

信息化技术在水利工程管理中的应用研究

程 赛 戴荣涛 冯 勇

江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225000

摘 要：水利工程作为国民经济和社会发展的重要基础设施，其管理质量直接关系到防洪安全、水资源合理利用以及生态环境保护。本文围绕信息化技术在水利工程管理中的应用展开研究。阐述了水利工程管理信息化系统架构设计，涵盖数据层、网络层、应用层。介绍了水利工程管理内容，包括设施运行维护、水资源调配、防洪抗旱、水质监测保护及工程安全管理。重点探讨了信息化技术在水利工程中具体应用，涵盖数据采集与监测、数据传输与通信、数据存储与管理、仿真与模拟、自动化控制等方面，展现信息化技术为水利工程管理带来的变革与提升。

关键词：信息化技术；水利工程管理；具体应用

引言：随着信息技术的飞速发展，信息化技术在水利工程管理中的应用日益广泛且深入。从数据采集到智能决策，信息化技术正逐步改变传统水利工程管理模式，提高管理效率与科学性。本文旨在深入探讨信息化技术在水利工程管理中的应用，分析其架构设计、管理内容以及具体应用方式，为水利工程管理现代化发展提供参考。

1 水利工程管理信息化系统架构设计

水利工程管理信息化系统架构设计至关重要，完善的架构能保障系统高效稳定运行，为水利工程管理提供坚实支撑，一般涵盖以下数据层、网络层、应用层。

(1) 数据层汇聚多种水利数据。包括水位、流量等实时及历史水文数据，对分析水情、预测灾害意义重大；大坝、水闸等工程基础数据，利于了解工程状态、制定维护计划；地理信息数据则为工程规划与调度决策提供空间参考。数据层借助数据库管理系统，实现数据高效存储、管理与维护，保障数据安全、完整与易用。(2) 网络层整合多种通信技术。有线通信中，光纤凭借优势承担骨干网络数据传输，确保大量复杂数据在不同区域与系统模块间快速稳定流转；无线通信技术如 4G、5G 解决偏远地区或移动监测设备数据接入难题；物联网技术实现水利设施设备互联互通，构建全方位数据传输网络。(3) 应用层提供丰富功能模块。实时监测模块直观展示实时数据，方便掌握动态；预警决策模块及时预警异常数据，提供决策建议；工程维护模块记录维护计划与记录，辅助资源管理；水资源调度模块整合水资源信息，制定科学分配方案，实现高效利用^[1]。

2 水利工程管理的内容

水利工程管理是一项系统且复杂的工作，涵盖以下多方面内容，对保障水利工程长期稳定运行、发挥最大

效益起着关键作用。(1) 水利设施的运行维护。日常巡检各类水工建筑物，像大坝、堤防、水闸等，检查是否存在裂缝、渗漏等安全隐患。定期维护设备，例如泵站的电机、水泵，确保其运行状态良好，降低故障风险。对老化设施及时更新改造，提升工程性能，延长使用寿命，维持水利设施的安全性与功能性。水资源科学调配是核心任务。依据流域内水资源分布、用水需求等因素，制定科学合理的调配方案。在农业灌溉期，精准调控水量，保障农作物生长用水；城市供水方面，稳定供应优质水源，满足居民生活与工业生产需求。考虑生态用水需求，维持河流、湖泊生态系统健康，促进水资源可持续利用。(2) 防洪抗旱应急处置。汛期来临前，对水利工程进行全面检查，修订完善防洪预案，储备防汛物资，组织抢险队伍演练。洪水来临时，科学调度水库、水闸等工程设施，拦洪削峰，减轻洪水灾害。旱季则合理规划水源，通过调水、打井等措施，保障人畜饮水和农田灌溉，缓解旱情影响。(3) 水质监测保护。在水利工程涉及水域设置监测点，定期检测水质指标，包括酸碱度、溶解氧、化学需氧量等。一旦发现水质异常，及时溯源排查污染源，联合环保等部门采取治理措施，如截污纳管、生态修复等，保障水利工程供水水质安全，维护水生态环境。(4) 工程安全管理。建立健全安全管理制度，落实安全责任，对工程运行状况进行实时监测。运用信息化手段，如安装传感器监测大坝变形、水位变化等数据，利用地理信息系统 (GIS) 对工程周边环境进行分析评估^[2]。

3 信息化技术在水利工程管理中的具体应用

3.1 数据采集与监测技术

在水利管理体系中，数据采集与监测技术扮演着极为关键的角色，为水利工程的稳定运行与科学管理

提供基础支撑,具体应用如下:(1)传感器技术应用。压力传感器安置于大坝内部,时刻紧密监测坝体承受的压力数值。这些实时数据能直观反映大坝结构的受力状况,为专业人员评估大坝稳定性提供了第一手且精准的资料,助力及时发现潜在安全隐患。流速传感器值守在河道的关键节点位置,凭借精准的测量技术,持续为水利部门提供水流速度数据,让管理者对河流动态了如指掌,为河道防洪、航运调度等工作提供有力依据。(2)遥感(RS)与地理信息系统(GIS)技术应用。为水利工程打造出全面、直观的“可视化地图”。RS技术借助卫星、无人机等先进平台,按照既定周期对大面积水利设施与水域进行影像拍摄。通过对这些影像的对比分析,能迅速察觉河道变迁、水体污染范围变化等关键信息。而GIS技术则将收集到的地理数据、水利设施分布数据等多元信息进行整合,转化为可视化地图。这使得管理人员可直观、便捷地查看不同区域水利信息,无论是规划灌溉区域,还是定位水利设施故障点,都能高效、准确地完成。(3)全球定位系统(GPS)技术应用。施工阶段,它为水利设施的精准定位提供保障,确保每一处设施建设位置都符合设计要求,避免因位置偏差引发工程质量问题。在工程运行阶段,GPS技术能够实时监测大坝、堤防等设施的微小位移变化。

3.2 数据传输与通信技术

数据传输与通信技术在水利工程管理中至关重要,为信息流通搭建起关键桥梁,具体应用如下:(1)无线通信技术应用。4G网络覆盖范围广,在偏远山区的水文监测站,借助4G网络,实时采集的水位、雨量数据能快速传输至管理中心,工作人员可及时获取水情信息。5G网络以高带宽、低时延特性,实现高清视频监控画面的流畅传输。管理人员通过5G网络,可远程清晰查看水利设施运行细节,无论是设备运转情况,还是设施周边环境,都能尽收眼底,极大提高远程监管效率。窄带物联网(NB-IoT)技术也在水利领域崭露头角,它功耗低、覆盖范围大,尤其适用于分布广泛、数据量小的小型水利监测设备。例如小型水库的水位监测仪,通过NB-IoT可稳定上传数据,有效解决小型水利设施数据传输难题。(2)光纤通信技术应用。在大型水利枢纽工程中,众多监测点会产生海量数据,这些数据需高效、准确传输。铺设的光纤线路承担起这一重任,数据通过光纤高速、稳定地传输至数据中心。光纤通信具备抗电磁干扰能力,确保数据在传输过程中不受外界电磁环境影响,完整、准确地抵达目的地,保障水利工程各类关键数据的可靠传输,为后续数据分析、决策制定提供坚实基础

3.3 数据存储与管理技术

数据存储与管理技术在水利工程管理体系中占据着不可或缺的地位,为水利数据提供稳定存储与高效管理支持,具体应用如下:(1)数据库技术的应用。关系型数据库凭借其严谨、规范的表结构,在存储水利工程结构化数据方面表现卓越。水利工程基本信息,包括工程建设时间、规模、地理位置等;设备参数,如各类水利设施的型号、性能指标;人员档案,涵盖工程管理人员的个人信息、岗位职责等数据,都能有序存储在关系型数据库中。非关系型数据库则在处理非结构化数据时大显身手。水利工程现场拍摄的大量图片、视频资料,记录着工程建设、运行状态以及周边环境情况;社交媒体上与水利相关的文本信息,反映着公众对水利问题的关注与反馈。这些非结构化数据都可通过非关系型数据库妥善存储,满足水利工程多样化的数据存储需求,丰富数据资源维度。(2)数据仓库技术应用。水利数据来源广泛,格式各异,数据仓库技术将来自不同数据源、不同格式的数据汇聚起来,构建统一的数据存储库。无论是水文监测站采集的数据,还是工程管理部门的业务数据,都能在数据仓库中有序整合,为后续深入的数据分析提供全面、系统的数据支撑。(3)数据挖掘技术应用。借助关联分析、聚类分析等算法,数据挖掘技术能够从多年积累的水文数据中挖掘出洪水发生的周期规律,从设备运行数据中发现故障隐患特征^[3]。这些挖掘出的规律与特征,为水利工程管理决策提供有力辅助,助力管理人员制定科学合理的防洪预案、设备维护计划,提升水利工程管理的精细化与科学化水平。

3.4 仿真与模拟技术

以下仿真与模拟技术的应用,在水利工程管理中发挥着极为重要的作用,是提升管理科学性与效率的得力工具。(1)水利工程模型仿真技术。通过构建多种专业模型,实现对工程运行状态的精准模拟与预测。水文模型依托长期积累的历史降雨、径流数据,运用专业算法,能够较为准确地预测未来一定时期内的水位变化情况。这些预测结果对于防洪调度意义重大,水利部门可据此提前制定科学合理的调度方案,合理调控水库蓄水量、闸门开合程度等,有效应对洪水灾害。水动力模型专注于模拟水流在河道、水库等水利设施中的运动状态,通过对水流速度、流向等参数的模拟分析,帮助工程师优化工程布局。在规划河道整治工程或新建水库时,依据水动力模型模拟结果,能够确定最佳的河道走向、坝体位置等,提升工程的水流调控能力与运行稳定性。水质模型则聚焦于预测水体中污染物的扩散、降解

过程。借助该模型,环保及水利管理部门可以清晰掌握污染物在不同水域的迁移规律,从而制定针对性强的水污染治理方案,精准施策,改善水环境质量。(2)虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术。在工程设计阶段,设计人员和管理人员利用VR技术,能够身临其境地感受工程建成后的实际效果,从不同视角审视工程布局、建筑外观等方面是否合理,提前发现潜在的设计缺陷,并及时进行优化,避免施工后因设计问题导致的返工。施工过程中,AR技术将虚拟的施工图纸信息直观地叠加到现实施工场景中,施工人员能够更清晰、准确地理解施工要求,极大地提高施工精准度,减少施工误差。在培训场景下,工作人员借助VR设备模拟操作水利设施,在安全、可控的虚拟环境中反复练习,快速提升操作技能与应急处理能力,为实际工作中的高效、安全作业奠定坚实基础。

3.5 自动化控制技术

自动化控制技术正深度融入水利工程管理领域,带来前所未有的变革,以下技术应用为水利设施运行和水资源调配提供智能化、高效化解决方案。(1)水利设施自动化控制系统应用。在水利设施运行方面,自动化控制系统在闸门、泵站等关键设备上应用广泛。以自动化闸门系统为例,它连接着各类传感器,实时获取水位、流量等关键数据。基于这些精准数据,系统能够迅速、自主地调整闸门开度。传统人工操作闸门,不仅耗费大量人力,而且在应对水位快速变化时,调控往往存在延迟。自动化闸门系统则彻底改变这一局面,能精准、及时地调控水量,确保水利工程在不同工况下都能稳定运行,有效提升了水利设施应对复杂水情的能力。自动化泵站同样高效智能,它依据预先设定的参数,自动控制水泵的启停与抽水流量。无论是日常的农田灌溉、城市供水,还是特殊时期的防洪排涝,自动化泵站都能灵活

响应,始终维持在高效稳定的运行状态,降低人工操作成本的同时,提高了泵站运行的可靠性。(2)智能调度系统的应用。它构建起庞大的数据收集网络,将流域内各水库、河流以及用水点的实时数据纳入其中。这些数据涵盖水位、蓄水量、用水量等丰富信息。借助先进的优化算法,智能调度系统对收集到的海量数据进行分析处理,制定出科学合理的水资源调度方案^[4]。比如在干旱季节,系统综合考虑各地区的农业、工业和生活用水需求,合理调配水库蓄水,优先保障居民生活用水,同时兼顾农业灌溉与工业生产,实现水资源的高效利用。在洪水期,它又能统筹协调水库泄洪、河道行洪等工作,在保障防洪安全的前提下,尽可能多地蓄水,为后续的水资源利用创造条件。

结束语

通过数据采集与监测、传输与通信、存储与管理、仿真与模拟以及自动化控制等技术应用,实现了水利工程管理的精细化、智能化。但信息化技术在水利工程管理中的应用仍面临一些挑战,如数据安全、技术融合等问题。需进一步加大技术研发与创新力度,完善相关标准规范,推动信息化技术与水利工程管理的深度融合,以更好地保障水利工程安全稳定运行,促进水资源可持续利用。

参考文献

- [1]王建忠.信息化技术在水利工程管理中的应用研究[J].科技创新与应用,2021,11(28):185-187.
- [2]丁新贤.信息化技术在水利工程管理中的应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2022(8):102-104.
- [3]孙杰.信息化技术在水利工程管理中的应用研究[J].水利电力技术与应用,2023,5(8):33-34.
- [4]管迪.信息化技术在水利工程管理中的应用研究[J].工程管理与技术探讨,2023,5(7):11-12.