

化学注浆在综采工作面过大型地质构造煤岩体加固中应用

王泽雄 (山西焦煤霍州煤电临汾宏大锦程煤业有限公司, 山西 临汾 041000)

摘要: 在地质构造影响下, 煤岩体内裂隙发育, 给采面回采安全带来一定的安全威胁。52107 综采工作面回采期间会揭露 DF27 断层 ($H=18\text{m}$, $152^\circ \angle 65^\circ \sim 70^\circ$), 为确保采面回采安全, 提出使用化学浆液对地质构造发育区进行加固, 提高破碎煤岩体稳定性。依据采面与断层位置关系, 对注浆加固方案进行设计。现场应用后, 采面过 DF27 断层期间未出现冒顶、片帮以及顶板淋水等问题, 为采面安全回采创造了良好条件。

关键词: 化学注浆; 地质构造; 超前加护; 回采工作面

0 前言

断层、陷落柱、褶曲等地质构造是煤炭开采时常见构造构成, 在地质构造影响区内煤岩体较为破碎, 容易出现顶板冒落、煤壁片帮等问题, 给采面回采安全带来威胁^[1-2]。采面回采通过大型断层时, 如何确保煤壁及顶板岩层稳定是煤炭回采需要重点关注问题, 现阶段多采用注浆方式对断层影响带破碎煤岩体进行加固^[3-4]。根据注浆材料类型, 矿井常用注浆材料有水泥浆、化学浆液两大类, 其中化学浆液具有不析水、渗透性强以及粘结强度高、胶结速度快等优点, 在此类地质构造注浆加固中具有显著优势^[5-6]。文中就以山西某矿 52107 综采工作面过断层为工程实例, 通过采面注浆、超前注浆方式提高断层破碎带内岩体稳定性及强度, 实现了采面安全高效回采。

1 工程概况

52107 综采工作面位于 21 采区中部, 采面设计走向 1250m、倾向长 185m。采面回采的 5# 煤层结构简单, 平均厚 3.57m, 倾角 7.5° 。5# 煤顶底板岩性以泥岩、砂质砂岩为主, 具体见表 1 所示。

表 1 煤层顶底板岩性

项目	岩性	普氏系数	厚度 (m)	抗压强度 (MPa)
老顶	中粒砂岩	6~8	6.64	28.4~55.0
直接顶	泥岩、砂质泥岩	3~5	3.17	17.4~29.7
伪顶	泥岩	3	0.45	8.1~18.3
直接底	泥岩	3	1.97	8.1~18.3
老底	细粒砂岩	6~8	7.45	20.1~49.3

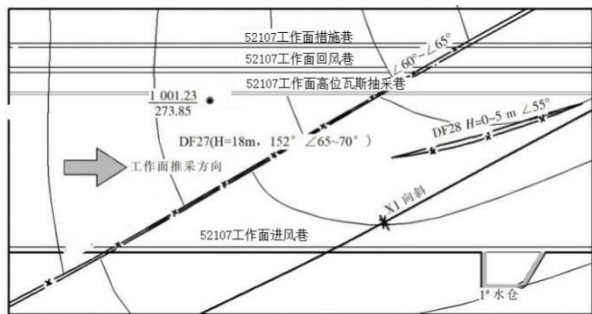


图 1 采面与断层位置关系示意图

52107 综采工作面内布置的主要设备有 ZY5600/21/46D 液压支架、MG400/920-WD 采煤机、SGZ800/800 刮板输送机; 采煤机日平均割 4 刀, 单刀截割进尺 600mm。根据钻探资料及揭露地质资料显示, 52107 综

采工作面开采范围内有 DF27 断层 ($H=18\text{m}$, $152^\circ \angle 65^\circ \sim 70^\circ$)。为提高煤炭采出率, 提出使用平推硬过方式过该断层。为确保采面回采安全, 使用注浆方式对断层破碎带内煤岩体进行加固。

2 注浆加固技术

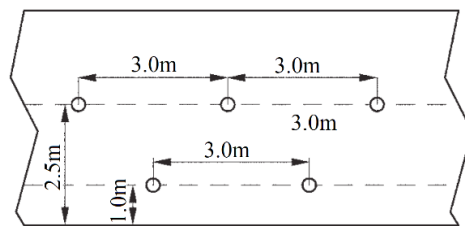
2.1 注浆材料

由于断层破碎带内岩体主要以泥岩以及泥质胶结软岩, 为此提出采用固安特 CM-11 材料进行加固, 该加固材料在胶结过程中不析水, 同时具有较强的粘结强度以及渗透性。对破碎岩体胶结后可长久维持岩体稳定, 抗压强度高。具体使用的注浆材料性能参数见表 2 所示。注浆时压力设定为 2MPa, 注浆材料有效扩展半径即可达到 1.5m~2.0m。

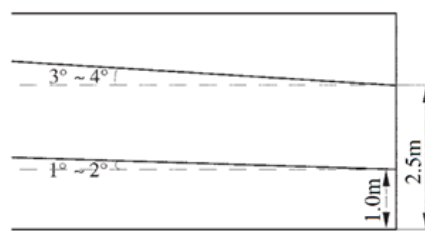
表 2 注浆材料性能参数

项目	11 催化剂	CM-11 树脂
粘度 / ($\text{MPa} \cdot \text{s}$)	CM-200~250	200~300
混合体积比	1	1
反应开始时间 (s)	30~50	30~50
反应结束时间 (s)	65~85	65~85
最大抗压强度 (MPa)	≥ 55	≥ 55
最大粘结强度 (MPa)	≥ 3.0	≥ 3.0
扩散半径	$\geq 2.0\text{m}$	$\geq 2.0\text{m}$

2.2 超前加固钻孔布置



(a) 平面图



(b) 剖面图

图 2 注浆孔布置图

根据 52107 采面与 DF27 断层位置关系以及断层影

响范围,在回采巷道内、采面内对断层影响区域进行注浆。

2.2.1 采面注浆

在回采工作面 DF27 断层影响范围内布置 2 排注浆钻孔,钻孔呈三花眼状,间排距为 $3.0\text{m} \times 1.5\text{m}$,具体见图 2 所示。第一排、第二排钻孔与采面底板间距分别为 1.0m 、 2.5m ,具体注浆孔施工位置可依据现场情况进行调整。注浆孔孔径、孔深分别为 28mm 、 6.0m ,单孔注浆量为 300kg 。注浆完成后允许推进 $3\sim 4\text{m}$,并依据顶板、煤壁情况决定是否需要进行注浆。

2.2.2 回采巷道超前注浆

为了降低注浆对采面回采影响,提出在采面回采巷道内布置注浆钻孔对破碎煤岩体进行注浆加固。具体注浆加固范围为推进 $1010\text{m}\sim 1155\text{m}$,共计加固 145m 范围。

在回采巷道内布置的注浆孔孔深在 $30\sim 85\text{m}$ 间,钻孔间距均为 3.0m ,开孔位于巷道底板 1.0m 位置,钻孔均垂直巷帮施工,倾角均为 8° (运输巷倾角 $+7.5^\circ$ 、回风巷倾角 -7.5°)。具体运输巷内注浆孔布置见图 3。

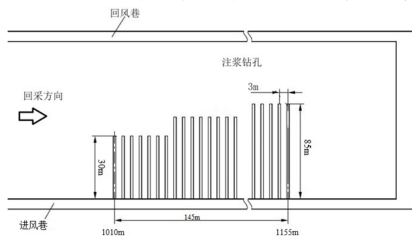


图 3 运输巷注浆钻孔布置示意图

注浆钻孔封孔采用“两堵一注”方式,封孔长度设计为 6m ,封孔管为直径 20mm 无缝钢管,封孔材料为双液速凝材料,具体封孔结构见图 4。

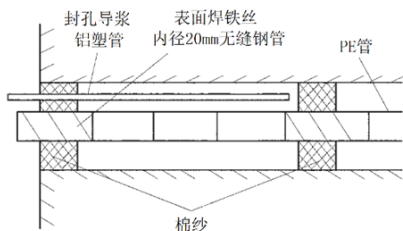


图 4 “两堵一注”封孔结构

具体注浆加固工艺见图 5 所示。注浆选用型号 ZBYSB100/20-18.5 注浆泵。注浆孔注浆压力控制在 $6\text{MPa}\sim 8\text{MPa}$ 。注浆过程中可依据现场情况对注浆压力进行调整,在不漏浆、跑浆的前提下尽量增加钻孔注浆量。

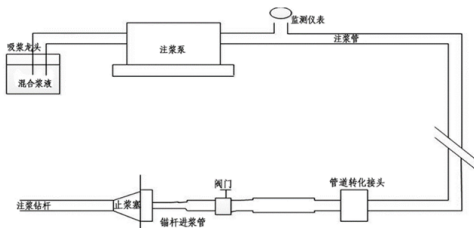


图 5 注浆系统构成

在注浆加固前应首先对加固点实施敲帮问顶,在保证安全的前提下方可进行注浆;注浆时对注浆点瓦斯浓

度进行测定,需要搭设工作平台时应确保平台温度,并有操作熟练的钻机操作工施工注浆孔。在钻孔钻进、注浆过程中派专人观察顶板、煤壁变化情况,密切注意防止由于注浆压力过大导致顶板冒落或者片帮事故发生,当发现顶板或者煤壁存在异常时应立即撤出作业人员,确认安全后方可继续施工。

3 注浆加固效果分析

采面上覆伪顶为泥岩、直接顶为泥岩细砂岩砂质泥岩互层,本身顶板岩层强度及承载力较小,加之断层影响,顶板破碎,容易出现冒顶。通过向断层影响区域进行注浆加固,增加了顶板岩层稳定性,采面在回采过断层期间未有冒顶事故、压架事故等发生。

采面顶直接顶(伪顶)、直接底均为泥岩、泥质砂岩,遇水容易膨胀。5#煤层采空区少量积水会沿着断层裂隙向回采空间涌出,虽然涌水量较小,但是会使得顶底板岩层出现软化、膨胀变形。通过注浆可对顶板裂隙进行封堵,从而消除顶板裂隙水给采面回采影响。

采面在过 DF27 断层期间每天割 4 刀,保持较快的推进速度,通过对地质构造带进行综合加固,为煤炭高效回采创造了良好条件。

4 总结

52107 采面在回采推进过 DF27 断层期间在断层构造影响下极其容易出现冒顶、煤壁片帮等问题。在回采巷道以及采煤内对断层影响区域进行超前注浆可提高断层破碎带内煤岩体稳定性,从而提高采面过断层安全保障能力。注浆时选用的化学浆液具有胶结速度快、不析水、胶结强度高优点,注浆 2h 后胶结的煤岩体抗压强度即可达到 16MPa 以上,可满足煤岩体加固需要。加固完成后,采面过 DF27 断层期间保持 2.4m/d 推进速度,同时未出现片帮、冒落以及淋水等问题,现场取得较好的加固效果。

参考文献:

- [1] 耿耀强,赵腾飞,陈建明,胡国和.复杂地质条件下综放工作面过断层注浆加固技术[J].煤矿安全,2021,52(06):117-122+128.
- [2] 王晓蕾.新型煤岩体加固注浆料制备及应用分析[J].地下空间与工程学报,2020,16(03):844-851+862.
- [3] 王晓蕾,姬治岗,罗文强.破碎煤岩体注浆加固效果综合评价技术及应用[J].煤田地质与勘探,2019,47(06):92-97.
- [4] 闫旭.破碎围岩巷道新型注浆材料与配套支护构件研究及应用[D].青岛:山东科技大学,2019.
- [5] 王继勇,于维雨,陈杨,等.高分子基煤岩体加固材料的安全性能研究[J].煤矿安全,2016,47(05):69-72.
- [6] 张保芳.破碎煤岩体注浆加固技术及其应用[J].山西焦煤科技,2014,38(12):32-35.

作者简介:

王泽雄(1990-),男,汉族,山西大同人,大专,助理工程师,从事煤炭开采工作。