

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2025.04.008

<https://xuebao.xaut.edu.cn>

引文格式: 吴凡, 李明阳. 数字经济赋能人才链创新链产业链融合的路径研究——基于动态 QCA 方法[J]. 西安理工大学学报, 2025, 41(4): 527-538.

WU Fan, LI Mingyang. Research on the path of digital economy enabling talent chain, innovation chain, and industrial chain integration: based on dynamic QCA method[J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2025, 41(4): 527-538.

数字经济赋能人才链创新链产业链融合的路径研究 ——基于动态 QCA 方法

吴 凡, 李明阳

(广西大学 公共管理学院, 广西 南宁 530004)

摘要: 数字经济赋能人才链、创新链和产业链融合对培育新质生产力、实现经济高质量发展具有重要意义。基于“技术-组织-环境”的分析框架,以 2012—2022 年全国 31 个省市为研究对象,采用耦合协调模型、动态 QCA 方法探究了数字经济赋能区域“三链”融合发展的驱动路径。结果表明:单个数字经济要素难以构成“三链”融合的必要条件,但是具有明显的时间和空间效应;技术驱动下的主体协同型和技术引领下的环境响应型是数字经济赋能“三链”高融合发展的两类驱动路径,且这两类路径在时间和空间维度上总体保持稳定;异质性分析发现,数字经济对东部地区“三链”融合发展起到了“锦上添花”的作用,而对中、西部地区起到了“雪中送炭”的作用,且数字技术创新的核心作用更为普遍。

关键词: 数字经济; 人才链创新链产业链融合; “三链”; 动态 QCA

中图分类号: F424; F49

文献标志码: A

文章编号: 1006-4710(2025)04-0527-12

Research on the path of digital economy enabling talent chain, innovation chain, and industrial chain integration: based on dynamic QCA method

WU Fan, LI Mingyang

(School of Public Policy and Management, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: Digital economy enables talent chain, innovation chain, and industrial chain integration is of great significance for cultivating new quality productivity and achieving high-quality economic development. Based on the analysis framework of “technology-organization-environment”, taking 31 provinces and cities in China from 2012 to 2022 as research objects, the driving path of the “three-chain” integrated development of the digital economy enabling region are explored by using the coupled coordination model and dynamic QCA method. The results show that it is difficult for a single element of digital economy to form the necessary conditions for the “three-chain” integration, but it has obvious time and space effects. The subject-collaborative type driven by technology and the environment-responsive type led by technology are two driving paths for the digital economy to empower the high integration and development of the “three chains”, and these two paths generally remain stable in both temporal and spatial dimensions. Heterogeneity analysis shows that the digital economy plays a role of “adding brilliance to perfection” in the integrated development of the “three chains” in eastern regions, while it plays a role of “providing timely

收稿日期: 2024-11-27; 网络首发日期: 2025-05-14

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/61.1294.n.20250514.0931.004>

基金项目: 国家社会科学基金项目(23XZZ006); 广西哲学社会科学规划项目(20FGL050)

第一作者: 吴凡, 女, 博士, 教授, 博导, 研究方向为人才治理。E-mail: gxwufan@163.com

通信作者: 李明阳, 男, 硕士生, 研究方向为人才治理。E-mail: mingyang2081@163.com

help" in central and western regions, with the core role of digital technology innovation more universal.

Key words: digital economy; talent chain, innovation chain, and industrial chain integration; "three chains"; dynamic QCA

创新已成为经济发展方式转变的逻辑起点。创新驱动效用是否能有效发挥,关键在于创新成果产业化程度的高低,而在创新效用发挥与产业转化的过程中又离不开人才要素的智力支撑。人才链、创新链和产业链的融合(简称“三链”)是推动高质量发展的重要动力。人才是第一资源,创新是第一动力,产业是经济发展的核心,三者的有机结合能够释放强大的发展潜能。加快推动“三链”融合发展,打破链间壁垒有助于提升我国经济发展的质量和效益。然而,当前我国人才生态、创新生态和产业生态系统的建设尚不完善,链条间仍存在堵点、卡点、断点等一系列问题,阻碍了“三链”的融合发展^[1]。而数字经济作为以数据为核心生产要素的新型经济形态,凭借其跨时空的信息传输能力和高效的要素配置能力,推动了人才、知识和技术等要素在链间的自由流动,特别是5G、区块链、人工智能等新一代数字技术的应用,有效提升了“三链”融合的效率与深度^[2-3]。因此,进一步探究数字经济如何赋能“三链”融合的驱动路径具有重要的理论意义及实践价值。

从已有研究成果来看,关于“三链”的研究主要围绕各链条的概念、链间关系和链条融合影响因素等方面展开。在各链条的概念方面,学者们从人才生态视角^[4]、产业经济视角^[1]等角度对人才链的概念做出解释,将人才链视为在科研、生产、管理等过程中所形成的智力供给链^[5];创新链的研究始于Marshall^[6],随后学者们从资源配置视角^[7]、知识创新视角对其进行了扩展^[8];产业链的研究则可追溯至亚当·斯密的分工理论,并逐步扩展至企业、科研机构与政府等主体的协同生产^[9]。在链间关系方面,赵晨等^[10]指出人才链是支撑创新链和产业链融合的关键;杜宇玮^[1]指出产业链可以拉动创新链的形成与发展,创新链可以推动产业链的延伸与升级,且两者相互协同、相互融合;张晓兰等^[11]认为,产业链凭借资源集聚和驱动优势能支撑创新链有序运转和优化升级;齐平等^[2]指出,链条间的融合本质是政府、企业、高校和科研机构多主体的协作过程,旨在提升人才、知识和技术等创新要素的配置效率,从而优化人才生态、创新生态与产业生态。随着研究的深入,越来越多的学者采用耦合协调度模型来定量分析链间关系的协同水平^[12]。在链条融合影响因

素方面,学者们多采用回归模型来检验数字经济、教育投入、政府支持、环境规制、经济发展等因素对链条间融合发展影响的净效应^[2-3]。同时,也有部分学者基于模糊集定性比较分析(fsQCA)探究了链条融合发展水平提升的组态路径,进一步揭示了多链条融合背后的逻辑动因与要素关系^[12-13]。

已有关于“三链”的研究较为丰富,为本文提供了有益借鉴,但其仍存在以下几个方面的问题:1)对“多链”关系的探究仍存在不足;2)“三链”融合评估体系的完整性和系统性有待提升;3)当前研究主要从要素视角和组态视角对“三链”融合影响因素进行了讨论,但在组态视角中,传统fsQCA方法多受限于某一时间节点的截面数据,难以揭示“三链”融合的全貌。鉴于此,本研究将基于“技术-组织-环境”分析框架,以2012—2022年全国31个省市为研究对象,采用耦合协调模型、动态定性比较分析(动态QCA)等方法,从时间和空间维度来探究数字经济赋能“三链”融合的驱动路径。

1 理论分析与研究框架

1.1 理论分析

1) 数据驱动:打通“三链”信息渠道。数据是数字经济的核心,在其驱动下人才链、创新链和产业链之间的信息和资源会加速流动^[14]。通过大数据的分析和应用,它能够准确掌握市场需求、技术趋势和人才资源,形成了一个信息共享和资源配置的闭环。数据的共享和利用不仅加快了创新的步伐、提高了产业链的效率,还优化了人才的配置和发展,实现了“三链”间的无缝对接和深度融合^[15]。

2) 技术赋能:激活“三链”创新活力。数字技术的进步是推动“三链”融合的关键动力。数字技术的不断涌现,不仅改变了产业运作的模式,也为人才和创新提供了新的平台和工具。技术赋能使得“三链”各链之间的边界变得模糊,促进了跨领域的人才流动和知识共享,加速了创新成果的产业化过程^[15]。数字技术的普及和应用,为“三链”间的紧密连接和互动提供了坚实的基础。

3) 产业升级:推动“三链”结构优化。数字经济通过提升产业数字化水平来实现产业结构的优化与升级^[16],这一过程对高素质人才和创新技术的需求

会不断增加。产业升级不仅为人才提供了更广阔的发展空间,也促使创新链向应用端快速倾斜,加快了科技成果的转化。同时,产业升级还推动了产业链内部结构的优化重组,实现了资源的高效配置和利用,加强了“三链”之间的互动和整合。

4) 跨界融合:构建“三链”生态环境。数字经济的发展打破了传统行业壁垒,加速了跨界融合,实现了资源共享和能力互补^[17]。数字经济通过整合不同领域的优势资源,促进了人才的交流与合作,激发了跨领域的创新活力,加快了创新成果在产业链中的应用。通过跨界合作与整合,它推动了人才链、创新链和产业链之间的深度融合,并构建了一个更加开放和动态的经济生态系统。

数字经济赋能“三链”融合理论逻辑图如图 1 所示。

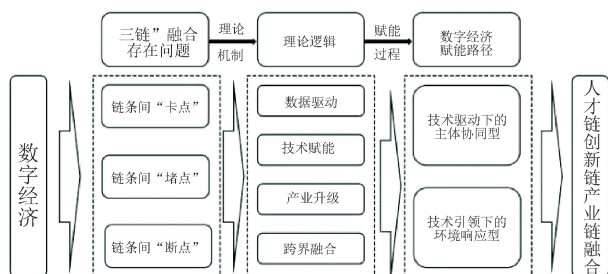


图 1 数字经济赋能“三链”融合理论逻辑图

Fig. 1 Theoretical logic diagram of the digital economy empowering the integration of the “three chains”

1.2 研究框架

本文以技术-组织-环境(TOE)框架为分析视角来识别数字经济赋能“三链”融合发展的驱动路径。TOE 框架主要用于分析技术的采纳和应用,其核心理念在于,技术的采纳和应用不仅受技术本身的影响,还受到组织内部和外部环境的影响^[18]。

TOE 框架从综合视角出发,揭示了技术、组织结构、外部环境等多种因素如何组合作用于“三链”融合的动态过程,这有助于全面理解数字经济赋能“三链”融合发展的复杂性和多维性。

同时,对数字经济赋能的理论分析也从技术层面、组织层面和环境层面三个维度展开,这与 TOE 框架有着较高的契合度。

因此,本文参考现有文献,在技术层面选取数字基础设施和数字技术创新作为表征指标;在组织层面选取数字主体协同和政府数字注意力分配作为表征指标;在环境层面选取数字普惠金融和产业融合升级作为表征指标来构建本文的分析框架,如图 2 所示。

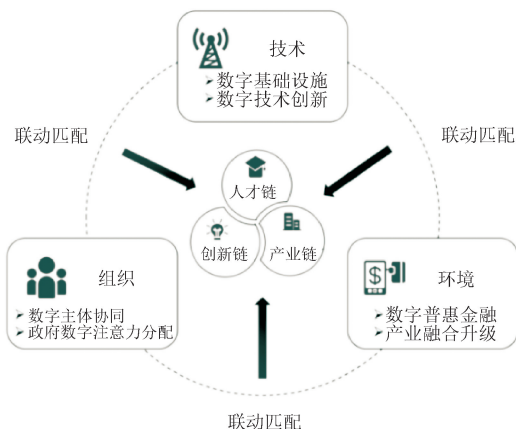


图 2 研究框架

Fig. 2 Research framework

2 研究设计

2.1 研究方法

2.1.1 耦合协调模型

耦合协调度反映了不同系统间的协调与融合发展水平,能有效考虑不同指标间的相互影响,克服了传统加权平均法和层次分析法在处理指标相关性时的不足,因此本研究采用耦合协调度来测度“三链”的融合发展水平。

耦合度 C 为:

$$C = 3 \sqrt{(U_1 \times U_2 \times U_3) / (U_1 + U_2 + U_3)^3} \quad (1)$$

式中: U_1 、 U_2 、 U_3 分别为人才链、创新链和产业链子系统的发展水平综合得分。

协调度 D 为:

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (2)$$

$$T = a_1 U_1 + a_2 U_2 + a_3 U_3 \quad (3)$$

式中: T 为“三链”融合的协调指数,反映三个系统间的整体协同效应; a_1 、 a_2 、 a_3 为待定系数,本文认为“三链”同等重要,故取 $a_1 = a_2 = a_3 = 1/3$ 。

2.1.2 动态 QCA

传统定性比较分析(qualitative comparative analysis, QCA)多通过截面数据对问题进行分析,故难以打破时间维度的限制,而单一时间点的分析难以揭示问题的全貌。对此,文献^[19]通过引入组内、组间、汇总、一致性调整距离等概念,来判断一致性在时间维度与空间维度的波动变化。

2.2 结果变量

本文的结果变量为“三链”融合发展水平。参照现有关于人才链、创新链、产业链的研究^[20-22],本文构建了“三链”融合发展测度指标体系,如表 1 所示。

表 1 人才链、创新链、产业链融合发展测度指标体系

Tab.1 Measurement indicator system for the integrated development of talent chain, innovation chain, and industrial chain

维度	一级指标	二级指标	三级指标	单位	属性
人才链	人才培养	教育经费投入	人均政府教育经费支出	元/人	+
		研究型人才培养载体	高等院校数量	所	+
		研究型人才培养数量	高等教育毕业学生数量	万人	+
		技能型人才培养载体	职业院校数量	所	+
		技能型人才培养数量	职业院校毕业学生数量	万人	+
	人才使用	研究型人才数量	R&D 人员数量	万人	+
		技能型人才数量	获得职业资格证书人数	万人	+
	人才储备	研究型人才储备数量	高等教育在校学生数量	万人	+
		技能型人才储备数量	职业院校在校学生数量	万人	+
创新链	创新投入	经费投入	研发经费投入占 GDP 的比重	%	+
			R&D 经费内部支出总额	亿元	+
		人员投入	R&D 人员全时当量	万人年	+
		项目投入	R&D 项目数量	个	+
	创新产出	专利产出	专利申请数量	个	+
			专利授权数量	个	+
		论文产出	科技论文发表数量	篇	+
	创新转化	技术转化	技术市场成交合同额	万元	+
			技术市场成交合同数	个	+
		产品转化	新产品销售额	万元	+
			新产品出口额	万元	+
产业链	产业载体	企业规模	跨国公司 100 强企业数量	个	+
			中国制造业 500 强企业数量	个	+
			中国最具价值品牌数量	个	+
	产业结构	产业结构合理化	产业结构层次系数 ^[23]		—
		产业结构高级化	第三产业 GDP 与第二产业 GDP 之比 ^[24]		+
		产业结构高度化	产业结构泰尔指数 ^[23]		+
	产业效益	盈利能力	规模以上工业企业产成品存货周转天数	天	+
			规模以上工业企业营业收入利润率	%	+
			规模以上工业企业每百元资产实现的营业收入	元	+

表 1 中的数据来自《中国统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国工业统计年鉴》、世界品牌实验室相关报告和中国企业联合会相关报告。

2.3 条件变量

1) 数字基础设施。数字基础设施的发展为“三链”融合发展提供了重要保障。高速、稳定、安全的网络基础设施为各链条之间的信息交流和合作提供了可靠的基础。参考文献[25],选取 IPv4 地址数、

互联网宽带接入端口密度、长途光缆线路密度等指标,运用熵值法计算综合得分来反映区域数字基础设施水平。数据来自《中国统计年鉴》。

2) 数字技术创新。数字技术创新为人才链、创新链和产业链的整合提供了强有力的工具支持。5G、区块链、云计算、人工智能等新一代数字技术创新通过精准匹配链链之间的需求,实现了关键节点的对接与配对,改变了传统产业的运作方式,进一步加速了“三链”间的融合。参考文献[12],选择 IPC

分类号 H04L 专利申请数量来衡量区域数字技术创新水平。数据来自国家知识产权局数据库。

3) 数字主体协同。“三链”融合跨越了不同的组织和领域,需要各类创新主体之间的合作与协同。数字主体协同能够促进不同领域组织或个体间的交流与合作,打破了链条之间的壁垒,使得人才、创新和产业的知识与经验在链间共享。参考文献[12],选取企业、高校与科研机构等数字创新主体联合申请数字专利数量来反映数字主体的协同程度。数据来自 incoPat 全球专利数据库。

4) 政府数字注意力分配。政府数字注意力分配反映了政府对数字经济发展的重视程度。参考文献[26],借助 Python 软件统计省级政府工作报告中“数字经济、数字化、数字产业、数字生活”等 62 个数字经济系列核心词的词频数来量化政府数字注意力分配。政府工作报告文本数据来自各省人民政府网站。

5) 数字普惠金融。数字普惠金融利用互联网、区块链和大数据等技术打破了传统的物理渠道和信息壁垒,使资金在“三链”间的流动更加高效灵活,同时也扩大了金融服务的覆盖范围,降低了普惠金融成本。蚂蚁金服联合北京大学数字普惠金融研究中心编制的数字普惠金融指数报告,从数字金融覆盖广度、数字金融使用深度和普惠金融数字化程度 3

个维度对我国省域数字普惠金融发展水平进行了系统的测度,本研究选择该指数来反映数字普惠金融^[27]。

6) 产业融合升级。产业融合升级促进了各行各业的交叉融合与创新,加速了产业链上价值链的重构与升级,为“三链”融合提供了强劲动力。参考文献[28],产业融合升级包括数字产业化和产业数字化两个指标,其中,数字产业化选择软件业务收入占 GDP 比重、信息技术服务占 GDP 比重、信息服务业从业人数和电信业务总量占 GDP 比重 4 个指标进行测度;产业数字化选择企业电子商务交易额、电子商务交易活动企业比例、企业每百人使用计算机数和每百家企业拥有网址数 4 个指标进行测度,并在此基础之上采用熵值法计算产业数字化和数字产业化的综合得分来衡量区域产业融合升级水平。数据来自《中国统计年鉴》《中国信息年鉴》《中国信息产业年鉴》。

2.4 数据校准

通过校准,将数据从变量维度转化为集合维度。参考相关研究,采用直接校准的方法对数据进行校准,选用 95%(完全隶属)、50%(交叉点)和 5%(完全不隶属)的分位数作为校准锚点^[29],校准结果及描述性统计分析如表 2 所示。

表 2 数据校准与描述性统计分析
Tab. 2 Data calibration and descriptive statistical analysis

变量	数据校准			描述性统计分析			
	完全隶属	交叉点	完全不隶属	平均值	标准差	最大值	最小值
条件变量	数字基础设施	0.427	0.112	0.023	0.159	0.127	0.590
	数字技术创新/件	45 698	3 220	92	9 745.619	16 949.422	105 713
	数字主体协同/件	9 052	900	50	2 068.733	3 328.114	22 341
	政府数字注意力分配/次	70	25	5	29.496	20.996	102
	数字普惠金融	399.003	267.797	98.240	261.319	92.301	460.691
	产业融合升级	0.399	0.150	0.082	0.177	0.103	0.786
结果变量	“三链”融合发展水平	0.76	0.39	0.16	0.410	0.181	0.990

3 实证分析

3.1 必要条件分析

通过必要条件检验对结果变量的必要性条件进行判断(见表 3)。在必要性检验中,当汇总一致性水平高于 0.9 且汇总覆盖度大于 0.5 时,通常可以认为该条件是结果变量的必要性条件^[30]。在动态 QCA 中,通过一致性调整距离来判断案例单个条件的必要性检验是否在时间和空间维度上存在差异。

参照相关研究,若组间或组内一致性调整距离大于 0.1,则分别表示在时间或空间维度上,该条件的必要性存在显著变化^[31]。

如表 3 所示,不存在汇总一致性大于 0.9 且汇总覆盖度大于 0.5 的条件,表明 6 个数字经济前因条件均不构成“三链”融合发展的必要条件;但进一步分析发现,大部分条件的组间和组内一致性调整距离均大于 0.1,表明这些条件的必要性存在明显的跨时间、跨空间效应。因此,选择“高-高”组合关系做进一步讨论。

表 3 必要条件分析结果
Tab. 3 Analysis results of necessary conditions

条件变量	汇总	汇总	组间一致性	组内一致性
	一致性	覆盖度	调整距离	调整距离
数字基础设施	0.893	0.875	0.182	0.110
数字技术创新	0.830	0.954	0.139	0.239
数字主体协同	0.834	0.934	0.117	0.181
政府数字注 意力分配	0.694	0.695	0.441	0.228
数字普惠金融	0.755	0.698	0.471	0.158
产业融合升级	0.719	0.743	0.105	0.251

“高-高”组合关系中,调整距离大于 0.1 的组间数据如表 4 所示。同时,绘制图 3 进一步观察组间一致性在时间维度上的变化。由表 4 和图 3 可知:1) 数字经济赋能“三链”融合发展的必要性正在逐年增强。6 个前因条件的组间一致性总体呈动态上升趋势。2) 前因条件在部分年份已构成推动“三链”融合发展的必要条件。数字基础设施在 2016—2022 年已构成推动“三链”融合发展的必要条件;数

字技术创新在 2018—2019 年和 2021 年构成必要条件;数字主体协同在 2020—2022 年构成了必要条件;政府数字注意力分配在 2020—2022 年构成了必要条件;数字普惠金融在 2018—2022 构成了必要条件。构成必要条件的时间节点均在 2016 年之后,这与数字经济发展的关键时间节点相关联,2016 年 G20 杭州峰会提出数字经济发展与合作倡议,2017 年数字经济首次写入政府工作报告,在此背景下,数字经济得到了高速发展,在“技术-组织-环境”方面均得以提升,从而能够进一步赋能“三链”融合发展。

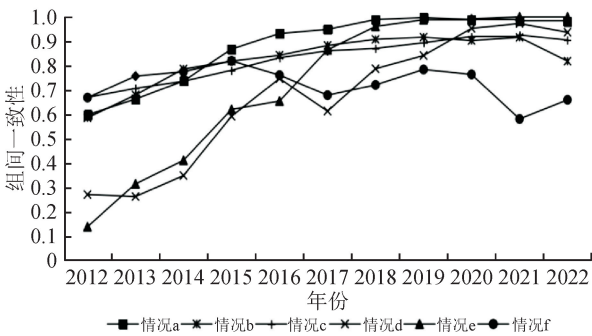


图 3 各要素组间一致性变化
Fig. 3 Changes in inter group consistency of various elements

表 4 “高-高”组合关系中调整距离大于 0.1 的组间数据
Tab. 4 Inter-group data with adjustment distances greater than 0.1 in the "high-high" combination relationship

因果组合情况		年份										
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
数字基础设施与 “三链”高融合发展(情况 a)	组间一致性	0.596	0.660	0.734	0.864	0.928	0.945	0.985	0.993	0.985	0.980	0.977
	组间覆盖度	0.970	0.969	0.962	0.940	0.911	0.883	0.858	0.820	0.824	0.842	0.839
数字技术创新与 “三链”高融合发展(情况 b)	组间一致性	0.584	0.677	0.783	0.815	0.839	0.879	0.904	0.913	0.899	0.912	0.815
	组间覆盖度	0.977	0.985	0.981	0.946	0.932	0.939	0.936	0.931	0.953	0.962	0.979
数字主体协同与 “三链”高融合发展(情况 c)	组间一致性	0.667	0.704	0.733	0.778	0.829	0.857	0.867	0.890	0.916	0.922	0.901
	组间覆盖度	0.960	0.959	0.946	0.976	0.946	0.938	0.946	0.940	0.903	0.905	0.903
政府数字注意力分配与 “三链”高融合发展(情况 d)	组间一致性	0.270	0.262	0.348	0.590	0.744	0.611	0.784	0.838	0.949	0.969	0.933
	组间覆盖度	0.910	0.976	0.862	0.714	0.678	0.674	0.676	0.673	0.667	0.645	0.717
数字普惠金融与 “三链”高融合发展(情况 e)	组间一致性	0.139	0.314	0.410	0.618	0.652	0.861	0.957	0.984	0.988	0.996	0.996
	组间覆盖度	1	0.960	0.929	0.871	0.858	0.768	0.714	0.668	0.632	0.602	0.607
产业融合升级与 “三链”高融合发展(情况 f)	组间一致性	0.666	0.754	0.772	0.816	0.758	0.676	0.718	0.781	0.761	0.579	0.657
	组间覆盖度	0.648	0.720	0.730	0.737	0.767	0.767	0.747	0.733	0.690	0.820	0.828

6 个数字经济前因条件的组内一致性调整距离均大于 0.1,表明前因条件和结果间的必要性关系存在明显的空间效应。采用 Kruskal-Wallis 秩和检验来探讨各条件在东、中、西部地区间的必要性差异。由表 5 可知,政府数字注意力分配、数字普惠金融和产业融合升级的必要性程度在东、中、西部地区

间存在显著差异。采用配对检验对地区差异做进一步分析,结果如表 6 所示,政府数字注意力分配和数字普惠金融的必要性程度均在“东-西”部地区间呈现明显差异,同时在“中-西”部地区间存在一定差异;产业融合升级仅在“东-西”部地区间存在一定差异。结合组内一致性均值来看,政府数字注意力分

配、数字普惠金融和产业融合升级均在西部地区的必要程度较高,表明西部地区在数字经济驱动“三链”融合时,更加依赖政府主导和数字经济环境优化。

表 5 Kruskal-Wallis 秩和检验结果
Tab. 5 Kruskal-Wallis rank sum test results

条件变量	标准差	平均值	卡方	显著性
数字基础设施	0.848	0.899	51.168	0.555
数字技术创新	0.185	0.791	62.000	0.743
数字主体协同	0.145	0.828	54.338	0.683
政府数字注意力分配	0.171	0.779	58.653	0.001***
数字普惠金融	0.125	0.825	62.000	0.004***
产业融合升级	0.190	0.773	57.949	0.076*

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%水平下显著,下同。

表 6 配对检验结果
Tab. 6 Pairing test results

条件变量	显著性			组内一致性均值		
	东-中	东-西	中-西	东部	中部	西部
政府数字注意力分配	0.526	0.000***	0.010**	0.667	0.739	0.908
数字普惠金融	0.857	0.002***	0.010**	0.765	0.770	0.918
产业融合升级	0.186	0.023**	0.312	0.766	0.655	0.856

3.2 组态分析

条件组态分析试图考察多个前因条件形成的组态对结果的充分性。在 R 语言软件运行时,选择一致性阈值为 0.75、案例频数为 2、PRI 阈值为 0.8,最终覆盖案例 341 个^[29]。在反事实分析时,对 6 个条件变量不做方向预设,均选择存在或缺失。将在中间解和简单解都出现的条件视为核心条件,将仅在中间解出现的条件视为边缘条件^[31]。最终形成 4 种数字经济驱动“三链”融合发展的实现路径,如表 7 所示。

3.2.1 汇总结果及案例分析

由表 7 可知,4 种组态的一致性和总体一致性均大于 0.95,表明 4 种组态均具有较好的解释力;同时,4 种组态的组间和组内一致性调整距离均小于 0.1,表明 4 种组态不存在明显的时间和空间差异。

按照核心条件的一致可将 4 种组态进一步划分为技术驱动下的主体协同型和技术引领下的环境响应型两类。技术驱动下的主体协同型组态表明数字技术创新作为推动“三链”融合的内驱力,通过技术促进高校、科研院所、企业等创新主体的联动与协同,从而推动“三链”融合发展。技术驱动下的主体协同型组态包含组态一和组态二,其中组态一以高数字技术创新和高数字主体协同为核心条件,并以非高政府数字注意力分配和非高数字普惠金融为边缘条件。组态二以高数字技术创新和高数字主体协

同为核心条件,并以数字基础设施为边缘条件。

表 7 高水平组态分析结果
Tab. 7 High-level configuration analysis results

条件变量	技术驱动下的 主体协同型		技术引领下的 环境响应型	
	组态一	组态二	组态三	组态四
技术	数字基础设施	●	★	★
	数字技术创新	★	★	★
	数字主体协同	★		
组织	政府数字注意力分配	⊗	⊗	●
	数字普惠金融	⊗	⊗	●
环境	产业融合升级		★	★
一致性	0.986	0.985	0.989	0.979
覆盖度	0.383	0.742	0.332	0.464
唯一覆盖度	0.021	0.157	0.008	0.008
组间一致性	0.008	0.011	0.011	0.019
调整距离				
组内一致性	0.041	0.058	0.041	0.058
调整距离				
解的一致性			0.969	
解的覆盖度			0.797	

注:★表示核心条件存在;●表示边缘条件存在;⊗表示边缘条件缺失;空白表示该条件既可以出现也可以不出现,下同。

技术驱动下的主体协同型组态的典型案例为福建。福建在《福建省“十四五”数字福建专项规划》的指导下,不断加强数字经济发展、构建赋智赋能的数字体系,据《数字福建发展报告(2022 年)》显示,福建数字化综合发展水平位居全国第六,全省数字经济规模 2.6 万亿元,占 GDP 比重约 50%。在数字技术创新方面,福建也保持领先,据数据显示,2022 年福建全省共获得数字发明专利授权 16 213 件,同比增长 29.1%。此外,《福建省做大做强做优数字经济行动计划》指出,要深入实施“数字化转型伙伴行动”,加快建立高校、龙头企业、产业联盟、行业协会等市场主体资源共享、分工协作的良性机制,该计划将进一步加强数字创新主体间的合作共享,加速福建省的“三链”融合水平。

技术引领下的环境响应型组态表明技术创新与进步是引发环境变化和组织适应策略调整的主要驱动力,外部环境是对技术创新的响应,该类型组态解释了在“技术-环境”共同作用下“三链”融合的实现轨迹与路径。技术引领下的环境响应型组态包含组态三和组态四,其中组态三以高数字基础设施、高数字技术创新和高产业融合升级为核心条件,以非高政府数字注意力分配和非高数字普惠金融为边缘条件,该组态的特征是在技术优势和产业融合升级单一外部环境的驱动下,实现“三链”融合发展。组态四以高数字基础设施、高数字技术创新和高产业融合升级为核心条件,以政府数字注意力分配和数字普惠金融为边缘条件,该组态的特征是多要素联动与协作,强调政府数字注意力分配对组织策略和行动的导向作用。

技术引领下的环境响应型组态的典型案例为上海。上海在《上海市数字经济发展“十四五”规划》报

告中指出,应围绕数字新产业、数据新要素、数字新基建等重点领域,加强数据、技术、企业、空间载体等关键要素的协同联动,加快进行数字经济发展布局。在规划的指导下,上海的数字基础设施不断优化,数字产业化和产业数字化进程持续推进。据《中国城市数字化发展指数》显示,2022 年上海的数字基础设施得分 96 分,位居全国第二,数字化发展水平得分 93.6 分,位居全国第一,在数字技术和数字生态的双重驱动下,上海“三链”间的堵点被打通,“三链”融合发展水平得到显著提升。

3.2.2 组间和组内结果分析

分析表 7 发现,4 种组态的组间和组内一致性调整距离均小于 0.1,说明其一致性水平在时间和空间维度的变化较小,具备较好的解释力。但 4 种组态的组内一致性调整距离均大于组间一致性调整距离,表明组态的空间效应略强于时间效应,因而在推动数字经济赋能“三链”融合发展时,各省市政府应结合省市特征与资源,做到因地制宜和精准施策。

3.3 稳健性检验

动态 QCA 检验了时间和个体效应,较传统 QCA 更为稳健。参考相关研究,采用提升 PRI 阈值和一致性阈值的方式进行稳健性检验^[31]。将 PRI 阈值由 0.8 提升至 0.85 时,组态结果未发生变化;将一致性阈值由 0.75 提升至 0.8 时,组态结果仍未发生变化,这进一步验证了原组态结果的稳健性。

3.4 异质性分析

资源禀赋的差异势必会对东、中、西部地区数字经济赋能“三链”融合的实现路径产生影响^[32],因此本研究将基于地区差异进行组态分析,结果如表 8 所示。

表 8 东、中、西部地区“三链”融合发展高水平组态分析
Tab.8 High-level configuration analysis of “three-chain” integration development in eastern, central, and western regions

条件变量		东部地区				中部地区			西部地区	
		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Z ₁	Z ₂	Z ₃	X ₁	X ₂
技术	数字基础设施	●	●	●	⊗	●	●	⊗	★	●
	数字技术创新	★	★	★	★	★	★	★	★	★
组织	数字主体协同	●	●	●	⊗	★	★	★	●	●
	政府数字注意力分配		⊗	●	⊗	●	●	⊗	★	
环境	数字普惠金融		⊗	●	●	●		⊗	●	★
	产业融合升级	●			●		⊗	⊗		★
一致性		0.998	1	0.998	1	0.966	0.965	0.997	0.971	0.974
覆盖度		0.616	0.341	0.527	0.182	0.577	0.550	0.365	0.621	0.583
唯一覆盖度		0.074	0.029	0.093	0.024	0.059	0.010	0.051	0.080	0.042
解的一致性			0.998				0.970			0.967
解的覆盖度			0.776				0.660			0.663

东部地区:“技术”单一核心要素驱动。驱动路径包括 $D_1 \sim D_4$ 四种组态。四种组态均以数字技术创新为核心条件,这反映出东部地区的数字技术基础较为坚实、创新环境成熟,且市场和政策环境已相对完善,能够支持数字技术创新独立发挥较大作用。

中部地区:“技术-组织”双核心要素驱动。驱动路径包括 $Z_1 \sim Z_3$ 三种组态。三种组态均以数字技术创新和数字主体协同为核心条件,这可能与中部地区正在加速产业升级和区域经济结构调整有关,需要强化技术与组织之间的互动,以促进更广泛的产业链整合和创新生态建设。

西部地区:多核心要素联动。驱动路径包括 X_1 和 X_2 两种组态。其中 X_1 以数字基础设施、数字技术创新和政府数字注意力分配为核心条件,表明西部地区可以在“技术-组织”的联合推动下实现“三链”融合发展; X_2 以数字技术创新、数字普惠金融和产业融合升级为核心条件,表明西部地区也可在“技术-环境”的联合推动下实现“三链”融合发展。这种模式反映出西部地区在资源配置、基础设施和政策支持方面的相对不足,需要通过多维度努力来补充短板。

通过横向对比可知,核心条件的数量呈现西部>中部>东部的特点,中、西部地区相较于东部地区实现“三链”融合发展需要更多数字经济核心要素的驱动,这从侧面反映出数字经济对中、西部地区实现“三链”融合发展的核心作用更为显著,杠杆作用更为明显,如同“雪中送炭”。相比之下,东部地区由于其产业基础相对完善,数字经济的作用则更多体现为“锦上添花”,主要通过数字技术创新单个核心要素来推动“三链”融合发展。同时,数字技术创新这一要素在所有组态均为核心条件,表明该要素的核心作用更为普遍。

4 结论及建议

4.1 结论

基于“技术-组织-环境”的分析框架,以 2012—2022 年全国 31 个省市为研究对象,采用耦合协调模型、动态 QCA 法探究了数字经济赋能区域“三链”融合发展的驱动路径。

1) 单个数字经济要素难以构成“三链”融合发展的必要条件,但是单个数字经济要素具有明显的时间效应和空间效应。从时间维度上看,6 个数字经济前因条件的必要性程度均逐年上升,各条件构成“三链”融合必要条件的时间节点均在 2016 年之后。从空间维度上看,政府数字注意力分配和数字普惠金融的必要性程度在“东-西”部地区间和“中-

西”部地区间均存在差异,而产业融合升级的必要性程度仅在“东-西”部地区间存在差异。

2) 存在 4 种数字经济赋能“三链”高融合发展的实现方式,按照核心条件的一致可将其划分为“技术驱动下的主体协同型”和“技术引领下的环境响应型”两类驱动路径。4 种实现方式在时间和空间维度上总体保持稳定。

3) 进一步对东、中、西部地区的组态进行异质性分析发现,组态核心条件的数量呈现西部>中部>东部的特点,表明数字经济对中、西部地区“三链”融合发展的杠杆作用更为显著,起到了“雪中送炭”的作用,而对东部地区“三链”融合发展则起到了“锦上添花”的作用。同时,数字技术创新对“三链”融合发展的核心作用更为普遍。

4.2 政策建议

1) 全面升级数字基础设施,构筑“三链”融合发展的坚实基础。随着数字经济的快速发展,数字基础设施成为推动“三链”深度融合的重要基础。政府应当加强数字基础设施的建设,通过增加互联网宽带接入端口、扩大 IPv4 地址分配、提高长途光缆线路覆盖率等措施,加速构建高速、稳定、安全的网络环境。数字基础设施全面升级不仅能吸引和培养数字经济领域的人才,还能加速科技成果的转化应用,推动传统产业的数字化转型,实现“三链”的有机融合与协同发展,从而提升区域经济的整体竞争力和创新能力。

2) 激发数字技术创新,推动“三链”融合发展的动力源泉。实证结果表明,数字技术创新是推动“三链”深度融合的关键驱动力。政府应当通过制定有力政策、提供财税优惠和研发补贴,鼓励企业、高校和科研机构加大在人工智能、区块链、大数据等关键技术领域的研发和应用。同时,加强知识产权保护,营造良好的创新生态环境,激发企业和科研机构的创新动力和创造活力。通过技术创新促进新产业、新业态的发展,推动产业结构优化升级。人才资源是实现技术创新的基础,而技术创新又能为产业发展提供动力,由此实现“三链”之间的互动促进和协同增效,共同推动区域经济高质量发展。

3) 强化数字普惠金融,激活“三链”融合发展的金融“活水”。数字普惠金融的发展是解决“三链”融合发展中资金瓶颈问题的有效途径。政府应当推动金融机构与科技企业的深度合作,利用互联网、大数据等技术手段,提供更加便捷、高效、低成本的金融服务。特别是要关注小微企业、创新创业项目以及乡村振兴中的金融需求,通过提供精准的金融产品

和服务,促进资金在人才培养、科技研发、产业升级等关键领域的有效流动和配置。通过金融创新激活经济发展的“活水”,进一步推动“三链”之间的融合。

4) 强化区域协调发展,推动“三链”融合的整体优化。首先,东部地区应充分利用其数字经济的领先优势,针对高新技术企业设立专项研发资金,鼓励其与科研机构深度合作,并通过设立创新成果产业化试点园区,加快技术应用的落地转化。其次,中部地区应重点推动技术与组织的协同发展,促使技术研发与企业需求精准对接,提升区域竞争力。最后,西部地区的数字基础设施相对落后,政府应加大投入力度,推动网络基础设施、云计算和大数据中心的建设,努力缩小区域差距。

本文在数字经济赋能“三链”融合发展方面做了一些有益的尝试,但仍存在一些局限:①动态 QCA 方法在解析变量间精细的因果关系方面仍存在不足,未来可考虑引入倾向得分匹配法、双重差分法等具备因果推断能力的方法,与动态 QCA 方法形成互补,从而更精准地剖析数字经济与“三链”融合间的因果机制;②对于可能存在的遗漏变量问题,未来可考虑将机器学习方法与动态 QCA 方法相结合,为组态分析提供更具针对性、更精简有效的变量组合。

参考文献:

- [1] 杜宇玮. 创新链与产业链互动融合:理论机制与实践路径[J]. 中共南京市委党校学报, 2023(6): 37-48.
DU Yuwei. Innovation chain and industrial chain integration: theoretical mechanism and practical path [J]. Journal of Party School of CPC Nanjing Municipal Committee, 2023(6): 37-48.
- [2] 齐平, 宋威辉, 高源伯. 数字经济对制造业“四链”融合的影响[J]. 当代财经, 2024(9): 127-138.
QI Ping, SONG Weihui, GAO Yuanbo. The impact of digital economy on the integration of the “Four Chains” in manufacturing industry [J]. Contemporary Finance and Economics, 2024(9): 127-138.
- [3] 柳毅, 赵轩, 杨伟. 数字经济对传统制造业产业链创新链融合的影响——基于中国省域经验的实证研究[J]. 浙江社会科学, 2023(3): 4-14, 156.
LIU Yi, ZHAO Xuan, YANG Wei. Research on the fusion effect of traditional manufacturing industrial chain and innovation chain driven by digital economy: empirical evidence from 31 Chinese provinces [J]. Zhejiang Social Sciences, 2023(3): 4-14, 156.
- [4] 姜兴, 张贵. 京津冀人才链与产业链耦合发展研究[J]. 河北学刊, 2022, 42(2): 170-176.
- JIANG Xing, ZHANG Gui. Research on the coupling development of the Beijing-Tianjin-Hebei qualified personnel chain and industry chain [J]. Hebei Academic Journal, 2022, 42(2): 170-176.
- [5] 宁吉喆. 中国式现代化的方向路径和重点任务[J]. 管理世界, 2023, 39(3): 1-18.
NING Jizhe. The direction, route and key tasks of a Chinese path to modernization [J]. Journal of Management World, 2023, 39(3): 1-18.
- [6] MARSHALL J J, VREDENBURG H. An empirical study of factors influencing innovation implementation in industrial sales organizations [J]. Journal of the Academy of Marketing Science, 1992, 20 (3): 205-215.
- [7] 林森, 苏竣, 张雅娴, 等. 技术链、产业链和技术创新链:理论分析与政策含义[J]. 科学学研究, 2001, 19 (4): 28-31, 36.
LIN Miao, SU Jun, ZHANG Yaxian, et al. Technology chain, industry chain and technology innovation chain: theoretical framework and policy implications [J]. Studies in Science of Science, 2001, 19(4): 28-31, 36.
- [8] 蔡翔. 创新、创新族群、创新链及其启示[J]. 研究与发展管理, 2002, 14(6): 35-39.
CAI Xiang. Innovation, innovation cluster, innovation chain and their implications [J]. R&D Management, 2002, 14(6): 35-39.
- [9] 游振华, 李艳军. 产业链概念及其形成动力因素浅析[J]. 华东经济管理, 2011, 25(1): 100-103.
YOU Zhenhua, LI Yanjun. Analysis on the concept of industry chain and dynamic factors of its integration [J]. East China Economic Management, 2011, 25(1): 100-103.
- [10] 赵晨, 林晨, 高中华. 人才链支撑创新链产业链的融合发展路径:逻辑理路、中美比较以及政策启示[J]. 中国软科学, 2023(11): 23-37.
ZHAO Chen, LIN Chen, GAO Zhonghua. Collaborative development path of talent chain supporting innovation chain and industry chain: theoretical path, comparison between China and the United States, and policy implications [J]. China Soft Science, 2023(11): 23-37.
- [11] 张晓兰, 黄伟熔. 我国产业链创新链融合发展的趋势特征、经验借鉴与战略要点[J]. 经济纵横, 2023(1): 93-101.
ZHANG Xiaolan, HUANG Weirong. Tendency characteristics, experience reference and strategic points on fusion development of industrial chain and innovation chain in China [J]. Economic Review Journal, 2023

- (1): 93-101.
- [12] 张婷婷, 张所地, 胡琳娜. 城市人工智能产业创新链与人才链融合的多元路径研究[J]. 软科学, 2024, 38(6): 1-6, 12.
ZHANG Tingting, ZHANG Suodi, HU Linna. Multiple paths of the integration of innovation chain and talent chain in the urban artificial intelligence industry [J]. Soft Science, 2024, 38(6): 1-6, 12.
- [13] 曹泽, 陶董. 组态视角下产业链和创新链耦合协调多元路径研究[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版), 2024(3): 12-25.
CAO Ze, TAO Dong. Research on multiple paths of coupling coordination between industrial chain and innovation chain from the perspective of configuration [J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology (Social Sciences Edition), 2024 (3): 12-25.
- [14] 蔡跃洲, 马文君. 数据要素对高质量发展影响与数据流动制约[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(3): 64-83.
CAI Yuezhou, MA Wenjun. How data influence high-quality development as a factor and the restriction of data flow[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2021, 38(3): 64-83.
- [15] 田秀娟, 李睿. 数字技术赋能实体经济转型发展——基于熊彼特内生增长理论的分析框架[J]. 管理世界, 2022, 38(5): 56-71.
TIAN Xiujuan, LI Rui. Digital technology empowers the transformation and development of real economy: an analysis framework based on Schumpeter's endogenous growth theory [J]. Journal of Management World, 2022, 38(5): 56-71.
- [16] 陶长琪, 周璇. 产业融合下的产业结构优化升级效应分析——基于信息产业与制造业耦联的实证研究[J]. 产业经济研究, 2015(3): 21-31, 110.
TAO Changqi, ZHOU Xuan. Effect analysis of industrial structure optimization and upgrading—empirical research on coupling of information industry and manufacturing [J]. Industrial Economics Research, 2015 (3): 21-31, 110.
- [17] 马茜, 张红兵, 廖薏. 数字基础设施建设、知识流动与城市高质量发展——准自然实验与空间溢出的经验证据[J]. 产业经济研究, 2022(6): 114-128.
MA Qian, ZHANG Hongbing, LIAO Meng. Digital infrastructure construction, knowledge flow and urban high-quality development: empirical evidence from quasi-natural experiments and spatial spillovers[J]. Industrial Economics Research, 2022(6): 114-128.
- [18] TORNATZKY L G, FLEISCHER M. The processes of technological innovation. Lexington books [M]. MA: Lexington Books, 1990.
- [19] GARCIA-CASTRO R, ARIÑO M A. A general approach to panel data set-theoretic research[J]. Journal of Advances in Management Sciences & Information Systems, 2016(2): 63-76.
- [20] 李旭辉, 张胜宝, 程刚, 等. 三大支撑带人工智能产业自主创新能力测度分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(4): 3-25.
LI Xuhui, ZHANG Shengbao, CHENG Gang, et al. Spatial imbalance and distribution dynamic evolution of the independent innovation ability of the artificial intelligence industry in the three support belts[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2020, 37 (4): 3-25.
- [21] 王进富, 邱婧, 张颖颖. 多要素驱动区域创新链耦合协调度提升的路径研究——TOE 框架下的 fsQCA 分析[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(4): 34-44.
WANG Jinfu, QIU Jing, ZHANG Yingying. The improvement path of coupling coordination degree of the multi-factor-driven regional innovation chain: an fsQCA analysis based on TOE framework[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40 (4): 34-44.
- [22] 张虎, 张毅, 韩爱华. 我国产业链现代化的测度研究[J]. 统计研究, 2022, 39(11): 3-18.
ZHANG Hu, ZHANG Yi, HAN Aihua. Research on the measurement of modernization of industrial chains in China [J]. Statistical Research, 2022, 39 (11): 3-18.
- [23] 袁航, 朱承亮. 国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J]. 中国工业经济, 2018(8): 60-77.
YUAN Hang, ZHU Chengliang. Do national high-tech zones promote the transformation and upgrading of China's industrial structure[J]. China Industrial Economics, 2018(8): 60-77.
- [24] 张欣艳, 谢璐华, 肖建华. 政府采购、数字经济发展与产业结构升级[J]. 当代财经, 2024(3): 43-55.
ZHANG Xinyan, XIE Luhua, XIAO Jianhua. Government procurement, digital economy development and industrial structure upgrading[J]. Contemporary Finance and Economics, 2024(3): 43-55.
- [25] 潘为华, 贺正楚, 潘红玉. 中国数字经济发展的时空演化和分布动态[J]. 中国软科学, 2021(10): 137-147.
PAN Weihua, HE Zhengchu, PAN Hongyu. Research on spatiotemporal evolution and distribution dynamics of digital economy development in China [J]. China Soft Science, 2021(10): 137-147.

- [26] 陶长琪, 丁煜. 数字经济政策如何影响制造业企业创新——基于适宜性供给的视角[J]. 当代财经, 2022 (3): 16-27.
TAO Changqi, DING Yu. How does the digital economic policy affect the innovation of manufacturing enterprises: from the perspective of suitable supply[J]. Contemporary Finance and Economics, 2022 (3): 16-27.
- [27] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. 经济学(季刊), 2020, 19(4): 1401-1418.
GUO Feng, WANG Jingyi, WANG Fang, et al. Measuring China's digital financial inclusion: index compilation and spatial characteristics[J]. China Economic Quarterly, 2020, 19(4): 1401-1418.
- [28] 张梓涵, 冉荟琴. 数字经济驱动乡村振兴的组态路径研究——基于省际面板数据的动态 QCA 分析[J]. 西部经济理论论坛, 2023, 34(6): 45-56.
ZHANG Zihan, RAN Huiqin. A study on the configurational pathways of rural revitalization driven by the digital economy: based on dynamic QCA analysis of inter-provincial panel data[J]. West Forum on Economy and Management, 2023, 34(6): 45-56.
- [29] RAGIN C C. The comparative method: moving beyond qualitative and quantitative strategies[M]. Oakland: University of California Press, 1987: 18-20.
- [20] SCHNEIDER C Q, WAGEMANN C. Set-theoretic methods for the social sciences: a guide to qualitative comparative analysis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- [31] 杜运周, 刘秋辰, 陈凯薇, 等. 营商环境生态、全要素生产率与城市高质量发展的多元模式——基于复杂系统观的组态分析[J]. 管理世界, 2022, 38(9): 127-144.
DU Yunzhou, LIU Qiuchen, CHEN Kaiwei, et al. Ecosystem of doing business, total factor productivity and multiple patterns of high-quality development of Chinese cities: a configuration analysis based on complex systems view[J]. Journal of Management World, 2022, 38(9): 127-144.
- [32] 谢小芹, 任世辉. TOE 框架下数字乡村试点建设路径的组态研究与区域比较——基于全国 76 个数字乡村试点的定性比较分析[J]. 电子政务, 2024(1): 63-77.

(责任编辑 周 蓓)

(上接第 475 页)

- [20] 王兆峰, 刘庆芳. 产业融合背景下运动休闲特色小镇的空间分异及形成因素 [J]. 地理科学, 2020, 40(8): 1310-1318.
WANG Zhaofeng, LIU Qingfang. Spatial differentiation and the forming factors of sports and leisure characteristic towns under the background of industry convergence[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40 (8): 1310-1318.
- [21] 童纪新, 吕晴. 长江经济带水足迹与省市规模时空关联格局及驱动因素研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(5): 961-972.
TONG Jixin, LÜ Qing. Spatio-temporal correlation pattern and driving factors between water footprint and provincial scale in Yangtze River Economic Belt [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2023, 32(5): 961-972.
- [22] 李庆高, 牛红光, 张保卫, 等. 基于核密度和 Voronoi 算法的点选取模型 [J]. 海洋测绘, 2020, 40(6): 29-33.
LI Qinggao, NIU Hongguang, ZHANG Baowei, et al. Point selection model based on kernel density and Voronoi algorithm [J]. Hydrographic Surveying and Charting, 2020, 40(6): 29-33.
- [23] 张志高, 杨佳慧, 陈河阳, 等. 2000—2021 年黄河流域化肥使用量与粮食产量时空变化特征 [J]. 水土保持通报, 2024, 44(2): 312-321, 332.
ZHANG Zhigao, YANG Jiahui, CHEN Heyang, et al. Spatial-temporal distribution characteristics of fertilizer application and grain yield in yellow river basin from 2000 to 2021[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2024, 44(2): 312-321, 332.
- [24] 陈绍友, 于晓霞. 成渝地区双城经济圈乡村旅游重点村空间分布特征及影响因素研究 [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2023, 40(4): 81-94.
CHEN Shaoyou, YU Xiaoxia. Research on spatial distribution characteristics and influencing factors of key rural tourism villages in Chengdu-Chongqing Economic Circle[J]. Journal of Chongqing Normal University (Natural Science), 2023, 40(4): 81-94.
- [25] 王凯丽, 黄祖辉. 乡村振兴背景下县域经济高质量发展的逻辑、优势和路径研究——以廉江市为例 [J]. 南方论刊, 2024, (5): 30-32, 42.

(责任编辑 王绪迪)