

农业物联网技术在农业种植过程中的应用研究

马 振 王 军

菏泽市鲁西新区陈集镇人民政府 山东 菏泽 274000

摘 要：农业物联网技术通过环境监测、病虫害防控、溯源管理与机械智能化四大模式，深度赋能农业种植。传感器网络与智能算法实现土壤、气象数据实时感知，驱动精准灌溉与施肥，资源利用率提升显著；病虫害预警系统结合无人机巡检，降低农药依赖；区块链溯源增强农产品质量透明度；无人农机与变量作业设备减少人力投入。其应用带来经济效益、社会效益与生态效益三重提升，推动农业向高效、绿色、可持续方向转型。

关键词：农业物联网技术；农业种植；应用

引言：随着农业现代化进程加速，传统种植方式因依赖粗放式管理、资源利用率低、环境调控滞后等问题，逐渐难以匹配高效、可持续的发展目标。物联网技术的出现为农业种植注入新动能。通过在田间部署传感器网络，实时采集土壤墒情、气象数据及作物生长参数，结合智能算法实现精准灌溉、变量施肥与病虫害预警，既减少资源浪费，又降低环境负荷。这一技术变革不仅提升生产效率，更推动农业向绿色化、智能化方向转型，为农业高质量发展开辟新路径。

1 农业物联网技术概述

农业物联网作为物联网与农业深度融合的前沿技术，正以“感知-传输-处理-应用”四位一体的技术架构，为农业生产模式带来智能化、精准化的深刻变革。其技术体系通过分层协同构建数据闭环：感知层利用土壤温湿度传感器、无人机多光谱相机等设备，实时采集农田环境参数与作物生理特征，形成覆盖“地-空-天”的三维立体数据网络；传输层依托LoRa、5G等低功耗广域网技术，突破农田地理阻隔与信号衰减限制，实现毫秒级时延的数据稳定传输；处理层基于云计算与边缘计算协同架构，运用深度学习算法构建作物生长动态模型，实现灾害风险的超前预警与资源投入的动态优化；应用层通过智能终端向农户推送可视化决策报告，驱动灌溉阀组、植保无人机等设备自动执行精准作业，形成“数据驱动-决策反馈-执行优化”的闭环管理。该技术体系在资源效率与风险防控方面成效显著。变量施肥与精准灌溉技术通过智能调控，使水肥利用率提升30%-50%，同时光温调控策略优化促进作物早熟，单位面积产出提升15%-25%。结合气象数据与作物生长模型，可提前7-10天预警干旱、病虫害等风险，降低损失超40%。此外，区块链溯源系统通过记录农产品全生命周期数据，保障了生产过程的透明度，增强了消费者信任，显著提升了农产

品品牌溢价能力。这一技术闭环不仅优化了农业生产流程，更为农业可持续发展提供了坚实的技术支撑。

2 农业物联网技术在种植过程中的应用模式

2.1 环境监测与精准控制

2.1.1 土壤与气象参数实时监测

农业物联网通过部署多参数传感器网络，实现对土壤温湿度、酸碱度（pH值）、电导率（EC值）及气象要素（光照强度、风速、降雨量、空气温湿度）的实时监测。传感器以无线通信技术（如LoRa、NB-IoT）将数据传输至云端平台，农户可通过手机APP或电脑端随时查看环境动态。系统结合历史数据与作物生长模型，自动生成环境变化趋势图，并预警潜在风险（如土壤盐渍化、极端天气）。例如，当土壤湿度低于阈值时，系统可联动灌溉设备启动补水；当气象数据提示霜冻风险时，提前通知农户采取防护措施，显著提升农业生产的预见性与抗逆性。

2.1.2 智能灌溉与施肥系统

基于土壤墒情传感器与作物需水模型，智能灌溉系统可实现按需供水。系统通过分析土壤含水量、作物蒸腾量及气象数据，动态调整灌溉量与频率，避免传统灌溉中的“一刀切”问题。例如，在干旱季节对需水量大的作物（如玉米）增加灌溉量，而对耐旱作物（如小麦）减少供水。施肥系统则结合土壤养分传感器与作物生长阶段，精准控制氮、磷、钾等肥料的投放量，减少过量施肥导致的环境污染。

2.1.3 温室大棚环境调控

温室大棚是农业物联网的重要应用场景。系统通过传感器实时监测棚内温度、湿度、CO₂浓度及光照强度，结合作物光合作用模型与生长周期，自动调节通风、遮阳、补光及CO₂增施设备。例如，在高温时段启动通风系统降温，在光照不足时启动LED补光灯，在夜间关闭

遮阳网减少热量散失。此外,系统可集成病虫害预警模块,通过图像识别技术监测叶片病害,并联动农药喷洒设备进行精准防治。温室环境调控技术使作物生长周期缩短10%-20%,产量提升15%-30%,同时减少农药使用量,保障农产品质量安全。

2.2 病虫害预警与防治

农业物联网技术通过多源数据融合与智能算法,构建起病虫害预警与精准防治的闭环体系,推动种植过程向智能化、生态化转型。在监测环节,物联网系统依托微型气象站、孢子捕捉仪、虫情测报灯等设备,实时采集环境温湿度、病虫害密度及作物受害程度等数据。孢子捕捉仪可捕获空气中的病原孢子,结合显微图像分析识别病害;虫情测报灯利用光源诱捕昆虫,并通过AI图像识别技术统计害虫种类与数量。此外,系统整合卫星遥感与无人机巡检影像,对大范围农田进行宏观监测,快速定位病虫害高发区域,为精准防控提供数据支撑。基于监测数据,物联网平台构建病虫害预测模型,融合历史发生规律、气象因子与作物生长周期,提前7-10天预测爆发风险,并通过移动端推送预警信息及防治建议。例如,针对稻飞虱暴发风险,系统会提示农户在特定时间节点使用内吸性杀虫剂,并明确用药浓度与安全间隔期。防治环节中,物联网系统与智能农机深度联动。无人机搭载多光谱相机与变量喷洒装置,根据病虫害分布图精准施药,减少农药浪费与环境污染。同时,系统可联动温室大棚的通风、遮阳设备,通过调节环境参数抑制病虫害滋生,实现从“被动防治”到“主动防控”的升级。

2.3 农产品溯源与质量管控

农业物联网技术通过构建全链条数据采集与追溯体系,为农产品质量管控提供智能化解决方案,具体体现在以下方面:(1)生产环节数据采集:在种植基地部署物联网传感器,实时监测土壤肥力、灌溉水量、农药使用量等关键参数,并通过区块链技术将数据加密上链,确保生产过程透明可追溯。(2)加工环节智能监控:利用RFID标签与图像识别技术,对农产品分拣、包装、仓储等环节进行自动化记录,实时追踪产品流向,防止交叉污染与掺假行为。(3)流通环节数据整合:通过GPS定位与温度传感器,监控农产品运输过程中的温湿度、震动等环境参数,确保冷链物流质量,并在异常时自动触发预警机制。(4)消费端信息查询:消费者通过扫描农产品二维码,即可获取从种植到销售的全流程信息,包括生产者资质、检测报告、物流轨迹等,增强消费信任。(5)质量追溯与风险预警:基于大数据分析,系统可快速定位问题批次

产品,实现精准召回,并通过预测模型提前识别潜在质量风险,为监管部门提供决策依据。

2.4 农业机械智能化

农业物联网技术通过传感器、人工智能与自动化控制技术的深度融合,推动传统农业机械向智能化、精准化方向迭代升级,重塑种植过程的生产模式。在耕整地环节,智能拖拉机搭载高精度北斗导航与激光平地系统,可实时感知地形起伏与土壤阻力,自动调整作业轨迹与耕深,实现土地平整度误差小于2厘米,为后续播种创造均匀的土壤环境。在播种作业中,变量播种机通过土壤墒情传感器与作物生长模型,动态调整播种密度与深度。例如,在肥沃区域减少播种量以优化个体生长空间,在干旱区域增加播种深度以提升抗旱能力,综合提升出苗率与作物整齐度^[2]。在田间管理阶段,无人机集群协同作业成为主流。搭载多光谱相机的无人机可快速扫描作物冠层,通过AI算法生成长势图与病虫害分布图,并联动植保无人机进行精准施药,效率较人工提升10倍以上。在收获环节,智能联合收割机通过机器视觉与触觉传感器,实时判断作物成熟度与籽粒含水率,自动调节脱粒滚筒转速与清选风量,显著降低籽粒破碎率与杂质含量。

3 农业物联网技术应用效益分析

3.1 经济效益

3.1.1 成本节约

农业物联网通过精准资源管理实现成本优化。智能灌溉系统结合土壤墒情传感器与气象数据,动态调整灌溉量,减少水资源浪费30%-50%,同时降低因过度灌溉导致的土壤盐渍化风险。精准施肥技术通过土壤养分传感器与作物生长模型,按需投放氮、磷、钾等肥料,减少化肥用量20%-40%,降低环境污染与土壤板结风险^[3]。此外,物联网设备可实时监测农机运行状态,预测性维护减少停机时间与维修成本,使农机使用寿命延长15%-20%。物联网技术可使农业生产成本降低15%-25%,显著提升资源利用效率。

3.1.2 产量与品质提升

物联网技术通过环境精准调控与病虫害预警,显著提升作物产量与品质。温室大棚环境控制系统可维持作物生长最适温湿度与光照条件,使蔬菜、水果等高附加值作物生长周期缩短10%-20%,产量提升15%-30%。病虫害预警系统结合AI图像识别技术,提前7-10天预测虫害风险,精准施药减少农药残留,使农产品符合绿色食品标准,市场溢价能力提高20%-40%。例如,智能葡萄种植园通过物联网技术使单穗葡萄重量增加25%,糖度提升

3-5度, 优质果率从60%提升至85%。

3.1.3 劳动力成本降低

农业物联网通过自动化与智能化设备替代传统人力劳动, 显著降低劳动力成本。无人机巡田与变量喷洒技术使农药施用效率提升10倍以上, 减少人工喷洒劳动力投入80%。智能农机搭载北斗导航与自动驾驶系统, 实现播种、收割等环节的无人化作业, 每亩地可节省人工成本50-80元。此外, 物联网平台整合多源数据, 通过移动端向农户推送决策建议, 减少技术指导需求, 使劳动力配置效率提升40%。物联网技术可使农业生产劳动力成本降低30%-50%, 缓解农村劳动力短缺压力。

3.2 社会效益

农业物联网技术的应用在社会发展层面产生了深远影响, 具体体现在以下方面: (1) 促进农业现代化转型: 物联网技术推动传统农业向精准化、智能化升级, 提升农业生产效率与资源利用率, 加速农业现代化进程, 为乡村振兴提供技术支撑。(2) 保障粮食安全与质量: 通过精准环境调控与病虫害预警, 物联网技术显著提高作物产量与品质, 减少农药残留与重金属污染, 为消费者提供安全、优质的农产品, 增强粮食安全保障能力。(3) 推动农村劳动力转移: 智能化设备替代传统人力劳动, 降低农业生产对劳动力的依赖, 释放农村剩余劳动力向非农产业转移, 促进城乡劳动力结构优化。(4) 带动产业链协同发展: 物联网技术催生农业大数据、智能装备、农业服务等新兴产业, 推动农业全产业链融合发展, 提升农业附加值与竞争力。(5) 提升农民科技素养: 物联网应用倒逼农民学习数字化技术与管理知识, 培养新型职业农民, 为农业可持续发展储备人才。

3.3 生态效益

农业物联网技术的应用通过精准化管理与智能化调控, 显著降低农业生产对生态环境的负面影响, 推动农

业绿色发展。在资源节约方面, 物联网技术依托土壤墒情传感器与气象监测设备, 实时分析作物需水规律, 动态调整灌溉量与灌溉时间, 使水资源利用率提升30%-50%, 减少因过度灌溉引发的土壤盐渍化与地下水超采问题^[4]。精准施肥系统通过土壤养分传感器与作物生长模型, 按需投放氮、磷、钾等肥料, 降低化肥使用量20%-40%, 缓解土壤板结与水体富营养化风险。在污染防控层面, 物联网病虫害预警系统利用田间传感器与智能算法, 提前识别病虫害发生风险, 指导农户精准施药, 减少农药用量与施用频次, 降低农药残留对土壤、水源及生物多样性的危害。无人机变量喷洒技术通过高精度流量控制, 使农药有效利用率提高至80%以上, 减少农药飘移与挥发。

结语

未来, 伴随5G网络高速率、低时延特性的全面落地, 以及边缘计算技术对海量农业数据的实时处理能力, 农业物联网将突破物理空间与时间维度的双重限制。传感器采集的土壤、气象、作物生长等全要素数据可即时传输至云端, 通过智能算法生成精准决策指令, 驱动灌溉、施肥、植保等全链条作业自动化。这一变革不仅重塑农业生产流程, 更将催生智慧农业新业态, 为农业绿色转型与乡村全面振兴提供持续动能。

参考文献

- [1]李雪峰.农业物联网技术在农业种植过程中的应用研究[J].黑龙江粮食,2024(1):69-71.
- [2]任嘉颖.农业物联网技术在农业机械装备中的应用研究[J].南方农机,2025,56(2):60-62.
- [3]李东,吕爽.物联网和人工智能技术在农业中的应用研究[J].现代农机,2024(2):11-13.
- [4]王影.农业机械智能化技术在农业生产中的应用策略[J].农机科技推广,2025(1):45-46.