

基于 FSK 和 DTMF 制式的矿用语音 扩播及远程控制系统

陈冬冬,田仕军,顾敏明

(浙江理工大学 机械与自动控制学院自动化研究所,浙江 杭州 310018)

摘要:为了满足矿用语音扩播及远程控制的需求,设计了以 FSK 制式信号解码技术为核心的远程控制系统。该系统采用了 HT9032C 芯片作为 FSK 信号的解码芯片,配合高性能单片机 C8051F310 来完成来电和控制信息的接收和处理。此外,还实现了以 DTMF 制式信号编码为基础的拨号、一键拨号、紧急报警等功能,集成了点阵显示、矩阵键盘、音频功率放大器等外部输入/输出设备。研究表明,该系统可以较好地实现地面对井下以及井下各巷道间的语音通信与远程控制。

关键词:矿用语音扩播;远程控制;FSK;DTMF;C8051F310

中图分类号: TP23;TN929.4

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2012)01-0108-04

Broadcast used in mine and remote control system based on FSK and DTMF

CHEN Dong-dong, TIAN Shi-jun, GU Min-ming

(College of Mechanical Engineering and Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to meet the requirement of the broadcast used in mine and remote control, the remote control system which uses the FSK signal decoding technology as the core of the remote control system was designed. The HT9032C decoder chip was used to decode the FSK signal, and be together with C8051F310 MCU to finish receiving and dealing with the FSK code information. Moreover, it was realized that the function of dialing, emergency alarm and etc., which are based on the DTMF signal encoding technology, and many input and output devices were integrated including a LED matrix display, matrix keyboard, external audio power amplifier and etc.. The results show that all these make the voice communication and remote control between the ground and the underground, or among the underground tunnels realized well.

Key words: broadcast used in mine; remote control; FSK; DTMF; C8051F310

0 引言

安全是煤矿生产的头等大事。由于煤矿矿井环境复杂,巷道纵横交错,远离地面,所以容易发生安全事故^[1-3]。同时矿下有着多种设备需要进行自动控制,如皮带集控、风机水泵自动化、矿车运行信号控制等^[4]。

由于信号原因,在井下,常用的通讯工具如手机等难以通讯,因此,本研究设计一种井下语音扩播及远程控制的系统,以实现地面对井下以及井下各巷道间的语音通信,同时地面监控主机还具备利用井下话机对

设备进行远程控制^[5]的功能。

1 系统硬件设计

1.1 系统总体设计

该系统采用 Silicon Labs 公司的 C8051F310 混合信号 ISP FLASH 微控制器作为主控芯片,具有时钟丢失检测、过电压检测等功能。控制系统的整体系统结构框图如图 1 所示,系统主要由 FSK 信号解码部分、DTMF 编码部分、通话网络、本安电源、单片机部分及输入输出部分等 5 部分构成,整个系统通过语音网关

连到外线,方框内的设备都由本安电源供电。

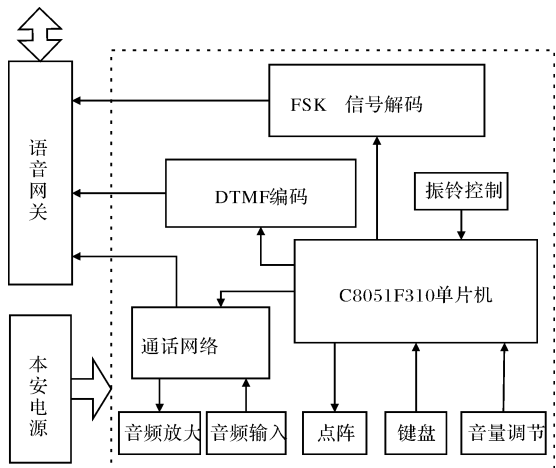


图 1 系统总体框架

1.2 FSK 信号解码部分

该系统采用了 Holtek 公司生产的 FSK 解码芯片 HT9032C。HT9032C 是接收物理层主叫识别信息的低功耗 CMOS 集成芯片^[6-8]。它满足 Bell 202 和 CCITT V. 23 1 200 bps 波特率 FSK 数据传输标准,同时能检测振铃和载波。电话线经过接口电路接到 HT9032C 的 TIP、RING、RDET1 和 RDET2 引脚。当有振铃信号到来时,HT9032C 的 RDET 脚触发下降沿。在第 1 次和第 2 次振铃之间,HT9032C 把逻辑“1” = (1 200 ± 12) Hz、“0” = (2 200 ± 22) Hz,传输速率为 1 200 bps 的 FSK 信号解调成串行异步二进制数据。当检测到有效载波信号时,CDET 触发下降沿。在 DOUTC 脚只输出主叫识别信号;而在 DOUT 脚输出包括信道占用信号,标志信号,以及主叫识别信号的所有信号。各脚的时序波形如图 2 所示。

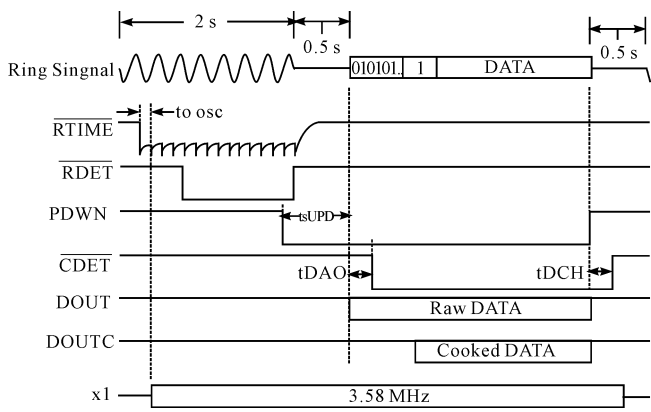


图 2 HT9032C 时序图

HT9032C 和 C8051F310 单片机的硬件连线电路如图 3 所示。HT9032C 的供电电压 VCC 为 5 V, C8051F310 单片机的供电电压为 3.3 V,两个供电电源

共地。本研究为了使 C8051F310 的 RX 口能顺利接收到传输来的信息,先将 HT9032C 的 DOUTC 输出进行电平匹配后再输入到单片机 RX 口(P0.5)进行数据接收。芯片的RDET和 PWDN 端口分别接单片机的 P1.5 口和 P1.6 口。当有振铃信号时,单片机驱动外部语音芯片产生振铃;当接收到有效信号时,触发串口中断接收解调的 FSK 信息,信号的传送速率为 1 200 bps,利用串口对信号进行采集,由此得到 0、1 比特流。本研究将其按 10 位合成字节信息,每个字节起始位是 1,结束位为 0,中间 8 位为信息。最后根据主叫识别的复合数据消息格式(MDMF)提取所需的消息字,得到来电号码和控制信息。

1.3 DTMF 解码部分

本研究采用 Holtek 公司的 DTMF 信号发生芯片 HT9200A 来完成拨号的功能^[9]。芯片采用串口方式工作,通过单片机控制,从芯片 CLK 口输入时钟脉冲,从芯片 DATA 口输入长度为 8 位的二进制数据,当 8 位都输入后,通过 CE = 0 使能 HT9200A,从而产生相应 DTMF 信号,然后输出到电话总线完成拨号。

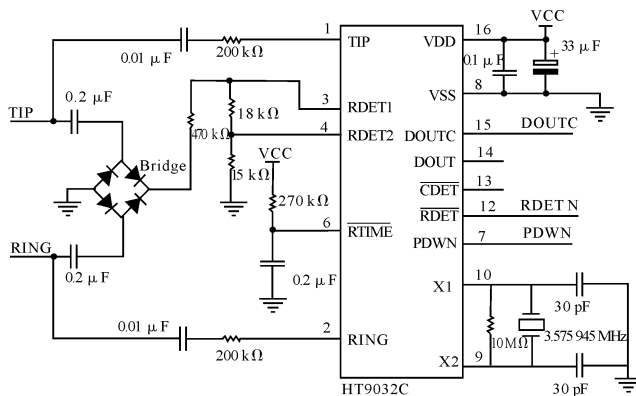


图 3 HT9032C 与 C8051F310 硬件连接图

芯片硬件电路如图 4 所示。DTMF 输出端通过三极管 Q10 与电话总线的连接如图 5 所示。另外,一键拨号和紧急报警等功能就是在此基础之上实现的。

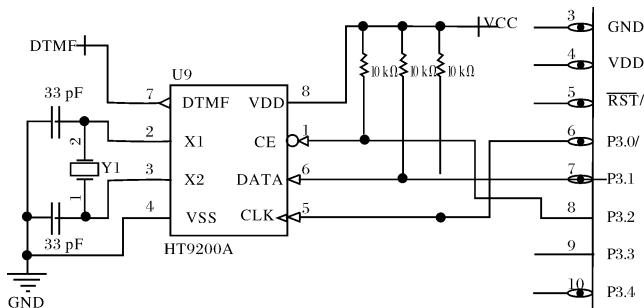


图 4 HT9200A 硬件电路

1.4 通话电路

通话电路如图 5 所示^[10],该电路实现送话和受话,其最主要解决的问题就是消侧音。消侧音主要有两种方法:感应线圈式和电子式两大类。系统采用电子式中的电桥平衡式。

系统送话放大管的输出端为 Q_7 的集电极和发射极,他们就是电桥的一对节点, Q_{12} 是受话电路的输入三极管。图 5 中 4 个端点 A、B、C 和 D 代表的是平衡电桥的 4 个节点。平衡网络是对交流信号而言,所以图 5 中 C_{45} 将 R_{57} 的一端交流接地。

电阻电容的取值只要满足如下公式,就可达到消侧音的效果:

$$(Z_L // R_{AD}) \cdot R_{BC} = Z_{BD} \cdot R_{AC}$$

式中: Z_L —外线路等效阻抗, R_{AD} —A 和 D 间的电阻值, R_{BC} —B 和 C 间的电阻值, Z_{BD} —B 和 D 间的阻抗值, R_{AC} —A 和 C 间的电阻值。

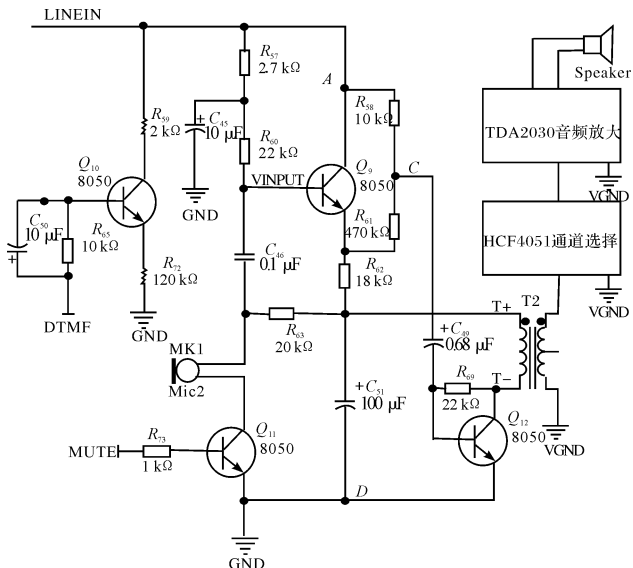


图 5 通话电路

此外,本研究利用单片机选通 8 通道模拟多路选择器 HCF4051 的相应通道,即可实现听筒音量的可调;利用音频功率放大芯片 TDA2030 对音量进行放大,从而成功解决了井下复杂环境给通话带来的影响(图 5 中相应电路用方框简略表示)。

1.5 单片机的输入输出部分

该系统采用 5 片 74HC595 串转并芯片驱动的 1×4 点阵屏作为显示屏,用于拨号和来电的号码显示,控制代码的显示,以及救援引导时左右箭头的显示等等。同时采用 4×4 的矩阵键盘来完成号码的输入、拨号、静音、摘挂机等功能,并用两个独立键盘来完成音量的调节。

2 系统软件设计

系统软件主要由 3 个部分组成,分别为:主程序、定时器 0 中断、串口中断。以下是各部分的流程图和程序功能。

2.1 主程序

主程序流程图如图 6 所示。开始时初始化系统各功能芯片,初始化 C8051F310 单片机 I/O 口和各类变量,设置定时器 0 和定时器 1,确定串口波特率。通过控制实现矩阵键盘扫描、音量调节、振铃检测、点阵显示,以及对来电信息进行判断处理。

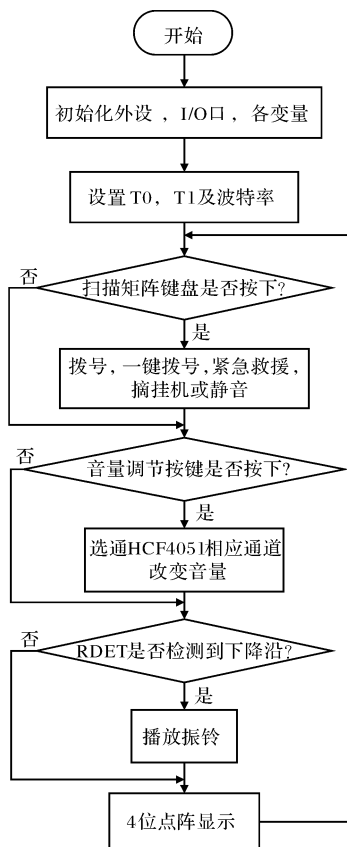


图 6 主程序流程图

2.2 定时器 0 中断

定时器 0 工作在方式 1 工作方式下,主要用来定时 5 s 和 20 s,分别来使点阵屏显示自动恢复到待机状态和无操作后的自动挂机。流程图如图 7 所示。

2.3 串口中断

定时器 1 工作在方式 2 工作方式下,作为波特率发生器,设置波特率为 1 200 bps 来配合 HT9032C 工作。当串口接收到数据时,触发串口中断来接收数据,当接收到消息类型字 0x80 后,开始接收来电信息,具体流程图如图 8 所示。

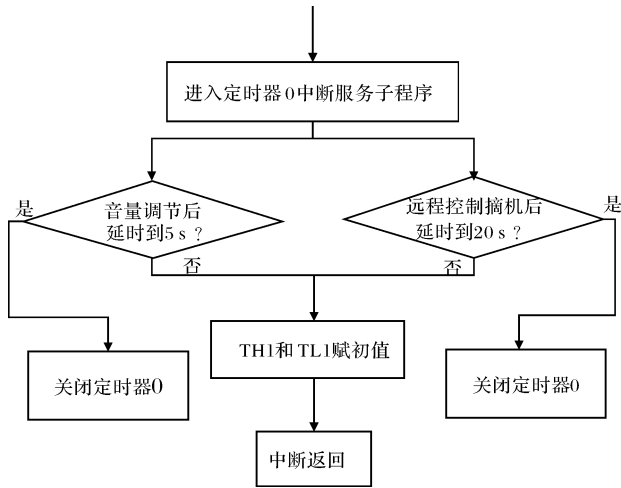


图 7 定时器 0 中断服务子程序

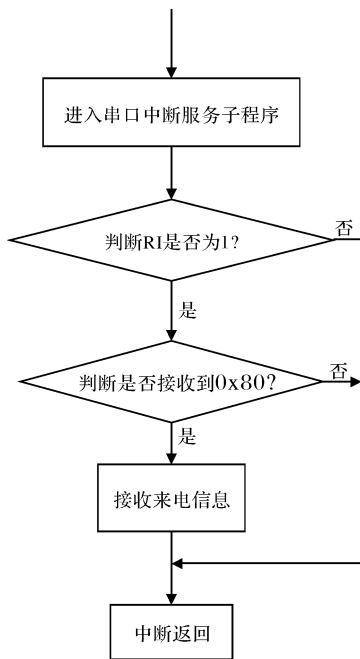


图 8 串口中断服务子程序

本研究对接收到的来电信息进行处理,实现远程控制,流程图如图 9 所示。

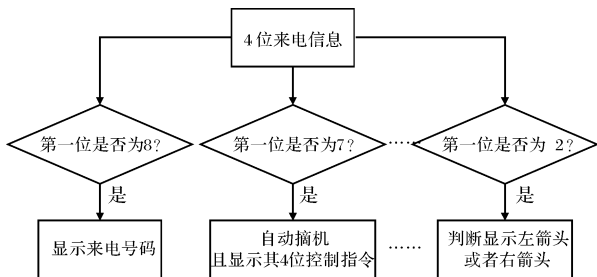


图 9 对来电信息的处理

HT9032C 解码 DOUTC 输出比特信号为:

0x80 0x16 0x01 0x08 0x30 0x35 0x32 0x30 0x31
0x32 0x35 0x30 0x02 0x04 0x38 0x38 0x38 0x38 0x07

0x04 0x38 0x38 0x38 0x38 0xFA。

根据消息字 0x80,可确定信息接收格式为复合数据消息格式,来电显示的日期和时间 05 月 20 日 12 时 50 分,电话号码为 8888,0xFA 是检验字,为了更可靠地接收数据,可将所有数据(包括校验位)和按 256 的模求和,如果最终值为 00,则可证明收到的数据完全正确。

3 结束语

本研究介绍了一个基于 FSK 和 DTMF 制式的矿用语音扩播及远程控制系统,能较好地实现地面对井下以及井下各巷道间的语音通信与远程控制,满足矿用语音扩播及远程控制的需求,该系统应用于矿井这种特殊场合,取得煤矿安全生产许可证,并由山东某矿用公司生产,有一定的实际应用价值。

参考文献 (References):

- [1] SUN Ji-ping, WANG Fu-zeng, PAN Tao, et al. Electromagnetic environments in roadways of underground coal mines and a novel testing method[J]. **Mining Science and Technology (China)**, 2010, 20(2): 244-247.
- [2] 谢安. 一种新型矿井广播电话系统的研究[J]. **科技信息**, 2010(28): 130-131.
- [3] 曹增英, 谢江武. KT-1012 型矿用电话机拨号电路原理及修理[J]. **中国科技信息**, 2009(18): 131-133.
- [4] 郭志强, 赵晓晨, 李海堂, 等. 矿井安全监控后备电源充电功能在地面中心站远程控制的实现方案[J]. **煤**, 2010, 19(3): 31-32.
- [5] XIAO Zhi-hong, ZHANG Ze-xin, CHEN Dan-jiang. Remote-control household devices using telephone network[J]. **ICACTE 2009-Proceedings of the 2nd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering**, 2009(2): 1959-1964.
- [6] 高万兵, 王忠庆, 任一峰. 基于 HT9032C 的新型来电显示器设计[J]. **单片机与嵌入式系统应用**, 2010(3): 49-51.
- [7] LIU Hu, ZHANG Hui. A design of intellectual control module based on CID [J]. **Microcomputer Information**, 2008, 24(26): 59-60.
- [8] 杨穗, 杨恢先, 王子菡, 等. 智能来电显示器的设计[J]. **电子器件**, 2005, 28(2): 450-453.
- [9] 张俊武. 基于 DTMF 技术的单片机远程通信系统研究[D]. 重庆: 重庆大学机械工程学院, 2007.
- [10] 李令奇, 胡广成. 电话机原理与维修[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1992.

[编辑: 李 辉]