

基于 TMS320LF2407A 的变频器与上位机串行通信研究

王 勇

(深圳信息职业技术学院信息控制与制造系, 广东 深圳 518029)

摘要: 在变频调速系统中, 为实现变频器与上位机的远距离通信, 通常采用串行通信方式。在详细分析了串行数据接口标准 (RS-232、RS-485) 的基础上, 设计了上位机 RS-232 到 RS-485 的转换电路, 并给出了基于 TMS320LF2407A 的变频器和上位机进行远距离串行通信的硬件接口电路、通信协议及软件设计方法, 给出了上位机与下位机串行通信接口程序的初始化代码, 同时阐述了如何通过 VC++6.0 中 MSComm 控件编写上位机串行通信程序。

关键词: 数字信号处理器; TMS320LF2407A; 串行数据接口标准; 异步串行通信; 变频器

中图分类号: TN773 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6332 (2006) 02-0021-05

数字信号处理 (digital signal processor, DSP) 是利用专用或通用数字信号处理芯片, 通过数字计算的方法对信号进行处理。TMS320LF2407A 是美国德州仪器公司 (Texas Instruments, TI) 专为数字电机控制 (digital motor control, DMC) 应用而推出的一种低价格、高性能 16 位定点运算 DSP, 其将高性能的 DSP 内核和丰富的微控制器外设功能集于一身, 为控制系统应用提供了一种理想的解决方案^[1]。我们设计的变频器就是基于以上原因采用 TMS320LF2407A 作为变频器的主控制芯片。为了实现上位机对多台变频器的监控, 设计采用了 PC 机对其设定参数、显示参数和实时控制, 通信方式就是利用 LF2407A 的异步通信接口 SCI (Serial Communication Interface, 串行通信口模块) 通过 RS-485 (Recommended Standard 485, 485 推荐标准) 和上位机进行串行通信。上位机可以通过串口通信改变 DSP 程序中转速给定、正反转及显示电机当前转速等。

1 通信接口硬件电路的设计

现在变频器产品中较为流行的是 RS-485 通讯

接口, 这种通讯接口相比与 RS-232 通讯接口具有如下一些优点: 支持较高的数据传输率, 支持较远的传输距离, 通过提供平衡电路改进接口电气特性。RS-232 规定其信号的压摆率不大于 30V/微妙。实际上这意味着传输的数据率不能高于 20, 000 比特/秒, 虽然这样的数据率符合异步传输的要求, 因为异步传输的数据率一般限定在 19, 200 比特/秒或更低, 然而与某些同步系统的要求不相适应。RS-232 的另一个限制是距离, 由于 RS-232 所采用的单端驱动, 单端接收接口电路的特点是传送信号要用一根信号线和一根公共的地线, 有时不能有效地区分由驱动电路产生的信号和干扰噪声, 因此传输距离不能太远, 根据 RS-232 标准, 两个器件之间的电缆限制在 50 英尺 (15 米)。对于 RS-485 来说, 由于其定义了差分平衡电气接口, 这种差分电路从地线的干扰中拾取有效信号, 由于差分接收器可以分辨 0.20V 以上的电位差, 因此可避免或大大减弱地线干扰和电磁干扰的影响。RS-485 驱动器的共模输出电压为 -7 伏 ~ +12 伏, RS-485 接收器的共模输入电压为 -12 伏 ~ +12 伏, 接收器输入阻抗的最小值为 12K Ω 。RS-485 允许在同一根输入线上

【收稿日期】2006-05-08

【基金项目】深圳信息职业技术学院科研资助项目 (LG-040614)

【作者简介】王勇 (1976-), 男 (汉), 安徽舒城人, 助教, E-mail: wangy@szit.com.cn

有 32 个发送器, 32 个接收器。满足 RS-485 要求的器件, 片内装有争用保护电路, 即如在同一时刻两个发送器均接通, 也能防止器件损坏 [2]。在本设计中, 利用 TMS320LF2407A 的 SCI 接口扩展 MAX485 构成 RS-485 通讯接口。另外由于 RS-485 为半双工结构, 因此用 LF2407 的一个通用 IO 口 IOPF6 控制 MAX485 处于发送还是接受状态。具体电路如图 1 所示。

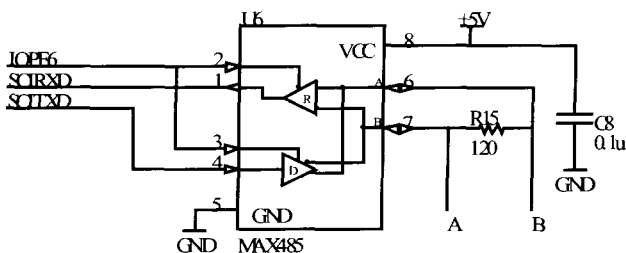


图 1 下位机 RS-485 接口原理图
Fig.1 DSP RS-485 interface circuit

但是由于上位机即 PC 机只带有标准 RS-232 接口, 因此上位机和 DSP 变频器之间必须通过一个 RS-232 到 RS-485 的电气标准转换电路, 这可以用标准器件实现, 本项目中设计了一个无源 RS-232 到 RS-485 转换电路, 具体电路如图 2 所示。

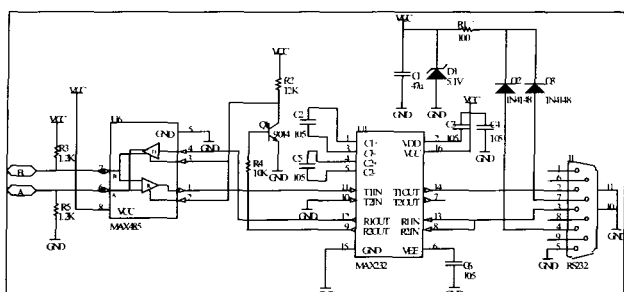


图 2 上位机 RS-232 到 RS-485 转换电路
Fig.2 Switch RS-232 to RS-485 circuit

本电路的 232 电平转换电路采用 MAX232 集成电路, 485 电路采用了 MAX485 集成电路。为了方便, 电源部分设计成无源方式, 整个电路的供电直接从 PC 机的 RS-232 接口中的 DTR (data terminal ready, 数据终端准备, 4 脚) 和 RTS (request to send, 请求终端发送, 7 脚) 获得。PC 串口每根线可以提供大约 9mA 的电流, 经实验, 两根线提供的电流足够供给这个电路正常使用。使用本电路需注意 PC 程序必须使串口的 DTR 和 RTS 输出高电平。

MAX485 是通过两个引脚 RE (2 脚) 和 DE (3 脚) 来控制数据的输入和输出。当 RE 为低电平

时, MAX485 数据输入有效; 当 DE 为高电平时, MAX485 数据输出有效。在半双工使用中, 通常可以将这两个脚直接相连, 然后由 PC 或者单片机输出的高低电平就可以让 MAX485 在接收和发送状态之间转换了。使用 TX 线和 MAX232 的另外一个通道及 Q1 来控制 MAX485 的状态切换。

2 DSP 通信原理与下位机通信软件的设计

2.1 DSP 通信原理 [3]

TI 公司的 DSP 芯片 TMS320LF2407A 器件包括一个串行通信口模块 (SCI), 它是一个标准的通用异步接收/发送 (UART) 通信接口。支持 RS-232 和 RS-485 的工业标准全双工通信模式。串行通信接口的接收器和发送器都是双极缓冲的, 每一个都有自己独立的功能和中断位, 它们可以单独或同时工作于半双工模式。为了确保数据的正确性, 串行通信接口对接收的数据进行帧出错、奇偶错、超时和间断的检查。通过对一个 16 位波特率选择寄存器进行编程, 可以选择 64K 种不同的波特率, 其中最高可达到 1875kbps。其与串行通讯相关的引脚如下:

SCIRXD: 串行通讯接收引脚, 也可用作普通 IO 端口。

SCITXD: 串行通讯发送引脚, 也可用作普通 IO 端口。

内部生产的串行时钟由系统 SYSCLK 频率和波特率选择寄存器决定。不同通信模式下的串行通信接口异步波特率由下列方法决定:

BRR=1 到 65535 时的串行通信接口异步波特率为:

$$\text{SCI 异步波特率} = \text{SYSCLK} / [(\text{BRR} + 1) \times 8]$$

BRR=0 时的串行通信接口异步波特率为:

$$\text{SCI 异步波特率} = \text{SYSCLK} / 16$$

为了保证串行通信的成功, 在通信前必须对 DSP 串行通信模块 (XSCI) 进行软件初始化, 设置通信的波特率、奇偶校验位、停止位和传送一个字节所包含的位数。这些参数的设置必须和 PC 机上的设置相一致, 否则, 将引起通信的混乱。

2.2 下位机通信软件的设计

在 DSP 和计算机的通信中, 对于 DSP 来说, 通信的主要功能是发送数据给计算机和接收计算机

发送来的数据。发送数据过程由 DSP 微控制器控制，DSP 具有主动性，而 DSP 接收数据时则具有随机性，当 SCI 模块从 SCIRXD 引脚接收到一个字节数据后，存放在接收数据缓冲寄存器 SCIRXBUF 中，DSP 必须及时从 SCIRXBUF 中取走该数据，以便接收下一字节数据。在接收数据时，可采用查询或中断方式接收数据。查询方式需要程序循环检测数据接收端口，检查是否接收到数据，浪费了 DSP 的时间，影响了 DSP 的工作效率。而中断方式是当 DSP 串行通信模块接收到一个字节数据时，产生中断信号，DSP 在中断服务程序中从 SCIRXBUF 中读取接收到的数据，因而可有效地减少采用查询方式时的系统资源消耗，提高系统通信的实时性，所以根据串行通信的特点可以将发送数据过程设计成函数，当 DSP 发送数据时调用此函数，将数据发送给接收方；接收数据采用中断方式，当有一个数据来到时 DSP 响应中断服务程序，读入接收到的数据。

SCI 模块初始化程序如下：（SYSCLK=40M，波特率=19200bps）

```

SCI_INIT:
LDP    #0E1H
LACL   MCRA
OR     #03H
SACL   MCRA; 配置串行口引脚为特殊功能: TXD、RXD
LDP    #DP_PFI
SPLK   #000FH, SCICCR; 地址位唤醒模式, 8 位数据; 1 位停止位, 无奇偶校验
SPLK   #0007H, SCICTL1; 接收、发送、内部时钟使能, SLEEP=1
SPLK   #0003H, SCICTL2; 接收、发送中断使能
SPLK   #0001H, SCIHBAUD
SPLK   #0003H, SCILBAUD; 波特率为 19200kps
SPLK   #0027H, SCICTL1; 串口初始化完成
LAR    AR1, #SCIRXBUF; 接收缓冲寄存器地址
LAR    AR2, #SCITXBUF; 发送缓冲寄存器

```

地址

LAR AR3, #RXD_PTR; 接收的数据指针

LAR AR4, #TXD_PTR; 发送的数据指针

LDP #0

SPLK #0001h, IMR; 允许 INT1 中断

SPLK #0FFFFh, IFR; 清所有中断标志

CLRC INTM; 开总中断

RET

变频器的通信软件设计可以采用查询和中断两种不同的方式，其中查询方式是在查询到相应标准（如发送寄存器空标志）成立时，就执行相应的动作（如发送一个字节）。这种工作方式要在串行口和接口电路之间交换数据、状态和控制三种信息，它使 DSP 陷入等待和反复查询，严重影响 DSP 的利用率。在中断方式下，DSP 启动串行口后就不再询问它的状态，依然执行自己的程序（主程序），实现 DSP 与串行口的并行工作。当串行口产生中断时，先向 DSP 申请中断，DSP 响应中断后就暂时中断自己的程序，执行相应的串口中断服务程序，执行完后又返回主程序，它能使信息得到及时处理。本项目采用后一种通信方式。中断服务子程序流程图如图 3 所示。

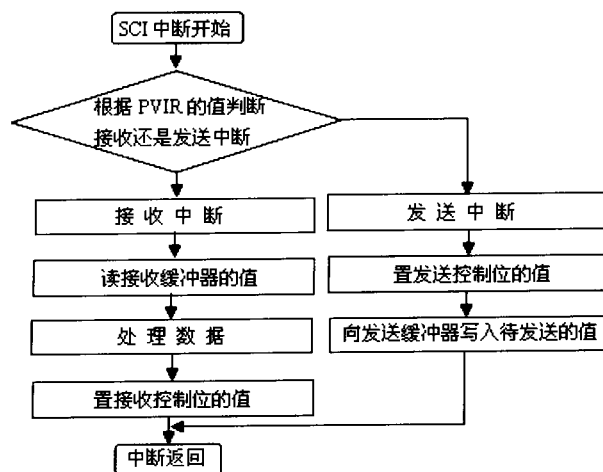


图 3 串口通信中断服务子程序流程图

Fig.3 Serial communication interrupt service routine

3 上位机软件的设计及通信协议

在本设计中上位机主要是通过发送各种命令字而实现对变频器的控制，如：控制变频器的启动、

停止或急停,实现对变频器的正反转控制、速度设置以及频率设置等。同时接收变频器发出的各种状态信号,如:电压、电流、转速并根据预定的值判断是否需要报警,并在上位机上显示。采用 VC6.0++作为上位机设计语言,直接调用 Windows 下串口通信 ActiveX 控件来实现上位机与变频器的通信。

3.1 上位机软件设计

ActiveX 是 Windows 下进行应用程序开发的崭新技术,它的核心内容是组件对象模型 COM (component object model)。ActiveX 控件包括一系列的属性、方法和事件,使用 ActiveX 控件的应用程序和 ActiveX 控件之间的工作方式是客户/服务器方式,即应用程序通过 ActiveX 控件提供的接口来访问 ActiveX 控件的功能。MSComm (Microsoft Communication Control, 微软通信控件) 是 Microsoft 公司提供的简化 Windows 下串行通信编程的 ActiveX 控件,它为应用程序提供了通过串行口收发数据的简便方法^[4]。

MSComm 提供了两种处理通信问题的方法,事件驱动方法和查询法。事件驱动法就是在使用事件驱动法设计程序时,每当有新字符到达或端口状态改变,或发生错误时,MSComm 控件将触发 OnComm 事件,而应用程序在捕获该事件后,通过检查 MSComm 控件的 CommEvent 属性可以获知所发生的事件或错误,从而采取相应的操作。这种方法的优点是程序响应及时,可靠性高。而查询法适合于较小的应用程序,在这种情况下,每当应用程序执行完某一串行口操作后,将不断检查 MSComm 控件的 CommEvent 属性,以检查执行结果或检查某一事件是否发生。本方案中上位机采用 VC++6.0 中的 MSComm 控件和两个 Timer 来实现与下位机的通信。上位机发送和接收数据都采用事件驱动方式。

在使用 MSComm 控件来进行串行通信的关键是其中的控件的属性,以下是 MSComm 控件的几个主要控件的设置。

CommPort: 设置串口号,类型 short: 1-comm1 2-comm2;

Settings: 设置串口通讯参数,类型 CString;

PortOpen: 设置或返回串口状态,类型 BOOL:

TRUE-打开 FALSE-关闭;

InputMode: 设置从接收缓冲区读取数据的格式,类型 long: 0-文本 1-二进制;

Input: 从接收缓冲区读取数据类型 VARIANT;
InBufferSize: 接收缓冲区的大小,类型: short;

Output: 向发送缓冲区写入数据,类型: VARIANT;

OutBufferSize: 发送缓冲区的大小,类型: short;

CommEvent: 串口事件,类型: short;

RThreshold: 设置并返回的要接收的字符数,类型: short;

SThreshold: 设置并返回传输缓冲区中允许的最小字符数,类型: short。

为了实现实时的要求,我们将对读取数据的格式 InputMode 设置为二进制方式。

MSComm 控件的初始化设置如下:

```
m_comm.Create ( NULL, 0, CRect
(0, 0, 0, 0), this, IDC_MSCOMM1);
m_comm.SetCommPort (1) ; //使用串口 1
m_comm.SetSettings (" 19200, N, 8, 1"); //
波特率为 19200, 无奇偶校验, 8 位数据位,
// 1 位停止位
m_comm.SetRThreshold (10) ; //每接收 10
个字符就触发 1 次接收事件
m_comm.SetInputLen (10) ; //每次读操作从
缓冲区中读取 10 个字符
m_comm.SetInputMode (1) ; //二进制数据
传输形式
m_comm.SetPortOpen (TRUE) ; //打开串口
return TRUE ; //return TRUE unless you set
the focus to a control
```

3.2 通信协议

在串行通信中,为了确保上位机(下位机)接收端接收到正确的数据,在发送和接收数据时都必须依照一定的通信协议。通信协议是整个串行通信系统的重要组成部分,它关系到串行通信的工作效率和可靠性,协议包括一帧数据的起始符、校验码、数据和停止符^[4]。

在 DSP 和上位机串行通信过程中, 我们约定上位机作主机, 变频器作从机, 当 DSP 发送数据时, 应计算发送数据的校验码, 并连同数据依照通信协议的格式组成一个数据包, 数据是以数据包的形式发送, 有同步字符 SYNC、从机地址、命令字、数据字节数、数据、数据校验和。然后调用发送函数, 将数据包发送给上位机。当 DSP 接收到一个数据包后, 根据数据包中校验码检查该数据包传送中是否出现错误。若检验正确, 则予以确认, 否则返回错误标志, 上位机重发该数据包。同样,

上位机也采用相同的通信协议发送和接收数据。

4 结语

本文利用 VC++6.0 下的 MScComm 控件和基于 TMS320LF2407A 芯片的变频器的串行通信功能, 实现了在 Windows 环境下, 单台上位机 (PC) 通过 RS-485 串行通信接口远距离控制多台变频器的任务, 并能实时检测变频器的各种运行状态。通过实验验证, 整个系统控制灵活、运行效率高, 具有很大的实用性。

参考文献 (References)

- [1]刘和平, 严利平, 张学锋. TMS320LF240xDSP 结构、原理及应用 [M]. 北京航空航天大学出版社, 2002.
LIU Heping, YAN Liping, ZHANG Xuefeng, et al. *TMS320LF240xDSP Structure, Principium and Application* [M]. Beijing: Beihang University Press. 2002 (in Chinese)
- [2]龚建伟, 熊光明. Visual C++/Turbo C 串口通信编程实践 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
GONG Jianwei, XIONG Guangming. *Visual C++/Turbo C Serial Communication Programme Practise* [M]. Beijing: Electronic Industry.Press, 2004. (in Chinese)
- [3]Texas Instruments. TMS320LF240xA DSP Controllers System and Peripherals Reference Guide [M]. Texas: Texas Instruments.1999.
- [4]Krisjamsa, Larsklander. *C/C++ Programmer Complete Collection* [M]. Beijing: Water & Power Press. 2000.
- [5]Frederick Gallegos, Daniel P Manson, Sandra Allen-Senft. *Information Technology Control and Audit* [M]. USA, CRC Press LLC, 1999.

Asynchronous serial communication between TMS320LF2407 inverter and host computer

WANG Yong

(Department of Information Control and Manufacture, Shenzhen Institute of
Information Technology, Shenzhen 518029, P.R. China)

Abstract: In variable frequency regulating speed system, serial communication is widely used for telecommunication between inverter and host computer. The hardware interface design, communication protocol and software design of asynchronous serial communication between inverter based on the TMS320LF2407A and host computer was proposed in this paper. Then the initialization coding of DSP-SCI and how to realize asynchronous serial communication by MScComm in VC++6.0 was presented.

Keywords: DSP-TMS320LF2407A; RS-485; asynchronous serial communication; inverter

(责任编辑: 毛蔚)