

切顶卸压沿空留巷稳定性及控制技术研究

朱 华 (霍州煤电集团腾晖煤业有限责任公司, 山西 临汾 041000)

摘要: 腾晖矿为缓解采掘衔接紧张, 解决因流设煤柱导致的回采效率低等问题, 以2202工作面为工程背景, 基于理论分析和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, 保证矿井的安全高效开采。

关键词: 沿空留巷; 切顶卸压; 数值模拟; 切顶高度

Abstract: in order to reduce the waste of coal pillar mining resources, this paper takes Duerping mine as the research background, through the research method of combining theoretical analysis and numerical simulation, studies the gob side entry non pillar mining technology of roof cutting and pressure relief, gives the principle of roadway forming, and studies the vertical stress of surrounding rock under different roof cutting and pressure relief height. With the increase of height, the stress peak value of surrounding rock of roadway decreases, and the optimal cutting height is 6m. Through the monitoring of deformation of gob side entry retaining with roof cutting and pressure relief on site, the feasibility of gob side entry retaining without coal pillar mining technology with roof cutting and pressure relief is verified, which provides certain reference for efficient mining and improvement of economic benefits of mine.

Key words: gob side entry retaining; roof cutting and pressure relief; numerical simulation; roof cutting height

1 引言

随着我国经济的高速发展, 我国煤炭资源的利用率也在逐步增长, 使得煤矿开采强度增大, 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, 蔡洪林, 尹贤坤^[1]以白皎矿为研究背景, 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。刘小强, 张国锋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。本文以腾晖矿为研究背景, 对切顶卸压留煤柱开采技术进行研究。

2 矿井概况

腾晖矿位于山西乡宁县枣岭乡店沟村, 设计年生产能力120万t。井田结构相对简单, 主要构造形式为单斜延伸构造, 井田的地层的坡度均值在5°左右, 2202工作面现主要开采2#煤层, 煤层厚度3.2m~6.0m, 煤层的平均厚度为5.6m。

3 切顶卸压理论分析

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, 保留的巷道为下一个工作面服务, 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。

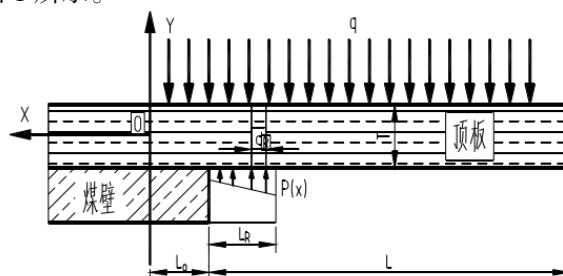


图1 沿空留巷悬臂梁简化力学模型

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 为支柱反力矩, 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, 根据腾晖矿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:

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

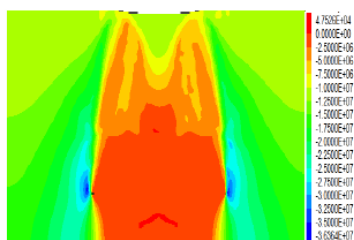
公式中: M 为顶板载荷的力矩, N.m; H_m 为最大垮落带高度, m; 工作面的导水带计算公式表示如下:

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

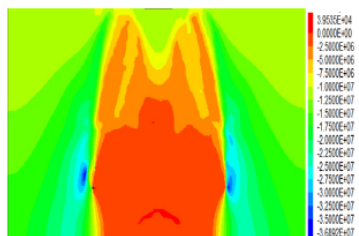
公式中: H_l 为导水裂隙带高度, m。

4 数值模拟分析

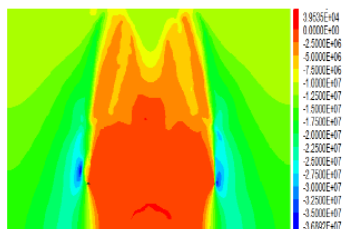
为了对切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术进行深入研究, 对切顶卸压参数进行分析, 选定切顶卸压高度作为分析变量, 对切顶卸压高度为 4m、6m 和 8m 时巷道围岩的变形情况及受力特征进行研究, 首先对模型进行建立。根据腾晖矿实际地质情况建立模型长宽高分别为 285m、5m、114m, 对模型进行边界条件设置, 固定模型四面的 X、Y、Z 三向位移, 在模型的上端部施加覆岩的均布载荷, 经过计算均布载荷为 10MPa, 根据实际地质情况对模型进行各层岩性的设置。完成模型设定后对模型进行模拟计算。如图 2 为不同切顶高度下巷道垂直应力分布云图。



(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。

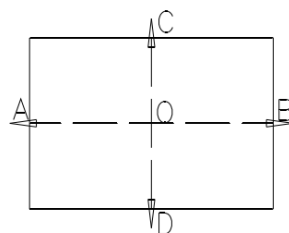


图 3 巷道监测断面布置图

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。

5 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] 蔡洪林, 尹贤坤, 汤朝均, 等. 切顶卸压沿空留巷无煤柱开采技术研究与应用 [J]. 矿业安全与环保, 2012, 39 (005): 15-18.