

露天煤矿开采安全生产技术

刘玉文

鄂尔多斯市巴音孟克纳源煤炭有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要: 随着全球能源需求的持续增长,煤炭作为重要的基础能源,在能源结构中仍占据关键地位。本文围绕露天煤矿开采安全生产技术展开研究,首先概述其核心内涵与重要性,随后从地质勘查与开采设计、爆破、采装、运输、排土场等关键环节,深入分析具体安全技术要点。同时,探讨智能化技术在监测预警、无人驾驶运输、智能开采设备及自动化控制中的应用,并展望绿色开采、智能化无人化深入发展及多学科交叉融合的未来趋势。研究旨在为露天煤矿安全生产提供技术参考,助力提升开采安全性与效率。

关键词: 露天煤矿; 开采安全; 生产技术

引言:露天煤矿作为能源供应的重要组成部分,其开采过程伴随滑坡、爆破事故等安全风险,安全生产技术是保障作业人员生命与资源高效开发的核心。随着开采深度增加与环境要求提高,传统技术面临严峻挑战。并立足露天煤矿开采实际,系统梳理安全生产技术体系,剖析各环节技术要点,结合智能化技术应用现状,探索未来发展方向,为推动露天煤矿安全、绿色、高效开采提供理论与实践支撑。

1 露天煤矿开采安全生产技术的概述

露天煤矿开采安全生产技术是指在露天煤矿开采全过程中,为预防和控制各类安全风险、保障作业人员生命安全、减少设备损坏及环境破坏而采用的一系列技术手段、方法及管理措施的总称。其核心目标是通过科学的技术应用,实现开采作业的安全、高效与可持续。该技术体系涵盖多个维度,既包括地质条件勘察、开采方案设计等前期基础性技术,也涉及爆破、采装、运输、排土等关键环节的专项安全技术,同时融合了智能化监测、自动化控制等现代技术手段。从技术属性来看,它兼具实践性与系统性,需结合露天煤矿地形复杂、作业空间开放、多工序协同等特点,形成全流程的安全防控网络。在行业发展中,露天煤矿开采安全生产技术的重要性日益凸显。随着开采规模扩大和深度增加,边坡失稳、爆破飞石、设备故障等风险因素增多,传统经验型管理已难以满足需求。通过标准化、精准化的技术应用,不仅能有效降低事故发生率,还能提升资源回收率,为煤矿企业实现经济效益与安全效益的平衡提供支撑,是推动露天煤矿行业高质量发展的关键保障^[1]。

2 露天煤矿开采安全生产技术分析

2.1 地质勘查与开采设计安全技术

在露天煤矿开采的安全生产链条中,地质勘查与开

采设计是筑牢安全防线的基础环节,其技术严谨性直接影响整个开采过程的风险防控效果。地质勘查需依托综合技术体系打造精准的地质剖面。通过三维地震勘探、钻探取样与遥感监测的协同应用,全面掌握煤层分布形态、断层走向、含水层范围及软弱夹层分布等核心信息。针对可能存在滑坡风险的区域,需开展岩土力学试验,明确边坡岩土体的抗剪性能与内摩擦特性,为边坡稳定性评估提供科学依据。同时,应建立常态化勘查机制,定期对采场及周边地质条件进行复测,动态更新地质资料,避免因信息滞后引发安全问题。开采设计需注重安全逻辑的系统构建。根据地质勘查结果,科学划定采场范围与推进路径,确保工作帮与最终边坡的角度设置符合安全规范,兼顾岩土体特性与开采阶段需求。运输系统布局应避开断层破碎带与积水区域,采用环形干线设计并预留充足的安全缓冲空间。排水系统需构建“截水沟+集水坑+排水设备”的立体排水网络,保证截水沟坡度满足排水需求,确保汛期采场积水能及时排出。此外,需同步规划应急避险通道与安全监测体系,在边坡关键部位布设监测设备,实时追踪边坡变形情况,一旦出现异常变形立即启动预警机制。

2.2 爆破安全技术

爆破作业是露天煤矿开采中的高风险环节,其安全技术管控需贯穿全流程,通过严谨操作防范各类事故。爆破方案设计需结合矿岩特性与开采环境,优先选用对周边影响较小的控制爆破技术。针对临近边坡或构筑物区域,通过合理设计炮孔间距、起爆顺序,减少爆破震动与冲击波的传播。方案中应明确警戒范围与避险路线,确保与作业无关人员及设备能及时撤离至安全区域。爆破材料管理需严格执行领用与回收制度。材料储存需专用仓库,具备防火、防潮、防静电功能,不同类

型材料分类存放并保持安全距离。运输过程中避免剧烈颠簸,防止材料碰撞引发意外,现场使用时需逐批检查质量,杜绝使用变质或不合格材料。爆破操作需遵循标准化流程。装药前清理炮孔内杂物,确保装药顺畅,采用专用工具装填,避免产生火花。装药后按要求进行堵塞,保证堵塞长度与密实度,防止爆炸能量外泄。起爆前全面检查起爆网络连接状况,确认无误后发出预警信号,待所有人员撤离至警戒范围外,方可启动起爆装置。爆破后需进行安全检查,确认无盲炮、无危石后再解除警戒。若发现未爆药包,需按专项规程处理,严禁擅自蛮干。同时观察边坡稳定性变化,发现裂缝或松动迹象及时采取加固措施,防止次生灾害发生。

2.3 采装安全技术

采装作业是露天煤矿生产流程的关键环节,其安全技术管理需贯穿设备运行与操作全程,通过系统防控降低风险。设备状态管控是采装安全的基础。需建立常态化检查机制,每日作业前对采装设备的关键部件进行全面排查,包括铲斗连接部位、液压管路、制动系统及警示装置等,确保各部件无松动、无渗漏,制动灵敏可靠,警示信号清晰有效。设备运行中若出现异常声响或故障,应立即停机检修,严禁带病作业。操作规范执行是安全保障的核心。作业时需保持采装设备与运输车辆、边坡边缘的安全距离,避免交叉干扰。铲装过程应从矿岩堆底部平稳切入,防止顶部物料塌落;卸载时需确认运输车辆停稳且对位准确,避免物料洒落引发事故。操作人员需集中注意力,密切关注作业面状况,遇有松动岩块或边坡裂缝时,先处理隐患再继续作业。环境因素应对不可忽视。在雨雪天气或作业面泥泞时,需采取防滑措施,必要时暂停作业;夜间作业要保证充足照明,确保作业区域清晰可见。

2.4 运输安全技术

运输环节作为露天煤矿生产的重要纽带,其安全技术管理需聚焦设备运行、路线规划与通行规范,构建全链条风险防控体系。设备性能保障是运输安全的前提。需建立运输车辆定期检修制度,重点检查制动系统、转向装置、轮胎磨损程度及灯光信号等关键部位,确保制动灵敏、转向精准、轮胎无裂纹鼓包,灯光与警示标识清晰完整。针对自卸车等特种车辆,需额外检查举升液压系统的密封性与稳定性,防止运输过程中发生货物坠落或车辆失控。路线规划需兼顾安全与效率。运输道路应避开边坡不稳定区域与地质破碎带,路面需保持平整坚实,设置必要的减速带、弯道镜与避险车道。上下坡道设计需符合车辆通行要求,避免连续急弯与陡坡组

合,在长下坡路段增设淋水降温装置,防止车辆制动过热失效。同时,需划分清晰的上下行路线,设置隔离设施避免车辆混行干扰。通行管理需严格执行规章制度。运输车辆必须按指定路线行驶,不得超速、超载或疲劳驾驶,驾驶员需持证上岗并全程系好安全带。在交叉路口与装卸点等关键位置,需安排专人指挥交通,确保车辆有序通行与停靠。

2.5 排土场安全技术

排土场作为露天煤矿废弃物集中处置区域,其安全技术管理是防范地质灾害的关键,需通过系统管控确保整体稳定。选址规划需严守安全底线。应避开地质条件复杂区域,远离采矿场、居民区等重要设施,防止滚石、泥石流等风险扩散。选址后需开展全面地质勘查,明确地基承载能力与水文特征,据此确定堆置高度、边坡角度等核心参数,为安全建设奠定基础。作业过程需强化规范管控。汽车排土需专人指挥,严禁无关人员进入作业区。排土平台应保持平整,均衡推进排土线并设置反坡以增强稳定性,卸载边缘必须安装牢固车挡。卸土时车辆需垂直于工作线停靠,禁止高速倒车或冲撞车挡,设备间需保持安全距离避免碰撞。日常监测与应急处置不可或缺。定期检查边坡状态、排土参数及裂缝变形情况,重点监控下游区域安全。遇极端天气需加密监测,发现异常立即启动预案,通过人员疏散、边坡加固、排水系统修复等措施控制风险,确保排土场始终处于安全状态^[2]。

3 智能化技术在露天煤矿安全生产中的应用

3.1 智能化监测与预警系统

智能化监测与预警系统是露天煤矿安全生产的“神经中枢”,通过在关键区域部署多样化的传感器,形成一张覆盖采场、边坡、排土场、设备及作业环境的立体监测网络。在边坡区域,传感器实时捕捉土壤位移、结构应力等变化;采场内,气体传感器持续监测有毒有害气体浓度;设备上,各类感知元件记录运行状态参数。这些实时采集的数据通过高速网络传输至智能分析平台,平台借助智能算法对数据进行深度解析,精准识别边坡失稳、气体超标、设备异常等潜在风险。一旦发现安全隐患,系统会立即通过中控大屏、移动终端等多种渠道发出预警,同步推送风险位置、影响范围及处置建议,让管理人员能快速响应,将风险控制在萌芽状态,为整个开采区域筑起一道坚实的安全防线。

3.2 无人驾驶运输系统

无人驾驶运输系统彻底改变了露天煤矿传统的运输模式,通过整合先进的环境感知、精准定位、智能决策

与控制技术,实现了运输车辆的自主、安全运行。运输车辆搭载的激光雷达、高清摄像头等设备,能 360 度无死角感知周围环境,精准识别障碍物、道路边界及其他车辆,即使在暴雨、浓雾、粉尘等恶劣条件下也能保持稳定的感知能力。结合高精度定位技术与预设的电子围栏,车辆可严格按照规划路线行驶,避免偏离轨道进入危险区域。调度中心的智能系统会根据开采进度和物料需求,动态优化运输路径和车辆调配,确保运输流程高效有序。同时,系统具备快速的应急反应能力,遇到突发状况时能立即启动避障或制动程序,消除了人为驾驶中因疲劳、注意力不集中等导致的安全隐患,大幅提升了运输环节的安全性。

3.3 智能开采设备与自动化控制系统

智能开采设备与自动化控制系统将智能化技术深度融入开采作业的核心环节,实现了从人工操作向智能操控的转变。智能开采设备配备三维扫描、视觉识别等先进装置,能实时获取作业面的矿岩分布、地形地貌等信息,自动规划最优的开采路径和作业参数,确保开采过程精准可控,有效避免了因人工操作不当导致的超挖、欠挖等问题,减少了对边坡稳定性的影响。自动化控制系统作为“指挥中心”,通过工业互联网将所有开采设备连接成一个有机整体,实时协调各设备的作业节奏。系统能根据开采现场的实时变化,自动调整设备的运行状态和作业顺序,实现多设备的高效协同。此外,系统还具备设备状态监测与故障诊断功能,能持续跟踪设备的运行参数,提前发现潜在故障并发出预警,便于及时维护,降低了因设备突发故障引发安全事故的概率,保障了开采作业的连续安全进行。

4 露天煤矿安全生产技术发展趋势

4.1 绿色开采技术的发展

绿色开采技术将成为露天煤矿可持续发展的核心支撑,其重点在于实现资源开采与生态保护的协同。一方面,通过优化开采方案减少对地表植被的破坏,采用表土剥离与复垦同步技术,推动矿山生态修复与土地再利用;另一方面,研发低污染开采设备与工艺,降低粉尘、噪声及废水排放,推广清洁能源动力设备替代传统燃油机械。同时,构建“开采-利用-修复”全链条绿

色管理模式,将环保指标纳入安全评估体系,实现经济效益与生态效益的统一。

4.2 智能化与无人化技术的深入应用

智能化与无人化技术将向更深层次渗透,形成“全域感知、智能决策、自主作业”的闭环系统。未来,监测网络将实现对矿山环境、设备状态的毫秒级响应,结合数字孪生技术构建虚拟开采场景,实现风险预演与方案优化。无人化作业范围将从运输环节扩展至爆破、采装等全流程,通过 5G+边缘计算实现设备群的协同控制。此外,人工智能算法将持续迭代,提升对复杂工况的适应能力,推动露天煤矿从“少人化”向“无人化”跨越,从根本上消除人为操作风险。

4.3 多学科交叉融合的创新技术

多学科交叉融合将催生露天煤矿安全生产新技术体系,打破传统技术边界。地质勘探与信息技术结合,可实现矿床三维建模与开采路径动态优化;材料科学与设备制造融合,将研发出耐高温、抗磨损的新型设备部件,提升设备可靠性;管理学与大数据技术交叉,能构建智能化安全管理平台,实现风险的精准管控。同时,引入仿生学、机器人学等前沿学科,开发适应复杂地形的柔性开采设备,推动安全生产技术向更智能、更精准的方向创新,为解决复杂安全难题提供新思路^[3]。

结束语

露天煤矿开采安全生产技术体系,是保障矿山高效运营与人员安全的核心支撑。从地质勘查的精准研判,到爆破、采装、运输、排土各环节的规范操作,每一项技术应用都承载着风险防控的关键责任。通过全流程技术管控,既能有效规避滑坡、爆炸、设备碰撞等事故,又能提升资源开发的可持续性。

参考文献

- [1]潘春勃.露天煤矿安全管理对策探究[J].煤炭科技,2021(03):135-137.
- [2]王超.露天煤矿开采中高边坡的安全控制[J].绿色环保建材,2022(08):235.
- [3]杨杭.露天煤矿开采中高边坡的安全控制[J].黑龙江科学,2022,7(04):26-27.