

DOI:10.3969/j.issn.1672-1101.2025.05.006

# 资源型城市新质生产力水平测算、时空演进 及阻力分析：以安徽省为例

何 刚

(安徽理工大学 经济与管理学院, 安徽 淮南 232001)

**摘 要:**因地制宜发展新质生产力是推动资源型城市加快转型升级的重要支撑。基于新质劳动者、新质劳动对象和新质生产工具三个维度构建安徽省资源型城市新质生产力评价指标体系。以达到纳什均衡为目标,采用博弈论组合熵值法与 CRITIC 法进行指标赋权,测算新质生产力水平。进一步借助核密度图、阻力模型、空间马尔可夫转移矩阵及灰色马尔可夫预测模型,系统分析了安徽省资源型城市新质生产力的时空分布特征、主要阻力因子及其动态演变趋势。结果表明:安徽省资源型城市新质生产力整体呈上升趋势;在发展过程中,新质生产工具维度产生的阻力相对较大;区域新质生产力水平变化受周围城市新质生产力水平的影响;未来至 2028 年新质生产力将持续上升,各维度贡献度排序为新质生产工具>新质劳动对象>新质劳动者。

**关键词:**资源型城市;新质生产力;阻力分析;空间马尔可夫链;灰色马尔可夫预测模型

**中图分类号:**F127 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-1101(2025)05-0052-10

## Measurement, Spatio-temporal Evolution and Resistance Analysis of the New Quality Productive Forces in Resource-based Cities: A Case Study of Anhui Province

HE Gang

(School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui 232001, China)

**Abstract:** Developing new quality productive forces in accordance with local conditions is an important support for accelerating the transformation and upgrading of resource-based cities. An evaluation index system for the new quality productive forces of resource-based cities in Anhui Province is constructed based on three dimensions: new quality laborers, new quality labor objects and new quality production tools. With the goal of achieving Nash equilibrium, the game theory combined entropy method and the CRITIC method are adopted to assign weights to indicators and measure the productivity level of new quality. Further, by means of kernel density maps, resistance models, spatial Markov transition matrices and grey Markov prediction models, the spatio-temporal distribution characteristics, main resistance factors and their dynamic evolution trends of new quality productive forces in resource-based cities in Anhui Province were systematically analyzed. The results show that the new quality productive force of resource-based cities in Anhui Province is on the rise as a whole. During the development process, the resistance generated by the dimension of new quality production tools is

收稿日期:2025-06-26

作者简介:何刚(1966-),男,安徽庐江人,研究员,博士,博士生导师,研究方向:区域可持续发展、能源环境与生态安全管理等。

relatively large. The changes in the level of the new quality productive forces of a region are influenced by the new quality productivity level of surrounding cities. From now until 2028, the new quality productive forces will continue to rise. The ranking of contribution in each dimension is new quality production tools > new quality labor objects > new quality workers.

**Key words:** resource-based city; new quality productive forces; resistance analysis; Spatial Markov chain; Grey Markov prediction model

## 一、研究背景及文献分析

在全球经济格局深度调整、百年未有之大变局的背景下,传统生产力已逐渐无法适应中国经济社会的快速发展<sup>[1]</sup>。劳动力密集型产业的增长空间日趋狭窄<sup>[2]</sup>,低素质劳动力在现代化生产体系中的适应性减弱<sup>[3]</sup>,高能耗、高污染的生产模式难以为继。资源型城市作为安徽省乃至全国经济发展的重要支撑<sup>[4]</sup>,往往长期依赖劳动力密集型产业、低素质劳动力、高能耗和高污染的生产模式,面临着资源紧张、环境恶化及产业结构单一等多重挑战。安徽省作为资源型城市集中分布的地区之一,其转型与发展直接关系到国家经济结构的优化和可持续发展。新质生产力作为现代化生产力形式,具有技术水平高、质量优、可持续和创新驱动等特点<sup>[5]</sup>,是推动资源型城市转型升级的关键所在。为保证安徽省资源型城市可持续发展和加速转型升级,以下三个问题亟需解决:第一,如何因地制宜地分析安徽省资源型城市新质生产力动态演进特征和地区差异。第二,哪些因素阻碍安徽省资源型城市新质生产力的发展。第三,未来安徽省资源型城市新质生产力的发展趋势如何,是哪方面维度拖慢其发展速度。

新质生产力一经提出,迅速引发国内学术界的广泛关注与深入探讨,其发展历程大致可划分为四个阶段。在初始阶段,学者们主要致力于解析新质生产力的基本内涵<sup>[6-9]</sup>。盛朝迅认为新质生产力是高质量发展的核心动力,需通过政策、企业、科研机构协同,释放数据等新要素活力,实现经济社会持续健康发展<sup>[10]</sup>。王一鸣认为新质生产力是由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级共同催生的先进生产力形态<sup>[11]</sup>。随着研究的深入,国内学者对新质生产力的内涵基本达成共识,认为新质生产力是以新质劳动者、新质劳动对象、新质生产工具为主体的优化组合和全面跃升<sup>[12]</sup>。第二阶段聚焦于新质生产力的提升路径<sup>[13-14]</sup>,提出塑强科

技创新能力、促进新要素成长、推进核心技术研发应用以及加快发展现代化产业等多条途径。第三阶段的研究转向新质生产力与其他要素的关系<sup>[15-17]</sup>,深入探究新质生产力与经济社会发展、环境保护、资源配置、产业链韧性等关键因素的相互影响。进入第四阶段,研究重点转向新质生产力的量化评价,学者多是基于新质生产力的基本内涵<sup>[18-19]</sup>,在劳动力三要素中融入创新、绿色、数字化等元素,构建评价指标体系,以量化新质生产力的发展水平。同时,也有部分学者提出不同的评价框架,如卢江等<sup>[20]</sup>从科技、绿色以及数字三个层面构建评价指标框架,李阳<sup>[21]</sup>则从技术创新、产业创新以及要素创新三个层面构建评价指标框架。通过这四个阶段的研究,国内学术界对新质生产力的理解不断深化,为其在实践中的应用和发展提供坚实的理论支撑。

梳理相关文献后不难发现,现有关于新质生产力的研究,普遍基于新质生产力核心要素,即新质劳动者、新质劳动对象和新质生产工具,结合创新、科技、绿色、教育等关键元素,构建相应的评价指标体系,鲜有将对外开放水平纳入研究框架。然而,随着研究的深入,学者们逐渐认识到深化改革开放对于新质生产力发展的重要性<sup>[22-23]</sup>。对外开放和新质生产力相辅相成,前者推动后者发展,后者又反过来提升对外开放的质量,形成良性循环。因此,为全面、准确地评价区域新质生产力水平,有必要在现有研究基础上,结合新质生产力的基本内涵,即新质劳动者、新质劳动对象、新质生产工具的优化组合和全面跃升,进一步融入对外开放元素,构建更为完善的新质生产力指标体系。在评价方法层面,学者们主要单独使用熵值法或 CRITIC 等方法进行权重分配和综合评价。熵值法能够反映数据本身的信息量特征,但对数据的样本量依赖性较强<sup>[24-25]</sup>;而 CRITIC 法则关注准则之间的相对权重和相关性,能够处理多个准则之间的冲突和权衡,但难以衡量指标的离散程度<sup>[26]</sup>。鉴于此,研究运用博弈论组合熵

值法和 CRITIC 法,以寻求纳什均衡为目标,综合两种方法的优点,提高赋权的准确性和可靠性。在选择评价对象方面,部分学者以往的研究可能过于宏观,范围偏大,忽略不同区域的差异性。习近平总书记曾多次强调,发展新质生产力需要因地制宜<sup>[27]</sup>,这同样适用于新质生产力的评价工作。因此,针对安徽省资源型城市的实际情况,需构建定制化的评价指标体系和评价方法,以更准确地反映各地新质生产力的发展状况和区域特色,为政策制定提供更为科学、合理的依据。

区别于已有优质文献,本研究的边际贡献主要体现在以下几个方面。首先,以安徽省为例,将资源型城市作为新质生产力发展水平测度的研究对象,丰富新质生产力的现有研究内容。其次,在以往学者建立的新质劳动者、新质劳动对象以及新质生产工具三个维度基础上,同时考虑了对外开放水平指标,并结合安徽省资源型城市的矿产资源特征,进一步完善新质生产力发展水平评价体系。再次,研究以达到纳什均衡为目标,运用博弈论方法组合熵值法和 CRITIC 法,有效提高新质生产力指标权重的测算准确性。最后,通过优化的灰色马尔可夫预测模型,讨论安徽省资源型城市新质生产力发展的未来趋势,进一步拓展新质生产力发展水平测度的研究视角。

## 二、指标体系构建与研究方法

### (一)安徽省资源型城市新质生产力指标体系构建

借鉴已有文献,本研究基于新质生产力的核心内涵,即新质劳动者、新质劳动对象和新质生产工具,考虑了对外开放水平指标,并结合安徽省资源型城市的矿产资源特征,构建一套新质生产力发展水平评价体系。

在新质劳动者维度,发展新质生产力需确保人才、科技与教育的良性循环<sup>[28]</sup>。因此,从劳动力总量、高素质劳动力、劳动力产出及劳动力培训投入等维度深入剖析。在新质劳动对象维度,新质生产力理论强调在保留传统行业优势的同时,积极发展战略性新兴产业和未来产业。因此,从产业结构、创新产出、开放水平及生态环境等层面进行描述。在新质生产工具维度,基础设施是新质生产工具发展的保障,数字化水平是新质生产工具的核心特征,

生态治理水平则是新质生产工具可持续发展的重要保障。因此从基础设施、数字化水平及生态治理水平三个方面刻画。其中机器人安装密度的计算方法参考魏下海等人的研究<sup>[29]</sup>。具体指标见表 1,数据来源于各市统计年鉴、EPS 数据库以及国际机器人联盟(IFR)报告。部分缺失数据采用 Trend 函数补全。

### (二)研究方法

#### 1. 博弈论组合赋权

为提高安徽省资源型城市新质生产力水平测度的准确性,运用博弈论思想组合 CRITIC 法和熵值法的权重结果。计算公式如下:

$$W = \alpha_1 \omega_1^T + \alpha_2 \omega_2^T \quad (1)$$

$$\min \left\| \sum_{k=1}^n \alpha_k \omega_k^T - \omega_k \right\|_2 \quad k = 1, 2, \dots, L \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \omega_1^T & \omega_1 \omega_2^T \\ \omega_2 \omega_1^T & \omega_2 \omega_2^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1 \omega_1^T \\ \omega_2 \omega_2^T \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\alpha_1^* = \alpha_1 / (\alpha_1 + \alpha_2) \quad (4)$$

$$\alpha_2^* = \alpha_2 / (\alpha_1 + \alpha_2) \quad (5)$$

$$W = \alpha_1^* \omega_1^T + \alpha_2^* \omega_2^T \quad (6)$$

式中:  $W$  代表组合权重;  $\omega_1$  和  $\omega_2$  分别代表 CRITIC 法和熵值法的权重;  $\alpha$  代表线性组合系数;  $\alpha^*$  代表优化组合系数。

#### 2. 核密度分析法

核密度估计是一种非参数检验方法,可以更准确地了解安徽省资源型城市新质生产力水平的分布情况。计算公式如下:

$$F(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x_i - x}{h}\right) \quad (7)$$

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad (8)$$

式中:  $F(x)$  代表核密度系数;  $n$  代表样本个数;  $h$  代表带宽;  $K(x)$  代表核密度函数;  $x_i$  代表观测值;  $x$  代表全部观测值均值。

#### 3. 阻力诊断模型

为进一步厘清安徽省资源型城市新质生产力发展的主要阻碍因素,采用阻力模型探究关键阻力因子,计算公式如下:

$$O = \frac{s_{ij} w_j}{\sum_{j=1}^n (s_{ij} w_j)} \quad (9)$$

式中:  $O$  代表阻力值;  $s$  代表偏度;  $w$  代表权重。

#### 4. 马尔可夫链

马尔可夫链借助状态转移概率矩阵的构建,

表 1 安徽省资源型城市新质生产力指标体系

| 一级指标   | 二级指标    | 三级指标                 | 指标代码      |
|--------|---------|----------------------|-----------|
| 新质劳动者  | 劳动力总量   | 从业人员数(人)             | $X_{11}$  |
|        | 劳动结构    | 第三产业从业人员/总就业人口       | $X_{12}$  |
|        |         | 普通高等学校在校学生数(万人)      | $X_{13}$  |
|        | 高素质劳动力  | 科技活动、研究与试验发展人员(人)    | $X_{14}$  |
|        | 劳动力产出   | 人均 GDP(万元)           | $X_{15}$  |
|        |         | 平均工资(万元)             | $X_{16}$  |
|        | 劳动力培训投入 | 研究与试验发展经费支出/财政总支出    | $X_{17}$  |
|        |         | 教育支出/总支出             | $X_{18}$  |
|        | 产业结构    | 第三产业增加值/GDP          | $X_{21}$  |
|        | 创新产出    | 新产品销售收入(万元)          | $X_{22}$  |
| 新质劳动对象 |         | 实用新型专利(项)            | $X_{23}$  |
|        | 开放水平    | 实际利用外商直接投资(万美元)      | $X_{24}$  |
|        |         | 进出口总额/GDP            | $X_{25}$  |
|        |         | 空气质量达到及好于二级的天数比例     | $X_{26}$  |
|        |         | 单位 GDP 工业废水排放量(吨/万元) | $X_{27}$  |
|        | 绿色生态    | 噪声均值(分贝)             | $X_{28}$  |
|        |         | 可吸入颗粒物(PM10)(毫克/立方米) | $X_{29}$  |
|        |         | 建成区绿化覆盖率(%)          | $X_{210}$ |
|        |         | 采掘业从业人员数(万人)         | $X_{211}$ |
|        | 基础设施    | 人均道路面积(平方米)          | $X_{31}$  |
| 新质生产工具 |         | 电信业务量(万元)            | $X_{32}$  |
|        | 数字化水平   | 固定互联网宽带接入用户(万户)      | $X_{33}$  |
|        |         | 机器人安装密度(台/万人)        | $X_{34}$  |
|        | 能源利用率   | 单位 GDP 能耗上升百分比(%)    | $X_{35}$  |
|        |         | 一般工业固体废物综合利用量(万吨)    | $X_{36}$  |
|        |         | 废气治理设施运行费用(万元)       | $X_{37}$  |
|        | 生态治理水平  | 废水治理设施运行费用(万元)       | $X_{38}$  |
|        |         | 节能环保支出(万元)           | $X_{39}$  |
|        |         | 废水治理设施处理能力(万吨)       | $X_{310}$ |
|        |         | 污水处理率(%)             | $X_{311}$ |

能够有效分析新质生产力的演变特点。计算公式如下:

$$P_{ij} = P(X_{t+1} = j | X_t = i) \tag{10}$$

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i} \tag{11}$$

式中: $P_{ij}$ 代表由此时状态*i*在下一时刻转移成*j*状态的概率; $X$ 代表城市韧性水平; $n_{ij}$ 代表由状态*i*转移到*j*的次数; $n$ 代表出现*i*状态的总次数。

将“空间滞后”概念融入传统马尔可夫链,构建空间马尔可夫链模型,以深入探究空间因素对新质



生产力状态转移概率的具体影响。利用四分位法将新质生产力划分为低、较低、较高和高水平四个层次,并结合 0-1 邻接地理空间矩阵,构造 4×4 状态转移概率矩阵。计算公式如下:

$$L_j = \sum_{i=1}^n (x_i w_{ij}) \quad (12)$$

式中:  $L_j$  代表空间滞后值,表示  $j$  市的邻接状态;  $i$  代表邻域;  $x_i$  代表城市的原始属性;  $w_{ij}$  代表空间权重矩阵。

### 5. 灰色马尔可夫预测模型

为准确预测未来安徽省资源型城市新质生产力水平的具体数值,以传统灰色模型预测结果为基础,得到预测值的相对残差序列,进一步采用马尔可夫模型预测相对残差的转移概率,在此基础上修正灰色模型的预测值,计算公式如下:

$$x^{(0)}(k) = \frac{\hat{x}(k)}{1 \pm 0.5(L_{lj} + U_{lj})} \quad (13)$$

其中,  $x^{(0)}$  代表修正后的预测值,  $\hat{x}$  代表传统灰色预测值;  $L$ 、 $U$  分别代表相对残差区间的最大和最小值,预测值高于实际值时,取正号;低于实际值时,取负号。

## 三、结果与分析

### (一)安徽省资源型城市新质生产力水平测算与时空分布

基于博弈论组合熵值法和 CRITIC 法,测算安徽省资源型城市各市新质生产力水平,求解 2010—2022 年各年份平均值,并分析安徽省资源型城市整体新质生产力水平的时空演变特征,结果见图 1。

安徽省资源型城市新质生产力水平如图 1 所示。

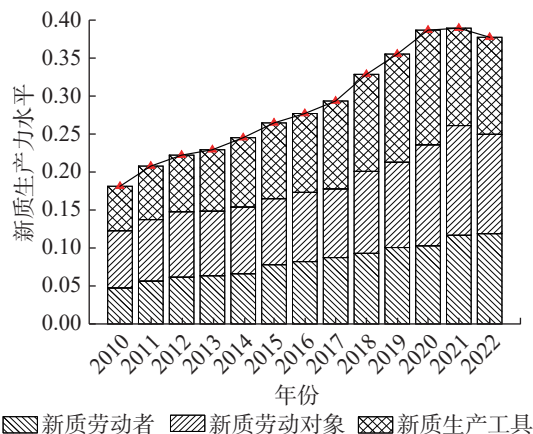


图 1 安徽省资源型城市新质生产力水平

可以看出,在 2010 至 2022 年间安徽省资源型城市新质生产力水平呈现出持续增长的态势,由初始的 0.18 稳步提升至 0.38,复合年增长率为 6.3%。各维度中,新质劳动者指数的复合年增长率达到 8.0%,成为增长最迅速的维度。新质生产工具指数的增长速度略显缓慢,其复合年增长率为 6.7%。新质劳动对象指数的增长速度最低,为 4.7%。采用高斯核密度图,进一步探究安徽省资源型城市新质生产力水平分布情况,结果见图 2。

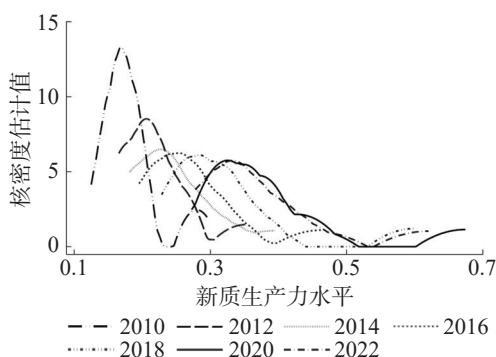


图 2 安徽省资源型城市新质生产力水平核密度估计结果

核密度估计结果如图 2 所示。在 2010 年至 2022 年的研究时段内,核密度分布曲线明显向右移动,表明新质生产力的整体水平呈现出上升趋势。同时,右侧“长尾”现象的出现以及峰值向右偏移并减小,宽度扩大,均指向区域间绝对差异的扩大趋势。这一变化不仅意味着个别地区在新质生产力水平上取得显著超越,呈现出明显的领先态势,而且反映出整体发展格局中更为复杂的动态变化。总体而言,尽管区域间差异有所扩大,但安徽省资源型城市新质生产力的总体水平依然保持上升态势。未来,应进一步关注区域发展的均衡性,通过政策引导和市场机制共同作用,促进各地区新质生产力的协调发展。

安徽省资源型城市 2010 至 2022 年间新质生产力的发展水平与排名情况如图 3 所示。

从图 3 可以看出,2010—2022 年期间,各市新质生产力指数波动于 0.14 至 0.68 的范围内,平均值为 0.29,标准差为 0.11,反映出各城市在新质生产力发展方面存在显著的差异性。值得一提的是,马鞍山市在新质生产力发展方面表现卓越,自 2010 年至 2022 年间持续位居榜首,2021 年达到最高点,为 0.68,多年平均值为 0.48。滁州市的新质生产力改善速度最快,复合年增长率高达 8.2%。池州市的

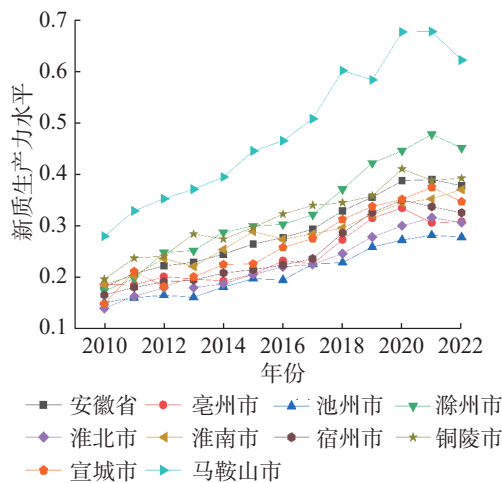


图3 安徽省资源型城市新质生产力水平排名

新质生产力发展稳定性最高,其标准差最低,仅为0.046,这一结果可能源于池州市在推动传统产业转型升级方面成效显著,实现了“老树发新芽”。滁州市则以创建国家创新型城市为目标,持续加大科研投入力度,成功跻身科技创新竞争力百强城市行列。池州市通过稳定的政策支持、持续的资金投入、完善的创新平台建设、积极营造创新氛围以及不断加强人才队伍建设,逐步构建起一个高效且稳定的创新生态系统,有效促进了新质生产力的稳步发展。

(二)南北资源型城市新质生产力水平及差异

以淮河为界,将研究区域划分为南部和北部,以深入探讨安徽省资源型城市南北部新质生产力的演变趋势,结果如图4所示。

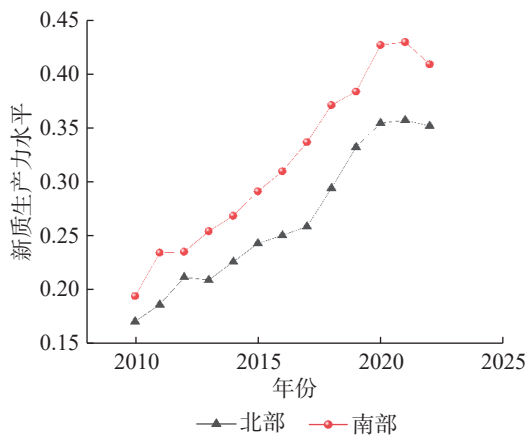


图4 南北部新质生产力水平

从数据分析结果来看,南部和北部资源型城市的新质生产力总体均展现出稳健的上升态势。具体而言,南部地区的新质生产力发展水平始终保持在北部地区之上,呈现出明显的区域优势。自2010年至2022年,南部地区的新质生产力指数由0.19稳

步攀升至0.41,其复合年增长率达到6.4%,显示出强劲的增长势头。相比之下,北部地区虽然起点稍低,但其新质生产力指数同样实现改善,由2010年的0.17增长至2022年的0.35,复合年增长率为6.2%,增速亦相当可观。这可能是因为安徽省南部地区在政策支持和创新平台建设上更为完善和有力。皖南地区更加靠近长三角,能够更好地融入长三角一体化发展,与沪苏浙等发达地区形成产业链和供应链的深度融合。

(三)不同发展阶段下的安徽省资源型城市新质生产力水平及差异

根据安徽省资源型城市的发展阶段,将安徽省内的资源型城市划分为成熟型、衰退型以及再生型三类,具体见表2。进一步深入探究不同发展阶段下安徽省资源型城市新质生产力的发展水平与差异,结果见图5。图5表明,再生型资源型城市在新质生产力水平上表现最为突出,显著领先于其他两种类型的城市。衰退型资源型城市与成熟型资源型城市新质生产力水平差异较小。具体来看,2010年至2022年间,再生型资源型城市的新质生产力水平由0.28增长至0.62,复合年增长率达到6.9%。而成熟型资源型城市和衰退型资源型城市的新质生产力水平均由0.17增长至0.35,复合年增长率达到6.2%。原因可能是再生型城市通过产业结构的深度调整和转型升级,形成新的经济增长点,推动新质生产力

表2 安徽省资源型城市分类

| 类型  | 城市                      |
|-----|-------------------------|
| 再生型 | 马鞍山市                    |
| 衰退型 | 淮北市、铜陵市                 |
| 成熟型 | 宿州市、亳州市、淮南市、滁州市、池州市、宣城市 |

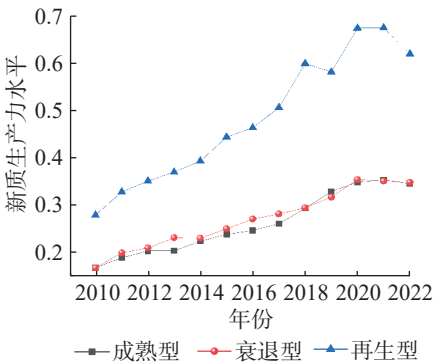


图5 不同发展阶段安徽省资源型城市新质生产力水平

的快速发展。相比之下,衰退型资源型城市由于资源枯竭、经济衰退等问题,新质生产力发展受到较大制约。而成熟型资源型城市虽然资源保障能力较强,经济社会发展水平较高,但可能尚未完成产业结构的深度转型,因此其新质生产力水平不及再生型城市。

#### (四)安徽省资源型城市新质生产力阻力诊断

为深入解析安徽省资源型城市新质生产力发展的限制因素,采用阻力模型测算各维度和指标的阻力值,结果见图 6 和表 3。

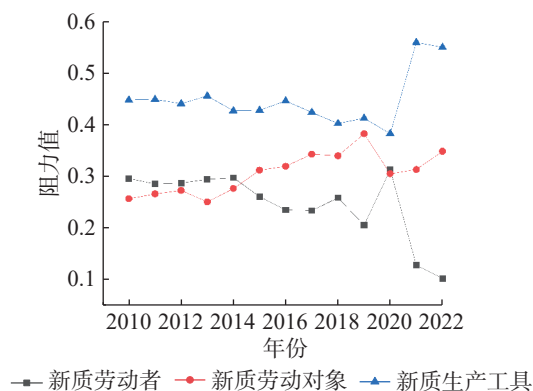


图 6 各维度阻力值变化趋势

表 3 安徽省资源型城市新质生产力关键阻力因子排序

| 年份   | 阻力因子排序               |                      |                     | 年份   | 阻力因子排序                |                       |                      |
|------|----------------------|----------------------|---------------------|------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|      | 一                    | 二                    | 三                   |      | 一                     | 二                     | 三                    |
| 2010 | $X_{38}$<br>(7.97%)  | $X_{17}$<br>(6.77%)  | $X_{32}$<br>(6.24%) | 2017 | $X_{310}$<br>(10.37%) | $X_{32}$<br>(9.06%)   | $X_{25}$<br>(6.45%)  |
| 2011 | $X_{38}$<br>(8.44%)  | $X_{17}$<br>(7.47%)  | $X_{32}$<br>(6.93%) | 2018 | $X_{39}$<br>(9.50%)   | $X_{32}$<br>(7.80%)   | $X_{22}$<br>(7.01%)  |
| 2012 | $X_{17}$<br>(7.83%)  | $X_{32}$<br>(7.23%)  | $X_{38}$<br>(6.60%) | 2019 | $X_{310}$<br>(15.55%) | $X_{25}$<br>(8.23%)   | $X_{22}$<br>(7.52%)  |
| 2013 | $X_{17}$<br>(7.85%)  | $X_{310}$<br>(7.41%) | $X_{32}$<br>(7.33%) | 2020 | $X_{11}$<br>(14.36%)  | $X_{310}$<br>(12.03%) | $X_{39}$<br>(8.33%)  |
| 2014 | $X_{17}$<br>(8.05%)  | $X_{310}$<br>(7.60%) | $X_{32}$<br>(7.58%) | 2021 | $X_{32}$<br>(19.43%)  | $X_{310}$<br>(14.44%) | $X_{25}$<br>(7.44%)  |
| 2015 | $X_{32}$<br>(8.51%)  | $X_{310}$<br>(8.00%) | $X_{25}$<br>(6.94%) | 2022 | $X_{310}$<br>(20.21%) | $X_{32}$<br>(15.81%)  | $X_{24}$<br>(15.50%) |
| 2016 | $X_{310}$<br>(9.26%) | $X_{32}$<br>(7.69%)  | $X_{38}$<br>(6.68%) |      |                       |                       |                      |

安徽省资源型城市各维度阻力因子变化趋势如图 6 所示。新质生产工具的阻力值始终排名第一,但其阻力大小从 2010 至 2020 年缓慢降低,2020 年后陡增至 0.6。新质劳动者的阻力值在 2010 至 2014 年间排名第二,但在 2015 年之后被新质劳动对象赶超,2020 年短暂上升后迅速下降,由 2010 年的 0.3 下降到 2022 年的 0.1。新质生产工具的阻力值始终排名第一,说明在资源型城市的新质生产力发展中,新质生产工具的影响力更大。2010 至 2020 年间,其阻力大小缓慢降低,这可能得益于技术进步、政策扶持或市场拓展等因素,使得新质生产工具的获取和使用逐渐变得更加容易。2020 年后新质生产工具的阻力值陡增至 0.6,这可能与 2020 年左右的经济环境变化和政策调整有关。疫情冲击导致经济活动受限,资

源型城市面临更大的转型压力,同时政策支持可能有所减弱或调整,导致新质生产工具的阻力增大。

从表 3 中可以看出,在 2010 至 2022 年期间,安徽省资源型城市的新质生产力排名靠前的阻力因子基本都包括  $X_{32}$ (电信业务量)和  $X_{310}$ (废水治理设施处理能力),说明 2010 至 2022 年之间数字化水平和生态治理水平是影响安徽省资源型城市新质生产力发展的主要因素。

#### (五)安徽省资源型城市新质生产力时空演变预测

为预测安徽省资源型城市新质生产力的长期趋势,采用马尔可夫链方法分析各个城市的新质生产力水平。结果如表 4 所示。

表 4 马尔可夫链转移矩阵

|    |     |    |       |       |       |       |
|----|-----|----|-------|-------|-------|-------|
| 传统 | 无滞后 | 低  | 0.689 | 0.310 | 0.000 | 0.000 |
|    |     | 较低 | 0.035 | 0.690 | 0.276 | 0.000 |
|    |     | 较高 | 0.000 | 0.040 | 0.720 | 0.240 |
|    |     | 高  | 0.000 | 0.000 | 0.080 | 0.920 |
|    | 低   | 低  | 0.786 | 0.214 | 0.000 | 0.000 |
|    |     | 较低 | 0.000 | 0.800 | 0.200 | 0.000 |
|    |     | 较高 | 0.000 | 0.000 | 0.500 | 0.500 |
|    |     | 高  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
|    | 较低  | 低  | 0.692 | 0.308 | 0.000 | 0.000 |
|    |     | 较低 | 0.083 | 0.750 | 0.167 | 0.000 |
|    |     | 较高 | 0.000 | 0.000 | 0.800 | 0.200 |
|    |     | 高  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 空间 | 较高  | 低  | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 |
|    |     | 较低 | 0.000 | 0.667 | 0.333 | 0.000 |
|    |     | 较高 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 |
|    |     | 高  | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.750 |
|    | 高   | 低  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
|    |     | 较低 | 0.000 | 0.333 | 0.667 | 0.000 |
|    |     | 较高 | 0.000 | 0.100 | 0.600 | 0.300 |
|    |     | 高  | 0.000 | 0.000 | 0.100 | 0.900 |

从表 4 可以看出, 对角线位置的数值分布在 0.689 至 0.920 的区间内, 说明各城市维持当前新质生产力水平的最小概率为 0.689。相比之下, 非对角线元素中的最大值仅为 0.310, 远低于对角线值, 体现不同新质生产力水平间转移的低概率。同时, 对角线右侧的数值全部大于左侧的数值, 说明新质生产力上升到更高等级的概率大于下降到更低等级的概率。新质生产力水平类型的转移主要集中在对角线两侧, 说明在连续时间内, 各城市新质生产力水平的转移通常为逐级变化。

空间因素是探究安徽省资源型城市新质生产力水平的地理相关性不可或缺的考量维度。通过对比不同空间条件下的新质生产力转移矩阵, 可以发现新质生产力转移矩阵在四种空间条件下发生变化, 说明安徽省各市新质生产力水平的概率受到相邻城市新质生产力的影响, 其空间地理特征将影响该区域新质生产力的发展趋势。进一步分析发现, 当区域新质生产力水平较低而周边地区较高时, 对自身

新质生产力的提升具有积极影响; 反之, 当区域新质生产力水平较高而周边地区较低时, 则对自身新质生产力的提升具有消极影响。这一发现揭示出新质生产力水平在空间上的相互作用关系, 即相邻区域的新质生产力水平会对本区域产生一定的溢出效应或抑制效应。

马尔可夫链预测主要关注系统状态的转移概率, 但并不涉及具体数值预测。在考虑状态转移规律的基础上, 引入灰色马尔可夫模型, 预测具体数值, 从而提高预测精度和可靠性。计算得出灰色马尔可夫预测值, 并与 GM(1,1) 模型预测值对比预测精度, 模型精度检验如表 5 所示。灰色马尔可夫模型的平均相对误差和后验差比值, 均低于传统 GM(1,1) 模型, 说明前者的预测精度更高, 模型的参考价值显著提升。

表 5 模型精度检验结果

| 模型            | 平均相对误差/% | 后验差比值 |
|---------------|----------|-------|
| 传统 GM(1,1) 模型 | 0.29     | 0.161 |
| 灰色马尔可夫模型      | 0.22     | 0.104 |

通过灰色马尔可夫模型, 预测未来至 2028 年安徽省新质生产力水平, 结果如表 6 所示。

表 6 灰色马尔可夫预测值

| 维度     | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 新质生产力  | 0.490 | 0.521 | 0.554 | 0.589 |
| 新质劳动者  | 0.137 | 0.143 | 0.149 | 0.155 |
| 新质劳动对象 | 0.151 | 0.157 | 0.163 | 0.169 |
| 新质生产工具 | 0.169 | 0.176 | 0.183 | 0.190 |

根据预测结果, 2028 年安徽省资源型城市新质生产力的灰色马尔可夫预测值约为 0.589, 年复合增长率高达 6.3%。新质劳动者维度尽管在当前贡献值排名中稍显靠后, 但其年复合增长率达到 4.6%, 显示出强劲的增长潜力, 未来在新质生产力提升中将扮演越来越重要的角色。新质劳动对象增长动力稍显不足, 其年复合增长率相对较低, 为 3.8%, 若不及时调整与创新, 其贡献值存在被新质劳动者超越的风险。而新质生产工具作为当前贡献值最大的维度, 不仅保持领先地位, 其年复合增长率也达到 4.3%, 虽略低于新质劳动者, 但仍保持稳健的增长态势, 是推动新质生产力提升的核心要素之一。综上



所述,安徽省资源型城市的新质生产力正处于快速发展阶段,各维度变化虽各有不同,但整体呈现出积极向上的增长趋势。

## 四、结论与建议

### (一)结论

本研究基于新质劳动者、新质劳动对象及新质生产工具三个维度,针对安徽省资源型城市的独特地域特性,构建评价指标体系,利用博弈论组合熵值法和 CRITIC 法,测算 2010 至 2022 年安徽省资源型城市的新质生产力水平。得出以下结论:

1.安徽省资源型城市的新质生产力总体上呈现出稳步上升的趋势,但区域间的差异也在逐渐扩大。南部地区的新质生产力水平显著高于北部地区。再生型资源型城市的新质生产力显著领先于衰退型和成熟型城市。

2.影响安徽省资源型城市新质生产力的阻力中,新质生产工具维度的阻力占据主导地位,新质劳动对象维度的阻力持续增加,新质劳动者维度阻力减弱,电信业务量和废水治理设施处理能力是阻力最大的两个指标。

3.安徽省资源型城市各市的新质生产力水平呈现出逐步提升的趋势,不同邻域背景对新质生产力水平影响具有异质性。同时,安徽省资源型城市整体新质生产力在预测期内持续提高,未来各维度贡献度排名为新质生产工具>新质劳动对象>新质劳动者。

### (二)建议

基于以上结论,提出以下建议:

第一,实施区域差异化发展战略,强化高新质生产力地区辐射作用。安徽省资源型城市新质生产力存在明显的区域发展不平衡问题,而不同邻域背景对新质生产力水平演变的影响具有异质性。因此需实施差异化发展战略,发挥高新质生产力地区的引领作用,推动其向周边地区进行技术、资金、人才等要素的辐射和转移,以缩小发展差距,实现区域新质生产力的均衡发展。

第二,推进数字化城市建设,加强生态治理投资。对于成熟型和再生型资源型城市来说,数字化城市建设通过促进信息流通、技术创新以及产业升级,为城市带来高效的信息服务和先进的生产力支持,从而推动传统产业的转型升级和新兴产业的培育发

展。同时,生态治理投资则致力于改善城市生态环境质量,推动绿色低碳发展,增强城市的可持续发展能力。因此,需推进数字化城市建设与生态治理投资,以推动产业转型,助力新质生产力提升。

第三,加强职业教育与技能培训,促进科技创新与研发。职业教育与技能培训能够提升劳动力素质,提高劳动力与新兴产业的适配性。科技创新和研发投入能够提升新质生产工具的技术水平和效率,推动产业升级,加强新质劳动者、新质劳动对象和新质生产工具的互动和融合。因此,需加强职业教育、技能培训以及科技创新与研发,提高未来新质劳动者水平,以提升劳动力与新兴产业的契合度,促进新质劳动者、新质劳动对象及新质生产工具的耦合协调,从而推动新质生产力稳健发展。

### 参考文献:

- [1] 徐政,张姣玉.新发展格局下大力发展新质生产力:价值指向与路径方向[J].四川师范大学学报(社会科学版),2024,51(4):72-80,201-202.
- [2] 曹华莹.数字产业协同创新对全要素碳生产率的影响研究[J].现代管理科学,2024(1):74-82.
- [3] 俞立平,金珍珍,张宏如,等.区域创新政策的就业影响机制及非线性效应研究[J/OL].重庆大学学报(社会科学版),1-15[2025-09-18].<https://link.cnki.net/urlid/50.1023.C.20240304.1055.002>.
- [4] 朱丽,曹梦莹,刘瑞杰.“双碳”目标下煤炭资源型城市能源转型评价与障碍因子[J].环境科学,2024,45(12):6858-6869.
- [5] 李盛竹,薛枫,姜金贵.农业数字化对中国粮食新质生产力的影响效应研究[J].农林经济管理学报,2024,23(4):435-445.
- [6] 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(1):92-101,175.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 盛朝迅.新质生产力的形成条件与培育路径[J].经济纵横,2024(2):31-40.
- [11] 王一鸣.新形势下的科技创新战略和以科技创新引领现代化产业体系建设的途径[J].全球化,2024(1):5-14,132.

- [12] 赵泽宇,刘国梁,赵林,等.中国三大城市群新质生产力时空演变及其减污降碳协同效应[J/OL].地理与地理信息科学,1-12[2025-09-18].<https://link.cnki.net/urlid/13.1330.P.20250827.2158.002>.
- [13] 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(1):10-18,211.
- [14] 王曦.数字新质生产力、国内国际双循环与经济高质量发展[J].统计与决策,2024,40(10):17-22.
- [15] 宋佳荣,同雪莉.新质生产力如何影响产业链韧性:理论分析与经验证据[J].统计与决策,2024,40(14):17-22.
- [16] 王怀月.新质生产力、城乡公共服务均等化与共同富裕[J].统计与决策,2024,40(10):28-33.
- [17] 郭晗,侯雪花.新质生产力推动现代化产业体系构建的理论逻辑与路径选择[J].西安财经大学学报,2024,37(1):21-30.
- [18] 张哲,李季刚,汤努尔·哈力克.中国新质生产力发展水平测度与时空演进[J].统计与决策,2024,40(9):18-23.
- [19] 朱迪,叶林祥.中国农业新质生产力:水平测度与动态演变[J].统计与决策,2024,40(9):24-30.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 刘磊,姜克筑.“双碳”战略与新质生产力的耦合机制、要素解构与共生路径[J].电子科技大学学报(社科版),2024,26(4):19-27.
- [23] 罗必良.新质生产力:颠覆性创新与基要性变革——兼论农业高质量发展的本质规定和努力方向[J].中国农村经济,2024(8):2-26.
- [24] YIN X, HUANG C, SUN K. Evaluation of Water Resources Carrying Capacity in Anhui Province Based on Association Analysis Model in the Context of Digital Transformation[J]. Desalination and Water Treatment, 2023(36): 239-247.
- [25] LI W, LIU S, CHANG W, et al. Research Progress on the Evaluation of Water Resources Carrying Capacity[J]. Polish Journal of Environmental Studies, 2023, 32(3): 1975-1986.
- [26] 李芬芬.江苏运河城市文化发展的空间关联网络及驱动因素研究[J].水利经济,2024,42(1):69-78.
- [27] 张夏恒,马妍.因地制宜发展新质生产力的必要性、科学性及着力点[J].北京工业大学学报(社会科学版),2024,24(4):118-130.
- [28] 胡玉宁,徐欣.人才新质态:时代新人“新质素养”的理论思考[J].中国矿业大学学报(社会科学版),2024,26(4):87-95.
- [29] 魏下海,张沛康,杜宇洪.机器人如何重塑城市劳动力市场:移民工作任务的视角[J].经济学动态,2020(10):92-109.

[责任编辑:范 君]