

水文与水质管理系统在水利工程管理中的应用

张希¹ 刁兆坤²

1. 菏泽市水务集团万福供水有限公司 山东 菏泽 274000

2. 菏泽市水务集团有限公司 山东 菏泽 274000

摘要: 本文探讨了水文与水质管理系统在水利工程管理中的应用。阐述了系统相关理论,包括其构成、功能及与水利工程管理的关联性。分析了水利工程管理现状与需求,指出当前存在的问题及对系统的实际需求。详细介绍了系统在水文监测与预报、水质监测与预警、水利工程运行调度、安全监测与应急管理等方面的应用,为提升水利工程管理水平提供参考。

关键词: 水文与水质管理系统; 水利工程管理; 监测预报; 运行调度; 应急管理

引言: 水利工程关乎社会经济发展与民生福祉,其有效管理至关重要。水文与水质状况直接影响水利工程的运行效益与安全。随着科技发展,水文与水质管理系统应运而生。该系统借助先进技术实现对水文与水质的全面监测与管理。深入研究其在水利工程管理中的应用,有助于优化工程运行,提高水资源利用效率,保障水利工程安全稳定运行,推动水利事业可持续发展。

1 水文与水质管理系统相关理论

1.1 水文与水质管理系统概述

水文与水质管理系统是实现了对水域环境动态管控的综合体系,通过构建感知网络与数据处理平台,达成对水文要素和水质状况的全面管理。其核心运行逻辑基于实时监测、数据传输、深度分析三个环节。系统以分布在河流、湖泊、水库等水域的传感器为感知节点,持续采集水位升降、水流速度、降雨量多寡等水文数据,以及酸碱度、溶解氧含量、污染物浓度等水质指标。采集的数据经通信网络快速传输至数据中心,借助算法模型进行分析处理,挖掘数据背后的变化规律与潜在风险,从而为水利工程管理提供科学依据。该系统的运行原理围绕信息的采集、传输与应用展开。传感器将物理世界的水文、水质信息转化为电信号或数字信号,通信技术保障数据稳定传输,避免信息在传输过程中丢失或失真。数据中心利用数据分析模型,对接收的数据进行清洗、分类、整合,结合历史数据与地理信息,模拟水文演变趋势与水质变化路径,最终以可视化形式呈现分析结果,为管理决策提供直观参考。

1.2 系统构成与功能

系统硬件部分是实现监测功能的基础载体。水文传感器中,水位传感器利用超声波或压力感应原理,精准测量水体表面高度,无论是江河的洪枯水位变化,还是

水库的蓄水消落过程,都能实时反馈;流量传感器通过电磁感应、多普勒效应等技术,计算水体流动速度与流量,为水资源调配提供关键数据;雨量传感器则通过翻斗式、称重式等结构,量化区域降水情况^[1]。水质监测设备同样发挥重要作用,pH值检测仪能准确判断水体酸碱度,为判断水体是否受污染提供依据;溶解氧检测仪可监测水中氧气含量,保障水生生物生存环境;重金属含量检测仪则能对铅、汞等有害物质进行定性定量分析,及时发现潜在污染风险。软件部分是系统智能化运行的核心。数据采集模块负责收集硬件设备传输的信息,进行初步筛选与格式转换;存储模块采用分布式存储技术,确保数据安全且便于调用;分析模块运用数学模型与算法,挖掘数据背后规律,如预测水位涨落趋势、分析水质变化原因;展示模块通过可视化界面,将数据以图表、地图等形式呈现,方便管理人员直观了解情况。预警功能依据预设阈值,当水文或水质指标出现异常时,立即发出警报,提示相关人员采取措施。决策支持功能则整合历史数据与实时信息,结合不同场景需求,生成水利工程调度方案、污染治理建议等,辅助管理者做出科学决策。

1.3 与水利工程管理的关联性

在水利工程规划设计阶段,水文与水质管理系统提供关键基础数据。通过长期监测积累的水文数据,可分析河流流量变化规律、洪水发生频率,为水库库容设计、堤坝高度确定提供依据。水质数据则帮助评估水源质量,指导取水口选址与水处理工艺选择,确保工程设计符合实际需求与水资源保护要求。运行调度环节,系统成为管理者的重要工具。实时水文数据为水库泄洪调度、灌区水量分配提供决策参考。当遭遇洪水时,系统依据水位、流量变化趋势,模拟洪水演进过程,辅助制

定科学泄洪方案,保障下游安全。水质数据则用于监控水体污染情况,一旦发现水质异常,及时调整水资源调配策略,避免污染扩散,保障用水安全。安全监测方面,系统持续监测水利设施周边水文与水质变化。通过分析水位变化判断堤坝基础稳定性,监测水质变化预防水体污染对工程设施的腐蚀。当监测到异常数据时,预警功能及时发出警报,提醒管理者采取措施,防范安全事故发生。系统还为水资源可持续利用提供支持,通过对水文与水质数据的综合分析,优化水资源配置,平衡不同用水部门需求,在保障工程效益的同时,实现水资源的合理开发与保护。

2 水利工程管理现状与需求分析

2.1 水利工程管理现状

当前水利工程管理在水文监测、水质管理、运行调度等方面存在诸多问题。水文监测环节,部分区域仍依赖人工观测方式,依靠人员定期到监测点读取水位、流量数据,效率低下且易受天气、人为因素干扰,数据更新频率低,无法及时反映水文变化趋势^[2]。不同类型的水文监测设备来自多个厂家,通信协议不统一,数据格式多样,导致数据整合困难,难以形成全面、系统的水文信息资源,限制了对水文状况的综合分析与研判。水质管理方面,监测站点布局不合理,部分水域存在监测盲区,无法全面覆盖各类水体环境。传统的水质检测手段耗时较长,从水样采集到获取检测结果需耗费大量时间,致使水质预警不及时,难以在污染初期采取有效防控措施。对于水质数据的分析较为单一,多局限于基本指标检测,缺乏对污染物来源、迁移规律的深入研究,难以制定针对性的水质改善方案。运行调度环节,决策过程缺乏科学依据。部分水利工程仍沿用经验式调度方式,难以适应复杂多变的水资源供需状况与水文条件。工程之间缺乏有效的协调联动机制,各水利工程独立运行,在水资源调配、防洪抗旱等方面难以形成合力,降低了水利工程整体效益的发挥。运行调度信息传递滞后,无法实现实时共享,影响决策的及时性与准确性。

2.2 水文与水质管理需求

水利工程管理对水文与水质管理系统存在多方面实际需求。精准水文预测是关键需求之一。水利工程需准确掌握水位涨落、流量变化趋势,以合理安排水资源利用与防洪抗旱工作。通过水文管理系统,实现对降雨、径流等水文要素的精准预测,提前预判洪水发生概率与规模,为防洪调度争取时间;依据预测数据优化水资源配置,保障供水安全。实时水质监测需求迫切。水利工程管理需要及时获取水质动态信息,对酸碱度、溶

解氧、污染物浓度等指标进行实时监测,以便快速发现水质异常情况。水质管理系统应具备自动监测、实时传输数据的功能,一旦检测到水质超标,立即发出预警信号,为水污染防治争取先机。系统还需具备强大的数据分析能力,能够追溯污染物来源,模拟污染扩散路径,为制定科学的治理方案提供支持。科学调度决策离不开水文与水质管理系统的支撑。水利工程运行调度需综合考虑水文、水质、水资源需求等多方面因素。系统通过整合各类数据,运用数学模型与算法,提供科学的调度方案。在水资源调配方面,根据水文预测与水质监测结果,合理分配水量,满足生活、生产、生态用水需求;在防洪抗旱调度中,结合实时水文数据与工程运行状态,优化水库泄洪、蓄水方案,提升水利工程应对自然灾害的能力,提高管理效率与科学性。

3 水文与水质管理系统在水利工程管理中的应用

3.1 水文监测与预报应用

水文与水质管理系统在水文监测与预报中发挥重要作用。系统通过部署各类传感器构建监测网络,实现对水位、流量、降雨量等关键参数的实时采集。水位传感器布设于河流、水库等区域,利用压力感应或超声波测距技术感知水位变化,并将数据转化为电信号传输至监控平台。流量传感器通过对水流速度的持续监测,反映河道中的水量动态。雨量传感器采用翻斗式或称重式结构,记录单位时间内的降水量。这些设备构成完整的水文监测体系,为数据分析提供基础支撑。采集到的数据通过通信网络快速上传至数据中心,4G、5G及专用通信技术保障了数据传输的稳定性与实时性。数据中心接收数据后,结合地形地貌和流域特征,运用分布式水文模型模拟降雨产流过程,预测径流变化趋势^[3]。采用时间序列分析方法对水位和流量数据进行处理,识别其变化规律,预测未来水情走势。这些分析结果为防洪抗旱和水资源调配提供了科学依据。在防洪工作中,系统可提前判断洪水到来的时间与规模,为水库腾库、堤防加固等措施争取响应时间;在干旱季节,根据水文预测合理安排水库放水计划,保障农业灌溉和居民用水需求。在跨区域水资源调度中,系统综合不同区域的水文信息,优化配置方案,提高水资源整体利用效率。通过精准监测与智能分析,水文与水质管理系统显著提升了水利工程的运行管理水平。

3.2 水质监测与预警应用

水质监测与预警是水文与水质管理系统的重要功能。系统在水域内科学布设水质监测站点,对酸碱度、溶解氧、污染物浓度等多项水质指标进行实时监测。传

传感器采用电化学、光学等检测原理,对水体中的物质成分进行定量分析。例如,溶解氧传感器通过膜电极法,实时测定水体中溶解氧含量;污染物浓度传感器利用光谱吸收原理,检测重金属、有机物等污染物浓度。监测数据以固定频率上传至系统平台,平台对数据进行实时分析。设定各水质指标的正常阈值范围,当某项指标数据超出阈值,系统立即触发预警机制。预警信息通过短信、邮件、声光报警等多种方式,第一时间发送给相关管理人员与责任单位。系统在电子地图上标注异常位置,直观展示水质污染范围。为水污染防治和饮用水源保护提供保障,系统具备数据分析追溯功能。通过对不同监测站点数据的关联分析,追溯污染物来源方向;利用水流模型模拟污染物扩散路径,预测污染影响范围。管理人员依据系统提供的信息,及时采取拦截、净化等措施,防止污染扩散,保障饮用水源安全。对于突发性水污染事件,系统快速生成应急处理方案,指导应急处置工作。

3.3 水利工程运行调度应用

水文与水质管理系统在水利工程运行调度中发挥关键作用,通过整合实时水文和水质数据,优化调度方案,提高水资源利用效率。在水库调度方面,系统依据当前水位、入库流量等信息,结合天气预报和流域用水需求,科学制定蓄水与泄洪策略。当水位接近汛限水位且未来有降雨时,系统建议提前放水腾库;干旱时期则根据下游用水情况合理安排供水,兼顾生态水位的维持。在灌溉管理中,系统结合土壤墒情、作物需水规律及水源状况,确定最佳灌溉时间和水量,并通过控制闸门、泵站等设施实现精准配水,提升灌溉效率,减少浪费。对于多水库联合调度,系统综合分析各水库的水文变化与水质状况,协调调度计划,实现流域内水资源的高效配置,增强整体供水与防洪能力^[4]。此外,系统还将水质因素纳入调度考量。当水源地水质波动时,及时调整取水位置或供水路径,确保供水安全。在水质良好时段,合理实施生态放水,改善下游河道环境,促进水资源可持续利用,提升工程综合效益。

3.4 安全监测与应急管理应用

水文与水质管理系统在水利工程的安全监测中发挥着重要作用。系统通过持续采集水位、流量、水质等关键参数,实时掌握工程运行状态,及时发现潜在安全风险。例如,水位异常上升可能预示大坝渗漏或河道堵塞,水质突变则可能与设施损坏或污染物泄漏有关。系统结合工程结构特征与历史数据,对异常信息进行智能分析,判断隐患类型与严重程度,并自动发出预警,为隐患处置争取时间。在应急管理方面,系统为灾害预警和响应提供有力支持。当监测到洪水、水污染等突发事件迹象时,系统迅速生成包含灾害类型、影响范围、预计发生时间等内容的预警信息,辅助相关部门提前部署应对措施。通过整合多源数据并模拟灾害发展过程,系统可评估不同应急方案的效果,推荐最优处置策略。在应急处置过程中,系统实时跟踪灾情变化,收集现场反馈,动态调整应对方案,并借助通信网络保障指挥指令的快速传达,协调资源调配与现场处置。无论是堤坝抢险、人员疏散,还是污染物清除,系统都能提供全过程支持,最大限度降低灾害影响,保障工程安全与区域稳定。

结束语

水文与水质管理系统为水利工程管理提供了科学化、智能化的技术手段。通过持续监测与数据分析,提升了工程运行的安全性、调度的精准性和应急响应的及时性。面对日益复杂的水资源管理需求,系统的应用将进一步推动水利工程向信息化、精细化方向发展,为水资源的高效利用与生态保护提供有力保障。

参考文献

- [1] 张晓芳. 水利工程中的水文水资源管理应用分析[J]. 农业开发与装备, 2023, (07): 124-126.
- [2] 刘凯, 姜苗苗. 水利工程建设中的水文水资源管理工作[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (10): 143-145.
- [3] 李明志. 浅谈水文与水资源管理在水利工程中的应用[J]. 建材与装饰, 2018(23): 25-28.
- [4] 段守荣. 水文与水质管理系统在水利工程管理中的应用[J]. 中国水运(下半月), 2022, 22(08): 102-104.