

信息技术在水利工程管理中的应用

司东东

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着全球水资源形势日益严峻以及水利工程建设规模持续扩大，水利工程管理面临着前所未有的挑战。本文围绕信息技术在水利工程管理中的应用展开研究，阐述了其在提升管理效率、保障工程安全等方面的重要性。文中详细分析了信息技术在数据采集与监测、工程调度与决策、安全管理与预警等领域的具体应用。同时，探讨了当前应用中面临的数据质量与安全、技术集成兼容、专业人才短缺、资金投入等问题，并针对性地提出加强数据管理、推进技术整合、培养复合型人才、优化资金投入等发展策略，为水利工程管理的信息化、智能化发展提供参考。

关键词：信息技术；水利工程；管理应用

引言：水利工程作为国民经济和社会发展的基础设施，其管理水平直接关系到防洪安全、水资源合理利用及生态环境保护。随着信息技术的迅猛发展，传统水利管理模式已难以满足现代化建设的需求，亟需借助新技术实现管理升级。将信息技术应用于水利工程管理，可实现数据的实时采集与精准分析、工程调度的科学决策、安全风险的有效预警，从而大幅提升管理效率与工程运行安全性。本文基于信息技术在水利工程管理中的应用现状，深入探讨其重要性、具体应用场景、面临的挑战及发展策略，旨在为推动水利工程管理数字化转型提供理论与实践依据。

1 信息技术在水利工程管理中的重要性

信息技术在水利工程管理中的重要性体现在对传统管理模式的革新与升级，是实现水利工程现代化治理的关键支撑。在工程运行层面，传统管理依赖人工巡检与经验判断，存在响应滞后、覆盖范围有限等问题，而信息技术通过构建数字化管理体系，可打破时空限制，实现对工程全生命周期的动态追踪与精准把控，让管理人员实时掌握闸门运行、渠道水位、堤坝状态等关键信息，从根本上提升管理的及时性与全面性。从安全保障角度，水利工程的稳定运行直接关系到周边群众生命财产安全与区域经济发展，信息技术通过搭建智能监测网络，能够对潜在风险进行全天候、多维度监测，及时捕捉异常信号并发出预警，改变了以往“事后处置”的被动模式，转为“事前预防、事中调控”的主动防控，显著增强工程抵御风险的能力。在资源统筹方面，信息技术可整合流域内分散的水资源数据、工程设施信息与调度需求，通过系统化分析实现各类资源的协同调配，避免因信息孤岛导致的决策偏差，推动水资源利用从粗放式向精细化转变^[1]。

2 信息技术在水利工程管理中的应用

2.1 数据采集与监测中的应用

2.1.1 传感器技术

传感器技术是水利工程数据采集与监测的基础支撑，通过在工程关键部位部署各类专用传感器，可实现对水文、水质、结构状态等参数的持续感知。例如，在堤坝内部嵌入应力传感器，能实时监测坝体承受的压力变化；在河道中安装水位传感器，可精准捕捉水位波动；在水质监测点布设水质传感器，能快速检测pH值、溶解氧等指标。这些传感器将物理量转化为电信号，经数据传输模块实时上传至管理平台，打破了传统人工采样的时空限制，让管理人员可随时掌握工程运行的微观动态，为后续分析与决策提供第一手精准数据，是实现水利工程监测自动化的核心技术之一。

2.1.2 物联网技术

物联网技术通过构建“感知层-网络层-应用层”三层架构，实现水利工程监测系统的智能化联动。在感知层，各类传感器、智能仪表构成数据采集终端，全面捕捉工程运行信息；网络层借助无线通信、光纤传输等技术，将分散的监测点连接成统一网络，确保数据高效传输；应用层则通过管理平台对数据进行整合分析，形成可视化监测界面。例如，在灌区管理中，物联网技术可联动土壤湿度传感器、闸门控制器与气象监测设备，根据实时数据自动调节灌溉水量；在水库管理中，能整合水位、流速、降雨量等数据，实现多要素协同监测，大幅提升了水利工程数据采集的系统性与联动性，为一体化管理奠定基础。

2.1.3 卫星遥感与无人机监测

卫星遥感与无人机监测凭借大范围、高时效的优势，成为水利工程宏观监测的重要手段。卫星遥感通过

卫星搭载的光学、雷达等设备,可对流域面积、水域分布、植被覆盖等进行大面积扫描,获取长时间序列的宏观数据,适用于流域规划、汛情研判等场景,例如通过遥感影像可快速掌握洪灾淹没范围与程度。无人机则更具灵活性,能低空飞行对水库库区、堤坝边坡等进行高清拍摄,捕捉局部细微变化,如堤坝裂缝、植被破坏等隐患。二者结合形成“天-空-地”立体监测网络,弥补了地面监测在范围与视角上的局限,为水利工程的全局把控与精细检查提供了双重技术支持。

2.2 工程调度与决策中的应用

2.2.1 大数据与云计算技术

大数据与云计算技术为水利工程调度提供了强大的算力与数据分析支撑。水利工程涉及水文、气象、工程状态等海量数据,传统计算模式难以高效处理。云计算通过分布式计算架构,可快速整合多源数据,实现数据的集中存储与并行处理。大数据技术则能深度挖掘数据关联,例如分析历史水文数据与灌溉需求的关系,预测未来用水趋势。二者结合可构建全域数据平台,让调度人员实时获取流域内水库水位、河道流量、农田需水等动态信息,为水资源优化配置、防洪调度等提供数据驱动的科学依据,显著提升调度决策的精准度与时效性。

2.2.2 决策支持系统

决策支持系统是辅助水利工程调度决策的智能化工具,通过整合专业模型与数据资源,为复杂决策提供量化分析支持。系统内置水文预测、水库调度、防洪风险评估等模型,可根据实时输入数据模拟不同调度方案的效果。例如在汛期,输入降雨量、水位等数据后,系统能快速模拟开闸泄洪、错峰调度等方案的洪水演进过程,输出淹没范围、工程负荷等预测结果。管理人员可基于这些可视化结果对比方案优劣,减少决策的主观性,尤其在多目标调度场景中,能平衡防洪、灌溉、发电等需求,实现综合效益最大化。

2.2.3 人工智能技术

人工智能技术为水利工程调度决策注入了智能化活力,其机器学习、深度学习等算法能实现复杂场景的自主分析与决策优化。例如通过训练神经网络模型,可精准预测短期来水量,为水库蓄水调度提供提前量;在灌区调度中,AI算法能根据土壤墒情、作物生长阶段等因素,自主调节灌溉时段与水量,实现精准灌溉。此外,AI还能模拟专家决策逻辑,在突发水情时快速生成应急调度方案,如针对堤坝管涌险情,自动匹配历史处置案例并给出最优抢险调度建议,大幅提升应急决策的响应速度与科学性。

2.3 安全管理与预警中的应用

2.3.1 实时监测与预警系统

实时监测与预警系统通过在水利工程关键部位部署监测设备,构建全方位的安全感知网络。系统可实时采集堤坝位移、渗流量、水位变化、水质指标等数据,经智能分析模块识别异常波动。当数据超出预设阈值时,系统立即触发预警,通过短信、平台弹窗等方式通知管理人员,同时联动现场声光报警装置。例如,水库大坝出现微小裂缝时,监测传感器能捕捉到应力变化,系统在几分钟内发出预警,为排查处置争取时间,有效避免险情扩大,是保障工程安全运行的第一道防线。

2.3.2 风险评估与安全管理

风险评估与安全管理借助信息技术实现水利工程的动态化、精准化管控。系统整合工程地质条件、历史险情数据、实时监测信息等,通过风险评估模型计算各类隐患的发生概率与影响范围,生成风险等级分布图。管理人员可依据评估结果制定针对性防控措施,如对高风险区域加密监测频次、加固薄弱部位。同时,系统支持安全档案数字化管理,自动记录维护维修、险情处置等信息,为风险溯源与管理优化提供数据支撑,提升工程安全管理的科学性与前瞻性。

2.3.3 应急管理与指挥

应急管理与指挥系统通过信息技术构建一体化应急响应体系,提升水利工程突发事件处置效率。系统集成地理信息、实时监测、资源调度等功能,在险情发生时,能快速定位事发位置,调取周边地形、交通、救援力量等信息,生成应急处置方案。指挥人员可通过可视化平台实时掌握现场动态,远程调度抢险设备、物资与人员,实现多部门协同作战。例如,遭遇突发性洪水时,系统能模拟洪水演进路径,辅助指挥人员划定疏散区域、调配防汛物资,缩短应急响应时间,最大限度减少灾害损失。

3 信息技术在水利工程管理应用中面临的问题

3.1 数据质量与安全问题

数据质量与安全是信息技术在水利工程管理应用中的突出瓶颈。一方面,水利工程数据来源复杂,涵盖传感器采集、人工录入、跨部门共享等多种渠道,易出现数据重复、误差或滞后现象,部分偏远区域设备维护不足还会导致数据缺失,影响分析决策的准确性。另一方面,数据安全风险凸显,水利工程数据涉及流域地理、工程布局等敏感信息,传输与存储过程中可能面临黑客攻击、数据泄露等威胁^[2]。

3.2 技术集成与系统兼容性问题

技术集成与系统兼容性不足严重阻碍了水利工程管理的信息化协同。不同阶段建设的信息系统往往采用各异的技术标准与数据格式,例如早期建设的监测系统与新建的调度平台难以实现数据互通,形成“信息孤岛”。此外,各类技术模块的集成存在壁垒,如传感器网络、大数据分析平台、应急指挥系统等独立运行,缺乏统一的接口与协同机制,导致数据无法高效流转。

3.3 专业人才短缺问题

专业人才短缺成为制约信息技术深度应用的关键因素。水利工程管理既需要掌握水文、土木等传统专业知识,又要求熟悉大数据、人工智能等信息技术的复合型人才。当前行业内,传统技术人员对新兴技术的理解有限,难以充分发挥信息系统的功能;而信息技术专业人才又缺乏水利工程实践经验,开发的系统可能脱离实际管理需求。

3.4 资金投入与成本效益问题

资金投入与成本效益失衡影响了信息技术应用的可持续性。水利工程信息化建设初期需投入大量资金用于设备采购、系统开发与基础设施改造,而部分地区因财政压力,资金投入不足,导致技术应用停留在浅层次。同时,信息化系统的长期运维成本较高,包括设备更新、软件升级、技术服务等,若缺乏稳定的资金保障,易出现系统老化、功能失效等问题。

4 信息技术在水利工程管理中的应用发展策略

4.1 加强数据质量管理与安全保障

加强数据质量管理与安全保障需构建全流程管控体系。在数据采集环节,统一传感器技术标准与数据录入规范,建立数据校验机制,通过自动化工具筛查重复、异常数据,对偏远区域设备实施定期维护,减少数据缺失。在安全保障方面,采用加密传输技术与分布式存储方案,防止数据泄露或篡改;建立分级权限管理系统,明确不同岗位的数据访问权限;定期开展安全审计与漏洞排查,提升风险预警能力。

4.2 推进技术集成与系统整合

推进技术集成与系统整合需构建统一的技术框架。首先,制定跨部门的技术标准与数据接口规范,推动不同时期、不同类型的信息系统兼容互通,打破“信息

孤岛”。其次,搭建一体化管理平台,将传感器监测网络、大数据分析模块、应急指挥系统等技术组件集成整合,实现数据实时共享与功能联动。此外,引入中间件技术解决系统衔接难题,通过模块化设计提升平台扩展性,便于后续技术升级与功能新增。

4.3 培养复合型专业人才

培养复合型专业人才需构建多层次培养体系。一方面,推动高校开设水利工程与信息技术交叉学科专业,系统培养兼具水利知识与信息化技能的后备人才;另一方面,针对在职人员开展定制化培训,通过“理论授课+实操演练”结合的方式,提升传统技术人员的信息技术应用能力,同时组织信息技术人员参与水利工程实践,加深对业务场景的理解。

4.4 优化资金投入与成本效益分析

优化资金投入与成本效益分析需建立科学的资金管理机制。在投入环节,合理规划资金分配,优先保障数据平台、关键监测设备等核心领域的投入,避免盲目追求技术超前。建立多元化资金筹措渠道,整合政府财政、社会资本等资源,确保建设与运维资金稳定。在成本效益方面,引入全生命周期成本分析方法,将初期建设、长期运维、技术升级等成本纳入核算,结合工程效益评估优化投入方案^[1]。

结束语

综上所述,信息技术为水利工程管理带来了革命性变革,从数据采集到决策调度,从安全预警到效能提升,其应用深度与广度持续拓展。尽管当前面临数据安全、技术整合、人才短缺等挑战,但通过针对性的发展策略,这些问题逐步得到破解。未来,随着技术的不断迭代,水利工程管理将朝着更智能、更高效、更安全的方向迈进。

参考文献

- [1]赵越.水利工程精细化与现代化管理建设探析[J].黑龙江水利科技,2020,(10):156-158.
- [2]陈冰,黄培志,殷峻暹.泵闸工程运维管理系统的研究与设计[J].水利信息化,2020,(05):50-53.
- [3]吴尚明.建筑工程建设管理的优化策略[J].工程技术研究,2020,(20):141-142.