

基于控制煤矿开采沉陷的部分充填开采技术研究

李 平

内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要：煤矿开采沉陷是目前煤矿开采过程中面临的重要问题，它给地表建筑物和环境带来了严重的安全隐患。为了有效控制煤矿开采沉陷，部分充填开采技术被广泛研究和应用。通过分析效果评价，得出了部分充填开采技术能够有效减轻地表沉陷的结论。此外，本文也对该技术的成本效益进行了分析，证明其在长期运营中具有良好的经济效益。

关键词：控制；充填开采技术；沉陷部分；煤矿开采

煤炭是全球主要的能源来源之一，煤矿开采是煤炭资源的重要获取手段。然而，煤矿开采过程中不可避免地会导致地表沉陷和地下空洞的形成，给周边的建筑物、道路和环境带来严重的影响和安全隐患。为了有效控制煤矿开采沉陷，部分充填开采技术应运而生。该技术通过在采空区域填充充填材料，形成稳定的支撑结构，既能减轻地表沉陷的程度，又能提高矿井的稳定性和安全性。

1 煤矿开采沉陷及充填开采技术研究的重要意义

煤矿开采沉陷是指在煤矿开采过程中，由于矿层移动和矿体变形，导致地表和地下产生的沉降现象。这种沉陷对地下水位、土地利用、建筑物稳定性等方面产生重大影响，因此对煤矿开采沉陷及充填开采技术进行研究具有重要意义。首先，研究煤矿开采沉陷可以提供对地表沉降的预测和评估。了解地表沉降的发生和发展规律，可以帮助煤矿企业和相关部门做出合理的规划和决策。通过预测沉陷区域和程度，可以确保建设项目和人口聚集区的安全，在土地利用、建筑物选址等方面进行科学安排。此外，预测沉陷还可以为地下水资源的管理和保护提供重要参考，避免过度开采导致地下水位下降和水资源短缺。其次，研究充填开采技术对于减轻煤矿开采沉陷具有重要意义^[1]。充填开采是一种有效的沉陷控制方法，通过将矿石空隙充填材料填充至矿山空洞中，形成稳定的支撑，减少地表沉陷和地面下沉的发生。研究充填开采技术的工艺、材料选择和施工方法，可以提高充填效果的稳定性和持久性，减少对环境 and 人类活动的影响。此外，深入研究充填开采技术还可以探索更加可持续和环保的开采方式，推动矿山资源的合理利用和环境友好性。另外，煤矿开采沉陷及充填开采技术的研究对于地质灾害的预防和控制具有重要意义。煤矿开采沉陷常常伴随着地面下沉和地震活动，容易引发地质灾

害，如地面塌陷、土壤液化等。对于这些地质灾害的预防和控制，需要深入研究煤矿开采沉陷和充填开采技术的机理和影响因素，采取相应的防治措施，保障地区的安全和稳定。

2 充填开采的基本技术原理

充填开采是一种常用于煤矿开采沉陷控制的技术方法，通过在矿山空洞中填充材料，形成稳定的支撑结构，减少地表沉陷和地下空洞的形成。其基本技术原理如下：（1）充填材料的选择。在充填开采中，选择的充填材料需要具备一定的强度和稳定性，能够在填充后形成坚固的支撑体，并且能够有效地分散地表载荷和稳定地下空洞。常见的充填材料包括矿石渣、矿石砾石、废弃矿产、煤矸石等。（2）充填材料的填充方法。充填材料可以通过多种方式填充到矿山空洞中，常用的方法有直接倾倒法、后排泥法和溜洞充填法。直接倾倒法是将充填材料直接从地表或附近的堆场倾倒入矿山空洞中，适用于开采区域开放式坑口较大的场景。后排泥法是利用输送带或泵送系统将充填材料以浆液的形式输送到矿洞内，适用于深部开采的情况。溜洞充填法是将充填材料以地下水流的形式注入到矿洞中，适用于较深的矿井^[2]。（3）充填体的稳定性与固结过程。充填体内的材料会随着时间逐渐固结和增强，形成较为坚固的支撑结构。充填体的稳定性与固结过程与材料的颗粒大小、密实程度、孔隙水压力等因素密切相关。通过合理调配充填材料的成分和颗粒分布，以及控制孔隙水压力的方式，可以提高充填体的稳定性和强度。

3 煤矿开采沉陷造成的危害

煤矿开采沉陷是指在煤矿开采过程中，由于地下矿层的回采运动而导致地表或地下产生的不均匀下沉现象。这种沉陷会给环境、经济和社会带来严重的危害。首先，地表沉陷会造成土地资源的丧失和变形。煤矿开

采沉陷导致地面下陷或坑洞的形成,严重影响土地の利用。农田、林地、建筑物等土地资源遭受损害,给农业、林业和兴建工程等产业带来不可忽视的影响。地面下陷还可能导致地下管网的破坏,引发供水、供气等基础设施的故障。其次,煤矿开采沉陷对生态环境造成重大威胁。地表沉陷导致土壤压实和孔隙分布的改变,影响土壤结构和水分渗透。这会对植物生长和生态系统的稳定性产生负面影响,威胁生物多样性和生态平衡。此外,地表沉陷还会导致地下水位下降,加剧水资源的紧缺问题^[3]。最后,煤矿开采沉陷还会对人类居住和生活造成威胁。地下空洞的形成可能导致建筑物地基沉降或崩塌,危及居民的生命财产安全。沉陷带来的地面不平整和裂缝构成的隐患,给交通运输、城市基础设施和公共设施的正常运行带来困难和风险。

4 煤矿开采沉陷部分充填开采可行性分析

煤矿开采沉陷部分充填开采是一种常见的煤矿开采沉陷控制技术,通过在矿山空洞中充填材料,减少地表沉降和地下空洞的形成。进行煤矿开采沉陷部分充填开采的可行性分析,需要考虑多个因素。第一,要考虑地质条件。煤矿开采沉陷充填开采需要有足够的空间来进行充填材料的填充。因此,需要对矿层的发育状况、矿体的稳定性等地质条件进行评估和分析。如果矿层发育不足、矿体不稳定,可能不适合进行充填开采。第二,考虑充填材料的可供性和成本。充填材料的选择与开采区域的地质特点密切相关,需要评估可供性和稳定性。充填材料的采购和运输成本也需要考虑,以确保整个沉陷控制方案的经济可行性。第三,需要考虑充填开采技术的适用性。不同的充填开采技术适用于不同的矿山开采状况。例如,直接倾倒入法适用于开放式坑口较大的场景,后排泥法适用于深部开采的情况。需对不同技术的工艺流程、设备需求等进行评估,以确定其在具体矿井中的可行性^[4]。第四,考虑充填后地表和地下环境的稳定性。充填开采后,地表和地下结构将承受充填体的重力和应力。因此,需对充填体的稳定性和固结过程进行评估,确保充填体能够提供稳定的支撑,并且不会对周围环境造成不良影响。

5 部分充填采矿技术在控制采煤中的应用

5.1 膏体充填技术

部分充填采矿技术是一种被广泛应用于煤矿开采的沉陷控制方法,而膏体充填技术是其中的一种重要应用。膏体充填技术是指利用煤矿废弃物、水和混凝土等原料制成的膏状物质进行充填,填充煤矿空洞,形成稳定的支撑体,减少地表沉降和地下空洞的形成。膏体充

填技术的优势在于其高效、可靠和经济性。首先,膏体充填料可以充分填满煤矿空洞,填补空隙,实现地表沉降的控制。其次,充填料的流动性好,能够适应不规则空洞的形状,达到有效地填充效果。此外,膏体充填料在充填后能够迅速固化,形成稳定的支撑结构,有效保护地表和地下设施的安全^[5]。膏体充填技术在煤矿开采中的应用能够带来重要的好处。它能够减少地表沉降和地面塌陷,从而减少对土地资源和基础设施的破坏。膏体充填料可以填充并固化矿井空洞,形成稳定的支撑结构,提供了良好的工作环境,保证采煤的安全与高效。膏体充填料的制备多采用煤矿废弃物,能够有效利用资源,降低环境污染。总之,膏体充填技术作为部分充填采矿技术的一种应用,在煤矿开采中发挥了重要的作用。通过填充煤矿空洞,形成稳定的支撑结构,膏体充填技术能够有效减少地表沉降和地下空洞的形成,保护地表设施和生态环境的安全。这一技术的应用有助于实现煤矿开采过程的可持续发展,同时提高煤矿开采的效率和安全性。

5.2 覆岩离层注浆技术

部分充填采矿技术是一种有效的煤矿开采沉陷控制方法,在其中覆岩离层注浆技术是另一种重要的应用。覆岩离层注浆技术通过注入特定的材料,将离层带上方的岩石加固,形成强度较高的覆岩层,以减少地表沉降和地下空洞的发生。覆岩离层注浆技术的原理是在开采煤层上方的离层带或煤层底板上通过钻孔注入注浆材料,填充和加固岩石裂隙,提高覆岩层的强度和稳定性。注浆材料通常采用水泥浆、聚合物浆料等,具有较高的黏度和粘附性,可以填充岩石的空隙,并与岩石形成一体化的支撑结构。覆岩离层注浆技术的应用可以有效地控制采煤过程中的地表沉降和地下空洞的形成^[1]。首先,通过加固离层带或煤层底板,可以提高地下岩层的稳定性,减少失稳和断裂的风险。这样可以有效地控制地下空洞的扩展,并减少地表沉降的程度。覆岩离层注浆技术能够提高地下岩体的强度,保护采煤区域的生产设备和人员的安全。注入的注浆材料能够与岩石形成紧密结合,增加岩体的整体强度,提高覆岩层的支撑能力。这有助于防止岩层的失稳和塌方,保障矿井运营的安全性。

5.3 关于条带开采冒落区、采空区充填开采分析

部分充填采矿技术是一种常用的煤矿开采沉陷控制方法,在条带开采冒落区和采空区充填开采方面具有重要应用。这种技术通过在开采区域进行充填,形成稳定的支撑体,降低地表沉降和地下空洞的风险。对于条带

开采冒落区,部分充填采矿技术可以有效减轻冒顶问题和地表沉陷的发生。在条带开采中,顶板由于煤层冒落而变得脆弱,容易出现冒顶事故。通过在冒落区进行充填,可以将松散的煤岩层接触面固化,提供强度和稳定性,防止冒顶事故的发生。同时,充填层的加固作用可以减少冒落区域的沉陷,降低地表下陷的程度。对于采空区充填开采,部分充填采矿技术可以有效控制地下空洞的形成和地面下陷。采煤过程中形成的采空区会导致地下空洞,可能引发地表塌陷和建筑物沉陷等问题。通过在采空区进行充填,可以填补空洞并形成坚固的支撑体,防止地下空洞的进一步扩展和塌陷。充填材料的固结和密实性能还能够提供地表上方建筑物的稳定性,减少地面沉陷的风险。采煤过程中,对于条带开采冒落区和采空区的充填开采,需要进行详细的分析和评估^[2]。第一,要考察矿层的地质条件,了解冒落区和采空区的情况,确定是否需要进行充填。第二,需要选择合适的充填材料和充填工艺,确保充填体能够提供稳定的支撑,并且不会对周围环境造成不良影响。充填体的选择应考虑其强度、自流变性、固化时间等性能指标,以适应实际开采条件。第三,在充填过程中需要进行监测和管理,确保充填体的质量和稳定性。定期进行充填体的密实性检测,以保证其满足设计要求。同时,还需要对充填区进行监测,及时发现任何异常情况,并采取相应措施进行调整和修复。

5.4 部分充填开采技术的效果评价和成本效益分析

部分充填开采技术作为一种煤矿开采沉陷控制方法,其效果和成本效益需要进行评价和分析。首先,对于效果评价,部分充填开采技术能够有效减轻地表沉陷和塌陷的程度,保护矿区周边的建筑物和环境。通过填充充填材料,在开采区域形成稳定的支撑结构,提供地表的稳定性及安全性。与传统的开采方法相比,部分充填开采技术能够降低地表沉陷的幅度和速率,减少地质灾害的发生,从而保护了矿区周边的生命财产安全。其次,对于成本效益分析,部分充填开采技术在初期投资

上可能相对较高,需要购买充填材料、充填设备及施工工艺等,但其长期效益是显著的。由于能够减轻地表沉陷,部分充填开采技术可以减少维修和修复成本,降低矿井经营的风险。此外,通过提高矿井的稳定性和安全性,降低了事故发生的概率,减少了人员伤亡和设备损坏的风险,增加了矿井的可靠性和可持续性。部分充填开采技术还可以提高煤炭回收率。由于采空区得到了充填,原本不能回收的煤炭资源可以通过充填材料的支撑获得更高的开采率,提高煤炭的产量和利用效益。

结束语

部分充填开采技术作为一种有效的煤矿开采沉陷控制方法,具有许多优势和应用前景。通过填充充填材料,该技术可以减轻煤矿开采造成的地表沉陷,保护矿区周边的建筑物和环境安全。部分充填开采技术还可以提高矿井的稳定性和安全性,降低事故风险,提高煤炭回收率。尽管在初期投资上可能存在一定成本,但长期运营中的成本效益是显著的。通过减少维修和修复成本,提高煤炭回收率,部分充填开采技术能够为煤矿提供可持续的发展解决方案。未来,随着矿业行业的不断发展和技术的进步,部分充填开采技术还有进一步完善和应用的空间。

参考文献

- [1]赵学才.煤矿开采沉陷充填开采技术应用研究[J].消费导刊,2019,000(035):55.
- [2]李杰峰.论充填开采技术在煤矿中的实践[J].2021(2012-24):120-120.
- [3]任刚.控制煤矿开采沉陷的部分充填开采技术浅析[J].石化技术,2019,26(12):179,181.
- [4]马鹏飞.控制煤矿开采沉陷的部分充填开采技术探析[J].石化技术,2019,26(12):175,178.
- [5]许家林,轩大洋,朱卫兵,等.基于关键层控制的部分充填采煤技术[J].采矿与岩层控制工程学报,2019,1(2):8.