

# 厚煤层综放工作面过断层带注浆 加固技术研究

Research on grouting reinforcement technology of thick seam fully mechanized top coal caving face passing through fault zone

党 永(晋能控股煤业集团综采办公室,山西大同 037003)

**摘要:**为实现工作面安全回采,以501101综放工作面过DF27断层为工程背景,提出在回采巷道进行超前注浆、工作面内进行辅助注浆方式加固断层破碎带围岩,并对注浆加固方案进行设计。现场应用后,工作面推进速度保持在6m/d,工作面过断层期间顶板、煤壁保持稳定。提出的注浆加固方案不仅不影响工作面回采,而且为工作面回采创造了良好条件。

**关键词:**厚煤层;综放工作面;断层破碎带;注浆加固;松动爆破

**Abstract:**In order to realize the safe mining, 501101 fully mechanized top coal caving face passing through DF27 fault is taken as the engineering background, it is proposed to reinforce the surrounding rock of fault fracture zone by advanced grouting in the mining roadway and auxiliary grouting in the working face, and the grouting reinforcement scheme is designed. After field application, the advancing speed of working face is kept at 6m/d, the roof and coal wall keep stable when the working face passes through the fault. The grouting reinforcement scheme not only does not affect the working face, but also creates good conditions for the working face.

**Key words:**thick coal seam; comprehensive caving working face; fault crushing belt; grouting reinforcement; loose blasting

## 1 前言

断层是煤炭回采时常见的地质构造,在断层作用下地层、煤层连续性遭到破坏,工作面过断层期间容易出现冒顶、煤壁片帮等事故,给工作面回采安全带来严重威胁<sup>[1-3]</sup>。因此,众多的研究学者及技术人员对工作面过断层技术及破碎围岩控制技术展开研究,其中史之印等<sup>[4]</sup>提出采用铺设金属网方式控制断层破碎带围岩,并取得显著围岩控制效果;焦小建等<sup>[5]</sup>提出采用深孔松动爆破+深孔注水+围岩注浆等方式过断层,确保了综放工作面过断层安全。本文以山西某矿501101综放工作面过DF27断层为工程背景,提出采用注浆方式控制断层影响带内破碎岩层,确保了工作面过断层安全。

## 2 工程概况

501101工作面为501采区首个回采工作面,工作面开切眼斜长、可采长度分别为180m、2090m,回采的11#煤厚度平均11.5m、倾角4°。工作面采用综放开采工艺,采煤、放煤高度分别为3.5m、8.0m,采放比为1:2.22。11#煤顶板直接顶、基本顶分别为厚度3.5m砂质泥岩、厚度10.5m粉砂岩;直接底为厚度5.4m铝质泥岩。工作面回采时采煤机型号为MG500/1330-WD,前部、后部输送机型号分别为SGZ1000/2×855、SGZ1200/

文章编号:

1672-609X(2021)01-0039-03

中图分类号:TD353

文献标志码:A

作者简介:党永(1965-),男,汉,山西大同人,本科,工程师,晋能控股煤业集团综采办公室常务副主任,从事采煤、机电工作。

2 × 855, 综放支架为 ZF13000/21/40。

根据三维地质勘探资料以及回采巷道掘进揭露地质资料, 预计 501101 工作面推进至 1020m 位置会揭露 DF27 断层( $H = 18\text{m}, 152^\circ \angle 65^\circ \sim 70^\circ$ ), 断层破碎带内岩层、煤体破碎, 工作面推进至断层位置预计会见矸。501101 综放工作面与 DF27 断层位置关系如图 1 所示。

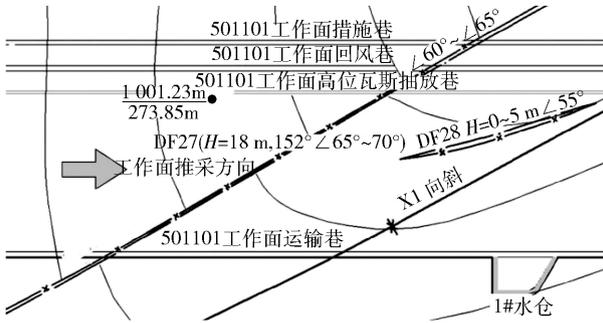


图 1 工作面与断层位置关系示意图

### 3 断层破碎带注浆加固技术

#### 3.1 松动爆破

根据断层及煤层赋存情况, 预计工作面揭露断层期间会见矸。工作面回采时可根据岩层硬度、厚度调整工作面生产情况从而减少破岩工作量<sup>[6]</sup>。当工作面破岩厚度在 600mm 以上时且岩层坚硬时, 采用松动爆破方式辅助采煤机破岩。

(1) 采用型号 YT-28 凿岩钻机钻进, 破碎孔深度、间距分别为 1.5m、1.0m, 每个炮眼内装药量控制在 0.4kg 以内, 采用黄泥封孔。

(2) 引爆雷管选用毫秒延时电雷管, 炸药选用煤矿许用三级乳化炸药, 单卷重量为 0.28kg。

(3) 爆破孔采用一次装药、一次引爆方式, 一次引爆的爆破孔数量控制在 3 个以内。

#### 3.2 破碎围岩注浆加固

受到 DF27 断层影响, 工作面顶板、煤层松软破碎, 若不对顶板、煤壁进行加固, 工作面在过断层期间可能出现煤壁片帮、顶板冒落问题, 从而给工作面回采安全带来不利影响<sup>[7-8]</sup>。为了确保工作面回采安全, 提出采用注浆方式对断层影响范围内的破碎煤岩体进行加固注浆。

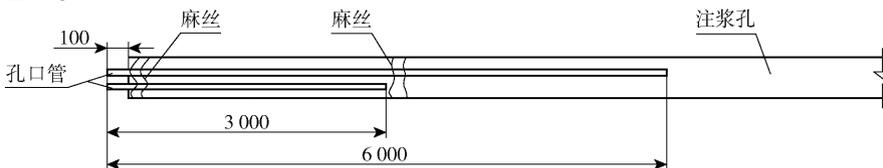


图 3 注浆钻孔封孔结构图

#### 3.2.1 回采巷道超前注浆

##### 1) 加固钻孔布置

为了降低注浆对工作面回采影响, 提出在工作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 1020 ~ 1120m, 共计加固 100m 范围, 其中运输巷、回风巷加固范围分别为 50m。

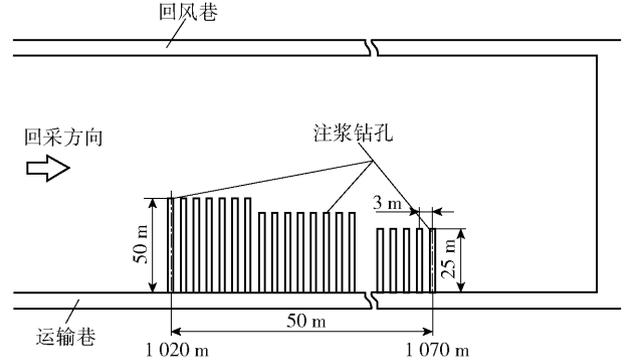


图 2 运输巷注浆钻孔布置示意图

在回采巷道内布置的注浆孔孔深为 30 ~ 50m, 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  $8^\circ$  (运输巷倾角  $+8^\circ$ 、回风巷倾角  $-8^\circ$ )。具体运输巷内注浆孔布置如图 2 所示。

##### 2) 注浆压力及材料

在工作面回采巷道巷道内布置的注浆孔注浆压力控制在 6 ~ 8MPa。

化学注浆浆液加固效率高、效果好, 但是加固成本高; 水泥注浆材料注浆成本低, 但是注浆工艺复杂。为了降低注浆成本, 注浆以水泥浆为主, 若注浆效果不佳时选用化学浆液 (聚氨酯)。单孔注入的水泥浆量为 315 ~ 630m<sup>3</sup>。

##### 3) 封孔

封孔质量直接影响注浆加固效果, 选用注浆塞封孔时由于注浆压力大, 存在漏浆严重问题。因此, 对钻孔封孔工艺进行改进, 封孔长度为 3.0m, 具体改进后的钻孔封孔结构如图 3 所示, 封孔材料包括有麻绳、无缝钢管 (封孔管)。在长度 3000mm 封孔管两侧缠绕麻绳, 从而降低马丽散泄露量; 长度

6 000mm无缝钢管用以注浆。

### 3.2.2 工作面内辅助注浆

在工作面回采过断层期间,在回采巷道内布置注浆钻孔加固断层带内破碎围岩。当工作面回采遇局部区域围岩破碎或者加固效果不佳区域时,在工作面内布置注浆钻孔进行辅助加固。

辅助加固钻孔孔深为 6.0m、间距 1.75m、倾角 15°,开孔位于支架顶梁下方 500mm 位置,具体布置如图 4 所示。注浆材料选用化学浆液(聚氨酯),注浆压力为 4MPa。

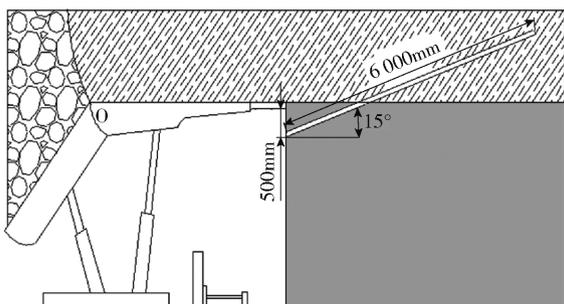


图4 工作面内辅助注浆

### 3.3 过断层期间顶板管理措施

(1)工作面在过 DF27 断层期间应及时移架,即采煤机回采过后应立即伸出支架伸缩梁对顶板岩层进行控制。若顶板岩层破碎时应通过带压移架方式控制顶板,缩短顶板无支护暴露时间。

(2)避免生产时支架顶梁完全脱离顶板,防止顶板大面积出现冒顶。液压支架升架时,应稳定供液 3~5s,确保液压支架初撑力可达到额定工作阻力的 80% 以上。

(3)严格控制工作面回采高度,严禁出现超高开采,必要时可适当降低工作面回采高度。

(4)强化工作面综放设备管理,确保支架平直,避免出现错差、跳台等问题。合理组织工作面生产,提高工作面回采速度。

## 4 断层破碎带注浆加固效果分析

在工作面回采巷道内采用 2 台 2TGZ-60 注浆泵进行注浆,运输巷、回风巷内分别布置 17 个注浆孔,共计注入 12t 水泥浆、23m<sup>3</sup> 水泥浆;工作面过断层期间共布置 3 个辅助注浆钻孔。待注浆完成后,工作面过断层期间未出现顶板冒落、煤壁片帮问题,取得显著的围岩加固效果。具体在注浆点位置获取

到的煤岩样品如图 5 所示,从图中看出注浆浆液在煤岩体内胶结成骨架,有效提高了围岩承载能力及稳定性。

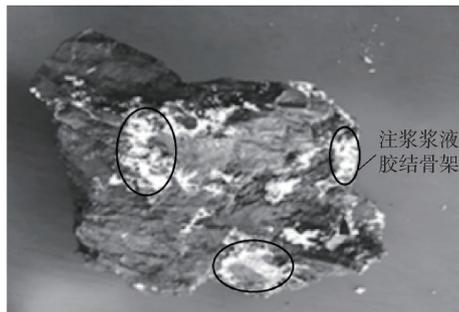


图5 注浆后破碎煤岩内裂隙加固效果

## 5 结论

(1)501101 工作面过断层期间采用松动爆破方式对弱化工作面内厚度 600mm 以上的矸石进行爆破,从而达到降低采煤机、刮板输送机磨耗目的,提高工作面生产效率。工作面过断层期间保持 6m/d 的推进速度,耗时 17d 通过 DF27 断层影响带。

(2)根据 501101 工作面、DF27 断层赋存情况提出在回采巷道超前注浆、工作面内辅助注浆方式加固断层破碎带围岩,并对注浆加固方案进行设计。注浆完成后,断层破碎带内围岩稳定性显著提升,有效避免了工作面回采期间顶板冒落、煤壁片帮等安全风险。

### [参考文献]

- [1] 王中州. 综放工作面过断层构造带注浆加固技术应用[J]. 能源与环保, 2020, 42(11): 165-169.
- [2] 刘忠斌. 综放工作面过断层超前注浆加固技术研究[J]. 山西化工, 2020, 40(5): 127-129.
- [3] 高伟. 超前注浆加固技术在综放工作面过断层中的应用[J]. 山东煤炭科技, 2020(7): 66-68.
- [4] 史之印, 李海伟, 于海洋, 等. 综放工作面过断层应用技术与实践[J]. 中国煤炭, 2015, 41(6): 68-70.
- [5] 焦小建, 杨哲. 深孔注水和松动爆破在综放工作面过断层中的应用[J]. 中州煤炭, 2014(4): 29-31.
- [6] 马鹏程. 采煤工作面过断层破碎带注浆加固技术探析[J]. 当代化工研究, 2020(7): 82-83.
- [7] 李林瑞. 综放工作面过构造区破碎带注浆加固技术的应用[J]. 煤炭与化工, 2014, 37(7): 88-90.
- [8] 李建功. 工作面过断层破碎带注浆加固技术实践[J]. 煤, 2019, 28(12): 37-38.