

煤矿连采掘进工作面围岩稳定性分析及支护技术改进

张雨珂

国家能源投资集团国神公司三道沟煤矿 陕西 榆林 719407

摘要：煤矿连采掘进工作面围岩稳定性分析及支护技术改进是保障煤矿安全生产的关键。通过深入探讨了围岩的物理力学特性及其对掘进工作面的影响，进而分析传统支护技术的局限性。在此基础上，重点介绍锚杆支护、锚网支护及液压支架支护等技术的优化与创新应用，旨在提高支护效果，增强巷道稳定性。通过理论与实践的结合，本文为煤矿连采掘进工作面的安全生产提供了科学依据和技术支持。

关键词：煤矿连采掘进；围岩稳定性；支护技术改进

引言：煤矿连采掘进工作面的围岩稳定性问题，一直是煤矿安全生产与高效运作的关键所在。随着开采深度的不断增加，以及地质条件的日益复杂化，围岩的稳定性面临着前所未有的挑战。为了应对这些挑战，必须深入细致地分析围岩的物理力学特性，明确其变形与破坏机制。同时，优化支护技术，提高巷道的整体稳定性，也显得尤为重要。因此，煤矿连采掘进工作面围岩稳定性分析及支护技术的改进策略，成为了煤矿开采领域亟待解决的重要课题。

1 煤矿连采掘进工作面的背景介绍

煤矿连采掘进工作面是煤炭开采中的重要环节，它位于煤矿井下，是煤炭资源被连续、高效开采的前沿阵地。随着煤炭需求的不断增长和开采技术的不断进步，连采掘进工作面逐渐成为了现代煤矿生产的核心区域。在这个工作面上，专业的矿工和先进的机械设备共同协作，通过连续的掘进作业，不断开拓新的煤炭资源。这些设备包括掘进机、装载机、运输机等，它们的高效运转确保了煤炭的开采效率和安全性。煤矿连采掘进工作面也面临着诸多挑战，如地质构造复杂、煤层稳定性差、瓦斯突出等安全隐患^[1]。矿工们需要严格遵守安全规程，加强设备维护和检修，确保工作面的安全稳定。煤矿连采掘进工作面是煤炭开采中不可或缺的一部分，它的高效运转和安全性直接关系到煤炭生产的整体效益和社会的能源供应。

2 煤矿连采掘进工作面围岩稳定性分析

2.1 围岩的物理力学特性

围岩的物理力学特性是影响煤矿连采掘进工作面稳定性的基础因素，它们决定了围岩在掘进过程中的响应和变形模式。这些特性包括围岩的强度、硬度、韧性、脆性以及各向异性等力学性质，它们共同决定了围岩的承载能力和抗变形能力。强度高的围岩能够更好地抵抗

掘进过程中的压力，而硬度较大的围岩则不易被掘进机械破坏。围岩的韧性决定了其在受到外力作用时的变形能力，脆性则决定了其是否容易发生突然破坏。各向异性则意味着围岩在不同方向上的力学性质可能有所不同，这会影响掘进过程中的应力分布和变形特征。围岩的变形模量、泊松比等物理参数也对其稳定性有显著影响，它们决定了围岩在受到外力作用时的变形程度和应力分布状态。

2.2 掘进过程对围岩稳定性的影响

掘进过程是影响煤矿连采掘进工作面围岩稳定性的关键因素之一。掘进方式的不同，如采用炮掘还是机掘，会对围岩的应力分布和变形特征产生显著影响。炮掘可能会产生较大的震动和冲击波，对围岩的稳定性造成不利影响；而机掘则相对平稳，对围岩的破坏较小。掘进速度也是影响围岩稳定性的重要因素。掘进速度过快，可能导致围岩来不及调整应力分布而发生破坏；掘进速度过慢，则可能使掘进工作面长时间暴露于外界环境中，增加围岩的变形和破坏风险，空顶距的大小也决定了围岩自稳时间的长短。空顶距过大，可能导致围岩失去支撑而发生冒顶事故；空顶距过小，则可能限制掘进速度，降低生产效率。

2.3 围岩稳定性评估方法

围岩稳定性评估是确保煤矿连采掘进工作面安全高效的重要手段。目前，常用的围岩稳定性评估方法主要包括数值模拟、现场监测和理论分析等方法。数值模拟方法通过模拟掘进过程和围岩的相互作用，可以得出围岩的应力、变形和破坏分布特征，从而评估围岩的稳定性^[2]。这种方法具有直观、准确、可重复性强等优点，但也需要较高的计算成本和专业的技术支持。现场监测方法则通过监测围岩的位移、变形和破坏情况，实时掌握围岩的稳定性状态。这种方法能够直接反映围岩的实际

变化情况,但也可能受到监测设备、监测精度和监测人员等因素的影响。理论分析方法则通过对围岩的物理力学特性和掘进过程的分析,建立相应的数学模型,对围岩的稳定性进行预测和评估。这种方法具有成本低、易于操作等优点,但也可能受到模型简化、参数选取等因素的影响。因此在实际应用中,需要根据具体情况选择合适的评估方法,并结合多种方法进行综合评估,以确保评估结果的准确性和可靠性。

3 煤矿连采掘进工作面支护技术

在煤矿连采掘进工作中,支护技术是保证工作面安全稳定、提高生产效率的关键环节。随着科技的进步和开采强度的增加,支护技术也在不断发展和完善。

3.1 传统支护技术

传统支护技术在煤矿连采掘进工作面中曾经占据重要地位。这些技术主要包括木支护、砌碛支护和型钢支护等。木支护是最早使用的支护方式之一,它利用木材的强度和韧性来支撑巷道顶板,防止顶板垮落。木支护存在易腐朽、易燃烧、支护强度低等缺点,逐渐被其他支护方式所取代。砌碛支护则是利用砖石等材料砌筑成拱形或矩形巷道,以承受顶板压力。这种支护方式虽然具有较高的支护强度,但施工速度慢、成本高,且不适用于复杂地质条件下的巷道支护。型钢支护则是利用钢轨、工字钢等型钢材料制成支护结构,以支撑巷道顶板。这种支护方式具有较高的支护强度和刚度,但同样存在成本高、施工复杂等缺点。

3.2 现代支护技术发展

3.2.1 锚杆支护技术

随着煤矿开采强度的增加和地质条件的复杂化,传统支护技术已难以满足现代煤矿连采掘进工作面的需求。现代支护技术应运而生,并逐渐发展成为煤矿支护领域的主流技术。锚杆支护技术是现代煤矿支护技术的重要组成部分。它利用锚杆将巷道顶板与深部稳定岩层连接起来,形成一个整体支护结构,从而增强巷道的稳定性。锚杆支护技术具有支护强度高、施工速度快、成本低等优点,特别适用于复杂地质条件下的巷道支护。锚杆的种类繁多,包括金属锚杆、玻璃钢锚杆、树脂锚杆等,不同种类的锚杆具有不同的支护性能和适用范围。在锚杆支护技术的应用中,根据巷道的地质条件、断面形状、支护要求等因素,选择合适的锚杆类型和支护参数。

3.2.2 锚网支护技术

锚网支护技术是将锚杆与金属网或塑料网等网片材料相结合,形成一种复合支护结构。这种支护方式不仅

具有锚杆支护的优点,还能有效防止巷道侧壁和顶板的片帮和冒落。锚网支护技术特别适用于软弱破碎岩层和节理发育的巷道支护。在锚网支护技术的应用中,要根据巷道的地质条件、支护要求等因素,选择合适的锚杆类型、网片材料和支护参数。同时还需要注意网片的铺设质量和锚杆的注浆质量,以确保支护结构的稳定性和可靠性^[3]。

3.2.3 液压支架支护技术

液压支架支护技术是煤矿连采掘进的关键支护方式,利用液压缸推力支撑顶板,适应性强且操作简便,需合理选型并注重安装维护。它利用液压缸产生的推力来支撑巷道顶板,防止顶板垮落。液压支架具有支护强度高、适应性强、操作简便等优点,特别适用于大断面巷道和复杂地质条件下的支护。在液压支架支护技术的应用中,要根据巷道的地质条件、支护要求等因素,选择合适的液压支架型号和支护参数。还需要注意液压支架的安装质量和维护管理,以确保其正常运行和支护效果。

3.3 支护技术的选择原则

在煤矿连采掘进工作面中,支护技术的选择应根据巷道的地质条件、断面形状、支护要求等因素进行综合考虑。以下是一些支护技术选择的基本原则:(1)地质条件适应性原则:支护技术的选择应充分考虑巷道的地质条件,包括岩层的稳定性、节理发育程度、地下水情况等因素。对于软弱破碎岩层和节理发育的巷道,应选择支护强度高、适应性强的支护技术。(2)支护效果可靠性原则:支护技术的选择应确保支护结构的稳定性和可靠性。在选择支护技术时,需要对支护结构的承载能力、变形能力等进行评估,以确保其能够满足巷道支护的要求。(3)施工简便性原则:支护技术的选择应考虑施工的简便性和效率。在选择支护技术时,需要评估其施工难度、施工速度等因素,以确保支护工作能够顺利进行。(4)经济性原则:支护技术的选择应考虑成本效益。在选择支护技术时,需要对不同支护技术的成本进行比较和分析,以确保选择出性价比最高的支护方案。(5)可持续发展原则:支护技术的选择应考虑其对环境的影响和可持续性。在选择支护技术时,需要评估其对环境的破坏程度、资源消耗等因素,以确保支护工作符合可持续发展的要求。

4 煤矿连采掘进工作面支护技术改进

在煤矿连采掘进作业中,支护技术的持续优化与创新是保障安全生产、提升作业效率的重要途径。随着科技进步与工程实践的深入,锚杆支护、锚网支护及液压支架支护等传统支护技术均得到了显著的改进与提升。

4.1 锚杆支护技术的优化

锚杆支护作为煤矿连采掘进工作面中最常用的支护形式之一，其技术的优化主要体现在材料创新、结构设计及施工工艺的改进上。在材料方面，传统金属锚杆已逐渐被高强度、耐腐蚀、易加工的玻璃钢锚杆和树脂锚杆所取代。这些新型锚杆不仅减轻了支护结构的重量，还提高了支护的耐久性和可靠性。通过研发新型锚杆锚固剂，如高性能树脂锚固剂，进一步增强了锚杆与围岩的结合力，提高了支护效果^[4]。在结构设计上，针对复杂地质条件下的巷道支护需求，研发了多种新型锚杆结构，如全长锚固锚杆、可伸缩锚杆等。全长锚固锚杆通过增加锚杆的锚固长度，提高了锚杆的抗拔力和抗剪能力；而可伸缩锚杆则能够根据巷道变形情况进行自适应调整，有效缓解了巷道顶板压力，延长支护结构的使用寿命。在施工工艺方面，引入自动化锚杆钻机、锚杆安装机器人等先进设备，实现锚杆支护的快速、高效施工。这些设备不仅提高施工效率，还降低工人的劳动强度，保障了施工安全。

4.2 锚网支护技术的创新应用

锚网支护技术的创新应用主要体现在网片材料的改进、网片与锚杆连接方式的优化以及复合支护结构的研发上。在网片材料方面，传统金属网已逐渐被高强度、轻质、耐腐蚀的塑料网或合成纤维网所取代。这些新型网片材料不仅提高支护结构的整体强度和耐久性，还减轻支护结构的重量，便于施工和运输。在网片与锚杆的连接方式上，采用了更为可靠的连接方式，如焊接、绑扎或采用专用连接件等，确保网片与锚杆之间的牢固连接。还研发可调节网片张紧度的装置，使网片能够根据巷道变形情况进行自适应调整，提高支护结构的适应性和稳定性。还研发了多种复合支护结构，如锚杆+网片+喷射混凝土复合支护结构等。这些复合支护结构不仅提高了支护效果，还增强了巷道的整体稳定性，为煤矿连采掘进工作面的安全生产提供了有力保障。

4.3 液压支架支护技术的提升

液压支架支护技术的提升主要体现在支架结构的优化、控制系统的智能化以及自适应支护技术的研发上。在支架结构方面，通过改进支架的材质、增加支架的强度和刚度等措施，提高了支架的支护能力和使用寿命。还研发了多种新型支架结构，如四连杆式支架、铰接式支架等，以适应不同地质条件下的巷道支护需求^[5]。在控制系统方面，引入智能化控制系统，实现了液压支架的远程监控和自动调节。这些系统能够根据巷道变形情况和支护需求，自动调节支架的支护力和工作阻力，提高支护的准确性和效率。还研发自适应支护技术，即根据巷道地质条件和变形情况，自动调节支架的支护参数和支护方式。这种技术不仅提高支护的灵活性和适应性，还降低支护成本，提高作业效率。

结束语

综上所述，煤矿连采掘进工作面围岩稳定性分析及支护技术改进是确保煤矿安全生产、提升作业效率的核心环节。通过深入研究围岩特性，优化支护设计，我们不仅能够有效提升巷道稳定性，还能为煤矿开采提供更为安全、高效的技术支持。未来，随着科技的进步和工程实践的深入，期待支护技术能够持续创新，为煤矿开采事业的可持续发展注入新的活力与动能。

参考文献

- [1]王强,李明.煤矿顶板稳定性分析与支护技术研究[J].矿业安全与环保,2022,39(2):45-50.
- [2]张华,赵刚.煤矿采掘工作面顶板稳定性预测模型构建[J].煤炭科学技术,2021,49(8):98-103.
- [3]刘波,陈东.煤矿顶板事故原因分析与防治措施[J].煤炭工程,2023,55(3):112-116.
- [4]贾刚.煤矿巷道掘进和支护技术的运用[J].内蒙古煤炭经济,2020(16):25+27.
- [5]严昌鹰.煤矿巷道掘进支护技术存在的问题及对策[J].能源与节能,2021(03):121-122.