

煤矿采矿工程巷道掘进和支护应用研究

王虎成

甘肃华亭煤电股份有限公司砚北煤矿 甘肃 平凉 744100

摘要: 本文综述了煤矿采矿工程中的巷道掘进与支护技术。掘进技术方面,介绍了钻爆法和机械掘进法的工作原理、施工流程、特点及应用条件,并提出了掘进技术的优化策略。支护技术方面,阐述了支护技术的基本原理、常见支护类型(锚杆支护、架棚支护、喷射混凝土支护)及其设计与施工方法,同时强调了支护效果评估与监测的重要性。本文旨在为煤矿巷道掘进与支护提供理论指导和实践参考。

关键词: 煤矿采矿工程;巷道掘进;支护技术

引言: 煤矿采矿工程中,巷道掘进与支护是保障采矿作业顺利进行的关键环节。掘进技术的选择与优化直接影响着煤矿的生产效率和作业安全,而支护技术的合理应用则是确保巷道稳定性的重要手段。本文将对巷道掘进与支护技术进行深入探讨,分析不同技术的特点、应用条件及优化策略,为煤矿采矿工程提供有益的参考。

1 巷道掘进技术概述

巷道掘进,作为煤矿采矿工程的核心环节,承担着在地下岩层中开挖出必要通道的重任。这一过程通过人工或机械手段,依据设计的断面形状和尺寸,逐步推进,形成连续的巷道空间。巷道掘进不仅为煤矿开采提供了运输、通风、排水和行人通道,更是保障采矿作业顺利进行的关键。掘进技术的高效与安全,直接影响着煤矿的生产效率和作业人员的安全。当前,煤矿采矿工程中主要采用钻爆法和机械掘进法。钻爆法虽适应性强、操作简单,但效率相对较低,安全性也存在一定隐患。而机械掘进法,凭借高效、安全的优势,逐渐成为主流,尽管设备成本较高,对操作技术要求也更为严格。随着科技进步,掘进设备不断升级,自动化、智能化水平显著提升,为复杂地质条件下的掘进作业提供了有力支持^[1]。

2 巷道掘进技术具体应用

2.1 钻爆法掘进技术

钻爆法掘进技术是一种传统的巷道掘进方法,其工作原理主要基于炸药的爆炸能量来破碎岩石。具体来说,钻爆法通过钻孔、装药、封孔、起爆等一系列工序,利用炸药的爆炸冲击力将岩石破碎成适合装运的块度。(1) 施工流程方面,钻爆法掘进通常包括以下步骤:首先,根据设计要求和地质条件,确定钻孔的位置、方向和深度;然后,使用钻机进行钻孔,确保孔径、孔深和孔位满足爆破要求;接着,将炸药装入孔

内,并使用封孔材料封闭孔口,以防止炸药泄露和爆炸气体逸出;最后,按照安全规程进行起爆,完成岩石的破碎。(2) 钻爆法掘进技术具有适应性强、操作简单、成本相对较低等优点。它适用于各种地质条件,尤其是坚硬岩石和复杂地层。然而,钻爆法也存在一些明显的缺点,如掘进效率低、对围岩破坏大、安全性差等。爆破产生的震动和冲击波容易对围岩造成损伤,导致巷道稳定性降低,同时爆破作业也存在较大的安全风险。

(3) 适用条件方面,钻爆法掘进技术主要适用于地质条件复杂、岩石硬度较高、巷道断面较大的情况。在煤矿开采中,对于需要开挖大断面巷道的区域,如井底车场、主要运输大巷等,钻爆法仍然是一种有效的掘进方法。

2.2 机械掘进技术

机械掘进技术是一种利用机械设备进行岩石破碎、装运和支护的掘进方法。与钻爆法相比,机械掘进技术具有效率高、安全性好、对围岩破坏小等优点。(1) 机械掘进设备的主要类型包括掘进机、盾构机等。掘进机是一种集切割、装运、支护于一体的综合机械化设备,它能够通过旋转切割头将岩石破碎,并利用输送机将碎岩运出巷道。盾构机则是一种用于开挖地下隧道的专用设备,它通过盾构壳体的推进和支撑作用,保持巷道的稳定性,同时进行岩石的破碎和装运。(2) 机械掘进技术的特点在于其高效性和连续性。机械掘进设备能够持续地进行岩石破碎和装运作业,大大提高了掘进效率。同时,机械掘进技术对围岩的破坏较小,有利于巷道的稳定性和安全性。然而,机械掘进设备的成本较高,对操作人员的技术水平也有较高要求。(3) 在效率与成本方面,机械掘进技术相较于钻爆法具有明显优势。机械掘进设备能够连续作业,减少了人工操作和时间浪费,提高了掘进效率。虽然机械掘进设备的初期投资较大,但由于其高效性和稳定性,长期来看能够降低掘进成

本。然而，在某些地质条件复杂或巷道断面较小的情况下，机械掘进设备的适用性可能受到限制^[2]。

2.3 掘进技术的优化策略

为了提高巷道掘进效率，可以采取一系列优化策略。（1）智能化控制是一个重要的方向。通过引入智能控制系统，可以实现对掘进设备的远程监控和自动化操作，提高设备的运行效率和准确性。例如，可以开发智能掘进机器人，实现巷道的自动开挖和支护。（2）设备改进也是提高掘进效率的重要手段。可以对现有的掘进设备进行技术改造和升级，提高其破碎能力和装运效率。同时，还可以研发新型掘进设备，如更高效的切割头、更稳定的支护系统等，以满足不同地质条件和巷道断面的掘进需求。（3）还可以通过优化施工组织 and 工艺流程来提高掘进效率。例如，可以合理安排掘进作业的顺序和时间，减少设备闲置和等待时间；可以改进爆破参数和装药方式，提高爆破效果和岩石破碎质量。

2.4 掘进过程中的安全管理

掘进作业中存在着诸多安全风险，如顶板冒落、瓦斯突出、机械伤害等。因此，加强掘进过程中的安全管理至关重要。（1）建立健全的安全管理制度和操作规程，明确各级人员的安全职责和操作规程。同时，要加强对作业人员的安全培训和教育，提高其安全意识和操作技能。（2）加强对掘进设备的维护和保养，确保其处于良好的工作状态。对于存在安全隐患的设备要及时进行维修或更换，防止因设备故障引发安全事故。（3）还要加强对掘进作业现场的监督和检查，及时发现和消除安全隐患。对于违反安全规定的行为要严肃处理，防止类似事故再次发生。（4）建立健全的应急救援体系，制定应急预案和演练计划。一旦发生安全事故，要迅速启动应急预案，组织救援力量进行抢救和处理，最大限度地减少人员伤亡和财产损失^[3]。

3 巷道支护技术及应用

3.1 支护技术的基本原理

（1）支护技术在煤矿巷道开挖中起着至关重要的作用，其核心目的在于增强巷道的稳定性，确保围岩在开挖后不会因应力重新分布而发生过度变形或破坏。支护不仅为围岩提供了一个额外的支撑力，还通过与围岩的相互作用，形成一个整体承载体系，共同抵抗地压和外界扰动。（2）支护技术根据其作用机制、材料选择及施工方式的不同，可以分为多种类型。按作用机制划分，有主动支护和被动支护之分。主动支护，如锚杆支护，通过预先施加的力或锚固作用，主动约束围岩的变形；而被动支护，如架棚支护，则主要依赖支护结构的刚度

来抵抗围岩的压力。按材料选择划分，支护技术包括金属支护、木质支护、混凝土支护等。金属支护以其高强度、耐腐蚀性和可回收性而广泛应用；木质支护则因其易加工、成本低而在某些特定条件下使用；混凝土支护则以其良好的耐久性和密封性而备受青睐。按施工方式划分，支护技术有现场浇筑、预制拼装、喷射施工等多种方法。（3）支护技术的设计原则应遵循科学性、经济性、安全性和可维护性。科学性原则要求支护设计必须基于准确的地质勘察和力学分析，确保支护结构与围岩的相互作用机制明确，支护参数合理。经济性原则强调在满足支护要求的前提下，应尽量选择成本低、施工方便、材料易得的支护方案。安全性原则是支护设计的核心，要求支护结构必须具有足够的承载能力、稳定性和耐久性，能够抵抗各种可能的应力状态和外界扰动。可维护性原则则要求支护结构应易于检查和维修，一旦发现损坏或变形，能够及时进行处理，确保巷道的长期稳定运行。

3.2 常见支护技术

（1）锚杆支护是煤矿巷道中最常见的支护方式之一。锚杆通过其杆体、锚头和锚固剂的共同作用，将围岩与支护结构紧密连接在一起，形成一个整体的承载体系。锚杆支护的优点在于其施工方便、成本低、效果好，能够显著提高围岩的自承能力，减少围岩的变形和破坏。锚杆的设计应考虑锚杆的材质、直径、长度、锚固方式及锚固力等因素，确保锚杆与围岩的锚固效果达到最佳。（2）架棚支护是另一种常见的巷道支护方式。架棚通常由金属或木质材料制成，其结构形式有拱形、梯形、矩形等多种。架棚支护的优点在于其结构稳定、承载能力强，能够有效抵抗围岩的压力和变形。然而，架棚支护的施工相对复杂，成本较高，且在使用过程中需要定期进行维护和更换。架棚的设计应考虑巷道的断面形状、围岩的性质、开采方法等因素，确保架棚的结构形式和参数与实际情况相符。（3）喷射混凝土支护是一种将混凝土材料通过喷射设备均匀涂抹在巷道围岩表面的一种支护方法。喷射混凝土支护的优点在于其施工速度快、密封性好、防水性强，能够迅速形成一层坚固的支护层，有效防止围岩的风化、剥落和位移。喷射混凝土的设计应考虑混凝土的配比、喷射厚度、喷射顺序等因素，确保喷射混凝土支护层的质量和效果^[4]。

3.3 支护结构的设计与施工

（1）支护结构的设计是巷道支护技术的关键环节。在设计过程中，应首先进行详细的地质勘察和力学分析，了解围岩的性质、巷道的断面形状和尺寸、开采方

法等因素对支护结构的影响。然后,根据分析结果,选择合适的支护类型和参数,如锚杆的直径、长度、锚固方式,架棚的结构形式和尺寸,喷射混凝土的配比和厚度等。(2)支护结构的施工步骤通常包括以下几个环节:首先,进行巷道开挖和准备工作,确保施工现场的整洁和安全;然后,根据设计要求进行支护材料的准备和加工,如锚杆的制作、架棚的搭设、混凝土的搅拌等;接着,按照施工顺序和操作规程进行支护结构的安装和固定。对于锚杆支护,需要钻孔、安装锚杆、注浆等步骤;对于架棚支护,需要搭设架棚、调整架棚位置、固定架棚等步骤;对于喷射混凝土支护,需要准备混凝土材料、调整喷射设备、进行喷射施工等步骤。最后,对支护结构进行检查和验收,确保其符合设计要求和安全标准。(3)在支护结构的施工过程中,质量控制是至关重要的。应建立健全的质量管理体系和制度,对施工过程中的各个环节进行严格监督和检查。同时,还应加强对施工人员的培训和教育,提高其施工技能和质量意识。具体来说,应控制支护材料的质量,确保材料符合设计要求;应控制施工过程中的工艺参数,如钻孔的深度和直径、锚杆的锚固力、架棚的搭设位置和固定方式、喷射混凝土的配比和厚度等;应定期对支护结构进行检查和维护,及时发现和处理支护结构的损坏和变形。

3.4 支护效果评估与监测

(1)支护效果的评估与监测是巷道支护技术的重要环节。通过评估可以了解支护结构的稳定性和承载能力,判断其是否满足设计要求和安全标准;通过监测可以及时发现支护结构的变化和异常情况,为采取相应的维护和加固措施提供依据。(2)支护效果的评估指标主要包括支护结构的位移、应力、变形等。位移指标可以通过测量支护结构表面的位移量来反映支护结构的稳定

性;应力指标可以通过测量支护结构内部的应力分布来反映支护结构的承载能力;变形指标可以通过观察支护结构的形状变化来反映支护结构的整体性能。这些指标可以通过现场观测、仪器测量等方法获取。(3)支护效果的监测方法主要包括定期巡查、仪器监测、数值模拟等。定期巡查是通过定期对支护结构进行定期观察和分析,及时发现支护结构的表面变化和异常情况;仪器监测是利用各种监测仪器对支护结构的位移、应力、变形等指标进行实时测量和记录,为评估提供准确的数据支持;数值模拟是通过建立数学模型来模拟支护结构的受力过程和变形情况,为评估提供理论依据和预测结果^[5]。

结语

本文全面介绍了煤矿采矿工程中的巷道掘进与支护技术,从掘进方法的选择到支护结构的设计与施工,再到支护效果的评估与监测,形成了完整的技术体系。随着科技的进步和煤矿开采技术的不断发展,掘进与支护技术也将不断创新和完善。未来,应进一步加强技术研究和实践应用,推动煤矿采矿工程向更高效、更安全、更环保的方向发展。

参考文献

- [1]刘星宇.煤矿采矿工程巷道掘进和支护应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(5):65-66.
- [2]郝卓琦.煤矿采矿工程巷道掘进和支护应用研究[J].当代化工研究,2022(1):78-80.
- [3]李博文.煤矿采矿工程巷道掘进和支护应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(17):57-58.
- [4]张大宁,李传国.煤矿采矿工程中巷道掘进和支护技术应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2024(12):157-159.
- [5]王凯.煤矿采矿工程巷道掘进和支护应用研究[J].空中美语,2021(9):463-464.