

PLC 技术在水轮发电机组自动化改造中的应用

郭 键

(安徽省佛子岭水库管理处 安徽霍山 237272)

摘 要 本文以佛子岭水电站机组自动化改造为例,对机组 PLC 自动控制系统的组成、控制程序的设计思想及实现方法进行了较为详尽的阐述。实际运行情况表明,该系统运行可靠,能够满足机组安全稳定运行的需要。

关键词 佛子岭水电站 自动控制系统 PLC 设计 改造

佛子岭水电站投运于二十世纪五十年代,电站共装有水轮发电机组 8 台,总装机容量 61000kW。与投运于上世纪九十年代之前的大多数中小型水轮发电机组一样,其机组自动控制系统主要由电磁式继电器构成,存在接线复杂、故障率高、运行操作不便等诸多问题,严重影响机组的安全稳定运行。针对这一现象,电站从 2002 年开始,通过自主开发 PLC 控制软件,陆续对机组自动化系统进行了改造。

1 系统组成

1.1 系统结构

机组及辅助设备控制系统主要包括机组控制系统、压力油罐高压油系统、集水井排水系统、低压气系统四个部分。其核心元件均采用西门子公司的 S7-200 系列 PLC 可编程序控制器,由 PLC 接收各输入信号,经软件逻辑处理后输出信号来控制执行元件,实现程序预定功能。各控制系统组成结构框图如图 1 所示。

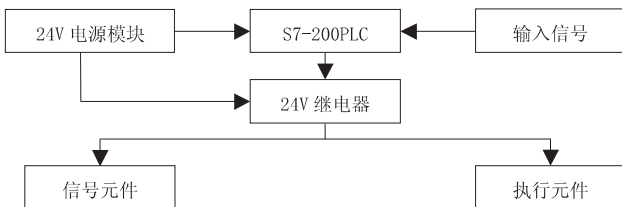


图 1 控制系统结构框图

1.2 系统的输入与输出

1.2.1 输入部分

PLC 输入包括开关量和模拟量两种形式。输入量主要来自变送器、控制开关、按钮、断路器、压力或行程开关、各自动化元件(如示流、剪断销、液位信号器等)的动作接点以及各自动测量装置的控制输出等。

1.2.2 输出部分

输出采用继电器输出方式。继电器输出为无源接点,直接接入控制及信号回路,PLC 通过控制继电器输出来实现对各执行元件的控制操作。

2 机组自动化系统的改造

2.1 控制系统的改造

取消了原水机的常规控制回路,采用 PLC 代替原由继电器完成的控制和保护功能,大大简化了系统接线,提高了可靠性,减少了检修维护工作量,控制回路修改方便。机组运行过程中所需的局部测量和操作等过程,主要利用各种自动装置去进行,PLC 控制系统是将各自动装置联系起来,实现各种控制功能。主要包括:

(1) 数据的采集和处理功能。接收来自现场的各输入信号,并自动处理不正常状态,当发生事故时,保护机组及其它设备的安全。

(2) 完成各种控制功能。实现机组的开停机顺控、运行工况的转换以及对其它设备如励磁调节系统、调速器、断路器、阀门的控制操作等。

2.2 自动装置的选用

2.2.1 转速信号装置

过去的机组测速装置,多采用永磁机残压测频,其输出点少,定值整定困难,功能设置不能满足 PLC 控制程序要求。为此,我们改用具有设定参数在线修改,可以通过键盘整定不同的转速点和发信时间的数字转速信号装置,作为控制系统的转速信号输入。

2.2.2 温度测量装置

机组运行过程中各测点的温度变化情况是判断机组运行是否正常的重要依据。为确保温度信号量采集的准确性,我们采用数字型多功能巡测仪来实现对机组各测点温度的巡检,通过巡测

收稿日期 2007-12-20

作者简介 郭键(1972-),男,助理工程师,主要从事水电站生产技术管理工作。

仅发出温度越限或事故信号 供机组控制系统采集处理。

2.2.3 同期装置

机组采用手动准同期并网方式 其分立元件误差较大 并网时间长 对机组冲击较大。而采用微机自动准同期装置 利用它对合闸相角差进行预测控制 对被同期对象的电压、频率进行 PID 调节 则可以有效解决这一问题 同时大大提高了同期精度和并网速度。为防止其电源模块因长期带电、发热严重而影响设备使用寿命,在机组控制系统中我们设定为只有在开机令下达后 机组转速达到 95%额定转速以上时,才让装置通电,同时投入同期电压,进行同期点的捕捉和发出合闸脉冲 并网 1 分钟后,同期装置又恢复到断电状态。

3 辅助设备的自动化改造

为了保证各辅助设备控制的独立性和完整性,我们通过各自独立的 PLC 控制器,对辅助设备的控制系统进行了改造。充分利用 PLC 控制器的抗干扰能力强、环境要求低的特点,保证了设备的正常稳定运行。综合起来看,改造后的辅机控制有以下特点:

(1)电站油、气、水三个系统均采用两台泵互为备用工作方式 通过 PLC 控制程序实现了各自两台泵之间的自动轮流启动 互为主备用。

(2)将各辅助设备的运行情况送至中央控制室,使运行人员不用巡检就可掌握辅机的运行状况。

(3)通过油系统 PLC 控制程序根据压力油罐压力、液位信号对油泵、高压气泵、电磁空气阀、电磁排油阀等执行元件进行操作,实现压力油罐自动补油、排油、补气、排气的控制,以保证油罐内油气比为 1:2。

(4)水泵、气泵的控制取消了原自耦变压器和接触器等元件,采用交流电动机软启动控制器,使电机平滑可靠的地完成启动过程。

辅助设备自动化的改造,基本上实现了控制系统的免维护、无操作的自动控制功能,大大减轻了检修的劳动强度,也给运行人员带来了方便。

4 PLC 控制软件设计

机组控制系统的主程序是基于分步开机和停机程序来设计的。机组自动分步开机的含义是发开机令后相关设备的操作是分步进行的,即前一设备的开机操作命令发出后且在某一设定时限内(根据设备实际情况整定) 机组控制程序确定其已完成的条件下,立即发出下一设备的开机操作命令。分步开机控制时某一设备的开机操作完成与否,是由机组 PLC 采集设备动作与否的返回信号来确认的。分步开机流程结构清晰,操作简单,可读性强,便于现场运行人员学习和掌握。机组分步开机流程如图 2 所示。

机组分步开机过程中,如果开机操作某一设备的命令发出后,在某一设定时限内 PLC 控制程序确认其未完成,则认为出现开机故障 机组控制程序自动结束开机过程,此时,若

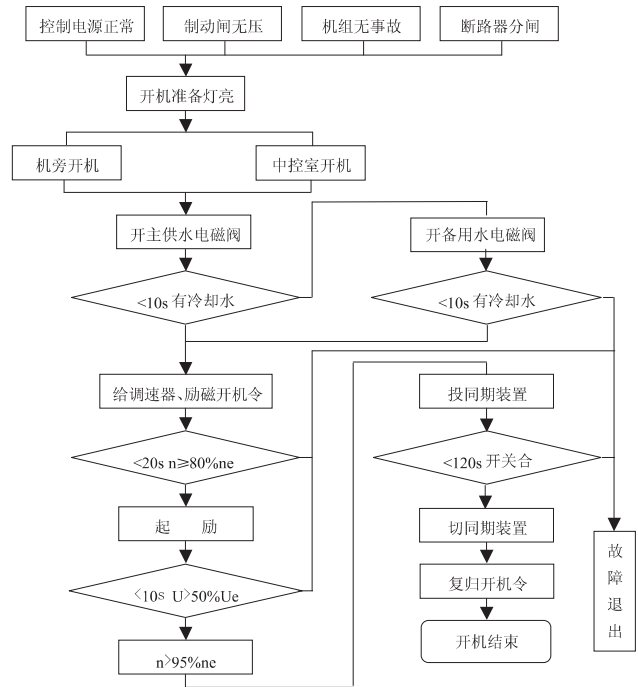


图 2 机组分布开机流程图

机组未开导叶,无转速输出,则关闭已动作的设备同时输出报警信号;另一种情况是机组有转速时,则自动执行停机程序,恢复机组至停机状态并报警。运行人员通过控制屏光字牌显示来判断故障类别,处理后复位机组控制屏至正常状态,为下一次开机作准备。

机组停机流程如图 3 所示。停机过程中出现停机故障则控制程序自动停止停机操作并报警,通知运行人员进行处理。运行人员对故障处理后,可手动进行停机过程或再次操作机组控制屏上的开/停机操作开关,使机组重新执行停机程序。

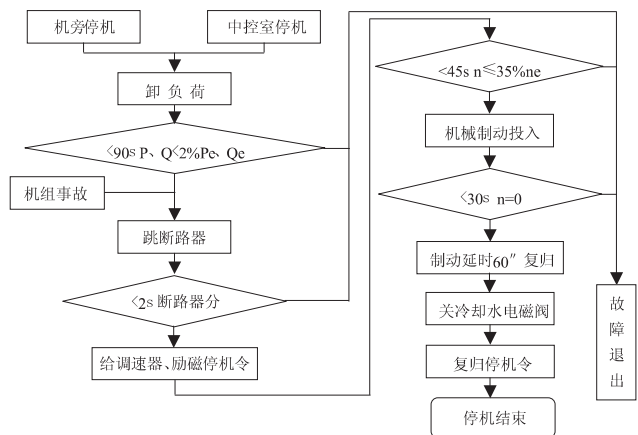


图 3 机组停机流程图

5 结束语

佛子岭水电站机组控制系统中 PLC 的应用,加强了系统的控制、监视和保护功能,增强了系统对故障的判断和处理能力。现场改造的经验说明,选用运行成熟、高可靠性的自动化装置及元件,才能真正提高自动化水平,确保机组安全稳定运行。