

智慧农业精准监测技术应用研究

秦 清 蒋 瑾

稷青科技（上海）有限公司 上海 200000

摘 要：现代农业发展已经全面进入数字化转型阶段，传统人工田间监测模式效率低、误差大、覆盖范围有限，无法适配规模化、标准化的农业生产需求。智慧农业精准监测技术依托物联网、遥感、边缘计算、人工智能等数字技术，搭建空天地一体化监测体系，实现农田环境、作物长势、生产状态的全天候、全要素采集分析。本文梳理精准监测技术的核心类型、应用场景，分析当前技术应用的现存问题，探索适配现代农业的优化发展路径，为农业数字化、精细化、高效化发展提供技术参考。

关键词：智慧农业；精准监测；技术应用

引言

乡村振兴战略推进过程中，农业数字化、智能化升级成为核心发展方向，传统粗放式农业生产模式逐步被精细化生产模式替代。农业生产的核心需求是精准掌握田间各类数据，以此匹配水肥、植保、管护等生产操作。以往依靠人工巡查、经验判断的生产方式，存在数据滞后、覆盖不全、标准不一等诸多问题。当下数字技术快速迭代，精准监测技术逐步落地普及，打破传统农业的生产局限，成为提升农业生产效率、节约农业资源、降低生产损耗的重要基础，也是现代农业转型升级的关键支撑。

1 智慧农业精准监测技术整体发展概况

当前智慧农业精准监测已从单一监控向多源数据融合与自动化协同管控转变，行业发展核心从设备联网普及，转向数据挖掘、智能分析、精准管控的深度应用，适配大田种植、设施农业、特色种养等各类农业生产场景^[1]。国内农业数字化基础设施持续完善，各类智能监测终端、遥感设备、数据平台逐步下沉基层，大面积农田、规模化农业园区基本实现监测设备常态化布设。精准监测技术的核心发展逻辑，是用数字化手段替代人工经验判断，实现农业生产全流程的数据化管控。早期农业监测仅能实现简单的温湿度、土壤水分数据采集，数据利用率极低，多数数据仅用于简单记录，无法对接生产操作。从行业整体发展趋势来看，精准监测技术逐步呈现集成化、轻量化、低成本化的发展特点。以往高端监测设备成本高、操作复杂，仅适用于大型示范园区，普通农户难以普及。随着技术迭代升级，适配中小农田、简易设施农业的轻量化监测设备不断推出，设备安

装、运维难度大幅降低，适配国内分散式、规模化并存的农业生产格局。同时，空天地一体化监测体系逐步成型，卫星宏观监测、无人机中观巡检、地面设备微观采集形成互补，彻底解决传统监测范围局限、数据片面的问题，为规模化农业生产提供全域数据支撑。

2 智慧农业核心精准监测技术类型

2.1 地面物联网传感监测技术

地面物联网传感监测属于精准监测领域基础且应用普遍的技术，依靠各类田间传感装置完成农田基础信息实时采集。监测对象包含土壤条件、田间小气候与作物生长环境，重点获取土壤墒情、养分、空气温湿度、光照、风速、降雨等数据。设备安装形式多样，支持固定布设与移动部署，能够适配大田、温室、大棚等多种农业生产场景。该技术的核心优势是数据采集频次高、精度稳定，能够实现 24 小时不间断动态采集，实时传输数据至云端平台。区别于传统人工定时检测，传感设备可以捕捉田间短时间内的环境变化，避免数据断层问题。

然而，高频数据采集过程也会产生海量原始数据：田间传感设备通常以分钟级甚至秒级频率采集环境参数，若将全部原始数据无差别上传至云端，不仅会占用大量传输带宽、加剧网络负载，还会因原始数据中包含噪声与异常值，对后续分析结果的有效性产生不利影响。针对该问题，当前主流农业物联网系统在传感设备与云端之间引入边缘数据预处理机制。具体而言，田间传感设备采集的高频环境数据首先传输至本地网关或边缘计算节点，在该节点完成初步数据清洗与格式转换：一方面，通过一定的规则，自动剔除由传感器漂移或偶发性故障产生的异常值；另一方面，对来自不同传感设

备的异构数据开展标准化格式转换与时间戳对齐,并按预设时间窗口对原始数据进行统计汇总。

现阶段的传感设备逐步实现低功耗、智能化升级,依托太阳能供电实现长期自主运行,减少人工运维成本。

2.2 低空无人机遥感监测技术

低空无人机遥感监测技术是现阶段田间动态监测的核心补充技术,主要解决地面设备监测范围受限、作物长势可视化监测不足的问题。通过在无人机搭载高清摄像头、多光谱、高光谱设备,完成农田大范围、高精度的图像和数据采集,重点监测作物长势、病虫害分布、田间杂草、农田倒伏、墒情分布不均等田间动态问题。该技术适配大面积农田监测场景,单次作业可覆盖数十亩甚至上百亩农田,大幅提升田间巡查效率^[2]。目前无人机监测技术已经实现轻量化、智能化操作,无需专业操控人员,可预设航线自主飞行、自主采集数据,配套系统可自动解析图像数据,输出田间状态分析结果,实现从图像采集到数据研判的一体化作业,适配规模化农业生产的动态监测需求。

2.3 卫星遥感全域监测技术

卫星遥感全域监测技术多用于农业大范围宏观监测管控,是区域农业统筹管理的重要技术支撑。相较于地面、低空监测手段,卫星遥感聚焦大面积农田整体态势监测,覆盖县域、市域乃至省级种植片区,可开展种植面积摸排、作物长势综合研判、农业灾害提前预警、农作物产量估测以及耕地利用动态监测等相关业务。随着农业北斗终端、农业遥感卫星的普及应用,卫星监测数据精度持续提升,能够精准区分不同作物种类、不同地块的生长状态,解决大范围农田监管难度大、统计数据不准确的问题。在区域农业生产调度、粮食产能评估、农业灾害防控等工作中发挥关键作用,与地面传感、无人机低空监测形成互补,构建分层级、全覆盖的空天地一体化精准监测网络,完善现代农业监测体系。

3 智慧农业精准监测技术核心应用方向

3.1 种植环境的环境精准监测与调控

种植环境直接决定作物长势、产出水平与农产品品质,环境条件微小波动都可能对农业生产成效产生显著影响。因此种植环境的精准监测与调控,是精准农业监测技术体系中最为基础且关键的应用领域。该模式依靠田间物联网地面传感器,不间断采集土壤、大气、水文、气象等多类环境信息,实时掌握种植区域的整体环境状况。土壤监测聚焦含水量、含盐量、养分、土温指

标,改变依靠经验灌溉施肥的传统方式,减少资源损耗与土壤损伤,依据监测数据判断地块墒情、肥力及盐碱状况,支撑水肥精细化管理^[3]。在设施农业领域,环境监测与调控已构建形成高效联动闭环。监测设备所采集的数据可实时同步至智能管控平台,系统生成调控指令过程中采用“多维度综合研判策略”。具体而言,系统在下发灌溉、通风、调温、补光等设备操作指令前,需综合考量三方面核心因素:其一,当前实测环境数据是否达到或超出预设生长参数阈值;其二,未来时段的气象预测趋势,规避即将到来的降雨或降温过程引发的无效调控行为;其三,灌溉、风机、,幕布等农业设施当前的工作状态与运行工况。在此基础上,系统构建防冲突联动控制规则,保障不同设备间的动作相互协调。该策略的有效应用,解决了传统单一阈值触发机制下因传感器数据瞬时波动引发的设备反复启停与误动作问题,可显著提升环境调控的稳定性与设备运行的经济性。当前,该应用在设施农业领域普及度最高,依托上述智能调控机制,可实现温室大棚内部环境的动态平衡,保障作物全生育期处于最优生长环境。。

3.2 作物生长状态动态监测

作物生长状态动态监测主要依托无人机遥感、地面图像采集设备、智能感知终端,全程跟踪作物从播种、出苗、生长、挂果到成熟的全周期生长状态,彻底改变传统人工定期查看、滞后判断的管护模式。该应用聚焦作物苗情、长势、生长均匀度、成熟度等核心生长指标,实现作物生长状态的量化分析。该应用的核心价值是实现作物生长全周期的动态追踪和量化管理,不再依靠农户主观经验判断生长状态。规模化种植场景中,通过全域作物生长监测,可区分不同地块、不同区域的作物生长差异,实行分区差异化管护,避免统一管护导致的长势不均问题。同时,长期积累的作物生长数据,可形成对应作物的生长数据库,为后续品种优化、种植模式调整、管护方案升级提供数据支撑,持续提升作物种植的标准化、精细化水平。

3.3 农业病虫害精准监测预警

病虫害频发是造成农作物减产、品质下滑的关键因素,直接影响农业生产效益。以往农业病虫害防控主要依靠人工田间巡查,这种传统模式存在诸多弊端。人工排查往往发现问题不及时,田间潜藏的病虫害隐患难以全面排查到位,后续农药喷洒也多凭经验操作,缺乏针对性。这不仅导致病虫害防控效果大打折扣,还会造成农药、水资源等农业资源浪费,同时破坏农田生态平衡,不利于农业可持续发展。该技术融合各类智能设

备与数字化技术,构建起全方位、立体化的田间监测体系。地面智能设备可自动诱捕害虫、统计虫量,结合田间环境数据预判灾害风险^[4]。无人机可快速完成全域农田巡检,精准定位病虫害发生区域与危害程度。搭配智能图像识别技术,还能精准甄别各类病虫害与杂草,杜绝人工识别误差,全面提升病虫害防控的精准性与科学性。该应用核心优势是实现病虫害早发现、早预警、早处置,在病虫害萌芽阶段完成防控,大幅降低病虫害扩散风险。

3.4 农业生产灾害与资源监测

农业生产极易受到自然条件制约,气象波动、各类灾害侵袭、土地禀赋差异都会直接影响产出水平。开展农业灾害监测与资源动态管控,是稳住农业生产态势、高效盘活各类农业资源的关键举措。依托空天地一体化监测手段,能够推进农业灾害提前预警,统筹调配农业资源,监测范畴囊括气象灾害、农田病害、土地禀赋、水资源条件等多个维度。灾害监测主要针对干旱、洪涝、倒伏、霜冻、冰雹、病虫害大范围爆发等农业常见灾害,通过卫星遥感、地面气象监测站、无人机巡检等设备,实时捕捉田间灾害前兆和灾害发生状态,快速确定灾害影响范围、受灾程度。提前发布灾害预警信息,为农户提前采取防护措施、灾后快速补救提供时间支撑,最大限度降低灾害造成的生产损失。灾后可通过监测数据快速统计受灾面积、作物受损情况,为农业理赔、生产恢复、政策扶持提供精准数据依据。农业资源监测聚焦土地、水资源精细化管控,运用卫星遥感核查种植面积与耕地利用情况,快速识别耕地撂荒、违规占地、种植结构不合理等问题,规范耕地开发利用^[5]。依托田间水文、土壤墒情站点监测,厘清农田水系分布与耗水特征,推进节水灌溉普及,提升水资源利用效率。该方式提前防范农业生产风险,扭转传统管理粗放、灾害响应滞后短板,保障农业稳定可持续生产,适配现代农业规模化发展需求。

结语

智慧农业精准监测技术是农业数字化转型的关键支撑,借助空天地一体化监测网络,能够对农业生产开展

全方位动态监测,转变以往粗放式农田管理方式。多种监测手段相互配合,形成闭环数据应用链条,助力农业提质增效、节约资源、防控生产风险。当前,农业监测装备正沿着轻便化、经济化、智能化方向加速迭代升级,技术推广应用的准入门槛持续降低,为技术的规模化部署创造了有利条件。但在实际落地应用过程中,不同厂商传感设备与管控系统普遍存在数据接口不统一、通信协议非兼容的问题,导致“数据孤岛”现象广泛存在,制约了监测数据在多系统间的流通与协同利用。与此同时,随着农业自动化调控设备应用规模不断扩大,跨系统联动逻辑日趋复杂,单一设备或通信链路的异常故障极易引发连锁误动作,对整套监测管控系统的运行可靠性提出了更高要求。

面向未来智慧农业的发展需求,应重点围绕两个方向推进:一是加快推动农业物联网领域数据采集、传输与共享等相关标准的制定与互认,从底层架构层面打通异构系统间的数据壁垒;二是优化完善边缘计算与云端协同架构的容错机制,构建异常工况下的降级处理与故障隔离策略,切实提升多设备联动控制的稳定性与鲁棒性。唯有同步夯实数据互通与系统可靠性两大基础,智慧农业精准监测技术的规模化应用才能实现长效发展,推动农业数字化转型迈上新台阶。

参考文献

- [1] 周玉艳. 智能化水利监测技术在农田灌溉精准调控中的应用研究. 中文科技期刊数据库(文摘版)农业科学,2026,(1):029-032
- [2] 单文广. 精准农业背景下播种作业质量智能监测技术体系研究. 中文科技期刊数据库(全文版)农业科学,2026,(4):122-125
- [3] 刁冬寅,李先耀. 智慧农业背景下农业工程机械的精准作业技术研究[J]. 河北农机,2026(7):73-75.
- [4] 王亚玲. 人工智能在智慧农业精准种植中的应用研究[J]. 河北农机,2026(8):106-108.
- [5] 张光宾. 智慧林业驱动下精准种植技术的创新与应用研究[J]. 河北农机,2026(6):114-117.