

深井采矿技术在金属矿山中的运用实践解析

刘洪伟 刘江波 刘启玉

中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12424

[摘要] 金属矿山能够提供资源用于工业、农业等方面的生产,有助于推动我国社会整体经济发展,提高我国现代化建设水平。但想要进一步提高采矿安全性,提升采矿效率,实现对开采成本的有效控制,还需要合理运用深井采矿技术,并加强对技术的优化管理,以发挥深井采矿技术的运用效果,推动金属矿山行业长效稳定发展。本文就深井采矿技术在金属矿山中的运用作出分析,提出几点建议,以供参考。

[关键词] 深井采矿技术; 金属矿山; 技术运用

中图分类号: TD8 **文献标识码:** A

Analysis of the application practice of deep well mining technology in metal mining mountain

Hongwei Liu Jiangbo Liu Qiyu Liu

China Nonferrous Metals Industry Kunming Survey and Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] Metal mines can mine more resources, used for industry, agriculture and other aspects of the research and development, help to promote the overall economic development of China's society, improve the level of China's modernization construction. However, in order to further improve mining safety, improve mining efficiency and realize effective control of mining cost, it is necessary to rationally use deep mining technology and strengthen the optimization management of technology, so as to give play to the application effect of deep mining technology and promote the long-term and stable development of metal mining industry. This paper analyzes the application of deep well mining technology in metal mining mountains, and puts forward some suggestions for its reference.

[Key words] deep well mining technology; metal mining; technology application

随着经济与科技的不断发展,金属资源的需求量也在日益增加,在此情况下金属矿山的开采规模也随之扩大,使得浅层可供开采资源不断减少,为更好地满足市场需求,深井采矿技术逐渐得到推广运用^[1]。深井采矿技术能够在深度高达八百米以上的矿井中进行金属资源的开采,但井内环境复杂多变,导致技术运用难度较高,还需要明确技术运用原则,并根据采矿需求结合实际情况选择合适的技术手段,以及做好管理工作,保证深井采矿技术的运用质量,切实提升采矿效率,为金属矿山的可持续发展提供支持。

1 深井采矿技术的运用原则

对于深井采矿技术的运用原则来说,主要包括以下几点。①经济性原则。该技术的运用是为了开采更多深层资源,以满足市场发展需要,获得更高的经济效益。所以技术运用时需要遵循经济性原则,对人力、物力等成本进行分析计算,结合成本控制目标综合选择技术的运用方式。②安全性原则。金属矿山开采环境复杂危险,为保证采矿人员的人身安全,减少采矿对周边环境的破坏,还需要遵循安全性原则,提前对环境进行勘察,掌握各

方面情况,制定防范措施,做好技术指导,以提高技术的运用安全性。③规范性原则。按照设计要求及规章制度,规范开展采矿作业及运用各类技术,降低人工误差,以保证开采质量。④掌握性原则。配备专业能力强且熟练掌握技术要点的工作人员,不仅能够保证技术的运用效果,还能保证实际开采中一旦发生相关情况可及时对技术及设备的运用模式等进行合理调整。⑤灵活性原则。深井采矿环境复杂,影响因素较多,工作人员不仅要按规范要求开展采矿作业,合理运用深井采矿技术,还要结合环境因素的变化灵活调整开采方案,选择更合适的技术设备。

2 深井采矿运用的主要技术形式

2.1 高地应力卸荷技术

深井开采过程中应重点关注高地应力情况,采矿人员可借助采场局部弱化技术,将矿井开采计划进行统一集中,适时调整岩体的应力分布,以实现从浅部向深层的应力转移^[2]。在技术实际运用时,采矿人员需根据开采要求,调节部分受力岩石,确保其处于三向应力状态,满足设计要求,这样才能避免岩体结构受到破坏,提高承载力。同时,为减少岩体的自承力,保证矿山卸荷

要求达标, 采矿人员需结合矿山环境条件及具体要求, 选择有效方式将岩体荷载与应力转移至岩体上。该技术通常适用于压力大、地势高的矿山环境, 通过建立模型能够更好地了解开采情况, 进而根据地形等条件制定开挖方案, 以提高深部采矿作业质量^[3]。

2.2 钢纤维混凝土支护技术

相较于传统钢筋混凝土来说, 钢纤维混凝土其耐久性、抗冻性、抗裂性、强度等性能更好, 将其用于金属矿山开采作业中能够更好地对采矿产生的高原应力岩爆进行控制, 稳定矿山结构。在运用钢纤维混凝土支护技术时, 采矿人员还需提前根据技术要点及深部采矿要求制定技术运用方案, 准备好配套设备, 如混凝土搅拌设备、运输装置、运输车、喷射工作台等。这样不仅能够提高采矿安全, 降低对金属矿山的损伤, 还能保证深部采矿质量, 稳定采矿环境。

2.3 高温矿井排热通气技术

该技术是利用煤层与大气间的传热原理, 通过信息化技术及智能网络分析通风环境相关参数条件, 以更好地规划通风线路, 采取对应措施, 保证深部采矿过程更加安全稳定, 也能为后续矿山降温工作提供基础支持, 合理控制井内温度。比如在深井采矿作业开展期间, 运用高温矿井排热通气技术, 可实现井下集散冷却和地面集中冷却, 使用地面制冷机组生产冷凝水, 并通过井下高低压变换设备将冷却水送入高温工作面的空冷器, 达到配热通风目的^[4]。有效采用该技术能够让井内温度持续长期控制在合理范围, 这样才能更好地保护采矿人员的人身安全, 提高开采作业效率。

2.4 矿山安全保障监测技术

深部采矿存在较强的安全隐患, 为更好地稳定金属矿山环境, 保护采矿人员安全, 还应运用矿山安全保障监测技术, 在开采阶段可采取岩体微震监测、岩体失稳预测、岩体倾向性综合评价等技术手段^[5]。比如针对采场等区域, 可使用钻孔应力计、水准仪等设备手段对岩层应力、位移等参数进行监测; 针对岩体破坏情况, 可使用声发射仪等技术设备进行监测。另外, 经技术研究发展, 现阶段已建立一种基于控制技术和矿井压力监测技术于一体的安全监测技术, 实现了井下围岩稳定性监测、矿山开采地压监测及地下工程加固目标^[6]。

2.5 金属矿山联合采矿技术

深层开采作业难度较高, 且很多金属矿山的地质环境、岩体结构较为复杂多变, 采取单一的采矿技术难以实现高效高质量采矿, 同时还会产生更多隐患风险。所以针对此类情况, 应积极运用联合采矿技术, 通过多种技术联合运用的方式更好地提高采矿效率, 且减少采矿误差与资源浪费。联合采矿技术包括无底柱充填联合采矿技术、充填采矿新工艺、智能采矿技术。比如充填采矿新工艺, 其使用高水材料为胶结剂, 实现充填体在采场内充分接顶, 改善井下恶劣环境, 有效避免充填料混入而造成矿石二次贫化及损失的情况, 可提高开采安全性与效率^[7]。但想要提升联合采矿技术的运用效果, 最大化发挥其作用价值, 还需要

根据岩石的构造和特性进行分类, 结合规范要求和实际情况合理运用联合采矿技术, 以形成共同开采系统, 详见表1。

表1 矿山岩体结构特征和分级

岩组	结构	Q分类体系		CSIT分类体系		
		评分	分级	M/RMR值	RMB值	分级
矿体	块状	36	好	38.2	62	2B
蚀变带	块状	24	好	34.1	56	3A
岩脉岩	块状	73	很好	43.3	70	2A
大理岩	块状	21	好	34.6	56	3A

3 深井采矿技术在金属矿山中的运用实践

3.1 深井充填开采方法

深井充填开采方法主要使用的材料为胶结料, 可有效满足深部开采需求。在开采过程中, 主要采取全尾砂充填方式(详见图1), 这种情况下能够提高矿石的固结性, 减少脱水、浓缩情况的发生, 以及改善深部采矿环境, 提高采矿安全性。实际采用该方法时, 采矿人员需要先了解矿井的构造走向, 提前做好调查分析工作, 确定需开凿的矿体, 合理进行间柱、底柱的设定, 留出六米, 且开采高度保持在二米, 且需按比例划分。



图1 尾砂胶结充填采矿方法

3.2 盘区房柱开采方法

现阶段金属矿山深部开采过程中盘区房柱开采是运用较好的一种技术手段, 需在工作面上方设置一个采场。建设矿房时, 施工人员需根据矿井深井方位, 结合现场实际情况合理分区, 以保证矿柱、矿房的有效形成。在深部开采过程中需保证未回收采场矿柱, 检查开采范围内的顶板、下板面, 同时也要对顶板、下板面的硬度等参数进行检测, 确保达到标准要求。采取该方法, 矿井中部柱具有较强的支撑能力, 能够更好地保证深部开采安全, 提高开采质量, 但为增加开采量, 提升开采效率, 还需要加强对潜孔全切顶的控制, 保证采掘效果。

3.3 其他开采技术

对于金属矿山深部开采来说, 还涉及其他相关开采技术。①巷道中围岩支护方法。深部开采风险性较高, 且金属矿山环境复

杂,针对此类情况可采取巷道中围岩支护方法,该方法实施时主要通过安装锚杆桁架的方式形成支护结构,这样能够避免开采过程中对围岩造成破坏而发生变形问题,进而提高顶板的承载力,保障深部开采安全。②高地应力卸荷方法。根据地势高低结合现场情况,合理调整回采顺序,全面检查岩石应力状态,通过应力转移的方式提高岩体承载力,以提高采收率。③排热通气方法。高温高压的深部开采环境会对采矿人员的人身安全造成威胁,而通过采取合适的排热通气方法能够控制井内温度,保护采矿人员安全。

4 深井采矿技术在金属矿山中的运用管理

深井采矿技术运用过程中部分开采作业需要使用爆破手段,且爆破过程中受多方因素影响,若未能加强质量管控,极易引发爆炸问题,造成安全事故。所以在深井采矿技术运用期间还需要配合低压微震检测技术等手段对岩体、矿石的状态等条件进行检测分析,在符合要求指标的情况下再进行爆破作业。具体实施过程中,首先需做好安全监测管理,利用互联网、大数据、监控设备等,建设运行金属矿山安全监测监控系统,能够对矿井井上、井下等各方面产生的生产数据及相关信息进行监测。采用人员定位系统、监测监控系统、通信联络系统总体设计建设的方式,打造以太网环境环境和综合管理平台,实时高效对矿区环境进行安全监测管理。其次需做好对岩爆的管理,安排技术人员全面分析岩体爆炸产生的原因、具体表现形式、爆炸后果等,以合理规划开采方案,采取防范措施。同时,利用岩爆预测技术等手段对矿区环境展开调查监测,以及做好实地勘察,了解矿山地质等相关资料信息,综合分析优化岩体结构布局方式,制定更完善的开采方案,这样才能保证开采安全,提高深井采矿技术的

运用效果。

5 结语

综上所述,深井采矿技术的运用能够满足金属矿山深部开采需求,所以现阶段需要充分了解深井采矿技术的运用原则,明确深井采矿技术的意义作用,能够根据金属矿山深部开采特点及要求合理运用深井采矿技术,同时做好技术运用的管理工作,切实提高深井采矿技术的运用水平,保证深部开采质量与安全,推动金属矿山行业可持续发展。

[参考文献]

- [1]刘路,许恒朋,苑正涛.深井采矿技术在金属矿山中的意义分析[J].中国设备工程,2024(18):8-11.
- [2]张海栋,吕志云.有色金属矿山深井采矿技术探析[J].冶金与材料,2023,43(8):112-114.
- [3]赵春刚.深井采矿技术在有色金属矿山中的应用[J].中国金属通报,2022(18):38-40.
- [4]王春龙.深井采矿技术在有色金属矿山中的意义分析[J].中国金属通报,2021(4):29-30.
- [5]韩炎君.深井采矿技术在有色金属矿山中的应用[J].数字化用户,2024(16):41-42.
- [6]王兴源.有色金属矿山深井采矿技术探讨[J].魅力中国,2021(30):322-323.
- [7]彭亿,安振强.有色金属矿山深井采矿技术研究[J].户外装备,2020(8):523.

作者简介:

刘洪伟(1981--),男,汉族,云南昆明人,高级工程师;研究方向:采矿工程。