

# 单片机数据采集系统的设计与实现

姜仲秋

(淮安信息职业技术学院, 江苏 淮安 223001)

**[摘要]** 虚拟仪器图形化编程语言 LabVIEW 功能强大,简单易学,而以单片机为核心的数据采集系统结构简单,成本低廉;利用 LabVIEW 提供的串行通信功能将单片机系统与 PC 机结合,既充分利用了 LabVIEW 的强大功能,又降低了系统开发成本,扩展了 LabVIEW 的应用。

**[关键词]** LabVIEW; 单片机; 串行通信

**[中图分类号]** TP368.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-4733(2006)04-0083-03

## 一 前言

在计算机技术的推动下,以虚拟仪器为标志的通用化、智能化和网络化测控系统得到了迅猛发展,使得测控系统的设计方法和实现技术产生了深刻变化。虚拟仪器技术综合运用了计算机技术、数字信号处理技术、标准总线技术和软件工程方法,代表了现代测量仪器和自动测试系统未来的发展方向,在测试与测量、过程控制与工业自动化和实验室研究等领域得到了越来越广泛的应用。

单片机具有体积小、可靠性高、功能强、灵活方便等许多优点,广泛应用于现代工业的各个行业。随着单片机和微机技术的不断发展,由微机和多台单片机构成的多机网络监控系统已成为单片机技术发展的一个方向。它结合了单片机在实时数据采集和微机对图形处理、显示的优点。二者结合,使得单片机的应用已不仅仅局限于传统意义上的自动监测或控制,而形成了向以网络为核心的分布式多点系统发展的趋势。

串口通信虽然传输速度较慢,但是由于简单易行,并且现有的微机都具备串行通信口,因而得到了广泛的应用。在本文研究的单片机数据采集系统中,利用串口实现了对单片机的通信控制,以及对单片机产生的波形占空比的控制。

## 二 数据采集系统的设计

### 1 系统硬件配置

本系统采用 80C51 作为下位机,PC 机作为上位机,二者通过 RS-232 串口接收或发送数据和指令。传输介质为二芯屏蔽电缆。RS-232 信号和单片机串口信号的电平转换采用 MAX232,它是具有双驱动器、双接收器的通信器接口电路,不需外接电容而进行倍压及电压极性转换,只需 +5 V 供电,电源电流为 5 mA,传输率 200 kb/s。

### 2 通信协议

系统中 PC 机承担主控任务,负责该测控系统的通信参数设定、数据的采集处理及对单片机运行的控制,程序采用 LabVIEW 编写。单片机接收 PC 机的指令,根据指令信息实现波形的发生和结束,并对波形的占空比进行实时调节。其通信协议为:采用 RS-232 异步通信方式,51 单片机串行口共有 4 种工作方式,本文中采用单片机串口通信的方式 1,该方式为 8 位异步串行通信方式,其波特率是可变的,1 位起始位,8 位数据位,1 位停止位,无奇偶校验,若晶振频率为 11.592 MHz,取波特率为 48 000 b/s。下位机按接收到的指令工作,若主控机发出无效或错误指令,将不作任何控制。

## 三 程序设计

### 1 主机通信程序

在主机通信程序设计中,采用图形化语言 LabVIEW 作为编程语言。它把高级语言中的函数封装为图形功能模块,图标间的连线表示各个功能模块

[收稿日期] 2006-11-02

[作者简介] 姜仲秋(1962-),男,江苏淮安人,硕士研究生,讲师,从事计算机教学及研究工作,电话:13861567812。

之间的数据传递。编程方式简单、直观、便于使用。串口通信功能模块包括串口初始化模块、串口读模块以及串口写模块,通过这些模块就可以实现对单片机的控制。

主程序运行后,首先设置串口,如选择端口、设置波特率等;然后启动测控系统,并可以通过按钮控制波形的生成、结束和占空比的调整。串口通信的流程如图1所示。

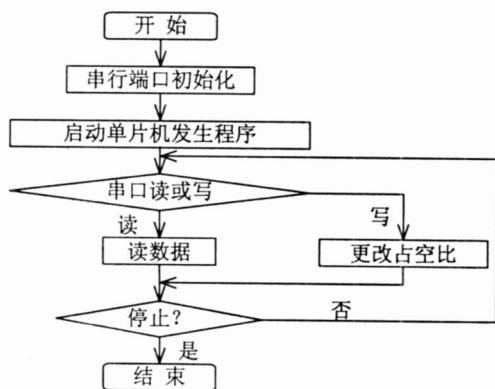


图1 串口通信的流程图

## 2 下位机的串行通信程序设计

80C51单片机的程序采用汇编语言写成,利用汇编语言直接对相关硬件进行操作,具有开销小、效率高的特点。在编写单片机程序时应当注意的是必须保证PC机与单片机串口通信时的波特率一致。如果两者不同的话,就无法进行数据的传输而导致通信失败。所以,在单片机程序中初始化时应当根据单片机晶振和串口通信方式对寄存器进行设置。

在本系统中,单片机除了负责串口通信外,还承担着PWM波发生的作用。PWM波的生成有硬件和软件两种。由于本80C51不具备硬件的PWM发生器,所以必须通过编程利用软件生成。软件生成的原理是通过控制定时器确定基本的PWM波周期,再根据占空比分别设计高低电平的基本周期个数,从而可以实现从任意口输出不同占空比的脉冲波形。但是,通过软件生成PWM波形会带来很大的硬件消耗,因此必须注意与串口通信的协调。本文设计出了集串口通信和软件生成PWM波的算法,其算法流程如图2所示。

## 四 模块应用说明

### 1 模块介绍

LabVIEW平台的串行通信模块中提供了串口状态初始化、串口读取数据、串口发送数据、串口接收数据时使用的缓冲器容量设定、关闭串口通信模块。这些模块的程序已经在LabVIEW平台中编好,

只需要合理调用即可,具体连接和使用可参考LabVIEW用户手册。

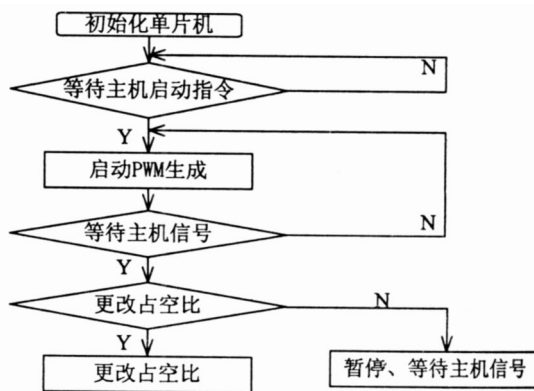


图2 集串口通信和软件生成PWM波的算法流程图

### 2 传输数据的发送格式

值得注意的是,在LabVIEW平台控制的串行通信过程中,数据格式是以字符串的格式组成的,字符串中的每个字符实际上对应我们熟悉的ASCII字符,即计算机能够识别的数据代码是ASCII代码,所以在传送到串口发送数据之前要经过代码转换,这就意味着以十进制、二进制、十六进制表示的数据必须转化为ASCII字符串才能进行传送和接收。比如,待传送信号的幅值为0~5V,若进行8位A/D转换,则0对应的十六进制编码为00H,5V对应的十六进制编码为0FFH,同理,0~5V之间的数据编码范围就是01H~0FEH,每一个十六进制数据对应ASCII代码表中的一个ASCII字符。这样,信号幅值经过A/D编码后形成了十六进制数组,再经过ASCII代码转换后就形成了ASCII字符串,之后可以通过串口发送模块进行发送。在LabVIEW平台中,已经提供了十六进制数组转换为ASCII字符串的模块,可以直接调用,用户只需编程完成十进制数据向十六进制数据的转换。

我们不必担心数据的传输速率,以9600bps(每秒传送9600位数据)为例,数据位为8,开始和停止各为1位,无奇偶校验位,一秒大约可以传送1200字节数据,若每字节数据代表一点数据,每秒就可以传送1200点数据,基本上可以满足低速率调试试验的要求。

### 3 传输数据的接收

数据的接收要经过数据缓冲器才能够处理,数据缓冲器模块LabVIEW平台在程序中完成对计算机内存单元的管理,它规定了内存为存放从串口接收到的规定数量的待处理数据分配多少存储单元,每次串行通信数据接收完成后,所有数据存放在数

据缓冲器中,它以流水线方式每次向处理器中上传一定数量的数据进行处理,直到所有接收的数据全部处理完毕为止。

和发送数据时的编码流程刚好相反,我们从缓冲器接收到的数据是 ASCII 字符串,经过 ASCII 字符串转换为十六进制数组的模块处理后得到十六进制数组,再经过 D/A 解码,我们最终得到发送信号的幅值的十进制数组数据。只要模块搭建正确,得到的十进制数组数据和发送前的十进制数据只存在于 A/D 转换和 D/A 转换过程中编码带来的量化误差。

#### 4 PC 机之间串行通信的说明

以一个双机串行通信为例,假定 A 机为服务器端, B 端为客户机端,实现的功能为:客户端在接收完服务器端的数据后向服务器端发送一个数据接收成功的标志。

由于客户端并不知道服务器端何时发送数据,所以需要增加一个条件判断模块:当客户端在未接收到数据时一直执行串口读取的命令,目的是为了<sup>①</sup>保证客户端在服务器端发送数据后一定能够接收到。在程序上,我们可以将串口读取模块的输出数据和空 ASCII 字符串进行比较,若条件为真,说明客户端的串口还没有读到数据,继续执行循环读取指令;若条件为假,说明客户端的串口已经读取到数据,之后就向客户端发送数据接收成功的命令,进而结束通信,关闭串口;而服务器端在发送完数据后就同样进入条件判断模块:只有接收到客户端上传的数据接收成功标志后才结束本次通信,关闭串口,否则服务器端串口将一直循环读取数据。为了避免从机和主机由于意外没有接收到数据和反馈数据而陷入死循环,可以设定串口读取内容与空 ASCII 串比较条件为真的次数,当达到设定的次数说明读取数据超时、仍未接收到数据,可以控制程序退出循环转入处理其他程序。

#### 5 PC 机与单片机系统进行串行通信的说明

和单片机进行数据通信需要先制订一个简单的通信协议,目的是为了<sup>②</sup>保证数据传送有严格的时序,避免出现错码或漏码。协议内容包括:

单片机待发送的数据已经准备好,申请上传数据,可以由单片机向主机发送一个 00H 的字节作为申请标志;

PC 机串口已经初始化,准备开始接收规定数量的数据,单片机可以上传数据(一般来说,串口缓冲器容量大小已经根据实际情况设定好了),可以由 PC 机向单片机发送一个 02H 的字节作为结束发送

标志;

PC 机已经接收完规定数量的数据,可以向单片机发送一个 02H 的字节作为结束发送标志;

为了避免数据在传输中出错,可以规定单片机向 PC 机上传的每点数据连续发两次,并且之后再发送一个字节,为前两个字节的异或值,即每点数据实际用了三个字节,前两个字节为该点数据,后一个字节为两次传送数据的异或值,当传送正确时,第三个字节数据为 00H;

当 PC 机接收到每点数据的第三个异或字节不为零时,向单片机发送 03H 作为出错标志,单片机收到该命令后重发数据或进入其他处理。

#### 6 PC 对串口仪器进行串行通信控制的说明

对串口仪器的控制命令语句、状态指示语句格式仍然是 ASCII 字符串格式,字符串内容完全按照仪器用户手册上的语句格式使用,不能随意更改,而且在每次发送的语句命令结束后要在字符串末尾人为添加“n”这个字符作为命令结束标志,否则仪器不能够自动识别命令语句是否发送完毕。

仪器返回的测试数据为 ASCII 字符串格式,若仪器的 A/D 转换位数不超过 8 位,每个 ASCII 字符代表一个测试数据;若仪器的 A/D 转换位数大于 8 位,则需要两个或两个以上字节来表示一个数据,如 A/D 转换为 10 位,则高低两个字节代表一个数据,每两个 ASCII 字符代表一个数据,解码时要特别注意高、低字节的数据合成,经过转换后我们得到十进制数组数据,利用图表显示,可以清晰直观的显示测试数据。

LabVIEW 是一种功能强大的虚拟仪器图形化编程语言,利用 LabVIEW 进行产品开发可以极大地提高开发效率。尤其是利用其提供的外部接口,结合以单片机为核心组成的小系统,可以很方便地完成数据采集及处理等功能。不论是在技术上或是在经济上都能够取得良好的效果。

#### 参考文献:

- [1] 何立民. 单片机应用系统设计(第一版)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1990
- [2] 杨乐平, 李海涛, 肖相生. LabVIEW 程序设计与应用(第一版)[M]. 北京:电子工业出版社, 2004
- [3] James Truchard 虚拟仪器的未来[J]. 仪表技术, 2004, (5): 56 - 58
- [4] 贾振元. 虚拟仪器发展的现状与特点[M]. 北京:电子工业出版社, 2004
- [5] 张辉. 基于 LabVIEW 软件的动态连接库和数据采集[J]. 仪表技术, 2002, (6): 23 - 24