

大型水电站智慧坝区管理平台的问题及展望

王政军 林晓鸿 程晓飞

中国长江电力股份有限公司向家坝水力发电厂

DOI:10.12238/hwr.v8i7.5565

[摘要] 数字技术赋能下,水电站坝区监督管理工作的效率和水平得到提升,但在其智慧化进程中仍存在诸多问题与挑战。本文根据现有实践经验,对大型水电站智慧坝区平台的主要特征进行概括,提出现阶段管理平台在理论、技术与实践三个方面存在的问题。最后,本文对大型水电站智慧坝区管理平台的未来发展进行展望,以期为其智慧化转型提供参考与帮助。

[关键词] 大型水电站; 坝区管理; 智慧管理

中图分类号: TV74 **文献标识码:** A

Problems and Prospects of Intelligent Dam Area Management Platform of Large Hydropower Station

Zhengjun Wang Xiaohong Lin Xiaofei Cheng

China Yangtze power Co., Ltd. Xiangjiaba Hydropower Plant, Yibin, Sichuan Province

[Abstract] With the ability of digital technology, the efficiency and level of supervision and management in dam area of hydropower station have been improved, but there are still many problems and challenges in its intelligent process. Based on the existing practical experience, this paper summarizes the main characteristics of the intelligent dam platform of large hydropower station, and puts forward the existing problems in theory, technology and practice of the management platform at this stage. Finally, this paper looks forward to the future development of intelligent dam area management platform of large hydropower station, in order to provide reference and help for its intelligent transformation.

[Key word] Large hydropower station; Dam area management; Intelligent management

引言

近年来,“智慧电厂”、“新时代水利现代化”、“数字大坝”^[1]等概念不断被提出并实施建设,数字技术赋能水电站坝区管理成为当下趋势^[2]。随着各行业智慧化规划与建设工作的开展,大型水电站坝区管理从数字化向智慧化迈进,各已建工程均处于智慧化改造升级阶段^[3]。通过全要素的动态感知设备、高速信息传输网络、集成数据分析大脑等积极探索,将有效提高水电站非生产区域的安全监管与运行管理水平。其中,连接各层次、沟通各系统的大型水电站智慧坝区管理平台,对于动态监管、集成展示的实现发挥着核心作用。

1 水电站智慧坝区管理平台特征

水电站智慧坝区管理平台主要架构,如图所示:

根据现有实践经验,大型水电站智慧坝区管理平台主要呈现以下特征。

1.1 实时的监控预警

实时监控预警是智慧坝区管理平台的基础。通过部署各类传感器与监控设备,获取坝区地质情况等基础数据,完成模型建

立。运行过程中,通过实时采集坝区内地质变化数据、管线布置情况、各保卫分区突发事件记录、以及技防、物防、人防等设备运行参数,完成三维可视化系统的数据架构建设,实现对水电站坝区的实时监控。同时,平台监测异常变化并触发预警机制,通过预警报告、异常记录等形式,为管理人员的决策提供有力支持。智慧坝区管理平台在水电站坝区实现实时的监控预警,使得坝区的运行状态和安全状况数字化、透明化、可视化,极大地提高了坝区内缺陷与潜在风险的发现效率,以便及时采取有效措施进行处置,提升水电站坝区的安全保障能力。

1.2 高效的信息共享

高效的信息共享是智慧坝区管理平台实现管理职能的重要手段。水电站坝区内人、车、物的通行综合管理、电子巡检线路、坝区公共资源等与坝区感知系统数据深度融合,通过集成先进的调度优化算法和决策支持系统,实现对多源数据的快速处理与精准提取,为水电站坝区维护工作优化提供可能。同时,三维可视化管理系统、坝区通行巡检管理小程序、电子沙盘和后台管理系统实现信息协同,采用统一的用户登录和访问接口,在

保证用户、数据安全性的同时最大限度发挥信息共享的潜力,保证坝区日常管理工作的灵活性、时效性,为管理决策提供有力支持,实现管理效率与水平的提升。

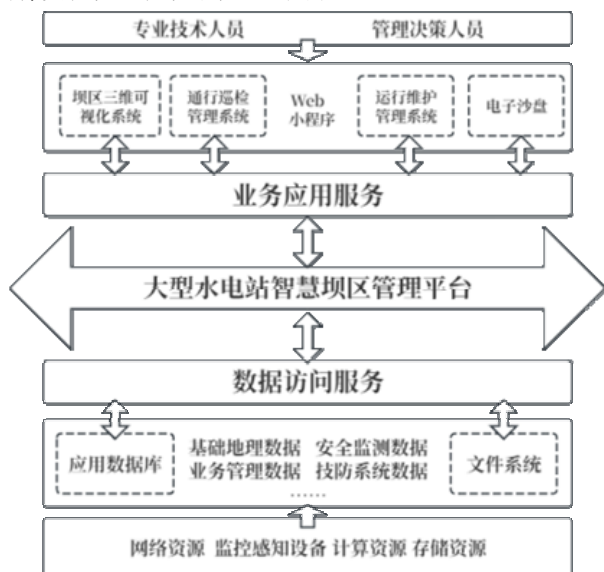


图1.1 水电站智慧坝区管理平台主要架构

2 智慧坝区管理平台存在的问题

2.1 基础理论尚不完善

在基础理论方面,水电站坝区智慧管理的概念定义、组成要素等仍有待完善。广义的智慧管理是指企业运用智慧能力对智慧资源进行系统的管理,其管理过程包括战略决策、经营组织、内涵领导、智能控制等^[4]。在水电站智慧管理领域,目前国内外研究多针对电力生产全生命周期的分析与调度,较少涉及坝区等非生产区域的运营管理,需结合水电站生产工作的特殊性,与坝区日常运营的复杂性对坝区智慧管理概念进行融合创新,逐步形成并完善包括主要特征、整体架构在内的坝区智慧管理理论体系。

2.2 关键技术有待突破

在关键技术方面,基础数据的获取对设备的精确程度要求较高,数据信息需实现由点及面的全方位覆盖;数据库的完善则依托于各类型非接触式立体监测设备的发展研究,以实现实时监控信息的动态迭代。而在信息共享方面,深度互联的物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术在水电站坝区管理的应用,将对坝区安全风险的智能决策、分级响应的产生至关重要的作用,关键技术有待实现新的突破。以“数据获取-信息共享-智能决策”为主要管理过程的坝区智慧管理技术体系有待进一步融合与链接。

2.3 应用实践缺乏经验

2.3.1 存在数据孤岛

现有水电站坝区的管理系统曾经历多次信息化升级改造。根据不同时期的管理要求与重点,视频安防系统、出入口控制系统、网络通信系统、资源管理系统等均相互独立,且信息化程度与数据标准不一。各系统的日常运行与管理运用均需耗费大量

的人力、物力,且无法满足各系统间信息数据共享的一体化管理平台建设要求,存在严重的信息不对称现象。

2.3.2 人力成本增加

水电站坝区构成复杂、变化情况多,日常巡视、人物车管理、消防管理等运维工作较为繁重,且安全风险高,对于管理人员的素质有较高的要求。在现有水电站坝区管理体系往往需要一套专业设备配备一组专业人员,人力资源成本高昂,成为水电站坝区管理从传统模式迈向数字化、智慧化的重要阻碍。

3 智慧坝区管理平台的未来展望

目前,水电站智慧坝区管理平台已经涵盖集成化数据管理、可视化管理、数字化运维等多个功能模块,实现了部分业务场景的加载,使得水电站坝区日常运行高效、便捷、可靠。然而,随着技术的不断进步和需求的不断增长,现有的智慧管理平台在功能、性能等方面仍存在较大提升空间。

3.1 扩充与完善功能接口

随着物联网、云计算、大数据等技术的不断发展,水电站智慧坝区管理平台的功能接口将不断得到扩充和完善。具体而言,一是增加设备接入能力,引入先进的通信技术,如5G、LoRa等,并结合业界前沿的通信协议,如MQTT、CoAP等,实现更多种类、更多数量设备的无缝接入,提高平台的兼容性和可扩展性,为未来新设备的接入预留充足的空间,确保平台的持续升级与优化;二是拓展环境监测范围,除传统的水文、地质条件等环境监测外,还可以增设气象、生态等监测站点,通过对风速、风向、温度、湿度等气象数据与监测植被覆盖、生物多样性等生态指标的收集,预测和应对极端天气条件,以优化水电站坝区调度策略,为水电站坝区的运行提供更加全面、细致的数据支持;三是丰富应用场景,在现有的智慧安防、智慧运维功能模块基础上,针对水电站坝区运行中的不同需求,开发更多具有针对性的应用场景,如智慧物业模块,通过集成先进的信息技术实现对坝区资产的智能化管理,包括设备的远程监控、故障预警和自动维护等,智慧消防模块则利用物联网技术,实现火灾预警和快速响应,并智能分析火灾风险、实时监测火情,自动触发报警和应急措施,提升坝区应急处理能力。

3.2 开发与挖掘平台数据

水电站智慧坝区管理平台积累了大量的实时数据和历史数据,这些数据对于提高水电站坝区的运行效率和安全性具有重要意义。因此,深入开发与挖掘平台数据是未来发展的重要方向之一。具体而言,一是进行数据挖掘与分析,利用大数据分析和机器学习等技术,深度挖掘及分析坝区日常运行数据、环境监测数据以及设备状态数据,同时在水电站坝区运维管理中,运用自然语言处理技术分析运维人员的操作记录、维修报告等文本数据,提取关键信息以辅助决策;二是完成预测与预警,通过对历史数据的分析和学习,揭示数据之间的内在联系和潜在规律,构建高精度的预测模型,实现对水电站坝区未来运行状态、出入口流量、施工动态等关键指标进行实时预测和预警,以便管理人员提前采取相应措施,避免或减少损失;三是强化智能化决策支持,

将数据挖掘和分析的结果与水电站坝区的实际运行相结合,开发智能化决策支持系统,如运行策略调整、流量调度优化等,并定期对预测与预警机制进行评估,提高决策系统的准确性与有效性,为水电站的运行提供智能化、个性化的决策方案。

3.3 发展与实现数字孪生

数字孪生是一种将物理实体与数字模型相结合的技术,可以实现对物理实体的实时监控、预测和优化。在水电站智慧坝区管理平台中引入数字孪生技术,可以实现对水电站运行状态的全面监控和精准预测。具体而言,一是实现实时监控,利用三维建模和仿真技术,建立数字孪生模型,精确还原水电站坝区的地形、地貌、设备布局等细节,实时集成水电站坝区的各类运行数据,如管线布置、水位变化、人车流量、设备运行状态等,实现对水电站设备、环境、安防等的全面模拟和可视化展示,并将坝区实际运行数据与数字孪生模型进行实时同步,实现运行状态的实时监控和预测;二是进行虚拟仿真与优化,利用数字孪生模型进行虚拟仿真和优化实验,在设计阶段与运行阶段均可用于验证新的运行策略或优化方案的有效性,为管理人员提供优化运行方式的建议,同时管理人员可通过数字孪生模型对坝区运行情况进行远程监控与远程控制,减少现场操作的风险与成本。

4 结语

在水利行业中,大型水电站占据着举足轻重的地位,其坝区的安全运行不仅关乎国家能源供应的稳定性,更是经济发展的坚实保障。水电站智慧坝区管理平台作为水电站智能化、信息

化管理的重要工具,其应用效果已逐渐凸显,为水电站的安全运行与高效管理注入了新的活力。由于水电站规模的不断扩大和运行环境的日益复杂,智慧坝区管理平台在水电站的研究及应用仍在基础理论、关键技术、应用实践等方面存在诸多亟待解决的问题。未来,通过逐步扩充与完善功能接口、深入开发与挖掘平台数据、推动发展与实现数字孪生等方面的努力,智慧坝区管理平台将在水利行业中发挥更加重要的作用。

[参考文献]

- [1]耿清华.浅谈基于大数据的智慧水电厂建设[J].水电与新能源,2018,32(10):33-35.
- [2]马洪琪,卢吉,陈豪.澜沧江流域水电站大坝智慧管理实践与展望[J].中国水利,2018,(20):7-11+19.
- [3]黄勇,贾新会,刘晓东,等.基于“BIM+”技术的水电站智慧运维管控平台[J].西北水电,2021,(04):87-91+96.
- [4]舒安稳.新形势下大型水电站智慧管理的必要性研究[J].水电与新能源,2023,37(09):1-3.

作者简介:

王政军(1990--),男,汉族,河南南阳人,本科,政工师,研究方向:水电站坝区管理。

林晓鸿(1973--),男,汉族,湖北潜江人,硕士研究生,高级工程师,研究方向:水电站坝区管理。

程晓飞(1985--),男,汉族,四川泸州人,本科,高级政工师,研究方向:水电站坝区管理。