

复杂地质下的煤矿采煤掘进支护技术及实践探析

孙建立

(开滦(集团)有限责任公司设备管理中心, 河北 唐山 063000)

摘要 煤炭是我国重要的工业资源, 随着经济发展, 需求不断增加。煤矿开采受多种因素影响, 尤其是在复杂地质条件下, 需要应用技术确保安全和效果。本文分析了当前煤矿开采现状, 探讨了巷道围岩遇水膨胀因素和机理, 分析了在复杂地质条件下掘进支护方案和临时支护技术的效果, 认为可通过提升技术水平和实践中的效果, 促进煤炭资源的开采与利用。

关键词 复杂地质; 煤矿采煤; 掘进支护技术

中图分类号: TD82

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0043-03

现代社会环境下, 煤矿企业在煤矿开采工作中面临着两个重要的考虑因素: 工作效率和整体成本。煤矿开采的安全作业不仅影响着工作效率, 也直接关系到开采成本。其中, 井下掘进是至关重要的工作内容。由于地质条件复杂, 煤矿数量相对较多, 为整体开采工作带来了很大的难度, 煤矿企业更应该重视掘进支护技术, 并认识到复杂地质条件下煤矿开采的困难, 合理应用这些技术于实际工作中, 最大限度地保障作业的安全性。

1 复杂地质环境下的煤矿采煤环境

在煤矿开采掘进的过程中, 随着长度和深度增加可能会面临如断层、褶皱等导致煤层走向不稳定、煤层错断; 岩石力学性质不均一出现软弱带、围岩崩落; 地下水涌出、渗漏, 影响采煤作业等问题^[1]。因此, 在面对复杂地质环境的煤矿采煤过程中, 需要进行详细的地质勘察和分析, 制定相应的采煤与支护方案, 合理选择采煤设备和技术, 确保煤矿的安全生产。

2 复杂地质环境下影响煤矿采煤掘进支护的因素

2.1 挖掘矿井道路的影响

一方面, 巷道的形状和结构受到外力的影响发生变形, 导致巷道呈现出不规则的形态。在复杂地质环境下, 变形带来的不规则形态将导致支护材料的选择和应用变得困难, 而巷道宽度的变化也可能影响支护设备的选择和适应性, 使其难以完全充填巷道空间, 保持长久的支撑力。另一方面, 如果巷道变形过大或支护不当, 可能发生坍塌或者破裂, 对工作人员和设备的安全构成威胁。因此, 在巷道设计和建设过程中,

必须充分考虑地质环境以及巷道本身的特征, 确保巷道的稳定性和安全性。^[2]

2.2 设备产生的影响

在复杂地质环境中, 仅仅依靠过时的设备或者未经充分考虑地选用设备, 将无法真正发挥掘进支护技术的效果, 甚至可能因设备故障而严重限制其正常运行。正如船工需选择合适的船桨来应对大浪, 选择掘进支护技术时也需要谨慎挑选适合的工具, 因此技术人员需要全面了解地质条件、巷道特点、需求和可行性, 确保设备将能够适应变化莫测的地质条件, 稳健地支持掘进工作, 助推施工流程的顺畅进行。^[3]

3 复杂地质条件下煤矿开采现状研究

3.1 地质基础条件

我国的煤矿多数分布在老矿区, 这些地方的地质环境因为长时间的开采而逐渐复杂, 大地压力和断层等问题的存在, 严重影响了煤矿的开采作业。^[4]

首先, 煤矿开采所形成的巨大空洞会使地下岩层发生塌陷和变形, 产生大地压力, 导致岩层的断裂和错动, 使得开采作业更加复杂和危险。同时, 断层的存在会导致矿井地质体的不连续性, 增加了开采过程中的不确定性和风险。其次, 老矿区的煤矿常常伴随着地下水系统的存在, 而地下水的流动和存储情况受到地质构造和岩石性质的影响, 给矿井内的排水工作带来更大的挑战。最后, 水文地质的复杂性也产生煤矿封闭和排放废水等环保问题, 亟需更加精细的处理手段和严格的监管措施。

3.2 掘进技术条件

随着开采深度的增加, 顶板岩性从坚固稳定转变

为脆弱易碎。岩层断裂的发生频率增加,给支护工作增添了更高的困难,对支护技术的要求愈发严苛,开采深度的增加还导致起拱围岩应力增大;起拱围岩应力的增加使得煤层和岩层之间的接触压力增大,容易导致岩层起拱;复杂的地质条件常常导致巷道的断裂,对巷道的稳定性和安全性构成威胁,亟须采取支护措施来确保巷道的稳定。^[5]

4 案例分析

4.1 某一矿区矿井巷道底鼓支护

根据矿井中1号井东运输中巷断层间接底板岩石施工出现的问题,可以采用以下解决方案。

1. 隔水层铺设:采用隔水层铺设的方案,可以根本解决底板由膨胀性矿物遇水膨胀而产生的问题。隔水层的使用能够有效隔离水分与膨胀性矿物的接触,消除膨胀的可能性。

2. 底角锚杆:底角锚杆可以有效增强巷道结构的稳定性,提高地质体的整体强度,其为巷道提供额外的支撑力,能够有效预防底鼓问题的发生。

3. 加固巷道帮角:采用钢筋和混凝土等材料,为巷道帮角提供更牢固的支撑,能够提高巷道结构的稳定性,预防底鼓问题的发生。(如图1)

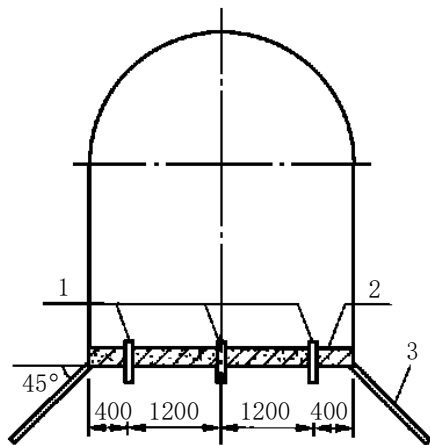


图1 巷道底鼓支护(单位:mm)

4.2 巷道围岩遇水膨胀原因

1. 巷道底板膨胀的原因,可追溯于其中所含的特殊矿物质,诸如高岭石和蒙脱石。在干燥的环境中,这些矿物质保持稳定,不会发生变化,当水分渗透到地下,与这些矿物质相互作用时,它们开始逐渐转变。水分子进入了矿物质间的微观空隙,由于分子之间的相互作用,这个过程会扩散到周围的区域,逐渐引发了巷道底板的膨胀现象。

2. 在高应力环境下,巷道底板鼓起问题的本质是由软弱岩层或破碎带岩石流动性破坏引起的。巷道底

板通常由软弱碎泥岩组成,而顶部岩体的强度较高。当岩柱承受着来自岩体和地应力的挤压力时,底板岩体会持续遭受挤压,最终导致底鼓现象的出现。高应力环境使岩石的物理特性和力学行为发生了显著变化。应力的集中会使软弱岩层受到更大的压力,随后逐渐变形。底板岩体受到长时间持续的挤压,使得原本松散的碎泥岩发生变形,并且渗透水分,削弱其结构,导致了巷道底板岩体的强度下降和破碎带的形成。当底板岩体逐渐变得脆化和疏松,其抗挤压能力显著降低。岩体中存在的微细裂隙和破碎带会被挤压进一步扩展,导致岩石流动性增加。在巨大的应力作用下,底板岩体不能承受外部压力,随之产生底鼓现象。

3. 过去普遍采用树脂螺纹钢锚杆作为开放式底板支护方法,并在其上铺设钢筋网,最后喷涂150mm厚度的C30混凝土。这种方法在一定程度上能够控制变形问题,然而,由于底板的支护能力有限,难免会发生一定程度的变形,而缺乏有效的支护措施,其在变形过程中难以得到有效的控制。

5 煤矿采煤掘进支护技术的实际运用

5.1 直接破顶技术

直接破顶技术旨在通过破碎岩层和使用稳定性材料来实现最大程度的破碎效果,并确保有效地应用锚网索支护技术。为此,须借助先进的岩石力学模型和地质探测技术,对岩层的稳定性进行精确评估,深入了解岩石的物理性质和组成结构,采用最合适的冲击能量和频率,最大程度地降低岩层的脆弱性,确保掘进过程的稳定性。优化直接破顶技术的工艺流程须运用先进的机械设备和自动化控制系统,精确地控制冲击力度和方向,避免破碎过度,影响岩层的稳定。

与传统的方法相比,直接破顶技术在施工过程中减少了风险和延误,通过科学的评估和策略,作业人员能够根据实际情况进行适应性调整,确保掘进过程的安全和效率。

5.2 后退卧底技术

首先,后退卧底技术最为显著的优势是确保施工的牢固性和整体性,具有应对复杂多变的地质条件的能力。后退卧底技术能够针对不同地质特征,指导作业人员应对各种挑战,如地层错动、高岩压及岩爆等,确保矿井开采过程的顺利进行。

其次,后退卧底技术为管理人员提供了更大的决策空间。借助这种高级技术,管理人员在施工过程中可以对支护方案进行精细调整,并及时应对地质条件的变化,以提高施工质量,减少对环境的影响,提高工程效率,优化资源利用效率。

5.3 U 钢法

在煤矿资源开采过程中,如何有效地应对断层落差增大所引发的煤层坍塌问题直接关系到作业人员的安全。为此,技术人员采用被称为“U 钢法”的临时支护技术,提前构建坚固的支护结构,确保矿井的稳定性。

具体而言,“U 钢法”临时支护技术指的是在煤矿开采过程中,技术人员根据地质条件和预测的断层落差,提前布置和安装 U 形钢材,构建起可靠的支撑结构。这种支护结构具有强大的抗压能力,可以有效地分散地压力,减轻煤层坍塌的风险。

“U 钢法”临时支护技术具有快速部署、调整的优势,因其结构设计合理,安装便捷,技术人员进行支撑结构的布置和调整相对容易,具有灵活性。这种灵活性使得在煤矿开采过程中能够及时应对地质条件的变化,有效保障作业人员的安全和矿井的稳定性。

相较于其他支护方法,“U 钢法”临时支护技术还具有经济效益,该技术所需的材料和设备成本相对较低,且施工过程相对简便,能够以更低的成本、更大的力度保证矿井安全。

6 复杂地质条件下如何提高煤矿掘进支护效果

6.1 掘进支护方案的优化

在复杂的地质条件下,传统的刚性支护方案逐渐显现出不足,为应对这一挑战,煤矿企业提出了“先让后抗”的策略。在处理深度巷道时,一种常见的做法是结合运用 U 型钢闭合环和锚网索支护技术。通过在初期支护阶段采用锚网索支护的方式,给予围岩变形一定的时间和空间。随后,引入 U 型钢闭合圈并通过卡缆连接固定。这种设计的优势在于,当围岩发生变形时,闭合圈也能相应变动,需因地制宜地选择不同的掘进支护方案。

6.2 应用临时支护技术

综掘机倚仗着其锋利而坚固的工作能力,依靠稳定的液压系统以实现充满挑战的任务,液压锁作为关键技术被广泛采用于临时支撑,确保着掘进工作的安全稳定。现代液压锁通过高强度材料和精密的工艺制造,具备了更高的承载能力和抗冲击性,为煤矿掘进提供了更加可靠的临时支撑措施。液压锁巧妙地利用了液体的性质,通过准确的液压调节和精确的控制,针对不同的工作情况提供稳定而灵活的支撑,使得工作在恶劣环境中也能够顺利进行。同时,精确的控制系统和智能化的监测装置也为液压锁的操作和维护提供了更大的便利,保障了煤矿作业的安全与稳定。

6.3 掘进机选择

施工人员需要充分了解开采地区的地质情况,以

进行准确监测和评估。根据地质条件、输送机液压和支架等因素,选择最适合的掘进机能够提高施工效率并确保安全性。

在薄煤层的情况下,其厚度介于 0.8m~1.3m 之间,并且截高不高于 0.9m。在这种情况下,骑槽式掘进机成为理想的选择。骑槽式掘进机能够通过其精确的切割和挤压技术,以确保开采的稳定性和高效性。

对于中厚煤层,其厚度范围在 1.3m~3.5m 之间。这种情况下,大功率采煤机能够满足开采的需求。大功率采煤机以其强大的动力和广泛适应性,能够有效地开采中厚煤层,提高开采效率和产量。

当面对厚煤层,其厚度超过 3.5m 时,采取大采高综采方式才能进行掘进施工。大采高综采方式结合了多种工程机械和技术手段,能够应对极具挑战性的厚煤层开采任务。

7 采煤掘进支护技术的发展前景

在煤矿采煤掘进支护技术领域,企业要以监测井下巷道围岩地质力学环境为基础,确保工作面的安全开采。首先,深入研发适应不同地质条件的支护材料和构件。这些材料和构件必须能够承受极高的地压,确保巷道的稳定性和持久性,不断提高支护技术的水平。其次,创新和研发高精度的设备,使得采煤掘进工作能够更高效地进行。以巷道的特殊类型为切入点,积极探索和创新支护技术,解决各种巷道所带来的挑战,无论是面对曲线巷道、斜井还是涌水巷道,相关企业都需要持续推动技术的进步,确保煤矿的安全开采。

8 结语

我国的矿区大多是老矿区,随着开采的深入,开发工作变得更加困难。可见,在复杂的地质条件下,合理应用煤矿掘进支护技术至关重要。基于此,本文针对复杂地质环境下煤矿采煤掘进支护技术进行深入研究,并分析其存在的问题,给出相关建议,以期提升煤炭开采技术人员水平,确保煤矿开采的安全和有效性。

参考文献:

- [1] 丁兆文.论复杂条件下掘进工作面支护技术[J].建筑工程技术与设计,2021(03):326.
- [2] 王虹,王步康,张小峰,等.煤矿智能快掘关键技术与工程实践[J].煤炭学报,2021,46(07):2068-2083.
- [3] 武文浩.大断面巷道支护技术在矿井工程中的应用研究[J].中国化工贸易,2021(30):163-165.
- [4] 张勇.浅析煤矿采煤掘进工作中高强支护技术的应用[J].电脑采购,2021(14):68-69.
- [5] 路贤.复杂地质条件下的掘进支护技术分析[J].建筑工程技术与设计,2019(36):529.