

# Design and Application of Personnel Positioning System in Coal Mine Underground

Chengyong Hu<sup>1</sup> Haiyong Wang<sup>2</sup>

1. Sujiagou Coal Mine of Henan Energy Group He Coal Company, Ordos, Inner Mongolia, 014300, China
2. Dangjiahe Coal Mine of Henan Energy Group He Coal Company, Yan'an, Shaanxi, 727502, China

## Abstract

With the development of science and technology, the traditional credit card identification technology is difficult to accurately locate the position of underground personnel, which is easy to exceed the production phenomenon, causing personnel into the blind lane, overlayer and illegal mining, mine flood, coal and gas outburst and other phenomena, seriously endangering the production safety of coal mine. Therefore, with the support of modern science and technology, we should optimize the design of accurate positioning system for underground personnel in coal mine, promote the sustainable development of coal mine itself, and strengthen the supervision and management of safety production. It is necessary to introduce the precise positioning system based on UWB advanced wireless ranging positioning technology, realize the comprehensive opening from hardware layer and software layer to application layer, provide the location service and data analysis service of high-precision UWB positioning technology for coal mine, and lay a foundation for the intelligent construction of coal mine.

## Keywords

coal mine; underground personnel; positioning system; design

# 煤矿井下人员定位系统设计与运用阐述

胡成勇<sup>1</sup> 王海勇<sup>2</sup>

1. 河南能源集团鹤煤公司苏家沟煤矿, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 014300
2. 河南能源集团鹤煤公司党家河煤矿, 中国·陕西 延安 727502

## 摘要

随着科学技术的发展,传统的刷卡识别技术难以对井下人员位置进行精准定位,容易出现超定员生产现象,引起人员进入盲巷、超层越界盗采、矿井水灾、煤与瓦斯突出等现象,严重危害煤矿井下生产安全性。因此,要在现代化科学技术支持下,优化煤矿井下人员精确定位系统设计工作,推动煤矿自身可持续发展,强化安全生产监督管理。需要引进基于UWB超宽带先进无线测距定位技术的精确定位系统,实现从硬件层、软件层,直到应用层的全面打通,为煤矿提供高精度UWB定位技术的位置服务和数据分析服务,为煤矿智能化建设奠定基础。

## 关键词

煤矿; 井下人员; 定位系统; 设计

## 1 引言

在苏家沟煤矿建设一套集人员精准定位+Wi-Fi 6无线通信于一体的融合定位及通信系统,系统要求通过利用“一根光纤、一个通信融合基站、一个融合调度平台”将无线通信、人员定位等多系统进行融合,以实现矿井一体化融合定位及通信、减少电缆敷设和维护工作量、打通各子系统的壁垒、提高调度指挥效率、提升应急指挥水平。

## 2 人员定位系统组成

矿井一体化融合定位及通信系统基于先进的Wi-Fi 6无线通信技术、UWB精确定位技术和光纤通信技术,包含无线通信、UWB人员精确定位等,除了提供传统的语音、移动目标跟踪、广播等业务外,还可提供环网通道、可视电话、视频监控、宽带数据接入等业务。矿井一体化融合定位及通信系统由地面部分、井下部分组成。地面设备部分主要由人员精确定位监控主备机、数据发布服务器、融合通信服务器、基站管理控制器、融合调度平台、中继网关、路由器、井口唯一性检测装置等设备组成。井下部分主要由矿用本安型基站、矿用防爆电源、矿用本安型手机、人员标识卡、矿用本安型信息矿灯、线缆等组成。具体如图1所示。

【作者简介】胡成勇(1985-),男,中国河南鹤壁人,本科,工程师,从事矿山机电运输研究。

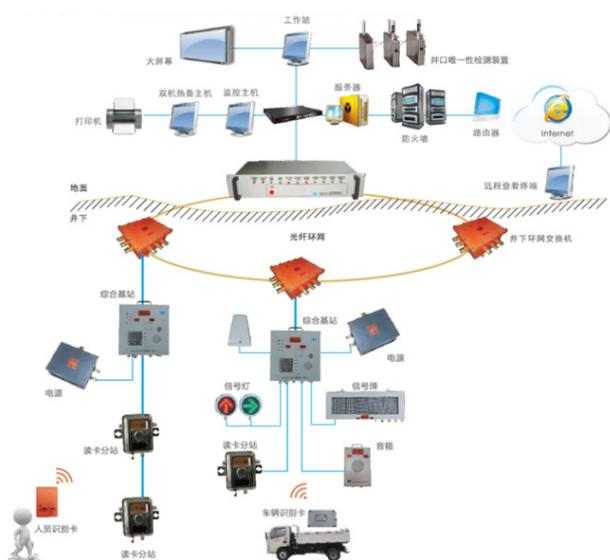


图 1 煤矿井下人员定位系统构成示意图

### 3 煤矿井下人员定位系统功能

#### 3.1 基本功能

系统使用 UWB 技术，支持精确定位，具备标示卡自动唤醒和休眠、携卡人员出/入井时刻、重点区域出/入时刻、限制区域出/入时刻、工作时间、井下和重点区域人员数量、井下人员活动路线等监测、分权限显示、打印、储存、查询、报警、管理等功能。

#### 3.2 监测功能

①系统具有携卡人员出/入井时刻、出/入重点区域时刻、出/入限制区域时刻等人员位置精确监测功能。②系统具有识别携卡人员出/入巷道分支方向、行动方向及实时位置等功能。③系统能识别多个同时进入识别区域的识别卡。④系统具有识别卡工作是否正常和每位下井人员携带 1 张卡唯一性检测功能。⑤系统具有对历史和实时数据上传实时显示功能<sup>[1]</sup>。

#### 3.3 管理功能

①系统具有携卡人员下井总数及人员，出/入井时刻、下井工作时间等显示、打印、查询等功能，并具有超时人员总数及人员、超员人员总数及人员报警、显示、打印、查询等功能。②系统具有携卡人员出/入重点区域总数及人员，出/入重点区域时刻、工作时间等显示、打印、查询等功能，并具有超时人员总数及人员、超员人员总数及人员报警、显示、打印、查询等功能。③系统具有携卡人员出/入限制区域总数及人员，出/入限制区域时刻、滞留时间等显示、打印、查询、报警等功能。能够准确统计出/入限制区域人员数量及位置，当出/入限制区域人数超过规定人数，系统具备报警及报警输出功能，可通过通信装置语音报警，并警示该违规人员撤离。④系统具有特种作业人员等下井、进入重点区域总数及人员、出/入时刻、工作时间显示、打印、查询等功能，具有工作异常人员总数及人员、出/入时刻及工

作时间等显示、打印、查询、报警等功能。⑤系统具有携卡人员下井活动路线显示、打印、查询、异常报警等功能。⑥系统具有携卡人员卡号、姓名、照片、身份证号、年龄、职务或工种、每月下井次数、下井时间、每天下井情况等显示、打印、查询等功能。⑦系统具有按部门、地域、时间、分站、人员等分类查询、显示、打印等功能。⑧系统能针对主要设备如分站、电源和识别卡管理功能，当识别卡电量过低时，系统提前告警，通知相关人员及时更换电池，在系统软件和井口显示系统中均能查询；当分站故障时，系统将给出告警；系统具备智能电源管理功能。当分站交流电出现中断时，系统告警区域会出现设备交流电中断告警。

#### 3.4 存储和查询功能

①系统具有存储功能，至少存储以下内容：出/入井时刻、出/入重点区域时刻、出/入限制区域时刻、进入分站识别区域时刻、出/入巷道分支时刻及方向；超员总数、起止时刻及人员、工作异常人员总数、起止时刻及人员、卡号、姓名、照片、身份证号、年龄、职务或工种、所在区队班组等。②系统具有查询功能。至少具备以下查询功能：按人员查询、按时间查询、按识别区查询、按超员报警查询、按限制区域报警查询等。③系统具有防止修改实时数据和历史数据的功能。④系统具有数据备份功能，分站具有数据存储功能。当系统通信中断时，分站存储一定时间的信息；当系统通信恢复正常时，分站存储的信息自动上传至中心站。⑤系统具有个性化查询及井口自助查询功能，携卡人员可自助查询入井情况及入井时长等信息。⑥具有数据加密存储功能，数据库数据修改有痕可循、有迹可，严禁下放数据库操作权限。

#### 3.5 显示功能

①系统具备二维和三维图形展现功能。地面中心站实时展示井下各水平、各采区、各工作面人员、设备等的位置信息，如果矿方提供三维 GIS 地图，系统具有精确三维坐标 GIS 平台，展现上述精确位置信息。②系统能实时显示人员及相关设备的动态分布。③系统能对携卡人员进行实时跟踪。④历史轨迹查询可设置查询时间区间，对人员的运动历史轨迹进行查询，可以在系统中看到所查人员的历史移动轨迹。⑤系统具有列表显示功能。显示内容至少包括：下井人员总数及人员、重点区域人员总数及人员、超时报警人员总数及人员、超员报警总数及人员等。⑥系统具有轨迹信息动画显示功能，显示内容包括：巷道布置图、人员位置及姓名、超时报警、超员报警等。⑦系统能接入矿井现有井口显示设备，能显示入井人员信息，并可根据需求滚动显示部门、区队或指定区域人员信息等<sup>[2]</sup>。

#### 3.6 打印功能

系统具有打印功能。打印内容至少包括：下井人员总数及人员、重点区域人员总数及人员、超员报警总数及人员、限制区域报警人员总数及人员、特种作业人员工作异常报警总数及人员等。

### 3.7 安全管理功能

①管理人员下井管理功能。系统能对管理人员下井情况进行分类统计、查询。②区域超员告警功能。对某个区域的人员数量进行设定与限制,如果超员则告警。③人员进入禁区告警功能。当人员进入禁区时系统发出告警。④工作超时告警功能。当人员在井下停留超出规定时间时,系统将发出告警并记录。⑤行进轨迹异常告警功能。当特种人员未按规定的行进路线行走,或者在规定的时间内未到达规定的地点,系统将发出告警。⑥双向呼叫功能。紧急情况下,携带标识卡人员通过标识卡可向地面中心站发送求救信号,地面中心站可向指定或全部携带标识卡人员发送提示信息。⑦系统具备固定岗位的脱岗管理功能。⑧系统具备双向呼叫功能,紧急情况下,携带标识卡人员通过标识卡可向地面中心站发送求救信号,地面中心站可向指定或全部携带标识卡人员发送提示信息。⑨系统具备具有采掘工作面的限员管理功能<sup>[1]</sup>。

### 3.8 统计考勤功能

①可以查询统计任一班次及指定时间段各部门下井时间。②以统计一个月或任一指定时间段,某部门或某个人的下井考勤情况,并根据工种、职务、部门等(规定足班时间),判断不同类别的人员是否足班。③可以统计一个月或任一指定时间段部门、人员的下井时长分布情况,和该时间段内平均下井时长。④统计下井人员下井和上井时间,以及井下持续时间。⑤可单独统计某些特殊工种、职务人员的上下井情况。⑥可以单独统计某部门一个月或任一时间段的所有人员班次考勤总计。⑦考勤记录实现导出功能,形成 EXELC 电子表格。

## 4 设备布点原则

### 4.1 地面设备布置

中心机房安装两台人员定位监控主机,实现双机热备,安装1台数据发布 WEB 服务器,对井下人员精确定位系统数据进行存储和管理。在中心机房设置融合通信服务器1台,基站管理控制器1台,企业级路由器1台,中继网关2台(与行政、调度、广播互联),融合通信平台软件1套,在调度室设置调度台1台,根据煤矿人员手机需求,配置本安型手机<sup>[4]</sup>。

### 4.2 井下设备布置

#### 4.2.1 读卡分站及综合基站布点区域

行人井口及井底。

重点岗位:井下变电所、水泵房等重要位置。

重点区域:综采工作面、掘进工作面等区域。

#### 4.2.2 设备配置

人员精确定位系统采用 UWB 定位技术,系统沿着巷道的延深方向,每隔 600~800m 设置一个读卡分站或综合基站(有支护情况下覆盖距离减半),当遇到大的拐弯时,在拐弯处增加一个读卡分站或综合基站,即可实现矿井人员的精确定位信号全覆盖。综合基站通过光缆接入光纤环网交换机,读卡分站通过四芯信号线以 CAN 总线方式接入综合基

站或环网交换机,一个综合基站或环网交换机可以接入 128 个读卡分站,但是考虑到 CAN 总线距离加长后传输速率有限,一般一个综合基站带 4~10 个读卡分站。有部分区域环网接入点过远,需要网桥设备用于 CAN 信号中继放大<sup>[5]</sup>。井下设备布点方式:井下根据信号覆盖的需要设置读卡分站或者综合基站,分站及基站的布置情况如图 2、图 3 所示。

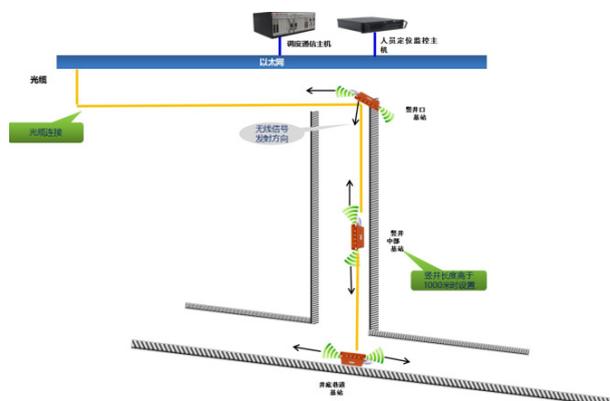


图 2 竖井信号覆盖示意图

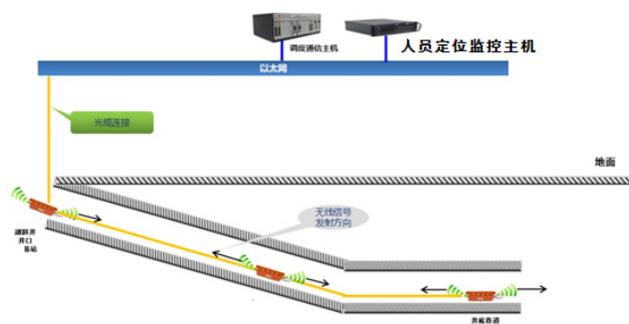


图 3 斜井信号覆盖示意图

## 5 结语

综上所述,为了提升煤矿生产安全水平,需要在无线通信技术支持下,完善煤矿井下人员精确定位系统设计,实现煤矿井下人员的精准定位,缩小定位误差,以便对井下人员情况进行动态监管,优化工作调度、考勤等,保障煤矿井下人员安全。

### 参考文献

- [1] 续继俊.基于无线通讯的煤矿井下人员定位系统设计应用分析[J].矿业装备,2023(5):66-68.
- [2] 夏超锋.煤矿井下人员定位系统设计与应用研究[J].矿业装备,2023(4):130-132.
- [3] 许峰.基于无线通讯的煤矿井下人员定位系统设计应用[J].机械研究与应用,2022,35(1):163-165.
- [4] 牛妍齐.煤矿井下人员定位系统设计与应用研究[J].煤炭与化工,2021,44(8):87-89.
- [5] 曹永刚.基于射频识别技术的煤矿井下人员定位系统设计应用[J].机械研究与应用,2021,34(2):194-196.