Hans Journal of Agricultural Sciences 农业科学, 2026, 16(11), 1714-1720
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/hjas
https://doi.org/10.12677/hjas.2026.1611203

Hans汉斯

智慧农业赋能邯郸粮食产业高质量发展路径研究

赵珮君[1]，赵奕霖[1]，张紫怡[1]，付亚亚[2]，刘利华[1*]

[1]河北工程大学水利水电学院，河北 邯郸
[2]陕西省地下水保护与监测中心，陕西 西安

收稿日期：2026年10月10日；录用日期：2026年11月10日；发布日期：2026年11月18日

摘　要

粮食安全是经济社会稳定发展的重要基石。在培育农业领域新质生产力背景下，数字技术与农业深度融合是实现粮食产业现代化转型的重要路径。华北平原是我国粮食生产核心区，邯郸市作为冀南粮食主产区，冬小麦常年种植面积保持在530万亩以上，发展智慧粮食产业具备现实基础。本文以邯郸市粮食产业为研究对象，采用文献梳理与案例分析法，梳理当地智能感知精准作业、智慧农场场景建设、粮食产业联合体全链条协同的实践成效。结果表明，当地智慧农业集中于新型经营主体示范项目，尚未实现规模化普及，存在技术推广落地难、产业链数据共享不畅、复合型人才与制度供给不足、产学研成果转化阻滞等约束。据此从技术装备、全产业链数字化、经营主体培育、政策治理4个维度构建优化路径，可为华北平原同类粮食主产区农业数字化转型提供实践参考。

关键词

智慧农业，粮食产业，高质量发展，数字转型，新质生产力

Research on Paths for High-Quality Development of Grain Industry in Handan Empowered by Smart Agriculture

Peijun Zhao[1], Yilin Zhao[1], Ziyi Zhang[1], Yaya Fu[2], Lihua Liu[1*]

[1]School of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Hebei University of Engineering, Handan Hebei
[2]Shaanxi Provincial Groundwater Protection and Monitoring Center, Xi'an Shaanxi

Received: October 10, 2026; accepted: November 10, 2026; published: November 18, 2026

*通讯作者。

文章引用: 赵珮君, 赵奕霖, 张紫怡, 付亚亚, 刘利华. 智慧农业赋能邯郸粮食产业高质量发展路径研究[J]. 农业科学, 2026, 16(11): 1714-1720. DOI: 10.12677/hjas.2026.1611203

Abstract

Grain security is the cornerstone of national economic and social stability. Against the background of fostering new-quality productive forces in agriculture, in-depth integration of digital technology and agriculture serves as a vital path for the modernization of grain industry. Located in the grain-producing core area of North China Plain, Handan, a major grain-producing region in southern Hebei Province, maintains over 5.3 million mu of winter wheat planting area annually. The development of a smart grain industry has a practical basis. Taking Handan's grain industry as the research object, this paper adopts literature review and case analysis to sort out practical effects of intelligent perception and precision operations, smart farm construction and whole-chain coordination of grain industrial consortium. The results show that smart agriculture is mostly limited to demonstration projects of new-type agricultural operators and faces constraints including difficult large-scale technology promotion, poor industrial-chain data sharing, shortage of compound talents and institutional guarantee, and blocked transformation of research achievements. Optimization paths are proposed from four dimensions: technical equipment, whole-industrial-chain digitization, cultivation of operating entities, and policy governance, which can provide practical reference for digital transformation of similar major grain-producing areas in North China Plain.

Keywords

Smart Agriculture, Grain Industry, High-Quality Development, Digital Transformation, New-Quality Productive Forces

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

粮食安全是国家经济社会稳定发展的重要基石。当前我国积极培育农业领域新质生产力，推动人工智能、数字技术与农业生产深度融合，为粮食产业智能化、现代化转型提供有力的政策支撑[1]。华北平原是我国重要粮食生产核心区。邯郸市位于华北平原腹地，为冀南主要粮食生产基地，冬小麦常年种植面积保持在 530 万亩以上，粮食产业基础扎实，发展智慧粮食产业具备良好现实条件。

新一代信息技术不断迭代升级，重塑传统粮食生产模式，能够实现作物长势监测、精准田间管理、智能农事作业等多场景应用，有效缓解传统农业生产方式粗放、资源利用效率偏低等问题。近年来邯郸市不断推广北斗导航农机、水肥一体化、智能植保等智慧农业装备，粮食生产实现提质降本，取得一定实践成效。但总体来看，当地智慧农业仍以点状示范项目为主，技术难以大规模落地推广，智能技术同粮食生产融合程度不足，粮食产业智能化升级仍面临多重现实约束。

现有研究对智慧农业赋能粮食产业已有较多探讨，但针对冀南粮食主产区的实证分析仍有待补充。本研究立足于邯郸市粮食产业发展现实，系统总结当地智慧农业应用现状，深入剖析产业智能化转型存在的现实瓶颈，弥补当前对地市级粮食主产区实证研究的不足，探究科学可行的优化发展路径，以期为华北平原同类粮食主产区加快农业数字化建设、推动粮食产业高质量发展提供理论支撑与实践借鉴。

2. 邯郸粮食产业发展基础

2.1. 粮食生产现状

邯郸市地处华北平原腹地，是冀南核心粮食生产基地，冬小麦常年种植面积保持在 530 万亩以上，主要实行小麦－玉米轮作种植制度。市域耕地禀赋存在分化，境内既有平原连片耕地，也包含部分丘陵旱地，受灌溉条件约束，部分区域历史粮食产出水平有限。从武安市淑村镇白沙村的发展实践可以看出，耕地碎片化、小农户分散经营模式，会对大型农机与智能装备推广应用形成制约[2]。白沙村通过村集体主导将 2600 亩耕地统一流转至合作社实现规模化经营，夏秋两季粮食亩产达到 3000 斤，农户在获得土地流转保底收益的同时还可通过合作社务工拓宽收入渠道，为破解耕地细碎化生产难题提供了本地实践样本。

2.2. 基础设施与科研条件

高标准农田建设夯实了邯郸粮食产业智能化转型的硬件基础，针对丘陵旱地灌溉短板开展土地整治，配套完善滴灌喷灌、输水管网与田间机耕道路，白沙村经改造后形成灌排配套的规整田块，为智慧装备落地创造条件；当地规模化经营主体不断补齐产后配套，白沙村建成 3000 吨级搭载温湿度智能环控系统的粮食仓储基地，并配套多条加工生产线，同时在超千亩高标准农田布设浅埋滴灌与水肥一体化设施，科研层面，中国农业大学曲周实验站长期开展小麦－玉米轮作体系试验示范，河北工程大学、邯郸职业技术学院、邯郸学院等本地高校组建科研团队开展农田监测、数字孪生农场相关研究，为粮食产业数字化转型储备技术力量。

2.3. 发展智慧粮食产业的机遇与挑战

土地集约经营模式的推广为智慧农业落地提供规模化载体，白沙村实践表明，水肥一体化结合浅埋滴灌可实现亩均节水 40%、节肥 25%，无人机航测能够将病虫害防控效率提升 30%，推动农事管理由经验决策转向数据驱动，加之仓储加工设施逐步完善，“种－收－产－销”全链条具备延伸空间，粮食深加工可实现 50%以上的效益提升，白沙村实践同样折射出产业发展面临的现实制约，丘陵旱地先天基础条件薄弱，耕地细碎化会限制智能装备大规模普及，白沙村 2600 亩耕地在分户生产时期需要 800 人劳作，集约经营后仅需 50 人便可完成生产，直观体现分散经营模式人力成本高、生产效率偏低的问题，与此同时，智慧农业配套设施前期投入较高，种粮收益与设备投入之间的矛盾，仍是智慧技术进一步推广需要攻克的现实难点[3]。邯郸市内部地域条件分化明显，包含平原规模种植区、地下水超采管控区以及西部丘陵小农区，不同区域地块条件、经营规模差异较大，也对智慧农业技术推广提出差异化要求。

3. 智慧农业赋能粮食产业关键技术

3.1. 农田智能感知与精准作业技术

农田智能感知与精准作业是粮食智慧生产的底层技术支撑，主要依托北斗定位、地面传感器、无人机遥感等设备获取田间土壤墒情、养分、作物长势、病虫害等多维信息。通过对田间多源数据解析生成作业处方图，驱动智能农机完成变量施肥、精准灌溉、变量植保等差异化农事作业。该技术改变传统农业经验式管理模式，依据田间地块的空间异质性实施分区管控，在节约水肥药等生产资料的同时，实现粮食生产提质增效[4]，为规模化粮食生产提供技术基础。

3.2. 智慧农场与数字孪生技术

智慧农场以数字孪生技术为核心，融合多源监测数据构建农田的虚拟映射场景，实现粮食生产全生

育周期的可视化模拟、仿真推演与动态管控。该技术将大田环境参数、作物生长状态、农机作业信息汇聚至一体化平台，能够对作物长势开展动态模拟，预判生长风险，辅助生产人员开展事前干预。区别于传统的单点监测模式，数字孪生可以打通监测、仿真、决策、作业的闭环[5]，推动农场管理由事后处置向事前预警转变，是粮食生产场景数字化升级的重要方向。

3.3. 粮食全产业链数字化技术

粮食全产业链数字化技术覆盖育种、种植、仓储、加工、流通各个环节。在前端育种环节可依托大数据辅助品种筛选；生产端对接各类农事智能装备；产后环节借助物联网实现仓储环境智能调控，利用区块链技术构建产品溯源体系；流通端依靠大数据平台实现产销信息匹配。通过打通产业链各环节的数据通道，破除各环节信息割裂问题，释放数据要素价值[6]，助力实现粮食产业从田间到市场的全流程可管控，推动粮食产业整体增值。

4. 邯郸智慧农业赋能粮食产业的实践探索与初步成效

4.1. 智能感知与精准作业技术的应用成效

邯郸市智能感知与精准作业技术应用取得一定成效。在曲周县第四疃镇千亩示范方，利用多光谱无人机开展麦田遥感监测，通过采集麦苗不同波段光谱反射信息，研判作物营养水平，生成变量施肥作业处方，地面植保无人机与智慧农机依据作业参数动态调整施肥量，对高肥力区域减施肥料、苗情偏弱地块增施肥料，实现分区精准施肥。中国农业大学曲周实验站配置 6 台多光谱无人机，面向农户开展技术服务，小麦生育期可实现平均节水节肥 15% [7]。

鸡泽县种粮大户引进物联网智能灌溉技术，土层埋设传感器实时监测土壤墒情，并将监测数据上传至云端平台，云端平台结合小麦各生育阶段需水特征，自动精准调控灌溉水量与灌溉时长。蕾邦农作物种植专业合作社应用该套智能灌溉系统，能够依据土壤湿度与气象条件自动调整灌溉量，有效提升水资源利用效率，同时推广绿色防控技术，使化学农药施用量降低 20%，实现粮食产量与品质协同提升。

4.2. 智慧农场建设与数字化场景构建

邯郸市对智慧农场建设开展系统性布局。由河北工程大学、邯郸职业技术学院、邯郸学院组建的智慧农业监测科研团队，以农作物全生育周期科学管控为目标，整合空－天－地一体化监测技术，构建基于无人机监测的数字孪生农场应用场景。该场景在邱县古城营镇 5000 亩流转土地试验示范区内落地，取得较好实践成效。

高标准农田与智慧农业技术深度融合，是邯郸农业实践的另一特色。在成安县北乡义镇辛庄村高标准农田，种粮大户借助手机移动端 APP 远程管控智能灌溉设备。爱耕农业种植专业合作社的 2400 亩高标准农田全面应用智慧水肥一体化灌溉技术，对小麦肥水实施精准调控，实现节水、节肥与增产多重效益。

4.3. 粮食产业联合体与全链条协同实践

邯郸市积极搭建“种业公司 + 合作社 + 农户”产业协同运行体系。鸡泽县蕾邦农作物种植专业合作社采用该组织模式，开展小麦、玉米标准化种植。蕾邦种业历经 10 年选育培育出“蕾麦 118”小麦品种，2025 年合作社该品种亩产实现 1235 斤，较 2024 年增长 10.1%。截至目前，该粮食产业化联合体辐射鸡泽及周边县域，完成小麦、玉米标准化种植 17,760 亩，吸纳 5772 户农户参与生产。2024 年曲周县粮食总产量达 51 万吨；其“绿色吨半粮”千亩示范方冬小麦亩产稳定在 720 公斤以上，小麦－玉米周年亩产突破 1550 公斤，相比传统种植模式增产 26.4%、增效 48%。

5. 智慧农业赋能邯郸粮食产业高质量发展的现实约束

5.1. 技术推广与经营主体制约

邯郸市智慧农业虽取得局部示范成效，但在技术推广落地层面仍存在现实制约。智慧农业技术落地多集中于示范农场、农民合作社、种粮大户这类新型经营主体，普通农户对数字化技术接受与应用水平整体不高，粮食产业智能化难以由局部示范转向大范围普及[8]。智慧农业装备购置投入较高，而粮食生产经营收益有限，再加上农户经营规模偏小、种粮群体老龄化等现实因素，进一步阻碍技术的大范围推广应用，技术落地是技术、主体、地块条件多重因素共同耦合的结果。

5.2. 数据要素与制度体系制约

数据资源整合共享不足同样制约当地智慧粮食产业发展。数据驱动是智慧农业的核心特征，但当前粮食产业链各环节的数据采集缺乏统一标准，信息孤岛问题较为明显[9]。育种、种植、加工、仓储到流通各环节的数据相互割裂，难以实现互联互通，致使数据要素对产业的资源配置价值无法充分发挥。产业发展还面临人才供给不足与制度建设滞后的双重约束。智慧农业发展需要兼备农业生产知识与信息技术能力的复合型人才，而农村数字技术人才缺口较大，对应的技术推广服务体系仍不完善。同时，智慧农业相关标准规范、数据安全、认证评价等制度建设进度偏慢，不利于产业规范化运行。即便拥有中国农业大学曲周实验站等科研平台提供技术支持，科研成果从实验室向田间生产场景落地的转化效率依旧有待提高[10]。

6. 智慧农业科技赋能邯郸粮食产业高质量发展的推进路径

基于上述分析，本文从技术、产业、主体、制度四个维度提出智慧农业科技赋能邯郸粮食产业高质量发展的推进路径。

6.1. 关键技术装备的集成应用与推广

需推动智能感知与决策技术落地普及。依托现有无人机巡检、传感器监测手段，拓宽物联网监测终端布设范围，搭建空－天－地一体化农田信息感知网络，优先推广多光谱遥感、变量施肥、精准灌溉等成熟技术，压缩技术使用成本与应用门槛。与此同时，应当加快智能农机的落地应用，在北斗导航无人驾驶拖拉机、植保无人机现有装备基础上，补齐智能播种、智能收获等生产环节装备配置，助力粮食生产由全程机械化向全程智能化迭代。除此之外，还要搭建适配粮食产业的智慧决策模型，充分借助中国农业大学曲周实验站等科研平台力量，研发适配冬小麦－夏玉米轮作体系的智能决策模型，推动传统经验式决策转向数据驱动的精准决策模式。结合邯郸平原、地下水超采区、西部丘陵的差异推行分区技术推广，各县打造少量示范田作为实训载体。

6.2. 粮食全产业链的数字化改造

构建“育种－种植－加工－仓储－流通”一体化的粮食全链条数字化体系。参考蕾邦合作社“种业公司 + 合作社 + 农户”的协同模式，把数字技术渗透至粮食产业各个环节，育种环节依托大数据分析辅助品种选育，生产环节普及水肥一体化智能管控手段，仓储阶段搭建智能监测预警系统，流通领域搭建产销对接数字化平台。与此同时，推进智慧农业与高标准农田深度融合，把智慧农业技术纳入高标准农田建设标准体系，在新一轮项目建设中配套布设智能灌溉、智能监测相关设施，落实“建管并重、智慧赋能”建设思路。搭建冀南粮食产业数据共享平台，由市农业农村局牵头，联合科研机构、粮食经营主体共建，设置感知、业务、共享、应用四层简易架构，实行数据分级脱敏共享，破解产业链信息孤岛，

优先在蕾邦联合体开展溯源试点。在此基础上，依托智慧农业推进本地粮食品牌建设，运用区块链与产品溯源技术搭建粮食质量安全追溯体系，提高邯郸粮食产品的品牌溢价水平。

6.3. 多元化智慧农业经营服务主体培育

应当重点扶持智慧农业领域新型经营主体发展。鼓励种粮大户、家庭农场、农民合作社优先落地智慧农业技术，发挥示范辐射作用，支持合作社牵头成立粮食产业化联合体，依靠统一品种、统一技术、统一管理、统一销售的运营模式，减少个体农户应用智慧技术的投入压力。与此同时，需大力培育智慧农业社会化服务主体，结合本地地域差异，拓展针对小农户的农业智慧托管、代耕代种等服务模式，使技术条件有限的小农户同样能够享受数字化农业带来的收益，扶持农机合作社、植保服务机构配置智能装备，输出专业化、标准化农事技术服务。除此以外，还需强化高素质农民的数字能力培育，把智慧农业相关技术纳入高素质农民培育体系，依托科技小院、实验站等载体开设田间实操课堂，聚焦提升农户智能设备操作、数据解析以及生产决策应用等核心能力。建立本地智慧农事服务主体名录，面向小农户提供智慧托管服务，分层开展实操培训。

6.4. 智慧农业政策支持与治理体系完善

要完善面向智慧农业的财政与金融保障手段。设置智慧农业技术推广专项补贴，减轻农户及新型经营主体的技术应用成本，积极探索设备租赁、分期付款等金融创新模式，化解经营主体一次性购置设备的资金压力，研究配套邯郸市智慧农业装备推广补贴实施细则，区分不同装备类型设置差异化补贴比例，确立“主体申报－县级实地核验－市级复核公示－资金拨付”工作流程，并将装备实际运行绩效纳入后续项目申报的参考依据。与此同时，应当完善粮食产业的数据治理与标准体系建设，搭建粮食产业数据采集、共享与应用的统一标准，破除产业链信息孤岛问题，优化智慧农业成熟度认证制度，试点推进智慧农场等数字化应用场景认证工作。在此基础上，搭建产学研用协同创新运行机制，推进同中国农业大学等科研院所的县校合作，打造智慧农业技术中试基地与示范推广网络，打通“科研院所 + 推广机构 + 经营主体”的技术扩散渠道，加快科研成果向实际生产力转化。最后，还需健全智慧农业保险及风险防控体系，在落实三大粮食作物完全成本保险全覆盖的基础上，推动保险机构将数字化技术融入理赔全流程，开发气象灾害预警、病虫害智能监测等智慧化风险防控服务。

7. 结论

智慧农业是驱动粮食产业高质量发展的重要支撑。邯郸市作为河北省核心粮食生产区域，已经在智能感知、精准农事作业、智慧农场建设、产业链协同等领域形成一定实践积累，但当前智慧农业应用仍局限于示范试点层面。要实现由局部试点向规模化普及、浅层应用向产业深度融合的转变，仍需要在技术集成、产业协同、经营主体培育、制度保障层面进一步完善。

面向长远发展，邯郸市可围绕粮食产业数字化转型示范区建设目标，遵循“技术－产业－主体－制度”四维协同思路，构建贯通粮食全产业链的智慧农业发展体系，把数字技术赋能作用转化为粮食产业降本增效与结构优化的内生动力。这既能够巩固“冀南粮仓”的粮食综合生产能力，同时也可为华北平原及国内同类粮食主产区的农业数字化转型提供实践借鉴。

基金项目

2026 年度邯郸市哲学社会科学规划课题(2026225)；河北省高等学校科学研究项目科学技术类青年基金项目(QN2026546)。

参考文献

[1] 顾光同, 侯宇, 赵田田, 等. 农业新质生产力赋能农业数字化转型: 作用机制、现实困境与实践路径[J/OL]. 中国生态农业学报(中英文): 1-14. https://link.cnki.net/urlid/13.1432.S.20260929.1019.001, 2026-10-12.

[2] 胡波, 曹阳, 叶一衡, 等. 耕地细碎化对粮食体系韧性的影响研究: 基于调节效应分析[J/OL]. 中国农业资源与区划: 1-19. https://link.cnki.net/urlid/11.3513.S.20260409.1656.014, 2026-10-12.

[3] 刘长全. 粮食产业智慧化发展的“两个跨越”挑战及破解路径[J]. 学习与探索, 2024(7): 98-108.

[4] 张超, 穆佳佳, 王长志, 等. 空天地协同下农田系统监测关键技术研究进展[J]. 农业机械学报, 2026, 57(20): 1-20.

[5] 闫海兰, 张婧瑜. “双碳”目标下的智慧农场数字孪生系统应用实现[J]. 甘肃科技纵横, 2025, 54(4): 72-78.

[6] 丁晓. 数智技术赋能粮食产业链韧性提升的作用机制与实现路径[J]. 海峡科技与产业, 2026, 39(4): 15-19.

[7] 宋洪杰. 华北平原冬小麦——夏玉米轮作区节水灌溉技术应用与效益分析[J]. 河北农业, 2026(6): 55-56.

[8] 吕彩杰, 武永超. 智慧农业技术推广的现状、困境及对策建议[J]. 智慧农业导刊, 2026, 6(17): 22-25.

[9] 曹冰雪, 赵春江, 李瑾, 等. 中国智慧农业技术发展现状、挑战与展望[J]. 农业工程学报, 2025, 41(21): 1-10.

[10] 李鸿飞, 张融存, 柏艺琳, 等. 以科技成果入乡转化助力城乡融合发展——基于国家城乡融合发展试验区的观察[J]. 农业现代化研究, 2025, 46(3): 428-439.