

蜗壳取水系统在水轮发电机组的应用

郭玉姣

大唐陕西发电有限公司检修公司

DOI:10.32629/hwr.v9i12.6729

[摘要] 技术供水系统是水轮发电机组安全稳定运行的核心辅助系统之一,承担着为机组轴承冷却、定子冷却、油压装置等关键部件提供清洁水源的重要任务,而蜗壳取水作为水轮发电机组常用的取水方式,其系统的可靠性直接影响机组的整体运行效率与安全。本文介绍了石泉水电厂4、5号机技术供水滤水器蜗壳取水系统由原来的共用一套蜗壳取水控制系统,中央处理单元PLC升级换型,增加一套现地自动化元器件,人机对话界面,集监测与控制一体,操作简便,设备运行情况一目了然。

[关键词] 蜗壳取水; 人机对话界面; 厂房技术供水滤水器蜗壳取水系统

中图分类号: TK284.7 文献标识码: A

Application of Spiral Case Water Intake System in Hydro-generator Units

Yujiao Guo

Maintenance Company of Datang Shaanxi Power Generation Co., Ltd.

[Abstract] The technical water supply system is one of the core auxiliary systems for the safe and stable operation of hydro-generator units, undertaking the important task of providing clean water sources for key components such as unit bearing cooling, stator cooling, and oil pressure devices. As a commonly used water intake method for hydro-generator units, the reliability of the spiral case water intake system directly affects the overall operation efficiency and safety of the units. This paper introduces that the spiral case water intake system of the technical water supply strainer for Units 4 and 5 of Shiquan Hydropower Plant has been upgraded from the original shared set of spiral case water intake control systems. The central processing unit PLC has been upgraded and replaced, a set of local automation components and a human-machine interface have been added, integrating monitoring and control functions. The operation is simple and convenient, and the operation status of the equipment is clear at a glance.

[Key words] Spiral Case Water Intake; Human-machine Interface; Spiral Case Water Intake System of Technical Water Supply Strainer in Powerhouse

引言

石泉水电厂原2号厂房技术供水滤水器蜗壳取水系统已运行17年,运行时间过长,设备老化,故障率高,共用部分故障将直接影响到两台机组的正常运行,现地数据采集单元为单套,故障之后整个系统退出运行,且无人机对话界面。

为降低设备故障率,保证机组的稳定运行,以期达到“无人值班,少人值守”功能要求,故对4、5号机技术供水滤水器蜗壳取水系统控制回路进行改造。新的控制系统将两台机组蜗壳取水系统独立,从根本上杜绝了相互影响的可能性;现增加一套现地数据采集,两套独立的数据监测采集单元互为备用,明显降低故障率^[1]。

1 相关概念分析

1.1 蜗壳取水系统的基本原理

蜗壳是水轮机的过流部件,水流在蜗壳内形成稳定的压力场与流速场。蜗壳取水系统通过在蜗壳适当位置(水流平稳、杂质较少区域)设置取水口,引出具有一定压力的水源,供给机组各需水部位。其核心优势包括:压力稳定,蜗壳内水流压力高且波动小,无需额外增压设备即可满足机组供水压力要求;水质优良,取水点位于拦污栅、沉沙池之后,水流经过初步过滤,杂质含量较低;成本节约,无需建设深井泵等独立取水设施,节省空间与投资。但蜗壳取水中仍含细小泥沙、悬浮物等杂质,需通过滤水器深度净化后才能供给机组,避免堵塞冷却通道或磨损精密部件。

1.2 技术供水滤水器的作用

滤水器是蜗壳取水系统的核心净化设备,其功能直接决定供水水质。首先是杂质过滤,去除水中泥沙、悬浮物等固体颗粒,

保护冷却器、轴承等精密部件;其次是动态排污,通过定时排污(汛期12h/次、非汛期48h/次)与差压排污(根据滤水器前后压差自动启动)两种方式,及时清除滤网上的杂质,确保过滤效率;最后是连续供水,采用旋转式排污设计(如文档所述:60度脉冲停转、往复至360度),排污时不中断供水,保障系统连续运行。

1.3 PLC控制系统的功能

PLC是系统的“神经中枢”,实现自动化控制与智能监测。通过自动控制功能执行滤水器定时/差压排污、阀门开关等逻辑,如排污流程中“开阀→旋转→停转→关阀”的自动执行;随后通过数据采集接收滤水器、阀门的状态信号(全开/全关、故障)与压力变送器的模拟量信号,经A/D转换后处理为可读数据;保护报警具备模块故障自诊断、回路断线检测等功能,通过触摸屏与上位机发出报警,记录事件日志便于故障排查;最后通过通讯交互与远程监控系统通讯,实现状态远程监测与参数远程设置^[2]。

2 改造方案及工作原理

为保证机组的独立稳定运行,石泉水电厂4、5号机技术供水滤水器蜗壳取水系统控制回路进行改造。控制系统将两台机组蜗壳取水系统独立,从根本上杜绝了相互影响的可能性,采用升级换型的中央处理单元PLC,模拟量开关量双套控制,两套独立的数据监测采集单元互为备用,明显降低故障率。与监控系统通讯,实现了远程监视控制。

2.1 系统概述

4、5号机技术供水滤水器蜗壳取水控制回路采用可编程序控制器(PLC)作为控制核心,由传感器检测过程参数进入PLC输入模块,PLC根据设定的流程发出指令,驱动执行器动作。同时PLC通过人机界面显示系统数据和状态,也可接收由人机界面设置的各项控制参数,实现4、5号机技术供水滤水器蜗壳取水的自动化控制。

技术供水取水系统主要功能为滤水器及供水阀门、排污阀的状态监视和自动控制。

技术供水取水系统自动操作功能包括:(1)滤水器定时排污;(2)滤水器差压排污;

滤水器排污流程:首先开启排污阀,排污阀全开后,滤水器启动,收到60度脉冲时滤水器停止;间隔5分钟启动,收到60度脉冲时滤水器停止,如此往复运行,收到360度时停止,然后延时关闭排污阀。滤水器定时排污时:主要分为汛期和非汛期,非汛期定时48小时动作一次。汛期定时12小时动作一次。滤水器压差排污:依据前后压差变送器计算前后压差,达到设置值时自动启动排污。或者依据压差开关启动排污。以上各控制条件可进行单独投入和退出。

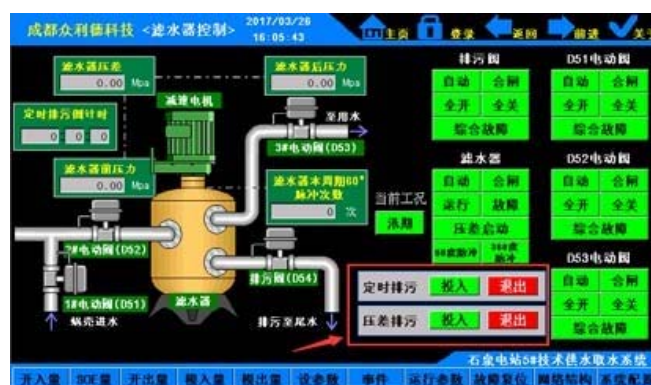
2.2 数据采集和处理功能

【1】滤水器、排污阀、供水阀各状态的检测,包括电源合闸、运行信号、故障信号、全开信号、全关信号等信号,引入PLC的开关量输入模块,在程序中实现设备启停判断和故障报警。

【2】技术供水取水系统有滤水器前和后压力数据采集,模

拟量信号接入PLC的模拟量输入模块中,由PLC进行A/D转换和标度变换等处理得到系统的压力实际数据。

【1】定时排污和压差排污投入和退出



【2】压差开关和压差模拟量投入和退出



3 保护和报警功能

系统内各回路设置有空气开关、保险管、防雷、隔离等过载短路保护元件,对柜内设备进行保护。在设备运行过程中出现故障及系统异常等情况,系统采用综合故障指示灯的形式报警,并在现地控制柜触摸屏上生成报警动作事件;在触摸屏上的事件记录中或者远方上位机中可以进行事件查询,帮助用户排除故障。

软件保护功能:PLC软件具有故障自诊断功能,对PLC模块故障、测量检测回路断线等故障能及时判断,通过PLC及时报警。对于设备操作的保护,如果设备有故障或者未在远方控制位,或者发出命令未做出相应动作等故障时,软件会闭锁相应开出或者进行及时停止设备运行^[3]。

4 方案实施

2017年2月对石泉水电厂4、5号机技术供水滤水器蜗壳取水系统控制回路进行更换。在新的蜗壳取水系统中,现地加装一套数据采集,新的控制系统将两台机组蜗壳取水系统独立,从根本上杜绝了相互影响的可能性。

前期准备阶段,首先完成设备选型与图纸设计,选用适配电厂现有监控系统的升级型PLC控制器,配套工业级触摸屏作为现代人机界面;重新绘制4、5号机独立控制回路图,明确滤水器状态信号、压力变送器信号的敷设路径,新增防雷接地设计,以强

化柜内设备抗干扰能力。同时组织运维人员开展专项培训,涵盖新PLC编程逻辑、触摸屏操作流程、故障诊断方法等内容,确保改造后运维人员能熟练操作。现场施工阶段先对原系统断电并做好安全隔离,拆除原共用PLC控制柜内的旧模块、继电器及老化接线端子,标记旧线缆用途以便后续参考。随后安装两台独立PLC控制柜,加装现地数据采集单元,包括新增的高精度压力变送器、状态传感器;敷设屏蔽线缆连接现场设备与PLC模块,确保每根线缆均通过导通测试,模拟量信号接线后进行零点与量程校准。此外,安装防雷隔离元件并测试接地电阻($\leq 4\Omega$),保障系统抗干扰能力。

软件调试阶段基于改造方案编写PLC控制程序,包含定时排污、差压排污的逻辑,以及滤水器排污流程的自动化控制代码;加入软件保护功能,如PLC模块故障自诊断、回路断线检测、设备故障时闭锁开出等。同时完成人机界面组态,设计设备状态监控页、报警记录页。单机调试时,模拟滤水器故障、差压超标等场景,验证程序响应是否符合设计要求。联调测试阶段将新PLC系统接入电厂SCADA系统,测试数据上传与远程控制功能,确保滤水器状态、压力数据能实时传输至远方上位机,远程启动排污指令能准确执行。开展72小时连续稳定性测试,期间模拟多种异常工况,验证系统报警与保护功能的有效性。实施过程中遇到的问题及解决措施:一是旧线缆老化导致信号传输不稳定,通过更换屏蔽线缆并增加信号滤波程序解决;二是差压模拟量信号波动较大,调整变送器阻尼系数后恢复稳定;三是远方通讯中断,检查并匹配PLC与上位机的Modbus协议参数后恢复正常。改造完成后,邀请电厂技术部门与运维团队共同验收,确认两台机组控制单元独立运行、数据采集准确、保护报警功能有效,满足“无人值班、少人值守”的运维要求^[4]。

5 改造后成果

通过对4、5号机技术供水滤水器蜗壳取水系统控制回路的改造,保证了4、5号机组的稳定运行,保障了机组的安全、经济、稳定运行。自改造完成至今,在日常运行过程中,明显降低故障

率,为石泉水电厂稳发、多发做出了贡献。具体为改造后的蜗壳取水系统在可靠性、智能化水平、运维效率等方面显著提升。首先可靠性提升,两台机组控制单元独立设置,杜绝共用系统故障导致的两台机组供水中断;双套数据采集单元互为备用,降低单点故障风险;其次故障率下降,原系统因老化、单套控制导致故障率高,改造后通过PLC自诊断与报警功能,故障排查时间缩短50%以上,未再出现因滤水器故障导致的机组供水异常事件;同时实现智能化运维,现地触摸屏与远程上位机实现状态实时监测、参数远程设置、事件日志查询,满足“无人值班、少人值守”要求;最后运行效率优化,滤水器排污更及时,供水水质达标率提升至99%以上,机组冷却系统效率提高,间接降低机组能耗,并使维护成本降低,故障次数减少,备件更换频率下降,运维人员工作量减少30%。这些成果有效保障了4、5号机组的安全稳定运行,为石泉水电厂“稳发多发”提供了坚实支撑。

6 结束语

蜗壳取水系统通过优化供水路径、能量回收及设备升级,提升了水轮发电机组的运行效率和安全性,并对后续运行和发展奠定更扎实可靠的运行基础。

[参考文献]

- [1]张友民.石泉水电厂深井泵控制回路改造[J].水电厂自动化,2002,(3):67-69.
- [2]张友民.石泉水电厂水轮发电机组自动化元器件改造[J].水电自动化与大坝监测,2003,27(4):32-34.
- [3]孟庆彦.技术供水对发电机组运行的影响[J].沈阳电力高等专科学校学报,2000,(3):5-6.
- [4]敬燕飞,喻永松.瀑布沟水电站技术供水系统存在的问题及改进方法浅析[J].四川水力发电,2014,33(z2):121-123.

作者简介:

郭玉姣(1992--),女,汉族,陕西渭南人,本科,助理工程师,主要研究水电电气检修。