

混合动力汽车电机驱动系统监测与控制研究

谢三毛

(华东交通大学 机电工程学院, 南昌 330013)

摘要: 通过串口通信实现混合动力汽车电机驱动系统的电池组电压、电流和加速踏板位置等信号的实时采集、处理和显示, 并对驱动系统进行诊断; 采用 PWM (脉宽调制) 技术控制电动机速度; 上位机 (PC 机) 程序采用 Delphi 高级语言编写, 下位机 (单片机) 程序采用 C 语言编写。通过对系统调试与模拟仿真, 表明所设计的系统有效和可行。

关键词: 驱动系统; 监测; 控制; 串口通信

Study of Monitor and Control for Motor Propulsion System on Hybrid Electric Vehicle

Xie Sanmao

(School of Mechanical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The real-time voltage and current signal of battery and the position signal of accelerator pedal were gathered, processed and displayed for motor propulsion system on hybrid electric vehicle by serial communication, and the propulsion system was diagnosed. Motor speed was controlled by PWM technique. The PC program was compiled by using Delphi language, and the SCM program was compiled by C language. System was tested and simulated, the result indicated that the system was effective and viable.

Key words: propulsion system; monitor; control; serial communication

0 前言

电机控制器作为混合动力汽车的重要组成部分, 其可靠的测试和智能化故障诊断水平的提高显得十分重要。随着计算机技术和电子技术的迅速发展, 充分利用电子控制技术的特点研发智能化、自动化、精密化的汽车检测与故障诊断系统, 对汽车的状态与故障作出科学、准确的判断, 有着非常重要的现实意义^[1]。

1 监测与控制系统的结构和功能

监测与控制系统的的基本任务就是实现电机驱动系统运行工况参数的自动采集、显示和在线诊断, 并对电机进行控制, 达到提高电机控制器系统检测与诊断的准确性、工作效率以及减轻对技术人员要求的目的^[2-3]。系统的总体结构如图 1 所示。

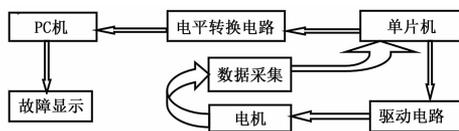


图 1 系统的总体结构

数据采集主要是对电机驱动系统工况参数采集, 包括电压、电流以及油门开度, 将采集的信号输入 A/D 转换器进行数字化处理, A/D 转换器采用 ADC0809。单片机采用 AT89C51, 单片机从数据采集模块获取油门开度、电池组电

压和电池组电流等参数^[4], 通过程序处理后输出脉宽调制 (PWM) 信号, 来控制电机的速度, 同时, 将获得的参数通过串行口送到上位机 (PC 机) 进行处理和显示, 实时获得电机驱动系统的运行参数, 并对系统进行故障诊断。上位机与单片机之间采用 RS-232 串行通信, 但 RS-232 信号的电平和单片机串口信号的电平不一致, 必须进行二者之间的电平转换, 在此使用转换 MAX232 芯片, 实现 RS-32 电平和 TTL 电平之间的转换^[5]。

2 上位机程序设计

delphi 支持面向对象的程序设计, 有丰富的控件以及可以添加很多第三方控件, 可以十分简便地制作良好的人机界面, 上位机程序采用 delphi 编写。上位机程序主要包括串口通信和主界面, 主界面实现数据实时动态显示、数据波形绘制、故障显示等功能。

2.1 串口通信

PC 机与 AT89C51 单片机串行通信程序包括 PC 机的通信程序和单片机的通信程序, 这两个程序虽然在不同的机器上运行, 但它们要实现的功能是对应的, 一个发送数据时, 另一个一定是接收数据; 反之, 一个接收数据时, 另一个一定是发送数据, 而且发送和接收的字符要相等。因此, 为了保证数据通信的可靠性, 要设定相同的通信协议。现约定其通信协议如下:

- (1) PC 机与单片机的通信波特率均为 9 600 b/s。
- (2) 帧格式为: 1 位起始位, 8 位数据位, 1 位停止位。
- (3) 数据通信采用无奇偶校验方法。

串口通信程序相应的内容是: 串口参数设置、串行数据传输模块、串行数据接收模块。上位机采用 delphi 应用软件, delphi 提供了具有强大功能的通信控件 spcomm, 该控件可设

收稿日期: 2014-01-06; 修回日期: 2014-03-03。

基金项目: 载运工具与装备教育部重点实验室资助项目 (11TD07)。

作者简介: 谢三毛 (1965-), 男, 江西吉安人, 副教授, 主要从事检测技术与故障诊断方向的研究。

置串行通信的数据发送和接收，对串口状态及串口通信的信息格式和协议进行设置。这是一个标准的十位串口通信，包括 8 位标准数据和数据的起始位和停止位。每个通信控件对应一个串口，可以设计多个通信控件来访问多个通信口。Spcomm 串行通信控件具有多线程的特性，接收和发送数据分别在两个线程内完成，接收线程负责收到数据时触发 OnReceiveData 事件；用 WriteCommData（）函数将待发送的数据写入输出缓冲器，发送线程在后台完成数据发送工作。

在 delphi 环境下，利用 spcomm 控件编写了 PC 机的串口程序，在该程序中使用事件驱动方式获取串口数据。

①参数设置：设置串行口的工作状态，默认设置为：串口 1，采用 9 600 波特率，无奇偶校验，8 位数据位，1 位停止位。

②RThreshold 属性：1 石 Fillreslold 属性设置在 Oncomm 事件激活前接收缓冲区收到的字符数。当接收到的字符数达到 RThreshold 设置的字数时，就会引起 Onc。比皿事件，以实现数据的接收。

③发送时间间隔的设置。此属性要求下位机向上位机发送数据的时间间隔应小于上位机接收数据的时间，否则会导致缓冲区溢出。串口程序的功能主要包括：

串口程序的功能主要包括：

(1) 初始化并打开串口。

```
//初始化并打开串口
Comm1.BaudRate:=9600;//波特率 9600bps
Comm1.Parity:=None;//奇偶检验无
Comm1.ByteSize:=8;//数据位 8
Comm1.StopBits:=1;//停止位 1
Comm1.StartComm;//打开串口
```

(2) 关闭串口。

```
procedure TForm1.FormClose ( Sender:TObject;var Action:TCloseAction );
begin
comm1.StopComm ; end
```

2.2 上位机主界面

上位机主界面实现了数据实时动态显示、波形绘制、故障显示等功能，使用方便，操作简单。如图 2 所示。



图 2 主界面

2.2.1 数据实时动态显示

主界面文本区主要显示采集的电压值、电流值、以及油门开度百分数。将采集的信号通过串口发送到数据缓冲区，当采集数据达到设置字符长度后，通过 move 函数将采集数据发送到相应的处理函数中。主要代码如下：

```
procedure Tfrmmain.Comm1ReceiveData ( Sender: TObject; Buff-
```

```
er: Pointer; BufferLength: Word);
var
str:string;
begin
setlength(str,bufferlength);
move(buffer^,pchar(str)^,bufferlength);
```

2.2.2 波形绘制

使用 Timer 定时器控件，将串口中的三个数据定时发送到相应的图形控件中，实现实时数据曲线的绘制与显示。3 个图形控件主要实时显示电压、电流、油门开度波形，坐标轴每一秒刷新一次数据，使采集的信号能准确、快速的显示。

上位机实时绘图模块的主要代码如下：

```
procedure Tfrmmain.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
a1:=a1+1;end;
b1:=b1+1;
sp1.BottomAxis.Min:=a1;
sp1.BottomAxis.Max:=b1;
xyline1.LineAttr.Color:=clred;
x1:=x1+1;
y1:=strtoint(edit1.Text);
xyline1.insertxy(0,x1,y1);end;
```

2.2.3 故障显示模块

传感器把在现场采集到的数据，通过串口送到 PC 机，由 PC 机判断数据的正异常，并在故障显示区显示出来，当显示数据过高时红色灯闪烁，当显示数据过低时灰色灯闪烁，当显示数据在正常范围内时绿色灯闪烁。故障显示模块的主要程序代码如下：

```
if (strtoint(edit1.Text)<125) then begin
shape1.Brush.Color:=clgray;
if (strtoint(edit1.Text)>240) then begin
shape1.Brush.Color:=clred;
if (strtoint(edit1.Text) >= 125) and (strtoint(edit1.Text) <=
240) then begin
shape1.Brush.Color:=clgreen;
```

3 下位机程序设计

下位机程序采用单片机 C 程序语言编写，主要实现串口初始化、数据发送以及电机转速控制等功能。串口初始化主要规定双方相同通信协议，发送部分则是完成向上位机发送数据。下位机从 ADC0809 模数转换器获取的电压、电流、油门开度等数据进行处理，并通过中断来实现数据发送，每中断一次，发送一组数据（电压、电流、油门开度），同时单片机输出 PWM 脉宽信号控制电动机的速度。

3.1 串口初始化和数据发送程序

PC 机和单片机完成通信，必须在通信参数设置上一一对应。相应的初始化程序如下：

```
SCON=0x50;
TMOD=0x22;
TH1=0xfd;
TL1=0xfd; //波特率为 9600 bps
TR1=1;
```

下位机每次从外部采集到的一组数据，存放在片内 RAM 空间，要求将这些数据块传送给 PC 机，当中断发生，跳入中断程序将获取的 3 个数据直接发送到 PC 机。数据发送主要程

序代码如下：

```

void send(unsigned char dat)
{
    SBUF=dat;
    while(! TI); //等待发送完成
    TI=0;
}

```

3.2 电机控制程序

对于直流电动机的速度控制，采用 PWM（脉宽调制）技术，通过改变输入电机脉冲信号的占空比来改变平均电压大小，从而改变电动机速度的大小。脉冲信号的占空比由加速踏板采集的油门开度百分比决定，并通过程序产生对应占空比的脉冲信号。主要程序代码如下：

```

while(1)
{
    ST=0;ST=1;ST=0;//启动 A/D 转换
    while(! EOC); //等待转换完成
    OE=1;
    Val=P1;
    PWM=1;
    DelayMS(Val); // 延时
    PWM=0;
    DelayMS(0xff-Val);}

```

4 监测与控制模拟仿真

为了验证系统的可行性，进行了模拟仿真。下位机电路模块采用 Proteus 软件仿真，用虚拟串口仿真 PC 机与单片机之间的串口通讯，虚拟串口可用 VSPD7.0（Virtual Serial Port Driver 7.0）软件进行添加和设置。

4.1 监测数据显示

通过模拟仿真，上位机监测数据显示如图 3 所示。监测的数据包括油门开度、电池组电压和电池组电流等。对于电压、电流过高或过低都是故障，为直观起见，当过高时显示红色灯，过低时变成灰色灯，绿色表示正常。并且在界面右下方有用文字说明故障原因。

4.2 电机控制模拟实验仿真

用 Proteus 绘制好电机驱动原理图后，调入已编译好的目标代码文件，运行后可以看到模拟仿真过程。滑动变阻器代替加速踏板，通过改变滑动变阻器电阻值改变油门开度信号，P3.4 口输出 PWM 脉冲驱动电动机转动，滑动变阻器向左滑动时，电机转速加快，滑动变阻器向右滑动时，电机转速变慢，通过示波器可以更加直观的观察到改变滑动变阻器产生不同占空比的 PWM。如图 4 所示。

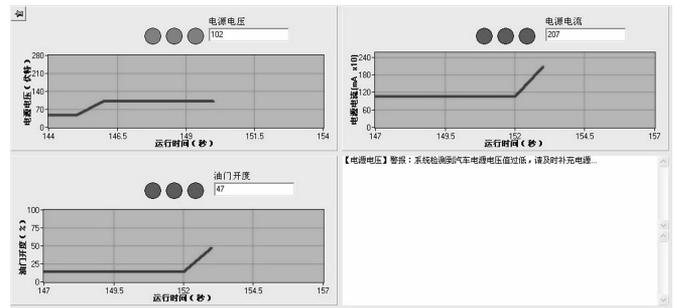


图 3 上位机数据监测界面

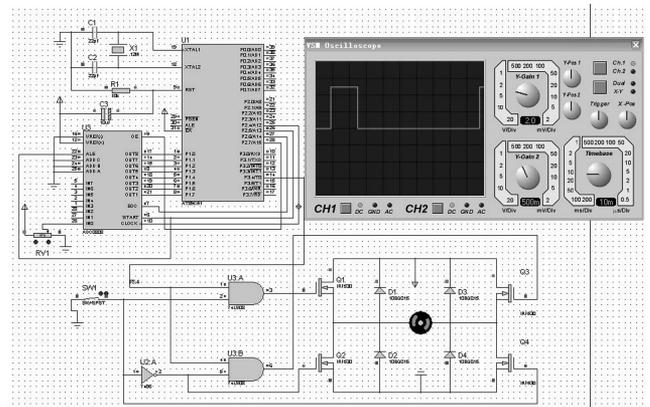


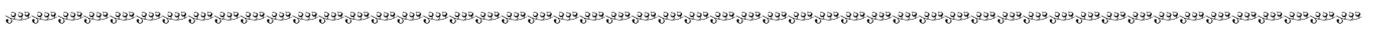
图 4 电机驱动模拟仿真

5 结论

基于 PC 机与单片机，采用 Delphi 高级语言和单片机 C 语言，设计并开发了混合动力汽车电机驱动系统的监测诊断与控制系统。经过调试与模拟仿真，表明所设计的系统有效和可行，达到了预期的目标。

参考文献：

- [1] 吴加伟. 混合动力电动汽车电机驱动系统与故障诊断研究 [D]. 安徽：安徽农业大学，2006.
- [2] 宋受俊. 基于单片机的电机运动控制系统设计 [D]. 西安：西安工业大学，2006.
- [3] 王盛军. 混合动力电动汽车驱动控制系统 [D]. 北京：北京工业大学，2004.
- [4] 方伟新，唐益仁，宗 杨. 混合动力电动汽车车载数据采集系统的开发 [J]. 计算机测量与控制，2006，(1)：128-130.
- [5] 李 宁. 基于 PC 机和单片机主从式测控系统的设计 [D]. 西安：西安理工大学，2008.



(上接第 1403 页)

- [6] Levant A. Homogeneity approach to high-order sliding mode design [J]. Automatica, 2005, 41: 823-830.
- [7] Levant A. Quasi-continuous high-order sliding-mode Controllers [J]. IEEE Trans on Automatic Control, 2005, 50 (11): 1812-1816.
- [8] Pukdeboon C, Zinober A S, Thein M W. Quasi-Continuous Higher-Order Sliding Mode Controller Designs for Spacecraft Attitude Tracking Maneuvers [J]. IEEE Trans on Industrial electronics,

- 2008, 57 (4): 1436-1444.
- [9] Shtessel Y B, Christian H. Integrated Higher-Order Sliding Mode Guidance and Autopilot for Dual-Control Missiles [J]. J of Guidance, Control, and Dynamics, 2009, 32 (1): 79-94.
- [10] 郭继峰，任万滨，康云志，等. 电动振动台模型辨识方法及其应用的研究 [J]. 振动与冲击，2011，30 (7)：241-244.
- [11] Levant A, Leonid M Fridman. Accuracy of homogeneous sliding modes in the presence of fast actuators [J]. IEEE Trans on Automatic control, 2010, 55 (3): 810-814.