

一种可靠的红外通信协议设计与实现

王成义, 郭秀梅, 丛晓燕

(山东农业大学信息科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要:介绍了一种可靠的红外通信协议设计方法。该方法采用自动重传的停止等待协议,即源点传输一数据帧后,必须等待一个确认;在终点的确认返回源点之前,源点不能发送其他的数据帧;如出错,则尝试重发,最多3次。通过实验,找到了比较适宜的等待时间,在实际应用中有较好的效果,可靠性得到提高。

关键词:红外通信;停止等待;自动重传;通信协议

中图分类号:TP393.04 **文献标识码:**A

A reliable design and implement of infrared communication protocol

WANG Cheng-yi, GUO Xiu-mei, CONG Xiao-yan

(School of Information Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: This paper presents a reliable design method of infrared communication protocol. The method use automatic repeat and stop-and-wait protocol, when the source station transmits a single frame and then must await an acknowledgment; no other data frames can be sent until destination station's reply arrives at the source station; when errors occur, one station attempts repeating the frame not more than three times. Through the experiments, we found a more appropriate waiting time, in practice, it produces a good result and the reliability of transmission is improved.

Key words: infrared communication; stop and wait; automatic repeat; communication protocol

1 引言

红外通信是利用 950 nm 近红外波段的红外线作为一种无线传输介质来进行传输信息的通信方式,红外线通信方向性很强,适用于近距离的无线传输。它有着成本低、体积小、信息传输稳定(不受电磁信号影响)、功耗低等特点,在家庭、工矿企业有着广泛的用途。本文涉及的红外通信是应用在煤矿井下采集压力值或离层值的设备上。

2 工作原理

红外通信过程主要由红外发射和红外接收两个过程组成。首先将一帧数据(数字信号)送给红外发射电路,经调制转换成红外光信号在空中传输,然后红外接收电路收到该红外光信号,经过该电路的解调,将此红外光信号还原成可被单片机处理的数字信号,由单片机内部处理得到原来的数据。

本设计中压力计将测得的压力值转换为数字信号,并储存起来;当数据累积到一定程度,使用手持式红外数据采集器(以下简称采集器)将压力数据采集到采集器中,带到地面控制室输入到计算机中,对得到的数据进行分析,预测未来的压力值,指导顶板的支护,保证安全生产。工作原理如图 1 所示。

由于每个支架都装有压力计,而支架的间距较小,不能选用大角度的红外发射管,只能选用小角度的红外发射管(例如小于 $\pm 17^\circ$),以避免发生相互干扰。因此,如果手持采集器偏离角度过大(例如人手的抖动),将导致红外通信失败,不得不再次采

作者简介:王成义(1970-)男,副教授,硕士,研究方向为自动控制,检测技术,嵌入式系统的应用。E-mail:cywang@sdau.edu.cn
收稿日期:2009-05-02

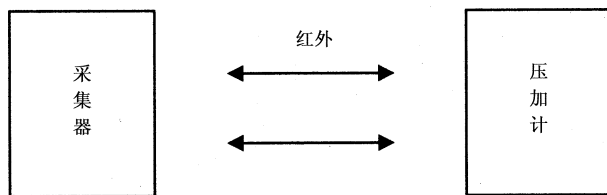


图1 红外数据通信原理图

集,耗费了较多的时间(压力值每 5 min 采集一次,每隔 5 ~ 7 d 把数据采到地面,数据量较大,发送数据帧数较多)。本文通过对软硬件的设计,特别是红外通信协议的设计,改善了上述缺陷,使通信的可靠性得到了提高。

3 红外收发硬件电路设计

本设计红外收发硬件电路图如图 2 所示。使用的红外发射管型号为 TSAL6200,红外接收管的型号为 TSOP34138,均由 vishay 生产。TSAL6200 具有发射距离远、发射功耗低等特点。TSOP34138 具有灵敏度高、待机电流小等特点。图中 38 K 调制信号由单片机产生,IR_TXD,IR_RXD 分别接在单片机的 TXD,RXD 管脚上。在实际应用中,这种电路设计可保证波特率在 2400 波特、距离在 8 m 内可靠传输。

本设计采集器端采用 NXP(恩智浦)微控制器 P89LV51RB2 作为主控芯片,它是一款 80C51 内核

的微控制器,包含 16kB Flash 程序存储器和 1024 字节的数据 RAM。Flash 程序存储器具有 ISP(在系统编程)和 IAP(在应用中编程)功能,易于对产品进行在线升级。它具有 SPI 接口,很容易地与大容量 Flash 数据存储器连接,例如与 ST 公司的 M25P16 连接。它可工作在 3.3 V 电压下,功耗低,尤其在待机时的功耗可达微安级,非常适合作为手持设备的主控器件。压力计端采用 STC 微控制器 STC12LE5404AD 作为主控芯片。STC12LE5404AD 是一款 80C51 内核的微控制器,包含 4kB Flash 程序存储器和 512 字节的数据 RAM。STC12LE5404AD 带有 10 位 ADC,可将压力传感器的模拟信号转换成数字信号。STC12LE5404AD 功耗非常低,工作电流 4 ~ 6 mA,掉电模式小于 0.1 μ A。使用 STC12LE5404AD 作为主控芯片,采取低功耗设计方法设计的压力计,采用电池供电,工作年限可达 2 年,节能效果非常明显。

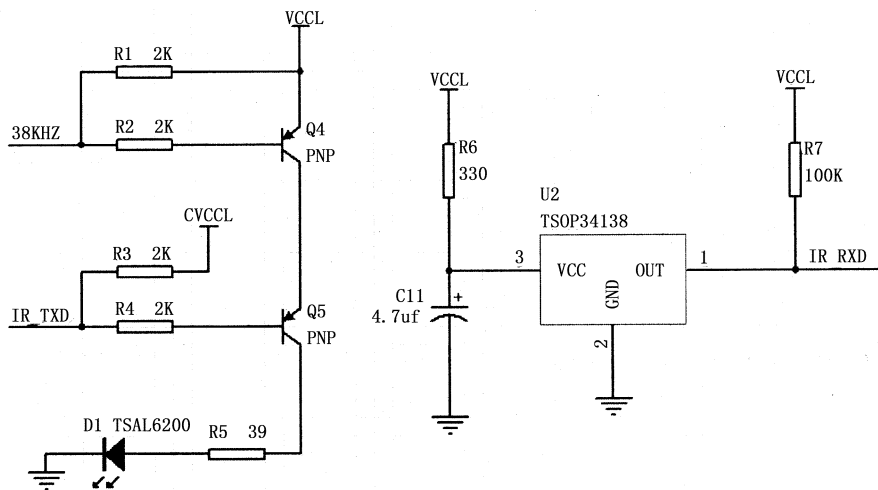


图2 红外通信收发电路

4 通信协议设计

IRDA(红外数据协会)制定了一系列红外通信标准,但由于其通信距离较近(0 ~ 1 m),不适合于煤矿井下红外数据的传输,因此设计了专门的红外通信协议,以保证可靠通信。

本协议制定的原则:

(1)采用自动重传的停止等待协议,即源点传输一数据帧后,必须等待一个确认;在终点的确认返回源点之前,源点不能发送其他的数据帧。

(2)通过帧头判断是否有红外通信,通过帧尾判断一帧数据是否接收完。

在数据传送过程中可能出现两种类型的错误:

(1)到达终点的帧可能已经被损坏。此时,接收器检出错误,将这一帧丢弃。为此在源点设置一计时器。当一帧被传输后,源点开始等待确认。如计时超时,而没有收到确认帧,那么再次发送同一帧(源点需保留发送帧的副本)。

(2)确认帧遭到损坏。源点传输一帧数据,且终点正确地接收到,并用一个确认帧来响应。这个确认帧在传输中被损坏,使得源点无法辨认,因此源点的定时器超时,重传这一帧。这个重复帧到达终

点,并被正确接收。为了避免这种情况,通过帧号(即发送帧的序号)及重发次数来判断是否是重复帧。

由于实际压力值范围为0~60 MPa,十六进制数为3 CH,因此帧结构中数据采用二进制,而不采用ASCII码,帧头、帧尾取有效数据范围之外的数。这样的设计可提高传输数据的效率。根据协议制定原则和可能出现的错误类型,制定红外通信的帧结构如表1所示。

表1 帧结构

0	7	15	23	31
帧头(FDFD)		帧字节长度	版本号	
控制标志	数据类型标志	帧数	帧号	
帧数据 A1	帧数据 A2	帧数据 A3	帧数据 A4	
⋮	⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	
帧数据 An-3	帧数据 An-2	帧数据 An-1	帧数据 An	
帧头尾处理	校验和	帧尾(FFFF)		

帧结构说明:

- 帧头:2个字节,FDH,FDH。
- 帧字节长度(byte_quantity):1个字节,除去帧头帧尾后信息帧的字节数。最大为40 H。
- 版本号:1个字节,表示数据的版本号。
- 控制标志(frame_flag):1个字节,后四位表示本帧数据是数据帧(01 H)、命令帧(02 H)还是确认帧(04 H);前四位用作今后扩充用。
- 数据类型标志:1个字节,表示本帧数据是何种数据(01 H:综采支架,02 H单体支柱)。
- 帧数(frame_quantity):1个字节,一共要发送多少帧数据。
- 帧号(frame_num):1个字节,表示发送的是

第几帧,编号从0开始。

- 帧数据:每个数据1个字节,数据值范围为00 H~3 CH。
- 帧头尾处理:1个字节,当数据校验和为FDH或FFH时,发送校验和FCH或FEH,本字节为01 H。
- 校验和:1个字节,将所有有效字节求和(不包括帧头、帧头尾处理和帧尾)。
- 帧尾:两个字节,FFH,FFH。

考虑到RAM的分配及缓冲区的大小,经过计算,1帧数据(包括帧头帧尾)最大为4 CH字节数。

根据此通信协议,帧格式有命令帧、数据帧、确认帧(包括确认成功帧和确认失败帧),分述如下。

1)命令帧格式:

FD	FD	09	01	02	数据类型标志	01	00	命令编码	帧头尾处理	校验和	FF	FF
----	----	----	----	----	--------	----	----	------	-------	-----	----	----

命令编码(databuffer)由1字节表示,例如采集数据编码为01 H。

2)数据帧格式:

FD	FD	XX	01	01	数据类型标志	YY	ZZ	帧数据	帧头尾处理	校验和	FF	FF
----	----	----	----	----	--------	----	----	-----	-------	-----	----	----

3)确认帧格式:

FD	FD	09	01	04	数据类型标志	01	00	确认编码	帧头尾处理	校验和	FF	FF
----	----	----	----	----	--------	----	----	------	-------	-----	----	----

确认编码(yes_no)由1字节表示,确认接收成功编码为00 H,确认接收失败编码为11 H。

根据以上协议,采集器与压力计通信过程描述

如下。

在采集器端,发送采集压力计数据命令(命令帧),等待分机发送数据(分机不发送确认帧);①收

到数据帧,若正确,写入 E²PROM,并发送确认成功帧;否则,发送确认失败帧。②收不到数据帧(第1帧),重发采集分机数据命令(3次)。收不到其他数据帧,等待压力计重发3次的时间。

在压力计端,①收到命令,若正确,发送数据;否则,丢掉,继续等待;②收到确认帧,若正确,发送下一帧数据,否则,重发本帧数据;③未收到确认帧,重发本帧数据;④发送完所有的数据。

5 软件设计

软件部分包括以下几部分。

(1)发送程序包括以下子程序,发送一个字节子程序(void send_char(unsigned char ch));发送确认帧子程序(void send_confirm_frame(unsigned char yes_no));发送命令帧或数据帧子程序(void send_command_data_frame(unsigned char * databuffer, unsigned char byte_quantity, unsigned char frame_flag, unsigned char frame_quantity, unsigned char frame_num))。

(2)接收程序主要由串行中断服务程序(void serial_receive() interrupt 4)组成。在中断服务程序中完成以下功能:帧头、帧尾检测,校验和的计算、检验,给出数据正确与否的标志(data_err)。

(3)压力计数据整理发送子程序(void send_all_data(void)),完成以下功能:发送帧数计算、校验和计算、重发次数计算、发送等待定时器的启停控制等任务。

(4)数据采集器接收数据处理子程序(void fetch_data(void)),完成以下功能:接收帧数计算、校验和计算、重发次数计算、发送等待定时器的启停控制等任务。

在通信协议的设计中须注意以下几个问题:

(1)发送和接收等待时间的计算。

压力计端的等待时间为:

$$\text{程序执行时间} + \frac{1}{\text{波特率}} \times \text{最大数据帧字节数} +$$

压力计等待确认时间

采集器端的等待时间为:

$$\text{程序执行时间} + \frac{1}{\text{波特率}} \times \text{确认帧字节数} + \text{采集}$$

等待数据时间

在实际应用中,采集器端的等待时间要大于压力计端的等待时间。如晶振频率为 11.0592 MHz,定时器定时时间为 50 ms,对采集器端而言,经过测试,等待时间约为 5.6 s 较为合适,对压力计端等待时间约为 2.4 s。这样的设计,采集器偏离角度大于 17°的时间大约为 4.8 s。

(2)红外发送和接收数据应采用异步半双工方式。由于采集器、压力计两端均有发送接收电路,当一端发送另一端接收时,发送端的红外接收电路也接收到发送的红外信号,这样会对发送造成干扰,因此发送时关闭串口中断,采用查询方式检测 1 个字节是否发完。

6 结束语

本设计在煤矿中应用近 2 年,实际使用效果较好,可靠性、数据采集成功率得到了提高。

参考文献:

- [1] William Stallings. 数据与计算机通信[M]. 第 7 版,北京:电子工业出版社,2005:163-178.
- [2] 张俊谟. 单片机中级教程-原理与应用[M]. 第 2 版,北京:北京航空航天大学出版社,2006:107-123.
- [3] 曲金鹏,等. 一种适用于智能仪表监控的红外通信技术[J]. 自动化仪表,2003,24(8):23-24.
- [4] 阎纲,等. 基于 MSP430 单片机的红外遥控器设计[J]. 微计算机信息,2006,22(10-2):223-224.