

地质构造及局部大倾角条件下综放工作面 安全回采关键技术研究与应用

闫文龙

(山西大平煤业有限公司, 山西 长治 046600)

摘要: 断层等地质构造是制约矿井安全生产的重要因素, 尤其是在大倾角、大落差断层等条件下, 片帮、漏冒顶等将会严重影响安全生产。针对大平矿 3111 工作面在最大倾角达 30° 条件下, 通过三机防滑、注浆、爆破、调斜等措施, 采取“硬过”的方式在大倾角条件下工作面顺利通过了大落差断层, 取得了较好的实践效果, 为矿井积累了宝贵的回采经验。

关键词: 局部大倾角; 大断层; 回采工艺; 三机防倒滑; 顶板管控

中图分类号: TD823

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research and Application of Key Technologies for Safe Mining on Fully Mechanized Caving Faces under Geological Structure and Local Large Inclination

YAN Wenlong

(Shanxi Daping Coal Industry Co., Ltd., Changzhi 046600, China)

Abstract: Geological structures, such as faults, are key constraints in safe production in mines. Especially under the conditions of large inclination and high drop faults, rib spalling and roof leaking and caving could seriously threaten the safety production. Aiming at the 3111 working face in Daping Mine at a maximum inclination angle of 30° , the study adopted some measures, including three-machine anti-sliding, grouting, blasting, and tilt adjustment, and *hard-passing* method to pass the high drop faults smoothly, which has achieved good practical effects and accumulated valuable experience for other mines.

Key words: local large inclination; high drop fault; mining technology; three-machine anti-sliding; roof control

综采工作面在遇到断层时, 一般采取松动爆破配合机组截割方式作业, 若断层较硬及影响范围较大, 则严重制约正规循环和进度^[1-2]。在断层及煤岩交界处, 顶板一般较为破碎, 经常会出现漏冒顶、片帮及顶溜移架困难等问题^[3]。尤其是在大倾角条件下过断层, 支架将会出现倾斜、咬架及压架, 加上受采煤机卧底量限制, 坡度调整速度小于变化速度, 会造成前溜上漂^[4,7]; 大坡度条件下采煤机受力将会

不均, 将会造成设备磨损严重, 机组、溜子下滑^[3,6]; 顶板破碎严重, 架前压力大, 局部严重片帮、采高受限, 架前接顶不严不实会造成抽冒严重, 极易造成支架受力失衡, 会给回采作业带来较大困难^[3-5]。因此, 在局部大倾角条件下过构造一直被煤矿高度关注。

3111 工作面存在落差 0~10 m 的逆断层, 走向影响范围约 400 m, 工作面局部倾角 $25^\circ\sim 30^\circ$, 倾斜影响范围约 120 m, 结合前期槽波勘探及后期钻探资料, 决定

* 收稿日期: 2019-12-23

作者简介: 闫文龙(1984-), 男, 河南永城人, 硕士, 工程师, 从事煤矿采掘技术管理工作。

采用放炮+机组截割的方式强行推过该断层。

1 工作面概况

3111 工作面切眼长度 216 m,采用 ZF4800/17/30 液压支架,断层位置在顺槽 800 m~1 200 m 范围内,其中 900 m~1 050 m 为最大断距影响区域,实际揭露过程中断层落差最大为 8 m,受断层影响,工作面自机头至 20# 支架+10°,21# 架至 40# 架+15°,41# 架至 65# 架+25°,66# 架至 76# 架+30°,77# 架至 85# 架+24°,86# 架至 102# 架+15°,工作面在 120 m 范围内,平均坡度 22°,大倾角段位于断层内,角度及影响范围并随着断层赋存变化而变化,将会严重制约生产,断层位置如图 1 所示。

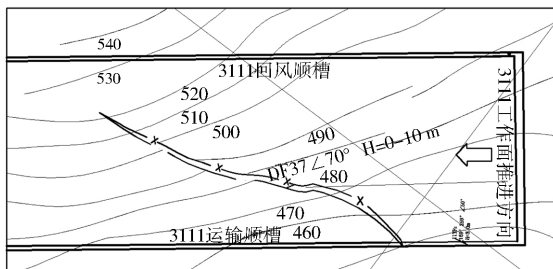


图 1 3111 工作面断层位置示意图
Fig. 1 Faults location on 3111 working face

2 回采过程关键工艺

2.1 工作面坡度调整

MG250/700-1.1D 性采煤机最大适应倾角为 30°,坡度大于 35°时,将会造成采煤机爬坡困难,为减少爬坡阻力及破岩量,需对工作面进行坡度调整。调刀方式为:自机头至机尾方向进行单向割煤和单向顶溜,跑空刀至机尾处,再反向割煤至机头。针对局部大倾角地段,按照 50 mm/2 刀(抬一刀,平一刀的工艺要求)进行刹刀破底板作业,进行工作面坡度调整,其他段根据工作面坡度适当进行调整,保证工作面平稳过渡,40#—85# 架由 23°~30°调整为 17°~21°。

针对局部地段出现的超过 25°以上的地段,采取破刀工艺,多次循环刹底并配合底板爆破卧底板,工作面的整体坡度有了明显的变化。待 67#—85# 支架段抬高 500 mm 后,67#—77# 支架段逐步留底煤继续抬刀直至 67#—77# 支架段抬至 DF37 断层下盘,要求抬刀量 50 mm/刀,67# 支架处抬刀量为 1 200 mm,其他段根据工作面坡度适当进行调整,保证工作面平稳过渡,最后确保工作面抬高达到 1.8 m,有效缓解了工作面的坡度。工作面坡度调整前后对比具体如图 2、图 3 所示。

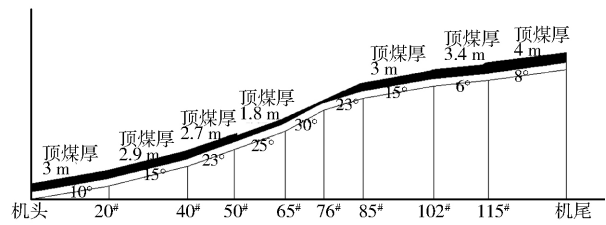


图 2 工作面过断层调整前示意图

Fig. 2 Working face passing faults before adjustment

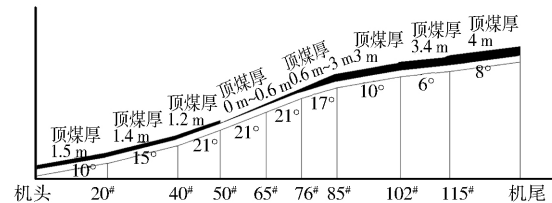


图 3 工作面过断层调整后示意图

Fig. 3 Working face passing faults after adjustment

同时在调整坡度的同时将工作面调整为+3°的仰采,配合吊溜千斤,每班安排专人测量工作面坡度及支架仰角,若达不到技术要求,及时采取措施进行坡度调整。

2.2 放浅孔震动炮

结合本矿以往过断层经验,决定采用“一炮两采”的作业方式,即放完一茬炮,能割两刀煤。炮眼按“五花眼”布置,每次放炮不得超过 20 个炮眼,放炮前用防护帘保护支架、线缆等。炮眼布置如图 4 所示。

同时在放炮期间根据岩性的变化采用多打眼、少装药方式对岩石进行松动,减少岩石对机组的振动及磨损。

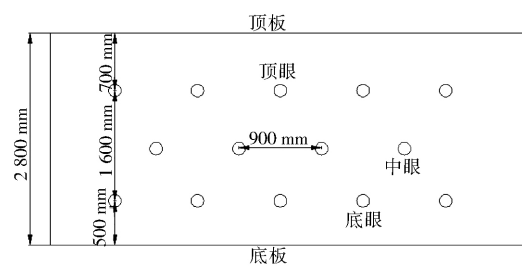


图 4 过断层爆破示意图

Fig. 4 Blasting when passing faults

2.3 顶板管理

工作面在过断层期间受集中应力作用,煤质出现酥软、煤层层理较乱及片帮现象,最大片帮深度约 2.5 m,长度范围 5 m~10 m 不等,并在工作面呈斜面状态,直接影响支架护顶,甚至部分位置拉出超前支架后,支护仍然不到位,尤其是岩层与煤层交界处,大片帮、漏顶现象尤为突出,给工作面管理带来了较大的困难,单纯的依靠拉超前支架、挂设金属

网、打单体柱等传统工艺不能有效地控制顶板,尤其是遇到煤质酥软,片帮将会加大,并会引起顶板冒落,故需要对地质破碎区域进行注浆+铺双层金属网,即先注浆再铺设金属网进行顶板加固。

顶板破碎处每隔 4 台支架打设一个注浆孔(也可在破碎严重区域集中注浆,浆液为美国德 A、B 料),单排布置,钻孔数量根据现场实际确定,钻孔直径 28 mm,参数为:孔深 7 m,距底板高度 2.4 m,角度 45°,位置在两部支架的伸缩两之间。注浆孔位置也可根据工作面实际变化进行调整,注浆孔如图 5 所示。

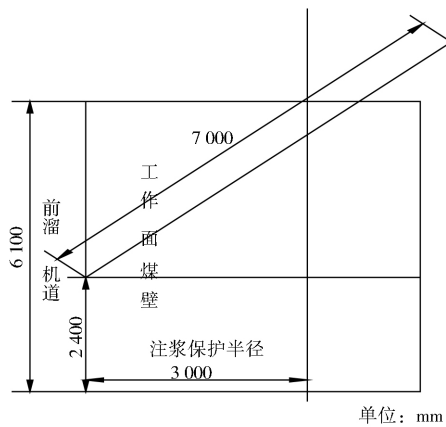


图 5 注浆孔示意图
Fig. 5 Grouting holes

结合煤岩体内裂隙发育及煤体的承受能力,决定注浆压力确定为 10 MPa,每个注浆孔注浆量 5 t~7 t 不等,在注浆过程中有跑浆现象,必须立即停止注浆,待浆液凝聚时,再进行注浆;为避免跑漏浆,采用木楔配合棉纱进行封孔。同时在拉出超前支架的同时,配合 π 型梁、大板进行护顶,利用上述方式顶板管理取得了较好的效果。

2.4 伪斜调整

为防止工作面溜子上窜下滑,需根据工作面坡度变化进行调斜控制。由于工作面自 21# 架至 40# 架 +15°,41# 架至 65# 架 +25°,66# 架至 76# 架 +30°,77# 架至 85# 架 +24°,86# 架至 102# 架 +15°,工作面在 121 m 范围内,平均坡度 22°,若工作面调斜不及时,支架及刮板机将会下滑,严重时会造成支架倾斜、咬架、垛架等问题,尤其是前溜机头的安全出口不畅通将会成为重大安全隐患,上述坡度问题将会造成调斜工作比较困难。

根据伪斜调整经验公式 $S = Ltg(0.11\alpha + 0.016\alpha^2)$

式中: S 为伪斜超前距离, m; L 为工作面倾斜长度, 216 m; α 为煤层倾角,°。

起初按照经验公式计算,取整个工作面的平均

坡度为 22°,伪斜超前距离为 37 m,在回采期间溜子上窜严重,后根据 21# 至 100# 支架坡度变化,结合以往的伪斜调整经验,对该经验公式进行了调整,增加修正系数 a (a 取 3 m~5 m),即 $S = a + Ltg(0.11\alpha + 0.016\alpha^2)$,伪斜超前距离为 42 m,工作面溜子上窜得到了控制,工作面正常推进。

3 工作面防倒滑工艺

在大倾角条件下仅仅通过伪斜调整控制刮板机下滑还远远不够,同时必须有效支架倾倒、机组下滑等关键技术。

3.1 支架防倒防滑

在支架顶梁下安设的防倒千斤的基础上,另外在每两部支架间安设一个斜拉千斤,千斤的一端用螺栓并配合夹板固定在支架顶梁下的吊环处,千斤的另一端固定在支架底座的孔眼内,防倒设施经常处于拉紧状态。采用下行拉架(朝机头方向拉架),拉架时在每部支架前梁的左侧,打设两根单体柱作戗柱使用,移架时采用远距离供液,避免单体柱跳动伤人;拉完一架后,方可拆除下一架的戗柱,同时做到带压擦顶移架,保证支架初撑力不低于 24 MPa,避免支架倾倒下陷;同时工作面配备专用清理矸石的专用工具,拉架前将支架底座的浮煤浮矸清理干净,确保支架支设在实底上;若支架出现倾斜现象,拉架后必须将支架底座用道木垫平。

3.2 采煤机防滑

针对工作面局部大坡度地段,采用单向割煤,即下行割煤,上行走空刀的方式,并配合局部抬刀+卧刀破底的方式将工作面调整为近似一个坡度,抬刀及卧刀量控制在 50 mm/刀,避免坡度出现急剧变化。机组自机尾向机头割煤时,采用慢牵引方式,先不顶出溜,待割完 1 整刀煤后,反向至机尾跑空刀时再顶溜,预防机组下滑;对前后行走电机进行改造,增设 1 组刹车系统,实现双刹车;根据采煤机齿轨尺寸,加工防滑销子,机组正常行走时挂在采煤机身上,停机时,及时将该防滑销插在齿轨上,防止采煤机停机时自身失稳下滑;采煤机停机时,将滚筒完全进入煤壁,及时将采煤机滚筒在煤壁上吃满刀。

3.3 刮板机的防滑

主要是依靠伪斜调整及单向顶溜方式预防刮板机下滑,除此之外又增加以下防滑设备:每隔 5 节溜槽安设一组防滑千斤,防滑千斤一端用大链环固定在支架的底座上,另一端固定在溜槽的底挡板上;防滑千斤顶也可随工作面倾角等情况而定。

3.4 防滚矸措施

在工作面机道内每隔 10 部支架设置 1 个挡矸金属网,规格为高×宽=1 m×1 m,一端固定在支架的前立柱上,另一端固定在前溜的电缆槽上;同时在每部支架的前部两根立柱上安设一组用废旧皮带制成的挡矸帘,宽×高=1.5 m×1 m,能有效预防滚矸伤人。

4 矿压及进度对比

由于局部倾角较大,上覆岩层在相对空间有向下运动趋势,将会致使该段岩层的运动幅度、破坏程度均大于坡度较小段,从而使得采场矿压在支架载荷分布、顶板下沉、来压程度、来压步距等方面将不同于工作面其他段的规律;顶板垮落后沿着倾斜方向下滑,将会形成“砌体梁”结构,在走向方向“三带”中的冒落带和裂隙带轮廓线大致呈抛物线状,中上部成马鞍状;具体来压规律如表 1 所示。

表 1 工作面来压特征分析表
Table 1 Weighting features on working face

工作面	过地质构造段期间	正常回采期间
老顶周期垮落步距/m	18	22.4
周期来压动载系数	1.56	1.59
上部来压步距 18.6 m	中部来压步距 17.3 m	下部来压步距 17.9 m

参考文献:

- [1] 李增峰. 大倾角综采工作面过断层支护技术[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018(11):106-107.
LI Zengfeng. Over Fault Supporting Technology for Large Dip Angle Fully Mechanized Face[J]. Inner Mongolia Coal Economy, 2018(11):106-107.
- [2] 匡中文, 花文雷, 崔斌. 35°大倾角工作面过落差 10m 断层技术研究与应用[J]. 山东煤炭科技, 2014(10):34-36.
KUANG Zhongwen, HUA Wenglei, CUI Bin. Research and Application of the Technology of Working Face with 35° Large Dip Angle Mining Through Fault with 10m Drop[J]. Shandong Coal Science and Technology, 2014(10):34-36
- [3] 张帅. 大倾角条件下综采工作面过断层回采实践[J]. 华北科技学院学报, 2012(4):22-25.
ZHANG Shuai. The Practice of Fully-mechanized Coal Mining for Belt of Fault in Steeply Dipping Seam[J]. Journal of North China Institute of Science and Technology, 2012(4):22-25.
- [4] 常鑫. 综采工作面通过构造区域的管控[J]. 山东煤炭科技, 2019(3):18-22.
CHANG Xin. Management and Control of Fully-mechanized Mining Face Passing Through Structural Area[J]. Shandong Coal Science and Technology, 2019(3):18-22
- [5] 王晓波. 综采工作面过断层带安全措施研究与应用[J]. 山东煤炭科技, 2018(2):79-80.
WANG Xiaobo. Research and Application of Safety Production Technology for Full Mechanized Working Face to Cross Fault Zone[J]. Shandong Coal Science and Technology, 2018(2):79-80.
- [6] 刘继林. 综采面过断层施工技术及安全的技术措施研究[J]. 能源与环保, 2018(8):218-222.
LIU Jilin. Study on Construction Technology and Safety Technical Measures of Fully-mechanized Mining Faces Passing through Faults[J]. China Energy and Environmental Protection, 2018(8):218-222.
- [7] 龙春波. 综采工作面过断层技术研究[J]. 山东煤炭科技, 2017(3):58-59.
LONG Chunbo. Study on Technology of Fully Mechanized Coal Face Mining through Fault[J]. Shandong Coal Science and Technology, 2017(3):58-59.

(编辑:薄小玲)

5 经济社会效益分析

1)减少资金投入。重开绕巷及设备搬家,需投入人工工资、材料费用等共计 235 万元。

2)矿井不停产。确保了生产衔接,扣除煤质影响因素,多回收煤炭 35 万 t,扣除人员工资、材料费用,按照利润 215 元/t 计算,可多创造效益 7 525 万元。

3)该技术在实施期间,先后有潞安集团的夏店矿、华电集团的石泉矿来我矿进行技术交流学习,赢得了兄弟单位的好评。

6 结论

1)针对大倾角条件下的大断层,在地质资料详细的前提下,通过优化回采工艺,可以安全顺利硬过。

2)工作面调斜、坡度调整、三机防滑、顶板管控等是通过该构造的关键因素。

3)该技术是大平矿的一次大胆的创新和尝试,在潞安矿区获得了很好的推广价值。