

# 基于 ZigBee 的新型矿山压力监测系统的研究

张金薇, 徐焕超

(中国矿业大学 机电与信息工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 设计了基于 ZigBee 的新型矿山压力检测系统, 通过对矿山压力的实时监控, 可以及时发现危险并进行处理, 极大地提高了矿下安全, 使工作人员的生命财产得到保障。

**关键词:** ZigBee 技术; 矿山压力监测; 无线传感器网络。

中图分类号: TD326

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)18-0082-02

## Study on a new type of mine pressure monitoring system based on ZigBee

Zhang Jinwei, Xu Huanchao

(College of Electrical and Information Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China)

**Abstract:** New mine pressure detection system based on ZigBee is designed. By monitoring real-time of mine pressure, it detect dangerous and deal with incidents. The system greatly improves mine safety, and protects the staff of life and property.

**Key words:** ZigBee technology; mine pressure monitoring system; wireless sensor networks

煤炭行业是我国重要的基础能源行业, 在我国能源供给结构中占有重要的战略地位。这几年, 我国煤矿事故时有发生, 给人们的生命、财产都带来了巨大的损失。因此矿井安全受到广泛的关注, 如何对矿山压力进行实时检测也是人们关注的焦点。

现有的矿井检测系统多通过有线传感器网络检测固定地点的矿下巷道顶板压力。有线通信方式布线复杂、成本昂贵, 在矿井建设初期如果规划不完善, 可能遗漏监测点。而新型无线矿山压力传感器可随时增加/减少监测节点并进行组网, 使前期规划更简捷。由于矿井巷道和工作面是会进行动态延伸变化的, 而有线传感器网络的结构是相对固定, 只有无线传感器才能灵活地变动组网方式、放置位置, 更好地适应矿井巷道的变化方式。在煤矿开采过程中, 由于对某区域的探索性开采而形成长度无法预知的探测巷道, 探测巷道随时可能被废弃或者增加掘进深度, 有线传感器网络容易增加开采成本并且造成资源的浪费。无线传感器则可回收重复利用, 节约成本, 减少布线费用。

目前虽然有些矿井压力监测设备采用了红外无线传输的方式采集压力数据, 但红外线传输一旦在传输线路上受到阻挡就无法正确传输数据。本文选用 ZigBee 无线电波传输, 保证了传输的可靠性。ZigBee 是一种短距离、低功耗、低成本的无线网络技术, 具有延时短、免许

可无线通信频段、多种组网方式、大容量网络等优势。将压力传感器安装于各检测点, 实时检测巷道顶板压力, 并通过无线传感器网络通信技术将数据发送至汇聚节点(基站)。汇聚节点与监控管理中心通过公共网络等进行通信, 通过这种方式用户对收集到的数据进行处理分析, 以便做判断或者决策。

### 1 功能综述

我国矿井地质构造复杂, 并随着开采巷道的加深, 出现多种顶板问题。随着时间推移, 可能出现顶板下沉、两帮鼓出、工作面冒顶垮落等问题<sup>[1]</sup>。本文设计的矿山压力检测系统以 ZigBee 技术做为无线传输的基础。

首先选用 GD-307 型矿用顶板压力传感器安置在各监测节点。该传感器实时采集顶板压力与位移量, 并按时将采集数据转换为标准电信号输出。然后各检测节点进行无线组网, 确定各节点的地理位置, 将传输进来的数据与阈值进行比较。若发现检测量超过阈值, 马上启动蜂鸣器进行警报, 再将检测量与地理位置、时间等数据打包, 传送到上位机。如检测量未超过阈值, 则直接将数据打包传送到上位机。等待是否上位机有回复命令, 若有则执行命令。没有则继续以上程序。

### 2 硬件设计

本系统的硬件设计主要兼顾了系统的安全性、实时性和可靠性几个方面。选用专业矿下传感器, 隔爆且灵

## 应用奇葩

Example of Application

敏度高。

本文所设计的新型无线矿山压力监测系统由矿山压力监测节点和上位机组成,众传感器可以独立、可靠地工作。无线矿山压力传感器位于各个监测点,实时监测矿井巷道顶板压力,对比设置的压力阈值。若超过阈值,则及时发出警报,并将所得到的信息通过 ZigBee 无线网络发送给上位机<sup>[2-3]</sup>,使上位机可以储存信息,便于对事故的监控和预测。

无线瓦斯监测传感器硬件结构如图 1 所示,由数据采集单元、微控制器单元和通信单元、电源单元 4 部分组成。

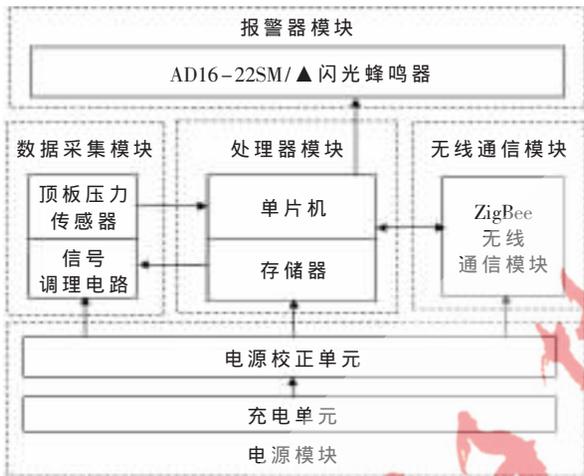


图 1 无线瓦斯监测传感器硬件结构

本设计选用 GD-307 型矿用顶板压力传感器以及 GDY-306 型矿用顶板位移传感器作为传感器数据采集器。以上两种传感器均为矿用本质安全型,并具有体积小、使用简便、准确度高、工作稳定、测量范围大等优势。完全符合矿用电子设备要求,适用于工控场合等复杂环境的监测<sup>[4-5]</sup>。

本设计中采用赫利讯公司推出的用来实现嵌入式 ZigBee 应用的片上系统 CC2430,具有防爆、功耗小、工作电压低、频率高、抗干扰能力强的特点。符合因煤矿井下工作环境复杂、信号衰减严重、干扰因素繁多而对电气设备提出的较高的安全要求<sup>[6-10]</sup>。

本设计的微处理器单元采用 STC12C5410 单片机,处理速度比传统的 51 单片机快 8~12 倍,且价格低廉、功耗超低,具有宽电压范围和超强抗干扰能力<sup>[11]</sup>。由于矿下条件复杂,对设备要求较高,使用该单片机基本可以满足符合灵敏度高、低功耗、高效率等原则。

### 3 软件设计

以硬件电路为基础,软件主要实现传感器数据采集及无线收发、节点定位、节点自动加入网路、数据显示等功能。

(1) 传感器数据采集与处理。通过传感器采集矿井巷道顶板的压力,转换成数字量。

(2) 节点定位。确定该矿山压力传感器所在位置,在

矿山压力超标时能准确地确定事故地点。

(3) 节点自动加入网络。当有新的压力传感器节点加入时,可自动搜索并加入网路,当某压力传感器节点撤离后自动从网络中删除。

(4) 发出警报。当监测点压力值超标时及时发出危险警报,以最快的速度警示井下员工撤离。

(5) 无线收发。将检测到的顶板信息通过 ZigBee 模块发送至上位机,同时将上位机命令发送至传感器。

该监测系统软件程序流程图如图 2 所示。

本文针对当前矿山压力有线监测系统的缺陷,引入无线传感器组网技术,将基于 ZigBee 技术的无线传感器网络技术应用于矿山压力监测系统中<sup>[3]</sup>,开发出了一套适于矿山井下使用的无线压力传感器系统。本系统基于 ZigBee 技术,实时采集矿井巷道各点压力,并通过 ZigBee 节点传到上位机,使井下安全得到保障,极大地减少了人员伤亡和财产损失。

### 参考文献

- [1] 孙继平. 矿井安全监控系统[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [2] 张冰, 刘宏宇, 王清华. 基于 ZigBee 的填埋场渗漏检测传感器的设计[J]. 微型机与应用, 2012, 31(4): 92-94.
- [3] 蒋磊, 江敏. 基于 ZigBee 技术的矿山压力监测系统[J]. 科技传播, 2010(12): 207-209.
- [4] 沈开奎. 新型无线煤矿压力采集和智能分析系统的研制[C]. 太原: 太原理工大学, 2007.
- [5] 杜金翔, 黄刚. 实用矿山压力传感器综述[J]. 山西建筑, 2007, 33(14): 342-343.
- [6] 姜胜辉, 徐洪, 张立. 基于 ZigBee 技术无线压力传感器的研究[J]. 仪表技术与传感器, 2009, 319(增刊): 212-214.
- [7] AKYILDIZ I F, SU W, SANKARASUBRAMANIAM Y, et al. Wireless sensor networks: a survey[J]. Computer Network, 2002, 38(4): 393-341.
- [8] 薛光辉, 吴森. 一种矿山压力监测方法的研究与实现[J]. 煤矿安全, 2007, 38(6): 8-10.
- [9] 于海斌, 曾鹏, 梁章韡. 智能无线传感器网络系统[M]. 北

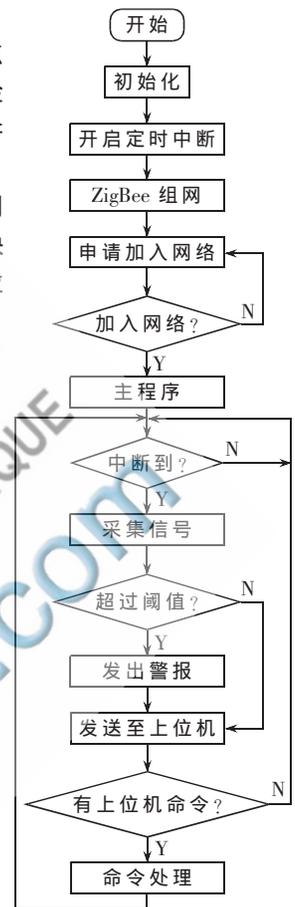


图 2 监测系统软件程序流程图

京:科学出版社,2006.

[10] IEEE Std 802.15.4 2003[OL].<http://www.zigbee.org>.

[11] 杨宗德,张兵.  $\mu$ C/OS-II 标准教程[M].北京:人民邮电出版社,2009.

(收稿日期:2013-05-18)

作者简介:

张金薇,女,1989年生,大学本科,主要研究方向:检测技术与自动化装置。

徐焕超,女,1990年生,大学本科,主要研究方向:检测技术与自动化装置。

