

Research on standardization and intelligent technology of auxiliary transportation system in coal mine

Hua Yu

Inner Mongolia Shuangxin Mining Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

Abstract

With the development of science and technology, and the high requirements for safety production in the coal mining industry, the auxiliary transportation system of coal mines, as an essential part of coal mine operations, bears significant responsibilities such as transferring personnel, materials, and equipment. Its transformation and upgrading have become an inevitable trend. In the process of transforming and upgrading the auxiliary transportation system of coal mines, standardization and intelligence are crucial directions. They will greatly enhance transportation efficiency, reduce operating costs, and ensure safe and stable production. Therefore, this article discusses the intelligence and standardization of the auxiliary transportation system in coal mines.

Keywords

coal mine; trackless rubber wheel vehicle; auxiliary transportation system; standardization; intelligence; technology

关于煤矿辅助运输系统标准化及智能化技术探究

于华

内蒙古双欣矿业有限公司, 中国·内蒙古鄂尔多斯 017000

摘 要

随着科学技术的发展, 以及煤矿行业发展对安全生产的高要求, 作为煤矿生产中重要环节, 煤矿辅助运输系统兼备了整个煤矿作业人员、物资、设备器械转载以及运输等重要职责, 其转型升级已经成为一种必然的趋势。而煤矿辅助运输系统转型升级中, 标准化及智能化是极其重要的方向, 它们将极大程度提高运输效率, 节约运行成本, 确保安全稳定生产。为此, 文章从煤矿辅助运输系统智能化、标准化进行探讨。

关键词

煤矿; 无轨胶轮车; 辅助运输系统; 标准化; 智能化; 技术

1 引言

煤矿运输主要可以分成两种, 一是主运输, 二是辅助运输。辅助运输指需要兼备人员、设备和物料等的相关运输性能及职责。为有效强化煤矿辅助运输的标准化及智能化特性提供了帮助, 从 2020.2 月起我国多个部门联合制定《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》。随着煤矿智能化进程的推进, 标准化与智能化建设已成为提升运输系统运行效率、降低事故率的重要手段^[1]。本文从标准化技术与智能化技术两个层面, 探讨当前煤矿辅助运输系统的具体实施路径, 以期为行业提供参考。

2 煤矿辅助运输系统标准化及智能化建设意义

对煤矿辅助运输系统的标准化以及智能化建设, 是促

进矿井高效率生产、确保安全生产、节约运行成本的重要前提。传统模式下的辅助运输设备杂乱配置、作业方式不统一、管理制度不严格等问题十分常见, 造成设备的闲置多、维护成本高, 并且在意外发生时的应急反应慢, 不利于矿井的安全生产和高产高效。针对以上问题, 实行煤矿辅助运输系统标准化建设能有效地协调包括无轨胶轮车在内的相关运输设备实现技术标准、工作流程等环境统一, 从而促使运输系统整体协同运行。另外实行系统的标准化之后再行智能化建设, 可实现煤矿辅助运输系统的自主感知识别、自动调度和风险预警, 形成更加完善的智能化运输系统, 同时降低人员强度劳动程度以及提高煤矿辅助运输效率与稳定性。特别是无轨胶轮车在煤矿辅助运输中得到大量使用时, 只有在前期实现系统标准化的基础上, 才有可能形成功能较为完备的具有通用接口和控制协议的标准体系, 从而为智能化辅助运输系统奠定技术基础。此外, 采用标准化与智能化协同的推进手段打造煤矿运输系统模块化、平台化的技术体系, 成为制定标准和规范制造设备的基础, 并最终将煤矿辅助运输系

【作者简介】于华 (1996-), 男, 中国山西怀仁人, 本科, 助理工程师, 从事煤矿辅助运输系统标准化及智能化技术研究。

统由经验驱动转变为数据驱动,从而为煤矿的高质量发展提供强有力的支撑^[2]。

3 煤矿辅助运输系统标准化技术

3.1 无轨胶轮车选型配置规范

煤矿辅助运输系统中,选择无轨胶轮车型以及怎样合理搭配是影响运输效率的一个重要因素,因而出于标准化建设要求,需要根据矿井巷道断面、运输距离、运量等参数确定无轨胶轮车选型标准:主要运输线路选用载重大于等于 10t 中型及以上车辆,一般支路选用载重为 5 ~ 8t 的小型车辆;统一车型轴距、轮距和最小转弯半径,以保证车辆能够正常通行煤矿运输中典型的 T 形、L 形巷道内。按照“主辅兼顾、单向分流”的方式确定车辆行驶路线,车辆线路间尽量不出现车辆相会的情况。规定车辆动力系统必须使用符合国家规定的环保标准的电动驱动装置。对无轨胶轮车装载平台宽度、高度、结构形式等标准予以统一,使各种类型的物资装载工具均能与车辆接口一致,以增强换载效率。无轨胶轮车均须严格按照相关规范及要求加装配套齐全的液压制动机构、防滑机构,满足车辆制动的要求;最后,科学确定不同规格的无轨胶轮车数量,以满足煤矿生产运输需求。如按照每天最大运输量确定车辆的总数及冗余率,不可出现无轨胶轮车空余过多或不足的现象,在避免辅助运输系统冗余或浪费的同时,提升煤矿生产经济效益。

3.2 车辆运行管理制度标准化

一是煤矿辅助运输系统统一调度,所有调度指令要使用电子化调度指令模板,并注明车辆编号、出车时间、运行区段、任务优先级和回程时限等指令要素,由调度中心生成后下发并留痕备案,避免人为影响指令执行。二是统一无轨胶轮车运行数据日志,对驾驶员实行一车一档制,车辆每次出车须做好行车起止时刻、实际运行里程、载重参数、异常情况以及人员身份编码等信息如实记录于运行日志中,并实时上传到中心数据库中,便于开展数据分析、运力匹配等工作。三是操作规范,要统一制定无轨胶轮车驾驶员培训规范,严格岗位准入条件,并安排周期性的实操考核,考核内容包含坡道起步、限速控制、转弯半径控制、紧急制动等,从而保证无轨胶轮车驾驶员操作的一致性和安全的操作行为。四是检修规范,制订无轨胶轮车辆点检清单,在每班的作业前后对车辆的制动系统、转向装置、轮胎气压、电气系统、灯光信号等重点部位按要求进行标准化检查,填写点检表,并经相关人员签字后录入点检台账中^[3]。六是无轨胶轮车维修管理环节,常规故障实行现场快速处理,重大故障则要求立即拖回指定区域并在规定时限之内维修完成,同时维保的权限边界、时限要求还有责任单位要在技术协议里面具体约定。七是,无轨胶轮车运输路径管理上,结合煤矿生产实际要划出车辆专用车道以及固定停车位置,放置一些隔离设施或者路标等避免出现车辆逆向行驶的情况以及违章乱停等情况

的发生。

3.3 装卸设施与中转站设置标准化

装卸平台应按照常见的运输物资(如设备零部件、支护材料、散状物料等)尺寸、特性来制定统一的长宽尺寸、额定承重量以及作业对接高度等参数,平台面高与无轨胶轮车装货台面高差控制在 $\pm 2\text{cm}$ 以内,两侧设置刚性导向护栏,并且为避免出现滑移或翻倒情况栏杆高度须与物料外形相匹配。另外针对存在多向位移风险的物料需增设限位卡槽或者设置定向导轨。中转站的最低作业面积则需根据单车最大运输批次量、最短的等待周期确定,同时选择双向强制排风型风机并配套安装防尘隔断帘及工业级防爆灯具,以确保中转站得以高效运转。物资存放区域用钢质围栏模块分隔,并根据不同物资的属性(易燃、腐蚀、重载等)统一代号与标识,并设置条码扫码系统与定位指引标志;对于特殊危险物资应单独设置防爆库区,并增设阻燃隔断、防静电地坪、气体泄漏检测装置。装卸装置采用标准液压升降平台与自调滚轮轨道系统,升降行程满足多种车型适配,导轨滚阻不大于 0.02N/N ,人员运输中转区采用阶梯式站台以及高强度扶手系统,站台与车门对位误差 $\pm 3\text{cm}$,站台面铺设防滑地砖,站台边缘贴置高反光警示条。候车区按最大班次人数核定面积的建筑面积标准,且安装上不低于 300lX 照度的分布式照明设施,配备噪声符合标准的顶置低噪声排风扇,同时按规定周期开展状态诊断和维保,以确保煤矿辅助运输系统与生产运行得以高效开展。

4 煤矿辅助运输系统智能化技术

4.1 车辆定位与轨迹监控系统

煤矿辅助运输系统无轨胶轮车智能化实现上,车辆定位和轨迹监测是保证运输调度可视化以及安全管理精细化的一项关键技术。由于井下空间比较狭小而且环境复杂,针对车辆定位和轨迹监测上可利用 UWB(超宽带)定位技术和惯性导航单元来实现实时定位。同时再给每辆无轨胶轮车配置定位标签和姿态感应模块以及巷道两侧布置定位基站构成密集的基站覆盖网络,以实现厘米级的定位精度。须注意确保车辆定位和轨迹监测具有抗遮挡、抗干扰的功能,以确保在煤矿井下的粉尘、水雾等干扰环境下均可高效运行。车辆位置信息会通过地面网关传送给调度平台,系统自动生成轨迹图、热力图、历史运行轨迹。随后调度人员可以随时查看每辆无轨胶轮车的当前位置坐标、行驶速度、运行状态等相关信息,并且可第一时间发现运行轨迹异常快速地向发送停止运行指令或者更改行驶路径指令^[4]。基于提升应急响应效率目的,车辆定位与轨迹监控系统应设置轨迹偏离预警功能,一旦车辆偏离预定行驶路线或驶入禁止通行区域就会自动触发预警并向车辆发送相应指令促使其正常行驶,同时将预警信息形成事件记录,方便后期进行事故回溯。另外,我们还可将电子围栏接入系统中协同工作,根据不同巷道的

安全等级设置相应的区域限制,以确保无轨胶轮车不进入高瓦斯区域或者高温区域以及禁区巷道等。此外车辆定位与轨迹监控系统具备分区管理功能,可以针对不同的运输分区设置差异化无轨胶轮车运行策略,以提升煤炭辅助运输系统智能化与效率性。

4.2 智能调度系统构建与运行优化

智能调度系统是实现无轨胶轮车运输智能化高效运营及减空转的核心,为此一方面需要建立基于煤矿井下巷道布局和各生产作业区域分布情况下的动态交通网络模型,另一方面则综合考虑运输任务优先级、车辆分布状态和任务实时响应能力等制定出最优调度路径以及最合理的出车顺序。同时设计一种基于多目标优化的智能调度算法来实现最优化行车指令,此算法核心在于根据运输时间最短、路径冲突最少、车辆利用率最高三个优化目标在煤矿生产作业中对无轨胶轮车行驶过程动态调整行驶线路。此外,智能调度系统还可对即将完成的无轨胶轮车运输任务作出预测,即须基于已有历史运输任务数据基础上并结合当前矿井任务完成情况预测各个运输节点不同时段的工作量,随后据此调配相应的车辆,以此保证煤矿生产高峰期都有充足的运力支持。同时针对运行中的无轨胶轮车结合巷道拥堵程度或者出现临时故障等情况变更行驶路线,以提升煤矿运输效率。此外为了减少调度冲突,智能调度系统设置任务互斥规则和优先级,即在矿井处于生产高峰阶段,首先完成任务等级高的运输工作。例如:先保障供料和运人任务,然后再执行级别较低的任务,确保急用先送、非急需后送。

4.3 智能辅助驾驶与安全防控系统

为了提高煤矿井下环境无轨胶轮车的运输安全水平,还需通过智能辅助驾驶系统避免人为操作失误所带来的安全问题。对此,煤矿无轨胶轮车智能辅助驾驶系统建设上可以利用激光雷达、红外摄像、惯性导航以及车体姿态检测等模块,一方面让车辆运输过程中前方的障碍物、巷道边界和交叉口的实时识别和预警,另一方面则实现路径偏离报警、紧急制动辅助、限速提醒等功能^[5]。此外,智能辅助驾驶可

对不同的工况下的驾驶行为进行识别和干预,比如对湿滑或者倾斜的路段可使车辆自动减速或者禁止急转弯等驾驶行为。对于人员密集区或开采作业点识别人员或物体靠近车辆并且发出预警语音提示,防止撞击事故的发生。事故防控方面,该系统具备多个级别的安全防护功能,在检测到无轨胶轮车存在关键性故障(制动失效、方向失控)的情况下可以将车辆直接停车并且将异常信息上传到后台,同时通过与后台中控系统联动自动安排维修人员进行现场处理。另外,无轨胶轮车上统一安装有司机交互界面,系统检测的结果、辅助驾驶指令等相关信息会实时反馈到显示屏上,提高司机应对突发情况的反应能力并增强煤矿辅助运输系统安全与效率。

5 结语

综上所述,煤矿辅助运输系统标准化和智能化建设是矿井实现高效、安全、可持续的重要途径。本文以无轨胶轮车为核心对煤矿辅助运输系统进行研究,从设备配置、运行管理以及装卸设施3个方面介绍了系统的标准化路径,然后分别从车辆定位、智能调度、辅助驾驶等方面论述了智能化的具体方案。通过采取上述结合煤矿生产情况所提出具体的煤矿辅助运输系统标准化与智能化技术和方法力求推动我国煤炭行业生产实现高效转型发展。

参考文献

- [1] 尹清锋.无轨胶轮车在煤矿辅助运输系统中的应用探讨[J].东方文化周刊,2023:196-198.
- [2] 鲍久圣,章全利,葛世荣,etal.煤矿井下无人化辅助运输系统关键基础研究及应用实践[J].煤炭学报,2023,48(2):1085-1098.
- [3] 田向.矿井有轨辅助运输容器转载机器人机械系统研究[D].中国矿业大学,2023.
- [4] 孙晓辉.新形势下煤矿辅助运输关键技术与装备分析[J].内蒙古煤炭经济,2023(9):139-141.
- [5] 田弘丰,朱明刚,张晓曦,等.低碳经济背景下煤矿辅助运输系统的优化研究[J].中国轮胎资源综合利用,2024(11).