

铜街子水电站机组调速器压油装置测控系统改造

余远程,杨志勇,方云

(国电大渡河检修安装有限公司,四川 乐山 614900)

摘要:在分析铜街子水电站机组压油装置测控系统改造前缺陷的基础上,详细介绍了改造后测控系统的主要硬件配置和技术指标以及系统的特点和工作方式,改造后系统自动化程高、运行可靠、功能齐全,具备完善的自动控制、保护及信息传递功能,能适应压油装置的各种运行工况,运行安全、稳定、可靠,完全达到了预期的设计要求。

关键词:压油装置;测控系统;PLC 控制;压力开关;强启回路;强停回路;铜街子水电站

中图分类号:TK730.1⁺2 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-7647(2014)S2-0073-03

1 改造的必要性

水电站机组的调速器压油装置是非常重要的辅助设备,它的运行质量直接关系到发电机组的安全稳定运行。铜街子水电站机组调速器压油装置测控系统是由三菱 FX2-80 MT 可编程控制器(PLC)及其外围器件作为机组调速器油压装置的测控核心,采用高精度、高可靠的压力和压差变送器作为油罐压力、油位和回油箱油位模拟量控制信号的测量工具,采用一只压力开关作为油罐事故低油压开关量控制信号的测量工具,采用组合补气阀,可受控自动补气,并采用软启动器控制油泵电机。自投运以来,实际运行中存在以下问题:当 PLC 模拟量输入输出模块发生死机现象时,PLC 所采集到的模拟量不会发生变化,当油压过低或者过高时 PLC 不能正常控制油泵启、停,不能保持油罐压力、油位和回油箱油位正常,其中铜街子水电站 12 号水轮发电机组就发生过因压油装置 PLC 模拟量输入输出模块死机导致事故低油压从而造成机组非计划停运的事故。为了实现机组的安全运行和无人值班、少人值守的目标,有必要对机组调速器压油装置控制系统进行改造。

2 改造后系统硬件配置

2.1 硬件配置

a. 水电站机组调速器压油自动测控装置的 PLC 采用施耐德 TSXP572623M Premium 控制器,外围设备包括电源模块、通讯模块、开关量输入输出模

- 块、模拟量输入输出模块等。
- b. 交流电机软启动器 3 台。
 - c. 压力变送器、压差变送器各 1 台,为上海 Foxboro 系列。
 - d. 液位变送器 1 只,为麦克 MPM426W20E22 型压阻式变送器,变送器精度为 0.5% F. S。
 - e. 组合补气阀 1 台,为 B302 型。
 - f. 压力开关 3 只,一只为进口 CCS 6901GZ20 型,两只美国 UE H100-705 型压力开关。
 - g. 磁翻板液位计 1 只,为开封仪表厂生产的 uF-1 型翻板液位计。

2.2 系统主要硬件配置技术指标

- a. 水电站机组调速器压油自动测控装置系统:采用施耐德 TSXP572623M Premium 控制器。
- b. ATS48C17Q 施耐德软启动器:电压范围 230 ~ 415 V,容量 90kW,工作电流 170 A。
- c. FOXBORO841 系列压力及压差变送器(以下简称 841):量程 0 ~ 5 MPa(压力)、0 ~ 2.4 m 水柱(压差),精度 0.2% F. S,电源 24(1±20%) V(DC),输出 4 ~ 20 mA。
- d. B302 补气电磁阀组(以下简称 B302):工作压力 6.3 MPa,最小工作压差 0.1 MPa,工作电压 220(1±20%) V(DC),额定功率:2×16 W,工作方式 为长期。
- e. MPM426W20E22 型压阻式变送器:测量范围 0 ~ 2 m(H₂O),精度 0.5% F. S,电源 15 ~ 28V(DC),输出 4 ~ 20 mA。

- f. CCS 进口压力开关(以下简称 CCS):型号 6901GZ20,工作压力范围 1.05 ~ 10.5 MPa(升)、0.525 ~ 9.45 MPa(降压),输出接点容量 250 V(AC) 15A,125 V(DC)0.4 A,环境温度-34℃ ~ 71℃。
- g. 美国 UE 压力开关:型号 H100-705,可调范围 200 ~ 6900 kPa,最大压力 10.3 MPa,耐压 17.2 MPa,压力接口 1/4" NPTF,环境温度-18℃ ~ 71℃。

3 改造后系统的特点

- a. 采用施耐德 TSXP572623M Premium 控制器,外围设备包括电源模块、通讯模块、开关量输入输出模块、模拟量输入输出模块等,运算能力强,方便性能扩展。
- b. 在压油装置油罐上新增跨 PLC 的信号压力开关用于强启、强停油泵。强启、强停压力开关通过双电源 AC220V 继电器扩展后,将强启的压力扩展节点和自动启泵条件并联启动软启,并将压力过高串入自动启泵回路中停泵。
- c. 当油压低于 3.0 MPa 时,低油压开关动作,跨 PLC 启油泵,并上送监控 LCU 和 ONCALL,报“xxF 机组压力油罐油压过低”。
- d. 当油压高于 4.05 MPa 时,高油压开关动作,跨 PLC 停油泵,并上送监控 LCU 和 ONCALL,报“xxF 机组压力油罐油压过高”。
- e. PLC 程序里增加对模拟量自检功能(除了通过判断 4 ~ 20 mA 越限检查外,还增加对模拟量梯度变化判断功能)。
- f. 将 PLC 所有硬件故障模块信号上送监控系统,另外将回油箱油位和压力罐油位开关量直接上

- 送监控系统。
- g. 增加了压油装置回油箱油温检测功能,并在压油装置人机界面上显示。

4 改造后系统工作方式

- 4.1 启停油泵流程
- 铜街子水电站启停油泵流程如图 1 所示。
- 4.2 油泵的工作逻辑
- 每套机组调速器压油装置有 3 台相同功率的油泵,除了手动操作各油泵的启停外,各泵的转换开关均置于“自动”位置时,PLC 根据内部各档油压设定值,分别对各油泵电机进行启停控制,在正常运行时,以油压设定值为主启停各油泵,当压力变送器故障时,用油位设定值启停各油泵。各油泵的工作方式如下:

3 台油泵均设有“手动—切除—自动”的切换开关。当各泵的切换开关置于“手动”位置时,直接手动控制油泵的启停;置于“切除”时,自动停止。自动运行时,“工作”、“备 I”、“备 II”泵自动循环,轮流担任 3 个状态,当“工作”泵故障时,“备 I”泵自动顶替“工作”;当“备 I”泵故障时,“备 II”泵自动顶替“备 I”泵;任意一泵故障时,其余两泵自动为“工作”、“备 I”。当“工作”、“备 I”泵均故障时,“备 II”泵自动升格为“工作”泵,并发出相应的故障信号。表 1 为铜街子水电站机组调速器压油装置定值。

当油压降低至工作油压 3.60 MPa 时,PLC 输出“工作”指令,1 台软启动器立即触发导通,电机运转打油,PLC 面板上对应的油泵启动指示灯点亮;如果此时油压继续降低至 3.40 MPa 时,PLC 再输出“备

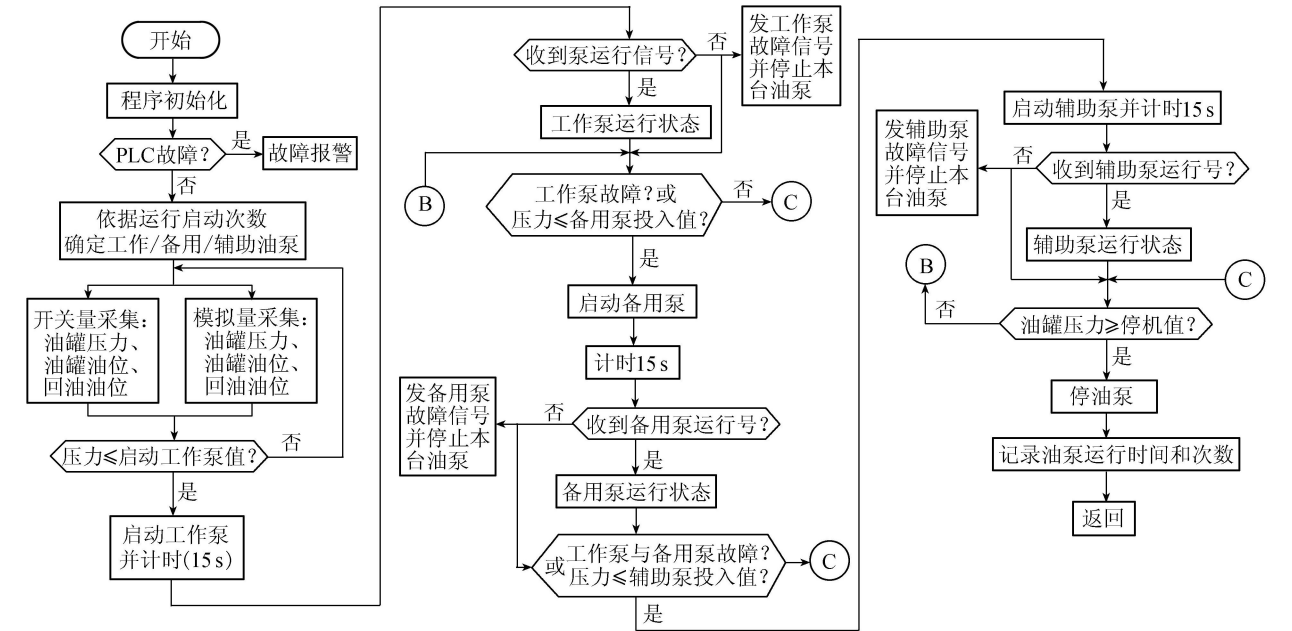


图 1 启停油泵流程

表 1 铜街子水电站机组调速器压油装置定值		
序号	定值名称	定值
1	停止油压	3.98 MPa
2	启泵油压	3.60 MPa
3	“备Ⅰ”泵启动油压	3.40 MPa
4	“备Ⅱ”泵启动油压	3.10 MPa
5	油压过高报警	4.05 MPa
6	事故低油压	2.80 MPa
7	油泵强启油压	3.00 MPa
8	油泵强停油压	4.05 MPa
9	压油罐油位过高	180 cm
10	压油罐油位过低	120 cm
11	回油箱油位过高	130 cm
12	回油箱油位过低	70 cm

I”指令,另1台软启动器触发,两台油泵同时打油,这时两台油泵指示灯点亮;如果此时油压在20 s内仍未达到3.90 MPa或油压继续下降至3.10 MPa时,第3台油泵启动并发出相应信号。当出现事故低油压时(2.80 MPa)时,PLC输出“事故”指令,对应指示灯点亮,继电器输出“事故低油压”信号。

在控制屏上能现地手动启停各台油泵,并可通过按键操作调出各台油泵和补气阀的运行时间和运行次数,便于检修维护人员检查压油装置及调速器运行状态。

当PLC出现故障,AI/AO模块发生死机时,PLC所采集到的模拟量不会发生变化。当油压低于3.00 MPa时,低压油开关动作,跨PLC启动油泵,并上送监控LCU和ONCALL,报“xxF机组压力油罐油压过低”。当油压高于4.05 MPa时,高压油开关动作,跨PLC停油泵,并上送监控LCU和ONCALL,报“xxF机组压力油罐油压过高”。

机组LCU可通过PLC对压油装置实现自动控制;在PLC发生故障时,又可跨越PLC对3台油泵进行直接的启停控制。

4.3 测控屏面板显示

a. PLC运行灯:PLC故障及PLC处于“STOP”及DC24V失电时灭。

b. 运行状态:5个LED信号灯,分别为1号油泵主态灯(1号油泵为工作泵)、2号油泵主态灯(2号油泵为工作泵)、3号油泵主态灯(3号油泵为工作泵),当一台油泵运行时发生故障,其后台油泵自动转为工作泵,主态灯也同时转换,油泵启动灯、补气启动灯、信号灯对应各种运行状态。

c. 故障报警:LED信号灯分别为压力油压高、压力罐油位异常、回油箱油位异常、电机故障、压力传感器故障、事故低油压,故障发生时,相应信号灯点亮。

d. DC220V灯:补气电磁阀操作电源监视

LED,失电时灭。

e. DC24V灯:传感器及继电器电源监视LED,失电时灭。

4.4 上送机组LCU的信号量

上送机组LCU的开关信号有:PLC运行,变送器故障,压力异常,备用启动,事故低油压,压油罐油位异常,回油箱油位异常,1号电机故障,2号电机故障,3号电机故障,1号电机启动,2号电机启动,3号电机启动,补气启动,压油罐油位,回油箱油位,油混水信号。

上送机组LCU的模拟量为压油灌压力、压油罐油位、回油箱油位和PLC所有硬件故障模块信号。

4.5 补气工作方式

压油装置依据连续精确测量的油位和补气油位设定值,控制电磁补气阀组进行自动补气,至正常油位后停止补气,并在压油罐油位及回油箱油位异常时,发出相应的故障信号。调速器压油装置的自动补气是在当最后一台油泵打完油后,压力油罐内油位到大于170 cm时并且压力达到3.98 MPa,当压力下降到3.65~3.62 MPa之间且油位处于130~180 cm之间时,PLC自动关闭排气电磁阀,打开补气电磁阀,进行补气。当机组运行时,为保证调节能量,补气范围只允许在额定油压的90%~98%之间进行。图2为补气停启流程。

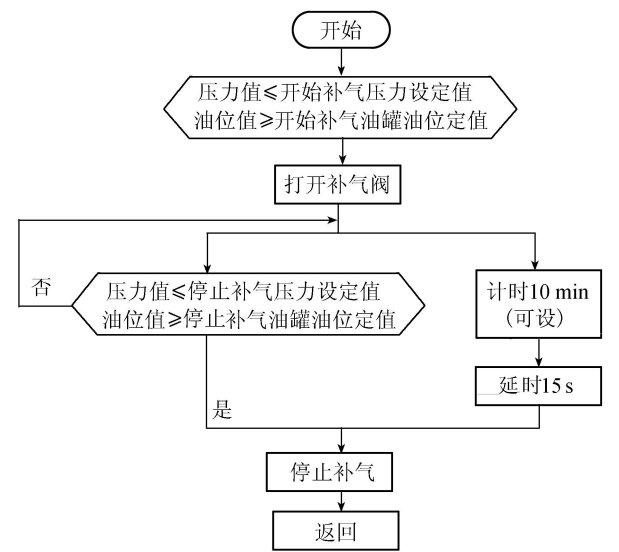


图 2 补气停启流程

自动补气过程是一个动态过程,与调速器的运行工况、压油罐中的油压、油位以及补气压力和PLC工况等因素有关,如果在补气过程中,压力上升大于3.90 MPa或者下降低于3.62 MPa时,控制系统将暂时停止补气;此外,按照现场规程要求,补气与油泵不能同时动作,如果在补气过程中油压降至“工作启动”油压时,则立即关闭补气阀,(下转第84页)

2.5 养成良好的检修作业习惯

检修作业人员在每天工作结束时,应按相关规定召开班后会,总结分析当天工作情况,表扬好人好事,批评工作中出现的不好现象,提醒班组成员注意改正。同时,检修作业人员应该与相关运行人员一起检查确认检修项目是否有遗漏,检修工具和材料等是否遗漏在设备内。清理检修工作带来的废料和垃圾等,力争做到“工完料净场地清”。做到文明施工,给生产现场创造一个整洁、卫生的工作环境。对因工作原因移动过的安全防护措施如围栏、吊装孔等必须及时恢复,不留下任何安全隐患,坚决杜绝因检修作业而影响运行设备正常运行的事件发生。

3 结 语

随着水力发电事业的迅速发展,设备质量和自动化水平日益提高,以及水电站生产管理体制变革,对水力发电设备检修安全管理提出了更高的要求。水电站的检修安全管理是一项复杂而艰巨的系统工作,保证水电站检修工作过程中的安全,是所有水电

站检修人员,特别是安全管理人员的神圣职责。要引入先进的安全管理理念,加强班组安全管理,总结水力发电生产管理经验,运用过程管理思想,强调持续改进理念,以人为本,在尊重科学、尊重事物客观规律的前提下,采取有效事前控制措施,杜绝习惯性违章,遏制水电站检修工作中的事故发生,通过广大员工的共同努力,全力确保检修工作中安全事故能真正得到事前控制,真正做到人员设备双安全。

参考文献:

[1] 武文全. 浅谈电力企业的安全生产管理[J]. 现代经济信息, 2001(18): 80.
[2] 夏卫华, 卢雨刚. 电力安全生产的科学管理[J]. 江西能源, 2005(4): 40-42.
[3] 高波中. 电力系统常见的安全问题及其维护策略[J]. 中国高新技术企业, 2007(15): 83-84.
[4] 王志刚. 论电力企业安全供电管理[J]. 现代经济信息, 2010(20): 55.

(收稿日期: 2014-08-26 编辑: 熊水斌)

(上接第 75 页)

待油泵补充启停一次完成,压力恢复正常后,油压再次降低到补气油压时,控制系统又将进行自动补气。如果此时油位仍未达到正常值,PLC 将按上述条件进行循环补气,直至油位回到正常位置为止;如果在补气过程中,压油罐油位下降低于 130 cm 或者油位上升高于 180 cm,控制系统将暂时停止补气;同时,如果在补气过程中 PLC 电源不正常或者补气时间大于 600 s,控制系统将同样会暂时停止补气。

PLC 所测油压值由计算公式为

$$P = A(I - I_0) \tag{1}$$

式中: P 为油压值, MPa; A 为标度转换系数, MPa/mA; I 为测量电流, mA; I_0 为零点电流, mA。

PLC 所测油位值计算公式为

$$H = A'(I' - I'_0) \tag{2}$$

式中: H 为油位值, m; A' 为标度转换系数, cm/mA; I' 为测量电流, mA; I'_0 为零点电流, mA。

5 结 语

针对铜街子水电站油泵台数多和电机功率大的特点以及在四川电网中的地位, 机组调速器压油装置测控系统改造过程中始终贯彻高起点、高可靠的方针,从硬件的配置、老化筛选到软件的设计开发,都严格把关,反复测试,从而保证现场投运一次成功。

铜街子水电站机组调速器压油装置控制系统的

改造经过理论和实践论证,表明这种采用新技术、新器件组成的机组调速器压油装置自动测控系统自动化程度高、运行可靠、功能齐全,具备完善的自动控制、保护及信息传递功能,能适应压油装置的各种运行工况,系统运行安全、稳定、可靠,完全达到了预期的设计要求,彻底消除了该部分设备运行中存在的种种缺陷和运行故障。整个控制系统的信号设置全面、清晰,若有故障发生,运行人员很容易根据相应信号作出准确判定;系统能够实现无操作的自动控制功能,完全能满足水电站辅助设备自动化的监测控制和实现无人值班(少人值守)的要求,是目前国内技术先进可靠的水轮发电机组调速器压油装置自动测控系统。该系统运行安全、可靠,减小了运行人员的劳动强度,对促进水电站自动化水平和安全、经济效益有显著的作用,并有广泛的推广价值。

参考文献:

[1] 向进, 江为民. 铜街子电站机组压油装置自动测控系统改造[J]. 四川水力发电, 1999(4): 10-13.
[2] 王秀梅, 吴建荣. 二滩水电站机组压油装置控制系统改造[J]. 水电站机电技术, 2005(1): 56-57.
[3] 秦豪杰, 李海波, 王莎莎. 龚嘴水电站机组调速器油压装置控制系统[J]. 能源与节能, 2014(1): 155-158.
[4] 向进. 铜街子电站低压空压机自动测控系统改造[J]. 四川水力发电, 1998(4): 82-85.

(收稿日期: 2014-08-26 编辑: 熊水斌)