

水电站数字化安全管理方案研究

剡 昕

(国家电投集团大坝管理中心, 陕西 西安 710000)

摘 要 传统的水电站管理方式往往依赖于人工巡检和手动记录, 这种方式不仅效率低下, 而且容易受到人为因素的干扰, 导致管理失误和安全隐患。因此, 利用现代科技手段, 特别是数字化技术, 对水电站进行精细化、智能化的管理, 已成为行业发展的必然趋势。基于此, 本研究以数字化为背景, 针对数字化在水电站的安全管理展开了研究与分析, 从水电站安全管理的现有形势来看, 分析了水电站安全管理的不足之处, 提出了数字化安全管理的方案, 从安全系统的设计到安全系统的架构, 再到安全管理功能的实施, 以期可以为水电站的数字化安全管理提供思路。

关键词 水电站; 数字化; 安全管理; 安全系统

中图分类号: TV7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0088-03

我国国民经济和社会发展的“十四五”规划及 2035 年远景目标纲要明确提出, 加快数字化发展、建设数字中国已成为重要战略方向。特别是在水利行业, 其作为经济社会的基础性行业, 推动水利工程建设管理方式变革, 实现数字化转型, 对于提高生产效率、优化资源配置、保障运行安全具有重大意义。国家电力投资集团公司(以下简称“国家电投”)在 2018 年针对水电的有关问题制定了“能源数字化智能技术的战略布局”, 明确了到 2035 年数字智能化支持产业转型的发展目标; 在 2018 年以后, 国家电投对于水电站的建设就已经开始了智慧化的建设以及智慧化的运营, 针对水电板块, 也于 2019 年开展了水电智慧化研究专项工作。

水电站是水电工程安全运行的首要条件, 一旦水电站出现任何的安全事故, 则会对水电工程的运行带来巨大的经济损失。因此, 为了保障水电站的安全运行, 就必须要做好水电站的安全管理^[1]。

1 水电站的安全管理形势

水电工程施工作业通常置身于一个复杂多变的施工环境之中, 这样的环境不仅考验着工程人员的专业技能, 也对整个施工过程的组织协调提出了极高的要求。在实际施工中, 由于水电工程往往规模庞大, 涉及多个专业领域, 因此常常是多项工作同时开工, 形成了一种多线并进、交叉作业的局面^[2]。在水电站的安全管理中, 这种复杂的施工环境和多变的影响因素使得安全管理任务变得尤为艰巨, 危险性高。

2 水电站数字化安全管理的方案

2.1 设计安全管理系统, 优化安全管理模式

大数据、云计算、物联网等新技术的应用与软件开发有力地推动了水电站的数字化发展, 但同时网络安全的管控也带来了严峻的挑战, 网络安全边界管控难度加大、暴露面和攻击风险大大增加, 对网络安全风险防控提出了更高要求。为了适应数字化转型的发展趋势, 并加强安全管理是现代化水电站管理的关键。在安全管理的前提下, 也要注重研究的开发与应用, 如何在保障业务活动的基础上加强安全系统的研究开发, 是水电站安全管理的前提要求。

从水电站安全管理的现状来看, 水电站的安全管理存在较多的问题, 为了解决有关的问题, 应用数字化技术进行安全管理是一种必然的趋势^[3]。应用数字化技术实施安全管理, 首要目的就是设计安全管理的系统。

水电站安全管理系统主要是从工程的现场安全管理内容以及工程现场的安全管理流程出发, 采用数字化的技术, 对二者进行现场的管理与控制, 可以采用“危险源+BIM”的形式进行管理, 就是将危险源信息与工程 BIM 模型关联起来, 采取可视化的危险管理与预案处理机制, 实现对水电站的虚拟+现实管理, 优化安全管理的整体模式。“危险源+BIM”形式的管理系统设计思路如下:

1. 建立安全文件与危险源信息。水电站安全管理包括多项管理活动, 比如: 特种作业设备管理、安全

组织机构人员管理、安全会议纪要管理、安全教育培训管理、安全隐患排查管理等。在数字化管理的模式下, 可以将安全管理的相关文件信息建立起系统化的管理模式, 形成在线闭环处理^[4]。系统需要以数据与事实为驱动, 建立一整套切实符合水电站生产管理需求的先进、规范、高效的信息管理平台。以一体化平台为纽带, 通过建立起可供数据交换和应用沟通的中枢系统, 变数据交换的网状结构为星型结构, 提高可靠性, 形成整体的生产管理系统体系结构; 在 BIM 技术的作用下, 平台还可以将各个危险点集中在 BIM 模型中, 将危险可视化处理, 更进一步地增强安全管理的可视化维度。

2. 建立完善现场巡检流程, 开发虚拟巡检模式。现场巡检对于水电站的安全管理至关重要, 现场巡检需要耗费大量的人力资源, 成本较大, 同时现场巡检也容易产生一些漏洞。因此, 在数字化的技术作用下, 可以通过数字化的技术, 以 GIS 技术为核心, 整合大数据技术、云计算技术以及物联网技术, 开发虚拟巡检模式, 实现水电站全站的巡检实时监控, 达到虚实结合巡检的目的, 加强巡检的风险管控。虚拟巡检系统通过 GIS 技术, 整合物联网以及大数据技术, 实现对虚拟巡检与现场巡检的结合^[5]。虚拟巡检的整体架构思路如图 1 所示。

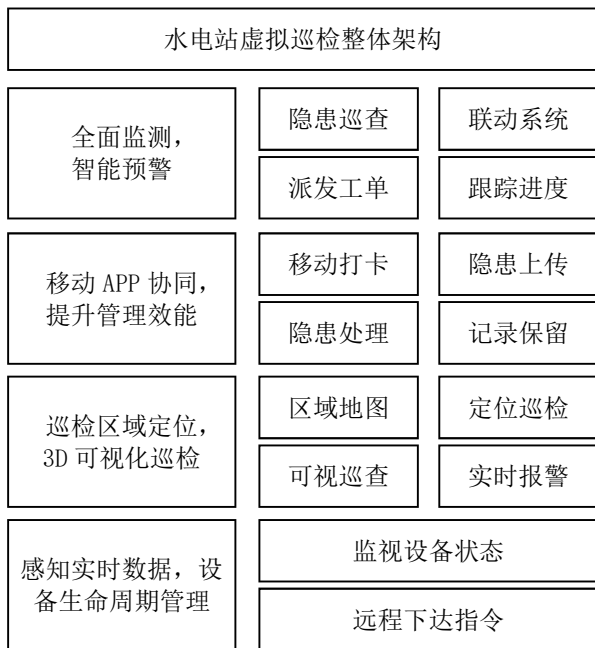


图 1 水电站虚拟巡检整体架构

虚拟巡检系统通过 GIS 技术, 整合物联网以及大数据技术, 实现对虚拟巡检与现场巡检的结合。

2.2 组建安全系统架构, 完善安全管理方案

安全系统架构可以从系统架构与技术架构两个层面进行设计和完善, 实施措施如下:

1. 系统架构层。结合水电站安全管理的内容来看, 数字化安全系统架构的系统架构层至少要包含基础设施层、数据层、支撑层、应用层、表现层等五个架构层, 通过五个架构层的协同作用, 发挥系统的作用, 实现水电站的数字化安全管理。通过系统的架构, 可以有效地将大数据技术应用到水电站的安全管理中, 实施数字化的管理, 降低管理的成本并有效提高整体管理的效率。水电站的安全系统架构层构建思路如下图 2 所示。

2. 技术架构层。在安全管理的系统架构层下, 通过系统的结构架构, 能够实现数字化的水电站安全管理, 大大简化了传统管理的劣势, 提高了水电站安全管理的效率。根据水电站安全系统架构层的结构, 可以将系统架构层分为视图技术层、模型技术层以及控制技术层三个技术架构层, 这三个技术架构层发挥不同的作用, 实现水电站安全系统的管理运行。

具体来说, 技术架构层通过视图、模型和控制的三方作用, 实现对系统架构的整体运行, 在视图、模型和控制器的三个层次中, 模型的主要作用就是用来表示在水电站业务上的数据模型和业务的一些规则, 处理业务逻辑; 视图层就是用户看到并与之交互的界面, 主要用于向用户展示信息并接受用户的输入信息; 控制层则是视图与模型之间的衔接桥梁, 接收用户的输入, 同时调用对应的模型去处理业务信息。在系统技术架构层中, 前端开发基于 JavaScript 的 react 框架, 并使用组件化的开发模式, 可以有效地实现组件的单一功能、低耦合, 有效地为平台的运行提供帮助。

2.3 实施安全管理功能, 保障安全管理效果

结合系统的架构和系统的技术运行逻辑来看, 系统的安全管理功能主要是通过安全文件与危险源管理功能、虚拟+现场巡检管理功能来实现的。基于此, 安全管理功能的实施分析如下:

1. 安全文件与危险源管理功能实施。安全文件与危险源管理功能的实施是水电站数字化安全管理的重要一环。这一功能旨在通过数字化的手段, 对水电站的安全文件进行统一管理和存储, 确保文件的完整性和可追溯性。同时, 通过对危险源的识别、评估和监控, 该功能能够及时发现潜在的安全隐患, 并采取有效的措施进行防范和应对。通过这一功能的实施, 水电站的安全管理水平将得到显著提升, 安全事故的发生率

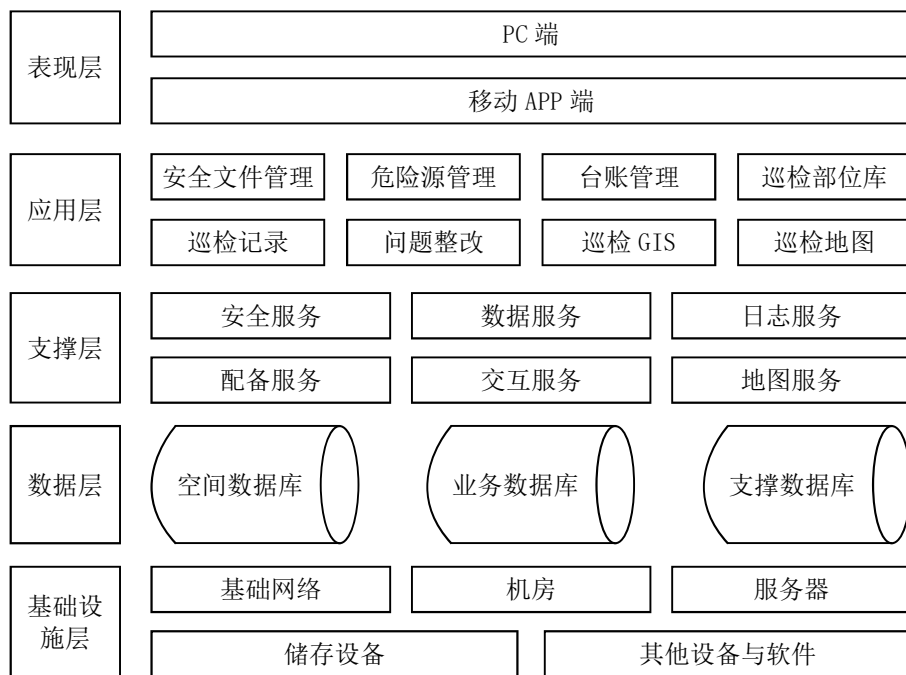


图2 水电站安全系统系统架构层构建思路

也将大大降低。

安全文件管理可以结合数字化技术,对安全制度、应急预案以及安全事故报告进行分析,给出科学的、全面的安全预测报告,大大提高安全管理的效率,实现常态化的安全管理。危险源管理通过风险评价的方式,确定危险源位置,对危险源进行量化管理,采用BIM技术,实施对危险源的实时监控,将水电站的危险源可视化,确保整体安全管理的可行性。

2. 虚拟+现场巡检管理功能实施。虚拟+现场巡检管理功能的实施是水电站数字化安全管理的另一大亮点。该功能利用虚拟现实技术,结合现场巡检的实际需求,构建了一个虚拟与现实相结合的巡检系统。通过这一系统,巡检人员可以在虚拟环境中进行模拟巡检,提前发现并解决潜在问题。同时,在现场巡检过程中,系统能够实时记录巡检数据,并进行智能分析和处理,为安全管理提供有力的数据支持。这一功能的实施不仅提高了巡检的效率和准确性,还降低了巡检成本,为水电站的安全稳定运行提供了有力保障。

虚拟管理主要是通过先进的视频监控系统以及移动App等信息化手段,实时了解水电站现场的实际情况。通过高清摄像头和传感器,可以捕捉到现场的每一个细节,包括设备的运行状态、水流的情况、环境的变化等。同时,这些实时数据会被传输到移动端,让管理人员能够随时随地掌握现场情况。此外,现场管理

还可以通过移动端设备对现场的安全、质量等方面进行监督和检查,确保水电站的安全稳定运行。

3 结束语

在当前的时代发展背景下,数字化水电站管理已成为必然的发展趋势,本文提出了一种数字化水电站管理的思路,通过BIM技术与数字化、物联网等技术的结合,实现了对水电站的整体安全管理;通过本研究系统的应用,以期可以有效地为水电站的管理提供帮助,促进水电站管理的常态化管理机制构建,提高整体管理的效率和质量。

参考文献:

- [1] 杨威,冉爱民,彭嘉畅,等.双河口水电站数字化安全监测体系研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2023(04):41-45.
- [2] 彭兵.水电站管路预制及数字化装配施工技术研究[J].中国设备工程,2022(01):216-217.
- [3] 吴虹,陈昶儒,韩冰,等.台州市小水电站安全生产一体化系统设计与探索[J].水电站机电技术,2023,46(06):73-75.
- [4] 龙秀斌,郑祥伟,王立宝.金沙水电站数字化GIS开关站选型设计与应用[J].水利水电快报,2022,43(03):94-99.
- [5] 文浩,倪婷,马青.数字化设计在果多水电站厂房中的应用[J].红水河,2023,42(02):27-31.