

# 斜沟矿切顶卸压沿空留巷技术应用研究

李珍珍 (山西西山晋兴能源有限责任公司, 山西 吕梁 033600)

**摘要:** 为解决矿井开采过程存在的回采效率低, 留设煤柱开采易引起应力集中, 巷道变形较大、支护难题, 以斜沟矿 18503 工作面为研究背景, 通过理论分析与数值模拟相结合的研究方法对切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术进行研究, 给出了成巷的原理, 通过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, 确定最佳切顶高度为 6m, 并通过现场切顶卸压沿空留巷成巷变形量等进行监测, 验证了切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术的可行性, 为矿井高效开采, 矿井经济效益的提升提供一定的参考。

**关键词:** 切顶卸压; 沿空留巷; 无煤柱开采; 预裂爆破

## 0 引言

随着煤矿采掘规模及开采强度的不断增大, 煤层的开采逐步向着深部煤层转移。由于开采深度较大, 使得巷道的稳定性降低, 所以在进行深部煤层开采时我国大部分矿山选用留煤柱护巷, 导致煤炭资源浪费十分严重, 同时留设煤柱宽度较大时极易造成应力集中, 使得矿井安全受到一定的威胁。为了解决此类问题, 国内众多学者提出沿空留巷无煤柱开采技术, 杨汉宏, 薛二龙, 罗文以神华哈拉沟煤矿为研究背景, 对切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术进行研究, 发现切顶卸压沿空留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煤炭自燃概率的效果、降低采空区瓦斯浓度。靳鹏飞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过程。本文以斜沟矿 18503 工作面为研究背景, 对切顶卸压留煤柱开采技术进行研究, 为矿山安全开采提供一定的参考。

## 1 矿井概况

斜沟矿位于山西省吕梁兴县北 50km 处, 矿区南北长约 22km, 东西宽约 3-4km, 矿井面积约 88.6km<sup>2</sup>, 矿井设计生产能力 1500 mt/a。18505 工作面位于斜沟矿 15 采区北翼, 工作面东侧、南侧为实煤区, 北侧 247.8m 外是斜沟煤矿井田边界, 西侧为 18503 工作面 (里段) 采空区。工作面现开采山西组 8# 煤层, 煤厚 2.5m-5.80m, 平均厚度 4.35m, 煤层倾角 6.6° -9.4°, 平均倾角 8.2°。

## 2 切断卸压沿空留巷理论分析

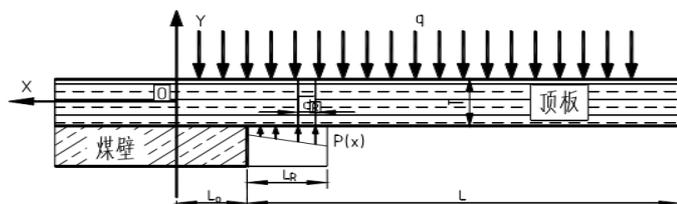


图 1 沿空留巷悬臂梁简化力学模型

切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术是在沿空留巷技术的基础上进行优化, 在回采工作面前方通过定向爆破进行顶板的预裂, 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, 维护巷道稳定的目的。碎落的顶板岩块形成新的巷帮, 保留的巷道为下个工作面服务, 形成一面一巷, 有效降低成巷的成本, 降低矿山的成本。沿空留巷悬臂梁的力学模型可以简化为如图 1 所示。

如图 1 中,  $q$  为覆岩均布载荷, kN;  $p(x)$  为支柱反力, kN;  $T$  为悬臂梁的厚度, m;  $L_R$  为留巷的宽度, m;  $L_0$  为断裂悬臂梁长度, m;  $L$  为悬臂梁长度, m。

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:

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

公式中:  $w$  为顶板界面模量, EPa;  $[\sigma]$  为顶板极限抗拉强度, MPa;  $M_P$  为支柱反力距, N.m;  $M$  为顶板载荷力矩, 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, 根据斜沟矿 8# 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:  $M$  为顶板载荷的力矩, N.m;  $H_m$  为最大垮落带高度, m。工作面的导水带计算公式表示如下:

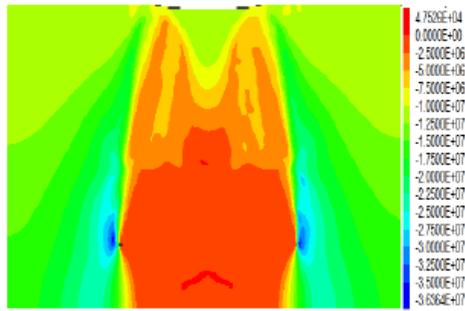
$$H_l = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

公式中:  $H_l$  为导水裂隙带高度, m。

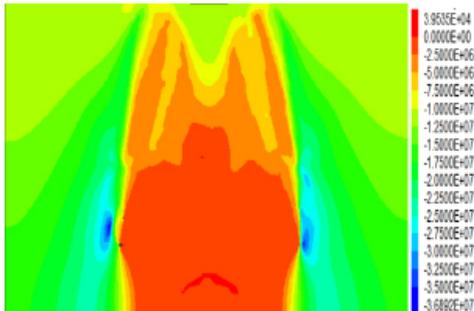
## 3 数值模拟分析

为了对切顶卸压沿空留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、6m 和 8m 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。根据斜沟矿实际地质情况建立模型长宽高分别为 285m、5m、114m, 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

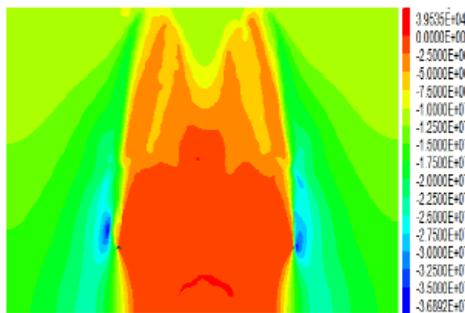
地质情况对模型进行各层岩性的设置。完成模型设定后对模型进行模拟计算。如图2为不同切顶高度下巷道垂直应力分布云图。



(a) 切顶高度4m垂直应力云图



(b) 切顶高度6m垂直应力云图



(c) 切顶高度8m垂直应力云图

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6m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14.5m,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8m时,此时应力集中范围距离煤帮左侧约为15.3m,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6m次之,切顶高度8m时应力峰值最小。对比三种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6m和8m时,两者距离相差不大,且均有利于留巷,考虑到施工的经济成本,所以最为合适的切顶卸压高度为6m。

对切顶卸压沿空留巷进行施工,具体施工步骤为:  
①对工作面巷道进行施工;②对巷道工作面顶板进行爆破预裂施工;③在巷道内布置矿压监控系统;④进行工作面回采;⑤对巷道顶板进行预裂爆破;⑥巷道老顶断裂下沉,成巷;⑦对沿空留巷进行锚杆锚索支护;⑧对巷道进行防火等安全措施的处理。完成切顶卸压沿空留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。巷道监测断面布置图如3所示。

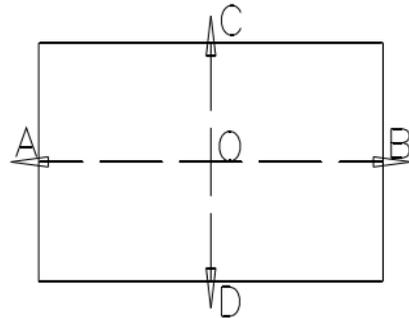


图3 巷道监测断面布置图

如图3所示,每50m的距离设置一组测点,每组布置4个测点,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,经过监测巷道围岩的变形量均符合规定要求,切顶效果较佳。

#### 4 结论

①本文通过理论分析对切顶卸压沿空留巷无煤柱开采巷道的应力特征进行研究,给出了成巷的原理;②利用FLAC3D数值模拟软件给出了切顶卸压模型建立的过程,并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6m时切顶效果最佳;③给出了切顶卸压沿空留巷的施工过程并对成巷进行变形量监测,验证了切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术的可行性。

#### 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(03):1-3.
- [2] 靳鹏飞.切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术应用分析[J].江西煤炭科技,2018(04):14-16.
- [3] 高尚.切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术的应用[J].山西焦煤科技,2018,42(02):15-18+21.
- [4] 连晓阳.切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术在综采工作面的应用[J].能源技术与管理,2018,43(02):102-104.
- [5] 张志杰.哈拉沟煤矿切顶卸压自动成巷无煤柱开采技术[J].陕西煤炭,2018,37(04):68-72.

#### 作者简介:

李珍珍(1985-),男,2009年毕业于太原理工大学,采矿工程学院,本科,工程师,从事煤矿生产技术管理工作。