



长江流域资源与环境
Resources and Environment in the Yangtze Basin
ISSN 1004-8227, CN 42-1320/X

《长江流域资源与环境》网络首发论文

题目：长三角新质生产力时空演变及障碍因子识别
作者：苗成林，张傲翔，李国庆
收稿日期：2024-03-12
网络首发日期：2024-10-22
引用格式：苗成林，张傲翔，李国庆. 长三角新质生产力时空演变及障碍因子识别[J/OL]. 长江流域资源与环境.
<https://link.cnki.net/urlid/42.1320.X.20241021.1301.002>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

长三角新质生产力时空演变及障碍因子识别

苗成林^{1,2}, 张傲翔¹, 李国庆¹

(1.安徽理工大学 经济与管理学院, 安徽 淮南 232001; 2.山东工商学院 工商管理学院, 山东 烟台 264005)

摘要: 长三角地区具有充分发挥战略新兴产业和高新技术产业动能的产业禀赋, 对于加快形成新质生产力具有产业、技术和市场基础。选取 2016-2022 长三角城市相关数据, 通过 CRITIC-突变级数法-TOPSIS、Dagum 基尼系数和障碍度模型对长三角城市的新质生产力进行评价和分析。结果显示, 长三角新质生产力年平均增长率 3.05%。各地区新质生产力关系表现为“上海>江苏>浙江>安徽, 南京、苏州、无锡、常州、杭州、合肥位于各区域前列; 省份之间的基尼系数在 0.14-0.18 之间, 处于绝对平均水平, 组内差异贡献率和超密度贡献率有扩大趋势; 系统层障碍因子中, 人力资本结构、物质和无形生产资料以及指标层障碍因子中公路里程、环境保护力度、研发经费投入强度等障碍因子对长三角整体和各地区的新质生产力均具有较大影响力。针对研究结果, 提出有关城际联动和人才结构方面有关的建议, 为地区发展提供依据。

关键词: 长三角; 新质生产力; CRITIC-突变级数法-TOPSIS; Dagum 基尼系数; 障碍度模型

中图分类号: F014.1, F22

文献类型标识码: A

2023 年 9 月, 习近平总书记在黑龙江省主持召开新时代推动东北全面振兴座谈会时提出了“新质生产力”这一全新概念, 强调要“积极培育新能源、新材料、先进制造、电子信息等战略性新兴产业, 积极培育未来产业, 加快形成新质生产力, 增强发展新动能^[1]。2024 年 1 月 31 日习近平在二十届中共中央政治局第十一次集体学习时强调, 新质生产力是创新起主作用, 摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径, 具有高科技、高效能、高质量特征, 符合新发展理念的先进生产力质态。以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵。其特点是创新, 关键在质优, 本质是先进生产力。

在中国新时代发展格局下, 新质生产力作为经济高质量发展相匹配具有新特质“生产力”, 是生产力从量变到质变的跃升^[2]。经济高质量发展的全过程面临因素变革主要包括, 作为生产基础生产要素变革^[3]、反映产业结构与生产协作关系的变革产业体系变革^[4]、影响资源配置和生产效率的生产组织形态变革^[5], 作为生产力关键推动力的技术创新要素变革^[6]。作为推动社会经济发展最为活跃的要素, 新质生产力在提升生产要素质量, 优化资源配置, 推动产业升级和促进科技创新等方面发挥至关重要的作用^[7]。

《习近平关于科技创新论述摘编》2016 版中将社会生产力发展和劳动生产率提高视为主导国家命运的决定性因素, 作为国家经济现代化水平的重要体现, 社会生产力是实现国家经济发展攀升的关键力。新质生产力的形成是当代生产力现代化变革的集中反映。能够推动产业升级, 吸收技术创新成果, 变革经济发展模式, 塑造经济现代化的支撑要素, 同时催生战略性新兴产业和未来产业, 构筑经济现代化的物质载体^[8]。新质生产力的形成有助于创新型国家建设, 为中国式经济现代化的实现夯实物质基础, 是助推中国式经济现代化的必然途径。

根据习近平提出的新质生产力概念, 新兴产业是形成新质生产力的关键。长三角城市群作为中国最早规划的三大城市群之一, 用 4% 的国土面积贡献全国 24% 的 GDP, 现代产业集群分布较广。根据 2023 年长三角三省一市的政府工作报告, 2023 年, 上海工业战略性新兴产业总产值占规上工业总产值达到了 43.9%, 集成电路、生物医药、人工智能三大先导产业规模达到 1.6 万亿元。作为工业重镇的江苏, 截止到 2023 年江苏拥有 10 个国家先进制造业集群, 工业战略性新兴产业、高新技术产业产值占规上工业比重提高到 41.3% 和 49.9%, 13 个设区市全部入选国家先进制造业百强市, 制造业底蕴雄厚。浙江 2023 年数字经济核心产业和高新技术产业投资分别增长 36.9% 和 21.1%。而安徽新能源、锂离子电池制造业增幅明显, 尤其是光伏制

收稿日期: 2024-03-12 **修回日期:** 2024-07-09

基金项目: 山东省社科规划项目 (24BGLJ08); 国家自然科学基金面上项目 (72173073; 51774013)

作者简介: 苗成林 (1980—), 男, 教授, 研究方向: 绿色低碳发展、创新管理与政策研究, E-mail: miaochenglin321@163.com。

造业，2023 年升至全国第三位。

由此可见，长三角具有充分发挥战略新兴产业和高新技术产业动能的产业禀赋，对于加快形成新质生产力具有产业、技术和市场基础。因此，如何量化分析长三角城市新质生产力以及探索主要影响因素对于地区发展意义重大。通过马克思生产力要素以及结合中国实际情况，综合考虑中国式现代化和高质量发展的要求，构建指标体系，分析区域差异和障碍度，旨在探索有助于区域加速形成新质生产力的驱动因素，为地区发展提供依据。

现有关于新质生产力内涵的论述，学者们多是从“新”和“质”两个方面进行探究和解释，周文^[9]从政治经济学的角度，分析前者指实现颠覆性技术突破，以新技术、新经济、新业态而产生的生产力，而后者主要强调在创新驱动基础因关键性和颠覆性技术突破而产生更强劲的创新驱动力。蒋永穆^[10]通过综合考虑新质生产力与经济高质量发展，从新要素、新技术、新产业和高质量、多质性、双质效两方面多层次分析新质生产力内涵。潘建屯^[11]从动力、依托和目的三重维度，指出新质生产力是以科技创新为动力，以新兴产业和未来产业为依托，为实现高质量发展而产生的生产力。赵峰^[12]将科技革命以及其产生战略新兴产业集群作为新质生产力的核心内涵，进而分析新质生产力对实现高质量发展以及提升社会生产力作用。

实现中国式现代化是以生产力的巨大增长和高度发展为前提，新一轮的技术革命和产业变革是促进生产力更新强大助力，由此而产生的新质生产力有助于推动中国在发展动力和发展方式的转型^[13]，同时，中国式现代化与经济高质量发展紧密结合，而新质生产力本身具备的创新驱动性，绿色低碳性和开放融合性^[14]，与经济高质量发展核心理念相适应。新质生产力、经济高质量发展以及中国式现代化在关键任务、价值遵循以及发展要求具有高度的一致性^[15]，因此，新质生产力产生于中国现代化建设进程，又反哺于中国式现代化，共同推动高质量发展。

上述学者的研究表明，新质生产力对于社会经济发展具有重要意义，对于城市群而言，如何量化分析城市新质生产力发展潜力，并分析改善新质生产力的关键因素，对于区域整体而言十分重要。现有关于新质生产力的量化分析较少，仅有包括王珏^[16]、刘建华^[17]、卢江^[18]等少数学者从马克思生产力要素角度以及高质量发展角度构建评价指标，对全国各省以及黄河流域城市进行研究。在现有研究的基础上，做出以下扩展：（1）通过理论分析新质生产力在社会经济发展中的重要作用和逻辑关系，构建评价指标体系；（2）分析长三角地区新质生产力时空演变趋势和区域差异。（3）分析长三角地区不同省市的影响新质生产力发展的障碍因子，旨在提出相应的发展建议。

1 理论逻辑和指标体系

生产力理论作为马克思历史唯物主义的重要内容^[19]，生产力概念在不同的应用领域、不同语境的含义不同，但大致可分为三个层次，一是由以往活动产生并延续的力量，二是由人在使用生产资料、改造生产对象的生产活动中产生，三是由人与自然物质交换为限度，经济和自然共同发展的力量^{[20]49}。作为劳动者与自然进行物质交换，用于推动社会进步并保证经济与环境双赢的力量，生产力主要包括具有一定生产经验与劳动技能的劳动者、引入生产过程的劳动对象和劳动资料三个关键要素^{[21]202}。

新质生产力由劳动力、劳动对象和生产资料共同催生^[22]。作为科技创新引发的生产力的新形式^[23]，根据创新理论，创新技术有利于改善劳动者教育的工具和平台，提升劳动者对技术的掌控能力，提升个人素质^[24]。同时，创新技术引发的技术变革，能够在一定程度上改善组织协作模式，优化了人力资源结构，从而提升整体劳动生产率。创新活动促进创新技术的产生，劳动对象通过应用这些技术，往往能够带来更高效的生产方式。实现资源的高效利用，提升产业的可持续性，实现经济的绿色发展。创新技术的应用优化了物质生产活动的过程。同时数字要素作为新型生产资料引入到生产过程中，优化了生产资料资源配置。创新技术的应用推动了生产方式的现代化，提高了生产资料的整体效能。

数字经济作为我国发展新动能^[25]，是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择^[26]。也是新质生产力形成和发展的原因和必然结果^[27]。数字技术具有普遍适用性、动态演进性和创新互补性。从生产力的角度，数字技术有助于强化劳动者技能，通过赋予劳动资料可重新编程性和自我强化性，改变技术创新基本范式，数字平台建设为技术创新带来一定程度的生成性。从新发展格局角度，数字经济加快形成新质

生产力有助于推动核心技术国产替代，构建双循环新发展格局，推动经济高质量发展^[28]。

技术突破、数据要素、以及有效的市场循环体制和现代化的产业体系建设为新质生产力的发展提供技术、要素、产业以及市场支撑^[29-30]。作为当代生产力现代化变革的集中反映，新质生产力应综合考虑经济高质量发展和中国式现代化的发展要求、价值遵循和目的。参考现有关于新质生产力指标体系^[16-18]，基于生产力三要素，结合经济高质量发展，从高素质劳动者，高技术含量的劳动资料以及更广范围的劳动对象，按照表 1 所列的 6 大系统层指标，选择 16 项指标分析长三角新质生产力。

表 1 新质生产力评价体系

Tab.1 New Productive Forces Evaluation System

要素层	系统层	指标层	属性	计算方法/单位
劳动者	人力 资本结构 (Y1)	每万人在校大学生数量(X1)	+	人/万人
		百人从业人员中 R&D 人员数量(X2)	+	人/百人
		信息传输计算机服务和软件业从业人数占比(X3)	+	信息传输计算机服务和软件业 从业人数/就业人数
	劳动生产率 (Y2)	人均 GDP(X4)	+	元
		人均工资(X5)	+	元
劳动 对象	新质产业 (Y3)	科技公司数量(X6)	+	个
		机器人数量(X7)	+	个
	绿色发展 (Y4)	环境保护力度(X8)	+	节能环保/公共预算支出
		“三废”排放(X9)	-	三废/GDP
		工业废物治理(X10)	+	工业固体废物综合利用率
生产 资料	物质 生产资料 (Y5)	公路里程(X11)	+	公里
		互联网普及率(X12)	+	每百人互联网用户数
		单位能耗(X13)	-	万吨标准煤/GDP
	无形 生产资料 (Y6)	研发经费投入强度(X14)	+	R&D 经费/GDP
		数字普惠金融指数(X15)	+	-
		人工智能专利授权量(X16)	+	个

第一，劳动者是生产的主体，是为生产而付出劳动的直接执行者。在劳动者要素中，人力资本结构反映了劳动力量的质量和潜力。作为一种特殊的生产要素，人力资本贯穿科技成果转化的全过程，是技术创新的重要载体和核心要素^[31]。劳动生产率则指在一定时期内，劳动者创造的劳动成果与相应的劳动消耗量之比^[32]。作为劳动者要素的重要组成部分，人力资本结构和劳动生产率不仅能够全面评估劳动者的贡献和能力，还能够反映出整体经济体或企业的竞争力和发展潜力。参考现有研究，考虑高质量劳动者对形成新质生产力的促进作用，选择每万人在校大学生数量(X1)、百人从业人员中 R&D 人员数量(X2)和信息传输计算机服务和软件业从业人数占比(X3)以及人均 GDP(X4)、人均工资(X5)分别表示劳动者要素中的人力资本结构和劳动生产率，其中 X1 通过每年在校大学生数量/年末常住人口，X2 通过年末 R&D 人员数量/就业人口数，X3 通过信息传输计算机服务和软件业从业人数/就业人数进行计算。

第二，劳动对象是劳动者所直接作用的物质对象，通过劳动者的努力进行改变或加工，最终成为产品或服务的一部分。结合新质生产力内涵和经济高质量发展要求，将新质产业和绿色发展作为劳动对象。新质产业指的是在经济发展中出现的新兴产业，具有技术驱动、高附加值、跨界融合等特点。在指标构建体系中，通过城市年度科技型上市企业存续数(X6)表示新质产业中科技产业规模，主要包括高新技术企业、科技型企业、创新型企业 and 专精特新企业，用机器人数量(X7)表示未来产业。绿色发展作为一种可持续发展理念，强调在经济增长的同时，通过减少资源消耗、降低污染排放、推广清洁技术和生产方式，来实现长期的可持续发展目标。作为劳动对象的一部分，绿色发展不仅有助于促进资源有效利用，降低环境成本，推动技术创新。同时能够提升生产效率和经济效益，推动环境保护和社会可持续发展。参考现有研究，采

用环境保护力度(X8)、“三废”排放(X9)、工业废物治理(X10)衡量城市绿色发展程度, X8 通过节能环保支出/一般公共预算支出, X9 通过废水、SO₂ 以及工业烟粉尘排放量/GDP, X10 采用工业固体废物一般综合利用率表示。

第三, 生产资料是生产过程中用于进行生产的各种物质和非物质条件。如工具、设备、技术、土地、资本、管理组织等。这些条件协助劳动者对劳动对象进行加工和转化, 从而创造出新的产品或服务。综合考虑经济高质量发展和数字经济对形成新质生产力的作用, 选择公路里程(X11)、互联网普及率(X12)等传统基础设施和数字基础设施衡量物质生产资料水平。公路里程反映了地区的通达能力, 而高互联网普及率促进了信息传递和在线市场拓展能力。单位能耗(X13)反映能源作为生产资料的经济利用效率, 低单位能耗则反映了地区在能源利用上的高效率, 减少了生产成本和环境压力。从科技创新、数字经济的角度选择研发经费投入强度(X14)、数字普惠金融指数(X15)、人工智能专利授权量(X16)衡量无形生产资料。高研发经费投入强度有助于地区推动创新动力建设和提升研究开发能力。作为新质生产力的核心, 技术创新活动提供了其发展的源动力。但科技领域概念转化为产业生产力的过程中, 容易受到长线资金匮乏等原因而新质化前匆匆退场^[33]。自熊彼得创新理论创立以来, 金融支持成为科技创新活动有序进行的重要前提条件^[34]。在金融强国的建设思路与战略布局下, 数字金融的提升推动了金融服务的普及和效率, 促进经济包容性和增长。人工智能专利授权量则显示了地区在人工智能技术创新和未来产业方面的发展程度, 对地区长期发展和社会进步具有重要意义。

研究对象包括长三角 41 个城市, 江苏省扬州、淮安、盐城和宿迁有关数据缺失, 共搜集 37 的城市有关数据, 其中, 科技型公司数量源于各省工业和信息化厅, 机器人数量源于国际机器人联盟数据库 (<https://www.cnopendata.com/data/m/recent/IFR.html>), 人工智能专利数据源于中国专利数据库 (<https://kns.cnki.net/kns/advsearch?dbcode=SCPD>), 主要涉及核心传感器、大数据、机器学习、深度学习、云计算、智能芯片、计算机视觉、人机交互、知识图谱、自然语言处理、无人驾驶、智慧安防、智慧城市、智慧教育、智慧金融、智慧农业、智慧医疗、智能机器人、智能家居、智能交通、智能设备、智能物流、智能制造 23 个关键领域。数字普惠金融指数源于北京大学数字金融研究中心(<https://idf.pku.edu.cn>), 其余数据其中来自各省市 2017-2023 统计年鉴。

2 研究方法

2.1 CRITIC-突变级数法-TOPSIS

对新质生产力的评价主要分为三个步骤, 第一步, 通过 CRITIC 法对指标层赋权重, 确定评价指标的排序。主要步骤如下:

(1) 对指标进行无量纲化处理:

$$\begin{cases} x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} & x_j \text{ 为正向指标} \\ x'_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} & x_j \text{ 为负向指标} \end{cases} \quad (1)$$

(2) 测算指标变异性和冲突性:

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x'_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m-1}} \quad (2)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^n 1 - r_{ij} \quad (3)$$

式中: r_{ij} 表示指标 i 与指标 j 的相关系数, 用 Pearson 系数表示:

(3) 计算权重:

$$W_j = \frac{S_j \times R_j}{\sum_{j=1}^n S_j \times R_j} \quad (4)$$

第二步，确定系统层突变系统类型

突变理论由数学家 R.Thom 基于微积分、拓扑动力学、奇点理论和结构稳定性等理论创立，用于分析不连续突变现象^[35]。现有常见系统突变类型主要包括突变系统类型主要包括折迭突变，尖点突变、燕尾突变、蝴蝶突变。表 2 列举了各类突变系统处理方式。

表 2 系统突变类型和归一公式
Tab.2 Systematic Mutation Types and Normalization Formulas

系统类型	系统层权重排序	势函数	归一公式
折迭突变	-	$F(X) = \frac{1}{3}X^3 + AX$	$A = \sqrt{A}$
尖点突变	$W_A > W_B$	$F(X) = X^4 + AX^2 + BX$	$A = \sqrt{A}, B = \sqrt[3]{B}$
燕尾突变	$W_A > W_B > W_C$	$F(X) = X^5 + \frac{1}{3}AX^3 + \frac{1}{2}BX^2 + CX$	$A = \sqrt{A}, B = \sqrt[3]{B}, C = \sqrt[4]{C}$
蝴蝶突变	$W_A > W_B > W_C > W_D$	$F(X) = \frac{1}{6}X^6 + \frac{1}{4}AX^4 + \frac{1}{3}BX^3 + \frac{1}{2}CX^2 + DX$	$A = \sqrt{A}, B = \sqrt[3]{B}, C = \sqrt[4]{C}, D = \sqrt[5]{D}$

确定系统层突变类型之后，利用归一公式进行评价。突变级数对于指标的有两种，若其对应的指标层指标之间有明显关联关系，则为“互补型”关系；反之则为“非互补型”关系。由于对数据进行无量纲化处理，系统层指标均采用“互补型”处理方法。

第三步，计算新质生产力

利用 TOPSIS 对第二步得到的系统层指标进行处理得到最终的新质生产力，对于系统层指标矩阵，正理想解和负理想解被定义为：

$$\begin{aligned} Z^+ &= \{ \max(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{m1}), \dots, \max(x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{mn}) \} \\ Z^- &= \{ \min(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{m1}), \dots, \min(x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{mn}) \} \end{aligned} \quad (5)$$

通过加权欧氏距离计算第 $i(i=1, 2, \dots, m)$ 待评估对象与理想解之间的距离，并通过式 (7) 计算第 i 个待评估对象的得分，即为新质生产力。

$$D^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_j (x_{ij} - Z^+)^2} \quad (6)$$

$$D^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_j (x_{ij} - Z^-)^2}$$

$$S_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (7)$$

2.2 Dagum 基尼系数

通过 Dagum 基尼系数分析长三角地区不同省份在新质生产力的内外部差异，作为传统基尼 gini 系数的改进，Dagum 基尼系数弥补了其他用于测度地区差距方法因无法解决考察数据存在交重叠现象的不足，能够更好地识别地区差距来源问题，模型公式如下：

$$G = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m \sum_{h=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ih} - y_{jr}|}{2n^2 \bar{y}} \quad (8)$$

式中：G 表示总体基尼系数、用于衡量各区域之间新质生产力的总差异； m 表示地区数量； n_i, n_j 表示 $i, j(i, j=1, 2, \dots, m)$ 地区内部省份数量； n 表示总的城市数量； y_{ih}, y_{jr} 表示各城市新质生产力动态变化水平； \bar{y} 表示所有城市新质生产力的平均值。

G 可分解为组内差异系数 G_w 、组间差异系数 G_b 和超变密度系数 G_t ，在关系上满足 $G=G_w+G_b+G_t$ 。其中， G_w 表示 i 地区内部的分布差异， G_b 表示 i, j 地区之间新质生产力的分布差异， G_t 反映各地区交叉重叠现象对总体基尼系数 G 的影响。具体的系数分解方程如下：

$$G_w = \sum_{i=1}^k \lambda_i s_i G_{ii} \quad (9)$$

$$G_{ii} = \frac{\sum_{h=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ih} - y_{jr}|}{2n^2 \bar{y}} \quad (10)$$

$$G_b = \sum_{i=2}^k \sum_{j=1}^{i-1} (\lambda_i s_i + \lambda_j s_j) G_{ij} D_{ij} \quad (11)$$

$$G_t = \sum_{i=2}^k \sum_{j=1}^{i-1} (\lambda_i s_i + \lambda_j s_j) G_{ij} (1 - D_{ij}) \quad (12)$$

公式 (11) 衡量了 i 地区内部新质生产力的动态水平差异对总基尼系数的贡献，其中 $\lambda_i = n_i / n$ ， $s_i = \lambda_i \bar{y}_i / \bar{y}$ 。 G_{ii} 表示地区内的基尼系数，由公式 (10) 计算得到。公式 (11)、(12) 分别衡量了地区间新质生产力差异以及地区间差异强度对总基尼系数的贡献。其中， G_{ij} 表示地区间基尼系数，由公式 (13) 计算得到。 D_{ij} 表示 i, j 地区之间新质生产力的相对影响，由公式 (15) 计算得到， $1-D_{ij}$ 表示超变密度。

$$G_{ij} = \frac{\sum_{h=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ih} - y_{jr}|}{n_i n_j (\bar{y}_i + \bar{y}_j)} \quad (13)$$

$$D_{ij} = \frac{d_{ij} - p_{ij}}{d_{ij} + p_{ij}} \quad (14)$$

式中： d_{ij} ， p_{ij} 表示 i, j 地区之间的差值； d_{ij} 可理解为 i, j 地区中 $y_{ih}-y_{jr}>0$ 的样本值总和的数学期望； p_{ij} 可理解为 i, j 地区中 $y_{jh}-y_{ir}>0$ 的样本值总和的数学期望。

$$d_{ij} = \int_0^{\infty} dF_i(y) \int_0^y (y-x) dF_j(y) \quad (15)$$

$$p_{ij} = \int_0^{\infty} dF_j(y) \int_0^y (y-x) dF_i(y) \quad (16)$$

式中： $F_i(y)$ ， $F_j(y)$ 表示 i, j 地区的累积分布函数。

Dagum 基尼系数通过引入一个参数来调整基尼系数的计算，根据联合国有关组织对基尼系数的规定，对 Dagum 基尼系数进行分类： $G<0.2$ 表示绝对平均， $0.2<G<0.29$ 表示比较平均， $0.3<G<0.39$ 表示相对合理， $0.4<G<0.59$ 表示差距较大， $0.6<G$ 表示差距悬殊。

2.3 障碍度模型

障碍因子模型依靠因子贡献度、偏离度计算各指标障碍度，以表征承主要制约因素，计算公式为：

$$F_j = w_j w_j^* \quad (17)$$

$$I = 1 - x_{ij}' \quad (18)$$

$$K_j = \frac{F_j \cdot I_j}{\sum F_j \cdot I_j} \quad (19)$$

式中： F_j 为第 j 个评价指标的因子贡献度， w_j 为准则层下指标权重， w_j^* 是指标 j 所属准则层的权重， I_j 为偏离度， x_{ij}' 为各指标归一化后的正向数值， K_j 为第 j 个指标的障碍度。

3 实证分析

3.1 新质生产力时空演变和区域差异

3.1.1 新质生产力时空演变

研究期内,长三角新质生产力平均水平呈上升趋势。全流域平均水平从2016年的0.3608提升至0.4269,年增长幅度为0.0110,平均增长率3.05%。2020年受疫情影响,部分城市新质生产力稍有下降。根据图1,长三角新质生产力“上海>江苏>浙江>安徽”。其中上海、江苏新质生产力整体较高,作为全国科技创新中心,上海集中了大量创新资源,江苏发达的制造业为技术应用和新质生产力的形成提供了良好基础。



图1 长三角城市群新质生产力

Fig. 1 New Productive Forces in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration

图1显示,上海新质生产力介于0.5906-0.8477之间,呈逐年上涨趋势,年平均增长率为5.79%。作为全国科技创新中心,上海在战略新兴产业迅速发展,目前已形成以集成电路、生物医药、人工智能为核心的产业布局,并涵盖新能源汽车、高端装备、航空航天、信息通信、新材料和新兴数字产业。2022年上海战略新兴产业增加值达到10641.19亿元,占全年GDP的23.8%。其中,服务业战略性新兴产业增加值占新兴产业增加值的比重为64.84%。战略性新兴产业集群为产业规模和结构优化创造了区域优势,从而推动了新质生产力的发展。近年来,上海数字经济与实体经济融合加快。新质生产力的提升使得上海能够通过数据要素赋能,驱动技术创新,促进企业创新,增强企业特别是中小企业的市场信心,并缓解部分企业面临的经营困难。

江苏省新质生产力介于0.4671-0.5364之间,年平均增长率为2.18%。2016年至2021年,新质生产力呈现逐年增长趋势,2021年达到0.5364。但由于研发经费支出强度和能源经济效率的下降,2022年整体水平有所下降,降幅为0.0082。江苏各城市中,南京、苏州、无锡、常州新质生产力位于区域前列,近年来,南京充分利用自身优势,发展数字经济,构建以物联网及数字产业、集成电路、生物医药、智能装备、汽车零部件、新能源为主要领域的“6+2+X”现代产业体系,推动了新质生产力的发展。苏州、无锡和常州通过苏锡常都市圈的协同发展,加强了区域内的经济合作。作为苏南地区核心城市,苏州2022年战略新兴产业产值占规上工业总产值的比重达到55.7%,新材料、高端装备制造、生物医药等产值均超过2000亿元,在新兴制造业领域保持较强竞争力。江苏作为制造业强省,其工业战略性新兴产业和高新技术产业的持续增长为新兴动能提供了产业支持,同时有助于缓解地区产业结构调整带来的压力,推动上下游产业链的完善。

浙江省新质生产力介于0.3851-0.4551之间,年平均增长率为2.06%。杭州作为浙江省发展新质生产力潜力较高的城市,其新质生产力年均增长率为3.96%。近年来,杭州着力打造智能物联、生物医药、高端装备、新材料和绿色能源五大产业生态圈,为战略性新兴产业集聚发展创造产业支撑,并出台多种关键技术攻关政策,从产业端、企业端和技术人才端共同发力,为新质生产力的发展奠定了基础。2022年浙江全域高新技术产业、战略性新兴产业、数字经济核心产业制造业增加值分别达到14291、7331、3532亿元,具备良好的发展新质生产力的产业支撑条件。浙江省与江苏省同为制造业强省,近年来,浙江积极改善制

造业产业布局，聚焦发展以新一代信息技术、高端装备、现代消费与健康、绿色石化与新材料世界级先进产业群。培育智能电气、生物医药与医疗器械、高端新材料等 15 个技术水平先进特色产业集群以及培育人工智能、基因工程、区块链等前沿领域为主的新兴产业群。新兴产业布局的逐步完善，有助于区域创新合作，提升关键核心技术攻关能力，从而推进工业智能化、绿色化发展。

安徽新质生产力介于 0.2700-0.3815 之间，年平均增长率为 4.41%，整体水平要低于其他两省一市。作为省会的合肥，新质生产力介于 0.4931-0.5946 之间，年平均增长率为 2.38%。依托能源优势，合肥近年来主要聚焦于新一代信息技术产业，新能源汽车和智能网联汽车产业两大支柱产业。发展生物、高端制造、光伏及新能源、新材料和绿色环保产业。培育新兴服务业，布局量子信息、类脑智能等未来产业，为合肥市和周边地区新质生产力的发展创造产业基础。尽管安徽省在长三角区域内，受经济、产业禀赋限制，整体发展缓慢，形成和发展新质生产力的支撑条件尚不完善。但合肥作为安徽省新质生产力发展的前端城市，其发展壮大有助于提升地区的人才集聚能力，提升新兴产业的规模，推进重点产业链的高质量发展。此外，安徽省在数字基础设施建设上已取得初步成效，对于推动全省数字一体化，生产资源共建共享具有重要意义。产业方面积极发挥能源优势，新能源产业保持较快增长，“科创+产业”和“集群+集聚”发展模式成效显著。在发展过程中，发挥合肥在地区发展中的带头作用，减小地区差异，有助于提升城市发展质量，提升区域新质生产力。

3.1.2 区域差异

根据 Dagum 基尼系数分解法，得到各省份 2014-2021 新质生产力的 Dagum 基尼系数。从图 2 可见，省份之间的基尼系数在 0.14-0.18 之间。根据 Dagum 基尼系数分类标准，长三角各省份之间新质生产力差异处于绝对平均水平。各省份均具有各自的优势战略新兴产业，形成发展新质生产力的产业支撑。在研究期间 2016-2021 年 Dagum 总体基尼系数由 0.1711 下降至 0.1449，但在 2022 年上升至 0.1759，表明区域发展潜力水平出现一定的分化现象。

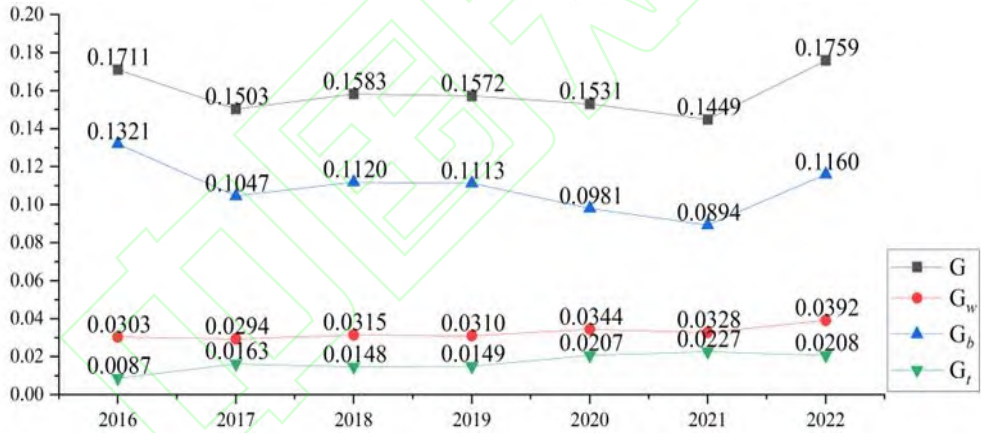


图 2 长三角城市群新质生产力 Dugum 基尼系数

Fig.2 Dugum Gini Coefficient of New Productive Forces in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration

差异分解结果显示，组间差异贡献 $G_b >$ 组内差异贡献 $G_w >$ 超变密度贡献 G_t ，其中区域间差异贡献 G_b 在与 Dagum 总体基尼系数变化趋势一致，2016-2021 年由 0.1321 下降至 0.0894，2022 年回升至 0.1160，相较于期初，组间差异有所减小。组内差异贡献 G_w 和超变密度贡献 G_t 总体较为平稳，贡献率平均占比分别为 20.61%和 10.81%。在 2016-2022 年期间分别从 0.0303、0.0087 上升至 0.0392 和 0.0208，反映出区域内资源集中引起的组内城市差异和城市圈建设的作用无边界特点。

表 3 展示了长三角城市群子群间的基尼系数。可以看出，组间差异仍是区域发展潜力水平不平均现象的主要原因。表 3 中的数据表明，上海新质生产力水平与其他省份存在差异明显，研究期间，上海与江苏、浙江、安徽由绝对平均、比较平均、相对合理均上升一个层级。江苏与安徽处于比较平均水平，江苏与浙江、浙江与安徽均处于绝对平均水平。由此可见，上海在新兴产业发展、科技创新驱动等方面成效斐然，但对于整体区域的贡献较少，尤其是长三角北部区域。江苏和上海均对安徽存在较大的组间差异，一方面由于江苏与上海的地理关系使得江苏尤其是苏南地区受上海的涓滴效应加大。另一方面，江苏和浙江均属

于制造业大省，在产业协同发展方面具有优势，而安徽主要集中于能源产业，且起步较晚，因此与上海、江苏的差异较大。

表 3 长三角城市群子群间基尼系数
Tab.3 Gini Coefficient Between Sub-groups of the Yangtze River Delta Urban Agglomeration

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
上海→江苏	0.1166	0.1841	0.1837	0.1784	0.2013	0.1945	0.2322
上海→浙江	0.2105	0.2779	0.2650	0.2355	0.2824	0.2953	0.3268
上海→安徽	0.3724	0.3711	0.3833	0.3766	0.3709	0.3517	0.4257
江苏→浙江	0.1074	0.1182	0.1151	0.1070	0.1311	0.1358	0.1483
江苏→安徽	0.2733	0.2118	0.2212	0.2203	0.1965	0.1842	0.2301
浙江→安徽	0.1992	0.1497	0.1677	0.1776	0.1438	0.1258	0.1581

3. 2 障碍度模型

3. 2. 1 系统层障碍因子识别

通过障碍度模型分析影响长三角新质生产力主要因素，由图 3 可见，长三角以及江苏、安徽和浙江系统层排名前三位的障碍因子为 Y1、Y5、Y6。其中，劳动者要素中人力资本结构(Y1)相对稳定，作为生产资料的有形(Y5)和无形(Y6)生产资料波动较大。上海主要受到人力资本结构较大，平均影响程度达到 0.3674，其次是绿色发展，影响程度为 0.2330。

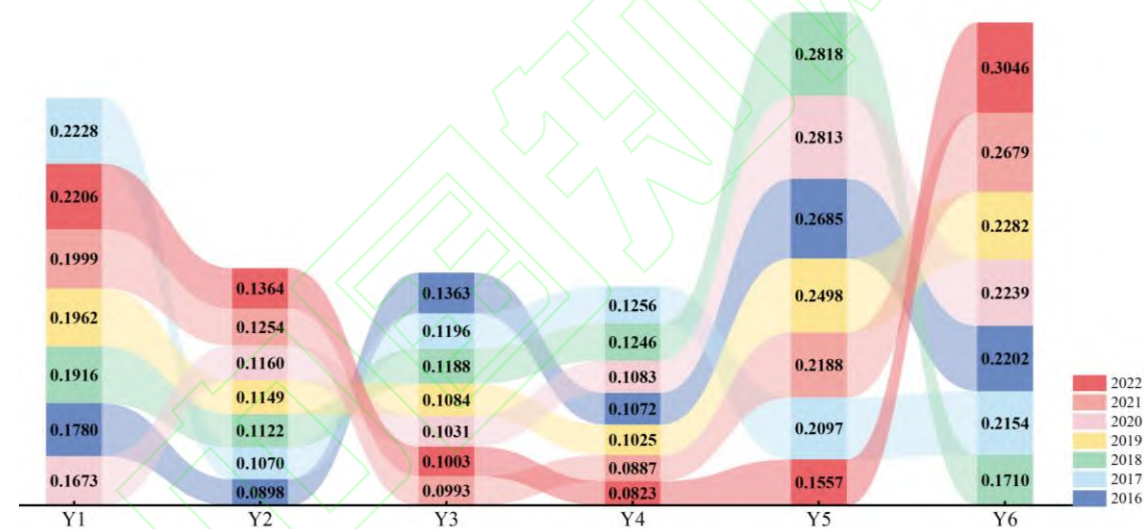


图 3 长三角系统层障碍因子
Fig. 3 System-level Obstacle Factors in the Yangtze River Delta

根据人力资本理论，要素结构演进深刻影响地区生产模式和发展趋势^[36]。社会经济发展过程中会伴随人力资本的演进和流动能够推动技术创新技术应用，提高地区技术成果转化能力。同时，人力资本的流动会促进技术成果的传播，提升区域整体水平。生产资料是社会生产和扩大再生产所必须的要素。物质生产资料为劳动者进行社会生产提供物质保障，高质量的物质生产资料有助于新质生产力形成和稳定发展。无形生产资料物质资源有限性的约束较弱，能够有效缓解地区发展对资源环境的压力，为新质生产力的发展提供“软实力”。

3. 2. 2 指标层障碍因子识别

指标层分析结果显示(图 4)，影响长三角新质生产力的主要因素和平均影响程度为公路里程(0.1086)、单位能耗(0.0899)、环境保护力度(0.0837)、人工智能专利授权量(0.0771)、每万人在校大学生数量(0.0739)。

公路里程反映地区内部和外部的通达程度。较为完善的产业链和供应链对新质生产力的形成和发展至关重要。地区良好的通达性有助于供应链的发展，进而形成较为完善的产业链，提高行业间的交叉融合创新，提升新质生产力。单位能耗反映了地区能源经济利用效率。利用率的提升必然伴随着技术的更新迭代，

推动生产模式和生产结构的革新，促进生产力的发展。环境保护力度反映了地区对绿色发展和生态文明的重视程度。新质生产力的目标是实现高质量发展，因此绿色发展的要求也包含在其内涵中。人工智能作为新兴产业和未来产业的重要发展方向之一，专利授权量反映了其市场竞争力。提升新兴产业和未来产业的市场占有量，从而影响生产结构，有利于新质生产力的形成和发展。大学生作为就业市场的重要组成部分，在技术创新成果应用和推广中发挥着具有重要作用，是具有高素质的劳动者。每万人在校大学生数量反映大学生群体的在就业市场的规模，适度增加这一规模有助于促进技术成果的转化，从而推动新质生产力的发展。

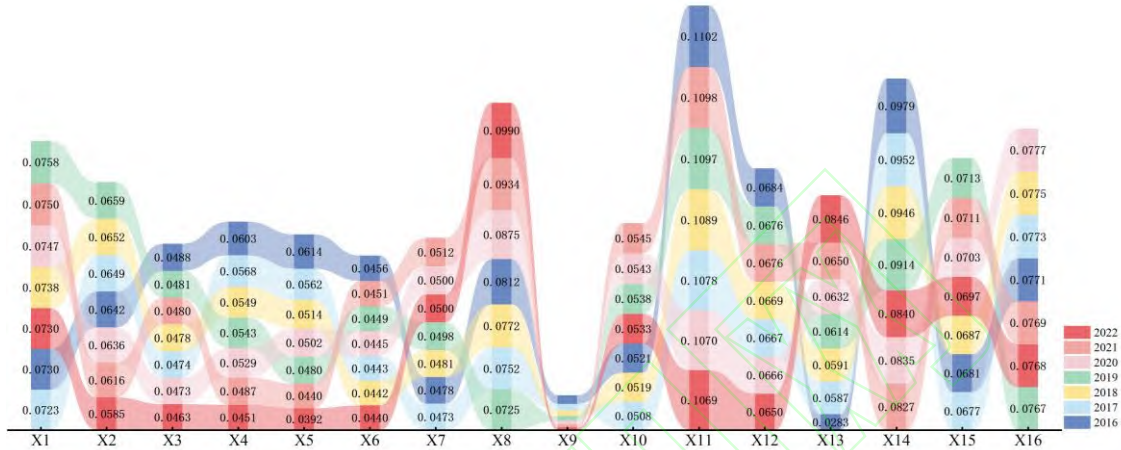


图 4 长三角指标层障碍因子

Fig. 4 Indicators-level Obstacle Factors in the Yangtze River Delta

以上分析表明，长三角区域应关注地区之间的连通性和地区资源的有效利用，贯彻绿色发展理念，发展战略新兴产业，优化产业地区布局，壮大优质生产力规模。为深入了解不同要素对地区的影响，采用障碍度分析长三角三省一市的影响力(图 5)。

江苏省排名前五的障碍因子和影响力分别为公路里程(0.1267)、环境保护力度(0.0954)、研发经费投入强度(0.0843)、数字普惠金融指数(0.0762)、每万人在校大学生数量(0.0747)。江苏省地区经济发展存在较大差异，根据相关数据，苏南地区在研究期间的 GDP 平均占比为 56.86%，而苏中和苏北仅占 20.16%和 22.98%，而人均 GDP 苏南分别是苏中和苏北的 1.25 和 1.95 倍。经济发展规模对地区资源分配至关重要，提升地区连通性有助于加强地区联系，优化资源配置，提高资源使用效率。根据研究结果，R&D 经费投入强度和数字普惠金融指数对江苏省新质生产力的具有重要影响，作为制造业强省，江苏对于技术应用的要求较高，而发达制造业集聚经济为相关技术突破提供产业平台。数字普惠金融指数的提升能够提高商业可持续性发展，对于经济发达地区而言，健全的金融基础设施能够促进地区经济活力，减弱区域限制，加快资金要素的流通，对于新质生产力的发展提供良好的金融基础。

上海市影响力较大的障碍因子分别为研发经费投入强度(0.1627)、公路里程(0.1509)、环境保护力度(0.1404)、每万人在校大学生数量(0.1092)、百人从业人员中 R&D 人员数量(0.1078)。其中前三种障碍因子对新质生产力的影响较大。作为全国科创中心，R&D 经费投入强度对于实施创新驱动，促进产业升级，发展新质生产力具有重要意义。上海的地理位置在一定程度上要求其完善公路基础设施，加强与外界的连通性，促进行业交流融合。同时，由于新兴战略产业中服务业战略性新兴产业占比较大，增强地区连通性有助于相关产业的发展。绿色发展既蕴含在新质生产力的内涵之中，同样，也是高质量发展的核心价值遵循。加大环境保护力度有助于改善地区发展环境，促进生态文明建设，提升新质生产力高质量发展水平。

浙江省影响力较大的障碍因子为公路里程(0.1208)、环境保护力度(0.0923)、每万人在校大学生数量(0.0790)、研发经费投入强度(0.0770)、单位能耗(0.0711)。研究结果表明，公路里程和环境保护力度对地区的影响较大。作为制造业大省，浙江省的经济规模要低于同样制造业发达的江苏省。因此，在生产要素的集聚作用上受到地区发展的制约，提升与外界的连通性能够在一定程度上缓解这种影响。由于制造业自身的生产模式对环境造成的压力较大，增强环保力度对于缓解环境压力、改善制造业发展环境和发展质量以

及促进新质生产力形成和发展有重要作用。

安徽省影响力较大的障碍因子为数字普惠金融指数(0.0979)、公路里程(0.0909)、人工智能专利授权量(0.0885)、互联网普及率(0.0761)、环境保护力度(0.0707)。根据研究结果,数字经济、公路基础设施以及人工智能的投入和提升对安徽省新质生产力的影响较大。安徽省产业结构与江浙地区差异显著,且相较于长三角其他地区,安徽发展较晚,受地域限制影响较大。数字经济和基础设施的发展有助于减弱这些限制。近年来,安徽在新能源、量子信息等产业取得显著成效,人工智能专利授权量的增加有助于提升产业核心竞争力,增强地区知名度,并提升生产要素集聚能力,从而促进地区新质生产力的发展。

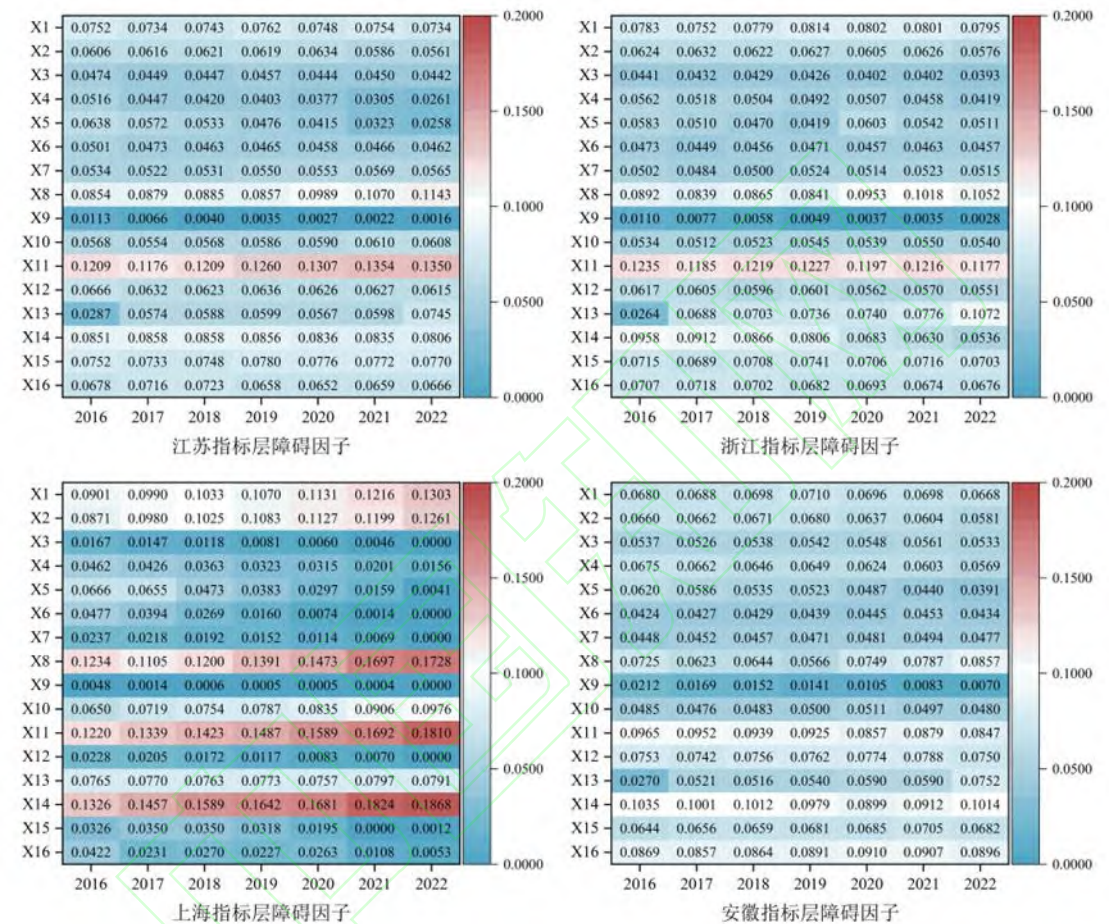


图 5 三省一市指标层障碍因子

Fig. 5 Indicators-level Obstacle Factors in Three Provinces and One City

4 总结与讨论

运用 CRITIC-突变级数法-TOPSIS、Dagum 基尼系数和障碍度模型对长三角城市的新质生产力进行评价和分析,具体结果如下:

(1) 长三角新质生产力年增长幅度为 0.0110,平均增长率 3.05%。各地区新质生产力关系表现为“上海>江苏>浙江>安徽”。其中上海平均水平位于长三角各城市首位,江苏省新质生产力城市数量和规模优先于安徽和浙江。南京、苏州、无锡、常州、杭州、合肥位于各区域前列。

(2) 省份之间的基尼系数在 0.14-0.18 之间,在研究期内,各区域发展差异较小,处于绝对平均水平,但根据贡献率分析,组内差异贡献率和超密度贡献率有扩大趋势。

(3) 通过障碍因子识别,系统层障碍因子中,人力资本结构、物质和无形生产资料以及指标层障碍因子中公路里程、环境保护力度、研发经费投入强度等障碍因子对长三角整体和各地区的新质生产力均具有较大影响力。

根据长三角新质生产力测算结果,仅有上海以及各省省会城市和以及如宁波、苏州、常州等区域核心城市的新质生产力达到 0.5 以上,区域整体水平较低。在现阶段,长三角区域资源多集中于区域核心城市。对于其他城市而言,在产业要素方面处于劣势,产业新质生产力的形成受限。新质生产力在区域协同发展过程中,诸如云计算、区块链、元宇宙、生成式人工智能等新一代数字生产要素的应用,能够在一定程度上加快科技创新及成果转化。同时,数字生产要素具有跨组织、跨产业、跨区域等的协同融合效应,能够在一定程度上扩大区域核心城市的溢出效用,实现生产要素在不同区域的共用共享。

研究结果显示,长三角地区之间总体差异较小,长三角一体化发展成效明显。但区间差异的扩大趋势显示,在社会经济发展过程中,必定伴随资源集聚现象,在一定程度上,造成区域内头部城市和其他城市存在差距。新质生产力作为传统生产力的跃升,必定伴随者生产方式和生产结构的革新,使得区域内城市之间差异增大,有效发挥区域内的城市联动,能够加快生产要素流动,减弱由于头部城市虹吸现象造成的组内差异。

障碍度分析结果显示,作为新质产业及其子系统并没有作为影响新质生产力的障碍因子,而劳动者和生产资料及有关指标成为主要因素。新质生产力由传统生产力发展而来,首先受到成为生产资料的生产工具的革新和劳动者素质的影响,其次才受到由高质量生产资料和高素质劳动者引发的新兴劳动对象的影响。总的来讲,生产对象在生产力发展过程中作为中介,由高质量的生产资料和高素质劳动者建立并提升生产效率,促进传统生产力向新质生产力的革新的中间力量。

根据研究结果和相关分析,针对长三角新质生产力的形成和发展提出以下建议:

(1) 发挥多城多级联动作用,构建区域系统发展格局。目前长三角区域已经形成大上海都市圈、南京都市圈、杭州城市群以及合肥都市群等多个都市圈,区域内协同发展水平得以提高,但是在行政边界减弱的同时都市圈边界能力开始增强,各头部城市依据各自优势产业布局构建都市圈,造成在都市圈之间在产业结构、行业交流的壁垒。构建头部城市之间以及次级城市和边缘城市之间的分层次空间联动空间格局,有助于产业链的逐级传递,形成较为完善的区域产业链和供应链,有助于提升城市生产力,从而逐步完成由传统生产力向新质生产力的更新迭代,实现高质量发展。

(2) 优化技术人才结构,提高人才资源配置效率。由于头部城市的资源集聚作用,在吸引技术人才过程中会导致周围城市人才流失,同时人才的过度集聚以及城市管理过程中的分配不当会造成人才资源利用效率低,不利于城市产业发展和布局,同时减弱对周边城市的联动作用。新质生产力是由科技创新驱动的,对于技术人才的合理利用,有助于提升整体的科技创新水平,促进新质生产力发展。

参考文献

- [1] 周文,许凌云.再论新质生产力:认识误区、形成条件与实现路径[J].改革,2024,(03):26-37.
ZHOU W, XU L Y. Further Discussion on New Quality Productive Forces: Misunderstandings, Formation Conditions, and Implementation Paths[J]. Reform, 2024, (03): 26-37.
- [2] 王珏. 新质生产力:一个理论框架与指标体系[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2024, 54(01): 35-44.
WANG J. New Productive Forces:A Theoretical Frame and Index System[J]. Journal of Northwest University(Philosophy and Social Sciences Edition), 2024, 54(01): 35-44.
- [3] 朱紫雯,徐梦雨. 中国经济结构变迁与高质量发展---首届中国发展经济学学者论坛综述[J]. 经济研究, 2019(3): 194-198.
ZHU Z W, XU M Y. Structural Change and High-Quality Development of China's Economy - Review of the First China Development Economics Scholars' Forum[J]. Economic Research Journal, 2019(3): 194-198.
- [4] 陈佳美. 组织创新对中国经济增长质量提高的影响分析[J]. 经济学家, 2013(12): 36-41.
Chen J M. Analysis of the impact of organisational innovation on the improvement of the quality of China's economic growth[J]. Economist, 2013(12): 36-41.
- [5] 尹艳林. 切实推动高质量发展:经验、要求与任务[J]. 经济研究, 2023(8): 32-42.
YIN Y L. Effective promotion of high-quality development: experiences, requirements and tasks[J]. Economic Research Journal, 2023(8): 32-42.

- [6] 任保平, 文丰安. 新时代中国高质量发展的判断标准、决定因素与实现途径[J]. 改革, 2018(4): 5-16.
REN B P, WEN F A. The Criteria, Determinants and Ways to Achieve High Quality Development in China in the New Era[J]. Reform, 2018(4): 5-16.
- [7] 杜传忠, 疏爽, 李泽浩. 新质生产力促进经济高质量发展的机制分析与实现路径[J]. 经济纵横, 2023(12): 20-28.
DU C Z, SHU S, LI Z H. Mechanism and Path of New Quality Productivity in Promoting High-Quality Economic Development in Promoting High-Quality Economic Development[J]. Economic Review Journal, 2023(12): 20-28.
- [8] 孙绍勇. 发展新质生产力: 中国式经济现代化的核心要素与实践指向[J]. 山东社会科学, 2024, (01): 22-30.
SUN S Y. Developing new productive forces: Core Elements and Practical Directions of Chinese-style Economic Modernisation[J]. Shandong Social Sciences, 2024, (01): 22-30.
- [9] 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.
ZHOU W, XU L Y. On New Quality Productivity: Connotative Characteristics and Important Focus[J]. Reform, 2023(10): 1-13.
- [10] 蒋永穆, 乔张媛. 新质生产力: 逻辑、内涵及路径[J]. 社会科学研究, 2024(01): 10-18+211.
JIANG Y M, QIAO Z Y. New Quality Productivity: Logic, Connotation and Path[J]. Social Science Research, 2024(01): 10-18+211.
- [11] 潘建屯, 陶泓伶. 理解新质生产力内涵特征的三重维度[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2024, 44(04): 12-19.
PAN J T, TAO H L. Understanding the Triple Dimensions of the Connotation and Characteristics of New Quality Productive Forces[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University(Social Sciences), 2024, 44(04): 12-19.
- [12] 赵峰, 季雷. 新质生产力的科学内涵、构成要素和制度保障机制[J]. 学习与探索, 2024(01): 92-101+175.
ZHAO F, JI L. The Scientific Connotation, Constituent Elements, and Institutional Safeguards Mechanisms of New Quality Productivity[J]. Study & Exploration, 2024(01): 92-101+175.
- [13] 刘雅静. 中国式现代化视域下新质生产力: 理论渊源、价值意蕴与推进路向[J]. 改革与战略, 2024, 40(02): 26-37.
LIU Y J. New productive forces in the context of Chinese modernisation: Theoretical Origins, Value Implications and the Way Forward[J]. Reformation & Strategy, 2024, 40(02): 26-37.
- [14] 黄群慧, 盛方富. 新质生产力系统: 要素特质、结构承载与功能取向[J]. 改革, 2024, (02): 15-24.
HUANG Q H, SHENG F F. New Productive Forces System: Factor Characteristics, Structural Bearing and Functional Orientation[J]. Reform, 2024, (02): 15-24.
- [15] 周文, 李吉良. 新质生产力与中国式现代化[J]. 社会科学辑刊, 2024, (02): 114-124.
ZHOU W, LI J L. New productive forces and Chinese-style modernisation[J]. Social Science Journal, 2024, (02): 114-124.
- [16] 王珏, 王荣基. 新质生产力: 指标构建与时空演进[J]. 西安财经大学学报, 2024, 37(01): 31-47.
WANG J, WANG R J. New Quality Productivity: Index Construction and Spatiotemporal Evolution[J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2024, 37(01): 31-47.
- [17] 刘建华, 闫静, 王慧扬, 等. 黄河流域新质生产力水平的动态演进及障碍因子诊断[J]. 人民黄河, 2024, 46(04): 1-7+14.
Liu J H, Yan J, Wang H Y, et al. The Dynamic Evolution of New Quality Productive Forces Level and Diagnosis of Obstacle Factors in the Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2024, 46(04): 1-7+14.
- [18] 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(03): 1-17.
Lu J, Guo Z A, Wang Y P. Levels of development of new quality productivity, regional differences and paths to enhancement [J]. Journal of Chongqing University(Social Science Edition), 2024, 30(03): 1-17.
- [19] 熊亮. 数字媒介时代的马克思生产力理论创新认知[J]. 江苏社会科学, 2022(04): 94-103.
XIONG L. Innovative Perceptions of Marx's Productivity Theory in the Age of Digital Media[J]. Jiangsu Social Sciences, 2022(04): 94-103.
- [20] 卡尔·马克思. 1844年经济学哲学手稿[M]. 北京: 人民出版社, 1984.
Karl Marx. Philosophical Manuscripts in Economics 1844[M]. Beijing: People's Publishing House, 1984.
- [21] 卡尔·马克思、弗里德里希·恩格斯. 马克思恩格斯全集(第23卷)[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1972.
Karl Marx, Friedrich Engels. Karl Marx, Frederick Engels: collected works (vol. 23) [M]. Beijing: China Renmin University Press, 1972.

- [22] 任保平, 王子月. 新质生产力推进中国式现代化的战略重点、任务与路径[J]. 西安财经大学学报, 2024, 37(01): 3-11.
REN B P, WANG Z Y. The Strategic Focus, Task and Path of Chinese-style Modernization Advanced by the New Quality Productivity[J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2024, 37(01): 3-11.
- [23] 张林, 蒲清平. 新质生产力的内涵特征、理论创新与价值意蕴[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2023, 29(06): 137-148.
ZHANG L, PU Q P. The connotation characteristic, theoretical innovation and value implication of new quality productivity [J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2023(6): 137-148.
- [24] 耿子恒, 孟山月, 杨宜勇. 新质生产力何以驱动高质量发展[J]. 社会科学研究, 2024, (04): 48-55.
Geng Z H, Meng S Y, Yang Y Y. How new productive forces can drive high-quality development[J]. Social Science Research, 2024, (04): 48-55.
- [25] 裴潇, 袁帅, 罗森. 长江经济带绿色发展与数字经济时空耦合及障碍因子研究[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(10): 2045-2059.
PEI X, YUAN S, LUO S. Spatio-Temporal Coupling and Obstruction Factors Between Green Development and Digital Economy in Yangtze River Economic Belt[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2023, 32(10): 2045-2059.
- [26] 习近平. 不断做强做优做大我国数字经济. 求是, 2022 (02), 4-8.
XI J P. Continuously strengthening and expanding China's digital economy. Faith of Truth, 2022 (02), 4-8.
- [27] 李政, 廖晓东. 发展“新质生产力”的理论、历史和现实“三重”逻辑[J]. 政治经济学评论, 2023, 14(06): 146-159.
Li Z, Liao X D. The Theoretical, Historical, and Realistic “Triple”Logics of Developing “New Quality Productivity” [J]. China Review of Political Economy, 2023, 14(06): 146-159.
- [28] 翟绪权, 夏鑫雨. 数字经济加快形成新质生产力的机制构成与实践路径[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2024(01): 44-55+168-169.
Zhai X G, Xia X Y. A Study on the Constitution of Mechanism and Practice Approach of Digital Economy to Accelerate the Formation of New Quality Productivity [J]. Journal of Fujian Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2024(01): 44-55+168-169.
- [29] 盛朝迅. 新质生产力的形成条件与培育路径[J]. 经济纵横, 2024(02): 31-40.
SHENG C X. Formation Conditions and Cultivation Paths of New Quality Productivity[J]. Economic Review Journal, 2024(02): 31-40.
- [30] 周文, 许凌云. 再论新质生产力: 认识误区、形成条件与实现路径[J]. 改革, 2024, (03): 26-37.
ZHOU W, XU L Y. Further Discussion on New Quality Productive Forces: Misunderstandings, Formation Conditions, and Implementation Paths[J]. Reform, 2024, (03): 26-37.
- [31] 梁树广, 谢冉冉, 冯倩倩. 人力资本结构高级化、营商环境与科技成果转化[J]. 现代管理科学, 2024(03): 13-22.
LIANG S G, XIE R R, FENG Q Q. Advanced Human Capital Structure, Business Environment and transformation of scientific and technological achievements[J]. Modern Management Science, 2024(03): 13-22.
- [32] 邓悦, 崔瑜, 卢玮楠, 等. 市域尺度下中国农业低碳发展水平空间异质性及影响因素——来自种植业的检验[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(01): 147-159.
DENG Y, CUI Y, LU W N, et al. Research on Spatial Heterogeneity and Influencing Factors of China's Low-carbon Agriculture Development Level at City Scale: Inspection from Planting Industr[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(01): 147-159.
- [33] 林春, 文小鸥. 资本市场赋能新质生产力形成: 理论逻辑、现实问题与升级路径[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2024, 41(02): 66-75.
LIN C, WEN X O. Capital Markets Empowering the Formation of New Quality Productive Forces: Theoretical Logic, Practical Problems, and Upgrading Paths[J]. Journal of Shenzhen University(Humanities & Social Sciences), 2024, 41(02): 66-75.
- [34] 吴晓求, 方明浩, 何青, 等. 资本市场成长的逻辑: 金融脱媒与科技进步[J]. 财贸经济, 2023, 44(05): 5-21.
WU X Q, FANG M H, HE Q, et al. The Logic behind Capital Market Development: Financial Disintermediation and Technological Innovation[J]. Finance & Trade Economics, 2023, 44(05): 5-21.

[35] 都兴富. 突变数学及其在经济中的应用[J]. 社会科学研究, 1988(6) : 119-121.

DU X F. The mathematics of mutation and its application to economics[J]. Social Science Research, 1988(6) : 119-121.

[36] 黄燕萍, 刘榆, 吴一群, 等. 中国地区经济增长差异: 基于分级教育的效应[J]. 经济研究, 2013, 48(04): 94-105.

HUANG Y P, LIU Y, WU Q G, et al. Economic Growth and Regional Inequality in China: Effects of Different Levels of Education[J]. Economic Research Journal, 2013, 48(04): 94-105.

Spatial and Temporal Evolution and Obstacle Identification of New Productive Forces in the Yangtze River Delta

MIAO Chenglin^{1,2}, ZHANG Aoxiang¹, LI Guoqing¹

(1. School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China;

2. School of Management, Shandong Technology and Business University, Yantai 264005, China)

Abstract: The YRD(YRD) has the industrial endowment to give full play to the kinetic energy of strategic emerging industries and high-tech industries, and has industrial, technological and market foundations for accelerating the formation of new productive forces. Relevant data of YRD cities are selected from 2016-2022, and the new productive forces of YRD cities are evaluated and analysed by CRITIC-Mutation Level Method-TOPSIS, Dagum Gini Coefficient and Obstacle Degree Model. The findings are as follows: (1)The average annual growth rate of new productive forces in the YRD region is 3.05%. Shanghai>Jiangsu> Zhejiang>Anhui, with Nanjing, Suzhou, Wuxi, Changzhou, Hangzhou and Hefei at the forefront of the region; (2)The Gini coefficient between provinces ranges from 0.14 to 0.18, which is at the absolute average level, and there is a tendency for the contribution rate of intra-group differences and hyperintensity to expand; (3)Among the system-level obstacle factors, human capital structure, material and intangible means of production, and among the indicator-level obstacle factors, road mileage, environmental protection efforts, and R&D investment intensity have a greater influence on the new productive forces in the YRD as a whole and in each region. Based on the results of the study, relevant recommendations on intercity linkages and human capital structure are proposed to provide a basis for regional development.

Keywords: Yangtze River Delta; New Productive Forces; CRITIC- Mutation Level Method -TOPSIS; Dagum Gini Coefficient; Obstacle Degree Model