

现代化灌区建设中智能灌溉系统的开发与應用

张凌飞

新疆华源水利工程设计有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6071

[摘要] 随着农业现代化的推进,智能灌溉系统在现代化灌区建设中发挥着越来越重要的作用。本文首先概述了智能灌溉系统的基本概念,随后详细探讨了其在现代化灌区中的开发过程,包括系统需求分析、架构设计、硬件设备选型与集成以及软件开发与算法优化。最后,本文分析了智能灌溉系统在大田作物、设施农业、果园和草地灌溉中的应用效果,展示了其在提高水资源利用效率、促进农业可持续发展方面的巨大潜力。

[关键词] 智能灌溉系统; 现代化灌区; 系统开发

中图分类号: S274.2 文献标识码: A

Development and application of intelligent irrigation system in modern irrigation area construction

Lingfei Zhang

Xinjiang Huayuan Water Conservancy Engineering Design Co., Ltd.

[Abstract] With the advancement of agricultural modernization, intelligent irrigation systems play an increasingly important role in the construction of modern irrigation areas. This paper first outlines the basic concepts of intelligent irrigation systems, and then discusses in detail their development process in modern irrigation areas, including system requirements analysis, architecture design, hardware equipment selection and integration, and software development and algorithm optimization. Finally, this paper analyzes the application effects of intelligent irrigation systems in field crops, facility agriculture, orchards, and grassland irrigation, demonstrating their great potential in improving water resource utilization efficiency and promoting sustainable agricultural development.

[Key words] intelligent irrigation system; modern irrigation area; system development

引言

随着全球水资源日益紧张和农业现代化的推进,传统灌溉方式已无法满足现代农业的需求。智能灌溉系统作为一种高效、精准的灌溉方式,逐渐成为现代化灌区建设的核心内容。智能灌溉系统通过传感器技术、数据分析和自动化控制,能够实时监测土壤湿度、气象条件等环境参数,并根据作物需水规律进行精准灌溉。这不仅提高了水资源利用效率,还促进了农业生产的可持续发展。本文将详细探讨智能灌溉系统在现代化灌区中的开发与應用,包括系统需求分析、架构设计、硬件设备选型与集成、软件开发与算法优化,以及在不同农业场景中的应用效果。

1 智能灌溉系统概述

智能灌溉系统是一种结合了现代科技和传统农业的先进灌溉方式,旨在通过自动化技术和数据分析优化水资源使用,提升农业生产效率。该系统通常包括传感器网络、气象站、控制器和移动应用等组件。传感器可以实时监测土壤湿度、温度、光

照等环境参数,并将数据传输至中央控制单元。系统通过算法分析这些数据,自动调节灌溉频率和水量,确保作物在最佳条件下生长。智能灌溉系统不仅能够减少水资源浪费,降低农业成本,还能提高作物产量和质量,具有显著的经济和环境效益。随着物联网、大数据和人工智能技术的发展,智能灌溉系统逐渐成为现代农业的重要组成部分,推动着农业向更加精准、高效和可持续发展的方向发展。

2 现代化灌区建设中智能灌溉系统的开发

2.1 系统需求分析

在现代化灌区建设中,智能灌溉系统有着极为迫切的需求。首先,需精准适配复杂多样的土壤条件,从沙质土壤保水性差,到黏土质地,系统要依据不同土壤渗透率、持水性,精准调控灌溉水量与频率,确保水分有效渗透至作物根系层。再者,应对极端气候,如夏季高温酷热、冬季严寒漫长,灌溉系统不仅要在酷热时保障作物水分充足防旱,还得具备耐寒抗冻设计,避免冬季设

备损坏。从农业种植结构看,棉花、葡萄、哈密瓜等特色作物广泛种植,不同作物生长周期、需水关键期各异,系统要依循作物特性定制灌溉计划,像棉花蕾铃期需水大增,葡萄开花前后对水分敏感,都需精准供水。

2.2 系统架构设计

构建智能灌溉系统架构,需充分考量当地特殊环境。整体架构采用分层分布式设计,前端感知层部署各类传感器,遍布广袤农田。土壤湿度传感器依据不同区域土壤质地差异,精准测量各深度土壤含水量,在风沙较大的地区,配备防风沙、高灵敏度传感器;气象传感器实时捕捉当地剧烈变化的气温、风速、光照及沙尘天气信息,为灌溉决策提供依据。传输层借助无线通信技术,利用4G、5G乃至卫星通信确保数据稳定传输至中控平台。中控平台作为核心枢纽,基于云计算架构搭建,具备强大数据存储与运算能力,能快速处理来自各地灌区海量数据。它依据预设算法结合特色作物模型,生成灌溉指令。执行层连接泵站、电磁阀等设备,在水源获取上,针对高山冰雪融水、地下水等多样水源,适配不同动力的泵站调控。在田间,依据地块大小、形状,合理布局电磁阀,确保灌溉均匀。

2.3 硬件设备选型与集成

硬件设备选型与集成是智能灌溉系统成功构建的关键。传感器选型首当其冲,土壤传感器要适应极端温差,选用宽温型、高精度产品,在寒冷地区,能在零下三四十度正常工作,精准反馈土壤湿度,确保冬季土壤墒情监测无误;对于光照传感器,考虑强日照特点,选取抗强光干扰、具备自动校准的设备,为作物需光需水协同分析提供精准数据。水泵作为水源输送主力,依地形与水源分布选型,在地势落差大的山区,选用高扬程离心泵抽取山间溪水;在平原灌区,适配大流量轴流泵引入河水灌溉。同时,配备变频控制装置,依据灌溉需求灵活调整功率,节能增效。管道材料要耐受特殊气候与土壤环境,在盐碱地集中的灌区,选用抗腐蚀、高强度的PVC或PE管材,防止管道老化破裂。

2.4 软件开发与算法优化

智能灌溉软件开发与算法优化意义重大。软件界面设计充分考虑当地农户操作习惯,采用简洁直观、多语言交互模式,方便农户上手。基于丰富的农业科研成果与实地种植经验,构建作物生长模型库,录入棉花、番茄、红枣等特色作物全生育期需水规律。算法方面,融入实时气象修正因子,考虑突发沙尘、暴雨等极端天气对灌溉的影响。如遇沙尘蔽日,光照减弱,算法自动调整灌溉策略,避免过度灌溉;暴雨后,依据土壤含水量变化暂停灌溉计划。采用模糊控制算法结合神经网络技术,动态学习不同灌区、不同年份的灌溉反馈,持续优化灌溉决策。数据安全模块强化,保障农户信息、农田数据在传输与存储过程不泄露,采用加密传输、异地备份等手段。同时,软件与农业大数据平台对接,共享气象、土壤、市场供需等信息,助力农户不仅实现精准灌溉,还能依市场导向优化种植结构,推动农业智能化、可持续发展,让智能灌溉成为现代农业腾飞的有力支撑。

3 现代化灌区建设中智能灌溉系统的应用

3.1 大田作物灌溉应用

在广袤的大田之中,智能灌溉系统正成为保障作物丰收的关键力量。以棉花为例,作为种植面积最广的大田作物,其生长期长、需水量大且各阶段需水差异显著。智能灌溉系统通过遍布棉田的土壤湿度传感器,精准监测不同深度土壤墒情,从播种后的保墒需求,到蕾铃期对大量水分的急切渴望,系统依据实时数据自动开启或关闭灌溉设备。在昼夜温差大的地区,春夏季气温回升时,系统根据气温变化及土壤水分蒸发速率,合理调配灌溉水量,避免因低温时水分过多造成冻害或高温干旱时供水不足影响棉桃发育。对于小麦种植,智能灌溉系统同样作用非凡。小麦春播后常面临大风、干旱等恶劣气候,灌溉系统结合气象站数据,在风沙来袭前适度增加土壤湿度,增强小麦抗逆性;在灌浆期,精准控制水流,确保麦粒饱满。

3.2 设施农业灌溉应用

设施农业蓬勃发展,智能灌溉系统更是如鱼得水。在蔬菜大棚集中的地区,各类反季节蔬菜种植依赖精细的水分管理。智能灌溉系统针对不同蔬菜品种,如番茄、辣椒、黄瓜等,定制专属灌溉模式。以番茄为例,幼苗期需水量少,系统采用微喷灌技术,轻柔地为幼苗提供少量但均匀的水分,避免根部积水烂根;进入开花结果期,随着植株蒸腾作用增强,系统自动加大供水量,并根据大棚内实时温度、湿度调整灌溉频率,确保果实膨大所需水分充足。温室花卉种植也是智能灌溉的受益领域,在花卉产业园区,玫瑰、郁金香等名贵花卉对水分敏感且品质要求极高。智能灌溉系统借助高精度传感器,精确测量基质湿度,配合滴灌设备,将营养液与水分按最优比例精准输送到每一株花卉根系周围,既满足花卉生长需求,又减少肥料浪费。

3.3 果园灌溉应用

果园闻名遐迩,智能灌溉系统为其注入全新活力。在苹果园,苹果生长历经萌芽、开花、坐果、膨果等关键阶段,每个时期对水分要求截然不同。智能灌溉系统在春季萌芽期,依据土壤温度与墒情,适时适量灌溉,唤醒果树生机;花期时,严控灌溉水量,防止大水冲落花朵,保障授粉率;到了果实膨大期,结合当地高温干旱气候,加大灌溉力度,确保果实快速生长。葡萄作为另一特色水果,在广泛种植。葡萄园采用智能滴灌系统,依葡萄藤生长态势与土壤肥力分布,精准布局滴头,使每株葡萄根系都能均匀受水。

3.4 草地灌溉应用

广袤的天然草地与人工草场是畜牧业发展的根基,智能灌溉系统在此发挥着不可或缺的作用。在草原牧区,春季牧草返青关键期,降水稀少且气温回升快,智能灌溉系统依据草地土壤水分监测数据,及时开启喷灌或漫灌模式,为牧草提供生长必需的水分,助力其迅速返青,提高草地植被覆盖率,增强草地生态系统稳定性。对于人工种植的苜蓿、青贮玉米等优质饲草料基地,智能灌溉系统更是精准发力。苜蓿在不同茬次收割间隔期,需水规律复杂,系统根据其生长天数、气候条件精确灌溉,保证每茬苜蓿高产优质;青贮玉米生长旺季正值高温少雨时段,灌溉系统

配合施肥,同步满足植株对水分与养分的双重需求,确保茎秆粗壮、叶片繁茂。

4 结束语

智能灌溉系统在现代化灌区中的应用,不仅提升了农业生产的智能化水平,还显著提高了水资源利用效率。通过合理的系统开发和应用,智能灌溉系统能够满足不同作物在不同生长阶段的需求,实现精准灌溉和科学管理。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,智能灌溉系统将在更多领域发挥重要作用,为农业可持续发展提供强有力的技术支持。我们相信,随着智能灌溉系统的不断优化和完善,其在现代化灌区建设中的地位将更加突出,为农业生产的绿色、高效和可持续发展贡献更多力量。

[参考文献]

- [1]王建龙.现代化数字孪生灌区建设的路径分析[J].中国战略新兴产业,2024,(17):169-171.
- [2]饶远谋.现代化灌区建设中信息化工程规划设计架构初探[J].甘肃科技,2023,39(10):35-38.
- [3]万通.现代化生态灌区建设的实践与思考[J].水利技术监督,2023,(08):64-67.
- [4]屈军宏,周秦.灌区现代化建设的理念思路与关键技术浅谈[J].陕西水利,2020,(10):189-191.

作者简介:

张凌飞(1988--),男,汉族,新疆人,大学本科,研究方向:水利专业/规划设计与技术咨询,水利工程设计。