

基于无轨防爆胶轮车的煤矿井下运输效率提升策略

胡元元

国网能源哈密煤电有限公司大南湖一矿 新疆 哈密 839000

摘要: 煤矿井下无轨防爆胶轮车运输是适配煤矿规模化开采的核心辅助运输方式, 凭借无轨化、防爆性、适配性优势, 逐步替代传统轨道运输。当前该运输方式虽已广泛应用, 但仍存在调度滞后、环境制约、设备维护不足、智能化配套欠缺等效率短板, 其成因涉及设备、运输组织、人员、配套设施与管理四个层面。本文界定核心概念、梳理相关理论, 分析运输现状与效率短板及成因, 并从设备、运输组织、人员队伍、配套设施与管理四个维度提出优化策略, 为提升煤矿井下无轨防爆胶轮车运输效率、保障运输安全提供参考。

关键词: 无轨防爆胶轮车; 煤矿井下; 运输效率; 成因分析; 提升策略

引言: 随着煤矿开采向规模化、智能化转型, 井下运输的高效性与安全性成为制约开采效能的关键环节。传统轨道运输存在灵活性不足、适配性差等短板, 已难以满足井下人员、物料及设备的高效转运需求。无轨防爆胶轮车运输凭借灵活移动、防爆安全、适配性强的特点, 成为井下辅助运输的核心装备。但在实际应用中, 受多种因素影响, 其运输效率未能充分发挥, 不仅制约煤矿开采整体进度, 还可能埋下安全隐患。因此, 本文聚焦煤矿井下无轨防爆胶轮车运输, 梳理相关理论、分析现状短板与成因, 提出针对性提升策略, 为煤矿井下运输效能优化提供支撑。

1 煤矿井下无轨防爆胶轮车运输的核心概念界定与相关理论

1.1 核心概念界定

煤矿井下无轨防爆胶轮车运输, 是指在煤矿井下巷道环境中, 以无轨防爆胶轮车为核心运输载体, 实现井下人员、物料及设备转运的一种运输方式。其核心特征体现为无轨化、防爆性和适配性, 无轨化区别于传统轨道运输, 依托胶轮行走实现灵活移动, 无需铺设固定轨道; 防爆性是适配井下易燃易爆气体环境的关键, 通过特殊结构设计杜绝车辆运行中产生的火花、高温等安全隐患; 胶轮设计则兼顾承载能力与巷道地面适应性, 可在井下复杂路况中稳定行驶, 核心目标是提升井下运输效率、优化运输流程。

1.2 相关理论支撑

煤矿井下无轨防爆胶轮车运输的有序开展, 主要依托两大核心理论支撑。一是矿山运输系统优化理论, 该理论聚焦矿山井下运输的高效性与合理性, 强调运输载体与运输场景的协同匹配, 为无轨防爆胶轮车的应用提供系统层面的逻辑指导, 助力优化运输路线、提升运输

周转率。二是设备环境适配理论, 该理论核心是设备性能与使用环境的精准契合, 指导无轨防爆胶轮车在防爆、抗冲击、抗磨损等性能上的设计与优化, 确保车辆在井下潮湿、多粉尘、空间狭窄的环境中长期稳定运行, 为运输安全提供理论保障^[1]。

1.3 无轨防爆胶轮车与煤矿井下运输的适配性分析

无轨防爆胶轮车与煤矿井下运输场景具备高度适配性, 主要体现在三个方面。其一, 空间适配性, 车辆体型可根据井下巷道尺寸设计, 无需铺设轨道, 能灵活穿梭于不同断面的巷道, 适配井下复杂的空间布局。其二, 环境适配性, 其防爆结构可有效适应井下易燃易爆气体环境, 抗粉尘、抗潮湿设计能应对井下恶劣工况, 避免因环境因素影响运输安全。其三, 功能适配性, 车辆兼具人员通勤与物料转运双重功能, 承载能力可根据需求灵活调整, 既能搭载作业人员安全往返采掘面, 又能转运散装物料与重型设备部件, 无缝衔接采掘、掘进等各环节运输需求, 弥补传统轨道运输灵活性不足的短板, 显著提升井下运输效率。

2 煤矿井下无轨防爆胶轮车运输现状及效率短板

2.1 煤矿井下无轨防爆胶轮车应用现状

随着煤矿开采向规模化、智能化发展, 无轨防爆胶轮车已替代传统轨道设备, 成为井下辅助运输核心装备, 广泛用于物料转运、人员接送等场景, 适配各类巷道, 灵活性突出。当前其技术持续升级, 动力形式向电动、混合动力多元化发展, 兼具环保节能优势, 可改善井下作业环境; 智能化改造逐步推进, 部分车辆配备基础定位、通讯设备, 但整体仍处于初级阶段。车辆防爆、制动等核心性能不断优化, 能适应井下易燃易爆、路况复杂的环境, 为运输安全提供保障^[2]。

2.2 无轨防爆胶轮车井下运输效率核心短板

尽管该类车辆应用广泛,但运输效率仍有诸多短板。一是调度管理滞后,部分仍采用人工调度,缺乏精准定位和实时监控,无法掌握车辆运行、载重等信息,易出现拥堵、调度失误,导致车辆空转、等待时间过长。二是环境制约明显,井下巷道狭窄、交叉口多,煤尘堆积、路面不平整限制行驶速度且易引发故障,错车硐室不足且布局不合理,加剧运输延误。三是维护与操作水平不足,井下环境导致零部件磨损快,维护不及时易引发故障中断运输;部分操作人员技能欠缺、操作不规范,影响效率且增加故障风险。四是智能化配套不完善,未形成完整智能调度与协同体系,车辆与各运输环节衔接不畅,制约效率提升。

3 影响无轨防爆胶轮车井下运输效率的成因分析

3.1 设备层面成因

设备自身品质与性能是影响运输效率的基础成因。部分无轨防爆胶轮车制造精度不足,核心零部件质量参差不齐,在井下高负荷、高粉尘、高湿度的恶劣工况下,易出现零部件磨损、故障频发等问题,大幅增加车辆停运检修时间,直接拖累运输效率。部分车辆设计与井下实际工况适配性不足,载重规格、车身尺寸与巷道断面、坡度不匹配,重载状态下动力不足、通行困难,轻载状态下又造成运力浪费。且车辆老化问题突出,部分投入使用时间较长的车辆未及时更新换代,动力性能、续航能力大幅下降,维修频次增加,进一步降低了运输的连续性和稳定性。

3.2 运输组织层面成因

运输组织方式不合理是导致运输效率偏低的关键成因。井下运输缺乏科学完善的组织体系,车辆调度缺乏系统性和精准性,未根据井下人员、物料的运输需求动态调整车辆分配和运行路线,导致部分车辆空驶率偏高,而部分运输需求集中区域出现车辆短缺、等待时间过长的情况。装卸环节衔接不畅,缺乏规范的装卸流程和高效的装卸设备,物料装载、人员上下车耗时过长,延长了车辆单次运输周期。未建立有效的运输协同机制,各运输环节缺乏统筹协调,存在流程脱节、责任不清的问题,进一步影响了运输组织的整体效率。

3.3 人员层面成因

操作人员和相关管理人员的能力与素养直接影响运输效率的发挥。部分车辆操作人员专业技能不足,未熟练掌握车辆操作规范和维护技巧,操作过程中存在不规范操作行为,不仅增加了车辆故障发生率,还可能导致运输过程中出现卡顿、延误等问题。部分操作人员责任意识不强,存在消极怠工、违规作业的情况,进一步影

响了运输效率。部分管理人员专业能力不足,缺乏科学的调度管理和设备维护管理经验,无法制定合理的运输计划和维护方案,对运输过程中的异常情况处置不及时,难以有效统筹推进运输各项工作,间接制约了运输效率的提升。

3.4 配套管理与设施层面成因

配套管理体系不完善和井下设施滞后,为运输效率提升带来了诸多制约。在配套管理方面,车辆维护保养体系不健全,未建立常态化的维护保养机制,维护保养流程不规范、不到位,对车辆的日常检查、故障排查不及时,导致车辆小故障积累成大故障,影响车辆正常运行。同时,缺乏完善的配件储备管理机制,常用配件储备不足,车辆出现故障后无法及时更换配件,延长了检修时间。在井下设施方面,部分井下巷道设施老化、路面平整度差,弯道过多、坡度不合理,限制了车辆通行速度;井下通信、导航设施不完善,车辆调度过程中信息传递不及时、不准确,易导致车辆路线混乱、避让不及时,进一步影响了运输效率^[3]。

4 基于无轨防爆胶轮车的煤矿井下运输效率提升策略

4.1 设备优化策略:筑牢效率提升硬件基础

设备是井下运输效率提升的核心载体,唯有强化设备性能、减少故障停机、提升设备适配性,才能筑牢运输效率提升的硬件根基。(1)优化车辆核心性能参数,针对井下巷道狭窄、坡度较大、粉尘较多的作业环境,对无轨防爆胶轮车的动力系统、制动系统、悬挂系统进行升级改造,提升车辆的通行能力和抗干扰能力,将车辆最大爬坡能力提升至 18° ,单次运输载荷提升5吨,有效减少运输批次,降低车辆损耗。(2)建立常态化设备维护保养机制,制定科学的维护保养流程,明确日常检查、定期保养、故障排查的具体标准和频次,安排专人负责设备维护记录,及时发现并处理车辆潜在故障,将车辆日均故障停机时间控制在80分钟以内,大幅提升设备完好率和出勤率。(3)规范设备配件管理,建立配件储备库,储备常用配件30余种,确保配件供应及时,避免因配件短缺导致车辆长时间停运,同时推行配件标准化管理,减少不同车型配件的兼容性问题,缩短故障维修时间,进一步提升设备运行稳定性。

4.2 运输组织优化策略:提升系统运行效率

科学合理的运输组织的是提升井下运输系统整体效率的关键,需通过优化路线规划、完善调度机制、强化运输衔接,实现运输资源的最优配置。(1)优化井下运输路线设计,结合井下采掘工作面分布、巷道布局,梳理现有运输路线,删减冗余路线,缩短运输距离,将主要运

输路线平均缩短300米,减少车辆空驶和迂回运输,提升运输周转效率。同时划分专属运输通道,实行人员运输与物料运输分流行驶,避免不同类型运输任务交叉干扰,减少车辆拥堵时间。(2)完善智能调度机制,引入简易智能调度系统,实时监控无轨防爆胶轮车的运行位置、运输状态、载荷情况,实现运输任务的动态分配和车辆调度的精准管控,避免车辆闲置或超载运行,将车辆平均调度响应时间缩短至15分钟,提升调度效率^[4]。(3)强化运输衔接管理,明确各环节运输责任,规范车辆装载、运输、卸载的操作流程,优化装载和卸载环节的衔接,减少车辆等待时间,确保运输任务连续推进,提升整体运输系统的协同运行效率。

4.3 人员队伍建设策略:强化效率提升人力支撑

人员是运输效率提升的核心动力,唯有打造一支技能熟练、责任过硬、作风优良的专业队伍,才能为运输效率提升提供坚实人力保障。(1)建立分层分类培训体系,针对无轨防爆胶轮车驾驶员、设备维护人员、调度人员开展专项培训,每年开展专项培训480课时,重点培训车辆操作技能、设备维护知识、调度管理方法、井下安全规范等内容,提升人员专业素养和操作水平,确保驾驶员熟练掌握车辆操作技巧,减少操作失误导致的效率损耗。(2)完善人员考核激励机制,将运输效率、设备完好率、操作规范性、安全运行情况等纳入考核指标,建立差异化考核体系,对考核优秀的人员给予表彰奖励,充分调动人员工作积极性和主动性,激发队伍工作活力。(3)加强岗位管理,明确各岗位人员的工作职责和工作标准,推行岗位责任制,确保各项工作落到实处,同时加强人员职业道德教育,培养人员责任意识和敬业精神,杜绝违规操作、消极怠工等现象,保障运输工作高效推进。

4.4 配套设施与管理优化策略:营造高效运行环境

完善的配套设施和科学的管理机制,是井下无轨防爆胶轮车高效运行的重要保障,需通过优化配套设施、健全管理机制,营造安全、有序、高效的运输环境。(1)优化井下配套设施建设,对井下运输巷道进行修整,改善巷道

平整度,将巷道平整度误差控制在5毫米以内,减少车辆行驶阻力和损耗;在巷道关键位置设置照明、警示标识,提升车辆行驶安全性;完善井下充电、加油设施,合理布局充电站点,确保车辆能源供应及时,减少车辆因能源不足导致的停运。(2)健全运输管理制度,制定完善的运输作业规范、设备管理办法、安全管理细则等,明确各项工作的操作标准和管理要求,实现运输工作的规范化、标准化管理^[5]。(3)强化现场管理,安排专人负责井下运输现场的协调管控,及时处理运输过程中出现的拥堵、故障等问题,维护运输秩序;加强井下粉尘、积水治理,改善作业环境,减少环境因素对车辆运行和人员操作的影响,进一步提升运输效率。

结束语:煤矿井下无轨防爆胶轮车运输的高效运行,是煤矿规模化、智能化开采的重要保障,其涉及设备、运输组织、人员、配套设施与管理等多个相互关联、协同作用的环节。本文通过界定核心概念、梳理相关理论,明确了无轨防爆胶轮车与井下运输的适配性,系统分析了当前运输效率短板及深层成因,并针对性提出多维度优化策略。唯有推动各环节协同发力、综合施策,不断优化设备性能、完善运输组织、强化人员素养、健全配套体系,才能从根本上提升运输效率,筑牢运输安全防线,为煤矿行业高质量发展提供坚实的运输保障。

参考文献:

- [1]郝永强.无轨胶轮车在煤矿井下辅助运输中的应用分析[J].能源与节能,2024,(11):259-261.
- [2]任伟.煤矿井下无轨胶轮车的现状及应用[J].内蒙古煤炭经济,2021(7):2.
- [3]余倩倩.煤矿井下防爆胶轮车安全运行智能化系统的应用[J].现代制造技术与装备,2023,59(09):158-160.
- [4]王龙飞,张涛.矿井运输中无轨胶轮车调度优化的智能化方案研究[J].山东煤炭科技,2025,43(05):97-101+107.
- [5]刘鉴德.防爆无轨胶轮车辅助运输系统技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(1):062-065.