

三菱 PLC 与大广坝水电厂顺控系统的开发

符文飏 魏恩彬

(海南大广坝电力工程公司 海南省东方市 572627)

【摘要】 简要说明三菱 PLC 的一些主要特点,并以大广坝水电厂“分步操作及水机保护装置”改造项目为例,着重介绍了利用三菱 PLC 开发和实施大广坝水电厂顺控系统的主要步骤。

【关键词】 大广坝水电厂 可编程序控制器 三菱 PLC 顺控系统 开发

【数据库分类号】 SZ01

0 前言

在工业生产过程中,大量的开关量顺序控制,它按照逻辑条件进行顺序动作,并按照逻辑关系进行连锁保护动作的控制及大量离散量的数据采集。传统上,这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。1968 年美国 GM(通用汽车)公司提出取代继电器控制装置的要求,第 2 年,美国数字公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置,首次采用程序化的手段应用于电气控制,这就是第一代可编程序控制器,称 Programmable Controller(PC)。

个人计算机(简称 PC)发展起来后,为了方便,也为了反映可编程控制器的功能特点,可编程序控制器定名为 Programmable Logic Controller(PLC),现在,仍常常将 PLC 简称 PC。

PLC 的定义有许多种。国际电工委员会(IEC)对 PLC 的定义是:可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存贮器,用来在其内部存贮执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字的、模拟的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。

20 世纪 80 年代至 90 年代中期,是 PLC 发展最快的时期,年增长率一直保持为 30%~40%。在这时期,PLC 在处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力得到大幅度提高,PLC 逐渐进入过程控制领域,在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的 DCS 系统。

PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。PLC 在工业自动化控制特别是顺序控制中的地位,在可预见的将来,是无法取代的。

大广坝水电厂于 1997 年开始引进 PLC 技术,经过多方面比较选中了日本三菱公司生产的 FX 系列产品,从引进成套设备开始,并逐渐对其中的高新技术消化吸收为己所用,最后形成成套设备的开发、设计能力。

1 三菱 PLC 在大广坝水电厂的应用概况

在大广坝水电厂,以三菱 PLC 为核心控制元件的设备得到了广泛的应用,虽然长年运行在灰

尘多、空气湿度大(>85%)、磁场强度大的恶劣环境,但运行情况良好,基本上没有出现 PLC 工作不正常的情况。目前投运的部分设备如表 1 所示。

表 1 部分投运设备列表

序号	设备名称	制造商
1	LPC 自动排水测控装置	四川中鼎电气控制有限公司
2	高压气机自动测控装置	四川中鼎电气控制有限公司
3	低压气机自动测控装置	四川中鼎电气控制有限公司
4	可编程主令控制器	能达通用电气股份合作公司
5	水轮机调速器	能达通用电气股份合作公司
6	快速闸门自动控制装置	能达通用电气股份合作公司
7	调速器压力油罐自动测控装置	自主开发
8	发电机轴承油位监视装置	自主开发
9	发电机组 PLC 顺控系统	自主开发

2 三菱 FX2N 系列 PLC 的特点

- (1) 高可靠性:平均无故障运行时间为 50 000 h
- (2) 适应性强:可在各种恶劣的工业环境中正常运行
- (3) 多样化的软件资源
- (4) 简单的编程方法

·《指令表编程》

指令表是以“LD”、“AND”、“OUT”等顺序指令输入的方法。鉴于这种方法以列表程序作为基本的输入形式,控制内容难以看懂。

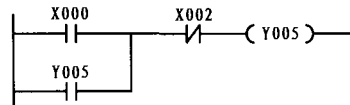
·《SFC 编程》

SFC 程序是根据机械动作的流程可进行顺序设计的输入方法。

·《梯形图编程》

梯形图编程是采用顺序信号与软元件地址号。在图形图像上作出顺序电路图的方法。这种方法用触点符号与线圈符号表示顺序电路,因而容易理解程序的内容,同时还可以用电路显示的状态来进行顺序的运行监视。如图 1 所示。

以上述方法编制的顺控程序都可以通过一定的软件工具相互转换。但鉴于《梯形图编程》与工业传统的电气图纸无论是原理还是形式上都十分相似,基本上只要看得懂电气图纸就可理解程序,所以《梯形图编程》得到了广大电气工程师的接受和喜爱。



X0、X2 为 PLC 输入信号端子,其中 X2 为常闭接点;Y5 为 PLC 输出信号端子

图 1 PLC 程序示例

3 大广坝水电厂“分步操作及水机保护装置”改造项目

大广坝水电厂原“分步操作屏”、“水机保护屏”、“信号扩展屏”为继电器控制回路,主要功能是人工分步进行发电机组的开机、停机、水机保护及与电厂计算机监控系统接口;其接线复杂,故障率

高(据不完全统计约占全厂故障的 60%),导致运行、维护成本偏高,而且存在安全隐患。

3.1 项目的准备阶段

项目的实施目标:以原电气图纸为设计基础,做到“原理不变、功能不变、操作方式安全可靠”。并将原“分步操作屏”、“水机保护屏”、“信号扩展屏”合三屏为一屏,并改造为三菱 PLC 控制回路,减少实际电路连线,提高整个系统的可靠性。系统结构如图 2 所示。

3.2 项目的设计阶段

(1) 配合业主的有关领导和技术人员,对设计方案进行充分论证,做到万无一失;

(2) 根据原系统的功能,对应地将新系统分为“操作控制 PLC”、“水机保护 PLC”、“监控接口 PLC”,PLC 的型号为三菱 FX2N 系列。人机界面则选用三菱 F970 触摸屏。

(3) 计测点数量,并分类列表,设计好相应的 PLC 端子号。

(4) 为防止干扰信号及设备辅助接点接触不良,应加入适当的滤波程序,见图 3。程序中的滤波时间应具体测点性质做出适当的定义。

程序运行说明:

当 PLC 处在“运行”状态时, M8000 = 1, 即 M8000 接点接通, 如果输入信号端子 X3 接点接通, 时间寄存器 T3 开始计时, 若 X3 在计时时间内保持稳定接通, 则 PLC 辅助寄存器 M3 置 1, 即 M3 接点接通; 同理, 当 X3 信号消失时, 时间寄存器 T13 开始计时, 若 X3 在计时时间内保持稳定断开, 则将 PLC 辅助寄存器 M3 置 0, 即 M3 接点断开。可见滤波程序可以将瞬间出现的假信号滤掉。

(5) 系统的机组开、停机操作是人工分步进行的, 改为顺控后, 需在相应的程序中增加适当的判断或延时, 以保证设备动作流程的正确性, 如图 4 程序中的 M500~M503。

(6) 为方便机组在检修时的调试, 应有对单台设备进行单步操作的功能。

(7) 系统应有历史数据查询功能(即报警记录)。

(8) 程序流程分析, 做出系统及子系统流程图。

(9) 根据流程图完成程序的编制及调试。

(10) 根据业主要求, 绘出人机界面图。

3.3 目的实施阶段

(1) 系统安装

· 根据测点定义, 做出接线表, 绘出系统屏内配线图;

· 系统屏内配线;

· 除原系统屏体, 将原电缆根据安装的需要进行整理、分类;

· 系统屏外配线;

(2) 系统调试

· 根据测点定义表, 对测点的接线进行逐点核对, 保证配线的正确性;

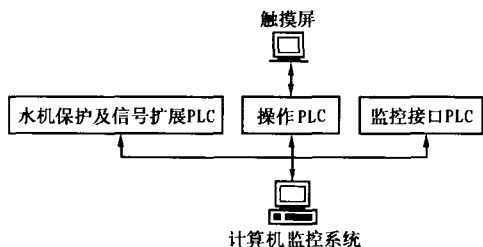
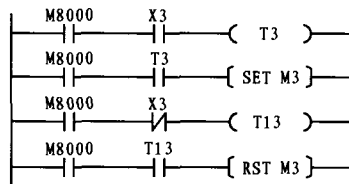
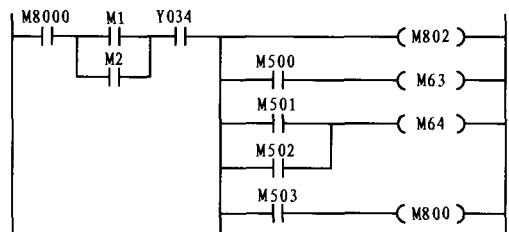


图 2 系统结构图



M8000 为 PLC 运行状态标志(系统信号); X3 为输入信号; M3 为 PLC 辅助寄存器; T3、T13 为 PLC 时间寄存器

图 3 输入信号滤波程序



Y34 为开机准备(输出信号); M1 为机旁开机令(输入信号); M2 为开机至空载(输入信号); M500 为围带已排气(输入信号); M501 为主用冷却水已投入(输入信号); M502 为备用冷却水已投入(输入信号); M503 为高油减载油压正常(输入信号); M802 为围带排气(输出信号); M63 为开冷却水(输出信号); M64 为顶推力(输出信号); M800 为拨锁锭(输出信号); M8000 为 PLC 运行状态标志(系统信号)

图 4 顺控系统开机程序片段

- 系统加电试验:第一次加电时间不能超过 5 s,并注意观察是否有发热、短路现象;
- 系统空载试验:断开操作电源,检查系统在任何操作的情况下,各测点的状态与实际状态是否相符;
- 机组无水试验
 - ① 合上操作电源,逐步进行操作,检查测点动作情况及相应反馈信号是否正确;
 - ② 合上操作电源,进行机组无水开、停机等各项操作,检查程序流程是否正确;
 - ③ 模拟各种机组事故,检查保护动作是否正确;
- 机组有水试验
 - ① 做好各项安全措施及准备工作;
 - ② 满足机组正常运行的各种条件,进行实际情况下的运行操作,对系统进行整体检查、验证。

3.4 项目的验收

- (1) 配合业主对项目进行验收;
- (2) 根据业主要求对系统进行整改;
- (3) 验收合格后,进行 72 h 的试运行;
- (4) 72 h 的试运行结束后,交付业主正式投入运行。

4 结论

目前,大广坝的#1、#2、#3发电机组已成功地进行了改造。实践证明:新系统投运至今,故障率为0,基本上处于免维护状态。这也充分证明了三菱 PLC 高可靠性的特点。

大广坝水电厂对三菱 PLC 技术的引进是成功的,不仅节约了宝贵的生产资金,也为大广坝水电厂培养了一批技术骨干,为今后的发展积蓄了力量,为进一步的发展打下了坚实的基础。

参考文献

- [1] 三菱微型可编程控制器编程手册.三菱株式会社.

符文彪 男,助理工程师,维护部主任工程师,从事水电厂机电维护检修工作。

魏恩彬 男,副总经理,从事公司管理工作。

(上接第 10 页)

- (5) 辅助设备泵组没有实现自动轮换功能。
- (6) 部分自动化元件的可靠性还较差,如有些变送器量值不准确等。
- (7) 现地控制单元设备不具备自诊断功能。

4 结束语

后垄溪二级水电厂计算监控系统采用分层、分布式结构,通过网络将计算机监控、微机保护、调速器、励磁及其他电站自动化保护控制融为一体,整个系统安全稳定可靠,使用维修方便,提高了后垄溪二级水电厂的自动化水平,基本达到水电站的“无人值班”(少人值守)和安全经济运行的要求。

兰有磷 男,经理助理,工程师,从事水电厂发电设备生产技术管理工作。