

数字素养、要素配置与农户经营性收入

——以种植户为例

马恒运,张芳芳*,张君慧

(河南农业大学经济与管理学院,河南郑州450046)



摘要 基于中国家庭追踪调查(CFPS)2014—2022年的面板数据,以种植户为例,实证研究数字素养对农户经营性收入的影响及具体的作用机制。研究发现,数字素养对农户经营性收入具有显著的正向影响,进一步运用分位数回归发现,数字素养对农户经营性收入的影响呈现边际效应递减,即随着农户初始经营性收入水平不断提高,数字素养的促进作用不断减弱。异质性分析结果表明,数字素养对种植户、混合种植户、粮食主产区和东中部地区农户的经营性收入具有显著正向影响,对非粮食主产区和西部地区农户的经营性收入不存在显著影响。机制分析结果表明,数字素养通过优化技术要素与土地要素配置,进而促进农户经营性收入增长。据此,为更有效发挥数字素养对农户经营性收入增长的促进作用,要健全农户数字素养培育体系,针对个体差异性制定具体帮扶政策,并完善保障制度,从而促进农户增收。

关键词 数字素养;农户经营性收入;技术要素配置;土地要素配置

中图分类号:F326 **文献标识码**:A **文章编号**:1008-3456(2026)01-0025-12

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2026.01.003

目前,农户收入结构逐渐转变且增收面临困境。伴随工业化和城镇化的快速推进,农户经营性收入增加缓慢且在家庭总收入中的占比逐年下降,然而,经营性收入是维系农业再生产与农户生计安全的根基。第三次农业普查数据显示,全国小农户数量占农业经营主体的98%以上,小农户经营耕地面积占总耕地面积的70%^①。然而,小农户数量虽多,但其经营性收入总体水平不高,增长缓慢且不稳定,“增产不增收”“价低伤农”的现象时有发生,根据农业农村部统计,2024年全国蔬菜在田面积同比增加1.1%左右,但夏季北方的大暴雨和南方地区的高温导致减产,使7月初至8月上旬蔬菜价格较快上涨。同时灾害导致小麦大面积发芽霉变,因信息不对称与政策延迟,部分农户初期以低价抛售芽麦,损失严重,后期政府实施托底收购并定向销售给饲料企业,挽回部分损失。由此可见,农业生产成本上涨、农产品价格波动频繁与市场风险加剧并存,加之自然灾害和病虫害等不确定因素的侵扰,农户的收益空间被不断挤压,传统生产模式下的效率瓶颈与产业链短板,正削弱农户经营性收入增长的内生动力。许多农户虽辛勤劳作,但其收入的稳定性、增长潜力与其他行业相比仍存在显著差距,这种经营性收入困境不仅直接影响到农户的生计改善和生活质量,更制约农业产业竞争力的提升和乡村活力的焕发^[1]。

国家通过促进土地流转、强化农机补贴、高标准农田建设和推行农业保险托底等举措促进农户增收,学者们也研究产业组织模式^[2]、农业支持补贴^[3]、项目资助^[4]等对农户收入的影响。然而,外在供给虽能在短期内带来一定经济收益,但其局限性日益凸显,政策补贴呈现边际效应递减、基础设施建

收稿日期:2025-01-02

基金项目:国家自然科学基金项目“数字经济赋能农户绿色蔬菜生产技术采纳:影响机制与政策优化”(72403071)。

*为通讯作者。

① 数据来源于中华人民共和国中央政府网, https://www.gov.cn/xinwen/2019-03/02/content_5369853.htm。

设存在地域适应性差异以及农户能动性弱化,导致农户难以依靠外在供给实现长期稳定的收入增长。相较之下,提升农户内在能力为其提供了一种更为持久和稳定的增收路径。已有研究聚焦在培训^[5]、互联网使用^[6]、普通话技能^[7]等,但很少有人讨论数字素养对农户经营性收入的影响。

事实上,数字素养作为信息时代的基础性人力资本,通过赋能农户高效利用数字工具整合信息资源,提升农户市场响应能力、经营决策质量和可持续竞争力。2025年中央一号文件强调“推进农业科技力量协同攻关”“支持发展智慧农业,拓展人工智能、数据、低空技术等应用场景”和“实施数字乡村强农惠农富农专项行动”,旨在通过数字化手段赋能小农户与现代农业衔接。这表明,在农村劳动力减少的现实情况下,数字赋能成为提升农业生产效率、促进农户增收和保障粮食安全的关键路径^[8]。在数字化转型进程中,农户能力构建的核心集中体现为数字设备应用能力的多元化发展^[9]。提升数字应用能力影响农户高效获取信息、采用智能技术、对接线上市场等关键经营活动,进而提升农户竞争力^[10]。那么,农户数字素养水平是否能提升其经营性收入水平?数字素养通过何种途径提升农户经营性收入?

为此,本文以种植户为切入点展开分析,一方面,种植户是农户的重要组成部分,具有一定代表性,另一方面,围绕中国农业生产的长期发展,已经形成系统而全面的农业支持体系,且这一体系正随着现代农业的科技化和数字化进程而变革,因此,以种植户为例,可以清晰地展示农户经营性收入增加的内在逻辑。本文尝试利用中国家庭追踪调查(CFPS)2014—2022年5期面板数据回答上述问题。系统探索稳定和提升农户经营性收入的有效路径,破解其增收难题,不仅关系到种植业农民的切身福祉,更是夯实农业根基、激活乡村内生动力、最终实现乡村全面振兴的必然要求。

一、文献综述

随着数字化转型的推进,数字素养的内涵已从技术操作能力演变为社会化实践能力。普遍观点认为,在农业现代化的背景下,农户数字素养特指其通过数字媒介参与社会经济活动的的能力集合^[11]。学者们从不同方面构建数字素养框架,Chen等将数字素养划分为信息与学习、职业能力、数字社交能力、数字内容创作和数字安全五个方面,侧重强调农户的多层次数字素养^[12]。苏岚岚等从通用、社交、创意和安全四方面构建农户数字素养评估指标体系^[13]。其他学者认为,数字素养包括数字技术、数字工具和数字资源有关的知识、技能和态度,这种框架更强调数字素养的综合性,涵盖人们在不同方面所需的能力^[14-15]。Lu等认为数字素养不仅包括信息素养所强调的查找、理解、评估、交流和使用信息的能力,还包括在数字环境中交换信息、创建和使用数字设备的能力,因此从设备使用、学习、社会、商业及娱乐五方面评估^[16]。Moravec等从可操作性、信息搜索、社交、创造和移动设备使用5方面来衡量^[17]。Li等从信息数据、沟通协作、内容创作、安全和解决问题五方面来衡量^[18]。尽管相关研究在构建数字素养指标时侧重点各有不同,但在学习、社交和商业素养方面具有共识。

数字素养的经济效应已经引起国内外学者广泛关注。在收入分配方面,华静等采用可及性和使用度复合指标发现提升数字素养不仅能显著提高收入水平,还能缩小群体收入差距^[19]。另有研究指出社交网络、职业变动和资产配置在数字素养影响农户代际收入中起调节作用^[12]。在发展转型方面,部分研究发现数字素养对农地隐性撂荒^[20]、低碳生产^[21-22]、电商参与^[23]、技术采纳强度^[24]、小农户衔接现代农业^[25]、农户创业^[26]等方面产生影响,并能缓解相对贫困^[27-28],且新品种采纳^[29]、病虫害防治外包^[30]、节水生产行为^[31]、农业产业融合^[32]等成为农户经营性收入增加的关键驱动力。政策效应评估则呈现显著异质性,集中连片特困地区扶贫政策静态上缩小与一般地区的收入差距^[33],在规模农户种植面积超过350亩时,政策效应边际递减^[34]。

已有研究为本文奠定了一定的基础,相较于已有研究,本文的边际贡献体现在:第一,借鉴SOR模型,构建“情境刺激—内部动机—行为反应”过程机制,从理论上分析农户提升数字素养如何影响其经营性收入。第二,运用农业机械化水平和土地转入作为检验工具,分析要素配置在数字素养影响农户经营性收入中的中介作用,丰富了数字素养对农户经营性收入的传导机理研究,拓展了相关

理论研究及实证研究。第三,对不同类型、处于不同地区和地形的农户进行异质性分析,精准识别数字素养增收效应的群体差异性与地域约束条件,有利于提高政策建议的精准度,推动数字红利深度下沉。

二、理论分析与研究假设

在数字化时代,数字素养是提升个体竞争力和福利水平的关键能力^[16],是指个体在数字环境下使用数字技术进行信息获取、处理、交流和创新的能力。提高农户数字素养是解决农业发展结构性矛盾和实现农业高质量发展的有效途径^[35]。具备较高的数字素养不仅有助于解决农户生产生活中的问题,还有利于农户融入现代社会、获取市场信息、农业技术和政策信息等,从而形成信息优势,更好地调整经营策略,增加农户收入。

1. 数字素养对农户经营性收入的影响

刺激—机体—反应(stimulus—organism—response, SOR)理论主要应用于环境刺激对机体意识及行为关系的研究^[36]。该理论强调,在受到刺激后,机体并不是立刻做出反应,而是通过转变意识后改变状态。数字经济时代,农户受到互联网、大数据等数字媒介冲击,主动或被动提升数字素养,促进农户经营性收入增加。因此,本文试图借鉴SOR框架,分析数字经济时代,农户提升数字素养对其经营性收入的影响。

(1)产前:信息赋能与决策提效。提升数字素养,农户不仅能够增强信息处理能力,更能有效突破信息约束,从而优化生产经营决策,最终实现经营性收入的稳步增长。贫困的本质在于信息获取与利用能力的缺失,而非先天差异^[37]。农户通常以家庭为单位进行分散经营,常因信息匮乏难以精准判断农业生产条件与市场动态,数字素养的提升则有助于突破信息壁垒,增强农户获取、评估和利用信息的能力,赋能农户突破传统的信息孤岛,精准判断市场需求^[38-39],减少因决策不合理而造成的损失^[40],为后续开展生产活动奠定基础,最终增收。

(2)产中:技术渗透与经营增能。提升数字素养有利于促进智能技术应用与拓展市场边界,增强生产效能与经营韧性,激发增收动能。具备数字素养的农户能够实现农业生产过程的智能化和信息化管理,通过专业化生产和采用精准农业技术,提高农业生产效率和经济效益^[41]。同时,数字技术凭借广泛辐射性、渗透性及高度灵活性,打破实体市场时间和空间限制,拓宽销售渠道、扩大销售范围,提升农户在市场博弈中的议价能力,增强农户生产销售的信心,进一步激发其增收热情^[42]。

(3)产后:制度支持与权益保障。提升数字素养有利于提高政策可及性与维权效率,增强制度保障与公平感,稳定增收预期。农户通过线上渠道及时获取国家生产指导,实现惠农政策精准匹配与补贴发放透明化^[43]。线上的政民沟通渠道不仅提高政策透明度,也促进农户更积极地参与政策监督和反馈,有效保障其知情权和监督权。此外,数字化政务平台为农户提供高效且低成本的维权途径,面对合同纠纷或不正当交易等问题时,农户可迅速通过线上平台提出诉求,维护自身合法权益。及时有效的反馈与纠纷解决机制,显著降低农户在生产经营活动中的风险,增强了农户的公平感与权益保障感,从而稳固其增收动机。综上所述,本文提出以下假设:

H₁:数字素养正向影响农户经营性收入。

2. 数字素养影响农户经营性收入的机制分析

技术投入、土地投入是农业生产的必要投入,而农业机械化水平和土地流转是衡量农户生产要素配置的重要指标。本文从以上两方面入手,构建数字素养对农户经营性收入的具体影响机制。第一,数字素养能够优化技术要素配置,提高农业机械化水平,促进农户经营性收入增加。农业机械化是推动农业生产率增长的核心驱动力,据2024年数据,我国农作物耕种收综合机械化水平已达到75%^①,然而,相较于发达国家的高机械化水平,我国在此方面尚存差距。技术认知,尤其是对技术有

① 数据来源于中华人民共和国中央人民政府网,http://www.gov.cn.

用性和易用性的认知,是影响农业机械使用的关键因素之一,农户对新技术的理解和接受能力若受限,将影响其采纳农业机械的意愿。数字素养的提升显著改善农户对农业机械有用性和易用性认知,促进农业机械普及,提高农业机械使用频率,提升农业生产效率和产品质量,进而促进农户经营性收入的增长^[44]。第二,数字素养能够优化土地要素配置,提高土地流转,增加农户经营性收入。理性的农户会依据资源禀赋对家庭生产要素进行重新配置。基于新古典经济学理性决策框架,农户通过数字素养赋能实现生产要素改进,转入土地不仅能够带来规模经济效应,还能促进农产品多样化生产以适应市场需求,拓展销售渠道,增加收入^[45]。提升数字素养有助于农户更有效地获取市场信息,合理规划生产活动并优化资源配置,进而发挥规模化经营优势,提高农产品竞争力,最终实现收入增长。因此,本文提出以下假设:

H₂:数字素养通过优化技术要素配置,促进农户经营性收入增长。

H₃:数字素养通过优化土地要素配置,促进农户经营性收入增长。

三、数据来源、变量设置与模型构建

1. 数据来源与处理

本文研究数据来源于中国家庭追踪调查(CFPS)2014年、2016年、2018年、2020年和2022年5期数据。该调查覆盖25个省/市/自治区,采用系统抽样设计,目标样本规模为16000户,具有较高的代表性和可靠性。在数据处理过程中,首先根据CFPS2014问卷题项“您家从事哪些农林产品的生产?”筛选出来从事农业种植的个体,然后删除年龄小于16岁以及经营性收入、数字素养衡量指标、婚姻状况、教育程度等关键变量缺失的样本,最后得到9825个有效样本构成的非平衡面板数据。

2. 变量设置

(1)被解释变量:经营性收入取对数。

(2)核心解释变量:数字素养。参考Chen等^[12]、苏岚岚等^[13]、单德朋等^[14]的研究,将数字素养分为数字学习素养、数字社交素养和数字商业素养三个维度。其中,数字学习素养采用“是否使用网络学习”和“网络对获取信息的重要性”衡量;数字社交素养采用“网络对社交的重要性”和“使用网络社交的频率”衡量;数字商业素养采用“是否使用网络进行商业行为”和“使用网络对进行商业行为的重要性”来衡量。对6个题项运用熵值法求得农户数字素养综合得分。

(3)中介变量:农业机械化水平和土地转入。其中,农业机械化水平用“不包括租用或借用的,您家里拥有的农用机械(如联合收割机、拖拉机、脱粒机、机引农具、抽水机、加工机械等)当前总价值为多少元?”衡量,并进行对数化处理;土地转入采用“您是否租用他人土地”衡量。

(4)控制变量。参考苏岚岚等^[13]、李丽莉等^[26]的研究,选取户主个人特征和家庭特征层面的变量为控制变量。户主个人特征方面的变量包括户主年龄、教育程度、政治面貌和健康状况;家庭特征方面的变量包括家庭人口规模和政府补贴;通过财务回答人确定户主。上述变量定义和描述性统计见表1。

3. 模型构建

(1)基准回归模型。为考察数字素养对农户经营性收入的影响,构建基准回归模型如下:

$$Income_i = \beta_0 + \beta_1 DL_i + \sum_{s=1}^n \lambda_s Control_{si} + \xi_i \quad (1)$$

式(1)中, $Income_i$ 表示第*i*个农户的经营性收入, DL_i 表示第*i*个农户的数字素养水平, $Control_{si}$ 为其他可能影响农户经营性收入的控制变量, n 表示控制变量个数, ξ_i 为随机干扰项。

(2)分位数回归模型。为进一步探究数字素养对不同收入水平农户经营性收入的影响,参考张汉飞等^[46]的研究,构建如下分位数回归模型:

$$Q_q(Income_i) = \beta_0 + \beta_q DL_i + \sum_{s=1}^n \lambda_{sq} Control_{si} + \xi_i \quad (2)$$

表1 变量定义及描述性统计

| 变量 | 变量定义与赋值 | 均值 | 标准差 |
|---------------|--|--------|--------|
| 被解释变量 | | | |
| 经营性收入 | 经营性收入/元,取对数 | 6.470 | 4.108 |
| 核心解释变量 | | | |
| 数字素养 | 熵值法综合衡量 | 0.294 | 0.251 |
| 数字学习素养 | 是否使用网络进行学习:是=1;否=0 | 0.323 | 0.468 |
| | 网络对信息获取的重要性:非常不重要=1;非常重要=5 | 3.626 | 1.224 |
| 数字社交素养 | 网络对农民社交的重要性:非常不重要=1;非常重要=5 | 4.006 | 1.158 |
| | 使用网络社交的频率:从不=0;几月一次=1;一月一次=2;一月2-3次=3;一周1-2次=4;一周3-4次=5;几乎每天=6 | 2.927 | 2.429 |
| 数字商业素养 | 是否使用网络进行商业行为:是=1;否=0 | 0.460 | 0.498 |
| | 网络对农民进行商业行为的重要性:非常不重要=1;非常重要=5 | 3.024 | 1.255 |
| 中介变量 | | | |
| 农业机械化水平 | 农用机械价值/元,取对数 | 2.835 | 4.039 |
| 土地转入 | 您是否租用他人土地:是=1;否=0 | 0.176 | 0.381 |
| 控制变量 | | | |
| 年龄 | 实际年龄 | 43.958 | 13.241 |
| 教育程度 | 小学及以下=1;初中=2;高中=3;大专及以上=4 | 2.025 | 0.343 |
| 政治面貌 | 是否是中国共产党党员:是=1;否=0 | 0.029 | 0.169 |
| 健康状况 | 不健康=1;一般=2;比较健康=3;很健康=4;非常健康=5 | 3.148 | 1.192 |
| 家庭人口规模 | 家庭实际人数 | 4.437 | 1.947 |
| 政府补贴 | 过去12个月,您家收到政府农业补助吗:是=1;否=0 | 0.718 | 0.450 |

式(2)中, $Q_q(Income_i)$ 为农户经营性收入的 q 分位数, β_q 为数字素养对农户经营性收入的 q 分位数估计系数,其中 λ_{iq} 为控制变量对农户经营性收入的 q 分位数估计系数,其他符号与式(1)相同。

(3)中介效应模型。为分析要素配置在数字素养和农户经营性收入关系中的中介作用,采用层级回归方法^[47],具体检验步骤如下所示:

$$Med_i = aDL_i + vControl_i + \omega_i \quad (3)$$

$$Income_i = fDL_i + bMed_i + \pi Control_i + \tau_i \quad (4)$$

式(3)–(4)中, Med_i 为中介变量, a 、 b 、 c 、 f 、 φ 、 v 、 π 为待估计系数, ξ_i 、 ω_i 、 τ_i 为随机扰动项,其他符号与式(1)相同。

四、实证结果与分析

1. 基准回归结果

表2汇报了数字素养对农户经营性收入影响的逐步回归结果。列(1)仅控制了个体固定效应和时间固定效应,数字素养的回归系数显著为正,列(2)引入户主个人特征方面的控制变量,列(3)进一步引入家庭特征方面的控制变量,数字素养的回归系数依然在1%水平上显著为正,说明数字素养有助于提高农户经营性收入,研究假设 H_1 得以验证。可能的原因是中国农户长期面临的信息孤岛和资源错配等问题,正在被数字基础设施和精准农业技术逐步破解。在数字经济时代,农户获取数字化资源的门槛逐渐降低,各种农业平台帮助农户优化生产决策、把握市场动态、选择高收益品种并防控病虫害,直接提高农产品产量与质量;“数商兴农”工程与“快递进村”等政策的推进,大幅改善农村物流和网络条件,为农户通过数字渠道销售农产品提供现实基础,增加农户收入。因此,提升数字素养有利于促进农户增加经营性收入。

对于控制变量来说,户主健康状况、家庭人口规模和政府补贴对农户经营性收入具有显著正向影响,原因是在依赖劳动的农业经营中,身体健康和更大的人口规模意味着更多劳动力可以直接投

入生产,便于分工协作提高效率,内部资源共享降低风险以及经营规模扩大摊薄固定投入,从而提升经营性收入,政府补贴则可以直接增加农户经营性收入。

2. 分位数回归结果

本文使用分位数回归探究数字素养对不同经营性收入水平的农户影响的具体情况,表3展示了在Q20、Q40、Q60、Q70和Q90分位点进行回归的结果。整体上来看,在所有分位点,数字素养的估计系数均显著为正,但数字素养在不同分位点上存在显著差异,高经营性收入组的系数明显低于中低等收入组,这表明数字素养对高等收入的农户经营性收入提升作用更弱,对中低收入的农户的增收效应则相对较强。可能的原因在于,高收入农户通常拥有较完善的资源禀赋,其经营性收入提升更多依赖资本和技术密集型投入,单纯数字素养提升难以突破“能力—需求”匹配瓶颈。反观中低收入的农户,其需求集中于低门槛数字工具,数字素养的改善可直接转化为市场参与能力,促进其经营性收入增加。值得注意的是,数字素养显著促进中低收入的农户增收,且随着收入水平的提升,数字素养对农户经营性收入的促进作用将呈现边际效应递减,这表明数字素养可能会缩小农户内部贫富差距。

表2 数字素养对农户经营性收入影响的回归估计结果
N=9825

| 变量 | (1) | (2) | (3) |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 数字素养 | 0.783*** (0.243) | 0.763*** (0.243) | 0.771*** (0.240) |
| 年龄 | | 0.074 (0.127) | 0.108 (0.125) |
| 教育程度 | | -0.070 (0.132) | -0.050 (0.130) |
| 政治面貌 | | 0.532 (0.597) | 0.418 (0.588) |
| 健康状况 | | 0.127** (0.054) | 0.121** (0.053) |
| 家庭人口规模 | | | 0.449*** (0.039) |
| 政府补贴 | | | 0.617*** (0.116) |
| 常数项 | 7.920*** (0.122) | 4.725 (4.988) | 0.634 (4.922) |
| 个体固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 |
| R ² | 0.084 | 0.085 | 0.113 |

注:*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著;括号内为标准误,下同。

表3 分位数回归结果

N=9825

| 变量 | (1)Q20 | (2)Q40 | (3)Q60 | (4)Q70 | (5)Q90 |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 数字素养 | 0.889** (0.374) | 0.622*** (0.178) | 0.508*** (0.162) | 0.467*** (0.174) | 0.383* (0.220) |
| 年龄 | 0.011 (0.008) | 0.013*** (0.004) | 0.014*** (0.004) | 0.015*** (0.004) | 0.015*** (0.005) |
| 教育程度 | -0.051 (0.109) | -0.019 (0.052) | -0.006 (0.047) | -0.001 (0.051) | 0.009 (0.064) |
| 政治面貌 | -0.154 (0.419) | 0.041 (0.199) | 0.124 (0.182) | 0.155 (0.195) | 0.216 (0.247) |
| 健康状况 | 0.244*** (0.074) | 0.174*** (0.035) | 0.143*** (0.032) | 0.132*** (0.034) | 0.110** (0.043) |
| 家庭人口规模 | 0.519*** (0.042) | 0.320*** (0.021) | 0.235*** (0.018) | 0.204*** (0.020) | 0.142*** (0.025) |
| 政府补贴 | 1.775*** (0.211) | 0.947*** (0.102) | 0.595*** (0.092) | 0.465*** (0.098) | 0.206* (0.124) |
| 个体固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |

3. 内生性检验

采用基准回归模型分析数字素养对农户经营性收入的影响可能存在一定的内生性问题。首先数字素养在影响经营性收入的同时,可能也会受到经营性收入水平的影响,即两者之间存在反向因果问题。其次,数字素养高的农户可能来自经济条件更为优渥的家庭,从而更有可能取得较高的收

入水平,即样本可能存在选择偏差问题。因此,选取两阶段最小二乘法(2SLS)和Heckman两阶段法进行内生性检验。

(1)反向因果检验。本文考虑2个工具变量,一是村级层面的工具变量,参考李丽莉等^[26]的研究,选择样本农户所在村同村人的平均数字素养水平作为工具变量,样本农户同村人的平均数字素养水平会直接影响该农户数字素养水平,但不会直接影响其收入水平,符合工具变量相关性和外生性的要求。二是农户个人层面的工具变量,借鉴田红宇等^[48]的研究,选取每月邮电通信费作为工具变量,采用“平均每月,您家邮寄、通讯支出(包括电话、手机、上网、邮寄等)一共花多少钱?”衡量,邮电通信支出会直接影响农户的数字素养水平,但不会影响其经营性收入,因此,选择的工具变量既与核心解释变量相关,又满足外生性要求。估计结果如表4第(1)~(4)列所示。估计结果显示,在使用工具变量的情况下,数字素养的系数在1%的水平上显著为正,意味着数字素养有助于提高农户经营性收入,且估计系数明显大于基准回归结果中的估计系数,说明反向因果问题对农户数字素养作用效果的估计产生了偏误,进而导致数字素养的真实效果被低估。

表4 内生性检验结果

| 变量 | 2SLS | | 2SLS | | Heckman模型 | |
|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | (1)一阶段 | (2)二阶段 | (3)一阶段 | (4)二阶段 | (5)一阶段 | (6)二阶段 |
| 数字素养 | | 1.017** (0.459) | | 30.879*** (7.192) | | 0.606** (0.262) |
| 同村人的平均数字素养水平 | 0.777*** (0.018) | | | | | |
| 邮电通信费 | | | 0.007*** (0.001) | | | |
| 排他性约束控制变量 | | | | | 5.152*** (0.145) | |
| 逆米尔斯比率 | | | | | | -0.214 (0.137) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 个体固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 观测值 | 9825 | 9825 | 8859 | 8859 | 9825 | 9825 |
| R ² | 0.090 | 0.090 | 0.296 | 0.296 | 0.337 | 0.097 |

注:每月邮电通讯费有部分缺失值。

(2)样本选择偏误检验。参考孙忠娟等^[49]研究,采用Heckman两阶段模型缓解样本选择偏差造成的估计偏误。在第一阶段中,根据农户数字素养水平是否大于均值生成虚拟变量,作为因变量构造Probit模型,在控制变量的基础上,加入样本农户所在村同村人的平均数字素养水平作为工具变量,据此计算逆米尔斯比率。在第二阶段中,将逆米尔斯比率代入基准回归中,结果如表4第(5)~(6)列所示。逆米尔斯比率系数不显著,说明模型不存在严重的样本选择偏误问题,加入逆米尔斯比率后,数字素养对农户经营性收入的影响在1%统计水平上显著为正,表明数字素养依然有助于提高农户经营性收入,与前文研究结论相同,假设H₁得到进一步验证。

4. 稳健性检验

为检验基准回归结果的稳健性,本文使用更换核心解释变量衡量方式、引入高维固定效应、缩尾和截尾处理等方法分析数字素养对农户经营性收入的影响。

(1)更换核心解释变量衡量方式。基准回归分析中由于数据可得性,将数字素养分为三个维度进行分析,而CFPS2022年问卷对农户数字素养的衡量更为丰富,因此,选择CFPS2022年数据,参考王汉杰^[9]的研究,将数字素养细分为设备和软件操作、信息和数据、沟通协作和创作数字内容素养四个维度,每个维度运用1~5个题项衡量,并运用熵值法求得农户数字素养综合得分。具体来说,设备

和软件操作素养使用“是否移动设备上网”“是否电脑上网”及“网络对休闲娱乐重要性”衡量;信息和数据素养用“是否网上购物”“是否网络学习”“网络对学习重要性”和“网络对日常生活重要性”衡量;沟通协作素养用“是否使用微信”“网络对与家人和朋友保持联系重要性”来衡量;创作数字内容素养用“朋友圈分享频率”来衡量。表5(1)列显示,在更换数字素养测量方式后,数字素养对农户经营性收入具有显著的正向影响。

(2)引入高维固定效应。农户经营性收入的影响因素有很多,其中可能存在部分不可观测因素与农户数字素养也存在一定的关联,这些遗漏变量会导致估计结果出现偏误。为缓解遗漏变量问题产生的估计偏误,引入省份一时间高维固定效应,回归结果如表5第(2)列所示,数字素养依然显著正向影响农户经营性收入。

(3)缩尾和截尾检验。为减少极端值对估计结果的影响,对所有变量进行1%的缩尾和截尾处理,表5第(3)~(4)列显示,数字素养系数与方向依旧为正,再次验证基准回归结果是可靠和稳健的。

表5 稳健性检验结果

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 更换核心解释变量衡量方式 | 高维固定效应 | 缩尾处理 | 截尾处理 |
| 数字素养 | 0.331*** (0.092) | 0.737*** (0.239) | 0.773*** (0.240) | 0.829*** (0.255) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 个体固定效应 | 未控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | 未控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 省份-时间固定效应 | 未控制 | 控制 | 未控制 | 未控制 |
| 观测值 | 1602 | 9825 | 9825 | 9825 |
| R ² | 0.115 | 0.595 | 0.114 | 0.115 |

5. 异质性分析

由于不同地区经济发展水平和基础设施建设情况存在较大差异,加之农户种植结构也各不相同,数字素养对不同地区、不同种植结构的农户经营性收入的影响可能会有所不同,因此,本文基于种植户类型、粮食产区和地理位置三个方面进行异质性分析。

(1)基于种植户类型的异质性分析。根据农户作物种植类型,将总样本划分为种粮户和混合种植户分别进行分析,其中,混合种植户是指既种植粮食作物、又种植经济作物的农户。表6第(1)~(2)列显示,数字素养对种粮户和混合种植户的经营性收入均有显著的正向影响,但相较于混合种植户,数字素养对种粮户的经营性收入影响程度更高。可能的原因是,粮食生产标准化程度更高,更易通过数字工具实现规模化效益,且粮食市场风险较为集中,具备较高数字素养的种粮户,能够更有效地利用数字工具控制成本,抓住市场时机,从而提升经营性收入。相比之下,混合种植户在生产过程中,标准化低导致数字技术应用门槛高,产品多样化导致市场产品分散,因此,数字素养对混合种植户经营性收入的促进作用不如种粮户显著。

表6 异质性分析结果

| 变量 | 种植户类型 | | 粮食产区 | | 地理位置 | | |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| | (1)种粮户 | (2)混合种植户 | (3)主产区 | (4)非主产区 | (5)东部 | (6)中部 | (7)西部 |
| 数字素养 | 0.806*** (0.314) | 0.686* (0.371) | 0.939*** (0.307) | 0.552 (0.384) | 0.831** (0.395) | 0.856** (0.398) | 0.658 (0.451) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 个体固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 观测值 | 5572 | 4253 | 5612 | 4213 | 3730 | 2759 | 3336 |
| R ² | 0.129 | 0.100 | 0.125 | 0.105 | 0.134 | 0.134 | 0.097 |

(2)基于粮食产区的异质性分析。根据农户所在省份是否属于粮食主产区来进行分组回归,结果如表6第(3)~(4)列所示。粮食主产区的农户提升数字素养显著增加经营性收入,但数字素养未对非主产区农户产生增收效应。可能的原因是粮食主产区具备丰富的自然资源、完善的农业基础设施和政府的大力支持,农户通过技术采纳降低成本,从而显著增加经营性收入,相比之下,非粮食主产区农户由于生产规模较小、政策支持力度相对较小,数字素养对其经营性收入的影响不如粮食主

产区显著。

(3)基于地理位置的异质性分析。将农户所在地区划分为东、中和西部分别进行研究,结果如表6(5)~(7)列所示。数字素养显著增加东部和中部地区农户的经营性收入,但未对西部地区农户产生增收效应。可能是相较于西部地区,东中部地区凭借更优越的经济发展基础与更完备的数字基础设施生态,不仅助力农户形成较高的数字素养水平,也有助于农户发挥数字素养效应,促进农户取得更高的经营性收入。

6. 机制检验

为进一步探究数字素养能否通过优化技术要素与土地要素配置促进农户经营性收入增长,本部分借助农业机械化水平与土地流转两个机制变量,对数字素养影响农户经营性收入的传导路径进行检验,基于式(3)~(4),农业机械化水平在数字素养和农户经营性收入关系中的中介作用检验结果如表7所示。列(1)显示,数字素养对农业机械化水平的影响在1%的水平上显著为正,表明数字素养有助于提高农业机械化水平。列(2)显示,当数字素养和农业机械化水平共同对农户经营性收入回归时,两者的系数也均在1%的水平上显著为正,说明数字素养通过提高农业机械化水平进而促进农户经营性收入增加。可能的原因是具备较高数字素养的农户能够快速学习并适应新技术,数字平台的兴起,帮助农户通过手机或电脑租赁农业机械,优化作业安排,提高机械使用效率,从而提升农业机械化水平,进而促进农户经营性收入增加。假设H₂得到验证。

土地转入在数字素养和农户经营性收入关系中的中介作用检验结果如表7第(3)~(4)列所示。数字素养对土地转入具有显著的正向影响,表明数字素养有助于促进农户转入土地,当数字素养和土地转入共同对农户经营性收入回归时,两者系数也均显著为正,说明数字素养可以通过促进土地转入进而提高农户经营性收入。可能的原因在于数字素养较高的农户更容易获取关于土地流转的政策信息、市场行情和交易机会,并利用数字平台进行规范、透明的产权交易,且提升数字素养使农户更易接受现代农业经营模式,而现代农业经营模式通常要求农户转入土地,实现规模化经营,以提高农业生产效率,进而通过规模化经营产生的要素重组红利,促进农户经营性收入增加。假设H₃得到验证。

接下来本文进一步采用Bootstrap法检验中介效应的有效性。表8为抽样1000次的结果,可以看出,当农业机械化水平和土地转入作为中介变量时,数字素养对农户经营性收入的直接影响和间接影响均显著,表明技术要素与土地要素配置在数字素养对农户经营性收入的影响中发挥部分中介效应。

五、结论与启示

本文以种植户为例,重点考察数字素养影响农户经营性收入的作用机制及路径。研究发现,第一,提升数字素养显著促进农户经营性收入增长,在内生性检验与稳健性检验后,该结论依然成立。第二,分位数回归结果显示,随着收入水

表7 中介效应检验结果

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | 农业机械化水平 | 农户经营性收入 | 土地转入 | 农户经营性收入 |
| 数字素养 | 0.932*** (0.248) | 1.362*** (0.266) | 0.058** (0.029) | 1.845*** (0.286) |
| 农业机械化水平 | | 0.098*** (0.017) | | |
| 土地转入 | | | | 0.394** (0.185) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 个体固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 观测值 | 7786 | 7786 | 6339 | 6339 |
| R ² | 0.283 | 0.111 | 0.010 | 0.079 |

注:因2020年使用机械和土地流转的农户减少,导致相应样本量下降。

表8 Bootstrap 检验结果

| 变量 | 估计值 | 置信区间上限 | 置信区间下限 | |
|---------|------|---------------------|--------|-------|
| 农业机械化水平 | 直接影响 | 0.228*** (0.036) | 0.156 | 0.299 |
| | 间接影响 | 1.486*** (0.191) | 1.112 | 1.860 |
| 土地转入 | 直接影响 | 0.071*** (0.021) | 0.029 | 0.112 |
| | 间接影响 | 2.629*** (0.196) | 2.246 | 3.013 |

平的提升,数字素养对农户经营性收入的促进作用将呈现边际效应递减。第三,异质性分析表明,数字素养对种粮户、混合种植户、粮食主产区和中部、东部地区的农户经营性收入具有显著正向影响,但未对非粮食主产区和西部地区的农户产生增收效应。第四,机制分析表明,数字素养通过优化技术要素与土地要素配置实现农户经营性收入增加。

上述研究结论在新发展阶段中国乡村振兴战略全面推进的背景下具有重要的政策含义。第一,健全农户数字素养培育体系。研究发现数字素养提升会使农户整体受益,但具有个体异质性,因此,应构建一套多维度、多层次的乡村数字素养提升体系。针对当前政策偏重普惠覆盖而精准赋能不足的现状,建议采取差异化培育策略。政府应利用多种载体和通俗易懂的语言形式,主导构建“政策宣贯+技能微课+案例展播”的立体传播网络;实施阶梯式培训计划,面向中低收入群体开展基础培训,针对新型经营主体扩展市场分析和惠农政策等相关知识;同时,重点打造生产领域AI助农系统,帮助农户熟练掌握技能并通过实践转化成增收的动力。第二,针对数字素养对不同农户类型、粮食产区和地区的收入影响的异质性,应分区施策。对于混合种植户,应促进多元技术融合与成本优化,强化风险管理与市场拓展协同,推动产业协同与创新激励,提升其综合收益。同时,政府需加强政策支持、组织协调和监督评估,确保各项措施落地见效,从而充分发挥数字素养的积极作用,促进农户收入增长。在粮食主产区,要加大数字基础设施建设,推广智能农业设备,开展数字技能培训,强化产业链协同和市场拓展,助力种粮户提升经营性收入。在非粮食主产区,需精准扶持,提供适配数字技术,加强市场信息引导与风险防范,推动产业融合与品牌建设,帮助农户应对市场波动。同时,设立东、中、西差异化数字服务站,实现跨区域数据共享。第三,释放数字素养的农机增效与土地流转潜能。数字素养通过提高农业机械化水平和促进土地转入提升农户经营性收入,因此,政府应实施农机购置补贴与构建土地流转系统,破解智能农机覆盖率低与土地流转线上化不足等问题;同时,开展农机使用与维修速成课程,同步培育数字负责人以弥合技术应用鸿沟;并创新农机共享制度与资本要素制约机制,保护好小农户与新型农业经营主体的利益空间。

参 考 文 献

- [1] 高鸣,姚志.保障种粮农民收益:理论逻辑、关键问题与机制设计[J].管理世界,2022,38(11):86-102.
- [2] 李霖,郭红东.产业组织模式对农户种植收入的影响——基于河北省、浙江省蔬菜种植户的实证分析[J].中国农村经济,2017(9):62-79.
- [3] 许庆,陆钰凤,张恒春.农业支持保护补贴促进规模农户种粮了吗?——基于全国农村固定观察点调查数据的分析[J].中国农村经济,2020(4):15-33.
- [4] 张益丰,王晨.项目资助能有效提高异质性条件下农民收入吗?[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2020,20(5):134-142.
- [5] 翟世贤,彭超.培训能增加农民收入吗——基于全国农村固定观察点数据的实证研究[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024(2):108-121.
- [6] 罗千峰,赵奇锋.互联网使用对农户家庭收入增长的影响及机制研究[J].经济经纬,2022,39(6):34-44.
- [7] 唐曼萍,李后建.普通话技能的农户减贫效应研究——基于西部民族地区经济社会的调查[J].中国经济问题,2019(2):122-136.
- [8] 刘晓倩,韩青.农村居民互联网使用对收入的影响及其机理——基于中国家庭追踪调查(CFPS)数据[J].农业技术经济,2018(9):123-134.
- [9] 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.
- [10] 马述忠,贺歌,郭继文.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[J].农业经济问题,2022(5):10-26.
- [11] 谢璐,韩文龙.数字技术和数字经济助力城乡融合发展的理论逻辑与实现路径[J].农业经济问题,2022(11):96-105.
- [12] CHEN Z W, CUI R J, TANG C, et al. Can digital literacy improve individuals' incomes and narrow the income gap?[J]. Technological forecasting and social change, 2024, 203: 123332.
- [13] 苏岚岚,彭艳玲.农民数字素养、乡村精英身份与乡村数字治理参与[J].农业技术经济,2022(1):34-50.
- [14] 单德朋,张永奇,王英.农户数字素养、财产性收入与共同富裕[J].中央民族大学学报(哲学社会科学版),2022,49(3):143-153.
- [15] 温涛,刘渊博.数字素养、金融知识与农户数字金融行为响应[J].财经问题研究,2023(2):50-64.
- [16] LU H W, LI T T, LI G J, et al. Digital literacy and the rural cooking energy transition: evidence from rural China[J]. Energy policy, 2025, 198: 114451.

- [17] MORAVEC V, HYNEK N, GAVUROVA B, et al. Who uses it and for what purpose? The role of digital literacy in ChatGPT adoption and utilisation[J]. *Journal of innovation & knowledge*, 2024, 9(4): 100602.
- [18] LI P, LI Q H, DU S X. Does digital literacy help residents avoid becoming victims of frauds? Empirical evidence based on a survey of residents in six provinces of east China[J]. *International review of economics & finance*, 2024, 91: 364-377.
- [19] 华静,潘嗣同.数字素养鸿沟与农户收入不平等[J]. *华南农业大学学报(社会科学版)*, 2024, 23(3):35-47.
- [20] 陈江华,陈静,邱海兰.数字素养对农地隐性撂荒的影响——基于农户“双改单”种粮行为的研究[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2025(1):19-30.
- [21] 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.
- [22] LIU H, ZHANG Y S, ZHANG Y L. How does digital literacy impact household carbon emissions? Evidence from household survey in China[J]. *Sustainable futures*, 2024(7): 100220.
- [23] 罗磊,傅新红,刘宇莹,等.新冠肺炎疫情风险感知、数字素养与农户电商参与意愿——基于柑橘种植农户调查数据分析[J]. *农业技术经济*, 2024(2):56-72.
- [24] 贺亚琴,刘衍朵,郭锦墉,等.数字素养、社会网络与粮食种植户有机肥替代技术采纳强度——基于CRRS数据的实证[J]. *农林经济管理学报*, 2024, 23(5):643-651.
- [25] 杨玉珍,张雪珂.数字素养对小农户衔接现代农业的影响研究——基于黄河流域9省区1592户小农户的调查[J]. *经济经纬*, 2024, 41(3):42-53.
- [26] 李丽莉,徐嘉,梅燕,等.数字素养对农民创业决策的影响:来自CFPS的经验证据[J]. *农林经济管理学报*, 2025, 24(2):263-271.
- [27] LI Y, HUANG Y Y. Social security, digital literacy, and relative poverty in China[J]. *Finance research letters*, 2025, 71:106446.
- [28] ZHANG J, WANG D Q, JI M, et al. Digital literacy, relative poverty, and common prosperity for rural households[J]. *International review of financial analysis*, 2024, 96: 103739.
- [29] 陈宜,王征兵,关宇航.新品种采纳促进了农户农业经营性收入增长吗?——来自陕西猕猴桃主产区的准自然实验[J]. *西北农林科技大学学报(社会科学版)*, 2024, 24(6):107-118.
- [30] 王玉斌,王鹏程.病虫害防治外包提高了农民收入吗——基于安徽和江苏两省水稻种植户的实证分析[J]. *农业技术经济*, 2022(10):132-143.
- [31] 陈宏伟,穆月英.节水生产行为、非农就业与农户收入溢出[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2022(2):1-11.
- [32] 朱桂丽,洪名勇.农村产业融合对欠发达地区农户收入的影响——基于西藏532户青稞种植户的调查[J]. *干旱区资源与环境*, 2021, 35(1):14-20.
- [33] 邓翔,张鸿铭,朱海华.区域扶贫政策的助农增收效果评估[J]. *农业技术经济*, 2023(5):80-97.
- [34] 龙方,李姗姗.农业支持保护补贴促进粮农增产增收了吗?——来自湖南省512个规模农户的验证[J]. *农村经济*, 2023(9):50-60.
- [35] 张必忠,罗磊,傅新红.数字素养赋能农民共同富裕的机制与效应研究[J]. *农村经济*, 2025(3):124-132.
- [36] MEHRABIAN A, RUSSELL J A. The basic emotional impact of environments [J]. *Perceptual and motor skills*, 1974, 38(1): 283-301.
- [37] 刘晨光.中国式现代化进程中数字经济赋能农民农村共同富裕:逻辑机理与实现路径[J]. *农村经济*, 2024(4):13-25.
- [38] 庄天慧,骆希.小农生产主要特征、困境及与现代农业有机衔接路径研究——基于四川省的实证研究[J]. *农村经济*, 2019(11):8-18.
- [39] 黄季焜,苏岚岚,王悦.数字技术促进农业农村发展:机遇、挑战和推进思路[J]. *中国农村经济*, 2024(1):21-40.
- [40] 郭家堂,骆品亮.互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J]. *管理世界*, 2016(10):34-49.
- [41] 苏岚岚,彭艳玲,周红利.共同富裕背景下农户数字经济参与的收入效应及作用机制[J]. *中国农村经济*, 2024(8):145-165.
- [42] 郭朝先.数字经济时代产业组织演变:趋势、特征与效果[J]. *中国农村经济*, 2023(10):2-25.
- [43] 易法敏,古飞婷,罗必良.乡村数字经济包容性发展的政策组合及其治理——基于“电子商务进农村综合示范”的案例研究[J]. *管理世界*, 2025, 41(5):101-116, 197, 246.
- [44] 陈涛,杨佳怡,陈池波.农业机械化促进农民增收的作用机制与路径:基于农业生产环节的可分性[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2022(4):129-140.
- [45] 彭开丽,程贺.决策行为视角下农地流转对农户收入的影响——来自湖北省东部9县(市/区)的证据[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2020(5):132-142, 174-175.
- [46] 张汉飞,吴童.数字普惠金融对农民收入增长的影响——来自中国家庭金融调查的微观证据[J]. *农村经济*, 2024(2):66-76.
- [47] 温忠麟,叶宝娟.中介效应分析:方法和模型发展[J]. *心理科学进展*, 2014, 22(5):731-745.
- [48] 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.
- [49] 孙忠娟,刘凯月,冯佳林,等.如何实现数字竞争优势:“专精特新”企业数字投资与专业投资的协同逻辑[J]. *中国工业经济*, 2025(4):156-173.

Digital Literacy, Factor Allocation and Farmers' Operational Income

—A Case Study of Crop Farmers

MA Hengyun, ZHANG Fangfang, ZHANG Junhui

Abstract Based on panel data from the China Family Panel Studies (CFPS) from 2014 to 2022, this study empirically investigates the impact of digital literacy on farmers' operational income and explores its underlying mechanisms using crop farmers as an example. The findings indicate that digital literacy has a significant positive impact on farmers' operational income. Further analysis using quantile regression reveals a diminishing marginal effect: as the initial level of operational income increases, the positive effect of digital literacy gradually weakens. Heterogeneity analysis shows that digital literacy significantly boosts the operational income for crop farmers, mixed farmers, farmers in major grain-producing areas, and those in the eastern and central regions. However, it does not have a significant impact on farmers in non-major grain-producing areas or in the western regions. Mechanism analysis suggests that digital literacy promotes the growth of farmers' operational income by optimizing the allocation of technological and land factors. Therefore, in order to more effectively leverage the role of digital literacy in enhancing farmers' operational income, it is essential to improve the digital literacy training system for farmers, formulate targeted support policies based on differences across farmers, and enhance social security system, thereby promoting income growth among farmers.

Key words digital literacy; farmers' operational income; technical factor allocation; land factor allocation

(责任编辑:余婷婷)