

推动数字技术创新应用在农业农村有效落地

北京大学现代农学院教授、新农村发展研究院副院长 易红梅

北京大学现代农学院博士后 李 钰

北京大学现代农学院博士后 何 煦

摘 要:数字技术是推动“三农”转型的重要驱动力,但当前数字技术创新应用在农业农村落地转化率较低。本文结合实践经验,分析数字技术在农业农村创新应用的实践经验与发展挑战,认为供需不匹配、数据基础薄弱、从业人员数字素养不足、项目设计机制不合理等是制约数字技术在农业农村创新应用有效落地的关键问题,提出应夯实数据基础设施建设、提升农业部门从业人员数字素养水平、促进跨界交流与合作、强化市场化激励、推动制度创新等,推动数字技术创新应用在农业农村有效落地。

关键词:数字技术; 创新应用; 数字素养; 农业农村现代化 **中图分类号:**F323

数字化浪潮正深刻重塑全球经济与社会格局,也为破解农业农村发展难题、全面推进乡村振兴提供了历史性机遇。2021年10月,习近平总书记主持十九届中央政治局第三十四次集体学习时强调:“当今时代,数字技术、数字经济是世界科技革命和产业变革的先机,是新一轮国际竞争重点领域,我们一定要抓住先机、抢占未来发展制高点。”党的十八大以来,党中央、国务院先后出台一系列相关政策促进数字技术在“三农”领域的应用。2019年《数字乡村发展战略纲要》发布,明确了数字乡村建设的目标任务。从农业物联网、农村电商到数字乡村试点,数字技术的火种正加速在农业农村各场景落地。



易红梅

数字技术在农业农村创新应用的背景与实践

面对日益不确定的外部环境,作为国民经济和社会发展的“压舱石”,我国“三农”工作稳步发展。但在迈向农业农村现代化的进程中,仍然面临诸多挑战。首先,城乡之间以及农村内部的收入不平衡等问题仍然突出,制约乡村全面振兴与新型城镇化实现。其次,耕地资源紧张、生产结构调整压力加大,导致饲料与粮食进口持续增长,引发社会对粮食安全的广泛关注。再次,传统的农业发展模式对水土资源和生态环境造成一定破坏,制约农业可持续发展。最后,以老龄化的农业人口、小农户为主的生产格局,以及频发

的极端气候事件,使得农村地区在面对风险和外部冲击时缺乏足够的应对能力和韧性。

现代科技发展不仅是过去农业生产力提升的重要动力,也将是未来加快农村经济转型的关键引擎。过去十余年,数字技术深刻重塑经济与社会运行逻辑,被视为应对上述挑战的战略性工具。

在此背景下,各地试点探索逐步深化,路径由单一领域扩展到整体推进。2013年启动农业物联网区域试验;2014年开展电子商务进农村综合示范;2017年围绕重要农产品全产业链大数据建设在13个县开展近百个试点;2020年启动“互联网+”农产品出村进城工程试点,覆盖110个试点县,并启动首批117个国家数字乡村试点,2024年扩展到152个。农业龙头企业、互联网平台和创新型初创企业等市场主体纷纷入场,依托资本、技术与组织优势,积极探索数字技术创新应用,共同推动农业生产系统、价值链和食物系统转型。

20世纪60年代以来,学术界围绕农业科技创新开展了深入的理论与实证研究。不少学者探讨了资源有效配置对技术创新的影响,但这些理论的产生均具有鲜明的时代特征,认为农业产业的技术进步主要来自农业产业内部技术革新、资源配置和农产品市场需求。然而,在以数字技术为代表的新一轮农业科技革命时期,农业技术创新的主体不再局限于农业部门内部,来自其他部门的先进技术研发往往会对特定部门的技术革新起重要作用,并可能颠覆性地突破水土资源等生产要素瓶颈制约。这种外生推动的科技创新在加速农业部门科技创新的同时,可能改变传统的农业科技创新的供需格局。

从我国过去十多年的实践经验来看,跨界的颠覆式数字技术在农业农村的创新应用不乏成功案例,并被其他国家广泛借鉴。例如,我国引进无人机技术并创新应用于病虫害防治、播种施肥等农业生产活动,目前已成为大田生产环节应用与发展最快的数字技术之一。

2015至2024年,我国植保无人机保有量从2324架增长至25.1万架,作业面积从1153万亩增长至26.7亿亩。北京大学2023年对安徽、四川和山东等省的12个产粮大县的调查结果显示,26%的种粮农户在植保环节使用了无人机。其中,大规模粮食种植户的采纳率达42%。尽管如此,只有5%的大规模种植户会自己购买无人机,农户主要以购买社会化服务的方式使用无人机植保服务。无人机植保服务能得到规模经营主体和小农户的积极采用,是因为它能有效解决农民在农业生产中面临的现实问题:一是传统的植保打药工作环境恶劣(农药暴露、高温、异味、在茂密作物间穿梭等),对农民身体健康具有潜在的损害风险。二是传统的植保打药人工投入量大。随着我国劳动力成本上升,传统植保成本急剧攀升;但与之相反,无人机技术的进步以及社会化服务组织的发展使得无人机植保服务成本不断降低,即便是从事粮食生产的小农户也负担得起。尤其值得一提的是,社会化服务组织这一制度创新实现了数字技术对小农户的包容性发展。三是无人机植保能以数字化形式自动记录作业轨迹,避免农业生产中的雇工作业因监督成本高而导致低效率问题。中国已多年位居世界第一大民用无人机出口国,农业无人机“出海”速度不断加快。

数字技术在农业农村创新应用的问题

数字技术已在农业生产、农产品流通、乡村治理与公共服务等环节由点到面逐步扩散。但总体而言,数字技术在农业农村的创新应用仍然呈现“双低”特征。一是以设备为载体的嵌入式技术采用率低。目前,“三农”领域应用相对较广的数字技术主要是数字化咨询服务、数字化金融服务、农产品电商平台等非嵌入式技术,而真正广泛应用于农业大田生产中的嵌入式技术仅有无人机和北斗导航技术。二是数字技术与“三农”融合层次低。即便是采用非嵌入式数字技术,“三农”领域仍缺

乏深层次的数字技术应用。例如，农户对数字金融服务的应用以转账交易为主，对较高层次的信贷等金融产品应用很少。

与此同时，跨界的颠覆式数字技术在农业农村创新应用时暴露出的问题屡见不鲜。已有研究认为，供需不匹配是造成我国农业科技成果转化应用率不高的主要原因之一。从实践来看，相较于传统的农业科技创新，数字技术在农业农村的创新应用面临的新问题进一步加剧了供需匹配的难度。一是与工业、服务业不同，农业系统因其自然属性而存在显著的区域异质性。即便是同一作物，由于不同区域在气候、土壤、水资源及生产传统上的差异，南北方或平原、山区适用的种植方案可能差异极大，农业生产的组织形式也各不相同。然而，跨界进入的数字技术创新主体常常忽视农业系统的自然属性和区域差异，沿用“工业化”的思维直接套用通用技术方案，造成供需错位。二是目前我国缺乏可靠的基础数据和成本可负担的数据服务，数据基础薄弱，相关的数字技术创新应用难以落地。例如，大部分的植保无人机都具备根据地块条件和虫害压力动态调整农药喷洒强度的功能，但现实中几乎没有农户应用这一功能，原因主要在于缺乏启动此类功能所需的病虫害地图服务。三是农业部门从业人员数字素养水平较低，不仅影响了农业部门传统的市场主体开展数字技术创新应用的能力，也影响了他们对数字技术创新应用的采纳，导致采纳不足和盲目采纳现象共存。智慧农业解决方案的复杂程度已经超过政府、企业和用户等主体能理解的范围，整个系统面临数字素养不足的挑战。很多地方数字技术应用“盆景”的产生虽有不当激励因素，但在一定程度上是由于农业部门从业人员数字素养不足，对具体数字技术应用与要解决的现实问题之间的关系与作用机制理解不清，导致“虚浮”供给。

试验示范的项目设计机制缺陷也是导致数字技术

创新应用落地率较低的重要原因之一。有关报告显示，当前AI+农业相关企业的业务对象以政府业务为主，即地方政府部门因为各类试点需求成为农业数字技术服务的主要购买者。换言之，这些创新主体关注的是满足政府部门试验示范的需求，而不是最终市场主体——农业企业和农民的需求。值得肯定的是，在江苏苏州等智慧农业先行试验区，示范项目的设计机制正在发生变化，数字技术创新的示范和应用正在由政府买单的模式向创新主体自建自投、农业部门提供应用推广平台的模式转变。这一转变有望推动创新主体更加关注创新应用的成本收益和落地问题。

推动数字技术创新应用有效落地的对策建议

当前，数字乡村处于迅速发展阶段，要推动数字技术创新应用在农业农村的有效落地，关键在于缓解供需不匹配问题，使数字技术创新应用真正回应农民与农业企业的现实需求。

第一，夯实数据基础设施建设。数据是数字技术创新应用的核心资源，农业领域拥有系统、标准化的数据支撑将让智能化功能发挥最大作用。应加强高质量农业数据的系统性采集、标准化处理和开放共享，推动建设覆盖农田环境、作物长势、病虫害分布等多维度的“三农”基础数据库，并通过与部门外数据的交换与整合，拓展数据资源的广度和深度。在此基础上，以制度建设为核心，健全数据共享机制，明确数据权属、共享范围、权限流程、安全责任与利益分配方式，推动政务数据与涉农业务数据高效、安全和合规流通与使用，提升数据服务的可及性和可负担性。鼓励政产学研协同打造开放共享的平台，在保障数据安全的基础上为各类创新主体（包括中小规模主体）提供可靠的底层数据支持，助力农业数字化转型升级。

第二，提升农业部门从业人员数字素养水平。数字

技术创新应用的普及不仅依赖于技术供给方的技术创新,更需要管理者和一线从业人员具备理解与操作数字技术创新应用的能力。应系统开展多渠道、多层次的数字能力培训,可在乡村产业振兴带头人培育“头雁”项目、高素质农民培育项目等项目中强化数字技术模块,针对培育对象的特征开发设计培训材料,切实提高培训内容的针对性和实用性,促进整个农业系统从业人员的数字素养提升。着力支持涉农高校培养跨界复合型人才,在传统专业中嵌入数字技术相关课程,增强学生数字素养,积极推动学科交叉,设立农业与大数据、智慧农业等新兴交叉学科或专业方向,培养理解农业系统的复杂性并能将数字技术与之有机结合的复合型人才。

第三,坚持需求导向,促进跨界交流与合作。构建以一线市场主体真实需求为重点的数字技术创新应用生态。数字技术创新应用整个过程必须坚持以市场主体需求为根本导向,从技术研发初始阶段就建立需求征集与反馈渠道,让一线生产经营者成为创新过程的“共创者”。数字技术创新主体往往来自信息技术部门,应建立跨学科、跨领域的交流合作机制,通过设立联合实验室、举办专题研讨会等形式推动农业科技人员、信息技术研发人员、一线生产经营主体之间的深度互动,共同定义问题,共同探索“因地制宜”的数字化解决方案,确保供给方的技术设计与需求方的实际问题紧密对接,提升数字乡村建设的实效性与可持续性。

第四,强化市场化激励。坚持有效市场和有为政府结合,鼓励创新主体良性竞争,推动激励机制创新。政府应以引导和搭台为主,通过规则设计和环境营造激励创新主体在公平竞争中形成创新活力。要着力避免大包大揽、过度依靠财政资金盲目开发和推广应用,坚持市场在资源配置中的决定性作用,创新主体在享受创新收益的同时也要承担成本和风险,形成权责利对等、激励相容的良性发展格局。可通过“揭榜挂帅”、项目竞赛、

公开遴选等方式引导创新主体良性竞争,择优支持。同时,建立财政支持项目的长效评估机制,确保财政支持精准流向真正技术可行、模式有效、经济可持续、具备推广潜力的解决方案,提升公共资源使用效率。

第五,推动制度创新。经济增长不仅仅依赖技术创新本身,更依赖于创新的环境和机制,如果没有政策和制度充分支撑,创新可能陷入停滞或结构性困境。推动数字乡村与智慧农业发展,必须将制度创新摆在与技术创新同等重要的战略位置,着力构建激励创新、规范发展、与技术创新互为支撑的制度体系,确保数字技术在农业农村领域的创新应用具备经济可行性与社会适应性,切实服务国家粮食安全目标与农业农村现代化目标。

综上所述,只有在数据、人才、合作、市场与机制等多方面形成合力,数字技术创新应用才能逐步实现从“示范”走向“普及”,为农业农村现代化提供坚实支撑。③

基金项目:国家自然科学基金国际(地区)合作交流项目“数字化背景下乡村产业转型升级路径与对策研究”(项目编号:72361147522);国家自然科学基金面上项目“高素质农民培育项目对促进农业快速增长、绿色发展、提升农业韧性和农户生计公平的影响研究”(项目编号:72273003)

参考文献:

- [1]Yujiro Hayami,V. W. Ruttan.Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan,1880-1960[J].Journal of Political Economy,1970,78(5):1115-1141.
- [2]Michael Tsan,S.Totapally,B.Addom.The Digitalisation of African Agriculture Report 2018-2019[J].Agricultural and Food Science,2019-06-07.
- [3]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.