

紫坪铺电厂机组油压装置控制系统升级改造与运用

熊萍, 姜振亚

(四川省紫坪铺开发有限责任公司, 四川 成都 610091)

摘要: 笔者主要介绍四川省紫坪铺电厂 1~4 号机组油压装置控制系统技术改造过程及其运用, 通过新老设备的对比, 新的油压装置控制系统程序更加完善, 功能更加合理。改造结果表明: 基于 wincc 平台开发的辅控画面是一个良好的人机交互界面, 给检修维护和故障追溯带来了很大的便捷; 改造后的油压装置实现了自动补气功能, 解决了电磁阀发热的问题; 新的控制程序逻辑更加完善, 确保了油压装置可靠稳定运行, 也为调速系统有功调节提供了有力保障。这对于其他电厂油压装置控制系统改造具有一定的借鉴意义。

关键词: 油压装置; 设备改造; wincc 平台; 功能运用

中图分类号: TL503.6

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2024)02-0131-05

Renovation and Application of the Oil Pressure Device Control System for Units of Zipingpu Hydropower Plant

XIONG Ping, JIANG Zhenya

(Sichuan Zipingpu Development Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610091)

Abstract: This article mainly introduces the technical renovation process and application of the oil pressure device control system for units 1 - 4 of Zipingpu Hydropower Plant in Sichuan Province. Through the comparison of old and new equipment, the new oil pressure device control system program is more complete and the function is more reasonable. The renovation results indicate that the auxiliary control screen developed based on the Wincc platform is a good human-computer interaction interface, which brings great convenience to maintenance and fault tracing; After the renovation, the oil pressure device has achieved automatic air replenishment function, solving the problem of electromagnetic valve heating; The new control program logic is more complete, ensuring the reliable and stable operation of the oil pressure device, and also providing strong support for the active regulation of the speed control system. This article has certain reference significance for the renovation of oil pressure device control systems in other power plants.

Keywords: Oil pressure device; Equipment renovation; Wincc platform; Functional application

1 概述

油压装置是为各种设备提供安全、可靠和稳定工作油压的液压能源装置, 目前广泛用于水轮发电机组调速系统和机组控制系统^[1]。油压装置主要由压力油罐、回油箱、漏油箱、压油泵、漏油泵几大部分构成。压力油罐在调速系统中的作用相当于储能器, 将系统的工作压力稳定在规定的范围内, 保证系统稳定运行; 当系统出现故障(如: 油泵不能启动等情况)时, 又能具有足够的工作容量(压力和油量)关闭导叶, 实现停机, 保证整个机组的安全。回油箱为调速系统提供清洁的油源, 收集调速系统回流的工作油液, 并作为油泵、控制阀

组等部件的安装基座; 漏油箱的作用是收集调速系统各处的漏油及液压操作元件的排油和漏油, 并借助油泵将漏油箱中的油送回到油压装置的回油箱中。

紫坪铺电厂位于四川省都江堰市, 距成都用电负荷中心约 60 km, 可承担电力系统调峰、调频、事故备用等任务。电站设计规模 760 MW, 安装 4 台单机容量为 190 MW 的混流式水轮发电机组, 最高水头 132.76 m, 最低水头 68.40 m。机组油压装置控制系统主要由 1 台 11 kW 油泵、2 台 75 kW 油泵、1 台 1.1 kW 漏油泵及其配套自动化元件组成^[2]。

收稿日期: 2023-05-17

紫坪铺电厂1~4号机组油压装置主要作为调速系统的储能器,为调速系统执行机构提供稳定的油压源。紫坪铺电厂1~4号机组油压装置于2004年前后投运。该系统实现了机组高压储油罐的充油补气控制,在机组有功负荷调节方面发挥了重要作用。由于现场大部分元件已超过使用年限,老化严重,PLC运行的稳定性和自动化元件工作的稳定性逐年降低。为保证机组油压装置控制系统的稳定运行,提高设备的可靠性和安全性,紫坪铺电厂实施了1~4号机组油压装置控制系统的升级改造工作。

2 油压装置改造过程

为确保改造工作的顺利开展,根据紫坪铺电厂1~4号机组油压装置控制系统改造施工方案,改造过程主要进行了以下几个方面的工作:

(1)运行人员对油压装置控制系统进行停电操作,压力油罐排油排压完毕,回油箱及漏油箱排油完毕。

(2)用万用表验电,确定设备不带电后,拆除机组油压装置控制系统所有外部接线,用绝缘胶带将线缆金属裸露部分包裹,并将所有线缆包扎完毕。

(3)在水电五局工作人员配合下将旧盘柜拆除,将新盘柜安装至基座上,调平调正后焊接固定在基座上。

(4)按照施工整体方案对新油压装置控制系统外部信号线进行核对并接入系统。接线完毕并对新油压装置控制系统内部所有接线端子进行紧固。

(5)由机械班配合将原有补气装置拆除,对新型补气阀阀组重新配管并连接在原有补气管路上。

(6)将压力开关、压力传感器进行送检校验,校验完毕后对压力开关、压力传感器进行回装。

(7)由中鼎编程人员在原有程序基础上,对原有程序进行升级完善。

(8)系统具备上电条件后,对机组油压装置上电,检查各控制回路是否正常,试验验证程序各控制逻辑是否正常,核对各控制信号是否正常。

3 新油压装置控制系统特点

(1)新系统将原触摸屏升级成工控平板电脑(TPC-1271H),新系统触摸屏画面采用基于wincc软件平台开发的新系统主画面见图1。新的人机界面增加了录波功能、数据保存功能、数据导入数据导出功能,新增开入量表和开出量表。组态画面能够反映各种运行工况,能显示设备运行状态信号,各种报警信号,各模拟量实测值,电机的运行时间和动作次数,以及进行设定和修改整定值。当设备发生事故或故障时,自动启动屏幕闪光,并发出报警。为保护屏幕,在设备无故障和无操作一段时间后屏幕可以自动关闭。人机界面设计充分考虑其方便、美观、实用,系统参数、故障信息等通过液晶显示器读取,各PLC控制系统分别对每台电机设备的运行时间、运行次数等进行累计,对压力、液位等参数进行实时显示和修改。其主要作用为:

①监视:以数据、曲线、图形、动画等各种形式来反映PLC内部状态和存储器数据,从而直观反映工业控制系统的流程走向。

②控制:可以通过触摸来改变PLC内部状态和存储器数值,从而参与过程控制。

③数据处理:可以随时采样数据和历史报警信息,还可通过标准通讯接口实现数据共享和远程监控。

(2)新系统采用TSX P57 2634作为CPU控制器,该控制器含有丰富的I/O接口,可以更加方便地同其他设备进行通讯和数据交换。Schneider的Unity Premium系列TSXP571634M CPU产品自身集成一个TER编程口和1个以太网口,同时通过扩展插槽及通讯卡再增加一个PS485(Modbus RTU规约)可与上位机系统组网传递信息及与变频器、软启动器、触摸屏进行数据通讯;Schneider的Unity Premium系列TSXP571634M CPU自带96Kb内存,并通过扩展插槽配置了128KB FlashRom作为程序后备存储器,不会因电源中断而丢失数据和应用程序,等电源恢复后PLC可自动启动投入实时监控运行。该控制器提供了简单友好的用户界面、可重复使用的程序、强劲搜索功能、自由格式的图形编辑器以及完善的在线帮助功能,具有更大的内存和更快的处

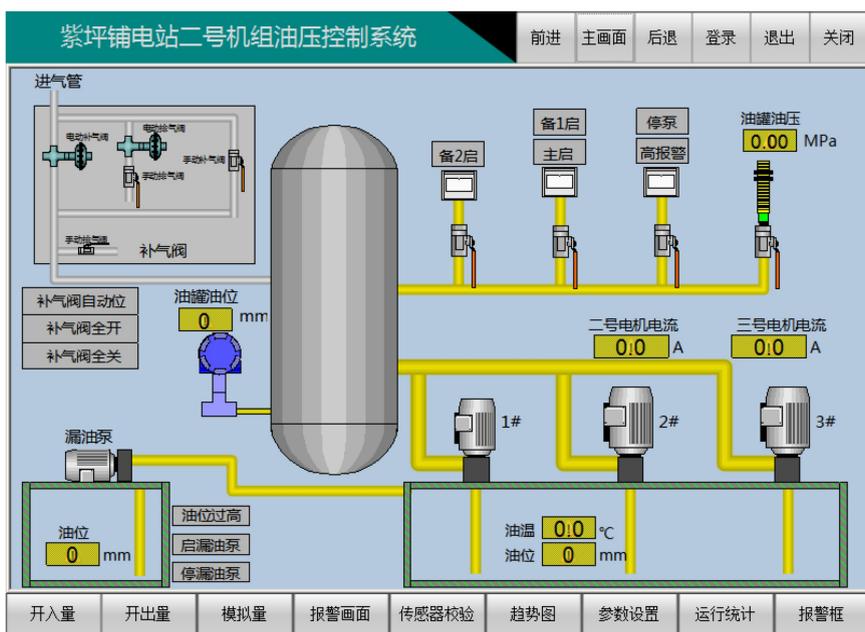


图 1 新系统主画面

理运算速度。

(3) 软启参数通过 RS422 接口接入触摸屏画面,在触摸屏参数设置画面中可以对软启参数进行设定,在触摸屏主画面中可以实时显示 2 号/3 号油泵的实时电流值。

(4) 油压装置工作油压范围为 3.6~4.0 MPa^[3]。以模拟量控制为主,模拟量信号故障且开关量逻辑正常时,自动投入开关量控制。主要控制用的模拟量包括油罐油压、油罐油位、漏油箱油位和回油箱油位,回油箱油温仅作为报警,不参与控制。主要控制用的开关量仅在对应的模拟量信号故障且逻辑正常时才参与控制^[4]。具体如下所示:

① 油罐油压开关包括高报警、停泵、主启、备 1 启和备 2 启。

② 油罐油位开关包括高报警和低报警。

③ 回油箱油位开关包括油位高报警和极低油位。

④ 漏油箱油位开关包括油位高报警、主启和停止。

(5) 压油泵启停逻辑。

① 高报警:压力升高到油压高报警定值(4.2 MPa)以上,此时触摸屏计算机将发出“油罐压力高”报警信息。

② 主启:压力降低到油压启动定值(3.6

MPa)以下,此时主用油泵电机自动启动。

③ 备 1 启:压力降低到油压启动定值(3.5 MPa)以下,此时主用油泵电机和一台备用油泵电机自动启动。

④ 备 2 启:压力降低到油压启动定值(3.4 MPa)以下,此时主用油泵电机和两台备用油泵电机自动启动。

⑤ 停泵:压力上升到油压启动定值(4.0 MPa)以上,此时主用油泵电机停止。

⑥ 泵轮换:在三台泵都正常时,当 1 号小油泵运行十次后,2 号和 3 号大油泵各运行一次,再轮换为 1 号小油泵运行十次,以此类推。

⑦ 但出现以下异常情况,泵将停止运行:

1) 三台油泵都出现故障,泵发生故障时,控制屏上对应油泵的红色故障指示灯点亮,同时触摸屏计算机上发出报警信息。故障包括过载、运行超时(超时为 15 min)、泵不在自动位置、泵运行无反馈、泵动力电源消失。其中运行超时和泵运行无反馈只能通过控制屏上的复归按钮进行复归,油泵过载可以按下热继电器的 RESET 按钮复归。

2) 油泵运行中回油箱油位达到极低油位时,油泵将停止运行,并在触摸屏计算机上发出“回油箱油位极低报警”的报警信息。

3) 油泵运行中定时检测当前油位和前 5 s 的

油位,当油位下降超过 50 mm 发出“油泵运行时油位下降”报警信息,同时在触摸屏计算机发出报警信息,且当油位下降到油罐低油位时停泵,并在触摸屏计算机上发出“泵运行油位低停泵”的报警信息,该报警只能通过控制屏上的复归按钮进行复归。

4)当泵运行时油位上升到油罐油位高停泵(1 250 mm)以上,油泵将停止运行。

(6)自动启动补气和停止补气逻辑。

启动补气:油罐压力降低到启动补气定值(3.7 MPa)以下,油罐油位在补气油位(1 150 mm)以上,且压油泵没有运行时,将自动打开补气阀启动补气。

停止补气:油罐压力上升到停止补气定值(4.0 MPa)以上或者油罐油位下降到补气停止油位(950 mm)以下时,将自动关闭补气阀停止补气。

出现以下情况,将自动关闭补气阀停止补气:补气阀补气过程中,油压下降到油罐主启油压(3.6 MPa)以下,为保证机组接力器正常用油,将启动油泵并关闭补气阀。补气阀运行超时,补气过程中超过 30 min 将关闭补气阀停止补气,并在触摸屏计算机上发出“补气阀运行超时”报警信息,该报警只能通过控制屏上的复归按钮进行复归。

补气阀补气过程中,定时检测当前油罐油压 60 s 前的油罐油压,当油罐下降值超过 0.1 MPa 时,关闭补气阀停止补气,在触摸屏计算机发出“补气时压力下降”的报警信息,并点亮综合故障指示灯,该报警只能通过控制屏上的复归按钮进行复归。

(7)漏油泵启停逻辑。

①高报警:漏油箱油位升高到油位高报警定值(500 mm)以上,此时触摸屏计算机将发出报警信息。

②主启:漏油箱油位升高到油位启动定值(300 mm)以上,此时漏油泵电机自动启动。

③停泵:漏油箱油位下降到油位停止定值(150 mm)以下,此时漏油泵电机停止运行。

④但出现以下异常情况,油泵将停止运行:漏油泵出现故障,泵发生故障时控制屏上漏油泵的红色故障指示灯点亮,同时触摸屏计算机上发出报警信息,故障包括过载、泵不在自动位置、泵运行无反馈、泵动力电源消失,其中泵运

行无反馈只能通过控制屏上的复归按钮进行复归,油泵过载可以按下热继电器的 RESET 按钮复归。

(8)改造后补气阀工作原理。装置具有自动、手动和检修排气三种工作方式^[5]。补气阀工作原理见图 2,具体功能如下:

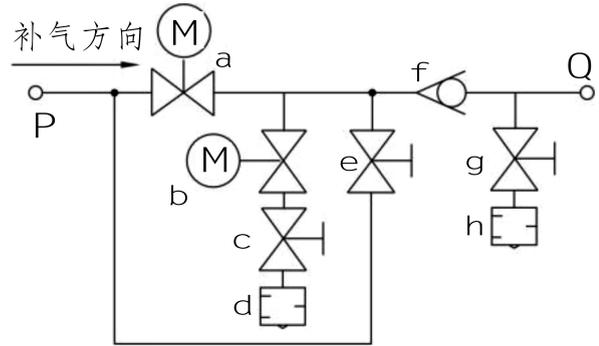


图 2 补气阀工作原理图

①自动补气和停止:手动球阀 e、g 关闭,手动球阀 c 打开。当满足自动补气条件时,关闭电动球阀 b,打开电动球阀 a,高压气从进气口 P→电动球阀 a→单向阀 f→到压油罐 Q 补气。当满足停止补气条件时,关闭电动球阀 a,打开电动球阀 b,停止补气,压油罐 Q 的气压被单向阀 f 阻断。

②手动补气和停止:电动球阀 a、手动球阀 g 关闭,电动球阀 b 打开。关闭手动球阀 c,打开手动球阀 e,实现手动补气,高压气从 P 经过手动球阀 e→单向阀 f→到压油罐 Q 补气。当压油罐气 Q 补满时,关闭手动球阀 e,打开手动球阀 c,停止补气。压油罐 Q 的气压被单向阀 f 阻断。

③检修排气或过补气排气。当检修需排掉高压气体时,打开手动球阀 g 进行排气;当过补气时,打开手动球阀 g,进行排气;当压油罐 Q 的压力降到标准值时,关闭手动球阀 g。

(9)自动补气装置实现零差压工作,过流量大,大大缩短了补气时间,克服了先导式电磁阀在低气压下工作流量小,高压下工作密封性差的缺点。同时,由于电动球阀对气体清洁要求度低,补气装置还具有抗污能力较强、耐压高等诸多优点。

(10)新控制系统端子排采用菲尼克斯双层刀闸分断弹簧端子,接线更便捷,更可靠。弹簧端子减少了接线时间,更加方便检修维护。

4 改造后主要完善的问题

改造后的补气装置采用 24 V 直流作为工作电源,将原有电磁阀改为电动阀,电动阀动作时带电,动作到位断电,解决了原来的 220 V 交流电磁阀线圈长期带电严重发热的问题。

改造后的回油箱新增油温传感器,并将温度信号接入控制系统,对回油箱油温进行实时监控,以避免卸载阀故障时油泵反复启动。

新系统程序中增加对补气时压力下降的判断和报警,同时增加对油泵运行时油位下降的判断和报警。

5 结 语

基于 wincc 平台开发的辅控画面是一个良好的人机交互界面,给检修维护和故障追溯带来了很大的便捷。改造后的自动补气装置,解决了电磁阀发热的问题。

新的控制程序逻辑更加完善,给油压装置可靠稳定运行提供了依据,这也为调速系统有功调节提供了有力保障。

参考文献:

- [1] 陈帝伊,卢娜,王玉川,等.水轮机调节系统[M].北京:中国水利水电出版社,2019.
- [2] GB/T 9652.1-2019 水轮机调速系统技术条件[S].
- [3] DL/T 563-2016 水轮机液电调节系统及装置技术规程[S].
- [4] DL/T 792-2013 水轮机调节系统及装置运行与检修规程[S].
- [5] NB/T 35004-2013 水力发电厂自动化设计技术规范[S].

作者简介:

熊 萍(1990-),男,四川攀枝花人,工程师,学士,从事水电站电气设备检修、维护工作;

姜振亚(1989-),男,河南洛阳人,工程师,学士,从事水电站电气设备检修、维护工作。

(编辑:吴永红)

(上接第 19 页)

[3] 张顺利,张娅琴,庞明亮,等.四川省雅砻江孟底沟水电站可行性研究报告 6:工程布置及建筑物[R].成都:中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,2020:546-551.

[4] 水电工程边坡设计规范:NB/T 10512[S].中国水利水电出版社,2021:13.

[5] 漆祖芳,姜清辉,唐志丹,等.锦屏一级水电站左岸坝肩边坡

施工期稳定分析[J].岩土力学,2012,33(2):531-538.

作者简介:

莫如军(1980-),男,广西梧州人,高级工程师,硕士,从事水利水电工程设计与研究工作;

张顺利(1979-),男,河南信阳人,正高级工程师,硕士,从事水利水电工程设计与研究工作。

(编辑:吴永红)

(上接第 130 页)

参考文献:

[1] 马秉林.西洱河三级电站进水阀接力器安装缺陷处理[J].云南水力发电,2006,22(3):103-104.

[2] 李云,杨国庆,蔡朝东.小湾 3 号机导叶接力器锁锭卡涩处理[J].云南水力发电,2016,39(10):70-71.

[3] 叶定奇.组合密封在活塞密封中的应用[J].机械管理开发,2013,2(2):91-92.

[4] 付鹏.往复泵活塞导向环的设计[J].中国新技术新产品,2016(18):36-37.

[5] 刘观华.液压缸的密封结构[J].液压气动与密封,2008,28(2):9-12.

作者简介:

陈世程(1984-),男,四川成都人,工程师,专科,从事水轮发电机组检修与维护研究工作;

邵飞燕(1988-),男,四川成都人,工程师,工学士,从事水轮发电机组检修与维护研究工作;

方戊强(1990-),男,河南开封人,工程师,工学士,从事水轮发电机组检修与维护研究工作。

(编辑:廖益斌)

《四川水力发电》编辑部开展学习调研活动

为进一步提高《四川水力发电》期刊质量,坚持开门办刊的指导思想,更好地为会员服务。2024 年 3 月 19 日,编辑部相关人员前往《电讯技术》期刊社开展调研、学习活动。

双方各自介绍了期刊的发展历程、管理模式、稿件来源、“三审三校”工作流程,交流了办刊心得体会等。通过调研学习活动,开阔了眼界,学习了优秀期刊的办刊方式和经验,坚定了进一步办好《四川水力发电》期刊的信心。

《电讯技术》是月刊,创刊于 1958 年,由中国西南电子技术研究所主办,是“全国中文核心期刊、中国科技核心期刊”的双一流期刊。

(秘书处)