

数字基础设施政策如何牵引企业数字技术创新?

李剑培¹,胡哲力^{2,3},廖桂铭⁴,李文秀¹

(1. 广东金融学院 经济贸易学院,广东 广州 510521;2. 中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所,北京 100732;
3. 中国社会科学院 经济大数据与政策评估实验室,北京 100732;4. 暨南大学 产业经济研究院,广东 广州 510632)

摘要:在数字化浪潮中政策引擎如何引导企业开展数字技术创新仍缺乏有力的经验证据。基于2009—2021年中国A股上市企业数据和地级及以上城市政府工作报告文本数据,实证探究了数字基础设施政策对企业数字技术创新的影响。研究发现:数字基础设施政策有利于企业数字技术创新水平的提升,弱化企业融资约束、促进企业加大研发投入是其发挥作用的重要渠道。在数字经济发展水平和市场化水平较低的地区,数字基础设施政策对企业数字技术创新的推动效果更为明显,体现了政策缩小数字鸿沟的功效;而对于治理能力较强的优质企业,数字基础设施政策的有效性得以更好发挥。数字技术创新水平的提升加快了企业数字化转型进程,并有效提高了企业生产率。研究结论为政策赋能企业数字创新能力提升以及促进数字经济长效发展提供了新的经验证据和政策启示。

关键词:数字基础设施政策;数字技术创新;政府工作报告;数字经济

中图分类号:F272;F202 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2024)05-0034-11

DOI:10.20211/j.cnki.jnufe.2024.05.004

一、引言与文献综述

随着以人工智能、区块链、云计算、大数据为代表的新一代数字技术与实体经济的加速融合,数字经济成为全球各国经济增长和社会发展的新引擎。党的十八大以来,习近平总书记多次强调了发展数字经济的重要意义,党的十九大和二十大报告都作出了建设“数字中国”的战略部署,要求推动产业数字化和数字产业化发展。工业和信息化部的数据显示,中国数字经济产值规模从2012年的11万亿元增长到2022年的50.2万亿元。数字经济已经成为稳增长促转型的重要推动力量,而作为底层支撑的数字技术是关键动力^[1]。然而,过往文献主要关注企业如何在数字化变革中进行数字化转型以及转型的程度^[2-4],缺乏对数字技术创新的探讨。数字技术创新对企业产生深远影响,其涉及信息、计算、沟通和连接等领域,推动多方面的技术创新,从产品开发到组织变革,从商业模式创新到生产流程改进,都得以推动^[5-7]。数字技术是数字经济和数字化转型的技术支撑^[1],在中国经济增长由要素

收稿日期:2024-01-20;修回日期:2024-05-25

基金项目:国家自然科学基金面上项目“创新驱动视角下中国服务业发展政策研究:事实特征、内在机理和政策优化”(71873040);广东省哲学社会科学规划2023年度青年项目“‘双碳’目标下产业数字化与企业绿色转型研究:机制、效果与对策”(GD23YYJ11);广东省自然科学基金面上项目“产品空间重构视角下数字经济驱动广东省区域经济协调发展的机理与对策研究”(2024A1515012669);广东省基础与应用基础研究基金区域联合基金青年项目“中国进口技术规制影响企业创新质量提升的机制研究”(2022A1515111004)

作者简介:李剑培(1994—),男,广东梅州人,经济学博士,广东金融学院经济贸易学院讲师,研究方向为产业经济和数字经济;胡哲力(1993—),男,安徽合肥人,经济学博士,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所博士后,研究方向为产业经济;廖桂铭(1996—),男,广东潮州人,暨南大学产业经济研究院博士研究生,研究方向为产业经济;李文秀(1978—),女,湖北汉川人,通讯作者,管理学博士,广东金融学院经济贸易学院教授,硕士生导师,研究方向为产业经济和贸易经济。

驱动转向创新驱动的高质量发展阶段,提升企业的数字技术创新能力至关重要。

关于企业数字技术创新影响因素的研究已经逐渐引起学者的关注。例如,Corvello *et al.*^[8]的研究评估了企业主特征与专利活动之间的关系,发现性别多样性和教育水平等企业主特征在数字技术创新方面具有积极影响。从企业内部结构来看,首席执行官(CEO)、首席数字官(CDO)等高层管理人员的数字知识能够催化提升企业的数字技术创新水平^[9]。Tumbas *et al.*^[10]认为,在推动企业数字技术创新中,CDO等新兴角色的设立至关重要,同时还强调了知识获取对于推动数字技术创新的重要性。这一观点得到了Kohli and Melville^[11]的支持,他们发现数字化知识可以通过产业链传递到链上不同节点企业,从而帮助企业发现数字技术创新的机会。数字技术创新的推动不仅依赖于企业本身,还受到诸多外部因素的影响。部分学者从外部环境入手,如孙勇等^[12]发现经济发展、人力资本、资本富集、数字接入等因素对数字技术创新具有显著促进作用。Hanelt *et al.*^[13]的研究表明,通过并购数字化企业,兼并企业可以获取数字化相关知识和技术,增强数字技术创新能力。尽管地方政府出台的与数字经济相关政策被认为是企业开展数字技术创新的重要推动力^[14],但学界对政府行为在企业数字技术创新过程中的具体作用研究仍显不足。党的二十大报告指出,“充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,更好发挥政府作用”。企业开展数字技术创新的技术壁垒与不确定性风险等特性意味着数字化领域存在市场失灵,为政府对其进行政策干预提供了理论依据。

目前较多学者从特定领域的政策试点着手,研究了政策对企业发展的功效。例如,邱子迅和周亚虹^[15]研究发现大数据综合试验区的设立通过纯技术进步推动了地区全要素生产率增长;张涛和李均超^[16]的研究表明“宽带中国”试点政策促进了城市包容性增长,缩小了城市发展差距;陶长琪和丁煜^[17]研究发现数字经济政策可以促进制造业企业创新;李磊等^[18]研究发现“两化融合”试点政策通过信息化建设提升了企业创新能力。与本文较为密切的文献有两支。一个是毛丰付等^[14]的研究:他们通过计算一个地区内数字经济行业企业的专利申请数量来刻画地区层面的技术创新水平,该方法比较粗略且不能直接反映企业的数字技术创新水平;而在数字基础设施政策的测度上,他们主要基于各层级政府出台的泛数字经济政策数量,存在不同层级政府的交互影响,比如国务院发布了《“十四五”数字经济发展规划》,各省市区政府都会相继出台类似的政策,那么在统计的时候就难以区分究竟是哪个层级的政策在发挥作用。另一支是王海等^[19]的文章:他们用各省的数字基础设施政策文本衡量数字基础设施政策,进而通过实证检验发现数字基础设施政策加剧了市场竞争程度,有助于推动上市企业的数字化转型。然而,尽管现有研究提供了有益的见解,但在构建政策评估指标、分析政策效果的大小以及揭示内在作用机制等方面仍有待进一步完善。此外,现有研究虽然触及了数字经济政策的整体效果,但缺乏从城市数据层面考量地方性数字基础设施政策对企业数字技术创新的影响。

因此,本文利用2009—2021年中国A股上市企业数据和城市面板数据,深入探究了地方政府层级的数字基础设施政策与企业数字技术创新之间的关系,剖析政策引导和赋能企业创新发展的内在机理,验证数字技术创新助力企业数字化转型发展和提高生产效率的作用功效,从而为企业充分把握政策机遇、加快数字化发展提供理论依据。可能的创新点在于:第一,本文丰富了数字基础设施政策的测度方法和作用效果研究。一方面,本文主要从政策条例数量、政策试点、政策工具等角度考察政府政策的效果,基于政府注意力配置理论,通过挖掘地方政府工作报告文本数据,构造了数字基础设施政策的衡量指标,为进一步深入评估政府政策的功效提供了数据基础。另一方面,目前关于数字基础设施政策的实际效果和内在机理还不清晰,本文着眼于地方政府层级的数字基础设施政策对企业数字技术创新的影响,从有为政府的角度深入剖析了政策牵引企业数字技术创新的内在机制,揭示了政策作用的多样性和复杂性,为未来政策制定和实施提供了有益的经验启示,有助于推动数字经济的长效发展。第二,本文丰富了企业数字技术创新的动因和作用效果研究。一方面,本文构建了企业数字技术创新专利数量和质量指标,并考虑了不同政策类型、外部环境和企业内部能力差异等因素,通过多维度的分析揭示了数字基础设施政策对企业数字技术创新的异质性影响,拓宽了企业数字技术创新动因研究的深度和广度。另一方面,本文进一步证实了企业数字技术创新水平的提升能够提高

企业生产效率和促进企业数字化转型,这些发现将丰富企业数字技术创新的作用功效研究,为进一步推动企业数字技术创新和高质量发展提供理论支撑。

二、理论分析与研究假说

(一) 数字基础设施政策与企业数字技术创新

数字基础设施政策作为促进企业数字化转型和创新的重要手段,在推动企业数字技术创新方面发挥了重要作用。数字技术创新所需投资的回报周期较长,且存在较大的不确定性,许多企业面临数字技术创新的高门槛、高成本和高风险,这使其在数字化战略的制定和执行中显得犹豫不决,而数字基础设施政策的推动和落实能够破解企业“不愿创新”“不敢创新”的困境。首先,数字基础设施政策产生了政策引导与资源支持功效。数字基础设施政策的推动通常伴随着政府的巨额投资和资源支持^[19]。政府通过新型基础设施建设、技术研发等方式,为企业提供了丰富的数字化技术基础和支持平台。这些政策举措不仅在技术层面提升了企业数字化水平,更重要的是提供了创新的基础设施和技术环境,使得企业能够更专注于数字技术创新。其次,数字基础设施政策可以缓解企业融资约束。数字技术创新常常需要大量的资金支持,但许多企业面临融资约束问题,难以获得足够的外部资金来支持创新活动。数字基础设施政策可以向市场释放信号,帮助开展数字化探索的企业获得更多的外源性融资支持,缓解企业的融资问题^[20],为企业提供创新活动的资金保障,使得企业能够更有信心地投入到数字技术创新中。再次,数字技术创新往往需要大量的研发投入。数字基础设施政策的推动为企业提供了额外的资金来源,例如通过政府补贴、税收优惠等方式激励企业加大研发投入。这种资金的增加不仅有助于企业开展更多的创新项目,也能够提升创新活动的质量和深度。最后,数字基础设施政策改善了市场环境。政府的政策支持可以吸引更多企业投身到数字技术领域,增加市场竞争,从而激发创新的活力。同时企业可以共享政府提供的数字化技术平台,进行技术交流和资源共享,加速创新的过程,从而提升整体数字技术创新水平。据此提出本文的假说1。

假说1:数字基础设施政策能够有效促进企业数字技术创新水平的提升。

(二) 数字基础设施政策、融资约束与企业数字技术创新

数字基础设施政策通过降低企业所面临的融资约束推动企业开展数字技术创新。数字技术创新常常需要大量的资金投入,融资约束可能阻碍企业开展数字技术创新活动^[21]。当企业面临融资约束时,可能会将有限的资金用于风险较低的传统项目,而对于数字技术创新这类高风险高回报的领域则可能保持谨慎态度。数字基础设施政策的实施可以降低创新领域的风险,使得更多的企业愿意尝试数字技术创新,有助于加速数字技术的传播和应用。此外,融资约束可能使得创新资源在不同企业之间分配不均,导致一些有潜力的创新项目因为缺乏资金而无法开展。数字基础设施政策带来的诸多政策性资源有助于平衡创新资源的优化配置,使得更多的创新项目得以实施。据此提出本文的假说2A。

假说2A:数字基础设施政策通过降低企业所面临的融资约束,从而推动企业的数字技术创新。

(三) 数字基础设施政策、研发投入与企业数字技术创新

数字基础设施政策带来了诸多政策性资源,促进企业加大研发投入,提升数字技术创新水平。数字技术创新常常需要大量的研发投入,包括人员培训、设备购置、技术研究等方面。然而,企业在面临竞争压力和市场变化时,往往需要平衡短期利润和长期创新之间的关系。在这种情况下,企业可能因为财务压力而削减研发预算,从而限制了创新活动的深度和广度。数字基础设施政策的实施带来了诸多政策性资源红利,为企业提供额外的研发资金来源,从而降低了企业加大研发投入的财务难度,降低企业创新的经济成本^[22],使得企业能够更有信心地投入到数字技术创新中。并且政府通过数字基础设施建设、技术平台搭建等方式,为企业提供了更多的数字化技术基础和支持环境^[19],企业可以更专注于核心技术创新,而不必将过多的资源用于基础设施的建设和研发,从而更有效地加大研发投入,进一步增加数字技术创新的产出。此外,数字基础设施政策的实施也激发了企业的创新意识和创新积极性。政府的政策支持可以传递出鼓励创新的信号,使得企业更加重视数字技术创新,将创新置

于战略高度。在这种政策引导下,企业可能更愿意投入资源和精力来进行研发活动,加大创新投入,从而提升数字技术创新的水平。据此提出本文的假说 2B。

假说 2B:数字基础设施政策通过促进企业加大研发投入来提升其数字技术创新水平。

三、实证研究设计

(一) 实证模型

结合现有文献和研究问题,本文的实证模型设定如下:

$$DigitalPaten_{it} = \beta_0 + \beta_1 DigitalPolicy_{ct-1} + \varphi_i control_{it-1} + \theta_c control_{ct-1} + \gamma_t + \delta_i + \omega_{City\#Industry} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中: $DigitalPaten_{it}$ 表示企业 i 在 t 年的数字技术创新水平; $DigitalPolicy_{ct-1}$ 表示城市 c 在 $t-1$ 年的数字基础设施政策; $control_{it-1}$ 为企业层面的控制变量; $control_{ct-1}$ 为城市层面的控制变量; γ_t 为年份固定效应, δ_i 为企业固定效应, $\omega_{City\#Industry}$ 为城市和行业联合固定效应, ε_{it} 为扰动项。

(二) 变量说明

1. 被解释变量

企业数字技术创新 ($DigitalPaten$)。目前,关于企业数字技术创新水平的测度仍处于探索阶段。前期文献主要通过挖掘上市公司年报中数字化转型关键词来识别企业的数字化转型程度^[2],但并未涉及数字技术创新水平的测量,且企业年报在呈现数字技术方面的信息时受限较多,其文本内容可能受到管理层有意引导,并不能准确反映企业实际的数字技术创新水平。近期部分文献探索了一些新的方法来刻画企业数字技术创新,即通过挖掘专利文本信息中有关数字技术的关键词来识别企业层面的数字专利^[23-25],但文本分析方法可能会造成对数字技术创新识别不足或者识别过量的问题。陶锋等^[1]从技术领域的视角提出了一种科学且可操作的测量方法,通过《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》和《国际专利分类与国民经济行业分类参照关系表(2018)》建立“数字经济核心产业分类代码—国民经济行业分类四位数代码(SIC4)—IPC 小组”的对应关系,进而准确识别专利所涉及的技术领域和对应的 IPC 代码。本文参考陶锋等^[1]的测量方法,构建了企业数字技术创新水平的衡量指标,包含了数字技术发明专利和实用新型专利。在实证分析中以企业数字技术申请专利数量的自然对数值来衡量数字技术创新数量,以企业的数字技术申请专利被引用量的自然对数值来衡量数字技术创新质量。

2. 核心解释变量

数字基础设施政策 ($DigitalPolicy$)。政府工作报告是各地政府对过去一年政府工作的总结,并对未来的工作进行部署和展望。为响应“数字中国”战略的顶层设计,地方政府在贯彻中央部署的基础上出台了各类与数字经济相关的政策措施,这种倾向在各地政府工作报告中尤为显著,尤其突出的是对数字基础设施内容的强调。政府的注意力是稀缺且有限的,政府注意力配置到哪个领域就意味着政府资源将在此集聚。因此,政府工作报告中有关数字基础设施的关键词越多,说明政府对数字基础设施的关注度和重视度越高,政府各部门将会出台各类政策条例和执行具体措施配合政府制定的工作大纲。本文结合毛丰付等^[14]、王海等^[19]以及陶长琪和丁煜^[17]的研究,通过识别地级及以上城市政府工作报告中有关数字基础设施建设的关键词词频数量来反映地方政府层级的数字基础设施政策。

具体来看,《“十四五”数字经济发展规划》指出数字基础设施主要涵盖信息基础设施和融合基础设施两类,本文结合各类政府规划文件和文本挖掘的原理,构建了数字基础设施政策关键词谱,包含信息基础设施和融合基础设施 2 个一级指标以及网络与通信、云计算、大数据、区块链、人工智能、物联网、金融科技 7 个二级指标,总共 48 个关键词^①。基于 Python 软件识别和统计地方政府工作报告文本中与数字基础设施相关的关键词,通过计算数字基础设施政策词频数的自然对数值来衡量政府的

^①限于篇幅,数字基础设施政策关键词谱未列示,留存备案。

数字基础设施政策。

3. 控制变量

结合陶长琪和丁煜^[17]、王海等^[19]、Tian *et al.*^[21]的研究,本文从城市层面和企业层面控制了可能影响企业开展数字技术创新的因素。城市层面的控制变量包括:经济发展水平(*Gdp*),用城市GDP的自然对数值来衡量;产业结构(*Structure*),用第三产业增加值与第二产业增加值比值来衡量;市场开放水平(*Fdi*),用外商投资占GDP比重来衡量;网络发展水平(*Inform*),用地区的邮电业务总量占GDP比重来衡量,从而可以控制传统信息基础设施的影响;政府干预能力(*Gov*),采用一般公共预算支出占GDP比重来衡量。企业层面的控制变量包括:企业特征变量,如公司规模(*Size*)、是否国有企业(*SOE*)、公司成立年限(*FirmAge*);企业运营情况,如资产负债率(*Lev*)、总资产净利润率(*ROA*)、固定资产占比(*Fixed*)、营业收入增长率(*Growth*)、是否亏损(*Loss*)、托宾Q值(*TobinQ*);公司治理结构,如董事人数(*Board*)、第一大股东持股比例(*Top1*)、机构投资者持股比例(*Inst*)、管理层持股比例(*Mshare*)、管理费用率(*Mfee*)、大股东资金占用(*Occupy*)。

(三) 数据来源与处理

考虑到2007年颁布执行的新会计准则以及2008年全球金融危机的影响,本文以2009—2021年沪深A股上市企业为研究样本,样本企业的基本信息和财务数据来源于国泰安(CSMAR)和万得(Wind)数据库。专利数据则来自全球专利数据库IncoPat。历年地方政府工作报告收集自各城市政府官网。在基础数据上,本文删除了样本期退市、ST类、金融类(包括银行、证券和保险类等)、上市年份不足一年和主要变量严重缺失的企业样本,并对所有连续变量进行首尾1%缩尾处理^①。

四、实证结果与分析

(一) 基准回归结果

表1展示了基准回归的结果。列(2)至列(6)表示依次添加企业层面控制变量、城市层面控制变量、年份固定效应、企业固定效应、城市和行业联合固定效应的回归结果。在逐步回归过程中,核心解释变量(即数字基础设施政策)的系数至少在10%的水平上显著为正,表明在考虑了其他可能的影响因素和固定效应后,数字基础设施政策能够有效促进企业数字技术创新水平的提升。表1的结果验证了本文的假说1,即数字基础设施政策对企业数字技术创新有着积极而显著的影响。王海等^[19]研究发现省级政府层面出台的数字经济政策对企业开展数字化转型具有积极影响,而陶长琪和丁煜^[17]的研究则表明数字经济政策对企业创新有显著促进作用。综合来看,地方政府出台的数字经济政策在当前数字化浪潮中扮演着至关重要的角色,其积极而显著的影响对企业数字技术创新水平的提升具有重要价值。

表1 数字基础设施政策与企业数字技术创新

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>DigitalPaten</i>	<i>DigitalPaten</i>	<i>DigitalPaten</i>	<i>DigitalPaten</i>	<i>DigitalPaten</i>	<i>DigitalPaten</i>
<i>DigitalPolicy</i>	0.1602*** (0.0138)	0.1204*** (0.0181)	0.0805*** (0.0212)	0.0683*** (0.0220)	0.0200* (0.0113)	0.0225* (0.0115)
控制企业	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
控制城市	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year-FE</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Firm-FE</i>	No	No	No	No	Yes	Yes
<i>City#Industry-FE</i>	No	No	No	No	No	Yes
N	20690	19753	18790	18790	18540	18476
R ²	0.0130	0.0741	0.0864	0.0941	0.7919	0.8042

注: *、**、*** 分别表示在10%、5%、1%的水平上显著,括号内是聚类到企业层面的稳健标准误。

①因篇幅有限,主要变量描述性统计结果未列示,留存备索。

由于不同专利具有的技术内涵和价值并不一致,发明专利的技术含量和市场价值尤为突出,而实用新型专利的价值较低^[26],因而有必要明晰数字基础设施政策究竟推动了企业实质性创新还是策略性创新。在表2中,本文依次考察了数字基础设施政策对数字发明专利申请量(*DigitalPaten_Invention*)、数字实用新型专利申请量(*DigitalPaten_*

表2 数字基础设施政策对不同专利类型与专利质量的影响

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>DigitalPaten_Invention</i>	<i>DigitalPaten_Utility</i>	<i>lnDigcited</i>
<i>DigitalPolicy</i>	0.0183* (0.0098)	0.0211** (0.0095)	0.0461*** (0.0136)
控制变量	Yes	Yes	Yes
<i>Year-FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Firm-FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>City#Industry-FE</i>	Yes	Yes	Yes
N	18476	18476	16255
R ²	0.8042	0.7617	0.6913

注:*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著,括号内是聚类到企业层面的稳健标准误。

Utility)和企业数字专利被引证次数(*lnDigcited*)的影响,发现核心解释变量的系数都显著为正。这表明数字基础设施政策在促进数字发明类和实用新型类创新行为方面都发挥了显著作用,并且能够提升数字专利的溢出效应。因此,地方政府层级的数字基础设施政策不仅可以有效提升企业的数字技术创新数量,同时也能够提高数字技术创新质量方面发挥积极作用。

进一步地,产业政策有效性的探索一直是政策研究领域争论的焦点,本文考察了不同类型数字基础设施政策的效果差异,结果如表3所示。在列(1)、列(3)、列(5)中,本文分别探究了信息基础设施政策(*DigitalPolicy_Information*)对企业数字专利申请量(*DigitalPaten*)、数字发明专利申请量(*DigitalPaten_Invention*)和数字实用新型专利申请量(*DigitalPaten_Utility*)的影响,可以看到核心解释变量的系数并不显著;而在列(2)、列(4)、列(6)中,本文则考察了融合基础设施政策(*DigitalPolicy_Convergence*)对企业数字技术创新的影响,可以看到核心解释变量的系数显著为正。表3的结果表明,相对于传统的信息基础设施政策,地方政府出台的融合基础设施政策效果更为明显。一方面,随着新一代数字技术的涌现,以及人工智能、物联网、区块链等技术的蓬勃发展,企业对于更具创新性和前瞻性的基础设施需求逐渐增加,传统的信息基础设施政策在一定程度上可能受限于其认知范畴和政策制定的时滞性,难以充分适应数字技术快速发展的要求。另一方面,融合基础设施政策更加注重整合多种数字技术,激发了企业创新的积极性和创造力。融合基础设施政策能够更好地支持企业在不同领域的数字技术应用和创新,从而推动数字技术的广泛普及与发展。因此,政府在制定政策时需要更加注重新兴数字技术的整合与应用,以更好地促进企业的数字技术创新。

表3 不同数字基础设施政策与企业数字技术创新

变量	<i>DigitalPaten</i>		<i>DigitalPaten_Invention</i>		<i>DigitalPaten_Utility</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>DigitalPolicy_Information</i>	0.0100 (0.0130)		0.0062 (0.0113)		0.0150 (0.0108)	
<i>DigitalPolicy_Convergence</i>		0.0333*** (0.0101)		0.0331*** (0.0088)		0.0207** (0.0085)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year-FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Firm-FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>City#Industry-FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	18476	18476	18476	18476	18476	18476
R ²	0.8041	0.8043	0.8042	0.8044	0.7617	0.7618

注:*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著,括号内是聚类到企业层面的稳健标准误。

(二) 稳健性检验与内生性问题^①

1. 稳健性检验

首先,考虑替换核心解释变量。本文依次做如下处理:将城市层级的数字基础设施政策更换为省份层级的数字基础设施政策;参考潘为华等^[27]的研究,利用熵值法构建数字基础设施建设水平指数来衡量数字基础设施政策;用互联网宽带普及率和电话普及率来作为数字基础设施政策的代理变量。结果显示核心解释变量的系数显著为正。其次,考虑替换被解释变量。本文将被解释变量更换为企业所有发明专利申请量和实用新型专利申请量,结果显示数字基础设施政策的系数同样显著为正。最后,本文依次考察“宽带中国”战略、“国家大数据综合试验区”政策、移动互联网发展趋势、行政等级等外部因素的影响,结果显示数字基础设施政策的系数依旧显著为正。

2. 内生性问题

本文以企业所在行业年度平均数字基础设施政策作为核心解释变量的工具变量。一方面,从政府政策制定的角度来看,政府通常会根据整体经济情况、行业需求等因素来制定数字基础设施政策。企业所在行业年度平均数字基础设施政策是按照行业内所有企业的整体需求和政策方向来制定的,而不是根据特定企业的情况,因而某个企业的数字技术创新并不能改变行业层面的数字基础设施政策,满足外生性。另一方面,企业所在行业的数字基础设施政策会影响整个地区数字经济政策的制定,满足相关性。工具变量回归结果表明工具变量与核心解释变量显著相关,且数字基础设施政策的系数依旧保持显著为正,证实了本文核心结论的可靠性。

(三) 机制分析

1. 数字基础设施政策与融资约束机制

WW 指数运用非线性 GMM 方法来估计欧拉方程参数,进而得到企业层面的融资约束程度指标^[28],该方法较为科学地反映了企业的融资约束程度,被较多学者使用。本文实证探究了数字基础设施政策对融资约束(FC)的直接影响,结果如表4列(1)所示,可以看到核心解释变量的系数显著为负。这表明数字基础设施政策在一定程度上减轻了企业所面临的融资约束。王海等^[19]认为在数字基础设施政策不断出台的背景下,地方政府为推动数字技术同各产业深度融合将引导金融机构为企业提供资金支撑。因此,假说2A得以证实。

2. 数字基础设施政策与研发投入机制

本文采用研发支出占总资产比例来衡量企业的研发投入力度(RD),从表4列(2)的结果可以看到核心解释变量的系数显著为正。这表明数字基础设施政策的制定和实施显著地促进了企业加大研发投入,推动企业数字技术创新水平的提升。余长林等^[29]的研究也表明以政府补贴表征的数字经济政策提高了企业研发投入力度进而促进企业创新。企业开展数字技术创新不仅是一次技术升级,更是一次战略性的转变,而数字基础设施政策成为实现这一转变的重要驱动力。假说2B得以证实。

(四) 异质性分析

1. 数字经济发展水平差异

随着数字技术和数字经济的快速发展,不同地区间的数字基础设施以及经济发展状况存在较大差异。部分地区在数字化浪潮中走在前列,新型基础设施更为完善,拥有更高水平的科教体系,这些地区能够更好地从数字化变革中受益,能够持续吸引资本

表4 机制分析

变量	(1) FC	(2) RD
DigitalPolicy	-0.0010* (0.0006)	0.0239* (0.0141)
控制变量	Yes	Yes
Year-FE	Yes	Yes
Firm-FE	Yes	Yes
City#Industry-FE	Yes	Yes
N	15 517	17 421
R ²	0.8164	0.8577

注:*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著,括号内是聚类到企业层面的稳健标准误。

^①因篇幅有限,稳健性和内生性检验结果未列示,留存备案。

和企业参与,从而引发了“马太效应”,地区之间的数字鸿沟逐渐加大。参考潘为华等^[27]的研究,本文利用熵值法测算了城市数字经济发展水平,并根据其年度中位数将样本划分为数字经济发展水平低和高两组,结果如表5列(1)和列(2)所示。可以看到,在数字经济发展水平较低的地区,数字基础设施政策的系数显著为正,而在数字经济发展水平较高的地区,其系数并不显著。这一结果表明数字基础设施政策能够有效促进数字经济发展水平较为滞后地区的企业开展数字技术创新,从而缩小地区间的数字鸿沟。

2. 市场化水平差异

市场化作为市场经济的基础特征,直接影响着政府与市场之间的关系和资源配置。在这一背景下,本文进一步探究了数字基础设施政策对不同市场化水平地区的企业开展数字技术创新的作用效果差异。本文借鉴梁琦等^[30]的研究计算了城市层面的市场化指数,并依据其年度中位数将样本划分为市场化水平低和高两组,结果如表5列(3)和列(4)所示。可以看到,在市场化水平较低的地区,数字基础设施政策的系数显著为正,而在市场化水平较高的地区,其系数并不显著。这一结果表明数字基础设施政策主要推动了市场机制较为薄弱地区的企业开展数字技术创新。

表5 不同外部环境下数字基础设施政策效果差异

变量	(1) 低数字经济	(2) 高数字经济	(3) 低市场化	(4) 高市场化	(5) 低治理水平	(6) 高治理水平
<i>DigitalPolicy</i>	0.0307* (0.0176)	0.0180 (0.0210)	0.0336* (0.0175)	0.0217 (0.0188)	0.0077 (0.0154)	0.0381** (0.0180)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year-FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Firm-FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>City#Industry-FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	6449	6339	6420	6438	9518	8319
R ²	0.8257	0.8328	0.8268	0.8146	0.8398	0.7903

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著,括号内是聚类到企业层面的稳健标准误。

3. 治理能力差异

数字基础设施政策的执行带来了诸多政策性资源,而企业自身的实力则成为其有效利用政策性资源进而转化为数字技术创新动力的关键因素,特别是企业内部的治理能力至关重要。在这一背景下,本文借鉴周茜等^[31]的研究计算了公司治理水平指数,并依据其年度中位数将样本划分为治理水平低和高两组,结果如表5列(5)和列(6)所示。可以看到,在公司治理水平较高的企业中,数字基础设施政策的系数显著为正,而在治理水平较差的企业中不显著。这一结果表明拥有健全治理体系的企业能更好地吸收和有效利用数字基础设施政策所带来的政策性资源,将其转化为推动数字技术创新的动能。

五、拓展性分析

(一) 数字技术创新与企业数字化转型

数字技术创新在近年来取得了巨大的突破,从人工智能到大数据分析,从物联网到区块链技术,各种前沿科技正在不断涌现并被应用到各个产业领域。这些技术的引入不仅改变了企业的生产流程和运营方式,更重要的是,它们为企业带来了全新的商业机会和增值服务。然而,数字化转型作为一个更为广泛的概念,涵盖了企业从传统业务模式向数字化、智能化和创新化转变的过程,也引发了学者和政策制定者的广泛兴趣^[3-4]。因此,企业数字技术创新水平的提升是否能够提高企业数字化转型程度,成为一个备受关注的问题。本文从数字化转型战略和数字化转型经济投入两个方面来考察。首先,本文参照吴非等^[2]的方法,通过计算上市公司年报文本中有关数字化关键词数量的自然对数值来衡量企业的数字化转型程度(*DigTran_Word*),回归结果如表6列(1)所示。从回归结

果来看,数字技术创新显著提升了企业数字化转型程度。其次,借鉴张永坤等^[32]的研究,采用上市公司无形资产明细项中的数字化资产金额占总资产比重来衡量企业数字化转型水平(*DigTran_Assets*),回归结果如表6列(2)所示。从回归结果来看,数字技术创新同样显著提升了企业数字化转型程度。上述发现不仅强化了本文的观点,也进一步证实了数字技术创新在数字化转型方面的重要作用。

(二) 数字技术创新与企业生产率

数字技术的引入和应用,为提升企业生产效率提供了前所未有的机遇。在企业内部,数字技术作为辅助模块融入业务层的运营架构中,实时监测生产工具的利用情况和产出效率,有利于降低企业内部管控成本,提高了生产经营效率^[1]。生产效率作为企业可持续发展的关键因素,影响着企业的盈利能力、市场竞争力和资源利用效率。随着企业数字技术创新水平的提升,其是否能够促进企业生产效率的提升?为了深入探讨这一备受关注的问题,本文采用了LP法来测度企业的全要素生产率

(*TFP*),以全面反映生产过程中的效率变化。表6列(3)的结果表明,随着企业数字技术创新水平的提升,企业的生产效率也得到有效提升。这一发现进一步印证了数字技术创新在提升生产效率方面的潜力,为企业在数字化时代保持竞争优势提供了有力支撑。

六、结论与政策启示

基于数字化变革的大背景,本文利用2009—2021年中国A股上市企业数据和城市面板数据,深入探究了数字基础设施政策如何牵引和塑造企业数字技术创新新格局,研究发现:(1)数字基础设施政策显著促进了企业数字技术创新水平的提升(创新数量和创新质量双重提升),而相比信息基础设施政策,融合基础设施政策的效果更佳。(2)机制分析表明,数字基础设施政策弱化了企业的融资约束,促进企业加大研发投入,从而推动企业开展数字技术创新。(3)异质性检验表明,在数字经济发展水平和市场化水平较低的地区,以及治理能力较强的企业中,数字基础设施政策对企业数字技术创新的影响显著。(4)拓展性分析表明,企业数字技术创新水平的提升能够推动其数字化转型,并且能够提升其生产效率。

基于研究结论,本文提出如下政策启示:(1)加大数字基础设施政策的研制和执行。加强数字基础设施政策的研制是推动企业数字技术创新的关键。例如地方政府可针对5G、大数据、云计算和物联网等领域出台重点支持举措,也要加强不同细分领域基础设施政策的协调和整合,鼓励不同领域之间的技术融合和创新,通过设立激励措施鼓励企业注重创新的深度和广度,推动数字技术创新从数量扩张向质量升级转变。(2)优化政策性资源供给。政府应进一步提供更多的政策性资源以支持企业开展数字技术创新。例如政府可以通过增加对数字技术创新的专项资金投入、提供税收优惠政策、设立创新奖励基金等方式,为企业提供更多的财政支持和资金激励,帮助企业更好地开展数字技术创新活动。(3)提高政策实施的精准度。政府在制定数字基础设施政策时要了解企业的实际情况,考虑到地区和企业的异质性,采取差异化的支持措施,以最大限度地促进企业的数字技术创新。例如在数字经济发展水平和市场化水平较低的地区,数字基础设施政策的刺激效应更为明显,政府可以加大政策支持力度,为当地企业提供更多的政策性资源和支持措施,以缩小区域间的数字鸿沟。对于治理能力较强的优质企业,则可以采取更为灵活的政策措施,注重提升其创新能力和竞争力。

表6 数字技术创新对企业数字化转型和市场绩效的影响

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>DigTran_Word</i>	<i>DigTran_Assets</i>	<i>TFP</i>
<i>DigitalPaten</i>	0.0298*** (0.0103)	0.0434* (0.0233)	0.0074* (0.0043)
控制变量	Yes	Yes	Yes
<i>Year-FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Firm-FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>City#Industry-FE</i>	Yes	Yes	Yes
N	21391	18191	16508
R ²	0.8358	0.7121	0.9606

注:*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著,括号内是聚类到企业层面的稳健标准误。

参考文献:

- [1] 陶锋,朱盼,邱楚芝,等. 数字技术创新对企业市场价值的影响研究[J]. 数量经济技术经济研究,2023,40(5):68-91.
- [2] 吴非,胡慧芷,林慧妍,等. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界,2021,37(7):130-144.
- [3] 袁淳,肖土盛,耿春晓,等. 数字化转型与企业分工:专业化还是纵向一体化[J]. 中国工业经济,2021(9):137-155.
- [4] 赵宸宇,王文春,李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济,2021,42(7):114-129.
- [5] YOO Y, BOLAND R J, LYYTINEN K, et al. Organizing for innovation in the digitized world[J]. Organization science, 2012, 23(5): 1398-1408.
- [6] NAMBISAN S, LYYTINEN K, MAJCHRZAK A, et al. Digital innovation management: reinventing innovation management research in a digital world[J]. MIS quarterly, 2017, 41(1): 223-238.
- [7] 刘洋,董久钰,魏江. 数字创新管理:理论框架与未来研究[J]. 管理世界,2020,36(7):198-217.
- [8] CORVELLO V, BELAS J, GIGLIO C, et al. The impact of business owners' individual characteristics on patenting in the context of digital innovation[J]. Journal of business research, 2023, 155: 113397.
- [9] FIRK S, GEHRKE Y, HANELT A, et al. Top management team characteristics and digital innovation: exploring digital knowledge and TMT interfaces[J]. Long range planning, 2022, 55(3): 102166.
- [10] TUMBAS S, BERENTE N, VOM BROCKE J. Digital innovation and institutional entrepreneurship: Chief Digital Officer perspectives of their emerging role[J]. Journal of information technology, 2018, 33: 188-202.
- [11] KOHLI R, MELVILLE N P. Digital innovation: a review and synthesis[J]. Information systems journal, 2019, 29(1): 200-223.
- [12] 孙勇,樊杰,刘汉初,等. 长三角地区数字技术创新时空格局及其影响因素[J]. 经济地理,2022,42(2):124-133.
- [13] HANELT A, FIRK S, HILDEBRANDT B, et al. Digital M&A, digital innovation, and firm performance: an empirical investigation[J]. European journal of information systems, 2021, 30(1): 3-26.
- [14] 毛丰付,郑好青,王海. 数字基础设施与企业技术创新——来自地方政府政策文本的新证据[J]. 浙江学刊,2022(6):104-114.
- [15] 邱子迅,周亚虹. 数字经济发展与地区全要素生产率——基于国家级大数据综合试验区的分析[J]. 财经研究,2021,47(7):4-17.
- [16] 张涛,李均超. 网络基础设施、包容性绿色增长与地区差距——基于双重机器学习的因果推断[J]. 数量经济技术经济研究,2023,40(4):113-135.
- [17] 陶长琪,丁煜. 数字经济政策如何影响制造业企业创新——基于适宜性供给的视角[J]. 当代财经,2022(3):16-27.
- [18] 李磊,刘常青,韩民春. 信息化建设能够提升企业创新能力吗?——来自“两化融合试验区”的证据[J]. 经济学(季刊),2022,22(3):1079-1100.
- [19] 王海,闫卓毓,郭冠宇,等. 数字基础设施政策与企业数字化转型:“赋能”还是“负能”? [J]. 数量经济技术经济研究,2023,40(5):5-23.
- [20] 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.
- [21] TIAN B B, YU B X, CHEN S, et al. Tax incentive, R&D investment and firm innovation: evidence from China[J]. Journal of Asian economics, 2020, 71: 101245.
- [22] CARBONI O A. The effect of public support on investment and R&D: an empirical evaluation on European manufacturing firms[J]. Technological forecasting and social change, 2017, 117: 282-295.
- [23] LIU Y, DONG J Y, MEI L, et al. Digital innovation and performance of manufacturing firms: an affordance perspective [J]. Technovation, 2023, 119: 102458.
- [24] YANG C H. How artificial intelligence technology affects productivity and employment: firm-level evidence from Taiwan

- [J]. *Research policy*, 2022, 51(6): 104536.
- [25] 罗佳, 张蛟蛟, 李科. 数字技术创新如何驱动制造业企业全要素生产率? ——来自上市公司专利数据的证据[J]. *财经研究*, 2023, 49(2): 95 - 109 + 124.
- [26] MANN K, PÜTTMANN L. Benign effects of automation: new evidence from patent texts[J]. *Review of economics and statistics*, 2023, 105(3): 562 - 579.
- [27] 潘为华, 贺正楚, 潘红玉. 中国数字经济发展的时空演化和分布动态[J]. *中国软科学*, 2021(10): 137 - 147.
- [28] LIVDAN D, SAPRIZA H, ZHANG L. Financially constrained stock returns[J]. *The journal of finance*, 2009, 64(4): 1827 - 1862.
- [29] 余长林, 杨国歌, 杜明月. 产业政策与中国数字经济行业技术创新[J]. *统计研究*, 2021, 38(1): 51 - 64.
- [30] 梁琦, 肖素萍, 李梦欣. 数字经济发展、空间外溢与区域创新质量提升——兼论市场化的门槛效应[J]. *上海经济研究*, 2021(9): 44 - 56.
- [31] 周茜, 许晓芳, 陆正飞. 去杠杆, 究竟谁更积极与稳妥? [J]. *管理世界*, 2020, 36(8): 127 - 148.
- [32] 张永坤, 李小波, 邢铭强. 企业数字化转型与审计定价[J]. *审计研究*, 2021(3): 62 - 71.

(责任编辑:原小能;英文校对:谈书墨)

How Does Digital Infrastructure Policy Drive Enterprise Digital Technology Innovation?

LI Jianpei¹, HU Zhe^{2,3}, LIAO Guiming⁴, LI Wenxiu¹

- (1. School of Economics and Trade, Guangdong University of Finance, Guangzhou 510521, China;
2. Institute of Quantitative and Technological Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China;
3. CASS Laboratory for Economic Big Data and Policy Evaluation, Beijing 100732, China;
4. Institute of Industrial Economics, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: There is a lack of robust empirical evidence on how policy engines guide enterprises in digital technology innovation amidst the wave of digitization. Drawing on data from Chinese A-share listed companies and textual data from prefecture-level and above cities government work reports spanning from 2009 to 2021, this study empirically investigates the impact of digital infrastructure policies on enterprise digital technology innovation. The findings indicate that digital infrastructure policies facilitate enhancing enterprise digital technology innovation levels. Mitigating financial constraints and encouraging increased research and development investment are identified as crucial channels through which digital infrastructure policies exert their influence. In regions with lower levels of digital economic development and marketization, the push effects of digital infrastructure policies on enterprise digital technology innovation are more pronounced, reflecting the efficacy of policy efforts to narrow the digital divide. Moreover, the effectiveness of digital infrastructure policies is further enhanced for high-quality enterprises with strong governance capabilities. The acceleration of digital technology innovation levels expedites the process of enterprise digital transformation and effectively enhances enterprise productivity. The study's conclusions provide new empirical evidence and policy insights for empowering enterprises to enhance digital innovation capabilities and promote the digital economy's sustainable development.

Key words: digital infrastructure policy; digital technology innovation; government work report; digital economy