

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

张飞飞 (山西潞安化工集团左权阜生煤业有限公司, 山西 晋中 032612)

摘要: 地质构造会给煤炭回采安全带来较大威胁。文中以 3305 综采工作面过 DF31 断层破碎带为工程实例, 提出在回采巷道内布置注浆钻孔并使用化学浆液对破碎带内煤岩体进行加固。依据采面与断层位置、赋存参数, 对注浆加固参数进行设计。现场应用后, 采面回采过断层破碎带期间顶板冒落、煤壁片帮等发生率明显降低, 为采面回采过断层破碎带创造良好条件。

关键词: 化学注浆; 综采工作面; 地质构造; 加固; 断层破碎带

井下煤炭开采过程中经常遇到陷落柱、构造带以及断层等不良地质体, 在断层等地质构造影响下, 煤层顶底板岩层以及煤体等常破碎、整体性较差, 给采面煤炭开采安全带来较大威胁^[1-2]。若采面回采过地质构造期间不能很好的控制地质构造带煤岩体稳定性, 采面过构造带期间容易出现安全事故^[3]。注浆可显著提升地质构造带煤岩体稳定性以及强度, 将原本破碎、承载能力较低的煤岩体胶结为完整结构体, 提升岩体强度, 从而避免或者降低采面回采过地质构造期间顶板冒落或者煤壁片帮等事故发生^[4-5]。文中就以山西某矿 3305 综采工作面过 DF31 断层为工程实例, 提出采用化学注浆方式加固断层构造带内破碎煤岩体, 从而给采面回采过断层创造良好, 实现采面安全高效回采。

1 工程概况

山西某矿为设计生产能力 300 万 t/a 的大型现代化矿井, 采用斜井、平硐开拓方式, 现阶段主要回采 3# 煤层, 煤层厚度均值为 4.1m、倾角 5~10°, 中间夹杂有 2~5 层泥岩、炭质泥岩矸石。3# 煤层硬度平均 0.7~1.5, 赋存较为稳定, 是矿井主采煤层, 煤层顶底板以砂岩、泥岩为主, 具体见表 1。

表 1 3# 煤层顶底板岩性

项目	煤层厚度	岩性
基本顶	8.5	粉砂岩、中砂岩
直接顶	3.6	中粒砂岩
伪顶	0.2~0.5	炭质泥岩、砂质泥岩
直接底	2.9	粉砂质泥岩
基本底	9.3	砂岩

3305 综采工作面回采 3# 煤层, 采面设计走向长度为 590m、倾斜长度为 116m, 根据已经物探资料以及回

采巷道揭露岩性参数显示, 采面回采推进至 305m 位置时会揭露 DF31 断层 ($H=3.9\sim 15\text{m}$, $150^\circ < 63^\circ$)。在断层构造带内煤岩体破碎, 采面在过断层期间顶板冒落、煤壁片帮等安全事故风险显著增加, 给采面回采安全带来较大威胁。为确保采面安全, 提出在回采巷道内布置注浆钻孔, 对断层破碎带进行超前注浆, 提高断层破碎带内煤岩体强度, 从而确保采面回采过断层安全。

2 化学注浆加固应用

2.1 化学注浆加固机理

注浆加固是通过高压注浆泵将注浆浆液注入到破碎煤岩体中, 化学浆液在断层破碎带裂隙、孔隙内渗透并在催化剂作用下出现胶结, 从而将原本破碎的煤岩体胶结为结构相对完整的整体。在化学浆液、断层破碎带煤岩体等共同作用, 形成结构连续的支撑体, 从而避免采面回采推进过断层期间出现顶板冒落、围岩垮落或者煤壁片帮等安全事故。根据断层破碎带煤岩体注浆方式差异, 将注浆分为下述类似:

2.1.1 渗透注浆

该种注浆方式属于带压注浆方式一种, 注浆压力可将浆液压入到断层破碎带煤岩体裂隙中, 同时不会导致破碎带煤岩体产生新的裂隙, 断层破碎带内煤岩体在化学浆液作用下胶结为结构相对完整整体。

2.1.2 压密注浆

注浆浆液进入到断层破碎带裂隙, 并置换出破碎带裂隙中原有的气体, 在注浆压力作用下使得原本破碎的煤岩体结构更为紧凑。

2.1.3 破裂注浆

注浆压力超过煤岩体原岩应力, 注浆浆液在注浆压力作用下会产生大量的裂隙、同时注浆浆液有效扩散半径较大, 可达到改善围岩强度以及承载能力目的。

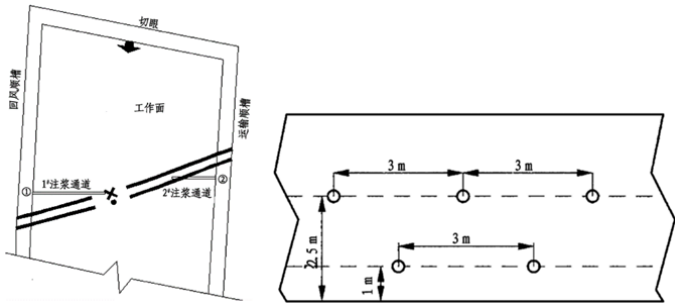
2.2 注浆材料及注浆设备

在 DF31 断层破碎带内注入的注浆材料为化学材料, 具体选择使用天固化学材料, 该种注浆材料具有反应速度快、膨胀率高等优点。注浆浆液在注浆泵压力作用下在断层破碎带裂隙内扩展, 注入到裂隙后浆液具备较好的柔韧性以及防水性, 可满足断层破碎带煤岩体胶结需要。注浆选用的注浆设备型号为 ZBQS-10/10 气动注浆泵, 注浆泵配合使用高压软管、混合枪、封孔器等综合

使用。注浆钻孔施工采用现有的液压钻机，钻孔孔径设计为 73mm。

2.3 注浆加固参数

根据 3305 综采工作面内 DF31 断层 (H=3.9~15m, 150° < 63°) 分布位置以及断层赋存参数, 提出分别在采面运输巷、回风巷内布置注浆站, 向断层破碎带施工注浆钻孔, 实现断层破碎带内煤岩体加固, 具体断层破碎带内注浆钻孔布置见图 1(a) 所示。



(a) 注浆钻孔平面图 (b) 注浆钻孔剖面图

图 1 注浆钻孔布置示意图

为降低钻孔施工工程量, 注浆钻孔尽量使用已有的瓦斯抽采钻孔, 并通过钻进再次钻进实现瓦斯抽采钻孔再次使用。在采面回采巷道内每个注浆站均布置 2 排注浆钻孔, 其中上排钻孔 3 个、下排钻孔 2 个, 两排钻孔呈三花眼状。布置的注浆孔间距均为 3m、钻孔孔深设计为 60~80m, 倾角介于 8~15°, 上下两排钻孔间有 1.5m 间距, 具体注浆站内钻孔布置见图 1(b) 所示。

2.4 化学注浆加固工艺

在 DF31 断层 (H=3.9~15m, 150° < 63°) 破碎带内注浆按照设计方案布置注浆钻孔, 注浆钻孔施工有钻孔钻进、钻孔封孔以及注浆等步骤。注浆钻孔施工完成后, 将注浆管插入到钻孔孔底, 完整注浆孔封孔后开始进行带压注浆, 待注浆浆液初步完成钻孔周边裂隙充填后, 浆液会出现一定的回流, 此时仍应保持一定的注浆压力, 确保注浆浆液可在断层破碎带裂隙中扩散。

注浆压力对注浆浆液能否充填断层破碎带裂隙有较大影响, 注浆压力过小则会弱化注浆效果, 注浆压力过大则容易导致断层破碎带出现新的压力, 从而加剧断层破碎带煤岩体破碎程度, 增加采面过断层破碎带期间顶板冒落、煤壁片帮等程度。具体注浆钻孔单孔注浆压力 P 可通过下述公式计算:

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

其中: P 表示注浆钻孔注浆压力, MPa; H 表示注浆地点静水压力, MPa; r 表示水密度, kg/m³。带入注浆点参数, 计算得到 P=3~3.75MPa。

3 断层破碎带化学注浆加固效果分析

现场观测发现, 采面在回采过断层破碎带期间顶板以及前方煤岩体内裂隙被注浆浆液胶结, 破碎煤岩体被胶结为完整的结构体, 煤壁以及顶板完整性较好。对采面回采过断层破碎带期间注浆前后煤壁片帮、顶板冒落

以及顶板垮落等情况进行监测, 具体结果见表 2 所示。

表 2 采面煤壁片帮以及顶板冒落监测结果

项目	冒顶			片帮	
	深度 (m)	夹矸率 (%)	发生频次 (次/班)	深度 (m)	发生频次 (次/班)
注浆加固前	1.7~2.5	6.2	2	1.5~3.6	3.5
注浆加固后	0.3~0.5	2.3	0.5	0.2~0.5	0.6

从采面过断层破碎带期间注浆前后煤壁片帮以及顶板冒落监测结果可以看出, 通过注浆加固后煤壁片帮以及顶板冒落等问题得以有效缓解, 虽然煤壁以及顶板仍有小规模片帮或者冒顶事故, 但是整体发生频次以及强度等均较小, 不会给采面回采过断层安全带带来威胁。现场使用的化学注浆可为采面回采安全创造良好条件。

4 总结

①为确保 3305 综采工作面安全高效通过 DF31 断层破碎带, 提出采用化学注浆方式对断层破碎带内煤岩体进行加固。依据采面、断层位置关系以及采面井下现有设备, 对注浆加固钻孔布置以及施工方案进行设计。根据注浆浆液性质以及现场注浆加固需要, 选用化学浆液对断层破碎带煤岩体进行加固, 具体选用材料类型为天固化学材料, 该种材料具有胶结速度快、体积膨胀大等优点, 可满足断层破碎带煤岩体加固需要;

②现场应用后, 采面过断层破碎带期间顶板冒落、煤壁片帮等问题得以有效解决, 虽然采面过断层破碎带期间仍会出现一定程度冒顶、片帮等问题, 但是发生强度以及频次等较低, 不会给采面回采安全带来威胁。现场应用实践表明, 综采工作面在过大型地质构造断层破碎带期间采用化学浆液加固破碎带内煤岩体可有效解决破碎带内煤炭体完整性差、破碎等问题, 可为采面回采安全创造良好条件。

参考文献:

- [1] 王阿东. 固特珑高分子注浆材料在综采面倒架中的应用 [J]. 能源与节能, 2020(09):154-156.
- [2] 李鹏俊. 地质构造区巷道锚网索支护联合注浆加固技术 [J]. 煤, 2020, 29(06):51-52.
- [3] 谢益盛. 巷道松软破碎构造围岩注浆加固机理研究及应用 [D]. 太原: 太原理工大学, 2020.
- [4] 任刚. 大断面软岩巷道注浆加固技术研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2020.
- [5] 张忠玉. 注浆加固技术在掘进工作面过断层中的应用 [J]. 技术与市场, 2017, 24(04):189+191.

作者简介:

张飞飞 (1989-), 男, 汉族, 山西左权人, 本科, 从事矿井煤炭开采工作。