

PLC 在冶勒水电站机组控制中的应用

赵云德

(中国水利水电第七工程局机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 针对 PLC 的功能和技术现状,对冶勒水电站机组自动控制系统的控制流程进行分析,从机组自动操作、电站公共设备的自动操作、水工建筑物设备的自动操作等方面阐述 PLC 在冶勒水电站中的控制应用,并用图表展示冶勒水电站自动控制流程的实现过程。指出作为电站自动化控制的主流,PLC 为各种自动化控制设备提供了可靠的控制手段,使电站设备的运行效率和自动化水平得到进一步的提高。

关键词 冶勒水电站; PLC; 机组控制; 自动控制流程

中图分类号 :TV736 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2006)S2-0065-03

冶勒水电站工程位于四川省南桷河上游,是南桷河梯级开发的龙头水库工程,具有多年调节性能。冶勒水电站闸首距地下厂房 11 km,电站总装机容量 2×120 MW,为立轴六喷嘴冲击式水轮发电机组。机组引水系统由引水隧洞、双室式调压井、调压井蝶阀室、压力钢管等组成。引水隧洞长 7 118.8 m,压力主管道长 1 861.416 m,直径 3.4 m,在地下厂房前分成 2 根支管。引水系统在闸首设有事故快速门,调压井后设有检修蝶阀,作为压力钢管检修和机组球阀检修时用,每台机组前各设有 1 台球阀。进水口闸门和调压井后的蝶阀在主厂房中控室仅有监测信号,机组前的球阀和调速器共同参与机组的停机控制。

该电站机组由水轮机发电机及其附属设备、调速器、调速器压力油装置及其操作控制设备、球阀、球阀压力油装置及其操作控制设备、励磁系统设备、发变组保护装置等组成。机组控制全部由机组监控系统 PLC(可编程控制器)来实现,现地未设控制屏,统一由机组 PLC 控制,由工控机进行监视。

1 PLC 控制系统及其结构

PLC 是在传统的顺序控制器的基础上引入微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通讯技术而形成的新型工业控制装置,目的是用来取代继电器、执行逻辑、记时、计数等顺序控制功能,建立柔性的程控系统。早期的可编程控制器主要由 CPU(处理器)、输入模块、输出模块、电源模块构成。尽管形式

有别,结构不同,但所遵循的理论基本没变,其基本结构功能简述如下。

1.1 CPU

它是 PLC 的核心,通常由单片机担当。CPU 处理包括在 PLC 中的所有数学运算和逻辑运算。PLC 的程序和数据都存储在存储器中。CPU 读或写存储器存储单元的内容时,扫描一个被称为梯形图的应用程序(一个由编程器写成的指令集),扫描程序允许 PLC 执行由编程人员编写的专用应用程序。

1.2 存储器单元

在 PLC 中,存储器是一个存储信息、程序和数据的元件。PLC 中带有只读存储器 ROM 和随机存储器 RAM。PLC 的操作程序存储在 ROM 中,梯形逻辑程序存储在 RAM 中。

1.3 输入模块

PLC 的输入模块包括开关量、模拟量和特殊用途的模块。一般情况下输入电压为直流 24 V。内部采用光电隔离,有较高的抗干扰能力。

1.4 输出模块

PLC 的输出模块包括继电器接点,输出连接外部扩展继电器,与执行的设备隔离,以保护 PLC 的安全运行。

2 冶勒水电站 PLC 控制流程

冶勒水电站的自动控制操作包括水轮发电机组各种工况转化、调节和对全站公用设备进行的自动

化控制。这类控制在自动控制范畴内,属于顺序控制系统,每个控制顺序都是按照生产流程的要求及生产设备的特点来设定的。

冶勒水电站机组控制系统分为5部分:停机、空转、空载、发电、调相。控制流程可以分步走,如停机→空转→空载→发电,也可以一步到位,如停机→发电,见图1。

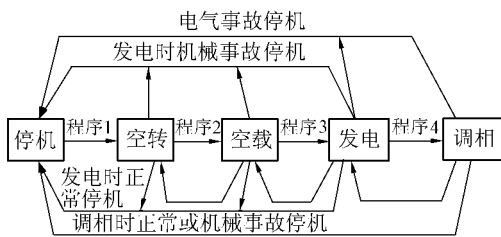


图1 PLC控制流程

如发生机械事故停机,当转速小于70%额定转速时投入电气制动来缩短停机时间,而发生电气事故停机则不能投入电气制动。电气制动是将发电机定子短路,在转子加入直流,利用定子磁场与转子磁场的相互作用,快速平稳地将机组的转速降低。电气事故发生时,机组的定子、转子、主母线可能已损坏或者有故障,此时如再投入电气制动将造成二次损伤或导致故障扩大,因此电气事故时禁止投入电气制动。

3 PLC在冶勒水电站中的控制应用

水电站(厂)的控制系统流程复杂,用常规继电器硬接线控制方式往往会造成系统规模庞大、维护困难、查找故障麻烦;采用PLC控制后,不仅性能可靠,而且易于在线或离线修改控制流程系统,无需改动硬件。对水电站(厂)自动操作的总要求是运行可靠、维护方便、经济合理,PLC控制在冶勒水电站使用广泛,主要应用于以下几个方面:①机组自动操作。要求发出一个启动命令即可按预定的顺序完成下列操作:开机发电、卸载停机、发电转调相、调相转发电、开机调相、调相转停机等,其操作对象包括机水轮发电机组及调速器、励磁系统、制动装置等附属设备。②电站公共设备的自动操作。包括技术供水与排水系统、高低压压缩空气系统、智能直流模块、整流电源与蓄电池浮充系统、厂用电系统等。③水工建筑物设备的自动操作。包括溢洪闸门的操作、引水式电站首部枢纽取水口闸门的操作、主阀球阀及其他阀门的操作等。④全厂性操作。如报警信号系统、远动通讯系统、开关站设备的操作等。冶勒水电站机组实行自动化控制,机组及控制系统均由法国ALSTOM公司提供,机组为冲击式,额定水头为580m,发电机技术指标如下:功率为13.3MW,额定转速

为375 r/min,额定电压为13 800 V,额定电流为5 578 A,励磁电压为198 V,励磁电流为1 262 A。

机组自动控制采用GE FAUNC Series 90-30可编程控制器。其硬件配置为:两组CPU 364进行主备相互切换的程序构架,分别提供了Ethernet Communication(以太网通讯)接口,通过以太网将数据上送CENTRALOC(上位机工作站),并配置了FIP网模块(IC693BEM340)采集信号I/O模块(开关量输入模块MDL655、开关量输出模块MDL753)、模拟量模块(ALG 233)的CPU进行内部控制数据通讯,MOUDLE-BUS模块(PCM301)使PLC与调速器系统及励磁系统进行数据交换,对机组的有功和无功进行调节。软件配置为:运用CCAD编程工具,主要是利用采集的I/O信息点表建立数据库和编制程序,编制程序采用SFC(顺序流程图)和FBD(功能块)相结合。

4 冶勒水电站控制流程的实现

在冶勒水电站控制流程系统中,PLC所控制的主要设备有进口球阀、球阀压力油装置、调速器压力油装置、高压油顶起、制动系统、机组冷却水系统、调速器系统、励磁系统等,执行机组停机→空载、空载→发电等顺序控制流程。同时对机组温度、振动、冷却水的流量、压力、各轴承油箱油位、机组的电压、电流、功率、转速、频率等相关参数进行在线实时监测。以该电站机组停机→空转→空载→发电→调相的自动控制流程为例,该流程具体实现过程见图2~5。

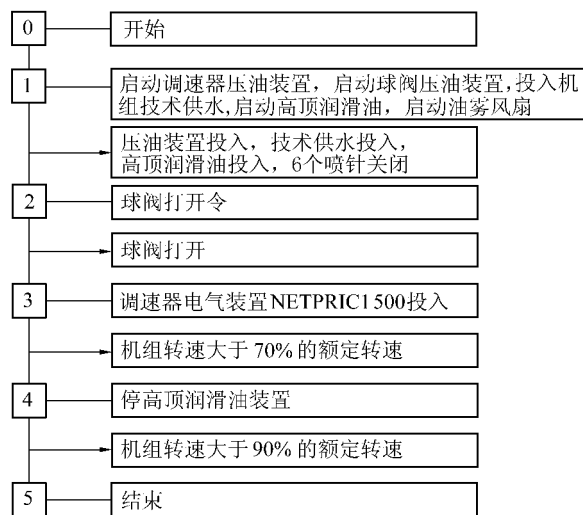


图2 程序1: 停机→空转

5 结 语

进入21世纪,PLC将会有更大的发展。从技术上看,计算机技术的新成果会更多地应用于可编程控制器的设计和制造上,将会有运算速度更快、存储容量更大、智能化程度更高的产品出现;从产品规模

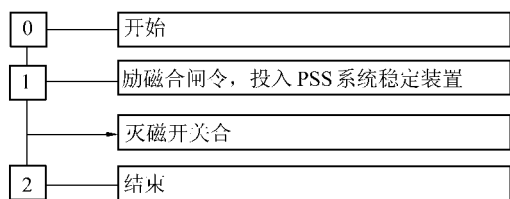


图 3 程序 2 空转→空载

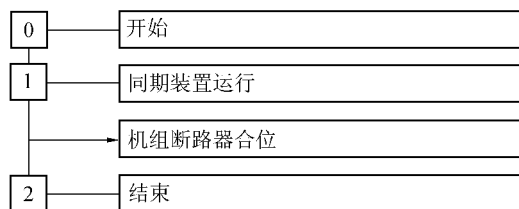


图 4 程序 3 空载→发电



图 5 程序 4 发电→调相

上看,会进一步向超小型及超大型方向发展;从产品的配套性上看,产品的品种会更丰富、规格更齐全,完美的人机界面、完备的通信设备会更好地适应各种工业控制场合的需求。PLC 在冶勒水电站自动控制中的应用为各种自动化控制设备提供了非常可靠的控制手段,大大提高了整个电站的整体自动化水平和运行效率,具有较大的经济效益和社会效益。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 骆超)

(上接第 28 页)绕组单独缠绕且需安装在每部分的中间位置。如果需要,沿着励磁绕组安装相参考线圈而且相互之间保持绝缘(励磁和相参考线圈)。

试验时,采用 1 台自耦调压器与电源相连,在合上开关前把输出旋钮调到“零”,逐步增加输出,同时监控电流值和扫描电压值,直到满足试验所需的电压值。

使用 Chattock 传感器沿着铁芯槽缓慢滑动,同时监视输出电流的波形值,对于 4% 额定值的磁通量,显示的电流值如果比平均值高出 100 mA 时表明存在重大故障,当峰值高出平均值 30 mA 时,要求对铁芯进行彻底检查。如果磁通密度不是额定值的 4%,则故障电流的最大值需根据上述值进行调整。

如果发现故障,可以另外使用一个小尺寸的 Chattock 传感器,通过直接读取二次值进行现场检查,垂直移动传感器直到得到一个最大的二次轴电流值。水平位置采用相同的方法,可得到一个更精确的故障定位。

试验过程如下:在试验时,1 名试验人员使用木梯子移动 Chattock 传感器在定子铁芯上部和下部之间进行测量,另 1 名试验人员进行配合,1 号机试验准备和完成时间共用 1.5 d 时间(正常 1 d 时间就可完成)。试验时,移动 Chattock 传感器沿着铁芯的内表面对铁芯进行全部检查,试验最终所测的数据应比平均值低 30 mA 才符合厂家要求。

2 号机定子叠片过程中,不慎将 1 块整形块掉下,将铁芯端部砸出约 10 mm 的浅沟,经修复后得到厂家认可。2 号机在进行 EL CID 试验时,在该受损部位周围 3 槽内,虽然所测的数据低于 30 mA,但

可以观察到波形发生明显畸变,这也从另一个方面证实了 EL CID 试验的检测灵敏效果。

试验前,励磁绕组在布线时需要用木块等绝缘材料作为支撑,电线与定子机座保持至少 1 m 的距离,以避免励磁绕组与定子机座直接接触而对试验时的数据采集产生影响。

5 小 结

由于激磁电流小,EL CID 试验没有噪声,铁芯也没有温升和发热点,试验对铁芯匝间绝缘没有任何潜在的损伤,试验采用低电压、低电流,试验过程安全可靠,但相对于铁损试验来说,试验设备要求较高,试验必须用专用设备,而且 EL CID 试验不能测定铁芯单位质量的损耗值。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 高建群)

