

浅谈水利工程信息化管理

胡 建 程春燕

菏泽市水务集团自来水有限公司 山东 菏泽 274000

摘 要: 水利工程信息化管理是提升水利工程管理效率、保障水资源可持续利用的重要手段。本文探讨了水利工程信息化的基本概念、管理实践以及关键技术管理支撑,分析了信息化管理在水利工程中的应用案例及其带来的效益与挑战,并提出了相应的应对策略。

关键词: 水利工程; 信息化管理; 数据采集; 数据分析; 关键技术

引言: 随着信息技术的飞速发展,水利工程领域也逐渐向信息化、智能化方向转型。水利工程信息化管理通过整合信息资源、应用先进技术,实现了水利工程的智能化监测、预警和决策支持,为水利事业的可持续发展提供了有力保障。

1 水利工程信息化的基本概念

1.1 信息化定义与特点

信息化,是指在社会经济活动中广泛应用信息技术,开发和利用信息资源,促进信息交流和知识共享,提高经济增长质量和社会运行效率的过程。信息化不仅涉及信息技术的硬件和软件层面,还包括信息资源的整合、共享和利用,以及基于信息技术的管理、服务和创新。信息化的核心在于通过技术手段实现信息的快速传递、高效处理和智能应用,从而推动社会各领域的变革和发展。信息化的特点主要体现在以下几个方面:一是信息资源的数字化和网络化,使得信息的获取、存储、处理和传输更加便捷;二是信息技术的集成化和智能化,提高了信息处理的效率和准确性;三是信息服务的个性化和普及化,满足了不同用户的需求,促进了信息的广泛传播和利用;四是信息安全的重要性日益凸显,需要采取有效的技术手段和管理措施来保障信息安全。

1.2 水利工程信息化的内涵

水利工程信息化是指在水利工作中,应用信息技术和信息手段,将各种水利资料、信息、图像等数据进行统一的管理、整合、保管、加工、分析和交流利用,实现水利信息资源共享、高效利用和智能化服务的一种综合性技术与管理体系。水利工程信息化涵盖了从数据采集、传输、处理到决策支持的全过程,致力于提高水利工作的科学性、规范性和现代化水平。水利工程信息化的内涵包括以下几个方面:一是信息基础设施的建设,如通信网络、数据中心、传感器网络等,为水利信息的采集、传输和处理提供基础支撑;二是信息系统的开发

与应用,如水资源管理系统、水文信息系统、水质监测预警系统等,实现水利信息的整合、共享和智能化应用;三是信息服务的提供,如决策支持服务、信息发布服务等,满足水利工作和管理决策的需求;四是信息安全保障,采取有效的技术手段和管理措施,确保水利信息的安全性和可靠性。

1.3 水利工程信息化与传统管理方式的对比

与传统的水利工程管理方式相比,水利工程信息化具有显著的优势。在数据采集和处理方面,传统方式主要依靠人工观测和记录,数据精度和时效性较低,而信息化手段可以实现数据的实时采集、自动处理和智能分析,大大提高了数据的准确性和时效性^[1]。在信息共享和协同方面,传统方式存在信息孤岛和沟通不畅的问题,而信息化手段可以实现信息的实时共享和协同处理,促进了水利系统内部各单位之间的协作和配合。在决策支持方面,传统方式主要依赖经验和直觉,决策的科学性和准确性较低,而信息化手段可以通过数据挖掘、模型预测等技术手段提供科学的决策支持,提高了决策的准确性和效率。在资源管理和优化配置方面,传统方式存在资源浪费和配置不合理的问题,而信息化手段可以实现水资源的实时监测、预警和优化配置,促进了水资源的可持续利用和管理。

2 水利工程信息化的管理实践

2.1 水利工程信息化管理的流程

(1) 信息采集与监测: 水利工程信息化管理的首要环节是信息采集与监测。这一步骤依赖于先进的传感器技术、遥感技术和物联网技术,实现对水文、水质、气象、工程结构等多维度数据的实时采集。传感器网络遍布水库、河流、堤防、泵站等关键区域,能够捕捉到水位变化、流量、降雨量、土壤湿度、水质参数等关键信息,并通过无线传输技术实时上传至数据中心。这些信息是后续数据分析与决策的基础,也是水利工程安全运

行和高效管理的保障。(2) 数据分析与决策支持: 采集到的海量数据需要经过清洗、整合和分析, 以提取有价值的信息和规律。大数据技术和云计算平台为这一过程提供了强大的计算能力和存储空间, 使得海量数据的处理成为可能。通过数据挖掘、机器学习等技术, 可以识别出水位变化的趋势、洪水的预警信号、水资源的供需平衡状态等, 为决策者提供科学依据。基于历史数据和实时数据的模型预测, 如洪水预报模型、水资源分配模型等, 能够进一步提升决策的科学性和前瞻性。(3) 项目管理与资源调配: 在水利工程信息化管理流程中, 项目管理与资源调配是确保工程顺利实施和资源高效利用的关键。信息化管理系统能够整合项目计划、进度监控、成本控制、人员调配等多方面的信息, 实现项目全周期的可视化管理。通过智能算法优化资源配置, 如合理安排施工顺序、调度机械设备和人力资源、优化物资供应链等, 可以有效降低工程成本, 提高建设效率。对于水资源的管理, 信息化手段能够基于实时数据动态调整用水计划, 确保水资源在农业灌溉、工业用水、生活用水等方面的合理分配, 实现水资源的可持续利用。

2.2 信息化管理在水利工程中的应用案例

(1) 防洪调度与预警系统: 防洪调度与预警系统是水利工程信息化管理的典型应用。通过集成气象预报、水文监测、地理信息系统等多源数据, 系统能够实时监测降雨情况、河流水位变化, 预测洪水发生的时间和强度, 及时发布预警信息, 为防洪减灾提供决策支持。在洪水来临时, 系统还能自动或半自动地调整水库放水、开启或关闭闸门, 以最优策略减轻洪水灾害的影响。

(2) 水资源管理与优化配置: 在水资源管理方面, 信息化管理系统能够基于实时水质监测、水量统计、用户需求等数据, 动态调整水资源分配方案, 确保水资源的供需平衡。例如, 在干旱季节, 系统可以优先保障农业灌溉和居民生活用水, 探索雨水收集、废水回用等非传统水源的开发利用, 实现水资源的最大化利用。(3) 工程安全监测与维护: 水利工程的安全运行至关重要。信息化管理系统通过在大坝、堤防、桥梁等关键部位安装传感器, 实时监测结构的应力、变形、裂缝等情况, 及时发现安全隐患^[2]。结合数据分析, 系统能够预测结构损伤的发展趋势, 为维修加固提供精准指导, 有效延长工程使用寿命。

(4) 生态环境监测与保护: 水利工程的建设和运营往往对周边生态环境产生影响。信息化管理系统通过监测水质、生物多样性、湿地变化等指标, 评估工程对生态环境的影响, 为制定生态补偿和恢复措施提供依据。系统还能辅助实施生态调度, 如在水库放水时考虑下游河流

的生态需水, 维护河流生态系统的健康稳定。

2.3 信息化管理带来的效益与挑战

(1) 提高管理效率与准确性: 信息化管理显著提高了水利管理的效率与准确性。自动化采集和实时传输数据, 减少了人工干预和误差, 提高了数据的准确性和时效性。智能算法和预测模型的应用, 使得决策更加科学、快速, 有效应对突发情况。(2) 促进水资源可持续利用: 信息化管理促进了水资源的可持续利用。通过动态调整水资源分配、探索非常规水源、实施生态调度等措施, 实现了水资源的最大化利用和最小化浪费, 保障了经济社会发展和生态环境保护的双重需求。(3) 面临的挑战与应对策略: 尽管信息化管理为水利工程带来了诸多好处, 但也面临着一些挑战。一是数据安全与隐私保护问题, 需要建立严格的数据加密、访问控制和审计机制, 确保数据不被非法访问或滥用。二是技术更新迭代快, 需要持续投入研发, 提升系统的兼容性和可扩展性, 以适应新技术的发展。三是人才短缺, 需要培养既懂水利又懂信息技术的复合型人才, 为信息化管理提供智力支持。应对策略包括加强政策引导、加大资金投入、完善法律法规、推动产学研合作等, 共同推动水利工程信息化管理的健康发展。

3 水利工程信息化关键技术的管理支撑

3.1 数据采集技术

(1) 传感器技术: 水利工程中运用的传感器种类繁多且功能各异。例如, 水位传感器采用压力式或超声波原理, 精准测量水体的水位高度, 其精度可达到毫米级别, 能实时反馈水位的细微变化, 为洪水预警和水资源调配提供关键数据。流量传感器基于电磁感应或多普勒效应, 精确测定水流的流量大小, 在水利枢纽的流量监测与调控中发挥着核心作用。水质传感器则能对水体中的酸碱度、溶解氧、氨氮等多种参数进行快速检测, 及时察觉水质的变化情况, 为水质保护和污染治理提供有力依据。(2) 遥感技术: 遥感技术在水利工程领域的应用广泛而深入。卫星遥感能够大面积、周期性地监测水域面积的动态变化, 无论是河流、湖泊还是水库, 其覆盖范围可达数千平方公里甚至更广^[3]。通过对不同时期遥感图像的对比分析, 可以精准掌握水域的扩张或萎缩趋势, 为水资源管理和防洪规划提供宏观的数据支持。航空遥感则在局部区域的水利设施监测和地形测绘方面独具优势, 其高分辨率的图像能够清晰呈现水利工程的细节特征, 如堤坝的裂缝、河道的变迁等, 有助于及时发现工程隐患并采取相应措施。

3.2 数据传输与通信技术

(1) 水利专用网络: 构建水利工程专用的通信网络是确保数据稳定、高效传输的关键。光纤网络以其高速率、大容量和低损耗的特性, 成为水利数据传输的骨干力量, 能够满足海量数据的快速传输需求, 如大型水利枢纽的实时监控数据传输。无线网络则在水利工程的偏远区域或临时监测点发挥着重要作用, 例如在山区的小型水库或野外的水文监测站, 通过无线传感网络实现数据的及时上传, 其便捷性和灵活性有效弥补了有线网络的不足。(2) 数据传输协议: 水利数据传输遵循特定的协议标准, 以保证数据的准确性和完整性。例如, 基于TCP/IP协议族的水利数据传输协议, 能够在不同的网络设备和系统之间实现可靠的数据传输, 有效避免数据丢失或错误。针对水利工程的特殊需求, 还制定了专门的数据编码和解码规则, 如将水位、流量等数据按照特定的格式进行编码, 以便在传输过程中准确识别和解析, 确保数据在接收端能够被正确还原和应用。

3.3 数据存储与管理技术

(1) 数据库系统: 水利工程数据库系统采用先进的架构设计, 以应对海量数据的存储和管理挑战。关系型数据库如Oracle、MySQL等, 擅长处理结构化数据, 能够将水利工程中的各种基础信息, 如工程设施的参数、水文历史数据等进行有序存储和高效查询。非关系型数据库如MongoDB、Redis等, 则在处理半结构化和非结构化数据方面表现出色, 例如存储水利工程的图像、视频资料以及实时监测数据中的JSON格式数据等, 为水利信息的全面管理提供了有力支撑。(2) 数据仓库与数据集市: 为了满足水利工程决策分析的高层次需求, 建立数据仓库和数据集市是必要的。数据仓库通过对来自多个数据源的数据进行抽取、转换和加载(ETL)操作, 将分散的数据整合为一个统一的、面向主题的数据存储平台。例如, 将水文、气象、工程运行等不同领域的数据整合在一起, 为水资源调配、防洪决策等提供全面的数据依据。数据集市则是在数据仓库的基础上, 针对特定的业务部门或应用领域构建的小型数据集合, 如专门为水利工程维护部门设立的数据集市, 聚焦于工程设施的运行数据和维护记录, 便于其进行针对性的分析和决策。

3.4 数据分析与挖掘技术

(1) 数据挖掘算法: 在水利工程信息化管理中, 数据挖掘算法发挥着从海量数据中提取有价值信息的关键作用。聚类分析算法可以根据水利数据的相似性特征, 将不同的水文站点或水利设施进行分类, 例如按照水位变化规律相似性对河流流域内的站点进行聚类, 从而更好地了解区域水文特性的分布情况^[4]。关联规则挖掘算法则能够发现水利数据之间的潜在关联, 如发现降雨量与水库水位上升之间的关联关系, 为洪水预测和水资源管理提供新的视角和依据。(2) 人工智能与机器学习: 人工智能和机器学习技术在水利工程数据分析中的应用日益广泛。机器学习模型如神经网络、决策树等, 可以通过对大量历史水文数据和工程运行数据的学习, 建立水位预测模型、水质变化趋势模型等, 其预测精度在经过充分训练后可达到较高水平, 能够为水利工程的运行管理提供前瞻性的决策支持。智能诊断系统则利用人工智能技术对水利工程设施的运行状态进行自动监测和诊断, 例如通过分析大坝的应力应变数据和振动特征, 及时发现潜在的安全隐患, 并提出相应的维修建议。

结束语

水利工程信息化管理是实现水资源可持续利用、保障水利工程安全运行的重要途径。通过采用先进的数据采集、传输、存储、管理与分析技术, 可以显著提升水利工程建设与管理的效率和质量。未来, 随着信息技术的不断进步和水利工程的持续发展, 水利工程信息化管理将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 赵霞. 水利工程建设管理信息化的支撑技术[J]. 农村经济与科技, 2019(18): 31, 64.
- [2] 李灵光. 水利工程建设管理信息化支撑技术探讨[J]. 通讯世界, 2020(3): 152-153.
- [3] 潘涛, 弋昭媛. 水利工程信息化管理应用现状及对策[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(34): 53.
- [4] 石锋, 曹建邨, 倪一品. 水利工程建设智能化管理系统开发与推广研究[J]. 科学与信息化, 2019(20): 170-171.