

Research on Safe and Efficient Mining Technology of Steeply Inclined Medium-thick Broken Ore Body

Meimei Xie

Zijin Mining Group Co., Ltd., Longyan, Fujian, 364200, China

Abstract

With the continuous development of metal mineral resources in China, the mining of steeply inclined medium-thick broken ore body has gradually become a hot spot in mining engineering research. This kind of ore body has the characteristics of large dip Angle, large thickness variation, high degree of crushing, poor stability of surrounding rock, etc., which brings many difficulties and risks to mining. How to realize the safe and efficient mining of steeply inclined medium-thick broken ore body, improve the utilization rate of resources and reduce the incidence of mine accidents has become an urgent problem in the field of mining engineering in China. This paper discusses the characteristics and mining difficulties of steeply inclined medium-thick broken ore body, summarizes the key points of safe and efficient mining technology of steeply inclined medium-thick broken ore body, and puts forward a series of suggestions to improve mining safety and efficiency.

Keywords

steeply inclined medium-thick broken ore body; safe and efficient mining; technical points; application strategy

急倾斜中厚破碎矿体安全高效开采技术研究

谢美美

紫金矿业集团股份有限公司, 中国·福建 龙岩 364200

摘要

随着中国金属矿产资源开发的不断深入, 急倾斜中厚破碎矿体的开采逐渐成为矿业工程研究的热点。此类矿体具有倾角大、矿体厚度变化大、破碎程度高、围岩稳定性差等特点, 给矿山开采带来诸多困难和风险。如何实现急倾斜中厚破碎矿体的安全高效开采, 提高资源利用率, 降低矿山事故发生率, 成为中国矿业工程领域亟待解决的问题。论文针对探讨了急倾斜中厚破碎矿体的特点及开采难点, 总结了急倾斜中厚破碎矿体安全高效开采技术要点, 提出了一系列提高开采安全性和效率的建议。

关键词

急倾斜中厚破碎矿体; 安全高效开采; 技术要点; 应用策略

1 引言

针对急倾斜中厚破碎矿体的特点, 国内外学者对其开采技术进行了深入研究。目前, 已有多种开采方法, 如分段空场法、上向水平分层废石充填法、改流体放矿技术等。然而, 这些方法在实际应用中仍存在一定局限性, 如矿石损失率高、贫化率高、事故率高、效率低等问题。因此, 有必要针对急倾斜中厚破碎矿体开展安全高效开采技术研究。

2 急倾斜中厚破碎矿体的特点及开采难点

2.1 矿体特征

急倾斜中厚矿体的倾斜角度通常较大, 一般在 60° ~ 90° 之间。这种高倾角的矿体在地质构造上较为复杂, 开采

过程中需要克服较大的重力作用, 对开采工艺和技术要求较高。中厚矿体的厚度范围一般在 1.5~5m 之间。这个厚度范围内的矿体, 既具有经济价值, 又便于开采和利用。然而, 由于矿体厚度较大, 开采过程中需要考虑如何保证矿体的稳定性和开采效率。急倾斜中厚矿体的破碎程度较高, 主要表现为矿体结构松散, 破碎程度较高, 导致矿体稳定性较差, 易发生坍塌、滑坡等现象^[1]。

2.2 开采难点

急倾斜中厚破碎矿体的顶板稳定性较差, 容易发生顶板垮落事故。在开采过程中, 需要采取有效措施加强顶板管理, 确保安全生产。由于矿石结构破碎, 矿石在开采过程中容易产生大量碎屑, 导致矿石贫化。为了降低矿石贫化率, 需要采用合理的开采工艺和设备。急倾斜中厚破碎矿体的开采过程中, 存在顶板垮落、矿石溜移、瓦斯突出等安全隐患^[2]。

【作者简介】谢美美(1988-), 女, 中国福建龙岩人, 本科, 工程师, 从事采矿工程研究。

3 安全高效开采技术要点

3.1 采矿方法选择

崩落法适用于矿体倾角大于 45° 、厚度较大的矿体。崩落法通过爆破使矿体发生崩落,从而实现采矿。该方法具有设备简单、工艺流程短、成本低等优点。充填采矿法适用于矿体倾角较大、矿体破碎、围岩稳定性差的矿体。充填采矿法是在采空区进行充填,以防止围岩变形、地表沉降,提高矿体的稳定性。该方法具有围岩稳定性好、采矿效率高、资源利用率高等优点。空场采矿法适用于矿体倾角较大、矿体厚度较薄的矿体。空场采矿法是利用矿体自身强度,在采空区形成空场,通过围岩的变形和应力调整,实现采矿。半连续采矿法是将采矿过程分为采、运、选三个阶段,采用连续运输设备,实现采矿过程的高效化。该方法具有采矿效率高、设备利用率高、资源利用率高等优点。

3.2 支护技术

3.2.1 顶板支护

在急倾斜中厚破碎矿体的开采过程中,顶板支护是确保作业人员安全的关键。锚杆支护利用锚杆将顶板岩层与围岩紧密结合,提高围岩的整体稳定性。锚杆长度通常为2~3m,间距根据实际情况调整。锚索支护与锚杆支护类似,锚索具有更高的承载能力和抗拔力,适用于顶板较厚、破碎严重的矿体。锚注支护在锚杆、锚索的基础上,注入水泥浆或其他材料,提高围岩的整体强度和稳定性^[3]。金属支架支护采用金属支架对顶板进行支撑,适用于局部顶板破碎严重、稳定性较差的矿体。

3.2.2 帮壁支护

帮壁支护是保障采场安全的重要措施,锚杆支护与顶板支护相似,利用锚杆将帮壁岩层与围岩紧密结合,提高围岩的整体稳定性。喷射混凝土支护在帮壁上喷射一层水泥混凝土,提高帮壁的稳定性和抗裂性能。金属支架支护采用金属支架对帮壁进行支撑,适用于帮壁破碎严重、稳定性较差的矿体。锚注支护在帮壁上注入水泥浆或其他材料,提高帮壁的整体强度和稳定性。

3.3 通风与防尘技术

3.3.1 通风系统设计

根据矿体的地质条件、开采工艺、人员密度等因素,合理确定通风系统规模和类型。通风系统应保证矿井内空气新鲜,满足工作人员的呼吸需求。合理设计矿井风流流向,确保风流顺畅,避免风流短路。通风系统应具备足够的通风能力,能够及时排除井下有害气体、粉尘等污染物,降低矿井内有害气体浓度。采用高效节能的通风设备,降低通风系统能耗,提高通风效率^[4]。

3.3.2 防尘措施

优化开采工艺,减少粉尘产生。采用先进的采矿技术和设备,降低粉尘产生量。加强矿井通风,提高矿井内空气质量。在矿井内设置除尘设施,降低粉尘浓度。对井下工作人员进行防尘教育培训,增强防尘意识。配备防尘用品,如

防尘口罩、防尘服等。定期对矿井进行粉尘检测,确保粉尘浓度符合国家规定标准。加强矿井洒水降尘,降低粉尘飞扬。在井下设置洒水系统,定期进行洒水作业。对矿井内可能产生粉尘的设备进行封闭,防止粉尘外泄。如采用封闭式输送带、封闭式卸矿等。定期对矿井内防尘设施进行检查和维护,确保其正常使用。

3.4 安全监测与预警技术

矿体结构参数包括矿体厚度、倾角、埋深、破碎程度等。这些参数有助于了解矿体的整体状况,为开采方案制定提供依据。地质应力参数包括围岩应力、矿体应力、地应力等。通过对地质应力参数的监测,可以判断矿体稳定性,为预警系统提供数据支持。矿山环境参数包括气温、湿度、风速、噪声、粉尘等。这些参数对矿山工作人员的健康和安全产生直接影响,需要实时监测。矿井通风参数监测包括风速、风向、氧气浓度、有害气体浓度等,保障矿井空气质量,预防火灾、爆炸等事故。根据监测参数,建立预警指标体系,包括矿体稳定性指标、设备运行安全指标、环境安全指标等。根据预警指标体系,设定相应的预警阈值。当监测数据超过预警阈值时,预警系统将发出警报^[5]。针对不同类型的预警信息,制定相应的响应措施,如调整开采方案、停工、撤离人员等。根据实际运行情况,不断优化预警系统,提高预警准确性和响应速度。

4 急倾斜中厚破碎矿体安全高效开采技术应用策略

4.1 前期规划与设计

4.1.1 地质勘查与分析

开展全面的地质勘查工作,包括地形地貌、地层岩性、构造特征、水文地质、工程地质等,确保对矿体的赋存状态有清晰的认识。根据勘查结果,对矿体的厚度、品位、埋深、产状、夹石、裂隙等特征进行分析评价,为开采方案提供依据。对勘查结果进行整理、分析,编制详细的勘查报告,为后续工作提供基础资料。

4.1.2 制定开采方案

根据矿体特征和地质条件,选择适宜的开采方法,如房柱法、崩落法、充填法等。结合开采方法,确定开采工艺,包括采准工程、采掘工程、运输工程、通风工程等。根据开采工艺和地质条件,选择合适的开采设备,如挖掘机、装载机、运输车、通风设备等^[6]。针对急倾斜中厚破碎矿体,制定针对性的安全措施,如防滑、防坠、防尘、防噪等。在开采过程中,注重环境保护,采取有效措施减少对周边环境的影响。在确保安全、质量的前提下,合理控制开采成本,提高经济效益。

4.2 施工过程管理

4.2.1 严格按照设计施工

施工前,对设计图纸进行详细审查,确保设计合理、安全、可行。施工过程中,严格按照设计要求进行施工,不

得擅自更改设计。对施工过程中的关键环节进行监控,确保施工质量符合设计要求。对施工过程中发现的设计问题,及时与设计单位沟通,进行修改和完善。

4.2.2 质量控制与安全管理

建立健全的质量管理体系,明确各级人员职责,确保施工质量。对施工材料、设备进行检查,确保其质量符合要求。对施工人员进行技术培训和安全教育,增强其安全意识和操作技能。施工过程中,严格执行安全技术措施,确保施工安全。对施工过程中的安全隐患进行排查,及时整改,防止安全事故发生。加强现场管理,确保施工环境整洁、有序^[7]。对施工过程中的数据进行记录、分析,为后续施工提供依据。对施工过程中的质量问题进行追溯,找出原因,采取措施进行整改。

4.3 人员培训与技术创新

针对急倾斜中厚破碎矿体的特点,组织专项技能培训,包括地质勘探、采矿技术、安全操作、设备维护等方面的知识,提高操作人员的专业素养和技能水平。在矿山企业内部选择合适的矿体进行技术创新试点,验证新技术、新工艺在实际开采中的应用效果^[8]。加强与其他矿山企业的交流与合作,分享成功经验,共同推进技术创新与改进。积极争取政府及相关部门的政策支持,为技术创新提供良好的政策环境。

5 案例分析

5.1 案例概况

该矿山属于中厚破碎矿体,矿山占地面积约为 5km^2 ,地质构造复杂,矿体赋存于断层、褶皱发育区。矿山始建于20世纪60年代,经过多年的开采,目前仍具有较大的开采价值。矿体埋藏深度一般在300~500m之间,局部可达600m以上。如图1所示,矿体总体走向 $\text{ne}54^\circ$,倾向为 nw ,矿体呈不规则似层状,走向长1000m,倾向宽500m,厚度变化较大,一般为1~10m,局部可达20m。矿石品位较高,平均品位为30%以上。矿石结构以碎裂结构为主,次为块状结构;矿石构造以交代结构、碎裂构造为主。矿石硬度较大,抗磨性较好,易碎性较差。矿山水文地质条件复杂,主要有裂隙水、断层水、孔隙水等。裂隙水主要赋存于断层带、破碎带及岩溶裂隙中,对矿山开采有一定影响。

5.2 应用的安全高效开采技术及策略

矿山开采采用水平分层、分段开采的方案,提高资源利用率。针对破碎矿体,采用缓坡、留矿充填法,确保采场稳定。采用分段凿岩、爆破、出矿和运输的方式,提高生产效率。加强采场通风,确保氧气充足,降低有害气体浓度。采用机械式排水设备,降低采场积水,防止水害事故。对采场周边的岩体进行加固处理,防止岩体崩塌。案例矿山采用微差爆破技术,降低爆破震动,减少对周边环境的影响。根据矿体特征,合理设计爆破参数,确保爆破效果。

5.3 取得的效果及经验总结

5.3.1 安全指标提升

通过采用先进的技术和设备,有效降低了矿工的劳动

强度,提高了矿工的安全保障。加强了对矿山环境、地质条件的监测和预警,对潜在的安全隐患进行了及时排查和处理,降低了事故发生的概率。

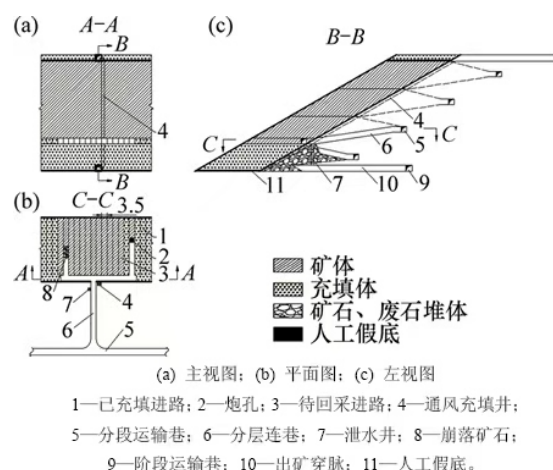


图1 矿体总体走向图

5.3.2 生产效率提高

通过优化采矿工艺,缩短了采掘时间,提高了矿石的采出率。采用高效破碎设备,提高了破碎效率,降低了生产成本。实施了精细化管理,优化了生产流程,提高了生产效率。加强了设备维护保养,确保了设备的高效运行。

6 结论

根据矿体赋存条件、围岩稳定性和开采技术要求,合理确定采场结构和回采顺序,降低矿石损失率和贫化率。采用合理的支护措施,建立健全安全生产管理体系,采取有效的环境保护措施,实现矿山可持续发展。通过上述技术要点控制及应用策略,有望提高急倾斜中厚破碎矿体的安全高效开采水平,降低矿山事故发生率,提高资源利用率,为中国矿业工程领域提供有力技术支持。

参考文献

- [1] 薛田喜,常洋凯.中厚倾斜破碎矿体下向进路法开采工艺及稳定性研究[J].矿业研究与开发,2023,43(6):15-21.
- [2] 代涵,张金钟,邢鹏,等.缓倾斜中厚破碎矿体上向中深孔分条空场嗣后充填法[J].中国有色金属,2023(S1):136-139.
- [3] 张东杰,拓明轩,刘树新,等.急倾斜中厚破碎矿体空场嗣后充填安全开采技术研究[J].金属矿山,2022(5):50-55.
- [4] 李占炎,王怡明,陈顺满.缓倾斜中厚破碎矿体采矿方法优化实践[J].采矿技术,2021,21(2):6-8+17.
- [5] 刘树新,邢杰,宋德林,等.白音哈尔矿薄及中厚破碎倾斜矿体开采技术研究[J].黄金,2021,42(3):37-42.
- [6] 李佳建,曹帅,盛学栋.倾斜中厚破碎矿体高效开采技术工业试验[J].矿业研究与开发,2021,41(1):1-4.
- [7] 刘龙琼,周乐,温耸.急倾斜中厚破碎矿体采场结构参数的优化及应用[J].黄金,2020,41(10):40-45.
- [8] 刘龙琼.石湖金矿急倾斜中厚破碎矿体采矿方法优选[J].世界有色金属,2020(19):49-50.