

中北大学学报(社会科学版)
Journal of North University of China(Social Science Edition)
ISSN 1673-1646,CN 14-1329/C

《中北大学学报(社会科学版)》网络首发论文

题目：基于 FDANP-TOPSIS 混合方法的我国区域新质生产力发展水平评价研究
作者：姜红波，曾家明，傅馨
收稿日期：2024-09-10
网络首发日期：2025-02-25
引用格式：姜红波，曾家明，傅馨. 基于 FDANP-TOPSIS 混合方法的我国区域新质生产力发展水平评价研究[J/OL]. 中北大学学报(社会科学版).
<https://link.cnki.net/urlid/14.1329.C.20250225.0931.008>



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。

基于FDANP-TOPSIS混合方法的我国区域 新质生产力发展水平评价研究

姜红波¹, 曾家明¹, 傅馨²

(1. 厦门理工学院 经济与管理学院, 福建 厦门 361024; 2. 厦门大学 管理学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 基于新质生产力内涵, 本文构建了包含劳动者培养、劳动者产出、物质劳动资料、无形劳动资料、新质产业和生态环境6个维度25个指标的新质生产力水平评价体系, 采用FDANP和TOPSIS混合方法对2022年我国四大区域共31个省份的新质生产力发展水平进行评价。研究发现: 第一、维度层面上, 劳动者培养和无形劳动资料是新质生产力发展的原因维度, 对其余4个结果维度有较大影响; 因素层面上, 原因因素共10个, 直接或间接影响其他15个结果因素, 其中科技人力投入、高新技术企业和战略性新兴产业为关键因素。第二、新质生产力水平存在明显区域差异, 由高至低依次为: 东部、中部、东北、西部。本文研究分析了我国四大区域在各维度上的发展长短板, 结合影响因素分析结果就因地制宜发展新质生产力提出相关政策建议。

关键词: 新质生产力; 评价指标体系; FDANP; TOPSIS

中图分类号: F124

文献标识码: A

doi: 10.62756/xbsk.1673-1646.2025105

引用格式: 姜红波, 曾家明, 傅馨. 基于FDANP-TOPSIS混合方法的我国区域新质生产力发展水平评价研究[J]. 中北大学学报(社会科学版), 2025-02. doi: 10.62756/xbsk.1673-1646.2025105.

Research on the Development Level Evaluation of Regional New Quality Productivity in China Based on FDANP-TOPSIS Hybrid Method

JIANG Hongbo¹, ZENG Jiaming¹, FU Xin²

(1. School of Economics and Management, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China;

2. School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Based on the connotation of new quality productivity, the evaluation system of the provincial new quality productivity level is constructed, which includes 25 indicators in six dimensions: Labour training, Labour output, Material labor materials, Intangible labor materials, New quality industry, and Ecological environment. The FDANP and TOPSIS hybrid methods were used to evaluate the development level of new quality productivity in 31 provinces of China's four regions in 2022. The results show that at the dimension level, Labour training and Intangible labor materials are the cause dimensions of the development of new quality productivity and have a significant impact on the other four result dimensions. At the factor level, ten causal factors directly or indirectly affect the other 15 outcome factors, among which Scientific and technological workforce input, High-tech enterprises, and Strategic emerging industries are the key factors. Second, there are pronounced regional differences in the level of new quality productivity, and the ranking from high to low is East China, Central China, Northeast, and West China. The strengths and weaknesses of China's four major regions in each dimension are

收稿日期: 2024-09-10

基金项目: 国家自然科学基金面上项目: 融合价格竞争响应与需求预测的新能源汽车充电服务优化定价研究(72471203); 教育部人文社会科学规划基金项目: 新能源汽车需求预测与定价优化研究(22YJA630020); 福建省社会科学基金项目博士扶持项目: 公共数据开放对福建省上市企业数实融合的影响研究(FJ2024BF050); 厦门理工学院研究生创新计划项目: 基于FDANP和TOPSIS混合方法的我国新质生产力水平评价研究(YKJ CX2024042)

作者简介: 姜红波(1968—), 女, 教授, 硕士生导师, 从事专业: 电子商务。E-mail: hbjiang@xmut.edu.cn.

* **通信作者:** 傅馨(1983—), 女, 教授, 博士, 博士生导师, 从事专业: 电子商务。E-mail: xfu@xmu.edu.cn.

analyzed, and relevant policy suggestions for developing new quality productivity according to local conditions are put forward.

Key words: new quality productivity; evaluation index system; FDANP; TOPSIS

2024年1月31日,习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调,加快发展新质生产力,扎实推进高质量发展。随后在两会期间再次强调,要牢牢把握高质量发展这个首要任务,因地制宜发展新质生产力。习近平总书记站在党和国家事业高质量发展战略高度的重要指导,阐述了发展新质生产力的重要性和紧迫性,明确了发展新方向和新要求。有别于传统生产力,新质生产力是社会发展到更高阶段,生产力水平随之跃升而呈现的新质态,涉及“高素质”劳动者、“新质料”生产资料等更广维度和更深层次的动力因素和主体,更具发展内涵、潜力和优势^[1]。发展新质生产力要坚持从实际出发,避免盲目跟风、一哄而上^[2]。因此,厘清我国各区域新质生产力发展水平现状及评价因素间的影响关系,对因地制宜加快发展新质生产力具有重要理论和现实意义。

新质生产力受到学术界的广泛关注,学者们主要从新质生产力的理论内涵、形成逻辑和实践路径等方面开展相关研究。在新质生产力的理论内涵方面,学者认为新质生产力由劳动者、劳动资料和劳动对象三要素构成^[3],实质上是一系列新型生产要素重新组合优化的过程^[4],本质上是以科技创新为根本驱动的生产力^[5-8]。在新质生产力的形成逻辑方面,科技、产业以及数字经济发展过程中催生的新产业、新业态、新模式等,是新质生产力形成的产业基础和驱动力^[9]。在新质生产力的实践路径方面,科技、产业和金融深度融合^[4]、体制机制改革^[5]、土地要素赋能^[10]、生成式人工智能技术^[11]、数字经济^[12]等均可促进新质生产的形成和发展。总体而言,现有文献对新质生产力的探讨多集中于理论层面,实证分析较少。关于新质生产力的水平评价体系研究也相对较少,仅有的评价研究分别从新质生产力的构成要素、组成结构和功能三个角度构建评价指标体系,并对中国省域或重点城市的新质生产力水平进行评价。如王珏等从生产力三要素,即劳动者,劳动对象和劳动资料,构建评价指标体系^[13];卢江等聚焦科技生产力、绿色生产力和数字生产力等结构维度^[14];孙丽伟等着重于科技创新、产业升级和发展条件等功能维度^[15]。这些研究丰富了新质生产力的研究视角,然而,在以下两方面仍需要深入研究和探讨,一是忽视了新质生产力发展评价因素之间的影响关系及机理,未能系统科学地回答新质

生产力发展过程中占主导地位的评价因素是什么?各评价因素之间有何关联?对这些问题的回答将有助于推动新质生产力水平的提升。二是指标赋权方法尚存在局限性,如熵值法和熵权法忽视指标间相关性,因此,在指标赋权方法上仍有进一步拓展的空间。

新质生产力的形成和发展是一个系统性的过程^[6],由不同因素在不同层面和维度上的综合影响所驱动。基于此,本文立足于新质生产力基本内涵,构建新质生产力发展水平评价指标体系,结合FDANP^[16](模糊决策试验与评价实验室分析网络过程法)和TOPSIS^[17](逼近理想解排序法)对我国区域新质生产力水平进行评价。本文的研究贡献主要在于:一是基于新质生产力内涵,构建包含劳动者培养、劳动者产出、物质劳动资料、无形劳动资料、新质产业和生态环境6个维度25个指标的新质生产力水平评价体系,为新质生产力发展水平提供较为系统全面的指标赋权与评价方法;二是采用FDANP法尝试性系统剖析影响新质生产力发展的内在机理,识别关键影响因素,为新质生产力发展研究提供可靠的因果分析框架;三是应用TOPSIS法评价2022年我国区域新质生产力水平现状,分析各区域发展的长短板,为因地制宜加快新质生产力发展以实现经济高质量发展提供科学依据。

1 文献综述

1.1 新质生产力的内涵

劳动者、劳动资料和劳动对象三要素及其优化组合的质变彰显了新质生产力的基本内涵。从现有文献来看,学术界主要以生产力要素为基础,以要素构成、要素组合和要素驱动为视角来探讨新质生产力的内涵^[18]。在要素构成上,高帆指出新质生产力要素是区别土地、劳动和资本等有形要素的新要素,要素范围和种类得以扩展,且供给更注重质量^[19]。蒲清平和向往认为新质生产力主要包含“高素质”劳动者、“新介质”劳动资料和“新料质”劳动对象三大要素^[3]。黄群慧从系统论视角将新质生产力视为一个“要素-结构-功能”系统,其中,新型劳动者、新型劳动对象、新型劳动工具和新型基础设施等要素构成了新质生产力^[20]。在要素组合上,高帆认为新质生产力是指在给定要素供给的基础上,依靠要素组织、技术等变革来提高要素组合效率,并以此形成产品或服务的产出增量^[19]。

盛朝迅则指出新质生产力的形成过程实质上是一系列重要生产要素重新组合的过程。过程中要素组合方式的变化带来要素配置效率的明显提升,带动产出效益、生产水平和产业结构、经济结构实现质的跃升^[4]。在核心要素驱动上,众多学者认为新质生产力本质上是以科技创新为根本驱动的生产力^[5-8]。例如,周文和许凌云指出新质生产力的本质是坚持将科技进步引发的创新动能作为生产力发展的驱动力,即把经济增长的动力由要素驱动、投资驱动锚定到创新驱动,将科技进步作为实现创新驱动的动力源,推动生产力发展水平的跃升^[5]。也有学者认为由科技创新诱生的数据要素也能驱动生产力不断新质化^[21-22]。新质生产力由劳动者、劳动对象和劳动资料生产力三要素构成,是以科技创新为核心驱动的生产力,得到了学术界的一致认可。但现有研究多集中在理论探讨上,仍待更丰富的实证检验。

1.2 新质生产力水平评价

对于新质生产力水平评价研究较少,尚未形成统一的评价体系。学者们主要从新质生产力的构成要素角度出发,构建评价指标体系并对我国省域或重点城市进行水平分析。例如,王珏等、张哲等和王珂等都从劳动者、劳动对象和劳动资料三方面对应地构建了评价指标体系,并对中国省域新质生产力水平进行分析^[13,23-24];朱富显等在构建上述三个维度指标体系时着重于现代科技创新^[25];韩文龙等在生产力三要素等实体性要素基础上,还将新技术、生产组织和数据

要素等渗透性要素纳入了评价体系^[26];此外,吴继飞等构建了涵盖劳动者、生产工具、生产目标和生产方式的评价指标体系^[27]。也有学者从新质生产力的组成结构角度出发,卢江等对新质生产力的评价建立在科技生产力、绿色生产力和数字生产力三个维度上^[14];李阳等则认为新质生产力更体现在技术创新、产业创新和要素创新三个方面^[28]。还有学者从新质生产力的功能角度出发,施雄天等围绕新制造、新服务和新业态来构建中国区域新质生产力水平评价指标体系^[29];孙丽伟等着重于科技创新、产业升级和发展条件三个方面^[15]。综合以上文献分析,新质生产力水平评价维度及赋权与评价方法如表1所示。

新质生产力的形成和发展是一个系统性的过程^[6]。新质生产力是由不同因素在不同层面和维度上的综合影响所驱动,这些因素相互作用形成复杂系统,共同影响着新质生产力的发展。如表1所示,赋权方法上,多使用熵值法、熵权法进行赋权,这两种方法的使用前提是各指标之间相互独立,如此便忽视了指标之间的相互联系,从而导致权重结果不够全面,而改进Critic法依赖于数据与指标的线性相关性,忽视指标之间的反馈和循环关系,因此,赋权方法上仍存在进一步拓展空间。从影响因素来看,部分学者只是研究了单一的影响因素,如人工智能技术^[11]、数字经济^[12]、数实融合^[30]等,鲜有研究探讨众因素之间的相互影响,也未有研究分析新质生产力评价维度及因素之间的因果关系,这为本文研究提供了契机。

表 1 新质生产力水平评价维度及赋权与评价方法

| 评价维度 | 赋权与评价方法 | 文献来源 |
|-----------------------------|------------------|--|
| 劳动者、劳动对象、劳动资料 | 熵值法 | 王珏 ^[13] 等、张哲 ^[23] 等、王珂 ^[24] 等、朱富显 ^[25] 等 |
| 劳动者、劳动对象、劳动资料、新技术、生产组织、数据要素 | 熵值法 | 韩文龙 ^[26] 等 |
| 新质人才资源、新质科学技术、新质产业形态、新质生产方式 | 改进Critic-TOPSIS法 | 吴继飞 ^[27] 等 |
| 科技生产力、绿色生产力、数字生产力 | 改进熵权TOPSIS法 | 卢江 ^[14] 等 |
| 技术创新、产业创新、要素创新 | 熵权法 | 李阳 ^[28] 等 |
| 新制造、新服务、新业态 | 熵权TOPSIS法 | 施雄天 ^[29] 等 |
| 科技创新、产业升级、发展条件 | 熵权TOPSIS法 | 孙丽伟 ^[15] 等 |

2 评价维度及指标体系构建

新质生产力从劳动者、劳动资料、劳动对象三个方面超越了传统生产力^[31],实现了生产率大幅提升和经济效益显著提高。因此,本文对新质生产力水平的评价从新质劳动者、新质劳动资料和新质劳动对象三要素展开。

新质劳动者是指具有科技、信息技术等新型生产技能的劳动者,是新质生产力中最活跃、最能动的主体^[20]。新质生产力是依靠创新驱动形成的生

产力,但创新归根结底来自于人的因素^[13],即劳动者,体现在培养和产出两方面。在劳动者培养维度,素质和理念提升是关键点^[32]。培养掌握新知识、新方法和新理念的高素质劳动者,有助于促进新质生产力逐步取代传统生产力,因此本文选取受教育程度、科技人力投入、就业理念和创业理念四个指标反映劳动者培养。在劳动者产出维度,产出主要体现在劳动生产率和劳动者结构两方面^[25],因而本文选取人均产值、人均收入、人力资本结构和高校在校结构四个指标反映劳动者产出。

劳动资料是劳动者用以生产和创造的媒介和手段^[33]。高质量发展导向下,科技创新驱动、数字化转型等新质趋势不断发展,生产过程更加智能化和数据化,这要求劳动资料不仅仅是传统的工具、设备等物质资料,还需涵盖更多虚实交织、数实融合的无形资产^[5],以适应新的生产方式需求。物质劳动资料 and 无形劳动资料的结合,才能更好实现生产过程的高效化、智能化和创新化。在物质劳动资料维度,新质生产力具备资源可持续利用、且能源消耗少、成长潜力大、综合效益好等特点^[20],因而本文选取传统基础设施、数字基础设施、总体能源消耗和绿色能源消耗四个指标反映物质劳动资料。在无形劳动资料维度,科技创新和数字化逐渐成为核心驱动力^[20-21],为此本文选取科技创新投入、科技创新产出、技术市场活力、数字创新能力和数字经济政策支持五个指标反映无形劳动资料。

劳动对象是指劳动者进行生产活动时所作用的对象^[21]。传统生产力所依托的劳动对象主要是以物质形态存在、未经加工的自然物以及加工过的原材料,新质劳动对象则是在前者基础上融入了科技创新,呈现出高科技含量、高环保性特点的新型物质、新型技术和新型产业^[4]。此外,遵循绿色理念和绿色发展是生态文明建设的必然要求,也是新质生产力的重要内容^[20]。因此,从新质劳动对象的内涵来看,其主要涵盖新质产业和生态环境两个维度。在新质产业维度,考虑到新质产业的组成结构、科技水平、自动化程度和数字经济的发展状况,本文选取战略性新兴产业、高新技术企业、机器人密度和电子商务发展四个指标反映新质产业。在生态环境维度,既要关注节能减排,更需重视对环境的保护意识^[34],因而选取污染减排量、污染治理度、森林覆盖率和环境保护力度四个指标反映生态环境。

综上,本文在已有研究^[4-5, 20, 33]的基础上,立足于新质生产力基本内涵,认为新质生产力是由掌握新理念、新方法、新技术的高素质劳动者,拥有数字性、科技性的劳动资料,具备智能化、绿色化的劳动对象等要素构成,由此构建了涵盖劳动者培养、劳动者产出、物质劳动资料、无形劳动资料、新质产业和生态环境6个维度,共25个指标的新质生产力水平评价体系。同时,本文充分考虑了指标因素之间的相互影响关系,采用FDANP法计算评价指标的权重,建立各维度及指标的网络关系图,明确新质生产力发展的内在机理和关键影响因素,结合TOPSIS法对2022年我国四大区域共31个省份的新质生产力发展水平进行

评价。详细指标及衡量方式如表2所示。

3 研究方法

DANP法能将复杂系统可视化,适合用于分析复杂系统内部因素间的因果关联^[34],引入模糊集理论则有助于处理专家决策的模糊性和不确定性^[16]。而TOPSIS是一种逼近理想解的排序方法^[17],在确定权重以及处理多因素和不确定性等方面与FDANP法互补,二者有机结合能够提高决策的全面性、准确性和科学性^[36]。因此,本文运用FDANP与TOPSIS相结合的综合评价方法,其中FDANP主要用于计算指标权重和分析因素间的影响关系,通过将得到的指标权重与TOPSIS的多属性决策排序相结合,从而对我国区域新质生产力水平进行评价。

3.1 FDANP方法

FDANP方法具体步骤分为两阶段。第一阶段是分析指标间相互影响的网络关系。首先,获取直接影响矩阵 A 。为处理专家主观决策的不确定性和模糊性,本文参照Chen^[37]设置的专家打分对应三角模糊数转换关系如表3所示,将专家评分转换为模糊直接影响矩阵后,采用重心法对所有三角模糊数 (l_{ij}, m_{ij}, n_{ij}) 进行去模糊化处理并进行算术平均,最终得到直接影响矩阵 $A=[A_{ij}]_{n \times n}$ 。其中, A_{ij} 表示 i 元素对 j 元素的影响程度, n 为因素数量。

表3 专家评分与模糊数关系

| 影响程度 | 对应分值 | 对应三角模糊数 |
|------|------|-----------------|
| 没有影响 | 0 | (0, 0.1, 0.3) |
| 影响较小 | 1 | (0.1, 0.3, 0.5) |
| 影响一般 | 2 | (0.3, 0.5, 0.7) |
| 影响较大 | 3 | (0.5, 0.7, 0.9) |
| 影响很大 | 4 | (0.7, 0.9, 1.0) |

$$A_{ij} = \frac{(n_{ij} - l_{ij}) + (m_{ij} - l_{ij})}{3} + l_{ij} \quad (1)$$

其次,计算综合影响力矩阵 T 。标准化处理后得到正规化影响矩阵 D ,再通过公式(3)计算得出综合影响矩阵 T , T 矩阵展示了各因素之间的相互作用和影响程度。

$$D = \frac{A}{\max \left[\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij} \right]} \quad (2)$$

$$T = D + D^2 + D^3 + \dots + D^K = D(I - D)^{-1} \quad (3)$$

再次,计算影响度 r_i 、被影响度 c_i 、中心度 M_i 和原因度 R_i 。其中影响度表示各行对应要素对所有其他要素的综合影响值,被影响度表示各列对应

要素受到所有其他各要素的综合影响值,中心度表示该因素在系统中的重要性,原因度表示指标之间的影响或被影响的总程度和因果关系的程度。

$$r_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}, (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (4)$$

$$c_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}, (j=1, 2, 3, \dots, n) \quad (5)$$

表 2 新质生产力水平评价指标体系

| 准则层 | 维度 | 指标 | 编号 | 衡量方式 | 属性 |
|------|---------------------------|----------|-----------------|-------------------------------|----|
| 劳动者 | 劳动者培养 D ₁ | 受教育程度 | C ₁₁ | 人均受教育平均年限(年) | + |
| | | 科技人力投入 | C ₁₂ | 规模以上工业企业 R&D 人员全时当量(人) | + |
| | | 就业理念 | C ₁₃ | 第三产业就业人员/总就业人数(%) | + |
| | | 创业理念 | C ₁₄ | 新企业注册数/地区人口(个/万人) | + |
| | | 人均产值 | C ₂₁ | GDP/总人口(万元/万人) | + |
| | 劳动者产出 D ₂ | 人均收入 | C ₂₂ | 在岗职工平均工资(万元) | + |
| | | 人力资本结构 | C ₂₃ | 将劳动力教育程度划分为 5 个等级,使用向量夹角衡量(%) | + |
| | | 高校在校生结构 | C ₂₄ | 每十万人高等学校在校生总数(万人) | + |
| | | 传统基础设施 | C ₃₁ | 铁路营业里程/土地面积(公里/万平方公里) | + |
| | | 物质 | | 等级公路里程/土地面积(公里/万平方公里) | + |
| 劳动资料 | 劳动资料 D ₃ | 数字基础设施 | C ₃₂ | 每万人互联网宽带接入端口数(个/万人) | + |
| | | 总体能源消耗 | C ₃₃ | 能源消费总量/GDP(万吨标准煤/亿元) | - |
| | | 绿色能源消耗 | C ₃₄ | 电力消费总量/能源消费总量(%) | + |
| | | 科技创新投入 | C ₄₁ | R&D 经费支出/GDP(%) | + |
| | | 科技创新产出 | C ₄₂ | 专利授权数量/总人口(个/万人) | + |
| | 无形 劳动资料 D ₄ | 技术市场活力 | C ₄₃ | 技术合同成交额/GDP(%) | + |
| | | 数字创新能力 | C ₄₄ | 数字化专利总数/总人口(个/万人) | + |
| | | 数字经济政策支持 | C ₄₅ | 政府工作报告数字经济词频/相关词频总数(%) | + |
| | | 战略性新兴产业 | C ₅₁ | 新兴战略产业增加值/GDP(%) | + |
| | | 高新技术企业 | C ₅₂ | 每万人高新技术企业数(个/万人) | + |
| 劳动对象 | 新质产业 D ₅ | 机器人密度 | C ₅₃ | 工业机器人数量/地区人口(台/万人) | + |
| | | 电子商务发展 | C ₅₄ | 有电子商务交易活动企业数/总企业数(%) | + |
| | | 环境保护力度 | C ₆₁ | 环境保护支出/政府公共财政支出(%) | + |
| | | 森林覆盖率 | C ₆₂ | 森林覆盖率(%) | + |
| | | 生态环境 | | 二氧化碳排放总量/GDP(吨/万元) | + |
| | D ₆ | 污染减排量 | C ₆₃ | 二氧化硫排放总量/GDP(吨/万元) | + |
| | | | | 一般工业固体废物产生量/GDP(吨/万元) | + |
| | | 污染治理度 | C ₆₄ | 工业废水污染治理投资额/第二产业增加值(%) | + |
| | | | | 工业废气污染治理投资额/第二产业增加值(%) | + |

$$M_i = r_i + c_i \quad (6)$$

$$R_i = r_i - c_i \quad (7)$$

最后,绘制影响网络关系图。以中心度为横轴,原因度为纵轴,建立各维度及指标的网络关系图,并将各指标间相互影响的网络关系进行可视化。

第二阶段是计算指标权重部分。首先,计算未加权超矩阵 G 。由式(8)将综合影响矩阵 T 表示为指标因素之间综合影响矩阵 T_c ,以子矩阵 T_c^{12} 为例,式(9)为其标准化过程,将综合影响矩阵 T_c 进行标准化处理得到 T_c^* ,再将 T_c^* 转置,得出未加权超矩阵 $G = (T_c^*)'$ 。

$$T_c = D_i \begin{bmatrix} T_c^{11} & \dots & T_c^{1j} & \dots & T_c^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ T_c^{i1} & \dots & T_c^{ij} & \dots & T_c^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ T_c^{n1} & \dots & T_c^{nj} & \dots & T_c^{nn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$T_c^{12} = \begin{bmatrix} t_{11}^{12}/d_1^{12} & \dots & t_{1j}^{12}/d_1^{12} & \dots & t_{1m_2}^{12}/d_1^{12} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{i1}^{12}/d_i^{12} & \dots & t_{ij}^{12}/d_i^{12} & \dots & t_{im_2}^{12}/d_i^{12} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{m_11}^{12}/d_{m_1}^{12} & \dots & t_{m_1j}^{12}/d_{m_1}^{12} & \dots & t_{m_1m_2}^{12}/d_{m_1}^{12} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\text{注: } d_1^{12} = \sum_{j=1}^{m_2} t_{1j}^{12}, d_i^{12} = \sum_{j=1}^{m_2} t_{ij}^{12}, d_{m_1}^{12} = \sum_{j=1}^{m_2} t_{m_1j}^{12}$$

其次,计算加权超矩阵 S 。同理得到影响维度的未加权超矩阵 T_D ,将维度未加权超矩阵与指标未加权超矩阵 G ,依据式(10)处理即可得到加权超矩阵 S 。

$$S = \sum_{ij} G_{ij} T_D, (i, j=1, 2, 3, \dots, n) \quad (10)$$

最后,计算各因素的混合权重。将加权超矩阵 S 进行乘方运算 $\lim_{n \rightarrow \infty} S^n$,直至得出结果收敛的极限超矩阵 L ,即可得出各项指标权重值 W_j 。

3.2 TOPSIS方法

TOPSIS法通过比较每个评价对象与正理想解和负理想解的接近程度来进行评价。首先,依据FDANP法所确定权重构建加权矩阵 V 。

$$V=[W_j(X_{ij})]_{m \times n}=[v_{ij}]_{m \times n} \quad (11)$$

其次,确定正(A^+)、负(A^-)理想解。

$$A^+=\{\max v_{i1}, \max v_{i2}, \dots, \max v_{in}\} \quad (12)$$

$$A^-=\{\min v_{i1}, \min v_{i2}, \dots, \min v_{in}\} \quad (13)$$

再次,计算各指标与正、负理想解的欧几里得距离。

$$d^+=\sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij}-v_j^+)^2} \quad (14)$$

$$d^-=\sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij}-v_j^-)^2} \quad (15)$$

最后,计算相对贴合度。

$$RC_i^+=\frac{d_i^-}{d_i^++d_i^-} \quad (16)$$

相对贴合度 RC_i^+ 反映了评价对象与最优解的贴近程度,贴合度取值在0~1,值越大说明该评价对象距离最优解越近,即最终得分。

4 研究结果与讨论

4.1 数据收集

考虑到数据的可获得性,本文选择了2022年我国31个省份(不包括港澳台)的数据进行分析。研究数据来源包括CSMAR数据库、《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》《中国能源统计年鉴》、各省统计年鉴以及IFR发布的数据等。对于个别缺失的数据,采用插值法、类推法等方法进行补充。表4为研究数据的描述性统计结果,由该表可知,尽管部分指标极差较大,但全部指标描述性统计结果均处于合理区间范围。

为确保专家问卷数据获取的科学性和严谨性,本文于2024年5月16日开始陆续邀请了10位专家参与问卷调查。这10位专家中,3位来自政府部门、4位来自高校或研究机构,3位来自企业,性别比例为男女各占50%,具有博士学位者占60%,具有高级职称者占60%,担任所属单位领导职务者占60%,平均年龄为48岁,专家们在数字经济、产业发展和科技创新等领域平均拥有超过20年的丰富

经验,且均对新质生产力有深入理解。专家问卷调查的核心目标是通过专家对指标影响关系的评分,确定新质生产力发展的关键影响因素及其权重。专家问卷的内容分为三部分:专家基本信息收集、指标影响关系评分和开放性意见征询。其中,指标影响关系评分采用0~4,5级刻度表。专家对两两指标之间的影响关系进行打分,评分标准依次为:“0”代表“没有影响”,“1”代表“影响较小”,“2”代表“影响一般”,“3”代表“影响较大”,“4”代表“影响很大”。为确保问卷设计的逻辑性和科学性,本文在正式调查前进行了小规模的预测试,并根据专家反馈对问卷内容进行了修改和完善。问卷采用面对面访谈形式填写,以确保专家能充分表达意见,收集到客观真实的数据。最终,每位专家均在40~70分钟内完成调查,共回收有效问卷10份。

表4 描述性统计

| 指标 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 标准差 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| C ₁₁ | 12.714 | 6.895 0 | 9.683 8 | 0.970 1 |
| C ₁₂ | 772 585 | 173.00 | 135 957 | 189 279 |
| C ₁₃ | 0.421 7 | 0.142 4 | 0.240 0 | 0.051 8 |
| C ₁₄ | 941.30 | 14.658 | 212.75 | 146.15 |
| C ₂₁ | 190 526 | 44 950 | 84 500 | 35 552 |
| C ₂₂ | 212 476 | 77 627 | 110 355 | 30 595 |
| C ₂₃ | 4.434 8 | 0.041 3 | 1.410 9 | 1.126 4 |
| C ₂₄ | 5 427.8 | 1 666.4 | 3 494.9 | 854.69 |
| C ₃₁ | 2.000 0 | 0.000 0 | 0.156 7 | 0.401 3 |
| C ₃₂ | 1.456 5 | 0.037 6 | 0.571 9 | 0.322 5 |
| C ₃₃ | 2.547 1 | 0.132 7 | 0.624 0 | 0.500 1 |
| C ₃₄ | 5.101 9 | 0.208 7 | 1.266 6 | 1.107 6 |
| C ₄₁ | 0.024 9 | 0.000 8 | 0.011 9 | 0.006 4 |
| C ₄₂ | 314.06 | 18.159 | 96.996 | 93.359 |
| C ₄₃ | 0.191 0 | 0.001 8 | 0.033 7 | 0.039 2 |
| C ₄₄ | 34.049 | 0.513 7 | 4.240 2 | 6.312 3 |
| C ₄₅ | 0.017 3 | 0.004 9 | 0.010 1 | 0.002 7 |
| C ₅₁ | 0.540 7 | 0.000 4 | 0.065 7 | 0.102 0 |
| C ₅₂ | 1.093 4 | 0.005 5 | 0.106 2 | 0.200 4 |
| C ₅₃ | 370.00 | 28.159 | 122.69 | 78.036 |
| C ₅₄ | 24.720 | 4.783 8 | 9.641 7 | 3.578 7 |
| C ₆₁ | 0.637 0 | 0.126 2 | 0.304 4 | 0.129 1 |
| C ₆₂ | 66.800 | 4.870 0 | 34.413 | 18.347 |
| C ₆₃ | 3.000 0 | 1.493 5 | 2.502 5 | 0.414 9 |
| C ₆₄ | 1.886 4 | 0.000 0 | 0.497 3 | 0.396 8 |

为确保研究结果的可靠性,本文采用公式(17)对专家问卷的不一致率进行了检验^[38],计算出问卷不一致率为4%,即问卷信度为96%,高于95%,这表明问卷信度较高,为后续FDANP混合权重计算结果提供了保证。

$$\text{不一致率}=\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n\frac{|\alpha_{ij}^s-\alpha_{ij}^{s-1}|}{\alpha_{ij}^s}\times 100\% \quad (17)$$

其中, n 为指标数量, s 为专家数量, α_{ij}^s 表示 s 专家给指标 i 对指标 j 影响程度的评分。

4.2 数据分析

4.2.1 评价维度及指标的网络关系

首先, 根据表 1 对专家问卷结果进行三角模糊

数赋值, 按照式(1)进行去模糊化处理并进行算术平均, 从而得出直接影响矩阵 A 。其次, 按照式(2)对直接影响矩阵进行标准化处理, 并根据式(3)计算综合影响关系矩阵 T 。最后, 根据式(4)~(7)分别计算影响度、被影响度、中心度和原因度, 结果如表 5 所示。

表 5 我国新质生产力水平评价维度及指标 r_i 、 c_i 、 M_i 、 R_i 值

| 维度 | r_i | c_i | M_i | R_i | 指标 | r_i | c_i | M_i | R_i |
|-------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|
| D_1 | 0.868 7 | 0.754 9 | 1.623 6 | 0.113 9 | C_{11} | 4.322 3 | 3.090 5 | 7.412 9 | 1.231 8 |
| | | | | | C_{12} | 4.332 9 | 3.421 4 | 7.754 2 | 0.911 5 |
| | | | | | C_{13} | 2.760 5 | 3.055 4 | 5.815 9 | -0.294 9 |
| | | | | | C_{14} | 3.143 2 | 3.104 8 | 6.248 0 | 0.038 4 |
| | | | | | C_{21} | 3.454 5 | 3.507 0 | 6.961 4 | -0.052 5 |
| D_2 | 0.780 5 | 0.799 5 | 1.580 0 | -0.019 0 | C_{22} | 3.190 8 | 3.553 1 | 6.743 9 | -0.362 3 |
| | | | | | C_{23} | 3.430 9 | 3.313 4 | 6.744 3 | 0.117 5 |
| | | | | | C_{24} | 2.991 8 | 3.049 7 | 6.041 5 | -0.057 9 |
| | | | | | C_{31} | 2.319 7 | 2.646 5 | 4.966 2 | -0.326 7 |
| | | | | | C_{32} | 3.559 9 | 3.178 5 | 6.738 4 | 0.381 3 |
| D_3 | 0.679 6 | 0.737 2 | 1.416 8 | -0.057 6 | C_{33} | 2.750 2 | 3.204 1 | 5.954 4 | -0.453 9 |
| | | | | | C_{34} | 2.744 5 | 3.325 4 | 6.069 9 | -0.580 8 |
| | | | | | C_{41} | 4.036 8 | 3.423 7 | 7.460 5 | 0.613 1 |
| | | | | | C_{42} | 3.930 7 | 3.786 7 | 7.717 4 | 0.143 9 |
| | | | | | C_{43} | 3.771 9 | 3.729 9 | 7.501 8 | 0.042 0 |
| D_4 | 0.902 6 | 0.869 9 | 1.772 5 | 0.032 6 | C_{44} | 3.630 7 | 3.703 1 | 7.333 9 | -0.072 4 |
| | | | | | C_{45} | 3.512 9 | 3.587 3 | 7.100 2 | -0.074 4 |
| | | | | | C_{51} | 3.881 4 | 3.744 2 | 7.625 6 | 0.137 2 |
| | | | | | C_{52} | 4.056 6 | 3.798 1 | 7.854 7 | 0.258 5 |
| | | | | | C_{53} | 3.295 7 | 3.409 6 | 6.705 4 | -0.113 9 |
| D_5 | 0.853 2 | 0.854 8 | 1.708 0 | -0.001 6 | C_{54} | 3.076 6 | 3.402 7 | 6.479 2 | -0.326 1 |
| | | | | | C_{61} | 2.751 9 | 2.866 7 | 5.618 6 | -0.114 8 |
| | | | | | C_{62} | 2.214 2 | 2.530 4 | 4.744 6 | -0.316 2 |
| | | | | | C_{63} | 2.379 9 | 2.806 3 | 5.186 3 | -0.426 4 |
| | | | | | C_{64} | 2.454 1 | 2.756 4 | 5.210 4 | -0.302 3 |
| D_6 | 0.586 6 | 0.654 8 | 1.241 4 | -0.068 2 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

为更直观地展示新质生产力中各影响因素的重要程度及其相互影响关系。以中心度(M_i)为横坐标、原因度(R_i)为纵坐标, 绘制我国新质生产力影响维度与影响因素的网络关系图, 具体如图 1、图 2 所示。

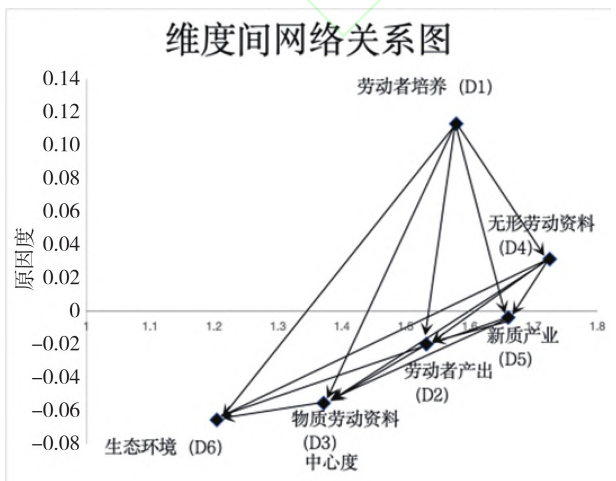


图 1 我国新质生产力影响维度的网络关系图

由图 1 可知, 在维度层面上, 劳动者培养维度(D_1)直接影响其他各维度, 表明其在新质生产力发展中具有重要作用。无形劳动资料维度(D_4)受劳动者培养维度(D_1)的影响, 同时直接影响其他四个维度, 表明其在新质生产力发展中也占重要地位。新质产业维度(D_5)受劳动者培养维度(D_1)和无形劳动资料维度(D_4)的共同影响, 并进一步影响其余三个维度。劳动者产出维度(D_2)受劳动者培养维度(D_1)、无形劳动资料维度(D_4)和新质产业维度(D_5)的影响, 反过来也直接影响另外两个维度。物质劳动资料维度(D_3)只对生态环境维度(D_6)有直接影响, 且受到前四个维度的影响。生态环境维度(D_6)则受所有其他维度的影响, 是新质生产力发展的最终体现维度。

由图 2 可知, 在因素层面上, 受教育程度(C_{11})是劳动者培养维度(D_1)的核心起因, 直接影响该维度内的所有其他因素, 表明受教育程度在劳动者培养维度中具有重要作用。科技人力投入(C_{12})受到受教育程度(C_{11})的直接影响, 并进一步

影响创业理念(C_13)和就业理念(C_14)。此外，创业理念(C_13)也对就业理念(C_14)有直接影响。与此同理，可以得出其他维度内起较大作用的因素及其相互间的直接影响关系。其中，劳动者人力资

本结构(C_23)、数字基础设施(C_32)、科技创新投入(C_41)、高新技术企业(C_52)和环境保护力度(C_61)分别是其他各维度内起较大作用的核心因素。

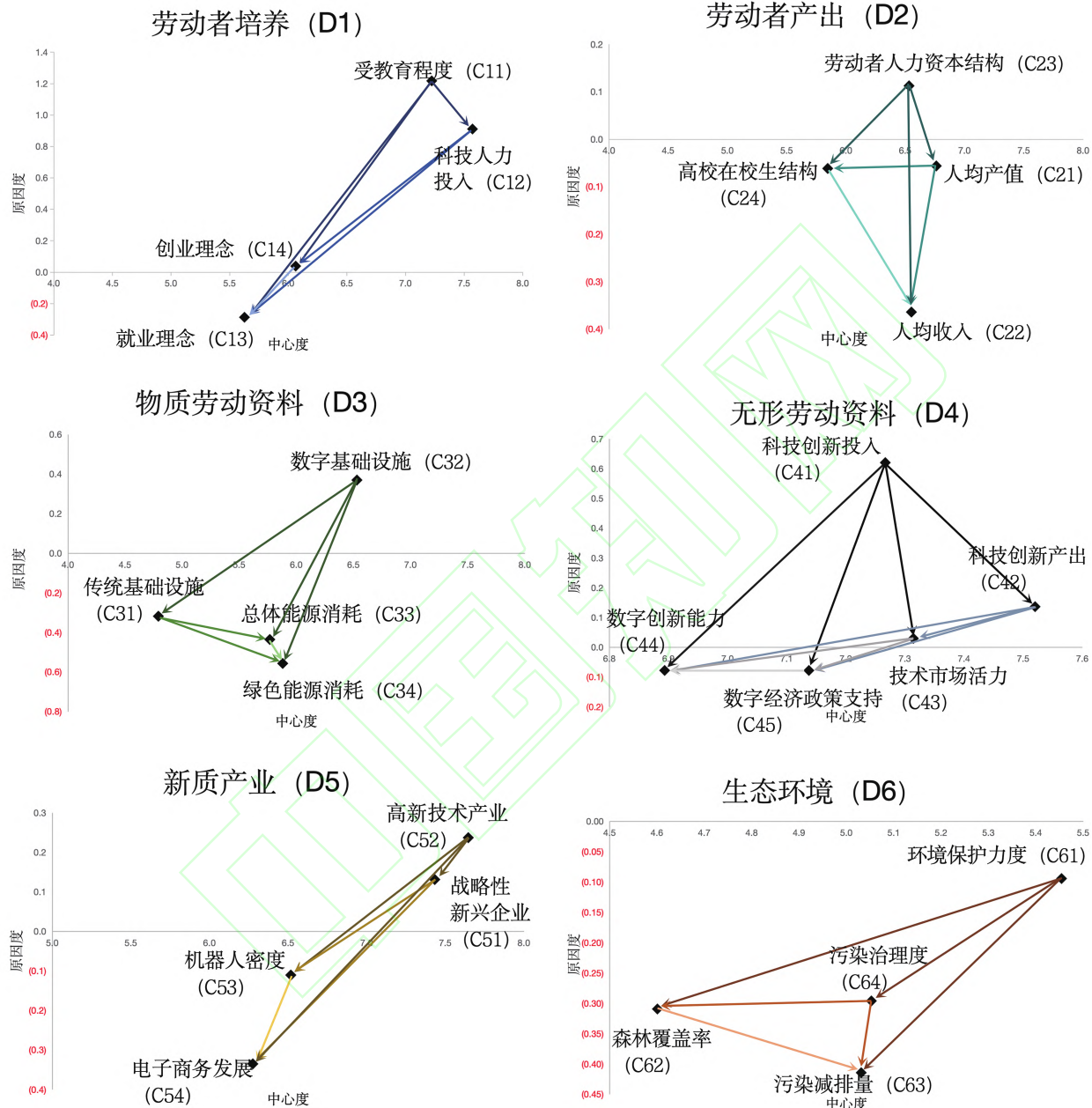


图 2 我国新质生产力影响因素的网络关系图

新质生产力发展的内在机理受到不同维度和因素的共同影响。通过原因度分析，可以区分原因因素和结果因素：原因度大于0的为原因因素，表示该因素容易影响其他因素；原因度小于0的为结果因素，说明该因素受其他因素的影响。根据表 5 中原因度的正负，可以深入探讨各维度和因素在新质生产力发展中的作用机制。

在维度层面，劳动者培养(D_1)和无形劳动资料(D_4)的原因度大于0，属于系统中的原因维度，意味着它们是推动其他维度发展的核心力量。新质产业(D_5)、劳动者产出(D_2)、物质劳动资料(D_3)和生态环境(D_6)的原因度小于0，是系统中的结果维度，表示它们更多地受到其他维度的影响。因此，各维度之间的相互作用构成了新质生产

力发展的内在机理,其中D_1和D_4通过直接或间接的方式影响D_2、D_3、D_5和D_6。

在因素层面,共有10个原因因素,包括受教育程度(C_11)、科技人力投入(C_12)、创业理念(C_14)、劳动者人力资本结构(C_23)、数字基础设施(C_32)、科技创新投入(C_41)、科技创新产出(C_42)、技术市场活力(C_43)、战略性新兴产业(C_51)和高新技术企业(C_52)。这10个原因因素起到了基础性、保障性的作用,会直接或间接影响其余15个结果因素,并最终影响新质生产力的发展。例如,增加科技创新投入不仅能直接提升科技创新产出,还会推动高新技术企业的成长,增强技术市场的活力,进而提升企业的数字创新能力,最终提高生产效率和质量,推动新质生产力的持续发展。

进一步,由式(8)和(9)计算未加权超级矩阵G,再由式(10)计算加权超级矩阵S,最后对矩阵S进行乘方运算,使其结果收敛至极限超级矩阵L,从而得出我国新质生产力评价维度及指标混合权重,具体结果如表6所示。

在讨论新质生产力发展的多维影响因素及其相互作用的复杂性时,识别出其中的关键因素具有重要意义。本部分通过分析混合权重和中心度,探讨对新质生产力发展起关键作用的因素。

结合混合权重角度和中心度角度来看,高新技术企业(C_52)、战略性新兴产业(C_51)和科技人力投入(C_12)三个因素均位居各因素混合权重和中心度排名前5。虽然,战略性新兴产业(C_51)的中心值略小于科技创新产出(C_42),科技人力投入(C_12)的混合权重值略小于人均产值(C_21)和人均收入(C_22),但是差距较小。同时考虑到C_42的混合权重较低,以及C_21和C_22的中心度值偏小,综合来看,C_52、C_12和C_51可以被认定为关键因素。这一结论表明,新质生产力的发展离不开高新技术企业的支持和推动,主要因为高新技术企业具有技术更新迭代快、技术含量高的特性,能够加速经济创新进程,推动产业结构优化和生产效率提升。此外,新质生产力的发展同样依赖于科技人力投入和战略性新兴产业的崛起,这反映出经济发展正向高科技和知识密集型产业转型。科技人才的投入和战略性新兴产业的兴起推动了科技领域的突破与创新,不仅促使经济结构转型升级,还为市场带来新产品和新技术,注入了新的活力和动力。与此同理,可以进一步分析其他指标因素的关键程度。

表6 我国新质生产力评价维度及指标混合权重

| 维度 | 维度权重 | 排序 | 指标 | 混合指标权重 | 排序 |
|----------------|--------|----|-----------------|---------|----|
| D ₁ | 0.1615 | 4 | C ₁₁ | 0.039 5 | 12 |
| | | | C ₁₂ | 0.043 6 | 5 |
| | | | C ₁₃ | 0.038 6 | 15 |
| | | | C ₁₄ | 0.039 5 | 13 |
| D ₂ | 0.1706 | 3 | C ₂₁ | 0.044 6 | 4 |
| | | | C ₂₂ | 0.045 1 | 3 |
| | | | C ₂₃ | 0.042 1 | 9 |
| | | | C ₂₄ | 0.038 5 | 16 |
| D ₃ | 0.1583 | 5 | C ₃₁ | 0.033 9 | 24 |
| | | | C ₃₂ | 0.040 6 | 11 |
| | | | C ₃₃ | 0.041 1 | 10 |
| | | | C ₃₄ | 0.042 6 | 8 |
| D ₄ | 0.1860 | 1 | C ₄₁ | 0.035 1 | 23 |
| | | | C ₄₂ | 0.038 9 | 14 |
| | | | C ₄₃ | 0.038 0 | 17 |
| | | | C ₄₄ | 0.037 7 | 18 |
| D ₅ | 0.1827 | 2 | C ₄₅ | 0.036 6 | 20 |
| | | | C ₅₁ | 0.047 7 | 2 |
| | | | C ₅₂ | 0.048 4 | 1 |
| | | | C ₅₃ | 0.043 4 | 6 |
| D ₆ | 0.1410 | 6 | C ₅₄ | 0.043 3 | 7 |
| | | | C ₆₁ | 0.036 9 | 19 |
| | | | C ₆₂ | 0.032 6 | 25 |
| | | | C ₆₃ | 0.036 1 | 21 |
| | | | C ₆₄ | 0.035 4 | 22 |

4.2.2 TOPSIS方法计算发展水平

本文在FDANP法的基础上使用TOPSIS法计算2022年我国新质生产力发展指数得分及维度得分,为更好地观察区域发展格局,本文将31个省份划分为东部、中部、西部和东北四大地区,各省级行政区和区域排序结果见表7。

从整体发展情况来看,RC₁⁺极差(0.420 0)较大,数据主要集中在均值(0.346 1)以下,这表明2022年我国整体新质生产力发展水平处于参差不齐的发展前期阶段,各省份地区之间发展差异较大,且整体发展水平不高。从排名情况来看,北京、上海、广东、浙江、江苏位居前5名,这些省(区、市)经济水平明显领先其他地区,这在一定程度上说明新质生产力水平与地区经济发展密切相关。而排名靠后的地区,如西藏、甘肃、新疆等,其经济发展在全国范围属于较低水平,更加印证了新质生产力与经济发展之间的联系,也反映了不同地区之间新质生产力发展的不平衡现象。从各维度得分来看,排名中后部的省份,如青海、贵州和甘肃,劳动者产出维度(D_2)得分明显低于劳动者培养维度(D_1),相反,北京和上海等经济发达地区在劳动者产出维度的得分有所提升。这反映出经济发达地区由于经济结构、产业发展和科技资源

的优势,吸引了大量外地高素质劳动者,而部分经济较落后的地区则面临人才流失的问题。物质劳动资料(D_3)、无形劳动资料(D_4)和新质产业(D_5)三个维度全国得分均值仅分别为0.240 6、0.348 1和0.171 3,显示出这些维度中的资源主要集中在排名靠前的地区,如北京、上海、广东等地,这与排名靠后的地区差异较大。而在生态环境维度(D_6),整体得分差异不大,部分中部地区的省份得分较高,如江西和海南分别位居第一、第二,这主要得益于这些地区较高的森林覆盖率和强有力的环境保护政策。

为直观展示我国各区域新质生产力各维度的发展情况,通过MATLAB软件绘制了各区域新质生产力维度发展水平得分曲面平滑图,见图3。

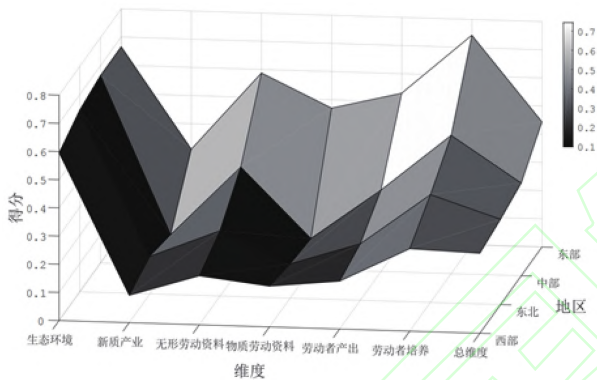


图3 我国新质生产力维度发展水平得分曲面平滑图

从区域来看,四大地区的新质生产力总体发展情况呈东部地区(0.444 1)>中部地区(0.329 0)>东北地区(0.302 5)>西部地区(0.283 8)局面,东部地区领先其他地区较大,其他三个地区间差异相对较小,且这三个地区的水平均低于全国平均水平,这与其他学者在对比四大区域时的研究结果一致^[23-24]。

东部地区在劳动者培养和劳动者产出维度得分远高于全国均值,表明其拥有丰富教育资源和高效劳动力市场,能够持续吸引和培养高素质人才。此外,物质劳动资料、无形劳动资料和新质产业维度的得分也居于领先地位,展示了东部地区在基础设施建设、新能源开发和科技创新方面的优势,推动了产业升级和高附加值新兴产业的发展。不过,新质产业维度的得分相对较低,表明该领域仍有较大提升空间。东部地区在生态环境维度的表现优于全国均值,反映了其在环境保护和可持续发展方面取得的显著成效。总体来看,东部地区在各个维度上表现突出,综合竞争力显著。

中部地区在大多数维度的得分仅次于东部地

区,尤其在劳动者培养和生态环境维度表现较好。劳动者培养维度得分高于全国均值,表明中部地区在教育和培训方面具有一定优势,能够提供相对优质的教育资源。此外,生态环境维度得分接近全国均值,说明中部地区在环境保护和生态建设方面取得了一定进展。然而,中部地区在大多数维度上的得分仍低于全国平均水平,尤其在物质劳动资料和新质产业维度表现出明显的短板,这主要受到地理条件、投资倾向、产业结构、政策支持和创新生态等多重因素的影响。

东北地区与中部地区相比,仅物质劳动资料和新质产业维度得分较高,这可能是由于其传统重工业和资源型产业基础较强,尽管东北地区面临产业结构调整的挑战,但也在积极寻求转型升级的发展路径。然而,东北地区整体发展水平低于全国均值,反映出东北地区在整体经济结构和资源利用上存在短不足。经济发展相对滞后导致明显的人口流失现象,年轻劳动力外流严重,加剧了劳动力短缺问题,进一步影响劳动者培养、产出和无形劳动资料等多个维度的发展。

西部地区在各个维度上的得分均低于全国均值,尤其是新质产业维度得分最低。这反映出西部地区在技术研发和创新投入方面不足,缺乏高水平的科研机构和专业人才,限制了新质产业的发展。尽管西部地区在生态环境方面具有天然优势,但总体发展水平仍然最低,表明其在经济结构、技术创新和人才培养方面存在显著的短板。

综合来看,我国新质生产力水平存在明显的区域差异。东部地区凭借其资源和政策优势,在各个维度上表现出色,整体发展领先。中部和东北地区在部分维度上具有一定优势,但整体水平仍低于全国均值。西部地区在各维度上的表现最为滞后。因此,各区域应根据自身的资源禀赋和发展特点,制定有针对性的政策措施,弥补短板,发挥优势。

5 结 语

5.1 研究结论

本文立足于新质生产力理论内涵,构建了新质生产力评价指标体系,结合FDANP法和TOPSIS法对2022年我国各区域的新质生产力发展水平进行了评价,探讨了不同维度和因素影响新质生产力发展的内在机理,识别出影响新质生产力发展的关键因素,以及各区域在不同维度上的发展情况。主

表 7 2022 年我国新质生产力发展指数及维度得分

| 地区 | 省份 | 维度得分 | | | | | | RC _i ⁺ | 排名 |
|------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------|----|
| | | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | D ₅ | D ₆ | | |
| 东部地区 | 北京 | 0.912 8 | 1.000 0 | 0.857 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 0.856 9 | 0.648 3 | 1 |
| | 上海 | 0.753 8 | 0.837 5 | 1.000 0 | 0.823 8 | 0.471 4 | 0.872 3 | 0.569 1 | 2 |
| | 广东 | 1.000 0 | 0.617 9 | 0.291 6 | 0.738 6 | 0.301 3 | 0.845 0 | 0.483 8 | 3 |
| | 浙江 | 0.842 5 | 0.456 0 | 0.469 2 | 0.751 9 | 0.241 6 | 0.855 2 | 0.463 1 | 4 |
| | 江苏 | 0.885 0 | 0.648 6 | 0.450 7 | 0.705 3 | 0.214 0 | 0.433 9 | 0.458 0 | 5 |
| | 天津 | 0.594 5 | 0.546 4 | 0.629 8 | 0.659 8 | 0.323 4 | 0.195 6 | 0.437 0 | 6 |
| | 山东 | 0.608 9 | 0.521 9 | 0.118 3 | 0.525 5 | 0.205 3 | 0.586 5 | 0.387 0 | 8 |
| | 海南 | 0.851 0 | 0.102 6 | 0.536 9 | 0.040 9 | 0.159 2 | 0.995 0 | 0.371 8 | 9 |
| | 福建 | 0.589 8 | 0.363 2 | 0.314 5 | 0.356 6 | 0.131 5 | 0.810 1 | 0.364 8 | 10 |
| 中部地区 | 河北 | 0.402 7 | 0.213 8 | 0.034 7 | 0.272 5 | 0.047 7 | 0.208 0 | 0.258 4 | 26 |
| | 湖北 | 0.541 0 | 0.387 4 | 0.156 6 | 0.330 4 | 0.193 1 | 0.671 9 | 0.347 9 | 11 |
| | 江西 | 0.463 8 | 0.271 7 | 0.042 5 | 0.326 5 | 0.130 0 | 1.000 0 | 0.339 4 | 14 |
| | 湖南 | 0.518 8 | 0.287 9 | 0.054 6 | 0.396 1 | 0.092 9 | 0.752 2 | 0.337 7 | 15 |
| | 安徽 | 0.447 5 | 0.282 8 | 0.155 2 | 0.468 6 | 0.160 0 | 0.619 0 | 0.332 8 | 16 |
| | 河南 | 0.472 3 | 0.332 8 | 0.114 5 | 0.376 6 | 0.073 1 | 0.433 5 | 0.332 3 | 17 |
| | 山西 | 0.502 1 | 0.173 5 | 0.135 1 | 0.238 4 | 0.001 4 | 0.517 1 | 0.284 1 | 22 |
| | 吉林 | 0.406 1 | 0.233 5 | 0.193 7 | 0.162 0 | 0.266 2 | 0.705 0 | 0.342 2 | 13 |
| | 辽宁 | 0.404 2 | 0.237 4 | 0.088 2 | 0.343 9 | 0.134 3 | 0.459 5 | 0.295 9 | 19 |
| 东北地区 | 黑龙江 | 0.337 5 | 0.130 5 | 0.082 8 | 0.189 8 | 0.000 0 | 0.771 7 | 0.269 6 | 23 |
| | 重庆 | 0.469 6 | 0.298 8 | 0.363 0 | 0.511 6 | 0.195 2 | 0.962 7 | 0.390 5 | 7 |
| | 陕西 | 0.478 0 | 0.331 7 | 0.195 8 | 0.366 2 | 0.143 6 | 0.779 4 | 0.343 4 | 12 |
| | 四川 | 0.342 3 | 0.352 9 | 0.269 9 | 0.271 1 | 0.164 0 | 0.648 8 | 0.332 0 | 18 |
| | 宁夏 | 0.328 7 | 0.158 0 | 0.033 5 | 0.239 6 | 0.031 1 | 0.870 3 | 0.294 4 | 20 |
| | 广西 | 0.294 4 | 0.179 3 | 0.176 3 | 0.063 9 | 0.096 3 | 0.880 2 | 0.292 0 | 21 |
| | 云南 | 0.322 9 | 0.191 2 | 0.000 0 | 0.070 3 | 0.041 8 | 0.643 5 | 0.259 8 | 24 |
| | 内蒙古 | 0.374 1 | 0.160 5 | 0.017 1 | 0.179 7 | 0.014 7 | 0.586 2 | 0.258 5 | 25 |
| | 青海 | 0.226 8 | 0.000 0 | 0.172 7 | 0.012 7 | 0.106 3 | 0.447 6 | 0.254 1 | 27 |
| 西部地区 | 新疆 | 0.213 1 | 0.114 4 | 0.339 3 | 0.085 8 | 0.025 1 | 0.271 8 | 0.252 9 | 28 |
| | 西藏 | 0.000 0 | 0.096 8 | 0.070 3 | 0.000 0 | 0.209 2 | 0.000 0 | 0.250 4 | 29 |
| | 贵州 | 0.254 3 | 0.084 5 | 0.023 7 | 0.140 8 | 0.072 9 | 0.656 7 | 0.249 0 | 30 |
| | 甘肃 | 0.204 1 | 0.070 2 | 0.072 0 | 0.142 0 | 0.062 8 | 0.394 2 | 0.228 3 | 31 |
| | 东部地区均值 | 0.744 1 | 0.530 8 | 0.470 3 | 0.587 5 | 0.309 5 | 0.665 9 | 0.444 1 | |
| | 中部地区均值 | 0.490 9 | 0.289 3 | 0.109 8 | 0.356 1 | 0.108 4 | 0.665 6 | 0.329 0 | |
| | 东北地区均值 | 0.382 6 | 0.200 5 | 0.121 6 | 0.231 9 | 0.133 5 | 0.645 4 | 0.302 5 | |
| | 西部地区均值 | 0.292 4 | 0.169 8 | 0.144 5 | 0.173 7 | 0.096 9 | 0.595 1 | 0.283 8 | |
| | 全国均值 | 0.485 2 | 0.312 4 | 0.240 6 | 0.348 1 | 0.171 3 | 0.636 5 | 0.346 1 | |
| | 极差 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 0.420 0 | |

注：D₁、D₂、D₃、D₄、D₅、D₆列示数值分别为各维度下指标标准化后，通过式（11）赋权重再加和的维度得分值。

要结论如下：第一，劳动者培养和无形劳动资料维度是系统中的原因维度，对其他维度有较大的影响，其余维度是系统中的结果维度，受原因维度的影响较大。第二，系统中原因因素共有 10 个，容易直接或间接影响其余 15 个结果因素，其中高新技术企业、战略性新兴产业和科技人力投入为关键因素。受教育程度、劳动者人力资本结构、数字基础设施、科技创新投入、高新技术企业和环境保护力度分别是各维度内起较大作用的因素，在新质生产力发展过程中需更加重视。第三，2022 年我国新质生产力整体发展水平不高，具体呈现东部地区>中部地区>东北地区>西部地区不平衡发展现状，存在明显的区域差异。各区域应根据自身优势和不足，因地制宜地制定发展战略，合理配置资源，重点突破制约因素，进而实现新质生产力的全面提升和区域间的均衡发展。

5.2 对策建议

基于上述结论，本文为因地制宜地加快我国各区域新质生产力发展提供以下政策建议。

第一，发挥东部地区新质生产力发展示范引领作用。东部地区在新质生产力的多个维度上表现出显著优势，特别是在无形劳动资料、物质劳动资料和劳动者培养维度。因此，东部地区应继续发挥其领先优势，带动全国新质生产力的发展路径。首先，加速新质产业的转型升级，重点支持颠覆性技

术的产业化应用,如人工智能、量子计算等新兴领域的发展,并推动创新成果的快速市场化。其次,东部地区应通过加强基础设施建设、人才共享和技术合作,推动区域协同发展,实现跨区域资源和技术优势的充分共享。此外,在生态环境维度,东部地区需继续实施绿色发展战略,推动绿色能源与低碳经济建设,进一步深化可持续发展路径。

第二,凝聚中部地区新质生产力发展新动能。中部地区在劳动者培养和生态环境维度表现较为突出,但在科技创新和产业结构方面仍有较大提升空间。本文发现中部地区在人才链支撑和科技创新能力方面具有潜力。因此,中部地区应强化人才链支撑,依托其教育和培训方面的优势,培养和引进高素质人才,通过提升教育质量、加强职业培训和推动校企合作,充分激发人才在新质生产力发展中的引领驱动作用。其次,聚焦提升科技创新投入,通过构建创新型企业 and 鼓励校企合作,加快新质生产力核心要素的培育。同时,强化与东部地区的科技与产业协同,通过区域协作增强中部地区在全国新质生产力发展中的战略地位,推动更多创新资源和高技术企业的引入。

第三,提升东北地区新质生产力发展重要地位。本文揭示了东北地区在传统产业转型升级和人才外流方面的挑战。为此,东北地区应结合自身资源禀赋,通过大力推动高新技术产业和新能源领域的发展,缓解产业结构单一的问题,推动传统重工业向绿色、智能制造转型。同时,应重点加强科技创新驱动,建立区域性人才培养和留才体系,通过政策引导和创新平台建设,提升科技人力的投入效益。此外,东北地区还应推进经济结构调整,如优化对外经济合作结构,特别是在跨境贸易和投资方面,深化与国际市场的互动,促进开放型经济体系建设,增强区域经济的复苏和创新活力。

第四,打造西部地区新质生产力发展新格局。西部地区在生态环境和能源资源方面具备独特优势,但其在科技创新、高新产业发展和劳动者产出等诸多方面存在短板。为此,西部地区应加快绿色能源的多元化开发,充分利用当地丰富的风能、太阳能资源,建设集中的清洁能源生产基地,推动能源结构的优化。同时,通过“东数西算”等跨区域战略,引导东部的算力需求和高科技产业链向西部延伸,促进区域间的协同发展。此外,西部地区需重视劳动者培养,通过提升教育资源的覆盖面和质量,特别是在职业教育和技能培训方面,提升劳动

者的整体素质,以应对发展新质生产力对高技能劳动者的需求。

5.3 研究局限与未来展望

本文具有如下不足:第一,限于数据可得性,本文未能对2023年乃至2024年我国各区域新质生产力发展水平进行评价,未来有必要更新数据再次进行评价,动态监测我国各区域新质生产力发展水平及各维度发展变化情况,致力于更准确因地制宜促进新质生产力发展提供科学依据。第二,本文未能继续深入探讨影响新质生产力发展因素的组态反应,为明确哪些因素的组合更有利于新质生产力的发展,未来有必要采用模糊集定性比较分析(fsQCA)等方法对新质生产力的影响因素进行组态研究。

参考文献

- [1] 蒲清平,黄媛媛.习近平总书记关于新质生产力重要论述的生成逻辑、理论创新与时代价值[J].西南大学学报(社会科学版),2023,49(6):1-11.
- [2] 杜尚泽.发展新质生产力要因地制宜[N].人民日报,2024-3-7.
- [3] 蒲清平,向往.新质生产力的内涵特征、内在逻辑和实现途径:推进中国式现代化的新动能[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2024,45(1):77-85.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 尹西明,陈劲,王华峰,等.强化科技创新引领 加快发展新质生产力[J].科学与科学技术管理:1-10.
- [7] 魏崇辉.新质生产力的基本意涵、历史演进与实践路径[J].理论与改革,2023(6):25-38.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 夏方舟,张松培.土地要素赋能新质生产力发展:作用机理与基本路径[J].改革,2024(8):130-139.
- [11] 张夏恒,马妍.生成式人工智能技术赋能新质生产力涌现:价值意蕴、运行机理与实践路径[J].电子政务,2024,256(4):17-25.
- [12] 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(1):44-55.

- [13] 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(1): 31-47.
- [14] 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): 1-16.
- [15] 孙丽伟, 郭俊华. 新质生产力评价指标体系构建与实证测度[J]. 统计与决策, 2024, 40(9): 5-11.
- [16] Seçme NY, Bayrakdaroglu A, Kahraman A. "Fuzzy performance evaluation in Turkish Banking Sector using Analytic Hierarchy Process and TOPSIS"[J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(9): 11699-11709.
- [17] Zavadskas EK, Mardani A, Turskis Z, et al. "Development of TOPSIS method to solve complicated decision-making problems—An overview on developments from 2000 to 2015"[J]. International journal of information technology & decision making, 2016, 15(3): 645-682.
- [18] 杨广越. 新质生产力的研究现状与展望[J]. 经济问题, 2024(5): 7-17.
- [19] 高帆. "新质生产力"的提出逻辑、多维内涵及时代意义[J]. 政治经济学评论, 2023, 14(6): 127-145.
- [20] 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(2): 15-24.
- [21] 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.
- [22] 翟云, 潘云龙. 数字化转型视角下的新质生产力发展: 基于“动力-要素-结构”框架的理论阐释[J]. 电子政务, 2024(4): 2-16.
- [23] 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.
- [24] 王珂, 郭晓曦. 中国新质生产力水平、区域差异与时空演进特征[J]. 统计与决策, 2024, 40(9): 30-36.
- [25] 朱富显, 李瑞雪, 徐晓莉, 等. 中国新质生产力指标构建与时空演进[J]. 工业技术经济, 2024, 43(3): 44-53.
- [26] 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.
- [27] 吴继飞, 万晓榆. 中国新质生产力发展水平测度、区域差距及动态规律[J]. 技术经济, 2024, 43(4): 1-14.
- [28] 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.
- [29] 施雄天, 余正勇. 中国区域新质生产力水平测度、结构分解及空间收敛性分析[J]. 工业技术经济, 2024, 43(5): 90-99.
- [30] 卢鹏. 数实融合驱动新质生产力涌现的逻辑与实践路径[J]. 电子政务, 1-11.
- [31] 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: 26-37.
- [32] 张辉, 唐琦. 新质生产力形成的条件、方向及着力点[J]. 学习与探索, 2024(1): 82-91.
- [33] 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(1): 35-44.
- [34] 解学梅, 韩宇航. 本土制造业企业如何在绿色创新中实现“华丽转型”? 基于注意力基础观的多案例研究[J]. 管理世界, 2022, 38(3): 76-106.
- [35] Chou JS, Ongkowijoyo CS. "Hybrid decision-making method for assessing interdependency and priority of critical infrastructure"[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2019, 39: 101134.
- [36] Zhang Z, Jiang H, Shao T, et al. "Understanding the selection of intelligent engineering B2B platform in China through the fuzzy DANP and TOPSIS techniques: A multi-study analysis"[J]. Applied Soft Computing, 2023, 7(141): 110277.
- [37] CHEN C. T. "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment"[J]. Fuzzy Sets & Systems, 2000, 114(1): 1-9.
- [38] LU MT, LIN SW, TZENG GH. "Improving RFID adoption in Taiwan's healthcare industry based on a DEMATEL technique with a hybrid MCDM model"[J]. Decision Support Systems, 2013, 56: 259-269.