

# 基于三菱 PLC 的步进电动机监控系统的设计与开发

根据实验室现有环境,设计开发了一种基于三菱 FX 系列 PLC 的步进电动机监控实验系统,具体分析了系统的硬件结构、微机与 PLC 的通信方法以及监控界面的设计与程序实现,并对该系统的进一步扩展应用进行了探讨。该系统虽然只就实验室环境进行了设计与开发,但其原理与方法同样适用于生产实践。

王 坚/北京工商大学信息工程学院



王 坚/讲师

近年来,微机监控系统被广泛地研究与实践,包括监控系统整体方案设计,涉及上位、下位、被控对象及组网,系统软件开发,硬件连接,系统调试等工作。监控系统中的上位通常选用一台微机,作为监控设备,利用 VB 等高级语言设计出人性化的监控界面;下位采用单片机和可编程序控制器(PLC)等作为现场控制器,对被控对象进行实时监控;被控对象可根据实验室条件选择电机、炉温、水位、交通灯、电梯和挖掘机等。本文根据实验室现有环境,介绍基于三菱 FX 系列 PLC 的步进电动机监控实验系统的设计与开发。

## 系统的硬件结构

基于三菱系列 PLC 构成的步进电动机监控实验系统结构如图 1 所示。

上位微机是整个系统的监控中心,通过 VB 等高级语言编程实现对下位机的可视化监控,它与下位机的通信端口可以根据用户需要选择 COM1 口或 COM2 口。下位采用三菱公司的 FX2N-48 型 PLC,作为系统的现场监控器,实现对现场设备的监控。微机与 PLC 的连接采用 SC-09 型接线缆。被控对象选

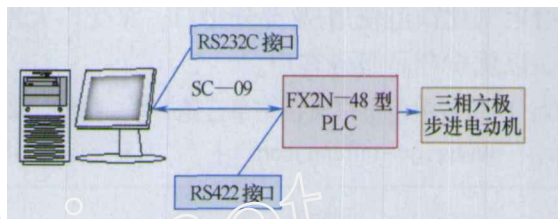


图 1 步进电动机监控系统结构

用三相六极步进电动机,接收 PLC 的控制,按规定要求动作。

## 系统软件设计

系统软件设计包括上位微机软件设计和下位 PLC 软件设计。微机软件设计采用 VB6.0 编程语言,设计上、下位通信程序和监控界面<sup>[1]</sup>; PLC 软件设计采用 SWOPC-FXGP/WIN-C 编程软件的梯形图编辑功能,编写用于控制步进电动机动作的程序<sup>[2]</sup>,下面仅就上位软件设计做一介绍。

### 1. 上位通信软件设计

#### (1) 通信协议

上位微机与 PLC 的通信借助于三菱 FX2N 系列 PLC 自带的 FX2N-232-BD 型通信模板,该模板可以无序地和计算机、打印机等具有 RS-232C 接口的设备进行连接通信,它的传输距离为 15 m,通信方式为全双工方式,最大传输速率为 19 200 bit/s<sup>[3]</sup>。

通信采用特定的通信协议<sup>[4]</sup>,通信过程中微机直接对 PLC 通信端口的物理地址进行读/写操作,传输 ASCII 码形式的字符或命令。常用通信命令字符与 ASCII 码对应关系见表 1。

关键词/Keywords

微机 ·  
PLC ·  
监控系统 ·  
通信 ·

表 1 常用命令字符与 ASCII 码对应表。

命令	ASCII 码	功能
DEVICE READ CMD (读)	30H	来自微机的读命令
DEVICE WRITE CMD (写)	31H	来自微机的写命令
ENQ	05H	来自微机的查询命令
ACK	06H	来自 PLC 的正确响应
NAK	15H	来自 PLC 的错误响应
STX	02H	报文开始
ETX	03H	报文结束

在进行通信时，微机和 PLC 之间以帧为单位交换信息，其中控制字符 ENQ、ACK 和 NAK 以单字符发送或接收，其他信息以字符帧发送或接收。CPU 向 PLC 发送读命令的字符帧格式见表 2。

表 2 读命令字符帧格式

STX	CMD	ADDRESS	BYTES	ETX	SUM (upper)	SUM (lower)
-----	-----	---------	-------	-----	-------------	-------------

表 4 写命令字符帧格式

STX	CMD	ADDRESS	BYTES	DATA1	DATA2	.....	DATA <sub>n</sub>	ETX	SUM (upper)	SUM (lower)
-----	-----	---------	-------	-------	-------	-------	-------------------	-----	-------------	-------------

(2) 程序实现

依据上述通信协议，运用 VB 中的通信控件 MSComm 及其相关属性<sup>[5]</sup>，编写了两个重要的函数。其中一个读函数 dread (port As Integer, addr As Integer)，两个形参分别是通信端口和读取的数据单元地址，完成微机接收指定 PLC 数据单元中的数据的功能；另一个写函数 dwrite (port As Integer, addr As Integer, data As Integer)，三个形参分别是通信端口、写入的数据单元地址及要写入的数据，完成微机向指定的 PLC 数据单元发送数据的功能。在微机和 PLC 的通信过程中，这两个函数被反复调用，实现微机与 PLC 之间的数据传输。下面以写函数为例，给出微机向指定的 PLC 数据单元发送数据的程序流程图，如图 2 所示。

2. 上位监控界面设计

(1) 功能设计

三相六极步进电动机监控界面如图 3 所示。监控界面包括上位机操作区、主控区、下位机显示区和电动机运行状态动画模拟区。

上位机操作区主要完成对三相六极步进电动机起动、停止、复位和运行方式选择等操作，通过方式选择，使电动机实现三相六拍、正反向、

其中，STX 为报文开始；CMD 为 30H，读命令（参照命令格式）；ADDRESS 为读取的数据单元首地址，地址算法： $ADDRESS = addr * 2 + 1000h$ ，再转换成 ASCII 码；BYTES 为读取的字节数；ETX 为报文结束；SUM (upper) 为和校验高位。SUM = CMD + ... + ETX；SUM (lower) 为和校验低位。

PLC 接到上述命令后，返回数据格式见表 3。最多可以返回 64 个字节的的数据。

表 3 PLC 返回数据格式

STX	DATA1	DATA2	.....	DATA <sub>n</sub>	ETX	SUM
-----	-------	-------	-------	-------------------	-----	-----

CPU 向 PLC 发送写命令的字符帧格式见表 4。PLC 接到上述命令后返回。ACK (06H) 接受正确；NAK (15H) 接受错误。

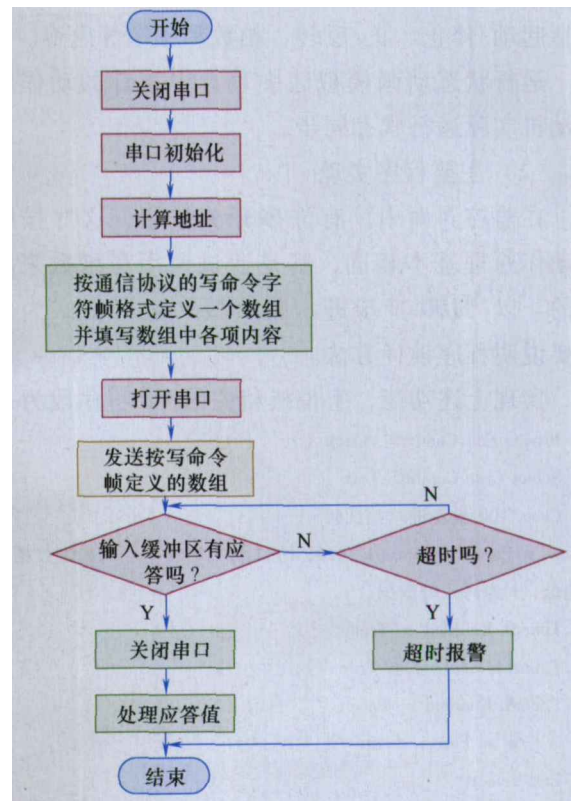


图 2 发送数据函数流程图

100/10 步步进、连续步进、多种速度步进及暂停等不同运行方式。

主控区完成上位控制、下位控制和退出系统

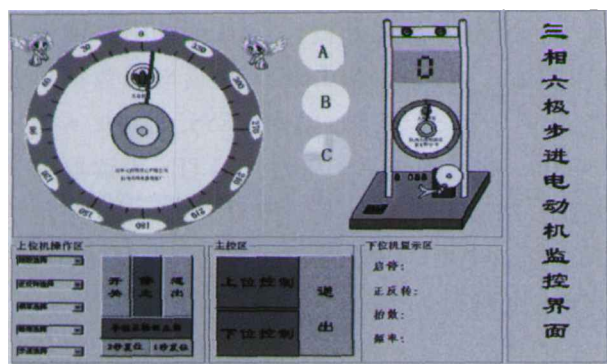


图3 三相六极步进电动机监控界面

等操作。

上位控制通过调用前面介绍的 dwrite 写函数, 将所选择的电动机运行方式发送给 PLC, 控制电动机按规定方式运行, 实现上位对下位的控制; 下位控制通过下位机的操作按钮手动控制步进机的运行, 上位机通过调用 dread 读函数读取 PLC 的工作状态, 并动态显示电动机的运行情况, 实现上位对下位的监视。

下位机显示区完成对电动机运行方式的显示, 包括起动/停止、正/反转、拍数和频率等内容。

运行状态动画模拟区中表盘指针的动作与电动机实际运行状态同步。

### (2) 主要程序实现

在监控界面中, 有许多开关按钮, 这些按钮的动作原理基本相同, 都是通过调用写函数来实现的。以“100 步步进六拍反转”运行方式为例简要说明程序设计方法。

实现上述功能, 上位机相关的 VB 程序段为

```
Private Sub Combo5_Click ()
    Select Case Combo5.Text
        Case "100 步步进六拍反转"
            w = Form1.dwrite (1, 416, 1) 1 为 COM1 口, 416 为数据单元地址, 1 为写入的数据
            Timer9.Enabled = True
            Timer11.Enabled = True
            Timer8.Enabled = False
            w = Form1.dwrite (1, 416, 0)
    End Select
End Sub
```

当工作方式选择“100 步步进六拍反转”时, 点击“上位控制”按钮, 上述程序段被执行, 通过语句 `w = Form1.dwrite (1, 416, 1)` 实现对写函数的调用, 通过写函数, 使得 PLC 的 D416 被置 1, 线圈 M416 导电, 从而启动计时器, 进而完成下位机程序的启动, 实现了上位机对下位机的控制。此外, 当 Combo5 的 Click 事件发生时, 计时器 Timer9 被启动, 而 Timer9 正是 100 步步进所在的计时器, 每一次计时时间到, 此 VB 程序段就被调用一次, 从而完成 100 步步进的操作。

### 结束语

上述监控系统的设计还可以有多种形式, 例如, 在组网形式上, 除现在的一台微机连接一台 PLC 外, 还可以有一台微机连接多台 PLC、多台微机连接多台 PLC 以及通过 MODEM 实现远程连接等形式。下位机除用 PLC 外, 还可用多种形式的单片机。被控对象还可以选择炉温、水位、电梯及挖掘机等。

此外, 这种微机监控实验系统虽然只就实验室现有环境进行了设计、开发, 但完全可以根据实际需要, 适当改进应用于生产实践, 具有一定实际意义。

### 参考文献

- [1] 谭浩强. Visual Basic 程序设计实训教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [2] 李全利. 可编程控制器及其网络系统的综合应用技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [3] 沈世斌. 三菱 PLC 与 PC 机间的通讯应用 [J]. 微计算机信息, 2006 (4): 81-83.
- [4] 郑荣进. 用 Delphi 实现 PC 与三菱 PLC 串行通信的研究与应用 [J]. 电气应用, 2007 (6): 124-127.
- [5] 范逸之. Visual Basic 与 RS232 串行通信控制 [M]. 北京: 中国青年出版社, 2001.

(收稿日期: 2008-11-20) ■

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告