

文章编号:1671-251X(2010)02-0067-03

# 基于 ZigBee 和 GIS 的井下人员定位系统的设计

李 伟, 崔建明

(太原理工大学电气与动力工程学院, 山西 太原 030024)

**摘要:**提出了基于 ZigBee 和 GIS 的井下人员定位系统的设计方案,详细介绍了系统组成、硬件和软件设计。该系统将 ZigBee 和 GIS 运用于煤矿井下人员定位系统,实现了井下作业人员位置的实时监测显示功能。

**关键词:**矿井; 人员定位; 监测显示; 无线通信; ZigBee; GIS

**中图分类号:**TD655 **文献标识码:**B

收稿日期:2009-10-23

**作者简介:**李 伟(1983-),女,太原理工大学电力电子与电力传动专业在读硕士研究生,研究方向为信号检测与控制。E-mail: lwwei\_2006@163.com

## 0 引言

煤炭行业是一个特殊行业,瓦斯、矿尘、水灾、火灾、顶板压力等各种安全隐患严重威胁着矿井作业

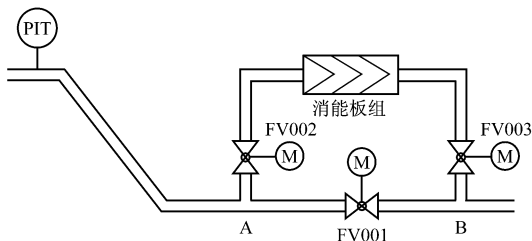


图2 利用消能板组消除加速流示意图

根据浆体流变特性得出浆体的粘滞系数与水的粘滞系数,可得出浆推水时高点多余的能量。当出现加速流时,开启阀门 FV002、FV003,关闭阀门 FV001,此时由于消能板的作用,浆体在该位置将受到较大阻力,在 A~B 两端将出现压力差,并且该阻力将从 A 点反传至 3# 压力监测站,从而达到消除加速流的目的。

**具体实施内容:**在终端站的主管段上并联安装消能板及阀门,当前端高点(3# 压力监测站)产生加速流时,控制终端站阀门的开、关将消能板投入主管道。在浆推水过程中,当浆头到达 3# 压力监测站时,通过安装在该点的压力检测仪表可知是否有加速流产生。当该压力向下变化时,说明即将产生加速流;当该压力值低于 200 kPa 时,开启阀门 FV002、FV003,然后关闭阀门 FV001,此时消能板发生作用,产生反压,反推流体使得高点的加速流消除;在浆头通过 U 形管道低点后,安装在高点的压力检测仪表开始向上变化,当该压力值超过

2 000 kPa 后,加速流已不存在,此时开启阀门 FV001,然后关闭阀门 FV002、FV003,切除消能板的作用,回到正常输送状态。

## 3 结语

本文介绍的压力分段控制系统已于 2008 年 10 月投入运行。2009 年 10 月,云南昆明钢铁集团总公司检查大红山铁精矿运输管道中 3 个大 U 型起伏段,管壁的磨损均小于 0.1 mm/年,低于管道的设计要求 0.13 mm/年;非大 U 型起伏管道的磨损均小于 0.05 mm/年。管道的使用寿命得到了保证。另外,系统没有出现由于压力变化过大引起的停机重新启动情况。系统的实际运行结果表明了该控制技术的有效性。科技文献查新表明该技术为国内首创,对同行业具有一定的示范作用。

## 参考文献:

- [1] 白晓宁,胡寿根,张道方,等. 固体物料管道水力输送的研究进展与应用[J]. 水动力学研究与进展,2001,16(3):304-310.
- [2] 胡寿根,秦宏波,白晓宁,等. 固体物料管道水力输送的阻力特性[J]. 机械工程学报,2002,38(10):13-16.
- [3] 蔡保元,霍春源,钱 锐. 固体物料水力管道最佳输送流速的确定[J]. 机械工程学报,2001,37(12):91-93.
- [4] 魏庆元. 管道输送系统在固体物料运输中的应用[J]. 重庆建筑大学学报,2002,24(1):45-48.

人员的人身安全。目前,煤矿安全普遍存在着以下问题:井上管理人员不能及时与井下工作人员即时通信,不能实时掌握井下人员的分布及作业情况,难以进行人员的精确定位等。因此,为了有效进行矿工管理,保证抢险救灾、安全救护的高效运作,有必要建立井下人员定位系统。

资料表明,目前国内外井下普遍采用的小灵通、蓝牙、WIFI、RFID 等技术,虽然也可以实现移动通信和定位功能,但在传输距离、精度、可靠性及实时显示方面还存在一定的缺陷。基于 ZigBee 和 GIS 技术,笔者设计了一种井下人员定位系统,较好地解决了上述问题。

## 1 ZigBee 及 GIS 简介

ZigBee 是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术,它基于 IEEE802.15.4 标准,支持 250 kbit/s 的数据传输速率,使用全球免费频段 2.4 GHz 进行通信,可以实现一点对多点的快速组网,主要适合于自动控制和远程控制领域,可以嵌入到各种设备中,同时支持地理定位功能<sup>[1]</sup>。

GIS 即地理信息系统 (Geographic Information System),具有空间数据的获取、存储、显示、编辑、处理、分析、输出和应用等功能,可以将地图这种独特的视觉化效果和地理分析功能与一般的数据库操作(例如查询和统计分析等)集成在一起,具有强大的地理信息空间分析功能。GIS 是以地理空间数据库为基础,在计算机软、硬件的支持下,运用系统工程和信息科学的理论科学管理和综合分析具有空间内涵的地理数据,以提供管理、决策等所需信息的技术系统<sup>[2]</sup>。

## 2 系统组成

基于 ZigBee 和 GIS 的井下人员定位系统包括井下射频定位和地面检测 2 个部分,如图 1 所示。

### 2.1 井下射频定位

井下射频定位采用 ZigBee 射频识别技术,主要包括 2 个部分:移动节点(射频识别卡)和固定节点(射频读写器)。其中射频识别卡由作业人员随身佩戴,卡中记录工作人员的基本信息,如身高、年龄、血型等。射频识别卡实行一人一卡制,对应唯一 ID 号,定位时根据接收 ID 号读取判断该人员信息。

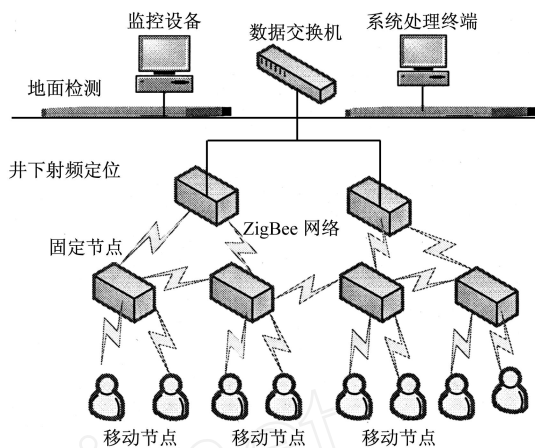


图 1 基于 ZigBee 和 GIS 的井下人员定位系统结构图

射频读写器安装在人员出入的井口、井下巷道及工作面等地点。一般根据现场需要沿坑道每隔 200 m(与井下电源接口位置一致)布置 1 个,在巷道分岔口、工作面等复杂地段安装距离缩短为 50 m。实际安装根据巷道复杂程度和定位精度要求而定。所安置的射频读写器将自动组成一个 ZigBee 通信网络。

作业人员下井后,其佩戴的射频识别卡发出射频信号,通过或接近放置在坑道内的射频读写器时,射频读写器感应信号,通过 ZigBee 网络传输数据,上传到控制中心的计算机<sup>[3]</sup>。

### 2.2 地面检测

地面检测部分主要是存储传输的数据、显示井下人员位置、实时显示基于 GIS 的地理信息等。数据库也可以记录任一时间井下作业的人数、人员信息及每个人在井下的活动轨迹,了解井下人员在巷道中的实时动态分布,并根据井下的实际地理情况制作相应的动态图<sup>[4]</sup>,根据一段时间的人员出入信息系统可自动生成考勤作业的统计与管理等方面的报表,提高管理效益。

## 3 系统软硬件设计

### 3.1 硬件设计

系统硬件部分由井上控制部分、移动节点部分、固定节点部分 3 个部分组成。其中井上控制部分主要由 PC 机组成,移动节点部分和固定节点部分主要由射频模块和微处理器 MCU 组成,如图 2 所示。

移动节点将要发送的信号从 MCU 通过 SPI 口传送到射频模块中,经过扩频调制到载波后通过发通路从天线发射出去。固定节点将从天线接收的射

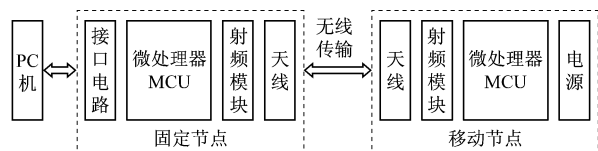


图 2 系统硬件部分组成框图

频信号经过收通路传送到中,经过解调、解扩得到原始的数据,再通过 SPI 接口传送到 MCU,MCU 同时提供对收发通路的切换控制,并将接收的数据经网络传输至井上控制端。固定节点还可以接收和传输来自顶板压力、瓦斯、温度等传感器的信号。

射频模块选用 Chipcon 公司推出的 CC2420 芯片,用来实现 ZigBee 应用的单片 RF 收发器。它具有高度集成、低成本、低电压、低功耗的特点,能够进行鲁棒的无线通信;支持 2.4 GHz IEEE802.15.4/ZigBee 协议,内置 1 个数字直接序列扩频调制解调模块,提供的 9 dB 扩频增益,其数据传输速率可达 250 kbit/s。

微处理器 MCU 选择 Cygnal 公司生产的高集成芯片 C8051F340。C8051F340 与标准 8051 兼容,可以使用标准 MCS-51 的汇编器和编译器进行软件开发。与传统 8051 单片机相比,其具有速度高、功耗低以及外围设备丰富等特点,内部集成 USB、SPI 等接口,便于控制外围设备,并和外围设备进行数据传输。C8051F340 与 CC2420 无线通信接口连接如图 3 所示。

此外,硬件电路还包括稳压电源模块、复位晶振模块、串口模块、抗干扰模块等。

### 3.2 软件设计

软件采用模块化结构,主要由以下几部分组成:监测显示子系统(包括 GIS、地面报警显示系统)、人员定位子系统、数据传输子系统。

监测显示子系统负责显示和报警,软件包括 GIS 地理数据库和矿井图显示模块设计。

人员定位子系统由定位程序和数据库组成,定位程序根据 RSSI 和三边测距方法编写。

数据传输子系统由井下无线传输和井上有线传输 2 个部分组成。

系统软件执行过程如图 4 所示。

## 4 结语

本文介绍的井下人员定位系统综合应用了先进的 ZigBee、GIS 等技术,可实现对井下人员的实时跟

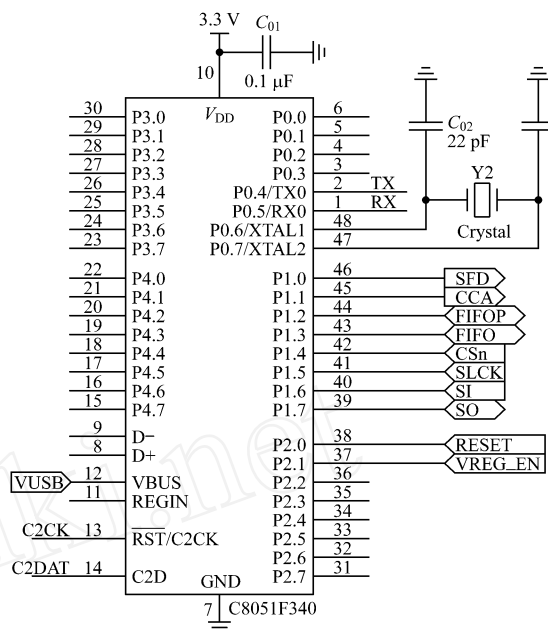


图 3 C8051F340 与 CC2420 无线通信接口连接图

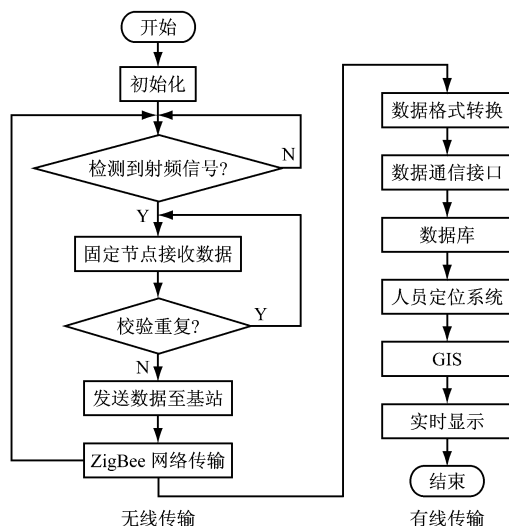


图 4 系统软件执行过程图

踪定位功能,不仅可在井下发生事故时起到重要作用,而且可用于日常生产管理,比较适合煤矿企业的需求,具有较好的实用性。

### 参考文献:

- [1] 瞿雷,刘盛德,胡成斌. ZigBee 技术及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [2] 郝秦霞,卢建军. GIS 在煤矿安全监测监控系统多级联网中的应用[J]. 工矿自动化,2008(2):97-99.
- [3] 张长森,董鹏永,徐景涛. 基于 ZigBee 技术的矿井人员定位系统的设计[J]. 工矿自动化,2008(2):48-50.
- [4] 杨黎明. 基于 PHS 技术和 GIS 技术的井下人员定位系统[D]. 上海:复旦大学,2006.