

文章编号:1674-2869(2011)01-0075-04

# 基于 MODBUS 协议的 TMS320LF2407A 与 PC 机串口通信软件设计

王 欣,文小玲<sup>\*</sup>,刘义亭,孙 谋  
(武汉工程大学 电气信息学院,湖北 武汉 430074)

**摘 要:**主要阐述了基于 MODBUS 协议的 DSP 从机通信软件的设计方法. 以 PC 机作为上位机, TMS320LF2407A DSP 作为下位机,采用中断方式实现数据的接收和发送,保证了数据传输的可靠性. 利用 C 语言编写 DSP 从站通信程序,以便于程序的移植. 经实验验证,非线性负载二极管整流电路的 A 相输入电流波形能通过 Labview 显示,实现了 DSP 与 PC 机之间简单、可靠、稳定的数据传输.

**关键词:**Modbus 协议;DSP;串口通信;RTU 模式

**中图分类号:**TN915.04      **文献标识码:**A      **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.01.019

## 0 引 言

微处理器都集成有 1 路或者多路硬件 UART 通道,能够非常方便地实现串行通信. 在工业控制、电力通讯、智能仪表等领域,常常使用简便易用的串行通信方式作为数据交换的手段<sup>[1]</sup>.

MODBUS 是 MODICON 公司于 1979 年开发的一种通讯协议. 该协议是一种真正开放和免费的协议,已成为应用于工业控制器上的标准通信协议. 标准的 MODBUS 使用 RS232、RS422 或 RS485 串行接口. MODBUS 通信使用 Master-Slave(主-从)方式,即只有主设备能初始化传输(查询),其它设备(从设备)根据主设备查询提供的数据作出反应<sup>[2]</sup>.

以 DSP 为核心的静止无功补偿装置需要将采集到的实时数据和故障数据上传给 PC 机的控制界面,以便于人机交互. 利用 MODBUS 协议实现 PC 机与 DSP 之间的串口通信. 系统以 PC 机作为主站(上位机),TMS320LF2407A DSP 控制器作为从站(下位机),实现基于 MODBUS 的主从式通信. 图 1 为 DSP 与 PC 机的模块方框图.



图 1 DSP 与 PC 机的模块方框图

Fig. 1 Module block diagram of DSP and PC

## 1 DSP 与 PC 机的硬件连接

标准的 MODBUS 物理层采用了 RS-232 串行通信标准,远距离或多点通讯时可以考虑用 RS-422 或者 RS-485 来代替. PC 机与 TMS320LF2407A 的硬件系统包括上位 PC 机,下位机 DSP,电平转换芯片 74LS245 和通信接口芯片 MAX232.

TMS320LF2407A 支持异步外设之间的数字通信,芯片内部集成了一个串行通信接口(SCI)模块,该模块是一个标准的通用异步接收/发送(UART)通信接口,通信接口有 scitxd(SCI 发送输出引脚)和 scirxd(SCI 接收输入引脚)两个外部引脚. SCI 接收器和发送器是双缓冲的,每个都有自己单独的使能和中断标志. 两者可以独立工作或在全双工方式下同时工作. 图 2 所示为 TMS320LF2407A 串行通信接口电路,其中 MAX232 芯片功耗低、集成度高、+5 V 供电,具有两个接收和发送通道. PC 机传输过来的数据电平为 +5 V,而 DSP 传输数据的电平为 +3.3 V,不能兼容,因此在 MAX232 与 TMS320LF2407 之间加入了芯片 74LS245 进行电平转换.

## 2 基于 MODBUS 的串口通信程序设计

### 2.1 传输模式选择

MODBUS 规定了 ASCII 和 RTU 两种传输模

收稿日期:2011-01-06

作者简介:王 欣(1985-),女,湖北武汉人,硕士. 研究方向:自动控制与电力电子应用技术.

指导老师:文小玲,女,教授,硕士,硕士研究生指导老师. 研究方向:自动控制与电力电子应用技术. \* 通信联系人

式. ASCII 模式:一个信息中的每 8 位字节作为两个 ASCII 字符传输;有开始和结束标记,便于程序处理,而且由于传输的都是可见的 ASCII 字符,因此进行调试时非常直观;字符发送的时间间隔可达到 1 秒而不产生错误,但通信速率较 RTU 方式慢. RTU 模式:信息中的每 8 位字节分成两个 4 位 16 进制的字符,这样可以最大限度地利用每个数据位

的空间,提高了通信效率;在同样的波特率下,可比 ASCII 方式传送更多的数据. 鉴于本系统所需传输的数据量较大,因此采用 RTU 模式. RTU 模式的数据位:1 位起始位,8 位数据位,(最小有效位先发送),1 位奇数校验位(可不使用),1 位停止位(有校验时)或 2 位停止位(无校验时)<sup>[3]</sup>.

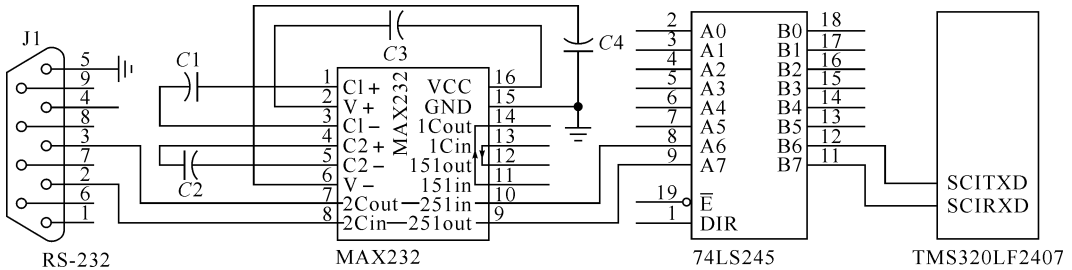


图 2 TMS320LF2407 串行通信接口电路图

Fig. 2 TMS320LF2407 serial communication interface circuit

2.2 下位机通信程序设计

从站 DSP 接收和发送数据都是采用中断方式,其通信软件流程如图 3 所示.

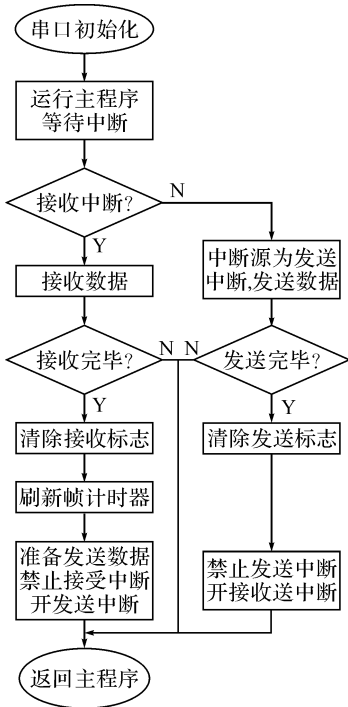


图 3 通信程序流程图

Fig. 3 Flow diagram of communication program

由于从机只能被动接收上位机的命令后才进行数据的传输,因此从机上电初始化后,就会打开串行通信的接收中断,接收上位机传过来的命令与数据<sup>[4]</sup>. 其中,接收与发送缓冲区设置为 8Bit 的数组形式,长度为 80. 串口初始化代码如下:

```
void Cominit()  
{  
    (* SCICCR)=0x07; /* 8 位字符,1 停止位,无校验  
    */
```

```
(* SCICTL1)=0x13; /* 使能发送和接收 */  
(* SCICTL2)=0x03; /* 使能接收和发送中断 */  
  
(* SCIHBAUD)=0x02; /* 波特率=208H, 40MHz  
*/  
(* SCILBAUD)=0x08; /* 208h=40 * 10-6/(9600 *  
8)-1 */  
(* SCICTL1)=0x33; /* 使能发送和接收,复位 SCI  
*/  
(* SCIPRI)=0x60; /* SCI 中断为低优先级中断 */  
(* MCRA)=0x3;  
}
```

当主站有命令发给从站时,将触发从站接收中断,即当第一个数据(地址码)到达时,将触发 TMS320LF2407 DSP 接收中断. 这时,从站程序进入中断服务程序,将 SCIRXBUF 中的数据读出,并将该字符放到数据接收缓冲区. 同样将功能码、起始地址、寄存器数量、CRC 校验 8 个字符放到数据接收缓冲区.

为了能在相同的波特率下传送更多的数据,采用 RTU 模式. 在 RTU 模式中,整个 MODBUS 消息帧必须作为一个连续的数据流传输. 如果在帧完成之前有 1.5 个字符间隔时间,接收设备将会刷新不完整的消息,并且假定下一个字节是一个新消息的地址字节. 同样,如果一个新的消息在小于 3.5 个字符的时间内接着前个消息开始,接收的设备将会认为它是前一个消息的延续. 这将会导致一个错误,因为最后 CRC 字节的值不可能是正确的,所以 MODBUS 协议中,两个数据包之间应提供 3.5 个字符的空闲时间.

从机采用的是串口中断方式接收主机发送过来的数据帧,按照字节接收数据,每接收到一个字节

就进入一次串口中断.接收数据时,需要启用定时器(TD)来不停监测要接收的两个相邻字节之间的时间间隔.如果两个字节之间的时间间隔小于 1.5 个字符时间间隔,则可以继续接收当前帧的下一字节数据;如果大于 1.5 个字符而小于 3.5 个字符的时间间隔,则表明接收到的数据是错误的,须向主机应当发送一个异常数据帧告诉主机应当重新发送数据帧;如果大于了 3.5 个字符的时间间隔,则准备接受新一帧数据.第一次进入串口中断时,需将本从机地址和接收到的地址信息进行比较.若相同,则继续接收该数据帧其它数据;若不同,则退出中断.当接收完整个数据帧后,从机将对接收到了的数据帧重新计算 CRC 值.最后从机将自己计算出来的 CRC 校验值同接收到的 CRC 域中的 CRC 值进行比较.如果 CRC 值相同,则表明接收到的数据正确,并在此基础上查看数据帧中的功能码,功能码属于所列的功能码,则按照功能码的相应功能调用子程序,并且给主机回送一条响应数据帧.如果 CRC 值不同,则表明接收到的数据错误,退出中断.如果功能码不属于所列的功能码,则退出中断并且发送一条异常数据帧给主机<sup>[5]</sup>.

实现 MODBUS 协议的关键是 CRC 校验值的算法,其算法有两种方法:根据 CRC 校验的定义公式  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  进行计算,或在程序中建立 CRC 校验值表进行查找.因为对于固定字节 CRC 校验计算的多项式因子,其 CRC 值是固定的,因而采用查表法能够简化计算过程、提高通信效率、节省应答时间<sup>[6]</sup>.由于在中断处理函数中不应该进行大量运算,因此将协议的核心部分编制为 ModbusIndication 函数,作为通信模块和主程序的接口,其流程图如图 4 所示.

当从站按照指令组织好了所有数据时,禁止接收中断,使能发送中断,程序从中断服务程序返回到主程序.这时,由于已使能了发送中断且发送缓冲寄存器 SCITXBUF 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从站准备好的状态信息发送到主站.同样,当从站数据发送完毕后,从站程序禁止发送中断、使能接收中断,为下次接收主站查询命令做准备.需要强调的是:当程序每跳入一次中断服务程序,都需要查询中断标志寄存器的状态,才能判断是发生了接收中断还是发送中断.

系统中下位机的主要任务是监控其它设备,接收上位机发送来的命令,并作出相应的回应.主机主要是采集从机信息,对 DSP 发送控制参数等. MODBUS 通讯协议由主机先建立消息格式,格式包括了设备地址码、功能码、数据信息码、校验码等十六进制信息. MODBUS 除了定义通信功能码外,还可以定义出错码,使主机更容易发现错误,并采取相应措施,保证了通信的可靠进行.系统中主要用到的 Modbus 功能代码是 03H、04H 和 10H. 其格式大致相同,例如功能码 03H(读寄存器值)的格式如表 1、表 2 所示.

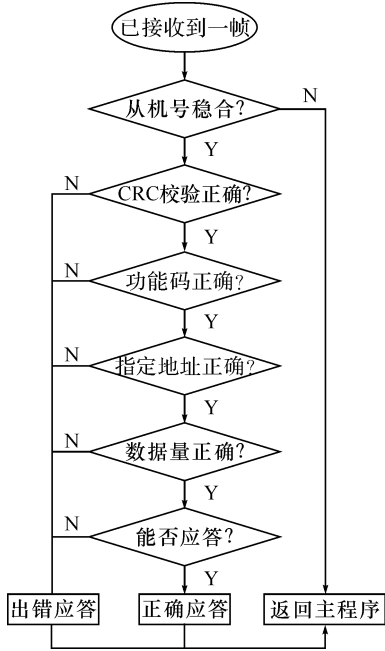


图 4 ModbusIndication 函数流程图

Fig. 4 Flow diagram of ModbusIndication function

表 1 主机请求

Table 1 Host requests

设备地址	功能码	起始地址高位	起始地址低位	寄存器数高位	寄存器数低位	CRC 低位	CRC 高位
10	03	00	00	00	00	87	4B

表 2 从机响应

Table 2 Slave response

设备地址	功能码	字节计数	寄存器值高位	寄存器值低位	CRC 低位	CRC 高位
10	03	02	00	00	44	47

其中 03H 功能是主机读从机数据.主机的数据帧给出的是从机地址(10)、功能号(03)、数据起始地址(00 00)、寄存器数(00 00)及 CRC 校验码(87,4B,

先低位,后高位).当从机接收到主机的读命令后,返回的数据帧包括:从机地址(10)、功能号(03H)、返回数据的字节数(02)、返回的寄存器值(00 00)以及

CRC 校验码(44,47).

上述串口通信软件已成功应用于静止无功补偿装置,PC 机可以通过 Labview 观察接收到来自下位机 DSP 的数据,程序运行结果如图 5 所示. 图 5 中为非线性负载二极管整流电路的 A 相输入电流波形.

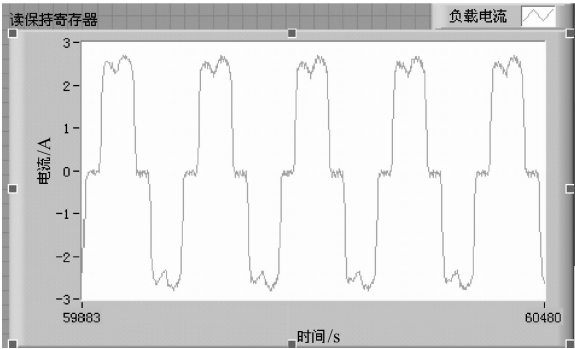


图 5 程序运行结果  
Fig. 5 The waveform of result

### 3 结 语

在数据通信量小且系统可靠性高的情况下,MODBUS协议不失为一种很好的解决方案,

MODBUS 协议具有开放性、易实现、用户范围广、可靠性强、扩展性好等优点. 利用 C 语言编制的 DSP 从站通信程序具有简单、可靠、可读性强等特点. 同时,由于从站发送接收都采用了中断方式,当通信网络出现故障时,将不会影响从站仪表的工作,在最大程度上保证系统工作的稳定性. 实验结果验证了串口通信系统的可行性和实用性.

### 参考文献:

[1] 王炼红,章兢. TMS320F2812 DSP 与 PC 机的串口通信设计[J]. 微计算机信息,2006(22):7-2.  
[2] 华谔. 从 MODBUS 到透明就绪[M]. 北京:机械工业出版社,2009.  
[3] 薛海涛,和卫星,陈晓平. 数据采集系统中 MODBUS 协议的实现[J]. 微计算机信息,2007(23):10-1.  
[4] 谈宏华,潘正春,滕达. 基于 LabVIEW 的液压站监控系统[J]. 武汉工程大学学报,2010,32(12):95-98.  
[5] 徐龙虎,张浩,彭道刚,等. 基于 Modbus 的嵌入式数据采集系统设计[J]. 华东电力,2009,37(2):311-313.  
[6] 龚克. MODBUS 协议及其 PC 机实现[J]. 福建电脑,2004(7):21-22.

## Software design of serial communication between TMS320LF2407A and PC based on modbus

WANG Xin , WEN Xiao-ling , LIU Yi-ting , SUN Mou

(School of Electrical and Information,Wuhan Institute of Technology,Wuhan 430074, China)

**Abstract:** This paper introduces the software design method of slave serial communications between the master PC and slave TMS320LF2407A DSP based on Modbus. The interrupt mode is used for the data receiving and between the master and the slave in order to guarantee the reliability of the communication. The DSP communication software is programmed using C language and can be easily transplanted to other microprocessors. The experimental results show that phase A input current of nonlinear load diode rectifier circuit can be displayed by the Labview, realizing the simple, reliable and stable data transmission between DSP and PC.

**Key words:** modbus protocol; DSP; serial communication; RTU mode

本文编辑:陈小平