



煤矿动压现象及其控制



第一节 冲击矿压现象形成特点及分类

第二节 冲击矿压发生机理

第三节 冲击矿压的预测预报及危险性评定

第四节 冲击矿压的防治



- ◆ 煤矿开采过程中，在高应力状态下积聚有大量弹性能的煤或岩体，在一定的条件下突然发生破坏、冒落或抛出，使能量突然释放，呈现声响、震动以及气浪等明显的动力效应。这些现象统称为**煤矿动压现象**。
- ◆ 它具有**突然爆发**的特点，危害程度比一般矿山压力显现程度更为严重。
- ◆ 根据动压现象的一般成因和机理，可把它归纳为三种形式，即**冲击矿压**、**顶板大面积来压**和**煤及瓦斯突出**。前两者完全属于矿山压力的研究范畴。



第一节 冲击矿压现象形成特点及分类

一、冲击矿压现象

- ◆ **冲击矿压**是聚积在矿井巷道和采场周围煤岩体中的**能量突然释放**，在井巷发生爆炸性事故，产生的动力将**煤岩抛向巷道**，同时发出强烈**声响**，造成煤岩体振动和煤岩体**破坏**，支架与设备**损坏**，人员伤亡，部分巷道垮落破坏还会引发或可能**引发其它矿井灾害**，尤其是瓦斯、煤尘爆炸、火灾以及水灾，干扰通风系统，严重时造成地面震动和建筑物破坏等，是煤矿重大灾害之一。
- ◆ 冲击矿压也称为**岩爆、煤爆、矿山冲击、冲击地压**等。



二、冲击矿压的特点

- ◆ **1、突发性。** 一般无明显宏观前兆而突然发生，持续时间几秒到几十秒，难以事先准确确定发生时间、地点和强度。
- ◆ **2、瞬时震动性。** 发生过程急剧而短暂，像爆炸一样伴有巨大的声响和强烈的震动，震动波及范围可达几千米甚至几十千米，地面有地震感觉。
- ◆ **3、巨大破坏性。** 顶板下沉、底板开裂鼓起、大量煤体破碎并从煤壁抛出等；常造成人员伤亡和巨大的生产损失。
- ◆ **4、复杂性。** 除褐煤以外的各种煤种都记录到冲击现象。



三、冲击矿压分类（按强度、能量等）

- ◆ **1、弹射。** 一些单个碎块从处于高压应力状态下的煤或岩体上射落，并伴有强烈声响，属于微冲击现象。
- ◆ **2、矿震。** 它是煤、岩内部的冲击矿压，即深部的煤或岩体发生破坏。煤、岩并不向已采空间抛出，只有片帮或塌落现象，但煤或岩体产生明显震动，伴有巨大声响，有时产生煤尘。较弱的矿震称为**微震**，也称为“煤炮”。



- ◆ **3、弱冲击。** 煤或岩石向已采空间抛出，但破坏性不很大，对支架、机器和设备基本无损坏，围岩产生震动，一般震级在2.2级以下，伴有很大声响，产生煤尘，在瓦斯煤层中可能有大量瓦斯涌出。
- ◆ **4、强冲击。** 部分煤或岩石急剧破碎，大量向已采空间抛出，出现支架折损、设备移动和围岩震动，震级在2.3级以上，伴有巨大声响，产生大量煤尘和冲击波。



根据震级强度和考虑抛出的煤量，可将冲击矿压分为三级：

- ◆ **1、轻微冲击(I级)**。抛出煤量在10t以下，震级在1级以下的冲击矿压。
- ◆ **2、中等冲击(II级)**。抛出煤量在10 ~ 50t，震级在1 ~ 2级的冲击矿压。
- ◆ **3、强烈冲击(III级)**。抛出煤量在50t以上，震级在2级以上的冲击矿压。



四、冲击矿压和矿山震动对环境的影响

- ◆ **1、对井下巷道的影响：** 主要是动力将煤岩抛向巷道，破坏巷道周围煤岩的结构及支护系统，使其失去功能。而一些小的冲击矿压或者说岩体卸压，则对巷道的破坏不大。巷道壁局部破坏、剥落或巷道支架部分损坏。
- ◆ **2、对矿工的影响：** 可能产生伤害， 甚至造成死亡事故。
- ◆ **3、对地表建筑物的影响：** 对地表及地表建筑物造成损坏，甚至造成地震那样的灾难性后果。如波兰就曾于1982年6月4日发生的3.7级的矿山震动，造成了588多幢建筑物的损坏。

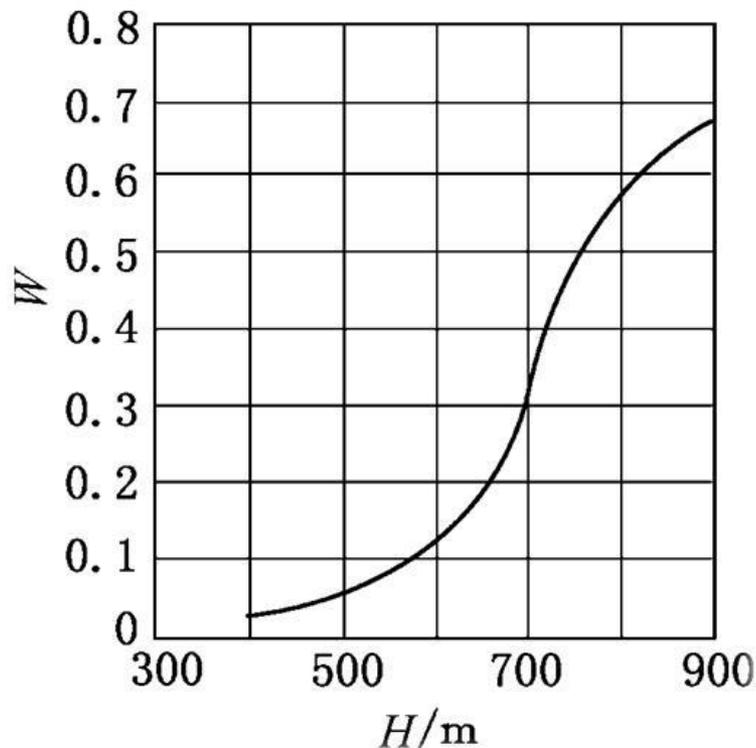




第二节 冲击矿压发生机理

一、冲击矿压影响因素

- ◆ 冲击矿压发生的原因分为三类：**自然地质因素、开采技术条件和组织管理措施。**
- ◆ **开采深度：**随着开采深度的增加，煤层中的自重应力随之增加，煤岩体中聚积的弹性能也随之增加。



波兰采深与冲击矿压的关系

W-冲击指数(开采百万吨煤炭冲击矿压次数)



◆ **煤岩的力学特征：** ① 在一定的围岩与压力条件下，任何煤层中的巷道或采场可能发生冲击矿压； ② 煤的强度越高，引发冲击矿压所要求的应力越小； ③ 煤的**冲击倾向性**是评价煤层冲击性的特征参数之一，主要采用煤的冲击能量指数 K_E 、弹性能量指数 W_{ET} 、动态破坏时间 D_T 为判断。

表11-2 煤的冲击倾向鉴定指标值

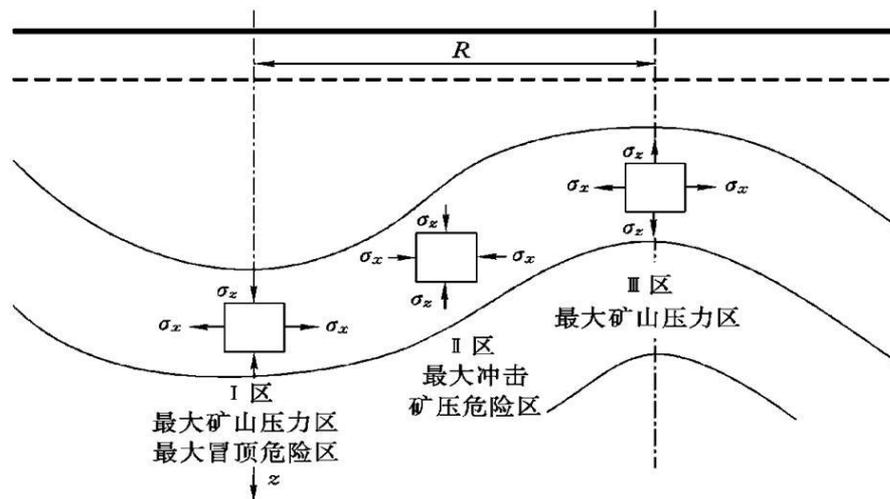
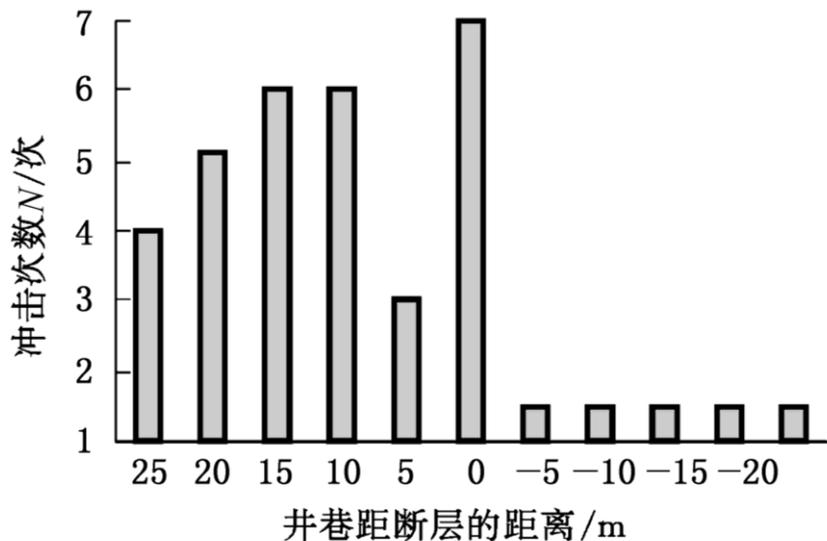
指标	强冲击	弱冲击	无冲击
动态破坏时间 D_T /ms	≤ 50	50~500	> 500
冲击能量指数 K_E /kJ	≥ 5.0	5.0~1.5	< 1.5
弹性能量指数 W_{ET}	≥ 5.0	5.0~2.0	< 2.0



- ◆ **顶板岩层的结构特点**：煤层上方存在厚层砂岩顶板是影响冲击矿压发生的主要因素之一。
- ◆ **煤层厚度对发生冲击矿压的影响**：煤层越厚，发生冲击矿压越多，越强烈。
- ◆ **采煤方法等因素的影响**：我国抚顺矿区的煤层特别厚，虽然顶板为几百米的油页岩、绿色页岩和松软的冲积层等软岩层，也同样发生冲击矿压。
- ◆ **煤的湿度的影响作用**：因为煤层含水后，可使煤层的弹性减小，强度降低，塑性增加，能减缓发生冲击矿压的危险。



◆ **地质动力因素：**实践证明，冲击矿压经常发生在向斜轴部，特别是构造变化区，断层附近，煤层倾角变化带，煤层皱曲，构造应力带。





二、冲击矿压发生的机理及判据

- ◆ **强度理论**：这种理论开始着眼于矿体-围岩力学系统的极限平衡条件的分析和推断。具有代表性的是夹持煤体理论，这种**理论认为**：较坚硬的顶底板可将煤体夹紧，煤体夹持阻碍了深部煤体自身或煤体—围岩交界处的卸载变形。一旦高应力突然加大或系统阻力突然减小时，煤体可产生突然破坏和运动，抛向已采空间，形成冲击矿压。



- ◆ **能量理论**：矿体与围岩系统的力学平衡状态破坏后所**释放的能量大于消耗能量**时，就会发生冲击矿压。它阐明了矿体与围岩的能量转换关系，煤、岩体急剧破坏形式的原因等问题。
- ◆ **冲击倾向理论**：煤岩介质产生冲击破坏的能力称为**冲击倾向**。由此，可利用一些**试验或实测指标**对发生冲击矿压可能程度进行估计或预测。这种指标的量度称为**冲击倾向度**。**条件是**：介质实际的冲击倾向度大于规定的极限值。**主要指标**：弹性变形指数、有效冲击能指数、极限刚度比、破坏速度指数等。





第三节 冲击矿压的预测预报及危险性评定

一、冲击矿压预测预报目标

- ◆ 冲击地压的预测主要包括**时间、地点和规模大小**。目前主要采用的有下列两种方法：
 - ◆ **采矿方法**：包括根据采矿地质条件确定冲击矿压危险的综合指数法，数值模拟分析法，钻屑法等。
 - ◆ **采矿地球物理方法**：包括微震法，声发射法，电磁辐射法，振动法，重力法等。



二、冲击矿压危险性等级的划分原则

根据冲击矿压发生的原因，冲击矿压的预测预报、危险性评价及冲击矿压的治理，可以对冲击矿压的危险程度按冲击矿压危险状态等级评定可分为五级。

- ◆ **A.无冲击危险** $W_t < 0.3$ 。所有的采矿工作可按作业规程规定的进行。
- ◆ **B.弱冲击危险** $W_t = 0.3 \sim 0.5$ 。(1) 有的采矿工作可按作业规程规定的进行。(2) 作业中加强冲击矿压危险状态的观察。



- ◆ **C.中等冲击危险** $W_t=0.5 \sim 0.75$ 。采矿工作应与该危险状态下的冲击矿压防治措施一起进行。
- ◆ **D.强冲击危险** $W_t=0.75 \sim 0.95$ 。(1) 停止采矿作业，不必要的人员撤离危险地。(2) 矿主管领导确定限制冲击矿压危险的方法及措施，以及冲击矿压防治措施的控制检查方法。
- ◆ **E.不安全** $W_t > 0.95$ 。(1) 冲击矿压的防治措施应根据专家的意见进行，应采取特殊条件下的综合措施及方法。(2) 采取措施后，通过专家鉴定，方可进行下一步的作业。如冲击矿压的危险程度没有降低，停止进行进一步的采矿作业，该区域禁止人员通行。



三、综合指数法

- ◆ **综合指数法**就是在分析已发生的各种冲击矿压灾害的基础上，分析各种采矿地质因素对冲击矿压发生的影响，确定各种因素的影响权重，然后将其综合起来，建立的冲击矿压危险性预测预报的一种方法。
- ◆ **影响冲击矿压的主要因素**有开采深度、顶板坚硬岩层、构造应力集中、煤层冲击倾向性等。



表11-4 影响冲击矿压危险状态的因素及指数

序号	因素	危险状态的影响因素	影响因素的定义	冲击矿压危险指数
1	W_1	发生过冲击矿压	该煤层未发生过冲击矿压	-2
			该层发生过冲击矿压	0
			采用同种作业方式在该层和煤柱中多次发生过冲击矿压	3
2	W_2	开采深度	小于 500m	0
			500~700m	1
			大于 700m	2
3	W_3	顶板硬厚岩层 ($R_c \geq 60\text{Mpa}$) 距煤层的距离	>100m	0
			100~50m	1
			<50m	3
4	W_4	开采区域内的构造应力集中	>10% 正常	1
			>20% 正常	2
			>30% 正常	3
5	W_5	顶板岩层厚度特征参数 L_{st} , /m	<50	0
			≥ 50	2
6	W_6	煤的抗压强度	$R_c \leq 16\text{Mpa}$	0
			$R_c > 16\text{Mpa}$	2
7	W_7	煤的冲击能量指数 W_{ET}	$W_{ET} < 2$	0
			$2 \leq W_{ET} < 5$	2
			$W_{ET} \geq 5$	4



四、微震法

- ◆ **采矿活动引发的动力现象分为两种：强烈的属于采矿微震的范畴；较弱的，如声响、振动、卸压等则为采矿地音，即声发射。**
- ◆ **微震监测系统的功能是对全矿范围进行微震监测，是一种区域性监测方法。自动记录微震活动，实时进行震源定位和微震能量计算。为评价全矿范围内的冲击地压危险提供依据。**
- ◆ **冲击地压前兆的微震活动规律：① 微震活动的额度急剧增加；② 微震总能量急剧增加。**





第四节 冲击矿压的防治

一、冲击矿压防范措施

- ◆ (1) **开采煤层群时**，开拓布置应有利于解放层开采。即首先开采无冲击危险或冲击危险小的煤层作为解放层，且优先开采上解放层。
- ◆ (2) **划分采区时**，应保证合理的开采顺序，最大限度地避免形成煤柱等应力集中区。
- ◆ (3) 采区或盘区的采面应朝一个**方向推进**，避免相向开采，以免应力叠加。



- ◆ (4) 在地质构造等特殊部位，应采取能避免或减缓应力集中和叠加的开采程序。
- ◆ (5) 有冲击危险的煤层的开拓或准道、永久硐室、主要上(下)山、主要溜煤巷和回风巷应布置在底板岩层或无冲击危险煤层中，以利于维护和减小冲击危险。
- ◆ (6) 开采有冲击危险的煤层，应采用不留煤柱垮落法管理顶板的长壁开采法。
- ◆ (7) 顶板管理采用全部垮落法，工作面支架采用具有整体性和防护能力的可缩性支架。



二、冲击危险的解危措施

- ◆ **振动爆破**：是一种特殊的爆破，主要任务是爆破炸药形成强烈的冲击波，使得岩体振动。振动爆破有振动卸压爆破，振动落煤爆破，振动卸压落煤爆破，顶板爆破。
- ◆ **煤层注水**：煤系地层岩层的单向抗压强度随着其含水量的增加而降低。
- ◆ **钻孔卸压**
- ◆ **定向裂缝**：定向水力裂缝法和定向爆破裂缝法。

