

基于风险预控的非金属露天矿山工程安全管理策略

方先根

中国葛洲坝集团易普力股份有限公司 重庆 401120

摘要: 本文剖析了非金属露天矿山工程风险特征, 涵盖工程环境、作业过程、管理机制等风险。构建风险预控理论框架, 含风险识别评估、分级管控及动态调整机制。进而提出安全管理策略, 包括技术防控、管理优化、人员能力建设等措施, 以提升矿山安全管理水平, 降低事故风险, 促进矿山行业健康发展。

关键词: 非金属露天矿山; 风险预控; 安全管理策略

引言: 非金属露天矿山工程在经济发展中占据重要地位, 然而其施工环境复杂、作业过程风险高、管理机制存在漏洞, 极易发生安全生产事故。事故不仅造成人员伤亡和财产损失, 还影响矿山企业的正常运营。如何有效预防和控制非金属露天矿山工程的风险, 成为亟待解决的问题。本文基于风险预控理论, 探讨非金属露天矿山工程的安全管理策略, 以期为矿山企业提供参考。

1 非金属露天矿山工程风险特征分析

1.1 工程环境风险

地形地貌于非金属露天矿山工程施工而言, 影响极为显著。复杂崎岖的地形, 致使施工场地的平整工作困难重重, 大型施工设备的运输与就位受阻, 增加了施工难度与时间成本。而地势陡峭之处, 不仅增加了物料滑落风险, 还可能限制开采作业的方式与范围。气候条件同样不容小觑, 暴雨天气会使施工现场积水, 影响设备正常运行, 降低作业效率, 甚至可能引发设备故障。低温环境下, 设备的润滑油黏度增加, 零部件易出现脆裂, 影响设备使用寿命, 增加维修频次与成本。地质灾害如滑坡、泥石流等, 对非金属露天矿山工程构成潜在威胁。矿山所在区域若地质结构不稳定, 岩石风化严重, 在雨水冲刷、地震等因素作用下, 极易发生滑坡。滑坡一旦发生, 会掩埋施工设备、堵塞运输道路, 严重时可能造成人员伤亡。泥石流的形成往往与暴雨、松散岩土体等因素相关, 其破坏力巨大, 能瞬间冲毁矿山的基础设施, 中断正常生产, 带来巨大经济损失。

1.2 作业过程风险

爆破作业是露天矿山开采的关键环节, 也存在诸多风险点。爆破参数设计不合理, 可能导致爆破效果不佳, 出现大块岩石过多或飞石距离过远的情况。飞石不仅会对周边的设备、设施造成损坏, 还可能危及现场作业人员的安全^[1]。边坡治理工作若不到位, 边坡角度过大、稳定性差, 在后续开采过程中, 受到爆破震动、

雨水冲刷等影响, 容易发生坍塌, 掩埋下方作业区域。运输系统在矿山生产中承担着物料转运的重任, 运输道路的路况不佳, 如路面狭窄、坡度陡峭、转弯半径过小等, 容易引发车辆侧翻事故。车辆自身的制动系统故障、轮胎磨损严重等问题, 也会增加运输过程中的安全风险。设备故障与人为操作失误存在紧密关联性。设备长期在恶劣环境下运行, 缺乏及时有效的维护保养, 容易出现故障。而操作人员若专业技能不足、对设备操作不熟练, 在设备出现异常时不能及时正确处理, 可能导致故障进一步扩大。例如, 操作人员违规操作设备, 强行启动有故障隐患的设备, 可能引发设备损坏甚至安全事故。

1.3 管理机制风险

安全制度执行不力是矿山管理中的一大问题。一些矿山虽制定了完善的安全制度, 但在实际执行过程中, 存在打折扣的现象。如对员工进入施工现场不佩戴安全帽、违规操作设备等行为未能及时制止与处罚, 使得安全制度形同虚设, 无法有效约束员工行为, 增加了事故发生的可能性。应急响应滞后同样不容忽视, 当矿山发生安全事故或自然灾害时, 若应急救援预案不完善, 救援人员不能及时到位, 救援物资储备不足, 会导致事故损失进一步扩大。人员培训与安全意识薄弱也是管理机制方面的重要风险。矿山从业人员若未接受系统、专业的安全培训, 对矿山开采过程中的安全风险认识不足, 在作业时就容易忽视安全规定, 违规操作。安全意识的淡薄使得员工对身边的安全隐患视而不见, 不能主动采取措施预防事故, 一旦发生意外, 往往难以应对。

2 风险预控理论框架构建

2.1 风险识别与评估

在构建风险预控理论框架时, 风险识别与评估是基础且关键的环节。多维度风险因素分类, 主要涵盖环境、技术、管理这三大方面。环境风险因素涉及自然环

境与工程环境。自然环境中,气候条件如暴雨、强风、严寒等,可能影响施工进度与设备运行,极端天气甚至会引发安全事故。地质条件包括地层结构、岩石特性等,不稳定的地质状况可能导致滑坡、坍塌等灾害,威胁矿山作业安全。工程环境方面,周边建筑物、交通状况等,会对矿山工程的开展产生影响,如邻近建筑物限制爆破作业规模与方式。技术风险因素体现在开采工艺、设备技术等层面。开采工艺若选择不当,无法适应矿山地质条件与矿石特性,会降低开采效率,增加成本,还可能引发安全隐患。设备技术落后或老化,易出现故障,影响生产连续性,如老旧的运输设备频繁出现机械故障,耽误物料运输。管理风险因素包含安全管理制度、人员管理等。安全管理制度不完善,执行不严格,易导致安全事故发生。人员管理不善,如员工培训不足、职责划分不清晰,会降低工作效率,引发操作失误^[2]。为准确评估这些风险,需运用定性与定量评估方法。风险矩阵是一种常用的定性评估方法,通过将风险发生的可能性与影响程度分别划分为不同等级,构建矩阵表格,直观地确定风险等级。例如,将可能性分为极低、低、中、高、极高五个等级,影响程度也相应划分,通过两者交叉确定风险处于何种水平。层次分析法作为定量评估方法,将复杂的风险问题分解为多个层次,建立层次结构模型,通过两两比较确定各因素相对重要性权重,进而对风险进行量化评估。通过这种方式,能更科学地确定不同风险因素的重要程度,为后续风险管控提供依据。

2.2 风险分级与管控策略

基于风险识别与评估结果,进行风险分级与制定管控策略。风险分级采用高风险(红色)、中风险(黄色)、低风险(蓝色)分级标准。高风险(红色)意味着风险发生可能性高且影响程度严重,如在不稳定地质区域进行大规模爆破作业,一旦发生坍塌,可能造成重大人员伤亡与财产损失。中风险(黄色)表示风险发生可能性与影响程度处于中等水平,例如设备老化但仍在勉强运行,有一定故障风险,可能导致生产短时间中断。低风险(蓝色)是指风险发生可能性低且影响程度较小,像一些日常维护工作中的轻微违规操作,对整体生产安全影响相对有限。针对不同风险等级,实施差异化管控措施。对于高风险(红色),需采取严格的技术防控手段,如优化爆破设计,采用先进的地质监测技术实时监控地质状况,确保作业安全。管理优化方面,加强安全管理制度执行力度,明确各岗位安全职责,定期进行安全检查与隐患排查。人员培训上,开展针对性的

高风险作业培训,提高员工应对突发情况的能力。中风险(黄色)的管控,技术防控可通过设备升级改造,提高设备可靠性。管理优化重点在于完善操作规程,加强日常监督。人员培训侧重于提升员工操作技能与安全意识。低风险(蓝色)则通过加强日常巡检,及时纠正违规行为,持续开展基础安全培训,巩固员工安全意识。

2.3 动态调整机制

风险预控理论框架还需建立动态调整机制。基于实时监测数据的预警系统是关键部分。通过在矿山作业区域布置各类传感器,如位移传感器监测边坡位移、振动传感器监测爆破震动等,实时收集数据并传输至监控中心。一旦数据超出预设阈值,预警系统立即发出警报,提示相关人员及时采取措施。例如,边坡位移传感器监测到位移变化速率异常,预警系统即刻通知工作人员停止相关区域作业,进行边坡稳定性检查与加固^[1]。风险应对方案的迭代优化同样重要。随着矿山工程推进,新的风险因素可能出现,原有风险状况也可能发生变化。需根据实际情况不断优化风险应对方案。如在开采过程中发现新的地质构造影响开采安全,及时调整开采工艺与安全措施,更新风险识别与评估内容,重新确定风险等级,进而调整管控策略,确保风险预控理论框架始终适应矿山工程实际情况,有效预防和控制风险。

3 非金属露天矿山工程安全管理策略

3.1 技术防控措施

在非金属露天矿山工程中,技术防控措施是确保安全生产的关键。边坡稳定性监测与支护技术的应用至关重要。通过使用先进的监测设备和技术,可以实时掌握边坡的动态变化情况,及时发现潜在的安全隐患,并采取有效的支护措施进行加固处理。这不仅能够防止滑坡事故的发生,还能提高矿山的整体开采效率。爆破作业作为矿山开采过程中的重要环节,其精准化控制显得尤为重要。采用电子雷管代替传统雷管,可以实现对起爆时间的精确控制,减少爆破振动对周围环境的影响。结合振动监测技术,能够准确测量爆破过程中产生的振动强度,根据反馈结果调整爆破参数,以达到最佳爆破效果的同时,最大限度地降低对周边设施和人员的危害。运输系统的自动化与安全防护设计同样不容忽视。随着科技的进步,越来越多的矿山开始引入自动化运输系统,如无人驾驶矿车等,这些系统不仅可以提高运输效率,还能有效避免因人为操作失误导致的交通事故。在运输线路的设计上,应充分考虑各种安全因素,设置必要的防护装置,如防撞栏、警示灯等,确保运输过程的安全性。

3.2 管理优化路径

完善安全管理制度是提升矿山安全管理水平的基础。明确责任分工,把安全管理责任细化到每个岗位、每位员工,使员工清楚自身职责,杜绝推诿现象。流程标准化覆盖矿山开采全流程,从钻孔、爆破、铲装到运输,都制定详细规范操作流程,员工严格按流程作业,减少操作不规范引发的安全事故。强化安全监督与考核机制是保障安全管理落实的重要手段。通过引入第三方审计,利用专业安全审计机构的独立性和专业性,全面审查矿山安全管理工作,发现矿山自身难以察觉的隐患和漏洞,提供客观专业的改进建议^[4]。隐患闭环管理要求详细记录发现的安全隐患,明确整改责任人、期限和要求,整改完成后复查,确保隐患彻底消除,提升安全管理实效性。建立跨部门协同应急响应体系,打破矿山内部部门间沟通障碍。矿山开采涉及生产、安全管理、后勤保障等多个部门,面对安全事故或自然灾害,各部门需迅速协同行动。制定统一应急预案,明确各部门在应急响应中的职责和任务,定期组织跨部门应急演练,提高协同配合能力,确保紧急情况下迅速、有序开展救援,最大程度减少人员伤亡和财产损失。

3.3 人员能力建设

分层级的安全培训有助于全面提升员工的安全意识和操作技能。针对不同岗位的需求,开展包括操作技能培训、风险识别能力培养以及应急处置演练在内的多层次培训课程。这样的培训模式不仅能帮助员工掌握必要的专业知识和技能,还能增强他们在面对突发情况时的应对能力。安全文化的培育是构建长久安全防线的重要组成部分。通过设立激励机制,激发员工参与安全管理的积极性;利用案例警示教育,让员工深刻认识到违反安全规定可能带来的严重后果。特种作业人员资质认证与复审制度则强调了对从事特殊工种人员的专业要求。定期进行资格审核和再教育,确保他们始终具备执行相

关任务的能力和知识水平。在非金属露天矿山工程领域,综合运用上述技术防控措施、管理优化路径以及人员能力建设策略,可以显著提高矿山的安全管理水平,为矿山企业创造一个更加安全、高效的工作环境。通过对边坡稳定性监测与支护技术的应用、爆破作业的精准化控制、运输系统的自动化改进等方面的技术投入,配合完善的安全管理制度、强化的安全监督与考核机制及跨部门协同应急响应体系的建立,再加上对人员进行全面的安全培训和安全文化培育,特种作业人员的资质认证与复审,共同构筑起一道坚固的安全屏障,保障矿山生产活动顺利进行。这一系列措施的有效实施,将大大降低事故发生率,保护员工生命财产安全,促进非金属露天矿山的健康发展。

结束语

非金属露天矿山工程安全管理是一项复杂且长期的任务,涉及技术、管理、人员等多个层面。通过深入分析风险特征,构建风险预控理论框架,并从技术防控、管理优化、人员能力建设等方面提出综合安全管理策略,有助于提高矿山安全管理水平,降低事故发生率。未来,随着科技不断进步和管理理念持续创新,矿山安全管理将不断完善,为矿山行业的可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]张广波.露天非金属矿山智能化平台建设方案探讨[J].中国非金属矿工业导刊,2021,(03):66-69.
- [2]范洪杰.金属非金属矿山安全现状及标准化管理建设路径[J].世界有色金属,2022,(18):175-177.
- [3]吴绍咏.金属非金属矿山安全生产的主要影响因素及管理对策分析[J].中国金属通报,2022,(08):186-188.
- [4]徐洋,杨国秀.金属非金属矿山井下施工智慧化研究[J].中国金属通报,2022,(07):165-167.