

文章编号: 1671- 251X(2010) 08- 0110- 04

基于 CAN 总线的煤矿井下通信节点的设计

袁小平, 邓恒淹, 岳 敏

(中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 提出了一种基于 CAN 总线的煤矿井下通信节点的设计方案, 分析了在煤矿井下利用 CAN 总线建立节点的设计思想, 详细介绍了 CAN 总线节点的硬件和软件设计, 并以 3 个 CAN 总线节点相互通信为例, 给出了相关程序的设计。实验调试结果表明, 该方案合理可行, 实现了 3 个节点两两之间的互发互收。

关键词: 矿井; 井下通信; CAN 总线; 节点; PIC 单片机

中图分类号: TD655

文献标识码: B

0 引言

由于煤矿井下地质条件的限制, 巷道分布复杂, 地点分散, 数据通信情况复杂, 并且煤矿井下大型电力设备较多, 干扰很大。因此, 煤矿井下的通信要求比较严格。

CAN 总线实现数据通信具有较高的可靠性、实时性和灵活性, 其抗干扰能力强的优势能满足数据的通信质量和通信要求。因此, 笔者设计了一种基于 CAN 总线的煤矿井下通信节点, 通过 CAN 总线将一些传感器采集的监控数据传输到地面, 同时一些控制数据也能通过 CAN 总线传送到具体设备, 从而实现数据的可靠传输及准确控制。

1 总体设计思想

CAN 总线可提供较高的数据传输速率, 并且传输距离最远可以达到 10 km。CAN 总线为多主工作方式, 因此, 可建立若干节点, 每一个节点都可以灵活地接入 CAN 总线网络, 同时该网络中没有主从节点的区别, 任何节点都可发送、接收数据。笔者利用其中几个节点, 通过串口通信或以太网与外网连接, 将 CAN 总线传输的数据送到外网中, 然后外网的 PC 机或服务器再对数据进行处理, 从而满足了数据采集或检测系统的要求, 如图 1 所示。

CAN 总线协议最大的特点就是废除了传统的站地址编码, 而对通信数据块进行编码, 数据块标识

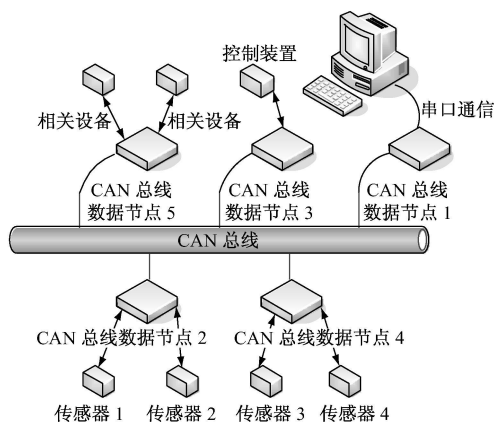


图 1 CAN 总线节点在数据采集或检测系统中的应用
符可由 11 位或 29 位二进制数组成^[1]。这种按数据块编码的方式可使不同的节点同时接收相同的数据。该特点给在分布式控制系统中实现模块间的数据和控制信息共享带来了极大方便, 也为在 CAN 总线上广播语音提供了方便。

另外, CAN 总线的信号传输采用短帧结构, 每一帧的有效字节数最多为 8 个, 可满足通常工业领域中的控制命令、工作状态及测试数据的一般要求; 同时 8 个字节不会占用总线时间过长, 从而保证了通信的实时性, 而且受干扰概率也很低。

因此, 在煤矿井下利用 CAN 总线建立节点, 能够实现数据的可靠传输及准确控制。

2 节点硬件设计

2.1 硬件选型

采用微芯公司生产的内部自带 CAN 总线控制模块的单片机 PIC18F458 建立 CAN 总线通信节点, 优点是其内部集成了 CAN 总线控制模块, 只需在芯片外部加上 CAN 总线驱动电路即可。

收稿日期: 2010- 04- 12

作者简介: 袁小平(1966-), 男, 江苏仪征人, 教授, 博士, 中国计算机学会高级会员, 现在中国矿业大学信电学院从事教学和科研工作。E-mail: xpyuankd@163.com

CAN 总线采用的是差分电平传输方式, 因此, PIC18F458 的输出信号应通过驱动才能连接到总线上。CAN 总线驱动芯片采用 MCP2551, 该芯片能将 PIC18F458 输出信号的 TTL 电平转换为总线上的差分电平, 达到驱动的目的。

2.2 硬件结构

CAN 总线节点利用 PIC18F458 采集传感器送来的数据, 通过 AD 转换或计算后, 将数据通过 CAN 总线接口传送到总线上进行发送, 在未发送数据时也可接收 CAN 总线上与本节点标志位相符的数据帧, 可用来控制指定的设备。CAN 总线上的任一节点还可以根据需要设置串口, 将 CAN 总线上监测的数据通过该节点传输到 PC 机上, 实现综合管理和监控功能。CAN 总线节点硬件结构如图 2 所示。

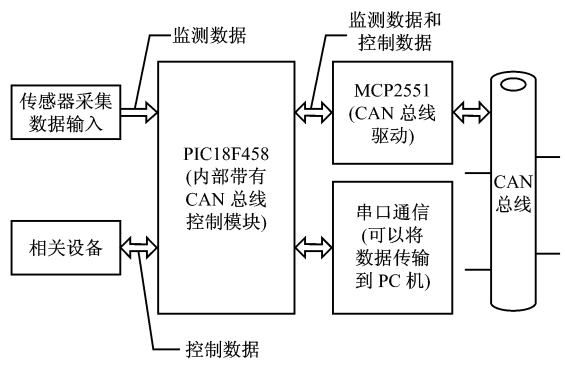


图 2 CAN 总线节点硬件结构

3 节点软件设计

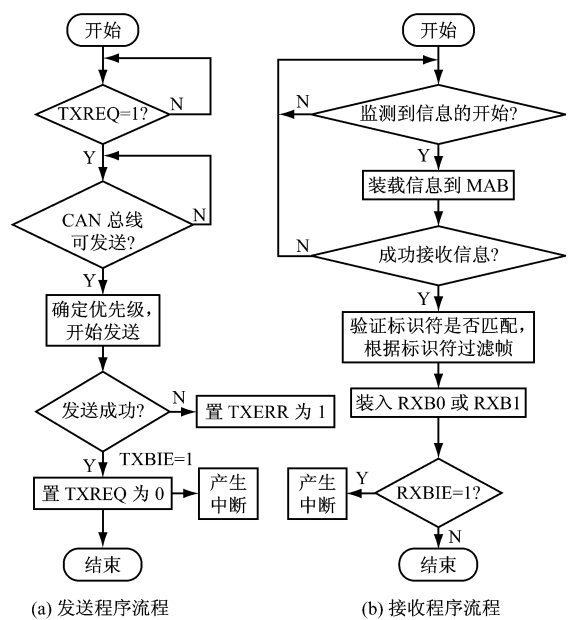
3.1 软件流程

根据 PIC 单片机 CAN 总线控制模块的特点以及 CAN 总线相关的通信, 在 PIC 单片机中的编程主要侧重 2 个方面: 一是初始化 CAN 模块, 包括设置各个 CAN 总线控制寄存器, 初始化发送接收邮箱等; 二是侧重 CAN 总线数据帧的发送和接收。CAN 总线节点收发程序流程如图 3 所示。

PIC18F458 内部集成的 CAN 总线控制模块, 包括 2 个过滤器、1 个独立的信息集中缓冲器、2 个发送缓冲器、2 个接收缓冲器^[2]。信息集中缓冲器接收所有的信息, 再将数据帧通过过滤器、屏蔽器的验证, 若数据帧满足过滤器条件 (即数据帧的标志符与节点标识符相同), 该数据帧将被送到接收缓冲器 0 或者接收缓冲器 1 中。

3.2 参数设置

在 PIC18F458 的程序中需要设置与 CAN 总线通信相关的参数, 包括 CAN 总线上码流波特率大



TXREQ- 发送请求状态位; TXERR- 发送错误检测状态位;
MAB- 信息缓冲器; RXB0、RXB1- 接收缓冲器;
TXBIE- 发送缓冲器中断使能位; RXBIE- 接收缓冲器使能位

图 3 CAN 总线收发程序流程

小、CAN 数据帧的标识符、CAN 总线通信的相关中断使能与禁止等。通过对 PIC18F458 内部 CAN 总线控制模块的一些寄存器进行赋值, 便可完成这些参数的设置。

由于 CAN 总线的实际传输距离与其波特率有关, 因此, 需根据现场通信距离来确定波特率。在此, 笔者假设需设置 CAN 总线上的码流波特率为 125 000 bit/s。只需根据该波特率大小进行一定的运算, 即可得到 PIC18F458 中与产生波特率相关寄存器的值。通过计算, 只需要将 PIC18F458 时钟的寄存器 BRGCON1 设置为 01H, 将 BRGCON2 设置为 90H, 将 BRGCON3 设置为 42H, 即可以产生 125 000 bit/s 的波特率。同时需要设置每个节点自己的发送标志符和接收标志符。

3.3 程序调试

笔者设置 3 个 CAN 总线节点, 这 3 个节点中任意一个节点都能向 CAN 总线上其它 2 个节点发送数据, 并且同时每个节点也能接收其它 2 个节点的数据, 如图 4 所示。

在测试中, 笔者设置 CAN 总线节点 A 的发送标识符为 FEE0, 接收标识符为 FCE0; 节点 B 的发送标识符为 FDE0, 接收标识符为 FEE0; 节点 C 的发送标识符为 FCE0, 接收标识符为 FDE0。通过这样的设置, 便能够实现节点 A 发送数据到节点 B, 并在空闲时接收节点 C 的数据; 同理, 节点 B 发送

数据到节点 C, 并在空闲时接收节点 A 的数据; 节点 C 发送数据到节点 A, 并在空闲时接收节点 B 的数据。

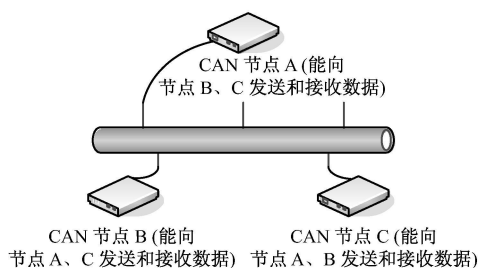


图4 实验调试 CAN 总线节点示意图

现在对每个节点进行程序开发。首先是 CAN 总线初始化程序, 该段程序配置 CAN 总线的发送, 包括发送标识符、波特率、需发送的数据等。其程序如下:

```
void initcan()
{ TRISB= ( TRISB0x08) & 0XFB; // 进入配置模式
  CANCON= 0x80;
  while( CANSTAT & 0x80== 0) {} // 确定已入配置模式
  BRGCON1= 0x01; BRGCON2= 0x90; BRGCON3= 0x42; // 设置 CAN 波特率, 时间段
```

置 CAN 波特率, 时间段

```
TXB0CON= 0x03; TXB0SIDH= 0xFE; TXB0SIDL= 0xE0;
TXB0DLC= 0x08; // 配置优先级, 发送标识符, 且每帧 8 个字节
TXB0D0= 0x01; TXB0D1= 0x02; TXB0D2= 0x03;
TXB0D3= 0x04; TXB0D4= 0x05; TXB0D5= 0x06;
TXB0D6= 0x07; TXB0D7= 0x08; // 初始化发送数据
CANCON= 0x00; while( CANSTAT & 0xE0! = 0) {} // 进入正常模式)
```

CAN 总线接收部分的初始化程序主要包括接收数据标志位、屏蔽器和过滤器的设置, 使用接收缓冲器 RXB0 和 RXB1 分别接收来自其它 2 个节点的数据, 其中 RXB0 使用过滤器 RXF0, RXB1 使用过滤器 RXF2, 然后将 CAN 总线的接收中断打开, 此时便可以检测总线, 随时准备接收具有相同标识符的数据帧, 并从配置模式进入到正常模式。部分相关程序如下:

```
void init()
{ TRISB= ( TRISB0x08) & 0XFB; // 进入配置模式
  CANCON= 0x80; while( CANSTAT & 0x80== 0) {}
  RXB0SIDH= 0xFF; RXB1SIDH= 0xFC;
  RXB0SIDL= 0xE0; RXB1SIDL= 0xE0;
  RXB0CON= 0x20; RXB1CON= 0x22;
  RXB0DLC= 0x08; RXB1DLC= 0x08; // 配置 RXB0 和 RXB1 的接收标识符
```

```
RXF0SIDH= 0xFF; RXF2SIDH= 0xFC;
RXF0SIDL= 0xE0; RXF2SIDL= 0xE0;
RXM0SIDH= 0xFF; RXM1SIDH= 0xFF;
RXM0SIDL= 0xE0; RXM1SIDL= 0xE0; // 设置屏蔽器和过滤
```

器的标识符

```
CIOCON= 0x00;
CANCON= 0x00; while( CANSTAT & 0xE0! = 0) {}
PIR3= 0x00; PIE3= 0x03; IPR3= 0x03; // 开 CAN 接收中断
}
```

CAN 总线接收部分的中断服务程序如下:

```
void interrupt can_isr() // CAN 接收中断程序
{ if( RXB0IF= 1) // 清中断标志
{ CAN_FLAG= 1; RXB0IF= 0; RXB0FUL= 0; } if( RXB1IF= 1) // 清接收中断标志
{ CAN_FLAG= 1; RXB1IF= 0; RXB1FUL= 0; }}
```

PIC18F458 的主程序用于将各种配置和发送接收综合在一起: 首先设置串口, 以便节点向外界 PC 机通信, 然后再初始化 CAN 总线发送和接收, 然后等待接收中断, 完成 CAN 总线的数据通信。其程序如下:

```
main()
{ SPBRG= 0X0C; // 设置波特率为 19 200 bit/s
  TXSTA= 0X24; // 设置发送的数据为 8 位, 使能串口发送, 异步方式通信, 选择高速波特率
  RCSTA= 0X90; // 允许串口工作
  INTCON= 0x00; // 禁止所有中断
  init(); // 初始化 CAN 接收配置
  WDTCON= 0; // = 1, 看门狗使能; = 0, 禁止看门狗
  INTCON= 0xC0; // 使能中断
  while( 1)
  { INTCON= 0x00; // 禁止所有中断
    initcan(); // 初始化 CAN 发送配置
    WDTCON= 0; // = 1, 看门狗使能; = 0, 禁止看门狗
    INTCON= 0xC0; // 使能中断
    TXB0REQ= 1; // 请求发送, TXREQ= 1
    while( TXB0IF! = 1) {} // 等待发送完成
    while( CAN_FLAG= 0) {} // 等待接收数据
    CAN_FLAG= 0; // 清接收到标志
    TXB0REQ= 0; // 禁止发送
  }}
```

实验调试结果表明, 节点的软件设计合理, 实现了 3 个节点两两之间的互发互收。

在煤矿井下实际的节点设置中, 可以在实验调试中的 3 个节点的基础上再扩充节点, 并且在程序中要加上仲裁、优化等相关设置, 最终实现煤矿井下 CAN 总线节点的设计。

4 结语

采用 PIC 单片机设计 CAN 总线节点, 硬件电路简单, 只需对相关寄存器进行正确设置即可, 操作也相对简便, 还具有较高的性价比。实例调试结果表明, 节点的软件设计合理, 实现了节点间的互发互收, 具有一定的实用性。

文章编号: 1671- 251X(2010) 08- 0113- 02

绞车信号采集误差分析与补偿

刘勇军, 张新锋

(鹤壁职业技术学院机电工程学院, 河南 鹤壁 458030)

摘要: 新型绞车通常利用旋转编码器脉冲产生的频率和个数与绞车箕斗运动的速度和位置成正比的关系来测量箕斗的实际速度和位置。但如果考虑到提升机钢丝绳本身的直径和滚筒的长度, 该比例关系就不成立, 而且随着井深的增加, 误差会越来越大。文章分析了钢丝绳直径和滚筒长度对绞车箕斗速度和位置测量精度的影响, 并提出了误差补偿的数学模型。利用该模型进行计算可以减小误差, 提高检测精度。

关键词: 绞车; 信号采集; 误差; 补偿; 数学模型

中图分类号: TD633

文献标识码: B

0 引言

绞车的速度和位置监视与控制是绞车控制系统的主要任务。传统绞车控制系统是靠测速发电机^[1]检测速度、依靠深度指示器检测绞车位置, 该种检测方法存在精度低、结构复杂、缺乏人性化等缺点。新型绞车的速度和位置检测广泛采用旋转编码器来完成。由于旋转编码器测量的是电动机的转速和转角^[2], 再通过数学比例转换为箕斗的速度和位置, 而未考虑钢丝绳直径和滚筒长度, 必然会产生误差, 且这种误差会随着井深的增加而加大。本文分析了钢丝绳直径和滚筒长度对绞车箕斗速度和位置测量精度的影响, 并提出了误差补偿的数学模型。利用该模型编程可以减小此误差, 提高检测精度。

1 钢丝绳直径和滚筒长度对绞车箕斗速度和位置测量的影响分析

如果不考虑其它因素, 绞车箕斗移动的位置是与拖动电动机转动的角度成正比的、箕斗移动的速

度是与拖动电动机的转速成正比的^[3]。图 1 为绞车的传动示意图, 假设电动机转速为 n , 减速比为 ε , 编码器线数为 λ_0 , t 时间内编码器输出脉冲数为 λ , 滚筒直径为 D , 滚筒长度为 l , 钢丝绳直径为 d , 箕斗移动理论速度为 v_T , 箕斗理论深度为 h_T , 箕斗移动实际速度为 v , 箕斗实际深度为 h , 如果不考虑钢丝绳的直径和滚筒的长度, 则有

$$h_T = \pi \lambda D / (\varepsilon \lambda_0) \quad (1)$$

$$v_T = \pi \lambda D / (\varepsilon \lambda_0 t) \quad (2)$$

$$n = 60 \lambda / (\lambda_0 t) \quad (3)$$

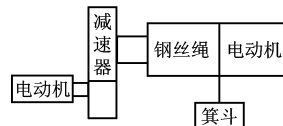


图 1 绞车传动示意图

下面分析钢丝绳直径和滚筒长度对箕斗速度和位置的影响:

(1) 考虑钢丝绳直径时, 滚筒每转一圈, 钢丝绳下放的位移就不等于滚筒的周长, 而是大于滚筒周长, 如果仍按滚筒转一圈箕斗下降一个滚筒周长, 势必会导致检测位置小于实际位置; 同样的道理, 检测的箕斗速度也将小于实际运行速度。

(2) 图 2 为绞车速度误差分析示意图。从图 2

收稿日期: 2010- 04- 09

作者简介: 刘勇军(1978-), 男, 河南正阳人, 讲师, 硕士, 毕业于西南石油大学机械电子工程专业, 现主要从事机电专业的教学和机电产品的研发工作。E-mail: liuyongjun33@sohu.com

参考文献:

- [1] 杜尚丰. CAN 总线测控技术及其应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [2] 刘和平. PIC18Fxxx 单片机原理及接口程序设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- [3] 刘启中, 李荣正. PIC 单片机原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [4] 张 扬, 魏 莹, 刘新力, 等. PIC 单片机 CAN 总线模块的应用[J]. 自动化技术与应用, 2007(6): 115-117.
- [5] 郝世宇. 基于 CAN 总线煤矿井下分站通信的设计[J]. 科技情报开发与经济, 2007, 17(21): 196-197.