

智慧农业技术在设施蔬菜种植中的应用

桑晟贊 潘 頤

阿克苏地区中等职业技术学校 新疆 阿克苏 843000

摘要：智慧农业技术通过物联网、大数据等前沿技术与设施蔬菜种植深度融合，实现了智能环境调控、精准灌溉施肥、病虫害智能监测及作物生长动态管理。在应用中，借助传感器与中控系统联动，可动态优化温湿度、光照等环境参数，提升资源利用效率与作物品质。然而，该技术面临成本高、数据处理能力不足及适应性有限等挑战，需通过成本控制、平台构建及本地化适配等对策解决，为设施蔬菜种植现代化提供了技术支撑与发展路径。

关键词：智慧农业技术；设施蔬菜种植；应用

引言

设施蔬菜种植是保障农产品供给的重要领域，传统模式受环境调控粗放、资源利用低效等制约，难以满足高品质、高效益需求。智慧农业技术的兴起为突破这些瓶颈提供了可能，其通过智能化手段实现生产全流程精准管理。本文聚焦智慧农业技术在设施蔬菜种植中的应用，阐述智能环境调控、精准水肥管理等具体实践，分析面临的技术与应用难题，并提出针对性解决策略，为推动设施蔬菜种植转型升级提供参考。

1 智慧农业技术概述

智慧农业，作为现代信息技术与农业深度融合的产物，正深刻变革着传统农业生产模式。它运用各类前沿技术，达成对农业生产、经营、管理与服务的全方位智能化升级，致力于提升农业生产效率、优化资源利用并增强产业竞争力。在技术构成方面，物联网技术是智慧农业的基石。通过在农田、养殖场部署大量传感器，可实时精准采集土壤湿度、温度、养分含量、气象数据以及动植物生长状况等信息，并借助无线通信网络将数据传输至管理平台。例如，传感器感知土壤缺水时，系统能自动开启灌溉设备，实现精准灌溉，既避免水资源浪费，又保障作物生长需求。大数据与云计算技术在智慧农业中发挥关键作用。它们对海量农业数据进行存储、处理与分析，挖掘数据背后的规律与价值。依据长期积累的气象、土壤、作物生长数据，预测不同作物在特定环境下的最佳播种、施肥、收获时间，为农业生产提供科学决策依据，助力农民合理安排农事活动，提高生产效益。人工智能与机器学习技术赋予智慧农业智能核心处理中枢。利用图像识别技术，能自动识别农作物的病虫害症状，精准判断病虫害类型与严重程度，及时给出针对性防治方案，改变以往依赖人工经验判断的局限，实现病虫害的早发现、早防治，减少损失。智慧农业技

术的应用场景广泛。在设施农业领域，智能温室可自动调控温湿度、光照、通风等环境参数，为作物营造最佳生长环境，显著提高作物产量与品质。在畜牧养殖方面，借助传感器可实时监测牲畜健康状况、生长周期，实现精准饲养，提升养殖效率与畜产品质量。随着科技持续进步，智慧农业技术将朝着更智能化、精准化、绿色化方向发展，为农业现代化注入强劲动力，推动农业产业迈向新高度。

2 智慧农业技术在设施蔬菜种植中的具体应用

2.1 智能环境调控

(1) 通过部署在温室内部的温湿度传感器、光照传感器和CO₂浓度监测设备，实时捕捉环境参数变化，数据经无线传输至中控系统后，系统会依据不同蔬菜生长阶段的适宜阈值自动启动调节装置，如当温度高于番茄生长最适上限时，天窗电机和湿帘风机同步运行，快速将室温降至合理区间，而在光照不足的阴雨天气，补光系统会根据作物光周期需求自动开启，确保光合作用持续高效进行。(2) 采用智能通风控制系统，结合室外气象站采集的风速、风向数据，通过算法计算出最佳通风量和通风时长，实现内外空气的精准交换，既避免冷空气直接侵入对幼苗造成冻害，又能及时排出室内过高的湿度，降低病害发生概率，这种动态调节模式尤其适用于对环境敏感的叶菜类蔬菜培育。(3) 利用水肥一体化系统与环境调控的联动机制，当监测到空气湿度长期偏低时，系统会在灌溉作业中适当提高水分供应量，通过土壤水分的蒸发间接调节空气湿度，同时配合温度调控形成协同效应，为黄瓜、辣椒等果蔬创造稳定的微气候环境，使作物在整个生长期始终处于最优环境条件，促进生长周期缩短和品质提升^[1]。

2.2 精准灌溉与施肥

(1) 基于土壤墒情传感器采集的根系层土壤含水量

数据，结合蔬菜作物的日耗水量模型，智能灌溉系统会精准计算单次灌水量和灌溉间隔，采用滴灌方式将水分直接输送至作物根区，避免传统漫灌造成的水分深层渗漏和地表径流，在茄子种植中应用该技术可使水分利用率提升30%以上，同时减少因水分分布不均导致的果实膨大不一致问题。（2）通过nutrient传感器实时监测土壤中氮、磷、钾等元素的含量变化，系统会根据作物不同生育期的营养需求，自动调配水肥混合液的浓度和配比，如在黄瓜结果期增加钾肥供应量，而在苗期则侧重氮肥的精准补充，施肥过程通过智能阀门控制，实现随水施肥的同步进行，确保养分被根系快速吸收，减少肥料在土壤中的残留和转化损失。（3）采用分区域控制技术，依据作物种类或种植区块对温室进行划分，为每个区域独立设定灌溉施肥参数，以契合不同蔬菜的个性化需求。例如同一温室中番茄与生菜混种时，系统会针对番茄区实施少量多次的灌溉方式，对生菜区采取一次足量的模式，此差异化管理能精准投放资源，提升设施空间利用效率。

2.3 病虫害智能监测与预警

（1）在温室内安装高清摄像头和病虫害专用传感器，通过图像识别技术对叶片表面的斑点、卷曲等异常特征进行实时分析，结合环境温湿度数据判断是否符合病虫害滋生条件，当系统识别到蚜虫聚集迹象时，会立即发出预警信息并显示具体发生位置，便于及时采取针对性防治措施，避免虫害扩散蔓延。（2）利用病虫害发生规律模型，将历史发病数据与当前环境参数进行比对分析，预测未来7-10天内可能出现的病害类型，如在高湿环境下提前预警霜霉病风险，并自动推送相应的预防方案，包括调整通风频率、控制夜间湿度等具体操作建议，使防治工作由被动应对转为主动预防，降低农药使用量。（3）通过孢子捕捉仪收集空气中的病害孢子，结合气流运动轨迹模拟，精准判断孢子扩散范围和潜在感染区域，系统会根据风险等级自动调节相应区域的防控设备，如启动紫外线杀菌灯或喷施生物防治药剂，形成从监测、预警到防控的闭环管理，有效控制病害传播链，保障蔬菜安全生产^[2]。

2.4 作物生长动态监测与产量预测

（1）借助激光雷达和多光谱成像技术，定期扫描作物冠层结构，获取株高、叶面积指数、叶片叶绿素含量等生长指标，通过数据建模分析作物生长态势，当监测到某区块番茄植株生长速率明显低于平均值时，系统会自动关联该区域的水肥、环境数据，排查影响生长的关键因素并给出调整建议，确保群体生长均匀一致。（2）

基于作物生长周期内的各项动态数据，结合历史产量形成规律，建立产量预测模型，在蔬菜生长中期即可预测最终产量，如通过分析黄瓜的节间长度、雌花数量和果实发育速度，精准预估采收量和采收时间，为种植计划调整和市场供应安排提供科学依据，提高生产经营的计划性和灵活性。（3）利用物联网设备记录作物从定植到采收的全过程生长数据，包括每日生长量、果实发育进程等，通过大数据分析挖掘不同生长阶段的关键影响因素，形成个性化的生长优化方案，如针对某批次辣椒生长缓慢的问题，系统可追溯到苗期光照不足的影响，并在后续种植中优化补光策略，持续提升种植技术水平和产量稳定性。

3 智慧农业技术在设施蔬菜种植应用中面临的挑战与对策

3.1 面临的挑战

3.1.1 技术成本较高且维护难度大

智慧农业技术所需的传感器、智能控制设备、数据传输模块等硬件设施初期投入较大，尤其在规模化设施蔬菜种植中，覆盖整个种植区域的设备部署需要大量资金支持，而这些设备的更新换代周期相对较短，进一步增加了长期投入压力。各类设备在复杂的温湿度环境中运行，容易因水汽侵蚀、机械磨损等出现故障，而设备维修往往需要专业技术人员操作，普通种植人员缺乏相应的维护知识和技能，导致设备故障后不能及时修复，影响系统正常运行，甚至造成数据采集中断或调控失误，间接增加了种植管理成本。部分进口设备的配件采购周期长、价格高，也给日常维护带来诸多不便，使得一些种植主体在技术应用过程中面临较大的经济和技术压力。

3.1.2 数据处理与应用能力不足

设施蔬菜种植中产生的环境数据、作物生长数据、病虫害数据等呈现海量增长趋势，这些数据格式多样、来源分散，需要专业的处理工具和分析模型才能挖掘其价值。当前多数种植场景中，数据采集后仅能进行简单的存储和基础统计，缺乏对数据间关联性的深度分析，例如无法将土壤墒情数据与作物生长速率、病虫害发生概率进行有效关联，导致数据无法转化为实际的种植指导依据。数据处理系统的算法模型多基于通用场景开发，对不同蔬菜品种的特异性适配不足，分析结果的精准度有限，难以满足个性化种植需求，而种植人员又缺乏数据解读能力，无法从复杂数据中提取关键信息，使得大量有价值的数据被闲置，未能充分发挥其在生产决策中的支撑作用^[3]。

3.1.3 技术适应性有待提升

现有智慧农业技术多基于标准化温室环境开发,对不同地域的气候特征、土壤条件适配性不足,在设施蔬菜种植中常出现难以适应本地环境的情况。例如,部分温湿度调控算法在干燥地区应用时,无法精准应对昼夜温差大的特点,导致夜间温度调节滞后,影响蔬菜生长;土壤墒情监测传感器在黏性土壤中容易出现数据漂移,无法准确反映根系层实际含水量。不同蔬菜品种对环境的需求差异显著,如茄果类与叶菜类在光照强度、水肥需求上存在明显区别,但现有技术的参数设置多采用统一模板,难以满足多样化种植的精准调控需求,而技术升级过程中又缺乏对具体作物生长规律的深度融合,导致技术应用效果与预期存在差距,限制了其在复杂种植场景中的推广。

3.2 对策

3.2.1 降低技术成本并加强技术培训

通过技术集成与国产化替代降低硬件成本,选择性价比高的传感器和控制设备,优先采用成熟稳定的国产化组件,减少对进口设备的依赖,同时优化设备布局方案,根据蔬菜种植区域的实际需求合理配置监测点,避免过度投入。针对设备维护难题,开发简易化的故障诊断系统,通过内置智能检测模块实现设备运行状态的自动预警,并提供可视化的维修指引,方便种植人员快速定位问题。开展常态化的技术实操培训,结合设施蔬菜种植的实际场景,教授设备日常保养、基础故障排除等技能,通过案例演示和现场操作提升种植人员的动手能力,使其能够独立完成设备的日常维护,减少对专业技术人员的依赖,降低长期运维成本。

3.2.2 构建数据共享与分析平台

搭建统一的数据管理平台,整合设施蔬菜种植中的环境、生长、病虫害等多源数据,采用标准化的数据格式实现各类信息的高效存储与交互,打破数据孤岛现象。平台内置针对不同蔬菜品种的专用分析模型,如番茄的生长预测模型、黄瓜的病虫害风险评估模型等,通过机器学习不断优化算法参数,提升数据分析的精度,能够自动识别数据中的关键信息并生成可视化的种

植建议,如当监测到土壤氮含量偏低时,自动推送针对当前作物生育期的追肥方案。开发轻量化的移动端应用,使种植人员能够通过简单操作获取数据分析结果,实现数据与生产决策的无缝衔接,充分发挥数据在精准种植中的指导作用。

3.2.3 推动技术的本地化适配与创新

深入研究当地气候特征、土壤属性与设施蔬菜品种的生长特性,对现有智慧农业技术进行针对性改造,例如在温湿度调控系统中加入本地昼夜温差补偿算法,使设备能够精准应对区域气候特点;根据土壤质地调整传感器的安装深度和数据校准参数,确保监测数据的准确性。针对不同蔬菜品种的生长需求,开发模块化的控制程序,通过简单切换参数模板即可实现对茄果类、叶菜类等不同作物的精准调控,提升技术的通用性。结合设施蔬菜种植的实践经验,开展技术创新,如研发适应本地土壤条件的水肥混合装置,优化灌溉施肥的均匀性,通过本地化改造与创新,使技术更贴合实际种植需求,提升应用效果和推广价值^[4]。

结语

综上所述,智慧农业技术在设施蔬菜种植中的应用,通过智能环境调控、精准水肥管理等手段,显著提升了生产效率与作物品质,是农业现代化的重要方向。尽管面临成本、数据处理及适应性等挑战,但通过技术优化、平台构建与本地化创新,可有效破解难题。未来,随着技术持续发展,智慧农业将更精准适配种植需求,为设施蔬菜产业高质量发展注入持久动力,推动农业生产迈向智能化、绿色化新阶段。

参考文献

- [1]李冬芹,全义涛.智慧农业技术在设施蔬菜种植中的应用[J].农业工程技术,2024,44(17):65-66.
- [2]彭立姣.智慧农业及其在设施蔬菜生产中的应用[J].农村实用技术,2025(1):94-95.
- [3]徐凯,徐兰婷,张怡文,等.智慧农业及其在设施蔬菜生产中的应用[J].辣椒杂志,2024,22(1):60-66.
- [4]褚志旺.基于智慧农业技术的设施蔬菜种植方法及效果评估研究[J].数字农业与智能农机,2024(12):78-80.