

文章编号: 1671- 251X(2011)04- 0070- 04

DOI: CNKI: 32- 1627/ TP. 20110329. 0948. 012

特厚煤层综放工作面矿压显现规律分析

任永康, 李宝富, 王富林

(河南理工大学能源科学与工程学院, 河南 焦作 454003)

摘要:采用现场矿压观测和RFPA数值模拟方法对耿村煤矿易自燃特厚煤层综放工作面矿压显现规律进行了分析研究。结果表明, 耿村煤矿12170综放工作面存在比较剧烈的矿压显现, 老顶存在较明显的周期来压现象, 老顶周期来压平均步距为16.06 m; 整个工作面全长范围内, 老顶来压具有明显的不一致性, 即中下部和下部来压强度大, 上部和中上部来压强度小; 综放支架在回采过程中支护阻力充足, 其可靠性较好, 能够适应2~3特厚煤层综放开采的要求; RFPA数值模拟结果与现场矿压观测结果一致, 表明了RFPA数值模拟方法应用于矿压显现规律分析的有效性。

关键词:综放工作面; 矿压显现; 特厚煤层; 矿压观测; 数值模拟; RFPA

中图分类号: TD326 **文献标识码:** A **网络出版时间:** 2011- 03- 29 09: 48

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110329.0948.012.html>

Analysis of Ground Behavior Regularity of Fully Mechanized Face with Extra Thick Coal Seam

REN Yong-kang, LI Bao-fu, WANG Fu-lin

(School of Energy Science and Engineering of Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: The paper used methods of field strata control observation and RFPA numerical simulation to analyze and study ground behavior regularity of fully mechanized face with extra thick coal seam of easy spontaneous combustion in Gengcun Coal Mine. The results showed that there is acute ground behavior in 12170 fully mechanized face of Gengcun Coal Mine and obvious phenomenon of periodic loading in main roof whose average interval was 16.06 m; in whole range of fully mechanized face, phenomenon of periodic loading in main roof has obvious variance, namely loading strength is large in middle-lower and lower areas while small in upper and middle-upper areas; hydraulic supports have enough supporting resistance and high reliability in stoping process, which can satisfy requirements of fully mechanized caving of 2~3 extra thick coal seam; the result of RFPA numerical simulation is consistent with the one of field strata control observation, which showed validity of the method of RFPA numerical simulation about analyzing strata behavior regularity.

Key words: fully mechanized face, ground behavior, extra thick coal seam, strata control observation, numerical simulation, RFPA

0 引言

20世纪80年代以前, 我国厚煤层正规采煤法以分层开采为主, 对部分厚度小于5 m的厚煤层采

用大采高开采技术^[1]。20世纪90年代, 煤炭开采技术得到了长足发展, 其中综采放顶煤技术作为一种新的开采技术, 在复杂的煤层赋存状况下得到广泛的试验和应用, 并取得了可观的技术和经济效益^[2]。实践证明, 综采放顶煤不仅是不稳定厚煤层的合理开采方法, 而且是稳定厚煤层建设安全高效矿井的有效技术途径之一。综采放顶煤矿山压力显现明显区别于一次采全高和分层开采方法。目前针

收稿日期: 2010- 12- 08

基金项目: 河南理工大学青年基金项目(Q2009- 10)

作者简介: 任永康(1984-), 男, 河南安阳人, 硕士研究生, 研究方向为采矿工程。E-mail: ryk0000@163.com

对特厚煤层综采放顶煤工作面(以下简称综放工作面)矿压显现规律的研究还较少。本文采用现场观测和RFPA数值模拟方法,对义马煤业集团股份有限公司耿村煤矿易自燃特厚煤层综放工作面矿压显现规律进行研究,具有一定的理论价值和现实意义。

1 试验工作面地质概况

耿村煤矿矿井位于河南省义马煤田西部,井田东西走向长4.5 km,南北倾斜宽2.6 km,面积为11.503 km²。所采煤层为下侏罗系煤层,含煤五层,其中普遍可采一层,局部可采四层,可采煤层平均总厚度为19.6 m。该矿为高瓦斯矿井,煤层极易自燃,自燃发火期为一个月左右,矿井自燃发火等级为1级,煤尘具有爆炸危险性。该井田位于义马不对称向斜北翼之西部,呈一单斜构造,产状平缓。井田内主要为断裂构造,褶皱不发育,水文地质简单。

目前,耿村煤矿1-2、2-1、2-2煤层已基本开采结束,现主要开采煤层为2-3煤层下山阶段,矿井采用走向长壁采煤法、综采放顶煤一次采全高工艺以及全部垮落法管理顶板。

试验工作面选在2-3煤层12170综放工作面。该工作面位于西二采区东翼、2-3煤轨道和胶带下山东侧,北侧为2-3煤实体,南面为已回采的2-3煤12190工作面采空区。工作面采用走向长壁式布置,长度为196 m,走向推进长度为1103 m,工作面共选用124架放顶煤支架,上、下端头分别采用4架和3架排头支架。工作面平均开采深度为432 m。2-3煤层倾角为8°~12°,煤层厚度为11.4~18.9 m,平均厚度为14.4 m;2-3煤层强度变化较大,其中底部煤层坚固性系数为0.18,属于软煤类;上部煤层坚固性系数为1.14,属于中硬煤类。

试验工作面煤层直接顶为厚层岩层,强度较低,上部为泥岩、砂质泥岩、细砂岩互层;下部为灰色、深灰色细砂岩;底部夹有薄层的黑灰色粉砂岩,近煤处变为灰黑色、黑色泥岩,中夹煤线,含植物化石碎片。煤层直接底为煤矸互层,炭质泥岩、泥岩互层,灰及灰黑色镜面发育,易碎;老底为浅灰色、灰、黑色粉砂岩和细砂岩互层,局部含煤屑。

2 现场观测及结果分析

2.1 测站布置及观测方法

为研究耿村煤矿2-3煤层综放工作面顶板的活动规律及矿压显现程度,以便为控制工作面围岩

稳定性而采取有效的控制措施,对2-3煤层12170工作面进行现场矿压实测研究。

沿12170综放工作面长度方向在工作面上部、中部以及下部布置7个测站,从上到下分别对应129号、104号、81号、58号、35号、12号、2号液压支架,如图1所示。在每个支架的前后立柱上各安装一个圆图压力自记仪,对支架的工作阻力进行跟踪记录,以掌握工作面不同部位及整个工作面的矿压显现情况。

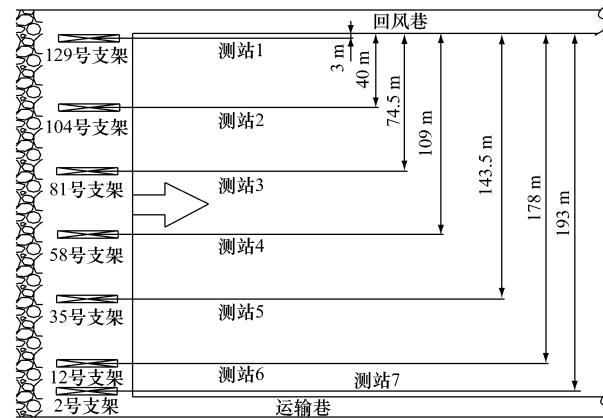


图1 12170综放工作面矿压观测测站布置

2.2 工作面顶板来压特征

2.2.1 工作面中部顶板来压特征

图2为工作面中部58号支架的平均时间加权工作阻力随工作面推进的变化曲线。

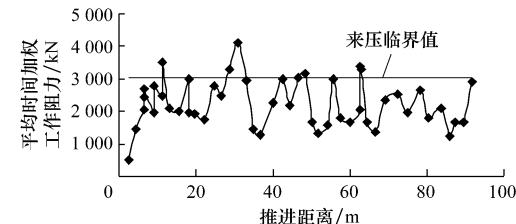


图2 58号支架平均时间加权工作阻力与推进距离关系

从图2可看出,在观测期间,综放工作面中部老顶经历了3次周期来压,老顶周期来压步距为13.90~17.40 m,平均为15.73 m,来压影响范围在1.20~4.25 m,平均动载系数为1.40,如表1所示。其中 P_m 为支架平均最大工作阻力; P_t 为平均时间加权工作阻力; K_m 为来压期间 P_m 与非来压期间 P_m 的比值; K_t 为来压期间 P_t 与非来压期间 P_t 的比值; $K_{\text{平均}}$ 为平均来压动载系数。

从表1可看出,来压期间平均最大工作阻力为3541 kN,平均时间加权工作阻力为3370 kN,分别是支架额定工作阻力的55.33%和52.66%。因此,综放支架在回采过程中支护阻力充足,其可靠性较

表1 综放工作面中部老顶来压规律

周期 来压	来压步 距/m	影响范 围/m	支架工作阻力/kN		动载系数		
			来压 期间 P_m	来压 期间 P_t	K_m	K_t	$K_{\text{平均}}$
1	17.40	4.25	4 083	3 690	1.37	1.64	1.51
2	15.90	2.15	3 182	3 098	1.06	1.41	1.24
3	13.90	1.20	3 358	3 324	1.12	1.78	1.45
平均	15.73	2.53	3 541	3 370	1.18	1.61	1.40

好,能够适应2~3特厚煤层综采放顶煤开采。

2.2.2 12170综放工作面全长顶板来压特点

对7个测站观测结果进行分析可知,耿村煤矿12170综放工作面周期来压现象明显,周期来压步距为9.00~29.3m,平均为16.06m。工作面全长平均周期来压步距由上至下依次为18.70m、17.25m、15.73m、16.63m、11.50m和16.57m,所以在整个工作面全长范围内,老顶来压具有明显的不一致性。而顶板来压动载系数由上至下依次为1.40、1.26、1.40、1.50、1.79、1.58,平均为1.49。可见,工作面顶板中下部和下部运动剧烈,来压强度大,而上部和中上部老顶活动相对缓和。该现象与12170综放工作面下部采空,而上部为实体煤的现状有关。

3 综放工作面覆岩破坏移动规律数值模拟

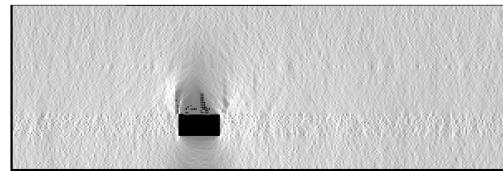
3.1 计算模型

根据现场工作面地质与生产技术条件,数值计算模型在12170工作面的中部沿走向方向取一个单位宽度的剖面,采用平面应变模型进行数值计算。采用RFPA^{2D}数值模拟软件对耿村煤矿12170综放工作面开采过程中工作面覆岩变形破坏及矿压显现规律进行模拟研究。RFPA^{2D}是由东北大学岩石破裂与失稳研究中心自行开发研制的岩石破裂过程分析系统^[2~4],是一个基于有限元应力分析模块和微观单元破坏分析模块的岩石变形、破裂过程数值分析程序。该软件的一个显著特点就是将岩石类材料的不均匀性参数引入到计算单元,假定参数服从某种分布(如韦伯分布),以物理统计方法描述其离散性,充分考虑了岩石介质的非均匀性^[5~6]。

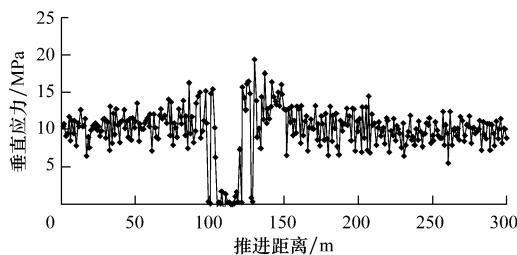
模型上部为自由边界,按照深度施加自重应力;模型左、右边界为简支边,约束水平位移;模型下边界为固支边。模型长度×高度为300m×100m,划分为300×100个单元,模拟的开采步距为5m。采用修正的摩尔-库仑准则作为单元破坏的强度准则。

3.2 工作面回采对覆岩破坏移动的影响

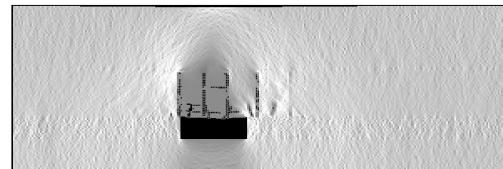
工作面回采扰动打破了地下岩体的原始应力平衡状态,引起了应力重新分布。开采范围内围岩应力在变形和破坏过程中释放,煤壁前方出现应力升高区即支承压力。工作面推进过程中,顶板在上覆岩层重力载荷作用下开始出现裂隙和离层现象,并且随工作面推进,裂隙逐渐发展,其发展状况分别如图3~6所示。



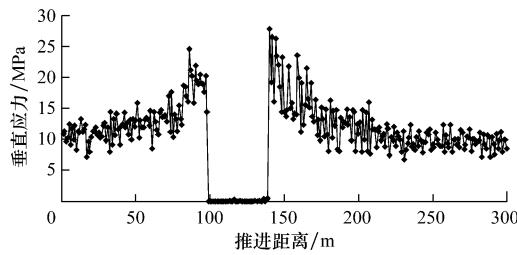
(a) 覆岩破坏移动情况



(b) 垂直应力分布

图3 工作面推进20 m时工作面覆岩
破坏移动情况及应力分布

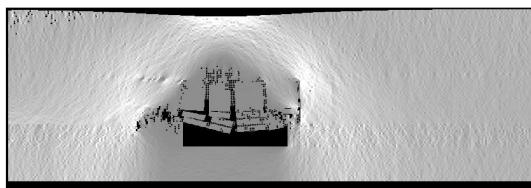
(a) 覆岩破坏移动情况



(b) 垂直应力分布

图4 工作面推进40 m时工作面覆岩
破坏移动情况及应力分布

从图3~6可看出,当工作面推进到20m时,直接顶达到极限垮落步距,直接顶发生初次来压,此时最大应力值为19MPa,支承压力影响区范围约为30m;当工作面推进到40m时老顶初次来压,此时最大应力值为28MPa,煤壁前方的支承压力影响区范围可以达到80m,支承压力最大应力集中系数 $K_{\text{max}}=2.7$;老顶周期来压步距约为17m,老顶周期



(a) 覆岩破坏移动情况

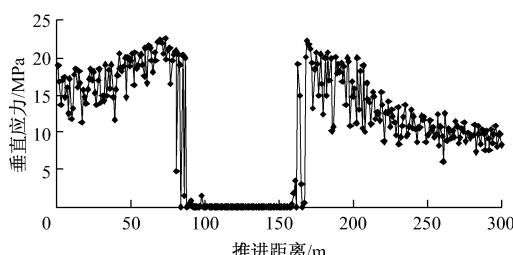
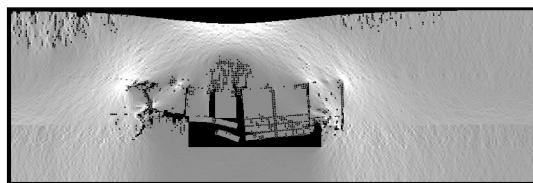


图5 工作面推进60 m时工作面覆岩破坏移动情况及应力分布



(a) 覆岩破坏移动情况

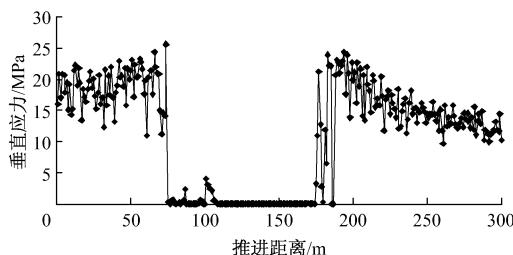


图6 工作面推进75 m时工作面覆岩破坏移动情况及应力分布

来压影响范围达60 m, 周期来压时工作面前方 K_{\max} 平均值约为2.2。数值计算结果与现场矿压实测结果较为一致。

4 结论

(1) 现场矿压观测表明, 12170综放工作面周期来压现象明显, 周期来压步距为9.00~29.3 m, 平均为16.06 m。工作面顶板中下部和下部运动剧烈, 来压强度大, 而上部和中上部老顶活动相对缓和。该现象与12170综放工作面下部采空, 而上部为实体煤的现状有关。

(2) 周期来压期间, 工作面中部58号支架平均最大工作阻力为3540.81 kN, 平均时间加权工作

阻力为3370.39 kN, 分别是支架额定工作阻力的55.33%和52.66%, 因此, 综放支架在回采过程中支护阻力充足, 其可靠性较好, 能够适应2~3特厚煤层综放开采。

(3) 数值模拟结果与现场矿压实测结果较为一致, 综放工作面存在比较剧烈的矿压显现。数值模拟结果表明, 老顶初次来压步距为40 m, 煤壁前方的支承压力影响区范围可达80 m, 支承压力最大应力集中系数 $K_{\max}=2.7$ 。老顶周期来压步距约为17 m, 老顶周期来压影响范围达60 m, 周期来压时工作面前方 K_{\max} 平均值约为2.2。

参考文献:

- [1] 翟新献, 田昌盛. 易自燃煤层综放开采理论与技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2008.
- [2] 刘杰, 宋金旺. 塔山矿复杂特厚煤层综放首采面矿压规律[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(10): 29~31.
- [3] 唐春安. 岩石破裂过程声发射规律的数值模拟初探 [J]. 岩石力学与工程学报, 1997, 16(4): 368~374.
- [4] 唐春安, 赵文. 岩石破裂全过程分析软件系统 RPPA^{2D} [J]. 岩石力学与工程学报, 1997, 16(5): 507~508.
- [5] TANG C A. Numerical Simulation of Progressive Rock Failure and Associated Seismicity [J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 1997, 34(2): 249~261.
- [6] 唐春安, 王述红, 傅宇方. 岩石破裂过程数值试验 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.

安科瑞参编《消防设备电源监控系统》图集

《消防设备电源监控系统》(图集号: 10CX504)由中国建筑标准设计研究院主编, 上海安科瑞电气股份有限公司参编, 主要介绍了消防系统的组成及消防监控模块的分类、选用及功能, 适用于新建、扩建和改建的工业与民用建筑内消防设备电源监控系统的设计与施工。该图集定价为19.00元/本。有需要该图集的设计与施工单位可向上海安科瑞电气股份有限公司免费索取。

联系人: 杨海琴 联系电话: 021-69158300

传真: 021-69158303

E-mail: ACREL001@vip.163.com

(王甜慧)