

# 基于 MSP430 单片机的无刷直流电机实验测试平台设计

徐洋,王宏华,周强,李俊星

(河海大学 能源与电气学院,江苏 南京 210098)

**摘要:**进行了一种适合于无刷直流电机实验测试平台的设计。该平台以 TI 公司的 MSP430 单片机为控制核心,通过串行通信与 PC 机相连,采集电机参数并进行实时控制。设计了 PC 机与单片机通信接口软硬件,研究了通信过程中多类型数据的传输格式问题。实验结果表明,本平台稳定性强,界面简洁,满足电机系统实验测试的需要。

**关键词:**无刷直流电机;VC ++;MSP430 单片机;串行通信

**中图分类号:**TH12;TM33 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2010)04-0169-03

## Design of BLDCM Experimental System Based on MSP430 Microchip Processor

XU Yang, WANG Hong-hua, ZHOU Qiang, LI Jun-xing  
(Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:**An experimental system suitable for brushless DC motors (BLDCM) is designed. In the system, Microchip Processor MSP430 is used as the control kernel, a real-time control is carried out on the motor and running parameters of BLDCM are collected through serial communication with PC. The hardware and software communication injection between PC and Microchip Processor are designed, and the format problem in communication process is researched into. Experiment results show that the system is stable and the interface is simple, meeting the experimental and test requirements of BLDCM system.

**Key words:**brushless DC motor; VC ++; MSP430 microchip processor; serial communication

## 0 引言

无刷直流电机 (BLDCM),是电机技术、电力电子技术、微电子技术、自动控制技术和材料科学相结合的产物<sup>[1]</sup>,其体积小、质量轻、出力大、系统结构简单、工作可靠、调速性能好,具有广泛的应用前景<sup>[2]</sup>。但 BLDCM 具有非线性、数学模型难以精确建立,采用常规的 PID 控制难以取得优良的控制性能,因此,有必要对其实际运行时的状态参数(如转速、电流)进行测试,以研究合适的控制算法。本文进行了一种采集并保存无刷直流电机状态实时数据,并根据需要在线调整控制参数的实验测试系统的设计,该系统以 TI 公司的 MSP430 单片机为控制核心,基于 VC ++ 的上位 PC 机程序为软件核心,采用 PC 机和单片机串行通信的主从式结构,通过自定义的字符传输格式完成通信的功能,采集电机参数并进行实时控制。实验结果表明,本平台稳定性强,界面简洁,满足电机系统实验测试的需要。

## 1 系统硬件组成

BLDCM 由电动机本体、位置检测器、逆变器和控制器组成,如图 1 所示。

实验测试系统下位机以 MSP430 系列的 F2274 单片机为控制核心。通过检测 BLDCM 的转子位置信号,单片机发出相应的换向控制信号,并与控制转速的 PWM 信号

相“与”,经信号隔离,到三相桥式逆变器专用驱动芯片 IR2130 中。

下位机检测到的电机运行转速及相电流通过串行通信传至上位机进行观察和保存。

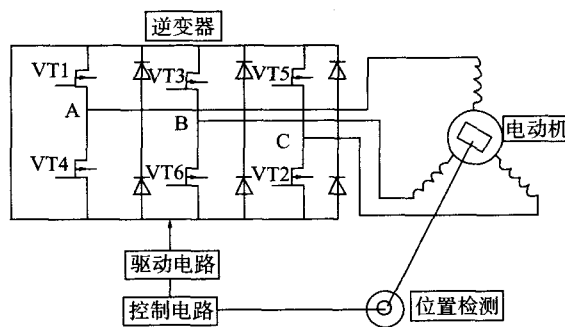


图 1 三相星形无刷直流电动机系统结构图<sup>[3]</sup>

MSP430 单片机内部自带的捕获比较模块,可捕获三相霍尔位置传感器信号输入的时间从而确定电机转速。

由于每隔 60°电角度可捕获一次位置信号,故在 1 个电周期,可捕获 6 次位置传感器信号。本试验所采用的 BLDCM 样机极对数为 20,则其转速的计算公式为:

$$n = \frac{2\pi}{\Delta t \times 3 \times 20} \times \frac{60}{2\pi} (\text{r/min}) \quad (1)$$

$$\text{式中: } \Delta t = (t_2 - t_1) / f \quad (2)$$

$$t_1 = l_1 \times T_{\text{ACCRO}} + T_{\text{AR}_1} \quad (3)$$

作者简介:徐洋(1985—),男,安徽蚌埠人,河海大学测试计量技术与仪器专业硕士研究生,研究方向为运动控制。

$$t_2 = t_1 \times TACCRO + TAR_2 \quad (4)$$

$t_1$  表示检测到前次位置信号时的时钟数,  $t_2$  表示检测到本次位置信号时的时钟数, TACCRO 表示定时周期, TAR 表示当前计数器的值,  $\Delta t$  为相邻两次捕获位置传感器信号的时间差,  $f$  为定时器的时钟主频(本系统设计为 1 MHz),  $\Delta t \times 3$  则表示转过一个电周期所用的时间。

上下位机通信采用异步通信模式,其通信字符格式由四部分组成:起始位、数据位、奇偶校验位和停止位。在传输之前,需要进行波特率及数据位、停止位等的设定如图 2 所示。

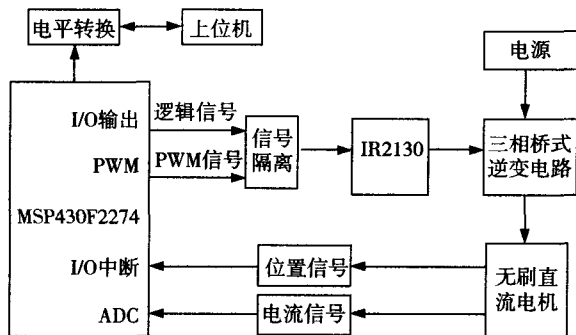


图 2 下位机控制系统结构图

在异步模式下,数据是以字符为单位来传输的。因为每个字符在起始位处可以通过起始位判别重新定位,所以传送时多个字符可以一个接一个地连续传送,双方的时钟脉冲互不影响对方。

由于 PC 机串行口采用 RS232 标准,其电平与单片机 3.3 V 不兼容,本系统采用 MAX232 芯片进行 RS232 电平与单片机 3.3 V 电平转换。由于数据量不大,可采用简单的“三线式”:即将 PC 机的 RXD 脚与下位机的 TXD 相连,PC 机的 TXD 脚与下位机的 RXD 相连并共地,如图 3 所示。

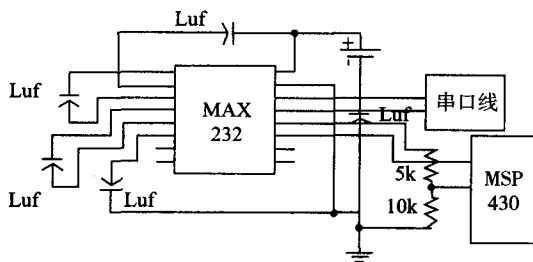


图 3 采用 MAX232 进行电平转换的电路图

## 2 串行通信软件设计

### 2.1 上位机串行通信设计

上位机在通信模块上采用了基于 VC++ 的 MFC 的编程方式,系统界面如图 4 所示。

在编程中,加入 MScComm 控件,会自动生成 CM-

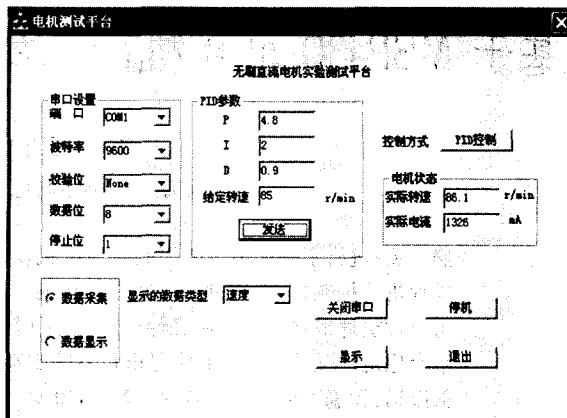


图 4 上位机控制系统界面图

SComm 类,通过访问其内部函数,可对 PC 机串行通信进行控制。MScComm 提供了如表 1 所示的属性<sup>[5]</sup>。

表 1 MScComm 控件重要属性

属性名称	描述
SetCommPort	用于设定需要连接的串口编号
Settings	用于设定波特率、校验位、数据位及停止位的个数
GetPortOpen	得到串口打开或关闭的状态
SetPortOpen	打开\关闭串口
RThreshold	产生 OnComm 事件要接受的字符数
SThreshold	产生 OnComm 事件之前要发送的最小字符数
SetInputMode	以文本或二进制的方式取回数据
SetInputLen	表示从接受缓冲区取走的字符数

为了提高软件的通用性和移植性,程序在界面上采用了可视化的串口设置方式。

在 MScComm 控件中,提供了 2 种处理通信问题的方法:1) 查询法;2) 事件驱动法。查询法,是指查询 CommEvent 的值,通过其值的不同获取当前信息。事件驱动法,是指事件发生时需要得到通知。如接受缓冲区有字符时,会自动调用 OnCommMscComm 函数,通过查看 CommEvent 的值,获取当前的状态信息。在 OnCommMscComm 函数内部可以加入用户的代码。显然,后者系统资源利用率更高,实时性也最强。框架代码如下:

```

void CQuxianDlg::OnOnCommMscComm1()
{
    if(m_com.GetCommEvent() == 1)
    {
        ...
    }
    if(m_com.GetCommEvent() == 2)
    {
        ...
    }
}

```

在绘图子对话框中,首先通过 GetParent 函数调用父对话框指针,将父对话框中的数值传进子对话框,判断要显示的数据种类。然后通过定时器,以一定频率绘制网格线并将传进来的转速/电流值在图上显示。再次更新时,则重新

绘制新曲线,将原有图形进行覆盖,效果如图 5 所示。

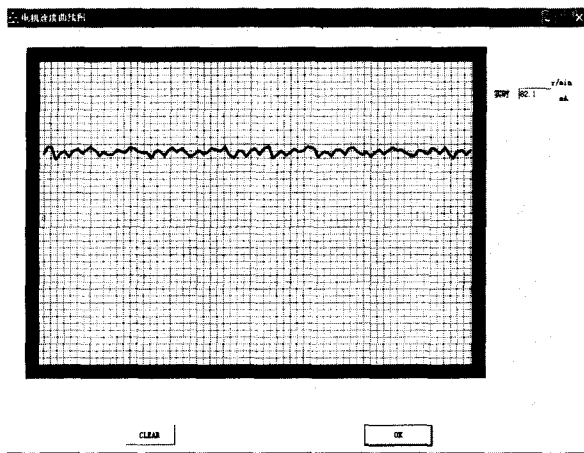


图 5 电机转速实时曲线图

在数据传到子对话框的同时,可以文本文件或二进制的格式存储数据。本文采取二进制的格式进行存储,首先定义一个 fstream 的类对象,该类支持从本流类(对象)所对应的磁盘文件中读入和写入数据的双向操作。当主对话框设置为“采集数据”时,对定义的二进制文件进行“写”操作;当设置“显示数据”时,则不断调用二进制文件里的数据,并传递给图像控件,显示存储的数据。关键代码如下:

```
fstream iobin("ob.bin",ios::binary|ios::out|ios::in);
...
if(((CQuxian1Dlg *)GetParent())->showmode==0)
{
data=((CQuxian1Dlg *)GetParent())->data;
iobin.write((char*)(&data),sizeof(data));
}
else
iobin.read((char*)(&data),sizeof(data));
...
iobin.close();
```

为了满足实验需求,本系统还加入了控制算法选择功能。图 4 的“控制方式”按钮,系统默认 PID,且提供了 P, I, D 3 个参数的输入框,用户可根据得到的速度曲线实时调整和更新参数。同时,还可更改当前控制策略为模糊控制。

### 3.2 下位机串行通信设计

MSP430 系列单片机为本系统的下位机。该单片机内置的 USCI 模块通过 UCAXRXD 和 UCAXTXD 两个外部引脚连到外部,可完成串行通信的功能。数据的发送和接收是通过中断函数进行的。首先开接收中断,对接收到的数据进行判断,并根据相应指令对电机的启动/停止和速度进行控制;当接收到启动命令后,再开发送中断,将每次计算得到的转速数据传到发送缓存中进行上传。程序流程图如图 6 所示。

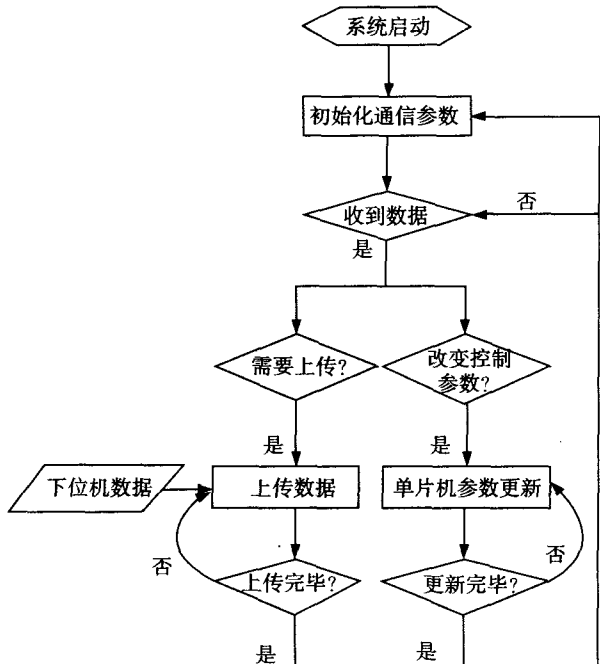


图 6 下位机通信流程图

### 3.3 通信数据的格式转化

单片机的接收和发送缓存均为 8 位。在一次串行数据传输中,数据位最多也是 8 位。而本系统需要传输的数据大多数为 float 型,其不宜直接传输,故传输前应进行数据转换,本系统将一个目标参数转化为 3 部分依次传输:首先,只取数据的 4 位有效数字;然后将数据扩大相应倍数,使目标数转化为一个整数数;再将整数数分为高二位和低二位,分别赋到数组的前两位元素中,而数组的第三个元素,则赋以本算法第一步所扩大的倍数,这样,目标数所包含的全部信息就可在数组的 3 个元素中表示。若有多个数据进行传输,则还要加一位数据标识位。

#### 参考文献:

- [1] 王宏华. 新型交流电动机及控制技术系列讲座(3):永磁无刷电动机[J]. 机械制造与自动化,2004(3).
- [2] 李先详,斯燕跃. 无刷直流电机的单片机监控系统的研制[J]. 电气传动自动化,2002(6).
- [3] 孙建忠,白凤仙. 特种电机及其控制[M]. 北京:中国水利水电出版社.
- [4] 张岳新. Visual C++ 程序设计[M]. 苏州:苏州大学出版社.
- [5] 惠鸿忠. 利用 VC++6.0 实现上位机与 PLC 的串行通信[J]. 微计算机信息,2006,06S 期.

收稿日期:2010-01-15