

资源编排视角下绿色技术创新驱动新质生产力发展的 组态路径研究

肖美丹¹ 蔡宝进¹ 沙德春²

(1.河南农业大学信息与管理科学学院,河南郑州 450046; 2.河南省社会科学院,河南郑州 451464)

摘要:绿色技术创新是推动生产力质态提升的内在驱动力,探寻绿色技术创新驱动新质生产力发展的组态路径既是重要的实践问题也是急需解决的科学问题。基于资源编排理论对时空视角探讨绿色技术创新驱动新质生产力发展的组态路径及其动态变化。研究发现:绿色技术创新单一要素不构成新质生产力发展的必要条件;绿色技术改造对区域新质生产力发展的重要性不断增强,生态改善与高新质生产力的必要关系呈现逐年上升趋势;驱动高新质生产力的组态有4类,即科教协同引领赋能型、绿色技术创新链优化驱动型、启智开源驱动型和技术—金融同频共振驱动型。研究揭示了区域依托绿色技术创新发展新质生产力的多元路径,为其高效培育和发展新质生产力提供了科学依据和实践引导。

关键词:新质生产力;绿色技术创新;资源编排理论;时空组态路径

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2025.06.007

CSTR: 15994.14.issn.1674.1544.2025.06.007

中图分类号: F124

文献标识码: A

Research on the Configuration Path of Green Technological Innovation Drives New Quality Productivity from the Perspective of Resource Orchestration

XIAO Meidan¹, CAI Baojin¹, SHA Dechun²

(1. College of Information and Management Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046;
2. Henan Academy of Social Sciences, Zhengzhou 451464)

Abstract: Green technological innovation is an intrinsic driving force for the qualitative improvement of productivity. Exploring the configuration path of green technological innovation driving the development of new quality productivity is not only an important practical issue but also an urgent scientific problem to be solved. Based on the theory of resource orchestration, this paper explores the configurational paths and dynamic changes of green technology innovation driving the development of new quality productivity from a spatiotemporal perspective. The research finds that a single element of green technological innovation does not constitute a necessary condition for the development of new quality productivity; the importance of green technology transformation for regional new quality productivity development is constantly increasing, and the necessary relationship between ecological improvement and high-quality productivity shows an upward trend year by year; the configurations driving high-quality productivity include four types: science and education

作者简介:肖美丹(1977—),女,河南农业大学信息与管理科学学院教授、硕士生导师,研究方向为技术创新管理(通信作者);蔡宝进(2000—),女,河南农业大学信息与管理科学学院硕士生,研究方向为科技创新管理;沙德春(1982—),男,河南省社会科学院研究员,研究方向为科技创新管理。

基金项目:国家社会科学基金项目“基于创业生态系统的乡村高质量发展机理与路径研究”(23BGL084)。

收稿时间:2025年8月18日。

collaborative leading and empowering type, green technological innovation chain optimization driving type, enlightenment and open source driving type, and technology-financial resonance driving type. The research reveals the multiple paths for regions to develop new quality productivity relying on green technological innovation, providing a scientific basis and practical guidance for the efficient cultivation and development of new quality productivity.

Keywords: new quality productivity, green technological innovation, resource orchestration theory, spatiotemporal configuration path

0 引言

绿色循环低碳发展是当今时代科技革命和产业变革的方向,加快绿色科技创新和先进绿色技术推广应用已是大势所趋。培育和发展新质生产力有利于构建新型的生产关系和商业模式,优化产业结构和就业结构,实现新时代现代化发展^[1]。习近平总书记指出:“绿色发展是高质量发展的底色,新质生产力本身就是绿色生产力。”这一论断阐明了新质生产力与绿色发展的内在联系。发展绿色生产力致力于摒弃传统模式中牺牲生态环境换取一时一地经济增长的做法,高度谋划人与自然和谐共生^[2]。生产发展与环境保护的关系是人类社会发展史的永恒课题,处理好两者的关系有助于社会迈上更加高效、更加安全、更可持续的发展道路,形成生产力发展的新质态,实现生产力水平的巨大提升与突破性发展。新质生产力由技术革命性突破催生,其特点是创新,新质生产力追求低碳环保,其底色是绿色,因此绿色技术创新在新质生产力形成与发展过程中不可或缺。新质生产力对绿色技术创新提出迫切的发展要求,“逐‘绿’而行,向‘新’而兴”已成为中国发展趋势。鉴于此,本文从时空视角基于面板QCA方法对绿色技术创新驱动新质生产力的前因组态路径、影响机制与演化规律进行探讨。

1 理论基础与作用机制

1.1 新质生产力与绿色技术创新

新质生产力是以技术创新为核心,依托更高素质的劳动者、更加先进的生产工具和更广泛的劳动对象,形成的具有强大动能、引领社会发展的新时代先进生产力质态^[3]。新质劳动者不仅

具有更高的知识、技能和创新能力,还具备适应颠覆性技术变革和复杂生产环境的能力。战略人才、顶尖科技人才、创新型工程技术人才及技能熟练的技术工人是新质生产力得以实现的关键力量^[4]。新质劳动资料是新质生产力的动力源泉。劳动资料包括生产工具、设备、原料等。新一代信息技术、先进制造技术、新材料技术等催生高效生产工具和先进设备,促进生产方式的智能化和个性化发展。新质劳动对象是新质生产力的加工对象,也是新型生产活动的基础,包括原材料、半成品以及自然界中的物质资源。科技创新通过扩展可利用自然资源和创造新物质资料有效拓展了劳动对象的种类和形态^[5]。

绿色技术创新是指因地制宜根据自然环境、产业结构和发展阶段制定技术解决方案,致力于通过绿色技术的突破性研发、广泛性应用与扩散推动地区可持续发展。它不仅强调绿色技术本身,还着眼于该技术在区域层面的推广、实施和整合,旨在解决区域内特定环境、资源和社会经济问题,实现区域经济的低碳、环保转型。绿色技术创新也体现在技术市场适配性、产品的环保性和生产工艺等方面,产业结构升级是地区通过绿色技术创新节能减排的关键^[6]。消费者的需求变化通过市场反馈机制为绿色技术创新提供方向。市场激励推动区域双创主体协作,形成绿色产业链条^[7]。绿色技术创新涉及区域政府、企业、研发机构和社会组织的协同合作,政府通过政策支持、资金投入、创新平台建设等方式引导企业和科研机构在绿色技术领域研发与应用,通过绿色产品与服务培育绿色消费意识,形成良性的绿色技术创新生态圈^[8]。此外,技术交流和合作能够加速绿色技术的普及和推广,区域间的合作与

技术外溢加速绿色技术在更大范围内的应用,提高整体绿色技术创新水平,加速区域经济绿色转型,实现高质量发展。

1.2 资源编排视角下绿色技术创新驱动新质生产力发展的理论机制

资源编排理论是一种超越资源基础观静态视角的战略管理框架,旨在揭示如何通过动态管理过程将异质性资源转化为可持续竞争优势。该理论认为,竞争优势的真正来源并非资源禀赋本身,而是对资源进行系统性编排的能力^[9]。其核心机制包含3个相互关联的环节:资源构建(通过识别、获取与开发形成独特的资源组合)、资源捆绑(将既有资源通过结构化整合与重构转化为特定组织能力)与资源利用(通过能力部署实现市场价值创造)^[10]。资源编排理论为解析区域绿色技术创新驱动新质生产力发展提供了较为合适的理论视角,其完整涵盖了从要素积累到价值创造的动态过程,有利于系统阐释绿色科技资源从离散要素转化为绿色技术创新动能,最终实现生产力跃迁的内在机制。

资源构建是区域基于绿色战略愿景,系统性地识别、获取、开发以及培育具有鲜明的“绿色”与“创新”双重属性的科技资源,包括人力资源、财力资源、物力与技术资源、知识资源以及制度资源等,其成效直接体现为区域绿色科技资源的规模量级与战略结构^[11]。资源构建的动态过程表现为区域对内外资源进行考察与评估,锁定关键领域弥补资源短板,对引入资源进行本土化集成与二次创新^[12],建设共享平台促进技术消化与吸收,加速技术转化产生附加效益,包括生态效益、低碳实效以及绿色理念普及等,且通过布局基础研究、设立交叉学科、构建绿色金融体系等方式营造绿色创新氛围,形成结构合理、动态演进的绿色科技资源池。资源构建预设了区域绿色技术创新的基调与潜能,为后续通过资源捆绑实现新质生产力跃升奠定了不可或缺的实体基础。

在作为衔接要素积累与价值创造的核心枢纽,资源捆绑起到价值催化作用。其本质在于通

过一系列结构化机制^[13],对已构建的分散绿色科技资源进行主动整合、重构与协同,从而催化形成独特的、动态的绿色技术创新能力。区域推动产学研用深度融合,构建以企业为主体、市场为导向的绿色技术创新联合体,打通新能源汽车、光伏、低空产业等绿色产业链,形成强大的协同创新能力。此外,有效利用工业互联网和产业大数据精准识别绿色技术缺口、匹配创新资源,实现数据要素与传统资源的智能化、高效化捆绑,催生单一资源无法独立形成的区域绿色技术创新能力^[14]。资源捆绑将绿色科技资源禀赋转化为区域动态竞争优势,直接决定了绿色科技资源构建所积累的潜力能否被有效激活,并为最终的价值创造提供能力支撑。

资源利用阶段将绿色技术创新嵌入具体的产业网络、商业模式和社会认知等场景中,在经济社会系统中进行价值检验与价值创造,驱动区域生产力发展模式发生质变。一方面,区域将绿色技术创新能力嵌入传统生产流程,构建能源一体化管控平台,通过工艺革新和系统优化实现循环低碳模式转型^[15]。另一方面,将技术能力与市场需求相结合,壮大新兴产业,创新商业模式,催生新的经济增长点。碳排放市场、绿色认证、合同能源管理等新业态引领区域企业占据绿色价值链高端环节,实现价值创造的范式转变。此外,光伏+农业、风电+渔业等“新能源+”的产业融合模式可以建立跨领域的资源共享机制,就近消纳能源能够有效减少传输损耗,实现价值最大化。

基于生产力三要素视角,资源利用阶段的价值创造通过三大要素的协同升级得以彰显。一是新型劳动者得以催生,劳动者向掌握绿色技能与数字技术的知识创造者转型,碳排放管理员与能源系统工程师等新型劳动者的劳动性质实现从操作执行向系统设计与绿色创新的根本性跃迁。二是绿色技术创新物化为新型劳动资料,使生产工具向智能化、绿色化迭代,工业互联网平台与人工智能算法成为生产系统的运行中枢,碳捕集装置等绿色技术装备成为清洁生产的物质基础。三

是新型劳动对象得以拓展，将二氧化碳、废弃物重新定义为“城市矿产”，使数据与可再生能源成为关键生产要素，实现了劳动对象从传统资源向循环资源与数字资源的战略性拓展。此外，三者的转型升级并非孤立发生，新型劳动者运用绿色创新技术与智能工具，对新型资源进行精准配置与价值创造，构成一个高效、循环、智能的先进生产系统，驱动区域全要素生产率提升与产业质态变革，推动新质生产力跃升。

资源编排视角下区域绿色技术创新驱动新质生产力发展机制构成一个动态循环的生态系统，通过多重反馈实现系统自我强化与持续演进。资源利用阶段通过市场信号反向塑造资源捆绑模式，绿色技术成果在市场转化中遭遇瓶颈或识别出新需求时，暴露了原有创新能力结构的缺陷，进而驱动区域调整其资源整合与重组策略，优化产学研协同机制或重构创新网络，实现能力体系的迭代升级。此外，资源捆绑与利用阶段共同指引资源构建的战略方向。能力培育过程能够精准揭示关键资源要素缺口，而市场价值回报则为新一轮资源积累提供资本与动力。信息反馈使区域的要素投入从初始的广泛积累转向有针对性的“精准补强”，聚焦于未来竞争优势的前瞻性布局。螺旋式上升的增强循环在更高层级上优化区域的资源禀赋、创新架构与价值创造效率，从而形成新质生产力持续涌现的内生动力。

资源编排视角下绿色技术创新驱动新质生产

力的理论机制见图 1。

2 研究设计

2.1 研究方法：面板 QCA

面板 QCA 方法依托条件与结果，反推出将资源条件与价值创造连接起来的有效组态路径，所得组态本质上是绿色技术创新能力形成与资源利用价值实现这一完整动态过程的静态因果表征与成功路径实证，是对“何种资源通过何种方式被整合并成功转化为价值”的完整回答，避免了将“捆绑”与“利用”机械割裂，揭示了新质生产力跃升的内在因果复杂性，这在一定程度上确保了理论逻辑与实证检验的统一。此外，资源编排阶段间非线性反馈机制能够有效解释不同科技资源禀赋区域通过差异化路径实现绿色发展的殊途同归现象，与定性比较分析方法理论较为契合，故本文选取面板 QCA 方法对绿色技术创新驱动新质生产力提升的组态路径进行探究。面板 QCA 方法映射机制见图 2。

2.2 变量测度与数据来源

本文选取 2013—2022 年全国 30 个省份（由于样本数据来源限制，本研究暂未包含西藏、香港、澳门和台湾）为样本，研究数据来自《中国高技术产业统计年鉴》《中国火炬统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及国家统计局和各省份统计年鉴。在数据收集的过程中，缺失的数据采用线性插值法补全。

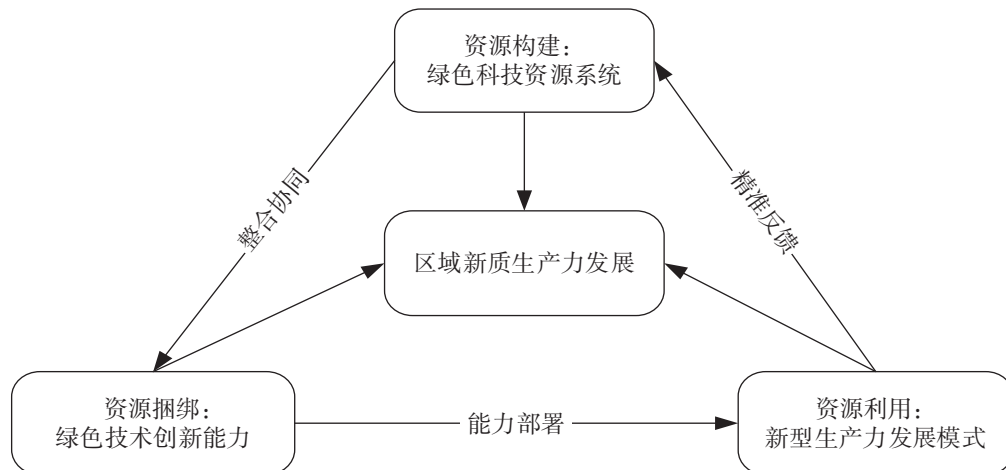


图 1 资源编排视角下绿色技术创新驱动新质生产力的理论机制

(1) 新质生产力。本文从新质劳动者、新质劳动资料和新质劳动对象 3 个维度进行测度与评价，选取 15 个具体指标构建新质生产力指标体系，并通过熵值法测算新质生产力发展水平。其指标体系及对应属性见表 1。

(2) 绿色科技资源构建。绿色科技资源构建从资源本体、资源转化、资源扩散和构建支撑 4 个方面进行衡量。具体指标如表 2 所示。

2.3 变量校准

参考现有理论和研究，根据变量数值特征，采用直接校准法。设定 95% 分位数、50% 分位数和 5% 分位数为校准基准点，分别代表完全隶属、

交叉点和完全不隶属。校准结果见表 3。

3 实证分析

本文采用 R 语言环境下的面板 QCA 方法对绿色技术创新驱动新质生产力发展的单要素必要性和多要素组态充分性及其时空效应进行探讨分析。

3.1 单要素的必要性分析

一般而言，一致性水平高于 0.9 的条件变量可视为结果变量的必要条件。面板 QCA 结果分析中通过汇总一致性和一致性调整距离对单个要素的必要性进行判断。当一致性大于 0.9 且一致

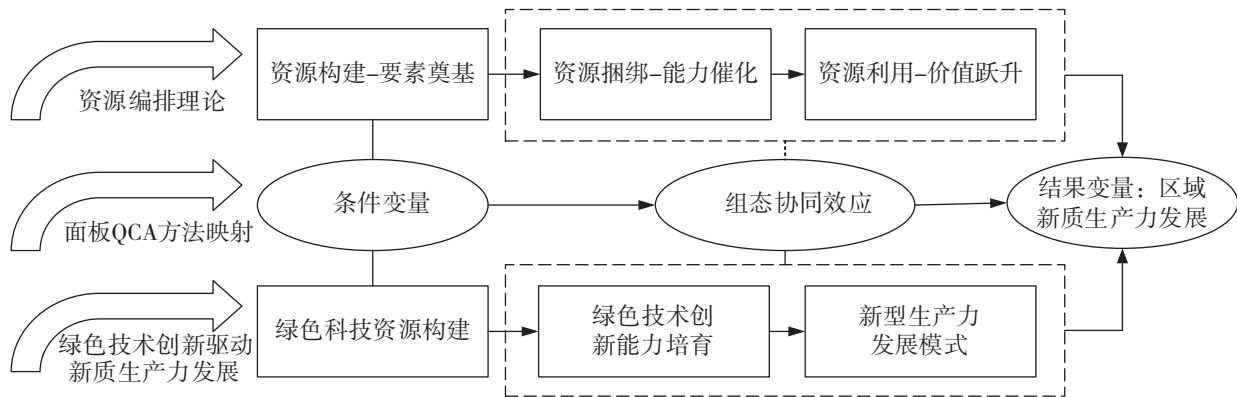


图 2 面板 QCA 方法映射机制

表 1 新质生产力

维度	一级指标	二级指标	单位	属性
新质劳动者	受教育程度	平均受教育年限	年	+
	科技能力	每万人研究与试验发展人员数	人	+
		每万人高技术研发人员数	人	+
	产出能力	居民人均工资性收入	元	+
创业活跃度		—	+	
新质劳动资料	能源消耗	新能源发电比重	—	+
	资料流通	电子商务销售额	亿元	+
		电信业务总量	亿元	+
	技术渗透	数字技术创新项目数	个	+
		每万人中 5G 移动用户数	人	+
新质劳动对象	战略性新兴产业和未来产业	战略性新兴产业项目成交数量	项	+
		新材料上市企业数量	个	+
		新材料产业产值	万元	+
		人工智能企业数量	个	+
		机器人安装密度	—	+

表 2 绿色科技资源构建

一级指标	二级指标	测度指标	单位
资源本体	人力资源	高技术产业 R&D 活动人员折合全时当量	人年
	财力资源	规模以上工业企业 RD 经费支出	万元
	载体资源	国家火炬计划特色产业基地内企业数量	个
资源转化	信息资源	绿色发明专利授权数	件
	生态价值	新增矿山生态修复土地面积增长率	%
		森林覆盖率	%
	低碳实效	工业二氧化硫排放减少率	%
		工业废水排放减少率	%
		工业固体废物综合利用量/产生量	%
社会普及	城市生活垃圾无害化处理能力	吨/日	
资源扩散	技术转移	国家技术转移机构重大技术转移项目成交数量	项
	技术改造	技术改造经费支出	万元
	技术引进消化吸收	高技术产业消化吸收经费支出	万元
构建支撑	金融环境	绿色金融指数	—
	教育环境	高等学校专任教师数/普通高等学校在校学生数	%
		高等学校科技产出中有效发明专利数	件
		高等学校 R&D 课题数	项

表 3 变量校准

变量分类	变量名称	符号	完全隶属	交叉点	完全不隶属	
结果变量	新质生产力	<i>Y</i>	829.400	535.500	675.100	
条件变量	资源本体	人力资源	<i>A</i>	118 783.755	13 519.500	395.615
		财力资源	<i>B</i>	16 753 382.450	2 520 698.000	113 873.190
		载体资源	<i>C</i>	27 118.750	2 308.500	33.500
	资源转化	信息资源	<i>D</i>	18 923.850	2 360.500	259.050
		生态价值	<i>E</i>	9 089.697	972.040	28.735
		低碳实效	<i>F</i>	26 513.087	7 332.596	1 447.055
		社会普及	<i>G</i>	71 166.450	19 524.000	3 885.500
	资源扩散	技术转移	<i>H</i>	336.600	38.000	1.000
		技术改造	<i>I</i>	812 313.975	51 895.850	1 652.400
		技术引进消化吸收	<i>J</i>	29 419.440	1 098.100	14.140
	构建支撑	金融环境	<i>K</i>	9.034	4.667	0.773
		教育环境	<i>L</i>	45 233.587	10 988.927	992.633

性调整距离小于 0.2 时，则为必要条件；若一致性调整距离大于 0.2，则结合面板数据进一步分析必要关系的时间效应与空间效应。由表 4 可知，所有条件变量汇总一致性均小于 0.9，但存在一致性调整距离大于 0.2 的情况。为此，进一步逐年分析组间、组内的一致性与覆盖度。

组间一致性调整距离大于 0.2 的因果组合有 9 种，见表 5。除情况 2 外的 8 种因果组合各年份一致性均小于 0.9，故不存在必要关系。虽然情况 2 在 2013—2016 年的一致性均大于 0.9，但覆盖度低于 0.5，因此不构成必要条件。由于不同省份在绿色技术创新研发投入、人才储备、市

表4 必要条件分析

条件变量	高新质生产力 (Y)				非高新质生产力 (~Y)			
	汇总一致性	汇总覆盖度	组间一致性调整距离	组内一致性调整距离	汇总一致性	汇总覆盖度	组间一致性调整距离	组内一致性调整距离
A	0.819	0.85	0.075	0.218	0.420	0.619	0.127	0.254
~A	0.633	0.435	0.127	0.251	0.895	0.976	0.069	0.040
B	0.862	0.847	0.035	0.153	0.440	0.614	0.190	0.440
~B	0.607	0.433	0.107	0.262	0.891	0.902	0.035	0.185
C	0.772	0.866	0.058	0.327	0.382	0.609	0.107	0.505
~C	0.652	0.426	0.167	0.240	0.816	0.851	0.040	0.178
D	0.896	0.849	0.144	0.109	0.454	0.611	0.112	0.389
~D	0.589	0.432	0.157	0.254	0.888	0.924	0.132	0.120
E	0.669	0.642	0.219	0.240	0.569	0.775	0.172	0.280
~E	0.766	0.556	0.351	0.189	0.737	0.760	0.282	0.189
F	0.878	0.804	0.081	0.102	0.485	0.631	0.126	0.367
~F	0.596	0.449	0.176	0.262	0.849	0.908	0.109	0.182
G	0.879	0.804	0.081	0.102	0.486	0.631	0.126	0.363
~G	0.596	0.45	0.276	0.262	0.849	0.909	0.109	0.178
H	0.721	0.782	0.138	0.338	0.379	0.584	0.182	0.509
~H	0.616	0.412	0.191	0.254	0.858	0.814	0.098	0.156
I	0.669	0.761	0.638	0.251	0.412	0.665	0.273	0.425
~I	0.705	0.458	0.193	0.203	0.852	0.785	0.127	0.145
J	0.463	0.804	0.389	0.461	0.218	0.613	0.081	0.614
~J	0.777	0.421	0.142	0.156	0.821	0.709	0.150	0.105
K	0.839	0.717	0.052	0.182	0.540	0.655	0.173	0.363
~K	0.596	0.477	0.178	0.291	0.766	0.871	0.023	0.254
L	0.887	0.805	0.092	0.149	0.475	0.612	0.191	0.381
~L	0.572	0.434	0.368	0.276	0.848	0.915	0.127	0.156

表5 调整距离大于0.2的组间数据

因果组合情况			年份									
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
情况1	E/Y	组间一致性	0.605	0.599	0.503	0.614	0.607	0.685	0.707	0.753	0.749	0.732
		组间覆盖度	0.702	0.641	0.573	0.672	0.585	0.626	0.611	0.611	0.653	0.739
情况2	~E/Y	组间一致性	0.810	0.800	0.852	0.766	0.560	0.714	0.753	0.711	0.747	0.780
		组间覆盖度	0.642	0.651	0.669	0.713	0.784	0.873	0.825	0.847	0.855	0.830
情况3	~G/Y	组间一致性	0.850	0.849	0.810	0.733	0.450	0.439	0.401	0.341	0.373	0.256
		组间覆盖度	0.683	0.653	0.718	0.860	0.913	0.944	0.923	0.933	0.983	0.967
情况4	I/Y	组间一致性	0.954	0.96	0.964	0.922	0.879	0.766	0.705	0.598	0.561	0.634
		组间覆盖度	0.419	0.428	0.440	0.480	0.569	0.652	0.678	0.688	0.737	0.728
情况5	J/Y	组间一致性	0.747	0.720	0.691	0.679	0.640	0.612	0.565	0.527	0.490	0.469
		组间覆盖度	0.346	0.341	0.355	0.396	0.426	0.503	0.515	0.562	0.598	0.637
情况6	~L/Y	组间一致性	0.737	0.763	0.718	0.689	0.758	0.705	0.670	0.657	0.594	0.558
		组间覆盖度	0.393	0.391	0.400	0.392	0.406	0.441	0.521	0.521	0.573	0.606
情况7	~E/~Y	组间一致性	0.880	0.846	0.819	0.837	0.727	0.678	0.624	0.565	0.562	0.700
		组间覆盖度	0.826	0.821	0.773	0.799	0.745	0.732	0.719	0.716	0.671	0.692
情况8	I/~Y	组间一致性	0.467	0.455	0.479	0.416	0.299	0.412	0.486	0.451	0.514	0.579
		组间覆盖度	0.792	0.807	0.778	0.711	0.661	0.863	0.638	0.592	0.535	0.530
情况9	J/~Y	组间一致性	0.417	0.429	0.394	0.318	0.161	0.155	0.178	0.148	0.157	0.130
		组间覆盖度	0.716	0.718	0.722	0.684	0.517	0.437	0.490	0.446	0.376	0.422

场需求和合作网络等方面存在显著差异，组内一致性调整距离大于 0.2 的情况较为普遍。但一致性大于 0.9 的案例地区覆盖度均低于 0.5，故不存在典型案例，不做必要性的空间效应分析。由此可见，绿色技术创新单个条件与新质生产力发展均不构成必要关系，即各前因条件均不能完全成为新质生产力发展的瓶颈。有必要考虑绿色技术创新多个条件变量之间的协同作用与组态效应对新质生产力发展的影响。值得注意的是，生态改善 (E)、技术改造 (I)、技术消化吸收 (J) 与新质生产力 (Y) 之间的一致性呈现较为明显的时间效应与对照关系，故对其进行进一步分析。

绿色技术创新实现的区域生态改善 (E) 与高新质生产力 (Y) 的协同效应增强，见图 3。由此可以从以下两个方面进行解释。

(1) 生态环境治理与绿色发展趋势。自党的十八大以来，中国明确提出“绿色发展”理念，倡导环保优先、生态优先的政策取向，旨在通过提升资源利用效率、降低污染排放和保护生态环境推动经济可持续发展。从 2014 年生态文明试点示范区的建立到 2024 年国家生态产品价值实现机制试点的确定，政府加强了生态治理的立法和执行力度，通过完善环境法律体系，建立生态保护红线，推动生态环境保护从“治污”向“源头治理”和“生态修复”转变。生态文明建设促进地区环境投资和人才聚集，还有助于加强产业基础设施和组织结构，从而提高绿色技术创新水平^[17]。健康与稳定的生态系统能够支持节能高

效的新型生产方式，绿色生产则有效减缓环境退化，增强生态系统的恢复力和承载力，实现资源高效利用与循环经济，推动新质生产力发展。

(2) 产业绿色转型与绿色技术创新趋势。图 3 展示了情况 1 的组间一致性变化。曲线自 2015 年开始呈现逐步上升趋势。从我国政策引导来看，2015 年发布了《中国制造 2025》，引导中国制造业绿色转型，推动绿色制造体系建设，鼓励企业采用节能环保技术实现清洁生产，减少资源浪费和污染排放，这可能是图 3 曲线从 2015 年开始呈现逐步上升趋势的原因之一。环保政策不断加强，税收优惠和绿色信贷等激励措施接连涌现以及产业绿色转型的迫切需求推动绿色技术的不断创新和进步，绿色技术创新大幅降低能耗，加速新能源、新材料和环保技术等新兴产业壮大，促成绿色投资、绿色信贷和绿色债券等绿色金融产品的产生，绿色金融和环境法规协调促进区域绿色技术创新^[18]，为各行各业创造新的增长点，有效增强经济的可持续性和韧性、为新质生产力发展提供了强大动力。

绿色技术创新中技术改造 (I) 和技术引进消化吸收 (J) 与高新质生产力 (Y) 的必要关系水平差距由小变大，见图 4。由此可以从以下两个方面进行解释。

(1) 打破外部技术依赖和绿色技术自主创新趋势。在全球技术竞争加剧背景下，为确保关键技术不受外部政治因素干扰、维护国家产业安全和提升经济竞争力，中国技术正从“跟跑”向

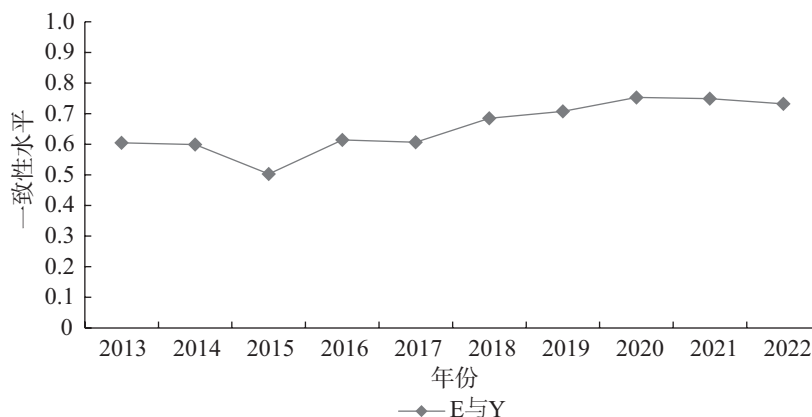


图 3 情况 1 的组间一致性变化

“并跑”和“领跑”转变，技术改造和自主创新成为打破外部技术瓶颈的关键。全球化进程中环境问题呈现跨国性和全球性特点，绿色技术创新逐渐成为国际社会的共同目标。目前，中国已经在太阳能光伏、风力发电、新能源汽车的产业化应用领域形成一批国际竞争力较强的技术产品和企业，中国绿色技术在海外市场逐步获得认可，并通过“走出去”战略扩大全球市场影响力。绿色技术自主创新使生产力在更加环保和高效的模式下发展，促进全社会的可持续发展，为中国发展新质生产力创造条件。

(2) 绿色产业链自主可控和核心竞争力提升趋势。为确保关键绿色技术和产业环节不依赖于外部，提升国内绿色产业的核心竞争力和风险控制能力，中国出台了一系列政策扶持绿色产业并推动关键环节实现自主可控，提出加强绿色技术创新、绿色标准体系建设和绿色市场产品化等措施，推动绿色产业链优化升级，致力于借“含绿量”提升发展产业“含金量”。绿色产业链自主可控催生新能源产业、节能环保产业和绿色建筑产业等新兴产业和配套产业，且促进高技术人才的培养和聚集，利于实现中国经济向绿色低碳和可持续方向发展的目标，提升中国经济核心竞争力^[19]。

3.2 条件组态的充分性分析

3.2.1 总体组态结果分析

实现高/非高新质生产力整体解的总体一致

性分别为 0.962 和 0.979，可分别解释 67.1% 和 72.6% 的样本案例，各组态路径的组间一致性调整距离和组内一致性调整距离均低于 0.2，体现了总体路径的较高解释力，说明 5 类组态是高/非高新质生产力的充分条件。对组态结果从要素视角进行横向分析可知，技术创新载体、绿色技术成果的转化、绿色金融的推广以及教育环境的优化对推动新质生产力发展起到关键作用。利用纵向分析即要素视角，对各组态路径进行进一步解释分析。高新质生产力的前因组态 (M1 ~ M4) 见表 6，非高新质生产力的前因组态 (M5) 见表 7。

M1: 科教协同引领赋能型。该模式主要包括组态 a1、组态 a2、组态 a3。3 个组态的一致性均大于 0.97，可分别解释 45.8%、31.2% 和 41.8% 的样本案例。该路径揭示了绿色科技成果和教育环境的协同作用成为绿色技术创新驱动新质生产力发展的关键。良好的教育环境能够为绿色技术创新提供基础智力支持，在社会中培养具有环保意识 and 创新能力的人才，从而为绿色技术成果的研发、推广、实施和普及提供新质劳动者。高校是知识创新的源泉和技术创新的催化剂，通过绿色技术基础研究、应用研究、人才培养和跨界合作推动绿色技术的发展和应用^[20]。绿色科技成果的研发与应用促使产学研合作，优化区域教育体系，利于培育高素质人才。绿色技术融合和绿色产业集聚形成协同创新的生态圈，人才链、产业

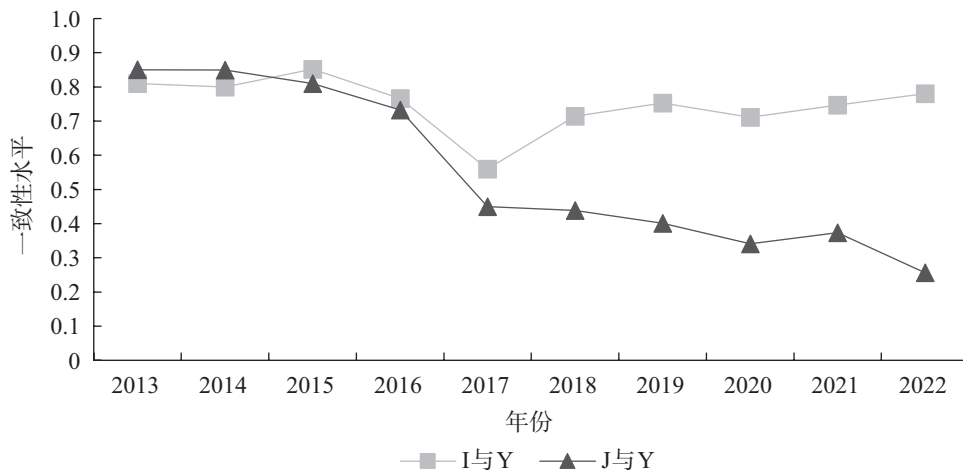


图 4 情况 4 与情况 5 的组间一致性变化

链和创新链有效对接促成新质生产力发展，实现经济绿色转型与社会可持续发展^[21]。

M2：绿色技术创新链优化驱动型。该模式主要包括组态b1和组态b2。两个组态的一致性和覆盖度较高，可分别解释42.9%、42.7%的样本案例。该组态表明，技术创新载体、绿色科技成果和技术转移可作为核心要素引领绿色技术创新驱动新质生产力发展，包含绿色技术创新的孵化、研发和应用，打通绿色技术创新链的关键节点实现新质生产力跃升。技术创新载体不仅提供资金、平台和合作网络促成绿色科技成果的产生，也为绿色科技成果转化与实际生产力提供渠道。技术转移扩散促进绿色创新成果的广泛应用，缩短技术差距，推动新兴技术在不同领域和

地区的应用，提高生产效率和资源利用率。在全球技术合作背景下，技术转移和扩散推动全球知识共享，有助于实现技术、人才和资本的跨区域流动，促进社会整体福利提升。鼓励企业主动全面披露高水平的环境信息，对外释放绿色技术供需信号，有利于绿色技术在企业间的充分流动与扩散^[22]。作为“一带一路”倡议的一部分，中国通过技术转移、合作项目和资金支持帮助了许多发展中国家和地区推广清洁能源技术，特别是在太阳能、风能、水力发电等方面的应用。新能源技术的普及推动电池储能、智能电网、绿色建筑等相关行业的发展，促进区域经济绿色转型，为发展绿色新质生产力创造动力。

M3：启智开源驱动型。该模式主要是组态

表6 高新质生产力的前因组态

条件变量	M1			M2		M3		M4	
	组态 a1	组态 a2	组态 a3	组态 b1	组态 b2	组态 c1	组态 c2	组态 d1	组态 d2
A	●	●	●	●	●	●	●	●	●
B	●	●	●	●	●	●	●	●	⊗
C	●	●	●	●	●	●	●	●	⊗
D	●	●	●	●	●	●	●	●	●
E	⊗	⊗	⊗			●			
F	●	●	●	●	●	●	●	⊗	
G	●	●	●	●	●	●	●	⊗	
H	●			●	●	⊗	●	●	●
I		●	●	●		●	●	●	⊗
J		●			⊗		●		⊗
K	●		●	●	●	⊗	●	●	●
L	●	●	●			●	●	⊗	●
一致性	0.978	0.973	0.976	0.972	0.971	0.987	0.993	0.988	0.960
PRI	0.933	0.912	0.908	0.915	0.901	0.852	0.973	0.775	0.766
覆盖度	0.458	0.312	0.418	0.429	0.427	0.246	0.267	0.123	0.286
唯一覆盖度	0.014	0.011	0.013	0.025	0.010	0.016	0.005	0.002	0.027
组间一致性调整距离	0.035	0.046	0.040	0.035	0.046	0.023	0.012	0.017	0.063
组内一致性调整距离	0.062	0.044	0.062	0.054	0.054	0.040	0.036	0.036	0.069
总体PRI	0.896								
总体一致性	0.962								
总体覆盖度	0.671								

注：●表示核心条件存在；⊗表示核心条件缺失；●表示边缘条件存在；⊗表示边缘条件缺失；“空格”表示条件可有可无。

c1 和组态 c2。两个组态一致性均大于 0.98，且分别覆盖 24.6% 和 26.7% 的样本案例。该组态的核心条件为创新载体和教育环境。教育环境是绿色技术创新的智慧起点，创新载体通过资源共享实现技术孵化与产业对接。技术创新载体帮助绿色技术开发、绿色产业应用和市场供需匹配，为教育提供了生动的实践案例和研究课题。学生和科研人员通过与企业的合作学习前沿技术的实际研究与应用，将理论知识转化为实践能力，实现教育内容和方式的整体创新。新型教育模式为绿色知识普及与转化、绿色技术创新和绿色产业转型升级奠定基础，催生新型人才、先进绿色技术和新兴绿色产业，为新质生产力发展作出贡献。

M4：技术—金融同频共振驱动型。该模式主要包括组态 d1 和组态 d2。两个组态的一致性较高，但覆盖度相对较低，可分别解释 12.3% 和

28.6% 的样本案例。科技成果和金融环境作为核心条件存在于该组态中。绿色技术创新为金融提供了新的投资机会和增长点，绿色金融则为绿色技术创新提供融资渠道，通过市场化机制、风险评估和投资策略促进绿色技术的快速发展和市场化应用，引导资本流向绿色技术和绿色产业，绿色保险、绿色信贷和风险识别服务，有效降低绿色技术的研发风险。绿色金融产品使环境效益标准更加明确，促进绿色项目优先得到资金支持，形成绿色资本的良性循环，利于绿色产业链优化与完善^[23]。绿色产业的崛起能够有效应对环境挑战，创造新的就业机会，形成具有竞争力的绿色新质生产力。

M5：绿色意识与创新资本缺失型。该模式包括 7 条路径（组态 e1 ~ 组态 e7），各路径一致性水平均高于 0.96，结果见表 7。该组态表明，

表 7 非高新质生产力的前因组态

条件变量	M5						
	组态 e1	组态 e2	组态 e3	组态 e4	组态 e5	组态 e6	组态 e7
A	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
B	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
C	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗
D	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
E			⊗	●	●	●	⊗
F	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
G	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
H	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	●
I	⊗	⊗		⊗		⊗	●
J	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗
K		⊗	●	⊗	⊗	⊗	⊗
L	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	●
一致性	0.984	0.979	0.993	0.977	0.977	0.977	0.969
PRI	0.971	0.962	0.977	0.938	0.938	0.937	0.752
覆盖度	0.661	0.607	0.333	0.390	0.390	0.386	0.146
唯一覆盖度	0.027	0.013	0.005	0.008	0.003	0.004	0.009
组间一致性调整距离	0.017	0.023	0.012	0.029	0.023	0.023	0.035
组内一致性调整距离	0.116	0.120	0.116	0.116	0.116	0.116	0.120
总体 PRI	0.962						
总体一致性	0.979						
总体覆盖度	0.726						

注：●表示核心条件存在；⊗表示核心条件缺失；●表示边缘条件存在；⊗表示边缘条件缺失；“空格”表示条件可有可无。

当区域绿色技术创新过程中的创新财力支持、创新成果研发、群众与企业的绿色意识缺失时，其他条件变量对区域新质生产力的驱动效果不显著。绿色技术的研发通常有较长的研发周期、较大的市场不确定性以及较高的初期投入，研发设备和实验设施的配置、技术人员的培养以及研发过程中可能遇到的技术难题解决等都需要大量资金投入。出于对成本和效益的考虑，资金流向回报更快的是传统技术和产业，绿色技术研发持续性不足。技术更新速度缓慢和技术替代门槛高使得绿色技术产业化困难，市场推广滞后。传统行业普遍依赖高污染且高能耗的生产工艺，低碳生产技术与污染物治理设施的缺乏使其难以降污减排，导致资源利用效率降低、环境负担增加，环境修复压力增大，进而阻碍了新质生产力的发展。此外，全社会绿色低碳意识的提升能够推动企业加强环保管理、提升绿色生产标准。因此，只有重视其社会环保责任，个人和企业绿色意识相互作用形成合力，才能加速绿色产业链完善，推动绿色技术创新和可持续发展战略落地^[24]。

3.2.2 组间结果分析

面板QCA方法可以避免时间盲区问题，通过组态组间一致性水平对组态时间效应进行分析探讨。各组态路径的组间一致性调整距离均小于0.2，说明不存在显著的时间效应。因此，下面进一步观察驱动高/非高新质生产力组态路径的组

件一致性水平变化趋势。

(1) 高新质生产力组态组间一致性变化。2013—2022年所有组态的一致性水平在0.9和1.0之间波动，表明绿色技术创新驱动高新质生产力具有较强的路径依赖性。2013—2022年9个组态一致性水平的整体上升趋势说明，各组态对高新质生产力的解释不断加强。这可能是由于2019年首次提出构建市场导向的绿色创新体系，使政策动因更能解释当年新质生产力发展，导致组态b1、组态b2和组态c1在2019年呈现相同动荡趋势。在2020—2022年，组态b1的一致性呈现下降趋势，表明技术创新载体、绿色科技成果和技术转移扩散协同配置所产生的响应能力对促进新质生产力发展的作用逐渐减弱，其他条件组态的一致性水平则均趋于1，在图5中表现为高度重叠，展现了其在未来解释力度较高的良好趋势。

(2) 非高新质生产力组态组间一致性变化。从图6可以看到，除组态e3和组态e7外的5条路径在2013—2021年整体呈现微降态势，在2017—2019年呈现相对较大的波动。这可能是2017年发布的《关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》提出通过大力倡导绿色制造、积极推行绿色流通和建立逆向物流体系发展绿色供应链，导致非高新质生产力区域的绿色技术创新相关要素产生变动，使得前因组态对非高新质生产

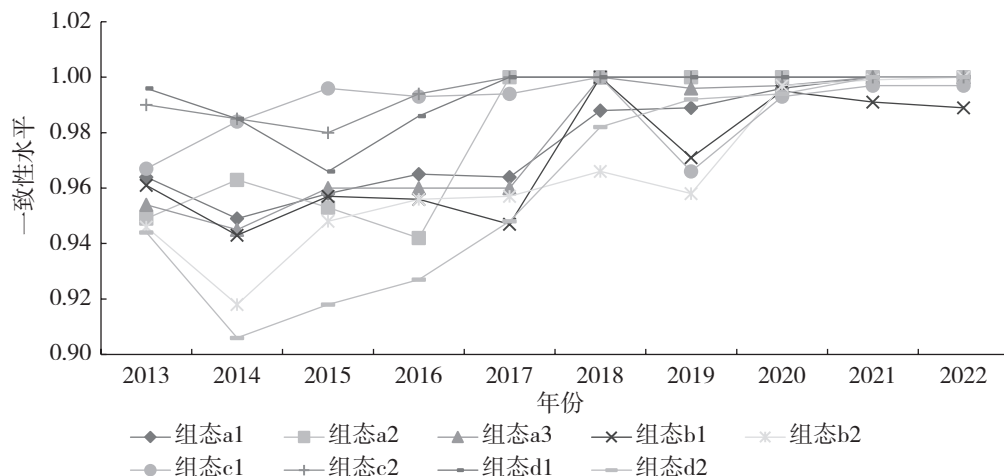


图5 高新质生产力前因组态的组间一致性水平

力的解释力有所下降。组态e3则呈现稳定的高一一致性水平，体现了其高解释力度的稳定性。

3.2.3 组内结果分析

组内结果显示组态在案例维度上的变化趋势。对不同地区存在的组态偏好差异进行分析，分析结果见图7。由于区域差异导致其实现新质生产力发展的绿色技术创新相关因素表现不同，部分地区存在组态一致性水平低于0.75的情况，但所有地区均具有符合绿色技术创新驱动新质生产力发展的适宜路径，且组内调整距离均小于

0.2，故不会对整体解释力产生影响。总体而言，3类组态对东部地区的解释力度最大，对西部地区的解释力度最小。各组态对宁夏回族自治区通过绿色技术创新形成新质生产力的解释力都相对较低，而陕西省更适合通过技术创新载体和教育环境协同的发展路径培育新质生产力。陕西省围绕关中先进制造、陕北能源化工和陕南绿色发展等区域创新发展需求，积极加强创新资源开放集聚和优化配置。目前，其光伏产业基地和风能产业园区已成为技术创新高地，新能源和新材料相

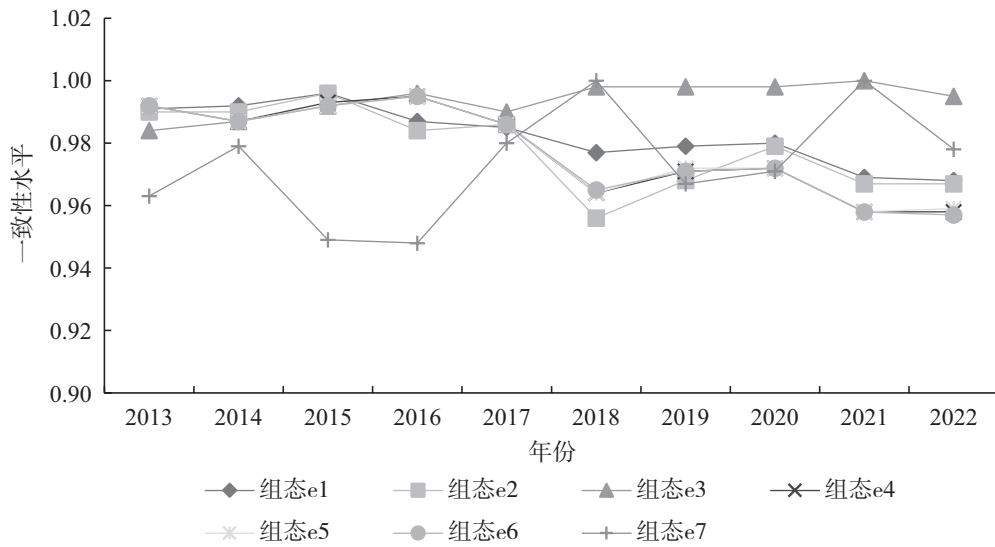


图6 非高新质生产力前因组态的组间一致性水平

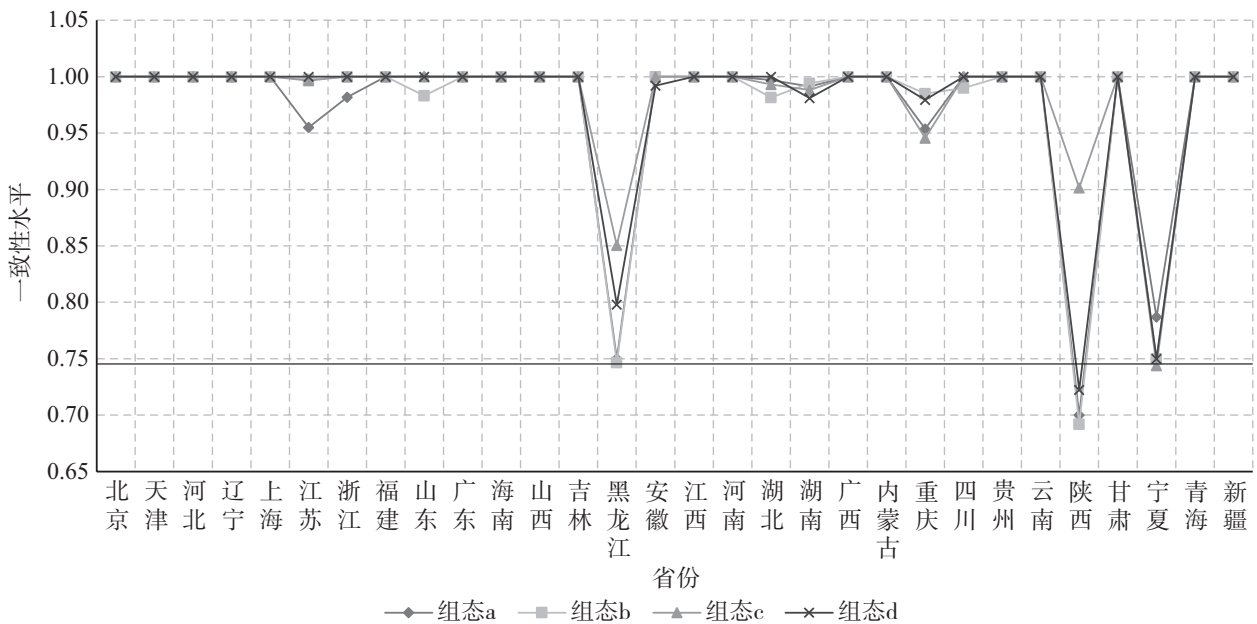


图7 高新质生产力前因组态的组内一致性水平

关技术的商业应用得到扩展，成为地区新质生产力形成与发展的强大引擎。

4 结论与启示

4.1 结论

本文结合组态效应和时间效应，以 2013—2022 年中国 30 个省份（不含西藏及港澳台）为研究对象，采用面板 QCA 综合探讨区域通过绿色技术创新实现新质生产力发展的驱动要素和组态路径及其动态演变，形成以下研究结论。

（1）绿色技术创新单个要素均不构成新质生产力发展的必要条件。由绿色技术创新实现的生态改善与高新质生产力的必要关系呈现逐年上升趋势，绿色技术改造以及技术引进消化吸收与高新质生产力关系的必要程度差距随时间推移而变大。

（2）高/非高新质生产力的前因组态共 5 类。其中，绿色技术创新驱动高新质生产力的组态有 4 类，可归纳为科教并驾齐驱型、技术创新链活化型、启智开源型和技术与金融共振型。生成非高新质生产力的组态可概括为一类，即意识与资本缺失型，与高新质生产力的驱动机制存在非对称关系。

（3）实现高/非高新质生产力的组态均不存在显著的时间效应，高新质生产力的前因组态解释性不断增强，可能受环境要素突变干扰，导致非高新质生产力的各组态解释力稳定性较弱。

（4）新质生产力的绿色技术创新驱动存在东西部不平衡现象。实现高新质生产力的 4 类组态对区域解释力度大小排序为东部地区、中部地区、西部地区，存在一定的空间效应。

4.2 启示

（1）健全绿色技术创新支撑体系，优化绿色技术应用与市场落地程序，扩大绿色技术创新的社会辐射力。积极制定相关政策、标准和法规，降低企业绿色转型风险，灵活运用绿色金融工具促进绿色金融市场、多元化金融产品、精准绿色金融服务的同步发展^[24]。通过开展绿色技术试点示范项目，在重点行业打造可复制、可推广的应

用场景，降低市场主体的尝试成本。活化绿色技术交易市场，健全技术定价以及供需对接机制，推动绿色技术的产业化。通过绿色技术成果共享，提升技术的普及率和市场化程度，打通“技术—产品—市场”的转化堵点，倒逼高耗能、高污染产业加快设备更新与工艺改造，培育节能环保、清洁能源等战略性新兴产业，进而依托绿色低碳的现代化产业体系培育发展新质生产力。

（2）推进核心绿色技术自主可控，扩大绿色技术创新辐射力，为科技赋能生产力发展提供充沛动能。提高绿色技术研发补助，鼓励创新成果的专利申请与技术转化，积极优化知识产权保护机制，为创新主体筑牢制度保障。统筹高校、科研院所、龙头企业等社会各界创新资源，推动企业绿色技术中心、行业绿色创新联盟、科技园区以及大学科技园的建设，形成区域绿色技术创新“生态圈”，合力推动可持续发展战略实施。此外，持续加大基础研究经费投入，进一步强化基础研究总体布局，从源头和底层解决关键绿色技术问题，为技术突破驱动新质生产力跃升创造条件。

（3）结合地区战略优势，驱动区域绿色转型，差异化推进新质生产力发展。在数字经济与绿色转型深度融合的当下，区域发展已不能再走“同质化竞争”的老路，而需立足自身资源禀赋、产业基础与区位优势，找准与时代趋势的契合点。明确区域战略定位，将绿色转型需求与资源优势深度绑定，构建特色鲜明、优势互补的区域新质生产力发展格局。区域探索“各美其美”的发展路径，既能避免区域间的资源内耗，又能通过上下游的协同联动形成“美美与共”的合力，形成覆盖创新链、产业链、供应链的新质生产力发展网络，为全国高质量发展注入多元动力。

参考文献

- [1] 朱于珂,高红贵,肖甜.工业企业绿色技术创新、产业结构优化与经济高质量发展[J].统计与决策,2021,37(19):111-115.
- [2] 孙金龙,黄润秋.培育发展绿色生产力全面推进美丽

- 中国建设[J].环境保护,2024,52(12):8-11.
- [3] 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.
- [4] 董邦源.培养适应新质生产力发展的创新型人才[J].人民论坛,2024(15):68-70.
- [5] 毛明芳.以科技创新发展新质生产力的机理、瓶颈与路径[J].湖南社会科学,2024(5):10-16.
- [6] GAO P, WANG Y, ZOU Y, et al. Green technological innovation and carbon emissions nexus in China: does industrial structure upgrading matter[J]. *Frontiers in psychology*, 2022(13): 951172.
- [7] 赵曦, 罗庆凤.多元环境规制对绿色技术创新的影响[J].改革,2024(11):149-167.
- [8] 张慧智, 孙茹峰.政府环境注意力如何影响区域绿色技术创新:基于政府治理视角的研究[J].科技进步与对策,2023,40(7):12-22.
- [9] 张青, 华志兵.资源编排理论及其研究进展述评[J].经济管理,2020,42(9):193-208.
- [10] 李树文, 赵晓笛, 刘佳昕, 等.社会企业突破资源约束实现绿色技术创新的过程[J/OL].科研管理, 1-13[2025-10-21].<https://link.cnki.net/urlid/11.1567.G3.20250627.0949.002>.
- [11] 张建清, 付利苹, 范斐, 等.区域绿色科技资源配置效率的实证研究:以桂林市为例[J].科技管理研究,2016,36(16):243-249.
- [12] 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.
- [13] 何建洪, 粟媛, 李林, 等.科技领军企业新兴技术创新生态主导力的案例研究[J].管理评论,2025,37(8):276-288.
- [14] 苏敬勤, 林菁菁, 张雁鸣.创业企业资源行动演化路径及机理:从拼凑到协奏[J].科学学研究,2017,35(11):1659-1672.
- [15] 孔惠丽, 裴潇.重污染企业绿色转型的价值创造与演化:基于资源编排的案例研究[J].科技管理研究,2023,43(15):227-238.
- [16] HU J, HU M, ZHANG H. Has the construction of ecological civilization promoted green technological innovation? [J]. *Environmental technology & innovation*, 2023(29): 102960.
- [17] FANG Y, SHAO Z. Whether green finance can effectively moderate the green technological innovation effect of heterogeneous environmental regulation[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2022, 19(6): 3646.
- [18] 孙嘉轶, 龙琦, 滕春贤.自主创新VS.技术外取:考虑研发能力的绿色供应链研发策略与合同设计[J/OL].中国管理科学,2024:1-23(2024-07-02)[2025-05-22].<https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2024.0337>.
- [19] 魏玉书, 乔庆东.新质生产力视角下高校拔尖创新人才培养的现实困境与优化策略[J].现代教育管理,2024(12):11-19.
- [20] 赵晨, 王戈菲.价值链视角下人才链支撑创新链产业链融合的动态协同模式研究:以新型研发机构为例[J].技术经济,2023,42(9):1-11.
- [21] 杨国忠, 祝可可.环境信息披露对企业绿色技术扩散的影响及传导机制[J].科技管理研究,2024,44(16):193-203.
- [22] 刘靖宇, 余莉娜, 杨轩宇, 等.绿色金融赋能城市绿色发展的效应与机制[J].统计与决策,2024,40(22):126-130.
- [23] 杨光勇, 计国君.碳排放规制与顾客环境意识对绿色创新的影响[J].系统工程理论与实践,2021,41(3):702-712.
- [24] XU A, ZHU Y, WANG W. Micro green technological innovation effects of green finance pilot policy: from the perspectives of action points and green value[J]. *Journal of business research*, 2023(159): 113724.