

# 水利工程建设管理信息化发展方向探索研究

陈利疆

新疆生产建设兵团第九师水利工程管理服务中心 新疆 白杨 834702

**摘要:** 本文探索水利工程建设管理信息化发展方向,阐述了其内涵,即依托信息技术对全流程改造,提升管理效能。并介绍了数字孪生、BIM+GIS+IoT融合等技术支撑体系,以及全生命周期、全要素、全场景等实践路径。因此,指出发展方向,包括技术融合驱动智能化升级、数据共享与全生命周期管理、生态优先绿色管理、区域协同与公众参与,为水利工程建设管理信息化提供参考。

**关键词:** 水利工程;建设管理;信息化;发展方向

引言:在“数字中国”战略的驱动下,水利行业正经历着深刻的数字化转型。水利工程建设管理作为保障工程质量与效益的关键环节,其信息化程度直接影响着管理效能与现代化水平。当前,水利工程建设管理信息化虽已取得初步成效,但在技术集成深度、数据贯通共享、应用场景创新等方面仍面临挑战。本文旨在系统梳理其核心内涵与技术支撑体系,并探索其未来发展的关键方向,以期提升水利工程建设管理智能化与精细化水平提供理论参考。

## 1 水利工程建设管理信息化的内涵

水利工程建设管理信息化是依托现代信息技术,对水利工程建设全流程进行数字化、网络化、智能化改造的过程,核心在于通过数据资源整合与技术赋能,实现管理效率提升、风险防控强化和工程效益优化。其涵盖工程规划、设计、施工、运维等全生命周期各环节,打破传统管理中信息孤岛、流程割裂的局限,构建全域覆盖、动态感知、精准管控的管理体系。通过将工程实体转化为数字资产,实现建设过程可视化监控、数据化分析和智能化决策,同时整合人员、设备、材料、资金等核心要素信息,形成协同联动的管理机制<sup>[1]</sup>。这一过程不仅是技术应用的体现,更是管理理念、模式和方法的系统性变革,旨在通过数据驱动实现工程建设管理的精准化、高效化,为水利工程高质量建设提供坚实支撑,适应新时代水利事业现代化发展需求。

## 2 水利工程建设管理信息化的技术支撑体系

### 2.1 数字孪生技术

数字孪生技术通过构建与水利工程实体完全映射的虚拟数字模型,实现工程建设管理的全流程数字化镜像

与动态管控。其基于三维建模、传感器感知、实时数据传输等技术,将工程地形地貌、结构参数、施工进度、环境条件等各类数据实时接入虚拟模型,形成“物理实体-虚拟模型-数据交互”的闭环系统。在工程设计阶段,可通过虚拟仿真验证设计方案合理性,提前发现结构冲突与优化空间;施工阶段能实时同步施工进度与实体状态,对混凝土浇筑、基坑开挖等关键工序进行可视化监控,通过虚拟推演预判施工风险;运维阶段可基于模型开展设备状态监测与故障预警。该技术打破传统管理中“事后补救”的局限,实现工程建设全流程的事前模拟、事中管控和事后追溯,为管理决策提供精准的数据支撑和可视化依据,显著提升工程建设管理的科学性和前瞻性。

### 2.2 BIM+GIS+IoT融合技术

BIM+GIS+IoT融合技术构建水利工程建设管理的“立体感知-精准建模-全域管控”技术体系,三者协同形成互补优势。BIM技术聚焦工程微观结构,实现构件级的三维建模、参数化设计和施工模拟,精准呈现工程内部构造与施工细节;GIS技术依托地理空间信息,实现工程宏观区域的地形地貌、水文地质等空间数据整合,构建全域空间框架;IoT技术通过部署传感器、摄像头等感知设备,实时采集施工机械运行参数、环境温湿度、结构应力等动态数据,为模型提供实时数据输入<sup>[2]</sup>。三者融合后,可在GIS全域空间框架中加载BIM精细化模型,结合IoT实时数据实现工程“宏观-微观”“静态-动态”的全方位管控。例如施工中,能通过GIS定位施工区域,利用BIM模拟施工工序,借助IoT数据监控机械效率与结构安全,及时调整施工方案。

### 2.3 5G+边缘计算

5G+边缘计算技术为水利工程建设管理提供高可靠、低时延的数据传输与处理支撑,破解传统网络在复杂施工场景中的传输瓶颈。5G技术凭借大带宽、低时延、广连

**作者简介:** 陈利疆(1970-),男,汉族,湖北仙桃人,大学本科,高级工程师。研究方向:水利工程建设管理。

接的特性,实现施工区域海量感知数据、高清监控视频、无人机巡检数据等的实时高速传输,保障多设备同时接入后的通信稳定性,满足工程建设中实时管控的通信需求。边缘计算通过在施工区域就近部署计算节点,将数据处理任务下沉至边缘端,避免海量数据远距离传输至云端造成的延迟问题,实现数据的实时分析与响应。在具体应用中,两者协同可支撑施工机械远程控制、结构应力实时监测、应急事件快速处置等场景:5G保障控制指令与监测数据的实时传输,边缘计算即时处理数据并生成反馈指令,如发现结构应力异常可立即触发预警并指导施工调整。

#### 2.4 AI与大数据分析

AI与大数据分析技术是水利工程建设管理信息化的核心数据处理与决策支撑工具,通过对海量数据的深度挖掘实现管理的智能化升级。大数据技术负责整合工程建设全生命周期的各类数据,包括设计图纸数据、施工日志、设备运行记录、环境监测数据、质量检测报告等,构建标准化数据仓库,打破数据分散存储的壁垒,实现数据的集中管理与高效调用。AI技术依托机器学习、深度学习等算法,对数据进行多维度分析,实现施工风险预判、质量缺陷识别、进度偏差预警等智能化应用。例如在质量管控中,AI可通过分析混凝土试块检测数据、施工影像资料,自动识别混凝土强度不足、钢筋间距偏差等质量问题;在进度管理中,通过学习历史施工数据与当前进度数据,预测进度偏差并给出调整建议。AI与大数据结合可实现施工资源优化配置,通过分析设备利用率、人员出勤数据,合理调配机械与人力。该技术组合将数据转化为管理决策依据,推动管理从“经验驱动”向“数据驱动”转变。

### 3 水利工程建设管理信息化的实践路径

#### 3.1 全生命周期数字化管理

全生命周期数字化管理以数据贯通为核心,实现水利工程从规划设计到运维报废各阶段的数字化衔接与闭环管控。规划设计阶段,依托BIM技术构建数字化设计模型,整合地形、水文、地质等数据开展模拟分析,优化设计方案并形成标准化数字成果;施工阶段,搭建施工现场数字化管控平台,通过IoT设备实时采集施工进度、质量、安全等数据,与设计模型比对核验,实现施工过程动态调整与精准管控,同步生成施工数字化档案;竣工验收阶段,基于全流程积累的数字化数据,构建工程竣工数字模型,实现验收流程线上化、标准化,确保验收数据可追溯;运维阶段,将竣工数字模型转化为运维模型,结合实时监测数据开展设备状态评估、故障预警

与养护规划,实现运维智能化。建立全生命周期数据管理标准,规范各阶段数据格式与传输机制,搭建统一数据中台实现数据共享复用,打破阶段间信息壁垒,确保管理连续性与协同性,提升全流程管理效率。

#### 3.2 全要素协同化管理

全要素协同化管理聚焦人员、设备、材料、资金、技术等核心要素,通过数字化平台构建多主体、多维度协同机制,打破传统管理中要素分散、协同不畅的瓶颈<sup>[3]</sup>。搭建跨主体协同管理平台,整合建设、施工、监理、设计、监管等多方主体需求,实现任务分配、进度反馈、问题整改等流程线上化协同,例如监理单位可在线核验施工数据并反馈整改意见,施工单位实时响应处理;针对人员要素,建立数字化人员管理系统,整合资质信息、培训记录、出勤数据,实现人员调配与绩效管理精准化;设备管理方面,通过IoT设备实时监测施工机械运行状态、位置信息,结合设备档案数据开展维护计划制定与调度优化,提升设备利用率;材料管理依托二维码、RFID等技术,实现材料采购、进场、使用、库存全流程追溯,与施工进度数据联动确保供需匹配;资金管理通过数字化平台实现资金申请、审批、支付全流程线上化,结合施工进度与质量数据实现资金精准拨付与动态监管。

#### 3.3 全场景智能化应用

全场景智能化应用基于技术融合,将智能化能力渗透到水利工程建设管理各关键场景,实现管理精准化与高效化。在施工安全场景,部署AI视频监控系统自动识别未佩戴安全帽、违规动火等危险行为,结合环境传感器数据监测基坑沉降、边坡位移等安全风险,实时触发预警并推送处置方案;质量管控场景,利用AI图像识别技术对混凝土浇筑面、钢筋绑扎等施工工序进行质量检测,对比标准数据自动识别缺陷并定位,结合检测数据生成质量分析报告指导整改;进度管理场景,通过BIM模型与施工实际数据比对,利用AI算法预测进度偏差,自动生成资源调整建议,保障工程按期推进;应急处置场景,构建智能化应急指挥平台,整合气象、水文、施工数据开展风险预判,一旦发生险情自动启动应急预案,调配应急资源并模拟处置流程,提升应急响应效率;远程管控场景,依托5G+高清视频技术实现施工现场远程可视化监控,结合边缘计算实现远程设备控制与施工指导,解决偏远地区施工管控难题。

### 4 水利工程建设管理信息化发展方向

#### 4.1 技术融合驱动智能化升级

技术融合驱动智能化升级是水利工程建设管理信息化核心方向。要推动数字孪生与AI、大数据深度融合,

构建智能孪生模型,精准预判风险、智能生成施工方案、动态优化运维策略。深化BIM+GIS+IoT+5G融合,借助5G提升IoT数据采集与模型交互效率,结合GIS实现工程宏观与微观精准管控。探索AI与区块链融合,用AI提高区块链数据处理效率,以区块链保障AI决策数据可信度。推动边缘计算与云计算融合,兼顾施工现场实时处理与全域统筹分析。同时,关注新技术迭代,引入数字孪生流域、生成式AI等前沿技术,拓展应用场景,构建高效智能的管理技术体系,推动水利工程建设管理高质量发展。

#### 4.2 数据共享与全生命周期管理

数据共享与全生命周期管理旨在挖掘数据价值。构建统一数据体系,打造国家级、省级、市级三级水利工程建设管理数据共享平台,制定统一标准与接口规范,整合多区域、多类型工程数据,打破孤岛,实现跨部门、跨区域协同。完善管理机制,明确各阶段数据采集、质量要求与责任主体,建立追溯考核体系。构建安全保障体系,运用加密、访问控制等技术,结合分类分级管理保障数据安全。深化价值挖掘,建立数据知识库,通过大数据分析挖掘规律,为规划设计与政策制定提供支撑。推动数据与业务融合,实现数据驱动的全生命周期管理优化。

#### 4.3 生态优先导向的绿色管理

生态优先导向的绿色管理以生态文明建设为引领,将生态保护理念融入水利工程建设管理信息化全过程,实现工程建设与生态保护协同发展。构建生态环境数字化监测体系,部署水质、土壤、植被、生物多样性等生态指标监测设备,实时采集工程建设区域生态环境数据,结合GIS空间分析技术构建生态环境数字模型,动态评估工程建设对生态环境的影响;在施工管理中,利用AI与大数据分析优化施工方案,减少施工对周边生态环境的扰动,例如通过模拟分析确定合理的施工时段与作业范围,避免破坏水生生物栖息地;建立绿色施工评价数字化体系,量化施工过程中的能耗、碳排放、污染物排放等指标,实时监测并生成绿色施工评价报告,推动施工过程节能降耗;运维阶段,通过生态环境监测数据与工程运行数据联动分析,优化工程调度方案,保障流域生态用

水需求<sup>[4]</sup>。构建绿色管理考核数字化平台,将生态保护指标纳入工程建设管理考核体系,实现生态保护成效的精准评估与管控,推动水利工程建设绿色化转型。

#### 4.4 区域协同与公众参与机制

区域协同与公众参与机制通过数字化手段打破区域管理壁垒,构建多元主体共同参与的水利工程建设管理格局。建立跨区域水利工程建设管理协同平台,整合流域内不同区域的工程数据、水文数据、防汛数据等,实现区域间工程调度、应急处置、水资源配置的协同联动,建立跨区域数据交换机制,打破行政区域限制,提升流域整体管理效能;构建公众参与数字化平台,通过网站、APP、微信公众号等渠道,向公众公开工程建设进度、质量安全、生态影响等信息,保障公众的知情权;开展线上科普宣传活动,普及水利工程建设知识与生态保护理念,提升公众对水利工程建设认知度与参与积极性。通过区域协同强化整体管控能力,借助公众参与提升管理透明度与公信力,形成多方协同共治的良好格局。

#### 结束语

水利工程建设管理信息化是时代发展的必然趋势,对提升工程建设质量、保障生态安全、促进区域协同等意义重大。通过技术融合、数据共享、绿色管理、公众参与等多维度发展路径,能推动管理向智能化、科学化、民主化迈进。未来,需持续探索创新,不断完善信息化体系,以适应水利事业现代化需求,实现水利工程建设与经济社会、生态环境的协调可持续发展。

#### 参考文献

- [1]景巧莲.水利工程建设管理信息化发展方向分析[J].大众标准化,2022(17):136-138.
- [2]岳克辉.农田水利工程信息化建设的必要性及发展方向[J].乡村科技,2021(12):125-126.
- [3]张英杰,李凯,刘鹏.水利工程信息化建设存在的问题及应对措施研究[J].中国设备工程,2021(08):257-258.
- [4]马惠清.基于大数据的信息化技术在水利建设管理中的应用研究[J].科技与创新,2021(06):174-175+178.