华南农业大学学报(社会科学版)
2026年第5期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY
(第25卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION)

数字普惠金融与农业经济韧性:作用路径、调节机制与门槛约束

张益丰[a,b], 朱 熙[b]

(南京林业大学 a. 生态文明与乡村振兴研究中心; b. 经济管理学院,江苏 南京 210037)

摘 要: 气候变化与市场波动加剧了农业系统脆弱性,数字普惠金融能否有效增强农业经济韧性,是农业高质量发展的关键问题。利用2011—2022年省级面板数据,从地区绿色创新产出的中介传导、政策性农业保险的制度调节以及数字普惠金融覆盖广度的非线性门槛3个维度,考察数字普惠金融影响农业经济韧性的作用机制与边界条件。研究发现,数字普惠金融通过促进地区绿色创新产出显著提升农业经济韧性;数字普惠金融覆盖广度存在双门槛效应,其效应在东中部及非农业大省更为显著;政策性农业保险显著强化数字普惠金融对农业经济韧性的总体影响,但其对地区绿色创新产出中介路径的调节作用不显著。为此,应根据数字普惠金融覆盖广度实施差异化政策,完善数字金融与绿色创新的衔接,并强化政策性农业保险的风险补偿功能。

关键词: 数字普惠金融;农业经济韧性;地区绿色创新产出;门槛效应;农业保险

中图分类号: F323;F832 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0202(2026)05-0015-14

一、引言

气候变化与外部市场波动相互叠加,日益凸显我国农业系统的脆弱性,深层侵蚀着农业生态系统的自我修复能力与长期发展潜力。提升农业经济韧性,使其具备抵御冲击、快速恢复并实现转型升级的能力,已成为推进农业强国建设的迫切任务。韧性培育需要资本与技术等要素向弱势农户有效配置。然而,传统农村金融长期受制于信息不对称、抵押物匮乏及高昂的网点运营成本,无法满足农业主体在风险防范与前瞻性投资方面的资金需求,由此形成的金融排斥构成韧性提升的硬约束。数字普惠金融依托大数据与云计算,通过多维数据信用体系穿透物理与信息壁垒,将金融服务转变为农业生产的日常要素。但金融服务的广泛覆盖是否必然转化为内生韧性?数字普惠金融通过何种机制、在怎样的边界条件下才能真正稳固农业经济根基?回答上述问题对制定精准的农业金融支持政策具有现实意义。

关于韧性提升驱动因素的探索大致遵循三条研究路径。产业结构视角认为,农村产业融合或产业链延伸能够通过多元化经营分散风险[1-3]。技术赋能视角强调农业机械化和数字化对生产效率与风险应对能力的改善[4-5],并关注绿色技术创新对资源利用和环境适应性的促进作用[6-7]。以上两条路径均将韧性视为内生于生产经营活动的产物。外部支持系统视角则将目光转向金融领域,传统观点将银行信贷和农业保险视为重要保障[8-9],数字普惠金融的兴起提供了新的分析窗口,其技术优势有助于突破物理距离和信息约束[10-11]。上述研究表明,农业经济韧性是由产业、

收稿日期: 2026-01-06 **DOI:** 10.7671/j.issn.1672-0202.2026.05.002

基金项目: 国家社会科学基金后期资助项目(24FJYB056)

作者简介: 张益丰(1973—),男,江苏无锡市人,南京林业大学生态文明与乡村振兴研究中心研究员、经济管理学院教授,主要研究方向为农业产业组织创新。E-mail: yifzhang@njfu.edu.cn

技术和金融等因素共同作用的复杂系统。

现有研究已从资源配置、风险分担和技术进步等方面揭示了农业经济韧性的形成条件[12-15]，为理解数字普惠金融的作用奠定了基础。但就数字普惠金融影响韧性的具体方式与条件而言，仍有进一步拓展的空间。第一，多数研究认为，数字金融能够通过优化资源配置、降低交易成本等方式直接提升韧性[16]；在间接传导机制方面，技术创新作为中介变量在工业领域已得到较多讨论[17]，但地区绿色创新产出如何转化为农业系统的风险抵御、恢复调整与转型创新能力，仍缺少完整的机制检验。第二，现有研究主要围绕数字金融与传统金融体系的互补关系[18]和竞争关系[19]，以及政策性农业保险等制度工具的作用展开[8]，较少区分风险补偿制度对数字金融直接效应与机制路径的不同影响。第三，部分韧性测度将多维概念窄化为单一经济指标，可能造成评估偏差[20]；有关数字金融作用的研究也多集中于平均效应，对非线性门槛[21-22]及区域异质性的系统检验仍有不足[23-24]。

围绕上述研究问题，本文在整合既有文献的基础上，从理论与实证两个层面剖析数字普惠金融对农业经济韧性的影响。研究使用2011—2022年省级面板数据，构建风险抵御、恢复调整和转型创新三维农业经济韧性指数；运用双向固定效应与工具变量法检验总体效应，采用中介效应模型检验地区绿色创新产出的传导作用，考察政策性农业保险对总体效应及中介路径前半段的调节作用；进一步利用面板门槛模型识别覆盖广度的非线性影响，并分析区域和农业功能差异。研究将有助于进一步厘清数字普惠金融提升农业经济韧性的作用机制，也为分阶段完善农村数字金融服务提供经验依据。

二、理论分析与研究假说

（一）数字普惠金融对农业经济韧性的影响

数字普惠金融对农业经济韧性赋能的核心逻辑在于：运用数字技术重塑金融中介功能，破解农业生产弱质性所导致的信贷配给与风险定价难题。传统金融体系下，农业因自然与市场双重风险交织、缺乏合格抵押物及借贷双方信息高度不对称，长期面临严重的融资约束与金融排斥。数字普惠金融借助大数据与云计算，将农户生产记录、交易流水及社会网络等替代性数据转化为可评估的信用资本，缓解了逆向选择与道德风险，使金融服务从依赖抵押物的资产信用模式转向基于行为数据的数据信用模式。其实质是将金融服务从农业生产的外部奢侈品转化为内嵌要素，为韧性建设提供持续的流动性支持与风险管理工具。

从农业经济韧性的风险抵御、恢复调整与转型创新3个维度来看，数字普惠金融的赋能作用具体表现在：风险抵御维度方面，便捷的信贷服务使农业经营主体能够投资灌溉设施、抗逆种源和绿色防控等生产资料，增强生产稳定性；数字金融服务平台积累的交易和信用数据，有助于金融机构识别经营主体的风险特征，改善事前风险配置。恢复调整维度方面，数字支付和线上信贷能够为受灾经营主体提供及时、小额的流动性支持，用于补种、设施修复和生产要素重新配置，缩短生产中断时间。转型创新维度方面，数字普惠金融既可为绿色技术与生产方式升级提供资金支持，也能通过改善信用识别和资金结算降低长期投资约束，推动农业经营主体开展技术改造和经营模式创新，增强农业系统应对长期结构性变化的能力。

数字普惠金融的覆盖广度、使用深度和数字化程度分别对应上述作用得以实现的不同条件。覆盖广度反映金融服务的空间可及性和账户普及程度，为原本处于正规金融体系之外的农业经营主体提供基本准入条件；使用深度反映支付、信贷、保险等业务在生产经营中的实际运用，决定金融可及性能否转化为风险抵御和恢复调整能力；数字化程度体现服务便利性、成本控制与信用识别水平，有助于降低小额分散涉农业务的边际成本，并改善绿色技术和生产方式升级等长期项目

的风险评估。三者分别回答农业经营主体能否获得、能否有效使用以及能否以较低成本获得匹配服务的问题。

然而，受地区基础设施、人力资本、产业基础和金融需求等条件影响，数字普惠金融对农业经济韧性的实际贡献可能存在差异。特别是覆盖广度的扩大只是金融服务发挥作用的前提，只有与实际使用和服务质量相结合，才可能稳定转化为韧性增益[25]。基于此，本文提出假说 H1。

H1：数字普惠金融对农业经济韧性具有显著正向影响，但不同维度的促进作用存在差异，而且在产业及地区层面也存在异质性差异。

（二）地区绿色创新产出的承载与传导机制

绿色创新通常投入周期长、收益不确定，较一般生产投入更容易受到融资约束。数字普惠金融通过改善绿色项目的融资可得性和资金连续性，影响地区绿色创新产出的形成。在创新供给环节，基于经营与交易数据的信用识别有助于金融机构评估绿色项目，降低因信息不足造成的信贷配给；在技术转化环节，支付、信贷和保险等数字金融服务能够降低设备购置、技术改造和试用期间的融资与交易成本[26]；在知识转化环节，较为稳定的融资支持有利于科研机构、涉农企业和农业经营主体围绕实际生产需求开展技术改良，使绿色技术更好地适应本地资源禀赋和生产条件[17]。因此，数字普惠金融不仅增加绿色创新活动的资金来源，也有助于改善创新投入的连续性和匹配度。

地区绿色创新产出的积累并未停留在技术层面，而是通过绿色技术供给和知识储备改善农业系统的韧性基础。风险抵御方面，抗逆品种、节水灌溉、绿色防控和资源循环等技术能够降低农业生产对单一自然条件和高强度要素投入的依赖，减少灾害与资源环境变化造成的产出波动。恢复调整方面，绿色生产方式有助于改善土壤质量和水资源利用效率，降低冲击对农业生态基础的持续损害，使受灾生产单元更快恢复产能[23]。转型创新方面，绿色技术推动农业生产向资源节约和环境友好模式转变，并为产业链延伸和价值提升创造条件。由此，数字普惠金融的资金支持可通过地区绿色创新产出转化为农业系统的风险缓冲、恢复调整和长期适应能力。

从传导时序看，地区绿色创新产出首先扩充可利用的绿色技术和知识存量，随后经由技术交易、示范应用以及生产要素更新进入农业生产过程，其对韧性的影响因而具有累积性。短期内，已有的抗逆、节水和绿色防控技术主要改善风险抵御和灾后恢复条件；随着技术改良、配套设施和经营经验逐步积累，绿色创新才更可能推动生产方式和产业结构调整，体现为转型创新能力的提高。由此可见，中介机制并不意味着每一项绿色创新都立即转化为农业韧性，而是强调地区创新供给的持续增加改善了农业系统可选择、可吸收和可转化的技术条件。基于上述分析，本文提出假说 H2：

H2：地区绿色创新产出在数字普惠金融提升农业经济韧性的过程中发挥中介作用。

（三）政策性农业保险的调节作用

政策性农业保险作为国家干预农业风险管理的制度性安排，能够与数字普惠金融形成风险互补。数字普惠金融主要缓解信息不对称和融资约束，政策性农业保险则通过赔付分担自然风险，稳定农业经营主体的收益预期和偿付能力[8]。二者结合后，数字信贷更可能用于防灾投入、生产恢复和经营调整，金融支持也更容易转化为农业经济韧性。进一步看，绿色创新通常具有沉没成本较高、回报周期较长和结果不确定等特征，即使数字金融改善了资金供给，经营主体仍可能因担心灾害损失而减少投入。政策性农业保险通过分散尾部风险，可能提高经营主体承担创新不确定性的能力，从而强化数字普惠金融对地区绿色创新产出的促进作用。

这种风险互补可沿两条路径理解。其一，在直接作用路径上，保险赔付降低灾害冲击造成的资产损失和偿付压力，使数字信贷更可能用于补种、修复和生产调整，而非被动弥补既有债务缺口，从而提高金融资源转化为恢复能力的效率。其二，在绿色创新路径上，保险降低极端损失发生时创新投入无

法收回的风险，改善农业经营主体对长期项目收益和风险的权衡；在数字金融已经缓解融资约束的基础上，风险补偿进一步提高其采用或配合绿色技术的意愿。据此提出研究假设H3：

H3：政策性农业保险正向调节数字普惠金融对农业经济韧性的影响，并强化数字普惠金融对地区绿色创新产出的促进作用。

（四）数字普惠金融的非线性门槛效应

数字普惠金融对农业经济韧性的影响并非平滑的线性过程，而是存在由量变到质变的结构性断点，即门槛效应。与假设H1关注的正相关趋势不同，门槛效应分析旨在精准识别影响效应发生跳变的具体区间，为政策精准施策提供依据。

本文选取覆盖广度而非总指数或使用深度作为核心门槛变量，理论依据源于平台经济学中的临界质量逻辑。总指数和使用深度更多反映金融服务在现有用户群体中的纵深演进，其对农业经济韧性的边际影响通常呈现较为平滑的线性特征。覆盖广度则表征数字金融网络在地理与人口空间上的横向拓界，本质上是从无到有的用户基数扩张。双边市场理论指出，网络效应的引爆往往依赖于用户基数跨越临界质量阈值，而非单个用户使用多少种服务[27]。只有当覆盖广度跨越特定阈值时，正向网络外部性才会被全面激活，引发金融资源配置效率的非线性突变[28]。故而以覆盖广度作为门槛变量，能够更精准地捕捉赋能效应从量变到质变的结构性断点。

覆盖广度产生门槛的更深层原因，在于涉农数字金融具有较高的前期固定成本和明显的数据规模效应。覆盖水平较低时，用户、交易和风险样本数量有限，金融机构难以通过数据积累形成稳定的信用识别规则，支付、信贷与保险服务之间也缺少足够的交叉信息，单位客户的获客与风控成本较高。覆盖扩大后，新增用户不仅增加服务对象，还增加可用于识别生产周期、资金需求和风险特征的信息，进而改善既有用户的服务质量。覆盖广度由此同时影响市场规模、数据质量与成本分摊，只有这些条件跨越一定水平，数字金融的边际作用才可能发生明显变化。

当覆盖广度跨越第一道阈值达到临界质量后，系统进入网络加速阶段。正向网络外部性被全面激活，需求侧拉动成为主导力量，用户规模的快速增长促使边际服务成本骤降，多维数据沉淀带来信用评估精准度的跃升，资金供需匹配效率大幅提高，数字普惠金融与农业产业链的融合对农业经济韧性的提升作用显著增强。然而赋能效应具有边界。当覆盖广度跨越第二道阈值进入拥挤衰减阶段时，下沉市场优质信贷需求趋于饱和，服务同质化与过度竞争引发市场拥挤效应[29]，潜在的多头借贷风险与数据滥用问题可能对农业系统稳定性产生负面冲击[30]。网络外部性的边际红利逐渐被拥挤成本与风险暴露所抵消，数字金融的边际赋能效用显著收敛。基于上述演化逻辑，本文提出假说H4。

H4：数字普惠金融对农业经济韧性的影响存在基于覆盖广度的双重门槛效应，呈现出“临界积累—网络加速—拥挤衰减”的阶段性非线性演化特征。

数字普惠金融影响农业经济韧性的作用机制如图1所示。

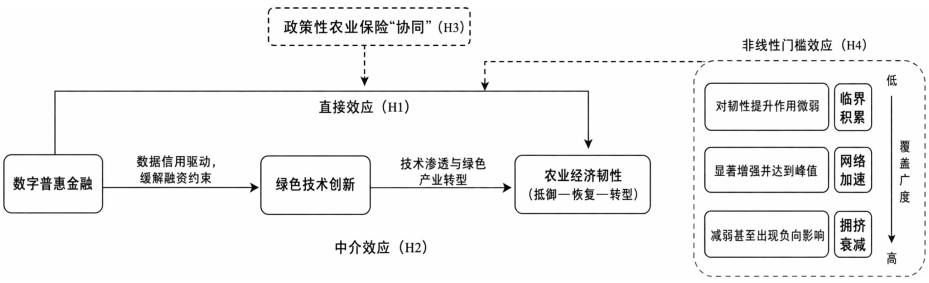


图1　数字普惠金融对农业经济韧性的影响机制

三、变量设定、模型构建与数据来源

（一）变量设定

1. 被解释变量：农业经济韧性

依据“抵御－恢复－转型”的韧性分析范式[31-32]，本文从风险抵御、恢复调整和转型创新 3 个维度测度农业经济韧性。三者分别反映冲击前维持生产、冲击后恢复与调整，以及通过技术、资本和制度变化更新发展方式的能力。

本文在 3 个维度下设置 13 项二级指标，并分别选取相应的表征指标[1,33]（见表 1）。风险抵御维度选取单位面积机械动力、化肥施用强度、受灾比例、粮食产量及有效灌溉面积占比等指标，评估农业生产的稳定性与基础保障水平。恢复调整维度通过大豆播种占比、第一产业增加值增长率、农药使用量及城乡收入比，衡量受冲击后的结构调整与经济复苏能力。转型创新维度聚焦财政涉农支持、农业电气化水平、农业固定资产投资及农业科技专利授权量等指标，评估技术投入与创新驱动的长期动力。各表征指标经正负向处理后采用熵值法赋权。

表 1　农业经济韧性指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	测算方式	属性
风险抵御能力	生产稳定性	单位面积农业机械总动力	农业机械总动力/农作物播种面积（千瓦/公顷）	+
	生态缓冲能力	单位面积化肥施用量	农用化肥施用量/农作物播种面积（千克/公顷）	−
	灾害抵御力	农作物受灾比例	受灾面积/播种面积	−
	生产水平	粮食产量	粮食总产量（万吨）	+
	灌溉保障水平	有效灌溉面积占比	有效灌溉面积/农作物总播种面积	+
恢复调整能力	种植结构调整	大豆播种面积占比	大豆播种面积 / 总播种面积	+
	市场响应	第一产业增加值增长率	本年第一产业增加值/上年第一产业增加值 -1	+
	农药使用	农药使用量	耕作地农药使用量（万吨）	−
	城乡协调	城乡收入比	城镇居民人均可支配收入/农村居民人均可支配收入	−
转型创新能力	技术投入	财政涉农支出占比	农林水事务支出/地方财政总支出[5]	+
	能源现代化	农业用电	农业用电量（亿千瓦时）	+
	资本升级	农业固定资产投资	农林牧渔业投资额×农业产值/地区生产总值（亿元）	+
	农业创新产出	农业科技专利授权量	农业类发明专利授权量取对数（项）	+

2. 核心解释变量：数字普惠金融

数字普惠金融采用北京大学数字金融研究中心编制的省级指数，从覆盖广度、使用深度与数字化程度 3 个方面综合评估。覆盖广度反映数字金融账户的普及率和空间可及性；使用深度衡量支付、信贷、保险、投资等业务的实际使用程度；数字化程度刻画金融服务的便利性、成本以及信用评估的数字化水平。

3. 机制变量：地区绿色创新产出

地区绿色创新产出以各省绿色发明专利数量衡量，反映地区绿色创新活动，不限定为农业专利，也不直接表示绿色技术已经扩散或被农户采纳。

4. 调节变量：政策性农业保险

本文选取政策性农业保险作为调节变量。政策性农业保险以农业保险赔付支出与保费收入之比衡量，反映保险的实际损失补偿程度。相较于保费规模，赔付率更接近灾后补偿功能，但仍可

能受到地区风险差异影响,相关结果据此作条件性解释。

5. 控制变量

参考已有研究[2,16],本文选取对外开放水平、农产品价格、城市化水平、产业结构、农业耕地面积、农业机械化水平和政府干预程度7个控制变量。

(二)模型设定

为测度数字普惠金融对农业经济韧性的影响,本文构建模型如下:

$$Agri_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DIF_{it} + \alpha_2 Controls_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,$Agri_{it}$为i省t年的农业经济韧性水平;DIF_{it}为i省t年的数字普惠金融指数;$Controls_{it}$表示系列控制变量;μ_i和δ_t分别表示省份和时间固定效应;ε_{it}为随机扰动项;α_1和α_2分别反映数字普惠金融和控制变量对农业经济韧性的影响程度。

为检验数字普惠金融通过地区绿色创新产出影响农业经济韧性的传导机制,机制分析方程设定如下:

$$Tech_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIF_{it} + C_1 \times ControlVariables + \mu_i + \delta_t + \partial_{it} \quad (2)$$

$$Agri_{it} = \gamma_0 + \gamma_2 \widehat{Tech_{it}} + C_2 \times ControlVariables + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式(2)、(3)中,$Tech_{it}$表示第i省在第t年的地区绿色创新产出;DIF_{it}表示同期该省的数字普惠金融指数,下标i和t分别表示省份和年份;β_1反映数字普惠金融与地区绿色创新产出之间的关系,γ_2反映在控制数字普惠金融及其他相关因素后,地区绿色创新产出与农业经济韧性之间的关系。中介变量采用$Tech_{it}$的观测值,间接效应采用Bootstrap置信区间检验。为考察政策性农业保险的调节作用,本文引入交互项并构建模型(4):

$$Agri_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIF_{it} + \beta_2 (DIF_{it} \times W_{it}) + \beta_3 W_{it} + \sum_{n=1}^{7} c_n Control_{itn} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式(4)中,W_{it}表示政策性农业保险,交互项系数反映其对数字普惠金融影响农业经济韧性的调节作用。为检验"临界积累—网络加速—拥挤衰减"的阶段性变化,本文进一步采用面板门槛模型[34],以覆盖广度为门槛变量,识别数字普惠金融系数发生区间变化的临界值,并构建模型(5):

$$Agri_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIF_{it} \cdot I(Var_{it} \leqslant \gamma) + \beta_2 DIF_{it} \cdot I(Var_{it} > \gamma) + \theta Control_{it} + \mu_i + \delta_t + \varphi_{it} \quad (5)$$

其中,γ为门槛值;Var_{it}表示门槛变量,其余变量定义同前。式(5)为单一门槛模型,如果检验结果证实存在单一门槛,可拓展进行双重门槛分析,并依次拓展。

(三)数据来源与描述性统计

研究样本覆盖2011—2022年中国31个省级行政区(港澳台除外)的面板数据。数字普惠金融指数来自北京大学数字金融研究中心;农业经济韧性指标取自《中国农村统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》和《中国住户调查年鉴》;绿色发明专利数据取自中国知网专利数据库,农业保险数据取自《中国保险年鉴》相应年度统计资料,控制变量亦取自上述统计年鉴。缺失数据采用线性插值法补齐,除被解释变量外对所有变量进行Min-Max标准化以消除量纲差异,并对连续变量进行1%缩尾处理。各变量的描述性统计结果见表2。

表2 主要变量定义及描述性统计

变量类型	变量	定义及测算方法	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	农业经济韧性	基于表1指标体系,采用熵值法测算的综合指数	372	0.32	0.07	0.20	0.56
核心解释变量	数字普惠金融	北京大学数字普惠金融总指数	372	0.51	0.24	0.01	0.97
	覆盖广度	数字普惠金融覆盖广度分项指数	372	0.49	0.24	0.01	0.95

续表

变量类型	变量	定义及测算方法	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
	使用深度	数字普惠金融使用深度分项指数	372	0.45	0.21	0.00	1.00
	数字化程度	数字普惠金融数字化程度分项指数	372	0.66	0.26	0.04	0.99
调节变量	政策性农业保险	农业保险赔付支出/保费收入	372	0.66	0.22	0.02	0.98
控制变量	对外开放水平	进出口总额/地区生产总值	372	0.18	0.19	0.00	0.88
	农产品价格	农产品生产价格指数/100	372	0.87	0.04	0.75	0.99
	城市化水平	城镇人口占比	372	0.55	0.19	0.05	1.00
	产业结构	第二、三产业增加值占比	372	0.64	0.20	0.08	1.00
	农业耕地面积	耕地总面积	372	0.25	0.21	0.00	0.98
	农业机械化水平	农业机械总动力/农林牧渔业总产值	372	0.20	0.16	0.01	0.95
	政府干预程度	地方财政一般预算支出/地区生产总值	372	0.37	0.22	0.01	0.96

四、实证分析

（一）基准回归结果

本文首先选用双向固定效应模型进行基准检验。表 3 汇报了基准回归结果。

列（1）显示，数字普惠金融总指数系数为 0.344 且在 1% 水平上显著，假设 H1 获得初步支持。将总指数分解后，列（3）和列（4）中使用深度与数字化程度均显著促进韧性提升，但列（2）中覆盖广度系数（0.214）虽为正却未通过显著性检验，表明金融服务的可及性本身不直接等同于韧性提升，真正发挥作用的是服务的实际使用与技术内涵。覆盖广度的不显著也提示其影响可能存在非线性门槛效应。控制变量中，农业机械化水平和政府干预程度系数稳定为正，城市化水平在部分模型中显著为正。

表 3　基准回归结果

变量	（1）	（2）	（3）	（4）
数字普惠金融	0.344***（0.099）			
覆盖广度		0.214（0.166）		
使用深度			0.163***（0.057）	
数字化程度				0.087***（0.034）
对外开放水平	0.014（0.022）	0.014（0.025）	0.008（0.023）	−0.002（0.023）
农产品价格	0.011（0.026）	0.001（0.026）	0.008（0.027）	0.003（0.027）
城市化水平	0.344**（0.141）	0.183（0.162）	0.388***（0.144）	0.332**（0.147）
产业结构	−0.197*（0.116）	−0.096（0.129）	−0.116（0.116）	−0.053（0.111）
农业耕地面积	0.005（0.054）	−0.024（0.064）	0.003（0.063）	0.001（0.063）
农业机械化水平	0.071***（0.019）	0.079***（0.020）	0.071***（0.019）	0.062***（0.019）
政府干预程度	0.065***（0.018）	0.066***（0.019）	0.070***（0.018）	0.069***（0.019）
常数项	0.063（0.151）	0.119（0.176）	−0.014（0.156）	0.014（0.157）
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
N	372	372	372	372
R^2	0.925	0.922	0.923	0.923

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著；括号内为稳健标准误。下表同。

(二)内生性分析与稳健性检验①

1. 内生性分析

为缓解潜在的反向因果等内生性问题,本文选用"省会城市到杭州的球面距离×同年全国其他省份数字普惠金融指数的均值(不含本省)"作为数字普惠金融的工具变量[35]。相关性方面,考虑到杭州是数字金融发展的重要集聚地,地理邻近性可能影响技术扩散与服务推广,使各省数字普惠金融对外部发展的响应随地理距离而异,从而为该交互项的相关性提供经济依据。外生性方面,地理距离不受当期农业经济韧性的反向影响,剔除本省可避免本省指数直接进入年度均值;省份与年份固定效应分别吸收稳定的省际差异和共同年度冲击,相关控制变量进一步控制可观测因素的影响。基于此,该工具变量的有效性仍要求交互项在控制上述因素后与农业经济韧性的未观测时变冲击不相关,且仅通过本省数字普惠金融影响农业经济韧性。本文将在上述识别假设成立的条件下解释工具变量估计结果。

两阶段回归结果显示:第一阶段中,工具变量对数字普惠金融的估计系数显著为负($\beta = -0.001$,标准误0.000,$p < 0.01$),F统计量为150.346,远超临界值10,拒绝了弱工具变量假设;第二阶段中,数字普惠金融的估计系数为0.462(标准误0.146,$p < 0.01$),表明即便在控制潜在内生性后,数字普惠金融对农业经济韧性的正向影响依然显著,验证了基准回归结果的可靠性。

2. 安慰剂检验

为排除模型设定偏误或遗漏变量的干扰,研究进行了安慰剂检验。具体做法是从全样本中随机抽取部分样本构成伪处理组,以相同模型设定重复回归500次。结果显示,4个维度(总指数、覆盖广度、使用深度和数字化程度)的伪处理组系数均密集分布在零值附近,均值分别为0.032和0.029,且通过Jarque-Bera正态性检验($p > 0.60$),符合随机扰动的预期分布特征。与之形成鲜明对比的是,基准回归中总指数的真实系数($\beta = 0.344$)显著偏离随机系数分布,位于其99%置信区间之外,表明正向促进效应并非由不可观测因素或随机性驱动。

3. 其他稳健性检验

研究进一步采用剔除直辖市、Bootstrap抽样和分位数回归验证稳健性。剔除北京、天津、上海、重庆4个直辖市后,数字普惠金融系数为0.327($p < 0.01$),见表4列(1)。Bootstrap方法(1000次重复抽样)所得系数为0.344($p < 0.01$),见列(2)。列(3)至列(5)报告了0.25、0.50和0.75分位点的回归结果,各分位点系数均显著为正,表明促进效应不随条件分布位置变化而改变方向。上述检验一致表明基准结论稳健。

表4 其他稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
数字普惠金融	0.327***(0.119)	0.344***(0.104)	0.432***(0.129)	0.241**(0.120)	0.407***(0.130)
常数项	0.350**(0.145)	0.063(0.152)	0.170(0.213)	0.063(0.187)	0.288(0.190)
控制变量	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
N	324	372	372	372	372
R^2	0.936	0.925	0.714	0.760	0.795

① 限于篇幅,正文未汇报内生性分析、安慰剂检验统计表及安慰剂验证结果图,如有需要可向作者索取。

（三）异质性分析

为考察正向影响是否存在区域异质性，本文按地区[①]和农业功能[②]分组估计，并采用费舍尔检验比较组间系数差异（表 5）。结果表明，东部和中部地区促进效应显著，西部地区不显著，反映出数字普惠金融的赋能效果依赖于区域数字基础设施、人力资本和金融市场成熟度的支撑。非农业大省的促进作用显著强于农业大省，可能因农业占比较高地区产业结构调整空间相对有限，数字金融撬动韧性转型面临更大的结构性阻力。假设 H1 总体成立，但促进效应存在显著的区域与功能异质性。

表 5　异质性检验结果

变量	东部 (1)	中部 (2)	西部 (3)	农业大省 (4)	非农业大省 (5)
数字普惠金融	0.525*** (0.181)	0.693** (0.303)	0.129 (0.161)	0.117 (0.216)	0.318** (0.119)
常数项	0.233 (0.273)	0.489 (0.556)	0.662 (0.416)	−0.132 (0.249)	0.154 (0.220)
组间系数差异 p 值[①]	0.360	0.078	0.033	0.060	
控制变量	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
N	156	72	144	180	192
R^2	0.923	0.948	0.903	0.930	0.923

注：①组间系数差异 p 值的列（1）~（5）依次表示东部与中部、中部与西部、东部与西部、农业大省与非农业大省的费舍尔检验结果。

（四）实现机制检验

本文采用中介效应模型检验地区绿色创新产出的传导作用。数字普惠金融与地区绿色创新产出显著正相关（系数为 1.842，$p<0.01$）；在同时纳入数字普惠金融与地区绿色创新产出后，*Tech* 的系数为 0.197（$p<0.01$）。Bootstrap 5000 次抽样得到的间接效应为 0.192（标准误为 0.089，$z=2.15$，$p<0.05$），95% 置信区间为［0.017，0.367］；直接效应为 0.153（标准误为 0.050，$z=3.05$，$p<0.01$），95% 置信区间为［0.054，0.251］。上述结果中的间接效应 95% 置信区间不包含 0，表明该中介路径具有统计显著性；直接效应仍显著为正，说明地区绿色创新产出发挥的是部分中介作用[36]。从经济含义看，数字普惠金融缓解了绿色创新活动面临的长期资金约束，地区绿色技术供给与知识储备的增加又为农业抗逆投入、灾后恢复和生产方式调整提供了技术基础。由于 *Tech* 以省级绿色发明专利数量衡量，上述结果反映的是地区绿色创新产出的传导作用，不能直接解释为农业技术已经扩散或被农户采纳。假设 H2 得到支持。

（五）政策性农业保险的调节效应与被调节中介检验

政策性农业保险可能通过分担尾部风险，改变数字普惠金融支持农业生产和绿色创新的实际效果。本文先在表 6 检验农业保险对数字普惠金融总体影响的调节作用，再以被调节中介模型检验其是否强化中介路径前半段，结果见表 7。

---

① 考虑发展阶段、市场化程度与对外开放条件的相近性，将辽宁、吉林、黑龙江并入东部地区，形成东部 13 个、中部 6 个、西部 12 个省级行政区的分组。该处理有助于避免东北样本过小导致的估计不稳定。

② 本文将样本期内年均粮食总产量居前 15 位的省级行政区界定为农业大省，其余 16 个界定为非农业大省。该口径以农业产出规模为核心，兼顾主产区覆盖范围与组间样本均衡；由于样本为 31 个省级行政区，按中位规模切分自然形成 15 与 16 的分组。

表6列(2)中,数字普惠金融与政策性农业保险交互项的系数为0.080,并在5%水平下显著,表明农业保险水平较高时,数字普惠金融对农业经济韧性的总体影响更强。表7显示,农业保险处于低水平和高水平时,间接效应分别为-0.0197和-0.0195,Bootstrap 95%置信区间均包含0;被调节中介指数为0.0004,其置信区间[-0.0091,0.0099]同样包含0。因此,H3获得部分支持,政策性农业保险的总体调节效应显著,但其对中介路径前半段的调节效应未获经验支持。

这一结果表明,政策性农业保险的调节作用具有渠道差异。农业保险的灾后补偿能够稳定经营主体的偿付能力和信用状况,使数字金融提供的资金更容易用于防灾、恢复和经营调整,因此总体调节效应较为明显。相比之下,地区绿色创新产出向农业经济韧性的转化还取决于成果转化效率、产业配套和生态资本积累等条件,传导链条较长,农业保险对中介路径前半段的边际影响可能因此被削弱。

表6 政策性农业保险的调节效应

变量	(1)	(2)
数字普惠金融	0.340***(0.098)	0.321***(0.083)
政策性农业保险	0.017*(0.010)	-0.026(0.023)
数字普惠金融×政策性农业保险		0.080**(0.040)
常数项	0.078(0.154)	0.155(0.143)
控制变量	是	是
个体固定效应	是	是
时间固定效应	是	是
N	372	372
R^2	0.926	0.927

注:*、**、***分别表示在10%、5%和1%水平下显著;括号内为聚类稳健标准误。表中的交互项变量均经过中心化处理。

表7 政策性农业保险的被调节中介效应

政策性农业保险水平	间接效应	Bootstrap 95%置信区间
低水平(均值-1个标准差)	-0.0197(0.0161)	[-0.0514,0.0119]
高水平(均值+1个标准差)	-0.0195(0.0158)	[-0.0505,0.0114]
被调节中介指数(Index of Moderated Mediation)	0.0004(0.0048)	[-0.0091,0.0099]

注:Bootstrap抽样次数设定为5000次,被调节中介指数表示农业保险每变动1个单位时,中介路径前半段强度的变化。

(六)门槛检验

为捕捉数字普惠金融对农业经济韧性可能存在的区间性变化,本研究将覆盖广度设为门槛变量,引入面板门槛模型,使数字普惠金融的边际作用允许在不同覆盖区间内发生切换。门槛数量的统计检验采用Bootstrap重复抽样300次构造*F*统计量的经验分布,据此得到*p*值并判断门槛效应是否成立,结果见表8。

表8 数字普惠金融覆盖广度门槛数量检验结果

变量	门槛个数	*F*值	*p*值	临界水平		
				10%	5%	1%
农业经济韧性	单门槛	35.54*	0.093	34.179	43.321	56.896
	双门槛	48.23**	0.043	32.399	45.707	69.242
	三门槛	14.89	0.533	79.600	91.916	123.088

续表

变量	门槛个数	F 值	p 值	临界水平		
				10%	5%	1%
风险抵御能力	单门槛	25.84**	0.043	19.785	24.230	29.202
	双门槛	15.23	0.120	16.168	18.951	24.672
恢复调整能力	单门槛	70.08***	0.000	30.596	36.038	60.965
	双门槛	26.78**	0.040	20.626	25.536	52.634
	三门槛	11.46	0.570	38.931	49.589	68.806
创新转型能力	单门槛	109.09***	0.000	15.188	20.018	34.089
	双门槛	8.70	0.323	15.223	18.745	88.801

表 8 显示，农业经济韧性的双门槛模型通过 5% 水平检验，三门槛模型未通过，说明覆盖广度对总体韧性的影响存在两个可识别的区间断点。将韧性拆分至 3 个子维度后，门槛形态出现分化：风险抵御能力仅支持单门槛，提示覆盖扩张对事前缓冲能力的作用更接近一次性跨越式改善；恢复调整能力呈现双门槛，与恢复过程依赖市场连接、资金周转和组织协调的特征相吻合；创新转型能力同样仅支持单门槛，说明长期转型相关的金融作用集中在跨过最低可及性门槛之后。总体韧性对应的两个门槛值分别为 $\gamma_1 = 0.717$ 与 $\gamma_2 = 0.866$。

门槛回归结果揭示了系数的区间差异。第一个门槛值 $\gamma_1 = 0.717$ 可视为数字金融在农村地区实现网络外部性自持增长的经验临界点。在覆盖广度低于该阈值时，普惠金融推广依赖政策驱动的供给侧推动，边际贡献有限（$\beta = 0.046$，标准误 0.022，$p < 0.05$）。跨越此门槛后系数跃升至 0.077（标准误 0.021，$p < 0.01$），标志着从临界积累阶段向网络加速阶段的跃迁，用户间示范效应、数据驱动的信用画像以及平台生态协同开始大规模涌现，金融服务的边际生产率达到峰值。第二个门槛值 $\gamma_2 = 0.866$ 则捕捉到拥挤效应开始反超网络效应的转折点。系数从 0.077 骤降至不再显著的 0.022（标准误 0.028），并非数字金融失去作用，而是其边际贡献被市场饱和后的竞争成本与风险成本所抵消，说明数字金融发展到一定程度后，过度的外部干预反而抑制其效能。任何单一维度的技术扩张都存在内在增长边界，持续的韧性提升须依赖从广度向深度及数字化程度的结构性跃迁。

表 9 的分维度门槛回归结果显示，数字普惠金融在韧性各维度上呈现不同的门槛结构。恢复调整能力表现为负向双门槛，其中覆盖广度不高于 0.642 时系数为 −0.025 且显著。这一结果可能与低覆盖阶段的服务网络规模较小、涉农交易数据和应用场景积累不足有关：较高的获客与风险识别成本使数字金融供给与灾后恢复需求难以充分匹配，因而尚未形成稳定的恢复增益。随着覆盖广度跨越阈值，用户与交易数据增加，服务成本下降，负向影响随之收敛并转为不显著。风险

表 9　分维度门槛效应检验回归结果

变量	风险抵御能力		恢复调整能力		创新转型能力	
	区域划分	回归系数	区域划分	回归系数	区域划分	回归系数
数字普惠金融	Cov≤0.804	0.021*（0.011）	Cov≤0.642	−0.025***（0.009）	Cov≤0.866	0.062***（0.017）
	Cov>0.804	0.032***（0.011）	0.642<Cov≤0.775	−0.012（0.009）	Cov>0.866	0.004（0.021）
			Cov>0.775	−0.004（0.008）		
常数项		0.116*（0.060）		−0.041（0.044）		0.113（0.099）
控制变量		是		是		是
N		372		372		372
R^2		0.526		0.570		0.525

抵御能力仅识别出单门槛,系数由0.021升至0.032,显著性由10%提升至1%,覆盖扩张对事前防范与缓冲呈现累积增益特征。创新转型能力在覆盖广度低于0.866时保持显著促进($\beta=0.062$),超过阈值后效应快速回落,表明高覆盖阶段的关键已不在外延扩张,而在使用深度与场景化供给的同步升级。上述证据表明,数字普惠金融对农业经济韧性的影响受发展阶段与传导机制的共同约束,政策设计须充分考虑这种非线性与情境依赖性,避免采用"一刀切"的推广策略。

五、结论与政策启示

(一)主要结论

研究发现,数字普惠金融总体上显著提升农业经济韧性,其中使用深度和数字化程度的促进作用更为稳健,覆盖广度则存在双重门槛效应,促进作用主要集中于特定区间。地区绿色创新产出在其中发挥中介作用。政策性农业保险显著强化了数字普惠金融对农业经济韧性的总体影响,但未显著强化经由地区绿色创新产出的间接路径。数字普惠金融的作用还呈现明显的区域和农业功能差异,其对东中部地区及非农业大省的促进作用更为显著。

数字普惠金融对农业经济韧性的影响具有非线性和情境依赖性。覆盖广度呈现"临界积累—网络加速—拥挤衰减"的阶段性变化;地区绿色创新产出连接数字金融支持与农业系统的风险抵御、恢复调整和转型创新;政策性农业保险对数字普惠金融总体影响的正向调节显著,但尚未显著增强地区绿色创新产出的中介路径;不同区域、农业功能类型和韧性维度之间的结果差异,则进一步说明数字金融资源转化为农业韧性需要相应的产业和制度条件。

(二)政策启示

根据上述研究结论,本文得出以下政策启示:

第一,根据覆盖广度所处阶段调整政策重点。低覆盖地区应完善数字金融基础服务,提高涉农数据积累、风险识别和农业场景适配能力,降低金融机构服务小农户和新型农业经营主体的成本;处于两道门槛之间的地区,应加强数字信贷、支付和保险与农业生产环节的衔接,充分利用网络扩张带来的配置效率;高覆盖地区则应重点防范过度负债、服务同质化和风险外溢,推动数字金融由扩大覆盖转向提高服务质量。

第二,构建"数字信贷-绿色技术-农业保险"协同机制。鉴于政策性农业保险能够强化数字金融对农业经济韧性的总体作用,但尚未显著增强地区绿色创新产出的中介效应,应进一步完善绿色信贷与农业保险的衔接机制。一方面,可利用经营与交易数据改善绿色信贷的风险识别,降低绿色项目的融资门槛;另一方面,可合理提高农业保险对绿色生产和技术应用的风险保障水平,缓解长期投入面临的尾部风险,为地区绿色创新成果向农业生产转化创造更稳定的融资与风险补偿条件。

第三,建立动态监测与评估机制。针对数字金融影响的非线性和阶段性特征,应对覆盖广度、农业韧性变化及政策效果进行持续追踪与定期评估,据此动态调整政策力度与方向,避免静态方案滞后于市场变化。

参考文献:

[1]霍松涛.中国乡村经济韧性测度及时空演变特征研究[J].云南财经大学学报,2023(6):1-17.

[2]曹哲,邵旭.我国农村一二三产业融合发展的动力机制研究[J].西南金融,2023(4):57-70.

[3]Zhai T, Liu J, Wang D. Optimization path of agricultural products marketing channel based on innovative industrial chain[J]. Economic Change and Restructuring, 2023(6):3949-3977.

[4]李媛,熊婉辰,任保平.中国农业数字化水平的区域差异、动态演进与形成机理[J].经济与管理评论,2025(1):148-160.

[5]王中伟,焦方义,赵彤彤. 数字普惠金融、绿色技术创新与共同富裕[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版),2023(6):111 - 122.
[6]Qiu H, Feng M, Chi Y, et al. Agricultural machinery socialization service adoption, risks, and relative poverty of farmers[J]. Agriculture, 2023(9):1787.
[7]Zhang Yifeng, Zhang Yonghu. Green pesticide practices and sustainability: empirical insights into agricultural services in China[J]. International Journal of Agricultural Sustainability, 2024(1):2306713.
[8]魏超,陈盛伟,牛浩,等. 农业保险对农村产业融合的影响机制研究[J]. 保险研究,2025(2):84 - 97.
[9]杨春香,张国柱,曾小强,等. 乡村振兴、生活富裕与数字普惠金融——基于甘肃省动态面板数据的实证研究[J]. 甘肃金融,2023(7):25 - 31.
[10]郭峰,王靖一,王芳,等. 测度中国数字普惠金融发展:指数编制与空间特征[J]. 经济学(季刊),2020(4):1401 - 1418.
[11]Lin M, Prabhala N R, Viswanathan S. Judging borrowers by the company they keep: friendship networks and information asymmetry in online peer-to-peer lending[J]. Management Science, 2013(1):17 - 35.
[12]赵巍,徐筱雯. 数字经济对农业经济韧性的影响效应与作用机制[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2023(2): 87 - 96.
[13]令涛,赵桂芹. 农业保险与农业生产韧性:内在逻辑及实证检验[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2024(2): 94 - 106.
[14]李敬锁,万群. 农业技术创新对农业经济韧性的影响——基于财政支农政策的门槛效应分析[J]. 农业技术经济,2025(3): 4 - 17.
[15]Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems[J]. European Review of Agricultural Economics, 2023(4): 1277 - 1309.
[16]张林,温涛. 数字普惠金融如何影响农村产业融合发展[J]. 中国农村经济,2022(7):59 - 80.
[17]安国俊,黄世晨. 数字普惠金融对绿色经济发展水平的影响研究[J]. 金融理论与实践,2025(1):35 - 44.
[18]许月丽,孙昭君,李帅. 数字普惠金融与传统农村金融:替代抑或互补? ——基于农户融资约束放松视角[J]. 财经研究,2022(6):34 - 48.
[19]宋科,刘家琳,李宙甲. 数字普惠金融能缩小县域城乡收入差距吗? ——兼论数字普惠金融与传统金融的协同效应[J]. 中国软科学,2022(6):133 - 145.
[20]Liu Y, He Z. Synergistic industrial agglomeration, new quality productive forces and high-quality development of the manufacturing industry[J]. International Review of Economics & Finance, 2024,94:103373.
[21]范建红,王冰,闫乐,等. 数字普惠金融对高技术制造业创新韧性的影响——基于系统 GMM 与门槛效应的检验[J]. 科技进步与对策,2022(17):51 - 61.
[22]王昱,刘思钰,支森润. 功能视角下数字普惠金融阈值对技术创新的非对称影响[J]. 研究与发展管理,2022(6):92 - 105.
[23]杜家廷,陈姝洁,顾谦农. 数字普惠金融政策对农业发展韧性的影响[J]. 农业经济与管理,2025(3):40 - 54.
[24]星焱. 农村数字普惠金融的"红利"与"鸿沟"[J]. 经济学家,2021(2):102 - 111.
[25]韩先锋,郑酌基,宋文飞,等. 环境规制调节下数字金融对绿色技术创新的动态影响研究[J]. 管理学报,2023(8):1180 - 1188.
[26]郑素兰,刘婧涵,姚婷. 数字金融对绿色技术创新的影响及机制研究[J]. 经济问题,2024(2):41 - 47.
[27]Rochet J, Tirole J. Platform competition in two-sided markets[J]. Journal of the European Economic Association, 2003(4):990 - 1029.
[28]Evans D S, Schmalensee R. Failure to launch: critical mass in platform businesses[J]. Review of Network Economics, 2010(4):1 - 26.
[29]谭燕芝,施伟琦. 数字普惠金融对共同富裕的影响及机制研究[J]. 经济经纬,2023(2):55 - 65.
[30]王定祥,杜雨潼,邓琳钰. 增强金融普惠性与提升金融系统韧性: 协同与对立[J]. 当代经济研究,2025(3): 104 - 115.
[31]Béné C. Resilience of local food systems and links to food security - a review of some important concepts in the con-

text of COVID-19 and other shocks[J]. Food Security, 2020(4):805 - 822.
[32]Cutter S L, Barnes L, Berry M, et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters[J]. Global Environmental Change, 2008(4):598 - 606.
[33]蒋辉,张驰,蒋和平. 中国农业经济韧性对农业高质量发展的影响效应与机制研究[J]. 农业经济与管理,2022(1):20 - 32.
[34]Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999(2):345 - 368.
[35]李容,张凯,曹斌,等. 普惠金融、数字渗透与家庭金融脆弱性[J]. 财经科学,2023(11):17 - 32.
[36]Hayes A F. Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: a regression-based approach[M]. New York: Guilford Publications, 2017.

Digital Inclusive Finance and Agricultural Economic Resilience: Action Paths, Moderation Mechanisms and Threshold Constraints

ZHANG Yi-feng[a,b], ZHU Xi[b]
(*a. Research Center for Ecological Civilization and Rural Revitalization*;
b. College of Economics and Management, *Nanjing Forestry University*, *Nanjing* 210037, *China*)

Abstract: Climate change and market volatility have intensified the vulnerability of agricultural systems, making it a critical issue for high-quality agricultural development to examine whether digital inclusive finance can effectively strengthen agricultural economic resilience. Using provincial panel data from 2011 to 2022, this paper investigates the mechanisms and boundary conditions through which digital inclusive finance affects agricultural economic resilience, focusing on three dimensions: the mediating transmission of regional green innovation output, the institutional moderating effects of policy-based agricultural insurance, and the nonlinear threshold of coverage breadth of digital inclusive finance. The findings show that digital inclusive finance significantly enhances agricultural economic resilience via promoting regional green innovation output, with a double-threshold effect identified for coverage breadth and stronger effects observed in eastern and central regions and non-major agricultural provinces. Policy-based agricultural insurance positively moderates and significantly strengthens the overall impact of digital inclusive finance on agricultural economic resilience, yet fails to exert a significant moderating effect on the mediating path through regional green innovation output. Policy interventions should be differentiated by the coverage breadth of digital inclusive finance, improving the connection between digital finance and green innovation, and strengthening the risk compensation function of policy-based agricultural insurance.

Key Words: digital inclusive finance; agricultural economic resilience; regional green innovation output; threshold effects; agricultural insurance

【责任编辑:毛殷】