

CAN-485 协议控制器在列车控制网络中的应用

钱存元,施招东

(同济大学 铁道与城市轨道交通研究院,上海 201804)

摘要: 设计了一种适用于列车控制网络的 CAN-485 协议控制器来实现 RS-485 网络与 CAN 网络互联,对于研究 CAN 总线在列车控制网络中的应用具有一定的价值。

关键词: 列车网络控制;PIC18F258;多主结构;CAN 总线

中图分类号: TN913

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)15-0060-03

The application of CAN-485 protocol controller in train control network

Qian Cunyuan, Shi Zhaodong

(Institute of Railway and Urban Mass Transit, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: The design of the CAN-485 protocol controller realized the network interconnection of CAN and 485 may has a certain value on the study of its application in train control network.

Key words: train control network; PIC18F258; multi-master bus structure; CAN bus

CAN 总线是一种双向、串行、多节点网络,被广泛应用于各种分布式和实时控制系统中,被认为是一种很有发展前景的现场总线。

列车控制网络就是一种分布式计算机系统,它通过车辆总线来传递控制、监测及故障诊断等信息。由于列车控制网络对于安全性的要求极高,为排除单一故障影响系统功能的可能性,对于控制系统的重要部分要求采取冗余设计^[1]。CAN 总线是一种支持构成多主结构或冗余结构的现场总线,对于实现提供多机备份、提高系统可靠性、简化系统结构和降低安装难度具有十分积极的作用。这种特性正好符合了列车上对于监测控制系统布线精简的要求,非常适合应用于列车控制网络的设计。

与 RS-485 总线相比,CAN 总线有其自身不可替代的优势。CAN 总线发送、回收电平都需相互校验,而且每一帧都有响应位,再加上硬化的 CRC 校验,使得 CAN 总线在强噪声环境下较 RS-485 总线的安全性更高。CAN 总线系统还具有良好的故障隔离能力,在任意时刻 CAN_H 的电平只能处于高电平和悬浮状态,而 CAN_L 端的电平则只能是低电平和悬浮状态。基于这种电平特性,当多个节点向总线发送数据时,不会呈现 RS-485 总线那样的低电平短路状态。此外,当总线节点在发生严重错误时能够及时关

闭与总线的连接,即当有节点损坏时,不会导致整个总线停止工作,保证了列车通信的安全性,降低了故障风险。

但是在实际应用中,由于 RS-485 是一种相对经济的、传输速率高、传输距离远和宽共模范围的总线技术,仍广泛地应用于工业现场。由于列车上大多数的 PLC 或微控制器,特别是中小型 PLC 还不具备与 CAN 直接通信的能力,但一般的 PLC 或微控制器都具有 RS-232/RS-485 串行通信口,因此开发一款适用于列车通信接口的 CAN-485 协议控制器对于搭建 CAN 通信网络显得极为重要。控制网络示意图如图 1 所示。

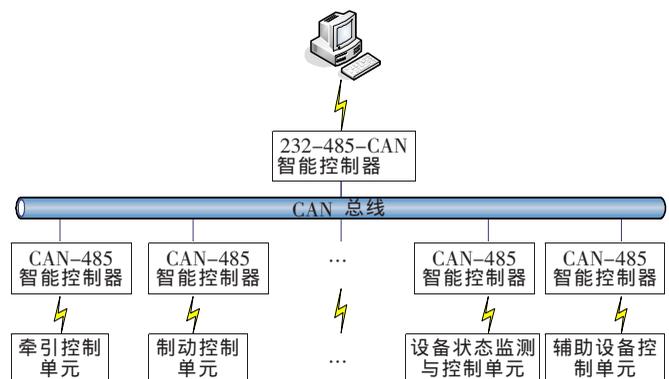


图 1 控制网络示意图

网络与通信

Network and Communication

1 硬件电路设计

传统的 CAN-485 协议控制器设计一般采用 SJA1000 和 51 单片机来实现,但是由于其硬件电路较为复杂,不利于系统集成化。本文介绍的协议控制器以 PIC18F258 为核心处理芯片,该芯片自带 CAN 收发接口,是一款高性能的 PIC 系列单片,有着先进的精简指令集构架、增强型内核、32 级堆栈,片内具有 Flash 程序存储器、EEPROM 数据存储器、自编程功能、在线调试器(ICD)和多种内部、外部中断源^[2],应用十分广泛。与传统的设计方式不同,它并不需要通过访问外部设备的方式来对 CAN 模块进行控制,而只需对芯片内部的寄存器进行操作即可,降低了设计难度。

此外,为减少分立元件的数量,精简电路设计,系统采用了 ZLG 公司带隔离的 485 模块 RSM485C 和高速 CAN 隔离收发器 CTM1050。RSM485C 和 CTM1050 模块在内部集成了高速光耦合器 6N137 及 DC 隔离模块,并具有极高的电磁抗干扰性(EMI)。不仅如此,还在 CAN 总线和 RS485 总线上添加了差分电阻,使总线的抗干扰能力更强,保证了数据传输质量,非常适用于列车中的高电磁噪声环境。在数据操作方面,设计者只需要在程序编写过程中操作 TXD 和 RXD 两根线即可。这样的设计使电路达到最简,极大地提高了硬件电路的可靠性。硬件电路图如图 2 所示。

PIC18F258 的 RA、RB、RC 均可作为 I/O 口进行使用,其中 RB5/PGM、RB6/PGC、RB7/PGD 可复用为 ICSP 下载端口,可直接通过连接下载器对程序进行烧写和在线调试。RB2/CANTX、RB3/CANRX 复用为 CAN 数据收发线,直接与 CAN 收发器连接进行通信。

考虑到实际应用的需要和调试的便利性,为了表征系统的通信状况,在硬件设计中,将 RA0、RA1、RA2 这 3 个 I/O 口分别与 2 个 LED 指示灯和 1 个蜂鸣器相连,用于系统的故障监测。LED 灯用于指示当前系统的通信状况,而蜂鸣器则用于报警,具体的监测逻辑可在程序中根据需要进行修改。

2 程序设计

程序的设计采用 Microchip 公司提供的开发工具 Mplab,用 C 语言进行编写,并选用了 Microchip 公司的 PICKIT 3 编程器/调试器对程序进行在线调试和下载。PICKIT 3 是一款支持硬件和软件开发的调试器系统,用于基于在线串行编程 ICSP(In-Circuit Serial Programming)和增强型在线串行编程双线串

行接口的 Microchip PIC 单片机(MCU)和 dsPIC 数字信号控制器 DSC(Digital Signal Controller)^[3]。为了提高可靠性和可理解性,软件设计采用了模块结构,主要包括初始化函数、CAN 接收中断服务程序、USART 接收中断服务程序以及主程序。

2.1 初始化程序

初始化程序用于设置串口初始化、CAN 模块通信波特率、工作方式、发送优先级、接收邮箱、发送邮箱及对应的接收过滤器和接收屏蔽器等。初始化程序框图如图 3 所示。



图 3 初始化程序框图

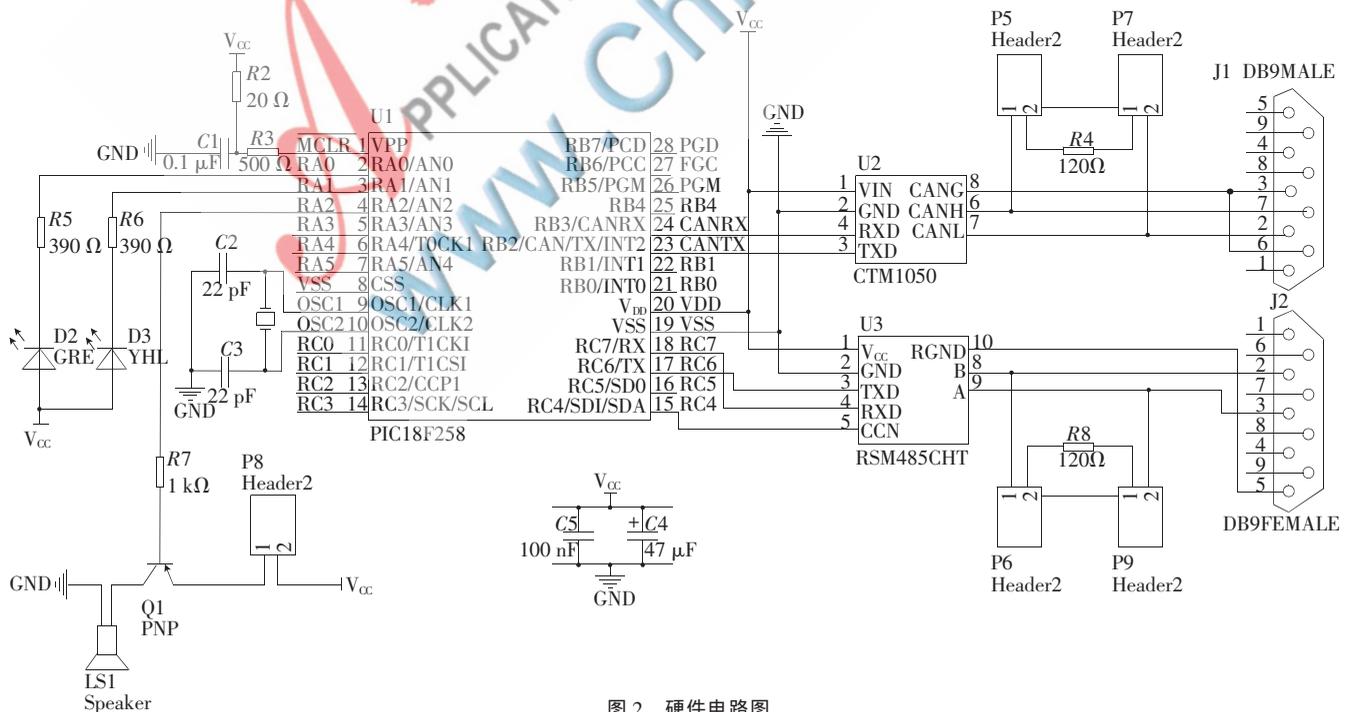


图 2 硬件电路图

网络与通信 Network and Communication

首先,对串口进行初始化设置。由于串口的初始化较为简单,主要是对中断优先级、波特率等进行设置,在此不作过多的叙述,串口初始化的程序如下所示:

```
void SCIInit()
{
    SPBRG=51;
    /*8 MHz 晶振波特率为 9 600=Fosc/16(X+1)*/
    TXSTA=0x04;
    /* 选择异步高速方式传输 8 位数据 */
    RCSTA=0x80; /* 允许串口工作使能 */
    TRISC=(TRISC|0x80)&0xBF;
    /* 设置 RX/RC7 为输入, TX/RC6 为输出 */
    PIE1=PIE1|0x20; /* 允许串行通信接收中断使能 */
    PIE1=PIE1|0x10; /* 允许串行通信发送中断使能 */
    IPR1bits.TXIP=0;
    /* 设置 SCI 发送中断为低优先级中断 */
    IPR1bits.RCIP=0;
    /* 设置 SCI 接收中断为低优先级中断 */
    RCSTAbits.CREN=1; /* 允许串口接收数据 */
}
```

PIC18F258 系列 CAN 模块有 6 种操作方式:配置方式、关闭方式、正常工作方式、监听方式、自检方式及错误识别方式。在实际应用时,首先使单片机进入配置方式,CAN 模块的初始化也只能在配置模式下进行。配置完成后使单片机进入正常方式,也就是标准的工作方式。在该方式下,模块会主动地监控所有总线信息和产生应答位、错误帧等。这也是可以在 CAN 总线上发送信息的唯一方式。在系统的开发测试过程中,配置完 CAN 模块参数后,可以使其进入自检方式。自检方式允许信息不发到 CAN 总线,而在发送缓冲器和接收缓冲器之间内部进行信息发送与接收。在该方式下,ACK 位被忽略,单片机可以接收来自自身的信息,就像来自其他节点一样^[4]。

2.2 接收中断程序

考虑到更好地处理实时数据、实时响应控制命令,CAN 报文和 USART 数据均采用中断控制的接收方法。PIC18 系列单片机提供了可配置的高低中断优先级的方式,由于 CAN 通信的传输速率较快,为避免长时间占用总线,提高传输速率,可将 CAN 接收中断设置为高优先级中断。

中断函数的处理逻辑十分简单,若产生 CAN 接收中断,则将 CAN 通信数据传递给串口通信数据缓存区;反之,若产生串口接收中断,则将串口通信数据传递给 CAN 模块接收数据缓存区。经过这样的设计,可实现多节点网络的双向通信,提高了系统的互操作性。在对系统进行监控时,既可以及时获取各个节点的工作状态信息,又可以通过上位机对各节点进行网络配置和发送指令。

2.3 主函数

主函数的作用主要是对 CAN 模块、串口进行初始化,并不断地扫描 CAN 和串口的中断标志位。若经查询得知产生了 CAN 接收中断或串口接收中断,则在发送数据之前对接收到的数据进行相应的处理,通过对数据的一系列处理,使得在上位机上可以直观地了解到各节点的运行状况。程序的整体流程图如图 4 所示。

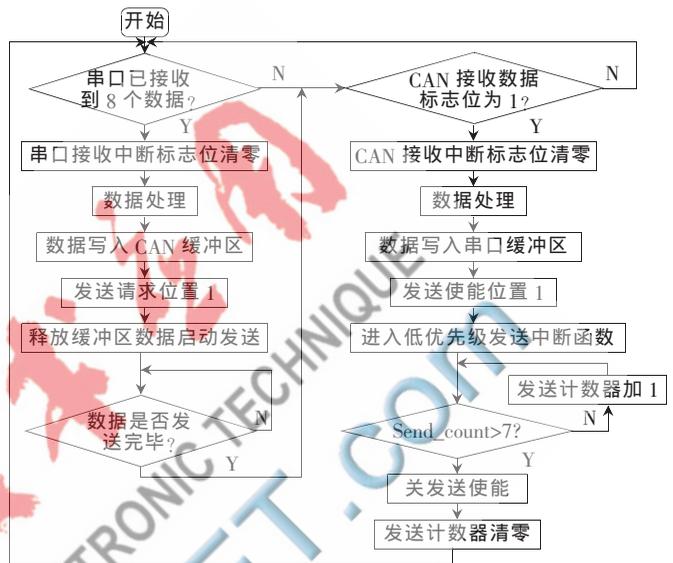


图 4 程序的整体流程图

3 系统测试

在软硬件搭建完成后,对系统进行测试,系统的测试共分为两个部分。

第一部分是利用 PIC 单片机 CAN 模块的自检模式,实现单一 CAN-485 协议控制器的自通信,即并不要求 CAN 数据对外传输,而是将数据收回,发送到上位机端,用于检测单一模块的功能是否正常。

第二部分是组建 RS-232→RS-485→CAN→CAN→RS-485→RS-232 通信网络,用于实现双机通信,充分验证了 CAN-485 协议控制器的双向数据传输能力。测试结果如图 5 所示。

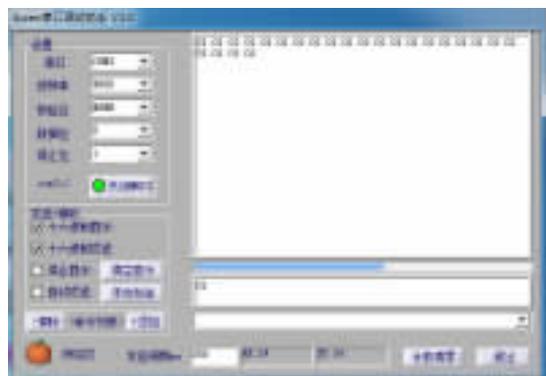


图 5 双机通信下的系统测试结果

至此,系统的测试基本完成,若对于系统的应用有

网络与通信 Network and Communication

进一步的要求,只需对程序作相应的修改,并测试验证即可。由测试结果可知,CAN-485 协议控制器的设计是可行的。

CAN 总线技术的优越性,使其在列车控制网络方面的应用逐步得到推广。在测试过程中,借助串口调试助手来发送和接收数据,并将 CAN 模块设定为自检模式,验证了本协议控制器的可靠性。在正常的工作模式下,组建的多主结构实现了 RS-485 网络与 CAN 总线网络的互联。实践证明,本协议控制器的转换速率高、误码率低、抗干扰能力强、电路精简、占用空间小,非常适用于搭建列车控制网络系统。

参考文献

- [1] 陈帅.CAN 总线在列车通信网络系统中的应用研究[J].黑龙江科技信息,2009(12):67.
- [2] 王义.CAN 总线单片机 PIC18F258 在汽车电子控制单元中的应用[J].贵州师范大学(自然科学版),2010,28(1):117-120.
- [3] PIC18F258 英文手册[Z].Microchip Technology Inc, 2003.
- [4] 刘和平,刘钊,郑群英,等.PIC18Fxxx 单片机程序设计及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005.

(收稿日期:2013-04-15)

作者简介:

钱存元,男,1972 年生,硕士生导师,主要研究方向:工业计算机控制与检测技术,分布式列车控制系统以及现场总线技术。

施招东,男,1989 年生,硕士研究生,主要研究方向:列车通信网络。

