

基于钻屑法的冲击地压危险性检测研究

陈峰, 潘一山, 李忠华, 王爱文, 唐治, 徐连满
(辽宁工程技术大学 力学与工程学院, 辽宁 阜新 123000)

摘要:为得出耿村煤矿13210回采工作面冲击地压危险性指标,对该工作面进行了钻屑法研究,研究发现根据现场测试的大量数据绘制的钻屑量曲线图可分为3种类型,分别为“孔底升高型”、“多峰型”、“单峰型”,使用3种钻屑量曲线图,可以排除误差数据,确定有效数据。根据筛选的有效数据,得出当最大钻屑量为 $2.5 \sim 3.0 \text{ kg/m}$,峰值位置距离煤壁距离为 $6 \sim 8 \text{ m}$ 时有冲击地压危险性,但无严重冲击地压危险,对于今后冲击地压危险性的检测起到了重要作用。

关键词:钻屑法;冲击地压;指标

文章编号:1003-8035(2013)02-0116-04

中图分类号:TD324

文献标识码:A

冲击地压是煤岩介质突然破坏,聚集在巷道周围煤岩体中的能量突然释放出来,造成支架与设备损坏、人员伤亡等的一种动力现象,是矿井的一大自然灾害^[1-4]。因此,必须对冲击地压进行预测。目前,钻屑法是一种常用的预测冲击地压的方法,研究钻屑量与煤体应力之间的定量关系是实施这种方法的基础^[5],国内外不少学者对此进行了理论研究、室内模拟和实测试验,姜福兴等^[6]通过现场实验和数值模拟方法,建立了钻屑量、支承压力以及煤体应力的关系;李忠华等^[7]考虑煤体损伤特性和瓦斯影响,得出高瓦斯煤层冲击地压危险预测的钻屑量指标确定方法。由前人研究可知,钻屑量变化曲线与工作面支承压力分布曲线十分接近,冲击地压发生的必要条件之一是有到达或超过煤体极限强度的支承压力,而钻屑量的变化反映了支承压力的变化^[8-10]。因此,用钻屑量的变化情况确定冲击危险程度是直接、可靠的预测方法。而峰值位置、动力效应及钻屑粒度的变化等也是综合判断冲击危险等级的重要指标^[11-12]。

1 工程概况

1.1 现场试验区概况

试验区位于义马煤田耿村煤矿东三采区13210回采工作面,该采区与千秋井田相邻,地质条件与千秋煤矿类似,因千秋煤矿发生过冲击地压事故,故耿村煤矿同会受到冲击地压威胁。13210回采工作面采用走向长壁式布置,综合机械化放顶煤采煤工艺,下巷标高 $+1 \sim +45 \text{ m}$,上巷标高 $+40 \sim +75 \text{ m}$,地面标高 $+625 \sim +656 \text{ m}$,平均采深 600 m ,工作面切眼长 186.289 m ,工作面走向长度 1050 m ,煤层倾角 $10^\circ \sim 14^\circ$ 。

1.2 钻屑检测孔布置

针对目前耿村煤矿13210回采工作面生产状况,选定回采工作面两顺槽中煤帮的危险区域,利用钻屑法确定冲击地压的危险指标,在回采工作面每一顺槽中,打两轮钻屑检测孔。轨道巷第一轮和第二轮检测范围选定在从前置端头向外 50 m 和 55 m 处开始,在下帮处每隔 10 m 布置一个检测孔,每一轮打24个,共48个。皮带巷第一轮和第二轮检测范围选定在从前置端头向外 10 m 和 15 m 处开始,在上帮处每隔 10 m 布置一个检测孔,每一轮打17个,共34个。检测钻孔用具有较大扭矩的电钻打眼,插接式麻花钻杆,每节钻杆长 1.0 m ,钻杆和钻头直径为 42 mm ,钻孔深度 10 m ,钻孔距离底板高度为 $1.0 \sim 1.3 \text{ m}$ 。由于在 $1 \sim 3 \text{ m}$ 处的煤壁已形成破坏带,该处煤壁的弹性能随煤体破坏而逐渐释放,一般已失去冲击的能力,所以 $1 \sim 3 \text{ m}$ 的钻屑量舍弃,从第 4 m 开始记录。

2 钻屑法实测结果分析

2.1 现场测试结果

本次现场测试共打有效测试钻孔82个,累计钻孔深度约为 820 m ,取得数据约为574个。为寻求每米钻孔钻屑量变化规律,根据现场测试所取得的大量数据,绘制钻屑量曲线图,为方便统计分析,将钻屑量

收稿日期:2012-12-21;修订日期:2013-01-25

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973)项目(2010CB226803)

作者简介:陈峰(1986—),男,辽宁锦州人,在读硕士研究生,主要从事矿山灾害力学研究。

E-mail: cflucky@sina.cn

曲线图分为三种类型,分别为:“孔底升高型”、“多峰型”、“单峰型”(图1~图3)。

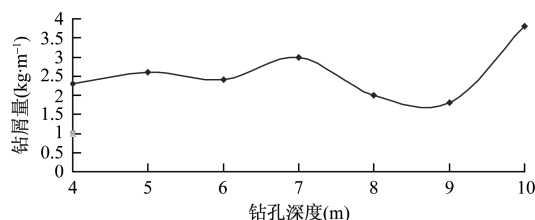


图1 孔底升高型

Fig. 1 Hole bottom rise model

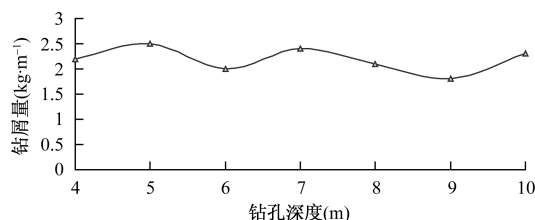


图2 多峰型

Fig. 2 Multi-peak model

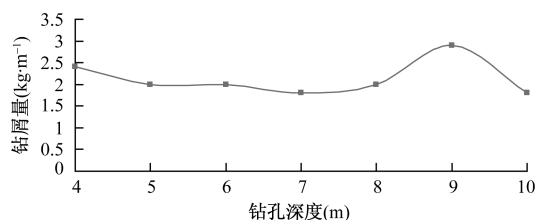


图3 单峰型

Fig. 3 Mono-peak model

2.2 实测数据分析

正确分析现场试验测试结果,排除误差数据,确定有效数据是应用钻屑法预测冲击地压的关键,分析三种类型曲线图的特征和成因可以排除误差数据,确定有效数据。

如图1所示的“孔底升高型”,该类曲线的特征是在最后1m处的钻屑量有明显的增大趋势,而且与前面1m的钻屑量相差幅度大于1kg,并大于前面2~3m的钻屑量。形成的主要原因是,钻孔深度超过应力集中区后钻屑量降低并趋于稳定,但是随着钻孔深度加深,钻进阻力增大,完成1m钻孔的时间增加,导致钻孔排粉量增大。根据曲线的特征和原因,可以确定最后1m处的钻屑量为误差数据,可排除。

如图2所示的“多峰型”,该类曲线的特征是出现多个波峰,每两个相邻波峰值相差在0~1kg。该类曲线的成因明显含有人为操作因素,钻进速度不

均,钻进过程中遇见煤湿等情况,推拉钻杆,导致钻屑量时增时减形成波浪型曲线。根据曲线的特征和成因,并通过对比相邻钻孔同位置数据、本钻孔前后数据和本钻孔钻屑粒度曲线可以确定其中的一个峰值即为最大钻屑量值。

如图3所示的“单峰型”,该类曲线的特征是只出现一个峰值,而且峰值与其临近值相差幅度在0~1.5kg。出现该类曲线的原因是,人工操作合理,推进速度均匀,推进到支承压力峰值区时,钻屑量偏大,因此出现一个峰值,测试曲线理想。因此,可确定该峰值即为最大钻屑量值。

总之,通过分析修正三种类型图,可以直观的展示钻屑量随孔深(距离煤壁距离)的变化规律,形象的反应了支承压力分布的特征,对于排除误差数据起到了很大的作用,为冲击危险指标的确定奠定了基础。

3 冲击危险指标确定

3.1 钻屑量指标

根据测得钻屑量结果,经过分析可知钻屑量最大值分布情况(图4)。最大钻屑量小于2.5kg的占总数的37.81%,而当每米钻屑量位于该区间段时,未发送过冲击地压,几乎未发送过任何动力效应,表明煤层内压力较低,煤层不具备冲击危险性。

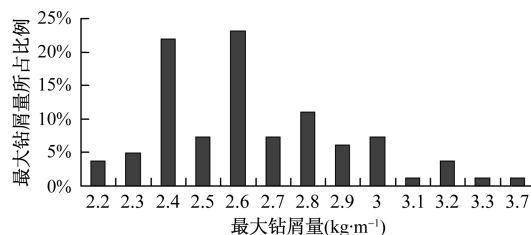


图4 最大钻屑量分布情况

Fig. 4 Distribution of maximum value of drilling cuttings weight

最大钻屑量位于2.5~3.0kg的占总数的54.89%,当每米钻屑量位于该区间段时,打钻的动力效应显著,冲击声响和卡钻现象出现。表明煤层内应力水平增高,冲击危险有所增加。

当最大钻屑量大于3.0kg时,动力效应显著,但冲击和诱发冲击并未出现,说明每米的钻屑量有所增大时,冲击地压的危险不是很大,无严重冲击危险。

3.2 峰值位置至煤壁距离指标

根据实测数据,确定全部钻孔的最大钻屑量出现

位置分布情况,如图 5 所示。全部钻孔的最大钻屑量绝大部分出现在距煤壁 6 ~ 8m, 约占总数的 61.67%, 出现在 9、10m 的占 19.17%, 参照最大钻屑量的位置沿孔深分布情况,可以得到以下几点重要结论。

(1) 峰值位置距煤壁越近越危险。距煤壁 4 ~ 5m 最危险, 6 ~ 8m 内仍处于危险状态, 8m 以后危险性大大降低, 超过 9m 后才不存在直接冲击危险, 本矿井所测全部数据中最大钻屑量绝大部分出现在距煤壁 6 ~ 8m 之间, 约占总数的 61.67%, 从钻屑峰值位置距煤壁距离来看, 所测试区域具备冲击危险因素。钻孔检测深度必须超过 8m, 一般情况下应达到 8 ~ 10m, 达到 10m 最好, 以穿过支承压力峰值区^[13-15]。

(2) 随着应力峰值距煤壁距离的增加, 深处煤体形成冲击地压所需的能量也增加, 相应的最大钻屑量也增多。超过 8m 以后, 即便发生冲击, 由于距离煤壁远, 阻力大, 只是深部冲击, 其动力效应仅是深部的声响和震动, 直接危害是有限的。

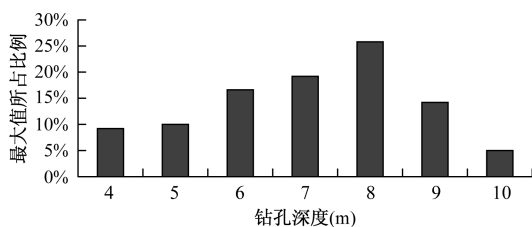


图 5 最大钻屑量的位置分布情况

Fig. 5 Position distribution of maximum value of drilling cuttings weight

3.3 钻屑粒度指标

钻屑粒度指标是指钻屑量中粒度大于 3mm 所占的百分含量, 当钻屑粒度大于 3mm 的百分含量小于 30% 时为无直接冲击危险状态, 大于 30% 时为危险状态。现场 82 个测试钻孔数据表明, 钻屑粒度大于 3mm 的组成百分数基本上都低于 30%, 即使出现大于 30% 的情况时, 是因为巷道浅部围岩比较破碎, 钻杆跳动引起破碎小煤块混入钻粉中。因此, 从钻屑粒度指标来看, 当前采深下该矿井冲击危险性较小。

3.4 动力现象

所谓动力现象是指钻孔过程中产生的冲击声响、卡钻、钻杆跳动等动力现象。通过对现场的观察, 在打钻过程中出现过钻杆跳动、卡钻等动力现象。

4 结 论

(1) 确定了三种类型的钻屑量曲线图, 分别是“孔底升高型”、“多峰型”、“单峰型”。

(2) 耿村煤矿 13210 回采工作面有冲击地压危险性, 但无严重冲击地压危险, 应对该工作面的上下巷道进行加强支护, 采取必要的卸压处理。

(3) 有冲击地压危险的最大钻屑量指标为 2.5 ~ 3.0kg, 峰值位置距离煤壁距离指标为 6 ~ 8m, 钻屑粒度指标为钻屑粒度大于 3mm 的组成小于 30%, 动力现象为打钻过程中出现声响、卡钻等。

参考文献:

- [1] 潘一山, 李忠华, 章梦涛. 我国冲击地压分布、类型、机理及防治研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(11): 1844-1851.
PAN Yishan, LING Zhonghua, ZHANG Mengtao. Distribution, type, mechanism and prevention of rockburst in China [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2003, 22(11): 1844-1851.
- [2] 章梦涛, 徐增和, 潘一山, 等. 冲击地压和突出的统一失稳理论[J]. 煤炭学报, 1991, 16(4): 48-53.
ZHANG Mengtao, XU Zenghe, PAN Yishan, et al. A united instability theory on coal (rock) burst and outburst [J]. Journal of China coal society, 1991, 16(4): 48-53.
- [3] 唐治, 潘一山, 李忠华, 等. 深部强冲击地压易发矿区厚煤层开采解放层卸压效果数值模拟[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2011, 22(1): 128-132.
TANG Zhi, PAN Yishan, LI Zhonghua, et al. Numerical simulation on destressing effects of the deep thick coal seam with high burst liability after mining liberated seam [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2011, 22(1): 128-132.
- [4] 于丽艳, 潘一山, 李忠华, 等. 吉林省道清矿北斜井南平山同煤层冲击地压危险性数值模拟[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2011, 22(1): 97-101.
YU Liyan, PAN Yishan, LI Zhonghua, et al. Numerical simulation on burst risk of coal layers in Nanpingtong of the north inclined shaft of Daoqing coalmine [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2011, 22(1): 97-101.
- [5] 崔乃鑫, 李忠华, 潘一山. 考虑瓦斯影响的煤层冲击地压钻屑量指标研究[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 25(2): 192-193.
CUI Nanxin, LING Zhonghua, PAN Yishan. Study on

- index of drilling bits for coalbed rockburst influenced by gas[J]. Journal of Liaoning Technical University, 2006, 25(2):192-193.
- [6] 曲效成,姜福兴,于正兴,等. 基于当量钻屑法的冲击地压监测预警技术研究及应用[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(11):2346-2351.
- QU Xiaocheng, JIANG Fuxing, YU Zhengxing, et al. Rockburst monitoring and precaution based on equivalent drilling research and its applications[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2011, 30(11):2346-2351.
- [7] 李忠华. 高瓦斯煤层冲击地压发生理论研究及应用[D]. 辽宁:辽宁工程技术大学, 2007:69-88.
- LI Zhonghua. Study on theory and application of high gassy seam rockburst [D]. Liaoning: Liaoning Technical University, 2007:69-88.
- [8] 余锋. 平顶山矿区煤岩冲击试验及冲击地压预测研究[D]. 河南:河南理工大学, 2009:68-76.
- YU Feng. Study on rockburst tendency of coal or rock and forecast for rockburst in pingdingshan mining area [D]. Henan: Henan Polytechnic University, 2009:68-76.
- [9] 尹光志, 李晓泉, 赵洪宝, 等. 钻屑量与矿山压力及瓦斯压力关系现场实验研究[J]. 北京科技大学学报, 2010, 32(1):1-7.
- YIN Guangzhi, LI Xiaoquan, ZHAO Hongbao, et al. In-situ experimental study on the relation of drilling cuttings weight to ground pressure and gas pressure[J]. Journal of University of Science and Technology Beijing, 2010, 32(1):1-7.
- [10] 陆莱平, 窦林名, 曹安业, 等. 深部高应力集中区域矿震活动规律研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(11):2302-2308.
- LU Caiping, DOU Linming, CAO Anye, et al. Research on microseismic activity rules in deep high-stress concentration district [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2008, 27(11):2302-2308.
- [11] 陆振裕, 窦林名, 徐学锋, 等. 钻屑法探测巷道围岩应力及预测冲击危险新探究[J]. 煤炭工程, 2011(1):72-74.
- LU Zhenyu, DOU Linming, XU Xuefeng, et al. New discovery on drilling cuttings method to detect surrounding rock stress of mine roadway and predict mine pressure bumping dangers[J]. Coal Engineering, 2011(1):72-74.
- [12] 付永水. 千秋矿特厚煤层冲击地压防治技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(6):18-20.
- FU Yongshui. Research on pressure bump prevention and control technology for thick seam in qianqiu mine [J]. Coal Science and Technology, 2004, 32(6):18-20.
- [13] 冯恩杰, 李伟清. 在应力集中区防治冲击矿压的实践与认识[J]. 煤矿开采, 2003, 8(2):64-66.
- FENG Enjie, Li WeiQing. Practice and understanding of the prevention from rock burst in abutment area. Coal Mining Technology, 2003, 8(2):64-66.
- [14] 赵本钧, 章梦涛. 钻屑法的研究和应用[J]. 阜新矿业学院学报, 1985:13-28.
- ZHAO Benjun, Zhang Mengtao. The study and application of the drilling method [J]. Journal of Fuxin Mining Institute, 1985:13-28.
- [15] 邹喜正. 矿山压力及岩层控制[M]. 徐州:中国矿业大学出版社, 2005:221-235.
- ZOU Xizheng. Mining pressure and strata control [M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 2005:221-235.

Detection and study of rock burst hazard based on drilling cuttings method

CHEN Feng, PAN Yi-shan, LI Zhong-hua, WANG Ai-wen, TANG Zhi, XU Lian-man

(School of Mechanics and Engineering Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: In order to obtain rock burst hazard index of the Gengcun coal mine 13210 working face, the study of drilling cuttings was done on the working face and found that the drilling cuttings curve drawn based on a large number of data from the field tests can be divided into three types, "Hole bottom rise model", "Multi-peak model" and "Mono-peak model" respectively. The use of three types of drilling cuttings curve diagram can exclude the error data and determine the effective data. According to the effective data selection, it is concluded that there will be rock burst hazard, but not serious hazard when the maximum value of drilling cuttings weight is 2.5~3.0 kg/m and the distance is 6~8 m from peak position to coal wall, which plays an important role for detection of rock burst hazard in the future.

Key words: drilling cuttings method; rock burst; index