

煤柱工作面收尾与扩大棚施工技术研究与应用

刘博

中煤华晋集团韩咀煤业有限公司, 中国·山西 临汾 041000

摘要: 为解决综采工作面设备回撤安全风险高的难题, 实现降低安全风险的目标, 以韩咀煤矿 32105 工作面收尾为研究对象, 结合现场情况, 确定停采及上网上绳位置, 扩通道阶段, 顶板采用“锚杆+锚索+金属网”、帮部采用“锚杆+双抗网”的联合支护技术, 扇形出口进行抹角后采用“高强锚杆+金属网”+锚索梁加强支护。为进一步保证回撤通道安全可靠, 上顺槽超前 20m 范围以及机尾扇形出口抹角使用单体柱配合合适长度 π 型梁按照“一梁三柱”支护形式架设支护棚, 32105 综采面回撤通道施工技术方案的实施, 提高了工作面设备回撤效率, 为煤柱工作面过老巷收尾及设备回撤提供了参考方案。

关键词: 煤柱工作面; 铺网上绳; 回撤通道; 施工技术方案

Research and Application of Coal Pillar Working Face Closing and Greenhouse Expansion Construction Technology

Bo Liu

Middling Coal Huajin Group Hanzui Coal Industry Co., Ltd., Linfen, Shanxi, 041000, China

Abstract: In order to solve the problem of high safety risks in the retreat of equipment in fully mechanized mining faces and achieve the goal of reducing safety risks, the study focuses on the closure of the 32105 working face in Hanzui Coal Mine. Based on the site conditions, the stopping of mining and the position of the rope on the grid are determined. During the channel expansion stage, the roof adopts a combined support technology of “anchor rod+anchor cable+metal mesh”, and the side adopts “anchor rod+double resistance mesh”. After the fan-shaped outlet is chamfered, “high-strength anchor rod+metal mesh”+anchor beam is used to strengthen the support. To further ensure the safety and reliability of the retreat channel, a single column is used in conjunction with a suitable length of π -shaped beam to set up a support shed in the form of “one beam, three columns” within a range of 20 meters ahead of the upper chute and at the fan-shaped outlet of the tail of the machine. The application of the construction technology scheme for the retreat channel of the 32105 comprehensive mining face has improved the efficiency of equipment retreat in the working face and provided a reference scheme for the closure of the coal pillar working face through the old roadway and equipment retreat.

Keywords: coal pillar working face; laying ropes on the net; retraction channel; construction technology plan

0 前言

智能化设备的发展使得采煤工艺得到快速发展, 降低了安全风险, 提高了采煤效率, 但是无论采取多么先进的设备, 回撤是不可避免的, 煤矿中综采工作面收尾回撤是采煤工作面回采结束期间的一道关键工序^[1-4]。特别是回撤工艺复杂、设备多、人员多、顶板条件多变, 极易发生安全事故^[5-8]。基于此, 确定韩咀煤矿 32105 工作面收尾停采线及上网上绳位置, 通过工作面收尾施工方案详细设计分析, 实现了 32105 综采工作面安全高效回撤, 为煤柱工作面过老巷收尾及设备回撤提供了参考方案。

1 工程概况

32105 工作面位于一盘区, 是该盘区第八个综放工作面, 开采 2 号煤层。该工作面北邻 32101 工作面留设安全保护煤柱 8m (净煤柱), 东邻一片区未开发区域, 南

与白岭村保护煤柱线相切, 西邻北翼大巷。地面标高: +833.5~+959.3m, 井下标高: +603.8~+636.4m, 平均可采走向长度 1040m, 面宽 145.4m, 平均倾角 3°, 平均煤厚 5.95m, 面积 151216m²。工作面内 2 号煤整体呈单斜构造, 大体走向北东, 倾向北西, 煤层倾角 1°~5°, 属于近水平煤层开采。32105 主运巷全长 1144m, 沿煤层底板掘进, 里程 0~70m 实体煤段为矩形断面, 采用锚网索+喷浆支护方式; 剩余里程 71~1144m 为梯形断面, 采用锚网索+架棚联合支护方式, 主要承担工作面的煤炭运输、进风、人员通行等功能。该工作面直接顶为粉砂岩或泥岩, 平均厚 5.48m, 粉砂岩, 深灰色, 含煤纹, 粘土质胶结, 分选良好, 波状层理, 含叶脉细而平直的植物叶痕。泥岩, 黑色, 含砂少量, 水平层理, 富含植物根叶痕上部含较多炭质有煤纹。老顶为 K8 中粒砂岩, 平均厚为 8.3m, 灰白色, 均为石英为主, 富含云母片, 呈微波状层理。直接底为泥岩或粉砂岩, 平均厚 2.33m; 老

底为 K7 砂岩，平均厚为 4.45m，深灰色，含炭质和与云母粒较细粘土质胶结缓波状层理有膜状黄铁矿和植物根痕质

不均砂质向下渐减，裂隙稍发育。煤层顶底板岩石物理力学性质如表 1 所列。

表 1 煤与岩石的力学参数

采样层	岩石名称	厚度 (m)	比重 (g/cm ³)	剪切模量 (GPa)	摩擦角 (°)	内聚力 (MPa)	抗拉强度 (MPa)
老顶	K8 中粒砂岩	8.3	2.72	0.39	51.3	0.8	1.20
直接顶	粉砂岩	5.48	2.57	0.38	45.2	6.1	0.85
直接底	泥岩	2.33	2.64	0.43	37.7	12.4	3.40
老底	K7 砂岩	4.45	2.57	0.38	45.2	6.1	0.85

2 工作面收尾施工方案

2.1 收尾开始位置计算

32105 综采工作面推进至距停采位置 10.2m 时开始上网上绳，工作面进入收尾阶段。收尾开始位置距停采线距离 L 的计算方法为^[9]：

$$L=a+c+d=1.6+1.6+7=10.2 \quad (1)$$

式中：L——收尾开始时工作面距停采线的距离，m；

a——柔性网钢丝绳落地后网压入采空区的长度，取 1.6m；

c——液压支架掩护梁末端连接销孔至落底柔性网落底段的长度，取 1.6m；

d——液压支架掩护梁末端连接销孔距工作面停采线距离，取 7m。

根据计算结果，32105 综采工作面收尾开始位置距停采线距离取 10.2m。

2.2 工作面收尾技术方案

工作面两顺槽距停采线 10.2m 开始进入收尾阶段，上首根绳（柔性网自带）后推进 2.4m，开始上绳阶段（钢丝绳连在柔性网距支架顶梁 0.6m 处），再推进 5.4m 上 10 根钢丝绳（钢丝绳间距 0.6m，钢丝绳两端头至少使用 3 个绳卡子固定），之后支架向前移架 0.3m，定位支架位置，使支架顶梁头距停采线 2.1m，进入扩通道阶段。柔性网规格为 JDPET400×400MS，长度为 72m，宽度为 10m，共计 6 块（顶板破碎地段无法铺设柔性网时则铺设塑编网），10 根直径不小于 Φ21.5mm 的钢丝绳进行加强支护。工作面支架顶梁梁头成一条直线，偏差小于超过 ±50mm，伸缩梁、护帮板全部收回。

2.3 工作面收尾顺序

①铺网前严格按标准施工，控制好工作面采高，将顶底板顺平、顺缓，煤墙平直无伞檐，液压支架以最大控顶距支护顶板，机电设备检修到位，提前准备好所需支护材料。

②工作面距离停采线 12m 时，在工作面支架大立柱安装绞盘，在顶梁下及大立柱柱窝处安装滑轮，将柔性网运至工作面预定位置。

③由机尾向机头沿支架顶梁前 0.3m 位置打注固定锚杆，并用锚杆固定柔性网。

④工作面上首排网时铺设第 1 根钢丝绳，当工作面走向铺网长度达到 2.4m 后，开始在网上铺设第 2 根钢丝绳，

之后工作面每推进 0.6m 铺设一根钢丝绳，直至将第 10 根钢丝绳铺设完毕。

⑤上绳结束，进入扩回撤通道阶段，通道净宽为 2.1m，高度不低于 3.2m，顶板采用锚网支护，锚索加固。

⑥回撤通道煤墙侧采用双抗网配合普通锚杆支护，采煤机停在 60# 支架至机头段。

⑦机头三角区抹角，做机头绞车硐室。

⑧人工清理工作面回撤通道内浮煤，拉空工作面设备。

3 收尾回撤通道施工方案

3.1 收尾上网上绳技术方案

①第 1 根钢丝绳位置确定：当工作面推进至距停采线 10.2m 位置时，开始铺设柔性网。

②第 1 根钢丝绳上绳位置的确定：第 1 根钢丝绳到液压支架掩护梁下端底板。

计算方法^[10-11]：

$$d=s+m+n=2.1+3.1+2.6=7.8 \quad (2)$$

式中：d——上第 1 根钢丝绳时工作面距停采线距离，m；

s——回撤通道形成后，液压支架顶梁梁端与煤壁的距离，取 2.1m；

m——液压支架顶梁的长度，取 3.1m；

n——液压支架掩护梁的长度，取 2.6m；

结合施工实际，第 1 根钢丝绳上绳位置距停采线的距离取 7.8m，即第 1 根钢丝绳距柔性网钢丝绳距离 2.4m。随工作面推进至停采线位置，柔性网钢丝绳压入采空区。

③剩余钢丝绳的位置：剩余 9 根钢丝绳距上一根钢丝绳间距均为 600±100mm（若工作面出现顶板破碎或者绳网存在快慢不一时，根据现场实际情况增加钢丝绳上绳数量，但不得少于 10 根），上网上绳固定如图 1 所示。

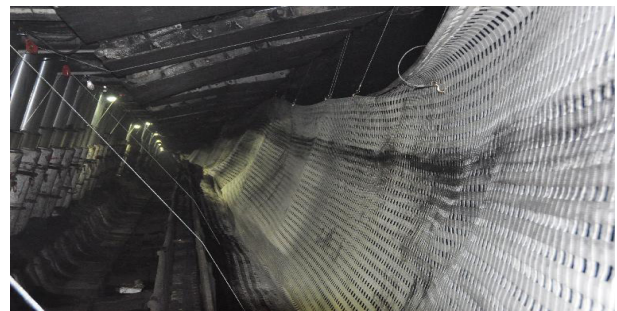


图 1 上网上绳固定图

3.2 回撤通道支护方案

①自煤壁至老塘侧 3m 范围内底板无明显倾斜（坡度不大于 3° ）。工作面支架顶梁头必须成一条直线，偏差不得超过 $\pm 50\text{mm}$ ，伸缩梁、护帮板全部收回，明柱不低于 400mm，通道施工结束后工作面刮板输送机全部收回至支架底座前。

②回撤通道临时支护：采用单体柱配合 π 型梁（沿工作面倾向布置）一梁三柱支护（先铺设金属网后再进行一梁三柱支护），两侧单体柱距梁端头距离为 200mm，中间一根为中心位置，梁端头间距 500mm。临时支护必须在永久支护下进行，当顶板破碎时，缩短煤机一次割煤距离，临时支护一次支护到位；当顶板完整时，临时支护和永久支护可同步进行，但必须保证两者相距不少于 5m，见图 2。

③回撤通道支护方案：第一排锚杆距支架顶梁头 400mm，同一排每施工 2 根锚杆按照相同间距施工一根 $\Phi 21.6 \times 8200\text{mm}$ 点锚索，锚索、锚杆布置成“2121 模式”，锚杆（锚索）间距 $700 \times 1500\text{mm}$ ，锚索间距 1400mm；煤壁采用 $\Phi 16 \times 1800\text{mm}$ 高强锚杆 + 双抗网（单层）+ 蝶形托盘 + 木托盘（规格 $400 \times 200 \times 30\text{mm}$ ）支护，锚杆间排距 $1200 \times 1200\text{mm}$ ，锚索使用 12# 铁丝按标准固定在顶板金属平网上。MZ32105 综采工作面回撤通道及煤壁支护示意图如图 3 所示。

④扇形出口施工标准及方法：为便于支架转弯，下顺

槽机头三角区需要进行抹角，同时将该范围内底板拉平，确保支架出架顺畅。顺槽机头三角区进行抹角（ $5\text{m} \times 5\text{m}$ ），顶、帮均板采用“ $\Phi 20 \times 2200\text{mm}$ 高强锚杆 + 金属网”支护，锚杆间排距 $800 \times 800\text{mm}$ ，扇形出口顶板采用锚索梁加固（根据现场实际情况采用合适长度锚索梁），采用 $\Phi 21.6 \times 6200\text{mm}$ 的钢绞线配 $250 \times 250 \times 16\text{mm}$ 及 $90 \times 90 \times 16\text{mm}$ 铁托盘，外露 50~80mm。施工位置采用单体柱配合 π 型梁一梁三柱进行临时支护。抹角时，按照先顶后帮，从上而下的顺序进行支护，抹角处永久支护必须在临时支护下进行施工。

⑤绞车硐室施工方法：工作面机头侧施工绞车硐室，绞车硐室布置在下顺槽外帮，绞车硐室中线与支架顶梁梁头一齐，规格为 4.0m 深 \times 3.6m 宽 \times 2.4m 高，绞车硐室底板平整，与回撤通道底板保持同水平，绞车窝开口前在绞车窝开口处距下顺槽外帮 0.4m 位置顺巷道打两根锚索梁加强支护。顶板采用“ $\Phi 20 \times 2200\text{mm}$ 高强锚杆 + 金属网 + M 钢带”支护，两帮及迎面墙采用“ $\Phi 20 \times 2200\text{mm}$ 高强锚杆 + 金属网”支护，锚杆间排距 $800 \times 800\text{mm}$ 。最上面一排锚杆距顶板 200mm。绞车窝内打两排索梁加强支护，锚索梁垂直钢带布置，排距 1600mm，采用 $\Phi 21.6 \times 6200\text{mm}$ 的钢绞线配 $250 \times 250 \times 16\text{mm}$ 及 $90 \times 90 \times 16\text{mm}$ 铁托盘，外露 50~80mm，锚索梁采用 12# 槽钢加工，见图 4。

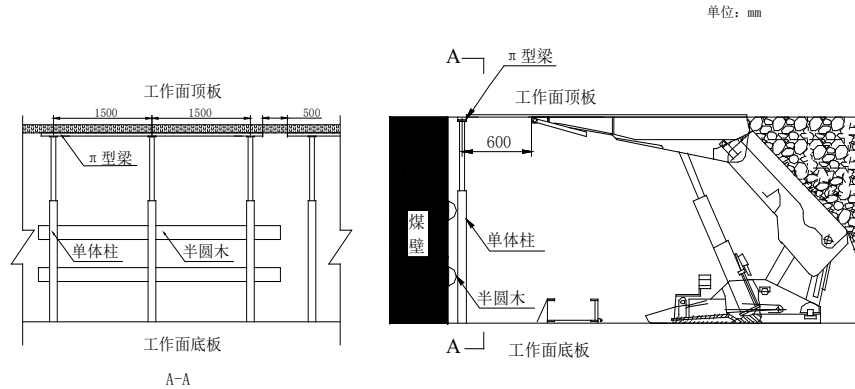


图 2 扩通道期间临时支护示意图

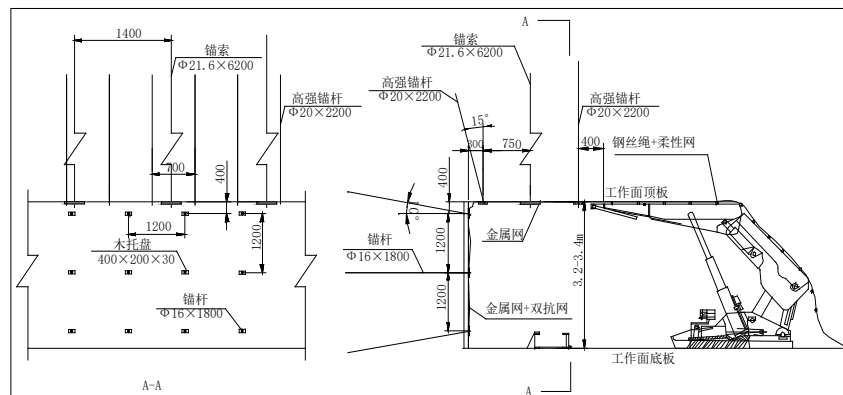


图 3 回撤通道及煤壁支护示意图

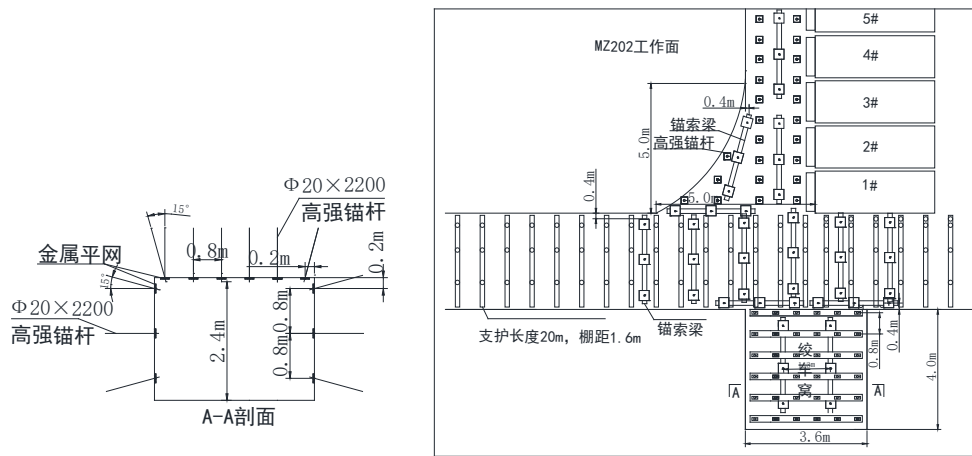


图 4 扇形出口及绞车窝施工示意图

3.3 割煤、拉架、上网

采煤机割煤和返刀过程中，采煤机提前 10~20 架将液压支架伸缩梁收回，转动绞盘重新固定柔性网。割煤后，滞后采煤机 2~3 架转动绞盘，下放柔性网约 1.0m 长，伸出支架伸缩梁支护顶板。

采煤机割煤前，施工人员将网片卷好，并使用支架护

帮板将网片护于支架护帮板下方，出现意外刮烂网片时，必须立即停机进行补网。采煤机割煤过程中，采煤机司机要时刻观察采煤机周围柔性网，并控制好采煤机割煤速度，防止采煤机刮烂网片。随工作面推进，固定巷道内网片。割煤、拉架、上网示意如图 5 所示。

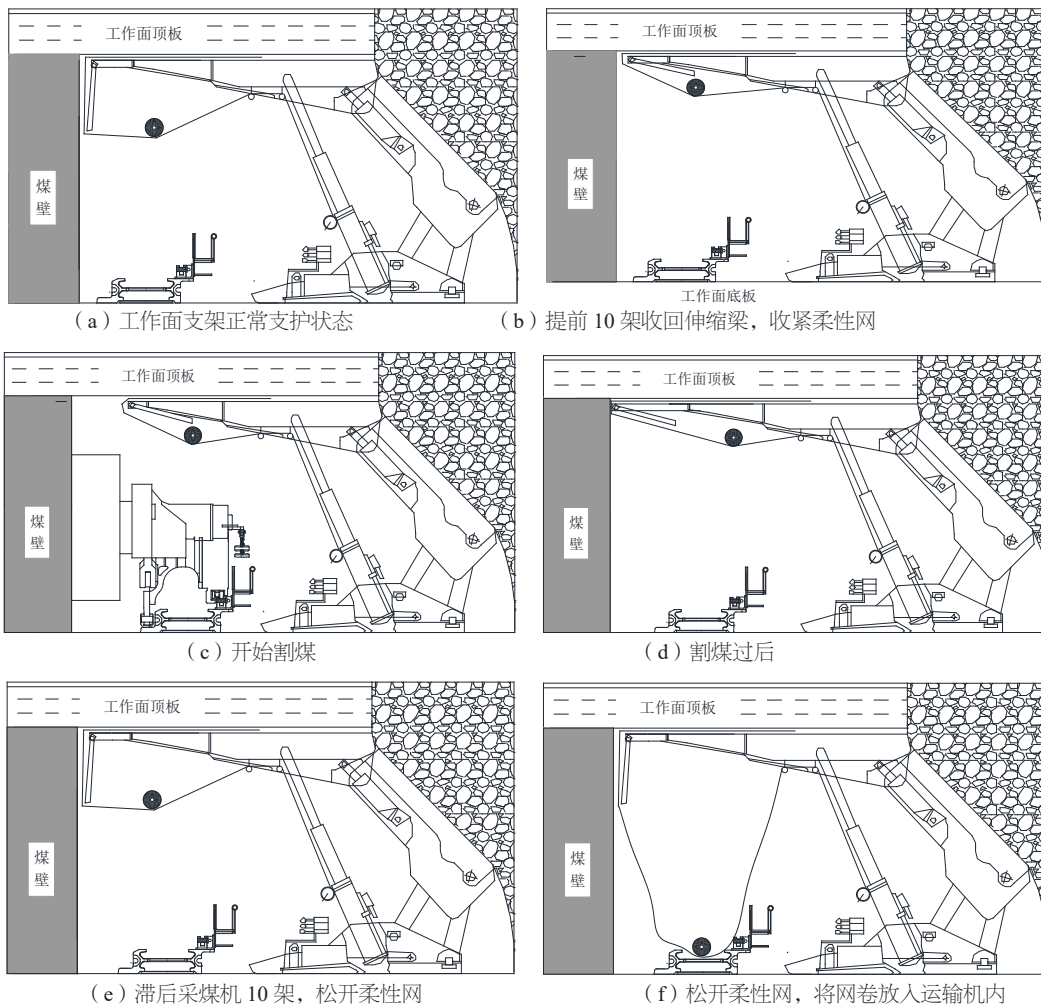


图 5 割煤、拉架、上网示意图

4 结语

以韩咀煤矿 32105 工作面收尾为例, 结合现场情况, 确定上网上线停采位置, 对回撤通道施工技术方案设计分析。结果表明: 回撤通道安全可靠, 提高工作面设备回撤效率, 为煤柱工作面过巷收尾及设备回撤提供了参考方案。

参考文献:

- [1] 匡中文. 中厚煤层综采工作面快速收尾回撤技术研究与应用[J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(10): 36-39.
- [2] 荣飞. 孤岛综采工作面设备快速安全回撤工艺[J]. 山东煤炭科技, 2023, 41(2): 70-72.
- [3] 魏玉杰. 新上海一号煤矿大坡度下山回撤技术应用实践[J]. 煤炭工程, 2021, 53(5): 94-97.
- [4] 裴浩. 顶板破碎工作面预掘回撤通道围岩支护技术研究[J]. 机械管理开发, 2021, 36(12): 20-22.
- [5] 李波. 破碎顶板条件下的预掘回撤通道围岩支护技术研究[J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(11): 46-48.
- [6] 潘锐, 王琦, 王雷, 等. 深井巷道锚注补强力学效应及支护参数研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2018, 35(2): 267-275.
- [7] 李英明, 赵呈星, 刘增辉, 等. 围岩承载层分层演化规律及“层—双拱”承载结构强度分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2020, 39(2): 217-227.
- [8] 孙利辉, 张海洋, 张小建, 等. 极软煤层动压巷道围岩大变形特征及全锚索支护技术研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2021, 38(5): 937-945.
- [9] 王中州, 李娇娇, 秦宾宾, 等. 薄基岩破碎顶板工作面回撤通道稳定性及控制研究[J]. 煤矿安全, 2021, 52(6): 230-236.
- [10] 张锋. 破碎顶板预掘回撤通道围岩支护技术研究[J]. 能源与节能, 2021(11): 28-29.
- [11] 贺艳军. 预掘双回撤通道末采期间围岩破坏机理及调控方法研究[D]. 包头: 内蒙古科技大学, 2021.

作者简介: 刘博(1997-), 男, 中国山西吉县人, 本科, 助理工程师, 从事电气工程及其自动化研究。