

三菱 PLC 在泵站自动控制中的应用

孟 刚 黎文安 邓建刚 孙熊飞 武汉大学电气工程学院

摘要: 以 PLC 为核心的泵站自动控制系统大大提高了泵站的综合自动化水平。文章主要介绍了日本三菱公司的 FX2N 系列可编程控制器(PLC)在泵站自动控制系统中的应用,解决了上位机(IFIX)与下位机(PLC)的通信问题,以及多台 FX2N 系列的小型 PLC 如何进行数据采集、数据交换和通信等问题。除此以外,还给出了此泵站控制系统的系统构成和系统功能。

关键词: 可编程控制器(PLC) 监控系统 通信 数据采集

Mitsubishi PLC Application in the Automatic Control of Pump Station

Abstract: The automatic control system of pump station taking PLC as the core, has improved the comprehensive automation level of the pump station greatly. This text has introduced application in the automatic control system of pump station of FX2N serial programmable controllers (PLC) of Japanese Mitsubishi Company mainly. Have solved the communication problems of the location paying machine (IFIX) and the next machine (PLC), and how small-scale PLC of many FX2N series gather the data, and such questions as the data interchange and communication, etc.. Besides this, also provide system forming and systematic function of this pump station of control system.

Keywords: programmable controller monitoring system communication data gathering

0 引言

高潭口泵站位于洪湖市黄家口镇东荆河右线堤岸上,是荆江北岸防洪排涝工程项目的第一期重点工程,是解决四湖流域涝灾问题的流域性骨干泵站。初始设计受益地区包括沙市、江陵、潜江、监利、洪湖等县市,统排承雨面积达 4899 km²,农田受益面积 390 万亩(其中排涝面积 350 万亩,灌溉面积 40 万亩,1 亩 = 666.67m²);直排区承雨面积 1056 km²,农田受益面积 101 万亩。高潭口泵站原装机 10 × 1600 kW,在设计工况下流量为 190 m³/s,灌溉流量 40 m³/s,工程集提排、提灌、自灌于一体。

目前,全国许多泵站都是以人为操作为主,生产自动化水平不高。为了管理与操作的方便,近年

来,湖北省正在实施泵站更新改造。如何在泵站更新改造的同时,运用少量的资金,建立较为完善的泵站计算机监控系统,以满足泵站安全、经济运行的需要和提高泵站管理水平还是一个亟待研究的问题。三菱 PLC 内部具有丰富的输出继电器、保持继电器、计数器、计时器、特殊继电器、数/模、模/数、转换器及输入输出信号显示,它可代替常规的电流、电压信号、中间继电器等,实现自锁、互锁、顺序、延时等控制,而且具有极高的性价比,因此,选用三菱“FX2N - 80MR”可编程控制器应用于该大型泵站系统中。

1 控制对象与功能

1.1 控制对象

控制对象为湖北省高潭口泵站的改造工程。泵站更新改造后,由 10 × 1800kW 的机组及其附属子设备所组成。控制系统采用二级结构,由上位机(工控机)和下位机(即 PLC)组成,需要采样 108 个模拟量,547 个开关量。模拟量包括温度、水位、水机叶片角度、以及各种压力和电量等等;开关量包括各种设备的运行状态与保护装置的动作状态。上位机采用主动与被动两种方式,通过两个 RS232 串口与下位机进行通信。该系统能够根据上、下游水位差等条件自动启动或关闭系统,进行实时数据采集、连续运行监视、越限及事故报警并紧急停机,还能根据机组功率自动进行叶片角度的优化调节,达到节能的目的。

1.2 基本功能

基本功能主要包括:数据采集与处理、运行过程的自动保护、统计报表与查询、人机界面、工程管理、通信、以及多媒体视频联动等功能。

2 系统总体方案

高潭口泵站自动化系统由 10 套机组自动化屏(LCU)、1 套辅机自动化屏、1 套公用自动化屏、2 台工业控制机、XX 台摄像机、矩阵切换器、大彩色背投屏组成。

2.1 控制方式

- (1) 由后台监控机控制全部过程;
- (2) 由现地单元控制全部过程;
- (3) 由运行人员控制每一步操纵。

2.2 设备配置

各泵站的综合自动化系统主要由下列设备组成:

- (1) 主控站计算机监控设备;
- (2) 现地控制单元(LCU);
- (3) 微机保护装置(含电机保护、主变保护、线路保护);
- (4) 多媒体工业电视系统。

2.3 系统结构

采用开放式分层分布方式,使其具备互换性、扩展性和可移植性。在系统结构上,分泵站主控制

级和现地控制单元。

2.3.1 主控制级

泵站主控制层由设在控制室的主计算机、人机接口设备、以太网网络设备等设备组成,与现地控制单元(PLC)构成局域网。负责完成泵站机组、快速闸门、供配电系统、公用设备和通航水闸等全站设备的监控及控制。

2.3.2 现地控制单元

泵站的现地控制单元由 PLC 彩色触摸屏、多功能智能仪表、网络设备及附件构成。每个现地控制单元能够通过输入/输出接口与生产过程设备相联,对所管辖生产设备进行完善的监控,通过以太网通信接口及相关设备与主控层计算机交换信息。同时,它也具有相对的独立性,能够脱离主控层,由彩色触摸屏直接完成生产过程实时数据的采集和处理、各种设备状态的监视、调整和控制等功能。通过现场总线 Modbus 网,现地控制单元还可与对应的微机保护单元、多功能智能仪表、励磁、直流设备通信。

微机保护单元主要采用南京某公司的 DPT-2W3 型分布式电机/变压器综合保护、DPM-BK 型分布式微机电机综合保护,这些设备不仅具有丰富的保护功能,而且还具有独特的测量和记录功能。

2.3.3 系统软件

以 Microsoft XP / 2000 为操作系统,采用 Intellution IFIX 组态软件进行系统设计,软件贴近工程应用对象,并提供给使用者在集成环境下简便快速的生成工具,用于构建控制系统和完成系统现场调试和维护。

PLC 的编程语言采用在 Windows 窗口下的图形语言,编程方便简洁,能实时跟踪和调试程序。

2.3.4 多媒体工业电视系统

泵站图像监控系统主要由前端设备(摄像机等)及控制设备(多媒体计算机、视频控制器)组成。

3 系统的实现

3.1 系统硬件说明

硬件框图见图 1, 上位机通过两个 RS232 串口与下位机进行通信, COM1 为编程口, 上位机通过编程电缆向下位机写入 PLC 程序, 并主动进行数据的读写, 即发送工作命令与读取数据进行处理。其中, PLC 的 RS422 为编程口; COM2 为上位机与下位机的通信口, RS485 为 PLC 的通信口, 上位机的 RS232 接口, 必须经过一个“RS232/RS485”的转换器与下位机的 RS485 接口相连接, 才能完成上位机与下位机的通信。两块 FX_{2N}-4A/D 模块, 主要采集包括温度、水位、水机叶片角度、以及各种压力和电量等模拟量, 经过 A/D 转换后, 由 FX_{2N}-485BD 模块的 RS485 接口上传至上位机。

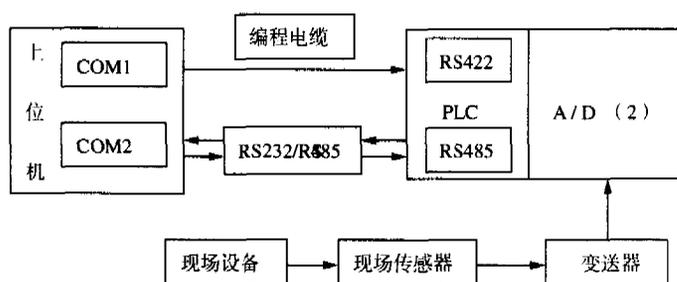


图1 硬件系统框图

运行条件不满足或已到上位机规定的停机时间, 则执行正常停机程序。

3.3 IFIX 通过 RS-485 与三菱 FX2N 通信

上位机与下位机的通讯问题常常是计算机监控系统中的关键问题, 解决不好, 则整个系统将不能协调运行。在本例中, 上位机与下位机之间只有一种通讯方式, 即上位机主动。其中上位机主动又有两种方式: 一是上位机对下位机进行写命令操作; 二是上位机主动读取。在机组启动时, 下位机监测启动过程, 对大量的启动数据处理完后, 发中断告知上位机启动的机组号, 上位机接到信号后读取启动数据, 绘制启动曲线; 正常运行, 上位机间隔 1s 读取下位机中的数据。

为了实现 IFIX 与三菱 FX2N 的通信, 我们需要进行如下三个步骤的操作: I/O 驱动程序配置、三菱

3.2 编程实现

该泵站系统的特点是, 监测的模拟量与开关量特别多, 数据采集后, 需要进行变比处理。在程序的开始部分, 首先初始化数据区, 设置系统参数以及填充变比系数表格; 其次, 判断运行模式以及开机条件, 在条件满足(即上、下游水位合适, 机组无故障, 供电正常)的情况下, 按照预置的开机序号和开机台数自动执行开机动作。开机时, 需要监视机组的启动过程, 因而应特别处理启动曲线; 机组正常运行后, 即正常采集数据; 遇到紧急情况, 下位机直接停机, 同时, 向上位机报告; 间隔一段时间后, 进行水机叶片角度的调节, 以达到节能的目的。当

FX2N 系列 PLC 的参数设置和在 IFIX 中进行数据的读写操作。

3.3.1 I/O 驱动配置

(1) 在 IFIX 中安装 MIT 的 I/O 驱动程序

在开始使用 MIT I/O 驱动之前, 需要通过 I/O 驱动配置程序 (I/O Driver Configuration) 来配置它。要启动 I/O 驱动配置程序, 则必需首先启动系统配置实用工具 (SCU: System Configuration Utility), 然后添加要使用的 MIT 驱动器到 SCADA 配置中。一旦 MIT 驱动器被添加到配置中, 就能启动该驱动的 I/O 配置程序。

(2) 配置 I/O 驱动程序

I/O 驱动配置程序由一些通道、设备和轮询记录组成。通道是 I/O 驱动器和字段设备或系统之间的逻辑连接, 有 8 个通道可用。以“Channel 1”为例,

在其端口设置对话框中,根据工程需要又进行如下设置:端口为“COM1”,波特率为“9600”,数据位为“7”,停止位为“1”,奇偶校验位为“偶校验”。

3.3.2 三菱 FX2N 系列 PLC 的参数设置

为了使 PLC 支持 485 接口,需要先对 PLC 的参数进行设置。在对 PLC 的参数设置中,需要特别注意以下几点:

- (1) 协议要选用“专用协议”;
- (2) 数据长度和奇偶校验要和 IFIX 中的设置对应。建议数据位为 7,采用偶校验;
- (3)“H/W 类型”一定要设置成“RS 485”协议,因为 IFIX 中三菱的 I/O 驱动发出的是 485 协议格式的数据包;
- (4)“总数检查”一定要选中,因为从 IFIX 中三菱的 I/O 驱动发出的数据包始终有校验和;
- (5)“站号设置”用于连接多个 PLC 时指定 PLC 之用。

在进行 IFIX 读写数据操作之前,我们还需要向 PLC 输入一段示例程序。在这段程序中,如果 M0 为 1,则会输出 Y0;如果 M1 闭合,则会将几个整数放入 D10、D11、D12 寄存器中;D1 寄存器中的数值会以秒为单位不断递增。程序如图 2 所示。

把参数和程序写入 PLC 后,还有一点需要特别注意:将 PLC 断电。同时把 PLC 通信口(485)通过转接头连接到计算机的 COM 口上,最后接通 PLC

的电源。

3.3.3 在 IFIX 中进行读写数据操作

(1) 在 IFIX 中进行读数据操作

以读取 D1 里面的数据为例说明如下:

1) 定义数据类型。这里定义为“AI”,即模拟量输入,并在“模拟量输入”对话框中,输入标签名“READ_D1”,同时选择“MIT Mitsubishi A Series v6.10a”驱动器。

2) 添加输入轮询记录,并对轮询记录进行设置。按上面的方法依次对 M0~M2、D10~D12 等寄存器进行设置。返回到“模拟量输入”对话框,在“I/O”地址后面输入 D11:D:1,这样数据标签“READ_D1”就和寄存器 D1 联系上了。此时,对该节点进行扫描,我们会看到该数据标签已经被添加到了电子表中,并且已经正确地显示出了 D1 寄存器的值。刷新电子表,还可以持续看到该值在递增。按照同样的方法,加入数据标签“READ_D10”、“READ_D11”、“READ_D12”、“WRITE_M0”和“WRITE_M1”。切换至工作台,并插入几个数据连接,分别对应 READ_D1、READ_D10、READ_D11、READ_D12 数据标签,运行程序,我们可以看到除了对应 READ_D1 数据的值在递增外,其他的都是 0。

(2) 在 IFIX 中进行写数据操作

我们通过修改 M0 和 M1 的值来控制 Y0 输出,以及修改 D10、D11、D12 寄存器的值。添加一个按钮控件,给该按钮添加以下脚本:

```
Private Sub CommandButton1_Click()
    Fix32.fix_c.write_m0=1
    Fix32.fix_c.write_m1=1
End Sub
```

再次进入运行状态,并单击该按钮,我们会发现上述数值均发生了变化,同时 PLC 上的 Y0 指示灯也亮了。

至此,IFIX 通过 RS-485 与三菱 FX2N 通信成功。

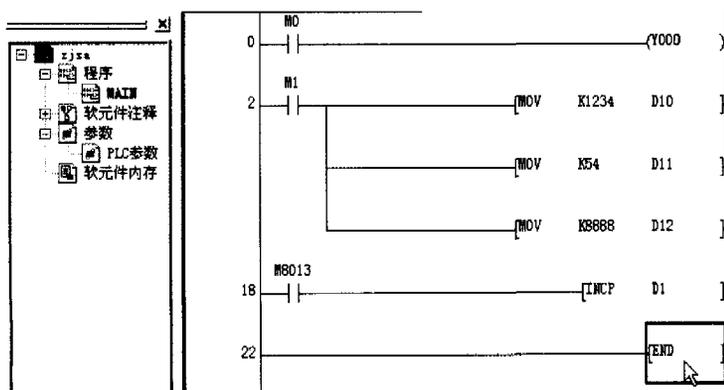


图2 驱动程序图

3.4 数据采集

本系统大量的数据是由辅机屏中的 PLC 的 A/D 模块进行采集的,各 LCU 中的 PLC 的 A/D 模块之进行了少量的数据采集。三菱 FX2N 系列的 PLC 属于小型机,最多只能实现 8 台 PLC 之间的通信。而本系统共有 12 台 FX2N 系列的 PLC,为了解决 PLC 之间的数据传送、通信等问题,我们采用了硬接线的方法。当辅机屏的 PLC 采集到母管油压时,经过逻辑判断后,输出一个油压正常状态开关量到各个 PLC,并参与各自的逻辑判断。本系统就是通过这样的方式完成数据传送的。

4 结论

以 PLC 为核心的泵站自动控制系统,实现了对泵、阀等设备启动或停机的自动控制,达到了运行的高度自动化。该系统具有编程容易,程序改变灵活,操作简单,工作可靠,控制精度高,抗干扰能力强等特点,且系统结构紧凑,节省能耗,便于维

护。随着水利地位的提高以及工农业生产对水利行业在技术上、规模上以及控制精度、自动化程度等方面的高要求,PLC 将会得到更加广泛的应用。国内外泵站也越来越重视综合运用计算机、网络通信等高科技技术,进一步地满足泵站安全、经济运行的需要以及提高泵站管理水平,从而达到“管养分离、无人值班、少人值守”的管理新体制要求,这也是今后泵站建设的一个总的发展趋势。

参考文献

- [1] 钟震,沈日迈,黄逸中,董益林,窦以松,何希杰,穆建新. 国内外泵站监控自动化技术设备现状与发展中国农村水利水电, 1998,02:18-20
- [2] 李兵,吴红星,常忠. 大中型泵站(群)综合自动化控制系统. 铜陵学院学报,2004
- [3] 马峥,陈红勋. 优化运行理论在泵站综合自动化系统中的应用. 农业机械学报,2004
- [4] 唐鸿儒,陈虹,刘丽君,刘军,郑兆惠,沈日迈. 泵站计算机综合自动化系统设计要求研究[J]. 中国农村水利水电,1999,11:29-31
- [5] 徐洪云. 泵站新技术的开发应用. 江苏水利,1998

(上接 31 页)

之后,这些传感器向 PLC 传递一个报警信号,使 PLC 控制程序发出相应的控制命令。可是却存在这样一个现象:当设备做出相应的动作后,工艺参数随之恢复正常,传感器便不再发出报警信号,这样就会导致报警信号持续时间非常短,远小于采集时间,以致无法采集到这个变化,因此也就没有相应的报警显示。其表现为设备运行状态发生变化,但不知道原因。为防止这种情况出现,可以在 PLC 程序中增加锁定逻辑。当出现异常工况时,对异常情况进行锁定,避免当上述现象发生时,无法得知具体的故障部位和故障原因,为判断设备故障提供了一定的依据。

2.3 跟踪现场设备的动作时间,保护设备安全

当 PLC 控制程序向现场设备发出动作命令后,触发计时器动作(计时器的时长为设备正常执行完命令所需时间),当设备在正常时间内完成规定动作后,复位计时器;否则,给出报警提示,提示设备可能发生故障,并

停止该设备及关联设备的动作,防止对设备造成损坏。

3 结束语

在控制系统的可靠性设计中,只有综合考虑各方面的因素,特别是各种干扰,才能使系统高效稳定的运行。PLC 控制系统的抗干扰可靠性设计是一项较为复杂的系统工程,它涉及到生产工艺流程、控制理论、硬件/软件选型、仪表、传感器、信号抗干扰、接地、防雷等多方面的知识。同时,还必须具备较为丰富的工程现场施工经验,才能设计出具有高科学性、高可靠性、高实用性的 PLC 控制系统。实践证明,以上这些方法均对提高系统的可靠性起到了作用。

参考文献

- [1] 熊辛明. PLC 控制系统的可靠性设计[J]. 自动化仪表, 2004.4
- [2] 陈宇. 可编程控制器基础及编程技巧[M]. 广州:华南理工大学出版社,1998