

水电厂监控系统整体试验方式优化

浦璐妮

金安桥水电站有限公司 云南 丽江 674100

摘要:水电厂监控系统对保障电厂安全稳定运行意义重大,其整体试验方式的科学性直接影响系统可靠性。当前,试验流程规范性不足、效率低下、安全风险较高等问题制约着监控系统性能提升。为解决这些问题,通过建立标准化试验流程体系、引入自动化试验技术、加强安全管理及优化资源配置等策略,可显著改善试验效果。实践表明,优化后的试验方式有效提高了试验效率与安全性,保障了监控系统稳定运行,为水电厂智能化发展提供了有力支撑。

关键词:水电厂;监控系统;整体试验方式;优化

引言

随着电力行业智能化、数字化转型加速,水电厂监控系统作为保障电厂安全、高效运行的核心,其试验准确性与可靠性愈发关键。然而,当前水电厂监控系统整体试验普遍存在流程不规范、效率低、安全风险高等问题,难以满足现代化水电厂的运维需求。在此背景下,亟需对试验方式进行优化。本文通过深入分析试验现状,针对性提出标准化流程构建、自动化技术应用等优化策略,旨在提升试验质量与效率,为水电厂监控系统稳定运行筑牢根基。

1 水电厂监控系统概述

水电厂监控系统作为现代水电厂实现高效、安全运行的核心技术体系,集数据采集、传输、处理及控制功能于一体,以计算机网络和自动化技术为依托,构建起覆盖全厂的智能化管控平台。系统通过分布在水轮发电机组、变压器、断路器、闸门等关键设备的各类传感器,实时采集电气量、非电气量数据,涵盖电压、电流、有功功率、水位、温度等关键参数,将物理信号转化为可传输的电信号或数字信号,借助光纤、电缆等通信介质传输至监控中心。监控中心的主控单元基于数据采集与监视控制系统(SCADA)软件,对海量实时数据进行分析处理,通过可视化人机界面以动态曲线、数据表格、模拟图等形式直观呈现电厂运行状态。借助先进的算法模型,系统可对设备运行趋势进行预测,精准识别异常工况,例如通过监测轴承温度的变化率判断是否存在润滑不良或机械故障,及时发出预警信息。依据预设控制策略,对设备进行远程调节与操作,如自动调整水轮机导叶开度以优化发电效率,协调多台机组的负荷分配,确保全厂发电运行处于最佳工况。水电厂监控系统采用分层分布式架构设计,分为现地控制层与厂级控制层。现地控制单元(LCU)部署于各设备现场,负

责本地数据采集与初步处理,具备独立控制能力,保障在网络故障时设备仍能维持基础运行;厂级控制层则从全局视角统筹协调,实现全厂设备的集中管理与优化调度。系统的冗余配置和故障自诊断功能,有效提升了运行可靠性,即使部分硬件或软件出现故障,备用模块也能无缝切换,确保监控功能不间断,为水电厂稳定运行和经济效益最大化提供坚实的技术支撑。

2 水电厂监控系统整体试验方式现状分析

2.1 试验流程规范性不足

水电厂监控系统整体试验流程的规范性缺失,根源在于复杂系统架构与多环节协同需求的矛盾。监控系统涵盖数据采集、通信传输、逻辑控制等多个子系统,各子系统间存在紧密的耦合关系,而试验流程未针对这种特性进行精准设计。以某百万千瓦级水电厂为例,在监控系统升级后的整体试验中,由于缺乏统一的流程规范,不同技术团队对试验步骤的理解存在偏差,导致数据采集模块的试验在通信传输模块未完全调试完成的情况下展开,最终因通信链路不稳定致使采集数据大量丢失,试验被迫中断。试验流程缺乏标准化操作细则,使得试验过程难以保证一致性。监控系统包含众多功能模块,每个模块的试验都需要特定的操作条件和参数设置。在实际试验中,部分技术人员凭借个人经验进行操作,对于传感器校准、控制指令发送频率等关键参数设置随意,导致不同批次的试验结果缺乏可比性。例如,在调速器控制功能试验中,不同试验人员对指令触发阈值的设定存在差异,使得试验结果无法准确反映调速器的真实性能,给后续系统优化带来极大困扰。试验流程未充分考虑系统运行的动态特性,对于一些需要在特定工况下才能暴露的问题,往往无法通过现有试验流程有效检测。如在电网频率波动较大时,监控系统的频率调节功能响应情况,常规试验流程因未模拟复杂工况,难

以发现潜在的调节延迟或超调问题,影响了系统整体性能的评估^[1]。

2.2 试验效率低下

水电厂监控系统整体试验效率低下,主要受制于系统复杂性与传统试验手段的局限性。监控系统涉及大量设备和软件,其运行状态受到多种因素影响,传统的逐一测试方式无法满足快速试验的需求。在一次监控系统整体试验中,仅对数据采集设备的功能测试就需要依次连接数十个传感器,每个传感器都要进行参数设置、数据读取和准确性验证,整个过程耗时长达数天,严重影响了试验进度。传统试验方式缺乏有效的自动化手段,大量重复性工作依赖人工操作,不仅容易出现人为失误,还极大地浪费了人力资源。例如,在进行控制指令下发与反馈验证时,技术人员需要手动输入指令,然后在众多监控画面中查找反馈信息,整个过程繁琐且效率低下。试验过程中的信息交互不畅也进一步降低了试验效率。监控系统试验涉及多个专业领域,不同专业人员之间的信息传递存在延迟和误差。在一次故障模拟试验中,电气专业人员设置好故障点后,自动化专业人员未能及时获取准确信息,导致对监控系统故障响应功能的测试出现偏差,不得不重新进行设置和试验,浪费了大量时间。试验数据的处理和分析也较为滞后,传统的人工记录和分析方式难以快速从海量数据中提取关键信息,无法为试验优化提供及时有效的支持。如在对监控系统运行稳定性试验后,技术人员需要花费大量时间对试验数据进行整理和计算,才能判断系统是否满足要求,这种滞后性严重影响了试验进度和系统优化的及时性。

2.3 试验安全风险较高

水电厂监控系统整体试验面临较高的安全风险,主要源于系统的特殊性和试验环境的复杂性。监控系统直接关系到水电厂的安全稳定运行,试验过程中任何操作失误都可能引发严重后果。在对监控系统控制功能进行试验时,若错误的控制指令被下发到实际运行设备,可能导致机组异常停机、电网波动等重大事故。某水电厂在一次监控系统升级试验中,因误操作将错误的负荷调节指令发送至机组,致使机组出力瞬间大幅波动,险些引发电网连锁反应,造成不可估量的损失。试验过程中对系统的频繁操作可能破坏系统的稳定性,导致数据丢失或系统崩溃。例如,在进行软件升级试验时,由于未做好数据备份和系统保护措施,升级过程中出现故障,导致部分历史运行数据丢失,给后续的系统分析和故障排查带来极大困难。试验环境的不确定性也增加了安全风险。水电厂现场环境复杂,电磁干扰、温湿度变化等

因素都会对试验结果产生影响,同时也可能威胁试验设备和人员安全。在进行通信功能试验时,强电磁干扰可能导致通信信号中断或数据传输错误,使试验结果失真。试验过程中涉及的高压设备和复杂电气回路,若安全防护措施不到位,容易引发触电、设备短路等事故。例如,在对监控系统电源模块进行试验时,由于未正确设置接地保护,导致试验人员遭受电击,给人身安全带来严重威胁。试验过程中缺乏有效的风险预警机制,无法及时发现潜在的安全隐患,使得安全风险进一步加剧^[2]。

3 水电厂监控系统整体试验方式优化策略

3.1 建立标准化试验流程体系

(1) 标准化试验流程体系的构建需围绕水电厂监控系统全生命周期试验需求,针对系统设备调试、升级改造、故障修复后的性能验证等不同场景,制定覆盖试验准备、执行、结果分析全流程的标准化操作指南。明确各环节关键节点,如在试验准备阶段,需对系统架构、设备参数、历史数据进行全面梳理,确保试验基础数据完整且准确,为后续工作奠定坚实基础。(2) 细化各试验步骤的具体操作规范,针对数据采集、信号模拟、功能测试等核心环节,制定详细参数设置标准与操作细则。以模拟电网频率波动测试为例,需精确规定频率变化范围、变化速率及持续时间,使不同试验人员执行同一试验时,能遵循统一标准,有效避免因操作差异导致的试验结果偏差,提升试验结果的可比性与可靠性。

(3) 建立标准化的试验文档模板与记录规范,要求对试验过程中的原始数据、异常现象、处理措施等信息进行完整记录。运用数据分析工具对试验结果进行深度挖掘,提炼关键指标与性能参数,形成标准化的试验报告。通过长期积累与分析,不断优化试验流程,使其适应技术发展

3.2 引入自动化试验技术

(1) 自动化试验技术的引入旨在解决传统人工试验效率低、重复性劳动多的问题。基于水电厂监控系统复杂的功能架构与海量数据交互特点,开发自动化试验平台,利用脚本编程与智能算法实现试验任务的自动调度与执行。该平台可依据预设试验方案,自动完成信号注入、数据采集、结果比对等操作,大幅减少人工干预,降低人为误差,显著提升试验效率与准确性。(2) 将自动化试验技术与虚拟仿真技术深度融合,构建水电厂监控系统虚拟试验环境。通过模拟真实运行工况,包括正常运行、异常故障、极端工况等场景,在无实际设备启停风险的情况下,对监控系统的各项功能进行全面测试。例如,模拟水电站突然甩负荷工况,观察监控系统

的保护动作逻辑、数据采集与传输的及时性与准确性,提前发现潜在问题,优化系统性能。(3)利用自动化试验技术的实时监测与反馈功能,对试验过程进行动态调整。当监测到试验数据出现异常波动或偏离预期时,系统自动触发预警机制,并根据预设规则调整试验参数或终止试验,避免因错误试验条件导致设备损坏或试验结果失真。通过对大量自动化试验数据的分析,总结系统性能规律,为监控系统的优化升级提供数据支撑^[3]。

3.3 加强试验安全管理

(1)试验安全管理需贯穿水电厂监控系统试验全过程,从试验环境安全、设备安全到人员安全进行全方位把控。在试验场地布置方面,合理规划设备摆放区域,确保试验设备与运行设备保持安全距离,设置明显的安全警示标识,防止试验过程中误碰运行设备引发安全事故。对试验设备进行定期维护与检查,确保其处于安全可靠运行状态。(2)针对试验过程中可能出现的电气风险、数据风险等,制定详细的风险防控措施。在进行电气试验时,严格执行停电、验电、接地等安全操作程序,配备必要的绝缘防护用具,保障试验人员人身安全。在数据交互试验中,采取数据加密、访问权限控制等技术手段,防止试验数据泄露或被篡改,保护监控系统数据安全与运行稳定。(3)建立完善的应急预案体系,针对试验过程中可能出现的突发故障、设备损坏、系统异常等情况,制定相应的应急处置流程。定期组织试验人员开展应急演练,使其熟悉应急预案内容与操作流程,确保在突发情况下能够迅速、有效地采取措施,降低事故影响范围与损失程度,保障试验工作安全有序进行。

3.4 优化试验资源配置

(1)优化试验资源配置首先需对水电厂监控系统试验所需的人力、物力、财力资源进行全面评估与梳理。根据试验任务的规模、复杂程度及技术要求,合理调配试验人员,组建专业互补、技能均衡的试验团队。对试验设备进行分类管理,明确各类设备的适用范围与性能

指标,根据试验需求优先调配性能匹配、状态良好的设备,避免资源闲置与浪费。(2)引入资源管理信息化平台,实现试验资源的动态监控与智能调配。该平台可实时记录设备使用状态、人员工作负荷等信息,通过数据分析与算法优化,为资源调配提供科学决策依据。例如,当某类试验设备使用频率过高时,平台自动提示进行设备维护或调配备用设备,确保试验工作不受设备故障影响。根据人员技能水平与工作进度,合理分配试验任务,提高团队整体工作效率。(3)加强试验资源的共享与协同,打破部门与专业之间的壁垒。建立试验资源共享机制,促进不同项目、不同团队之间的设备借用、数据共享与技术交流。通过资源共享,不仅能够降低试验成本,还能拓宽试验思路,提升试验技术水平。例如,不同水电站之间可共享监控系统试验数据与经验,共同解决试验过程中遇到的共性问题,实现资源利用效益最大化^[4]。

结语

综上所述,水电厂监控系统整体试验方式的优化,有效解决了当前试验流程不规范、效率低、风险高的问题。标准化流程体系的建立、自动化技术的引入等策略,显著提升了试验的规范性与安全性,大幅提高了工作效率。未来,随着技术不断发展,还需持续探索更先进的试验技术与管理模式,进一步完善水电厂监控系统试验体系,以适应水电行业高质量发展的新要求。

参考文献

- [1]王凌志.水电厂监控系统网络安全防护[J].中国高新科技,2023(8):37-39.
- [2]李鹏.水电厂监控系统信息安全防护优化研究[J].四川水力发电,2023,42(4):85-89,113.
- [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]许松娜.大型水电厂监控系统的集控运行对策研究[J].百科论坛电子杂志,2021(15):3077.