

# 水利工程管理信息化建设路径与实践案例分析

张建国 史东祥

开封黄河河务局兰考黄河河务局 河南 开封 475300

**摘要:** 本文系统梳理了水利工程管理信息化的内涵、发展背景与核心目标,深入剖析当前面临的主要挑战,并在此基础上提出“顶层设计—标准体系—平台构建—数据治理—智能应用—安全保障”六位一体的信息化建设路径。通过选取南水北调中线工程、浙江“智慧水利”平台2个具有代表性的实践案例,从不同维度展示信息化技术在水利工程运行调度、风险预警、日常巡检、资产管理等方面的应用成效。最后,文章对水利工程管理信息化未来发展趋势进行了展望,提出应加强跨部门协同、推动人工智能深度集成、完善长效运维机制等建议,以期为我国水利行业高质量发展提供理论参考与实践指导。

**关键词:** 水利工程; 信息化建设; 智慧水利; 数字孪生; 数据治理; 案例分析

## 引言

水利工程是国家基础设施的重要组成部分,承担着防洪减灾、供水保障、生态修复、农业灌溉、水力发电等多重功能。传统水利工程管理模式主要依赖人工经验、纸质台账和分散信息系统,存在信息孤岛、响应滞后、决策粗放等问题,难以满足新时代对水资源高效利用、水安全精准防控和水生态可持续发展的要求。近年来,随着物联网(IoT)、大数据、云计算、人工智能(AI)和数字孪生等新一代信息技术的迅猛发展,水利行业迎来了数字化转型的历史机遇。2021年,水利部印发《“十四五”智慧水利建设规划》,明确提出要以数字化、网络化、智能化为主线,构建覆盖全域、全要素、全过程的智慧水利体系。在此背景下,系统研究水利工程管理信息化的建设路径并总结典型实践案例,具有重要的理论价值和现实意义。

## 1 水利工程管理信息化的内涵与发展背景

### 1.1 内涵界定

水利工程管理信息化是指运用现代信息技术手段,对水利工程的规划、设计、建设、运行、维护、调度、安全监测等全生命周期进行数据采集、传输、存储、分析与应用,实现管理流程标准化、业务协同高效化、决策支持智能化和公共服务便捷化的过程。其核心在于“以数据驱动管理”,通过构建统一的信息平台,打破信息壁垒,提升水利工程的韧性、效率与服务水平。

### 1.2 发展背景

“数字中国”“新基建”“东数西算”等国家战略为水利信息化提供了政策支持与资源保障。水利部将“智慧水利”列为“十四五”期间重点任务,强调以信息化赋能水治理体系现代化。与此同时,技术条件的成熟为

信息化落地奠定了坚实基础。5G通信、边缘计算、高精度传感器、遥感卫星、BIM+GIS融合等技术的普及,为水利工程实时感知、远程监控和智能分析提供了坚实基础。更为重要的是,现实需求日益迫切。全球气候变化导致极端降雨、干旱等水文事件频发,传统依靠经验判断和人工巡查的管理模式已难以应对复杂多变的风险场景。同时,快速城市化加剧了水资源供需矛盾,公众对水环境质量、供水安全、防洪保障的期望不断提高。在此背景下,唯有通过信息化手段实现对水系统的全面感知、精准模拟和智能调控,才能有效提升水安全保障能力和公共服务水平。此外,水利行业自身也正处于从“重建设”向“重管理、重效益”转变的关键阶段,信息化成为实现精细化、集约化、智能化管理的必由之路。

## 2 当前水利工程管理信息化面临的主要挑战

尽管信息化建设取得显著进展,但仍存在诸多瓶颈:(1)顶层设计不足:部分地区和单位缺乏统一规划,系统重复建设、标准不一,导致“烟囱式”信息系统林立,难以互联互通。(2)数据质量与共享机制缺失:历史数据碎片化、实时数据采集覆盖率低、数据标准不统一,制约了数据融合与深度挖掘。部门间数据壁垒依然存在,共享意愿与机制不健全。(3)技术与业务融合不深:一些信息化项目重硬件轻软件、重建设轻应用,未能紧密结合一线管理需求,导致系统“建而不用”或“用而不深”<sup>[1]</sup>。(4)安全风险加剧:随着系统联网程度提高,网络安全、数据安全、工控安全风险同步上升,亟需建立完善的防护体系。(5)人才与运维能力薄弱:既懂水利业务又精通信息技术的复合型人才稀缺,基层单位运维能力不足,影响系统长期稳定运行。

## 3 水利工程管理信息化建设路径

针对上述挑战,水利工程管理信息化建设亟需采取系统性、整体性的推进策略。本文提出“六位一体”的建设路径,旨在构建一个结构清晰、协同高效、安全可靠的信息体系。

### 3.1 强化顶层设计, 统筹规划布局

信息化建设必须坚持“全国一盘棋”的思想,由省级及以上水行政主管部门牵头制定统一的总体规划,明确建设目标、技术路线、实施步骤与责任分工。规划应充分考虑流域特性、工程类型和管理需求,避免低水平重复建设。推行“统一标准、分级建设、协同共享”的原则,鼓励采用“平台+应用”模式,即以省级或流域级统一平台为基础,向下延伸至市县及具体工程单元,确保上下贯通、左右联动。通过顶层设计引导资源优化配置,形成合力,是实现信息化高质量发展的前提。

### 3.2 构建标准规范体系

标准是信息化互联互通的“通用语言”。必须建立健全覆盖数据采集、传输、存储、交换、安全等全环节的标准规范体系。重点包括水利对象的唯一编码标准,如对水库、堤防、泵站、测站等赋予统一身份标识;制定统一的数据元定义和接口协议,确保不同系统间数据可互认、可交换;规范物联网设备的接入方式和通信协议,提升感知层的兼容性;同时,还需制定数字孪生模型的构建、更新与验证规范,为未来深度仿真奠定基础<sup>[2]</sup>。只有标准先行,才能避免“信息孤岛”重现,保障系统的长期可扩展性和可持续性。

### 3.3 打造一体化信息平台

信息平台是信息化建设的核心载体。应以“云+网+端”架构为基础,构建集感知、传输、计算、应用于一体的智慧水利平台。该平台需具备强大的实时监测能力,整合雨量、水位、流量、水质、视频、工情等多源异构数据,形成对水利工程状态的全景感知。在此基础上,平台应集成水文水动力模型,支持洪水演进、调度方案预演等模拟仿真功能;利用人工智能算法对异常工况进行自动识别与预警;开发移动端应用,支持巡检、报修、审批等业务在线办理;并通过三维地图、数字孪生体等可视化手段,构建直观、交互式的“水利驾驶舱”,为管理者提供全景式决策支持。

### 3.4 深化数据治理与融合

数据是信息化的血液,必须实施“数据资产化”管理策略。首先,应建立水利数据资源目录,明确各类数据的责任主体、更新频率和使用权限,实现数据“可知、可管、可用”。其次,对历史积累的非结构化数据进行清洗、结构化处理并入库,提升数据完整性。同

时,构建统一的时空数据库,将工程、河湖、行政区划等要素纳入“一张图”管理体系,支撑空间分析与决策。更重要的是,应积极探索与气象、自然资源、应急管理等部门的数据共享机制,在保障安全的前提下,推动跨领域数据融合,形成对水安全、水生态、水资源的综合研判能力。

### 3.5 推动智能应用场景落地

信息化的价值最终体现在应用场景中。应聚焦水利工程管理中的痛点难点,开发实用性强、用户友好的智能应用。例如,在工程巡检方面,可结合无人机航拍、机器人巡堤与AI图像识别技术,自动识别裂缝、渗漏、违章建筑等隐患;在设备维护方面,通过分析水泵、闸门等关键设备的运行数据,预测潜在故障,实现从“定期检修”向“预测性维护”转变;在调度决策方面,可利用强化学习等先进算法,结合来水预报与用水需求,动态生成最优调度方案;在公共服务方面,通过APP、小程序等渠道,向公众提供水情查询、节水建议、河长信息等便民服务,提升水利工作的透明度与亲和力。

### 3.6 筑牢网络安全防线

安全是信息化的生命线。必须严格落实网络安全等级保护制度,构建“纵深防御”体系。在网络边界部署防火墙、入侵检测与防御系统,防止外部攻击;对涉及闸门控制、泵站启停等关键工控系统,实行物理隔离或强逻辑隔离,确保控制指令安全可靠;对敏感数据实施加密传输与存储,防止信息泄露;定期开展网络安全攻防演练与漏洞扫描,及时发现并修复安全隐患;同时,建立完善的应急响应机制,确保在极端情况下系统仍能维持基本功能,保障工程安全运行<sup>[3]</sup>。

## 4 实践案例分析

### 4.1 案例一: 南水北调中线工程——国家级重大调水工程的信息化典范

南水北调中线工程作为国家战略性基础设施,全长1432公里,跨越多个省市,管理复杂度极高。为保障这一“世纪工程”的安全高效运行,工程管理部门以“数字中线”为核心,全面推进信息化建设。全线部署超过10万个传感器,对渠道水位、流量、水质、闸门开度、边坡位移等关键参数进行全天候监测,并通过高速通信网络实时回传至中央控制中心,实现了“远程集中监控、就地无人值守”的运行模式。在此基础上,工程广泛应用BIM与GIS融合技术,构建了覆盖全线的高精度数字孪生模型,不仅支持工程建设期的协同设计与施工管理,更在运行期为设备资产管理、维修计划制定、应急演练等提供可视化支撑。智能调度系统则结合中长期水

文预报与受水区用水需求,自动生成多目标优化调度方案,显著提升了水资源配置效率。此外,AI视频分析技术被用于自动识别渠道漂浮物、非法入侵等异常行为,大幅减轻了人工巡检负担。自通水以来,该信息化体系有效支撑了工程安全平稳运行,调度精度提升30%,应急响应时间缩短50%,年均节约人工成本超千万元,成为国家级重大水利工程信息化建设的标杆。

#### 4.2 案例二:浙江省“智慧水利”平台——省级全域一体化实践

浙江省作为数字化改革的先行省份,在水利领域率先建成覆盖全省的“智慧水利”平台,实现了从“碎片管理”向“整体智治”的跨越。该平台以“水利大脑”为核心,整合了水利、气象、自然资源、应急管理12个部门的数据资源,构建了统一的数据底座。在防汛抗旱方面,平台建立了“流域—区域—工程”三级联动预警体系,能够基于高分辨率地形和实时雨情,提前72小时生成洪水淹没风险图,精准指导人员转移和物资调配。在2023年“杜苏芮”台风应对中,平台提前48小时准确预测了重点区域的淹没范围,有效指导转移群众12万人,实现了人员零伤亡,获得水利部高度肯定。同时,平台注重公众服务能力建设,通过“浙里办”APP提供取水许可在线申请、河长信息查询、节水知识推送等便民功能,拉近了水利工作与公众的距离。此外,浙江省还在钱塘江、瓯江等重点流域开展数字孪生试点,通过动态仿真洪水演进过程,为调度决策提供科学依据,展现了省级层面全域一体化信息化建设的强大效能。

#### 5 讨论与展望

上述案例表明,水利工程管理信息化已从“有没有”迈向“好不好”“用不用”的新阶段。然而,要实现全面深度转型,仍需在以下方面持续发力:(1)推动跨部门、跨层级协同机制:打破“数据孤岛”不能仅靠技术,更需制度保障。建议建立由政府主导的水利数据共享联盟,明确数据权属、使用规则与激励机制<sup>[4]</sup>。(2)深化人工智能与数字孪生融合:当前多数系统仍

处于“可视化+报警”阶段,未来应向“预测—决策—控制”闭环演进。例如,利用大模型理解自然语言指令,实现“语音调度”;通过数字孪生体进行“虚拟试错”,优化真实世界操作。(3)构建可持续运维生态:信息化不是“一锤子买卖”。应建立“建设—运维—迭代”全周期投入机制,探索政府购买服务、PPP等模式,引入专业第三方运维团队。(4)加强基层能力建设:开展“水利+IT”复合型人才培养,开发低代码、图形化配置工具,降低基层使用门槛,让信息化真正“沉下去、活起来”。(5)探索绿色低碳路径:在数据中心、边缘节点建设中融入节能设计,推广太阳能供电传感器,实现信息化与生态文明协同发展。

#### 6 结语

水利工程管理信息化是推动水利高质量发展的核心引擎。本文提出的“六位一体”建设路径,强调系统性、协同性与实用性,已在多个典型案例中得到验证。未来,随着技术迭代与制度完善,水利工程将逐步实现从“被动响应”到“主动预见”、从“经验驱动”到“数据驱动”的根本转变。各级水行政主管部门应把握数字化浪潮机遇,以信息化为抓手,全面提升水安全保障能力、水资源配置效率和水生态治理水平,为建设人水和谐的美丽中国提供坚实支撑。

#### 参考文献

- [1] 苏建.水利工程管理信息化与精细化建设路径及价值[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(34):52-54.
- [2] 陈广兵.水利工程施工管理信息化技术探析[J].现代工程科技,2025,4(22):153-156.
- [3] 陈德.信息化技术在水利工程管理中的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(21):207-209.
- [4] 陈永铎,林德炜,朱晓晓.探究信息化技术在水利工程管理中的应用[C]//江西省工程师联合会.工程技术与新能源经济学术研讨会论文集(一).浙江广川工程项目管理有限公司;浙江广川工程咨询有限公司;浙江省丽水市龙泉市水利局,2025:55-58.