

数字时代的“韧性密码”： 虚拟集聚与城市经济韧性

闫志俊,徐志龙,张继彤

(南京师范大学 商学院,江苏 南京 210023)

摘要:在复杂多变的国内外环境下,如何结合新一代信息技术与产业集群来赋能城市经济韧性是经济高质量发展的关键。文章基于电子商务平台的微观企业数据构建城市维度的虚拟集聚指标,探讨平台企业的虚拟集聚对城市发展韧性的影响。研究发现:虚拟集聚水平的提高可以赋能城市经济韧性,并且该结果通过了一系列稳健性检验。异质性分析表明,虚拟集聚对城市经济韧性的促进作用在非老工业城市、数字基础设施较完善的城市、区域一体化程度较低的城市更为明显。机制分析表明,虚拟集聚通过缓解资源错配与提振市场需求来赋能城市经济韧性。进一步分析发现,地理集聚与虚拟集聚对提升经济韧性存在互补效应,地理集聚能够强化虚拟集聚对城市经济韧性的赋能作用。文章为数字经济时代产业集群数字化发展以及提高城市经济韧性提供了理论依据与政策启示。

关键词:虚拟集聚;平台经济;经济韧性;互补效应

中图分类号:F293 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2025)07-0049-15

DOI:10.16538/j.cnki.jfe.20250318.401

一、引言

近年来,城市经济可持续发展受到较多挑战。国家“十四五”规划提出,要建设宜居、创新、智慧、绿色、人文、韧性城市,强调了在复杂多变的经济形势中塑造城市韧性的重要性。作为韧性城市的组成部分,经济韧性衡量城市经济在面对外部不确定性冲击时的抵抗力、恢复力以及适应力,其是经济高质量发展的关键。面对不同类型的内外部冲击,要素结构、产业结构、经济结构与前沿技术的匹配程度决定了城市经济韧性表现(Martin 和 Gardiner, 2019)。当前,以数字要素为载体的产业革命依托大数据、云计算、人工智能、物联网、6G 等技术重塑现代化产业体系,以新质生产力推动经济发展。数字经济与实体经济的深度融合也将深刻影响城市经济结构,从而促进城市经济韧性的提升。当区域战争、自然灾害等冲击和经济衰退相互叠加时,数字经济赋能的城市韧性表现为及时的风险预警、合理的风险应对以及适度的经济转型,并通过调整增长路径来重塑高质量发展格局。

与此同时,中国正加快构建现代化产业体系,着力培育先进制造业集群以提升全产业链竞

收稿日期:2024-10-25

基金项目:国家社会科学基金青年项目(22CJY016)

作者简介:闫志俊(1989—),女,山西平遥人,南京师范大学商学院副教授,硕士生导师;

徐志龙(2000—)(通讯作者),男,江苏张家港人,南京师范大学商学院硕士研究生;

张继彤(1972—),男,江苏连云港人,南京师范大学商学院教授,硕士生导师。

争力,为经济高质量发展提供有力支撑。伴随着数实融合持续推进,数字要素已成为先进制造业集群发展的驱动力,其从根本上改变了传统产业集群模式。网络平台的兴起与数字技术的颠覆式创新打破了产业集群的地理依赖性,大量的企业在网络平台上进行实时的信息交流与业务往来,并形成了以此为核心的虚拟产业集群。虚拟集聚通过数字信息交互技术,使企业与产业在网络平台上实现高效互联,在充分发挥集聚正外部性的同时,也能够优化产业空间布局,缓解生产要素过度集中引发的负外部性(王如玉等,2018)。“十四五”数字经济发展规划提出,“探索发展跨越物理边界的‘虚拟’产业园区和产业集群,加快产业资源虚拟化集聚、平台化运营和网络化协同,构建虚实结合的产业数字化新生态”。在有力的政策引领下,中国的虚拟集聚建设取得较快发展,不仅打造了阿里云、徐州工业云等云平台,也催生了阿里巴巴、京东、拼多多等大型互联网平台。如今平台化、虚拟化已成为产业集群转型大方向,是数字经济时代优化产业空间布局、释放传统集群潜能、激发城市经济活力的新动力。一方面,虚拟集聚赋能城市产业链,在错综复杂的外部环境中提升城市经济的抵抗力;另一方面,平台企业通过人才、资金、数据、信息的实时互动,共享中间投入、供应商与客户,形成跨区域的投入产出网络,提升城市经济在冲击与风险中的恢复力和适应力。因此,在数字革命浪潮中,外部冲击与内部压力叠加背景下,探讨虚拟集聚对城市经济韧性的赋能机制对于促进数字技术应用、加快智慧城市发展进而推动“韧性中国”建设非常重要。

与本文相关的文献分为两类:一是城市经济韧性的测量与影响因素;二是虚拟集聚的经济效应。城市经济韧性的测量方法较为多样,主流的方法分为三类。第一类研究选取GDP或就业为核心指标,通过划分风险时期来研究核心变量在受到冲击的现实情况和无冲击的反事实情况之间的缺口,以此测量敏感性指标(Martin等,2016;陈安平,2022)。但由于受制于风险期的选择,此方法在测量经济韧性的长期变化时缺乏效率(Ngouhou 和 Nchofoung, 2022)。第二类研究综合考虑经济韧性的不同组成部分,据此构建综合指标体系(Briguglio 等, 2009),这更能反映经济韧性的多维内涵,但难以体现韧性的动态变化。第三类研究基于马尔可夫区制转移模型,运用混频数据识别经济变动的共同因子,进而辨识经济韧性的动态演化过程(隋建利等, 2024),在综合指标体系的基础上对经济韧性进行了机制研究,但无法在微观上进行测量。

从城市经济韧性的影响因素来看,早期研究更多聚焦产业多样化对城市经济的稳定作用。多样化的产业帮助分散风险,避免单一重要产业受到冲击而影响整体经济韧性,同时为城市带来创新活力,并在危机后快速恢复(He 等, 2022)。近年来,学界开始关注人力资本(Wang 和 Wei, 2021)、科技网络(Tóth 等, 2022)、区域一体化(Feng 等, 2023)和数字发展(郭爱君等, 2023)等因素对城市经济韧性的影响,强调人才、知识、技术和政策设计对经济韧性的促进作用。张蕾蕾和宋林(2024)认为,政府通过“互联网+政务服务”实现数字化治理,营商环境的优化和创新效率的提高为韧性发展提供动能。另外,数字技术变革推动产业结构与经济运行模式不断演化,通过提升创业活跃度、促进产业多样化、优化供需匹配进而提升城市经济韧性,并释放正向的空间溢出效应,带动邻近城市的经济韧性发展(张亚丽和项本武, 2023; 卢现祥和段扬睿, 2024)。现有文献已开始探讨数字发展的韧性效应,但虚拟集聚作为产业数字化的重要形式,其对经济韧性的影响还未得到较多关注。

关于虚拟集聚的经济效应研究正在起步阶段。数字技术使传统产业发生组织变革而有别于传统地理集聚,并且该变革有助于强化知识溢出效应,促使虚拟集群内部形成创业生态系统(Autio 等, 2018)。同时,虚拟集聚有利于产业链上下游企业实现即时联系,各产业间的联系逐步加强,由此产生的联动、扩散和溢出促进了技术进步(Heo 和 Lee, 2019)。此外,数字技术

与产业集群的融合推动国内产业链的协同整合,上下游企业的虚拟集聚助力提升企业出口国内增加值(任婉婉和梁绮慧,2022)。张青等(2024)利用Python获取上市公司年报中有关虚拟集聚的关键词数量作为测量指标,发现虚拟集聚能够通过知识溢出、规模经济和降低交易成本促进制造业企业高质量发展。由于虚拟集聚在企业层面的测量较为困难,国内研究更多关注区域层面的虚拟集聚。赵春明等(2022)通过份额移动法计算数字服务渗透度衡量虚拟集聚,发现其显著促进了出口产品质量升级。刘烨等(2023)聚焦ICT行业在区域层面的集聚,加入地理集聚外溢指数对虚拟集聚进行测量,研究发现虚拟集聚对城市创新有显著的促进作用。宋林和张蕾蕾(2024)则进一步探讨了虚拟集聚对城市经济韧性的促进作用及其正向空间溢出效应。但直接研究二者关系的文献较少,大量研究聚焦于地理集聚对经济韧性的影响。伴随数字技术的发展,传统地理集聚的形态在不断变化,虚拟化集聚将重塑城市经济韧性水平,其内在的影响机理有待进一步深入探讨。

本文基于2008–2019年阿里巴巴中国站付费会员数据构建城市层面的虚拟集聚指标,实证分析虚拟集聚影响城市经济韧性的理论机制与实现路径。研究表明,虚拟集聚可以显著提升城市经济韧性,主要的影响渠道是缓解资源错配与提振市场需求,并且地理集聚与虚拟集聚对提升经济韧性存在互补效应。本文的边际贡献如下:第一,从研究内容上,本文从互联网平台的角度进行分析,系统地检验了虚拟集聚与城市经济韧性之间的内在关联,并通过双重集聚分析拓展了数字经济与城市经济韧性的研究视域,为进一步明确数字经济发展方向、打造韧性城市构建中国经济韧性屏障提供了政策参考。第二,从指标度量上,目前对于虚拟集聚的测量多偏重于“虚拟”或是“集聚”一个方面,本文考虑到“虚拟”与“集聚”的双重内涵,利用阿里巴巴中国站诚信通付费会员的微观数据,引入数字服务消耗系数构建虚拟集聚指标,更准确地识别城市虚拟集聚的发展程度,从定量角度丰富了虚拟集聚的理论前沿。第三,从研究观点上,本文分析了虚拟集聚作用于经济韧性的内在路径以及多维度下的异质性表现,研究发现虚拟集聚通过缓解资源错配与提振消费需求为城市经济韧性提供支撑,并且该作用在非老工业城市、数字基础设施较完善的城市、区域一体化程度较低的城市中更为显著,本文结论为赋能城市经济韧性的政策设计提供理论依据。

二、理论分析与研究假说

虚拟集聚赋能城市经济韧性过程是数字技术与产业集群深度融合,实现对传统地理集聚正外部性“扬长避短”的过程。一方面,虚拟集聚具备地理集聚的正外部性并能够实现超越。虚拟集聚的无边界性与即时性为网络平台中的个体提供了高速、高效且安全的信息交互空间,直接打破了知识溢出的地理空间限制(王如玉等,2018),使得世界范围内的企业能够以低成本获取头部企业的知识溢出与信息共享。此外,虚拟集聚能够发挥信息匹配功能,通过平台的搜索与推送为企业提供更优质的上下游合作伙伴(Goldfarb和Tucker,2019),扩大企业可获得的中间投入品种类,使地理集聚的中间投入共享优势得到进一步发挥。从劳动市场看,数字技术与平台的结合为劳动力与岗位匹配提供便利,有效打通劳动市场的行政壁垒,也产生了大量技能与技术密集型岗位(Hjort和Poulsen,2019),使得劳动者能主动提高数字技能。总之,虚拟集聚通过扩大知识溢出效应、中间投入共享的正外部性,在城市产业集群发展过程中营造降本增效的良好环境,进而夯实城市经济韧性的基础。另一方面,虚拟集聚能够从根本上缓解拥挤效应。传统集群中各类要素趋向中心集聚,而生产要素密度上升往往导致地价上涨、交通拥堵、劳动力成本增加等问题,从而使得资本边际报酬下降(Badr等,2019)。虚拟集聚通过对生产要素进行

数字化、网络化升级，实现各要素在虚拟空间上的互联互通，并依托大数据、云计算等数字技术实现生产要素在地理空间上的合理配置。针对虚拟集聚可能面临的网页崩溃、网络堵塞等问题，不断进步的网络技术、芯片存储能力以及算力将使这类问题得到解决。

此外，虚拟集聚能够赋能城市经济面对不同类型冲击时的韧性表现。负向的冲击来自供给与需求两侧。当地缘冲突、自然灾害等突发事件导致供应断链时，虚拟集群通过平台实现货物和订单的网上确认，实现上游断点即时修复；当国内外需求下降时，虚拟集聚能够通过大数据、人工智能等数字技术发现潜在用户，并且虚拟集群本身就能够作为需求“蓄水池”；在城市调整经济结构并出现技术创新引发生产率变革时，虚拟集聚则能够推动新兴数字技术在产业间及产业链上的传播，助力城市经济在恢复时期找到新增长点。因此，在城市层面，虚拟集聚有助于实现产业空间布局的合理高效配置，解决传统集聚问题，使得各产业在冲击下表现出更强的抵抗力与恢复力，进而赋能城市经济韧性。因此，本文提出以下假说：

假说 1：虚拟集聚可以提升城市经济韧性。

城市经济的韧性发展依赖资本、劳动力等传统要素与知识、技术等高端要素的优化配置。从资本配置效率方面来看，虚拟集聚推进数字要素与传统产业集群中的生产要素结合，借助新兴数字技术实现各要素配置信息的实时更新，缓解信息不对称导致的要素错配（杜群阳等，2022）。此外，虚拟集聚通过数字化整合推动产业链各环节透明化，帮助城市内各产业了解市场动态，从而及时转型（Prajogo 和 Olhager, 2012），这有利于城市发挥要素禀赋优势、培育优势产业和淘汰落后产能。从区域整体层面来看，各城市将专注发展自身比较优势产业，促进资本要素在地区间自由流动，提高资本利用效率，完成区域产业链的高效整合。从劳动配置效率方面来看，虚拟集聚打破了劳动力市场的信息壁垒，促进劳动资源从低效率企业向高效率企业流动，提高劳动资源配置效率。虚拟集聚加速集群内企业生产经营效率提升的同时，也加速了线下产能落后企业的淘汰，为市场释放了一部分优质劳动力资源，实现劳动资源动态配置（乔小乐和宋林，2022）。此外，网络平台的兴起涌现出更多的线上工作岗位，劳动者不仅可以灵活地进行线上岗位的切换，还可以自由地协调线下与线上工作内容，增加更多灵活就业的机会，优化就业结构（戚聿东等，2020）。综上所述，虚拟集聚是缓解资本要素与劳动要素错配的关键。

在外部冲击下，较高的资源配置效率使得各生产要素灵活配置，并且当政府实行应对措施时，企业会积极响应，从而提高企业抵抗力与恢复力（郑威和陈辉，2023）。此外，冲击可能导致城市淘汰低效率产业，而提高资源配置使资源能够更快速地从低效率领域流向高增长领域，使城市经济更快适应冲击并进行调整。同时，资源配置效率的提高有助于提升全要素生产率、激发城市经济活力（Jovanovic, 2014），加速冲击下城市经济结构转型升级，进一步强化经济韧性表现。因此，本文提出以下假说：

假说 2：虚拟集聚通过缓解资源错配赋能城市经济韧性。

面对复杂多变的经济环境时，增加市场需求是虚拟集聚提升城市经济韧性的可能传导渠道。一方面，网络平台为居民提供了方便的消费方式，以直播带货为典型的销售模式催生更多的产品购买决策，扩大了消费需求；另一方面，网络平台将企业的潜在市场由区域扩大至全国，有效推动了以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局构建，扩大了需求（张洪胜等，2024）。虚拟集聚推动了社会生产、分配、交换、消费各环节发生数字化变革，产生许多新的分工，催生就业新形态，促进居民就业总量与质量的提升，通过增加居民收入、丰富消费结构实现虚拟集聚对市场需求的“增量”作用（戚聿东和褚席，2021）。从需求侧来看，虚拟

集聚为产业链上下游的供需匹配提供渠道,提高了下游消费者在生产中的相对地位,使得企业产品生产转向服务主导逻辑,从根本上提高了产品及其相关服务的质量(依绍华和梁威,2023)。从供给侧来看,虚拟集聚建设过程中,数字技术与产业融合发展将催生新技术、新观念与新产品。通过引入先进生产技术和管理理念,降低企业生产成本,提升企业从生产端到服务端的响应速度与应变能力,使企业能够提供更优质的产品与服务(洪银兴和任保平,2023)。虚拟集聚在供给与需求两侧赋能消费升级,表现为对市场需求的“提质”作用。综上所述,虚拟集聚对城市市场需求具有“增量”和“提质”双重赋能效果,是风险下提振市场需求的新动能。

面对复杂多变的经济环境时,强劲的市场需求能够发挥缓冲作用,成为外部需求萎缩时的“蓄水池”,其通过内需支持经济运转,提高企业抵抗力与恢复力(陈安平,2022)。在市场需求扩大的背景下,稳定的需求基础为产业结构调整和升级提供了试验和优化的空间,使经济系统具备更高的适应与调整能力。市场需求规模的扩大也能为风险后经济转型发展提供有力支撑。市场需求规模的扩大会丰富城市需求多样性,推动城市产业结构的多样化发展,避免单一产业受到冲击而影响整体经济,同时也为经济的灵活调整和转型发展提供动力(徐圆和张林玲,2019)。因此,本文提出以下假说:

假说3:虚拟集聚通过提振市场需求赋能城市经济韧性。

地理集聚作为传统的产业集聚形态,能够通过市场需求、人才流动、知识溢出、产业流动等多方面提升城市经济韧性。而在地理集聚发展到一定程度后,其对经济韧性的作用也可能受到信息搜寻成本上升的制约,此时便需要更有效率的信息交互方式。一方面,虚拟集聚有助于企业获得更多真实的商业信息,降低信息搜寻成本,提高商业信息质量;另一方面,虚拟集聚能够减少企业在高要素成本地区的集聚,为外部风险下的生产调整提供可能。因此,虚拟集聚能够弥补地理集聚在信息交互领域的不足,减轻“拥挤效应”的负外部性,进而与地理集聚形成功能互补。

同时,地理集聚也将通过地理邻近性,弥补虚拟集聚物流成本上升的缺陷。虚拟集聚便利了企业之间的交流,却也可能导致企业在地理空间上的分散(谭洪波和夏杰长,2022),导致物流成本、时间成本增加和企业供应链稳定性不足。此外,虚拟集聚并不能替代线下交流。虽然虚拟集群中的企业能够通过互联网达成交易行为,但由于信息真实性,双方面对面交流的需求仍旧存在,地理集聚能够为虚拟集群中的线下交流提供便利,有利于虚拟集聚赋能城市经济韧性。地理集聚能够降低物流成本,满足虚拟集聚线下交流需求,进而与虚拟集聚形成功能互补。因此,本文提出以下假说:

假说4:虚拟集聚与地理集聚在赋能城市经济韧性方面存在互补效应。

三、研究设计

(一)计量模型构建

本文采用如下计量模型估计虚拟集聚对城市经济韧性的影响:

$$resi_{ct} = \beta_0 + \beta_1 vagg_{ct} + \beta Control + u_t + u_c + \varepsilon_{ct} \quad (1)$$

其中,下标c、t分别表示城市和年份; $resi_{ct}$ 为经济韧性; $vagg_{ct}$ 表示核心解释变量虚拟集聚水平; $Control$ 表示控制变量组合,包括市场开放度、基础设施建设水平、交通通达性、人口密度、收入水平和人力资本水平; u_t 、 u_c 分别表示年份固定效应和城市固定效应; ε_{ct} 为随机扰动项。为了克服潜在的异方差与序列相关问题,本文在回归中将标准误聚类到城市层面。

(二) 主要指标构建

1. 被解释变量: 城市经济韧性(*resi*)。本文借鉴 Martin 和 Sunley(2015)的分析思路, 构建综合指标体系衡量城市经济韧性的三个维度, 具体各级指标见表 1 所示。

表 1 城市经济韧性综合评价指标体系

一级指标	二级指标	计算方式	指标性质
抵抗力与恢复力	CPI年增长率3年滚动标准差	$\sqrt{\frac{1}{3} \sum (cpi - \bar{cpi})^2}$	负向
	GDP增长指数3年滚动标准差	$\sqrt{\frac{1}{3} \sum (gdp - \bar{gdp})^2}$	负向
	人均地区生产总值	GDP/总人口	正向
	城乡居民储蓄余额	无	正向
	城镇登记失业率	年末登记失业人数/总从业人数	正向
适应力与调节力	消费市场活跃度	社会消费品零售总额/GDP	正向
	固定资产投资额	每年建造和购置固定资产的工作量以及与此有关的费用总和	正向
	金融机构存贷比	金融机构贷款余额/金融机构存款余额	正向
	地方财政自给率	财政预算收入/财政预算支出	正向
转型与发展力	人均专利授权量	专利授权数/总人口	正向
	人均科技经费支出	财政科技支出/总人口	正向
	人均教育经费支出	财政教育支出/总人口	正向
	产业高级化	第三产业产值/第二产业产值	正向
	创业活跃度	新创企业/总人口	正向

2. 解释变量: 虚拟集聚(*vagg*)。网络平台是虚拟集聚的主要载体, 因此虚拟集聚的测量需要以互联网平台为切入点。本文借鉴任婉婉和梁绮慧(2022)的研究, 选取阿里巴巴中国站的诚信通付费会员的数量(以下简称“会员数量”)作为衡量虚拟集聚的主要指标, 并参考区位熵的构建逻辑, 测算城市和行业层面的网络平台集聚水平以表现“集聚”内涵。此外, 借鉴赵春明等(2022)的研究, 根据 OECD 投入产出表数据计算国家层面各行业数字要素的直接消耗系数以表现“虚拟”内涵。通过将城市内各行业网络平台集聚水平与数字要素直接消耗系数的乘积加总, 计算得到城市层面的虚拟集聚水平。^①

3. 控制变量。为了尽可能避免遗漏变量偏误, 本文控制了与城市经济韧性相关的其他因素: 人口密度(*pop*), 采用城市每平方公里人数的对数值衡量; 市场开放度(*open*), 采用当年人均实际使用外资加 1 的对数值衡量; 交通通达性(*fre*), 采用公路货运量的对数值衡量; 基础设施建设(*road*), 采用城市人均道路面积的对数值衡量; 收入水平(*wage*), 采用职工平均工资的对数值衡量; 人力资本(*edu*), 采用万人在校大学生人数的对数值衡量。

(三) 数据来源及处理

本文主要数据来源如下: 城市经济韧性指标以及控制变量主要来自《中国城市统计年鉴》、EPS 统计数据平台、企查查网站以及各地级市国民经济和社会发展统计公报。虚拟集聚指标来自阿里巴巴中国站, 本文借助 Python 软件搜集了 2002—2019 年 284 个城市约 1128 000 条开通诚信通会员服务的企业数据。^②虚拟集聚指标还使用了 OECD 世界投入产出数据。在数据处理过程中, 进行了如下处理:(1)对于其中个别数据的缺失通过查阅统计公报及线性插值法进行补

① 限于篇幅, 省略虚拟集聚的测量方法, 留存备索。

② 数据采集时间为 2024 年 3 月。

齐;(2)剔除数据缺失较为严重的部分城市样本;(3)对样本进行1%的缩尾处理。本文最终得到中国281个城市2008—2019年的样本数据,主要变量的描述性统计如表2所示。

表2 主要变量的描述性统计结果

变量	变量描述	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
<i>resi</i>	经济韧性	3 177	0.153	0.095	0.051	0.735
<i>vagg</i>	虚拟集聚	3 177	0.159	0.314	0	1.983
<i>pop</i>	人口密度	3 177	5.810	0.889	3.149	7.925
<i>open</i>	市场开放度	3 177	4.077	1.582	0.341	6.908
<i>fre</i>	交通通达性	3 177	8.966	0.837	6.774	10.870
<i>road</i>	基础设施建设	3 177	2.701	0.427	1.447	3.596
<i>wage</i>	收入水平	3 177	10.700	0.408	9.787	11.520
<i>edu</i>	人力资本	3 177	4.641	0.995	2.222	6.895

四、实证分析

(一)基准回归

本文利用固定效应模型考察虚拟集聚对城市经济韧性的影响,基准结果见表3。列(1)仅考虑核心解释变量,在未加入固定效应和控制变量的情况下,虚拟集聚的系数在1%的显著性水平下显著为正。列(2)与列(3)分别加入了年份、城市固定效应以及城市层面的控制变量,可以发现虚拟集聚对经济韧性的影响仍显著为正。列(4)同时加入控制变量与年份、城市固定效应后,虚拟集聚的系数仍显著为正,验证了假说1。

表3 基准回归结果

	(1) <i>resi</i>	(2) <i>resi</i>	(3) <i>resi</i>	(4) <i>resi</i>
<i>vagg</i>	0.1155*** (0.0227)	0.0083*** (0.0027)	0.0274* (0.0163)	0.0075*** (0.0027)
<i>Controls</i>			控制	控制
<i>Year</i> 或 <i>City</i> 固定效应		控制		控制
<i>N</i>	3 177	3 177	3 177	3 177
<i>R</i> ²	0.146	0.009	0.534	0.055

注:括号内的值是城市层面的聚类稳健标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的统计水平下显著,下表同。

(二)稳健性检验^①

1. 内生性问题处理。经济韧性较好的城市由于产业结构、资源禀赋等原因,其数字基础设施建设发展较好,进而为虚拟集聚的发展带来优势。此外,对韧性表现较差的城市来说,受到冲击时,其优势产业可能受到影响,这使得依托于实体经济的虚拟集聚较难发展,从而导致双向因果问题。为了避免此类内生性问题对本文基准回归的干扰,本文采用2005年城市层面会员数量与全国互联网用户数交互项的对数值作为虚拟集聚的工具变量(*iv*)。^②具体原因如下:在相关性方面,阿里巴巴中国站诚信通付费会员服务自2002年开启,率先加入该服务的企业说明了其所

^①限于篇幅,省略稳健性检验结果与指标测量方法,留存备索。

^②不使用更早年份会员数量的原因是:早些年加入该平台的企业数量较少,这导致绝大部分城市该数值为0,而在2005年平台企业数量达到了1000多家,有超过一半的城市参与该虚拟集聚平台。

在城市可能具备较好的网络基础设施,这有利于虚拟集聚发展。另外,享受到虚拟集聚便利的企业可能对其现实产业集群以及上下游产业链中的企业产生带动效应,进而推动所在城市的虚拟集聚发展,因此预测二者有正相关关系。在外生性方面,2005 年城市层面的会员数量不受样本期间内各年城市经济韧性的影响。全国互联网用户数主要由国家经济社会条件决定,难以受到单个地级市经济韧性的影响,满足外生性要求。根据回归结果,虚拟集聚对城市经济韧性仍然存在促进作用。为了进一步缓解内生性问题,本文以智慧城市试点作为准自然实验,采用 DID 与 PSM-DID 方法进一步控制内生性。智慧城市通过信息基础设施建设赋能虚拟集聚发展,可以视为城市发展虚拟集聚的环境发生了外生变化,将这些城市视为处理组,与没有进入试点政策名单的城市进行比较,可以更为清晰地识别虚拟集聚对城市经济韧性的影响效应。根据回归结果,利用智慧城市试点这一自然实验后,虚拟集聚仍能提高城市经济韧性,所以本文研究结论是稳健的。

2. 替换变量测量。第一,替换解释变量。本文借鉴 Goldsmith-Pinkham 等(2020)的研究,利用 OECD 世界投入产出数据与中国第二次经济普查微观数据,通过份额移动法计算数字服务渗透度以衡量虚拟集聚水平。第二,替换被解释变量。借鉴 Martin 等(2016)的研究,选取总产出为核心指标,将 2008—2011 年划分为金融风险抵御期,2012—2019 年划分为金融风险调整恢复期,测量各城市在 2008 年之后的经济韧性。在替换变量测量后,虚拟集聚与城市经济韧性的正向关系依然成立。

3. 其他稳健性检验。由于直辖市与省会城市的经济发展水平、人力资本水平等多方面都比其他城市存在明显优势,这可能导致回归结果产生偏误,本文在剔除直辖市和省会城市的样本后再进行回归。本文进一步控制省份固定效应以剔除省份层面的政策因素对基准结果的干扰。同时,由于残差项在不同维度可能存在相关性,本文将稳健标准误聚类到省份层面。根据回归结果,基准回归结果是稳健的。

(三) 异质性分析

前文的分析结果表明虚拟集聚对城市经济韧性存在显著的正向影响,并且基准回归结果能通过一系列稳健性检验。本部分进一步考察虚拟集聚对城市经济韧性的异质性影响。

1. 老工业城市与非老工业城市。老工业城市由于城市产业结构单一等不利因素发展较慢。原因可能是:老工业城市历史发展中的路径依赖导致其难以完成产业结构转型,其产业不仅不利于网络平台的发展,而且也难以受到网络平台对市场需求的积极影响。因此,本文根据 2013 年发布的《全国老工业基地调整改造规划(2013—2022 年)》划分老工业城市与非老工业城市,估计结果如表 4 列(1)和列(2)所示。结果显示,老工业城市中虚拟集聚对城市经济韧性的影响显著为正,但相比其他城市其促进作用更弱。为了比较组间系数差异,本文采用 Bootstrap 方法检验两组样本的回归系数大小是否存在显著差异。根据经验 P 值可以发现,在非老工业城市中,虚拟集聚对城市经济韧性的促进作用比老工业城市更强。

2. 城市间数字基础设施的差异。数字基础设施作为数字服务供给的必要条件,是城市发展虚拟集聚的基础,也决定了虚拟集聚对城市发展发挥多大的效果。从这一角度来看,数字基础设施建设是影响城市虚拟集聚经济效应的重要环境变量。城市数字基础设施建设越完善,意味着政府较为重视数字经济的发展,城市内也就能形成更多的虚拟产业集群,进一步发挥虚拟集聚的经济效应。因此,本文借鉴刘修岩和王雨昕(2024)的方法,选取每百人互联网接入用户数、每百人移动电话用户数、人均电信业务总量通过熵值法测量得到各地级市数字基础设施建设水平,以其中位数划分高、低组别进行分组回归,估计结果如表 4 列(3)和列(4)所示。结果显示,

数字基础设施建设较完善的城市,其虚拟集聚对城市经济韧性的促进作用越大,并且由经验P值可以判断两组样本间的回归系数大小存在显著差异。以上的异质性分析结果表明,城市数字基础设施建设是影响虚拟集聚发挥经济效应的重要因素,为虚拟集聚发展建设完善的配套设施有助于增强虚拟集聚对城市经济韧性的积极影响。

3. 城市一体化水平。当前,我国区域经济发展正摆脱行政区划对各类经济要素的影响,逐步形成跨市、跨省的城市群经济。相较于单个城市,城市群内的城市共同建设跨域交通基础设施与信息基础设施,为其内部人才、信息、资本等要素的自由流动提供有利条件。在此基础上,城市群内城市的经济一体化与虚拟集聚的作用形成一定的替代效应,这可能弱化虚拟集聚对于城市经济韧性的影响。因此,本文选取京津冀、长三角、珠三角、长江中游和成渝城市群内的城市,将样本城市划分为城市群城市与非城市群城市进行异质性检验,估计结果如表4列(5)和列(6)所示。此外,本文还从长江经济带视角进行异质性检验,依托长江这一优良航道,沿线城市交通往来较多,区域一体化水平较高。因此,本文将样本城市划分为长江经济带城市与非长江经济带城市,估计结果如表4列(7)和列(8)所示。结果显示,虚拟集聚的估计系数只在非城市群城市与非长江经济带城市显著为正,说明虚拟集聚在区域一体化程度较低的城市更能促进城市经济韧性提升,而在一体化程度较高的城市群则较难发挥其对经济韧性的正向作用。

表4 城市异质性分析:老工业城市与数字基础设施建设

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(8)
	老工业	非老工业	数字基础设施好	数字基础设施差	城市群	非城市群	长江经济带	非长江经济带
vagg	0.0039 [*] (0.0020)	0.0099 ^{**} (0.0041)	0.0102 ^{**} (0.0043)	0.0050 ^{**} (0.0018)	0.0061 (0.0044)	0.0068 ^{**} (0.0028)	0.0037 (0.0028)	0.0089 ^{**} (0.0045)
Controls	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Year/City固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	1 053	2 124	1 567	1 575	1, 092	2, 085	1, 281	1, 896
R ²	0.151	0.039	0.078	0.062	0.027	0.097	0.026	0.081
经验P值	0.072 [*]		0.091 [*]					

注:经验P值为检验两组样本回归结果中vagg的回归系数是否有差异的P值,使用Bootstrap方法重复计算1 000次获得。

五、影响机制

本文实证结果表明,虚拟集聚对城市经济韧性存在赋能作用,而其影响机制还应进一步研究。基于前文的理论分析可知,虚拟集聚通过缓解资源错配与提振市场需求两个方面影响经济韧性。本部分采用两步法来进行机制检验,即检验核心解释变量是否作用于中介变量(M),再进一步检验 M 对 Y 的影响。为了使作用机制分析更加明确,本文进一步检验了 M 对经济韧性的三个子维度的影响。

(一) 缓解资源错配

关于城市资源错配程度,借鉴刘诚和夏杰长(2023)的相关研究,使用生产函数法对城市的总资源错配程度 $dist$ 、资本错配程度 $distK$ 和劳动错配程度 $distL$ 进行测量。^①回归结果如表5所示。

表5 Panel A列(1)和列(2)回归结果显示,虚拟集聚对资源错配程度的影响系数显著为负,这说明虚拟集聚对要素资源错配存在显著的缓解作用。同时,资源错配程度的提高显著降低了

①限于篇幅,省略资源错配程度的测量方法,留存备索。

城市经济韧性，表明虚拟集聚可以通过提升城市总体资源配置效率，进而提升城市经济韧性，验证了假说 2。进一步考察资源错配程度对城市经济韧性各维度的异质性作用，根据表 5 Panel A 列(3)至列(5)的回归结果可以看出，资源错配主要抑制了抵抗力与恢复力及转型与发展力的提升，并且转型与发展力的抑制作用更强。表 5 Panel B 与 Panel C 展示了资本与劳动错配的机制检验结果。其中，Panel B 与 Panel C 列(1)和列(2)的回归结果说明，虚拟集聚显著降低了城市内劳动资源的错配程度，而对资本错配的影响系数并不显著。另外，优化劳动配置效率能够显著提升城市经济韧性，而优化资本配置效率并不能对城市经济韧性带来显著的提升作用。其原因可能为：虚拟集聚的蓬勃发展吸引大量企业入驻网络平台，而由于网络平台的推送机制，后续加入的企业只能通过低价竞争策略快速抢占市场，“挤占”企业用于扩大生产的投资份额，影响企业已有实物资本的利用效率，这不利于资本配置效率的提升（蔡真和万兆，2023）。因此，虚拟集聚无法通过该路径赋能城市经济韧性。此外，表 5 Panel C 列(3)至列(5)的回归结果表明，缓解劳动资源错配对赋能城市抵抗力与恢复力、适应力与调节力的作用几乎一样，而对赋能转型与发展力的作用大致为抵抗力与恢复力、适应力与调节力作用的两倍。综上所述，虚拟集聚主要通过缓解劳动资源错配降低城市总资源错配程度，并且缓解资源错配对于经济韧性的赋能作用主要表现在转型与发展力层面。

表 5 机制检验：缓解资源错配

Panel A: 总错配程度	(1) <i>dist</i>	(2) <i>resi</i>	(3) 抵抗力与恢复力	(4) 适应力与调节力	(5) 转型与发展力
<i>vagg</i>	-0.0597* (0.0359)				
<i>dist</i>		-0.0047* (0.0027)	-0.0023*** (0.0007)	-0.0003 (0.0006)	-0.0120*** (0.0031)
<i>N</i>	3 166	3 166	3 166	3 166	3 166
Panel B: 资本错配程度	(1) <i>distK</i>	(2) <i>resi</i>	(3) 抵抗力与恢复力	(4) 适应力与调节力	(5) 转型与发展力
<i>vagg</i>	0.0016 (0.0340)				
<i>distK</i>		0.0053 (0.0035)	0.0026*** (0.0009)	0.0030*** (0.0009)	0.0042 (0.0027)
<i>N</i>	3 166	3 166	3 166	3 166	3 166
Panel C: 劳动错配程度	(1) <i>distL</i>	(2) <i>resi</i>	(3) 抵抗力与恢复力	(4) 适应力与调节力	(5) 转型与发展力
<i>vagg</i>	-0.1672* (0.0857)				
<i>distL</i>		-0.0022* (0.0012)	-0.0012*** (0.0002)	-0.0010*** (0.0002)	-0.0023*** (0.0008)
<i>N</i>	3 166	3 166	3 166	3 166	3 166

注：各模型均控制了控制变量与固定效应，括号内的值是城市层面的聚类稳健标准误。

（二）提振市场需求

关于市场需求的测量，本文借鉴梁文明和叶阿忠（2023）的相关研究，采用引入互联网因素的市场潜能指标进行测量。^①市场潜能指标将城市的商品市场分为城市本身与外部两个部分，

① 限于篇幅，省略市场需求的测量方法，留存备索。

进而本文能够分别考察虚拟集聚对于本地市场需求和外地市场需求的提振作用。此外,虚拟集聚对于市场需求的提升作用主要是通过网络平台实现,因此引入互联网因素是对市场潜能指标的合理改进。在实证回归中,本文将市场需求 mp 、本地市场需求 lmp 和外地市场需求 hmp 作为机制变量分别进行考察。回归结果如表6所示。

表6 机制检验:提振市场需求

Panel A:市场需求	(1) mp	(2) $resi$	(3) 抵抗力与恢复力	(4) 适应力与调节力	(5) 转型与发展力
$vagg$	0.5626** (0.2490)				
mp		0.0016** (0.0006)	0.0009*** (0.0002)	0.0007*** (0.0002)	0.0023*** (0.0006)
N	3 079	3 079	3 079	3 079	3 079
Panel B:本地市场需求	(1) lmp	(2) $resi$	(3) 抵抗力与恢复力	(4) 适应力与调节力	(5) 转型与发展力
$vagg$	0.0204 (0.0217)				
lmp		0.0362*** (0.0107)	0.0305*** (0.0036)	0.0306*** (0.0040)	0.0398*** (0.0115)
N	3 079	3 079	3 079	3 079	3 079
Panel C:外地市场需求	(1) hmp	(2) $resi$	(3) 抵抗力与恢复力	(4) 适应力与调节力	(5) 转型与发展力
$vagg$	0.5414** (0.2415)				
hmp		0.0015** (0.0007)	0.0008*** (0.0002)	0.0006*** (0.0002)	0.0022*** (0.0006)
N	3 079	3 079	3 079	3 079	3 079

注:各模型均控制了控制变量与固定效应,括号内的值是城市层面的聚类稳健标准误。

表6 Panel A列(1)和列(2)回归结果显示,虚拟集聚的回归系数显著为正,表明虚拟集聚对城市内外部市场需求存在显著的提振作用。同时,城市市场需求的扩大可以显著提升经济韧性,验证了假说3。虚拟集聚通过扩大城市内外部市场,为外部危机下的城市经济提供调整与适应的空间,进而能够提升城市经济韧性。根据表6 Panel A列(3)至列(5)的回归结果可知,市场需求对各回归系数均显著为正,而其中对于转型与发展力的作用系数更大。表6 Panel B与Panel C展示了本地与外地市场需求的机制检验结果。从表6 Panel B与Panel C列(1)和列(2)的结果可以看出,本地或外地市场需求均对城市经济韧性存在显著的积极作用,而虚拟集聚只对外地市场需求存在显著的提振效应,这表明虚拟集聚并不能通过提振本地市场需求赋能经济韧性。可能的原因是:虚拟集聚主要依托于本地优势产业发展,本土市场趋于饱和,因此企业加入虚拟集聚对于本地市场需求的影响并不显著。虚拟集聚借网络平台打破地理阻隔,在时间、空间维度上实现本地市场与全国市场的对接,显著提升了城市的外部市场需求。此外,表6 Panel C列(3)至列(5)的回归结果显示,外地市场需求更能够促进转型与发展力提升。综上所述,虚拟集聚主要影响全国市场提振市场需求,并且市场需求增加有助于提高城市经济韧性,其对于转型与发展力的赋能作用较强。

六、拓展性分析

由上述实证结果可知,虚拟集聚对城市经济韧性提升具有显著的促进作用,且其影响机制为缓解资源错配与提振市场需求。接下来,本文进一步分析虚拟集聚与地理集聚对城市经济韧性影响的互补效应。^①

为检验虚拟集聚与地理集聚的互补效应,本文采用限额以上工业企业数量与城市行政面积的比值衡量城市地理集聚程度(*agg*)。本文通过在回归中加入虚拟集聚与地理集聚的交互项,观察交互项系数判断两者的互补关系。为减轻引入交互项后的多重共线性问题,本文在对解释变量进行中心化处理后进行回归。根据回归结果,虚拟集聚、地理集聚及交互项的回归系数均显著为正,说明虚拟集聚与地理集聚对城市经济韧性的影响存在显著的互补效应,地理集聚水平的提高有助于发挥虚拟集聚对经济韧性的促进作用,验证了假说4。此外,本文进一步分析了不同地理集聚程度下虚拟集聚对经济韧性作用的异质性影响。具体方法为:将样本分别按照地理集聚的下四分位数、中位数、上四分位数进行分组,并分别考察不同组别虚拟集聚对城市经济韧性的作用。根据回归结果,虚拟集聚对城市经济韧性的促进作用在低、较低以及较高地理集聚组中显著为正,并且较高地理集聚组的回归系数大于低地理集聚组以及较低地理集聚组,同时高地理集聚组的回归系数不显著。因此,在合理的范围内,随着地理集聚程度的增强,虚拟集聚对城市经济韧性的赋能作用不断强化,而对于高地理集聚城市来说,由于路径依赖,其可能难以与虚拟集聚进行正向互动。综上所述,虚拟集聚与地理集聚在赋能城市经济韧性方面存在互补效应,而过高的地理集聚可能会弱化这一互补效应。

七、结论与建议

数字经济在我国经济增长中扮演着越来越重要的角色,其与产业集群融合发展形成的虚拟集聚也成为了寻找经济发展新动能的重要措施。在高质量发展阶段,考察虚拟集聚对城市经济韧性的赋能作用,对于数字经济发展通过产业数字化、数字产业化推动经济高质量发展具有重要的理论意义。在此背景下,本文探讨了虚拟集聚对于城市经济韧性的影响与作用渠道。研究结果表明:虚拟集聚对城市经济韧性存在显著的赋能作用,这一结论在进行内生性检验和替换变量等检验后依然稳健。异质性分析表明,虚拟集聚对城市经济韧性的赋能作用在非老工业城市、数字基础设施建设较完善的城市、区域一体化程度较低的城市中更为明显。机制检验表明,虚拟集聚可以通过缓解资源错配和提振市场需求促进城市经济韧性提升,并且对于转型与发展力的提升最为明显。进一步考察虚拟集聚与地理集聚在影响城市经济韧性时的互补效应发现,互补效应确实存在。地理集聚程度的提高也有助于进一步发挥虚拟集聚对城市经济韧性的赋能作用。本文研究结论不仅有助于拓展和深化虚拟集聚对城市经济韧性影响因素的认识,而且对进一步推动数字技术与实体经济融合和应对复杂多变的国际局势下可能存在的外部风险有重要的政策含义。本文提出以下政策建议:

第一,应当充分重视虚拟集聚对城市经济韧性的赋能作用,以数字技术与产业集群的融合助力城市经济稳步发展。相比于传统地理集聚,虚拟集聚能够有效打破企业与企业间、市场与市场间的时空限制,推动集聚外部性在网络空间内发挥,为城市经济高质量发展注入新动能。因此,适当发挥政府引导作用,在区域优势产业率先实现产业链、价值链的数字化整合,打造龙头企业引领的虚拟集聚平台,使得产品研发、生产、销售智能化。进一步利用虚拟平台的数据要

^① 限于篇幅,省略图表分析结果,留存备索。

素、创新要素共享优势，吸引不同领域、区域的中小微企业参与虚拟空间的竞争与协作，通过信息化打破市场壁垒，畅通要素流动。

第二，加速城市新型数字基础设施建设，为城市重点产业以及薄弱产业的虚拟平台发展创造良好的条件。应以“智慧城市”“宽带中国”等政策为契机，推动物联网、云计算、工业互联网、6G 等新兴数字技术在城市基础设施建设过程中的运用，为虚拟集聚平台中个体高效互联互通提供保障。此外，针对城市产业集群的发展状况，应当在先进制造业以及薄弱产业优先建设数字基础设施。

第三，继续发挥与完善已有产业集群效能，推动地理集聚与虚拟集聚高度融合发展，强化地理集聚与虚拟集聚的互补效应。数字经济通过产业数字化和数字产业化的双重驱动作用推动产业集群向线上发展，这会产生实体经济整体“脱实向虚”风险，不利于地理集聚与虚拟集聚互补效应的发挥。政府加速数字经济建设时也应注重实体经济发展，合理布局区域支柱产业集群，提高集群内资本、劳动和数字要素的利用效率，推动产业内头部企业进驻虚拟平台并吸引相关产业虚拟集聚，进而打造“虚实结合”的线上线下双重集聚格局。

第四，推动先进制造业集群的数字化转型与数字产业链建设，打造生态化、智能化的世界先进虚拟集群。先发优势在互联网经济中尤为重要，政府应推动数字技术在新能源、通信、电子等先进制造业领域的发展，率先打造先进制造业集群示范平台以扩大制造业优势。此外，加速数字产业链建设，发挥上下游企业对数字技术的扩散效应，打造智能化、一体化、生态化的产业链体系，并且建设公开化、透明化的信息交流机制。

主要参考文献：

- [1]蔡真, 万兆. 区域市场整合与中国企业资本配置效率——基于中国 a 股上市公司的经验证据[J]. 中国农村经济, 2023, (11): 140–163.
- [2]陈安平. 集聚与中国城市经济韧性[J]. 世界经济, 2022, (1): 158–181.
- [3]杜群阳, 周方兴, 战明华. 信息不对称、资源配置效率与经济周期波动[J]. 中国工业经济, 2022, (4): 61–79.
- [4]郭爱君, 张小勇, 李菁. 网络基础设施建设与城市经济韧性——基于“宽带中国”示范性城市建设的准自然实验[J]. 财贸研究, 2023, (5): 25–38.
- [5]洪银兴, 任保平. 数字经济与实体经济深度融合的内涵和途径[J]. 中国工业经济, 2023, (2): 5–16.
- [6]梁文明, 叶阿忠. 市场潜能、政府财政竞争与区域收入差距[J]. 山西财经大学学报, 2023, (10): 47–61.
- [7]刘诚, 夏杰长. 线上市场、数字平台与资源配置效率: 价格机制与数据机制的作用[J]. 中国工业经济, 2023, (7): 84–102.
- [8]刘修岩, 王雨昕. 数字基础设施与中国城市的空间重构[J]. 经济地理, 2024, (4): 55–63.
- [9]刘烨, 王琦, 班元浩. 虚拟集聚、知识结构与中国城市创新[J]. 财贸经济, 2023, (4): 89–105.
- [10]卢现祥, 段扬睿. 数字经济提升了城市经济韧性吗[J]. 现代经济探讨, 2024, (4): 76–92.
- [11]戚聿东, 褚席. 数字经济发展、经济结构转型与跨越中等收入陷阱[J]. 财经研究, 2021, (7): 18–32.
- [12]戚聿东, 刘翠花, 丁述磊. 数字经济发展、就业结构优化与就业质量提升[J]. 经济学动态, 2020, (11): 17–35.
- [13]乔小乐, 宋林. 僵尸企业、劳动力资源错配及宏观效率损失——基于企业间劳动力资源流动视角[J]. 产业经济研究, 2022, (2): 71–84.
- [14]任婉婉, 梁绮慧. 虚拟集聚与企业出口国内增加值率——基于上下游关联视角[J]. 国际贸易问题, 2022, (11): 53–68.
- [15]宋林, 张蕾蕾. 虚拟集聚与城市经济韧性[J]. 当代经济科学, 2024, (6): 132–146.

- [16]隋建利, 李悦欣, 刘金全. 中国经济韧性的时空扩散与异质分化特征——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, (3): 16–36.
- [17]谭洪波, 夏杰长. 数字贸易重塑产业集聚理论与模式——从地理集聚到线上集聚[J]. 财经问题研究, 2022, (6): 43–52.
- [18]王如玉, 梁琦, 李广乾. 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[J]. 管理世界, 2018, (2): 13–21.
- [19]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, (7): 110–126.
- [20]依绍华, 梁威. 传统商业企业如何创新转型——服务主导逻辑的价值共创平台网络构建[J]. 中国工业经济, 2023, (1): 171–188.
- [21]张洪胜, 杜雨彤, 张小龙. 产业数字化与国内大循环[J]. 经济研究, 2024, (5): 97–115.
- [22]张蕾蕾, 宋林. 数字治理与城市经济韧性[J]. 经济学动态, 2024, (10): 109–127.
- [23]张青, 茹少峰, 赵政楠. 虚拟集聚如何影响制造业企业高质量发展?[J]. 经济与管理研究, 2024, (6): 58–75.
- [24]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, (1): 105–113.
- [25]赵春明, 班元浩, 李宏兵, 等. 虚拟集聚能否促进城市出口产品质量升级[J]. 经济管理, 2022, (7): 23–41.
- [26]郑威, 陈辉. 数据要素市场化配置对城市经济韧性的影响: 促进还是抑制?——基于数据交易平台设立的准自然实验[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2023, (12): 78–92.
- [27]Autio E, Nambisan S, Thomas L D W, et al. Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems[J]. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 2018, 12(1): 72–95.
- [28]Badr K, Rizk R, Zaki C. Firm productivity and agglomeration economies: Evidence from Egyptian data[J]. *Applied Economics*, 2019, 51(51): 5528–5544.
- [29]Briguglio L, Cordina G, Farrugia N, et al. Economic vulnerability and resilience: Concepts and measurements[J]. *Oxford Development Studies*, 2009, 37(3): 229–247.
- [30]Feng Y, Lee C C, Peng D Y. Does regional integration improve economic resilience? Evidence from urban agglomerations in China[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2023, 88: 104273.
- [31]Goldfarb A, Tucker C. Digital economics[J]. *Journal of Economic Literature*, 2019, 57(1): 3–43.
- [32]Goldschmidt-Pinkham P, Sorkin I, Swift H. Bartik instruments: What, when, why, and how[J]. *American Economic Review*, 2020, 110(8): 2586–2624.
- [33]He D, Miao P J, Qureshi N A. Can industrial diversification help strengthen regional economic resilience?[J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, 10: 987396.
- [34]Heo P S, Lee D H. Evolution of the linkage structure of ICT industry and its role in the economic system: The case of Korea[J]. *Information Technology for Development*, 2019, 25(3): 424–454.
- [35]Hjort J, Poulsen J. The arrival of fast Internet and employment in Africa[J]. *American Economic Review*, 2019, 109(3): 1032–1079.
- [36]Jovanovic B. Misallocation and growth[J]. *American Economic Review*, 2014, 104(4): 1149–1171.
- [37]Martin R, Gardiner B. The resilience of cities to economic shocks: A tale of four recessions (and the Challenge of Brexit)[J]. *Papers in Regional Science*, 2019, 98(4): 1801–1833.
- [38]Martin R, Sunley P. On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation[J]. *Journal of Economic Geography*, 2015, 15(1): 1–42.
- [39]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.
- [40]Ngouhouo I, Nchofoung T N. Economic resilience in Sub-Saharan Africa: Evidence from composite indicators[J]. *Journal of the Knowledge Economy*, 2022, 13(1): 70–91.

- [41]Prajogo D, Olhager J. Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration[J]. *International Journal of Production Economics*, 2012, 135(1): 514–522.
- [42]Tóth G, Elekes Z, Whittle A, et al. Technology network structure conditions the economic resilience of regions[J]. *Economic Geography*, 2022, 98(4): 355–378.
- [43]Wang Z X, Wei W. Regional economic resilience in China: Measurement and determinants[J]. *Regional Studies*, 2021, 55(7): 1228–1239.

The “Resilience Code” in the Digital Age: Virtual Agglomeration and Urban Economic Resilience

Yan Zhijun, Xu Zhilong, Zhang Jitong

(Business School, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Summary: The rapid growth of the digital economy has given rise to virtual agglomeration, injecting new impetus into urban economic development. Therefore, in the face of the complex economic environment, promoting the integration of information technology and industrial clusters has become crucial for enhancing urban economic resilience.

Based on the data from Alibaba China from 2008 to 2019, this paper constructs virtual agglomeration indicators at the urban level, and tests the impact of virtual agglomeration on urban economic resilience. The regression result shows that increased virtual agglomeration can empower urban economic resilience. Heterogeneity analysis shows that the promoting effect of virtual agglomeration on urban economic resilience is more pronounced in non-old industrial cities, cities with better digital infrastructure, and cities with a higher degree of integration. Mechanism testing confirms that virtual agglomeration empowers urban economic resilience by alleviating resource misallocation and boosting market demand. Further analysis finds that there is a complementary effect between virtual agglomeration and geographical agglomeration, and geographic agglomeration can strengthen the enabling effect of virtual agglomeration on urban economic resilience.

This paper has the following policy implications: First, the integration of digital technology and industrial clusters should be promoted. Second, the construction of new digital infrastructure in cities should be accelerated. Third, highly-integrated development of geographic agglomeration and virtual agglomeration should be promoted. Fourth, the digital transformation of advanced manufacturing clusters and the construction of digital industry chains should be advanced.

The contributions of this paper are as follows: First, it studies the intrinsic association between virtual agglomeration and urban economic resilience, expanding the theoretical boundary of the study of the digital economy and urban economic resilience. Second, it combines the connotations of “virtual” and “agglomeration”, and constructs virtual agglomeration indicators, laying the foundation for the research of the economic impact of virtual agglomeration. Third, it analyzes the internal path of virtual agglomeration affecting urban economic resilience, and finds that virtual agglomeration provides support for urban economic resilience by alleviating resource mismatch and boosting market demand.

Key words: virtual agglomeration; platform economy; economic resilience; complementary effect

(责任编辑 顾 坚)