

回采工作面覆岩破坏及采动应力分布演化特征研究

郭 睿 (西山煤电集团有限责任公司杜儿坪矿, 山西 太原 030053)

摘 要: 为了研究回采工作面覆岩破坏及采动应力分布特征及其演化规律, 本文以杜儿坪矿 68305 综采工作面为背景, 通过 FLAC3D 有限元数值模拟软件, 建立回采工作面模型, 对工作面覆岩破坏及采动应力分布演化特征进行研究, 其结果表明: 随着工作面向前推进, 在顶板围岩形成稳定的“压力拱”结构; 超前支承压力稳定在工作面前方 25m 左右; 通过工作面覆岩切向应力曲线发现未充分采动时, 超前支承压力变化较大, 充分采动时, 超前支承压力逐渐趋向稳定。

关键词: 回采工作面; 覆岩; 应力; “压力拱”

煤层回采工作面自开切眼到采空区初次来压期间, 基本顶与老顶的应力发生卸荷, 导致采空区周围出现明显的应力集中, 而在回采工作面的推进过程中, 煤壁前方的超前支承压力处于一个动态的变化过程, 支承压力的显现特征通常通过支承压力的分布范围, 分布形式以及应力峰值来表示。本文通过建立数值模拟模型, 对煤层回采工作面前方煤壁的应力及塑性破坏进行探究, 以获得回采工作面采动应力的分布特征及其演化规律, 为工作面的安全生产提供理论基础。

1 回采工作面开采后应力重分布分布模型

地下煤体在开下之前, 原岩体处于应力平衡状态, 而煤炭的开采破坏了原岩应力的力学平衡状态, 从而引起回采工作面周围岩体的增压与卸荷。随着工作面的向前推进, 在工作面前方形成应力分区, 根据切向应力大小可以分为增压区、减压区和稳压区。在煤层开采完以后, 采空区上部岩层重量向采空区周围岩体转移, 从而在采空区周围形成支承压力带。随着工作面向前推进, 在煤壁前方形成超前支承压力, 在工作面后方形成采空区支承压力, 在倾向方向形成残余支承压力。而对于近水平煤层开采, 工作面长度方向和推进方向“压力拱”壳基本呈对称形态, 覆岩内“压力拱”主要有以下特征: 顶板岩层破裂并在自重作用下逐渐冒落充填采空区, 岩体内应力达到一种新的平衡而不再移动。随着工作面的推进, 又打破新的平衡, 顶板岩层破裂继续充填采空区。岩体的移动就是这种“破裂—平衡”往复循环过程, 直至形成一个整体的自稳状态; “压力拱”线位于工作面覆岩弯曲带和采场周围未失稳岩体中, 在工作面长度和推进方向上具有几何形态近似对称性; “压力拱”拱壳存在于尚未断裂的覆岩中, 拱高一般大于采动覆岩裂隙发育的最大高度。

2 矿井概况

杜儿坪矿位于太原市以西 20km 处的西山煤田中部, 隶属于山西焦煤西山煤电集团公司, 井田面积 63.1km², 属高瓦斯矿井。矿井可采煤层 7 层, 生产能力 385 万 t/a, 开采水平为 +1010m, 杜儿坪矿 73904 回采工作面几何尺寸为: 走向长度 960m, 倾向长度 143m, 面积 137126.8m²。煤层总厚 3.15~4.0m, 平均厚 3.55m。其中 68305 综采工作面位于杜儿坪矿北 35 尺盘区, 走向长 1128m, 采长 236m, 平均采高 4.8m, 可采储量 147 万 t, 属于高瓦斯盘区, 瓦斯治理难度比较大, 工作面采用“U 型”通风方式。

3 数值模型建立及参数考虑

数值模型尺寸为 100m × 40m × 10m, 煤层顶板岩体成

分组成主要为粉砂岩和泥砂岩, 底板岩体成分组成主要为细粒砂岩和中粒砂岩。根据平面应力条件, 在模型的前后、左右以及下表面采用应力约束, 在上表面施加 10MPa 压力用来模拟上覆岩层重量, 煤层顶底板具体物理参数自上而下依次是粉砂岩平均厚度 17m, 密度 2540kg · m⁻³, 抗拉强度 3.8MPa; 泥岩平均厚度 10m, 密度 2500kg · m⁻³, 抗拉强度 1.8MPa; 煤层平均厚度 4m, 密度 1390kg · m⁻³, 抗拉强度 1.53MPa; 细粒砂岩平均厚度 4m, 密度 2560kg · m⁻³, 抗拉强度 3.6MPa; 中粒砂岩平均厚度 15m, 密度 2550kg · m⁻³, 抗拉强度 3.4MPa。同时, 在煤层覆岩布置 29 个应力监测点以监测工作面前后方覆岩应力变化。

4 覆岩塑性区分布演化特征

图 1 为工作面覆岩塑性区形态, 从图中可以看出随着工作面的向前推进, 采空区上方基本顶塑性区形态为拉破裂与剪破裂, 说明基本顶的垮落原因主要是由于基本顶上部岩层重量所造成的拉剪混合破裂。在工作面前方的煤体破坏主要以剪切破坏为主。随着工作面推进, 上覆岩层发生应力重分布, 在回采空间上方形成“压力拱”结构, 而该结构随着回采面的向前推进在不断失稳及重新形成, 在上覆岩层形成一个稳定结构。

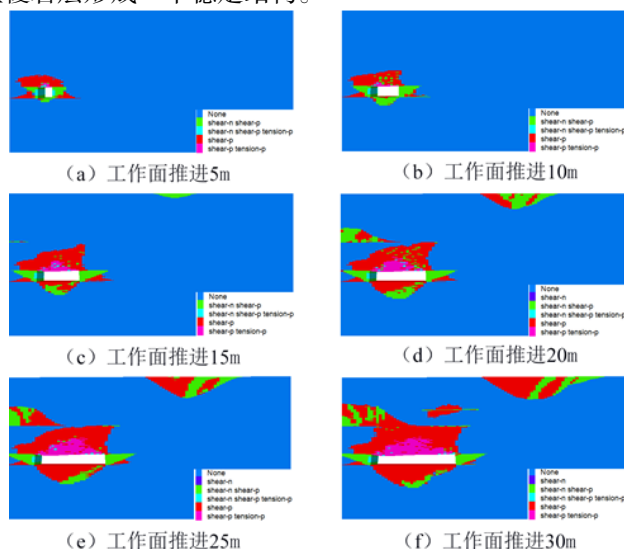


图 1 覆岩塑性区分布

5 采动应力分布演化特征

图 2 为工作面向前推进时切向应力云图, 当工作面第一次向前推进时 (图 2 a), 可以明显的看出在巷道周围出现了不同程度的泄压, 上覆岩层的重量向工作面前后方深部围岩转移, 而在工作面顶底板围岩出现了拉应力集中, 说明顶底板容易发生拉破坏, 在煤层开采 (下转第 250 页)

地钒和铬的转化过程功效除钒浸出程序外,钒浸出氧化程序钒和铜的共萃取铬和铜的性质包括铬有效性。相液电解槽的搅拌和接触对相液电解槽的环境和转移非常重要,需要注入足够的固体相液电解的紧急情况相液电解的紧急情况问题是尽可能少的。二是压力源。浸出压力源于水热处理的压力,水热处理的压力源于温度和压力,浸出过程的压力源于水热处理的压力发展,浸液技术洛杉矶工业公司发展趋势:前一阶段的特点是浸出过程中的压力,而不是传统产品的集中金属冶金、工业和全球资源利用可再生能源技术和环境的发展是一个重要的发展方向,固相扩散对内部扩散的影响;这是压力与压力的协同作用库伦,开在含钒量丰富的碱性环境中,浸出过程的控制和钒成分的控制是限制浸出的关键活动时间和时间浸出作用结果表明,钒和铬的氧化转化温度和反应条件是相同的,这是一种有效的转化。在反应温度不变的条件下,通过改变压力场和流场的作用,可以使碱反应介质的浓度从 80% 降低到 50%。通过深入研究钒渣在富氧碱性介质中的强化机理和多场协同作用规律,预计钒渣在富氧碱性介质中的分解将大大降低钒铬共萃取条件。这为工业化奠定了坚实的基础过程在反应温度 200~400℃ 范围内,传统工艺使钒回收率由 80% 提高到 95% 以上现场强化工艺使铬回收率提高

85% 以上。这使得 RE 得到了充分的利用新工艺采用介质循环,由于反应温度降低,大大降低了能耗;生产废渣、废水和有毒炉膛气体的工艺是清洁的。

3 结束语

随着我国钒产业的发展,冶金通讯设计,钒化学工业和钒合金工业链,为了实现废物循环,尽可能将废物转化为资源,使废物成为珍贵的,损害是从根本上解决大规模毁灭性化学废物的资源化和绿色生产问题的有益手段。固体废物氧化钠焙烧法从钒渣中提取钒产生的钒渣。钒尾渣中含有大量的铁和少量的尾渣。钒尾渣-铸铁烧结法是把钒尾部分换成钒精矿的一部分,用于烧结和准备烧结,将铸铁回高炉。这项研究收集了钒和钒的元素为炼铁和高炉钒提取尾渣技术的形成。

参考文献:

- [1] 世界卫生组织.国际化学品安全方案[R].日内瓦世界卫生组织.2019.142-152.
- [2] 李晓军.钒渣尖晶石生长规律及钒渣钙化焙烧机理的研究[D].重庆:重庆大学,2019.
- [3] 莱奥尼德·安德里维奇·斯米诺夫,等.钒渣的生产方法[P].中国专利:86106699,2019-04-20.

(上接第 248 页)的时候应采取相应的对顶底板的支护措施。随着煤层向前推进,工作面前方 25m 左右逐渐出现超前集中应力(图 2c-d),当工作面推进 25m 时,在停采线后方同样出现应力集中,而工作面前方的集中应力逐渐向深部转移。随着工作面的向前推进,应力集中系数在逐渐变大,集中应力向围岩深部转移。通过切向应力云图可以看出“应力拱”结构随着工作面的推进逐渐向深部发育,使得采场上方形成一个稳定的应力结构。

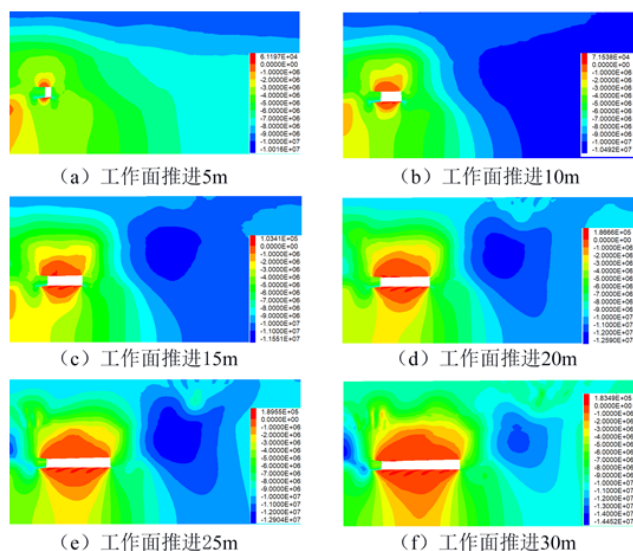


图 2 回采工作面切向应力分布

在 FLAC3D 中调出 29 个应力监测点的切向应力,在工作面推进 5m 时,覆岩受采动影响应力均低于原岩应力,

切向应力处于减压区范围,但应力曲线呈先减小后增大的趋势。当工作面推进 10m 时,覆岩进一步卸压,切向应力仍处于减压区。当工作面推进 15m 时,覆岩卸压至 0,说明工作面后方切向应力为 0 的监测点所处的基本顶均已垮落,由此可判断本煤层的初次来压步距为 15m 左右,此时覆岩切向应力曲线出现了明显的应力峰值。随着工作面进一步推进,应力为 0 的区域进一步变大,曲线应力峰值变大且向深部转移。而在未充分采动时,超前支撑压力变化较大,当充分采动时,超前支撑压力逐渐趋于稳定。

6 结论

- ①以杜儿坪矿 68305 综采工作面为背景,建立 FLAC3D 数值计算模型,在工作面推进 5m~30m 期间得到了覆岩塑性区分布特征及切向应力演化特征,发现回采面后方基本顶垮落是由于岩层拉剪混合破裂造成的,而在切向应力云图中,一个稳定的“应力拱”随着工作面推进逐渐形成;
- ②通过调出覆岩切应力曲线,发现初次来压步距在 15m 左右,在未充分采动时,超前支撑压力变化较大,当充分采动时,超前支撑压力逐渐趋于稳定,超前支撑压力基本位于 25m 左右。

参考文献:

- [1] 邱晟钧,张少彦,曹勇,薛磊.综采工作面采动覆岩破坏形态与应力演化规律研究[J].山西焦煤科技,2020(09):43-47.
- [2] 杨胜利,刘颖颖,李杨,等.浅埋房柱式采空区下近距离煤层综采顶板控制技术[J].煤炭学报,2011,36(03):366-370.