

软件冗余 PLC 在电厂除渣控制系统中的应用

福建省莆田市莆田学院 (351100) 吴 晓

火电厂的渣系统既不同于灰系统,也区别于煤系统。它并不像煤、灰系统那样,可以在发电生产线上滞留长达几个小时而不影响发电。渣的温度高又处于锅炉最低部,不但得不到冷却,而且最怕滞留影响进风系统导致发电故障,正因为渣系统的特殊工艺过程,确保除渣控制万无一失,成为当务之急。所以大部分发电厂除渣控制系统,往往采用硬件冗余的方法来提高其可靠性。但十倍于单机的价格又使电厂进退两难,是否有既可靠又经济的方案呢?软件冗余,应运而生。

1. 控制系统

(1) 除渣工艺过程 如图 1 所示,其工作原理共有四个过程:①打开进料阀 4 使上面的物料落下。②物料升到料位计 5 时,进料阀 4 关闭。③气

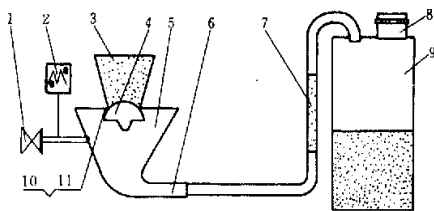


图 1 除渣工艺过程示意图

1. 进气阀 2. 压力开关 3. 灰斗 4. 进料阀
5. 料位计 6. 发送器 7. 灰栓 8. 透气布
9. 灰库 10. 气封阀 11. 气封压力开关

完成退料入库的动作,可以进行复位等后续动作;仓库单元控制器接收到相应的信号后,向堆料机发出入库指令,完成托盘入库动作等。这些单元间的协调问题都由单元控制器之间直接完成相应的信息传递。

由于经济及技术问题,一直以来高低压配电房的 FMS 生产系统都没有真正形成批量生产,但随着国产数控机床以及物料运储系统和计算机管理控制系统的逐渐完善和应用,为 FMS 生产系统的运用奠定了坚实的基础。(收稿日期:20030509)

封阀充压,打开进气阀 1,增压使物料成灰栓 7 送入灰库 9。④当灰栓 7 被送入灰库后如图 2 所示,压力开始下降,被压力开关 2 检测到下降沿后,关闭进气阀 1,开始下一个循环。压力曲线示意图见图 2。

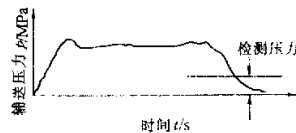


图 2 压力曲线示意图

(2) I/O 分配 每套输入点为:①进气压力开关。②气封压力开关。③料位计。④启停开关。输出点为:①进气阀。②进料阀。③气封阀。④运行指示灯。共四台套,可控制四台炉。点数为:输入 $4 \times 4 = 16$, 输出 $4 \times 4 = 16$ 。

(3) 软件冗余硬件配置 PLC 所有的模块均是固态电路,具有标准化、模块化和插入式结构,具有防尘、抗震、耐高温、抗干扰等性能,比较适合电厂除渣的工业环境。因此,我们采用西门子 S7-300 可编程控制器,来实现软件冗余双机热备电气控制,如图 3 所示。西门子 S7-300 可编程控制器硬件价格低廉,软件指令丰富,功能强大。选

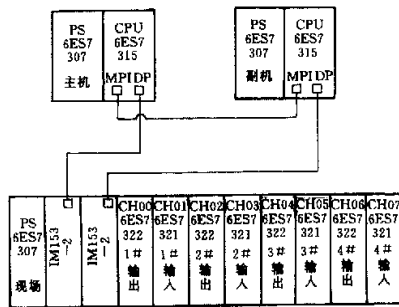


图 3 软件冗余硬件配置图

用的处理器为 6ES7-315,它带有双 CPU,双电源和双 RAM 部件,该模块具有强大的逻辑和回路控制功能,它的组件 STEP7 处理单元用于处理用户程序。CPU 模块内置巨大的存储器和带高速闪存 FLASH。PLC 控制器的内存有后备电池保护措施,

以确保系统掉电后的信息保存及换电池不影响系统运行,复位后控制器将自动恢复到停电前的运行状态,这样保证突发情况下电厂除渣的连续性。整个硬件系统除了上述冗余以外,DP-Profibus总线、远程接口模块IM153-2、输入输出I/O模块也是冗余的。特别是I/O模块,我们把6ES7-322、321作为一对,用来控制一个电磁阀箱,即一台炉除渣。共 $4+4=8$,剩下的 $8 \times 2 - 8 = 8$ 作为热备I/O冗余。即仍然接上线,但不输出,当主I/O点出现故障时,立即接替。硬件系统的管理、协调和现场控制,分别由子程序和冗余软件来控制。

2. 控制软件

(1) 梯形图软件 如图4所示梯形图软件子程序主要是按照除渣工艺流程编写的现场设备动作程序,它是每台炉能否把渣顺利送到渣库的关键程序,也是设备的子程序。首先编写组织块OB1作为调用其他子程序的主程序,子程序块FC1、FC2、FC3、FC4分别编写各台炉除渣动作程序,而子程序块FC11、FC12、FC13、FC14分别编写对应设备的I/O冗余子程序,即当FC1、FC2、FC3、FC4出错时,立即切换到FC11、FC12、FC13、FC14,而平时热备等待。子程序块FC1、FC2、FC3、FC4、FC11、FC12、FC13、FC14除了梯形图地址不同外,其他完全相同。这种模块化设计非常容易编辑和排错,大大简化编程步骤,在实践中可以提高编程效率达90%以上。

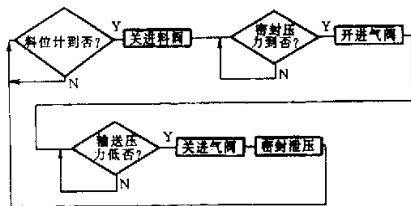


图4 PLC子程序流程图

(2) 软件冗余 冗余程序的编写是提高整个设备安全运行的关键,再好的梯形图设备程序,针对设备发生故障是无能为力的。只能靠冗余程序来实时诊断、排错、复制等,以便提高整个除渣设备系统的可靠性。冗余程序主要完成主、从CPU之间的切换,如图5所示,程序开始运行后主、从CPU分别读入对方信息,然后进行无备份应用程序

序运行,分析从CPU状态进行冗余备份应用程序,把冗余备份的数据复制到从CPU,并输出设备I/O状态及诊断信息。而从CPU正好与主CPU进行相反的过程。

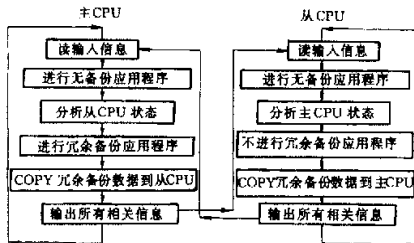


图5 软件冗余程序流程图

(3) 模拟调试 在硬件接线测试正常后,我们首先进行了模拟调试。第一步,我们是按步骤进行。例如:首先连接人为断主机电源3次,观察梯形图软件是否运行正常;然后,人为把主机的run转开至program三次,进行观察;再依次断主机IM153-2和DP电缆等。完成后开始对备用副机进行上述同样试验。第二步,我们是随机进行,即随时断开某连接点的方法。例如,断电源、副机DP等。第三步,是软手断点监控,即用计算机联网手操作。例如,扰乱通信、软手run转换等。通过上述三步人为设置障碍法,基本达到了常见故障的模拟,达到了测试目的,符合双机热备国际电工协会颁布的考核方法惯例。

我们在金陵石化热电厂除渣车间运用了此套软件冗余控制系统。经过一年多的实际运行表明,软件冗余代替硬件冗余是可行的,特别是与该厂负压除灰控制系统的S7-400硬件冗余比较后发现,S7-300软件冗余在使用维护方面好于S7-400硬件冗余,更易于操作工人的掌握理解,软件的免维护性是不随时间变化的,也就是说S7-300软件冗余的使用寿命要远远强于S7-400硬件冗余。

3. 结束语

本控制系统在充分运用现有PLC技术的基础上,利用软件代替部分关键硬件功能,很好地解决了可靠性与价格的矛盾。这种以软代硬的编程方法也正是计算机技术的发展和趋势,非常值得推广应用。

(收稿日期:20030227)