大采高工作面煤壁片帮防治技术分析

常兴民

徐矿集团哈密能源公司 新疆维吾尔自治区 哈密 839000

【摘　要】：大采高工作面煤壁片帮与自由面高度、支承压力集中、护帮滞后和煤体裂隙发育直接相关，防治技术不能停留在单一现场支架护帮。现场先识别片帮危险区和压力集中带，再把煤壁加固、支架护帮、割煤速度、顶板来压预警和位移监测纳入同一作业窗口。注浆封闭、帮部锚杆、护帮板贴帮和分段割煤参数配合使用时，煤壁裸露时间缩短，片帮块度和冒落范围更容易控制住。

【关键词】：大采高工作面；煤壁片帮；支架护帮；煤壁加固；防治技术

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.079

引言

大采高综采工作面一次采出厚度大，采煤机割煤后形成较高自由面，顶板周期来压、支架初撑力不足、煤层夹矸软弱和推进速度波动都会把局部裂隙放大为片帮。煤壁片帮会影响采煤机通过、支架移架和护帮板受力，还可能造成滚筒前方煤块突然垮落。防治技术要把煤壁受力、支护响要和作业参数放在同一时间尺度内处理，使危险区在割煤、移架、护帮和监测之间保持可控。

1 大采高工作面煤壁片帮概述

大采高工作面煤壁高度达到 3.5m 以上后，采煤机割煤形成的自由面高于普通采高，煤壁上部受顶板下沉和超前支承压力挤压，下部受底板起伏、滚筒扰动和落煤冲击影响。煤体强度偏低时，垂直节理、夹矸界面和原生裂隙先在表层张开，护帮板未及时贴住自由面时，裂隙会沿高度连通[1]。现场判断片帮风险时，要同步观察煤壁鼓胀、细煤流出、帮部响声和端面距变化；端面距超过 0.35m、护帮板滞后一个移架步距或煤壁位移 10min 内增长超过 20mm 时，割煤速度和移架顺序要立即收紧。

2 大采高工作面煤壁片帮防治技术

2.1 破碎煤壁注浆锚固联合加固技术

煤壁注浆适用于裂隙发育、煤体松散和断层影响段，孔位布置在片帮危险区内侧，孔深通常取 2.0～2.5m，孔径控制在 42mm 左右，封孔后低压慢注，压力维持在 1.0～2.0MPa，浆液返出或邻孔串浆时停止该孔注入[2]。割煤前要检查孔口封闭、渗浆线和表层掉渣变化；同一区段仍有鼓胀时，在中上部补打直径 22mm、长度 2.0～2.4m 的帮部锚杆，锚杆向顶板侧小角度上仰，间距控制在 0.8～1.0m，使杆体穿过表层破碎带。

2.2 液压支架护帮端面距控制参数

支架护帮板是防片帮的直接屏障，移架后 1～2min 内伸出并贴近煤壁，端面距宜控制在 0.25～0.35m，护帮板贴帮角保持 70°～85°。支架初撑力不足时，顶板下沉会推高煤壁前方支承压力；顶板破碎而初撑过猛时，前梁可能加速顶煤破裂[3]。现场把端面距、贴帮角、初撑力和前梁接顶状态作为同一组指标记录，额定 8000kN 支架初撑力达到 6400kN 后再进入下一架操作；来压显现增强时，相邻支架保持同向、等距移架。煤壁危险区、加固措施和护帮设备布置见图 1。

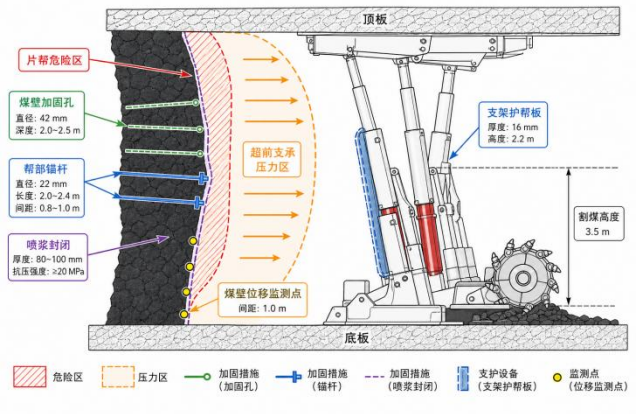

图 1 大采高工作面煤壁片帮防治分区

图 1 中，红色斜线区贴近煤壁自由面，绿色加固孔和蓝色帮部锚杆进入完整煤体，橙色压力区位于煤壁前方，黄色监测点布置在煤壁中下部，能够对应端面距变化。

2.3 低速割煤追机移架

割煤速度决定煤壁裸露时间和截割扰动强度，松软煤或过构造段可把牵引速度由 6m/min 降至 3m/min，并把追机移架距离缩短到 3～5 架范围。上滚筒截割后，高煤壁上部最先失去约束，若下滚筒清底滞后或

底板起伏造成机身振动，中下部煤壁会被重复扰动。班组联动记录割煤速度、移架距离、护帮板伸出时间和掉块尺寸，护帮滞后控制在 2 架内后，连续两刀仍出现大于 0.3m 掉块时，可改用分段割煤和临时停机护帮。

2.4 煤壁位移监测顶板来压预警处置

煤壁片帮预警要选取班组可持续记录的指标，位移测点布置在煤壁中部、下部和断层揭露附近，读数间隔控制在 5～10min，并与割煤循环一致。顶板来压、支架阻力升高和煤壁位移增长常在同一时段出现，单独观察一个指标容易遗漏前兆；现场把煤壁水平位移、支架工作阻力、端面距和掉渣量放入同一预警单，当煤壁位移速率超过 2mm/min、端面距超过 0.35m 且支架阻力连续 3 次升高时，割煤区域先暂停扩大裸露面，再检查护帮板贴帮和加固孔周边裂隙，并把异常测点前后两次读数、相邻支架阻力差和煤壁掉渣范围写入同一行记录，使停机补强、低速割煤和追机移架能够按同一危险区执行。煤壁位移速率可按式（1）计算。

$$v_s=\frac{s_2-s_1}{t_2-t_1} \quad （1）$$

式（1）中，vs 为煤壁位移速率，单位为 mm/min；s1 和 s2 为前后两次煤壁水平位移读数，单位为 mm；t1 和 t2 为读数时间，单位为 min。若同一测点 10min 内由 6mm 增至 31mm，则 vs=2.5mm/min，该区段列为片帮危险区。

3 大采高煤壁防治现场参数分析

3.1 工作面煤层硬度裂隙等级现场划分

煤层硬度和裂隙发育程度决定防治参数起点，坚硬完整煤体重点控制端面距和护帮及时性，软煤、夹矸或淋水煤体要提前布置注浆和锚杆。分级时把煤壁表面掉渣、节理间距、夹矸厚度、煤体单轴抗压强度和钻孔成孔率合并判断；当煤体抗压强度低于 8MPa、节理间距小于 0.3m 或钻孔塌孔明显时，片帮危险不能按一般区处理[4]。高危险段优先缩短割煤步距、提高护帮板贴帮要求，并把注浆孔深从普通段 2.0m 调整到 2.5m 左右。

3.2 支架阻力护帮参数分析

支架阻力分析不能只比较额定工作阻力，还要观察初撑力建立时间、前梁接顶质量和护帮板受力位置。大采高煤壁上部失稳常先受顶板下沉影响，额定 8000kN 支架初撑力低于 6400kN 或建立时间超过 2min 时，煤壁前方支承压力会向自由面集中；护帮板若只贴住中下部煤壁，上部掉块仍会冲击采煤机和行人侧。端面距由 0.35m 增至 0.45m 时，护帮板伸出时间要提前到移架完成后立即执行，相邻支架错台控制在 50mm 以内。

3.3 过断层段煤壁超前加固布置参数

过断层段煤壁片帮风险集中在断层带前后 10～20m 范围，煤体破碎、顶底板起伏和采煤机姿态变化会同时出现。接近断层前布置超前注浆孔，孔距可缩小至 0.8m，孔深保持 2.5m 左右；断层揭露后煤壁仍持续掉渣时，再补打帮部锚杆或配合喷浆封闭。加固顺序服从割煤安全窗口，先处理采煤机即将通过的煤壁上部，再处理支架前方中下部，避免补强作业暴露在未受护帮板约束的煤壁前方。不同煤壁条件下的加固与预警参数可按表 1 校核。

表 1 大采高煤壁片帮防治参数校核

煤壁条件	煤体强度(MPa)	节理间距(m)	注浆孔深(m)	锚杆间距(m)	端面距控制(m)	10min 位移增量(mm)
完整硬煤	14.00	0.60	0.00	0.00	0.35	30.00
一般裂隙煤	10.00	0.45	2.00	1.00	0.32	24.00
松软煤壁	7.00	0.30	2.30	0.90	0.30	19.00
夹矸发育段	8.00	0.28	2.20	0.90	0.31	21.00
过断层前段	6.00	0.22	2.50	0.80	0.28	18.00
断层揭露段	5.00	0.18	2.50	0.80	0.25	15.00

表 1 中，煤体强度由 14.00MPa 降至 5.00MPa 时，注浆孔深由 0.00m 调整到 2.50m，锚杆间距由不设置收紧到 0.80m；端面距控制值由 0.35m 收紧到 0.25m，10min 位移增量由 30.00mm 降至 15.00mm。

3.4 监测记录处置结果对比

监测记录要服务现场处置，每个割煤循环至少保留煤壁位移、端面距、支架阻力、护帮板状态、顶板来压和掉块尺寸。补强前位移速率为 2.6mm/min、掉块最大尺寸 0.4m 时，注浆和锚杆处理后若降至 1.7mm/min、0.2m，可判定加固有效；相比补强前，位移速率降低 0.9mm/min，掉块尺寸缩小 0.2m。若补强后仍高于 2.0mm/min 或掉块仍超过 0.3m，应继续降低割煤

速度或延长护帮时间。异常区段还要记录注浆孔、锚杆和喷浆处理后的复查结果，使下一刀割煤前能够比较处置前后差值。

4 结语

大采高工作面煤壁片帮防治技术分析表明，高煤壁稳定控制要缩短裸露时间、降低裂隙扩展速度，并让支架护帮、煤壁加固和监测预警服从同一推进节拍。煤层硬度偏低、夹矸发育、断层影响或顶板来压增强时，现场不能只提高支架阻力，还要检查端面距、护帮板贴帮角度、割煤速度和帮部加固深度。把危险区划分、加固参数、支护参数和位移阈值写入班组记录后，片帮处置可由事后清煤转向割煤前预判和割煤中控制。

参考文献：

[1] 田晓福.大采高工作面过断层段煤壁片帮防治技术研究[J].煤炭与化工,2022,45(11):21-23+27.

[2] 徐景果,王树明,彭伟,等.大采高综采工作面煤壁片帮防治技术研究[J].能源技术与管理,2022,47(4):96-99.

[3] 郝晓龙.大采高工作面采空区塌陷机理及沉陷监测技术综合研究[J].煤,2026,35(7):100-103.

[4] 尚国彪,李臣,吴渝,等.破碎顶板大采高工作面支架阻力确定及稳定性控制[J].煤矿机械,2026,47(7):15-22.