

# 煤矿开采沉陷充填开采技术应用研究

陈 新

内蒙古蒙泰满来梁煤业有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

**摘 要：**煤矿开采沉陷充填开采技术作为解决煤炭开采中地质沉陷问题的有效手段，具有显著的环境保护和经济效益。该技术通过向采空区注入特定材料，实现采空区的有效支撑，减少地表沉陷，保障开采安全。本研究深入探讨了充填开采技术的理论基础、关键要素、适用条件及其在煤矿开采中的应用，旨在为实现绿色、高效、安全的煤矿开采提供技术支持和参考。

**关键词：**煤矿开采；沉陷充填开采技术；应用

引言：随着煤矿开采的深入，地表沉陷问题日益严重，对环境和安全生产构成严重威胁。充填开采技术作为一种先进的采矿方法，通过向采空区充填材料，有效支撑围岩，控制地表沉陷，成为解决这一问题的有效途径。本文旨在深入研究充填开采技术的理论基础、实施方法及其在煤矿开采中的应用效果，以期为煤矿绿色开采、可持续发展提供理论支持和技术指导。

## 1 充填开采技术的理论基础

### 1.1 充填开采技术的基本概念

充填开采技术，作为一种先进的采矿方法，旨在通过向地下采空区注入特定材料，以减少地表沉陷，保证采矿作业的安全，并促进矿区的可持续发展。该技术主要分为固体充填、膏体充填和高水充填等多种类型。固体充填主要利用废石、尾砂等固体材料；膏体充填则利用特定配比的膏状材料；而高水充填则强调材料的高水灰比特性。这些不同类型的充填开采技术，在适应不同采矿条件和需求的同时，共同体现了充填开采技术的基本理念——通过人为干预，实现采空区的有效支撑，减少地表沉陷。充填开采技术的工作原理主要基于力学原理。通过向采空区注入充填材料，材料在自身重力和外力作用下，形成具有一定密实度和支撑强度的充填体。这个充填体可以有效支撑采空区的顶部岩石层，避免或减少其垮塌，从而降低对地表的影响。此外，充填体的形成还能够减缓地应力的释放和转移，进一步降低地表沉陷的风险。

### 1.2 充填开采技术的关键要素

(1) 充填材料的选取和制备是充填开采技术的关键要素之一。充填材料应具有良好的物理力学性能和化学稳定性，能够适应地下环境的复杂性和多变性。同时，充填材料的来源应广泛且易于获取，成本要相对低廉。在制备过程中，需要严格控制材料的配比和制备工艺，

确保充填材料的质量和性能满足要求。(2) 充填方式和设备也是充填开采技术的关键要素。不同的充填方式和设备适用于不同的采矿条件和需求。例如，固体充填可以采用干式充填或湿式充填方式，膏体充填则需要专门的膏体制备和输送设备。在选择充填方式和设备时，需要综合考虑采矿工艺、充填材料性质、采空区特征等多种因素。(3) 充填工程的监测和评估是确保充填开采技术效果的重要手段。通过对充填体的密实度、强度、稳定性等指标进行实时监测和评估，可以及时发现和解决充填过程中出现的问题，确保充填体的质量和效果。同时，监测和评估结果还可以为后续的采矿作业提供重要的参考依据<sup>[1]</sup>。

### 1.3 充填开采技术的适用条件

(1) 地质条件是决定充填开采技术是否适用的关键因素之一。不同的地质条件对充填材料的选择、充填方式的选择、充填工程的设计等都有重要影响。在选择充填开采技术时，需要了解采矿区的地质构造、岩性特征、水文条件等基本情况，并进行全面的分析和评估。(2) 采矿工艺和装备的要求也是决定充填开采技术是否适用的重要因素。不同的采矿工艺和装备对充填材料的要求、充填方式的选择、充填工程的设计等都有不同的影响。在选择充填开采技术时，需要充分考虑采矿工艺和装备的特点和要求，确保充填开采技术与采矿工艺和装备相互适应和配合。(3) 经济效益和环境效益的权衡也是选择充填开采技术时需要考虑的因素之一。在实际应用中，需要根据实际情况进行综合评估和分析，确定最优的充填开采方案，实现经济效益和环境效益的双赢。

## 2 煤矿开采沉陷充填开采技术的应用

### 2.1 固体充填开采技术

在煤矿开采中，固体充填开采技术是一种重要的技

术手段,它通过将固体废弃物(如废石、煤矸石、尾砂等)作为充填材料,直接充填到地下采空区,以达到支撑围岩、控制地表沉陷的目的。这种技术具有取材方便、成本低廉、环境友好等优点。(1)工作面充填和巷道充填的区别与联系。工作面充填和巷道充填是固体充填开采技术的两种主要形式,它们之间的主要区别在于充填的位置和目的。工作面充填通常是在采煤工作面推进过程中进行的,主要用于支撑已采区域的顶板和底板,防止采空区冒落,同时有利于工作面的推进和作业安全。而巷道充填则是在掘进巷道后进行的,主要用于支撑巷道顶板和防止巷道垮塌。虽然两者在充填位置和目的上有所区别,但它们之间也存在紧密的联系。首先,无论是工作面充填还是巷道充填,都需要选取合适的充填材料,并控制充填材料的输送和分布,以确保充填效果。其次,两种充填方式都需要对充填区域进行监测和评估,以及时发现和解决充填过程中出现的问题。

(2)固体充填材料的制备和输送。固体充填材料的制备和输送是固体充填开采技术的关键环节。在制备过程中,需要根据充填区域的地质条件和采矿工艺要求,选取合适的充填材料,并进行破碎、筛分等预处理工作。同时,还需要控制充填材料的配比和含水率等关键参数,以确保充填材料的物理力学性能和稳定性。在输送过程中,需要采用合适的输送设备(如输送机、管道等),将充填材料从地面输送到地下采空区。输送设备的选型和布局需要根据充填材料的性质、充填区域的位置和大小等因素进行综合考虑。为了确保输送过程的连续性和稳定性,还需要采取必要的防护措施和监测手段<sup>[2]</sup>。

(3)固体充填技术在实际应用中的案例分析。固体充填开采技术在实际应用中已经取得了显著的成效。以某煤矿为例,该煤矿采用固体充填开采技术后,有效地支撑了采空区,控制了地表沉陷,并提高了煤炭资源的回收率。同时,该煤矿还利用废石等固体废弃物作为充填材料,实现了废物的资源化利用,具有良好的环境效益和经济效益。在另一个案例中,某煤矿采用了固体充填开采技术来解决巷道垮塌问题。通过向巷道顶板和底板注入固体充填材料,有效地支撑了巷道围岩,防止了巷道垮塌事故的发生。同时,该煤矿还优化了充填材料的配比和输送方式,进一步提高了充填效果和作业效率。

## 2.2 膏体充填开采技术

膏体充填开采技术是将特定的膏状材料(通常由固体废弃物和水、水泥等混合而成)通过管道或泵送至地下采空区进行充填的技术。这种技术具有充填效率高、密实度好、能够迅速形成支撑体等特点。(1)膏体充

填材料的组成和制备。膏体充填材料通常由固体废弃物、水、水泥等原材料混合而成。其中,固体废弃物是主要来源,其成分和性质对膏体充填材料的性能有重要影响。在制备过程中,需要控制各原材料的配比和混合比例,以确保膏体充填材料的均一性和稳定性。同时,还需要加入适量的添加剂(如缓凝剂、减水剂等)来调整膏体充填材料的性能和可泵性。(2)膏体充填技术的工艺流程和设备。膏体充填技术的工艺流程一般包括原材料的混合、膏体的制备、输送和充填等步骤。在混合阶段,需要将固体废弃物、水、水泥等原材料按照一定比例混合均匀。在膏体制备阶段,需要通过搅拌和泵送等方式将混合物加工成具有一定流动性和稳定性的膏体。在输送阶段,需要采用专用的膏体输送设备将膏体输送到地下采空区。在充填阶段,需要控制膏体的分布和密实度等关键参数以确保充填效果。(3)膏体充填技术在煤矿开采中的适用性和效果。膏体充填开采技术在煤矿开采中具有广泛的适用性。它不仅可以用于支撑采空区、控制地表沉陷等传统应用领域,还可以用于处理采空区中的有毒有害物质、改善矿区生态环境等新型应用领域。在实际应用中,膏体充填开采技术已经取得了显著的效果。例如,在某煤矿中采用膏体充填开采技术后,有效地解决了采空区冒落和地表沉陷问题,并提高了煤炭资源的回收率<sup>[1]</sup>。

## 2.3 高水充填开采技术

高水充填开采技术是一种利用高水灰比材料(即水含量较高的充填材料)进行采空区充填的技术。这种技术具有充填速度快、密实度高、对围岩扰动小等特点。

(1)高水充填材料的特性和优势。高水充填材料主要由水、粉煤灰、矿渣等材料组成,具有流动性好、固化后强度高特点。由于其高水灰比特性,这种材料在输送过程中具有较好的流动性,能够迅速充填到采空区的每一个角落。同时,在固化后能够形成具有较高密实度和强度的充填体,有效支撑围岩并控制地表沉陷。(2)高水充填技术的操作流程和关键技术。高水充填技术的操作流程一般包括材料制备、输送、充填和监测等步骤。在材料制备阶段,需要将水、粉煤灰、矿渣等原材料按照一定比例混合均匀,并加入适量的添加剂(如缓凝剂、减水剂等)来调整材料的性能和可泵性。在输送阶段,需要采用专用的高水充填输送设备将材料输送到采空区。在充填阶段,需要控制充填材料的分布和密实度等关键参数以确保充填效果。在监测阶段,需要对充填体的密实度、强度等指标进行实时监测和分析,以及时发现和解决充填过程中出现的问题。(3)高水充填技术

在煤矿开采中的应用和效果分析。高水充填开采技术在煤矿开采中具有广泛的适用性。它可以用于各种类型的采空区充填,特别是对于一些复杂地质条件下的采空区充填效果更佳。在实际应用中,高水充填技术已经取得了显著的效果。例如,在某些煤矿中采用高水充填技术后,地表沉陷得到了有效控制,采空区的稳定性和安全性得到了显著提升。同时,该技术还实现了资源的循环利用和环境的绿色开发。

### 3 煤矿开采沉陷充填开采技术的效果评估

#### 3.1 充填效果的评估指标

评估充填开采技术的效果,首先需要建立一套科学、合理的评估指标体系。(1)采空区密实度的测定。采空区密实度是衡量充填效果最直观指标之一。通过采用钻孔、物探等手段对采空区进行监测,可以获取充填体的密实度数据。密实度的高低直接影响到充填体的支撑能力和地表沉陷的控制效果。因此,对采空区密实度的测定和评估至关重要。(2)地表沉陷的监测和分析。地表沉陷是煤矿开采过程中不可避免的问题,也是评估充填效果的重要指标之一。通过采用GPS、水准测量等手段对地表进行监测,可以获取地表沉陷的实时监测数据。这些数据可以用于分析充填开采技术对地表沉陷的控制效果,并对充填参数进行优化调整。(3)地下水位的恢复和保护情况。煤矿开采往往会对地下水位造成严重影响,而充填开采技术的应用可以有效恢复和保护地下水位。通过监测和分析地下水位的变化情况,可以评估充填开采技术在保护地下水资源方面的效果。这对于维护矿区生态平衡和可持续发展具有重要意义。

#### 3.2 充填开采技术的经济效益分析

充填开采技术不仅具有良好的环境效益,还能带来显著的经济效益。(1)充填开采技术对提高煤炭回收率的作用。充填开采技术可以实现对采空区的有效支撑和回采,从而提高煤炭资源的回收率。通过合理的充填参数设计和实施,可以最大限度地回收煤炭资源,减少资源浪费。(2)充填开采技术降低开采成本的效果。充填开采技术可以利用固体废弃物等低成本材料作为充填材

料,降低开采成本。同时,该技术还能减少地表沉陷等问题的发生,减少后期维护和治理的费用。(3)充填开采技术对延长矿井服务年限的贡献。充填开采技术可以实现对采空区的及时充填和支撑,防止采空区垮塌和地表沉陷等问题的发生,从而延长矿井的服务年限。这对于保障煤炭资源的持续开发和利用具有重要意义。

#### 3.3 充填开采技术的社会效益分析

充填开采技术还具有显著的社会效益。(1)减轻沉陷对环境的影响和破坏。充填开采技术可以有效控制地表沉陷等问题的发生,减轻对环境的影响和破坏。这有助于保护矿区的生态环境和可持续发展。(2)促进矿区生态环境的恢复和改善。充填开采技术可以利用固体废弃物等材料进行充填和治理,有助于恢复和改善矿区的生态环境。这对于提高矿区居民的生活质量和促进社会和谐发展具有重要意义。(3)提高矿区居民的生活质量和社会满意度。充填开采技术的应用可以带来更好的环境质量和更安全的矿区条件,从而提高矿区居民的生活质量和社会满意度。这对于促进社会稳定和发展具有重要意义。

#### 结束语

通过对煤矿开采沉陷充填开采技术的深入研究,不难发现其在保障煤矿安全生产、促进资源高效利用以及保护生态环境方面的重要作用。随着技术的不断进步和创新,充填开采技术将在未来煤矿开采中发挥更加关键的作用。我们期待在未来,充填开采技术能够进一步优化和完善,为煤矿开采行业的可持续发展贡献更多力量。同时,也呼吁广大研究者和从业者继续探索,共同推动煤矿开采技术的进步与创新。

#### 参考文献

- [1]李劭.煤矿开采沉陷的部分充填开采技术[J].山西化工,2021,41(05):128-130.
- [2]丁学建.煤矿开采沉陷充填开采技术[J].当代化工研究,2019(08):146-147.
- [3]冯栋.煤矿开采沉陷充填开采技术应用研究[J].石化技术,2019,26(02):169-170.