



杨兴杰, 齐振宏. 数字技术使用、社会化服务获得与农户生态农业技术采纳——以稻虾共作模式为例[J]. 中国农业大学学报, 2025, 30(08): 225-239.
YANG Xingjie, QI Zhenhong. Digital technology use, socialized service access and farmers' adoption of rice-crayfish culturing model[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2025, 30(08): 225-239.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2025.08.19

数字技术使用、社会化服务获得与农户生态农业技术采纳 ——以稻虾共作模式为例

杨兴杰¹ 齐振宏^{2*}

(1. 浙江农林大学 浙江省乡村振兴研究院/经济管理学院, 浙江 临安 311300;
2. 华中农业大学 经济管理学院, 武汉 430070)

摘要 为厘清数字技术使用、社会化服务获得在农户采纳生态农业技术中的作用, 基于长江中下游880份微观农户调查数据, 研究了数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的影响、作用机制和群体差异。研究发现: 数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳有显著的促进作用, 使用数字技术获取农业生产相关技术的频率越高, 农户采纳稻虾共作模式的可能性越大。借助条件混合模型(CMP)解决内生性问题后, 估计结果与基准回归一致, 但如果不考虑内生性问题, 基准回归将低估数字技术使用的作用效果。机制分析表明, 数字技术使用主要通过提高农户社会化服务获得, 进而促进其稻虾共作模式采纳, 通过细分社会化服务环节, 发现数字技术使用对农户获得劳动密集型环节相关服务的作用更大。进一步分析发现, 数字技术使用对生产型农户、农技培训参与户稻虾共作模式采纳行为的促进作用更明显。本研究为理解数字技术使用、社会化服务获得与农户稻虾共作模式采纳之间的内在逻辑关系提供了微观证据, 也为有针对性地促进数字技术与农业绿色发展有机融合提供新的经验借鉴。

关键词 数字技术使用; 社会化服务; 农户; 稻虾共作模式

中图分类号 F323.1 文章编号 1007-4333(2025)08-0225-15 文献标志码 A

Digital technology use, socialized service access and farmers' adoption of rice-crayfish culturing model

YANG Xingjie¹, QI Zhenhong^{2*}

(1. Zhejiang Rural Revitalization Research Institute/School of Economics and Management, Zhejiang A&F University, Lin'an 311300, China;
2. College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract To clarify the impact of digital technology use, socialized service access on the adoption of agroecological technologies by farmers, this study investigates the impact and mechanism of the use of digital technology on farmers' choice of rice-crayfish culturing model by utilizing data from 880 micro-farmer surveys in the middle and lower reaches of the Yangtze River. The research finds that: Digital technology use has a significant contribution to farmers' choice of rice-crayfish culturing model, and the higher the frequency of using digital technology to obtain information related to agricultural production, the greater the likelihood that farmers will choose the rice-crayfish culturing model. After solving the endogeneity problem with the help of conditional mixture (CMP) modeling and combining it with the instrumental variables

收稿日期: 2024-10-14

基金项目: 浙江省高校重大人文社科攻关计划青年重点项目(2024QN137); 浙江农林大学人才启动项目(2024FR048)

第一作者: 杨兴杰(ORCID: 0000-0002-4241-5218), 讲师, 主要从事绿色资源环境研究, E-mail: 414352401@qq.com

通讯作者: 齐振宏(ORCID: 0009-0002-9610-7680), 教授, 主要从事资源环境与绿色农业可持续发展研究, E-mail: qizhh@mail.hzau.edu.cn

approach, consistent conclusions can still be obtained. Mechanism analysis shows that the use of digital technology mainly promotes the selection of rice-crayfish culturing model by improving the social services provided by farmers. By subdividing the social service links, it is found that the use of digital technology has a greater impact on farmers' access to labor-intensive related services. Further analysis reveals that the use of digital technology has a more significant promoting effect on the selection behavior of rice-crayfish culturing model among production-oriented farmers, as well as participating households in agricultural technology training. The study provides micro-evidence for understanding the intrinsic logical relationship between digital technology use, the acquisition of socialization services and farmers' choice of rice-shrimp cropping model, as well as new lessons for targeted promotion of the organic integration of digital technology and green agricultural development.

Keywords digital technology use; socialized service; peasant household; rice-crayfish culturing model

“十四五”时期,农业绿色发展被认为是中国农业现代化的内在要求^[1]。生态循环农业基于生态耦合共生原理,实现不同生物之间协调共生,能够从源头促进农业绿色转型^[2]。稻虾共作模式在因地制宜的基本前提下,通过对稻田进行挖沟、围栏等基础性改造,实现水稻种植与小龙虾养殖之间物质、能量等多层次循环利用,具有绿色、高效、循环和可持续的特性,被视为生态循环农业的典范^①。

已有研究认为,数字技术使用为农户获取稻虾共作模式相关信息提供了可行途径,有助于缓解信息不对称造成的约束^[3]。具体而言:一是数字技术使用直接影响农户稻虾共作模式采纳。稻虾共作模式的生产环节和经营管理更加复杂,农户需要掌握的操作技术和市场信息更多(如饲养技术和价格信息)。数字技术使用能够帮助农户有效利用数字化手段打破信息壁垒^[4],使其全面、客观和快速了解稻虾共作模式相关技术,从而直接影响农户对该模式的采纳行为;二是数字技术使用通过社会化服务获得间接影响农户稻虾共作模式采纳。稻虾共作模式具有劳动密集型和技术密集型的双重特性,农业社会化服务组织拥有更专业、更先进的人才和技术设备,是小农户与现代农业有机衔接的有效举措,对农户采纳稻虾共作模式有一定影响^[5]。

与本研究相关的文献有2支,第一支文献涉及农户绿色农业技术采纳行为的影响因素,主要可归纳为宏观观2个方面。从宏观方面来看,市场和政府是影响农户采纳行为的关键因素,其主要通过市场机制和政府政策为农户提供信息,增强对绿色农业技术的了解,影响农户采纳行为^[6]。从微观方面来看,一是个体特征,如受教育程度、认知水平和社

会地位等因素^[7-8]。受教育程度和认知水平越高的户主接受新观念、新方法的能力越强^[9],更有可能理解稻虾共作模式的相关信息;二是家庭特征,如经营规模和资本禀赋等。对于规模较大的农户而言,其时间偏好程度更低^[10],更有可能采纳绿色农业技术。此外,家庭拥有较高的资本禀赋也为农户提供了更加充足的资源,为其采纳行为提供支持^[11]。

第二支文献涉及数字技术使用的影响。总体来看,数字技术具有多途径、低成本和高效率传播信息的特性,既能从宏观上为经济发展提供新动能,也能从微观上影响人们的生活方式和采纳行为^[12]。在宏观方面,数字技术是提升农业数字化发展水平的重要途径,为农业产前、产中和产后提供实时信息支持,对农业农村现代化和国家粮食安全有重要影响^[13]。在微观方面,数字技术使用改变了农户接触和利用信息资源的方式,对其采纳行为产生潜在影响^[14]。

关于数字技术使用对农户社会化服务获得的影响,已有研究结果存在分歧。部分研究认为数字技术使用拓宽了农户信息获取途径,改善了社会化服务的要素配置效率,有助于农户社会化服务获得^[15]。也有研究认为农户即使通过数字技术拓宽了社会化服务获取范围,但通过数字技术获取信息并未改变服务提供者的现状^[16]。造成分歧的原因可能是已有研究主要基于社会化服务获得与否,缺乏对社会化服务具体环节进行细分。事实上,社会化服务具有多环节性,不同环节服务提供者、服务内容和服务难易度等均存在差异。从而导致农户对不同环节服务的可获得性存在差异,一概而论既不能准确揭示数字技术使用在农户社会化服务获

①数据来源:腾讯网, <https://new.qq.com/rain/a/20220602A0B9MX00>

得方面的作用,也无法明晰其对社会化服务具体环节的影响。关于数字技术使用、社会化服务获得与农户稻虾共作模式采纳之间的关系,已有研究主要从公共农技推广与数字农技服务、市场与政府和农户认知等方面展开研究^[17]。虽然也有考察社会化服务的作用,但主要从学习能力与社会化服务使用的角度展开,缺乏在统一框架下厘清数字技术使用、社会化服务获得与农户稻虾共作模式采纳的内在机制。鉴于此,本研究试图回答的问题是:数字技术使用会促进农户稻虾共作模式采纳吗?如果会,该促进作用能否通过社会化服务获得来实现?以及数字技术使用主要通过获得哪些环节的社会化服务来促进农户稻虾共作模式采纳?

已有文献存在以下补充完善的空间:一是在分析数字技术使用对农户绿色农业技术采纳的影响时,主要着眼于数字技术使用与否,缺乏对农户数字技术使用频率的考量,导致分析结果与生产实践之间存在一定距离。二是针对数字技术使用、社会化服务获得与农户稻虾共作模式采纳之间的作用机制探讨不足。表现为既缺乏在统一框架下联合考察三者之间的内在逻辑关系,也没有进一步分析数字技术使用主要通过获得哪些环节的社会化服务来促进农户稻虾共作模式采纳。三是在分析数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的影响时,容易受到内生性问题的干扰,已有研究缺乏系统解决此问题带来的潜在影响。

本研究基于长江中下游微观农户调查数据,以稻虾共作模式为例,采用条件混合模型(CMP)和中介效应模型,实证分析数字技术使用、社会化服务获得对农户采纳稻虾共作模式的影响及其内在机制,以期为进一步明确数字技术在农户采纳决策中发挥的作用提供微观证据和现实参考。

1 理论分析与研究假说

由信息不对称理论可知,市场经济活动中个体所掌握的信息存在不对称现象^[18]。在农村地区,农户同样受到信息不对称因素的制约,使不同主体之间难以建立有效的往来、传播与学习通道,容易造成额外损失的风险。数字技术为农户获取信息提供了支撑,对其采纳行为作用显著。具体来看,一是数字技术使用为农户及时获取与稻虾共作模式相关技术和信息提供了有效途径。农户通过数字

技术既缓解了信息不对称约束,也为其及时学习稻虾共作模式的操作技术和管理方法提供了现代化途径。有助于农户掌握最新的技术信息和发展动态,由此对其生产观念和经营决策产生“催化剂”影响,促进农户稻虾共作模式采纳;二是数字技术使用提高了信息匹配效率^[19]。借助数字技术,农户可根据自身知识储备和实际需要,随时随地学习稻虾共作模式相关技术,如实时了解实践管理、操作技术、价格调整等信息。这不仅丰富了信息获取内容,还提高了信息传播效率,从而使农户信息搜寻与需求之间有效匹配,大大提高了农户对稻虾共作模式相关信息掌握的准确性和及时性,激发农户采纳稻虾共作模式的积极性。基于此,提出如下假说:

H1:数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳有显著的促进作用。

同时,数字技术使用还可以通过社会化服务获得间接影响农户稻虾共作模式采纳。首先,数字技术使用为农户社会化服务获得提供了有效渠道。一是数字技术是数字经济时代信息传播的新型载体,不仅能降低农户获得社会化服务的难度,而且提高了服务提供者的作业效率^[20]。例如,在疾病防控环节,服务提供者可通过无人机进行施药,由此实现机械作业的精准化和智能化;二是数字技术使用大大提高了农户社会化服务获得效率。农户可以根据自身实际需求,快速有效地获取资料供应、经营管理、市场行情等技术信息,并以相对较低的价格达成服务协议。实现服务需求与供给之间有效匹配,促进农户社会化服务获得^[21]。

其次,社会化服务获得为农户稻虾共作模式采纳提供了支撑。稻虾共作模式具有生产环节多、劳动周期长、技术要求高等特征。劳动强度与技术掌握是农户考虑的关键因素,为避免超出家庭劳动能力的边界,理性农户会通过机械替代劳动。但是,大部分农户难以达到购买整套机械设备的效率区间^[22],农业社会化服务成为他们较为理想的选择。原因在于,社会化服务作为农业现代化发展的重要抓手,不仅拥有专业的农技人员^[23],改善普通农户在稻虾共作模式实施过程中面临经营管理不足的问题,而且将更为科学的管理技术、饲养技术和防控技术引入稻虾共作模式经营环节,使不同生产环节更加科学规范,从而激发农户稻虾共作模式采纳

的可能性^[24]。基于此,提出如下假说:

H2:数字技术使用通过提高农户社会化服务获得,进而促进其稻虾共作模式采纳。

关于数字技术使用对农户不同环节社会化服务获得的影响:在劳动密集型环节,当前服务市场处于饱和状态,市场供求关系呈现供大于求的特征^[25]。农户获得该环节相关服务的难度相对较低。同时,劳动密集型环节相关服务主要是通过机械对劳动力进行替代,不仅技术要求与服务难度低,而且对先进生产器械的要求不高^[26]。农户不需要进行过多筛选即可获得相关服务,加之数字技术使用为其信息交流提供了便利,从而对农户获得劳动密集型环节相关服务的促进作用更强。在技术密集型环节,该环节与稻虾共作模式的产出及品质密切相关,尤其在施肥打药和疾病防控环节,不仅需要进行多次服务,而且对服务实施的规范性和科学性要求较高。一旦出现服务失误,将直接导致产出降低和品质下降。因此,微观农户对技术密集型服务提供者的要求更高。另外,技术密集型环节相关服务主体较为稀缺,服务市场处于供不应求的状态^[27]。而数字技术使用仅为农户社会化服务获得提供了信息支撑,尚未改变该环节服务市场供不应求的现状,从而使得数字技术使用在农户获得技术密集型环节相关服务的作用有限。基于此,提出如下假说:

H3:相比于技术密集型环节,数字技术使用主要通过获得劳动密集型环节的相关服务来促进农户稻虾共作模式采纳。

2 数据来源、变量定义与模型构建

2.1 数据来源

数据源于“双水双绿”课题组于2023年4月在长江中下游展开的微观农户调研。选取该区域主要基于以下2点考虑:一是长江中下游既是中国主要粮食生产基地,也是稻虾共作模式主要应用区域。二是稻虾共作模式以生态耦合共生理论为基础,以现代化科学技术为支撑,实现水稻种植与小龙虾养殖协调统一,体现了生态循环可持续发展理念,得到了国家和地方政府的大力支持。因此,课题组聚焦于长江中下游主要推广应用的稻虾共作模式具有很好的代表性。

为获得客观有效的研究数据,课题组主要采用

分层抽样和随机抽样相结合的方法进行问卷调研,具体调研过程如下:首先,在长江中下游随机抽取湖北、湖南、江西作为本次调研省份。其次,综合考虑稻虾共作模式应用面积、产量和市场销售等因素后,在每个省选取3个样本县(市),共计9个县(市),其中湖北省包括潜江市、钟祥市、阳新县,湖南省包括沅江市、临湘市、安乡县,江西省包括新余市、彭泽县、余干县。再次,在每个县(市)随机抽取5个左右的乡镇,每个乡镇随机抽取约20个农户作为最终调查对象,他们均是稻虾共作模式的采纳者和潜在采纳者。最后,本次调研成员均是长期从事稻虾共作模式研究的高校老师、博士研究生和硕士研究生,在调研之前进行了集中培训。本次调研共发放问卷895份,删除核心问题缺失的问卷后,获得有效问卷880份,问卷有效率为98.324%。

2.2 变量定义

2.2.1 因变量——稻虾共作模式采纳

本研究主要关注农户在农业生产中,是否采纳稻虾共作模式。参考已有研究做法^[28],主要通过虚拟变量来实现,具体通过题项“您在农业生产过程中采纳稻虾共作模式了吗?”进行测量,若农户回答已经采纳了稻虾共作模式,则赋值为1,否则赋值为0。

2.2.2 自变量——数字技术使用

本研究主要聚焦于农户将数字技术用于获取农业生产相关技术方面。具体体现在2个方面:一是分析农户是否用数字技术获取农业生产(稻虾共作模式)相关技术,二是进一步分析使用频率,判断农户采纳稻虾共作模式的概率是否随数字技术使用频率的增加而增加。具体通过“是否使用数字技术(微信群、公众号、APP等)获取农业生产(稻虾共作模式)相关技术”和“使用数字技术获取农业生产(稻虾共作模式)相关技术较多”2个题项实现。回答“使用数字技术获取相关技术”赋值为1,否则赋值为0。关于数字技术使用频率采用五点量表测量,非常不同意至非常同意赋值介于1~5。

2.2.3 机制变量——社会化服务获得

已有文献关于社会化服务的测度可归纳为2个方面:一是用是否获得社会化服务来测算,主要聚焦于社会化服务的某个环节,如施肥服务、植保服务^[29];二是基于投入产出法,测算购买社会化服务支出占农业生产总支出的比重。本研究结合相关研究和农户社

会化服务获得实际^[30],首先,测量农户在生产过程中获得社会化服务环节的数量,涉及农资、耕整、收割捕捞、施肥打药、疾病防控和插秧播种6个生产环节。上述生产环节涵盖了农户经营管理稻虾共作模式的主要过程。其次,将社会化服务主要划分为劳动密集型和技术密集型2个方面,进一步分析农户在劳动密集型环节和技术密集型环节获得相关服务的难易程度,其中劳动密集型环节包括农资服务、耕整服务和收割捕捞服务,技术密集型环节包括施肥打药服务、疾病

防控服务和插播服务。

2.2.4 控制变量

参考已有文献^[31-32],设置个体特征、家庭特征、经营特征等控制变量。其中,个体特征包括性别、年龄、受教育年限。家庭特征包括收入稳定性、新型经营主体、劳动力人数。经营特征包括耕地面积、土壤肥力和耕地通车比例。此外,考虑到不同省份之间可能存在一定差异,故以虚拟变量的形式对区域效应进行控制。具体见表1。

表1 描述性统计

Table 1 Descriptive statistics

变量类型 Variable type	变量 Variable	说明 Description	均值 Mean	标准差 SD
因变量 Dependent variable	稻虾共作模式采纳	您在农业生产过程中采纳稻虾共作模式了吗? 是=1,否=0	0.728	0.445
自变量 Independent variable	数字技术是否使用	是否使用数字技术(微信群、公众号、APP等)获取农业生产(稻虾共作模式)相关技术: 是=1,否=0	0.695	0.460
	数字技术使用频率	使用数字技术获取农业生产(稻虾共作模式)相关技术较多:非常不同意=1; 不同意=2;一般=3;同意=4;非常同意=5	2.915	1.333
机制变量 Mechanism variable	社会化服务获得	获得社会化服务环节个数:数值介于0~6	4.670	1.280
劳动密集型环节 Labor-intensive	农资服务获得	获得农资服务难易度:非常困难=1; 困难=2;一般=3;容易=4;非常容易=5	4.156	0.670
	耕整服务获得	获得耕地整地服务难易度:非常困难=1; 困难=2;一般=3;容易=4;非常容易=5	4.073	0.712
	收割捕捞服务获得	获得收割捕捞服务难易度:非常困难=1; 困难=2;一般=3;容易=4;非常容易=5	4.195	0.673
技术密集型环节 Technology intensive	施肥打药服务获得	获得施肥打药服务难易度:非常困难=1; 困难=2;一般=3;容易=4;非常容易=5	3.986	0.719
	疾病防控服务获得	获得疾病防控服务难易度:非常困难=1; 困难=2;一般=3;容易=4;非常容易=5	3.358	0.967
	插秧播种服务获得	获得插秧播种服务难易度:非常困难=1; 困难=2;一般=3;容易=4;非常容易=5	4.045	0.765
个体特征 Individual characteristics	性别	户主性别:男=1,女=0	0.976	0.153
	年龄	户主实际年龄,岁	54.490	8.958
	受教育年限	户主接受正规教育年限	8.425	3.218
家庭特征 Household Characteristic	收入稳定性	受访者家庭过去一年平均收入稳定程度评价: 非常不稳定=1;不稳定=2;一般=3; 稳定=4;非常稳定=5	2.710	0.947
	新型经营主体	合作社、种植大户、家庭农场和公司+农户任一组织成员:是=1,否=0	0.348	0.467
	劳动力人数	受访者家庭从事农业生产的劳动力数量,人	1.800	0.635

表1(续)

变量类型 Variable type	变量 Variable	说明 Description	均值 Mean	标准差 SD
经营特征 Business characteristic	耕地面积	受访者家庭拥有的耕地总面积(包括转入耕地),hm ²	11.300	24.817
	土壤肥力	受访者对耕地土壤肥力自评:非常不好=1;不好=2;一般=3;较好=4;非常好=5	3.538	0.813
	耕地通车	受访者家庭拥有的所有耕地能够通车(农用机械)的比例,%	87.824	31.023
政策环境 Policy environment	技术培训	现场参加政府组织的农业生产(稻虾共作模式)培训:是=1,否=0	0.673	0.469
技术认知 Technical cognition	经济效益认知	稻虾共作模式经济效益较好:非常不同意=1;不同意=2;一般=3;同意=4;非常同意=5	3.642	0.730
	生态效益认知	稻虾共作模式对生态环境有好处:非常不同意=1;不同意=2;一般=3;同意=4;非常同意=5	3.734	0.700
数字技能 Digital skills	智能手机使用	熟练使用智能手机获取信息:非常不同意=1;不同意=2;一般=3;同意=4;非常同意=5	3.623	1.134
社交开支 Social expenses	人情往来开支	受访者过去一年人情往来开支,万元	1.387	1.093
地区虚拟 Virtual region	以湖北为参照	是否湖南:湖南=1,其他=0	0.363	0.481
		是否江西:江西=1,其他=0	0.298	0.458
工具变量 Instrumental variable	村庄宽带覆盖率	被调查村庄的宽带覆盖率(数值介于0~1),通过村干部查阅村级数据所得	0.900	0.283

2.3 模型构建

2.3.1 基准模型

为分析数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的影响,鉴于农户采纳稻虾共作模式属于二元离散变量(采纳了赋值为1,否则为0),因此本研究基准模型采用二元Probit模型进行分析。模型设定如下:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_i + \alpha_2 Controls_i + \mu_n + \epsilon_i \quad (1)$$

式中:Y_i为第i个农户的采纳行为;α为待估计系数;x_i为核心解释变量,表示第i个农户的数字技术使用情况;Controls_i为控制变量,具体包括个体特征、家庭特征、经营特征以及其他特征;μ_n和ε_i为地区虚拟变量和随机扰动项。

2.3.2 条件混合估计模型(CMP)

分析农户采纳行为时通常面临内生性问题。同样,本研究分析数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的影响时,也可能存在类似的问题:一是双向因果。数字技术在为农户获取信息提供便利的同时,很有可能由于农户在农业生产中采纳了稻虾

共作模式,需要及时获取不同操作阶段的技术信息,从而增加了数字技术使用的可能性。二是遗漏变量。虽然本研究尽可能控制其他因素的影响,但依然难以穷尽,如对于学习能力较强的农户来说,其消化吸收稻虾共作模式相关技术更容易,在实践中更有可能实现科学管理和精细化运作,从而更有能力采纳稻虾共作模式。

对于该内生性问题,借鉴已有研究^[33],采纳村庄宽带覆盖率作为数字技术使用的工具变量。采纳该工具变量主要基于以下2点考虑:一是数字技术与宽带的普及率密切相关,当村庄宽带覆盖率较高时,该村庄农户使用数字技术就越便利,由此越有可能产生数字技术使用行为,符合相关性。二是村庄宽带覆盖率属于村级层面变量,与微观农户采纳行为分属不同的观测层面,因此难以直接影响农户稻虾共作模式采纳行为,满足外生性条件。同时,本研究内生变量有二分类变量和定序变量,条件混合模型(CMP)基于极大似然估计法,运用递归方程组进行多阶段估计,估计结果更加准确^[34]。

模型设定如下：

$$x_i=\beta_0+\beta_1IV_i+\beta_2Controls_i+\mu_{n1}+\epsilon_{i1}\quad(2)$$

$$Y_i=\alpha'_0+\alpha'_1x_i+\alpha'_2Controls_i+\mu_{n2}+\epsilon_{i2}\quad(3)$$

式中： IV_i 为工具变量，表示第*i*个村庄的宽带覆盖率； α'_1 为纠正偏误后核心自变量的估计系数；其他变量和参数设定与式(1)相同。

2.3.3 机制检验

参考已有研究思路^[35]，当中介变量与因变量的因果关系在理论上比较直观，在逻辑上比较接近时，可以只分析自变量对机制变量的影响，例如，学者在分析数字经济对农户收入的作用机制时，通过判断对创业、非农就业和土地流转 3 个机制变量的影响来实现^[36]。具体模式设定如下：

$$M_i=\omega_0+\omega_1x_i+\omega_2Controls_i+\varphi_n+\theta_i\quad(4)$$

式中： M_i 为机制变量，即农户社会化服务获得情况； x_i 与式(1)相同，为第*i*个农户的数字技术使用情况； $Controls_i$ 为控制变量； φ_n 和 θ_i 为地区虚拟变量和随机扰动项。

3 实证结果与分析

3.1 数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的直接影响

本研究实证分析主要通过 Stata17.0 软件实现，实证分析前对所有变量进行了多重共线性检验，检验结果不存在多重共线性问题。关于数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的直接影响见表 2。回归(1)和(3)只分析核心自变量和个体特征的影响，回归(2)和(4)加入了其他控制变量和地区虚拟变量，分析不同因素对农户稻虾共作模式采纳的影响。如表 2 所示，由回归(1)和(3)可知，数字技术是否使用和使用频率均在 1% 的统计水平上显著正向影响农户稻虾共作模式采纳，回归(2)和(4)加入其他控制变量和地区虚拟变量后，核心自变量的作用方向未发生改变，且作用效果依然显著。这表明数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳有显著的促进作用，且随着农户数字技术使用频率的增加，其采纳稻虾共作模式的概率随之提高。假说 H1 得以初步验证。

表 2 数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的影响

Table 2 Impact of digital technology use on farmers' adoption of rice-crayfish culturing model

变量 Variable	回归(1) Regression (1)		回归(2) Regression (2)		回归(3) Regression (3)		回归(4) Regression (4)	
	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE
数字技术是否使用 Use of digital technology	0.006***	0.002	0.187***	0.035				
数字技术使用频率 Frequency of use of digital technology					0.153***	0.036	0.172***	0.036
性别 Gender	1.738***	0.518	1.101***	0.297	1.177***	0.300	1.127***	0.297
年龄 Age	−0.057***	0.011	−0.341***	0.006	−0.031***	0.006	−0.032***	0.006
受教育年限 Education	0.019	0.027	0.018	0.015	0.007	0.015	0.008	0.016
收入稳定性 Income stability			0.054	0.050			0.044	0.052
经营主体身份 Business entity identity			0.486***	0.106			0.411***	0.111
劳动力人数 Number of labor force			0.149*	0.076			0.145*	0.079
耕地面积 Cultivated area			0.002**	0.001			0.002***	0.000

表2(续)

变量 Variable	回归(1) Regression (1)		回归(2) Regression (2)		回归(3) Regression (3)		回归(4) Regression (4)	
	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE
土壤肥力 Soil fertility			0.096	0.060			0.062	0.060
耕地通车 Opening of farmland to traffic			0.003*	0.002			0.004**	0.002
技术培训 Technical training			0.147	0.109			0.097	0.117
经济效益认知 Economic benefit perception			0.321***	0.071			0.285***	0.075
生态效益认知 Ecological benefit cognition			0.561***	0.079			0.551***	0.079
智能手机使用 Smartphone usage			0.285***	0.045			0.248***	0.046
人情往来开支 Human relations expenses			0.300***	0.056			0.294***	0.055
常数项 Cons	2.162***	0.827	0.314	0.226	0.848*	0.505	0.971*	0.503
是否湖南 Hunan			0.128	0.103			0.175	0.130
是否江西 Jiangxi			-0.637***	0.131			-0.582***	0.127
R-squared	0.141		0.250		0.138		0.256	
Prob>chi ²	0.000		0.000		0.000		0.000	
样本量 Sample size	880							

注:回归(1)~(4)采用二元Probit模型分别探讨数字技术是否使用和数字技术使用频率对农户稻虾共作模式采纳行为的影响。*、**和***分别表示10%、5%和1%的显著性水平。下同。

Note: Regressions (1)-(4) use a binary probit model to explore the effects of whether digital technology is used or not and the frequency of digital technology use on the adoption behavior of rice-shrimp cropping model among farmers, respectively. *, **, and *** indicate 10%, 5%, and 1% significance levels, respectively. The same below.

3.2 内生性处理:工具变量法

本研究主要通过工具变量法解决潜在内生性问题,在分析之前,通过内生性检验参数atanrho_12发现,参数估计结果在1%的统计水平上拒绝变量外生性的原假设,说明存在内生性问题。工具变量对内生变量的作用显著,且参数lnsig_2显著不为0,此时条件混合估计结果更有效。

由表3回归(1)~(4)可知,解决内生性问题后数字技术是否使用和使用频率依然显著正向影响农户稻虾共作模式采纳。该结论充分支持了理论分析一,假说H1再次得到验证,如果不考虑内生性问题,将低估数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的促进作用。造成该问题可能是衰减偏误和采纳偏误所致。例如,部分学习能力强、从事农业

生产时间久的农户通过“干中学”积累了大量务农经验,在掌握稻虾共作模式经营管理知识和技术操作要领方面更容易。降低对数字技术使用获取稻虾共作模式相关知识的依赖,进而导致数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的促进作用因采纳偏误被低估。

为避免因工具变量有效性不足导致条件混合模型估计结果有误,主要通过半简化式回归对工具变量的有效性进行检验。由表4回归(2)和(4)可知,将核心自变量和工具变量同时纳入回归模型时,核心自变量均在1%的统计水平上显著,而此时工具变量对因变量的影响不显著,说明工具变量无法对农户稻虾共作模式采纳行为产生直接影响,满足外生性原则,不存在有效性不足的问题。

表 3 数字技术使用影响农户稻虾共作模式采纳的 CMP 模型估计结果

Table 3 CMP model estimation results of the impact of digital technology use on farmers' adoption of rice-crayfish culturing model

变量 Variable	回归(1)		回归(2)		回归(3)		回归(4)	
	Regression (1)		Regression (2)		Regression (3)		Regression (4)	
	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE
数字技术是否使用 Use of digital technology	2.052***	0.060	2.170***	0.080				
数字技术使用频率 Frequency of use of digital technology					0.722***	0.047	0.724***	0.093
控制变量与地区虚拟 Control variables and regional virtuality	否		是		否		是	
lnsig_2	0.739***	0.024	0.743***	0.024	0.280***	0.024	0.262***	0.024
atanhrho_12	−2.074***	0.971	−2.146***	0.558	−1.403**	0.319	−1.189**	0.494
村庄宽带覆盖率 Village broadband coverage rate	0.043**	0.021	0.041**	0.023	0.002***	0.000	0.002***	0.000
常数项 Cons	0.814***	0.108	0.814***	0.108	2.004***	0.179	2.218***	0.313
Wald chi²	860.82		921.24		751.34		749.71	
Prob > chi²	0.000		0.000		0.000		0.000	
样本量 Sample size	880							

注：工具变量属于村级层面数据，其中回归(1)和(2)是考虑内生性问题后数字技术是否使用对农户采纳行为的影响，回归(3)和(4)是考虑内生性问题后数字技术使用频率对农户采纳行为的影响。

Note: The instrumental variables belong to the village level data, where Regressions (1) and (2) are the effects of whether or not the digital technology is used on the adoption behavior of farmers after considering the endogeneity problem, and Regressions (3) and (4) are the effects of the frequency of use of the digital technology on the adoption behavior of farmers after considering the endogeneity problem.

3.3 机制检验

由理论分析第二部分可知，数字技术使用主要通过社会化服务获得促进农户稻虾共作模式采纳。为进一步检验该作用路径是否成立，本研究主要通过一步法进行分析，即分析自变量对机制变量的影响。理论上来说，如果自变量对机制变量的影响在实证上显著，机制变量与因变量之间的逻辑关系在理论上成立，即可认为作用机制存在。

如表 5 所示，数字技术使用显著正向影响农户社会化服务获得，即数字技术使用通过提高农户社会化服务获得进而促进其稻虾共作模式采纳的路径成立。由回归(1)和(3)可知，在不考虑其他因素时，数字技术是否使用和使用频率均在 1% 的统计水平上显著正向影响农户社会化服务获得。回归

(2)和(4)在引入控制变量和地区虚拟变量后，数字技术是否使用和使用频率依然在 1% 的统计水平上显著，说明本研究机制检验结果较可靠。假说 H2 得以验证。

3.4 进一步分析：从社会化服务获得环节对机制进行再检验

以上机制检验仅从整体上表明，数字技术使用通过提高社会化服务获得促进农户稻虾共作模式采纳。但如果仅从整体层面出发，分析社会化服务获得在数字技术使用与农户稻虾共作模式采纳之间的作用路径时，可能会掩盖对不同环节社会化服务的差异化作用。鉴于此，本研究进一步从劳动密集型环节和技术密集型环节出发，对社会化服务环节进行细分，以期明晰数字技术使用主要通过获得

表4 工具变量有效性检验
Table 4 Tool variable validity test

变量 Variable	回归(1) Regression (1)		回归(2) Regression (2)		回归(3) Regression (3)		回归(4) Regression (4)	
	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE
数字技术是否使用 Use of digital technology	0.187***	0.035	0.126***	0.042				
数字技术使用频率 Frequency of use of digital technology					0.172***	0.036	0.117***	0.040
工具变量:村庄宽带覆盖率 Instrumental variable: broadband coverage rate in villages			0.002	0.005			0.002	0.003
控制变量与地区虚拟 Control variables and regional virtuality	是		是		是		是	
常数项 Cons	0.314	0.226	2.571***	0.768	0.971*	0.503	2.967***	0.778
Prob > chi ²	0.000		0.000		0.000		0.000	
Pseudo R ²	0.250		0.491		0.256		0.271	
样本量 Sample size	880							

注:回归(1)分析数字技术是否使用的作用;回归(2)同时纳入数字技术是否使用和工具变量检验工具变量的有效性;回归(3)分析数字技术使用频率的作用;回归(4)同时纳入工具变量检验工具变量的有效性。
Note: Regression (1) analyzes the role of whether digital technology is used or not, Regression (2) tests the validity of instrumental variables by including both whether digital technology is used and instrumental variables. Regression (3) analyzes the role of frequency of digital technology use. Regression (4) tests the validity of instrumental variables by including both instrumental variables.

那些环节的社会化服务,进而促进农户稻虾共作模式采纳。

由表6回归结果可知,在劳动密集型环节,数字技术使用显著正向影响农户农资服务、耕整服务和收割捕捞服务获得。在技术密集型环节,数字技术使用仅显著正向影响农户施肥打药服务和疾病防控服务获得,对插秧播种服务获得的影响不显著。可能的解释是,在技术密集型环节,以插秧播种服务为例,该服务有赖于插秧机等机械完成,该机械在区域间移动更加困难,且作业效率相对于其他服务环节而言较缓慢。服务提供者进行跨区作业的动力更弱,此时,农户即使通过数字技术使用获得插秧播种服务相关信息,与服务提供者达成合约的难度更大。假说H3得以验证。

3.5 基于农户类型和农技培训参与的异质性分析

虽然以上实证结果表明数字技术使用有助于农户稻虾共作模式采纳,但该作用依然是平均意义上的。对此,本研究主要从农户类型和农技培训参

与2个方面展开异质性分析。

由表7可知,从显著性水平来看,相比于生活型农户和农技培训未参与户而言,数字技术使用对生产型农户和农技培训参与户采纳稻虾共作模式的促进作用更显著。这说明生产型农户更有可能产生稻虾共作模式采纳行为,同时,农技培训不仅为农户提供了科学的操作技术和管理方法,而且帮助其及时解决技术采纳过程中遇到的新问题,降低技术采纳风险,进而促进农户产生稻虾共作模式采纳行为。

3.6 稳健性检验

考虑到数字技术使用时长不仅能体现农户是否有数字技术使用行为,而且能捕捉到其数字技术使用频率。一般来说,数字技术使用频率越高,则使用时长可能会更久,以上分析也可以从已有研究得到相应的启示^[37]。由表8可知,数字技术使用时长在5%的统计水平上显著正向影响农户稻虾共作模式采纳,与基准回归结果一致,初步说明实证结果较可靠。

表5 数字技术使用、社会化服务获得对农户稻虾共作模式采纳的机制检验

Table 5 Mechanism verification of the adoption of rice-crayfish culturing model by farmers using digital technology and access to socialized services

变量 Variable	回归(1) Regression (1)		回归(2) Regression (2)		回归(3) Regression (3)		回归(4) Regression (4)	
	系数 COE		标准误 SE		系数 COE		标准误 SE	
数字技术是否使用 Use of digital technology	0.599***	0.088	0.594***	0.086				
数字技术使用频率 Frequency of use of digital technology					0.156***	0.032	0.123***	0.033
控制变量和地区虚拟 Control variables and regional virtuality	否		是		否		是	
常数项 Cons	4.284***	0.071	3.127***	0.334	4.218***	0.102	4.024***	0.560
Prob>F	0.000		0.000		0.000		0.000	
R-squared	0.102		0.121		0.070		0.104	
样本量 Sample size	880							

注：回归(1)和(2)分析数字技术是否使用对农户社会化服务获得的影响，回归(3)和(4)分析数字技术使用频率对农户社会化服务获得的影响。

Note: Regression (1) and (2) analyze the effect of whether digital technology is used or not on access to socialization services for farmers. Regression (3) and (4) analyze the effect of the frequency of digital technology use on access to socialization services for farmers.

表6 从社会化服务获得环节对作用机制进行再检验

Table 6 Re-examination of the mechanism of action from the social service acquisition

变量 Variable	劳动密集型环节 Labor intensive			技术密集型环节 Technology intensive		
	农资服务 Agricultural Services	耕整服务 Tillage service	收割捕捞服务 Harvesting and fishing service	施肥打药服务 Fertilization and drenching service	疾病防控服务 Disease prevention service	插秧播种服务 Rice-planting service
数字技术是否使用 Use of digital technology	0.138*** (0.050)	0.488*** (0.064)	0.090*** (0.019)	0.096** (0.047)	0.178*** (0.056)	0.015 (0.054)
数字技术使用频率 Frequency of use of digital technology	0.093*** (0.019)	0.058*** (0.018)	0.064*** (0.017)	0.063*** (0.018)	0.155*** (0.024)	0.022 (0.017)
控制变量和地区虚拟 Control variables and regional virtuality	是					
样本量 Sample size	880					

注：系数为解释变量的平均边际效应。此外，实证分析时采用逐步回归法，限于篇幅在同一列展示，考虑到同一列涉及2个回归结果，故不汇报常数项等结果。

Note: The coefficients are the average marginal effects of the explanatory variables. In addition, the empirical analysis is done using stepwise regression, which is limited in space to be presented in the same column, and results such as the constant term are not reported, considering that the same column involves two regression results.

表7 基于农户类型和农技培训参与特征的异质性分析

Table 7 Heterogeneity analysis based on famers' orient and participation characteristic of agricultural technology training

变量 Variable	生活型农户 Livelihood oriented farmers		生产型农户 Production oriented farmers		农技培训参与户 Participate in agricultural technology training		农技培训未参与户 Not participate in agricultural technology training	
	回归(1) Regression (1)	回归(2) Regression (2)	回归(3) Regression (3)	回归(4) Regression (4)	回归(5) Regression (5)	回归(6) Regression (6)	回归(7) Regression (7)	回归(8) Regression (8)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
数字技术是否使用 Use of digital technology	0.052 (0.218)		0.269*** (0.102)		0.126** (0.063)		0.130 (0.082)	
数字技术使用频率 Frequency of use of digital technology		0.065 (0.076)		0.193*** (0.038)		0.139*** (0.051)		0.172** (0.080)
控制变量和县级虚拟 Control variables and regional virtuality	是							
常数项 Cons	0.646*** (0.184)	0.479* (0.250)	0.626*** (0.084)	0.047 (0.115)	-2.803*** (0.889)	-2.961*** (0.895)	-2.984** (1.372)	-3.196** (1.385)
Pseudo R^2	0.311	0.218	0.217	0.311	0.249	0.255	0.335	0.343
Prob > χ^2	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
样本量 Sample size	290		590		592		288	

表8 替换自变量

Table 8 Replacement of independent variables

变量 Variable	回归(1)		回归(2)	
	Regression (1)		Regression (2)	
	系数 COE	标准误 SE	系数 COE	标准误 SE
数字技术使用时长 Duration of digital technology usage	0.269***	0.048	0.197***	0.052
控制变量和地区虚拟 Control variables and regional virtuality	否		是	
常数项 Cons	0.490***	0.079	0.056	0.180
Pseudo R^2	0.151		0.268	
Prob>chi ²	0.000		0.000	
样本量 Sample size	880			

注:回归(1)表示未加入控制变量和地区虚拟变量时数字技术使用时长对农户采纳行为的影响;回归(2)进一步考虑了控制变量和地区虚拟变量后分析数字技术使用时长对农户采纳行为的影响。
Note: Regression (1) represents the effect of length of digital technology use on farmers' adoption behavior without the inclusion of control variables and regional dummy variables. Regression (2) analyzes the effect of length of digital technology use on farmers' adoption behavior after further considering control variables and regional dummy variables.

4 结论与启示

4.1 结论

本研究基于长江中下游880份微观农户调查数据,实证分析数字技术使用影响农户稻虾共作采纳的机制与群体差异。结果表明:1)在其他条件不变的情况下,数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳有显著的促进作用,并且数字技术使用频率越高,农户采纳稻虾共作模式的可能性越大。通过条件混合模型(CMP)并结合工具变量法解决内生性问题后,上述结果依然成立。2)机制分析表明,数字技术使用主要通过社会化服务获得进而促进农户稻虾共作模式采纳,但数字技术使用并不能同等地促进农户获得所有环节的社会化服务,表现为相比于技术密集型环节,其对劳动密集型环节相关服务获得的促进作用更强。3)进一步分析发现,数字技术使用对农户稻虾共作模式采纳的影响存在群体差异性,生产型农户和农技培训参与户通过数字技术使用更有助于促进其稻虾共作模式采纳行为。

4.2 启示

基于以上结论,提出如下方面的政策启示:

第一,进一步加强农村地区数字基础设施建设,促进数字技术在农村地区推广应用。一是以推进乡村数字化建设为契机,加强农村地区数字基础设施建设,有效推进数字技术在农村地区推广应用,为不同年龄阶段、不同知识水平的农户全方位、多层次接触数字技术提供有效支撑;二是政府既要为农户展开系统且有针对性的有关数字技术使用培训,提高农户在生产生活中通过数字技术获取信息和知识的能力,也要尝试借助数字技术传播绿色农业技术,增进农户通过数字技术接触稻虾共作模式相关信息的频率,从而发挥数字技术对绿色农业技术的推广作用。

第二,加强数字技术与社会化服务之间有机融合,为农户社会化服务获得提供支撑。农户通过数字技术使用显著提高了社会化服务获得能力,实现了社会化服务更好地促进小农户与现代农业有机衔接。因此,政府要积极搭建社会化服务信息平台,通过互联网等数字技术发布社会化服务信息。根据农户服务需求及时调整服务形式与内容,实现服务提供与需求之间有效衔接。同时,社会化服务提供者也要积极实现服务方式数字化转型,加强人

工智能等现代化信息技术在社会化服务中应用,形成独具特色的“互联网+”农业社会化服务的新型服务模式。

第三,重视数字技术使用对社会化服务获得影响的环节差异性,提高数字技术使用对农户社会化服务获得影响的包容性。虽然数字技术使用整体上提高了农户社会化服务获得,但对农户获取不同环节的社会化服务存在一定差异性。因此,借助数字技术传播社会化服务相关信息时,需要重视其对不同服务环节的差异化影响,尤其重视数字技术与技术密集型环节相关服务的融合发展,鼓励服务提供者在技术密集型环节多利用数字技术发布服务信息。旨在让更多农户通过数字技术使用获得及时有效的服务,成为传统农户与现代农业有机衔接的“桥梁”。

参考文献 References

- [1] 金书秦,张哲晰,胡钰,杜志雄. 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(3): 4-19
Jin S Q, Zhang Z X, Hu Y, Du Z X. Historical logic, theoretical interpretation and practical exploration of China's agricultural green transformation [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2024(3): 4-19 (in Chinese)
- [2] 彭升,王云华. 以生态循环农业助推绿色发展:以湖南为例[J]. 湖南大学学报:社会科学版, 2019, 33(3): 1-7
Peng S, Wang Y H. Promoting green development through eco-circular agriculture: A case study of Hunan [J]. *Journal of Hunan University: Social Sciences*, 2019, 33(3): 1-7 (in Chinese)
- [3] 郭晓鸣,温国强. 农业社会化服务的发展逻辑、现实阻滞与优化路径[J]. 中国农村经济, 2023(7): 21-35
Gou X M, Wen G Q. The development logic, practical hindrance and optimization path of agricultural socialized services [J]. *Chinese Rural Economy*, 2023(7): 21-35 (in Chinese).
- [4] 范飞,谢治菊. 超越“地域性”:数字技术驱动乡村脱域治理:基于“陇南乡村大数据系统”的实证考察[J]. 中国农村经济, 2024(1): 41-61
Fan F, Xie Z J. Beyond “regionality”: Digital technology drives rural deregional governance: An empirical investigation based on the “Longnan rural big data system” [J]. *Chinese Rural Economy*, 2024(1): 41-61 (in Chinese)
- [5] 耿宁,潘佳燕. 农业生产托管如何影响农户绿色技术采纳[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(4): 210-220
Geng N, Pan J Y. How agricultural production trusteeship affects farmers' adoption of green technologies [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2024, 34(4): 210-220 (in Chinese)
- [6] 杨兴杰,齐振宏,杨彩艳,刘哲. 市场与政府一定能促进农户采纳生态农业技术吗:以农户采纳稻虾共作技术为例[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(4): 1016-1026
Yang X J, Qi Z H, Yang C Y, Liu Z. Can the market and the government promote the adoption of ecological agriculture technology by

- farmers: Take the adoption of rice-shrimp co-farming technology by farmers as an example[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2021,30(4): 1016-1026 (in Chinese)
- [7] Lavoie A, Wardropper C B. Engagement with conservation tillage shaped by “good farmer” identity[J]. *Agriculture and Human Values*, 2021, 38(4): 975-985
- [8] Unay-Gailhard İ, Bojnec Š. Gender and the environmental concerns of young farmers: Do young women farmers make a difference on family farms[J]. *Journal of Rural Studies*, 2021, 88: 71-82
- [9] Barrett C B, Moser C M, McHugh O V, Barison J. Better technology, better plots, or better farmers: Identifying changes in productivity and risk among Malagasy rice farmers[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2004, 86(4): 869-888
- [10] 徐志刚,张骏逸,吕开宇. 经营规模、地权期限与跨期农业技术采用:以秸秆直接还田为例[J]. 中国农村经济, 2018,399(3):61-74
Xu Z G, Zhang J Y, Lv K Y. The scale of operation, the term of land tenure and the adoption of intertemporal agricultural technology: A case study of direct straw return[J]. *Chinese Rural Economy*, 2018,399(3): 61-74 (in Chinese)
- [11] 陈钊涵,赵敏娟. 资本禀赋对农户有机肥替代技术采纳行为影响及作用机制[J]. 西北农林科技大学学报:社会科学版, 2024,24(3):116-127
Chen Y H, Zhan M J. The influence and mechanism of capital endowment on farmers’ adoption of organic fertilizer substitution technology[J]. *Journal of Northwest A&F University: Social Science Edition*, 2024,24(3):116-127 (in Chinese)
- [12] 王杰,蔡志坚. 风险规避、数字技术使用与农村家庭创业行为[J]. 华南农业大学学报:社会科学版, 2022,21(2):28-40
Wang J, Cai Z J. Risk aversion, digital technology use and rural household entrepreneurship[J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2022,21(2): 28-40 (in Chinese)
- [13] 罗千峰,赵奇锋. 互联网使用对种植结构调整的影响及机制研究:来自CRRS的微观证据[J]. 经济问题, 2022(6):103-112
Luo Q F, Zhao Q F. The effect and mechanism of internet use on crop structure adjustment: Micro evidence from CRRS[J]. *On Economic Problems*, 2022(6): 103-112 (in Chinese)
- [14] Norton G W, Alwang J. Changes in agricultural extension and implications for farmer adoption of new practices[J]. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 2020, 42(1): 8-20
- [15] 童婷,李谷成,廖文梅. 互联网使用能影响农户生产托管行为吗[J]. 中南财经政法大学学报, 2023(4):149-160
Tong T, Li G C, Liao W M. Can the use of the internet affect farmers’ production trusteeship behavior[J]. *Journal of Zhongnan University of Economics and Law*, 2023(4): 149-160 (in Chinese)
- [16] Mitra S, Mookherjee D, Torero M, Visaria S. Asymmetric information and middleman margins: An experiment with Indian potato farmers[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2018, 100(1): 1-13
- [17] 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(6):107-123
Yang X J, Qi Z H, Yang C Y. Do public agricultural technology extension and digital agricultural technology services promote the adoption of rice-shrimp co-cropping model by farmers[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2024(6): 107-123 (in Chinese)
- [18] Jeffrey D W, Paul B L, Jordan B B. Organizational violations of externally governed privacy and security rules: Explaining and predicting selective violations under conditions of strain and excess[J]. *Journal of the Association for Information Systems*, 2016, 17(1): 39-76
- [19] Bentley W J, Mele V P, Barres F N, Okry F, Wanvoe J. Smallholders download and share videos from the Internet to learn about sustainable agriculture[J]. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2019, 17(1): 92-107
- [20] 马翠萍,刘文霞,方燕. 数字技术赋能农户增收的理论机制与实证检验:基于CRRS 2022农户调查数据[J]. 中国软科学, 2024(7):69-78
Ma C P, Liu W X, Fang Y. Theoretical mechanism and empirical test of digital technology empowering rural households to increase their income: Based on CRRS 2022 rural household survey data[J]. *China Soft Science*, 2024(7): 69-78 (in Chinese)
- [21] 李忠旭,庄健. 互联网使用、非农就业与农机社会化服务:基于CLDS数据的经验分析[J]. 农林经济管理学报, 2021, 20(2): 166-175
Li Z X, Zhuang J. Internet use, non-farm employment and socialized agricultural machinery services: An empirical analysis based on CLDS data[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2021, 20(2): 166-175 (in Chinese)
- [22] 王新志. 自有还是雇佣农机服务:家庭农场的两难抉择解析[J]. 理论学刊, 2015(2): 56-62
Wang X Z. Owning or hiring farm machinery: A dilemma for family farms[J]. *Theory Journal*, 2015(2): 56-62 (in Chinese)
- [23] Ma W L, Awudu A, Renan G. Agricultural cooperatives and investment in organic soil amendments and chemical fertilizer in China[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2018, 100(2): 502-520
- [24] 程永生,张德元,汪侠. 农业社会化服务的绿色发展效应:基于农户视角[J]. 资源科学, 2022, 44(9): 1848-1864
Chen Y S, Zhang D Y, Wang X. The green development effect of agricultural socialized services: From the perspective of farmers[J]. *Resources Science*, 2022, 44(9): 1848-1864 (in Chinese)
- [25] 赵培芳,王玉斌. 农户兼业对农业生产环节外包行为的影响:基于湘皖两省水稻种植户的实证研究[J]. 华中农业大学学报:社会科学版, 2020(1): 38-46,163
Zhao P F, Wang Y B. The influence of farmers’ part-time employment on outsourcing behavior of agricultural production: An empirical study based on rice growers in Hunan and Anhui Provinces[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2020(1): 38-46,163 (in Chinese)
- [26] 张梦玲,陈昭玖,翁贞林,张予涵. 农业社会化服务对化肥减量施用的影响研究:基于要素配置的调节效应分析[J]. 农业技术经济, 2023(3):104-123
Zhang M L, Chen Z J, Weng Z L, Zhang Y H. Research on the effect of agricultural socialization services on the reduced application of chemical fertilizers: An analysis of the moderating effect based on factor allocation[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2023(3): 104-123 (in Chinese)
- [27] 曹铁毅,邹伟. 社会化服务供给对规模农户经济效益和绿色生产的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2023,32(3):653-664
Cao T Y, Zou W. The impact of socialized service supply on the economic benefits and green production of rural households of scale[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2023,32(3): 653-664 (in Chinese)
- [28] 陈宏伟,穆月英. 政策激励、价值感知与农户节水技术采纳行为:基于冀鲁豫1188个粮食种植户的实证[J]. 资源科学, 2022,44(6):1196-1211
Chen H W, Mu Y Y. Policy Incentives, value perception and farmers’ adoption of water-saving technologies: Based on the empirical evidence of 1188 grain growers in Hebei, Shandong, and Henan Provinces[J]. *Resources Science*, 2022,44(6): 1196-1211 (in Chinese)
- [29] 张英楠,尹彦舒,张康洁,尹昌斌. 农业社会化服务能否促进小麦种植户绿色生产转型:基于河南、山东、山西的农户调查证据[J]. 中国人口·资源与环境, 2023,33(6):172-181

- Zhang Y N, Yin Y S, Zhang K J, Yin C B. Can agricultural socialization services promote the green production transformation of wheat farmers: Based on the survey evidence of rural households in Henan, Shandong, and Shanxi[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2023, 33(6): 172-181 (in Chinese)
- [30] 檀竹平, 耿鹏鹏, 罗必良. 转移距离、服务外包与农地流转: 基于农业劳动力转移的农户证据[J]. *经济经纬*, 2022, 39(3): 35-44
- Tan Z P, Geng P P, Luo B L. Transfer distance, service outsourcing and farmland transfer: Evidence of rural households based on agricultural labor transfer[J]. *Economic Survey*, 2022, 39(3): 35-44 (in Chinese)
- [31] 汪昊, 张俊彪. 非农就业对农户清洁能源消费及其持续性的影响: 以炊事清洁能源消费为例[J]. *中国农村观察*, 2024(3): 163-184
- Wang H, Zhang J B. The impact of non-farm employment on rural households' clean energy consumption and its sustainability: A case study of cooking clean energy consumption[J]. *China Rural Survey*, 2024(3): 163-184 (in Chinese)
- [32] 王汉杰. 数字素养与农户收入: 兼论数字不平等的形成[J]. *中国农村经济*, 2024(3): 86-106
- Wang H J. Digital literacy and rural household income: Also on the formation of digital inequality[J]. *Chinese Rural Economy*, 2024(3): 86-106 (in Chinese)
- [33] 翟琼, 宗启龙. 互联网使用有助于推动农户创业吗: 来自CFPS的微观证据[J]. *宏观经济研究*, 2024(5): 102-114
- Zhai Q, Zong Q L. Does internet use help drive farmer entrepreneurship: Micro evidence from the CFPS[J]. *Macroeconomics*, 2024(5): 102-114 (in Chinese)
- [34] Roodman D. Fitting fully observed recursive mixed-process models with cmp[J]. *The Stata Journal*, 2011, 11(2): 159-206
- [35] 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. The mediating and moderating effects of causal inference empirical research[J]. *China Industrial Economics*, 2022(5): 100-120 (in Chinese)
- [36] 秦芳, 王剑程, 胥芹. 数字经济如何促进农户增收: 来自农村电商发展的证据[J]. *经济学(季刊)*, 2022, 22(2): 591-612
- Qin F, Wang J C, Xu Q. How the digital economy can increase farmers' income: Evidence from the development of rural e-commerce[J]. *China Economic Quarterly*, 2022, 22(2): 591-612 (in Chinese)
- [37] 田红宇, 王媛名. 数字技术、信贷可获得性与农户多维贫困[J]. *华南农业大学学报(社会科学版)*, 2021, 20(4): 33-43
- Tian H Y, Wang Y M. Digital technology, credit availability, and multidimensional poverty among rural households[J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2021, 20(4): 33-43 (in Chinese)

责任编辑: 王岩



第一作者简介: 杨兴杰, 浙江农林大学浙江省乡村振兴研究院专任教师, 博士期间先后获得华中农业大学三好研究生、学业甲等奖学金等。研究方向为资源环境与农业绿色低碳发展。主持浙江省高校重大人文社科攻关计划青年重点项目 1 项。目前围绕农业绿色低碳发展发表学术论文 9 篇, 被人大复印资料库全文转载 2 篇, 获得 2024 中国知网高被引学者 TOP5%, 多次参与农村社会实践调研, 躬身实践。



通讯作者简介: 齐振宏, 华中农业大学经济管理学院教授, 先后主持和参与了包括国家自然科学基金、国家社科基金、教育部以及国际重大合作项目比尔盖茨梅琳达基金等在内各类课题近 20 项。获得湖北省改革成果一等奖、湖北省教学成果一等奖、国家级高等教育教学成果二等奖、系列论文获得武汉市社科优秀成果一等奖。先后在《数理统计与管理》《国际贸易问题》《中国农村观察》《中国人口·资源与环境》等权威期刊发表论文 100 余篇, 其中在 CSSCI 等权威期刊发表论文 50 余篇; 出版专著 1 本, 参编著作 5 本。任湖北省人力资源学会副会长, 历届中部人力资源论坛专家评委, 《华中农业大学学报》(社科版) 编委, 清华大学 EMBA 客座教授、武汉大学人力资源 EMBA 客座教授、英国 CASS 商学院客座教授等。