

水利工程管理中信息化技术的深度融合与创新应用

郑存宝¹, 董庆岛²

1. 济宁市水利事业发展中心, 山东 济宁 272000

2. 山东公用工程管理有限公司, 山东 济宁 272000

DOI:10.61369/WCEST.2025010004

摘要 : 水利工程作为国家基础设施建设的重要构成, 对社会经济发展与人民生活起着极为关键的支撑作用。从广袤农田的灌溉, 保障粮食稳定丰收, 到城市供水系统的稳定运行, 维系着千万居民的日常生活, 再到防洪减灾体系守护生命财产安全, 水利工程的影响力深入社会的每一个角落。在全球数字化浪潮汹涌的当下, 信息技术以令人惊叹的速度迭代更新。信息化技术在水利工程管理领域的渗透, 早已不是浅尝辄止, 而是从广度上不断拓展应用边界, 从深度上持续深化融合程度。它宛如强大的引擎, 为水利工程管理效率的提升注入源源不断的动力, 又似精准的罗盘, 为决策的科学性提供坚实有力的保障。在这数字化时代的大背景下, 全力推动信息化技术与水利工程管理的深度融合, 并实现创新应用, 已成为水利行业顺应时代发展潮流、迈向高质量发展新征程的必然选择与核心路径。因此, 本文深入探讨水利工程管理中信息化技术的深度融合与创新应用。通过分析信息化技术在水利工程管理各环节的应用现状, 结合实际案例阐述其融合方式与创新点, 强调其对提升水利工程管理水平的重要性及带来的变革。

关键词 : 水利工程管理; 信息化技术; 深度融合; 创新应用

Deep Integration and Innovative Application of Information Technology in Water Conservancy Project Management

Zheng Cunbao¹, Dong Qingdao²

1. Jining Water Resources Development Center, Jining, Shandong 272000

2. Shandong Public Engineering Management Co., Ltd., Jining, Shandong 272000

Abstract : As an essential component of national infrastructure, water conservancy projects play a pivotal role in supporting socio-economic development and improving people's livelihoods. From irrigating vast farmlands to ensure stable grain harvests, to the smooth operation of urban water supply systems that sustain the daily lives of countless residents, and to flood control and disaster mitigation systems that protect lives and property, the influence of water conservancy projects permeates every corner of society. In the current global wave of digitization, information technology is iterating and updating at an astonishing speed. The penetration of information technology into the field of water conservancy project management has long gone beyond mere experimentation. Instead, it is continuously expanding the boundaries of application in breadth and deepening the level of integration in depth. Like a powerful engine, it injects a steady stream of momentum into improving the efficiency of water conservancy project management, and like a precise compass, it provides a solid and powerful guarantee for scientific decision-making. In the context of this digital era, fully promoting the deep integration of information technology and water conservancy project management, and achieving innovative applications, has become an inevitable choice and core path for the water conservancy industry to follow the trend of the times and embark on a new journey of high-quality development. Therefore, this article delves into the deep integration and innovative application of information technology in water conservancy project management. By analyzing the current status of information technology applications in various aspects of water conservancy project management, and combining practical cases to elaborate on their integration methods and innovation points, the article emphasizes their importance in improving the management level of water conservancy projects and the transformations they bring.

Keywords : water conservancy project management; information technology; deep integration; innovative application

一、信息化技术概述

信息化技术是以现代通信、网络、数据库技术为基础，对所研究对象各要素汇总至数据库，供特定人群生活、工作、学习、辅助决策等和人类息息相关的各种行为相结合的一种技术。其范畴涵盖广泛，包括但不限于数据采集技术，如传感器技术用于精准获取各类物理量数据；信息传输技术，像无线通信、光纤通信保障数据高速稳定传输；数据存储技术，包含关系型与非关系型数据库对不同类型数据的有效存储；数据分析与挖掘技术，借助算法从海量数据中提取有价值信息；以及各类新兴的智能技术，如人工智能、虚拟现实、区块链等，这些技术正深刻改变着各行业的运作模式，在水利工程管理领域也展现出巨大的应用潜力。^[1]

二、信息化技术深度融合与创新应用的意义

（一）提高管理效率

信息化技术实现业务流程自动化与智能化，极大减少人工操作环节。例如，传统人工巡检水利设施需耗费大量人力与时间，而基于物联网与图像识别的智能巡检系统可自动完成设施状态监测，快速生成巡检报告，工作效率呈数倍提升。办公自动化系统实现文件审批、信息传递电子化，缩短业务处理周期，整体大幅提高水利工程管理的工作效率。^[2]

（二）提升决策科学性

多源数据深度分析与挖掘为决策提供丰富、准确信息。通过对长期水文数据与实时气象数据的综合分析，能够更精准预测洪水、干旱等灾害发生概率与规模，辅助制定科学有效的防灾减灾决策。在水资源调配决策中，基于大数据分析的决策支持系统可考虑多种复杂因素，制定出更贴合实际需求的调配方案，提升决策的科学性与合理性。

（三）增强工程安全性

实时监测与智能预警系统利用传感器网络与数据分析算法，能够 24 小时不间断监测水利工程设施的运行状态。一旦发现异常，如大坝位移超过安全阈值、设备温度过高，系统立即发出预警信息，工作人员可及时采取措施进行处理，将安全隐患消除在萌芽状态，有力保障水利工程的安全稳定运行。^[3]

（四）促进水资源优化配置

信息化技术实现对水资源的实时动态监测与精准分析。通过对区域水资源分布、用水需求变化的实时掌握，结合决策支持系统的优化算法，能够科学合理地调配水资源。在农业灌溉、工业用水、居民生活用水之间实现平衡分配，提高水资源利用效率，缓解水资源供需矛盾。

三、信息化技术在水利工程管理中的应用现状

（一）数据采集与监测

在数据采集与监测方面，多元技术手段协同发力。以三峡水利枢纽工程为例，该工程部署了大量种类丰富的传感器。压力传感器如同忠诚的卫士，密集分布于大坝坝体，精准测量水压变化，为评估大坝结构安全提供关键数据，时刻保障着大坝在高压环境下的稳定运行。水质传感器则在库区多个点位实时检测水中各类污染物指标，确保长江中下游地区的水源质量，守护着广大区域居民的用水安全。同时，卫星遥感技术定期对三峡库区周边的水域面积、植被覆盖等情况进行宏观监测，为库区生态环境评估与水资源宏观调配提供依据。无人机也频繁出动，凭借其灵活机动性深入复杂地形区域，对大坝坝体、溢洪道等重点设施进行高清图像采集，及时发现如坝体裂缝、溢洪道损毁等细微状况，为工程维护提供详细一手资料。这些技术的综合运用，实现了从微观到宏观、从静态到动态的全方位数据获取，为准确评估三峡工程运行状态筑牢根基。

（二）信息传输与存储

信息传输依赖先进的通信网络。在南水北调中线工程中，无线通信网络尤其是 4G 乃至 5G 技术发挥了重要作用。工程沿线穿越众多偏远山区与复杂地形区域，通过建设无线基站搭建通信链路，将沿线分布的传感器采集到的水位、流量、水质等数据实时回传至数据中心。光纤网络则在数据中心与核心监测站点之间构建了高速、大容量的传输通道，确保海量数据能够高效传输。在存储环节，数据库技术不断升级。中线工程采用关系型数据库存储结构化的工程基础数据、日常运行记录等，利用其成熟的事务处理能力保障数据管理的稳定性与准确性。同时，针对海量非结构化数据，如工程建设过程中的视频资料、卫星遥感影像等，采用基于分布式架构的非关系型数据库 HBase，其强大的存储与检索性能有力保障了数据的安全性与随时可用性。^[4]

（三）决策支持系统

决策支持系统依托数据分析与挖掘技术构建。以黄河小浪底水利枢纽工程为例，通过对多年积累的历史水文数据、工程运行数据以及实时监测数据的深度分析，运用时间序列分析、聚类分析等算法，挖掘数据背后隐藏的规律与趋势。在防洪减灾决策方面，基于历史洪水数据和实时水位、流量变化，精准预测黄河洪水演进路径与峰值，为防洪预案的制定提供科学依据，有效保障黄河中下游地区人民生命财产安全。在水资源调配方面，综合考虑黄河流域用水需求、水源分布及来水情况，通过优化算法制定出最优的水资源分配方案，提升黄河水资源利用效率，保障流域内工农业生产与居民生活用水。^[5]

四、信息化技术与水利工程管理的深度融合

（一）业务流程与信息技术融合

水利工程管理涵盖规划、设计、建设、运行维护等多个复杂业务流程。在都江堰水利工程的现代化改造规划阶段，地理信息系统（GIS）与大数据分析相结合，对都江堰灌区的地形地貌、水资源分布、周边社会经济发展需求等多源数据进行综合分析，辅助制定科学合理的水利设施升级与布局优化规划，确保都江堰这一古老水利工程在新时代持续发挥灌溉、防洪等综合效益。在设计阶段，计算机辅助设计（CAD）软件不断升级，不仅能实现精确的二维、三维设计绘图，还与有限元分析软件集成，对工程结构的力学性能进行模拟分析，优化设计方案。在建设过程中，利用项目管理信息系统，通过信息化手段对工程进度、质量、成本进行实时监控与管理，确保工程按计划推进。在运行维护阶段，物联网技术让都江堰水利设施中的各类设备实现智能化连接，运维人员可通过手机或电脑远程监控设备运行参数，及时发现故障隐患并进行处理，保障工程稳定运行。^[6]

（二）数据融合

水利工程管理涉及工程数据、水文数据、气象数据、地质数据等多源数据。以雅砻江锦官电源组为例，该工程通过建立统一的数据标准与接口规范，利用数据抽取、转换、加载（ETL）工具，将分散在不同系统、不同格式的数据整合到数据仓库中。在数据仓库内，运用数据关联分析技术，将水文数据中的水位变化与工程数据中的大坝位移数据进行关联，能够更全面地评估工程运行状态。同时，结合机器学习算法对融合后的数据进行深度挖掘，发现潜在的数据关系，如气象数据中的降雨强度与库区来水流量的关联关系，为综合分析与决策提供更丰富、准确的数据支持，助力锦官电源组的科学调度与安全运行。

（三）系统集成

水利工程管理中存在监测系统、调度系统、办公自动化系统等多个信息系统。在葛洲坝水利枢纽工程中，采用面向服务的架构（SOA）技术，将各个系统的功能封装成服务，通过服务总线实现系统间的通信与协作。例如，监测系统采集到的水位异常数据，能够通过服务总线及时传递给调度系统，调度系统据此做出相应的调度决策，并将决策指令反馈给相关执行设备。同时，办公自动化系统可获取工程运行状态信息，自动生成相关报告，实现业务流程的无缝衔接，大幅提升管理效率与整体运行效能，保障葛洲坝水利枢纽工程高效稳定运行。^[7]

五、信息化技术在水利工程管理中的创新应用

（一）智慧水利平台建设

智慧水利平台是信息化技术创新应用的核心载体。以浙江省的“浙水e家”智慧水利平台为例，它以云计算为基础架构，

提供强大的计算资源与存储能力，支撑海量水利数据的处理与分析。平台利用大数据技术对水利全生命周期数据进行汇聚、清洗、分析，挖掘数据价值。通过对历史用水数据的分析，预测未来用水趋势，为浙江省水资源规划提供依据。人工智能技术在平台中广泛应用，图像识别技术用于水利设施的安全巡检，自动识别设施表面的裂缝、破损等异常情况；智能语音交互技术方便工作人员查询信息、下达指令。通过该平台，管理者能够实时掌控全省水利工程全方位运行状况，基于精准数据做出科学决策，实现水利工程管理的智能化、精细化，提升了浙江省水利管理的整体水平。^[8]

（二）虚拟现实与增强现实应用

虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术在水利工程多环节发挥独特作用。在白鹤滩水电站的规划设计阶段，设计师利用VR技术创建逼真的虚拟水利工程场景，从不同视角对工程方案进行沉浸式体验，提前发现设计缺陷并优化，有效提高设计质量。在施工模拟中，通过构建基于AR的施工指导系统，将施工图纸以三维立体形式呈现在施工现场，施工人员可直观了解施工步骤与工艺要求，避免施工错误，提高施工效率。在运行维护培训方面，VR培训系统让运维人员在虚拟环境中模拟设备故障处理流程，通过反复实践提升应急处理能力，这种沉浸式培训体验极大提高了培训效果，为白鹤滩水电站的顺利建设与稳定运行提供有力支持。^[9]

（三）区块链技术应用

区块链技术凭借其去中心化、不可篡改等特性，在水利工程领域得到创新应用。在一些小型农村水利工程项目中，利用区块链技术记录工程建设资金流向、物资采购明细等关键信息，确保数据的真实性与完整性，防止资金挪用等问题发生。在建设工程项目的合同管理中，利用区块链智能合约技术，自动执行合同条款，提高合同执行的透明度与可信度。例如，在某小型水利灌溉工程的工程款支付环节，当工程进度达到合同约定节点时，智能合约自动触发支付流程，减少人为干预，降低合同执行风险，保障了小型水利建设工程的顺利推进。^[10]

（四）人工智能算法优化调度

水利工程的调度决策直接影响水资源利用效率与工程安全。以丰满水电站为例，传统调度方法难以适应复杂多变的实际情况。引入人工智能算法后，通过构建包含水文、气象、用水需求等多因素的神经网络模型，对不同调度方案进行模拟预测，利用遗传算法在众多方案中搜索最优解。在水库调度中，运用这些算法综合考虑水库的蓄水量、来水情况、下游用水需求及防洪要求，制定出既能保障防洪安全又能最大程度满足供水、发电等需求的优化调度方案，提升了丰满水电站的综合效益，保障了松花江流域水资源的合理调配与利用。

六、结论

总之，信息化技术在水利工程管理中的深度融合与创新应用，为水利工程管理带来了革命性的变化。从基础的数据采集与监测，到信息传输、存储以及决策支持系统的构建，再到深度融合过程中的业务流程优化、数据融合与系统集成，以及创新应用层面的智慧水利平台建设、虚拟现实与增强现实、区块链和人工智能算法的应用，全方位提升了水利工程管理的效率、决策科学

性、工程安全性和水资源优化配置能力。随着信息技术的持续创新发展，如量子计算、边缘计算等新兴技术有望在水利工程管理领域得到应用，水利工程管理将不断向智能化、智慧化深度迈进，持续为水利行业的高质量发展注入强大动力，更好地服务于社会经济发展与人民生活需求。展望未来，水利工程管理与信息化技术的融合创新必将开拓出更为广阔的发展空间，助力解决全球水资源管理难题，推动人类社会与自然环境的和谐共生。

参考文献

- [1] 朱敏. 水利工程建设管理系统研究 [J]. 治淮, 2020, (10): 62-63.
- [2] 姬夏楠. 简析水利技术的信息化应用实践 [J]. 长江技术经济, 2020, 4(S2): 173-174.
- [3] 马院峰. 大数据技术在水利信息化中的应用展望 [J]. 河南水利与南水北调, 2020, 49(09): 74-75.
- [4] 李东晓. 信息技术在水利工程建设管理中的应用 [J]. 科技创新与应用, 2020, (28): 171-172.
- [5] 李震. 水利工程信息化建设必要性及发展方向初探 [J]. 珠江水运, 2020, (17): 62-63.
- [6] 陈生军. 信息化技术在水利管理中的应用分析 [J]. 住宅与房地产, 2019(31): 140.
- [7] 游艺林. 浅析信息化技术在工程管理中的应用 [J]. 居舍, 2020(01): 143.
- [8] 刘凤军. 刍议信息化技术在农田水利工程施工管理中的应用 [J]. 农业工程技术, 2021, 41 (15): 63+67.
- [9] 李猛. 信息化技术在水利工程施工管理中的应用研究 [J]. 商品与质量, 2020 (42): 297.
- [10] 杨克博. 信息化技术在水利工程管理中的应用 [J]. 中国科技纵横, 2020 (20): 50-51.