

浅谈大坡度采掘工作面设备安全运输管理

曹 鹤

永煤集团股份有限公司新桥煤矿 河南 商丘 476600

摘 要：本文围绕大坡度采掘工作面设备安全运输管理展开探讨。分析大坡度运输环境特点及安全运输重要性，指出设备选型与配置、运输前准备、运输过程管理及人员培训等方面存在的问题。提出优化设备选型与配置、强化运输前准备、加强运输过程管控及提升人员培训水平等策略，并展望智能化运输技术应用与新型辅助安全设备研发方向。

关键词：大坡度采掘工作面；设备安全运输；运输管理；技术创新

引言：在采掘作业中，大坡度采掘工作面设备运输是关键环节。大坡度地形带来诸多难题，如重力影响加剧、轨道稳定性差、制动难度大、巷道空间狭窄及光照条件不佳等，严重影响设备运输安全。设备安全运输不仅关乎采掘作业效率，还涉及设备损坏、人员伤亡及生产中断损失等问题。深入研究大坡度采掘工作面设备安全运输管理，探索有效策略与技术方向，对安全生产至关重要。

1 大坡度采掘工作面设备运输特点与重要性

1.1 运输环境特点

大坡度地形给设备运输带来诸多难题。重力影响在大坡度条件下显著加剧，设备在运输过程中自身重力沿坡面的分力增大，使得设备下滑趋势明显增强，增加了控制设备移动的难度。轨道稳定性也因坡度问题面临挑战，持续的重力作用易导致轨道出现松动、变形，尤其在松软地质区域，轨道基础沉降，进一步破坏轨道的平稳性，使设备运输时颠簸晃动，甚至脱轨。制动难度同样大幅提升，设备下坡时惯性大，常规制动装置难以快速有效制动，需更强大的制动系统，频繁制动还会加速制动部件磨损，降低制动可靠性。巷道空间狭窄进一步限制设备运输操作。有限的空间导致大型设备转弯、错车困难，运输过程中需精准操控，稍有不慎就会与巷道壁发生碰撞，损坏设备甚至引发安全事故。采掘工作面光照条件不佳，昏暗环境使操作人员难以清晰观察设备运行状态与周围环境，无法及时发现潜在危险，增加运输操作失误风险，对设备运输安全构成威胁。

1.2 安全运输的重要性

设备安全运输是保障采掘作业效率的基础。安全运输确保设备按时、完好送达作业地点，避免因设备运输延误或损坏导致采掘作业停滞。一旦设备运输出现问题，采掘设备无法正常投入使用，生产流程中断，后续

工序无法推进，严重影响整体生产进度。安全运输能有效避免设备损坏。大坡度运输中，若未采取合理防护与操作措施，设备易因碰撞、颠簸、失控等造成部件损坏，增加维修成本与设备更换频率。规范操作、优化运输方案的安全运输，可减少设备在运输过程中的损耗，延长设备使用寿命，降低企业设备投入成本。降低人员伤亡风险是安全运输的关键意义所在。设备在大坡度运输时一旦失控下滑、侧翻，极易对周边人员造成伤害。严格执行安全操作规程，加强运输过程安全防护的保障，能最大程度减少人员暴露在危险环境中的几率，保障作业人员生命安全。安全运输还可减少生产中断损失，避免因设备运输事故导致的停工整改、事故处理等情况，维持生产连续性，保障企业经济效益^[1]。

2 大坡度采掘工作面设备运输存在的问题

2.1 设备选型与配置问题

设备适应性不足在大坡度采掘工作面表现突出。部分运输设备在选型时未充分考量大坡度工况特殊性，牵引能力有限，难以拖动重型采掘设备爬坡，导致运输效率低下，甚至出现设备停滞、下滑现象。制动性能达不到实际需求，下坡过程中无法有效控制设备速度，增加失控风险。设备的稳定性设计欠佳，在颠簸的大坡度轨道上行驶时，易发生侧翻，威胁运输安全。辅助设施缺失为运输埋下安全隐患。防跑车装置配备不完善，一旦运输车辆连接部件松动或断裂，缺乏有效阻拦措施，车辆会沿大坡度轨道高速下滑，撞击巷道内设施或人员。防滑装置功能失效情况常见，在潮湿、泥泞的大坡度轨道上，无法提供足够摩擦力，致使车辆打滑，影响运输平稳性。其他辅助安全设施如缓冲装置、警示装置的缺失或损坏，也使运输过程中的安全保障大打折扣。

2.2 运输前准备工作缺陷

轨道铺设不规范直接影响运输安全。轨道铺设坡度

未严格按照设计要求控制,存在坡度忽大忽小的情况,导致设备运输时受力不均,加剧颠簸,甚至引发脱轨事故。轨枕间距不合理,过宽会使轨道支撑力不足,易发生变形;过窄则增加施工成本与难度,且可能影响轨道弹性。轨道接头不牢固,设备经过时产生剧烈震动,长期震动使接头处螺栓松动、轨道错位,严重威胁运输安全。设备检查不全面是带病运输的根源。运输前未对设备关键部件进行严格检查,制动系统存在磨损、漏油等问题却未被发现,设备下坡时制动失灵风险大增。连接装置有裂纹、变形情况未及时处理,运输过程中可能突然断裂,导致设备分离。对设备的电气系统、液压系统等检查流于表面,未能排查出潜在故障,使设备在运输途中突发故障,造成运输中断或安全事故^[2]。

2.3 运输过程管理漏洞

操作不规范给运输带来极大风险。驾驶员为追求运输效率超速行驶,在大坡度巷道内难以有效控制车辆,遇到紧急情况无法及时制动。违规变道行为扰乱运输秩序,在狭窄巷道内易与其他设备或巷道壁发生碰撞。未按规定路线运输,驶入未经安全评估的区域,可能遭遇轨道损坏、坡度超限等危险状况,严重威胁运输安全与人员生命。监控与应急缺失使运输陷入被动。运输过程中缺乏实时监控手段,无法及时掌握设备运行状态与运输路线情况,设备出现异常或人员违规操作时不能及时发现、制止。应急预案不完善,未针对大坡度运输可能出现的设备失控、脱轨、火灾等事故制定详细处置流程,事故发生时人员不知所措。应急物资不足,缺少必要的救援工具、消防器材、防护用品等,导致突发情况无法及时有效处置,延误救援时机,扩大事故损失。

2.4 人员管理与培训问题

安全意识薄弱是运输安全的潜在威胁。作业人员对大坡度运输风险认识不足,心存侥幸,认为不会发生事故,在运输过程中不遵守安全规定,随意简化操作流程。对安全警示标识熟视无睹,冒险进入危险区域,增加事故发生几率。这种轻视安全的态度,使安全隐患得不到重视,最终可能酿成严重后果。专业技能欠缺制约运输安全水平提升。操作人员缺乏大坡度运输专项技能培训,不熟悉大坡度工况下设备的操作要点,无法合理控制车辆速度、档位,遇到复杂路况难以正确应对。对设备常见故障的判断与处理能力不足,设备出现异常时不能及时排查故障原因、采取有效维修措施,导致小故障演变成大事故。缺乏应急处置技能培训,面对突发事件时慌乱无措,无法实施有效自救与互救,增加人员伤亡风险。

3 大坡度采掘工作面设备安全运输管理策略

3.1 优化设备选型与配置

科学选型标准是保障运输安全的基础。选择运输设备时,需综合考量坡度、运输距离、设备重量等多方面因素。对于坡度较大的采掘工作面,优先选用牵引能力强、爬坡性能优越的设备,确保其能够拖动重型采掘设备顺利爬坡。运输车辆的制动系统必须满足大坡度工况需求,具备强大且稳定的制动力,控制下坡速度,防止失控。要根据实际运输环境,配备合适的辅助安全装置,如防跑车装置、防滑装置等,为运输过程增添多重安全保障。设备维护升级对保持设备良好性能至关重要。建立定期维护保养制度,对运输设备进行全面检查与保养,及时更换磨损部件,补充润滑油脂,确保设备各系统正常运转。针对老旧设备,及时进行技术升级改造,优化制动、牵引等关键系统性能,提高设备在大坡度工况下的适应性与可靠性。持续的维护与升级,延长设备使用寿命,降低因设备故障引发的运输安全风险^[3]。

3.2 强化运输前准备工作

规范轨道铺设是安全运输的前提条件。轨道铺设过程中,严格遵循设计标准,精确控制坡度误差,确保轨道坡度均匀一致,避免坡度突变导致设备运输时受力不均。合理设置轨枕间距,保证轨枕稳固,为轨道提供足够支撑力,防止轨道变形。轨道连接部位紧密牢固,采用高强度连接件,严格按照工艺要求进行安装,减少设备经过时的震动,保障轨道运行稳定性。严格设备检查可有效杜绝带病运输。制定详细的运输前设备检查清单,对制动系统进行压力测试、密封性检查,确保制动可靠;仔细检查连接部件有无裂纹、变形,保证连接牢固;全面检查防护装置是否完好,发挥防护作用。检查人员按照清单逐项排查,不放过任何潜在隐患,发现问题立即整改,只有设备各项指标均符合安全要求,方可投入运输作业。

3.3 加强运输过程安全管控

规范操作流程是保障运输安全的核心。制定大坡度运输标准化操作流程,明确规定驾驶员在不同工况下的操作规范。要求驾驶员严格遵守速度限制,在大坡度下坡时控制车速,避免超速行驶带来的失控风险;严格按照规划路线运输,不得擅自变更路线,防止驶入危险区域。标准化操作流程规范驾驶员行为,减少因操作不当引发的安全事故。完善监控与应急体系为运输安全保驾护航。在运输路线关键位置安装视频监控设备,实时监控设备运行状态与运输环境;部署传感器监测设备的速度、位置、受力等参数,实现运输过程全面监测。制定

针对性应急预案,针对设备失控、脱轨、火灾等突发事故,明确处置流程与责任分工。配备充足的应急物资,包括救援工具、消防器材、防护用品等,定期开展应急演练,提高人员应急处置能力,确保突发情况发生时迅速响应、有效处置。

3.4 提升人员管理与培训水平

增强安全意识是预防事故的重要环节。开展安全宣讲活动,向作业人员讲解大坡度运输的风险特点与危害后果;展示真实事故案例,以直观的方式警示人员重视安全。强化作业人员的安全责任意识,使其认识到自身行为对运输安全的重要性,自觉遵守安全规定,杜绝侥幸心理,从思想根源上筑牢安全防线。开展专业培训是提升人员能力的关键举措。组织大坡度运输专项技能培训,培训内容涵盖设备操作技巧、常见故障排除方法、应急处置流程等。通过理论讲解与实际操作相结合的方式,让作业人员熟悉大坡度工况下设备的操作要点,掌握故障判断与处理技能。定期组织考核,检验培训效果,确保作业人员具备扎实的专业素养与实操能力,能够安全、高效地完成大坡度设备运输任务^[4]。

4 大坡度采掘工作面设备运输技术创新方向

4.1 智能化运输技术应用

智能化运输技术为大坡度采掘工作面设备运输开辟新路径。自动驾驶技术凭借高精度地图与多类型传感器融合,精准识别大坡度巷道复杂环境。遇到坡度突变或弯道时,系统提前调整动力输出与悬挂系统参数,使设备平稳过渡。结合AI算法,自动驾驶系统可学习历史运输数据,持续优化行驶策略,降低能耗同时提升运输效率。即使在光照不足的巷道,激光雷达与红外传感器也能保障设备安全避障,减少碰撞事故。远程监控技术构建全方位管理网络。通过5G等高速通信技术,设备运行参数、视频画面实时传输至监控中心。管理人员借助三维可视化界面,直观查看设备位置、运行状态。当设备出现异常震动或部件温度异常升高,系统自动触发预警,管理人员远程调取设备诊断信息,指导现场人员检修,缩短故障处理时间。多设备集群监控模式下,可对运输车队统一调度,避免路线冲突。智能调度技术深度整合运输资源。基于大数据分析,系统预测不同时段

物料运输需求,动态规划最优路线。考虑设备性能差异与坡度影响,合理分配运输任务。引入区块链技术,确保运输数据不可篡改,实现运输流程可追溯。面对突发情况,如巷道局部坍塌,智能调度系统快速重新规划路线,保障运输不间断,提升整体运输效率。

4.2 新型辅助安全设备研发

新型防跑车装置研发朝着集成化、智能化方向发展。装置融合惯性导航与视觉识别技术,实时监测车辆运动状态与轨道环境。一旦检测到车辆失控下滑,强力电磁制动装置瞬间启动,利用磁力吸附轨道产生强大制动力。机械卡阻结构作为冗余设计,在电磁制动失效时自动触发,双重保障拦截失控车辆。装置内置自诊断模块,定期检测自身性能,确保关键时刻可靠运行。自适应防滑系统突破传统防滑局限。采用微机电传感器阵列,高频采集路面与车辆动态数据,毫秒级响应路面变化。系统根据坡度、车速、载重等参数,智能调节轮胎花纹与地面接触压力。遇到泥泞湿滑路段,自动激活防滑链展开程序,链条采用记忆合金材质,贴合轮胎同时减少行驶阻力。当路面条件改善,防滑链自动收缩,降低能耗与轮胎磨损,为大坡度运输全程提供稳定可靠的防滑保护。

结束语

大坡度采掘工作面设备安全运输管理是保障采掘作业顺利进行的关键。通过分析运输特点与问题,提出针对性管理策略,并展望技术创新方向,为提升运输安全水平提供思路。未来,需持续优化管理措施,推动技术创新,确保设备安全、高效运输,为采掘行业稳定发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]褚福友,赵路.关于煤矿采掘中的高强支护技术分析[J].内蒙古煤炭经济,2024,(23):25-27.
- [2]赵永,李宁.探究高瓦斯煤矿采掘工程中通风技术和安全管控方式[J].内蒙古煤炭经济,2024,(21):100-102.
- [3]艾祖学.煤矿采掘机电设备安全管理分析[J].内蒙古煤炭经济,2024,(19):82-84.
- [4]石占峰.浅谈煤矿采掘机电设备安全管理[J].当代化工研究,2021,(17):151-152.