

# 切顶卸压沿空留巷在燕家河煤业 10103 综采工作面的应用实践

An application of gob-side entry retaining with pressure relief by roof cutting at 10103 mining workface of Yanjiahe coal mine

郭 伟 (山西乡宁焦煤集团燕家河煤业有限公司, 山西 乡宁 042100)

**摘要:**为了提高燕家河煤业煤炭回收率并缓解矿井采掘接替紧张局面,以 10103 工作面为工程实例,提出采用切顶卸压进行沿空留巷,并对超前恒阻锚索补强支护、切顶卸压爆破以及工作面后侧挡矸支护等进行详细设计。现场应用后,巷道顶板、巷帮平均位移量分别为 50 mm、60 mm,取得显著的留巷效果,同时留巷段漏风率也满足要求。

**关键词:**沿空留巷;切顶卸压;恒阻锚索;深孔爆破

中图分类号: TD352 文献标志码: A 文章编号: 1672-609X(2021)03-0036-04

**Abstract:**To improve the coal recovery and reduce roadway development loads of Yanjiahe Coal Mine, gob-side entry retaining with pressure relief by roof cutting was proposed, and detailed design was conducted on providing supplementary support for leading constant resistance anchor bolts, relieving pressure by roof blasting, and workface rear side gangue supports. The application achieved good results; roof and side wall displacement numbered 50 mm and 60 mm only; apart from the marked entry retaining results, the air leakage in the retained areas are also up to the requirement.

**Key words:**gob-side entry retaining; pressure relief by roof cutting; constant resistance anchor bolts; long hole blasting

## 1 前言

随采深增加,护巷煤柱宽度不断加大、围岩控制难度显著增加,从而导致煤炭资源回收率呈逐渐下降趋势<sup>[1-2]</sup>。切顶卸压留巷技术通过深孔爆破切顶巷道与采空区顶板连续,从而降低采空区顶板弯曲下沉过程中巷道围岩变形,在煤矿井下应用逐渐广泛<sup>[3-5]</sup>。燕家河煤业在生产过程中面临采掘接替紧张以及护巷煤柱留设宽度过大、煤炭资源回收率不高问题,将切顶卸压留巷技术应用到矿井巷道留设中,现场应用取得显著效果。

## 2 工程概况

燕家河煤业开采的 10 号煤层,厚 2.48 m,为 II 级自燃煤层,煤尘具有爆炸性,顶底板岩性如图 1 所示。目前井下布置一个 10103 综采工作面及两个掘进工作面。

10103 综采工作面走向长度为 1 160 m,开切眼

细粒砂岩:白灰色,块状结构,以石英为主,钙质胶结,坚硬	7.0m	
泥岩:黑灰色,块状结构,泥质结构,坚硬	1.8m	
煤:黑色,亮煤,半亮型煤	0.4m	
石灰岩:灰色,厚层状,块状结构,致密,坚硬,裂隙发育。	7.7m	
10#煤:黑色,沥青光泽,亮煤,半亮型煤,夹有镜煤及暗煤条带,性脆	2.9m	
泥岩:黑灰色,块状结构,泥质结构,坚硬	1.0m	
细粒砂岩:白灰色,块状结构,以石英为主,钙质胶结,坚硬	2.2m	
铝土质泥岩:灰色,块状结构,泥质结构,致密,坚硬	2.4m	

图 1 10#煤顶底板岩性

长 180 m,工作面南侧为 10101 采空区,北侧为实体煤,西侧为采区运输巷,东侧为采区边界。为了提高

[作者简介] 郭伟(1990-),男,山西乡宁县人,汉族,注册安全工程师,总工程师,从事煤炭开采工作。

[引用格式] 郭伟.切顶卸压沿空留巷在燕家河煤业 10103 综采工作面的应用实践[J].中国矿山工程,2021,50(3):36-39.

煤炭回收率以及工作面开采效率,在10103轨道巷采用切顶卸压留巷技术,将巷道保留下来为邻近的工作面生产服务。10103轨道巷为矩形断面(宽4.6 m、高2.6 m),采用锚网索支护方式。

### 3 切顶卸压留巷技术

#### 3.1 整体技术方案

切顶卸压沿空留巷技术整体方案为巷道超前支护、深孔预裂爆破切顶卸压、挡矸支护、巷帮漏风封堵等过程,具体工作步骤为<sup>[6]</sup>:

- (1)恒阻锚索+普通锚索联合支护加固。
- (2)切顶钻孔施工以及爆破卸压。

(3)工作面回采期间采空区帮部采用铺设菱形网、钢筋网、单体柱和可缩性U型钢支架形成支设密集支柱,实现挡矸支护。

(4)回采结束且沿空侧巷道稳定后,撤除巷帮挡矸立柱及巷内单体柱,并对巷帮局部垮落片帮区域进行维修处理。

- (5)根据现场情况,局部采用化学喷涂材料密

闭漏风区域,满足正常的通风安全使用。

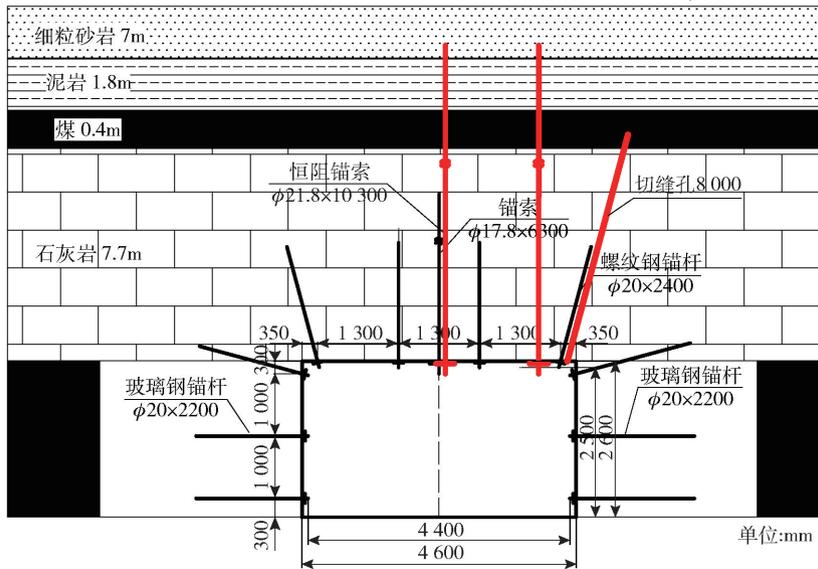
(6)根据留巷中的气体检测结果,决定是否采用柔性喷涂材料进行喷涂封闭,以保证工作面回采期间的生产安全。

留巷段巷帮漏风采用化学喷涂或者布置风筒布等常规方式即可实现,非切顶卸压沿空留巷重点内容。文中重点对切顶卸压留巷过程中涉及到的恒阻锚索超前支护、深孔卸压爆破以及挡矸支护等方面进行论述。

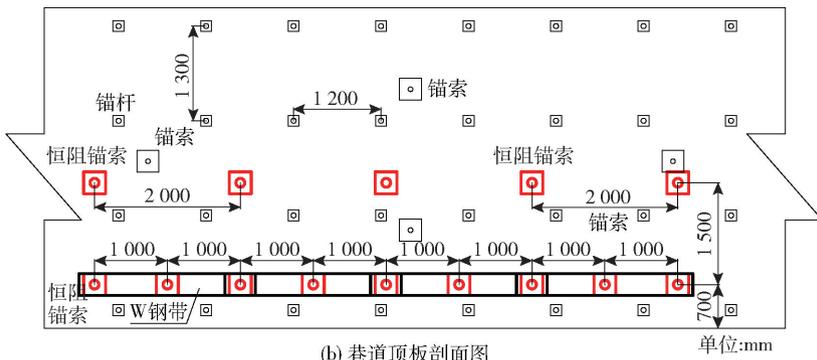
#### 3.2 现场施工

##### 1)恒阻锚索施工(顶板超前支护补强)

根据10#煤层顶板岩层赋存情况,10号煤层直接顶板为石灰岩,厚度7.7 m,底板为泥岩。煤层上覆9.9 m有硬度大、赋存稳定的细粒砂岩(厚度7 m),为此将恒阻锚索锚固端布置在此层中。具体恒阻锚索补强支护设计如图2所示。锚索选用 $\phi 21.8 \text{ mm} \times 10.3 \text{ m}$  高强恒阻大变形锚索,第一列恒阻锚索距留巷帮700 mm,排距1000 mm;第二列距巷帮



(a) 恒阻锚索补强支护断面



(b) 巷道顶板剖面图

图2 恒阻锚索补强支护示意图

2 200 mm(即与第一排锚索间距 1 500 mm),排距 2 000 mm,垂直顶板布置,选用 300 mm × 300 mm × 16 mm 的平托盘,预紧力不低于 280 kN。

靠近巷帮的第一列恒阻锚索用 W 钢带(使用 2 600 mm × 300 mm × 5 mm 钢板制作),间距 1 000 mm 加工规格 200 mm × 100 mm 长孔。恒阻锚索采用长 500 mm、外径 88 mm 恒阻器,恒阻值 31 ~ 35 t,预紧力在 28 t 以上。

2) 顶板切顶卸压

切顶钻孔、爆破工作分别超前工作面 50 m、30 m 进行,其中切顶钻孔与巷帮间距 200 mm,按照外插 15°、深度 8 m 布置,并采用专用钻车施工,钻孔施工完成后必须经过验收,合格后才能装药爆破。依据巷道顶板岩性,4 个装药孔 + 1 个空孔为一组的装药方式,具体布置方式如图 3 所示。

爆破钻孔采用串联起爆方式,一次爆破 4 个钻孔。起爆后通过窥视孔观测孔内切缝情况。钻孔采用炮泥封孔,孔内装入 3 根长度 2 m 聚能管。

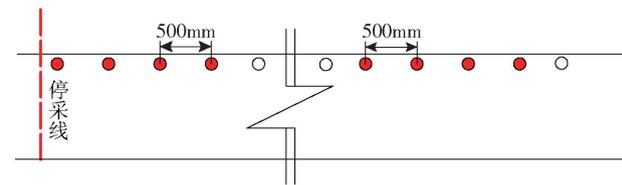


图 3 爆破孔布置方式

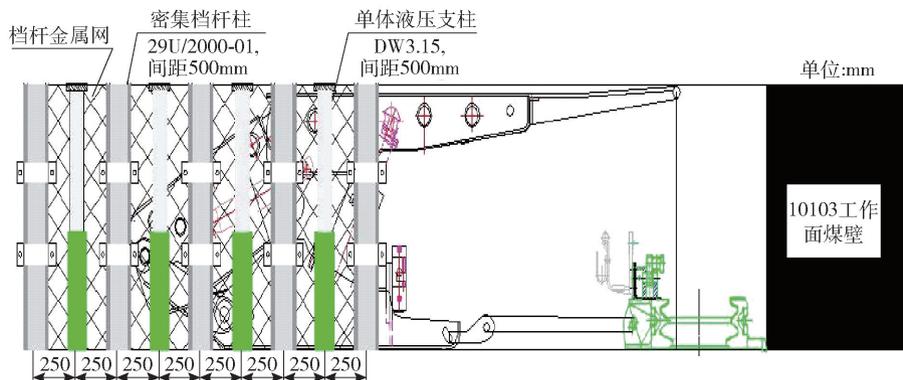


图 4 架后挡杆支护示意图

梁进行回撤,由“一梁四柱”变“一梁三柱”逐步减少,直至回撤完成。

4 留巷效果分析

对留巷段进行矿压监测分析,发现:

(1)10103 轨道巷采用恒阻锚索、单体以及 π 型钢对顶板进行补强支护,工作面超前支承压力影响对顶板影响不明显;在工作面后方留巷段内受到采空区顶板垮落影响,顶板变形呈现“开始—加快—

3) 架后临时支护及成巷支护

根据以往 10 号煤层开采经验,预测 10103 工作面回采后超前支承压力影响范围约 20 m,工作面后方采空区覆岩稳定范围约 200 m。因此,将 10103 轨道巷支护划分三个区间,依次分别为超前支护区、架后维护区以及成巷稳定区,范围分别为工作面前方 20 m、工作面后方 0 ~ 200 m、工作面后方 200 m 以后。具体不同区支护设计分别为:

(1)超前支护。该区域位于工作面煤壁前方 0 ~ 20 m,按照综采工作面的超前支护方式进行支护,即为采用单体 + π 型梁组成的支护方式。

(2)架后维护区挡杆支护。该区域位于工作面架后 0 ~ 200 m,采用 DW3.15 型单体柱 + DFB3200-300π 型梁“一梁四柱”对顶板进行支护,DW3.15 型单体柱 + 29U/2000-01 可缩性 U 型钢支架进行挡杆支护。

顶板采用单体 + π 型梁构成“一梁四柱”方式控制,间、排距均为 1 000 mm。在切顶帮(采空区侧)采用单体与 U 型钢按照 500 mm 间距交替布置(即单体与 U 型钢间距为 250 mm),在 U 型钢靠近采空区侧布置菱形网、钢筋网,从而防止采空区冒落矸石进入巷道,具体如图 4 所示。

(3)成巷稳定区。该区域位于架后 200 m 之后,根据实时矿压变化,逐步对巷道单体柱和 π 型

达峰值—变缓—稳定”趋势,监测顶板下沉量平均为 50 mm,基本没有底鼓现象,变化时间一般在 7 天之内。

(2)留巷段顶板下沉量从采空区侧向煤柱侧依次减少,其中煤柱侧、采空区侧顶板下沉量最大分别为 40 mm、90 mm。

(3)留巷段顶底板移近量与埋藏深度、顶底板岩性、支护强度、切顶效果有关。从矿压显现监测结果来看,10103 轨道巷围岩变形整体较小,取得较好

的留巷效果。具体留巷完成后现场情况如图5所示。



图5 留巷现场图

## 5 结论

将切顶卸压留巷技术应用到10103综采工作面中,确保了留巷工作的高效开展,具体取得如下主要成果:

(1)采用恒阻高强度大变形锚索补强支护是确保巷道顶板岩层稳定的重要方法,同时根据巷道顶板岩层情况合理布置切顶卸压钻孔是降低留巷段矿压

显现的关键;采用单体、U型钢以及金属网进行挡矸支护,可有效避免采空区冒落矸石进入到留巷段内。

(2)根据10103综采工作面基本情况对切顶卸压留巷中的恒阻锚索支护、切顶卸压爆破以及挡矸支护等内容进行详细设计。现场应用后,巷道顶板、巷帮平均位移量分别为50 mm、60 mm,底板无底鼓显现,取得显著应用效果。

### [参考文献]

- [1] 曹冬冬,何广宏.切顶卸压技术在沿空留巷中的应用[J].江西煤炭科技,2020(4):109-110.
- [2] 何良.切顶卸压沿空掘巷技术在漳村煤矿的应用[J].山东煤炭科技,2020(10):60-61+68.
- [3] 常利军.切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术的应用[J].山西能源学院学报,2020,33(5):26-28.
- [4] 陈纲.马兰矿沿空留巷切顶卸压爆破参数研究[J].石化技术,2020,27(10):281-282+290.
- [5] 李廷敬.回采工作面切顶卸压无煤柱留巷技术研究[J].机械管理开发,2020,35(10):185-186+192.
- [6] 丁坤朋,樊志刚.祁东矿巨厚坚硬顶板切顶无煤柱开采技术应用研究[J].能源与环保,2020,42(9):264-270.

(上接第35页)

(2)现场应用后,单孔瓦斯抽采浓度提升30%以上,瓦斯抽采纯量提升150%以上,取得显著的瓦斯治理效果。

### [参考文献]

- [1] 张清田,时歌声,郭艳飞.定向长钻孔整体水力压裂增透技术在赵固二矿的应用[J].能源与环保,2020,42(9):13-17.
- [2] 陈攀,王泽祺.超临界CO<sub>2</sub>作用下煤体增透影响因素分析[J].煤矿安全,2020,51(9):192-195.
- [3] 张澜涛.穿层树状钻孔煤层增透技术在深部矿井的应

用试验[J].煤炭工程,2020,52(8):88-92.

- [4] 胡志伟,毕建乙.脉动注水卸压增透技术在低透气性煤层的试验研究[J].中国煤层气,2020,17(4):3-7.
- [5] 李岩.高压水射流割缝技术卸压增透机理及应用研究[J].山东煤炭科技,2020(7):81-83+86.
- [6] 李军伟.千米深井区域压裂增透技术应用与研究[J].能源与环保,2020,42(7):17-20+26.
- [7] 李可可.低透气性煤层瓦斯治理措施应用研究[J].采矿技术,2020,20(4):108-110.
- [8] 覃道雄,朱红青,张民波,等.煤层水力压裂增透技术研究与应用[J].煤炭科学技术,2013,41(5):79-81+85.