

乡村数字经济赋能农业全要素生产率提升的 多元路径*

——基于浙江省县级数据的组态分析

徐旭初^{1,2} 杨威³ 吴彬¹

摘要：本文基于组态视角，揭示不同乡村数字经济因素不同组合赋能农业全要素生产率提升的多元路径。研究发现：第一，所有前因条件均不是产生高农业全要素生产率的必要条件，但较高的数字服务管理机构发展水平在三类实现高农业全要素生产率的组态中均作为核心条件存在。第二，三类产生高农业全要素生产率的组态分别为生产推动型组态、经营引领型组态和产业提升型组态，且技术条件、组织条件和环境条件之间存在一定的互补和替代效应。第三，经营引领型组态适合于资本密集和大规模生产型农业占主导的地区，经营引领型组态适合于小农经济和资源相对匮乏的地区，产业提升型组态适合于城市周边或环境保护区等特定环境的地区。上述结论在一定程度上体现了浙江省不同县域基于自身农业资源禀赋和乡村数字经济发展程度赋能农业全要素生产率提升的多元路径，也提示中国各县域发展情况不同，要因地制宜地选择适合自身条件的发展路径。

关键词：乡村数字经济 农业全要素生产率 组态视角 定性比较分析

中图分类号：F323.3 **文献标识码：**A

一、引言

党的二十大提出加快建设农业强国的目标。农业全要素生产率提升不仅是保障粮食安全和建设农业强国的应有之义，也是农业领域新质生产力的核心标志（姜长云，2024）。首先，农业全要素生产率提升是国家粮食安全的有力保障，确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中。其次，农业全要素生产率提升是建设农业强国的发力点和政策实施的落脚点（龚斌磊和张启正，2023）。最后，农业全要素生

*本文研究得到国家社会科学基金重大项目“加快数字乡村建设的理论创新与实践探索研究”（编号：21ZDA031）和浙江省社科规划专项课题“农业强国建设背景下农业产业数字化转型的机理、路径与对策研究”（编号：浙社科办〔2023〕27号）的支持。感谢匿名审稿专家的宝贵意见，当然，文责自负。本文通讯作者：吴彬。

产率提升是农业领域新质生产力发展水平提升的核心量化参考,是深入认识新质生产力内涵的重要抓手(龚斌磊和袁菱苒,2024)。随着数字经济与社会各领域融合广度、深度不断拓展,数字技术凭借乘数效应、倍增效应和普惠效应为传统农业带来实现高质量发展和根本性变革的重大机遇,促使中国农业进入由增产导向转变为提质导向的高质量发展阶段。在此背景下,乡村数字经济应运而生,并在激发乡村内生动力、促进农业全要素生产率提升等方面发挥巨大作用。2022年,中央网信办等十部门印发《数字乡村发展行动计划(2022—2025年)》,明确指出要着力发展乡村数字经济^①。因此,针对乡村数字经济如何促进农业全要素生产率提升这一主题展开研究,具有重要的理论价值和现实意义。

解释不同地区农业增长的差异表现,并寻求恰当的发展政策,一直都是农业经济研究的核心议题。农业全要素生产率度量了除要素投入外,因技术进步、组织创新等实现的增长,农业全要素生产率贡献度持续提高的过程即农业发展过程(高帆,2015)。因此,导致区域农业全要素生产率差异化增长现象的原因备受关注。有学者对中国省域农业全要素生产率及其分解指标的时序成长和空间分布进行分析,试图找到促使中国农业全要素生产率增长的主要原因,但研究结论并不一致。一方面,部分学者发现,中国农业全要素生产率增长基本是由技术进步带来的(陈卫平,2006),之后王珏等(2010)的研究也证实了这一结论。另一方面,部分学者发现中国农业全要素生产率增长的主要原因并非技术进步(方福前和张艳丽,2010;张乐和曹静,2013;周鸿卫和丁浩洋,2024)。随着乡村数字经济对农业全要素生产率影响加深,两者的影响关系逐渐成为研究重点。例如:有学者利用省域面板数据考察了农业数字化对农业全要素生产率增长的影响(王凤婷等,2024);有学者利用省域面板数据证实了数字普惠金融总体指数及其细分维度指数正向影响农业全要素生产率(任健华和雷宏振,2022),但存在区域异质性(张启文和田静,2023);还有学者利用省域面板数据分析了互联网和农业基础设施对农业全要素生产率的影响(罗斯炫等,2022)。

既往研究进行了大量有益探索,但仍有值得进一步拓展的空间。一方面,乡村数字经济和农业全要素生产率的相关研究多以省域尺度为主,但是,乡村数字经济是发生、发展在乡村的重要实践,利用省域数据开展研究,难免存在数据颗粒度较大导致的研究价值和应用价值受限的问题,故而本文尤为重视以县域为基本载体和基座的乡村数字经济实践。首先,县域具有发展乡村数字经济所需的城与乡的要素、现代与传统的要素、中心与边缘的要素。其次,县域的自主性保证了其具有发展乡村数字经济所必需的自主决策权、政策转化权、资源整合权和行政能动性。最后,县域较乡镇、村社拥有更多维度的数字技术应用场景和更大容量的数据池。因此,本文以县域为研究尺度,探讨县域视域下不同乡村数字经济因素组合如何赋能农业全要素生产率提升。另一方面,乡村数字经济的本质是数字经济,受技术、组织和环境三个维度因素的影响(李晓娣和饶美仙,2023),且三个维度的因素在赋能农业全要素生产率提升的过程中并非独立发挥作用,而是相互作用、相互影响。但是,现有文献多

^①参见《数字乡村发展行动计划(2022—2025年)》, <https://www.cac.gov.cn/rootimages/uploadimg/1644801128013209/1644801128013209.pdf>。

选择传统线性回归方法（单一因素分析）进行分析，对因素依赖性问题的分析力度有限，难以解释自变量间相互依赖的多重并发、等效性等复杂因果关系。解释多因素依赖现象需借助组态视角，从整体上理解和分析（池毛毛等，2021）。组态视角区别于通用视角和权变视角的根本优势在于其具备多维度、整体性的特征，强调研究对象的组织结构以及组织与环境的互动关系。基于组态视角的定性比较分析（qualitative comparative analysis，简称 QCA）方法有助于回答存在复杂性因果关系的问题（杜运周和贾良定，2017），适合本文的研究主题。

鉴于此，本文从组态视角出发，引入“技术—组织—环境”（technology-organization-environment，简称 TOE）框架，对不同乡村数字经济因素^①组合与农业全要素生产率提升之间的必要和充分两种复杂关系进行分析，尝试回答以下问题：第一，乡村数字经济因素是否以及多大程度上是产生高农业全要素生产率的必要条件？第二，不同县域如何通过发展乡村数字经济产生高农业全要素生产率？本文可能的贡献如下：一是在研究视角上，现有研究多基于因素独立视角进行分析，忽略了多因素的相互作用和组合影响，本文从组态视角出发，探究多重因素组合对农业全要素生产率提升的影响，拓宽乡村数字经济和农业全要素生产率之间关系的研究视角。二是在研究数据上，本文利用县域数据进行实证分析，相较于省域数据，更贴近乡村，与农户数据相比，则更为全面。三是在研究结论上，本文发现三类不同乡村数字经济因素组合赋能农业全要素生产率提升的差异化路径，有助于加深对农业全要素生产率提升背后多因素间联动本质的理性认知和科学理解，为提升农业全要素生产率、建设农业强国带来可靠的经验证据和有益的政策启示。

二、理论分析

（一）乡村数字经济的内涵界定

数字经济是继农业经济和工业经济后的新经济形态（裴长洪等，2018）。许多机构和学者都对数字经济进行了定义，例如：G20 杭州峰会通过的《二十国集团数字经济发展与合作倡议》指出，“数字经济是指以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动”^②；赛迪顾问股份有限公司发布的《2017 中国数字经济指数（DEDI）》中提出，数字经济是以数字技术为基础的一系列经济活动的总和（裴长洪等，2018）；许宪春和张美慧（2020）认为，数字经济是以数字技术为基础、以数字化平台为主要媒介、以数字基础设施为重要支撑开展的一系列经济活动。上述定义虽各有侧重，但都认为数字经济是一种基于数字技术的经济活动。

数字经济既创新了农业发展方式，又为农业发展进程提速。由此，部分学者尝试对乡村数字经济进行内涵界定。例如：有学者认为乡村数字经济是以数字基础设施为基础，利用数字技术促进农业生

^①本文中的乡村数字经济因素指“技术”“组织”“环境”三个维度下的前因条件，包括农业产业数字化、农业数字产业化、数字基础设施、政府财政投入、数字服务管理和数字政策环境。

^②资料来源：《二十国集团数字经济发展与合作倡议》，https://www.cac.gov.cn/2016-09/29/c_1119648520.htm。

产发展和乡村地区经济发展的经济活动（慕娟和马立平，2021）；有学者认为乡村数字经济是在数字经济政策环境下，以数字基础设施为载体，以数字技术为推动力，以实现乡村经济发展动能转换为基本途径，赋能农业数字化转型和农民生活数字化提升的一系列经济活动（伍国勇等，2022）；还有学者认为乡村数字经济是以乡村信息网络为载体，以数字技术为驱动力，将数据要素投入农业产业中，通过推动农业产业数字化与农业数字产业化，进而促进乡村经济高质量发展的经济形态（杨婧妍和李昱嵩，2023）。上述表述虽有不同，但大致接近。为探究不同乡村数字经济因素组合对农业全要素生产率提升的影响，本文主要分析以农业产业数字化、农业数字产业化和数字基础设施为技术赋能主体，以政府财政投入和数字服务管理为组织支持手段，以数字政策环境为环境影响方式的乡村数字经济。

（二）TOE 框架：因素分析视角

技术—组织—环境（TOE）框架由 Tornatzky and Fleischer（1990）提出，是国际学术共同体公认的经典理论框架。该框架强调的是多层次技术应用条件对技术应用效果的影响（谭海波等，2019），并将影响技术应用效果的条件划分为技术、组织和环境三类，且三类条件的具体变量可根据不同研究问题而更改，具有可操作性强、适用性广的特点。目前，TOE 框架已在农业农村领域广泛应用。不同乡村数字经济因素组合对农业全要素生产率的提升作用，不仅是多层次技术应用的作用效果，也是数字技术实现创新应用、跨界融合的成功果实，更是农业农村主动顺应时代发展、拥抱时代变革的必然结果，因此，用 TOE 框架对不同乡村数字经济因素组合提升农业全要素生产率的效果进行分析，适配性较高。

（三）本文分析框架

TOE 框架不擅长处理多个条件的组合问题，且农业全要素生产率的提升不仅取决于县域自身要素禀赋，还取决于政府是否营造了有益于技术应用的良好环境。而组态分析可以帮助研究者理解多个条件如何共同促进农业全要素生产率提升。鉴于此，本文在 TOE 框架基础上，结合组态分析方法，构建本文的分析框架（如图 1 所示），分析农业全要素生产率提升背后的技术、组织和环境三类条件。

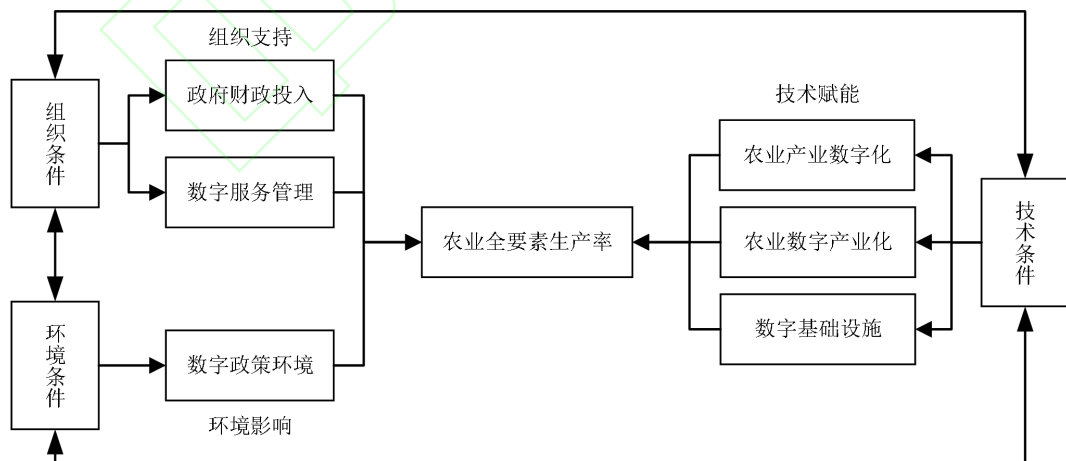


图 1 本文分析框架

第一，技术条件。技术条件包括农业产业数字化、农业数字产业化和数字基础设施三个二级条件。研究者常用“技术采纳意愿”来审视农业生产经营主体应用新技术的行为。因此，新技术的复杂程度、学习成本及其与原技术的适配性等因素受到研究者的密切关注（Cooper and Zumd, 1990）。首先，农业产业数字化能够精确控制成本，提高农作物产量和品质，使农业生产效率提升。通过对收集来的大量数据分析发现，农业产业数字化还能为农业生产、管理提供科学支持，实现资源最优配置（马述忠等，2022），从而提升农业全要素生产率。其次，农业数字产业化通过应用以信息技术为核心的数字技术，促进产业融合，创新商业模式，实现农业价值链的重新整合和创新（刘明辉和乔露，2023），推动农业向高质量、高效率、高附加值方向发展，从而提升农业全要素生产率。最后，数字基础设施除为农业产业数字化和农业数字产业化提供必要的技术支持外，还能为农业资源交流、农业科技成果转化及其产业化提供支持，持续提高技术进步贡献率，从而提升农业全要素生产率。此外，缺乏必要的数字基础设施支撑，农业生产经营主体应用新技术的成本也会显著提升（谭海波等，2019）。上述三者都高度依赖数字技术，都能显著提高农业生产和经营的效率，降低农业生产经营主体的技术应用成本。因此，农业产业数字化、农业数字产业化和数字基础设施是发展乡村数字经济的重要技术支撑。

第二，组织条件。组织条件包括政府财政投入和数字服务管理两个二级条件。研究者通常从组织、管理的层面挖掘技术应用的影响因素，包括政府的资源提供和服务管理等（Grimmelikhuijsen and Feeney, 2017）。一方面，政府组织是推动县域农业农村发展的重要主体。乡村数字经济发展涉及的数字基础设施完善、数字平台搭建和运营维护、对农业生产经营主体的培训等高度依赖当地政府的财政投入，政府财政投入为农业全要素生产率提升提供了坚实保障。另一方面，线上平台、服务中心等数字服务管理机构向农民和农业企业提供了以需求为导向的组织服务（王颜齐和孙楠，2023），帮助农民和农业企业更好地理解、应用数字技术，提高他们的技术水平和数字化应用能力，为农业全要素生产率提升提供数字新型服务空间，有利于提高农业全要素生产率。

第三，环境条件。环境条件包括数字政策环境一个二级条件。宏观的经济、文化、政策等因素会影响农业生产经营主体应用新技术的效果。政府对乡村数字经济的关注会影响到政策制定和资源配置，对乡村数字经济发展起到引导和推动作用（王淑英和刘雅静，2024）。良好的数字政策环境可以改善乡村地区的数字基础设施，为数字技术的推广和应用提供良好环境，进而提升农业全要素生产率。

综上所述，本文重点探讨农业产业数字化、农业数字产业化、数字基础设施、政府财政投入、数字服务管理和数字政策环境这六个前因条件如何通过组合作用实现农业全要素生产率提升。

三、研究设计

（一）研究方法

1. 定性比较分析方法与必要条件分析方法。本文选择定性比较分析方法和必要条件分析（necessary condition analysis，简称 NCA）方法的原因如下：第一，农业全要素生产率提升并非由单一因素独立主导，因此常规统计方法并不能完全胜任。第二，使用一般的定性分析方法，可能存在案例典型性不足问题。QCA 方法可以指出每类组态的典型案列，更好地解释研究问题和现象，但 QCA 方法侧重解

释前因条件对结果而言是否必要，并不擅长解释前因条件在多大程度上可以成为必要条件（杜运周等，2020），而 NCA 方法则有助于对前因条件的必要程度进行刻画。因此，结合 QCA 方法和 NCA 方法可以有效解释必要条件和因果关系。

2. 随机前沿分析方法与数据包络分析方法。相较于非前沿方法，运用前沿方法来测算全要素生产率更为合理。前沿方法大体上可以分为非参数方法和参数方法两类。农业全要素生产率作为本文的结果变量，对其进行准确测算尤为重要。为了确保测算结果的准确和稳健，增强研究结论的普适性，本文分别使用随机前沿方法（stochastic frontier approach，简称 SFA）和数据包络分析（data envelopment analysis，简称 DEA）对各县域的农业全要素生产率进行测算，并分析何种方法的测算结果更适用本文研究。

本文将前因条件和结果变量的相关数据在县域层面进行匹配，并从时间维度考虑前因条件作用于结果变量的滞后效应，以保证两部分数据的时空适配性。在此基础上，将经过 SFA 方法与 DEA 方法测算并对比后选取的浙江省各县域农业全要素生产率作为结果变量引入 QCA 分析。同时，本文利用 NCA 方法进行 QCA 分析中单个条件必要性分析的补充分析（单个条件必要性的补充检验及其必要程度检验），以进一步完善分析过程，确保分析结果的科学性。

（二）样本选取

本文选择浙江省下辖县（市）为研究样本，原因如下：第一，浙江省是中国数字经济发展高地，其乡村数字经济具备起步早、发展快、基础实的特点。北京大学新农村发展研究院联合阿里研究院发布的《县域数字乡村指数（2020）研究报告》显示，2020 年浙江省乡村数字经济发展水平居全国各省（区、市）的首位^①，符合典型性原则。第二，农业农村部市场与信息化司会同农业农村部信息中心共同发布的《2020 全国县域数字农业农村发展水平评价报告》显示，浙江省县域农业农村数字化发展总体水平高于全国平均水平，符合同质性原则，但各县域的乡村数字经济发展水平和农业基础仍有参差，满足样本内部最大异质性的要求^②。第三，所需数据可得性高，能确保研究的开展。需要说明的是，县域分为县、县级市和市辖区三类，市辖区的管辖区域以街道为主，其发展模式一般以城市化和工业化为主，农业建设并非其区域经济重点，而县和县级市的管辖区域则以乡镇为主，其发展模式普遍以农业农村发展为主导，同时注重城乡统筹发展，因此本文不将市辖区纳入分析。剔除数据严重缺失的县域^③后，浙江省县域总体参与率为 94.33%。

（三）变量测量与校准

1. 前因条件。本文以《数字乡村发展行动计划（2022—2025 年）》等党和政府相关文件、规划为核心指导，结合有关报告和现有文献对农业产业数字化、农业数字产业化、数字基础设施、政府财政

^①资料来源：《县域数字乡村指数（2020）研究报告》，<https://www.ccap.pku.edu.cn/nrdi/xmycg/yjxm/363361.htm>。

^②资料来源：《2020 全国县域数字农业农村发展水平评价报告》，https://mari.hzau.edu.cn/National_county_digital_agriculture_and_rural_development_level.pdf。

^③义乌市、玉环市和龙港市的相关数据严重缺失，故剔除。

投入、数字服务管理和数字政策环境等前因条件进行测量，具体测量说明如表 1 所示。

表 1 前因条件的测量说明

前因条件	二级指标	指标权重(%)	指标测量方式
农业产业数字化	生产数字化	20.45	应用数字技术的种植业产值占应用数字技术的农业总产值的比重(%)
	经营数字化	41.42	农产品网络零售额占农产品零售总额的比重(%)
	流通数字化	38.13	实现数字化追溯的种植业产值占种植业总产值的比重(%)
农业数字产业化	数字化产业	38.63	电商专业村的行政村覆盖率(%)
	数字化金融	22.97	数字普惠金融指数
	数字化服务	38.40	每万人拥有的物流网点数(个)
数字基础设施	互联网普及率	50.00	县域常住人口数中网民数占比(%)
	移动设备接入率	50.00	每万人移动设备接入数(部)
政府财政投入	政府财政投入情况	100.00	用于支持农业农村数字化发展的乡村居民人均县域财政投入(万元)
数字服务管理	数字服务管理机构服务密度	100.00	每个数字服务管理机构服务的乡村居民数量(万人)
数字政策环境	数字政策发布情况	100.00	政府当年工作报告中乡村数字经济关键词词频统计数量(次)

①农业产业数字化。农业产业数字化反映的是数字技术与农业产业的关联程度。本文的农业产业数字化主要反映数字技术在农业生产、经营、流通等环节的应用程度。在王凤婷等(2024)研究的基础上，本文剔除与农业产业数字化非直接相关的指标，选择生产数字化、经营数字化和流通数字化三个二级指标进行衡量。②农业数字产业化。农业数字产业化主要反映乡村地区农业相关数字产业的发展程度。参考张旺和白永秀(2022)的研究，本文选择数字化产业、数字化金融和数字化服务三个二级指标进行衡量。③数字基础设施。在白婉婷等(2024)研究的基础上，综合数据可得性，本文选择互联网普及率和移动设备接入率两个二级指标进行衡量。④政府财政投入。参考李旭辉和陈梦伟(2023)的研究，本文选择政府财政投入情况指标进行衡量。⑤数字服务管理。参考李立清等(2023)的研究，本文选择数字服务管理机构服务密度指标进行衡量。⑥数字政策环境。参考乔晗等(2023)的研究，本文选择数字政策发布情况指标进行衡量。需要说明的是：第一，数字服务管理机构服务密度为负向指标，本文对其进行正向化处理。第二，数字政策发布情况指标中的关键词选择借鉴了蒋旭(2023)的研究，利用 Python 的 Jieba 包进行词频统计^①。参考赵涛等(2020)的做法，本文对不同量纲的数据作标准化处理，然后通过主成分分析法降维，并对各二级指标客观赋权，从而实现对前因条件的测量。

2.结果变量。测算农业全要素生产率所需指标包括投入和产出两类。参考唐建军等(2022)的做法，本文投入指标包括土地投入、劳动力投入和农机投入三部分，产出指标则以各县域第一产业增加

^①主要包括以下关键词：数字经济、数字乡村、数字金融、数字技术、数字农业、智慧农业、数字化、大数据、物联网、电商等。

值衡量（投入、产出指标选取说明见表2）。之所以选择增加值作为产出变量，是因为增加值中已经剔除了化肥、种子、饲料、能源、服务费等农业中间投入。县域层面的统计数据中缺失许多中间投入数据，因此选择增加值作为产出变量可以减少测量误差。

表2 投入、产出指标选取说明

指标类型	指标	指标定义
投入	土地投入	主要农作物总播种面积（公顷）
	劳动力投入	农林牧渔业从业人数（万人）
	农机投入	农业机械总动力（千瓦）
产出	农业产出	第一产业增加值（亿元）

本文采用超越对数随机前沿生产函数来测算农业全要素生产率，根据表3展示的估计结果可知，生产函数拟合结果整体显著，具有较强的解释力。

表3 随机前沿生产函数估计结果

变量	估计系数	标准误	变量	估计系数	标准误
$\ln K$	9.084***	1.648	$\ln L \times \ln P$	0.154	0.760
$\ln L$	-1.766**	0.894	$t \times \ln K$	-0.060***	0.010
$\ln P$	-2.368	1.504	$t \times \ln L$	-0.027***	0.005
t	0.055***	0.014	$t \times \ln P$	0.047***	0.008
t^2	0.000	0.000	常数项	-4.165	2.999
$(\ln K)^2$	-4.376***	0.696	μ	0.124***	0.012
$(\ln L)^2$	0.235	0.194	η	-0.028***	0.005
$(\ln P)^2$	0.394	0.439	σ^2	0.003	0.001
$\ln K \times \ln L$	0.908*	0.511	γ	0.986	0.003
$\ln K \times \ln P$	0.890	1.243	对数似然值	1339.013	

注：①***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著性水平。② K 、 L 、 P 、 t 分别表示农机投入、土地投入、劳动力投入和时间变量， μ 表示技术无效率项， η 表示技术效率随时间的变化趋势， σ^2 表示复合误差项总方差， γ 表示技术无效率在总方差中的比例。

从表4结果可知，DEA方法测算结果的各项标准差均高于SFA方法，说明DEA方法对数据的区分度更高。根据QCA方法的“内部最大差异”原则，为确保样本内部的最大异质性，本文选取DEA方法的测算值作为结果变量。同时，考虑到前因条件对结果变量的作用效果具有一定的时滞性，故将结果变量滞后一期处理，即前因条件和结果变量分别使用2020年和2021年数据进行测量。

表4 SFA方法与DEA方法测算的县域农业全要素生产率结果对比

方法	最大值	最小值	平均值	标准差	年度均值标准差	县域均值标准差
SFA	0.964	0.948	0.955	0.003	0.001	0.017
DEA	1.225	0.887	1.055	0.083	0.058	0.080

3. 变量校准。本文使用直接校准法进行样本原始数据校准，将样本数据的下四分位数（25%）、中位数（50%）、上四分位数（75%）分别设定为“完全不隶属”“交叉点”“完全隶属”的校准锚

点,从而获得各变量隶属度在 0~1 的校准值(变量的模糊集校准分位数和描述性统计结果见表 5)。

表 5 变量的模糊集校准分位数和描述性统计结果

变量	模糊集校准分位数			描述性统计结果			
	完全隶属	交叉点	完全不隶属	最大值	最小值	平均值	标准差
农业产业数字化	0.615	0.504	0.340	0.809	0.085	0.487	0.187
农业数字产业化	0.316	0.238	0.172	0.657	0.073	0.266	0.128
数字基础设施	0.895	0.733	0.580	1.000	0.106	0.703	0.223
政府财政投入	0.062	0.019	0.006	0.404	0.001	0.045	0.072
数字服务管理	13.584	9.871	6.782	29.310	0.544	10.712	6.000
数字政策环境	25.750	21.500	16.000	71.000	2.000	21.860	10.683
农业全要素生产率	1.109	1.063	0.991	1.225	0.887	1.055	0.083

(四) 数据来源

本文农业全要素生产率测算所用数据来源于浙江省各地市 2022 年统计年鉴、各县(市)2021 年国民经济和社会发展统计公报和《中国县域统计年鉴 2022》。QCA 分析中:农业数字产业化的二级指标数字化金融,数据来源于北京大学数字金融研究中心和蚂蚁科技集团研究院联合编制的《北京大学数字普惠金融指数(2011—2020 年)》^①;数字政策环境数据来源于各县(市)2020 年人民政府工作报告;其余数据来源于浙江省委网信办、浙江省农业农村厅与浙江大学中国农村发展研究院联合推出的《数字乡村赋能共同富裕——浙江省数字乡村发展报告(2021)》。部分缺失数据使用均值法和线性插值法补齐。

四、实证分析结果

(一) 单个条件的必要性分析

NCA 通过分析前因条件的效应量及其显著性来识别必要条件。效应量的值域在 0 到 1 之间,越接近 1 代表效应越大。当某一条件的效应量为 0~0.1,表明该条件的效应量为低等效应。当单个条件的效应量大于 0.1,且显著性结果 p 值检验显示效应量显著时,则该条件为结果的必要条件。为方便对分析结果进行比较测试,本文选取回归上限(ceiling regression,简称 CR)和包络上限(ceiling envelopment,简称 CE)两种估计方法分别进行分析。

表 6 报告了 NCA 对单个条件的必要性分析结果,综合 CR、CE 两种方法得出的结果来看,所有前因条件的效应量均小于 0.1,故不存在必要条件。表 7 报告了 NCA 对单个条件必要性瓶颈水平的分析结果。当达到 40%的农业全要素生产率水平时,数字服务管理最先达到瓶颈水平,此时需要 0.2%水平的数字服务管理。达到 100%农业全要素生产率水平时,则需要 5.7%水平的农业数字产业化、3.5%水平的数字基础设施和 1.0%水平的数字服务管理。

^①资料来源:《北京大学数字普惠金融指数(2011—2020 年)》, <https://idf.pku.edu.cn/docs/20210421101507614920.pdf>。

表 6 NCA 对单个条件必要性的分析结果

前因条件	方法	精确度 (%)	上限区域	范围	效应量	p 值
农业产业数字化	CR	100	0.000	1.000	0.000	1.000
	CE	100	0.000	1.000	0.000	1.000
农业数字产业化	CR	100	0.014	1.000	0.014	0.019
	CE	100	0.013	1.000	0.013	0.013
数字基础设施	CR	96	0.010	0.990	0.010	0.009
	CE	100	0.010	0.990	0.011	0.006
政府财政投入	CR	100	0.000	0.980	0.000	1.000
	CE	100	0.000	0.980	0.000	1.000
数字服务管理	CR	100	0.004	1.000	0.004	0.098
	CE	100	0.007	1.000	0.007	0.060
数字政策环境	CR	100	0.000	1.000	0.000	1.000
	CE	100	0.000	1.000	0.000	1.000

注：①NCA 分析中的数据均采用校准后值。②p 值为采用置换检验的结果，重复采样 10000 次。

表 7 NCA 对单个条件必要性瓶颈水平的分析结果

农业全要素生产率 水平 (%)	农业产业 数字化	农业数字 产业化	数字基础 设施	政府财政 投入	数字服务 管理	数字政策 环境
0	NN	NN	NN	NN	NN	NN
10	NN	NN	NN	NN	NN	NN
20	NN	NN	NN	NN	NN	NN
30	NN	NN	NN	NN	NN	NN
40	NN	NN	NN	NN	0.2	NN
50	NN	NN	0.5	NN	0.3	NN
60	NN	1.1	1.1	NN	0.5	NN
70	NN	2.2	1.7	NN	0.6	NN
80	NN	3.4	2.3	NN	0.7	NN
90	NN	4.6	2.9	NN	0.9	NN
100	NN	5.7	3.5	NN	1.0	NN

注：NN 表示在对应农业全要素生产率水平下，该前因条件不必要。

为对分析结果进行交叉检验，本文进一步采用 QCA 方法进行单个条件的必要性分析。参照 Fiss (2011) 的做法，QCA 的必要性分析采用 0.9 为门槛阈值，即某一前因条件的一致性大于 0.9 时，该条件为必要条件。表 8 报告了 QCA 必要性分析的结果，其结果与 NCA 分析结果一致，即所有前因条件均无法单独成为赋能农业全要素生产率提升的必要条件。这间接反映出农业全要素生产率提升过程复杂，且受多因素共同影响，并非由单一因素主导。

表 8 QCA 必要性分析结果

前因条件	高农业全要素生产率		低农业全要素生产率	
	一致性	覆盖度	一致性	覆盖度
高农业产业数字化	0.678	0.645	0.469	0.438
低农业产业数字化	0.410	0.440	0.620	0.654
高农业数字产业化	0.638	0.649	0.438	0.438
低农业数字产业化	0.448	0.448	0.649	0.637
高数字基础设施	0.647	0.664	0.439	0.442
低数字基础设施	0.457	0.454	0.667	0.649
高政府财政投入	0.578	0.598	0.492	0.499
低政府财政投入	0.516	0.509	0.604	0.584
高数字服务管理	0.626	0.646	0.427	0.433
低数字服务管理	0.451	0.445	0.651	0.63
高数字政策环境	0.512	0.526	0.573	0.577
低数字政策环境	0.588	0.584	0.529	0.516

(二) 条件组态的充分性分析

在进行组态分析时，案例频数阈值的确定应保证最终进入 QCA 分析流程的案例数量至少为总案例数量的 75%（张明和杜运周，2019）。因此，本文将 1 作为案例频数阈值，同时将原始一致性阈值和 PRI 一致性阈值分别设定为 0.80 和 0.75。此外，本文慎重进行反事实分析，原因在于：现有研究在乡村数字经济如何影响农业全要素生产率方面尚无定论，单个前因条件出现与否均可能实现高农业全要素生产率。

本文参考杜运周等（2020）的做法，利用中间解与简约解的嵌套关系对比区分每个条件组态的前因条件组成。表 9 汇报了组态分析结果。从单一组态来看，本文共得出三类能够产生高农业全要素生产率的组态，分别定义为 H1、H2 和 H3，且三类组态各自的一致性均大于经验临界值 0.800（Fiss，2011），说明这三类组态都是提升农业全要素生产率的主要路径。从组态整体来看，总体一致性为 0.935，同样大于经验临界值，说明组态分析结果具有较强的解释力；总体覆盖度为 0.239，说明结果可以覆盖约 24% 的高农业全要素生产率案例。不难发现，三类产生高农业全要素生产率的组态构成各异，意味着技术条件、组织条件、环境条件之间存在不同的互补和替代效应。

表 9 实现高农业全要素生产率的组态路径分析结果

前因条件	高农业全要素生产率		
	H1	H2	H3
农业产业数字化	●		●
农业数字产业化	※	●	●
数字基础设施	●	●	○
政府财政投入	※	●	●
数字服务管理	●	●	●

表9 (续)

数字政策环境	○	○	●
一致性	0.885	0.931	0.956
原始覆盖度	0.064	0.172	0.060
唯一覆盖度	0.036	0.138	0.031
总体一致性	0.935		
总体覆盖度	0.239		

注：●表示高前因条件作为核心条件存在，○表示低前因条件作为核心条件缺失，*表示低前因条件作为边缘条件缺失，空白表示条件可有可无。

1.组态 H1：生产推动型组态。组态 H1 的原始覆盖度为 0.064，说明该组态可以解释约 6%的高农业全要素生产率案例；唯一覆盖度为 0.036，说明约 4%的高农业全要素生产率案例仅能被该组态解释。该组态指出，以高农业产业数字化、高数字基础设施和高数字服务管理为核心条件存在，低数字政策环境为核心条件缺失，低农业数字产业化和低政府财政投入为边缘条件缺失的组态可以产生高农业全要素生产率。该组态的典型案例分析是嘉善县。该县于 2022 年开始开展省级数字乡村试点工作^①，相较浙江省其他县（市）起步较晚，一定程度上反映出该县数字政策环境一般。该县充分发挥数字服务管理机构的作用，通过“科技特派员驿站+科技助农”模式，实现认定涉农高新技术企业 30 家，省级农业研发中心 14 家^②。此外，该县持续推动农业基础设施提档升级，2016—2020 年累计建设 5G 基站 836 个^③，并全力实施高标准农田改造提升项目，通过提升农业生产过程的机械化和数字化程度，实现藏粮于地、藏粮于技。嘉善县通过农业产业数字化实现农业生产体系重塑：第一，通过对农业生产、管理进行数字化改造，实现对农业生产的精准管控；第二，通过精准农业，降低农业生产成本投入，实现科学种植；第三，通过建立数字服务管理机构，推广农业前沿技术，拓宽农产品生产空间，优化农业生产结构，实现农产品生产科学化、供给稳定化；第四，通过推进农业机械化，实现集约化、产业化转型，利用规模效应，降低生产成本。因此，本文将该组态命名为生产推动型组态。

2.组态 H2：经营引领型组态。组态 H2 的原始覆盖度为 0.172，说明该组态可以解释约 17%的高农业全要素生产率案例；唯一覆盖度为 0.138，说明约 14%的高农业全要素生产率案例仅能被该组态解释。该组态指出，以高农业数字产业化、高数字基础设施、高政府财政投入和高数字服务管理为核心条件存在，低数字政策环境为核心条件缺失的组态可以产生高农业全要素生产率。该组态的典型案例分析是仙

^①资料来源：《为“三农”发展插上智慧之翼！嘉善县通过省级数字乡村试点县终期评估》，https://www.jiaxing.gov.cn/art/2024/1/8/art_1578783_59631922.html。

^②资料来源：《浙江省嘉善县奏响“三篇乐章” 谱写乡村振兴“共富曲”》，https://www.most.gov.cn/dfkj/zj/zxdt/202308/t20230803_187335.html。

^③参见《嘉善县数字基础设施发展规划（2021—2025 年）》，https://www.jiashan.gov.cn/art/2023/9/19/art_1229199239_5176578.html。

居县。仙居县于2021年开始开展省级数字乡村试点工作^①，同样起步较晚，数字政策环境一般。仙居县被誉为“杨梅之乡”，该县2020年建设5G基站400个，实现5G网络县域全覆盖^②，并通过“亲农在线”平台，利用气象、土壤、金融等43类数据^③，为梅农提供服务。同时，该县计划在2023—2025年安排涉农资金2.29亿元支持杨梅数字化种植、数字化营销及公共服务平台建设^④；通过数字综合服务中心对在农业农村领域从业的企业、专业合作社、家庭农场等新型农业经营主体，以及电商从业者、直播创业者等进行免费培训^⑤。仙居县通过农业数字产业化推进农业经营主体数字化改造，实现农业经营体系重塑：第一，通过对农业经营主体进行数字技能培训，提升农业经营主体的知识水平与分析决策能力；第二，通过农业数字产业化平台使农业经营主体脱离传统封闭性的内部市场，快速获取所需的生产资料和技术，方便其依据自身经营状况进行系统化整合，实现市场参与度的提升和农业经营模式的改善（孙光林等，2023）；第三，通过保障市场需求和市场价格等数据的实时性和准确性，缓解农业生产端与消费端的信息差问题，降低市场交易成本，实现农产品销售渠道和销量双增长。因此，本文将该组态命名为经营引领型组态。

3.组态 H3：产业提升型组态。组态 H3 的原始覆盖度为 0.060，说明该组态可以解释约 6%的高农业全要素生产率案例；唯一覆盖度为 0.031，说明约 3%的高农业全要素生产率案例仅能被该组态解释。该组态指出，以高农业产业数字化、高农业数字产业化、高政府财政投入、高数字服务管理和高数字政策环境为核心条件存在，低数字基础设施为核心条件缺失的组态可以产生高农业全要素生产率。该组态的典型案例分析为建德市。建德市探索“产业大脑+未来农场”的生产新模式，建设数字应用平台，实现农业生产全周期数字化服务^⑥。截至2024年，该市已建成现代化农事服务中心1个、全程机械化应用基地3个、农业“双强”项目3个，同时打造草莓主题乐园、主题民宿、创意产业园，并向景区化方向发展，推出“留建过年游”“莓好花园荟”等主题活动，丰富农文旅项目^⑦。建德市通过发展乡村数字经济，推进乡村产业融合，实现农业产业体系重塑：第一，通过搭建乡村产业大脑，以市场需

^①资料来源：《2021年仙居县农业农村局工作总结及2022年农业农村工作谋划》，http://www.zjxj.gov.cn/art/2022/1/11/art_1635155_58969084.html。

^②参见《仙居县人民政府办公室关于印发〈仙居县加快推进5G网络建设和产业发展实施方案〉的通知》，http://www.zjxj.gov.cn/art/2020/12/11/art_1229319471_1636623.html。

^③资料来源：《“移路”同行，奋力谱写数字乡村新篇章》，http://www.xinhuanet.com/local/2023-11/07/c_1129962010.htm。

^④资料来源：《浙江仙居探索复合型山地农业模式——小杨梅长成致富果》，http://m.ce.cn/bwzg/202311/30/t20231130_38811294.shtml。

^⑤资料来源：《2023年仙居县“村播达人”培训班招生简章》，http://www.zjxj.gov.cn/art/2023/5/16/art_1635154_58987901.html。

^⑥资料来源：《建德市深化农业“标准地”改革 推动产业增效集体增富农民增收》，http://agri.hangzhou.gov.cn/art/2023/5/6/art_1229187650_58927411.html。

^⑦资料来源：《我市深耕农业“标准地”打造共富“新图景”入选浙江省农村改革十大典型案例》，https://www.jiande.gov.cn/art/2024/2/29/art_1229660089_59126527.html。

求机制调整农产品生产结构和销售策略,降低农产品在生产、交易、服务环节中的无效供给,实现供给效益最大化;第二,通过加强农业全产业链和价值链建设,促进农产品生产、加工、流通、服务环节的衔接,进一步满足市场消费需求;第三,通过合理利用自然和社会资源,最大限度地发挥现代农业的生产、生态和生活功能,以地谋局,做深融合文章,有效破解山区土地碎片化、低效化问题,持续推进三产融合发展。因此,本文将该组态命名为产业提升型组态。

(三) 进一步讨论

1.数字服务管理的核心作用。从各前因条件在条件组态中的分布来看,数字服务管理在三类组态中都作为核心条件存在,对提升农业全要素生产率具有核心作用。数字服务管理推动乡村数字经济可持续发展,提高农业生产效率和资源利用率,为农业全要素生产率提升提供坚实保障。首先,数字服务管理在现代农业生产体系中发挥关键作用。一是推广和培训现代农业技术,帮助农业生产者掌握和应用先进技术,提高生产效率;二是通过农业大数据,收集和分析环境、作物生长等数据,帮助农业生产者优化生产决策;三是利用物联网技术,帮助农业生产者实现作物状况的实时远程监控和管理,提升农产品品质。其次,数字服务管理在现代农业经营体系中发挥关键作用。一是提供技术支持和信息服务,增强农业经营主体的市场竞争力和抗风险能力;二是开发针对农业经营主体的金融产品,解决其资金短缺问题,促进农业经营的规模化和现代化;三是建立农业社会化服务平台,整合农业机械、技术服务和物流等资源,提供一站式综合服务,进而提高农业经营效率。最后,数字服务管理在现代农业产业体系中发挥关键作用。一是协助农业生产者提高农产品附加值,并利用电商平台进行销售,从而通过优化农产品价值链,促进农业产业链的发展和升级;二是通过大数据分析市场需求和价格趋势,实时提供市场信息,避免盲目生产和市场波动带来的风险;三是打造农产品品牌,通过品牌建设,增强农业产业竞争力,推动农业产业链协同发展。

2.组态间的互补和替代关系。对比生产推动型组态和经营引领型组态可以发现,技术条件和组织条件间存在互补关系,即农业产业数字化、农业数字产业化和政府财政投入之间存在互补关系。一方面,技术赋能理论强调外源性要素(技术等)转化为内源性要素(能力等),进而增强主体内生发展动力的过程(许志中等,2023)。农业产业数字化凭借数字技术、机械装备作用于农业生产体系,实现农业生产的精准管理、智能操作和规模效应,显著提高资源利用能力和农业生产能力,并对接农业生产各环节,提升农业生产体系的整体效益。此外,农业产业数字化所蕴含的新知识、新技能、新管理模式将推动各类先进要素在乡村流动,减少中间环节和交易成本,进而在一定程度上降低资金不足的影响,与政府财政投入形成互补,以技术进步和规模经济的方式提升农业全要素生产率。另一方面,创新经济学理论关注创新对经济增长和生产率提高的影响(安同良和姜妍,2021)。农业数字产业化将知识、数字技术、传统金融模式等无形要素与物质资源等有形要素相融合产生数字金融服务,解决了农业经营主体发展过程中投融资难的问题。政府财政投入不仅可以通过提供税收优惠政策为农业经营主体降低经营成本,还可以为农业经营主体提供人才培养等服务,帮助农业经营主体积累人力资本,提高农业经营体系的效率,从而在一定程度上减少对先进生产设备的依赖,与农业产业数字化形成互补,以提高技术效率的方式提升农业全要素生产率。

对比三类组态可以发现，技术条件和环境条件之间存在替代关系，即数字基础设施和数字政策环境之间存在替代关系。一方面，技术扩散理论表明，新技术的广泛应用对全要素生产率提升具有显著促进作用（刘国亮和卢超，2022）。首先，数字基础设施能够加速技术扩散，使新技术的推广面和采纳率增加。即使没有政策支持，农业生产者也能凭借数字基础设施的信息流通和数据处理能力优化生产决策，实施精准农业，以技术手段提高农业生产体系的生产效率。其次，数字基础设施还能帮助农业经营主体快速获取市场信息，进行生产和销售决策，从而优化农业经营体系的经营效率，增强市场竞争力。最后，数字基础设施可以促进农业产业链整合，提升农业产业的协同效应和运作效率。另一方面，制度经济学强调制度环境对经济活动的重要作用（林春培等，2024）。首先，数字政策环境通过制度优化和政策激励，间接促进数字技术的采纳和扩散，并通过制定标准和规范，推动农业生产体系的标准化生产，提高生产效率和质量，对农业全要素生产率的提升具有深远影响。其次，数字政策环境为市场信息的透明和公开建立起制度保障，帮助农业经营主体更好地了解市场动态，以作出科学合理的经营决策。最后，数字政策环境反映产业政策和发展规划，良好的数字政策环境能够引导农业产业链整合和优化，并通过推动国际合作和交流，引进先进技术和经验，提升农业产业的国际竞争力。

综上所述，生产推动型组态侧重农业产业数字化因素与其他因素组合赋能农业全要素生产率提升（偏向乡村数字经济重塑农业生产体系的提升路径）、经营引领型组态侧重农业数字产业化因素与其他因素组合赋能农业全要素生产率提升（偏向乡村数字经济重塑农业经营体系的提升路径），而产业提升型组态整合了生产推动型组态和经营引领型组态中大部分核心条件，提供了一个较为综合的视角（偏向乡村数字经济重塑农业产业体系的提升路径）。三类组态在实现高农业全要素生产率方面形成了层次化的互补关系。除数字基础设施条件外，产业提升型组态中的条件组合包含了生产推动型组态和经营引领型组态中所有的核心条件，说明三类组态可以通过各条件间的相互替代，实现农业全要素生产率提升，也提示着在政策制定和资源分配时需要考虑多种策略的平衡与优化，根据具体情况选择最适合的发展路径。

3.组态路径的差异化选择。根据前文分析，可初步认为：生产推动型组态适合资本密集和大规模生产型农业占主导的地区，以农业生产技术、设施和装备的数字化升级，提高农业生产水平，凭借技术进步和规模效应实现农业全要素生产率提升；经营引领型组态适合小农经济和资源相对匮乏的地区，以技术普及和资源共享实现农业经营主体的数字化改造，提高农业经营效率，凭借技术效率提升实现农业全要素生产率提升；产业提升型组态适合城市周边或环境保护区等特定环境的地区，以业态创新、产业融合的方式，合理利用自然和社会资源，体现农业的可持续性，凭借资源配置效率优化实现农业全要素生产率提升。

（四）稳健性检验

1.敏感性分析。参考 QCA 的既往研究（Thomas et al., 2018），本文选择变动原始一致性阈值进行稳健性检验，将原始一致性从 0.80 提升至 0.85，结果显示，新组态分析结果与原结果相同。

2.预测效度检验。组态预测效度检验主要用于验证假设的组态解在不同数据集中对结果变量的预

测能力。参考 Pappas et al. (2016) 的研究, 本文首先将原始样本分成两个案例数相等的子样本, 即建模子样本 (子样本 1) 和验证子样本 (子样本 2); 其次, 对子样本 1 实施与前文充分性分析相同的 QCA 分析过程; 最后, 应用子样本 2 的数据对子样本 1 的组态解进行验证。根据表 10 可知, 子样本 1 产生的组态解与前文充分性分析的组态解 (见表 9) 比较相似, 且总体一致性和每个组态解的一致性均高于最低阈值。

子样本 1 产生高农业全要素生产率的组态	子样本 1 的组态解	
	原始覆盖度	一致性
S1: $A^* \sim B^* \sim C^* \sim D^* E^* \sim F$	0.124	0.952
S2: $\sim A^* B^* C^* D^* \sim E^* \sim F$	0.074	0.941
S3: $A^* B^* C^* D^* E$	0.421	0.884
总体覆盖度	0.538	
总体一致性	0.901	

注: 预测效度检验共得到 3 类组态解, 分别将其命名为 S1、S2 和 S3; “*” 代表逻辑与操作, 意味着组态中所列出的条件同时存在; “ $\sim$ ” 代表逻辑“非”; A、B、C、D、E、F 分别代表农业产业数字化、农业数字产业化、数字基础设施、政府财政投入、数字服务管理和数字政策环境。以组态 S1 为例, S1 表示“高农业产业数字化 $\times$ 低农业数字产业化 $\times$ 低数字基础设施 $\times$ 低政府财政投入 $\times$ 高数字服务管理 $\times$ 低数字政策环境”。

参考高凯和刘婷婷 (2022) 的研究, 本文检验了子样本 1 的组态解 S1 在子样本 1 和子样本 2 中的预测效度^①。检验结果具有明显的非对称性, 且组态解 S1 在两个子样本中达到相似的一致性 (分别为 0.952 和 0.891) 和原始覆盖率 (分别为 0.124 和 0.190), 这表明本文的估计结果有较高的预测效度。

五、结论与启示

(一) 主要结论

不同乡村数字经济因素如何组合以赋能农业全要素生产率提升是中国建设农业强国的现实课题, 也是中国制度情境下农业经济研究的重点和难点。本文基于组态视角, 结合 SFA、DEA、QCA 和 NCA 方法, 揭示了不同乡村数字经济因素组合赋能农业全要素生产率提升的多元路径, 得到以下结论: 第一, 所有前因条件均不是产生高农业全要素生产率的必要条件, 但数字服务管理对提升农业全要素生产率具有核心作用, 这一条件可通过提高农业生产效率和资源利用率, 促进农业全要素生产率提升。第二, 三类产生高农业全要素生产率的组态分别为生产推动型组态、经营引领型组态和产业提升型组态, 三类组态在实现高农业全要素生产率方面形成了层次化的互补关系, 这提示着在政策制定和资源分配时需要考虑多种策略的平衡与优化。第三, 生产推动型组态适合于资本密集和大规模生产型农业占主导的地区, 经营引领型组态适合于小农经济和资源相对匮乏的地区, 产业提升型组态适合于城市周边或环境保护区等特定环境的地区。这在一定程度上体现了浙江省不同县域基于自身农业资源禀赋

^①篇幅所限, 本文未展示检验结果, 具体见《中国农村经济》网站本文附录。

和乡村数字经济发展程度赋能农业全要素生产率提升的多元路径，也提示中国各县域发展情况不同，要因地制宜地选择适合自身条件的发展路径。

（二）研究启示

第一，政府应增加对数字化建设的财政资金投入，以促进数字基础设施建设和农业生产要素流动，为农业生产、经营者提供必要的资源和条件。一方面，加快数字基础设施建设。坚定推行数字乡村战略，加快 5G、千兆光纤等数字基础设施布设，着力实现农村通信网络的全方位升级扩容，努力满足农户生活、农业生产日益增长的需求。另一方面，促进农业生产要素自由流动。财政资金投入可以通过强化数字平台建设和引导智慧农业发展等方式，提高农业生产经营过程中的科技含量，加速资金、技术等生产要素的流动，使农户、农业企业和农民专业合作社等生产经营主体能够更容易获取生产要素，从而实现生产要素（包括技术、资金等）的有效利用，提高农业生产效率和经营收益。

第二，鼓励农业经营者积极采用数字技术，优化农业生产过程、改进农产品营销策略，以提高农产品的质量和市场竞争力。一是要提高农业产业数字化水平。一方面，促进农业生产资料向互联网销售渠道的数字化转变，增强农业生产资料的产前投入科学性；另一方面，利用农业物联网设备的感知能力和数据获取能力，以及农业大数据的储存能力和计算能力，实现标准化“四情”监测、精准水肥管理等动态管理。二是要提高农业数字产业化水平。一方面，深挖农产品价值链、延长农产品产业链、加深农产品加工程度，提升农产品附加值，产生数字化收益；另一方面，深耕产业聚集，形成集群效应，实现集约化发展，并坚持以市场需求为导向，搭建多元营销场景。

本文尚存在一些局限，有待未来研究者进行更深层次的探究。第一，QCA 研究难以开展深入且细致的案例研究，未来研究者可以针对不同的农业全要素生产率提升路径展开更细致的案例分析。第二，传统 QCA 研究受制于工具，很难进行纵向的组态分析。未来研究者可使用动态 QCA 方法进行面板数据的分析，探索时间效应下不同乡村数字经济因素组合提升农业全要素生产率的多元因果路径。

参考文献

1. 安同良、姜妍，2021：《中国特色创新经济学的基本理论问题研究》，《经济学动态》第4期，第15-26页。
2. 白婉婷、陈建成、侯建、王瑞雪，2024：《数字化转型如何影响农业碳生产率？——来自中国的经验证据》，《中国农业资源与区划》，<https://link.cnki.net/urlid/11.3513.S.20240307.1036.002>。
3. 陈卫平，2006：《中国农业生产率增长、技术进步与效率变化：1990~2003年》，《中国农村观察》第1期，第18-23页。
4. 池毛毛、杜运周、王伟军，2021：《组态视角与定性比较分析方法：图书情报学实证研究的新道路》，《情报学报》第4期，第424-434页。
5. 杜运周、贾良定，2017：《组态视角与定性比较分析（QCA）：管理学研究的一条新道路》，《管理世界》第6期，第155-167页。
6. 杜运周、刘秋辰、程建青，2020：《什么样的营商环境生态产生城市高创业活跃度？——基于制度组态的分析》，《管理世界》第9期，第141-155页。
7. 方福前、张艳丽，2010：《中国农业全要素生产率的变化及其影响因素分析——基于1991—2008年 Malmquist 指

数方法》，《经济理论与经济管理》第9期，第5-12页。

8.高帆，2015：《我国区域农业全要素生产率的演变趋势与影响因素——基于省际面板数据的实证分析》，《数量经济技术经济研究》第5期，第3-19页。

9.高凯、刘婷婷，2022：《科创政策对制造业企业创新的影响路径研究》，《科学决策》第3期，第71-88页。

10.龚斌磊、袁菱苒，2024：《新质生产力视角下的农业全要素生产率：理论、测度与实证》，《农业经济问题》第4期，第68-80页。

11.龚斌磊、张启正，2023：《以提升农业全要素生产率助力农业强国建设的路径》，《经济纵横》第9期，第29-37页。

12.姜长云，2024：《农业新质生产力：内涵特征、发展重点、面临制约和政策建议》，《南京农业大学学报（社会科学版）》第3期，第1-17页。

13.蒋旭，2023：《回眸与前瞻：党的十八大以来农村数字经济建设研究述评——基于 CiteSpace 的可视化知识图谱分析》，《西南民族大学学报（人文社会科学版）》第6期，第234-240页。

14.李立清、丁海峰、李燕凌，2023：《乡村振兴背景下县域农业数字化转型的关键要素与持续路径——基于30个案例的模糊集定性比较分析》，《电子政务》第3期，第60-72页。

15.李晓娣、饶美仙，2023：《数字经济赋能城市科技创新的组态路径研究》，《科学学研究》第11期，第2086-2097页。

16.李旭辉、陈梦伟，2023：《中国乡村数字化转型：测度、区域差异及推进路径》，《农业经济问题》第11期，第89-104页。

17.林春培、朱晓艳、曾志盛、余传鹏，2024：《双重制度视角下政府补贴对企业研发投入影响悖论的新解与验证》，《管理工程学报》第3期，第108-121页。

18.刘国亮、卢超，2022：《数字经济背景下新要素动能对就业结构的影响研究》，《经济问题探索》第12期，第132-151页。

19.刘明辉、乔露，2023：《农业强国目标下乡村产业振兴的三重逻辑、现实难题与实践路径》，《当代经济研究》第9期，第74-84页。

20.罗斯炫、何可、张俊飏，2022：《改革开放以来中国农业全要素生产率再探讨——基于生产要素质量与基础设施的视角》，《中国农村经济》第2期，第115-136页。

21.马述忠、贺歌、郭继文，2022：《数字农业的福利效应——基于价值再创造与再分配视角的解构》，《农业经济问题》第5期，第10-26页。

22.慕娟、马立平，2021：《中国农业农村数字经济发展指数测度与区域差异》，《华南农业大学学报（社会科学版）》第4期，第90-98页。

23.裴长洪、倪江飞、李越，2018：《数字经济的政治经济学分析》，《财贸经济》第9期，第5-22页。

24.乔晗、李卓伦、黄朝椿，2023：《数据要素市场化建设的影响因素与提升路径——基于复杂经济系统管理视角的组态效应分析》，《外国经济与管理》第1期，第38-54页。

25.任建华、雷宏振，2022：《数字普惠金融、资本深化与农业全要素生产率》，《社会科学家》第6期，第86-95页。

26.孙光林、李婷、莫媛，2023：《数字经济对中国农业全要素生产率的影响》，《经济与管理评论》第1期，第92-103页。

- 27.谭海波、范梓腾、杜运周, 2019:《技术管理能力、注意力分配与地方政府网站建设——一项基于 TOE 框架的组态分析》,《管理世界》第 9 期,第 81-94 页。
- 28.唐建军、龚教伟、宋清华, 2022:《数字普惠金融与农业全要素生产率——基于要素流动与技术扩散的视角》,《中国农村经济》第 7 期,第 81-102 页。
- 29.王凤婷、王浩、孔凡斌, 2024:《农村数字化发展对农业全要素碳生产率的提升效应》,《中国人口·资源与环境》第 3 期,第 79-90 页。
- 30.王珏、宋文飞、韩先锋, 2010:《中国地区农业全要素生产率及其影响因素的空间计量分析——基于 1992~2007 年省域空间面板数据》,《中国农村经济》第 8 期,第 24-35 页。
- 31.王淑英、刘雅静, 2024:《数字经济提升绿色全要素生产率的组态路径研究》,《财会月刊》第 11 期,第 109-115 页。
- 32.王颜齐、孙楠, 2023:《数字经济赋能乡村发展:脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接的助推机制及路径》,《电子政务》第 8 期,第 120-132 页。
- 33.伍国勇、庞国光、汤钧惠、刘金丹, 2022:《中国乡村数字经济发展水平的测度、区域差异及时空演变》,《湖南农业大学学报(社会科学版)》第 4 期,第 15-27 页。
- 34.许宪春、张美慧, 2020:《中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角》,《中国工业经济》第 5 期,第 23-41 页。
- 35.许志中、张诚、刘祖云, 2023:《农业技术何以重塑乡村?——基于个体、家庭、村落的三维考察》,《农村经济》第 3 期,第 108-117 页。
- 36.杨婧妍、李昱嵩, 2023:《数字经济对城乡收入差距的影响及其空间溢出效应》,《经济与管理》第 5 期,第 9-15 页。
- 37.张乐、曹静, 2013:《中国农业全要素生产率增长:配置效率变化的引入——基于随机前沿生产函数法的实证分析》,《中国农村经济》第 3 期,第 4-15 页。
- 38.张明、杜运周, 2019:《组织与管理研究中 QCA 方法的应用:定位、策略和方向》,《管理学报》第 9 期,第 1312-1323 页。
- 39.张启文、田静, 2023:《数字普惠金融能否提升农业全要素生产率?——基于异质性与空间溢出效应视角》,《农业经济与管理》第 1 期,第 45-56 页。
- 40.张旺、白永秀, 2022:《数字经济与乡村振兴耦合的理论构建、实证分析及优化路径》,《中国软科学》第 1 期,第 132-146 页。
- 41.赵涛、张智、梁上坤, 2020:《数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据》,《管理世界》第 10 期,第 65-76 页。
- 42.周鸿卫、丁浩洋, 2024:《农业信贷担保政策实施对农业全要素生产率的影响》,《中国农村观察》第 2 期,第 24-45 页。
- 43.Cooper, R. B., and R. W. Zumd, 1990, "Information Technology Implementation Research: A Technological Diffusion Approach", *Management Science*, 36(2): 123-139.
- 44.Fiss, P. C., 2011, "Building Better Causal Theories: A Fuzzy Set Approach to Typologies in Organization Research", *Academy of Management Journal*, 54(2): 393-420.

- 45.Grimmelikhuijsen, S. G., and M. K. Feeney, 2017, “Developing and Testing an Integrative Framework for Open Government Adoption in Local Governments”, *Public Administration Review*, 77(4): 579-590.
- 46.Pappas, I. O., P. E. Kourouthanassis, M. N. Giannakos, and V. Chrissikopoulos, 2016, “Explaining Online Shopping Behavior with fsQCA: The Role of Cognitive and Affective Perceptions”, *Journal of Business Research*, 69(2): 794-803.
- 47.Thomas, G., F. Santi, P. C. Fiss, and R. V. Aguilera, 2018, “Studying Configurations with Qualitative Comparative Analysis: Best Practices in Strategy and Organization Research”, *Strategic Organization*, 16(4): 482-495.
- 48.Tornatzky, L. G., and M. Fleischer, 1990, *The Processes of Technological Innovation*, Lexington, MA: Lexington Books, 1.

（作者单位：¹杭州电子科技大学法学院；

²浙江大学中国农村发展研究院；

³四川农业大学管理学院）

（责任编辑：胡 祎）

Multiple Pathways for Rural Digital Economy Empowering Agricultural Total Factor Productivity: A Configuration Analysis Based on County-Level Data from Zhejiang Province

XU Xuchu YANG Wei WU Bin

Abstract: From the perspective of configuration theory, this paper reveals the diverse pathways through which various rural digital economic factors combine to enhance agricultural total factor productivity. The findings are as follows. :First, none of the antecedent conditions are necessary for achieving high agricultural total factor productivity, though a higher level of development in digital service management institutions appears as a core condition across the three configurations that lead to high agricultural total factor productivity. Second, the three configurations that produce high agricultural total factor productivity are H1 (a production-driven configuration), H2 (a management-led configuration), and H3 (an industrial upgrading configuration). There are complementary and substitution effects among technical, organizational, and environmental conditions. Third, the management-led configuration is well-suited to regions with capital-intensive and large-scale agricultural production, while the management-led configuration is more appropriate for areas characterized by smallholder economies and relatively scarce resources. The industrial upgrading configuration is most applicable to regions with specific environmental characteristics, such as urban periphery or environmental protection zones. These conclusions reflect the multiple paths employed by different counties in Zhejiang Province to improve agricultural total factor productivity, based on their unique agricultural resource endowments and levels of rural digital economic development. They also highlight that, due to varying regional conditions across China, it is necessary for each county to adopt development strategies tailored to its own local context.

Keywords: Rural Digital Economy; Agricultural Total Factor Productivity; Configuration Perspective; Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis