

# 煤矿大断面岩石巷道快速掘进技术探讨

李亚泉

平煤神马建工集团矿山建设工程有限公司建井一处 河南 平顶山 467000

**摘要:** 随着煤矿开采需求的增长,大断面岩石巷道的快速掘进技术愈发重要。本文深入探究了该技术的现状与应用,强调了地质预测预报、优化运输系统、采用中深孔爆破和光爆锚喷支护等技术的重要性。此外,文章还讨论了支护设计的优化和深孔爆破技术的具体应用,旨在提升巷道掘进的效率和质量,满足煤矿开采的通风需求,为工作人员提供更安全的环境,促进煤矿事业的稳定发展。

**关键词:** 煤矿;大断面岩石巷道;快速掘进技术

引言:在煤炭资源开采中,大断面岩石巷道的掘进效率和安全性一直是制约煤矿生产效率的关键因素。随着开采深度和巷道断面的增大,掘进技术面临更加复杂的地质条件和施工要求。本文旨在深入探讨煤矿大断面岩石巷道的快速掘进技术,分析现有技术的优缺点,提出改进措施,以期为煤矿掘进技术的改进和煤炭资源的高效开采提供新的思路和参考,促进煤矿行业的可持续发展。

## 1 煤矿大断面岩石巷道掘进现状分析

### 1.1 掘进技术概述

#### 1.1.1 现有掘进方法介绍

(1) 钻爆法:钻爆法是煤矿大断面岩石巷道掘进中常用的方法之一。其基本原理是通过钻孔、装药、爆破等工序,将岩石破碎成小块,再用装载设备进行运输。钻爆法的优点在于对地质条件的适应能力强,适用于各类硬岩和软岩。然而,该方法也存在一些缺点,如工序多、干扰大、速度相对较低、超欠挖严重、安全性差以及工人劳动强度大等。此外,钻爆法还容易对周围环境造成振动和噪声污染。(2) 掘进机法:掘进机法是利用掘进机进行巷道掘进的现代化方法。掘进机通过回转刀具破碎岩石,同时进行掘进和装载作业。掘进机法具有掘进速度快、施工质量好、安全性高、自动化程度高以及振动、噪声小等优点。然而,该方法对地质条件的适应能力相对较差,特别是在复杂地质条件下,掘进机的效率和适应性会受到影响。此外,掘进机的初期投资较高,且不易改变开挖直径和形状。

#### 1.1.2 各种方法的优缺点比较

钻爆法和掘进机法各有优缺点。钻爆法虽然工艺成熟、适应性强,但存在效率低、安全性差等问题。而掘进机法则具有掘进速度快、施工质量好、自动化程度高等优点,但初期投资较高,且地质适应性有限。因此,

在选择掘进方法时,需要根据具体的地质条件、巷道断面、工期要求以及成本等因素进行综合考虑。

### 1.2 掘进速度影响因素分析

掘进速度受到多种因素的影响,主要包括机械化装备程度、爆破效果与炸药选择、巷道断面与岩石性质以及施工管理与施工组织。(1) 机械化装备程度。机械化装备程度是影响掘进速度的重要因素。随着科技的进步,掘进设备不断更新换代,机械化程度不断提高。高效、先进的掘进设备能够显著提高掘进速度,降低劳动强度,提高安全性。因此,加大机械化装备的投入,提升设备性能和自动化水平,是提高掘进速度的关键。(2) 爆破效果与炸药选择。在钻爆法中,爆破效果直接影响掘进速度和巷道质量。爆破效果的好坏取决于炸药的选择、装药量、炮眼布置以及爆破参数等因素。选择合理的炸药和爆破参数,优化炮眼布置,能够显著提高爆破效果,减少超欠挖,提高掘进速度<sup>[1]</sup>。(3) 巷道断面与岩石性质。巷道断面和岩石性质也是影响掘进速度的重要因素。巷道断面越大,掘进难度越大,需要更高效的掘进设备和更合理的爆破参数。同时,岩石的硬度、节理发育情况等因素也会影响掘进速度。在坚硬岩石中掘进时,需要选择更加高效的破碎方式和设备;在软弱岩石中掘进时,则需要注意支护和稳定问题。(4) 施工管理与施工组织。施工管理和施工组织对掘进速度具有重要影响。合理的施工组织、科学的施工计划以及有效的现场管理能够显著提高掘进效率。此外,加强施工人员的培训和管理,提高他们的技能水平和安全意识,也是提高掘进速度的重要措施。

## 2 煤矿大断面岩石巷道快速掘进关键技术探讨

### 2.1 高效掘进设备的应用

(1) 掘进机的选型与配置。掘进机的选型需基于具体的地质条件和巷道要求。在坚硬岩层中,应选择具有

强大破岩能力的掘进机；而在软岩条件下，则需考虑掘进机的灵活性和对围岩的保护性。在配置方面，掘进机的截割部、装载部、行走部和支护装置等应合理搭配，以确保掘进过程的连续性和稳定性。例如，悬臂式掘进机因其适应性广、操作灵活等特点，被广泛应用于煤矿巷道掘进。在选型时，需关注其截割功率、截割头形状和尺寸等参数，以满足不同地质条件下的掘进需求。

(2) 掘进机性能参数对掘进速度的影响。掘进机的性能参数直接影响掘进速度。其中，截割功率、截割速度和截割头形状等是关键参数。截割功率越大，掘进机的破岩能力越强，掘进速度也相应提高。截割速度则决定了掘进机在单位时间内的截割量，过快的截割速度可能导致掘进机过载，而过慢则影响掘进效率。截割头形状和尺寸则需根据巷道断面和岩石性质进行设计和调整<sup>[2]</sup>。

(3) 掘进机与其他设备的协同作业。掘进机在掘进过程中，需要与其他设备进行协同作业，如装载机、运输机和支护设备等。为了确保掘进过程的连续性和高效性，需对掘进机与其他设备的协同作业进行合理规划和优化。例如，可以通过自动化控制系统实现掘进机与装载机的联动作业，提高装岩效率；同时，利用先进的支护设备和技术，实现掘进与支护的平行作业，缩短巷道掘进周期。

## 2.2 爆破技术的优化

(1) 新型高威力安全炸药的选择。炸药的选择对爆破效果和安全至关重要。新型高威力安全炸药具有爆轰性能好、安全性高和稳定性强等特点，能有效提高爆破效率，降低炸药消耗。在选择时，需关注炸药的爆速、爆压和殉爆距离等参数，以确保其不同地质条件下的适用性。(2) 爆破参数的设计与优化。爆破参数的设计直接影响爆破效果和掘进速度。其中，炮眼布置、装药量、起爆方式和起爆顺序等是关键参数。合理的炮眼布置和装药量可以确保爆破的均匀性和连续性，避免超欠挖现象；而起爆方式和起爆顺序则决定了爆破波的传播方向和能量分布，对巷道掘进质量和安全性具有重要影响。(3) 爆破专家系统的应用。随着计算机技术的发展，爆破专家系统被广泛应用于煤矿巷道掘进中。该系统通过输入地质条件、巷道断面和炸药性能等参数，自动计算和优化爆破参数，提高爆破效率和安全性。同时，该系统还可以对爆破过程进行实时监测和反馈，及时调整爆破参数，确保爆破效果达到最佳。

## 2.3 支护技术的改进

(1) 支护方式的选择。支护方式的选择应根据巷道断面、岩石性质和地质构造等因素进行综合考虑。在坚

硬岩层中，可以采用锚杆支护或喷射混凝土支护等方式；而在软岩或破碎岩层中，则需考虑使用钢架支护或联合支护等方式。此外，随着技术的发展，新型支护材料和技术如预应力锚杆、锚索支护和可伸缩支护等也被广泛应用于煤矿巷道支护中。(2) 支护材料与技术的研究。支护材料的选择对支护效果和使用寿命具有重要影响。传统的支护材料如木材、钢材等已逐渐被新型材料如高强锚杆、纤维增强复合材料等所替代。同时，随着支护技术的不断发展，新型支护技术如预应力锚杆支护、锚索支护和组合支护等也被广泛研究和应用。这些新型支护材料和技术具有更高的支护能力和更强的适应性，能有效提高巷道支护的稳定性和安全性<sup>[3]</sup>。(3) 支护与掘进的平行作业。为了提高掘进效率，支护与掘进应尽可能实现平行作业。这可以通过优化掘进机的截割方式、支护设备的安装方式和施工流程等来实现。例如，可以采用边掘进边支护的方式，即在掘进过程中同时安装锚杆或喷射混凝土等支护材料；或者采用先掘进后支护的方式，但需在掘进后立即进行支护作业，以确保巷道的稳定性和安全性。

## 2.4 运输与排矸系统的优化

(1) 运输设备的选型与配置。运输设备的选型与配置对掘进效率具有重要影响。在煤矿巷道掘进过程中，常用的运输设备有胶带输送机、刮板输送机和矿车等。选型时，需根据巷道断面、掘进速度和运输量等因素进行综合考虑。同时，为了确保运输的连续性和高效性，还需对运输设备进行合理布局和配置，如设置转载点、缓冲仓等。(2) 排矸效率的提升策略。排矸效率的提升可以通过多种策略来实现。例如，可以采用高效的排矸设备和技术，如连续排矸机、破碎机等；同时，优化排矸流程，减少排矸环节和运输距离；还可以利用自动化技术实现排矸设备的远程控制和智能调度，提高排矸效率。(3) 运输与掘进的协调配合。运输与掘进的协调配合对于提高掘进效率至关重要。为了确保运输与掘进的同步进行，需对运输设备和掘进设备进行合理规划和布局。例如，可以设置多个运输设备以实现分段运输，确保掘进过程中产生的岩石和废料能够及时被运走，不影响掘进机的连续作业。同时，掘进与运输之间应建立有效的通讯和调度机制，以便在掘进过程中及时调整运输设备的工作状态，确保掘进与运输的紧密配合<sup>[4]</sup>。

## 3 煤矿大断面岩石巷道快速掘进技术的发展趋势与挑战

### 3.1 技术发展趋势

(1) 掘进设备的智能化与自动化。随着人工智能、

物联网和大数据技术的快速发展,掘进设备正逐步实现智能化和自动化。智能化掘进设备通过集成自动导航系统、智能控制算法和远程监控技术,能够实现更精确、高效的作业。例如,带有自动导向系统的全断面掘进机(TBM)能够在复杂地形下保持稳定的推进方向,减少偏移误差;而配备激光扫描仪的钻探设备则能精确控制钻孔的位置和深度,提高钻孔精度。此外,物联网技术的应用使得施工现场的各种智能设备能够实现数据共享与实时监控,从而大幅提升施工效率和质量。(2)爆破技术的创新与发展。爆破技术在大断面岩石巷道掘进中起着举足轻重的作用。传统的爆破方法如冲击爆破法,虽然施工速度快,但存在环境污染大、安全隐患高等问题。因此,爆破技术的创新与发展成为必然趋势。未来,无震法爆破技术将得到更广泛的应用,通过精确控制炸药量和爆破参数,减少对地质环境的破坏和振动影响。同时,智能爆破系统的研发,能够实现爆破过程的精确控制和实时监测,进一步提高爆破效率和安全性。

(3)支护技术的多样化与个性化。支护技术是大断面岩石巷道掘进中不可或缺的一环。随着巷道深度的增加和地质条件的复杂化,传统的支护材料和技术已难以满足现代施工要求。因此,支护技术的多样化与个性化成为发展趋势。高强度纤维增强聚合物(FRP)等新型支护材料因其重量轻、强度高、耐腐蚀等特点,正逐步取代传统的金属支架和混凝土支护。此外,结合锚杆加固技术和喷射混凝土工艺,形成多层次的支护体系,能够显著增强巷道的整体稳定性。未来,支护技术将更加注重适应性和灵活性,以满足不同地质条件和施工需求。

### 3.2 面临的挑战与应对策略

(1)复杂地质条件下的掘进难题。复杂地质条件是大断面岩石巷道掘进中面临的主要挑战之一。软弱围岩、破碎带、高压水层等地质异常现象,增加了施工难度和安全隐患。为了应对这一挑战,可以利用地质雷达和超声波探测仪进行精确地质评估,通过三维地质建模软件,将采集到的数据转换成可视化模型,帮助工程师制定更科学的施工方案。同时,引入智能化掘进设备,通过精确控制和实时监测,减少地质异常对施工的影响。

(2)掘进过程中的安全与环保问题。掘进过程中的安全与环保问题直接关系到作业人员的生命安全和生态环境的保护。为了保障施工安全,需要加强安全培训和演练,提高作业人员的安全意识和应急处理能力;同时,引入先进的安全监测和预警系统,实现对掘进过程中的安全风险实时监测和预警。在环保方面,推广使用环保型掘进设备和工艺,减少粉尘、噪音和有害气体的排放;对掘进过程中产生的废水、废料进行集中处理和资源化利用,降低对环境的污染。(3)技术更新与人才培养的需求。随着掘进技术的不断发展和进步,对专业人才的需求也日益迫切。为了满足技术更新的需求,需要加强产学研合作,推动技术创新和产品升级;同时,通过设立奖学金、提供实习机会等方式,吸引更多优秀的青年学子投身掘进技术领域。对于现有技术人员,需要定期举办技术培训班、研讨会和交流会等活动,让他们及时了解最新的掘进技术和设备,掌握先进的施工方法和经验。此外,还需要加强对技术人员的职业规划和激励机制,激发他们的创新精神和工作热情。

### 结束语

综上所述,针对煤矿大断面岩石巷道的快速掘进技术,我们进行了全面而深入的探讨。在掘进设备、爆破技术、支护设计和运输排矸系统等方面,我们提出了多项具有实用价值的改进方案。这些方案的实施,将有望极大提升掘进速度,降低成本,同时保障作业安全。展望未来,随着科技的不断进步,我们期待煤矿大断面岩石巷道快速掘进技术能够取得更多的突破和进展,为煤矿行业的可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]韩海军.煤矿大断面岩石巷道快速掘进技术的思考[J].山东工业技术,2019,(07):75-76.
- [2]汪洋.大断面岩巷机械化掘进施工与组织研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(12):119-120.
- [3]冯敬伟.大断面长距离大坡度下山全岩巷道快速施工技术研究[J].山东煤炭科技,2019,(08):74-76.
- [4]田双.煤矿大断面巷道快速掘进技术研究[J].煤矿现代化,2020,(04):34-36.