

DOI: 10.13504/j.cnki.issn1008-2700.2026.02.005

# 数字金融发展能够提升 城市经济韧性吗?

王璇<sup>1</sup>, 葛新权<sup>2</sup>

(1. 中国社会科学院大学 经济学院, 北京 102488;  
2. 北京信息科技大学 商学院, 北京 100192)

**摘要:** 数字化浪潮席卷全球的时代, 数字金融作为数字经济的核心组成部分, 正成为增强城市经济韧性的关键驱动力。基于2011—2021年全国222个地级及以上城市的面板数据, 运用算法优化反事实估计的方法, 对城市经济韧性指标进行测度。采取双向固定效应模型与可解释机器学习相结合的实证方法, 探究数字金融发展对城市经济韧性的影响及其作用机制。基准回归结果显示, 数字金融发展能够提升城市经济韧性。异质性分析表明, 数字化程度较高的城市受到的效应具有明显的波动性; 东部、中部、西部地区处于数字金融发展的三个梯度阶段, 中部地区城市经济韧性受到的正向影响程度高于东部和西部地区。进一步分析显示, 数字金融发展与城市经济韧性存在非线性关系, 当城市数字普惠金融指数超过200~220区间时, 二者之间的影响系数将由负转正。机制分析表明, 数字金融发展通过调整产业集聚、赋能人力资本和优化经济结构等传导机制, 有效应对了冲击造成的影响, 且在冲击前后的不同阶段发挥着“调节器”的作用, 增强了城市经济系统的韧性。未来更应对城市类型采取差异化发展策略, 动态调整适配政策并推动数字金融高质量发展。

**关键词:** 数字金融; 城市经济韧性; 产业集聚; 人力资本; 经济结构

**中图分类号:** F830; F299.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2700 (2026) 02-0051-18

## 一、问题提出

2024年11月中共中央办公厅、国务院办公厅发布的《关于推进新型城市基础设施建设打造韧性城市的意见》指出:“到2030年, 新型城市基础设施建设取得显著成效, 推动建成一批高水平韧性城市, 城市安全韧性持续提升, 城市运行更安全、更有序、更智慧、更高效。”在全球经济一体化程度加深、气候变化和经济不稳定性加剧的背景下, 城市面临的风险和挑战日益复杂。城市韧性已成为衡量城市可持续发展和应对外部冲击能力的重要指标。城市韧性不仅关乎城市应对突发事件、维护社会稳定的能力, 更体现了城市系统在遭受冲击后迅速恢复并维持经济与社会活力的综合水平。增强城市韧性是提升城市长期竞争力、实现可持续发展的关键, 也是推进现代化城市治理体系建设的重要任务。经济韧性通过优化资源配置、推动技术创新、促进社会公平与包容等途径, 助力城市在危机中实现可持续发展, 在加速建设韧性城市的过

收稿日期: 2025-07-05; 修回日期: 2025-11-29

基金项目: 国家社会科学基金一般项目“多源数据融合下数字金融风险监测与防范机制研究”(23BGL091); 中国社会科学院大学研究生“科研创新支持计划”项目“数字金融发展对区域经济韧性的影响研究”(2025-KYY-082); 中国社会科学院大学二十大重大专项课题“实体经济与虚拟经济背离中的‘脱实向虚’现象及其治理研究”(校20230013)

作者简介: 王璇, 中国社会科学院大学经济学院博士研究生, 通信作者; 葛新权, 北京信息科技大学商学院教授、博士生导师。

程中发挥着至关重要的作用,是确保城市系统长远健康发展、应对危机并持续繁荣的核心支撑。

作为经济系统的重要组成部分,金融一直以来在应对突发事件和外部冲击中扮演着关键角色。“金融活则经济活,金融稳则经济稳。”数字技术的迅猛发展催生了数字金融这一新兴领域,创造了兼具高效率 and 广覆盖等特点的金融创新模式。2025年2月中国证监会发布的《关于资本市场做好金融“五篇大文章”的实施意见》指出:“加强政策协调、组织实施和宣传引导,扎实推进资本市场,着力做好科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融‘五篇大文章’。”数字金融是建设金融强国的基础底座,对科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融形成支撑助力,是做好金融五篇大文章的重要基石。传统金融学认为,面对自然灾害、金融危机等突发事件时,过度依赖投资驱动会导致结构失衡,暴露出的脆弱性会影响经济系统的稳定。而数字金融在提升风险收益效率和促进经济增长的同时,能通过紧缩货币政策影响宏观调控效果。其不仅重新定义了金融服务的边界,提高了金融服务的效率和普惠性,更在潜移默化中为资金流动性支持等难题提供了可能的解决思路与对策,增强了经济系统韧性。

值得注意的是,现实中数字金融发展水平较高的城市往往表现出更强的风险抵御与恢复能力。从理论层面而言,数字金融作为金融发展与数字技术深度融合的产物,对经济系统的作用机制有别于传统金融,能否有效增强城市经济韧性、通过何种路径发挥作用,都具有重要的理论探索价值。从现实层面而言,近年来全球经济不确定性显著上升,城市经济系统频繁面临外部冲击的考验,如何提升城市抵御风险与恢复发展的能力成为政策制定者关注的核心议题。数字金融凭借其普惠性、便捷性与高效性,在优化资源配置、缓解融资约束、降低交易成本等方面展现出独特优势,为增强城市经济韧性提供了新的可能路径。因此,考察数字金融发展对城市经济韧性的影响效应及其作用机制,不仅有助于深化对数字金融经济效应的理论认识,也能够为城市提升风险应对能力、实现高质量发展提供政策启示。有鉴于此,本文以“数字金融对城市经济韧性的影响”为主题,结合机器学习方法系统分析数字金融在提升城市经济韧性方面的实际效果和作用机制。本文可能的创新点在于以下三个方面:第一,揭示了数字金融与城市经济韧性的非线性相关关系,拓展了数字金融在提升城市经济韧性方面的理论与实证研究;第二,提出了城市经济韧性指标测度的优化方法,提升了反事实模型的预测精度和整体性能,为客观测度城市经济韧性指数提供了新思路;第三,运用可解释机器学习模型揭示数字金融对城市经济韧性的动态影响,为确定未来数字金融发展方向、推动金融高质量发展和推进中国式现代化建设提供了经验证据。

## 二、文献综述

“韧性”的概念源自拉丁词根“resilire”,表示系统在受到外部干扰或者冲击时,恢复到原本状态的能力,与“减震器”的特征属性类似。霍林(Holling)将物理学中有关“韧性”的概念引入生态学后,许多学者在此基础上扩展了“经济韧性”定义<sup>[1]</sup>。在严谨的学术语境与实证探究体系中,经济韧性并无单一、普适的定义与应用范式,而是高度依赖于所锚定的研究层次。将经济韧性划分为宏观与微观两个维度,其核心目标是降低灾害对经济福利的冲击并维持系统功能恢复能力。从宏观角度理解,经济韧性的实质是维持经济的可持续发展,指一个经济体在应对外部不确定性冲击、在压力态势下恢复稳定和冲击结束后重建自愈的能力。宏观层面不仅包含生产活动在受到冲击阶段控制损失的能力,还包括恢复过程中经济水平的提升程度。微观层面则聚焦家庭,通过储蓄、保险及社会保障机制平滑冲击并增加家庭的财务韧性,进而减少债务依赖。从均衡论和演化论的角度进行深入研究,支持工程韧性和生态韧性观点的学者,认为经济系统将处于单一均衡或多重均衡状态<sup>[2]</sup>。以适应性韧性为核心的学派,则提出经济系统不是简单线性的均衡过程,而是一个复杂、非均衡的演化过程<sup>[3]</sup>;演化韧性强调经济系统发展的长期动态性和路径依赖性。

从经济主体角度划分,经济韧性可分为区域经济韧性、企业经济韧性和家庭经济韧性等维度。因研究视角差异,区域经济韧性的概念尚无确切定义。但总结区域经济韧性的相关研究可见,马丁(Martin)、孙久文和孙翔宇认为区域经济韧性是区域经济系统在面对冲击时,所具备的抵御与吸收冲击、以一定速

度和程度恢复、重新整合资源并调整结构以适应新环境,以及在冲击后改变原有增长路径,开启新发展路径实现稳定增长的综合能力<sup>[4-5]</sup>。在此基础上,学者多基于其概念和分析框架对区域经济韧性进行实证研究,根据区域经济韧性评价指标的标准,利用产值、就业等数据,从竞争力、创新能力和经济全球化的角度对国家维度、城市维度和县乡维度上的经济韧性指数进行测度<sup>[6-8]</sup>,对影响区域经济发展的关键因素展开了讨论。作为区域经济韧性的重要分支,城市经济韧性一直是学界关注的重点议题。坎图尔和伊谢里-赛(Kantur & İşeri-Say)认为城市经济韧性作为区域经济韧性的一个重要组成部分,以具体城市的快速恢复能力、城市系统的适应能力以及多元化的经济基础为核心要素<sup>[9]</sup>。城市经济韧性并不完全是从城市角度对区域经济韧性进行研究,而是聚焦于具体城市在面对冲击时的表现。在研究时应注意城市经济韧性的两大特征:其一,城市经济在面对外生冲击后,具备回归到冲击前增长速率的能力,即城市经济的自我修复与复原能力;其二,当城市经济陷入低水平平衡困境时,能够快速实现向“更优平衡”状态的转换,凸显其突破既有局限、实现转型升级的动态调适能力。综上所述,城市经济韧性可定义为城市经济系统有效应对外部干扰并恢复到稳定状态的能力。

目前,已有许多文献实证检验了影响城市经济韧性的因素。卢现祥和滕宇法立足有效市场和有为政府维度,认为创新驱动政策效应对提升城市经济韧性具有持续性增强趋势<sup>[10]</sup>。政府通过优化配置和环境,纠正技术供给的市场失灵,强化创新政策对经济韧性的促进作用。张亚丽和项本武提出数字经济发展通过激发创业活跃度和创新活跃度提升市域经济韧性,东部及中心城市的促进作用强于中西部及外围城市<sup>[11]</sup>。张安伟和胡艳认为城市多中心空间结构对经济韧性的影响具有尺度依赖性和非线性特征,内部多中心通过承载力效应与效率效应促进韧性提升,而外部多中心通过要素流动与网络外部性呈现先促进后抑制的倒U型效应<sup>[12]</sup>。还有部分文献探讨了数字金融对经济韧性的影响。滕磊和马德功认为数字金融与高质量发展之间存在相关性,尤其是在创新发展、协调发展、开放发展和共享发展等方面具有显著的促进作用<sup>[13]</sup>。崔耕瑞将经济韧性划分为四个维度,认为数字金融对经济系统恢复力和抵抗力的积极效用最突出<sup>[14]</sup>。赫国胜和燕佳妮认为数字金融不仅对本市的经济韧性有正向影响,还通过空间溢出效应对其周围城市的经济韧性起到积极作用<sup>[15]</sup>。王智新等提出,数字金融间接通过数字基础设施对外商直接投资产生积极作用。而外商直接投资往往可以通过优化产业结构和提升基础设施,增强城市在经济波动中保持稳定与恢复发展的能力<sup>[16]</sup>。吴焯提出数字金融与绿色创新及其协同效应在短期内对城市经济韧性具有促进作用,长期内其促进程度表现为先升后降<sup>[17]</sup>。陈胜利等提出,数字金融在产业结构升级、缩小城乡差距和完善社会保障水平过程中显著发挥了正向促进作用,对经济韧性的影响随着互联网普及率门槛的变化逐步提升<sup>[18]</sup>。从城市层面看,李涛和徐运保认为数字金融将传统金融服务与数字化技术相结合,对推动城市经济高质量发展起到重要作用<sup>[19]</sup>。许多文献对数字金融发展影响经济韧性传导机制进行了探索,但此类研究方法可能存在局限:一是在研究角度上,对动态作用的研究有限。现有代表性的相关研究主要采用动态面板模型与空间计量模型,主要分析框架依赖于低维度截面数据或静态面板数据,缺乏对数字金融在长期中的动态作用研究,结论的时效性与解释力仍具有很大提升空间。二是在研究方法上,进一步的分析方法复杂。尽管常见的脉冲响应或门槛效应分析可以解决线性模型的难题,但两类方法的分割不但增加了分析的复杂性,而且模型间不兼容的冲突或分歧可能会降低结论的可信度。那么,如何从实证角度缓解分析框架和模型原理的限制性?数字金融发展对城市经济韧性产生了什么影响?如果存在显著关联,那么作用机制呈现线性关系还是非线性关系?城市的产业集聚、人力资本发展或经济结构的优化是否也受到了数字金融的作用?这些问题仍然值得深入研究。有鉴于此,本文基于城市面板数据,实证检验数字金融发展对城市经济韧性的影响效应及其作用机制,以期为相关研究提供新的经验证据。

### 三、理论分析与研究假设

#### (一) 数字金融发展对城市经济韧性的直接影响

金融作为现代经济体系的核心组成部分,通过发挥媒介资源配置功能、提升中介和分配效率,为实

体经济提供必要的资金支持并实现资源优化配置。高效的金融风险管理及价值发现机制增强了经济系统抵御内外部冲击的能力,是经济系统持续健康发展过程中必不可少的部分。利用金融化的积极效应,避免其过度发展带来的负面冲击,对实现金融可持续发展和实体经济健康增长至关重要<sup>[20]</sup>。数字金融通过促进信用服务水平提升、优化政商关系以及提高契约执行效率等渠道,间接提高资源配置效率<sup>[21]</sup>。这种模式打破了传统金融对物理空间的依赖,通过互联网技术实现了跨区域资本流动和知识扩散,这种发展所带来的溢出效应,显著拉动了目标地区和邻近地区的经济韧性,但溢出效应会随着地理距离增加逐渐衰减。从区域角度看,中国的区域经济韧性呈现“东高西低”的不平衡特征,当互联网普及率超过门槛时,数字金融的积极效果显著增强,东部沿海地区的促进作用显著高于中西部地区。中部地区的城市经济高质量发展往往通过企业家精神、要素配置效率和降低金融服务门槛进行提升,但作用强度具有先减弱后增强的特征。数字金融凭借高效的资源配置能力,对经济韧性的恢复力、抵抗力、转型力和适应力等多个维度均具有显著的促进作用,是提高经济韧性的关键驱动力。通过减少摩擦成本、优化资源配置和激发市场活力等机制起到了“润滑剂”的作用,显著提升了经济系统的稳定性和适应力。

基于以上分析,本文提出研究假设 H1: 数字金融发展能够提升城市经济韧性。

## (二) 数字金融发展对城市经济韧性的间接影响

数字金融通过优化产业空间布局与集聚形态,增强城市经济系统应对外部不确定性的能力。当城市经济系统出现危机时,数字金融依托高效的信息处理能力和资源配置功能,可以及时调整信贷流向和承接产业转移政策<sup>[22]</sup>,引导产业集聚,以此缓解冲击给经济系统带来的危害。当经济进入复苏期,支持传统产业向高附加值产业转型,多样化的产业结构使得经济体在面对外部经济波动时更具弹性,数字金融能够通过不同产业之间的相互支撑维持经济稳定。科技创新的最终目标是实现高新技术产业化,这些以知识和技术密集型企业为主的产业主要集中在第二、第三产业,符合产业结构高级化的标准。在数字金融推动下,传统产业通过引入先进技术和管理模式实现转型升级,而新兴产业则在资金助力下迅速崛起,形成多元化、智能化、数字化协调发展的产业格局。当经济增长模式从粗放型向集约型转变时,资本配置效率提高,产业结构朝着高级化方向发展,从而对经济的增长起到显著推动作用。这样不仅提高了经济体的生产效率,还降低了单一产业衰退对整体经济的冲击,以及对降低产业之间资源流动的摩擦成本,加快要素在产业间的优化配置具有积极作用。数字金融的支持进一步强化了产业协同发展之间的联系。当某一产业受到外部冲击时,其他产业可以通过调整资源配置和生产结构,发挥互补作用以减轻冲击的负面影响。这种协同机制提高了地区产业体系的抗风险能力。在经济下行压力加大的背景下,优化后的产业结构能够依靠产业间的相互支撑和资源共享,合理推进产业协同,平衡规模效应与负外部性,对维持地区经济的稳定运行和增强区域经济的韧性具有正向作用。

基于以上分析,本文提出研究假设 H2: 数字金融通过调整产业集聚对城市经济韧性产生积极作用。

数字金融提升人力资本供给规模和劳动力素质是促进城市经济韧性的另一关键机制。从短期视角看,数字金融通过降低金融服务准入门槛和提升服务包容性,有效增加了城市的就业机会,这种“普惠”的性质显著增强了城市的人口集聚效应。人口红利的增长通过要素流动和技术扩散产生了显著的空间溢出效应,进一步推动了生产性服务业与人才、资本等要素产生集聚效应,这种生产性服务集聚与城市经济韧性存在双向促进作用。在此过程中,充分利用劳动力资源、促进劳动力合理流动成为放大人口红利的关键要素。从长期视角看,数字金融通过提升教育资源配置效率,既推动了城市教育事业的均衡发展,又为基础应用研究提供资金支持,在提升劳动力供给质量方面发挥着重要作用。提升人力资本质量可以增强城市的创新力和竞争力,使地区经济在面对不确定性冲击时保持增长活力和自我修复功能<sup>[23]</sup>。

人力资本在金融部门与实体部门之间的配置结构存在一个理论上的最优配置阈值<sup>[24]</sup>,在这个过程中,资本“挤入”和金融“挤出”效应发挥作用,导致人力资本配置与实体经济增长之间呈现显著的 U 型曲线特征。数字金融与人力资本之间可能同样存在非线性关联:数字金融发展会基于宏观经济周期特征实施差异化的资源配置策略。在短期经济波动中,出于成本控制考量,数字金融倾向于压缩对人力资本等

长期要素的投入,表现为暂时性的抑制效应;而在长期发展维度,数字金融通过提升金融包容性、优化教育资源配置和强化技能培训支持等渠道,对人力资本积累产生持续且显著的促进作用,间接强化城市经济的整体适应能力和恢复能力。

基于以上分析,本文提出研究假设 H3:数字金融通过赋能人力资本强化了城市经济韧性。

数字金融提升城市经济韧性的另一个重要机制是优化经济结构。一方面,数字金融发展显著提升了经济的“集中效率”,它的规模效应促进了核心经济的持续发展。在需要经济高度集中的情境下,数字金融的网络效应和规模经济会显著强化城市的竞争优势,发挥结构性调节作用。借助数字支付系统降低交易成本,数字金融在短时间内加速服务对象资金的流动性,利用数字优势进行信贷配给控制资金流向,推动经济活动向效率更高的结构集中。另一方面,数字金融发展扩大了城市的“分布韧性”,为经济结构多元化提供基础支撑。在经济快速发展阶段,数字金融加速降低金融服务门槛,为中小企业和创新主体提供融资支持,打破既有市场的垄断格局;通过大数据的风控技术优化信贷资源配置,缓解金融排斥现象;促进跨区域金融要素流动,削弱地理空间对经济活动的约束,有效培育了多元的市场主体。

数字金融本质上是通过市场化的价格信号和算法决策,持续推动经济结构向帕累托最优的集中度水平收敛。从短期角度看,适度的经济集聚通过数字金融的催化作用,形成规模经济与范围经济的良性互动,提升城市应对外部冲击的缓冲能力。从长期角度看,较低的融资门槛和交易成本,促进了资本要素的多渠道流动。数字在线支付提升了中小微企业在经济市场上的占比,构成了“金字塔”型的市场主体结构,扩大了城市经济发展试错容错的空间。受益于多元化的经济结构,市场主体也有充足的“后备梯队”在经济复苏阶段快速进行替补,加速修补恢复城市经济系统的收益。

基于以上分析,本文提出研究假设 H4:数字金融通过优化经济结构强化了城市经济韧性。

#### 四、实证设计

##### (一) 样本选取与数据来源

研究样本为2011—2021年全国222个地级及以上城市(除港澳台地区)的面板数据,该时间段包含了中国经济运行中的多个关键性时刻与转折点。为了满足测度模型和实证分析的需求,需要选择适宜的城市样本,筛选城市数量的过程包括:(1)剔除2011年以后新设立或撤销的城市数据。2011年北京大学数字金融研究中心发布了数字普惠金融发展指数,此举是为了确保样本数据的有效性与一致性。(2)剔除变量缺失值较多的城市样本。部分城市缺失大量关键性就业和产出数据,无法进行大量数据填补工作。这类城市拟合的经济韧性指数缺乏有效性与可信度,因此未纳入分析样本中。筛选后的样本城市在经济、地理和金融发展方面均具有代表性,涵盖“八横八纵”光纤传送网覆盖的主要城市。数据来源于国家统计局网站、《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《北京大学数字普惠金融指数》以及万得(Wind)数据库,数据中部分缺失值使用时间序列法进行补充。

##### (二) 模型构建

为了合理测度数字金融对城市经济韧性的影响,将其他可能对城市经济韧性产生影响的因素作为控制变量纳入回归模型中。基准回归模型具体设计如下:

$$Res_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DF_{it} + X'_{it} \alpha_2 + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标*i*、*t*分别代表地区和时间;*Res*表示被解释变量城市经济韧性;*DF*表示核心解释变量数字金融指数;*X<sub>it</sub>*代表控制变量; $\alpha_0$ 为常数; $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ 分别表示数字金融发展和控制变量对城市经济韧性的影响; $\mu_i$ 与 $v_t$ 分别代表地区固定效应与时间固定效应; $\varepsilon_{it}$ 为随机误差项。

##### (三) SHAP 模型与方法

在实证分析中,线性基准回归模型因具有结构简洁、参数直观的特点被广泛采用。当样本数据呈现非线性关系或特征交互属性时,可能会导致难以捕捉复杂关系与模型欠拟合的问题。此时可以借助机器学习方法来解决这个问题,但多数机器学习方法模型结构复杂且运行过程缺乏透明度,导致研究者无法

直接揭示其内部参数运算与决策逻辑的体系。为此, 采取后置解释方法 SHAP<sup>[25]</sup> 来解释“黑箱”性质造成的一些问题。SHAP 解释方法的核心思想来源于合作博弈论<sup>[26]</sup>, 通过分配不可知的特征贡献度, 既能给出全局重要性排序, 也能提供个体预测的局部解释, 满足一致性与局部加性原则, 结果稳定可靠, 有助于提升复杂模型的可信度与优化模型结构。

SHAP 模型具有三类重要属性: (1) 局部保真性。前置与后置模型预测结果相等, 即如果输入单个样本, 后置解释模型的预测值与被解释的前置模型预测值相等。(2) 缺失性。即使单个样本存在缺失值, 但对 SHAP 值没有影响。(3) 连续性。如果前置模型进行优化变得更加复杂, 导致某个变量的贡献度变高, 相应的 SHAP 值也会上升。这些性质使 SHAP 构建了一个可加的模型, 模型中的所有特征都可以作为贡献者, 模型对每一个单样本都会生成预测值, 该样本中每个特征分配到的数值就是 SHAP 值, SHAP 值的公式如下:

$$y_i = y_{base} + f(x_{i1}) + f(x_{i2}) + \dots + f(x_{ij}) \quad (2)$$

其中,  $x_{ij}$  表示样本集  $X$  中第  $i$  个样本的第  $j$  个特征,  $y_i$  表示模型对第  $i$  个样本的预测值,  $y_{base}$  表示模型的基线 (所有样本中目标变量的均值),  $f(x_{ij})$  为  $x_{ij}$  对应的 SHAP 值, 即第  $i$  个样本中第  $j$  个特征对最终预测值  $y_i$  的贡献值。如果  $f(x_{ij}) > 0$ , 说明该特征对预测值有正向提升作用, 反之则表示特征降低了预测值, 有反向作用。

#### (四) 变量说明

##### 1. 被解释变量

城市经济韧性指数 ( $Res$ )。城市经济韧性指数代表城市经济系统抵御外部冲击和恢复的能力。学术界尚未对经济韧性的测度方法达成共识, 现有文献对于经济韧性的量化主要以综合指标体系法、核心变量法、反事实估计法为主, 部分文献从马尔可夫区制转移、混频动态因子法和在险增长的角度进行数据辅助测度<sup>[27-29]</sup>。但这些方法可能存在一定局限性: 综合指标体系法忽视抵抗与恢复力的动态差异, 会遗漏指标间存在的非线性作用; 核心变量法因指标单一难以反映多维韧性特征, 其解释力有待提高; 反事实估计法对计量模型预测性能的要求较高; 以统计或大数据方法为主的模型受设定偏差影响, 虽然预测出的结果符合检验标准, 但仍可能存在脱离事实的情况。为了满足反事实估计法对计量模型的性能要求, 本文在目标函数中结合 GMM-SL-SAR-RE (空间滞后自回归随机效应广义矩估计模型) 和 XGBoost (极端梯度提升) 模型估计。首先, 传统反事实估计法依托循环累计因果理论以及经济增长与就业之间的静态凡登定律构建回归模型 (3):

$$\ln y_t = \alpha + \rho_1 W_N \ln y_{t-1} + \gamma \ln y_{t-1} + \beta \ln x_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

其中, 就业水平  $y_t$  由整理后的各地级市就业数据衡量, 产出水平  $x_t$  由修正后的各地级市生产总值数据衡量。数据时间跨度为 2011—2021 年, 对模型进行反事实估计。然后, 将反事实估计法与 XGBoost 模型相结合。XGBoost 的核心思想基于 boosting (提升) 思想, 当单个弱机器学习器的分类性能有待提高时, 模型就会不断设定前一个学习器的残差作为预测目标, 通过训练新的弱学习器去优化修正出现的问题。在与反事实估计模型中, GMM (广义矩估计) 的目标函数设置为:

$$Q(\theta) = g(\theta)^T W g(\theta) \quad (4)$$

目的是找到能够最小化  $Q(\theta)$  的参数向量  $\theta$ , 使矩条件尽量接近于零, 从而使模型的估计误差最小。将 GMM 的矩条件与 XGBoost 的损失函数和正则化项结合, 目标函数可以设置为:

$$L(\theta) = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i) + g(\theta)^T W g(\theta) + \sum_{i=1}^T \Omega(f_i) \quad (5)$$

即  $\sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i)$  是损失函数, 用于最小化模型的预测误差;  $g(\theta)^T W g(\theta)$  是 GMM 的矩条件, 确保模型参数的估计不受内生性问题的影响;  $\sum_{i=1}^T \Omega(f_i)$  是模型的正则化项, 起到控制模型复杂度和防止过拟合的作用, 表 1 展示了参数估计值结果。

表1 参数估计值

变量	参数	GMM-SL-SAR-RE	XGBoost-GMM
$\ln y_{t-1}$	$\gamma$	0.365 4*** (0.007 6)	0.362 8*** (0.005 5)
$\ln x_t$	$\beta$	0.341 6*** (0.007 6)	0.343 4*** (0.005 5)
$W_N \ln y_{t-1}$	$\rho_1$	-0.006 7* (0.003 9)	-0.006 6** (0.002 8)
	$\alpha$	3.511 5*** (0.003 9)	3.511 8*** (0.002 8)

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著,括号内为标准误。

通过对比真实经济状况与无外部冲击情境下的估计结果差异,采用核心变量法量化经济韧性。本地历史因素及空间邻近效应显著影响了就业水平,上一期就业水平对当前就业水平具有显著的积极影响,证实就业市场存在稳定的惯性或持续性。经济增长显著促进了就业水平的提高,反映了经济扩张与就业增加之间的正相关性。邻近地区前一期就业水平的变化负向影响了本地区当期水平,区域间存在显著的经济联系和互依性。为了更好地比较 GMM-SL-SAR-RE 模型与 XGBoost-GMM 模型的拟合优度,分别进行了不同次数的蒙特卡洛模拟和 bootstrap 抽样进行对比测试。分析相关结果(限于篇幅不再详细展示,备索)可知,GMM-SL-SAR-RE 模型在拟合优度与灵敏度分析中展现了一定的稳定性,模型的预测结果随着输入变量的变化保持了相对一致。控制误差和方差表现较为平稳,偏差较小。虽然模型具有较好的稳定性,但是在面对更复杂、非线性关系的数据时,表现有所局限。若实际数据的误差分布偏离假设,可能无法充分捕捉数据复杂性,导致较大波动。

相较之下,结合了 XGBoost 方法的 GMM-SL-SAR-RE 模型存在一定优势,在处理复杂非线性关系和大规模数据集时,具有更强的适应性,对输入特征变化的响应更加灵敏,能够调整并提供精准的预测结果。蒙特卡洛和 bootstrap 抽样模拟结果进一步验证了模型的低偏差、高稳定性和泛化能力。在不同数据样本的反复抽样中,都表现出较低的误差和较小的方差,意味着该模型能够有效避免过度拟合的问题。在面对高维度、复杂且具有非线性特征的数据时,XGBoost-GMM 的集成学习机制和模型调优的能力能够更好地捕捉数据中的复杂关系和数据中的主要趋势。综上所述,虽然 GMM-SL-SAR-RE 方法在简单、线性的数据集上具有优势,但优化的反事实估计模型在应对复杂的非线性问题和大规模数据时更高效,所以选择结合 XGBoost 方法的 GMM-SL-SAR-RE 模型进行估计,参考核心变量法对样本进行测算。

理论上,冲击是对经济系统的外部影响或干扰,这些影响可能会导致经济变量的显著变化,是影响经济的随机事件<sup>[30]</sup>。参考已有研究<sup>[31-32]</sup>,将冲击点的基年确定为 2008 年、2012 年和 2020 年。2008 年和 2020 年时间段衡量目标变量本身对经济冲击的抗压能力,为冲击期起点。一方面,考虑到恢复期时间段存在间隔,可能影响模型对时间动态变化的捕捉能力,导致参数估计的偏差。另一方面,为消除数据量纲差异,提升模型的计算效率和稳定性,将测算得到的经济韧性指标数值平滑映射至区间  $[0, 10]$ ,避免极端值对分析的影响。由表 2 可知,东中西部地区城市经济韧性整体水平相近,东部地区略高于中西部,呈现相对均衡的空间格局,并展现出一定的特征:一是区域经济韧性呈现“趋同”态势。中西部地区增速持续快于东部,可能与逐步释放国家区域协调发展战略的政策效应相关。例如西部大开发、中部崛起等战略的深入实施,有效增强了中西部地区抵御风险、适应变化和转型恢复的能力,改善了区域发展不平衡状况。二是东部地区经济韧性呈现“稳态”特征。东部地区经济韧性增速放缓是经济发展阶段

演进的必然结果, 反映出其从规模扩张向质量提升转型, 从高速增长阶段迈入高质量发展阶段。三是外部冲击下的区域分化响应。2013年东部地区韧性出现短暂回落, 反映出外向型经济体对国际市场波动更为敏感; 而中西部地区受内需拉动, 具有较强的抗冲击能力。

表2 经济韧性指标测度结果

年份	东部地区		中部地区		西部地区	
	均值	累计变化率	均值	累计变化率	均值	累计变化率
2011	7.216 6	0.000 0	7.152 7	0.000 0	7.184 0	0.000 0
2012	7.257 1	0.561 2	7.216 2	0.888 2	7.209 2	0.350 3
2013	7.123 5	-1.290 4	7.197 0	0.619 7	7.176 5	-0.104 8
2014	7.235 6	0.263 1	7.249 7	1.356 1	7.226 7	0.595 0
2015	7.273 9	0.794 7	7.247 4	1.324 9	7.247 8	0.888 2
2016	7.290 3	1.021 9	7.274 2	1.699 6	7.273 5	1.246 2
2017	7.327 9	1.542 2	7.210 2	0.804 5	7.294 2	1.534 2
2018	7.355 9	1.930 8	7.358 4	2.875 9	7.334 0	2.087 9
2019	7.368 6	2.106 9	7.334 6	2.543 8	7.339 8	2.168 6
2020	7.364 9	2.054 6	7.370 0	3.038 1	7.341 6	2.193 4
2021	7.361 1	2.002 4	7.382 2	3.209 1	7.380 2	2.731 5

注: 累计变化率以2011年为基期, 反映各地区经济韧性相对基期的变动幅度。

## 2. 核心解释变量

数字金融指数 ( $DF$ )。采用北京大学数字金融研究中心构建的数字普惠金融发展指数进行测度 ( $DIFI/100$ )<sup>[33]</sup>。指数设计立足三个基础维度: 金融服务的覆盖范围、应用程度及数字化支持水平, 通过设置24个细分指标形成完整的评估框架, 实现了对中国各省域、市域及县域层面数字金融发展状况的系统性监测。鉴于该指数具有广泛认可性及较强的测度准确性, 本研究将其纳入核心解释变量体系。

## 3. 其他控制变量

根据以往关于经济韧性的研究, 为尽可能减少因遗漏变量而产生的内生性偏误问题, 选取以下控制变量: (1) 人口密度 ( $Pop$ )。表示为地区常住人口数量与城市面积之比的对数值。人口密度影响城市的资源配置、公共服务水平及风险承载能力, 可能对城市经济韧性的形成与演化过程产生影响。(2) 对外开放水平 ( $Fdi$ )。表示为各地区实际利用外资额与地区生产总值比值 (实际利用外资额经当年人民币与美元平均汇率折算)。对外开放程度较高的地区通常更易受外部经济波动的影响, 直接影响经济对外部市场的依赖程度以及应对外部冲击的能力。(3) 金融发展程度 ( $Fri$ )。表示为年末金融机构存款余额与地区生产总值之比。金融发展程度影响着区域内资本的可得性、风险分散的能力以及金融体系的稳健性, 这些因素在经济波动中发挥重要作用。(4) 城市化水平 ( $City$ )。表示为非农业人口与户籍人口比值。城市化水平既为数字金融发展提供了必要的市场环境和技术条件, 又直接关系到城市在面对外部冲击时的抵御、适应和恢复能力, 是衡量区域经济社会发展阶段的重要指标。(5) 区域科技支出 ( $Tech$ )。表示为科学技术支出与政府财政一般支出比值。科技创新投入是驱动区域经济转型升级的关键动力之一, 提升区域整体的科技创新投入水平能够提高生产要素的利用效率、降低运营成本, 增强经济实体抵御外部冲击的能力。同时, 支出占比的提高也为数字金融发展奠定了坚实的技术基础, 有利于数字金融技术的本地消化吸收和深度渗透, 从而促进数字金融在城市经济韧性建设中发挥更大的作用。由表3可知, 经济韧

性的标准差较小,表明城市经济韧性整体处于相对均衡的发展状态。城市样本在抵御风险、适应变化和恢复发展方面表现出趋同特征,反映出区域协调发展战略和宏观调控政策的有效性。但数字金融的标准差较大,可能与城市经济韧性的差异存在内在关联,为探究二者之间的相关性提供了现实依据。

表3 变量描述性统计结果

变量	变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Res</i>	经济韧性	2 442	7.279 5	0.238 3	0.000 0	10.000 0
<i>DF</i>	数字金融	2 442	1.848 7	0.729 7	0.195 3	3.596 8
<i>Pop</i>	人口密度	2 442	5.761 6	0.896 5	0.793 0	7.881 6
<i>Fdi</i>	对外开放	2 442	0.017 0	0.018 5	0.000 0	0.228 7
<i>Fri</i>	金融发展	2 442	2.524 9	1.219 7	0.587 9	21.301 8
<i>City</i>	城市化水平	2 442	0.393 1	0.205 6	0.075 2	1.000 0
<i>Tech</i>	科技支出	2 442	0.016 8	0.017 2	0.000 6	0.206 8

## 五、实证结果与分析

### (一) 基准回归

首先,为了探究数字金融对城市层面经济韧性的影响,对模型(1)进行基准回归。表4列(1)~列(3)的结果表明,无论是否控制城市和时间固定效应,数字金融发展均显著促进城市经济韧性。列(3)的回归结果显示,在控制双向固定效应和其他影响因素的情况下,数字金融发展对城市经济韧性的估计系数为0.189 4,说明数字金融发展指标每增加一个单位,对应的城市经济韧性指标增加约18.94%。这种显著的正向影响验证了数字金融在提升城市经济韧性方面的重要作用,数字金融通过改善金融服务的可得性和效率,重新整合分散的资源,有利于发挥金融资源的规模效应和范围效应,增强了城市经济系统应对外部冲击的韧性强度,初步验证了H1。

表4 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
数字金融	0.105 2 <sup>***</sup> (0.007 0)	0.098 2 <sup>***</sup> (0.007 9)	0.189 4 <sup>**</sup> (0.082 1)
人口密度	-0.011 0 <sup>*</sup> (0.005 6)	0.003 0 (0.032 7)	0.007 2 (0.032 5)
对外开放	-0.177 7 (0.273 4)	0.067 5 (0.400 0)	0.156 0 (0.399 3)
金融发展	-0.033 6 <sup>***</sup> (0.004 2)	-0.018 2 <sup>**</sup> (0.007 3)	-0.020 9 <sup>***</sup> (0.007 5)
城市化水平	0.027 2 (0.024 5)	-0.005 1 (0.104 0)	-0.040 5 (0.103 5)
科技支出	-0.249 1 (0.312 1)	0.684 2 (0.512 5)	0.445 7 (0.516 2)

表4(续)

变量	(1)	(2)	(3)
常数项	7.229 6*** (0.034 1)	7.115 8*** (0.196 7)	7.092 9*** (0.199 0)
观测值	2 442	2 442	2 442
地区固定效应	未控制	控制	控制
年份固定效应	未控制	未控制	控制
$R^2$	0.091 7	0.091 8	0.112 3

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著,括号内为标准误。后表同。

## (二) 内生性分析

在探讨数字金融发展对城市经济韧性影响的基准回归分析过程中,可能因遗漏关键变量及潜在的反向因果关系而出现内生性问题。一方面,数字金融的演进轨迹深刻交织于多重核心因素之中,例如市场监管与政策执行力度、区域创新生态的活力以及社会资本积累的深度等,均构成其不可或缺的发展土壤。另一方面,经济韧性较高的地区往往展现出对金融体系建设更为积极的姿态与更强的驱动力。这类区域凭借其稳固的经济基础与高效的技术吸纳能力,构建了一个有利于技术快速扩散与应用的良好环境。选取的工具变量包括:(1)滞后一期的数字金融发展指数(工具变量I)。选取解释变量滞后一期作为工具变量,可以从时序上缓解和避免计量中可能的内生性问题。(2)除本市外其他城市数字金融发展指数平均值与杭州球面距离(对数)的交互项(工具变量II)。考虑到杭州在全国数字普惠金融领域的领先地位,地理位置较近的城市可能呈现更高的发展水平,且距离与经济发展水平之间并不存在线性关系,从而满足排他性约束。但“距离”变量属于截面数据,不随时间的变化而改变,所以利用城市到杭州的球面距离与除了本城市之外的数字金融发展指数平均值交互,得到随时间变化的工具变量。(3)互联网普及率与1984年每百万人邮局数交互项(工具变量III)。网络普及率反映了数字金融服务的可达性,1984年邮电数据反映了早期的基础设施建设,可以捕捉到历史基础设施与当前网络普及率共同作用下的数字金融发展特征。由表5可知,三类工具变量的Kleibergen-Paap Wald rk F统计量均大于经验值10,拒绝弱工具变量假设。第二阶段的回归结果均显著为正,保证了基准回归估计结果的因果性。

表5 工具变量检验结果

变量	工具变量 I		工具变量 II		工具变量 III	
$IV_1$	0.550 2*** (0.039 0)					
$IV_2$			-0.037 9*** (0.006 2)			
$IV_3$					0.655 6** (0.338 6)	
数字金融		0.307 0** (0.124 0)		0.491 9** (0.243 1)		0.461 9* (0.245 6)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	2 220	2 220	2 442	2 442	1 958	1 958

表5(续)

变量	工具变量 I		工具变量 II		工具变量 III	
地区固定效应	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
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	198.820 0		37.580 0		18.390 0	

### (三) 稳健性检验

为了确保研究结论的稳健性,本文从三个角度进行稳健性检验。第一,采用 GMM-SL-SAR-RE 模型的反事实估计结果来拟合韧性测度值,且不对测度结果使用平滑处理的方法控制数据区间。第二,构建以抵抗恢复、适应调节和转型发展为核心的指标体系,重新测度城市经济韧性指标。第三,对研究样本进行缩尾处理,将异常值定义为低于第 5 百分位数和高于第 95 百分位数的值,并将这些异常值从数据中剔除后重新进行估计。

由表 6 的回归结果可知,三类回归结果展示的系数都显著,核心解释变量系数的符号与基准回归一致,可以证明数字金融发展能够显著提升城市经济韧性的结果较为稳健。

表 6 不同经济韧性指数的稳健性检验结果

变量	GMM-SL-SAR-RE	指标体系	缩尾处理
数字金融	0.340 5** (0.146 9)	0.060 9*** (0.010 4)	0.112 7*** (0.020 9)
常数项	-0.341 9 (0.356 2)	0.200 5*** (0.025 2)	7.145 5*** (0.059 6)
控制变量	控制	控制	控制
观测值	2 442	2 431	1 990
地区固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
$R^2$	0.111 3	0.551 2	0.588 2

### (四) 机制分析

数字金融在重塑传统金融运行模式的同时,提升了金融支持创新发展的效率,对城市的经济韧性产生了积极影响。机制路径变量既需要与数字金融有着密切关联,同时又要与被解释变量存在联系。因此,从数字金融通过调整产业集聚、赋能人力资本和优化经济结构三个方面验证数字金融提升城市或地区的经济韧性水平的作用机制。机制变量数据来源如下:产业集聚机制变量基于地区的集聚程度<sup>[34]</sup>,采用产业集聚公式进行构建,其数值大小与集聚程度成正比。赋能人力资本机制变量采用每万人的普通高等学校在校人数表示。经济结构机制变量使用赫芬达尔指数进行衡量,该指数的数值变化与城市产业结构特征呈现显著相关性:当赫芬达尔指数值较高时,表明城市主导产业集中程度较高,经济结构呈现单一化特征;指数值降低反映城市产业分布趋于分散,经济结构向多元化方向发展。

#### 1. 基于线性回归模型的研究

调整产业集聚机制检验的结果如表 7 所示,数字金融发展与产业集聚变量回归系数在 1% 的水平下显著为负。原因可能有以下三方面:第一,传统金融与物理集聚之间的依赖性更强。数字金融通过降低信息不对称和交易成本,削弱了传统产业集聚的核心动因。城市的产业集聚型企业倾向于集中在金融资源

丰富的区域以获取本地化的金融服务。数字金融的跨区域服务能力使得企业无须依赖物理邻近的金融机构,对中小城市的企业而言,无须再迁往核心经济区以获得资源,导致产业集聚性下降。第二,数字金融加速了产业升级和分工重构。数字金融的普惠性降低了中小企业和边缘地区企业的融资约束,使其能够以更低成本在非核心区域运营,推动低附加值产业向成本更低的区域转移,经济核心城市因产业升级转向服务业,而此类产业对物理集聚的依赖程度较低,因此在统计上表现为产业集聚度的下降。第三,政策与资源再分配。数字金融的发展常伴随区域均衡发展战略的推进,通过优化金融资源空间配置,减少传统产业对核心城市的路径依赖,进一步替代了地理邻近的信息传递功能。综上所述,数字金融通过降低城市的产业聚集度,优化了产业结构。这一过程不仅有助于减少产业资源浪费,解决城市间的产业发展不均衡问题,还增强了城市经济系统面临冲击时的抵抗力与恢复力。

赋能人力资本机制检验的结果如表7所示,数字金融发展与人才赋能变量回归系数在1%的水平下显著为正,表明数字金融发展能够提升城市的人力资本水平,由此强化赋能人力资本机制。数字金融通过改善教育、科研等领域的资金供给,为区域人力资本的积累与发展提供了有力保障。一方面,数字金融降低了教育资源配置的资金约束,推动教育资源向高等教育、职业培训与技能提升领域集中,提升了城市的人力资本质量与创新能力。另一方面,数字金融通过多样化的金融工具和平台,促进了人才流动与跨区域集聚,为区域经济发展引入了高素质创新人才,强化了区域人力资本的积累与配置效率,推动赋能人力资本机制。通过支持研发投入与科技创新项目,提升了人才在技术研发与创新活动中的贡献度,进一步强化了城市经济系统的创新效率与动态适应能力。数字金融的发展使得城市经济系统能够更高效地匹配人才供给与需求,打破了人才资源分配的地区壁垒,形成了跨区域的人才流动与聚集效应。高素质人才通过技术创新与资源整合,提升了经济的创新效率与适应能力,为城市经济系统面临冲击时提供了有效保障,提升了城市的经济韧性。

优化城市经济结构机制检验结果如表7所示,数字金融发展与经济结构机制变量赫芬达尔指数回归系数在1%的水平下显著为正,表明数字金融的发展可能会提升城市经济结构的集中度。从要素配置的角度分析,数字金融降低了信息不对称和融资约束,但资源再配置过程往往导致经济结构趋于非均衡状态,表现为赫芬达尔指数的上升。具体而言,数字金融平台的风险评估机制可能具有一定的“偏向性”,这种偏好会使得少数高增长企业在城市经济中占据主导地位;而数字金融支持的技术创新可能加速传统行业的衰退,进一步压缩经济结构的多样性。从城市发展的视角分析,数字金融的发展可能强化城市经济的专业化分工,促使城市经济结构向具有比较优势的领域集中,过程反映为赫芬达尔指数的提高。从制度环境的角度分析,政府的产业政策与数字金融发展可能产生协同效应。数字金融试点城市通过定向信贷支持特定产业,会提高经济结构的集中度。数据要素市场的完善程度会影响数字金融业务的分布,在数字化程度较低和数据完善度较低的城市,数字金融的积极效益更易集中于数据富集部门。综上所述,数字金融通过优化城市经济结构,在适度范围内提升了城市经济应对外部冲击的适应能力和恢复能力。

表7 机制分析回归结果

变量	产业集聚	人才赋能	经济结构
数字金融	-0.150 5*** (0.036 6)	0.063 1*** (0.008 8)	0.006 4*** (0.002 0)
常数项	0.218 8** (0.088 1)	0.346 3*** (0.021 3)	0.144 3*** (0.007 0)
控制变量	控制	控制	控制
观测值	2 431	2 442	1 968

表7(续)

变量	产业集聚	人才赋能	经济结构
地区固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
$R^2$	0.063 1	0.262 1	0.889 9

## 2. 基于机器学习模型的研究

线性回归的固有局限性仅能反映净效应,掩盖了潜在的非单调关系。因此,本文参照异质性分析的研究方法,对数字金融与机制变量之间进行动态非线性讨论。为了进一步分析,参考经济韧性测度时冲击点的设定,将2011年和2020—2021年设定为抵抗期;2012—2019年设定为恢复期。

由表8可知,数字金融发展对机制变量的影响会随经济韧性属性变化的阶段进行动态变化。数字金融对产业集聚的影响在抵抗期为正向,影响程度排名第三位;在恢复期,产业集聚受到的影响转为负,其影响重要性排名降至第五位,影响程度进一步降低,这表明数字金融发展在面临不确定性冲击时会显著促进产业集聚行为。当城市经济系统遭受外部冲击而进入抵抗期时,数字金融通过降低信息不对称与交易成本,强化企业向核心集聚区收缩的向心力,形成抵御冲击的空间缓冲机制。进入恢复期后的转变说明,当经济系统从生存模式转向增长模式时,数字金融开始促进资源跨区域配置,推动产业适度分散,避免过度集聚带来的资源瓶颈与风险集中问题,通过空间优化和区域协同增强整体韧性。

表8 SHAP特征:基于不同时期机制变量分析结果

变量	产业集聚				人力资本				经济结构			
	抵抗期		恢复期		抵抗期		恢复期		抵抗期		恢复期	
	属性	重要性	属性	重要性	属性	重要性	属性	重要性	属性	重要性	属性	重要性
数字金融	+	0.042 1	-	0.011 4	+	0.103 0	+	0.073 3	+	0.060 4	+	0.003 6
人口密度	-	0.026 5	-	0.038 9	-	0.017 8	-	0.364 5	+	0.003 9	+	0.009 3
对外开放	+	0.036 4	+	0.102 3	+	0.453 3	+	0.255 1	+	0.019 4	-	0.002 4
金融发展	+	0.103 5	+	0.008 0	-	0.744 7	+	0.837 7	+	0.006 5	-	0.010 5
受教育程度	-	0.017 8	-	0.035 9	-	0.064 0	+	1.161 6	-	0.009 0	-	0.000 9
科技支出	+	0.092 9	+	0.136 0	-	0.493 7	-	0.286 6	-	0.006 7	-	0.003 4

从抵抗期至恢复期,数字金融发展对人力资本变量的重要性排名从第四位降到了第六位。可见抵抗期时段城市个体层面人力资本变量受到的影响程度,远小于恢复期数字金融发展带来的贡献值。原因可能是,在系统受到冲击期间,城市经济系统的核心目标在于维持基本运转与短期稳定,数字金融通过降低劳动力市场的信息不对称与搜寻成本,在抵御外部冲击过程中发挥了人力保障功能。进入恢复期后,数字金融对人力资本配置的正向效应持续存在,但其重要性排序由第四位降至第六位。随着外部冲击消退与经济活动逐渐正常化,劳动力市场的应急性调配需求趋于弱化,人力资本配置逻辑从危机时期的短期稳定导向转向常态化均衡状态,数字金融在该传导路径上的边际贡献相应减弱。

在危机冲击时期,经济系统如同进入防御状态,数字金融发展对经济结构起到了显著调节作用,正向强化了资源集中配置的倾向。这是城市经济体系为应对危机维持基本运转的本能,即通过集中关键资源来确保核心经济功能不受影响。进入恢复期后,数字金融对经济结构集中的正向影响依然存在,但重

要性排序降至第三位。这一变化表明, 随着外部冲击消退与经济系统企稳, 维持结构集中的紧迫性相对下降, 城市经济体系逐步从集中应急状态向均衡发展状态过渡。

综上所述, 数字金融发展对经济韧性的影响呈现显著的阶段性特征, 这种特征本质上是经济系统在不同压力状态下做出的适应性反应。这种作用性质的转换, 本质上揭示了数字金融与经济韧性之间更深层的联系: 数字金融不是简单的工具性变量, 而是经济系统适应环境变化的“调节器”。在危机时, 这个系统帮助经济体收缩防守; 在复苏时, 数字金融又支持经济体舒展生长。这种与生俱来的双重属性, 使得数字金融成为现代经济韧性不可或缺的组成部分, 其价值在于能够自然地配合经济系统不同阶段的内在需求。

## (五) 异质性分析

### 1. 基于线性回归模型的研究

为探究数字金融发展对城市经济韧性的提升作用, 本文参考已有研究<sup>[35]</sup>, 按照城市数字化程度和城市所属地理区域对样本数据进行划分, 城市数字化程度的划分包括数字化程度较高地区和数字化程度一般地区, 城市所属地理区域将样本划分为东部、中部、西部分别进行回归。

由表9可知, 不同数字化程度的城市之间, 数字金融对经济韧性的影响效果存在一定差异, 数字金融对数字化程度较高的城市经济韧性的提升效应更加明显。原因可能为: 数字化程度高的城市往往已具备完善的数字基础设施、成熟的数字产业体系以及充足的政治资源。这类城市在数字化转型过程中已基本实现了信息基础设施的广泛覆盖、数据要素的高效流通以及创新生态的持续优化。相较而言, 数字化程度一般的城市尚处于数字转型的关键阶段, 其制度配套、金融服务普惠性与信息对称性等方面仍存在明显短板。在这一背景下, 数字金融的发展能够解决传统金融资源配置中的“融资难”和“融资贵”问题, 提高资源配置效率和市场主体的抗风险能力, 从而带来韧性提升。

表9 异质性分析回归结果

变量	城市数字化程度		城市地理区域		
	程度较高	程度一般	东部地区	中部地区	西部地区
数字金融	0.3219*	0.2122**	0.1808	0.3976**	-0.0186
	(0.1935)	(0.1025)	(0.1177)	(0.1947)	(0.0533)
常数项	6.9879***	7.2790***	7.7231***	6.7646***	7.2801***
	(0.3022)	(0.5488)	(0.9506)	(0.5368)	(0.0739)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	561	1881	1045	847	550
地区固定效应	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
$R^2$	0.1808	0.1006	0.1694	0.0746	0.5864

数字金融发展对经济韧性的影响在三类地理区域城市中表现出异质性。其促进效应在中部地区显著为正, 且中部地区的系数较大。回归系数在东部地区为正、西部地区为负, 但都不显著。其原因可能是中部地区处于数字金融发展的“窗口期”, 地区数字基础设施逐步完善但尚未饱和, 能够有效弥补传统金融服务的不足, 提升资源配置效率, 增强市场主体的抗风险能力, 从而提升经济韧性。东部地区处于边际效应递减的“平台期”, 其数字金融发展水平较高, 数字基础设施和金融服务体系已趋于完善, 数字金融的进一步发展对经济韧性的积极作用趋于边际递减。西部地区处于“适应期”, 数字基础设施相对薄

弱,数字金融发展水平较低,金融服务覆盖面有限。尽管数字金融具有潜力,但在当前阶段,其对经济韧性的促进作用尚未显现。

### 2. 基于机器学习模型的研究

为了进一步证实上述理论,本文基于机器学习模型直观展示了城市异质性条件下的数字金融发展对城市经济韧性的非线性效应。表 10 展示了基于城市异质性分类的 SHAP 特征重要性,指标的 SHAP 值基本包括了回归分析中已经捕捉的线性关系。结果表明,数字金融发展对城市经济韧性的影响属性在不同数字化水平下存在差异。对数字化程度一般的城市而言,数字金融发展的重要性最大;对数字化程度较高的城市来讲,数字金融发展的重要性排名第三位。按照地理区域异质性分类,数字金融发展都排在较为重要的位置。对东、中部地区而言,其重要性的贡献度几乎保持一致;西部地区数字金融发展的贡献度相对较低,进一步验证了前文线性回归模型的结论。

表 10 SHAP 特征:基于城市异质性分析结果

变量	城市数字化程度				城市地理区域					
	程度较高		程度一般		东部地区		中部地区		西部地区	
	属性	重要性	属性	重要性	属性	重要性	属性	重要性	属性	重要性
数字金融	-	0.035 7	+	0.143 7	+	0.090 4	+	0.093 8	+	0.064 2
人口密度	+	0.034 5	+	0.026 8	+	0.008 1	+	0.005 0	-	0.009 1
对外开放	+	0.042 7	+	0.058 6	+	0.034 3	-	0.047 8	-	0.017 2
金融发展	+	0.001 4	-	0.010 6	-	0.034 6	+	0.059 2	+	0.097 9
受教育程度	+	0.016 2	-	0.087 5	-	0.002 4	-	0.009 3	-	0.003 5
科技支出	-	0.045 6	-	0.033 0	-	0.004 8	-	0.000 1	+	0.022 3

为了直观地研究二者间的非线性关系,利用 XGBoost 模型输出绘制 SHAP 值散点图。如图 1 所示,横轴代表每种分组的数字金融发展程度(数字普惠金融发展指数值对应为  $DF \times 100$ ,后文对数字普惠金融发展指数值简称为  $DIFI$ ),纵轴代表对应的 SHAP 值大小。整体来看,虽然城市经济韧性的系数随着数字金

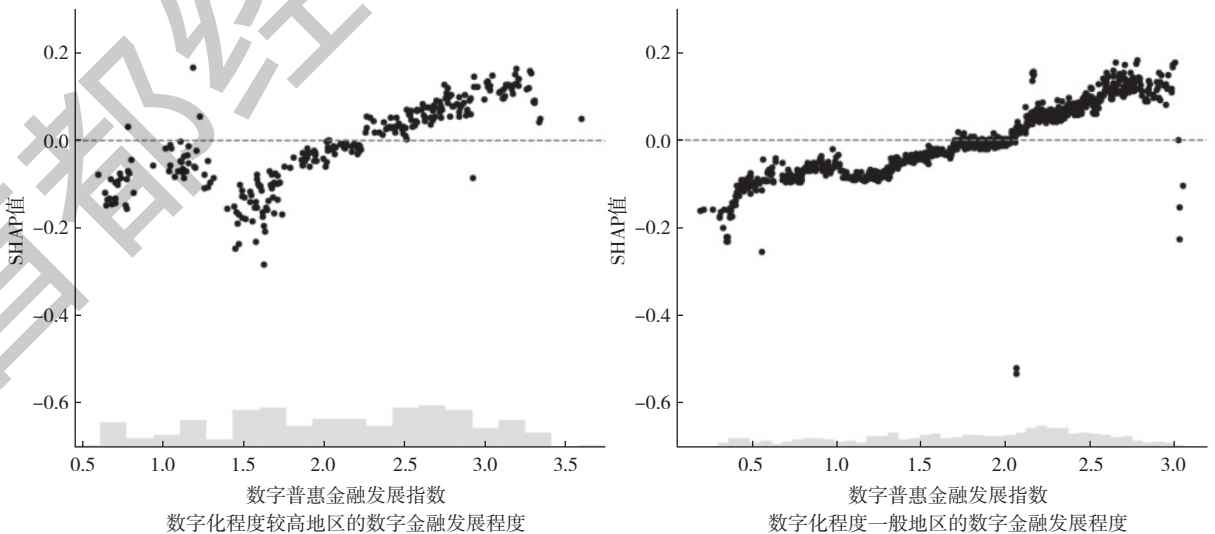


图 1 数字化程度异质性分析—SHAP 值散点分布

融发展指数的增加由负变正,但是各类分组由负转正的门槛和动态变化存在差异。 $DIFI$ 约等于200时,在数字化程度一般的城市对应SHAP值由负变正; $DIFI$ 约等于220时,数字化程度较高的城市对应SHAP值由负变正。且当SHAP值为负时,数字化程度较高的城市受到的负面影响程度上下波动, $DIFI$ 为140~175阶段的城市受到的负面影响最大。数字化程度一般的城市受到的影响程度较小,随着指数的上升,负面影响带来的效果会边际递减直至消失为零。经过 $DIFI$ 为175~200阶段后,数字金融发展开始对城市经济韧性产生积极影响且影响不断提高。东、中、西部地区对应SHAP值为零的阶段几乎都在 $DIFI$ 数值为200左右,东部地区在影响系数为负时的散点图曲线与数字化程度较高的城市类型对应曲线相似,负面影响效果不稳定;中、西部地区散点图曲线相似(留存备案),但西部地区更加平缓,意味着数字金融发展对中部地区的影响程度相对较高,当西部地区对应城市 $DIFI$ 值超过200后,边际效应递增的现象更明显,意味着西部地区城市的经济韧性在未来发展方面具有更大的潜力。

## 六、结论与建议

本文以2011—2021年全国222个地级及以上城市的数据作为研究对象,结合反事实估计方法与XGBoost算法,缓解了计量模型性能不足的限制,优化了城市经济韧性测度方法。构建双向固定效应模型与可解释机器学习方法的框架,探讨数字金融与城市经济韧性之间的相关关系。经过实证研究得出以下结论:

第一,数字金融能够显著提升城市经济韧性。经过稳健性和内生性检验后,结论依然成立,证明了数字金融在增强城市经济韧性方面的重要作用。进一步分析表明,数字金融对城市经济韧性的影响具有阈值效应。当城市数字普惠金融指数超过200~220区间时,其影响系数由负转正,开始稳定地对经济韧性产生积极作用。

第二,数字金融对城市经济韧性的影响存在异质性。数字化程度一般的城市受到数字金融影响较为有限,但表现出较强的稳定性;而数字化程度较高的城市虽然受到更显著的影响,但其影响效应具有较大的波动性,稳定性相对较弱。区域差异分析显示,中部地区城市在数字金融发展中受益最明显,而东西部地区的影响则因处于不同发展阶段而未通过显著性检验。

第三,数字金融通过多种机制起到“调节器”作用。通过促进产业集聚、赋能人力资本和优化经济结构等途径,显著提高城市经济韧性。此外,这些机制效应呈现出阶段性差异:在危机冲击抵御阶段,数字金融推动资源集中化与短期效益导向;在经济复苏阶段,则转向结构多元化与长期发展导向。

基于以上结论分析,本文对提升城市经济韧性与未来数字金融发展方向提出以下建议:

第一,制定实施差异化发展策略。对于数字化程度一般的城市,加强基础设施的稳定性建设,采取渐进式发展策略;对于数字化水平较高的城市,应防范数字化转型过程中的系统性风险。实施精准化的区域数字金融政策。中部地区正处于数字金融发展的“窗口期”,应加大政策支持力度,充分发挥其示范带动效应;东西部地区则需要突破发展瓶颈,缩短转型适应周期,促进区域协调发展,强化城市经济系统的抗压能力。

第二,动态调整阶段性适配政策。根据经济形势变化灵活切换政策范式:抵御外部冲击时,各部门采取集中化的资源配置策略,集中资源实施短期强效政策稳定经济基本面。随着经济进入复苏阶段,政策重点需要及时转向结构多元化和长期发展导向,通过产业政策调整、人力资本积累和优化经济结构等措施培育新的增长动能,保障经济可持续发展。

第三,推动数字金融高质量发展。坚持金融服务实体经济,以数据要素和数字技术为关键驱动,加快推进金融机构数字化转型,提高金融服务的便利性和竞争力。保留必要的传统金融服务方式的同时,完善数字金融治理体系,积极稳妥推行数字人民币,助力金融强国建设,使数字金融更好地服务实体经济和民生,促进经济高质量发展。

## 参考文献:

- [1] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems[J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4: 1-23.
- [2] PIKE A, DAWLEY S, TOMANEY J. Resilience, adaptation and adaptability[J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2010, 3(1): 59-70.
- [3] CHRISTOPHERSON S, MICHIE J, TYLER P. Regional resilience: theoretical and empirical perspectives[J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2010, 3(1): 3-10.
- [4] MARTIN R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks[J]. *Journal of Economic Geography*, 2012, 12(1): 1-32.
- [5] 孙久文, 孙翔宇. 区域经济韧性研究进展和在中国应用的探索[J]. *经济地理*, 2017, 37(10): 1-9.
- [6] DAVIES S. Regional resilience in the 2008-2010 downturn: comparative evidence from European countries[J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2011, 4(3): 369-382.
- [7] ERAYDIN A. Attributes and characteristics of regional resilience: defining and measuring the resilience of Turkish regions[J]. *Regional Studies*, 2016, 50(4): 600-614.
- [8] MARTIN R, SUNLEY P, GARDINER B, et al. How regions react to recessions: resilience and the role of economic structure[J]. *Regional Studies*, 2016, 50(4): 561-585.
- [9] KANTUR D, İŞERI-SAY A. Organizational resilience: a conceptual integrative framework[J]. *Journal of Management & Organization*, 2012, 18(6): 762-773.
- [10] 卢现祥, 滕宇法. 创新驱动政策如何提升城市经济韧性: 基于有效市场和有为政府的机制分析[J]. *中国软科学*, 2023(7): 102-113.
- [11] 张亚丽, 项本武. 数字经济发展对中国市域经济韧性的影响效应[J]. *经济地理*, 2023, 43(1): 105-113.
- [12] 张安伟, 胡艳. 多中心空间结构与城市经济韧性[J]. *财经研究*, 2023, 49(9): 4-18.
- [13] 滕磊, 马德功. 数字金融能够促进高质量发展吗? [J]. *统计研究*, 2020, 37(11): 80-92.
- [14] 崔耕瑞. 数字金融能否提升中国经济韧性[J]. *山西财经大学学报*, 2021, 43(12): 29-41.
- [15] 赫国胜, 燕佳妮. 数字金融对城市经济韧性的影响——基于空间计量模型的实证分析[J]. *经济问题探索*, 2023(3): 97-110.
- [16] 王智新, 王辰筱, 朱文卿, 等. 新发展格局下城市数字金融对外商直接投资的影响——来自我国 256 个地级及以上城市的经验证据[J]. *统计研究*, 2023, 40(3): 71-84.
- [17] 吴焯. 数字金融、绿色创新对城市经济韧性的影响[J]. *中国流通经济*, 2023, 37(3): 97-107.
- [18] 陈胜利, 游婷麟, 宋继伟. 数字金融对中国区域经济韧性的影响机制研究[J]. *系统科学与数学*, 2024, 44(5): 1448-1477.
- [19] 李涛, 徐运保. 数字金融对中国城市经济高质量发展的影响[J]. *首都经济贸易大学学报*, 2024, 26(5): 17-31.
- [20] 王儒奇, 陶士贵. 数字金融对中国实体经济韧性的影响研究[J]. *现代经济探讨*, 2024(11): 10-23.
- [21] 吴晶妹, 崔智斌, 陈静远. 城市信用体系建设对资本错配的改善效应[J]. *经济与管理研究*, 2024, 45(10): 36-55.
- [22] 熊彬, 王志伟. 承接产业转移政策能够提升转入城市经济韧性吗? [J]. *首都经济贸易大学学报*, 2024, 26(6): 63-78.
- [23] GLAESER E L. Reinventing Boston: 1630-2003[J]. *Journal of Economic Geography*, 2005, 5(2): 119-153.
- [24] 刘贯春, 司登奎, 刘芳. 人力资本偏向金融部门如何影响实体经济增长? [J]. *金融研究*, 2021(10): 78-97.
- [25] LUNDBERG S M, LEE S I. A unified approach to interpreting model predictions[C]//VON LUXBURG U, GUYON I. *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems*. Red Hook, NY: Curran Associates Inc., 2017: 4768-4777.
- [26] SHAPLEY L S. A value for n-person games[M]//KUHN H, TUCKER A. *Contributions to the theory of games II*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1952: 307-317.
- [27] 隋建利, 李悦欣, 刘金全. 中国经济韧性的时空敛散与异质分化特征——基于马尔科夫区制转移混频动态因子模型的识别[J]. *管理世界*, 2024, 40(3): 16-36.
- [28] 赵宇, 叶仕奇, 杨翠红, 等. 大数据视角下产业链韧性的测度、关联与归因[J]. *中国工业经济*, 2025(2): 61-79.
- [29] 隋建利, 吕文强. 从“脆弱性”到“韧性”: 中国经济在险增长的脆弱性溯源与韧性解构[J]. *中国工业经济*, 2024(4): 17-36.
- [30] BLANCHARD O J, QUAH D. The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances: reply[J]. *The American Economic Review*, 1993, 83(3): 653-658.
- [31] 徐圆, 张林玲. 中国城市的经济韧性及由来: 产业结构多样化视角[J]. *财贸经济*, 2019, 40(7): 110-126.
- [32] 陈安平. 集聚与中国城市经济韧性[J]. *世界经济*, 2022, 45(1): 158-181.
- [33] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. *经济学(季刊)*, 2020, 19(4): 1401-1418.
- [34] 林伯强, 谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. *经济研究*, 2019, 54(2): 119-132.
- [35] 薛秋童, 唐肇. 数字普惠金融与贫困脆弱性: “普及”抑或“惠及”? ——来自可解释机器学习的证据[J]. *国际金融研究*, 2024(6): 18-29.

# Can Digital Finance Development Enhance Urban Economic Resilience?

WANG Xuan<sup>1</sup>, GE Xinquan<sup>2</sup>

(1. University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488;

2. Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192)

**Abstract:** Amid the current wave of digitalization sweeping the globe, digital finance has become a key driver for enhancing urban economic resilience. Based on panel data from 222 prefecture-level and above cities in China from 2011 to 2021, this paper employs an algorithm-optimized counterfactual model to measure urban economic resilience. By integrating a two-way fixed effects model with interpretable machine learning methods, this paper empirically investigates the impact of digital finance development on urban economic resilience and its underlying mechanisms. This paper finds that digital finance development significantly improves urban economic resilience, which remains robust after a series of endogeneity tests and robustness checks.

Heterogeneity analysis reveals that the positive effects are more pronounced in cities with higher levels of digitalization, exhibiting significant volatility characteristics. The eastern, central, and western regions of China are at mature, advanced, and initial stages of digital finance development, respectively. The central region exhibits a stronger positive impact on urban economic resilience compared to the eastern and western regions. Further analysis suggests a potential nonlinear relationship between digital finance development and urban economic resilience. Specifically, when a city's Digital Inclusive Finance index exceeds the threshold range of 200~220, the impact coefficient shifts from negative to positive.

Mechanism analysis demonstrates that digital finance development enhances urban economic resilience through several transmission mechanisms, including the adjustment of industrial agglomeration, the empowerment of human capital, and the optimization of economic structures. These mechanisms effectively mitigate the effects of uncertainty shocks, acting as a "regulator" at different stages before and after such shocks. During crisis periods, digital finance assists economic systems in contracting and defending against shocks, while in the recovery phase, it provides support for expansion and growth. By responding to the essential needs of the economic system at various stages, digital finance ultimately strengthens urban economic resilience.

Differentiated development strategies should be adopted based on the urban economic structure and the specific stage of digital finance development. Policymakers must dynamically adjust support policies to accommodate the evolving landscape of digital finance, ensuring that policy interventions remain effective and targeted across different phases of urban development. Promoting high-quality development in the digital finance sector is essential for sustaining its positive effects on urban economies, including strengthening digital infrastructure, improving financial regulatory capacity, and actively fostering fintech innovation. Through these coordinated measures, cities can more effectively harness the full potential of digital finance to navigate global economic uncertainty and achieve long-term stability.

**Keywords:** digital finance; urban economic resilience; industrial agglomeration; human capital; economic structures

(编校: 姚望春)