

蒙河双墩水库工程“智能建造管理”体系框架设计

凌金龙

(临沂市水利工程保障中心, 山东 临沂 276000)

【摘要】结合蒙河双墩水库工程实例,分析工程基本情况,论述了“智能建造管理”体系技术需求和“智能建造管理”框架体系设计,为项目管理的高效性、先进性提供参考。

【关键词】双墩水库;智能建造;体系框架;运行维护

【中图分类号】TV697

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-04-0061-03

Framework Design of "Intelligent Construction Management" System for Menghe Shuanghou Reservoir Project

LING Jinlong

(Water Engineering Security Center of Linyi Municipality, Linyi, Shandong 276000, China)

Abstract: Based on the case of Menghe Shuanghou Reservoir Project, this paper discusses the technical requirements of the "intelligent construction management" system and the design of its framework system by analyzing the basic situation of the project, so as to provide a reference for the efficiency and advancement of project management.

Key words: Shuanghou Reservoir; Intelligent construction; System framework; Operation and maintenance

蒙河双墩水库工程位于华北平原蒙河干流,是一座以防洪、城市供水为主,结合农业灌溉和改善生态环境,兼顾水力发电的大(2)型水库。工程等别为Ⅱ等,总库容 13 782 万 m³。主要建设内容包括重力坝、土石坝、泄洪闸、放空排沙底孔、放水洞、供水管道、库盆开挖、发电站、管理设施及信息化工程等。水库建成后,可有效拦蓄上游洪水,起到削峰错峰的作用,提高河道干流的防洪能力,进一步完善地区水资源配置格局、提升水资源调配能力,对保证城市防洪安全、供水安全和生态安全具有重要意义。

工程采用重力坝和土石坝相结合的混合坝。混凝土重力坝段位于主河槽段,均质土坝位于重力坝段两侧,坝顶总长 2 120 m,坝顶高程 139.00 m,上游防浪墙顶高程 140.00 m。均质土坝段总长 1 889 m,分两段,位于混凝土坝两侧,左岸坝段长 1 310 m,右岸坝段长 579 m,最大坝高 29.0 m。重力坝共分 14 个坝段,坝顶全长 231.0 m。其中全插入坝段 2 段,半插入坝段共

6 段,溢流坝段共 6 段,坝顶高程 139.00 m,最大坝高 36.00 m,采用混凝土结构。泄洪闸布置在重力坝 5[#]~10[#]坝段顶部,共 9 孔,单孔净宽 9 m,总净宽 81 m,堰顶高程 129.00 m,溢流堰采用 WES 实用堰型。发电站布置于坝后右岸,发电站主厂房内设置 2 台立式混流式水轮发电机组,总装机容量 320 kW。文章介绍新建蒙河双墩大型水库“智能建造管理”体系设计方案,探索在当前水环境和人工智能发展背景下,实施水利工程智能建造管理的重点。

1 “智能建造管理”体系功能设计

1.1 水旱灾害防御

洪水灾害防御需在模型库和知识库的支撑下,基于数字孪生平台构成覆盖水库上下游控制断面的洪水预报系统,对水库涉及的各河系从上游到下游构建完整的自动预报体系,并可根据需

收稿日期:2025-10-14

作者简介:凌金龙(1990—),男,工程师

要对断面进行人工干预,干预后受影响的相关断面可以重新计算。依据实测的降雨、预报降雨或假定降雨,进行洪水预报,预报干支流各预报断面的洪水流量过程,对于有水位观测的断面,还需有洪水位过程。预报结果通过数字孪生平台三维引擎,在计算过程中动态显示洪水演进过程,并能输出各控制断面的洪水过程。

1.2 水资源调度

依据水库可供水量及城区生活、农业、生态等用水需求制定水量分配方案,根据来水预报模型分析水库的可调水量,各受水区根据历史用水量提交用水申请,供水调度部门根据水资源供求形势和前期供水方案执行情况,统筹考虑各方利益并经与城市水行政主管部门会商决策,以来水预报、需水预测、联合调度模型为支撑,制定以月为水量分配时间步长的年内供水计划。月计划以旬为步长,以每个日历月为调度月,旬计划以日为步长。年内供水计划经讨论通过后形成实时调度的执行基准方案。每经过一句、一月和一年后制定下一时段的方案,逐时段滚动。

1.3 农业灌溉及发电

在确保河道下游工业、生态用水需要的前提下,为解决附近灌区、库区抬田及周边约 1 960 hm² 耕地农业灌溉,并结合发电等综合利用要求,与工程措施配合,统筹调配水资源。按照城市水行政主管部门批复的水库调度运用和度汛方案,根据农业用水计划,充分参考水文预报和分析多年水文资料,引入气象预报数据,协调防洪与兴利的矛盾,确定灌区、农田不同时段供水量和水库

发电水量,保障水库下游灌区、农田用水及水库发电效益。

1.4 工程运行维护

为充分发挥工程效益,保障工程运行正常、安全,需通过工程运行管理的规范化,提高水库的防洪、城市供水等综合运用效能,强化水利管理。工程运维管理应覆盖工程运行维护管理主要业务,整体实现工程运行数据采集和控制自动化、运行管理规范化和网络化、分析处理智能化和科学化,全面提高工程运行管理的现代化管理水平。工程运行维护管理应能全面系统地掌握了解工程运行维护管理过程中各类设备设施信息、工程特征信息、设备运行信息、洪水预报信息、实时工况信息、工程维修养护信息、工程检查巡查信息、安全生产信息、视频监控信息、水质监测信息、共享水文气象等信息。应能在 BIM+GIS 支持环境下,综合展示水库水利工程的运行信息,直观、形象地展示和反映工程节点的运行情况,为工程运行维护提供全生命周期的保障。

2 “智能建造管理”体系框架设计

通过系统需求分析,根据总体方案的基本设计思路,采用先进的、科学的信息技术,搭建系统总体框架(如图 1 所示),为系统开发建设和运行维护打下坚实的基础。

根据蒙河双墩水库工程的建设目标,构建水库运行“四预”功能的智慧运行体系。主要任务包括信息基础设施建设、数字孪生平台搭建、业务应用系统开发、网络安全体系建设^[1]。

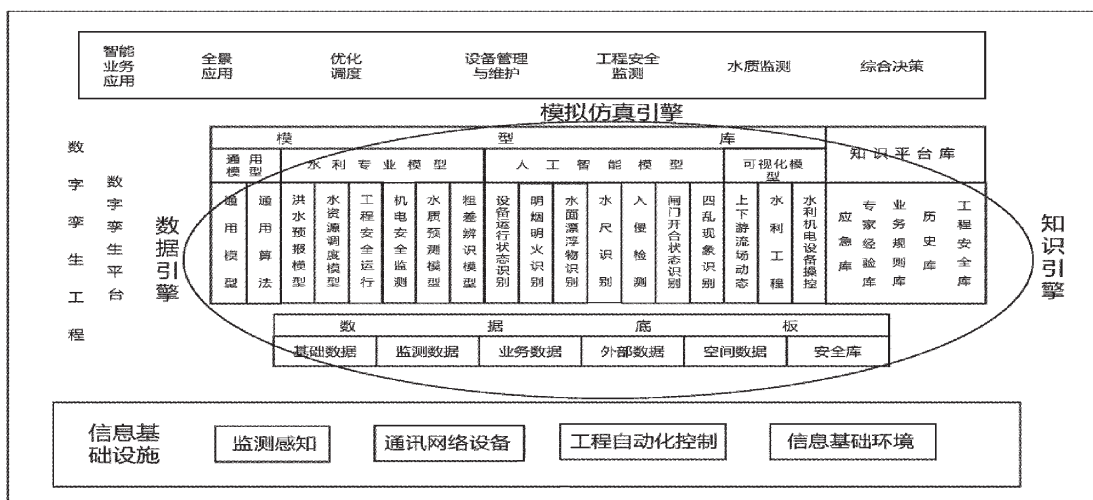


图 1 数字孪生总体框架设计图

2.1 信息基础设施建设

信息基础设施建设需要完成监测感知设施、通讯网络设施、信息基础环境等内容建设^[2]。监测感知设施为建立水库的感知体系,包括水库水位、水质监测、工程安全运行等方面的监测,为水库安全运行、防洪调度及供水安全提供数据支撑。通讯网络设施为监测感知、业务应用提供安全和通讯保障;信息基础环境包括机房建设、服务器及各类平台建设,系统将采用“顶层规划、集中建设、统一部署、分级应用”的模式,统一部署在中心机房,统筹规划机房环境、计算资源、存储资源及网络资源情况,增设 GPU 服务器,满足水利模型计算,图形处理渲染要求较高的可视化及数字模拟仿真场景需求。

2.2 数据底板建设

完成水库 L1、L2、L3 级地理空间数据底板建设。获取水库及周边约 30 km² 范围 30 m 精度的 DEM(数字高程模型)和 2 m 精度的 DOM(正射影像图)数据,建立覆盖水库大场景区域的 L1 级地理空间数据。搜集水库、上游河流、下游河流及周边约 20 km² 区域 15 m 精度的 DEM 和 1 m 精度的 DOM 数据,建立覆盖水库工程区域的 L2 级地理空间数据;建立水库 L3 级地理空间数据,涉及水库、通航节制闸、船闸和进出水闸工程管理范围和保护范围周边 2 km² 区域 5 m 精度的 DEM、0.1 m 的精度 DOM 以及 3 cm 分辨率的倾斜摄影数据,其中,水库主厂房、副厂房、引水渠、出水渠、引水闸与清污设施、出水涵闸及通航节制闸等主要建筑物建立 LOD2.0BIM,水泵、电机、启闭机、闸门、配电柜以及视频监控等机电、自动化、通信设备设施建立 LOD3.0BIM;同时融合工程属性数据、监测数据、业务数据等相关要素数据,完成水库数据底板建设,实现数据的数字化和可视化。

2.3 模型库建设

一是通用模型。通用模型为支撑系统运行的数学公式或通用算法,将各类的公式内置为函数或方法,为水利专业、人工智能模型及业务应用提供基础支撑。二是水利专业模型。针对水库运行和维护应用需求,建设水利专业模型,涉及水量精细化调度模型、水工程联合调度模型、调度预警预报模型、需水预测模型、工程安全监测预

警模型、水环境预测模型、机电安全监测模型和机电安全监测模型等内容,提升工程运行安全、供水安全和精细化调水分水能力。三是人工智能模型。通过建设智能视频闸门识别模型、语音智能识别模型、视频监控 AI 识别模型和人工智能优化调度模型,可实现人机动态识别与交互展示,提高系统的使用效率。四是可视化模型。包括水库运行调度、水工程动态仿真,机电设备操作运行(如闸门升降停,机组的开启、关闭、急停等)3 类可视化模型,实现所有模型均能实时反映工程运行情况,与工程实体进行实时数据交互,在数字孪生平台上动态可视化展示。

2.4 水利知识平台建设

依托水利知识引擎,建设防洪调度方案库、调度规则库、调度规则库、应急库、专家经验库、业务规则库、历史场景库、工程安全库等为主要内容的水利知识库。统筹梳理省内大中型水库的调度方案、工程安全、水质安全、规章制度等知识规则及标准规范,以水利知识平台为载体,形成具有实用价值的知识库,与模型平台、数据底板等集成,预留接口,提供应用服务。

2.5 智能应用系统建设

以水库安全运行管理为主要目标,完成水库全景应用、优化调度、设备管理与维护、工程安全监测、水质监测、综合决策建设,提升数字化管理能力,实现全要素数字信息场景动态化调度可视化、设备在线化、运维智能化的扩展。

3 结 语

“智能建造管理”体系框架设计需重点考虑功能需求、当前技术水平以及工程背景等,确定“智能建造管理”体系框架,同时满足可实施、可操作以及可视化等要求。在实际设计中,建议通过多方案对比,判别项目的可行性和合理性,确定方案,再对选定方案进行设计,以保证“智能建造管理”体系的技术先进性、资源适用性、项目可持续性。

参考文献

- [1] 刘耀儒,侯少康,程立,等.水利工程智能建造进展及关键技术[J].水利水电技术(中英文),2022,53(10):1-20.
- [2] 王红卫,钟波涛,李永奎,等.大型复杂工程智能建造与运维的管理理论和方法[J].管理科学,2022,35(1):55-59.

(责任编辑 崔春梅)