

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2026.01.031; CSTR:32311.14.rswc.2026.01.031.

余亮亮, 林妮. 数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响及作用机制: 来自中国乡村振兴综合调查的经验证据[J]. 水土保持研究, 2026, 33(1): 295-304.  
Yu Liangliang, Lin Ni. Impacts and mechanisms of digital literacy on farmers' green utilization behavior of cultivated land: empirical evidence from China Rural Revitalization Comprehensive Survey[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2026, 33(1): 295-304.

# 数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响及作用机制

## ——来自中国乡村振兴综合调查的经验证据

余亮亮, 林妮

(华南理工大学公共管理学院, 广州 510641)

**摘要:** [目的] 实证检验数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响及作用机制, 为强化耕地“三位一体”保护和推动农业绿色发展提供理论支撑和经验证据。[方法] 在理论分析基础上, 提出研究假说, 基于 2020 年中国乡村振兴综合调查数据, 运用计量模型实证分析数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响及作用机制。[结果] (1) 数字素养对农户耕地绿色利用行为具有显著的正向影响, 这一研究结果在经过多种稳健性检验后依然成立; (2) 数字素养对农户耕地绿色利用行为的积极影响存在群体异质性, 数字素养对小农户和高生计资本农户耕地绿色利用行为的促进作用不明显, 但对规模经营农户和低收入资本农户耕地绿色利用行为有显著的正向影响; (3) 提高数字素养主要通过提升农户生态保护认知和食品安全认知水平, 进而有效激励农户耕地绿色利用行为的采纳。[结论] 数字素养在农户耕地绿色利用过程中发挥重要作用, 但对不同土地经营规模和生计资本存量农户的影响呈现显著差异性。基于此, 应加强乡村数字基础设施建设和数字化项目培训, 大力提升农户数字素养, 且要重点瞄准规模经营农户和低收入资本农户, 通过提高农户生态保护认知和食品安全认知水平, 进而促进农户对耕地绿色利用行为的积极响应。

**关键词:** 耕地绿色利用行为; 数字素养; 生态保护认知; 食品安全认知

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2026)01-0295-10

## Impacts and mechanisms of digital literacy on farmers' green utilization behavior of cultivated land

### —empirical evidence from China Rural Revitalization Comprehensive Survey

Yu Liangliang, Lin Ni

(School of Public Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

**Abstract:** [Objective] The study aims to empirically investigate the impact and mechanism of digital literacy on farmers' green utilization behavior of cultivated land, providing theoretical support and empirical evidence for strengthening the 'trinity' protection (quantity quality and ecology) of cultivated land and promoting agricultural green development. [Methods] Based on theoretical analysis, research hypotheses were proposed. Using data from the 2020 China Rural Revitalization Comprehensive Survey, econometric models were employed to empirically analyze the influence of digital literacy on farmers' green utilization behavior of cultivated land and its mechanism. [Results] (1) Digital literacy had a significant positive effect on farmers' green utilization behavior of cultivated land, and this result remained valid after multiple robustness tests. (2) The positive effect of digital literacy exhibited group heterogeneity. Specifically, digital literacy did not significantly promote green utilization behavior of cultivated land among small-scale farmers and farmers with high livelihood capital. However, it had

收稿日期: 2025-04-15

修回日期: 2025-04-29

接受日期: 2025-05-14

资助项目: 国家自然科学基金项目(42301290); 国家社会科学基金后期资助项目(20FGLB045); 广东省自然科学基金面上项目(2024A1515012275); 广州市 2024 年度基础与应用基础研究专题(青年博士“启航”项目)(2024A04J3694); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(QNZD2512)

第一作者: 余亮亮(1989—), 男, 河南汝南人, 博士, 副教授, 主要研究方向为土地学和自然资源管理。E-mail: yuliangliang90@163.com

<http://stbcyj.paperonice.org>

a significant positive effect on farmers engaged in large-scale operations and those with low livelihood capital. (3) Improving digital literacy primarily enhanced farmers' ecological protection awareness and food safety awareness, thereby effectively motivating the adoption of green utilization behavior of cultivated land. [Conclusion] Digital literacy plays an important role in the green utilization of cultivated land. However, its impacts vary significantly among farmers with different land operation scales and livelihood capital. Therefore, rural digital infrastructure construction and digital project training should be strengthened to improve farmers' digital literacy, with particular attention to large-scale farmers and those with low livelihood capital. Enhancing their ecological protection awareness and food safety awareness can further encourage their active adoption of green utilization behavior for cultivated land.

**Keywords:** green utilization behavior of cultivated land; digital literacy; ecological protection awareness; food safety awareness

粮食安全是“国之大者”，耕地是粮食生产的命根子，耕地保护对保障国家粮食安全至关重要<sup>[1]</sup>。受限于人多地少的耕地资源国情，党中央始终高度重视耕地保护工作，一再强调要“实行最严格的耕地保护制度”“像保护大熊猫一样保护耕地”。耕地保护需要综合耕地数量、质量和生态“三位一体”保护，以实现耕地的永续利用，耕地数量保护通过实施严格的耕地保护红线政策，具有较为明确的量化标准，易于监督和评估<sup>[2]</sup>。而实现耕地质量与生态保护，则需要农业生产中采取科学绿色的耕作和管理措施，微观农户作为农业生产的基本单元<sup>[3]</sup>，其耕地绿色利用行为将直接影响到耕地质量和生态保护的效果。同时，近年来，中央一号文件也多次提出要实施“绿色兴农”战略，强调农业绿色发展对建设农业强国和乡村高质量发展的重要意义，《“十四五”全国农业绿色发展规划》进一步明确，农业是生态系统的一环，农业绿色发展是生态文明建设的重要组成部分。因此，从农户视角探讨耕地绿色利用行为的影响因素及作用机制，对于提升耕地质量和生态保护水平，推动中国农业绿色发展和生态文明建设均具有重要的现实意义。

耕地绿色利用行为是指在农业生产全过程中，为实现资源节约和环境保护而采纳的一系列技术行为，具体包括化肥农药减量、保护性耕作、节水灌溉技术等<sup>[4]</sup>。已有文献通过实证研究发现影响农户耕地绿色利用行为的因素主要包括主观规范<sup>[5]</sup>和资源禀赋等<sup>[6]</sup>农户个体和家庭特征，以及农技推广<sup>[7]</sup>、邻里效应<sup>[8]</sup>、政策激励等<sup>[9]</sup>网络和政策扩散因素。然而，较少有研究关注数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响。目前，社会经济发展已全面进入到数字化时代，数字素养对微观个体的生产和消费行为都会产生巨大影响。理论上，数字素养也会显著影响农户的耕地利用行为。在中国加快推进数字中国和数字乡村建设的时代背景下，数字化技术将逐

渐渗透到农业生产的各个环节，并将深刻改造传统农业，数字素养的重要性日益凸显。2024年中央网信办等部门联合发布的《加快数字人才培养支撑数字经济发展行动方案(2024—2026年)》《2024年提升全民数字素养与技能工作要点》等文件均强调了提升全民数字素养对加速中国数字化进程和推动社会经济高质量发展的重大意义。数字素养是农户有效应用数字化技术的前提和基础，决定了其对信息的获取、采纳和应用效率<sup>[10]</sup>，将深刻影响农户的行为选择，现有文献通过实证研究已经发现数字素养对农户土地流转<sup>[11]</sup>、非农就业<sup>[12-13]</sup>、生产要素配置等<sup>[14]</sup>行为决策均具有显著影响。

鉴于此，本文基于2020年中国乡村振兴综合调查数据，实证检验数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响及作用机制，以期激励农户耕地绿色利用行为采纳提供实证依据。理论上，本文有助于深化关于农户耕地绿色利用行为影响因素的研究，并进一步揭示数字素养如何影响农户的耕地绿色利用行为。实践上，本文对于促进农业绿色转型，强化耕地质量和生态保护，以及推动人与自然和谐共生的现代化进程均具有重要的现实意义。

## 1 理论基础与研究假说

理性选择理论认为，个体的行为选择是基于其掌握的信息而做出的决策，信息获取和鉴别能力显著影响微观个体的生产和消费行为<sup>[15-16]</sup>。随着互联网和数字化应用场景的快速普及，数字素养将直接决定个体信息获取和应用能力，农户的数字素养可以理解为用户通过现代数字技术设备获取、筛选、整合与应用数据和信息的能力<sup>[17]</sup>。数字素养越高，农户获取耕地绿色利用信息和技术使用的能力就越强，从而有利于提升农户耕地绿色利用行为的响应意愿和能力。一方面，数字素养有助于增强农户的

技术使用能力,技术使用能力的增强提高农户的耕地绿色利用技术使用意愿,同时在使用农业绿色生产技术过程中,可以有效降低农户的农业生产成本<sup>[18]</sup>,例如使用节水灌溉技术能够减少水资源耗损,采用保护性耕作能够减少耕作所需的劳动力和机械化成本,经济效益的增加又进一步提升农户的耕地绿色利用技术使用意愿。另一方面,数字素养将有效增强农户的信息获取能力,数字素养高的农户能够更及时获取有关耕地绿色利用政策补贴和奖励的信息,这种信息优势促使农户在生产过程中更关注政策动向,并根据经济激励政策调整其农业生产方式,从而推动耕地绿色利用行为的采纳<sup>[19]</sup>。此外,数字素养还可以增强农户的农业生产决策能力,数字素养高的农户能够有效识别和评估潜在的农业生产风险,从而采用相应的耕地绿色利用技术以减轻风险冲击。例如,采用保护性耕作能够显著减少土壤侵蚀和自然灾害带来的生产率波动<sup>[20-21]</sup>,回收农药包装则有助于降低废弃物污染环境导致的产出下降风险<sup>[17]</sup>。因此,数字素养高的农户,其信息获取和技术使用能力也更强,进而有助于提高其耕地绿色利用水平。基于上述分析,提出以下研究假说1。

研究假说1:数字素养对农户耕地绿色利用行为具有显著的正向影响。

个体的行为决策过程是基于其行为意图的,而行为意图则是由个体对特定行为的态度及其感知到的主观规范这两个核心要素共同决定。态度可被定义为个体对特定行为或决策所持有的多维评价体系,包括个体对某一行为可能产生结果的性质评价,以及对该行为产生结果的看法<sup>[21]</sup>。数字素养会显著影响农户对某一特定行为的态度。数字素养较高的农户能够更有效地利用数字技术平台获取多元信息,包括生态保护政策、农药使用标准以及食品安全规范等信息。这种信息获取能力的提升显著增强农户对生态保护必要性和食品安全重要性的认知与认同,从而促进其对生态保护认知和食品安全认知的态度向积极方向转变<sup>[22]</sup>。主观规范是个体在特定行为决策过程中所感知到的社会压力或他人对其行为表现的期望程度,主观规范作为行为意图的重要预测变量,在解释个体行为决策过程中发挥着关键作用。数字素养对农户感知到的社会压力和期望认知也具有显著影响。数字素养较高的农户能够通过数字技术平台更有效地获取和理解有关绿色可持续发展和食品安全的政策信息,从而更准确地把握社会对生态保护和食品安全的社会期望,这种增强的信息获取和理解能力不仅提高农户对相关社会规范的

认知水平,还强化其遵从这些社会期望的行为意向<sup>[23]</sup>。农户对生态保护和食品安全的态度及主观规范构成其生态保护认知和食品安全认知的核心维度,这些认知要素显著影响其采纳耕地绿色利用技术的行为意图。积极的生态保护认知能够强化农户对环境保护的责任意识,而较高的食品安全认知则能够提升其对绿色生产技术的价值认同,从而共同促进农户对耕地绿色利用行为的响应意愿。已有研究通过实证分析发现,生态保护和食品安全认知水平会显著影响微观农户的农业绿色生产行为<sup>[24-25]</sup>。基于上述分析,本文构建了图1“数字素养→生态保护和食品安全认知→耕地绿色利用行为”的逻辑框架,并提出以下研究假说2。

研究假说2:数字素养通过影响农户生态保护认知和食品安全认知水平,进而影响其耕地绿色利用行为。

规模经营农户与小农户在农业生产依赖性方面存在显著差异,这种差异可能导致数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响呈现群体异质性。规模经营农户通常将农业生产收入作为家庭经济的主要来源,其对提升农业生产效率和拓展技术应用途径的需求更加迫切。数字素养的提升显著拓宽规模经营农户获取绿色生产技术的渠道,并增强其技术应用能力,从而有效促进其采纳耕地绿色利用行为的意愿和行为。因此,规模经营农户由于拥有较高的资源禀赋和技术采纳能力,更可能将数字素养转化为绿色生产技术应用,小农户则受限于资源约束和倾向于规避风险,其数字素养的提升更多地体现在信息获取和认知改善层面,而无法转化为具体的耕地绿色利用行动。生计资本是指个人或家庭为实现可持续生计发展所拥有的资源禀赋,生计资本存量在农户行为决策中扮演着关键角色<sup>[26]</sup>,数字素养对于高生计资本与低生计资本农户耕地绿色利用行为的影响也可能存在群体异质性。高生计资本农户通常具备较高的生产技术和多样化的收入来源,因此,数字素养对其耕地绿色利用行为决策的边际影响相对有限。相比之下,低生计资本农户由于对农业生产的依赖性更强,数字素养的提高显著拓宽其获取耕地绿色利用信息的渠道,从而对其采纳耕地绿色利用行为产生显著的正向影响。基于上述分析,提出以下研究假说3。

研究假说3:数字素养对农户耕地绿色利用行为的积极影响存在群体异质性,相较于小农户与高生计资本农户,数字素养对规模经营农户和低生计资本农户的耕地绿色利用行为有更显著的正向影响。

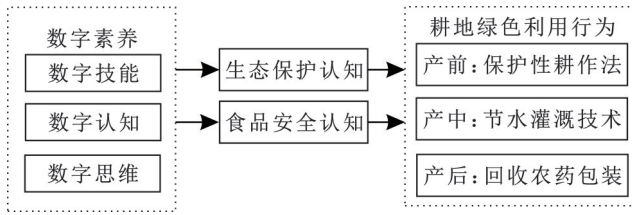


图 1 理论分析框架

Fig. 1 Theoretical analysis framework

## 2 数据、变量与计量模型

### 2.1 数据来源

本文使用的数据来源于 2020 年中国社会科学院农村发展研究所在全国范围内进行的中国乡村振兴综合调查 (China Rural Revitalization Comprehensive Survey, CRRS), 该数据是在综合考虑区域经济发展水平、地域特征以及农业发展现状等因素后, 采用等距随机抽样的方法展开调查获得, 本文基于地域代表性原则, 选取黑龙江、河南、四川和广东 4 个典型省份的农户样本用于实证分析。本文在保留从事农业生产活动的农户样本后, 剔除关键变量缺失值较多的样本, 为排除极端值的影响, 对样本数据进行 1% 双侧缩尾处理, 最终获得 1 508 个有效农户样本。

### 2.2 计量模型

基于被解释变量属于有序分类变量, 本文采用有序 probit 模型实证检验数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响, 设定如下的计量模型:

$$\text{Greenteck}_i = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Digital}_i + \alpha_2 \text{Control}_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中:  $\text{Greenteck}_i$  为被解释变量, 表示农户  $i$  的耕地绿色利用行为;  $\text{Digital}_i$  为核心解释变量, 代表农户  $i$  的数字素养;  $\text{Control}_i$  为一组影响农户耕地绿色利用行为的控制变量, 包括户主个体特征、家庭特征和村庄特征;  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  为待估参数;  $\varepsilon_i$  表示随机扰动项。

本文采用中介效应模型检验数字素养如何通过影响农户生态保护认知与食品安全认知这一作用机制, 进而影响其耕地绿色利用行为, 为避免三步法检验存在的内生性问题, 本文在基准回归的基础上, 参照江艇的两步法<sup>[27]</sup>构建如下的中介效应模型:

$$\text{Ecoaware}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Digital}_i + \beta_2 \text{Control}_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$\text{Foodsafe}_i = \gamma_0 + \gamma_1 \text{Digital}_i + \gamma_2 \text{Control}_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

式中: 中介变量  $\text{Ecoaware}_i$  和  $\text{Foodsafe}_i$  分别表示农户的生态保护认知和食品安全认知水平;  $\text{Digital}_i$  为农户数字素养;  $\text{Control}_i$  为控制变量;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \gamma_0, \gamma_1, \gamma_2$  为待估参数;  $\varepsilon_i$  表示随机扰动项。

### 2.3 变量选取

(1) 被解释变量。对农户耕地绿色利用行为的测度, 本文在参考《“十四五”全国农业绿色发展规

划》的基础上, 借鉴已有文献的做法<sup>[28]</sup>, 利用农户采纳的耕地绿色种植技术数量作为耕地绿色利用行为的代理变量。本文在充分考虑耕地种植全流程的基础上, 以产前环节是否采用保护性耕作, 产中环节是否利用节水灌溉技术, 以及产后环节是否回收废弃农药包装为测度依据, 农户采纳该行为则赋值为 1, 未采纳则赋值为 0, 对这 3 种耕地绿色利用方式赋值情况进行加总, 得到每位农户耕地绿色利用的综合水平。为保证回归结果的稳健性, 本文也分别将是否使用保护性耕作、是否利用节水灌溉技术和是否回收废弃农药包装单独作为被解释变量进行回归, 以检验实证结果的稳健性。

(2) 核心解释变量。为全面客观测度农户数字素养, 本文在参考和借鉴中国网信网发布的《全民数字素养与技能发展水平调查报告 (2024)》与已有文献的基础<sup>[17]</sup>上, 从数字技能、数字认知和数字思维 3 个维度共 14 个测量题项构建农户数字素养的指标评价体系, 在对这 14 个指标进行无量纲化处理后, 运用变异系数法得到各个测量题项的权重以及农户的数字素养水平, 具体的测量题项和权重如表 1 所示。在稳健性检验部分, 本文还采用熵值法对农户数字素养进行替换测度。

(3) 中介变量。对农户生态保护认知的测度, 来源于问卷中农户对处理秸秆和回收废旧农药包装的态度, 如果农户认为回收秸秆有利于改善环境, 或者认为废旧农药包装会污染环境和破坏土壤, 则表明其具备良好的生态保护认知水平, 赋值为 1, 否则赋值为 0。对农户食品安全认知的测度, 来源于问卷中农户对“您平时关心食品安全问题吗”这一题项的回答, 非常不关心赋值为 1, 比较不关心赋值为 2, 一般赋值为 3, 比较关心赋值为 4, 非常关心赋值为 5。

(4) 工具变量。为缓解模型的内生性问题, 在参考已有文献<sup>[29]</sup>的基础上, 本文选择本村中其余农户的数字素养平均值与农户对应县 (市、区) 的北大阿里课题组发布的县域数字乡村指数的交互项作为工具变量进行工具变量回归。工具变量应满足相关性和排他性, 本村中其余农户的数字素养均值与县域数字乡村指数的交互项显然会影响到本区域内农户的数字素养, 满足相关性, 而该交互项属于村庄层面与县域层面的交乘变量, 不会通过除农户数字素养以外的其他途径影响到农户的耕地绿色利用行为, 也满足排他性。

(5) 控制变量。在参考已有文献的基础上, 本文选取一系列与被解释变量和核心解释变量高度相关的变量作为回归模型的控制变量, 具体分为户主个

体特征变量、家庭特征变量和村庄特征变量。户主个体特征变量包括民族、婚姻状况、性别、是否村干部、是否党员。家庭特征变量包括是否使用机械化生产和家庭中农业劳动力占比。村庄特征变量为村庄年人均可支配收入和村庄是否位于城镇郊区。上述变量的含义和描述性统计分析如表 2 所示。

表 1 农户数字素养指标评价体系

Table 1 Evaluation system for farmers' digital literacy indicators

维度	测量题项	赋值/单位	权重
数字技能	有无家庭上网设备	有=1,无=0	0.015
	是否使用 4 G/5 G 手机	是=1,否=0	0.023
	有几部 4 G/5 G 手机	部	0.026
	您平均每天使用 4 G/5 G 手机时长	小时	0.047
	家里网络条件如何	好=1,偶尔或经常断网=0	0.064
	是否使用 4 G/5 G 手机存在困难	是=1,否=0	0.040
	您是否有通过微信群与村内就重要公共事务开展过交流	是=1,否=0	0.040
	如果有日常需求能否通过手机或网络获取信息	是=1,否=0	0.042
数字认知	您是否接受过电商培训与指导服务	是=1,否=0	0.228
	您是否接受过上网培训	是=1,否=0	0.187
	网络得到的信息能否满足日常需求	完全满足=5,基本满足=4,一般=3,不太满足=2,完全不满足=1	0.015
数字思维	您是否有产品通过网上交易	是=1,否=0	0.208
	是否偏好网络手段获取信息	是=1,否=0	0.048
	对于关注信息获取的及时性	都很及时=2,部分及时=1,都不及时=0	0.017

表 2 变量含义与描述性统计

Table 2 Variable definitions and descriptive statistics

类型	变量	变量定义	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	耕地绿色利用行为	采纳保护性耕作、节水灌溉、回收废弃农药包装 3 种行为的数量/种	0.586	0.704	0	3
核心解释变量	数字素养	变异系数法和熵值法计算的综合指数	0.238	0.140	0.046	0.945
	生态保护认知	是否具备生态保护意识,是=1;否=0	0.633	0.482	0	1
中介变量	食品安全认知	平时是否关心食品安全问题,非常不关心=1;比较不关心=2;一般关心=3;比较关心=4;非常关心=5	4.188	0.908	1	5
	民族	是否为汉族,是=1;否=0	0.918	0.275	0	1
户主个体特征变量	婚姻状况	在婚=1;未处于在婚状态=0	0.925	0.263	0	1
	性别	男=0;女=1	0.940	0.238	0	1
	是否村干部	是=1;否=0	0.162	0.368	0	1
	是否党员	是=1;否=0	0.217	0.412	0	1
家庭特征变量	是否采用机械化生产	耕地种植过程中是否有采用机械化生产,是=1;否=0	0.918	0.274	0	1
	农业劳动力占比	农业劳动人口占家庭总人口比重(%)	0.295	0.292	0	1
村庄特征变量	村庄年人均可支配收入	本村 2019 年人均可支配收入/万元(取对数)	9.429	0.521	8.517	11.201
	村庄是否位于城镇郊区	是=1;否=0	0.248	0.432	0	1

### 3 结果与分析

#### 3.1 基准回归结果

基准回归结果如表 3 所示,模型 1 与模型 2 是运用有序 probit 模型进行回归的估计结果,模型 3 与模型 4 是运用有序 logit 模型进行回归的估计结果。表 3

中模型 1 和模型 3 的回归结果显示,数字素养的估计系数为正值,且通过 1% 水平的显著性检验,初步表明数字素养对农户耕地绿色利用行为的响应具有显著正向影响。为尽可能减少遗漏变量偏误,模型 2 和模型 4 在进一步控制影响农户耕地绿色利用行为的户主个体特征变量、家庭特征变量与村庄特征变量

后,回归结果显示,数字素养的估计系数仍在1%的显著性水平下显著为正,表明农户的耕地绿色利用行为确实会受到其数字素养的显著正向影响,因此,本文的研究假说1得到验证。

表3 基准回归模型估计结果  
Table 3 Benchmark regression results

变量	模型1	模型2	模型3	模型4
	Oprobit	Oprobit	Ologit	Ologit
数字素养	2.110*** (0.442)	2.565*** (0.564)	3.663*** (1.283)	5.205*** (1.940)
民族		1.593*** (0.193)		2.062*** (0.425)
婚姻状况		1.115 (0.139)		1.282 (0.274)
性别		1.315* (0.189)		1.645** (0.403)
是否为村干部		0.972 (0.085)		0.982 (0.144)
是否为党员		1.060 (0.082)		1.072 (0.141)
家庭是否采用机械化生产		0.670*** (0.074)		0.493*** (0.092)
农业劳动力占比		1.896*** (0.199)		3.111*** (0.550)
村庄人均可支配收入		1.002 (0.060)		1.052 (0.107)
村庄是否为城镇郊区		1.005 (0.074)		0.998 (0.124)
切点一	1.286*** (0.077)	2.551 (1.508)	1.533*** (0.151)	7.855** (7.867)
切点二	4.234*** (0.288)	8.782*** (5.202)	11.897*** (1.461)	66.703*** (67.138)
切点三	11.795*** (1.251)	24.938*** (14.879)	121.486*** (31.589)	704.499*** (728.256)
LR Chi2	12.640	85.560	13.770	92.240
样本量	1508	1469	1508	1469

注:\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%,5%,1%的显著性水平;括号中的数值为稳健标准误,下同。

### 3.2 稳健性检验

本文分别采用替换被解释变量、替换核心解释变量和IV Probit回归3种方法进行稳健性检验,具体回归结果如表4与表5所示。

第一,替换被解释变量。鉴于农户在不同生产阶段的耕地绿色利用行为具有不同的特点,数字素养对农户耕地绿色利用行为的影响可能存在阶段性差异,因此分别单独利用是否采用保护性耕作、是否使用节水灌溉技术和是否回收农药包装作为被解释变量对计量模型(1)重新进行估计。由于替换后的3个被解释变量均为二值类型变量,运用二元logit模型进行回归分析,具体回归结果见表4中模型5,模型

6和模型7。回归结果表明,数字素养分别在1%,5%和10%的显著性水平下正向影响农户的农药包装回收、节水灌溉技术和保护性耕作行为的采纳,即在农业生产的不同阶段,提升农户的数字素养均能有效激励农户对耕地绿色利用行为的积极响应。

受到技术复杂性和推广渠道的双重影响,数字素养对农户在不同生产阶段耕地绿色利用行为影响的显著程度存在差异性,应当引起足够重视。在技术复杂性方面,保护性耕作需要较高水平的农业技术支持和长期的经验积累,而节水灌溉技术则需要相应的机械设备投入,且具有一定的技术门槛,因此,数字素养的提升对农户采纳保护性耕作和节水

灌溉技术的促进作用会受到一定的技术限制。相比之下,农药包装回收较为简单,数字素养高的农户能够通过数字平台很容易地获取相关操作信息,从而促进其响应意愿。在推广渠道方面,保护性耕作和节水灌溉技术的推广需要依赖于线下培训和现场示范,数字素养提升促进农户积极采纳这两种耕地绿色利用行为的作用就很有限,而农药包装回收操作要点仅通过线上平台的简单演示就可以学习掌握,数字素养的提升能显著增强农户农药包装回收的采纳意愿。

第二,替换核心解释变量。在参考已有文献的基础上,采用熵值法对农户的数字素养进行替换计算,并分别利用有序 probit 模型和有序 logit 模型对计量模型(1)重新进行估计,回归结果见表 4 中的模型 8 与模型 9。结果表明,在更改核心解释变量的测度

表 4 稳健性检验估计结果  
Table 4 Robustness test estimation results

变量	替换被解释变量			替换核心解释变量	
	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8	模型 9
	保护性耕作	节水灌溉技术	回收农药包装	耕地绿色利用	耕地绿色利用
数字素养 (变异系数法)	2.616* (1.493)	3.817** (2.177)	3.807*** (1.545)		
数字素养 (熵值法)				2.408*** (0.505)	4.643*** (1.651)
个体特征	控制	控制	控制	控制	控制
家庭特征	控制	控制	控制	控制	控制
村庄特征	控制	控制	控制	控制	控制
LR Chi2	52.93	21.30	82.30	84.75	91.29
样本量	1469	1469	1469	1469	1469

### 3.3 异质性分析

借鉴已有文献的做法<sup>[14]</sup>,本文以 2 hm<sup>2</sup> 为分界线,将样本农户划分为规模经营农户和小农户。本文参考已有研究的指标体系构造方式<sup>[30]</sup>,运用变异系数法把农户的人力资本、物质资本、社会资本和金融资本综合得到农户的总体生计资本水平,根据农户生计资本水平的中位数,将样本农户划分为高生计资本农户与低生计资本农户。在上述农户分类的基础上,通过分组回归的方式,检验数字素养对农户耕地绿色利用行为的群体异质性影响。表 6 中模型 11 和模型 12 的回归结果显示,数字素养对农户耕地绿色利用行为的正向激励效应只对规模经营农户有显著影响,对小农户影响不显著。表 6 中模型 13 和模型 14 的回归结果表明,数字素养只对低生计资本农户的耕地绿色利用行为具有显著正向影响,对高

方法后,数字素养的估计系数仍在 1% 的显著性水平上显著为正值,与基准回归结果基本保持一致,这表明数字素养提升对农户耕地绿色利用行为的采纳确实具有显著的促进作用。

第三,IV probit 回归。表 5 中的模型 10 汇报工具变量回归的估计结果,利用本村其余农户的数字素养均值与县域数字乡村指数的交互项作为工具变量,对数字素养进行回归,第一阶段的 F 值为 18.69,拒绝“内生变量与工具变量不相关”的原假设,即本文构造的工具变量与内生变量相关,不存在弱工具变量问题。第二阶段的回归结果表明,数字素养的估计系数为正值,且通过 1% 水平的显著性检验,说明在解决潜在的内生性问题后,数字素养对农户耕地绿色利用行为仍具有显著的正向影响,证明本文实证结果的稳健性。

表 5 IV probit 估计结果  
Table 5 IV Probit estimation results

变量	模型 10:工具变量回归	
	第一阶段	第二阶段
	数字素养	耕地绿色利用
数字素养		4.504*** (1.031)
本村其余农户的数字素养 均值*县域数字乡村指数	0.007*** (0.001)	
个体特征	控制	控制
家庭特征	控制	控制
村庄特征	控制	控制
常数项	-0.000 (0.067)	-1.633** (0.699)
F 值/似然比	18.69	85.75
样本量	1469	1469

生计资本农户影响不显著。表 6 中的似无相关检验与费舍尔组合检验均表明,在规模经营农户与小农户、低生计资本农户与高生计资本农户的分组回归估计中,数字素养的估计系数在上述两类农户中均具有显著差异。由此可见,数字素养对农户耕地绿色利用行为的积极影响存在群体异质性,相较于小农户与高生计资本农户,数字素养对规模经营农户和低生计资本农户的耕地绿色利用行为有更显著的正向影响,因此,本文的研究假说 3 得到证明。

### 3.4 机制检验

根据前文分析,数字素养可能会通过影响农户生态保护认知与食品安全认知水平,进而对其耕地绿色利用行为产生影响,基于此,本文利用中介效应模型对数字素养影响农户耕地绿色利用行为的作用机制进行实证检验,回归结果如表 7 所示。模型 15

的回归结果表明,数字素养的估计系数在1%的显著性水平下显著为正,说明提高数字素养对提升农户生态保护认知水平具有积极的促进作用,农户生态保护认知水平的提高又有助于激励其耕地绿色利用行为的采纳。模型16的回归结果表明,数字素养的回归系数为正值,且通过1%水平的显著性检验,表

明提高数字素养对提升农户食品安全认知水平也具有积极的影响,食品安全认知水平的提高会显著提升农户耕地绿色利用行为的响应意愿。由此可知,数字素养通过影响农户生态保护认知和食品安全认知水平,进而影响其耕地绿色利用行为,因此,本文的研究假说2得到验证。

表6 异质性估计结果

Table 6 Heterogeneity estimation results

变量	模型11	模型12	模型13	模型14
	规模经营农户	小农户	低生计资本农户	高生计资本农户
数字素养	6.618*** (2.342)	1.410 (0.423)	5.373*** (1.978)	1.445 (0.414)
个体特征	控制	控制	控制	控制
家庭特征	控制	控制	控制	控制
村庄特征	控制	控制	控制	控制
LR Chi2	114.98	23.44	60.51	34.35
样本量	607	862	735	734
似无相关检验 $p$ 值		0.000		0.000
费舍尔组合检验 $p$ 值		0.000		0.002

注:费舍尔组合检验 $p$ 值通过费舍尔组合检验法自抽样Brootstrap500次得到。

表7 中介效应估计结果

Table 7 Mediation effect estimation results

变量	模型15	模型16
	生态保护认知	食品安全认知
数字素养	4.675*** (2.064)	3.161*** (0.701)
个体特征	控制	控制
家庭特征	控制	控制
村庄特征	控制	控制
LR Chi2	156.84	72.47
样本量	1469	1461

## 4 结论

(1) 数字素养对农户耕地绿色利用行为具有显著且稳健的正向影响。受到技术复杂性和推广渠道的双重影响,数字素养对农户采用保护性耕作和节水灌溉技术影响的显著性程度要低于回收废弃农药包装。

(2) 数字素养对农户耕地绿色利用行为的激励效应存在群体异质性,相较于小农户与高生计资本农户,数字素养对规模经营农户和低生计资本农户的耕地绿色利用行为有更显著的正向影响。

(3) 提高数字素养通过提升农户生态保护认知和食品安全认知水平这一作用机制,进而有效激励农户对耕地绿色利用行为的积极响应。

基于上述研究结论,为提升耕地质量和生态保

护水平,推动农业绿色转型,本文提出以下具有针对性的政策建议:

(1) 采取多元化路径,全面提升农户数字素养。大力加强乡村数字基础设施建设和数字化项目培训,加大对农村地区数字基础设施建设的投入,为农户提供便捷的数字技术应用环境。针对保护性耕作、节水灌溉等具有技术复杂性的耕地绿色利用方式,应加强线下技术推广,如田间示范和技术培训,同时结合线上平台提供实时技术支持和问题解答。

(2) 制定差异化激励政策,进一步提升农户耕地绿色利用水平。针对规模经营农户和生计资本禀赋较弱农户,可提供耕地绿色应用技术补贴和绿色生产奖励,以进一步激发其采纳耕地绿色利用行为的积极性。对于小农户及高生计资本农户,可通过推动农业合作社参与和完善农业社会化服务的技术支持机制,有效降低耕地绿色技术采纳风险并提升其耕地绿色技术响应意愿。

(3) 加强生态保护与食品安全认知教育。通过数字平台开展生态保护和食品安全认知的宣传教育,提升农户对耕地绿色利用技术的价值认同和环境责任感,以增强农户对耕地绿色利用行为的认知水平和采纳意愿。

### 参考文献(References):

- [1] 陈浮,蒋非非,孙君,等.“大占补”改革背景下耕地保护转型的逻辑与创新实践[J].中国土地科学,2024,38(10):12-24.

- Chen F, Jiang F F, Sun J, et al. Logic and innovative practice of cultivated land protection transformation in the context of large-scale balancing cultivated land occupation and reclamation reform [J]. *China Land Science*, 2024, 38(10):12-24.
- [2] 曾雨桐,熊鹰,邓楚雄.洞庭湖生态经济区耕地保护绩效时序变化及空间格局[J].*经济地理*,2023,43(1):169-176.  
Zeng Y T, Xiong Y, Deng C X. Performance evolution and spatial pattern of cultivated land protection in Dongting Lake eco-economic zone[J]. *Economic Geography*, 2023, 43(1):169-176.
- [3] 宋一平,赵新峰,吴佳正.“三位一体”模式下的农村革新:政府、合作社与农户协同发展研究[J].*公共管理学报*,2024,21(2):102-114,174.  
Song Y P, Zhao X F, Wu J Z. Rural innovation under the “trinity” model: research on the coordinated development of the government, cooperatives and farmers [J]. *Journal of Public Management*, 2024, 21(2):102-114, 174.
- [4] 张康洁,尹昌斌, CHIEN Hsiaoping. 预期感知、社会学习与稻农绿色生产行为:基于安徽、湖北 867 户农户调查数据[J].*农林经济管理学报*, 2021, 20(1):29-41.  
Zhang K J, Yin C B, Hsiaoping C. Anticipation perception, social learning and green production behavior of rice farmers: based on survey data of 867 households in Anhui and Hubei Province [J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2021, 20(1):29-41.
- [5] 颜玉琦,陈美球,张洁,等.农户环境友好型耕地保护技术的采纳意愿与行为响应:基于江西省 1092 户农户测土配方施肥技术应用的实证[J].*中国土地科学*, 2021, 35(10):85-93.  
Yan Y Q, Chen M Q, Zhang J, et al. Farmers' willingness and behavior response to environmental friendly cultivated land protection technology: the empirical evidence from application of soil testing and formula fertilization technology based on 1092 farmers in Jiangxi Province [J]. *China Land Science*, 2021, 35(10):85-93.
- [6] 赵晓颖,郑军,张明月.乡村振兴战略下新型农业经营主体绿色生产行为研究:基于资本禀赋的水平、结构和互补性视角[J].*农村经济*, 2022(1):89-97.  
Zhao X Y, Zheng J, Zhang M Y. Study on the green production behavior of new agricultural management subjects under the rural revitalization strategy: based on the perspective of the level, structure and complementarity of capital endowment [J]. *Rural Economy*, 2022(1):89-97.
- [7] Gao Y, Zhao D Y, Yu L L, et al. Influence of a new agricultural technology extension mode on farmers' technology adoption behavior in China [J]. *Journal of Rural Studies*, 2020, 76:173-183.
- [8] 张馥林,陈美球,黄庆龙,等.农户绿色生产技术采纳的邻里效应分析:基于农技推广和农户认知的调节作用[J].*中国土地科学*, 2023, 37(5):67-78.
- Zhang F L, Chen M Q, Huang Q L, et al. Analysis of neighborhood effects of farmers' green production technology adoption: moderating effects based on agrotechnology extension and farmers' perceptions [J]. *China Land Science*, 2023, 37(5):67-78.
- [9] 蒋琳莉,黄好钦,何可.技术培训、经济补贴与农户生物农药施用技术扩散行为[J].*中国农村观察*, 2024(4):163-184.  
Jiang L L, Huang H Q, He K. The impacts of technical training and economic subsidies on farmers' diffusion behaviors of bio-pesticide application technology [J]. *China Rural Survey*, 2024(4):163-184.
- [10] 苏岚岚,张航宇,彭艳玲.农民数字素养驱动数字乡村发展的机理研究[J].*电子政务*, 2021(10):42-56.  
Su L L, Zhang H Y, Peng Y L. Study on the mechanism of farmers' digital literacy driving the development of digital countryside [J]. *E-Government*, 2021(10):42-56.
- [11] 杜凤君,郑军,赵晓颖.从“旁观”到“实施”:数字素养对农户低碳生产的影响:基于禀赋能力的中介效应[J].*农村经济*, 2024(6):77-87.  
Du F J, Zheng J, Zhao X Y. From “observing” to “implementing”: the impact of digital literacy on low-carbon production of farmers [J]. *Rural Economy*, 2024(6):77-87.
- [12] 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: the Formation of digital inequality [J]. *Chinese Rural Economy*, 2024(3):86-106.
- [13] 汪险生,郭忠兴,李宁,等.土地征收对农户就业及福利的影响:基于CHIP数据的实证分析[J].*公共管理学报*, 2019, 16(1):153-168, 176.  
Wang X S, Guo Z X, Li N, et al. The impact of land acquisition on farmers' employment and welfare: an empirical analysis using CHIPS data [J]. *Journal of Public Management*, 2019, 16(1):153-168, 176.
- [14] 刘新仪,李家辉,赵凯.数字素养对农户生产要素配置的影响[J].*经济与管理研究*, 2024, 45(10):56-76.  
Liu X Y, Li J H, Zhao K. Influence of farmers' digital literacy on production factor allocation [J]. *Research on Economics and Management*, 2024, 45(10):56-76.
- [15] 丘海雄,张应祥.理性选择理论述评[J].*中山大学学报:社会科学版*, 1998, 38(1):118-125.  
Qiu H X, Zhang Y X. A review of rational choice theory [J]. *Journal of Sun Yat-Sen University: Social Science Edition*, 1998, 38(1):118-125.
- [16] Varadarajan R. Resource advantage theory, resource based theory, and theory of multimarket competition:

- does multimarket rivalry restrain firms from leveraging resource Advantages?[J]. *Journal of Business Research*, 2023,160:113713.
- [17] 熊飞雪,彭元元,刘雨萱,等.数字信息能力对农户绿色生产技术采纳的影响研究:基于技术生态认知的中介效应[J].*长江流域资源与环境*,2025,34(1):216-225.  
Xiong F X, Peng Y Y, Liu Y X, et al. Impact of digital information ability on farmers' adoption of green production technology: mediation effect based on technological ecological cognition[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2025,34(1):216-225.
- [18] 黎红梅,易强.水权交易赋能农民增收的作用机理与推进路径[J].*农业现代化研究*,2024,45(2):177-187.  
Li H M, Yi Q. The mechanism and promotion path of water rights trading to empower farmers to increase their incomes [J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2024,45(2):177-187.
- [19] 伍骏骞,阎宇,蒋玉.时间偏好对农户采纳生物农药意愿的影响:基于农业技术推广方式的调节作用[J].*资源科学*,2023,45(6):1268-1283.  
Wu J Q, Yan Y, Jiang Y. Impact of farmers' time preference on their adoption intention of bio-pesticides: based on the moderating effect of agricultural technology extension mode [J]. *Resources Science*, 2023, 45 (6):1268-1283.
- [20] 邓远远,朱俊峰.保护性耕作技术采纳的增产与稳产效应[J].*资源科学*,2023,45(10):2050-2063.  
Deng Y Y, Zhu J F. Effect of conservation tillage technology adoption on yield increasing and stabilizing [J]. *Resources Science*, 2023,45(10):2050-2063.
- [21] Mishra D, Akman I, Mishra A. Theory of reasoned action application for green information technology acceptance [J]. *Computers in Human Behavior*, 2014, 36:29-40.
- [22] 喻立凡,曹大宇,廖冰.生计资本、生态认知对农户绿色生产技术采纳意愿的影响研究[J].*中国农业资源与区划*,2024,45(12):27-39.  
Yu L F, Cao D Y, Liao B. Research on the impact of livelihood capital and ecological cognition on farmers'willingness to adopt green technologies [J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2024,45(12):27-39.
- [23] 崔钊达,余志刚.信息素养对农户保护性耕作技术采纳的影响研究:兼论生态补偿的调节效应[J].*中国生态农业学报(中英文)*,2025,33(3):590-604  
Cui Z D, Yu Z G. Study on the influence of information literacy on farmers' adoption of conservation tillage technology: also on the regulating effect of ecological compensation [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2025,33(3):590-604
- [24] 张淑娴,陈美球,谢贤鑫,等.生态认知、信息传递与农户生态耕种采纳行为[J].*中国土地科学*,2019,33(8):89-96.  
Zhang S X, Chen M Q, Xie X X, et al. Ecological cognition, information transmission and farmers' ecological farming adoption behavior [J]. *China Land Science*, 2019,33(8):89-96.
- [25] 王翠翠,夏春萍,童庆蒙,等.电商参与促进农户绿色生产吗:基于3省4县812户果农的实证研究[J].*中国人口·资源与环境*,2022,32(5):132-143.  
Wang C C, Xia C P, Tong Q M, et al. Does participating in E-commerce promote farmers' green production: an empirical study based on 812 fruit farmers in four counties of three provinces [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2022,32(5):132-143.
- [26] 史恒通,任爽妮,樊辉,等.生计资本对秦岭国家公园创建区原住民亲环境行为的影响:基于公平感知视角分析[J].*自然资源学报*,2024,39(10):2335-2349.  
Shi H T, Ren S N, Fan H, et al. The impact of livelihood capital on the pro-environmental behavior of indigenous residents in the Qinling National Park creation area: an analysis based on the perspective of fairness perception [J]. *Journal of Natural Resources*, 2024, 39 (10):2335-2349.
- [27] 江艇.因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J].*中国工业经济*,2022(5):100-120.  
Jiang T. Mediating effects and moderating effects in causal inference [J]. *China Industrial Economics*, 2022 (5):100-120.
- [28] 杨志海.老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为:来自长江流域六省农户数据的验证[J].*中国农村观察*,2018(4):44-58.  
Yang Z H. Ageing, social network and the adoption of green production technology: evidence from farm households in six provinces in the Yangtze River Basin [J]. *China Rural Survey*, 2018(4):44-58.
- [29] 孙子焯,官思羽,余志刚.数字素养对农户绿色生产技术采纳的影响[J].*中国农业大学学报*,2024,29(4):12-26.  
Sun Z Y, Gong S Y, Yu Z G. Influence of digital literacy on farmers' green production technology adoption behavior [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024,29(4):12-26.
- [30] 张超正,杨钢桥.不同模式农地整治前后农户生计资本变化研究[J].*中国土地科学*,2018,32(10):90-96.  
Zhang C Z, Yang G Q. Change of farmers'livelihood capital before and after rural land consolidation in different modes [J]. *China Land Science*, 2018, 32 (10) : 90-96.