

水利工程运行期智能信息化技术浅析

黄来兴

浙江华东测绘与工程安全技术有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：水利工程运行期的智能信息化技术对提升工程管理水平至关重要。该技术体系涵盖水利工程数字化基础，通过建模与地理信息系统搭建框架；智能监测与感知技术利用多手段实时获取运行信息；数据处理与分析技术挖掘数据价值。在应用方面，可用于工程安全监测与评估，保障工程稳定；实现水资源调度与优化配置，提高利用效率；助力防洪减灾与应急管理，降低灾害损失；还能管理与维护设备运行状态，减少故障发生，推动水利工程运行管理智能化发展。

关键词：水利工程；运行期；智能信息化技术

引言：水利工程作为国家基础设施的重要组成部分，在防洪、灌溉、供水等方面发挥着关键作用，其运行期的高效管理意义重大。然而，传统管理模式在数据获取、分析和决策方面存在局限，难以满足现代水利工程精细化、智能化管理需求。随着信息技术、人工智能等领域的快速发展，智能信息化技术应运而生，为水利工程运行管理带来新机遇。将其应用于水利工程运行期，可实现工程状态实时监测、精准分析与科学决策。

1 水利工程运行期智能信息化技术概述

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分，在防洪、灌溉、供水、发电等方面发挥着关键作用。其运行期的管理质量直接影响着工程效益的发挥和周边地区的经济社会发展。在水利工程运行期，它通过对各类数据的采集、传输、分析和处理，实现对水利工程的实时监测、智能控制和科学决策。从数据采集来看，利用传感器技术可以获取水位、流量、水质、气象等多方面的实时数据，为后续的分析 and 决策提供基础。这些传感器分布在水库、大坝、河道等各个关键位置，确保数据的全面性和准确性。在数据传输方面，有线和无线传输技术使得数据能够快速、稳定地传输到监控中心。监控中心利用数据分析和处理技术，对海量的数据进行挖掘和分析，提取有价值的信息。例如，通过对历史水位数据和当前气象数据的分析，预测洪水的发生概率和规模，为防洪调度提供科学依据。智能决策支持系统则是智能信息化技术的核心应用之一。它结合专家知识和数据分析结果，为水利工程的运行管理提供决策建议。在水资源调配方面，系统可以根据不同地区的用水需求、水资源状况和工程运行条件，制定最优的调配方案，提高水资源的利用效率^[1]。自动化控制技术的应用实现了水利工程设施的远程操作和自动调节。通过远程控制闸门

的开度，实现对水库水位的精准控制；泵站的自动化调节可以根据用水需求自动调整运行参数，降低能耗。智能信息化技术在水利工程运行期的应用，提高了运行管理的效率和准确性，增强了工程的安全性和可靠性，为水利工程的可持续发展提供了有力支撑。

2 水利工程运行期智能信息化技术体系

2.1 水利工程数字化基础

2.1.1 水利设施数字化建模

水利设施数字化建模是水利工程数字化基础的重要环节。通过先进的测量技术，如激光扫描、无人机测绘等，获取水利设施的精确几何数据。利用专业的建模软件，构建水利设施的三维数字化模型，涵盖大坝、水闸、泵站等关键设施。该模型不仅能直观呈现设施的外观结构，还能包含详细的内部构造和材料信息。这为后续的运行监测、模拟分析和维护管理提供了精准的基础，使管理人员能更全面深入地了解水利设施的状况。

2.1.2 地理信息系统（GIS）应用

地理信息系统（GIS）在水利工程中发挥着重要作用。它整合了水利工程所在区域的地形、地貌、水系等地理信息，形成直观的地理信息数据库。借助GIS的空间分析功能，可以对水利工程周边的环境进行评估，如分析洪水淹没范围、水资源分布情况等。同时，GIS还能与其他系统进行数据共享和交互，为水利工程的规划、设计和运行管理提供有力的地理信息支持，帮助决策者做出更科学合理的决策。

2.1.3 数据标准化与共享平台建设

数据标准化与共享平台建设是实现水利工程数字化管理的关键。制定统一的数据标准，规范水利工程运行过程中各类数据的格式、采集方法和存储方式，确保数据的一致性和准确性。搭建数据共享平台，打破不同部

门、不同系统之间的数据壁垒，实现数据的实时共享和交换。这有助于提高数据的利用效率，促进各部门之间的协同工作，为水利工程的智能信息化管理提供坚实的数据基础，推动水利工程运行管理的高效化和科学化。

2.2 智能监测与感知技术

智能监测与感知技术是水利工程运行期智能信息化技术体系的关键组成部分，它能够实时、准确地获取水利工程的运行状态信息，为后续的决策和管理提供有力支持。以下是其具体内容：（1）传感器技术：在水利工程的关键部位安装各类高精度传感器，如水位传感器、流量传感器、应力应变传感器等，实时采集水位、流量、压力、位移等数据，为监测工程运行状态提供基础。（2）遥感与卫星监测：利用卫星遥感技术，宏观监测水利工程周边的地形地貌、水域面积、植被覆盖等信息，及时发现潜在的地质灾害隐患和水资源变化情况。（3）无人机监测：无人机可灵活飞行至人员难以到达的区域，对水利设施进行近距离、高分辨率的监测，获取图像和视频数据，辅助人工巡检，提高监测效率。（4）视频监控系统：在水利工程现场设置多个视频监控点，实时监控工程设施的运行情况和周边环境，便于及时发现异常情况并采取措施。（5）物联网技术：通过物联网将各种监测设备连接起来，实现数据的自动传输和共享，构建全面、高效的监测网络，提升水利工程的智能化监测水平。

2.3 数据处理与分析技术

数据处理与分析技术是水利工程运行期智能信息化技术体系的核心，能深度挖掘数据价值，为工程决策提供科学依据。在数据预处理阶段，运用数据清洗技术去除采集数据中的噪声、缺失值和异常值，保证数据的准确性和完整性。通过数据集成，将来自不同监测设备和系统的数据整合，形成统一的数据资源。数据分析环节，采用大数据分析技术，对海量水利数据进行快速处理和挖掘。机器学习算法可用于建立水位、流量等预测模型，精准预测水利工程的运行趋势。同时，结合深度学习技术，对复杂的水利数据进行深度分析，如识别水质污染的特征和规律。数据可视化技术也至关重要，它将分析结果以直观的图表、图形和地图等形式展示，使管理人员能快速理解数据含义，做出及时有效的决策，提升水利工程运行管理的科学性和智能化水平。

2.4 智能控制与自动化技术

智能控制与自动化技术是水利工程运行期智能信息化技术体系的关键一环，极大提升了水利工程管理的效率与精准度。在设备控制方面，借助先进的自动化系

统，可对水泵、水闸、阀门等水利设施进行远程操控与自动调节。依据实时监测数据，系统能自动调整设备运行参数，确保水利工程按最优状态运行^[2]。比如，根据水位变化自动控制水闸的开启与关闭，实现水资源的合理调配。智能决策支持系统也是重要组成部分，它运用大数据分析和人工智能算法，对海量数据进行深度挖掘与分析，为管理人员提供科学的决策建议。当遇到突发情况时，系统能快速生成应急预案，辅助管理人员及时做出正确决策，保障水利工程的安全稳定运行，推动水利工程管理向智能化、自动化方向发展。

3 智能信息化技术在水利工程运行管理中的应用方向

3.1 工程安全监测与评估

3.1.1 多源数据融合监测

多源数据融合监测是提升水利工程安全监测准确性和全面性的关键手段。通过整合来自水位传感器、应力应变计、位移传感器等不同监测设备的数据，以及气象、地质等外部环境数据，构建多维度的数据体系。不同类型的数据从各自角度反映工程的运行状态，水位数据体现水量变化，应力应变数据反映结构受力情况。将这些数据融合分析，能够更精准地识别工程潜在的安全隐患，为后续的评估和决策提供更可靠的依据，避免单一数据源可能导致的误判。

3.1.2 实时动态安全评估

实时动态安全评估借助智能信息化技术，实现对水利工程安全状况的实时跟踪和动态分析。利用先进的数据分析算法和模型，对不断更新的监测数据进行快速处理和评估。一旦监测数据出现异常波动，系统能立即启动评估程序，分析异常产生的原因和可能带来的影响。这种实时动态的评估方式，使管理人员能够及时掌握工程安全的最新情况，在安全隐患演变成事故之前采取有效的应对措施，保障水利工程的稳定运行。

3.1.3 预警与应急响应机制

预警与应急响应机制是保障水利工程安全的最后一道防线。基于监测和评估结果，系统能根据预设的安全阈值，及时发出不同级别的预警信息。当工程安全指标接近或超过阈值时，预警系统迅速通知相关人员。同时，应急响应机制会自动启动，提供应急预案和处置建议。相关部门和人员可以依据预案快速行动，调配资源，采取抢险、加固等措施，最大程度减少安全事故造成的损失，确保水利工程周边人民生命财产和生态环境的安全。

3.2 水资源调度与优化配置

在水利工程运行管理中，智能信息化技术在水资源

调度与优化配置方面起着关键作用。借助智能监测系统,能实时获取水资源的分布、水位、流量等数据,为精准调度提供依据。通过传感器和遥感技术,可全面掌握不同区域的水资源状况,准确判断水资源的丰缺情况。基于大数据分析和人工智能算法,对水资源的需求进行精准预测。考虑到农业灌溉、工业用水、居民生活用水等不同需求,结合气象、经济等多方面因素,制定科学合理的调度方案。智能信息化技术还能实现水资源的动态调配,根据实时变化的用水需求和水资源状况,及时调整水库、水闸等水利设施的运行,确保水资源在不同地区、不同部门之间的合理分配。通过远程控制技术,可快速响应调配指令,提高调度效率,实现水资源的优化配置,保障社会经济的可持续发展和生态环境的稳定。

3.3 防洪减灾与应急管理

智能信息化技术在水利工程防洪减灾与应急管理中发挥着至关重要的作用,能够显著提升应对洪水灾害的能力和效率。(1)洪水实时监测:利用遍布流域的水位、流量、雨量传感器以及卫星遥感、无人机等技术,对洪水的发生、发展进行全方位实时监测,及时掌握洪水动态。(2)洪水预报预警:借助大数据分析和数值模拟技术,结合实时监测数据,精准预测洪水的演进过程和到达时间,提前发布准确的预警信息,为人员疏散和抢险救灾争取宝贵时间。(3)应急指挥调度:通过建立智能化的应急指挥平台,整合各类信息资源,实现对抢险队伍、物资和设备的统一指挥调度,提高应急响应速度和协同作战能力。(4)灾害损失评估:运用地理信息系统(GIS)和遥感技术,快速评估洪水造成的灾害损失,为灾后恢复重建提供科学依据。(5)预案模拟演练:利用虚拟仿真技术对防洪应急预案进行模拟演练,检验预案的可行性和有效性,提高相关人员的应急处置能力。

3.4 设备运行状态管理与维护

在水利工程运行管理里,智能信息化技术为设备运行状态管理与维护带来了革新。借助智能传感器网络,能实时采集设备的运行参数,如温度、压力、振动等。这些数据会被迅速传输至监控中心,利用数据分析技术,可精准判断设备的运行状态是否正常。一旦发现参数异常,系统会立即发出预警,提醒维护人员及时处理,把设备故障扼杀在萌芽状态^[1]。智能信息化技术还能为每台设备建立详细的电子档案,记录其运行历史、维护记录、故障情况等信息。通过对这些数据的深度分析,可制定科学合理的维护计划,实现预防性维护,减少设备突发故障的概率。此外,远程运维技术让专家能远程对设备进行诊断和调试,提高维护效率,降低运维成本,保障水利工程设备持续稳定运行。

结语

未来,为充分释放智能信息化技术在水利工程运行管理中的潜力,持续推动技术创新刻不容缓。不断探索新兴技术,可提升数据采集、分析和处理能力,让决策更科学精准。加强跨领域合作,整合信息技术、水利工程、环境科学等多学科资源,能催生更高效的解决方案。同时,完善相关标准与规范,确保技术应用的规范性和安全性。通过这些举措,进一步发挥智能信息化技术优势,保障水利工程安全稳定运行,为社会经济的稳健发展和生态环境的持续保护提供坚实而有力的支撑。

参考文献

- [1]苏文强.水利工程管理中的信息化技术应用分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(4):057-060.
- [2]林黄乔.水利工程运行管理的信息化建设策略研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(7):061-064.
- [3]张传奇.水利工程运行中的数字化管理技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(1):053-056.