

矸石基墙体空巷充填技术方案研究

王 诚

(山西兰花科技创业股份有限公司唐安煤矿分公司)

摘 要:回采工作面中存在的空巷破坏了煤层完整性,使得工作面回采至空巷位置处矿压显现强烈,顶板和围岩控制难度大,不采取有效措施将严重影响工作面安全高效生产,给正常回采造成极大的困难。空巷进行矸石基墙体充填加强支护,可以减小空巷跨度,增强空巷支撑强度,减小顶板下沉量,提高安全系数,保证工作面安全回采过空巷。

关键词:矸石基墙体充填;安全高效生产;顶板下沉量;安全系数

1 工程概况及地质条件

唐安煤矿 3307 工作面,距离大巷约 500m 处将揭露空巷,空巷长度 235m(煤壁至煤壁),巷道高度 2.9m,宽度 7.5m。3307 工作面西边为 3305 未掘工作面,东边为 3309 未掘工作面,南部为三盘区专用回风巷,北部为井田边界保安煤柱。地面标高: +1080~+885m,井下标高: +650~+720m。

3307 工作面煤层为 3#煤,煤层层理明显,节理、裂隙较发育。煤层倾角 3~7°,大致呈东西走向,南高北低,普氏硬度 $F=2$,容重为 $1.43t/m^3$,根据 ZK5-3 钻孔资料工作面煤:黑色,强玻璃光泽,贝壳状-阶梯状断口,均一条带状结构,层状构造,内生裂隙较发育。

2 技术方案研究

2.1 矸石基墙体参数设计

根据唐安煤矿的地质与开采条件,3307 工作面空巷高度为 2.9m,宽度为 7.5m。采用矸石基墙体的方式进行空巷加强支护,将设计采用宽度为 2500mm、高度 2900mm(高度随巷高变化)的矸石基墙体,矸石基体强度等级为 C20。

3307 工作面空巷长度 235m,考虑到工作面来压时,矿压显现呈现中间大两头小的特征,设计时,两端头 52m(51m)范围墙体采用 1-0-1 的间隔布置方式,即两端头间隔打设墙体,中间 132m 范围打设连续墙,每组墙体长度为 4m,设计打设 45 组墙体。

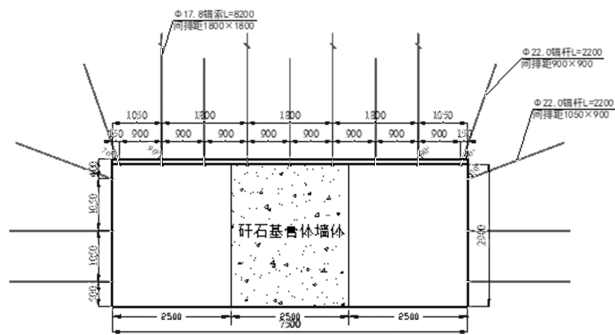


图1 墙体布置图

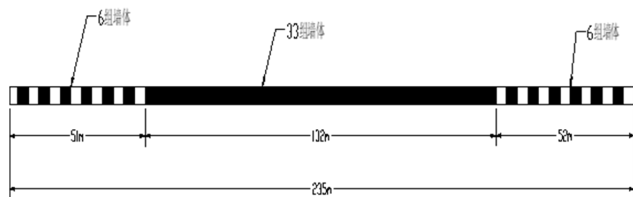


图2 墙体分布图

2.2 矽石基墙体充填材料配比

根据已有的工程经验及实验数据,矽石基体的具体材料配比如下表所示。

表1 C40泵注混凝土配比

| 膏体组分 | 胶凝材料 | 水 | 骨料 | 添加剂 |
|-----------------------|---------|-------|--------|-----|
| 膏体基料名称 | 水泥(425) | 水 | 矽石粉 | 外加剂 |
| 1m ³ 矽基料质量 | 420kg | 220kg | 1458kg | 2kg |

矽石基体由水泥、矽石粉以及外加剂按照一定比例配料在井下加水搅拌而成。考虑其低龄期早强及远距离泵送等特性,它对原料有如下要求:

- ①水泥采用42.5硅酸盐水泥;
- ②矽石粉采用唐安煤矿矽石砖厂现有的矽石粉;
- ③采用专用外加剂,以提高墙体的强度及泵送性,加快初凝、减少单位膏体的用水量、提高膏体的拌合黏度,从而有效改善膏体的离析性和黏度。

2.3 矽石基墙体结构设计

3307工作面空巷高度为2.9m,墙体设计规格:长×高×厚=4.0×2.9×2.5m,设有柔性模板、对拉锚杆、钢筋梯梁、进料口。

柔性模板材料采用高强度长丝机织型纤维布,

由于纤维布具有良好的透水及力学性能,因此纤维布在该技术中的工程特性有:滤层作用、隔离作用、加筋作用和防护作用等。考虑接顶富余量200mm,柔性模板设计规格:长×高×厚=4.0×0.8×2.5m。

墙体采用钢模板塑形,内置对拉锚杆,两端分别配置托盘及螺母,间排距为700×800mm。锚杆规格为Ø22×2700mm,玻璃钢锚杆,两端螺纹长度分别为120mm。泵注口直径为250mm,泵注口上边缘距柔性模板顶部400mm,泵注口内外层长度不小于300mm。

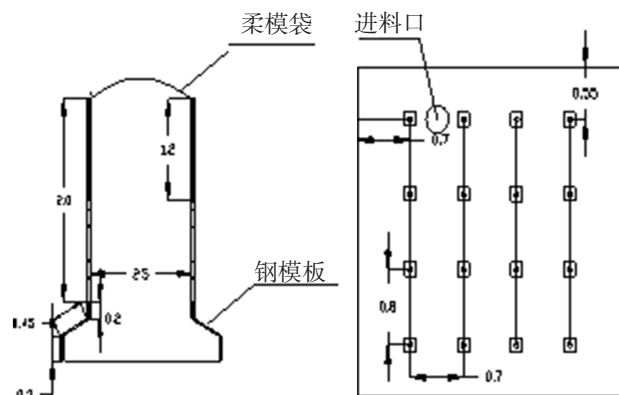


图3 钢模板设计及现场图

2.4 支护强度校核

(1) 矿山压力

根据《矿山压力与岩层控制》中对顶板压力的估算方法,按照4~8倍的采高对顶板压力进行估算,计算公式如下:

$$P=(4\sim 8)ahr$$

式中:P——工作面支护估算强度,MPa

a——安全系数,取2

h——工作面采高,取2.9m

r——顶板岩石重力密度,取25kN/m³

3307工作面煤层顶板较坚硬,按照8倍采高,全岩石进行估算,空巷所需支护强度:

$$P=8 \times 2 \times 2.9 \times 25000=1.16\text{MPa}$$

(2)原始支护

空巷顶板原始支护采用锚杆+索联合支护,锚杆规格 $\varphi 22 \times 2200\text{mm}$,排距900mm,破断力为125kN,锚索规格17.8mm \times 8200mm,排距1800mm,破断力为355kN。原始支护强度为:

$$P_t=(125\text{KN} \times 9+4 \times 355\text{KN}) \div 7.5\text{m}=0.34\text{MPa}$$

(3)墙体支护校核

考虑空巷掘出时间较长,部分原始支护构件可能失效,暂不考虑原始支护强度。墙体可近似为受压柱,柱高2.9m,短边长1m,构件的长细比为2.9/1=2.9,通过查表,构件稳定性系数取1.0,构件的承载力安全系数取0.9。

$$N=0.9\varphi \times f_c A$$

式中,N——支护体的承载能力;

φ ——构件的稳定系数,查《混凝土结构设计规范》可知 $\varphi=1$;

f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值,N/mm²,C20强度的膏体按C20混凝土轴心抗压强度设计值提取,即为9.6N/mm²;

A——0.25

将上述参数代入上式,采用2.5m厚矸石基墙体有2倍以上的安全系数,所以可视为支护结构承载能力满足要求。

2.5 施工步骤

①钢模板两边采用5T吊链与JH20回柱绞车的钢绞线相连,拉拽钢模移动;

②先将柔模铺平,吊挂在顶部网片上;

③将对拉锚杆杆体穿入PVC塑料管内,再将组

合件插入钢模板对应的预留孔内,再安装上托盘、螺母等相关构件。两头固定牢靠,防止浇筑时,将钢模撑开;

④内部安装完成,将钢模挡头,用小模板封死;

⑤钢模顶部四个角,固定至顶板,防止浇筑时,钢模窜动;

⑥将柔模袋进料口拉出,与注浆软管连接;

⑦通过混凝土泵搅拌,开始泵送,浇筑墙体;

⑧待墙体凝固后(8小时过后),将模板上固定用的对拉锚杆螺母和托盘卸下,将对拉锚杆拉出,启动绞车移动模板至下个浇筑位置。将已经完成的墙体前后两侧加上8#钢筋网,再将对拉锚杆从PVC管预留孔穿进去,组装钢筋梯梁,再加托盘和锁具,上预紧力至40N.m。

3 空巷充填安全技术措施

(1)安全检查:敲帮问顶,找掉不稳定的煤块或岩块,确认顶板及两帮完好后,开始施工;

(2)施工人员必须贯彻安全技术措施后方可上岗。

(3)施工现场材料堆放整齐,生产、生活环境整洁有序,道路畅通,做到文明施工。

(4)进入作业现场,作业人员必须在可靠、稳定的永久支护下进行,确认安全后,方可进行施工。

(5)施工过程中必须设专人密切观察顶板情况,如有冒顶片帮征兆及时汇报,人员立即撤离现场。

(6)施工时如果由于顶板过高,需安装脚手架搭工作平台进行施工,脚手架安装过程中,必须保证脚手架搭交牢靠,登高作业人员必须系安全带,施工期间其他辅助人员远离工作平台。

(7)充填注浆时定期检查充填注浆泵压力表和充填注浆管路连接接头,避免压力过高,出现伤人事故。

(下转第11页)

分析图5可知,150101运输顺槽采用优化后的支护方案后,巷道掘进期间,围岩变形主要集中在掘出后0~10d,巷道掘出20d后围岩基本达到稳定状态;根据现场记录数据可知,围岩变形主要集中在滞后掘进迎头0~28m内,监测断面滞后迎头55m后围岩以达到稳定状态,最终巷道顶底板最大移近量为26mm,两帮最大移近量为32.5mm;据此可知,巷道在现有支护方案下围岩处于稳定状态。

4 结论

根据150101工作面原有支护方案的效果,通过数值模拟软件进行锚杆合理支护参数的分析,确定顶板和两帮锚杆合理间排距分别为1100×1200mm和1300×1200mm,结合巷道地质条件进行支护优化

方案的设计,根据优化方案实施后围岩变形情况可知,支护优化方案降低支护密度后,能够有效保障围岩的稳定。

参考文献:

- [1]秦涛,刘志.巷道围岩支护的优化与数值模拟[J].黑龙江科技大学学报,2021,31(05):538-545.
- [2]薛彦平.二次扰动下大变形煤巷复合支护技术优化研究[J].煤炭工程,2021,53(09):47-51.
- [3]吕情绪,杨永亮,贾宏俊.煤巷掘进工作面帮部前探梁临时支护结构优化及应用[J].煤矿机械,2021,42(09):134-136.
- [4]郭平,沈大富.深部巷道支护方案优化设计及数值模拟研究[J].矿业安全与环保,2021,48(04):87-91.
- [5]宋志宇.寺河矿东五盘区53013工作面回采巷道支护参数优化研究[D].中国矿业大学,2020.
- [6]王赋宇.预应力锚杆作用下深部岩体分区破裂规律及支护优化研究[D].西安科技大学,2020.

(上接第6页)

(8)施工过程中,严禁人员正对充填注浆孔,防止浆液喷出伤人。

(9)充填注浆后或两孔充填注浆时间间隔较长时,应及时用足量的清水冲洗管路,防止充填注浆管路及充填注浆泵缸体堵塞。

4 风险辨识

(1)对作业现场的顶板、两帮状况检查不到位,出现锚杆、锚索断裂伤人。

(2)安全措施学习不到位,职工不清楚安全防范措施伤人。

(3)施工人员登高作业未系安全带,高空掉落

伤人。

(4)支设单体柱时,单体柱倾倒伤人。

(5)高压胶管路爆裂、放液手把甩出伤人。

(6)施工人员未戴手套,尖锐物划伤手。

(7)通风管理不到位,发生瓦斯事故,造成人员伤亡。

5 结论

通过矸石基墙体对空巷进行充填治理,可以起到减小空巷跨度,增强空巷支撑强度,减小顶板下沉量,提高安全系数的作用,为工作面安全回采过空巷做足准备。