

基于 MSP430 的矿山通风实时监控系統*

王金振 施云波 修德斌 顾权 吴丹

(哈尔滨理工大学 测控技术与通信工程学院 测控技术与仪器黑龙江省高校重点实验室 哈尔滨 150080)

摘要: 当对地下煤矿进行开采时需要给矿井下的工人提供呼吸空气、需要进行通风。在冬季的东北地区当向井下通风时需要对气体加热,用煤燃烧来加热时就有可能出现因燃烧不完全而产生一氧化碳(CO),CO是有毒可燃性气体,会对矿工的生命产生威胁。本系统设计了一种基于MSP430单片机的实时监控系統,该系统对矿山通风通道中的一氧化碳浓度、风速和温度进行实时监控,经实验测试本系統达到了对各参量精确、实时监控的目的,为矿井下工人安全工作提供了保障。

关键词: 430 单片机;一氧化碳;风速;温度

中图分类号: TP206+.1 **文献标识码:** A

Mine ventilation real time monitor system based on MSP430

Wang Quanzhen Shi Yunbo Xiu Debin Gu Quan Wu Dan

(The higher educational key laboratory for Measuring & Control Technology and Instrumentations of Heilongjiang Province, School of Measurement-Control Tech & Communications Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080)

Abstract: When underground coalmine is exploited, air should be supplied to workers for breathing. Ventilation is needed as well. In northeast winter, air should be warmed up when the downhole is ventilated. CO, a poisonous combustible gas which will threaten underground workers' lives, might be brought out in consequence of inadequate combustion if coal was used to heat the air. A real-time monitoring system, based on MSP430 singlechip, has been designed to monitor and control the concentration, wind speed and temperature of carbon monoxide in the mine ventilating. Experiments proved that this system can monitor and control all parameters precisely and real-timely and can provide guarantee for work safety of the underground workers.

Keywords: 430 singlechip; CO; wind speed; temperature

0 引言

煤炭被人们誉为黑色的金子,工业的食粮,它是18世纪以来人类世界使用的主要能源之一。虽然它的重要位置已被石油所代替,但在今后相当长的一段时间内,由于石油的日渐枯竭,必然走向衰败,而煤炭因为储量巨大,加之科学技术的飞速发展,煤炭汽化等新技术日趋成熟,并得到广泛应用,煤炭必将成为人类生产生活中的无法替代的能源之一^[1]。

煤矿按照开采方式分类有露天煤矿和地下煤矿。地下煤矿在开采的时候需要给井下矿工提供空气,在冬季的东北地区当往地下通道注入气体时需要把气体加热,而煤矿加热显然用煤燃烧来加热,用煤炭来加热则有可能因煤炭燃烧不完全而产生一氧化碳(CO),如果CO浓度超过标

准,那么注入井下的气体就会对矿工生命产生危险,因此要对CO浓度进行监控^[2-4]。本系統将实现对CO浓度的精确测量和实时监控,同时采用风速和温度传感器对通风进行监控以便确定风量和温度。

1 系統组成

本系統主要由以下几大部分组成:CO浓度测量部分、温度测量部分、风速测量部分、显示部分、键盘设置部分、声光报警部分、基于MSP430F149单片机为核心的数据采集、处理、控制部分。系統总体框图如图1所示。

系統在实际工作时,CO测量部分、温度测量部分、风速测量部分把相应的参量分别转换为电压信号、数字信号、电流信号传送给430单片机核心处理部分,核心处理部分把电流信号转换成电压信号,再通过430F149的12位A/D

* 基金项目:国家自然科学基金资助项目(No. 60772019),黑龙江省教育厅科学技术研究项目(11541047),黑龙江省研究生创新科研项目(YJSCX2009-042HLJ),哈尔滨市科技创新人才研究专项资金(2010RFXG009)

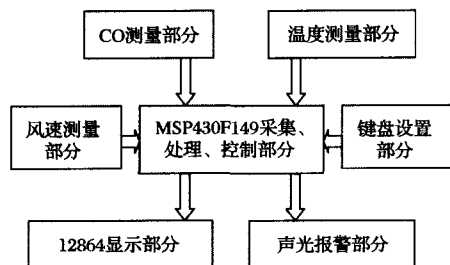


图1 系统总体框图

转换为数字信号进行采集,对采集到的数据进行处理同时在液晶12864上显示出来,在MSP430F149单片机的flash中存储着用用户设定好的CO浓度报警值,当测量的CO浓度超过报警值时则430单片机进行声光报警,以此提醒用户采取措施,声光报警为蜂鸣器和红色LED小灯的同节奏鸣响和闪烁。如果用户想改变报警值则可以通过键盘进行设置,设置完成后报警值会被重新保存到flash中,其值不会因为掉电而丢失。

2 系统硬件设计与实现

整个监控系统从硬件上可以分为以下5个模块:电源及基准电压模块、CO探头及其变送器模块、风速模块、温度模块、按键报警和显示模块。

2.1 电源及基准电压模块

本监控系统用到的电源有+12 V、-12 V、+24 V、+5 V,这些电压由开关电源提供。430单片机工作需要+3.3 V,SM1117可以将+5 V转变到+3.3 V,电路图如图2所示。供给430F149的A/D基准电压为2.5 V,用TL431

可以很容易搭建出电路得到这个电压。如图3所示。

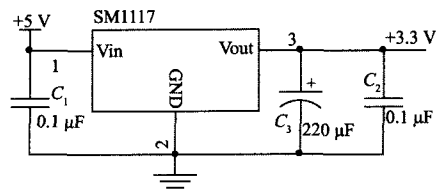


图2 +5 V转换为+3.3 V

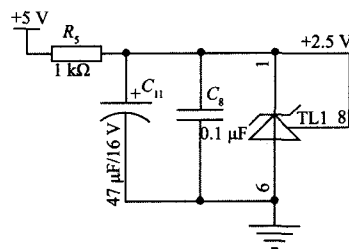


图3 2.5 V基准电压

2.2 CO探头及其变送器模块

CO是有毒可燃性气体,本系统采用的探头为电化学原理的高灵敏度探头。其测量范围为:0~1 000 × 10⁻⁶,具有选择性好,重复度高等优点,其输出电流为:(55 ± 10) nA × 10⁻⁶,将探头输出的电流信号转变为电压信号并进行放大,放大采用LM2904,其电路如图4所示,本系统的设计放大倍数为2 000,对应0~100 × 10⁻⁶输出0~1.1 ± 0.2 V,12位A/D在基准电压为2.5 V的条件下分辨率可以达到(2.5 - 0)/4095 ≈ 0.000 6 V,其对应的CO浓度大约为0.06 × 10⁻⁶,足以满足实际的要求。电路原理如图4所示。

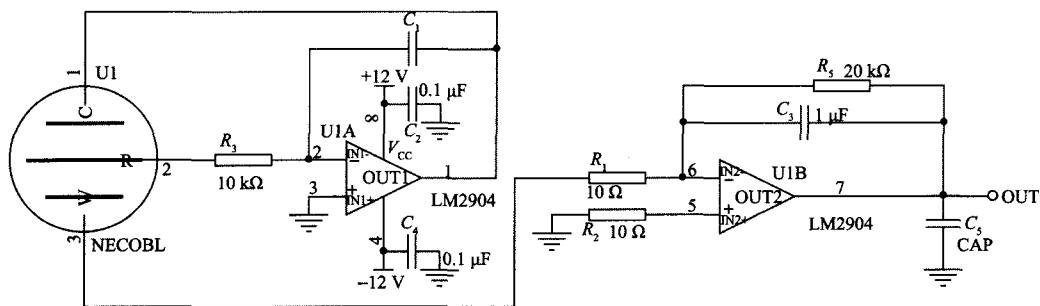


图4 CO变送器模块电路原理

2.3 风速模块

本系统采用的风速模块为热模式风速传感器^[5]。其对应0~25 M/S输出4~20 mA工业标准电流信号,经由一个100 Ω的电阻转换为0.4~2.0 V的电压信号,由430的A/D采集成数字信号。此模块的100 Ω电阻的布局PCB板时要注意,其位置要尽量离430单片机的A/D测量管脚近些,这样才能使因地电位造成的影响尽量小,否

则输出会变为0.3几伏到1.9几伏。

2.4 温度模块

根据系统工作的温度环境,选择高分辨率的数字型温度传感器DS18B20完全能满足,DS18B20是DALLAS公司生产的1-Wire型数字温度传感器,具有12位的精度^[6-7]。温度模块的主要作用是修正CO浓度,其次是作为一个监控参量。

2.5 按键、报警和显示模块

按键有 5 个,分别是<设置/完成>、<选位>、<加一>、<减一>、<复位>,对应的功能是进入设置状态、选择要设置报警值的位(个,十,百位)、对选择的位进行加一操作、对选择的位进行减一操作、系统复位。报警模块为蜂鸣器和在前面板的 LED 灯。

显示模块为 12864 液晶,显示的画面如下:从开机到正常工作如图 5 所示;进入设置状态后如图 6 所示。

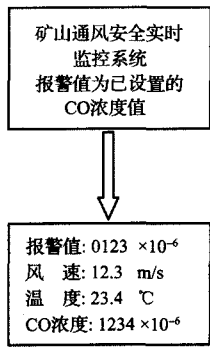


图 5 开机到正常工作液晶显示画面

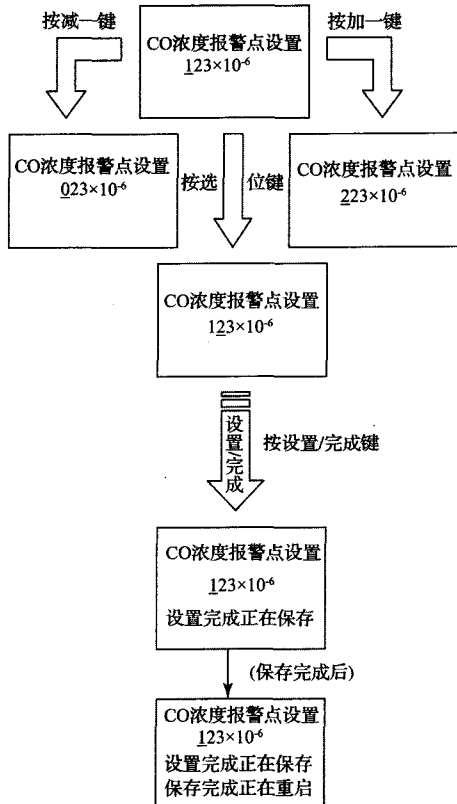


图 6 进入设置状态液晶显示画面

3 系统应用软件设计

本系统的软件都是在 IARforMSP430 中用 C 语言编写的,软件实现对整个系统的控制,对数据的处理和运算^[8]。软件有以下 4 个主要部分:主程序、外中断服务程序、A/D 中断服务程序、定时器中断服务程序。

系统上电复位后,主程序依次初始化相关寄存器设置,读取 flash 中存储的 CO 报警值,使能外中断,使能 A/D 中断,使能定时器中断,开总中断,显示(报警值信息等),开始定时器计数,等待进入设置状态,如果进入设置状态则等待用户设置完成,储存用户设定值到 flash 中,打开看门狗,不喂狗等待看门狗使系统复位。主程序流程图如图 7 所示。

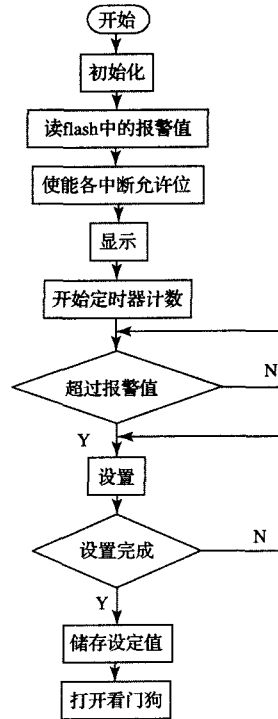


图 7 主程序流程图

外中断服务程序主要是当用户按<设置/完成>按键后使程序进入报警值设置状态。定义一个全局变量作为进入设置状态的标志,当有外中断时首先置位此全局变量以告诉主程序进入设置状态,再关闭总中断,显示设置界面后退出此中断服务程序。

A/D 中断服务程序要完成对 A/D 转换值的保存,同时读取温度值,把处理后的各参量值显示在液晶上。当 CO 的浓度超过报警值时置位全局变量报警标志位。流程图如图 8 所示。

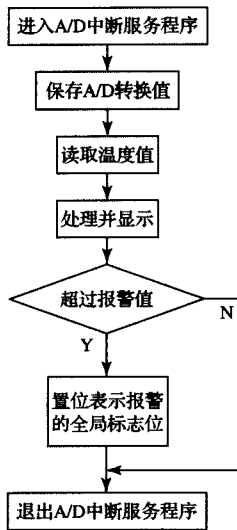


图8 A/D中断服务程序流程图

定时器中断服务程序作用主要是使A/D采集以一定的频率进行。定时器的周期为固定的,当有中断时使能单次的A/D采集,如果全局变量报警标志位置位则以定时器的周期进行报警。流程图如图9所示。

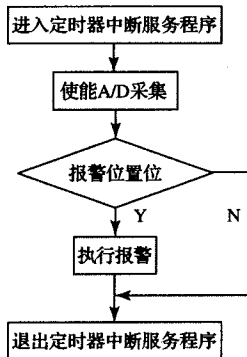


图9 定时器中断服务程序流程图

4 实验数据与分析

在大量的数据中选取两组具有代表性的数据进行分析,实验数据如表1。在室温为14.9℃、风速为0 m/s的条件下,在一个容积为6.3 L的玻璃容器中注入一定的CO气体使容器内气体浓度分别为 50×10^{-6} 和 100×10^{-6} ,第一次测试到的数据为容器静放后分别注入的气体;第二次的的数据是第一次完成后将容器内气体排空后紧接着进行实验得到的。

表1 系统测量浓度与实际浓度对比

实际气体浓度 $\times 10^{-6}$	第一次 $\times 10^{-6}$	第二次 $\times 10^{-6}$
0	0	0
50	39	48
100	76	103

通过表可以看到第一次的实验数据误差很大,这是因为当容器静放后容器内的CO浓度几乎为零,当第一次注入气体后玻璃容器的壁会附着CO气体,造成容器内的浓度与实际的浓度有误差,浓度越高则附着的气体分子就会更多,所以浓度越高误差越大;第二次注入气体时,由于第一次的实验已使容器壁附着气体所以第二次的误差就会变小。第二次的误差属于正常的误差范围,因为注入气体是通过注射器注入的,每次注入的气体不可能完全标准,例如当想得到 100×10^{-6} 的浓度时需要注入0.63 mlCO,但是用注射器抽取气体时不可能正好为此值。所以系统测量得到的浓度肯定会出现误差。

5 结论

基于MSP430F149单片机的矿山通风实时监控经过试验达到了预定的目的,实现了实时对通道气体的监控。系统将进一步进行研究,将加入无线和上位机。无线可以实现远程的监控,上位机可以实现对数据的记录,当需要时可以对保存的数据进行分析。

参考文献

- [1] 刘忠富,游国栋,于为民. 新型低功耗CO检测系统的研制[J]. 自动化仪表, 2008,10: 60-63.
- [2] 王小增,杨久红. CO浓度检测仪表硬件电路设计[J]. 仪表技术与传感器, 2007(6):19-21.
- [3] 蔡明伟,于国庆. 常温条件下的CO监控系统设计[J]. 河北工业科技, 2009(7):257-258.
- [4] 张骅,沈广平,吴剑,等. 一种MEMS热风速计的系统级封装[J]. 传感技术学报, 2008(4):571-573.
- [5] 胡天明,齐建家. 基于DS18B20的数字温度计设计及其应用[J]. 黑龙江工程学院学报:自然科学版, 2008(6): 59-62.
- [6] 徐芳芳,刘国庆,管叶青. 基于MSP430单片机的多点温度监测系统[J]. 河北工程学院学报:自然科学版, 2009(12):29-32.
- [7] 宋玲,施云波,修德斌,等. 基于MSP430的气体传感器批量测试系统[J]. 电子测量技术, 2009(10):77-80.
- [8] 熊庆国,文昕,周林波. 基于MSP430的气体浓度测量仪的设计[J]. 仪器仪表学报, 2009(10):77-80.

作者简介

王全振,男,1985年10月出生,哈尔滨理工大学硕士研究生,主要研究方向为电力电子与电力传动。

施云波,男,哈尔滨理工大学教授,博士生导师,主要研究方向为MEMS微系统、传感器、检测技术等。

E-mail: shiyunbo@126.com