

大采高工作面复用巷道 二次注浆支护技术

贾勇强¹ 陈红旭²

(1. 山西兰花科技创业股份有限公司大阳煤矿分公司

2. 霍州煤电集团吕梁山煤电有限公司店坪煤矿)

摘 要:针对大采高工作面复用巷道变形大、维护困难的问题,通过现场实测分析复用巷道变形破坏规律,提出围岩协调支理论,阐述围岩变形与注浆支护时的作用机理,应用新型注浆材料进行了二次注浆支护试验。结果表明:复用巷道可划分为超前影响区、初始变形区、剧烈变形区、趋于稳定区、稳定区;协调支理论认为注浆支护应在围岩变形起始阶段进行,在工作面前、后方进行二次注浆支护;复用巷道采用二次注浆支护变形量减小50%以上。

关键词:大采高工作面;复用巷道;分区特征;协调支护;新型注浆材料;二次注浆支护

大采高工作面综采技术具有回采工艺简单,资源回收率高等优点,已经成为我国山西、内蒙等矿区建设高产高效矿井的主要途径之一^[1]。大采高工作面回采巷道多采用“三进两回”或“两进一回”布置,部分巷道复用为下一工作面服务。复用巷道需经历开挖后松动圈形成、本工作面剧烈采动、下一工作面开采时一侧采动和另一侧采空区叠加应力影响三个阶段。大采高工作面采高大,矿压显现呈现明显的

“剧烈性”和“滞后性”,复用巷道变形严重,需反复返修,影响正常生产和采掘衔接。注浆加固是一种有效的主动支护手段,通过注浆封闭围岩表层,防止风化层扩展,浆液填充裂隙后,改善了岩石的宏观力学性质,提高了破碎围岩整体性和承载能力,维持巷道长期稳定^[2-5]。目前煤矿对于注浆加固的认识存在如下不足:(1)注浆加固时机选择,过早则裂隙不发育、贯通性差,注浆量小,扩散差,过晚则围岩丧失承

载能力,注浆作用不大;(2)注浆材料选择,普通硅酸盐水泥强度增长缓慢,不能及时进行锚杆补强,高分子注浆材料凝固速度快、可注性好,但是强度低,成本高昂、有毒、可燃[6]。本文针对复用巷道注浆支护现状,以注浆支理论论和注浆材料为出发点,研究大采高工作面复用巷道注浆支护技术。

1 大采高工作面复用巷道变形规律

1.1 工程概况

成庄矿 5310 工作面开采 3# 煤层,采用一次采全高走向长壁综合机械化采煤法,工作面走向长度 2599m,倾向长度 245m,采高 5.75m,煤层倾角 2~12°。煤层直接顶为页岩和煤线,厚度分别为 0.85m、0.13m;基本顶为粉砂岩,厚度 7.07m;直接底为泥岩,厚度 0.9m;老底为粉砂岩,厚度 2.95m。工作面采用“三进两回”的通风方式,巷道位置关系见图 1。其中 53101 巷、53103 巷、53105 巷为进风巷,53102 巷、53104 巷为回风顺槽。53101 巷作为复用巷道为下一工作面 5308 服务,沿煤层顶板掘进,巷道断面宽×高=5m×4m,采用锚网索联合支护,顶板锚杆长度 2.4m,间排距 1000mm×1050mm,锚索长度 7.4m,间排距 1900mm×2000mm;煤帮锚杆长度 2.4m,间排距 1000mm×1000mm,锚索长度 5.4m,每排 2 根,排距 2000mm。

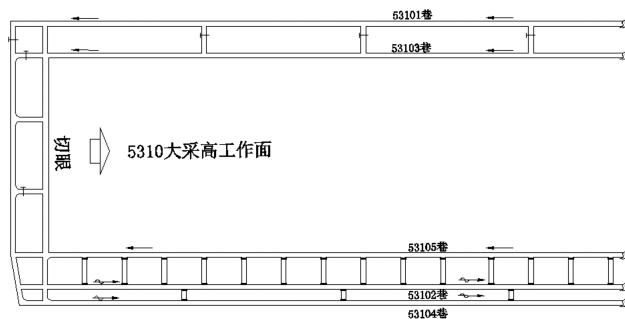


图 1 5310 大采高工作面巷道布置图

1.2 53101 巷变形规律

在 53101 巷内布置表面位移测点,采用十字布点法观测,测量范围为工作面前方 50m 到工作面后方 500m,依据变形速度大小,沿工作面推进方向可以将巷道变形区域依次划分为超前影响区、初始变形区、剧烈变形区、趋于稳定区、稳定区。

(1)超前影响区。位于工作面前方 0~50m 范围内,在工作面前方 10m 左右,巷道开始发生明显变形,顶板下沉、片帮严重;

(2)初始变形区。位于工作面后方 0~50m 范围内,两帮移近速度在 0~45mm/d,平均 26mm/d,顶底板变形以底鼓为主,顶板破碎;

(3)剧烈变形区。位于工作面后方 50~300m 范围内,顶底板速度在 39~187mm/d,平均 80mm/d,底鼓量约 1.3m,顶板破碎且出现较大下沉,下沉量约 300mm;

(4)趋于稳定区。位于工作面后方 300~400m 范围内,顶底板移近速度在 2.3~50mm/d,平均 23mm/d,变形速度明显减小;

(5)稳定区。位于工作面后方 400m 及以后,顶底板移近速度接近于 0。

2 围岩协调支护理论

围岩—支护共同作用原理是巷道充分发挥围岩自身的承载能力,以适当增大巷道本身变形换取巷道支护成本的降低,使两者之间处于平衡状态,保证巷道变形在允许范围的情况下,节省巷道支护成本[7]。对于一般回采巷道而言,只需保证巷道在工作面回采结束前变形在允许范围内即可,但对于复用巷道而言,由于受同一采面的重复采动影响,采用以往的支持强度很难保证巷道的二次使用;采用加强支护抵抗

二次采动影响,支护成本会极大的增加,因此,在保证成本的前提下则很难保证该巷道的二次使用。

围岩协调加固理论是建立在围岩—支护共同作用原理基础上,针对复用巷道提出的加固理论。主张在巷道具有一定的变形后,采用高性能注浆材料提高围岩承载能力,并能及时提高原锚杆(索)的支护性能,在进行较少的加强支护后,仍能有效约束围岩变形。在整个理论中,围岩变形与注浆支护时机、注浆支护工序、注浆支护方式的协调性十分重要,其关键在于:

(1) 围岩变形与注浆支护时机相协调。受采动影响之前,围岩内部裂隙不发育,贯通性差,此时进行注浆支护,注浆量小,扩散性差,剧烈采动影响之后,围岩发生严重破坏,此时注浆量增大,但是原锚杆(索)锚固基本失效,围岩整体强度也降低。应当在采动影响超前影响区和初始变形区进行一次注浆支护,以抵抗一次采动剧烈影响,即工作面前方 10m 到工作面后方 50m 范围;在剧烈变形区之后,对破碎围岩进行二次注浆支护,即滞后工作面 300m 左右,随工作面推进注浆,以适应下一工作面开采;

(2) 围岩变形与注浆支护方式相协调。一次注浆支护时,由于破碎区深度较小,注浆支护以浅孔注浆为主,锚索补强为辅;二次注浆支护时,围岩破坏深度大,以深孔注浆和锚索、挂网补强并重;

(3) 围岩变形与注浆支护工序相协调。注浆加固之后,煤岩体裂隙被填充,内部结构改善,锚杆(索)补强应立即进行为宜,要求注浆材料具备快速凝固、强度快速增长的特性。

3 新型无机注浆材料

目前常用的注浆材料为普通硅酸盐水泥类注浆

材料和高分子注浆材料。普通硅酸盐水泥类注浆材料虽然最终强度高,但是强度增长缓慢,不能适应锚杆(索)及时补强的需要;高分子注浆材料可注性好、凝固速度快、粘结性好,但是价格昂贵、有毒、可燃。新型无机双液注浆材料克服了普通硅酸盐水泥类注浆材料和高分子注浆材料存在的不足,具备速凝早强特性,可在数小时内具备较高的强度,1d 单轴抗压强度 8MPa 以上,补强支护可滞后注浆 1d~2d 进行。

新型无机注浆材料为双液注浆材料,分为 A 型和 B 型,使用时加水搅拌,水灰比 0.6~1.2:1 可调。材料具备速凝早强的特性,失去流动性时间 1~5min 可调,终凝时间在 6~15min 内可调,0.8:1 水灰比条件下,2h 强度 12MPa 以上。实验室实测新型无机注浆材料单轴抗压强度增长曲线见图 2。

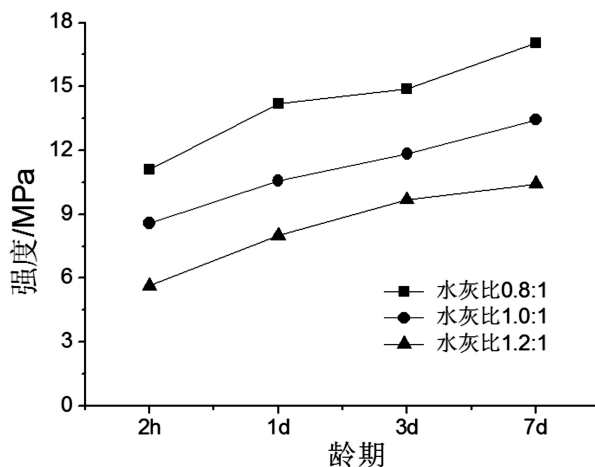


图2 新型无机注浆材料强度增长曲线

4 工业试验

依据围岩协调支护理论,对成庄矿 5310 大采高工作面 53101 巷制定二次注浆支护方案。

4.1 一次浅孔注浆支护方案

对超前影响区和起始变形区进行浅孔注浆加

固,并在注浆过后1d采用锚杆(索)进行补强。

注浆范围:两帮注浆,工作面前方10m到工作面后方50m范围,注浆随工作面推进进行;

钻孔布置及参数:上排孔与下排孔交错布置,上排孔、下排孔间距均为6.0m,见图3;

钻孔参数:孔深—4000mm;孔径—42mm;仰角—上排孔10°,下排孔垂直于巷帮;开孔高度—上排孔距离顶板1.0m,下排孔距离底板1.5m;

补强措施:注浆过后1d,对局部变形量较大区域进行锚杆补强,在原两排锚索之间补打1排锚索,每排1根。

通过一次注浆,可保证巷道在经历一次采动影响后巷道的变形得到有效的控制,在二次采动过程中,巷道的原有支护不会失效,巷道具有一定的变形,但其变形在允许范围之内。

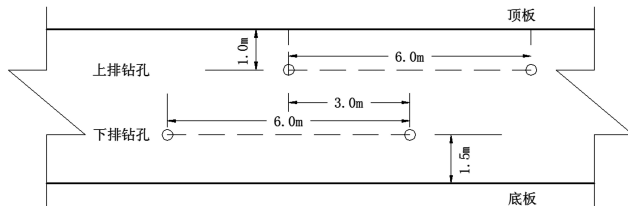


图3 一次浅孔注浆加固方案钻孔布置图

4.2 二次深孔注浆加固方案

在剧烈变形区后方进行二次注浆支护,先进行扩帮、清底,采用深孔注浆,注浆过后1d补打锚索补强,并铺网。

注浆范围:工作面后方300m之后范围,注浆随工作面推进进行;

钻孔布置:二次注浆钻孔与一次注浆钻孔交错布置,见图4;

钻孔参数:孔深—8000mm;孔径—42mm;仰角—0°;

补强措施:对破断锚杆(索)重新补强。

通过二次注浆,可保证巷道在经过二次采动影响之后原有支护不失效,巷道变形在允许范围内,且在采动影响稳定后,巷道变形基本不会增加,围岩状态完整。

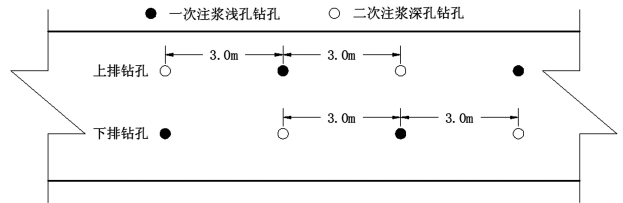


图4 二次深孔注浆加固方案钻孔布置图

4.3 二次注浆支护效果

一次注浆加固之后,两帮煤壁及顶板平整,自工作面前方20m至工作面后方20m,两帮累计移近量50mm~100mm,顶底板累计移近量50mm~150mm,有轻微底鼓;二次注浆加固之后,巷道两帮累计变形平均305mm,顶底板移近量平均386mm,其中底鼓量325mm,占顶底板移近总量的74.2%。而根据以往生产经验,复用巷道两帮和顶底板移近量800mm~1000mm,二次注浆支护使复用巷道变形量减小50%以上,二次注浆支护效果更好。

5 结论

(1)沿工作面推进方向,复用巷道根据巷道变形速度可依次划分为:超前影响区、起始变形区、剧烈变形区、趋于稳定区、稳定区。

(2)针对大采高工作面复用巷道支护问题提出围岩协调加固理论,强调注浆加固时机和及时补强支护的重要性,提出二次注浆支护方法;

(3)新型无机注浆材料具备速凝早强特性,1d单轴抗压强度8MPa以上,为注浆过后及时进行锚杆(索)补强提供了基础;

(4)二次注浆支护方案通过注(下转第19页)

涌水量配套的排水系统是减少综放工作面水害的重要措施。

(6)逐步学习和应用好《煤矿防治水规定》中的“三图一双预测法”进行顶板水害的分区评价和预测。

7 结束语

通过对王报煤业 3301 综放工作面顶板突水分析,在地质及水文地质资料分析基础上找出突水通道及涌水水源,以及先撤人后抢险的调度指挥措施,避免了突水造成更大的生命财产损失,对该地区同类型煤炭企业在顶板水预防和处理上有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1]马广明,回采工作面顶板突水预报与防治对策[J]江苏煤炭,2001.1.
- [2]曾先贵,李文平,李洪亮,刘启蒙,姜广路,综放开采近断层导水断裂带发育规律研究[J]采矿与安全工程学报 2006.9.
- [3]武强,黄晓玲,董东林,殷作如,李建民,洪益清,张厚军,评价煤层顶板水涌(突)水条件的“三图一双预测法”[J]煤炭学报,2000.2.
- [4]孙云龙,李元品,白雪娟,种义锋,告成煤矿 13131 工作面超前疏放顶板水实践[J]江西煤炭科技,2008.3.
- [5]陈忠胜,吴江峰,常文林,张景钟,综放工作面顶板砂岩水防治技术研究[J]江苏煤炭,2003.3.

(上接第 46 页)浆+及时补强的支护方式,提高了围岩承载能力,及时支护约束了巷道收敛,与以往开采经验相比,巷道变形量减小 50%以上,效果更好。

参考文献:

- [1]袁永,屠世浩,王瑛,等.大采高综采技术的关键问题与对策探讨[J].煤炭科学技术,2010,38(1):4-8.
- [2]吴怀国,魏宏亮,田凤兰,等.矿用高分子注浆加固材料性能特点及研究方向[J].煤炭科学技术,2012,40(5):27-29.

- [3]许延春,杨扬.回采工作面底板注浆加固防治水技术新进展[J].煤炭科学技术,2014,42(1):98-101.
- [4]苏清政,杨渝生,潘越,等.整合煤矿采空区内掘进巷道注浆加固技术[J].煤炭科学技术,2013,41(7):51-53.
- [5]张淑同,杨志恒,汪华君,等.采场破碎煤体注浆加固渗流规律研究[J].采矿与安全工程学报,2006,23(3):358-361.
- [6]吴怀国.矿用高分子注浆加固材料安全性试验研究[J].煤炭科学技术,2013,41(11):53-55.
- [7]董方庭,宋宏伟,郭志宏,等.巷道松动圈支护理论[J].煤炭学报,1994,19(1):21-31.