

镇城底矿极近距离下巷道矿压特征研究

王 雄 (西山煤电集团有限责任公司镇城底矿, 山西 太原 030053)

摘要: 以镇城底矿极近距离煤层下煤层开采为工程背景, 针对 22212 工作面在煤层开采过程中工作面围岩破碎剧烈, 顶板冒落严重, 煤壁片帮多发, 巷道稳定性差等问题, 采用理论分析和数值计算的方法, 分析上层煤开采对下层煤工作面覆岩的稳定性特征的影响, 对其矿压特征, 工作面围岩稳定性状况进行了研究。通过研究得出 22212 工作面覆岩破坏的规律和下煤层工作面顺槽稳定性特征。

关键词: 采空区; 极近距离巷道; 巷道支护; 矿压特征; 数值模拟

1 引言

煤炭作为我国的基础能源在一次能源消费比例达到 70% 以上。随着我国近年来对煤炭资源结构的不断优化, 煤炭资源的依赖程度逐步降低, 但仍是我国目前一次能源消耗中最重要的能源。近距离煤层在我国分布较为广泛, 其储量及可采量极为丰富, 但在近距离煤层开采时, 先开采煤层会对后开采煤层造成不利影响, 所以在进行近距离下煤层开采时极易出现顶板破坏, 底板支护难等问题。为此, 诸多学者开展相关研究, 王立兵, 李朋等人为保证近距离煤层采空区下煤层巷道的稳定性, 提出当煤层间距 $> 5\text{m}$ 时采用锚杆、金属网、梯子梁以及锚索相结合的支护方式, 而层间距 $< 5\text{m}$ 时, 通过降低锚索长度且加大上覆采空区煤柱侧巷帮锚杆数量实现巷道支护, 通过现场实践验证了支护方案的可行性与优越性。本文以镇城底矿 22212 工作面为研究背景, 基于理论分析和数值模拟软件对近距离下煤层巷道围岩的变形进行研究, 同时也为矿井地质条件相类似工作面开采及巷道支护提供参考。

2 矿井概况

镇城底矿井田位于西山煤田的西北边缘, 距太原市 64km, 矿区总面积 22.8km^2 , 生产能力 190 万 t/a 。井田含煤层地层为二迭系山西组及石炭系太原组, 可采煤层 8 层, 主采煤层为 2#、3# 和 8#。22212 工作面开采的太原组 2# 煤层, 工作面的埋深为 260m, 地质结构较为稳定, 属于稳定煤层, 煤层的平均厚度为 3.9m, 属于近距离煤层。22212 工作面主采煤层为 2# 煤, 由于上煤层工作面采掘扰动影响, 导致 22212 工作面顶板破碎严重, 巷道煤层的开采面临较大的安全问题, 因此必须对下煤层巷道变形情况进行分析, 便于巷道支护方案的设计, 从而提升巷道的掘进效率, 保证巷道的安全。

分析下煤层巷道顶板破坏情况首先需要对上煤层底板的破坏进行分析, 上煤层底板的损伤破坏深度可以根据如下公式得出:

$$h_{\sigma} = \frac{1.57\lambda^2 H^2 L}{4\beta^2 R_c^2}$$

公式中: β 为岩石的节理发育系数, 本文取 0.4; R_c 为岩石的单轴抗压强度, MPa, L 为工作面长度, m; H 为采场的埋深, m; γ 为覆岩的容重, kN/m^3 , 根据

实际地质情况将各参数值进行代入, 经过计算可得上煤层底板的破坏深度为 3.49m, 镇城底矿 2# 和 3# 煤层平均间距为 4.3m, 可以看出煤层间的底板大面积破坏, 但未完全破坏, 存在部分的完整的岩层。

3 数值模拟

3.1 模型建立

镇城底矿为对近距离煤层采空区下煤层巷道围岩的变形特征进行研究, 首先采用 FLAC^{3D} 数值模拟软件构建数值模型, 考虑到煤层的倾角均较小, 所以本次模拟简化为近水平煤层, 同时为了避免出现边界效应, 所以在工作面外侧增加 30m 的边界长度, 建立模型的长宽高分别为 $110\text{m} \times 5\text{m} \times 45\text{m}$ 。模型的网格划分在确保模拟精度的基础上尽量粗划分, 从而实现节省模拟时间的作用, 完成模型划分后对模型的边界条件进行设定, 固定模型左右及下端位移, 设定为固定约束, 在模型的上端施加覆岩自重 6MPa 的均布载荷。

3.2 模拟计算

完成模型的参数设定后, 选定摩尔-库伦模型为本构模型, 完成模型建立后, 对模型进行计算, 模拟的开挖过程可以分为: 地应力平衡-上煤层开采-平衡-下煤层巷道开挖-平衡稳定。为了研究巷道围岩变形情况, 在上煤层底板及下煤层顶板位置分别布置应力监测线, 上煤层开采后围岩垂直应力分布云图如图 1 所示。

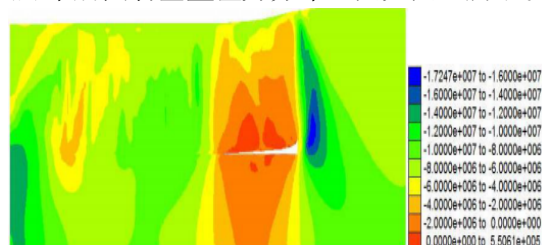
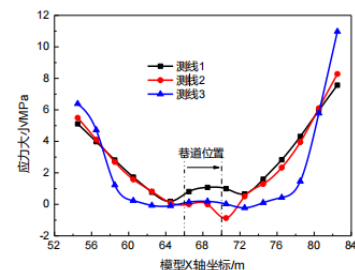


图 1 上煤层开采围岩垂直应力分布云图

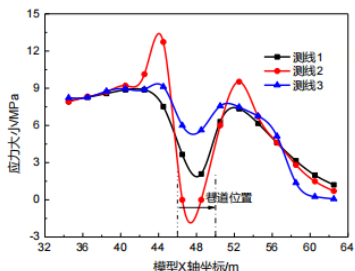
从图 1 可以看出, 随着上煤层工作面的开采, 此时上煤层顶板覆岩发生破坏, 围岩应力重新分布, 顶板的应力逐步向着回采煤柱转移, 在煤柱侧形成应力集中, 形成支撑压力, 随着采空区顶板的破坏, 此时巷道逐步区域稳定, 采空区内部由于顶板垮落充填稳定性得到较大幅度提升, 在距离采空区实体煤侧一定距离后围岩的应力逐步恢复为原岩应力。在实体煤柱侧垂直应力为 6.7MPa, 而在深入煤体位置应力峰值为 17.2MPa, 应力

集中系数为 2.4。

对开采煤层巷道布设不同位置时下煤层巷道围岩变形进行分析,下煤层巷道布设分别设定为内错距离 10m、20m、30m,巷道围岩的应力分布图如图 2 所示。



(a) 内错距离 10m



(b) 内错距离 30m

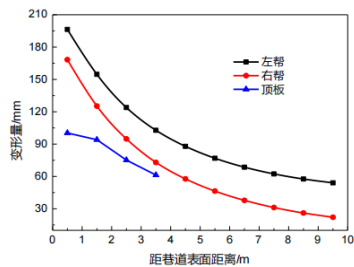
图 2 不同内错距离下巷道围岩应力分布图

由图 2 可知,当下煤层巷道与上煤层内错距离为 10m 时,此时下煤层巷道处于应力降低区,此时巷道的应力值明显小于周围岩层的应力,随着巷道的掘进,巷道顶板底板及两帮的应力主向着煤岩侧转移,但内错距离为 10m 时的巷道整体应力环境较好,最大应力值 $< 2\text{MPa}$,当下煤层巷道与上煤层内错距离为 20m 时,此时巷道位置处于应力降低区与原岩应力区的接触位置,应力值呈现左帮大于右帮的趋势,左帮的应力最大值为 8.92MPa ,右帮的应力最大值 $< 2\text{MPa}$,当内错距离增大至 30m 时,此时下煤层巷道位于上煤层采空区矸石充填位置的下端,此时的巷道整体应力大于原岩应力,在掘进后煤体的应力有了一定幅度的增加,增加的幅度最大为 4.67MPa ,此时同样呈现出右帮应力小于左帮的特性。当内错距离增大至 40m 时,此时巷道位置处于上煤层采空区矸石充填影响范围,在掘进前围岩的应力大于原岩应力,掘进后巷道煤体的应力增幅最大为 3.72MPa 。从以上分析可以看出,当内错距离为 10m 时,巷道处于应力降低区,整体的应力环境最佳,在此位置布置下煤层巷道对于巷道整体维护十分有利。

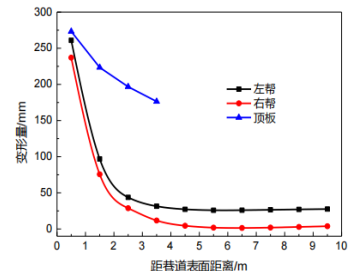
对四种内错距离下的巷道围岩变形进行分析,下煤层巷道与上煤层巷道内错距离 10m、20m、30m 下煤层巷道围岩变形曲线如图 3 所示。

由图 3 可知,随着距巷道表面距离的增加,巷道围岩的整体变形呈现逐步减小的趋势,这是由于距离巷道越远,掘进扰动对围岩变形的影响越小,当下煤层巷道与上煤层巷道内错距离为 10m 和 20m 时,此时的巷道围岩整体变形呈现为顶板下沉量最小,右帮变形量小于左帮变形量,而当下煤层巷道与上煤层巷道内错距离为

30m 和 40m 时,此时的顶板下沉量变形最大,右帮变形量小于左帮变形量,出现此现象是由于上煤层开采对下煤层的扰动不同而造成的,扰动不同,下煤层巷道不同位置出现不同的变形。当内错距离为 30m 和 40m 时,此时的巷道整体变形量明显大于内错距离 10m 和 20m 时的变形量,内错距离为 10m 时的巷道变形量最小,此时的顶板下沉量为 100mm ,两帮的移近量最大值为 195mm 。综上所述可以看出,受到 2 号煤层开采的影响,在 2 号煤层巷道围岩不同位置出现不同的变形程度,内错距离越大巷道围岩的变形越大,且在内错距离为 10m 时的巷道围岩变形最小。



(a) 内错距离 10m



(b) 内错距离 30m

图 3 不同内错距离下巷道围岩变形曲线

4 结论

①通过理论分析结合镇城底矿实际地质情况,计算上煤层底板的破坏深度,经过计算得出上煤层底板的破坏深度小于煤层间距,底板未完全破坏;

②利用数值模拟软件对不同内错距离下的围岩受力情况进行分析,发现当内错距离为 10m 时,巷道处于应力降低区,整体的应力环境最佳。同时,对不同内错距离下的围岩变形情况进行分析,发现内错距离越大巷道围岩的变形越大,当内错距离为 10m 时,巷道处于应力降低区,整体的应力环境最佳,此时的顶板下沉量为 100mm ,两帮的移近量最大值为 195mm 。

参考文献:

- [1] 王立兵,李朋,姚勇华,等.极近距离煤层群回采巷道矿压监测与分析[J].中国煤炭,2015(05):67-70.
- [2] 苗雄伟.极近距离煤层下煤层开采矿压特征研究[J].煤炭技术,2017,36(04):78-80.
- [3] 吴新文.云冈矿极近距离煤层群下行开采矿压观测分析[J].中国煤炭,2013(10):41-45.
- [4] 朱润生,韦志宏.极近距离煤层下分层回采巷道支护技术研究与实践[J].华北科技学院学报,2007,4(04):22-24.