

文章编号: 1671-251X(2010)05-0082-04

无线瓦斯传感器的设计

朱尚嵩, 郁春雷

(江苏三恒科技集团有限公司, 江苏 常州 213022)

摘要: 针对传统的有线传感器存在井下布线繁琐、线路依赖性强、安装布设维护成本高等缺点, 提出了一种无线瓦斯传感器的设计方案, 重点介绍了传感器硬件和软件及无线传感器路由的设计。该无线瓦斯传感器克服了传统传感器的缺陷, 可实时监测井下任何地点的传感器数据信息, 覆盖范围广、通信可靠性好、灵活性强。

关键词: 无线传感器; 瓦斯传感器; 传感器节点; 路由

中图分类号: TD712 **文献标识码:** B

0 引言

无线传感器顾名思义就是具有无线通信功能的各种传感器, 市场上各类传统的传感器如瓦斯传感器、温度传感器、CO 传感器等只要加上无线通信的功能就是实际意义上的无线传感器。无线传感器克服了传统传感器数据通信上的局限。传统意义上的传感器的一般通信方式都是有线的, 通过传输线将监测到的数据上传到监控中心, 甚至有些传感器根本没有通信能力, 只能作为单点的监测使用, 存在很大的局限性, 即使组成网络也只是局部的几个设置点, 监控的也只是固定地点的传感数据, 缺乏灵活性和覆盖能力。我国煤矿使用着各种各样的传感器, 绝大多数都是传统的有线传感器, 井下布线繁琐、线路依赖性强、安装布设维护成本很高, 一旦出现事故, 特别是发生爆炸事故时, 传感器设备及线缆往往会受到致命的破坏, 不能为搜救工作及事态检测提供信息。另外, 大多传输线都以基带信号的形式传输传感器信号, 信号很容易受电阻、电容等因素的影响而衰减, 外部电磁干扰也会加快信号的衰减。

无线传感器由于具有无线通信的功能, 克服了以上传统传感器的缺陷。它能够实时监测井下任何地点的传感器数据, 覆盖范围广, 通信的可靠性好, 灵活性也强。一旦组成无线传感网络, 将会形成

一个实用性很强的网络, 在军事、环境、医疗及其它工业领域具有广阔的应用前景和较高的应用价值。在传输方面, 无线信号采用扩频通信, 它在提高信号接收质量、抗干扰、保密性、增加系统容量方面都有突出的优点。

目前, 我国煤炭企业安全生产形势较为严峻, 安全问题已成为制约煤炭工业发展的突出问题之一。由于其本身地域环境比较恶劣, 情况比较复杂, 针对煤矿行业的一系列监测监控系统产品的研制是非常必要的。在这些煤矿安全事故中, 瓦斯爆炸一直是一个最具有杀伤力的杀手, 我国每年死于煤矿事故的罹难者中有 80% 是因为煤矿瓦斯爆炸, 特大的瓦斯爆炸事故可致几十到上百人于死地, 因此, 对瓦斯气体浓度的监测将变得很重要。针对无线传感器的众多优点, 笔者设计了一款无线瓦斯传感器, 监测的瓦斯数据可通过无线形式实时地汇送到监控中心。

1 无线瓦斯传感器的硬件组成

图 1 为无线瓦斯传感器的硬件框图。MC13211 为无线瓦斯传感器的核心芯片, 内置 Freescale 公司生产的 HCS08 系列单片机和无线射频 Modem, 所有的硬件模块都是围绕它来设计的。电源部分用的是可充电的锰酸锂电池, 工作电压为 3.2~4.2 V, 分取电池电压值的一半作为欠压检测的模拟量输入。电源稳压芯片 TPS76328 提供 2.8 V 输出给传感头和主芯片供电, 主芯片的工作电压不低于 2.7 V, 只要锂电池的电压不低于 3 V, 无线瓦斯传感器就能正常工作, 处于 3~3.3 V 时无线瓦斯传感器正常工作并处于欠压报警状态, 低于

收稿日期: 2010-01-28

作者简介: 朱尚嵩(1980-), 男, 江苏高邮人, 工程师, 东南大学软件学院在读硕士研究生, 江苏三恒科技集团有限公司副总经理兼技术中心主任, 已开发多个产品, 拥有 3 项发明专利。E-mail: rui854@163.com

3 V 时无线瓦斯传感器无法正常工作, 默认关机电压可设为 3.2~3.3 V。

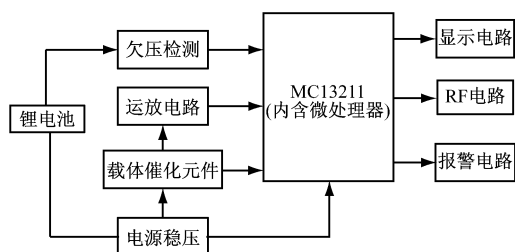


图1 无线瓦斯传感器硬件框图

载体催化元件用来采集瓦斯气体的浓度, 经运放电路放大后送给 MC13211 进行数据采集处理。处理好的数据通过外接的液晶显示模块显示, 同时打包并发送。另外无线瓦斯传感器对采集的每一组数据都进行相应的超标检测, 一旦瓦斯浓度超标(瓦斯报警点可以自己设定)就立即报警。无线射频电路(RF 电路)含发送和接收 2 个电路, 共用一个天线, 所以同一时刻只能运行发送和接收中的一个状态, 属于半双工通信。显示电路用的是液晶模块 LCM 046, 该电路带有液晶驱动芯片, 并带有蓝色的背光屏, 可以在井下黑暗无光线处清楚显示, 显示屏共有 4 位段码, 可以显示 4 个阿拉伯数字, 本无线瓦斯传感器只用了其中的 3 个, 瓦斯浓度精确到小数点后面 2 位, 测量范围为 0.00%~4.00%。

2 无线瓦斯传感器的软件设计

无线瓦斯传感器的软件处理芯片使用的是 Freescale 公司 HCS08 系列中的 MC9S08GB60 单片机。它是一款集成在射频 Modem 中的 8 位单片机, 有 ADC 模块、SPI 模块、I²C 模块、定时计数器、UART 模块等资源。本设计中, 该单片机主要完成的任务: 瓦斯浓度处理、显示、超标检测、电池电量检测、欠压报警关机、无线 Modem 的 SPI 驱动、打包发送与接收、声光报警等。关机时单片机处于低功耗状态, 并关闭外围的所有电路(除电源模块部分), 使功耗尽可能地降为最低, 按键主动关机或欠压自动关机都可使无线瓦斯传感器进入关机低功耗状态。软件程序的流程如图 2 所示。

为了提高无线瓦斯传感器的稳定性和可靠性, 无线瓦斯传感器在程序环节加了很多容错与优化措施:

(1) 瓦斯采集部分增加重复检测方法: 在检测瓦斯浓度时, 采用重复检测的方法提高瓦斯浓度采集的稳定性与准确性, 每个周期采集 10 次, 每隔

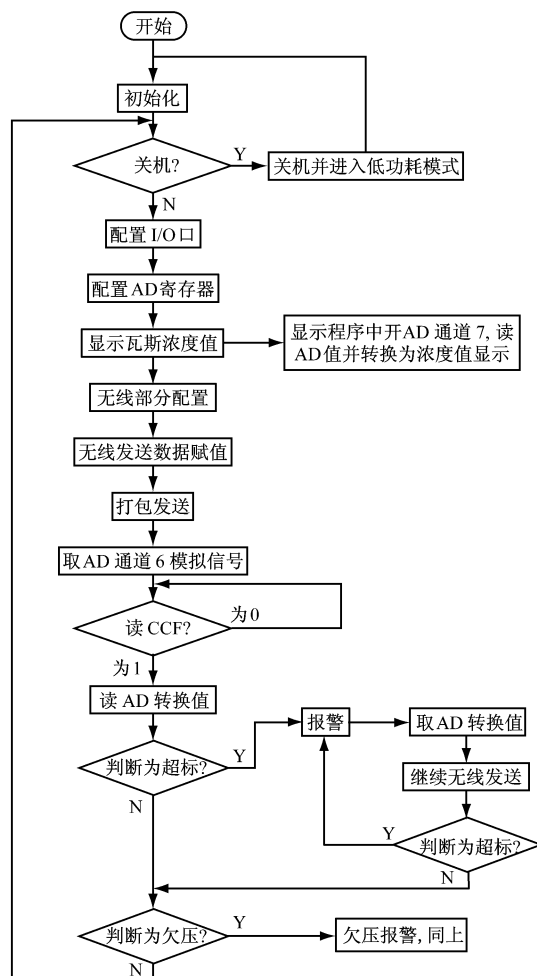


图2 无线瓦斯传感器软件程序流程

1 ms(ADC 转换时间为 μ s 级)采集一次, 采满 10 次后丢弃最大值和最小值, 然后取剩下 8 组数据的平均值作为这个周期瓦斯采集的转换值。电池电压检测部分采用同样的方法采集电量值。

(2) 欠压检测部分重复检测: 每隔 1 min 进行一次欠压检测, 若检测到一次欠压, 则接下来每隔 1 ms 检测一次电池电压, 如果连续 10 次检测都是欠压状态, 则认为传感器处于欠压状态并报警显示电池电量, 低于关机电压则关机。若 10 次中有一次不是欠压状态, 则消除欠压报警, 恢复正常的工作状态。

(3) 瓦斯参数冗余保存: 瓦斯曲线部分的零点值、放大倍数、非线性系数、报警点值等关键参数保存在闪速存储器 FLASH 中, 这样即使掉电, 这些重要的参数也不会丢失。为了提高数据存储的准确性, 对这些参数进行不同扇区的冗余保存, 上电后分别从这 2 个扇区读取这些参数, 若两者一致, 则成功上电并初始化。

(4) 软件拦截: 当窜入单片机系统的干扰作用

在 CPU 部位时将使系统失灵。最典型的故障是破坏程序计数器 PC 的状态, 导致程序从一个区域跳转到另一个区域, 或者程序在地址空间内乱飞, 或者陷入死循环。为了防止程序在地址空间内“乱飞”问题, 程序中设置了一个环环相扣的变量 flag, 基本思想如下:

```
while(1)
{
    函数 1
    {
        .....
        flag+ + ;
        .....
    }
    函数 2
    {
        .....
        flag+ + ;
        .....
    }
    if(flag = 2)
    {
        正确处理
        flag = 0;
    }
    else
    {
        错误处理;
    }
}
```

这种方法对程序“乱飞”现象有比较好的抑制效果, 而对于死循环问题, 本程序采用看门狗单点喂食的方法来解决。

3 无线瓦斯传感器通信网络

无线瓦斯传感器的通信网络采用树型拓扑结构, 如图 3 所示。网络由 2 个重要组成部分: 无线基站与无线瓦斯传感器节点。其中无线瓦斯传感器节点又分多种等级, 与无线基站直接相连的为路由节点, 与路由节点相连的为一级节点, 与一级节点相连的为二级节点,。该路由采用 TDM 和 FDM 相结合的方式, 发送和接收分不同的时间和信道, 节点在向上级节点传输数据的时候是按照属于自己的时间和信道来传输的。

每个无线瓦斯传感器接入网络时默认为路由节点, 与无线基站链接, 若得到无线基站的确认则该传

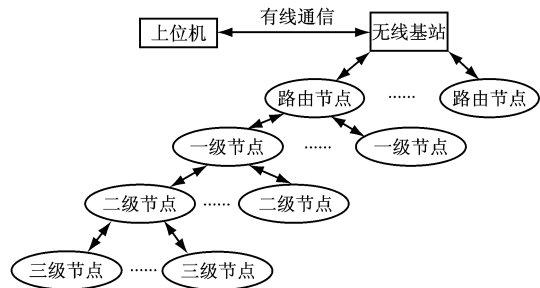


图 3 无线传感器通信网络拓扑结构

感器节点即为路由节点, 否则降级为一级节点, 寻找路由节点与其链接, 得到路由节点的确认则该节点即为一级节点, 否则继续降级为二级节点,。整个通信过程中所有节点大部分时间处于接收侦听状态, 保证下级节点数据的可靠接收, 剩下一部分时间用来向上级节点发送数据, 发送完成后等待上级节点的确认, 若在设定时间内没有收到上级节点的确认, 则重新发送一次。若连续 3 次发送都没有收到上级节点的确认, 则认为该节点断开网络, 重新进入网络链接状态。为了防止数据的累积泛滥, 下级节点在向上级节点发送数据并得到上级节点的确认后, 清除缓冲区中保存的所有数据。

4 结语

本文重点介绍了无线瓦斯传感器的硬件和软件设计。该无线瓦斯传感器克服了传统传感器的缺陷, 可实时监测井下任何地点的瓦斯浓度, 具有瓦斯浓度的采集处理与显示、电源电量的采集检测与显示、瓦斯浓度超标报警(可任意设置瓦斯报警点)和电源电量欠压报警、按键控制运行模式的转换、瓦斯浓度数据的无线发送、低功耗省电模式等功能, 覆盖范围广、通信可靠性好、灵活性强。

目前, 该无线瓦斯传感器已进入测试工作阶段, 测试数据证明, 不管是甲烷浓度测量还是无线通信都达到了较好的效果。计划在未来时间内推向市场, 进行少批量的市场跟踪。

参考文献:

- [1] 于海斌, 曾 鹏, 梁 桦. 智能无线传感器网络系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [2] 朱 洲, 曹长修. ZigBee 技术及其应用 [J]. 电子测量与仪器学报, 2005(增).
- [3] 周怡挺, 凌志浩, 郑丽国. 短程无线通信协议技术 ZigBee 进展及其应用 [C] // 2005 年全国单片机与嵌入式系统学术交流会议论文集. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

文章编号: 1671-251X(2010)05-0085-03

基于嵌入式系统的煤矿主通风机 在线监测系统的设计

刘伟伟, 任子晖, 李 宁, 王 巍

(中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 目前, 煤矿主通风机在线监测系统多采用“硬件基于工控机, 软件基于组态”的方案, 该方案的缺点是体积较大、成本较高、系统不稳定。针对该缺点, 提出了一种以 S3C2440 为硬件平台和嵌入式 Linux 操作系统为软件平台的煤矿主通风机在线监测系统的设计方案, 并详细介绍了系统硬件组成和软件设计。该系统能够实时监测主通风机的风量、振动、电压和电流等参数, 并可实现远程浏览本地数据的功能。

关键词: 矿井; 主通风机; 在线监测系统; S3C2440; Linux

中图分类号: TD635 **文献标识码:** B

Design of Online Monitoring System of Main Ventilator in Coal Mine Based on Embedded System

LIU Weiwei, REN Zihui, LI Ning, WANG Wei

(School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract: At present, on-line monitoring systems of main ventilator in coal mine generally use the scheme of IPC-based hardware and configuration-based software and the scheme has many disadvantages such as large volume, high cost and unstable system. For above disadvantages, a design scheme of on-line monitoring system of main ventilator in coal mine based on S3C2440 hardware platform and embedded Linux operation system software platform was put forward, and the system's hardware composition and software design were introduced in details. The system can realtimely monitor parameters of air volume, vibration, voltage and current of main ventilator, and its local data can be remotely browsed.

Key words: mine, main ventilator, on-line monitoring system, S3C2440, Linux

0 引言

煤矿主通风机是煤矿“四大件”之一。煤矿主通风机的运行正常与否关系到整个煤矿的生产安全和效益, 因此, 必须时刻监测主通风机的运行状况。影响主通风机工作状态的主要因素有风机相关部位的

温度、风机电动机的电压和电流、风机的振动参数等。目前, 煤矿上应用较多的主通风机在线监测系统大多采用“硬件基于工控机, 软件基于组态”的方案。这种方案组合的缺点一是由于采用工控机, 所以体积较大、成本较高; 二是由于工作环境恶劣, 所以导致监测系统不稳定。鉴于此, 本文提出一种以 S3C2440 为硬件平台、Linux 操作系统为软件平台的嵌入式煤矿主通风机在线监测系统设计方案, 对煤矿主通风机进行在线监测, 同时可在中央集控室 PC 机上通过 Internet 浏览监控参数, 达到远程监控

收稿日期: 2010-01-11

作者简介: 刘伟伟(1986-), 男, 河南新乡人, 中国矿业大学信电学院在读硕士研究生, 研究方向为通风机在线监测和谐波治理。
E-mail: lw_cumt@126.com

- [4] 彭 瑜. 低功耗、低成本、高可靠性、低复杂度的无线电信协议——ZigBee[J]. 自动化仪表, 2005(3).
- [5] 陈淑娟. Zigbee 技术简介及其在无线传感网络中的应用研究[C]//中国航海学会通信导航专业委员会 2004

- 学术年会论文集. 大连: 大连海事大学出版社, 2004.
- [6] 煤炭科学研究总院重庆分院, 煤炭科学研究总院抚顺分院. AQ 6207—2007 便携式载体催化甲烷检测报警仪[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2007.