

文章编号:1671-251X(2023)S1-0131-02

煤矿井下无人电机车智能化

迟鹏巍, 张楷

(内蒙古大雁矿业集团有限责任公司 第三煤矿, 内蒙古 呼伦贝尔 021000)

摘要:传统的井下电机车需要由人员进行操控,存在安全隐患和效率低等问题。因此,需要对煤矿井下电机车进行智能化改造,从而实现煤矿井下电机车无人驾驶。针对井下环境特点及存在的问题,给出了井下无人电机车智能化的要求和基本功能,即采用无线通信技术实时采集电机车运行信息,通过电子地图导航系统将这些信息进行整合;采用智能化控制技术,根据驾驶员的操作指令对电机车进行速度调节、制动控制及加减速操作;采用电子地图导航技术,实现井下电机车的自主行驶。指出了未来井下无人电机车智能化的前景:续航里程得到更大提升;更加灵活、智能化的导轨系统以提高电机车运输效率;电机车运行数据实时上传至云平台进行分析和挖掘;多元化的应用场景。

关键词:煤矿运输;井下无人电机车;无人驾驶;智能化

中图分类号:TD54/67 文献标志码:A

Intelligent unmanned electric locomotive in coal mine

CHI Pengwei, ZHANG Kai

(No.3 Coal Mine, Inner Mongolia Dayan Mining Group Co., Ltd., Hulunbuir 021000, China)

0 引言

煤矿井下电机车是煤矿生产过程中重要的运输设备,主要负责将采掘工作面所需的材料、设备等运输到回风大巷或主运输大巷,并将煤、矸石等运输至回风大巷,其运行效率直接影响煤炭生产效率。传统采取人工驾驶电机车的方式,但由于巷道狭窄、运输道路崎岖不平、交通信号不完善,经常出现驾驶员违章行驶、机车安全性能不高等问题,同时由于驾驶员长时间驾驶、注意力分散等原因,容易造成运输事故。因此,需要对煤矿井下电机车进行智能化改造,从而实现煤矿井下电机车无人驾驶^[1-2]。现阶段“无人”分为 2 种,一种是远程遥控操作,另一种是利用系统编程实现完全无人驾驶^[1-2]。本文分析了井下环境特点和存在的问题,探讨了井下无人电机车智能化的技术路线和实现方法,对井下无人电机车智能化的应用前景进行了展望。

1 井下环境特点及存在的问题

井下环境的特点主要包括狭窄、潮湿、高温、高压、有毒有害气体等,这些给井下无人电机车的智能化带来了很大挑战。同时还存在以下问题:

1) 通信信号不稳定。井下环境的信号干扰较大,通信信号不稳定,影响了井下无人电机车的智能化控制。

2) 传感器精度不高。井下环境的特殊性使得传感器精度受到很大限制,影响了井下无人电机车的自主导航和避障能力。

3) 控制系统复杂。井下无人电机车的控制系统需要考虑多种因素,如传感器数据、通信信号、运输任务等,使得控制系统变得非常复杂。

2 井下无人电机车智能化要求

通过对 4 台配套的智能化变频电机车进行控制,实现电机车的智能化改造及沿途电动道岔的集控改造、行车信号的联锁^[3]监控等,实现监控范围内的电机车远程自动驾驶。地面操作室设置无人驾驶控制台及拼接大屏显示系统。提供智能运输移动端 APP 软件,可在矿用智能手机和矿用平板计算机上安装使用,为管理人员提供无空间限制的智能运输系统监控数据及调度管理服务。具体要求如下。

1) 无人驾驶调度指挥中心设在地面,通过工业以太网及大巷网络电缆对井下电机车实施监控和调度管理,保障辅助运输安全,以最大限度地减少下

井人员维修维护成本。

2) 满足今后矿井各辅助系统的扩展、变化情况,坚持进行整体设计、易于扩展、分步实施的原则。

3) 电机车运行方式。电机车具有手动、遥控和自动运行方式。配合电机车监控系统网络,可实现远程控制和无人操作方式。

4) 智能调速系统。利用 PLC 控制单元和远程电子识别技术,可根据电机车运行环境自动调节电机车转速,实现电机车智能控制,有效提高电机车运行安全性。

5) 制动闭环系统。采用电动制动,与 PLC 控制系统形成闭环控制,可自动补偿制动间隙。具有自动制动功能,保证驻车制动的安全性。

6) 驱动方式。采用交流感应电动机减速驱动或永磁同步低速电动机直接驱动。

7) 人机显示界面。集成显示车载视频图像和电机车运行速度、里程、电池电量等参数,有利于操作人员准确、实时掌握电机车运行状态,还可以显示故障信息,便于排除故障。

8) 障碍物识别功能。电机车应装有障碍物识别装置,实现遇障碍物自动停车。

9) 在现有矿山数字平台的基础上,对信号集合闸系统进行改进优化,使其适应电机车。

3 井下无人电机车基本功能

井下无人电机车运行时采用无线通信技术,实时采集电机车运行信息,通过电子地图导航系统将这些信息进行整合,实现井下电机车的自动驾驶。该电机车采用智能化控制技术,可以根据驾驶员的操作指令对电机车进行速度调节、制动控制及加减速操作。同时采用电子地图导航技术,可以实现井下电机车的自主行驶。

3.1 操作模式

通过车地通信网络监控电机车运行状态,传输电机车安全行驶指令,在控制中心实现电机车的启/停、加/减速、点/半速/全速运行、方向选择、喷砂、鸣笛、照明等操作。电机车有手动驾驶、遥控驾驶和自动驾驶 3 种操作模式。

1) 手动驾驶模式^[4]。即人工驾驶模式。该模式为系统调试或故障状态下,由司机在驾驶室内驾驶电机车,电机车驾驶室为本地控制状态,此时远地控制中心处于对电机车的监测状态。由电机车驾驶室司机按照指令起止点轨道线路,驾驶电机车运行。

2) 遥控驾驶模式。该模式在列车解联作业区域运行,在必须人工参与的运输作业中设置为遥控驾驶模式。指定编号的手持遥控器与电机车编组授

权相关联。电机车处于视距遥控状态,手持遥控器与车载机之间传输测控指令。解钩作业完成后,通过手持遥控器将确认结果发送到控制中心,将控制权移交交给控制中心。控制台根据轨道线启停点指令,结合调度信号联锁系统,远程控制电机车运行到指定位置,实现电机车行驶的远程拟人化操作。

3) 自动驾驶模式。确定已经组织好的起点和终点以及运输沿途不需要列车人工参与,电机车“起点”到“目的地”之间的运输区域可以设置为自动驾驶模式。在允许行驶的路线上设置自动切换,切换方向在中途改变,自动驾驶模式自动停止。运行控制中心的计算机监控软件与电机车编队授权相关联。电机车处于远程自动控制状态,此时控制中心与车载机传输测控指令,联锁指令来自调度信号系统,实现电机车自动驾驶。在这种运行模式下,电机车只有在两端的上车点设置上车和编组位置,才能实现电机车自动驾驶。

3.2 无线通信

一般直巷道内,基站与基站之间的间隔为 200 m,在转弯或有建筑物遮挡的区域,需要加密布置。基站内配有 UWB 定位模块,能够与车载机的 UWB 模块之间实现高精度定位测定,从而实现对电机车精确位置的校准。并配置 ZigBee 无线控制模块,能够通过无线信号控制司控道岔装置、信号灯等设备。每台基站配置 1 台稳压电源为其供电,并具备不少于 2 h 的后备电源功能,确保无线网络通信的可靠性。

4 前景展望

井下无人电机车是一种适用于矿山等狭小环境的智能化运输设备。随着人工智能、自动驾驶等技术的不断进步,井下无人电机车也将展现出更广阔的应用前景。此外,无人机技术也可以应用到井下无人电机车中,实现更加高效、精准的监测和维护。未来井下无人电机车可能会具有更强的感知能力、学习能力、决策能力和执行能力,能够更好地适应不同的矿山环境和工作需求,提高生产效率和安全性。

1) 电池技术的进步。随着电池技术不断发展完善,井下无人电机车的续航里程将得到更大提升,能更加高效地完成生产任务。

2) 轨道系统的改进。目前井下无人电机车使用的铁路轨道系统有一定的局限性,未来可能会出现更加灵活、智能化的导轨系统,提高井下无人电机车的运输效率。

3) 数据云平台的应用。将井下无人电机车的

(下转第 146 页)

稳定性的主控因素。自然风压越大,则促进通风系统工作,工作面进风巷风量越大;自然风压越小,则抑制通风系统工作,工作面进风巷风量越小。

2) 地面环境的急剧变化是导致自然风压急剧变化的主要原因,自然风压大小主要取决于外部环境的大气压、气温、空气密度和相对湿度。通过分析乌鲁木齐地区气候和乌东煤矿工作面通风量可知,夏季和白天自然风压低,抑制矿井通风,冬季和夜晚自然风压高,促进矿井通风。

参考文献:

[1] 尹里刚,周焕明. 自然风压在井下通风系统的应用与研究[J]. 工业安全与环保,2017,43(11):35-37,65.
[2] 张跃. 自然风压对通风系统影响规律研究及长平矿应用[D]. 阜新:辽宁工程技术大学,2015.
[3] 张加元. 自然风压对通风系统影响的定性分析[J]. 现代矿业,2009,25(2):117-119.
[4] 王豪,宋官林. 2016—2020 年中国煤矿安全事故统计与现状分析研究[J]. 能源与节能,2023(3):170-173.
[5] 王利国. 自然风压影响通风系统的原因及对策[J]. 矿业装备,2020(3):134-135.
[6] 韩耀中. 分区域低负压矿井自然风压对通风系统的影响及其控制技术研究[D]. 青岛:山东科技大学,2020.

(上接第 132 页)

数据实时上传到云平台进行分析和挖掘,为矿山管理提供更加准确、全面的数据支持,提高生产效率和安全性。

4) 多元化的应用场景。除了矿山等狭小、危险环境,井下无人电机车未来还有可能应用到其他领域,如地铁、隧道等地下工程中,为人类的工作和生活提供更加便利和安全的运输服务。

5 结论

1) 井下无人电机车能够实现集中调度和集中管理,根据现场实际情况,调度员可以远程对电机车进行操作或远程对电机车进行巡检,大大减少了因人工操作失误而引起的事故。

2) 井下无人电机车可以对电机车运行状态进

[7] 周梓欣,雍晓艰. 昌吉宝平煤矿水害隐蔽致灾因素分析[J]. 陕西煤炭,2023,42(1):174-177,190.
[8] 曹怀轩,李继良,陈军. 东滩煤矿通风阻力测定及自然风压测定[J]. 煤矿现代化,2020(5):160-162.
[9] 王富忠. 乌东煤矿近直立特厚煤层智能化工作面建设[J]. 工矿自动化,2022,48(增刊 2):53-57.
[10] 姚俊强,李漠岩,迪丽努尔·托列吾别克,等. 不同时间尺度下新疆气候“暖湿化”特征[J]. 干旱区研究,2022,39(2):333-346.
[11] 周心权,吴兵. 矿井火灾救灾理论与实践[M]. 北京:煤炭工业出版社,1996.
[12] 雷柏伟,杜珮颖,肖博文,等. 大气压变化对矿井封闭区域气体采样的影响[J]. 矿业科学学报,2020,5(3):257-262.
[13] 刘昆轮,常博,马祖杰,等. 自然风压作用下工作面采空区漏风特征研究[J]. 工矿自动化,2020,46(9):38-43.
[14] 臧燕杰. 近距离煤层工作面自然风压变化及漏风规律研究[J]. 山东煤炭科技,2022,40(5):113-116.
[15] 赵文彬,芦继宇,李振武,等. 工作面掘采时期邻近采空区动态漏风规律研究[J]. 煤炭工程,2019,51(9):136-141.
[16] 马祖杰,闫松,王刚,等. 深井自然风压及采空区漏风特征研究[J]. 煤炭工程,2019,51(4):85-89.

行实时监控,同时能够对人员进行定位和安全预警。

3) 井下无人电机车可以大大提高生产效率,减少不必要的人力成本,同时也能大大减少安全事故的发生。

参考文献:

[1] 童春. 井下电机车无人驾驶系统的设计[J]. 科技风,2022(20):1-3.
[2] 李竹年. 矿井无人驾驶电机车系统升级改造[J]. 煤矿机电,2017(6):33-35.
[3] 方涤非. KJ15A 矿井机车运输联锁软件的安全测试研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2003.
[4] 赵作鹏,李玉良,马勇,等. 现代通信技术在矿井机车监控系统中的应用[J]. 煤炭科学技术,2003,31(7):13-14.