

# 煤矿采矿工程巷道支护技术的应用研究

李 永

宁夏王洼煤业有限公司王洼二矿 宁夏 固原 756500

**摘要：**煤矿采矿工程中，巷道支护技术的应用对于确保作业安全与生产效率至关重要。本文围绕煤矿巷道支护技术的分类与应用展开研究，探讨了不同支护技术（如锚杆支护、锚索支护、锚喷支护等）在实际工程中的有效性和优化策略。通过分析巷道围岩性质、地质条件等因素，提出了针对性的支护方案，旨在提高巷道支护的强度和稳定性，降低安全事故风险，保障煤矿采矿工程的顺利进行。

**关键词：**煤矿采矿工程；巷道支护技术；应用

引言：随着煤矿开采深度的增加与规模的扩大，巷道支护技术的重要性日益凸显。煤矿巷道是采矿作业的重要通道，其稳定性直接关系到矿工的生命安全和生产效率。本文旨在深入研究煤矿采矿工程中的巷道支护技术应用，分析各种支护技术的优劣及适用条件，探讨如何通过优化支护方案来提升巷道的稳定性和安全性，为煤矿企业的可持续发展提供技术支持。

## 1 煤矿巷道支护技术的分类与原理

### 1.1 支护技术的分类

(1) 按支护材料分类。煤矿巷道支护技术首先可以根据所使用的材料进行划分。早期，木支护因其易于获取和加工而广泛应用于煤矿中，但随着技术的发展，其承载能力和稳定性方面的局限性逐渐显现。随后，砌碛支护作为更为坚固的选择，利用砖石等材料构建支护结构，有效抵抗了地压。现代技术的发展带来了更多的选择，如型钢支护、锚杆支护和喷射混凝土支护等。型钢支护以其高强度和韧性成为深部开采中的重要选择；锚杆支护则通过深入岩层的锚杆将围岩与支护结构紧密结合，实现主动支护；而喷射混凝土支护则凭借快速封闭围岩、防止风化水侵的特点，在矿山井巷中展现出卓越的性能。(2) 按支护作用分类。从支护作用的角度来看，煤矿巷道支护技术可分为临时性支护和永久性支护。临时性支护主要在巷道掘进初期使用，以确保掘进工作面的安全。随着掘进工作的推进，临时支护会逐渐被更为坚固的永久性支护所取代。永久性支护旨在长期保持巷道的稳定性和安全性，其设计和施工均需考虑地质条件、巷道用途及开采期限等多种因素。

### 1.2 支护技术的原理

(1) 锚杆支护原理。锚杆支护是当代煤矿巷道支护中应用最广泛的技术之一。其基本原理在于通过锚杆将围岩与支护结构紧密结合，形成一个整体承载结构。锚

杆的一端深入岩层内部，利用锚固剂与岩层产生粘结作用；另一端则与支护体相连，如钢带、托盘等。当围岩受到压力时，锚杆通过其纵向拉力作用，将围岩的压力传递至深部岩层，从而提高围岩的整体稳定性。同时，锚杆还能限制围岩的变形和破坏，保持巷道的形状和尺寸。(2) 喷射混凝土支护原理。喷射混凝土支护技术则是利用压缩空气作为动力，将混合好的混凝土材料高速喷射到巷道围岩表面，并迅速凝结硬化形成支护结构。该支护技术具有施工速度快、适应性强、支护效果好等优点。喷射混凝土不仅能快速封闭围岩，防止其受到风化、水侵等不利因素的影响；还能与围岩紧密结合，形成一个整体受力系统，共同抵抗地压。通过优化喷射混凝土的配合比和施工工艺，可以进一步提高其支护效果和使用寿命<sup>[1]</sup>。(3) 型钢支架支护原理。型钢支架支护则主要利用型钢的高强度和韧性来抵抗围岩压力。型钢支架通常由多根型钢梁和立柱组成，通过连接件将其连接成一个整体承载结构。当围岩受到压力时，型钢支架能够通过其刚性和韧性来抵抗变形和破坏；同时，其结构设计还能在一定程度上适应围岩的变形和移动。因此，型钢支架支护在深部开采和复杂地质条件下具有广泛的应用前景。

## 2 煤矿巷道支护技术的具体应用

### 2.1 锚杆支护技术的应用

(1) 锚杆支护技术的设计原则与施工要点。锚杆支护技术的设计原则主要基于巷道围岩的岩性、地质构造、应力状态及巷道用途等因素。首先，需进行详细的围岩勘察，了解围岩的物理力学性质及稳定性。其次，根据巷道断面形状、尺寸及掘进工艺，确定合理的锚杆长度、直径、间排距等参数。最后，考虑锚杆与支护结构的协同作用，确保支护体系的整体稳定性。施工要点方面，首先需确保锚杆孔位的准确性，避免偏差过大影

响支护效果。其次,合理选择锚杆类型及锚固剂,确保锚杆能够牢固锚入岩层。在施工过程中,需严格控制注浆压力和注浆时间,确保注浆饱满,提高锚杆的承载能力。此外,还应注意锚杆的安装角度和预紧力,确保锚杆与围岩的紧密贴合和有效支撑。(2)锚杆支护在不同地质条件下的应用案例。锚杆支护技术广泛应用于各类煤矿巷道中,特别是在软岩、破碎带等地质条件复杂的区域。例如,在煤层松软、节理发育的巷道中,采用全长锚固或预应力锚杆支护,通过锚杆的主动加固作用,提高围岩的整体强度,防止巷道变形和破坏。在断层破碎带,通过加密锚杆布置、增加锚索支护等措施,增强支护体系的强度和稳定性,确保巷道的正常使用<sup>[2]</sup>。

(3)锚杆支护技术的优缺点分析。优点方面,锚杆支护技术具有支护效果好、施工速度快、成本相对较低等优点。锚杆通过主动加固围岩,提高围岩自稳能力,减少巷道变形和支护材料用量。同时,锚杆支护技术施工工艺简单,易于操作,适应性强,适用于各类地质条件的巷道。缺点方面,锚杆支护技术的效果受围岩条件影响较大,在极软岩或高应力区域,单纯依靠锚杆支护可能难以满足要求。此外,锚杆的承载能力和耐久性也受到锚杆材料、施工质量等因素的影响,需严格控制相关环节,确保支护效果。

## 2.2 喷射混凝土支护技术的应用

(1)喷射混凝土支护的施工流程与质量控制。喷射混凝土支护的施工流程主要包括原材料准备、混凝土搅拌、输送、喷射和养护等步骤。首先,需根据设计要求选择合适的水泥、砂、石等原材料,并进行充分搅拌。然后,利用喷射机将混凝土喷射到巷道围岩表面,形成连续、密实的保护层。在施工过程中,需严格控制喷射混凝土的配合比、喷射压力和喷射速度等参数,确保施工质量。同时,还需做好养护工作,确保喷射混凝土达到设计强度。(2)喷射混凝土支护在特殊条件下的适应性分析。喷射混凝土支护技术在特殊地质条件下表现出良好的适应性。例如,在潮湿、淋水或渗水的巷道中,喷射混凝土能够快速封闭围岩表面,防止水侵和风化。同时,喷射混凝土与围岩紧密结合,形成整体承载体系,提高巷道的稳定性和承载能力。在深部开采中,喷射混凝土支护技术还能有效抵抗地压作用,确保巷道的长期稳定。(3)喷射混凝土支护技术的经济效益评估。喷射混凝土支护技术的经济效益显著。相比传统支护方式,喷射混凝土支护具有施工速度快、支护效果好、材料用量少等优点。这不仅降低了支护成本,还提高了巷道的掘进速度和利用率。此外,喷射混凝土支护的耐久

性也较好,能够减少后期维护和修复的费用。因此,在煤矿巷道支护中广泛应用喷射混凝土支护技术具有显著的经济效益和社会效益<sup>[3]</sup>。

## 2.3 型钢支架支护技术的应用

(1)型钢支架的选型与设计原则。型钢支架的选型需根据巷道围岩的岩性、地质构造、应力状态及巷道用途等因素进行综合考虑。一般来说,需选择承载能力强、抗变形性能好的型钢材料作为支架主体。在设计过程中,需合理确定支架的跨度、高度、壁厚等参数,以及支架之间的间排距和连接方式。同时,还需考虑支架与围岩的相互作用关系,确保支架能够有效支撑围岩并传递应力。(2)型钢支架支护的施工要点与注意事项。型钢支架支护的施工要点包括支架的安装位置、安装角度、连接方式和预紧力等方面。在施工过程中,需确保支架安装位置准确、角度合理,避免偏差过大影响支护效果。同时,还需做好支架之间的连接工作,确保连接牢固可靠。在支架安装完成后,需及时对支架进行预紧处理,以提高其承载能力和稳定性。此外,在施工过程中还应注意保护支架免受损坏和腐蚀等因素的影响<sup>[4]</sup>。(3)型钢支架支护在深部开采中的应用效果。在深部开采中,由于地压增大、地质条件复杂等因素的影响,巷道支护难度也随之增加。型钢支架支护技术以其承载能力强、抗变形性能好等优点在深部开采中得到了广泛应用。通过合理选型和设计型钢支架支护体系,并严格控制施工质量和维护管理等方面的工作,型钢支架支护技术能够有效抵抗深部高地压,保持巷道的稳定性和安全性。

## 3 煤矿巷道支护技术的优化与创新

### 3.1 支护技术的优化方向

(1)提高支护材料的性能与耐久性。支护材料的性能与耐久性直接影响到巷道支护效果和使用寿命。因此,优化支护技术的首要方向是提高支护材料的性能。这包括研发具有更高强度、更好抗腐蚀性和更长使用寿命的新型支护材料。例如,高强度、高韧性的合金钢材料可以作为型钢支架的主要材料,以应对深部开采中的高地压环境;同时,研发耐候性强的混凝土添加剂,可以提高喷射混凝土的抗风化、抗水侵性能,延长支护结构的使用寿命。(2)改进支护结构的设计与施工工艺。支护结构的设计与施工工艺对支护效果同样至关重要。优化设计应充分考虑巷道围岩的力学特性和地质条件,采用科学合理的支护形式和参数配置。例如,在软岩巷道中,可采用联合支护技术,即锚杆支护与喷射混凝土支护相结合,通过锚杆的主动加固作用和喷射混凝土的封闭作用,共同提高围岩的稳定性。此外,还需优化施

工工艺,确保支护结构的施工质量符合设计要求。例如,采用先进的施工机械和工艺,提高锚杆的钻孔精度和注浆质量,减少人为因素对支护效果的影响。(3)加强支护技术的智能化与自动化水平。随着信息化技术的快速发展,智能化、自动化已成为各行业转型升级的重要方向。在煤矿巷道支护领域,也应加强支护技术的智能化与自动化水平。通过引入智能监测系统和自动化施工设备,实现对巷道支护状态的实时监测和预警,以及支护结构的快速施工和精准安装。例如,利用传感器和物联网技术,对巷道围岩的应力、变形等参数进行实时监测,及时发现并处理支护过程中的问题;同时,采用自动化喷浆机、锚杆钻机等施工设备,提高施工效率和支护质量<sup>[5]</sup>。

### 3.2 支护技术的创新实践

(1)新型支护材料的研发与应用。新型支护材料的研发是支护技术创新的重要方向之一。近年来,随着材料科学的不断进步,一系列具有优异性能的新型支护材料应运而生。例如,高强度、轻质化的复合材料可用于制作轻型支护结构,减轻支护结构的重量并提高其承载能力;自修复混凝土材料可在受损后自动修复裂缝和缺陷,提高支护结构的耐久性和安全性。这些新型支护材料的应用将进一步提升巷道支护的效果和可靠性。(2)支护技术的集成创新与综合应用。支护技术的集成创新与综合应用是实现支护效果最优化的重要途径。通过将不同支护技术进行有机组合和集成应用,可以充分发挥各种支护技术的优势,形成协同效应。例如,在深部开采中,可采用锚杆+锚索+喷射混凝土的联合支护技术,通过锚杆和锚索的主动加固作用以及喷射混凝土的封闭作用,共同提高围岩的稳定性和承载能力。此外,还可将支护技术与采矿工艺、通风排

水等其他工程技术相结合,形成综合性的巷道支护方案。

(3)支护技术在复杂地质条件下的适应性研究。煤矿开采过程中常遇到复杂多变的地质条件,如断层、破碎带、软岩等。这些地质条件对巷道支护提出了更高的要求。因此,需要加强对支护技术在复杂地质条件下适应性的研究。通过深入分析地质条件对巷道支护的影响机理和规律,优化支护设计方案和施工工艺参数;同时开展大量的现场试验和数值模拟研究,验证支护技术的有效性和可靠性。这些研究将为支护技术在复杂地质条件下的应用提供有力支持。

### 结束语

综上所述,煤矿采矿工程巷道支护技术的应用研究对于提升作业安全性、保障生产效率具有重要意义。通过深入分析与实践应用,我们认识到合理选择和科学设计支护方案对于巷道稳定性的至关重要性。未来,随着技术的不断进步与新材料的应用,巷道支护技术将持续创新,为煤矿行业的安全高效发展提供更加坚实的保障。

### 参考文献

- [1]师勇.采矿工程巷道掘进和支护技术的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2022,(07):64-66.
- [2]岳龙.采矿工程巷道掘进和支护技术的应用[J].居业,2022,(08):59-61.
- [3]郭晓辉.煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术措施研究[J].当代化工研究,2022,(10):108-110.
- [4]官晓亮.采矿工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].中国金属通报,2022,(11):113-115.
- [5]张晓刚.煤矿采矿工程巷道支护技术的应用研究[J].自动化应用,2024,(15):140-142.