

文章编号:1673-9469(2008)02-0065-04

## 深部开采冲击地压发生条件及预测和防治

侯 玮<sup>1</sup>, 骈龙江<sup>1</sup>, 郝彬彬<sup>1</sup>, 蒋勤明<sup>2</sup>

(1.河北工程大学 学工部,河北 邯郸 056038;2.金牛股份有限公司 地测部,河北 邢台 054026)

**摘要:**本文简要阐述了深部开采冲击地压发生的条件及影响因素,分析了冲击地压发生地规律和破坏形式,提出了煤体冲击地压的预测技术,包括围岩变形监测法、钻屑法、电磁辐射探测法、微地震监测法四种方法,并针对冲击地压提出了具体的防治措施,包括诱发爆破、卸载爆破、宽巷掘进、卸压钻孔等技术手段。由于冲击地压随着采深增加越来越成为主要的矿压灾害,只有采用先进的预测方法和防治措施的综合防治体系才能保证生产安全。

**关键词:**冲击地压;预防;应力;深部开采

**中图分类号:** TD324

**文献标识码:** A

### The formation conditions, forecast and prevention of impact pressure in deep mine

HOU Wei<sup>1</sup>, BIAN Long-jiang<sup>1</sup>, HAO Bin-bin<sup>1</sup>, JIANG Qin-ming<sup>2</sup>

(1. Student Management Department, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. Jinnin Energy Limited Company, Xingtai 054026, China)

**Abstract:** Impact pressure is a kind of disparity phenomenon in mine pressure, also a kind of complex dynamic phenomenon, It strictness threat safety production under mine and it is one of the graveness disaster during the course of exploitation. With the increase of mine depth, Impact pressure graveness disaster will become more graveness, and some mines occur burst. The theory analyzes the condition and influence of impact pressure, moreover proffer the forecast technology and preventive measures.

**Key words:** impact pressure; prevention; stress; deep mine

冲击地压是深井开采中常见的一种自然灾害,它是指在采矿活动中煤岩体突然破裂,伴随着各种声响从中飞出大小岩石碎片的现象。这种突发的猛烈的岩体破坏,有时会对正常生产、设备财产以及人身安全造成严重损害,是煤矿井工开采过程中,围岩失稳现象中最强烈的一种。近些年来,随着矿井转入深部开采,冲击地压发生的频率和强度不断增加。因此,研究深井开采冲击地压的发生条件和预测防治措施,对于煤矿安全生产具有重要的理论和现实意义<sup>[1-3]</sup>。

#### 1 煤矿冲击地压发生的条件及影响因素

##### 1.1 冲击地压发生的条件

冲击地压是一种特殊的矿山压力现象,也是煤矿井下复杂动力现象之一,其形成和发生的条件是很复杂的。作为一种矿山岩体破坏现象,有其特殊的宏观和微观特征。冲击地压的发生是煤岩中应力超过其极限强度,造成煤岩破坏,煤层和围岩在集中应力作用下,吸收能量积聚应变能,在开采过程中由于“诱发”因素导致煤岩突变破坏,瞬间释放应变能,形成冲击地压灾害<sup>[4]</sup>。冲击地压的发生必须具备的条件如下:

1)煤层及围岩具有冲击倾向性。煤岩受力易发生破坏,其类型以镜煤和亮煤为主。若煤层脆

性大、湿度小、抗压强度高,则易发生冲击地压。实践证明:抗压强度在 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上的中硬和硬煤具有冲击危险。

2)回采工作面附近存在较大的能量集中。冲击地压多发生在回采工作面前方 $15-50\text{m}$ 处,属于回采工作面超前支承压力区,煤层积聚巨大弹性应变能,当其超过煤层的极限强度时,便产生冲击地压。当走向支承压力与倾向支承压力叠加时,产生的冲击地压更为猛烈和频繁。掘进工作面引起冲击地压的能量来源有:掘进面处于构造应力集中区,原岩构造应力巨大;掘进面处于煤柱或采场前方支承压力高峰区,引起弹性变形能的突然释放,均易形成冲击地压。

3)采场存在释放能量的空间。采场前方煤体之中存在着巨大的弹性变形能,其附近又存在一定的空间(巷道或工作面),当煤体达到极限强度以上即可爆发冲击地压。若没有释放能量的空间,弹性能将随着采场的移动和受力条件的改变,可能逐渐缓解以至恢复到常压状态。掘巷多、切割量大的采煤方法(如短壁采煤),发生冲击地压的机会多。

## 1.2 冲击地压的影响因素

开采深度:随着开采深度的增加,煤岩体蕴藏的弹性能也越大,当其超过煤层的极限抗压强度,应力达到临界破坏条件时,就可能发生冲击地压。例如唐山矿冲击地压全部发生在 $-530\text{m}$ 以下,就证明了这点,而且发生的频度和强度都随着深度增加而增大。

煤层及顶板的物理力学性质:煤质中硬,脆性和弹性较强的煤层易发生冲击地压,反之,软煤和塑性变形大的煤层不易发生冲击地压。顶板坚硬致密,脆性大,不易冒落的岩层条件下易发生冲击地压<sup>[5]</sup>。

支承压力:煤层开采后,在工作面煤体和围岩中产生应力集中,形成支承压力。在两顺槽超前范围内承受较高的支承压力,在邻近采空区的煤体内,还要受到侧向固定支承压力的作用,尤其是两侧采空的煤岩体内,多种压力相互叠加使煤体内的应力集中程度更高,易于发生冲击地压。

地质构造:在工作面接近断层和在向斜轴部开采时,冲击地压发生频繁,破坏强度也大。

采掘顺序及开采方法:开采过程中不可避免地要留设各种煤柱,在采掘中形成支承压力的叠加,易于冲击地压的发生。另外,过多地留设煤柱和在高应力集中区煤柱内开掘巷道,或两条巷道平行掘进、对头掘进,冲击地压发生特别严重。

## 1.3 冲击地压发生的规律

随开采深度的增加,发生的次数增多,震级增高。大断层附近,冲击强度大,震级高。

在构造带附近,虽有时震级不高,但影响范围较大,破坏能力增强。主要因为在断层附近由于人为的采动影响,使地质历史时期形成的断层被激活形成活断层,应力重新分配,使原来的应力平衡被打破,从而形成冲击地压。

初次来压时很容易造成冲击地压的发生。来压前冲击地压频繁发生,往往初次来压时导致冲击地压的发生,原因是应力要在新的应力场中达到新的平衡。

## 1.4 冲击地压的破坏形式

煤的抛射:煤块抛出,煤尘飞扬等。

煤的整体位移:在顶板能看出擦痕,巷道空间缩小。

底鼓:底煤鼓起伤人,将溜子等设备鼓起或弹起,因此要想办法把底煤采出,不留底煤。

震动:造成棚子倾倒,设备器材移动。

伴随有飓风的发生:当冲击地压较强时产生的冲击波可以造成人员伤亡。

## 2 煤矿冲击地压预测技术

煤矿冲击地压是煤矿严重的自然灾害,但若做好预测预报工作是可以避免事故发生的。冲击地压的监测方法有多种,目前煤矿主要采用煤岩变形监测法(即围岩变形监测)、钻屑法(即煤粉钻孔法)和电磁辐射监测仪探测法<sup>[6-8]</sup>。

### 2.1 围岩变形监测法

开采活动引起了围岩的变形与移动,在采面表现为顶底板移近(包括顶板下沉和底板鼓起);巷道表现为围岩变形。巷道变形量大,说明煤体松软,煤体刚度小,不容易形成冲击破坏;如果巷道变形量小,说明煤体的刚度大,则很容易发生脆性破坏,强度发生突变,形成冲击破坏。巷道移近量观测是矿压观测的重要内容,也是冲击地压综合防治的基础工作之一。其目的是测定工作面煤岩变形规律,圈定支承压力显著作用的范围及其峰值位置,预防冲击地压。

### 2.2 钻屑法

钻屑法,又名煤粉钻孔法,是通过在煤体中钻小直径钻孔,根据钻孔在不同深度排出的煤粉量

和变化规律及有关动力现象,达到探测冲击地压的施工方法。

煤粉钻孔法,在实测煤粉量超过极限煤粉量后,工作面可能存在冲击危险。但根据研究,若出现危险煤粉量的位置大于3倍采高,则认为无冲击危险。在实测最大煤粉量超过危险指标的钻孔,常出现不同程度的夹钻现象,有时可穿过夹持段,有时则被卡死,被迫停钻。因而,可将卡钻作为鉴别冲击危险的一个指标,即认为只要在距离指标内出现钻杆被卡死,尽管没有得到煤粉量的具体数值,亦可将该钻孔的监测结果归入有冲击危险一类。其他的动力效应如钻孔冲击、粒度变化、纯钻进时间、推进力变化、煤体钻孔声发射现象等,均可作为鉴别冲击危险的参考指标。但应指出,卡钻除与煤体压力有关外,还受施工装备、方法和人员经验的影响。因而,专职施工人员、钻具和正确的施工方法,是使用这一指标鉴别冲击危险的先决条件。

### 2.3 电磁辐射监测仪探测法

根据煤岩流变破坏电磁辐射特性及规律,提出了利用其监测煤岩流变破坏过程及非接触式预测煤与瓦斯突出、冲击地压等煤岩动力灾害危险性的技术方法。掘进或回采空间形成后,工作面煤体失去应力平衡,处于不稳定状态,煤壁中的煤体必然要发生变形或破裂,以向新的应力平衡状态过渡;煤体中的瓦斯也失去动态平衡,在瓦斯压力梯度的作用下,沿煤体中的裂隙向工作面空间涌出,这两种过程均会引起电磁辐射。由松弛区域到应力集中区,应力及瓦斯压力越来越高,因此电磁辐射信号也越来越强。在应力集中区,应力和瓦斯压力达最大值。此时,在材料道和隔离煤柱进行监测的数据显示,工作面可能存在冲击危险。

对用电磁辐射法检测的高冲击危险区域,可用钻屑法做进一步检测。如果电磁辐射已处于临界状态,钻粉指数超过钻粉率指标,必须采取深孔松动爆破卸压措施,防治冲击地压。在实施松动卸压爆破时,对该区域或地段进行卸压爆破前后的电磁辐射检测,以确定卸压爆破的效果。

### 2.4 微地震监测法

微地震监测技术是通过观测分析生产活动中所产生的微小地震事件来监测生产活动的影响、效果及地下状态的地球物理技术,其基础是声发射学和地震学。当地下岩石由于人为因素和自然因素发生破裂、移动时,产生一种微弱的地震和声波向周围传播,在空间的不同方位上设置的微震

传感器,可以记录这些微震波的到达时间、传播方向等信息,通过在采动区顶板和底板内布置多组检波器并实时采集微震数据,经过数据处理后,采用震动定位原理和各种计算方法,可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。与传统技术相比,微震定位监测具有远距离、动态、三维、实时监测的特点,还可以根据震源情况进一步分析破裂尺度和性质。这种技术是在近几年计算机和数据采集技术快速发展的基础上产生的,它为研究覆岩空间破裂形态和采动应力场分布提供了新的手段。微地震监测技术投资少、周期短,可实现三维空间连续动态观测,观测成果高,可靠性强。在煤矿生产中,该方法可用来预测和控制可能发生的煤矿冲击地压,也可以动态观测、预报由于开采活动引起的煤层顶板冒落带和断裂带高度,对于进一步确定煤层开采上限、研究导水裂隙带、最大限度的开发利用煤炭资源起重要指导作用。

## 3 煤矿冲击地压的防治措施

### 3.1 诱发爆破

通过爆破使应力释放。人为诱发冲击地压,控制冲击地压发生的时间和地点,以减少其危害,这种方法只在不得已时使用,在冲击危险极严重的区域,而且峰值位置又很小时,没有时间采用其他方法时才采用此方法。

### 3.2 卸载爆破

当峰值距煤壁小于采高的3倍时,在煤壁的上部打仰角 $5^\circ$ 的钻孔,孔深等于峰值或超过峰值,孔径 $< 42\text{ mm}$ ,孔距 $5\sim 10\text{ m}$ ,装 $2\sim 3$ 管火药到孔底进行放炮,使应力峰值往里位移 $2\sim 3\text{ m}$ ,当接近压力区时,应该每个班都进行卸载。应力集中区采用机采变炮采的方法,可降低冲击地压发生的频度。煤巷掘进时,用卸载方法可以减少冲击地压的发生。

### 3.3 宽巷掘进

在围岩条件允许的情况下,一般巷道宽度超过 $2\sim 3$ 倍的采高,可采用倒梯形巷道,架棚支护、锚杆支护或锚网联合支护等。

### 3.4 远距离定点定时躲炮

最好是岩石巷道中躲炮,如果在煤巷中要选择支护条件好的地点躲炮。级别大时躲炮距离为

150 m,一般为100 m,躲炮时间一般不少于30 min。

### 3.5 支护设备的选择

支护时不用木支架和刚性支架,要选用U型钢可缩支架,同时棚距比要加密,尽量使用撑木、背板等成品材料,并且要构件齐全,使棚子形成整体结构,并加打中心柱。

### 3.6 煤巷锚网支护

采掘过程中,在煤层的整体性没有破坏之前,沿煤巷四周打锚杆,使之形成抗压圈(也称组合理论),以此增加巷道抗冲击地压能力,变被动支护为主动支护。

### 3.7 打卸压钻孔

卸压孔径一般为89 mm或108 mm,可根据该矿钻机设备而定孔径。在掘进头打钻时,钻孔深度10 m左右,一般为巷道高的3倍,打三排孔,每排打4个,排距0.6 m。

### 3.8 注水软化煤体或顶板

注水能使煤体或顶板软化,增加煤体或顶板的可塑性。采掘面均要注水。注水时必须使煤体的含水率增量达2%以上,同时最小含水率不得小于4%。采煤面可在回风道、机道、切眼中注水,掘进面向迎头前进方向注水。一般孔深30~50 m,孔距为20 m,可采用分段分时注水。注水要在开采前3个月左右进行。

### 3.9 巷道布置

孤岛及半孤岛煤柱,应合理留设在减少应力高度集中的区域。交叉巷道尤其是煤巷交叉时,尽量布置垂直,严禁出现锐角。尽量减少多条巷道一处交叉,防止造成该处承力薄弱。

### 3.10 合理确定采向

尽量减少对拉面布置和同阶段同煤层分区布置两个或更多采煤面同时开采。如果采掘接续紧张,需要对拉面同时开采两个工作面时,走向上间距不得少于150 m,这是防止超前支承压力与滞后支承压力叠加允许的极限距离。同煤层同阶段两面同时开采,严禁相向开采。同向推进间距不得小于150 m,相背开采时,必须一工作面采出150 m后,另一工作面方准开工作业,防止应力叠加冲击强度加大。

### 3.11 合理确定开采方法

开采冲击地压煤层,应选择不留煤柱(分区或阶段煤柱)少掘巷道,防止大面积悬顶的采煤方法,应尽量采用冒落法管理顶板的长壁开采方法。无论选择哪一种工艺,都必须针对冲击地压特点,改进巷道布置,减少冲击地压的发生。

## 4 结束语

随着矿井开采深度的增加和开采难度的加大,地质条件、开采条件越来越复杂,原始应力、开采扰动应力相互耦合,从而使得冲击地压灾害时有发生,严重影响了生产安全。在这种情形下,既要加强对发生机理的研究,搞清楚煤岩体发生冲击地压的内在机制,做到准确预测预报和防治,还要对冲击地压所在矿区进行地应力场、煤围岩体中原岩应力测量与数值计算方法的研究,以便对整个矿区范围内发生冲击的危险区域做出准确的划分。此外,新的监测技术和新的探测设备的开发与研制,也是矿井冲击地压预测预报与防治工作中非常重要的一环。研究表明,随着微震监测技术、电磁辐射技术和人工神经网络等理论的成熟,它们将在矿井冲击地压的预测预报和防治中发挥着重要作用。总之,先进的冲击地压的预测方法、防治措施是综合防治体系,也是冲击地压的防范和解危的有效途径。

### 参考文献:

- [1] 窦林名. 冲击矿压及其防治[J]. 矿山压力与顶板管理, 1999, 20(2): 56-59.
- [2] 苗广东. 浅谈深部开采冲击地压的预测与防治[J]. 山东煤炭科技, 2006, 43(2): 86-91.
- [3] 潘友友. 深井冲击地压及防治[M]. 北京: 工业出版社, 1997.
- [4] 赵从国, 窦林名. 波兰冲击矿压防治方法研究[J]. 江苏煤炭, 2004, 19(2): 105-108.
- [5] 郭延华, 李良红, 张增祥, 等. 内错式下分层回采巷道围岩变形破坏机理研究[J]. 河北工程大学学报, 2007, 24(2): 36-38.
- [6] 窦林名, 何学秋. 冲击矿压防治理论与技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
- [7] 窦林名, 曹其伟, 何学秋, 等. 冲击矿压危险的电磁辐射监测技术[J]. 矿山压力与顶板管理, 2002, 19(4): 89-91.
- [8] DOU LIN MING, HE XUE QIU, WANG ENCYUAN, *et al.* Experimental research on the electromagnetic emission of rock and coal burst failure [J]. Zeszyty Naukowe Politechniki Slaskiej, 2000, (246): 371-376.

(责任编辑 闫纯有)

# 深部开采冲击地压发生条件及预测和防治

作者: [侯玮](#), [骈龙江](#), [郝彬彬](#), [蒋勤明](#), [HOU Wei](#), [BIAN Long-jiang](#), [HAO Bin-bin](#),  
[JIANG Qin-ming](#)  
作者单位: [侯玮,骈龙江,郝彬彬,HOU Wei,BIAN Long-jiang,HAO Bin-bin\(河北工程大学,学工部,河北,邯郸,056038\)](#), [蒋勤明,JIANG Qin-ming\(金牛股份有限公司,地测部,河北,邢台,054026\)](#)  
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) ISTIC  
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING\(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)  
年,卷(期): 2008, 25(2)  
被引用次数: 10次

## 参考文献(8条)

1. [窦林名](#) [冲击矿压及其防治](#) 1999(02)
2. [苗广东](#) [浅谈深部开采冲击地压的预测与防治](#)[期刊论文]-[山东煤炭科技](#) 2006(02)
3. [潘立友](#) [深井冲击地压及防治](#) 1997
4. [赵从国](#); [窦林名](#) [波兰冲击矿压防治方法研究](#)[期刊论文]-[江苏煤炭](#) 2004(02)
5. [郭延华](#); [李良红](#); [张增祥](#) [内错式下分层回采巷道围岩变形破坏机理研究](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2007(02)
6. [窦林名](#); [何学秋](#) [冲击矿压防治理论与技术](#) 2001
7. [窦林名](#); [曹其伟](#); [何学秋](#) [冲击矿压危险的电磁辐射监测技术](#)[期刊论文]-[矿山压力与顶板管理](#) 2002(04)
8. [DOU LIN MING](#); [HE XUE QIU](#); [WANG ENGYUAN](#) [Experimental research on the electromagnetic emission of rock and coal burst failure](#) 2000(246)

## 本文读者也读过(10条)

1. [苗广东](#). [Miao Guangdong](#) [浅谈深部开采冲击地压的预测与防治](#)[期刊论文]-[山东煤炭科技](#)2006(2)
2. [刘中胜](#). [袁全明](#) [深部开采冲击地压预测方法及防治技术的研究](#)[会议论文]-2007
3. [方焕明](#). [FANG Huan-ming](#) [煤矿冲击地压及其防治技术探讨](#)[期刊论文]-[煤炭工程](#)2005(4)
4. [章梦涛](#) [我国冲击地压预测和防治](#)[期刊论文]-[辽宁工程技术大学学报\(自然科学版\)](#)2001, 20(4)
5. [苏承东](#). [李化敏](#). [SU Chengdong](#). [LI Huamin](#) [深埋高应力区巷道冲击地压预测与防治方法研究](#)[期刊论文]-[岩石力学与工程学报](#)2008, 27(z2)
6. [李春林](#). [章兵](#). [Li Chunlin](#). [Zhang Bing](#) [冲击地压预测和防治](#)[期刊论文]-[化工矿产地质](#)2006, 28(2)
7. [邹德蕴](#). [刘先贵](#) [冲击地压和突出的统一预测及防治技术](#)[期刊论文]-[矿业研究与开发](#)2002, 22(1)
8. [刘军](#). [杜青炎](#). [韩荣军](#). [LIU Jun](#). [DU Qing-yan](#). [HAN Rong-jun](#) [深部开采冲击矿压矿井大断面巷道支护的探索](#)[期刊论文]-[煤矿开采](#)2010, 15(1)
9. [杨丹](#). [肖占](#). [王志坚](#) [浅谈冲击矿压的预测及其防治措施](#)[期刊论文]-[中国西部科技](#)2009(9)
10. [冀贞文](#). [孙春江](#). [姜福兴](#). [JI Zhen-wen](#). [SUN Chun-jiang](#). [JIANG Fu-xing](#) [波兰煤矿冲击地压防治技术现状及分析](#)[期刊论文]-[煤炭科学技术](#)2008, 36(1)

## 引证文献(10条)

1. [郭志永](#) [深井回采工作面覆岩运动及煤体应力分布规律](#)[期刊论文]-[内蒙古煤炭经济](#) 2014(1)
2. [赵辉](#). [熊祖强](#). [王文](#) [矿井深部开采面临的主要问题及对策](#)[期刊论文]-[煤炭工程](#) 2010(7)
3. [刘欣](#) [冲击地压形成的原因和防治对策](#)[期刊论文]-[黑龙江科技信息](#) 2013(29)
4. [霍海鹰](#). [王芳](#). [栗亮](#) [煤矿城市的空间健康性拓展](#)[期刊论文]-[四川建筑科学研究](#) 2010(1)
5. [李陆海](#) [李彦恒](#) [安阳主焦煤煤质特征](#)[期刊论文]-[黑龙江科技信息](#) 2009(36)

6. [李彦恒](#), [赵存良](#), [樊景森](#), [孟志强](#) [木瓜矿上行开采可行性论证](#)[期刊论文]-[黑龙江科技信息](#) 2009(30)
7. [李陆海](#), [程立朝](#) [安阳主焦煤矿瓦斯赋存规律研究](#)[期刊论文]-[黑龙江科技信息](#) 2009(31)
8. [康宇](#), [王维维](#) [东荣二矿回采巷道冲击矿压防治](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2010(4)
9. [孙广义](#), [陶凯](#), [陈刚](#), [林井祥](#) [深井回采工作面覆岩运动及煤体应力分布规律](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2011(5)
10. [孙成坤](#), [毛卫民](#), [曲宏伟](#) [回采工作面冲击矿压重点防范区域确定](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2010(5)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbjzkjxyxb200802018.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200802018.aspx)