基于 ARAMIS M/E 监测系统的新河矿微震活动特征研究

李 岩[1]，魏焕伟[2]，武海滨[3]，王 健[3]
(1. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部，北京 100013; 2. 内蒙古黄陶勒盖煤炭有限责任公司 巴彦高勒煤矿，内蒙古 鄂尔多斯 017300;
3. 山东能源肥城矿业集团有限责任公司 白庄煤矿，山东 肥城 271613)

[摘 要] 通过采用微震监测系统对新河煤矿 530 采区煤岩活动情况进行监测，研究了地质构造、顶板破裂高度、工作面推进速度及爆破与微震活动的关系，研究结果表明：新河煤矿微震事件多集中于断层、褶曲轴部，微震活动受地质构造影响较大；在“见方”位置顶板破裂高度达到 90m，在褶曲轴部，顶板破裂高度达到 110m；工作面推进速度超过 4m/d 后，微震活动与推进速度呈明显的正相关性；在爆破作业后微震活动有明显变化，微震监测能够作为一种爆破卸压效果检验的手段。

[关键词] 微震；地质构造；推进速度；爆破卸压
[中图分类号] TD324 [文献标识码] A [文章编号] 1006-6225 (2017) 05-0078-03

Study of Microseismic Features of Xinhe Coal Mine Based On ARAMIS M/E Monitoring System

LI Yan[1], WEI Huan-wei[2], WU Hai-bin[3], WANG Jian[3]
(1. Coal Mining & Designing Department, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China;
2. Bayangaole Coal Mine, Inner Mongolia Huangtaolegai Coal Co., Ltd., Ordos 017300, China;
3. Shandong Feicheng Mine Industry Group Co., Ltd., Feicheng 271613, China)

Abstract: Coal and rock movement of 530 mining area of Xinhe coal mine was monitored by microseismic system, then the relationship between geological structure, broken height of roof, advance speed of working face, blasting and microseismic movement were studied, the results showed that most of microseismic incidents appeared in fault, axial position of fold and microseismic movement was influenced more by geological structure, the broken height of roof reached 90m in 'jianfang' position, and it reached about 110m in fold axial position, when advance speed of working face exceeded 4m/d, obviously positive correlation property appeared between microseismic and advance speed, microseismic movement was different after blasting, microseismic monitoring was an effectively method for unloading by blasting.

Key words: microseismic; geological structure; advance speed; unloading by blasting

1 矿井概况

新河煤矿开采深度达到 1km，煤层经鉴定具有强冲击倾向性。矿井具备了发生冲击地压的条件，开采过程中已经出现了明显的动力显现。随着开采深度的增加，特别是巷道掘进工作面在地质构造复杂地段施工过程中，“煤炮”、“震动”等动力现象日趋频繁，为了加强对冲击地压的监测和预警，新河煤矿于 2015 年引入了 ARAMIS M/E 微震监测系统。矿井目前回采的工作面为 5301 工作面，掘进工作面为 5302 工作面的运输巷和回风巷。

2 微震统计分析

自 2015 年 10 月 1 日至 12 月 18 日共监测到微震事件 1741 个，其中新河矿井范围内有 1598 个微震事件，唐口煤矿井田范围内有 143 个微震事件；本文仅选取新河矿范围内的数据进行分析，微震事件统计表见表 1。

表 1 微震事件统计

工作面名称	各能量级微震事件数/个					各工作面微震事件能量总和/10^5J
	10^1J	10^2J	10^3J	10^4J	合计	
5301	491	240	63	3	797	3.40
5302	241	210	72	2	525	3.50
其他区域	153	102	21	0	276	1.06
合计	885	552	156	5	1598	7.96

由表 1 可见，其中 5301 工作面发生微震事件 797 次，占微震事件总数的 50%；事件总能量为 3.40×10^5J，占总能量的 43%；5302 工作面发生微震事件 525 次，占微震事件总数的 33%，事件总能量为 3.50×10^5J，占总能量的 44%。以上数据表明，矿井范围内微震事件主要发生于 5301 和 5302

[收稿日期] 2017-04-27
[基金项目] “十三五”国家重点研发计划项目 (2016YFC0600708)
[作者简介] 李 岩 (1988-)，男，河南济源人，硕士，助理研究员，主要从事微震监测技术研究工作。
[引用格式] 李 岩，魏焕伟，武海滨，等. 基于 ARAMIS M/E 监测系统的新河矿微震活动特征研究 [J]. 煤矿开采，2017,22(5):78-80.
[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2017.05.020

工作面，矿井范围内的微震事件的发生主要是受采掘活动的影响；5301 工作面微震事件多但总能量小，表明 5301 工作面微震事件主要以小能量微震事件为主，5302 工作面微震事件平均能量高于 5301 工作面，引起以上差异的原因是向斜构造与 FF44 断层在 5302 工作面交汇，同时 5302 两个巷道的掘进工作面在交汇区域进行掘进。统计数据表明：530 采区地质构造对微震事件的影响较大，若在地质构造区域进行掘进和回采作业时极易引发大能量微震事件，增加冲击危险性。

3　微震与地质构造关系

因微震事件较多，为方便分析，仅选取 10^3J 的微震事件进行平面分布分析。图 1 为 10^3J 以上微震事件平面分布，图中圆点为 10^3J～10^4J 能量区间的微震事件（简称为 10^3J 事件），六角星为 10^4J～10^5J 能量区间的微震事件（简称为 10^4J 事件）。由图 1 可见，微震事件在图中有 3 个集中区域。

区域 1：该区域微震事件沿断层有明显的线性分布，同时微震的线性分布处于工作面一次见方位置。区域 2：该区域内微震事件沿向斜轴部分布，且在该区域内存在 3 个 10^4J 事件，10^4J 事件在该区域内分布于断层附近。区域 3：该区域内微震事件集中处于向斜轴部与 FF44 交汇处。矿井范围内的微震事件均分布在 FF37－38 断层右侧，并且沿着 FF37－38 断层有线性分布的微震事件，表明该断层对因采掘活动引起的煤岩体运动具有一定的阻隔作用，其受采掘活动影响也存在一定的活化。

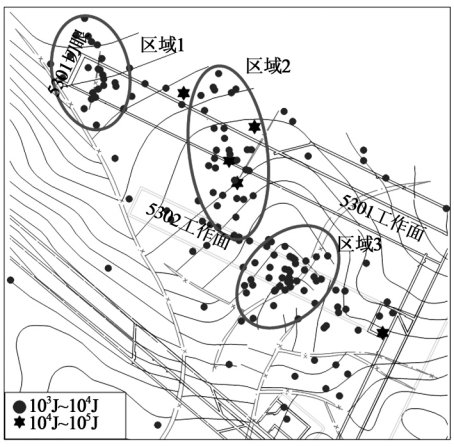

图 1　10^3J 以上事件分布

由以上 3 个微震事件密集区可见，矿井目前微震事件的集中受褶曲与断层等构造的影响较大，在回采工作面和掘进工作面靠近和经过褶曲轴部和断层时，尤其是经过二者叠加区域时会引起大能量微震事件的发生，冲击危险性会显著增加。

4　微震与爆破活动关系

图 2 为 5301 工作面 11 月 28 日至 12 月 18 日共 21d 的微震事件能量-频次变化图。该工作面 12 月 7 日开始在工作面前方 10m 处进行顶板爆破预裂工作。由图 2 可见，爆破后的 12 月 8 日微震事件增多，但当日总能量处于较低水平，表明预裂爆破后降低了微震事件能量水平，使煤岩体内微破裂更加发育。后期随工作面逐步靠近预裂爆破位置，微震事件的能量和频次均呈现明显下降趋势，表明 12 月 7 日的预裂爆破卸压效果明显。微震事件能量和频次分别在 12 月 13 日和 14 日达到最低值，自 12 月 7 日至 12 月 14 日工作面共推进 26.4m，此时工作面推过爆破位置 16.4m；综上可知，此次预裂爆破的解危范围约为爆破位置前后 15m。

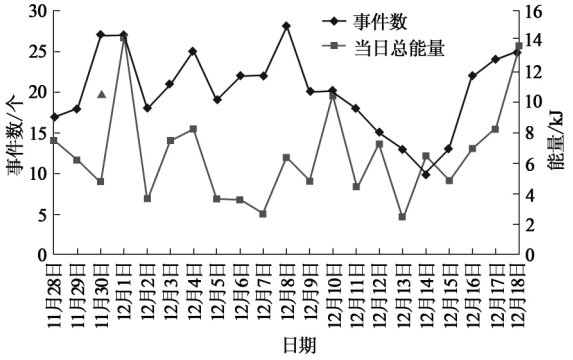

图 2　微震能量-频次

5　微震与顶板破裂高度关系

经统计 5301 工作面顶板微震事件有 256 个，其中能量大于 10^3J 的事件有 16 个；煤层微震事件有 48 个，其中能量大于 10^3J 的事件有 10 个，底板微震事件有 120 个，其中能量大于 10^3J 的事件有 7 个。顶板微震事件、煤层微震事件和底板微震事件数分别占总事件数的 60.4%，11.3%，28.3%，可见 5301 工作面微震事件主要以顶板微震事件为主，微震事件的产生主要是顶板的断裂。

图 3 为 5301 工作面微震事件走向剖面图。微震事件在图中有 4 个集中区。区域 A 位于工作面切眼前方 40～50m 范围，为工作面初次来压位置，12 月 7 日在该区域进行顶板预裂爆破。该区域内 10^3J 微震事件集中，且都处于顶板与煤层中，表明该区域顶板破断现象明显。区域 B 位于工作面前方 60～70m 范围，即工作面“一次见方”处。区域 C 位于工作面前方 120～140m 范围，即工作面“二次见方”处。区域 D 位于工作面前方 270～320m 范围；与图 1 对比可见，该区域为向斜轴部。

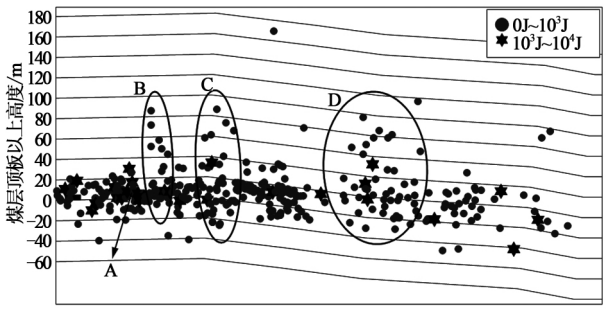

图 3　5301 工作面微震事件走向剖面

区域 B 和区域 C 均为工作面见方位置，两处微震事件分布规律类似，见方位置煤层顶板以上 90m 处的岩层出现破断；由于区域 B 临近预裂爆破位置，并且区域 B 处有一断层，致使该处煤岩体裂隙发育，因此区域 B 所在位置 10^3J 微震事件较少，且分布位置较低，均处于煤层或底板中；而区域 C 处因煤岩体相对完整，10^3J 微震事件位置相对较高，位于煤层顶板以上 30m 处。

区域 D 因受向斜影响，与区域 B 和区域 C 微震分布有所不同。该处微震事件分布走向长度约达到 50m，微震事件最高位于煤层顶板以上 110m 处，微震事件分布的高度和宽度均大于“见方”时微震的分布范围，表明 5301 工作面内向斜等构造对冲击地压的影响大于“见方”的影响。

6　微震与工作面推进度关系

图 4 为 5301 工作面微震事件频次和能量与工作面推进速度关系图。工作面推进度处于 4m/d 以下时，微震事件频次和能量与推进度相关性较差，当推进速度高于 4m/d 时，微震事件频次和能量随推进速度的增加而增加，表明当推进速度低于 4m/d 时，5301 工作面的微震事件受推进速度影响较小，推采速度对冲击危险性影响较小；当推进速度高于 4m/d 时，工作面微震事件受推进速度影响较大，此时推进速度的变化将会成为影响工作面冲击地压的主导因素之一。

7　结　论

(1) 5301 和 5302 工作面微震事件分布主要受褶曲和断层的影响，在向斜轴部与断层交汇处更加明显。5301 工作面范围内向斜等构造对冲击地压的影响高于“见方”对冲击地压的影响。在 5301 和 5302 工作面回采至向斜轴部或断层处时应关注微震事件数量和能量变化，重点加强防冲管理。

(2) 微震活动表明，5301 工作面在“见方”位置顶板破裂高度达到 90m，而在褶曲轴部，顶板破裂高度可达到 110m。

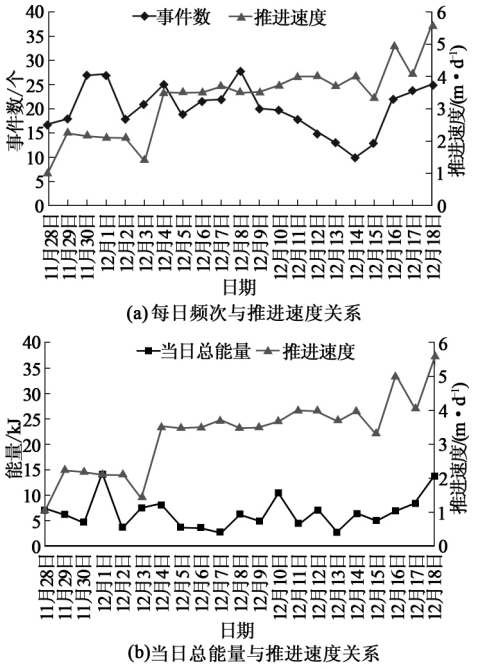

图 4　工作面微震事件频次和能量与推进速度关系

(3) 微震监测数据表明，5301 工作面预裂爆破卸压效果良好，卸压范围约为爆破位置前后 15m 范围内。

(4) 5301 工作面推采速度低于 4m/d 时，推进度对冲击的发生影响较小，推进速度不是冲击发生的主导因素；推采速度高于 4m/d 时，微震与推进速度呈明显的正相关，此时，推采速度将成为冲击地压发生的主导因素之一。

[参考文献]

[1] 潘俊锋，毛德兵，等．冲击地压启动理论与成套技术 [M]．徐州：中国矿业大学出版社，2016.

[2] 齐庆新，窦林名．冲击地压理论与研究 [M]．徐州：中国矿业大学出版社，2008.

[3] 窦林名，何雪秋．冲击地压防治理论与技术 [M]．徐州：中国矿业大学出版社，2001.

[4] 毛德兵，陈法兵．采动影响下断层活化规律及其诱发冲击地压的防治 [J]．煤矿开采，2013，18(1)：73-76，65.

[5] 王传朋．田陈煤矿冲击地压的微震活动规律研究 [J]．煤矿开采，2015，20(3)：97-100.

[6] 姜福兴，苗小虎，王存文，等．构造控制型冲击地压的微地震监测预警研究与实践 [J]．煤炭学报，2010，35(6)：900-903.

[7] 夏永学，蓝　航，毛德兵，等．基于微震监测的超前支承压力分布特征研究 [J]．中国矿业大学学报，2011，40(6)：868-872.

[责任编辑：潘俊锋]