

# 王庄煤矿综采工作面过陷落柱技术

王涛,赵曦\*,宋宇鹏,李权,张泽,刘元祺

(山西煤炭运销集团 长治有限公司,山西 长治 046000)

**摘要:**王庄煤矿3503工作面在回采过程中处需要通过一处长轴61 m短轴18 m的陷落柱.为了降低该陷落柱对工作面回采的不利影响,提高煤炭采出率,减少生产过程中的风险,在综合考虑工作面实际条件和回采工艺的基础上,通过在陷落柱前方掘进外切眼布置刀把工作面和快速搬家的方式,成功绕开了陷落柱,保证了工作面的连续推进,实现了煤炭资源最大限度地开采.

**关键词:**综采工作面;陷落柱;快速搬家;外切眼

**中图分类号:**TD327 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2018)04-0007-05

## On Technology of Fully-mechanized Face Passing Through Collapse Column in Wangzhuang Mine

Wang Tao, Zhao Xi, Song Yupeng, Li Quan, Zhang Ze, Liu Yuanqi

(Changzhi Co., Ltd., Shanxi Coal Transportation and Marketing Group Company, Changzhi 046000, China)

**Abstract:** The 3503 working face in Wangzhuang Mine would pass through a collapsing column which has 61 m long axis and 18 m short axis in the exploitation process. In order to reduce the adverse effect of collapse column on the working face, improve the coal recovery rate, and reduce the risk in the production process, it takes the actual conditions and working face mining technology into consideration by tunneling the out open-off cut to assign knife handle working face and fast moving. Thus, the working face successfully passes through the collapse column. This technology has ensured the continuous advancement of working face, and achieved the maximum exploitation of coal resources.

**Keywords:** fully-mechanized face; collapse column; quick moving; out open-off cut

陷落柱是煤炭开采活动中常见的不良地质现象之一.当回采工作面中存在陷落柱时,不但降低了工作面的可采储量,也给工作面的围岩控制带来了极大困难,直接影响着矿井的安全生产和经济效益<sup>[1-4]</sup>.因此,必须找出一种合理的方法,实现快速高效的通过陷落柱,确保工作面最大限度地连续推进和资源开采,提高矿井的综合效益.

王庄煤矿位于山西省沁水煤田的东南部,矿井生产能力2.4 Mt/a,开采煤层为3<sup>#</sup>煤层,井田面积16.69 km<sup>2</sup>,井田内发育陷落柱7个,目前正在回采3503大采高工作面.根据矿井地质资料和掘进巷道期间的钻探结果,3503工作面内发育有X<sub>11</sub>陷落柱,对工作面的正常回采造成严重影响.本文针对工作面过陷落柱的实际情况,提出了甩掉陷落柱新开外切眼和布置刀把工作面回采的技术方案,在“短”工作面生产期间安排过陷落柱段的设备回撤和外切眼安装,并对甩绕陷落柱方案的具体工艺流程进行探讨,从而为工作面快速安全通过陷落柱提供了技术指导.

## 1 工作面概况

3503 工作面位于+980 m 水平 35 采区,设计可采长度 1 904 m,截至 2017 年 5 月底,已经回采了 2/3,切眼长度 261.5 m.工作面北侧为已回采的 3502 工作面,西侧为 35 采区的 3 条大巷,南侧为 3505 接续工作面,东侧为本工作面已回采区域.

3503 工作面所采煤层为 3<sup>#</sup>煤,平均厚度 5 m,煤层倾角 2°~6°.煤层基本顶为细粒砂岩,平均厚度 3.75 m;直接顶为泥岩,平均厚度 6.37 m;直接底为泥岩,平均厚度 1.2 m;基本底为砂质泥岩,平均厚度 4.37 m.

3503 工作面的运输巷道和回风巷道采用锚网(索)+钢筋梯子梁联合支护,巷道净宽 5.3 m,净高 4.9 m,净断面积 25.97 m<sup>2</sup>,运输巷道的外帮为浇筑的沿空留墙混凝土墙体,厚 1.5 m,高 5 m.工作面采用 103 组 ZY10000/26/55D 型液压支架和 2 组 ZYG10000/26/55D 型过渡支架支护,端头和端尾分别采用 3 组 ZYT10000/26/55D 型端头支架进行支护,运输巷道和回风巷道的超前段分别采用 3 组 ZQL2×4000/27/56 型超前支架进行支护.

3503 工作面靠近运输巷道侧距停采线 662 m 处发育有 X<sub>11</sub>陷落柱,该陷落柱短轴 18 m,长轴 61 m,充填物主要为泥岩、细粒砂岩和砂质泥岩,在煤层与柱体接触区域顶底板岩层产状稍有变化,倾角增大.X<sub>11</sub>陷落柱的平面形态类似一只“羊角”,陷落柱与工作面的相对位置见图 1.

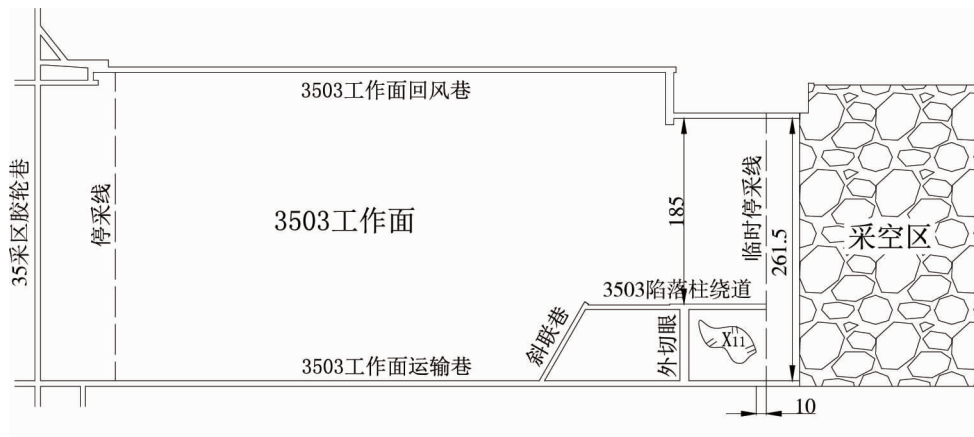


图 1 3503 工作面及 X<sub>11</sub>陷落柱位置

## 2 过陷落柱方案的制定

### 2.1 总体方案

3503 工作面的运输巷道掘进期间,通过地面物探和井下钻探确定了陷落柱的具体范围,掘进了包括陷落柱绕道在内的 3 条巷道,分别为斜联巷 82 m,陷落柱绕道 181 m 和外切眼 71 m.3 条巷道均采用锚网(索)+钢筋梯子梁联合支护.

根据工作面回采现状,结合相关的工程实践<sup>[5-15]</sup>,3503 工作面过陷落柱区域计划采用新掘外切眼甩绕的方式,临时停采线布置在 X<sub>11</sub>陷落柱前方 10 m,距离外切眼 81 m.由图 1 可知,工作面绕行陷落柱期间,切眼长度由 261.5 m 缩小为 185 m.工作面采高 5 m,采出率取 93%,煤层容重 1.4 t/m<sup>3</sup>,由此可估算工作面过陷落柱期间可回采出的煤量:

$$Q_1 = 97\ 552\ \text{t}$$

测量陷落柱的面积约 1 300 m<sup>2</sup>,过陷落柱时丢弃的煤量:

$$Q_2 = 28\ 976\ \text{t}$$

按照该方案,在此区域可以回采出 97 552 t 煤炭,损失的煤炭仅 28 976 t.为了最大限度地回收该区域的煤炭资源,采用新掘外切眼甩绕陷落柱的方案是合理且可行的.

### 2.2 通风方式调整

#### 2.2.1 收尾回撤期间的通风方式

3503 工作面正常回采期间采用 U 型通风,收尾期间、回收支架但仍能保持通风的情况下,继续采用并

联式 U 型通风.2 条通风路线如下:

路线 1:3503 工作面的运输巷道→3503 斜联巷/3503 外切眼→3503 陷落柱绕道→3503 切眼(185 m)→3503 工作面的回风巷道.

路线 2:3503 工作面的运输巷道→3503 切眼(261.5 m)→3503 工作面的回风巷道.

随着工作面液压支架的回收,由于顶板垮落不能进行有效通风时,采用 FBDY No-6.0 型局部通风机对作业地点进行通风.局部通风机安设在距外切眼 15 m 处的运输巷道煤墙侧,风筒吊挂在巷道顶板上,出口距离最里端不超过 5 m,并随工作面的回撤逐步拆除风筒.

### 2.2.2 绕陷落柱期间的通风方式

3503 工作面绕行陷落柱刀把“短”工作面回采期间,采用正常的 U 型通风,通风路线为 3503 工作面的运输巷道→3503 斜联巷/3503 外切眼→3503 陷落柱绕道→3503 切眼(185 m)→3503 工作面的回风巷道.

## 2.3 运输系统调整

3503 工作面收尾期间,运输系统和运输路线与正常回采期间相同,工作面回采的原煤经切眼内的刮板输送机 and 运输巷道内的转载机、皮带机,运输到 35 采区运输巷内.

绕陷落柱刀把“短”工作面回采时,为保证正常的煤炭运输,在 3503 陷落柱绕道内安设 1 部 SZZ900/400 型转载机和 DSJ120/150/355 型胶带输送机,并在 3503 斜联巷内安设 1 部 DTL140/150/315 型胶带输送机.原煤运输路线:3503 工作面切眼(185 m)→3503 陷落柱绕道→3503 斜联巷→3503 工作面的运输巷道→35 采区运输巷.

# 3 工作面收尾与搬家

## 3.1 工作面收尾

### 3.1.1 上网

3503 工作面的运输巷道内的超前支架在距离临时停采线 20 m 时,开始在巷道上部铺设单层菱形网,菱形网一端距离工作面煤墙 0.5 m,另一端沿顶板铺设,多余菱形网固定在运输巷外帮沿空留墙墙体上部.单层菱形网铺设至距离临时停采线 18 m 时,铺设双层菱形网至停采位置煤壁上部.

### 3.1.2 上钢丝绳

距临时停采线 12.8 m 时,平行工作面上第 1 趟钢丝绳,然后每割 1 刀煤上 1 趟钢丝绳,绳间距 800 mm,共上 11 趟,支架端面顶板和顶梁上 6 趟,掩护梁上 5 趟.铺设方法:将钢丝绳平行于工作面拉直,联到支架护帮板下部,钢丝绳与金属网每隔 300 mm 联一孔,钢丝绳随金属网一起上至支架端面顶板处,并与运输巷道内的顶网和外帮网连接牢固.

## 3.2 掘进撤架通道

### 3.2.1 掘进方式

距临时停采线 4 m 时工作面停止推进,在机头和 44<sup>#</sup>架处对掘撤架通道.撤架通道断面为矩形,掘宽 4 m,掘高 2.5 m,掘进断面积 10 m<sup>2</sup>,掘进工艺为炮掘,炮眼深 1.5 m,眼间距 1 m,排距 0.8 m,上排眼距顶板 450 mm,垂直于煤壁呈 10°仰角,中排和下排眼垂直于煤帮打设,每个炮眼装药量 1 卷,封口长度 0.5 m.人工清煤至刮板输送机,经转载机和皮带运出.

### 3.2.2 支护参数

撤架通道的顶板支护采用  $\Phi 20$  mm $\times$ 2 400 mm 螺纹钢锚杆,排距 1 000 mm,每排 5 套,间距 900 mm 均匀布置,中间 3 根垂直顶板,两侧锚杆距帮 200 mm 外斜 10°布置.顶钢筋梁宽 80 mm,长 3 800 mm, $\Phi 14$  mm 圆钢焊制.顶菱形网规格 5 000 mm $\times$ 1 100 mm,双层网.锚索为  $\Phi 18.9$  mm $\times$ 6 000 mm 的钢绞线,排距 1 000 mm,间距 2 000 mm,垂直顶板安装在两排顶锚杆之间.煤帮支护采用  $\Phi 18$  mm $\times$ 2 200 mm 螺纹钢锚杆,排距 1 000 mm,每排 2 套,上部锚杆距顶板 300 mm 上斜 10°布置,其余锚杆间距 900 mm 水平布置.帮钢筋梁宽 80 mm,长 1 100 mm, $\Phi 14$  mm 圆钢焊制;帮菱形网规格 10 m $\times$ 1 100 mm,材料为 10<sup>#</sup>铅丝,沿顶板挂网.撤架通道掘进支护完成后,启动采煤机截割底部煤体并对煤帮进行锚网支护,间排距同上,并打设通帮柱.撤架通道支护断面如图 2 所示.



## 4 特殊地段顶板管理

### 4.1 收尾期间的防片帮管理

3503 工作面收尾期间受向斜构造和陷落柱的影响,工作面机头至 60<sup>#</sup>架处煤壁片帮严重,顶板破碎,给工作面正常收尾带来极大困难.为确保机头段收尾工作顺利进行,对该区域顶帮采取了加强支护措施.具体方案:冒顶区域顶帮相对完好时,在冒顶区域靠工作面侧扩掘 2 m,并进行锚网索支护,锚索外露长度 400 mm,将工字钢一端固定在锚索上部,另一端固定在支架顶梁上部;当冒顶区域无法进行扩掘时,在支架梁端顶部打 4 m 深注浆孔进行注浆,并使用注浆泵喷洒 FSS 化学加固料,使上部冒落矸石粘结成整体,然后从冒顶区域两端顶板完整处逐步向冒顶区域采用工字钢架棚维护,棚梁一端固定在支架顶梁上部,并在煤壁与顶板交界处挖 400 mm 深槽用于插入棚梁另一端.

架棚材料采用 14<sup>#</sup>工字钢,棚距 300 mm,在棚梁下部靠煤壁打设木垛用于支撑棚梁,棚梁上部使用金属网、半圆、木楔等背死,并在支架顶梁前和棚梁中部平行工作面打设 4 m 大板,大板与工字钢采用双铅丝十字交叉固定.

### 4.2 超前和端头支护

3503 工作面陷落柱绕道的超前支护采用 DW-50 型单体液压支柱配合 4.8 m 的  $\pi$  型梁架棚支护,超前支护长度 20 m,棚距 1 m,一梁两柱.3503 工作面的回风巷道超前支护采用 4 组 ZY10000/26/55D 型液压支架进行支护,超前支护长度 24 m,支架位于巷道中部.当顶板压力增大时,根据矿压显现情况另行补充超前支护措施.

3503“短”工作面端头采用 3 组 ZY10000/26/55 型液压支架配合单体柱和  $\pi$  型梁进行支护,端尾采用 3 组 ZY10000/26/55 型液压支架进行支护.

## 5 结论

1) 当综采工作面遇到严重影响回采的陷落柱时,通过重开外切眼布置“刀把”工作面进行绕采,可以避免陷落柱的不利影响,实现工作面最大限度地连续开采和资源回收.

2) 为保证过陷落柱期间正常通风和煤炭运输,需要在外切眼前方掘进斜联巷和陷落柱绕道并与外切眼贯通,并在短工作面回采期间加强陷落柱绕道处的超前支护和端头支护,确保巷道安全畅通,支护有效.

3) 工作面过陷落柱收尾期间,当遇到煤壁片帮顶板破碎无法正常收尾时,可以在冒顶区域架设工字钢棚,并在支架顶梁前和棚梁中部打设大板的方式维护顶帮.

4) 工作面回撤液压支架时,可以采用 3 组支架作为掩护架,以减少采空区顶板管理的木料消耗,并提高回撤期间顶板管控的安全性.

### 参考文献:

- [1] 杜计平,孟宪锐.采矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2009:54-56.
- [2] 王茂林.综采工作面实用技术[M].北京:煤炭工业出版社,2012:48-54.
- [3] 钱鸣高,石平五.矿山压力与岩层控制[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003:109-110.
- [4] 杨洋.高河矿井综放工作面过陷落柱技术[J].矿业工程研究,2016,31(1):50-53.
- [5] 张育恒.综放工作面过陷落柱开采技术探讨[J].煤矿开采,2012,17(4):24-26.
- [6] 卫少军.高河矿 E1305 工作面过陷落柱高效开采技术研究[J].煤,2016,25(8):61-63.
- [7] 孟鑫,王安顺.综采工作面过陷落柱技术初探[J].煤炭技术,2010,29(11):239-240.
- [8] 杨东伟.综采工作面过陷落柱技术研究[J].中国科技博览,2009(36):358-359.
- [9] 任振宇.大采高综采工作面过陷落柱收尾技术研究[J].煤矿现代化,2015(3):21-22.
- [10] 朱晔.大采高工作面过陷落柱回采工艺及支架适应性研究[J].中国煤炭,2016,42(6):58-62.
- [11] 闫俊杰.大倾角煤层综放工作面过陷落柱群关键技术研究[J].煤,2016,25(9):25-26.
- [12] 刘兴和.综放工作面过陷落柱注浆加固技术研究[J].能源与节能,2017(1):121-123.
- [13] 杨一明.注浆加固技术在工作面过陷落柱中的应用[J].煤矿现代化,2016(5):109-111.
- [14] 郭强.东庞矿综采工作面过陷落柱技术应用研究[J].科技创新与应用,2014(30):103-103.
- [15] 王蔚,高卫国,马韶萍.天池煤矿过陷落柱工作面回采工艺[J].煤矿安全,2015,46(12):144-146.