

深部综放工作面动压微震监测及控制技术研究

侯 玮¹, 霍海鹰², 郭晓朋¹, 李东雷¹

(1. 河北工程大学 资源学院, 河北 邯郸 056038; 2. 河北工程大学 建筑学院, 河北 邯郸 056038)

摘要:针对深部复杂条件下综放工作面动压控制难, 精细防冲技术与装备不足的现状, 利用井下高精度微地震监测系统, 结合采场覆岩空间结构理论, 对开采过程中的岩层空间破裂规律、断层构造活化规律及空间应力场影响范围进行了研究, 实现了三维连续动态监测及矿井冲击地压的监测和预警。结果表明, 微震监测能够准确判断出工作面岩层破裂范围、煤柱稳定性及岩层运动异常区域, 实现了冲击地压监测的超前预警预报。

关键词:冲击地压; 岩体破裂场; 岩层运动; 微震监测; 超前预警

中图分类号:TD324 **文献标志码:**A **文章编号:**0253-2336(2014)03-0036-03

Research on Microseismic Monitoring and Control Technology of Dynamic Pressure in Deep Fully-Mechanized Top Coal Caving Face

HOU Wei¹, HUO Hai-ying², GUO Xiao-peng¹, LI Dong-lei¹

(1. School of Resources, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China;

2. School of Architecture, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: According to the status of dynamic pressure controlling difficulty, rock burst prevention technology and equipment shortages in deep complicated conditions of fully-mechanized top coal caving face, the underground high precision microseismic monitoring system combined with the overlying strata spatial structure theory, the process of mining strata spatial rupture rule, fault activation pattern and spatial stress field were researched, the 3D continuous dynamic monitoring and the monitoring and early warning of rock burst was realized. The results showed that microseismic monitoring could accurately judge the working face strata rupture range, the stability of coal pillar and rock motion abnormalities, the dynamic pressure phenomenon and scope advanced monitoring in coal mining face was realized.

Key words: rock burst; rock fracture field; stratum movement; microseismic monitoring; advanced monitoring

0 引言

随着煤矿开采深度的增加和开采条件的变化, 我国受冲击地压威胁的矿井数量逐年增加。相当一部分煤炭资源面临冲击地压难治理的严峻局面, 有必要深入研究深部煤层开采采动阶段诱发动力灾害机理及先进的防治技术。目前我国防治冲击地压技术和动力灾害预测评价的理论基础多以积累的防冲经验及相关研究成果为主^[1-5]。而深部复杂条件下的精细防冲技术与装备研究不

足, 造成由于煤层覆岩空间结构、地质构造、开采工艺对矿井冲击地压发生的位置、时间、空间范围等的先知性和预先防范措施不到位, 这是导致灾难性冲击地压事故的主要原因。因此, 如何确定开采过程中顶底板、煤体的空间破裂规律, 以及断层、陷落柱等地质活化体活化能否引起冲击地压, 是设计合理开采工艺、留设煤柱、预测冲击地压发生规律、防治冲击地压发生必须解决的关键科学问题。深部复杂条件下矿井发生的冲击地压动力灾害成为采场的主要安全隐患, 成为亟待解决的

收稿日期: 2013-09-21; 责任编辑: 杨正凯 DOI: 10.13199/j.cnki.est.2014.03.010

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(D2010001000)

作者简介: 侯 玮(1977—), 男, 河北邯郸人, 副教授, 博士。Tel: 15103100838, E-mail: 375668687@qq.com

引用格式: 侯 玮, 霍海鹰, 郭晓朋, 等. 深部综放工作面动压微震监测及控制技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(3): 36-38.

HOU Wei, HUO Hai-ying, GUO Xiao-peng, et al. Research on Microseismic Monitoring and Control Technology of Dynamic Pressure in Deep Fully-Mechanized Top Coal Caving Face [J]. Coal Science and Technology, 2014, 42(3): 36-38.

工程问题^[6-9]。微地震监测技术是目前动力灾害监测预警的主要技术之一,该技术结合岩层运动及矿山压力理论,尤其是深部开采煤层采动阶段诱发动力灾害机理,进行实时动态的三维监测,能大幅提升动力灾害精确连续安全监测预警的技术水平^[10]。

1 冲击地压超前预测

冲击地压预测应对开采过程中的岩层破裂规律、构造活化程度等进行监测,结合采场覆岩空间结构理论,进行冲击地压的监测和预警。最终目标是全面揭示冲击地压发生的煤岩层运动和构造活化机理,确定试验工作面岩层破裂范围,为划定工作面周围具有冲击危险的区域范围和指导开采设计以及防冲设计,提供实测依据^[11-13]。具体研究以下内容:①工作面推进过程中顶板、底板和煤体的三维破裂过程、破裂程度、破裂范围的监测,为研究冲击地压发生提供煤岩层运动的基础数据;②监测工作面周围采动影响范围内断层的活化规律,实现地质异常体活化发展过程的三维定位(平面、深度),并诊断是否具有发生冲击的可能性;③揭示可能存在的隐伏断层或其他可能导致冲击地压的构造;④根据监测结果、顶底板岩层条件和煤层倾向性参数,研究开采过程中不同位置岩层运动与冲击地压发生的关系;⑤煤层冲击地压发生危险性评价和预测,将煤层划定为具有不同冲击危险程度的区域,引发灾害破裂级别划分、判别和评价的方法;⑥根据监测结果提前划定工作面周围具有冲击危险的区域范围,确定发生冲击地压空间位置和时空条件,用于指导开采设计和防冲设计;⑦实现回采工作面顶底板运动的动态监测,并根据岩层破裂规律对工作面煤层冲击地压进行超前预测预报,实现在监测过程中揭示冲击地压的发生机理。

2 冲击地压微震监测

微震监测技术(MS)是观测分析生产活动过程中所产生的微小地震事件,通过在采动区的顶板和底板内布置多组检波器,实时采集微震数据,采用震动定位的原理和理论计算的方法确定破裂发生的位置,即震源的空间位置,并在三维空间上显示出来^[14]。与传统技术相比,微地震监测技术具有以下优点:①实时监测,能够及时发现微地震

事件并确定其位置。②动态监测,可实现长时间的连续监测。③空间监测,可在观测范围内进行三维空间定位,还可以根据震源情况进一步分析破裂尺度和性质。这种技术是在信息化技术和数据采集技术快速发展的基础上产生的,它为研究覆岩空间的破裂形态和采动应力场分布提供了新手段。该方法可用于分析采场围岩破裂形态,及由此推演覆岩空间破裂形态与采动应力场的关系,预测和控制可能发生的矿井突水事故,研究岩层破裂场和应力场^[15]。

矿井冲击地压动力灾害的形成和发生都有一个从孕育、发展到发生的变化过程,在这一变化过程中的不同阶段都有其对应的前兆信息。受采动影响,可能会引起覆岩空间结构变化、岩层断裂、断层活化从而形成不同冲击危险程度的区域,如果多因素条件耦合就会引起不同程度的冲击地压动力灾害。实际上,这些岩体在失稳和灾变的过程会伴随着能量释放,这些能量会以地震波的形式向周边岩体传播。微地震监测技术就是要通过对微地震波的接收,进行震源各参数(包括震源位置、能量大小、震源机制等)的反演分析,并在此基础上结合实际的煤矿地质资料、开采设计和现场情况进行冲击地压的预测预报。

3 现场应用

新汶矿区某煤矿3201工作面,井下位于三二采区,东侧为3113工作面采空区,但2个工作面之间是断层地带,发育有FX2、F3113-2等断层,西侧为未开采区域。煤层开采深度900 m左右,其中距煤层约45 m处为一层厚度为12 m左右的砾岩基本顶;直接顶砂质含量较高,相变为砂质泥岩,大部分为细砂岩或粉砂岩,厚度为43 m左右。东侧为已开采区,矿山压力较大,特别是构造复杂区。坚硬厚层砂岩顶板容易形成悬顶,聚积大量弹性能,且在坚硬顶板破碎或滑移过程中,大量的弹性能突然释放可形成强烈震动,故煤层上方具有坚硬、厚层砂岩顶板时,增加了冲击地压危险性。由于煤层埋藏深、具有冲击倾向性、构造复杂区应力集中、S型覆岩空间结构,工作面在开采过程中遇到初次来压、周期来压阶段,多因素耦合常会引起应力场的分布形态及应力水平突变,而这些状况通常是发生动力灾害的关键诱因,极易对工作面安全开采构成冲击地压灾害的威胁。因此,笔者采用微震监测技术对该工作面回

采过程中冲击地压进行预测预报，并采取相应的处理措施。

1)顶板岩层空间破裂规律。微震事件定位的平面和剖面如图1所示，由图1a可知，正常推进阶段岩层破裂导致微震事件的分布有如下特点：①微震事件集中分布在工作面超前支承压力及侧向支承压力峰值带附近(高应力差区域)；②在断层附近微震事件分布较为密集；③在采空区及隔离煤柱中出现了一些微震事件。上述微震事件分布特点，从不同的侧面反映了3201工作面的采动应力分布、构造应力分布和覆岩空间结构等矿压及岩层运动规律。由图1b可知：工作面附近覆岩微震事件岩层的破裂高度分布；对于大的覆岩空间结构而言，3201工作面和3113采空区将形成“S”型覆岩空间结构，从图1b也可以直观看出材料巷一侧微地震事件较为密集；可以得出侧向支承压力峰值位置。

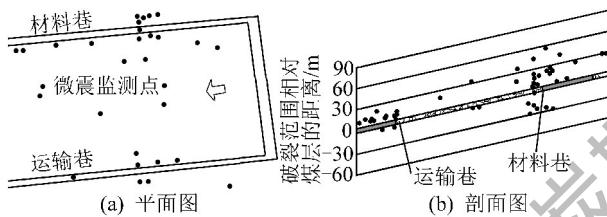


图1 微震事件定位的平面和剖面图

2)沿空侧煤柱稳定性分析。微地震监测数据反演煤柱上方及其周围煤岩体的破裂场发育情况，沿空侧煤柱上方及周围煤岩体破裂场发育高度如图1b所示，沿空侧煤柱上方破裂场发育高度为实体煤侧的2倍左右，而且范围较大，说明3113工作面的开采对沿空侧煤柱的稳定性产生了一定影响，沿空侧煤柱的垂直应力峰值距离材料巷8~12 m。

3)岩层运动异常区预报。①微震监测到的岩层运动异常区(冲击地压危险区)，S型覆岩空间结构形成期间微震事件发生规律，S型覆岩空间结构形成期间及形成之后，将会形成比S型覆岩空间结构范围更大的高应力场。如果处于工作面巷道8 m保护带以内则极易诱发冲击地压，由于采取了相应的卸压措施，使得应力峰值位置进一步向实体煤深部转移，保证了工作面回采的安全。微地震监测系统可以清晰地展示微震事件的分布规律以及能量大小，由此可判断是否会发生冲击地压，对岩层运动异常区可以进行精确预报，实现对冲击地压的预测预警。②微震监测结果揭示构造主导的高应力区以及冲击地压危险区域，由于断层附近的高应力区、超前

支承压力、侧向支承压力、S型覆岩空间结构等多种影响因素的耦合影响下将会产生2个高应力区以及相应的冲击地压危险区域，生产过程中针对该情况进行了准确的预测预警。

4 结语

由于未能在工作面回采过程中对冲击地压灾害进行超前预测，导致灾难性型冲击地压发生。通过采用高精度微地震监测技术，结合采场覆岩空间结构理论，可以超前预测顶底板岩层破裂情况，确定覆岩空间结构形成的高应力场，以及断层、陷落柱等地质异常体的活化情况，划分岩层运动异常区域，超前对引起冲击地压的异常现象进行预测预报，并采取相应的防治对策。

参考文献：

- [1] 成云海.微地震定位监测在采场冲击地压防治中的应用[D].济南:山东科技大学,2006.
- [2] 齐庆新,李晓璐,赵善坤.煤矿冲击地压应力控制理论与实践[J].煤炭科学技术,2013,41(6):1-5.
- [3] 姜福兴,杨淑华,XUN Luo.微地震监测揭示的采场围岩空间破裂形态[J].煤炭学报,2003,28(4):357-360.
- [4] 姜福兴,魏全德,姚顺利,等.冲击地压防治关键理论与技术分析[J].煤炭科学技术,2013,41(6):6-9.
- [5] 窦林名,杨增强,丁小敏,等.高压射流割煤技术在防治冲击地压中的应用[J].煤炭科学技术,2013,41(6):10-13.
- [6] 成云海,姜福兴,张兴民,等.微震监测揭示的C型采场空间结构及应力场[J].岩石力学与工程学报,2007,26(1):102-107.
- [7] 潘立友,张若祥,孔繁鹏.基于缺陷法孤岛工作面冲击地压防治技术研究[J].煤炭科学技术,2013,41(6):14-16.
- [8] 潘俊锋,毛德兵,蓝航,等.我国煤矿冲击地压防治技术研究现状及展望[J].煤炭科学技术,2013,41(6):21-25.
- [9] 曾志龙,孔令海,姜福兴,等.基于微地震监测的大水量矿区厚煤层围岩破裂特征[J].矿业安全与环保,2012,39(2):10-14.
- [10] 潘立友,孙刘伟,范宗乾.深部矿井构造区厚煤层冲击地压机理与应用[J].煤炭科学技术,2013,41(9):126-128.
- [11] 王利,陈冠文.短工作面开采卸压技术研究[J].煤炭科学技术,2012,40(12):11-14.
- [12] 侯玮,霍海鹰.“C”型覆岩空间结构采场动压致灾机理[J].煤炭学报,2012,37(S1):269-274.
- [13] 蓝航,齐庆新,潘俊锋,等.我国煤矿冲击地压特点及防治技术分析[J].煤炭科学技术,2011,39(1):11-15.
- [14] 姜福兴,王存文,杨淑华.冲击地压及煤与瓦斯突出和透水的微震监测技术[J].煤炭科学技术,2007,35(1):59-64.
- [15] 于正兴,姜福兴,桂兵.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):50-53.
- [16] 张宗文,王元杰,赵成利,等.微震和地音综合监测在冲击地压防治中的应用.[J].煤炭科学技术,2011,39(1):32-34.