

doi:10.14089/j.cnki.cn11-3664/f.2023.09.001

引用格式:罗千峰,赵奇锋,胡雯.智慧农业的增效机制与包容性发展路径[J].中国流通经济,2023(9):3-10.

# 智慧农业的增效机制与包容性发展路径

罗千峰<sup>1</sup>,赵奇锋<sup>2</sup>,胡雯<sup>3</sup>

(1.中国社会科学院农村发展研究所,北京市100732;2.中国社会科学院数量经济与技术经济研究所,北京市100732;3.北京大学现代农学院,北京市100871)

**摘要:**智慧农业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方式,也是实现农业农村现代化的重要驱动力。在现有研究的基础上,明晰智慧农业对农业发展方式的影响,系统梳理智慧农业的增效机制,全面审视智慧农业包容性发展问题,明确促进智慧农业包容性发展的策略。研究发现,智慧农业对农业发展方式产生影响主要体现在资本化投资增多、服务数字化转型增速及专业化生产增强三个方面,并且在促进农业高质量发展和推进农业现代化进程中通过增产机制、降本机制和协同机制实现增效目的。在此基础上,从智慧农业产业类型、生产环节及经营规模等方面,基于收益分配视角分析了当前智慧农业包容性发展的不平衡性问题。未来,应降低智慧农业技术供给成本,重点促进智慧农业在种植业领域应用;加强农业数据相关制度建设,促进生产主体与服务主体平等分享增值收益;提升农户数字素养,推进小农户与现代农业发展有机衔接,从而促进智慧农业包容性发展。

**关键词:**智慧农业;增效机制;包容性发展;数字经济**中图分类号:**F279.33**文献标识码:**A**文章编号:**1007-8266(2023)09-0003-08

当前我国农业发展存在行业结构、产品结构、组织结构、技术结构、外贸结构和空间结构六大结构性矛盾,面临增产导向造成的生产成本急剧攀升、农产品和环境安全受到威胁和“增产不增收”难题<sup>[1]</sup>,迫切需要转变农业发展方式和模式,不断优化农业产业结构和提升农业发展质量。市场消费升级和技术变迁会促进农业发展方式的升级,在经济高质量发展的背景下,全面提升农业的质量效益和竞争力,客观上要求农业向更高发展阶段的智慧农业方向转型升级。

智慧农业的核心是数字技术成为农业发展的

重要驱动力。具体来说,智慧农业是利用移动互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术促进农业发展过程和全生命周期的数字化,形成信息感知、智能控制、科学决策、精准投入、定制服务的全新农业生产方式,是农业信息化发展到智能化的高级阶段<sup>[2-3]</sup>。总之,智慧农业是以信息和知识为核心要素,涉及智能控制、科学决策、个性化服务等内容的先进农业生产方式和农业高级发展阶段。智慧农业能够促进数据实时共享和信息高效传递,利用现代化、集约化、专业化方式合理配置资源要素,实现粮食增产、效益提升和生态维护等

**收稿日期:**2023-06-07

**作者简介:**罗千峰(1990—),男,河南省信阳市人,中国社会科学院农村发展研究所助理研究员,博士,主要研究方向为产业经济、农业经济理论与政策;赵奇锋(1991—),男,河南省驻马店市人,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所助理研究员,博士,主要研究方向为技术创新、数字经济;胡雯(1994—),女,江西省新余市人,本文通讯作者,北京大学现代农学院博士后,主要研究方向为农业经济理论与政策。

多元目标<sup>[4]</sup>。尽管我国智慧农业信息基础设施不断完善,智慧农业技术与农业经济深度融合,智慧农业应用场景持续扩展,但仍存在关键核心技术创新和供给不足、数据要素利用低效、体制机制不完善以及效益精英俘获严重等现实挑战<sup>[5-6]</sup>。因此,有学者提出,应提升数据使用的安全性,推动区块链、大数据等数字技术应用与现代农业生产效率提升的协同发展,完善面向农业农村的综合信息数字服务体系,进一步促进数字技术精准下乡,促进农民及农业系统持续性受益<sup>[7-10]</sup>。此外,也有学者借鉴国际智慧农业发展经验,通过对典型发达国家和地区智慧农业发展模式的研究,在创新驱动、政策引导、融合发展及制度建设等方面提出我国智慧农业发展的政策建议<sup>[11-13]</sup>。

现有研究主要集中在智慧农业发展的意义、面临的挑战、技术创新与应用以及发展模式和经验借鉴等方面,对本文提供了重要参考,但还存在一些可拓展的研究空间。一是本文探讨智慧农业对农业发展方式的影响,系统梳理智智慧农业的增效机制,明确智慧农业在促进农业高质量发展和推进农业现代化进程中的增产机制、降本机制及协同机制,丰富关于智慧农业作用机制的研究;二是本文全面审视智慧农业包容性发展问题,明确促进智慧农业包容性发展的策略,从而为智慧农业实践推广和促进广大农民群体分享智慧农业发展红利提供有益参考。

## 一、智慧农业对农业发展方式的影响

新一代信息技术与农业产业的融合发展产生了巨大的外溢效应,深刻体现在智慧农业对农业发展方式转变和农业高质量发展的促进作用上。智慧农业对农业发展方式的影响主要表现在资本化投资增多、服务数字化转型增速及专业化生产增强三方面。

### (一)资本化投资增多

传统农业生产过程最为关键的供给要素是劳动力,难以将新技术、新设备引入发展轨道,缺乏规模经济效应,而智慧农业可以依靠新一代信息技术推动三次产业的融合发展,有效拓展农业多功能性,从而实现农业增收增效<sup>[14]</sup>。2021年,我国县域农业农村信息化建设的财政投入占国家财政

农林水事务支出比例的1.8%;社会资本投入为954.6亿元,县均社会资本投入3588.8万元,同比增长17.2%<sup>①</sup>。智慧农业改变了传统农业的要素投入结构,主要表现为劳动投入变少、资本投入增多。

具体来说,一方面,智慧农业依靠传感器、物联网等技术实现对农业生产全过程的实时监测,并主要依靠数据进行科学分析,为生产决策提供科学指导,数据作为关键的生产要素的重要性和价值不断凸显,有助于推动农业发展转向高度自动化和智能化<sup>[15]</sup>。在此过程中,农业生产只需要极少量关键环节的高素质劳动力投入,劳动强度和劳动时间大幅低于传统农业,显著节约了劳动力投入,有利于应对农业发展的劳动力供给结构性矛盾的挑战。另一方面,数据的采集、分析以及预测不仅需要较高的传感器、高速网络等基础设施投入,而且需要生态化、个性化的软件投入,这就决定了智慧农业的发展要以高资本、长周期投入作为基础条件和必要保障,因此智慧农业的发展是建立在高投资的基础上,尤其是初期基础设施建设和关键技术设备的应用需要大量资金投入作为保障。

### (二)服务数字化转型增速

传统农业的发展很大程度上追求规模经济效益,通过规模化发展降低平均成本,进而依靠价格优势提高产业的竞争力和产业盈利空间。然而,智慧农业的发展更多依靠社会化服务的有效供给。《农业现代化示范区数字化建设指南》指出,加快数字化发展是建设社会主义现代化强国的基础性先导性工作,要拓展数字支撑应用场景,探索建立农业社会化服务“一张网”、探索建立农业科技信息服务“一朵云”<sup>②</sup>。农业生产环境的复杂性与市场需求的多元性,对智慧农业技术应用场景和发展模式提出了更高要求,这需要加快智慧农业服务数字化转型,提高智慧农业技术对生产环境的匹配效率和兼容性,并在生产效率提升的基础上保持差异化发展战略,满足市场多元化的需要。

智慧农业是一个包括众多环节的复杂系统,这就决定了智慧农业生产主体难以完全依靠自身力量得到发展,需要寻求社会化服务的支持。具体来说,智慧农业改变了传统农业要素投入结构,尤其是在传统生产要素成本日益上涨的背景下,智慧农业对信息化等新型社会化具有很高需求。

服务资源的数字化以及社会化服务环境的优化,能够促进数据链接和交流互通,从而有利于农户与现代农业的有机衔接<sup>[16]</sup>。智慧农业的投入决策离不开数据获取、数据分析以及信息预测等社会化服务,流通环节离不开冷链物流以及电子商务等服务,销售环节离不开信息精准推送、口碑传播以及物流配送等服务,各经营主体离不开贷款融资、基础设施升级、技术培训、电子支付等综合服务。因此,智慧农业发展客观上催生数字采集、数据分析、市场决策、供应链管理 etc 新型社会化服务需求,这也将逐步促进新型社会化服务体系的建设,加快数字化转型。

### (三) 专业化生产增强

相较于传统农业发展方式,智慧农业通过数字化的方式驱动农业跨时空、跨行业、跨过程和精细化的分工,促进更进一步的农业专业化<sup>[17]</sup>。因此,智慧农业能够通过强化专业化的发展方式,进一步满足市场优质化、多样化的产品需求,从而提升综合效益。

第一,专业化生产是保障产品质量的基本条件。智慧农业通过智能感应和大数据分析强化了对农业生产各环节的有效控制,促进了农产品全产业链的标准化生产和质量监管,有效提升了产品质量。同时,专业化生产是促进产销对接的重要保障。智慧农业的精准性不仅强调生产各环节的有效衔接,而且强调生产与市场的有效衔接,能够利用数字化的手段拉近与消费者的距离,让市场反馈快速、准确地纳入生产决策中,有利于生产主体根据市场需求进行快速的专业化生产和供给,从而保障高效率的产业链运营、低风险的供应链管理以及优质的消费者体验,最终提升整个产业的效益水平。

第二,专业化生产是实现优质优价机制的客观要求。智慧农业借助农业物联网等系统,能够提高农产品产量和品质,但在缺少优质优价的市场机制情况下,智慧农业产生的是损失而非收益的增长<sup>[18]</sup>。因此,在保障产品质量的基础上,应将质量信息精准地传递给消费者,进而提升消费者黏性,才能确保优质优价机制的顺利实现。智慧农业能够根据生产主体资源禀赋以及市场情况进行最优的专业化生产决策,引导生产主体将有限的资源投入综合效益最大化的专业生产中。在保

障农产品质量的同时,智慧农业技术能够通过社交媒体等方式将产品质量信息有效传递至市场,借助专业化生产的优势创新农产品销售方式和服务供给方式,提升优质农产品的有效供给、精准供给以及持续性供给,促进消费者为产品和服务产生溢价消费,从而实现优质优价机制,为专业化生产和产品供给提供持续性的效益保障。

## 二、智慧农业的增效机制

智慧农业主要通过增产机制、降本机制和协同机制为农业发展提质增效,从而全面提升农业质量效益和竞争力。

### (一) 增产机制

首先,智慧农业通过技术和模式升级促进农业增产。智慧农业通过物联网、人工智能以及智能装备技术形成高度互联、智能监测、智能决策的农业生态系统,实现环境信息监测、田间管理决策等农业生产活动的智能化、精准化,并在对农业生产数据进行大数据分析和深度挖掘的基础上优化要素管理,提升农产品产量。同时,智慧农业可以实现产品高效精准分级,为品牌化运营奠定基础,借助互联网能够将产品质量及品牌信息向消费者精准推送,并通过消费者评论形成口碑传播,从而形成巨大的品牌效应,提升盈利水平。总之,智慧农业有利于增加农产品产量、改善品质和提高经济效益,从而使农业发展向更高效、优质和生态的方向发展<sup>[19]</sup>。

其次,智慧农业通过降低经营风险实现增产。传统农业具有很强的自然属性,生长周期较长、品种繁多,再加上农业生产受到外部环境以及投入要素的影响,农业生产具有较大的不确定性,产量的波动性较大,风险较高,迫切需要降低农业经营风险,实现农业发展的稳产保供功能。智慧农业通过环境智能控制和整体要素优化投入,可以有效规避多种风险,从而实现农业生产在空间上的并存和时间上的连续<sup>[20]</sup>。经营风险的降低有利于促进农业生产结构的优化和保障农业生产的稳定性,从而通过降低农业产量的波动性实现产业增产增值。例如,农业信息智能感应技术是智慧农业核心技术之一,在农业生产过程中,智能传感器可以实时采集环境数据等要素信息,并通过



物联网将土壤、水分、病虫害、光照等信息传递至大数据分析系统,实现信息全面融合,从而让生产主体了解生产情况,并为作物种植结构和相关投入品结构优化提供决策参考,降低生产主体决策失误风险。

最后,智慧农业提升高质量农产品的供给能力。农产品质量难以标准化是制约高质量农产品供给的重要因素,农业生产环节较多,难以进行标准化生产以及质量监管,并且优质优价机制并不成熟,很难通过价格机制促进生产者提升农产品质量。智慧农业借助全过程、全要素的精准、智能化投入和可溯源的质量控制,能够保障农产品的生产质量<sup>[21]</sup>,有利于提升高质量农产品的供给能力,提高农业产业效益和整体发展质量。

### (二)降本机制

第一,智慧农业通过降低农业发展过程中的信息不对称程度,降低农业经营成本<sup>[22]</sup>。智慧农业能够促进数据资源的高效流动和深度挖掘,大幅降低农业生产过程中的信息不对称程度,解决传统农业生产过程中信息获取能力不足、信息质量不高以及信息流通效率不高等问题,有效促进产业链的衔接,降低产业链运营成本和交易成本,从而提高农业经营效益水平。

第二,智慧农业通过提高资源配置效率降低生产成本。传统农业产业链经历生产者、经销商、销售商等多个环节,涉及众多主体,容易造成供应链运营不稳定、成本较高、耗损严重等诸多问题,导致农业综合生产成本居高不下。智慧农业实现生产全过程监测,并从全局出发,强化生产各环节的协同配合,通过自动化控制优化农业生产管理,促进要素投入与动植物生长需求精准匹配,有效减少资源浪费,提升资源配置效率,促进绿色低碳农业发展,降低农业生产成本。

第三,智慧农业通过压缩中间环节降低融资成本。智慧农业强调数据信息在产业链、供应链各环节进行高效流通和共享,在促进农业生产环节高效协同的同时大幅压缩中间环节,使运营更加精简化、高效化,从而降低经营成本。智慧农业需要较高的资金投入。以融资成本为例,智慧农业依靠互联网使广大农业经营主体与金融机构建立联系,通过低成本的网络化信息采集、传播和大数据分析,突破金融服务的人工和物理网点约

束<sup>[23]</sup>,提升金融机构对贷款风险的评估效率和准确性,压缩传统线下贷款融资环节,不仅降低金融机构建档测评的成本和人工成本,而且降低智慧农业经营主体融资成本,增强经营主体对金融资本的可得性。

### (三)协同机制

传统农业生产规模小,生产经营分散,整个产业链和供应链被分割在不同地区、不同部门,信息获取和传播能力相对不足,制约了农产品流通效率和市场交易效率。智慧农业以信息技术和数字信息为核心,能够通过移动互联网、人工智能等技术增强多主体、多环节之间的协同机制促进产销对接,满足市场多元化的需求,提高经营效率和经营绩效<sup>[24-25]</sup>。

第一,智慧农业促进农业产业链多主体协同。在智慧农业发展过程中,大数据挖掘、云计算等数字技术能够帮助农业产业链多元主体获取农产品品种数据、流通数据、质量数据、价格数据等综合信息,拓展产业链多元主体的资源,强化链主效应,有利于促进农业产业链各主体之间的分工协同,解决农业产业链连接密度低、完整性有限等问题<sup>[15]</sup>。产业链主体协同是提升农业产业链发展质量的重要基础,强化了多元主体之间的合作与联合,有利于发挥经营主体的优势,从而提升综合效益水平。

第二,智慧农业促进农业产业多环节协同。数字技术的应用能够显著降低信息不对称性,对信息获取成本、获取渠道、获取便利程度等均有积极影响,推动了产业组织形态的发展,提升了产业各环节的协同性,这对降低时空因素对产业发展的约束、提升产业间的互促性均有重要意义<sup>[26]</sup>。智慧农业促进农业产业多环节协同的过程,也是提升产业资源配置效率的过程,可有效解决各环节之间数据和信息孤岛问题,提升各环节之间的适配性,降低产业链整体运营成本,提高产业链的安全性、稳定性和创新性。

第三,智慧农业通过多主体、多环节之间的协同机制,最终实现产销协同。智慧农业借助互联网拓展市场交易空间,使供需双方能够破除空间的约束,通过互联网进行交易,促进了产销精准对接,提升了交易效率。并且,智慧农业能够借助大数据分析技术有效连接供需两端,通过生产成本、

流通效率以及销售行情综合确定最优供给策略,不仅能够满足市场对重要农产品的需求,而且可以通过低成本智慧网络丰富农产品供给种类,使地区特色农产品、小众农产品等形成规模经济效应,满足市场多元化的需求。

### 三、当前智慧农业包容性发展的不平衡性分析

智慧农业全面提升农业的生产效率和经营绩效,通过增产机制、降本机制以及协同机制促进产业增效。在智慧农业促进农业增效的同时,其包容性发展问题得到广泛关注。要实现智慧农业发展成果惠及全体人民,尤其是保障弱势群体分享智慧农业发展成果的权利,就需要促进智慧农业包容性发展。包容性发展内涵包括创造更多公平的就业机会、平等地分享经济发展成果、促进弱势群体增收等内容<sup>[27]</sup>。因此,智慧农业能否让所有劳动主体受益、是不是包容性发展方式,成为判断其是否可以实现包容性发展的重要标准。

#### (一)不同产业类型智慧农业包容性发展的不平衡性

我国智慧农业发展处于起步阶段,在发展特点上呈现“高值化”特征,在产业类型上表现为畜牧业中应用程度较高、种植业应用程度较低。农业生产信息化率是指信息技术在该领域应用情况,《中国数字乡村发展报告(2022年)》显示,2021年全国畜禽养殖业信息化率为34.0%,而大田种植业信息化率为21.8%;在农产品质量安全追溯信息化率方面,畜禽养殖业为33.0%,大田种植业为19.0%<sup>①</sup>。因此,畜牧业相关经营主体拥有更多分享智慧农业增值效益的机会。

从产业属性上看,畜牧业产值较高,通过采用环境智能化控制、精准饲养等技术,在显著节约畜牧业运营成本的同时,能够切实提升畜牧业产能和畜产品质量,从消费端获取的收益也能够迅速地反馈到中上游环节,从而缩短了投资成本回收期,有利于构建更为合理和可持续的利益分配机制。相比之下,种植业产值较低,农作物种类繁多,生长周期较长,并且环境精准控制的难度相对较大,投资回收周期长,制约了其智慧农业转型进程和收益水平的提升。

在发展基础方面,畜牧业规模化程度较高,尤其是在“非洲猪瘟”等重大动物疫病影响下,行业兼并重组的进程加快,畜牧业发展呈现公司化、集团化发展特征,发展基础较好,这对提升畜产品质量、加强品牌化运营创造了良好的条件,客观上加快了畜牧业向智慧农业方向转型,提升了转型发展的收益水平。对比之下,种植业总体规模化程度较低,生产规模总体偏小且分散,产业链相对较短,导致种植业向智慧农业转型的成本较高,从而制约了其收益水平的增长。

在产业链协同方面,由于智慧农业技术具有较高的资产专用性,产业协同发展程度直接关系到智慧农业技术的适用性及其资产专用性程度,从而在转型成本方面影响其收益水平。畜牧业全产业链发展程度较高,尤其是大型龙头企业建立了育种、养殖、屠宰、加工以及销售的全产业链,不仅强化了智能感应识别、环境精准控制、可追溯标识、科学饲养等技术应用,而且增加了智慧农业技术的应用场景,通过降低基础设施和技术的资产专用性,实现经营成本下降和产业增值。而种植业一体化程度相对较低,不仅产业链各环节衔接效率较低,而且各环节智慧农业技术和设备的采纳成本较高,难以通过一体化运营降低技术和设备的资产专用性,导致智慧农业转型成本较高,产业效益相对较差。

#### (二)不同生产环节智慧农业包容性发展的不平衡性

智慧农业服务主体能够整合产业链资源,为农业发展提供技术支撑、金融支持以及电商销售指导等综合服务,通过提供规模化服务获取稳定的收益,并随着服务规模的扩大获取更高的收益。同时,智慧农业社会化服务具有网络化的一般特征,服务商通过提供人工智能、物联网等配套设备、技术体系以及综合信息服务,能够连接众多农业生产主体,形成显著的互联网规模经济效益,降低拓展服务的边际成本,大大节约市场交易成本,也可以最大限度地控制运营成本和降低经营风险。此外,服务主体依靠信息获取效率、数据积累量以及技术成熟度等优势,可以实现全产业链数据的收集与分析,通过为生产主体提供新服务获取增值价值,有利于促进基于大数据分析的服务模式创新,进而形成良性循环发展。



对比之下,农业生产主体具有较大的异质性,不仅体现在生产规模上,而且在发展阶段、行业属性、要素投入、产品特性等方面具有很大差异。农业生产主体在服务市场的议价能力会受到资源禀赋的约束,尤其是规模较小、市场波动性大、要素投入较高的生产主体在智慧农业服务市场的议价能力较弱,导致利润分配上更多地向智慧农业服务商倾斜,从而造成生产主体的收益相对较少。并且,智慧农业核心技术被服务商掌握,会加剧农业生产主体对数据分析以及技术服务供给商的依赖,从而造成生产主体在市场议价等过程中处于不利地位,不利于生产主体可持续发展。因此,在智慧农业发展过程中,不仅要关注智慧农业技术为产业发展带来的增值效益,还应该关注服务商与生产主体之间的收益分配机制,防止生产主体因信息以及技术上的劣势而无法分享合理的收益。

(三)不同经营规模智慧农业包容性发展的不平衡性

以信息技术为基础的智慧农业各主体之间的收益水平存在较大差异。农业技术变革通常使大规模农业企业或“精英群体”率先受益,而普通小农户新技术应用能力和应用场景均受到较大程度的制约,面临诸多不确定性和风险,容易出现在智慧农业发展过程中无法获益甚至遭遇排斥的现象<sup>[6]</sup>。

第一,智慧农业技术的颠覆性及不完善性,导致农户采用智慧农业生产技术的意愿不高。传统农业生产方式较为成熟,小农户的生产经验十分丰富,对传统农业生产方式形成路径依赖。而智慧农业属于新的发展模式,具有明显的阶段性特征,前期发展阶段面临巨大挑战,不仅投资巨大,而且绿色发展价值导向强调通过绿色低碳发展给社会带来显著的正外部性,短期内难以直接产生巨大效益。因此,农户难以识别智慧农业的巨大价值,导致小农户对智慧农业生产技术的采纳程度偏低,难以分享智慧农业带来的增值效益。此外,智慧农业技术的应用也意味着农业经营数据、支付信息等核心信息被服务商获取,但数据采集具有局限性,数据安全的保障度较低,数据监管机制落后,数据共享激励机制缺失<sup>[28-29]</sup>,降低了农户对智慧农业技术的信任度和接受度。

第二,智慧农业技术供给成本高,阻碍了农户采用智慧农业技术。基于智慧农业技术成本效益

考虑,企业更加倾向研发规模化、高利润的智慧农业技术,导致针对小农户的技术供给不足。同时,相较于购买全套智慧化设备,对农业机械和设备进行数字化改造和智慧化升级能够降低生产主体技术采纳成本。然而,大量农户拥有的机械设备与智慧农业设备缺乏技术兼容性,阻碍了农户对机械设备进行智慧化升级,不利于农户采用智慧农业技术。此外,农户农业生产具有显著的异质性,难以提供标准化、规模化的技术服务,个性化智慧农业解决方案需求提升了智慧农业服务的成本,阻碍了小规模农户通过智慧农业技术提高农业生产效率和综合收益水平。

第三,智慧农业的高技术操作门槛,导致农户对智慧农业技术的应用成本居高不下。智慧农业具备较高的门槛,不仅需要投入很高的互联网设备等固定资产,而且需要配套的技能知识。小农户因为资金、技能等短板而难以有效获取信息和智慧农业技术,导致小农户与规模农户之间的“数字鸿沟”问题较为突出。智慧农业相关技术缺乏统一的标准,导致不同企业提供的技术缺乏通用的操作兼容性,增加了技术应用难度,农户面临智慧农业技术使用成本较高的困境。

#### 四、实现智慧农业包容性发展的路径

(一)降低智慧农业技术供给成本,重点促进智慧农业在种植业领域应用

1.降低智慧农业技术供给成本。依托高校、科研院所等资源,构建智慧农业技术人才交流和培养体系,并配合税收、补贴等综合手段吸引更多人才加入智慧农业技术研发与应用过程中。围绕农业专业传感器、智能机械设备、大数据挖掘、云计算、配套软件等开展联合创新攻关,促进农业多元信息高效集成,不断完善智慧农业技术体系和产业生态体系,提高自主创新能力,增强智慧农业技术对不同场景、主体的适用性,降低智慧农业技术应用综合成本。

2.强化智慧农业技术在种植业领域应用。促进智慧农业技术在畜牧业和种植业之间平衡发展,制定和完善有关智慧农业技术及相关机械设备的政策支持清单,对智慧农业技术研发及推广应用的政策性补贴适当向大田作物等种植业领域倾

斜,夯实食物多元供给基础。积极发挥智慧农业先行区等示范引领作用,推广适用不同作物品种、不同地域的智慧农业技术和产业发展模式,促进智慧农业技术与农机农艺融合应用,推进农业产前、产中、产后各环节智慧化升级,提升农业信息化、智能化管理水平,促进种植业智慧农业发展。

(二)加强农业数据相关制度建设,促进生产主体与服务主体平等分享增值收益

1.加强农业数据相关制度建设。完善农业大数据的相关标准和规范,依法界定农业数据的获取以及使用的权属问题,提高数据收集的规范性和整体质量。健全智慧农业数据安全与监管机制,完善数据分类分级、监测预警、风险评估等规范制度,逐步形成智慧农业数据安全标准体系和农业数据管理体系,规范智慧农业生产主体与服务主体在数据收集、存储与使用中的行为,避免数据无序采集和无序开发。

2.促进生产主体与服务主体平等分享增值收益。完善智慧农业社会化服务资源整合、服务模式创新机制,促进服务主体将更多生产主体引入智慧农业发展轨道,提升产品附加值和农业产业价值链,为生产主体与服务主体带来更多产业增值空间。引导智慧农业生产主体与服务主体建立平等沟通、共同协商的机制,强化生产主体与服务主体合同履行监督,完善诚信经营与稳定合作关系,形成利益共享与风险共担的经济共同体和责任共同体,促进生产主体与服务主体平等分享智慧农业增值收益。

(三)提升农户数字素养,促进小农户与现代农业发展有机衔接

1.提升农户数字素养。利用网络远程教育等培训手段,强化对农户数字化意识的培养和数字化技能的培育,针对数字技术的操作进行有针对性的培训,拓宽农户信息获取渠道,提升农户对数字资源的获取能力和数字素养。破除对规模效益的路径依赖,提高数据要素在农业发展过程的作用,完善信息管理机制以及信息共享机制,促进信息的有序开放、高效流通和深度挖掘。加快推进农业大数据资源开放共享,促进包容性智慧农业技术的研发和推广,降低农户数字资源获取成本,减少农户采纳智慧农业技术的障碍,提高农户对智慧农业技术的可得性。

2.促进小农户与现代农业发展有机衔接。发挥智慧农业开发平台、农业大数据以及科技特派员的积极作用,了解和挖掘农户群体对发展智慧农业的需求,切实完善以农户为主体的智慧农业咨询和技术模式推广服务。重视农户对智慧农业技术的异质性需求,制定针对小农户的智慧农业技术和模式推广方案,完善灵活适用的智慧农业技术推广机制,提升小农户智慧农业技术采纳意愿,促进小农户与现代农业发展有机衔接。

注释:

- ①资料来源:农业农村部官网,《中国数字乡村发展报告(2022年)》发布, [http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202303/t20230301\\_6421963.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202303/t20230301_6421963.htm)。
- ②资料来源:农业农村部官网,农业农村部办公厅关于印发《农业现代化示范区数字化建设指南》的通知, [http://www.moa.gov.cn/govpublic/SCYJJXXS/202209/t20220905\\_6408568.htm](http://www.moa.gov.cn/govpublic/SCYJJXXS/202209/t20220905_6408568.htm)。

参考文献:

- [1]魏后凯.中国农业发展的结构性矛盾及其政策转型[J].中国农村经济,2017(5):2-17.
- [2]宋洪远.智慧农业发展的状况、面临的问题及对策建议[J].人民论坛·学术前沿,2020(24):62-69.
- [3]崔宁波.智慧农业赋能乡村振兴的意义、挑战与实现路径[J].人民论坛,2022(5):26-28.
- [4]温涛,陈一明.数字经济与农业农村经济融合发展:实践模式、现实障碍与突破路径[J].农业经济问题,2020(7):118-129.
- [5]龙江,靳永辉.我国智慧农业发展态势、问题与战略对策[J].经济体制改革,2018(3):74-78.
- [6]李建军,白鹏飞.我国智慧农业创新实践的现实挑战与应对策略[J].科学管理研究,2023(2):127-134.
- [7]谭砚文,李丛希,宋清.区块链技术在农产品供应链中的应用——理论机理、发展实践与政策启示[J].农业经济问题,2023(1):76-87.
- [8]SU Y, WANG X. Innovation of agricultural economic management in the process of constructing smart agriculture by big data [J].Sustainable computing: informatics and systems, 2021(9):1-7.
- [9]陈旒,李志.数字乡村建设与现代农业融合发展困境及其破解之道[J].改革,2023(1):109-117.
- [10]李健.数字技术赋能乡村振兴的内在机理与政策创新[J].经济体制改革,2022(3):77-83.
- [11]蒋璐闻,梅燕.典型发达国家智慧农业发展模式对我国的启示[J].经济体制改革,2018(5):158-164.
- [12]袁祥州,黄恩临.欧盟智慧农业发展经验及其借鉴[J].世

- 界农业, 2022(5):27-36.
- [13]马红坤,毛世平,陈雪.小农业生产条件下智慧农业发展的路径选择——基于中日两国的比较分析[J].农业经济问题, 2020(12):87-98.
- [14]殷浩栋,霍鹏,肖荣美,等.智慧农业发展的底层逻辑、现实约束与突破路径[J].改革, 2021(11):95-103.
- [15]韩旭东,刘闯,刘合光.农业全链条数字化助推乡村产业转型的理论逻辑与实践路径[J].改革, 2023(3):121-132.
- [16]陈卫洪,王莹.数字化赋能新型农业经营体系构建研究——“智农通”的实践与启示[J].农业经济问题, 2022(9):86-99.
- [17]陈国军,王国恩.“盒马村”的“流空间”透视:数字农业经济驱动下的农业农村现代化发展重构[J].农业经济问题, 2023(1):88-107.
- [18]阮俊虎,刘天军,冯晓春,等.数字农业运营管理:关键问题、理论方法与示范工程[J].管理世界, 2020(8):222-233.
- [19]侯秀芳,王栋.新时代下我国“智慧农业”的发展路径选择[J].宏观经济管理, 2017(12):64-68.
- [20]赵敏娟.智慧农业的经济学解释与突破路径[J].人民论坛·学术前沿, 2020(24):70-78.
- [21]钟文晶,罗必良,谢琳.数字农业发展的国际经验及其启示[J].改革, 2021(5):64-75.
- [22]杨军鸽,王琴梅.数字技术与农业高质量发展——基于数字生产力的视角[J].山西财经大学学报, 2023(4):47-63.
- [23]黄卓,王萍萍.数字普惠金融在数字农业发展中的作用[J].农业经济问题, 2022(5):27-36.
- [24]曲甜,黄蔓雯.数字时代乡村产业振兴的多主体协同机制研究——以B市P区“互联网+大桃”项目为例[J].电子政务, 2022(1):114-124.
- [25]张昊.现代流通企业促成产销供应链协同——畅通国民经济大循环的微观基础[J].商业经济与管理, 2021(6):17-27.
- [26]黄南,王聪,薄文广.新发展格局下数字经济驱动产业变革:内在机理与实现路径[J].江海学刊, 2022(2):91-99.
- [27]方福前,田鸽.数字经济促进了包容性增长吗——基于“宽带中国”的准自然实验[J].学术界, 2021(10):55-74.
- [28]刘莉娜.区块链赋能现代农业产业链布局:功能、困境与对策[J].内蒙古社会科学, 2022(2):110-115.
- [29]管辉,雷娟利.数据要素赋能农业现代化:机理、挑战与对策[J].中国流通经济, 2022(6):72-84.

特邀编辑:演春

## Efficiency Enhancement Mechanism and Inclusive Development Path of Smart Agriculture

LUO Qian-feng<sup>1</sup>, ZHAO Qi-feng<sup>2</sup> and HU Wen<sup>3</sup>

(1.Rural Development Institute, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China; 2.Institute of Quantitative & Technological Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China; 3.School of Advanced Agricultural Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** Smart agriculture is an effective way to solve the structural contradiction of agricultural development and achieve high-quality development of agriculture, as well as an important driving force for the agricultural and rural modernization. On the basis of existing research, the authors clarify the impact of smart agriculture on the way of agricultural development, systematize the efficiency mechanism of smart agriculture, comprehensively examine the issue of inclusive development of smart agriculture, and clarify the strategy for promoting the inclusive development of smart agriculture. It is found that the impact of smart agriculture on the way of agricultural development is mainly reflected in the increase of capitalized investment, the growth rate of digital transformation of services and the enhancement of specialized production, and the purpose of efficiency is achieved through the mechanism of increasing production, cost reduction and synergistic mechanism in the process of promoting the high-quality development of agriculture and advancing the modernization of agriculture. On this basis, the authors analyze the current imbalance in the inclusive development of smart agriculture based on the perspective of benefit distribution from the aspects of smart agriculture industry type, production link and operation scale. In the future, first, the cost of supplying smart agriculture technology should be reduced, and emphasis should be placed on promoting the application of smart agriculture in the field of planting; second, the construction of agricultural data-related systems should be strengthened to promote the equal sharing of value-added benefits between production subjects and service subjects; and third, it is necessary to enhance the digital literacy of farmers and promote the organic connection between small farmers and modern agricultural development, so as to promote the inclusive development of smart agriculture.

**Key words:** smart agriculture; efficiency mechanism; inclusive development; digital economy