

德顺矿 10104 工作面切顶卸压自动成巷技术应用

刘永生 (山西孝义西山德顺煤业有限公司, 山西 吕梁 033000)

摘要: 采用传统的自动成巷无煤柱开采工艺随提升资源的回采率, 但是在巷道围岩控制和采掘成本方面存在较多问题。切顶卸压自动成巷无煤柱开采工艺是采用爆破预裂方式切割巷道顶板以达到卸压作用, 来支撑老顶、隔断老塘, 通过工作面的顶板垮落形成接续工作面的回采巷道, 达到控制巷道围岩的功效。通过在德顺矿 10104 工作面的试验, 采用切顶卸压自动成巷工艺有效控制巷道围岩的稳定性, 缓解矿井采掘接替紧张, 提高资源的回采效率。

关键词: 切顶卸压; 自动成巷; 采掘接替; 回采率

1 前言

随着, 矿井采掘深度的不断延伸, 在开采深部煤层时往往采用留设保护煤柱的方式来保证巷道围岩的稳定性, 传统的采掘工艺造成巨大的资源浪费。为此, 国内外诸多学者对此展开研究, 提出切顶卸压自动成巷无煤柱开采工艺。以神华集团哈拉沟煤矿为研究背景, 对切顶卸压自动成巷无煤柱开采工艺通过理论分析和数值模拟研究发现, 切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术能够有效降低巷道顶板周期来压强度, 降低采空区瓦斯浓度。为了提升矿井开采效率, 降低开采成本, 介绍了某矿切顶卸压留巷过程中的参数设计, 并分析了切顶卸压的施工程序。针对埋藏较深、围岩应力较大的工作面巷道破碎顶板煤层切顶卸压成巷技术进行研究。本文以德顺矿 10104 工作面为工程背景, 对切顶卸压自动成巷无煤柱开采工艺进行研究。

2 矿井概况

德顺矿位于山西省孝义市西南驿马乡, 井田面积 4.36km², 矿井设计生产能力 60 万 t/a, 现主要开采煤层为 9#、10#、11# 煤层, 采用一次采全高开采工艺, 全部垮落法管理顶板。10104 工作面井下位于一采区西南翼现, 开采 10# 煤层, 煤层平均厚度 1.79m, 煤层倾角 2°~10°, 平均倾角 7°。

3 切顶卸压自动成巷理论分析

切顶卸压自动成巷无煤柱开采工艺是在传统的自动成巷无煤柱开采技术的基础上进行技术创新, 通过回采工作面前方采取定向爆破对巷道顶板进行预裂爆破, 将预裂顶板下放, 释放顶板压力, 同时碎落的岩块由于碎胀性填充采空区, 使得覆岩得到一定的支撑, 实现降低巷道顶板压力, 保证巷道围岩的稳定性。垮落的巷道顶板又逐渐构成新的巷道, 保留的巷道为接续工作面服务, 形成一面一巷, 有效降低采掘生产成本。

4 数值模型的建立

切顶卸压自动成巷悬臂梁的力学模型可以简化为如图 1 所示。通过分析可知在切顶位置需要的支护阻力 P_n 可以有如下表达式:

$$p_n \geq \frac{2W[\sigma]}{L_R + L_q} + \frac{q(M_P - M)}{2Jg} (L_R + L_q) + q$$

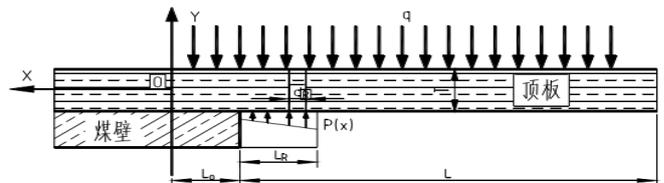
式中: w - 顶板界面模量, EPa; $[\sigma]$ - 顶板极限抗拉强度, MPa; M_p - 支柱反力距, N.m; M - 顶板载荷力矩, N.m; 当满足上公式条件时, 此时坚硬顶板将在支护处发生断裂。对切顶卸压覆岩垮落带进行计算, 根据德顺矿 12 号煤覆岩的岩性组成, 覆岩主要有细粒砂岩、粉砂岩等组成, 所以确定为中硬岩性, 确定覆岩最大垮落带的高度如下所示:

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} + 2.2$$

公式中 M - 顶板载荷的力矩, N.m; H_m - 最大垮落带高度, m; 工作面的导水带计算公式表示如下:

$$H_l = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

公式中: H_l 为导水裂隙带高度, m。



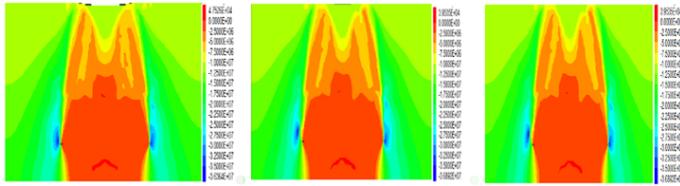
Q - 覆岩均布载荷, kN; $p(x)$ - 支柱反力, kN;
 T - 悬臂梁的厚度, m; L_R - 留巷的宽度, m;
 L_0 - 断裂悬臂梁长度, m; L - 悬臂梁长度, m。

图 1 自动成巷悬臂梁简化力学模型

5 模拟分析

为了对切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术进行深入研究, 对切顶卸压参数进行分析, 选定切顶卸压高度作为分析变量, 对切顶卸压高度为 4m、8m 和 12m 时巷道围岩的变形情况及受力特征进行研究, 首先对模型进行建立。根据德顺矿实际地质情况建立模型长宽高分别为 265m、5m、110m, 对模型进行边界条件设置, 固定模型四面的 X、Y、Z 三向位移, 在模型的上端部施加覆岩的均布载荷, 经过计算均布载荷为 10MPa, 根据实际

地质情况对模型进行各层岩性的设置。完成模型设定后对模型进行模拟计算,如图2为不同切顶高度下巷道垂直应力分布云图。



(I) 切顶高度 4m (II) 切顶高度 8m (III) 切顶高度 12m

图2 不同切顶高度下巷道垂直应力分布云图

如图2可以看出,当切顶卸压高度为4m时,此时的巷道围岩的应力集中出现在煤帮的左侧,应力最大值为36.3MPa,巷帮的侧应力集中范围位于巷帮对侧距离约为3.8m,应力集中区域位置太近,不利于巷道的维护,造成留巷巷帮的位移量太大,可能造成留巷的失稳现象。当切顶高度为8m时,此时的巷道围岩的应力集中区域距离煤帮左侧的位置有了大幅度增大,约为15.5m,同时应力峰值为35.9MPa,此时由于应力集中范围距离留巷距离较远,所以对于留巷十分有利。当切顶高度增大为12m时,此时应力集中范围距离煤帮左侧约为16.2m,此时的应力峰值约为35.3MPa,此时对于留巷也较有利。同时对比三种切顶高度下的巷道围岩应力峰值可以看出,当切顶高度为4m时,此时的应力峰值最大,切顶高度8m次之,切顶高度12m时应力峰值最小。通过对不同切顶高度下应力集中方位距离煤帮左侧的距离可以看出,切顶高度为8m和12m时,相差不大,更有利于自动成巷,综合考虑考虑,所以最为合适的切顶卸压高度为8m。

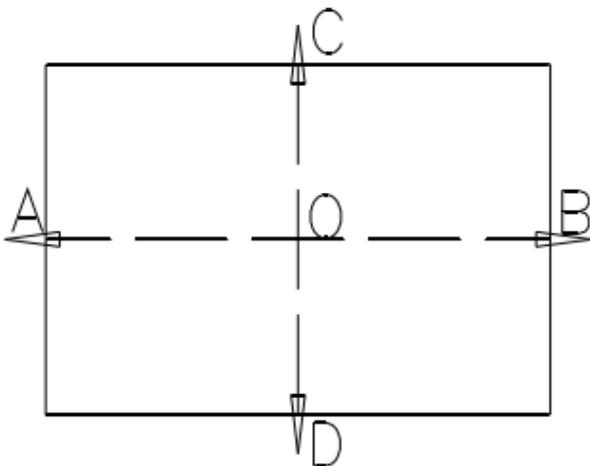


图3 巷道监测断面布置图

对切顶卸压自动成巷进行施工,具体施工流程:首先对综采工作面巷道进行施工;对巷道工作面顶板进行爆破预裂施工;并在巷道内布置矿压监控系统;进行回采准备工作;对巷道顶板进行预裂爆破;巷道老顶断裂下沉,成巷;对自动成巷进行锚杆锚索联合支护。完成

切顶卸压自动成巷无煤柱施工后对巷道稳定性进行日常的监测,选定切顶卸压高度后对巷道的围岩变形及受力进行监测,对巷道顶板的下沉量、底板的底鼓进行监测。巷道内每隔25m的距离设置一组测点,每组布置四个监测点,分别为顶板的C点、两帮变形量监测点A、B和底板的监测点D,位移监测计选定为ZW-4型位移计,经过动态监测巷道围岩的变形量均符合规定要求,切顶效果较佳。巷道监测断面布置图如图3所示。

6 结论

德顺矿在10104综采工作面采用切顶卸压自动成巷无煤柱开采工艺,通过现场监测与模拟取得良好的效果,有效缓解矿井的采掘接替紧张和巷道围岩支护难题,提高矿井的资源回采率,体现显著的社会与经济效益。

①基于理论分析和数值模拟,构建切顶卸压模型,对不同切顶卸压高度下围岩垂直方向受力情况进行研究,发现随着切顶卸压高度的增大,巷道围岩的应力峰值降低,且在切顶高度为8m时切顶效果最佳;

②经研究发现采用爆破预裂方式切割巷道顶板以达到卸压作用,来支撑老顶、隔断老塘,通过工作面的顶板垮落形成接续工作面的回采巷道,达到控制巷道围岩的功效。

参考文献:

- [1] 杨汉宏,薛二龙,罗文,等.神华集团切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术的应用[J].煤炭科技,2015,000(003):1-3.
- [2] 张渊.运顺切顶卸压自动成巷技术及应用[J].中国煤炭工业,2017,12(370):62-64.
- [3] 杨晓杰,王二雨,张民,等.大埋深破碎顶板煤层切顶卸压成巷技术研究[J].煤炭科学技术,2017,45(009):86-91.
- [4] 白旭飞.祥升煤矿3301工作面切顶卸压自动成巷技术研究[J].煤矿现代化,2020(5):1-4.
- [5] 孙锦华.益新煤矿43073工作面缓倾斜煤层切顶卸压无煤柱自成巷技术应用研究[J].中国科技纵横,2019,000(007):183-184.
- [6] 阴振山.1226工作面切顶卸压沿空成巷技术应用研究[J].山东煤炭科技,2020,No.234(02):72-74+77.
- [7] 何满潮,马新根,王炯,等.中厚煤层复合顶板切顶卸压自动成巷工作面矿压显现特征分析[J].岩石力学与工程学报,2018,37(11):2425-2434.
- [8] 王子越,宋润权,黄伟,等.切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术在不同顶板条件下的应用与实践[J].煤矿开采,2016,21(006):35-37.
- [9] 王小龙,董志勇.高瓦斯煤层切顶卸压无煤柱自成巷技术应用研究[J].工矿自动化,2019,v.45;No.280(07):100-104.