

千米深井强冲击倾向性煤层冲击地压防治实践

胡兆锋, 刘金亮, 李兴东, 张宗文, 井绪平

(山东能源新汶矿业集团有限责任公司 华丰煤矿 山东 泰安 271413)

摘要: 针对华丰煤矿开采深度达1 150 m的4号煤层具有强冲击倾向性、直接顶具有中等冲击倾向性,工作面开采过程中面临严重的冲击地压威胁等问题,为了防止开采期间冲击地压的发生,对准备工作面实施区域卸压,开采上下解放层,施工直径108 mm、深度30 m、孔间距2.5 m的煤层大直径卸压钻孔等措施,当准备工作面煤层应力降低30%~50%后,再在工作面回采过程中通过微震监测、矿震监测、地音监测、应力监测和钻屑法监测等技术进行监测。实践证明,对准备工作面实施区域卸压和冲击地压监测技术,可有效防止破坏性冲击地压的发生。

关键词: 冲击地压; 千米深井; 强冲击煤层; 上下解放层; 大直径卸压钻孔

中图分类号: TD323

文献标志码: A

文章编号: 0253-2336(2013)04-0036-04

Prevention and Practices on Mine Rock Burst from Seam with High Burst Tendency in Over 1 000 m Deep Mine

HU Zhao-feng, LIU Jin-liang, LI Xing-dong, ZHANG Zong-wen, JING Xu-ping

(Huafeng Mine, Shandong Energy Xinwen Mining Group Corporation Ltd., Tai'an 271413, China)

Abstract: According to the mining depth of No. 4 seam in Huafeng Mine was over 1 150 m and the seam with the high bumping tendency and the immediate roof with medium pressure bumping tendency, the coal mining face would face a serious rock burst danger and other problems during the mining process. In order to prevent the rock burst occurred in the mining period, a regional pressure releasing mining in the upper and lower liberated seams, constructed large diameter pressure releasing borehole with diameter of 108 mm, depth of 30 m and space of 2.5 m between boreholes and other measures conducted for the standby coal mining face. When the stress of the standby coal mining area was reduced by 30%~50%, the micro seismic monitoring and measuring, mine seismic monitoring and measuring, ground sound monitoring and measuring, stress monitoring and measuring, drilling cuttings monitoring and measuring and other technology were applied to monitor and measuring the coal mining face during the mining process. The practices showed that the regional pressure releasing and the rock burst monitoring and measuring technology conducted in the standby coal mining face could effectively prevent the destructive rock burst occurred.

Key words: rock burst; over 1 000 m deep mine; high pressure bumping seam; upper and lower liberated seams; large diameter pressure releasing borehole

0 引言

冲击地压是一种岩体中聚积的弹性变形势能在一定条件下的突然猛烈释放,导致岩石爆裂并弹射出来的现象,已逐渐成为我国煤矿最为严重的动力灾害之一^[1-3]。随着我国煤层开采深度每年增加8~12 m^[4-5],华东、华北及东北等地区的多个矿井进入深部开采阶段,部分矿井的开采深度已超过千

米,如华丰煤矿最大开采深度超过1 200 m,孙村煤矿最大开采深度超过1 300 m等。随着煤矿开采深度的增大,冲击地压矿井数量及冲击地压发生次数逐年增加^[6]。为控制冲击地压的发生和降低冲击地压危害,我国许多科研工作者对冲击地压发生机理、监测技术与治理技术进行了研究,章梦涛^[7]提出了冲击地压发生的失稳理论;齐庆新等^[8]提出了冲击地压粘滑失稳机理和三因素机理;李玉生^[9]提

收稿日期: 2012-11-26; 责任编辑: 张 扬

作者简介: 胡兆锋(1972—),男,山东宁阳人,高级工程师,硕士,现任山东能源新汶矿业集团有限责任公司华丰煤矿副矿长、总工程师。

引用格式: 胡兆锋,刘金亮,李兴东,等.千米深井强冲击倾向性煤层冲击地压防治实践[J].煤炭科学技术,2013,41(4):36-39.

出了冲击地压发生的“三准则”理论; 龚林名等^[10]提出冲击地压的强度弱化减冲理论; 于正兴等^[11]提出了冲击地压防治应力三向化理论; 潘一山等^[12]研发了用于冲击地压监测矿震监测定位系统; 姜福兴等^[13]研发了微地震监测定位系统。华丰煤矿作为我国典型的冲击地压矿井, 近年来积极探索千米深井强冲击煤层冲击地压防治技术, 笔者主要总结了华丰煤矿冲击地压防治经验, 以期同类矿井的冲击地压防治提供借鉴。

1 工程概况

华丰煤矿4号煤层工作面开采深度已达到1 150 m, 煤层平均厚6.3 m, 倾角平均31°。经鉴定4号煤层的冲击倾向性等级为强冲击, 其直接顶的冲击倾向性等级为中等冲击。4号煤层开采过程中共发生破坏性冲击地压108次, 造成工作面停产12次, 累计破坏巷道超过2 000 m, 摧毁巷道600 m, 损坏单体支柱500余根、铰接顶梁600余根, 多台生产设备损坏严重, 其中有4起造成多人伤亡。1410工作面标高-840~-920 m, 倾斜长度150 m, 走向长度2 200 m, 上方为1409采空区, 下方为未开采的1411工作面。2006年9月9日, 1410工作面回风巷发生1起冲击地压事故, 损坏巷道71 m, 并造成人员伤亡。根据相邻工作面开采经验判断, 1411工作面开采过程中将面临严重的冲击地压威胁。

2 冲击地压综合防治技术

2.1 开采解放层

华丰煤矿6号煤层与4号煤层间距为40 m, 其作为下解放层先开采。图1为开采下解放层后4号煤层工作面的应力状态, 可以看出4号煤层工作面运输巷处于卸压区内, 掘进和回采过程发生冲击地压的可能性较小; 而回风巷处于高应力带内, 即解放

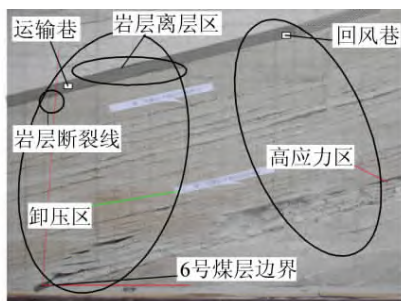


图1 开采下解放层后4号煤层工作面的应力状态

层的应力恢复带和上一工作面侧向支承压力集中带的叠加区域内, 具有发生冲击地压的危险。只开采下解放层不能消除4号煤层工作面回风巷发生冲击地压的危险。

华丰煤矿1号煤层作为4号煤层上解放层先于4号煤层开采, 其目的是对4号煤层工作面回风巷周围煤体进行卸压, 防止4号煤层工作面推进过程中发生破坏性冲击地压。1号煤层工作面与4号煤层工作面回风巷的相对位置关系如图2所示。

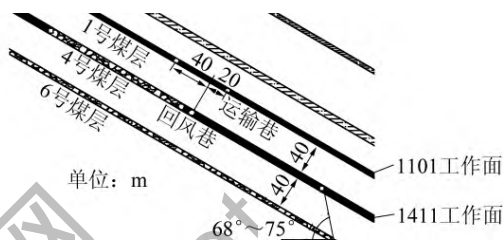


图2 1号与4号煤层工作面回风巷的相对位置关系

实践表明, 1101工作面的开采对1411工作面回风巷具有明显的卸压作用, 主要表现在: 1411工作面回风巷变形量小, 围岩稳定; 1411工作面回风巷掘进过程中未出现破坏性冲击地压。因此, 将1号煤层作为4号煤层的解放层提前开采, 能够为1411工作面的安全开采提供保证。

2.2 煤层大直径钻孔卸压

在工作面沿空留巷下帮施工煤层大直径钻孔, 钻孔直径108 mm, 深度30 m, 孔间距2.5 m, 煤层卸压大直径钻孔布置如图3所示。实施煤层钻孔措施后, 围岩浅部积聚的弹性能破坏钻孔周围煤体, 使浅部煤体卸压, 煤层支承压力的峰值位置向煤体深部转移, 从而降低煤层冲击危险。

2.3 深孔爆破卸压

工作面超前一定范围内进行大直径深孔爆破, 提前使顶、底板坚硬岩石发生破裂, 有效释放积聚的应力, 避免由顶、底板坚硬岩石整体发生折断诱发冲击地压。钻孔布置在回风巷下帮, 孔间距2.5 m, 每组3个孔, 顶板孔仰角38°, 煤层孔俯角32°, 底板孔俯角45°, 孔深均为30 m。对回风巷超前200 m施工顶底板及煤层卸压钻孔, 始终保持工作面处于卸压区。

3 冲击地压监测技术

1) 微震监测。采用 ARAMIS/E 微震监测定位系统, 对全矿范围微震现象进行监测, 对发生的微震

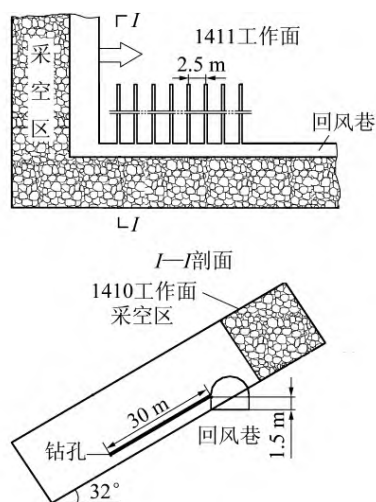


图3 煤层卸压大直径钻孔布置

事件进行及时准确定位。通过监测记录微震次数及释放的能量,预测预报冲击地压发生的趋势,为冲击地压的防治提供依据。井下共布置11台监测分站, -750 m水平2台, -840 m水平2台, -920 m水平2台, -1 010 m水平1台, -1 100 m水平4台。

2) 地音监测。采用ARES-5/E地音监测系统,对1411工作面的地音事件进行实时监测。地音探头安装在工作面巷道,距工作面30~110 m,初次在超前工作面80、110 m处各安装1个探头,当工作面距第1个地音探头小于30 m时,顺次移至第2个探头后30 m处,以后随着工作面的推采依次后撤。该系统通过单位时间监测区域内地音事件的频次和释放的能量,判断监测区域的冲击危险等级,从而实现对监测区域的危险性评价,为冲击地压预测预报及防治提供依据。

3) 矿震监测。利用宽频带数字化矿震观测系统,对全矿范围内矿震现象进行监测。监测记录0.5级以上矿震发生的次数及矿震释放的能量,利用其预测预报冲击危险程度。

4) 冲击地压在线监测预警系统。冲击地压在线监测预警系统是基于“当量钻屑法”的基本原理和“多因素耦合的冲击地压危险性确定方法”,能够实现准确连续监测和实时预警冲击地压危险性和危险程度。应力计安装在1411工作面回风巷超前250 m范围内,共安装10组,组间距为25 m,每组安装2个应力计,孔深为14和18 m;随着工作面的推进,当距工作面最近的1组距工作面只有10 m时进行撤除,并在最后1组后25 m位置安装1组应力

计,始终保持有10组测点监测。

5) 钻屑法监测。开采过程中使用MSZ-12电煤钻或风煤钻、 $\phi 42$ mm套节麻花钎子配 $\phi 42$ mm钻头,施工 $\phi 42$ mm的钻孔,根据打钻至不同深度时排出的钻屑量及其动力现象,判断岩体内应力集中情况,鉴别发生冲击地压危险的倾向和位置。

4 1411工作面冲击地压防治实践

4.1 微震监测与冲击地压防治

2011年11月1411工作面微震释放能量曲线如图4所示,共发生矿震40次,最小震级里氏0.5级,最大震级里氏1.8级,且都集中在工作面前后200 m范围。表明受工作面回采扰动应力的影响,工作面周围岩体发生破裂,应力一定程度得到释放。微震事件发生次数、释放能量呈上升趋势,说明上覆岩层在采动影响下始终处于活跃阶段,主要是受地质构造影响。

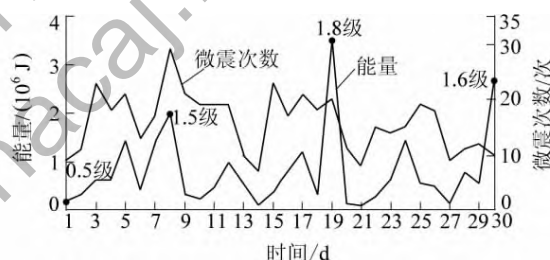


图4 2011年11月1411工作面微震释放能量曲线

华丰煤矿通过应用微震监测系统,得出了冲击地压易发生在地质构造附近(断层、褶曲轴部等)、煤柱支撑压力区和工作面来压、见方等特殊阶段。

4.2 地音监测与冲击地压防治

2011年4月22日9点22分34秒发生1次里氏1.7级矿震,释放能量 1.30×10^7 J,定位在工作面前方38 m,顶板以上2 m,回风巷以下5 m。矿震发生时,工作面采煤机下行15架割煤。2011年4月1411工作面地音监测变化趋势如图5所示。从图5可以看出,4月1—24日工作面地音接收能量处于相对平静期,4月25日以后趋势逐渐走高,预示着大震动发生。4月29日,1411工作面积聚应力由于采动影响,在前方诱发1次里氏1.7级矿震,与趋势变化升高吻合。矿震发生后,煤岩层活动又趋于短时的稳定。

根据地音监测结果可知,2011年4月25—28日1411工作面回风巷地音等级评定全部达到d级,

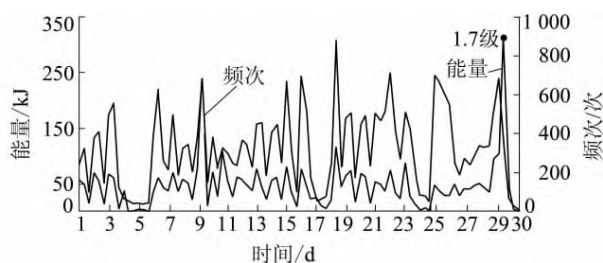


图5 2011年4月1411工作面地音监测变化趋势

4月29日发生1次里氏1.7级矿震。煤岩体中的地音信号增强及微破裂点增加,说明煤岩体内应力升高,冲击地压危险性增加。

4.3 矿震监测与冲击地压防治

图6为2012年5月1411工作面矿震释放能量曲线,可以看出,矿震大面积频发,次数、震级增加,表明工作面近上期上覆岩梁发生周期垮落运动,相应工作面附近发生冲击地压概率较高。

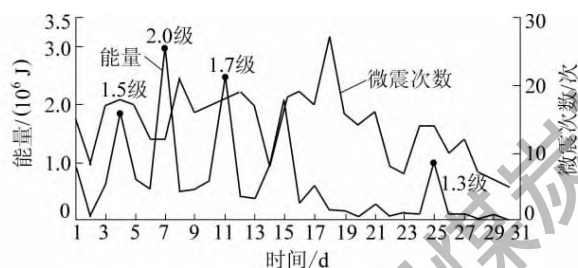


图6 2012年5月1411工作面矿震释放能量曲线

4.4 应力监测与冲击地压防治

2012年1月25—2月3日里氏0.8级以上矿震事件对应的煤体应力状态如图7所示,期间1411工作面大能量事件发生的地点在该区域走向上距离泵站130~260 m、倾向上在1号煤层解放区内,主要集中在该工作面回风巷下侧50 m、上侧15 m范围内。监测结果实时反映了煤体应力的变化与上覆岩层频繁破裂和能量释放相关,由此说明煤体应力的变化能够反映超前冲击危险程度。

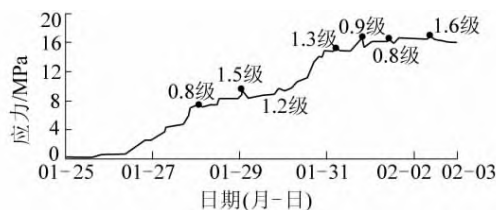


图7 里氏0.8级以上矿震事件对应的煤体应力

4.5 钻屑法监测与冲击地压防治

对于一定条件的煤体,在正常应力作用下,不同

钻孔深度煤体的应力状态是不同的,此时钻孔的煤粉量也不相同。当煤层的应力集中程度增加或应力状态异常时,钻孔的煤粉量将发生改变。根据煤粉量的变化,即可预测煤体的受力状态,并进一步预测冲击危险性。钻屑法是最简单、最直观、最有效的监测方法,与其他监测方法结合能有效预测预报冲击危险程度。

5 结 语

华丰煤矿采用综合防冲技术对1411工作面的冲击地压进行治理,获得了较好效果。实践证明综合防治技术是千米深井强冲击煤层冲击地压治理的有效手段和发展方向。华丰煤矿采用综合防治技术后,安全采出受冲击地压威胁的煤炭300万t。该技术一方面为华丰煤矿的安全生产提供技术保障,延长了矿井的服务年限;另一方面,为其他矿区冲击地压的治理提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 潘立友,张立俊,刘先贵.冲击地压预测与防治实用技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2006.
- [2] 齐庆新,龚林名.冲击地压理论与技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2008.
- [3] 龚林名,赵从国,杨思光,等.煤矿开采冲击矿压灾害防治[M].徐州:中国矿业大学出版社,2006.
- [4] 谢和平.矿山岩体力学及工程的研究进展与展望[J].中国工程科学,2003,5(3):31-38.
- [5] 何满潮,谢和平,彭苏萍,等.深部开采岩体力学研究[J].岩石力学与工程学报,2005,24(16):2803-2813.
- [6] 刘金海,姜福兴,冯涛.C型采场支撑力分布特征的数值模拟研究[J].岩土力学,2010,31(12):4011-4015.
- [7] 章梦涛.冲击地压失稳理论与数值模拟计算[J].岩石力学与工程学报,1987,6(3):197-204.
- [8] 齐庆新,史元伟,刘天泉.冲击地压粘滑失稳理论的研究[J].煤炭学报,1997,22(2):144-148.
- [9] 李玉生.冲击地压机理及其初步应用[J].中国矿业学院学报,1985(3):37-43.
- [10] 龚林名,陆荣平,牟宗龙,等.冲击矿压的强度弱化减冲理论及其应用[J].煤炭学报,2005,35(5):690-694.
- [11] 于正兴,姜福兴,桂兵,等.防治冲击地压的应力三向化理论研究及应用[J].煤炭科学技术,2011,39(7):1-4.
- [12] 潘一山,赵杨峰,官福海,等.矿震监测定位系统的研究及应用[J].岩石力学与工程学报,2007,26(5):1002-1011.
- [13] 姜福兴,杨淑华,成云海,等.煤矿冲击地压的微地震监测研究[J].地球物理学报,2006,49(5):1511-1516.