

农业新质生产力如何提升粮食生产能力?

汪 瑶



(华中师范大学政治学与国家治理研究院/中国农村研究院,湖北 武汉 430079)

摘要 生产力变革转换对粮食生产能力具有重要影响。基于2013—2022年30个省级面板数据,研究构建“新质生产要素—新质产业形态—科技创新—绿色发展”分析框架,运用动态QCA方法探讨农业新质生产力提升粮食生产能力的路径及变化。研究发现:单个农业新质生产力因素不构成提升粮食生产能力的必要条件,但存在明显的动态效应;数智应用产业升级型、生产要素创新配置型和产学研用深度融合型是提升粮食生产能力三种路径。这些路径在时间维度上呈“U”型变化;在地区维度上,粮食主产区存在路径依赖,其粮食生产能力的提升呈现出自我强化趋势;粮食产销平衡区与主销区提升粮食生产能力具有较强偏好性。研究结论表明在粮食生产体系中应关注农业新质生产力各要素之间的衔接与协同;不同粮食产区应着力于农业新质生产力与粮食生产的良性互动,因地制宜地探索提升粮食生产能力的路径。

关键词 农业新质生产力; 粮食生产能力; 粮食安全; 动态QCA

中图分类号:F323.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2025)06-0012-12

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwxb.2025.06.002

粮食安全是“国之大者”,党中央始终将其置于核心位置,确保国家粮食安全已成为党的二十届四中全会的重要议题。习近平总书记高度重视以科技创新调整粮食生产结构,在考察中多次指出“农业增长必须要依靠科技进步”“粮食生产的根本在耕地,出路在科技”^[1],系统构建了以“藏粮于地、藏粮于技”为核心的国家粮食安全战略,通过严格保护耕地数量、提升耕地质量,改变传统藏粮于库模式,另一方面,支持和鼓励前沿科技应用在粮食生产领域,推动良种选育、机械化和信息化建设,促进粮食生产转向创新驱动^[2]。“两藏”战略的推进,使“十四五”期间全国粮食总产量连续稳定在1.3万亿斤以上。然而,当前仍面临粮食种业关键技术受限、农业科技研发滞后、机械化进程不均衡等“卡脖子”问题,叠加国际市场波动和外部环境风险,进一步加剧核心技术突破难度,制约粮食产能提升^[3]。

作为生产力发展质态的新跃迁,新质生产力是驱动农业农村现代化的颠覆性力量^[4],为进一步推动农业新质生产力加快发展,要以农业领域关键核心技术突破、生产要素配置水平提高、新产业新业态发展壮大等作为主要目标^[5]。农业新质生产力既具有新质生产力的共性,也具备农业领域特有的公共性、科技化、数字化和产业化^[6]。由于农业农村的社会属性,农业新质生产力不仅是新技术在农业领域的要素投入和创新再造的生产过程,更是适应新的生产过程而形成新的社会关系^[7],依托关键性和颠覆性技术重构传统生产模式,为农业高质量发展注入核心动力^[8]。那么,农业新质生产力如何赋能粮食生产能力?农业新质生产力提升粮食生产能力的路径有哪些?不同路径如何随时间和地区发生演变?

学界对农业新质生产力的研究仍处于探索阶段,其与粮食生产能力的关系主要体现在新质生产力对粮食生产能力的影响。新质生产力以科技创新为核心为农业发展带来技术革新。已有研究主

收稿日期:2024-11-05

基金项目:国家社会科学基金重大项目“中国基层治理现代化的制度、成效与经验研究”(24&ZD142);中央高校基本科研业务费专项资金(2025CXZZ113)。

要从两个方面展开探讨。一方面,新质生产力为提升粮食生产能力提供新思路。从内部需求上看,尽管我国粮食总产量持续增长,但粮食领域的结构性矛盾依然突出,包括粮食加工行业产能过剩、转化效率不足以及农民收益和种植积极性较低。依托新质生产力推进供给侧改革,增强粮食生产能力,以缓解粮食结构性矛盾。从外部环境上看,国际粮食安全正面临地区冲突、生态环境与气候变化等多重挑战,粮食生产的外部环境不确定性加剧^[9]。发展新质生产力,强化农业科技创新,成为我国掌握粮食安全主动权的关键策略。另一方面,新质生产力在提升粮食生产能力过程中也面临诸多挑战。尽管新质生产力带来机遇,但其实际应用仍存在困难和国际竞争压力。一是高质量生产要素的投入不足。发展新质生产力需要投入大量的科技、资金和人才等要素。由于农业科技研发所需资金大、周期长、风险高,我国在作物育种、合成生物技术和智慧农业等领域与发达国家仍有差距。二是现行农业体制难以适应新质生产力要求。以分散小规模与老龄化为主的粮食生产和经营体系,数字化专业人才缺乏,农业科技政策、产业政策之间衔接不足,市场化进程缓慢,制约了新质生产力对粮食产能的提升作用^[10]。

梳理相关文献发现,现有研究新质生产力对粮食生产能力的影响,大多是进行理论机制探讨^[11],这为之后的研究提供了良好基础,然而鲜有学者从组态视角运用面板数据,探究农业新质生产力提升粮食生产能力的多元路径。基于此,本文构建“新质生产要素—新质产业形态—科技创新—绿色发展”分析框架,以2013—2022年全国30个省级面板数据为研究对象,采用动态QCA方法,分析农业新质生产力影响粮食生产能力的作用机制和路径选择。相较于现有研究,本文可能的边际贡献有:第一,拓展农业新质生产力的分析框架。区别于已有文献探讨单一生产要素分析^[12-13],研究基于农业新质生产力理论构建复杂系统分析模型。通过整合新质生产要素、新质产业形态、科技创新与绿色发展四个维度,设置七类条件变量,揭示多维要素协同作用机制;第二,丰富粮食生产能力的研究视角。现有研究多从量化线性视角探讨粮食生产能力^[14],本文将动态QCA方法运用粮食生产能力影响因素分析,打破传统定性和定量方法的局限性,避免因果关系的多重并发和非对称性,弥补以往传统QCA中的“时间盲区”^[15]。第三,关注提升粮食生产能力的地区差异。通过分析不同粮食功能区提升粮食生产能力的路径特点,为各地区制定和实施相应政策提供有益参考。

一、理论分析与研究框架

马克思主义认为,劳动者、劳动资料和劳动对象构成生产力的三要素^[16]。科学技术飞速发展引发经济社会日新月异,生产力也经历新的发展和变革。新质生产力是传统生产力要素及其优化组合的跃升。本文借鉴黄季焜对农业新质生产力内涵的阐述,从新质生产要素、新质产业形态、科技创新和绿色发展四个维度讨论农业新质生产力^[17]。新质生产要素是农业生产的基础,体现为生产要素升级、劳动力素质提高和资源生产力增强;新质产业形态包括传统农业生产组织方式的优化,以及新兴和未来农业产业的兴起;科技创新为新质要素和产业形态提供关键驱动与技术支撑;绿色发展则是实现生态改善和粮食可持续生产的核心。粮食生产能力关乎国家粮食安全战略,农业新质生产力如何提升粮食产能受到社会广泛关注。综合“新质生产要素—新质产业形态—科技创新—绿色发展”四个维度,揭示农业新质生产力提升粮食生产能力的作用机制,如图1所示。

1. 农业新质生产要素影响粮食生产能力

农业新质生产要素包括具备先进科技知识和技能的高素质劳动者,能够有效掌握和应用各种尖端技术,同时它还指利用农村自然资源,通过现代农业的标准化、专业化和集约化思想,实现高科技、高效率、高产出的资源配置方式^[18]。农业新质生产要素从功能和配置两个方面影响粮食生产能力。在要素功能方面,农业技术人才与数字技术深度融合,促使劳动者能够熟练操作智能化机械设备,获得劳动技能并激发劳动力生产潜力,有效提升粮食单产水平;依托科学管理和技术创新,最大限度地利用和保护农村自然资源,提高土地产出率和品种适应性,提升粮食产量。在要素配置方面,借助物联网技术监控土壤湿度和肥力,实现更精确的灌溉和施肥,减少资源浪费,发展精准农业,缓解粮食

生产的资源约束;运用现代农业技术,如智能农机、无人机植保等,降低人力成本,优化劳动力结构与资源配置,从而提高粮食产量。

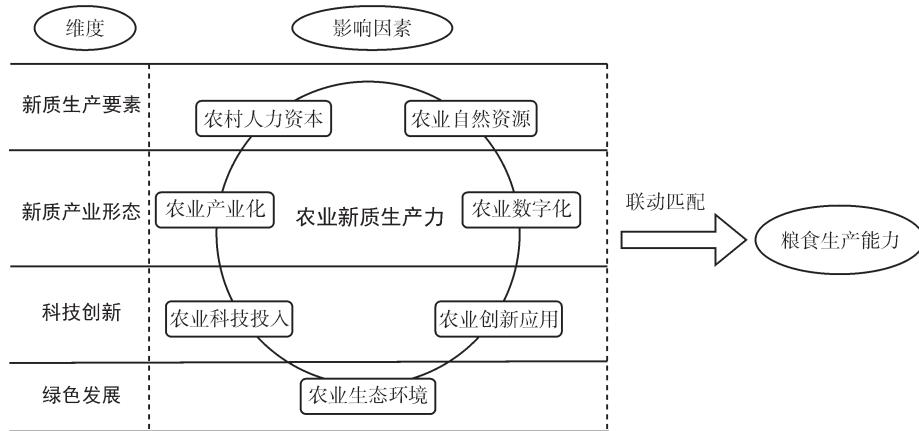


图 1 农业新质生产力对粮食生产能力的作用机制

2. 农业新质产业形态影响粮食生产能力

农业新质产业形态以数字技术驱动农村三产融合,减轻传统农业对自然资源的依赖,通过产业组织革新、产业链融合创新与数字应用提升粮食产能。在产业组织层面,数字化管理平台重构主体协作关系,推动新型经营主体通过契约联结与利益共享形成生产协同网络,打破小农生产限制,建立起资源配置高效、风险抵御能力强的现代化经营体系,为持续增产奠定组织基础^[19]。产业融合维度则聚焦粮食产业链纵向延伸与横向拓展,推动数字技术、科技创新与人才要素向产前研发、产中管理、产后加工等环节深度渗透,实现全链条增值与质量升级。数字应用体现为全流程数字化转型,包括精准种植、供应链智能追溯与流通优化,构建生产、加工和流通的粮食全周期数字化管理系统,提升粮食质量安全透明度与供应链响应能力,通过技术赋能和流程再造有效增强粮食供给能力与产业可持续性。

3. 科技创新影响粮食生产能力

科技创新是农业新质生产力的内在动力,涵盖智慧农机、基因编辑、生物农药与智能温室等先进技术。科技创新从资源利用、品质管理和灾害防治3个方面影响粮食生产能力。第一,节水灌溉和精准施肥等技术实现水肥资源的高效利用,有效降低粮食生产成本;改良粮食种植技术和方法,采用先进的粮食机械工具,提高粮食生产效率,增加单亩的粮食产量。第二,技术进步促使消费者对粮食消费品质不断提升。营养、健康、高端已成为粮食产业未来的发展趋势。在粮食仓储环节,低氧储粮技术有效减少粮食储备过程中的损耗;在粮食加工和销售环节,通过提升粮食品质,更好地满足市场对优质粮食的需求。第三,科技创新增强粮食灾害防治能力。如遥感技术支持灾害监测与预警,增强粮食作物对自然灾害的抵御能力;生物技术培育的抗病虫提升了作物抗风险能力,保障粮食稳定生产^[20]。

4. 绿色发展影响粮食生产能力

习近平总书记强调“新质生产力本身就是绿色生产力”。绿色发展是农业新质生产力的应有之义^[21],从生态服务、风险抵御和环境保护三个方面系统支撑粮食产能。首先,生态系统服务是可持续粮食生产的基础。完整的生物链循环形成粮食内生性保障体系,传粉媒介维系作物生殖循环,天敌群落构建天然植保网络,土壤微生物保障耕地再生能力,降低对外源化学投入品的依赖,生态系统服务从源头上确保粮食质量安全。其次,生态韧性增强是抵御农业系统性风险的关键。多层次景观和复合农林系统缓冲气候变化对粮食的影响,湿地生态通过碳汇功能缓解温室效应,共同构建抵御极端天气的防护体系,提升粮食生产体系的稳定性。最后,生态环境保护维护全球粮食安全。面对全球气候变化和人口增长的压力,粮食需求不断上升,良好生态系统能够提供更加稳定和高效的粮食

生产环境,为未来粮食供应奠定坚实基础。

二、研究设计

1. 研究方法

定性比较分析(QCA)是基于案例导向的研究方法^[22],专注于分析多个并发条件与结果之间的集合关系,旨在揭示社会现象中的复杂因果机制。传统QCA通常基于截面数据,从“一维”空间角度展开分析,缺乏对时间维度的考量^[23]。为探讨农业新质生产力影响粮食生产能力的路径及其变化,本文采用动态QCA方法,借鉴Garcia等研究^[24],结合时间和空间的“二维”视角,分析跨案例和跨时间下的组态关系,以弥补传统QCA的不足^[25]。在实证分析中,动态QCA具有以下优势,一方面,可通过分析汇总、组间、组内结果的一致性和覆盖度,观察某一变量和组态的地区和时间效应;另一方面,借助组内和组间一致性调整距离,分析不同变量和路径在时空维度上的演变趋势。由于本文的条件变量为连续变量,研究以模糊集定性比较分析方法为基础,运用R语言软件进行面板数据分析。

2. 样本选择与数据来源

本文基于2013—2022年30个省级面板数据,从“新质生产要素—新质产业形态—科技创新—绿色发展”四个维度,构建农业新质生产力评价指标体系(见表1)。数据来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农村经营管理统计年报》《中国科技统计年鉴》《中国粮食年鉴》和北京大学数字普惠金融指数。样本选择的依据:第一,2013年底中央经济工作会议提出国家粮食安全战略,表明我国粮食安全进入新的阶段^[26],设置2013年为面板数据起点,更能体现我国粮食生产能力提升的内在逻辑;第二,基于数据可获得性和有效性,选取了中国30个省(自治区、直辖市)为案例样本;第三,选择省域为研究单位。因1994年起我国逐步建立并完善粮食安全省长责任制^[27],以省级层面考察更符合政策实践路径。

3. 变量测量

(1)结果变量。本文的结果变量为粮食生产能力,参考李盛竹等^[28]的研究,使用粮食单产水平、粮食产业发展、粮食处理能力、粮食产量波动和种粮积极性五个指标表征粮食生产能力,具体见表2。

(2)条件变量。基于前文理论分析框架,农业新质生产力从新质生产要素、新质产业形态、科技创新和绿色发展四个维度作用粮食生产能力。在新质生产要素维度,构建农村人力资本(H)和农村自然资源(L)条件变量。在新质产业形态维度,涵盖农业产业化(M)和农业数字化(D)条件变量。在科技创新维度,包括农业科技投入(T)和农业创新应用(I)条件变量。在绿色发展维度采用农业生态环境(G)为条件变量。

所有变量的校准和统计描述结果如表3所示。在校准过程中,本文使用直接校准法^[29],使用90%、50%和10%分位数作为校准锚点,设定完全隶属、交叉点和完全不隶属。

三、实证结果

1. 单个条件必要性分析

在进行充分条件分析之前,研究需要对单个变量进行必要性分析。当单个变量的一致性水平高于0.9,覆盖度超过0.5,则表明该条件变量是结果变量的必要条件^[30]。在面板数据QCA中,还需要借助组间和组内一致性调整距离,检验单变量的时间和地区效应,以判断汇总一致性是否可靠。由于本文是以提升粮食生产能力为研究主旨,主要分析“强结果”情况,必要性分析如表4所示,考虑条件变量不存在情况(带“~”符号),所有条件变量的汇总一致性均小于0.9,表明农业新质生产力单个因素无法提升粮食生产能力,需要多种因素共同作用。

根据已有研究^[24],设定一致性调整距离阈值为0.2。当组间一致性调整距离小于0.2时,汇总一致性结果稳定;当组间一致性调整距离大于0.2时,则需要展开深入检验。从表4可以发现有四种情况组间一致性调整距离大于0.2,分析这四种情况在2013—2022年的组间一致性均小于0.9,如表5所

表1 农业新质生产力的指标构建

维度	构成要素	分项指标	衡量方式
新质生产要素	农村人力资本	农民文化程度	农村人均平均受教育年限
		农民经济收入	农村居民可支配收入/元
	农业劳动力水平	第一产业从业人员×(农业总产值/农林牧渔业总产值)	
		外出劳动力/汇总劳动力/%	
	农业劳动生产率	农林牧渔业总产值/第一产业从业人数	
		土地流转情况	家庭承包耕地流转总面积/家庭承包经营耕地面积/%
		农业土地生产率	农业总产值/农作物总播种面积
		耕地面积波动	(当年耕地面积—历年耕地面积均值)/历年耕地面积均值/%
		水土流失面积	直接获取/千公顷
新质产业形态	农业产业化	土地规模经营	农作物总播种面积/第一产业从业人数
		龙头企业带动效率	国家农业龙头企业/第一产业从业人数
		市场化指数	中国市场化指数
		农业固定资产投资占比	农林牧渔业固定资产投资/总固定资产投资/%
		农业服务程度	农林牧渔服务业产值/第一产业从业人数
	农业数字化	农村消费品零售水平	乡村消费品零售额/全社会消费品零售额/%
		地区交通水平	公路里程数/地区面积
		农村邮政通信服务水平	农村邮政营业网点/乡村人口
		农村互联网普及率	农村宽带接入用户数/乡村人口
		农产品数字化交易	电子商务销售额/亿元
科技创新	农业科技投入	农业农村数字基地	淘宝村/个
		农村网络投资情况	数字普惠金融县域投资指数
		农业气象观测站	直接获取/个
		科技经费投入强度	科技支出/公共财政支出/%
		支农经费投入强度	农林水事务支出/公共财政支出/%
	农业创新应用	农业机械化水平	农业机械总动力/农作物播种面积
		高新技术产业规模	高新技术产业营业收入/各省GDP/%
		农业创新研发人员	R&D人员数×(农林牧渔业总产值/地区GDP)
		农业创新经费投入	R&D经费内部支出×(农林牧渔业总产值/地区GDP)
		农业技术市场成交额	全国技术市场成交额×(农林牧渔业总产值/地区GDP)
绿色发展	农业生态环境	农业植物新品种专利	直接获取/个
		农业专利申请数	全国专利申请数×(农林牧渔业总产值/地区GDP)
		化肥施用强度	农业化肥折纯用量/农作物总播种面积
		农药施用强度	农药使用量/农作物总播种面积
		水资源利用率	有效灌溉面积/农作物总播种面积/%
		农膜使用强度	塑料膜使用量/农作物总播种面积
		森林覆盖度	直接获取/%

表2 粮食生产能力的指标体系

结果变量	分项指标	衡量方式
粮食生产能力	粮食单产水平	粮食总产量/粮食播种面积
	粮食产业发展	地区粮食企业/个
	粮食处理能力	粮食产业生产能力/粮食总产量
	粮食产量波动率	(当年粮食产量—历年粮食产量均值)/历年粮食产量均值
	种粮积极性	流转出种粮面积/土地流转总面积

示,表明这四个条件并不构成强粮食生产能力的必要性条件。进一步验证了单个农业新质生产力因素不能提升粮食生产能力,粮食生产能力是农业新质生产力多种因素共同决定的。

总体来看,组内一致性调整距离均大于0.2表明,单个农业新质生产力因素的必要性效应呈现地

表3 变量校准与描述统计

变量	校准			描述统计	
	完全隶属	交叉点	完全不隶属	均值	标准差
结果变量	粮食生产能力(Y)	0.558	0.307	0.329	0.329
	农村人力资本(H)	0.532	0.379	0.377	0.377
	农业自然资源(L)	0.530	0.338	0.363	0.363
	农业产业化(M)	0.384	0.243	0.271	0.271
条件变量	农业数字化(D)	0.390	0.103	0.176	0.176
	农业科技投入(T)	0.555	0.293	0.326	0.326
	农业创新应用(I)	0.585	0.197	0.261	0.261
	农业生态环境(G)	0.602	0.484	0.491	0.079

表4 强粮食生产能力的必要性分析

条件变量	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
农村人力资本	0.724	0.701	0.091	0.408
~农村人力资本	0.487	0.475	0.131	0.575
农业自然资源	0.726	0.698	0.062	0.368
~农业自然资源	0.505	0.496	0.080	0.529
农业产业化	0.659	0.675	0.211	0.385
~农业产业化	0.574	0.531	0.178	0.477
农业数字化	0.690	0.705	0.207	0.322
~农业数字化	0.511	0.473	0.229	0.546
农业科技投入	0.704	0.731	0.189	0.357
~农业科技投入	0.523	0.478	0.203	0.529
农业创新应用	0.764	0.785	0.076	0.403
~农业创新应用	0.451	0.416	0.134	0.598
农业生态环境	0.666	0.655	0.116	0.420
~农业生态环境	0.593	0.570	0.113	0.466

表5 组间一致性调整距离大于0.2的因果组合情况

因果组合情况		指标	2013	2014	2015	2016	2018	2019	2020	2021	2022
情况1	~ T/Y	组间一致性	0.618	0.633	0.605	0.592	0.521	0.510	0.465	0.361	0.374
		组间覆盖度	0.530	0.513	0.495	0.453	0.434	0.422	0.426	0.495	0.621
情况2	D/Y	组间一致性	0.874	0.744	0.710	0.630	0.718	0.722	0.748	0.745	0.360
		组间覆盖度	0.663	0.681	0.678	0.727	0.691	0.685	0.665	0.767	0.874
情况3	~ D/Y	组间一致性	0.321	0.462	0.503	0.594	0.531	0.519	0.456	0.447	0.736
		组间覆盖度	0.628	0.554	0.535	0.484	0.391	0.381	0.386	0.443	0.575
情况4	M/Y	组间一致性	0.466	0.693	0.743	0.740	0.747	0.831	0.765	0.686	0.450
		组间覆盖度	0.773	0.727	0.676	0.651	0.600	0.577	0.625	0.658	0.880

区聚集。由于QCA未开发专门针对该情况的测算方式,借鉴张放^[31]的研究思路,按照粮食功能划分探究不同变量的区域差异。首先,条件变量均不满足正态分布,采用Kruskal—Wallis秩和检验,结果如表6所示,所有条件变量对提升粮食生产能力的必要性呈现显著的区域差异。

其次,为进一步识别前因条件的区域差异情况,研究进行配对分组比较,如表7所示。从粮食功能区划分上看,除农业生态环境的必要性在“粮食主产区—主销区”和“粮食主销区—产销平衡区”无明显差异外,其他条件变量对提升粮食生产能力的必要性,普遍在粮食主产区、粮食主销区和产销平衡区之间均存在显著差异。观察一致性均值,在粮食主产区,农业创新应用对提升粮食生产能力具有较强需求。在产销平衡区,农业创新应用和农业生态环境对提升粮食生产能力的影响较弱。农业自然资源、农业产业化、农业数字化和农业科技的投入构成粮食主销区提升粮食生产能力的必要条

表6 Kruskal-Wallis H检验结果

条件变量	平均值	标准差	卡方	显著性
农村人力资本(H)	0.502	0.336	166.589	<0.001***
农业自然资源(L)	0.506	0.318	156.430	<0.001***
农业产业化(M)	0.475	0.312	44.747	<0.001***
农业数字化(D)	0.475	0.331	117.046	<0.001***
农业科技投入(T)	0.468	0.334	105.474	<0.001***
农业创新应用(I)	0.473	0.354	99.122	<0.001***
农业生态环境(G)	0.494	0.317	6.186	0.045*

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著,下同。

件。综上,粮食主产区提升粮食能力主要依靠农业创新成果的转化和应用;粮食主销区更多受要素

表7 Kruskal-Wallis H检验配对比较结果

条件变量	显著性			一致性均值		
	粮食主产区— 主销区	粮食主产区— 产销平衡区	粮食主销区— 产销平衡区	粮食主产区	产销平衡区	粮食主销区
农村人力资本(H)	<0.001***	<0.001***	<0.001***	0.697	0.774	0.895
农业自然资源(L)	<0.001***	<0.001***	<0.001***	0.667	0.767	0.908
农业产业化(M)	<0.001***	0.010**	<0.001***	0.548	0.789	0.914
农业数字化(D)	<0.001***	<0.001***	<0.001***	0.611	0.803	0.924
农业科技投入(T)	<0.001***	<0.001***	<0.001***	0.619	0.775	0.913
农业创新应用(I)	<0.001***	<0.001***	0.001**	0.810	0.685	0.790
农业生态环境(G)	0.248	0.013*	0.309	0.736	0.689	0.865

配置、产业发展和科技投入,提升粮食生产能力,而产销平衡区在提升粮食生产能力中较少发挥农业创新应用和生态环境的作用。

2. 条件组态的充分性分析

在进行条件组态分析之前,结合案例样本分别设定原始一致性阈值、PRI阈值和案例频数为0.8、0.7和4,最终300个原始样本中,真值表包含的样本数为228个,超过了75%的标准,表明阈值设置在合理范围。基于前文无条件变量是必要性条件,在标准化分析过程中,不做任何方向预设,选择增强型中间解为参考依据,提取增强型简单解确定核心和辅助条件,最终形成五条组态。根据表8可知,提升粮食生产能力的总体一致性为0.885,远大于设定值0.8;单个组态的一致性均超过0.85。根据核心条件可将五种组态提炼为三种路径:以农业数字化、创新应用为核心条件的数智应用产业升级型,以农业自然资源、创新应用为核心条件的生产要素创新配置型,以农业自然资源、数字化和创新应用为核心条件的产学研用深度融合型。

3. 路径说明与典型案例

(1)数智应用产业升级型。该路径以新质产业形态和科技创新为主导,新质生产要素和绿色发展为辅助,共同提升粮食生产能力,包含组态1、2和3,均强调了农业数字化和农业创新应用的重要性。以组态1为例,农村人力资本、农业产业化和农业科技投入存在作为辅助条件,该组态对应的典型案例是浙江省。首先,浙江省最早开展农业农村信息化建设,2021年数字农业农村发展水平全国第一,县域发展水平达66.7%,实现了数字技术与农业的深度融合。其次,浙江省为保障粮食安全,围绕粮食种源投入大量省级科研经费,设立新品种选育重大专项,致力于解决中国种业“卡脖子”问题;围绕粮食创新技术,积极推动农业实验室的建设,集中资源和科研力量,攻克粮食领域的关键技术难题。最后,浙江省开展农村人才队伍建设,聚焦特色产业和新兴产业,每年培训农民超过10万人,通过现场观摩、田间参观、面对面交流等形式,提供实习实训机会,建立农民培训绩效评价制度。

(2)生产要素创新配置型。该路径依托新质生产要素和科技创新,新质产业形态和农业科技投入缺失为辅助条件,配合绿色发展增强粮食生产能力。组态4对应的典型案例是黑龙江省,黑龙江省

表8 强粮食生产能力的组态结果

条件变量	数智应用产业升级型			生产要素创新配置型	产学研用深度融合型
	组态1	组态2	组态3	组态4	组态5
新质生产要素	农村人力资本(H)	•	•	•	•
	农业自然资源(L)	⊗	⊗	●	●
新质产业形态	农业产业化(M)	•	•	⊗	⊗
	农业数字化(D)	●	●	⊗	●
科技创新	农业科技投入(T)	•	•	⊗	•
	农业创新应用(I)	●	●	●	●
绿色发展	农业生态环境(G)	•	⊗	•	
一致性	0.928	0.933	0.932	0.925	0.89
PRI	0.861	0.813	0.758	0.823	0.794
覆盖度	0.433	0.226	0.193	0.205	0.431
唯一覆盖度	0.02	0.025	0.017	0.047	0.022
组间一致性调整距离	0.069	0.073	0.062	0.076	0.073
组内一致性调整距离	0.167	0.161	0.178	0.196	0.196
总体一致性			0.885		
总体PRI			0.803		
总体覆盖度			0.570		

注:●或•表示条件变量存在,其中,●•分别表示核心条件和辅助条件;⊗或⊗表示条件变量不存在,⊗⊗分别代表核心条件和辅助条件;空白表示条件变量是否存在对结果无影响,下同。

虽然具有得天独厚的农业自然资源,但农业产业化整体规模偏小,2022年农产品加工业与农业总产值比仅为0.57:1,农产品加工转化率较低,信息化和数字化起步较晚,科技投入相对较少。在此条件下,黑龙江省通过强化农业新质生产要素、创新应用和生态环境,提升粮食生产能力。第一,提升农业耕地资源。推动高标准农田建设,加强农田水利基础设施,通过灌溉设施升级、抗旱排涝系统完善提升耕地地力;第二,重视农村人力资本培养。发展现代农业职业教育,分层培育涵盖新型经营主体带头人、乡村治理骨干、农业技术推广人员的专业化人才梯队,为高素质农民和基层农技人员开辟学历提升绿色通道。第三,在创新应用方面,建设国家级寒地种质资源库,实施种业提升工程,推进农机装备自主创新,实现粮食生产全过程机械化。第四,在生态环境方面,开展保护性耕作,减轻土壤风蚀,提升土地可持续利用水平,推广科学轮作模式,2024年实施耕地轮作2600万亩,为粮食生产提供坚实基础。

(3)产学研用深度融合型。该路径同时注重新质生产要素、新质产业形态和科技创新三个核心维度,辅以农业科技投入与农村人力资本,共同促进粮食生产能力提升。组态5对应的典型案例是广东省。为了使科技创新体制、人才保障机制和创新能力与粮食产业高质量发展相适应,一方面,广东省实施《关于深化产教融合的实施意见》,促进教育链、人才链与产业链、创新链的有机衔接,建立粮食产学研用深度融合的合作创新体系,促进教育与产业深度融合,为粮食产业的可持续发展提供动力。另一方面,加强粮食基础研究,注重转化粮食科技成果。在粮食科研领域出台多个成果转化政策,完善粮食科技创新成果评价体系,衔接粮食创新成果转化;鼓励高校粮食产业专业与粮食企业交流,搭建科技创新平台,提升粮食产业竞争力;与地方合作共建,因地制宜与市县区共建粮食研究院、实验室、工程中心,实现粮食科技成果转化与落地。广东省积极发展智慧农业,高校研发数字农业设备,上线“粤农服APP”,实现农事供需对接和农业生产托管的线上管理。目前,广东省大吉沙岛已实现粮食耕种管收全过程无人机械化。

四、进一步分析

1. 组间结果分析

组间一致性是在时间维度上反映各组态每年的一致性水平。由图2可知,所有组态一致性均在0.8~1之间,总体上保持相对稳定,组间一致性调整距离均小于0.2,不存在明显的时间效应,但仍出现波动起伏,在2017—2019年所有组态集体下跌,在2020—2022年除组态4外的其他组态均呈上升趋势,这些波动并非随机分布,不属于良性偏差^[32]。思考其背后的原因,2017—2019年,我国开始进入高质量发展时期,粮食生产能力受到诸多因素的影响,农业新质生产要素、新质产业形态、科技创新和生态环境面临过渡换挡时期,农业发展要求从增产逐步转向提质,各因素的变化对粮食生产能力的解释力度出现下跌波动。2020—2022年,新冠肺炎疫情影响农资价格和物资流通,给我国粮食生产经营带来挑战,同时,国内外经济运行环境严峻复杂,西方国家对我国实施多项制裁,国际贸易呈现紧张局势。然而,国内外环境越是复杂多变,粮食安全战略地位越为凸显,通过加强农业新质生产要素配置,升级农业新质产业形态,提高科技创新转化能力,推动粮食发展绿色化,提升粮食生产能力。综合来说,组间一致性水平在合理范围内变化,各组态对结果具有较强解释力。

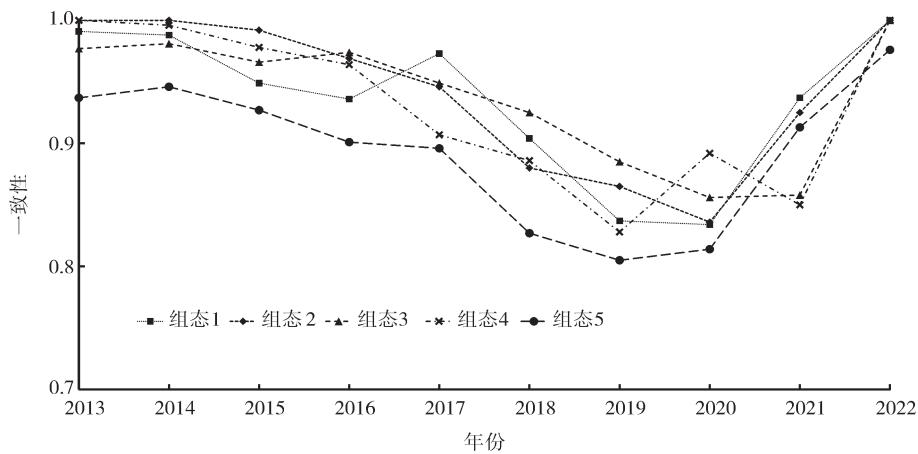


图2 组间一致性水平

2. 组内结果分析

组内一致性是在地区维度上评估各组态是否为结果的充分条件。五种组态的组内一致性调整距离小于0.2说明不存在明显的地区效应,但组内一致性调整距离均大于组间一致性调整距离,表明提升粮食生产能力路径的地区效应强于时间效应。五种组态在各省份的一致性分布,如图3所示。

粮食主产区各组态组内一致性相差不大,大部分省份组内一致性高于0.7,体现粮食主产区对实现强粮食生产能力存在路径依赖,并且呈现自我强化效应。如内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江等省(自治区)各组态的组内一致性均为1,表明一旦形成提升粮食生产能力的特定路径,随着时间的推移该路径会得到巩固和强化。这是因为:第一,粮食生产结构具有历史依赖性。一方面,粮食主产区政策激励较高。由于粮食种植利润较低,粮食主产区“粮财倒挂”问题突出^[33],中央为缓解主产区的财政压力,建立政策支持和财政补偿机制,通过特惠性和倾斜性政策调整粮食主产区的粮食结构。另一方面粮食种植结构多样性演变。研究发现中国粮食作物种植结构的空间格局总体呈现“胡焕庸线”沿线区域高的特征,越靠近该线其种植结构多样性越丰富^[34]。第二,粮食生产布局具有空间依赖性。根据粮食调入调出率和自给率发现,粮食主产区边界逐渐北移,粮食调出过度集中到少数特定省份,造成更少的主产区承担更多的国家粮食安全保障责任^[35]。粮食生产对自然资源的依赖性较高,粮食生产布局与水资源分布具有高度相关性,粮食生产中心转移反映了粮食生产布局对温度的依赖性^[36]。第三,粮食产业发展具有经济依赖性。粮食产业受到地区经济水平的影响,经济发达地区农业技术进步较快,技术创新加快发展农业新质生产力,完善粮食产业集群建设,优化粮食产业结构,推动粮

食产业新旧动能有序转换,提升地区粮食生产能力。随着粮食产业对国际市场的依赖性逐渐增强,地缘政治冲突造成国际粮食市场波动,扰乱全球粮食供应链的稳定。粮食产销平衡区与粮食主销区各组态组内一致性波动幅度较大,表明依据自身资源禀赋选择提升粮食生产能力的路径,具有强偏好性。广西壮族自治区在组态4中一致性较低,但在组态1和组态2中一致性超过0.7,表明选择数智应用产业升级型提升粮食生产能力更为有效。海南省在组态1和组态3中一致性较低,但在组态4中的一致性较高,表明选择生产要素创新配置型路径提升粮食生产能力。因此,不同粮食功能区在提升粮食生产能力的路径上采取了差异化策略。

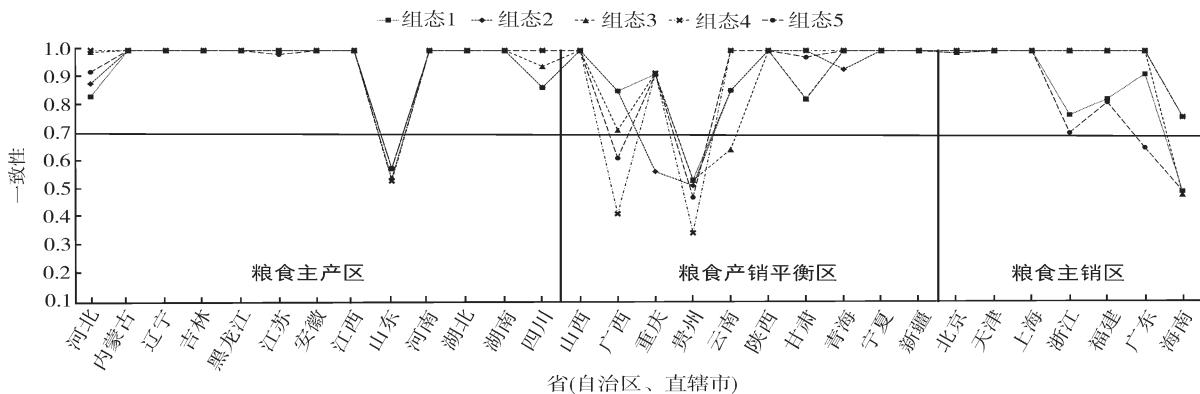


图3 组内一致性水平

表9地区组态覆盖度均值表明:第一,数智应用产业升级型能解释的案例覆盖区域最大的在粮食主销区,其次是粮食产销平衡区,这主要因为粮食主销区和产销平衡区的经济水平更高、数字农业应用更广、市场化程度更高、农业产业化发展更成熟,更有可能依靠数智应用产业升级路径提升粮食生产能力。第二,生产要素创新配置型解释的案例覆盖区域最广为粮食主产区,粮食主产区依托粮食种植的自然条件、耕作结构和历史发展的优势,合理配置耕地、劳动力和技术等生产要素,提高粮食生产效率和经济效益。第三,产学研用深度融合型解释的案例覆盖范围最大的是粮食主销区,面对多样化的粮食产品需求,粮食主销区通过强化新质生产要素、新质产业形态和科技创新,选择产学研用深度融合路径提升粮食生产能力。整体来看,不同粮食功能区存在一定的组态偏好和路径差异。

表9 地区组态覆盖度均值

地区	数智应用产业升级型			生产要素创新配置型		产学研用深度融合型	
	组态1	组态2	组态3	组态4	组态5	组态1	组态2
粮食主产区	0.381	0.293	0.303	0.324	0.380		
粮食产销平衡区	0.389	0.333	0.395	0.272	0.344		
粮食主销区	0.679	0.338	0.260	0.206	0.720		

3. 稳健性检验

本文将原始一致性阈值和PRI阈值分别从0.8提高至0.85、从0.7提升至0.75,再次进行分析。调整后的条件组态与调整前相比并无差异,由此说明,本文研究结果较为稳健。

五、结论与政策建议

本文以2013—2022年30个省级面板数据为研究对象,从“新质生产要素—新质产业形态—科技创新—绿色发展”构建农业新质生产力影响粮食生产能力的分析框架,揭示提升粮食生产能力路径的时空差异。研究结论如下:第一,农业新质生产力单个条件因素不构成提升粮食生产能力的必要条件,但单个因素的必要性效应呈现时间和地区聚集。第二,存在五种农业新质生产力要素组合形成强粮食生产能力。五种组态可以归纳数智应用产业升级型、生产要素创新配置型和产学研用深度融合型。第三,组间一致性总体上保持相对稳定,但在2017—2022年之间呈现出“U”型的变化。第

四,组内一致性分析显示,粮食主产区存在路径依赖,呈现出自我强化效应,偏向以生产要素创新配置型提升粮食生产能力;粮食产销平衡区与主销区根据自身资源禀赋,分别偏向数智应用产业升级型和产学研用深度融合型路径。

基于研究结论,本文提出如下政策建议:第一,应推进制度创新与科技创新协同发展,制度上提升粮食科技成果转化的重要性,科技上增加对农业种业、机械、施肥和灌溉等科研投入,推广农业科技创新在粮食生产领域应用。另外,应构建现代粮食产业体系,运用现代网络技术延伸产业链,在乡村保留加工、仓储等环节,吸引资本和人才聚集,推动产业增值增效,形成以产业为核心提升粮食生产能力。第二,在农业产业发展滞后或转型困难的地区,应通过优化生产要素组合激发潜能。其一是建立市场化要素流动机制,促进土地、技术等资源高效配置,提高粮食生产效率;其二是深化土地制度改革,推动集约化利用以撬动其他要素协同;其三是加速科技与传统要素融合,打破生产要素流动壁垒,构建科技创新和要素重组的双轮驱动模式,提升粮食综合能力。第三,应构建产学研用融合体系。充分发挥高校科研创新优势,围绕粮食安全战略需求,优化粮食人才、科研团队和学科建设的结构,与粮食产业精准对接,实现科技创新与粮食生产、粮食产业与服务产业深度融合。另外,应完善科技成果转化政策体系,引导科研聚焦播种、加工等关键环节,并将成果转化纳入考核指标,鼓励企业联合科研单位共建技术平台,形成科技创新与产业升级深度互促的粮食安全保障机制。

参 考 文 献

- [1] 中共中央文献研究室.习近平关于国家粮食安全论述摘编[M].北京:中央文献出版社,2023.
- [2] 宋生辉.坚持藏粮于地藏粮于技强化粮食和重要农产品稳定供给[J].中国粮食经济,2024(2):9-11.
- [3] 王可山,刘华.农业新质生产力发展与大国粮食安全保障——兼论“靠什么种粮”“怎样种粮”“谁来种粮”[J].改革,2024(6):70-82.
- [4] 杨振家,彭正德.新质生产力赋能共同富裕的作用机理、问题检视与实践路径[J].江西财经大学学报,2024(6):3-13.
- [5] 高鸣,黄增.加快发展农业领域新质生产力的推进策略[J].经济纵横,2024(11):46-54.
- [6] 林青宁,李京棕,毛世平.农业新质生产力形成的理论逻辑、中国实践与着力重点[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2024,24(6):1-10.
- [7] 高原,马九杰.农业新质生产力:一个政治经济学的视角[J].农业经济问题,2024(4):81-94.
- [8] 杨颖.发展农业新质生产力的价值意蕴与基本思路[J].农业经济问题,2024(4):27-35.
- [9] 周洁.以新质生产力保障粮食安全:内在逻辑、机遇挑战与对策建议[J].经济纵横,2024(3):31-40.
- [10] 王箫轲,陈杰.新质生产力赋能国家粮食安全:理论逻辑、现实挑战与践行路径[J].当代经济管理,2024,46(7):52-62.
- [11] 钟钰.粮食产能提升的内涵要义、内在逻辑与实践进路[J].学术论坛,2024,47(4):102-113.
- [12] 蒋永穆,孟林.新质生产力保障粮食安全:逻辑、困境及路径[J].湖湘论坛,2025,38(1):22-33.
- [13] 张志新,高鸣涛,张秀杰.高标准农田建设、农业新质生产力与粮食增产[J].西南金融,2024(10):17-29.
- [14] 陈莉莉,彭继权.中国高标准农田建设政策对粮食生产能力的影响及其机制[J].资源科学,2024,46(1):145-159.
- [15] RAGIN C C. Redesigning social inquiry:fuzzy sets and beyond[M]. Chicago:University of Chicago Press,2009.
- [16] 马克思.资本论(第1卷)[M].中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,译.北京:人民出版社,2004.
- [17] 黄季焜.农业新质生产力:内涵与外延、潜力与挑战和发展思路[J].中国农村观察,2024(5):19-34.
- [18] 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.
- [19] 张春燕,张露.新型农业经营主体能否有效促进粮食产量提升?——来自中国农业企业的证据[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024(6):74-86.
- [20] 汪为,万广华.新质生产力驱动粮食生产能力的多元逻辑与实现路径[J].农业现代化研究,2024,45(5):733-742.
- [21] 周宏春.“新质生产力就是绿色生产力”的内涵特征与产业载体[J].生态经济,2024,40(7):13-19.
- [22] 张明,杜运周.组织与管理研究中QCA方法的应用:定位、策略和方向[J].管理学报,2019,16(9):1312-1323.
- [23] 蒙克,魏必.反思QCA方法的“时间盲区”:为公共管理研究找回“时间”[J].中国行政管理,2023(1):96-104.
- [24] GARCIA C R, ARINO M A. A general approach to panel data set-theoretic research[J]. Journal of advances in management sciences&information systems,2016(2):63-76.
- [25] 杜运周,李佳馨,刘秋辰,等.复杂动态视角下的组态理论与QCA方法:研究进展与未来方向[J].管理世界,2021,37(3):180-197,12-13.
- [26] 中国政府网.中央经济工作会议举行 习近平、李克强作重要讲话[EB/OL].(2013-12-13)[2024-12-15].<https://www.gov.cn/>

- guowuyuan/2013-12/13/content_2591042.htm.
- [27] 汪瑶,邓大才.责任催生:粮食安全责任制会促进大户崛起吗?——基于粮食安全省长责任制的准自然实验[J].河南社会科学,2025,33(5):57-70.
 - [28] 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.
 - [29] FISS P C. Building better causal theories: a fuzzy set approach to typologies in organization research[J]. Academy of management journal,2011,54(2):393-420.
 - [30] 谢文栋,王峰.多重制度压力如何影响地方政府环境治理绩效——基于地级市面板数据的动态QCA分析[J].中国行政管理,2024(1):28-42.
 - [31] 张放.影响地方政府信息公开的因素——基于省域面板数据的动态QCA分析[J].情报杂志,2023,42(1):133-141,207.
 - [32] 曾凡军,陈永洲.什么样的数字治理生态能提高数字政府发展水平?——基于生态视角的动态QCA分析[J].电子政务,2024(4):27-41.
 - [33] 高洪洋,胡小平.我国政府粮食储备区域布局:现状、影响及优化路径[J].华中农业大学学报(社会科学版),2021(6):27-34,187.
 - [34] 李欣宇,方斌,李怡,等.中国耕值比与种植结构时空耦合演化及分区调控[J].地理学报,2022,77(11):2721-2737.
 - [35] 魏后凯,贾小玲.中国粮食主产区萎缩态势及其福利损失[J].中共中央党校(国家行政学院)学报,2023,27(5):65-79.
 - [36] 李自强,李晓云,王金霞.粮食生产与水资源空间错配缘由:基于比较优势理论探究[J].中国农业大学学报,2022,27(9):12-29.

How Can New Quality Productivity in Agriculture Enhance Food Production Capacity?

WANG Yao

Abstract Transformations in productive forces have significant impacts on grain production capacity. Based on the panel data from 30 provinces in China during 2013—2022, the study constructs an analytical framework of “new quality production factors-new quality industrial forms-scientific and technological innovation-green development”, and applies the dynamic Qualitative Comparative Analysis (QCA) to explore the path and change of agricultural new quality productivity to improve grain production capacity. The results indicate that individual factors of agricultural new quality productive forces are not necessary conditions for improving grain production capacity, but they exhibit notable dynamic effect. Three pathways are identified for enhancing grain production capacity: the upgrading type of intelligent digital application industry, the innovative configuration type of production factors, and the deep integration of industry-academia-research-application type. Temporally, these paths show a U-shaped evolution; regionally, major grain-producing areas exhibit path dependence and self-reinforcing trends in capacity improvement, while grain production-consumption balance areas and major grain-consuming areas display strong preferential effects. The findings suggest that attention should be paid to the coordination and synergy among elements of agricultural new productive forces in the grain production system. Different grain-producing regions should focus on fostering positive interactions between new agricultural productive forces and grain production, and explore context-specific pathways to enhance grain production capacity.

Key words new quality productivity in agriculture; grain production capacity; grain security; dynamic QCA

(责任编辑:王 薇)