

农业机械自动化技术的研究与进展

杨大鹏

东平县梯门镇人民政府 山东 东平 271500

摘要: 农业机械自动化是推动现代农业高质量发展的核心动力。传感器技术实现精准感知, 自动导航提升作业效率, 智能控制保障作业精准性。目前存在应用普及不均、设备成本高、技术适应性差等问题。通过强化技术创新、降低成本、加强培训服务等推广策略, 可有效解决现存困境, 推动农业机械自动化技术深度融入农业生产全链条, 助力农业现代化进程加速推进。

关键词: 农业机械; 自动化技术; 策略

引言

在农业现代化发展进程中, 农业机械自动化技术的应用已成为提升生产效率、降低劳动强度的关键路径。随着科技的飞速发展, 传感器、自动导航及智能控制等技术不断革新, 为农业机械自动化带来新的机遇与挑战。然而, 当前技术在应用过程中仍面临诸多问题, 制约其广泛普及。本文将深入探讨农业机械自动化的关键技术、应用现状, 针对性提出推广策略, 旨在为推动农业机械自动化技术进步与应用提供理论参考。

1 农业机械自动化概述

农业机械自动化是以现代信息技术、传感器技术、自动控制技术为核心, 将机械工程与智能化技术深度融合, 实现农业生产过程中机械装备自主感知、决策与执行的技术体系。其通过对农业生产各环节如耕地、播种、施肥、灌溉、收获等作业流程的自动化改造, 摒弃传统依赖人工操作与经验判断的模式, 以精准化、高效化、智能化的运行方式重塑农业生产形态。在硬件层面, 农业机械自动化系统依托高精度传感器构建感知网络, 例如利用土壤湿度传感器实时监测墒情, 通过作物生长传感器获取植株生理参数, 再借助卫星导航与惯性测量单元(IMU)实现机械装备厘米级定位。这些传感器采集的数据经信号处理模块转化为可被控制系统识别的数字信息, 为自动化作业提供数据支撑。软件层面, 基于机器学习与专家系统的算法模型, 能够对海量数据进行深度分析, 从而制定出符合农艺要求的作业策略, 如根据作物生长需求精准调控施肥量与灌溉时间, 确保资源高效利用。农业机械自动化的核心价值体现在显著提升生产效率与质量。自动化装备可实现全天候连续作业, 避免因人力疲劳或作息限制导致的效率损耗, 其作业精度远高于人工操作, 有效减少重复作业或漏耕漏播现象。通过精准控制作业参数, 能够降低化肥、农药等

投入品使用量, 在保证作物产量的前提下, 减轻对生态环境的负面影响, 助力农业可持续发展。自动化技术的应用还使得农业生产数据得以持续积累, 为农业生产的数字化转型奠定基础, 未来可进一步结合大数据分析 with 人工智能技术, 实现农业生产全流程的智能化预测与决策, 推动农业从传统经验型向科学数据驱动型转变。

2 农业机械自动化关键技术

2.1 传感器技术

传感器技术是农业机械实现自动化作业的核心基础, 通过感知物理世界的各类信息并转换为电信号或数字信号, 为机械系统提供精准的决策依据。在农业生产中, 多种类型的传感器协同工作, 如用于监测土壤墒情的湿度传感器, 可实时获取土壤含水量数据, 帮助农业机械精准调控灌溉水量与时机, 避免水资源浪费和过度灌溉引发的土壤板结问题; 作物生长状态传感器利用光谱分析技术, 检测作物叶片的叶绿素含量、病虫害感染程度等信息, 为精准施肥和施药提供数据支持。在农机作业过程中, 位置传感器与姿态传感器实时监测机械的行进轨迹和工作姿态, 确保农机在复杂地形下保持稳定运行, 提升作业精度与质量。随着微机电系统(MEMS)技术和纳米技术的发展, 传感器朝着微型化、智能化和集成化方向演进, 能够更高效地采集多维度信息, 为农业机械自动化提供更全面、更准确的数据支撑。

2.2 自动导航技术

自动导航技术赋予农业机械自主规划路径与精准行驶的能力, 有效解决传统人工驾驶作业效率低、误差大的问题。基于全球卫星导航系统(GNSS), 如北斗卫星导航系统、GPS等, 农业机械可实现厘米级甚至毫米级的定位精度, 结合地理信息系统(GIS)构建的农田电子地图, 农机能够依据预设的作业路径自动完成耕地、播

种、收获等任务。视觉导航技术则通过安装在农机上的高清摄像头,实时采集农田环境图像,利用计算机视觉算法识别作物行、田埂、障碍物等特征,实现自主避障和路径纠偏,尤其适用于卫星信号较弱的环境。惯性导航系统利用陀螺仪和加速度计等惯性元件,实时测量农机的运动参数,通过积分运算确定农机的位置和姿态,与卫星导航、视觉导航形成互补,增强导航系统的可靠性和适应性。自动驾驶技术的应用,显著减少了农机作业的重叠和遗漏区域,提高土地利用率和作业效率,同时降低了驾驶员的劳动强度,为农业规模化、标准化生产提供有力保障^[1]。

2.3 智能控制技术

智能控制技术作为农业机械自动化领域的核心驱动要素,依托先进的算法模型与控制策略体系,达成对农业机械作业流程的精准化调控与系统化优化管理。模糊控制、神经网络、遗传算法等智能算法在农业机械控制中得到广泛应用,能够处理复杂的非线性、时变性和不确定性问题。例如,在联合收割机作业中,智能控制系统根据作物成熟度、含水率等参数,实时调节割台高度、滚筒转速、脱粒间隙等工作部件,确保收获质量和效率的最优化;在植保无人机飞行控制中,基于多传感器融合的智能控制系统可根据地形起伏、风速风向等环境因素,自动调整飞行高度、速度和喷药量,实现精准施药,减少农药浪费和环境污染。智能控制技术还支持农机作业数据的实时采集与分析,通过建立作业模型和预测算法,提前发现设备故障隐患,优化作业方案,为农业生产提供科学决策依据。随着人工智能和物联网技术的不断发展,智能控制技术将向更高层次的自主学习、自适应控制方向发展,进一步提升农业机械的智能化水平和作业性能。

3 农业机械自动化的应用现状

3.1 应用普及程度不均

在现代农业生产体系中,农业机械自动化应用普及程度呈现显著的不均衡态势。于规模化种植区域,大型农场凭借广袤连片的土地资源与雄厚资金储备,率先引入自动化播种机、联合收割机等先进设备,实现从耕整地、播种施肥到作物收获的全流程自动化作业,极大提升生产效率与作业精准度。以东北平原的大型国有农场为例,万亩良田通过卫星导航自动驾驶系统,可使播种行距误差控制在2cm以内,显著优于人工操作水平。与之形成鲜明对比的是,广大丘陵山区及小规模家庭农场,受限于地形地貌复杂、地块破碎、经济实力薄弱等因素,农业机械自动化推进艰难。梯田、坡地等特殊地形

难以适配大型自动化农机,小型自动化设备又存在功能单一、性价比低的问题,导致部分地区仍依赖传统人畜力耕作,农业机械自动化覆盖率不足30%,这种区域间、经营主体间的巨大差异,严重制约了农业机械自动化整体水平的提升。

3.2 设备成本与维护难题

农业机械自动化设备高昂的购置成本与复杂的维护需求,成为阻碍其广泛应用的重要瓶颈。自动化农机集成了先进的传感器、智能控制系统与高精度执行机构,研发与制造成本居高不下。一台配备自动驾驶系统的拖拉机市场售价可达数十万元,加之配套的卫星导航服务费、软件升级费等持续支出,远超普通农户与小型农业经营主体的承受能力。即便部分主体勉强购置设备,后期维护也面临诸多挑战。自动化农机的精密电子元件与复杂机械结构,对维修人员的专业技能要求极高,故障诊断与维修往往需要专业检测设备与原厂配件支持。多数农村地区缺乏专业维修服务网点,一旦设备出现故障,维修周期长、成本高,甚至因维修不及时错过农时,影响农业生产效益。自动化设备的零部件更新换代快,老旧设备的升级改造难度大、成本高,进一步加剧了设备使用成本与维护压力^[2]。

3.3 技术适应性问题

农业生产环境的复杂性与多样性,使农业机械自动化技术在实际应用中面临诸多适应性难题。不同地域的土壤质地、气候条件、作物种类差异显著,对自动化农机的性能与功能提出多样化要求。例如,在南方水田地区,土壤黏重、湿度大,自动化农机易出现陷车、打滑等问题,且水田作业对设备的防水、防腐蚀性能要求更高;在北方干旱地区,风沙大、温差大,设备的散热系统、密封性能需进一步优化。不同作物的生长特性、农艺要求各异,现有自动化农机往往难以满足多样化的作业需求。以果园管理为例,果树的株行距、树体形态各不相同,自动化的修剪、采摘设备难以精准识别与操作,导致作业质量参差不齐。农业生产过程中突发的自然灾害、病虫害等情况,也要求自动化农机具备灵活的应急处理能力,但目前多数设备智能化水平有限,难以应对复杂多变的农业生产场景。

4 农业机械自动化的推广策略

4.1 技术研发与创新优化

(1) 聚焦农业生产全流程作业需求,针对播种、灌溉、施肥、收割等关键环节开展智能化技术研发。利用传感器技术实时采集土壤墒情、作物生长状态等数据,结合物联网技术实现数据的远程传输与分析,通过人工

智能算法优化农机作业参数,提升作业精准度与效率。例如,开发具有自动导航与路径规划功能的播种机,可减少人工操作误差,提高播种均匀性与土地利用率。

(2) 推动农业机械自动化技术与大数据、云计算的深度融合,构建农机作业数据管理平台。该平台可整合农机作业过程中的各类数据,通过数据挖掘与分析,为农机设计优化、作业方案制定提供科学依据。借助模拟仿真技术,在虚拟环境中对新型农机自动化技术进行测试与验证,缩短研发周期,降低研发成本。(3) 加强产学研合作,促进高校、科研机构与农机制造企业的协同创新。高校与科研机构发挥理论研究与技术创新优势,农机制造企业则基于市场需求与生产实践,将科研成果转化为实际产品。通过共建联合实验室、研发中心等形式,攻克农业机械自动化领域的关键技术难题,开发出更适应现代农业发展需求的自动化农机装备^[3]。

4.2 降低成本与提升性价比

(1) 优化农业机械自动化产品的设计与生产工艺,通过模块化设计实现零部件的通用化与标准化,减少生产过程中的物料浪费与工艺复杂度。采用先进的制造技术与设备,提高生产效率与产品质量稳定性,降低单位产品的生产成本。建立规模化生产体系,利用规模效应降低原材料采购成本与生产运营成本。(2) 探索新型商业模式,创新农业机械自动化产品的销售与服务方式。推广农机租赁、共享农机等模式,降低农户购买农机设备的一次性投入成本。通过与金融机构合作,为农户提供灵活的金融信贷服务,缓解农户资金压力。建立农机后市场服务体系,提供零部件供应、维修保养等一站式服务,降低农机使用过程中的维护成本。(3) 加强供应链管理,与优质供应商建立长期稳定的合作关系,确保原材料与零部件的稳定供应与质量可靠。在合作过程中,定期对供应商进行评估与考核,保障合作质量。通过优化供应链流程,减少中间环节,降低物流成本与交易成本。引入供应链协同管理系统,实现供应链各环节的信息共享与协同运作,提高供应链整体效率与响应速度,进一步降低农业机械自动化产品的综合成本。

4.3 加强技术培训与服务支持

(1) 构建多层次、多元化的农业机械自动化技术培训体系。针对农机操作人员,开展基础操作技能培训,使其熟练掌握农机设备的启动、运行、故障排查等基本操作。对于农机维修人员,提供专业化的维修技术培训,提升其对自动化农机设备的故障诊断与维修能力。培训内容可结合实际案例与现场操作演示,增强培训的实用性与针对性。(2) 建立线上线下相结合的技术服务平台,为农户提供及时、便捷的技术支持。线下设立农机服务站点,配备专业的技术服务人员,为农户提供现场技术指导与维修服务。线上搭建农机服务APP或微信公众号,提供技术咨询、视频教程、故障报修等服务功能,农户可通过手机随时随地获取技术支持,解决农机使用过程中遇到的问题。(3) 开展农机使用效果跟踪与反馈机制,定期回访农户,了解农机设备在实际使用过程中的性能表现与存在问题。根据农户反馈,及时优化农机产品设计与服务内容,不断提升农业机械自动化产品的用户体验与满意度。组织农机使用经验交流活动,促进农户之间的技术交流与经验分享,提高农业机械自动化技术的应用水平^[4]。

结语

综上所述,农业机械自动化技术凭借传感器、自动导航和智能控制等关键技术,为现代农业发展注入强劲动力。尽管目前在应用普及、成本控制和技术适配等方面存在瓶颈,但通过技术研发创新、成本优化和服务体系完善等策略,有望突破发展桎梏。未来,持续深化农业机械自动化技术与推广,将对实现农业生产智能化、高效化,促进农业现代化发展具有深远意义。

参考文献

- [1]王庆萍.自动化技术在农业机械中的应用研究[J].农业开发与装备,2025(2):112-114.
- [2]赵先强.农业机械自动化技术在现代农业中的应用研究[J].南方农机,2025,56(6):193-195.
- [3]柴宗旺,王春娟.自动化技术在农业机械中的应用研究[J].南方农机,2024,55(20):196-198.
- [4]付清秀.农业机械设计制造中自动化技术的应用研究[J].科技资讯,2022,20(15):76-78.