

# 煤矿采矿工作面超前支护的应用策略

罗 君\*

(山西焦煤集团有限责任公司东曲煤矿,山西 太原 030200)

**摘 要:**介绍了煤矿采矿工作面锚注加固支护体系的应用策略。该体系包括锚杆、锚索、锚具、注浆材料等多种组成部分,通过加固支护工作面,提高了煤矿采矿作业的安全性和生产效率。具体应用策略包括:选择适当的锚杆和锚索,合理布置锚固点,选用合适的注浆材料和工艺,定期检测和维护等。研究成果对于煤矿采矿工作面的安全生产具有重要意义。

**关键词:**工作面;东曲矿;顺槽;超前支护;锚注加固

**中图分类号:**TD353 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)05-0139-04

煤矿采煤工作面超前支护是指在采煤工作面向前推进的过程中,提前进行支护工作,以保障采煤工作面的安全和稳定<sup>[1]</sup>。一方面,超前支护可以在采煤工作面推进前就进行支护,避免了采煤过程中因煤层松动、瓦斯爆炸等突发事件的发生。同时,超前支护也可以防止煤矿工人受到坍塌现场的威胁,保障了煤矿工人的安全。另一方面,超前支护可以提前为采煤工作面进行支护,减少了采煤工作面在采煤过程中的停工时间,从而提高了采煤效率。此外,超前支护使用的支护材料多为环保材料,与传统的支护方式相比,减少了钢材等资源的使用,同时也减少了钢材生产过程中的能源消耗和排放的废气、废水等污染物。同时,由于采用环保材料,也可以降低支护成本。

总之,煤矿采煤工作面超前支护具有安全、高效、环保和经济等多重优势,是煤矿行业中的一项重要技术。据此,本文结合具体项目实例,对煤矿采矿工作面超前支护应用进行研究,以供参考。

## 1 煤矿采煤工作面超前支护的概述

煤矿采煤工作面超前支护是指在煤矿采煤过程中,在煤矿工作面上进行防止岩石坍塌的措施,以确保采煤过程的安全和有效性<sup>[2]</sup>。这种支护措施是在采煤工作面的前方进行的,以预防在采煤过程中因地质条件不稳定而引起的事故。

超前支护的目的是保护煤矿工人的生命和财产安全,并提高采煤效率。在进行超前支护时,需要先了解工作面的地质情况,并根据实际情况选择适当的支护

措施。一般而言,超前支护包括:钢筋网片、锚杆、锚索、喷浆、矿用聚合物等<sup>[3]</sup>。

在进行超前支护时,需要注意以下几点:首先,支护必须严格按照设计要求进行,以确保支护能够承受煤层的压力。其次,支护材料和设备必须符合国家标准和安全要求。最后,超前支护必须定期检查和维护,以确保支护的有效性和稳定性。

综上,超前支护是煤矿采煤过程中非常重要的一环,它能够提高采煤效率,保护工人的生命和财产安全。因此,在进行超前支护时,必须严格按照规定要求进行,确保支护的有效性和稳定性。

## 2 煤矿采煤工作面超前支护的现状

### 2.1 传统超前支护

煤矿采煤工作面超前支护是煤矿采煤过程中的一项重要工作,其目的是在采煤工作面前方进行支护,保障采煤工作面的安全与稳定<sup>[4]</sup>。传统的超前支护方式主要是采用人工施工的方式进行,具体包括以下几个步骤:

(1)根据采煤工作面的实际情况,确定超前支护的长度和宽度。

(2)将钢架等支护材料运送到工作面前方,并进行组装、调整,确保其稳定。

(3)将支护材料固定在地面上,或者以钻孔注浆的方式将其固定在地层中,以增强支护效果。

(4)进行检查、调整和维护工作,确保超前支护的质量和效果。

\* 收稿日期:2023-07-17

作者简介:罗君(1982-),男(汉族),湖南常德人,工程师,现主要从事采煤技术工作。

传统超前支护方式的优点在于施工简单,成本低廉,对于一些小型矿井或者临时性采煤工作面,仍然具有一定的适用性。但是其存在着一些缺点,如支护材料不稳定、施工周期长、安全风险高等问题,这些缺点已经成为制约其发展的瓶颈。因此,近年来,随着科技的不断进步,越来越多的新型超前支护技术被应用于煤矿采煤作业中,以提高支护效果、缩短施工周期、降低安全风险等。

## 2.2 锚注加固支护

目前,锚注加固支护已成为煤矿采煤工作面超前支护的主要方式之一。锚注加固支护是利用钢筋、锚杆等材料将支护体与煤岩体紧密连接,形成一个整体支护体系,提高工作面的稳定性和承载能力<sup>[5]</sup>。

锚注加固支护的优点在于具有强度高、稳定性好、施工方便等特点。其施工过程简单,只需将锚杆固定在煤岩体上,再钻孔注浆即可。同时,锚注加固支护的成本也相对较低,对于煤矿企业来说具有一定的经济效益。

然而,锚注加固支护也存在一些缺点。由于锚杆的长度受限于钻孔的深度,因此支护体的长度也会受到一定的限制。此外,在施工过程中,如果未能正确选择支护体与锚杆的材质和规格,可能会导致支护体与锚杆之间的连接不牢固,从而影响支护效果。

锚注加固支护是煤矿采煤工作面超前支护的一种有效手段,其具有施工方便、经济实用等优点。煤矿企业应根据实际情况选择合适的支护方式,加强超前支护工作,确保采煤工作的安全稳定。

## 3 锚注加固支护体系

### 3.1 锚杆

煤矿采煤工作面锚注加固支护是保障煤矿采煤安全的重要手段之一,而锚杆作为锚注加固支护体系中的核心组成部分,其作用不可忽视。

锚杆是一种用于固定和支撑煤矿巷道和工作面的重要材料,其材质通常为高强度钢材,能够承受较大的张力和剪力。锚杆的作用是通过锚杆的固定,将支撑结构与煤岩体紧密地连接在一起,形成一个稳定的支护体系,为煤矿采煤工作面提供足够的支撑和保护。

在使用锚杆进行支护时,需要首先进行钻孔,然后通过钻孔将锚杆安装在煤岩体中。通常情况下,锚杆的长度为2~4m,直径为20~25mm,不同的煤矿工作面和煤层结构需要使用不同长度和直径的锚杆进行支护。

除了普通的锚杆之外,还有一些特殊类型的锚杆,

如锚喷杆和锚索杆。锚喷杆是一种同时具备锚杆和喷射功能的杆件,其内部设有喷嘴,可以在钻孔时进行喷射,将浆液注入孔道中,以加强锚固效果。锚索杆则是一种钢索和锚杆结合的杆件,其在固定和支撑巷道和工作面的同时,还能承受较大的拉力。

总之,锚杆作为煤矿采煤工作面锚注加固支护体系中不可或缺的一部分,其优良的支撑和锚固性能,为煤矿采煤工作面提供了必要的支护和保护,为保障煤矿生产安全提供了有力的技术手段。

### 3.2 锚索

锚索一般由钢绳或钢带制成,通过预埋在煤壁中的锚固管或锚杆进行固定。在采煤作业过程中,锚索与其他支护体系紧密配合,共同构成完整的采煤支护体系,从而保证了采煤作业的安全和高效进行。

锚索在加固支护体系中的主要作用有以下几个方面:

(1)固定煤壁:锚索的主要作用是通过锚固管或锚杆将其固定在煤壁上,从而防止煤壁的滑坡、落块等情况的发生,保证了采煤作业的安全。

(2)防止冒顶:锚索的拉力可以有效地抵抗地压力,减轻地压对煤壁的压力,从而防止煤壁被压垮,保障矿工的安全。

(3)提高采煤效率:锚索的使用可以让矿工在更安全的环境下进行采煤作业,从而提高采煤效率和生产效益。

总之,锚索在煤矿采煤工作面锚注加固支护体系中起着至关重要的作用。只有合理选择锚索材料和规格,严格按照施工和检测标准进行操作,才能保障煤矿采煤作业的安全与高效。

### 3.3 锚具

锚具是一种固定在岩石或混凝土中的装置,主要用于固定锚杆和锚绳,以实现对工作面的支护。锚具的材料通常采用高强度钢材或合金材料,具有高强度、耐腐蚀、耐磨损等优点。锚具的类型也非常多样,包括预应力锚具、化学锚具、机械锚具等。

在煤矿采煤工作面的锚注加固支护体系中,锚具的作用是将锚杆和锚绳固定在岩石或混凝土中,以增强工作面的稳定性和承载能力。通过锚具的固定作用,可以有效地避免地层松动、岩爆等危险情况的发生,提高工作面的安全性和生产效率。

总之,锚具在煤矿采煤工作面锚注加固支护体系中起着至关重要的作用,是确保工作面安全运行的必要条件之一。随着科技的不断发展和技术的不断创新

新,锚具的品种和性能将会得到进一步提升和完善,为煤矿采煤工作面的安全运行提供更加可靠的保障。

3.4 注浆材料

注浆材料可以是水泥浆或聚合物浆,其主要作用是填充煤矿工作面中的空隙,并与锚杆形成一体化的支护结构。注浆材料可以通过注浆泵输送到需要加固的部位,填充缝隙,增强煤矿工作面的稳定性和强度,防止煤层的坍塌和冒顶。

注浆材料的选用应根据煤矿工作面的不同情况进行选择。一般来说,水泥浆适用于比较坚硬的煤层,而聚合物浆则适用于比较软弱的煤层。此外,注浆材料还应具备流动性好、硬化后强度高、耐腐蚀性好等特点。

在使用注浆材料进行锚注加固支护时,还需要注意注浆量的控制,以避免过多或过少的注浆对支护体系造成不利影响。同时,在注浆过程中应注意安全,确保注浆操作人员的安全。

总之,注浆材料是煤矿采煤工作面锚注加固支护体系中不可或缺的一部分,其正确选用和使用是保障煤矿安全的关键。

4 锚注加固支护体系应用效果分析

4.1 项目案例

东曲矿项目现场选取29204工作面轨道顺槽里程570~670m为试验段,顶板层间距为5.5m,打设4.3m的SKZ22-1/1860中空注浆锚索(2根/m),间排距为1.6m×1m,注浆材料选取ZHM-Ⅲ固安丰注浆加固材料并安设矿压监测系统,数据实时上传至地面。

从里程570~920m打设注浆锚索,间排距为1.6m×1m(一排2根)。其中里程570~750m,层间距4.5~5.5m,打设4.3m注浆锚索360套,里程750~920m层间距3.5~4.2m,打设3.3m注浆锚索340套。29204综采工作面目前已回采至707m,现注浆锚索已注浆至760m。目前工作面超前支护采取锚注超前支护方式,试验效果良好。从试验段开始,距工作面40m处对锚索进行注浆,注浆压力为4MPa,注浆量平均约6kg/根,每次注浆20m。端头顶板滞后工作面3~5m垮落。自试验段开始,巷道整体无变形,最大顶板下沉量为100mm,锚索最大应力为356kN,最大单体支柱压力为26.9MPa(均位于超前5m范围内)。

4.2 锚注加固支护体系应用效果

4.2.1 支护强度对比

(1)使用传统单体液压支柱进行超前支护。29024

轨顺超前加固段30m,采用DW3.15单体+π梁进行加强支护,超前单体液压支柱初撑力不小于11.5MPa(约10.9kN)。

超前支护30m范围内强度为:

$$P_{\text{单体支护}}=(3\times20+2\times10)\times10.9=872\text{kN}$$

(2)使用新型锚注一体超前支护。打设4.3m的SKZ22-1/1860中空注浆锚索(2根/m),间排距为1.6m×1m,锚索预紧力不小于200kN,采用250mm×250mm×20mm托盘。

$$P_{\text{锚注支护}}=2\times30\times200=12000\text{kN}$$

结论:由此可见, $P_{\text{锚注支护}}>P_{\text{单体支护}}$ ,采用新型锚注一体超前支护强度远大于单体液压支柱进行超前的支护强度。

4.2.2 经济效益对比(里程570~920m,合计340m)

使用新旧两种不同的超前支护方式,在人员配备投入、设备材料投入方面进行对比,见表1、表2。

表1 单体液压支柱超前支护材料成本

| 投入成本   | 使用数量 | 单位  | 单价     | 成本     |
|--------|------|-----|--------|--------|
| 单体液压支柱 | 120  | 根   | 980    | 117600 |
| π梁     | 70   | 根   | 880    | 61600  |
| 人工     | 10   | 人/日 | 400    | 240000 |
| 合计     |      |     | 419200 |        |

表2 锚注加固支护材料成本

| 投入成本 | 使用数量 | 单位  | 单价     | 成本     |
|------|------|-----|--------|--------|
| 注浆锚索 | 680  | 套   | 300    | 204000 |
| 注浆料  | 5    | 吨   | 10800  | 54000  |
| 注浆泵  | 9    | 台   | 30000  | 30000  |
| 人工   | 9    | 人/日 | 300    | 32400  |
| 合计   |      |     | 320400 |        |

结论:传统单体液压支柱支护投入费用1233元/m,新型锚注超前支护投入费用972元/m。采用新型锚注超前支护比传统单体支柱支护投入费用降低261元/m,按照一个综采工作面顺槽长度1000m计算,节约费用约52万元。

5 结束语

在煤矿采矿工作面超前支护的应用中,可以看到现代科技的力量和创新的精神。通过采用超前支护技术,可以有效地保障矿工的安全,提高采煤效率,同时减少矿井事故的发生率,为矿山的可持续发展做出了重要贡献。在不断发展的科技进步和人类智慧的

(下转第145页)



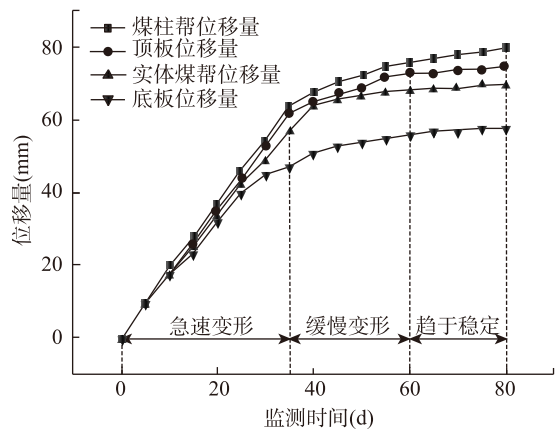


图5 回风巷表面位移曲线图

形量会发生较大变化;在35~60d,其位移量所处阶段为缓慢变形,在这个过程中,巷道的变形速度与变形量会降低增加速度;在60d后,其位移量所处阶段为逐渐稳定的阶段,几乎是稳定的。底板、实体煤帮、顶板、煤柱帮的位移量最大值分别为60mm、71mm、76mm、80mm,很好地控制了巷道围岩的变形。

4 结束语

(1)通过数值模拟可知,由于逐渐增加了煤柱宽度,煤柱帮、顶板对应的围岩位移量所表现出的变化趋

势为增加—减小,实体煤帮为递减,底鼓量没有太大变化。为满足安全生产要求,使巷道围岩更加稳定,将3101采空区和3103回风巷间所留设的煤柱宽度确定为19.5m。

(2)巷道围岩变形存在阶段特征,且特征较为显著,可以把巷道变形划分成3个阶段,这3个阶段为逐渐稳定、缓慢变形、急速变形。在使用锚杆(索)支护后,可以很好地控制巷道围岩的变形量。

(3)通过现场实际测量知,在60d后,其表面位移量所处阶段为稳定阶段,此时底板、实体煤帮、顶板、煤柱帮的位移量最大值分别是60mm、71mm、76mm、80mm,巷道整体变形量不大。

参考文献:

[1] 王嘉宇.破碎围岩巷道深浅孔—高低压耦合注浆支护技术研究[J].山西煤炭,2022,42(3):7-14.  
[2] 龚柏宇.液压超前支护装置在煤矿综掘工作面中的应用[J].价值工程,2016,35(7):109-110.  
[3] 杨爱委,刘永恒,齐晓菲,姬圆圆.深部煤层底板抽采巷道空间位置关系及围岩稳定性研究[J].能源与环保,2021,43(12):314-320.

(上接第141页)

引领下,煤矿采矿工作面超前支护技术会不断完善,为矿山安全生产和经济效益的提升带来更加显著的效果。

参考文献:

[1] 班建军.超前支护在采矿工程中的应用[J].矿业装备,2023(2):24-25.

[2] 江科.采场充填体内掘进巷道的支护技术研究[J].黄金,2022,43(10):38-43.  
[3] 王强.超前支护在采矿工程中的应用[J].中国金属通报,2022(7):45-47.  
[4] 武哲曦.浅谈超前支护在采矿工程中的应用[J].矿业装备,2021(4):90-91.  
[5] 李鹏鹏.浅谈超前支护在采矿工程中的应用[J].矿业装备,2021(4):56-57.