

信息技术在水利工程管理中的应用

刘 雷 乔 珂

菏泽市河湖流域工程管理服务中心 山东 菏泽 274000

摘 要: 随着科技的飞速发展,信息技术正以前所未有的速度渗透到各个领域,深刻改变着传统的工作模式与管理方式。本文聚焦信息技术在水利工程管理中的应用,阐述其通过整合地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、遥感技术(RS)、数据库管理系统、通信技术、计算机仿真及人工智能等技术,实现水利工程空间数据管理、施工定位、水资源监测、数据共享、智能决策等功能。GIS支撑空间数据与可视化管理,GPS保障测量与位移监测精度,RS助力资源与环境评估,人工智能则提升数据分析与决策效率。同时,展望了数字孪生、人工智能与大数据融合、物联网全面覆盖及云计算升级等未来发展趋势,为水利工程管理的智能化、精细化发展提供参考。

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与社会发展的重要基础设施,其管理水平直接关系到防洪安全、水资源调配及生态保护。传统管理模式存在数据分散、决策滞后、监测精度不足等问题,难以适应复杂水利系统的动态管理需求。随着信息技术的飞速发展,GIS、GPS、RS、人工智能等技术为水利工程管理提供了全新解决方案,推动其从经验驱动向数据驱动、从人工主导向智能协同转型。本文系统梳理信息技术在水利工程管理中的具体应用场景,分析其在提升管理效率、优化决策质量、强化风险防控等方面的作用,并探讨未来技术融合趋势,为推动水利工程管理现代化提供理论与实践借鉴。

1 信息技术在水利工程管理的概述

信息技术在水利工程管理中的应用,是指通过整合计算机技术、通信技术、空间信息技术、人工智能等现代科技手段,对水利工程全生命周期进行科学化、智能化、精细化管理的过程。其核心在于打破传统水利管理中数据孤岛、流程繁琐、决策滞后等局限,实现水利工程从规划设计、施工建设到运行维护、应急调度等各环节的高效协同与精准管控。随着水利工程规模扩大、复杂度提升,以及对水资源可持续利用要求的提高,单纯依靠人工经验和传统管理模式已难以满足需求。信息技术的引入,不仅能实现水利数据的实时采集、高效存储与深度分析,还能通过可视化、模拟仿真等方式,为工程决策提供数据支撑,提升管理效率与精度^[1]。

2 信息技术在水利工程管理中的具体应用

2.1 地理信息系统(GIS)的应用

2.1.1 水利工程空间数据管理与分析

GIS在水利工程空间数据管理方面发挥着关键作用。它能整合多源空间数据,如地形、地貌、水文、气象等

信息,构建统一数据库。通过高效的数据存储与检索机制,可快速获取所需数据,为工程规划提供全面基础资料。在分析上,GIS可进行空间叠加、缓冲区分析等操作。例如,在洪水淹没分析中,结合地形与降雨数据,精准模拟淹没范围,评估影响区域,为防洪减灾决策提供科学依据,助力水利工程合理规划与科学管理。

2.1.2 水利设施可视化管理

GIS为水利设施可视化管理提供了强大支持。借助三维建模技术,将水库、堤坝、水闸等设施以逼真的三维模型呈现,直观展示其外观、结构及周边环境。管理人员可远程查看设施运行状态,通过不同颜色、符号标记设施的异常情况,如渗漏、裂缝等,实现实时监控与预警。

2.2 全球定位系统(GPS)的应用

2.2.1 水利工程测量与施工定位

在水利工程测量中,GPS凭借其高精度、全天候、实时性等优势,极大提升了测量效率与质量。它可快速获取测点的三维坐标,无需像传统方法那样进行复杂的通视和转点操作,能高效完成大范围地形测量,为工程设计提供精确地形数据。在施工定位方面,GPS可实时确定施工机械和建筑物的准确位置,引导施工机械精准作业,如堤坝填筑、渠道开挖等,确保施工符合设计要求,减少误差,提高施工质量,缩短工期,降低施工成本。

2.2.2 水利设施位移监测

GPS是水利设施位移监测的有力工具。通过在水利设施关键部位布设监测点,利用GPS持续观测其位置变化,可实时掌握设施的位移情况。对于大坝、水闸等大型水利设施,其安全至关重要,微小位移都可能预示着潜在危险。GPS能以毫米级精度监测水平位移和垂直位移,及时捕捉设施的异常变形。一旦位移超过预设阈值,系

统可立即发出预警,提醒管理人员采取措施,如加强巡查、进行加固处理等,保障水利设施的安全运行。

2.3 遥感技术(RS)的应用

2.3.1 水资源监测与评估

遥感技术为水资源监测与评估提供了高效、全面的手段。它能够大范围、快速地获取地表水体的信息,通过不同波段的影像分析,可准确识别河流、湖泊、水库等水体的分布范围与面积变化。结合多时相的遥感数据,能动态监测水体面积的增减,评估水资源的时空变化趋势。同时,利用热红外遥感等技术,还能监测水体的温度分布,辅助分析水体的水质状况和生态健康程度。

2.3.2 水利工程周边环境监测

在水利工程周边环境监测中,遥感技术发挥着不可替代的作用。它可以定期获取水利工程周边区域的影像,直观呈现土地利用变化、植被覆盖情况等信息。通过对比不同时期的影像,能及时发现非法采砂、违规建设等人类活动对工程周边环境的破坏行为。还能监测水土流失状况,评估工程建设对生态环境的潜在影响。

2.4 数据库管理系统的应用

2.4.1 水利工程数据存储与管理

数据库管理系统为水利工程数据打造了高效可靠的存储架构。水利工程数据类型多样,涵盖结构化的工程参数、非结构化的文档报告以及空间数据等。该系统能依据数据特性分类存储,利用关系型数据库管理结构化数据,保证数据的准确性与完整性;借助文件系统或对象存储管理非结构化数据,方便查询调用。同时,它具备强大的数据维护功能,可自动完成数据备份、恢复,防止数据丢失损坏。

2.4.2 数据共享与协同管理

数据库管理系统搭建起水利工程数据共享的桥梁,实现多部门、多环节的协同管理。通过统一的数据接口和访问权限设置,不同部门人员能根据自身需求安全获取数据,打破信息孤岛。在工程规划时,设计、地质、水文等部门可共享基础数据,协同优化方案;施工过程中,施工、监理、物资等部门能实时共享进度、质量、材料等信息,及时调整计划。

2.5 通信技术的应用

2.5.1 水利工程监测数据传输

通信技术是水利工程监测数据传输的“神经网络”。在水利工程中,分布着众多监测站点,如水位、雨量、水质等监测设备,它们实时采集大量数据。借助有线通信(如光纤)和无线通信(如4G、5G、卫星通信)技术,能将这些分散的数据快速、准确地传输至监

控中心。光纤通信以其高带宽、低损耗的特点,保障了大量数据稳定传输;无线通信则突破了地理限制,使偏远地区的监测数据也能及时回传。高效的数据传输让管理人员能实时掌握水利工程运行状态,及时发现潜在问题,为防洪减灾、水资源调度等提供有力支持。

2.5.2 水利工程远程控制

通信技术赋予了水利工程远程控制的能力。通过构建可靠的通信网络,管理人员可在监控中心对水利工程的关键设备进行远程操作。例如,利用通信技术实现对水闸的远程开启与关闭,根据上游来水和下游需求精准调控水位;对泵站的水泵进行远程启停和转速调节,满足灌溉、排水等不同场景的需求。远程控制不仅提高了操作的及时性和准确性,减少了人工现场操作的劳动强度和安全风险,还能在紧急情况下快速响应,有效保障水利工程的安全运行和高效管理。

2.6 计算机仿真与模拟技术的应用

2.6.1 水利工程运行模拟与优化

计算机仿真技术通过构建水利工程三维动态模型,可精准模拟水流运动、结构受力等复杂过程。例如在水电站运行优化中,该技术能模拟不同机组组合下的发电效率与水流能耗,结合历史数据训练的AI算法可自动生成最优调度方案,使发电效率提升8%-12%。对于大型水库,仿真系统可实时模拟水位变化对库岸稳定性的影响,提前3-6个月预警潜在滑坡风险。在南水北调工程中,基于仿真技术的输水调度模型使渠道水位波动控制在 ± 0.1 米内,年节水效益达2.3亿立方米。

2.6.2 水利工程应急预案制定与演练

计算机模拟技术为应急预案制定提供科学依据。在防洪预案模拟中,系统可输入不同强度降雨数据,动态展示洪水演进过程,精准计算各区域淹没水深与到达时间,辅助确定最优泄洪方案。例如三峡工程通过模拟千年一遇洪水场景,优化了22个闸门的联动控制策略。在应急演练方面,虚拟现实技术构建的沉浸式演练平台,使参演人员可在虚拟场景中完成堤防抢险、人员转移等操作,演练成本降低65%的同时,关键操作准确率提升至92%。2021年郑州特大暴雨期间,预先模拟演练的排水系统联动方案使城区积水排除时间缩短40%。

2.7 人工智能与机器学习技术的应用

2.7.1 水利工程监测数据智能分析

人工智能与机器学习技术可对水利工程多源异构监测数据进行深度挖掘。通过构建深度神经网络模型,能自动识别传感器数据中的异常模式,例如在水库大坝安全监测中,可精准检测出渗流、位移等参数的微小异常

变化,较传统阈值法误报率降低70%。利用时间序列分析算法,能预测设备故障发生时间,提前安排维护计划,使水泵等关键设备的使用寿命延长20%以上。同时,机器学习还可对卫星遥感影像进行智能解译,快速识别水域面积变化、非法采砂等行为,监测效率比人工判读提升50倍。

2.7.2 水利工程智能决策支持

基于人工智能的决策支持系统可整合气象、水文、工程等多维度数据,为水利管理提供科学决策依据。在防洪调度中,强化学习算法能根据实时雨情水情,动态优化水库泄洪方案,在1998年长江洪水模拟中,该方案可使下游淹没面积减少15%。对于水资源配置,多目标优化算法可平衡生活、生产、生态用水需求,在干旱地区应用使供水保障率提升25%。此外,自然语言处理技术可自动生成决策报告,将专家分析时间从数小时缩短至几分钟,显著提升应急响应速度^[2]。

3 信息技术在水利工程管理中的未来发展趋势

3.1 数字孪生技术的深入应用

数字孪生技术将在水利工程管理中实现从局部模拟到全要素映射的跨越。通过构建包含地形、水文、工程设施、社会经济数据的多维数字孪生体,实现防洪调度、水资源调配、生态流量保障等场景的实时推演。例如,小浪底水利枢纽已实现库区冲淤变化预演,调度指令处理时间缩短80%。未来将向城市洪涝、供水管网等领域延伸,全球超500个城市已试点数字孪生城市水系统,通过强化学习实现系统自主演化,推动水利工程从“智能管控”向“自主决策”跃迁。

3.2 人工智能与大数据的融合创新应用

AI与大数据的深度融合将重构水利决策范式。基于多源数据训练的深度学习模型,可实现洪水演进全流程动态模拟,解决传统预报依赖经验、预演场景单一的问题。例如,福建“千库联调”系统在2024年韩江洪水中预演削峰方案,削减洪峰50.2%。未来将构建“天空地水工”一体化感知网络,通过知识图谱技术整合历史灾害数据,形成专题知识库,为防汛、工程安全等领域提供混合专家决策支持,使复杂系统模拟效率提升40%以上。

3.3 物联网技术的全面覆盖与拓展应用

物联网将实现水利工程感知体系的立体化升级。通过部署低功耗广域网(LPWAN)和5G技术,构建覆盖水库、堤防、灌区的“空天地”一体化监测网络。例如,无人机搭载AI识别算法可在6小时内完成100公里河道巡检,支撑行洪障碍物智能识别。未来将向偏远地区延伸,利用卫星物联网突破通信盲区,实现小型农田水利设施的实时监控。同时,物联网与区块链技术结合,可建立设备全生命周期管理平台,降低运维成本30%以上。

3.4 云计算技术助力水利工程管理信息化升级

云计算将推动水利信息资源整合与协同效率质变。通过构建水利行业云平台,实现跨部门数据共享与业务协同,例如整合气象、水文、工程等多源数据,支撑跨区域调水方案的多目标优化。云桌面技术可为基层单位提供个性化服务,减少数据整合时间50%以上。未来将发展边缘计算与云边协同架构,在水利工程现场部署智能边缘节点,实现数据就地处理与实时响应,使应急指挥决策效率提升60%,同时降低中心云服务器负载40%^[3]。

结束语

信息技术在水利工程管理中的应用,正以颠覆性力量重塑行业生态。从数字孪生实现工程全要素动态映射,到AI+大数据驱动决策范式革新;从物联网构建“空天地水工”立体感知网,到云计算打破数据孤岛实现协同共享,技术创新持续破解传统管理中的时空限制与效率瓶颈。展望未来,随着5G、量子计算等前沿技术的深度融合,水利工程将迈向“感知-决策-执行”全链条智能化的新阶段。唯有坚持技术创新与制度创新双轮驱动,才能充分释放信息技术潜能,为保障国家水安全、推动水利高质量发展注入持久动能。

参考文献

- [1]全嫖芳.信息技术在水利工程管理中的运用分析[J].低碳世界,2022(31):72-73.
- [2]林代桂.试论信息技术在水利工程建设管理中的运用[J].江西建材,2022(06):140+145.
- [3]于田龙.信息技术在水利工程建设管理中应用分析[J].科技创新与应用,2022(22):206.