

# 化学注浆加固在综采工作面片帮治理中的应用

苏斌华（晋能控股煤业集团公司同发东周窑煤业公司，山西 大同 037100）

**摘要：**对 8200 综采工作面煤壁片帮原因进行分析，并提出采用化学注浆方式加固煤壁从而达到防治片帮目的。依据采面情况，对注浆加固方案进行设计。现场应用后，采面煤壁片帮问题得以有效解决，从而为煤炭安全高效回采创造良好条件。

**关键词：**化学浆液；煤壁片帮；注浆加固；煤体稳定性；厚煤层

煤炭开采实践表明，在地质条件复杂区域松软煤层开采时往往会发生大面积的片帮，造成煤壁无支护空间增加，采面支架咬架、死架等故障，严重时甚至会导致采面冒顶，制约矿井正常生产<sup>[1-2]</sup>。煤壁片帮受到开采区域煤层赋存条件、煤层物理力学性质、采高、支架工作阻力及采面推进速度等有关<sup>[3-5]</sup>。由于不同区域内煤层赋存条件差异，采取的煤壁片帮应具有针对性。因此，文中以山西某矿 8200 综采工作面为研究对象，提出采用化学注浆方式对开采的 5 号煤层片帮问题进行治理，现场取得较好成果。

## 1 工程概况

8200 综采工作面走向长 900m，倾向长 230m，开采的 5# 煤层厚度平均 4.3m，埋深平均 460m，煤层倾角介于 3~8°。工作面采用艾克夫 SL-500 型采煤机，中部选用 ZF13000/25/38 型支架。5# 煤层赋存较为稳定，为全区可采煤层，中部含 1~3 层泥岩矸石，厚度介于 0.1~0.5m；硬度介于 0.3~0.8，顶板由细砂岩、灰岩以及砂质泥岩组成，底板由粉砂岩、砂质泥岩构成。

由于 8200 综采工作面采高较大，生产过程中出现片帮问题，具体采面推进过程中监测到煤壁片帮统计结果见图 1 所示。从监测结果看出，采面不同位置均出现片帮问题，其中在靠近回风巷侧片帮较为明显，最大片帮深度、高度分别可达到 1215mm、905mm，煤壁片帮制约采面生产。

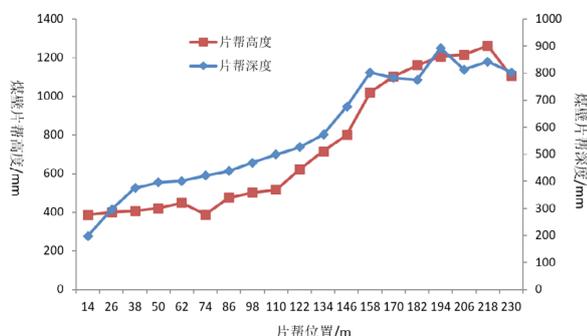


图 1 煤壁片帮统计结果

## 2 煤壁片帮原因分析

①断层影响。在采面生产期间，89 号支架、107 号支架有两条正断层，南倾向，落差分别为 1.8m、3.2m，在断层附近煤体出现较大起伏，且煤层破碎程度增加，受断层影响较为严重的煤层片帮程度有所增加；

②煤层松软。5 号煤层较为松软，厚度在 4.3m，煤体硬度平均为 0.4，极易容易发生片帮，给采面顶板管理带来极大影响，特别是综采工作面遇到地质构造时，采面煤壁片帮更为严重；

③区域地质构造影响。由于受到区域褶曲影响，8200 采面开采时有 8° 仰角，仰采时更容易导致煤壁片帮。

受到上述因素制约，综采工作面片帮较为严重，开采时耗费大量的人力、时间处理煤壁片帮。现场统计发现，综采工作面每天割煤量平均为 0.6 刀，日进尺仅为 0.4m，采面顶板随采随垮，采面液压支架频繁出现咬架、死架现象，作业人员有接近一半时间需要疏矸、移架工作。

## 3 采面化学注浆加固设计

根据 8200 综采工作面开采的 5 号煤层以及 5 号煤层顶底板岩性，经过分析研究，决定采用化学注浆加固方式对提高煤壁强度。具体注浆以回采巷道内超前注浆为主，当采面煤壁片帮严重时则在采面内布置注浆孔进行注浆。

### 3.1 回采巷道超前注浆

8200 综采工作面生产任务繁重，采面内设备以及人员数量多，就注浆效果而言在采面内布置走向注浆钻孔效果最佳，但是深孔注浆注浆设备多、工序繁杂，注浆会给采面正常生产带来影响。综合考虑，决定在回采巷道内布置倾向注浆钻孔进行注浆，即注浆钻孔方向与采面方向垂直，具体见图 2。

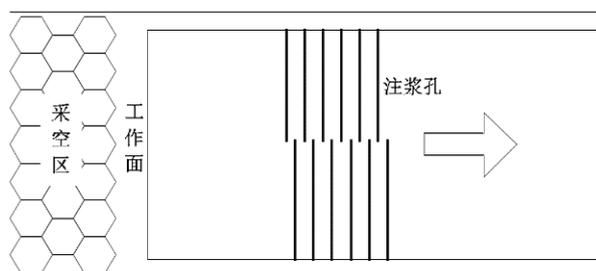


图 2 倾向注浆钻孔布置示意图

在 8200 采面回采巷道内施工的注浆钻孔深度为 60m，具体 8200 回风巷、进风巷内各提前采面 300m 施工注浆钻孔，用高压注浆泵对注浆钻孔进行注浆。在回采巷道内布置的两排注浆钻孔，钻孔孔径为 75mm，间距为 10m，成三花眼布置方式，下排钻孔位于底板

上方 1m 处，倾角 1°，上排钻孔距巷道底板 3m，倾角 2°，具体钻孔布置方式见图 3。

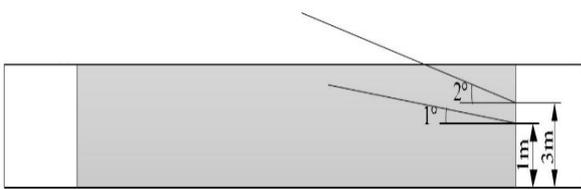


图 3 回采巷道内注浆钻孔设计示意图

注浆采用聚亚氨酯扩散半径可以达到 5~8m，同时注浆加固后煤体强度得以提升，可以满足提升煤、岩体强度目的。注浆时注浆压力选取为 10~15MPa。

### 3.2 采面内注浆

当 8200 采面回采时煤壁片帮严重，则在采面内布置注浆孔对煤壁进行注浆加固。注浆根据片帮类型分段进行，具体为：对于顶板破碎区域采用单排眼挑顶注浆加固方式固化顶板破碎岩层；对于煤层顶部片帮区域采取对破碎煤体均衡注浆提高煤体稳定性；对于劈裂滑移区域采用锚注方式提升煤壁稳定性。具体在顶部片帮区域注浆钻孔布置见图 4，注浆钻孔布置参数见表 1 所示。

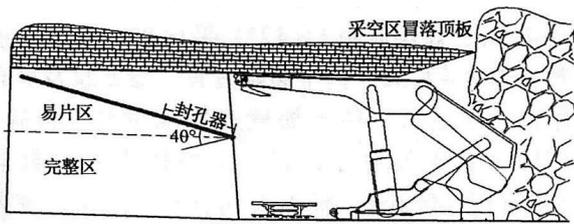


图 4 采面注浆孔布置示意图

注浆施工方案为：钻孔施工采用风动锚杆钻机，选用封孔器（长 2.5m）进行封孔，采用高压进行注浆，选用的注浆材料为聚亚氨酯。为便于后续的施工，钻孔施工及注浆按照单双号间隔跳孔进行，具体钻孔注浆结束标准为：达到设计注浆压力后持续 3min 以上；虽然未达到钻孔注浆压力但是煤壁周边溢浆严重。

### 3.3 其他辅助措施

①控制采面端面距，提高支架工作阻力，便于及时维护采面顶板，保持液压支架-围岩稳定。采煤机割煤后及时伸出前梁挡板支撑煤壁；

②适当提升采面回采推进速度，强化现场顶板及煤壁管理，将顶板漏顶或者煤壁片帮控制在萌芽阶段。

### 4 效果分析

在采面回采推进至注浆加固范围内时，大部分区域内煤壁较为平直，顶板完整性较好，采面在注浆加固区域内回采时共出现 1 次小规模片帮，深度在 800mm；2 次漏顶，漏顶量均在 1000mm 以内。在采面片帮区域内布置注浆孔再次进行加固。

相对于未采取注浆时，采面注浆加固后较加固前煤壁片帮以及顶板漏顶发生率降低 80% 以上，现场取得显著应用效果。具体与注浆前后采面回采时煤壁对比情况见图 5。



(a) 未注浆



(b) 注浆

图 5 注浆效果

### 5 总结

① 8200 综采工作面正常生产的制约因素是煤壁片帮，为此提出采用注浆加固方式提升煤壁支撑强度来对片帮进行治理。为降低注浆对采面回采影响，注浆主要集中在回采巷道内，当采面通过注浆加固区片帮仍较为明显时，则在采面内布置钻孔进行二次注浆；

②采面进行化学注浆加固后，煤壁强度以及稳定性均得以明显提升。相对于注浆前，注浆后的综采工作面煤壁片帮发生率降低幅度达到 90% 以上，为采面高效回采创造了良好条件。

### 参考文献：

- [1] 翟嵩. 注浆加固技术在大采高工作面片帮治理中的应用 [J]. 煤, 2021,30(05):13-15.
- [2] 马吉义. 大采高仰采工作面煤壁片帮控制技术研究 [J]. 煤, 2021,30(03):7-8+26.
- [3] 范建峰. 大采高末采工作面深孔预注浆加固技术研究 [J]. 山东煤炭科技, 2020(10):51-53+56.
- [4] 赵帅. 三软煤层大采高综采面煤壁片帮控制研究 [J]. 煤, 2020,29(03):71-73.
- [5] 马赛, 陶广美, 史中刚. 大采高工作面末采阶段联合注浆加固技术 [J]. 煤炭工程, 2019,51(04):49-53.

### 作者简介：

苏斌华 (1986- )，男，山西山阴人，2009 年 7 月毕业于中国矿业大学，采矿工程专业，工程师，从事煤炭开采工作。

表 1 注浆加固钻孔参数

加固位置	布孔形式	开孔距顶板距离(m)	孔深(m)	仰角(°)	封孔深度(m)	注浆量(kg/m)	循环注浆深度(m)
破碎顶板	单排	0.5	6	45~60	1.5~2.0	40~60	3.5
顶煤片帮	单排	2	6	25~35	2.0~2.5	30~50	4.5
劈裂滑移	双排(三花眼)	1	6	10~20	2.5~3.0	20~30	5.0