

## 项目名称：煤矿井下无线精确定位关键技术研究

### 主要完成人及工作

#### 1 李世银

制定项目整体方案，给出各研究内容理论技术指导。进行各方面研究内容的人员分工。阶段性对研究成果进行审核，给出相应的评估意见。

完成多功能一体化开放式 WiFi 无线 AP 基站开发，无线 AP 基站提供 Wi-Fi 接口，基站与基站之间使用光纤通信有线连接。使得接入器之间通过光纤级联通信，各个节点只需一对光纤就可实现多个节点级联，达到物理间相互信息访问，实现传感器和分布执行器的分布式接入，两者作为矿井多功能 WiFi 无线通信网络中的独立个体，可以随时动态的组建逻辑子系统。实现精确定位、移动语音、数据接入、无线视频等多种综合业务的信道分配、对应信号的编译码方法及 AP 之间漫游切换的问题，实现井下数据信息的可靠传输。

#### 2 马帅

研究了无芯超宽带技术综采工作面的移动设备实时精确定位。研究压缩感知的综采工作面实时超宽带频谱感知。研究超宽带无线电在煤矿井下综采工作面采动环境的电磁兼容、信号传播特征和信道模型。研究基于惯性敏感器件的井下人员精确定位，研究以牛顿力学定律为基础惯性导航系统，以敏感器件的导航参数解算系统，根据加速度计得到井下人员的位置、速度、航向和姿态角数据信息。

#### 3 宋金玲

借助粒子滤波融合 WiFi 的测量数据信息、井下环境结构信息（地图数据、指纹数据）、惯性器件提供的检步/步长信息，实现井下人员的实时精确定位。

#### 4 陈治国

完成井下人员定位粒子系统滤波算法的设计、硬件调试以及对系统的实验测试工作。

#### 5 王晓明

完成综采面超宽带定位相关算法的设计以及仿真实现，完成超宽带信号发射端、接收端波束成形的的设计。

## 项目简介

近年来，我国不断加大煤矿安全监察力度，关闭了众多效益差、污染高、安全性低的煤矿。然而，由于矿井多深入地下，环境复杂，煤矿的安全形势依然不容乐观。频发的矿井事故已使得党和国家高度重视煤矿井下的生产安全，国家在 2016 年新版《煤炭安全规程》中也提出了明确的规定和要求：实时获取井下人员的位置信息及其周围环境情况，对工作人员进行准确调度提高工作效率，实现井上井下无障碍双向通信，是实现煤矿安全高效生产与科学管理的重要任务。

国家提出要建立信息化、数字化的智慧矿山，消除井下重点部分工作盲区，做到实时监控每一位井下工作人员的具体位置。随着煤矿信息化建设的发展，各大煤矿逐步引入了人员定位系统。但此类定位系统一般利用无线信号能量衰减情况来计算信号接收点的位置，然而井下环境与地面不同，受到粉尘、噪声和巷道壁的特殊环境影响，井下通信多径效应严重，极大的干扰了无线电磁波信息的传输与接收，直接导致该定位技术精度过低，无法满足人员定位的需求。因此建立一个精度高、可靠性好、功耗小、成本低、操作方便的井下人员定位系统十分重要。本项目提出的井下人员定位系统采用惯性传感器定位，并利用 WiFi 技术传输数据，对现有资源进行充分利用，可以极大的节省建设成本。

本项目主要研究内容如下

(1)研究煤炭井下信号传播特性，建立井下高可变、空间受限环境下无线信号的物理传播模型。并基于测量数据对模型参数化，搭建 Channel Sounder 环境，实验测量和理论研究相结合得到综采工作面采动过程复杂环境下的超宽带无线电信号传输特性，提取信道特征参数并构建传输信道模型。

(2)实现多种综合业务一体化的 AP 基站开发，用于组建矿井多功能 WiFi 无线通信网络开放平台。多功能一体化开放式 WiFi 无线 AP 基站开发，无线 AP 基站提供 Wi-Fi 接口，基站与基站之间使用光纤通信有线连接。使得接入器之间通过光纤级联通信，各个节点只需一对光纤就可实现多个节点级联，达到物理间相互信息访问，实现传感器和分布执行器的分布式接入，两者作为矿井多功能 WiFi 无线通信网络中的独立个体，可以随时动态的组建逻辑子系统。实现精确定位、移动语音、数据接入、无线视频等多种综合业务的信道分配、对应信号的编译码方法及 AP 之间漫游切换的问题，实现井下数据信息的可靠传输。

(3)实现基于惯性敏感器件的井下人员精确定位。研究以牛顿力学定律为基础惯性导航系统，以敏感器件的导航参数解算系统，根据加速度计得到井下人员的位置、速度、航向和姿态角数据信息；其主要是借助粒子滤波融合 WiFi 的测量数据信息、井下环境结构信息（地图数据、指纹数据）、惯性器件提供的检步/步长信息，实现井下人员的实时精确定位，定位精度达到 3-5m 以内。

(4)完成基于无芯超宽带技术的综采工作面设备实时精确定位理论与方法研究。实现大数量（数百个）无芯片超宽带标签目标被同时识别并精确定位，通信距离和定位精度能够满足现场的需求。提出一套成本低廉、可实施性强、性能可靠的综采工作面移动装置精确定位系统方案。

## 经济社会效益

### 1) 经济收益

由于本项目技术先进，功能齐全，性能优越，拥有自主知识产权。本项目关键技术成熟后，可以推广到工业场合。依据本项目研制开发的高精度定位系统，能够应用到目前急需更新定位技术的矿井事故多发地区，具有广泛的市场需求及推广价值。

### 2) 社会效益

课题研究成果应用到煤矿，促进矿井信息化建设，提高煤矿安全生产和灾后救援。

## 知识产权和论文

### 论文:

- 1.基于 MEMS 惯性传感器的井下人员定位系统
- 2.Markov Modelling for Practical Two-Way Relay with Finite Relay Buffer
- 3.Outage Constrained Robust Secure Transmission for MISO Wiretap Channels
- 4.Optimal and Robust Secure Beamformer for Indoor MISO Visible Light Communication
- 5.Achievable Rate With Closed-Form for SISO Channel and Broadcast Channel in Visible Light Communication Networks
- 6.Generalized Joint Channel-Network Coding in Asymmetric Two-Way Relay Channels
- 7.Power Saving and Improving the Throughput of Spectrum Sharing in Wideband Cognitive Radio Networks
- 8.联合网络与用户最优化的认知无线电功率控制
- 9.模块化多电平变换器电容电压均衡及环流抑制策略
- 10.NPC 五电平 Z 源逆变器的设计研究
- 11.一种三电平逆变器直流侧电容电压平衡新方法
- 12.煤泥浮选泡沫图像分割算法研究
- 13.基于 Turbo 码的联合网络信道编码设计与性能分析
- 14.近红外静脉图像可视化算法
- 15.基于曲率驱动模型的图像修复算法
- 16.煤矿通信系统中联合网络编码方案设计与分析

### 专利:

- 1.一种基于 MEMS 惯性器件的室内环境精确实时定位方法
- 2.一种陀螺仪智能手机定位系统