

# 智能煤矿井下人员定位监控系统研究

王 伟 李 宵

陕西麟北煤业开发有限责任公司 宝鸡 721505

**摘 要:** 随着我国煤炭工业的不断发展,煤矿安全问题已成为影响煤炭生产和煤炭工业健康发展的重要因素。智能煤矿作为传统煤矿升级改造的重要方向,其建设离不开井下人员定位监控系统的支持。文章对智能煤矿井下人员定位监控系统进行了研究,介绍了智能煤矿井下人员定位监控系统的组成、工作原理、系统特点,以及如何通过计算机网络技术实现人员定位监控系统对井下工作人员的实时管理,保证井下工作人员的生命安全。

**关键词:** 智能煤矿; 井下; 人员; 定位监控系统

## 1 系统组成

### 1.1 信息采集

井下人员定位监控系统主要是通过各种传感器采集井下人员的位置信息。它包括环境信息采集系统、人体位置检测系统和人员出入检测系统。

(1) 环境信息采集系统: 该系统主要是对井下工作人员的行动轨迹进行监测,并对井下工作人员的活动范围、活动路线等进行分析,从而得到井下工作人员的活动范围及其移动方向等。环境信息采集系统是通过井下环境中各种传感器的监测,收集与之相关的信息,并对其进行分析处理。

(2) 人体位置检测系统: 该系统是利用人体自身携带的红外传感器,对井下工作人员的行进方向进行检测,并将采集到的数据传输至计算机。通过计算机处理后得到井下工作人员的位置信息。

(3) 进出检测系统: 该系统是指在井下工作人员进入或离开特定区域时,对其进行检测并采集其出入信息。该系统可以对井下工作人员在特定区域内的活动情况进行实时监控,并通过计算机网络实时显示井下工作人员进入或离开该区域时的数据。

(4) 人员出入检测系统: 该系统是通过井下工作人员佩戴的电子标签进行识别,并将识别后的信息传输至计算机中,从而实现对井下工作人员出入活动情况进行监测。其主要是通过电子标签向计算机发送数据,以实现井下工作人员出入情况的监测。该系统可以利用电子标签来完成对入井工作人员信息进行采集,也可以利用电子标签来完成出矿工作人员信息采集。

### 1.2 信息传输

信息传输部分主要由无线传感器网络构成。其功能是:

(1) 无线传感器网络。该部分由多个无线传感器节

点组成,节点之间通过无线链路进行连接,在连接过程中,各节点以自组织方式对网络进行维护和管理,提高了无线传感器网络的可靠性和可维护性。

该部分主要由井下人员定位监控系统、计算机网络、通信设备等组成。其中,井下人员定位监控系统是整个系统的核心部分,它不仅可以实现对井下人员的实时定位和监视,还可以进行数据处理和分析。而计算机网络是整个系统的神经中枢,其主要功能是实现与其他煤矿井下人员管理系统的通信,并保证系统与其他煤矿井下人员管理系统之间的数据传输安全和稳定。

(3) 通信设备。该部分主要由通信设备、终端设备以及基站等组成,其中通信设备用于实现与井下人员定位监控系统之间的数据传输和控制。

### 1.3 信息存储与查询

井下人员定位系统信息存储与查询部分主要是对信息采集与传输过程中所产生的数据进行存储,并通过计算机网络对数据进行查询。在该部分中,主要是通过建立数据库来实现。其数据库主要由以下几部分构成:数据文件、图形文件、数据库管理系统(DBMS)、查询服务程序(SQLServer)等。

数据文件包括:定位信息文件、数据记录文件、查询结果文件等。其中,定位信息文件是系统的主要组成部分,也是系统数据存储与查询的基础,其存储的内容主要包括井下工作人员的编号、编号时间、所在位置等;数据记录文件是记录井下工作人员所携带的电子标签所发射出的射频信号,其内容主要包括工作人员编号、标签编号等;数据库管理系统(DBMS)是为了提高数据存储与查询的效率,将定位信息与数据记录等文件进行合并而设计的。

## 2 工作原理

其中,人员定位监测子系统负责实时对井下工作人

员的位置信息进行获取和处理,实现对井下工作人员的实时定位;轨迹监测子系统负责对工作人员的运行轨迹进行实时跟踪与监测,当工作人员发生偏离正常运行轨迹时,能及时发出报警信息;矿井井下无线通信网络负责将接收到的井下人员定位监测子系统所发送的定位信息与数据库进行连接,并将数据上传至计算机中进行分析处理。

智能煤矿井下人员定位监控系统由井下人员定位监测子系统、轨迹监测子系统和矿井无线通信网络组成,其主要作用是实现对井下工作人员在采矿过程中的位置信息和运行轨迹的实时跟踪与监控。具体来说,该系统主要包括以下几个方面:一是通过安装在矿井巷道内的基站获得工作人员所在位置的信息,并将其发送到上位机系统进行存储;二是通过安装在矿井巷道内的天线接收到工作人员发送过来的信号,并将其发送到上位机系统中进行存储;三是通过安装在矿井巷道内的传感器采集工作人员在巷道中的位置信息和运行轨迹;四是通过安装在矿井巷道内的信息采集器采集井下工作人员在井下工作过程中产生的运动轨迹,并将其发送到上位机系统中进行存储;五是通过安装在矿井巷道内的通讯路由器将收集到的数据传输给计算机,并将其存储到数据库中。

### 3 系统关键技术研究

智能煤矿井下人员定位监控系统主要由系统的硬件组成和软件组成,其硬件主要包括井下人员定位系统、网络传输系统、移动通信网络、监控中心等。其中,井下人员定位系统的硬件结构主要由读写器、无线传输模块、基站、中继器等组成;井下人员定位系统的软件结构主要由数据采集处理模块、通信模块、存储管理模块和软件应用开发平台组成。其硬件结构和软件结构如图1所示。

在井下人员定位监控系统中,对于每一个人员活动轨迹的信息都要进行实时采集和处理,然后利用无线网络将数据传输到服务器上进行存储。其中,对于井下人员的位置信息,通过无线网络直接传输到服务器,而对于其他相关信息则是通过网络将数据传输到服务器上。由于无线网络传输具有速度快、容量大的特点,因此可以满足实时采集井下人员活动轨迹信息的需要。

在井下人员定位监控系统中,针对不同的环境和要求,对各种不同的无线网络传输方式进行了相应的选择,其中包括了以 ZigBee为基础的无线网络和以Wi-Fi为基础的无线网络。其中,以 ZigBee为基础的无线网络具有体积小、功耗低、成本低等特点,因此是井下人员定位监控系统中主要使用的无线网络之一。其优点在于可

以使用较小容量的电池来提供较长时间的通信支持,同时也不会因为连接过多而出现通信拥塞和传输延迟等问题。Wi-Fi作为一种新技术,其优点在于具有抗干扰能力强、传输距离远、传输速率高、可靠性高等特点。其缺点是体积较大、功耗较高。因此,在井下人员定位监控系统中选用以 ZigBee为基础的无线网络作为系统中无线传输数据的主要方式。

#### 3.1 井下人员定位技术

在智能煤矿井下人员定位监控系统中,使用最多的技术是无线传感器网络技术和 RFID技术。其中,无线传感器网络技术是由大量的微型传感器组成,主要由信息收集模块、信息处理模块和信息传输模块三个部分组成。其中,信息收集模块主要是通过井下人员活动区域布设相应的传感器来完成对人员的信息采集;信息处理模块主要是将传感器采集的数据进行相应的处理,并将处理后的数据通过无线网络传输到监控中心;信息传输模块则是将数据在无线网络中传输到监控中心。

无线传感器网络技术包括了射频识别技术、卫星定位技术、无线定位导航技术、数字集群技术等,这些技术都属于无线通信领域。其中,射频识别技术是利用射频信号与目标之间的相对强度来判断目标的存在;卫星定位技术是通过卫星信号进行定位;数字集群技术则是利用集群系统对多个成员间的距离和位置进行测量;数字集群则是通过接收多个成员间的数据信息来确定目标的位置。而对于井下人员定位监控系统来说,采用无线传感器网络技术和 RFID技术能够达到较高的精度,其精度可以达到毫米级。

#### 3.2 无线网络技术

在无线网络技术中,主要包括了2.4 GHz和5 GHz这两个频段,其中,2.4 GHz频段主要应用于智能家居和智能交通等领域,而5 GHz频段则主要应用于工业控制以及移动终端等领域。在无线网络技术中,目前应用较多的主要是2.4 GHz和5 GHz两个频段。其中,2.4 GHz频段的传输距离在100米以内,而5 GHz频段的传输距离则在100米到1公里左右。根据使用场合的不同,一般将2.4 GHz频段分为三类:即低频段、中频段和高频段。其中,低频段传输的信号穿透能力强、干扰少、抗干扰能力强;中频段传输距离远、覆盖面积大;而高频段则具有传输速度快、容量大、能耗低等特点。

#### 3.3 移动通信技术

在井下人员定位监控系统中,由于井下环境较为复杂,因此需要采用多种移动通信技术来保证信息的及时传输。为了满足这种需要,在井下人员定位监控系

统中采用了三种不同的移动通信技术,分别为 GPRS、CDMA、GSM。

其中,GPRS作为一种以IP为基础的移动通信技术,具有数据传输速率快、信号稳定等优点。同时,由于其采用了GPRS网络传输机制和信令交互机制,因此可以保证井下人员与外界进行信息交互的及时性和准确性。在井下人员定位监控系统中采用CDMA技术来保证信息传输的可靠性和实时性,并满足井下人员与外界进行信息交互的需要。GSM是一种全球通用的无线通信系统,其具有传输速度快、覆盖范围广等特点。

#### 4 应用情况

##### 4.1 监控系统

系统主要由人员定位、人员跟踪、数据分析、地理信息等模块组成,系统中的人员定位模块采用UWB超宽带技术,工作频率为2.45 GHz。在井下,人员可通过佩戴UWB标签进入井下定位区域,该区域内的人员可在一定时间内保持定位,并能够获得该时间内的历史轨迹。UWB超宽带技术具有精度高、穿透能力强、抗干扰性好等特点。井下人员定位系统还可以通过井下监控中心与地面监控中心实现信息互通,从而实现对井下各区域的实时监控。

在该系统中,主要由人员定位终端、通信基站、综合管理服务器等组成。人员定位终端是该系统的核心部分,其主要功能是接收指令并将信息发送至综合管理服务器。

##### 4.2 系统控制

系统控制模块主要包括四个部分:

(1) 电子标签控制器:负责将标识卡的数据通过蓝牙传输到计算机,并完成数据的接收和处理。

(2) 数据处理模块:负责将标识卡的信息通过计算机传送到数据库服务器,完成对标识卡的管理和维护。数据处理模块主要包括:将标识卡信息从数据库服务器中提取出来,并对其进行分类、筛选和排序等操作;对标识卡信息进行备份,确保数据能够顺利地存储在数据库中;对标识卡的状态进行实时监控。

(3) 监控中心软件:负责通过监控软件查看、监控所有工作人员的位置,并对工作人员进行考勤、统计和分析。

(4) 系统管理模块:负责接收和处理所有标识卡信息,并将其转发给相应的工作人员。

根据以上四个部分的设计思路,可以将系统控制模块划分为四个部分:数据处理模块、监控管理模块、考

勤管理模块和人员管理模块。数据处理模块主要是将标识卡信息通过蓝牙传输到计算机,并完成数据处理和存储等操作。监控管理模块主要是通过网络对所有工作人员进行实时监控和管理,并将工作人员的位置信息录入数据库,最后将数据转发给考勤管理模块进行考勤统计和分析。考勤管理模块主要是对井下工作人员的考勤数据进行处理和汇总,并生成考勤报表。人员管理模块主要是将工作人员的位置信息录入数据库,并通过网络对工作人员进行查询和统计等操作。其中网络查询功能需要通过网络将数据发送给服务器,从而完成对井下工作人员的定位和跟踪等操作。

#### 结语

总之,煤炭作为我国国民经济中的一个重要支柱,它的安全生产间关系到人民群众的生命健康。一直以来,煤炭业发展都受到社会的高度关注,国家也根据煤炭行业发展情况制定出许多保障安全生产行之有效的举措。总体来看,当前国内煤矿安全得到了一定程度的改善,但仍然存在着一一定的问题,特别是基于信息化的大环境,必须要改变传统落后的运营模式向现代技术管理方式进行转变,能够有效防止事故发生,使煤矿企业逐渐实现智能化和信息化管理。煤矿井下工人定位系统及工作人员实际作业时,及时向地面系统传送相关设备的运行状态,可以方便管理人员把握井下人员动态及设备运行状态,更高效进行管理工作。当煤矿发生重大安全事故后,救援队伍可以依据井下定位系统所提供第一手数据信息精确地进行井下工,特定地点开展获取数据,可以在较短的时间内采取有效的救援措施来保障井下救援工作的顺利进行。

#### 参考文献

- [1]田海,高鹏.关于煤矿井下人员定位系统稳定性的研究[J].内蒙古煤炭经济,2016(Z1):29-30.
- [2]贾骥.基于高精度的矿用智能精确人员定位系统设计[J].煤矿现代化,2018,No.146(05):129-130+133.
- [3]于平.煤矿井下人员定位系统的现状和发展[J].环球市场,2016(15):41-41.
- [4]李德媛,邢素堂,周林春.煤矿井下人员定位系统技术现状及发展趋势[J].中国高新科技,2021(15):62-63+65.
- [5]李东辉.基于无线网络技术的矿山开采工作人员定位系统研究[J].中国金属通报,2022,(07):65-67.
- [6]任涛涛.探析人员定位系统在煤矿运行中存在的问题及对策[J].科技资讯,2019,17(34):79;81.