

农业机械智能化在提升土地利用效率中的应用分析

段爱波

潍柴雷沃智慧农业科技股份有限公司, 山东 潍坊 262500

[摘要]随着我国农业现代化进程的不断推进,农业机械的智能化应用逐渐成为提高农业生产效率、优化土地资源配置的关键手段。通过将传感器技术、北斗导航系统、人工智能算法等现代信息技术融入农业机械设备中,实现了农机作业的精准化、自动化与数据化,有效提高了土地利用率和作业效率。此文围绕农业机械智能化的核心技术与实际应用展开分析,探讨其在耕作、播种、施肥、收获等环节中提升土地利用效率的具体作用。同时,文中还分析了当前推广中存在的技术瓶颈和应用障碍,提出了相应的优化建议与发展方向,以期为我国农业可持续发展提供技术参考与路径支持。

[关键词]农业机械智能化;土地利用效率;精准农业;信息技术;自动化作业

DOI: 10.33142/nsr.v2i2.16983

中图分类号: S231

文献标识码: A

Application Analysis of Intelligent Agricultural Machinery in Improving Land Use Efficiency

DUAN Aibo

Weichai Lovol Smart Agriculture Technology Co., Ltd., Weifang, Shandong, 262500, China

Abstract: With the continuous advancement of agricultural modernization in China, the intelligent application of agricultural machinery has gradually become a key means to improve agricultural production efficiency and optimize land resource allocation. By integrating modern information technologies such as sensor technology, Beidou Navigation System, and artificial intelligence algorithms into agricultural machinery and equipment, precision, automation, and dataization of agricultural machinery operations have been achieved, effectively improving land utilization and operational efficiency. This article analyzes the core technology and practical application of intelligent agricultural machinery, and explores its specific role in improving land use efficiency in cultivation, sowing, fertilization, harvesting, and other processes. At the same time, the article also analyzed the technical bottlenecks and application obstacles in the current promotion, and proposed corresponding optimization suggestions and development directions, in order to provide technical reference and path support for the sustainable development of agriculture in China.

Keywords: intelligent agricultural machinery; land use efficiency; precision agriculture; information technology; automated operations

引言

在全球耕地资源紧张、农业生产转型升级的大背景下,提升土地利用效率已成为实现农业可持续发展的核心目标。传统农业机械存在作业精度低、资源浪费严重等问题,难以满足现代农业发展的需要。近年来,随着人工智能、大数据、物联网等前沿技术在农业领域的深入应用,农业机械智能化逐渐成为提升耕地利用率和降低成本的重要工具。通过智能化手段可以实现对土地的精准管理与科学调配,显著提高单位面积产出。本文以农业机械智能化为切入点,系统分析其在提升土地利用效率方面的具体应用路径和现实意义,并对未来发展趋势作出展望。

1 农业机械智能化的关键技术基础

1.1 传感器与数据采集技术

随着农业现代化发展,传感器与数据采集技术已成为智能农业机械系统的感知核心。土壤传感器可以实时获取土壤湿度、温度、pH值、有机质含量等多种数据,为播种、灌溉和施肥提供精准依据;气象监测器则能有效监测风速、降雨、光照强度等外部环境参数,为农机作业提供动态调度数据支持;图像识别模块在病虫害检测、作物

识别、行距识别等方面也发挥了显著作用,通过集成高清摄像头和图像处理算法,使农机具备自主判断农作物长势和田间状态的能力。这些感知设备与农业机械融合后,极大提高了农机对作业环境的适应能力,使作业方式从粗放型向精准型转变,从而在根本上提高了土地利用效率。

1.2 北斗导航与无人驾驶系统

北斗导航系统与无人驾驶技术的结合是农业机械智能化发展的核心标志之一,代表着农业生产方式向高度精准化和自动化的转型。北斗高精度定位系统可实现厘米级实时定位,为农业机械提供可靠、连续的空间位置数据支持。在耕地、播种、施肥、喷药、收获等多个关键农业环节中,智能农机借助北斗导航系统能够严格按照设定路线进行作业,显著减少路径重叠与作业遗漏,提升作业覆盖率与土地使用的完整性,从而有效降低资源浪费,提升土地利用效率。基于北斗系统构建的自动驾驶农机平台,使传统依赖人工驾驶的作业方式得以解放,大幅降低对熟练操作手的依赖,提高了作业效率与农机运行的安全性。无人驾驶系统还具备全天候作业能力,即使在夜间、雾霾天

气或不利地形等复杂环境下,也能依托稳定的定位和导航能力实现自动化作业。

1.3 人工智能与大数据分析

人工智能与大数据技术是农业机械智能化系统中真正实现“智慧决策”的核心大脑。通过对农田各类传感器所采集的历史与实时数据进行系统化整合与深度挖掘, AI 决策支持系统能够对农业生产全过程进行动态分析与精准指导。它不仅可以根据气象、土壤、水分等环境参数,预测最佳播种时机,还能制定变量施肥方案,依据作物实际生长需求进行精准投放,避免资源浪费。AI 算法具备自学习和持续优化的能力,可通过记录农机作业轨迹、识别常见故障模式以及分析不同田块的结构特征,实现作业路径的最优化规划和设备运行状态的智能诊断,提升整体运维效率。借助大数据平台,农业管理者还可实现多维度可视化,全面掌握作物长势、土壤健康状况、土地利用效率及农机运转情况,从而制定科学的耕作与管理策略。人工智能与大数据的深度融合,不仅使农业作业更为高效智能,也推动了土地资源的精细化配置与农业系统的绿色可持续发展。

2 智能农机在主要农业环节的应用

2.1 智能耕作技术

智能耕作技术作为农业机械智能化应用的基础环节,是实现农业精细化管理和提升土地利用效率的关键所在。其核心在于通过高精度传感器、导航系统与智能控制算法,对耕作深度、路径和频率进行动态调节,从而实现耕作作业的科学性和高效性。智能深耕设备在作业过程中能够实时获取土壤含水量、密实度、有机质分布等数据,并结合历史地块耕作信息,通过北斗导航系统引导耕作路径,智能调节犁铧深浅与入土角度,避免因过度翻耕造成土壤板结或破坏耕层结构。同时,浅翻技术也得以智能控制,适用于表层养分保护和微生态维护,有助于实现绿色生态农业目标。智能耕作系统具备作业轨迹自动规划与回放功能,可确保对整块耕地实现无遗漏、无重叠作业,最大限度提升土地耕层的覆盖率和利用率。精准的作业路径不仅节省了燃油与人力成本,也显著提高了土壤通透性和蓄水能力,为后续的播种、施肥及作物生长提供理想的土壤基础环境。

2.2 精准播种与变量施肥

精准播种与变量施肥作为农业生产的重要环节,是实现高效种植与土地资源优化配置的核心技术路径。现代智能播种机通过集成 GPS 高精度导航、作物识别传感器与地块管理信息系统,能够根据每一块农田的土壤质地、水分状况、地形特征及历史作物种植记录,自动调整播种的密度、深度和行距。这种“因地制宜”的播种策略,既保障了作物生长的空间需求,又最大化利用了耕地资源,避免了播种过密导致的竞争或过疏造成的土地浪费。在变量施肥方面,系统依托前期详尽的土壤养分检测结果和作物营养需求模型,结合北斗定位技术与智能施肥装备,实现对不同地块进行定量、定时、定点的施肥作业。通过差异

化供肥,不仅提高了肥料的吸收效率和使用效益,还有效控制了施肥总量,减少化肥残留对土壤结构和生态环境的长期负面影响。

2.3 自动化收获与土地复耕

自动化收获技术以图像识别、作物定位与路径优化算法为支撑,使收获机械具备自主识别作物成熟度与收割区域边界的能力。收获机通过分析作物排列、密度与地形数据,智能生成最优作业路径,有效避免重收与漏收现象,提高收获效率与作物完整率。针对不同作物,设备还可自动切换作业模式,实现多样化收获作业。收获作业完成后,智能农机会自动进入土地复耕预处理阶段,如碎秸还田、地表整理、浅耕松土等,通过系统内置的作物轮作计划与地块健康评估模型,调整复耕深度与方式,为下一季作物栽培打下科学基础。这一全过程不仅大幅提高了土地的复用效率,也有助于保持耕地生态平衡。

3 农业机械智能化对土地利用效率的影响

3.1 提高作业精度与土地覆盖率

农业机械智能化的首要优势在于大幅提升作业精度与土地覆盖率。传统农业机械在作业过程中,由于人工操作误差较大,常常出现作业重叠或遗漏现象,导致耕地利用率下降。智能农机搭载北斗高精度导航系统和路径规划算法后,可以实现厘米级精度的自动驾驶作业,有效避免重复耕作与未作业区域。同时,农机操作系统可根据地块边界、作物分布和地形特点进行实时调整,确保边缘区域也能均匀覆盖,提升耕地整体的有效利用面积。此外,通过地块建模与轨迹回放功能,系统可记录并优化每一次作业路径,进一步提高后续作业的效率 and 完整性。这种精准作业能力不仅提升了土地覆盖率,还为科学管理土地资源提供了详实的数据支撑。

3.2 降低资源浪费与土地负荷

在现代农业生产中,水、肥、药等农业投入品的高强度使用,极易造成资源浪费与土地负荷过重。农业机械智能化通过引入变量施肥系统、智能灌溉控制模块与精准喷药设备,实现了对农用物资的按需输入。具体而言,变量施肥系统基于土壤传感器反馈的信息,结合作物生长模型与地块历史数据,自动调整施肥量和施用范围,避免“过量施肥”现象。智能灌溉技术则能根据实时气候和土壤水分情况,精确控制灌溉时间与水量,防止水分过剩造成土壤板结或养分流失。喷药系统则利用图像识别技术锁定病虫害发生区,仅对受害区域进行喷洒,减少农药残留与环境污染。这种基于智能控制的资源管理方式,有效降低了农业对土地的生态压力,延长耕地使用寿命,促进土地资源的可持续利用。

3.3 支持轮作制度与地力恢复

农业机械智能化不仅关注当前的作业效率,更通过数据积累与分析服务于土地的长期健康管理。在轮作制度的实施方面,智能农业系统可根据不同作物的需肥特性、病

虫害易感性与土壤营养平衡需求，制定科学的轮作安排。系统会根据历年地块种植记录、土壤检测结果与作物营养模型，为农户推荐最优作物轮作组合，有效避免连作障碍，提升地力恢复能力。同时，结合农机作业数据、气候监测和作物生长监控结果，系统可对农田健康状况进行动态评估，包括地力等级、养分盈亏、土壤病害风险等指标，为土地休耕或间作策略提供科学依据。通过这一数据驱动的轮作管理机制，不仅实现了土地养护与持续利用的平衡，还为建立生态型农业发展路径提供了重要技术支撑。

4 智能农机推广中的问题与优化策略

4.1 成本高与设备兼容性不足

尽管智能农机在提升土地利用效率方面成效显著，但其高昂的设备成本和复杂的系统结构，仍成为限制其大范围推广的主要障碍。尤其对于中小型农户而言，智能农机设备初期投资大、维护费用高，使得其在资金有限的情况下难以承担。同时，当前市场上存在不同品牌与型号的智能农机系统，它们之间在通信协议、接口标准和作业平台上缺乏统一标准，导致设备之间难以协同使用，降低了整体作业效率。中小农户往往需要根据各自已有的传统农机设备进行升级改造，但由于兼容性差，改装成本和技术难度较高，使其处于推广应用的边缘。因此，未来智能农机的研发应更多关注低成本、模块化与高兼容性的设计思路，以适应更多元化的农业作业场景，降低中小农户的准入门槛。

4.2 技术培训与操作能力限制

智能农机的高效运行离不开熟练的操作人员和精准的系统管理，但当前我国农业从业人员的培训体系尚不完善，尤其在乡村基层地区，农机手普遍存在操作知识缺乏、数字素养不足的问题。许多农户即使拥有了智能化设备，也难以充分发挥其性能，系统功能的使用率低，影响了整体作业质量与土地利用效率的提升。一些新型智能设备在用户界面、人机交互方式上也未充分考虑农户的使用习惯，造成使用困难。为此，应加强农机智能化培训体系建设，组织多层次的实操培训与远程指导，提升农民的操作技能与系统理解能力。同时，在产品阶段，智能农机应优化用户界面与操作流程，提升设备的易用性与人性化程度，真正实现“懂农业、会使用”的落地目标。

4.3 政策支持与标准体系建设

推动智能农机在农业生产中的广泛应用，离不开政策

引导与标准保障的系统支撑。目前，智能农机推广尚缺乏完善的财政激励机制与技术规范体系，导致企业研发动力不足、用户应用信心不强。应加强政府在智能农机领域的财政补贴与购置奖励政策，尤其对经济条件有限的中小农户予以定向支持，提升其设备更新换代的积极性。同时，应加快智能农机行业标准、通信接口、作业数据格式等规范的制定与推广，促进设备间的互联互通与系统集成。此外，政府可推动建立智能农机试点示范区，打造可复制、可推广的成功应用模式，为其他地区提供借鉴经验。通过政策支持与标准化引导双轮驱动，才能构建良性发展环境，推动智能农机产业健康有序发展，助力土地资源的高效利用与现代农业转型升级。

5 结语

农业机械智能化作为现代农业发展的核心技术路径，在提升土地利用效率、推动农业可持续发展方面具有显著优势。通过精准作业、智能控制与科学调配，能够有效减少土地浪费，提高农业生产效益。尽管在推广应用中仍面临一定的技术、成本与管理障碍，但随着国家政策的持续推动与技术的不断成熟，农业机械智能化的普及已成为大势所趋。未来，应持续加强技术融合与农户教育，构建完善的农业智能化体系，推动我国农业由“量的增长”向“质的提升”转变，实现土地资源的最大化利用与农业现代化的有机统一。

[参考文献]

- [1]段天青.基于精准农业的玉米耕整地机械智能化控制系统研究[J].农机使用与维修,2025(3):52-54.
- [2]黄法伟,董晓威.基于 PLC 的水田农业机械智能化研究综述[J].农机使用与维修,2025(2):62-66.
- [3]倪永.新型农业机械对农业生产效率提升的影响分析[J].河北农机,2025(1):43-45.
- [4]余澳,李进,贾卓强.农业机械化智能化保障粮食安全的机理与路径研究[J].农村经济,2024(11):33-44.
- [5]闫明艳.智能化农业机械在农业生产中的应用分析[J].农业机械,2024(11):85-87.

作者简介：段爱波（1990.1—），毕业院校：青岛大学，学历：硕士研究生，所学专业：机械工程，当前就职单位：潍柴雷沃智慧农业科技股份有限公司，中级工程师职务，主要从事农业机械装备研发相关工作。