

复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术及其运用分析

郭 凯

河北冀中邯峰矿业有限公司万年矿 河北 邯郸 056300

摘要：在复杂地质条件下，煤矿采煤掘进面临极大挑战。掘进支护技术作为确保巷道稳定性和安全性的关键，需根据地层结构、岩性变化、地质构造活跃及水文地质条件等因素灵活应用。该技术通过合理设计支护方案、优化支护参数、加强实时监测与预警，有效应对复杂地质条件带来的风险，保障掘进作业的安全高效进行。这对于提高煤矿开采效益、减少事故隐患具有重要意义。

关键词：复杂地质条件；煤矿采煤掘进支护技术；运用

引言：在煤矿开采过程中，复杂地质条件常常成为采煤掘进工作的重大制约因素。为确保掘进作业的安全高效进行，采煤掘进支护技术的重要性不言而喻。本文详细探讨了在复杂地层结构、多变岩性、地质构造活跃及水文地质条件复杂等情况下，如何科学选择和应用掘进支护技术，旨在提高煤矿开采的安全性和效率，为煤矿行业的稳定发展提供有力的技术支撑。

1 复杂地质条件概述

1.1 复杂地质条件的主要类型与特征

(1) 地层结构复杂。地层结构复杂是指在掘进过程中遇到的岩石类型多样、层理发育、破碎严重等情况。这种情况下，岩石的力学性质差异大，使得掘进工作面面临极大的困难。例如，在沉积岩和变质岩的交界处，岩石的硬度、脆性和韧性都会发生显著变化，给掘进工作带来很大挑战。(2) 岩性多变。岩性多变是指掘进过程中遇到的岩石性质不稳定，如岩石的硬度、强度、渗透率等参数变化较大。这种变化可能导致掘进设备磨损加快、掘进效率降低，甚至引发安全事故。例如，在软岩和硬岩的交界处进行掘进时，由于岩性差异大，掘进设备难以适应这种变化，可能导致设备损坏或掘进工作面失稳。(3) 地质构造活跃。地质构造活跃是指掘进区域存在断层、褶皱、节理等地质构造，这些构造活动频繁，对掘进工作造成严重影响。活跃的地质构造可能导致应力集中、岩石破碎严重等现象，增加掘进难度和安全隐患。例如，在断层附近进行掘进时，由于断层两侧的岩石性质差异大且存在应力集中现象，容易导致掘进工作面失稳或冒顶事故的发生。(4) 水文地质条件复杂。水文地质条件复杂是指在掘进过程中遇到的地下水丰富、水质复杂、水害频发等情况。复杂的水文地质条件可能导致掘进工作面涌水、突水等事故，严重影响掘进工作的安全和效率。例如，在岩溶发育区进行掘进

时，由于岩溶管道发育且连通性好，地下水可能通过岩溶管道涌入掘进工作面，造成涌水事故。

1.2 复杂地质条件对煤矿采煤掘进的影响

复杂地质条件对煤矿采煤掘进的影响主要体现在以下三个方面：(1) 掘进效率降低。在复杂地质条件下，掘进机械需要频繁调整工艺参数以适应不同的地层结构和岩性变化。这不仅降低了掘进速度，也增加了设备的磨损和故障率。此外，由于地质构造活跃和水文地质条件复杂的影响，掘进过程中可能需要频繁进行支护和加固工作，进一步降低了掘进效率。(2) 安全隐患增加。复杂地质条件使得煤矿开采面临更多的安全隐患。地层结构复杂可能导致巷道失稳、冒顶、片帮等事故；岩性多变可能增加采掘设备的损坏率；地质构造活跃可能引发地震、断层等地质灾害；水文地质条件复杂可能导致突水、透水等事故。这些安全隐患的存在使得煤矿生产的安全形势更加严峻。(3) 成本上升。复杂地质条件不仅增加了煤矿开采的技术难度和安全隐患，也导致了成本的上升。为了适应复杂的地质条件，煤矿需要投入更多的资金用于设备改造、支护加固、安全监测等方面。同时，由于掘进效率的降低和安全隐患的增加，煤矿的生产效率也会受到影响，从而进一步增加成本。

2 煤矿采煤掘进支护技术介绍

2.1 掘进支护技术的基本概念和原理

煤矿采煤掘进支护技术是指在煤矿掘进过程中，为确保巷道围岩的稳定性和安全性，采用的一系列技术措施和装备。其基本概念在于通过加强巷道周边岩石的力学支撑，防止围岩变形、垮落和冒顶等事故的发生，从而保证掘进工作面的安全顺利进行。掘进支护技术的原理主要包括以下几个方面：首先，通过支护结构将围岩的应力传递到深处稳定的岩层中，减小围岩表面的应力集中，从而提高巷道的稳定性；其次，通过支护结构

提供的约束作用,限制围岩的变形和位移,保持巷道的形状和尺寸;最后,根据巷道所处的地质条件和岩性特征,选择合适的支护类型和参数,实现最佳支护效果。

2.2 主要的掘进支护技术类型

在煤矿采煤掘进过程中,常用的掘进支护技术包括以下几种:(1)锚杆支护。锚杆支护是一种主动支护技术,它通过锚入岩层的锚杆与围岩共同组成支护结构。锚杆支护的优点在于能够将围岩的应力转移到锚杆和周围的岩体中,实现应力的重新分布,从而减轻围岩的应力集中。此外,锚杆支护还能够提高围岩的整体性,增强岩层的承载能力。锚杆支护适用于各种岩石类型和地质条件,是煤矿掘进中最常用的支护技术之一。(2)锚索支护。锚索支护是一种与锚杆支护类似的支护技术,它采用高强度钢索作为支护元件,通过锚入岩层的锚索和注浆体共同组成支护结构。锚索支护的优点在于能够提供更大的预紧力和支护力,有效防止围岩的变形和垮落。此外,锚索支护还适用于大跨度、高应力等复杂地质条件下的支护需求。然而,锚索支护的成本相对较高,施工难度较大。(3)锚网支护。锚网支护是一种将金属网片与锚杆或锚索相结合的支护技术。它通过在巷道顶部或两侧铺设金属网片,并将网片与锚杆或锚索连接成一个整体支护结构。锚网支护的优点在于能够覆盖整个巷道断面,防止岩块的垮落和冒顶事故的发生。此外,锚网支护还具有较好的柔性和韧性,能够适应围岩的变形和位移。锚网支护适用于中等稳定至不稳定岩层的掘进支护^[1]。(4)喷射混凝土支护。喷射混凝土支护是一种将混凝土通过喷射设备喷射到巷道围岩表面形成支护层的支护技术。它能够在短时间内形成一层较厚的支护层,迅速封闭暴露的围岩表面,防止风化、水化和变形等不利因素的影响。喷射混凝土支护的优点在于施工速度快、成本低、适应性强。然而,其支护效果受混凝土质量、喷射工艺和围岩条件等因素的影响较大。(5)钢架支护。钢架支护是一种采用钢材制作的支护结构,通过钢架将巷道顶部和两侧的围岩进行支撑和固定。钢架支护的优点在于结构稳定、承载能力大、支护效果好。然而,钢架支护的成本较高、施工难度较大,且易受腐蚀和锈蚀的影响。因此,钢架支护主要用于特殊地质条件或重大工程中的支护需求。

3 复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术的运用分析

3.1 掘进支护技术在复杂地层结构中的应用

在复杂地层结构中,煤矿采煤掘进工作面临诸多挑战。为了应对这些挑战,掘进支护技术的选择与应用显得尤为重要。(1)地质勘探与掘进参数的确定。在掘

进开始前,地质勘探是不可或缺的步骤。它能够帮助我们准确地了解地层结构,包括岩石类型、硬度、破碎程度以及潜在的地质风险等。基于这些勘探结果,我们可以确定合理的掘进参数,如掘进速度、掘进深度、截割方式等,以确保掘进作业的顺利进行。(2)支护方案的制定与优化。在制定支护方案时,需要考虑地层结构的复杂性和稳定性。针对破碎带、软弱带或高应力区域,需要采取特别的支护措施。比如,在破碎带中,可以采用注浆锚杆支护或金属网片支护以增强围岩的稳定性。在软弱带中,可能需要增加支护结构的密度和强度。同时,随着掘进工作的进行,地质条件可能会发生变化,因此支护方案也需要不断地进行优化和调整^[2]。(3)支护效果的监测与评估。为了确保支护结构的有效性,需要对支护效果进行实时监测与评估。通过设立监测点、安装位移传感器等设备,可以实时监测围岩的位移、应力变化等参数。根据监测数据,我们可以评估支护结构的工作状态,及时发现问题并采取相应的补救措施。此外,定期的支护效果评估也有助于了解支护结构的长期稳定性,为未来的掘进工作提供参考。

3.2 掘进支护技术在岩性多变条件下的运用

(1)不同岩性下的支护措施。岩性多变是煤矿掘进中常见的现象。不同的岩石类型具有不同的物理力学性质,因此需要采用不同的支护措施。比如,在坚硬岩石中,可以采用高强度的锚杆支护和锚索支护来提供足够的支护力。而在软弱岩石中,则需要采取加固措施如注浆加固、钢架支护等来增强围岩的稳定性。(2)岩性变化对支护效果的影响。岩性变化会对支护效果产生显著影响。当岩石由坚硬变为软弱时,原有的支护结构可能会因为无法适应新的地质条件而失效。因此,在岩性变化区域需要加强支护结构的强度和密度以确保巷道的稳定性。同时,也需要根据岩性变化调整支护材料和工艺以适应新的地质条件。(3)支护材料与工艺的适应性调整。在岩性多变条件下,支护材料与工艺的适应性调整至关重要。需要选择能够适应不同岩性条件的支护材料和工艺。例如,在软弱岩石中,需要选择具有较好可塑性和韧性的支护材料如高分子材料;在坚硬岩石中,则需要选择具有较高刚度和强度的支护材料如高强钢索等。此外,还需要根据地质条件的变化调整支护工艺如注浆参数、锚杆长度等以确保支护效果^[3]。

3.3 掘进支护技术在地质构造活跃区域的应用

在地质构造活跃的区域进行掘进工作时,必须充分考虑地质构造对掘进安全的影响,并采取相应的支护策略。(1)地质构造对掘进安全的影响。地质构造活跃

区域的地质应力分布往往复杂多变,断层、褶皱等地质构造可能导致应力集中,使得掘进过程中围岩变形、垮落的风险增大。此外,地质构造活跃区域的岩石完整性也可能受到影响,使得岩石的力学性质变得不稳定,进一步增加了掘进难度和安全隐患。(2)应对地质构造的支护策略。针对地质构造活跃区域的特点,需要制定相应的支护策略。首先,加强地质勘探工作,详细了解地质构造的分布和特征,为支护方案的制定提供准确的数据支持。其次,根据地质构造的特点选择合适的支护方式,如加强锚杆支护、增设钢架支护等,以提高巷道的稳定性。此外,还可以考虑采用注浆加固、预应力支护等先进技术来增强围岩的承载能力^[4]。(3)实时监测与预警系统的建立。在地质构造活跃区域进行掘进工作时,建立实时监测与预警系统至关重要。通过安装位移传感器、应力传感器等监测设备,可以实时监测围岩的变形和应力变化情况。一旦发现异常,预警系统能够及时发出警报,为掘进作业提供及时的安全警示。同时,监测数据还可以为支护方案的优化提供依据,确保掘进工作的安全稳定。

3.4 掘进支护技术在水文地质复杂条件下的实施

在煤矿掘进过程中,水文地质条件对掘进安全同样具有重要影响。特别是在水文地质复杂区域,必须采取相应的措施来确保掘进安全。(1)水文地质条件对掘进安全的威胁。水文地质复杂区域可能存在大量的地下水,这些地下水可能对掘进工作造成威胁。一方面,地下水可能导致巷道围岩的软化、膨胀甚至垮落;另一方面,地下水还可能引发突水、涌水等事故,对掘进工作造成严重影响。(2)防水与排水措施的实施。为了应对水文地质复杂条件对掘进安全的威胁,需要实施相应的

防水与排水措施。首先,通过地质勘探了解地下水的分布和流动规律,为防水与排水措施的制定提供依据。其次,在掘进过程中加强巷道的排水工作,确保排水系统畅通有效。同时,还可以采用注浆加固等措施来增强围岩的抗水能力。(3)支护结构的防水设计与改进。除了实施防水与排水措施外,还需要对支护结构进行防水设计与改进。在选择支护材料时,应优先考虑具有较好防水性能的材料。同时,在支护结构的设计中增加防水层或防水结构,如设置防水帘幕、涂刷防水涂料等,以提高支护结构的防水能力。此外,定期对支护结构进行检查和维护,确保其防水性能的有效发挥。

结束语

经过对复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术的深入研究与分析,我们深刻认识到其对于保障煤矿安全生产的重要性。在未来的工作中,我们需继续探索更加先进、高效的支护技术,以应对日益复杂的地质条件带来的挑战。同时,加强技术创新和人才培养,不断提升掘进支护技术的科学性和实用性。相信在不久的将来,煤矿采煤掘进支护技术将为煤矿行业带来更多的安全和效益。

参考文献

- [1]原强.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术及其运用分析[J].当代化工研究,2019,(10):82-83.
- [2]任科军.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术研究[J].中国化工贸易,2020,10(05):77-78.
- [3]刘继德.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术研究[J].建筑工程技术与设计,2019,(09):74-75.
- [4]郭勇.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术研究[J].建筑工程技术与设计,2019,(07):53-54.