

采动影响下工作面覆岩运动与应力演化规律

The Law of Overburden Movement and Stress Evolution under the Influence of Mining

董近兴

Jinxing Dong

陕西正通煤业有限责任公司 中国·陕西 咸阳 713600

Shaanxi Zhengtong Coal Limited Company, Xianyang, Shaanxi, 713600, China

摘要: 以中国陕西某煤矿二盘区工作面为研究对象, 采用 UDEC6.0 数值模拟软件, 模拟分析了采空区对工作面的影响和支承压力在不同回采条件下的变化情况。研究结果表明: 工作面倾向方向上, 裂隙范围整体大致呈现出中间有突起的“M”状分布, 高应力区随工作面开采不断外延; 在工作面走向方向上, 高层位裂隙不断增大, 超前支承应力随着工作面的推进而不断增加。

Abstract: Taking the working face of the second panel of a coal mine in Shaanxi, China as the research object, using UDEC6.0 numerical simulation software, the influence of the goaf on the working face and the change of supporting pressure under different mining conditions are simulated and analyzed. The research results show that in the direction of the working face's tendency, the entire range of fissures generally presents an “M”-like distribution with a protrusion in the middle, and the high-stress area continues to extend with the mining of the working face; in the direction of the working face, the high-level fissures continue to increase, the leading support stress increases continuously with the advancement of the working face.

关键词: 覆岩运动; 应力变化; 数值模拟

Keywords: overlying rock movement; stress change; numerical simulation

DOI: 10.12346/etr.v3i5.3604

1 引言

中国煤炭资源储量丰富, 目前正在开采的煤矿较多, 开采的规模形式也逐渐增大^[1]。实测分析与现场生产实践表明, 工作面开采后, 顶板破断产生采动裂隙, 形成的采动应力对采场围岩变形及矿压显现有重大影响^[2-3]。研究以上问题, 对于顶板压力控制以及减少或消除由于应力集中导致的矿压显现具有重要作用。因此, 论文在前人研究的基础上, 以 UDEC 数值模拟软件对陕西某煤矿二盘区工作面为研究对象, 研究采动影响下工作面覆岩空间与应力演化规律。

2 工程概况

中国正通煤业矿区二盘区布置了 5 个工作面, 201、202、203 工作面已经完成回采, 正进行回采 204 工作面。

工作面均采用走向长壁后退式采煤方法, 综合机械化放顶煤采煤工艺, 全部垮落法管理顶板。所采 4 煤为单一煤层, 煤层厚度为 0~15.0m, 平均 10.5m, 属于较稳定的厚煤层, 一般倾角 0°~7°。局部含一层夹矸, 夹矸厚度 0.20~0.40m, 平均厚度 0.26m, 夹矸岩性为泥岩、砂质泥岩, 结构简单。煤层伪顶多为炭质泥岩、泥岩, 厚度较小, 随煤层开采而垮落; 直接顶为粗砂砾岩、细粒砂岩、岩屑和暗色矿物, 局部夹细砂岩薄层或条带, 底板岩层为铝质泥岩和泥岩。

3 UDEC 数值模型建立

3.1 模型方案及尺寸

根据煤矿的地质条件以及开采顺序, 将其视为平面模型进行仿真模拟。模型按照工作面倾向布置和 204 工作面的走向布置所建立, 进而研究覆岩结构和应力在工作面倾向和走

【作者简介】董近兴 (1990-), 男, 中国山东菏泽人, 本科, 工程师, 从事矿井冲击地压防治研究。

表1 岩石物理力学参数

岩性	体积模量 (GPa)	剪切模量 (GPa)	内摩擦角 (°)	内聚力 (MPa)	抗拉强度 (MPa)
中砂岩	11.3	6.7	38	6.2	2.7
粗砂岩	10.9	6.3	36	5.8	2.5
泥岩	2.1	1.0	22	1.1	1.1
砂砾岩	10.4	2.8	33	1.9	1.2
粉砂岩	10.7	8.1	32	3.2	1.8
细砂岩	7.07	4	30	9.6	1.2
中粒砂岩	3.8	2.4	35	2.5	1.6
粗砾砂岩	6.5	4.1	28	7.2	8.5
砂质泥岩	4.4	2.5	3.6	4.2	2.5
煤	0.9	0.4	18	1.6	0.9
细粒砂岩	10.8	7.5	30	9.6	1.2

向破断的规律。

3.2 模型物理力学参数及边界条件

本模型物理力学参数如表1所示,模型屈服符合摩尔-库伦准则。模型底部限制垂直移动,侧面限制水平移动,上部施加等效重力载荷。

4 模拟计算及结果分析

4.1 顶板覆岩结构演化过程

4.1.1 工作面倾向开采

对四个工作面在开采之后的上覆岩层运动情况进行分析。201工作面回采后,工作面两个端头处形成“砌体梁”结构,同时裂隙带的高度发育至第一层亚关键层,煤层上方的直接顶与亚关键层产生了较大的裂隙;202工作面开采后,第一层亚关键层已发生滑落失稳,上覆软岩全部发生变形下沉,直接顶已被完全压实,垮落高度发育至第二层亚关键层处,并且形成了较为明显的离层裂隙;在203工作面开采后,第二层亚关键层也发生滑落失稳,同时位于上方的主关键层出现下沉现象,下沉幅度不明显;204工作面开采后,采空区的中部裂隙逐渐被重新压实,相应的裂隙度也逐渐减小,裂隙范围整体大致呈现出中间有突起的“M”状。

4.1.2 工作面走向开采

工作面推进60m时,采区上方的覆岩开始整体垮落。当工作面推进到80m时,由于采区的跨度较低,采空区上方只是出现离层增大的现象。当工作面推进到120m时,煤层上方的粉砂岩发生垮落,可以将基本顶看作梁结构,当岩块暴露长度无法支撑其重量时,基本顶就会完全跨断。推进到160m,采空区内部基本被充满,下部破碎的岩块和上部的岩体之间产生力的作用。在挤压条件下,离层间的裂隙会逐渐减小直到消失。当工作面推进到200m时,此时的煤体已经得到充分的采动,上方的岩层也仅存在较小的裂隙。在推进到220m时,较高层位的裂隙开始增大,并由向高层位发展的趋势。

4.2 应力变化规律

根据工作面倾向方向开挖后垂直应力变化曲线,201工作面开采后,两帮的应力为13MPa,其余2个工作面开采后,采空区一侧应力明显低于实体煤侧应力;4个工作面全部开采后,垂直应力的峰值位置距工作面的距离也逐渐增大。

根据工作面走向方向开挖后垂直应力变化曲线,当工作面推进至80m,应力峰值距离应力最低值为50m,推进到100m至220m时,距离上升至150m。而超前支承载力则一直处于上升状态,由30MPa增加至47MPa,位于工作面端头的冲击显现危险也在不断增大。

5 结语

①采用 UDEC 软件模拟了工作面倾向、走向开采后顶板覆岩破断形式特征及采空区对回采工作面的影响。倾向方向上,发现采空区上方的覆岩呈现“M”状,随着周围工作面采空区的增多,上层覆岩的结构由于受到协同作用的影响,垮落影响范围增大,从而导致高应力区域外延;走向方向上,工作面回采后裂隙由低层位向高层位发展的趋势,超前工作面的应力逐渐增大,工作面超前150m为应力较为集中的区域。

②由岩石垮落形成的裂隙圈的范围大小确定出初次来压和周期来压的步距大小分别为47m、20m。

参考文献

[1] 赵开功,李彦平.我国煤炭资源安全现状分析及发展研究[J].煤炭工程,2018,50(10):185-189.
 [2] 王金安,尚新春,刘红,等.采空区坚硬顶板破断机理与灾变塌陷研究[J].煤炭学报,2008(8):850-855.
 [3] 伍永平,刘旺海,解盘石,等.大倾角煤层长壁伪俯斜采场围岩应力演化及顶板破断特征[J].煤矿安全,2020,51(9):222-227.