

大断面 15106 切眼巷道锚网联合支护技术实践

宋鸿波

(山西兰花科技创业股份有限公司望云煤矿分公司)

摘 要:15106 切眼巷道为大断面和大跨度巷道,其支护难度较高。在对大断面和大跨度巷道破坏机理分析的基础上,提出锚网联合支护方式,并计算校核支护参数。矿压监测结果表明,该支护技术能有效控制巷道围岩的变形。

关键词:切眼;大跨度;联合;支护

1 工程概况

山西兰花科技创业股份有限公司望云煤矿分公司生产能力 90 万 t/a。15106 切眼位于井田一采区西翼,东接 15106 回风顺槽掘进工作面,西部、北部、南部均为实体煤,设计掘进长度约 180m(平距),工作面沿 15#煤层顶板掘进,煤层倾角约 -2° ,煤层厚度 5.33m,硬度系数 $f=1.0$,裂隙发育。煤层直接顶板为 K2 灰岩,平均厚度 5.72m,硬度系数 $f=8.9$;直接底为铝土质泥岩,平均厚度 7.15m,硬度系数 $f=1.8$ 。机头、机尾 5m 段(以工作面内帮为基准)及两端头为矩形断面,巷道宽 10m,高 4.9m,断面积 49m^2 ;中间段巷道为矩形断面,巷道宽 9m,高 4.9m,断面积 44.1m^2 。

15106 切眼断面大、跨度大,以往采用常规 29U

支架支护,支护强度较低,巷道损坏变形非常严重,切眼的套修量非常大,严重影响安装进度。

2 切眼支护技术方案

15106 切眼巷道采用锚网联合支护^[1-6]。

2.1 两巷超前段起吊锚索布置

锚索规格 $\Phi 17.8\text{mm}\times 4300\text{mm}$,排距 2000~6000mm,靠近帮部锚索距帮 300mm,用锚具配合 300mm \times 300mm \times 16mm 的钢托板和长 250mm 的 14# 槽钢梁进行固定。锚固方式为加长锚固,锚固剂型号 MSCKa2335/MSZ2360,一支超快速,两支中速,锚固长度为 1550mm。

2.2 巷道支护技术方案

(1)顶锚索布置

锚索规格 $\Phi 17.8\text{mm} \times 6300\text{mm}$, 间距 1500~2000mm, 排距 2000mm, 采用“4-0-4”布置, 用锚具配合 300mm \times 300mm \times 16mm 的钢托板和长 250mm 的 14#槽钢梁进行固定。锚索使用一支 MSCKa2335 和两支 MSZ2360 树脂锚固剂锚固。

顶锚杆间距 900~1000mm, 排距 1000mm, 每排 11 根, 采用钢筋梁和托盘固定。钢筋梁为 $\Phi 14\text{mm}$ 的圆钢焊接, 规格 60mm \times 4900mm; 托盘为蝶形托盘, 规格为 120mm \times 120mm \times 8mm。锚杆采用高强螺纹钢锚杆 $\Phi 20\text{mm} \times 2100\text{mm}$, 使用一支 MSCKa2335 和一支 MSZ2360 树脂锚固剂锚固。采用 12#铁丝编制菱形金属网, 孔径 50mm \times 50mm, 网片 5400mm \times 1200mm、4200mm \times 1200mm, 搭接方式联网, 搭接长度为 200mm, 用 14#铅丝双丝双扣, 双排隔孔相联, 扭结三圈以上。

(2) 帮锚杆布置

锚杆间、排距均为 1000mm, 巷道两帮及扩刷帮每排都是 5 根。钢筋梁和托盘固定, 钢筋梁为 $\Phi 14\text{mm}$ 的圆钢焊接, 规格 60mm \times 1400mm; 托盘为蝶形托盘, 规格为 120mm \times 120mm \times 8mm。开采帮及扩刷帮为 $\Phi 20\text{mm} \times 2100\text{mm}$ 玻璃钢锚杆, 非开采帮为 $\Phi 20\text{mm} \times 2100\text{mm}$ 螺纹钢锚杆。锚杆使用一支 MSC-Ka2335 和一支树脂锚固剂锚固。帮网: 巷道两帮采用 12#铁丝编制菱形金属网, 孔径 50mm \times 50mm, 网片 4900mm \times 1200mm; 扩刷帮采用 JDPET250 \times 200MS 型柔性网, 孔径 40mm \times 40mm, 网片 4900mm \times 5000mm, 采用搭接方式联网, 搭接长度为 200mm, 用 14#铅丝双丝双扣, 双排隔孔相联, 扭结三圈以上。

3 采用计算法校核支护参数

3.1 巷道顶部锚固参数理论计算

3.1.1 顶板支护载荷集度

$$q = [\sum h + [H \tan(45^\circ - \Phi/2) + b] / f] \gamma$$

$$= [1.6 + (4.9 \times 0.62 + 4.5) / 8.2] \times 27 = 68 \text{ kPa} \quad (1)$$

式中: q 为顶板支护载荷集度, kPa; H 为巷道高度, 4.9m; Φ 为煤岩体内摩擦角, 26° ; f 为岩体普氏系数, 8.20; b 为巷道宽度的一半, 4.5m; γ 为直接顶容重, 27kN/m³; h 为直接顶损坏厚度, 1.6m。

3.1.2 顶板锚杆布置密度

$$n = K \cdot K' \cdot q / F = (1.2 \times 1.1 \times 68) / 100 = 0.89 \quad (2)$$

式中: n 为顶板锚杆布置密度; q 为载荷集度, 61kPa; K 为安全系数, 取 1.2; K' 为变形载荷系数, 取 1.1; F 为锚杆设计锚固力, 取 100kN。

顶锚杆布置间、排距 a :

$$a = \sqrt{1/n} = \sqrt{1/0.89} = 1.06 \text{ m}$$

根据巷道断面参数及实际经验, 取顶锚杆间距为 0.9~1m, 排距为 1m, 每排 11~12 根锚杆, 靠近两帮的锚杆距离巷帮 0.25~0.35m。

3.1.3 锚杆长度的确定

顶板锚杆长度计算:

$$l = l_1 + l_2 + l_3 = 0.1 + 0.92 + 1.14 = 2.1 \text{ m} \quad (3)$$

式中: l 为顶板锚杆长度, m; l_1 为锚杆外露长度, 取 0.1m; l_2 为锚杆有效长度, m; l_3 为锚杆锚固长度, m。因此, 顶板锚杆长度确定为 2.1m。

3.1.4 锚杆直径的确定

根据顶板岩层条件, 选取螺纹钢锚杆, 该锚杆的屈服强度为 335MPa。锚杆直径为:

$$\Phi = \sqrt{4Q/\pi\sigma_t} = \sqrt{4 \times 100/3.14 \times 335 \times 1000} \approx 19.4 \text{ mm} \quad (4)$$

(4) 式中: Q 为设计锚杆锚固力, 100kN; σ_t 为锚杆屈服强度, 335MPa。因此, 锚杆的直径选取为 20mm。

3.1.5 锚杆锚固剂的选取

药卷长度的计算:

$$L_{\text{药}} = K \left(\frac{R^2 - R_{\text{锚}}^2}{R_{\text{药}}^2} \right) \times L_{\text{锚}} = 1.13 \times \left(\frac{14^2 - 10^2}{11.5^2} \right) \times 1.14 = 0.93 \text{ m} \quad (5)$$

(5) 式中: $L_{\text{药}}$ 为树脂药卷总长度; $R_{\text{锚}}$ 为锚杆半径, 10mm; $R_{\text{药}}$ 为树脂药卷半径, 11.5mm; K 为锚固剂

损耗系数,取 $K=1.1\sim 1.15$,在此取 1.13 ;R为钻孔半径,14mm。

根据计算结果,应该选取树脂药卷MSCKa2335和MSZ2360各一支。

综上理论分析可以初步得出,巷道顶板支护采用的锚杆型号为 $\Phi 20\text{mm}\times 2100\text{mm}$ 的左旋无纵筋螺纹钢锚杆,锚杆间排距为 $900\text{mm}\times 1000\text{mm}$ 、 $1000\text{mm}\times 1000\text{mm}$,锚杆使用一支MSCKa2335和一支MSZ2360树脂药卷。

3.2 帮部锚固参数理论计算

3.2.1 两帮所需要的锚固强度

$$\begin{aligned} P &= q(1 - \sin\Phi) / (1 + \sin\Phi) \\ &= 197.6 \times (1 - \sin 26^\circ) / (1 + \sin 26^\circ) \\ &= 77.2 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (6)$$

其中:P为两帮所需要的锚固强度,kPa;q为两帮可承载锚固体所受载荷集度,计算为 197.6kPa ; Φ 为两帮煤岩体内摩擦角,为 26° 。因此,两帮所需要的锚固强度为 77.2kPa 。

3.2.2 锚杆布置密度

$$n = p/p_0 = 77.2/100 = 0.77 \quad (7)$$

帮锚杆布置间、排距a:

$$a = \sqrt{1/n} = \sqrt{1/0.77} = 1.3\text{m}$$

根据巷道断面参数并结合实际经验,取帮锚杆间、排距均为 1m ;两帮及扩刷帮每排各5根锚杆,最上部锚杆距顶 0.3m ,最下部锚杆距底 0.6m 。

综上理论分析可以初步得出,若选用的锚杆设计锚固力为 100kN ,则两帮及扩刷帮锚固参数可确定为:锚固强度 77.2kPa ;巷道帮部采用 $\Phi 20\text{mm}\times 2100\text{mm}$ 的左旋无纵筋螺纹钢锚杆或 $\Phi 20\text{mm}\times$

2100mm 玻璃钢锚杆,间、排距均为 1000mm ;锚杆使用一支MSCKa2335和一支MSZ2360树脂药卷。

4 效果分析

对15106切眼掘进面进行矿压监测,主要有GWL150矿用本安型位移传感器观测、十字测线位移观测、锚杆索测力计的监测。十字布线围岩观测的间距为 50m ,顶板离层仪间距为 50m 。共布设有5个监测站,离层仪深部 13.5m 和浅部 2.1m 的顶板移近量最大值为 5mm ;平均表面位移两帮最大值为 10mm ,顶底最大值为 0.2mm ;锚索测力计的最大读数为 250kN ,锚杆测力计最大读数为 98kN 。从监测数据可知,支架安装前,切眼断面维护较为理想,锚杆和锚索支护效果较好,能有效控制巷道围岩的变形量。

参考文献:

- [1] 靳峰. 望云煤矿15101运输顺槽围岩松动圈测试分析与控制技术研究[J]. 煤矿现代化, 2021, 30(04): 129-131+134.
- [2] 李鹏. 端氏煤矿大巷失稳机理及控制技术研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2019.
- [3] 孔晋刚. 综放沿空留巷技术在东峰煤矿应用研究[J]. 山东煤炭科技, 2017(09): 34-35+38.
- [4] 张文忠. 综采放顶煤工作面设计探究[J]. 能源与节能, 2013(11): 26-27.
- [5] 马国栋, 毛琦. 大倾角三软煤层综采开切眼联合支护实践[J]. 中州煤炭, 2013(05): 77-78+80.
- [6] 贾明坤. 锚杆锚索联合支护在11-12#合并层的应用[J]. 科技信息, 2010(22): 309.