

水电厂电力监控系统安全防护建设

祁斌斌 潘 锋 樊宏强 张生辉 姬登云

国网甘肃省电力公司刘家峡水电厂 甘肃 永靖 731600

摘 要：电力监控系统是水电厂机组运行、工况调控与数据管理的核心载体，系统运行环境复杂、数据链路密集，长期运行过程中容易滋生各类安全隐患。本文结合水电厂监控系统的架构特点与运行模式，全面梳理硬件设备、软件程序、数据流转及运维操作中存在的短板，针对性开展多维度安全防护建设，从设备加固、系统优化、网络防护和数据保障方面完善防护手段，搭建适配水电厂生产场景的长效运维体系，有效提升电力监控系统的安全运行水平。

关键词：水电厂；电力监控系统；网络安全；安全防护；运维管理

引言：电力监控系统承载水电厂全部生产监测与设备控制业务，系统运行的稳定状态直接关系电站生产秩序。水电厂现场高湿、强电磁干扰的特殊环境，会持续影响监控软硬件、网络链路与数据传输的可靠性。随着系统集成度与网络化程度持续提升，各类隐性安全风险不断增多。通过梳理系统运行特征与各类安全风险来源，搭建系统化安全防护架构、完善常态化运维模式，可以持续优化监控系统运行环境，保障电厂生产体系平稳运转。

1 水电厂电力监控系统整体架构与运行特征

1.1 水电厂电力监控系统组成结构

水电厂电力监控系统是支撑电站设备运转、工况监测与状态调控的综合性平台，整体架构划分清晰、功能模块分工明确。系统涵盖现场采集设备、前置处理单元、后台监控平台与配套辅助设备等多个模块。现场采集设备布置于机组、开关站及辅机设备区域，负责各类运行工况信息的实时采集与上传。前置处理单元承担数据整理、格式转换与初步筛选工作，保障原始数据具备可用的传输条件。后台监控平台依托服务器与操作终端完成数据汇总、画面展示与指令下发。功能模块相互配合，搭建完整的监测与控制链路，支撑水电厂电力设备的常态化稳定运转^[1]。

1.2 电力监控系统层级运行模式

电力监控系统采用分层级的运行架构，不同层级承担独立的工作职能，形成逐级联动的运行体系。现场设备层聚焦前端工况感知与指令执行，直接对接一次设备与辅助机电设备。数据处理层负责接收底层上传信息，完成数据规整与逻辑判断，为上层调控提供数据支撑。监控管理层实现人机交互、工况展示、参数调控与状态值守，完成整体运行状态的统筹管控。各层级保持独立

运行状态，可规避单一层级异常造成的整体瘫痪。层级间的有序联动，让监控作业更加规范有序。

1.3 监控系统数据传输与交互特征

水电厂监控系统的数据流转具备连续性、高频次、多类型的鲜明特点。设备运行参数、状态信号、告警信息等数据保持不间断上传，形成稳定的数据流转链路。不同类型数据的传输时效存在差异，实时工况数据传输频次更高，保障调控动作的及时性。系统内部存在双向数据交互机制，上行数据反馈设备真实工况，下行数据传递调控操作指令。数据交互覆盖全厂机电设备，交互节点数量多、链路分布广，整体数据运行体系具备明显的网络化、密集化特征。

1.4 水电厂监控系统运行环境特点

水电厂厂区作业环境相对特殊，给监控系统稳定运行带来专属影响。设备多布置于厂房内部、廊道及户外点位，空气湿度整体偏高，容易对电子设备与线路链路造成侵蚀。厂区机组启停、负荷波动会形成电磁干扰，影响信号传输的纯净度。现场设备长期处于不间断运行状态，系统承载负荷保持高位。复杂的现场环境对监控系统硬件稳定性、软件可靠性及网络安全性提出更高标准，也让安全防护建设成为电站运维工作的重点内容。

2 水电厂电力监控系统安全隐患与风险成因

2.1 系统硬件设备存在的安全隐患

水电厂电力监控系统硬件设备长期处于复杂厂区环境，运行状态容易受到外界条件干扰。现场采集终端、通信装置、服务器等设备常年承受潮湿水汽与电磁扰动，元器件老化速度会出现加快趋势。部分设备服役周期较长，内部硬件性能出现衰减，运行稳定性逐步下降。设备外置接口长期暴露在作业环境中，防护强度不足，会出现接触不良或信号异常等问题。硬件配套防护

结构出现老化破损后, 外界环境杂质容易侵入设备内部, 引发线路故障与模块异常^[2]。硬件设备存在的隐性故障难以即时察觉, 会持续削弱监控系统运行基础, 埋下安全运行隐患。

2.2 系统软件与程序运行安全缺陷

监控系统软件程序是实现数据处理与功能调控的核心载体, 运行过程存在多处隐性缺陷。系统程序长期运行会积累冗余数据与程序漏洞, 漏洞未得到及时处置, 会拓展非正常访问的侵入渠道。软件版本更新节奏滞后, 老旧程序模块适配性不足, 和新增功能模块存在兼容冲突。程序运行过程会出现后台进程卡顿、数据读取异常等问题, 干扰工况判断与指令执行精度。部分后台程序权限划分粗放, 访问与操作权限约束力度不足, 容易出现误操作带来的程序紊乱问题, 影响系统整体运行可靠性。

2.3 数据传输与存储环节安全风险

监控系统数据流转链路繁杂, 传输与存储阶段存在多处安全薄弱点。数据传输依托厂区网络链路完成, 传输节点分布零散, 链路节点防护力度参差不齐。数据传输过程缺少严密的隔离与防护手段, 数据内容存在被篡改、窃取的可能性。数据存储依托固定服务器完成, 存储分区管理不够精细, 重要运行数据与普通日志数据混合存放。存储介质长期连续运行, 磁盘坏道、数据丢失等问题时有发生。数据备份机制不够完善, 备份频次与覆盖范围存在短板, 故障发生后难以完整恢复原始运行数据。

2.4 运维管理与操作层面安全漏洞

运维管理体系的不完善会持续诱发人为层面的安全问题。日常运维工作侧重故障抢修, 常态化隐患排查力度不足, 细微安全漏洞长期留存于系统内部。岗位操作规范落实不够严格, 部分操作人员存在随意登录、违规操作等行为, 打乱系统正常运行逻辑。操作日志记录不够细致, 部分操作行为无法溯源, 问题出现后难以精准定位诱因。运维培训体系不够完善, 人员对新型安全风险的辨识能力不足。管理层面的疏漏会逐步放大系统安全缺陷, 降低监控系统整体安全防护水平。

3 水电厂电力监控系统安全防护建设内容

3.1 硬件设备安全防护加固建设

硬件设备是电力监控系统稳定运行的物理基础, 针对性加固建设可以从源头规避设备故障引发的安全问题。结合水电厂潮湿、多电磁干扰的现场环境, 对终端采集设备、通信装置、服务器等硬件设施开展防护改造。对设备外露接口与线路布设防护结构, 阻隔水汽、

粉尘等外界杂质侵入设备内部, 降低线路老化与模块故障的发生概率^[3]。定期开展老旧硬件筛查与更替工作, 替换性能衰减、稳定性不足的服役设备, 维持硬件整体运行状态。完善设备安装固定结构, 强化厂区复杂工况下的设备抗干扰能力。落实硬件设备专项防护改造, 能够筑牢监控系统物理运行基础, 减少硬件层面安全隐患的滋生。

3.2 软件系统与程序安全优化建设

软件系统的安全优化聚焦程序漏洞修复与运行规范升级, 提升系统后台运行的稳定性。建立常态化软件巡检机制, 每月开展一次全方位漏洞扫描与冗余数据清理, 定期扫描后台程序漏洞, 清理系统运行产生的冗余数据, 阻断外部非法访问的侵入通道。有序推进软件版本迭代更新, 统一各功能模块程序版本, 化解新旧程序的兼容冲突问题。细化系统权限分级机制, 根据岗位工作内容划分操作权限, 严控后台核心功能的访问范围, 规避误操作与越权操作带来的程序紊乱。优化后台运行逻辑, 改良数据读取与进程运行模式, 减少程序卡顿、数据异常等问题, 持续提升软件系统的运行可靠性。

3.3 数据安全传输与防护体系搭建

数据安全建设围绕传输、存储两大核心环节开展, 补齐数据运行阶段的防护短板。优化厂区网络传输链路结构, 规整零散传输节点, 统一链路防护标准, 缩小网络防护差异。增设数据加密防护手段, 对工况数据、调控指令等关键信息做加密处理, 杜绝数据篡改、窃取等安全问题。优化服务器存储分区模式, 分类存放核心运行数据与普通日志信息, 实现数据精细化管理。完善数据备份机制, 扩充备份覆盖范围, 合理规划备份频次, 保障系统出现故障后可以完整恢复有效数据, 守住监控系统数据运行安全底线。

3.4 网络边界安全隔离与防护部署

网络边界是监控系统抵御外部风险的关键防线, 科学部署防护措施可以阻断外网与非法链路的侵入风险。合理划分系统网络区域, 区分生产控制区域与辅助运行区域, 落实区域隔离机制。增设边界防护设备, 强化网络出入口的监测与拦截能力, 筛查异常访问行为与恶意网络请求。优化网络访问规则, 严格约束跨区域访问通道, 杜绝无授权的网络接入。定期梳理网络链路接入端口, 关闭闲置无用端口, 减少网络风险入侵点位。系统化的网络边界部署, 能够构筑稳定的网络防护屏障, 保障监控系统网络环境安全稳定。

4 水电厂电力监控系统安全防护长效运维体系

4.1 系统安全常态化运维机制构建

电力监控系统安全防护无法依靠阶段性整改实现长效稳定,成熟完备的运维机制是系统持续可靠运行的根本保障。结合水电厂厂房潮湿、电磁干扰复杂、设备连续运行的现场条件,搭建适配厂区工况的常态化运维流程^[4]。运维工作覆盖硬件工况检查、软件状态核验、网络链路监测等关键模块,覆盖系统运行全维度内容。设置每日巡查、每周详查、每月专项督查的三级运维模式,按照设备损耗规律与运行负荷差异,划分不同巡检频次与检查深度,细化日常巡查、周期排查、专项督查的工作内容。明确各环节查验标准与工作重点,规范运维作业流程。完整记录设备运行状态与运维台账,依托长期积累的运行数据优化运维策略,持续夯实系统安全运行基础。

4.2 安全防护权限与操作规范管理

电力监控系统多数人为安全问题,源于权限划分模糊与作业操作的随意性。结合岗位职能差异搭建分级权限体系,严格区分数据查看、参数修改、远程操控、设备调试等操作权限,杜绝跨职能超限作业。细化系统登录、数据调取、参数变更、指令下发的标准化流程,明确每一项操作的执行标准与约束边界。建立动态权限管理模式,及时清理闲置账号,根据岗位调整及时更新权限配置,规避权限冗余带来的安全漏洞。完善操作日志留存与追溯机制,让每一项系统操作都可精准溯源,从管理层面降低人为操作带来的安全隐患。

4.3 安全隐患排查与问题处置机制

稳定的隐患处置流程能够持续补齐监控系统安全短板,阻断风险累积扩散。针对硬件设备、软件程序、网络链路、数据存储等关键环节开展全域排查,重点挖掘隐蔽性强、潜伏期久的安全缺陷。对排查发现的各类隐患进行分类登记,区分风险等级与影响范围,匹配对应的整改手段与处置流程。逐项落实整改举措,修复系统漏洞与设备异常问题。整改完成后开展复核核验工作,确认隐患彻底清除,避免缺陷反复出现。闭环式的排查处置模式能够持续净化系统运行环境,维持监控系统的

稳定运行状态。

4.4 运维人员安全素养与技能管控

运维队伍的专业能力与安全意识,决定防护体系的落地质量与运行实效。搭建常态化的技能培育模式,每年开展不少于6次专项培训,围绕系统架构、安全防护重点、隐患识别方式、常见故障处置开展系统化教学。引导运维人员树立严谨的作业思维,规范日常操作行为,弱化经验化作业带来的不确定性。配套搭建常态化考核机制,每半年开展一次安全技能考核,核验人员实操能力与安全认知水平,推动专业技能稳步提升^[5]。持续更新培训内容,适配系统迭代升级与防护模式更新,让人员作业能力适配现场运维需求,稳固电力监控系统安全防护的人力支撑。

结束语

水电厂电力监控系统安全防护属于持续性、系统性的建设工作,单一环节的防护整改无法满足长期运行需求。结合系统软硬件、数据传输、网络边界存在的各类风险点,落实全方位的安全加固与防护建设,补齐系统运行中的各类安全短板。通过完善常态化运维机制、规范操作权限、健全隐患处置流程、强化人员专业素养,全方位筑牢监控系统安全屏障,保障水电厂电力监控业务稳定、可靠、有序开展。

参考文献

- [1]郭贵彬,宋达田.水电厂电力监控系统安全防护建设[J].水电站机电技术,2023,46(10):109-110.
- [2]宗和刚,赵频嫣,沈唯羽,等.论水电厂电力监控系统安全防护建设[J].云南水力发电,2023,39(3):316-321.
- [3]曾体健.水电厂电力监控系统网络安全防护体系建设探析[J].水电站设计,2022,38(1):18-19.
- [4]赵亮.水电厂电力监控系统的信息安全防护策略分析[J].集成电路应用,2024,41(1):332-334.
- [5]傅水祥.华光潭水电厂电力监控系统网络安全防护建设研究[J].水电站机电技术,2023,46(10):42-44.