

浅谈水利工程项目管理中新技术的应用及其重要性

艾尔肯·艾合麦提

新疆维吾尔自治区塔里木河流域叶尔羌河水利管理中心, 中国·新疆喀什 844700

摘要: 水利工程作为国民经济基础设施的核心组成部分, 其管理质量直接关系到水资源优化配置、防洪抗旱安全及生态环境可持续发展。传统水利工程项目管理模式存在效率低下、监测滞后、决策主观性强等弊端, 难以适配现代水利事业高质量发展的需求。近年来, 物联网、大数据、BIM、无人机遥感等新技术的迅猛发展, 为水利工程项目管理的革新提供了重要支撑。本文基于水利工程项目管理的核心需求, 系统梳理物联网、大数据与云计算、BIM技术、无人机遥感技术在工程监测、调度管理、设计施工协同、应急处置等环节的应用, 深入剖析新技术对提升管理效率、强化安全管控、优化资源配置的重要性。

关键词: 水利工程项目管理; 新技术应用; 智能化监测; 精细化管理; 数字化转型

A Brief Discussion on the Application and Significance of New Technologies in Water Conservancy Project Management

Aierken Aihemaiti

Yarkand River Water Conservancy Management Center, Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China
Xinjiang Kashgar 844700

Abstract: As a core component of the national economic infrastructure, the management quality of water conservancy projects is directly related to the optimal allocation of water resources, the safety of flood control and drought relief, and the sustainable development of the ecological environment. Traditional water conservancy project management models suffer from drawbacks such as low efficiency, delayed monitoring, and strong subjectivity in decision-making, making them difficult to meet the needs of the high-quality development of modern water conservancy undertakings. In recent years, the rapid development of new technologies including the Internet of Things (IoT), big data, Building Information Modeling (BIM), and unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing has provided important support for the innovation of water conservancy project management. Based on the core demands of water conservancy project management, this paper systematically sorts out the applications of IoT, big data and cloud computing, BIM technology, and UAV remote sensing technology in links such as project monitoring, dispatching management, design-construction coordination, and emergency response, and deeply analyzes the significance of new technologies in improving management efficiency, strengthening safety control, and optimizing resource allocation.

Keywords: Water conservancy project management; Application of new technologies; Intelligent monitoring; Refined management; Digital transformation

0 引言

水利工程是人类改造自然、利用水资源的重要载体, 涵盖水库、堤坝、灌区、水电站等多种类型, 在防洪、灌溉、供水、发电、航运等领域发挥着不可替代的作用。随着我国社会经济的快速发展, 对水利工程的运行效率、安全保障能力及生态适配性提出了更高要求。然而, 长期以来, 我国水利工程项目管理多以传统经验型模式为主, 依赖人工巡检、纸质记录、分散调度等方式, 存在诸多局限。进入数字化时代, 新技术的突破为水利工程项目管理的转型升级提供了契机, 物联网技术实现了工程状态与环境参数的

实时感知, 大数据与云计算为海量数据的挖掘分析提供了算力支撑, BIM技术构建了工程全生命周期的数字化模型, 无人机遥感技术拓展了监测的广度与深度。这些新技术的融合应用, 正逐步打破传统管理模式的桎梏, 推动水利工程项目管理向“感知-分析-决策-执行”全流程智能化发展。

1 水利工程项目管理中核心新技术的应用场景

1.1 物联网技术在水利工程项目管理中的应用

物联网技术以“万物互联”为核心, 通过传感器、无线通信、数据采集终端等设备, 实现水利工程运行状态、

水文水资源、周边环境等关键参数的实时采集、传输与可视化展示,是水利工程智能化监测与管控的基础。在水利工程管理中,物联网技术的应用场景主要集中在以下几个方面:

1.1.1 工程结构安全监测

针对水库堤坝、水闸、渠道等核心建筑物,通过布设应变传感器、位移传感器、渗压传感器、裂缝传感器等设备,实时监测建筑物的沉降、位移、渗漏量、结构应力等参数。例如,在水库堤坝监测中,传感器可深入堤坝内部及周边土壤,采集渗流速度、孔隙水压力等数据,通过无线网络传输至管理平台,当参数超出预警阈值时,系统自动触发报警,提醒管理人员及时排查隐患,避免堤坝溃决等重大安全事故发生。与传统人工巡检相比,物联网监测实现了24小时不间断监测,覆盖范围更广,数据精度更高,有效弥补了人工监测的疏漏与滞后性。

1.1.2 水文水资源监测

通过在河流、湖泊、水库等水域布设水位传感器、流速传感器、水质传感器、降雨量传感器等设备,实时采集水位、流量、水质(pH值、溶解氧、浊度等)、降雨量、蒸发量等数据。这些数据经传输网络汇聚至管理平台,管理人员可实时掌握水文水资源动态变化,为水资源调度、防洪抗旱决策提供精准数据支撑。例如,在汛期,通过实时监测水位、流量变化,可精准预判洪水演进趋势,及时调整水库泄洪方案,最大限度降低洪水灾害损失;在水资源调度中,基于实时水质与水量数据,可优化供水方案,保障城乡供水安全与生态用水需求。

1.1.3 工程运行调度自动化

物联网技术与水利工程控制系统相结合,实现了闸门启闭、水泵启停、灌区灌溉等环节的自动化控制。例如,在灌区管理中,通过在田间布设土壤湿度传感器,实时监测土壤含水量,当含水量低于作物生长需求阈值时,系统自动启动灌溉设备,根据作物类型与土壤墒情精准调控灌溉水量与灌溉时间,实现节水灌溉的同时,提升灌溉效率与作物产量。此外,通过物联网设备对水利工程机电设备(水泵、发电机组等)的运行参数(电流、电压、温度等)进行实时监测,可及时发现设备故障隐患,实现预防性维护,延长设备使用寿命,降低运维成本。

1.2 大数据与云计算技术在水利工程管理中的应用

水利工程管理过程中会产生海量数据,包括监测数据、设计数据、施工数据、运维数据、水文气象数据等,传统数据处理方式难以实现对这些数据的高效挖掘与利用。

大数据与云计算技术的结合,为海量水利数据的存储、分析、挖掘提供了高效解决方案,助力水利工程管理实现数据驱动决策。云计算技术构建了水利工程管理云平台,实现了各类分散数据的集中存储与统一管理。通过云平台,可整合水文气象、工程监测、运维记录、设计图纸等多源数据,打破数据孤岛,实现数据的互联互通与共享共用。在水利工程管理信息化建设方面,大数据与云计算技术推动了水利工程管理平台的智能化升级。通过云平台实现了监测数据的实时可视化展示、数据分析结果的快速推送、管理指令的高效下达,构建了“一站式”水利工程管理服务体系。例如,部分水利工程管理平台整合了大数据分析功能,可自动生成工程运行报告、水质分析报告、隐患排查报告等,减少了管理人员的人工录入与分析工作量,提升了管理效率。同时,云平台支持多终端访问,管理人员可通过电脑、手机等设备随时随地查看工程运行状态,实现远程管理与应急处置。

1.3 BIM技术在水利工程管理中的应用

建筑信息模型(BIM)技术以三维数字化模型为核心,整合了工程全生命周期的设计、施工、运行、拆除等环节的相关信息,实现了水利工程全生命周期的可视化、协同化管理。与传统二维设计与管理模式相比,BIM技术打破了时间与空间的限制,提升了工程管理的精准度与协同效率。BIM技术可构建三维可视化模型,直观展示工程结构、布局、管线走向等细节,帮助设计人员发现设计漏洞与冲突,优化设计方案。通过将BIM模型与施工进度计划相结合,可构建4D施工模拟模型,直观展示施工进度与施工流程,帮助管理人员优化施工方案,合理调配人力、物力、财力资源,避免施工冲突与工期延误。例如,在水闸施工中,通过4D模拟可提前预判施工过程中的难点与风险点,制定针对性施工措施;同时,施工人员可通过BIM模型查看施工图纸、技术要求等信息,提升施工规范性与施工质量。此外,BIM技术可实现施工数据的实时录入与更新,管理人员通过模型可实时掌握施工进度、质量检测结果等信息,实现施工过程的动态管控^[1]。

1.4 无人机遥感技术在水利工程管理中的应用

无人机遥感技术以其灵活性强、监测范围广、数据获取速度快、成本低等优势,在水利工程管理中得到了广泛应用,尤其适用于大面积、复杂地形下的工程监测与巡查工作,弥补了传统人工巡检与地面监测的不足,针对水库堤坝、河道、灌区渠道等大面积水利工程,无人机可搭载高清摄像头、红外热成像仪等设备,进行低空飞行巡查,

快速获取工程表面图像与视频数据。通过图像识别技术,可自动识别堤坝裂缝、滑坡、渗漏、渠道坍塌、垃圾堆积等隐患,生成隐患排查报告,为管理人员提供精准的隐患位置与详细信息。无人机可搭载 GPS 定位设备、测深仪等设备,实现对水域面积、水位、地形地貌等数据的快速采集与测绘。例如,在洪水过后,无人机可快速对受灾区域进行地形测绘,评估洪水淹没范围与灾害损失;在水库库容监测中,通过无人机测绘获取水库地形数据,可精准计算水库库容变化,为水库调度与水资源管理提供数据支撑。

2 新技术在水利工程管理中应用的重要性

2.1 提升水利工程管理效率,降低管理成本

传统水利工程管理模式依赖人工完成监测、巡检、数据记录、调度等工作,不仅工作量大、效率低下,且易受人为因素影响,导致管理质量参差不齐。新技术的应用实现了水利工程管理的自动化、智能化与精细化,大幅提升了管理效率,同时降低了管理成本。

首先,物联网技术与无人机遥感技术替代了传统人工监测与巡检,实现了 24 小时不间断、全方位监测,减少了人工投入,且巡查范围更广、隐患识别更精准,有效降低了人工成本与时间成本。其次,大数据与云计算技术替代了传统人工数据整理与分析,实现了海量数据的快速处理与深度挖掘,提升了决策效率与科学性。例如,传统水资源调度决策需管理人员人工整理分析大量水文数据,耗时耗力且决策主观性强,而通过大数据分析模型,可在几分钟内完成数据处理与分析,生成最优调度方案,决策效率提升,同时避免了人为决策失误^[1]。

2.2 强化工程安全管控,提升应急处置能力

水利工程的安全运行直接关系到人民群众生命财产安全与社会稳定,传统水利工程安全管理依赖人工巡检与经验判断,难以及时发现隐蔽性隐患,应对突发事件的能力薄弱。新技术的应用构建了全方位、多层次的安全监测与应急处置体系,大幅提升了水利工程的安全管控水平与应急处置能力。

物联网技术通过实时采集工程结构与水文水资源参数,实现了安全隐患的早期预警与精准识别。此外,无人机遥感技术与大数据技术实现了突发事件的快速响应与精准处置。当发生洪水、工程隐患等突发事件时,无人机可快速获取现场信息,大数据技术可快速分析事件态势,为应急决策提供支撑。例如,在某次流域洪水灾害中,通过无人机实时监测洪水演进趋势,结合大数据洪水预测模型,管理人员精准制定泄洪方案与群众转移计划,将灾害损失

降低了 30% 以上。此外,物联网技术实现了应急设备的自动化控制,如自动启闭闸门、启动应急供水设备等,提升了应急处置的速度与效率。

2.3 优化水资源配置,提升水资源利用效率

我国水资源总量丰富但时空分布不均,水资源短缺与浪费并存,传统水资源管理缺乏精准数据支撑,水资源配置合理性不足,利用效率偏低。新技术的应用实现了水资源的精准监测、科学调度与高效利用,对缓解水资源供需矛盾、促进水资源可持续利用具有重要意义。物联网技术实现了对水资源量、质、效的全方位实时监测,为水资源配置提供了精准数据支撑。例如,在区域水资源管理中,通过监测各流域、各用水单位的用水量、水质等数据,可精准掌握水资源供需状况,为跨流域调水、水资源分配方案制定提供依据。大数据技术通过分析历史水文数据、用水需求数据等,可预测水资源供需变化趋势,提前优化水资源配置方案,避免水资源短缺或浪费^[1]。

2.4 推动水利工程管理数字化转型,促进水利行业高质量发展

数字化转型是水利行业高质量发展的必然趋势,新技术的应用是推动水利工程管理数字化转型的核心动力。通过物联网、大数据、BIM 等新技术的融合应用,构建了水利工程管理数字化平台,实现了工程管理全流程的数字化、智能化与协同化,打破了传统管理模式的桎梏,推动了水利工程管理理念、管理模式与管理手段的革新。新技术的应用推动水利工程管理从“经验型”向“数据驱动型”转变,管理人员通过数据分析结果进行科学决策,替代了传统的经验判断,提升了管理的科学性与精准性。在管理模式方面,实现了从“分散式管理”向“集中式协同管理”转变,通过数字化平台实现了各部门、各环节的信息共享与协同配合,提升了管理的协同效率。在管理手段方面,实现了从“人工操作”向“自动化、智能化操作”转变,大幅提升了管理效率与管理质量。此外,新技术在水利工程管理中的应用为水利行业培养了一批具备数字化、智能化管理能力的专业人才,推动了水利行业技术创新与产业升级^[1]。同时,数字化管理模式的推广与应用,为智慧水利建设奠定了坚实基础,促进了水利行业与数字技术、信息技术的深度融合。

3 结语

水利工程管理中新技术的应用是推动水利工程管理转型升级、促进水利行业高质量发展的关键举措。物联网、大数据、BIM、无人机遥感等新技术在水利工程监测、调

度管理、设计施工协同、应急处置等环节的深度应用,大幅提升了管理效率、强化了安全管控、优化了水资源配置,推动了水利工程管理向智能化、精细化、科学化转型。未来,随着数字技术、信息技术的持续发展,新技术在水利工程管理中的应用将更加广泛与深入,有望实现水利工程全生命周期的智能化管理,为我国水资源优化配置、防洪抗旱安全、生态环境可持续发展提供更加强有力的支撑。

参考文献:

[1] 路晓艺. 新时期农田水利工程管理的优化策略[J].

农业灾害研究, 2024,14(10):278-280.

[2] 彭直. 基于信息化的黄河下游防洪工程管理效能提升研究[D]. 河南大学, 2024.

[3] 姚凇. 浅谈水利工程建设现代化与精细化管理的若干问题[J]. 治淮, 2023,(12):47-48.

[4] 黄畅. 小型水利工程管理策略优化研究[D]. 湖南农业大学, 2023.

作者简介: 艾尔肯·艾合麦提(1988-), 男, 维吾尔族, 新疆巴楚县, 大学本科, 文章方向: 水利工程。