

# 煤矿掘进支护方法研究

王一超 王志伟

内蒙古煤炭科学研究院有限责任公司 内蒙古呼和浩特 010010

**摘要：**随着我国煤矿生产技术的不断进步，回采速率也再不断提高，这种情况对煤矿掘进支护方法也提出了更高的要求。如果不能及时进行预回采，将造成掘进过程中的松散问题，并且还回对矿井的回采效果产生很大的影响。为此，有关人员必须加快施工进度，以减轻施工压力。

**关键词：**煤矿；掘进；支护方法；研究分析

## Research on coal mine excavation support method

Yichao Wang, Zhiwei Wang

Inner Mongolia Coal Research Institute Co., LTD. Inner Mongolia Hohhot 010010

**Abstract:** With the continuous advancement of coal mining production technology in China, the mining rate has also been increasing. This situation places higher demands on the mining support methods. Failure to conduct timely pre-mining will lead to issues of looseness during the mining process, significantly affecting the mining effectiveness. Therefore, it is imperative for the personnel involved to expedite the construction progress to alleviate construction pressures.

**Keywords:** Coal Mine; Tunnelling; Supporting Method; Research and Analysis

### 引言：

掘进支护施工是煤矿建设中迫切需要解决的一个难题，如何使掘进和支护之间的关系得到很好的协调，更是当前时代下的重点课题。在煤矿开采过程中，如果没有对煤层进行有效的支撑，则极易出现煤层冒顶等问题。同时，在施工过程中，因其所处地质环境的不确定，在施工时有关人员也应考虑到具体的施工条件。此外，由于施工设备、施工技术等因素，对隧洞的施工及支护产生也会产生一定的影响。基于此，本文主要分析了煤矿掘进支护方法的使用以及现存问题<sup>[1]</sup>。

### 一、煤矿掘进支护方法中的问题

巷道作为煤炭生产的主要通道，掘进速率对矿井的产量和效率会产生一定程度上的影响。随着采掘技术的不断发展，以及掘进支护方法的不断创新，巷道的掘进速度越来越快。在煤矿中，巷道按其所处围岩类型可分

为煤巷与岩巷两种。岩洞在岩层中挖掘，施工困难，成型缓慢；煤巷在煤系地层中，便于快速施工。以下是两个隧道的施工方法：

#### 1. 岩洞开挖

在岩质隧道中，一般采用钻爆法，通过钻爆来破坏岩层，从而形成隧道。因此，有关工作人员必须对岩土工程中的岩体参数有一个详尽的认识，对岩土工程进行有效的管理，并制订出合理的施工计划。在进行爆破作业时，有关人员要根据工程图纸来确定钻孔的深度、角度和数量。在爆破中，应以偶装药为主，该装药具有良好的爆炸性能，但是需要较高的密封性<sup>[2]</sup>。在爆破结束后，有关人员要及时清理回采作业前面的碎石，同时还要注意回采工作面的支撑效果。在岩巷中，有关人员需合理选择爆破、装岩及支护工艺，这也是实现快速掘进的关键。随着科技的进步，在某些条件良好的矿井中，也开始使用复合型掘进机。该方法不但可极大限度上的提高掘进速度，而且还让煤矿作业实现了掘进、装岩和支护一体化，极大地增强了掘进的安全性，是目前岩巷掘进技术中值得大力推广的一种新技术。然而，此技术对掘进机巷道截面的要求非常高，这也是为了方便掘进机巷道的运输。

**作者简介：**王一超（1988-12），男，汉族，内蒙古赤峰市人，工程师，2013年本科毕业于内蒙古科技大学采矿工程专业，主要从事煤矿开采设计、煤矿安全管理等方面的研究工作。

## 2. 煤巷开挖

与岩体掘进相比, 煤体掘进有很多种方式。在煤矿巷道掘进过程中, 必须对其剖面进行全面的分析。当隧道横截面小时, 可以采取单方向开挖的方式, 在开挖过程中需要设置3个坡度为60-90度的斜槽。在煤巷开挖中, 为提高开挖速度, 一般都是采用爆破的方式, 但在开挖过程中还需手动进行充填。

因卸载工作繁重, 所以一般都是用装煤机来协助进行。通常使用的是ZMZ型机, 它的最大特点就是能追踪并适应坑道内的恶劣作业环境, 现阶段, 此类技术得到了广泛的推广应用。在某些煤矿区域开展掘进巷道时, 也会使用连续掘进机。连续采煤机是一种适用于采空区、煤柱巷道的采煤设备, 它的主要特征是粉碎、装填一体化、高效<sup>[3]</sup>。该工艺在煤巷中的应用, 使其施工速度比常规工艺提高了数倍, 是一种较为理想的工艺。但是, 连续式采煤机不适应不断变化的地质环境。在连续采煤机的使用过程中, 当煤层厚度较小或存在断层时, 对其切削效果和切削齿的使用寿命都有很大的影响。综上所述, 无论是岩巷还是煤巷, 在基坑开挖后, 都必须采取有效的支护措施, 以控制基坑的变形。目前, 许多煤矿都在使用锚杆支护, 以提高支护的速度与质量。锚杆支护技术是一种快速、简便、高强度的支护技术。

表1 综掘机掘进工艺

综掘机掘进工艺	
第一	综掘机配单体气动锚杆钻机支护。
第二	综掘机配两臂式锚杆钻车支护。
第三	综掘机机载双锚支护。
第四	综掘机配单轨吊液压钻机支护。
第五	综掘机配运锚机一体化工艺。

## 二、锚杆支护技术原理

锚杆支护技术是利用锚杆来加强岩体强度, 对于其作用机制, 学术界众说纷纭。但从当前的实际使用情况上看, 树脂和机械锚的锚固力有明显的差别。一般情况下, 树脂锚的锚固力比普通机械锚高出数倍, 因此, 在许多矿井中常使用树脂锚。在实际工程中应用表明, 该锚杆是更加安全、可靠、有效的。其中, 预应力锚索共同作用可形成一种承载能力较强的梁体, 对锚索支护区的稳定起到了一定的改善作用; 锚杆支护的首要任务是防止矿压, 其最重要的作用是防止巷道围岩变形<sup>[4]</sup>。基于此, 在支护巷道时, 也要综合考虑周边地质情况及围岩的整体稳定性等方面的因素。在整个围岩中, 只需少量的锚杆, 无需过高的支护强度; 在支护过程中, 有关人员不仅要设置一定数量的金属网片, 还要设置锚索。另

外, 巷道的断裂对锚杆支护参数也会产生一定的影响。随着巷道规模的增大, 对锚杆承载力也提出了更高的要求。

表2 锚杆支护技术的实质

锚杆支护技术的实质	
第一	锚杆支护作用的悬吊机理, 岩梁机理, 挤压加固机理, 挤压拱作用, 松动圈观点, 关键圈机理等都是从不同的侧重点揭露了锚杆支护的作用机理的某一方面。
第二	锚杆之所以能对巷道围岩起到支护作用, 是因为围岩自身具有自我承载能力并能自我稳定。
锚杆的作用只是限制围岩岩体使其保持连续变形	
第一	锚杆的悬吊作用机理是锚杆制约围岩纵向变形的能力。
第二	锚杆的组合梁作用机理是锚杆制约围岩横向变形的能力。
第三	锚杆的挤压加固作用机理是锚杆制约围岩纵向和横向变形的能力的组合。

## 三、煤矿掘进支护方法的使用

利用锚杆支护技术, 对围岩破坏问题起到了一定的抑制作用, 大大增强了巷道的稳定性, 这主要是因为支在支护螺栓中使用了树脂。当树脂凝固后, 可使锚杆岩体发生粘合作用, 从而使锚杆岩体形成一个整体。通过锚杆的作用, 可以将围岩的应力转移到较深的岩石中, 以此达到降低围岩应力集中的目的<sup>[5]</sup>。

在软岩巷道围岩的施工中, 单一的锚杆已无法满足工程的需要, 有关人员必须采取多种形式的联合支护。其中主要包含了以下几个方面的内容:

第一, 利用锚杆、锚索构成支护网, 对围岩进行整体加固, 并利用组合梁法将锚杆、锚索联结起来, 以此对围岩进行总体管控。

第二, 巷道的二次支撑应该采用弹性支撑; 软岩巷道因其变形而释放的能量很大, 在破断时使用刚性支护将带来很大的危险。

为确保锚杆的长期使用效果, 有关人员必须在施工结束后及时监测其强度。利用动态监控技术, 对地锚的受力情况进行实时监控, 发现异常情况要及时进行处理, 以此避免其对周围地锚产生的影响<sup>[6]</sup>。另外, 为了防止锚杆支护板受力过大的情况, 有关人员需要对支护板进行加厚。

## 四、煤矿掘进支护方法的发展

从上个世纪50年代开始, 随着煤矿行业的发展, 锚杆支护技术也逐渐在煤矿行业中得到了应用。根据有关数据可以看出, 我国大、中型矿井巷道的年均掘进长度已突破了一亿多米。随着时间的推移、科技的快速发展,

我国煤巷掘进巷道支护技术已日趋成熟, 有关的理论研究也比较丰富<sup>[7]</sup>。

从木制支撑到拱式支撑, 再到钢制支撑, 再到锚杆式支撑。按其支护方式, 可将其划分为单锚组和组合式两个阶段。从1956年开始, 我国逐步采用了锚杆支护技术。目前我国仍处在单锚支护阶段, 并没有形成较为完善的锚支护理论体系。

从最早期的悬挂力学和楔形剪切力学出发, 有关技术人员便开始在锚杆支护材料中加入水泥砂浆、钢丝绳、木锚等。由于锚索间无支撑板或无锚索联接, 因此, 其主要功能是悬吊, 而无围岩防护, 属被动式承载力体系。从上个世纪七十年代开始, 锚杆支护设计理论得到了不断的发展与完善。从组合支护梁、组合支护拱的基本原理出发, 发展到了组合支护锚杆的阶段。在煤矿开采过程中, 由于软岩的存在, 使得开采时出现了大量的巷道。在这种复杂的地质情况下, 原来采用的单锚组合支护方法已不能满足实际需要<sup>[8]</sup>。基于此, 涂有树脂的钢锚杆、涂有水泥的钢锚杆以及金属的钢锚杆, 就成为了一种新型的锚杆, 并在巷道的支护中得到了广泛的应用。如果遇上比较破碎的岩石, 有关人员可加设铁丝网。在大动压巷道支护中, 可增设钢条或支架, 以确保其稳定。

在锚杆的发展过程中, 锚杆的形式主要有末端锚固、机械锚固、钢丝绳砂浆锚固和管接头锚固等。但是, 由于前期采用了锚杆支护技术, 其效果并不十分理想, 存在着支护强度不高、施工繁琐、造价高等问题。当它应用于复杂的地质条件时, 将难以得到有效的应用。但近年来, 随着有关技术人员对其研究的增多, 其使用优势也逐渐显现。

表3 工艺特点

工艺特点	
第一	适应顶板破碎的工作面。
第二	掘进与支护平行作业。
第三	提高工作面掘进效率。

锚杆在起吊作用的同时, 还起到了“组合拱”和“组合梁”的作用, 从而使其承载力得到了进一步的提升, 以此大大增强了“组合梁”和“组合拱”的支护性能。大量的理论研究表明, 与单根锚杆相比, 复合锚杆在巷道支护中表现出了更好的支护效果, 对保障煤矿的安全生产有着非常重要的影响意义。随着我国煤层掘进范围的不断扩大, 掘进深度的不断增加, 我国对掘进技术与方法也提出了更高的要求。

### 五、结语

综上所述, 在煤矿建设中, 掘进支护方面的问题是有关人员迫切需要解决的重点内容, 煤矿掘进支护方法能够有效降低巷道的各类风险问题, 减少其对周边环境造成的影响。在施工过程中, 有关人员必须提高对质量的管控个, 开展好监察与督导工作。同时, 有关人员还应不停优化施工技术与方法, 这也是提高煤矿掘进支护方法实际应用效果的关键。

### 参考文献:

- [1]王成峰.煤矿巷道锚杆(索)分次支护及快速掘进方法研究[J].机械管理开发, 2023, 38(03): 266-268.
- [2]姬书强.煤矿掘进支护问题及应对方法研究[J].矿业装备, 2021(06): 156-157.
- [3]魏鹏达.煤矿掘进支护问题及应对方法探讨[J].山西冶金, 2021, 44(03): 282-283+288.
- [4]谢志强.煤矿掘进支护问题及应对方法探讨[J].中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(08): 107-108.
- [5]杨金伟.煤矿掘进支护问题及应对方法研究[J].当代化工研究, 2021(07): 14-15.
- [6]王建华.煤矿掘进支护问题及应对方法探析[J].当代化工研究, 2020(18): 48-49.
- [7]武飞.煤矿掘进支护问题及应对方法探讨[J].石化技术, 2020, 27(07): 224+226.
- [8]杨登武.煤矿掘进支护问题及应对方法研究[J].内蒙古煤炭经济, 2020(04): 38-39.