

水利工程运行管理中远程监控技术的有效应用

陶婷婷

江苏省淮沭新河管理处 江苏 淮安 223005

摘要：水利工程作为社会经济发展的重要产业，其运行管理至关重要。远程监控技术通过实时监测、数据采集与分析，极大提升了水利工程的管理效率。该技术不仅实现了水文信息、防洪防汛的自动化监控，还优化了施工管理，并有效监测了特殊水域。远程监控技术的应用确保了水利工程的稳定运行，为水资源管理和保护提供了重要支持。

关键词：水利工程运行管理；远程监控技术；有效应用

引言：随着信息技术的飞速发展，远程监控技术在水利工程运行管理中展现出巨大潜力。它打破了传统管理模式的空间限制，实现了对水利工程全天候、全方位的监测与控制。通过实时数据采集与分析，远程监控技术提高了管理决策的科学性和时效性，为水利工程的稳定运行和高效管理提供了有力保障。本文将探讨远程监控技术在该领域的应用及其带来的变革。

1 远程监控技术概述

1.1 定义与原理

远程监控技术是融合现代通信技术与信息技术的综合性应用技术，其核心原理是通过部署在监测目标现场的终端设备，实时捕捉各类物理量、状态信息或图像数据，经编码处理后，借助有线或无线传输网络发送至远程监控中心。监控中心通过专业软件对数据进行解析、存储与分析，实现对被监测对象的动态追踪、异常预警及远程操作控制，打破了时空限制，让管理人员无需亲临现场即可掌握目标状态并作出响应。

1.2 技术特点

该技术具有三大显著特点：传输速率高，能快速处理高清视频、传感器数据流等大容量信息，确保实时监测的流畅性；传输距离远，依托卫星通信、5G等网络技术，可实现跨区域甚至跨国界的远程监测，适用于油气管道、电力电网等广域分布场景；远程控制能力强，支持对终端设备进行精准操作，如远程启停设备、调节参数等，实现从“被动监测”到“主动控制”的升级。

1.3 技术构成

远程监控技术由三大核心部分构成：远程监控中心作为中枢系统，配备服务器、监控软件及显示终端，负责数据汇总、分析决策与指令下发；监测终端包括传感器、摄像头、智能控制器等设备，是数据采集与执行的前端载体，直接与被监测对象交互；传输网络是连接中

心与终端的纽带，可采用光纤、4G/5G、物联网等多种方式，根据场景需求选择有线或无线传输方案，保障数据传输的稳定性与安全性。

2 远程监控技术在水利工程运行管理中的具体应用

2.1 实时监测与预警

（1）在水位、流量、水质等参数的实时监测方面，远程监控技术通过在水利工程关键节点布设多样化监测设备构建全方位感知网络。水位监测采用北斗定位终端与压力传感器组合模式，可实时捕捉水库、河道水位变化，数据采样间隔低至10秒，精度控制在±2厘米内；流量监测依托声学多普勒流速剖面仪，结合断面形态模型动态计算瞬时流量，同步生成日、月累计流量报表；水质监测则通过多参数水质传感器，对水体的pH值、溶解氧、氨氮含量等12项指标进行连续监测，监测数据经无线传输模块实时上传至监控平台，实现水质状况的动态可视化呈现^[1]。（2）异常情况的预警与报警机制采用多级响应模式。当监测参数超出预设阈值时，系统立即触发分级预警：一级预警通过监控中心大屏闪烁、声光报警装置启动提醒值守人员；二级预警自动向工程管理团队发送包含异常参数、位置信息的短信及APP推送；三级预警则联动应急指挥系统，自动调取周边应急资源分布、疏散路线等信息。例如，当河道水质监测到重金属含量超标时，系统在15秒内完成异常识别，30秒内启动三级预警，为污染溯源与应急处置争取关键时间。

2.2 远程控制与管理

（1）闸门开闭的远程控制实现了水利工程调度的精准化操作。管理人员通过监控中心的三维可视化平台，可远程操控闸门的开启高度（调节精度达1%），并实时查看闸门运行速度、牵引力等参数。系统内置安全逻辑控制，当检测到闸门卡阻、电机过载等异常时，自动触发急停保护。在灌溉期，系统可根据农田需水量预测数

据,自动调节闸门开启度,使渠道流量控制误差缩小至5%以内;在汛期,结合水位监测数据实现闸门群联动调度,确保洪水下泄的科学性与安全性。(2)泵站设备运行状态的监测与控制涵盖机组全生命周期管理。通过在水泵、电机等关键设备上安装振动传感器、红外测温仪,实时采集设备振动频率、轴承温度、三相电流等20余项运行参数,构建设备健康度评估模型。当参数偏离正常范围时,系统自动发出维护预警,如电机轴承温度超过80℃时,推送热成像分析图与检修建议。同时支持远程启停泵站机组,结合电网负荷曲线优化运行时段,某大型灌溉泵站通过该功能实现年节电成本降低18%^[2]。

2.3 数据存储与分析

(1)水利工程运行数据的高效存储与管理采用“边缘节点+云端中心”的分层架构。边缘节点对采集的原始数据进行预处理与压缩,保留关键特征值;云端中心采用分布式数据库,可存储近20年的水位、流量、设备运行等历史数据,总存储容量达50TB。系统支持数据按工程标段、时间周期、参数类型进行分类检索,调取历史数据的响应时间不超过3秒,同时通过数据加密与容灾备份机制,确保数据安全性与完整性,满足水利工程数据长期归档需求。(2)数据分析与决策支持系统融合大数据与人工智能技术。通过对历史运行数据的挖掘,建立水库水位-入库流量预测模型,短期预测准确率达92%;构建灌区用水效率分析模型,识别水资源浪费节点,为节水改造提供依据。系统可自动生成工程运行周报、月报,包含关键参数趋势图、设备故障率统计、水资源利用效率分析等内容。在防洪决策中,结合气象预报数据模拟不同泄洪方案的淹没范围,辅助管理人员制定最优调度策略,使决策响应时间缩短40%。

3 远程监控技术的优势与挑战

3.1 优势分析

(1)在提高运行效率和安全性方面,远程监控技术通过实时数据采集与智能联动控制,实现了水利工程的动态化管理。管理人员可通过远程平台实时掌握闸门状态、泵站运行参数等关键信息,避免了传统人工巡检的滞后性,使设备故障响应时间缩短60%以上。同时,系统的自动预警功能能及时发现水位超限、设备异常等风险,如水库水位接近汛限时自动触发泄洪提示,显著降低溃坝、漫堤等安全事故的发生概率,某流域应用该技术后,工程安全事故发生率较往年下降45%。(2)该技术能大幅降低人力和时间成本。传统水利工程管理需投入大量人力进行现场巡检,尤其在偏远地区或复杂地形中,单次巡检耗时可达数小时。远程监控系统通过自动

化数据采集与远程操控,减少了80%以上的现场作业需求,仅需3-5名监控人员即可完成原本20人团队的管理工作。以某大型灌区为例,应用远程监控后,年人工成本降低约120万元,设备维护时间缩短30%,间接提升了工程的运行效益^[3]。(3)为水资源管理提供了精准的数据支持。系统存储的水位、流量、水质等历史数据,为水资源调度提供了科学依据。通过分析灌溉期用水量与作物生长的关联数据,可优化配水方案,提高水资源利用率;结合水质监测数据,能精准控制污水排放,保障饮用水源安全。某城市供水系统借助该技术,水资源调配精度提升25%,工业用水重复利用率提高至82%。

3.2 面临的挑战

(1)技术更新与迭代速度快带来适配难题。随着5G、人工智能等技术的快速发展,早期部署的监控设备可能在3-5年内面临性能落后问题,如老旧传感器的数据传输速率无法满足高清视频流需求,需频繁进行硬件升级。而水利工程多为长期项目,设备更换需兼顾兼容性与成本,某水库因新旧系统对接不畅,曾出现3个月的数据断层现象。(2)相关人员的培训与技能提升存在短板。远程监控系统涉及计算机操作、数据分析、网络维护等多领域知识,部分基层管理人员缺乏专业技能,导致系统功能利用率不足。某泵站虽配备了智能监控平台,但因操作人员不熟悉数据分析功能,仍依赖传统经验决策,造成设备运行效率未达预期。(3)系统安全与稳定性面临双重考验。水利工程作为关键基础设施,其监控系统易成为网络攻击目标,一旦遭遇病毒入侵或数据篡改,可能引发闸门误操作、供水中断等严重后果。同时,偏远地区的网络信号不稳定,会导致数据传输延迟或丢失,某山区渠道因信号中断,曾出现1小时的监控盲区,增加了工程运行风险。

4 提升远程监控技术在水利工程运行管理中应用效果的对策

4.1 加强技术研发与创新

(1)推动技术升级与智能化发展需聚焦设备性能与系统兼容性提升。一方面,加大对高精度传感器、低功耗终端设备的研发投入,如开发适应复杂水文环境的耐腐蚀水位传感器,将监测误差控制在1厘米以内;另一方面,推动监控系统的模块化升级,采用开放式接口设计,实现新旧设备的无缝对接,解决不同厂商设备的兼容问题。同时,引入边缘计算技术,在监测终端部署轻量化算法模块,实现数据的本地预处理,减少云端传输压力,使关键数据的响应速度提升50%以上。(2)利用大数据和人工智能技术强化分析与预测能力。构建水利

工程运行数据库,整合历史水文数据、设备运行记录、气象预报等多源信息,通过深度学习算法训练预测模型。例如,基于长短期记忆网络(LSTM)建立水库来水量预测模型,将72小时预测准确率提升至90%;利用机器视觉技术识别卫星遥感图像,自动监测河道岸线变化与非法采砂行为,识别效率较人工巡查提高20倍。此外,开发智能决策支持系统,能根据实时监测数据自动生成调度方案建议,如在灌溉高峰期推荐最优闸门开启组合,实现水资源利用率最大化。

4.2 完善远程监控体系建设

(1)构建覆盖全面的远程监控网络需兼顾重点区域与薄弱环节。在水库大坝、重要堤防等关键部位加密监测点位,每500米布设1套视频监控设备与环境传感器;针对偏远山区渠道、小型泵站等监测盲区,采用太阳能供电的无线传感节点,结合北斗短报文通信技术,确保数据传输无死角。同时,建立“骨干网+局域网”双层网络架构,骨干网采用光纤传输保障大容量数据稳定传输,局域网通过5G专网实现终端设备的灵活接入,形成“全域感知、分层传输”的网络格局。(2)优化数据传输与处理流程需建立标准化机制。制定统一的数据采集规范,明确水位、流量等参数的采样频率、格式要求,确保数据的一致性与可比性;引入数据压缩与加密技术,在传输过程中减少数据体积30%以上,同时采用区块链技术保障数据不可篡改。在数据处理环节,构建“采集-清洗-分析-应用”全流程闭环,通过自动化脚本剔除异常值,利用并行计算技术提升数据处理效率,使单百万级数据的分析时间缩短至2小时以内^[4]。

4.3 加强人员培训与管理

(1)提升相关人员的技术水平需构建分层培训体系。针对基层操作人员,开展监控平台基础操作培训,重点掌握数据查看、简单故障排除等技能,确保能独立

完成日常监测工作;对技术骨干进行进阶培训,涵盖系统配置、算法参数调整等内容,培养其解决复杂技术问题的能力。采用“理论授课+实操演练+在线考核”模式,每年组织不少于40学时的培训,考核合格后方可上岗,某水利枢纽通过该模式使操作人员的系统使用率从60%提升至95%。(2)制定规范的操作流程和管理制度是保障系统稳定运行的关键。编制《远程监控系统操作手册》,明确设备启停、参数调整等操作的步骤与权限,如闸门远程控制需经过“申请-审核-执行-复核”四级流程;建立24小时值班制度,要求监控人员每小时巡查一次系统状态,发现异常立即启动应急预案。同时,实行设备全生命周期管理,记录安装、维护、更换等信息,制定年度检修计划,确保传感器、传输设备的完好率保持在98%以上,从制度层面杜绝人为操作失误。

结束语

综上所述,远程监控技术在水利工程运行管理中发挥了关键作用,不仅提高了管理效率和安全性,还为水资源的合理配置和高效利用提供了科学依据。随着技术的不断进步,远程监控系统的智能化、集成化水平将进一步提升,为水利工程运行管理带来更多便利和创新。未来,我们应持续探索和优化远程监控技术的应用,以推动水利事业的可持续发展。

参考文献

- [1]刘卜菲.水利工程运行管理中远程监控技术的有效应用[J].居舍,2020,(05):58-59.
- [2]马娜.水利工程运行管理中远程监控技术的有效应用[J].南方农机,2021,(15):164-165.
- [3]买买提力·艾尼瓦尔.远程监控技术在水利工程运行管理中的应用分析[J].地下水,2021,(10):93-94.
- [4]蒋晨,蔡志良,徐飞.水利工程运行管理中远程监控技术的有效应用[J].长江技术经济,2021,(S2):96-98.