

数字农业发展的信贷融资效应*

——来自江苏省家庭农场的证据

周月书^{1,2} 葛云杰¹

摘要：本文使用江苏省家庭农场实地问卷调查数据，考察了数字农业发展的信贷融资效应及其作用机制。研究发现：数字农业发展显著提升了家庭农场的信贷可得性与信贷融资规模，发挥了信贷融资效应。机制分析表明，数字农业发展通过缓解信息不对称程度、降低信贷交易成本和提升风险抵御能力，促进了家庭农场融资。异质性分析发现，数字农业发展对于所在地农业技术发展环境较好、农技人员服务水平较高的家庭农场，以及家庭农场主资本禀赋较低、金融认知能力较低以及种植粮食作物的家庭农场具有更显著的融资增进作用，这呈现数字经济的包容性特征。本文检验了数字技术对家庭农场的信贷融资增进作用，文章结论能为推动乡村振兴取得新进展、数字中国建设取得新成效提供参考。

关键词：数字农业 家庭农场 融资效应 信贷可得性 贷款规模

中图分类号：F832.4; F323.3 **文献标识码：**A

一、引言

数字经济已成为推动中国经济增长的重要引擎。《中国数字经济发展研究报告（2024年）》指出，2023年，我国数字经济规模达53.9万亿元，占GDP比重达42.8%，数字经济增长对GDP增长的贡献率达66.45%，数字经济有效支撑经济稳增长。^①。党的二十大报告提出加快建设农业强国，为中国新时代农业发展定位提出了新要求。2023年中央“一号文件”、《数字农业农村发展规划（2019—2025年）》和《“十四五”全国农业农村信息化发展规划》等政策文件指明了强化现代农业科技和物质装备支撑的农业强国发展路径。党的二十届三中全会强调，健全促进实体经济和数字经济深度融合制度，并对加快构建促进数字经济发展体制机制、完善促进数字产业化和产业数字化政策体系等作出部署。

*本文研究得到国家自然科学基金面上项目“数字化农业产业链金融运行机制与风险治理研究”（编号：72173064）和中央高校基本科研业务费专项资金（编号：2024SKCX012）的资助。感谢匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。

^①资料来源：《中国数字经济发展研究报告（2024年）》，http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202408/t20240827_491581.htm。

全国各地积极推动物联网、大数据、云平台等新技术与农业生产经营深度融合，数字农业、智慧农业等成为新时期农业现代化发展的新形态。数据显示，2022年全国农业科技进步贡献率达62.4%，全国大田种植信息化率超过21.8%^①。随着科技和产业变革向纵深推进，数字经济加速向农业农村广泛渗透，为中国农业农村现代化带来重大机遇。

长期以来，农业自身的弱质性、低收益性以及高风险性与金融资本追求利润、规避风险的诉求相矛盾，农业经营主体在农业生产中面临严重的金融抑制现象（陈学云和程长明，2018），农村信息利用效率低、融资渠道不畅以及农村金融市场监管薄弱等问题突出（赵佳佳等，2023）。随着农业产业化和市场化程度的加深，农村信贷需求持续扩张，新型农业经营主体对贷款额度和期限等都提出了更高的要求，传统农村金融难以满足更为精准的资金需求。在传统驱动力逐渐式微的背景下，以数字技术与传统产业渗透融合为特征的数字农业或将助力摆脱农村信贷资源配置的现实困境。数字农业以数据驱动改变农业生产经营方式（谢康等，2022），通过价值再创造和价值再分配改善农业各主体“信贷形象”（马述忠等，2022），进一步完善了基于农业生产经营场景的金融服务。

梳理文献可知，数字农业相关研究多侧重从理论层面探究农业数字化后的产业运行机制（阮俊虎等，2020；易加斌等，2021；李海艳，2022），剖析农业产业实现数字化的底层逻辑（吴彬和徐旭初，2022），并据此提出数字农业发展的优化路径（刘海启，2017；付豪等，2019）。部分文献从定性理论分析角度探讨了推进数字农业可能带来的农业生产要素配置效率提升（谢康等，2022）、社会福利效应（马述忠等，2022）和乡村产业融合（田野等，2022）；另外一些文献从定量实证分析角度探索了数字乡村发展对农户创业（赵佳佳等，2023）、农户社会阶层认同（彭艳玲等，2022）、家庭代际收入（方福前等，2023）和共同富裕（林海，2023）等方面的积极影响。现有研究表明，数字农业能够赋能农业现代化发展。然而，关于数字农业的研究大多基于理论和案例，鲜有文献从微观层面就农业数字化对农业经济的赋能效应展开研究。数字农业发展的微观经济效应究竟如何？数字农业发展能否促进新型农业经营主体获得更多金融支持，进而缓解其融资难困境？学术界迄今并未对此提供有效的经验证据。特别是在持续实施数字乡村发展行动、发展智慧农业的背景下，数字农业发展能否发挥信息优势，提升农业经营主体融资水平？其主要机制为何？这些问题都亟须理论与实证的深入研讨。

随着农业农村经济发展取得巨大成绩，发展多种形式农业适度规模经营成为加快推进农业现代化的核心。家庭农场作为农业适度规模经营主体，本身源于传统农户，但与生产规模小、数字农业的投入产出比相对较低的传统小农户相比，其经营目标和经营方式更偏向于市场经济主体特征。家庭农场的集约化、专业化、标准化程度更高，融资需求呈现额度增大、期限延长、需求逐步多元化的“企业化”特征（周月书和王婕，2017）。家庭农场具有较大的经营规模和较强的资金实力，更容易实现技术进步成果的推广和采纳。农业数字化带来的数智化管理可以提升家庭农场的经营管理水平，能更好地发挥农业新科技效益，激活农业农村发展内生动力。江苏省作为农业大省，全省各地积极谋划推进农业农村信息化工作，加快运用数字技术赋能现代农业，持续加大信贷支农力度。以江苏省为样本地

^①资料来源：《数字科技赋能现代农业》，<http://kqzg.people.com.cn/n1/2023/0627/c404214-40021738.html>。

区能够较好把握数字农业技术变革趋势，并探究数字农业发展的信贷融资效应。鉴于此，本文运用江苏省家庭农场实地问卷调查数据，实证分析数字农业发展的信贷融资效应，并检验其中的作用机制。

本文的边际贡献主要体现在三个方面：第一，丰富农村地区数字赋能促进农业发展的相关研究，在研究内容上弥补对数字经济发展在农业领域微观层面的关注不足。本文从微观视角量化数字农业发展的相关指标，并从数字农业覆盖广度、使用深度和数字化设施有用性评价等维度，进一步考察数字农业发展对家庭农场信贷融资的影响。第二，揭示数字农业发展带来的信息优势和成本优势，为农业数字资源转化为可利用的金融资源提供直接证据。本文机制检验表明，数字农业发展通过缓解信息不对称程度、降低信贷交易成本和提升风险抵御能力，有效提升家庭农场信贷可得性和信贷融资规模。第三，探讨数字农业发展对不同家庭农场融资效应的差异化影响。研究发现，数字农业发展对资本禀赋较低和金融认知能力较弱的家庭农场具有更显著的融资增进作用，体现了数字农业发展的金融普惠效应。

二、理论分析与研究假说

（一）数字农业发展的内涵

广义上，数字农业属于数字经济的一部分，是数字经济与实体经济深度融合的结果（张鸿等，2021）。数字农业是将信息作为农业生产要素，用现代信息技术对农业对象、环境和全过程进行可视化表达、数字化设计和信息化管理的现代农业^①。基于以上判断并参考已有研究成果，本文认为数字农业发展的内涵由信息基础设施和数字场景应用两部分组成。信息基础设施是发展数字农业的基石（赵佳佳等，2023），它指的是利用相关信息设备和软件系统对农业的生产和管理环节进行数字化和可视化改造，只有这样，数字农业发展才具备对应的物质基础。数字场景应用是发展数字农业的支柱，它指的是通过信息基础设施建立的数据信息采集系统将农业生产监测与预测指标传输到大数据服务平台，再利用农业模型实现个性化智能管理，从而构建不同农业生产经营场景的适用域（马述忠等，2022）。

（二）数字农业发展影响家庭农场融资的理论分析

农业生产经营面临自然灾害和市场波动等风险，生产经营风险高，加之农村金融市场存在较严重的信息不对称问题，这使得家庭农场作为主要的新型农业经营主体，普遍存在“贷款难”问题。中国乡村普遍存在的封闭性使得家庭农场与外部环境信息交换少、资源流动速率较慢，而数字农业发展增强了家庭农场与外界的信息与资源流动（赵佳佳等，2023）。通过推广智慧农业新模式，家庭农场的生产经营流程更加透明化、标准化，原先难以捕捉的农业生产和经营软信息可以转化为可储存、可追溯和可预测的“数字足迹”，这有助于金融机构更精准地进行信用评估。同时，数字农业发展通过大数据服务平台构建农业模型，开发不同农业生产经营场景应用，实现个性化金融助农场景建设（马述忠等，2022），为家庭农场定制个性化授信策略，提高家庭农场获得金融服务的便利度。此外，数字

^①资料来源：《以数字农业和数字乡村建设推动农业农村现代化》，http://www.moa.gov.cn/ztlz/2022lhjj/lhdt_29091/202203/t20220302_6390232.htm。

农业发展可以进一步激活农村资源要素。因地制宜发展数字农业，不仅能够带来基础设施的升级，更能盘活农村集体资产资源，引导金融市场资金和民间资金投入农业农村。数字农业发展能促进产销信息更透明、线上支付和互联网信贷更便捷（曾亿武等，2018；殷浩栋等，2020），进一步改善农村金融发展环境，有效降低金融服务门槛，帮助家庭农场更方便、更快捷地获取各类金融服务。

综上所述，本文提出研究假说 H1。

H1：数字农业发展能够促进家庭农场融资。

进一步，本文特别关注数字农业发展通过影响家庭农场与金融机构之间信息不对称程度、家庭农场信贷交易成本以及风险抵御能力，进而影响家庭农场融资。

1. 数字农业发展、信息不对称与家庭农场融资。农业生产长期受到生产信息不全面、市场信息不透明以及管理信息不规范等问题困扰。数字技术的运用可以将供应商、生产商、最终消费者、金融服务提供商、物流服务提供商整合到一个高效且透明的平台中（Omran et al., 2017），这将极大提高信息的流动性和透明度（Templar et al., 2020）。有学者指出，数字发展可以带来“数字信任”（“算法信任”），因为原来的“软信息”经由专业技术和计算系统转化后可以成为客观且有迹可循的“数字足迹”，使得“数字信任”成为可能（De Filippi et al., 2020）。农村金融机构与农户之间的信息不对称主要来自道德风险（周鸿卫和田璐，2019）。数字农业发展带来的农业信息化技术运用可以实现农业生产信息数字化，使得信息传导更为通畅，降低借款人还款风险和道德风险，缓解家庭农场信贷过程的信息不对称程度。

第一，在农业生产经营过程中安装信息设备和软件系统（包括摄像头、传感器、智能化农机、无人机、智能灌溉系统以及大数据分析平台等可以通过电脑等终端接入了解生产情况的相关设备和系统），可以通过智能手机和计算机实时监控，通过订阅基于卫星生成的资讯，获取关于土地肥力评估、土壤作物适宜性、天气预报和湿度等环境信息，降低农业生产外部环境灾害和气候变化等带来的生产风险损失（Mondejar et al., 2021），降低贷后借款人由于外部不确定性因素导致的还款风险。

第二，数字农业设施使得家庭农场生产经营信息的记录、监测和溯源数据更好保存，解决经营数据和财务数据的失真和不对称问题。数据完善保存为识别金融风险创造条件，便于金融机构在贷款前对家庭农场进行评估；实时监测和溯源功能有助于金融机构在贷款后实时监督管理，形成更加有效的贷后监督机制，降低由于经营懈怠、谎报收益等情况造成的事后道德风险。

第三，数字农业的发展带动了互联网金融、移动支付、网络信贷等农村普惠金融发展。家庭农场在涉农电商信贷和涉农众筹等农村普惠金融信息平台上进行交易或融资时会留下丰富的数字足迹（张林和温涛，2022），这为涉农金融场景建设提供数据支持。如江苏省农业农村部门建设的“苏农云”金融数据服务中台、农业银行的“农银智慧农服平台”和工商银行的“兴农通”平台等为代表的农业场景化、综合化金融服务平台，为涉农金融场景建设提供了参考和借鉴。此外，家庭农场生产的农产品在线下门店以及线上电商的商品数据、库存数据、订单数据等统一存储于数字化平台，形成家庭农场商业信用的核心数据资产，为金融机构精准评估家庭农场的信用和担保认证等提供了易于捕捉的数据（方明月等，2022），缓解了两者之间的信息不对称程度，提高了家庭农场获得信贷的概率。

因此，本文提出假说 H2a。

H2a: 数字农业发展通过缓解信息不对称程度促进家庭农场融资。

2. 数字农业发展、信贷交易成本与家庭农场融资。信贷市场中的交易成本包括从申请贷款到偿还贷款的整个过程中支付的信息搜集、审核、谈判和决策等相关费用 (Kon and Storey, 2003)。家庭农场筹措资金主要用于生产经营，家庭农场主向银行等金融机构贷款，最关心的是贷款产品期限与利率是否符合自身生产经营需求，以及如何更快捷高效地获得更符合自身生产经营需求的信贷产品。农业的高信贷成本主要来自农业生产的高风险性和不确定性。数字农业发展有助于降低家庭农场在正规借贷过程中的交易成本，具体表现在降低家庭农场的信贷决策成本和信息搜寻成本 (见图 1)。

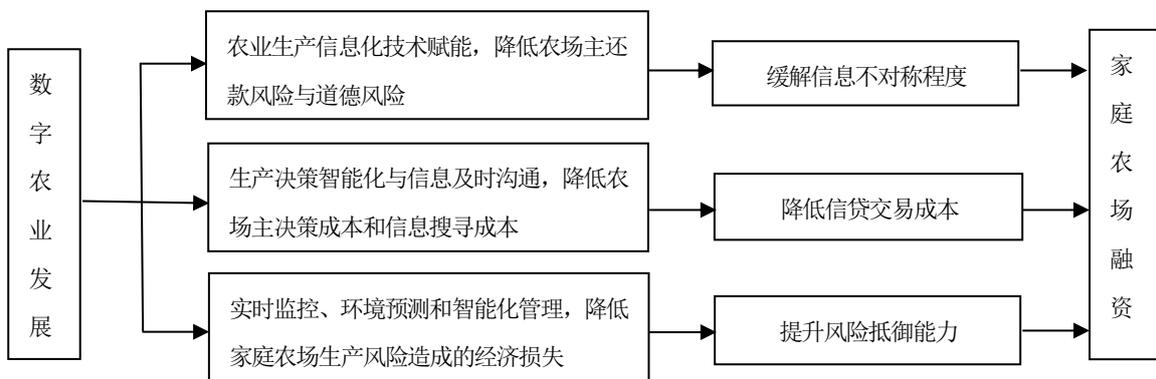


图 1 数字农业发展促进家庭农场融资的机制

第一，数字农业发展有助于降低信贷决策成本。家庭农场在寻求信贷融资时，需对自身生产经营状况进行判断才能决策符合自身需求的信贷产品。采用传统生产经营模式的家庭农场，由于缺乏标准化数据管理系统以及受人力资源限制，在财务数据和生产数据收集方面具有较高的数据收集成本，这使其信贷决策成本较高。农业的数字化发展带来了生产过程决策的智能化。对农作物生长环境、生长过程的实时监控可以形成有效、连续和完整的农业生产动态数据，各节点基站对数据进行清洗后上传到农业大数据平台，平台对数据进行分析，并结合 AI 等技术对农业生产过程进行拟合模型测算，最终能够形成稳定性高、标准化、精确化的农业生产数据模型，帮助家庭农场更加精准地判断生产经营状况和所需要的周转资金，降低其选取信贷融资产品的决策成本。

第二，数字农业发展有助于降低信息搜寻成本。家庭农场仅依靠传统渠道获取信息成本较高，而以云计算等数字技术为代表的互联网技术在收集信息时具有规模经济效应和边际成本递减效应 (曹廷贵等, 2015)，这为用户降低信息搜寻成本提供了技术条件。信息获取成本的降低可以提高家庭农场借贷意愿，帮助其更好地了解信贷流程并对相关信贷信息进行分析 and 筛选，以便作出更加明智的信贷决策 (李建军和王德, 2015)。除此以外，借助农业数字化交易平台，金融机构和家庭农场之间可以及时线上沟通供需信息，提高服务效率，家庭农场主不再需要定时定点到金融机构线下网点咨询并办理贷款，这可以简化交易流程，减少搜寻合适贷款产品的时间，降低家庭农场的信息搜寻成本。因此，数字农业发展带来的技术优势降低了家庭农场的信贷决策成本和信息搜寻成本，提升家庭农场信贷融

资可得性。

据此，本文提出假说 H2b。

H2b: 数字农业发展通过降低信贷交易成本促进家庭农场融资。

3.数字农业发展、风险抵御能力与家庭农场融资。中国农村信贷市场中农户违约行为以被动性违约为主（苏治和胡迪，2014）。农业生产受天气影响较大，容易受到客观条件或不可控因素影响导致违约。农业生产面临的高风险会增加家庭农场的违约风险，迫使金融机构提高信贷门槛，加剧融资约束。数字农业发展有助于减少风险事件发生时造成的损失，提升家庭农场风险抵御能力，提高家庭农场还款能力，进而促进家庭农场信贷融资。

第一，数字农业发展可以实时监测和预警家庭农场运营情况，提高家庭农场风险应对能力，降低资产减值和损失可能性（任乐等，2023）。家庭农场可以通过卫星遥感、无人机、地面传感器等技术手段，收集包括土壤湿度、病虫害、突发灾害、作物生长情况等农业生产数据。通过实时监测和数据分析，可以更好地了解农场的运营状况，及时发现问题并做出调整，降低气象、病虫害等灾害导致的生产损失。

第二，数字农业发展可以提供农业生产风险预测，提高家庭农场风险预警能力，使得家庭农场可以及时调整生产经营策略以降低生产经营风险。家庭农场可以借助气象数据和预测模型，对天气变化进行预测，及时采取对应预防措施，降低生产经营风险。此外，农业生产风险预测可以提供未来气象条件信息，帮助家庭农场根据预测结果调整作物品种、种植时间、施肥灌溉方案等，以适应未来气候环境变化，更好地应对生产经营中的不确定性。

第三，数字农业发展可以实现家庭农场智能化管理，优化家庭农场生产要素配置，降低生产专业性不足导致的生产经营风险。家庭农场可以利用智能化管理系统，实现生产流程自动化和智能化，精准实施灌溉、施肥、喷洒农药，最大限度地优化农业投入，提高生产效率和经营水平，避免农业知识储备不足和不善经营导致的生产经营风险，增强家庭农场抵御风险的能力。因此，数字农业发展有助于降低农业生产经营风险，提升家庭农场的风险抵御能力，从而提升其信贷获得。

据此，本文提出假说 H2c。

H2c: 数字农业发展通过提升风险抵御能力促进家庭农场融资。

三、研究设计

（一）数据来源

本文所用数据来自 2021 年和 2023 年课题组开展的两轮江苏省农村金融支持乡村振兴实地问卷调查获得的非平衡面板数据。所调查的家庭农场样本包括种植类、养殖类和种养结合类，种植的农作物包含粮食作物和经济作物，养殖的品种包含畜牧、家禽和水产。样本农场平均经营面积 319.71 亩，长年雇工人数（雇佣六个月及以上）平均 3.37 人，全年临时用工人数量平均 39.56 人，当年农业生产经营总收入平均 90.11 万元。该调查在预调查的基础上，按照分层抽样方法，结合地理环境、区域经济发

展水平、区域数字生态和数字乡村试点开展情况，根据江苏省的苏南、苏中、苏北三地经济发展水平阶梯式分布特征，各地区分层抽样2~3个县（市、区）。根据各县（市、区）不同的经济发展水平，每个县（市、区）再随机抽样选取4~6个乡镇，每个乡镇随机选取来自不同村的14~20个样本家庭农场^①，并对每个样本家庭农场的经济活动决策人（家庭农场主）进行“一对一”访谈。每一位受过培训的调研员在一个时间段内访谈一位家庭农场主。两轮调查共覆盖7个县（市、区）31个乡镇（镇）298个村。调查共回收有效问卷1088份。结合研究需要，在剔除数据缺失和没有融资需求（以“不需要贷款”且“有其他途径借钱”作为剔除条件）的样本，并对部分极端值和不合理情况进行处理后，实际使用的有效问卷为1013份，其中2021年问卷469份，2023年问卷544份。

实地问卷调查的样本具有较好代表性：第一，江苏省数字乡村和农业农村信息化水平位居全国前列，2022年二者均位居全国第二^②。江苏省数字乡村建设走在全国前列，并在全国率先实现行政村“村村有5G”^③。江苏省作为农业大省，一直持续加大信贷支农力度，2023年全省涉农贷款余额6.13万亿元，占全国涉农贷款余额的10.85%^④。以江苏省作为样本省份，能够较好地把握数字农业技术变革趋势并探究数字农业发展的信贷融资效应。第二，2023年纳入江苏省家庭农场名录管理的家庭农场达16万家，经营面积超2100万亩，占全省土地流转面积七成^⑤。江苏省各类家庭农场已成为农产品稳产保供的重要力量和农民增收致富的重要创业平台。家庭农场通常代表着农业现代化和产业化的发展方向，在数字农业技术应用方面更具有前瞻性和示范效应。第三，样本中的家庭农场包含种植类、养殖类和种养结合类。研究数字农业在不同类型家庭农场中的应用情况可以促进对农村经济更全面地认识，为农业经济研究和政策制定提供更全面的参考。第四，本文将家庭农场主受教育水平、家庭劳动力人数和家庭收入等主要指标与样本县（市、区）对应年份《中国县域统计年鉴》数据进行比对，发现样本指标均值与相关数据的误差值均低于10%，样本调查情况与县域层面特征较为接近。第五，本文将样本家庭农场平均经营面积、经营土地信息技术应用面积占比、从事粮食种植家庭农场占全部家庭农场土地经营面积占比等指标与江苏省人民政府网和江苏省统计局等发布的数据进行比对，发现

^①除了上述抽样考虑外，对调研的家庭农场类型也做了原则性约定。每个调研乡（镇）在确定家庭农场样本时充分考虑各类家庭农场的比例结构等先验信息，包括种植类型、经营规模、经营年限、经营状况等。

^②资料来源：《我省数字乡村发展水平、农业农村信息化水平位居全国前列》，http://www.jiangsu.gov.cn/art/2023/6/21/art_60096_10929346.html。

^③资料来源：《江苏率先实现“村村有5G”让更多手机变成“新农具”》，https://www.gov.cn/lianbo/difang/202312/content_6920709.htm。

^④资料来源：《2023年江苏涉农贷款余额突破6万亿元》，<https://www.xhby.net/content/s65d3616ae4b066704b68ffcb.html>；2023年末，全国本外币涉农贷款余额56.6万亿元，数据来自《2023年金融机构贷款投向统计报告》，<http://www.pbc.gov.cn/goutongjiaoliu/113456/113469/5221508/index.html>；占比数据为作者手动计算。

^⑤资料来源：《透过“百佳家庭农场”发布看现代农场主喜变新模样》，http://www.jiangsu.gov.cn/art/2023/9/19/art_84323_11018960.html。

样本均值与省级层面相关数据接近，且符合适度规模经营标准。鉴于此，以江苏省家庭农场为例进行系统性分析，不仅能从理论层面阐释数字资源如何转化为可利用的金融资源，而且能从实践层面为数字中国建设提供重要参考。

（二）变量定义

1.被解释变量：信贷可得性与信贷规模。参考以往关于农户信贷行为和信贷可得性的研究（汪昌云等，2014；宋全云等，2017），本文将被解释变量分为两个层面。第一个层面的被解释变量衡量的是家庭农场融资的“有无”，即信贷可得性二值虚拟变量。本文探讨的主要是家庭农场的正规信贷可得性（银行和农商行贷款）。对具有信贷需求的样本农场，问询“调查年份家庭是否获得过银行或农商行渠道的借款？”。回答“是”表明农户获得了贷款，具有信贷可得性，变量赋值为1；回答“否”，则表明不具有信贷可得性，变量赋值为0。第二个层面的被解释变量衡量的是家庭农场信贷获得的“多少”，即信贷规模。家庭农场的信贷规模指调查年份获得的正规信贷金额，采用家庭农场主回答“当年获得的银行和农商行贷款金额（元）”衡量，并取对数。

2.核心解释变量：数字农业发展水平。数字农业发展水平由信息基础设施和数字场景应用两部分组成。现有研究中，尚无系统衡量数字农业发展水平的指标，本文基于调查数据，从需求端家庭农场视角量化数字农业发展水平，选取家庭农场的数字农业发展水平作为数字农业发展的代理变量。数字农业发展水平变量采用家庭农场主回答“您家是否装设支持农业生产的信息设备及软件系统（包括摄像头、传感器、智能化农机、无人机、智能灌溉系统以及大数据分析平台等可以通过电脑等终端接入了解生产情况的相关设备和系统）”来衡量，为二值虚拟变量，当家庭农场主回答为“是”时，变量赋值为1，否则变量赋值为0。该变量用来判断家庭农场是采用传统生产经营还是采用数字化生产经营。虽然数字农业发展水平变量侧重的是数字农业发展的信息基础设施装设情况，但数字场景应用离不开农业生产监测与预测数据的收集，数字场景运用情况与信息基础设施装设情况密不可分。

提升家庭农场数字农业发展水平关键在增量、扩面、增效三个层面，即是否实现信息化设施安装、拓宽数字化设备覆盖广度和提升数字化设施（包含设备和系统）使用效率。因此，本文选取数字农业覆盖广度、数字农业使用深度和数字化设施有用性评价作为数字农业发展水平的子维度，进一步分析不同维度的数字农业发展水平对家庭农场信贷融资的影响。本文以家庭农场种植养殖过程中应用信息技术的生产面积占比衡量数字农业覆盖广度^①；以使用信息设备和软件系统的频率衡量数字农业使用深度；以家庭农场主对数字化设施使用的有用性评价作为数字化设备使用效率的代理变量。为更好地衡量数字农业发展水平，本文在稳健性检验部分引入数字农业发展综合指标，从宏观层面进一步检验数字农业发展水平对家庭农场融资的影响。

3.机制变量。①信息不对称程度。根据理论分析可知，家庭农场生产经营过程中的信息不对称问

^①度量标准参见《2021 全国县域农业农村信息化发展水平评价报告》中全国县域农业农村信息化发展水平评价指标体系中的生产信息化部分。《2021 全国县域农业农村信息化发展水平评价报告》，<http://www.agri.cn/zt/szync/gzdt/202112/P020231106396765492271.pdf>。

题主要来自生产风险和道德风险。农业生产外部环境灾害等带来的生产风险损失会导致还款风险，经营数据和财务数据的失真会使得贷款方难以准确评估借款方的偿债能力。借助政府公信力搭建的信息共享平台能够促进经营主体融资（刘满凤和赵珑，2019），农业农村部为提高家庭农场的经营管理水平推广的“家庭农场随手记”记账软件^①正是一个具有政府公信力的信息共享平台。该软件由农业农村部农村合作经济指导司组织开发，具有信息记录、便捷记账、报表查询、政策宣传四个方面的功能，设置了省、市、县三级管理员账户，由相关部门统一管理。软件的电子账本可以根据录入的收支信息，自动计算家庭农场的经营利润、总利润、流水等，记录农场库存和订单交易等“数字足迹”，为金融风险识别创造条件，方便金融机构在贷款前对家庭农场进行评估，在贷后进行溯源监督。因此，本文选取“智能记账软件使用”作为信息不对称程度的代理变量。问询家庭农场主是否使用“家庭农场随手记”app记账，回答“是”时变量赋值为1，表示家庭农场的信息不对称程度较低；否则变量赋值为“0”，表示信息不对称程度较高。^②信贷交易成本。参考顾庆康和林乐芬（2021）对于交易成本配给的研究，对于有融资需求的家庭农场，问询“在调查年份是否因农业经营或日常消费缺过钱？”，并进一步问询“若未向正规银行借款，原因是什么？”。若回答原因包含“担心还不起或失去抵押物；利息太高；抵押担保要求太高；申请贷款程序复杂，等待审批结果时间太长；贷款规模太小或期限太短；有其他途径借钱（非正规借贷）”，则判定为存在较高正规信贷决策成本和信息搜寻成本（信贷交易成本），变量赋值为“1”，若非上述原因则变量赋值为“0”^③。③风险抵御能力。参考马小勇和白永秀（2009）的研究，选取家庭农场主遭遇生产风险时收入波动的程度来刻画家庭农场的风险抵御能力。选取家庭农场调查年份遭遇自然灾害后，实际收入减去预期收入后的差额与当年预期收入的比值来衡量。

4.控制变量。家庭农场的数字化发展影响家庭农场融资的众多因素可以归纳为家庭农场层面的自身因素和县域层面的发展环境因素。在家庭农场自身因素方面，借鉴张龙耀等（2019）和柳松等（2020）的研究，本文选取家庭农场主个体特征变量（性别、年龄、受教育年限、户口类型、政治身份、农技培训情况）、家庭特征变量（劳动力人口数、现金存款、住址到银行网点距离）和家庭农场特征变量（家庭农场主兼任情况、数字农业补贴比例、示范场评定）作为控制变量。在县域发展环境层面，借鉴程军国等（2023）的研究，本文选取家庭农场所在县（市、区）生产总值中第一产业占比和所在乡（镇）农技人员数量作为控制变量。由于本文部分数据是追踪调查数据，且家庭农场信贷融资行为会受到地区层面经营环境和农产品市场周期波动等影响，观测值可能存在时间序列相关，混淆变量可能给模型因果判断带来干扰，为避免上述影响，本文通过在回归中添加县级固定效应和时间固定效应进行控制。

（三）回归模型设定

为验证基本研究假说，探讨数字农业发展水平对家庭农场融资的影响，基准回归模型设定如下：

^①资料来源：《“一码通”，激发家庭农场发展活力》，https://www.cmnews.net/pl/pl/954621_20230425080703.html。

^②据此为表1中“信贷交易成本”变量赋值。

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 D_Agriculture_{it} + \beta_2 Farm_{it} + \beta_3 County_{ct} + \varphi_c + \phi_t + \varepsilon_{ict} \quad (1)$$

(1) 式中： Y_{it} 为 i 家庭农场 t 时期的核心被解释变量，表示家庭农场的正规信贷情况，包括信贷可得性和信贷规模； $D_Agriculture_{it}$ 为核心解释变量，衡量的是家庭农场的农业数字化发展情况； $Farm_{it}$ 和 $County_{ct}$ 为随时间变化的农场层面和县域层面的控制变量， c 代表家庭农场所在县（市、区）； φ_c 为回归分析中控制的县级固定效应，以消除地区不可观测的特征差异对家庭农场融资的干扰； ϕ_t 为时间固定效应，以控制家庭农场融资行为在时间层面不随个体变化的特征； ε_{ict} 为服从正态分布的随机扰动项。回归系数的标准误聚类到县级层面，从而缓解面板数据存在的自相关和异方差问题。 β_1 为数字农业发展水平对家庭农场信贷可得性和信贷规模的影响， β_2 和 β_3 为控制变量的系数。

为验证作用机制假说，本文参考江艇（2022）的做法，构建如下机制模型：

$$Mechanism_{it} = \theta_0 + \theta_1 D_Agriculture_{it} + \theta_2 Farm_{it} + \theta_3 County_{ct} + \varphi_c + \phi_t + \varepsilon_{ict} \quad (2)$$

(2) 式中： $Mechanism_{it}$ 为 i 家庭农场 t 时期的机制变量； θ_1 为数字农业发展水平对不同机制变量的影响， θ_2 和 θ_3 为控制变量的系数，其余变量和符号的含义与（1）式一致。

变量定义及描述性统计结果如表 1 所示。

表 1 变量定义及描述性统计结果

变量名称	变量定义	全样本	最小值	最大值	传统	数字	均值
					农业	农业	
被解释变量							
信贷可得性	是否获得过正规银行（含农商行）借款：是=1，否=0	0.538	0.000	1.000	0.475	0.591	-0.116***
信贷规模	当年获得的银行和农商行贷款金额（万元）	29.841	0.000	780.000	19.277	38.734	-19.457***
解释变量							
数字农业发展水平	是否装设农业信息设备及软件系统：是=1，否=0	0.543	0.000	1.000	0.000	1.000	-1.000
数字农业覆盖广度	种植养殖过程中应用信息技术的生产面积占比（%）	38.271	0.000	100.000	0.000	70.489	-70.489***
数字农业使用深度	家庭农场使用信息设备及软件系统的频率：几乎每天都用=5，每个月都会使用=4，种植养殖特定阶段使用=3，几乎不使用=2，从未使用过=1	1.816	0.000	5.000	0.000	3.346	-3.345***
数字化设施有用性评价	您认为农业生产信息系统是否有用：非常有用=5，比较有用=4，一般=3，几乎没用=2，完全没用=1	2.542	1.000	5.000	0.000	4.682	-4.682***
机制变量							
信息不对称程度	家庭农场是否使用“家庭农场随手记”记账软件：是=1，否=0	0.239	0.000	1.000	0.203	0.269	-0.066**
信贷交易成本	是否存在较高正规信贷交易成本：是=1，否=0	0.116	0.000	1.000	0.123	0.109	0.014
风险抵御能力	遭遇自然灾害后实际收入减去预期收入后的差额（元）与当年预期收入（元）的比值	0.087	0.000	2.000	0.010	0.075	2.612**

表1 (续)

控制变量							
性别	家庭农场主性别: 男=1, 女=0	0.883	0.000	1.000	0.920	0.851	0.069***
年龄	家庭农场主年龄(周岁)	49.522	25.000	80.000	50.862	48.395	2.467***
受教育年限	家庭农场主受教育年数(年)	10.191	0.000	19.000	9.649	10.646	-0.997***
户口类型	家庭农场主是否为农业户口: 是=1, 否=0	0.901	0.000	1.000	0.907	0.896	0.011
政治身份	家庭农场主是否为党员: 是=1, 否=0	0.285	0.000	1.000	0.283	0.287	-0.004
农技培训情况	家庭农场主是否受过农业技术教育或培训: 是=1, 否=0	0.889	0.000	1.000	0.853	0.918	-0.065***
劳动力人口数	家庭劳动力人数(仅限常住人口)(人)	2.812	0.000	8.000	2.708	2.898	-0.190***
现金存款	当年年末家庭的现金及存款总额(万元)	23.539	0.000	1000.000	18.325	27.928	-9.602**
住址到银行网点距离	家庭农场主家离最近银行网点的距离(千米)	3.002	0.000	55.000	3.163	2.867	0.296
家庭农场主兼任情况	家庭农场主是否兼任合作社的理事长: 是=1, 否=0	0.276	0.000	1.000	0.229	0.316	-0.087***
数字农业补贴比例	购置信息化设施花费中政府补贴比例(%)	5.620	0.000	100.000	0.000	10.352	-10.352***
示范场评定	家庭农场是否为示范农场: 省级=4, 市级=3, 县级=2, 不是示范农场=1,	1.917	1.000	4.000	1.708	2.093	-0.384***
第一产业占比	所在县(市、区)当年国内生产总值中第一产业占比(%)	9.079	0.833	16.897	9.877	8.406	1.471***
乡镇农技人员数量	所在乡(镇)农技人员数量(人)	13.102	0.000	93.000	12.013	14.018	-2.005**

注: ***和**分别表示 1%和 5%的显著性水平。

总样本中,采用传统农业生产经营的家庭农场观测值 463 个,采用数字化生产经营的家庭农场观测值 550 个。本文对家庭农场采用传统和数字化生产经营方式的不同组家庭农场进行了组间差异检验。表 1 的均值差异表明,采用数字化生产经营的家庭农场,其信贷可得性与信贷规模均显著高于采用传统农业生产经营的家庭农场,且这种差异在 1%水平上显著。由此直观感知,家庭农场是否采用数字化生产方式可能是导致其信贷可得性和信贷获得规模差异的一个重要原因。

四、实证结果与分析

(一) 基准回归结果

为探究数字农业发展水平对家庭农场信贷融资的影响,本文基于基准回归模型进行检验,回归结果见表 2。在控制县级和时间固定效应后,表 2(1)列和(5)列结果显示,数字农业发展水平对家庭农场信贷可得性和信贷规模的影响均在 1%水平上显著,系数为正,表明数字农业发展能够显著提升家庭农场的信贷可得性与信贷规模。家庭农场的数字农业发展水平每提高 1 个单位,其信贷可得性提高 0.1047,信贷规模提高 1.4534。

综上所述,数字农业发展显著提升了家庭农场的信贷可得性与信贷融资规模。这一结果反映,随着数字乡村建设不断推进,家庭农场在享受数字红利的同时亦能获得信贷规模增加的金融福利,金融

科技在农业领域的运用进一步拓展了农村金融服务的覆盖面和可得性，有效缓解了家庭农场面临的信贷约束，假设 H1 得到验证。

表 2 数字农业发展对家庭农场信贷获得影响的基准回归结果

变量	信贷可得性				信贷规模			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
数字农业发展水平	0.1047*** (0.0328)				1.4534*** (0.4184)			
数字农业覆盖广度		0.0008** (0.0004)				0.0113** (0.0047)		
数字农业使用深度			0.0217*** (0.0072)				0.3247*** (0.0929)	
数字化设施有用性评价				0.0215** (0.0067)				0.2987*** (0.0855)
性别	0.0131 (0.0478)	0.0086 (0.0480)	0.0162 (0.0478)	0.0130 (0.0478)	0.1474 (0.6123)	0.0866 (0.6166)	0.2029 (0.6116)	0.1464 (0.6115)
年龄	0.0232** (0.0116)	0.0230** (0.0116)	0.0224* (0.0116)	0.0230** (0.0116)	0.2921** (0.1477)	0.2897** (0.1477)	0.2794* (0.1473)	0.2895* (0.1480)
年龄平方/100	-0.0318*** (0.0119)	-0.0317*** (0.0119)	-0.0311*** (0.0119)	-0.0316*** (0.0119)	-0.4021*** (0.1516)	-0.4013*** (0.1514)	-0.3906*** (0.1511)	-0.3991*** (0.1520)
受教育年限	-0.0016 (0.0059)	-0.0009 (0.0059)	-0.0010 (0.0059)	-0.0013 (0.0059)	-0.0245 (0.0745)	-0.0149 (0.0743)	-0.0170 (0.0746)	-0.0192 (0.0744)
户口类型	-0.0497 (0.0504)	-0.0414 (0.0506)	-0.0483 (0.0503)	-0.0471 (0.0502)	-0.8172 (0.6567)	-0.7021 (0.6596)	-0.8010 (0.6560)	-0.7818 (0.6545)
政治身份	-0.0540 (0.0380)	-0.0584 (0.0380)	-0.0571 (0.0380)	-0.0543 (0.0379)	-0.7817 (0.4839)	-0.8424* (0.4834)	-0.8241* (0.4830)	-0.7849 (0.4835)
农技培训情况	-0.0667 (0.0491)	-0.0615 (0.0493)	-0.0654 (0.0497)	-0.0672 (0.0491)	-0.9411 (0.6178)	-0.8684 (0.6205)	-0.9291 (0.6263)	-0.9477 (0.6180)
劳动力人口数	0.0110 (0.0128)	0.0111 (0.0129)	0.0113 (0.0129)	0.0106 (0.0128)	0.1575 (0.1640)	0.1588 (0.1648)	0.1606 (0.1645)	0.1531 (0.1641)
现金存款	-0.0010 (0.0024)	-0.0008 (0.0025)	-0.0009 (0.0024)	-0.0010 (0.0024)	0.0006 (0.0328)	0.0026 (0.0332)	0.0008 (0.0325)	0.0009 (0.0327)
住址到银行网点距离	0.0023 (0.0057)	0.0018 (0.0057)	0.0019 (0.0056)	0.0023 (0.0056)	0.0239 (0.0711)	0.0176 (0.0715)	0.0195 (0.0708)	0.0239 (0.0709)
家庭农场主兼任情况	0.0750** (0.0348)	0.0763** (0.0351)	0.0754** (0.0350)	0.0751** (0.0348)	1.1234** (0.4507)	1.1408** (0.4546)	1.1270** (0.4521)	1.1249** (0.4511)
数字农业补贴比例	-0.0010 (0.0010)	-0.0008 (0.0010)	-0.0007 (0.0010)	-0.0009 (0.0010)	-0.0152 (0.0130)	-0.0121 (0.0130)	-0.0114 (0.0127)	-0.0140 (0.0128)

表2 (续)

示范场评定	0.0301** (0.0150)	0.0309** (0.0151)	0.0333** (0.0150)	0.0300** (0.0150)	0.4501** (0.1934)	0.4605** (0.1945)	0.4931** (0.1928)	0.4480** (0.1933)
第一产业占比	-0.0286 (0.0361)	-0.0295 (0.0361)	-0.0309 (0.0362)	-0.0305 (0.0361)	-0.3861 (0.4573)	-0.3984 (0.4576)	-0.4186 (0.4587)	-0.4114 (0.4572)
乡镇农技人员数量	-0.0005 (0.0011)	-0.0006 (0.0011)	-0.0005 (0.0011)	-0.0006 (0.0011)	-0.0061 (0.0141)	-0.0072 (0.0142)	-0.0061 (0.0141)	-0.0068 (0.0141)
县级和时间固定效应	已控制							
观测值	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013
调整 R ²	0.0967	0.0925	0.0957	0.0967	0.1043	0.0994	0.1045	0.1043

注：括号内为县级层面聚类稳健标准误；***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

从上文分析仅能看出数字化生产经营对于家庭农场融资的综合影响，但是数字农业的发展是多维度的，数字农业覆盖广度、数字农业使用深度和数字化设备有用性评价在不同家庭农场之间存在一定差异，它们是否会对家庭农场融资产生影响值得探究。因此，本文进一步探讨数字农业覆盖广度、数字农业使用深度和数字化设备有用性评价对于家庭农场的融资的影响。如表 2 的 (2)~(4) 列和 (6)~(8) 列所示，本文依次将数字农业覆盖广度、数字农业使用深度和数字化设备有用性评价作为解释变量加入对应模型中。回归结果表明，在控制其他条件后，数字农业覆盖广度、数字农业使用深度和数字化设备有用性评价均显著，系数为正，这说明数字农业发展水平的三个子维度均有效提升了家庭农场信贷融资。

(二) 内生性讨论

样本选择偏误、变量逆向因果、变量测量误差、模型遗漏变量等均会导致严重的内生性问题。前文发现数字农业发展对家庭农场信贷融资有显著的正向影响，但该结果可能受到内生性问题影响。一是反向因果问题。家庭农场的信贷状况可能会影响数字农业的应用状况，信贷状况较好的家庭农场更倾向于装设支持农业生产的信息设备和软件系统，从而产生反向因果问题。当家庭农场有较多的贷款资金后，可能会为了提高生产效率而装设支持农业生产的信息设备和软件系统。因此，难以排除反向因果关系存在的可能性。二是遗漏变量问题。由于模型很难控制所有影响家庭农场信贷融资的因素，本文模型可能存在遗漏变量导致的内生性问题。某些难以准确衡量的变量（如家庭农场主接受新事物的能力、家庭成员金融知识水平）也会影响家庭农场采用数字化生产经营和信贷融资行为，故难以排除遗漏变量带来的内生性问题。此外，家庭农场的数字农业发展状况与其信贷融资行为在某种程度上可能存在同时决策的自选择问题。

为尽量降低内生性问题所产生的估计偏误，本文首先借鉴何宗樾等（2020）和吴雨等（2021）的做法，选取家庭农场所所在乡（镇）到省会城市的球面距离（取自然对数）和当年地级市内数字农业发展水平均值（除自身以外）的交乘项作为数字农业发展具有时间变化效应的工具变量（IV_1）。本文认为这一变量满足工具变量的相关性和外生性两个条件：首先，距离是城市空间的重要体现，其能够影响各项经济活动作用的发挥。数字乡村发展依赖政府扶持与投资，家庭农场所所在乡（镇）与省会城

市的距离越远，当地相关部门对于发展数字农业的积极性和支持力度可能随之减弱，则该乡（镇）数字农业发展水平可能越低，满足工具变量相关性要求。而距离与个体的经济结果没有直接关联，家庭农场所在地与省会城市的距离很难直接影响家庭农场的信贷融资，并且基于地理指标构建的变量具有较强的外生性，从而满足外生性条件。由于球面距离是不随时间变化的数值，而家庭农场数字农业发展水平是随年份变化的变量。为防止第二阶段估计失效，将球面距离与当年地级市内除个体自身以外的数字农业发展水平均值进行交互，作为具有时间变化效应的工具变量。

其次，本文借鉴 Lewbel（1997）的做法，利用误差项中存在的异方差性来生成工具变量。本文选取家庭农场数字化发展水平与其所在县域家庭农场数字化发展水平均值差额的三次方作为本文的第二个工具变量（IV_2），通过平减样本均值以避免度量误差的影响，取三次方表示偏度以提高估计的有效性。Lewbel（1997）基于异方差的识别，要求第一阶段回归的残差为异方差。该方法认为，当内生变量对模型中其他外生变量回归后的残差具有异方差性时，该残差和去中心化的外生变量的乘积项可作为有效的工具变量。生成的工具变量满足相关性和外生性两个条件。第一，生成的工具变量与内生变量高度相关，因为工具变量是由内生变量的残差与模型其他外生变量的交互项生成的，满足相关性条件。第二，该方法假设模型中的外生变量与误差项不相关，因此满足工具变量外生性条件。

工具变量法的估计结果如表 3 所示。（1）列和（3）列分别汇报了第一个工具变量（IV_1）第一阶段的估计结果。由估计结果可知，一阶段估计的 F 值均为 18.15，大于 10，符合相关性要求，排除了弱工具变量问题。表中不可识别检验结果显示，Kleibergen-Paap rk LM 统计量的 p 值小于 0.001，拒绝不可识别检验，表明工具变量 IV_1 与数字农业发展水平具有较强相关性。从模型估计系数看，工具变量 IV_1 与数字农业发展水平之间为显著负相关关系，表明家庭农场所在乡（镇）距省会城市的球面距离越远，其数字农业发展水平越低。（2）列和（4）列汇报了工具变量 IV_1 第二阶段的估计结果，核心解释变量数字农业发展在 5%的水平上显著，表明在对内生性问题进行处理后，数字农业发展依然对家庭农场信贷可得性和信贷规模具有显著促进作用，这与基准结果一致。（5）~（8）列为 Lewbel 异方差工具变量法的估计结果。异方差检验结果拒绝同方差原假设，即内生变量对外生变量回归方程误差项为异方差，满足 Lewbel 方法适用的前提条件。从表 3 结果可知，在对内生性问题进行处理后，数字农业发展依然对家庭农场信贷可得性和信贷规模具有显著促进作用。

表 3 工具变量法回归结果

变量	工具变量 IV_1				工具变量 IV_2			
	信贷可得性		信贷规模		信贷可得性		信贷规模	
	第一阶段 (1)	第二阶段 (2)	第一阶段 (3)	第二阶段 (4)	第一阶段 (5)	第二阶段 (6)	第一阶段 (7)	第二阶段 (8)
数字农业发展水平		0.2111** (0.0908)		2.8193*** (0.9601)		0.2948** (0.1268)		3.6175** (1.6078)
工具变量 IV_1	-0.5429** (0.2604)		-0.5429** (0.2608)					

表3 (续)

工具变量 IV_2					-1.1496*** (0.1416)		-1.1496*** (0.1416)	
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
一阶段 F 统计量	18.15		18.15		19.06		17.85	
Kleibergen-Paak rk LM 统计量		153.09***		160.52***		165.03***		174.37***
观测值	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013

注：括号内为县级层面聚类稳健标准误；***和**分别表示 1%和 5%的显著性水平。

(三) 稳健性检验^①

1. 更换固定效应。本文在基准回归中引入县级固定效应，来消除不同县级特征对研究结果的干扰，但无法排除村（镇）层面经济和政策环境因素带来的遗漏变量威胁。为进一步控制不随时间变化的家庭农场村（镇）层面遗漏变量影响，基于实地问卷调查数据，本文加入村（镇）固定效应以识别出更为干净的估计结果。回归结果如表 4（1）列和（2）列所示。结果表明，在进一步控制村（镇）固定效应后，数字农业发展依然显著提升农户信贷获得水平，回归结果与表 2 基本一致，证明了前文结果的稳健性。

2. 缩尾处理。为克服样本数据可能存在的极端值对估计结果的干扰，本文采用 Winsor 缩尾处理法对样本数据进行 1%的双侧缩尾处理，并重新进行回归。回归结果如表 4（3）列和（4）列所示，数字农业发展水平变量依然在 1%水平上显著，且系数大小和基准回归结果相近，本文的核心结论未发生改变。

3. 排除数字普惠金融发展水平干扰。根据李晓等（2024）的研究，数字普惠金融发展会显著降低家庭的金融排斥水平。相较数字普惠金融发展水平较低的地区，数字普惠金融发展水平较高地区家庭农场的信贷融资效应可能更加明显。为排除家庭农场所处地区数字普惠金融发展水平的干扰，本文在基准回归基础上进一步加入“县级数字普惠金融”这一变量，采用北京大学数字金融研究中心编制的县级层面数字普惠金融发展指数来衡量（郭峰等，2020）。回归结果如表 4（5）列和（6）列所示，“县级数字普惠金融”变量的加入并未改变数字农业发展水平的显著性。

4. 使用倾向得分匹配法。数字农业发展与家庭农场信贷获得和信贷规模之间可能存在自选择问题，即家庭农场是否发展数字农业并非随机选择的，是否采用数字化生产经营可能是家庭农场根据自身特质和资源禀赋的有关因素选择的结果。在这种情况下，若直接采用本文模型回归结果可能导致估计结果出现选择偏差。因此，本文在控制家庭农场特征变量的前提下，使用倾向得分匹配法（propensity score matching, PSM）对数据进行处理，以解决样本选择偏差的问题。

本文引入倾向得分匹配法，采用卡尺 k 邻近匹配法（k=4，半径为 0.05）为采用数字化生产经营的家庭农场匹配对照家庭农场。经过 PSM 匹配后的实验组与对照组样本特征差异性显著降低，且均

^①篇幅所限，数字农业发展水平三个子维度稳健性检验结果详见《中国农村观察》网站（zgncgc.ajcass.com）本文附录中的附表 1-4。

满足共同支撑与平衡性假设。在此基础上，本文删除未处在共同支撑域的 411 个样本，并对样本重新回归，回归结果如表 4（7）列和（8）列所示，数字农业发展对家庭农场信贷可得性和信贷规模的影响依然显著，系数为正，验证了基准回归结果的稳健性。

表 4 稳健性检验结果

变量	更换固定效应		缩尾处理		排除数字普惠金融发展水平干扰		倾向得分匹配	
	信贷可得性 (1)	信贷规模 (2)	信贷可得性 (3)	信贷规模 (4)	信贷可得性 (5)	信贷规模 (6)	信贷可得性 (7)	信贷规模 (8)
数字农业发展水平	0.1072*** (0.0334)	1.4859*** (0.4262)	0.1066*** (0.0328)	1.4710*** (0.4182)	0.1037*** (0.0328)	1.4420*** (0.4186)	0.1013** (0.0486)	1.2809** (0.6207)
县级数字普惠金融					0.0082 (0.0090)	0.0959 (0.1131)		
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定效应			已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
村(镇)和时间固定效应	已控制	已控制						
观测值	1013	1013	1013	1013	1013	1013	602	602
调整 R ²	0.1000	0.1094	0.1001	0.1069	0.0966	0.1040	0.0698	0.0774

注：***和**分别表示 1%和 5%的显著性水平。

5. 更换解释变量。本文尝试将核心解释变量替换为县级数字农业发展综合指标（构建方式如表 5 所示）。回归结果见表 6，结果显示，核心解释变量依然显著，再次证明了回归结果的稳健性。

表 5 江苏省县级数字农业发展综合指标

一级指标及权重	二级指标
发展环境（15%）	第一产业占国内生产总值占比（%），农林牧渔业总产值（亿元），专利申请受理量（件）， 地方财政科学技术支出（亿元），农业机械总动力（万千瓦），农村用电量（亿千瓦时）
基础支撑（10%）	互联网宽带接入用户（万户），邮路及农村投递路线总长度（万千米），年末移动电话用户（万 户），移动电话普及率（部/人）
人才资源（10%）	地方财政教育支出（亿元），信息传输、软件和信息技术服务业从业人员（万人）
生产信息化（30%）	规模设施农业物联网技术推广应用面积占总面积占比（%），当年农业信息化覆盖率（%）， 单位面积化肥施用量（千克/公顷），设施农业占地面积（万公顷）
经营信息化（25%）	网络零售额（亿元）
服务信息化（10%）	邮政局所（个），电信业务总量（亿元），乡村交通运输、仓储和邮政业劳动力（万人）

注：上述指标体系参考了《2021 全国县域农业农村信息化发展水平评价报告》中全国县域农业农村信息化发展水平评价指标体系以及张鸿等（2021）构建的数字农业高质量发展指标体系。首先，利用 2021 年和 2023 年《中国统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、国研网、中经网以及工信部公开统计数据，按照整体性、代表性、数据的可获得性原则选取 6 个层面 20 项指标建立江苏省县级数字农业发展综合指标。其次，基于县级数据计算得出二级指标值，并沿用 Min-max 归一化方法对部分数值范围不在 0~1 的二级指标值进行归一化处理。最后，按照权重逐级计算二级指标值、一级指标值和发展总体水平。通过在不同层级进行归一化处理，使各县级之间发展总体水平具有可比性。

表 6 更换核心解释变量的稳健性检验结果

变量	信贷可得性	信贷规模
数字农业发展综合指标	0.5155*** (0.1657)	6.6110*** (2.2978)
控制变量	已控制	已控制
县级和时间固定效应	已控制	已控制
观测值	1013	1013
调整 R ²	0.0587	0.0691

注：***表示 1%的显著性水平。

(四) 机制检验

根据前文的理论分析，数字农业发展可以通过缓解信息不对称程度、降低信贷交易成本和提升风险抵御能力来促进家庭农场信贷融资。为检验上述假说，本文进行如下机制检验。

第一，缓解信息不对称程度机制检验。本文以“家庭农场随手记”电子账本录入的生产经营“数字足迹”作为家庭农场信息透明度的重要依据，选取“智能记账软件使用”作为信息不对称程度高低的代理变量。表 7（1）列的回归结果显示，数字农业发展水平可以显著提升家庭农场使用智能记账软件的概率，提升其生产经营数据被金融机构贷前信息甄别以及贷后风险管控的可能性，验证了信息不对称程度缓解机制。

第二，降低信贷交易成本机制检验。如果家庭农场存在借贷需求，但由于利息过高、申请贷款程序过于复杂、审批时间过长等因素未成功借贷，则表明其存在较高信贷交易成本。表 7（2）列的回归结果显示，数字农业发展水平可以显著降低家庭农场信贷交易成本，这验证了信贷交易成本降低机制。

第三，提升风险抵御能力机制检验。家庭农场风险抵御能力高低可以表现为其遭受风险时收入波动的程度，收入波动越小，家庭农场风险抵御能力越强。本文采用家庭农场主遭遇生产风险时预期收入波动的程度作为家庭农场风险抵御能力情况的代理变量。表 7（3）列的回归结果显示，数字农业发展水平可以显著降低家庭农场受灾后预期收入损失的比例，验证了风险抵御能力提升机制。

表 7 机制检验的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	信息不对称程度	信贷交易成本	风险抵御能力
数字农业发展水平	0.0661** (0.0268)	-0.0140*** (0.0020)	-2.6121** (1.1525)
数字农业覆盖广度	0.0006* (0.0003)	-0.0001 (0.0002)	-0.0241* (0.0126)
数字农业使用深度	0.0241*** (0.0058)	-0.0054** (0.0023)	-0.5664** (0.2511)
数字化设施有用性评价	0.0159*** (0.0056)	-0.0030** (0.0012)	-0.4533* (0.2392)

表7 (续)

控制变量	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定效应	已控制	已控制	已控制
观测值	1013	1013	1013

注：括号内为县级层面聚类稳健标准误；***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。数字农业发展水平和三个子维度的机制检验分开进行，并非同时回归，因篇幅限制，放在同一张表中。

数字农业发展水平的三个子维度也证实了对应机制路径的存在。至此，本文的三个机制假说得到验证。

(五) 异质性分析^①

在前文分析中，本文研究了数字农业发展水平对家庭农场信贷融资的影响，并检验了数字农业发展水平促进家庭农场融资的作用机制。本部分通过分组回归的方法从农业科技发展环境、家庭农场主资本禀赋、家庭农场主金融认知能力和家庭农场种植作物类型 4 个维度，探讨数字农业发展水平对家庭农场信贷融资的异质性影响。

1. 农业科技发展环境影响的异质性分析。根据以往研究，不同地区数字技术环境和农业发展水平等外部环境不同，可能对家庭农场决策产生不同影响（黄勃等，2023；孙学涛等，2023）。鉴于此，本文从家庭农场前往农技服务网点难易程度和农技人员服务水平两个方面进行农业科技发展环境影响的异质性检验。本文采用到最近农技服务中心的距离（千米）作为前往农技服务中心网点难易程度的衡量标准；采用乡镇农技人员密度（人/万人）作为技术服务人员服务水平的衡量标准。为获得较好的匹配效果，对每个变量按全样本的均值水平分为“大于均值”“小于均值”两组（无等于均值样本），具体回归结果如表 8 所示。

表 8 农业科技发展环境分组回归结果

变量	信贷可得性				信贷规模			
	距农技 服务中心远 (1)	距农技 服务中心近 (2)	农技人员 密度低 (3)	农技人员 密度高 (4)	距农技 服务中心远 (5)	距农技 服务中心近 (6)	农技人员 密度低 (7)	农技人员 密度高 (8)
数字农业发展水平	0.1029** (0.0429)	0.1143** (0.0529)	0.1089*** (0.0399)	0.1236** (0.0611)	1.4312*** (0.5427)	1.5432** (0.6748)	1.5840*** (0.5064)	1.5896** (0.7758)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
组间差异检验	p=0.0639		p=0.0344		p=0.0947		p=0.0950	
观测值	584	429	698	315	584	429	698	315

注：括号内为县级层面聚类稳健标准误；***和**分别表示 1%和 5%的显著性水平。

^①篇幅所限，数字农业发展水平三个子维度异质性检验结果详见《中国农村观察》网站（zgncgc.ajcass.com）本文附录中的附表 5-8。

结果显示,数字农业发展水平对于不同组别的家庭农场融资促进效果均显著,且回归结果均通过组间差异检验。回归结果表明,距农技服务中心近和高农技人员密度的家庭农场,信贷获得和信贷规模均高于距农技服务中心远和低农技人员密度的家庭农场。可见,良好的农业科技发展环境对于数字农业的信贷融资效应具有显著促进作用。可能的原因是,相比农业科技发展环境较差的地区,农业科技发展环境较好地区的数字基础设施较为完备、数字技术服务和应用水平较高,家庭农场有更多机会获取数字技能宣传和培训,在后续设备维护以及出现问题时也能够得到及时的售后服务。

2.家庭农场主资本禀赋影响的异质性分析。不同资本禀赋的家庭农场主生产经营投资规模会有一定差距,这可能导致其生产性融资能力存在异质性。本文参考曾亿武等(2018)的思路,将家庭农场主的资本禀赋定义为个体及其家庭所拥有的资源和能力的总和,分为物质资本、人力资本与社会资本三种,分别进行异质性检验。其中,物质资本使用家庭农场经营规模(家庭农场总面积)和农业经营总收入作为代理变量,人力资本和社会资本分别使用受教育年限和人情支出作为代理变量。受到样本量的限制,为获得较好的匹配效果,本文对所有家庭农场样本分组。经营规模、经营总收入和人情支出按全体样本的均值水平分为“大于均值”“小于均值”两组(无等于均值样本)。受教育年限按照“高中及以下”“高中以上”分组。在此基础上,分别对以上分组样本进行回归,具体回归结果如表9所示。

表9 家庭农场主资本禀赋分组回归结果

变量	信贷可得性							
	物质资本				人力资本		社会资本	
	小经营 规模 (1)	大经营 规模 (2)	低经营 收入 (3)	高经营 收入 (4)	高中及 以下 (5)	高中以上 (6)	低人情 支出 (7)	高人情 支出 (8)
数字农业发展水平	0.1302*** (0.0410)	0.0146 (0.0567)	0.0784** (0.0383)	0.0530 (0.0703)	0.1604*** (0.0407)	-0.0203 (0.0576)	0.1205*** (0.0395)	0.0775 (0.0587)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定 效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
组间差异检验	2.91*		1.01**		6.94***		0.39	
变量	信贷规模							
	物质资本		物质资本		人力资本		社会资本	
	小经营 规模 (1)	大经营 规模 (2)	低经营 收入 (3)	高经营 收入 (4)	高中及 以下 (5)	高中以上 (6)	低人情 支出 (7)	高人情 支出 (8)
数字农业发展水平	1.7029*** (0.5130)	0.3953 (0.7434)	1.0307** (0.4382)	0.0692 (0.9295)	2.1448*** (0.5145)	-0.1063 (0.7394)	1.5727*** (0.4976)	1.2401 (0.7672)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定 效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
组间差异检验	p=0.0880		p=0.0414		p=0.0084		p=0.5348	
观测值	681	332	769	244	653	360	702	311

注:括号内为县级层面聚类稳健标准误;***和**分别表示1%和5%的显著性水平。

结果显示,数字农业发展水平对于小经营规模、低经营收入、家庭农场主受教育程度为高中及以下、低人情支出的家庭农场信贷可得性和信贷规模影响较为显著,且关于子维度的回归也得出相同结果。由此可以看出,越来越多的家庭农场享受到了数字技术带来的福利,使得资本禀赋较低的群体也能够获得一定的金融福祉,发展数字农业的普惠效果显著。可能的原因是,数字农业技术(如精准农业、智能灌溉系统)不仅能够帮助家庭农场主更有效地管理资源、降低成本、提升产量和收入,而且可以提前预防和应对自然灾害,降低生产风险。此外,数字农业生成的详细生产数据和销售数据等,可以提供给金融机构作为信用评估的重要依据。

3.家庭农场主金融认知能力影响的异质性分析。“数字鸿沟”是信息时代的全球问题,学术界普遍认为知识与技术的差距是数字鸿沟产生的重要原因。那么,数字农业发展水平究竟是提高了对家庭农场主金融素养的要求从而降低了金融素养较低家庭农场主的信贷可得性,还是帮助具有较低金融素养的家庭农场主更快捷高效接入更加多元优质的数字金融服务?为回答这一问题,本文参考赵立业和吴卫星(2022)的做法,对家庭农场主提问包括利率、通货膨胀和风险意识在内衡量金融知识常用的4个问题,回答正确计为5分,否则计为1分;对家庭农场主提问对金融知识关注程度、金融认知水平相关的2个金融主观行为问题,每个问题给出了1~5五个分数选项,1代表不了解,5代表非常了解,分数越高表示受访者金融认知能力越强。以家庭农场主金融认知得分均值为界限,将全部样本划分为低金融认知能力组和高金融认知能力组,并分别进行回归,结果如表10所示。

表 10 家庭农场主金融认知能力分组回归结果

变量	信贷可得性		信贷规模	
	低金融认知能力 (1)	高金融认知能力 (2)	低金融认知能力 (3)	高金融认知能力 (4)
数字农业发展水平	0.1450*** (0.0456)	0.0712 (0.0480)	1.8020*** (0.5713)	1.1171* (0.6165)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
组间差异检验	p=0.0514		p=0.0225	
观测值	536	477	536	477

注:括号内为县级层面聚类稳健标准误;***和*分别表示1%和10%的显著性水平。

结果显示,数字农业发展水平对于低金融认知能力组的家庭农场的融资促进效应更大,且关于子维度的回归也得到相同结果。这表明,农业数字化有助于金融认知能力低的群体跨越“数字鸿沟”,实现更显著的融资促进效应。可能的原因是,数字农业发展使得家庭农场的生产经营数据可以实现自动整理和分析,生成详细的生产报告和信用评估报告,减少对家庭农场主金融认知的依赖。此外,数字农业发展搭建了场景化金融服务,金融机构可以基于数字农业平台提供场景化的金融产品,相比一般贷款更加适应家庭农场主的生产周期和现金流特点,改善金融认知能力较低的家庭农场的信贷环境,从而提高其信贷可得性与信贷规模。

4.家庭农场种植作物类型影响的异质性分析。实施乡村振兴战略，必须把确保重要农产品特别是粮食供给作为首要任务。江苏省作为农业大省，以占全国3.2%的耕地，生产了全国5.5%的粮食^①，全省从事种植业的家庭农场占全部家庭农场的64.5%^②，种植业对于江苏省农业发展的重要性不言而喻。不同作物种植对于家庭农场集约化、专业化以及生产经营灵活性的要求存在差异，为检验数字农业发展水平对家庭农场种植不同作物的信贷可得性以及信贷规模影响，本文将样本中从事种植类经营的家庭农场分为种植粮食作物、种植经济作物和种植混合作物三组，回归结果如表11所示。

表11 家庭农场种植作物类型分组回归结果

变量	信贷可得性			信贷规模		
	粮食作物 (1)	经济作物 (2)	混合种植 (3)	粮食作物 (4)	经济作物 (5)	混合种植 (6)
数字农业发展水平	0.1394*** (0.0468)	0.1129 (0.0844)	0.0184 (0.0878)	1.7347*** (0.5898)	1.6400** (0.8251)	0.4187 (1.1232)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
县级和时间固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
组间差异检验	—	p=0.0328	p=0.0989	—	p=0.0231	p=0.0712
观测值	527	282	158	527	282	158

注：括号内为县级层面聚类稳健标准误；***和**分别表示1%和5%的显著性水平。由于种植粮食作物的家庭农场数字农业发展水平回归结果显著，因此仅检验粮食作物和经济作物组别以及粮食作物和混合作物组别的组间检验。

结果表明，种植作物类型为粮食作物的家庭农场，其数字农业发展水平对信贷可得性和信贷规模的影响均在1%的水平上显著为正。相比种植经济作物和种植混合作物的家庭农场，数字农业发展对于种植粮食作物的家庭农场融资促进效果更为显著。可能的原因是：第一，种植粮食作物和种植经济作物需要的技术和集约程度不同。一般而言，经济作物大多是技术密集型和劳动密集型种植，尤其是一些关键技术环节，比如剪枝、打药、摘果等都需要大量技术和劳动力支持，难以形成规模种植和集约化管理。然而，粮食种植生长周期相对固定，生产技术相对容易标准化，规模化和集约化种植相比零散种植生产效益会更加显著。第二，种植不同作物面临的生产经营风险不同。家庭农场种植粮食作物的技术要求相对低、管理简单、市场价格波动较小，需要承担的生产经营风险较低。然而，家庭农场种植经济作物特别是园艺作物需要有较长的周期，技术要求较高、市场价格波动较大，需要承担较大生产经营风险。由此可见，相比种植经济作物的家庭农场，种植粮食作物的家庭农场的经济韧性与稳定性更强，其获得融资的可能性更高，这体现数字农业对于中国粮食安全稳定性和保障农户生计的积极影响。

^①资料来源：《强工也强农，刮目看江苏》，https://www.jiangsu.gov.cn/art/2023/10/13/art_88960_11039527.html。

^②资料来源：《培育发展家庭农场为农民群众办实事》，https://nynct.jiangsu.gov.cn/art/2021/11/3/art_13274_10096344.html。

五、结论与政策建议

本文基于2021年和2023年江苏省家庭农场的实地问卷调查数据，深入分析了数字农业发展的信贷融资效应，探讨了其中的作用机制并进行了异质性分析。结果表明：数字农业发展显著提升了家庭农场的信贷可得性与信贷融资规模，发挥了信贷融资效应，在考虑内生性问题后该结论依然稳健。同时，数字农业覆盖广度、使用深度和数字设备有用性评价均对家庭农场融资具有促进作用。作用机制分析发现，数字农业发展通过缓解家庭农场信息不对称程度、降低信贷交易成本和提升风险抵御能力，提升了家庭农场的信贷可得性和信贷规模。异质性分析发现，数字农业发展对于所在地农业技术发展环境较好、家庭农场主资本禀赋较低、金融认知能力较低、种植粮食作物的家庭农场具有更为显著的融资促进作用。上述结论为加快数字农业建设和推动乡村振兴取得新进展、数字中国建设取得新成效提供了参考。

基于研究结论，本文得到如下政策启示：

第一，完善数字农业发展环境，建立健全相关管理决策支持。数字农业如何更好地促进家庭农场融资，依赖于农村地区信息基础设施、产业互联网平台以及配套的技术人才培养体系的建设。政府相关职能部门要科学制定数字农业发展战略，并配套健全的政策保障措施。充分发挥财政资金的导向作用，加快农村地区互联网基础设施建设，提高农村互联网接入的速度和稳定性。鼓励金融机构优化信贷投放机制，多渠道、多形式培养现代信息技术与农业技术融合的复合型人才。

第二，加大数字农业相关投入，对不同地区和不同类型的家庭农场实施差异化发展策略。积极发挥政策引领作用，加强数字农业基础设施建设，引进并推广符合当地农业生产经营和农户技能水平的数字农业技术，因地制宜开发数字农业典型应用场景。相关金融机构应结合不同地区农业发展的自然条件、市场需求和技术水平等，挖掘家庭农场实际信贷需求，针对不同家庭农场的数字农业发展策略，创新信贷模式。

第三，完善农村线上融资服务平台，促进数字农业与农业融资深度融合。加强信息共享、协调磋商和政策联动，破除信息壁垒，建立政府与其他机构的数据共享开放机制。相关部门应积极搭建线上与线下服务并重、标准化推送与个性化需求互补的农业农村银政企合作平台，使家庭农场生产经营信息在确保数据安全的前提下实现平台共享，提高金融机构信贷甄别效率，为家庭农场融资提供便利。

参考文献

- 1.曹廷贵、苏静、任渝，2015：《基于互联网技术的软信息成本与小微企业金融排斥度关系研究》，《经济学家》第7期，第72-78页。
- 2.陈学云、程长明，2018：《乡村振兴战略的三产融合路径：逻辑必然与实证判定》，《农业经济问题》第11期，第91-100页。
- 3.程军国、刘璨、刘浩、何婧，2023：《担保品竞争：缓解林权抵押约束对农户信贷的影响》，《中国农村经济》第1期，第140-159页。

- 4.方福前、田鸽、张勋, 2023: 《数字基础设施与代际收入向上流动性——基于“宽带中国”战略的准自然实验》, 《经济研究》第5期, 第79-97页。
- 5.方明月、林佳妮、聂辉华, 2022: 《数字化转型是否促进了企业内共同富裕? ——来自中国A股上市公司的证据》, 《数量经济技术经济研究》第11期, 第50-70页。
- 6.付豪、赵翠萍、程传兴, 2019: 《区块链嵌入、约束打破与农业产业链治理》, 《农业经济问题》第12期, 第108-117页。
- 7.顾庆康、林乐芬, 2021: 《不同农地抵押贷款机制下农户信贷配给分析》, 《农业经济问题》第7期, 第67-77页。
- 8.郭峰、王靖一、王芳、孔涛、张勋、程志云, 2020: 《测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征》, 《经济学(季刊)》第4期, 第1401-1418页。
- 9.何宗樾、张勋、万广华, 2020: 《数字金融、数字鸿沟与多维贫困》, 《统计研究》第10期, 第79-89页。
- 10.黄勃、李海彤、刘俊岐、雷敬华, 2023: 《数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据》, 《经济研究》第3期, 第97-115页。
- 11.江艇, 2022: 《因果推断经验研究中的中介效应与调节效应》, 《中国工业经济》第5期, 第100-120页。
- 12.李海艳, 2022: 《数字农业创新生态系统的形成机理与实施路径》, 《农业经济问题》第5期, 第49-59页。
- 13.李建军、王德, 2015: 《搜寻成本、网络效应与普惠金融的渠道价值——互联网借贷平台与商业银行的小微融资选择比较》, 《国际金融研究》第12期, 第56-64页。
- 14.李晓、李洁、吴雨, 2024: 《数字金融发展缓解了家庭金融排斥吗? 基于中国家庭金融调查(CHFS)数据的分析》, 《财贸研究》第4期, 第15-27页。
- 15.林海、赵路彝、胡雅淇, 2023: 《数字乡村建设是否能够推动革命老区共同富裕》, 《中国农村经济》第5期, 第81-102页。
- 16.刘海启, 2017: 《加快数字农业建设为农业农村现代化增添新动能》, 《中国农业资源与区划》第12期, 第1-6页。
- 17.刘满凤、赵珑, 2019: 《互联网金融视角下小微企业融资约束问题的破解》, 《管理评论》第3期, 第39-49页。
- 18.柳松、魏滨辉、苏柯雨, 2020: 《互联网使用能否提升农户信贷获得水平——基于CFPS面板数据的经验研究》, 《经济理论与经济管理》第7期, 第58-72页。
- 19.马述忠、贺歌、郭继文, 2022: 《数字农业的福利效应——基于价值再创造与再分配视角的解构》, 《农业经济问题》第5期, 第10-26页。
- 20.马小勇、白永秀, 2009: 《中国农户的收入风险应对机制与消费波动: 来自陕西的经验证据》, 《经济学(季刊)》第4期, 第1221-1238页。
- 21.彭艳玲、周红利、苏岚岚, 2022: 《数字经济参与增进了农民社会阶层认同吗? ——基于宁、渝、川三省份调查数据的实证》, 《中国农村经济》第10期, 第59-81页。
- 22.任乐、王宇、曹方坤, 2023: 《风险处置、违约成本与分类农户信贷可得——基于还款能力和还款意愿的中介效应研究》, 《经济问题探索》第1期, 第176-190页。
- 23.阮俊虎、刘天军、冯晓春、乔志伟、霍学喜、朱玉春、胡祥培, 2020: 《数字农业运营管理: 关键问题、理论方法与示范工程》, 《管理世界》第8期, 第222-233页。

- 24.宋全云、吴雨、尹志超, 2017:《金融知识视角下的家庭信贷行为研究》,《金融研究》第6期,第95-110页。
- 25.苏治、胡迪, 2014:《农户信贷违约都是主动违约吗?——非对称信息状态下的农户信贷违约机理》,《管理世界》第9期,第77-89页。
- 26.孙学涛、张丽娟、王振华, 2023:《高标准农田建设对农业生产的影响——基于农业要素弹性与农业全要素生产率的视角》,《中国农村观察》第4期,第89-108页。
- 27.田野、叶依婷、黄进、刘勤, 2022:《数字经济驱动乡村产业振兴的内在机理及实证检验——基于城乡融合发展的中介效应》,《农业经济问题》第10期,第84-96页。
- 28.汪昌云、钟腾、郑华懋, 2014:《金融市场化提高了农户信贷获得吗?——基于农户调查的实证研究》,《经济研究》第10期,第33-45页。
- 29.吴彬、徐旭初, 2022:《农业产业数字化转型:共生系统及其现实困境——基于对甘肃省临洮县的考察》,《学习与探索》第2期,第127-135页。
- 30.吴雨、李晓、李洁、周利, 2021:《数字金融发展与家庭金融资产组合有效性》,《管理世界》第7期,第92-104页。
- 31.谢康、易法敏、古飞婷, 2022:《大数据驱动的农业数字化转型与创新》,《农业经济问题》第5期,第37-48页。
- 32.易加斌、李霄、杨小平、焦晋鹏, 2021:《创新生态系统理论视角下的农业数字化转型:驱动因素、战略框架与实施路径》,《农业经济问题》第7期,第101-116页。
- 33.殷浩栋、霍鹏、汪三贵, 2020:《农业农村数字化转型:现实表征、影响机理与推进策略》,《改革》第12期,第48-56页。
- 34.曾亿武、郭红东、金松青, 2018:《电子商务有益于农民增收吗?——来自江苏沭阳的证据》,《中国农村经济》第2期,第49-64页。
- 35.张鸿、王浩然、李哲, 2021:《乡村振兴背景下中国数字农业高质量发展水平测度——基于2015—2019年全国31个省市数据的分析》,《陕西师范大学学报(哲学社会科学版)》第3期,第141-154页。
- 36.张林、温涛, 2022:《数字普惠金融如何影响农村产业融合发展》,《中国农村经济》第7期,第59-80页。
- 37.张龙耀、徐曼曼、刘俊杰, 2019:《自然灾害冲击与农户信贷获得水平——基于CFPS数据的实证研究》,《中国农村经济》第3期,第36-52页。
- 38.赵立业、吴卫星, 2022:《金融素养有利于代际收入流动吗——基于家庭追踪调查数据的研究》,《金融经济学研究》第1期,第18-41页。
- 39.赵佳佳、魏娟、刘天军, 2023:《数字乡村发展对农民创业的影响及机制研究》,《中国农村经济》第5期,第61-80页。
- 40.周鸿卫、田璐, 2019:《农村金融机构信贷技术的选择与优化——基于信息不对称与交易成本的视角》,《农业经济问题》第5期,第58-64页。
- 41.周月书、王婕, 2017:《产业链组织形式、市场势力与农业产业链融资——基于江苏省397户规模农户的实证分析》,《中国农村经济》第4期,第46-58页。
- 42.Filippi, P. D., M. Mannan, and W. Reijers, 2020, "Blockchain as a Confidence Machine: The Problem of Trust & Challenges of Governance", *Technology in Society*, Vol. 62, 101284.

43. Kon, Y., and D. J. Storey, 2003, "A Theory of Discouraged Borrower", *Small Business Economics*, Vol. 21: 37-49.
44. Lewbel, A., 1997, "Constructing Instruments for Regressions with Measurement Error When No Additional Data Are Available, with an Application to Patents and R&D", *Econometrica*, 65(5): 1201-1213.
45. Mondejar, M. E., R. Avtar, H. L. B. Diaz, R. K. Dubey, J. Esteban, A. Gómez-Morales, B. Hallam, N. T. Mbungu, C. C. Okolo, K. A. Prasad, Q. She and S. Garcia-Segura, 2021, "Digitalization to Achieve Sustainable Development Goals: Steps Towards a Smart Green Planet", *Science of the Total Environment*, Vol. 794, 148539.
46. Omran, Y., M. Henke, R. Heines, and E. Hofmann, 2017, "Blockchain-Driven Supply Chain Finance: Towards a Conceptual Framework from a Buyer Perspective", Conference Paper, 26th Annual Conference of the International Purchasing and Supply Education and Research Association, Budapest: Balatonfüred, <https://www.alexandria.unisg.ch/handle/20.500.14171/102469>.
47. Templar, S., E. Hofmann, and C. Findlay, 2020, *Financing the End-to-end Supply Chain: A Reference Guide to Supply Chain Finance*, London: Kogan Page Publishers, 146-328.

(作者单位: ¹南京农业大学金融学院;

²金善宝农业现代化发展研究院)

(责任编辑: 尚友芳)

The Credit Financing Effect of Digital Agriculture Development: Evidence from Family Farms in Jiangsu Province

ZHOU Yueshu GE Yunjie

Abstract: Based on the field survey data of family farms in Jiangsu Province, this paper examines the effect of credit financing and its mechanisms in the development of digital agriculture. The results show that digital agriculture development significantly enhances the credit availability and credit financing scale of family farms, exerting a credit financing effect. Mechanism analysis shows that digital agriculture development promotes family farm financing by alleviating information asymmetry, reducing credit transaction costs, and enhancing risk resistance capabilities. Heterogeneity analysis reveals that digital agriculture development has a more significant financing enhancement effect on family farms with better local agricultural technology development environments and higher levels of agricultural technician service, as well as on family farmers with lower capital endowments and lower financial cognitive ability and family farms engaged in grain crop farming, demonstrating the inclusiveness of the digital economy. This paper tests the role of digital technology in enhancing credit financing for family farms, and the conclusions provide references for making new progress and achievements in promoting rural revitalization and building a digital China.

Keywords: Digital Agriculture; Family Farms; Financing Effect; Credit Availability; Credit Scale