

人员精确定位系统在矿井应用研究

田将杉 (汾西矿业柳湾煤矿, 山西 孝义 032303)

摘要: 人员精确定位系统可掌握井下作业人员数量、位置, 不仅提高矿井管理水平而且有助于安全事故救援。文中就对山西某矿使用的 KJ251A 精确人员定位系统结构组成、工作原理、关键技术以及现场应用结果进行探讨。现场使用的人员精确定位系统不仅具备能耗低、技术先进优点, 而且人员定位精度在 3.0m 以内, 可满足矿井安全管理需要, 现场取得较好应用成果。

关键词: 人员定位; 矿井生产; 无线传输; 识别卡; 读卡器; 通信网络

Abstract: the personnel accurate positioning system can grasp the number and location of underground workers, not only improve the mine management level, but also help to rescue safety accidents. This paper discusses the structure, working principle, key technology and field application results of KJ251a precise personnel positioning system used in a mine in Shanxi Province. The accurate personnel positioning system used on site not only has the advantages of low energy consumption and advanced technology, but also has the personnel positioning accuracy within 3.0m, which can meet the needs of mine safety management and achieve good application results on site.

Key words: personnel orientation; Mine production; Wireless transmission; Identification card; card reader; Communication network

井下采掘、运输等工作均采用人工完成, 人员在井下工作时存在一定的安全风险, 实时掌握井下作业人员数量以及位置等可在一定程度上增强矿井安全管理能力。矿井以往采用 RFID 射频技术的人员定位系统, 虽然可实现井下作业人员数量统计以及人员位置的区域定位, 但是也存在井下人员定位不精准, 无法满足矿井高效定位需要。随着科学技术的不断发展, 新的定位技术在矿井井下应用逐渐广泛, 文中就对 KJ251A 精确人员定位系统在矿井井下应用情况进行分析, 以期能在一定程度上提升矿井安全生产保障能力。

1 人员精确定位系统结构及工作原理

1.1 系统结构

人员精准定位系统主要由工控 PC、专业软件、工业以太网、井口检测装置、人员定位读卡器、人员定位分站、人员识别等构成, 具体矿井布置的人员精准定位系统结构见图 1 所示。

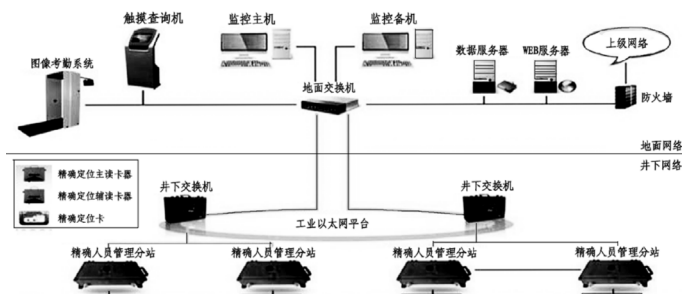


图 1 人员精准定位系统结构

1.2 精确定位系统运行原理

在矿井使用的巷道内按照 300m 间隔布置定位读卡器, 每台读卡器都有其独自的逻辑信息、位置信息, 同时在专业软件中均标注有定位读卡器具体位置。井下作业人员随身携带的识别卡、巷道内定位读卡器间使用

TOF 方法确定距离, 距离确定精度控制在 3m 以内。

人员精准定位系统分站间使用光纤传输方式进行通讯, 定位分站、读卡器间使用 RS485 总线方式传输 (传输使用 3 条相对独立线路), 为了满足精准定位需要, 监控数据应在 3s 内即可传输给地面监控中心。

1.3 精确定位系统关键技术

1.3.1 唯一性检测

在矿井镜头布置的检测装置型号为 KJ251-WY2, 该装置综合使用短距离识别、图像识别以及唯一性检测算法等技术实现上、下井人员的高效检测。当上、下井人员存在带坏卡、不带卡或者多带卡等方式下井时, 该检测装置即会发出提醒信息, 从而有效避免上述问题发生。上、下井人员携带正确的人员识别卡下井后可实现下井人员数量、身份以及入井资格等验证。具体井口布置的 KJ251-WY2 检测装置运行逻辑图见图 2 所示。

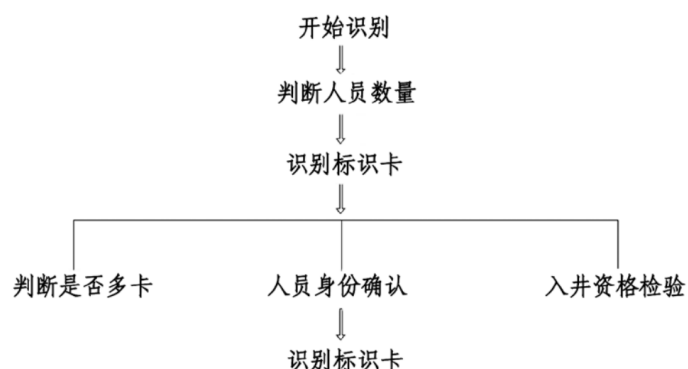


图 2 KJ251-WY2 检测装置运行逻辑

1.3.2 井下人员精确定位技术

通过井下布置的人员定位分站与识别卡间数据通信实现人员的精确定位, 具体涉及到的技术包括有无线射

频功放技术、微功耗技术、定向天线技术、PCB 微带天线技术等，同时定位分站具有标识卡优化安装、低能耗运行等功能，单台定位井下有效覆盖半径超过 600m。在定位分站有效覆盖半径范围内可实现井下人员的精准定位跟踪，精度在 3.0m 以内。

1.3.3 通信信息传输

井下定位分站共计有 8 个通信接口，其中 RS485 接口、千兆光纤接口均为 3 个，RJ45 接口 2 个，供电电源接口 1 个。通信系统主控制芯片内置有 LPC1766 处理器。通信时选用的交换机型号为 RTL8306E，控制系统占用内存小，处理速度快。

2 现场应用分析

2.1 精确定位系统现场布置

山西某矿按照井下人员定位需要安装人员精确定位系统，在地面监控主机房内安装 2 台定位主机（一台使用、一台备用）。在定位监控主机上有人员定位客户端，可实现井下人员位置的实时监控，采用 UPS 电源为监控系统提供电源。

①在井口安装 KJ251-WY2 检测装置对上、下井人员唯一性进行检测、完好性以及上下井人员数量进行判定。在调度中心内安装有人像对比服务器可与人员定位系统主机间进行数据通信；

②在井下共计安装 14 台人员定位分站（型号 KJ251A-F），其中副井口布置一台，在副井井底、绞车房、联络巷、变电所、轨道巷等位置布置 13 台人员定位分站。定位分站使用光纤与井下交换机进行连接，确保数据可及时上传至监控中心；

③在副井口、主要巷道内安装有 60 台精确定位读卡器，读卡器间隔均为 300m 以内，可实现井下 40km 巷道的全范围覆盖。读卡器可判定识别卡与读卡器间距离、移动方向等，从而精确确定井下人员所处位置；

④人员识别卡有腰带卡、灯绳卡两种固定方式，为便于管理矿井多数识别卡使用灯绳卡方式，仅有部分采用腰带卡以便服务于矿井检查人员。

2.2 应用效果分析

在矿井井下布置人员精确定位系统后，可实现井下作业人员数量、人员所处位置的精准统计，同时识别卡有唯一性即每张识别卡对应一作业人员，从而有效避免一人携带多卡下井或者带坏卡、不带卡下井问题。现场应用后，人员精确定位系统平均识别时间在 2s 以内，多卡检测精准度在 98% 以上；人像识别精准度在 99% 以上。

单台读卡器有效覆盖范围超过 600m，通过布置若干台读卡器即可实现巷道的无线识别信号全覆盖。井下人员定位采用 TOA 技术，地面监控中心可随时掌握井下作业人员精准位置，定位精度在 3.0m 以内；射频信号在具有抗干扰能力强、传输稳定等优点，即便有多卡并发情况出现也可保证数据精确传输与采集。具体现场统计的副井井底读卡器应用情况见表 1 所示。

表 1 副井井底读卡器应用情况统计结果

读卡器位置	读卡时间	读卡结果	识别卡编号
副井井底	09 时 55 分 31 秒	正常读取	A0015
副井井底	09 时 55 分 41 秒	正常读取	A0119
副井井底	09 时 55 分 54 秒	正常读取	A0215
副井井底	09 时 56 分 11 秒	正常读取	A0313
副井井底	09 时 56 分 25 秒	正常读取	A0011
副井井底	09 时 56 分 39 秒	正常读取	A0211
副井井底	09 时 56 分 31 秒	正常读取	A0096

井下布置的光传输分站数据传输速度可达到 100MBPS，一台光传输分站可服务 8 台读卡器，井下获取到的人员定位数据可实现秒级传输，不会出现数据延伸读取问题。

3 总结

山西某矿通过在井下布置 KJ251A 精准人员定位系统实现了井下作人员的精准定位，定位精度一般在 3m 以内。使用的人员精确定位系统具有能耗低、无线覆盖范围广、技术先进等优点。使用先进的人员定位系统不仅可有效统计井下人员数量、位置而且有助于提高矿井管理水平。

参考文献：

[1] 王国亮. 煤矿井下作业人员高精度定位系统设计 [J]. 机电工程技术, 2021, 50(03): 247-249.

[2] 李洪文. 5G 电机车无人驾驶技术的应用 [J]. 中国矿山工程, 2021, 50(01): 47-51.

[3] 李志强. 安全技术在矿井安全管理中的应用 [J]. 当代化工研究, 2021(03): 59-60.

[4] 毕铁丹. 基于 WIFI 技术的矿井人员定位系统及定位方法的优化研究 [J]. 机电工程技术, 2020, 49(12): 223-225.

[5] 李志龙. 煤矿安全监控技术与监控系统的分析 [J]. 机电工程技术, 2020, 49(10): 236-238.

[6] 石小红. 煤矿井下人员定位算法的优化研究与应用 [D]. 西安: 西安科技大学, 2020.

[7] 关长亮. 基于某矿山的生产信息管理系统解决方案 [J]. 中国矿山工程, 2020, 49(01): 55-59.

[8] 王庆贵. Z-Wave 在煤矿井下人员定位系统中的应用研究 [D]. 辽宁: 辽宁工程技术大学, 2017.

[9] 苟怡, 郭海军, 等. 精确定位技术在煤矿井下的应用研究 [J]. 中国煤炭, 2010(8).

[10] 李靖. 精确定位技术在煤矿井下作业中的应用 [J]. 通讯世界, 2016(8): 281-282.

[11] 李晓波. 煤矿井下作业信息化系统的定位算法研究 [J]. 煤炭技术, 2012, 31(08): 148-149.

[12] 李鹤宇. 煤矿环境参数检测及人员定位系统的研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2014.

[13] 王传林. 新型人员精确定位系统及其在唐阳煤矿的应用 [J]. 山东煤炭科技, 2020(02): 185-187+192.

作者简介：

田将杉（1988-），男，山西孝义人，2010 年 7 月毕业于山西煤炭职业技术学院，矿山机电专业，大专，现为工程师。