

黄玉川煤矿综采工作面预掘单回撤通道工艺的实践与应用及围岩控制技术研究

李鹏达 李勇 闫晓刚 张恒 王东旭
国能亿利能源有限责任公司黄玉川煤矿

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8697

[摘要] 黄玉川煤矿自建矿以来,4#煤搬家倒面回撤工艺先后经历了四个阶段,分别为预掘双回撤通道(12401工作面及以前)、掘锚机自开单回撤通道(12402工作面)、采煤机自开单回撤通道(12403-1、12403-2、11404工作面)、预掘单回撤通道(12407工作面)。此次搬家我矿首次采用预掘单回撤通道,相比前三种末采工艺,预掘单通道具有掘巷费用少、人工成本低、搬家工艺简单、安全性相对较高的特点,贯通后巷道顶底板移近量均在可控范围,仅20-40#架巷道底鼓0-300mm、顶板下沉0-200mm;60-70#架顶板下沉0-200mm。该工艺特别适合顶板相对稳定的一次采全高煤层。现将此次末采回撤工艺作如下总结。

Practice and Application of the Pre-excitation Single-withdrawal Channel Technology in the Fully Mechanized Mining Face of Huangyuchuan Coal Mine and Research on Surrounding Rock Control Technology

Li Pengda Li Yong Yan Xiaogang Zhang Heng Wang Dongxu
Huangyuchuan Coal Mine of Guoneng Yili Energy Co., Ltd.

[Abstract] Since its establishment, Huangyuchuan Coal Mine has gone through four stages of the 4 # coal moving and backfilling process, including pre excavation double backfilling channel (12401 working face and before), self opening single backfilling channel of anchor machine (12402 working face), self opening single backfilling channel of coal mining machine (12403-1, 12403-2, 11404 working face), and pre excavation single backfilling channel (12407 working face). For the first time in this move, our mine has adopted a pre excavation single retreat channel. Compared with the previous three final mining processes, the pre excavation single channel has the characteristics of lower excavation costs, lower labor costs, simpler moving processes, and relatively higher safety. After the tunnel is connected, the movement of the top and bottom plates of the tunnel is within a controllable range, with only the 20-40 # tunnel bottom bulging by 0-300mm and the top plate sinking by 0-200mm; the 60-70 # tunnel top plate sinking by 0-200mm. This process is particularly suitable for one-time mining of full height coal seams with relatively stable top plates. The following is a summary of the process for the withdrawal of the final harvest.

一、巷道支护详细技术参数

1、提前掘进巷道：综采工作面停采线处，采用掘锚机掘

进单通道做为工作面回撤通道。该回撤通道与工作面切眼平行，与胶运顺槽呈90°角，回撤通道总长296m，净宽5.5m，

净高3.8米,底板施工C20砼底板(厚20cm)后净高3.5~3.6m。回撤通道顶部采用锚杆/锚索+钢带、双层骨架网进行支护,锚索间距1100/1400mm,排距1600mm,每排4根。使用 $\phi 22 \times 8000$ mm 19芯钢绞线制作。锚杆采用螺纹钢锚杆,间距1000mm,排距800mm,每排6/2根。预掘回撤通道施工不受采动影响,支护质量高,提前掘进回撤通道,不影响工作面正常生产,未采贯通后能大量节省工作面设备搬家时间。

2、二次补强支护:巷道掘进完成后,采用人工补强支护,详细参数如下。

(1)回撤通道补强支护总长度295.49米,两顺槽顶帮补强支护长度各21.5米(停采线前10米,停采线后11.5米)。

(2)回撤通道正常段共布置2排锚索,其中一排位于巷道中部,采用锚索+“ π ”钢带支护;另一排距离贯通帮250mm,采用单点锚索支护。

(3)回撤通道断层段共布置4排锚索,第一排位于巷道中部,左右各1.25m布置第二、第三排锚索,均采用锚索+“ π ”钢带支护;第四排距离贯通帮250mm,采用单点锚索支护。

(4)回撤通道顶部锚索采用 $\phi 22 \times 8000$ mm钢绞线制作,排距1600mm,预紧力不小于180kN,使用三支CKa23/50树脂药卷,托盘通过穿孔压在钢带上。

(5)回撤通道帮部补强支护参数:回撤通道非贯通帮布置一排锚索,高度距巷道底部2米,锚索采用 $\phi 22 \times 5000$ mm钢绞线制作,排距1500mm,钢带采用“W”钢带,托盘通过穿孔压在钢带上。

(6)两顺槽顶部补强支护参数:两顺槽顶部共布置1排锚索,位于巷道中部,采用锚索+“W”钢带支护。锚索采用 $\phi 22 \times 8000$ mm钢绞线制作,排距2000mm,托盘通过穿孔压在钢带上。

(7)两顺槽帮部补强支护参数:非开采帮布置一排锚索,高度距巷道底部1.85米,锚索采用 $\phi 22 \times 5000$ mm钢绞线制作,排距2000mm,钢带采用“W”钢带,托盘通过穿孔压在钢带上。

二、未采工艺流程

1.工作面距停采线40m开始,逐步进行层位调整,工作面中部顶板挑顶部夹矸和夹矸上部顶煤沿直接顶下割煤,两端头各20架与回撤硐室顶底板过渡平缓。工作面板沿此层位割煤直至停采线。

2.至挂网时将工作面整体采高调整到3.5m,工作面根据顶板层位及采高控制底板。

3.工作面推进至距离停采线11.5m时停机,开始进行打挂网锚杆(锚索)、挂网。

4.未采铺网选用两片高强聚酯纤维柔性网,第一片网片长160m、第二片网片长152.3m,两片网片宽均为12m,两片网片中间搭接5m,两端各铺至距顺槽副帮0.5m位置。

5.铺网段推进时采高仍控制在3.5m直至与回撤通道贯通。

通道内已施工标志孔,以运输机电缆槽上边缘与标志孔水平对齐进行参考。

6.铺网后推进11.5m(约割14刀煤)过程中割煤工序为:撩网→割煤→放网→拉架→推运输机→撩网→割煤。

7.铺网段割最后一刀煤拉架后将支架初撑力升到到位,使用32#螺栓将护帮板锁住,然后闭锁全部支架。施工压网锚索,清煤完毕后将运输机推出。

8.压网:将柔性网撩网钢丝绳断开,将剩余柔性网展开撑起铺至顶板与通道内顶网联接,搭接处间隔200mm采用双股14#铁丝每隔200mm交替迈步绑扎一道。

9.注锚索:将树脂锚固剂、锚索依次放入打好的眼中进行搅拌锚固,等锚固剂凝固后,将锚索托盘、锁具上好,然后使用锚索张拉器将锚索锁具张拉到到位。

10.清煤:使用装载机将通道内浮煤进行清理,运输机铲煤板处浮煤人工进行清理。

11.压网锚索施工完毕及清煤完成后,将运输机推出一个步距,支架拉半个步距(梁端顶柱压网锚索),初撑力升到到位。

三、未采期间周期来压统计及巷道沉降情况

(一)周期来压统计

1.工作面采高调整到3m时来压不规律,每班都来压,且每次来压持续时间较长。自9月15日中班(距挂网剩余40m)采高恢复至3.5m后,15日中班接班60-150有压,压力400左右,持续到下班最后一刀压力恢复正常。16日夜班未来压;16日中班接班60-130来压,2刀后压力正常;17日夜班未来压;17日中班接班60-130来压,3刀后压力正常;18日夜班干了5刀后110-150来压,下班时仍有压;18日中班接班70-160有压,3刀后压力正常。18日中班下班到达挂网位置,19日夜班挂网准备工作,19日早班挂网,期间工作面没有压力。

2.回撤通道从9月6日开始布置11个测点和4个顶板高层位进行观测,直至9月19日早班观测,回撤通道顶底板仍无变形。从17日开始贯通帮顶部夹矸及顶煤出现片帮,到19日时对应工作面60-机尾贯通帮帮部均有片帮,片帮位置主要有两处,一处是帮顶部夹矸及顶煤;另一处是巷帮第3与4排帮锚杆之间,片帮量最大为200mm。工作面对应15-60架片帮不明显,机头-15架帮顶部夹矸及顶煤位置有片帮,片帮量最大为100mm。18日对帮100-110、125-130底角出现片帮,19日对帮30-40、60-70、90-150底角片帮,片帮量最大为100mm。

3.挂网后共需生产14刀,生产至第4刀时工作面50-150来压,压力400左右,6刀时压力变小,350以下。生产至第8刀时从80往机尾截割时,随着煤机截割,工作面80-机尾出现密集煤炮声,同时支架大脚与运输机支架底板间出现瞬间性底鼓,底鼓量最大为300mm。煤机割至机尾时从通道口观测,贯通帮炸帮,玻璃钢锚杆托盘及斜木托盘个别崩出崩到对帮第9刀从机尾到机头时,仍有密集煤炮声及瞬间性底鼓,停机40

分钟汇报相关部门及领导后再次恢复生产,以上两现象均已消失且80-机尾煤壁整体酥软片帮严重。

四、4#煤回撤通道支护参数验算

1. 贯通前锚索支护参数验算

(1) 锚索长度计算

巷道顶板锚索设计长度 L 确定:

$$L = L_a + L_b + L_c + L_d \quad (1)$$

式中: L —锚索总长度, m;

L_a —锚索深入到较稳定煤层的锚固长度, m;

L_b —需要悬吊的不稳定岩层, m;

L_c —上托盘及锁具的厚度, 取 0.3m;

L_d —需要外露的张拉长度, 取 0.25m。

按 GBJ86—1985 要求锚索锚固长度 L_a 按下式确定:

$$L_a \geq k_1 \times \frac{d_1 f_a}{4 f_c} \quad (2)$$

式中: k —安全系数, 取 $k=2$;

d_1 —锚索钢绞线直径, 取 22mm;

f_a —钢绞线抗拉强度, 取 1860Mpa;

f_c —锚索与锚固剂的粘合强度, 取 10N/mm²;

则 $L_a \geq 1.65m$ 。

巷道顶部的破坏深度, 按最严重冒落高度取 2.0m, 为了安全起见, 再考虑安全系数 k , 取 $k=2$;

$$L_b = 2H = 4.0m$$

将相关参数代入式:

$$L = 2.046 + 4 + 0.3 + 0.25 = 6.546m$$

通过上述计算可得, 顶板锚索理论计算长度不应小于 6.546m。因此现有的锚索长度 8m 能满足锚固深度。

(2) 在锚索排距确定情况下对单排锚索数目的核算:

单排锚索数目计算公式:

$$N \geq K \times \frac{W}{P_{破}} \quad (3)$$

式中: N —锚索数目;

K —安全系数, 取 2;

$P_{破}$ —锚索最低破断力, $\phi 22$ 锚索取值 520KN;

W —被悬吊岩石的自重。

被悬吊岩石的自重计算公式:

$$W = B \times \sum h \times \sum r \times D \quad (4)$$

式中:

B —巷道掘进宽度, 取最大宽度 $B=5.5m$;

$\sum h$ —悬吊岩石厚度, 按照最大锚杆长度的 2 倍取值,

取 4.4m;

$\sum r$ —悬吊岩石平均容重, 取 26kN/m³;

D —锚索排距, 1.6m。

计算可得, 单排锚索数目如下:

$$N \geq 3.87$$

通过上述计算可得, 在锚索间排距为 1.6m 时, 单排锚索数目应大于等于 4 根, 回撤通道支护的单排锚索数目为 4 根, 满足验算单排锚索数目。

(3) 在单排锚索数目确定情况下锚索排距核算:

回撤通道每排支护锚索为 4 根, 因此对其锚索排距进行核算, 如下所示:

由公式 (3) 和公式 (4) 可推导出排距 D 的公式:

$$D \leq \frac{NP_{破}}{KB \sum h \sum r} \quad (5)$$

计算可得:

$$D \leq 1.65$$

通过上述计算可得, 在回撤通道单排锚索数目为 4 时锚索排距 $D \leq 1.65m$, 而已知回撤通道锚索排距 1.6m, 满足理论验算要求。

五、结论及围岩控制技术优化方案

经理论计算, 巷道贯通前, 锚索长度需大于 6.54m, 每排至少布置 4 根锚索, 每排间距需小于 1.61m; 锚杆长度需大于 1.93m, 间排距 (ab 的乘积) 小于 1.55m², 回撤通道内锚杆、锚索当前支护参数满足理论计算的巷道支护要求。

回撤通道有别于其他回采通道, 其在未采阶段受到的采动压和覆岩运动的影响时间长, 导致巷道围岩的变形及破坏较大, 造成巷道围岩破坏和变形量增加。而工作面与回撤通道贯通后, 回撤通道的围岩结构状态类似于沿空留巷, 老顶及其上覆岩层的破断和回转下沉会造成回撤通道围岩大变形。所以在 12407 回撤通道中进行补强支护后仍会出现顶底板移进量大、锚杆崩坏失效等现象, 说明其支护系统的支护强度不能作为支护主体。同时, 回撤通道贯通后考虑到支架支撑悬顶的顶板长度, 计算得出每排所需锚索远大于现有锚索数量, 对工程来说无法实施, 需要采取更强的支护手段, 建议选择工作阻力至少 18000KN 的垛式支架, 两个垛式支架之间的间距一般不超过 0.8m, 沿着巷道中线布置, 具体支架数目及布置位置要根据回采工作面液压支架矿压显现较大的区域来确定, 并在贯通前在回撤通道相应位置进行垛式支架的安置。

通过工艺上的改进, 预掘单回撤通道不存在交叉施工问题, 解决了以往未采工艺施工难度大, 顶板维护难度大, 多工序交叉作业、未采工艺繁琐、安全性差等技术难题。预掘回撤通道工艺适用于煤层顶板相对稳定的工作面, 此工艺效率高、搬家速度快, 通过技术研究和矿压总结可保证回撤通道在采动影响下的稳定性, 是回撤工作安全、高效进行的关键, 是建设高质量矿井的有力保障。