华南农业大学学报(社会科学版)
2026年第1期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY
(第25卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION)

人工智能赋能粮食减损的内在逻辑、现实基础与优化策略

高 鸣[1],施帝斌[2]

(1.农业农村部 农村经济研究中心,北京 100810;2.四川农业大学 管理学院,四川 成都 611130)

摘 要: 粮食减损是保障粮食安全的重要途径之一,新一代人工智能的快速发展为粮食减损注入了新动能。文章梳理了人工智能赋能粮食减损的内在逻辑,剖析了人工智能助力粮食减损的现实条件和存在问题,并在此基础上提出了政策优化路径。研究发现:第一,应用人工智能有助于改进粮食生产技术和优化粮食全产业链管理模式,为粮食减损提供保障和支撑;第二,人工智能应用于粮食减损的技术条件和基础设施不断完备,但仍面临制度缺口和专业人才缺乏等约束限制;第三,与前人研究观点不同的是,文章提出政府、企业与农户应建立紧密的联结机制,合理分担人工智能应用成本,协同放大各方主体利用人工智能实现粮食减损的实效。

关键词: 人工智能;粮食减损;科技赋能;粮食安全

中图分类号: F326.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0202(2026)01-0012-11

一、引言

在我国粮食供需"紧平衡"的状态下,减少粮食损耗是保障粮食安全的重要途径。我国粮食虽已连年丰收,但粮食生产受到的自然资源和生态环境约束日益严峻,粮食损耗和浪费问题依然不容忽视。《2023年中国食物与营养发展报告》显示,我国2022年损耗浪费的食物总量达4.6亿吨,造成经济损失1.88万亿元,相当于农业产值的22.3%。近年来,我国相继出台《中华人民共和国粮食安全保障法》《中华人民共和国反食品浪费法》等法律法规,不断完善粮食全链条节约减损的顶层设计,为做好粮食减损工作和夯实国家粮食安全根基提供保障。2024年,我国三大主粮机收损失率比2021年降低1至2个百分点,3年共减少粮食损失500亿斤以上①。虽然我国粮食减损取得了阶段性的成效,但当前粮食减损仍面临多重现实困难。第一,从与粮食相关的技术装备看,我国缺乏优质抗损品种培育技术,田间高效管理和抵抗自然灾害的能力不强,技术装备适配性不够。粮食生产未能实现资源高效利用,造成粮食损耗严重。第二,从粮食减损制度方面看,粮食减损的政策法规尚未完善,全链条监测评估制度缺失,跨环节协同机制不健全。多重因素叠加导致

收稿日期: 2025-11-10 **DOI:** 10.7671/j.issn.1672-0202.2026.01.002

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(24ZDA052)

作者简介: 高 鸣(1989—),男,湖南汉寿人,农业农村部农村经济研究中心研究员,主要研究方向为粮食安全与农业农村政策。E-mail:gaoming313@126.com

通讯作者: 施帝斌(1997—),男,四川巴中人,四川农业大学管理学院博士研究生,主要研究方向为粮食安全与农业农村政策。E-mail:2937925861@qq.com

①资料来源:亓文《我国3年共减少粮食损失超500亿斤》,《中国食品报》,2025-07-29(1)。

粮食减损成效未能充分释放。因此，粮食减损亟需科技赋能，优化粮食生产技术和粮食全产业链减损模式。

人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，深刻改变了传统生产方式并不断催生新业态新模式[1]。《2024 年中国人工智能产业研究报告》显示，2024 年中国人工智能产业规模为 2697 亿元，增速达 26.2%，发展态势迅猛。2025 年，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》提出“抢占人工智能产业应用制高点，全方位赋能千行百业”。聚焦农业领域，人工智能持续推动农业生产向智能化、精准化、高效化方向转型，日益成为推动农业现代化的关键引擎。2025 年中央一号文件提出“支持发展智慧农业，拓展人工智能、数据、低空等技术应用场景”。同年，国务院印发的《关于深入实施“人工智能 +”行动的意见》提出要加快农业数智化转型升级，加强人工智能在农业生产管理、风险防范等领域应用，帮助农民提升生产经营能力和水平。当前，人工智能初步具备了在复杂农业系统中进行精准感知、智能决策与高效调控的能力，已在智能灌溉、无人机病虫害防治、仓储粮情监测及供应链需求预测等场景实现规模化应用。人工智能的发展为保障粮食安全提供了新的技术方案。值得思考的是，人工智能会对粮食减损产生何种影响？当前人工智能在粮食减损中的应用状况如何？未来推动人工智能应用于粮食减损的实践路径是什么？回答这些问题，需要厘清人工智能赋能粮食减损的内在逻辑，明晰人工智能在粮食减损中应用的基础条件、瓶颈约束及适配难题，进而提出具有可行性与前瞻性的政策优化路径。

当前学术界围绕人工智能与粮食减损的研究主要集中于人工智能在农业领域的应用、粮食减损的问题挑战与应对举措以及人工智能对粮食减损的作用等 3 个方面。

第一，关于人工智能在农业领域应用的相关研究。学者们普遍认为人工智能可有效促进农业发展。人工智能可实现农业生产环境的数字化孪生、农业生产决策的智能化解析、农业生产活动的精准化控制和农业供应链的智能化转型[2]，在夯实粮食根基、重构产业生态、创新发展范式以及推动涉农产业的深度转型升级等方面具有广泛的应用潜力[3]。农业机器人、农业无人机、智慧农场等在农业领域的推广应用，可发挥科技在提高农业生产效率、提升农产品品质、增加农业附加值中的关键作用[4]。人工智能可升级农业技术，增强农业与二三产业融合，同时缓解农业劳动力老龄化约束[5]。但人工智能赋能农业发展还存在问题和挑战。当前阶段，人工智能赋能农业高质量发展的潜能未得到充分释放，还存在人工智能人才不足、技术应用场景受限、产业结构短板突出等挑战[6]。

第二，关于粮食减损的相关研究。学者们对粮食损失浪费的内涵外延进行了界定。从粮食产业链看，粮食损失浪费可界定为生产、储备、流通等各环节因主客观原因导致的粮食品质下降及数量减少[7]。武拉平[8]进一步将其明确为从生产到消费的 8 个环节，关联粮食损失、食品浪费等核心概念，凸显全链条属性。从价值维度看，粮食减损既是保障粮食安全的途径，也是弘扬中华优秀传统文化的体现[9]。在此基础上，学者们讨论了粮食减损面临的多维困境。总体来看，主要表现在生产和消费环节浪费严重、基础设施不配套、政策法规与监管框架尚未建立等方面[10]。在粮食生产端，粮食减损面临耕地和水资源约束[11]、经营主体储粮运粮不规范、加工企业导向错位、农业科技支撑不强等问题挑战[12]；在粮食消费端，存在消费结构不合理、消费者节粮减损意识不强[13]等困境。基于此，学者们提出建立节粮减损调查评估制度、强化科技人才支撑、完善节粮减损政策支撑体系[14]等措施，重塑生产和消费观念，拓宽粮食生产资源利用边界，减少粮食浪费现象[15]。同时，以科技创新支撑粮食育种、监管和收获等各环节的技术优化[16]，持续推进粮食全链条节约减损[17]。

第三,关于人工智能与粮食减损的研究。学者们提出,通过以人工智能为代表的数字技术对粮食生产方式、粮食产业各环节进行优化,能够提升粮食产量,减少粮食从生产到消费的全过程损耗,促进粮食产业高质量发展[18]。在粮食生产环节,应用人工智能可提升农业社会化服务水平、田间管理水平与农业机械化水平,提高粮食单产[19]。在耕地使用方面,应用数字技术搭建的耕地运营平台,可依据粮食需求、气候变化、技术进步等因素适时调整粮食生产规划[20],减少因耕地未有效利用造成的粮食损失。在粮食系统绿色低碳转型方面,数字技术通过精准农业、智能装备、科学决策等手段,减少粮食损耗、资源消耗和环境污染[21]。在粮食流通方面,应用5G、物联网、大数据和人工智能技术优化粮食流通方式,构建完善的粮食流通信息系统[22]。

已有研究具有重要的参考价值,但仍存在一些不足:一是现有研究大多从宏观层面探讨人工智能赋能农业发展的影响,对人工智能赋能粮食减损微观机理的分析尚有不足;二是现有研究的分析大多停留在粮食生产环节,对人工智能赋能粮食全链条减损的讨论尚不充分。对此,本文进行以下拓展:首先,厘清人工智能赋能粮食减损的技术传导机制与内在作用逻辑;其次,剖析人工智能助力粮食全产业链减损的现实基础与问题挑战。在此基础上,针对性地提出优化策略,以期为充分发挥人工智能助力粮食减损的重要作用、促进粮食产业高质量发展和保障国家粮食安全提供实践参考。

二、人工智能赋能粮食减损的内在逻辑

(一)人工智能赋能粮食减损的微观逻辑

农业系统的多重不确定性与传统农事管理模式的局限性是造成粮食损耗的深层次原因。其中,农业系统的多重不确定性主要指粮食生产面临的自然风险、市场风险和政策风险;传统农事管理模式的局限性主要包括粮食生产过度依赖人工经验以及管理手段粗放。通过构建以数据、模型和智能决策为核心的赋能体系,人工智能可以为种粮农户节粮减损提供支撑。

一是以数据贯通粮食产业,减少因信息不对称引起的粮食损耗。种粮农户在传统的粮食生产经营中主要依据过往经验或局部信息安排种植,难以及时掌握市场对不同品种、品质粮食的实际需求,容易形成大量结构性与技术性损耗。同时,种粮农民在粮食销售中与收购方、消费主体之间存在信息不对称,容易出现收购价不透明、供需衔接不畅和粮食流通低效等问题。人工智能可以对粮食从生产到消费全链条的数据进行集成分析,为农户决策提供数据支撑,从源头减少因信息偏差导致的粮食损耗。以粮食收购环节为例,智能扦检系统通过AI视觉识别粮食品种,实现自动扦样、化验,大幅提升扦检效率与公正性①,减少因等待和误判造成的损耗。

二是以模型突破人工经验局限,降低因人工操作失误带来的粮食损耗。传统粮食生产中,农业机械使用、病虫害监测、化肥施用等环节长期依赖人工经验。此类生产方式容易引发农作物损伤、病虫害扩散和资源浪费等问题,造成大量粮食损耗。人工智能技术为粮食生产减损提供了高效解决方案,可从病虫害精准防治与化肥科学施用两大核心环节入手,实现生产方式从人工经验驱动向数据智能驱动的转型。在病虫害防治领域,农业病虫害防治智能体可整合气象、土壤、作物生长周期及病虫害历史发生等多维度数据,构建预测模型分析病虫害发生的时空规律,并自动匹配最佳防治措施,实现病虫害防治全流程的智能化升级②;利用机器学习算法搭建的预测模型,还

① 资料来源:刘慧《人工智能重塑粮食产业价值链》,《经济日报》,2025-12-04(5)。

② 资料来源:崔亮亮《中国联通:AI织就秋收好"丰"景》,《通信产业报》,2025-09-15(16)。

能通过精准识别与智能控制，为病虫害防治提供保障，显著提升病虫害防治的精度与效率，减少因人为判断偏差、操作失误等带来的粮食损耗。在化肥施用环节，面向规模化水稻种植农场的智慧精准施肥技术，依托人工智能、作物模型等新技术赋能，不仅能减少化肥施用量，还可实现作物增产。

三是以智能决策应对环境气候风险，规避自然灾害带来的粮食损耗。粮食生产极易受气候等自然因素影响，极端高温、洪涝、病虫害等突发风险易导致大规模粮食损耗。2024 年，我国农作物受灾面积 1009 万公顷，其中绝收 124 万公顷①。传统气象风险防控依赖人工决策，预警滞后。在新技术应用方面，通过引入人工智能技术，构建基于“AI + 机理模型”耦合的高时空分辨率作物生长模拟大模型和基于天气业务一体化平台“智脑”的农业气象智能服务大模型，能够逐步提升农业气象大数据处理分析能力、作物生长发育和产量形成气象模拟能力、农业气象灾害影响精准定量评估能力等，实现农业生产全方位、全链条气象服务的高效、精准、智能[23]。人工智能通过融合气象观测数据和土壤墒情数据等构建风险预测模型，利用历史数据及时进行精准决策，对旱涝灾害等风险提前发出预警并联动智能灌溉、精准施药等设备形成全方位防控，有效降低因自然灾害风险造成的粮食损失。

（二）人工智能赋能粮食减损的中观逻辑

粮食全产业链涵盖生产、收获、仓储、加工、流通、消费等多个环节，但各环节的粮食损耗成因存在显著差异。人工智能针对各环节的粮食损耗痛点构建精准减损体系，通过全链条技术渗透实现损耗防控的闭环管理，推动粮食减损从碎片化向系统化升级。

一是构建精准种收体系，解决生产与收获环节的资源错配与产出低效问题。在育种阶段，人工智能可依托基因测序数据与算法，助力科研人员快速培育抗逆性强、产量稳定、质量上乘的优良品种。2024 年，国内首个种业大语言模型“丰登”（SeedLLM）发布，旨在为用户在品种选育、农艺性状、栽培技术等领域提供准确的信息②。在播种环节，人工智能对历史数据进行分析，测算适宜的播种密度和深度，可以提升出苗率。在植保环节，搭载 AI 视觉模型的智能巡田无人机可以对农作物长势、病虫害等进行智能识别和态势预估，实现病虫害早发现、早防治，减少病虫害导致的粮食损耗。收获环节是粮食从田间到餐桌的第一站，确保颗粒归仓是粮食减损中的重要一步[24]。2024 年我国小麦、水稻、玉米三大主粮机收损失率分别为 0.93%、1.76% 和 2.06%[25]，相当于总产量分别减少 130.29 万吨、365.26 万吨和 607.53 万吨。在收获环节，无人驾驶收割机可依托北斗导航系统，沿着预设路线高效作业，大大提高了收割的精准度和效率，有助于减少粮食收获损耗。

二是构建智能管控体系，解决仓储与加工环节的品质劣变与资源浪费问题。仓储与加工环节是保障粮食品质的核心环节。粮仓承担着粮食产后数量保全与品质维持的关键职能，粮食加工企业则是实现原粮增值的重要载体。长期以来，粮食仓储环节的品质劣变问题与加工环节的资源浪费问题频发。以水稻为例，我国稻米过度加工的问题较为严重，其在加工环节的损耗率高达 10.95%③。稻谷数字化智能生产管理平台通过数据分析与可视化系统，实时监控生产线运行状态与设备性能，并提供精准的数据驱动决策支持系统，大幅降低了设备能耗，提升了大米质量的一致

① 资料来源：国家统计局《中华人民共和国 2024 年国民经济和社会发展统计公报》，《人民日报》，2025 - 03 - 01（5）。

② 资料来源：赵田格格《完善种业创新链条》，《经济日报》，2025 - 03 - 10（7）。

③ 资料来源：杨舒《我国粮食全产业链减损可节粮上千亿斤》，《光明日报》，2023 - 05 - 22（10）。

性,整米率提高1%[①]。在仓储环节,人工智能依托粮仓内布设的传感器与物联网,对粮情进行24小时不间断地精准监测与分析,自动预警并调控通风、降温、除湿系统,提升粮食仓储质量。目前我国所有省级储备粮、29个省份的市县级储备粮均已实现信息化全覆盖,省市县三级储备粮信息化覆盖率达95%以上[②]。

三是构建智能协同体系,解决流通与消费环节的效率低下与浪费问题。粮食流通与消费是粮食产业链的中后端环节,承担着粮食产销运输与供需匹配的核心职能,其效率高低直接关联粮食运输损耗与最终利用质效。当前,粮食流通环节存在物流网络布局不合理和运输调控不精准等问题,粮食消费环节存在非理性消费以及供需错配引发的浪费现象。《2023年中国食物与营养发展报告》显示,我国食物损耗和浪费率合计约22.7%。在流通环节,人工智能可通过大数据分析市场需求,优化物流网络布局,结合实时路况数据动态调整运输路线及方式,降低粮食中转与运输损耗。在消费环节,人工智能可进行个人消费行为与身体健康数据分析,提供个性化粮食采购建议,引导理性消费,减少习惯性浪费与营养过剩导致的粮食隐性损耗。

(三)人工智能赋能粮食减损的宏观逻辑

人工智能赋能粮食减损的宏观逻辑体现为以技术进步推动农业系统变革,通过全链条协同减损与资源高效利用,破解我国人多地少、资源约束严峻的现实困境,筑牢国家粮食安全屏障,实现从单一减损向系统优化的跃升。

一是在产业协同层面,人工智能打破粮食产业链的管理壁垒,构建数据共享、决策协同、操作联动的协同减损体系。粮食产业贯穿一二三产业,形成从种植到加工、从储运到消费的完整链条。人工智能通过从田间到粮仓、从市场到餐桌的全链条数据集成分析,实现生产规划与市场需求精准对接、仓储调度与运输计划高效协同、加工产能与消费需求动态匹配。推动粮食减损由传统产销各环节孤立、依赖经验的分散操作,向全链条协同、智能调控的整体治理模式转变,显著提升系统减损效能。

二是在资源利用层面,人工智能通过精准感知和智能调控,实现粮食生产全过程的资源高效配置和集约使用,提升粮食减损在生态效益与经济效益方面的双重价值。具体而言,在土地方面,依托数字技术建立管理信息平台,逐步实现对承包地权属、经营、流转等信息的动态管理[26],减少耕地资源闲置。在生产环节精准控制水、肥、药及土地资源投入,降低生产资料浪费;在仓储和加工环节依托智能低温控制系统削减能源消耗,通过工艺参数优化提升成品率;在运输环节优先引导铁路、水运等低碳高效运粮方式,降低物流成本,形成减损、节资、增效的良性循环。

三是在粮食安全层面,人工智能所驱动的系统性、协同化减损模式,为国家粮食安全稳定提供保障。通过在全产业链推广应用智能减损技术,能够有效降低粮食产后损耗率,实质上等同于在不增加耕地的情况下提升粮食总供给能力。同时,协同减损体系增强了产业链整体的韧性与抗风险能力,可缓解极端气候、国际市场价格波动等外部冲击对粮食供应的不利影响,从而为稳定满足我国大规模人口的粮食需求、有效巩固国家粮食安全根基提供重要科技支撑。

人工智能赋能粮食减损的内在逻辑如图1所示。

---

① 资料来源:郭诗瑀《科技兴粮进入信息化、智能化阶段》,《农民日报》,2025-06-05(7)。

② 资料来源:陈晨《我国粮食市场供应充足、保障有力》,《光明日报》,2024-01-09(4)。

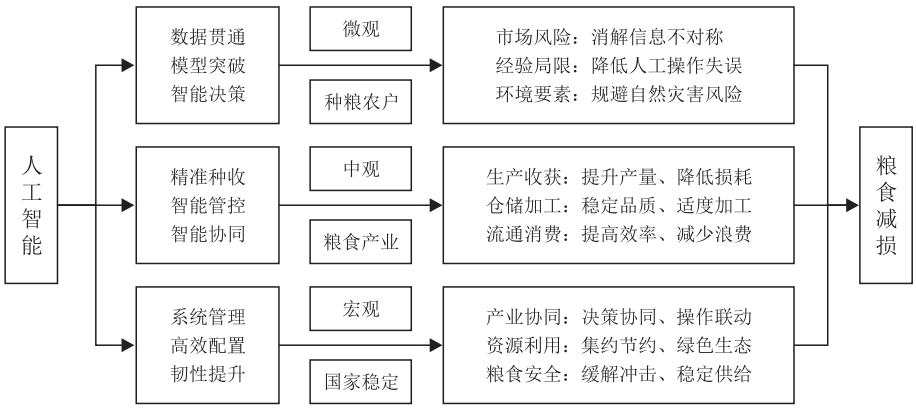


图 1　人工智能赋能粮食减损的内在逻辑

三、人工智能赋能粮食减损的现实基础

（一）技术支撑优势与瓶颈并存

科学技术的更新迭代为人工智能赋能粮食减损提供了重要支撑条件。人工智能核心技术的快速迭代夯实了其应用基础，深度学习、计算机视觉等技术在数据建模、图像识别、实时控制等场景的应用精度与效率持续提升，为粮食全链条减损增强了技术可行性。世界知识产权组织报告显示，我国已成为全球人工智能专利最大拥有国，占比达 60%。我国已发布 1509 个大模型，在全球已发布的 3755 个大模型中数量位居首位[27]。农业领域积累了海量历史数据，涵盖气象观测、土壤监测、作物生长、仓储物流等多个维度，为算法训练与模型优化提供了数据保障。以育种为例，袁隆平农业高科技股份有限公司新建了水稻快速加代平台和“人工智能 + 全基因组选择”育种平台，提升育种效率超 60%①。农业基础设施的逐步完善，农村地区网络覆盖广度与深度的不断拓展，物联网感知设备、智能终端的不断升级，推动了人工智能在农业领域的深度应用。

与此同时，人工智能赋能粮食减损在技术层面仍存在瓶颈。一是技术适配性不足。人工智能模型普遍存在泛化能力不足的问题，与粮食生产场景的耦合度较低。模型训练依赖于大量高质量数据，在特定场景下训练成功的模型难以直接用于不同粮食作物种植模式和地域气候条件。在部分罕见的病虫害或突发的自然灾害初期，因缺乏历史数据，导致模型难以进行有效识别和预警，造成决策延迟或失误。面对农业生产的复杂性与多样性，这种“智能”不足反而会加剧损失。二是粮食产业全链条数据采集质量与共享难题突出，信息传递效率不高。复杂的农田环境严重影响数据采集的稳定性，丘陵、梯田等不平整地形以及农机自身作业产生的持续剧烈振动，极易导致传感器位移、标定失准、连接件松动甚至核心部件损坏，影响数据采集精度和作业准确性。粮食储存、加工、流通等各环节工序复杂，涉及的地域场景多样，各类数据采集精度不足、更新不及时且成本高昂。同时，数据共享机制尚不完善，数据安全与隐私保护的刚性约束限制了跨主体数据共享，各部门之间依然存在信息壁垒，影响决策的时效性。三是技术稳定性与可靠性有待提升。农业环境的极端复杂性和不可控性对当前的技术方案构成了严峻挑战。粮食生产现场的严酷工况远超普通工业环境，直接威胁智能设备的稳定运行。智能农机、无人机、田间传感器等设备需长期暴露在野外，对设备的密封性、耐腐蚀性、工作能力等均提出了较高要求，许多精密设备容易因此出现故障、

① 资料来源：邓剑洋《种业科技创新进入世界第一方阵》，《人民日报》，2025 - 12 - 03（2）。

寿命缩短。规模化农场中多种机械同时作业,相互之间产生复杂电磁干扰,导致自动驾驶农机偏航、实时数据无法回传,造成粮食收获损耗。

(二)经济价值驱动与成本收益矛盾并存

经济投入增长与价值驱动为人工智能赋能粮食减损提供了双重支撑。一方面,国家与市场主体对农业人工智能的研发投入逐年递增,政府科技专项、企业研发资金持续涌入技术攻关领域,研发的新型智能装备应用广泛。《农业无人机行业白皮书(2024/2025)》显示,2024 年中国农业无人机年作业量突破 26 亿亩次,带动近 50 万人从事飞防服务行业,形成约 130 亿元的飞防市场规模。另一方面,粮食减损产生的经济价值正推动人工智能的深度应用。对农户而言,降低产后损耗能够增加可售粮食总量和实际收入;对粮食收储与加工企业而言,减损能显著降低因霉变、虫害或运输抛洒造成的损耗成本,提升运营利润率。从产业链整体看,各环节损耗的降低相当于在不增加耕地的前提下扩大"无形良田",优化了全社会的资源配置效率。粮食减损为粮食产业各主体带来的经济效益将极大激发各主体投入资金、应用人工智能减损的积极性,从而形成粮食减损的良性循环。

同时,经济层面也还存在一些制约因素,集中表现为成本与收益的结构性矛盾。一是应用人工智能的投入成本高。购买智能农机、人工智能平台等先进设备的投入巨大,超出了普通种粮农户、小型粮食加工企业等主体的资金承受能力,因而无法大批量使用人工智能设备。后期的系统维护和技术升级同样需要资金投入,而农村地区专业服务人才的缺失会进一步推高运营和维护成本。二是投资回报周期较长,无法满足市场主体的短期需求。人工智能在粮食减损方面的应用并非一蹴而就,其减损效果需要经过多个完整的生产周期进行验证。此外,粮食产业还受自然风险与市场风险的双重影响,进一步削弱了粮食生产主体的投资意愿。三是利益联结机制不健全,制约了人工智能的广泛应用。粮食减损贯穿粮食从生产到消费的多个环节,人工智能前期投入成本高昂,后期产生的减损收益在各主体之间缺乏分配机制。

(三)政策保障细化与制度缺口并存

政策制度的逐步完善为人工智能赋能粮食减损提供了有力保障。国家将粮食安全提升至国家安全战略高度,同时大力推进数字技术与农业现代化深度融合。这一战略布局为人工智能与粮食减损的结合明确了发展方向,并提供了政策支持。相关部门围绕农业人工智能发展、粮食节约减损、数字农业建设等领域,密集出台管控意见与扶持政策。政策覆盖财政补贴、技术推广、市场监管等关键环节,构建起全方位的政策支持框架。2019 年《数字乡村发展战略纲要》提出,推动人工智能等新技术与粮食产购储加销各环节深度融合;2024 年出台《国家数据基础设施建设指引》,从数据流通、算力底座、网络支撑、安全防护和行业应用等方面,搭建起支撑人工智能发展的基础设施体系;2025 年出台《关于深入实施"人工智能 +"行动的意见》,明确推动人工智能与农业深度融合,加快农业数智化转型升级。系列政策从技术融合、基础设施支撑、农业数智化转型等方面为人工智能赋能粮食减损提供具体指引,形成战略定调、政策保障与文件落地的多重制度支撑。

同时,人工智能赋能粮食减损的制度层面也还存在亟须完善的制度缺口。一是技术标准体系不完善,协同应用受阻。人工智能在粮食减损领域的技术研发、设备生产、应用评估等关键环节,尚未形成统一的标准体系。不同粮食加工、流通企业的技术路径各异,数据接口、算法模型、设备参数缺乏统一规范,使得不同区域、不同经营主体采用的人工智能系统难以实现跨场景兼容与协同联动,增加了技术整合与规模化应用的成本。二是政策支持存在结构性缺口,落地效能不足。现有政策多集中于人工智能研发补贴、试点示范项目扶持等前端环节,对技术应用落地的支持存在明显短板。针对种粮大户、农业合作社、粮食收储企业等应用主体,缺乏精准化的财政补贴、专

项金融支持与风险补偿机制,多数中小规模应用主体因资金压力难以承担人工智能设备购置、系统运维的高昂成本。同时,在政策执行过程中,部分扶持政策未能有效落地,难以激发市场主体的广泛应用。三是监管机制不健全,风险防控能力薄弱。人工智能在粮食减损中的应用需要广泛运用粮食生产数据、土壤墒情数据、市场流通数据及经营主体生产经营的私人信息,但目前数据安全与隐私保护相关制度仍存在空白。数据收集、存储、共享、使用等环节缺乏明确的安全规范,数据泄露风险较高。此外,人工智能算法的公平性、透明度缺乏有效监管,监管部门的技术监管手段与专业能力不足,无法为人工智能安全应用提供有力保障。

(四)应用基础良好与复合型人才匮乏并存

人工智能赋能粮食减损已展现出从技术探索迈向产业应用的积极态势。在技术层面,人工智能的优势尤为显著,可实现粮食从生产到消费全链条的精准管控。基于数据的决策模式正逐步取代传统依赖人工经验的粗放管理,效率与准确性获得显著提升。在认知层面,粮食产业各类主体在产业发展方面经验丰富,对能直接解决问题、带来切实经济效益的技术持开放态度,为人工智能推广奠定了良好的基础。《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至 2025 年 6 月,我国农村网民规模达 3.22 亿人,农村地区互联网普及率为 69.2%,较 2024 年 12 月提升 1.9 个百分点,保持稳定增长态势。在人才培养方面,多学科交叉融合已成为高等教育与科研的新趋势,日益增多的产学研合作平台为人才提供了实践场景。人工智能的普及降低了学习门槛,吸引更多学者参与技术探索,为人工智能深度赋能粮食减损、筑牢粮食安全屏障奠定了坚实的基础。

与此同时,人工智能应用于粮食减损的制约因素,集中表现为生产端信任缺失与复合型人才匮乏。一方面,种粮农民作为人工智能在生产端的使用者,其对新技术的信任度和采纳度普遍较低。农民难以理解人工智能的运行逻辑,其在长期实践中形成的决策逻辑与人工智能基于数据模型的决策之间存在认知鸿沟。当人工智能系统给出建议方案与个人经验相悖,或未能及时见效时,极易引发农民对人工智能的质疑,导致部分农民对人工智能应用于粮食生产持观望态度。另一方面,推动技术落地所必需的跨学科复合型人才极度匮乏。理想的人工智能减损方案,要求开发者既能精通算法模型与数据分析,又深刻理解粮食作物生理特性、生产加工储存技术、市场流通消费规律。然而,高端研发人才集中于高校、科研院所或大型科技企业,缺乏对一线粮食减损痛点的切身感知。种粮农民与技术推广人员又普遍缺乏理解和操作人工智能的必要技能。既掌握人工智能又熟悉粮食生产经营规律的跨界人才供给不足,导致部分已落地的技术设备难以充分发挥效能,制约了人工智能在粮食减损层面应用的深度与广度。

四、人工智能赋能粮食减损的优化策略

(一)技术优化:提升适配性与稳定性

一是在技术研发层面,构建场景创新与协同攻关体系。聚焦粮食生产场景需求,开展低成本技术创新。定向研发适配中小农户、基层粮库的轻量化智能设备与简易操作系统,简化技术操作流程,降低技术应用门槛。支持科研机构与企业联合攻关,开发针对不同作物、地域、耕作模式的算法模型。建设农业基础模型与算法开放平台,提升技术与场景的耦合度。鼓励开发边缘计算优化模型,增强小样本、突变场景下的泛化能力,破解病虫害及突发灾害预警难题。二是在数据治理层面,构建粮食全产业链数据协同管理平台。以国家农业农村大数据平台为核心,构建粮食全产业链数据共享体系,统一数据采集标准与接口规范。明确政府、企业、农户等主体的数据权责,建立数据脱敏、共享授权、安全监管的全流程管理机制,打破部门信息壁垒。依托平台开展数据质量核查清洗,建立评价体系保障数据的精准性与时效性。三是在设备性能层面,强化环境适应性与

质量管控。将智能农机、传感器等设备环境适应性指标纳入行业标准,促进设备密封性、耐腐蚀性的优化设计,建立智能设备以旧换新机制。针对丘陵、梯田等复杂场景,研发耐振动、高精度的传感器;针对规模化作业电磁干扰问题,支持抗干扰技术研发与应用,开展多机协同作业技术试点。同时,建立联动示范机制,在先行地区打造"人工智能+粮食减损"样板区,推广成熟技术方案与政策模式,形成研发、验证、推广的良性循环,全面提升人工智能赋能粮食减损的技术支撑能力。

(二)经济优化:降低成本与缩短回报周期

一是强化政策组合激励,降低主体投入门槛与风险。设立人工智能赋能粮食减损的专项补贴基金,对种粮大户、家庭农场采购小型智能装备给予较高比例购置补贴;对小型粮食加工企业、基层粮库部署智能系统给予一次性补贴,并对后期运营、维护费用给予适当补贴。推动银行开发针对性信贷产品,提供低于市场利率的中长期低息贷款,贷款期限匹配粮食生产周期进行延长;推广设备技术租赁模式,由专业机构购置智能设备后租赁给中小主体,租金可从减损收益中抵扣。二是构建多元协同机制,明晰成本分摊与利益分配规则。在成本分摊上,政府重点承担跨区域农业物联网平台、公共数据中心等基础设施建设成本,以及技术标准制定、专业人才培训等公共服务成本;龙头企业承担核心技术研发、智能设备规模化生产、系统定制开发等产业成本;合作社与农户承担小型设备运维、数据采集等运营成本。在利益联结上,通过区块链技术溯源各环节减损数据,量化政府、企业、农户等主体的投入比例与减损贡献度;对加工、仓储等环节因智能技术实现的减损收益,按各主体投入与贡献合理分配,形成风险共担、利益共享的协同机制。三是放大规模效应,构建普惠化应用服务体系。在应用场景上,以粮食主产区、国家级粮食储备库、大型农业合作社为重点,打造整县推进、全链覆盖的规模化应用示范基地,集中批量采购智能设备降低购置成本。在服务模式创新上,培育一批专业化服务公司,为中小主体提供智能设备租赁、系统运维、数据分析等一体化服务,服务费可按减损收益的一定比例收取,大幅降低中小主体前期投入。同时建立跨区域技术共享平台,整合不同主体的智能监测数据、减损模型等资源,通过数据复用与模型迭代降低技术研发边际成本,让小规模经营主体也能享受到低成本的智能减损服务。

(三)制度优化:完善标准与强化支持

一是构建全流程标准体系,夯实技术应用规范化基础。组建由农业农村、科技、市场监管等政府部门主导,高校、科研院所技术支撑,智能设备企业、粮食龙头企业、行业协会深度参与的跨领域标准制定组织,制定人工智能在粮食减损领域的技术研发、设备生产、数据采集、应用评估等全流程标准。同步建立技术产品认证体系,对符合标准的技术产品进行认证备案,规范市场秩序,提升产品质量与兼容性。二是强化精准政策供给,凝聚技术推广合力。出台人工智能赋能粮食减损的专项政策文件,聚焦技术推广、主体培育、人才培养三大关键领域。在技术推广方面,完善精准补贴政策,对采用认证产品的经营主体给予差异化补贴,重点向中小农户、基层粮库倾斜;实施税收减免政策,对从事人工智能粮食减损技术研发的企业,享受研发费用加计扣除优惠,对提供技术服务的机构免征部分增值税。在主体培育方面,设立专项扶持资金,支持智能设备企业与粮食企业组建产学研联合体,对联合攻关突破关键技术的给予资金奖励。三是完善全流程监管机制,防控技术应用风险。制定数据安全管理办法,明确粮食生产经营数据的采集边界、存储要求及保密规范,严防数据泄露与滥用。建立责任认定机制,明确设备生产企业、技术服务机构、应用主体在技术应用过程中的责任划分,对因设备质量或技术服务问题导致减损失效的,依法追究责任。运用区块链、大数据技术构建智能化监管平台,整合设备运行数据、减损效果数据、政策执行数据等,实现对技术研发、设备生产、场景应用全流程的实时监测与动态预警。

（四）应用优化：加强示范推广与人才培育

一是在认知引导层面，强化示范推广与宣传引导。依托我国不同区域粮食生产特色，选取智能播种减损、智能烘干减损、智能仓储减损等典型成功案例，建立人工智能减损示范基地，标注关键技术节点与减损成效。组织农户、合作社负责人、基层干部开展实地观摩，增强认知认同。利用短视频平台推送系列科普视频，邀请专家与一线从业者对话，现场演示设备操作并解答疑问。二是在人才培育层面，构建多位一体的复合型人才培育体系。高校作为人才培育主阵地，需精准对接农业与人工智能产业需求，开设粮食生产智能监测、作物育种算法设计、智能仓储运维等交叉课程；同时联合农业科技企业建立实训基地，定向培养既懂农业生产规律又掌握人工智能技术的跨界人才。针对粮食生产、加工、仓储、流通等在职群体，开展专题培训，强化其利用人工智能解决问题与技术推广能力。建立高端人才引进机制，通过年薪补贴、科研启动资金、职称评定倾斜等政策，吸引人工智能算法研发、农业大数据分析等领域高端人才深耕粮食减损领域。同时，构建省、市、县三级技术服务网络，省级组建专家团队负责技术攻关与顶层指导，市级设立服务中心统筹区域资源，县级派驻技术员下沉一线，为应用主体提供从设备选型、安装调试到日常运维的全流程服务。

参考文献：

[1]郭凯明. 人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动[J]. 管理世界，2019(7)：60－77.
[2]黄先海，黄雨晗，虞柳明. 人工智能赋能农业新质生产力：实现逻辑、运行机制与跃升路径[J]. 中国农村经济，2025(7)：3－22.
[3]王志刚，刘子明，郑媛，等. 元宇宙何以赋能农业高质量发展：基于新质生产力视角的理论剖析与案例检视[J]. 中国农村经济，2025(8)：22－43.
[4]文雁兵，周艳，汪寿阳. 农业如何借“数智”提“新质”从传统走向现代？——基于青莲食品全产业链数字化平台的案例研究[J]. 管理世界，2025(7)：133－149.
[5]汝刚，刘慧，沈桂龙. 用人工智能改造中国农业：理论阐释与制度创新[J]. 经济学家，2020(4)：110－118.
[6]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.
[7]高鸣，江帆. 推进全链条粮食减损：理论逻辑、现实困境与路径优化[J]. 中州学刊，2022(12)：57－65.
[8]武拉平. 我国粮食损失浪费现状与节粮减损潜力研究[J]. 农业经济问题，2022(11)：34－41.
[9]刘焕鑫. 深入推进粮食节约减损[J]. 人民论坛，2025(3)：6－8.
[10]詹琳，杜志雄. 统筹食品链管理推动粮食减损降废的思考与建议[J]. 经济纵横，2021(1)：90－97.
[11]仇焕广，雷馨圆，冷淦潇，等. 新时期中国粮食安全的理论辨析[J]. 中国农村经济，2022(7)：2－17.
[12]魏广成，孔祥智. 健全粮食和食物节约长效机制：战略重点与政策建议[J]. 改革，2025(5)：106－114.
[13]周子铭，高鸣. 新质生产力赋能粮食全链条减损：内在逻辑与实现路径[J]. 农业现代化研究，2024(5)：753－762.
[14]胡永浩，胡南燕，张昆扬，等. 中国节粮减损政策演进、内在逻辑及政策优化研究[J]. 农业经济问题，2024(10)：120－133.
[15]高鸣，姚志，何可. 全方位夯实粮食安全根基的理论逻辑与战略构想[J]. 改革，2025(10)：113－129.
[16]朱满德，程国强. 中国粮食流通领域节约减损的现实困境与推进策略[J]. 中州学刊，2025(3)：31－38.
[17]崔宁波，刘紫薇，董晋. 智慧农业助力粮食生产减损的内在逻辑与长效机制构建[J]. 农业经济问题，2023(10)：116－128.
[18]高鸣，杨新宇. 农业增效益：数字技术赋能粮食产业高质量发展的实践进路[J]. 学习与探索，2025(2)：23－32.

[19]彭建仿,黄世成.粮食安全视角下数字技术对粮食单产的影响机制[J].华南农业大学学报(社会科学版),2024(4):77-92.
[20]吴俊臻,高鸣.高标准农田建设赋能农业绿色低碳发展的内在逻辑与优化路径[J].贵州财经大学学报,2025(5):70-80.
[21]何可,朱润.数字技术赋能粮食系统绿色低碳转型[J].南京农业大学学报(社会科学版),2025(1):55-67.
[22]赵霞.中国粮食产后节约减损策略研究[J].农村经济,2023(1):1-9.
[23]何亮,吴门新,郭安红,等.中国农业气象业务系统(CAgMSS3.0)建设与应用[J].应用气象学报,2026(1):103-116.
[24]苏会,张宗利,曹冉.农机收获服务市场本地化的节粮减损效应[J].华南农业大学学报(社会科学版),2025(5):15-25.
[25]2025年国际粮食减损大会在山东济南召开[J].世界农业,2025(8):2.
[26]高鸣.进一步完善农村土地承包经营制度的目标任务与实践路径[J].重庆社会科学,2025(9):6-18.
[27]乔晓楠,冯天异,王奕."人工智能+"赋能高质量发展的政治经济学研究[J].经济纵横,2025(12):1-13.

The Internal Logic, Realistic Foundation, and Optimization Strategies of Artificial Intelligence Empowering Grain Loss Reduction

GAO Ming[1], SHI Di-bin[2]

(1. *Research Center for Rural Economy, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing* 100810, *China*;
2. *College of Management, Sichuan Agricultural University, Chengdu* 611130, *China*)

Abstract: Grain loss reduction is one of the crucial pathways to safeguarding food security. The rapid development of the new generation of artificial intelligence (AI) has injected new momentum into cultivating this "invisible fertile land" of grain loss reduction. This paper sorts out the internal logic of AI empowering grain loss reduction, analyzes the realistic conditions and existing problems of AI supporting grain loss reduction, and puts forward policy optimization paths on this basis. The key findings are as follows: (1) The application of AI helps improve grain production technologies and optimize the management mode of the entire grain industry chain, thereby providing guarantee and support for grain loss reduction. (2) Although the technological conditions and infrastructure for AI application in grain loss reduction are constantly improving, it still faces constraints such as institutional gaps and shortage of professional talents. (3) Different from the viewpoints of previous studies, this paper proposes that governments, enterprises and farmers should establish a close linkage mechanism, rationally share the costs of AI application, and synergistically amplify the actual effect of all stakeholders in achieving grain loss reduction through AI.

Key Words: artificial intelligence; grain loss reduction; technology empowerment; food security

【责任编辑:毛殷】