

# 基于 MODBUS 协议的串口通信软件设计

文小玲, 余 飞, 卢圣文, 刘翠梅

(武汉工程大学 电气信息学院, 湖北 武汉 430073)

**摘要:** 主要介绍基于 MODBUS 协议的 PC 机与 DSP 串口通信软件的设计和实现方法。该系统以 PC 机作为上位机, TMS320VC33DSP 作为下位机, 采用中断方式实现数据的接收和发送。实验结果表明: 软件能保证数据传输的可靠性, 并实现了智能温度控制系统中上位机与下位机之间的主从式通信。

**关键词:** MODBUS 协议; DSP; 串口通信; 中断方式

**中图分类号:** TP393.04

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2008)06-0100-03

## Design of the Serial Communication Software Based on MODBUS Protocol

Wen Xiaoling, Yu Fei, Lu Shengwen, Liu Cuimei

(School of Electrical and Information, Wuhan University of Engineering, Wuhan 430073, China)

**Abstract:** The design and implementation method of the serial communication software for personal computer (PC) and digital signal process (DSP) based on MODBUS protocol is presented, which is used in the intelligent temperature monitoring system. This system takes PC as the host computer and TMS320VC33 as the lower computer, and interruption mode to receive and transmit data. The experimental results show that the software can realize the data transmission between the host and lower computer reliably.

**Key words:** MODBUS protocol; DSP; serial communication; interruption mode

随着嵌入式系统和现场总线技术的发展, 实现不同类型的自动化设备之间的互联已经不是一个难题。串行通信由于其简单高效, 易于编程实现, 始终是各种自动化设备之间实现通信的最主要方式之一<sup>[1]</sup>。由于通信方式越来越多样化, 更需要有通信协议来进行规范。MODBUS 协议是由 Modicon 公司开发且已是工业领域全球最流行的协议。此协议支持传统的 RS-232、RS-422、RS-485 和以太网设备。MODBUS 的 ASCII、RTU 协议规定了消息、数据的结构、命令和回答的方式, 数据通讯采用 Master/Slave 方式, Master 端发出数据请求消息, Slave 端接收到正确消息后就可以发送数据到 Master 端以响应请求。Master 端也可以直接发消息修改 Slave 端的数据, 实现双向读写<sup>[2]</sup>。

本文针对智能温度控制系统, 利用 MODBUS 协议完成 PC 机与 DSP 之间的串口通信。系统以 PC 机作为

主站(上位机), 以 TI 公司的 TMS320VC33DSP 作为从站(下位机), 实现基于 MODBUS 协议的主从式通信。

## 1 系统硬件结构

系统硬件结构如图 1 所示, 主要包括上位机 PC 机, 下位机 DSP, 可编程逻辑器件 CPLD, 电平转换芯片 74LVT145, 串口通信芯片 TL16C550, 及通信接口芯片 MAX232。DSP 通过 CPLD 和串口芯片 TL16C550, 与 MAX232 和 PC 机连接。

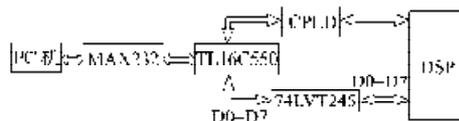


图 1 通信系统硬件结构图

Fig. 1 Hardware block diagram of the communication system

收稿日期: 2008-07-08

基金项目: 湖北省教育厅重点科研项目(D200515002)

作者简介: 文小玲(1962-), 女, 湖南湘乡人, 武汉工程大学副教授, 博士生, 硕导, 主要研究方向为自动控制与电力电子技术;  
余 飞(1985-), 男, 湖北应城人, 武汉工程大学硕士研究生, 主要研究方向为自动控制技术。

DSP采用的是TI公司的高性能CMOS32位浮点芯片TMS320VC33, 每秒能提供高达150兆次浮点运算, 32位的高性能CPU, 4个内置的片选译码电路, 32位指令字, 24位地址线可寻址16M的空间, 28个CPU寄存器, 其中有8个扩展精度寄存器, 可选择电平或边沿方式触发外部中断等。

当PC和DSP进行通信时, 通过TL16C550产生接收和发送中断, DSP通过CPLD将INT2引脚设置为其触发中断的中断源, 通过中断源确定其接收和发送数据, 产生控制信号控制数据的传输, 达到通信的目的。PC机传输过来的数据电平为+5V, 而DSP传输数据的电平为+3.3V, 不能兼容, 所以在中间加入了芯片74LVT245, 通过它能进行电平之间的转换。MODBUS是一种使用RS232兼容串行口进行主从式点对点的通信协议。本课题是针对智能温控系统设计的, 在工业现场, 当从站设备超过1台, 而且需要进行远距离控制时, 就需要在从站配置转换器将RS232接口转换成RS485接口。RS485通信接口结构简单、抗干扰能力强、通信距离远、能实现多机通信, 是目前数据采集和工业控制中普遍使用的总线方式<sup>[3]</sup>。

## 2 串口通信软件的设计与实现

通信软件采用中断方式实现数据的接收和发送, 软件设计方法如图2所示。

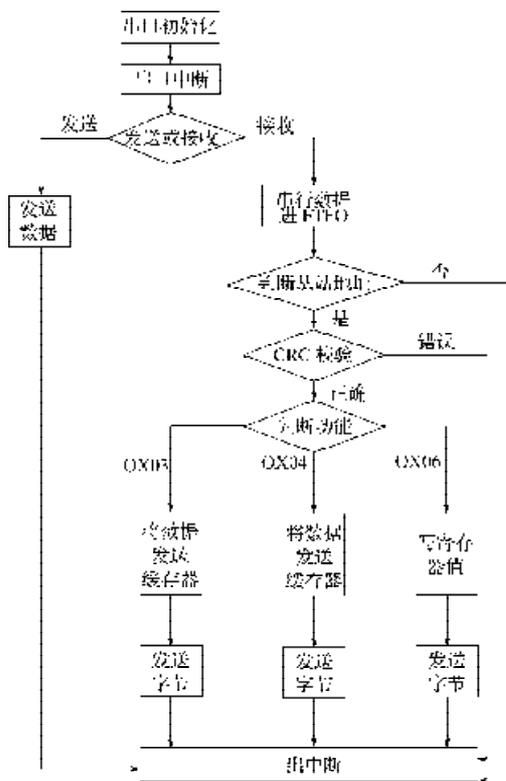


图2 通信软件流程图

Fig. 2 Flowchart of the communication software

首先按照如下的步骤完成串口初始化:

1) 将线路控制寄存器LCR上的D7位置于1, 这样就可以访问低位除数寄存器DLL和高位除数寄存器DLM以设置波特率。

2) 设置波特率。要得到9600 Bps的波特率, DLM的值为00H, DLL的值为18H。

3) 设置线路控制寄存器LCR的相关参数, 包括设置传输数据长度、停止位个数、奇偶校验类型。需要注意的是D7位要清零, 这样才能确保访问除了DLM、DLL以外的寄存器。

4) 设置FIFO控制寄存器FCR使能FIFO方式, 设置中断使能寄存器IER使能接收中断。串行口初始化时波特率为9600 Bps, 8位数据位, 1位停止位, 无奇偶校验位。串口的初始化工作完成后, 系统启动串口的工作, 等待中断。由于DSP基于MODBUS协议, 本身没有主动和PC机通信功能, 异步串行收发器初始化时只允许接收中断。当PC机有命令发给DSP时, 将触发DSP接收中断。DSP程序进入中断服务程序, 将串口芯片接收端FIFO中的数据读出。只有在一个完整的命令帧读完以后, 程序才对PC机发送过来的命令进行处理。当有PC机的数据进入时, 系统立即进入接收中断进行数据处理, 分析数据并进行如下工作:

1) 将数据存放到接收缓冲区。MODBUS协议规定了两种数据传输格式: ASCII或RTU<sup>[4]</sup>。ASCII格式规定了在消息中的每个8位字节作为2个ASCII字符传送, 数据校验方式采用LRC(逻辑冗余校验)。RTU格式规定在消息中的每个8位字节包含2个4位的16进制信息, 可以最大限度地利用每个数据位的空间, 提高通信效率。本文采用RTU传输方式, 其消息帧格式如表1所示。

表1 RTU消息帧

Tab. 1 RTU message frame

起始位	设备地址	功能代码	数据	CRC16校验	结束符
T1-T2-T3-T4	1 B	1 B	N B	2 B	T1-T2-T3-T4

2) 看从站地址是否与DSP的地址相符。在RTU传输方式下, 消息帧的地址域为1字节, 可能的从设备地址是0~247(十进制)。单个设备的地址范围是1~247。地址0是用作广播地址, 以使所有的从设备都能认识。本文从站只有1块DSP芯片, 只需在软件中定义DSP的地址为0X01H即可。

3) 进行循环冗余校验码(CRC)校验, 判断数据的合法性和有效性。CRC可以检验主机或从机在通信数据传送过程中的信息是否有误, 如果是错误的, 数据即可放弃<sup>[5]</sup>。MODBUS通信协议的CRC包含2个字节, 即16位二进制数。CRC校验过程为, 先调入1个16位寄存器, 所有位均为1, 然后调用消息帧中开始的8位字节和寄存器内容异或, 结果向最低有效位

(LSB)方向移动(右移),最高有效位以0填充。LSB被提取出来检测,如果LSB为1,寄存器值和预置的值A001H进行异或运算;如果LSB为0,则不进行,整个过程重复8次运算;在最后一位(第8位)完成后,下一个8位字节又和寄存器的当前值异或。最终寄存器中的值,是消息中所有的字节都执行校验之后的CRC值。接收设备将这个CRC值与被传送的CRC值比较来检验主机或从机在通信数据传送过程中的信息是否有误。

4)检测消息帧中的功能代码。消息帧中的功能代码包含1字节,可能的代码范围是1~255(十进制)。每个功能代码代表不同的指令,编程时必须严格按照协议的要求设置。MODBUS通信的具体内容取决于该指令字符串的功能码。当消息从主设备发往从设备时,功能代码将告诉从设备需要执行哪些操作。当从设备回应时,它使用功能代码来指示是正常回应还是有某种错误发生。

5)根据PC机要求进行相关的工作,并使串口进行数据发送。当DSP按照指令组织好所有数据时,禁止异步串行收发器的接收中断,使能发送中断,程序从中断服务程序返回到主程序。由于已经使能了发送中断且发送保持寄存器THR为空的中断源有效,程序将再次跳入中断服务程序中,但这一次中断服务程序的操作是将DSP准备好的状态信息发送至PC机。

当DSP发送完数据后,DSP程序禁止发送中断、使能接收中断,为下次接收PC机的查询命令做准备。程序每跳入一次中断服务程序,都要查询中断标志寄存器IRR的状态,才能判断是发生了接收中断还是发送中断。

为保证通信软件的正常运行,必须严格按照通信格式来组织接收和发送数据。下面以查询从站的读保持寄存器操作为例,说明PC机和DSP之间整个查询、响应过程的通信格式。

PC机发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
ADR	03H	起始寄存器高位	起始寄存器低位	寄存器数高位	寄存器数低位	CRC低位	CRC高位

第1字节ADR:从机地址码(01H~0F7H),第2字节03H:读寄存器值(功能码),第3、4字节:要读的寄存器开始地址,第5、6字节:要读的寄存器数量,第7、8字节:从字节ADR起的数据校验和。

DSP回送:

1	2	3	4、5	6、7	...	M-1、M	M+1	M+2
ADR	03H	字总数	寄存器数据1	寄存器数据2	...	寄存器数据M	CRC低位	CRC高位

第1字节ADR:从机地址码(01H~0F7H);第2字节03H:读寄存器值(功能码);第3字节:字总数(第4到第M字节的字总数);第4到M字节:寄存器数据;第M+1、M+2字节:从字节ADR起的数据校验和。

编译调试完程序后,采用串口调试助手V2.2来测试系统是否进行了通信。在串口调试助手中输入“01 03 00 00 00 08 44 0C”,可以看到DSP发送给PC机的数据“welcome,231”,即系统实现了基于MODBUS协议的上位机与下位机之间的通信,实验结果如图3所示。

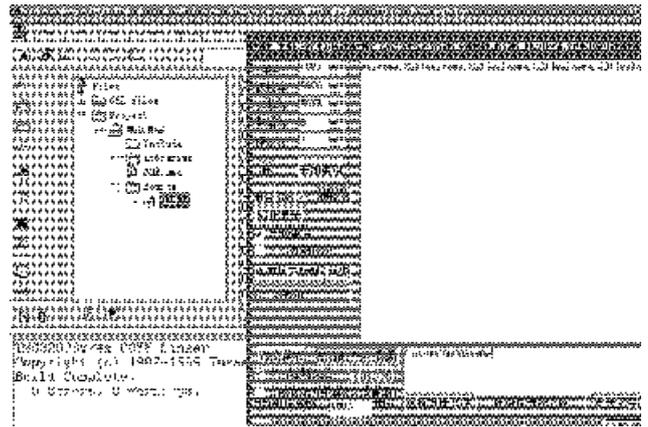


图3 串口调试

Fig.3 Serial port debugging

### 4 结语

MODBUS协议具有开放性、用户范围广、易实现、扩展性好、可靠性强等优点。利用上述的软硬件设计方法实现智能温控系统中上位机(PC机)与下位机(DSP)的串口通信取得了比较好的效果。由于DSP数据的发送与接收都采用了中断方式,因此当通信出现故障时,不会影响DSP的工作,保证了系统工作的稳定性。

### 参考文献:

- [1] 梅锐, 牟永敏. 基于Modbus协议的自动化设备之间通信实现[J]. 北京机械工业学院学报, 2006, 21(1): 44-46.
- [2] 徐建山, 吕震中, 于向军. 利用Modbus协议实现与火电站DCS的串行通信[J]. 测控技术, 2003, 22(3): 40-42.
- [3] 王靖欧, 雷山凤. Modbus协议在监控系统串行通讯中的应用[J]. 湖北水力发电, 2007, 10(1): 18-20.
- [4] 祁建安. 基于MODBUS协议的DSP从站串口通信模块设计[J]. 测控技术, 2004, 23(9): 38-40.
- [5] 李有谋, 房鼎益. CRC编码算法研究与实现[J]. 西北大学学报, 2006, 36(1): 895-898.

(责任编辑: 罗立宇)