

PLC 与变频器在热电厂循环水系统中的应用

伍冬初,应群民

(浙江大学 电气工程学院,浙江 杭州 310027)

摘要:介绍了一种基于 PLC 与变频调速的控制系统在水系统自动化改造中的应用。包括系统组成、主要功能、下位 PLC 软硬件设计、变频器控制设计、上位监控设计以及变频器、PLC、上位机三者之间的网络通信功能设计。

关键词: PLC;变频器;控制系统;网络通信;组态软件

中图分类号: TP391.8;TM628 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 4551(2005)02 - 0006 - 04

The Application of PLC & Inverter in Use of the Cycling Water Automation Renovation System in the Heat and Power Plant

WU Dong-chu, YING Qun-min

(The College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: He article mainly introduces the application based on the PLC and Frequency conversion timing control system in use of the cycling water automation renovation system in the heat and power plant. The structure, the main function, the soft design and hardware design of PLC, the design of frequency conversion timing control, the design of supervisory control and data acquisition ware presented. The Network communications between Transducer, PLC and IPC also touched upon in this paper.

Key words: PLC;inverter;control system;network communications;configuration software

1 引言

热电厂外循环水冷却系统是为热电厂发电机组的内部循环纯净水提供冷却,对保证发电机组正常、可靠的运行,具有非常重要的作用。

某热电厂水泵房现有 8 台循环水泵向厂内提供外冷却水。根据生产的需要以及水泵出水口压力的大小,决定循环水泵运行及台数。所有水泵启动前必须先对水泵的进水管抽真空,有 2 台真空泵用来完成此项工作。循环水及其真空子系统组成,如图 1 所示。

进行自动化改造前,水泵的投运包括真空泵的开停及相应真空阀的开闭操作,均由人工在现场进行;一旦发生紧急情况如运行中的水泵突然故障跳闸,人工响应往往不够迅速,未能及时投入连锁备用水泵,从而影响工厂的生产;而且改造前水泵电机一直运行在工频下,能耗大,工频启动对泵本身造成很大的冲击,将加速泵系统各个部件的老化。

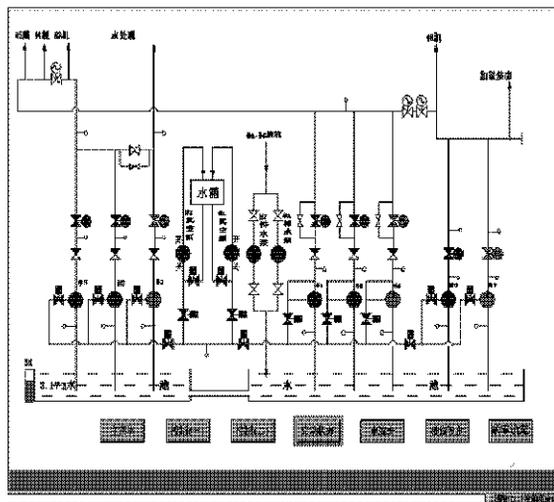


图 1 循环水及真空子系统组成图

针对这些情况,应用一种 PLC 控制、变频调速与现场总线技术^[3]相结合的系统改造方案,实现了水泵电机根据热电机运行情况的变化变速运行,自动调节水流量和压力,既满足了生产需要,又达到

收稿日期:2004 - 05 - 27

修订日期:2004 - 06 - 11

作者简介:伍冬初(1977 -),男,湖南永州人,浙江大学电气工程学院硕士研究生,研究方向:工业控制方向。

节能降耗、延长设备使用寿命和提高整个系统控制水平的目的。系统具有易扩展性和较高的可靠性。

2 系统配置原则和系统基本功能

改造后,系统通过智能仪表(传感器)组对水泵机组的压力、温度、流量、电流、电压、水位等模拟量以及各电动阀门、液压阀门位置等数字量进行自动检测,并将检测结果传输给下位 PLC(即 LCU 单元)处理,经数据计算以及水站生产系统运行优化处理后,送至各执行机构实行相应操作;同时通过 LCU 单元与现场监控机的通信,完成系统操作、显示各泵变频器及整个冷却水泵站系统的运行状态、异常处理(包括保护、报警等)以及可以打印输出各相关操作记录、历史记录及效率分析表等。

为了实现热电厂的数据集中管理,通过另一台在中控室的远程监控机,采用 OPC 接口技术,使底层现场数据录入电厂 MIS 管理系统。系统具体要求如下:

(1) 监测。准确反映系统中主要设备与辅助设备的工作情况,包括各变频器运行/停止信号、变频器频率值、泵机电流值、前池水位、循环水泵出口压力、真空系统压力、液压系统压力及各阀门位置。

(2) 指令控制。执行运行人员发出的变频器运行/停止、给定运行频率、排水泵开停、真空系统启停以及液压系统控制指令。

(3) 自动控制。自动完成水泵变频启动的所有相关过程;压力传感器将泵出口压力信号送至 PLC,作为泵出口压力单闭环控制的反馈值(给定值根据实际工况设定),通过 PLC 对泵出口压力信号变换和处理,为变频器提供频率给定,实现频率的自动调整,达到水压恒定;如果变频器一直调高到工频还达不到要求的压力,则投入连锁备用循环水泵;自动关闭因故障跳闸水泵的变频器,同时关闭相关的出口电动阀或液压阀,备用循环水泵自动投入运行。

(4) 报警。前池低水位报警、出水母管低压力报警、运行中的变频器因故障退出运行报警,出现后两种报警,系统自动投入连锁备用循环水泵。

(5) 数据记录。定时记录运行数据、即时记录故障数据以及运行人员操作数据。

3 控制系统硬件设计

根据控制需要,系统配置为分层分布式二级监控系统结构。2 台以 PLC 为核心的就地控制单元

(LCU),其中 #1 就地控制单元(LCU1)控制 #1~#6 循环水泵变频器及相应的出口电动阀、真空子系统; #2 就地控制单元(LCU2)控制 #7~#8 循环水泵变频器及相应的出口阀液压系统,PLC 与变频器通过现场总线 DeviceNet 网络来通信。就地控制单元(LCU)之间以及上位机与就地控制单元采用 DH+ 工业控制网络连接。系统配置如图 2 所示。

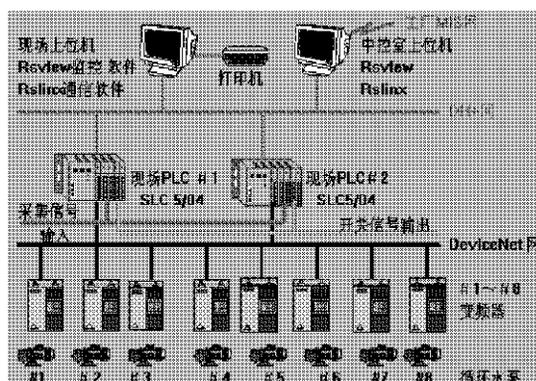


图 2 系统配置结构图

3.1 PLC 及变频调速系统设计

从工艺要求、I/O 点数、扫描速度、自诊断功能等方面考虑,LCU 选用性能及可靠性都很高的 Rockwell 自动化的 SLC5/04 型 PLC^[1]。该处理器拥有足够多的本地 I/O 处理能力;本系统 I/O 设计需要开关量输入点 46 点,开关量输出点 84 点,模拟量输入点 30 点,共计 160 点。模拟量输入模块采用 4 块模拟量输入模块 1746NI8,开关量输入模块采用 4 块开关量输入模块 1746IM16,开关量输出模块采用 6 块开关量输出模块 1746-OW16;这些模块提供输入滤波、光电隔离以及内置式浪涌保护,抗干扰强,可靠性高。处理器内置 DH+ 通信口,在 57.6Kbit/s 下,DH+ 网^[2]的最大通信距离为 3000m,其信息吞吐能力完全能满足位于控制中心的上位机对就地控制单元进行通信的需要。

由于系统循环水泵主电压是 6000V 中压,从可靠性、控制性能等方面考虑,变频调速装置选用 AB 公司的 1557 系列中压变频器,1557 中压变频器采用 CSI-PWM 技术和直接矢量控制,为交流电机提供近似正弦波形。PLC 与变频器的通信是通过 DeviceNet 现场总线实现,来完成对循环水泵的变频调速控制,DeviceNet 传输速率为 125 - 500Kbit/s,传输距离最大为 500m,最大节点数 63 个,变频器通过 DeviceNet 通信模块 1203 - GK5 连接到 DeviceNet 上,

SLC 通过扫描模块 1747 - SDN 去获取 DeviceNet 网上设备信息及控制网上设备,如泵电机启停、调速、投入切换、故障诊断、保护等。本调速装置具有自动和手动、就地和远程调速控制功能,故障时可以切换到现场手动控制。

3.2 上位机监控系统组成

上位机采用 2 台研祥工控微机,微机包括连接 DH+ 工业控制网的 PCI 接口 PKTX 卡,完成就地控制单元(LCU)与上位机的通信。1 台位于泵房值班室,供泵房运行值班人员监控使用,同时配有打印机随时打印输出相关的操作记录、历史记录数据;另一台位于工厂热电机组控制中心,除了在泵房无人值班时作为监控计算机外,还作为循环水泵控制系统与工厂 MIS 网的通信机。这种通信是通过 OPC 接口技术来完成,采用 OPC 接口技术从下层网络节点获取数据,这使自动化系统、现场设备与工厂办公管理应用程序之间数据交换得以简洁化、标准化。

4 控制系统软件设计

4.1 PLC 变频调速程序设计

可编程序控制器控制程序用梯形图逻辑完成,程序包括初始化程序、故障检测报警程序、真空系统工作程序、循环水泵启动程序、泵变频调速及设备切换投入程序,以及就地控制单元间通信程序。通过 PLC 的 PID 功能块完成泵出口压力的单闭环控制,同时建立变量表,用于 PID 的参数整定和修改,变频调速控制流程图如图 3 所示。在软件设计中利用 PLC 定时中断功能完成数据采样、数字滤波、PID 运算及控制输出。

系统故障检测、报警及处理程序框图,如图 4 所示。

4.2 上位机监控软件设计及网络组态

上位机采用 Windows NT(tm) 操作系统,用罗克韦尔自动化的 RSView32(tm) 软件开发监控程序和人机操作界面。操作人员可在控制室向下位机发出各种控制命令,同时程序完成从 LCU 实时采集、处理模拟量、开关量、报警数据和操作数据;定时记录历史数据;实时记录事故、故障信息及开关变化信息;对运行人员所作的操作进行记录。数据以标准的 dBase 格式形成磁盘文件。运行人员可在图 5 所示的控制面板上对循环水泵以及辅助设备运行方式的设定,根据出水口的压力大小,自动控制泵

的运行速度以及连锁备用循环水泵投入。

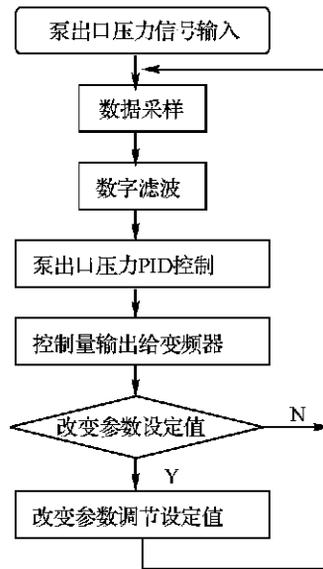


图 3 变频调速程序

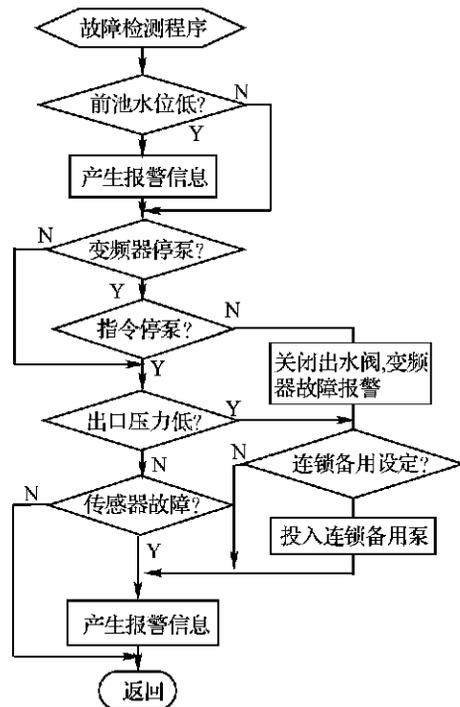


图 4 LCU 故障检测程序

这些开关及连锁按钮的开关状态值送入就地控制单元 PLC 处理后,PLC 向执行机构发出相应操作指令,通过现场总线向变频器发送启停命令,启停相应的水泵;主要显示内容还包括:系统运行图(如图 1 所示);实时运行参数;机组顺序控制(变频器启停、真空泵投切、阀门开关状态等)过程模拟图等。报警显示:越限内容及越限值显示,辅以声、光报警。

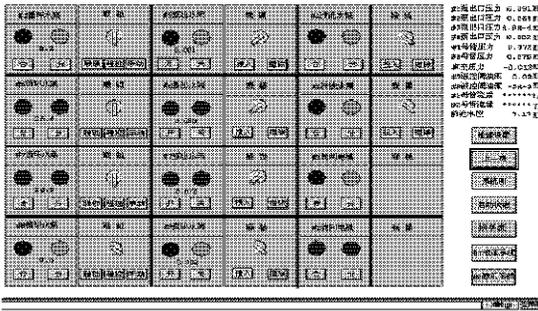


图 5 操作面板

在上位机上使用 RSLogix500 对 SLC 进行编程, RSNetwork for DeviceNet 对扫描器和变频器进行组态及网路管理,就可将 DeviceNet 上独立的 SLC、变频器构成一个网络化的控制系统,实现对变频器的运行状态、运行参数进行监测、控制和优化。在上位机运行 RSNetwork for DeviceNet 之前,必须要用 RSLinx 通信软件完成从 DH+ 网到 DeviceNet 网相互通信的连接组态工作。配置好网络后,可以通过 DH+ 网直接访问 DeviceNet 网络上的设备,如图 6 所示。

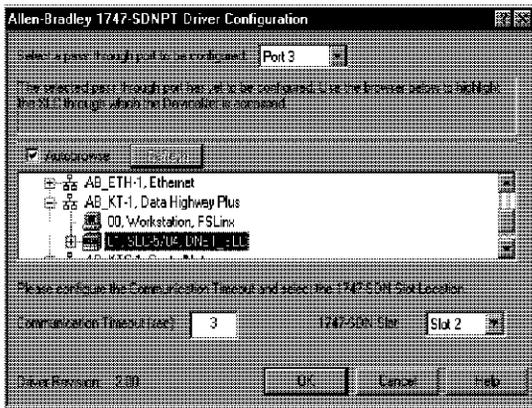


图 6 网路驱动配置图

另外,根据运行需要,在上位机还设置了一套针对真空子系统和液压子系统的“软手操”功能,即在图 1 所示的图形界面上,直接以鼠标对相应的真空泵、真空电磁阀、液压电磁阀、液压泵进行操作。这一功能的设计,使得在设备维修完成后的调试工作变得非常方便。

5 结论

采用 PLC 系统对循环水控制设备进行自动化改造后,提高了系统对突发事件的响应能力,增加了系统的可靠性和安全性;特别是采用变频调速控制循环水泵,各变频器通过 DeviceNet 现场总线与 PLC 通信完成现场水泵控制数据的上传与下载,不仅使安装时一次布线电缆大大减少,而且使系统可靠性大大提高,维护工作量大大减少,并且大幅度降低了耗电量,延长了泵设备的使用寿命,减少冷却用水量,取得了良好的效益。通过上位机人机界面程序对设备进行设置和操作,有效地减轻了运行人员的劳动强度。另外,从中心控制室微机通过系统的 DH+ 网络可直接对现场 PLC 进行远程控制,减少了调度环节,为循环水控制系统的无人值班提供了条件。从循环水系统自动化改造完成投入运行的情况来看,系统设计合理,运行稳定可靠。

参考文献:

- [1] 浙江大学罗克韦尔自动化技术中心组. 可编程序控制器系统[M]. 杭州:浙江大学出版社,2000.
- [2] 邱公伟. 可编程控制器网络通讯及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [3] 阳宪惠. 工业数据通信与控制网络[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [4] 微型计算机杂志社. PLC 应用 200 例(工控、仪表、自动化)[J]. 微型计算机,2003 合订本.

2005 年我国环保机械总产值将达到 500 亿元

目前,世界环保产业年产值高达 6000 亿美元,被誉为发展潜力巨大的“朝阳产业”。专家预测,2005 年我国环保机械制造业总产值将达到 500~600 亿元,年增长为 12%~16%。据介绍,近 3 年市场看好的环保机械产品主要有:电除尘器、袋式除尘器、火电厂烟气脱硫设备、新型工业锅炉、城市污水处理及垃圾处理设备等,这些产品若进口需 300 亿元,采用国产设备仅需 178 亿元,国产环保机械面临难得机遇。

专家认为,经过 10 多年的发展,我国环保机械行业的产品结构、性能和质量显著改善,国产环保设备已趋于成熟。其中,电除尘和布袋除尘技术居世界先进水平之列;污水处理工艺设备和配套设备已能生产,有些技术设备已打入国际市场。噪声与振动控制技术中,有些超过国外先进水平,如微孔消声技术已领先国际水平。