

马兰矿 10604 轨道巷沿空留巷技术研究与应用

Research and application of 10604 track

lane gob-side retention technology in Malan Mine

罗永青 (山西焦煤西山煤电股份有限公司马兰矿, 山西 古交 030205)

Luo Yongqing (Shanxi Coking Coal Xishan Coal and Electricity Co., Ltd. Malan Mine, Shanxi Gujiao 030205)

摘要: 沿空留巷技术是无煤柱开采技术的一大发展方向, 它是维护在工作面后方的采空区边缘巷道, 即在工作面回采过程中, 通过有效的巷旁支护和巷内支护技术, 将本工作面的回采巷道保留下来, 作为邻近工作面的一条回采巷道使用, 本文以马兰矿 10604 轨道巷沿空留巷为工程背景进行了相关介绍, 可为同类矿井沿空留巷提供一定参考借鉴。

关键词: 沿空留巷; 巷旁支护; 无煤柱

Abstract: Along the empty left lane technology is one of the great without coal pillar mining technology development direction, it is on the edge of the working face goaf in the rear of the roadway maintenance, namely in the process of mining face, through effective supporting and roadway supporting technology, beside the lane to the working face roadway retained, used as a mining working face in roadway nearby. In this paper, the engineering background of malan Mine 10604 track lane gob-side entry retention is introduced, which can provide some reference for similar mine gob-side entry retention.

Key words: goaf retaining roadway; roadway side support; no coal pillar

0 引言

马兰矿为煤与瓦斯突出矿井, 随着矿井生产效率的不断提高, 传统的巷道布置方式已不能满足采掘接替和瓦斯治理的需要, 同时留设护巷煤柱也造成了大量煤炭资源的浪费。马兰矿南六采区属煤与瓦斯突出区域, 工作面采用“U”型通风系统, 即皮带巷进风, 轨道巷回风, 本煤层、下邻近层、抽放巷裂隙带、上隅角悬管抽采; 工作面瓦斯治理难度大, 留设的区段煤柱不仅造成大量优质焦煤资源的浪费, 而且其形成的应力集中会对 2# 煤层的开采造成极其不利的影响。高水充填材料沿空留巷可实现工作面“Y”型通风, 避免隅角瓦斯超限; 可取消区段煤柱, 实现无煤柱开采, 避免 02# 煤区段煤柱形成的应力集中对 2# 煤开采造成不利影响; 可少掘一条巷道, 缓解采掘接替紧张局面。因此, 计划在 10604 工作面进行高水充填材料巷旁充填沿空留巷技术研究。

1 工作面生产地质条件

工作面位置及井上下关系见表 1 所示。巷道平面布置见图 1 所示。

本工作面属二叠系下统山西组 02# 煤层, 煤层情况及煤层顶底板情况见表 2 及图 2 所示。

2 10604 轨道巷掘进支护参数

10604 轨道巷开口于南六皮带下山, 与南六轨道下山交叉连接, 跟 02# 煤底板沿完整顶板掘进, 巷道最大

坡度 11°, 最小坡度 1°, 平均坡度 5°, 采用锚网梁 + 锚索联合支护, 巷道净宽 4.2m, 净高 2.6m。其支护参数如下:

顶板采用 $\phi 20\text{mm}$ 、L2000mm 的螺纹钢锚杆配合金属菱形网、钢筋托梁联合支护, 每排布置 5 根锚杆, 间排距为 950mm $\times$ 1000mm; 锚杆垂直于巷道顶板打设 (肩窝处锚杆除外, 与垂直方向成 15° 夹角外斜布置), 锚杆托盘规格: 110 $\times$ 110 $\times$ 10mm 碟形托盘, 锚杆用 12# 圆钢加工而成的钢筋钢带相连, 铺设菱形金属网支护; 每根锚杆采用树脂药卷 MSCKb2360 一支、MSK2380 一支, 每根锚索采用树脂药卷 MSCKb2360 一支、MSK2380 两支。

顶板每排布置两根锚索加强支护, 锚索规格: $\phi 17.8\text{mm}$ 、L5200mm, 锚索间排距 1900mm $\times$ 3000mm, 锚索垂直顶板打设, 锚索托盘规格: 200mm $\times$ 200mm $\times$ 16mm 钢板托盘。

两帮采用 $\phi 20\text{mm}$ 、L2000mm 的螺纹钢锚杆配合金属菱形网联合支护, 锚杆间排距为 1000 $\times$ 1000mm, 每帮布置 2 根, 每排布置 4 根; 锚杆垂直于巷帮打设, 锚杆托盘规格: 110 $\times$ 110 $\times$ 10mm 碟形托盘, 铺设菱形金属网支护。

网与网之间重叠搭接不小于 100mm, 用双股 14# 铁丝呈“三花”型连接, 连接扣间距不大于 300mm, 帮网和顶网连接, 用双股 14# 铁丝连接, 连接扣间距不大于

以板的中间破断线位置所作的剖面。

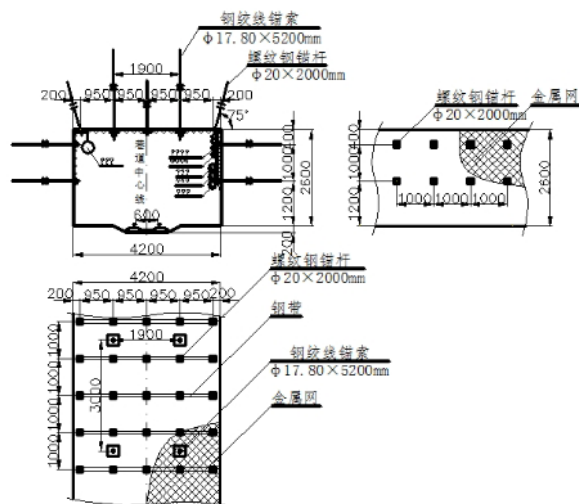


图 3 10604 轨道巷断面支护示意图

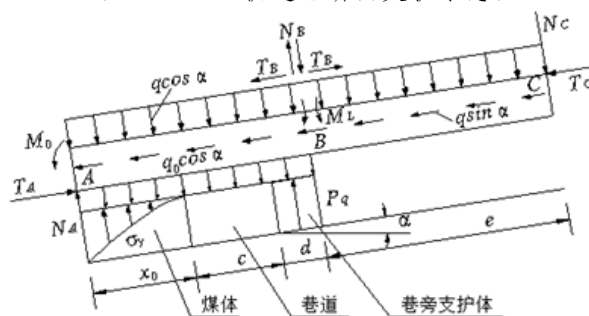


图4 巷旁充填体与顶板相互作用力学模型

根据图 4, 用平衡法对 AB、BC 两岩块分别建立力学方程。

$$P_q = [M_z + (N_c + q \cos \alpha \cdot e)(x_0 + c + d) + \frac{1}{2}(q + q_0) \cos \alpha \cdot (x_0 + c + d)^2 - \int_0^{x_0} \sigma_y(x_0 - x) dx \\ - (T_c + q \sin \alpha \cdot e)(h - \Delta S_B) - M_0 - q \sin \alpha (x_0 + c + d) \cdot (\frac{h}{2} - \Delta S_B)] / (x_0 + c + \frac{d}{2})$$

根据马兰矿 02# 煤生产地质条件, 具体地质力学

表 2 煤层情况表

-116-

作面长度 175m, 老顶周期来压步距按 10m 考虑, 巷道最大埋深约 520m, 直接顶平均厚度 3.06m, 基本顶平均厚度为 3.10m, 留巷后巷道宽度 4.2m, 上覆岩层容重为 25kN/m^3 , 应力集中系数为 2.0, 基本顶岩层抗拉强度 6.0MPa , 侧压系数为 0.4, 煤层粘聚力为 1.6MPa , 内摩擦角 24° , 一次采煤帮采用锚杆支护, 其支护阻力按 0.10MPa 考虑, 煤层倾角按平均 4° 考虑, 将上述参数代入上式, 得到 10604 轨道巷充填体的切顶阻力为 20.42mN/m 。现场施工时, 充填体平均强度按 10MPa 考虑, 计算所需的充填体宽度理论计算值为 2.04m 。

为保证充填体的切顶效果, 提高其整体稳定性并保证采空区隔离效果, 确保沿空留巷的成功, 根据 10604 轨道巷顶板岩层情况、公式计算和工程实践经验, 考虑巷道复用断面要求及安全系数, 充填体完全置于采空区, 留巷宽度 4.2m , 初步设计轨道顺槽巷旁充填体宽度为 2.2m , 高度为采高 2.6m , 水灰比 $1.5:1$ 。

4 巷道补强支护参数

10604 轨道巷留巷时工作面回采前先对切眼往外 100m 巷道进行加强支护, 工作面回采时加强支护应始终超前工作面 100m 以上。具体加强支护参数如下:

顶板补强: 在原顶板两排锚索之间补打锚索 (原顶板有锚索的不再补打), 锚索为普通钢绞线锚索, 每排三根, 间排距 $1600 \times 1000\text{mm}$, 锚索型号 $\phi 21.8\text{mm} \times 6300\text{mm}$, 锚索托板采用高强度蝶形托板, 规格为 $300 \times 300 \times 16\text{mm}$, 锚索垂直顶板打设, 锚索预紧力不低于 250kN 。

二次采煤帮采用补打短锚索方式进行加强支护, 在原两排锚杆之间补打一排 3 根 $\phi 17.8\text{mm} \times 4300\text{mm}$ 的钢绞线锚索配合 $\phi 14\text{mm}$ 钢筋焊制的 $2200\text{mm} \times 60\text{mm}$ 托梁加强支护, 锚索间排距 $1000 \times 1000\text{mm}$, 上面一根锚索距顶板 300mm , 下面一根锚索距底板 300mm , 锚索托板采用高强度蝶形托板, 规格为 $300 \times 300 \times 16\text{mm}$, 锚索垂直巷帮打设, 锚索预紧力不低于 250kN , 如图 5 所示。

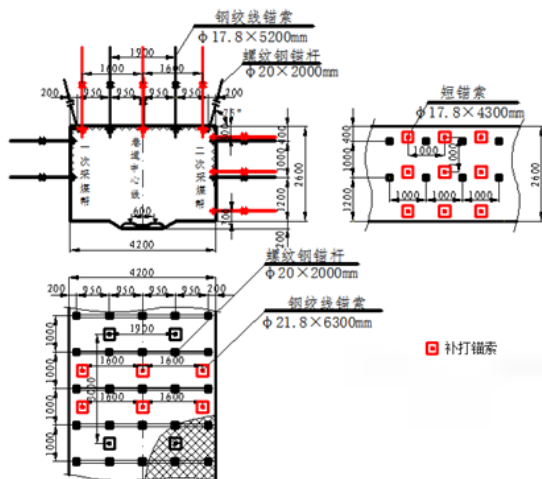


图 5 巷道加强支护示意图

10604 轨道巷采用锚索补强支护后, 可以替代工作面前方超前支架及留巷段单体液压支柱加强支护, 确保

留巷效果, 满足安全生产需要。

5 技术经济效益分析

沿空留巷综合成本为: $8453.1 + 452.5 + 600 = 9505.6$ 元 /m。沿空留巷后可以少掘一条巷道, 巷道掘进综合成本按照 6000 元 /m 计算, 则留巷每米直接投入为: $9505.6 - 6000 = 3505.6$ 元 /m, 按照留巷长度 1620m 计算, 总投入为 567.9 万元。

采用沿空留巷, 可以取消区段煤柱, 实现无煤柱开采。10604 工作面所采 02# 煤, 经计算 20m 煤柱每米多采煤炭:

$$20\text{m} \times 2.17\text{m} (\text{平均厚度}) \times 1\text{m} \times 1.32\text{t/m}^3 (\text{煤体密度}) \times 95\% (\text{回收率}) = 54.4236\text{t/m};$$

根据矿方提供的资料, 02# 煤精煤价格按 1300 元 /t 计算, 原煤完全成本按 350 元 /t 考虑, 则 20m 煤柱每米新增产值为:

$$54.4236\text{t/m} (\text{原煤产量}) \times 0.767 (\text{回收率}) \times 1300 \text{元/t} (\text{精煤价格}) - 54.4236\text{t/m} (\text{原煤产量}) \times 350 (\text{原煤完全成本}) = 35217.5 \text{元/m};$$

留巷每米增加利润为: $35217.5 - 3505.6 = 31711.9$ 元 /m;

综上, 留巷 1620m 总计回收煤炭资源为 $1620 \times 54.4236 = 8.8166$ 万 t, 回收煤炭总产值为 $1620 \times 35217.5 = 5705.2$ 万元, 合计创造效益为 $1620 \times 31711.9 = 5137.3$ 万元。

由此可见, 10604 轨道巷沿空留巷在经济上是非常显著的。短期来看, 沿空留巷需增加一定投入, 但长期来说采用沿空留巷无煤柱开采工艺为马兰矿、西山煤电集团公司创造了巨大的效益。

参考文献:

- [1] 郭子程. 厚煤层沿空留巷巷道实体侧煤柱补强支护技术研究 [J]. 山西煤炭, 2021, 41(04): 12-17.
- [2] 刘波. 寺家庄煤业 15117 大采高工作面沿空留巷支护研究与应用 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(11): 1-3+7.
- [3] 王全宏. 3412 工作面沿空留巷切顶卸压技术研究与应用 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(11): 16-18+22.
- [4] 武志龙. 香源煤业 1210 运输巷沿空留巷支护技术应用 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(11): 75-76+79+82.
- [5] 陈文领, 闫继伟, 刘创. 沿空留巷技术研究与应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2014(7): 3.
- [6] 崔小欢. 马兰矿综放工作面切顶卸压沿空留巷技术应用 [J]. 江西煤炭科技, 2020(1): 3.
- [7] 杨仲全. 山西马兰矿 62711 工作面切顶卸压沿空留巷技术的应用 [J]. 现代矿业, 2018, 34(8): 3.
- [8] 张敏. 破碎围岩巷道支护参数设计 [J]. 机械管理开发, 2020, 35(10): 21-22+39.
- [9] 宋志强. 三元煤矿皮带巷过围岩破碎带支护技术研究 [J]. 山东煤炭科技, 2020(09): 1-3.

作者简介:

罗永青 (1988-), 男, 陕西凤翔人, 2011 年 7 月毕业于太原理工大学, 采矿工程专业。