

水电站微机监控系统的运用分析

魏传毅 郭非易

中国水利水电第七工程局 四川 眉山 620860

摘要: 本文聚焦水电站微机监控系统,深入剖析其运用情况。系统概述部分阐述其以计算机为核心,由现地、厂站、调度控制层构成,目的是提升水电站自动化水平。运用现状表明,国内大小水电站广泛应用,大型如糯扎渡电厂推进国产化改造,小型电站部分存在技术缺陷,国际上我国积极输出技术。关键技术涵盖数据采集与处理、监控软件与算法、网络通信技术。运用效果显著,提高运行效率,实现实时监控与自动控制;降低运行成本,通过能耗管理与故障预警;保障安全稳定运行,借助故障预警、事故追忆和自动保护功能,对水电站的现代化发展意义重大。

关键词: 水电站;微机监控系统;应用问题与策略

引言

在能源领域,水电站作为电力生产的关键环节,它的运行效率和稳定性始终是行业关注的焦点。以往,传统的水电站控制方式存在不少短板,比如响应速度慢、控制精度低,难以契合现代电力生产对高效、安全、稳定的严苛要求。随着科技日新月异,水电站微机监控系统顺势而生,成为推动水电行业向前发展的关键因素。该系统借助先进的计算机技术和自动化控制手段,实现了对水电站电能生产过程的全方位、精细化把控,从机组的启停操作,到发电过程中的参数调节,都能精准管理。从系统构成来看,主要有现地控制层、厂站控制层和调度控制层,各层分工明确又共同配合;在关键技术的应用上,数据采集与处理、监控软件与算法、网络通信等技术一应俱全;在实际运用方面,国内外诸多水电站已广泛采用。

1 水电站微机监控系统概述

水电站微机监控系统,是借助数字电子计算机对水电站电能生产过程实施控制的关键系统。它的核心目的在于全方位提升水电站的自动化水平,确保供电质量稳定,增强安全运行能力,提高劳动生产率和经济效益。在该系统中,电子计算机取代传统自动控制里的控制器和控制方法,让控制过程更科学、灵活且及时,相较于传统自动控制,要具备明显的优越性和更高经济效益,是传统自动控制技术与计算机技术融合的结果。水电站微机监控系统的发展历程,从人工监控,到电话调度和远动化(遥测、遥信、遥调、遥控)监控,再到如今以计算机为核心、现代数据通信为基础的计算机监控系统,每一次变革都推动着水电厂自动化迈向新高度。从系统构成来看,主要分为现地控制层、厂站控制层和调度控制层。现地控制层由机组LCU、公用LCU、开关站

LCU和闸门LCU等设备组成,各设备分工明确,像机组LCU负责监控水轮发电机组,公用LCU管控水电站公用设备。这一层的整体功能涵盖数据采集与处理、安全运行监视、控制和调节等,例如实时采集电流、电压等数据,监控机组运行状态,一旦发现异常及时报警处理^[1]。厂站控制层设备包括数据采集服务器、操作员工作站等,承担着数据采集与处理、实时调节及控制等任务,如操作员工作站可实现开停机顺序控制。调度控制层则通过调度通讯服务器等设备,实现与上级调度中心的沟通,接收并处理调度指令,调整水电站运行状态。

2 水电站微机监控系统的运用现状

在国内,水电站微机监控系统的应用已十分广泛。从大型水电站到小型水电站,都在积极引入这一技术以提升自身运行效率和管理水平。大型水电站方面,像糯扎渡电厂,其第一代计算机监控系统运行超10年,设备老化、故障率增加,维护成本上升,且大量采用外国品牌软硬件设备,面临供应链中断和技术封锁风险。于是,电站响应“数字新基建”战略,启动国产化改造项目。改造过程困难重重,涉及大量高风险作业,安全风险极高。但计算机监控班成员不畏艰难,通过精心规划和紧密协作,提前一个月完成监控系统机房建设、上位机联合开发等工作,2025年2月12日首台监控系统国产化改造机组顺利并网交机,为能源行业数字国产化转型打造了“糯扎渡样板”。小型水电站领域,自20世纪90年代起,许多小型水电站陆续实施计算机监控和自动化改造。在已改造的电站中,大部分采用以计算机监控为主、常规设备为辅方式(CBSC方式)或全计算机监控方式,技术水平处于20世纪末至21世纪初。不过,仍有部分小型电站的计算机监控和自动化系统存在缺陷,少数问题严重影响电站正常运行。比如一些小型电站的计算

机监控系统及自动化元件出现故障,导致计算机监控系统只能监视,无法控制,需依靠常规系统维持发电。在国际上,我国企业也在积极拓展海外市场,将水电站微机监控系统技术输出。比如南瑞水电承建的赞比亚下凯富峡水电站计算机监控系统项目,采用以ssj-3000型计算机监控系统为基础的解决方案和全套设备,获评联合国工业发展组织国际小水电联合会“中外水电国际合作优秀案例(2024年)”,这不仅提升了南瑞在水电领域的国际影响力,还带动国产自主水电产品“走出去”,促进了赞比亚清洁能源的开发利用。

3 水电站微机监控系统的关键技术分析

3.1 数据采集与处理技术

在水电站微机监控系统中,数据采集与处理技术是确保系统稳定运行的基础,主要涉及传感器技术和信号处理技术^[2]。(1)传感器技术是数据采集的关键。水电站运行时会产生大量物理量,如温度、压力、流量、振动等,传感器的作用是把这些物理量转化为电信号,以便后续处理。比如,在水轮发电机组中,温度传感器用于实时监测轴承、绕组等部位的温度,为设备安全运行提供了关键数据。智能传感器技术的应用,不仅提高了数据采集的精度,还能通过物联网技术与中央数据平台相连,实现设备状态的远程实时监控。其监测数据也为人工智能算法提供了输入,有助于系统更准确地诊断设备状态和潜在问题。(2)信号处理技术是对传感器采集到的原始信号进行加工和优化。由于实际运行环境复杂,传感器采集的信号可能夹杂着噪声和干扰,这就需要信号处理技术来提高信号质量。通过滤波技术,可以去除信号中的高频或低频噪声,使有用信号更加清晰。就比如采用低通滤波器能有效滤除高频干扰信号,使反映设备运行状态的低频信号得以凸显。再通过放大、调制和解调等处理手段,将微弱的信号增强到合适的幅度,以便后续的分析 and 处理,确保数据的准确性和可靠性。

3.2 监控软件与算法

监控软件是水电站微机监控系统的核心,它的设计与开发直接影响系统的性能。监控软件通常采用分层分布式设计,包括现地控制层、厂站控制层和调度控制层的软件模块。各层软件模块分工明确又紧密协作,现地控制层软件负责设备的本地控制和数据采集,厂站控制层软件负责汇总和处理数据,实现对整个电站的统一监控和管理,调度控制层软件则主要与上级调度中心进行通信,接收和执行调度指令。在故障预警、报警及优化控制方面,算法发挥着重要作用。以故障预警为例,基于余弦相似性的电力设备智能预警方法,利用发电厂远

程诊断平台提供的设备监测数据,根据设备特征参量,通过余弦相似性计算设备测点数据之间的相关性,得到状态矩阵,进而构建针对特定设备测点数据的预警模型^[3]。这种方法能够实现设备的早期预警,有效解决了在线监测系统设备报警即故障的问题,减少了电厂设备故障的发生。在优化控制算法方面,系统会根据水电站的实时运行数据,如水位、流量、负荷等,运用智能算法对机组的运行进行优化,实现机组的最优组合和负荷的最优分配,提高水能资源的利用效率,降低能耗,提升水电站的经济效益。

3.3 网络通信技术

水电站常采用工业以太网作为主要的通信网络。它具有高速率与可靠性的特点,能满足大量数据快速传输的需求。比如在大型水电站中,许多设备产生的海量运行数据,包括水轮发电机组的实时工况、电气设备参数等,都要通过工业以太网快速传输到监控中心,以便操作人员能够掌握电站运行状态。通信协议方面,常用的有IEC60870-5-101/104、IEC61850、DNP3等。IEC60870-5-104基于TCP/IP网络,适用于实时性要求较高的远动通信,能准确传输遥测、遥信等数据。IEC61850则是面向变电站自动化系统的通信标准,对设备建模、数据自描述等进行了规范,提升了系统的互操作性,不同厂家设备能更好地集成在同一监控系统中。DNP3常用于北美地区的电力系统通信,具备高效的数据传输和可靠的通信控制功能。为确保通信的稳定性,网络通信还采用冗余设计。一方面是通信线路冗余,像使用专用光纤、微波或卫星通信线路,并配备备用线路。一旦主线路出现故障,备用线路能迅速切换投入使用,保障数据传输不间断。另一方面是网络拓扑冗余,构建星型、环型或多级网络拓扑结构。以环型拓扑为例,数据可沿两个方向传输,若某段链路故障,数据能通过另一个方向传输,增强了网络的可靠性^[4]。此外,数据传输过程中的安全性也不容忽视。通过加密技术对传输的数据进行加密,防止数据被非法截获和篡改,保障数据的完整性和保密性,全方位保障水电站微机监控系统数据传输的实时性与系统运行的稳定性。

4 水电站微机监控系统的运用效果分析

4.1 提高运行效率

水电站微机监控系统凭借实时监控与自动控制功能,极大提升了运行效率。在实时监控方面,系统借助各类传感器,对水轮发电机组、电气设备等的运行参数,如转速、电压、电流、水位、流量等进行24小时不间断监测。工作人员通过监控界面,能实时获取设备运

行状态,及时发现异常情况。比如,当水轮发电机组的转速出现波动时,系统能迅速捕捉到这一变化,并将数据反馈给工作人员,以便其及时采取措施进行调整。自动控制功能更是优化了水电站的运行流程。在机组启停过程中,传统方式需人工进行繁杂操作,而微机监控系统可依据预设程序自动完成。在开机时,系统自动控制各阀门开启、调节机组转速,直至机组并网发电;停机时,也能按顺序完成各项操作。这不仅缩短了机组启停时间,还减少了人为操作失误,提高了发电效率。同时在负荷调整方面,系统能根据电网负荷需求,自动调节机组出力,实现了快速、精准的负荷分配,确保水电站始终高效运行。

4.2 降低运行成本

精确的能耗管理和故障预警是微机监控系统降低运行成本的关键。在能耗管理上,系统通过对水电站各设备能耗数据的实时采集与分析,能精准掌握设备能耗情况。比如,通过分析水轮发电机组在不同工况下的能耗数据,找出能耗最低的运行参数组合,实现优化运行,降低水能消耗。同时对辅助设备如照明、通风等进行智能控制,根据实际需求调整设备运行状态,避免不必要的能源浪费。故障预警功能则有效减少了设备维修成本和停机损失。系统利用大数据分析和智能算法,对设备运行数据进行深度挖掘,提前预测设备可能出现的故障。当监测到设备参数偏离正常范围时,系统及时发出预警,工作人员可提前安排维修,避免故障恶化导致设备损坏^[5]。比如通过对发电机绕组温度、振动等数据的持续监测与分析,若发现温度异常升高或振动幅度增大,系统立即预警,维修人员可提前检查处理,防止发电机因故障停机,减少了维修成本和因停机造成的发电损失。

4.3 保障安全稳定运行

故障预警、事故追忆及自动保护等功能,是微机监控系统保障水电站安全稳定运行的重要手段。故障预警如前文所述,能提前发现设备潜在问题,将事故扼杀在萌芽状态。事故追忆功能在事故发生后发挥关键作用。

系统会自动记录事故发生前后一段时间内的设备运行数据和操作记录,工作人员通过对这些数据的分析,能快速准确地查明事故原因,总结经验教训,为后续预防类似事故提供依据。自动保护功能则是水电站安全运行的最后一道防线。当系统检测到设备发生严重故障或出现危及水电站安全的情况时,如电气设备短路、机组过速等,能迅速启动自动保护装置。自动保护装置会立即采取相应措施,如快速切断故障设备电源、紧急停机等,防止事故扩大,保障水电站设备和人员安全,确保水电站安全稳定运行。

结束语:综上所述,水电站微机监控系统在提升水电站运行水平方面成效斐然。它从根本上改变了水电站的控制模式,无论是大型水电站的国产化改造,还是小型水电站的技术升级,都展现出强大的应用价值。在关键技术的支持下,系统实现了对水电站运行的高效管理,提高运行效率、降低运行成本、保障安全稳定运行。然而,目前仍存在部分小型电站技术缺陷等问题。随着未来应持续优化技术,攻克现存的难题,进一步拓展微机监控系统的应用深度与广度,推动水电站朝着智能化、高效化方向迈进,为能源行业的稳定发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]印晶.水电站集控中心监控系统的设计及调试分析[J].黑龙江科学,2024,15(22):144-147.
- [2]王晓彤.水电站自动化监控系统的运行与维护方式分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(3):0146-0148.
- [3]李军.水电站监控系统中的设备调试方法分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(11):067-070.
- [4]邓方雄,张志辉,刘文灶,叶进,洪侯坤.关于水电站计算机监控系统的故障分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(10):0125-0127.
- [5]祝铭一.智能水电站监控设备及监控系统设计的分析[J].江西电力职业技术学院学报,2022,35(5):7-9.