

文章编号:1000-582X(2003)12-0039-04

# 基于PC机的汽车无级变速器电控系统研制\*

刘晓明<sup>1,2</sup>, 查晓辉<sup>3</sup>, 黄智勇<sup>3</sup>

(1. 重庆大学通信工程学院, 重庆 400044; 2. 重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400044; 3. 重庆大学电气工程学院, 重庆 400044)

**摘要:**在汽车无级自动变速器的开发中,系统的匹配控制规律非常复杂,控制参数需要经常调整修定。直接采用单片机系统进行调试开发的周期长、效率低。提出了一种基于PC机的上下位机电控开发方案,在开发中将汽车无级变速器的电控单元简化为只做参数跟踪、测量和控制量执行的下位机,而系统的匹配控制和参数显示由上位机的PC机来实现,上、下位机之间采用串行进行通讯,并用Visual C++ 6.0编制了相应的监控及调试软件。实践表明,系统结构合理,运行稳定,实现了对汽车无级自动变速器电控系统的开发。

**关键词:**汽车;无级变速器;串口通讯;控制器  
**中图分类号:**TM930.9

文献标识码:A

汽车无级变速器(CVT)一直是人们追求的理想的汽车变速器。采用无级自动变速传动系统,通过速比的连续调节,能够确保发动机沿最佳燃油经济线工作,提高燃油经济性,节省燃油,降低有害气体排放;同时,无级变速系统可使汽车变速更加平稳,提高了乘坐舒适性<sup>[1]</sup>。

无级变速器系统电气控制单元(TCU)是CVT的核心组件。它感受汽车的运行状态,实现对汽车无级变速器的协调控制。由于TCU接收的输入量和输出控制量多,运行过程中工况复杂,工作环境恶劣,信号的干扰大,并且过去由司机进行的大部分操作将由程序自动实现,使系统控制规律复杂。在TCU的硬件设计中由于设计缺陷也会引入许多人为错误,如果在调试中直接编制单片机的汇编程序,由于没有直观的数据将很难判断这些错误是由TCU设计缺陷造成还是本身控制规律的问题。这些都会给调试带来很多麻烦。因此笔者在设计中采用了一种行之有效的方法来完成调试工作。

汽车各个部位的传感器获取汽车的运行状态,以单片机中功能强大的程序模仿人的思维过程,以电磁阀的开闭控制执行机构代替人的手脚动作,完成汽车的各种自动控制。其系统框图如图1。

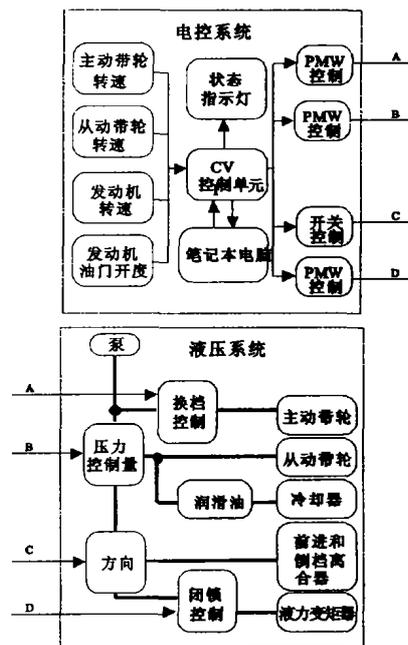


图1 CVT的系统框图

## 1 系统工作原理

作为下位机的TCU的设计思想是:以诸多安装在

\* 收稿日期:2003-08-18

基金项目:美国福特基金资助项目(50122151);重庆市委应用基础研究基金资助项目(2002);重庆大学应用基础研究基金资助项目

作者简介:刘晓明(1963-),男,重庆市人,重庆大学副教授,博士后,主要从事测控系统数字化、软化、智能化的研究。

在设计调试中为了获得精确的控制规律,需要在汽车上做各种测试工作,但查看和修改单片机程序很不方便;也不能接单片机仿真器,因为它们一般需要接220V的交流电源,汽车上当然不能提供;而且它也不能提供调试所需要的重要参数的实时显示和实时曲线。因此调试程序,标定控制参数极不方便,给设计调试带来很大的麻烦。为此在不改变TCU的基本结构的情况下在电路上加上一个串行通信模块,使之能够与笔记本电脑相连。TCU简化为只做参数的测量和控制量的执行。控制规律的实现和参数显示及重要参数的实时曲线都用上位机程序来实现,这样不但能直观地了解汽车的运行情况,重要参数的变化规律,而且还能将数据存储下来以便以后分析。

## 2 硬件设计

本系统中TCU的设计是以77E58和可编程逻辑控制器件(PLD)为核心。77E58是Winbond公司推出的一种8051的兼容芯片,它具有运算能力强、指令系统执行速度快、效率高的特点,在相同晶振下,它指令执行速度是8051的3倍,是一种适合实时控制系统的8位单片机<sup>[2]</sup>。它内部有串行通信模块,但由于它是TTL电平与PC机的串口通信协议RS232的逻辑电平不同,所以笔者采用一块MAX232芯片进行电平转换。由于信号多、数据量大,光靠77E58无法完成这么多的工作。因此采用了PLD与77E58配合,以77E58来做实时控制,完成汽车无级变速系统的各种自动控制规律的实现,并且将测得的各种信号通过串口传送给PC机;而PLD作为辅助处理器,以PLD来做数据采集和前期处理工作,并且执行机构的PWM波形和开关量控制也由PLD来完成<sup>[3]</sup>。

在TCU上增加串行通信模块只需添加一块MAX232芯片,TCU的其他部分均不需做任何改动,因此几乎不增加任何成本。限于篇幅所限,电路其他部分就不做详细介绍,下面只给出该系统的硬件框图2。

## 3 软件设计

上位机程序主要分为3部分:一是串口通信部分;二是处理数据显示在程序界面上,并做出重要参数的实时曲线部分;三是汽车CVT控制程序部分。下面分别加以介绍:

### 3.1 串口通信部分

用VC开发串口通信程序时,通常有2种方法:一是采用Microsoft提供的通信控件MSComm;二是直接利用WINDOWS的API函数来实现。相比之下,通信

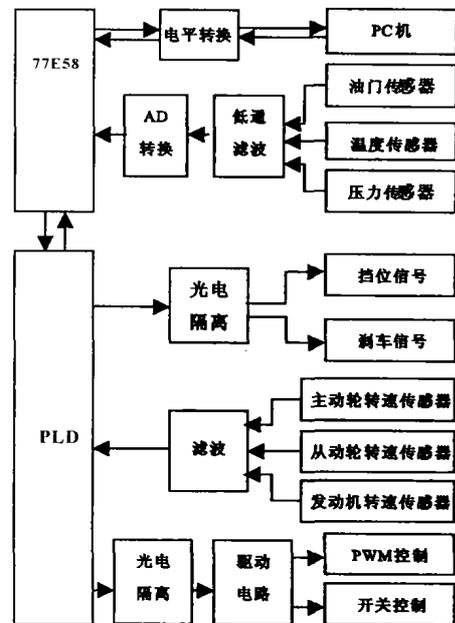


图2 系统的硬件结构框图

控件MSComm具有编程方便、简单但也有编程不灵活、效率低等缺点;API函数是WINDOWS操作系统提供的最基本的串口通信函数,虽然编程较困难但能够灵活配置串口收发数据。并且笔者是基于VC下MFC面向对象进行编程,将利用这些API函数编制一个串口通信类CSerial,使代码能够方便的移置到其他需要串口通信的程序中,做到代码的可封装性和可移植性,符合当今软件界面向对象的程序设计<sup>[4-5]</sup>。因此,在编制程序时,笔者选用了直接使用API函数编制一个串口通信类CSerial。这里列出串口通信类CSerial的几个主要成员函数:

```
BOOL Open(int mCom, int mBaud)
```

打开口, mCom为使用的串口; mBaud为串口波特率。

返回TRUE表示操作成功; FALSE表示操作失败。

程序默认的串口工作状态为8位数据位, 1位停止位, 奇校验, 如果想改变默认值可以通过以下成员函数进行修改:

```
Void SetState ( BYTE ByteSize, BYTE StopBits, BYTE Parity ), ByteSize表明传送的数据位数; StopBits表明传送的停止位数; Parity表明奇偶校验位。
```

```
Void SendData ( BYTE * pSendData, int mNumber ), 向串口发送数据, pSendData为要发送的数据; mNumber为要发送的数据个数。
```

```
Void ReadData ( BYTE * pReadData, int mNumber ), 通过串口接受数据, pReadData为存储接受到的
```

数据缓冲区；mNumber 为要接受的数据个数。

int ReadDataWaiting(), 串口接收缓冲区中的数据个数。

int SendDataWaiting(), 串口发送缓冲区中现有多少个数据等待发送。

上位机与 TCU 的通信协议：在上位机与 TCU 之间要传送数据, 首先由作为主单元的上位机发出请求信号给作为从单元的 TCU, 当 TCU 收到请求信息时返回所要求的信息作为应答。

由于汽车上信号比较多, 信号的变化速度不同, 一些改变较快(比如转速信号), 一些改变较慢(比如水温、油温信号)。并且一些信号对控制影响较大, 一些信号对控制影响较小, 对于控制影响大的信号必须经常查询。所以笔者把这些信号分成几组, 需要哪组通知 TCU 传送哪组, 这样节约了传送的时间也减少了误码率。

为了保证通信数据的正确, 减少误码率, 在每帧数据之前加上 AA, 55 的帧头, 如果不能判断到 AA, 55 就认为这帧数据为误码, 请求对方重发。

具体的请求和应答序列的格式:

AA, 55, X1, X2, X3, X4, X5.....

X1 代表数据传送的方向, 1 代表上位机需要接受汽车的某种参数; 2 代表上位机需要向 TCU 发送汽车的某种控制量。

X2 代表需要传送的数据种类(与 X1 有关),

当 X1 = 1 时

X2 = 1 表示汽车的 3 个转速信号; X2 = 2 表示汽车的水温和油温信号; X2 = 3 表示汽车各个档位的信号; X2 = 4 表示汽车的油门开度信号。

当 X1 = 2 时

X2 = 1 表示压力的控制量; X2 = 2 表示速比的控制量; X2 = 3 表示闭锁解锁的控制量; X2 = 4 表示开关的控制量。

X3 表示要传送的数据个数。

X4, X5, X6..... 表示要传送的数据。

### 3.2 数据处理部分

为了简化单片机中程序和方便传输, 上位机收到的数据并不是直接反映参数实际大小的数值而是间接反映其大小的二进制数, 为了观察方便, 按照事先约定好的转化规则转化成便于理解的实际大小。在程序界面中给出一些文字指示, 使之能进一步了解汽车所处

的状态。在程序界面最上部放置了 3 个绘图区, 程序能够同时显示 3 个参数的实时曲线, 而且用户能够在程序运行的任意时刻改变每个绘图区显示的参数。这样就能够方便地观测任意参数。程序中设置一排功能按钮, 提供数据存储、数据测量、汽车控制、参数修改和界面设置等功能, 方便操作。图 3 为汽车运行时程序执行时的截图, 汽车的转速、温度、阀门、档位等运行参数都一目了然在程序界面上显示, 方便了了解汽车的运行情况。在程序上方 3 个绘图区中做出了速比、压力等参数的实时曲线, 而且对速比和压力需要进行模糊控制的量, 在作图中还绘制了控制中计算所得的目标控制量, 图 3 中上面最左边的图为传动速比的目标量与实际量的变化情况, 从图中可以看出两条曲线基本吻合, 响应得很好。因此能够很直观地看出笔者设计的模糊自适应控制取得了很好的效果<sup>[6]</sup>。

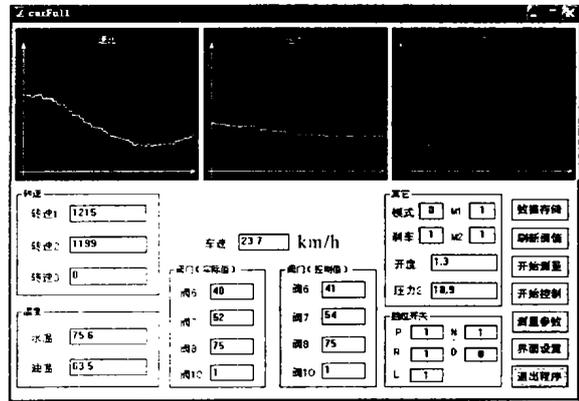


图 3 上位机界面

### 3.3 控制程序部分

汽车 CVT 的软件采用模块化设计, 由主程序和各个档位处理模块子程序, 测速处理模块和刹车中断程序组成。档位选择开关共有 5 个位置: 停车, 空档, 经济性前进档, 动力性前进档和倒档。当汽车前进时, 司机可以根据路面情况选择是经济性运行还是动力性运行, 经济性运行能够有效地省油而动力性运行使汽车前进得更快。主程序在运行过程中实时监测选择开关的位置, 判断司机操纵意图, 决定汽车要停车、倒车、起步, 再控制执行机构完成相应动作。离合器接合是程序控制的关键之一, 由于汽车行驶工况复杂且液压系统中液压油的粘度会随温度不同发生变化, 因此不同工况, 不同温度下离合器接合规律不同。针对上述问题, 离合器接合采用模糊自适应控制策略。这样省去了繁杂的计算过程, 程序执行速度快、效率高。此外, 软件中还配有故障诊断程序, 对车辆进行在线诊断, 当

系统发生故障时能及时发现并给以补救或报警。

#### 4 结 论

本设计方案充分利用了计算机和 TCU 本身的功能和资源,在几乎没有增加设备开支的情况下实现了上位机对 TCU 的通信和监控。该方案方便了我们在汽车 CVT 研究中的调试和测量的工作,通过该方案比较了模糊自感应控制算法和 PID 控制算法在汽车控制中的优缺点,选择了模糊自感应控制算法,整定了控制参数并编制了汽车 CVT 的控制流程和控制策略。在此基础上将程序编制成单片机汇编程序,实现了汽车脱离笔记本电脑运行。经道路实验表明:实验样机匹配正确、功能完善、换挡性能良好,样机试制获得了初步成功。

#### 参考文献:

- [1] 黄向东. 汽车 CVT 研究开发中的关键问题与对策[J]. 中国机械工程,1996,7(学术论文专刊): 130-132.
- [2] 丁元杰. 单片微机原理及应用[M]. 上海:机械工业出版社,1999.
- [3] 侯伯享. VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999.
- [4] Microsoft 公司. Microsoft Visual C++ 6.0 类库参考手册[M]. 北京:北京希望电脑公司,1998.
- [5] 侯俊杰. 深入浅出 MFC[M]. 上海:华中科技大学出版社,2001.
- [6] 李士勇. 模糊控制-神经控制和智能控制论[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1996.

## Development of Car Continuously Variable Transmission on the Basis of Personal Computer

LIU Xiao-ming<sup>1,2</sup>, ZHA Xiao-hu<sup>3</sup>, HUANG Zhi-yong<sup>3</sup>

(1. College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

3. College of Electrical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** During the process of developing the Car Continuously Variable Transmission, the Control rule of the system is so complicated that we have to adjust and modificate the control parameters often. Direct debugging and empoldering by using singlechip system will result in long empoldering period and low efficiency. The present article presents an empolder scheme based on the control of Personal Computer. In the empoldering process we will predigest the Car Transmission Control Unit of the Continuously Variable Transmission into an extension which is only used for parameter tracking and measurement, while the matching control of the system and the parameter monitor is achieved with the host computer. Serial communication is carried out in the communication between the host computer and the extension. In addition, we have developed the corresponding monitoring and debugging software with Visual C++ 6.0 also. The practice shows that the system has successfully realized the empoldering of the TCU(Transmission Control Unit) with great efficiency.

**Key words:** car; continuously variable transmission; serial communication; control unit

(编辑 李胜春)