

文章编号: 1671-251X(2010)02-0020-04

# 车载无线甲烷断电控制装置的研制\*

王 羽, 卓敬黎, 李 涛, 孙世岭, 张远征

(煤炭科学研究院重庆研究院, 重庆 400037)

**摘要:** 介绍了一种基于红外甲烷检测技术和无线通信技术的车载甲烷断电控制装置的系统组成、硬件电路设计及软件设计。该装置能实现刨煤机附近瓦斯浓度的在线监控, 将瓦斯浓度和断电信号通过无线通信的方式发送到分站, 最终将数据传输到煤矿现有监控系统, 解决了煤矿工作面刨煤机附近瓦斯在线监控和数据传输的问题。

**关键词:** 甲烷检测; 红外技术; 断电控制装置; 无线通信; 车载

**中图分类号:** TD712      **文献标识码:** B

Development of On vehicle Wireless Power off Control Device for Methane

WANG Yu, ZHUO Jing-li, LI Tao, SUN Shi-ling, ZHANG Yuan-zheng

(Chongqing Institute of China Coal Research Institute, Chongqing 400037, China)

**Abstract:** The paper introduced system composition and design of hardware circuit and software of an on vehicle power-off control device for methane based on technologies of infrared detection and wireless communication. The device can realize on line monitoring and control of gas concentration nearby coal plough, send gas concentration signals and power-off signals to substation by wireless communication and eventually transfer the data to existing monitoring and control system of coal mine, which solves problems of on line monitoring and control and data transmission of gas nearby coal plough in working face of coal mine.

**Key words:** methane detection, infrared technology, power off control device, wireless communication, on vehicle

收稿日期: 2009-10-13

\* 科研项目: 煤炭科学研究院2008年科研项目(车载无线甲烷断电控制装置)

作者简介: 王 羽(1981-), 男, 重庆人, 助理工程师, 2003年毕业于重庆大学自动化学院, 现主要从事矿用传感器及便携仪的研发工作。E-mail: kingr1204@163.com

## 0 引言

瓦斯监控是煤矿安全监控系统重要的组成部分, 现在国内煤矿的瓦斯监控系统几乎覆盖了整个矿井, 但刨煤机附近瓦斯在线监控和数据传输一直

- [4] AGUILAR C, CANALES F, ARAU J, et al. An Improved Battery Charger/Discharger Topology with Power Factor Correction[J]. IEEE IECON, 1995(1): 590-595.

- [5] 冯仁斌, 魏晓斌, 胡恒生, 等. 铅酸蓄电池的快速充电[J]. 电源技术, 2003, 27(1): 72-74.

- [6] 吴寿松. 谈铅酸蓄电池的充电接受率[J]. 电池, 2005, 35(5): 388-389.

- [7] 陈静瑾, 余宁梅. 阀控铅酸蓄电池分段恒流充电特性的研究[J]. 电源技术, 2004, 28(1): 32-33.

- [8] 徐伟东, 宣伟民, 姚列英, 等. 基于PSM技术高压脉冲

电源的模拟实验[J]. 电工技术学报, 2008, 23(1): 110-113.

- [9] ITER Joint Central Team and Home Teams. The ITER Pulsed Power Supply System[C]// 17th IEEE/NPSS Symposium Fusion Engineering, 1997, San Diego: 49-496.

- [10] 王久和, 黄丽培. 一种新的电压型PWM整流器无源控制器设计[J]. 电力自动化设备, 2008, 28(10): 38-41.

- [11] 何莉萍. 基于马斯理论的蓄电池充电电流衰减指数研究[J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2008, 35(10): 26-30.

是个难点。工作面现场环境十分恶劣,而且刨煤机在工作面来回移动,传统有线监测设备不便安装、维护和使用。传统车载甲烷断电器采用热催化原理,量程窄,调校周期长;没有数据传输功能,地面监控中心无法掌握现场情况;无备用电源,甲烷超限断电后无法继续监测。基于此,本文提出了一种全新的车载无线甲烷断电控制装置的设计方案,该装置利用红外甲烷检测技术监测甲烷浓度,利用ZigBee无线网络技术将相关监测信息传输到煤矿现有瓦斯监控系统,自带本安后备电源,甲烷超限断电后能继续监测,大大提高了煤矿瓦斯监控系统的安全性。

## 1 装置结构

车载无线甲烷断电控制装置结构如图1所示,由电源箱、无线红外甲烷传感器和无线数据接收转换器等3个部分组成。

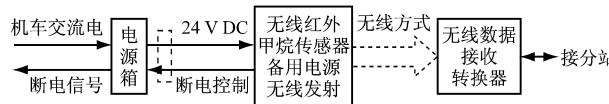


图1 车载无线甲烷断电控制装置结构图

### (1) 电源箱

电源箱将刨煤机上的交流电转换为本安电源供整套装置使用。

电源箱从刨煤机取电,根据不同的交流输入电压选择对应的变压器绕组,经过转换电源板,转换出1路24V本安型电源输出,为整套装置提供电源。电源箱内还安装有继电器,可输出断电触点信号到刨煤机,当瓦斯超限时使刨煤机断电停止工作,起到瓦斯超限断电的作用。

### (2) 无线红外甲烷传感器

车载无线红外甲烷传感器利用非散射红外原理检测甲烷浓度,如甲烷浓度超限时则发出断电信号,同时还可将数据以无线方式发送给无线数据接收转换器(无线发送数据功能通过一块独立的电路板实现。核心芯片是一块16位MCU,利用其输入捕捉功能获取甲烷浓度值,然后通过UART接口与无线发射模块通信,将瓦斯浓度值和断电信号以无线数据方式发送);内部自带本安后备电源,当交流断电后,该电源自动投入使用,维持传感器正常工作。

### (3) 无线数据接收转换器

无线数据接收转换器接收无线红外甲烷传感器发出的无线数据,并将该数据转换为RS485信号或

频率、电流信号传送给分站,进入监控系统,能够在地面实时监控刨煤机周围的甲烷浓度及该设备的供电情况。

## 2 装置硬件电路设计

车载无线甲烷断电控制装置的硬件电路主要包括红外甲烷检测电路、备用电源管理电路和无线发射控制电路3个部分。

### 2.1 红外甲烷检测电路

红外甲烷检测电路由开关电源、红外信号转换、MCU处理3个部分组成,如图2所示。

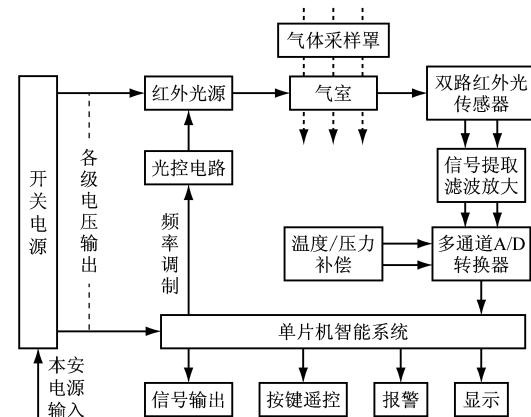


图2 红外甲烷检测电路框图

电源部分采用美国MPS公司的开关电源芯片将本安电源转换为各级电压输出。

红外信号转换部分由光控电路驱动红外光源,红外光经过气室到达双路红外光传感器,通过气室后红外光的能量与甲烷浓度成比例变化。红外光传感器能将红外光能量转换为电信号输出,再经过信号的提取、滤波和放大,就完成了红外光信号和电信号的转换。

MCU处理部分采用美国Silicon Lab公司生产的高性能MCU,其性能稳定,处理速度为普通8位单片机的9倍左右,内部带8KB FLASH程序存储器和看门狗电路,大大简化了CPU的外围电路。另外,该款单片机具有在线编程及调试功能,可方便进行程序修改及调试。MCU主要负责红外光源的控制、A/D转换器采样、数字信号处理和数据传输任务。

### 2.2 备用电源管理电路

备用电源管理电路由单片机及其外围电路、开关电源电路、备用电池充电电路和电源切换电路组成。

单片机选用的是 Microchip 公司的 16 位 MCU, 主要考虑到车载环境需要抗干扰能力强的器件. 其自身内部硬件资源也能满足车载无线甲烷断电控制装置的实际要求。

开关电源电路部分是 2 路开关电源(DC-DC 降压变换), 一路由 24 V 转换为 17 V, 主要为备用电池充电; 另一路由 24 V 转换为 5 V, 为其它电路供电。用 2 路电源供电是考虑到煤矿环境的特殊要求, 因为电路设计成本质安全型, 供电电流和电压必须满足本安条件。

备用电池充电控制电路(如图3所示)选用专业的单通道镍氢电池充电控制芯片,自动检测电池置入与否和电池电压状态,用以控制外部(带MOS管开关控制)的充应回路,达到快速充电和安全充电的目的。芯片内部还采用高精度1mV解析度的模数转换,可精确辨别电池充饱状态。同时单片机监测电池放电时的电压状态,减少了电池过放时对电池的损害。

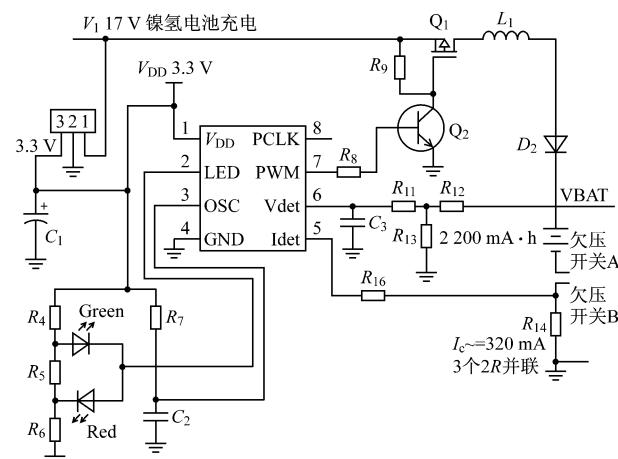


图 3 备用电池充电控制电路图

电源切换电路是指车载供电电源和备用电池电源的相互切换,正常工作时由车载电源供电,断电之后供电电源切换到备用电池。由于两类电源直接相连有能量累积,达不到本安要求,所以采用电源切换电路,控制供电时序。

### 2.3 无线发射控制电路

无线发射控制电路由无线发射模块、无线发射隔离电路和单片机控制电路组成(如图4所示)。由于无线发射会影响甲烷传感器电路,采用光耦和电源模块使无线发射与其它电路隔离。无线发射模块的电源由电源隔离模块提供,该电源隔离模块的输入为18 V DC,输出为5 V 电压差给无线发射模块。

供电。数据传输部分采用光耦实现物理隔离。

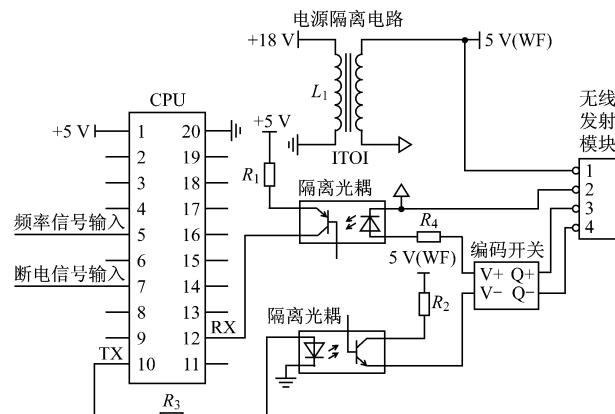


图 4 无线发射控制电路图

### 3 装置软件设计

软件程序采用 C 语言编写, 开发环境为 Microchip 公司提供的 Matlab 8.1 集成开发环境。软件包括 2 个独立完整的程序, 分别用于控制备用电源箱内的电源管理电路和无线发射控制电路。

备用电源箱内的电源管理电路程序流程如图 5 所示。

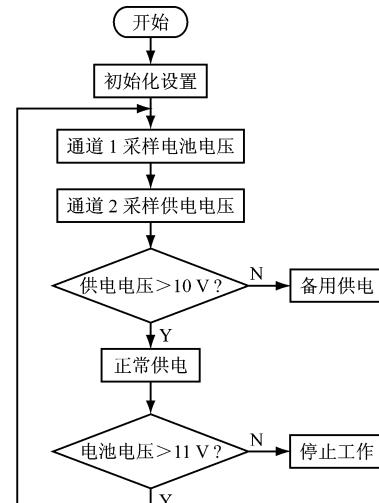


图 5 条用电源箱内的电源管理电路程序流程图

程序首先采集备用电池电压和电源箱供电电压,然后判断电源箱供电电压是否大于10V,若大于则正常工作,设备由电源箱供电;若小于或等于10V则证明设备是备用电源供电。如果一直是电源箱供电,当甲烷超限断电时,外部电源停止供电,需要通过切换电路切换到备用电源供电;如果设备一直是电池供电,当外部电源恢复供电时,需要通过电源切换电路切换到电源箱供电。之后再判断电池电压是否大于11V,若大于则正常工作,若小于或

等于 11 V 则证明电池已经到了放电极限, 装置应该停止工作。

由于硬件电路选用了专业的单通道镍氢电池充电控制芯片, 充电控制可由硬件电路完成, 例如过充保护、充电时间控制、充电电流控制等。该程序检测电池电压是为了实现过放保护, 当电池电压降到一定程度, 如果继续放电将严重影响电池性能。监测电源箱供电电压是为了实现车载供电电源和备用电池电源相互切换的时序控制, 防止电源切换时出现能量叠加, 以达到本质安全电路的要求。

无线发射控制电路程序流程如图 6 所示。程序利用输入捕捉功能循环采集甲烷传感器的频率信号, 并换算为甲烷浓度值, 循环读入 I/O 电平信号, 也就是断电信号。循环采集 10 次之后, 将数据进行滤波处理, 然后加上双重 CRC 效验, 通过 UART (异步接收/发送装置) 将数据发送到无线通信模块。

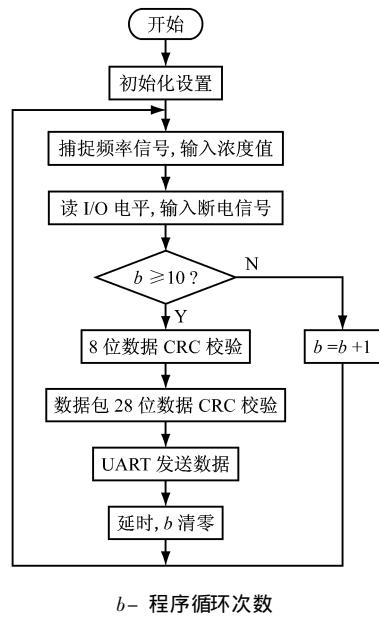


图 6 无线发射控制电路程序流程图

程序利用单片机的输入捕捉模块采集甲烷浓度值, 基准选用了 12 位的定时计数器, 很大程度上减少了甲烷浓度值的传输误差。程序的 8 位数据 CRC 校验验证甲烷浓度值和断电信号的无线传输是否正确; 无线传输是 30 B 数据组成一个数据包, 它是网络传输功能的扩展, 数据包里面包含了用户码、设备属性、读写器地址等信息。程序的 28 位数据 CRC 校验(其中包括 8 位数据位)就是验证数据包的无线传输是否正确, 数据包最后 2 位是前面

28 位数据产生的验证码。程序在无线发射之后加了延时程序, 以控制发送时间, 减少整机功耗。

#### 4 应用实例

车载无线甲烷断电控制装置的现场应用如图 7 所示。笔者在阳泉三矿的一个矿井做了现场工业性试验, 该矿井是一个比较典型的应用环境, 整个采掘工作面长度约为 300 m, 空间高度约为 2.5 m, 宽度约为 4 m。刨煤机在工作面来回往返运动, 切割煤层, 车载断电器就安装在刨煤机上, 从刨煤机取电, 随着刨煤机一起运动, 实时测量刨煤机附近的瓦斯浓度, 然后通过无线通信将数据发送到工作面一端的无线接收设备(如图 7 所示), 无线接收设备与分站连接, 数据通过分站传输到整个监控系统。若发生瓦斯超限断电, 车载断电控制装置立即切断刨煤机电源, 备用电源投入使用, 同时, 断电信息也通过无线传输发送到监控系统。

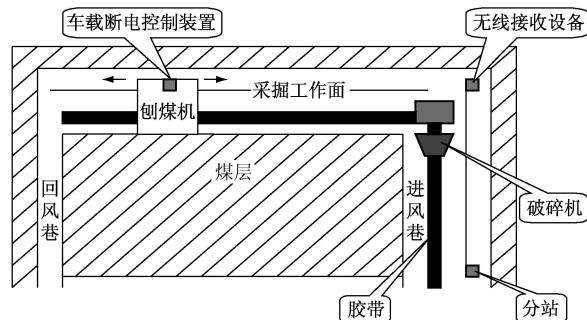


图 7 车载无线甲烷断电控制装置应用实例图

#### 5 结语

本文介绍的车载无线甲烷断电控制装置已在阳泉三矿完成了现场工业性试验。试验结果表明, 该装置解决了煤矿工作面刨煤机附近瓦斯在线监控和数据传输的问题, 有效防止了瓦斯超限作业, 避免了瓦斯事故的发生, 为煤矿安全生产提供了强有力的保障。

#### 参考文献:

- [1] 范辰东. 甲烷传感器安设位置与安全断电的关系 [J]. 煤矿安全, 2006(2).
- [2] 龚孟君, 陈锡洪. JBD-1 型便携式甲烷报警断电仪在矿井瓦斯监控中的应用 [J]. 煤矿自动化, 2000(1).