

破碎围岩巷道注浆加固技术研究

A study of grouting consolidation for fragmented country rock roadways

程兆辉, 王春森(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:因地质构造等原因影响,致使巷道围岩破碎、整体性差,在生产过程中出现严重变形、局部破坏,甚至冒顶垮落等情况,严重影响井下回采期间正常生产。本文通过理论分析破碎围岩变形破坏原因,研究了注浆加固技术实现原理,根据现场实际提出了具体方案,并通过现场变形监测检验效果。结果表明,注浆加固技术可以有效降低孔隙率,加固破碎围岩,巷道变形得到有效控制,实践取得了良好效果,为同类型问题巷道围岩控制提供了参考。

关键词:巷道围岩; 破碎; 注浆技术; 加固

中图分类号: TD353

文献标志码: A

文章编号: 1672-609X(2021)03-0030-03

Abstract: Due to geological structures, some underground roadways tend to be fragmented. Such fragmentation gives rise to severe deformation, local damage, and even roof collapse, seriously affecting mining operation. The essay analyzes the causes for fragmented country rock deformation and break, studies the mechanism of grouting consolidation, and proposes a grouting scheme based on site actualities. The field deformation statistics revealed that the grouting consolidation effectively reduced porosity and improved the strength of fragmented country rocks, and brings roadway deformation under control. The practice serves as a good reference for the treatment of roadways of the same nature.

Key words: roadway country rocks; fragmentation; grouting technique; consolidation

1 前言

随着井工开采的深度不断拓展,煤炭开采面临着高应力、软岩等复杂地质环境,尤其是在遇到断层等地质构造情况时,受其影响,巷道围岩会出现松动破碎,受回采震动等的影响,原有的支护逐渐失去作用,巷道极易出现变形、破碎、垮落等问题,严重时会造成巷道断面严重缩小,影响通风、运输,给正常生产带来安全隐患。因此,深入研究破碎围岩变形原因,探索注浆加固技术的作用机理,对提高破碎巷道完整性、围岩稳定性具有重要意义。本文通过理论分析破碎围岩变形破坏原因,研究了注浆加固技术原理,根据现场实际提出实施方案,并通过现场变形监测检验效果,结果表明,注浆加固技术可以有效降低孔隙率,加固破碎围岩,巷道变形得到有效控制,在回采过程中,巷道稳定性良好,未出现松动、破坏、支护失效等问题,破碎围岩得到有效控制,实践取得

了良好效果,为同类型问题巷道围岩控制提供了参考^[1-3]。

2 注浆加固技术原理

2.1 围岩破碎影响因素分析

影响巷道围岩破碎的原因主要有三个,高应力、弱支护、构造带^[4-5]。破碎围岩的存在,本身是地质构造条件差造成,加上开挖、采动的影响,围岩裂隙扩展,破碎加剧。其次,巷道所处地层具有较高地应力,局部破碎围岩受集中应力作用,发生局部的失稳破坏,最终导致巷道变形破坏。破碎围岩巷道对于支护的要求更高,一般在锚杆、锚索支护后,需要喷层加固,若仍使用一般的锚杆支护,受采动影响,原有支护就会失去作用,导致巷道失稳变形。因此,通过注浆填充破碎围岩的裂隙,增大围岩强度,提升围岩完整性,提高围岩支撑能力。

2.2 注浆加固作用机理

(1) 充填压密作用。围岩实施注浆后,浆液全面填充裂隙,将原有的瓦斯等有害气体排出,全面充填原有较大裂隙,同时在压力作用下,煤岩体内更加细微的裂隙被挤压闭合,破碎裂隙被有效压密,提升了巷道围岩的整体性,强度提高。避免因裂隙持续

[作者简介] 程兆辉(1987-),男,汉,山东省高青县人,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,王春森.破碎围岩巷道注浆加固技术研究[J].中国矿山工程,2021,50(3):30-32.

扩展,造成的应力集中,巷道失稳。

(2)骨架网络作用。浆液填充围岩内裂隙并固化后,构成凝固后的框架结构,浆液凝固后变成破碎围岩的支撑骨架,从而起到防止破碎围岩进一步破坏的作用,围岩支撑能力得到强化^[6]。

(3)封闭作用。部分巷道围岩的变形破坏,还有部分原因是软弱岩体吸水膨胀造成,注浆后,原有的裂隙被填充,封闭了地下水与软岩的接触面,降低了软岩膨胀变形的可能性。

3 注浆方案设计

3.1 注浆材料

注浆材料大体上可分为无机、有机两类^[7]。无机材料以普通硅酸盐水泥为主,具有凝结快、强度大、性价比高、效果持久等特点,是目前井下注浆最常用的材料;缺点是粒度相对大,浆液配比稍微浓稠则不便于注入,且难以注入细密的裂隙,若浆液过于稀释则难以快速凝固成型,造成材料浪费;无机材料适用于破碎程度高、裂隙明显的大范围围岩注浆。有机材料以环氧类及不饱和聚酯材料为主,此类材料相对较贵,易于注浆操作,渗透能力较强,但固化后强度不高;有机材料适用于破碎程度不高、加固要求不高的局部注浆。

(1)无机材料水泥浆。水泥浆液按照水灰比0.7:1~1:1的比例调配,添加剂重约是水泥重的7%~11%,水玻璃为46~54波美度、2.7~3.1模数。按照40%~60%的比例,往水泥浆里添加水玻璃。注浆封孔使用马丽散封孔。

(2)有机高分子注浆材料。按照1:1比例添加双组份材料,初凝大约100~120s,注浆封孔使用马丽散封孔。

3.2 主要参数

(1)注浆压力。要综合考虑注浆深度、围岩破碎程度、裂隙发育程度等条件,合理设定注浆压力,压力大小将直接影响浆液渗透能力,对注浆加固效果起到决定性作用。单孔注浆压力可采用式(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1g/cm³。

(2)注浆量。因围岩情况千差万别,注浆量受围岩破碎程度及裂隙发育程度影响,不同条件下注

浆量差别较大。具体可参考式(2)完成初步测算。

$$Q_{\text{单}} = A\pi R^2 H n B M / k \quad (2)$$

式中: $Q_{\text{单}}$ ——单孔注浆量,kg;

A ——浆液损失率;

R ——扩散半径;

H ——注浆深度;

N ——围岩孔隙率;

B ——浆液充填系数;

M ——浆液密度。

(3)注浆工艺。注浆工艺过程大概分4个主要步骤^[8]: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。

3.3 注浆设备

结合矿井生产实际和注浆参数需求,钻孔使用液压钻机进行,配备麻花钻杆^[9]。注浆、封孔采用型号为ZBQ系列多功能气动注浆泵,配合混合枪、高压胶管、封孔器使用。

4 工程应用

4.1 工程概况

某矿103工作面轨道巷,受一较大断层影响,巷道围岩较为破碎,巷道施工时采用锚网索支护,在工作面回采过程中发生变形,且有加重趋势。为防止出现严重变形,影响工作面通风及正常生产,决定采用注浆加固技术进行加固。

4.2 钻孔设计

根据断层位置,在103工作面轨道巷距开切眼310m位置布置注浆站。为有效减少工程量,避免重复施工,决定使用现场现有的瓦斯抽采钻孔进行注浆施工,通过瓦斯抽采孔分次分段注浆,达到加固目的。注浆站内布置上下2排共计5个钻孔,钻孔倾角8°~15°,钻孔相互间隔3m,钻孔长度10~20m,排间竖间距1.5m。注浆钻孔布置如图1所示。

4.3 注浆参数

根据现场条件,注浆材料采用水泥浆+水玻璃无机材料,根据式(1)(2),计算得出注液压力为4MPa,单孔注液量约186.1kg,选用纱布+马丽散封孔,注浆结束后带压保持1h,以确保浆液充分渗入裂隙。

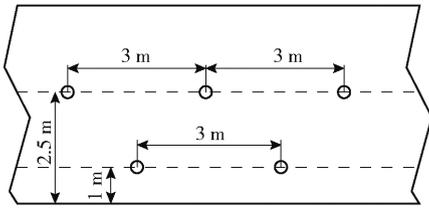


图1 103轨道巷注浆钻孔布置图

4.4 效果分析

1) 现场观察

现场观察可见,巷道整体变形量较小,工作面推过时,巷道处所见掉落煤岩体裂隙填充浆液到位,应用实现了预期效果。

2) 现场监测

注浆前后,分别对轨道巷两帮移近量进行了近一个月的现场监测,对比发现,注浆后两帮移近量大大减小,且逐步趋于稳定,破碎围岩得到控制。注浆前后巷道两帮移近变形对比如图2所示。

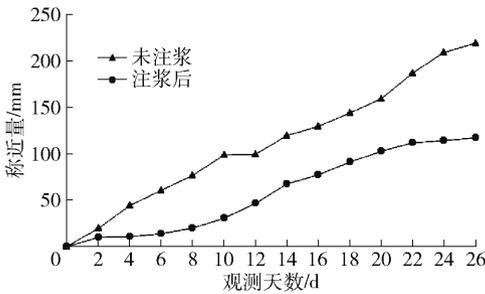


图2 注浆前后巷道两帮移近变形对比

5 结论

(1) 经过理论分析,针对性地提出了破碎围岩巷道注浆加固的技术方案,结合现场条件远程了注浆加固技术应用。

(2) 采用水泥浆 + 水玻璃注浆加固破碎围岩的

办法,有效填充了裂隙、封堵了水源,提高了围岩完整性及承载力,巷道围岩得到有效控制。

(3) 注浆压力及注浆量可以通过式(1)(2)初步测算得出,合理的注浆压力及注浆量,对注浆效果影响比重较大。

(4) 经过对注浆前后轨道巷两帮移近量近一个月的现场监测,结果表明,注浆后两帮移近量大大减小,且逐步趋于稳定,破碎围岩得到控制。

(5) 应用表明,通过注浆加固技术来控制破碎围岩是可行的,应用取得良好效果,对同类型巷道破碎围岩控制具有一定借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 康红普,冯志强. 煤矿巷道围岩注浆加固技术的现状与发展趋势[J]. 煤矿开采,2013,18(3):1-7.
- [2] 杨仁树,薛华俊,郭东明,等. 大断面软弱煤帮巷道注浆加固支护技术[J]. 煤炭科学技术,2014,42(12):1-4.
- [3] 仲启方,阎震彪,管歆. 巷道围岩注浆加固技术[J]. 煤炭技术,2015,34(1):80-83.
- [4] 冯冬,冯涛. 破碎围岩巷道注浆加固技术研究与实践[J]. 煤炭与化工,2015,38(4):10-14.
- [5] 徐香庆,郭文喜. 松软破碎围岩巷道注浆加固技术应用研究[J]. 煤炭工程,2012(7):29-31.
- [6] 秦海忠. 大采高复用巷道注浆加固研究[J]. 煤炭技术,2016,35(7):71-73.
- [7] 马亚鹏. 回采巷道破碎围岩注浆加固技术研究[J]. 机电工程技术,2019,48(10):216-218.
- [8] 林海峰. 回采巷道注浆加固效果的应用研究[J]. 煤炭技术,2016,35(12):45-47.
- [9] 刘泉声,卢超波,刘滨,等. 深部巷道注浆加固浆液扩散机理与应用研究[J]. 采矿与安全工程学报,2014,31(3):333-339.