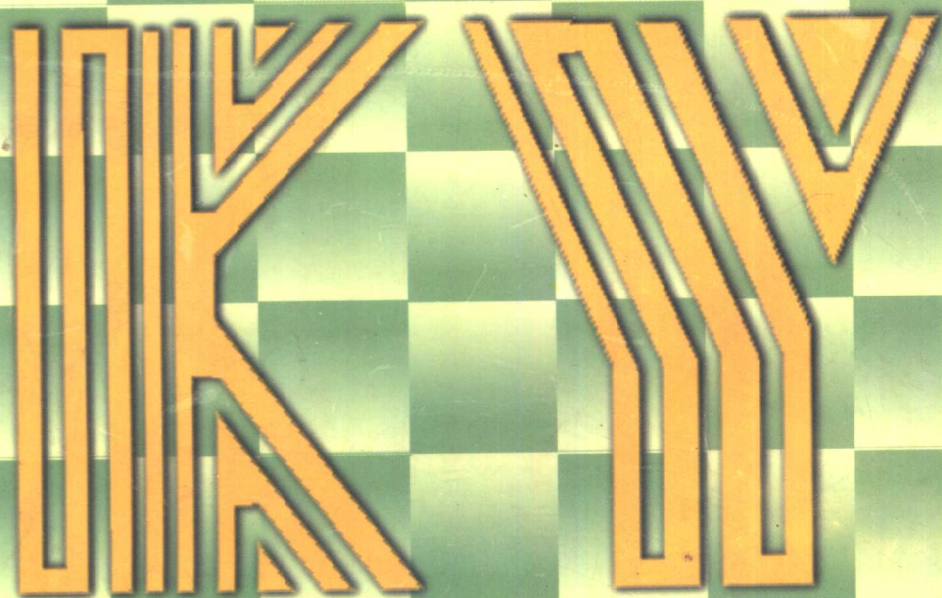


煤矿冲击矿压及防治技术

闵长江 卜凡启 周廷振 编著
沈云定 尹安琪 孙礼春



中国矿业大学出版社

TD324

M-221

煤矿冲击矿压及防治技术

闵长江 卜凡启 周廷振 编著
沈云定 尹安琪 孙礼春

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

全书共五章,内容包括:煤矿冲击矿压综述、冲击矿压成因和机理、冲击矿压治理措施、冲击矿压预测技术以及冲击矿压综合防治。

本书可供从事煤炭工业科研、设计、生产技术及管理工作者阅读参考,也可供院校师生参考。

责任编辑:马跃龙

技术设计:马跃龙

煤矿冲击矿压及防治技术

闵长江 卜凡启 周廷振
沈云定 尹安琪 孙礼春

中国矿业大学出版社出版发行

新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印制

开本 850×1168 1/32 印张 6.125 字数 157千字

1998年3月第一版 1998年3月第一次印刷

印数 1~2100册

ISBN 7 - 81040 - 791 - 0

TD·82

定价:15.80元

《煤矿冲击矿压及防治技术》编委会

主 任: 闵长江

副 主 任: 黄国民 杨增夫 师为杰

委 员: 顾则仁 沈培久 朱亚平 韩安民

卜庆先 杨家华 蒋伟成 王天林

王惠明 林思咏 白海波 魏本甫

翟明华 王生荣 张周权 王继承

孙 海 杨洪鹏 刘益成 石炳华

顾士亮

主 编: 闵长江

副 主 编: 卜凡启 周廷振 沈云定 尹安琪

孙礼春

参加编写人员: 张爱林 徐建春 杨茂田 樊银辉

吴兴荣 王忠武 吴玉铨 权景伟

尤泉生 孙立亚 汪 洋 薛维真

王友江 崔胜华 杨友胜 杨加新

陈 宁 辛达付 李世龙

主 审: 韩安民

编 审: 卜庆先 魏本甫 古惠田

1-41/07

前 言

冲击矿压现象是威胁煤矿安全生产的灾害之一,其显现往往是突然发生、瞬时结束的。冲击矿压显现轻者造成巷道围岩急剧变形、支架损坏,重者严重摧毁矿井设施,并可能造成重大人身伤亡事故。冲击矿压的发生机理及防治技术一直是国内外采矿界研究的课题之一,目前已取得了不少突破性进展,积累了一些测试及防治技术,但仍未从根本上得到解决。随着我国煤矿开采深度逐年增加,冲击矿压显现日趋频繁,不少矿井由于冲击矿压显现遭受了惨重损失。对于冲击矿压发生机理及防治技术的研究已引起我国采矿界人士的高度重视。

我国最早记载的冲击矿压现象于1933年发生在抚顺矿务局胜利矿。徐州矿务局自1991年7月首次在权台煤矿3127材料道中发生冲击矿压现象以来,相继在三河尖、旗山、张集矿频频发生冲击矿压现象。至1995年12月,该局累计发生冲击矿压现象14次,绝大多数造成巷道围岩急剧变形,支架严重损坏,巷道底板鼓起,部分设施被破坏,并造成4人重伤、8人轻伤的事故。由于徐州矿务局原来被认定为属无冲击矿压影响矿区,因此,对这方面的研究及宣传工作涉及不多。至今,仍有不少干部、职工特别是井下作业人员对冲击矿压危害认识不清,缺乏防范意识。有鉴于此,该局矿领导高度重视,专门组织技术人员进行技术攻关,组团到国内外进行访问考察,邀请有关专家来局作技术讲座。在此基础上,收集有关资料,结合徐州矿务局实际情况,着手编著本书。本书的编写旨在让广大从事井下工作的干部、职工及技术人员了解冲击矿压现象基本知识,提高防范能力。

参加本书编写的均系徐州矿务局长期从事采矿专业的技术人员。在本书编写过程中,编著者参阅了国内相关教科书及技术资料,力求文字通俗易懂,实例具体确切,机理分析含有一定理论性。

该书编著出版得到了徐州矿务局副局长杨增夫、副局长兼总工程师黄国民、党委副书记师为杰等领导的大力支持和指导,黄国民同志亲自安排编写、审查目录,并提出了很多指导性意见,局副总工程师韩安民同志对本书书稿进行了认真细致的审查,局有关部室领导给予了积极配合,并提出了不少宝贵意见,在此一并表示衷心地感谢!

由于我们水平有限,加之本课题正在进行研究实施之中,书中定有不足之处,敬请各位同仁提出宝贵意见。

编著者

1998年2月于徐州

目 录

前 言	(1)
第一章 冲击矿压综述	(1)
第一节 冲击矿压特征及分类	(1)
第二节 国内外冲击矿压概况	(6)
第三节 徐州矿区冲击矿压概况	(20)
第二章 冲击矿压成因和机理	(29)
第一节 弹性变形能	(29)
第二节 冲击倾向	(30)
第三节 冲击矿压的影响因素	(38)
第三章 冲击矿压治理措施	(48)
第一节 开采解放层	(49)
第二节 开采技术措施	(57)
第三节 煤层注水	(62)
第四节 煤层卸载爆破	(80)
第四章 冲击矿压预测技术	(84)
第一节 钻屑法	(86)
第二节 岩体应力测量与结构应力场形迹分析	(97)
第三节 围岩变形观测	(101)
第四节 地音与微震监测	(111)

第五章 冲击矿压防治·····	(129)
附 录·····	(137)
附录一 徐州矿务局关于冲击矿压危害情况的简报 及防治意见·····	(139)
附录二 徐州矿务局关于加强防治冲击矿压管理责任制 的通知·····	(146)
附录三 煤炭工业部关于颁发《冲击地压煤层安全开采 暂行规定》的通知 ·····	(149)
参考文献·····	(186)

第一章 冲击矿压综述

第一节 冲击矿压特征及分类

一、冲击矿压概念

冲击矿压属于矿山动力现象,是矿山压力的一种特殊显现形式。

冲击矿压可以定义为矿山井巷或采场周围矿体和围岩由于变形能的释放而产生的以突然、急剧、猛烈的破坏为特征的动力现象。简单地说,冲击矿压就是煤(岩)的突然破坏现象。它是影响煤矿安全生产的重大灾害之一。

冲击矿压这种现象在我国不同地区的煤矿和不同版本的书籍中有不同的称谓,常见的“岩爆”、“煤爆”、“矿山冲击”、“冲击地压”等,本书沿用“冲击矿压”这个术语。

二、冲击矿压的显现特征

冲击矿压现象具有以下显现特征:

(1) 突发性:冲击矿压一般没有明显的宏观前兆而突然发生,难于事先准确确定发生的时间、地点和强度。

(2) 瞬时震动性:冲击矿压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,电机车等重型设备被移动,人员被弹起摔倒,震动波及范围可达几公里甚至几十公里,地面有地震感觉,但一般震动持续时间不超过几十秒。

(3) 巨大的破坏性:冲击矿压发生时,顶板可能有瞬间明显下沉,但一般并不冒落;有时底板突然开裂鼓起甚至接顶;常常有大

量煤块甚至上百立方米的煤体突然破碎并从煤壁抛出,堵塞巷道,破坏支架;从后果来看冲击矿压常常造成惨重的人员伤亡和巨大的生产损失。

冲击矿压、顶板大面积来压、煤(岩)与瓦斯突出以及微震统属矿山动力现象。它们之间既有区别又有联系。其区别主要是发生机理各异;其联系主要表现在它们可以互为诱发因素,都具有动力特征,而且存在介于两种动力现象之间的“过渡型”的动力现象。

顶板大面积来压原则上属于岩层的重力式突然破坏,是已破坏岩体的位能突然转化为动能的动力过程。尽管在岩层破断时亦同时有弹性变形能释放,但一般岩层整体破断均是局部破裂发展的结果,而局部破裂时弹性变形能部分或大部分缓慢地释放。因而,顶板大面积来压的能量转化过程一般应为位能——动能型。从显现特点来看,顶板大面积来压与冲击矿压之间最显著的区别在于冲击矿压发生时顶板一般并不冒落。

但应指出的是,岩层的重力式突然破坏(特别是老顶突然来压),可能成为诱发冲击矿压的重要因素,而那种以弹性变形能突然释放为主要特征,并符合冲击矿压能量释放规律的顶板突然破坏,实质上应属于顶板冲击矿压。

煤(岩)与瓦斯突出与冲击矿压在表现上有许多类似之处,而且有时两者同时出现。冲击矿压与瓦斯突出的主要区别是:对冲击矿压而言,弹性变形能的突然释放起主导作用,因而破坏发生得猛烈,震动较强烈,而随着煤体破坏释放出瓦斯则是次要的、第二位的因素;瓦斯突出则恰恰相反,首先是储存于煤或岩石中的高压瓦斯喷出,因而破坏发生往往相对较慢、震动较弱,而随瓦斯喷出煤(岩)体发生破坏并突出,则是第二位的因素。

微震,指的是与矿山开采活动有关的震源深度较浅的矿山岩层震动,因而,它有别于天然地震。大面积冒顶、老顶突然来压、瓦斯突出及冲击矿压都可引起微震。可以认为,每一次冲击矿压必将

引起一次微震,但微震并不都是由冲击矿压所引起。

三、冲击矿压分类

冲击矿压是一种复杂的矿山动力现象,其生成环境,发生地点,显现强度以及造成的破坏后果多种多样,因此分类的方法也很多。现将主要的分类方法概括介绍如下。

(一) 按参与冲击矿压的岩体类别分两类:

① 煤层冲击(煤爆):产生于煤体—围岩力学系统中的冲击矿压现象,是煤矿冲击矿压的主要显现形式,也是本章介绍的主要内容。

② 岩层冲击(岩爆):高强度脆性岩石瞬间释放其储存的能量,岩块从其母体急剧、猛烈地弹射出来。

对煤矿来说,顶底板岩层内变形能的突然释放又称围岩冲击,根据发生的位置又分为顶板冲击和底板冲击,实际上它们是发生在顶底板岩层中的一种岩爆,并经常伴有煤爆发生。

(二) 根据煤岩体应力来源和加载形式不同,可分为四类:

① 重力型(开采型):主要受重力作用,没有或只有极小构造应力影响引起的冲击矿压。

② 构造型:主要受构造应力的作用引起的冲击矿压。

③ 震动型:煤岩体受震动载荷而产生的冲击矿压,它与重力型冲击矿压的区别在于载荷的类型为脉冲式动载,载荷方向与震动波的传播形式和途径有关。

④ 综合型:受几种载荷共同作用引起的冲击矿压。

(三) 前苏联的分类方法

1. 按显现强度及其对煤和岩层、支架、设备的破坏程度分四类:

① 弹射:单个碎块从煤岩体表面弹射出来,并伴有强烈的声响;

② 煤炮(深部冲击):深部的煤岩体发生破坏,但煤或岩石不

向已采空间内抛出,只有片帮或散落现象,岩体震动,伴有声响,有时产生煤尘;

③ 微冲击:煤或岩石向已采空间抛出,但对支架和设备无损害,围岩震动,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:部分煤或岩体急剧破坏,大量的煤或岩石向已采空间抛出,出现支架折损、设备移动和围岩强烈震动,伴有巨大声响,形成大量煤尘。

2. 对强冲击按显现地点分为以下七类:

- ① 在连续煤体中(图 1-1a);
- ② 在被巷道切割的煤柱中(图 1-1b);
- ③ 在被巷道从煤体分离出来的煤柱中(图 1-1c);
- ④ 在煤层边缘部分(图 1-1d);
- ⑤ 在掘进的煤层巷道中(图 1-1e);
- ⑥ 在有底板或顶板破坏的巷道中(图 1-1f);
- ⑦ 在掘进的岩层巷道中。

这种分类方法便于分析支承压力的分布情况,有利于制定防治措施。

(四) 波兰的分类方法

1. 按破坏开始发生的地点分成三类:

- ① 煤层冲击;
- ② 顶板冲击,按显现形式又分成典型的顶板冲击和致密顶板岩层突然折断形成的冲击矿压,后者往往引起伴生的强烈煤层冲击与底板冲击;
- ③ 底板冲击。

2. 根据采场或井巷煤壁的破坏长度分为三级:

- ① I 级,破坏长度小于 20 m;
- ② II 级,破坏长度在 20~50 m;

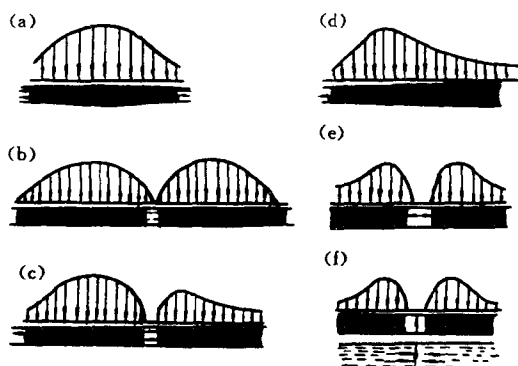


图 1-1 按显现地点的冲击矿压的分类

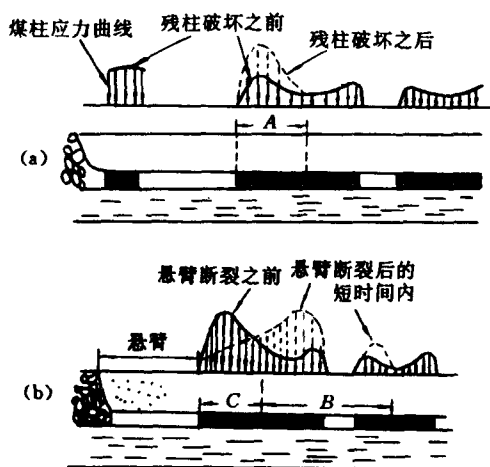


图 1-2 震动型冲击矿压

(a) 残柱破坏所引起的冲击矿压；(b) 长悬臂梁可能在“C”范围内形成压力集中，它突然断裂可能在“B”范围内产生冲击矿压

③ Ⅲ级,破坏长度大于 50 m。

(五) 美国的分类方法

按载荷形式分两类:

① 压力型冲击:煤体原则上只承受静载荷而产生的冲击矿压;

② 震动型冲击:由于顶板或底板的突然破坏在煤体上形成冲击载荷引起的冲击矿压,见图 1-2。

综上所述,由于冲击矿压的复杂性,现在国际上没有形成统一的分类方案。我国目前用显现强度和破坏程度两类指标进行分类,其特点是便于统计,在国际上较为流行。

第二节 国内外冲击矿压概况

一、国内冲击矿压历史及现状

我国最早记录的冲击矿压现象于 1933 年发生在抚顺胜利煤矿,当时的开采深度为 200 m 左右。1933~1935 年,因冲击矿压事故造成 85 人伤亡。

至 1995 年,据不完全统计,我国有冲击矿压问题的煤矿共 32 个,其中统配煤矿 27 个,隶属于 14 个矿务局,地方煤矿 5 个。从 1949 年以来,已发生破坏性冲击矿压 1800 多次,震级 $M_L=0.5\sim 3.8$ 级,造成惨重的人员伤亡,破坏巷道约 13 km,停产 1300 多天,见表 1-1 所列。近年来,我国一些金属矿山、水电与铁路隧道工程也出现了岩爆现象。

(一) 北京矿务局

冲击矿压在北京矿务局属于全局性问题,10 个生产矿井中,有 5 个矿井和 1 个坑口受到冲击矿压的威胁。

门头沟煤矿是我国冲击矿压最严重的矿井之一。该矿开采侏罗纪无烟煤,属低瓦斯矿井,可采煤层有一、二、五、七槽四层,层间

表 1-1 我国冲击矿压统计表

地 点		破坏性冲击矿压显现情况				
局	矿	初始时间 (年、月)	冲击次数 /次	最大震级 /级	破坏长度 /m	伴 生 灾 害
鸡西	滴 道	1983.9				煤与瓦斯突出
鹤岗	南 山	1981.3	5			
舒兰	营 城	1962				煤与二氧化碳突出
辽源	西 安	1954	266			煤与瓦斯突出
通化	铁 厂	—				煤与瓦斯突出
抚顺	龙 凤	1975	675	2.5		
	老虎台	1955	30			
	胜 利	1933	44	2.8		煤与瓦斯突出
阜新	高 德	1978				
	五 龙	1959				
北票	台 吉	1970.5	64	3.8		煤与瓦斯突出、地热、矿震
沈阳	牛心台	1972.9	57			煤与瓦斯突出
北京	门头沟	1947.5	288	3.8	3352	
	城 子	1961	14	3.4	1469	
	房 山	1958.12	17	3.0	402	
	长沟峪	1970	1			
	大 台	1961	7		2384	
	木城涧	1970				
	唐 山	1963	46	6500		
大同	忻州窑	1981	26			大 冒 顶
	煤峪口	1972	7		421	
	永定庄	1962.6	16			
枣庄	陶 庄	1976	146	3.6	2127	

续表 1-1

地 点		破坏性冲击矿压显现情况				伴 生 灾 害
局	矿	初始时间 (年、月)	冲击次数 /次	最大震级 /级	破坏长度 /m	
南桐	八 一	1976	6			煤与瓦斯突出
	柴 里		1			
	砚石台	1979.8	19		50	
	南 桐	1962			—	
徐州	权 台	1991.7	1			
	三河尖	1991.9	9			
	张 集	1994.8	3			
	旗 山	1995.4	3			
地方	天 池	1959.10	37		300	
	五 一	1980.12	10		20	
	擂 鼓	1981.3	10		20	
	花鼓山	1984.9	2			
	冰 沟					

距 80~100 m,厚度一般 0.7~3.5 m;各煤层顶板均为高强度的石英砂岩,平均厚度 10~30 m。煤层倾角由缓至急,在缓倾斜煤层中主要采用单一走向长壁刀柱采煤法,沿走向每推进 35~40 m 留一刀柱,刀柱宽为采高的 2~2.5 倍。该矿的二、五、七槽均为冲击矿压危险煤层,该矿早在 1947 年就发生过冲击矿压现象,至 1985 年底,共发生破坏性冲击矿压 303 次。1959 年 8 月 3 日,工作面放炮引起冲击矿压,顶底板瞬间移近 0.3 m,木支柱折断 600 余根,有感震动半径 5 km,67 间房屋震坏,震级 M_L 为 3.8 级,属我国目前强度最大的一次冲击矿压。

该矿 1980 年平均震动记录达 500 余次,亦属我国震动频度最高者。

(二) 抚顺矿务局

抚顺矿务局三个井工开采的矿都有冲击矿压发生,其中以胜利矿为最早,而龙凤矿目前最为严重。

龙凤矿井田煤层生成于新生代第三纪,主煤层有三、四、五、六共四个自然层群,总厚 6~50 m,倾角 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$;煤层顶板为厚 48~195 m 的油母页岩,底板为 76.5~115 m 的凝炭岩。该矿采用倾斜分层上行 V 形水砂充填采煤法。一般开采第一人工分层时,顶板为煤层,底板为砂页岩,无周期来压显现。冲击矿压多发生于新采区第一分层开采过程中,约占总数的 83%。冲击影响范围达几米到几十米,冒顶高度 1~3 m,突出的煤达 10~50 t,严重时摧毁巷道达几百米,地面有震感。1975~1983 年共发生 0.5 级以上冲击矿压 675 次,最大震级 M_L 为 2.5 级,其中 23 次造成严重破坏。

抚顺矿务局是我国非坚硬顶板、特厚煤层冲击矿压的典型。

(三) 枣庄矿务局陶庄矿

枣庄矿务局陶庄矿属水、旱采并举的矿井,采深 400~700 m,主采煤层为 2~6 m 的厚煤层。煤的单轴抗压强度约 10~20 MPa。顶板为砂岩,强度 90~130 MPa。自 1966 年至 1985 年 10 月共发生了 147 次破坏性冲击矿压,冲击强度一般不大,为 1.5~2 级左右。1982 年 1 月 27 日水采区上山煤柱(宽 160 m)发生了该矿历史上最大的一次冲击矿压(3.6 级),而且时隔 25 min 后又发生一次(2.7 级)。该冲击区顶板砂岩厚达 43 m 左右,为我国厚层砂岩顶板下冲击矿压的典型。

(四) 开滦矿务局唐山矿

开滦矿务局唐山矿五煤层为冲击矿压危险煤层,煤厚 1~2 m,倾角平均 10° ,顶板为砂岩。采用走向长壁垮落法开采。5257 面临近收尾时,四面都是大面积采空区,为回收 14 组自移支架进行