

# 矿井人员定位及瓦斯远程监控 解决方案

中国·河北石家庄亿邦科技有限公司

ShiJiaZhuang InBand Technology Co.,Ltd.

二〇〇八年三月

## 目 录

一、概述 .....	3
1.1 项目背景.....	3
1.2 矿井人员定位系统现状.....	3
二、zigbee 技术介绍 .....	4
2.1 zigbee 简介 .....	4
2.2 zigbee 技术特点 .....	4
2.3 zigbee 的技术优势 .....	5
2.4 zigbee 网络设备 .....	5
三、方案介绍.....	6
3.1 总体介绍.....	6
3.2 网络结构图.....	6
3.3 功能描述.....	7
四、数据采集终端设备（INDTU-051G/10）技术参数说明 .....	7
4.1 INDTU 工作原理图 .....	8
4.2 产品特点.....	8
五、售后服务.....	9
5.1 技术支持与服务.....	9
5.2 电话支持与服务.....	10
5.3 现场维护服务.....	10
5.4 设备维修服务.....	10
5.5 人员培训.....	10
六、结束语 .....	11

## 一、概述

### 1.1 项目背景

随着计算机和无线通信技术的发展，计算机、无线通信技术已经开始应用于矿井安全和生产监测，广泛涉及到计算机应用技术、无线通信技术、传感器技术、信息传输技术、电气防爆技术、应用化学技术、控制技术、光纤技术和嵌入式技术等多种技术。



近些年来，国家非常重视煤矿安全生产工作，已颁布多项法规明确煤矿开采的必备条件，其中准确掌握井下人员的数量和位置、遇险后撤退路线、井下的环境监测情况等是十分重要的，也是十分紧迫的任务，即将成为煤矿开采的必备条件。

基于上述需求，我公司开发了基于 zigbee 技术的煤矿井下人员无线定位及瓦斯远程监控系统。

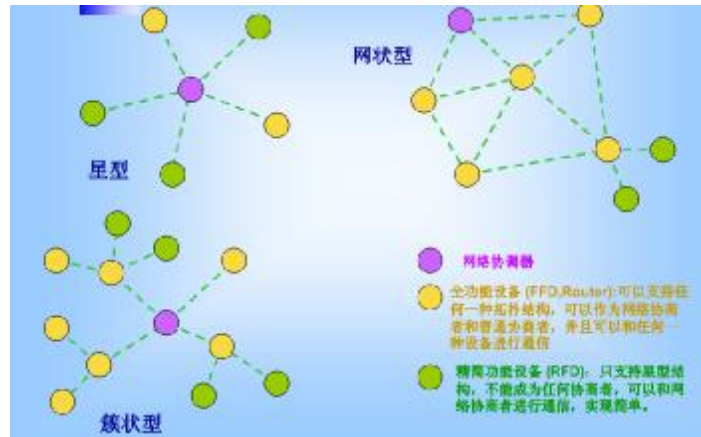
### 1.2 矿井人员定位系统现状

井下人员定位管理系统，目前国内已有多家公司推出相关产品，然而这些公司推出的产品主要是基于 RFID (Radio Frequency Identification, 即射频识别, 俗称电子标签) 技术, 发射采用 133 kHz 无线信号, 接收采用 450 MHz 信号, 该技术相对较为成熟, 已广泛用于门禁系统的身份识别, 其原理是利用无线信号的大功率能量激发身份卡, 身份卡中无需电池, 利用接收到的无线信号能量来进行信号的应答, 其优点在于体积小, 重量轻便于携带。而此技术在井下人员定位系统中进行应用时存在通信距离短, 目前所能达到的指标为 9 in, 无线基站发射功率大, 15 w 以上, 不利于井下安全, 同时存在多人同时通过无线基站时存在漏卡现象, 更无法实现井下无线信号的全覆盖和人员的精确定位, 只能用于简单的人员考勤管理, 并且在进入煤矿时还必须分散分批进入, 使用效果不佳。基于 ZigBee 技术的煤矿井下无线网络通信系统成功解决上述问题。

## 二、zigbee 技术介绍

### 2.1 zigbee 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,完整的协议栈只有 32KB,可以嵌入各种设备中,同时支持地理定位功能。这些特点决定 ZigBee 技术非常适合应用在无线传感器网络中。与现有的各种无线通信技术相比,ZigBee



技术在功耗和成本上相对较低,有很大的优势。本文研究设计的矿井人员定位及瓦斯无线监测系统就是基于 ZigBee 技术的无线传感器网络,用于实时定位井下人员的位置及监测矿井空气中的瓦斯浓度,实现系统的可靠性、便于安装性、低成本、节能和实际可行性,从而给煤矿生产工作的顺利进行提供一定的保障,为矿井的防灾、减灾以及提高生产效率方面发挥一定的作用。

### 2.2 zigbee 技术特点

#### ◇ 物理层 RF 通信链接

直序扩频采用高处理增益;明晰的信道检测;对于干扰能量进行检测;采用跳频技术 Frequency agility;

#### ◇ 协议

基于 CRC 的误码检测/校正;采取了避免冲突的策略 CSMA/CA;为固定带宽的通信业务预留了专用的有保证的时隙;发送的数据包都有待于接受方的确认,如出现问题进行重发;保持数据包的及时传输 Packet data freshness;

#### ◇ 通信可靠机制

zigbee 采用了 CSMA-CA 的碰撞避免机制,同时为需要固定带宽的通信业务预留了专用时隙,避免了发送数据时的竞争和冲突;明晰的信道检测;MAC 层采用了完全确认的数

据传输机制，每个发送的数据包都必须等待接收方的确认信息。

◇ 网络的自组织、自愈能力强

zigbee 的自组织功能：无需人工干预，网络节点能够感知其他节点的存在，并确定连接关系，组成结构化的网络；zigbee 自愈功能：增加或者删除一个节点，节点位置发生变动，节点发生故障等等，网络都能够自我修复，并对网络拓扑结构进行相应地调整，无需人工干预，保证整个系统仍然能正常工作。

## 2.3 zigbee 的技术优势

◇ 数据传输速率低：10KB/秒~250KB /秒，专注于低传输应用

◇ 功耗低：在低功耗待机模式下，两节普通 5 号电池可使用 6~24 个月；

◇ 成本低：ZigBee 数据传输速率低，协议简单，所以大大降低了成本；

◇ 网络容量大：网络可容纳 65,000 个设备；

◇ 时延短：典型搜索设备时延为 30ms，休眠激活时延为 15ms，活动设备信道接入时延为 15ms。

◇ 网络的自组织、自愈能力强，通信可靠；

◇ 数据安全：ZigBee 提供了数据完整性检查和鉴权功能，采用 AES-128 加密算法（美国新加密算法，是目前最好的文本加密算法之一），各个应用可灵活确定其安全属性

◇ 工作频段灵活：使用频段为 2.4GHz、868MHz（欧洲）和 915MHz（美国），均为免执照（免费）的频段

## 2.4 zigbee 网络设备

◇ 网络协调器：包含所有的网络消息，是 3 种设备类型中最复杂的一种，存储容量最大、计算能力最强。发送网络信标、建立一个网络、管理网络节点、存储网络节点信息、寻找一对节点间的路由消息、不断地接收信息。

◇ 全功能设备(FFD)：可以担任网络协调者，形成网络，让其它的 FFD 或是精简功能装置(RFD)连结，FFD 具备控制器的功能，可提供信息双向传输。

- 附带由标准指定的全部 802.15.4 功能和所有特征
- 更多的存储器、计算能力可使其在空闲时起网络路由器作用。
- 也能用作终端设备

◇ 精简功能设备(RFD): RFD 只能传送信息给 FFD 或从 FFD 接收信息。

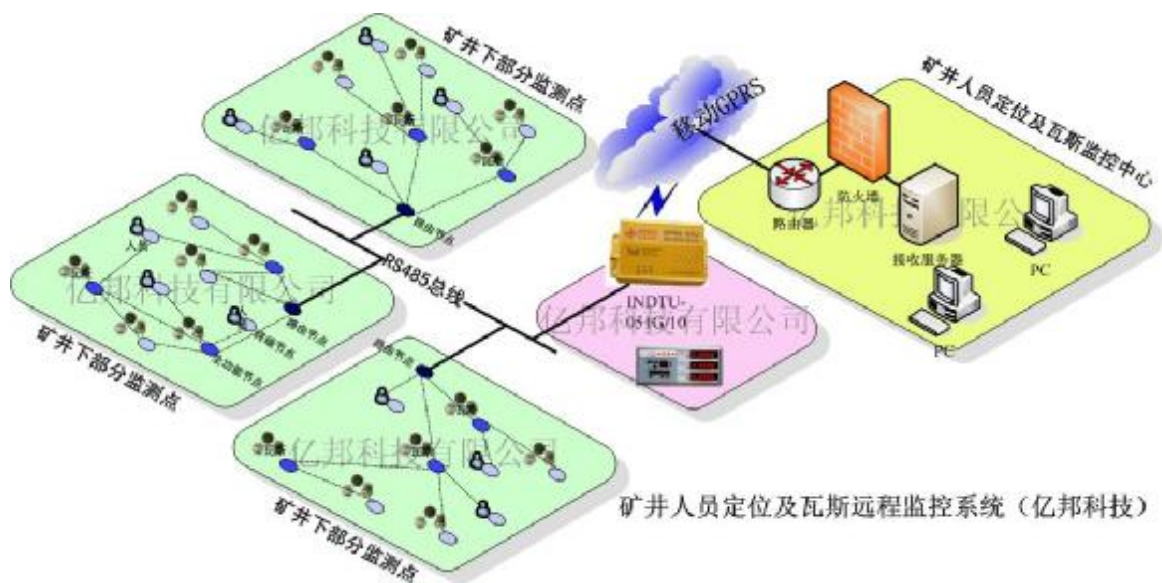
- 附带有有限的功能来控制成本和复杂性
- 在网络中通常用作终端设备。
- ZigBee 相对简单的实现自然节省了费用。RFD 由于省掉了内存和其他电路, 降低了 ZigBee 部件的成本, 而简单的 8 位处理器和小协议栈也有助于降低成本。

## 三、方案介绍

### 3.1 总体介绍

本系统是由多个自给供电的 ZigBee 节点组成的, 每个 ZigBee 节点都可以进行周围环境数据的采集、简单计算以及与其他节点及外界进行通信, 从而使得众多的传感器和 zigbee 手持终端可以通过协同工作进行高质量的通讯, 组成一个容错性较好的采集系统。本系统主要包括 ZigBee 精简节点、ZigBee 全功能节点和 zigbee 路由节点, 整体系统结构如下图, 其中 ZigBee 全功能节点主要用于组合从各个瓦斯传感器节点得到的数据以及负责与外界通信, 该节点基于嵌入式系统。本系统采用部分网状(Partial Mesh)拓扑结构, 其主要好处是每个节点的范围都成倍地扩大了, 没有最大通信距离的限制, 因为它所有的节点都被用作中继器或路由器。这样在所有节点中都能实现冗余路径。

### 3.2 网络结构图



### 3.3 功能描述

#### ◇ ZigBee 全功能节点

主要功能是采集瓦斯浓度数据和终端节点的接力数据传输，并将数据发送给 ZigBee 路由节点或相邻的全功能节点。ZigBee 节点主要由传感器模块、通讯模块、存储模块和电源管理模块组成，包括电源模块指示灯/开关、传感器模块接口、天线接口等。传感器有很多种类，可以检测温湿度、光照、噪声、振动、磁场、加速度、气体浓度等物理量。本系统采用的传感器模块采用瓦斯传感器和温湿度传感器。瓦斯传感器采用高灵敏度低功耗瓦斯传感器，它以二氧化锡为基本敏感材料，专门用于可燃气浓度检测的一种半导体型气体传感器。它的基本特征是：极高灵敏度和极快的响应速度且低功耗。适用于对瓦斯等可燃气浓度的检测，用于瓦斯报警器，可燃气报警器，瓦斯检测仪等。该传感器体积小，耗电低，应用电路简单，报警浓度为甲烷 $\geq 1\%$ ，响应时间 $\leq 20s$ ，恢复时间 $\leq 30s$ ，工作温度范围 $-15^{\circ}C \sim +50^{\circ}C$ ，湿度 $\leq 97\%RH$ ，静态功耗为 150mW，报警状态功耗为 300mW，供电电压为 3~5VDC。传感器敏感组件的电阻 RS 的变化表现为负载电阻 RL 上的电压变化。驱动电压 VH、负载电阻 RL 以及检测电压 VD 的取值参照公司提供的典型资料，以使传感器处于最佳工作状态。

#### ◇ zigbee 终端节点

该节点主要完成由手持 zigbee 终端组成，完成井下人员的定位功能。其原理如下：井下人员佩戴 zigbee 终端，终端与全功能节点或路由节点进行数据交互，监控人员根据路由节点传回的信息，得知井下人员的大致位置。为保证人员区域检测，最大限度的降低终端功耗，采用路由节点侦听，终端呼叫方案：路由节点在平时工作在侦听状态；终端工作在休眠待机状态，每隔 3 秒发送一次呼叫，和区域内的全功能节点或路由节点建立链接，确认信息，内置重发机制。

#### ◇ 路由节点

主要完成数据的无线通讯任务，并实时监测各个终端节点位置，完成人员定位工作。在远距离传输时，路由节点可以同 RS485 总线相连，完成路由节点同 GPRS DTU 的通讯任务。

以上只是方案的概要介绍。具体实际问题会有所不同。请就近联系亿邦科技有关人员。

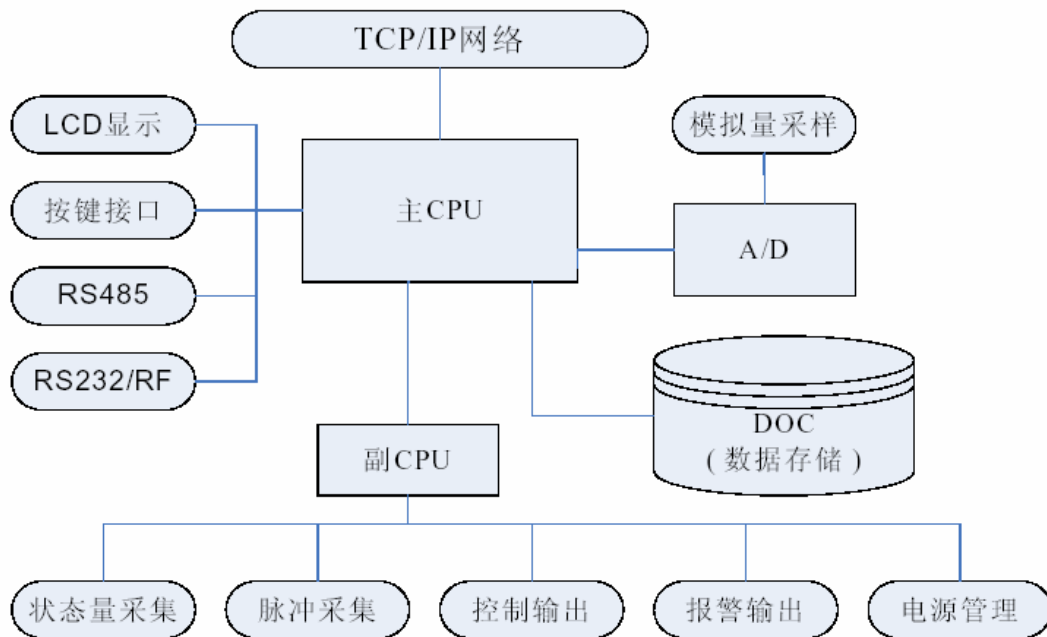
## 四、数据采集终端设备（INDTU-051G/10）技术参数说明

INDTU 终端是以计算机应用技术、现代通信技术、工业自动化技术为基础的信息采集、处理和实时监控系统。终端技术先进、功能完善、扩展灵活，是新一代远程监控装置。终端采用 Intel 高性能增强嵌入式 32 位 CPU，嵌入式操作系统，作为控制与管理系统中的智能采集执行终端。



可利用 Intranet、Internet、GPRS/CDMA 或其它通讯方式和管理主站进行通讯。终端可将采集信息和告警信息主动上报或者召测上报。

### 4.1 INDTU 工作原理图



### 4.2 产品特点

◆ 采用 ARM 嵌入式 32 位系统，实时运算处理能力强。配有不掉电工作 RAM 和高性能 CPU 监控芯片。设备工作稳定可靠，在掉电的情况下也不会丢失数据。采用了页面管理技术，配有大容量 FLASH ROM 内存，可进行大批量数据存储，终端在未接到刷新命令前，无论断电与否均可保存数据。

◆ 通信方式灵活：终端上有更多的独立串行总线，很容易外接多种功能模块，使终端具有

更好的扩展性；可根据用户不同通信条件灵活配置通信模块(选配不同插件),支持以太网、GSM/GPRS/CDMA 等网络通信方式，具有速度快，工作电流小，抗干扰性强等优点，从而使得数据传输具有高可靠性。

◆ 终端电磁兼容性能优良，能抵御高压尖峰脉冲、强磁场、强静电、雷击浪涌的干扰，且具有较强的温度自适应范围,各电路板模块采用软、硬件电路和看门狗电路及复位电路，终端运行安全可靠且易于维护。

◆ 具有功能强大的组态功能，可以在当地/远方修改设备参数，支持当地/远方软件的在线升级。

◆ 终端可由通讯口（RS485 接口）直接读取智能仪表的数据。支持通信规约的二次开发；增加支持多种规约，能够与多种表计通讯。

◆ 工业级低功耗、高性能嵌入式处理器，可以可靠处理协议和大量数据。工业级品质保证、性能稳定可靠。

◆ 内嵌看门狗、继电器断电管理、不死机、掉线自动恢复，终端的维护工作几乎为零。支持完全透明的数据传送模式。

◆ 抗干扰设计，即便在硬件被死锁，普通看门狗无法服务处理器和通信模块的情况下仍然可以可靠的自动恢复到正常状态的功能。

以上只是我公司其中之一的产品简介，更多产品（如 CDMA DTU，GRPS router，GRPS modem 等等）及产品手册见公司网站（<http://www.sjzyb.com/>）

## 五、售后服务

### 5.1 技术支持与服务

对于我公司所设计施工的系统及我公司销售的设备我们保证用户能够得到整个系统的终身技术支持和服务。在服务速度上，我们承诺，在用户系统出现故障时，我们在最短时间内响应。

在系统设备到货前，我们将指派专门人员前往用户现场，做好设备安装的先期准备工作，以使系统设备运行在一个良好的工作环境，并将与用户协调有关系统的安装调试工作。在系统设备到货后，我们的有关人员将与用户一起对设备进行检查验收，并实施现场的安装调试工作，以便及时解决万一在发货过程中存在的差错。

作为技术支持重要部分，我们还将为用户提供最佳的系统升级服务，并确保：

- ◆ 技术的先进性与应用适用发展趋势；
- ◆ 随时能够为用户提供系统的扩展能力，以满足用户日益发展的要求；
- ◆ 升级后的系统有良好的性能价格比；

## 5.2 电话支持与服务

客户的系统管理员或系统管理维护人员随时可与我公司直接电话联系，由我们的工程师和软件工程师通过电话向用户提供专业的技术咨询，以最快的速度解决用户网络系统中出现的问题，并提供全天候、无周末、1 小时响应服务。

## 5.3 现场维护服务

当我们的工程师通过电话无法及时排除问题时，我们会迅速派遣工程师并带所需一切工具来到现场进行维护工作，直到所有问题被解决为止。标准响应时间为路途时间。

## 5.4 设备维修服务

我们对免费维护期内的系统设备提供现场维护和更换服务，对后续保用服务合同内指定的所有设备提供保修和保养服务。对于未包含在后续保用服务内的设备可提供优惠收费维护服务。

## 5.5 人员培训

根据客户的需要，我公司将客户相关技术人员进行全面的技术培训，达到全面理解系统的功能和相关技术、并且可以独立进行安装配置、日常使用维持、一般故障诊断和修复等工作之目的。

有关具体的培训内容包括：

- ◆ 系统的体系结构及相关技术；
- ◆ 系统的安装调试；
- ◆ 系统管理员和用户培训。

## 六、 结束语

本系统的设计结合现阶段煤矿安全生产现状及 ZigBee 技术的发展现状，应用低功耗微处理器，结合相应外围电路设计 ZigBee 节点，能够采集温度、湿度和瓦斯试验数据，能够完成人员定位功能。并能通过 ZigBee 节点传到上位机。ZigBee 技术作为一种短距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的无线网络技术，将随着技术的进一步发展，成为实现无线监测系统最理想的应用方案和发展趋势。

方案提供：石家庄亿邦科技有限公司