

Safety Risk Characteristics and Prevention of Open-Pit Turn-to-Pit Depression Mining Mine

Jijun Yu

Jiangsu Mining Engineering Group Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract

As a mining method of mineral resources, open-pit sunken mining mine is widely used, but its associated safety risks cannot be ignored. This paper discusses the potential safety hazard in open-pit sunken mining operations, including geological disaster, equipment fault and human error. In mining activities, in order to reduce safety risks and ensure the safety of workers, it is necessary to identify and evaluate various risk factors, and then adopt a series of preventive measures including but not limited to strengthening safety management, improving equipment maintenance quality, implementing safety education, so as to promote the sustainable development of the mine.

Keywords

open pit to sunken mining; safety risk; prevention

露天转凹陷式开采矿山的安全风险特征与防范

于际军

江苏省矿业工程集团有限公司, 中国·江苏 徐州 221000

摘要

露天转凹陷式开采矿山作为一种矿产资源的开采方法被广泛使用,然而,其伴随的安全风险不容忽视。论文对露天凹陷式采矿作业中可能遭遇的安全隐患进行了探讨,涵盖了地质灾害、设备故障和人为错误等多个方面。在矿山开采活动中,为减少安全隐患并保障工人生命安全,需对各类风险因素进行辨识与评价,随后采纳包括但不限于加强安全管理、提升设备保养质量、实施安全教育等一系列防范措施,进而促进矿山的持续发展。

关键词

露天转凹陷式开采; 安全风险; 防范

1 引言

随着资源需求的增加,导致露天转换为凹陷式采矿法在采矿业的实践中变得更为普遍。尽管该开采方法能显著提升资源的回收效率,但同时也引入了许多安全隐患。识别及规避这些风险对矿工的生命安全至关重要,同时,这对提高矿山的环境经济效益同样具有重大意义。露天凹陷式开采所涉及的安全风险及其成因分析,以及为矿山安全管理提出的防范对策进行详细讨论,旨在为实践提供借鉴。

2 露天转凹陷式开采的概述

露天转凹陷式开采,作为一种资源综合利用的矿山开采技术,在金属和非金属矿产资源的开发中得到了广泛的应用。该方法的基本原理是通过露天开采逐步向下转变为凹陷式开采,以此来实现矿体资源的完整回收。露天开采过程中,

随着矿体分层逐渐被开发,资源逐步减少,矿山转入凹陷式开采,以深入挖掘深层资源。开采方法优化后,对矿产资源的利用率显著提升,同时制造成本有所下降,这一改进特别适用于那些矿藏较深的矿业作业^[1]。

露天转凹陷式开采也面临诸多挑战,尤其是安全风险方面的隐患。露天采矿过程中,作业安全和设备运行可能受到边坡稳定性、地质变迁和自然灾害等导致的地质灾害的威胁,如滑坡和崩塌事件。随着矿井深入地层,重型机械的磨损与维护问题增加,这会大幅提升发生严重安全事故的概率。此外,人为的错误,如操作不当、未接受充分的安全教育,以及管理上的疏忽,都是造成事故的关键因素,露天转凹陷式开采,作为资源开发的一种方式,虽然带来了显著的经济利益和技术优势,但其所隐藏的安全风险不容忽视。为了保障矿山资源的持续开发并确保作业人员的生命财产安全,迫切需要构建一套完整的安全监管体系。此体系应通过执行精确的风险评价与必要的预防手段,减少潜在的安全威胁,这样做不仅能够提高矿石开采的效率,还能在最大程度上确保

【作者简介】于际军(1990-),男,中国江苏沛县人,本科,工程师,从事露天矿山开采研究。

作业环境的安全。

3 安全风险特征

在露天转凹陷式开采过程中，安全风险特征的呈现尤为复杂，主要涉及地质、设备和人为三大类风险。地层结构和地质构造的变化，以及水文地质条件的影响，可能引致如滑坡、崩塌等自然灾害，随着开采深度的加大，矿体的稳定性逐渐减弱，土壤与岩石的承重能力受到严峻挑战。尤其在降雨、融雪等自然因素的影响下，矿区发生地质灾害的风险显著增加。地下水水平的波动可能会诱发矿区内的洪水灾害，这无疑在采矿过程中增加了安全威胁^[2]。

在矿山开采活动中，主要面临的风险是由使用的重型机械设备引起的。在高强度与长期运行的环境中，设备故障频发，倘若未予以及时维护，则可能造成设备功能丧失，甚至触发安全事故。不当的设备配置及不规范的操作行为，均可能加重安全风险，从而对矿山作业潜在危害。操作相关人员的安全警觉性及技术能力同样属于风险的范畴，对此不可掉以轻心。事故频发往往与工人操作不当、未接受充分的安全教育以及管理制度缺陷有关，为了科学地进行风险识别与控制，必须对各种风险进行全面的评估，在进行露天转凹陷式采矿作业时，必须深入剖析其特有的安全风险标识，并制订有效的预防策略，以保障作业场所的安全及矿工的生命安全。在矿山开采领域，通过风险管理的系统应用和安全教育的持续开展，能够实质性减少安全隐患，从而提升作业的整体安全性。

4 风险评估方法

在露天转凹陷式开采过程中，风险评估方法扮演了关键角色，它构成了一个识别、分析及管理安全风险的系统性框架。在进行风险的有效评价，一般涵盖了数个中心环节：对潜在威胁进行辨识，对其进行详尽分析，进而评估可能的影响，并实施必要的控制措施。在评估过程中，首先要进行的是对所有可能风险的详尽辨认，这构成了评估的基础。在进行露天转凹陷式采矿活动时，必须顾及地质状况、采矿设备以及人为操作等多重因素的影响，分析矿业地质信息、审视机械运作轨迹、评价作业人员的安全技能，旨在发掘潜在的安全风险^[3]。

风险分析旨在对识别出的风险进行定性和定量的分析。专家依据经验法则和历史数据，对风险的性质及其影响进行描述，这一过程通常被称为定性分析；利用统计学方法和数学模型进行定量评估，旨在计算风险的可能性和影响，借助概率分析技术，对历史事故数据进行详尽统计，以此评估特定风险事件出现的概率。并在此基础上，结合损失评估，推测潜在的经济损失与人员伤亡情况。通过运用故障树分析（FTA）与事件树分析（ETA）等工具，能够有系统地探究设备故障及事故的演变路径，进而深刻把握风险产生的机理。风险分析过程结束后，即展开对其识别及分析结果的全

面评价工作，在这个阶段，一般会利用风险矩阵或风险优先级数（RPN）等手段，对识别出的风险进行等级划分，以确立其处理的优先顺序。通过风险矩阵，管理者可以直观地识别出高风险区域，并合理配置资源，这是一种将风险的发生概率与影响程度进行交叉对比的工具。对于风险管理而言，通过定量分析潜在风险的可能性和潜在影响，以及当前的风险识别与评估能力，可以得出一个综合的风险等级评分，此评分有助于识别并聚焦最为关键的风险要素。

风险评估之后的环节，是风险控制的应用阶段，为了确保安全管理的高效性，必须对识别出的高风险因素制定明确的控制策略。制定应急预案是完善安全管理制度的组成部分，涉及定期组织和进行安全培训及演练活动。例如，采用先进的监控技术，能够对设备运作实施即时监管，利用航空器开展地质侦察活动，有助于尽早识别风险隐患。在实际操作中，对风险的量化分析应当是一个不断演进的系统，它要求定期地进行信息刷新与策略修正，外部环境的变动以及技术水平的提升可能导致开采条件的变迁，进而使得原有的风险评估结果失去效用。为此，必须定期执行风险重评，以保障风险管理措施的时效性与功效性，对矿山进行由表及里的转变，即从露天转变成凹陷式开采，能够通过系统化的风险考量与管理，有效地面对安全挑战，从而确保矿工的人身安全，同时增强矿山的持续发展潜力。实施系统化的风险管理，不仅有助于减少事故发生的可能性，而且有助于塑造优良的安全文化，提高全体工作人员的安全认识，从而建立矿山安全生产的长期有效体系^[4]。

5 安全防范措施

露天转凹陷式开采过程中，有效执行安全预防措施，对确保矿山作业人员的生命安全至关重要。建立稳固的安全管理机制，是预防和减少风险事故的根本途径，矿山企业须构建完善的安全生产管理框架，为各级人员划分明确的安全职责与权限，并制订详尽的安全生产规则，保障全体员工对安全责任具有明确的认识。企业需定期执行安全生产的审查，以便及时发掘并修正可能存在的安全缺陷，从而塑造优良的安全管理环境。为了保障安全管理的高效执行，必须构建一个具备高效率的信息交流架构，这个架构的作用在于保证管理层与操作层之间可以实现信息的即时流通，进而保证安全管理指令能够被迅速且有效地传达到每一个作业人员，并得到实施。为了规避设备潜在的风险，必须提升维护工作的质量，为了保证重型机械设备的工作状态良好，矿山企业需要定期进行全面的检查与维护工作。为了预防安全事故的发生，制定了一套针对设备的维护与保养计划，其中包括定期更换易损部件以及快速响应设备故障。采用现代化监控设备，能够对机械运作情况实行即时跟踪，通过分析数据来预见并防范潜在的机械问题，以此减少设备出错的可能。

对员工进行系统的安全教育，是增强其安全意识与技

巧的重要手段。矿山公司需按期举办安全训练课程，培训内容应包含安全规则、操作程序、紧急事故处理等，以确保员工对潜在风险和预防措施有全面认识。在针对员工的培训过程中，通过具体案例进行深入剖析，以提高其对安全生产的理解，定期举行的模拟练习能显著增强职员面对突发情况时的处理技能。企业应当倡导员工投身于安全管理之中，主动提供创新性的建议，共同构筑健全的安全文化。针对突发性事件，制定周全的应急计划，是确保事故应对的关键环节，针对不同灾害和突发情况，矿山公司需编制特定应急计划，涵盖诸如自然灾害、机械故障及人为失误等多种风险场景，制定应急预案，其中包括明确事故的报告流程、应急响应具体措施，以及疏散路径和紧急救援计划等关键要素。同时，需定期开展演练活动，以保障员工能够熟练地掌握必要的应急处理技巧。在事故发生时，快速且高效地执行应对策略，这有助于降低损害并保障职员的安全^[5]。

加强与外部机构的合作也是提升安全防范能力的重要途径。专业矿产公司通过与专注于安全的研究机构、科学实验室以及政府相关部门达成伙伴关系，能够利用这些机构的专业技能与知识，从而提高其在安全生产方面的能力。邀请专业人士定期对矿山安全进行细致评定，以此为企业提供专业的建议和技术援助，助力改进其安全管理架构。行业内安全领域的互动交流与协作至关重要，通过吸取其他企业在该领域的成功做法，可共同推动整个行业的安全标准向更高层次发展。在露天转凹陷式矿山开采过程中，通过周密的安全生产管理、精密的设备维护保养、全面的操作人员培训、周详的应急准备计划以及深入的跨界合作交流，可以有效预防潜在的安全隐患，确保作业人员的生命安危，并推动矿山的持续繁荣发展。为了达到矿山开采的安全性、经济性和环境

保护的协同进步，这些安全保护措施必须协同运作，构建起一套系统化的安全管理机制。

6 结语

露天转凹陷式开采矿山作为一种资源获取手段，展现出显著的高效性，然而，这一方法同时伴随着地质、设备及人为等多重风险因素，其安全问题呈现出的复杂性是采矿作业中亟需关注的问题。随着开采深度的加大，地层结构的变动和水文条件的变化成为地质风险的主要来源，这些因素可能会引起滑坡、崩塌等地质灾害，进而对作业人员的安全构成直接威胁。设备风险则与重型机械的故障和磨损密切相关，设备的运行状态不佳可能引发事故，增加安全隐患。加强与外部专业机构的合作，借助外部的专业知识和技术支持，提升安全管理水平，确保在安全风险日益增加的情况下，矿山作业仍能安全、高效地进行。通过综合运用这些防范措施，露天转凹陷式开采矿山能够有效降低安全风险，保障作业人员的生命安全，促进矿山的可持续发展，为实现安全与经济效益的双重目标奠定基础。

参考文献

- [1] 陶耐,盛勇.凹陷开采矿山生态修复工程方案设计——以广德市某灰岩矿为例[J].安徽地质,2022,32(3):239-243.
- [2] 许世龙,何宏伟,卢艺开,等.广东某凹陷式开采的矿山诱发地面塌陷研究[J].世界有色金属,2022(15):37-39.
- [3] 宾斌,肖新华,黄晓倩,等.凹陷式富水岩溶矿山涌水治理方法研究[J].湖南水利水电,2022(4):41-44.
- [4] 杨泽宇,曹世晖,朱晓青,等.某水泥建材石灰岩矿露天凹陷开采主要环境地质问题研究[J].福建建材,2019(11):1-2+57.
- [5] 魏国灵.岩溶区凹陷式开采石灰岩矿坑的水文地质分析方法简析[J].西部探矿工程,2019,31(10):127-130.