

# 单片机的 CAN 通信节点及其与 PC 机的 USB 通信\*

CAN Bus Communication Node of the MCU and USB Communication with PC

陈志建 冯勇建 (厦门大学机电系,福建 厦门 361005)

## 摘要

介绍了应用 PIC16F877 和 MCP2510 实现 CAN 总线数据通信模块,模块内部采用 SPI 数据传输,并且利用 FT245BL 实现 PC 机与 PIC 单片机的 USB 接口通信,组成一个演示系统。给出了系统结构框图与软硬件设计思路,提出了一种具有高可靠性、实时性和灵活性的 CAN 总线通信网络的实现方法。

关键词:CAN,通信,PIC,FT245BL

## Abstract

In this study,a module of CAN data communication using the PIC16F877 and MCP2510 is introduced.The SPI communication is used among the device in the module.And realized the USB interface communication between PC and PIC by using FT245BL,making up a show system.Give the diagram of the system's structure and the design of software and hardware,and propose a realized method about CAN bus communication network with high reliability,real-time and flexibility.

Keywords:CAN,communication,PIC,FT245BL

CAN 总线是一种串行数据通信协议,其通信接口中集成了 CAN 协议的物理层和数据链路层功能,可完成对数据的成帧处理。CAN 协议的一个最大特点是废除了传统的站地址编码,而代之以对通信数据块编码,采用这种方法可使网络内节点个数在理论上不受限制,还可使不同的节点同时收到相同的数据。本文介绍了 CAN 总线智能节点,并且应用 PC 和 CAN 智能节点、利用 USB 接口组成通信系统。

## 1 基于 PIC 单片机的嵌入式 CAN 智能节点的设计

嵌入式 CAN 智能节点以 PIC16F877 单片机作为嵌入式微控制器,以 MCP2510 作为 CAN 控制器,以 PCA82C250 作为 CAN 收发器,具有现场、远程控制功能。

MCP2510 是一款独立 CAN 控制器,是为简化连接 CAN 总线的应用而开发的,主要由三个部分组成:①CAN 协议引擎。②用来为器件及其运行进行配置的控制逻辑和 SRAM 寄存器。③SPI 协议模块。

### 1.1 CAN 通信硬件设计

PIC16F877 通过 SPI 接口可以实现与 CAN 控制器 MCP2510 的无缝连接。PIC16F877 的 I/O 资源丰富,共有 A、B、C、D、E 五个 I/O 口,每个 I/O 口除了基本用途外还有一些特殊功能。以下是 CAN 节点硬件电路图 1。

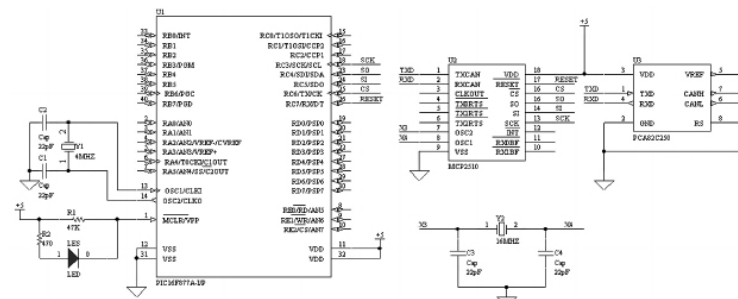


图 1 CAN 总线通信电路

### 1.2 CAN 通信的软件设计

MCP2510 设计可与许多微控制器的串行外设接口(SPI)直接相连。外部数据和命令通过 SI 引脚传送到器件中,而数据在 SCK 时钟信号的上升沿传送到器件中。MCP2510 在 SCK 下降沿通过 SO 引脚发送所有的操作指令(复位、读、写、发送请求、状态读、位修改)字节。复位指令的 SPI 发送如图 2 所示。

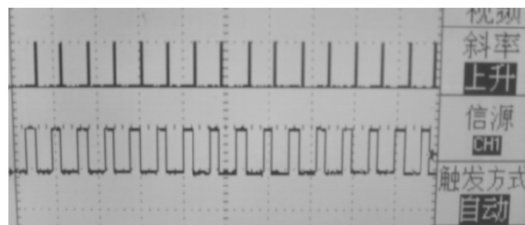


图 2 复位指令时序图

MCU 通过 SPI 接口与器件进行通信。通过使用标准 SPI 读写命令对寄存器所有读写操作。所提供的中断引脚提高了系统的灵活性。器件上有一个多用途中断引脚,以及各接收缓冲器专用的中断引脚,可用于指示有效报文是否被接收和载入各接收缓冲器。通过 SPI 接口访问控制寄存器的方式来启动报文发送。本文中 MCP2510 通过中断进行数据的接受,采用查询方式完成数据的发送。

在用 MCP2510 的 CAN 通信中,为方便研发人员对单一 CAN 节点通信的测试,MCP2510 可以设置为自检模式下使器件内部发送缓冲器和接收缓冲器之间进行报文自发自收,而无须通过 CAN 总线。该模式下应答位 ACK 无效,器件接收自己发送的报文就如同接收来自其它节点的报文。在设置成正常模式下,因无应答位的产生,邮箱数据将一直处于发送状态。

软件设计时需要注意的问题:

1)MCP2510 在初始化完成后默认处于配置模式下,所  
(下转第 23 页)

信息可以分配最高的优先权，使其不必在交换机缓冲器中进行排队，优先完成传输。在 IEEE802.1P 协议中，在 OSI 模型的 MAC 层采用了优先级对信息进行了分类。IEEE802.1P 在数据帧的头部信息中增加 4 字节，其中有 3 位用于标明帧的优先级。这样，使数据帧总共可以实现 0 到 7 这 8 级优先级。

材料配混系统中传输的数据信息分为实时性数据和非实时性数据，实时数据的优先级高于非实时数据。实时数据括实时周期性数据和实时非周期性数据。该材料配混系统中如荷重控制仪，温度控制仪等传送的重量温度等属于实时周期性信息。实时非周期性数据，如报警等数据，它们占网络负载中很小的一部分，不是运行主体，对网络影响较小，但优先级最高。非实时数据有用户组态数据、编程数据、部分监控数据、一些系统的管理维护数据以及历史备份数据。

依据 IEEE802.IP 的信息优先级机制将材料配混系统中传输的数据信息进行优先级划分。由于以太网交换机，不仅能够识别数据帧的优先级标志，而且对输出端口根据优先级设置多个缓冲区队列，数据帧根据优先级被放入相应的队列，优先级高的队列优先发送，在同一个优先级队列中的数据帧则按先到先发的顺序进行发送。在快速 100Mbps 以太网中材料配混系统的数据传输能快速完成，这避免了不同优先级数据间的干扰，使数据传输的实时性得到极大的提高。

2.2 上层实时性设计

除了底层根据数据优先级转发数据外，上层往下层发送数据前，也根据数据的优先级从发送数据队列中选取优先级最高的数据进行发送，这样可以进一步减少延迟，提高配混系统的实时性。

从数据队列中选取优先级最高数据的过程是很费时间的，一般会跟数据的规模有很大关系，往往随着数据的规模的增大，时间复杂度变为 O(n)，正因为如此，调度动作的执行时间就和当前数据规模相关，无法给定一个上限，这与实时性的要求相违背。

系统中借鉴了 Linux 系统中内核调度算法，采用 O(1)算法，它的时间复杂度不会随着数据规模的增加而增大，实时性能更好。

在本配混系统中根据数据优先级种类来设计位图表，每一位表示一种优先级，位 0 表示优先级最高，当有某种优先级的数据时，相应的位置为 1，这样通过位与就能快速找到当前等待队列中优先级最高的数据，同等优先级的数据通过优先级 hash 表进行访问，如图 2 所示。这样就能在上层中使优先级最高的数据先发送，与底层形成两层优先级策略，使实时性得到了提高。

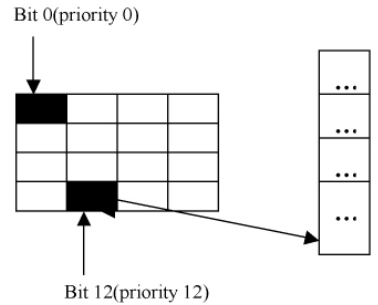


图 2 优先级设计图

3 结束语

本文首先分析了以太网应用于工业控制领域中的广阔前景，接着分析了材料配混系统中设计和数据传输的特点，指出了以太网数据传输实时性不足的缺点，提出了底层和上层结合的方法，可以有效地满足配混系统中信息传送的实时性要求。

参考文献

- [1]彭志,应启夏.交换式以太网用于工业实时通信的分析[J].低压电器,2007(1)
- [2]陈磊.从现场总线到工业以太网的实时性问题研究[D].杭州:浙江大学,2004
- [3]彭志,束志恒,应启夏.IEEE 802.1P 在工业 Ethernet 的应用[J].2009,31(1)

[收稿日期:2009.10.19]

(上接第 21 页)

以就需要在 MCP2510 的初始化后通过位修改指令将其置为正常模式，否则 MCP2510 不能进行正常工作。

2)在对 MCP2510 做任何操作之前，都需要使片选 CS 输出一个低电平，使得 MCP2510 被选通。

3)在进行 MCP2510 的“读”操作时，发送读指令及其地址码之后，仍然需要向 MCP2510 提供时钟，以接收“读”到的数据。可以通过向 MCP2510 发送一个“0”字节来实现。

4)在对 MCP2510 做完任意操作后，都要延时一段时间，使其有足够的时间来准备接收下次操作的命令，防止出现 MCP2510“忙”的情况。

2 PC 机与 PIC 单片机的 USB 通信

采用芯片 FT245BL 芯片与 PC 机 USB 接口相连接，可实现在 PC 机上对 CAN 数据的实时收发。大大方便了在没有串口的情况下，也可以实现 PC 机与下位机的数据交换。

FT245BL 芯片实现 USB 到串行 UART 接口的转换，也可转换到同步，异 BIT-BANG 接口模式。电路中选择晶振为 6MHz，注意芯片内部 USB 收发单元供电电压为 3.3V，确保 3V3OUT 引脚接 33nF 电容后接地，USB 数据正端与 3V3OUT 或 RSTOUT# 之间需要连接一个 1.5KΩ 的上拉电阻。

在使用 PIC 单片机的 I/O 端口作为芯片的控制端口时，需要注意要确保该 I/O 口为普通 I/O 口，在初始时刻 TXE=0，应该特别注意 WR 的值的操作，此外还应该注意 FT245BL 的读写数据的时序操作。在用串口调试助手显示及接受数据的同时应

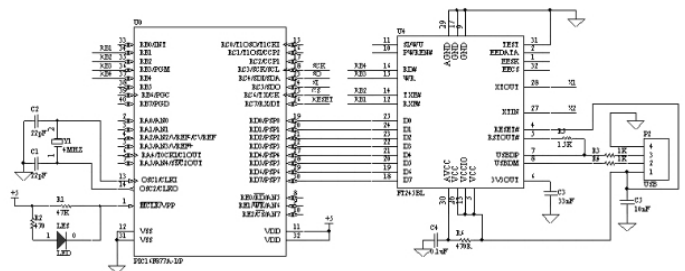


图 3 USB 通信电路图

该选好模拟串口端口。

3 结束语

MCP2510 是目前市场上体积小，易于使用的独立的 CAN 控制器芯片，不必强求内含 CAN 总线控制模块。

PIC 与 MCP2510 之间的 SPI 通信，软件应注意时序的变化。通过 USB 接口与 PC 机进行通信，可实时收发 CAN 总线上的数据，增加了信息的可视性，方便操作。

参考文献

- [1]于大元,万永波,戴庆瑜.用 PIC16F876 和 MCP2510 实现 CAN 总线通信模块的方案[J].电气传动自动化,2002(5)
- [2]袁浩,薛惠敏,曹永金.基于 PIC 单片机的嵌入式 CAN 智能节点及其与 PC 的通信电子[J].设计应用,2004

[收稿日期:2009.10.16]