

## 聚能光面爆破联合钻装机组快速掘进技术研究

张明利

郑州煤电股份有限公司超化煤矿 河南新密

**【摘要】**随着矿井机械化程度的不断提高,对矿井安全生产的需求也越来越大,而采用科学、合理的、科学的、合理的施工流水线是保证矿井安全生产的关键。岩巷快速掘进技术,是指在施工中合理利用破岩、施工中的支护、装车工艺,以及施工过程中的科学管理,保证各个工序的衔接比较顺利,从而在最短的时间内,将技术和管理的优势发挥到极致。

**【关键词】**光面爆破; 钻爆法; 钻装机组; 快速掘进技术

### Research on fast excavation technology of concentrated smooth blasting combined drilling unit

Mingli Zhang

Chaohua Coal Mine of Zhengzhou Coal and Electricity Co., Ltd., Xinmi, Henan

**【Abstract】** With the improvement of the mechanization level of coal mine in China, higher requirements are put forward, and the scientific and reasonable rapid tunneling mechanization production line is an important guarantee to realize the efficient tunneling of coal mine. The so-called rock and roadway rapid tunneling technology refers to the reasonable use of rock breaking, the construction of support and loading technology, and the scientific management of each process, so that the connection between the processes is relatively smooth, with the least time, give full play to the technical advantages and management advantages of roadway construction.

**【Keywords】** Smooth blasting; Drill and blast method; Drilling unit; Rapid tunneling technology

#### 引言

扬河煤业 31171 底部回采巷道用于第二煤层瓦斯抽采,底部回采巷掘进的速度直接影响矿井生产的接替。原施工方案采用 EBZ318 (H) 型掘进机,由于掘进巷道为硬岩巷道,隧道掘进头齿损失大,安装更换齿的时间较长,且对巷道断面的尺寸和形状有严格的要求,对巷道不同岩性和不同地质构造的适应性较低,造成巷道掘进效率低下,增加了巷道掘进成本。为提高岩巷掘进效率,形成快速掘进机械化生产线,实现岩巷快速掘进,充分发挥机械化在岩巷施工中的作用,形成了适应扬河煤矿 31171 回风巷底抽巷处地质条件的岩巷光面爆破联合钻装机组快速掘进技术研究。

#### 1 基本概况

##### 1.1 31171 回风巷底抽巷地质条件

31171 回风巷底部抽巷位于 31179 运输巷(外

段)南侧,西接 31 采区下部开口,东接设计 31170 工作面运输巷。巷道设计从 21 煤口逐渐进入顶部砂岩泥岩,21 煤直接顶为泥岩或砂质泥岩,厚度为 0~9.59m,平均厚度 4.37m,深灰色,层状较厚,含粉质和粘土结构,夹有植物化石碎片,见黄铁矿膜,  $f=4\sim 5$ ; 21 煤老顶为中、细颗粒砂岩,厚度 3.01~13.33m。平均厚度 6.79m,法国灰色,中厚层,中至细颗粒结构,成分主要为石英,各层有白云母片和黑碳,二氧化硅胶结,发育斜层分层,致密坚硬,  $f=6$ ; 21 煤直接底板一般为泥岩,厚度 1.78~14.27m,平均厚度 8.4m,灰影,薄层状,泥质构造,碳质泥岩互层,具细方石脉,水平层理发育,含植物化石碎片,具黄铁矿结核,  $f=4\sim 5$ ; 2.1 老煤底为 L8 灰岩,厚度 0~5.87m,平均厚度 2.52m,灰色,层型厚,隐晶质结构,发育垂直裂隙,充填石脉,致密坚硬,  $f=8$ 。

## 1.2 底抽巷岩石物理力学参数分析

为了从理论上进行爆破参数的计算,确定爆破方案,对试验巷内的岩体进行了取样,并对其物理机械性能进行了测试。本实验采用的岩性为砂质泥岩,取自31171回风巷底板。介绍了《煤岩物理力学性质测定方法》中有关物性参数试验的有关规定。对其物理机械性能如真密度、单轴压缩强度、劈拉强度、粘结力、内摩擦角等进行了测试。选择5厘米5厘米10厘米的标准试件,并对三个不同的岩样进行了强度测试。

回风巷底板抽采区域的围岩以砂质、泥岩为主,对其影响较大。通过对试验结果的分析,得出普朗茨系数为4-8的硬岩巷道。EBZ318(H)型掘进机,因其掘进巷道是硬岩巷道,掘进头齿损失大、安装更换周期长,而且岩巷横截面尺寸和形状有严格的规定,对各种岩性、地质结构的巷道适应性差,对掘进速度和费用都有很大的影响。为了加快矿井掘进速度,实现机械化作业,使矿井的机械化作业更好地发挥,在扬河煤业31171回风巷底部抽巷的基础上,建立一套适合于煤矿井下作业的岩巷液凿岩机机械化、快速施工一体化技术。

## 2 岩巷掘进技术的研究现状

### 2.1 钻爆法现状

钻爆法经历了三个阶段:机械化湿法钻井代替干法钻井;塑料炸药管用非电炸药代替传统的热炸药和电炸药;乳化炸药的液压爆破代替枪孔五回填料堵爆破。有中国学者认为,我国钻爆法建设水平已达到国际先进水平。事实上,我国钻爆法的施工水平还存在较大差距。有的国家在钻爆法上投入较大的项目,钻、爆、排渣和配套技术水平有较高水平,但我国先进的钻爆法并未得到广泛推广。

这种爆破形成的裂缝将岩体切割成碎片,这些碎片将在爆破气体的巨大压力下沿着临界表面被抛出。钻爆施工是道路工程中应用最广泛、地质条件适应性最强的方法,也是采矿工程中成本最低、最合理的方法。在钻孔和爆破时,需要以下两点:

(1) 在设计要求和安全的前提下,以高速和高效率形成开挖巷道的轮廓;

(2) 降低围岩轮廓外的损伤程度,最大限度地提高原有围岩的稳定性,减少后期支护工作量,即降低围岩的损伤程度。围岩的破坏程度直接影响岩

层的承载力和稳定性,也决定了地下巷道能否选择合理的支护形式。

在硬岩巷道钻孔爆破作业中,应尽可能采用高波阻抗的炸药,以提高爆破能量传输的效率,提高爆破效果。对深硬岩,宜采取双槽式,既能克服围岩的夹持力,又能方便地将槽口内的岩体抽出。在具有一定韧性辐射或深孔爆破的情况下,在沟眼位置加设一个较深的中央眼,能协助投掷碎石。对较大的岩体,逆向爆破比正向爆破要好,可以延长应力波在岩体中的传播时间,提高爆破能量的利用率;为了方便发生“盲炮”、“落炮”等意外情况,下孔采用前冲。中深孔爆破时,合理调整钻孔位置,能改善钻孔质量,取得良好的爆破效果。

钻爆是指在爆破的一刹那发生的高温和压力,将岩石爆破。由于其高效性,所以钻爆法在工程中仍然占有很大比重。爆破作业包括钻孔、装药、钢丝、爆破、放炮、通风、支护、煤矸石等,在爆破作业中,要严格执行“三查”,即钻后、装前、气员检查、安全检查、爆破前安全检查,保证安全、安全、安全。钻孔爆破的成功与否,对围岩稳定性、施工速度、施工工艺等都有重要的影响,而打孔爆破的破坏程度很小,对围岩的整体稳定性和承载力都有很好的保障,围岩的自稳定性和承载力也得到了改善。光爆技术的发展不能精确地对环境的质量进行精确的控制,光爆炸后产生的光爆炸不能起到很好的作用。基于光学爆破,切缝爆破、切缝药包爆破、特种药包爆破等是目前先进的爆破技术。该技术已广泛用于国内岩巷开挖。

根据不同的围岩、地质条件,采取了超前注浆、冲击钻、预裂等措施,在现场改进了爆破参数,保证了隧道的安全,并对某些截面形状不同的巷道,采取了相应的支护措施。

### 3 钻装机组的岩巷掘进工艺分析

CMZY2-180/35钻机用于31171回风巷底抽巷。该设备的主体结构为装岩机械结构、链式刮板输送机机械结构,左右两臂冲击机械结构;履带移动机械,车身骨架,液压系统,电气系统,供水系统,保护设备等。该挖掘装置包括一台液压打孔机和一台岩石加料机。

#### 3.1 掘进、卸料快速、高效

水力凿岩冲击工作压力可在8-16 MPa之间,

钻孔压力明显大于气压钻孔，钻孔速度明显高于风洞；耙装液压操纵，充分满足作业空间小，操作灵敏，无矸石死角，煤矸石利用率高，与工作面平行。高质量的钻孔，成形的巷道，快速开采的煤矸石，为单进路的改造提供了保障。

### 3.2 降低工作强度，改善工作条件

采用这种钻机，仅需两名驾驶员即可完成全部井眼，而气动钻机则需 6~7 人进行同样的作业，而采用液压钻机控制的水力钻则能极大地降低人力成本。同时，减少了切割噪音，使施工人员远离工作面临时支护，避免了膜帮、顶板对工人的伤害，使其工作环境得到改善。

### 3.3 减少石材切削费用，节省能源

在相同的冲击速度下，液压凿岩车的活塞在钻尾区附近，具有较低的应力转移、效率高、受力分布均匀、失效时间短、材料成本低等优点。电液钻并设备的功耗只有风动式凿岩机的 1/3，功耗低，功耗低。水力岩石能根据不同的岩况调节最佳的岩体参数，从而提高了水力岩体的冲击应力转移效率，使钻具和钻杆通常节约 15%~20%。

### 3.4 施工费用低廉

液压钻机可按爆破图纸上的规定调节油压参数。炮孔爆破后，巷道质量好，井眼利用率高，缩短了打顶时间，节约了支撑所需的材料。根据统计，仅用旋喷法进行灌浆的方法要比其它方法少得多。

## 4 项目主要研究内容与方法

### 4.1 主要研究内容

根据文献资料和实地考察，采用理论和实验相结合的方法，分析了杨河煤矿 31171 回风巷底抽巷的影响因素。本课题的研究内容包括：

(1) 试验井巷岩体物理机械特性的测量，对井巷中的岩体进行取样和物力特性，例如：密度、轴向压缩、劈拉、内聚力、内摩擦角、泊松比、弹性模量等。对爆破参数的物理、机械参数进行了分析，为爆破参数的设计、爆破方案的选择、爆破器材的选择等奠定了基础。

(2) 岩巷掘进机设备选型与设备选型是快速掘进的关键，该工程采用钻孔爆破技术，采用已有的已有技术，对其物理力学特性进行了分析，并对综合挖掘机、支腿式钻机、钻机等在巷道掘进中的功能进行了分析，并根据 31171 回风巷底抽巷掘进装

备的选用。

(3) 爆破参数研究对 31171 回风巷底抽巷爆破施工中出现了的问题进行了分析，依据中深钻孔爆破原理，对钻孔进行了合理的切割，并制定了相应的爆破方案。

(4) 岩石巷道快速掘进工作线的研究，对影响岩石巷掘进速度的各种因素进行分析，对各工序进行科学的管理，保证各工序间的衔接，充分利用巷道的技术优势和管理优势，采取多工序并联交叉作业，形成 CMZY2-180/35 凿岩机组为煤矿井下配套输送带组成的连续煤矸石机械化作业线。

(5) 现场实验，利用 CMZY2-180/35 型钻机在 31171 回风巷底抽巷的现场实验，对实际数据进行了实测，对比分析，得到适合 31171 回风巷底抽巷的爆破参数。

## 5 岩巷掘进设备适应性分析

为适应扬河煤业 31171 回风巷底抽巷硬岩巷道快速掘进设备，需要测试巷道岩样和物理力学性能的综合挖掘机、气腿钻机和凿岩机在岩巷掘进过程中的分析，选择要钻进方式的掘进设备，保证钻孔和装岩速度快，适用于岩巷巷道掘进设备的应用。本工程通过对煤层和地质条件的分析，根据 31171 回风巷底抽巷的实际情况和围岩参数的确定，采用理论分析、数值模拟和 31161 回风巷底抽巷及现场实践的方法。

## 6 结束语

通过对底煤巷工作面试样岩石力学参数的测定，得出底煤巷道为硬岩巷道，砂质泥岩的水镁石系数为 8。分析比较了综合挖掘机、气腿凿岩机和钻机在岩巷施工中的适应性，决定引进 CMZY2-180/35 钻装机组，解决硬岩巷道综合挖掘机效率低的问题，形成以钻爆法为基础的钻装一体化高效作业方法。

## 参考文献

- [1] 吴中立.独头巷道爆破后通风[M].北京:冶金工业出版社.1959.
- [2] 王海桥,刘荣华等.独头巷道受限贴附射流流场特征模拟试验研究[U].中国工程科学.2004,6(8):45~49.]
- [3] 彭向峰,于双忠.煤层顶底板工程地质分类方案的初步研究.煤田地质与勘探 1997(06)

[4] 于双忠. 煤矿工程地质学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1994.6

**收稿日期:** 2022年8月10日

**出刊日期:** 2022年9月25日

**引用本文:** 张明利, 聚能光面爆破联合钻装机组快速掘进技术研究[J]. 工程学研究, 2022, 1(3): 183-186

**DOI:** 10.12208/j.jer.20220101

**检索信息:** RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**