

## 煤矿巷道支护与快速掘进技术探讨

赵 焯

河南龙宇能源股份有限公司车集煤矿, 河南 永城 476600

[摘要] 由于国家对煤矿安全问题的日益重视, 对煤矿巷道支护与快速掘进技术的研究也日渐多, 使得煤矿工作保护技术水平获得显著提高。然而, 为了满足高速煤矿掘进的需要, 对工作中保护的需求也愈来愈高, 因此, 必须加强煤矿巷道支护与快速掘进技术的研究和应用。才能更加有效地确保煤矿下工作安全, 加快掘进速度。以下则是对具体影响煤矿巷道掘进速度的因素以及高效的煤矿巷道支护技术进行分析和探究。

[关键词] 煤矿巷道; 巷道支护; 快速掘进

DOI: 10.33142/aem.v5i3.8207

中图分类号: TD353

文献标识码: A

### Discussion on Coal Mine Tunnel Support and Rapid Excavation Technology

ZHAO Ye

Cheji Coal Mine of He'nan Longyu Energy Co., Ltd., Yongcheng, He'nan, 476600, China

**Abstract:** Due to the increasing attention paid by the government to coal mine safety issues, research on coal mine roadway support and rapid excavation technology is also increasing, which has significantly improved the level of coal mine protection technology. However, in order to meet the needs of high-speed coal mine excavation, the demand for protection in work is also increasing. Therefore, it is necessary to strengthen the research and application of coal mine tunnel support and rapid excavation technology. Only in this way can the safety of job security under the coal mine be ensured more effectively and the tunneling speed be accelerated. The following is an analysis and exploration of the specific factors that affect the excavation speed of coal mine tunnels and efficient support technologies for coal mine tunnels.

**Keywords:** coal mine tunnel; tunnel support; rapid excavation

#### 引言

煤炭资源是一种重要的不可再生能源, 在国家经济发展中占有着地位。为了开发煤矿, 施工人员采取了地下巷道开采技术, 这一技术包括破碎岩石、运输煤炭资源以及支撑三个主要工序, 它是一项复杂的施工过程, 各种因素都会影响煤矿掘进的速度。而加快煤矿巷道掘进速度是至关重要的, 但同样保证巷道通畅和围岩安全也是不可或缺的。随着开采深度、广度和力量的增大, 地质变得越来越复杂化, 这就需要更加精湛和完善的巷道支护技术作为安全保障。

#### 1 影响煤矿巷道掘进速度的因素

##### 1.1 地质构造因素

良好的地质构造可以大大提高掘进效率, 但是复杂化多样的地质, 如褶皱、断层或火成岩侵入体, 会使掘进作业变得更加困难。总之, 煤岩坚硬、褶区构造、围岩节理、煤矿瓦斯量、顶部和底层的稳定性及其涌水量准则等都会对煤矿的生产形成重大影响。一旦围岩形成褶曲断层节理, 就会导致煤层厚度无法准确预测, 从而增加冒顶、塌落或偏冒等安全事故的发生概率, 直接影响掘进的速度。此外, 一旦煤炭掘进流程中气体涌出量较大, 也会给掘进工作构成很大的危险<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 掘进设备因素

随着 21 世纪科技的飞速发展, 先进、快捷的巷道掘

进装备和工艺技术日益被应用到实践中, 但是, 尽管中国的掘进开采设备种类繁多, 但是自动化、信息化、机械化和集成化程度依然滞后于一些发达国家, 总体技术水平仍有较大差距, 由中国自行研发的掘进采矿机械设备故障率较高, 尤其是损坏问题突出, 极大地影响了煤矿巷道的掘进效率。尽管有些掘进设备的关键技术尚未完全了解, 但是在许多煤矿企业中, 机械自动化依然是一个重要的技术挑战, 尤其是在打眼、喷浆等环节方面, 人工依然是主要的作业方法。

##### 1.3 施工工艺因素

目前, 国内多数煤矿企业使用的支护形式已经从传统的复合支护或打断面 U 型棚型支撑转变为更加先进的技术, 它们不但具有输送、通气、行人安装等方面的优势, 而且支护强度也更高, 巷道断面更大, 但是施工难度也更大, 尤其是在一些复杂的地质构造下, 这种技术可能会严重影响巷道掘进施工的进度<sup>[2]</sup>。

##### 1.4 施工组织管理与施工人员因素

为了缓解供电压力, 很多公司不顾及社会效益, 过度开采煤矿, 忽略了可持续和科学施工管理, 导致原煤产量出现了供大于求的现象。由于很多工程建设管理者缺乏严格的规程和行之有效的质量监督文书, 导致在工程中不能高效地执行原定的计划, 从而严重影响了煤矿安全生产。此外, 有些煤矿企业人员缺乏对新技术、新工艺和掘进设

备性能的充分了解,也严重阻碍了掘进速度的提升。

## 2 提高煤矿巷道掘进速度的方法

经过优化改进的煤矿巷道支护技术措施,不仅大大提高了围岩的稳定性,而且为煤矿安全性提供了坚实的基石,获得了显著的安全性经济效益。此外,调整后的支护方案成本与原计划基本持平,但是更为舒适的开采环境,使得煤矿开采利用效率获得了很大的提高。从经济角度来看,这可以为煤矿企业带来显著收益。

### 2.1 推广应用创新超前地质探测技术

采用先进的科学技术来实施快速掘进施工是至关重要的,因此,必须对矿区地质进行全面的勘探,制定完善的施工计划,并严格执行,以确保掘进施工的安全有序且高效。

通过采用先进的地质探测技术,如钻探、物探和巷探等方法,可以更好地掌握煤层的地质结构、水文地质情况及其岩性等重要信息,从而确保采掘工作面安全管理时间内的煤矿开采。通过收集和分析这些信息,施工人员可以有效地防止煤矿企业产生瓦斯突出和突水事故,从而确保煤矿企业安全和谐发展<sup>[3]</sup>。

### 2.2 应用先进掘进设备

煤矿公司在煤矿巷道掘进中,掘进机是最常用的机械设备,因此,应根据矿区的工作条件,选择合适的掘进机,并且要着眼于长远,为掘进机的长期稳定运行创造良好的环境,同时,要认真落实对掘进机的维护和保养工作。在掘进施工中,应结合煤矿实际,引入工艺技术,并结合自主研发,制定出能够满足支护、掘进并行作业的优质设备,以提高煤矿实施开采设备的性能水平。

### 2.3 优化施工工艺和方法

煤炭公司应结合自身情况,选用现代化的技术手段和手段,不断改进施工工艺和方法,以加速煤矿巷道掘进速率。例如,可以采取中深孔爆破、深孔爆破等创新技术,并在现场着力推广“喷、锚、喷”的方法,以进一步提高建筑施工效率和产品质量。

### 2.4 大力采用中深孔爆破技术

为了更好地适应施工矿区的地质特征,需要开展深度的科学研究,以便科学合理选用爆破技术。这样才能有效提高施工的进度。在爆破过程中,眼深、使用掏槽方法、装药类型和炮眼位置等因素都会直接限制爆破效果,因而更进一步限制煤矿巷道掘进施工的进度。使用中深孔方法爆破能够显著提高巷道掘进的效率和速度,这种方法能够大幅提高循环进尺,大幅度提高一次性爆裂围岩的数量,缩短打眼和装岩作业的时间<sup>[4]</sup>。

### 2.5 加强施工组织管理

煤炭公司在掘进施工中,应当严格遵守安全工作标准,充分利用现有技术和机械设备,采用科学的方法制定施工工艺,尽可能实行多环节水平交叉作业,合理安排工期,同时保证施工人员的人身安全。为了提高煤矿巷道掘进施

工的效率和质量,公司应该正确选用循环经验方法,主要是根据技术、机械设备和管理,对各阶段的时间和潜在力量进行精细分析和计算,并且不断投入资金,引进先进的技术和机械设备,以及提升巷道掘进工作施工机械的自动化水平。应当重视采用科学的管理方法,严格执行前期项目设计规划,保证所有设计项目的建造工程质量,彻底消除盲目开发的问题。

### 2.6 快速掘进巷道支护方案的确定与优化

在综合考虑巷道围岩的软弱泥质特性以及快速掘进的需求之后,可以选择一种先行保护方法来保证工作面的安全。这个方法在开始掘进前,顺着巷道走向设有一组焊接体,以加固巷道前方的围岩,防止在掘进流程中产生变化。经过大规模研究和实践经验的验证,提前保护可以有效地防止工作面巷道的变化。此外,由于工作面巷道顶部存有明显的淋水问题,因此采用管棚法进行超前支护是十分必要的。管棚不仅可以起到支撑作用,还能够有效地引导顶部围岩中的水流。当水位升高时,可以通过建造管道将水引导到管道入口,然后进行集中处理。

由于回风巷道支护围岩的整体结构较为松软、破裂,且内部结构存在夹矸层,因此,为了确保顶板的安全性,应当采用“锚杆+锚索+护表构件”联合支护方案,两帮部位应该采用“锚杆+护表构件”联合支护方案。经过优化改进的巷道支护方案与原有方案相比,不需要作出太大的改变,只需要调整锚杆和锚索的距离、排列方法等参数,就可以达到更好的效果。

经过优化后的方案与原方案相比,其改进之处主要表现在:一排锚杆采用1m宽度的槽钢连接,使得整个锚杆可以成为一组完整,从而提高了锚杆支撑的安全性;屋顶部分的锚索布置形式也发生了变化,由“三二二”形式改变为“二二”形式,一排锚索位于两排锚杆中央,锚索相互之间的宽度为2m,邻排锚索布置在钢带两端,即处在屋顶两边部分,这样可以更好地保证支撑的高度稳定性和安全性。在垂直度方面上,锚索被安排成30°的角度;两帮地方每排设有四根锚杆,比原方案设计中的三根多一根,而且这些锚杆的型号和尺寸完全一致,而且它们相互的间距和排距也都是1m。

## 3 注浆和喷浆加固参数的设计

### 3.1 注浆施工技术参数

注浆技术可以显著提高工作面巷道围岩的强度。经过泵压,浆液可以填补空隙,增强整体结构的稳定性。此外,填补空隙还能有效阻止水流,减少对巷道围岩的冲刷作用。实践表明,当巷道围岩受力不均时,U形棚管会出现扭曲变形的情况,从而严重影响支护效果。因此,在完成U形棚管搭设工作后,应当采取有效措施,如注浆、喷浆处理等,以改变U形棚管的受力状态,使其更为均衡,从而提高支护效果<sup>[5]</sup>。

经过全面考虑,可以结合实际情况选择如1:1的水灰

质量比,这样可以有效地提高浆液的性能,从而达到最佳的注浆效果。双浆体积比为 0.04:1,在施工过程中,由于每个区域的围岩性质存在差异,因此需要根据实际情况进行调整,以确保水灰比和双浆体积比能够满足实际使用需求。

在巷道表层,轴向渗透距离通常在 2~3m 米之间。想要达到最佳效果,在方案设计时,就要考虑 0.65~0.75 的系数。依据这些实际经验,最后选定的注浆孔间隔和排距应当在一米以内,以保证最佳的施工效果。出于提高施工效率和作业方便,注浆孔的那间排离应该是 U 型棚管宽度的整倍数,通常在 2~3 倍之间。结合各种原因,最后规定灌浆孔间隔和排离均为 1.6m。此外,注浆深浅也是直接影响支护效果的重要参数,因此在设定时应当充分考虑支护强度、巷道围岩特性及其浆液在围岩中的扩散能力等诸多要素。根据工作面巷道围岩的情况,施工人员将注浆深浅调整为 1.5m。在注浆过程中,必须严格控制压力,使其保持在 2~2.5MPa 之间,而底角注浆时压力不得超过 3MPa。

### 3.2 喷浆施工技术参数

根据巷道支护围岩的特性,采用初喷和滞后复喷的方法实施喷浆管理,厚度范围依次限制在 5cm 和 10cm,在实施复喷管理工作前,应使用高压水对初喷面实施彻底清洗,以确保巷道的安全性。在实现高速掘进后,应立即对巷道周围实施喷浆管理,以确保其质量。采用喷浆处理能够有效防止巷道内的水渗透,同样也能够有效防止巷道顶板石块脱落。由于初喷施工技术层厚较薄,因此不会对掘进机的掘进速率造成太大负面影响。而在掘进机下方采用落后复喷工作,与落后灌浆同步推进,能够明显提升建筑施工效果<sup>[6]</sup>。

### 4 高效支护技术的探讨

煤矿巷道支护是保证煤矿开采工作安全进行和高效开采的关键技术,它既要求安全又要求合理。

目前,“锚网+钢筋梯+锚索”的锚杆结合支撑结构形式已经成为煤炭大型企业中广泛采用的支撑方法,其优势在于支护效果显著、效率高、成本低廉,并且随着煤矿机械化煤矿建设的发展,综单掘进度也得到了大幅提升,使得巷道锚杆支护技术在煤巷(回采巷道)的应用更加广泛,取得了良好的效果。

近年来,国内外学者从多种角度深入探讨了锚杆支护原理,并建立了多种模型和参数计算公式。然而,由于岩性和顶板结构的不同,实际应用中,常常会出现某一支护机理起作用,其他各种支护机理一起负担的情况,因此,国内仍未能建立准确的数学模型来反映各种支护机理的综合效果。

研究学者们已经尝试了多种方法来分析和计算锚杆支护参量,但是由于煤矿巷道的实际情况不同,这些参量的误差或许会造成安全事件的产生。因此,目前还没有一种完整的支撑理论能够准确地预测和计算锚杆支护的各项参数。在井下施工中,应当综合运用多种支撑理论,结合工程类比、巷道动态观察等方法,适时总结和剖析顶面

变动的成果,调节支护参数,以达到最佳的支护效果,适应顶板支护的需求。

在锚网支护过程中,工程岩体的弱面现象,如层理、节理、裂隙、结构滑面和软弱薄夹层等,会使得岩体结构变得复杂,从而限制岩体的高度和在外力作用下的变化方法。在工程实践中,及时发现和识别各类脆弱面和薄弱夹层,并采取有效的保护措施,是防止顶板事故发生的重要手段。

### 5 煤矿巷道支护与快速掘进技术结论

第一,由于煤矿开采年限较长,传统的煤矿巷道支护技术已经不能满足快速掘进的要求,而且顶部的离层量也较大,具有相当的危险性,因此,必须对支护技术方法加以完善改良,以提高掘进效率和安全性。

第二,为了解决原有巷道支护技术方案问题,施工人员对其作出了完善修改,包括在锚杆安放部位增设槽钢,提高整体稳定性,改变锚索的布置方法,增大帮部定位锚杆的数量等。通过使用 FLAC3D 软件完成模拟,施工人员发现改善后的方案设计效果良好,可以应用于实际工程中。

第三,通过对煤矿巷道支护技术方案的优化改进,施工人员在实际开采中取得了良好的效果,围岩稳定性得到了显著提升,为煤矿企业带来了可观的安全效益。

### 6 结语

综上所述,长期以来,由于地质构造要求、掘进技术设备、施工和组织因素的严重影响,煤炭巷道的掘进速度受到限制,从而导致煤矿生产效率无法得到有效提升。为了解决这一问题,必须深入分析危害掘进速度的各类原因,并采取有效措施,以期达到提高巷道掘进施工效率的目的。通过引进先进的掘进设备和支护技术,施工人员可以确保施工环境安全有序,从而提升经济效益,满足国内经济快速发展对煤炭的需求。

#### [参考文献]

- [1]侯华营,陈朋磊,张红军,赵红涛,台洪斌,张道文,徐建雅.煤矿巷道快速掘进支护技术研究[J].能源与环保,2022,44(3):292-297.
- [2]郝杰.煤矿巷道支护与快速掘进技术探讨[J].能源与节能,2022(1):119-120.
- [3]杨崇江.煤矿巷道快速掘进分析与支护技术研究[J].当代化工研究,2021(11):105-106.
- [4]叶洪金.煤矿巷道支护参数优化与快速掘进技术研究[J].能源与环保,2020,42(8):220-223.
- [5]陆彦伟.煤矿巷道快速掘进中的支护技术研究[J].机械管理开发,2020,35(7):175-177.
- [6]任士鹏,孙勇,孙为民.煤矿巷道快速掘进顶板支护技术的分析[J].价值工程,2020,39(5):149-150.

作者简介:赵焯(1989.8-),毕业院校:中国矿业大学,所学专业:采矿工程,当前就职单位:河南龙宇能源股份有限公司车集煤矿,职务:副科级,职称级别:工程师。