

基于 MSP430F249 单片机的 USB 接口设计

朱丽娜,卢振洋,刘 嘉

(北京工业大学 机电学院,北京 100124)

摘要:基于 PC 机对目标系统的控制需要,考虑到 USB 总线传输速度快、支持热拔插等突出优点,提出了一种基于 MSP430F249 单片机和一款 USB-TO-UART 桥接芯片 TUSB3410 的 USB 接口设计方案,通过 USB 接口实现 PC 机与目标系统的通信。详细介绍了 MSP430F249 单片机和 USB-TO-UART 桥接芯片 TUSB3410 的特点以及本接口的硬件设计方法和软件实现方案。该设计结构简单、成本低、适用范围广,具有很好的市场前景,可以在对电焊机参数的采集以及 PC 机对电焊机的控制上加以推广应用。

关键词:MSP430F249;USB;接口设计

中图分类号: TG409

文献标识码: A

文章编号: 1001-2303(2009)06-0070-04

Design of USB interface based on MSP430F249

ZHU Li-na, LU Zhen-yang, LIU Jia

(College of Mechanical Engineering and Applied Electronics Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: Because of the control acquisition of current real-time data system and the advantages of USB bus such as high transmission speed, hot-swappable support, proposed a USB interface design based on MSP430F249 MCU and a USB-TO-UART bridge chip TUSB3410, to achieve the communication between the PC and target system during USB. Elaborated MSP430F249 MCU and the USB-TO-UART bridge chip TUSB3410, the hardware and software design methods. The design structure is simple, low cost, wide application and has good market prospects. It also can be used in electric welding parameters' acquisition, as well as PC-control of the welding machine.

Key words: MSP430F249; USB; interface design

0 前言

USB(通用串行总线)是一种高速的接口技术,其主要特点是传输速度快、支持热拔插,并且可同时支持 127 个外设等,USB2.0 的速度可以达到 480 Mb/s,可以很好的解决系统与 PC 机之间大数据量的快速传输问题,另外,还具有使用方便、成本低、可靠性高等优点。

在当今工业生产和科学研究领域中,迫切需要一种方法以实现微机与目标系统进行快速、方便、可靠的数据传输,因此,本文提出了一种基于 MSP430F249 单片机的 USB 接口设计方案,可以根

据用户需求将其设计在所需系统中。

例如在电焊机的开发中,需要对焊接电流、电压、送丝速度等各项焊接参数进行实时采集及处理,并且要求处理后的数据或者波形可以实时的传送给焊机。即可将此设计融入在焊机中,以达到通过 USB 总线读取数据,由 PC 机通过 USB 总线对目标系统进行实时控制的目的^[1-4]。

1 硬件设计方案

1.1 MSP430F249 单片机和接口芯片介绍

MSP430F249 单片机是一款 16 位的、具有精简指令集的、超低功耗的混合型单片机,具有丰富的片内外设和方便灵活的开发手段。另外, MSP430F249 价格低廉,适应工业级运行环境,运行环境温度为

收稿日期: 2009-03-02

作者简介: 朱丽娜(1985—),女,内蒙古锡林浩特人,硕士,主要从事焊接自动化方面的研究工作。

-40℃~85℃。具有 4 个通用串行通信口,有 UART、IIC、SPI。利用这些通信口再加上一款 TUSB3410 USB-TO-UART 桥接芯片即可方便的实现与 PC 机之间的通信。

系统结构如图 1 所示,主机 PC 与 MSP430 之间可进行全双工串口通信,主机 PC 经 TUSB3410 虚拟的一个 COM 口与 MSP430 的硬件 USART 模块进行通信。

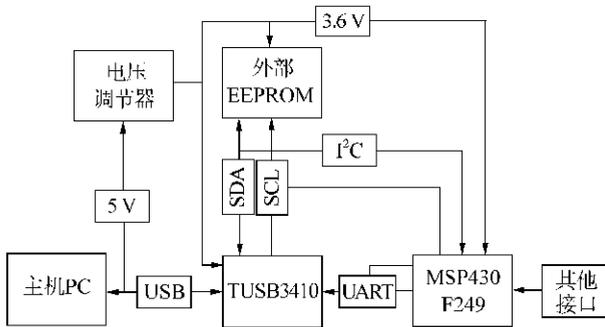


图 1 系统结构框图

Fig.1 System diagram

TUSB3410 为 TI 公司推出的一款用于 USB-TO-UART 端口的桥接器,包括通过 USB 总线与主机进行通信所必需的全部逻辑电路,符合 USB2.0 规范,支持最高 12 Mb/s 的全速传输,支持 USB 中止、恢复及远程唤醒功能;同时,其内部包含一个 8052 的 CPU 核、16 kB RAM、包含 I²C 引导加载程序的 10 kB ROM,4 个通用 I/O 口,具有 USB 总线供电和自带电源两种供电模式。

对于 USB 的兼容性来说,任意 USB 设备都具有唯一的 VID(厂商识别码)和 PID(产品识别码),VID/PID 值作为一个描述符传输给主机 PC,并且与存储在驱动 INF 文件中的值相匹配,操作系统根据 VID/PID 加载不同的驱动程序。在此所描述的 USB 参考设计配置如表 1 所示。

表 1 USB 配置

Tab.1 Configuration of USB

项目	参数、说明
TUSB3410 的用法	串口类型的设备
固件驱动位置	主机 PC
VID(商品识别码)	0X0451
PID(产品识别码)	0Xbeef
制造商描述	"TI"
产品描述符	"MSP430-TUSB3410 参考设计"

系统中的外部 EEPROM 用于存储配置参数,

如 VID/PID 信息等,既可通过 MCU 经 I²C 模块将 EEPROM 的镜像文件写入 EEPROM,也可通过专用 EEPROM 编程器直接对 EEPROM 进行镜像文件写入。TUSB3410 也通过 I²C 接口读取 EEPROM 数据。

1.2 硬件电路原理

系统原理如图 2 所示,MSP430F249 的 UART 模块与 TUSB3410 连接。

图 2 中 VBUS 即为预留出来的 USB 口,这里选用了 B 型 USB 插头,可以利用 USB 的窃电功能,直接窃用 PC 机上 USB 接口提供的 100 mA、5 V 电,通过图 2 中所示的电源芯片 TPS77301(U4)3.6 V LDO 稳压后作为 MCU 系统的 VCC 电压,使得调试时更加方便,无需外接电源。

TUSB3410(U2)的 USB 数据信号经双路 USB 端口瞬态抵制器 SN75240(U3)后连接到标准的 USB B 型连接口(图 2 中的 VBUS),以增强系统 ESD 抗干扰能力;图 2 中所示的 128 K 外部 EEPROM 通过 I²C 通讯并存储 USB 配置参数,EEPROM 的大小根据存储量选择,编程时通过短接 JP1 跳针与 EEPROM 的 SCL 信号线相连,同时 TUSB3410 通过 USB 将标准的 VID/PID 值传送到主机 PC。

TUSB3410 选用 12 MHz 晶振,与 MCU 信号连接,如表 2 所示。数据传输时,MCU 的 UART 模块开始工作,支持 TUSB3410 所有波特率,同时通过 I²C 模块与外部 EEPROM 采用在线编程方式直接存储数据。MCU 的 P3.0/UCB0STE/UCA0CLK 引脚作为 TUSB3410 的复位脚,当 MCU 访问 EEPROM 时,复位该引脚,当没有外设连接时也可用该引脚进行复位测试^[5]。

表 2 信号连接

Tab.2 Signal connection

MCU 信号	TUSB3410 信号	描述
P3.5/UCA0RXD/UCA0SOMI	SOUT	从 USB 口接收数据
P3.4/UCA0TXD/UCA0SIMO	SIN	从 USB 口发送数据
P3.1/UCB0SIMO/UCB0SDA	SDA	I ² C 数据线
P3.2/UCB0UCLK/UCB0SCL	SCL	I ² C 时钟线
P3.0/UCB0STE/UCA0CLK	RESET	TUSB3410 复位信号
XT2IN	CLKOUT	允许 TUSB3410 输出时钟

2 软件设计方案

整个接口设计系统的软件由三部分组成:上位机应用程序、设备驱动程序、下位机 USB 设备程序。这里着重介绍第三部分——下位机 USB 设备程序,

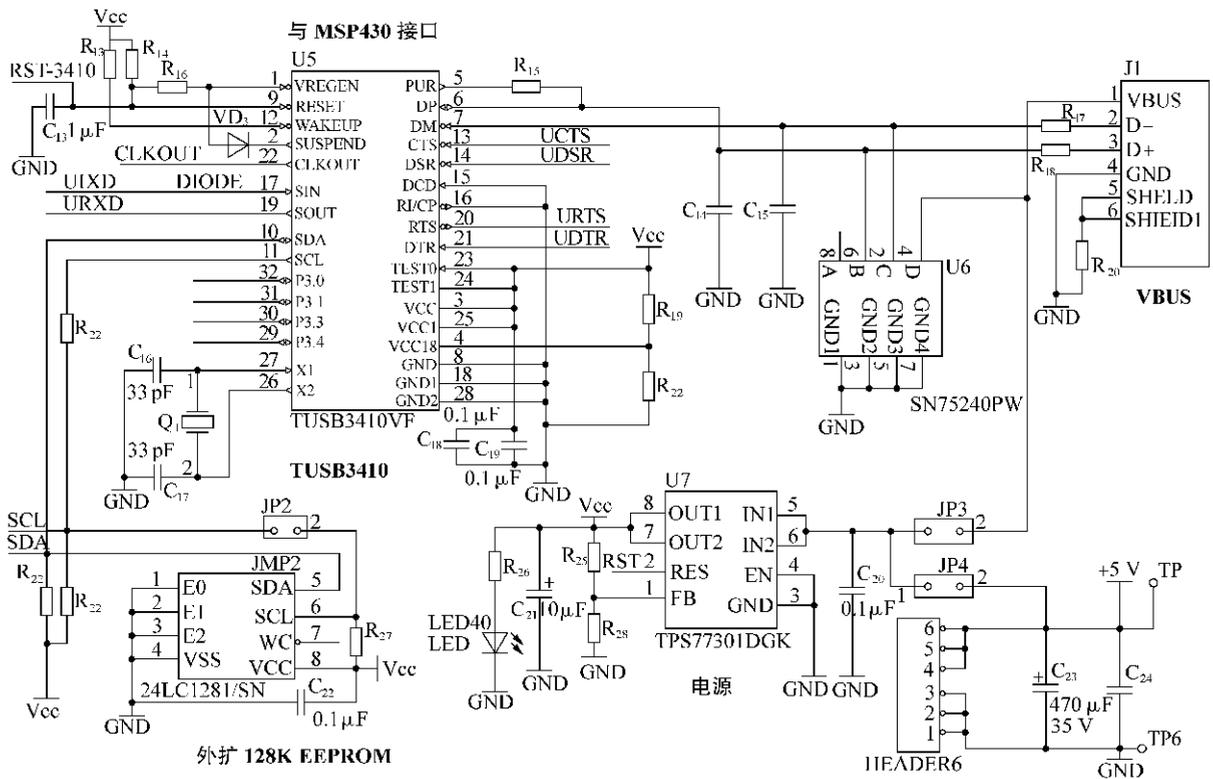


图 2 硬件电路原理

Fig.2 Hardware circuit schematics

即对 MCU 的编程^[6-7]。

上述三部分中,上位机应用程序主要是通过函数调用驱动程序,实现开启或关闭 USB 设备、检测 USB 设备、显示读写数据,并对所采集数据进行处理、输出等,可根据不同的系统制定不同的数据处理及输出方案。

第二部分设备驱动程序,在这里实际上是要建立一个虚拟串口(COMX),使得 PC 上的软件通过这个串口和 MSP430 联系,这部分可以通过在 PC 机上安装一个虚拟串行口 VCP(Virtual COM Port)驱动程序,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。本质上所有针对虚拟串口的数据通信都是通过 USB 总线完成的。

第三部分下位机 USB 设备程序是指固化到单片机的 Flash 中的程序,响应各种来自系统的 USB 标准请求,完成各种数据的交换工作和事件处理,其主要功能是控制芯片 TUSB3410 接收并处理 USB 驱动程序请求及应用程序的控制指令。下面主要针对这一部分进行详细介绍。

这一部分的主程序流程如图 3 所示,MCU 上

电复位后调用 InitSystem()初始化程序,初始化外设、看门狗、通用 I/O 口等,设置系统时钟为外部 8 MHz 晶振,同时将 USART0 设为 PC 模式与外部 EEPROM 实时通信。

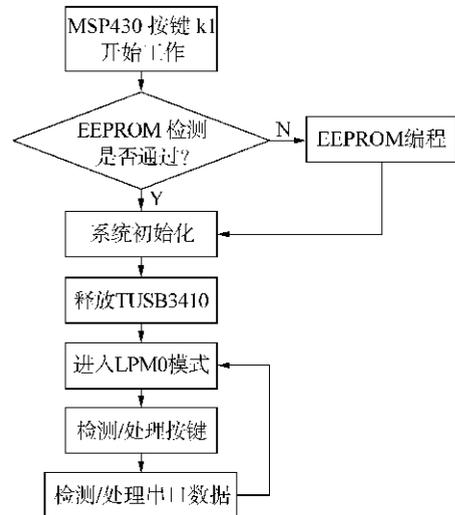


图 3 MCU 的主程序流程

Fig.3 Main program of MCU

MCU 初始化时,TUSB3410 处于复位状态,MCU 通过 PC 直接检测外部 EEPROM 的有效地址

位和 ACK 应答位,当接收到有效 ACK 信号时,则调用 EEPROM-Verify()程序校验该 EEPROM 中的程序是否与 MSP430F249 内部 Flash 存储的 EEPROM 镜像文件一致。若检测到外部 EEPROM 为空,则调用 EEPROM_Write()程序将 MSP430F249 内部 Flash 存储的 EEPROM 镜像写入 EEPROM。当 EEPROM 程序更新后,TUSB3410 释放复位信号,读取外部 EEPROM 值,当连接到 USB 主机控制器时,TUSB3410 会将这些数据提供给 USB 主机核对,同时将 MCU 复位引脚设为 NMI 模式,防止 MCU 意外复位。

初始化后,MCU 通过 Timer_B7 模块检测 key1 按键状态,当按键按下,捕获/比较模块捕捉到按键的上升沿信号时产生中断,同时唤醒 MCLJ。

中断服务程序流程如图 4 所示。首先将 USART0 设为 UART 异步串口模式,然后以 460 800 波特进行通讯,一帧数据通信的字符格式为 8 位数据位和 1 个停止位,没有奇偶校验位,当系统要求高速率传输时,主机 PC 需打开虚拟 COM 口,并与 MCU 配置相匹配,此时 MCU 传输速率可达到 921 600 波特。由此即实现了目标系统与 PC 机之间的通信。

3 结论

超低功耗 MSP430F249 微控制器与 TUSB3410 实现 USB 设备的接口设计,具有功耗低、可靠性高、移植性强等特点,这种 USB 设备接口适用于 PC 机与系统之间进行数据通信,为系统和外设之间提供了一种快速、方便、可靠的数据交换方式,可以用于对电焊机参数的采集以及控制,也可以加以推广应用到其它设备开发中。

另外还可以扩展在 USB 接口处插入 U 盘的功

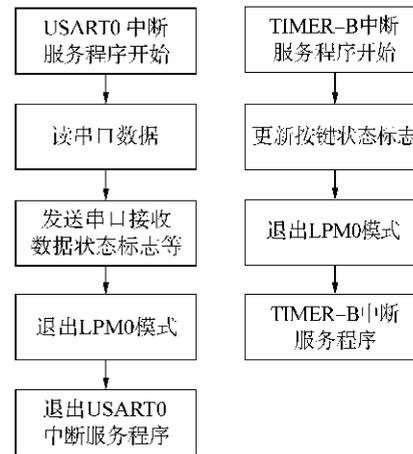


图 4 中断服务程序流程

Fig.4 Interrupt service routine

能,与本研究所使用的方法相比,硬件和软件上的实现方案略有不同。

参考文献:

- [1] 廖晓军.基于 USB 接口的混合动力汽车数据存储系统[J].机械与电子,2006(11):65-67.
- [2] 张鹏贤.波形控制逆变 CO₂ 焊接电源的可靠性研究[J].电焊机,2003,33(4):12-15.
- [3] 曹放.主动、从动 USB 接口的实现[J].微机计算机信息,2007(29):304-306.
- [4] 朱六妹.电焊机动态性能测试仪的研究[J].电焊机,2003,33(4):20-23.
- [5] 张念淮,江浩.USB 总线接口开发指南[M].北京:国防工业出版社,2001.
- [6] 魏小龙.MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [7] Universal Serial Bus Device Class Definition for Human Interface Device(HID)[M].USB Implementers Forum,1997.

焊条烘干时的注意事项

- (1)低氢型焊条在常温下超过 4 h 时,应重新烘干。重复烘干次数不宜超过 3 次。
- (2)烘干焊条时,禁止将焊条突然放进高温炉内,或从高温炉中突然取出冷却,防止焊条因骤冷骤热而发生的药皮开裂现象。
- (3)焊条烘干时应作记录,记录上应有牌号、批号、温度、时间等内容。
- (4)在焊条烘干期间,应有专门负责的技术人员,负责对操作过程进行检查和核对,对每批焊条不得少于一次,并在操作记录上签名。
- (5)烘干焊条时,焊条不应成垛或成捆地堆放,应铺放成层状,每层焊条堆放不能太厚(一般为 1~3 层),避免焊条烘干时受热不均和潮气不易排除。
- (6)露天操作时,必须将焊条妥善保管,不允许露天存放,应在低温烘箱中恒温保存,否则次日使用前还要重新烘干。