

Study on Treatment Technology of Extra Large Mining Height Face Seam in Dahaize Mine

Jiangyan Qin¹, Yaoming Liu^{2,3*}, Qinghei Niu⁴

¹Inner Mongolia Energy Corporation Ltd., China Electric Power Construction and Investment, Ordos Inner Mongolia

²HCI & TongTai Investment Co., Ltd., Ordos Inner Mongolia

³Hebei Construction Investment Group Ltd., Shijiazhuang Hebei

⁴China Coal Shannxi Yulin Energy Chemical Co., Ltd., Yulin Shannxi
Email: *103330204@qq.com, 54227169@qq.com

Received: Feb. 5th, 2018; accepted: Feb. 17th, 2018; published: Mar. 2nd, 2018

Abstract

Through analyzing mechanism and influencing factors of the brittle coal working face coal wall, and using PFC software to simulate discrete element analysis of the process of mining, there is quantitative prediction in the situation about the formation of wall caving in the process of extra large mining height and spalling scale. It is clear that the working face of mining height in coal mine belongs to typical tensile fracture failure, which is related to the stress of coal and rock strata, the deformation of structure and the physical and mechanical properties of coal rock. The formulation is adopted to improve the surrounding rock supporting strength, improve coal strength, optimize the structure of hydraulic support design, improve the mining process and ensure the comprehensive treatment scheme of coal bed joints and coal wall inclination, to reduce the coal wall spalling.

Keywords

Coal Mine, Large Mining Height Working Face, PFC Numerical Simulation, Wall Caving Governance

大海则煤矿超大采高工作面片帮治理技术研究

秦江艳¹, 刘耀明^{2,3*}, 牛清河⁴

¹国电建投内蒙古能源有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯

²建投通泰投资有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯

*通讯作者。

³河北建设投资集团有限责任公司, 河北 石家庄

⁴中煤陕西榆林能源化工有限公司, 陕西 榆林

Email: 103330204@qq.com, 54227169@qq.com

收稿日期: 2018年2月5日; 录用日期: 2018年2月17日; 发布日期: 2018年3月2日

摘要

通过对脆性煤层工作面煤壁片帮的机理和影响因素分析, 并运用PFC软件对回采过程进行离散元数值模拟分析, 对超大采高回采过程中可能形成的片帮情况以及片帮规模有了定量的预测。明确了大海则煤矿大采高工作面片帮属于典型的拉张型板裂破坏, 与煤岩层的受力、结构的变形、煤岩物理力学性质有关。制定了采用提高围岩支护强度, 提升煤体强度, 优化液压支架结构设计, 改进回采工艺以及保证煤层节理与煤壁倾向的综合治理技术方案, 来减少煤壁片帮。

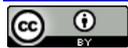
关键词

煤矿, 大采高工作面, PFC数值模拟, 片帮治理

Copyright © 2018 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

1. 引言

近年来, 国内外对大采高综采工作面开采越来越重视, 大采高综采技术也日臻完善, 已成为厚煤层开采工艺的重要发展方向之一[1] [2] [3]。在该项技术方法中, 采煤工作面过高, 容易发生片帮。片帮煤过多、过大时会压死溜槽链子; 可能砸坏电缆槽, 损伤采煤机链带或电缆; 还可能阻塞采煤机通过, 卡在转载机进料口堵塞煤流, 影响设备正常运转。煤壁片帮也给人员、设备带来一定的危害, 易诱发冒顶事故, 严重影响了大采高综采工作面的产能和效能, 对其有效地控制成为大采高综采技术工作面现场管理的重点和难点。目前, 对于大采高综采的研究国内外以前都仅仅局限在对支架支撑能力的研究和现场工作阻力与支架适应性的分析, 而对于大采高条件下煤体的破坏范围及片帮机理却研究较少[4] [5]。

2. 工程概况

大海则煤矿主采2号煤层, 煤层倾角 0.6° , 埋深547.95~654.95 m, 煤层厚度4.41~10.97 m, 平均煤厚6.32 m。直接顶板一般以泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩为主, 砂泥岩互层厚0.55~10.07 m, 一般为1~3 m, 强度较低。底板以泥质粉砂岩、粉砂质泥岩为主, 粉砂岩主要分布北西部, 泥岩主要分布在东南部, 厚1~3 m左右, 局部地段有0.1~0.4 m炭质泥岩, 其下多为细粒砂岩。

首采的201及206盘区煤层赋存均稳定, 其中201盘区2号煤层厚度4.82~6.52 m, 平均厚度5.6 m; 206盘区2号煤层厚度6.27~8.20 m, 平均厚度6.9 m。2号煤层的天然容重平均 1.29875 g/cm^3 ; 天然状态抗压强度9.89~14.2 MPa, 饱和状态抗压强度8.06~14.2 MPa。煤层的硬度天然状态下仅有1.0~1.4左右, 属于脆性煤层。

3. 煤层工作面片帮原因分析

3.1. 脆性煤层工作面片帮机理

脆性煤层工作面煤壁的破坏属于典型的拉张型板裂破坏，拉张型板裂化煤壁失稳的形成一般经历三个阶段：首先工作面煤壁在切向应力作用下产生与工作面平行的张性破裂面并将煤壁分离为互相平行的煤板；其次煤板在切向应力的进一步作用下发生压缩变形并积聚应变能；最后煤板发生屈曲失稳将积聚的应变能突然释放形成失稳。

脆性煤层工作面煤壁内张性破裂面的产生可从断裂力学角度予以解释。煤岩内部存在随机分布的微裂纹，煤岩在无围压承受一定大的轴向压力时，微裂纹发生摩擦滑动和自相似性扩张后发生弯折扩展，由于不存在围压，弯折裂纹沿最大主应力方向即轴向力方向继续发展，煤层受压发生劈裂破坏形成平行于轴向力的破裂面。

工作面每推进一段距离，新暴露的煤壁围岩应力状态由初次状态转变到二次状态，切向应力增大，径向应力降低为零。煤壁内部微裂纹发生摩擦滑动和自相似性扩张后发生弯折扩展，由于径向应力降低为零，弯折裂纹会沿切向应力方向继续发展，微裂纹贯通后形成平行于开挖面的破裂面，即张性破裂面。

拉张型破裂面产生后，形成平行于工作面的煤板，形成的煤板若没有遭到进一步扰动破坏，随着工作面围岩变形增加，煤板积聚能量，当储存能量达到一定程度，煤板遭到扰动后就会失稳发生断裂，产生的煤块被抛出或大面积垮落，造成工作面煤壁灾变和失稳。

3.2. 脆性煤层工作面片帮影响因素

煤壁大规模片帮失稳是一个较为复杂的力学过程，它除了与地质构造有关外，还与煤岩层的受力、结构的变形、煤岩物理力学性质有关。对于浅埋煤层，由于风化、裂隙发育、完整性差，煤岩体内能量耗散殆尽，所以工作面开采时往往出现零星的片帮而几乎没有大面积煤壁失稳发生。

煤壁内层对临空面煤壁层的作用可视为弹性约束，受纵向力如图 1 所示，在重力场 σ_y 和构造应力场

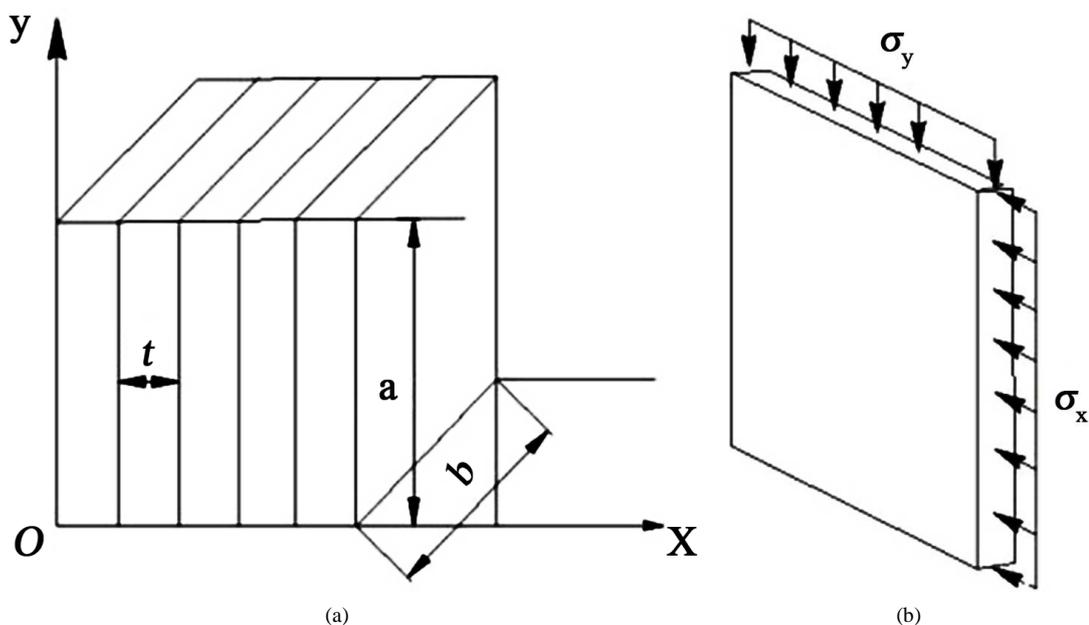
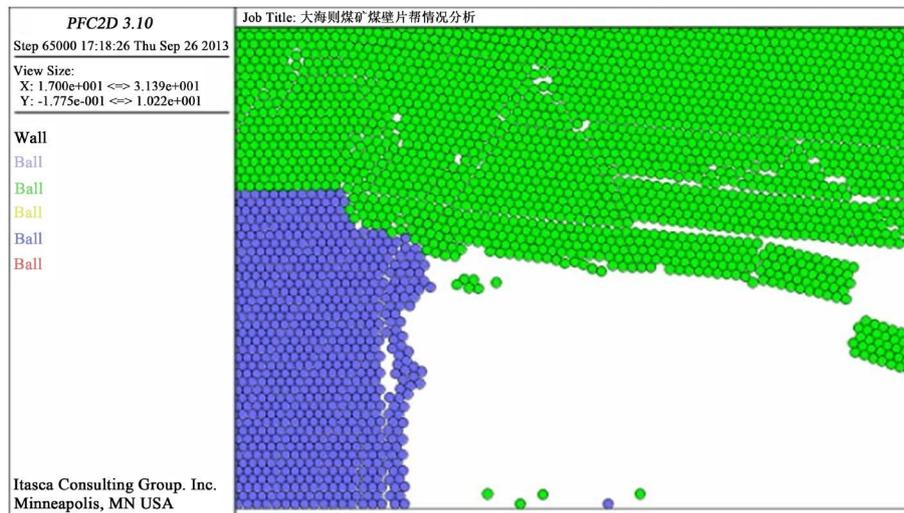
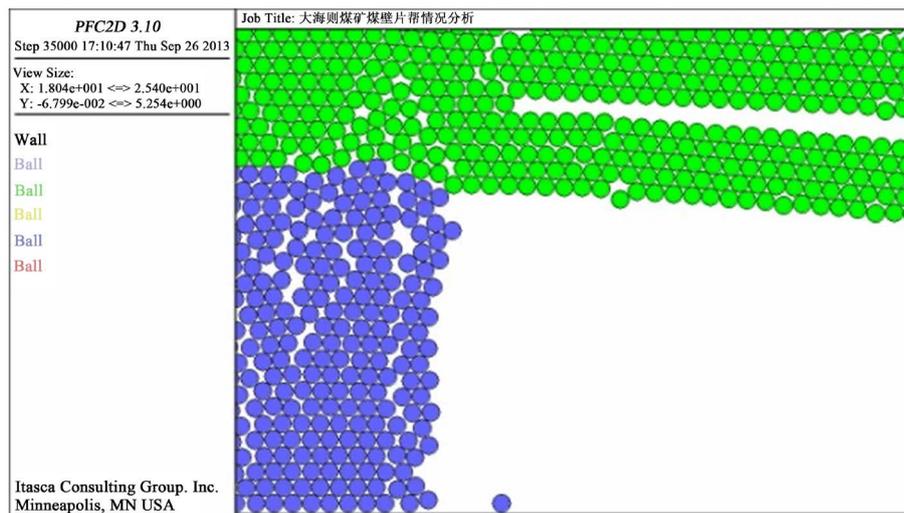


Figure 1. Force model of coal wall sheet

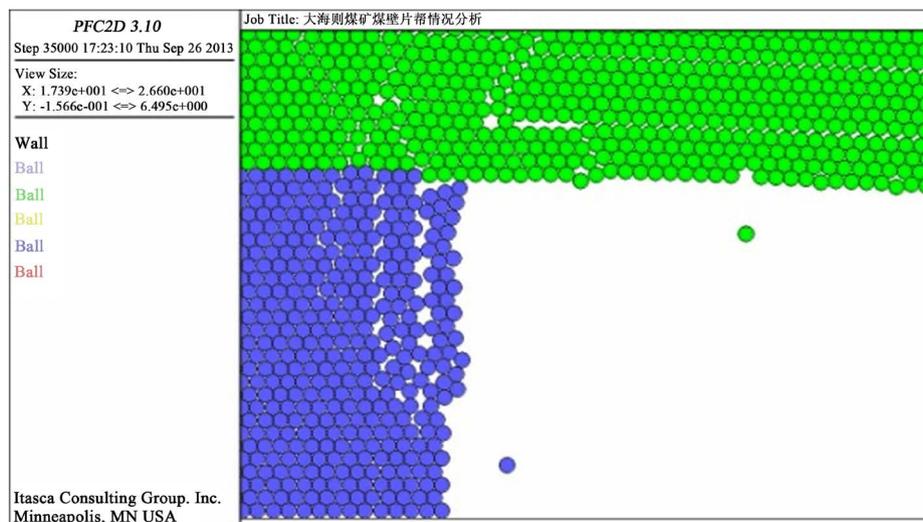
图 1. 煤壁薄板受力模型。(a) 工作面割煤高度；(b) 工作面割煤宽度；t. 工作面板裂厚度



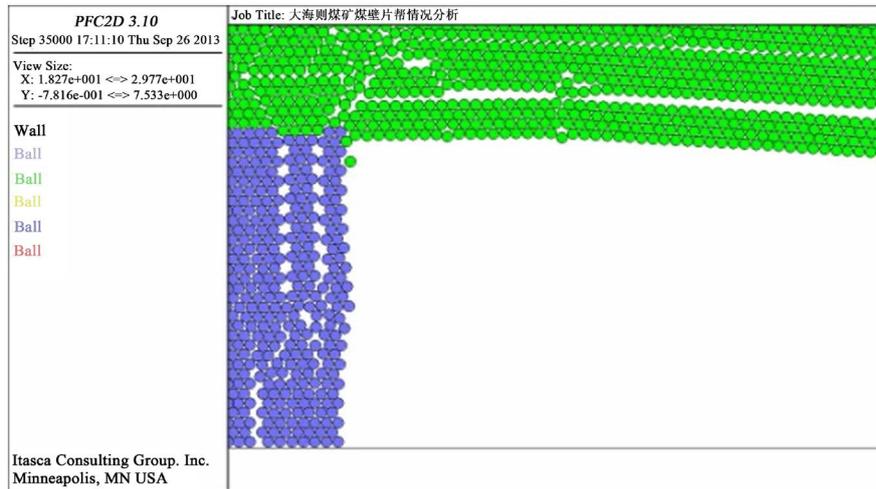
(a)



(b)



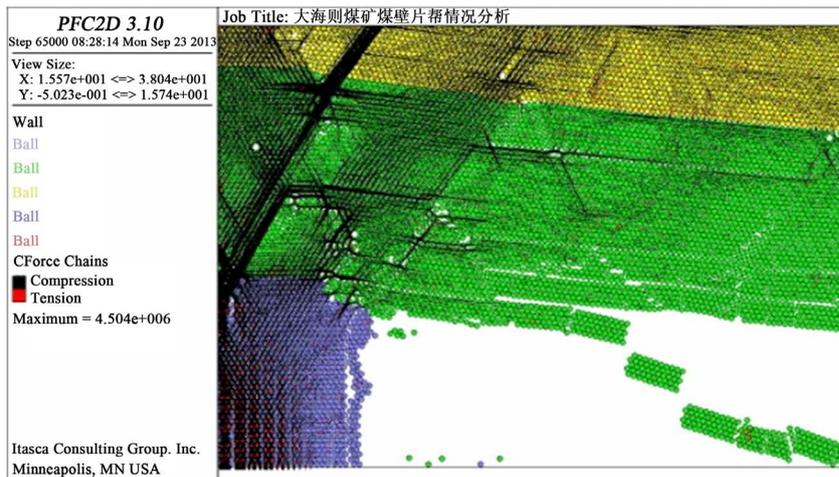
(c)



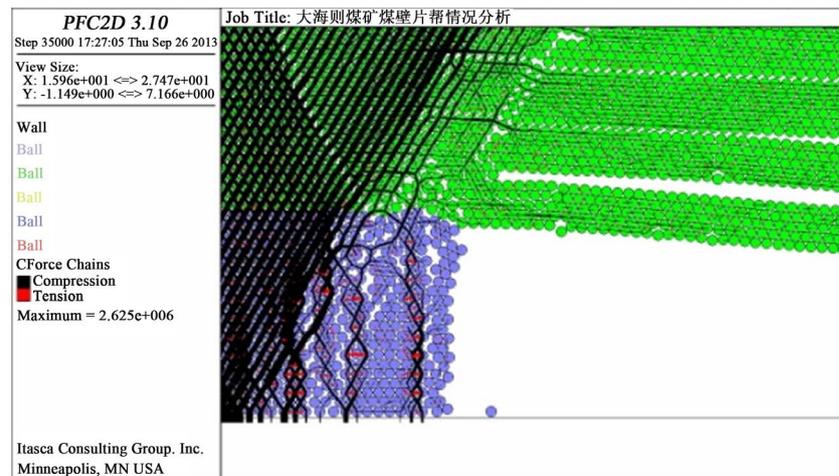
(d)

Figure 3. Scale analysis chart of coal wall

图 3. 煤壁片帮规模分析图。(a) 割煤高度 7 m; (b) 割煤高度 6 m; (c) 割煤高度 5 m; (d) 割煤高度 4 m



(a)



(b)

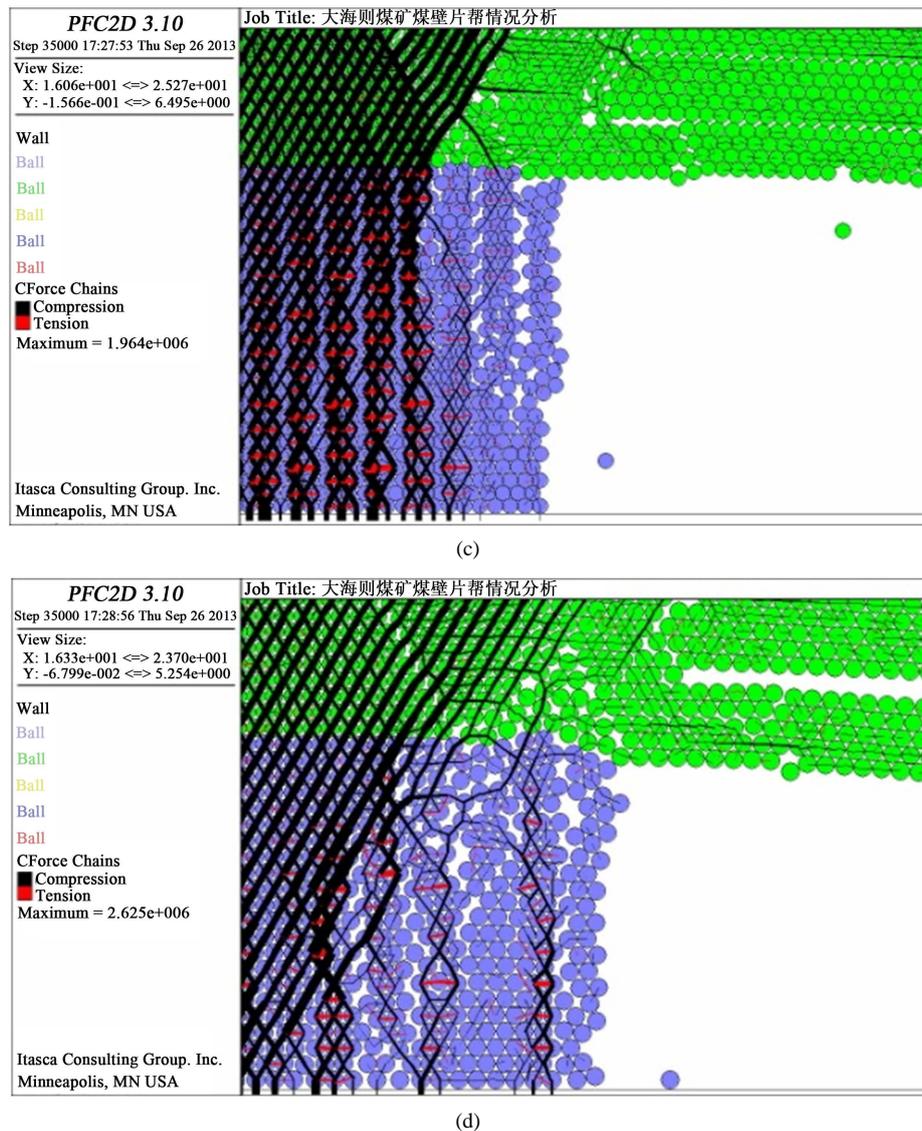


Figure 4. The distribution of pressure distribution in front of coal wall plate
图 4. 煤壁片帮前方支承压力的分布情况图。(a) 割煤高度 7 m; (b) 割煤高度 6 m; (c) 割煤高度 5 m; (d) 割煤高度 4 m

5.1. 治理方案

5.1.1. 提高支架初撑力和前端支顶力

采高增加后工作面片帮加剧的一个重要原因是前方支承压力的增加,范围增大,导致工作面前方煤体,尤其是煤壁附近煤体的承载能力严重降低。提高液压支架强度和um提高顶梁前端支顶力使液压支架更好地适应大采高开采的围岩关系,是控制工作面片帮冒顶的最有效措施之一。

5.1.2. 超前加固,提升煤体强度

对煤壁节理裂隙发育区域,尽可能增加护帮长度可以有效改善前方煤体内微裂隙的发育,减小能够发展成为裂隙的弱面数量,从而控制工作面片帮。

对煤体松散、破碎区域,特别是煤壁片帮特别严重区域,采用加强支护或煤壁固化的方法提前加固,

如打设锚杆或注射玛丽散、博特威等固化剂。

5.1.3. 优化液压支架结构设计

进行液压支架结构优化设计,提高液压支架强度,使液压支架更好地适应大采高开采的围岩关系。采高 7 m 的液压支架,顶梁设计为整体顶梁加伸缩梁结构,伸缩梁前端铰接护帮结构为三级机构,一级和三级护帮采用小四连杆结构,可翻转 180°,护帮收回时,二级护帮与一级护板保持水平,三级护帮折叠收回。

5.1.4. 改进回采工艺,降低煤壁损伤

加快工作面推进速度,减少煤壁暴露时间,可以减少支承压力对煤体的作用时间,降低煤壁损伤程度,从而减少煤壁片帮。当采煤机割煤通过后,采用及时移架的方式,及时地把伸缩梁伸出,对顶板进行支护。若工作面出现局部片帮和大采高支架歪倒、陷底、挤架等现象,应及时调整。

5.1.5. 保证煤层节理倾向煤壁

设计工作面时避开上覆煤层遗留煤柱对工作面造成集中压力,工作面推进方向应保证煤层节理倾向煤壁,工作面应俯斜开采,避免仰斜开采。

5.2. 应用效果分析

通过在首采的 20101 工作面和 20601 工作面采用上述片帮综合治理措施情况来看,相比相似煤层大采高工作面,工作面总体片帮现象比较轻微(补连塔 22307 工作面,采高 6.8 m,煤壁片帮深度 2.6 m;大柳塔 52302 工作面,采高 6.6 m,煤壁片帮深度 1.8 m)。周期来压期间,工作面煤壁片帮最大长度 3.7 m,最大深度 0.3 m,平均片帮率 8%。总之,大海则煤矿首采的 20101 工作面和 20601 工作面采取一系列片面帮措施后,煤壁片帮程度被控制在一定范围内,保证了工作面的正常生产。

6. 结论

1) 通过对脆性煤层工作面煤壁片帮的机理和影响因素分析,认为片帮属于典型的拉张型板裂破坏。煤壁大规模片帮失稳是一个较为复杂的力学过程,它除了与地质构造有关外,还与煤岩层的受力、结构的变形、煤岩物理力学性质有关。

2) 运用 PFC 软件对回采过程进行离散元数值模拟分析,对超大采高回采过程中可能形成的片帮情况以及片帮规模有了定量的预测。

3) 确定了采用提高围岩支护强度,提升煤体强度,优化液压支架结构设计,改进回采工艺以及保证煤层节理与煤壁倾向的综合治理技术方案,来减少煤壁片帮。

参考文献

- [1] 张子飞,杨俊哲,等. 7m 大采高综采工作面开采关键技术研究[J]. 煤炭工程, 2015, 47(3): 1-4.
- [2] 惠本利. 深部矿井厚煤层超大采高综采技术研究展望[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(4): 1-4, 8.
- [3] 靳勇斗. 薄基岩大采高综采工作面煤壁片帮治理技术研究[J]. 煤炭工程, 2014, 46(10): 121-123.
- [4] 周连锋. 大采高煤壁片帮机理的分型描述[J]. 中国煤炭, 2015(9): 65-68.
- [5] 赵光普,孙小杨,陈菲雅,等. 大采高综放工作面片帮影响因素及防治技术[J]. 煤矿安全, 2015(9): 236-238.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2329-7301，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：me@hanspub.org