

微震监测技术在煤矿冲击地压防治中的应用

孙伟 刘韩伟

山东省枣庄矿业集团高庄煤业有限公司防冲办

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1765

[摘要] 煤矿在社会经济发展中占据着重要地位,一旦发生冲击地压灾害将会对煤矿造成严重影响,只有加强对其进行防治才能够减少危害。为此,利用分析法等方法对微震监测技术在煤矿冲击地压防治中的应用进行了探究。在探究过程中先对微震监测技术与冲击地压防治进行了简要分析,之后对微震事件的分布特征进行了探讨,最后针对微震监测技术的应用提出了建议。探究结果表明,灵活应用微震监测技术具有重要意义,所以需要提高对该技术的重视程度,充分发挥其作用。

[关键词] 微震监测技术; 冲击地压防治; 分布特征

中图分类号: X924.2 文献标识码: A

The application of microseismic monitoring technology in the prevention and control of coal mine rockburst

Wei Sun Hanwei Liu

Shandong Zaozhuang Mining Group Gaozhuang Coal Industry Co., Ltd

[Abstract] Coal mine occupies an important position in social and economic development. Once rock burst disaster occurs, it will have a serious impact on coal mine. Only by strengthening prevention and control can the harm be reduced. Therefore, the application of microseismic monitoring technology in the prevention and control of rock burst in coal mine is studied by means of analysis method. In the process of research, the microseismic monitoring technology and rock burst prevention are briefly analyzed, and then the distribution characteristics of microseismic events are discussed. Finally, the application of microseismic monitoring technology is proposed. The research results show that the flexible application of microseismic monitoring technology is of great significance, so it is necessary to pay more attention to this technology and give full play to its role.

[Key words] Microseismic monitoring technology; Rock burst prevention and control; Distribution characteristics

前言

冲击地压灾害会对煤矿造成严重破坏,例如可能会造成冒顶片帮、支架折损,严重威胁到了作业人员的人身安全。而应用微震监测技术可以为冲击地压的防治提供支持,为此应在现有研究结果的基础上分析如何将这一技术应用在灾害防治中,以保障煤矿的生产安全。

1 微震监测技术与冲击地压防治概述

1.1 微震监测技术

微震监测技术即判断岩层稳定性的技术,指的是通过传感器采集由岩体破坏或断裂所发射的地震波信号并对这些信号进行分析,从而明确矿震发生的具体位置、震级、能量等情况^[1]。煤岩体在受到破坏时会产生低频率震动波,其中微震是在周围煤岩体快速释放和传播的动力现象。应用微震监测技术就可以获取这一现象,继而为冲击地压的防治提供数据支持。

1.2 冲击地压防治

冲击地压灾害具有较强的突发性与剧烈性,很容易引起冒顶片帮、巷道破坏以及设备损失,甚至会引发煤尘、瓦斯爆炸及有毒有害气体的溢出等次生灾害,因此需要做好冲击地压的防治工作,避免井下作业人员的人身安全受到威胁。

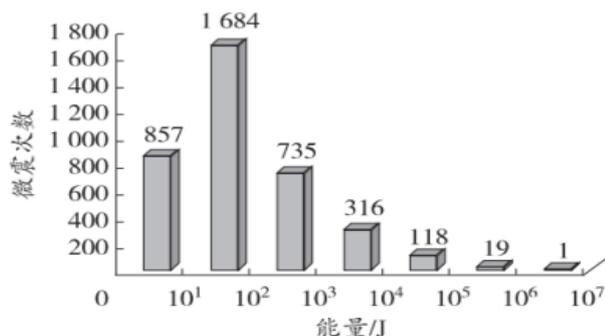
2 微震事件的分布特征

某煤矿在回采期间频繁发生冲击地压灾害,出现了严重的冒顶片帮、巷道变形等问题,严重影响到了煤矿的安全生产,该煤矿利用ARAMIS M/E微震监测系统进行微震监测,因此以该煤矿为例进行微震事件的分布特征分析。

2.1 能量分布特征

在正常情况下,一个拾震器可以接收到最低能量为5J的微震事件,且接收信号的拾震器越多,震动波形就越清晰,系统就能更好地识别P波的初动时刻,坐标定位的准确性就更高,所以

若微震事件的能量较大且想明确微震事件的空间坐标就需要四个及四个以上的拾震器^[2]。例如,该煤矿在监测过程中发现,该系统一共监测到了3729个有效微震事件且释放了 3.91×10^7 J的能量,其中微震事件的最大能量为 1.55×10^7 J。图一为微震事件的能量分布状况,其中10-100J这一能量区间的微震事件是最多的,0-10J区间的微震事件次之,而大于100J的微震事件数量不断减少。



图一 微震事件的能量分布特征

2.2 空间位置分布特征

在应用微震监测技术进行冲击地压防治时不仅需要明确微震事件的能量分布特征,也需要明确空间位置分布特征^[3]。例如,该煤矿利用微震监测系统在工作面中一共监测到了3157个面内微震事件,释放了 3.16×10^7 J的能量,其中一共有2488个工作面前方的微震事件,669个工作面后方的微震事件,所以微震事件主要集中在工作面的前方。而从垂直方向来看,顶板的微震事件一共有2619个、煤层的微震事件有186个、底板的微震事件有342个,主要分布在煤层顶板上。

2.3 微震事件与工作面推进的关系特征

在频繁出现冲击地压后煤矿工作面会出现动力显现的情况,所以需要明确微震事件与工作面推进之间的关系特征,为冲击地压的防治奠定基础。例如,该煤矿发现在工作面推进的过程中,微震事件的分布区域出现了较大的变化,具有规律性前移这一特征。

2.4 微震事件与周期来压的关系特征

微震事件与周期来压之间也有一定的关系,例如该煤矿发现工作面微震事件的周期性较强,与工作面基本顶的周期性运动有一定的对应关系。同时,一般每隔5-6天就会出现一次微震事件的高发期,这比周期来压早1-2天左右,所以在工作过程中可以根据微震事件的规律预报工作面的周期来压^[4]。

2.5 微震事件与组织生产的关系特征

不同煤矿采用的组织生产方式不同,例如该煤矿采用两班生产、一班停采检修的方式。在监测后发现相比于停采期间,生产期间工作面所发生的微震事件以及所释放的能量都更高一些,所以生产期间发生冲击地压灾害的危险性更强。

3 在煤矿冲击地压防治中应用微震监测技术的策略

无论是微震事件的能量特征还是时空变化特征都涉及冲击

地压的相关信息,综合分析微震活动特征可以在一定程度上判断出煤岩体的受力破坏范围、大小以及危险程度,继而为冲击地压的防治提供支持,所以需要根据实际情况进行分析。

3.1 明确冲击地压发生前的微震活动特征

在分析冲击地压发生前的微震活动特征时需要利用微震监测技术采集冲击地压发生前后的微震事件,明确微震事件的频次以及能量,之后再根据所采集到的数据信息进行综合分析。如该煤矿在发生冲击地压之前,微震事件的发生频次以及能量有明显的变化,即发生冲击地压前一天微震事件的发生频次比较高,但是所释放的能量较低,煤岩体的内部能量不断积聚。而发生冲击地压之后,集中释放了小能量的微震事件,但再次发生高能量微震事件的概率较低。

3.2 明确微震事件能量与冲击地压的关系

冲击地压与微震事件的能量也有一定的关系,因此在制定冲击地压防治方案前需要综合分析二者的关系。从微震监测系统的数据信息来看,当微震事件的能量在 1.0×10^5 J时,煤矿井下会出现较为明显的震感,但是不会显现冲击感;当能量超过 1.0×10^5 J时就会对巷道的底板以及两帮造成冲击破坏;当能量超过 1.0×10^6 J时就会产生冲击地压,且能量越高,冲击地压的破坏性越强^[5]。

3.3 判定高冲击危险区

只有明确高冲击危险区域才能更好地开展冲击地压防治工作,为此需要根据微震监测结果进行判定。首先,应明确微震事件在工作面的主要发生位置以及微震事件所释放出的能量,为后续判定奠定基础。例如,该煤矿的微震事件主要发生在工作面的前方,且释放能量超过 1.0×10^5 J的高能微震事件有19个,其中有15个微震事件发生在工作面上端头周围,且有12个超过了工作面50m的范围,同时大量的冲击地压都发生在这一区域,而工作面前方50-100m这一范围内的微震事件最多,因为这一区域受采动的影响非常大,煤岩体的集中应力增加较快,迅速形成了高应力区,煤岩体破裂活动就比较频繁。

3.4 微震预警指标的确定和微震系统的安装校核

3.4.1 微震预警指标的确定

对于具有冲击危险的煤矿,不同矿井因煤岩冲击倾向性物理性质不同,同时因地质条件、施工技术与采掘接续造成的采场情况等不同,微震事件预警值的确定也不同,就需要根据不同的矿井在地质和采矿技术条件下发生的微震事件的次数、频度和能量进行长期的总结分析,找出规律,以确定微震事件预警指标。以某冲击地压矿井区域SOS微震监测系统为例,介绍微震监测预警指标分析及确定情况,首先对矿井近四年来每个采、掘工作面的微震事件总频次、工作面总释放能量、单个最大事件值、日总释放能量最大值、日最高频次、事件发生范围等进行统计汇总分析,并对矿井近四年采掘工作面单个微震事件能量区间频次占比与发生趋势进行统计分析,将统计数据列表比对后结合GB/T25217.4-2019《冲击地压测定、监测与防治方法》中“统计分析无冲击危险发生条件下微震监测指标最大值,作为判别

指标临界”的规定,确定矿井微震预警指标如下:(1)微震总能量预警指标:掘进工作面每天释放总能量 $\geq 5.0 \times 10^4 \text{J}$,回采工作面日释放总能量 $\geq 1.0 \times 10^5 \text{J}$ 。(2)微震能量最大值预警指标:掘进工作面每天单个事件能量 $\geq 1.0 \times 10^4 \text{J}$,回采工作面每天单个事件能量 $\geq 5.0 \times 10^4 \text{J}$ 。(3)微震趋势预警指标:采掘工作面日微震频度和微震总能量连续7天呈上升趋势,可判定该区域具有冲击危险性。(4)监测范围:采煤工作面及周边200m;掘进迎头周边100m范围内,掘进巷道两侧100m范围。

3.4.2 微震系统的安装校核

在确定了矿井微震监测预警指标以后,现场要合理布设微震监测系统测点和加强微震系统校核。以某冲击地压矿井SOS微震监测系统测点布设为例,采煤工作面以1000m范围不少于5个微震拾震仪探头为准,掘进工作面以1000m范围不少于4个微震拾震仪探头为准,微震监测点布设尽量不要设为同水平直线性安装,防止降低监测精度。为确保系统使用精度和有效性,要加强系统和探头校核。(1)每两年至少进行一次全面校核;监测台网优化、新监测区域安装后及时进行动态校核。(2)采用爆破法对系统进行校核,应遵循以下原则:优先选择煤层爆破,爆破地点必须选择测站包围区域之内,避开断层、陷落柱等地质构造影响区域;爆破必须采用单孔装药正向爆破,单孔装药量一般为5~15Kg;爆破校核不少于2次;校核前由地测部门测定爆破地点三维坐标,根据装药中心位置计算爆破中心坐标;提前对照监测系统校准计时装备,准确记录爆破时间;校核内容主要包括定位坐标与实际坐标误差值、周边测点波形信号、不同波速定位误差值;最后编制台网优化、新设测区校核及全面校核工作报告。日常微震拾震仪测点维护包括月度进行一次敲击实验,每次测点挪移后除标定新坐标外也应及时做好敲击实验,以判断监测波形的有效性。

3.5 超前预测与重点防治

在明确微震事件的预警指标后,依据监测事件发生频次、释

放能量及分布特征,可以超前预测冲击地压危险性,从而有针对性的做好冲击地压的防治工作,增强煤矿作业的安全性,保障作业人员的人身安全。第一,应明确冲击地压的重点监测与防治区域,增强防治工作的精准性与有效性^[6]。第二,应加大微震事件监测力度,采集相应的数据信息,明确冲击地压危险性的变化情况。第三,应强化生产安全管理,避免造成人员伤亡。同时,应在停采检修的过程中进行其他非生产作业以及冲击地压防治工作,增强生产以及检修的安全性。

4 结语

微震监测技术可以监测煤岩体所发出的地震波,继而为冲击地压防治提供数据支持。应加大对该技术的研究力度,明确微震事件的能量、空间位置等方面的分布特征以及微震事件与工作面推进、周期来压以及组织生产的关系特征,之后再明确冲击地压发生前的微震活动特征、微震事件能量与冲击地压的关系特征,最后根据实际情况明确危险区域并做好防治工作,避免冲击地压对煤矿生产造成较大影响。

[参考文献]

- [1]石雅倩,张达,冀虎,等.同步挤压小波变换在矿山微震监测系统中的应用[J].有色金属(矿山部分),2024,76(03):95-100.
- [2]樊鑫,程建远.煤矿微震监测系统在回采工作面顶板水害防治中的应用[J].煤田地质与勘探,1-16[2024-05-21].
- [3]蔡谊军,李鹏飞,计平.下沟煤矿煤柱回收工作面冲击地压防治技术[J].陕西煤炭,2024,43(01):112-115.
- [4]吕甲鹏,林飞,屈英,等.华亭煤矿采掘工作面应力集中区域冲击地压防治技术[J].陕西煤炭,2023,42(05):73-77.
- [5]潘一山,宋义敏,刘军.我国煤矿冲击地压防治的格局、变局和新局[J].岩石力学与工程学报,2023,42(09):2081-2095.
- [6]韩剑,陈雄伟,巩萌珠.煤海深处冲击地压防治的“吹哨人”——华亭煤业集团公司华亭煤矿冲击地压防治办公室主任屈英[J].当代矿工,2023,(03):44-46.