

信息化平台在水电站安全管理中的应用与实践

罗 伟

阿坝水电开发有限公司 四川 阿坝州 623503

摘要: 水电站安全管理具有复杂性与高风险性,要求全面且实时。传统安全管理方式依赖人工巡检、纸质记录和经验判断,存在效率低、记录易损、判断主观、信息共享不足等局限。信息化平台在水电站安全管理中优势显著,具备数据实时采集监测、处理分析能力强、便于信息共享协同及提升管理规范化标准化水平等特点。其在数据采集、传输、处理分析及应用层构建了完整架构,并在设备、人员、安全检查与隐患排查、应急管理等方面发挥重要作用,实践案例也证明了其应用效果。

关键词: 信息化平台; 水电站; 安全管理; 应用实践

1 水电站安全管理概述

1.1 水电站安全管理的特点与要求

水电站安全管理特点鲜明、要求严格。特点上,其一为复杂性。水电站涵盖水轮机、发电机等众多复杂设备与系统,各设备相互关联、协同运作,任一环节出问题都可能引发安全事故,如水轮机振动异常会波及整个机组稳定运行,威胁水电站安全。其二为高风险性。水电站多建于河流、水库附近,面临洪水、泥石流、地震等自然灾害威胁,运行中还存在触电、机械伤害、火灾等风险。一旦发生事故,会造成设备损坏、电力中断,甚至危及周边环境和居民生命财产安全。要求方面,需具备全面性,安全管理要贯穿水电站规划、设计、建设、运行和维护各阶段,确保每个环节符合安全标准。如规划设计时充分考虑地质、水文条件,合理布局设施;运行维护阶段定期检查、维修和保养设备,消除隐患。安全管理要有实时性,水电站运行状态随时变化,需实时监测设备运行参数和环境条件,及时发现异常并处理,如安装传感器监测水轮机温度、压力等参数,超限即报警通知人员。

1.2 传统安全管理方式的局限性

传统水电站安全管理方式依赖人工巡检、纸质记录和经验判断,存在诸多局限。其一,人工巡检效率低,水电站设备多且分布广,人工巡检耗时费力,难以全面细致检查,像高处或隐蔽部位设备易被遗漏^[1]。其二,纸质记录易丢失损坏,传统安全记录多为纸质,长期保存易受潮湿、虫蛀等影响,导致记录缺失,给后续安全管理和事故分析带来不便。其三,经验判断缺乏科学依据,传统管理依赖管理人员经验,对新型设备或复杂故障,仅凭经验难以准确判断和处理。另外,传统方式在信息共享和协同工作方面不足。各部门信息沟通不畅,

难以实现及时共享和协同处理,发现安全隐患时可能因信息传递不及时导致处理延误,增加事故风险。

1.3 信息化平台在安全管理中的优势

信息化平台在水电站安全管理中优势显著。第一,能实现数据实时采集监测,通过安装传感器和监测设备,可实时获取水电站设备运行参数和环境条件等信息,并传输至数据处理中心分析处理,如实时监测水轮机振动、温度、压力等参数,及时发现异常。第二,数据处理分析能力强,利用先进算法和模型,可深入分析采集数据,挖掘潜在规律和风险因素,为安全管理提供科学依据,如通过分析设备运行数据预测故障概率,提前制定维护计划。第三,便于信息共享协同工作,建立统一信息管理平台,各部门可实时获取和共享安全管理信息,协同工作。发现安全隐患时,相关人员能及时上报,各部门协同制定处理方案,提高管理效率和效果。此外,还能提升安全管理规范化和标准化水平,如制定设备巡检标准流程和规范,提高巡检质量。

2 信息化平台在水电站安全管理中的应用架构

2.1 数据采集层

数据采集层是信息化平台的基础,主要负责采集水电站的各种数据。数据采集的方式包括传感器采集、视频监控采集、人工录入等。传感器采集是最常用的数据采集方式,通过安装各种类型的传感器,如温度传感器、压力传感器、振动传感器、水位传感器等,实时采集水电站设备的运行参数和环境条件信息。视频监控采集主要用于对水电站的现场情况进行实时监控^[2]。通过安装摄像头,对水电站的设备运行状态、人员操作情况进行实时拍摄和录像,为安全管理提供直观的图像信息。人工录入主要用于采集一些无法通过传感器和视频监控获取的信息,如设备的维护记录、安全检查记录

等。相关人员可以通过信息化平台的界面，将相关信息录入到系统中，以便进行统一管理和分析。

2.2 数据传输层

数据传输层主要负责将数据采集层采集到的数据传输到数据处理与分析层。数据传输的方式包括有线传输和无线传输。有线传输通常采用光纤、以太网等方式，具有传输速度快、稳定性高的优点，适用于对数据传输要求较高的场景。例如，水电站内部设备之间的数据传输通常采用有线传输方式。无线传输主要采用Wi-Fi、ZigBee、4G/5G等技术，具有安装方便、灵活性高的优点，适用于一些难以布线的场景。为了保证数据传输的安全性和可靠性，数据传输层还需要采用加密技术、校验技术等手段。加密技术可以对传输的数据进行加密处理，防止数据在传输过程中被窃取或篡改；校验技术可以对传输的数据进行校验，确保数据的完整性和准确性。

2.3 数据处理与分析层

数据处理与分析层是信息化平台的核心，主要负责对采集到的数据进行处理和分析。数据处理包括数据清洗、数据转换、数据存储等环节。数据清洗主要是对采集到的数据进行筛选和过滤，去除异常数据，提高数据的质量。数据转换主要是将不同格式的数据转换为统一的格式，以便进行后续的分析 and 处理。数据存储主要是将处理后的数据存储到数据库中，以便进行查询和调用。数据分析主要包括统计分析、趋势分析、关联分析等。统计分析可以对采集到的数据进行统计和计算，得出各种统计指标，如平均值、最大值、最小值等，为安全管理提供基础数据。趋势分析可以对设备运行参数的变化趋势进行分析，预测设备的故障发生概率。关联分析可以分析不同数据之间的关联关系，发现潜在的安全风险因素。

2.4 应用层

应用层是信息化平台的最终呈现，主要为用户提供各种安全管理应用功能。应用层的功能包括设备安全管理、人员安全管理、安全检查与隐患排查、应急管理。设备安全管理功能可以对水电站的设备进行全生命周期管理，包括设备的台账管理、运行监测、维护保养、故障诊断等。人员安全管理功能可以对水电站的人员进行安全管理，包括人员培训、考勤管理、安全准入等。安全检查与隐患排查功能可以对水电站进行定期的安全检查和隐患排查，及时发现并消除安全隐患。应急管理功能可以在发生安全事故时，快速启动应急预案，组织应急救援工作。

3 信息化平台在水电站安全管理中的具体应用

3.1 设备安全管理

信息化平台在设备安全管理中发挥着重要作用。首先，通过建立设备台账管理系统，对水电站的所有设备进行详细记录，包括设备的基本信息、技术参数、安装位置、使用年限等。通过设备台账管理系统，可以方便地查询和管理设备信息，为设备的维护保养和更新改造提供依据。其次，利用传感器和监测设备对设备的运行参数进行实时监测，如温度、压力、振动、电流等。信息化平台可以对这些监测数据进行分析 and 处理，及时发现设备的异常情况。同时，信息化平台还可以对设备的运行状态进行评估，预测设备的故障发生概率，提前制定维护计划，避免设备故障的发生。

3.2 人员安全管理

人员安全管理是水电站安全管理的重要组成部分。信息化平台可以对水电站的人员进行全面的。通过建立人员培训管理系统，对人员的培训情况进行记录和管理。根据人员的岗位需求和技能水平，制定个性化的培训计划，提高人员的安全意识和操作技能。信息化平台可以对考勤数据进行分析 and 处理，及时发现人员的迟到、早退、旷工等异常情况，并进行相应的处理^[3]。信息化平台还可以对人员的安全准入进行管理，审核内容包括人员的培训情况、健康状况、操作资质等，确保只有具备相应条件的人员才能进入相关区域或进行作业。

3.3 安全检查与隐患排查

安全检查与隐患排查是水电站安全管理的重要环节。信息化平台可以对安全检查和隐患排查工作进行规范化、标准化管理。首先，制定安全检查和隐患排查的标准和流程，明确检查的内容、方法和要求。通过信息化平台，可以发布安全检查和隐患排查任务，指定相关人员进行检查和排查工作。在检查和排查过程中，相关人员可以通过信息化平台的移动端应用，实时记录检查和排查情况，包括发现的问题、隐患的位置、严重程度等。同时可以上传相关的照片和视频，为后续的处理提供依据。信息化平台可以对检查和排查数据进行汇总和分析，及时发现水电站存在的安全隐患和薄弱环节。对于发现的安全隐患，信息化平台可以进行跟踪管理。制定隐患整改计划，明确整改责任人、整改期限和整改措施。通过信息化平台，可以实时监控隐患的整改情况，确保隐患得到及时、有效的整改。

3.4 应急管理

应急管理是水电站安全管理的重要保障。信息化平台可以在发生安全事故时，快速启动应急预案，组织应急救援工作。建立应急预案管理系统，对水电站的各种应急预案进行存储和管理。应急预案包括火灾应急预

案、防洪抢险应急预案、水淹厂房应急预案等。通过信息化平台,可以方便地查询和调用应急预案,为应急救援工作提供指导。在发生安全事故时,可以根据事故的类型和严重程度,自动启动相应的应急预案。通过信息化平台,可以实时掌握事故现场的情况,包括人员伤亡情况、设备损坏情况、救援进展情况等。相关人员可以通过信息化平台进行沟通和协调,制定合理的救援方案,提高应急救援的效率和效果。信息化平台还可以对应急救援工作进行评估和总结。对应急救援过程中的经验教训进行总结和分析,为今后的应急管理工作提供参考。

4 信息化平台在水电站安全管理中的实践案例

4.1 案例选取与介绍

选取阿坝水电开发有限公司、小金川水电开发有限公司安全生产信息化平台建设作为实践案例。该公司实行“一套人马、两块牌子”的片区化管理模式,下属有5个电站共15台机组,设备众多、安全管理任务繁重。在引入信息化平台之前,存在着管理效率低下、风险管控不够全面、隐患排查治理不够系统化等问题,使得水电站的安全生产管理面临较大风险。为了提高安全管理水平,该片区公司引入信息化平台强化安全管理。

4.2 平台建设实施过程

该片区公司安全生产管理平台建设共有目标职责、风险管理、隐患管理、应急管理、制度化建设、教育培训、事故事件管理7大模块,建设前首先进行需求调研和分析,明确信息化平台的功能需求和性能要求。然后,选择专业的软件开发公司进行平台的开发和建设。平台建设过程中,充分考虑片区公司所属水电站的实际情况和特点,采用先进的技术和架构,确保平台的稳定性和可靠性。在平台实施推广方面,按照“边推广、边完善,边应用、边优化”的原则,该片区公司制定详细的实施推广计划,包括人员培训、数据录入、系统测试等环节。首先,对相关人员进行信息化平台的操作培训,使其熟悉平台的各项功能和使用方法^[4]。然后,将原有的安全管理数据录入到信息化平台中,确保数据的完整性和准确性。最后,对信息化平台进行全面的测试,包括功能测试、性能测试、安全测试等,确保平台能够正常运行。

4.3 应用效果评估

经过一段时间的应用,该片区公司对信息化平台的应用效果进行了评估。评估结果表明,信息化平台在安全管理中发挥重要作用。在设备安全管理方面,通过实时监测设备的运行参数,及时发现并处理多起设备故障隐患,避免设备故障的发生,提高设备的可靠性和运行效率。在人员安全管理方面,通过信息化平台的人员培训管理和考勤管理,提高人员的安全意识和操作技能,规范人员的行为,减少人为因素导致的安全事故。在安全检查与隐患排查方面,信息化平台实现安全检查和隐患排查的规范化、标准化管理,提高检查和排查的效率和效果。通过跟踪管理隐患整改情况,确保隐患得到及时、有效的整改,降低安全事故发生的风险。在应急管理方面,信息化平台在发生安全事故时,能够快速启动应急预案,组织应急救援工作,提高应急救援的效率和效果,减少事故造成的损失。

结束语

信息化平台在水电站安全管理中的应用与实践,有效解决了传统安全管理方式的诸多弊端,显著提升水电站安全管理的效率与质量。通过构建完整的应用架构,在设备、人员、安全检查与隐患排查及应急管理等多个方面发挥了关键作用。实践案例表明,信息化平台的应用切实提高水电站的安全管理水平,降低安全事故发生的风险。未来,应进一步推广和完善信息化平台在水电站安全管理中的应用,为水电站的安全稳定运行提供更有力的保障。

参考文献

- [1]吴飞.杨房沟水电站工程项目信息化系统技术应用[J].四川水利,2021,42(04):41-44+148.
- [2]范宇博,曲宪伟,张继红.水电企业设备管理信息化建设[J].能源科技,2020,18(11):61-67.
- [3]王永强,张森,谢帅,周涛.基于水电站经济运行中的信息化管理[J].长江科学院院报,2024,41(12):9-14.
- [4]谭乔凤,宋嘉伟,闻昕,曾宇轩,王浩.基于水电站经济运行中的信息化管理研究[J].水利学报,2024,55(11):1345-1355.