

# 大采高综采工作面过大落差断层分析

史冬冬

新疆世安能源管理有限公司 新疆乌鲁木齐 830026

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14713

〔摘 要〕大采高综采工作面在通过过大落差断层时面临诸多技术挑战，包括顶板管理、矿压控制、煤壁稳定性、底鼓防治以及水害与瓦斯治理等方面。本文以沙吉海煤业 1B6E03 工作面为例，详细分析了过断层过程中遇到的核心难点，并提出了针对性的关键技术方案。研究结果表明，通过地质保障精细化、顶板与围岩控制强化、工艺优化及设备维护等措施，可有效提升工作面的安全性和经济效益，为类似地质条件下的采煤作业提供借鉴。

〔关键词〕大采高综采；过大落差断层；顶板管理；煤壁片帮；水害防治；经济效益

## 引言

煤炭资源的高效开采对能源供应具有重要意义，而大采高综采技术作为现代化采煤的重要手段，在提高回采效率和资源回收率方面发挥了关键作用。然而，在实际生产中，工作面经常会遇到复杂地质构造，尤其是过大落差断层的影响。这种地质条件不仅对采煤工艺提出了更高要求，还可能带来安全风险和经济损失。沙吉海煤业 1B6E03 工作面作为典型的大采高综采区域，其过断层过程中遇到的问题具有代表性。本文通过对该工作面的具体分析，探讨了过断层的核心难点，并提出了解决方案。

## 一、1B6E03 工作面现状

### 1、地质概况

矿井一采区可采煤层所属地层位于中侏罗统西山窑组中下含煤段。中侏罗统西山窑组 ( $J_2x$ ) 分布在井田北部一带呈北东—南西向展布，地表出露不全，为库伦铁布克背斜的两翼地层，是含煤地层。该组地层按其岩性，岩相及含煤性划分为三个段，即：上含煤段 ( $J_2x^3$ )、中含煤段 ( $J_2x^2$ )、下含煤段 ( $J_2x^1$ )。  $J_2x^1$  为西山窑组主要含煤段之一，因受背斜控制井田地表未出露，广泛存在于井田的深部地带，据钻探控制结果，该段地层厚 108.76m，总的趋势为北略厚，南稍薄。

$J_2x^2$  出露于库伦铁布克背斜南北两翼，分布于本井田北部，同样是主要含煤段之一，含  $B_8 \sim B_{11}$  四层编号煤层，根据实测数据，1B6E03 工作面  $B_5$  煤层与  $B_6$  煤层实际间距为 7m，间距正常。

### 2、工作面详细情况

由下图，F7 断层为正断层，西侧为上盘下降，右侧为上盘上升，断层断距 0~20.8m，走向  $14^\circ$ ，倾向  $104^\circ$ ，倾向  $42^\circ$ 。根据巷道掘进记录标高及断层位置情况，由工作面上顺槽断层影响段 (905m~625m 位置) 向西每 20m 做一个剖面。1B6E03 工作面回风顺槽在 575m 处煤层开始下沉，683m 遇 F7 断层，805m 穿底板见  $B_6$  煤层，岩巷段长 202m；F7 断层前后 5m 煤岩较破碎，1B6E03 工作面  $B_6$  煤层均厚 4.5m。具体见顺槽立面投影图。1B6E03 工作面运输顺槽在 400m~513m 遇地质构造带，巷道底部 1.5m 高度为泥质砂岩，遇水易软化，预计此地质构造不属于 F7 断层影响，对回采无大的影响。工作面回风顺槽沿  $B_6$  煤层底板布置在标高+830m，巷道采用锚网+钢带+锚索支护，巷道采用矩形断面，净断面  $15.75m^2$ ，担负工作面的回风、辅助运输、行人任务。工作面运输顺槽沿  $B_6$  煤层底板布置在+810m 标高。运输顺槽采用锚网+钢带+锚索支护。局部顶板破碎、巷道采用矩形断面，担负工作面煤炭运输、进风任务。

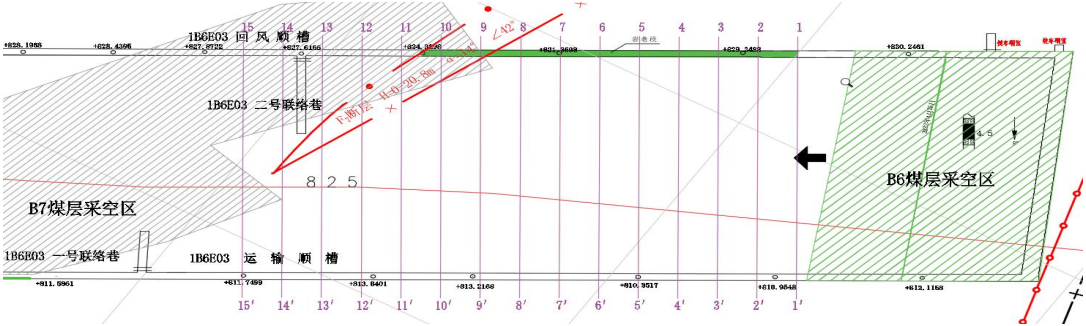


图 1 1B6E03 工作面 F7 断层位置预测图

## 二、过断层核心难点分析

### 1、顶板管理与矿压控制

工作面跨度大，采场面积增大一倍多，顶板活动强烈，尤其是过断层期间。由于是高支架工作面，过断层期间顶板活动强烈，对顶板的控制力度成几何倍数上升。高悬的巨石，随时会有垮落的风险，因此控制难度极大。垮落度达到 21.8m 的断层破碎带发育强烈。稳定性差，岩体强度极低，岩层胶结疏松，一旦垮落，顶板大面积漏顶，冒顶切顶事故随时可能发生，若发生大面积漏顶，切顶事故将会使工作面停面，会造成人员、设备的严重损失，后果十分严重。支架在高岩体碎胀性的破裂条件下，受底鼓力、坡度变化的影响，在较低的高度受力情况中，支架要起到足够的初撑力、工作阻力和稳定性作用，才能对支架起到作用，如果不满足要求，会对支架的稳定性要求很高，极易导致支架被压死、倾倒现象发生，将对支架工构成极大的压力与考验。

### 2、煤壁片帮与底鼓控制

断层附近的煤岩体受构造应力损伤严重，完整性极差。在大采高暴露面下，煤岩体就像脆弱的积木，极易发生严重片帮。片帮的煤块如同炮弹般飞落，严重威胁人员和设备的安全。底鼓风险在断层下盘或软岩底板区域居高不下。底鼓就像地面鼓起的脓包，影响支架推移、运输机平直，甚至可能损坏设备。它不仅阻碍了工作面的正常生产，还增加了设备维修和更换的成本。

### 3、水害与瓦斯防治

断层附近煤岩体的完整性受到构造应力的破坏，完整性较差，大采高煤岩体的暴露面上有严重的片帮风险；煤岩体在断层附近就像脆性积木，极易发生严重片帮现象；片帮的煤块像炮弹飞出，严重危及人与设备安全；断层下盘或软岩底板区域底鼓风险大。底鼓就像地上的脓包鼓起一样，严重影响支架推移、运输机直行，甚至会损坏机器，不仅会造成工作面无法正常生产，同时还造成设备维修更新的费用增加。

### 4、采煤工艺与效率

340 米斜交段过断层切割断层带岩石，割岩比例很高，采煤机、刮板机割岩如同刮刀在硬钢板上划过一样，截齿、齿座、溜槽、链轮等磨损加剧，超低产进尺，严重影响整个工作面的产能；必须将断层带半煤岩矸石进行有效的分选，分开半煤矸中煤、矸，满足水泥原料的要求，对分选工艺和系统是巨大的挑战，犹如从一堆无序的拼图中找出了某几张拼图，困难可想而知；硬岩切割对截齿、齿座、溜槽、链条等设备损耗加快、故障率提高。设备故障不断

出现，如人体生病，破坏正常的生产进度，造成大的检修费用及停机时间等。

### 5、经济效益平衡

过断层时的预处理工序、设备维护费用、人员费用增加、生产效率下降等都会使得成本出现大幅度增长，过断层费用比正常回采费用高很多，犹如一个突如其来的暴风雨，将正常计划的经济效益搅了个措手不及。但半煤矸资源化利用或将对项目经济性起到决定性作用，用合理的半煤矸部分来代替排矸，以达到减少排矸费用或产生经济效益的目的，是支撑项目经济效益稳定性的突破口。

## 三、1B6E03工作面过断层关键技术方案

### 1、地质保障精细化

为及时掌握准确断层信息，槽波/坑透地震、钻探等技术需得到应用。槽波地震技术高分辨率探测地质构造信息，准确掌握断层面产状，技术人员了解断层倾斜角度、延伸角度等信息。坑透地震则从侧面探测断层信息，补充验证信息。加密钻孔从地下直面探测破碎带宽度、富水性、瓦斯积聚等危险情况。综合使用准确的勘探方法，为采掘提供可靠依据。开采工作面中加强矿压、顶板离层、水文、瓦斯等的动态实时监测。比如，“健康监测系统”的应用，矿压监测顶板对支架压力变化情况及时反馈给工作人员，通过动态反馈信息可实时察觉顶板压力变化而调整支护措施；顶板离层监测顶板岩层的分离程度，通过分离程度不断加大后快速采取加固处理，防止顶板事故；水文监测，监测水位状况，及时发现为题并处理。

### 2、顶板与围岩控制强化

当工作面向断层破碎带推进 10-30 米时，在断层破碎带顶板前方、煤层前要进行超前深孔高压注浆。注浆水泥基浆液，具有黏结能力好、强度高，将破碎的岩体黏结在一起，增加其整体性。注入的化学浆液凝固速度快，渗透能力强，具有补强和堵塞裂缝的能力，可增加岩体的承载能力。经实践证明，有效地提高了工作面向后开采过程中对压力的承载能力，减缓了冒顶事故的发生。当工作面进入断层影响区域时，逐渐缩小采高可以将空顶面积尽量减小，控顶较为简单。但是采高要经过计算并合理选择，选择支架时既要让支架适应新的采高，保证采高缩小后，支架对顶板仍然能够起到足够的支撑作用，并保持一定的初撑力和工作阻力，保证安全开采。支架是整个支护顶板的核心环节，初撑力和工作阻力的大小直接决定着顶板的支护。一般而言，支撑顶板的初撑力要提高，支架在前移动的过程中尽可能将顶板支撑住，避

避免因移动而使顶板掉来垮落,但支架后移过程要保持一定的工作阻力,在顶板的压力发生变化时能够继续在顶板上发挥作用,保证工作面的生产。

### 3、过断层工艺优化

当遇到极硬岩段时,采煤机直接割煤的负荷是非常大的,并且极容易损坏设备、严重降低开采效率。采煤机割煤前的工作面深孔爆破或两巷钻爆预裂是必要预处理措施。工作面深孔爆破就是在硬岩区域内布置一定的深度和间隔进行炮孔爆破,装载一定量的炸药,使用炸药爆炸的冲击力量与应力波使岩石出现比较多的裂隙,从而降低硬度与整体性,进一步方便采煤机进行割煤。两巷钻爆从巷道两侧进行钻爆松动硬岩,然后可以方便采煤机割煤,这个预处理破岩技术是可以降低采煤机割煤的难度,提高开采速度,从而提高设备的使用寿命。通过断层时,需要保证安全需要减少割煤的速度。半煤岩分选系统的关键是在转载点或者是专门的硐室内使用动筛跳汰机或螺旋分选机进行煤矸的分选,然后进行煤矸初步分离。动筛跳汰机就是使用一定的周期性的振动使物料在水中形成不同的密度分区,井下初步分选可以及时地在开采现场分选出大部分的矸石,以减少后续的运输及处理压力。

### 4、水害与瓦斯防治

对于 1B6E03 工作面断层,“有疑必探,先探后采”原则贯穿工作面掘进、回采的全部过程。在距断层可能影响区 100m,先超前探放水,采用 ZDY 型全液压坑道钻机沿倾向施工扇形超前钻孔,达到超前探断层破碎带且进入稳定岩层 $\geq 10\text{m}$ ,探放水时监测巷道涌水量、水压、水质,结合物探准确圈定导水通道。如果发现富水,及时加密或延深孔疏放水,突水征兆则停止作业查找水源、排除隐患后再施工。超前探放后,如果断层带仍存在水则关键是建立高效排水系统,“预测最大涌水量 $\times 1.5$ 倍”,下巷布置三级排水,下端头大泵,转载机巷下坡临时水仓及泵,采区水仓高扬程大流量主排水泵,泵一用一备一检修,管路采用耐磨无缝钢管 $\geq 200\text{mm}$ ,定期检修。断层破碎带属于高风险区,是瓦斯迁移“主战场”,因为破碎的岩层容易透气致使瓦斯解析更快。为此,瓦斯风险及时加密布设监测点,工作面每 5m 设传感器,上下隅角等安装瓦斯传感器及时传到调度室。通风优化、掘进、回采根据断层位置、工作面推进位置调局部通风机位置和风量,保证风速为 0.25~4m/s。对大涌出区提前做好穿层或顺层抽采孔施工,根据瓦斯压含量,确定孔径、间距,采用负压抽采。

### 5、设备保障与维护

断层破碎带复杂地质对采煤机、运输机等设备的结构强度、耐磨性能有较高的要求,要求采煤机截割部选型使用硬度  $\text{HRC} \geq 65$  的重型耐磨截齿,齿座使用高强度合金材质,在截割滚筒处安装耐磨板,提高截齿、截割滚筒抵抗冲击、耐磨的能力。加大刮板输送机链条、刮板及连接环的强度,选用规格 $\geq \Phi 38\text{mm}$ 的高强度耐磨链条,在刮板热处理提高耐磨性,在溜槽易损处堆焊耐磨层。液压支架立柱、千斤顶、阀组进行压力测试,确保液压系统在安全稳定状态,推移千斤顶与输送机联接装置加大高强度的销轴并增设防断保护装置,强化装备对复杂地质的适运和抗灾能力。过断层后设备的负荷率和故障率有所增高,传统按周期对设备实施例行检修难以满足对设备的维修要求,加强“动态监测+预防性检修”模式下的维护工作,降低设备检修周期,增加设备专项检修次数,针对重点部分加强维护,采煤机截齿实施“班检班换”,刮板输送机传动部分每日实施无损检查,重点关注溜槽搭接与哑铃销连接部分,液压支架增加立柱、千斤顶的密封件和阀组检查的频次,“小修勤修、故障早除”,确保设备的开机率。足够的关键设备备品备件是处理突发故障的基础和前提。基于对断层及设备磨损规律的分析,制定断层地装备储备清单。易损件按正常消耗量的 3~5 倍准备,涉及的型号不同均备有;关键液压元件、关键部件均保证 1~2 套的备用件。备件实行“定点存放、标识明确、先进先出”,电子台账建立,与厂家保持联系,满足即时供应要求,保证设备连续稳定生产,以免影响工期。

### 四、结束语

通过系统研究和实践验证,针对 1B6E03 工作面过断层问题所提出的各项关键技术展现出良好的适用性和效果。地质保障的精细化显著提升了预测准确性,顶板与围岩控制措施确保了工作面的稳定性,优化后的采煤工艺进一步提高了效率。

### [参考文献]

- [1]郭盛.大采高综采工作面过断层采煤技术研究[J].矿业装备,2023(5):57-59.
- [2]付清松 褚锋 刘吉阳,等.大采高综采工作面过断层开采技术探究[J].科技资讯,2024,22(15):153-155.
- [3]崔豪桐.综采工作面过断层破碎带精细化片帮防治技术[J].山东煤炭科技,2023,41(1):61-63.