

井下巷道支护设计及应用分析

张 威 (山西焦煤西山煤电官地矿安监处, 山西 太原 030022)

摘要: 根据煤矿工程地质条件, 对掘进巷道煤层顶、底板进行物理力学性质进行分析, 在此基础上对围岩等级进行评价。根据煤矿巷道支护设计手册, 对巷道锚杆直径、锚杆长度、锚杆间距和锚固长度进行分析; 依据匹配设计的原则, 对锚索, 锚固剂, 钢网等其他支护进行参数设计, 并对巷道支护效果进行评价。

关键词: 巷道掘进; 锚杆; 锚索; 锚固剂

Abstract: According to the engineering geological conditions of the coal mine, the physical and mechanical properties of the roof and floor of the coal seam of the driving roadway are analyzed, and the surrounding rock grade is evaluated on this basis. According to the mine roadway support design manual, analyze the diameter of the roadway bolt, the length of the bolt, the distance between the bolts and the length of the anchor; according to the principle of matching design, the parameter design of the anchor cable, anchoring agent, steel mesh and other supports, And evaluate the effect of roadway support.

Key words: roadway excavation; anchor rod; anchor cable; anchoring agent

1 工程地质概况

某矿井主采煤层 8# 煤, 巷道采用矩形断面, 锚网喷、锚索 (C20 混凝土) 支护, 毛宽 4.4m、毛高 2.9m, 掘进毛断面积 12.76m²; 支护后净断面宽 4.2m、高 2.8m, 净断面积 11.76m², 喷浆厚度 100mm, 设计总掘进长度 818m。

巷道施工方法采用掘进机按设计要求一次切割成巷, 胶带 (刮板) 输送机运输, 锚网喷或锚网支护。如煤层较软时, 可先割上部, 待顶板支护完毕后, 再割底煤。如遇到断层等地层构造, 掘进机难以施工时, 施工方法采用人工爆破, 刮板输送机运输, 并制定爆破安全技术措施。

二阶段胶带大巷回风绕道采用钻眼爆破法掘进, 全断面一次起爆。

2 某矿 8# 煤顶底板物理力学性质

2.1 煤层顶底板基本类型划分

煤层顶板划分主要依据岩石成分, 结构完整性及地质构造影响程度划分。根据某矿煤层地质条件, 对 8# 煤顶底板划分如下:

2.1.1 8# 煤顶板

①伪顶: 多由松软的泥岩、炭质页岩组成, 厚度 0.3m;

②直接顶: 厚度为 1.5m, 为细砂岩、粉砂岩等较易垮落的岩层组成;

③老顶: 坚硬, 整体性强, 常为砂岩、砾岩、石灰岩等组成, 厚度达到 8m。

2.1.2 8# 煤底板

①伪底: 为炭质页岩或泥岩, 厚度一般为 0.2m~0.3m;

②直接底: 通常由泥岩、页岩或粘土岩, 厚度 1m 左右, 则遇水后易膨胀, 可能造成巷道底鼓与支架插底现象;

③老底: 为砂层, 石灰岩等。

2.2 煤层顶底板岩石物理力学性质

2.2.1 直接顶板岩性主要为砂质泥岩、泥岩和粉砂岩

厚 0.29~5.49m, 平均 2.06m。钙质胶结, 分选良好, 含少量不完整植物碎屑化石, 局部含少量炭屑。水平层理, 裂隙一般不发育, RQD=30% (ZKS2 钻孔), 岩石质量 IV 级, 岩体完整性较差。直接顶板泥岩、砂质泥岩的天然抗压强度为 16.8~49.2MPa, 平均 29.28MPa; 饱和抗压强度 6.5~20.3MPa, 平均 13.95MPa; 抗拉强度为 0.49~1.70MPa, 平均 0.95 MPa; 属软岩~较软岩。

2.2.2 老顶以细粒砂岩为主, 局部为中粒砂岩或粉砂岩

厚 0.7~10.43m, 平均 3.89m。小型交错层理夹脉状层理, 分选中等, 钙硅质胶结。局部不规则张开裂隙发育, 次生的脉状方解石充填, RQD=30~78%, 平均 54%, 岩石质量 III 级, 岩体中等完整性。老顶粉细砂岩、中砂岩的天然抗压强度为 20.6~50.4MPa, 平均 31.82MPa; 饱和抗压强度 13.0~14.7 MPa, 平均 13.9MPa; 天然抗拉强度 0.54~2.90MPa, 平均 2.02MPa; 属软岩。

2.2.3 直接底板为泥岩、砂质泥岩为主, 局部为夹有薄煤层或粉砂岩

厚 2.33~8.81m, 平均 5.66m。小型交错层理, 分选中等, 钙硅质胶结。局部不规则张开裂隙发育, 次生的脉状方解石充填, RQD=10%, 岩石质量 V 级, 岩体破碎。直接底板泥岩、砂质泥岩的天然抗压强度为 3.6~9.7MPa, 平均 7.6MPa; 天然抗拉强度 0.34~1.60MPa, 平均 0.85MPa。

2.2.4 老底为中粒砂岩或细粒砂岩, 局部为粗粒砂岩

厚 4.85~15.43m, 平均 8.37m。水平层理至均匀层理, 分选好, 钙质胶结, 局部发育张开裂隙, RQD=40~83%, 平均 72%, 岩石质量等级为 III 级, 岩体中等完整。老底粉细砂岩、中砂岩的天然抗压强度为 6.9~81MPa, 平均 38.63MPa; 饱和抗压强度 4.8~18.1MPa, 平均 11.01MPa; 天然抗拉强度 0.2~2.30MPa, 平均 1.0MPa; 属软岩~较软岩。

2.3 煤层顶底板评价

8号煤层顶底板, 伪顶随工作面掘进冒落, 巷道围岩完整性良好, 岩石质量Ⅲ级, 岩体中等完整性。8#煤顶底板岩性主要为砂质泥岩、泥岩和粉砂岩, 局部发育张开裂隙, 抗拉强度 0.2~2.30MPa, 平均 1.0MPa 力学, 掘进范围内无陷落柱等大的地质构造, 因此 8#煤顶底板属不稳定~稳定顶底板, 设计中应加强锚固力, 围岩等级属于Ⅲ级, 巷道支护应部署金属网。

3 巷道支护设计

巷道支护设计分为临时支护和永久支护两部分, 因此本文从临时支护和永久支护两个方面进行设计。

3.1 临时支护

①采用两根前探梁作为临时支护。每根前探梁用两个专用连接工具与顶板锚杆固定牢固, 前探梁采用 π 型梁, 长 3.6m。专用连接工具为 20mm 厚钢板加工制成的可调节连接工具;

②割煤后, 敲帮问顶, 及时处理活矸活炭, 确认安全后, 及时前移前探梁, 在前探梁上放置钢筋网片, 然后用一根长度 3.6m, 宽 25cm, 厚度 5cm 的木板搭设在前探梁与钢筋网片间, 之后采用两架特制“7”字型钢架的短头端分别紧套在前探 π 型梁上对掘进头煤壁进行临时支护。

3.2 永久支护

8号煤层大巷均采用矩形断面, 树脂锚杆加金属网与喷射砼支护方式, 局部破碎地段金属网锚喷及增加锚索支护相结合的支护方式; 各联络巷采用支护方式为锚喷; 工作面顺槽断面形式为矩形断面, 顶板采用锚杆加金属钢带支护, 两帮采用木锚杆或竹锚杆支护方式, 局部地段顶板破碎时采用增加锚索加钢带支护方式, 支护参数如下:

3.2.1 锚杆材质

选用 MSGLW-335-20 型左旋无纵筋螺纹钢作为锚杆杆体。

3.2.2 锚杆长度与间排距

顶锚杆长度为 2.0m, 帮锚杆长度为 1.8m。顶板锚杆间排距为 0.85m \times 0.9m, 两帮锚杆间排距为 0.85m \times 0.9m。每排布置 13 根锚杆。

3.2.3 锚杆直径和预紧力

锚杆直径: 两帮和顶板均为 20mm。

锚杆安装的预紧力矩不低于 120N.m。锚固力不低于 105kN。

3.2.4 锚固剂及锚固长度

锚固长度不小于 0.9m; 每根锚杆选用 2 卷 CK2335 和 1 卷 Z2360 的树脂锚固剂。

3.2.5 锚杆角度

顶板锚杆: 靠近巷帮的安设角度与水平线成 70° , 其余的垂直顶板。

巷帮锚杆: 靠近顶、底板的安设角度与水平线成 20° , 其余的垂直巷帮。

3.2.6 锚杆支护附件

金属网: 采用方格金属网, 钢筋 $\phi 6\text{mm}$, 网格 100×100 , 网片长 4m、2m, 宽 1m, 铺设时保证网片间搭接 100mm, 并用 12 # 铁丝连接牢靠, 连接点间距不超过 100mm。

锚杆托盘: 采用规格为 $130\text{mm} \times 130\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的铁托盘。

3.2.7 锚索支护

顶板采用锚索加强支护。锚索采用高强度、低松弛、大延伸率 1×7 结构的钢绞线, 规格为 $\phi 17.8 \times 7000\text{mm}$, 采用“三花”布置 (即对于任意相邻的两排锚索, 其中一排布置一根锚索位于顶板中部, 另一排布置两根锚索位于顶板两侧间距为 2400mm), 排距 1800mm。每根锚索采用 2 卷 CK2335 和 2 卷 Z2360 的树脂药卷进行锚固, 安装预紧力不低于 100kN, 不高于 120kN。锚索托盘为 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 16\text{mm}$ 的方形钢板, 其中心孔径为 20mm。

3.2.8 工作面与贯眼丁字交叉点支护设计

两条巷道交叉部位锚杆支护参数不变, 对以交点为中心半径 10m 范围内顶板锚索参数进行加强。将顶板的锚索由“三花 (三角形)”布置改为“矩形”布置, 即由“一排一根与一排两根锚索交替布置”改为“每排两根锚索”, 间排距为 $2400\text{mm} \times 1800\text{mm}$, 每排锚索用一根长约 3000mm 的 14# 槽钢连接成整体, 在槽钢与锚索锁具之间垫 $200\text{mm} \times 120\text{mm} \times 18\text{mm}$ 的钢板。

3.2.9 喷射混凝土支护

采用 C20 喷射混凝土封闭, 喷层厚度 100mm。

4 结论

8号煤层大巷支护设计主要针对围岩情况好, 无地质构造情况。如果巷道掘进过程中遇到以下几种情况, 如过断层、顶板松软、破碎或巷道压力明显增大造成顶板离层、下沉达到或超过 100mm 时, 应缩小掘进循环进尺, 缩小锚杆、锚索支护间排距, 并增打锚索数量进行加强支护, 如上述措施仍无法有效解决顶板离层、下沉时, 将在原锚杆、锚索支护的巷道内套设钢棚架进行加强支护。

参考文献:

- [1] 康红普. 矿应力分布特征及巷道围岩控制技术 [J]. 煤炭科学技术, 2013(09):12-17.
- [2] 袁亮, 薛俊华, 刘泉声, 刘滨. 矿深部岩巷围岩控制理论与支护技术 [J]. 煤炭学报, 2011(04):535-543.
- [3] 武晋凯; 巷道联合支护技术应用探究 [J]. 能源与节能, 2020(05):184-185+187.
- [4] 宋继栋. 巷道支护技术研究与应用 [J]. 当代化工研究, 2019(14):81-82.
- [5] 李艺伟. 进巷道破碎顶板联合支护措施研究 [J]. 山西冶金, 2019(01):144-145+161.
- [6] 郭向前. 软岩巷道支护及快速掘进技术研究 [J]. 能源技术与管理, 2018(04):50-52.