

# PC 与单片机数据采集系统的 USB 通讯设计

朱成全, 黄 键

(1. 泉州师范学院 福建 泉州 362000 2. 福建工程学院 福建 福州 350014)

**[摘 要]:**本文介绍了一种由单片机数据采集系统和 PC 机组成的主从机系统的 USB 通讯设计, 它包括通讯接口的选择、USB 通讯原理、通讯模块的主机软件编程以及单片机编程。该设计已在一种汽车道路试验仪器中得到应用。

**[关键词]:**主从结构 单片机 通讯接口 USB 总线

## 1. 引言

在野外及一些移动应用场合, 常使用由笔记本 PC 和单片机数据采集系统构成的主从式系统, 它既有单片机系统配置灵活、适应性强的优点, 又有 PC 机运算、存储功能强、界面好的特长。系统性能的发挥取决于任务的分工和可靠的通讯, 因此, 主从机之间通讯的设计开发是整个系统开发的重要组成部分。

## 2. 通讯接口的选择

在工业控制等场合往往需要将采集到的数据传输到计算机内进行处理, 传统的计算机 ISA 总线速度低、不能热拔插, 在计算机中已经逐渐减少; PCI 总线具有高速的特点, 但开发比较困难, 成本也较高; 作为通讯接口, 串行通讯口 (Serial Port) 有着广泛的应用, 串行通讯口的特点是传输稳定、可靠、传输距离长, 但数据传输速率较低, 目前新一代笔记本电脑已经不再配置串行口; 并行通讯口 (Parallel Port) 是标准的计算机接口, 支持 ECP/EPP 操作模式, 并行通讯口的特点是数据传输速率较大, 协议简单, 易于操作, 但是, 由于并行通讯口的本质是直接电缆连接, 存在传输容易受到干扰、传输距离短, 有时会发生数据丢失等问题, 所以并口设备的连接电缆一般比较短, 否则不能保证正常使用, 目前新一代笔记本电脑也已经不再配置并行口了。

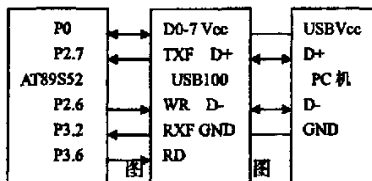
目前 USB 数据总线已经在各种计算机上得到普及, 成为计算机的标准设备, 它提供了一个简单、通用、即插即用并能扩展 PC 作用的标准。USB 无需扩展卡, 使外设更易于设计和生产, 简化了外设的设计。另外, USB 结构固有的全面兼容性节约了不同外设和软件之间兼容性的测试和验证工作的消耗。USB 的外设接口带宽高达 12Mbps, 可同时支持的外设数目多达 127 台, 由于 USB 接口具有通用、高速、即插即用等优点, 非常适合在现场数据采集中的应用。因此, 本系统决定采用 USB 接口进行通讯。

## 3. USB 通讯开发

目前, USB 的开发手段和方法较为繁琐, 需要对 USB 标准、FIRMWARE (固件) 编程、驱动程序编程等有较深的了解, 这些因素影响了 USB 数据采集的应用。

本系统选择哈尔滨工业大学迅通科技开发的 USB100 通用串行总线模块来开发 USB。USB100 是基于 ASIC 设计的, 内部封装了 USB1.1 全部协议以及 300 字节的内部 FIFO, 八位并行数据接口, 对 USB 的操作就变成了类似对外部存储器的操作, 由 USB100 模块完成全部协议的转换和封装, 使开发的过程变成简单。

## 3.1 通讯模块原理图



## 3.2 PC 机 USB 通讯编程

在 PC 机上安装 USB100 模块专用驱动程序后, USB100 即作为 PC 机上的一个标准设备, 可以按照与操作串口完全一样的方法来编程, 这提供了一个很方便的开发 USB 的手段和方法。

在 Delphi 中可以将按标准的串口来使用, 对 USB100 进行控制。

## 3.2.1 串口通讯控件的选择

在 Windows2000 系统下, 利用 Delphi 实现串口通信的常用的方法有 4 种:

方法一: 调用 Windows 提供的 API (应用程序接口) 函数;

方法二: 使用 Visual Basic 5.0/6.0 的 MSCOMM 通讯控件实现串口通讯;

方法三: 使用 Borland 公司开发 SPCOMM 控件进行通讯;

方法四: 调用其他串口通信程序。

下面分别对前三种方法进行分析:

方法一: Windows API 是由操作系统所提供的函数, 这些函数可以为程序设计人员提供相当多的执行功能; 不管使用的是哪一种的快速开发工具, 最后的一个阶段还是会调用到 API, 而由 API 执行操作。API 中串行通讯有关的函数约有 20 个, 利用 API 编写串口通信程序较为复杂, 需要掌握大量的通信知识, 使用起来相当复杂, 不是那么直观。

方法二: VB 的 MSComm 通信控件提供了一系列标准通信命令的接口, 它允许建立串口连接, 可以连接到其他通信设备 (如 Modem), 还可以发送命令、进行数据交换以及监视和响应在通信过程中可能发生的各种错误和事件, 从而可以用它创建全双工、事件驱动的、高效实用的通信程序。但在实际通信软件设计过程中, MSComm 控件并非像想像中那样完美和容易控制。本文作者在使用过程中发现 MSComm 控件无论是用二进制模式还是文本模式均无法发送大于 128 小于 255 的二进制数。

在通信程序中, 发送一组从 0 到 255 的数 (即十六进制的 00~FF), 以单字符方式逐个发送数据时, 在单字符版本的英文 Win95 或 DOS 版的 BASIC 程序中, 只需要将相应的数据转换成相应的字符发送到通信端口即可。但在中文 Win95/98/2000 下却行不通, 假设在中文 Win95/98/2000 下运行以下 Delphi 程序:

```
For i:=0 to 255 do
  MSComm1.Output:=char(i);
```

希望在接收端得到预期的 0~255 之间的数据, 结果却是: 前 129 个数据接收正确, 为 0~128, 后面 127 个数据为 126 个 0 和一个 255, 造成这种结果的原因在于中文 Windows 使用的是双字节字符集 (DBCS) 系统。DBCS 系统使用 0~128 之间的数字表示 ASCII 字符, 大于 128 的数字仅作为前导字符, 显示为一个非拉丁语系的字符, 而并不代表实际意义。上述程序在调用 char() 函数时用到了 DBCS 字符集, 因此产生了此类错误。

方法三: SPCOMM 控件是 Borland 公司专门为 Delphi 编写的串口通讯控件。它具有丰富的与串口通讯密切相关的属性、方法和事件, 提供了对串口进行操作的多种功能。在使用过程中, 只要设置正确, 完全可以发送从 0 到 255 的二进制数字, 且接收正确。

对比前三种方法, 方法三开发比较方便, 且符合系统的需要。因此, 本系统选用 SPCOMM 控件作为本系统的通讯控件。

下面结合初始化简要介绍一下与通讯有关的 SPCOMM 属性。有关的方法和事件结合发送和接收数据再论述。

(1) 串口号 CommName 表示使用的是哪一个串口, 在本系统中

要把设置成 USB100 专用驱动程序安装后会生成新的串口号(通常是 COM3 或 COM4);

(2)波特率 BaudRate 可根据实际需要设定的,在串口打开后也可更改此值,实际波特率随之更改,不过在本系统中使用的是个虚拟的串行口,不需设置;

(3)ParityCheck 表示是否需要奇偶校验,设置成 FALSE,奇偶校验在程序中进行;

(4)字节长度 ByteSize 可根据实际情况设定,本系统设置成 8 位;

(5)停止位 StopBits 可根据实际情况设定,本系统设置成 1 位;

(6)StopComm 方法用于关闭串口,没有返回值,当试验结束时,调用该方法关闭串口。

### 3.2.2 PC 机向单片机发送命令和数据

(1)与此有关的 SPCOMM 的属性和方法;

PORTOPEN 是一个布尔型属性,为 true 时表示端口已经打开,为 false 时表示端口处关闭状态。

SendDataEmpty 是一个布尔型属性,为 true 时表示发送缓存为空,或者发送队列里没有信息;为 false 时表示发送缓存不为空,或者发送队列里有信息。

Startcomm 方法用于打开串口,当打开失败时通常会报错。错误主要有 7 种:①串口已经打开;②打开串口错误;③文件句柄不是通信句柄;④不能够安装通信缓存;⑤不能产生事件;⑥不能产生读进程;⑦不能产生写进程。

WriteCommData (pDataToWrite PCChar, dwSizeofDataToWrite Word) 方法是个带有布尔型返回值的函数,用于将一个字符串发送到写进程,发送成功返回 true,发送失败返回 false,执行此函数将立即得到返回值,发送操作随后执行。该函数有两个参数,其中 pDataToWrite 是要发送的字符串, dwSizeofDataToWrite 是发送字符串的长度。

(2)发送命令或数据

当 PC 机要发送命令和数据时,先检测端口是否开启,如还没开启,则调用 Startcomm 方法打开串口,如已开启则可直接向端口发送数据,如需继续发送下一组则判断是否发完,未发完则等待,发完则发送下一组;否则做其它事。关键程序段如下:

```
if Not ZiXm1Comm1.PortOpen then //判断端口是否开启
    ZiXm1Comm1.StartComm;
    SBuf[1]=45; //准备数据命令
    if not ZiXm1Comm1.WriteCommData(PCChar@SBuf[1],1) then
        MessageDlg "Error: " & merror & mbytes & 0; //发送数据,并判断
```

### 3.2.3 PC 机接收单片机发送的数据

(1)与接收数据有关的事件;

OnReceiveData: 当有数据输入缓存且读端口时间到或者数据长度超出设定长度时,将触发该事件,在这里可以对从串口收到的数据进行处理。

OnReceiveError: 当接收数据出现错误时将触发该事件。

(2)接收数据

当有数据输入缓存且读端口时间到时,触发 OnReceiveData 事件,在这里可以对从串口收到的数据进行处理。关键的接收程序段如下:

```
count:=BufferLength; //读取数据长度
SetLength(InStrBufferLength); //设置接收数据缓冲区长度
Move(Buffer PCChar(InStr) BufferLength); //从端口读取数据
```

### 3.3 单片机 USB 通讯编程

#### 3.3.1 单片机接收 PC 机发送的命令和数据

当单片机检测到 USB100 模块 RXF 为低时,表示内部接收缓冲区有数据,可以通过八位数据总线 D0...D7 将数据读入,接收数据锁存由 RD 控制(沿触发)。接收时序图如下:

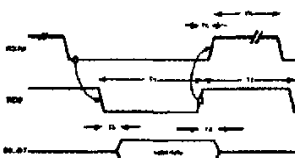


图2 接收时序图

本系统将 RXF 接到单片机的外部中断引脚 P 32 (INT0),并采用沿触发方式接收数据。其关键程序段编写如下:

```
SETB READ
MOV P0,#0FFH ;读取数据应先拉口线置高电平
CLR READ
MOV AP0 ;读取 PC 发来的指令并存入 COMD 中
SETB Read
MOV COMDA
```

#### 3.3.2 单片机向 PC 机发送数据

当单片机检测到 USB100 模块 TXE 为低时,表示内部发送缓冲区允许发送数据到 USB 端口,可以将数据通过八位数据总线发送给 USB100 模块,发送数据锁存由 WR 控制(沿触发)。USB100 模块 TXE 为高时,禁止发送数据。发送时序图如下:

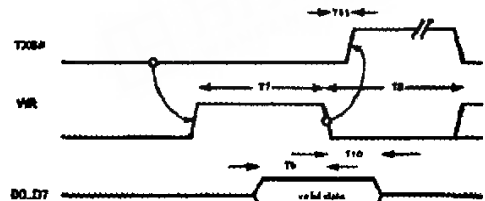


图3 发送时序图

根据时序图,编写了发送程序模块并通过了调试。其流程图如下:

关键程序如下:

```
MOV COUNTER,#00H
PC_DATAA: ;发送数据区内内容
    JNB TXE, ;等待允许发送
    MOV A, ;发送数据
    CJNE A,#01H, ;发送数据
    PC_DATAA: ;继续下一步
```

```
RE
T
PC_DATAB:
MOV A,@R0
MOV P0A
CLR WRITE
SETB WRITE ;发送数据
INC R0
MOV COUNTER,#00H
DJNZ R7,PC_DATAA
```

在通讯中有可能出现通讯超时,因此需要进行超时判断如,超时则退出。

#### 4. 总结

在主从式的数据采集系统中通讯系统的设计开发至关重要,要求实时、高效、准确传送试验命令和试验产生的数据,本系统采用 USB 接口进行通讯系统的设计,它具有通用、高速、即插即用等优点,非常适合在现场数据采集集中应用,可以很好地解决了这个问题。这个设计已在一种汽车道路试验仪器得到很好的应用。

#### 参考文献:

1. Steve Teixeira, Xavier Pacheco. Delphi 5 开发人员指南[M]. 任旭勃, 王永生, 冯海波等(译). 北京: 机械工业出版社, 2000.
2. 余永权. AT8952 系列 Flash 单片机原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
3. 刘祖京. 实用接口技术[M]. 北京: 北京工业大学出版社, 1999.
4. 范通之, 陈立元. Delphi 与 RS-232 串行通信控制[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
5. 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1990.
6. AT8952 芯片英文资料. 美国 ATMEL 公司

作者: [朱成全](#), [黄键](#)  
作者单位: [朱成全\(泉州师范学院, 福建, 泉州, 362000\)](#), [黄键\(福建工程学院, 福建, 福州, 350014\)](#)  
刊名: [福建电脑](#)  
英文刊名: [FUJIAN COMPUTER](#)  
年, 卷(期): 2006, "" (11)  
引用次数: 1次

#### 参考文献(6条)

1. [Steve Teixeira, Xavier Pacheco, 任旭钧, 王永生, 冯泽波](#) [Delphi 5 开发人员指南](#) 2000
2. [余永权](#) [ATMEL 89系列Flash单片机原理及应用](#) 2001
3. [刘祖京](#) [实用接口技术](#) 1999
4. [范逸之, 陈立元](#) [Delphi与RS-232串行通信控制](#) 2002
5. [何立民](#) [MCS-51系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术](#) 1990
6. [AT89S52芯片英文资料](#)

#### 相似文献(10条)

1. 学位论文 [王铜](#) [基于Windows CE的主从式产程监护系统](#) 2007

子宫肌层由平滑肌束和弹性纤维组成, 在分娩时会出有规律的电活动。子宫肌电信号能够反映肌肉纤维兴奋的原始过程, 提供了有关子宫肌肉活动的辅助信息。由于体表子宫肌电(EHG)的检测是无创检测, 是由放置在产妇腹部体表的电极记录到的子宫肌电活动, 与目前使用的介入式的产程监护技术相比更适合于临床使用, 是一种更理想的产程监护技术。

为了更好的利用体表子宫电信号进行产程监护。本课题设计了一套产程监护系统, 该系统通过对信号的采集与观察来判断产力的强弱与宫缩收缩的节律及一致性, 来对产程进行监护。采用ARM为处理器为中央控制器, 完成对多种复杂任务的协调处理, 利用其强大的特性及丰富的硬件资源达到实现多任务的设计目标。并在ARM系统中嵌入Windows CE操作系统, 大大方便了系统的管理、用户使用, 同时也方便了开发。但是嵌入了Windows CE操作系统后ARM的实时性不能充分的保证, 而我们的数据采集是多通道的数据采集要求系统有高速A/D转换和实时处理能力, 因此我们采用ADuC841为控制机专门完成数据的采集和实时存储。

本文介绍的产程监护仪采用了主从结构的设计方法, 主机采用ARM实现复杂的处理功能, 从机采用51系列单片机以实现数据的实时采集, 较好地达到了我们的设计目标。另外本课题将脑电分析中常用的地形图法用于EHG的处理分析中, 并在程序设计中初步的尝试来实现此方法。

新型的主从结构监护仪不但很好的完成复杂的功能, 而且轻巧便捷, 低功耗, 采用电池供电, 既安全可靠又能满足随身携带的监护要求。

2. 期刊论文 [朱成全](#) [数据采集系统中传感器输出规一化的实现](#) [福建电脑](#)2008, "" (10)

在主从式数据采集系统经常要用到各类模拟量输出不一致的传感器, 由于其输出不一致, 造成了处理上的困难。本文采用软硬件结合设计了电平调节模块, 用户操作PC机向单片机AT89S52发送上升或下降命令, 单片机AT89S52再转发给电平调节模块, 使相应传感器通道输出电压升高或降低, 实现对其输入的规一化。

3. 学位论文 [朱成全](#) [汽车道路试验系统的设计](#) 2004

根据汽车试验国家标准的各项具体要求研制了一套可进行大多数项目试验的汽车道路试验系统。该系统的设计包含硬件设计和软件设计两部分, 系统采用主-从式结构, 主机采用普通的笔记本电脑, 从机由多单片机系统构成。该文重点讨论了总体方案的设计、从机的主要功能模块设计、主从机的USB通讯、主机数据采集软件和数据处理软件。主机软件以各试验项目进行划分, 具有易于操作的人机界面。该系统经过初步的试用考核, 基本达到设计要求。

4. 期刊论文 [李佳列, 丁国清, 颜国正, 朱洪海](#) [多路电子数显百分表测量系统的研制](#) [仪表技术](#)2002, "" (1)

介绍一种多通道数字量测量系统, 以电子数显百分表为测量头, 系统采用了主从单片机结构, 能够快速地完成数据的采集和处理。配以PC接口, 可进一步扩展功能, 满足不同的需要。

5. 学位论文 [邓锦炽](#) [开放式可编程控制系统的研究](#) 2009

可编程控制器作为目前工业自动化的重要基础设备, 在工业领域发挥着愈来愈大的作用。然而, 高端(具有通讯、数控、数据采集等功能)PLC的核心技术长期被欧、美、日等外资企业掌握着。它们垄断了国内庞大的PLC市场。而且, 国外PLC价格高昂, 开放性不高, 普及十分困难。因此, 十分需要开发具有自主产权的PLC。近年来, 先进高性能单片机技术的发展, 为PLC的硬件研制提供了物质基础。开发一种计算机与单片机主从结构的、开放的、模块化的、低成本PLC是国内PLC产品开发的一个方向。

在这样的背景下, 我们总结了可编程控制器的基本构成、工作原理及其特点, 建立了开放式可编程控制系统的结构模型, 并选用51内核单片机STC89C51作为PLC的处理器, 设计制作了一款小型PLC, 该PLC能够实现逻辑输入、输出、通信等功能; 在这个基础上, 对51内核单片机和三菱FX2n PLC指令集展开研究, 提出了PLC集成开发平台的C51实现方案, 并使用开发工具Borland C++Builder设计开发了PLC上位机软件, 该软件具备梯形图编辑、逻辑运算、数据处理等功能, 且能将梯形图程序编译为能够被51单片机CPU运行的可执行文件。

论文详细分析了课题PLC系统的硬件设计, 阐述了上位机前梯形图输出的方法, 给出了编译器对PLC指令解释的原理, 研究了C51编译系统的数据格式, 以及如何通过调用C51编译器、连接/定位器、转换器, 实现了梯形图语言到机器语言的转换。最后, 论文分析了USB通信原理及其系统构成, 并完成USB通信的固件编程及数据通信测试, 成功将USB通信应用到PLC领域。

6. 期刊论文 [王庆祝, 林鸿举, 刘海涛, 包长春, 马玉泉](#) [基于双主从结构的温室群测控系统](#) [农业机械学报](#)2008, 39(9)

开发了一种基于双主从结构的温室群测控系统。该系统是一个集管理与测控为一体的集散测控系统, 软硬件均采用模块化设计, 增加了系统的实用性和灵活性。系统以W77E58单片机作为主从工作模式的核心, 实现了对温室参数温度、湿度、CO2浓度和土壤含水率4个主要参数的测控以及CO浓度的报警, 并实现了PC机对温室群的统一管理。系统PC机软件采用组态王6.51开发, 单片机软件采用Keil C51开发。

7. 期刊论文 [骆耀祖, 彭志雄, 陈代权](#) [主从结构多CPU收款机的研究与实现](#) [商场现代化](#)2006, "" (6)

本文较为详细地介绍基于多CPU的单片机嵌入式系统的系统设计思想, 提出了在多CPU情况下的基于任务机制的单片机系统程序结构, 讨论了具体实现方法, 并给出在ePOS800收款机系统中的应用实例。

## 8. 学位论文 [张弘](#) 基于CAN总线的信号采集与处理模块研究 2007

现场总线是自动化领域的计算机网络。CAN总线作为目前最有前途的现场总线之一，其主要优点为实时性好、可靠性高、性价比突出。因此已经逐渐成为当今自动化领域发展的热点之一。

本文主要研究对象为基于CAN总线的分布式数据采集与通讯系统，并准备将其应用于工业现场。作者在分析了CAN总线2.0B协议的基础上，采用结构化的方法独立设计了带有CAN总线通信接口的数据采集与处理底层模块。

底层模块的硬件设计以C8051F040高速型单片机为核心，其内部已经集成了AD采集和DA输出子模块，在其基础上，又外扩了CAN总线通讯、人机交互、地址译码等功能模块。

在集成了Keil C51编译器的Silicon Laboratories IDE开发环境下，采用模块化的软件程序设计方法完成了底层模块的模拟电压采集、CAN总线通讯、模拟电压输出、LCD显示、矩阵键盘扫描、现场温度监控、开关量输入输出等功能。每个子任务模块之间通过主程序的多任务机制来进行分时调用，并采用过采样等方法对采集到的信号进行一些简单的处理，减轻通讯带宽的负担，以提高系统的实时性与效率。

整个系统由两个底层模块和一台接有CAN总线通信板卡的上位机组成，采用主从结构，通过接口卡来实现双向通讯，由此可以及时得知工业现场的各种数据和运行参数，从而保证了对现场远程测控的实时性。CAN总线应用层协议由作者自行定义和编写，使之更加符合本系统的要求和特点。

目前整个系统运行良好，性能稳定，通信冗余度高，符合工业现场使用的要求。

## 9. 期刊论文 [李德裕](#). [王文晶](#). [孟祥宇](#) 以奇偶校验位为标识的分布式计算机系统 -[长春大学学报](#)2002, 12(1)

实际应用中主从结构简单，在分布式计算机系统中经常使用。本文介绍了以PC机为主机、以其奇偶校验位为多机通讯标志位、以8031单片机为从机的主从分布式计算机系统。文中还介绍了有关通讯协议等方面的问题。

## 10. 学位论文 [薛文天](#) 交流变频全自动洗衣机驱动控制系统的研究 2005

现在变频技术在家电中的应用已经是家电行业发展的必然的趋势，这是由于当今人们越来越意识到能源的重要性，并对可再生能源的有限性并达成了共识。我国经济的快速发展对能源的迅猛需求必将要求节能。变频家电由于其具有节能、低噪音等特点必将取代传统家电产品。由于传统的有级调速不能连续调节速度，只能以有限的几个速度运行，易造成能源的浪费，而采用变频技术可以达到连续调节转速和节能目的。现在市场上出现的直流无刷洗衣机虽有很多优点，但其成本要比交流电机高许多，本文采用三相交流电机，力求降低系统成本。本文首先分析了几种常用的三相交流电机调速方案，选择了带补偿的恒压频比调速方案，分析了洗衣机的负载特性，详细分析了SVPWM的产生的原理。本文对系统的硬件和软件进行了设计。硬件采用主控板和变频板构成的主从结构，主控板采用富士通公司的MB89663微处理器芯片，变频板采用的是MB89863芯片。主控板中包含按键扫描、电压过零检测、水位检测、门开关信号检测等电路的设计。变频板包括IGBT驱动电路以及必要的保护电路设计，同时设计了给主控、变频控制器提供工作电压的开关电源。本文给出了基于以上硬件的系统软件设计方法，介绍了系统软件的总体架构和各功能模块的流程图。最后本文给出了实验结果分析，主要包括：对电压补偿效果进行了实验研究，结果表明电机低频性能得到改善；以及不同频率下的线电流波形，结果表明电流波形是较平滑的正弦波，并明显降低了噪音。本文所设计的驱动器结构简单、成本低廉、系统性能稳定可靠。

## 引证文献(1条)

### 1. [朱成全](#) 数据采集系统中模拟传感器输出电平的调节[期刊论文]-[莆田学院学报](#) 2008(5)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_fjdn200611101.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_fjdn200611101.aspx)

下载时间：2010年6月13日