数字经济对长三角城市经济韧性的影响机制与空间溢出研究

蒙春晓[1,2]，欧利松[1,2*]

1. 桂林理工大学 数学与统计学院，广西 桂林 541004

2. 桂林理工大学 广西高校应用统计重点实验室，广西 桂林 541004

DOI:10.61369/ASDS.2026090009

摘　　要： 数字经济能否切实增强城市经济韧性，是当前区域经济研究中的重要命题。本文基于2015—2024年长三角27个城市的面板数据，构建递进式分析框架，综合运用双向固定效应模型、中介效应模型、空间杜宾模型和耦合协调调节效应模型，系统考察数字经济对城市经济韧性的影响机制、空间边界与系统协调特征。研究发现：数字经济显著提升了城市经济韧性；技术要素配置是核心传导路径；空间溢出呈现虹吸效应；耦合协调度正向调节韧性效应，但二者呈U型关系，存在协同门槛；异质性分析表明，安徽等后发地区边际效应更强，而外部冲击会削弱赋能效果。本文揭示了数字经济影响经济韧性的内在逻辑与区域差异，为长三角一体化背景下推进数字经济协同发展与韧性城市建设提供了政策参考。

关 键 词： 数字经济；经济韧性；长三角；要素配置；空间溢出；耦合协调

Research on the Influence Mechanism and Spatial Spillover of Digital Economy on Urban Economic Resilience in the Yangtze River Delta

Meng Chunxiao[1,2],Ou Lisong[1,2*]

1.School of Mathematics and Statistics, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004

2.Guangxi Colleges and Universities Key Laboratory of Applied Statistics, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004

Abstract: Whether the digital economy can effectively boost urban economic resilience has become a key research proposition in the field of regional economics.Based on the panel data of 27 cities in the Yangtze River Delta from 2015 to 2024,this paper constructs a progressive analytical framework and adopts a series of econometric models including two-way fixed-effect model,mediation effect model,spatial Durbin model and coupling coordination moderation effect model to systematically explore the impact mechanism,spatial spillover characteristics and systematic coordination features vvv of the digital economy on urban economic resilience.The empirical results show that the digital economy significantly improves urban economic resilience;technological factor allocation acts as the core transmission channel;its spatial spillover effect is dominated by the siphon effect;the coupling coordination degree positively moderates the enabling effect of the digital economy,and there exists a U-shaped relationship with a coordination threshold.Heterogeneity analysis reveals that the marginal effect of the digital economy is stronger in late-developing regions such as Anhui Province,while external shocks will weaken its empowering impact.This paper clarifies the internal logic and regional differences of how the digital economy affects economic resilience,and provides policy references for promoting the coordinated development of the digital economy and the construction of resilient cities under the integration strategy of the Yangtze River Delta.

Keywords: digital economy; economic resilience; Yangtze River Delta; factor allocation; spatial spillover; coupling coordination

基金项目：2025年度广西自然科学基金面上项目“面向多源异构情感数据的因果推理与偏差校正研究”(2026GXNSFAA00641065)；2025年度广西哲学社会科学研究年度课题“广西社交网络平台的虚假信息传播抑制研究”(25XWF523)。

作者简介：蒙春晓，桂林理工大学 数学与统计学院， 本科在读。

通讯作者：欧利松，桂林理工大学 数学与统计学院，教师。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

引言

近年来，数字经济持续向实体经济渗透，正在成为重塑区域经济格局的重要力量。全球地缘政治冲突与公共卫生事件频发，城市经济系统面临的不确定性显著上升。在此背景下，数字经济能否切实增强城市经济韧性，已成为学术界与政策制定者共同关注的重要议题。长三角地区作为我国经济最具活力、创新能力最强的区域之一，集聚了全国约三分之一的经济规模，2019年《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》明确提出打造“全国数字经济发展引领区”。区域内数字经济发展不平衡问题突出，核心城市与外围城市数字经济综合指数差距显著，数字人才供给滞后于产业发展需求，2020年公共卫生事件的冲击更使城市经济韧性面临严峻考验。因此，有必要以长三角城市群为样本，对上述问题展开实证检验。

现有文献已就数字经济对经济韧性的影响开展了有益探索。胡艳等（2022）[1]发现数字经济发展对城市经济韧性具有显著积极影响，且存在空间溢出效应；陈丛波等（2021）[2]证实数字经济通过空间溢出和创新能力间接强化了城市经济韧性；李晓钟等（2022）[3]从中介效应和空间溢出效应两个维度系统检验了数字经济对区域经济韧性的影响。然而，已有研究仍存在以下不足：一是要素配置中介路径缺乏对比分析；二是耦合协调度的调节机制有待揭示；三是缺乏外部冲击前后的动态对比。

立足现有研究尚存的拓展空间，本文选取长三角27个中心城市作为样本，依托2015—2024年城市面板数据，围绕数字经济作用于城市经济韧性的内在机制展开系统检验。相较于已有文献，本文边际贡献体现在三个方面：第一，将资本、人力、技术三条要素配置路径纳入统一框架进行对比分析；第二，引入耦合协调度调节效应模型；第三，对比平稳期（2015—2019）与冲击期（2020—2024）数字经济韧性效应的差异。

一、理论分析与研究假说

（一）数字经济对城市经济韧性的直接影响

数字经济能够依托多重路径提升城市经济韧性。数字化、网络化与智能技术依托数字经济持续渗透，打破传统地理时空束缚，加速信息流通与知识溢出，有效缓解市场信息不对称问题，帮助城市经济系统在外部冲击来临前建立更为灵敏的风险感知与响应机制。依托数字技术与实体经济的深度融合，传统产业逐步转向柔性、智能化生产模式，丰富生产体系内可替代方案，当产业链局部环节遭受扰动时能够快速完成生产调整，夯实经济体自身抵御风险的基础。而各类数字平台依托算法匹配与资源调度体系，能够在风险显现之后引导劳动力、资本、技术等生产要素实现跨区域、跨行业重组配置，避免局部经济衰退进一步向外蔓延放大。综合上述分析，本文提出假说H1。

H1：数字经济发展水平越高，城市经济韧性越强。

（二）要素配置的中介传导机制

数字经济对经济韧性的影响并非直接作用于韧性本身，而是通过优化要素配置效率间接实现。技术、资本和人力是经济增长的三大核心要素，数字经济可能通过以下三条路径分别影响三者配置效率：

第一，技术要素配置路径。数字经济推动大数据、人工智能、云计算等前沿技术在各产业领域的渗透应用，促进研发投入增加和专利产出提升，增强城市的技术储备与自主创新能力，为经济系统应对外部冲击提供技术缓冲和转型动力。

第二，资本要素配置路径。数字金融的发展降低了金融服务的门槛和交易成本，拓宽了中小企业和欠发达地区的融资渠道，促进了资本在区域间、行业间的高效流动与优化配置，形成应对外部冲击的资本缓冲。

第三，人力要素配置路径。数字经济发展催生了对高技能数字人才的旺盛需求，推动劳动力市场结构向高技能方向演进。但数字人才的培养具有周期性，人力资本质量提升往往滞后于数字经济的快速扩张，这意味着人力要素配置的传导效果可能存在时滞，其韧性效应的释放需要更长的观测窗口。从长期趋势来看，人力资本仍是经济系统实现持续转型的基础性支撑力量。基于上述分析，本文提出以下待检验假设：

H2a：数字经济通过优化技术要素配置提升城市经济韧性；

H2b：数字经济通过优化资本要素配置提升城市经济韧性；

H2c：数字经济通过优化人力要素配置提升城市经济韧性。

（三）空间溢出的“虹吸”与“扩散”之争

在空间层面，数字经济的韧性效应可能表现为两种方向相反的效应。一方面，数字经济具有跨区域渗透属性，核心城市的技术、知识和资本可能沿产业链向周边城市扩散，形成正向的“扩散效应”；另一方面，数字经济也可能加剧区域间的不平衡，核心城市凭借更完善的数字基础设施、更丰富的人才储备和更强的创新活力，对周边城市的资金、人才等要素产生“虹吸效应”，从而抑制周边城市经济韧性的提升。长三角作为一体化程度较高的区域，两种效应同时存在。

H3：数字经济对城市经济韧性存在空间溢出效应，但以虹吸效应为主导。

（四）耦合协调度的调节作用

数字经济发展水平与经济韧性并非各自孤立运行的系统，二者之间存在协同演化关系。耦合协调度反映了两大系统相互作用、彼此支撑的协调发展水平。当数字经济与韧性系统形成良性互动时，数字技术的韧性能量能够得到更大程度的释放；反之，若二者发展脱节，数字经济快速渗透带来的产业调整、就业结构变化等问题可能暂时对韧性产生抑制作用。耦合协调度越高，表

 | Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

明数字经济与韧性系统的协同程度越强，数字经济对韧性的促进效应越能得到有效传导和放大。

H4：耦合协调度正向调节数字经济对城市经济韧性的促进作用。

二、研究设计

（一）数据来源

本文选取长三角27个中心城市作为研究对象，研究时间跨度为2015—2024年。数据主要来源于2016—2025年《中国城市统计年鉴》及各省市统计年鉴，数字普惠金融指数来自北京大学数字金融研究中心。针对部分城市的个别年份数据缺失，采用线性插值法补足。

（二）变量定义

1. 被解释变量：经济韧性（RES）

区域经济韧性是指区域经济系统在应对外部冲击时，能够有效抵御冲击、快速恢复调整并实现转型发展的综合能力。参考张振继[4]的研究，本文从抵抗恢复能力、适应调节能力、创新转型能力三个维度构建经济韧性综合评价指标体系，采用熵值法计算综合指数，取值越大表示经济韧性越强。

表1：经济韧性（RES）综合评价指标体系

一级指标	二级指标	单位
	城镇登记失业率（取倒数）	%
适应调节能力	城乡居民储蓄余额	亿元
	地方财政一般预算收入	亿元
	专利授权数	件
创新转型能力	R&D经费支出	亿元
	城镇化率	%
	地区生产总值（GDP）	亿元
抵抗恢复能力	人均GDP	元/人
	城镇居民人均可支配收入	元

2. 核心解释变量：数字经济水平（DE）

参考杨丽娟与韩娟霞（2023）[5]、李炎等（2022）[6]的研究思路，本文采用熵值法，从数字基础设施、数字产业规模、数字应用水平三个维度构建数字经济综合评价指标体系。取值越大表示发展水平越高。

表2：数字经济（DE）综合评价指标体系

一级指标	二级指标	单位
	互联网宽带接入用户数	万户
数字基础设施	移动电话用户数	万户
	光缆线路长度	公里
	电信业务总量	万元
数字产业规模	信息传输、软件和信息技术服务业从业人员	万人
	软件业务收入	万元
	数字普惠金融指数	指数
数字应用水平	电子商务销售额	亿元
	有电子商务交易活动的企业数	个

3. 机制变量

为检验数字经济影响经济韧性的传导机制，本文选取两个核心机制变量：一是人力要素配置（Sen），采用高等教育在校人数衡量，反映区域高素质劳动力储备；二是技术要素配置（Pat），采用专利授权数衡量，反映区域技术创新活跃度；三是资本要素配置（Cap），采用地区生产总值衡量，反映区域经济生产水平。

4. 控制变量

Pop反映区域市场规模和劳动力供给；Pri反映区域教育水平和人力资本储备；Wat反映区域资源禀赋条件；Was和SO反映区域环境压力。为缓解异方差问题，所有控制变量在回归分析中均取自然对数。

（三）模型设定

1. 基准回归模型

数字经济对城市经济韧性的影响并非凭空产生，而是通过数字化基础设施的完善、数字产业化的推进以及产业数字化的渗透，逐步改变城市经济系统的运行逻辑与抗风险能力。为实证检验这一影响效应，本文构建双向固定效应基准回归模型如下，该模型设定思路与李丽等（2025）[7]的研究保持一致。

$$RES_{it}=\alpha_0+\beta DE_{it}+\gamma X_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it}$$

其中，*RESit*为经济韧性；*DEit*为数字经济发展水平；X_{it}为一系列控制变量。参考已有研究，本文选取以下控制变量：Cap、Sen、Pat、Pop、Pri、Wat、Was、SO；μi为城市个体固定效应；λt为年份时间固定效应；εit为随机扰动项，包含未被纳入模型的其他影响因素。

2. 中介效应模型

数字经济提升城市经济韧性的过程并非直接的“注入—产出”关系，而可能通过优化要素配置效率这一传导渠道间接实现。参考林伟鹏、冯保艺[8]所梳理的Bootstrap中介效应检验思路，本文构建如下递归模型，考察技术要素配置（Pat）、资本要素配置（Cap）和人力要素配置（Sen）三条可能的传导路径：

$$RES_{it}=\alpha_1+c\cdot DE_{it}+\sum\gamma_i\cdot control_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{1it}$$

$$M_{it}=\alpha_2+a\cdot DE_{it}+\sum\sigma_i\cdot control_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{2it}$$

$$RES_{it}=\alpha_3+c'\cdot DE_{it}+b\cdot M_{it}+\sum\eta_i\cdot control_{it}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{3it}$$

其中，M_{it}为中介变量（分别代表Pat、Cap、Sen），$control_{it}$为控制变量集，包括lnCap、lnSen、lnPat、lnPop、lnPri、lnWas、lnWat、lnSO，均取自然对数以消除量纲差异，且在检验每条路径时将该路径对应的中介变量从控制变量中排除，以避免多重共线性。

3. 空间杜宾模型

（1）空间权重矩阵构建

为准确刻画城市间的空间关联关系，本文构建三种空间权重矩阵。

①地理距离矩阵

$$W_{ij}^{geo}=\begin{cases}1/d_{ij}, i\neq j\\ 0, i=j\end{cases}$$

其中，d_{ij}为城市i与城市j之间的球面距离。该矩阵反映地理

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

邻近性对空间溢出的影响。

②经济距离矩阵

$$W_{ij}^{econ}=\begin{cases}1/|GDP_i-GDP_j|, i\neq j\\ 0, i=j\end{cases}$$

该矩阵反映经济发展水平相似性对空间溢出的影响。

③经济地理嵌套矩阵

$$W_{ij}^{nested}=\phi W_{ij}^{geo}+(1-\phi)W_{ij}^{econ}$$

其中，$\phi=0.5$，综合反映地理邻近和经济相似的双重影响。该矩阵作为基准模型。

（2）空间自相关检验

采用全局 Moran's I 指数检验被解释变量和核心解释变量的空间自相关性。

$$I=\frac{N\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}W_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}W_{ij}\sum_{i=1}^{N}(x_i-\bar{x})^2}$$

Moran’s I 的取值范围为$[-1,1]$，$I>0$表示正空间自相关，则高值与高值相邻，$I<0$表示负空间自相关，则高值与低值相邻。

（3）空间计量模型

考虑长三角城市之间经济活动存在显著空间关联性，同时空间杜宾模型（SDM）可以同时捕捉被解释变量、解释变量的空间滞后效应，本文参照钱蕊等（2026）[9]针对长三角城市群的建模思路，构建空间杜宾模型识别数字经济影响城市经济韧性的空间溢出特征：

$$\ln RES_{it}=\rho\sum_{j=1}^{N}W_{ij}\ln RES_{jt}+\beta_1\ln DE_{it}+\beta_2\sum_{j=1}^{N}W_{ij}\ln DE_{jt}$$
$$+\gamma X_{it}+\theta\sum_{j=1}^{N}W_{ij}X_{jt}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it}$$

其中，ρ为空间自回归系数；β_1为数字经济对本市经济韧性的直接效应；β_2为邻市数字经济对本市经济韧性的空间溢出效应，作为核心关注；W_{ij}为空间权重矩阵，X_{it}为控制变量集，μi和λt分别为城市固定效应和年份固定效应。

（4）空间效应分解

参考 LeSage 和 Pace 的方法，将 SDM 系数分解为：直接效应（本市 DE 对本市 RES 的影响）、间接效应（邻市 DE 对本市 RES 的影响，即空间溢出效应）和总效应（前两者之和）。

4. 耦合协调调节效应模型

数字经济系统与韧性系统之间并非独立运行，二者可能存在协同演化关系。当数字经济发展水平与韧性水平形成良性互动时，前者对后者的促进作用可能被放大；反之，若二者发展脱节，数字经济快速渗透带来的结构调整阵痛可能暂时抑制韧性提升。为检验这一机制，本文首先构建两系统的耦合协调度模型：

$$C=2\times\frac{\sqrt{DE\times RES}}{DE+RES}$$

$$D=\sqrt{C\times T},\quad T=\alpha DE+\beta RES$$

其中，为两系统综合发展指数，参考已有研究[10]，本文取$\alpha=\beta=0.5$，赋予数字经济与城市经济韧性同等权重，进而计算二者耦合协调度 D。

耦合协调水平能够反映系统间协同联动状态，为厘清协同特征在数字经济赋能城市经济韧性过程中产生的调节作用，构建调节效应模型：

$$RES=\alpha_0+\beta_1DE+\beta_2D+\beta_3(DE\times D)+\gamma X+\mu+\lambda+\varepsilon$$

上式中，为数字经济与耦合协调度的交互项。当系数β_3显著为正时，意味着耦合协调度能够正向强化数字经济对城市经济韧性的促进效应。

协同作用并非简单线性关系，二者互动效果可能伴随协调水平变化呈现差异化特征。为捕捉这种非线性特征，本文进一步纳入耦合协调度二次项，考察数字经济边际效应随协调水平的演变规律：

$$Marginal_Effect_{it}=\theta_1D_{it}+\theta_2D_{it}^2$$

若$\theta_1<0$，$\theta_2>0$，表明二者存在 U 型关系，对应的拐点位置为$D^*=-\theta_1/(2\theta_2)$。

在明晰耦合协调的作用规律基础上，为识别制约两大系统协同提升的主要短板，引入障碍度模型量化各指标约束程度：

$$O_{ij}=\frac{(1-x_{ij}^*)\times w_j}{\sum_j(1-x_{ij}^*)\times w_j}\times100\%$$

其中，x_{ij}^*为标准化后的指标值，w_j为权重，O_{ij}为障碍度。

5. 异质性

数字经济对城市经济韧性的作用效果，在不同城市能级、不同发展阶段下可能存在分化。为捕捉上述差异化特征，本文基于前文构建的双向固定效应模型开展分组回归。

本文分别从城市能级、所属省份、时间阶段三个维度实施分组回归，开展异质性检验。各组保持相同模型设定以保障结果可比，详细分组标准如表3所示。

表3：异质性分析分组标准

异质性类型	划分标准	分组说明
分时期	2015-2019年、2020-2024年	平稳期 vs 冲击期
分城市类型	核心城市（7个）、外围城市（20个）	基于经济发展水平
分省份	上海、江苏、浙江、安徽	四大省级行政单元

三、实证结果分析

（一）基准回归结果

数字经济对经济韧性的基准回归结果如表4所示。列（1）为不加入任何控制变量的单变量回归，列（2）为加入全部控制变量后的混合回归，列（3）和列（4）分别为逐步加入城市个体固定效应与双向固定效应的估计结果。列（4）中数字经济系数为0.2484，在1% 水平上显著，表明数字经济每提高1个单位，城市

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

经济韧性提升约0.25个单位，假设H1成立。

表4：基准回归结果

变量	(1)RES	(2)RES	(3)RES	(4)RES
DE	0.8171*	0.3707*	0.1626*	0.2484*
	(21.000)	(7.954)	(4.279)	(5.335)
Cap		0.0090	0.0117	−0.0557**
		(1.323)	(1.061)	(−3.119)
Sen		0.0344***	−0.0194	−0.0359**
		(4.776)	(−1.649)	(−2.751)
Pat		0.0572***	0.0746***	0.0888***
		(5.944)	(9.464)	(9.964)
Pop		0.0980***	0.1684***	0.1930***
		(5.200)	(3.288)	(3.907)
Pri		−0.1557***	0.1086***	0.0555
		(−9.883)	(3.115)	(1.628)
Was		0.0146*	−0.0031	−0.0159
		(1.882)	(−0.287)	(−1.430)
Wat		0.0281***	0.0106*	0.0213**
		(4.344)	(1.756)	(2.660)
SO		−0.0333***	−0.0375***	−0.0322**
		(−3.811)	(−4.745)	(−3.457)
城市固定效应	否	否	是	是
年份固定效应	否	否	否	是
cons	0.0423***	−0.8911***	−1.9872***	−1.3589***
	(4.372)	(−12.431)	(−5.295)	(−3.498)
N	270	270	270	270
R^2	0.622	0.842	0.965	0.971

注：***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平上显著；括号内为*t*值。下表同。

（二）中介效应结果

相较于传统Sobel检验，Bootstrap法构造置信区间具备更优良的统计性质，因此本文采用重复抽样500次的Bootstrap-BCa方法开展中介效应检验，若间接效应置信区间不含0，则中介效应成立。

三条要素配置路径的检验结果如表3所示。技术要素配置、资本要素配置的中介效应显著存在，而人力要素配置路径未通过显著性检验，假设H2a、H2b得到验证，H2c不成立。上述结果说明，当前数字经济能够依托技术、资本要素配置渠道提升城市经济韧性，但受限于人才供给短板，人力要素配置的传导作用尚未显现。

表5：中介效应检验结果

路径	效应	系数	P值	Bootstrap标准误	BCa 95%置信区间	中介占比
Pat	c	0.2484***	0.0000	0.0615	[0.1351,0.3694]	—
	c’	0.0999***	0.0007	0.0172	[0.0419,0.1579]	—
	ab	0.1485**	0.0166	0.0620	[0.0427,0.2819]	59.80%
Cap	c	0.2484***	0.0000	0.0615	[0.1351,0.3694]	—
	c’	0.1346***	0.0002	0.0612	[0.0175,0.2542]	—
	ab	0.1138*	0.0562	0.0631	[0.0271,0.2561]	45.81%
Sen	c	0.2484***	0.0000	0.0615	[0.1351,0.3694]	—
	c’	0.2260***	0.0000	0.0584	[0.1166,0.3444]	—
	ab	0.0005	0.9222	0.0051	[−0.0043,0.0170]	—

（三）空间溢出效应结果

1. 局空间自相关检验

为验证样本是否存在空间关联特征，本文基于嵌套空间权重矩阵测算2015—2024年RES与DE的全局Moran’s I指数，检验结果如表6所示。整个观测周期内，数字经济与城市经济韧性的Moran’s I指数均持续在1%的统计水平上显著为正，说明两大变量均存在显著的空间正向集聚特征，高发展水平城市在地理空间上呈现抱团分布的态势，初步证明样本具备空间计量建模的必要性。从时序演化趋势来看，城市经济韧性的空间自相关系数由期初0.2690逐年回落至期末0.1932，空间集聚强度呈现稳步衰减态势，区域间韧性发展差距有所收敛；而数字经济的Moran’s I指数长期稳定维持在0.36~0.41区间内波动，空间集聚格局并未发生明显变动，数字经济空间分布结构具备较强稳定性。以上自相关检验结果，为后文构建空间杜宾模型开展溢出效应分解提供了可靠的统计前提。

表6：全局Moran’s I检验结果

年份	RES的Moran's I	RES的p值	DE的Moran's I	DE的p值
2015	0.2690	0.0001***	0.3560	0.0000***
2016	0.2825	0.0000***	0.3944	0.0000***
2017	0.2793	0.0001***	0.3990	0.0000***
2018	0.2666	0.0001***	0.3966	0.0000***
2019	0.2558	0.0002***	0.3865	0.0000***
2020	0.2479	0.0003***	0.3971	0.0000***
2021	0.2143	0.0013***	0.4073	0.0000***
2022	0.2039	0.0020***	0.4076	0.0000***
2023	0.2005	0.0023***	0.3914	0.0000***
2024	0.1932	0.0032***	0.3887	0.0000***

2. 空间计量模型选择

LM-lag和LM-error均在1%水平上显著，空间滞后效应和空间误差效应均存在。则本文采用能够同时捕捉两类空间效应的空间杜宾模型进行估计。

表7：LM检验结果

检验统计量	统计值	p值
LM-lag	20.1919	0.0000
LM-error	20.1919	0.0000

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

3. 空间杜宾模型估计结果

采用极大似然法对双向固定效应空间杜宾模型进行参数估计，全部估计数值整理在表8。空间滞后项系数符号预示数字经济存在负向空间溢出特征，需依靠效应分解判断真实作用路径。

表8：SDM 模型估计结果摘要

系数	估计值	含义
空间自回归系数	0.5455	邻市韧性上升1%→本市韧性上升0.55%
DE 系数	0.5562	本市 DE 上升1%→本市韧性上升0.56%
W×DE 系数	−0.4729	邻市 DE 上升1%→本市韧性下降0.47%

4. 空间效应分解

通过偏微分拆解方式将回归系数剥离为直接效应、间接效应与总效应，三类效应具体测算数值统一放置于后续表格。数字经济直接效应显著为正，对本地城市经济韧性形成稳定支撑作用。间接效应显著为负，验证H3假设，长三角城市群数字经济发展呈现明显要素极化虹吸特征，与周耿等（2024）[11]针对长三角城市的实证结论高度契合；罗汉祥等（2025）[12]在数字产业空间溢出研究中也证实，数字经济发展更易产生要素单向集聚的虹吸效应，正向涓滴辐射作用相对偏弱。整体总效应依旧保持正向显著，说明数字经济对长三角城市群整体具备综合赋能价值，本地发展红利能够对冲区域极化带来的消极空间溢出。

表9：SDM 模型空间效应分解结果

效应类型	估计值	含义
直接效应	0.5452	本市 DE 提升本地韧性
间接效应	−0.3617	邻市 DE 对本地产生虹吸效应
总效应	0.1834	区域净影响仍为正

（四）耦合协调度的调节效应结果

1. 耦合协调度时空演化特征

时序维度上，2015—2024年长三角耦合协调度持续稳步提升，十年间整体协同水平涨幅明显，即便在2020—2022年外部冲击阶段依旧保持增长，两大系统表现出较强的抗扰动适配能力。空间层面呈现东高西低的分布特征，上海、苏州、南京协同水平领跑区域，皖南城市耦合协调水平相对偏低，苏南、浙北片区系统联动效果更优。

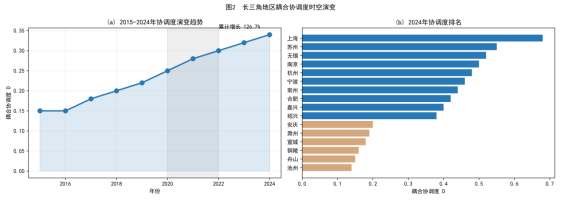


图1：长三角27市协调度时空演化特征

2. 调节效应分析

为验证耦合协调度在数字经济影响城市经济韧性过程中的正向调节作用，本文引入交互项开展回归检验，并绘制简单斜率对比图直观展示作用差异。不同协调水平下拟合直线斜率逐级抬升，直观反映耦合协调度的正向调节效果。两大系统协同程度越高，数字经济对城市经济韧性的赋能效果释放越充分，调节假设得到验证。

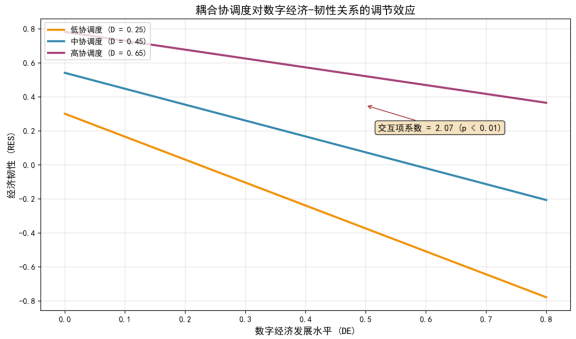


图2：调节效应回归结果

3.U 型关系检验

进一步检验数字经济影响城市经济韧性是否随耦合协调度产生非线性变化，拟合结果呈现显著 U 型特征，曲线拐点对应耦合协调度0.464。在协同水平低于临界值阶段，两大系统磨合存在结构性摩擦，数字经济正向作用被抵消；当耦合协调度突破拐点之后，系统适配性大幅提升，数字经济对经济韧性的助推效应重新释放并持续增强。

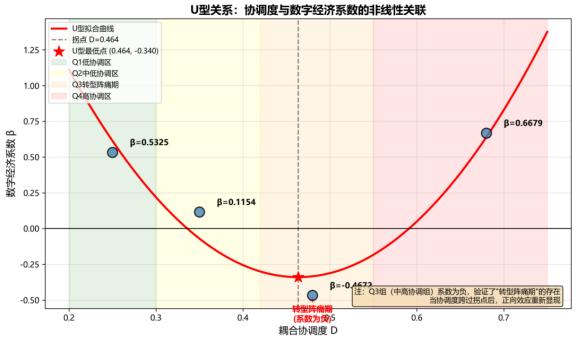


图3：U 型关系检验结果

（五）异质性分析结果

1. 时间维度异质性

分阶段回归结果反映出外部环境冲击带来的影响差异，平稳区间内数字经济对城市经济韧性的赋能力度更强，特殊冲击阶段驱动效应有所回落，风险扰动会一定程度削弱数字化发展的正向赋能效果。

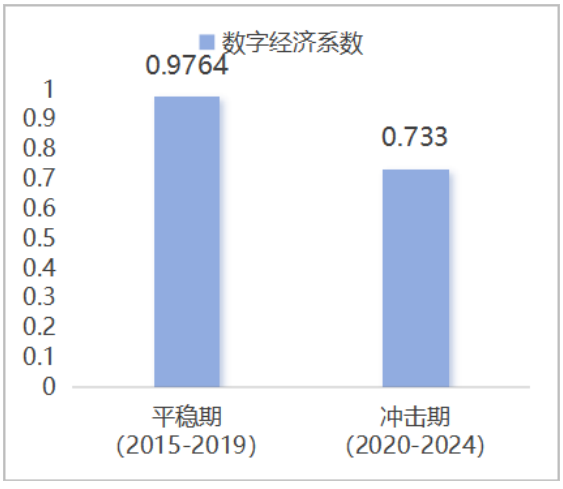


图5：分时期异质性回归结果图

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

2. 调节效应分析

按照城市能级分组检验可见，核心城市数字化发展的韧性提升效应远高于外围城市，作用强度差距较为明显，数字经济赋能过程存在典型马太效应，发展底子更优、数字基建更完备的中心城市能够收获更高红利。

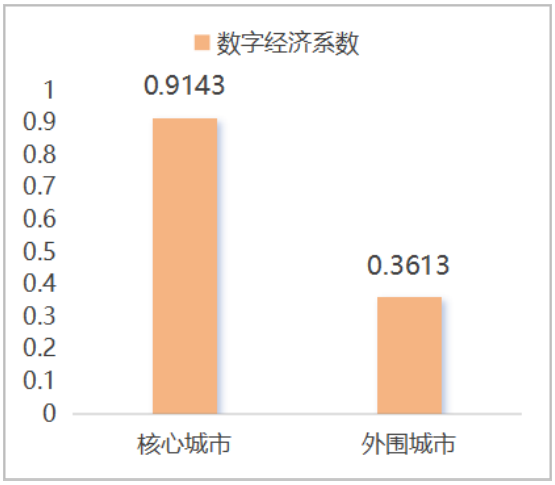


图6：分城市异质性回归结果

3. 省级区域异质性

分省份样本回归呈现出差异化特征，安徽省表现出明显的后发优势，数字经济边际提振作用更为突出；江浙地区系数相对偏低，其中浙江省效应仅边缘显著，侧面印证发达区域数字经济已步入边际效益递减阶段，后发地区依靠数字化追赶可释放更大增量空间。

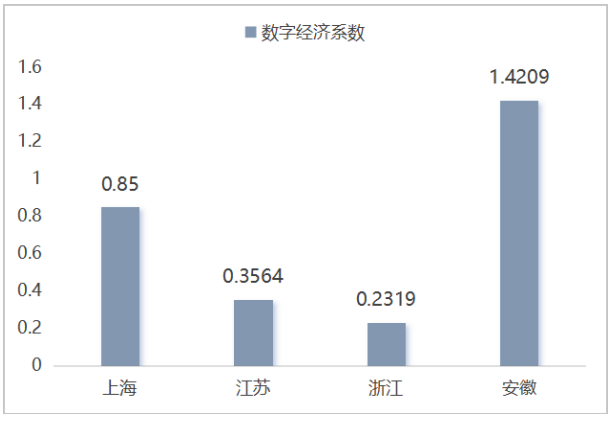


图7：分省份异质性回归结果

四、结论与建议

（一）主要结论

本文多维度实证检验长三角数字经济对城市经济韧性的作用机制，得到如下结论：第一，数字经济能够显著提升城市经济韧性，该正向驱动效应经过多种稳健性处理后依旧成立。传导路径层面，技术与资本要素配置构成核心中介渠道，人力资本供给不足制约了传导效能释放。第二，数字经济对城市经济韧性存在显著负向空间溢出，区域内要素虹吸效应占据主导，中心城市持续吸附周边优质资源，拉大了城市群内部发展差距。第三，数字经济与城市经济韧性耦合协调水平逐年稳步提升，但区域梯度分化特征明显，耦合度能够正向调节二者作用关系，且随着协调度提升呈现先降后升的 U 型非线性规律，中等协同阶段存在系统磨合的转型阵痛。第四，赋能效果存在明显异质性，外部环境冲击会弱化数字经济拉动作用；安徽等后发区域具备数字化后发优势，发达省市逐步进入边际效益递减阶段。

（二）政策建议

结合本文实证得出的各项研究发现，从长三角一体化发展实际出发提出如下优化对策：第一，补齐要素短板，畅通内部传导路径。持续加大数字技术研发投入，推动数实深度融合；同步完善数字人才引育与培养体系，破解人力资本约束，打通完整传导链条。第二，统筹区域协同，消解要素虹吸负面影响。依托长三角一体化制度设计搭建要素柔性流动机制，推动数字基础设施共建共享，将中心城市极化虹吸效应转化为产业、技术正向扩散效应。第三，分类施策提升系统耦合水平。对耦合协调度较高的城市继续优化两大系统匹配度；对低协同城市重点补齐数字底座与产业配套短板，帮助其跨越非线性临界拐点。第四，实施区域差异化发展策略。鼓励安徽等后发地区适度超前布局数字基建，充分释放数字化后发追赶红利；发达城市侧重提质增效，规避边际效益持续递减问题。

参考文献

[1] 胡艳，陈雨琪，李彦 . 数字经济对长三角地区城市经济韧性的影响研究 [J]. 华东师范大学学报 (哲学社会科学版),2022,54(1):143-154.

[2] 陈丛波，叶阿忠 . 数字经济、创新能力与区域经济韧性 [J]. 统计与决策 ,2021,37(17):10-15.

[3] 李晓钟，吴文皓，顾国达 . 数字经济发展能否提升区域经济韧性 ?——基于中介效应、门槛效应和空间溢出效应的研究 [J]. 浙江大学学报 (人文社会科学版),2022,52(12):21-39.

[4] 张振继，杨慧玲 . 新质生产力与经济韧性提升：影响效应及作用机制 [J]. 统计与决策 ,2026,42(05):5-10.DOI:10.13546/j.cnki.tjyjc.2026.05.001.

[5] 杨丽娟，韩娟霞 . 甘肃省数字经济发展水平测度及预测 [J]. 科技和产业 ,2023,23(6):79-86.

[6] 李炎，黄瑞，朱晓琪，等 . 青岛市数字经济发展综合评价研究 [J]. 中国市场 ,2022,(35):193-195.DOI:10.13939/j.cnki.zgsc.2022.35.193.

[7] 李丽，吴柳 . 数字经济是否提升了经济韧性？——基于中介效应和空间溢出效应的研究 [J]. 安徽工业大学学报 (社会科学版),2025,42(4):1-6.

[8] 林伟鹏，冯保艺 . 管理学领域的曲线效应及统计检验方法 [J]. 南开管理评论 ,2022,25(1):155-166.

[9] 钱蕊，董克，张晓芳 . 金融集聚对经济高质量发展的空间溢出效应研究——基于长三角城市的实证分析 [J]. 嘉兴大学学报 ,2026,38(4):72-83.

[10] 钱丽，邵真真，邵莹莹 . 数字经济与城市韧性耦合协调关系及影响因子研究——以长三角为例 [J/OL]. 成都理工大学学报 (社会科学版),1-14[2026-07-27].https://link.cnki.net/urlid/51.1641.c.20250626.1730.006.

[11] 周耿，王宇伟，范从来 . 数字经济、区域壁垒与统一大市场——来自长三角地区的证据 [J]. 山西财经大学学报 ,2024,46(6):17-31.DOI:10.13781/j.cnki.1007-9556.2024.06.002.

[12] 罗汉祥，项朝阳 . 涓滴还是虹吸？数字产业集群政策对农民的增收效应 [J]. 山西财经大学学报 ,2025,47(11):66-78.DOI:10.13781/j.cnki.1007-9556.2025.11.006.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.