

井下人员精准定位系统应用探究

陶建彬

(山东东山王楼煤矿有限公司, 山东 济宁 272063)

摘要 煤矿生产作为高危行业之一, 生产中存在较多的风险隐患。其中井下作业人员精准定位是保障矿井生产的重要因素之一, 如何精准、实时掌握井下人员具体位置是行业需重点考虑的问题。目前, 很多井下人员定位都是采用 RFID 系统, 无法真正地实现井下人员跟踪定位, 无法实时报告井下人员位置情况。基于此, 本文提出一种基于安全监测网、井下视频、通讯网“三网一体”的井下人员精准定位系统, 可以精准掌握井下人员的具体位置, 还可以实现实时通讯, 在实际应用中取得了良好的效果。

关键词 矿井; 精准定位; 通信系统; 安全监测

中图分类号: TDI

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)04-0016-03

煤矿开采作为高危行业之一, 近些年国内外煤矿开采安全事故频繁发生, 加强井下作业安全管理势在必行。在市场经济体制改革持续深化背景下, 煤矿开采行业主管部门对矿井安全生产日益重视, 监管力度持续加强, 各大煤矿均已引入煤矿安全监控系统, 减少了瓦斯爆炸等安全事故发生。因此, 必须要积极采用井下人员跟踪定位系统和设备, 全天候对井下作业人员自动跟踪, 掌握每位井下作业人员的精准位置以及运动轨迹, 确保矿井生产安全。

1 现有井下热源定位系统存在的不足

目前很多矿井采用基于 RFID (射频卡) 的井下人员跟踪系统。该系统是在井口处或其他通道, 使用 RFID 读取的方式跟踪记录井下人员信息, 其主要存在的问题包括以下几点:

1. 在复杂井下环境中, 如弯道、岔路、曲面等区域, 存在信号受阻、信号盲区、信号不均, 并且受到设备、墙壁等遮挡, 信号衰减度很大。

2. 存在较为严重的漏卡情况, 漏卡是因为分站识别距离短、信号覆盖范围小, 识别时间短, 标识卡通过分站时系统没有足够时间获取标识卡信息, 从而增加了漏卡概率。特别是在多目标、高速经过分站情况下, 漏卡概率更高, 无法为井下人员管理提供保障。

3. 分站识别范围小, 如果想要实现全井下覆盖, 则必须增加分站数量, 成本非常高。再加上带宽限制, 如果增加分站数量, 则难以及时传递人员、设备信息。采用基于 RFID 技术的井下监测系统只能获得人员经过分站信息, 无法实时定位井下人员精准位置^[1]。

2 井下“三网一体”的井下人员精准定位系统设计总体方案

2.1 设计思路

本文提出的“三网一体”的井下人员精准定位系统, 结合了矿井生产安全管理与人员管理要求, 从实时获取井下人员精准位置需求出发, 借助无线监测技术、射频识别技术、无线通讯技术等, 实现井下目标定位跟踪。本系统不仅可以解决基于 RFID 井下系统的问题, 还可以适应井下各类复杂地形, 最大程度地满足井下人员精准定位需求。本系统借助“三网”实现井下信号全覆盖, 可对井下作业人员、设备等目标进行全程、实时、持续、精准的跟踪定位, 并且具有实时无线寻呼功能。

2.2 运行原理

系统中, 井上调度室设置中心控制计算机系统(下文简称“控制中心”), 应用计算机通讯技术、射频识别技术, 在井口位置设置读卡、考勤系统, 井下位置布设矿用本安型读卡分站和无线收发器, 在重点区域安装矿用射频定位器。使用矿用光缆连接读卡分站、控制中心, 井下作业人员均配备标识卡, 系统通过读卡分站与标识卡之间的无线通讯功能, 即可实现对井下目标的精准定位以及无线寻呼, 更好地开展指挥调度、人员考勤、门禁控制、安全检验、紧急处理等工作, 系统采集的所有井下信息会自动上传到各个管理部门, 为领导决策提供信息支持^[2]。

2.3 构成与主要参数

本矿井人员精准定位系统主要包括: (1) 井上。

控制中心、验卡与大屏幕现实系统、考勤系统；(2) 井下。读卡分站、无线收发器、标识卡、射频定位器、信号传输通道等。

2.3.1 井上系统

1. 控制中心。主要包括数据采集系统、数据库、通信接口(防护等级在 IP20 以上, 配备光纤和 RS485 双端口)、打印机等。可以现实井下区域分布情况、特定目标所在位置, 可实时进行目标定位、跟踪、呼叫控制。工作人员可查看、记录、打印井下定位信息以及设备运行信息。接收各个读卡分站上传的数据, 并显示在大屏幕上, 同时信息自动存储到数据库, 可随时调用查询。此外, 系统还具有数据自动分类、统计、警告等功能。

2. 验卡与大屏系统。主要包括验卡、屏控、验卡计算机、LED 大屏等硬件构成。本次设计的验卡系统可分为手持验卡、固定验卡两种方式。手持验卡系统是由多功能便携式验卡器组成; 固定验卡系统由计算机、分站、定位器等组成。通过验卡系统可以实现呼叫、检验、搜索、查询等功能, 可实现井下人员的安全管理。验卡系统可以检测标识卡是否正常, 包括收发功能、电池状况等, 可及时发现标识卡故障, 第一时间更换新卡。大屏幕现实系统主要是显示验卡信息、井下人员及设备位置信息等。

3. 考勤系统。本设计结合井下安全生产管理要求, 提供了超过 20 种多个类型的考勤数据统计模式, 根据矿井生产实际需求持续完善报表数据, 并根据系统采集信息作为考勤依据^[3]。

2.3.2 井下系统

1. 读卡分站与无线收发器。包括读卡分站、无线收发器、隔爆不间断电源构成。分站和收发器用于检测范围内标识卡信息, 并发送呼叫信号。分站和收发器上配置延伸天线(3 个方向)提高标识卡识别范围和识别率, 单向识别可达 250m 以上。分站和收发器主要安装在矿井进出口、交叉路以及各个关键部位, 根据矿井实际情况以及信号覆盖范围标定具体安装位置。

2. 标识卡。井下人员下井前没人携带一个标识卡, 系统可对标识卡进行定位跟踪。系统以声、光的方式向井下人员发出信息, 如寻呼、警告等, 呼叫模式包括单独呼叫、小组呼叫、全体呼叫三种模式。如果井下人员遇险可通过标识卡向控制中心发出特定求救信号。标识卡上安装可拆卸电池供电, 正常状态每次更换电池可持续使用 6 个月以上。

3. 射频定位器。射频定位器是一种辅助设备, 作

用于标识卡, 从而实现井下人员精准定位。射频定位器上安装可拆卸电池供电, 正常状态每次更换电池可持续使用 6 个月以上。

3 “三网合一”井下人员精准定位系统设计

3.1 总体规划

根据井下人员精准定位系统设计标准以及井下实际情况, 设计井下作业人员管理系统, 实现井下人员精准定位、双向通讯、考勤, 为生产调度、井下安全检测、紧急事件处理等工作提供有效手段, 系统所采集的信息自动传输到各个部门; 井下搭建人员定位安全平台, 最终实现安全监测网、井下视频、通讯网的“三网合一”系统^[4]。

3.2 系统特点

1. 具体检验射频时频卡功能, 包括识别卡信息、识别卡功能, 根据识别卡信息判断人员位置信息。

2. 具有双向通讯功能, 可接收识别卡的呼救功能, 运行可靠、防误触。采用轻质识别卡, 体积小, 不占用人员身上空间, 佩戴腰卡, 避免遗落。

3. 混合组网方案在实际应用中更加灵活, 井上采用光缆传输信号、井下采用矿用线缆传输信息, 同时保证信号传输率和安全性。

4. 可精准定位、跟踪井下人员行走线路、各个地点停留时间。

5. 具备 web 信息发布功能, 系统提供软件接口协议, 便于后期系统升级与其他系统对接。

6. 预留接口可连接总公司调度系统, 也可连接其他系统, 实现数据信息的实时共享。

3.3 系统功能

3.3.1 考勤管理功能

系统可实时采集人员出入井、井下区域停留时间等信息, 通过统计这些信息记得获取下井班数、班次、迟到、早退等各类信息, 将此类系统汇总、分类、存储以及生成报表, 为企业考勤管理提供数据支持。考勤系统数据可在数据库中实时查询, 数据库存储周期为 2 年。

3.3.2 完善报表功能

根据采矿企业报表制作要求, 系统提供 20 种以上的不同类别报表, 多方面满足矿井生产信息需求, 并可根据企业实际需求更改、重新定制报表。

3.3.3 安全管理功能

根据多信息判定井下人员分布情况和状况, 包括识别定位、数据分析、动态信息、实时显示等, 并且

系统可以实时模拟井下人员行动轨迹。重点区域定位器设置数量多,可以连续采集人员信息实现精准定位。结合井下电子地图,地面调度指挥可实时与井下管理人员、组长等人员保持沟通。一旦系统检测到可能出现安全事故会自动发出声光警报,提醒井下人员通过识别卡向控制中心发送安全信息。风险判定包括:井下信号丢失、井下长时间滞留、安全检测系统判定存在风险等^[5]。

3.3.4 无线寻呼

标识卡上配备声光报警灯,在分站发出呼叫信号后标识卡发出声光信息提醒作业人员。无线寻呼功能可通过远程发送声光警报信息的方式,有助于人员紧急撤离或失踪人员寻找。呼叫可以是个人、小组、区域人员、全体人员,由计算机控制呼叫范围,向分站发送指令即可呼叫。呼叫分为多个类型,包括日常呼叫、紧急呼叫、撤离呼叫,不同颜色报警灯代表不同呼叫类型。

3.3.5 安全监测管理

实时跟踪井下特殊岗位人员的运动轨迹,如瓦斯员、安检员等,记录这些特殊岗位人员在指定位置停留时间,从而确保严格按照标准执行安全监测工作。

3.3.6 紧急事件处理

如果井下出现紧急状况,井下人员可通过识别卡向控制中心发送呼救信号,控制中心根据呼救信号等级判断采取哪种应急方案。控制中心与应急预案联动,系统自动提供各类事故应急预案,点击进入后呈现事先设定好的避灾路线,查询井下附近人员信息,统计丢失人员数量,定位所有标识卡,提供井下人员分布情况,便于开展搜救行动。如果发生紧急状况且通讯系统中断,系统可提供灾前各个时间段标识卡信息,判定井下人员位置范围,为抢险人员制作搜救图提供信息支持。

3.3.7 系统运行管理

本次设计的“三网一体”井下人员精准定位系统具有自检功能,系统检测到出现故障情况会自动发出报警信息,提供基站设备、系统运行状况信息,也可以根据需求打印装备与系统状态报表。对各类设备统一管理,设定标识卡、射频定位器电量警报以及电量底线,提示工作人员及时对设备展开运维。系统支持导入CAD电子矿图,可移动、放大、缩小,在矢量图上自定义信息、呈现标识卡位置信息^[6]。

3.3.8 历史信息记录与查询

系统可对矿井生产信息长期保存并定时更新,包

括目标定位、统计考勤、双向寻呼、监测管理、系统运行参数等,保存周期为1年,工作人员可随时访问数据库调用、打印历史信息。

3.3.9 管理软件功能

系统采用B/S模式,借助身份识别技术设定分级管理权限,工作人员只需输入账号、密码即可自动进入权限界面,界面采用模块化导航设计,操作十分便捷。矢量地图可灵活导入CAD图形。通过软件设计,实现井下定位与跟踪、双向寻呼、总调联网、考勤统计等功能,通过标识卡实现井下人员精准定位、连续追踪,显示重点区域人员出入事件、滞留事件等信息,并根据所采集信息情况发出声光警报。井口验卡系统可显示井下人员分布信息、部门分布信息。系统可通过接口连接各类传感器,如通过温感器采集井下温度信息,并自动绘制温度曲线^[7]。借助网络化与信息共享功能,可为各方提供网络通信平台。

4 结语

本次设计的“三网合一”井下人员精准定位系统,结合了矿井生产特点和要求,借助射频识别、计算机通讯技术等,实现了井下全覆盖、重点区域实时监测,根据所采集的定位信息统一上传控制中心,分布式信息采集可以保障人员管理的针对性,双向寻呼系统可实时保持与井下联系,根据井下紧急事故快速发出调控信息,保障井下生产安全。此外,该系统分站信号覆盖范围大,可避免出现漏卡问题,灵活的组网模式,系统容量更大,后续升级更加便捷。总之,该系统保障了井下人员定位精度、时效,提高了井下生产的安全性。

参考文献:

- [1] 崔振杰,杨晴.煤矿井下无线通信及人员精准定位系统的融合应用[J].山东煤炭科技,2021,39(06):463-465.
- [2] 李冰.关于煤矿井下人员定位系统的应用研究[J].机械管理开发,2021(04):114-116.
- [3] 张无病.井下人员精准定位的应用[J].中国化工贸易,2019,11(08):156-157.
- [4] 张浩.高河能源井下精准人员定位系统的设计及应用分析[J].煤炭与化工,2022,45(09):68-70.
- [5] 陈兴明.人员精确定位系统在济宁三号煤矿应用与研究[J].煤矿现代化,2021,30(02):353-355.
- [6] 李冰.关于煤矿井下人员定位系统的应用研究[J].机械管理开发,2021,36(04):266-268.
- [7] 李锋.煤矿井下精确定位技术现状及应用[J].工矿自动化,2023,49(01):44-46.