

Study of Abutment Pressure on Fully Mechanized Working Face Advancing Speed

Donghai Xie^{1,2}, Chuanqu Zhu^{1,2}, Zhuohui Zhu^{1,2}, Ze Zhou¹, Yi Ou¹

¹School of Mining and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan Hunan

²Hunan Provincial Key Laboratory of Coal Mine Safety, Xiangtan Hunan

Email: donghaixie@163.com

Received: Aug. 11th, 2015; accepted: Jan. 26th, 2016; published: Jan. 29th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In coal mine production, the speed of working face advancing is one of the important factors affecting the support pressure. Based on the 21126 production technology and geological conditions of fully mechanized working face of Huopu Mine, the *in-situ* rock pressure measurement and FLAC3D numerical simulation, the behavior regularity of the mine pressure at different advancing speeds is studied. Research shows that: in the 35 - 80 m segments in front of the working face, stress change is bigger, strongly affected by mining; within the scope of 35 m in front of the working face, stress changes drastically, seriously affected by mining; when the speed is greater than 7 m/d, the plastic zone at the right side of the stone door increases; surrounding rock at the right side looses; caving phenomenon is obvious and support work becomes harder. So, working face advancing speed which is 5 to 7 m/d is more reasonable.

Keywords

Fully Mechanized Working Face, Advancing Speed, Abutment Pressure, Mine Pressure, Observation, Numerical Simulation

综采工作面推进速度对支承压力影响研究

谢东海^{1,2}, 朱川曲^{1,2}, 朱卓慧^{1,2}, 周泽¹, 欧懿¹

¹湖南科技大学能源与安全工程学院, 湖南 湘潭

²煤矿安全开采技术湖南省重点实验室, 湖南 湘潭

Email: donghaixie@163.com

收稿日期：2015年8月11日；录用日期：2016年1月26日；发布日期：2016年1月29日

摘要

在煤矿生产中，工作面的推进速度是影响支撑压力的重要因素之一。文章基于火铺矿21126综采工作面生产技术及地质条件，采用现场矿压实测及FIAC^{3D}数值模拟，研究了不同推进速度时的矿压显现规律。研究表明，工作面前方35~80 m区段内，应力变化较大，受采动影响较为强烈；工作面前方35 m范围内应力变化剧烈，受采动影响十分严重。推进速度大于7 m/d时石门右侧塑性区范围加大，右侧围岩松散垮落现象明显，支护工作难度加大，所以工作面推进速度为5~7 m/d较为合理。

关键词

综采工作面，推进速度，支承压力，矿压，实测，数值模拟

1. 引言

矿压研究是改善岩层控制，提高综采工作面技术经济效益的基础工作[1] [2]。工作面前方支承压力是矿山压力的重要组成部分。目前，国内外专家学者对采场前方支承压力进行了大量研究[3] [4]。工作面前方支承压力的分布、大小等与工作面推进速度存在密切关系。为了解掌握工作面前方支承压力与工作面推进速度之间的关系，确定合理的工作面推进速度，在火铺矿 21126 综采工作面进行了矿压观测实测，得到了大量资料，达到预期目标[5]。

2. 工作面概况

火铺矿位于贵州省盘江县境内，该矿 21126 综采工作面为 21 采区 12#煤层第三亚阶段北翼回采工作面，南东至 21 采区 21126 外上山，北西至工业广场保安煤柱线，上覆 7#煤层 2172、2174、2176 采面早已回采结束，下覆 14#煤层尚未开采。21126 综采工作面标高 1400 m，地面标高 1960 m，平均走向长度 635.5 m，可采平均倾斜长度 125.3 m，其煤层倾角约为 24°，煤层厚 4.6 m，煤层顶底板岩性见表 1。21126 运巷全长 651 m，规格为下宽 × 中高 4.6 m × 2.9 m。21126 风巷全长 643 m。

3. 矿压观测

3.1. 观测设备

采用 YHY-60 型单体柱压力测量仪配合矿用手持采集器对 21126 工作面进行超前支承压力的测量，测量仪表及原理如图 1，在上下顺槽不同位置，工作面不同推进速度下进行了数据采集存储、收集、分析。

3.2. 压力表测量点的布置

在 21126 回风巷和运输巷距工作面煤壁 100 米、200 米、300 米处各安装一台测力仪，编号 A，B，C，D，E，F。具体布置如图 2。A，D 测点以前 100 m，工作面推进速度为 7 m/d 左右；B，E 测点前 100 m，工作面推进速度 5 m/d 左右；C，F 测点前 100 m，工作面推进速度为 3 m/d 左右。工作面推至 A、D 测点处时，用红外线手持采集器采集并存储相关数据后，将 A、D 测点测力仪卸下，并将测力仪清零。工作面推至其它测力点处时，重复上面操作，三台测力仪数据收集完毕时，为一个测量周期。

Table 1. Characteristics of roof and floor of the coal seam
表 1. 煤层顶底板性质

	顶板名称	岩石名称	厚度(m)	岩性特征
煤层顶底板	老顶	细沙岩	9.0	灰色细砂岩与薄层状菱铁矿互层
	直接顶	粉砂岩	1.5	灰色泥岩与 0.01~0.02 m 的菱铁矿互层
	直接底	泥岩	0.3~0.5	灰色泥岩, 无层理, 遇水呈泥状
	老底	砂质泥岩	3.1	灰色砂质泥岩夹层状菱铁矿互层



Figure 1. Analysis real diagram of data storage, acquisition, upload system
图 1. 数据存储、采集、上传系统分析实物图

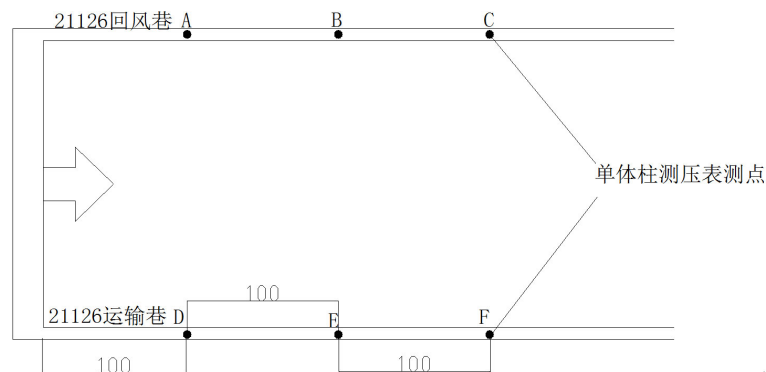


Figure 2. Measuring point arrangement of monomer column
图 2. 单体柱测压表测点布置

3.3. 工作面上下巷支承压力的分布规律统计

通过对回采期间, 21126 工作面前方支承压力的观测, 整理分析所测数据绘制出工作面超前支撑压力变化规律图。如图 3 所示。

图中 A, D 曲线为工作面推进速度为 7 m/d 时压力表所测数据; B, E 曲线为工作面推进速度 5 m/d 时压力表所测数据; C, F 曲线为工作面推进速度为 3 m/d 时压力表所测数据。经统计整理分析可知, 工作面上下巷超前支承压力的分布规律及变化特点如下:

1) 从整体趋势来看, 超前集中应力在回采工作面前方的分布, 大体分为 3 个阶段: 在工作面前方 80 m 以外处应力不发生变化, 未受到采动影响; 工作面前方 35~80 m 区段内, 应力变化较大, 受采动影响较为强烈; 工作面前方 35 m 范围内应力变化很大, 受采动影响十分剧烈, 随着工作面的不断推进, 支

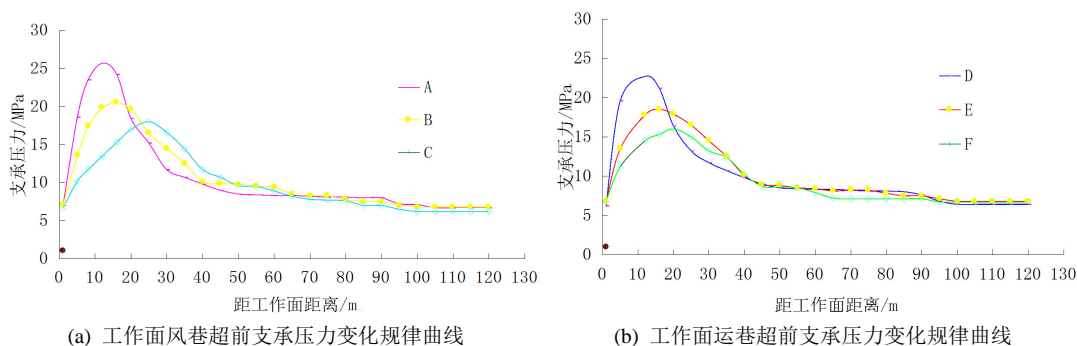


Figure 3. Regulation of lead abutment pressure

图 3. 工作面超前支承压力变化规律

承压力一直呈增大趋势，达到峰值以后又开始逐渐降低。

2) 从各个不同曲线图对比分析可知，工作面超前支承压力的峰值及峰值位置会随着工作面推进速度的改变而不同。在不同的推进速度下，各条曲线的压力峰值大小不同，出现的位置也不同，推进速度越大其峰值出现的位置就更加靠前。推进速度为 7 m/d 时，距工作面约 10~12 m 处达到峰值；推进速度为 5 m/d 时，距工作面约 14~16 m 处达到峰值；推进速度为 3 m/d 时，距工作面约 20~22 m 处达到峰值。

3) 当工作面推进速度相同时，工作面前方支承压力受工作面回采的影响从 80 m 左右处开始，并随着工作面地不断推进先是缓慢增强，靠近煤壁约 15~20 m 范围内又呈急剧下降趋势。当工作面推进速度不同时，工作面前方支承压力变化幅度很大，推进速度越快，在煤壁 5~20 m 范围内，压力曲线斜率越大，其超前支承压力变化幅度越大，峰值位置也越靠近煤壁位置。

4) 从支承压力分布情况来看，受工作面采动影响导致围岩集中应力的动态转移，高应力区集中分布在距煤壁 5~20 m 范围内。

根据上述分析可知，工作面推进速度在 5 m/d 左右是比较合适的，工作面前方 5~20 m 范围为高应力集中区域，应加强支护。

4. 数值模拟分析

4.1. 模拟模型的建立

FIAC3D 数值模拟软件是有限差分软件，通过将连续介质的动态演化过程转化为离散节点的运动方程和离散单元的本构方程求解[6]。本文采用 FIAC3D 模拟软件，采取分步开挖的方式建立三维模型，模拟工作面在不同推进速度下巷道围岩支承压力分布。煤岩层岩石力学参数如表 2 所示。

4.2. 数值模拟结果分析

通过 FIAC^{3D} 软件模拟 21126 工作面在 3 m/d、5 m/d、7 m/d、10 m/d 的推进速度下围岩支承压力和塑性区的分布。不同推进速度下围岩支承压力云图如图 4，工作面不同推进速度下围岩塑性区分布如图 5。

从图 4 可知，随着推进速度的变化，工作面前方支承压力分布范围也随之发生变化。当 21126 工作面推进速度为 3 m/d 时，工作面前方应力集中范围和程度较小，对石门围岩稳定影响较小；随着 21126 工作面推进速度的加快，工作面前方应力集中现象逐渐明显，当推进速度大于 5 m/d 时的应力集中程度已经十分明显，石门围岩右测变形较大，稳定性较差；当推进速度大于 7 m/d 以后应力集中程度已基本不再发生改变，对石门围岩稳定性影响也基本保持不变。

分析图 5 可知，工作面回采导致了前方产生塑性破坏区。工作面推进速度小于 5 m/d 时，塑性区变

Table 2. Mechanic parameters of rack mass
表 2. 煤岩层岩石力学参数

编号	岩性	密度 Kg/m ³	体积模量 Gpa	内聚力 Mpa	内摩擦角(o)	切变模量 Gpa	抗拉强度 Mpa
1	粉砂岩	2560	25.5	4.5	25	6.5	4.8
2	17#煤层	1500	13	2	20	1.6	3.5
3	粉砂岩	2560	25.5	4.5	25	6.5	4.8
4	14#煤层	1500	13	2	20	1.6	3.5
5	细砂岩	2500	23	4	32	8.3	3.6
6	12#上煤层	1500	13	2	20	1.6	3.5
7	粉砂泥岩	2550	17	2.5	29	4.8	1.2
8	10#煤层	1500	13	2	20	1.6	3.5
9	粉砂岩	2560	25.5	4.5	25	6.5	4.8

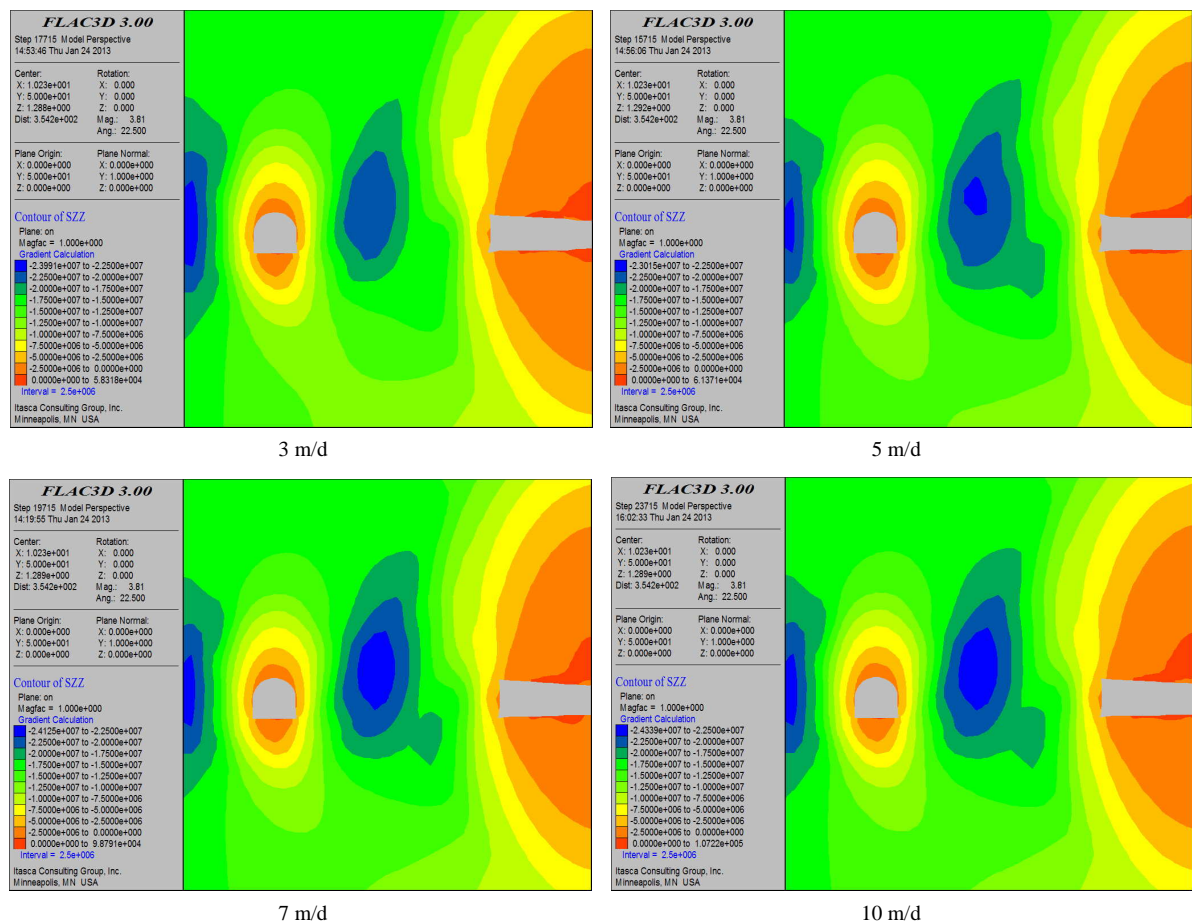


Figure 4. Cloud picture of surrounding rock abutment pressure in different advance speed
图 4. 不同推进速度下围岩支承压力云图

化不是很明显。随着推进速度的增加，塑性区范围不断增大，当推进速度达到 7 m/d 时工作面煤壁前方的塑性区与石门周围塑性区已经开始接近贯通，推进速度达到 10 m/d 时工作面煤壁前方的塑性区与石门周围塑性区已经贯通，破坏最为明显，所以工作面推进速度 5~7 m/d 较为合理，这与现场实测分析结果

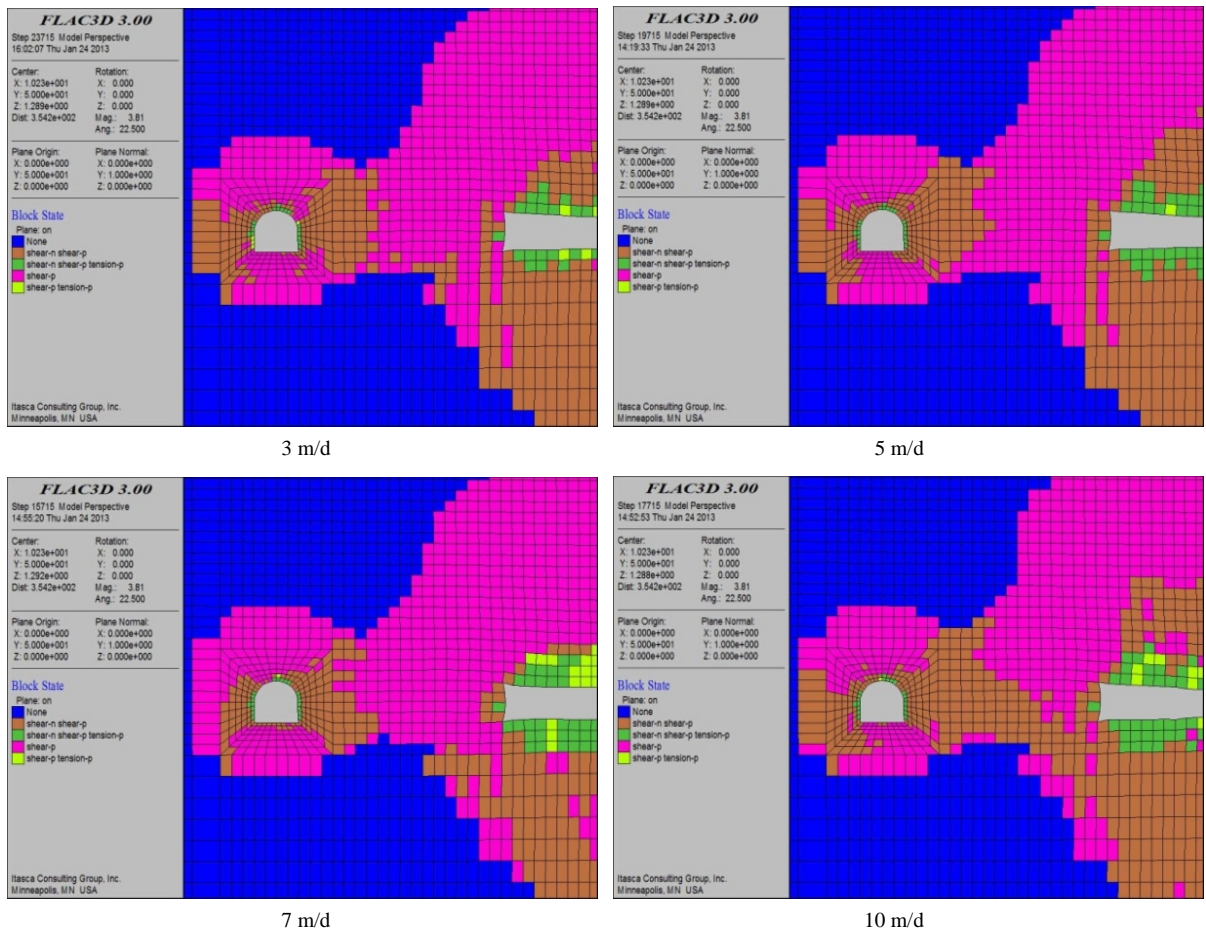


Figure 5. The distribution of plastic zone in different working face advance speed
 图 5. 工作面不同推进速度下围岩塑性区分布

基本相同。

5. 结论

- 1) 受工作面采动影响，在工作面前方会形成集中应力，在工作面前方 80 m 以外采动影响不太明显；工作面前方 35~80 m 区段内，应力变化较大，受采动影响较为强烈；工作面前方 35 m 范围内应力变化剧烈，受采动影响十分严重。
- 2) 工作面推进速度的不同，对回风石门的影响也很大，随着工作面推进速度的不断增加，靠近工作面煤壁前方的塑性区范围不断增大。当推进速度大于 7 m/d 时石门右侧塑性区范围加大，右侧围岩松散垮落现象明显，支护工作难度加大，所以工作面推进速度为 5~7 m/d 较为合理。
- 3) 煤矿生产过程中应根据工作面前方塑性区范围、应力分布情况等，确定合理的工作面推进速度。

基金项目

国家自然科学基金“高瓦斯综采工作面矸石充填基础理论及瓦斯运移规律研究”(51174086)。

参考文献 (References)

[1] 陈通. 综采工作面推进速度与周期来压步距关系分析[J]. 煤矿开采, 1999(1): 33-35.

-
- [2] 康付如, 朱川曲, 李青锋, 等. 下伏煤层开采对上方运输巷支承压力分布的影响[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2013, 28(4): 11-15.
 - [3] 马庆云. 采动支承压力及上覆岩层运动规律研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国矿业大学, 1997.
 - [4] 邵广印, 阚磊, 等. 综采工作面支承压力分布特征研究[J]. 现代矿业, 2003(1): 18-20.
 - [5] 张学会, 阚磊. 推进速度对综放开采矿压显现影响的实测研究[J]. 煤炭技术, 2011, 30(11): 93-94.
 - [6] 刘全明. 浅埋综采工作面矿压显现规律的推进速度效应分析[J]. 煤炭科学技术, 2010(7): 24-25.