

# 智慧农业大棚环境调控实操技术应用与研究

张世龙<sup>1</sup> 汪亚洁<sup>2\*</sup> 朱岳<sup>2</sup> 张玉明<sup>2</sup> 陈志玮<sup>2</sup>

1 新疆西北星信息技术有限责任公司

2 乌鲁木齐市乡村振兴指导服务中心

DOI:10.32629/as.v8i12.3536

**[摘要]** 本文聚焦于智慧农业大棚环境调控实操技术,旨在推动农业生产向智能化、精准化转型升级。文中阐述了智慧农业大棚环境调控的重要性,系统分析了温度、湿度、光照、气体成分等关键环境因素对作物生长发育的影响机制。在此基础上,详细阐述了环境调控中应用的传感器技术、自动控制技术、通信技术等技术体系,并结合实际操作,剖析了技术要点和调控策略。通过对智慧农业大棚环境调控实操技术的深入探索,本研究为农业生产的高效化、可持续发展提供理论和实践的支撑。

**[关键词]** 智慧农业; 大棚环境调控; 实操技术; 应用研究

中图分类号: DF413.1 文献标识码: A

## Application and research of practical technology for regulating the environment of smart agriculture greenhouses

Shilong Zhang<sup>1</sup> Yajie Wang<sup>2\*</sup> Yue Zhu<sup>2</sup> Yuming Zhang<sup>2</sup> Zhiwei Chen<sup>2</sup>

1 Xinjiang Northwest Star Information Technology Co., Ltd

2 Urumqi Rural Revitalization Guidance Service Center

**[Abstract]** This article focuses on the practical technology of smart agriculture greenhouse environment regulation, aiming to promote the transformation and upgrading of agricultural production towards intelligence and precision. The article elaborates on the importance of environmental regulation in smart agriculture greenhouses, and systematically analyzes the impact mechanisms of key environmental factors such as temperature, humidity, light, and gas composition on crop growth and development. On this basis, the core technology systems of sensor technology, automatic control technology, communication technology, etc. applied in environmental regulation are elaborated in detail, and combined with practical operation, the technical points and regulation strategies are analyzed. Through in-depth exploration of practical techniques for regulating the environment of smart agricultural greenhouses, this study provides theoretical and practical support for the efficient and sustainable development of agricultural production.

**[Key words]** smart agriculture; Greenhouse environmental regulation; Practical skills; applied research

## 1 引言

### 1.1 智慧农业大棚的概念与特点

当前,科技迅猛发展,智慧农业已成为现代农业演进的重要方向。作为智慧农业的关键载体,智慧农业大棚能够为作物营造适宜的生长环境,从而有效提升作物产量与品质。温度、湿度、光照等环境因素直接影响作物的生理过程与生产表现,因此实现环境的精准调控,对于达成农业高产、优质、高效生产目标具有重要意义。在此背景下,深入开展智慧农业大棚环境调控实操技术研究,具有显著的现实意义与应用价值。

### 1.2 环境调控对作物生长的重要性

温度、湿度、光照、气体成分等环境因素对于作物的光合

作用、呼吸作用、蒸腾作用等生理过程起着非常重要的作用。温度适宜可以促进作物的新陈代谢,提高酶活性,适宜的湿度可以维持植株的水分平衡,降低病虫害发生的风险,光照充足是作物进行光合作用的必要条件,适宜的气体成分(如二氧化碳浓度)可以提高作物的光合效率。因此精准的环境调节是保证作物健康成长,提高产量和品质的重要因素。

## 2 智慧农业大棚环境因素分析

### 2.1 温度因素

温度是影响作物生长的最重要环境因子之一,直接影响作物的生理代谢速率及生育进程。不同的作物以及同一种作物在不同的生长时期对温度要求不同,从而形成明确的温度阈值。例

如,喜温作物黄瓜在种子发芽阶段需要较高的温度来激活酶活性,进入开花结果后期需要适度降低夜温,促进养分向果实转移;耐寒作物菠菜虽然可以耐受短时间的低温,但是肉质根膨大期仍需要稳定的中温环境来保证品质。温度一旦超出适宜范围,就会直接引发作物生理紊乱,高温易造成作物叶片蒸腾失衡、花粉活力降低、落花落果;低温会抑制根系对水肥的吸收,引起叶片发黄、生长缓慢,严重时会造成细胞结冰坏死。智慧农业大棚依靠高精度的传感网络来实时获取棚内温度的变化情况,根据作物生长模型形成一个感知、决策、执行闭环,灵活启动加热设备、天窗通风或者湿帘降温等调节措施,使昼夜温差、不同生长阶段的温度都处于最佳范围<sup>[1]</sup>。

### 2.2湿度因素

湿度与作物的水分平衡、病害发生、光合作用效率有关,是大棚环境调控中需要精准控制的指标。湿度大时棚内空气不流通,易在叶面与果面形成水膜,为霜霉病、灰霉病等病原孢子萌发创造有利条件,导致叶片病斑、果实腐烂等问题;同时,湿度大还会抑制植株的蒸腾作用,影响养分的转运,造成植株徒长、果实发育不良。湿度过低会造成作物叶片气孔关闭,减少二氧化碳的吸收,降低光合效率,还会造成叶片失水萎蔫,果实表皮皱缩,影响商品品质。智慧大棚利用湿度传感系统进行实时监测,采取多种调节措施:当湿度过高的时候开启天窗、侧窗形成对流通风,用覆盖地膜的方式减少土壤水分蒸发;湿度过低的时候启动喷雾装置进行精准增湿,防止叶面积水过多。

### 2.3光照因素

光照是作物光合作用的能量来源,光照强度、光照时间和光质一起决定着有机物的合成总量,是影响作物产量和品质的关键因子。不同的作物光需求特性不一样,例如,玫瑰需要较强的光照来保证花色鲜艳,百合喜欢中等光照强度,叶菜类作物生长期短,对光照时长的要求比较宽松,茄果类作物需要充足的光照来促进花芽分化。自然环境里,冬季光照不足、阴雨天光照强度弱等问题常常会限制作物的生长。智慧农业大棚利用光合有效辐射传感器对光照情况实施实时监测,构建智能化光环境调控系统。在光照不足的时候开启光谱可调的LED补光灯,针对性给作物补充需要的波段光照,延长有效光合时间,夏季强光时自动打开遮阳网或者调节遮阳率,防止叶片被灼伤,缓解光合“午休”现象,保证光照条件与作物需求精准匹配<sup>[2]</sup>。

### 2.4气体成分因素

大棚属于相对密闭的环境,内部气体成分的平衡关系到作物光合、呼吸两个主要生理过程。二氧化碳是光合作用的主要底物,其浓度高低直接影响光合作用效率,在自然条件下,棚内二氧化碳很容易被作物消耗而不足,导致光合作用速率降低。氧气是作物根系以及地上植株部分进行呼吸作用所必需的气体,在土壤板结或湿度过大的时候,容易导致根系缺氧而出现烂根的情况。智慧大棚用气体传感网络对二氧化碳、氧气的浓度变化进行实时监测,形成协同控制机制,在作物光合最旺盛的时候,通过二氧化碳发生器定向增施二氧化碳,同时开启通风系统进

行气体交换;夜间作物呼吸作用旺盛时,采用间歇通风的方式保证棚内氧气供应,维持棚内气体动态平衡。

## 3 智慧农业大棚环境调控实操技术

### 3.1传感器技术的应用

传感器是智慧农业大棚环境监测体系的根基,是达成精准调控的前提。其主要功能就是实时采集大棚内重要环境因子的变化情况,对温度、空气湿度、光照强度、气体成分等控制维度进行全方位的覆盖,把采集到的环境信息准确地传送到中央控制系统,为调控决策提供数据基础。根据不同的环境参数监测需求,已经形成了一系列的专用传感器方案。温度和湿度传感器配合起来,随时跟踪棚内温湿环境的波动态势;光照传感器准确把握自然光照变化的规律,给补光调控给予依据;二氧化碳传感器及时察觉棚内气体成分的改变状况,推动光合效率提高。这些专用传感器检测精度高,稳定性好,可以避免环境干扰,给后续调控措施的制定给予依靠的数据支撑,保证调控方向正确<sup>[3]</sup>。

### 3.2自动控制技术的应用

自动控制技术是连接环境监测和设备执行的重要纽带,也是实现智慧农业大棚无人化、精准化控制的核心。该技术以传感器采集的实时环境数据为依据,结合作物生长的最佳环境参数阈值,通过预设程序自动触发各种调控设备的运行,实现棚内环境的动态精准调节。在实操过程中,自动控制系统就形成了一个完整的闭环,即监测、判断、执行。当监测数据超出设定标准时,系统可以迅速作出反应并实施调控行动,比如温度低于作物生长适宜范围的时候,加热设备就会自动开启以提高棚内温度,空气湿度偏高时,通风设备或者除湿装置会自行工作来降低湿度,光照强度不够影响光合作用时,补光系统就会按照需要打开,灌溉设备也能依据土壤湿度数据自动启停。

### 3.3通信技术的应用

通信技术在智慧农业大棚环境调控体系里担当着“信息桥梁”的关键角色,存在于数据采集,传输,交互的全部过程之中,保证监测数据和控制指令的顺畅交流。其主要应用场景有传感器与控制系统之间实时数据的交换,控制系统与管理人员之间远程信息的交互,给调控决策、运维管理提供通信支持。目前主流的通信方式分为无线和有线两种,满足不同的大棚布局及控制要求。无线通信技术由于安装方便、不需要复杂的布线、成本可控等优点,在大棚分布范围广、地形复杂的情况下,应用十分普遍,可以灵活地对多个棚区进行集中数据采集;有线通信技术传输速率稳定、抗干扰能力强、数据安全性能好,对于调控精度要求很高的高端种植仍然占优势,可以保证控制指令准确无误地送达。对两种通信技术合理选择,给智慧大棚环境调控体系稳定运行提供通信支持。

## 4 智慧农业大棚环境调控策略

### 4.1基于作物生长阶段的环境调控策略

作物在生命周期各个不同的生长阶段,对于环境的要求都存在着显著的差异,精准匹配生长阶段的调控策略,是保证作物优质高产的前提。智慧农业大棚依靠感知系统来实时地获取作

物生长状况,根据作物生长模型制定差异化的调控方案。苗期是作物生命周期的基础阶段,调控的核心在于为种子萌发、幼苗健壮生长创造适宜、稳定的环境,确保种子破壳出苗,促进幼苗根系生长和叶片伸展,减少由于环境不适造成的弱苗、死苗情况发生。进入营养生长旺盛期,作物茎叶快速生长,调控核心转向营养生长与物质积累的平衡,要适当调节温湿度,防止高湿诱发病害。开花结果期,作物生长重心转向生殖生长,这时需要适当降低温湿度来创造有利于花芽分化的环境,同时加强光照供给,提高光合效率,为保持花粉活力和果实膨大、养分积累提供保障,从而提高果实品质和产量<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 基于气象条件的环境调控策略

大棚外部气象条件的不断变化影响着棚内微环境的稳定性,根据实时气象数据进行动态调节是智慧大棚的优势。联动室外气象监测设备和棚内环境感知节点,可以对环境参数进行准确的预估,并做出及时的调整。晴天时,室外光照强、气温回升快,棚内易出现高温高湿的问题,这时系统可以自动加大通风量,加快棚内外空气交换,同时调节遮阳网适当遮光,防止强光灼伤作物叶片,使棚内温度、湿度保持在适宜的范围。阴天或者雾霾天气下室外光照不足会影响作物光合作用,系统可以自动启动人工补光设备补充作物所需光照时长和强度;若伴有低温,则会联动加温设备,确保棚内温度不低于作物生长阈值,有效防止生长停滞或冷害发生。

### 5 智慧农业大棚环境调控实操技术的优化与创新

#### 5.1 技术优化

技术优化是提高智慧农业大棚环境调控效果的主要途径,主要对传感器技术、自动控制技术和通信技术这三个重要环节进行系统的升级。在传感器的使用方面,采用更符合大棚环境的、高精度传感器设备,优化传感节点的位置以及采集频率,降低温度、湿度、光照、气体浓度等环境因子采集时所造成的误差,保证基本数据真实、及时。自动控制环节主要针对算法迭代,根据大棚作物生长周期的动态需求调整控制逻辑,摒弃传统固定阈值调节模式,使设备启停与运行强度精准匹配,大幅度提高温控、灌溉、通风等设备的运行效率,降低能耗损耗。通信技术优化利用抗干扰能力更强的传输方式,优化信号覆盖布局,解决大棚金属框架等结构对信号传输的阻碍问题,保证数据传输的稳定性和实时性,为调控指令的精准下发提供支撑。

#### 5.2 技术创新

科技迭代更新之下,智慧农业大棚环境调控技术向着智能

化、互联化方向进行创新。引入人工智能技术之后,对调控逻辑进行重构,建立作物生长和环境因子的联系模型,对大棚环境变化进行准确预测,提前采取相应的控制措施,将调控从被动响应转变为主动预判。物联网技术的深入应用打破了空间的限制,构建起覆盖设备终端、云端平台的互联网络,工作人员可以借助移动终端远程监控设备的运行情况,即时地对调控参数进行调整,从而实现无人值守的场景下的高效管理。大数据技术给予调控决策以科学支撑,将往年环境数据、作物生长数据以及生产记录加以整合,经由深度分析挖掘环境因子同产量、品质之间的内在联系,从而得出契合各类作物、各个季节的最好调控方案,促使环境调控由“依靠经验”向“依靠数据”转变,给农业生产提质增效赋予核心技术支持。

### 6 结束语

本文对智慧农业大棚环境调控实操技术体系与策略展开分析,针对温光水气等影响作物生长的环境因子进行系统分析,利用传感器、自动控制、通信等技术构建起实时监测、智能决策、精准执行的系统。把农作物的生育时期同气象动态融合起来,制订出不同的调控策略,准确满足整个生育期的要求,从而为农业智能化提质增效赋予支持。未来的发展方向会是智能、精准和绿色,运用AI、物联网、大数据提升决策能力,推广节能降耗设备,提高资源利用效率和生态循环的能力,从而达到农业高质量可持续发展的目标。

#### [参考文献]

- [1]徐长青.基于物联网的精准化智慧农业大棚系统设计研究[J].世界热带农业信息,2024,(07):91-92.
- [2]王明霞.基于多传感器集成的智慧大棚环境监测系统研究[D].武汉工程大学,2024.
- [3]刘元刚,熊刚,胡启迪,等.基于物联网技术智慧农业大棚监控系统研究与设计[J].河北农业,2023,(10):76-77.
- [4]贾珺,李静宇,董芳娟.物联网技术在智慧农业大棚监测系统中的应用探讨[J].智慧农业导刊,2023,3(13):9-12.

#### 作者简介:

张世龙(1981--),男,汉族,新疆人,本科,工程师,研究方向:系统集成方向的行业应用、智慧农业技术应用。

#### \*通讯作者:

汪亚洁(1983--),女,汉族,四川人,研究生,高级农艺师,研究方向:农业技术研究与应用。