

# 复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术及其运用分析

浦同传

宣威市能源局 云南 曲靖 655400

**摘要:** 本文围绕复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术展开。阐述了采煤掘进支护技术相关内容,包括综掘机等设备及临时支护技术选择要点。探讨应用策略,如优化设备、应用先进支护技术及加强管理维护。详细分析直接破顶法等多种具体应用方式。旨在为煤矿在复杂地质条件下的采煤掘进支护工作提供全面技术指导,提升作业安全性与效率。

**关键词:** 复杂地质条件; 煤矿采煤; 掘进支护技术; 应用策略; 具体应用

## 引言

在煤矿开采中,复杂地质条件如断层、岩石硬度差异等,给采煤掘进支护带来诸多挑战,严重影响掘进进度与安全。为确保煤矿开采工作的高效与安全,深入研究适用于此类复杂条件的采煤掘进支护技术及其运用策略至关重要,这是提高煤矿生产效率、保障作业人员生命安全的关键所在,对推动煤矿行业的可持续发展具有重要意义。

## 1 煤矿采煤掘进支护技术

### 1.1 综掘机型号的选择

在煤矿采煤掘进过程中,综掘机是重要的机械装备。选择适宜的综掘机型号需要综合考虑多方面因素。

(1) 综掘机的结构特点,不同结构的综掘机在适应不同地质条件和巷道形状时表现各异;例如,有些综掘机的截割臂设计更加灵活,能够在狭窄巷道或复杂断面的情况下进行有效作业;而有些则具有更强的整体稳定性,适合在地质条件相对不稳定但空间较为开阔的区域使用。(2) 适用环境也是关键因素之一。对于湿度较大、存在瓦斯等特殊气体的煤矿环境,需要选择具备相应防护措施和适应能力的综掘机型号;比如,在高瓦斯矿井中,综掘机应具备良好的防爆性能,以防止因电气设备产生火花而引发瓦斯爆炸等危险事故。(3) 运行功率也不容忽视。如果开采的煤层硬度较高,需要较大的截割力才能有效掘进,那么就应选择运行功率较大的综掘机;相反,如果煤层相对较软,选择过高功率的综掘机不仅会造成能源浪费,还可能因设备过于笨重而影响操作的灵活性。

### 1.2 截齿的选择

截齿是综掘机在掘进过程中直接与煤岩接触并进行切割的部件,其性能对掘进效率和设备磨损有着重要影响。(1) 耐磨强度高的截齿在复杂地质条件下具有明显

优势。在岩石硬度较高的地层中,普通截齿可能很快就会出现磨损,导致截割效果下降,进而影响掘进速度;而耐磨强度高的截齿能够保持较好的切割刃口,持续有效地对煤岩进行切割,从而提高掘进效率,减少因频繁更换截齿而带来的停机时间。(2) 截齿的材质和制造工艺也会影响其性能。优质的截齿通常采用高强度合金钢等材料,并经过精细的加工工艺制造而成;这些截齿在硬度、韧性等方面能够达到较好的平衡,既能承受较大的切割力,又不易发生断裂等故障<sup>[1]</sup>。

### 1.3 综掘机与普掘机的选择

根据巷道长度来合理选择综掘机或普掘机对于确保开采进度至关重要。(1) 一般来说,对于较长的巷道,综掘机具有明显的优势。综掘机集成了切割、装载、运输等多种功能,能够实现连续作业,大大提高了掘进效率;而且,综掘机在自动化程度上相对较高,操作人员通过控制台能够较为精准地控制其运行,减少了人工操作的误差和劳动强度。(2) 对于一些较短的巷道,尤其是长度在几十米以内的巷道,如果使用综掘机,可能会面临设备进场、调试等诸多不便,且设备的利用率相对较低。在这种情况下,普掘机则更为合适。普掘机虽然在功能集成和自动化程度上不如综掘机,但它具有结构简单、操作灵活、成本较低等优点,能够在短时间内快速完成短巷道的掘进任务。

### 1.4 临时支护技术

(1) 在煤矿采煤掘进过程中,临时支护技术是保障作业安全的重要环节。例如液压系统的稳定性对于临时支护设备的正常运行起着关键作用,一个稳定可靠的液压系统能够确保支护设备在承受顶板压力时能够及时、有效地发挥作用,避免因液压系统故障而导致支护失效,进而引发顶板坍塌等危险事故。(2) 临时支护技术的应用形式多样,常见的有单体液压支柱支护、前探梁

支护等。单体液压支柱支护是通过在巷道顶板下方设置一定数量的液压支柱，利用液压系统对支柱进行加压，使其能够支撑顶板的重量，防止顶板下沉；前探梁支护则是在掘进机向前掘进的同时，将前探梁向前伸出，搭在未开挖的煤岩上，起到临时支撑顶板的作用，为后续永久支护施工争取时间。

## 2 复杂地质条件下的煤矿掘进支护技术应用策略

### 2.1 优化设备的选择

在复杂地质条件下，要综合考虑综掘机、截齿、普掘机的选择，确保设备适应复杂地质条件。对于地质条件复杂多变的煤矿，如存在多处断层、岩石硬度差异大等情况，需要根据不同区域的具体地质特征来选择合适的设备。（1）在选择综掘机时，除了要考虑上述提到的结构、适用环境、运行功率等因素外，还要特别关注其对复杂地质条件的适应性。例如，在存在频繁断层的区域，应选择能够灵活应对断层变化、具有较好通过能力的综掘机型号。（2）对于截齿的选择，要根据岩石的硬度、耐磨性等特性来确定。在岩石硬度极高的区域，应选用超耐磨的截齿，甚至可能需要采用特殊材质或工艺制造的截齿，以确保能够有效切割岩石，同时减少截齿的磨损。（3）普掘机在复杂地质条件下的选择也需要谨慎。虽然它在某些短巷道中有一定优势，但在面对复杂地质条件时，要评估其是否能够满足掘进要求，如是否能够在岩石硬度较大的情况下进行有效切割等<sup>[2]</sup>。

### 2.2 应用先进的支护技术

为了提高支护效果，在复杂地质条件下需要应用先进的支护技术；例如锚杆临时支护中U钢法、后退卧底技术等。（1）锚杆临时支护中U钢法是一种较为有效的支护方式。它是在锚杆支护的基础上，将U钢支架安装在巷道顶板和两帮，通过锚杆将U钢支架与煤岩牢固连接在一起；U钢支架具有较高的强度和较好的承载能力，能够有效抵抗顶板和两帮的压力，防止煤岩变形和坍塌。（2）后退卧底技术则是在遇到断层等复杂地质构造时采用的一种特殊支护技术。当掘进机遇到断层，且断层上下落差较小的情况下，通过后退掘进机，在断层下方进行卧底作业，将断层处的煤岩清理平整，然后再进行支护；这样可以保护掘进机免受断层的冲击，同时确保断层顶板的完整性，为后续的掘进和支护工作创造良好条件。

### 2.3 加强设备管理和维护

完善煤矿掘进过程的管理制度，确保设备高效运行对于复杂地质条件下的采煤掘进工作至关重要。（1）建立健全设备档案，对每一台设备的购置日期、型号、性能参数、维修记录等信息进行详细记录。这样在设备

出现故障时，能够快速查阅相关资料，准确判断故障原因，提高维修效率。（2）制定严格的设备巡检制度。安排专人定期对设备进行巡检，检查设备的外观、运行声音、温度等指标是否正常；对于发现的小问题要及时处理，避免小问题演变成大故障，影响设备的正常运行。

（3）加强设备的维修保养工作。根据设备的使用情况和运行时间，定期对设备全面的维修保养，更换磨损的零部件，对设备的关键部位进行润滑、调试等操作，确保设备始终处于良好的运行状态<sup>[3]</sup>。

## 3 复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术的具体应用

### 3.1 直接破顶法

（1）直接破顶法适用于岩石硬度小于5、落差小于2米的断层情况。在这种情况下，当掘进机遇到断层时，直接利用综掘机的截割头对断层顶部的岩石进行切割破顶；在破顶过程中，要注意控制截割速度和截割力，避免因截割力过大而导致顶板坍塌。（2）为了确保作业安全，在进行直接破顶作业前，要先对断层周边的顶板进行临时支护，如采用单体液压支柱或前探梁等支护方式。在破顶完成后，要及时对破顶后的区域进行永久支护，通常采用锚杆支护、锚索支护等方式，将煤岩牢固地固定在一起，防止其再次发生变形和坍塌。

### 3.2 后退卧底法

（1）当掘进机遇到断层上下落差较小的情况时，首先停止掘进，然后将掘进机向后退一定距离，一般为5-10米左右，具体距离可根据实际地质条件和掘进机型号等因素确定。接着，在掘进机前方开始卧底作业，通过截割头逐步将断层下方的岩石或煤体切割掉，使掘进机能够以较低的高度通过断层区域，从而保护掘进机免受较大落差的影响，同时也能避免对断层顶板的过度破坏，确保其完整性。（2）在卧底过程中，同样需要控制截割速度和截割力，防止因截割不当而引发顶板冒落或其他安全事故。此外，要注意及时清理卧底产生的矸石和煤渣，保持作业现场的整洁和运输通道的畅通；卧底完成后，根据顶板的实际情况，可采用锚杆支护、锚索支护、金属网支护等方式对顶板和巷帮进行联合支护，增强围岩的稳定性；如果顶板较为破碎或压力较大，还可以增加支护的密度和强度，如缩小锚杆间距、增加锚索数量等，以确保巷道的安全使用<sup>[4]</sup>。

### 3.3 锚杆临时支护加U钢法

（1）锚杆临时支护加U钢法适用于断层面积较大、易坍塌的情况。当遇到这种复杂地质条件时，首先要及时架设U型钢支架进行临时支护，U型钢支架具有较高的强度和可缩性，能够在短时间内为巷道提供有效的支撑，防止顶

板和巷帮的坍塌；在架设U型钢支架时，要确保支架的安装质量，使其与围岩紧密贴合，充分发挥其支护作用。

(2) 在U型钢支架的掩护下，迅速进行锚杆支护作业。锚杆的长度、直径和间距等参数应根据地质条件和巷道断面大小进行合理设计，一般来说，锚杆长度应深入到稳定岩层中一定深度，以提供足够的锚固力；通过锚杆的锚固作用，将围岩与U型钢支架连接成一个整体，进一步增强支护结构的稳定性；在锚杆支护完成后，还可以根据需要进行锚索加强支护，锚索的锚固力更大，能够有效控制围岩的变形和位移，提高支护效果的长期稳定性。(3) 为了防止U型钢支架与围岩之间出现松动或空顶现象，还需要在支架与围岩之间铺设金属网或背板等材料，使支护结构更加紧密和稳固。在整个支护过程中，要加强对支护效果的监测和检查，及时发现并处理可能出现的问题，如锚杆松动、支架变形等，确保支护系统的可靠性和安全性。

### 3.4 超前注浆加固法

(1) 在一些复杂地质条件下，如断层破碎带、软弱围岩等，还可以采用超前注浆加固法。该方法是在掘进工作面前方一定距离内，通过钻孔向围岩中注入水泥浆或其他化学浆液，使浆液填充围岩的裂隙和孔隙，提高围岩的强度和完整性。(2) 在进行超前注浆加固时，首先要根据地质勘察资料和巷道设计要求，确定注浆孔的位置、数量、深度和角度等参数；一般来说，注浆孔应布置在掘进工作面前方的拱顶、两帮等关键部位，呈扇形分布，以确保浆液能够充分扩散到围岩中；然后，使用专业的注浆设备将浆液注入到围岩中，注浆压力和注浆量应根据围岩的性质和裂隙发育情况进行合理控制，既要保证浆液能够有效填充裂隙，又要避免因注浆压力过大而导致围岩破坏。(3) 注浆完成后，待浆液凝固并达到一定强度后，再进行掘进作业；经过加固后的围岩强度和稳定性得到显著提高，能够有效减少掘进过程中的顶板下沉、巷帮变形等问题，降低支护难度和安全风险；超前注浆加固还可以起到止水的作用，防止地下水对掘进作业的影响，为煤矿采煤掘进工作创造良好的地质条件<sup>[5]</sup>。

### 3.5 联合支护法

(1) 联合支护法是将多种支护方式有机结合起来，根据不同的地质条件和巷道围岩特性，灵活运用锚杆支护、锚索支护、U型钢支架支护、喷射混凝土支护、金属网支护等多种支护手段，形成一个多层次、全方位的支护体系，以达到最佳的支护效果。(2) 例如，在巷道顶板较为破碎的区域，可以先采用喷射混凝土支护，及时封闭顶板围岩，防止其风化和进一步破碎；然后再安装锚杆和锚索进行加固，提高顶板的承载能力。在巷帮部位，可以采用锚杆支护和金属网联合支护，增强巷帮的稳定性，防止片帮事故的发生；对于一些地质条件复杂、围岩压力较大的关键部位，还可以增设U型钢支架进行加强支护，确保巷道的整体稳定性。(3) 联合支护法能够充分发挥各种支护方式的优点，相互补充，有效克服单一支护方式的局限性，提高支护结构的可靠性和适应性，适用于各种复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护工程。在实际应用中，需要根据具体的地质情况和工程要求，合理选择支护方式和参数，并严格按照施工规范和质量标准进行施工，确保联合支护的效果和质量。

### 结语

综上所述，复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术的应用至关重要。其作为系统关键环节，借助合理选设备、用先进技术及强化管理维护等举措，可妥善应对各类复杂地质。多种应用方法协同配合，能有效提升支护成效，有力保障采煤掘进工作安全、顺畅推进，进而推动煤矿行业稳步迈向可持续发展之路。

### 参考文献

- [1]李海涛.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术应用研究[J].石化技术,2020,27(09):219+229.
- [2]王英豪.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].石化技术,2020,27(07):47+41.
- [3]王楠.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术[J].当代化工研究,2020,(12):64-65.
- [4]赵忠伟.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术及运用[J].当代化工研究,2021(14):53-54.
- [5]郭剑如.复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术及应用[J].内蒙古煤炭经济,2020(08):151.