

一种阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法

王国良

江西省德兴市花桥金矿有限责任公司

DOI:10.12238/ems.v6i9.8884

[摘要] 近年来,胶结充填采矿方法逐渐成为解决矿山开采过程中产生的一系列问题的重要手段,这种方法不仅能够有效地利用矿山资源,还能减少对环境的影响,尤其是在解决采空区地表塌陷、减少尾矿排放等方面展现出显著的优势。为了进一步提高采矿效率和资源利用率,阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法应运而生,文章旨在探讨阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法的优势及其在实际应用中的具体工艺流程,希望通过这一研究能够为矿山开采技术的发展提供新的思路和参考,为解决资源利用与环境保护之间的矛盾贡献一份力量。

[关键词] 阶梯式; 上向水平分层; 胶结充填; 质量检验

A stepped upward horizontal layered cemented filling mining method

Wang Guoliang

Jiangxi Dexing Huaqiao Gold Mine Co., Ltd

[Abstract] In recent years, the cemented filling mining method has gradually become an important means to solve a series of problems in the mining process. This method can not only effectively utilize mining resources, but also reduce the impact on the environment, especially in solving surface subsidence in goaf and reducing tailings discharge, showing significant advantages. In order to further improve mining efficiency and resource utilization, the stepped upward horizontal layered cemented filling mining method has emerged. This article aims to explore the advantages of the stepped upward horizontal layered cemented filling mining method and its specific process flow in practical applications. It is hoped that this research can provide new ideas and references for the development of mining technology and contribute to solving the contradiction between resource utilization and environmental protection.

[Keywords] staircase style; Upward horizontal stratification; Cemented filling; quality testing

引言

随着全球资源需求的不断增长,矿山开采业在经济发展中的地位日益重要。然而,传统的矿山开采方式往往伴随着资源浪费、环境破坏以及安全隐患等问题,这对可持续发展的要求提出了严峻的挑战。为了应对这些问题,一种阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法引入了相关人员的关注,这种方法因其能够有效控制采场压力、减少矿柱损失而得到广泛应用。通过在采场中形成阶梯式的开采结构,使得上向水平分层采矿与胶结充填过程有机结合,其不仅提高了采场的安全性还优化了矿石回收率,尤其是在矿体地质条件复杂、顶板承载力不足的情况下,该方法能够有效减小采场内的应力集中,降低采矿过程中的风险。

一、阶梯式上向水平分层胶结充填采矿的优势

阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法的优势在于能够有效地提高资源回收率、增强采场的稳定性、减少环境影响同时具备灵活性和适应性强的特点。首先,这种方法通过分层开采和胶结充填的有机结合,显著提高了矿体的资源回收率。在矿体开采过程中,阶梯式上向水平分层的方法能够充分利用矿体的几何特征,将矿石逐层分割进行开采,每一层的矿石开采后利用胶结材料将采空区进行充填,能够有效支撑上层矿体,防止矿石塌落或资源浪费,从而最大限度地提取矿石,减少损失。

其次,阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法大大增强了采场的稳定性。通过逐层开采和逐层充填的方式,整个采

场的稳定性得到了有效保障。每一层的开采完成后紧接着进行胶结充填,将采空区填充至原状从而恢复和增强岩体的支撑力,特别是在地质条件复杂、岩体结构较弱的矿山中,这种方法能够有效防止顶板坍塌和地表沉降等危险,有力地保障了矿山的安全生产^[1]。此外,这种方法对环境的影响较小。由于在采空区填充了胶结材料,避免了大规模的地表塌陷和地质破坏,减少了采矿活动对地表生态的扰动。同时,充填材料通常选用矿山废石、尾矿等废弃物,这不仅降低了废弃物堆存对环境的压力,还实现了资源的再利用,符合绿色矿山建设的理念。

最后,阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法还具备较强的灵活性和适应性。该方法能够根据矿体的实际形态和开采条件进行灵活调整,适用于不同类型和规模的矿体开采,无论矿体厚薄、倾角大小,该方法都能通过调整分层厚度、阶梯高度和充填材料配比,满足不同的开采需求。这种灵活性提高了开采效率,还减少了工程实施中的不确定性和风险。这种方法在施工管理和成本控制方面也表现出明显优势,阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法的分段施工使得每个阶段的工作相对独立,便于进度管理和质量控制。由于充填材料的广泛可得性和低成本性,该方法在保证采矿安全性的前提下有效控制了施工成本,提升了整个采矿项目的经济效益。

二、阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法的工艺流程

(一) 对矿体进行详细的地质勘察和设计

在对矿体进行详细的地质勘察和设计过程中,一个关键策略是实施高精度的三维地质建模,这一策略旨在通过收集和分析矿体的地质数据构建出矿体内部的三维结构模型,为后续的开采设计提供精确的基础。首先,勘察团队会利用钻孔取样、地震反射法、重力测量和电磁探测等多种地质勘测技术获取矿体的基础数据,这些数据包括矿体的形状、大小、倾角、厚度以及内部的岩石类型、矿石品位分布等关键信息,并对这些数据的综合分析,以帮助地质学家初步确定矿体的几何特征和内部构造。

其次,利用三维建模软件将采集到的地质数据输入计算机系统生成矿体的三维模型,这个模型能够真实地反映矿体的外部形态,还能够展示内部不同矿层的分布情况。勘察团队可以通过三维模型清晰地看到矿体内部的层理、断裂、褶皱等地质结构,这些细节对于制定合理的开采方案至关重要^[2]。在三维地质模型的基础上,设计团队可以进一步进行采矿模拟和开采方案的优化。例如,通过模拟不同开采顺序下的矿体应力变化情况,设计团队可以找到最有利于保持采场稳定性的开采顺序和充填策略。同时,三维模型还可以帮助团队识别潜在的风险区域,进而对可能出现的顶板塌陷或采空区失稳现象提前制定预防措施。

最后,高精度的三维地质建模不仅提升了矿体勘察的精

确性,也为后续的开采设计和施工提供了科学依据,这一策略能够显著减少盲目开采导致的资源浪费和环境破坏,确保矿山开采过程的安全性和经济效益。通过这一过程,矿山管理者可以更好地掌握矿体内部的复杂结构,为实现可持续的矿产资源开发奠定坚实的基础。

(二) 采用钻爆等方式对矿体进行分割

钻爆是矿山开采中的一种常见技术方法,该方法主要涉及利用钻孔和爆破技术将矿体分割成适合开采的块体,以提高矿石的开采效率和回收率,其具体过程如下:

第一,进行钻孔作业。在矿体中钻出一系列的孔洞,这些孔洞将用于放置炸药。钻孔的深度、直径以及位置都根据矿体的地质特性和开采设计要求进行精确控制。在钻孔过程中需要选择合适的钻机和钻头以确保孔洞的质量和准确性,通常钻孔的深度和数量会依据矿体的厚度和岩石的坚硬程度来决定。第二,钻孔完成后进行爆破作业。爆破是通过引爆放置在孔洞中的炸药将矿体破碎成适当尺寸的矿石块,爆破的效果受炸药的类型和数量、孔洞的布置方式以及爆破的顺序等多种因素的影响,因此在设计爆破方案时通常需要进行详细的爆破参数计算,以确保爆破的效果既能有效地分割矿体,又能最大限度地减少对矿石质量的影响。第三,在实际操作中,爆破作业通常分为几个阶段进行:首先是预裂爆破,这一阶段主要是对矿体进行初步的破裂,为后续的主爆破创造条件。其次是主爆破,这一步骤将矿体彻底分割成较小的块体。最后可能要根据需要进行整形爆破,以调整矿石块的尺寸和形状,使其更加适合运输和进一步处理^[3]。第四,爆破作业后进行清理和检查。清理工作包括将破碎后的矿石块运输到矿石存放区或处理厂,同时清除爆破作业中产生的碎石和其他废料;检查工作则包括评估爆破效果,确保矿体分割达到设计要求。如果发现矿体裂隙不符合预期等问题,可能需要进行二次爆破或其他修正措施。

在整个钻爆分割过程中都要严格控制安全措施,爆破作业涉及到大量的能量释放,因此需要确保周围人员和设备的安全以避免事故发生。此外,还要对爆破产生的震动和噪声进行监测,确保其在允许的范围内,从而减少对环境的影响。通过钻爆等方式对矿体进行分割,能够有效地将矿体破碎成适合开采的块体,从而提高矿石的开采效率。

(三) 进行阶梯式开采

为了确保开采过程中的稳定性和效率,需要根据矿体的地质特征和开采设计要求,将矿体划分为若干个垂直的阶梯层,每个阶梯层的高度、宽度和开采顺序都需经过精确的设计和计算。在设计阶段要对每个阶梯的支护方案、矿石运输路线以及开采过程中的通风、排水等系统进行规划。在实际操作中,阶梯式开采通常从最低的阶梯层开始,开采作业先在最低层进行,采用钻爆等技术将矿体破碎成适合的矿石块,

矿石块被装载到运输设备上送至矿石存放区或处理厂。随着最低阶梯层的开采完成,下一阶梯层的开采作业可以按计划进行,在开采过程中每个阶梯层都需要进行精确的监控,以确保采场的稳定性和矿石的回收率^[4]。此外,监测和维护是阶梯式开采过程中的关键环节。为了确保开采过程的安全,需要对采场内的岩石应力、顶板稳定性、通风情况等进行实时跟踪,同时还要定期检查和修复支护结构,及时处理采空区的异常情况,通过这些维护工作可以确保整个开采作业的顺利进行。随着每个阶梯层的开采完成整个矿体逐渐暴露,开采作业向上推进直到完成所有设计的阶梯层,整个开采过程需要协调好各个环节,以确保各个阶梯层的开采能够按照既定计划进行,避免因开采顺序不当或支护措施不到位导致的矿体失稳或资源浪费。

(四) 对采空区进行胶结充填

对采空区进行胶结充填旨在填补因开采而形成的空洞,增强采场的稳定性并防止地表塌陷和其他潜在的安全问题。胶结充填的过程包括准备充填材料、实施充填作业和进行充填后的监测与维护。第一,准备充填材料。胶结充填材料通常包括尾矿、废石、砂石和水泥等,这些材料经过合理配比和搅拌后,形成具有一定强度和稳定性的胶结体。选择充填材料时需要考虑矿体的地质条件、充填体的强度要求以及经济性,通常废石和尾矿是主要的充填材料,这些可以减少对环境的负担并降低开采成本。第二,进行充填材料的搅拌和处理。将选择好的充填材料按照预定的比例进行混合,形成均匀的充填浆体。为了确保充填体的稳定性,搅拌过程中可能会加入一定量的添加剂,如膨润土或化学剂以提高胶结材料的流动性和凝固性。搅拌完成后的充填浆体需要在短时间内进行输送和注入,以避免其在储存过程中出现凝固现象^[5]。第三,在充填作业中需要对采空区进行清理,去除矿石碎片和其他杂物,确保充填材料能够充分填充空洞。充填材料通过管道或其他输送设备注入采空区,通常采用分层填充的方式逐层进行充填,从而确保每一层的充填体都能够均匀且紧密地填补采空区。在充填过程中还需要注意控制充填体的密实度,以防止出现充填体沉降或空隙。第四,充填后的区域需要进行记录和分析。详细记录充填材料的使用量、充填过程中的问题及其解决方案,以及充填后的效果评估,这些记录将为后续的开采作业提供重要的数据支持,也有助于改进充填工艺和技术。

(五) 质量检查与验收

在充填作业中每一层充填体完成后也要进行严格的质量检查,检查的重点包括充填体的密实度、强度、平整度和胶结效果。通过现场测试和取样分析,将确保充填材料的性能符合设计标准,并且每一层充填体都能够有效支撑上层矿体,特别是在多层充填的情况下还需要检查下层充填体是否稳定,

为上层的充填作业提供可靠的基础。如果在检查中发现充填体存在空隙、沉降或裂缝等问题需要立即进行修复,以防止这些问题在后续作业中扩大。当完成整个采场的开采和充填工作后需要进行最终的质量验收,这一阶段是对整个采场效果的全面评估,旨在确认整个开采和充填过程是否达到设计目标,并确保采场的安全性和稳定性。验收工作包括对采场的地质条件、支护结构、充填体状态、排水和通风系统等进行综合检查。通过地质勘测、现场测试和数据分析,评估整个采场的稳定性是否达到了预期,是否存在潜在的安全隐患。另外,在验收过程中,还需要对采场的环境影响进行评估,检查是否采取了有效的环境保护措施,是否控制了采矿作业对地表和地下水、空气质量、噪声等方面的影响。环境评估的结果不仅影响到采场的验收,还可能对未来的矿山开发计划产生影响。最终验收完成后需要形成详细的验收报告,报告中应包括每个阶段的质量检查结果、发现的问题及其处理方法、最终验收的结论和建议。这份报告将作为采场项目的正式文件,记录整个开采和充填过程中的关键数据和经验教训,为今后类似项目提供参考。

结语

通过阶梯式上向水平分层胶结充填采矿方法,矿山开采不仅实现了资源的高效回收和采场的稳定性,同时有效减少了环境影响。展望未来,随着技术的不断进步该方法有望在更加复杂的地质条件下得到广泛应用,为矿山的可持续发展提供更加坚实的支持。同时,结合智能化和自动化技术的发展,进一步优化和提升采矿工艺,将为行业带来更大的经济效益和安全保障。

[参考文献]

[1]于向波,刘允秋,李正灿,等.鑫汇金矿上向水平分层充填采矿法开采方案设计[J].现代矿业,2019,35(08):65-66.

[2]王朝阳.浅谈垂直分条上向水平分层胶结充填采矿法在某铜钼矿山的应用[J].世界有色金属,2019,(11):36+39.

[3]鲍军涛,臧元东,李广华.高浓度全尾砂充填在上向水平分层胶结充填采矿法中的应用[J].世界有色金属,2018,(24):27-29.

[4]王家为.上向水平分层胶结充填采矿法的应用[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2018,(09):175-176.

[5]王佳宝,刘海涛.上向水平分层胶结充填采矿法在某铁矿的应用[J].中国金属通报,2018,(07):22-23.

作者简介:王国良,男,(1984年6月),汉,本科,助理工程师,研究方向:采矿工程,上向水平分层胶结充填采矿方法,老空区充填及残矿回收。