

文章编号:1671-251X(2014)01-0031-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.009  
赵端,纵鑫. 基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力监测系统设计[J]. 工矿自动化,2014,40(1):31-34.

# 基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力监测系统设计

赵端, 纵鑫

(中国矿业大学 信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008)

**摘要:**针对煤矿井下工作环境复杂,现有井下有线液压支架压力监测系统存在布线复杂以及数据传输可靠性不高等问题,提出了一种基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力监测系统设计方案。该系统以 CC2530 芯片为核心,采用无线节点实现了液压支架前柱、后柱和前伸梁 3 路压力数据的采集、存储、发送、分析与显示功能。

**关键词:**液压支架; 压力监测; 无线传感器网络; ZigBee

**中图分类号:**TD355.4      **文献标志码:**A      **网络出版时间:**2013-12-31 09:16

**网络出版地址:**<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.009.html>

Design of pressure monitoring system of underground hydraulic support  
based on ZigBee technology

ZHAO Duan, ZONG Xin

(School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology,  
Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** In view of underground complex working environment, wiring complexity and low reliability of data transmission existed in wired pressure monitoring system of hydraulic support, a design scheme of pressure monitoring system of underground hydraulic support based on ZigBee technology was proposed. The system takes CC2530 chip as core, and achieves functions of pressure data acquisition, storage, transmission, analysis and display of anterior column, posterior column and beam of hydraulic support by wireless nodes.

**Key words:**hydraulic support; pressure monitoring; wireless sensor networks; ZigBee

## 0 引言

液压支架<sup>[1]</sup>是煤矿井下综采工作面<sup>[2]</sup>的重要设备,且数量众多,它能否正常工作,对整个工作面的安全生产和高产高效至关重要。目前,矿井液压支架压力监测<sup>[3]</sup>方式有以下 2 种:一是井下人工读取数据,带到地面计算机进行数据分析处理;二是通过 RS485 总线<sup>[4]</sup>或者现场总线进行远距离在线监测与数据采集,传输到地面计算机进行显示和分析。但是,随着采煤工作面的推进以及升降架等操作,有线网络极易被扯断,导致现场采集的压力数据无法实

时、可靠地上传到地面计算机,并使系统处于半瘫痪状态,为煤矿的安全埋下了严重的隐患。无线传感器网络<sup>[5-6]</sup>具有放置灵活、扩展简便、移动性强和自组织等特点,将无线传感器网络用于工作面液压支架压力监测将会为煤矿井下安全生产提供更多保障。笔者根据井下工作面的环境、液压支架分布特点、工作周期以及压力变化范围等,设计了基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力监测系统。

## 1 系统硬件设计

基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力监测系

收稿日期:2013-05-23;修回日期:2013-09-26。

基金项目:国家自然科学基金项目(60972059)。

作者简介:赵端(1983—),男,河北承德人,博士研究生,研究方向为煤矿无线传感器网络、无线电能传输,E-mail:zhaoduan1027@163.com。

统组成如图 1 所示。整个系统分为井上部分和井下部分。井上部分主要由交换机、服务器、地面工控机和配套软件系统构成；井下部分由 CAN 中继器、Sink 节点、路由节点、压力数据采集节点以及本安电源组成。

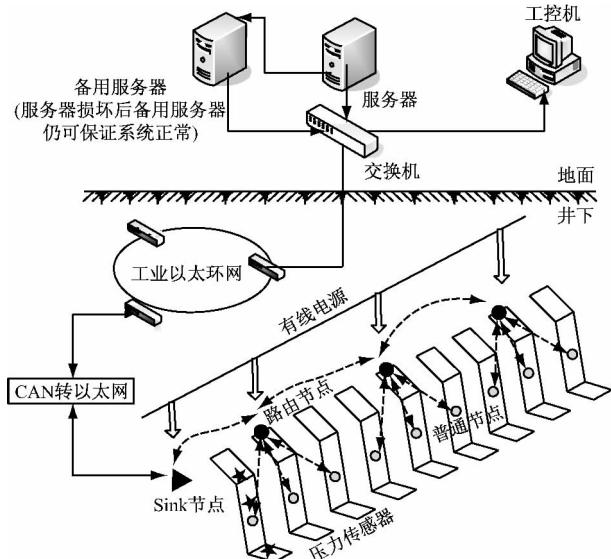


图 1 基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力监测系统组成

通过服务器可以将压力监测数据上传至企业网内部，煤矿各个部门通过输入设定 IP(包括用户名、密码)便可查看工作面各个支架压力数值；地面工控机放在调度室，实时显示与分析井下支架压力数值的变化并控制井下工作面的无线节点。

通过井上部分与井下部分的设计，地面监控人员便可全面掌握井下工作面液压支架压力变化的情况。

### 1.1 压力数据采集节点

压力数据采集节点在整个网络中属于终端设备。其主要由 CC2530 模块<sup>[7-8]</sup>、电源管理模块、压力传感器、信号调理模块以及时分复用模块组成，如图 2 所示。

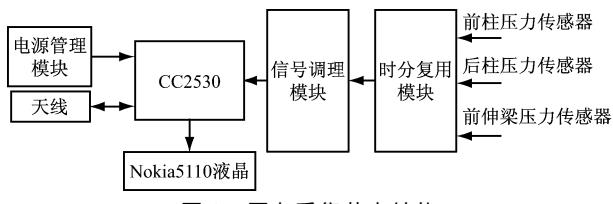


图 2 压力采集节点结构

每个液压支架均挂载有一个压力数据采集节点，该节点采用电池供电，且每个节点带有 3 路压力传感器，用来采集支架前柱、后柱和前伸梁的压力数值，工作模式采用实时采集及定时、超警和超限发送的工作模式，每 5 min 采集一次数据传给路由节点，同时可以手动向路由节点发送传感器数据，并进行

本地显示。由于采集节点不需要一直工作，不工作的时候即进入睡眠模式。节点采用 2 节 2.4 A·h 锂亚电池供电。

### 1.2 路由节点设计

路由节点负责将簇内若干压力数据采集节点所监测的各个支架压力数据进行汇总，通过数据融合以及多跳传至 Sink 节点，同时路由节点通过找寻、建立和修复网络报文的路由信息还可以有效地延长网络的覆盖范围。路由节点硬件结构如图 3 所示。

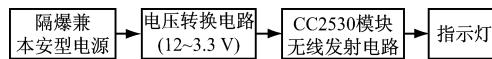


图 3 路由节点硬件结构

### 1.3 汇聚节点

汇聚节点<sup>[9]</sup>将传感器节点上传的数据传输到煤矿井下 CAN 总线系统。相比传感器节点，无需传感器采集和液晶显示电路，而增加了 CAN 控制器电路。由于汇聚节点需要一直工作，故采用本安电源供电。汇聚节点硬件结构如图 4 所示。

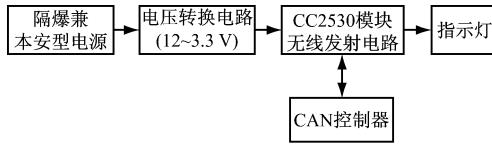


图 4 汇聚节点硬件结构

## 2 系统软件设计

### 2.1 压力采集系统数据采集部分网络拓扑结构

在基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力监测系统中，拟采用一个无线节点实现一个液压支架 3 路压力数据的采集：前柱、后柱和前伸梁。虽然支架会随着煤炭开采的推进而前移，但移动的距离很短，因此，在采煤工作面上，节点的分布是长带状的。考虑到液压支架物理布局呈现狭长状态，长度达到数百米，宽度相对来说要小得多，结合能量消耗均衡等问题，监测网络的拓扑采用簇型线状网络结构，如图 5 所示。

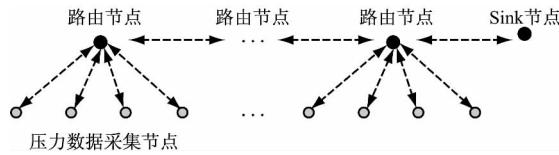


图 5 簇型线状网络结构

该网络结构包括压力数据采集节点、路由节点、Sink 节点，所有节点均采用 CC2530 芯片，由软件控制节点功能，以自组网的方式连接，1 台液压支架上挂 1 个压力数据采集节点，每个采集节点挂 3 路压力传感器，用来采集支架前柱、后柱、前伸梁的压力

值,每10台液压支架分配1个路由节点,路由节点负责将压力数据采集节点传来的压力数据进行数据融合并通过多跳的方式传至Sink节点,Sink节点通过CAN总线将数据传送到以太网接口位置,再通过CAN转以太网模块将数据传送到井上。

## 2.2 压力数据采集节点软件设计

压力数据采集节点在网络中属于终端设备,因此,只能加入Sink节点建立的PAN网络(个域网)。一般的工作面长度在100~200m之间,因此,液压支架的数量在120架左右,采煤机采煤来回一个周期约1h,所以,每台液压支架大多数时间都处于静止状态,由此设计采集节点每隔5min采集一次数据。此时间可根据具体的工作面设计修改。压力数据采集节点程序流程如图6所示。

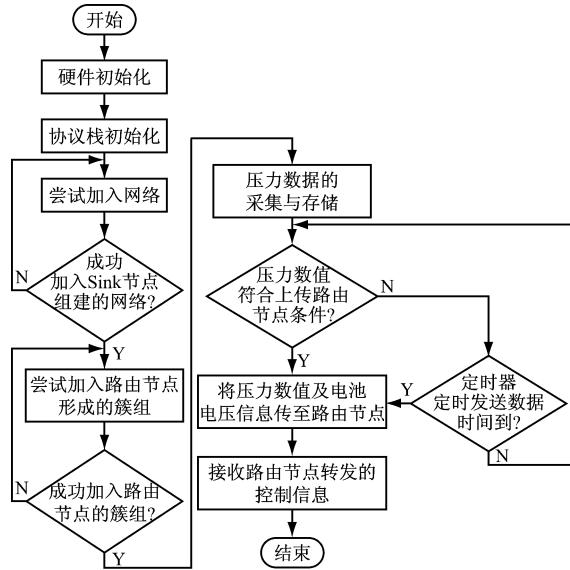


图6 压力数据采集节点程序流程

## 2.3 路由节点软件设计

路由节点的功能主要是允许其他设备加入网络。路由器一直处于活动状态,因此,必须使用主电源供电。路由节点程序设计流程如图7所示。

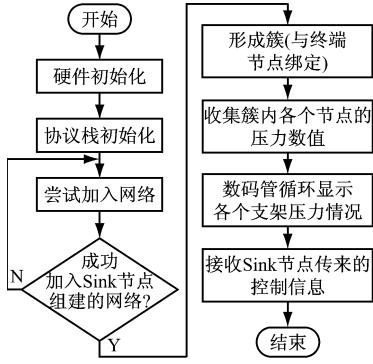


图7 路由节点程序设计流程

## 2.4 Sink节点软件设计

Sink节点的主要作用是启动和配置网络,在系统中还负责ZigBee协议与CAN协议之间的相互转换。由于Sink节点需要一直工作,故也由主电源供电。Sink节点程序设计流程如图8所示。

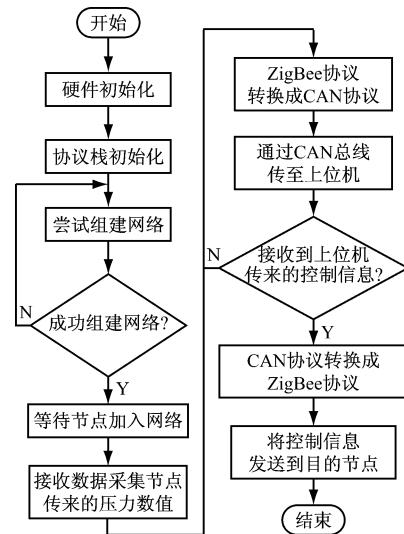


图8 Sink节点程序设计流程

## 3 监测信息分析

为了能对工作面监测信息给予总体分析评价,系统分析软件采用日报表的形式对信息进行显示,如图9所示。该日报表主要由以下部分组成:①各测量单元支架阻力的大小,包括平均值、最小值;②支架支护阻力的区间分布;③某测量单元支架支护阻力的趋势分布图;④备注;⑤领导审批意见。

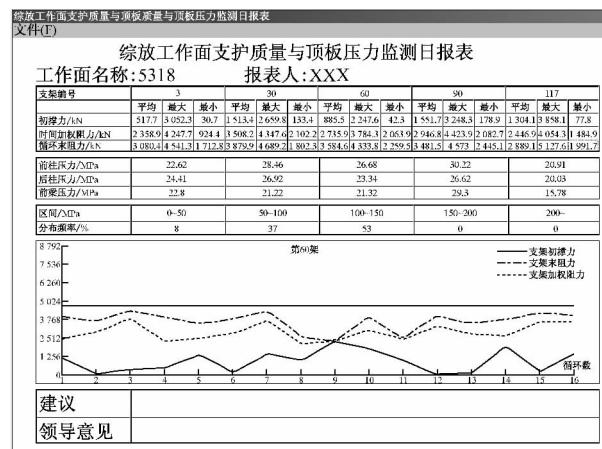


图9 支护质量与顶板压力监测日报表

从图9可见,系统实现了煤矿井下液压支架压力的实时监测与周期性监测,每隔5min液压支架压力检测系统采集一次支架前柱、后柱、前伸梁的压

文章编号:1671-251X(2014)01-0034-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.010  
马凌云, 谢明华, 刘辉. 双通道热释电红外硫分析仪的研制[J]. 工矿自动化, 2014, 40(1):34-37.

# 双通道热释电红外硫分析仪的研制

马凌云, 谢明华, 刘辉

(长沙学院 电子与通信工程系, 湖南 长沙 410022)

**摘要:**针对现有硫分析方法存在操作繁琐费时、安全性差、污染大的问题,设计了双通道红外硫分析仪;介绍了该仪器的基本工作原理、系统构成、硬件电路和红外分析池的设计。该仪器基于红外光谱吸收原理,利用双通道薄膜热释电传感器精确、快速检测煤炭、矿石等物质中的全硫含量,具有操作简便、分析速度快、灵敏度高的优点。

**关键词:**薄膜热释电传感器; 红外吸收; 红外硫分析仪; 双通道气体检测

中图分类号:TD711 文献标志码:A 网络出版时间:2013-12-31 09:19

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.010.html>

Development of infrared sulfur analyzer with dual channels pyroelectric sensor

MA Lingyun, XIE Minghua, LIU Hui

(Department of Electronic and Communication Engineering, Changsha University,  
Changsha 410022, China)

**Abstract:** In view of problems of tedious and time-consuming operation, poor security and serious pollution existed in current sulfur analysis methods, an infrared sulfur analyzer with dual channels was

收稿日期:2013-06-26;修回日期:2013-10-10。

基金项目:2013 年湖南省科技计划项目(2013NK3007)。

作者简介:马凌云(1979—),男,湖南长沙人,讲师,主要研究方向为煤质分析仪器,E-mail:ma\_lingyun@126.com。

力值,并上传至上位机,为井上人员分析煤层初次来压和周期来压提供数据。同时在传感器节点上,实现支架压力现场显示,方便工作人员判断在移动架过程中初撑力是否足够。

## 4 结语

液压支架是煤矿井下综采工作面的重要设备。根据井下工作面的环境、液压支架分布特点,设计了基于 ZigBee 技术的井下液压支架压力检测系统。该系统能够实现对液压支架的前柱、后柱和前梁的压力值的检测和显示,性能稳定。目前该系统已投入矿井下使用,效果显著。

## 参考文献:

[1] 王国法,史元伟,陈忠恕. 液压支架技术[M]. 北京:煤炭工业出版社,1999.

- [2] 丁绍南. 采煤工作面液压支架设计[M]. 北京:世界图书出版公司,1992.
- [3] 洪源,石倩,邓兆敏,等. 液压支架压力检测系统现状分析及解决方案[J]. 中国煤炭,2007,33(9):48-49.
- [4] 陈铁军,谢春萍. PC 机与 RS485 总线多机串行通信的软硬件设计[J]. 现代电子技术,2007,30(5):103-105.
- [5] 任丰原,黄海宁,林闯. 无线传感器网络[J]. 软件学报,2003,14(7):1282-1291.
- [6] 马祖长,孙怡宁,梅涛. 无线传感器网络综述[J]. 通信学报,2004,25(4):114-124.
- [7] 吴耀明,娄华平,张国良. 基于 CC2530 的矿用无线顶板压力传感器的设计[J]. 工矿自动化,2012,38(12):77-79.
- [8] 李俊斌,胡永忠. 基于 CC2530 的 ZigBee 通信网络的应用设计[J]. 电子设计工程,2011,19(16):108-111.
- [9] 郑茂全,侯媛彬. 基于 CC2530 的井下人员信息采集模块设计[J]. 工矿自动化,2012,38(6):7-10.