

Study on Emiting Rate of Fully Mechanized Top-coal Caving Face

Zhou Haidong

(Chinese Academy of Land & Resource Economics, Bei jing 101149)

Abstract: Emiting rate of fully mechanized top-coal caving face affects rate of return very much. The paper is on account of PFC numerical simulation which simulates influence to hard seam in soft top-coal seam. The result indicates breaking level and hard seam having huge influence to emitting rate of top-coal, and gives some suggestions to improve emitting rate of soft top-coal seam. The result of simulation has something refering value for the research of fully mechanized top-coal caving face.

Keywords: particle flow code dimensions; Emiting rate of fully mechanized top-coal caving face; rate of return

综放开采含硬夹层顶煤放煤率的研究

周海东

(中国国土资源研究院, 北京 101149)

摘 要: 放顶煤开采顶煤放出率的大小对区段的回收率影响很大, 本文基于计算机 PFC 数值模拟对厚度硬夹层的顶煤进行模拟分析, 研究结果表明, 硬夹层的破碎程度以及硬夹层的厚度大小对顶煤放出率的影响很大. 提出了提高顶煤放出率的建议, 研究结果对我国放顶煤开采顶煤开采研究具有参考价值。

关键词: PFC; 顶煤放出率; 回收率

放顶煤开采工艺中, 顶煤的放出率水平对煤炭回收率的影响很大, 而对于含硬煤夹层的顶煤来说, 硬煤夹层的厚度对顶煤放出率的影响很大, 因此提高含硬夹层顶煤的放出率是首先要解决的问题。本文通过模拟软件 PFC 对含不同厚度的硬煤夹层的顶煤放出率进行模拟, 找出不同厚度硬夹层对顶煤放出率的影响规律, 最后提到提高含硬煤夹层的顶煤放出率的途径。

1 PFC 程序简介

颗粒流方法是通过离散单元方法来模拟圆形颗粒介质运动及其相互作用, 它采用数值方法将物体分为有代表性的多个颗粒单元, 通过颗粒间的相互作用来表达整个宏观物体的应力响应, 从而利用局部的模拟结果来研究边值问题连续的本构模型。PFC 是颗粒流程序, 既可以模拟圆形颗粒的运动与相互作用问题, 也可以通过两个或多个颗粒与其直接相邻的颗粒连接形成任意形状的组合体来模拟块体结构问题。其在岩土工程中的主要模拟对象如图 1 所示, PFC 中颗粒单元的

直径可以是一定的, 也可以按高斯分布规律分布, 单元生成器根据所描述的单元分布规律自动进行统计并生成单元。通过调整颗粒单元直径, 可以调节孔隙率, 通过定义可以有效地模拟岩体中节理等弱面。颗粒间接触相对位移的计算, 不需要增量位移而直接通过坐标来计算。

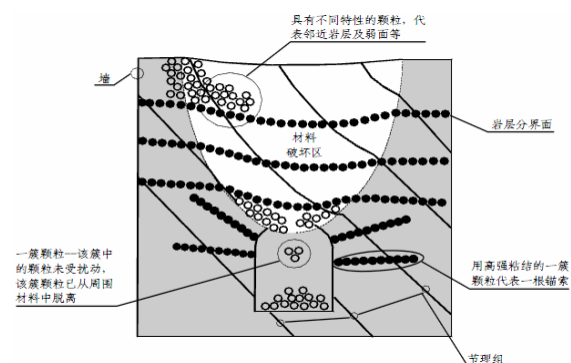


图 1 PFC2D 的主要模拟对象

2 工程概况及岩石参数

2.1 工程概况

某矿 203 工作面煤层厚度 5.3~8.7m，平均 7.8m，煤层倾角平均为 12°，工作面倾斜长 180m，推进长度 1658m；煤质较软，硬度系数为 0.9。在

顶煤中含有一定厚度的硬煤夹层，硬度系数为 1.3，厚度为 0.4~1.6m。直接顶砂质泥岩，平均厚度为 4.23m；老顶较坚硬，平均厚度为 3.5m。割煤截深 0.6m，割煤高度 2.5m，放煤高度 5.3m，采放比 1:2.12。

表 1 工作面顶底板岩性

煤 层 顶 底 板 情 况	顶底板名称	岩石名称	厚度（m）	岩性特征
	老顶	砂岩	3.5	灰白色含砾粗砂岩，成份主为石英，高岭土泥质胶结、较坚硬。
	直接顶	泥岩煤岩互层	4.13	灰色深灰色砂质泥岩，夹薄煤线，底部为深灰色粉砂岩及粗砂岩。
	直接底	砂质泥岩	5.57	深灰色泥岩，砂质泥岩，具植物根系化石，下部具鲕状结构。
	老底	细砂岩	14.83	褐灰色、紫杂色泥质粉砂岩夹砂质泥岩，中细砂岩薄层。

目前工作面现场经验，工作面顶煤放出率极低，大块度的顶煤在放煤口相互咬合，形成拱结构大量块度矸石从拱形结构缝隙中漏出，但顶煤却放不出来。

2.2 岩石参数定

根据现场取样和岩石力学实验结果，并考虑到岩石的尺度效应，模拟计算采用的岩体力学参数如表 2 所示。

表 2 岩体力学参数表

岩石名称	块度/mm	厚度/m	容 重 /kg·m ⁻¹	法 向 刚 度 /N·m ⁻¹	切 向 刚 度 /N·m ⁻¹	粘结力 N	摩 擦 因 数
顶煤 1	20~25	2.0	1300	2.0×10 ⁸	2.0×10 ⁸	0	0.4
顶煤 2	25~30	2.0	1300	2.5×10 ⁸	2.5×10 ⁸	0	0.4
顶板 1	50~60	10.0	2400	4.0×10 ⁸	4.0×10 ⁸	0	0.4
顶板 2	90~100	10.0	2500	5.0×10 ⁸	5.0×10 ⁸	0	0.4

分析硬煤分层对顶煤回收率的影响，建立硬煤厚度为 1.3m、2.0m 和 2.5m 的模型，采用两采

一放的放煤步距（1.2m），对回收率进行分析，3 种模型硬煤夹层所设定的参数，如表 3 所示。

表 3 岩体力学参数表

硬煤厚度 /m	块度 /mm	容重 /kg·m ⁻¹	法向刚度 /N·m ⁻¹	切向刚度 /N·m ⁻¹	粘结力 N	摩擦 因数
1.3	30~50	1400	3.0×10 ⁸	3.0×10 ⁸	0	0.4
2.0	60~80	1400	3.4×10 ⁸	3.4×10 ⁸	0	0.4
2.5	80~100	1400	3.8×10 ⁸	3.8×10 ⁸	0	0.4

3 模拟过程及结果分析

根据本试验的实际情况，模拟的实际距离为 18~20m 之间，为消除边界影响，确定模型实际

尺寸为 60.2m，能够基本反映流动与放出规律。模拟的如图 2。

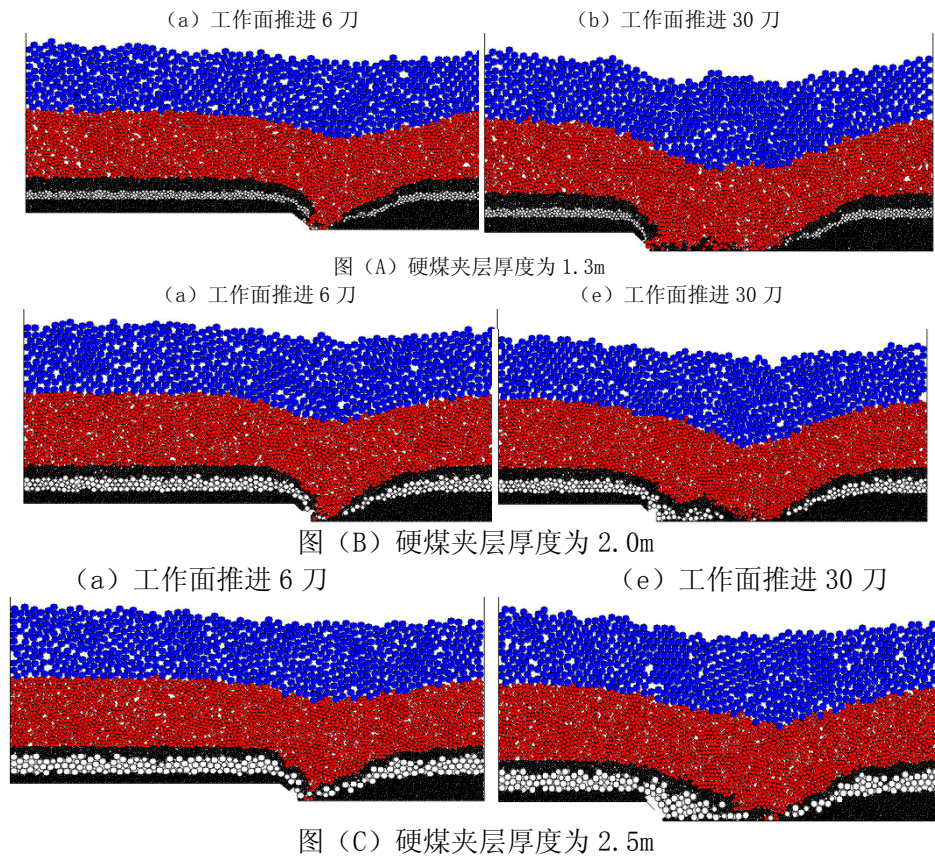


图 2 含不同厚度硬煤夹层的顶煤放出规律

当夹矸厚度较大的时, 顶煤移动最终曲线发生变化, 且可以看出顶煤的放出率是逐渐减小的。另外, 对这三种厚度下的顶煤回收率和损失

率进行了统计和比较, 如表 4 所示, 综合分析, 得出了硬煤厚度与顶煤回收率的关系曲线, 如图 3 所示:

表 4 顶煤回收率及损失率

硬煤厚度/m	下位顶煤损失率/%	硬煤分层损失率/%	上位顶煤损失率/%	总损失率/%	总回收率/%
1.3	9.81	4.17	45.45	18.52	81.48
2.0	13.48	33.79	78.33	41.46	58.54
2.5	14.95	85.76	105.85	76.20	23.80

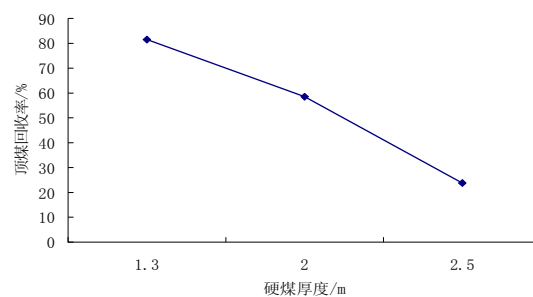


图 3 硬煤厚度与顶煤回收率关系图

在不同硬度厚度下，各分层顶煤的放煤损失率在总损失率中所占的比例如图 4 所示。

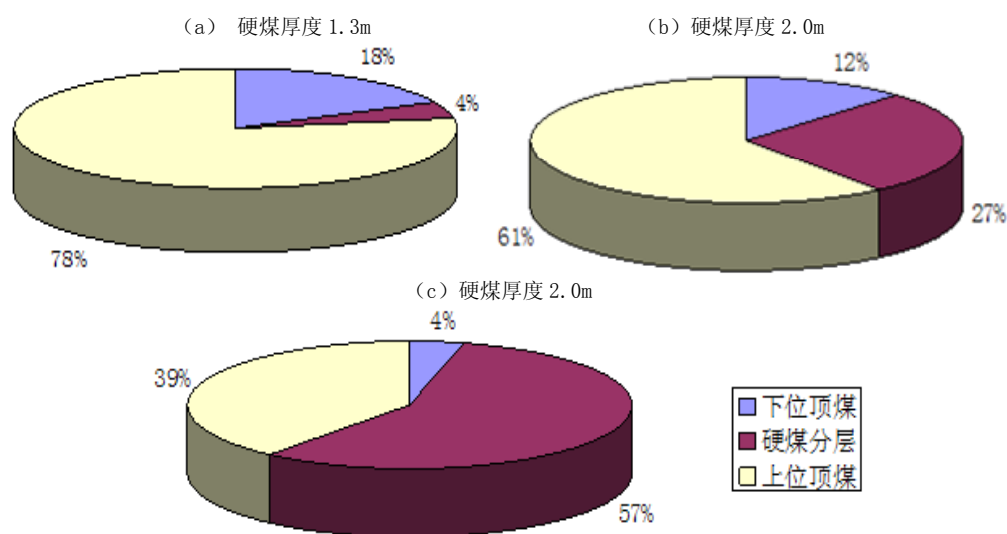


图 4 不同硬煤厚度下各分层损失比例

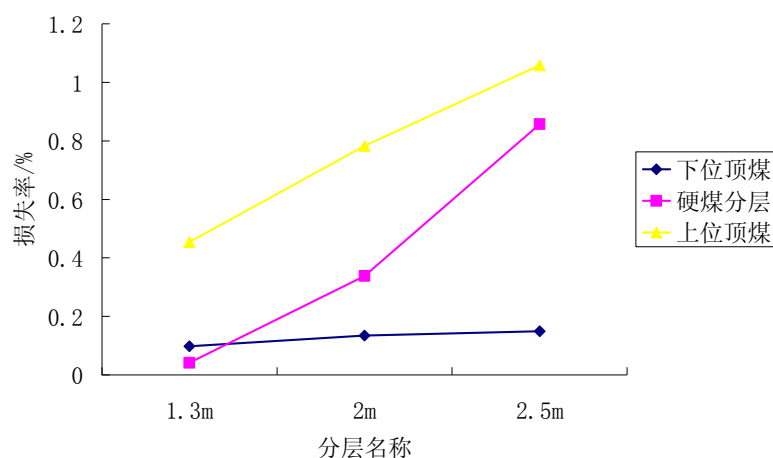


图 5 不同硬煤厚度下各分层损失率

由表 4 和图 2~5 可以看出，随着硬煤分层厚度的增加，顶煤回收率逐渐降低，而损失率逐渐增加。各分层顶煤在总损失中所占比例却不相同，上位顶煤损失所占比例最大。另外，随着硬煤厚度的增加，各分层的损失率也增加，上述比例也发生变化，下位和上位顶煤损失减少，而中位顶煤损失增加。经上述分析可以看出，硬煤会层主要是对上位顶煤产生影响，造成其不能顺利放出，损失率增加，回收率降低。但随着其厚度的增加，硬煤分层对其自身的影响也逐渐加大，造成其自身不能顺利放出，增加了损失率，同样也会对上位顶煤造成影响，而对下位顶煤影响甚

少。

通过以上分析可以看出，随着硬煤分层厚度的增加，顶煤回收率逐渐降低，而损失率逐渐增加。各分层顶煤在总损失中所占比例却不相同，上位顶煤损失所占比例最大。另外，随着硬煤厚度的增加，各分层的损失率也增加，上述比例也发生变化，下位和上位顶煤损失减少，而中位顶煤损失增加。经上述分析可以看出，硬煤会层主要是对上位顶煤产生影响，造成其不能顺利放出，损失率增加，回收率降低。但随着其厚度的增加，硬煤分层对其自身的影响也逐渐加大，造成其自身不能顺利放出，增加了损失率，同样也会对上

位顶煤造成影响,而对下位顶煤影响甚少。

4 结论与解决方案

(1)就硬煤分层对顶煤放出率的影响进行了分析,硬煤夹层的存在是导致上位顶煤不能顺利放出的主要原因,而造成了损失,上位顶煤的损失是放煤损失的主要部分。

(2)随着硬煤分层厚度的增加,顶煤回收率逐渐降低,而损失率逐渐增加,各分层的损失率也增加,其在总损失中所占比例也发生了变化,下位和上位顶煤损失减少,而中位顶煤损失增加。说明随着其厚度的增加,硬煤分层对其自身的影响也逐渐加大,造成其自身不能顺利放出,增大了损失率,同时也会对上位顶煤造成影响,而对下位顶煤影响甚少。

(3)在不改变现有生产条件的情况下,适当调整工作面开采参数可以加剧含硬煤分层顶煤的破断,在适当条件下,可以采取煤层注水强制弱化硬煤分层,降低硬煤分层的强度,使顶煤更加破碎,提高顶煤的回收率。

References (参考文献)

- [1] WANG Jiachen,BAI Xijun. The research on the fractured blocks of the top-coal in the longwall top-coal caving technique of the hard coal seam[J].JOURNAL OF CHINA COAL SOCIETY, 2000(3): 238~242. (in Chinese)
王家臣,白希军.坚硬煤体综放开采顶煤破碎块度的研究[J].煤炭学报, 2000(3): 238~242.
- [2] CAO Shengen. Numerical simulation study on roof stability of face area in fully mechanized mining with top coal caving[J]. Coal Mining Technology, 2005, 10(1): 1-5. (in Chinese)
曹胜根.综放开采端面顶板稳定性的数值模拟研究[J].数值模拟方法确定综放工作面支架工作阻力.煤炭开采, 2005, 10(1): 1-5.
- [3] WANG Jiachen. Mechanism of the rib spalling and the controlling in the very soft coal seam.JOURNAL OF CHINA COAL SOCIETY, 2007, 32(8): 785-788.(in Chinese)
王家臣.极软厚煤层煤壁片帮与防治机理.煤炭学报[J].2007, 32(8): 785-788.
- [4] WANG Jiachen,FU Qiang.The loose medium flow field theory and its application on the longwall top-coal caving.JOURNAL OF CHINA COAL SOCIETY, 2002(4): 337~341.(in Chinese)
王家臣,富强.低位综放开采顶煤放出的散体介质流理论与应用[J].煤炭学报, 2002(4): 337~341.
- [5] S.V. Lavrikov. A Method of Increase in Bearing Strength of Rock Mass around a Mine working.Journal of mining Science,2003,39(5):444~452