

# 长江经济带新质生产力空间关联网络结构特征及效应分析

叶阿忠, 田小梅, 李田田, 张源野

(福州大学 经济与管理学院, 福建 福州 350108)

**摘要:**文章立足新质生产力评价指标体系,采用CRITIC法、修正的引力模型、社会网络分析法、面板数据固定效应模型考察长江经济带新质生产力水平的空间关联网络结构特征及效应。研究发现:长江经济带新质生产力空间关联网络结构稳健通达,不存在等级森严的网络结构,但关联紧密程度有待进一步提高;无锡、苏州、上海、南京、杭州等城市要素集聚能力强,处于网络中心位置;网络密度的提高和网络效率的降低有利于整体新质生产力水平的提升,而个体网络中心度的提高对城市新质生产力发展具有显著的促进作用,但这种影响效应存在明显的城市群异质性。

**关键词:**新质生产力;空间关联网络结构;长江经济带;社会网络分析;面板数据固定效应模型

中图分类号:F124

文献标识码:A

文章编号:1007-5097(2025)04-0021-12

## Analysis on Characteristics and Effect of the Spatial Correlation Network Structure of New Quality Productive Forces in the Yangtze River Economic Belt

YE Azhong, TIAN Xiaomei, LI Tiantian, ZHANG Yuanye

(School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** Based on the new quality productive forces evaluation index system, this article examines the characteristics and effect of the spatial correlation network structure of the new quality productive force level in the Yangtze River Economic Belt using the CRITIC method, modified gravity model, social network analysis and panel data fixed effect model. According to the research findings, the spatial correlation network structure of the new quality productive forces in the Yangtze River Economic Belt is robust and accessible, without rigidly hierarchical network structure, but the degree of close correlation needs further improvement. Cities such as Wuxi, Suzhou, Shanghai, Nanjing, and Hangzhou have strong element aggregation capabilities and are at the center of the network. An increase in network density and a decrease in network efficiency contribute to the overall improvement of the new quality productive force level. However, the enhancement of individual network centrality significantly promotes the development of new quality productive forces in cities, with a notable heterogeneity effect among city clusters.

**Key words:** new quality productive forces; spatial correlation network structure; Yangtze River Economic Belt; social network analysis; panel data fixed effect model

### 一、引言

面对西方以“去风险化”为名行“去中国化”之实、全球科技制高点争夺战日趋激烈、产业链供应链重构加速演进的外部环境,以及国内在转变发展方式时遇到的技术瓶颈制约、产业转型艰巨、生态

形势严峻、社会主要矛盾深刻变化等内部堵点,“数据+算力+算法”构筑的数字生产力,“绿色化、低碳化”指引的绿色生产力相继而出,助力产业体系升级与生产方式转型,但仍不足以破解经济社会全面高质量发展的困局。2023年,习近平总书记在

收稿日期:2024-09-09

**基金项目:**国家自然科学基金青年项目“数实融合促进区域新质生产力涌现的演化经济地理研究”(42401208);国家自然科学基金面上项目“半参数门限空间滞后模型理论研究及其应用”(72073030);教育部人文社会科学研究青年基金项目“虚拟场景驱动跨区域协同创新系统构建与治理研究”(23YJC630009)

**作者简介:**叶阿忠(1963—),男,福建三明人,教授,博士生导师,研究方向:区域经济发展理论,计量经济学;  
田小梅(2002—),女,福建漳州人,硕士研究生,研究方向:城市与区域经济;  
李田田(1996—),男,山东滨州人,博士研究生,通信作者,研究方向:城市规划与区域经济;  
张源野(1997—),男,福建福州人,博士研究生,研究方向:区域经济。

地方考察时首次提到“新质生产力”<sup>[1]</sup>,此后又在多个重要场合作了深入论述。新质生产力的发展涉及生产力系统革命,是劳动者、劳动资料、劳动对象的量变与生产关系和生活方式的质变的辩证统一<sup>[2]</sup>。2024年《政府工作报告》将“大力推进现代化产业体系建设,加快发展新质生产力”作为首项政府工作任务,其旨在构筑现代化产业体系和新竞争优势,推动高质量发展,为中国式现代化奠定新基础。习近平总书记关于新质生产力的重要论述,为优化重大生产力布局提供了指导意见,但当前学界关于新质生产力的量化测度、区域整体联动结构及个体微观联系效应的实证探究较少。

长江经济带作为中国经济发展的黄金走廊,是支撑高质量发展的核心空间载体,也是新质生产力形成和发展高度集聚的联合体,横贯东部、中部、西部三大经济区,具有独特优势和巨大发展潜力,是中国综合实力最强、战略支撑作用最大的区域之一<sup>[3-4]</sup>,但也存在发展不平衡不充分的问题<sup>[5]</sup>。2016年《长江经济带发展规划纲要》(以下简称《纲要》)进行顶层设计、谋篇布局,依托黄金水道稳步推动长江经济带发展,但其生产力的发展布局仍需优化。因此,深入剖析长江经济带新质生产力空间关联网络结构特征,对了解长江经济带新质生产力发展现状以及引领全国新质生产力跨域提升、协同合作具有重要参考价值。

本文的边际贡献如下:①结合新质生产力理论内涵与高质量发展要求,从物质生产力、精神生产力、生态生产力和社会生产力等维度构建长江经济带新质生产力评价指标体系,试图从高质量发展视角解析和量化新质生产力水平,以弥补现有研究在构建指标体系时未考虑新质生产力现实背景的不足。②聚焦于长江经济带,利用修正的引力模型构建新质生产力空间关联网络,并结合社会网络分析法(SNA)分析其整体网络结构和个体网络结构特征,重点探索城市个体在长江经济带空间关联网络中的角色和地位。③将经济学的思维方式与社会学的经典方法融合,利用面板数据固定效应模型实证检验整体网络结构和个体网络结构特征对长江经济带新质生产力发展的影响效应,并进一步考察其城市群异质性。通过上述研究,本文旨在厘清长江经济带新质生产力发展的协同提升路径,为更好地优化区域生产力发展新格局提供决策参考。

## 二、文献综述

现有研究主要从以下两条主线展开:其一,从理论层面看,主要聚焦于新质生产力的内涵特征、理论溯源和实践方略等维度。新质生产力的基本内涵是物质生产力与精神生产力、改造自然与社会进步协调一致的多维度跃升<sup>[6]</sup>,其在新技术、新经济、新业态和颠覆性技术创新赋能生产潜质等方面异于传统生产力<sup>[7]</sup>,从根本上重塑了传统粗放型发展模式,揭示了后发国家赶超规律<sup>[8-9]</sup>。立足于中国国内生产力水平不平衡、不协调和不可持续的现实难题,新质生产力继承与创新马克思主义生产力理论,回答了生产力现代化转型的世界之问和中国之问<sup>[10]</sup>。除基于人才培养<sup>[11]</sup>、产业体系<sup>[12]</sup>、市场建设<sup>[13]</sup>、创新体系<sup>[14]</sup>等提出新质生产力发展构想外,还有以主体功能区战略优化生产力布局,培育城市群、都市圈等优势地区,打造新质生产力发展示范区<sup>[15]</sup>,但其实践效果有待验证。其二,从实证层面看,主要研究新质生产力的测度和空间分异特征。①新质生产力水平的测度研究。如卢江等(2024)<sup>[16]</sup>以科技生产力、绿色生产力、数字生产力等生产力表现形式测算中国新质生产力水平;韩文龙等(2024)<sup>[17]</sup>基于劳动者、劳动资料、劳动对象等实体性要素与新技术、生产组织、数据要素等渗透性要素两个维度测算中国省域新质生产力水平。②新质生产力的空间分异特征研究。学者们或运用Dagum基尼系数、核密度估计和空间马尔可夫链等探究新质生产力的区域差异以及空间格局演进趋势<sup>[18]</sup>,或通过杜宾模型探究其空间溢出机制<sup>[17]</sup>。然而现有研究中,基于“属性视角”的空间计量工具仅揭示主体空间聚集特征,无法揭示现实存在的复杂空间关联网络与新质生产力发展的关系。

综上所述,现有关于新质生产力的理论研究愈加完善,并形成了一批代表性理论成果,但在实证研究方面仍有继续深入的空间。①关于新质生产力评价指标体系构建尚未达成共识,现有测度框架难以体现高质量发展带来的生产力系统变革。②鲜有以市域,尤其是与产业协同联系紧密的内河经济带城市为新质生产力分析单元,不利于理论与实践的有机结合。③对新质生产力空间特征的探索仅停留在地理邻近或邻接地区,其研究结果较为“局部”,难以从整体角度分析新质生产力的空间关联特征。④现有研究仅关注新质生产力的“属性数据”,忽视了“关系数据”在识别空间相关性上的优

势和价值。因此,本文从物质生产力、精神生产力、生态生产力和社会生产力等维度构建新质生产力评价指标体系,利用CRITIC法测度2011—2022年长江经济带108个城市的新质生产力水平。在此基础上,本文还运用修正的引力模型构建长江经济带新质生产力空间关联网络;借助社会网络分析法探究长江经济带新质生产力的空间关联网络特征;采用面板数据固定效应模型实证检验空间关联网络特征对长江经济带新质生产力的影响效应及其城市群异质性。

### 三、理论分析与研究设计

#### (一)理论分析

结构决定“属性数据”的表现,网络的关系特征比属性特征对绩效有更加积极的影响<sup>[19]</sup>。从社会网络关系视角看,城市因相互间耦合关系产生某种关联,而这种关联又是城市主体获取额外信息、学习、模仿其他成员行为的重要渠道。借鉴平均场理论和社会网络相关理论,网络关系特征对城市新质生产力的影响包含整体网络结构和个体网络结构<sup>[20-21]</sup>。

#### 1. 整体网络结构对城市新质生产力的影响

整体网络结构的演化是一个非常复杂的过程<sup>[22]</sup>,依赖于互惠链接和网络闭合等网络自组织特征。网络闭合理论认为,高密度连通和高效率传播的网络有助于形成规模效应和协同效应。其一,网络密度指城市间相互关联的程度,城市节点间联系紧密会促进创新效率提高,发挥联系溢出效应。当城市间形成紧密的网络联系时,网络群体在资源、人才等方面的规模效应更加明显,加速信息和资源共享,从而促进新质生产力水平整体提升。其二,网络效率是指在保证网络连通的前提下,各城市节点间额外连线的数量,效率值越低,越能产生好的绩效。当城市间有效溢出渠道多重叠加时,整体网络效率会降低,不同领域的知识和技术更容易实现交叉融合,产生新的创新点,城市间协同合作将更加顺畅,从而有助于提升新质生产力水平。基于上述分析,本文提出假设1。

H1:网络密度提高和网络效率降低对城市新质生产力水平的整体提升具有显著促进作用。

#### 2. 个体网络结构对城市新质生产力的影响

基于关联关系构建的城市新质生产力网络,城市节点受近邻节点的群体性决策的影响会产生趋同现象,若来自近邻群体的影响越大,则该城市节

点与近邻群体的趋同性越高<sup>[23]</sup>。在城市新质生产力网络中,由于资源禀赋、城市发展战略和模式的不同,各城市的新质生产力发展差异显著,但在统筹沿江产业转移、优化重大生产力布局等战略支持下,城市间新质生产力发展要素与资源的双向流动不断增加,城市个体的新质生产力发展越来越多地受到其他城市的影响。这种影响可分为:近邻规模和近邻群体性压力。

近邻规模是指与城市个体直接关联的其他个体数量,可以衡量城市个体信息获取渠道的宽度,其取决于个体节点的点度中心度。在城市新质生产力网络中,个体节点的点度中心度越高,新加入的节点也越倾向于与其相连,从而拓宽城市个体的近邻规模,这种现象也被描述为“马太效应”<sup>[22]</sup>。因此,高点度中心度的城市与更多的近邻群体存在直接关联,在知识、技术和资源共享的合作网络中更容易占据中心位置,收集异质性的资源,并借此优势不断调整自身决策,从而促进城市新质生产力的发展。

参照群体理论认为,有意模仿是个体在面临群体性压力时的应对策略,从而缓解与群体间的冲突<sup>[24]</sup>。近邻群体性压力增加会显著提高个体模仿行为的概率,其取决于个体的群体性特征,通常以中介中心度和接近中心度衡量。第一,中介中心度衡量节点在网络效率方面的重要性。结构洞理论认为,如果一个主体处于网络中信息流动的结构洞位置,则该主体能基于位置优势赢得竞争优势<sup>[25]</sup>。当资源在任意两个节点的最短路径上传递需要经过第三个节点时,该中介节点作为支配和控制资源流动的“结构洞”,通过正式或非正式的接触加速知识流动,具有更高的网络重要性,在强化对其他城市溢出效应的同时,吸收来自其他城市的溢出资源份额,加速推动自身资源整合,进而提升城市新质生产力水平。第二,接近中心度反映某个节点影响其他节点的距离,距离越短,影响速度越快,与城市个体对其他网络成员的影响力呈正相关。根据传递性原则,在紧密通达的新质生产力网络中,接近中心度能够缩短城市个体间的网络距离,有效提升局部网络中生产要素的传递效率,从而更快速地推进城市间交流合作,获得高效且高质的外部资源,降低要素配置成本,提升城市新质生产力水平。

综上所述,本文提出假设2。



H2:点度中心度、中介中心度和接近中心度对城市新质生产力水平的提升具有显著促进作用。

## (二)新质生产力的评价指标体系构建

在政治经济学中,生产力是一个核心概念,马克思基于物质生产力、精神生产力、社会生产力、自然生产力、集体力等内在表述扩展了生产力概念范畴<sup>[26]</sup>,构建多维度的生产力体系。鉴于此,本文基于马克思主义生产力理论和高质量发展理论,提出新质生产力评价指标体系可包含4个维度,即物质生产力、精神生产力、生态生产力和社会生产力。

### 1. 物质生产力

三次工业革命和生产力发展的历史表明,科技的重大突破催生物质生产力深刻变革是一条普遍规律,前一时期的新兴产业发展为特定技术的支柱产业是生产力变革的具体表现形式。当前,围绕新一代信息技术、新能源、新材料和生物技术及其深度融合,一系列颠覆性技术和前沿技术处在多点迸发的“关口期”。而“新技术”催生的战略性新兴产业,对未来产业发展具有决定性影响,是加快形成新质生产力的主阵地。同时,传统产业发展惯性较大,其数字化转型对培育战略性新兴产业的基础性作用不容忽视。因此,科技创新、新兴产业和产业数字化是构建物质生产力的关键要素。

### 2. 精神生产力

马克思认为生产力的形成和发展具有渐进性与继承性,高质量发展强调以人的全面发展为价值准绳。精神文明强大的价值引导力、文化凝聚力和精神支撑力,为形成产业、制度等创新集群创造了文化环境。同时,历史长河中延续的劳动者不屈不挠的品质,为突破生产力发展的重重挑战提供了精神支柱。此外,创新的基本单位是企业,主要驱动力是企业家,企业家精神是培育新质生产力发展的

动力源泉。因此,在构建精神生产力的过程中,精神文明、劳动者意识和企业家精神必不可少。

### 3. 生态生产力

习近平总书记以“生态就是资源,生态就是生产力”深化了马克思主义的自然生产力概念。正如绿色发展与高质量发展的关系一样,生态生产力是新质生产力的应有之义,其强调人与自然和谐共生的生态文明新范式。面对人口规模巨大、资源能源有限、生态系统脆弱等现实约束,加快实施重大生态修复工程,深入推进资源节约利用成为绿水青山转化为金山银山、培育战略性新兴产业的重要组成部分。因此,本文从污染治理和资源节约两方面刻画生态生产力。

### 4. 社会生产力

高质量发展的出发点和落脚点是人民的美好生活需要得以满足,民生福祉的提高有赖于社会生产力的发展。围绕形成新质生产力,推动劳动力、资本、技术等要素跨区域流动和优化配置,以“规模效应”与“追赶效应”催生生产过程的效率变革和动力变革,是释放经济增长潜能的重要任务。此外,推动发展速度和发展利益的协调,提升就业、教育、医疗等领域的均等化水平,避免加深新质生产力发展不平衡的深层结构性问题,是破除发展不平衡的重要举措。因此,社会生产力的评价应包含配置效率、生产效率和社会治理效率。

基于上述分析,立足新质生产力的理论内涵和高质量发展实践要求,本文构建包含物质生产力、精神生产力、生态生产力、社会生产力4个一级指标,科技创新、精神文明、污染治理、配置效率等11个二级指标,以及科技支出强度、精神富有、污水治理、劳动配置效率等31个三级指标的长江经济带新质生产力评价指标体系,具体见表1所列。

表1 长江经济带新质生产力评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	衡量方式	方向
物质生产力	科技创新	科技支出强度	财政科学技术支出/GDP(%)	+
		科技存量	在校高校学生数/常住人口数(%)	+
		科技产出	每万人专利授权数(件/万人)	+
	新兴产业	数字化人才	计算机服务和软件从业人员数/年末总从业人员数(%)	+
		新兴产业规模	人工智能企业数量(个)	+
		数字市场规模	人均电信业务总量(万元/人)	+
	产业数字化	工业数字化	工业机器人覆盖率(%)	+
		农业数字化	阿里淘宝村庄数(个)	+
		服务业数字化	数字普惠金融指数	+

续表1

一级指标	二级指标	三级指标	衡量方式	方向
精神生产力	精神文明	精神富有	人均图书馆藏书量(册/人)	+
		历史文化	博物馆数量(个/万人)	+
	劳动者意识	就业理念	第三产业从业人员比重(%)	+
	企业家精神	创业精神	每百人新创企业数(个)	+
生态生产力	污染治理	污水治理	污水处理厂集中处理率(%)	+
		垃圾处理	生活垃圾无害化处理率(%)	+
		生活环境	建成区绿化覆盖率(%)	+
		二氧化碳排放强度	二氧化碳排放量/GDP(吨/万元)	-
		工业废气排放强度	工业二氧化硫排放量/GDP(吨/万元)	-
		工业烟尘排放强度	工业烟尘排放量/GDP(吨/万元)	-
	资源节约	水资源利用	万元GDP供水量(吨/万元)	-
		能源结构	煤炭消耗量/能源消耗总量(%)	-
		能源效率	能源消耗量/GDP(吨/万元)	-
社会生产力	配置效率	劳动配置效率	劳动错配系数	-
		资本配置效率	资本错配系数	-
	生产效率	全要素生产率	基于SBM-GML计算得到	+
		经济活力	GDP增长率(%)	+
		市场一体化	长江经济带市场一体化指数	+
	社会治理效率	数字化政府	政府工作报告中“数字化政府”相关的特征词词频数占比(%)	+
		公共服务	由中小学密度、人均道路面积和人均医生数赋权加总得到	+
		社会保障	社会保障和就业支出/地方财政一般预算支出(%)	+
		社会稳定	城镇登记失业率+CPI	-

### (三)研究方法

#### 1. CRITIC法

CRITIC法是一种客观赋权法,其核心思想是利用指标的对比强度和冲突性对权重进行分配。对比强度主要通过标准差来衡量,标准差越大,说明数据的对比强度越大,波动越显著,因此该指标在评价中的权重会相应提高;冲突性主要通过相关系数来衡量,指标间的相关系数越大,说明数据冲突性越小,权重会越低,其计算公式如下:

$$\text{Score}_i = \sum_{h=1}^m w_h X_{ih}, w_h = \frac{\sigma_h \sum_{k=1}^m (1 - r_{hk})}{\sum_{h=1}^m \left[ \sigma_h \sum_{k=1}^m (1 - r_{hk}) \right]} \quad (1)$$

其中:Score表示新质生产力综合得分; $i$ 表示城市; $h, k$ 表示指标; $w$ 表示指标的权重; $X$ 表示指标的标准化数据; $\sigma$ 表示各指标的标准差; $r$ 表示两个指标之间的相关系数。

#### 2. 修正的引力模型

空间关联矩阵的构建是从社会网络视角研究

新质生产力空间关联网络结构特征的关键。现有研究常用VAR格兰杰因果分析法与引力模型确定空间关联关系,探索网络的动态演化<sup>[27-28]</sup>。由于VAR格兰杰因果分析法关于序列平稳性和动态结构滞后系数的选择等条件较为苛刻,因而引力模型对网络结构特征刻画精确性较弱。因此,本文利用修正的引力模型构建长江经济带新质生产力的空间关联网络,其计算公式如下:

$$R_{ij} = K_{ij} \frac{\sqrt[3]{G_i P_i Q_i} \sqrt[3]{G_j P_j Q_j}}{\left( \frac{D_{ij}}{g_i - g_j} \right)^2}, K_{ij} = \frac{Q_i}{Q_i + Q_j} \quad (2)$$

其中: $R$ 为引力强度,表示两个城市之间新质生产力发展的联系强度; $K$ 为引力系数,以城市 $i$ 的新质生产力水平占城市 $i$ 和城市 $j$ 的新质生产力总和的比例衡量; $Q$ 表示新质生产力发展水平; $G$ 表示实际GDP; $P$ 表示常住人口数; $D$ 表示两个城市之间的地理距离; $i, j$ 表示城市; $g$ 表示人均实际GDP;考虑城市地理距离和经济距离对新质生产力空间关联的影响,本文以经济地理距离 $(D_{ij}/g_i - g_j)$ 衡量城

市间的实际距离。

### 3. 社会网络分析法

社会网络分析方法(SNA)是借助网络关联模型将定性结构属性数据矩阵化,并将网络拓扑结构进行可视化处理,以精确量化社会主体节点间各种长期关联与互动发展的网络关系<sup>[29-30]</sup>。关联网络因由一系列节点以及节点之间的连线形成关系,表征城市个体以及城市间的空间相关性,对分析城市新质生产力空间关联网络特征具有良好的适用性。因此,本文选用网络密度、网络关系数、网络关联度、网络效率、网络等级度等指标刻画长江经济带新质生产力的整体网络结构特征;选用品度中心度、中介中心度、接近中心度分析各节点城市在长江经济带新质生产力网络中的个体网络结构特征<sup>[31-32]</sup>。其中,网络密度表征网络中城市之间新质生产力发展联系的紧密程度;网络关系数表征新质生产力空间关联网络中实际存在的系数;网络关联度表征新质生产力空间关联网络的稳健性和脆弱性;网络效率表征城市之间互动实现新质生产力提升的冗余联系程度;网络等级度表征新质生产力空间关联网络中非对称性可达的程度;品度中心度表征节点城市在空间关联网络中的中心程度;中介中心度表征节点城市在空间关联网络中的中介枢纽作用;接近中心度表征单个节点城市与其他节点城市实现快速交流的紧密程度。

### 4. 面板数据固定效应模型

(1)模型构建。为检验整体网络结构和个体网络结构对长江经济带新质生产力及其区域公平性等属性数据的影响效应,结合 Hausman 检验结果,构建面板数据固定效应模型如下:

$$\ln Q_{it} = \alpha + \beta \ln Net_{it} + \eta Control_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中:Net为核心解释变量,表示空间关联网络结构指数;Control表示控制变量; $t$ 表示时间; $\mu_i$ 表示城市固定效应; $\varepsilon_{it}$ 表示随机误差项。

(2)控制变量。为了缓解变量遗漏所引致的估计结果偏差,参考金泽虎和邓超(2024)<sup>[33]</sup>、洪银兴和陈雯(2023)<sup>[34]</sup>的研究,本文引入以下控制变量:①环境规制(Er),以地方政府工作报告中环境保护词汇的频率衡量。②产业结构(Is),以第二产业增加值占国内生产总值的比值衡量。③政府干预程度(Cov),以财政支出占国内生产总值的比值衡量。

④金融发展规模(Fin),以金融机构年末人民币存贷款余额占国内生产总值的比值衡量。⑤外商直接投资(Fdi),以实际利用外资占国内生产总值的比值衡量。⑥城镇化率(Urb),以年末城镇人口占总人口的比值衡量。⑦交通基础设施(Ti),以公共汽(电)车客运总数与常住人口数的比值取自然对数衡量。

#### (四)数据来源与说明

本文综合考虑行政体制变化,对数据口径进行一致性处理后选取2011—2022年长江经济带108个城市数据作为研究样本。数据主要来源于CEIC数据库、《中国城市统计年鉴》以及各省(市)统计年鉴和统计公报。对于个别缺失值采用线性插值法予以补齐。此外,参考李史恒和屈小娥(2024)<sup>[35]</sup>的做法,复合指标——全要素生产率以资本、劳动和能源作为投入指标,GDP作为期望产出,工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量和二氧化碳排放量作为非期望产出,并利用SBM-GML指数计算得到。

## 四、长江经济带新质生产力空间关联网络构建与结构特征分析

### (一)长江经济带新质生产力水平测度及空间分布

本文根据2011—2022年长江经济带108个城市新质生产力水平的测算结果,整理得到长三角城市群、长江中游城市群、成渝城市群以及11个省份的均值,如图1所示。长江经济带新质生产力水平均值由2011年的0.487上升至2022年的0.605,整体呈现上升趋势,但城市新质生产力发展水平存在明显差异;城市群层面表现为“长三角城市群>长江中游城市群>成渝城市群”的梯度发展,城市群核心城市高,其各自腹地城市低,各自区域内部碎片化或单极化发展有所缓和。从省份层面来看,上海是“长江经济带新质生产力第一城”,重庆凭借制造重镇和国家级开发开放新区,快速培育新质生产力,浙江和江苏依托自由贸易试验区与上海实施错位发展战略,形成了良好的竞合联动关系,安徽前瞻实施未来产业培育工程,新质生产力也名列前茅,江西、湖南、湖北、四川等省域产业同质化、价值链低等问题突出,新质生产力水平有待进一步提升,云南、贵州的区位相对偏远,其新质生产力发展较为滞后。



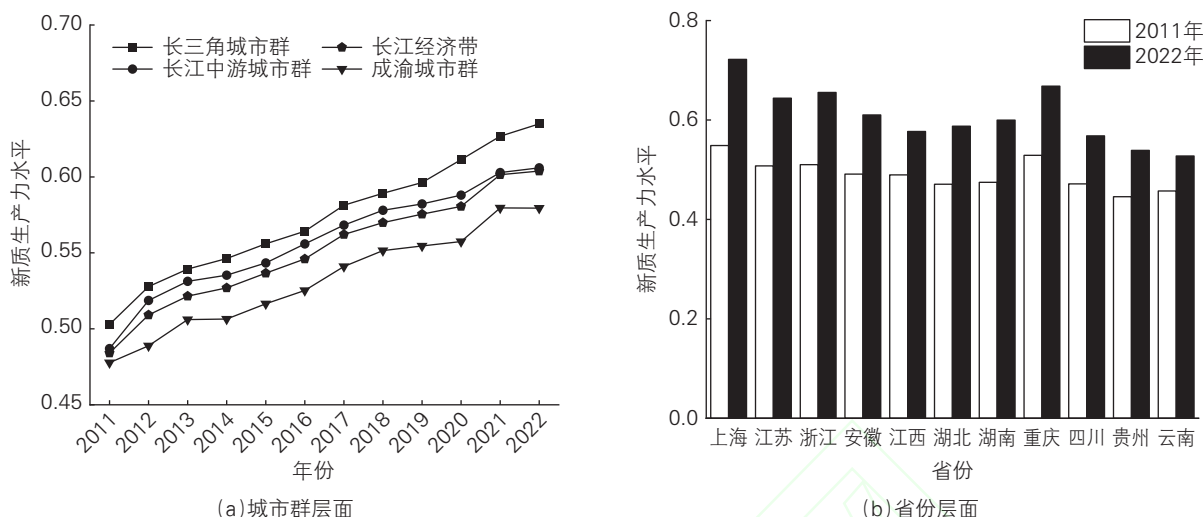


图1 长江经济带新质生产力水平测度结果

## (二)长江经济带新质生产力的空间关联网络构建

本文基于修正的引力模型计算得到长江经济带新质生产力的引力矩阵,并利用Gephi绘制2011年与2022年空间关联网络图,如图2所示。

由图可知,2022年长江经济带新质生产力空间关联网络中的连线明显增多,并且在地理区域上的非均衡空间演化特征已经突破了单纯地理学意义上的“近邻”关系,呈现多线程、复杂的典型网络结构形态。

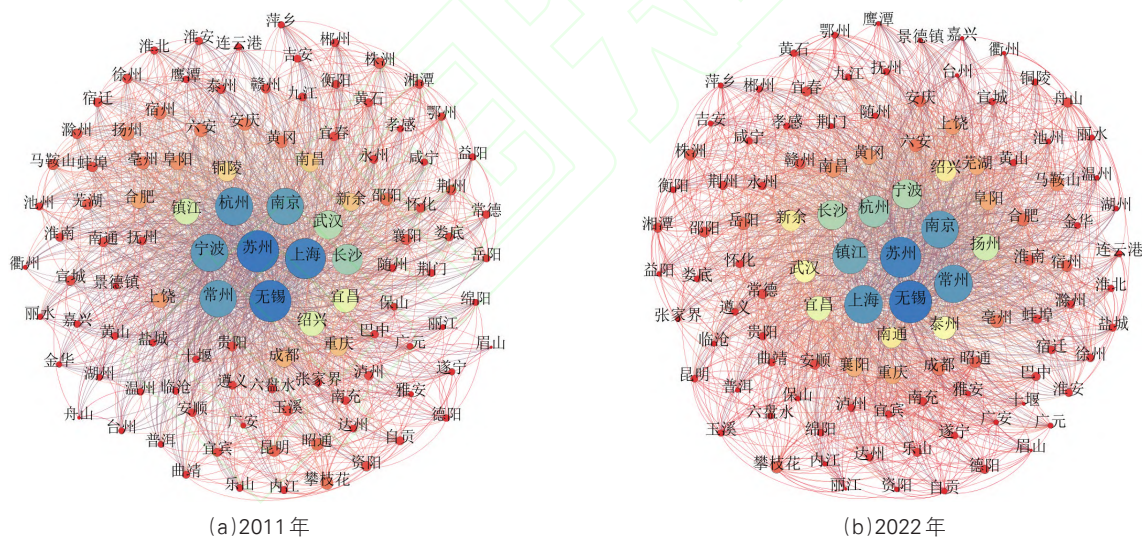


图2 2011年、2022年长江经济带新质生产力空间关联网络

## (三)长江经济带新质生产力的空间网络结构特征分析

### 1. 整体网络结构特征

长江经济带新质生产力整体网络结构特征见表2所列。由表可知,网络关联度和网络等级度始终为1和0,说明长江经济带新质生产力已形成稳健通达且对称溢出的空间关联网络,不存在孤立发展的城市,也不存在等级森严的网络结构(2015年除外),网络密度和网络关系数呈逐年同步上升趋势,但远低于最佳网络密度1与理论最大

关联数11 556(108×107),表明空间关联网络仍较为松散,跨域新质生产力协调管理机制建设有待加强;网络效率由0.757下降至0.717,关联网络城市之间的联系渠道多重叠加现象愈发显著,网络稳健性有所提升。究其原因,长江经济带自2014年明确黄金水道地位,至2016年《纲要》将生态保护列于战略首位期间,生态生产力变革导致新质生产力网络发生小幅度反弹。总体而言,一批科技创新策源地和战略新兴产业带逐渐崛起,但关键核心技术仍受制于人,导致在有限产业价值链区间同质化竞

争多,分工协作、功能互补少,影响了城市间新质生产力合作交流。

表2 整体网络结构特征

年份	网络密度	网络关系数	网络关联度	网络效率	网络等级度
2011	0.177	2 048	1	0.757	0
2012	0.181	2 092	1	0.752	0
2013	0.183	2 115	1	0.749	0
2014	0.187	2 162	1	0.746	0
2015	0.185	2 133	1	0.748	0
2016	0.187	2 158	1	0.744	0
2017	0.189	2 185	1	0.740	0
2018	0.190	2 195	1	0.739	0
2019	0.191	2 211	1	0.737	0
2020	0.204	2 352	1	0.721	0
2021	0.205	2 372	1	0.718	0
2022	0.207	2 395	1	0.717	0

## 2. 个体网络结构特征

为了探究长江经济带新质生产力的个体网络结构特征,本文利用社会网络分析法,计算得到2011年和2022年点度中心度、中介中心度、接近中心度等个体网络特征指数,结果见表3所列。

(1)点度中心度。长江经济带新质生产力空间关联网络的点度中心度均值在2011年和2022年分别为25.718和29.682。其中,无锡、苏州、上海、杭州、南京、宁波、武汉等城市的点度中心度始终高于均值,在空间关联网络中与其他城市之间关联最多,处于网络中心位置。究其原因,这些城市区位条件优越,经济基础雄厚,人才培育软环境完备,可以持续吸引其他城市的资金与人才流入,加快关键技术和前沿技术领域不断突破,作为区域中心城市通过发挥信息、技术、经验优势,辐射带动其他城

市。而眉山、湖州、衢州等城市基础设施建设相对落后,区域内部要素流动缓慢,处于网络边缘位置。

(2)中介中心度。长江经济带新质生产力的中介中心度均值由2011年的0.717下降至2022年的0.676,极差分别达8.457和7.092,两极分化特征显著。从2022年来看,长沙、宜昌、武汉、镇江、常州、南京、杭州、绍兴、黄冈、苏州、上海等长江中游与长三角城市群增长极及其周边城市的中介中心度均高于均值,其总和占中介中心度总量的72.83%,表明上述城市在绝大多数节点的最短连接路径上,在空间网络中能较好地影响和控制劳动力、数字技术等资源流动和技术扩散,扮演着连接新质生产力交流的“桥梁”。而长江经济带其余城市的中介中心度仅占27.17%,这些城市大多离河道流经区域距离较远,不仅要素集聚能力较弱,且自身新旧动能转换动力不足,难以影响其他城市的新质生产力发展,在关联网络中处于边缘化的窘境。因此,未来亟须打破城市间对资源要素控制存在巨大极差的不平衡状态。

(3)接近中心度。长江经济带新质生产力的接近中心度均值由2011年的57.850上升至2022年的59.225,其中,无锡、苏州、上海、杭州、南京、宁波、常州、武汉、长沙等城市的接近中心度始终高于均值。结合点度中心度的分析,上述排名靠前的城市依然为各区域的中心城市,并且至2022年,上述城市的周边城市以及长江中游的汉江、赣江、皖江等沿江支流城市也列入高均值城市,表明城市群的中心传导作用较为突出,围绕多个中心城市呈现多中心多圈层的空间分布特征,这些中心城市能快速、便捷地实现与网络中其他城市的空间关联。

表3 个体网络结构特征

点度中心度				中介中心度				接近中心度			
2011年		2022年		2011年		2022年		2011年		2022年	
无锡	95.327	无锡	96.262	长沙	8.462	长沙	7.101	无锡	95.536	无锡	96.396
苏州	94.393	苏州	93.458	武汉	8.449	宜昌	7.078	苏州	94.690	苏州	93.860
上海	91.589	上海	88.785	宜昌	7.890	武汉	6.173	上海	92.241	上海	89.916
杭州	85.981	南京	87.850	绍兴	6.950	镇江	6.031	杭州	87.705	南京	89.167
南京	85.047	杭州	85.047	镇江	6.239	常州	5.562	南京	86.992	常州	86.992
宁波	83.178	镇江	79.439	新余	6.171	南京	4.641	宁波	85.600	镇江	82.946
常州	80.374	常州	71.963	宁波	5.635	杭州	3.586	常州	83.594	杭州	78.102
武汉	70.093	长沙	68.224	杭州	4.193	绍兴	3.409	武汉	75.887	宁波	75.352
长沙	69.159	宁波	67.290	上饶	4.177	黄冈	3.067	长沙	74.825	扬州	73.288
镇江	54.206	扬州	63.551	上海	2.077	苏州	2.428	绍兴	68.590	长沙	73.288
南昌	54.206	武汉	57.944	苏州	1.923	上海	1.985	镇江	68.590	武汉	70.395



续表3

点度中心度				中介中心度				接近中心度			
2011年		2022年		2011年		2022年		2011年		2022年	
铜陵	51.402	泰州	53.271	南京	1.620	宁波	1.697	宜昌	67.296	泰州	68.153
重庆	40.187	宜昌	52.336	无锡	1.059	无锡	1.533	南昌	62.573	南通	66.875
新余	38.318	南通	50.467	常州	0.869	新余	1.496	重庆	61.494	绍兴	66.460
成都	37.383	芜湖	49.533	成都	0.729	亳州	1.354	合肥	58.470	襄阳	63.314
合肥	36.449	绍兴	46.729	重庆	0.670	重庆	1.330	邵阳	58.152	宜昌	62.573
泰州	31.776	襄阳	42.056	宿州	0.522	襄阳	0.747	阜阳	57.219	重庆	61.494
湘潭	28.972	重庆	37.383	芜湖	0.504	成都	0.591	襄阳	57.219	南昌	61.143
上饶	28.037	南昌	36.449	咸宁	0.372	昭通	0.523	扬州	57.219	芜湖	60.452
昭通	26.168	合肥	34.579	铜陵	0.307	阜阳	0.496	上饶	56.915	新余	60.452
亳州	25.234	成都	33.645	安庆	0.269	上饶	0.466	贵阳	56.614	阜阳	59.777
贵阳	25.234	黄冈	32.710	阜阳	0.260	芜湖	0.452	南通	56.614	成都	59.444
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
盐城	11.215	温州	14.953	台州	0.010	普洱	0.025	衢州	52.451	金华	53.234
金华	10.280	湖州	14.019	眉山	0.010	台州	0.020	舟山	51.942	眉山	53.234
衢州	10.280	眉山	13.084	金华	0.009	衢州	0.017	盐城	51.691	宣城	52.970
舟山	8.411	台州	13.084	衢州	0.006	湖州	0.011	眉山	51.442	台州	52.709
眉山	7.477	嘉兴	12.150	舟山	0.005	眉山	0.009	湖州	47.556	嘉兴	45.532
均值	25.718	均值	29.682	均值	0.717	均值	0.676	均值	57.850	均值	59.225

注:...表示未展示的80个城市的个体网络结构特征指数

## 五、长江经济带新质生产力空间关联网络结构的效应分析

### (一)空间关联网络结构的效应分析

前文的理论分析表明,通过优化整体网络结构和个体网络结构能提升新质生产力水平。因此,进一步从整体网络结构和个体网络结构维度实证检验空间关联特征对长江经济带新质生产力“属性数据”的影响效应。

#### 1. 整体网络效应分析

以长江经济带整体新质生产力发展水平均值及其标准差作为被解释变量,对整体网络结构指标(网络密度和网络效率)依次进行OLS回归分析,检验整体网络结构对新质生产力发展的影响效应,结果见表4所列,网络密度和网络效率均通过显著性检验, $R^2$ 均大于0.9,各模型拟合效果良好。

由列(1)和列(2)可知,网络密度的回归系数显著为正,表明网络密度每增加1%,整体新质生产力水平将增加7.044%,而网络效率的回归系数显著为负,表明网络效率每下降1%,整体新质生产力水平将提升5.128%,即网络密度增加和网络效率降低显著提高了长江经济带新质生产力水平,H1得到验证;由列(3)和列(4)可知,网络密度、网络效率的回归系数分别为1.054和-0.782,表明网络密度提升、网络效率降低均能显著缩小长江经济带新质

生产力发展差异。究其原因,一是网络密度的提升,网络中合作关系增多,扩大了整体网络结构对各城市资金、技术、人才等要素流动的影响,核心城市比较优势降低而辐射效应提升,从而有效抑制长江经济带新质生产力极化态势;二是网络效率的降低,说明空间关联网络中新增的有效连线弱化了城市间交流壁垒,促进资源要素更广泛、更自由地流动,在增强空间关联网络稳定性的同时提高资源分配的空间公平性,缩小城市间新质生产力发展差异。因此,应提升资源空间分配公平性,推动城市间生产要素自由流动,凝聚联动发展合力,促进整体新质生产力提升,缩小差异。

表4 整体网络结构效应的回归结果

变量	新质生产力发展水平		新质生产力发展标准差	
	(1)	(2)	(3)	(4)
网络密度	7.044*** (0.548)		1.054** (0.273)	
网络效率		-5.128*** (0.299)		-0.782** (0.187)
控制变量	控制	控制	控制	控制
$R^2$	0.988	0.991	0.924	0.957

注:\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%、5%、1%的显著性水平;括号内数值表示标准误。下同

#### 2. 个体网络效应分析

以各城市新质生产力发展水平作为被解释变量,以个体网络结构特征指标作为解释变量,依次

采用面板数据固定效应模型,检验个体网络结构特征对新质生产力发展的影响效应,回归结果见表5所列。

表5 个体网络结构效应的回归结果

变量	新质生产力发展				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
点度中心度	0.284*** (0.016)				
中介中心度		0.008*** (0.002)			
接近中心度			0.122*** (0.044)		
点入度				0.069*** (0.011)	
点出度					0.112*** (0.013)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
R <sup>2</sup>	0.531	0.519	0.581	0.545	0.509

由列(1)至列(3)可知,点度中心度、中介中心度和接近中心度的回归系数均在1%显著性水平上为正。具体而言,点度中心度每提高1%,其新质生产力水平将提高0.284%,点度中心度的提高能够提升城市网络核心位置,促进城市新质生产力发展;中介中心度每提高1%,其新质生产力水平将提升0.008%,中介中心度的提高能够增强城市的资源调配能力,扩大城市新质生产力发展比较优势;接近中心度每提高1%,其新质生产力水平将提升0.122%,接近中心度的提高能够提升生产要素的传递效率,推动城市新质生产力水平稳步提升。综上,个体网络中心度的增加均有助于促进城市新质生产力水平提升,H2得到验证。

进一步地,将点度中心度细分为点入度和点出度,以衡量城市获取的溢出效应与向外辐射扩散的能力。由列(4)和列(5)可知,点入度和点出度的回归系数均在1%显著性水平上为正,即点入度和点出度增加均能提升城市新质生产力发展水平。一方面,点入度的提高,说明接收其他城市的溢出渠道增加,能够有效获取人才、技术与发展经验等要素溢出,促进自身新质生产力发展;另一方面,点出度的提高,说明中心城市对边缘城市发展产生的新质生产力扩散效应增强,降低了两者的发展差异,促进了长江经济带新质生产力协同发展。

## (二)稳健性检验

本文通过内生性处理、替换测度方式和剔除直辖市及省会城市等方式进行稳健性检验,结果见表

6所列。①内生性处理。考虑长江经济带新质生产力水平较高城市的网络结构较为合理,往往作为模范城市起到引领长江经济带内部发展的作用,这可能引致空间关联网络结构对新质生产力发展影响存在反向因果等内生性问题。因此,本文将核心解释变量均滞后一期作为整体网络结构和个体网络结构特征指标的工具变量,采用两阶段最小二乘法来解决潜在的内生性问题,结果见列(1)。②替换测度方式。为了进一步验证测算方法的准确性,本文采用熵值法对新质生产力发展水平进行测度,再将测算得到的结果作为被解释变量进行稳健性检验,结果见列(2)。③剔除直辖市及省会城市。考虑直辖市和省会城市在行政等级上具有更高的地位、更强的生产力跃迁优势,可能会影响回归结果的稳健性,本文剔除9个省会城市和2个直辖市的样本数据,对其余样本重新进行实证回归分析,结果见列(3)。经检验以上回归结果均与基准回归结果保持一致,表明前文的实证结果具有较强的稳健性。

表6 稳健性检验结果

变量	内生性处理	替换测度方式	剔除直辖市及省会城市
	(1)	(2)	(3)
网络密度	3.561*** (0.648)	2.776*** (0.295)	5.405*** (1.099)
网络效率	-2.226*** (0.398)	-2.026*** (0.180)	-4.465*** (0.929)
点度中心度	0.143*** (0.018)	0.168*** (0.015)	0.048*** (0.010)
接近中心度	0.420*** (0.078)	0.456*** (0.067)	0.153*** (0.050)
中介中心度	0.008*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.009*** (0.002)
点入度	0.045*** (0.010)	0.051*** (0.009)	0.045*** (0.007)
点出度	0.140*** (0.018)	0.183*** (0.015)	0.072*** (0.010)
控制变量	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制

## (三)异质性分析

长江经济带横贯我国东部、中部、西部三大经济区,考虑不同城市的地理位置和科技发展状况,网络结构对长江经济带新质生产力的影响效应是否会因城市区域不同而存在差异?本文依据长江经济带发展新格局的“三极”要求,将样本城市划分为成渝城市群、长江中游城市群和长三角城市群,以检验影响效应的异质性,结果见表7所列。①接近中心度对成渝城市群新质生产力的影响效应最大,可能的原因在于成渝城市群受限于资源禀赋、

创新平台等因素,新兴产业规模较小且发展速度缓慢,对科技创新资源的吸引、集聚和承载能力较弱,接近中心度的提高对新质生产力水平的提升作用显著。但生产要素更多地流向成都、重庆等中心城市,加剧了城市群内部发展的不平衡,使得点入度对新质生产力发展的回归系数呈现不稳定特征。②长江中游城市群虽然在空间关联网络中起“承东启西”的枢纽作用,促进整个网络资源要素的配置,但其中介中心度对自身新质生产力发展的促进作用尚未发挥最佳效益。究其原因,该区域承担着扶持成渝城市群的重担,同时受长三角城市群的“虹吸效应”影响明显,导致长江中游城市群内聚力不足,从而限制了从中捕捉自身新质生产力发展所需的新信息与新知识,不利于经济转型和资源整合。③个体网络结构对长三角城市群新质生产力的影响效应与基准回归结果一致,相较于其他城市群,长三角城市群在新质生产力空间关联网络中连接紧密,加之其作为长江经济带战略与“一带一路”倡议的重要交汇地,享有更多政策支持和投资,使其在吸引资源和引进技术应用等方面具有独特优势。

表7 异质性检验结果

变量	成渝城市群	长江中游城市群	长三角城市群
点度中心度	0.143*** (0.038)	0.107*** (0.028)	0.068*** (0.017)
中介中心度	0.027*** (0.009)	0.009* (0.005)	0.009*** (0.004)
接近中心度	0.687*** (0.122)	0.485*** (0.150)	0.324*** (0.086)
点入度	0.049 (0.048)	0.021** (0.011)	0.046*** (0.015)
点出度	0.064*** (0.014)	0.071*** (0.024)	0.054*** (0.019)
控制变量	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制
观测值	192	312	492

## 六、结论与建议

### (一)研究结论

本文以2011—2022年长江经济带108个城市为研究样本,首先从物质生产力、精神生产力、生态生产力和社会生产力等维度构建新质生产力评价指标体系,并利用CRITIC法测算城市新质生产力水平,然后采用社会网络分析法(SNA)探究长江经济带新质生产力空间关联网络结构特征,最后利用面板数据固定效应模型实证检验空间关联网络结构特征对新质生产力的影响效应及其城市群异质性。主要结论如下:①研究期间,长江经济带新质

生产力发展水平整体呈波动上升趋势,现阶段城市群非均衡发展和产业同构现象仍较为突出,长三角城市群新质生产力水平呈领先姿态。②从整体网络结构来看,长江经济带新质生产力空间关联网络关系系数和网络密度呈阶梯状增长态势,不存在等级森严的网络结构,网络效率不断下降,但关联紧密程度与网络稳定性有待进一步提升;从个体网络结构来看,无锡、苏州、上海、南京、长沙、重庆、成都等长三角经济发达城市和沿江省会城市占据新质生产力关联网络中心地位,而眉山、湖州、衢州等城市要素集聚能力弱,处于网络边缘位置。③整体网络密度的提高和网络效率的降低显著提升了长江经济带整体新质生产力水平,缩小区域发展差异;个体网络中心度的提高对城市新质生产力的提升也具有显著的促进作用,但这种影响效应存在明显的城市群异质性,具体表现为成渝城市群的非中心城市受“虹吸效应”影响显著,长江中游城市群的中介中心度的促进作用有待提升,长三角城市群的网络结构成熟,对新质生产力发展促进作用明显。

### (二)政策建议

基于上述研究结论,本文提出以下政策建议:

第一,一体化建设长江经济带现代化产业体系,有序推动互补协同发展格局。政府应鼓励科创型人才的培育与交流,立足重庆沿江、湖南湘南、湖北荆州、江西赣南、皖江城市带等五大国家级承接产业转移示范区,依托各地资源比较优势和产业基础,聚焦于战略性新兴产业,实现科技创新合理分工与突破,从而拉长产业价值链,形成纵向分工、横向错位发展的紧密协同网络,提升产业效率与竞争力。

第二,优化长江经济带新质生产力空间布局,消除城市间对资源要素控制的巨大极差。加速打造协同创新平台,破除行政壁垒,提升无锡、苏州、上海等城市的中介中心度,化“虹吸”为“辐射”,同时,积极鼓励周边城市承接中心城市非核心功能疏解,加大对云南、贵州、湖南等省份的扶持力度,吸引高素质人才与技术入驻,加速推进算力等新型基础设施建设,提升个体网络中心度,从而实现共建共享,提升发展实效。

第三,从“全流域一盘棋”视角出发,增强空间关联网络结构对新质生产力的拉动作用。在整体网络结构方面,应加快完善顶层一体化布局,加速深化简政放权、放管结合、优化服务的改革进程,依托市场力量,发挥生产要素在不同区域的弥漫效



应,提升整体网络密度;在个体网络结构方面,充分考虑城市节点特征,制定差异化发展战略,发挥长沙、武汉、宜昌、重庆等中介角色作用,通过共谋产业、共享基建、共治环境等加强城市间联系,充分发挥城市节点属性对新质生产力的正向促进作用。

第四,针对不同城市群发展困境与优势,因地制宜、精准施策。①依托成渝城市群特色产业构建创新型企业成长环境,提高点入度,打破路径依赖。②长江中游城市群应借鉴长三角自由贸易试验区联盟发展经验,对内错位发展主导产业,对外增强互动效应,消除“被虹吸”“被边缘化”的影响,形成内外联动、协调有序的良性互促局面。③充分发挥长三角城市群“火车头”作用,同时赋予其更大政策自主权,形成可复制的先进经验。以此促成长江经济带新质生产力发展“一轴、两翼、三极、多点”的格局,形成新质生产力发展优势互补的先行区域。

#### 参考文献:

- [1]刘伟.科学认识与切实发展新质生产力[J].经济研究, 2024, 59(3): 4-11.
- [2]方敏,杨虎涛.政治经济学视域下的新质生产力及其形成发展[J].经济研究, 2024, 59(3): 20-28.
- [3]郝佳馨,胡健,张文彬.长江经济带和黄河流域资源环境水平差异及成因测度[J].中国人口·资源与环境, 2023, 33(5): 40-48.
- [4]张荣天,张小林,尹鹏.长江经济带市域土地资源承载力时空分异与影响因素探析[J].经济地理, 2022, 42(5): 185-192.
- [5]刘嗣方.习近平总书记关于推动长江经济带发展重要论述的内涵要义、内蕴方法及创新贡献[J].改革, 2024(2): 1-14.
- [6]翟青,曹守新.新质生产力的政治经济学阐释[J].西安财经大学学报, 2024, 37(2): 15-23.
- [7]周文,许凌云.论新质生产力:内涵特征与重要着力点[J].改革, 2023(10): 1-13.
- [8]徐政,郑霖豪,丁守海.新质生产力促进共同富裕的内在机理与策略选择[J].改革, 2024(4): 41-49.
- [9]孟捷,韩文龙.新质生产力论:一个历史唯物主义的阐释[J].经济研究, 2024, 59(3): 29-33.
- [10]任保平.生产力现代化转型形成新质生产力的逻辑[J].经济研究, 2024, 59(3): 12-19.
- [11]洪银兴.新质生产力及其培育和发展[J].经济学动态, 2024(1): 3-11.
- [12]周密,郭佳宏,王威华.新质生产力导向下数字产业赋能现代化产业体系研究——基于补点、建链、固网三位一体的视角[J].管理世界, 2024, 40(7): 1-26.
- [13]许永洪,黄泽霖.新质生产力和全国统一大市场的高质量发展与协同逻辑[J].经济学家, 2024(6): 16-24.
- [14]方晓霞,李晓华.颠覆性创新、场景驱动与新质生产力发展[J].改革, 2024(4): 31-40.
- [15]贾若祥,王继源,窦红涛.以新质生产力推动区域高质量发展[J].改革, 2024(3): 38-47.

- [16]卢江,郭子昂,王煜萍.新质生产力发展水平、区域差异与提升路径[J].重庆大学学报(社会科学版), 2024, 30(3): 1-17.
- [17]韩文龙,张瑞生,赵峰.新质生产力水平测算与中国经济增长新动能[J].数量经济技术经济研究, 2024, 41(6): 5-25.
- [18]李阳,陈海龙,田茂再.新质生产力水平的统计测度与时空演变特征研究[J].统计与决策, 2024, 40(9): 11-17.
- [19]KOKA B R, PRESCOTT J E. Designing Alliance Networks: The Influence of Network Position, Environmental Change, and Strategy on Firm Performance[J]. Strategic Management Journal, 2008, 29(6): 639-661.
- [20]BARABASI A, ALBERT R, JEONG H. Mean-field Theory for Scale-free Random Networks[J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 1999, 272(1/2): 173-187.
- [21]李诗音,苏欣怡,符安平.长江中游城市群经济韧性对高质量发展的影响[J].经济地理, 2022, 42(10): 19-24.
- [22]桂钦昌,杜德斌,刘承良,等.基于随机行动者模型的全局科学合作网络演化研究[J].地理研究, 2022, 41(10): 2631-2647.
- [23]SHAWKI N. Organizational Structure and Strength and Transnational Campaign Outcomes: A Comparison of Two Transnational Advocacy Networks[J]. Global Networks, 2011, 11(1): 97-117.
- [24]庄家炽.参照群体理论评述[J].社会发展研究, 2016, 3(3): 184-197, 245-246.
- [25]BURT R S. Brokerage and Closure: An Introduction to Social Capital[M]. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- [26]胡莹,刘铿.新质生产力推动经济高质量发展的内在机制研究——基于马克思生产力理论的视角[J].经济学家, 2024(5): 5-14.
- [27]白俊红,蒋伏心.协同创新、空间关联与区域创新绩效[J].经济研究, 2015, 50(7): 174-187.
- [28]冷炳荣,杨永春,李英杰,等.中国城市经济网络结构空间特征及其复杂性分析[J].地理学报, 2011, 66(2): 199-211.
- [29]LI Z, YU K, ZHONG J, et al. Spatial Correlation Network Characteristics and Influencing Factors of Water Environmental Efficiency in Three Major Urban Agglomerations in the Yangtze River Basin, China[J]. Sustainable Cities and Society, 2024, 104(5): 105311.
- [30]张明斗,翁爱华.长江经济带城市水资源利用效率的空间关联网络及形成机制[J].地理学报, 2022, 77(9): 2353-2373.
- [31]刘华军,刘传明,孙亚男.中国能源消费的空间关联网络结构特征及其效应研究[J].中国工业经济, 2015(5): 83-95.
- [32]檀菲菲,王飞跃,占华.长江经济带城市绿色创新空间关联网络演化分析[J].华东经济管理, 2023, 37(9): 34-43.
- [33]金泽虎,邓超.长三角地区数字经济高质量发展效应——基于进口贸易的视角[J].华东经济管理, 2024, 38(3): 12-22.
- [34]洪银兴,陈雯.由城镇化转向新型城市化:中国式现代化征程中的探索[J].经济研究, 2023, 58(6): 4-18.
- [35]李史恒,屈小娥.创新驱动绿色经济增长的理论分析与实证检验[J].统计与信息论坛, 2024, 39(7): 29-41.

[责任编辑:孔令仙]