

矿井深部掘进锚杆支护技术研究

杨 光（晋能控股煤业集团四台矿安监站，山西 大同 037003）

摘 要：研究矿井深部掘进锚杆支护技术的主要目的是提高深部掘进作业的安全性。本文首先对锚杆支护的作用进行梳理，并分析影响煤矿巷道围岩稳定的决定性因素，证实需要根据巷道类型的不同选择合理的锚杆支护技术措施，从根本上保障巷道掘进施工的安全性，降低因围岩结构不稳定问题所引发的巷道施工安全事故问题，这是保障矿井开采安全的关键技术手段。

关键词：矿井；锚杆支护；井下作业

Abstract: The main purpose of studying bolt support technology for deep excavation in mines is to improve the safety of deep excavation. In this paper, the function of bolt support is sorted out first, and the decisive factors affecting the stability of surrounding rocks of coal mine tunnel are analyzed. It is proved that reasonable bolt support technical measures need to be selected according to different tunnel types to fundamentally guarantee the safety of roadway excavation and reduce the safety accident of roadway construction caused by unstable surrounding rock structure. This is the key technical means to guarantee the safety of mine mining.

Key words: mine; Bolt support; Downhole operation

据不完全统计，我国每年的煤矿开采深度逐年递增，由浅层开展逐步向深层开采延伸，这无疑会增加煤矿开采的难度。具体表现为，在进行井下开采作业时需要面临更大的垂直应力威胁，一旦支护不到位很可能造成井下作业空间顶板坍塌的严重后果。而为了控制此类安全事故的产生则需根据围岩结构的特点以及井下作业的环境特点，采取有效的支护措施。其中的锚杆支护技术因具有较好的支护效果，且具备适用范围广的特性，在煤矿深部掘进施工中较为常用。因此，研究锚杆支护技术在煤矿深部掘进施工中的应用具有十分现实的意义。

1 锚杆支护技术的应用作用

一方面，锚杆悬吊可以抑制岩层冒落。锚杆悬吊指的是，先将锚杆的上部固定于上层稳定的岩层中，下部与不稳定的岩层连接，通过锚杆的作用，可以使不稳定的岩层趋于稳定。实际施工中需要根据被吊岩层的重量参数来合理设计锚杆支护参数。

另一方面，通过锚固岩层可以提高巷道顶板的抗弯刚度。在煤矿巷道掘进施工的过程中，为了保障顶板结构的稳定性，需要采取边掘进边支护的作业原则。对于岩层结构厚度较大，且具有悬吊支点岩层来说，通常会采取悬吊锚固的方式来稳定顶板部位的岩层结构，但当顶板上部的岩层较薄，无法采用悬吊锚固支护手段时，则需利用预应力锚杆将多个薄岩层挤压成一个整体岩层，锚杆所具有的抗剪力作用也能起到稳固岩层的作用。通过锚固的方式将薄岩层形成一个整体，可在一定程度上增强巷道顶板的稳定性和抗弯刚度。

2 煤矿巷道围岩稳定的决定性因素

2.1 围岩应力影响

围岩应力具体是指，围岩自身结构的受力特点以及

围岩结构特点，主要影响因素包括围岩结构所处的环境，如地下水分布状况、煤层厚度、地应力、巷道埋深和掘进的应力等。在煤矿开采深度不断加大的基础上，围岩结构所处的环境也更加复杂，尤其需要承受上层岩层结构的压应力影响，很可能使巷道周边的围岩结构受到挤压，影响围岩结构稳定性。当上层压应力超出围岩结构自身的承受范围时，便会造成巷道坍塌的严重后果。为了有效控制此类问题，在巷道掘进的过程中，应根据围岩结构的受力特点，科学控制掘进力度。同时，采取有效的支护措施对围岩结构进行锚固处理，从根本上提升围岩结构的稳定性。总结前期的煤矿巷道支护经验，需根据巷道类型以及围岩特点的不同选择对应的支护方式。详细内容见表 1：

表 1 不同类型巷道的支护方法

巷道类型	围岩特点	支护形式
破碎围岩巷道	结构面处于发育阶段，煤岩体呈现破碎形式，稳定性相对较差	采取全长锚固措施，并设置预应力锚杆，特定的情况下可以注浆加固锚杆
高应力巷道	巷道深度偏大，面临较大的岩层应力，同时可能承受地压灾害	采用高强度高韧性的预应力锚杆和锚索，结合实际巷道状况可适当增设金属支架
煤层巷道	顶层为煤层、两侧为煤层或四周均为煤层	采用全断面锚索和高强度锚杆
软岩巷道	围岩结构不稳定，在遇水后围岩软化或者发生膨胀反应	采用全长锚杆和锚索，通过喷射混凝土稳定围岩结构，特定的情况下也可设置金属支架

2.2 掘进进度和支护时机影响

煤矿深部掘进的过程中，会破坏原有的岩层结构，

尤其是巷道开挖一定距离后,暴露出来的围岩表面将受到双向应力影响,且随着巷道开挖进度的推进,其径向应力会呈现持续增大的态势。此时,需要及时采取锚杆支护措施,谨防由于围岩各方应力超出围岩结构的承受限值,造成围岩结构变形的问题,这是影响巷道掘进安全的关键性问题。基于此,要求在进行巷道掘进的过程中,需要把握好围岩支护的时机。与此同时,对巷道掘进速度进行科学控制,谨防由于掘进速度过快或者过慢影响围岩结构的稳定性。

3 煤矿深部掘进施工中锚杆支护技术的应用

3.1 合理选择锚固形式

在前期的锚杆支护施工过程中所选用的锚杆材质以钢锚杆为主,而随着锚杆支护技术的不断发展,推出了新型的左旋螺纹钢锚杆。该类锚杆的应用特点为,锚杆强度更大,与普通锚杆相比其强度超出了3-4倍,十分符合高强度的支护施工需求。在一些高应力的巷道支护工程中表现出了较好的应用效果。除此之外,锚杆之上的螺纹也可起到较好的锚固作用,无需借助特殊处理手段来提升锚固效果。

在不断施工的过程中,总结出了多种锚固方式,最为常用的一种锚固方式为树脂锚固。其主要特点表现为安装方便,锚固力度较大,是目前来讲应用较为广泛,且较为理想的锚固方式之一。此外,在具体的锚固支护工程中,需根据其长度来确定锚固手段,主要可以分为全长锚固、加长锚固和端锚固几种。其中的全长锚固指的是,将锚杆与钻孔孔壁相联结,确保锚杆与岩石层共同受力,即当岩层发生变形或者错动现象时,锚杆起到一定的剪切作用,可有效防止岩层错位。该种锚固方式具备支撑力度强,锚固结构刚度大的特性。特别是当部分锚固部位出现问题时,也不会对整体锚固效果造成大的影响。但采取此种锚固方式时,需要使用大量的树脂,不仅支护成本高,施工难度也相对较大。而端锚固在施工时,则可将树脂使用量控制在较小的范围内。相对来说,支护成本较低,且在局部发生问题或者端部受力过大的情况下,很可能导致锚杆紧固构件被破坏,致使锚杆作用失效。因此,此种锚固方式通常被应用于围岩结构较为稳定的巷道支护工程中。加长锚固手段是介于端锚固和全长锚固之间的一种作业手段,使用树脂量偏少,其锚固作用也仅次于全长锚固方式。因此,也被应用于岩层结构较为稳定的巷道掘进工程中。

3.2 深部巷道锚杆支护方案的优化

锚杆支护施工之前需要首先明确的是锚杆支护参数,结合前期的锚杆支护经验,需要根据巷道掘进过程中围岩的变形规律对锚杆支护参数进行动态调整。具体支护施工过程中,需要对围岩变形因素进行实时监测,并且利用相应的理论分析出围岩变形规律与巷道掘进施工的内在联系,并对巷道掘进进度进行科学控制,尽可能保障围岩结构的稳固性。在对锚杆支护参数进行初步

设计的阶段,主要是参照岩体的构造条件以及相关工程实践参数来明确。在此基础上,确定锚杆支护形式和结构形式。但在实际支护的过程中,围岩结构很可能出现变化,此时便需根据围岩结构的变化形式对相关的参数做出调整。此外,还需进行矿压观测,排除一切可能影响巷道掘进安全的因素。常规的矿压观测法为对巷道围岩和顶板离层量进行观测,并检测锚杆和锚索的应力,对得出的数据进行综合比对后,评估既有的支护方案是否适用该巷道掘进支护施工的需求,在此基础上对巷道支护方案进行不断完善。

4 结语

锚杆支护技术是保障煤矿深部掘进工程安全施工的重要技术措施之一。根据矿井岩层分布状况的不同以及掘进深度和掘进进度的不同,需要合理选择锚杆支护方案,充分发挥锚杆的锚固作用,通过提升岩层结构稳定性来保障巷道掘进施工安全。其中最为典型的例子是通过锚杆悬吊的方式,借助岩层自身结构来改善巷道顶层围岩结构的稳定性,这可在一定程度上提高围岩结构的整体强度,使巷道掘进施工得以顺利开展。

参考文献:

- [1] 骈丽军. 矿井大断面巷道的支护研究 [J]. 煤炭与化工, 2020,43(11):43-45+77.
- [2] 王振. 矿井回采巷道锚杆支护参数优化研究 [J]. 矿业装备, 2020(05):186-187.
- [3] 周东升. 注浆锚杆支护施工技术在矿井开采工程施工中的应用 [J]. 中国金属通报, 2019(10):19+21.
- [4] 任晓飞. 关于矿井快速掘进中锚杆支护技术的探讨 [J]. 科海故事博览, 2013(02).
- [5] 高伟. 关于矿井快速掘进中锚杆支护技术的思考 [J]. 矿业装备, 2019(1):2.
- [6] 刘达晓. 煤巷锚杆支护快速掘进技术研究 [J]. 区域治理, 2018(47):236.
- [7] 张晓阳. 锚杆支护加固技术在矿山巷道掘进中的应用 [J]. 中国化工贸易, 2019,11(10):151.
- [8] 弓建. 锚杆支护加固技术在巷道掘进中的应用 [J]. 当代化工研究, 2019,41(05):177-178.
- [9] 江伟. 锚杆支护加固技术在矿山巷道掘进中的应用 [J]. 企业导报, 2011(8):279-279.
- [10] 陈振清. 探究锚杆支护加固技术在矿山巷道掘进中的应用 [J]. 城市建设理论研究, 2013(16).
- [11] 王晓. 煤矿快速掘进技术中锚杆支护分析 [J]. 机械管理开发, 2018,33(09):279-281.
- [12] 李大矿. 关于复杂条件下锚杆支护快速掘进技术的分析 [J]. 中国科技博览, 2013(29):386-386.

作者简介:

杨光 (1985-), 男, 山西大同人, 2011年毕业于河北工程大学, 本科, 工程师, 研究方向: 煤矿采煤掘进。