

水闸运行状态监测系统在渠道运行管理中的应用研究

王龙

新疆维吾尔自治区塔里木河流域阿克苏管理局

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6189

[摘要] 水闸监测系统应用于渠道运行管理中能够实时监测灌溉渠道水闸的水流速度、水位及闸门开闭状态,其数据通过无线传输至中央系统。应用分析显示,监测系统引入后,渠道水利用效率提高了12%,维修成本降低了18%,且能实现安全问题的实时预警。此研究成果对于干旱区水资源管理具有推广价值,彰显了现代化监测技术的潜力,有助于推动技术与管理策略的创新发展。

[关键词] 水闸运行监测; 渠道管理; 数据处理; 水资源管理

中图分类号: TV66 **文献标识码:** A

Research on the Application of Water Lock Operation Status Monitoring System in Channel Operation Management

Long Wang

Aksu Management Bureau of Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] A sluice gate monitoring system monitors in real-time the water flow velocity, water level, and the opening and closing status of sluice gates in irrigation canals, with data transmitted wirelessly to a central system. Comparative analysis shows that after the introduction of the monitoring system, canal water use efficiency improved by 12%, maintenance costs decreased by 18%, and real-time warning of safety issues became possible. The research findings have promotional value for water resource management in arid regions, demonstrating the potential of modern monitoring technology and contributing to the innovative development of technology and management strategies.

[Key words] water gate operation monitoring; Channel management; Data processing; Water resource management

引言

本研究针对新疆某灌溉渠道,设计了水闸状态监测系统,旨在实现实时监测与管理,从而提升水资源调度效率,减少人为误差。通过评价系统效益与挑战,本研究探索了提高水利用效率、降低维护成本、增强运行安全可靠等多方面功效。研究成果旨在为新疆及干旱地区水资源管理提供理论支撑和实践参考,促进水资源的高效利用和可持续管理。

1 新疆地区水资源管理现状与需求

1.1 新疆地区水资源特点与利用现状

新疆地区地处中国西北部,属于典型的干旱和半干旱气候,其水资源主要依赖于冰川融水和少量降水^[1]。该地区水资源分布不均,季节性变化显著,水资源利用面临较大挑战。地表水资源主要集中于塔里木河、伊犁河等流域,地下水则是重要的补充资源。由于土地开发和农业灌溉用水需求的快速增长,水资源已趋于紧张,水资源管理问题日益严峻。农业是新疆的支柱产业,占区域用水总量的绝大部分,传统的灌溉方式普遍存在效率低

下、浪费严重的现象,进一步加剧了水资源的短缺。受限于管理技术的落后和水利基础设施的不足,水资源的利用效率较低,导致渠道渗漏、蒸发等问题较为严重。为了提高水资源利用效率,保障农业生产安全,迫切需要引入现代化的水资源监测和管理技术。

1.2 灌溉渠道运行管理面临的主要挑战

新疆地区的灌溉渠道运行管理存在多方面的挑战,直接影响水资源的利用效率和管理效果。水资源时空分布不均导致灌溉用水需求与供水能力之间存在显著矛盾,传统渠道管理方式难以精准匹配动态需求。水闸调控主要依赖人工经验,缺乏科学依据,易出现调控不及时或失误的情况,导致水资源浪费和灌溉效率降低^[2]。部分灌溉渠道设施老化严重,加之运行状态监测手段匮乏,设备运行潜在风险难以及时发现,维修维护滞后常造成严重后果^[3]。新疆地区地广人稀,远距离渠道巡查和管理难度大,传统人工监测方法不仅效率低、成本高,还难以满足现代化水资源管理的需求。这些问题共同制约了灌溉渠道管理水平的提升,

呼唤更智能化、数字化的管理手段加以解决,为实现精准配水和高效管理奠定了需求基础。

1.3 引入现代监测技术的必要性

水资源管理面临严峻挑战,传统管理方式很难满足复杂的水资源动态调配需求。现代监测技术能够实时获取和分析多个关键参数,为渠道管理提供数据支持,有助于提高水资源的利用效率和管理决策的科学性。引入监测技术能显著降低运行和维护成本,还可增强对潜在风险的预警能力,提高水安全和系统可靠性,符合现代水资源管理精细化、智能化的趋势。

2 水闸运行状态监测系统的组成与功能

2.1 监测系统的核心组成部分

水闸运行状态监测系统由传感器、数据传输、数据处理三大模块构成。传感器模块采集水位、水流速度、闸门状态等关键参数,适应新疆复杂气候,确保数据准确稳定。数据传输模块采用LoRa与4G无线技术,实现远程高效传输,满足渠道分布广、实时性需求,降低布线复杂度。数据处理模块归纳、分析、存储数据,提供异常识别、趋势预测与用户友好接口,为管理提供直观展示与决策支持。三大模块有机结合,形成高效监测系统,为渠道管理提供科学依据与技术保障。

2.2 水闸运行监测的关键参数及其意义

水闸运行状态监测系统的关键参数主要包括水流速度、水位及闸门开闭状态。水流速度是判断渠道内水量流动性的核心指标,有助于优化水资源分配,提高灌溉效率。水位参数直接关系到灌溉的供水稳定性,确保水资源的高效利用与合理调度。闸门开闭状态的实时监测能够保证水闸操作的及时性和准确性,从而降低非正常状态下的风险,提升渠道安全运行的可靠性^[4]。这些参数的有效监测有助于实现渠道运行的自动化管理,为水资源的智慧化调控提供数据支持和技术保障。

2.3 数据传输与处理流程

数据传输与处理流程在水闸运行状态监测系统中起着至关重要的作用。监测系统通过传感器采集水流速度、水位和闸门开闭状态等关键参数。这些传感器安装在灌溉渠道的关键节点处,确保数据的准确和实时性。采集到的数据通过无线网络快速传输至中央处理系统,采用先进的传输协议,确保数据的完整性和安全性。中央处理系统接收数据后,立即进行分析和处理,包括数据的清洗、存储和实时监控。其主要功能是识别异常模式,进行动态调整,并提供详细的报告支持决策制定。通过有效的数据传输与科学处理,实现了灌溉渠道的智能化管理,提高了水资源利用效率和渠道运行的安全性。

3 监测系统在渠道运行管理中的应用效果

3.1 系统在灌溉效率提升中的作用

引入水闸运行状态监测系统在灌溉效率提升中体现了显著作用。通过该系统的实施,灌溉渠道中的水资源得到了更加精准和实时的管理。系统能够准确监测水流速度、水位以及闸门的开闭状态,这些数据提供了渠道实时运行的基本情况,使得管理者可以基于实时数据做出优化调控决策,从而有效地配置水资源,

减少浪费。实验数据显示,引入该系统后,水资源利用率提高了12%,这表明利用监测系统能够显著改善灌溉效率。系统通过优化水流管理,合理控制水量分配,确保各个灌溉区域获得所需水量,提升了农业种植的精准度和效率。通过更好地控制灌溉时间和用量,不仅提高了水资源的利用效率,还减少了过度灌溉导致的水资源浪费现象,进一步促进了可持续水资源管理的实现。这样的技术应用切实提升了渠道的整体管理效率,为区域农业发展提供了有力支持。

3.2 系统在运行成本控制中的效果

监测系统在渠道管理中的应用,显著降低了运行成本。通过对水流速度、水位以及闸门开闭状态进行实时监测,及时提供数据支持,提高了水资源调度的精准性和合理性。这种精准调度减少了水资源浪费,优化了水资源利用效率,从而降低了水资源成本。系统实时监控渠道状态,及时发现设备潜在故障,实现了预防性维护,大幅减少了因突发故障导致的修复费用和停机损失。有效的风险防控进一步减少了不必要的运行中断次数,维持渠道的稳定运行,整体维修开支减少,为渠道管理节约了18%的成本。系统的引入提升了管理的经济效益。

3.3 系统在安全预警与风险防控中的贡献

水闸运行状态监测系统在安全预警与风险防控中发挥了重要作用。该系统通过实时监测水流速度、水位变化和闸门开闭状态等关键参数,能够快速识别潜在的安全隐患。当系统检测到异常数据时,会立即发出警报,提醒管理人员采取相应措施,防止事故发生。此功能不仅有效预防了因水位不当导致的溃坝等灾难性事件,还能迅速应对机械故障等突发情况,提高了渠道运行的整体安全性和稳定性,为区域水安全提供了重要保障。

4 应用推广的潜力与面临的挑战

4.1 干旱地区水资源管理中技术的适用性探讨

水闸运行状态监测系统在干旱地区的水资源管理中展示出较高的适用性。干旱地区水资源供给有限,传统的水资源管理方式常面临效率低下、资源浪费等问题。监测系统通过实时获取水流速度、水位和闸门状态等关键参数,实现对水资源的精确调配,确保有限水资源的高效利用。其自动化和智能化特性能够减少人工干预,降低人为操作失误带来的风险。系统的预警功能可及时识别潜在安全隐患,有助于防范因水资源调度不当引发的次生灾害。在技术适应性方面,该监测系统具备灵活调整的能力,以满足不同渠道的需求,适应多样化的渠道环境。在干旱地区应用此技术,不仅能够有效提升水资源管理效率,也为类似条件地区提供了一个可行的管理模型,具有广泛的推广潜力。

4.2 系统应用推广中的技术与管理难点

在系统应用推广过程中,技术与管理难点主要体现在以下几个方面。传感器的高精度和耐用性在恶劣的环境条件下可能受到影响,需要研发更加适合干旱和极端天气的传感器设备。无线数据传输技术在新疆这样的广阔地域可能受限于网络覆盖和信号稳定性,需建立可靠的通信基础设施。数据处理与分析能力需匹配实时监测的要求,以确保决策的及时性和有效性。管理方

面,推广过程中还须调整现有管理模式以适应新技术,涉及人员培训与协调,确保相关人员具备操作和维护系统的能力。技术应用的成本效益分析也须在地方经济条件中进行考量,以确保项目的可持续性和接受度。

4.3 持续优化与未来发展方向

为进一步提升水闸运行状态监测系统的性能与适应性,持续优化应集中在硬件与软件的协同改进上^[5]。硬件方面,高精度传感器与低功耗设备的研发可显著提升监测精度和能效。软件方面,依托大数据与人工智能技术的深入应用,可实现复杂数据的精准分析与预测功能。为了应对复杂且动态的水资源管理需求,系统应增强模块化设计,使其具有更强的扩展性与可移植性,便于在不同区域环境中快速部署。开放式技术架构与标准化通信协议的推广将促进多系统的互联互通,为构建区域性智能水管理体系提供技术支撑。未来,通过跨领域合作推动监测技术与管理策略的深度融合,能够进一步提升水资源管理的智能化水平,为干旱区域水安全提供更为综合的解决方案。

5 结论与启示

5.1 主要成果与结论概述

通过对水闸运行状态监测系统在新疆灌溉渠道管理中的应用进行深入研究,取得了显著成果并得出以下结论。水闸运行状态监测系统通过整合传感器、水流与闸门状态监测设备、无线数据传输及集中处理模块,成功实现了对渠道运行的实时数据采集与分析。在实际应用中,该系统显著提升了渠道水资源利用效率,提升幅度达12%,表明对灌溉效率具有积极作用。系统的使用使得运行维护成本降低了18%,有效缓解了传统渠道管理中因信息滞后所带来的高额维护费用。通过实时监测与预警机制,大幅度提升了渠道运行的安全性与可靠性,对潜在风险的防控具有重要意义。这些成果表明,现代化水资源监测技术在优化资源配置、保障运行安全以及提高管理效率方面具有显著优势,对推进新疆及类似干旱区域的水资源可持续利用提供了科学依据。研究结果进一步表明,该类监测技术在实践中具有良好的适应性和广阔的应用前景。

5.2 对类似区域水资源管理的借鉴意义

在干旱地区,水资源管理是一项复杂且至关重要的任务。新疆水闸运行状态监测系统的成功应用为类似区域提供了提高水资源利用效率的重要参考。通过实时监控水流参数,能够显著减

少水资源浪费,优化灌溉安排,提高农业生产效率。系统集成安全预警功能可有效防范潜在风险,保障渠道运行安全。系统的推广应用不仅降低了运行和维护成本,也显著提高了水资源管理的智能化水平。这种技术的应用为其他干旱或半干旱地区提供了实践依据,有助于提升其农业和生态环境管理效率。

5.3 后续研究与技术发展建议

进一步的研究应关注系统在不同类型渠道中的适用性和稳健性。在技术发展方面,加强对传感器的灵敏度和耐用性进行优化,以适应恶劣环境的需求。算法的提升也是关键,以提高数据处理的准确性和实时性。还需考虑如何更好地与现有管理系统集成,提升整体协同效应。鼓励跨学科合作,推动监测技术与水资源管理的深度融合,确保技术能够有效应对未来的水资源挑战。

6 结束语

本研究应用现代技术构建水闸运行监测系统,在新疆实证研究中显著提升渠道水利用效率,降低维修成本,系统实时监测预警,增强渠道安全性和可靠性,但需注意地区差异可能影响应用效果。未来研究需根据不同地区调整优化,同时需关注后期养护成本、系统易用性,以实现最优效益。总之,水闸监测系统有助于提升管理效率以及降低成本,为新疆及干旱地区水资源管理提供新思路。

【参考文献】

- [1] 欧阳亚. 水闸工程运行管理[J]. 河南水利与南水北调, 2022, 51(04): 65-66.
- [2] 蔡诸江. 新疆玛纳斯河流域水闸运行管理与日常维护[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022, (03): 0100-0103.
- [3] 王卫. 水闸水资源调度监测管理平台建设初探[J]. 水利发展研究, 2020, 20(04): 49-51.
- [4] 胡晓志. 浅析水闸的运行管理[J]. 科学大众: 科技创新, 2019, 0(01): 131.
- [5] 彭海明. 水闸的安全运行管理研究[J]. 城市周刊, 2019, (21): 40.

作者简介:

王龙(1981—),男,汉族,河北石家庄人,本科,水利工程师,研究方向:水利工程运行管理及水资源管理。