

# 基于 ZigBee 技术的煤矿安全监控系统

## ZigBee 无线网络模块

V1.00      Date: 2009/05/15

产品应用笔记

类别	内容
关键词	煤矿安全, 生活保障系统, ZigBee 技术
摘要	本文档描述了一种新型实用的煤矿安全控制系统方案, 特别针对其中的 ZigBee 无线通讯方案做了分析和建议。

### 修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2009/05/15	创建文档

## 销售与服务网络（一）

### 广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河区北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4  
邮编：510630  
电话：(020)38730916 38730917 38730972 38730976 38730977  
传真：(020)38730925  
网址：[www.zlgmcu.com](http://www.zlgmcu.com)



### 广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室  
电话：(020)87578634 87569917  
传真：(020)87578842

### 南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 2006 室  
电话：(025)83613221 83613271 83603500  
传真：(025)83613271

### 北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座  
1207-1208 室（中发电子市场斜对面）  
电话：(010)62536178 62536179 82628073  
传真：(010)82614433

### 重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦  
（赛格电子市场）1611 室  
电话：(023)68796438 68796439  
传真：(023)68796439

### 杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室  
电话：(0571) 28139611 28139612 28139613  
28139615 28139616 28139618  
传真：(0571) 28139621

### 成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码同人港 401 室  
（磨子桥立交西北角）  
电话：(028)85439836 85437446  
传真：(028)85437896

### 深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4  
楼 D 室  
电话：(0755)83781788（5 线）  
传真：(0755)83793285

### 武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室  
（华中电脑数码市场）  
电话：(027)87168497 87168297 87168397  
传真：(027)87163755

### 上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室  
电话：(021)53083452 53083453 53083496  
传真：(021)53083491

### 西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室  
电话：(029)87881296 83063000 87881295  
传真：(029)87880865

## 销售与服务网络（二）

### 广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区 3 栋 2 楼

邮编：510660

传真：(020)38601859

网址：[www.embedtools.com](http://www.embedtools.com) （嵌入式系统事业部）

[www.embedcontrol.com](http://www.embedcontrol.com) （工控网络事业部）

[www.ecardsys.com](http://www.ecardsys.com) （楼宇自动化事业部）



### 技术支持：

#### CAN-bus:

电话：(020)22644381 22644382 22644253

邮箱：[can.support@embedcontrol.com](mailto:can.support@embedcontrol.com)

#### iCAN 及数据采集：

电话：(020)28872344 22644373

邮箱：[ican@embedcontrol.com](mailto:ican@embedcontrol.com)

#### MiniARM:

电话：(020)28872684 28267813

邮箱：[miniarm.support@embedtools.com](mailto:miniarm.support@embedtools.com)

#### 以太网：

电话：(020)22644380 22644385

邮箱：[ethernet.support@embedcontrol.com](mailto:ethernet.support@embedcontrol.com)

#### 无线通讯：

电话：(020) 22644386

邮箱：[wireless@embedcontrol.com](mailto:wireless@embedcontrol.com)

#### 串行通讯：

电话：(020)28267800 22644385

邮箱：[serial@embedcontrol.com](mailto:serial@embedcontrol.com)

#### 编程器：

电话：(020)22644371

邮箱：[programmer@embedtools.com](mailto:programmer@embedtools.com)

#### 分析仪器：

电话：(020)22644375 28872624 28872345

邮箱：[tools@embedtools.com](mailto:tools@embedtools.com)

#### ARM 嵌入式系统：

电话：(020)28872347 28872377 22644383 22644384

邮箱：[arm.support@zlgmcu.com](mailto:arm.support@zlgmcu.com)

#### 楼宇自动化：

电话：(020)22644376 22644389 28267806

邮箱：[mjs.support@ecardsys.com](mailto:mjs.support@ecardsys.com)

[mifare.support@zlgmcu.com](mailto:mifare.support@zlgmcu.com)

### 销售：

电话：(020)22644249 22644399 22644372 22644261 28872524

28872342 28872349 28872569 28872573 38601786

### 维修：

电话：(020)22644245

## 目 录

1. 适用范围.....	1
2. 原理解析.....	2
3. 技术实现.....	3
4. 重要技术及关键器件.....	4
5. 结语.....	5
6. 参考资料.....	6

## 1. 适用范围

本文档适用于环境监控和短距离无线通讯需求的应用, 特别针对煤矿安全监控领域的相关设计和评估人员。

## 2. 原理解析

随着我国经济的高速发展，煤炭的需求量越来越大，煤炭的生产成为了保证我国经济高速增长的一大重要因素。然而近几年煤矿安全事故的频频发生引起了人们的关注，对于如何保证矿工人身安全、预防煤矿安全事故的发生成了人们关注的焦点。因此，建立一套完整的煤矿安全监控系统已经成为当务之急，而对井下人员进行有效定位和对矿井的气体环境（如瓦斯浓度、一氧化碳浓度、含氧量等）进行实时监控是预防煤矿安全事故的有效手段之一。

传统有线解决方案存在着很多问题，诸如本安防爆性能、维修检测和监控管理等，目前国外先进国家的煤矿系统已经开始使用无线方式进行矿井监控，可见无线方式是分布式监控应用的一种趋势。

在本煤矿监控系统中，利用 ZigBee 无线网络技术，实现井下人员的定位，同时对井下环境(如瓦斯、温度、湿度等环境指标)进行实时监控。从而，在事故发生前，安全生产监控中心，可以随时掌握井下不同位置的各种安全生产的要素。从而采取积极有效的预防措施；事故发生后，可以掌握事故发生当时，甚至事故发生后相当一段时间内，井下工作人员的具体分布位置以及不同位置的瓦斯浓度等情况，从而制定及时有效的抢救措施，并实施有效的现场抢救指挥。

ZigBee 技术是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术或无线网络技术，主要适合于承载数据流量较小的业务，可嵌入各种设备中，同时支持地理定位功能。相对于现有的各种无线通信技术，ZigBee 技术是最低功耗和成本的技术，也是目前嵌入式应用的一大热点。

### 3. 技术实现

根据现场实际需要，沿坑道每隔一定距离(50—500 米)在坑道顶部设置一个 ZigBee 网络接收节点，分散的 ZigBee 接收节点通过 CAN 总线连接到矿用分站，各节点的数据经过矿用分站处理后通过以太网传送到监控中心。每一个需要定位的移动目标(列如矿工)，都随身携带一个 ZigBee 发射模块，每个 ZigBee 发射模块都有唯一的 ID 号作为定位目标的身份标识。ZigBee 发射模块通过周期(如 15 秒)猝发的方式向接收节点发送数据，两个接收节点通过对信号强度的计数和现场实测校正便可以得出移动目标的定位信息。通过这样的方式就组成了一个无线人员定位网络，根据现场需要还可以在 CAN 总线上挂接其他的数据采集模块(如瓦斯浓度采集模块，一氧化碳浓度采集模块等)，以实现井下环境的检测、监控和人员定位。同时，矿工携带的设备还可以预设一些报警数据，直接将收到的环境参数(如瓦斯浓度，含氧量，即时预警信息等)呈现出来，达到危险等级就报警，并自动上报控制台，成为一个生命保障系统。

系统组成框图如图 2.1。

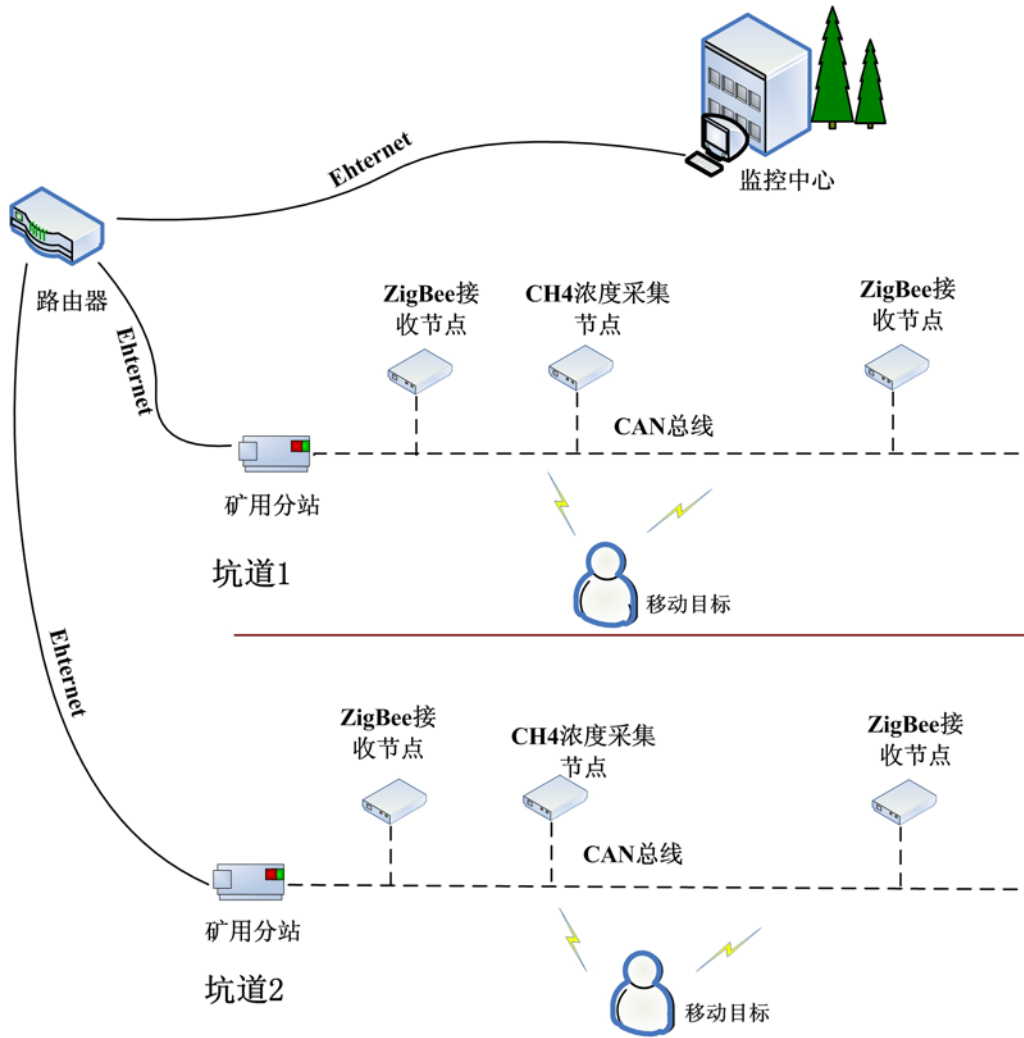


图 2.1 煤矿监控系统框图

## 4. 重要技术及关键器件

ZigBee 使用 2.4G 频段，存在着高频电路设计困难的问题，不但要具备多年的无线射频经验，更需要先进昂贵的一致性检测设备和测试环境，应用难度较高，因此市场上出现了这样一种模块，将 2.4G 频段相关的电子器件及布局完成在一块电路板上，以模块的形式面给用户，用户直接把它当成串口 ZigBee，无线 IO 模块使用即可，通常称为 ZigBee Ready 模块。周立功公司代理的 ZICM2410 就是 ZigBee Ready 模块中的佼佼者。

ZICM2410 是美国 CEL 公司根据自主研发的 ZigBee ready 模块(如下图所示)，为 2.4GHZ IEEE 802.15.4 无线网络提供一个高性能低成本的组网方案。ZIC2410 芯片是一款真正意义上的 ZigBee 片上系统：集成了 ZigBee 无线收发器和一个单指令内嵌 Flash 空间的 51CPU 核，同时还有 GPIO，UART,音频解码器（IIS 接口，PCM /  $\mu$ -a-law /ADPCM 格式），ZigBee 数据收发的速率可以达到 1Mbps。



图 2 ZICM2410 外观

### 功率

- ◆ 103db 链路预算；
- ◆ 接收灵敏度：-97dbm@ 1.5V
- ◆ 发送功率：+6db@1.5V；
- ◆ 3000 英尺无障碍传输距离；
- ◆ 最低睡眠电流：<math>1 \mu A</math>；
- ◆ 工作电压：2.1~3.3V；
- ◆ 接收电流：35mA；
- ◆ 发送电流：44mA。

### 速率

- ◆ ZigBee (250 kbps)；
- ◆ Turbo(500 kbps) ；

- ◆ Premium (1 Mbps)。

### 对内接口类型

- ◆ CPU:单指令 51 内核 CPU，96KB Flash，8KB RAM；
- ◆ GPIO 个数：22；
- ◆ 接口类型：SPI(主从)、UART（2 路）、I2S/PCM；
- ◆ 4 路 8 位 ADC。

### 温度范围

- ◆ 工作温度：-40-85 $^{\circ}C$ ；
- ◆ 保存温度：-55-125 $^{\circ}C$ 。

## 5. 结语

本方案采用短距离无线技术，不仅方便巡检和故障排查（避免人员要到检测设备端查看设备），更重要的是它的定位功能，在煤矿安全日益受到重视的今天，井下定位、矿工身体状况监控和井下即时环境安全监控等措施需要装备精良，真正实现生命安全第一的原则。

## 6. 参考资料

- [1] 张维勇, 冯琳, 魏振春. ZigBee 实现家庭组网技术的研究. 合肥工业大学学报, 2005
- [2] 江修波. ZigBee 技术及其应用. 低压电器, 2005
- [3] <http://www.oursdiy.com>
- [4] LANDdAN Standards Committee. Part 15. 4: Wireless medium access control(MAC)and physical layer(PHY)specifications for low 2rate wireless personal area networks [EB / OL]. <http://www.zigbee.org/>, 2004—08-30.