

充填采矿技术在煤炭开采中的实践探究

贾江

延安市禾草沟一号煤矿有限公司, 中国·陕西 延安 717300

摘要: 充填采矿技术作为一项关键的煤炭开采技术, 能够高效地应对传统采矿活动所带来的诸如地面下沉和对环境的破坏等多重问题, 这种技术不仅具有显著的生态意义, 还带来经济利益。论文通过对充填采矿技术在煤炭开采行业中的应用进行深度探讨, 进一步研究了该技术在多样的地质条件下的适用性。

关键词: 充填采矿技术; 煤炭开采; 实践

Practical Exploration of Backfill Mining Technology in Coal Mining

Jiang Jia

Yan'an Caocagou No.1 Coal Mine Co., Ltd., Yan'an, Shaanxi, 717300, China

Abstract: As a key coal mining technology, backfill mining can efficiently address multiple problems such as ground subsidence and environmental damage caused by traditional mining activities. This technology not only has significant ecological significance, but also brings economic benefits. This paper deeply explores the application of backfill mining technology in the coal mining industry, and further studies the applicability of this technology under diverse geological conditions.

Keywords: backfill mining technology; coal mining; practice

0 前言

充填采矿技术是通过在采空区适当的填充一些材料来显著的降低地表的下移以稳定地质的结构, 与传统的开采方式相比, 充填开采技术在资源回收方面和环境保护方面以及安全生产等领域表现得更为出色。论文旨在探索充填采矿技术在煤矿开采中的实践要点。

1 充填采矿技术概述

1.1 充填采矿技术的定义与原理

在矿物提取流程中, 充填采矿技术作为一种独特的开采手段, 通过向已存在的空区区域应用专用材料来控制地面下沉、提升矿产区域的地质稳定性, 并且减缓其对环境的负面冲击。随着矿藏开发的规模逐渐扩张, 充填采矿的技术方法也获得了大规模的实践和应用。与传统矿山开采方法相比, 充填采矿技术主要的焦点是处理在矿石资源被开采后已经存在的空间。通过选择合适的填充材料, 如尾矿、废石头和水泥浆体, 可以成功地填补那些已经采矿过的区域, 进而帮助恢复或保持地质结构的稳固性。这种技术在矿山建设领域已被广泛运用。这门技术不只能有效地减少地面的沉降和塌陷危险, 还能防止地下的水资源被污染和丧失。近几年, 关于矿山空区区域的管理问题, 国内外研究者进行了众多深入探索, 并已获得不少研究进展。充填采矿技术的核心思想是基于对已开采区域的精准检测和深入分析, 通过精心选取合适的填充物料和技术, 使得采空区更为紧密。这种方法能够有效地保证上层岩石的压力均匀传导, 进而防止矿区地面出现下沉和形变。

1.2 充填采矿技术的分类与特点

1.2.1 尾矿充填

尾矿充填技术是指在矿石选矿时产生的尾矿被当作充填的物料, 用来补充采矿区域中的空白。尾矿充填技术不仅成本效益高、效率高、对环境友好的贡献显著, 而且在中国得到了广大的使用。应用尾矿充填的技术, 不仅有助于有效回收矿山产生的废弃物以减少由于尾矿堆积所引起的环境污染, 而且还能进一步降低充填材料生产的总成本。在尾矿充填阶段, 通常的做法是将尾矿与水泥或其他固化剂混合在一起, 这种组合旨在加强填充材料的稳定性和负荷承受能力。

1.2.2 砂充填

砂充填技术主要是基于天然砂或者人造砂这些主要的填充原料。由于缺少足够的砂源, 当前中国大多数矿山都开始使用机械搅拌砂充填技术。砂充填技术最大的益处包括: 可以获取相对简便的材料, 简化了施工步骤, 并且填充材料展现出优良的流动性和密实度。目前, 常见的砂充填技术有尾砂泵出技术和重力式灌注方法。但是, 考虑到砂的充实量相对较小且抗压和稳定, 它在承受高应力的环境下使用时, 选择过程中必须格外警惕^[1]。

1.2.3 水泥基浆体充填

水泥基浆体充填是指把水泥、砂与水混合, 从而生成浆体, 接着将其注入开采空腔中, 经过固化步骤, 得到一个坚实的填补材料。采用该技术方法在矿山的开采过程中, 能够为上方的顶板提供有力的支撑, 同时也降低了矿井压力的出现概率。利用这种填充技术得到了坚固可靠的基础支撑,

尤其在承受高应力的矿区的开采空区进行充填时,这种方法特别实用。在国际上,使用水泥基浆体作为矿场的尾砂胶结充填和煤矿地下巷道围岩的支护材料是相当普遍的,这种方法不仅实施效果出色,而且具备明确的优越性。虽然是这样,但水泥基浆料的制造成本还是偏高,并且在建设时应严格控制水灰比,以确保浆体具备优越的流动特性和充分的凝固周期。

2 充填材料的选择与优化

2.1 充填材料的种类及特性

2.1.1 尾矿

尾矿是由于矿物筛选时产生的垃圾,它们往往以微小的颗粒状态呈现。现在,建筑和建材行业已经广泛地采用了尾矿。尾矿作为充填材料,其最主要的优势在于来源丰富、成本效益高,同时其在填充物生成时可以实现废物的资源化利用,这有助于减少矿山对环境的压力。在中国,尾矿处理的主要手段主要是尾矿库的储存与露天的存放,但对于尾煤灰浆的深入研究以及其在实际应用中的推广仍显得较为不足。尽管尾矿具有高度的流动和可塑性,但其抗压性能相对较低。因此,为了增强充气的稳定性,常常需要添加水泥或其他固化剂。

2.1.2 废石

所谓废弃的石头,是由采矿活动中产生的较大的岩石或矿石碎片所形成的。经粉碎与筛选后,废石可以作为矿山实践中的填充材料。废石具有的一大优势是其材料造价相对较低,且能有效地处置矿山废料。如今,中国的很多地方开始选择使用废石作为采矿工程的填充材料,并成功地实现了令人满意的成果。但是,废石中的颗粒尺寸较大,可能会导致填充材料的密度和流动性受到影响。因此,填充时应采取一些方法,如优化颗粒的分布或添加更多细腻的颗粒来提高填充材料的均衡度和稳定性。

2.1.3 水泥基材料

水泥基础材料主要由水泥、砂石和水混合而成,或是通过添加矿渣和粉煤灰等辅助性材料来创建的复杂的浆糊状物质。作为一种新兴的建筑材料,水泥基材料表现出多种卓越的性能特点。一项水泥基材料的显著特点便是,在经历固化过程之后,它具有生成高耐力的填充材料的能力,因此非常适合用于高压力矿区或者地质环境比较复杂的开采空区来进行填充作业。水泥基的复合材料表现出优越的持久性、防渗性和力学属性,因此有潜力成为新型材料,并被运用于矿山的开采过程中。水泥基础材料具有显著的可调整性能,通过精心调整水泥、水和砂的比例,可以更有效地调节填充物的流动性质、凝固过程和最终机械强度^[2]。

2.1.4 人工合成材料

随着材料科学的不断发展,人造合成材料在填充矿产开采中的应用范围逐步增大。在它们当中,最关键且最具代表性的便是如混凝土、水泥和石膏之类的聚合物人工复合材

料。这种类型的材料通常具备轻盈、高稳定性和抗腐蚀的属性,可以通过化学合成或物理合成方式制成。现今,在矿山开采项目中,合成的人工材料已经得到了广泛的运用。例如,作为井底通道的支撑和顶板的管理工具、常用的合成材料包括高分子基础设施材料和轻型填充物等。这系列材料既可以当做填充原料,也可以作为粘合剂或隔离物使用。在特定的场合,如环境敏感部分或需要某种功能的填充项目中,此类材料都展现出了其独特且无可取代的价值。

2.2 不同地质条件下的充填材料选择

2.2.1 松散地质条件

在地质条件相对宽松,如砂质土层或水分含量丰富的地区,采矿后的空旷区面临高度的坍塌与下沉风险。为了避免建筑物出现塌陷并确保其安全使用,通常会选择使用注浆技术进行强化加固。这一特定地质条件为填充材料流动行为和固化后的抗压性质设定了更加严格或更高的准则。选用了水泥作为粘合剂,并利用粉煤灰、煤矸石进行骨料混合制作,这种复合胶凝材料展现了出色的整体特性。由于固化过程可以使水泥基础材料形成稳固的支撑体结构,它因此被选为这种地形条件下的优先考虑的材料。

2.2.2 高应力地质条件

在地质环境中的高度应力环境下,特别是在深部矿区的挖掘工作中,已经开采的矿区所面临的地应力会相对较为显著。因此,充填物不仅需要拥有高度的抗压性能,而且在长期承重下也要确保其稳定性与完整性得以维护。在目前的情况下,国内外的研究者们已经成功开发了多种高性能的新胶接材料,来应对这些挑战,尤其是以水泥为基础的胶结材料,它具备了出色的强度、韧性和抗渗能力。考虑到水泥基材料具备出色的固化能力和极高的机械强度,它被认为是在高温应力场环境中的最优选择。当前广泛应用的水泥砂浆拥有优良的机械性质和变形能力,能够满足对多种强度类型围岩支持的需求^[3]。除此之外,当面临高应力条件时,人造合成材料也有潜质作为填充材料,尤其是在必须考量其弹性和持续性的场合。

2.2.3 含水地质条件

在那些水分含量较多的地质环境里,开采之后的未开采空区极易受到地下水的侵蚀和渗透作用,因此选择适当的填充材料时,必须仔细考虑其防水和抗渗的属性。水泥基材料在固化后能形成坚固的填料并具有优秀的防水特性,使其在这样的地质背景中被看作是首选的材料选择。除此之外,混合材料中若混合含有防水成分或特制的防水聚合物基材料,也适用于含水空区的填充工作,以确保填充材料的稳定和长远性。

3 充填工艺及其应用

3.1 充填工艺流程与设备

充填技术涉及的流程一般包括对已开采的空区的详细勘探、制造充填料、对充填体进行搬运和注入,还有充

填体硬化以及实时跟踪监测等核心步骤。只有严格遵循特定的程序,每一个工序才能确保充填系统的高效执行并达成预定目标。对这些流程进行科学规划和有条不紊的执行是保证充填效果和安全的基礎。勘查矿山空区是整个充填工艺设计的第一步。在这一阶段,要对已经开采过的空地进行全面而详尽的勘察,并依据当前现实状况推荐出切实可行的治理措施。在地质调查及精细测量之后,明确采空区的尺寸、形态以及其周围岩层的稳定状态,这一发现为未来充填技术的制定提供了不可或缺的地质依据。接下来,根据实地勘查的资料评估充填技术方案的实施是否可行且可信^[4]。勘查所得的成果对于决定填充材料的选型和其设计强度至关重要,从而满足开采空区的特定地理条件。在进行灌浆操作时,必须根据采矿后空地的大小与形状来合理地设置注浆位置,这样能确保填补材料在采空中均匀分布,同时也能达到预期的密实度和强度标准。当前,国内大多数情况下使用水泥浆糊作为填充物。填充体的固化及监测不只是充填操作的终端环节,更是决定充填成效的至关重要的步骤。填充材料是一类由多种成分构成的复合体,其构造展示出多变性、不完备性以及不连贯性的特点。整个固化过程通常涉及一定的时期,尤其对于水泥基材料来说,固化的时长将会决定填充物的最终强度。因此,我们有必要对填充系统进行及时的调整以确保整体的填充任务能够平稳执行。在物质硬化过程中,通过持续密切监视填充体沉降、压力波动等多种关键因素,我们具备及时发现并解决潜在问题的能力,进而保障填充物填充的质量水平。

3.2 不同煤矿开采条件下的充填工艺设计

在进行煤矿的开采行为时,因地质特征、矿层布局和采矿方式的区别,充填技术的规划必须进行有意义的修正。面对各式各样的开采环境,填充物的密实程度、稳固性以及流通性必须达到某一明确的准则。借助适当的工艺策略,尽管目前中国的煤矿在回采工作中主要采用全尾砂胶结充填法,但在复杂地理条件下的填充技术上仍未建立一套完整和可靠的理论。在地质条件比较松散的煤矿区,由于空采区的稳定性较弱,充填的工艺设计应格外注意填充物的密实程度和流动性质。通过运用分层预注浆技术,可以显著提升已采矿区整体的稳固性和可靠性。疏松的地质条件有可能导致开采区域的崩塌与沉降情况。因此,在选择适当的填充充材

料时,一般倾向于选择流动性较好的水泥基浆体。在注浆过程中,必须严格地控制注浆的速度和压力,这样可以避免过于迅速的浆体流动,从而避免引发充填体的不均匀沉积。此外,运用大流量和高压注浆技术来增加充填体浆柱的高度是非常有益的。另外,在对采空区附近的岩石层进行加固时,或许要考虑使用浆糊注入法来进一步强化,这有助于增强采空区的整体稳定特性。在地质条件较为坚实的煤矿区域内,尽管采空区内的地质构造相对稳定,但是由于岩层具有极高的物理强度,因此填充物需要拥有良好的承载能力。在当前中国,废石胶结法被广泛采纳作为主要的充填方法,这种方式在经济成本和简便操作方面都展现出明显的特点^[5]。当进行深层煤矿的开采时,由于地下的应力通常很高,因此在设计矿井空洞的填充技术时,填充材料的强度和持续性是必须特别留心的。在断层附近的采场,为避免冒顶事故的发生,有必要实施一些地表强化手段,比如使用注浆等手段。在此种开采场景中,通常需要利用水泥基材或是高强度混合材料来进行填补,确保填补后的材料有足够的压力来支撑较高的岩石层。因而,确保填充物拥有充分的抗拉和抗断裂能力是至关重要的。在进行深层的开采操作时,充填过程所需要的设备及建设的技术准则通常都较为严格。

4 结语

综上所述,随着科学技术日趋先进,填充式采矿技术已逐渐发展成为一个高度成熟的高级采煤方法。在经历了不断的科研与实践之后,充填采矿技术无疑为确保煤炭得到更高效的使用和矿业的持久发展打下了扎实的技术基础。

参考文献:

- [1] 樊想.探究充填采矿技术在煤炭开采中的应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(56).
- [2] 席仕军.充填采矿技术在煤炭开采中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2023(24):127-129.
- [3] 郭利杰,刘光生,马青海,等.金属矿山充填采矿技术应用研究进展[J].煤炭学报,2022,47(12):4182-4200.
- [4] 王双喜.浅析充填采矿技术在煤矿开采中的应用[J].环球市场,2017(2):1.
- [5] 张浩.充填采矿技术在煤炭开采中的应用实践[J].内蒙古石油化工,2022,48(8):82-85.