

水利工程管理中的信息技术应用

许树光¹ 李政²

1. 山东省林草生态环境有限公司 山东 菏泽 274000

2. 菏泽市水务集团有限公司 山东 菏泽 274000

摘要: 信息技术在水利工程管理领域应用广泛且深入。本文详细阐述了信息技术在水利工程监测、运行调度、维护管理及决策支持等方面的应用。在监测中实现水情、质量、环境精准把控;运行调度里优化水库、灌溉、供水调度;维护管理中强化设备与设施管理;决策支持方面构建数据平台与系统。这些应用极大提升了水利工程管理效率与质量,保障水利工程安全稳定运行,为水利事业发展提供有力支撑。

关键词: 水利工程;信息技术;监测应用;运行调度;维护管理

引言:水利工程作为基础设施建设的重要组成部分,对保障水资源合理利用、防洪减灾等意义重大。传统水利工程管理方式存在效率低、精准性不足等问题。随着信息技术飞速发展,传感器、物联网、大数据等技术为水利工程管理带来新契机。信息技术在水利工程各环节的应用,可实现实时监测、智能调度、精准维护和科学决策,有效提升管理效能,推动水利工程向智能化、现代化迈进。

1 信息技术在水利工程监测中的应用

1.1 水情监测

水利工程中,对水位、流量、流速等关键参数的实时精准监测至关重要。先进传感器技术是获取这些基础数据的核心手段,各类高精度传感器被巧妙部署于水利工程关键部位,能持续捕捉细微变化。例如,在大型水库中,每隔50米就会设置一个水位传感器,可实时监测水位变化,精度达到0.01米。配合高效的数据采集系统,可快速将传感器收集的模拟信号转化为数字信息,为后续分析提供坚实基础^[1]。无线传输技术为数据传递带来极大便利,摆脱了传统有线传输的束缚,使数据能及时、稳定地传输至监控中心。无论水利工程处于偏远山区还是复杂地形,都能实现数据的无缝对接。降雨量监测与预警是水情监测的重要环节。不同类型雨量计依据工作原理和精度需求合理布设,有的适用于大面积区域平均降雨量统计,有的则能精准捕捉局部强降雨。一般而言,在面积超过100平方公里的区域,会设置5-10个不同类型的雨量计,以确保降雨数据采集的全面性。收集到的降雨数据经实时分析,结合历史数据和气象模型,构建科学预警模型。一旦降雨量达到阈值,系统迅速发出预警,为防汛减灾争取宝贵时间。

1.2 工程质量监测

结构健康监测关乎水利工程长期稳定运行。应变、位移、振动等监测技术从不同维度反映工程结构状态。应变监测可察觉结构受力变化,位移监测能捕捉结构微小形变,振动监测则可分析结构动力特性。以大型水闸为例,在关键结构部位会安装20-30个应变传感器、10-15个位移传感器和5-8个振动传感器,全方位监测结构健康状况。基于物联网的结构监测系统将这些技术集成,实现数据自动采集、传输与分析,让管理人员随时掌握结构健康状况。渗漏是水利工程常见隐患,分布式光纤测温技术通过测量光纤沿线温度分布,精准定位渗漏位置。电法监测技术则利用地下介质电性差异,探测渗漏通道,为及时修复提供依据。在实际应用中,分布式光纤测温技术可检测到渗漏引起的温度变化范围在0.1-0.5摄氏度之间,能够精确到米级定位渗漏位置。

1.3 环境监测

水质监测是保障水利工程生态环境安全的关键。多参数水质传感器可同时检测水中多种指标,如酸碱度、溶解氧、浊度等。构建水质在线监测系统,实现对水质的连续、实时监测,及时发现水质异常变化。例如,某河流的水质在线监测系统,每隔1小时对水质进行一次检测,每天可获取24组数据,通过长期监测,及时发现了一起因企业排污导致的水质恶化事件。生态监测涵盖生物多样性和生态流量等方面。生物多样性监测技术借助先进仪器和方法,评估水利工程对周边生物群落的影响。生态流量监测与调控则确保水利工程在满足供水、发电等需求的同时,维持河流生态系统的基本需求,保障生态平衡。例如,某水利枢纽工程在生态流量监测中,安装了5个流量监测设备,实时掌握生态流量情况,根据监测数据合理调控下泄流量,保障了下游河流生态系统的稳定。

2 信息技术在水利工程运行调度中的应用

2.1 水库调度

在水库运行管理中,水位控制与优化调度是核心任务。借助先进信息技术,可实时精准获取水库水位数据,结合历史数据与实时气象信息,运用智能算法动态调控水库水位。这种调控不仅考虑当前蓄水需求,还兼顾未来旱涝情况,实现水资源高效利用与安全存储。基于气象预报的水库预泄调度是应对突发洪水的重要手段。接入气象部门高精度预报数据,提前预判降雨量及洪水趋势。水库管理部门据此制定预泄方案,在洪水来临前有序降低水位,为洪水预留库容,有效减轻下游防洪压力。多目标水库调度模型与算法综合考虑防洪、发电、供水、灌溉等需求。运用复杂数学模型与优化算法,在满足各目标约束条件下,寻求最优调度方案。这种综合调度方式能平衡不同利益主体需求,实现水库综合效益最大化^[2]。洪水调度方面,洪水预报与预警系统发挥关键作用。利用水文模型与实时监测数据,快速准确预测洪水到达时间、流量及水位变化。防洪工程体系联合调度整合水库、堤防、蓄滞洪区等措施,形成协同防洪合力,降低洪水灾害损失。

2.2 灌溉调度

土壤墒情监测是灌溉决策的基础。土壤水分传感器分布于田间地头,实时采集土壤水分数据。结合气象信息与作物生长模型,构建墒情预报模型,提前预测土壤水分变化趋势,为灌溉决策提供科学依据。精准灌溉调度系统依据土壤墒情、作物需水规律及气象条件,精确计算灌溉时间、灌溉量与灌溉方式。通过智能控制系统,实现灌溉设备的自动化运行,避免过度灌溉与灌溉不足,提高水资源利用效率。灌溉水资源优化配置基于区域水资源状况与灌溉需求,运用GIS技术划分灌溉区域。综合考虑地形、土壤、作物分布等因素,制定多水源联合调度模型,合理调配地表水、地下水等多种水源,保障灌溉用水需求。例如,某地区通过GIS技术划分了10个灌溉区域,制定了多水源联合调度模型,合理调配了5条河流和3口地下水井的水源,保障了20万亩农田的灌溉用水。

2.3 供水调度

在平原地区,保障居民生活与工农业用水需求是水利工程的重要任务。借助信息技术实现科学供水调度。通过在供水水源地、输水管道等关键节点安装流量传感器与水位传感器,实时精准采集水量数据。结合气象预报与用水需求预测模型,提前预判不同区域、不同时段的水量。例如,依据未来一周天气情况及历史同期用

水数据,预测某工业园区用水量,误差控制在5%以内。根据预测结果,运用智能算法制定供水计划,合理调配水资源。通过智能控制系统,自动调节水泵运行频率与阀门开度,实现按需供水。同时,建立供水调度监控平台,实时掌握供水系统运行状态,一旦出现异常及时处理,确保供水安全稳定,满足平原地区经济社会发展对水资源的需求。

3 信息技术在水利工程维护管理中的应用

3.1 设备维护管理

3.1.1 设备状态监测与故障诊断

设备作为水利工程运行的核心要素,其状态直接影响工程效能^[3]。设备状态监测与故障诊断技术是保障设备正常运行的关键手段。借助振动监测技术,可实时捕捉设备运转过程中的振动信号,通过分析信号特征判断设备是否存在异常振动,进而推测内部零部件的磨损、松动等情况。温度监测技术则能精准感知设备各部位的温度变化,当温度超出正常范围时,可能预示着设备存在过载、散热不良或局部故障等问题。压力监测技术对于涉及流体传输的设备至关重要,能够实时监测压力数值,确保设备在正常压力范围内运行,避免因压力异常导致的设备损坏或安全事故。随着人工智能技术的发展,基于人工智能的故障预测与健康诊断成为设备维护管理的新趋势。通过对大量设备运行数据的学习和分析,人工智能模型能够提前预测设备可能出现的故障,为维护人员提供预警信息,以便及时采取措施进行维修或更换,实现预防性维护,降低设备突发故障的概率,延长设备使用寿命。

3.1.2 设备维护计划与资源管理

在设备维护计划与资源管理方面,合理确定维护周期是关键。综合考虑设备的使用频率、运行环境、历史故障记录等因素,运用数据分析方法优化维护周期,既能保证设备得到及时维护,又能避免过度维护造成的资源浪费。维护物资的库存管理与调配同样重要,借助信息化管理系统,实时掌握维护物资的库存数量、位置等信息,根据设备维护需求及时调配物资,确保维护工作顺利进行。

3.2 设施维护管理

3.2.1 水利设施巡检管理

水利设施巡检管理是及时发现设施问题的重要途径。移动巡检系统的应用改变了传统巡检方式,巡检人员通过手持终端设备,按照预设的巡检路线和任务要求,对水利设施进行全面检查,并实时记录巡检数据。巡检数据实时上传至管理平台,管理人员可随时查看巡

检情况,及时发现设施存在的隐患。通过对巡检数据的分析,还能掌握设施的运行趋势,为制定合理的维护计划提供依据。

3.2.2 设施维修与改造管理

设施维修与改造管理是保障水利设施性能的重要环节。在维修方案制定过程中,充分考虑设施的实际情况、故障原因以及维修成本等因素,运用专业知识和技术手段制定科学合理的维修方案。对维修方案进行评估时,从维修效果、维修时间、维修费用等多个维度进行分析,确保维修方案具有可行性和经济性^[4]。在改造项目实施过程中,严格把控进度与质量,运用项目管理方法合理安排施工顺序,加强质量监督,确保改造项目按时、高质量完成,提升水利设施的整体性能。

4 信息技术在水利工程管理决策支持中的应用

4.1 数据集成与共享平台

4.1.1 多源数据融合技术

数据是决策的基础,水利工程涉及的数据来源广泛、格式多样。多源数据融合技术是构建数据集成与共享平台的关键环节。不同格式数据的转换与整合是首要任务,水利工程数据可能来自传感器监测、人工填报、其他业务系统等,这些数据格式各异,如文本、数值、图像等。通过数据转换工具和技术,将各类数据统一为标准格式,实现数据的无缝对接与整合,为后续分析处理奠定基础。数据清洗与预处理同样不可或缺,原始数据中可能存在缺失值、异常值、重复值等问题,运用数据清洗算法和规则,对数据进行修正、填充和去重等操作,提高数据质量,确保决策依据的准确性和可靠性。

4.1.2 数据共享与交换机制

数据共享与交换机制是数据集成与共享平台的核心功能。水利数据标准与规范的制定是保障数据共享的前提,统一的数据标准能够确保不同部门、不同系统之间的数据具有一致性和兼容性,避免因数据格式不统一导致的交流障碍和信息误差。数据共享平台的建设与管理则是实现数据共享的关键,采用先进的信息技术架构,搭建安全、稳定、高效的数据共享平台,明确数据访问权限和共享规则,实现水利数据的集中存储、统一管理和按需共享,为决策支持提供全面的数据支撑。例如,某地区水利部门制定了统一的水利数据标准,搭建了数据共享平台,实现了10个部门之间的数据共享,每天的数据交换量达到了5000条。

4.2 决策支持系统

4.2.1 决策模型的构建与应用

决策支持系统是信息技术在水利工程管理决策中的直接应用。决策模型的构建与应用是决策支持系统的核心。基于数学规划的决策模型能够运用数学方法和优化算法,对水利工程中的资源分配、调度方案等问题进行定量分析和优化求解,为决策者提供科学合理的决策方案。基于机器学习的决策模型则通过学习大量历史数据和实际案例,挖掘数据背后的规律和模式,实现对复杂决策问题的智能预测和决策建议,提高决策的适应性和准确性。

4.2.2 可视化决策界面设计

可视化决策界面设计能够提升决策的直观性和便捷性。地理信息系统(GIS)在决策支持中发挥着重要作用,将水利工程的空間信息与属性信息相结合,通过地图的形式直观展示工程的分布、运行状态等信息,帮助决策者快速了解工程全局情况,做出科学决策^[5]。三维可视化技术的展示则进一步增强了决策的沉浸感和真实感,通过构建水利工程的三维模型,实现对工程结构、运行过程等的逼真模拟,让决策者仿佛置身于工程现场,更直观地分析问题、评估方案,提高决策的质量和效率。

结束语

信息技术在水利工程管理中的应用已取得显著成效。在监测领域,能精准获取各类数据,及时发现隐患;运行调度中,实现资源的优化配置与高效利用;维护管理方面,保障设备设施稳定运行;决策支持上,为科学决策提供全面依据。持续深化信息技术在水利工程管理中的应用,有助于进一步提升管理水平,保障水利工程安全、稳定、高效运行,更好地服务经济社会发展和生态保护。

参考文献

- [1]叶平.信息技术在水利工程建设管理中的应用浅谈[J].科学与信息化,2024(24):55-57.
- [2]范会芳.浅谈水利工程造价管理中信息技术的应用[J].科学与信息化,2023(24):175-177.
- [3]范宗彦.信息技术在水利工程管理中的应用[J].中国新通信,2025,27(13):35-37.
- [4]张汉琳.信息技术在水利工程施工管理中的应用[J].包装世界,2022(5):124-126.
- [5]梁甜,孟令胜,方群.信息技术在小型水利工程运行管理中的应用[J].科学与信息化,2022(23):36-38.