

一种微控制器在 CAN—USB 转换中的设计

王任重¹, 陈凌珊¹, 宋春月¹, 龙飞²

(1. 上海工程技术大学 汽车工程学院, 上海 201620; 2. 华东理工大学 信息科学与工程学院, 上海 200237)

摘要: 为了解决当前市场中昂贵的 CAN—USB 转换模块, 提出了一种简单灵活且成本较低的基于 Freescale16 位微控制器 MC9S12XS128 在 CAN—USB 转换模块中的设计方法, 以解决 CAN 总线与 PC 主机的通讯问题; 文章详细介绍了软硬件设计思路及流程, 试验中设置 CAN 控制器为环路自检模式, 串口波特率设置为 9600, 数据位设为 8 位, 按照主程序设计流程, 串口先接收 8 字节的 0x88 以确认串口的正确性, 再接收 8 字节的 CAN 数据帧 0x00~0x07; 在测试期间 CAN—USB 模块累计运行 10 小时, 试验证明该模块能完全满足 CAN 转 USB 的通讯需求, 工作稳定可靠, 简单易操作, 实用性好。

关键词: MC9S12XS128; CAN—USB 转换; SCI 串口

A Micro Controller Design for the Conversion of CAN—USB

Wang Renzhong¹, Chen Lingshan¹, Song Chunyue¹, Long Fei²

(1. College of Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620; 2. Institute of Information Science and Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: In order to solve the problem of expensive CAN—USB transfer module in current market, put forward a simple and low cost design method of CAN—USB transfer module, which is based on Freescale16 bits micro controller MC9S12XS128, so that can solve the communication problems between CAN bus and host PC. Provide detailed information on the hardware and software design and procedure, when testing, set the CAN controller in loop self-test mode, the serial baud rate set to 9600, the data bits set to 8, according to the main program design process, serial port receive 8 bytes of 0x88 to verify the correctness of the serial port, and then receive 8 bytes CAN frame 0x00~0x07. During the test of CAN—USB module, a total of 10 hours was continued, which shows that the module can fully satisfy CAN—USB communication requirements, Stable and reliable, easy to operate and practical.

Keywords: MC9S12XS128; CAN—USB transfer; SCI serial

0 引言

CAN (controller area network) 总线最初是由 BOSCH 公司提出, 用于将汽车上多个 ECU 连接成网络, 以共享的方式传递数据信息, 实现网络化的控制而设计的, 它具有传输速率快和可靠性高的特点, 目前已占据汽车总线份额的 80% 以上, 被认为是最有前途的总线之一。USB 接口传输速率快, 连接灵活, 稳定性好, 支持热插拔的特性, 是与主机通讯很好的外设接口。但目前市场上 CAN—USB 接口价格昂贵, 设计复杂, 需要安装高质量的驱动程序才能保证系统稳定运行, 安装调试很不方便^[1]。所以本设计中利用 MC9S12XS128 微控制器的 1 路 MSCAN 接口和 1 路 SCI (serial communication interface) 接口, 将接收到的 CAN 数据帧转化为 SCI 串行帧格式, 由 DB9 引出通用接口, 通过串口转 USB 线即可实现 USB 接口将 CAN 总线数据传送到 PC 主机, 主机上通过串口调试助手实时显示接收到的 CAN 数据帧。该通讯转换模块结构简单, 通用性好。USB1.1 最高通信速率为 12 Mbps^[2], 完全能够满足 CAN 通讯传输速率的需求。

1 系统结构

系统结构如图 1 所示。CAN—USB 转换模块设计思想是在组建好的 CAN 网络中增加一个 CAN 节点, 以此节点来接

收网络中其它节点发送来的数据, 再通过串口转 USB 将接收的数据发送给 PC 主机。MSCAN 模块是 MC9S12XS128 微控制器片上的增强型 CAN 控制器, 其性能较之已有的 CAN 控制器有较大提高, 数据传输灵活, 可靠性更高。SCI 模块也是微控制器片上资源, 利用 USB 转 TTL 线即可实现 CAN 转 USB。

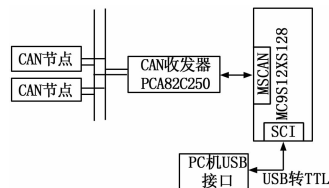


图 1 系统结构图

2 系统硬件设计

2.1 MC9S12XS128 微控制器

MC9S12XS128 微控制器是 Freescale 公司推出的 16 位增强型 MCU, 其集成度高, 拥有双核控制器, 堪比 32 位 MCU^[3]。片上资源丰富, 支持 1 路 CAN2.0A/B 协议的 CAN 总线接口, 2 路 SCI 接口, 1 路 SPI 接口, 16 路 12 位 A/D 转换接口, 8 路 8 位 PWM 接口, 8 路 16 位定时器, GPIO 多达 95 个, CPU 总线频率最高可达 40 MHz。

2.2 CAN 接口设计

CAN 总线接口电路如图 2 所示。传统的 CAN 总线通信模块通常需要独立的 CAN 控制器, 本设计采用的

收稿日期:2014-04-13; 修回日期:2014-05-12。

作者简介:王任重(1989-),男,江苏南通人,硕士研究生,主要从事汽车嵌入式系统及汽车 CAN 总线方向的研究。

MC9S12XS128 微控制器片上带有 MSCAN 模块, 支持 CAN2.0A/B 协议。CPU 只需将 MSCAN 模块作为外部 RAM, 对其寄存器进行读写操作, 即可实现 CAN 数据帧的收发功能。根据 MC9S12XS128 内部集成 MSCAN 控制器结构, 电路设计中采用通用高速 CAN 收发器 PCA82C250, 由 DB9 接口引出与通信介质连接。PCA82C250 芯片的 TXD、RXD 引脚直接与微控制器的 PM1 (TXCAN0)、PM0 (RXCAN0) 连接。 R_4 为 CAN 总线终端电阻, 起抑制信号出现反射的作用^[4]。

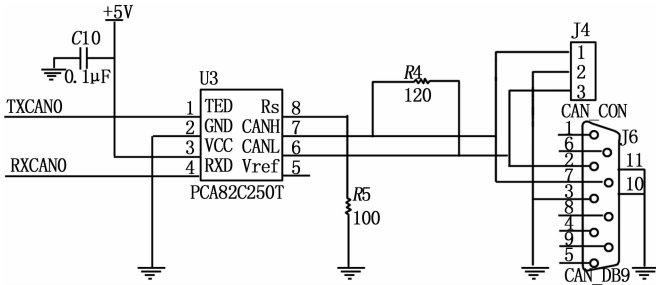


图 2 CAN 总线接口电路

2.3 SCI 接口设计

SCI 串行通信电路如图 3 所示。微控制器带有 2 路 SCI 接口, 设计中使用 SCI0。硬件电路中 SCI0 通过 MAX3232 电平转换芯片, 由 DB9 引出通用串口, 通过串口转 USB 线即可实现与主机 PC 的数据传输。MC9S12XS128 的 PS0 (RXD0)、PS1 (TXD0) 与 MAX3232 的 Pin11、Pin12 连接。MAX3232 是 MAX232 的改进型, 具有更低的功耗, 耗电仅有 0.3 mA, 最差条件下能够保证 120kbps 的数据速率, 外接 4 个 0.1 μF 无极性电容, 其中 V+、V- 的电容是蓄能电容, 通常直接接地。

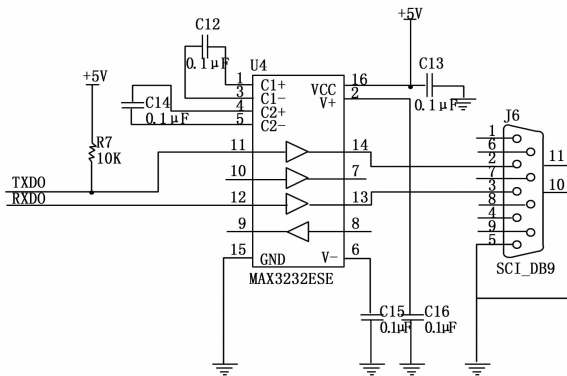


图 3 SCI 串行通信电路

3 系统软件设计

转换模块的功能是实现上位机 PC 通过 USB 接口与下位机 CAN 控制器进行信息交换。因此转换模块软件设计包括微控制器软件设计和主机软件设计。微控制器软件设计主要包括 CAN 接口软件设计和 SCI 串口软件设计, 采用 Freescale 公司的 CodeWarrior IDE 作为开发环境。主机 PC 软件主要包括 USB-RS232 串口驱动程序和串口调试助手软件。

3.1 CAN 接口软件设计

CAN 接口软件设计部分主要包括 3 个子程序: MSCAN

模块初始化子程序 CAN0_Init (void)、MSCAN 发送数据子程序 CAN0_Send_Data (byte * data) 和 MSCAN 接收数据中断服务子程序 interrupt 38 void CAN0_Receive_ISR (void), 38 为 CAN0 的接收中断向量号。

MSCAN 初始化流程如图 4 所示。MSCAN 初始化必须先请求进入初始化模式, 等待确认后方可对各寄存器配置。初始化包括使能 MSCAN 模块, 波特率设置, CAN 标识符滤波器方式设置, 标识符接受和掩码寄存器的设置。设置结束后必须退出初始化模式等待进入正常模式, 并开启允许接收中断。本设计中均使用 11 位标准帧, 且将 MSCAN 设置为环路自检模式, 发送器的输出会内部反馈到接收器。RXCAN0 输入引脚无效, 即将 CAN0CTL1=0B10100001, 在实际接收其它设备的 CAN 数据帧时只需将 CAN0CTL1 改为 0B10000001 即可。

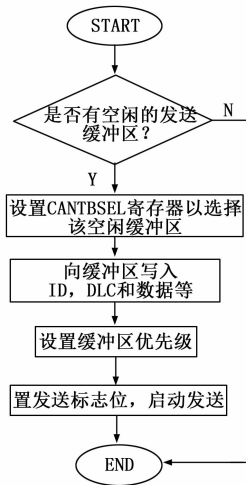


图 4 MSCAN 初始化流程图

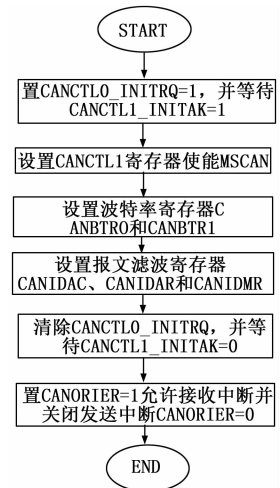


图 5 MSCAN 发送数据流程图

MSCAN 发送数据流程如图 5 所示。要发送数据报文, CPU 必须先确定有可用的发送缓冲区, 这由 CANTFLG 寄存器标志, 如果发送缓冲区可用, CPU 则写入 CANTBSEL 寄存器, 为该缓冲区设置一个指针, 然后 CPU 将标识符、控制位和数据内容保存到一个发送缓冲区。若有多个发送缓冲区等待

发送, MSCAN 则使用缓冲区的本地优先级来决定优先顺序^[5]。

MSCAN 采用中断的方式接收其它 CAN 节点发送的数据。中断接收服务程序比较简单, 只需读取接收的数据长度, 并从数据段寄存器 CAN0RXDSR0 中读取出具体的数据帧, 最后清除接收缓冲区满标志。

3.2 SCI 接口软件设计

SCI 接口软件设计部分主要包括 5 个程序: SCI0 初始化子程序 SCI0_Init (void)、SCI 发送数据子程序 SCI0_SendNByte (word n, byte ch []) 和 SCI0_SendByte (byte data), SCI0 接收子程序 SCI0_RecvNByte (word n, byte ch []) 和 SCI0_RecvByte (byte data), 其中 n 表示待发送/接收的数据字节数, ch [] 存放待发送/接收数据的数组首地址。当 SCI0 串口接收 MSCAN 模块发送的 8 字节数据时, SCI0 先将接收的数据存入 8 个 8 位 ch [] 数组中, 然后再调用单个字节发送子程序, 将数据写入 SCI0DRL 寄存器, 从而在 PC 主机串口调试助手中就能显示接收到的 MSCAN 模块发送的 8 个 8 位数据信息。部分发送程序如下:

```
void SCI0_SendByte(byte data)
{
while((SCI0SR1&0x80)! =0x80); //等待 SCI 是否可以发送
SCI0DRL = data; //SCI 发送字节数据
}
void SCI0_SendNBytes(word n,byte ch[])
{
word i;
for (i=0; i<n; i++) //发送 n 个数
SCI0_SendByte(ch[i]);
}
```

3.3 主程序设计

在主程序中先初始化一组预定义的原始数据 8 组 0x88, 将原始数据通过 SCI 接口发送给主机串口调试助手显示出来, 以确定系统 SCI 收发正确性。MSCAN 设定为环路自检模式, 假定预通过 CAN 发送的数据为 0x00, 0x01, 0x02, 0x030x040x050x06, 00x07, 则在环路自检模式下, 发送器的输出内部反馈到接收器, 在外部看来就好比 MSCAN 模块把它自己发送的报文作为从远程节点接收的报文数据, 以对系统功能进行测试, 方便他实现了在没有 CAN 设备的情况下也能检测 CAN-USB 功能能否实现。接收到反馈过来的数据后, 接收中断服务子程序中将接收标志位置 1 后通过调用 SCI0_SendNByte (length, can_recv_data) 子程序将 MSCAN 接收到的数据发送给串口调试助手。部分主程序如下:

```
SCI0_Init();
CAN0_Init();
for(index=0;index<8;index++) //初始化一组预定的原始数据
can_recv_data[index]=0x88;
```

SCI0_SendNBytes(8,can_recv_data); //先 SCI 发送预定的原始数据,PC 机串口助手显示以确定系统 SCI 收发正确性

```
for(index=0;index<8;index++) //假定一组欲通过 CAN 发送的数据
```

```
can_send_data[index]=index;
for(;;)
{
CAN0_Send_Data(can_send_data); //本机 CAN 发送
delay_ms(1000);
```

if(CAN_Received_Flag==1) //若 CAN 有接收,则将接收到的数据通过 SCI 转发

```
{
SCI0_SendNBytes(length,can_recv_data);
CAN_Received_Flag=0;
}
}
```

4 通信测试

模块测试时, 设置串口的波特率为 9 600, 数据帧设置位 8 位, HEX 显示串口接收到的数据信息。按照主程序的设计流程, 串口先接收预定义的 8 组 0x88 数据, 发送给 PC 主机以确认串口的正确性。后接收 MSCAN 在环路自检模式下发送的 8 字节数据 0x01~0x07。串口调试助手测试显示界面如图 6 所示。



图 6 串口调试助手显示界面

5 结论

基于 Freescale 16 位微控制器 MC9S12XS128 设计的 CAN-USB 转换模块, 很好的利用了 MC9S12XS128 片上集成的 MSCAN 和 SCI 模块, 经过试验验证, 波特率在 1 Mbps 以下时能很好的实现 PC 主机和 CAN 设备之间的通信, 高效的利用了 16 位 MCU 的处理能力和 USB 的优良特性。硬件电路设计简单, 软件采用 C 语言编程, 提高了程序的移植性和可维护性。

参考文献:

- [1] 万天军, 徐爱钧, 李家绪. 基于 CH375A 的 CAN-USB 总线通信模块设计 [J]. 计算机测量与控制, 2007, 15 (3): 360-365.
- [2] 王正山, 周 竞. USB 总线接口的开发 [J]. 江南大学学报 (自然科学版), 2002, 1 (3): 234-237.
- [3] 孙同景, 陈桂友. Freescale 9S12 十六位单片机原理及嵌入式开发技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [4] 王爱林, 刘荣华, 严 顶. 基于 STM32 的 CAN-USB 转换模块 [J]. 仪表技术与传感器, 2012, (6): 69-73.
- [5] 罗 峰, 孙泽昌. 汽车 CAN 总线系统原理设计与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.