

矿井工作面地下人员定位系统的设计

薛慧敏（晋能控股煤业集团四台矿，山西 大同 037000）

摘要：煤矿的井下开采作业，由于环境的复杂性，工作面地下人员的定位系统对煤矿的安全生产具有重要的意义。采用基于 ZigBee 的通讯方式，满足系统的低能耗、高可靠性要求，搭建了地下人员的定位系统，并采用链条式的节点部署方式满足掘进巷道的使用特点。通过人员定位系统的设计使用，可提高对人员的管理及调度，保证煤矿的安全生产。

关键词：巷道掘进；ZigBee；定位；节点；智能化

Abstract: In underground mining of coal mine, due to the complexity of environment, the positioning system of underground personnel in working face is of great significance to the safe production of coal mine. The communication mode based on ZigBee is adopted to meet the requirements of low energy consumption and high reliability of the system, and the positioning system for underground personnel is established, and the chain node deployment method is used to meet the usage characteristics of tunneling. The design and application of personnel positioning system can improve the management and dispatch of personnel and ensure the safe production of coal mine.

Key words: roadway excavation; ZigBee; Location; Node; Intelligent

煤炭是我国重要的化石能源，在全国范围内具有广泛的分布，且大多采用地下开采的形式生产。在煤炭的开采过程中，矿井的安全是保证煤炭健康有序生产的重要因素，随着科学生产技术的发展，采煤工作面的智能化程度不断发展。工作面地下人员的定位系统成为矿井安全建设的必备组成部分，通过对地下人员的定位跟踪及调度管理，实现对地下人员状态的监控，并通过地上的监控中心进行综合管理^[1]，便于对地下人员进行综合管理，提高矿井的安全性及发生事故时救援的及时有效性。采用 ZigBee 通信技术对工作面地下人员建立定位系统，提高煤矿的智能化水平及安全管理水平^[2]，保证煤矿的安全有序生产。

1 工作面地下人员定位系统的整体方案设计

保证工作面地下人员定位系统实现安全管理的功能，对矿井的监控中心、井下工作人员及井下设备进行综合的分析，定位系统应该具备主要的功能包括，对地下工作人员的定位及跟踪，并通过考勤系统对人员的出入进行控制^[3]，跟随人员的定位终端设备带有相应的环境传感器，采集周边的环境信息，避免暴露于危险环境中，能够进行无线通信，可向监控中心及周边的终端设备进行通讯报警，监控中心能够接收矿井信息，并依据矿井的综合工况发送指令给井下人员的定位终端^[4]，实现综合管理调度。

依据工作面地下人员定位系统的功能要求，进行系统的整体方案设计，系统的整体构成包括三个组成部分^[5]，如图 1 所示。在工作过程中，巷道中分布着多个的信标节点，当信标节点检测到目标点后，通过 ZigBee 通讯将其发送到巷道的基站，通过基站的处理后由 CAN 总线将各基站节点的信息传输至主航道的节点，并通过

CAN 卡与计算机进行通信，由光纤传输至井上的监控层，利用监控层的计算机进行信息处理，并进行指令的下发。

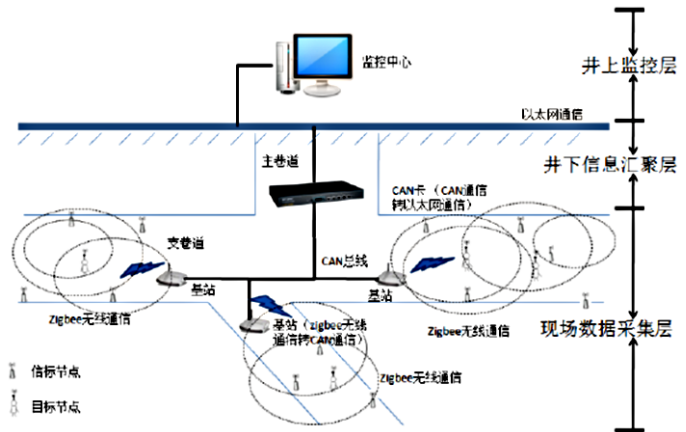


图 1 工作面地下人员定位系统的整体架构

2 工作面地下人员定位系统功能模块的设计

2.1 数据采集模块的设计

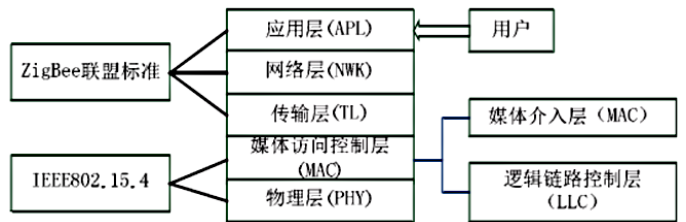


图 2 ZigBee 通讯的组成

系统采用 ZigBee 技术进行通讯，其结构如图 2 所示，ZigBee 可接入多种传感器及存储模块，可进行自组网，通信协议完善^[6]，用于地下人员定位系统的数据采集具有低成本低功耗、抗干扰能力强等优点，满足井下复杂

环境的使用, 具有较长的寿命, 其较低的传输速率也能够满足定位系统的传输要求。

数据采集模块主要通过传感器、ZigBee 节点、基站及监控中心组成, 通过放置在巷道内的空气、温度、气压等多种传感器进行环境信息的采集, 当环境发生变化时, 传感器发出相应的信号并进行传输, 实现对环境信息的监测。ZigBee 节点具有较强的扩展性, 进行数据传输的同时, 当传感器信息超标时, 可进行报警信息的传输, 并采取一定的安全措施。工作人员携带的定位终端可与传感器组成可移动的监控网络, 提高了数据采集及监控的范围。

2.2 人员定位模块的设计

人员定位模块通过工作人员携带的终端设备及布置在巷道内的 ZigBee 节点设备工作, 当工作人员进入到相应的节点区域时, ZigBee 可自组网相互通信, 识别人员的信息, 并进行定位算法的计算, 实现对人员的精确定位。由于 ZigBee 具有高频收发特点, 可跟随人员获得工作人员的移动轨迹, 并进行人员的调度及安全管理。当发生安全事故时, 监控中心可及时进行人员的通报, 并可提供相应的位置信息, 提高救援的效率。

巷道内不同区域的人员数量及设备不同, 对人员定位系统的节点部署具有不同的需求, 针对巷道掘进过程中的节点部署采用如图 3 所示的独头掘进部署, 在掘进的过程中, 随着巷道深度的增加, 人员及设备的数量也随之增加, 节点的部署密度随之增加。

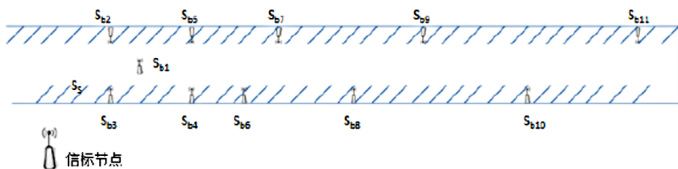


图 3 独头巷道掘进节点部署分布

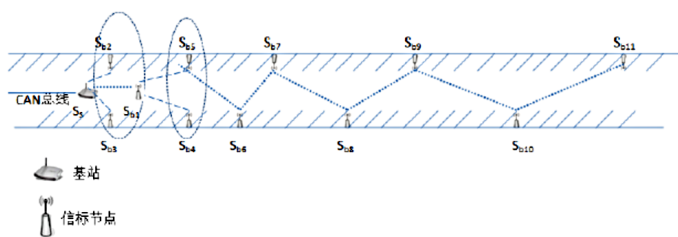


图 4 巷道链式节点部署分布

对节点的设置采用链式结合的方式进行节点的通讯, 如图 4 所示, 通过 CAN 总线进行基站的连接, 信标节点以链式的方式分布在巷道中, 以满足细长巷道的掘进特点, 基站布置在巷道口的位置, 节点往里的分布逐渐分散, 在巷道口的节点的作用较强。同时, 为保证某一节点出现死亡时, 系统整体的通讯保持正常工作, 对各节点的部署距离应小于节点的辐射半径, 当出现死亡节点时, 可连接辐射范围内地的其他节点进行自组网

通讯, 保证系统的整体运行稳定。

2.3 人员考勤模块的设计

系统进行人员考勤的模块主要通过 ZigBee 终端、考勤设备及监控中心的数据库运行, 定位终端内部包含存储模块, 可对人员的出入信息进行统计, 在经过考勤设备时, 定位终端与考勤设备相互通信, 读取考勤信息。ZigBee 网络的存储空间打, 可连接多个节点, 同时实现多个人员的考勤, 不影响人员的正常流动。数据库中包含考勤的数据及资料, 便于对人员进行统计管理, 当存在未出井的情况时, 可向监控中心报告, 并根据定位信息采取相应的措施, 避免出现安全事故。

3 总结

煤矿工作面地下人员定位系统是煤矿安全生产的重要保障系统, 是国家对煤矿六大系统的要求, 建立智能的工作面地下人员定位系统不仅可以提高煤矿的智能化水平, 同时对保障井下人员的安全具有重要的意义。采用基于 ZigBee 技术通讯的方式进行人员定位系统的设计, 对各功能模块进行了详细的设计。ZigBee 通讯的节点成本低, 并且可自组网, 具有较强的扩展性, 可满足井下巷道掘进的使用。根据独头巷道掘进的特点, 设计采用了链条式的节点布置方式, 满足井下人员及设备的使用需求。系统设计有考勤功能, 可进行工作人员的管理及调度, 通过工作面地下人员定位系统的使用, 可针对井下的工作人员进行有效的精细化管理, 提高煤矿的安全水平及管理水平, 提高煤矿的智能化程度。

参考文献:

- [1] 常琳. 煤矿井下无线定位技术及系统的应用现状和发展方向 [J]. 煤矿安全, 2021, 52(07): 94-98.
- [2] 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): 176-178+181.
- [3] 张明, 何云文, 付蓉. 井下融合及多系统联动技术在黄白茨煤矿应用与实践 [J]. 煤炭技术, 2021, 40(02): 169-172.
- [4] 张红兵. 智能化工作面人员定位与液压支架协同安全控制系统设计 [J]. 煤矿机械, 2020, 41(12): 167-171.
- [5] 洪玉玲. 基于三维 GIS 的煤矿井下人员精确位置地图管理系统 [J]. 煤矿安全, 2020, 51(08): 144-146.
- [6] 莫树培, 唐璘, 李国良, 陈明, 金礼模, 周龙龙, 朱超, 赵大磊. 混沌粒子群优化神经网络的井下人员无线定位方法研究 [J]. 传感技术学报, 2020, 33(03): 456-463.

作者简介:

薛慧敏 (1991-), 女, 山西大同人, 本科, 2016 年 6 月毕业于中国矿业大学, 助理工程师, 研究方向: 电气工程及其自动化。