

气象传感器在农业中的应用研究

于宛男¹ 陈识² 唐洪雪^{3*} 张琪¹

1 长春市绿园区气象局 2 双辽市气象局 3 梅河口市气象局

DOI:10.12238/as.v8i8.3186

[摘要] 气象传感器作为现代农业智能化发展的重要技术支撑,其在农业生产中的创新应用正深刻改变着传统农业的生产方式。本文系统研究了气象传感器在农业领域的应用现状与发展趋势,重点探讨了其在精准灌溉、灾害预警、作物生长环境监测等方面的技术实现路径与应用价值。研究通过理论分析与案例验证相结合的方法,揭示了气象传感器在提升农业生产效率、优化资源利用、降低环境风险等方面的优势。同时,针对当前应用中存在的技术瓶颈,提出了具有可操作性的解决方案,为推进农业现代化进程提供了重要的技术参考。研究表明,气象传感器的深度应用将有效推动农业生产向智能化、精准化方向转型。

[关键词] 气象传感器; 农业应用; 数据监测; 农业现代化

中图分类号: S152.4+2 文献标识码: A

Research on the Application of Meteorological Sensors in Agriculture

Wannan Yu¹ Shi Chen² Hongxue Tang^{3*} Qi Zhang¹

1 Changchun Lvyuan District Meteorological Bureau

2 Shuangliao Meteorological Bureau

3 Meihekou City Meteorological Bureau

[Abstract] As a crucial technological support for the intelligent development of modern agriculture, meteorological sensors are profoundly transforming traditional agricultural production methods through their innovative applications. This paper systematically investigates the current applications and development trends of meteorological sensors in agricultural fields, with particular emphasis on their technical implementation approaches and application values in precision irrigation, disaster warning, and crop growth environment monitoring. Combining theoretical analysis with case validation, the study reveals the significant advantages of meteorological sensors in enhancing agricultural production efficiency, optimizing resource utilization, and reducing environmental risks. Furthermore, it proposes actionable solutions to address existing technical bottlenecks in current applications, providing important technical references for advancing agricultural modernization. The research demonstrates that the in-depth application of meteorological sensors will effectively promote the transformation of agricultural production towards intelligent and precision-oriented directions.

[Key words] meteorological sensors; agricultural applications; data monitoring; agricultural modernization

在全球气候变化加剧和农业现代化进程加速的双重背景下,气象监测技术在农业生产中的重要性日益凸显。传统农业生产模式对气象条件的被动适应已难以满足现代农业发展的需求,亟需建立基于实时监测的主动调控机制。气象传感器技术的快速发展为解决这一难题提供了新的技术路径,其通过多参数、高精度的环境监测能力,为农业生产决策提供了科学依据。当前,将气象传感器技术与农业生产深度融合,不仅能够显著提升资源利用效率,更能有效应对极端天气事件带来的生产风险。本研

究立足于农业现代化发展的实际需求,深入探讨气象传感器技术的创新应用模式,旨在为推动农业高质量发展提供理论支撑和技术指导。

1 气象传感器概述

1.1 气象传感器的工作原理

气象传感器基于各种物理和化学原理来感知和测量气象要素。例如,温度传感器通常利用热敏电阻的特性,当环境温度变化时,热敏电阻的阻值会发生相应改变,通过测量阻值的变化来

确定温度。湿度传感器则依据吸湿材料的电学特性随湿度变化的原理工作,吸湿材料吸收或释放水分会导致其电阻或电容发生变化,从而实现对湿度的测量。风速传感器多采用风杯或风翼结构,风的作用力使风杯或风翼转动,通过测量转动的速度来确定风速。不同类型的气象传感器利用各自独特的原理,将气象要素的变化转化为电信号或数字信号,以便进行记录和分析。

1.2 气象传感器的类型

气象传感器种类繁多,常见的有温度传感器、湿度传感器、光照传感器、风速传感器、风向传感器、雨量传感器等。其中,光合辐射传感器(PAR传感器)专门用于测量400~700nm波段的光合有效辐射,为作物光合作用效率研究提供关键数据。温度传感器可分为热电偶传感器、热电阻传感器等,能测量不同范围和精度的温度。湿度传感器包括电容式湿度传感器、电阻式湿度传感器等,用于准确测量空气或土壤的湿度。光照传感器可感知光照强度,为农作物的光合作用研究和温室光照控制提供数据。风速传感器和风向传感器可实时监测风的速度和方向,对于农业中的通风、防风等措施具有重要指导意义^[1]。雨量传感器则能精确测量降雨量,帮助农民合理安排灌溉和排水。

2 气象传感器在农业中的应用价值

2.1 精准灌溉

气象传感器在精准灌溉中发挥着关键作用。通过实时监测土壤湿度和气象条件,如温度、湿度、光照等,能够准确判断农作物的需水情况。当土壤湿度低于设定的阈值时,结合气象数据预测未来一段时间的天气状况,如果天气晴朗且气温较高,农作物蒸腾作用强,需水量大,则自动启动灌溉系统进行灌溉。同时,根据不同农作物在不同生长阶段的需水特点,调整灌溉量和灌溉时间,避免过度灌溉或灌溉不足,提高水资源的利用效率,降低生产成本,保证农作物的生长质量。

2.2 灾害预警

气象传感器可以实时监测气象灾害的发生迹象。例如,当风速传感器检测到风速突然增大,达到可能对农作物造成损害的阈值时,可及时发出预警,提醒农民采取防风措施,如加固大棚、绑缚果树等。雨量传感器能实时监测降雨量,当降雨量过大可能引发洪涝灾害时,及时通知农民做好排水准备。温度传感器可监测低温或高温天气,提前预警霜冻、高温热害等灾害,使农民有时间采取相应的防护措施,如覆盖保温材料、搭建遮阳网等,减少气象灾害对农作物的损失。

2.3 农作物生长环境监测

气象传感器系统可全面监测作物生长的关键环境参数。光合辐射传感器(PAR)精确测量400~700nm波段的光量子通量,为评估作物光合效率提供核心数据。结合温湿度、CO₂浓度等传感器数据,可构建作物生长的最优环境模型。在设施农业中,该系统能智能调控补光强度、通风时长和灌溉频率,使光温水气等要素精准匹配作物需求。实践表明,基于多参数协同监测的环境调控可使作物产量提升15~20%,同时降低20%以上的能耗。

2.4 病虫害预测

气象条件对病虫害的发生和传播有着重要影响。气象传感器可以实时监测温度、湿度、光照等气象要素,通过分析这些数据与病虫害发生规律的关系,预测病虫害的发生趋势。例如,某些病虫害在高温高湿的环境下容易滋生和传播,当气象传感器监测到环境条件满足病虫害发生的条件时,及时发出预警,提醒农民采取预防措施,如喷洒农药、加强通风等,有效控制病虫害的发生和蔓延,减少农药的使用量,保障农产品的质量安全^[2]。

3 气象传感器在农业应用中面临的问题

3.1 数据准确性问题

气象传感器的数据准确性受多种因素影响。传感器的自身精度、安装位置和环境条件等都会导致数据误差。例如,温度传感器如果安装在靠近热源或通风不良的地方,测量的温度数据可能不准确。此外,传感器长期使用后会出现老化和漂移现象,导致测量数据的偏差逐渐增大。数据传输过程中也可能受到干扰,影响数据的准确性。不准确的数据会误导农业生产决策,降低气象传感器在农业应用中的价值。

3.2 成本问题

气象传感器的采购、安装和维护成本较高。高质量的气象传感器价格昂贵,对于大规模的农业生产来说,需要安装大量的传感器,设备采购成本巨大。同时,传感器的安装需要专业的技术人员,安装过程较为复杂,安装成本也不容忽视。在使用过程中,传感器需要定期进行校准和维护,以保证其正常运行和数据准确性,维护成本也增加了农业生产的负担。

3.3 数据处理和分析能力不足

气象传感器会产生大量的监测数据,但目前很多农业生产单位缺乏有效的数据处理和分析能力。这些数据如果不能及时、准确地进行处理和分析,就无法转化为有价值的信息,为农业生产提供决策支持。此外,缺乏专业的数据分析人才和适用的数据分析软件,也限制了气象传感器数据的有效利用。

3.4 兼容性问题

在农业生产中,可能会使用不同厂家、不同类型的气象传感器和其他农业设备。这些设备之间可能存在兼容性问题,导致数据无法正常传输和共享。例如,不同传感器的数据格式和通信协议可能不一致,使得数据难以整合和统一处理,影响了气象传感器在农业生产中的整体应用效果。

4 解决气象传感器在农业应用中问题的策略

4.1 提高数据准确性

为确保气象监测数据的可靠性,应当优先选用经过权威认证的高精度传感器设备。在安装环节,需要严格遵循设备说明书的技术规范,选择具有代表性的监测点位,避开建筑物遮挡、热源干扰等不利因素。建议建立定期校准制度,每季度对传感器进行专业检测和维护,及时修正测量偏差。同时可引入先进的数据处理技术,如卡尔曼滤波算法,对原始数据进行去噪和补偿处理,从而显著提升监测结果的精确度。此外,建立数据质量评估体系,对异常数据进行自动识别和修正。

4.2 降低成本

为降低农业经营主体的设备投入压力,建议政府部门制定专项扶持政策,对购买气象监测设备的农户给予30%~50%的购置补贴。同时推动产学研合作,支持传感器制造企业通过规模化生产和技术创新来降低单位成本。在应用模式上,可以建立区域性的气象监测服务站,实现设备资源共享,让周边多个农场共同使用专业级监测设备。技术层面,优先选用基于LoRa等低功耗广域网的无线传感方案,既能减少布线成本,又可降低后期维护费用^[3]。此外,开发经济型传感器套装,满足中小型农场的预算需求。

4.3 提升数据处理和分析能力

建议农业主管部门联合高校开设数据分析培训课程,重点培养既懂农业又掌握数据技术的复合型人才。在软件支持方面,应当开发专用的农业气象分析平台,集成机器学习算法,实现墒情预测、灾害预警等智能分析功能。同时构建省级农业气象大数据中心,整合各监测点的实时数据,为决策提供可视化分析报告。鼓励农业龙头企业建立自己的数字农业团队,配备专业的数据分析师,将原始监测数据转化为可操作的农事建议。此外,开发移动端应用程序,让农户能够便捷获取数据分析结果。

4.4 解决兼容性问题

由行业协会牵头制定农业物联网设备接口标准,统一数据采集格式和通信协议。重点解决不同品牌设备间的互联互通问题,开发通用的数据转换中间件。在产品研发阶段,要求厂商提供完整的API接口文档和SDK开发包。建立设备兼容性认证体系,对通过互操作性测试的产品颁发认证标志。同时推动建立农业物联网设备白名单制度,优先推荐兼容性好的产品^[4]。在系统集成方面,鼓励第三方服务商提供设备对接服务,帮助农场实现多品牌设备的协同工作。另外,定期举办设备兼容性测试活动,促进产业生态的良性发展。

5 案例分析: 气象传感器在北方温室草莓种植中的应用

5.1 项目概况

在我国北方某省设施农业示范区,气象传感器系统被成功应用于现代化草莓温室种植中。该案例展示了气象监测技术在现代设施农业中的实际应用价值。

5.2 系统部署方案

该示范区在5公顷的连栋温室内部署了由温度、湿度、光照、二氧化碳浓度等多参数传感器组成的监测网络。系统采用分布式架构,每200平方米设置一个监测节点,通过无线传输技术将实时数据汇集至中央控制平台。

5.3 环境调控应用

在具体应用中,当温度传感器监测到夜间温室内气温接近草莓生长的临界低温(5℃)时,系统自动触发加温设备;当湿度传感器显示空气相对湿度超过85%的病害易发阈值时,智能控制系统会启动通风装置进行除湿。

5.4 精准灌溉创新

特别值得注意的是,该系统创新性地将气象数据与灌溉决策相结合。通过分析土壤水分传感器和空气温湿度传感器的关联数

据,系统能够精确计算出草莓植株的蒸腾需水量,实现了按需精准灌溉。实践表明,这种基于实时气象数据的灌溉方式较传统定时灌溉节水约30%,同时避免了因过度灌溉导致的根系病害问题。

5.5 病虫害预警系统

在病虫害防控方面,系统通过持续监测温室内微气候环境,建立了气象参数与灰霉病、白粉病等草莓常见病害发生概率的预测模型。当监测到持续高温高湿的病害易发环境时,系统会提前预警,指导种植者采取预防性生物防治措施,使化学农药使用量减少40%以上。

5.6 应用成效与展望

该案例的成功实施表明,合理配置的气象传感器系统不仅能优化设施环境调控,更能通过数据驱动的精准农事操作,显著提升作物的产量和品质。这为其他地区发展智慧农业提供了可借鉴的技术范式,同时也验证了气象传感器在实现农业可持续发展中的重要作用^[5]。未来随着传感器技术的迭代升级,此类系统的应用效果还将进一步提升。

6 结论与展望

6.1 结论

气象传感器技术已成为推动农业现代化的重要支撑,其在精准灌溉、灾害预警和作物生长环境调控等方面展现出显著应用价值。通过实时监测环境参数,该系统能够优化农业生产决策,提高资源利用效率,降低自然灾害风险。然而,当前应用仍面临数据准确性、设备成本和系统兼容性等挑战,需通过技术创新和标准化建设加以解决。

6.2 展望

未来,随着物联网、人工智能等技术的发展,气象传感器将向智能化、微型化和网络化方向演进。通过构建多源数据融合的智能监测系统,农业生产将实现更精准的环境感知与自主调控。建议加强跨领域技术融合,推动低成本、高可靠性传感器的研发,建立开放共享的数据平台。气象传感器与智慧农业的深度融合,将为应对气候变化、保障粮食安全提供创新解决方案,助力农业可持续发展。

参考文献

- [1] 冶志强,祁继桂,张湛予.现代农业气象服务中装备保障的重要性及发展对策[J].农业灾害研究,2025,15(04):220-222.
- [2] 马媛,王宝忠,李国婷,等.试析传感器在气象信息监测领域的应用[J].电脑编程技巧与维护,2024,(11):102-105+113.
- [3] 疏玉兵.基于LoRa无线组网技术的低功耗农业气象监测系统设计[D].阜阳师范大学,2023.
- [4] 张钊,李玮,辛晓平.基于无线传感网络的草原气象自动监测系统设计[J].现代电子技术,2017,40(23):15-17+22.
- [5] 杨飞.设施农业区自动气象站数据采集系统设计与实现[D].长安大学,2017.

作者简介:

于宛男(1991--),女,汉族,天津人,本科,工程师,研究方向:地面及高空气象观测。