

浅埋极近距采空区下工作面覆岩结构及支架载荷分析

张 亮 (西山煤电集团有限责任公司镇城底矿, 山西 太原 030053)

摘要: 针对浅埋极近距离煤层采空区下开采支架载荷确定难题, 以镇城底矿 22213 工作面为工程背景, 建立了极近距离采空区下开采顶板结构模型, 研究表明, 基本顶在初次来压后形成两组关键层, 上组关键层未发生断裂, 而下层关键层断裂, 且在下组关键层位置形成下位斜台阶岩梁, 且随着采高的增大, 巷道等效直接顶的厚度呈现逐步增大, 但增长的趋势逐步下降。并对液压支架工作阻力进行分析计算, 随着采高的增大, 巷道等效直接顶的厚度呈现逐步增大, 但增长的趋势逐步下降。

关键词: UDEC 数值模拟; 覆岩结构; 塑性变形; 支架载荷

1 引言

近距离煤层群开采中形成的采空区和残留的区段煤柱会易造成其下部煤层开采区域的顶板结构和应力条件发生变化, 从而使下部煤层开采与单一煤层开采相比覆岩运动和矿山压力显现具有特殊性。特别是, 随着工作面采掘高度的增加, 导致工作面的初次来压强度较大, 造成液压支架破坏和顶板冒顶等灾害破坏, 威胁矿井的安全生产。同时由于工作面来压强度较大, 直接造成巷道支护成本的大幅度增加, 所以如何控制煤层顶板的稳定性是矿井急需研究的课题。本文采用数值模拟软件对镇城底矿 22213 工作面巷道顶板的结构及支架的载荷进行分析, 为综采工作面矿压的控制及顶板支架选型提供一定的参考。

2 矿井概况及数值模拟研究

镇城底矿位于山西省古交市西北处, 矿井田占地面积约 16.63km², 矿井西北走向 6.6km, 南北走向平均宽度约为 3.6km, 镇城底矿年设计生产能力为 190 万 t。22213 工作面现主要开采太原组 2#、3# 煤层, 采用的是综采放顶煤采煤工艺。22213 工作面走向长度约为 3250m, 工作面的走向长度为 350m, 主采煤层为 2# 煤层, 煤层倾角 1° - 3°, 平均倾角 1.6°, 煤层平均厚度 3.9m, 工作面采用 ZY12000/25.5/55 掩护式液压支架, 支架的额定工作阻力为 12000kN, 初撑力 7912kN, 支架移架步距为 865mm, 支护强度为 1.22MPa-1.3MPa, 支护范围为 2550mm-5500mm。根据现场实测发现工作面的周期来压步距为 10m-14m, 其持续平均长度为 2.2m, 在非来压期间支架的平均工作阻力为 6860kN, 在来压期间内, 工作面的支架平均支护阻力为 10900kN, 动载系数为 1.6。工作面支架工作阻力变化图如 1 所示。

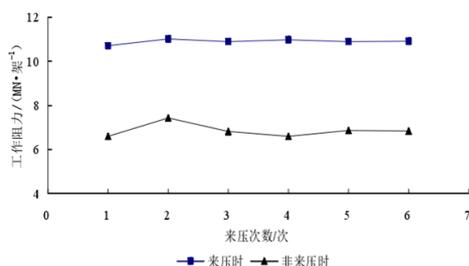
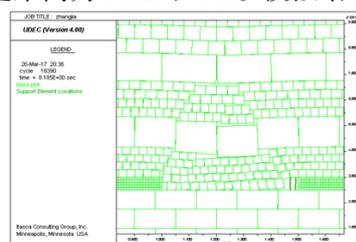
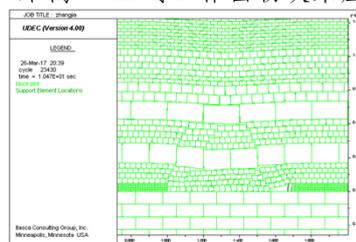


图 1 工作面支架工作阻力变化图

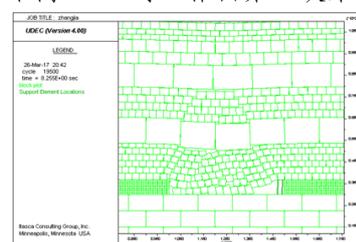
为了对综采面的顶板结构进行研究, 本文选定 UDEC 数值模拟软件进行研究, 首先进行模型的建立, 根据实际地质资料建立模型, 模型长度为 400m, 在模型的两端分别设置 100m 的边界柱, 中间部分为开挖部。固定模型两端的约束, 模型上端为自由端, 底部限制其 X、Y 向的位移, 完成模型初步建立后对模型进行物理参数设定, 完成设定后为模拟不同采高下的顶板垮落规律, 所以本文选定采高为 3.5m 和 5m。模拟结果如图 2 所示。



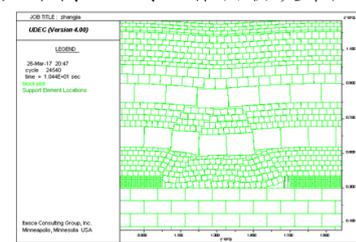
(a) 采高 3.5m 时工作面初次来压云图



(b) 采高 3.5m 时工作面第一次来压云图



(c) 采高 5m 时工作面初次来压云图



(d) 采高 5m 时工作面第一次来压云图

图 2 模拟结果图

如图2可以看出,当采高为3.5m时,此时随着工作面的推进,顶板直接顶发生冒落,工作面推进中63m时,此时的基本顶断裂,工作面受到初次来压,初次来压的步距为63m,直接顶的厚度为12m,基本顶在初次来压后形成两组关键层,在初次来压阶段上组关键层未发生断裂,而下层关键层断裂。由于直接顶的垮落无法完全填充采空区,所以此时的关键块发生滑落,台阶出现下沉,在工作面的支架左上端的关键层形成铰接,铰接点与顶板的距离为23.7m,而在下组关键层位置形成下位斜台阶岩梁。当工作面推进至81m时,此时的工作面经历第一次周期来压,第一次周期来压台阶的下沉量较初次来压有了一定的增大,在设计时应当提供一定的支护阻力,保证台阶下沉量属于可控状态。当采高为5m时,此时随着工作面的推进,顶板直接顶同样发生冒落,工作面推进中65m时,此时的基本顶断裂,工作面受到初次来压,基本顶厚度为18m,初次来压的步距为65m,铰接点形成的位置与采高6m时相差不大,铰接点与顶板的距离为28.7m,当工作面推进至82m时,此时的工作面经历第一次周期来压,从以上分析可以看出,随着采高的增大,巷道直接顶的厚度增加,同时关键层形成的铰接点位置与顶板位置的距离增加。

3 现场实测研究

对支架阻力进行研究,随着采高的不断增加,此时支架阻力中等效直接顶的载荷所占比例持续增大,此时基本顶的阻力在工作阻力中所占比例有所降低,在来压期间直接顶的自重与基本顶载荷在额定阻力中所占的比例分别为60%~65%和35%~40%。对不同采高下的实测工作阻力和理论计算工作阻力进行对比分析如图3所示。

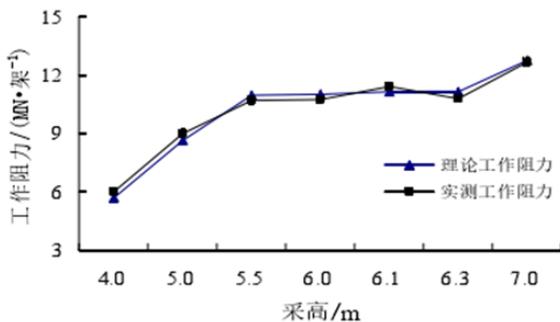


图3 不同采高下的实测工作

阻力和理论计算工作阻力进行对比图

综采工作面的液压支架工作阻力进行计算,首先根据实际地质情况,镇城底矿22213工作面的基本顶关键层厚度为10m,岩层的容重为 25kN/m^3 ,根据计算周期来压步距为12m,载荷层的厚度为10m,工作面支架选型为ZY12000/25.5/55,液压支架的宽度为1.75m,支架的控顶距离为5m,岩层断裂破碎角为 65° ,计算可得工作面的支架工作阻力为10620kN,根据实测值与检测值进行对比分析发现两者的误差极小,整体误差不超过5%,所以高位斜台阶岩梁结构能够有效计算支架的工作

阻力。同时根据图中可以看出,随着采高的增大,巷道的实测支架阻力呈现逐步增大的趋势,但在采高3.5m~5m时工作面支架实测阻力大致相等。

当煤层埋深较浅时,此时上覆岩层的厚度较大,而松散载荷层的厚度正好相反,所以形成双关键层的结构,双关键层的稳定性直接影响着来压强度及来压的步距,对等效直接顶的厚度进行研究,利用模拟软件对不同采高下的等效直接顶厚度进行分析,并绘制不同采高下的等效直接顶变化趋势图如图4所示。

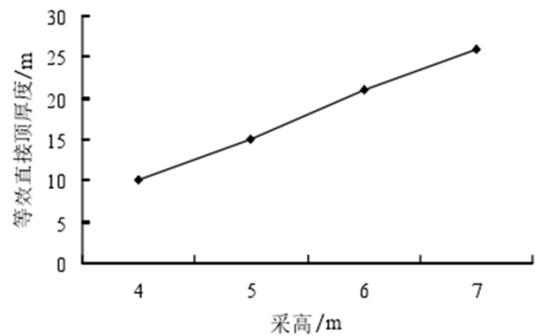


图4 不同采高下的等效直接顶变化趋势图

从图4可以看出,随着采高的增大,巷道等效直接顶的厚度呈现逐步增大,但增长的趋势逐步下降,当采高为3.5m时,此时的等效直接顶的厚度为10m,等效直接顶为采高的2.5倍;当采高为5m时,此时的等效直接顶的厚度为15m,等效直接顶为采高的3倍;当采高为6m时,此时的等效直接顶的厚度为21m,等效直接顶为采高的3.5倍;当采高为7m时,此时的等效直接顶的厚度为26m,等效直接顶为采高的3.7倍。

4 结论

①根据数值模拟研究发现基本顶在初次来压后形成两组关键层,上组关键层未发生断裂,而下层关键层断裂,在工作面的支架左上端的关键层形成铰接点,且在下组关键层位置形成下位斜台阶岩梁;

②根据支架阻力实测及理论计算数据进行对比分析,发现两者的误差极小,整体误差不超过5%。随着采高的增大,巷道等效直接顶的厚度呈现逐步增大,但增长的趋势逐步下降。

参考文献:

- [1] 孙有明,张玺.浅埋煤层大采高工作面矿压显现规律研究[J].煤炭技术,2016,35(11):65-67.
- [2] 李和平.浅埋煤层综采面矿压规律的研究[J].煤矿现代化,2019(01):50-52.
- [3] 赵光绪,孙中光,郑芳菲.近浅埋煤层大采高综采工作面矿压显现规律研究[J].中州煤炭,2017(5).
- [4] 郭高川,杨永康,季春旭.近浅埋煤层大采高工作面矿压显现规律研究[J].矿业安全与环保,2016,43(01):26-29.
- [5] 杨胜利.浅埋深大采高工作面矿压显现规律研究[J].煤炭工程,2010,1(6).