

基于 FT245RL 的 C8051F020 与 LABVIEW 的 USB 接口设计

张立勋, 韩建海, 赵书尚, 魏幸梅
(河南科技大学 机电学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 利用 USB 协议芯片 FT245RL 实现了 F020 与 LABVIEW 的高速通信, 并成功地应用于多关节机器人监控系统。详细介绍了 FT245RL 芯片的工作原理、基于该芯片的 USB 接口通信的设计方法和技巧, 给出了完整的硬件电路和软件程序。该设计缩短了开发周期, 提高了通信速度。对于应用此芯片的 USB 接口设计均有很好的指导意义。

关键词: USB; C8051F020; LABVIEW; FT245RL; 多关节机器人

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

Design of USB interface between C8051F020 and LABVIEW based on FT245RL

ZHANG Li Xun, HAN Jian Hai, ZHAO Shu Shang, WEI Xing Mei

(Department of Mechantronics Engineering, Henan University of Science & Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: By means of FT245RL, this paper achieves high speed communications between F020 and LABVIEW, and the technology is triumphantly applied to monitoring system of articulated robot. Work principle of FT245RL, design method and skills of USB Interface based on the chip are explained detaildly. The whole hardware circuit and programme are also given. Development cycle is reduced and communications efficiency is enhanced. This design has good references to all of the design of USB Interface based on the chip.

Key words: USB; C8051F020; LABVIEW; FT245RL; articulated robot

目前, 传统的 RS232 接口(串口), 因其接口电路简单、编程容易, 得到广泛的应用。但其最大通信速度仅达到 115.2 kb/s, 这个速度已不能满足高速数据通信的需要。

普通的 USB 接口虽然通信速度快, 但接口电路复杂, 且底层驱动程序不易编写。如果能把 RS232 与 USB 结合起来, 使用较简单的硬件电路和程序设计就能实现较高的通信速度岂不两全其美。FTDI 公司的 FT245RL 就是具备这一功能的芯片。

本文详细介绍了基于 FT245RL 芯片的 USB 接口通信的设计方法和技巧, 上位机采用 LABVIEW 图形化语言编程, 下位机采用 C51 编程语言实现。

1 FT245RL 芯片简介

FT245RL 是 FTDI 公司生产的一款可进行 USB 和并行 I/O 口协议转换的芯片。

FT245RL 一方面通过 USB 总线接收到上位机发来的

数据, 并将其转化为并行 I/O 数据发送到下位机。另一方面该芯片通过并行 I/O 口接收下位机发来的数据, 并将其转化为 USB 串行数据发送至上位机。这一过程由芯片自动完成, 几乎不需要占用 CPU 资源。

该芯片内部有 256 B 的接收缓存区和 128 B 的发送缓冲区。这 2 个 FIFO(缓存区)的作用是作为 USB 与 I/O 口数据交换的缓冲区。

FIFO 实现与外界(单片机等)的接口, 主要通过 8 根数据线(D0~D7)、读写控制线 RD# 和 WR# 以及 FIFO 发送缓冲区空标志 TXE# 和 FIFO 接收缓冲区非空标志 RXF# 来完成数据交互。

TXE# 为低表示当前 FIFO 发送缓冲区为空闲位置, 为高表示当前 FIFO 发送缓冲区满或者正在存储前一个字节, 禁止向缓冲区中写数据。RXF# 为低表示当前 FIFO 的接收缓冲区非空, RXF# 为高表示接收缓冲区为空或

者正在读取前一个数据，此时不能读取 FIFO 中的数据。

当 RXF# 为低并且 RD# 信号由低变高时，将从 FIFO 缓冲区中读取数据；当 TXE# 为低并且 WR# 信号由高变低时，将把数据写入 FIFO 中。FIFO 读写时序如图 1 所示。

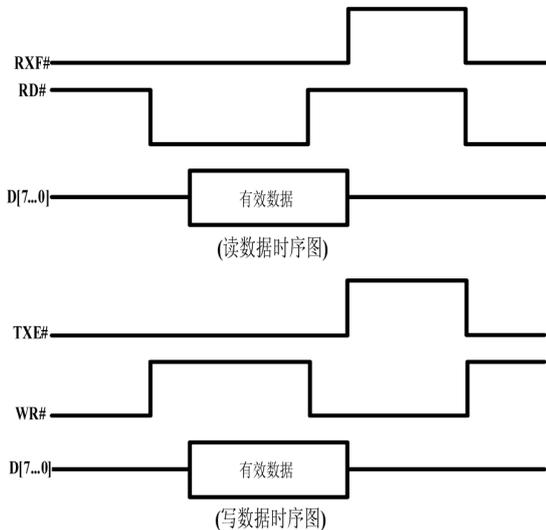


图 1 FIFO 读写时序图

2 总体设计与分析

整个设计过程分为 3 大部分：

- (1) 硬件电路设计，主要是 FT245RL 芯片外围电路；
- (2) 软件设计与安装，主要包括上位机的程序设计、下位机程序设计和 PC 机驱动程序的选择与安装；
- (3) 所有硬软件准备就绪后，开始测试上下位机能否正确收发数据，完成整个设计，设计流程如图 2 所示。

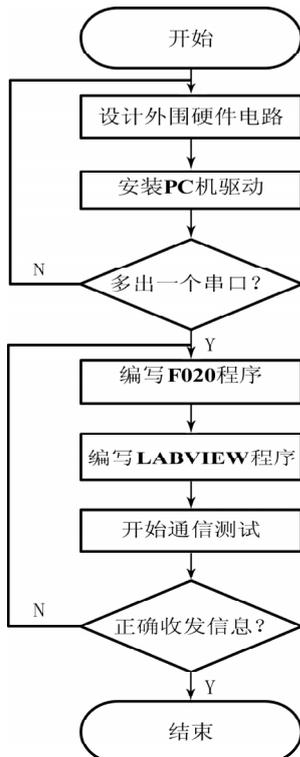


图 2 设计流程图

3 FT245RL 芯片的外围硬件电路设计

F020 端口 P2.0 ~ 2.3 连接芯片控制线，P3.0 ~ 3.7 连接芯片并行 I/O 总线。注意，芯片只需 5 V 单电源供电即可，因为芯片引脚 3V3OUT 给引脚 V_{CC}IO 提供 3.3 V 电源，无需外接 3.3 V 电源。硬件电路如图 3 所示。

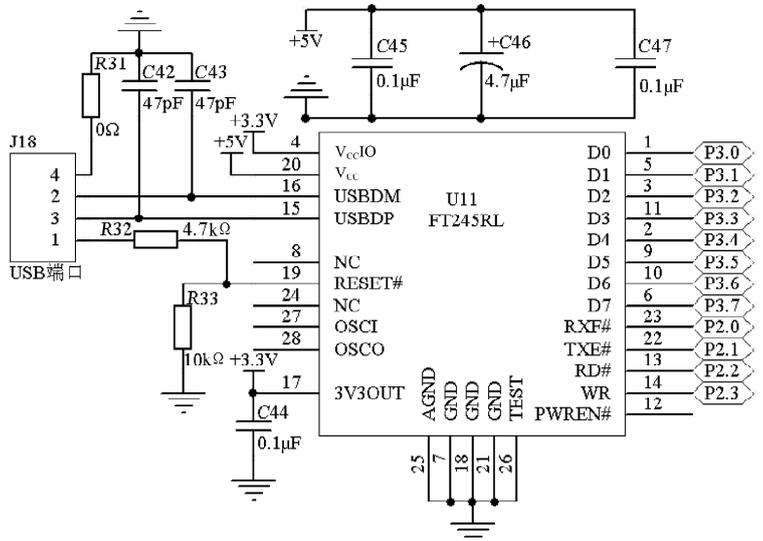


图 3 硬件电路图

4 安装 PC 机驱动程序

FIFO 公司提供了两种该芯片的驱动安装方法：一种是在 PC 机上安装一个由 FTDI 公司免费提供的虚拟串行口 VCP (Virtual COM Port) 驱动，将 USB 口虚拟成一个串口，像一个标准的串口那样进行外设和 PC 机的通信。其本质是所有针对虚拟串口的数据通信都是通过 USB 总线完成的；另外一种方法是利用 FTDI 公司提供的 D2XX 驱动程序，通过调用驱动程序的动态链接库直接访问 USB。一般人们对串口的操作比较熟悉，通常用前一种方法访问 USB，本文也是采用前一种方法。在 Windows XP 上安装成功后的虚拟串口如图 4 阴影部分。

5 编写下位机(F020)程序

下位机程序正确与否是通信能否成功的关键。因此不仅要理解 FT245RL 芯片的工作原理，还要熟悉 F020



图 4 VPC 驱动安装后效果图

单片机的编程特点。编程时应特别注意以下几点：

- (1) 单片机在开始读 FIFO 数据前一定要把并行数据端口(文中使用 P3 口)置为开漏模式，否则不能读；
- (2) 单片机在开始对 FIFO 写数据前一定要把数据端口置为推挽模式，否则不能写。

下面是一个完整的 F020 收发程序，它实现的功能是：当从上位机接收到一个数据后，立即向上位机返回一个同样的数据。

```

#include "C8051F020.h"
#include "string.h"
sbit USB_RD =P2^0;
sbit USB_WR =P2^1;
sbit USB_RXF=P2^2;
sbit USB_TXE=P2^3;
void PORT_Init (void)// 端口初始化
{
    P0MDOUT = 0x01;
    P2MDOUT = 0x03; // p2.0,p2.1 设为推挽； p2.2,p2.3 设为开漏。
    P3MDOUT = 0x00;// P3 设为开漏
    XBR1 = 0x00;
    XBR2 = 0x40;// 开启交叉开关。
}
void SysClk_Init (void)// 晶振初始化
{
    int i;
    OSCXCN = 0x67;
    for (i=0; i < 256; i++);
    while (!(OSCXCN & 0x80));
    OSCICN = 0x88;
}
void ReadByte(void)// 单片机向 FT245RL 发送数据
{ unsigned char Received;
  while(USB_RXF);
  {
    P3 = 0xFF;
    USB_RD = 0;
    Received = P3;
    USB_RD = 1;
    ACC=Received;
  }
}
void WriteByte(unsigned char Write)// 接收数据
{
  while(USB_TXE);

```

```

USB_WR = 1;
P3 = Write;
USB_WR = 0;
}
void main(void)
{
    WDTCN = 0xde;// 禁用看门狗
    WDTCN = 0xad;
    PORT_Init();
    SysClk_Init();
    while(1)
    {
        ReadByte();// 从上位机读取数据
        P3MDOUT=0xFF;// 写数据时置为推挽,否则不能写
        WriteByte(ACC);// 向上位机写入数据
        P3MDOUT=0x00;// 写完后置为开漏，否则不能读
    }
}

```

6 编写上位机(LABVIEW)通信程序

6.1 程序框图分析与设计

由于采用了 VCP 驱动，虚拟出了一个标准的串口，因此在 LABVIEW 端，按照普通的串口编程即可。这里采用虚拟仪器软件架构(VISA)函数来编程与串口进行通信。编程时有几点需要特别注意：

- (1)程序中需要用的主要函数包括 VISA 配置串口函数、VISA 读取函数、VISA 写入函数和 VISA 关闭函数；
- (2)VISA 函数只能接收字符串，因此还要用到字节数组至字符串转换和字符串至字节数组转换函数，程序框图如图 5 所示。

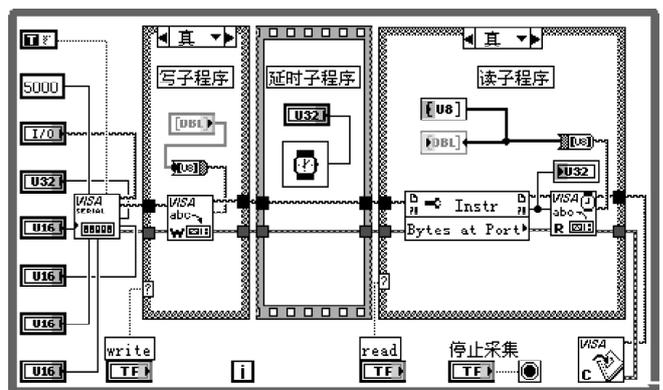


图 5 程序框图

6.2 前面板分析

前面板如图 6 所示。在“发送数据显示”栏中发送任意十进制数，就会立即在“接收数据显示”栏显示相同的数，同时在波形图中显示数据波形。

此外，FT245RL 是按照 USB 协议收发数据的，它总

是以最大速率传输数据,对串口的设置(例如波特率、校验方式等)均不起作用。

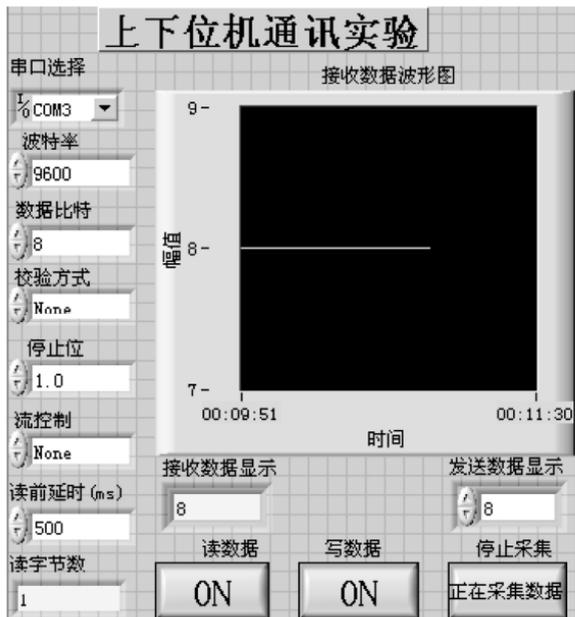


图6 前面板图

本文应用 FT245RL 芯片,成功实现了 F020 与 LABVIEW 的高速通信,为没有 USB 接口的微控制器实

现高速通信提供了一种方法。该方法已应用于多关节机器人监控系统。

通过测试,有效通信速度能达到 6 400 kb/s,大约是标准串口通信的 55 倍,很好地解决了高速单片机与 PC 机的通信的瓶颈问题。

参考文献

- [1] 陈锡辉,张银鸿.LABVIEW8.2程序设计[M].北京:清华大学出版社,2007(7):229-331.
- [2] 张俊谟.SoC单片机原理与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007(5):110-114.
- [3] 高占凤,杜彦良.基于LabVIEW的远程数据采集与传输系统[J].微电子学与计算机,2007(3):102-104.
- [4] 刘华昌,黄振卫.基于LABVIEW的PIC12FX与PC模拟串行通信[J].电子技术应用,2007,33(10):117-118.
- [5] 速颖.基于LABVIEW的串行口通信接口设计与实现[J].现代电子技术,2006(9):123-124.
- [6] 孙立辉,刘院英,和志强.基于FT245BM和FPGA的USB接口设计[J].微计算机信息,2006(2):183-185.

(收稿日期:2009-02-27)