

DOI: 10.12357/cjea.20240372

CSTR: 32371.14.cjea.20240372

徐旭初, 姜刚迪, 吴彬. 数字乡村建设能促进乡村绿色发展吗?——基于浙江省县域案例的组态分析[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2025, 33(3): 605–618

XU X C, JIANG G D, WU B. Can digital rural construction promote rural green development: A configuration analysis based on county cases in Zhejiang Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2025, 33(3): 605–618

数字乡村建设能促进乡村绿色发展吗? ——基于浙江省县域案例的组态分析

徐旭初, 姜刚迪, 吴彬^{**}

(杭州电子科技大学法学院 杭州 310018)

摘要: 数字乡村建设为实现农业农村现代化与乡村发展转型提供了新的可能。乡村绿色发展是乡村生态文明建设的未来方向, 数字乡村建设能否促进乡村绿色发展是亟待回答的现实问题。本研究基于 2020 年浙江省县域数据, 结合模糊集定性比较分析(fsQCA)、必要条件分析(NCA)和熵权-CRITIC-TOPSIS方法, 从组态视角分析了数字乡村建设与乡村绿色发展的复杂关系。结果表明: 1) 所有前因条件均不单独作为产生乡村高绿色发展水平的必要条件。2) 存在 4 类表现乡村高绿色发展水平的组态, 分别为基建拉动型价值转化驱动、技术效率型生产转型驱动、数据赋能型生态治理驱动和资金拉动型价值转换驱动。3) 数字乡村建设主要以数字基建为基础, 以生产数字化带来的绿色技术创新与普及为现实支撑, 以多主体协同参与实现生态共治为组织基础, 以生态转化重塑市场价值为转型动力, 实现乡村绿色发展水平提升。通过数字基建、数字生产、数字治理等方面的数字乡村建设, 能够促进乡村的生产转型、生态治理和价值转化, 实现乡村绿色发展水平的提升。

关键词: 数字乡村建设; 乡村绿色发展; 模糊集定性比较分析(fsQCA); 必要条件分析(NCA); 熵权-CRITIC-TOPSIS 法

中图分类号: F323

Can digital rural construction promote rural green development: A configuration analysis based on county cases in Zhejiang Province^{*}

XU Xuchu, JIANG Gangdi, WU Bin^{**}

(School of Law, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The construction of digital villages plays a vital role in modernizing agriculture and rural areas and facilitating the transformation of rural development. Green development in rural areas is the future direction for the construction of a rural ecological civilization. To achieve sustainable green ecological development in rural areas, determining whether digital village construction promotes rural green development is crucial. Based on the county-level data from Zhejiang Province in 2020, this study used fuzzy set qualitative comparative analysis, necessary condition analysis, and entropy weight-CRITIC-TOPSIS methods. It first established an evaluation index system to measure the level of rural green development across counties, thereby quantifying their respective levels of rural green development. Building upon this foundation, this study analyzed the complex relationship between digital village con-

^{*} 国家社会科学基金重大项目(21ZDA031)和浙江省社会科学专项课题(浙社科办[2023]27号)资助

^{**} 通信作者: 吴彬, 研究方向为数字乡村、农民合作组织、农村减贫等。E-mail: wubin86@hdu.edu.cn

徐旭初, 研究方向为制度经济学、产业经济学、组织社会学等。E-mail: xxc@hdu.edu.cn

收稿日期: 2024-06-28 接受日期: 2024-12-26

^{*} This study was supported by the National Social Science Foundation of China (21ZDA031) and Zhejiang Provincial Social Science Special Project (Zhejiang Social Science Office [2023] No. 27).

^{**} Corresponding author, E-mail: wubin86@hdu.edu.cn

Received Jun. 28, 2024; accepted Dec. 26, 2024

struction and rural green development from a configurational perspective. First, none of the antecedent conditions alone were sufficient to guarantee high levels of rural green development. Second, four pathways leading to high levels of rural green development were identified: infrastructure-driven ecological value transformation, efficiency improvement through green technology for green production transition, data empowerment for ecological governance, and capital investment-driven ecological value conversion. According to these results, the construction of digital villages primarily requires the enhancement of the digital infrastructure. Based on this, digital villages support green production through innovations and the popularization of green technologies brought about by the digitalization of production processes, thereby transforming traditional production models, and achieve co-governance of the ecological environment through collaboration among multiple stakeholders on an organizational basis. Promoting the realization of value from ecological environments and products reshapes market value orientations as a driving force for green development transitions, ultimately enhancing rural green development. Through advancements in digital infrastructure, production, and governance, the construction of digital villages can facilitate the green transition of production models, enhance ecological management, and transform ecological value creation, thereby improving rural green development. This comprehensive approach ensures that digital village construction not only drives technological progress but also integrates sustainable practices into rural development, fostering balanced and environmentally friendly growth. In conclusion, this study highlights the importance of integrating digital technology with green development strategies in rural areas, emphasizing the potential of digital village construction as a catalyst for sustainable rural transformation. This study provides valuable insights into how digital initiatives can be leveraged to promote green development in rural settings, offering practical guidance for policymakers and practitioners.

Keywords: digital rural construction; rural green development; fuzzy set qualitative comparative analysis (fsQCA); necessary condition analysis (NCA); entropy weight-CRITIC-TOPSIS method

党的二十届三中全会指出, 聚焦建设美丽中国, 要“加快经济社会发展全面绿色转型”“推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展”。作为生态文明建设的重要支点, 乡村的绿色发展是实现国家整体绿色发展转型的基础与动力之一^[1]。当前由于资源禀赋差异、治理主体空缺和价值转化困难等问题的存在, 部分地区的乡村绿色发展转型面临瓶颈^[2]。数字乡村建设在推动产业绿色转型、促进公众低碳消费与完善社会治理等领域表现出强大动力, 为乡村发展绿色转型提供了新的可能^[3]。国家也在数字乡村建设领域完善顶层设计, 以期通过提高乡村的数字化水平, 促进农业的绿色发展^[4]。数字乡村建设能否以及以何种方式、在何种程度上影响乡村的绿色发展, 成为了亟待回答的现实问题。

围绕这一主题, 相关学者进行了许多有益的探索。在早期, 学界主要关注数字技术与绿色发展二者间的直接联系与作用, 后逐步拓展至数字化建设的其他方向, 如数字经济^[5]、数字技术赋能^[6]、乡村环境数字治理^[7]等。但当前研究在宏观层面主要开展理论论述与现状评价, 分析数字乡村建设与乡村绿色发展在目标与路径上的关联, 大多缺乏实践证据的支持佐证; 在微观层面主要集中于对数字乡村建设中单一方面实现的绿色发展效果进行验证, 缺乏整体考量, 即使能够从整体上分析二者间的作用关系与机制, 也存在数据颗粒度大、变量设置模糊、缺乏多重路径分析等局限性^[3]。因此, 后续研究需要探讨在不同的数字乡村建设条件的共同作用下, 会

给乡村绿色发展带来什么样的组合效应, 进而从整体上阐明数字乡村建设对乡村绿色发展的影响作用机制。

由于不同数字乡村建设因素对乡村绿色发展的影响并不独立, 不同条件之间可能存在联动匹配作用。乡村在实际发展过程中, 可能通过不同绿色发展驱动机制间的组合, 来实现乡村的绿色发展。而传统线性回归方法(单一因素分析)对多因素组合问题的分析力度有限, 基于组态视角的定性比较分析(QCA)方法能够从多因素交互作用的系统整体上进行分析, 对研究此类问题更具优势。因此, 本文从组态视角出发, 通过建立乡村绿色发展水平评价指标体系, 计算乡村绿色发展水平指数, 将熵权-CRITIC(criteria importance through intercriteria correlation)-优劣解距离(TOPSIS)、QCA、必要条件分析(NCA)方法结合, 基于现有研究成果, 从生产转型、生态治理和价值转化三大视角构建数字乡村建设促进乡村绿色发展的分析框架, 探讨在数字乡村建设背景下, 乡村绿色发展水平的影响因素与提升路径。浙江省的数字化建设快速推进, 在数字乡村建设领域取得了显著成效。作为全国唯一的数字乡村引领区, 全省同时进行4个国家级、32个省级数字乡村试点市县的建设工作, 拥有丰富的数字乡村建设实践基础。因此, 本文在浙江省范围内进行案例选择。

具体而言, 本文尝试回答以下问题: 数字乡村建设是否为产生乡村高绿色发展水平的必要条件? 某一数字乡村建设条件是否可以充分地产生乡村高绿

色发展水平? 存在哪些数字乡村建设条件组态能够推动乡村绿色发展水平的提升? 本文可能贡献如下: 首先, 从县域层面构建评价指标体系, 对乡村绿色发展水平进行评估, 提供了不同层级的评价视角。其次, 基于组态视角系统分析不同县域间数字乡村建设促进乡村绿色发展水平提升的差异化路径, 拓宽数字乡村建设和乡村绿色发展之间关系的研究视角。最后, 本文提炼了数字乡村建设促进乡村绿色发展水平提升的实现机制与路径, 有助于加深对数字化背景下, 乡村绿色发展水平提升背后多因素间联动本质的认识与理解, 为促进农业农村绿色发展转型提供参考依据。

1 理论基础与分析框架

1.1 乡村绿色发展的实现途径和机制

在对现有文献的整理中可以发现, 乡村生产绿色转型和乡村生态治理是促进乡村绿色发展的两大主要途径^[8]。最新研究从乡村生态产品价值实现的市场视角入手, 指出乡村绿色发展转型与其同地方生态品牌的良性互动有着密切关系^[2], 多样的现实证据反映出乡村绿色发展的复杂性。本文基于目前已有研究成果, 分析生产转型、生态治理和价值转化3种驱动机制分别如何影响乡村的绿色发展, 进一步通过复杂系统视角分析各机制间的互动机制^[9], 并作为理论基础, 为后文进一步分析、讨论提供依据。

1.1.1 生产转型驱动与乡村绿色发展

乡村生产涉及各行各业, 在当前主流研究下, 乡村生产转型的对象以农业生产为主。农业生产的绿色转型是从传统工业化、粗放式的生产方式向现代化、低碳化的生产方式转变的过程, 以期实现整个乡村生产体系的绿色化^[10], 这种转变与乡村绿色发展直接关联, 是实现乡村可持续发展的重要路径之一。首先, 生产绿色转型包含了大量的绿色技术创新与绿色技术采纳, 技术效率的提升能够降低能源消耗和污染物排放, 有利于改善农村的环境质量和生态安全^[11]。其次, 生产绿色转型要求农村产业结构优化升级。产业的绿色转型既可以使农产品具有更高的附加值, 促进农村经济结构由原先的单一化、同质化和低水平化转向多元化、特色化和高质量化^[12], 又在一定程度上缓解乡村资源错配、要素流通受阻的现象, 有助于提升农业绿色生产效率^[13]。综上, 若数字乡村建设能够一方面通过促进绿色技术的创新与采纳, 来提升技术效率; 另一方面通过数字技术与数

据要素的应用, 实现产业结构优化升级, 调节错配资源, 则可促进乡村的绿色发展。

1.1.2 生态治理驱动与乡村绿色发展

乡村生态环境的治理横跨过去、当下与未来, 涉及已破坏环境的修复、农村人居环境的改善以及农村生活绿色转型等内容, 所有生态治理行为都需要有对应承接的治理主体, 而当前我国乡村污染治理仍然面临着治理主体缺失、治理形式流于表面等现实问题^[3]。根据协同理论, 系统内部具有差异性、复杂性, 使各系统间存在着多种相互影响、作用的协调关系^[14]。乡村的生态治理作为一个复杂系统, 需要包括政府、企业、合作社、农村居民等多元主体协同参与。明晰各治理主体间以及人与自然间的利益共同体关系, 实现主体共治, 更能促进乡村绿色生态发展的可持续^[15]。此外, 通过技术赋能生态监测, 提升监管能力, 也是助力乡村生态治理的有效途径^[16]。根据生态治理视角, 若数字乡村建设能够一方面通过促进乡村生态治理的多元主体协同参与, 提升治理效能; 另一方面通过促进多重互动, 激发治理主体内生动力, 以及形成乡村生态治理的长效机制, 则可以促进乡村的绿色发展。

1.1.3 价值转化驱动与乡村绿色发展

将乡村生态资源优势向经济发展优势转化, 是实现乡村绿色发展的关键^[17]。现有研究认为, 要实现生态资源的价值转化可以发挥市场机制的作用, 主要包括生态产业化、产业生态化两条路径^[17]。在生态产业化中, 通过市场交易实现生态资源的经济社会价值, 能够增强对利益相关者生态资源保护和科学利用行为的激励, 同时对人类的资源生态负向行为进行约束。在产业生态化中, 通过与优良生态密切相关的高效生态农业、旅游康养等产业的发展, 打造生态绿色品牌, 实现产业的生态溢价, 进而利用所获得的经济收益回馈于生态保护和修复项目。但有学者认为, 当前阶段必须在“限制”和“发挥”资本逻辑之间保持合理的张力, 从而在利用资本的过程中真正推进绿色发展^[18]。根据价值转化视角, 若数字乡村建设能够一方面通过促进生态产业化、产业生态化, 来实现乡村生态资源的价值转化; 另一方面通过完善顶层设计、促进市场监管等方式, 实现对乡村生态资源价值化过程的规约, 则可以促进乡村的绿色发展。

1.2 组态视角下数字乡村建设促进乡村绿色发展的分析框架

定性比较分析 (QCA)、模糊集定性比较分析

(fsQCA) 和多值 QCA (mvQCA) 是当前组态研究主要采用的方法。其中, fsQCA 允许研究者处理连续变量, 能够捕捉到现实世界中普遍存在的模糊性和不确定性, 对多案例研究具有较好的解释性。浙江省各地数字乡村建设基础条件存在区域差异, 部分地区的自然资源禀赋与地理特征差异较大, 省内乡村的绿色发展受到复杂因素的影响。采取组态视角, 考虑不同数字乡村建设条件间的组态效应, 有助于揭示不同县域数字乡村建设与乡村绿色发展间的复杂关系。

为了科学推进数字乡村建设工作, 浙江省委网信办联合浙江省农业农村厅于 2022 年设立了浙江省县域数字乡村发展评价指标体系, 并推出《浙江数字乡村发展报告 2021》, 对省内数字乡村的建设发展情况进行综合研判和具体分析。本文的主要研究对象为浙江省内各涉农县区, 故在数字乡村建设情况方面, 该评价体系具有较好的参考价值。该体系将县域数字乡村发展分为乡村信息化发展环境、乡村数字经济、乡村数字治理、乡村数字生活和加分

项 5 个部分, 其中乡村信息化发展环境主要包括数字化基础设施建设、数字化资金投入两方面; 乡村数字经济主要包括乡村生产数字化、乡村营销数字化两方面。去掉仅表示试点县且占比不高的加分项, 对较为宏观的乡村信息化发展环境和乡村数字经济分别进行拆分, 以其次级指标替代。此时, 得到的数字化基础设施建设、数字化资金投入、乡村生产数字化、乡村营销数字化、乡村治理数字化、乡村生活数字化 6 个影响因素, 既能反映浙江省不同县域数字乡村建设的基本情况, 又与上述讨论得出的 3 个影响乡村绿色发展的主要机制存在一定联系。故本文在此基础上, 将其作为组态视角下数字乡村建设的条件范围, 为后续分析各条件间的复杂互动对乡村绿色发展的影响提供理论依据。

综上, 本文采用组态视角和 fsQCA 等方法, 探究县域层面的数字乡村建设条件促进乡村绿色发展的多元路径和复杂影响机制, 回答数字乡村建设如何优化组合, 才能充分地促进乡村绿色发展。本文的分析框架如图 1 所示。

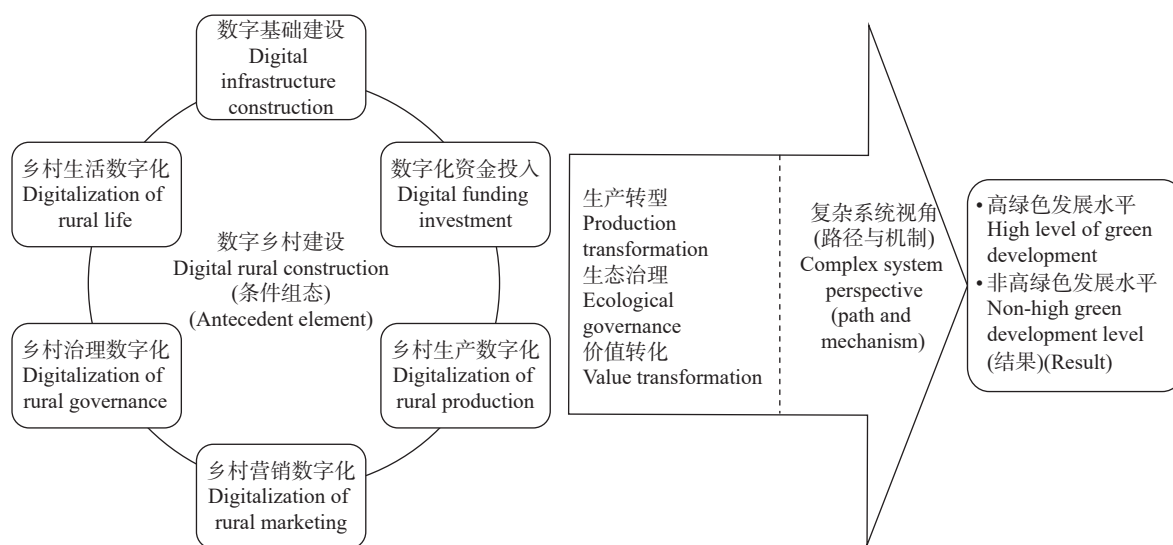


图 1 数字乡村建设促进乡村绿色发展的分析框架

Fig. 1 Analytical framework for digital village construction to promote rural green development

2 方法与数据

2.1 研究方法

2.1.1 研究路线

在开展组态分析之前, 首先需要对前因条件与结果变量进行衡量。针对前因条件, 本文沿用了《浙江数字乡村发展报告 2021》中对应的原指标与权重进行计算; 针对结果变量, 本文建立乡村绿色发展评价指标体系, 运用熵权-CRITIC 组合赋权法计算各指标权重, 再利用此权重加权计算 TOPSIS 得分,

表示各地区的绿色发展水平, 并以此作为最终的结果变量值。在得出前因条件与结果变量后, 开展定性比较分析与必要性分析, 最后根据结果进行讨论。

2.1.2 优劣解距离 (TOPSIS) 法

TOPSIS 法能够较为精确反映各评价对象之间的优劣, 适合对缺乏最优客观标准的事物进行评价^[19]。本文需要运用多项绿色发展指标数据寻找其最优最劣值, 并以此为基准对样本的绿色发展水平进行客观评价和比较, 所以 TOPSIS 法更为适合。

2.1.3 熵权-CRITIC 组合赋权法

运用 TOPSIS 法进行评价的关键是赋权。客观赋权法作为赋权法的一种, 依据数据本身的特性来确定指标的重要程度, 对提供丰富信息的指标赋予更高的权重, 具有良好的客观性, 有因子分析法、熵值法和 CRITIC 法等方法^[19]。但这些方法依据的只是原始数据提供的部分信息, 大都存在一定的缺陷。需要将指标内数据的波动性、离散程度和指标间的相关性三者结合, 从而更充分地衡量指标对评价对象的影响。因此, 本文参照现有学者研究, 采用将熵值法和 CRITIC 法结合的熵值-CRITIC 组合赋权法^[20]进行指标赋权。

2.1.4 定性比较分析法 (QCA) 与必要条件分析法 (NCA)

本文选择 QCA 和 NCA 方法的原因如下: 乡村绿色发展水平的提升是一项复杂的系统工程, 并非单一要素独立主导或两要素交互作用影响, 常规统计分析方法存在一定局限。QCA 能够解释前因条件与结果变量之间的复杂因果关系, 有助于加深对数字乡村建设促进乡村绿色发展水平提升机制的理解。但 QCA 缺乏定量分析, 即前因条件在多大程度可以成为结果的必要条件, 而 NCA 有助于对前因条件的必要程度进行刻画^[21]。因此, fsQCA 和 NCA 方法的结合可以更有效地解释必要条件和因果关系。

2.2 数据来源

在北京大学新农村发展研究院联合阿里研究院发布的《县域数字乡村指数报告 (2020)》^[22]中, 浙江省县域数字乡村指数位于全国第一。由于在数字乡村建设过程中, 众多数字化应用与改造的实践在县域范围进行, 县域能够汇集城区与乡镇的广泛数据, 因此县级数据更能贴近数字乡村建设的现实实际。

本文绿色发展水平评价的原始数据均来源于浙江省各地市 2021 年统计年鉴、各县 (市) 2020 年国民经济和社会发展统计公报以及 2021 年县域统计年鉴 (县市卷)。数字乡村建设条件指标数据主要来源于《浙江省数字乡村发展报告 (2021)》, 部分缺失数据使用一阶指数平滑法补齐。由于报告中乡村数字治理部分各地区的数据过于接近, 对后续实证分析中的 fsQCA 过程影响较大, 在不影响条件变量完整性的基础上, 采用县域数字乡村指数中的乡村治理数字化指数^[22]对该指标进行替代。综上, 本文在县域指标数据可得的基础上, 在浙江省下辖的 85 个涉农县 (市) 中, 剔除 21 个存在主要数据缺失的地区,

将剩下的 64 个涉农县 (市) 作为研究样本。

2.3 乡村绿色发展水平的体系建立与赋权

2.3.1 乡村绿色发展指标体系构建

本文基于乡村绿色发展的内涵和《农业农村绿色发展工作要点》, 借鉴既有的农业农村绿色发展评价指标体系和绿色经济发展指标体系, 从绿色生态、绿色技术、绿色行为、绿色产出 4 大维度选取 8 个二级指标构建乡村绿色发展评价指标体系。

1) 绿色生态指标。生态环境保护本质是农业发展数量效益与质量效益的统一, 有学者认为生态环境的恶化包括水土流失、盐碱化、耕地征用等, 一旦农业用地遭到破坏, 将直接影响农产品质量, 且恢复成本较高^[23]。因此, 选择森林覆盖率、人均造林面积和人均耕地面积反映生态保护情况。

2) 绿色技术指标。绿色技术指标反映农业高效清洁生产和投入品回收利用水平, 体现对农业生产资源的保护。在具体实践中, 绿色技术主要应用在生产和生活两大方面。因此, 选择农膜施用水平、单位耕地面积农药使用量和单位耕地面积化肥使用量来衡量绿色生产技术; 选择生活垃圾无害化处理率、生活污水处理率和卫生厕所普及率来衡量绿色生活技术。

3) 绿色行为指标。绿色行为指在发展与生产的过程中在资源方面的减排增效, 以及在生态环境再生产方面的绿色投入。因此, 在减排增效方面选择人均电力消费量和单位 GDP 的电力消耗量来衡量; 在绿色投资方面选择地方环境保护支出占比来衡量。

4) 绿色产出指标。乡村绿色发展最终目的是促进农业农村现代化, 提高广大农民收入, 缩小城乡收入差距。因此, 从经济产出和福利产出两个方面衡量乡村绿色发展的社会效益。选择农村居民人均可支配收入衡量经济产出, 人均医疗保障程度、地方教育支出占比衡量福利产出。

2.3.2 数据处理与指标赋权

1) 指标正向化和标准化。熵值-CRITIC 组合赋权的 TOPSIS 法进行综合评价需要对三级指标做正向化处理, 使所有指标的取值都符合“值大者优”的原则, 从而对最优解、最劣解及对评价对象进行优劣排序^[20]。

2) 指标赋权。基于熵值-CRITIC 合成赋权的 TOPSIS 分析确定权重, 运用公式 (1)-(3), 可以计算出各三级指标权重, 进而计算各一、二级指标权重 (表 1)。

2.4 测量与校准

本文通过建立乡村绿色发展水平评价指标体系,

表 1 乡村绿色发展评价指标体系
Table 1 Evaluation index system for rural green development

目标层 Target	一级指标(权重) Primary index (weight)	二级指标(权重) Secondary index (weight)	三级指标(权重) Tertiary index (weight)	指标解释 Indicator interpretation
乡村绿色发展水平 Rural green development level	绿色生态 Green ecology (A1) (0.270)	森林资源 Forest resources (B1) (0.198)	森林覆盖率 Forest coverage (B11) (0.093)	森林面积/土地面积 Forest area / land area
			人均造林面积 Per capita afforestation area (B12) (0.105)	造林面积/乡村人口 Afforestation area / rural population
		耕地资源 Farmland resources (B2) (0.072)	人均耕地面积 Per capita arable land area (B21) (0.072)	耕地面积/乡村人口 Cultivated land area / rural population
	绿色技术 Green technology (A2) (0.278)	绿色生产技术 Green production technology (B3) (0.125)	农药施用量 Pesticide application rate (B31) (0.031)	农药施用量/耕地面积 Pesticide application rate / cultivated land area
			化肥施用量 Fertilizer application amount (B32) (0.046)	农业化肥施用量/耕地面积 Agricultural fertilizer application amount / cultivated land area
			塑料薄膜使用量 Plastic film usage (B33) (0.048)	农业塑料薄膜使用量/耕地面积 Agricultural plastic film usage / cultivated land area
	绿色生活技术 Green living technology (B4) (0.153)		生活污水处理率 Domestic sewage treatment rate (B41) (0.069)	农村生活污水处理率 Rural domestic sewage treatment rate
			生活垃圾无害化处理率 Harmless treatment rate of household waste (B42) (0.044)	生活垃圾无害化处理率 Harmless treatment rate of household waste
			卫生厕所普及率 Popularity rate of sanitary toilets (B43) (0.040)	农村卫生厕所普及率 Popularity rate of rural sanitary toilets
	绿色行为 Green behavior (A3) (0.190)	减排增效 Reducing emissions and increasing efficiency (B5) (0.114)	人均电力消费量 Per capita electricity consumption (B51) (0.056)	乡村总用电量/乡村人口 Total rural electricity consumption / rural population
			单位GDP的电力消耗 Electricity consumption per unit GDP (B52) (0.058)	总用电量/GDP Total rural electricity consumption / GDP
绿色产出 Green output (A4) (0.262)		绿色投资 Green investment (B6) (0.076)	环境保护支出占财政支出比重 The proportion of environmental protection expenditure (B61) (0.076)	环境保护支出/财政支出 Environmental protection expenditure / fiscal expenditure
		经济产出 Economic output (B7) (0.101)	农村居民家庭人均可支配收入 Per capita disposable income of rural households (B71) (0.101)	农村居民家庭人均可支配收入 Per capita disposable income of rural households
		福利产出 Welfare output (B8) (0.161)	人均医疗保障程度 Per capita medical insurance level (B81) (0.087)	千人拥有执业医师 Thousand people have practicing physicians
			教育支出占比 Education expenditure proportion (B82) (0.074)	教育支出/财政支出 Education expenditure / fiscal expenditure

使用熵权-CRITIC 组合赋权 TOPSIS 法测算了 64 个研究案例的乡村绿色发展水平, 以此作为结果变量 (表 1)。选取乡村生产数字化、乡村营销数字化、数字化资金投入、数字化基础建设、乡村治理数字化和乡村生活数字化作为前因条件, 其中乡村生产数字化主要包括农业生产数字化与质量安全追溯信息化两部分二级指标; 乡村营销数字化包括农产品网络零售情况和网商覆盖情况两个二级指标; 数字化资金投入包括财政人均投入额和社会资本人均投入额两个二级指标; 数字化基础建设包括互联网普及情况、家庭宽带入户情况、移动设备接入情况 3 个二级指标; 乡村生活数字化包括电商服务站建设情况和未来乡村建设情况两个二级指标; 乡村治理数字化包括万人支付宝实名用户政务业务使用户数、乡镇开通微信公众服务平台占比、万人中钉钉政务

服务用户数、有无行政村使用腾讯为村平台 4 个二级指标。具体指标测量见表 2。

本文使用直接校准法进行数据校准, 将 1 个结果变量和 6 个前因条件的样本数据在下四分位数 (25%)、中位数 (50%) 和上四分位数 (75%) 分别设定为“完全不隶属”“交叉点”“完全隶属”, 从而获得各变量隶属度在 0~1 之间的校准值, 校准分位数及变量描述性统计如表 3 所示。

3 结果与分析

3.1 必要性分析

必要条件分析法 (NCA) 通过分析前因条件的必要性效应量及其显著性来识别必要条件^[9]。效应量也称为瓶颈水平, 是探究产生特定结果所需的必要水平值, 其值域在 0 到 1 之间, 越接近 1 代表效应越

表 2 基于组态分析的条件变量指标说明

Table 2 Instruction of the indexes for conditional variables based on configuration analysis

条件名称 Condition	二级指标(权重) Secondary index (weight)	指标数据来源 Source of indicator data	
乡村生产数字化(DRP) Digitalization of rural production	大田种植数字化水平(0.175) Digitalization level of field planting (0.175)	浙江省数字乡村发展报告 (2021) Zhejiang Province Digital Rural Development Report (2021)	
	设施栽培数字化水平(0.175) Digitalization level of facility cultivation (0.175)		
	畜牧养殖数字化水平(0.175) Digitalization level of animal husbandry and breeding (0.175)		
	水产养殖数字化水平(0.175) Digitalization level of aquaculture (0.175)		
	大田种植业质量安全追溯信息化水平(0.075) The level of information technology for quality and safety traceability in field planting (0.075)		
	设施栽培业质量安全追溯信息化水平(0.075) The level of information technology for quality and safety traceability in facility cultivation industry (0.075)		
	畜禽养殖业质量安全追溯信息化水平(0.075) The level of information technology for quality and safety traceability in animal husbandry (0.075)		
	水产养殖业质量安全追溯信息化水平(0.075) The level of information technology for quality and safety traceability in aquaculture industry (0.075)		
	乡村营销数字化(DRM) Digitalization of rural marketing		农产品网络零售情况(0.667) Online retail of agricultural products (0.667)
			网商覆盖情况(0.333) Coverage of online merchants (0.333)
数字化资金投入(DFI) Digital funding investment		数字化政府财政人均投入额(0.500) Per capita investment in digital government finance (0.500)	
	数字化社会资本人均投入额(0.500) Per capita investment in digital social capital (0.500)		
数字化基础建设(DIC) Digital infrastructure construction	互联网普及情况(0.350) Internet popularization (0.350)		
	家庭宽带入户情况(0.296) Household broadband entry situation (0.296)		
	移动设备接入情况(0.354) Mobile device access situation (0.354)		
	乡村生活数字化(DRL) Digitalization of rural life	电商服务站建设情况(0.667) Construction status of E-commerce service stations (0.667)	
未来乡村建设情况(0.333) Future rural construction situation (0.333)			
乡村治理数字化(DRG) Digitalization of rural governance		万人支付宝实名用户政务业务使用户数(0.250) Number of real name Alipay users for government affairs business (0.250)	县域数字乡村指数(2020) County Digital Countryside Index (2020)
	乡镇开通微信公众服务平台占比(0.250) The proportion of townships opening WeChat public service platforms (0.250)		
	万人中钉钉政务服务用户数(0.250) Number of DingTalk government service users per 10 000 people (0.250)		
	有无行政村使用腾讯为村(0.250) Whether any administrative villages use Tencent's Wecounty (0.250)		

表 3 数据校准和描述性统计

Table 3 Data calibration and descriptive statistics

Condition	模糊集校准 Fuzzy set calibration			描述性统计 Descriptive statistics			
	完全不隶属 Not affiliated at all	交叉点 Intersection	完全隶属 Complete affiliation	最小值 Minimum	最大值 Maximum	平均值 Mean	标准差 Standard deviation
乡村生产数字化(DRP) Digitalization of rural production	0.365	0.304	0.272	0.401	0.598	0.505	0.032
乡村营销数字化(DRM) Digitalization of rural marketing	49.296	30.832	19.944	0.182	0.410	0.313	0.062
数字化资金投入(DFI) Digital funding investment	707.414	230.457	94.857	1.103	58.149	33.334	16.890
数字化基础建设(DIC) Digital infrastructure construction	32.682	27.575	25.185	3.092	20 357.314	926.870	2 680.744
乡村治理数字化(DRG) Digitalization of rural governance	76.633	69.918	58.396	10.217	34.000	27.731	5.434
乡村生活数字化(DRL) Digitalization of rural life	2.333	2.000	1.667	32.529	96.812	66.599	13.729
乡村绿色发展水平 Rural green development level	0.524	0.505	0.491	1.343	3.000	2.036	0.418

大;当某一条件的效应量在 0 到 0.1 之间时,表明该条件的效应量为低等效应^[24]。当单个条件的效应量(d)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,选取回归上限(CR)和包络上限(CE)两种估计方法分别得出精确度、上限区域、范围、效应量和 P 值等。根据 NCA 对单个条件的必要性分析结果,所有前因条件的效应量(d)均小于 0.1,且 P 值均大于 0.05,说明所有前因条件均不是产生高乡村绿色发展水平的必要条件(具体结果见本

文电子版资源附件,附表 1、附表 2, <http://www.ecoagri.ac.cn/article/doi/10.12357/cjea.20240372>)。

为对分析结果进行交叉检验,本文进一步采用 fsQCA 方法进行单个条件的必要性分析。fsQCA 的必要性分析结果较为统一,采用 0.9 的较高阈值^[25]。表 4 报告了 fsQCA 必要性分析结果,其结果与 NCA 结果一致,即所有前因条件均无法单独构成促进乡村绿色发展水平提升的必要条件。这间接折射出乡村绿色发展的过程复杂,受多因素的共同影响,并非由单一因素主导。

表 4 模糊集定性比较分析(fsQCA)的必要性分析结果

Table 4 Necessity analysis of single factor by fuzzy set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA)

前因条件 Antecedent element	乡村高绿色发展水平 High level of green development in rural areas		乡村非高绿色发展水平 Non-high rural green development level	
	一致性 Consistency	覆盖度 Coverage	一致性 Consistency	覆盖度 Coverage
乡村生产数字化 Digitalization of rural production	0.518	0.505	0.605	0.582
~乡村生产数字化 ~Digitalization of rural production	0.571	0.594	0.485	0.498
乡村营销数字化 Digitalization of rural marketing	0.559	0.576	0.535	0.544
~乡村营销数字化 ~Digitalization of rural marketing	0.557	0.548	0.583	0.566
数字化资金投入 Digital funding investment	0.492	0.525	0.562	0.593
~数字化资金投入 ~Digital funding investment	0.619	0.589	0.549	0.516
数字化基础设施建设 Digital infrastructure construction	0.550	0.576	0.489	0.505
~数字化基础设施建设 ~Digital infrastructure construction	0.527	0.511	0.590	0.564
乡村治理数字化 Digitalization of rural governance	0.567	0.573	0.536	0.536
~乡村治理数字化 ~Digitalization of rural governance	0.541	0.542	0.572	0.566
乡村生活数字化 Digitalization of rural life	0.563	0.575	0.545	0.549
~乡村生活数字化 ~Digitalization of rural life	0.559	0.554	0.579	0.567

~表示逻辑非; ~ indicates logical non.

3.2 组态分析

考虑到非对称性因果关系^[9],本文对产生乡村高绿色发展水平与乡村非高绿色发展水平的数字乡村建设组态进行了分析,同时对发现的数字乡村建设组态进行命名。

3.2.1 产生乡村高绿色发展水平的组态路径

在进行组态分析时,案例频数阈值的确定应保证最终进入 fsQCA 分析流程的案例数至少为总案例数的 75%^[26],故将案例频数阈值设置为 1。原始一致性阈值设定为 0.8、概率约简指数(PRI)一致性阈值设置为 0.75。此外,在反事实分析部分,由于现有研究在数字乡村建设条件如何影响乡村绿色发展方面尚无定论支撑,故假设不论单个数字乡村建设条件是否出现,都有可能贡献乡村高绿色发展水平。本文进一步利用中间解与简约解的嵌套关系对比,区分每个解的核心和边缘条件^[27]。

表 5 汇报了组态分析结果。从单一组态来看,提高乡村绿色发展水平的组态有 5 个,分别为 H1a、

H1b、H2、H3 和 H4, H1a 与 H1b 的核心条件相同,构成二阶等价组态^[25]。再次梳理后共得到 4 类产生高乡村绿色发展水平的组态。可以发现:4 类产生高乡村绿色发展水平的组态差异明显,但都产出了相同结果,这表明发展数字乡村建设的各项措施之间存在着不同的协作与替代效应。在第一类组态中,乡村营销数字化、数字化基础建设和乡村生活数字化作为核心条件存在,数字化基础建设在 3 条组态中存在,故将这类组态命名为基建拉动型价值转化驱动。在第二类组态中,仅有乡村生产数字化作为核心条件存在,故将这类组态命名为技术效率型生产转型驱动。第三类组态中,乡村生产数字化、数字化基础建设和乡村治理数字化作为核心条件存在,故将这类组态命名为数据赋能型生态治理驱动。在第四类组态中,数字化资金投入、数字化基础建设和乡村生活数字化作为核心条件存在,故将这类组态命名为资金拉动型价值转换驱动。

1) 基建拉动型价值转化驱动。组态 H1a 的原始

表5 乡村绿色发展水平影响因素的组态结果
Table 5 Configuration results of factors influencing green development in rural areas

前因条件 Antecedent element	乡村高绿色发展水平 High level of green development in rural areas					非乡村高绿色发展水平 Non-high rural green development level	
	H1a	H1b	H2	H3	H4	NH1	NH2
乡村生产数字化 Digitalization of rural production	●		●	●	⊗	⊗	●
乡村营销数字化 Digitalization of rural marketing	●	●	⊗	⊗	⊗	⊗	●
数字化资金投入 Digital funding investment	⊗	⊗	⊗	⊗	●	⊗	⊗
数字化基础建设 Digital infrastructure construction	●	●	⊗	●	●	⊗	⊗
乡村治理数字化 Digitalization of rural governance		●	⊗	●	⊗	●	⊗
乡村生活数字化 Digitalization of rural life	●	●	⊗	⊗	●	⊗	⊗
一致性 Consistency	0.893	0.902	0.886	0.907	0.882	0.898	0.837
原始覆盖度 Raw coverage	0.116	0.171	0.080	0.080	0.059	0.087	0.065
唯一覆盖度 Unique coverage	0.021	0.073	0.051	0.023	0.032	0.065	0.050
总体一致性 Solution consistency			0.887			0.870	
总体覆盖度 Solution coverage			0.311			0.137	

●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, 空白则表示该条件可能出现可能不出现。● indicates existence of core condition; ⊗ indicates absence of core condition; ● indicates existence of edge condition; ⊗ indicates absence of edge condition; the blank indicates that the condition can exist or be missing.

覆盖度为 0.116, 该组态可以解释 11.6% 的高乡村绿色发展水平案例; 唯一覆盖度为 0.021, 说明约 2% 的高乡村绿色发展水平案例仅能被该组态解释。组态 H1b 的原始覆盖度为 0.171, 说明该组态可以解释约 17.1% 的高乡村绿色发展水平案例; 唯一覆盖度为 0.073, 说明约 7% 的高乡村绿色发展水平案例仅能被该组态解释。两个组态均指出以乡村营销数字化、数字化基础建设和乡村生活数字化为核心条件存在, 分别以乡村生产数字化和乡村治理数字化为边缘条件存在, 数字化资金投入为核心条件缺失的组态可以充分产生高乡村绿色发展水平。此类组态表明, 在数字化资金投入缺失的情况下, 高水平的数字化基础建设, 配合乡村营销和乡村生活数字化, 能够促进生态价值转化。

2) 技术效率型生产转型驱动。组态 H2 的原始覆盖度为 0.080, 该组态可以解释 8% 的高乡村绿色发展水平案例; 唯一覆盖度为 0.051, 说明约 5% 的高乡村绿色发展水平案例仅能被该组态解释。该组态指出, 以乡村生产数字化为核心条件存在, 乡村营销数字化、治理数字化、生活数字化、数字化资金投入为核心条件缺失, 数字化基础建设为边缘条件缺失的组态可以充分产生高乡村绿色发展水平。此类组态表明, 对于以生产加工产业为主的地区, 作用于乡村生产领域的数字化转型能够有力提升当地的绿色发展水平。

3) 数据赋能型生态治理驱动。组态 H3 的原始

覆盖度为 0.080, 该组态可以解释 8% 的高乡村绿色发展水平案例; 唯一覆盖度为 0.023, 说明约 2.3% 的高乡村绿色发展水平案例仅能被该组态解释。该组态指出, 以乡村生产数字化、数字化基础建设和乡村治理数字化为核心条件存在, 乡村营销、生活数字化、数字化资金投入为核心条件缺失的组态可以产生高乡村绿色发展水平。此类组态表明, 通过数字基础设施建设、产业数字化转型将生态环境数据与乡村治理数字化结合, 赋能乡村生态治理, 能够提升乡村绿色发展水平。

4) 资金拉动型价值转换驱动。组态 H4 的原始覆盖度为 0.059, 该组态可以解释约 6% 的高乡村绿色发展水平案例; 唯一覆盖度为 0.032, 说明约 3% 的乡村绿色发展高水平案例仅能被该组态解释。该组态指出, 以乡村生活数字化、数字化基础建设和数字化资金投入为核心条件存在, 乡村生产数字化、乡村营销数字化和乡村治理数字化为核心条件缺失的组态可以产生高乡村绿色发展水平。此类组态表明, 在良好的数字基建条件下, 数字化资金的投入能够与乡村生活数字化一起实现生态资源的价值转化, 促进绿色发展转型。

3.2.2 产生乡村非高绿色发展水平的组态路径

为了检验因果非对称性^[9], 本文还对 2 类产生乡村非高绿色发展水平的组态进行了命名与分析(表 5)。1) 生产-营销-数据-生活抑制型。组态 NH1 显示, 以乡村治理数字化为核心条件存在, 乡村生产、

营销、生活数字化和数字化基础建设为核心条件缺失,数字化资金投入为边缘条件缺失的组态,乡村绿色发展水平不高。2) 资金-数据-治理-生活抑制型。组态 NH2 显示,以乡村生产数字化和乡村营销数字化为核心条件存在,其余均为核心条件缺失的组态,乡村绿色发展水平同样不高。

3.3 滞后效应分析

数字化建设对于地区全要素生产率的提升具有一定的滞后效应^[28],同理,数字乡村建设也可能不会马上见效于乡村的绿色发展。为了进一步检验数字乡村建设可能存在的滞后影响,本文将结果变量做滞后后期处理,并再次开展组态分析。在验证滞后效应之前,为综合衡量前因条件对于结果变量的效果,使用各县域 2020—2021 年绿色乡村发展指数的平均值作为结果代理变量^[29]。原因如下:各前因条件对于结果变量的效果不仅具有实时性,同时还具有一定的时滞效应。而平均值在统计学中反映的是数据的集中趋势,更能说明数据的一般情况,可以反映出各前因条件的联动匹配效应对结果变量的影响程度或相对水平。

将结果代理变量与原前因条件进行 fsQCA 分析,得出产生乡村高绿色发展水平的路径有 5 种组态(H1a: DPR*DRM*~DFI*DIC*~DRG*DRL; H1b: ~DPR*DRM*~DFI*DIC*DRG*DRL; H2: DPR*~DRM*DFI*~DRG*~DRL; H3: ~DPR*~DRM*DIC*DRG*DRL; H4: ~DPR*~DRM*DFI*DIC*~DRG*DRL; “*”代表逻辑“与”),各组态均高于原始一致性 0.8、PRI 一致性 0.75 的阈值(附表 3)。除组态 H3 的核心条件发生变化之外,其余组态与原结果基本一致。对于组态 H3 的变化,尽管原核心条件乡村生产数字化不再显著,但仍符合“数据赋能型生态治理驱动”的基本特征,新核心条件乡村生活数字化在现实中表现的智能垃圾

分类、资源回收积分平台等生活数字化新模式,与基层生态环境数字治理存在内在联系,满足“将生态环境数据与乡村治理数字化结合,赋能乡村生态治理”的组态描述。故在考虑滞后效应的情况下,原结果依然有效。

3.4 稳健性检验

本文对产生乡村高绿色发展水平的数字乡村建设组态进行了稳健性检验。当轻微改变 QCA 操作的参数,产生的结果间存在子集合关系,不会改变研究发现的实质解释时,视为稳健^[26-27]。首先,提高案例频数阈值由 1 至 2,产生 2 个组态与现有组态中的两个解基本一致(附表 4)。其次,将 PRI 一致性由 0.75 降低至 0.70,产生的组态基本上包括了现有组态(附表 5)。最后,调整校准锚点,将完全隶属、完全不隶属锚点调整为第 70 百分位数和第 30 百分位数,交叉点保持不变,得到的组态与现有组态基本一致(附表 6)。上述稳健性检验显示本文结果比较稳健。

4 讨论

本节基于上述对 4 类产生乡村高绿色发展水平的组态条件分析与定性讨论,结合已有研究与前文讨论得出的生产转型、生态治理和价值转化 3 个影响乡村绿色发展的主要机制,尝试提炼出数字乡村建设赋能乡村绿色发展水平提升的实现路径(图 2)。

4.1 以绿色技术赋能生产实践为现实支撑

数字乡村建设深刻地影响着乡村产业与技术的转型升级,并以此实现生产转型,支撑乡村绿色发展水平提升。体现这一路径的组态主要包括 H2 代表的“技术效率型生产转型驱动”组态,具体而言,主要由乡村生产数字化与数字化基础建设二者共同实现。数字乡村建设中,农业产业数字化转型引入的数字

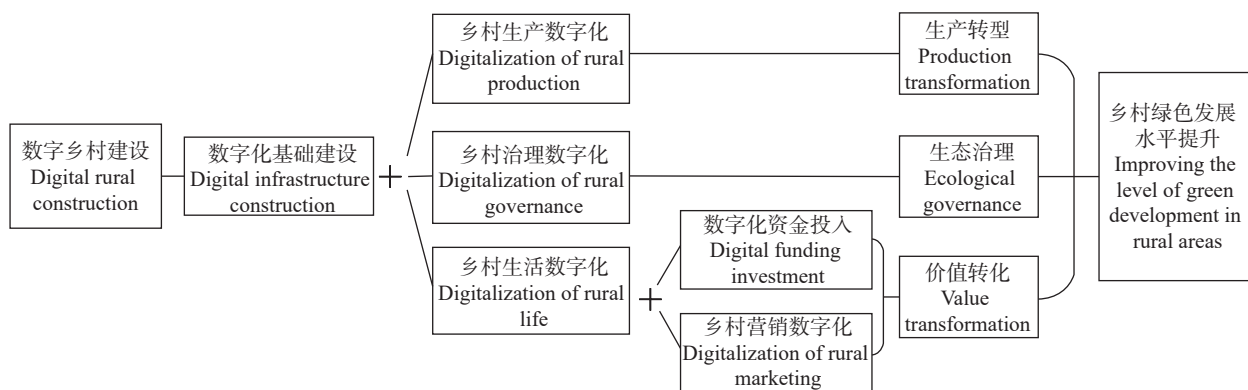


图 2 数字乡村建设促进乡村绿色发展水平提升的实现路径

Fig. 2 The implementation path of promoting green development in rural areas through digital rural construction

技术能够提升生产效率,降低资源消耗与废物排放,促进绿色技术采纳^[30]。另一方面,农业产业数字化能够带动农业产业结构向高级化进阶,提高资源配置效率和规模经营效率^[31],有利于农业产业结构优化升级。乡村生产数字化通过赋能产业绿色创新,增强农业数字化转型能力的同时,加速向农业生产领域渗透,并进一步提升绿色技术的采纳效率。而数字基础设施能够将数据作为关键生产要素,以此提升工业技术效率,促进工业绿色发展效率的增长^[32],在二者的协同作用下,实现乡村绿色发展水平的提升。以杭州建德市为例,建德市通过数字化技术改造采矿、化工、水泥等高污染产业,使当地生态环境得到明显改善;同时,建德市对当地农业重点草莓产业进行数字化改造,解决生态数据统计与监管问题,并为草莓种植农户提供安全监测、畅通销路、专家指导、绿色认证等服务,既促进了当地绿色发展,又提升了产业竞争力。

4.2 以多元协同激活生态共治为组织基础

数字乡村建设通过乡村治理数字化赋能乡村的生态治理实践,并以此促进乡村绿色发展。体现这一路径的组态主要包括 H3 代表的“数据赋能型生态治理驱动”组态,具体而言,乡村治理数字化可以使不同治理主体的绿色发展诉求,通过各种社会治理途径来实现表达。如通过实现“碳账户”“生态绿币”等环境保护应用场景,将场景内政府、企业、乡村组织、村民等多元主体连接,在数字平台框架下形成多主体参与的协作网络,实现乡村绿色发展与生态价值共享和增进^[7]。同时,乡村数字治理能够提高居民生态行为意愿,并且通过促进构建村民监督机制来激发治理主体活力^[33],从而促进乡村绿色发展。另一方面,通过数字化基础建设的介入,政府基于数据基础设施能够加快实施一系列政策工具,能够赋能地方生态治理能力,相关生态数据可以帮助治理主体认识本地区生态治理的进展和存在问题,支撑地方政府的科学决策和精准施策,推动乡村绿色治理体系和绿色治理能力现代化^[34],从而促进乡村绿色发展。以丽水青田县为例,在水治理方面,青田通过建立水环境智慧监管平台,收集、上传水环境数据,并与相关生态环境科技公司合作,共享监测数据,使域内 9 个县控及以上断面的水质全部达到或优于地表水Ⅱ类标准,县级以上城市集中式饮用水水源地水质达标率为 100%。

4.3 以生态转化重塑市场价值为转型动力

数字乡村建设在充分的数字化基础建设条件下,

从乡村生活数字化出发,带动营销与资本投入助力乡村的生态价值转化,并以此带动乡村绿色发展。体现这一路径的组态主要包括 H1a、H1b 代表的“基建拉动型价值转化驱动”组态和 H4 代表的“资金拉动型价值转换驱动”组态。具体而言,乡村营销数字化能够将生态文化与市场的绿色消费需求相结合,通过农村电商链接广阔的绿色消费市场与乡村的生产、生活实际,如利用绿色农产品数字标识等手段提升农业品牌战略和价值,推进基于乡村的生态绿色品牌建设。通过实现产业生态化促进生态价值转化,从而促进乡村绿色发展。以嘉兴平湖市为例,平湖市在推进数字基础设施建设的基础上同步进行“光伏+农业”“光伏+农文旅”等新模式新业态的发展,形成了多能互补、因地制宜、多元融合发展的局面。数字化资金的投入能够引入资本要素参与乡村数字化建设,能够促进农业绿色技术改善,有助于实现乡村生态资源的价值化^[35];另一方面,数字化资本的投入能够提升农村地区的金融可得性,数字普惠金融与绿色金融能够协同推动产业结构升级和绿色技术创新^[36],进而促进乡村绿色发展。以宁波市为例,宁波探索绿色金融创新发展,推出“数字化+绿色金融”贷款项目,促进了绿色金融落地投放。其中江北区毛岙村借助早期数字化建设投入形成的大数据、云计算等技术优势,集成“美丽乡村+数字乡村+共富乡村+人文乡村+善治乡村”打造数字生活体验,在此基础上,赋能当地良好的生态资源,吸引精品民宿入驻,带动周边地区生态农业旅游蓬勃发展。

5 结论与启示

5.1 研究结论

本文基于组态视角,结合熵权-CRITIC 组合赋权 TOPSIS 法和 fsQCA 方法,揭示了数字乡村建设推动乡村绿色发展水平提升的多重路径。首先,本文发现所有前因条件均不是产生乡村高绿色发展水平的必要条件。但是,对于乡村绿色发展水平的提升,数字化基础建设提供了重要支撑,乡村生产、治理、生活数字化发挥了关键作用。其次,本文发现了产生乡村绿色发展高水平的 4 类数字乡村建设组态,表明在不同的县域产业基础、资源要素禀赋等条件下,数字乡村建设能够促进乡村绿色发展水平的提升,并且存在多重实现方式。这说明不同地区在实践中,可根据自身条件与数字化建设情况,对比条件相似的组态,在乡村数字基建、数字生产、数字治理等方向上有的放矢,促进乡村的生产转型、生态

治理和价值转化,实现乡村绿色发展水平的提升。

5.2 研究启示

5.2.1 不断深化乡村数字基础设施建设,创新数字绿色金融服务

一是加速数字化设施普及。坚定推行数字乡村战略,加快 5G、乡镇统一数据库等网络基础设施的布设,进一步推进数字基础设施在欠发达地区的建设,完善、升级数字基础条件较好地区的设施,并丰富数字化设施的运用场景。推进农村通信网络的升级扩容,努力满足农户生活、农业生产日益增长的需求,并为未来乡村数据的收集、开发和利用做好准备。二是加大数字化资金投入。探索推出“数字化+绿色金融”贷款项目,作为乡村主体采纳绿色行为的后备支撑,提高农户、农业企业和农民合作社等生产经营主体采纳绿色生产要素(包括技术、资金等)的动力,提高生态生产力,实现绿色增长。

5.2.2 探索基于数字化的多主体协同治理,推动数字技术融入乡村生产、生活实践

打造多元主体协同参与机制是保障乡村生态环境建设工作高效运行的关键。首先,应加大对乡村生态治理技术研发和创新应用的资金投入和政策支持力度,在治理领域积极引入应用数字技术,跟踪评估乡村生态环境保护实施情况,建设县乡村三级农村生态环境大数据指挥中心,形成网格化的生态环境治理体系和网格化的生态环境服务系统,并在此基础上将农民、基层政府及乡镇企业等主体纳入乡村生态环境治理体系中,实现扁平化结构治理。以政府先行、企业主导、农民跟进的多主体协同治理方式,在稳步推进生态综合整治项目时,充分发挥农民熟悉乡村现实情况的天然优势,鼓励其围绕生态环境治理和日常监督建言献策,调动各主体积极性,参与乡村生态治理。

5.2.3 大力加强乡村营销数字化,打造乡村生态产业链

乡村营销数字化具有强大的市场效应,可以认为是通过乡村数字生活促进乡村绿色发展水平提升的主要路径。首先,要深化产品供给。依托数字技术推动旅游产业、环保产业、康养产业发展,构建乡村生态产业链,畅通由绿水青山走向金山银山的转化通道,构建“社会-经济-生态”耦合系统。其次,完善配套服务,抓牢乡村营销数字化的良好契机,集中优势资源完善乡村生态产品的宣传、养护,实现生产开发、经营维护、推广与再生产全过程的绿色生态化。最后,应进一步引导市场的绿色生态方向,

强化市场效应,深耕产业聚集,形成集群效应,实现绿色标准化发展,并立足市场需求,搭建多元营销场景。

附表 1 至附表 6 见电子资源附件 (<http://www.ecoagri.ac.cn/article/doi/10.12357/cjea.20240372>)。

参考文献 References

- [1] 张月昕. 以绿色发展引领乡村振兴——浅析新时代美丽乡村建设的行政路径[J]. 中国行政管理, 2018(7): 156-158
ZHANG Y X. Leading rural revitalization with green development — Analysis on the administrative path of beautiful countryside construction in the New Era[J]. Chinese Public Administration, 2018(7): 156-158
- [2] 朱站, 陈晓亮, 尹铎. 从“绿水青山”到“金山银山”: 欠发达地区乡村生态产品价值实现的阶段、路径与制度研究[J]. 管理世界, 2023, 39(8): 74-91
ZHU H, CHEN X L, YIN D. Transforming “green water and green mountains” into “golden mountains and silver mountains”: research on the stage, path and system of the value realization of rural ecological products in underdeveloped areas[J]. Journal of Management World, 2023, 39(8): 74-91
- [3] 张荣博, 钟昌标. 数字乡村建设与县域生态环境质量——来自电子商务进农村综合示范政策的经验证据[J]. 当代经济管理, 2023, 45(2): 54-65
ZHANG R B, ZHONG C B. Digital village construction and county ecological environment quality — Empirical evidence from comprehensive demonstration policies for E-commerce going to rural areas[J]. Contemporary Economic Management, 2023, 45(2): 54-65
- [4] 金绍荣, 任赞杰. 乡村数字化对农业绿色全要素生产率的影响[J]. 改革, 2022(12): 102-118
JIN S R, REN Z J. The impact of rural digitalization on agricultural green total factor productivity[J]. Reform, 2022(12): 102-118
- [5] 朱喜安, 马樱格. 数字经济对绿色全要素生产率变动的影响研究[J]. 经济问题, 2022(11): 1-11
ZHU X A, MA Y G. Research on the impact of digital economy on green total factor productivity[J]. On Economic Problems, 2022(11): 1-11
- [6] 刘学侠, 陈传龙. 数字技术推动农业产业结构转型升级路径研究[J]. 行政管理改革, 2022(12): 57-65
LIU X X, CHEN C L. The path of digital technology promoting the transformation and upgrading of agricultural industrial structure[J]. Administration Reform, 2022(12): 57-65
- [7] 胡占光, 吴业苗. 数字乡村何以实现“整体智治”?——基于浙江五四村“数字乡村一张图”全景治理平台实证考察[J]. 电子政务, 2023(12): 40-53
HU Z G, WU Y M. How can digital villages achieve “overall intellectual governance”? — An empirical study based on the panoramic governance platform of “One Map of Digital Village” in Wusi Village, Zhejiang Province[J]. E-Government, 2023(12): 40-53

- [8] 李繁荣, 闫言. 我国乡村绿色发展的经济学分析——基于乡村污染治理主体异化的学理阐释[J]. 经济问题, 2023(8): 7-16
LI F R, YAN Y. The economic analysis of rural green development in China — Theoretical interpretation based on the alienation of rural pollution control subjects[J]. On Economic Problems, 2023(8): 7-16
- [9] 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): 127-145
DU Y Z, LIU Q C, CHEN K W, 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): 127-145
- [10] 徐邵文, 赵珂瑶, 钱静斐. 高质量发展目标下中国农业绿色发展研究的现状、热点与趋势[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 45(7): 66-75
XU S W, ZHAO Y F, QIAN J F. Research on status, hotspots and developing trend of agricultural green development in China under the goal of high-quality development[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(7): 66-75
- [11] 魏梦升, 颜廷武, 罗斯炫. 规模经营与技术进步对农业绿色低碳发展的影响——基于设立粮食主产区的准自然实验[J]. 中国农村经济, 2023(2): 41-65
WEI M S, YAN T W, LUO S X. The impacts of scale management and technological progress on green and low-carbon development of agriculture: A quasi-natural experiment based on the establishment of major grain-producing areas[J]. Chinese Rural Economy, 2023(2): 41-65
- [12] 金书秦, 张哲晰, 胡钰, 等. 中国农业绿色转型的历史逻辑、理论阐释与实践探索[J]. 农业经济问题, 2024, 45(3): 4-19
JIN S Q, ZHANG Z X, HU Y, et al. Historical logic, theoretical interpretation, and practical exploration of China's agricultural green transformation[J]. Issues in Agricultural Economy, 2024, 45(3): 4-19
- [13] 雷绍海, 田曦, 王成军. 农业资源错配到农业绿色生产效率的空间效应分解研究[J]. 地域研究与开发, 2023, 42(2): 124-129, 149
LEI S H, TIAN X, WANG C J. Spatial effect decomposition of agricultural resources misallocation on agricultural green production efficiency[J]. Areal Research and Development, 2023, 42(2): 124-129, 149
- [14] 戴鸣钟. 协同学: 自然成功的奥秘[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 1988
DAI M Z. Synergetics: the Tecret of Natural Success[M]. Shanghai: Shanghai Popular Science Press, 1988
- [15] 吕文飞, 王英. 中国乡村生态治理现代化多元主体共治探究[J]. 现代经济探讨, 2023(5): 127-132
LYU W F, WANG Y. Research on multi-subject co-governance of rural ecological governance modernization in China[J]. Modern Economic Research, 2023(5): 127-132
- [16] 魏春城, 林治宇, 赵晨, 等. 数字技术赋能绿色低碳发展的举措与建议[J]. 环境保护, 2022, 50(20): 28-30
WEI C C, LIN Z Y, ZHAO C, et al. Measures and suggestions for enabling green and low-carbon development with digital technology[J]. Environmental Protection, 2022, 50(20): 28-30
- [17] 黄祖辉, 李懿芸, 马彦丽. 论市场在乡村振兴中的地位与作用[J]. 农业经济问题, 2021, 42(10): 4-10
HUANG Z H, LI Y Y, MA Y L. On the position and function of market in rural revitalization[J]. Issues in Agricultural Economy, 2021, 42(10): 4-10
- [18] 陈学明. 资本逻辑与生态危机[J]. 中国社会科学, 2012(11): 4-23, 203
CHEN X M. The logic of capital and ecological crisis[J]. Social Sciences in China, 2012(11): 4-23, 203
- [19] 朱卫东, 吴鹏. 引入 TOPSIS 法的风险预警模型能提高模型的预警准确度吗? ——来自我国制造业上市公司的经验证据[J]. 中国管理科学, 2015, 23(11): 96-104
ZHU W D, WU P. Can the introduction of TOPSIS in risk early-warning model improve the accuracy of early-warning? — A case study from listed companies of manufacturing industry[J]. Chinese Journal of Management Science, 2015, 23(11): 96-104
- [20] 王雪峰. 多重冲击下大型房企财务风险评价——基于熵值 CRITIC 合成赋权的 TOPSIS 分析[J]. 财会月刊, 2023(12): 94-99
WANG X F. Financial risk assessment of large-scale housing enterprises under multiple shocks — TOPSIS analysis based on entropy CRITIC synthetic weighting[J]. Finance and Accounting Monthly, 2023(12): 94-99
- [21] 谢智敏, 王霞, 杜运周, 等. 创业生态系统如何促进城市创业质量——基于模糊集定性比较分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2020, 41(11): 68-82
XIE Z M, WANG X, DU Y Z, et al. How does the entrepreneurial ecosystem promote urban entrepreneurial Quality? A fuzzy set qualitative comparative analysis[J]. Science of Science and Management of S & T, 2020, 41(11): 68-82
- [22] 北京大学新农村发展研究院数字乡村项目组. 县域数字乡村指数 (2020)[R/OL]. [2022-5-30]. <http://www.ccap.pku.edu.cn/nrdi/docs/2022-05/20220530144658673576.pdf>
Digital Rural Project Team of Peking University New Rural Development Research Institute. County Digital Countryside Index (2020)[R/OL]. [2022-5-30]. <http://www.ccap.pku.edu.cn/nrdi/docs/2022-05/20220530144658673576.pdf>
- [23] 黄季焜. 践行大食物观和创新政策支持体系[J]. 农业经济问题, 2023, 44(5): 22-35
HUANG J K. Implement the greater food approach view and innovative policy support system[J]. Issues in Agricultural Economy, 2023, 44(5): 22-35
- [24] DUL J, VAN DER LAAN E, KUIK R. A statistical significance test for necessary condition analysis[J]. Organizational Research Methods, 2020, 23(2): 385-395
- [25] 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
- [26] 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
ZHANG M, DU Y Z. Qualitative comparative analysis (QCA) in management and organization research: position, tactics, and

- directions[J]. *Chinese Journal of Management*, 2019, 16(9): 1312–1323
- [27] 杜运周, 刘秋辰, 程建青. 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[J]. *管理世界*, 2020, 36(9): 141–155
- DU Y Z, LIU Q C, CHENG J Q. What kind of ecosystem for doing business will contribute to city-level high entrepreneurial activity? A research based on institutional configurations[J]. *Management World*, 2020, 36(9): 141–155
- [28] 范合君, 吴婷. 新型数字基础设施、数字化能力与全要素生产率[J]. *经济与管理研究*, 2022, 43(1): 3–22
- FAN H J, WU T. New digital infrastructure, digital capacity and total factor productivity[J]. *Research on Economics and Management*, 2022, 43(1): 3–22
- [29] 向熠, 叶言, 缪甜甜, 等. 长江经济带农业全要素生产率提升路径研究——基于 38 市的 DEA 与 fsQCA 分析[J]. *中国农业资源与区划*, 2023, 44(9): 189–202
- XIANG Y, YE Y, MIAO T T, et al. Research on the path of agricultural total factor productivity improvement in the Yangtze River economic belt — Based on DEA and fsQCA analysis of 38 cities[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2023, 44(9): 189–202
- [30] 杜建军, 章友德, 刘博敏, 等. 数字乡村对农业绿色全要素生产率的影响及其作用机制[J]. *中国人口·资源与环境*, 2023, 33(2): 165–175
- DU J J, ZHANG Y D, LIU B M, et al. Impact of digital village construction on agricultural green total factor productivity and its mechanisms[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2023, 33(2): 165–175
- [31] 郭海红. 数字乡村建设、资源要素错配与农业绿色全要素生产率[J]. *中国地质大学学报(社会科学版)*, 2024, 24(1): 102–116
- GUO H H. Digital rural construction, misallocation of resource elements, and agricultural green total factor productivity[J]. *Journal of China University of Geosciences (Social Sciences Edition)*, 2024, 24(1): 102–116
- [32] 蔺鹏, 孟娜娜. 新型数字基础设施建设对中国工业绿色发展效率增长的影响研究[J]. *科研管理*, 2023, 44(12): 50–60
- LIN P, MENG N N. Research on the influence of new digital infrastructure construction on industrial green development efficiency growth in China[J]. *Science Research Management*, 2023, 44(12): 50–60
- [33] 张岳, 冯梦微, 易福金. 乡村数字治理对农户垃圾分类的影响效果与机制研究[J]. *世界农业*, 2023(11): 78–90
- ZHANG Y, FENG M W, YI F J. Study on the effectiveness and mechanism of rural digital governance on villagers' waste classification[J]. *World Agriculture*, 2023(11): 78–90
- [34] 聂耀昱, 尹西明, 林镇阳, 等. 数据基础设施赋能碳达峰碳中和的动态过程机制[J]. *科技管理研究*, 2022, 42(18): 182–189
- NIE Y Y, YIN X M, LIN Z Y, et al. Dynamic empowering process mechanism of data infrastructure on carbon peak and neutrality[J]. *Science and Technology Management Research*, 2022, 42(18): 182–189
- [35] 杨怡, 吴丽玉, 张齐家, 等. 数字普惠金融对农业绿色增长的影响——兼论农村人力资本投资的调节作用[J]. *经济问题探索*, 2022(6): 165–180
- YANG Y, WU L Y, ZHANG Q J, et al. The impact of digital financial inclusion on agricultural green growth: On the adjustment function of rural human capital investment[J]. *Inquiry into Economic Issues*, 2022(6): 165–180
- [36] 王仁曾, 詹姝珂. 数字普惠金融与绿色金融对经济高质量发展的协同影响研究[J]. *现代经济探讨*, 2023(7): 59–70
- WANG R Z, ZHAN S K. Research on the synergistic impact of digital inclusive finance and green finance on high-quality economic development[J]. *Modern Economic Research*, 2023(7): 59–70