

【区域格局与产业发展】

数字经济、产业结构与城市经济韧性

王静田 付晓东

摘要:数字经济作为最具活力、创新力和融合力的经济模式,对增强城市经济韧性发挥着重要作用。采用2011—2019年中国285个地级及以上城市的面板数据,从产业结构的视角分析数字经济与城市经济韧性的作用关系。结果发现:数字经济在经济韧性的抵御期,加强了预警系统的建设;在复苏时期,推动了产业链的协同合作;在重新定位和更新阶段,产业数字化推动了产业结构的转型升级,数字产业化开启新的增长路径,以适应冲击后的环境变化,提升了城市经济韧性。数字经济对经济韧性的影响具有边际效应递增的非线性特征,且东部地区、中心城市、数字经济试点城市更具经济韧性。

关键词:数字经济;经济韧性;产业结构高级化;产业结构合理化

中图分类号:F207 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2023)02-0070-09 **收稿日期:**2022-09-22

作者简介:王静田,女,中共珠海市委党校讲师,经济学博士(珠海 519000)。

付晓东,男,中国人民大学教授,博士生导师,经济学博士(北京 100872)。

一、引言

区域经济的发展不可避免地会受到自然或人为因素的干扰,包括自然灾害、金融危机、贸易争端、新冠肺炎疫情等重大社会和公共卫生事件的影响。随着外部经济不确定性的增加,区域经济对危机的适应过程和适应能力引起了人们对经济韧性的广泛关注(Martin, 2012; Martin & Sunley, 2020)。学术界对韧性的认识经历了工程韧性、生态韧性到适应性韧性的阶段。工程韧性是经济系统受冲击后,恢复到受冲击前的状态或路径的能力(Holling, 1973; Walker et al., 2006)。生态韧性是经济系统在由一种均衡状态转向另一均衡状态之前,所能吸收冲击的能力(Holling, 1973; Mc Glade, 2006)。适应性韧性是指区域通过调整自身结构以适应冲击、维持经济系统的核心功能,进而实现经济良性发展的能力(Martin & Sunley, 2007)。增强经济韧性成为

各国应对复杂多变的内外部环境的重要方向。

Martin(2015)提出经济韧性的影响因素包括产业结构、劳动力市场状况、金融支持、机构和决策、政府管理等。Giannakis et al.(2017)研究认为在经济增长阶段,经济韧性的影响因素包括部门结构、创新、人力资本、移民、可接近性、城市化水平等。经济活动的多样性降低了风险的集中度,防止出现产业结构单一的区域锁定现象,增强对经济冲击的抵御能力(Brown & Greenbaum, 2017)。相关多样性还会导致风险的传递与扩散,抵消产业多样化的积极影响(Martin, 2012)。人力资本能够通过知识溢出和学习,快速应对经济冲击和经济变化(Giannakis et al., 2017)。资本可用性对于经济体应对经济冲击和经济复苏非常重要,较高的资本存量有助于经济体的产业结构调整、技术创新和调整适应能力,从而提高经济复苏的速度(Eraydin, 2016)。大城市在危机期间能够创造更多的就业机会,与国际市场保持高度联系,更能抵御经济衰退(Capello et al., 2015)。同

时,大城市的房地产等相关产业活动更容易受到冲击(Dijkstra et al.,2015)。经济体的实力和经济表现是影响一个国家稳定性的重要因素,欠发达地区更容易受到衰退冲击(Giannakis et al.,2017)。

与此同时,数字经济表现出强大的抗冲击能力和恢复力。数据作为新的生产要素,成为经济发展的重要推动力(Ahmad & Schreyer,2016)。数字经济与经济韧性的研究越来越得到学者重视。在经济发展方面,区块链可以在确保全球经济造福人类的同时,增强经济韧性(Maupin,2017)。数字支付系统和金融科技信贷在扩大资金来源的同时增强了抵御冲击的能力(Fargnoli,2018)。在产业升级方面,数字经济通过数据搜集和数据共享,推动产业联动、技术和人才共享,降低了交易成本,提高了资源配置效率和生产率(Gruber & Koutroumpis,2011)。数字经济的发展将大数据、云计算、人工智能等技术融入产业链的上下游,推动产业链、价值链从低端向高端延伸。数字经济与实体经济深度融合,催生新产业和新业态,提供新的就业岗位。在调整供给和需求方面,Uber Eats等平台在新冠肺炎疫情冲击中对提升企业韧性发挥了重要作用(Raj et al.,2020)。数字平台和分销渠道降低了小型供应商的进入成本,使得小型供应商更容易接近买家(Chen,2019)。数据要素对消费者行为的刻画极大地降低了消费者的搜寻成本,产生长尾效应。在公司绩效方面,数字技术使得在家工作成为可能,高数字弹性的公司在Covid-19大流行时期具有更好的绩效表现(Bai et al.,2021)。

当前对于经济韧性的研究多集中在概念界定、指标构建及测度等方面。多数研究关注产业结构、自然灾害、创新等因素对经济韧性的作用关系,鲜有研究关注数字经济对经济韧性的影响。数字经济作为推动经济发展的重要动力,对经济、社会、科技等领域都非常重要。2021年中国数字经济规模高达45.5万亿元,占GDP的比重达39.8%,成为我国产业结构升级的助推器和经济韧性的稳定器。当前,我国产业结构仍处于价值链的中低端环节,制造业大而不强,发展动力不足。以数字化驱动产业结构的转型升级,进而提高经济韧性成为实现高质量发展的重要着力点。本文研究数字经济对经济韧性的影响,有助于丰富韧性城市的理论研究,为数字化转型和韧性城市建设提供参考。鉴于此,本文测度了

2011—2019年中国285个地级及以上城市的数字经济和经济韧性指标,运用固定效应模型、工具变量法、双重差分法等多种计量方法从理论和实证上检验了数字经济对城市经济韧性的影响效果。在此基础上,进一步探讨了数字经济通过产业结构高级化、产业结构合理化影响城市经济韧性的作用机制。

二、理论分析与假设提出

Martin(2012)提出了经济韧性的四个维度,即抵抗、恢复、重新定位和更新。冲击和复苏的过程会影响城市经济活动和产业结构调整,为应对经济冲击做出的改变又会进一步影响经济的抵抗力和恢复力。Martin & Sunley(2015)通过引入脆弱性、冲击、抵抗力、稳健性和可恢复性的概念,扩展了韧性定义。脆弱性是指一个地区的企业对不同类型冲击的敏感性。冲击是指冲击的起源、规模和持续时间。抵抗力是指对冲击直接反应的深度,它不仅与冲击的性质有关,还与区域结构因素的属性有关。稳健性反映了一个地区或公司如何适应冲击。可恢复性代表区域的恢复范围和恢复路径。

数字经济对城市经济韧性的影响体现在以下几个方面(见图1)。在经济韧性的抵御期,大数据、云计算、区块链、人工智能等数字技术的应用能够帮助构建灾害预警系统,快速、精准地分析灾害风险与受灾情况,提高经济系统对冲击的敏感性。在复苏时期,技术共享与溢出推动产业之间的比例关系与技术关联性向协调方向发展,实现产业结构合理化调整。借助产业互联网和工业互联网等平台,数字经济的发展有助于产业链上下游企业在研发、设计、生产、制造等环节的数据共享、协同合作,更快地实现适应性结构调整和资源配置,实现经济的复苏。数字经济的发展不仅具有规模经济效应,还扩展了范围经济和长尾效应。数字经济将生产者 and 消费者聚集在统一的市场中,不仅满足了消费者的个性化、多样化需求,也有利于生产者准确地分析产品的市场需求和供给,根据客户反应提高产品质量,打造企业品牌,避免生产的盲目性和随机性,加速产品的匹配和交易,使得经济系统在面临不确定性因素冲击时表现出更强的稳健运行能力。例如,B2C电子商务平台的发展引发消费者与生产商共同研发新产品,进而推动整个产业链的转型升级

(Pee, 2016)。在重新定位和更新阶段,产业数字化可以发挥数字经济对传统产业的改造升级功能,推动产业结构的高级化。5G、大数据、云计算、人工智能、区块链等数字技术的应用加速了“数实融合”,推动产业结构从低端向中高端转型,提升产品附加值,实现全产业链的转型升级。数字产业化可以催生新的商业模式,开启新的增长路径,以适应冲击后的环境变化,甚至跳出低端锁定和路径依赖。借助数字平台,数据的运输和复制成本几乎为零,可以有效地促进不可贸易商品的交易。网络直播、电子商务、外卖配送、在线支付、线上教学等新事物的兴起,通过数字技术创新了供需模式。传统产业区通过拓展外部联系和政府干预,突破过去生产、技术和制度等锁定效应,实现区域路径创造和路径突破,进而影响经济韧性(Hu & Yang, 2019)。

数字经济作为一种融合经济,呈现出有别于传统经济理论的共享性、即时性、指数增长等特征。根据梅特卡夫法则、摩尔定律和达维多定律,网络产生的收益随着用户规模的扩大呈指数形式增长。数字经济下的企业生产成本具有高固定成本和低边际成本的特征,由于正反馈效应,可以实现强者越强的“马太效应”。数字技术融入传统产业的生产、经营、销售各个环节,平台经济的发展降低了产品仓储、运输成本和销售成本,使得经济韧性在数字经济加持下呈现“边际效应”递增的非线性特征。比如,数字孪生技术在虚拟三维空间中对产业的生产制造过程进行虚拟仿真,减少了产品的制作成本和时间。数字经济的发展改变了信息传递方式,打破了时空界限,降低了信息获取成本,促进了企业之间的知识共享和技术创新(Gomez-Herrera et al., 2014)。数字基础设施建设提高了资金、技术、数据等要素在区域间的配置效率,增强了区域之间的经济联系,减少了信息不对称,更能发挥对经济的稳定作用,有助于增强城市经济韧性。可以说,经济越发达的城市,数字技术越先进,数字基础设施建设相对完善,经济韧性也相对更强。基于上述分析,本文提出如下假说:

H1:数字经济的发展能够提升城市经济韧性。

H2:数字经济通过影响产业结构合理化和产业结构高级化影响城市经济韧性。

H3:经济越发达,数字经济对城市经济韧性的影响越显著。

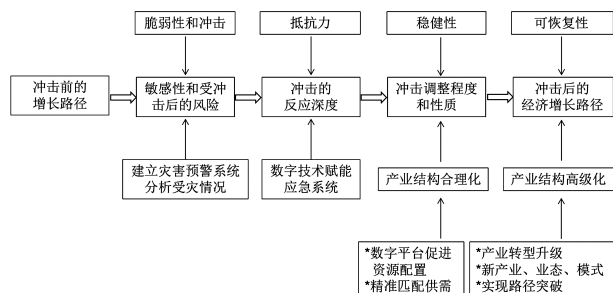


图1 数字经济与城市经济韧性的影响关系

资料来源:作者绘制。

三、模型设定和变量说明

本节构建了数字经济影响城市经济韧性的计量模型,对变量进行说明与测度。

1.模型构建

为了验证数字经济影响城市经济韧性的效果,设定如下基本计量模型:

$$Res_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 digit_{i,t} + \alpha_n X_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中, $Res_{i,t}$ 是城市*i*在*t*时期的经济韧性, $digit_{i,t}$ 是城市*i*在*t*时期的数字经济发展水平; $X_{i,t}$ 是控制变量; μ_i 表示城市*i*不随时间变化的个体固定效应; δ_t 表示时间固定效应; $\varepsilon_{i,t}$ 表示随机扰动项。

为了探讨数字经济对城市经济韧性的作用机制,本文构建数字经济对产业结构高级化(indu)、产业结构合理化(indr)的中介效应模型。模型设定如下:

$$Res_{i,t} = \beta_0 + c \cdot digit_{i,t} + \beta_1 \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$M_{i,t} = \alpha_0 + a \cdot digit_{i,t} + \alpha_1 \cdot X_{i,t} + \delta_{i,t} \quad (3)$$

$$Res_{i,t} = \gamma_0 + c' \cdot digit_{i,t} + b \cdot M_{i,t} + \gamma_1 \cdot X_{i,t} + \rho_{i,t} \quad (4)$$

其中, $M_{i,t}$ 表示中介变量,包括产业结构高级化、产业结构合理化。参数*c*是自变量对因变量的总效应,等于直接效应和间接效应之和。*a*是自变量对中介变量的效应,*b*是控制自变量的影响后,中介变量对因变量的效应。*c'*是在控制中介变量后,自变量对因变量的直接效应。中介效应等于间接效应之积,即*a*·*b*。

根据梅特卡夫法则、摩尔定律和达维多定律,网络产生的收益随着用户规模的扩大呈指数形式增长,经济韧性在数字经济影响下呈现边际效应递增的非线性特征。因此,设定面板门槛模型:

$$Res_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 digit_{i,t} \{digit_{i,t} \leq \gamma\} + \beta_2 digit_{i,t} \{digit_{i,t} > \gamma\} + \varphi_j X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

其中, β 为截距项; γ 为待估门槛值; β_1 、 β_2 和 φ_i 为待估系数。可以根据样本数据的计量检验结果扩充至多门槛情形。

2. 变量测度与说明

(1) 被解释变量

经济韧性的测度主要通过通过对经济冲击的反应程度来判断,测度方法包括指标构建法、敏感度分析法、经济周期模型法等。借鉴 Martin (2012)、Cainelli (2019)、刘逸 (2020) 的方法,采用各个地级市实际 GDP (以 2002 年为基期进行平减), 对全国 285 个城市的经济韧性进行测度。公式为:

$$RES = \frac{\left[\frac{(E_t^c - E_{t-1}^c)}{E_{t-1}^c} - \frac{(E_t^R - E_{t-1}^R)}{E_{t-1}^R} \right]}{\left| \frac{(E_t^R - E_{t-1}^R)}{E_{t-1}^R} \right|} \quad (6)$$

式中: E^c 是城市生产总值; E^R 是全国生产总值; $t-1$ 为基期; t 为末期。当城市经济增长率高于全国 ($RES > 0$), 视为高经济韧性; 反之, 当城市经济增长率低于全国 ($RES < 0$), 视为低经济韧性。

(2) 解释变量

本文借鉴赵涛 (2020) 的方法, 从互联网发展和数字普惠金融两方面构建数字经济的测度指标体系。其中, 互联网发展的指标包括互联网宽带接入用户数、计算机服务和软件业从业人员占城镇从业人员比重、电信业务总量、移动电话用户数。数字普惠金融指数由北京大学数字金融研究中心和蚂蚁金服集团共同编制。本文利用主成分分析法, 将以上 5 个指标的数据进行标准化后降维处理, 得到数字经济综合发展指数 ($digit$)。

(3) 中介变量

产业结构高级化是产业由低级向高级不断演变的过程。本文借鉴 Ma & Cao (2021) 的做法, 考虑产业结构层次系数和劳动生产率, 将产业结构高级化指标设定如下:

$$indh^* = \sum_{i=1}^3 (Y_i/Y) (Y_i/L_i) \quad (i=1, 2, 3) \quad (7)$$

其中, Y 表示产值; L 表示就业人数; i 表示三大产业。本文通过 Z-Score 方法对 Y_i/L_i 进行标准化处理, 以解决量纲问题。同时, 本文将数据再次标准化到 $[0, 1]$ 区间内, 即 $indh = [Z_i / (\max(Z_i))] \times 0.4 + 0.6$, 其中, Z_i 表示进行 Z-score 标准化处理后的产业结构高级化数据。indh 越大, 表明产业结构越趋向于高级化。

产业结构合理化反映了不同产业之间的耦合协调程度和资源有效利用程度 (Sun, 2019)。泰尔指数可以克服结构偏差度的不足, 本文利用泰尔指数对产业结构合理化进行度量 (Lichter et al., 2017)。指标为:

$$TL = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i}{Y} \right) \ln \left(\frac{Y_i/Y}{L_i/L} \right) \quad (8)$$

若泰尔指数接近 0, 说明产业结构越合理; 反之, 表明产业结构偏离了均衡状态, 产业结构不合理。

(4) 控制变量

为了更加全面地分析数字经济发展对经济韧性的影响, 还需要设定对经济韧性可能产生影响的控制变量。具体分析如下: 经济发展水平 ($pgdp$), 用 2003 年为基期的不变价计算的各城市人均 GDP 来表示。经济发展水平越高的地方, 人力资本、自然资源、开放度等具有较大的优势。对外开放水平 (fdi), 采用各地区外商直接投资额经当年人民币与美元平均汇率折算后表示。对外开放水平可以通过技术溢出效应和投资增长效应影响经济韧性。政府干预 (gov), 用财政支出占 GDP 的比重来表示。城镇化水平 ($urban$), 用城市建设用地占市区面积比重 (%) 来表示。交通基础设施发展水平 ($infra$), 用城市道路面积占城市建设面积的比重来表示。信息化水平 ($infma$), 用邮电业务收入占 GDP 的比重来表示。

本文选取 2011—2019 年中国 285 个地级及以上城市的面板数据展开研究, 数据主要来源于 EPS 数据平台、中经数据库、CEIC 数据库和各城市统计年鉴、各城市历年统计公报。对于个别缺失数据, 采用线性插补法确定。表 1 是主要变量的描述性统计结果。

表 1 变量描述性统计

变量名	样本	均值	标准差	最小值	最大值
resis	2565	1.254	0.428	-1.984	3.056
digit	2565	0.000	1.711	-1.840	16.863
pgdp	2565	39679	38688	3618	381730
fdi	2565	607213	1427980	12	20500000
gov	2565	0.024	0.051	0.001	2.161
urban	2565	0.019	0.044	0.001	0.497
infra	2565	14.361	6.863	1	109.526
infma	2565	0.032	0.024	0.003	0.383

数据来源: 作者整理。

四、实证结果分析

根据构建的计量经济模型,本节对实证结果进行分析探讨。

1.基准回归结果

表2报告了数字经济影响城市经济韧性的估计结果。在第(1)、(2)列中,数字经济的系数估计值显著为正,数字经济提升了经济韧性。在加入控制变量之后,经济发展水平(pgdp)降低了经济韧性,反映出经济总量的增长并不意味着经济韧性的提升。对外开放水平(fdi)显著提升了经济韧性,反映出扩大对外开放水平、加强与国际市场合作是提升经济韧性的重要因素。政府干预(gov)显著提升了经济韧性,政府干预在稳定经济运行中的作用十分重要。城镇化水平(urban)和交通基础设施发展水平(infra)显著提升了经济韧性,说明城镇化水平的提升,城市基础设施建设更加完善,就业机会更多,

更能抵抗经济危机。Capello et al.(2015)发现区域经济韧性随着区域内城市的规模而增加。信息化水平(infma)降低了经济韧性,这与危机发生后邮电业务等信息化手段更容易受到危机冲击有关。

前文从产业结构高级化和产业结构合理化的视角,分析了数字经济对经济韧性的传导机制,本文选用中介效应模型进行实证检验,回归结果见表2。第(3)、(5)列中数字经济对产业结构高级化、产业结构合理化的系数显著为正,第(4)、(6)列中数字经济的系数和产业结构高级化、产业结构合理化的系数显著为正,核心解释变量的系数值相比第(2)列有所下降,说明产业结构高级化、产业结构合理化是数字经济促进经济韧性提升的作用机制。第(7)列是门槛回归的估计结果。经过“自助法”bootstrap反复抽样1000次后,结果表明,当以数字经济作为门槛变量时,存在单一门槛,门槛值为-0.861。数字经济对经济韧性的影响是持续增强的,数字经济边际效应递增的非线性特征依然存在。

表2 基准回归结果

变量名	resis	resis	indh	resis	indr	resis	resis
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
digit	0.031** (2.25)	0.034** (2.26)	0.010*** (4.13)	0.027* (1.81)	0.075* (1.69)	0.033** (2.22)	
M				0.647*** (5.19)		0.055*** (5.74)	
digit<γ							-0.041 (-1.56)
digit≥γ							0.036** (2.39)
pgdp		-0.000*** (-2.65)	-0.000*** (-2.97)	-0.000** (-2.33)	-0.000 (-0.89)	-0.000*** (-2.70)	-0.000*** (-3.27)
fdi		0.037*** (4.94)	0.006*** (5.12)	0.033*** (4.38)	0.027 (0.46)	0.037*** (4.98)	0.036*** (4.82)
gov		0.101*** (6.35)	0.013*** (4.77)	0.093*** (5.83)	-0.232** (-2.29)	0.105*** (6.67)	0.095*** (5.93)
urban		2.023*** (3.59)	-0.590*** (-6.25)	2.405*** (4.26)	3.662** (2.26)	1.830*** (3.26)	1.977*** (3.52)
infra		0.003** (2.45)	-0.000* (-1.72)	0.004*** (2.65)	0.008 (1.21)	0.003** (2.27)	0.004** (2.54)
infma		-0.961*** (-2.65)	-0.153** (-2.52)	-0.862** (-2.39)	-0.475 (-0.29)	-0.993*** (-2.76)	-0.899** (-2.48)
Cons	1.474*** (72.35)	1.511*** (11.19)	0.662*** (29.27)	1.083*** (6.87)	-4.403*** (-4.40)	1.679*** (12.23)	1.121*** (8.09)
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
obs	2,565	2,565	2,565	2,565	721	2,565	2,565
R2	0.298	0.333	0.607	0.340	0.059	0.342	0.336

注:t-statistics in parentheses。***p<0.01,**p<0.05,*p<0.1。

2.稳健性检验

(1)内生性处理

数字经济的发展会影响经济韧性,经济韧性的调整也会影响数字经济,二者之间可能存在反向因果关系。本文对所有解释变量滞后一期进行估计,以解决内生性问题。回归结果见表3第(1)列,数字经济的系数在1%水平上通过显著性检验,这说明在考虑内生性问题时,数字经济的发展促进了城市经济韧性的提升。

本文进一步利用2SLS方法对模型进行内生性处理和稳健性估计。合适的工具变量需要满足相关性和外生性两个条件,一般选择地理或者历史角度的工具变量,这些变量与现在相距甚远,不直接影响被解释变量,又与解释变量相关,满足外生性和相关性的条件。本文选取明朝时期的驿站(ivyizhan)作为数字经济的工具变量。明代驿站作为古代的国家邮驿运输系统与数字经济发展有一定的相关性,历史时期的驿站一般会建设在交通信息枢纽,或者经济发展比较好的城市。明代驿站在数字经济与经济韧性概念之前已经存在,作为一种历史事件,不会直接对现在的经济韧性产生作用,符合外生性条件。回归结果见表3第(2)—(4)列,第(2)列是普通最小二乘回归的估计结果。第(3)

和第(4)列是工具变量对模型的回归结果。第一阶段的F检验值分别为91.23,大于10,符合经验法则,且Cragg-Donald Wald F Statistic为63.320,大于临界值7.03,说明不存在弱工具变量问题。第二阶段的估计结果显示,对模型进行识别检验(Kleibergen-Paaprk LM statistic)和弱工具变量检验(Kleibergen-Paaprk Wald F statistic),结果均在1%水平上拒绝了“工具变量识别不足”和“存在弱工具变量”的原假设,认为工具变量选择合理。当考虑了内生性问题后,估计系数依然显著,说明数字经济促进了经济韧性。

(2)外生冲击检验

为了更加稳健地评估数字经济是否促进了经济韧性,本文采用“国家智慧城市”“宽带中国”试点作为外生政策冲击,以多期双重差分(DID)方法评估数字经济对经济韧性的影响(见表4)。

为了推动城市数字经济发展水平,住房和城乡建设部在2013年1月公布了首批国家智慧城市入选名单。同年8月公布了第二批智慧城市名单。在2015年4月公布第三批智慧城市入选名单,智慧城市试点一共接近300个。工业和信息化部、国家发展和改革委员会于2014年、2015年和2016年分三批遴选出120个城市(群)作为“宽带中国”示范点。

表3 内生性估计结果

变量名	X滞后 一期	工具变量法		
		FE	第一阶段	第二阶段
	(1)	(2)	(3)	(4)
Ldigit	0.061*** (3.36)			
digit		0.034** (2.26)		0.127** (2.54)
ivyizhan			0.411*** (8.81)	
Controls	YES	YES	YES	YES
Cons	1.895*** (12.19)	1.511*** (11.19)	-3.582*** (-16.09)	1.777*** (9.56)
个体固定	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES
Kleibergen-Paaprk LM statistic				73.590***
Kleibergen-Paaprk Wald F statistic				77.689 [16.38]
obs	2,280	2,565	2,565	2,565
R2	0.303	0.333	0.500	0.8850

注:t-statistics in parentheses,***p<0.01,**p<0.05,*p<0.1,[]为临界值。

加入示范点的城市(群)需在一定的建设期内(3年左右),在宽带网络提速、覆盖范围、用户规模等方面有极大的提升。智慧城市建设和“宽带中国”示范点促进了数字经济的发展水平和规模,进而带动了数字产业的发展。数字信息技术的创新与应用有利于产业的数字化转型。基于此,本文构建了双重差分模型:

$$Res_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 D_{i,t} + \alpha_n X_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t}$$

其中, $D_{i,t}$ 表示“宽带中国”和“国家智慧城市”政策试点冲击,包含了处理组和控制组。处理组是入选“国家智慧城市”名单的城市,设定为1,控制组设定为0。政策时间虚拟变量中,将试点城市公布的当年及以后设定为1,其余设定为0。

3.异质性分析

数字经济对城市经济韧性的影响具有异质性。中国区域经济发展差距较大,发达城市具备完善的基础设施,人才、资本、技术等要素更加聚集,数字经济的发展水平也相对较高。由表5可见,就区域板块而言,中西部地区的经济韧性略高于东部地区,但是标准差也更大。东部地区数字经济指数远高于中部、西部和东北地区。就行政等级而言,本文将国家中心城市、副省级城市和省会城市划分为中心城市,将其他地级市划分为外围城市。中心城市的经济韧性与数字经济发展水平均高于外围城市。就数字经济发展水平而言,本文根据城市是否为智慧城市试点或宽带中国试点城市,对城市进行划分。结果显示,智慧城市、宽带中国试点城市的经济韧性与数字经济发展水平均高于非试点城市。

回归结果见表6。四大板块的回归结果显示见第(1)―(4)列,东部地区数字经济对经济韧性具有

表4 外生性冲击检验回归结果

变量名	智慧城市建设		“宽带中国”示范点	
	(1)	(2)	(3)	(4)
d	0.064* (2.45)	0.046* (1.74)	0.058* (2.32)	0.059* (2.30)
Controls	NO	YES	NO	YES
Cons	1.228*** (102.63)	1.265*** (9.37)	1.241*** (151.34)	1.285*** (9.49)
个体固定	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES
obs	2565	2565	2565	2565
R2	0.526	0.548	0.526	0.549

注:t-statistics in parentheses, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001。

显著的促进作用,中部、西部和东北地区的影响作用不显著。城市等级的回归结果显示见第(5)―(6)列,中心城市数字经济对经济韧性具有显著的促进作用,外围城市的影响不显著。数字经济发展水平的回归结果显示,智慧城市试点和宽带中国试点的城市,数字经济发展水平相对较高,对经济韧性的影响也更显著。

五、结论与启示

面对复杂多变的内外部环境,发挥数字经济优势,抓住产业数字化、数字产业化赋予的时代机遇,对于提高经济韧性和经济高质量发展非常重要。本文基于中国2011—2019年城市层面的数据,在构建数字经济与经济韧性差异测度指标基础上,实证检验了数字经济对城市经济韧性的直接作用,以及通过驱动产业结构高级化和产业结构合理化来影

表5 各类城市数字经济与经济韧性差异

区域	经济韧性指标				数字经济指标			
	样本	均值	中位数	标准差	样本	均值	中位数	标准差
东部	783	1.256	1.257	0.265	783	0.828	0.122	2.358
中部	720	1.321	1.364	0.305	720	-0.343	-0.512	0.961
西部	756	1.358	1.350	0.405	756	-0.369	-0.683	1.369
东北	306	-0.398	0.947	0.997	306	-0.398	-0.704	0.997
中心城市	315	1.323	1.3	0.322	315	2.952	1.968	3.168
外围城市	2250	1.244	1.302	0.440	2250	-0.413	-0.555	0.737
智慧城市	1377	1.287	1.317	0.372	1377	0.405	-0.330	2.161
非智慧城市	1188	1.214	1.286	0.482	1188	-0.470	-0.582	0.705
宽带中国	963	1.287	1.324	0.371	963	0.630	-0.185	2.442
非宽带中国	1602	1.233	1.286	0.458	1602	-0.379	-0.555	0.850

表6 异质性分析回归结果

变量名	东部	中部	西部	东北	中心城市	外围城市	智慧城市	非智慧城市	宽带中国	非宽带中国
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
digit	0.042*** (2.98)	-0.024 (-0.98)	-0.004 (-0.13)	-0.039 (-0.36)	0.034** (2.25)	0.029 (1.05)	0.030** (2.07)	-0.039 (-0.91)	0.033** (2.10)	0.040 (1.24)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Cons	0.585*** (2.64)	2.611*** (8.35)	1.619*** (8.42)	0.572 (0.92)	1.751*** (4.56)	1.543*** (10.60)	1.643*** (9.45)	1.551*** (7.48)	1.531*** (7.90)	1.635*** (8.79)
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
obs	783	720	756	306	315	2,250	1,377	1,188	963	1,602
R2	0.483	0.351	0.427	0.559	0.453	0.331	0.378	0.347	0.360	0.339

注:t-statistics in parentheses。***p<0.01,**p<0.05,*p<0.1。

响经济韧性的间接作用。研究得出以下几点结论：第一，我国各城市的经济韧性表现差异明显，数字经济越发达的地区，经济韧性相对越强。数字经济显著地促进了城市经济韧性的发展，在引用工具变量，利用多期 DID 等方法后，结果依然稳健。异质性分析结果显示，东部地区、中心城市、智慧城市试点和宽带中国试点城市数字经济对经济韧性的影响要大于其他地区。第二，数字经济对经济韧性的影响存在边际效应递增的非线性变化趋势，证实了梅特卡夫法则在经济韧性中也是显著存在的。第三，数字经济对经济韧性的作用不仅表现为分散风险、抵御冲击的“自动稳定器”功能，更有助于推动产业结构高级化、产业结构合理化，帮助城市在恢复期做出适应性的结构调整。

基于上述结论，本文提出以下几点建议。

第一，加快产业融合与产业变革，发挥数字经济对城市经济韧性的驱动作用。一方面，充分利用我国庞大的产业基础优势，加强数字经济与农业、制造业、服务业等传统产业的深度融合，实现产业链的数字化转型与赋能。发展产业互联网，打通各产业间的联系，以新兴产业的技术提高传统产业效率，以传统产业的市场带动新兴产业规模。另一方面，加快新兴数字产业的创新与发展，培育新一代信息技术、新材料、高端装备等新兴产业集群，实现产业结构的转型升级，发挥数字经济对经济韧性的提升效果。

第二，实施数字经济引领与均衡战略，缩小数字鸿沟。目前我国东部地区和中西部地区、东北地区的数字经济发展差异较大，发达城市和欠发达城市的数字经济发展差距依旧十分明显。东部地区、

中心城市、数字经济试点继续加强数字经济前沿拓展以及与实体经济的深度融合，建设智慧城市。中西部地区、东北地区、外围城市与非数字经济试点城市重点加强数字基础设施建设，提升数字人才和数字技术储备，消除数字鸿沟，提高城市经济韧性。

第三，充分利用数字技术，加强数字基础设施建设。关注和追踪数字技术发展，诸如5G、区块链、人工智能等关键、前沿的数字技术，重视对传统基础设施进行数字化改造，充分利用平台经济的优势寻找经济新突破点。鼓励企业运用大数据分析技术以及新一代数字技术分析用户需求，为消费者提供更高水平的产品与服务，从基础层面切实增强经济韧性。

参考文献

[1] Martin R. Regional Economic Resilience, Hysteresis and Recessionary Shocks[J]. Journal of Economic Geography, 2012, 12(1).

[2] Martin R, Sunley P. Regional Economic Resilience: Evolution and Evaluation [M]//Handbook on Regional Economic Resilience. Edward Elgar Publishing, 2020.

[3] Holling C S. Resilience and Stability of Ecological Systems[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, 4(1).

[4] Walker B, Gunderson L, Kinzig A, et al. A Handful of Heuristics and Some Propositions for Understanding Resilience in Social-Ecological Systems [J]. Ecology and Society, 2006.

[5] McGlade J, Murray R, Baldwin J, et al. Industrial Resilience and Decline: A Co-Evolutionary Framework[J]. Complexity and Co-Evolution: Continuity and Change in Socio-Economic Systems, 2006.

- [6] Martin R, Sunley P. Complexity Thinking and Evolutionary Economic Geography[J]. Journal of Economic Geography, 2007, 7(5).
- [7] Martin R, Sunley P. On the Notion of Regional Economic Resilience: Conceptualization and Explanation[J]. Journal of Economic Geography, 2015, 15(1).
- [8] Giannakis E, Bruggeman A. Determinants of Regional Resilience to Economic Crisis: A European Perspective[J]. European Planning Studies, 2017, 25(8).
- [9] Brown L, Greenbaum R T. The Role of Industrial Diversity in Economic Resilience: An Empirical Examination Across 35 Years[J]. Urban Studies, 2017, 54(6).
- [10] Eraydin A. Attributes and Characteristics of Regional Resilience: Defining and Measuring the Resilience of Turkish Regions[J]. Regional Studies, 2016, 50(4).
- [11] Capello R, Caragliu A, Fratesi U. Spatial Heterogeneity in the Costs of the Economic Crisis in Europe: Are Cities Sources of Regional Resilience? [J]. Journal of Economic Geography, 2015, 15(5).
- [12] Dijkstra L, Garcilazo E, McCann P. The Effects of the Global Financial Crisis on European Regions and Cities[J]. Journal of Economic Geography, 2015, 15(5).
- [13] Ahmad N, Schreyer P. Are GDP and Productivity Measures up to the Challenges of the Digital Economy?[J]. International Productivity Monitor, 2016 (30).
- [14] Gopal R D, Ramesh R, Whinston A B. Microproducts in a Digital Economy: Trading Small, Gaining Large [J]. International Journal of Electronic Commerce, 2003, 8(2).
- [15] Fargnoli R, Meyermans E. Digitalisation of the Euro Area Economy and Impact on Resilience [J]. Quarterly Report on the Euro Area (QREA), 2018, 17(2).
- [16] Gruber H, Koutroumpis P. Mobile Telecommunications and the Impact on Economic Development [J]. Economic Policy, 2011, 26(67).
- [17] Raj M, Sundararajan A, You C. COVID-19 and Digital Resilience: Evidence from Uber Eats [J]. ArXiv Preprint ArXiv:2006.07204, 2020.
- [18] Chen M K, Rossi P E, Chevalier J A, et al. The Value of Flexible Work: Evidence from Uber Drivers [J]. Journal of Political Economy, 2019, 127(6).
- [19] Bai J J, Brynjolfsson E, Jin W, et al. Digital Resilience: How Work-From-Home Feasibility Affects Firm Performance [R]. National Bureau of Economic Research, 2021.
- [20] Hu X, Yang C. Institutional Change and Divergent Economic Resilience: Path Development of Two Resource-Depleted Cities in China [J]. Urban Studies, 2019, 56(16).
- [21] Pee L G. Customer Co-Creation in B2C E-Commerce: Does it Lead to Better New Products? [J]. Electronic Commerce Research, 2016, 16(2).
- [22] Gomez-Herrera E, Martens B, Turlea G. The Drivers and Impediments for Cross-Border E-Commerce in the EU [J]. Information Economics and Policy, 2014, 28.
- [23] Cainelli G, Ganau R, Modica M. Industrial Relatedness and Regional Resilience in the European Union [J]. Papers in Regional Science, 2019, 98(2).
- [24] 刘逸, 纪捷韩, 张一帆, 等. 粤港澳大湾区经济韧性的特征与空间差异研究 [J]. 地理研究, 2020, 39(9).
- [25] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展: 来自中国城市的经验证据 [J]. 管理世界, 2020, 36(10).

Digital Economy, Industrial Structure and Urban Economic Resilience

Wang Jingtian Fu Xiaodong

Abstract: As the most dynamic, innovative and integrated economic model, digital economy plays an important role in enhancing urban economic resilience. The panel data of 285 cities in China from 2011 to 2019 are used to analyze the relationship between digital economy and urban economic resilience from the perspective of industrial structure. The results show that digital economy has strengthened the construction of early warning system in the period of economic resilience. In the recovery period, it promoted the cooperation of the industrial chain. In the repositioning and updating stage, industrial digitalization has promoted the transformation and upgrading of the industrial structure. And digital industrialization has opened a new growth path to adapt to the environmental changes after the shock, improving the resilience of the urban economy. The impact of digital economy on economic resilience has a non-linear feature of “marginal effect” increasing, and eastern regions, central cities and digital economy pilot cities have more economic resilience.

Key Words: Digital Economy; Economic Resilience; Upgrading of Industrial Structure; Rationalization of Industrial Structure

(责任编辑:文 锐)