

# 复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术分析

王振伟

郑州煤炭工业(集团)有限责任公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 本文分析了复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术。阐述了该技术应用的难点,包括地质结构不稳定、顶板压力大、巷道变形严重及施工环境恶劣。介绍了运用此技术的要求,如合理选择机械设备、截齿及更新掘进机设备。详细论述了直接破顶法、锚杆临时支护加U型钢架法、喷射混凝土支护技术、超前支护技术、矿用支护型钢使用方法和可缩性支架支护方式等具体技术。

**关键词:** 复杂地质条件; 煤矿采煤; 掘进支护技术

**引言:** 随着煤炭资源的不断开采,煤矿面临的地质条件日益复杂。在复杂地质条件下进行采煤掘进工作,支护技术至关重要。不稳定的地质结构、巨大的顶板压力、严重的巷道变形以及恶劣的施工环境,都给煤矿生产带来了诸多挑战。为确保煤矿的安全生产和高效开采,必须深入研究复杂地质条件下的采煤掘进支护技术,探索适合不同地质情况的有效支护方法,以提高煤矿的生产效益和安全性,为煤炭行业的可持续发展提供有力支持。

## 1 复杂地质条件下采煤掘进支护技术应用的难点

### 1.1 地质结构不稳定

复杂地质条件下,煤矿的地质结构常常不稳定。可能存在断层、褶皱等地质构造,这些构造使得岩层的连续性和完整性遭到破坏。断层区域的岩石容易发生错动和破碎,导致顶板的稳定性降低,增加了顶板冒落的风险。褶皱区域的岩层应力分布不均匀,巷道掘进过程中容易出现变形和坍塌。此外,地质结构的不稳定还可能导致岩层的强度和硬度变化较大,给支护技术的选择和应用带来困难。

### 1.2 顶板压力大

随着开采深度的增加,地应力不断增大,顶板压力也随之增大。在复杂地质条件下,顶板压力的分布更加不均匀。由于地质构造的影响,不同区域的顶板压力可能存在较大差异。如果支护强度不足,顶板容易出现下沉、开裂甚至冒落等情况,严重威胁着工作人员的生命安全。此外,顶板压力大还会对支护材料的性能提出更高的要求,增加了支护成本。

### 1.3 巷道变形严重

在复杂地质条件下,巷道周围的岩石受到地应力的作用,容易发生变形。特别是在软岩地区,岩石的强度较低,巷道的变形速度较快。巷道变形不仅会影响通

风、排水等系统的正常运行,还会使支护结构承受更大的压力,甚至导致支护结构失效。如果不能及时采取有效的支护措施,巷道可能会发生坍塌,给煤矿生产带来严重的安全隐患。

### 1.4 施工环境恶劣

复杂地质条件下的煤矿施工环境通常比较恶劣。可能存在瓦斯、水、火等灾害隐患,给施工安全带来巨大挑战。瓦斯突出可能引发爆炸事故,水患可能导致巷道被淹没,火灾可能造成人员伤亡和财产损失<sup>[1]</sup>。此外,施工空间狭窄、光线不足、粉尘大等问题也会影响施工效率和质量。在恶劣的施工环境下,支护技术的应用难度更大,需要考虑更多的安全因素。

## 2 在复杂地质条件下运用煤矿采煤掘进支护技术的要求

### 2.1 合理选择机械设备

在复杂地质条件下,选择合适的机械设备是确保采煤掘进工作顺利进行和支护技术有效发挥的基础。先要考虑地质条件的复杂性。不同的地质构造,如断层、褶皱、陷落柱等,对机械设备的适应性要求各不相同。比如在断层区域,设备要具有较强的通过性和稳定性,能够应对岩层错动和破碎带来的挑战。而在褶皱区域,设备要能够适应岩层应力分布不均匀的情况,避免因受力不均而出现故障。再根据巷道的尺寸和形状选择机械设备。狭窄的巷道需要小型、灵活的设备,以便在有限的空间内进行操作。而对于大断面巷道,则需要大型、高效的设备,以提高掘进效率。同时设备的外形尺寸应与巷道的形状相匹配,避免在掘进过程中出现碰撞和卡阻现象。设备的性能参数包括设备的功率、掘进速度、支护能力等。在复杂地质条件下,需要选择功率较大、掘进速度适中、支护能力强的设备,以确保在面对顶板压力大、巷道变形严重等问题时,能够及时进行支护,

保证施工安全。

## 2.2 截齿的选择

截齿的选择直接影响到掘进效率和设备的使用寿命。在复杂地质条件下,截齿的选择尤为重要。首先,要根据岩石的硬度和性质选择合适的截齿类型。对于硬度较高的岩石,应选择强度高、耐磨性好的截齿,如硬质合金截齿。而对于较软的岩石,可以选择普通的合金钢截齿。其次,要考虑截齿的形状和尺寸。不同形状和尺寸的截齿适用于不同的地质条件和掘进要求。例如,锥形截齿适用于破碎坚硬的岩石,而扁平截齿则适用于切削较软的岩石。截齿的尺寸应与掘进机的功率和巷道的尺寸相匹配,以确保掘进效率和质量。除此之外,截齿的安装和更换也需要注意。正确的安装方法可以保证截齿的牢固性和稳定性,避免在掘进过程中出现脱落现象。还要及时更换磨损严重的截齿,以保证掘进效率和设备的正常运行。在复杂地质条件下,截齿的磨损速度通常较快,因此需要加强对截齿的检查和维修,及时更换损坏的截齿。

## 2.3 掘进机设备的更新

随着科技的不断进步,掘进机设备也在不断更新换代。在复杂地质条件下,及时更新掘进机设备是提高采煤掘进效率和支护技术水平的重要性。新的掘进机设备通常具备更高的自动化程度和智能化水平。可以实现自动掘进、自动支护、故障诊断等功能,大大提高了工作效率和安全性。例如,一些先进的掘进机设备配备了激光导向系统,可以精确控制掘进方向,避免出现偏差。新的掘进机采用了更加先进的材料和制造工艺,具有更强的耐磨性、抗腐蚀性和可靠性。在复杂地质条件下,能够更好地应对各种挑战,延长设备的使用寿命。同时新设备的环保性能也更好,可以减少粉尘、噪声等对环境的污染<sup>[2]</sup>。此外,更新掘进机设备还可以促进支护技术的创新和发展。新设备的出现往往会带来新的支护理念和方法,为解决复杂地质条件下的支护难题提供新的思路和途径。就比如,一些新型掘进机设备可以与新型支护材料和技术相结合,形成更加高效、可靠的支护体系。

# 3 复杂地质条件下煤矿采煤掘进支护技术

## 3.1 直接破顶法

直接破顶法是一种在复杂地质条件下较为常用的采煤掘进支护技术。当遇到顶板岩石较为坚硬且整体性较好的情况时,可以采用直接破顶法。这种方法的主要原理是利用掘进设备直接破碎顶板岩石,使其达到设计的巷道高度和形状。在实施直接破顶法时,首先需要通过对顶板岩石的性质进行详细的勘察和分析。了解岩石的硬

度、强度、节理裂隙等情况,以便确定合适的掘进设备和破顶参数。通常情况下,可以使用大功率的掘进机或凿岩机进行破顶作业。在破顶过程中,要注意控制破顶的速度和力度,避免对周围岩石造成过大的扰动。还要及时对破碎后的顶板进行支护,防止顶板坍塌。一般可以采用锚杆、锚索等支护方式,将顶板岩石与巷道周围的稳定岩层连接起来,提高顶板的稳定性。直接破顶法的优点是操作相对简单,施工速度较快。可以在较短的时间内完成巷道的掘进和支护工作,提高生产效率。但是,这种方法也存在一定的局限性。对于岩石硬度较大的情况,破顶设备的磨损会比较严重,增加了施工成本。如果顶板岩石的稳定性很差的话,直接破顶可能会导致顶板坍塌的风险增大。

## 3.2 锚杆临时支护加U型钢架法

在煤矿掘进工程中,断层地质带来的塌陷和碎裂风险不可忽视。锚杆临时支护加U型钢架法为应对此类问题提供了有效途径,尤其适用于岩石坚固且断层落差偏大的地区。

该方法主要利用U型钢架结构对巷道进行防护,同时将临时锚杆支护与超前支护有机结合。在实际操作中,需注意以下关键点。首先,将锚杆角度调整至大于 $45^\circ$ ,这一举措至关重要。合适的锚杆角度能确保该技术充分发挥作用,有效增强巷道的稳定性。其次,充分应用预紧力,可提升围岩结构的坚固程度,最大程度防止顶板碎裂现象的发生。预紧力能够使围岩处于受压状态,提高其承载能力,降低碎裂风险。最后,要对巷道断面轮廓和稳定度展开充分全面的考虑。巷道的断面形状和尺寸直接影响着支护效果,需根据实际情况进行合理设计,确保U型钢架和锚杆能够有效地发挥支护作用。

## 3.3 喷射混凝土支护技术

喷射混凝土支护技术在复杂地质条件下的煤矿采煤掘进中具有重要作用。该技术能显著提升巷道的综合稳定性与安全性,有效降低安全事故发生率。(1)超高强喷射混凝土支护技术主要有干式喷射技术和水泥裹砂喷射技术两种模式。干式喷射技术以喷砂机为主要操作设备,先将水泥、混凝土、速凝剂和水等材料充分融合搅拌,然后启动喷砂机,对准采煤掘进巷道的围岩墙体喷射混凝土拌合物,从而加固围岩结构<sup>[3]</sup>。这种技术操作相对简便,但需要注意材料的配合比和搅拌均匀程度,以确保喷射效果。(2)水泥裹砂喷射技术则是将砂粒与水泥搅拌,使砂粒被水泥全部包裹住,再通过泵对周围空气进行压缩,对准煤矿掘进巷道的围岩外壁喷射水泥裹砂拌合物。该技术能大大加强巷道围岩的承载性能,但

其对原材料的质量和搅拌工艺要求较高。在应用喷射混凝土支护技术之前,相关技术人员应进行实地勘察,记录地质条件、围岩种类、采掘程序等内容。这有助于全面了解施工环境,为设计科学合理的施工方案提供重要依据。同时,对该支护技术的成本进行精准计算也至关重要。通过准确核算材料、设备、人工等成本,可以更好地进行成本控制和资源优化配置。科学合理的施工方案是超高强喷射混凝土支护技术有序实施的有力保障。方案应根据实际情况确定喷射的厚度、强度等参数,选择合适的喷射技术和设备,并制定详细的施工流程和质量控制措施。在施工过程中,要严格按照方案执行,确保喷射混凝土的质量和支护效果。

### 3.4 超前支护技术

在煤矿巷道挖掘过程中,遇到断裂带等不良地质情况时,易引发顶板碎裂和冒顶事故,严重威胁工作人员生命安全并给企业带来经济损失。为切实保障采掘工作面安全,可采用超前支护技术。具体而言,在掘进面上安装拱形钢支架,在其两侧钻锚杆孔洞,控制孔深约2米,孔间距设为2米。使用锚杆驱动器在孔洞内安装Φ43毫米、长1.8米的管缝式锚杆,锚杆末端留出20毫米以便与拱形钢支架焊接。这样,锚杆支护与棚梁相连并固定在锚固岩层中,对顶板起到支撑和管控作用,防止顶板大幅变形和漏顶。锚杆锚固完成后,采用光面爆破法掘进,光面炮眼间距通常为炮眼直径的10-20倍。爆破完毕后,喷射混凝土拌合物对顶板进行加固。超前支护技术通过一系列科学合理的操作,能有效提高巷道在复杂地质条件下的稳定性,为煤矿安全生产提供有力保障,降低安全事故发生的风险,确保工作人员生命安全和企业的正常生产运营。

### 3.5 矿用支护型钢的使用方法

矿用支护型钢是一种专门用于煤矿采煤掘进支护的钢材。这种钢材具有较高的强度和刚度,可以承受较大的顶板压力。在使用矿用支护型钢时,先要根据巷道的尺寸和地质条件选择合适的型钢型号。一般情况下,型钢的长度应能够覆盖到整个巷道的宽度,高度要能够满足顶板的支护要求。在安装矿用支护型钢时,要注意保证其安装质量。型钢之间的连接要牢固可靠,确保整

个支护结构的稳定性。再根据顶板的压力情况合理调整型钢的间距和支撑力,提高支护效果。矿用支护型钢的优点是支护强度高,可靠性好。可以在复杂地质条件下有效地控制顶板的变形和坍塌。而且,这种钢材的使用寿命较长,可以重复使用,降低了施工成本。但是,矿用支护型钢的重量较大,安装和拆卸需要使用专门的设备,施工难度较大。

### 3.6 可缩性支架支护方式

可缩性支架支护方式是一种利用可缩性支架对巷道进行支护的方法。这种支架具有一定的可缩性,可以在顶板压力作用下发生一定的变形,从而释放部分压力,避免支架被压坏。在使用可缩性支架支护方式时,首先要根据巷道的尺寸和地质条件选择合适的支架型号<sup>[4]</sup>。一般情况下,支架的高度和宽度要能够满足巷道的支护要求,可缩量要能够适应顶板的压力变化。在安装可缩性支架时,要注意保证其安装质量。支架之间的连接要牢固可靠,确保整个支护结构的稳定性。同时也要根据顶板的压力情况合理调整支架的支撑力和可缩量,提高支护效果。

### 结束语

复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术是保障煤矿安全生产的关键。通过对应用难点的分析,明确了技术面临的挑战;运用要求的阐述为技术实施提供了方向;具体支护技术的介绍为实际操作提供了方法。在未来的煤矿开采中,应不断创新和改进支护技术,提高其适应性和可靠性。同时加强对施工过程的管理和监督,确保支护技术的正确应用。

### 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]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,2020,(10):82-83.