

# 切顶卸压自成巷技术研究及工程实践

樊 纲 (华晋焦煤有限责任公司沙曲二号煤矿, 山西 吕梁 033000)

**摘要:** 3402 综采工作面引进切顶卸压无煤柱自成巷“110 工法”技术, 在时间和空间上解决了之前柔模充填混凝土留巷用人多、效率低、成本高、工艺复杂、影响回采推进的弊端。充分提高了留巷速度, 并大幅降低了留巷成本; 减小了巷道掘进量, 缓解了生产衔接紧张的问题; 回收了保护煤柱, 提高了资源采出率; 为类似工作面切顶卸压自成巷技术的实施提供参考。

**关键词:** 切顶卸压; 自成巷; 研究; 工程实践

沙曲二号矿在 3402 综采工作面引进切顶卸压无煤柱自成巷“110 工法”技术。项目通过 NPR 恒阻大变形锚索支护技术、顶板定向预裂切缝技术、让压挡矸支护技术、留巷段采空区瓦斯及煤层自燃防控技术等, 实现对聚能定向爆破留巷段巷道的围岩稳定控制, 技术上处于行业领先地位, 充实了“110 工法”在高瓦斯突出矿井开采稀缺资源领域的空白。

## 1 3402 工作面概况

3402 综采工作面为四采区 3# 工作面, 地面标高 +857~+950m, 工作面标高 +390~+460m, 可采倾向长 600m, 走向长 200m; 煤层平均厚度 0.87m, 平均倾角 5°; 直接顶为 3.48m 厚细粒砂岩, 老顶为 3.27m 厚粒砂岩; 直接底为 2.1m 厚中粒砂岩, 老顶为 3.6m 厚砂质泥岩; 3# 煤层为 II 类自燃煤层。采用倾斜长壁后退式智能化一次采全高采煤方法, 无煤柱自成巷开采技术, 两进一回“Y”型通风方式。

## 2 切顶卸压自成巷技术

3402 工作面采用以“切顶卸压 + 恒阻大变形锚索支护”为主体的技术方案, 根据国内类似条件以往切顶卸压沿空留巷经验, 合理预裂切缝深度 (H 缝) 设计一般大于 2.6 倍采高, 即  $H \text{ 缝} \geq 2.6H \text{ 煤}$ , 工作面最大采高 1.6m, 计算得  $H \text{ 缝} = 4.21\text{m}$ ; 预裂切缝钻孔深度与采高、顶板下沉量及底臃量有关, 一般通过如下方式确定:

$$H \text{ 缝} = (H \text{ 煤} - \Delta H1 - \Delta H2) / (k - 1)$$

式中:  $\Delta H1$ : 顶板下沉量, m;  $\Delta H2$ : 底臃量, m;  $k$ : 碎胀系数, 1.3~1.5;

根据顶板岩性, 3402 工作面设计  $K$  为 1.38, 在不考虑底臃及顶板下沉的情况下, 工作面采高取最大值 1.6m 时, 综合考虑顶板岩性及以往施工经验, 确定预裂切缝孔深度基准线设计为  $H \text{ 缝} = 6.0\text{m}$ 。

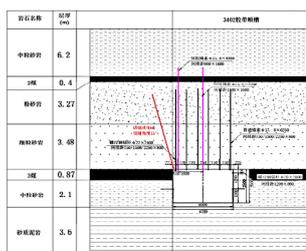


图 1 切缝钻孔布置及加强支护剖面图

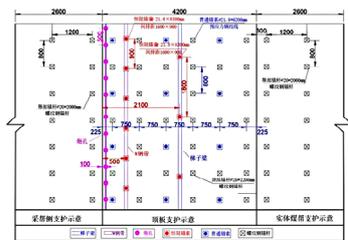


图 2 切缝钻孔布置及加强支护展开图

切顶卸压留巷段需进行横阻锚索加固, 锚索长度一般比切顶高度长 2m。3402 胶带巷切缝孔距巷道回采侧帮 100mm, 切缝面与铅垂线夹角为 15°, 切缝孔间距为

500mm, 具体距离根据爆破实验确定。切缝钻孔布置剖面图: 图 1、图 2 所示。

## 3 切顶卸压施工工艺

恒阻锚索加强支护 → 顶板预裂爆破钻孔施工 → 顶板预裂爆破施工 → 切顶留巷挡矸 → 采空区封堵 → 巷道支护。

### 3.1 恒阻锚索加强支护

为了保证切顶过程和周期来压期间巷道的稳定性, 在对巷道顶板进行预裂爆破前采用恒阻大变形锚索补强加固。打完锚索钻孔后, 更换 MS-SPD45/85 型恒阻器安装孔导向扩孔钻头, 直径为 85mm, 扩孔深度 500mm, 以便于安装恒阻器, 恒阻器规格为 HZS35-300-0.5。

补强加固: 恒阻大变形锚索垂直于顶板方向顺巷布置。共布设 2 排恒阻大变形锚索, 第一排恒阻锚索距回采侧煤帮 500mm, 间距 900mm, 相邻锚索之间用 2300mm × 250mm × 5mm 三眼“W”钢带连接; 第二排恒阻锚索布置巷道中线, 间距 1800mm, 相邻锚索之间用 2000mm × 100mm 的 12# 两眼圆钢钢带连接, 恒阻大变形锚索为  $\phi 21.8\text{mm} \times 8250\text{mm}$ , 垫片规格 300mm × 300mm × 16mm, 恒阻器长 450mm,  $\phi 85\text{mm}$ , 恒阻值为  $33 \pm 2\text{t}$ , 预紧力不小于 28t。巷道补强加固工作至少超前工作面 120m。

### 3.2 顶板预裂爆破钻孔施工

从工作面留巷段切顶卸压施工起始位置, 即切眼处开始采用专用钻机、钻杆施工爆破钻孔, 切顶孔沿 3402 胶带巷进行施工, 距巷道采帮侧 100mm, 切缝面与铅垂线夹角为  $15 \pm 2^\circ$ , 切缝孔间距为 500mm, 孔深 6000mm。

### 3.3 顶板预裂爆破施工

采用双向聚能爆破预裂技术, 将特定规格的炸药装在一个设定方向有聚能效应的聚能装置中, 炸药起爆后, 炮孔围岩在非设定方向上均匀受压, 在设定方向上集中受拉, 依靠岩石抗压怕拉的特性, 使岩石按设定方向拉裂成型, 实现被爆破体按设定方向张拉断裂成型。超前工作面至少 60m 进行预裂爆破。

### 3.4 切顶留巷挡矸

随着支架的拉移或周期来压时, 防止顶板垮落的岩石涌入巷道, 留巷侧采用可伸缩 36U 型钢和钢筋网、风筒布进行联合挡矸, 沿顶板爆破切缝处采用可缩性 36U 型钢加强挡矸支护, 36U 型钢的平面侧沿切缝孔按照间距 500mm 布置。

### 3.5 采空区封堵

采用喷涂堵漏高分子材料 (A、B 料) 对留巷侧挡矸支护进行喷涂, 封堵采空区瓦斯等有害气体, 喷涂时 A、B

料按重量比为 1:1 进行配比, 喷涂厚度为 100mm。

### 3.6 切顶留巷支护

将切顶留巷划分为三个支护区: 不同分区根据需要采取不同支护措施。超前支护区(煤壁前方 0-30m), 采用三根 DW31.5-200/100 单体液压支柱配合 4m $\pi$  型梁形成一梁三柱支护顶板。留巷支护区(架后 0-200m), 采用“一梁四柱”进行支护, 排距 900mm。成巷稳定区(架后 200m 之后), 此段巷道受采动影响较小, 根据矿压监测分析结果和现场实际情况, 可回撤留巷内 200m 之后单体、 $\pi$  梁支护, 或采取迈步交替回采等方式。

### 4 效果分析

① 3402 沿空留巷顶板下沉量监测为 0, 帮部移近量在 0-16mm, 平均 7mm; 底鼓量在 18-120mm, 平均 46mm; 整体留巷效果较好。局部 52m 段因初期进行爆破参数调整试验, 加之构造影响, 巷道底鼓量较大; ②“110 工法”因取消了区段煤柱, 矿井每年可多回采 3# 工作面煤柱储量 5.1 万, 应用至 4# 煤层后, 多回采 4# 工作面煤柱储量 12.4 万, 总计多回采煤炭区段煤柱资源 17.5 万 t, 折算精煤 11.4 万 t, 按照目前精煤销售价格 1450 元/t 计算, 价值近 1.65 亿元; ③“110 工法”实现一个综采工作面掘进一条巷道即可, 使得矿井减少回采巷道工程量约 2000m/a, 节约施工巷道涉及的瓦斯治理、设备、材料、人工等投入约 8700 余万元; ④“110 工法”施工工艺简单, 主要留巷工序为超前工作面完成, 不影响工作面推进速度, 在大大降低工人劳动强度的同时, 工作面单产水平提升达 30% 以

上, 对促进煤炭开采技术升级、提高企业安全高效发展具有深远意义。

### 5 结论

①根据工程实践, 对于薄煤层采矿工作面, 6.0m 深爆破孔、装药结构“3+1+0”效果较好, 沿空留巷可满足安全使用需要; ②在预裂爆破中, 将封孔深度调整为 2.0m, 采用专用条状泡沫泥, 避免切顶爆破冲孔现象的发生, 保障作业安全; ③巷道补强支护布置两排恒阻锚索, 达到安全保护效果, 节约生产成本; ④切顶卸压沿空留巷滞后稳定区为 150-200m, 则可考虑回撤单体液压支柱, 也可采取间隔回撤一排或迈步式回撤; ⑤可在巷道掘进期间提前施工完成恒阻锚索, 优化巷道支护, 减少成本投入, 并降低回采期间工程量。

### 参考文献:

- [1] 任存良. 章村矿沿空留巷围岩控制技术 [J]. 煤矿安全, 2013, 44(9):103-106.
- [2] 李永元. 沿空切顶卸压成巷无煤柱开采技术研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2019.
- [3] 王建文. 坚硬灰岩顶板沿空留巷技术研究及应用 [J]. 煤炭科学技术, 2013, 41(5):54-57.
- [4] 陈勇. 沿空留巷围岩结构运动稳定机理与控制研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2012.
- [5] 孙晓明. 薄煤层切顶卸压无煤柱沿空留巷技术研究 [J]. 煤炭科技, 2017.

(上接第 180 页) 滩区石西公路东侧(沃森环保西侧), 场所必须满足 800m 范围内无居民区, 距最近的地表水体在 150m 以外; 项目厂界设独立且封闭的围墙, 位于居民中心区常年最大风频下风向, 项目厂址选择符合准入条件的选址规定<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 与《危险废物贮存污染控制标准》相符性分析

本项目属于危险废物经营企业, 其选址需符合《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 中的要求, 详见见表 2。

### 2.2.3 区域环境敏感性分析

本项目必须避开一下环境敏感点:

第一, 不属于地下水及地表水环境敏感区。项目生产区进行严格防渗, 生产废水全部循环使用, 与地下水及地表水无水力联系。第二, 项目区域周边 800m 范围内必须无村庄、居民区等人群集中区域。第三, 评价区域内必须无国家及省级风景名胜区、历史遗迹等敏感保护区, 亦无特殊自然观赏价值较高的景观。第四, 所占土地必须不属于敏感的土地荒漠化地区, 选址需经过当地环保部门审查允许后方可投入与运营。

综上所述, 按国家环境保护总局制定的《建设项目环境影响评价分类管理名录》中关于环境敏感因素的界定原则, 本项目在选址时先进行选址考察, 经调查拟项目选址

地区不属于特殊保护地区、社会关注区和特殊地貌景观区, 也无重点保护生态品种及濒危生物物种, 文物古迹等, 同时区域环境敏感因素较少的前提下, 满足《危险废物贮存污染控制标准》选址条件相关要求后方可设置<sup>[3]</sup>。

### 2.2.4 卫生防护距离

本项目卫生防护距离为 800m。因此在选址时必须满足 800m 范围内无长期居住的人群的要求方可建设, 所以本项目在选址满足卫生防护距离的要求的前提下投入运营。

综上所述, 本项目选址位于油田开发区域, 在满足《危险废物贮存污染控制标准》选址条件相关要求及征得当地环保部门同意的前提下选址可行。

### 3 结语

总而言之, 基于本文就 20 万 t/a 化工钻井废弃油基泥浆回收利用项目建设规模与选址的研究, 能够对今后的项目建设发展有一定的借鉴意义。

### 参考文献:

- [1] 邓家超. 化工建设项目环境制约因素概述 [J]. 化工管理, 2015(19):99.
- [2] 王新利. 石油化工项目的建设管理策略 [J]. 化工管理, 2020(31):191-192.
- [3] 王爱月. 化工项目选址要点分析 [J]. 山西化工, 2020(03): 129-130+137.