

农业节水灌溉智能控制系统改造实践

方鑫

彭阳县水务局, 宁夏回族自治区固原市, 756500;

摘要:本文聚焦农业节水灌溉智能控制系统改造实践,以彭阳县水务局的工作为背景,深入探讨了改造的必要性、关键技术、实施步骤及应用效果。通过对传统灌溉系统存在问题的分析,阐述了智能控制系统改造的重要意义。详细介绍了传感器技术、通信技术、自动控制技术等在改造中的应用,以及系统改造的具体流程。经实践验证,改造后的智能控制系统有效提升了水资源利用效率,降低了灌溉成本,为农业可持续发展提供了有力支持。

关键词:农业节水灌溉; 智能控制系统; 系统改造; 水资源利用

DOI: 10.69979/3060-8767.26.02.023

引言

农业作为用水大户,其灌溉用水效率直接关系到水资源的可持续利用。传统农业灌溉方式存在水资源浪费严重、灌溉均匀性差等问题,已难以满足现代农业发展的需求。随着信息技术的飞速发展,智能控制系统在农业节水灌溉领域的应用成为解决上述问题的有效途径。彭阳县水务局积极响应国家节水号召,开展农业节水灌溉智能控制系统改造实践,旨在提高水资源利用效率,促进农业现代化发展。

1 传统农业节水灌溉系统存在的问题

1.1 灌溉效率低下

传统灌溉系统多采用人工操作或定时控制,无法根据作物实际需水情况进行精准灌溉。在灌溉过程中,往往存在过度灌溉或灌溉不足的现象,导致水资源浪费严重,同时也影响作物生长。例如,一些地区采用大水漫灌的方式,水分在田间大量蒸发和渗漏,实际被作物吸收利用的水量仅占灌溉总量的30%-40%。

1.2 缺乏实时监测

传统灌溉系统缺乏对土壤水分、作物生长状况等信息的实时监测手段,管理人员难以准确掌握田间实际情况。这使得灌溉决策只能基于经验判断,缺乏科学性和准确性。当遇到干旱或降雨等特殊天气情况时,无法及时调整灌溉方案,容易导致作物受灾。

1.3 自动化程度低

传统灌溉系统的操作主要依赖人工,劳动强度大,且容易出现操作失误。例如,在大型农田中,人工开启和关闭灌溉设备需要耗费大量时间和精力,而且很难保证灌溉的均匀性。此外,人工操作也无法实现对灌溉过程的精确控制,难以满足现代农业精细化管理的要求^[1]。

2 农业节水灌溉智能控制系统改造的必要性

2.1 提高水资源利用效率

水资源是农业生产不可或缺的重要资源,而提高水资源利用效率一直是农业发展中的重要课题。农业节水灌溉智能控制系统在这方面发挥着不可替代的作用。该系统能够实时收集土壤水分、气象条件等多方面的数据,通过这些数据精准分析作物在不同生长阶段的需水量。基于这样的分析结果,系统可以自动对灌溉量和灌溉时间进行调整,从根本上避免了传统灌溉方式中常见的水资源浪费现象。传统灌溉往往凭借经验进行,要么灌溉不足影响作物生长,要么灌溉过量导致水资源流失,而智能控制系统的应用则完美解决了这一问题。通过这种精准的灌溉方式,水资源的利用效率能够得到显著提升,通常可以达到70%至80%的水平,这在很大程度上减少了农业生产过程中的用水消耗。尤其是在一些水资源相对匮乏的地区,这种高效的水资源利用方式更是保障农业生产持续进行的重要支撑,让每一滴水都能在作物生长过程中发挥最大的作用。

2.2 提升农业生产效益

农业生产效益的提升是每个农业从业者追求的目标,而农业节水灌溉智能控制系统的改造和应用在这一过程中扮演着重要角色。智能控制系统的投入使用,让灌溉工作实现了自动化和精准化的转变。不再需要人工手动操作灌溉设备,系统能够根据作物的生长需求自动完成灌溉任务,而且每一次灌溉都能精准地满足作物对水分的需求。这种精准的灌溉方式为作物创造了适宜的生长环境,让作物在每个生长阶段都能获得充足且不过量的水分,从而有效促进作物的生长发育。作物生长状况良好,其产量自然会有所提高,同时品质也能得到改善,比如果实的口感、营养成分等都会更优。除此之外,自动化的灌溉方式大大减少了人工投入,降低了人工操

作成本。而且,智能控制系统在运行过程中对灌溉设备的能耗控制更为合理,避免了不必要的能源浪费,进一步降低了农业生产的成本。成本的降低与产量、品质的提升相结合,使得农业生产的经济效益得到了显著提高,让农业从业者获得了更多的收益。

2.3 推动农业现代化发展

农业节水灌溉智能控制系统在现代农业信息化进程中占据关键位置,对转变农业生产模式作用显著,能让农业管理更趋智能与精细。将这一系统与其他农业信息技术融合运用,可全方位监测农田环境,还能对相关条件进行合理调控,为农业的可持续发展筑牢根基^[2]。

在农业现代化推进过程中,这类智能控制系统的改造与落地,是改变传统耕作方式的重要抓手。它突破了过去粗放式管理的局限,通过精准的数据分析和自动化操作,让灌溉、施肥等环节更贴合作物生长需求,既提高了生产效率,又减少了资源浪费。

把该系统与土壤监测、气象预警等技术结合,能构建起覆盖农田全周期的管理网络。实时掌握土壤墒情、作物长势等信息,及时调整生产策略,不仅能降低自然风险对农业生产的影响,还能推动农业生产朝着更科学、更环保的方向发展,为农业现代化的长远发展注入持续动力。

3 农业节水灌溉智能控制系统改造的关键技术

3.1 传感器技术

传感器是智能控制系统获取田间信息的关键设备,主要包括土壤水分传感器、气象传感器、作物生长传感器等。土壤水分传感器能够实时监测土壤含水量,为灌溉决策提供准确数据;气象传感器可监测气温、湿度、光照、风速等气象参数,帮助系统根据气象条件调整灌溉策略;作物生长传感器则可以监测作物的株高、叶面积等生长指标,进一步优化灌溉方案^[3]。

3.2 通信技术

通信技术用于实现传感器与控制中心之间的数据传输,确保系统能够实时获取田间信息并进行远程控制。常用的通信技术包括有线通信和无线通信。有线通信具有稳定性高、抗干扰能力强等优点,但施工难度大、成本高;无线通信则具有安装方便、灵活性强等特点,如ZigBee、GPRS、LoRa等无线通信技术在农业节水灌溉智能控制系统中得到了广泛应用。

3.3 自动控制技术

自动控制技术是智能控制系统的核心,通过对传感器采集的数据进行分析和处理,实现对灌溉设备的自动

控制。控制系统可以根据预设的灌溉策略,自动开启或关闭水泵、阀门等灌溉设备,调节灌溉流量和压力,确保灌溉的精准性和均匀性。同时,系统还具备故障诊断和报警功能,能够及时发现和处理灌溉设备的故障,保障系统的正常运行^[4]。

4 农业节水灌溉智能控制系统改造的实施步骤

4.1 系统规划与设计

启动改造前,需对农田展开全面勘察。了解地形是平原、丘陵还是山地,明确土壤类型及保水、渗透性能,掌握作物种植布局与生长阶段特点。这些数据是制定改造方案的基础。

结合农业生产需求规划方案时,要确定传感器安装位置与数量,确保能精准采集土壤墒情、空气温湿度等数据;依据作物类型和土壤条件选择灌溉设备,确定安装点位以保证灌溉均匀;根据农田情况设计通信网络拓扑结构,选择合适通信技术保障数据传输;依据作物需水规律等制定控制策略;挑选性能、兼容性和稳定性达标的硬件与软件平台。

4.2 设备安装与调试

设备安装严格按设计方案进行。土壤墒情传感器按土壤类型确定埋设深度,空气温湿度传感器装在通风、无阳光直射处,灌溉设备对准作物根部且接口密封,通信设备选在信号好的位置并做好防护^[5]。

安装中,施工人员要检查接线、线路布置和设备固定情况。安装完成后全面调试,测试传感器数据准确性,检验通信系统24小时以上的稳定性,查看控制设备运行是否符合设定。及时解决调试中出现的问题。

4.3 系统集成与测试

将各子系统集成,统一接口、数据格式和通信协议,搭建通信平台实现传感器、通信设备与控制中心的互联互通。

集成后进行全面测试,包括功能测试,检查数据采集、远程控制等功能是否正常;性能测试,看系统在大量数据传输和多设备运行时能否满足需求;可靠性测试,模拟恶劣环境和长时间运行检验稳定性。还需模拟不同灌溉场景,验证系统灌溉策略的合理性与控制准确性,优化改进发现的问题。

4.4 人员培训与系统交付

对系统管理人员和操作人员开展培训。向管理人员传授系统架构、软件操作、数据处理和异常处理知识;教操作人员系统日常操作、设备维护及故障处理技巧,如清理传感器、检查接口、排查线路问题等。

培训采用理论加实操的方式，结束后进行考核。考核合格后交付系统，提供完整资料并现场演示，完成手续后系统正式投入使用，技术人员初期定期回访，保障系统顺利运行。

5 农业节水灌溉智能控制系统改造的应用效果

5.1 水资源节约效果显著

就水资源节约而言，改造后的智能控制系统凭借精准灌溉的优势，从根本上改变了传统灌溉方式中水资源浪费严重的问题。通过对彭阳县多个农田区域的长期监测，相关数据清晰地表明，相较于过去的灌溉模式，这套智能控制系统能够让水资源的消耗量减少三成到五成。这种显著的节水效果，不仅缓解了农业生产中水资源紧张的局面，更极大地提升了每一滴水在农业生产中的利用价值，让有限的水资源发挥出了更大的作用。

5.2 作物产量和品质提升

在作物生长方面，精准灌溉模式为各类作物营造了更为适宜的生长条件，有力地推动了作物的生长进程。采用智能控制系统后，作物在株高增长、叶面积扩展以及根系发育等多个生长维度上，都展现出了明显优于传统灌溉方式的态势。良好的生长状态直接带动了作物产量与品质的双重提升。以某块试点农田为例，种植的小麦在产量上实现了百分之十到十五的增长，而且产出的农产品在品质上也有了明显改善，口感、营养成分等方面都更符合市场需求，这使得这些农产品在市场竞争中占据了更有利的位置，受到了消费者和收购商的青睐。

5.3 降低劳动强度和成本

智能控制系统的应用，还在很大程度上减轻了农户的劳动负担，同时降低了农业生产的整体成本。由于系统实现了自动化运行，原本需要人工完成的大量灌溉操作被机器所替代，农户无需再像以前那样频繁地进行人工浇水、开关设备等工作，劳动强度得到了有效缓解。不仅如此，系统的精准控制能力，让灌溉设备的运行更加高效，减少了不必要的能源消耗，同时也降低了设备因不当使用而造成的损坏概率，使得设备维护方面的支出有所减少。从实际统计情况来看，引入智能控制系统之后，单是灌溉环节的人工费用就降低了一半以上，再加上设备维护成本的下降，整体农业生产成本得到了有效的控制，让农户在生产过程中获得了更多的实惠。

这些变化不仅体现在具体的数字上，更深入地改变了农业生产的模式。水资源的高效利用，让农业生产更

加可持续，即使在水资源相对短缺的地区，也能通过科学的灌溉方式保障作物生长；作物产量和品质的提升，直接提高了农业生产的经济效益，增强了农业产业的竞争力；而劳动强度和成本的降低，则让更多农户从繁重的体力劳动中解放出来，有更多精力去学习先进的农业技术，进一步推动农业生产向智能化、精细化方向发展。可以说，农业节水灌溉智能控制系统的改造应用，是农业发展历程中的一次重要进步，为实现农业高质量发展奠定了坚实基础。

6 结论与展望

6.1 结论

彭阳县水务局开展的农业节水灌溉智能控制系统改造实践取得了显著成效。通过对传统灌溉系统的改造，引入先进的传感器技术、通信技术和自动控制技术，实现了灌溉的精准化、自动化和智能化。改造后的系统有效提高了水资源利用效率，提升了作物产量和品质，降低了劳动强度和成本，为农业可持续发展提供了有力保障。

6.2 展望

尽管农业节水灌溉智能控制系统改造取得了一定的成果，但仍存在一些问题需要进一步解决。例如，传感器的精度和可靠性有待提高，通信网络的覆盖范围和稳定性需要加强，系统的智能化水平还需进一步提升。未来，应加大对农业节水灌溉智能控制系统的研发投入，不断完善系统功能，提高系统的性能和可靠性。同时，加强与其他农业信息技术的融合，实现农业生产的全面智能化管理，为农业现代化发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 丁宝民. 智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用研究 [J]. 水上安全, 2025, (07): 93-95.
- [2] 韩立美, 张英伟. 数字化在农业水利工程中的应用 [J]. 中国信息界, 2023, (06): 24-26.
- [3] 陈井根. 现代农业机械化在农业种植技术中的作用与应用分析 [J]. 农业开发与装备, 2025, (06): 182-184.
- [4] 李雪艳. 基于信息化技术的农田灌溉工程建设管理优化措施与要点 [J]. 南方农机, 2025, 56(10): 188-190.
- [5] 李惠钧, 李双冰. 基于移动互联网的智能灌溉系统设计与开发 [J]. 山西农经, 2017, (23): 114.