

文章编号 1001-8166(2004)增-0245-05

# 湖南利民煤矿煤与瓦斯突出量级 程度划分及其应用研究

曹运江<sup>1,2</sup>, 黄润秋<sup>2</sup>, 冯 涛<sup>1</sup>, 汪禄生<sup>3</sup>, 刘新华<sup>1</sup>

(1. 湖南科技大学土木工程学院 湖南 湘潭 411201 ; 2. 成都理工大学地质灾害防治与地质环境  
保护国家专业实验室 四川 成都 610059 ; 3. 涟邵矿务局利民煤矿 湖南 冷水江 417511)

**摘 要** 根据煤与瓦斯突出的地质条件,对煤岩体系中的弹性潜能、瓦斯内能、采场附加应力积聚的能量分别进行了定性的划分,并结合弹性潜能、瓦斯内能,对煤与瓦斯突出的量级程度也尝试性地首次做出分类,并提高了原来的下限指标。对典型突出模式进行了简要地分析,为今后开展防治利民矿井煤与瓦斯突出工作提供了新的思路与对策。

**关 键 词** 瓦斯内能;弹性潜能;采场附加应力;煤与瓦斯突出量级

中图分类号 P642.2 文献标识码 A

煤与瓦斯突出是煤矿生产过程中发生的一种极为复杂的动力现象,其发生受控于一系列自然因素和工艺因素。煤与瓦斯突出已成为危害矿井安全生产的极大障碍。自从 1834 年法国发生世界上第一次煤与瓦斯突出以来,国内外的防突专家不断地探索其防治措施,现已有了较大进展。防治煤与瓦斯突出技术措施,都有它的适用条件,也有其优缺点,在采用某种技术措施之前,必须明白该措施的适用条件,能解决实际问题的措施才能选用,不能解决现实问题的措施就不能选用。但是,大部分矿井在摸索适合各自矿井特色的有针对性防治技术措施方面,一般付出了极大的代价。主要原因是事先不知道会发生什么样的突出量级,没有相应地采取适合该量级水平的防治技术措施。这里涉及到煤与瓦斯突出量级问题,目前还没有完全搞清楚。笔者想结合文献资料和多年从事矿井地质的经验,对此问题首次作一尝试性地探讨,希望能起到抛砖引玉的作用。

## 2 煤与瓦斯突出量级程度划分

影响煤与瓦斯突出,有矿井瓦斯地质、地应力活动、采矿行为等多方面的控制因素,这些因素互相影

响、相互制约、共同作用,决定了煤与瓦斯突出特征的复杂多变。换句话说,从能量的角度,将上述影响突出的定性因素,可采用定量的瓦斯内能、弹性潜能来标定。煤与瓦斯突出,瓦斯是突出的基础,地应力起了主导作用,而地应力场、温度应力场是受地质条件控制的煤岩组合体中的瓦斯内能和弹性潜能赖以存在的先决条件,其中瓦斯内能代表煤厚、煤层粒度、瓦斯含量、瓦斯压力、瓦斯解吸特性及扩散传播特征中存在的一种瓦斯能量;弹性潜能则是煤岩弹性势能、应力集中的形变能以及应力传播、变形发展等特征的另外一种形变能量。瓦斯内能、弹性潜能相对于可控的采场附加应力、诱导外力是煤与瓦斯突出的内因,起决定性作用。

一定范围内煤岩体系中,可采用极高、高、中、低四级来表示瓦斯内能、形变潜能的量级(见表 1、2),而表 1、表 2 仅列出极高、低 2 种极端情况,其中高、中二种情况则介于它们之间。由于采场附加应力积聚的能量(见表 3)是煤与瓦斯突出的外因,起一定的促进作用。表 3 所列举的种种开采布置方式,对采场附加应力有较大的影响,建议采矿部门更应引起重视。诱导外力有短时间猛烈地放炮,长时间连

收稿日期 2004-04-10

作者简介:曹运江(1967~),男,湖南新化,副教授,主要从事地质灾害与地质工程方面的教学科研工作 E-mail: caoyj@sohu.com

表 1 弹性潜能

Table 1 Elastic latent energy

评估项目	弹性潜能极高的地区或地段	弹性潜能极低的地区或地段
地应力区	挤压区	过渡区
埋深	深	浅
岩性特征	刚性岩石发育,单层厚度总厚度大,软弱夹层少或以刚性岩石组合体为主,岩性致密	塑性岩石组合发育,刚性岩石组合体不发育
岩体介质	连续结构岩体为主,高围压下碎裂结构岩体转化为连续结构岩体。	低围压,散体结构岩体为主。
应力传播	连续传播为主,传播距离远,能量损失少	传播性差,距离近,能量损失大
波的传播	速度快	速度慢
地质构造	构造复杂、不协调,以压扭性断层为主,组合关系复杂,褶皱紧闭倒转,煤层等高线变化大,岩层产状变化大	地质构造简单或特复杂
应力集中	岩性、厚度变化大或突变,断层的拐点、交叉点等	岩性、厚度连续或变化小
地层声响	岩石噪音、煤炮声大,连续不断	不明显
煤层稳定性	稳定性差,分叉合槽	煤层稳定
构造煤	发育,煤层遭受严重破坏,坚固性系数小,透气性差	不发育,原生结构为主
地温	较高、变化大	正常,变化小
水文地质条件	相对简单	复杂

说明:过度挤压区,煤岩比较破碎,稳定性差等,也是属于弹性潜能极低的地区或地段

表 2 瓦斯内能

Table 2 Internal energy of gas

评估项目	瓦斯内能极高的地区或地段	瓦斯内能极低的地区或地段
地应力区	挤压区	过渡区
埋深	大,围压高	浅,围压低
围岩封闭性	顶底板岩层或煤层内部夹层封闭性好,导水导气构造不发育,岩石孔隙小	顶底板岩层或煤层内部夹层封闭性差,导水导气构造相对发育,岩石孔隙多
岩体介质	连续介质为主	碎裂介质或散体结构为主
煤质	好	相对较差
煤层稳定性	不稳定,煤层厚度大,变化大	稳定
构造煤	发育,粒度细小,硬度低,不均一	欠发育,粒度较粗,均一性好
瓦斯	含量高,压力大,瓦斯放散初速度高,解吸能力强	含量低,压力较低,瓦斯放散初速度低,解吸能力弱
透气性	低,变化大	变化小
煤炮声	大,响声频繁	小
水文地质条件	简单,远离富含水层	相对复杂
地温	较高、变化大	正常,变化小

续作业的风镐、手镐等方式,都会诱导煤与瓦斯突出,放炮的能量大,煤与瓦斯突出的次数为众数。

根据表 1、2、3 所述,表 4 对煤与瓦斯突出的量级进行了简要地划分,基于如下理由:煤与瓦斯突出过程中应力活动频繁、强烈;突出大都位于地质构造部位;煤与瓦斯瞬时突出过程中,孔洞外围存在大范围的破碎带及裂隙带,带内弹性潜能、瓦斯内能存在不同程度地释放;当没有气体参与下,岩石频繁大量地突出,所以,划分时强调了弹性潜能的作用。

依据矿井生产所处的具体条件,分析弹性潜能、瓦斯内能、采场附加应力可能积聚的能量大小,进而分析该区是否发生突出、可能发生的突出量。研究

实施相应的防治措施,确保安全,以提高生产效率和经济效益,这乃是突出量级程度划分的意义之所在。

## 2 典型煤与瓦斯突出模式分析

### 2.1 地应力过度挤压区

地质构造特别复杂,岩石破碎,呈碎裂结构或散体结构,煤层极不稳定,地应力大部分被释放,应力传递性差,波的传播性差,能量损失大。因而就不能激起更大范围的能量释放,弹性潜能往往比较低。瓦斯内能却有 2 种组合类型:当围岩封闭性较好时,瓦斯内能中等;当围岩封闭性较差时,瓦斯内能偏低。其突出情况如下:

表 3 采场附加应力积聚的能量

Table 3 Accumulative energy of mining field additional stress

序号	相关因素
1	地应力、埋深、煤层或岩层本身承受的压力
2	开采层数、煤层间距、空间几何关系、采矿布置方式及开采顺序
3	作业空间几何形状、煤柱尺寸有关、与采高、巷道尺寸
4	采准巷道与开采边界的几何尺寸
5	充填程度
6	开采、施工速度
7	支护方式、支护质量
8	岩性、岩体组合、煤岩力学强度、煤层中的夹矸、煤岩产状
9	地质构造复杂程度、断层断距、延伸长度、密度、产状、褶皱构造及部位
10	岩体介质、应力传递、变形发展
11	存在卸压运动 卸压运动与时间
12	附加应力的稳定有一段较长时间 随采掘而变化、能量积聚有一段过程
13	围岩、应力分布、变形发展、能量积聚等的不连续 能量释放具瞬时性、偶然性、周期性 地层声响活动
14	水文地质条件

表 4 煤与瓦斯突出量级程度划分类型

Table 4 Division styles of energy rank extent of coal & gas outburst

瓦斯内能	极高	高	极高高	中	中低	极高	高	中	中低	低
弹性潜能	极高	高	极高	中	低	中				
突出量级	特大型以上	特大型	特大型	大型	中小型					
	(2500t以上)	(1000~2500t)	(500~1000t)	(500~1000t)	(<500t)					

(1)弹性潜能低,煤层厚至特厚时,瓦斯内能中等,突出强度中等偏下,突出密度大,甚至连续突出,如利民矿井的区(图1)。

(2)弹性潜能低、瓦斯内能低,一般不发生突出,如利民矿井一一采区东南翼,煤层极不稳定,不可采。掘进了500~600m巷道未曾发生过煤与瓦斯突出。

2.2 地应力引张区

相对而言,地质构造一般以中等到简单为主,引张区以自重应力作用为主,弹性潜能随埋深的增加而增加。岩体多以碎裂结构为主,其连续性

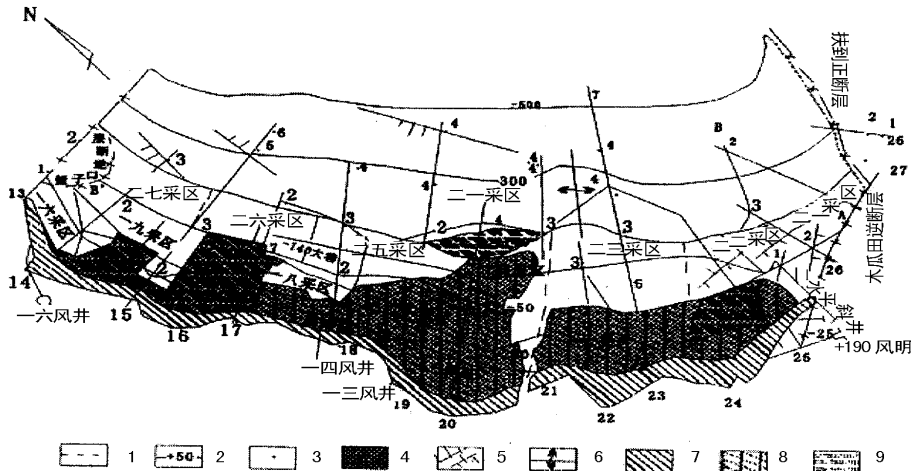


图1 利民矿井煤与瓦斯突出分区图

Fig.1 Block feature for coal & gas outbursts

差,应力传递性差,能量损失大,弹性潜能不会达很高。

引张区中瓦斯大部分被释放,一般由极低至较低,当围岩封闭性特别好、煤层特别厚时,瓦斯内能也可达中等水平。

这种情况一般不发生突出,如利民矿井的区。

即使突出,强度以中小型为主,密度特别稀。

2.3 地应力过渡区

在该同一区中,地应力既有挤压区,也有引张区,地质构造既有复杂的,也有简单的,但不管构造的复杂程度如何,但总的应力水平不是很高,但随埋深的增加而增加。岩体既有连续的,也有不连续的,

应力传递也是如此。

过渡区中 随围岩封闭性的不同 瓦斯的释放程度也不同 但瓦斯内能总的水平不高 以中等或较低水平为主。

当弹性潜能 瓦斯内能以中等水平为主时 有发生大型突出的可能性 但一般以中小型突出为主 密度不是很大 如利民矿井的 IV 区。

#### 2.4 地应力挤压区

地质构造一般比较复杂 岩体以连续结构介质为主 应力传递性好 在有利的岩体组合及岩性突变或变化大的地段 应力集中的水平往往比较高 且随水平挤压应力的增大而增大 随埋深的增加而增加 随地质构造的复杂而复杂化 弹性潜能一般比较高 局部达到极高。

在地质历史时期 该区瓦斯不易解吸、运移 有利于重新吸附、积聚 瓦斯压力、含量往往比较高。该区煤层介于不稳定至极不稳定之间。随围岩(包括煤层中的夹层)封闭性的提高 瓦斯内能增高 局部达极高。同时本区中弹性潜能、瓦斯内能变化较大 两者都可能出现极高、高、中、低四种情况 组合关系比较复杂(见表 4) 且煤与瓦斯突出的情况(强度、密度)存在很大的差异 如利民矿井的 I 区 除纯岩石突出的情况没有出现 其它情况均有表现 如煤平巷(1838 机巷)突出强度达 3 174 t;石门揭煤、过煤门、机巷掘进、连续 53 m 巷道(2631-1 机巷) 尽管采取了强有力的局部措施 还是发生了 3 次煤与瓦斯突出 突出强度共达 4 329 t,涌出瓦斯量累计为  $4.25 \times 10^5 \text{ m}^3$  同时岩石也参与了突出。

#### 2.5 采场附加应力

采场附加应力峰值压力可达上覆岩层自重应力的 20 倍 埋深比较大时 地应力挤压区中 该应力不能忽视。在有利于附加应力积聚的长壁采煤工作面 初采、收尾及遇构造时 易于造成煤与瓦斯突出 危险大。工作面之间的煤柱 采场附加应力比较大 回收煤柱时 应力显现频繁 也应加强对煤与瓦斯突

出的防治工作。

### 3 结语和建议

文章澄清了以前对煤与瓦斯突出量级及突出模式认识不足的问题 并首次做出尝试性的分类。在此基础上 并对利民矿并煤与瓦斯突出的典型区域作了实例性地定性评价。

利民矿并存在比较典型的突出模式 其中的区煤与瓦斯突出强度、密度有很大的差异。该区有时在一段较长的时间内 突出强度不是很大 随后突然发生特大型突出 一般防突措施对突出不很大的地段 基本有效 对特大强度突出地段 效果极差 这种情况造成了极为严重的后果。建议在今后的工作中 重视突出量级与突出模式的研究 针对不同的突出模式 及时调整采掘部署 针对不同的突出量级 及时调整防突技术措施和安全防护措施 确保矿井的安全生产。

#### 参考文献(References):

- [1] 刘新华,易改危,王一平·利民矿并煤与瓦斯突出的地质因素[J].煤炭技术,1996(3):20-24.
- [2] 王钟秀,王文祥·湖南涟邵煤田煤层赋存与构造研究(第一册)[M].长沙:湖南师范大学出版社,1992.
- [3] 中国矿业学院瓦斯组编·煤和瓦斯突出的防治[M].北京:煤炭工业出版社,1979.50-74,90-113.
- [4] 张祖银·国外煤矿煤和瓦斯突出概况和预测方法[J].焦作矿业学院学报,1988,12-13(2-3):136-143.
- [5] 王宏图·四川盆地典型高瓦斯突出矿井瓦斯赋存的地质特征[J].煤炭学报,1999,24(1):11-15.
- [6] 于不凡编译·国外煤和瓦斯突出资料汇编(第一集)[M].重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1978.
- [7] 于不凡编译·“煤、岩石和瓦斯突出”国外资料汇编(第二集)[M].重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1979.
- [8] 焦作矿业学院瓦斯地质研究室·瓦斯地质概论[M].1990.
- [9] Harris I, Gayer R, eds.Coalbed Methane and Coal Geology[C]. London:London Geological Society,1996.
- [10] ostowski B. Odgazowa i e nadebranych ora podebranych pokad-ow etanowych[J].Przełg 6n,1973(3).

## APPLICATION STUDY ON DIVISION OF ENERGY RANK EXTENT FOR COAL & GAS OUTBURST IN LIM IN COLLIERY OF HUNAN

CAO Yun-jiang<sup>1, 2</sup>, HUANG Run-qiu<sup>2</sup>, FENG Tao<sup>1</sup>, WANG Lu-sheng<sup>3</sup>, LIU Xin-hua<sup>1</sup>,

(1. School of Civil Engineering of Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China ;

2. National Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection of Chengdu University of Technology ,

Chengdu 610059, China 3. Limin Colliery of Lianshao Mining Bureau, Lengshuijiang 417511, China)

**Abstract :** The authors of this thesis has made qualitative divisions by geological conditions of coal & gas outburst for elastic latent energy, internal energy of gas, accumulative energy of mining field additional stress in the coal & rock system. Meanwhile, they have also tried to do other classify of energy rank extent for coal & gas outburst according to elastic latent energy and internal energy of gas for the first time and improved primary lower limit index. The paper has simply analyzed the pattern of typical outburst. It will provide the new train of thoughts and countermeasures for the work of prevention and cure of coal & gas outburst in Limin mine in the future.

**Key words :** Internal energy of gas ; Elastic latent energy ; Mining field additional stress ; Energy rank of coal & gas outburst.