

综放工作面初次来压强制放顶技术研究

张振龙

(山西兰花科技创业股份有限公司大阳煤矿分公司)

摘 要:针对兰花科创大阳煤矿3号煤层3404综放工作面初采阶段大厚度坚硬顶板难垮落,易造成大面积来压,将对工作面构成重大威胁的问题和提高煤炭资源的回采率,采用理论计算确定基本顶极限跨距为31.7~43m,进而确定合理的放顶距为初次垮落步距与周期来压步距之间,在13~17.6m。同时确定炮眼长度、装药量等爆破参数,进行强制放顶。现场情况表明,爆破效果十分理想,爆破后,使整个工作面顶板垮落比较充分,有效地降低了工作面基本顶初次来压的强度,成功地避免了初次来压危害,保证了工作面的安全回采,取得良好的经济技术效益。

关键词:综放工作面;坚硬顶板;初次来压;强制放顶;爆破参数

引 言

顶板事故是煤矿生产的主要灾害之一,其事故总数占灾害总数的75%以上,在工作面开采初期,由于坚硬顶板被采空的面积超过一定的极限而发生大面积垮落而造成剧烈的动压现象而发生顶板事故,其具有严重的破坏作用,将对工作面人员和设备

带来很大的危害,严重威胁矿井的安全生产。为了预防顶板大面积来压,主要通过顶板高压注水和强制放顶等措施改变岩体的物理力学性能,以减小顶板悬露和垮落面积^[1],实现按照管理人员的意志进行跨落。本文以兰花科创大阳煤矿综放工作面为对象,由山西金泰宏达采矿技术有限公司配合生产技术科运用理论分析和现场工业性试验的方法进行强制放顶技术研究。

3#煤层柱状图 (DY-1S)

地层时代	柱状图	标志层编号	厚度 (m)	岩性描述
二叠系下统下石盒子组		K8	12.65	泥岩: 深灰色, 贝壳状断口, 断口平坦, 有擦痕, 含植物化石性脆, 中部夹薄层细粒砂岩
			2.20	细粒砂岩: 灰色, 巨厚层状, 夹炭质泥岩条带, 均匀层理
			3.85	泥岩: 深灰~灰黑色, 厚层状, 贝壳状断口, 断口光滑, 有擦痕, 含植物化石, 夹薄层砂质泥岩, 中部夹0.1m薄煤层
			6.60	细粒砂岩: 浅灰色, 巨厚层状, 矿物以石英为主, 均匀层理, 下部裂隙较发育, 半坚硬
			9.98	泥岩: 深灰色, 厚层状, 贝壳状断口, 断口见擦痕, 有滑感, 含植物化石, 性脆
			6.03	砂质泥岩: 灰黑色, 巨厚层状, 见波状层理, 含少量炭屑及植物化石
			2.77	粉砂岩: 浅灰~灰色, 含呈散状白云母碎片, 见波状斜层理, 中部夹薄层泥岩, 性脆
			4.3	泥岩: 灰黑色, 贝壳状断口, 含植物化石及少量炭屑, 性脆
			5.72	3号煤层 煤层: 黑色, 煤芯呈块状, 玻璃光泽, 条带状结构, 阶梯状断口
			2.55	K7 细粒砂岩: 灰色, 厚层状, 矿物以石英为主, 均匀层理, 中部夹薄层泥岩

图 1

1 放顶距的确定

1.1 工程概况

3404 工作面位于上合掌村西北部一带, 地表大部为山梁和山谷, 地形总体为西高东低; 有一条季节性河流由北向南流经该工作面。北部为四采区实体煤(未开采), 南部与 3403 工作面(已回采)以 30m 的保安煤柱相隔, 东起四采区轨道巷, 西至大阳煤矿井田边界。3#煤层节理、裂隙较为发育, 部分地段煤质松软, 片帮严重。3#煤层结构复杂, 含有夹矸 0~2 层, 硬度 f=3, 煤层倾角 0°~15°, 根据工作面掘进时实际揭露煤层厚度数据分析, 回采工作面平均煤层厚度为 5.72m, 工作面长为 1296m。

根据三维地震勘探成果、邻近地质钻孔资料分析: 该回采工作面主要受金章背背斜和切眼处向斜的控制, 工作面地质条件复杂, 断层陷落柱较为发育, 煤层倾角 0°~15°, 为近水平到缓倾斜煤层; 3404 回采工作面内共发育断层 5 条, 2 个陷落柱和 2 条褶曲。

根据通风科对邻近工作面掘进时监测瓦斯数据分析, 3404 回采工作面绝对瓦斯涌出量最大为 10.8 m³/min。绝对涌出量预计为 0.88m³/min。无煤尘爆炸危险, 煤层无自燃现象。工作面综合煤岩柱状图如图 1 所示, 通过跨落带高度计算得出直接顶为 3#煤上方的砂质泥岩和黑灰色细砂岩, 其厚度为 4.3m, 基本顶为 8.8m 的粉砂岩, 可见该工作面为厚、坚硬直接顶煤层条件。

1.2 基本顶初次来压步距

准确地判断基本顶初次断裂步距对基本顶初次来压的预测预报是至关重要的。根据该工作面地质

状况, 将基本顶视为固支梁, 采用断裂计算方法, 运用式(1)计算梁断裂时的极限跨距:

$$L_T = h \sqrt{\frac{2R_T}{q}} \quad (1)$$

式中 L_T——基本顶初次来压步距;

R_T——基本顶抗拉强度, 该矿取 R_T=1.3~2.4MPa;

h——基本顶厚度, 取 8.8m;

q——基本顶上覆载荷, 包括基本顶自身(即图 1 中 8.8m 粉砂岩), 以石英和长石为主要成分的中砂岩由于自身强度大、岩层厚, 对基本顶载荷没有影响, 根据式(2)及材料力学, 确定该矿 q 值为 200kPa;

$$(q_n) = \frac{E_1 h_1^3 (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \dots + E_n h_n^3} \quad (2)$$

E 为各岩层的弹性模量^[2]; n 为岩层数; h 为各岩层的厚度; γ 为各岩层的容重。

代入式(1), 可求出固支梁破断时的极限跨距 L_T=31.7m~43m。(见图 1)

1.3 基本顶周期来压步距

基本顶初次来压后,回采工作面将继续推进,裂隙带岩层的结构将始终经历“稳定-失稳-稳定”的变化规律,这种变化将周而复始的出现,从而产生周期来压现象,与初次来压不同,其来压步距常常按基本顶的悬臂式折断来确定^[3],采用下式进行计算:

$$L = h \sqrt{\frac{R_T}{3q}} \quad (3)$$

利用(3)式,确定基本顶周期来压步距为13m~17.6m。对周期来压构成影响可能不止是临近煤层的基本顶,有可能更上方的某层也会破断对工作面造成一定影响,从而导致工作面周期来压步距不是每次都相同。

1.4 确定合理的强制放顶距

为避免基本顶初次来压后造成工作面大面积压架现象,用强制放顶(爆破的方法)人为地将顶板切断,并使顶板提前冒落形成矸石垫层,从而减弱顶板压力和垮落时产生的冲击载荷,降低基本顶初次来压的强度。确定合理的强制放顶距应在周期来压步距和初次来压步距之间,这样对工作面造成的影响较小。由于基本顶的初次来压步距为31.7m~43m,周期来压步距为13m~17.6m。因此当工作面从工作面推进13m~17.6m时,可对基本顶进行强制放顶。

2 强制放顶爆破参数及实施

2.1 参数确定

(1)放顶高度

根据实践经验,采空区中矸石充填程度达到采空区和放顶高度之和的三分之二,就可很大限度降低冲击载荷和避免形成暴风。放顶高度可按式计

$$\text{算}^{[4]}: H = \frac{3M}{3K_p - 2} \quad (3)$$

式中H—放顶高度;

K_p —爆破后形成岩块的碎胀系数,取1.3;

M—采高,取5.72m。

代入(4)式,计算得出放顶高度应该在大于等于9.3m即可避免过大冲击载荷和形成暴风。

(2)炮眼参数

炮眼参数确定对强制放顶爆破效果是至关重要的,在同等装药量情况下,炮眼长度对爆破效果影响较大,炮眼长度按照下式计算^[4]:

$$l = \frac{H}{n \sin \alpha} \quad (5)$$

式中:H—为放顶高度,由(3)式中已确定为9.3m;

n—为炮眼利用率,取90%;

α —炮眼倾角,为方便施工仰角取55°。

经式(5)计算,可得:炮眼长度为12.2m。

为了增强爆破效果,保证切眼内炮眼垂直高度全部穿过基本顶,且爆炸力作用于基本顶,取炮眼长度的1.3倍,因在2.4m的顶煤下开始打眼,则取炮眼长度为18.3m。

煤层顶底板情况见下表:

顶底板名称	岩石名称	厚度/m	岩石特性
老顶	砂质泥岩	8.8	硅钙质胶结,局部含大量白云母片,有时含炭质条带。
直接顶	灰黑色泥岩	4.3	局部有粗粉砂岩。
伪顶	灰黑色泥岩	0~0.5	
直接底	灰黑色泥岩或细粉砂岩	9.0	
老底	灰色石英砂岩	2.25	钙质胶结,分选中等,次棱角状颗粒。

(3) 装药要求

本次爆破采用三级煤矿许用乳化炸药($\phi 60 \times 480\text{mm}$, 1.5kg/卷)、煤矿许用8号瞬发电雷管、 $\phi 6.5\text{mm}$ 煤矿许用导爆索。装第一卷引药前, 首先将2根导爆索插入火药内200–300mm, 然后用胶带把2根导爆索和药卷缠好制成起爆药卷, 导爆索包裹起爆药卷的长度不低于200mm。导爆索及药卷安装见图2。

用炮棍把起爆药卷送入炮孔最里端, 然后用炮棍将其余药卷逐次装入, 每次装药不超过3卷。装药过程中操作人员要避免炮棍将导爆索挤断或带入炮孔内, 装药过程中应正确使用炮棍, 往下拉时应拉连接在炮头处的钢丝绳, 不能硬拉炮棍, 避免将炮棍连接处折断。采用不耦合装药, 每一根导爆索均采

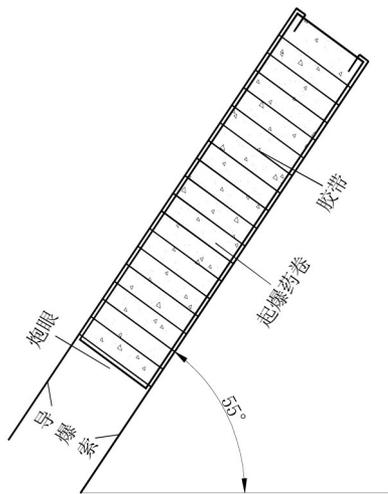


图 2

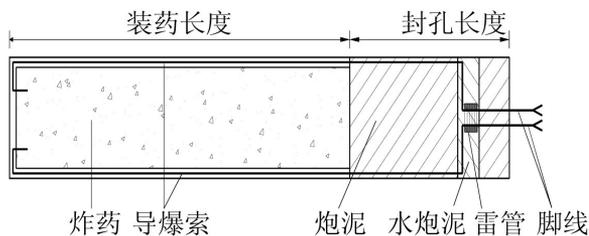


图 3

用2个煤矿许用8号瞬发电雷管起爆, 2个雷管采用并联连接, 炮眼之间采用串联连接; 放炮母线必须绝缘良好, 扭结成短路, 并悬空吊挂, 装药结构见图3。

全部炮眼炮泥封孔至距孔口1m处时, 轻轻压实炮泥, 进行最终封孔。(见图2、图3)

2.2 爆破实施及效果

(1) 严格执行“一炮三检”和“三人连锁”放炮制度; 装药时, 要严谨、认真, 防止破坏导爆索; 封泥必须密实, 以提高爆破效率; 爆破时, 采用FD-200型发爆器, 逐个装药、逐个起爆。

(2) 爆破完成之后, 通过采用矿用钻孔成像仪对预裂爆破预留空孔观察, 裂隙明显, 起到了切顶爆破的目的, 有效地降低了工作面基本顶初次来压的强度, 成功地避免了初次来压危害, 保证了工作面的安全回采, 取得良好的经济技术效益。

3 结论

(1) 当工作面从工作面推进13m~17.6m时, 对基本顶进行强制放顶, 成功地避免了工作面大面积来压对人员和设备造成的伤害。

(2) 确定合理的爆破参数, 实现顶板按照管理人员的意志进行跨落, 保证了安全生产, 为今后类似工作面的回采提供了理论和经验参考。

参考文献:

- [1] 钱鸣高, 石平武. 矿山压力与岩层控制[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [2] 徐志英. 岩石力学. 水利电力出版社, 1986.
- [3] 钱鸣高, 缪协兴, 许佳林, 茅献彪. 岩层控制中的关键层理论[M]. 中国矿业大学出版社, 2000.
- [4] 杨相海, 张杰, 余学义. 强制放顶爆破参数研究[J]. 西安科技大学学报, 2010(03)287–290.