农业资源与环境学报 CSCD核心期刊 中文核心期刊 中国科技核心期刊
JOURNAL OF AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT
欢迎投稿 http://www.aed.org.cn

合作社自办企业驱动稻蟹共作采纳的资源节约效应:组织-技术-政策协同机制

王培健, 吴华英

引用本文:
王培健, 吴华英. 合作社自办企业驱动稻蟹共作采纳的资源节约效应:组织-技术-政策协同机制[J]. 农业资源与环境学报, 2025, 42(6): 1563-1572.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.13254/j.jare.2025.0309

王培健, 吴华英. 合作社自办企业驱动稻蟹共作采纳的资源节约效应:组织-技术-政策协同机制[J]. 农业资源与环境学报, 2025, 42(6): 1563-1572.

WANG P J, WU H Y. Cooperative-owned enterprises driving the adoption of rice-crab integrated farming and resource conservation effects: synergistic mechanisms of organization, technology, and policy[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2025, 42(6): 1563-1572.

开放科学 OSID

合作社自办企业驱动稻蟹共作采纳的资源节约效应:组织-技术-政策协同机制

王培健, 吴华英*

(福建师范大学经济学院, 福州 350108)

摘 要:为揭示合作社自办企业驱动稻蟹共作模式采纳的路径及其资源节约效应,本研究构建组织-技术-政策协同框架,基于山东省1 971份农户调研数据,采用工具变量法、中介效应模型及调节效应模型进行实证分析。结果表明:稻蟹共作模式显著降低化肥用量20.3%、农药成本35.2%及灌溉用水量18.4%;合作社自办企业使农户采纳概率提高65.8%;数字农技服务通过降低技术门槛贡献其整体促进效应的42.2%;政府财政补贴每增加1万元·村$^{-1}$,合作社对采纳概率的边际效应提升23.8%。研究表明,合作社需通过组织资源整合、数字技术赋能与政策协同的联动机制,破解小农户生态技术采纳困境,实现资源节约与绿色转型的双重目标。

关键词:合作社自办企业;稻蟹共作模式;数字农技服务;财政补贴政策;协同驱动模型

中图分类号:F323 **文献标志码**:A **文章编号**:2095-6819(2025)06-1563-10 **doi**: 10.13254/j.jare.2025.0309

Cooperative-owned enterprises driving the adoption of rice-crab integrated farming and resource conservation effects: synergistic mechanisms of organization, technology, and policy

WANG Peijian, WU Huaying*

(School of Economics, Fujian Normal University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: To examine how cooperative-owned enterprises (COEs) drove the adoption of rice-crab integrated farming systems (RCIFS) and RCIFS's resource conservation effects, this study developed an organization-technology-policy synergistic framework. Based on survey data from 1 971 farm households in Shandong Province, instrumental variable regression, mediation effect models, and moderation effect models were employed for empirical analysis. The results indicated that RCIFS adoption significantly reduced fertilizer usage by 20.3%, pesticide costs by 35.2%, and irrigation water consumption by 18.4%; COE participation increased RCIFS adoption probability by 65.8%. Digital agricultural extension services contributed 42.2% of COEs' total promotion effect by lowering technical barriers. A 10 000 yuan per village increase in government fiscal subsidies enhanced COEs' marginal effect on adoption probability by 23.8%. The findings demonstrate that COEs need to leverage the integrated mechanisms of organizational resource consolidation, digital technology empowerment, and policy coordination to overcome smallholders' ecological technology adoption constraints, thereby achieving the dual objectives of resource conservation and agricultural green transition.

Keywords: cooperative-owned enterprise; rice-crab integrated farming system; digital agricultural extension service; fiscal subsidy policy; synergistic driving model

在山东省盐碱地治理与农业绿色转型的背景下,稻蟹共作模式因其"以渔降盐、以稻固碳"的双重功能被列为省级优先推广技术。相较于其他资源节约模式(如保护性耕作、有机旱作等),稻蟹共作的生态位

收稿日期:2025-04-09 **录用日期**:2025-06-10

作者简介:王培健(1999—),男,江苏扬州人,硕士研究生,研究方向为资源与环境。E-mail:2143945448@qq.com

***通信作者**:吴华英 E-mail:wuhuaying@fjnu.edu.cn

基金项目:国家社会科学基金青年项目(23CJL023)

Project supported: National Social Science Fund Youth Project (23CJL023)

互补性更强：河蟹通过觅食活动抑制杂草与害虫，减少农药依赖；其排泄物直接还田提升土壤肥力，降低化肥投入[1]。此外，山东省黄河三角洲地区土壤表层盐碱化问题突出，稻蟹共作可通过淡水灌溉压盐，实现盐碱地“边改良边利用”。基于其技术成熟度、政策支持力度及区域适配性，本研究选择稻蟹共作作为核心研究对象。

我国农业虽呈现耕地总量增长态势，但小农户主导的生产格局未发生根本转变[2]。第三次农业普查显示，98.5%农户（约2.6亿户）经营规模低于0.5 hm^2，其技术选择直接影响技术大规模推广。稻蟹共作模式在小农体系中面临三重异质性成本约束：技术层面需精准掌握绿色防控等复合技能，构成技术认知壁垒；经济层面涉及有机肥购置成本、梯田工程化改造及复杂地形下的管理协调成本；风险层面因生物链式依存特性，局部病虫害可能引发系统性生产损失。尽管稻蟹共作模式通过生态位互补设计实现农产品品质跃升，但受限于渠道碎片化与消费认知偏差，生态溢价兑现通道尚未完全打通，导致技术经济激励弱化[3]。研究表明，稻蟹共作模式在理论层面具备粮食安全与资源节约的双重正外部性，但小农体系下的技术适配性矛盾仍制约其规模扩散效率。

为促进小农户采纳稻蟹共作模式，党的二十大报告提出，发展合作社、农业产业化龙头企业（以下简称龙头企业）、家庭农场等新型农业经营主体，完善强农惠农富农支持制度。“龙头企业+农户”模式因市场势力不对等导致价值分配失衡，其较高的违约率严重制约生态技术推广[4]；相较而言，“合作社+农户”模式通过集体谈判机制提升农户议价能力，将违约率降至最低[5]。随着农业产业化深化，合作社组织形态已由准一体化向纵向一体化演进，形成“合作社自办企业+农户”的创新架构。那么，合作社自办企业模式能否促进农户采纳稻蟹共作等生态种养技术？

合作社自办企业的纵向一体化模式，通过降低农户生产成本与技术应用门槛，显著提高稻蟹共作模式经营收益，进而推动农户实际行为转化。但目前鲜有研究深入探讨二者之间驱动机制。已有研究在农业技术推广领域聚焦于以下三个方面。第一，技术类型上，传统技术主导与生态技术复杂性相脱节。现有研究多涉及测土配方施肥等标准化技术[6-7]。但其研究范式较难解释稻蟹共作技术扩散阈值[8]。第二，组织模式上，松散型契约与紧密型利益联结相脱节。现有研究发现“龙头企业+农户”模式因松散契约导致39.7%违约率及价值捕获失衡[9-11]；而合作社自办企业通过股权嵌入将违约率压缩至8.4%[12]。但合作社自办企业在生态技术中的双向机制（经济激励+数字赋能）仍缺乏实证支撑。第三，政策工具上，资金约束缓解与组织协同效应脱节。财政补贴虽可提升5.2%技术采纳率[13]，但存在双重局限：一方面忽视合作社的资源整合效能，直接补贴个体农户导致农资议价弱势[14]；另一方面缺乏财政补贴与数字服务的捆绑设计，约27.6%补贴资金被挪用至非生产领域[15]。而将补贴注入合作社自办企业，可通过统购统销降低中间成本，并以“先建后补+在线培训”组合策略提升资金使用效率，形成技术采纳的正向闭环激励。可见，已有研究只是分别从技术、组织、政策等三方面揭示其对农业技术推广的作用，并没有深入探讨三者的协同机制。基于此，本研究突破上述局限，首次构建“组织-技术-政策”协同框架，揭示合作社自办企业通过数字农技服务（降低技术门槛）与财政补贴政策（缓解资金约束）驱动稻蟹共作采纳的作用路径，为破解农户绿色转型困境提供新视角。

1 理论分析框架

合作社自办企业是指由合作社全资控股、以社员利益为核心的经营性实体，其区别于普通合作社的关键特征为加工环节收益内部化。

1.1 组织资源整合驱动效应

合作社自办企业的核心功能在于通过纵向一体化整合组织资源，形成规模化运营优势。依据资源基础理论[16]，这种整合创造了两类关键价值：第一，成本节约价值。统购统销机制将分散的农户需求集中，形成对农资供应商的议价能力，显著降低农药、化肥、蟹苗等生产要素的采购成本，直接减轻农户采纳新技术的前期投入压力；第二，风险控制价值。通过签订保底收购协议，合作社承担市场价格波动风险，同时建立生产监督机制（如规范生物化肥用量），减少技术误操作导致的系统性损失，削弱农户对技术风险的顾虑。成本节约与风险控制的双重作用，提升了农户采纳稻蟹共作的预期净收益，从而正向影响其采纳决策。由此提出假说H1：合作社自办企业通过资源整合（统购统销、风险共担）显著提升农户稻蟹共作模式采纳概率。

1.2 数字赋能降低技术门槛

数字农技服务在合作社驱动农户技术采纳中扮演核心中介角色。依据创新扩散理论[17]，技术采纳受

其复杂性、兼容性、可观察性等因素制约。稻蟹共作涉及水位调控、病虫防治等复合技能，对传统农户构成较高认知门槛。而数字工具通过三重机制破解此瓶颈：第一，技术简化机制。在线培训平台将复杂操作拆解为标准化流程（如视频演示投饵量控制），降低学习成本；第二，精准管理机制。智能决策系统基于实时数据生成个性化方案（如根据土壤酸碱值推荐施肥量），减少操作不确定性；第三，代际传递机制。返乡青年作为“数字桥梁”，帮助老年农户操作移动端工具，弥合技术代沟。数字服务通过提升技术的可操作性与可及性，使农户更易掌握技术要点，从而中介了合作社对采纳行为的促进作用。由此提出假说H2：合作社自办企业通过数字农技服务（在线培训、精准管理）降低技术应用门槛，中介其对农户采纳的促进作用。

1.3 政策协同放大财政效能

本研究中的“政策”特指“政府财政补贴政策”，即以资金转移支付形式直接支持农户或合作社的技术采纳行为。其核心功能是缓解农户资金约束（如有机肥购置、梯田改造成本）和强化合作社资源整合能力（如统购统销）。选择财政补贴作为政策研究对象，原因如下。一是适配性。稻蟹共作模式推广高度依赖初期资金投入，补贴政策可直接破解成本与收益错配问题；二是研究可及性。现有研究表明，以山东省为代表的粮食主产区主要通过申请生态农业专项补贴推动技术扩散[18-19]。三是政策优先级。2024年中央农村工作会议明确将“补贴精准性”列为农业绿色转型的核心抓手。需要说明的是，中国农业补贴政策常以行政村为最小执行单元，因其便于与村级治理目标（如耕地保护、生态修复）直接挂钩[20-21]。本研究采用指标“万元·村$^{-1}$”定义补贴强度，符合山东省政策实践。

财政补贴政策对合作社的驱动效应具有显著调节作用。依据制度协同理论[22]，政策工具需与组织载体、技术条件耦合才能实现效能倍增，补贴通过两条路径强化合作社功能。第一，资源扩充路径。补贴资金注入合作社后，转化为统购农资的规模资本，进一步压低生产要素价格，放大成本节约效应；第二，目标协同路径。以行政村为单位的补贴发放，要求合作社将技术推广与村级治理目标（如盐碱地修复面积）绑定，形成“政策激励-组织执行-农户响应”闭环。当补贴力度增强时，合作社的资源整合能力与技术推广效能同步提升，进而放大其对农户采纳行为的边际影响。由此提出假说H3：政府财政补贴通过缓解资金约束，正向调节合作社自办企业对农户技术采纳的驱动效应。

2 数据与方法

2.1 数据来源

本课题组于2024年对山东省16市展开调研，选择该省作为研究对象基于双重考量：第一，山东省作为全国粮食主产区，但其沿海区位特征与不合理耕作导致盐碱化问题突出。尤其黄河三角洲区域表层高盐特性具备治理潜力。为此，《山东省盐碱地生态渔业发展规划（2022—2030年）》明确提出推广稻蟹共作模式，通过生物治盐实现盐碱地改良、物质循环与经济效益三重目标。第二，山东省农民专业合作社发展领跑全国，特别是合作社自办企业模式为研究农业技术扩散机制提供典型样本。研究成果对宁夏、内蒙古等盐碱化严重地区具有示范价值，为激活边际土地资源提供实践路径。

本研究采用分层随机抽样方式。首先，基于合作社分布密度、经济梯度与生态特征，选取济南（第一梯队）、临沂（第二梯队）、东营（第三梯队）、日照（第四梯队）四市，通过小样本测试完成问卷信效度检验及适应性修正。正式调研分三阶段实施：第一，每市随机抽取2~3个县，在每个县随机抽取1~2个乡镇。第二，依据样本镇域内合作社空间分布特征，在每个乡镇抽取2~3个样本村，接着在每个样本村随机选择25~30个农户进行入户调研，问题涉及户主特征、家庭特征及村庄特征，累计获取2 050份问卷。第三，通过逻辑校验与完整性筛查剔除无效样本，获得有效问卷1 971份，问卷有效回收率为96.1%。

本研究覆盖山东省16个市的86个行政村，样本村平均人口为856.3人（标准差213.6人），户均人口4.2人（标准差1.1人），与《2024年山东省统计年鉴》中全省行政村平均人口（832.4人）基本一致。政府财政补贴强度为行政村年度获得的专项补贴总额，样本村平均补贴8.5万元·村$^{-1}$（标准差3.2万元·村$^{-1}$），补贴金额与村人口规模显著正相关（Pearson系数=0.7，$P<0.01$）。这表明政策设计倾向于支持人口密集、治理需求大的行政村。

2.2 变量选择

2.2.1 被解释变量

农户是否采纳稻蟹共作模式是被解释变量。参考杨兴杰等[23]对农户采纳稻虾共作模式的定义，利用二元虚拟变量进行刻画，并以调研问卷中的题目

“您是否采纳稻蟹共作模式?采纳=0,未采纳=1”进行表示(表1)。

2.2.2 核心解释变量

农户参与合作社自办企业是核心解释变量。相较于传统领办型合作社,合作社自办企业通过统购统销与风险共担机制,显著提升农户收益(如单位面积净利润增加23.8%)[24-25]。结合已有研究[26],首先询问农户“您是否加入合作社?是=0,否=1”,接着通过题项“若是,您所加入的合作社是否全资或控股设立企业,并从事农产品加工、销售等经营性活动?是=0,否=1”,以此确定农户所加入的合作社为自办加工企业类型。农户只有在这两题目中皆选择是,才能将核心解释变量赋值为0(是=0),否则赋值为1(否=1)。

2.2.3 机制变量

数字农技服务是机制变量。结合已有研究[27-29],在调研问卷中设置以下三个选项:①利用移动端(如微信小程序、智能APP通知)接收稻蟹共作技术信息;②通过在线培训平台(如直播授课、视频回放)学习稻蟹共作相关知识;③借助智能决策支持系统(如施肥量计算工具、病虫害检测系统)优化农业各生产环节。农户若采取其中一种方式则视为采纳数字农技服务,将该项赋值为1,否则赋值为0。

2.2.4 工具变量

参考已有研究[30-31],以邻居是否加入合作社自办企业模式作为工具变量。

2.2.5 控制变量

为尽可能将影响农户采纳稻蟹共作模式的因素纳入回归方程中,参考已有文献,选择农户的个体特征、经营特征、其他特征等诸多因素作为控制变量。需要说明的是,政府财政补贴以行政村为政策执行单元,直接关联村级治理目标(如盐碱地治理面积)。样本村人口规模差异较小(变异系数为0.3),指标“万元·村$^{-1}$”能有效反映补贴的规模效应。表1为各变量的定义、赋值与描述性统计。

2.3 模型设定

2.3.1 模型设定:OLS回归框架

本节主要构建OLS回归分析框架,通过控制农户个体特征、经营特征等变量,估计稻蟹共作模式的净资源节约效应,具体模型设定如下:

$$M_i=\varphi+\kappa y_i+\lambda CX_i+\varepsilon_i \quad (1)$$

式中:M_i为第i个农户的资源投入组合,包含每hm^{2}化肥用量(kg)、每hm^{2}农药成本(元)和每hm^{2}灌溉用水

表1 变量定义、赋值与描述性统计

Table 1 Variable definitions, assignments, and descriptive statistics

变量类别 Variable category	变量 Variable	定义与赋值 Definition and assignment	均值 Mean	标准差 Standard deviation
被解释变量	稻蟹共作模式选择	您是否采纳稻蟹共作模式:采纳=0,未采纳=1	0.871	0.329
核心解释变量	参与合作社自办企业	您是否加入合作社?是=0,否=1 若是,您所加入的合作社是否全资或控股设立企业,并从事农产品加工、销售等经营性活动?是=0,否=1 皆选择是,将核心解释变量赋值为0,否则赋值为1	0.846	0.361
控制变量	身体健康状况	您是否患有以下慢性疾病: 0=高血压;2=血脂异常;3=血糖异常;4=心脏疾病;5=语言障碍;6=癌症、恶性肿瘤;7=肝脏病、肾脏病、胃病;8=神经或精神类疾病;1=未患有上述慢性疾病	0.772	1.105
	兼业情况	您是否兼业:1=是;0=否	0.408	0.492
	性别	您的性别为:1=男;0=女	0.813	0.390
	村内任职	您是否担任村干部:1=是;0=否	0.029	0.168
	年龄	您的年龄是否处于60岁以下:1=是;0=否	0.660	0.474
	土地流转	您是否进行土地流转:1=是;0=否	0.333	0.472
	政府财政补贴	您是否享受过政府财政补贴:1=是;0=否	0.200	0.400
	网络覆盖	您是否拥有上网设备(智能手机、台式电脑、笔记本电脑、平板等):1=是;0=否	0.837	0.370
	养殖成本	养殖成本占家庭年收入的比例(%)	26.194	7.130
	政治身份	您是否为中共党员:1=是;0=否	0.019	0.138
机制变量	数字农技服务	利用移动端(如微信小程序、智能APP通知)接收稻蟹共作技术信息;通过在线培训平台(如直播授课、视频回放)学习稻蟹共作相关知识;借助智能决策支持系统(如施肥量计算工具、病虫害检测系统)优化农业各生产环节; 农户若采取其中一种方式则视为采纳数字农技服务,将该项赋值为1,否则赋值为0	0.873	0.333
工具变量	邻里参与	邻居是否加入合作社自办企业:1=是;0=否	0.159	0.366

量（m^3）；φ为截距项；κ、λ为待估计系数；y_i代表第i个农户稻蟹共作模式选择；CX_i为控制变量集合；ε_i为随机扰动项。

2.3.2 基准回归：合作社参与的驱动效应

由于稻蟹共作模式选择为离散型变量，适合采用离散选择模型，具体模型设定如下：

$$y_i=\alpha+\beta x_i+\gamma CX_i+\Psi_i \quad (2)$$

式中：y_i代表第i个农户稻蟹共作模式选择；α为截距项；β、γ为待估计系数；x_i为第i个农户参与合作社自办企业；Ψ_i为随机扰动项。

2.3.3 机制检验模型

参考江艇[32]的研究，利用两步法进行作用渠道检验，以此避免引入机制变量导致严重的内生性问题，具体模型设定如下：

$$y_i=\eta x_i+\upsilon_i \quad (3)$$

$$\Gamma_i=\omega x_i+\phi_i \quad (4)$$

式中：Γ_i为机制变量即第i个农户数字农技服务选择；η、ω为待估计系数；υ_i、ϕ_i为随机扰动项。

2.3.4 异质性分析模型

为更好分析政府财政补贴的异质性作用与影响效应大小，可采用调节效应模型进行回归分析，具体模型设定如下：

$$y_i=\rho x_i+\xi x_i\tau_i+\varpi CX_i+\zeta_i \quad (5)$$

式中：τ_i为政府财政补贴；ρ、ξ、ϖ为待估计系数；ζ_i为随机扰动项。

3 结果与分析

3.1 稻蟹共作模式的资源节约效应

稻蟹共作模式组与非稻蟹共作模式组的资源投入与产出在以下方面具有较大差异：①化肥用量方面。稻蟹共作模式组每hm^2用量为265.5 kg，显著低于非稻蟹共作模式组的296.5 kg，组间差异通过1%显著性水平检验；②农药成本方面。稻蟹共作模式组每hm^2成本为1 653.7元，较非稻蟹共作模式组降低22.9%，组间差异在1%置信水平上高度显著；③水稻产量方面。稻蟹共作模式组产量每hm^2达6 973.7 kg，显著高于非稻蟹共作模式组的6 458.8 kg，且组间差异通过1%显著性水平检验，表明生态位互补（如蟹类除草、排泄物肥田）实现了“减投增效”。

为进一步控制农户异质性（如年龄、土地流转），采用OLS回归模型分析稻蟹共作模式的净资源节约效应（表2）。结果显示，农户采纳稻蟹共作模式是资源节约效应的直接来源：每hm^2减少20.3%化肥、35.2%农药成本、18.4%灌溉用水。合作社自办企业通过驱动技术采纳（H1~H3），间接实现上述资源节约效应。因此，后续分析应重点围绕稻蟹共作模式的采纳驱动因素。

3.2 合作社自办企业对农户采纳稻蟹共作模式的影响

由表3可知，在不纳入控制变量下，结果如模型1所示，合作社自办企业能显著促进农户采纳稻蟹共作模式。在将所有控制变量纳入回归方程后，结果如模型2所示。合作社自办企业使农户采纳概率提高65.8%，初步验证假说H1的成立。可能的作用机制在于，合作社自办企业通过成员共同出资注册或控股加工企业，将原本分散于各生产环节的主动权集中于农户手中，有效改善了农户的市场劣势地位；促进农户的经济收益由生产环节向加工、销售等高附加值环节延伸，以更高的经济激励增强农户的技术采纳意愿，并促进实际行为转化。此外，合作社自办企业还会与农户签订产品分级收购合同，借此对农户施用生物化肥量进行严格监督，以保证收购的河蟹生产环节可追溯、生产质量可保证，从而在市场竞争中占据优势地位，充分实现生态农产品优质溢价。

表2 稻蟹共作模式对农业资源节约的影响

Table 2 Impact of rice-crab integrated farming systems on agricultural resource conservation

变量 Variable	每hm^2化肥用量 Fertilizer use per hectare	每hm^2农药成本 Pesticide cost per hectare	每hm^2灌溉用水量 Irrigation water consumption per hectare	单位面积净利润 Net profit per hectare
稻蟹共作模式选择	−0.203***（0.017）	−0.352***（0.024）	−0.184***（0.011）	0.276***（0.035）
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	0.437***（0.061）	0.373**（0.042）	0.396***（0.057）	0.402**（0.059）
R^2	0.153	0.146	0.139	0.182
观测值	1 971	1 971	1 971	1 971

注：括号内数字为t值；*、**、***分别代表10%、5%、1%的显著性水平。下同。

Note: Numbers in parentheses following the regression coefficients are t-values; *, **, and *** represent significance levels of 10%, 5%, and 1% respectively. The same below.

表3 合作社自办企业对稻蟹共作模式采纳的影响

Table 3 Impact of cooperative-owned enterprises on adoption of rice-crab integrated farming systems

变量 Variable	模型1 Model 1	模型2 Model 2	模型3 Model 3
农户参与合作社自办企业	0.794***(0.087)	0.658***(0.091)	0.167***(0.026)
身体健康状况		−0.066*(0.038)	−0.011(0.007)
兼业情况		−0.223***(0.078)	−0.039***(0.015)
性别		−0.102(0.107)	−0.019(0.020)
村内任职		0.033(0.209)	−0.002(0.039)
年龄		0.265***(0.095)	0.046**(0.018)
土地流转		0.249***(0.094)	0.041***(0.015)
政府财政补贴		0.171*(0.103)	0.039**(0.018)
网络覆盖		0.735***(0.089)	0.180***(0.025)
养殖成本		−0.014**(0.006)	−0.003**(0.001)
政治身份		−0.358(0.240)	−0.090(0.069)
常数项	0.533***(0.076)	0.392*(0.209)	0.641***(0.049)
R^2	0.054	0.128	0.111
Prob>chi^2	<0.001	<0.001	<0.001
观测值	1 971	1 971	1 971

3.3 合作社自办企业对农户采纳稻蟹共作模式的作用机制

根据机制分析(表4)结果,由合作社主导的农业经营实体对提升农户参与数字化农业技术服务的积极性,存在显著的积极促进作用。模型6的拓展分析进一步揭示,数字农技服务通过降低技术门槛贡献其整体促进效应的42.2%。通过作用渠道检验发现:当同时考虑合作社参与和数字服务变量时,合作社的影响程度显著下降,说明数字农技服务充当着重要的作用渠道。可能的作用路径在于:第一,数字农技服务拥有覆盖面广与普惠性强的显著优势。农户可利用移动端随时随地学习技术操作。这种"一站式"服务功能可有效破解传统农技推广"线断、网破、人散"的困境,大幅提高农户的技术接受能力,促进农户实际行为转化。第二,数字农技服务可利用合作社完善的成员联系网络,缩短市场供求信息的传播时间,以方便农户就地进行精准生产,实现供给端产能优化,以此避免不必要的生产损失。不仅如此,返乡青年作为"数字桥梁",帮助老年农户操作移动端工具,弥合技术代沟。数字服务通过提升技术的可操作性与可及性,使农户更易掌握技术要点,从而中介了合作社对采纳行为的促进作用。第三,数字农技服务兼具数字化与智能化的双重特征,取代了"纸质化"记录方式。通过人工智能技术,能将农户的各类交易信息和履约记录存储并上传至云端,方便合作社在合同签订阶段快速调取相应信息,以此构建交易对象多维筛选机制。

表4 机制分析结果

Table 4 Results of mechanism analysis

变量 Variable	模型4 Model 4	模型5 Model 5	模型6 Model 6
	稻蟹共作模式采纳	数字农技服务	稻蟹共作模式采纳
农户加入合作社自办企业	0.658***(0.091)	1.056***(0.098)	0.591***(0.096)
数字农技服务			0.263**(0.114)
控制变量	已控制	已控制	已控制
观测值	1 971	1 971	1 971
常数项	0.392*(0.209)	0.645***(0.220)	0.212(0.223)
R^2	0.128	0.275	0.131
Prob>chi^2	<0.001	<0.001	<0.001

3.4 稳健性检验

本研究采用变换计量模型、截尾处理和改变样本容量三种方法进行稳健性检验(表5)。

表5 稳健性检验结果

Table 5 Results of robustness check

变量 Variable	模型7 Model 7	模型8 Model 8	模型9 Model 9
	替换回归模型	截尾处理	改变样本容量
农户参与合作社自办企业	1.185***(0.162)	0.647***(0.093)	0.590***(0.111)
常数项	0.679*(0.395)	0.314(0.231)	0.501**(0.247)
R^2	0.128	0.125	0.114
Prob>chi^2	<0.001	<0.001	<0.001
观测值	1 971	1 937	1 323

3.4.1 变换计量模型

鉴于稻蟹共作模式二元选择特性,拟采用二值选择模型进行核心参数估计,以解析变量间的非线性关联特征。模型7估计结果(表5)显示,合作社自办企业能显著提高农户采纳稻蟹共作模式概率,与基准回归结果较为吻合。

3.4.2 截尾处理

为减少极端值对基准回归的影响,拟采用截尾处理方式。模型8结果(表5)显示,在进行截尾处理后,合作社自办企业依旧显著促进农户采纳稻蟹共作模式,再次验证了前文的基准回归结果。

3.4.3 改变样本容量

依据区域经济禀赋差异,将样本地区农户划分为低、中、高三档。删去高经济禀赋区域的农户样本,再次进行计量回归。模型9结果(表5)显示,合作社自办企业依旧能促进农户采纳稻蟹共作模式。

3.5 内生性问题处理

3.5.1 样本自选择偏差

结合现有研究处理方式，拟利用倾向得分匹配模型（PSM）来处理样本自选择偏误。当样本处于匹配前阶段，处理组（参与合作社自办企业的农户）与控制组（未参与合作社自办企业的农户）选择稻蟹共作模式的估计系数分别为0.908、0.703，均通过了1%显著性水平检验，这说明参与合作社自办企业能提升技术采纳概率20.5%。采用一对一近邻匹配后，处理组与控制组农户选择稻蟹共作模式的估计系数分别为0.907与0.777，两组相应的差值变为0.130，这表明若忽略样本自选择偏误，将对基准回归结果造成严重干扰。同时，本研究还采用一对四近邻匹配等方法对上述结论进行再次检验，结果依旧具有稳健性。此外，为验证PSM模型设定准确性，需要进行共同支撑检验与平稳性检验。匹配前，样本的似然比统计量为95.330，且在1%置信水平上高度显著。采用一对一近邻匹配后，样本的似然比统计量降为15.450，通过10%显著性水平检验。这表明处理组与控制组的样本分布无明显差异，基于反事实框架的PSM型可有效校正样本选择偏误。

3.5.2 反向因果

合作社自办企业与农户采纳稻蟹共作模式可能互为因果，若不进行处理，将会对基准回归结果产生严重影响。为处理反向因果所引致的内生性问题，拟采用两阶段处理效应模型。选择邻居是否参与合作社自办企业作为工具变量，主要原因如下。第一，农村居民的人际交往与信息交流更为密切，易形成非正式社会网络，导致农户技术采纳受到同群效应影响。第二，农户常具有社交性行为习惯，即当周围其他农户选择加入该组织时，在社交行为习惯的驱使下，该农户也会尝试加入该组织。一旦该农户加入组织后，就会与周围其他农户拥有相同的交流话题，从而产生强烈的群体归属感。该农户的生产决策甚至会基于邻里技术学习交流，形成空间扩散效应，促使周边农户的技术采纳行为具有趋同性，满足核心解释变量与工具变量相关性的原则。同时，邻里加入合作社自办企业并不会对该农户技术采纳行为产生影响，满足工具变量的外生性原则。

表6结果显示，第一阶段中，同群效应为0.193，且通过10%显著性水平检验。这表明工具变量与核心解释变量具有较强的相关性，验证了工具变量选择的准确性。第二阶段估计结果显示，在缓解内生性问题后，合作社自办企业对农户采纳稻蟹共作模式具有显著正向影响。

表6 工具变量估计结果

Table 6 Estimation results of instrumental variables

变量 Variable	模型10 Model 10	
	第一阶段 Phase Ⅰ	第二阶段 Phase Ⅱ
	农户参与合作社自办企业	农户稻蟹共作模式选择
农户参与合作社自办企业		0.866***（0.197）
邻居参与合作社自办企业	0.193*（0.101）	
控制变量	已控制	已控制
沃尔德统计量	221.600	
Prob>chi^2	<0.001	
观测值	1 971	1 971

3.6 财政补贴的调节效应：合作社自办企业对稻蟹共作模式采纳的影响

为更好探究政府财政补贴对合作社自办企业促进农户技术采纳的调节作用，引入合作社自办企业与政府财政补贴的交互项，以此验证政府财政补贴的异质性作用。模型11结果（表7）显示，政府财政补贴每增加1万元·村$^{-1}$，合作社对采纳概率的边际效应提升23.8%，支持研究假说H3成立。为提高结论的稳健性，将补贴强度调整为“万元·百人$^{-1}$”，发现补贴强度每增加1万元·百人$^{-1}$，边际效应提升21.5%，与主模型结论一致。两种变量定义下结论均稳健，支持假说H3。其作用路径在于：第一，政府财政补贴能为弱势农户提供生产资金，缓解资金约束困境，提高农户稻蟹共作模式采纳概率。第二，政府财政补贴能提高农户生态种养技术认知，加快转变传统生产方式，驱动农业绿色转型，间接促进农户自发采纳稻蟹共作模式。第三，依托组织优势，构建财政补贴与数字农技服务绑定机制，如补贴分级发放制度、技术成本内部化、数字化服务深度嵌入融合等，促进补贴与技术服务高效衔接，既提高资金使用效率，又降低农户技术学习成本。

综上所述，合作社自办企业通过“补贴-技术”协同机制（H3）可缓解农户资金约束，这与表7中“补贴强度每增加1万元·村$^{-1}$，边际效应提升23.8%”的结果一致。进一步地，统购统销模式（H1）通过规模化议价降低农资成本，而数字服务（H2）则通过降低技术复杂性缩短学习周期（创新扩散理论）。

4 讨论

本研究验证了合作社自办企业通过“组织-技

表7 财政补贴对合作社驱动效应的调节作用检验结果

Table 7 Results of testing the moderating role of fiscal subsidies in cooperative-owned enterprises′ driving effects

变量 Variable	模型11 Model 11	
	回归系数	稳健标准误
农户参与合作社自办企业	0.638***	0.093
政府财政补贴	0.192*	0.106
农户参与合作社自办企业×政府财政补贴	0.762***	0.103
控制变量	已控制	已控制
R^2	0.163	
Prob>chi^2	<0.001	
观测值	1 971	

术-政策”协同路径驱动稻蟹共作采纳的核心假说(H1~H3)。进一步结合实证结果,其作用机制可分解为以下三方面。一是组织资源整合降低采纳成本,合作社自办企业通过统购统销与风险共担协议,显著降低农户的生产成本与风险预期(表3中参与合作社提升概率65.8%);二是数字服务破解技术复杂性,数字农技服务(如智能APP精准管理、代际技术传递链)贡献了合作社整体促进效应的42.2%,尤其是针对老龄化农户,返乡青年作为技术中介,使老年劳动力数字操作熟练度与技术采纳意愿明显提升,验证了数字赋能的代际穿透性;三是财政补贴强化协同效应。补贴通过分级发放与数字化绑定,显著提升资金配置效率。表7表明,补贴强度每增加1万元·村$^{-1}$,合作社对采纳概率的边际效应提升23.8%。这一结果印证了威廉姆森的不完全契约理论——定向补贴可减少合作社与农户间的交易成本,推动技术采纳的“规模-资本”正反馈。此外,本研究还揭示了“合作社驱动技术采纳-技术采纳改善环境”的链式机制:一是前端驱动,即合作社通过组织资源(H1)、数字赋能(H2)、政策协同(H3)提升农户采纳率;二是后端效应,即技术采纳通过生态位互补(蟹除草、粪肥田)直接减少资源投入。

除了资源节约效应,合作社自办企业模式通过三重机制显著提升经济效益,为农户采纳稻蟹共作模式提供了可持续动力。一是成本节约机制,统购统销使农资采购成本降低15.5%~20.5%,如化肥、农药集中采购的规模效应。样本数据显示,合作社参与农户的生产成本占比为45.4%,显著低于自主模式组的58.9%;二是溢价收益机制,合作社通过品牌化销售提升产品附加值,2023年山东省农业农村厅报告显示,合作社模式下的稻蟹产品单价较市场均价高12.2%~18.6%,且通过电商渠道进一步扩大溢价空间;三是风险共担机制,合作社与农户签订保底收购协议,减少市场价格波动带来的损失。上述机制共同作用,使合作社参与农户的单位面积净利润较自主模式组农户高27.5%。这一发现验证了合作社模式在经济效益上的显著优势,并表明“资源节约-收益增长”的双重正反馈机制可加速农业绿色转型进程。

然而,本研究也存在一定的局限性。一是研究聚焦于稻蟹共作模式,可能低估合作社对其他资源节约技术(如稻虾共作、保护性耕作)的驱动效应。根据预调研数据,样本区域其他模式采纳率不足5.3%,且技术复杂度较低(如稻虾共作仅需调整水位管理),其推广机制可能更依赖市场订单而非合作社组织。尽管如此,稻蟹共作的生态协同性更高,其技术门槛和组织需求具有典型性,可为同类复合种养模式提供参考。二是调研数据集中于山东省盐碱地典型区域。尽管近年来我国粮食生产格局呈现“北粮南运”,但南方地区,如安徽、湖南、湖北地区在粮食增产中也做出重要贡献,是新一轮千亿斤粮食增产的重要力量。由于南方丘陵地区地形分散、土地细碎化问题突出,导致当地经营规模较小,合作社自办企业的组织成本可能更高,这有待进一步验证。三是研究聚焦财政补贴政策,而未涵盖其他政策工具(如技术标准制定、生态认证制度),原因在于财政补贴是当前小农户绿色转型中最直接、可操作性最强的政策工具;而其他政策(如认证制度)因执行成本高、农户认知度低,在样本区域尚未普及。因此,未来研究可通过多区域、多技术比较,进一步验证合作社驱动机制的普适性;也需要进一步考察合作社自办企业在南方丘陵地区的组织成本,比较南北方农户的技术采纳差异;还可结合政策组合视角,探讨多工具协同效应。

5 结论

(1)合作社自办企业通过统购统销降低农户生产成本,并通过风险共担机制增强农户信心。分级收购协议确保优质稻蟹溢价,直接提升收益预期。实证显示,参与合作社自办企业的农户采纳概率提升65.8%,工具变量法验证结果稳健。核心优势在于整合小农户为利益共同体,破解龙头企业模式的价值分配失衡问题。

(2)数字农技服务通过精准化与适老化设计,显著降低技术采纳门槛,成为合作社驱动效应的核心路径。在线培训降低农户技术误操作率;智能决策工具

基于土壤参数生成个性化方案，减少化肥用量；代际传递链以返乡青年为中介，提升老年农户技术采纳率。研究表明，数字服务贡献合作社整体促进效应的42.2%，且通过两步法检验。数字化服务通过降低技术复杂性、提升信息可及性，成为破解小农户“认知-技能”双约束的关键工具。

（3）财政补贴通过分级发放机制（基础补贴+绩效补贴）和精准投放（合作社统购农资、绑定数字技术服务），显著优化资金配置效率。研究表明，补贴强度每增加1万元·村$^{-1}$，合作社对农户采纳概率的边际效应提升23.8%。稳健性检验表明，调整补贴单位为“万元·百人$^{-1}$”后，边际效应仍显著提升21.5%，结论稳健。补贴政策通过双重机制，即降低农户直接生产成本和强化合作社资源整合能力，成为驱动技术采纳的关键制度保障。

（4）稻蟹共作通过生态系统的互补性设计，有效实现农业资源的集约化利用。研究表明，稻蟹共作模式减少化肥20.3%、农药成本35.2%；同时，结合智能灌溉系统，该模式通过精准的水分管理进一步优化水资源利用效率。这种生态协同作用不仅降低农业生产的外部投入成本，还减少面源污染风险，提升农田生态系统的可持续性，以此形成资源高效利用与生态环境改善的双重正向反馈机制，为农业绿色转型提供了可复制的实践范式。

参考文献：

[1] 袁伟玲, 曹凑贵, 李成芳, 等. 稻鸭、稻鱼共作生态系统CH_4和N_2O温室效应及经济效益评估[J]. 中国农业科学, 2009, 42(6): 2052-2060. YUAN W L, CAO C G, LI C F, et al. Methane and nitrous oxide emissions from rice-fish and rice-duck complex ecosystems and the evaluation of their economic significance[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(6): 2052-2060.

[2] 孟草, 田威, 文春根, 等. 江西省稻渔综合种养产业发展特征及对策[J]. 中国稻米, 2022, 28(1): 28-31. MENG C, TIAN W, WEN C G, et al. Development characteristics and countermeasures of rice-fishing farming industry in Jiangxi[J]. *China Rice*, 2022, 28(1): 28-31.

[3] 郭晓鸣, 廖祖君, 付娆. 龙头企业带动型、中介组织联动型和合作社一体化三种农业产业化模式的比较：基于制度经济学视角的分析[J]. 中国农村经济, 2007(4): 40-47. GUO X M, LIAO Z J, FU R. Comparison of three agricultural industrialization models including leading enterprise - driven, intermediary organization - linked, and cooperative -integrated: an analysis based on institutional economics [J]. *Chinese Rural Economy*, 2007(4): 40-47.

[4] 邓衡山, 王文烂. 合作社的本质规定与现实检视：中国到底有没有真正的农民合作社?[J]. 中国农村经济, 2014(7): 15-26. DENG H S, WANG W L. The essential definition and reality check of cooperatives: does China have genuine farmer cooperatives?[J]. *Chinese Rural Economy*, 2014(7): 15-26.

[5] 黄祖辉, 王祖锁. 从不完全合约看农业产业化经营的组织方式[J]. 农业经济问题, 2002, 23(3): 28-31. HUANG Z H, WANG Z S. Organizational modes of agricultural industrialization from the perspective of incomplete contracts[J]. *Problem of Agricultural Economy*, 2002, 23(3): 28-31.

[6] 王图展. 农民合作社议价权、自生能力与成员经济绩效：基于381份农民专业合作社调查问卷的实证分析[J]. 中国农村经济, 2016(1): 53-68. WANG T Z. Bargaining power, viability, and economic performance of farmer cooperatives: an empirical analysis based on 381 questionnaire[J]. *Chinese Rural Economy*, 2016(1): 53-68.

[7] 郑风田, 王若男, 刘爽, 等. 合作社自办企业能否更好地带动农户增收?：基于纵向外部性与不完全契约理论[J]. 中国农村经济, 2021(8): 80-102. ZHENG F T, WANG R N, LIU S, et al. Can cooperative-owned enterprises help households increase their income? An analysis based on the vertical externality and incomplete contract theory[J]. *Chinese Rural Economy*, 2021(8): 80-102.

[8] 孔祥智, 程泽南. 农民专业合作社自办企业税收制度分析[J]. 中国农民合作社, 2012(11): 13-15. KONG X Z, CHENG Z N. Tax system analysis of self-run enterprises in farmer cooperative[J]. *China Farmers' Cooperatives*, 2012(11): 13-15.

[9] 董进才. 专业合作社农民政治参与状况分析：基于浙江省示范合作社的调查[J]. 农业经济问题, 2009, 30(9): 45-51. DONG J C. Analysis of farmers' political participation in specialized cooperatives: evidence from Zhejiang model cooperatives[[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2009, 30(9): 45-51.

[10] 苑鹏. “公司+合作社+农户”下的四种农业产业化经营模式探析：从农户福利改善的视角[J]. 中国农村经济, 2013(4): 71-78. YUAN P. Four agricultural industrialization models under “company+ cooperative + farmer”: from the perspective of farmers' welfare improvement[J]. *Chinese Rural Economy*, 2013(4): 71-78.

[11] 陈先勇, 周洋, 施思. 农村专业合作经济组织对农民福利水平的影响研究：从收入、风险和收入分配三方面进行分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2007, 26(5): 48-54. CHEN X Y, ZHOU Y, SHI S. Impact of rural specialized cooperative economic organizations on farmers' welfare: analysis from income, risk, and income distribution[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University* (*Social Sciences Edition*), 2007, 26(5): 48-54.

[12] 张晓山. 农民专业合作社的发展趋势探析[J]. 管理世界, 2009, 25(5): 89-96. ZHANG X S. Trend analysis of farmer cooperatives' development[J]. *Management World*, 2009, 25(5): 89-96.

[13] 蒋为, 陈星达, 彭淼, 等. 数字规制政策、外部性治理与技术创新：基于数字投入与契约不完全的双重视角[J]. 中国工业经济, 2023(7): 66-83. JIANG W, CHEN X D, PENG M, et al. Digital regulatory policies, externality governance and technological innovation: a dual perspective of digital investment and incomplete contracts[J]. *China Industrial Economics*, 2023(7): 66-83.

[14] 何伟怡, 何瑞. 农业节水灌溉工程边界失谐的治理研究：基于PPP模式下柔性退出壁垒[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(3): 182-188. HE W Y, HE R. Research on the governance of boundary

detuning of agricultural water－saving irrigation project: based on flexible exit barrier under PPP model[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2016, 30(3): 182-188.

[15] 刘源, 王斌, 朱炜. 纵向一体化模式与农业龙头企业价值实现: 基于圣农和温氏的双案例研究[J]. 农业技术经济, 2019(10): 114-128. LIU Y, WANG B, ZHU W. Vertical integration mode and value realization of agricultural leading enterprises: based on the double case study analysis of sunner and wens[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2019(10): 114-128.

[16] 赵巧芝, 郭紫晴. 数字化转型赋能制造业新质生产力发展: 基于资源基础理论与动态能力理论的实证研究[J]. 工业技术经济, 2025, 44(1): 12-24. ZHAO Q Z, GUO Z Q. Digital transformation empowering new quality productivity development of manufacturing industry in China: evidence from resource－based and dynamic capability theory[J]. *Journal of Industrial Technology and Economy*, 2025, 44(1): 12-24.

[17] 马婧, 张莉. 基于创新扩散理论的预印本学术交流模式优化研究[J]. 情报资料工作, 2024, 45(6): 13－20. MA J, ZHANG L. Optimization research on preprint scholarly communication model based on innovation diffusion theory[J]. *Intelligence Information Work*, 2024, 45(6): 13-20.

[18] 熊冬洋. 促进低碳农业发展的财政政策研究[J]. 经济纵横, 2017(5): 112-117. XIONG D Y. A study on fiscal policy to promote the development of low－carbon agriculture[J]. *Economic Review*, 2017(5): 112-117.

[19] 杨志海. 老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为: 来自长江流域六省农户数据的验证[J]. 中国农村观察, 2018(4): 44-58. YANG Z H. Ageing, social network and the adoption of green production technology: evidence from farm households in six provinces in the Yangtze River Basin[J]. *China Rural Survey*, 2018(4): 44-58.

[20] 孙博文. 我国农业补贴政策的多维效应剖析与机制检验[J]. 改革, 2020(8): 102-116. SUN B W. Multidimensional effect analysis and mechanism test of agricultural subsidy policy in China[J]. *Reform*, 2020(8): 102-116.

[21] 李江一. 农业补贴政策效应评估: 激励效应与财富效应[J]. 中国农村经济, 2016(12): 17－32. LI J Y. Assessment of agricultural subsidy policy effects: incentive effect and wealth effect[J]. *Chinese Rural Economy*, 2016(12): 17-32.

[22] 崔兆涵, 王虎峰, 张子楠. 多重制度逻辑视角下紧密型县域医共体的治理机制与组织协同: 理论机理与实证检验[J]. 中国卫生政策研究, 2025, 18(1): 2－9. CUI Z H, WANG H F, ZHANG Z N. Governance mechanism and organizational synergy of close－knit county medical communities under the perspective of multiple institutional logics: theoretical mechanism and empirical test[J]. *China Health Policy Research*, 2025, 18(1): 2-9.

[23] 杨兴杰, 齐振宏, 杨彩艳. 公共农技推广与数字农技服务促进了农户采纳稻虾共作模式吗?[J]. 农业技术经济, 2024, 34(6): 107-123. YANG X J, QI Z H, YANG C Y. Do public and digital agricultural extension services promote farmers′ adoption of rice-crayfish co-culture?[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2024, 34(6): 107-123.

[24] 万俊毅, 曾丽军. 合作社类型、治理机制与经营绩效[J]. 中国农村经济, 2020(2): 30-45. WAN J Y, ZENG L J. Cooperative types, governance mechanisms and operating performance[J]. *Chinese Rural Economy*, 2020(2): 30-45.

[25] 陆倩, 孙剑, 向云. 农民合作社产权治理现状、类型划分及社员利益比较: 中国为何缺乏有效的农民合作社[J]. 经济学家, 2016(9): 86-95. LU Q, SUN J, XIANG Y. Comparison of the status quo of property rights governance, types of division and members′ interests of farmers′ cooperatives: why China lack effective farmers′ cooperative[J]. *Economist*, 2016(9): 86-95.

[26] 朱鹏, 郑军, 张明月, 等. 参加合作社能否促进粮农的绿色生产技术采纳行为?基于内生动力和外部约束视角[J]. 世界农业, 2022(11): 71-82. ZHU P, ZHENG J, ZHANG M Y, et al. Can participation in cooperatives promote the application behavior of green planting technology by grain farmers? Based on the perspective of endogenous motivation and external constraints[J]. *World Agriculture*, 2022(11): 71-82.

[27] 高天志, 冯辉, 陆迁. 数字农技服务促进了农户绿色生产技术选择吗?基于黄河流域3省微观调查数据[J]. 农业技术经济, 2023, 20(9): 23－38. GAO T Z, FENG H, LU Q. Does digital agricultural extension promote farmers′ green technology choices? Evidence from microdata in three Yellow River Basin provinces[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2023, 20(9): 23-38.

[28] 刘迪, 罗小锋. 短视频APP对农户绿色防控技术采纳的影响[J]. 资源科学, 2022, 44(9): 1879－1890. LIU D, LUO X F. Impact of short video APP on the adoption of green prevention and control technology by farmers[J]. *Resource Science*, 2022, 44(9): 1879-1890.

[29] 桑贤策, 罗小锋. 新媒体使用对农户生物农药采纳行为的影响研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2021, 34(6): 90-100. SANG X C, LUO X F. A study on the impact of new media use on farmers′ biopesticide adoption behavior[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*(*Social Science Edition*), 2021, 34(6): 90-100.

[30] 马改艳. 加入合作社对农户绿色生产技术采纳的带动效应: 基于福建柚农的调查数据[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 28(1): 20-33. MA G Y. Driving effect of cooperative membership on farmers′ green technology adoption: evidence from pomelo farmers in Fujian[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2024, 28(1): 20-33.

[31] 张馥林, 陈美球, 黄庆龙, 等. 农户绿色生产技术采纳的邻里效应分析: 基于农技推广和农户认知的调节作用[J]. 中国土地科学, 2023, 37(5): 67-78. ZHANG F L, CHEN M Q, HUANG Q L, et al. Analysis of neighborhood effects of farmers′ green production technology adoption: moderating effects based on agrotechnology extension and farmers′ perceptions[J]. *China Land Science*, 2023, 37(5): 67-78.

[32] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100－120. JIANG T. Mediating effects and moderating effects in causal inference[J]. *China Industrial Economics*, 2022(5): 100-120.