

化学浆液在综采工作面过地质构造破碎带加固中应用

石俊旗 (山西潞安工程有限公司, 山西 长治 046102)

摘要: 为了确保矿井生产安全并为工作面过地质构造创造良好条件, 提出采用化学注浆方式加固采面揭露的地质构造, 并进行现场应用。结果表明: ①依据回采工作面现场情况针对性布置注浆加固钻孔不仅可以满足破碎煤岩体注浆加固需要, 而且可降低注浆加固成本; ②采取的马丽散胶结能力以及扩散性较强, 胶结耗时较短, 可满足采面局部注浆加固需要。现场应用后, 3506 工作面过断层破碎带期间未出现顶板冒落、煤壁片帮等问题, 取得显著的注浆加固效果。研究成果为矿井工作面过地质构造带积累了宝贵经验。

关键词: 化学注浆; 地质构造; 加固; 片帮; 冒顶

矿井在回采煤炭资源时长遇到陷落柱、褶皱以及断层等地质构造, 当构造发育范围较大时会给煤炭回采、巷道掘进等采掘工作带来显著影响^[1-2]。断层是矿井生产时最为常见构造类型, 在断层作用下煤层连续性会被打断, 且在断层影响下煤层顶底板、煤体等裂隙发育, 容易引起顶板冒落、煤壁片帮等事故^[3-5]。因此, 在生产过程中, 针对地质构造带时采取针对性的加固措施对提升矿井生产安全保障能力具有显著的促进意义^[6]。本文即以山西某矿 3506 工作面过断层为工程实例, 通过使用化学浆液加固有效提高了破碎带岩层稳定, 有效解决了地质构造带破碎围岩控制困难问题。

1 工程概况

山西某矿 3506 工作面采用综采开采工艺, 采面走向、倾向长分别为 1080m、135m, 主采的 3# 煤层埋深平均 380m, 赋存稳定性。3# 煤层厚度平均 5.6m, 倾角 3~7°, 直接顶为砂质泥岩、泥岩互层, 厚度 3.8m; 基本顶为大占砂岩, 厚度 12.3m; 直接底为粉砂岩, 厚度 1.75m; 基本底为粉砂岩, 厚度 4.9m。

3506 工作面位于一单斜构造背面, 整体呈现西高东低趋势。根据前期地质勘探资料以及巷道掘进揭露地质构造情况, 发现在采面回采范围内存在有 5 条断层, 其中对采面生产影响较大的断层为 F1 (H=1.2m, 161° ∠ 66°)、F2 (H=3.1m, 172° ∠ 53°) 以及 F3 (H=3.7m, 235° ∠ 71°) 断层。采面在过断层期间容易出现顶板冒落、片帮等问题。文中就以过 F3 断层为例, 对化学注浆加固破碎围岩技术措施以及现场应用效果进行详细探讨。

2 化学注浆加固

2.1 断层破碎带岩层加固机理

在采煤工作面回采推进时会产生一定的超前支承压力, 在超前支承压力影响范围内煤岩体出现一定程度的应力集中。在断层破碎带附近煤岩体本身较为破碎, 强度相对较低、稳定性较差, 在采面开采动压影响下容易导致断层破碎带煤岩体失稳。通过布置注浆钻孔向断层破碎带内注入浆液, 浆液在破碎带裂隙内扩展不仅可重新胶结破碎带煤岩体而且可显著提升煤岩体强度以及稳定性。通过在破碎带内注入化学浆液, 裂隙被化学浆液充填, 胶结后形成的连续胶结骨架可增加注浆区域内煤岩体粘聚力、内摩擦角, 从而为采面过断层破碎带创造良好条件。相对比水泥浆, 采取化学注浆方式虽然注浆加固成本有所提升, 但是注浆更为简单而且注浆加固效果更显著。

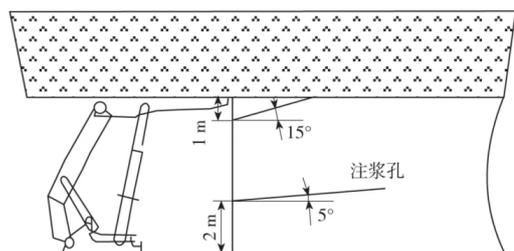
2.2 化学浆液配比

在 3506 工作面过 F3 断层破碎带时选用的注浆浆液为马丽散, 该种注浆材料不仅具备好的胶结性、渗透性, 同时胶结后强度较高。马丽散中树脂 (A 料)、催化剂 (B 料) 按照 1:1 配备混合, 混合后的浆液粘度以及稠度明显降低, 具有较强的渗透性, 可在破碎煤炭中快速渗透、胶结, 从而在短时间内即可实现对破碎煤岩体加固。

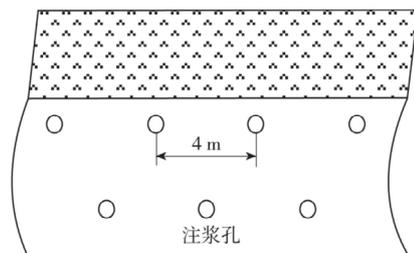
2.3 钻孔布置参数

根据 F3 断层在 3506 工作面内分布情况, 提出采用局部注浆方式对破碎煤岩体进行加固, 即根据采面揭露的煤体以及顶底板岩性情况决定注浆加固区域, 通过对煤岩体破碎区域进行注浆来提高注浆针对性并降低注浆耗时。具体注浆钻孔布置见图 1 所示。

3506 工作面设计推进速度为 3m/d, 为了确保注浆浆液有足够的凝结时间, 在距离断层破碎带 5m 时对破碎煤岩体进行注浆加固, 具体加固时间安排在采面检修班。根据采面揭露的煤体以及顶板岩性, 确定布置的注浆孔孔深为 8.0m、钻孔孔径为 42mm, 封孔长度为 2.0m。采面内布置的注浆孔分 2 篇布置, 上排位于煤层顶板下方 1.0m 位置、钻孔有 15° 仰角, 下排钻孔位于煤层底板上方 2.0m 位置、有 5° 仰角。



(a) 注浆孔布置剖面图



(b) 注浆孔布置平面图

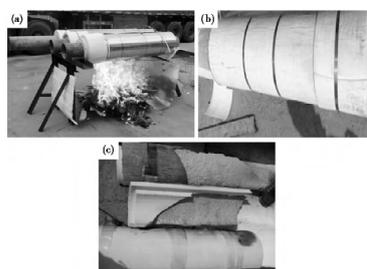
图 1 注浆孔布置示意图

通过已有的注浆经验得知, 注浆浆液选用马丽散时有有效扩散半径在 2.5m 以上, 因而注浆钻孔设计间距为 4.0m 且上下排钻孔呈三花眼形式布置。钻孔注 (下转第 152 页)

化工管道的腐蚀具有非常重要的作用。正如我们知道的—样,化工管道因为长期暴露在外界环境中,受到雨水的侵蚀,再加上有些管道的内外温差很大,因为保温工作的疏忽,加快了化工管道的腐蚀过程,极大地缩短了化工管道的使用周期。因此,采用吸水性相对小或疏水性材料对管道进行保温,是管道长期、安全运行的保障^[4]。

4 SiO₂ 气凝胶毡防火性能的研究

SiO₂ 气凝胶毡材料的防火性能比较好,通过 SiO₂ 气凝胶毡和常规保温材料对化工管道进行包覆,进行明火烘烤实验,观察材料的变化,详情见(图3)。从图中可以看出,用相同的火焰同时进行 30min 的烘烤, SiO₂ 气凝胶毡只是轻微的变色,可以继续使用;相反,常规保温材料被烧焦,不能继续使用。实验证明, SiO₂ 气凝胶毡作为管道保温材料,在安全上是可行的,在关键时刻能够防止火灾发生,把损失降到最低^[5]。



a) 明火烘烤实验; b) SiO₂ 气凝胶毡表面受损情况; c) 常规保温材料的受损情况
图3 防火实验

(上接第 150 页)浆量是影响注浆效果的重要参数。在注浆时通过现场注浆试验以及理论计算得出注浆孔单孔注浆量保持在 400kg 左右,并使用间歇注浆方式确保注浆加固效果。

合理的注浆压力不仅可提高钻孔注浆量而且可提升注浆效果。注浆压力过大会导致煤岩体产生新的裂隙,压力过小则使得注浆浆液在裂隙中注入量偏低,注浆半径偏小。在 3506 工作面注浆时依据现场注浆试验以及以往注浆经验,将钻孔注浆量设计为 12~15MPa。

3 化学注浆加固效果分析

在对 3506 工作面揭露的断层破碎带采取化学注浆加固后,采用钻孔窥视方法对注浆加固后煤岩体稳定性进行探测。从探测结果可以看出,采用马丽散对煤岩体进行加固,注浆浆液可在破碎煤岩体裂隙中扩展并对煤岩体进行胶结,使得原本破碎的顶板以及煤体被注浆浆液胶结为统一的整体,从而提升顶板岩体以及煤体强度。

由于采面开采的 3# 煤层顶板以砂质泥岩、泥岩位置,本身强度较低,在断层以及采面采动压力影响下容易失稳,严重时出现顶板冒顶以及压架事故。在 3506 工作面通过注浆加固后,采面在推进过 F3 断层破碎带期间顶板以及煤壁始终保持稳定,未出顶板冒落、煤壁片帮等问题,同时液压支架工作阻力始终保持稳定。采面在过断层破碎带期间保持了 3m/d 的回采推进速度,取得较好的注浆加固效果。

4 总结

①采面工作面在回采过地质构造破碎带时,由于破碎带内煤岩体裂隙发育,容易导致采面出现顶板冒落、煤壁

5 结语

SiO₂ 气凝胶毡是一种很好的管道保温材料,具有隔热、耐水、轻质、安全性高等优点,在很多行业都有广泛的应用。在化工管道的外围包覆一层 SiO₂ 气凝胶毡作为保温材料,可以有效地减缓化工管道的腐蚀,延长化工管道的使用寿命。通过防火实验, SiO₂ 气凝胶毡经过大火烘烤 30min 之后只是轻微变色,还可以继续使用,具有优良的耐火性能。采用 SiO₂ 气凝胶毡包覆化工管道,可以减少管线的安装空间,节省成本。综上所述, SiO₂ 气凝胶毡具有多种优点,不管是从安全的角度还是企业利益的角度来说都是非常优秀的保温隔热材料。

参考文献:

- [1] 周天宇, 郜建松, 孙志钦, 李玖重, 张婧帆. 气凝胶毡在管道保温中的应用研究 [J]. 石油化工设计, 2019, 36(04): 64-66+8.
- [2] 张德忠. 二氧化硅气凝胶在保温隔热领域中的应用 [J]. 化学研究, 2016, 27(01): 120-127.
- [3] 张由素, 刘丰, 练绵炎, 王洪峰. SiO₂ 气凝胶毡在化工管道领域应用研究 [J]. 化工新型材料, 2016, 44(01): 250-251.
- [4] 孙达, 周长灵, 陈恒, 隋学叶, 刘福田. 二氧化硅气凝胶的研究现状及应用前景 [J]. 现代技术陶瓷, 2015, 36(04): 24-31+53.
- [5] 马荣, 童跃进, 关怀民. SiO₂ 气凝胶的研究现状与应用 [J]. 材料导报, 2011, 25(01): 58-64.

片帮以及支架压架等问题,给采面正常回采安全带来明显威胁。依据 3506 工作面揭露的断层发育情况,提出采用化学注浆方式来提高断层破碎带煤岩体强度,从而为采面回采安全创造良好条件;

②为了降低注浆加固成本,现场注浆时依据顶板以及煤体破碎情况采取区域注浆方式对煤岩体进行加固,通过注浆提高采面顶板稳定性以及煤体自身承载能力。现场应用后, 3506 采面在过 F3 断层期间未出现煤壁片帮、顶板冒落问题,同时液压支架工作阻力保持稳定,采面仍可保持 3m/d 的推进速度。

参考文献:

- [1] 赵旭光. 综采面过断层泥质破碎带注浆加固技术研究 [J]. 石化技术, 2020, 27(07): 349-350.
- [2] 戴伟. 综采工作面破碎顶板预加固技术研究 [D]. 安徽: 安徽理工大学, 2019.
- [3] 陈申. 基于分带的断层带注浆加固机理试验研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2019.
- [4] 邢敏. 破碎回采巷道围岩注浆加固机理与工艺研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2015.
- [5] 宋英明, 马国学. 高分子聚合物超前注浆加固破碎顶板技术应用 [J]. 陕西煤炭, 2014, 33(01): 59-60+79.
- [6] 乔奶平. 化学注浆加固技术在综采面过断层破碎带中的应用 [J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2013, 26(03): 30-31.

作者简介:

石俊旗 (1982-), 男, 汉族, 山西襄垣人, 本科, 工程师, 从事安全管理工作。