

长壁工作面顶板来压对冲击地压发生的影响分析

张会军

(天地科技股份有限公司 开采设计事业部 北京 100013)

摘要: 为了明确长壁工作面顶板来压与冲击地压发生的相互作用关系,分析了顶板来压对采场动静载荷的影响及顶板来压诱发冲击地压的具体案例,并给出了顶板来压诱发型冲击地压的防治措施。研究表明:长壁工作面顶板来压对冲击地压有显著影响,电磁辐射监测显示顶板来压前煤体内静载应力逐步升高,同时微震监测到来压时高位岩层开始运动,产生高能量的动载荷,动载荷释放的高能量和产生的高应力容易使得煤层附近的围岩发生突然破坏,从而诱发冲击地压,其发生一般滞后于顶板来压1~2 d,因此定义为顶板诱发型冲击地压。针对此类冲击地压,准确判断来压时间,并在来压前或来压期间采取有效的卸压解危措施和效果检验方法,可以提高冲击地压的可控性,降低冲击危险,保证工作面的安全生产。

关键词: 长壁工作面;顶板来压;冲击地压;防治措施

中图分类号: TD323 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2336(2015)12-0032-04

Analysis on roof strata weighting of longwall coal mining face affected to pressure bump occurred

Zhang Huijun

(Department of Mining and Design, Tiandi Science and Technology Company Limited, Beijing 100013, China)

Abstract: In order to fully understand an interaction relationship between mine roof strata weighting and pressure bump occurred in longwall coal mining face, the paper analyzed weighting affected to the dynamic loading of mine coal mining face and certain cases of pressure bump occurred by mine roof strata weighting and the paper provided prevention and control measures of the mine roof pressure bump caused by the mine roof strata weighting. The study results showed that the mine roof strata weighting of the longwall coal mining face would have obvious influences to pressure bump and electromagnet radiation monitoring and measuring showed that before, the mine roof strata weighting occurred, the static stress within the seam would be steadily increased. Meanwhile, when the mine roof strata weighting occurred by the micro seismic, the high level rock stratum would start to be moved, high energy dynamic load would be occurred, the high energy value released from the dynamic load and the high stress occurred would easily make sudden failure of the surrounding rock near seam and thus pressure bump would be occurred. The mine roof strata pressure bump would generally be occurred after 1~2 days of the mine roof strata weighting occurred. Therefore mine strata pressure bump was defined as a mine induced roof pressure bump. According to the type roof strata pressure bump, the time of roof strata weighting occurred should be accurately judged. Before mine roof strata weighting occurred or during the pressure bump period, the effective pressure released and danger control measures and the effect detection method could be conducted and could highly improve the control of the pressure bump, to reduce damager, could ensure safety production of coal mining face.

Key words: longwall coal mining face; mine strata weighting; pressure bump; prevention and control measures

0 引言

冲击地压是煤矿开采过程中,在高应力状态下

积聚有大量弹性能的煤岩体突然发生破坏、冒落或抛出的具有破坏性的动力现象^[1-3]。近年来,随着我国煤矿开采深度和开采强度的不断加大,冲击地

收稿日期:2015-03-16;责任编辑:杨正凯 DOI:10.13199/j.cnki.cst.2015.12.007

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51474128);天地科技股份有限公司技术创新基金资助项目(KJ-2015-TDKC-05)

作者简介:张会军(1983—),河南辉县市人,助理研究员,硕士。E-mail:435904763@qq.com

引用格式:张会军.长壁工作面顶板来压对冲击地压发生的影响分析[J].煤炭科学技术,2015,43(12):32-35.

Zhang Huijun. Analysis on roof strata weighting of longwall coal mining face affected to pressure bump occurred [J]. Coal Science and Technology, 2015, 43(12): 32-35.

压矿井的数量显著增加,由于冲击地压的复杂性与瞬时突发性,冲击地压灾害日趋严重,因此冲击地压的研究已成为煤矿开采过程中最亟需解决的难题之一^[4-5]。近年来,众多学者对冲击地压的影响因素展开了细致的研究^[6-7],从煤岩冲击倾向性、地质构造(褶皱与断层)、开采深度以及开采技术因素等方面均得出了丰富的研究成果,但对于顶板来压对冲击地压的影响研究甚少。众所周知,顶板来压是煤矿开采过程中最常见的矿压显现现象,大面积的顶板来压是造成工作面冒顶事故的直接原因,然而与煤岩体破裂相关的动力灾害的发生并不是孤立的,如冲击地压、大面积冒顶等,这些动力灾害之间均存在一定的关联性^[8-10]。顶板来压期间岩层从缓慢下沉、局部破坏到最终整体破断,已破断岩体的位能突然转化为动能而显现弹性能的释放,整个过程势必会使煤岩系统的动静载荷发生变化,动静载荷的变化又直接影响到冲击地压的发生^[11-12]。基于此,笔者以国内某煤矿的长壁工作面为研究背景,从其顶板来压期间煤岩系统的动静载荷入手,分析顶板来压时动静载荷的变化特征及规律,研究顶板来压期间工作面冲击危险状态的变化,并对顶板来压诱发冲击地压的案例进行分析,研究顶板来压诱发的防治方法,研究结果对于预防顶板灾害与冲击地压事故有重要的实际意义。

1 顶板来压对动静载荷的影响

顶板来压原则上属于顶板重力式突然破断,一般以部分岩层缓慢破坏为先导,最终发展成岩层的整体破断,整个过程势必会使煤岩系统的动静载荷发生变化,目前对于这种突然破断最好的监测手段就是微震实时监测,而对于静载荷的缓慢变化则可通过支架工作阻力与电磁辐射等方法监测,因此,笔者通过微震监测、电磁辐射监测对长壁工作面顶板来压期间的动静载荷进行实时监测分析。

1.1 顶板来压时动载荷监测

某煤矿21141长壁工作面埋深平均684 m,工作面倾向长度130 m,煤层平均厚度20.5 m,采用综采放顶煤开采,该矿安装了ARAMISM/E微震监测系统,2012年7月21141工作面共2次周期来压,周期来压日期分别为7月7日、7月20日,2012年7月微震活动和周期来压的关系如图1所示。

对曲线分析可以发现,7月7日周期来压前微震活动的频次开始增加,微震活动的累积能量、最大

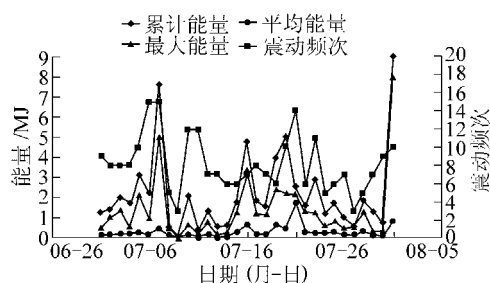


图1 2012年7月微震活动和周期来压的关系

Fig. 1 Relationship of microseismic activity and cyclical pressure in July 2012

能量也在增加,在周期来压时,达到最大值,周期来压后微震活动开始降低趋于平缓;7月20日周期来压前,微震活动开始增加,7月20日周期来压时,微震日累计能量达到最大,周期来压前后1~3 d微震活动频繁。由此可见,微震活动和顶板周期来压存在一定的关系,周期来压前,微震活动明显增加,最剧烈的微震活动可能是发生在周期来压当天或者周期来压前后的1~3 d。

微震事件分布显示,周期来压的前1天,微震事件主要分布在直接顶及基本顶的低位,且主要为中、低能量的微震事件;周期来压当天,直接顶中的微震活动仍比较集中,但在基本顶的高位,砾岩和下部岩层交界处发生了2个高能量微震事件,表明高位岩层发生了离层、移动。

因此,周期来压时顶板高位岩层运动,易产生较高能量的动载荷,动载荷释放的高能量和产生的高应力容易使煤层附近的围岩发生突然破坏,从而诱发冲击地压的发生,增大了工作面的冲击危险性。

1.2 顶板来压时静载荷监测

采用电磁辐射对21141工作面顶板来压时的静载荷进行监测,电磁辐射监测属于非接触式监测技术,电磁辐射和煤的应力状态有关,应力高时电磁辐射信号就强,电磁辐射频率就高,应力越高,则冲击危险越大。电磁辐射强度和脉冲数2个参数综合反映了煤体应力的集中程度的大小。

为了监测21141长壁工作面的煤体应力大小,在工作面均匀布置13个电磁辐射观测点,测点间距10 m,测点编号为1—13。工作面回采过程中,每隔2天对工作面进行电磁辐射监测,顶板来压前后电磁辐射监测结果如图3所示,顶板来压前7天各测点的电磁辐射强度分布在20~120 mV,平均强度55 mV,电磁辐射次数也保持在较低水平;顶板来压当天多个测点的电磁辐射强度分布在0~500 mV,

平均强度达到 160 mV, 电磁辐射次数也保持在较高水平, 均明显高于顶板来压前一周的各项指标值, 说明顶板来压会引起工作面煤体的应力升高, 增加了冲击地压发生的危险性。

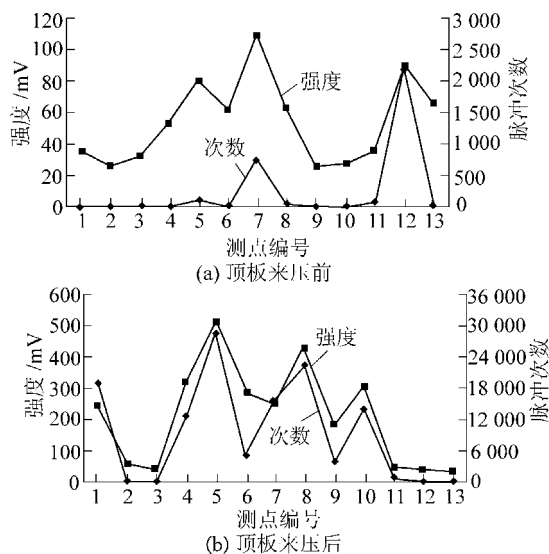


图 2 顶板来压前后电磁辐射监测结果

Fig. 2 Electromagnetic radiation results before and after the roof weighting

2 顶板来压诱发冲击地压案例分析

2012 年 8 月某煤矿 21141 工作面共 2 次周期来压, 周期来压日期分别为 8 月 12 日和 23 日。2012 年 8 月微震监测曲线如图 4 所示。

8 月 12 日 21141 下平巷累计推进 492.6 m, 早班时支架工作阻力开始增加, 工作面出现煤壁压裂、片帮和支架下沉。该过程中微震事件不断增加, 下平巷变形量明显加大。8 月 13 日 1 时, 发生一起能量为 1.5 MJ 的冲击事件, 面上有轻微响动。6 时 1 分, 下平巷 800 m 处发生冲击事件, 释放能量 50 MJ, 震感强烈, 造成巷道 540—840 m 段被破坏。

8 月 23 日 21141 下平巷累计推进 517 m, 此时处于工作面第 4 次见方位置附近。从 8 月 22 号开始支架工作阻力开始增加, 但不明显, 此后微震事件持续增长。8 月 23 日 17 时 11 分, 下平巷 852 m 处发生冲击事件, 释放能量 2.3 MJ, 面前震感强烈, 响声较大。“8·23”冲击事件发生后, 微震事件仍呈加速上升的趋势。26 日 15 时 41 分, 下平巷 325 m 处发生冲击, 释放能量 24 MJ。

通过对这几起冲击事件分析, 冲击地压的发生一般滞后于顶板来压, 顶板来压初期支架工作阻力开始增加, 随后微震事件呈上升趋势, 持续

一段时间后则有可能在工作面或巷道诱发冲击地压。由此可见, 顶板来压期间, 顶板岩层经历下沉、翻转, 其断裂时致使整个结构失稳易诱发冲击地压。

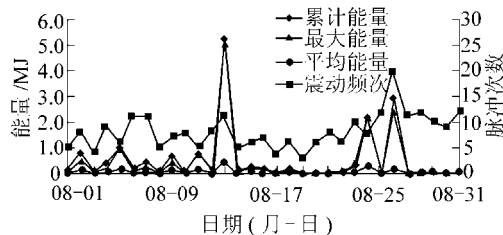


图 3 2012 年 8 月微震监测曲线

Fig. 3 Microseismic monitoring curve on August 2012

3 顶板来压诱冲的防治措施

目前冲击地压的防治主要包括 2 个方面: 有效的监测预警手段和卸压解危措施。针对顶板来压诱发的冲击地压首先必须做好顶板的矿压监测, 实时在线分析支架受力状况, 结合经验较准确得出周期来压的时间, 再通过钻屑、电磁辐射等方法对煤体应力进行实时监测预警, 最后在周期来压前或期间通过煤体爆破、大直径钻孔等措施进行煤体卸压和弱化, 以达到降低、转移煤体储存的弹性能, 从而降低冲击危险性。

为保证 21141 工作面的安全回采, 在开采过程中, 在 2 条巷道均安装了钻孔应力计, 并对巷道及工作面每天进行钻屑法监测, 确定了煤体侧的支承压范围应位于距巷帮 6~9 m 处, 峰值位置位于 7 m 处。对监测到的危险区域采用煤体深孔区间爆破技术, 为确保卸压效果, 将两帮爆破区间设置为 5~12 m, 炮孔垂直于煤壁, 炮孔间距 5 m, 炮孔长度 12 m, 炮孔直径 42 mm, 药卷直径 32 mm, 装药区段 5~12 m, 封孔区段 0~5 m; 采用间隔式装药, 爆破区间炸药线密度平均为 2.8 kg/m; 正向、多点起爆, 一次起爆炮孔不大于 2 个, 雷管内并联, 孔间串联。采取爆破措施后, 采用钻屑及电磁辐射进行卸压效果检验, 若指标依然超标, 则继续进行爆破卸压, 直至冲击危险解除。

21141 工作面从 2012 年 8 月至 12 月共计发生 8 起冲击事件, 其中“8·13 事件”、“8·23 事件”、“9·3 事件”、“9·21 事件”、“10·21 事件”、“11·10 事件”均发生在预计工作面来压期间, 验证了顶板来压对冲击地压的直接影响。但通过上述防治措施的实施, 发生的冲击事件均是在可控范围之

内,灾害性事故数为0,顺利通过了顶板来压的冲击危险时期,保证了21141工作面的安全回采。

4 结 论

1) 长壁工作面顶板来压对冲击地压有显著影响,来压时上覆岩层下沉、翻转和断裂使煤体内静载应力升高,同时引发高位岩层运动,产生高能量的动载荷,动载荷释放的高能量和产生的高应力容易使得煤层附近的围岩发生突然破坏,从而诱发冲击地压的发生。

2) 冲击地压的发生一般滞后于顶板来压,针对顶板来压诱发的冲击地压,准确判断来压时间,采取有效的卸压解危措施和效果检验方法,可以提高冲击地压的可控性,降低冲击危险,保证工作面的安全生产。

参考文献:

- [1] 齐庆新, 冀林名. 冲击地压理论与技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2008.
- [2] 冀林名, 何学秋. 冲击地压理论与防治技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
- [3] 姜耀东, 潘一山, 姜福兴, 等. 我国煤炭开采中的冲击地压机理和防治[J]. 煤炭学报, 2014, 39(2): 205-213.
Jiang Yaodong, Pan Yishan, Jiang Fuxing, et al. State of the art review on mechanism and prevention of coal bumps in China[J]. Journal of China Coal Society, 2014, 39(2): 205-213.
- [4] 蓝航, 齐庆新, 潘俊峰, 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(4): 11-15.
Lan Hang, Qi Qingxin, Pan Junfeng, et al. Analysis on features as well as prevention and control technology of mine strata pressure bumping in China[J]. Coal Science and Technology, 2011, 39(4): 11-15.
- [5] Kang Hongpu. Support technologies for deep and complex roadways in underground coal mines: a review[J]. International Journal of Coal Science & Technology, 2014, 1(3): 261-277.
- [6] 鞠文君, 李文洲. 急倾斜特厚煤层水平分段开采老顶断裂力学模型[J]. 煤炭学报, 2008, 33(6): 606-608.
- [7] 毛德兵, 尹希文, 张会军, 等. 我国煤矿顶板灾害防治与监测监控技术[J]. 煤炭科学技术, 2013, 41(9): 105-108, 121.
Mao Debing, Yin Xiwen, Zhang Huijun, et al. Technology of prevention roof disasters and monitoring and controlling in China coal mines[J]. Chinese Journal of Coal Science and Technology, 2013, 41(9): 105-108, 121.
- [8] 王存文, 姜福兴, 王平, 等. 煤柱诱发冲击地压的微震事件分布特征与力学机理[J]. 煤炭学报, 2009, 34(9): 1169-1173.
Wang Cunwen, Jiang Fuxing, Wang Ping, et al. Micro-seismic events distribution characteristics and mechanical mechanisms of rock bursting induced by a coal pillar[J]. Journal of China Coal Society, 2009, 34(9): 1169-1173.
- [9] 潘俊峰, 宁宇, 毛德兵, 等. 煤矿开采冲击地压启动理论[J]. 岩石力学与工程学报, 2012, 31(3): 586-596.
Pan Junfeng, Ning Yu, Mao Debing, et al. Theory of rock burst start-up during coal mining[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2012, 31(3): 586-596.
- [10] 何江, 冀林名, 贺虎, 等. 综放面覆岩运动诱发冲击地压机制研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(S2): 3920-3927.
He Jiang, Dou Linming, He Hu, et al. Mechanism study of overlying strata movement inducing rock burst on top-coal caving face[J]. Chinese Journal of Rock mechanics and Engineering, 2011, 30(S2): 3920-3927.
- [11] 曹安业, 范军, 牟宗龙, 等. 矿震动载对围岩的冲击破坏[J]. 煤炭学报, 2010, 35(12): 2006-2010.
Cao Anye, Fan Jun, Mu Zonglong, et al. Burst failure effect of mining-induced tremor on roadway surrounding rock[J]. Journal of China Coal Society, 2010, 35(12): 2006-2010.
- [12] 何江, 冀林名, 蔡武, 等. 薄煤层动静组合诱发冲击地压的机制[J]. 煤炭学报, 2014, 39(11): 2177-2182.
He Jiang, Dou Linming, Cai Wu, et al. Mechanism of dynamic and static combined load inducing rock burst in thin coal seam[J]. Journal of China Coal Society, 2014, 39(11): 2177-2182.
- [13] Ju Wenjun, Li Wenzhou. Fracture mechanical model of main roof a-long inclined for fully-mechanized top-coal caving in steep and extra-thick coal seam[J]. Journal of China Coal Society, 2008, 33(6): 606-608.
- [14] 张盛, 张易飞, 申光明. 高应力煤巷结构增强型U型钢棚支护技术研究[J]. 河南理工大学学报: 自然科学版, 2012, 31(5): 518-524.
Zhang Sheng, Zhang Yifei, Shen Guangming. Research on support technology with reinforced U shaped steel stents in high stress coal roadway[J]. Journal of Henan Polytechnic University: Natural Science, 2012, 31(5): 518-524.
- [15] 张德华, 刘士海, 任少强. 高应力软岩隧道中型钢与格栅支护适应性现场对比试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2014, 33(11): 2258-2266.
Zhang Dehua, Liu Shihai, Ren Shaoqiang. Research on selection of steel and steel grid for tunnel support in soft rock with high geostress[J]. Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2014, 33(11): 2258-2266.
- [16] 徐帮树, 杨为民, 王者超, 等. 公路隧道型钢喷射混凝土初期支护安全评价研究[J]. 岩石力学, 2012, 33(1): 248-254.
Xu Bangshu, Yang Weimin, Wang Zhechao, et al. Study of initial support safety evaluation about shape steel reinforced shotcrete in highway tunnel[J]. Rock and Soil Mechanics, 2012, 33(1): 248-254.