, A. et al(2002), “Resilience: An evolutionary approach to spatial economic systems”, *Networks and Spatial Economics* 2(2):211—229.

Shan, J. et al(2014), “An empirical study of the bullwhip effect in China”, *Production and Operations Management* 23(4):537—551.

Turenne, C. P. et al(2019), “Conceptual analysis of health systems resilience: A scoping review”, *Social Science and Medicine* 232:168—180.

Tan, J. et al(2020), “Industrial structure or agency: What affects regional economic resilience? Evidence from resource-based cities in China”, *Cities* 106(2), no. 102906.

Webber, D. J. et al(2018), “Regional growth paths and resilience: A European analysis”, *Economic Geography* 94(4): 355—375.

Zhang, Q. et al(2019), “The real effect of legal institutions: Environmental courts and firm environmental protection expenditure”, *Journal of Environmental Economics and Management* 98, <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.102254>.

## The Impact of New Information Infrastructure on China's Economic Resilience

—Empirical Evidence from Chinese Cities

CHAO Xiaojing XUE Zhixin

(Northwest University, Xi'an, China)

**Abstract:** The new information infrastructure, which serves as the foundation for the growth of the digital economy under the influence of numerous unanticipated domestic and international forces, is crucial to the improvement of economic resilience. Based on the data on 4G mobile base stations in prefecture-level cities, this article develops indicators measuring new information infrastructure and systematically examines the influence of new information infrastructure on economic resilience and the mechanism of its function from the perspective of technical attributes, penetration attributes, and connection attributes. After a number of robustness checks, it is concluded that new information infrastructure construction has a positive impact on economic resilience. Further investigation reveals that while the incentive effect of the production matching channel has not yet been demonstrated in the entire sample, it is primarily through boosting innovation accumulation and risk sharing that the new information infrastructure construction improves economic resilience. To achieve economic resilience in remote places, the law of distance decay is broken at the level of innovation accumulation, risk sharing, and production matching by the facilitating influence of the development of new information infrastructure. According to the heterogeneity study, regions with larger population densities, higher production efficiency, and ideal industrial structures are more significantly affected by the development of new information infrastructure in terms of economic resilience. This paper offers a theoretical framework and empirical support for encouraging the robust growth of China's digital economy and examining ways to improve economic resilience.

**Keywords:** New Information Infrastructure; Economic Resilience; New Generation Information Technology

(责任编辑:何伟)

(校对:刘新波)