

高强锚注支护技术在破碎围岩巷道围岩控制中的应用

Application of high-strength grouted anchor support technology in broken surrounding rock control

程兆辉(内蒙古黄陶勒盖煤炭有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017300)

摘要:因构造带、深部高应力等原因,井下部分巷道围岩破碎,面临变形、破坏、支护困难等问题,通过理论分析、现场试验等方式,提出高强锚注支护方案,结合实际条件确定技术参数投入应用,并通过现场勘查、变形观测等,来判定应用效果。结果表明,高强锚注支护技术可以有效提升巷道围岩自我承载能力,围岩完整性及强度有效提升,巷道变形得到有效控制,为类似条件破碎巷道围岩控制提供借鉴。

关键词:高强锚注; 支护技术; 围岩控制; 应用

中图分类号: TD353 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-609X(2021)04-0074-03

Abstract: Due to structural zone and deep high-stress, the surrounding rock of some underground roadways is broken or deformed, leading to support difficulty. Through theoretical analysis and field test, this paper puts forward a high-strength grouted anchor support scheme, finalizes technical parameters and puts it into application by combining with actual conditions. And the application effect is judged through field investigation and deformation observation. The results show that the high-strength grouted anchor support technology can effectively improve the self-bearing capacity, integrity and strength of surrounding rock, and effectively control the deformation of roadway, which provides a reference for the control of broken roadway surrounding rock under similar conditions.

Key words: high-strength grouted anchor; support technology; surrounding rock control; application

1 前言

随着采深加大,煤炭开采逐渐面临着高应力、软岩、构造等难题,巷道围岩条件变差,导致围岩本身支撑能力减弱,巷道支护更加困难,常常出现变形、失稳、底鼓等破坏现象^[1-2]。受“三高一扰动”的影响,现有的支护方案难以满足巷道支护稳定要求^[3],高强锚注支护技术的快速发展,为复杂条件下的巷道围岩支护提供了一种新的解决方案^[4]。高强锚注支护通过使用注浆锚杆,在不增加钻孔工作量的基础上,既发挥了锚杆的悬吊、组合、加固作用,又发挥了浆液的凝结加固作用^[5-7]。浆液被注入围岩后,具有凝结岩块、渗入压密裂隙的作用,将破碎的围岩胶结成一体,完整性得以极大提高^[8-10],浆液同时也封堵了围岩内原有较大裂隙,在压力作用下将较细小裂隙挤压密实,增大了围岩

的自身强度;注浆后,可阻止地下水浸入导致的围岩膨胀变形。文章通过理论分析、现场试验等,在原有锚网索支护的基础上,提出高强锚注支护方案,投入现场应用,结果表明,高强锚注支护技术可以有效提升巷道围岩自我承载能力,围岩完整性及强度有效提升,巷道变形得到有效控制,为类似条件破碎巷道围岩控制提供借鉴。

2 工程概况

2.1 巷道概况

某矿北部盘区因采深大、应力高,巷道支护难度较大,实测水平应力可达21~25 MPa,垂直应力可达18~20 MPa,但该区域岩体试验实测单轴抗压强度还不到16 MPa,应力高与支撑能力间的不对等导致该区域巷道施工后,围岩被迅速压裂,裂隙大范围延展,持续深入到围岩深部,导致巷道失稳破坏。

为进一步研究高强锚注支护技术在复杂围岩条件下的支护作用,在北部盘区轨道巷施工中选择部分区段试用高强度注浆锚杆、高强度注浆锚索,对比原有支护与高强锚注支护巷道围岩变形情况。

[作者简介] 程兆辉(1987-),男,汉,山东省高青县人,采矿工程专业,本科,中级工程师,从事掘进、辅助运输、矿建等工作。

[引用格式] 程兆辉. 高强锚注支护技术在破碎围岩巷道围岩控制中的应用[J]. 中国矿山工程, 2021, 50(4): 74-76.

2.2 支护现状

北部盘区轨道巷设计为拱形断面,巷道宽5 m,高4.3 m,采用“锚杆+锚索”支护,顶板采用4根锚杆+3根锚索相互交替的方式布置锚网索,锚杆锚索间排距为800 mm×900 mm,锚索排距为1 800 mm,巷道两帮各布置3排锚杆,排间距为800 mm×800 mm,最下排距巷道底板900 mm。顶部锚杆选用 $\phi 20$ mm×2 200 mm的左旋无纵筋螺纹钢锚杆;锚索选用 $\phi 17.8$ mm×8 500 mm的钢绞线。两帮锚杆选用 $\phi 18$ mm×2 000 mm的普通圆钢锚杆。

现场钻孔可见,巷道围岩内部较为破碎,破碎带、裂隙带层次明晰,符合松动圈理论。

3 高强锚注支护技术应用

3.1 高强锚注支护机理

目前,适用于锚杆支护的理论有悬吊理论、组合梁理论、加固拱理论,即锚杆支护将围岩中相对不稳定的岩层悬吊在基本顶等较稳定岩层上,或是锚杆将围岩各层组合为一个整体厚层,或是锚杆的预应力将各拱形承载层组合为一个较厚的支撑体,形成一个稳定的支撑体系,保证巷道稳定不变形破坏。而这几个理论的前提,均需要较为稳定的岩层作为基础,在深部较为破碎的围岩条件下,无法将破碎的岩块悬吊、组合、加固,也就无法实现对巷道围岩的稳定支护。

高强锚注支护技术的使用,首先发挥浆液的凝固胶结作用,将本就破碎的块状岩体凝结为层状、体状,提升了围岩的整体性,其次发挥高强锚杆的悬吊、组合、加固作用,使围岩自身承载能力增强,从而起到对复杂围岩的控制作用。

3.2 高强锚注支护方案

根据采区条件及围岩破坏程度,结合现场实际,决定将顶部原有锚索替换为中空锚注锚索,同时在两帮各增加两根中空锚注锚索,具体布置方案如图1、图2所示。

北部盘区轨道巷试验段支护方案,顶部三根锚索呈扇形布置,采用参数为 $\phi 22$ mm×8 500 mm的中空锚注锚索,间距1.6 m,排距1.8 m。帮部增加一根参数为 $\phi 22$ mm×6 500 mm的中空锚注锚索,钻孔倾角 10° 以内。

3.3 注浆参数设计

(1)注浆材料。综合考虑注浆范围及难度,水泥浆液按照水灰比1:1.5~1:1.8的比例调配,添加

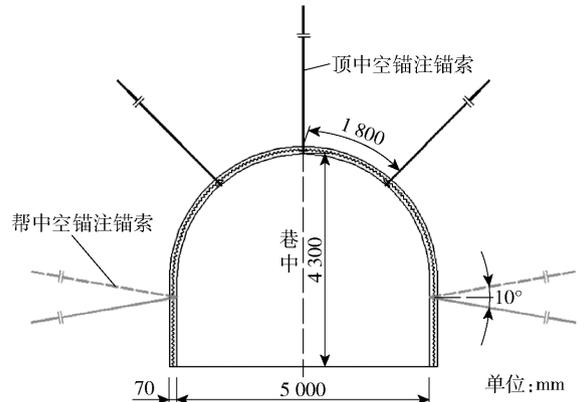


图1 中空锚注锚索布置参数图

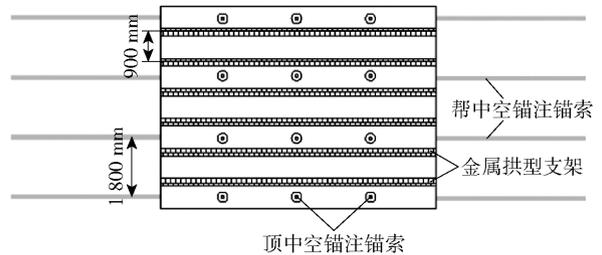


图2 中空锚注锚索布置俯视图

剂重约是水泥重的7%~11%,使用马丽散封孔。

(2)注浆压力。根据围岩裂隙发育程度,确保浆液渗透到大多数裂隙中,实现压紧作用,单孔注浆压力可以通过式(1)计算

$$P = (2.5 - 2)H \times r / 100 \quad (1)$$

式中: P ——注浆最大压力,MPa;

H ——注液点到静水位的水柱高,m;

r ——水的密度,取1 g/cm³。

据此,设定注浆压力为10 MPa。

(3)注浆工艺。注浆共有4步:钻孔设计、打钻施工、注浆封孔、评估验收。注浆孔施工完毕,将注浆管推入孔底,封孔后注浆,见回流即可停止注浆,带压保持一段时间后停止作业,此时浆液填充裂隙并渗透进入更广范围裂隙。待浆液固化,单孔施工结束,随后检查施工质量。

4 效果分析

4.1 感官效果

电子窥镜可见,注浆加固后的区域,钻孔内部更为平滑,松动范围变小;而未实施注浆加固的区域,钻孔内部较为破碎。注浆加固后,巷道整体变形较小,长期保持原有断面形态;未实施注浆加固的区域,巷道发生局部变形的情况较多。感官可见,高强锚注支护效果明显。

4.2 变形监测

为考察锚注前后巷道围岩变形情况区别,采用十字布点法分别在普通支护段及高强锚注支护段布置监测站,通过监测巷道的顶底板移近变化、两帮移近变化,来考察巷道变形情况,并通过曲线图加以对比。监测数据如图3、图4所示。

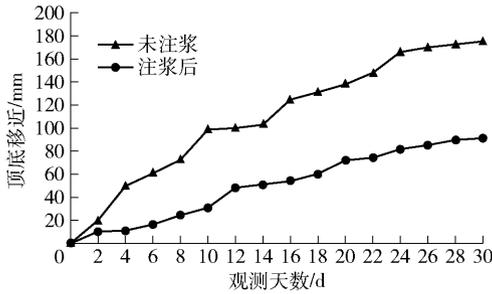


图3 锚注前后顶底板移近量对比图

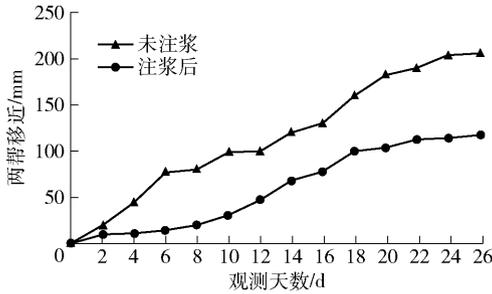


图4 锚注前后两帮移近量对比图

现场监测数据显示,未锚注加固前巷道顶底板移近量达175 mm,两帮移近量达205 mm;锚注加固后,顶底板移近量为91 mm,两帮移近量为118 mm。使用高强锚注支护技术后,顶底板移近量减小48%,两帮移近量减小42%,巷道围岩得以有效控制。

5 结论

(1)通过理论分析,结合现场实际,提出了高强锚注支护技术方案,对北部盘区轨道巷实施了高压注浆,改善了围岩的整体性,提高了围岩的自身支撑

能力。

(2)电子窥镜可见,注浆加固后的区域,钻孔内部更为平滑,而未实施注浆加固的区域,钻孔内部较为破碎。

(3)现场监测数据显示,使用高强锚注支护技术后,顶底板移近量减小48%,两帮移近量减小42%,巷道围岩得以有效控制。注浆加固后,巷道整体变形较小,长期保持原有断面形态;未实施注浆加固的区域,巷道发生局部变形的情况较多。

[参考文献]

- [1] 王雷. 深部采区高强锚注自成巷控制机理研究[D]. 济南:山东大学,2019.
- [2] 赵万里,杨战标. 深部软岩巷道强力锚注支护技术研究[J]. 煤炭科学技术,2018,46(12):92-97.
- [3] 魏夕合,蒋敬平. 高强中空锚杆/索结构及全锚注技术研究[J]. 煤炭技术,2019,38(5):34-36.
- [4] 王洪涛,王琦,蒋敬平,等. 深部巷道全长预应力锚注支护机理研究及应用[J]. 采矿与安全工程学报,2019,36(4):670-677,684.
- [5] 魏夕合,蒋敬平,王平,等. 高强全锚注支护结构性能与工艺技术应用[J]. 煤矿安全,2019,50(7):178-180,186.
- [6] 蒋敬平,黄庆显,魏夕合,等. 深井软岩巷道高强全锚注支护机理与技术应用[J]. 煤矿安全,2016,47(10):33-35.
- [7] 魏夕合,黄庆显,蒋敬平,等. 深部巷道高强全锚注一体化技术研究与应用[J]. 煤炭工程,2017,49(2):43-45,48.
- [8] 黄庆显,蒋敬平,杨战标,等. 深井巷道高强锚注一体化技术与工艺应用研究[J]. 煤炭技术,2017,36(2):12-14.
- [9] 徐小娜. 软弱围岩高强锚注耦合支护技术试验研究[D]. 济南:山东大学,2016.
- [10] 杨战标,李建建,赵万里. “三高一大”高强锚注支护工艺优化与应用研究[J]. 能源与环保,2020,42(2):156-160,167.