

断裂活动与矿山地质动力灾害研究

冯国才, 李 强, 吴宏之

(沈阳煤炭科学研究所, 辽宁 沈阳 110015)

摘要: 根据岩石圈动力学^[1]的基本原理, 阐述了冲击地压、瓦斯突出等矿山地质动力现象显现与区域断裂活动的关联性以及活断裂活动与矿区动力现象显现特征间的关系等问题。结合北票矿区地质动力区划研究成果^{*}, 介绍了用断裂活性评估确定矿山地质动力现象显现与断裂活动相关度大小的方法, 分析了北票矿区断裂活动及矿山地质动力现象显现规律及其两者之间的关系, 展示了矿山地质动力灾害区域预测与防治工作的岩石圈动力学方法。

关键词: 活动断裂; 地质动力灾害; 区域应力环境; 断块系统

文章编号: 1003-8035 (2002) 02-0017-03

中图分类号: P553

文献标识码: B

岩石圈动力学这一边缘学科的兴起和应用, 极大地促进了活断裂活动及其伴生的地震、火山喷发等大型地质灾害的研究工作。同时, 也大大提高了人们对冲击地压、矿震、瓦斯突出等矿山地质动力现象的理论认识, 为矿山地质动力灾害的科学预测与防治提供了一个全新的方法。

1 断裂的活性及动力现象显现

断裂构造是矿山地质动力现象显现的一个重要地质因素。但同时, 动力现象又不是与所有的断裂构造都相关。对此, 有别于传统的构造地质、瓦斯地质观点, 岩石圈动力学认为: 地震、冲击地压、瓦斯突出等地质动力现象, 是不同规模的地质断裂活动、发展过程中的一种伴生现象, 是次级断裂裂隙孕育、形成的结果。地质动力现象显现与断裂之间是否具有相关性以及相关度的大小, 取决于断裂是否具有活性以及活性的强弱。那些与动力现象显现具有显著相关性的“发震构造”、“突出断层”^[2]等, 是在现今地应力环境中, 采矿活动影响下强烈活动的活断裂。对大型地质断裂, 国内外学者大都用年平均移动速率指标界定其活性, 并据此研究地震震级、大震周期等大型地质灾害的显现规律。在矿区, 对于相应较小规模的断裂裂隙, 俄罗斯学者巴图金娜、佩图霍夫进行了大量的研究工作, 并建议用综合指标法评价其活性, 见表 1。断裂的指标得分值越高, 其活动与动力现象的相关度越大, 动力显现倾向越严重。

表 1 断裂活性评估表

Tab. 1 The standards of grading for the fault activity

特征标志	断裂特征	给分
断裂在现代地形中的发育程度	无表现, 与任何断块边界都不平行	0
	有表现, 幅度小于 h_{\min}	1
	表现幅度不小于 h_{\min} 或与某断块边界平行	2
	表现幅度大于 $2 h_{\min}$	3
断裂面相对于最大剪应力主平面的位置	垂直于主轴之一	0
断裂面相对于最小压应力主平面的位置	与主轴成锐角	1
	与主轴一致	2
	垂直于最小应力主轴	0
断裂地震烈度	中间位置	1
	垂直于最大应力主轴	2
	地震活动不活跃	0
断裂地震烈度	地震活动较活跃	1
	地震活动活跃	2

2 断裂活动中动力现象显现特征

区域地应力环境、断裂空间组合特征、断块间相互作用关系、断裂的动力学性质决定着断裂周围动力现象显现的形式、量级、频度等。

在断裂的端部或相迎两断裂间的“岩桥”处, 其活动表现为断裂的延展、贯通。以图 1 新月形结构右旋对扭断裂构造为例, 断层左列时, 端部正应力增大, 形成应力集中, 阻止两盘剪切滑动。虽然

* 沈阳煤炭科学研究所, 辽宁工程技术大学, 北票矿区地质动力区划研究报告, 1993.

收稿日期: 2001-08-22; 修回日期: 2001-08-30

作者简介: 冯国才 (1964—), 男, 硕士, 吉林省人, 高级工程师, 主要从事矿山地质动力灾害防治研究工作。

次生断裂生成难度较大,但高变形能的集中突然释放,势必伴生高能量等级的动力现象;断层右列时,端部正应力减小,形成相对卸压区,有利于次生断裂的孕育、活动。大量次生断裂的形成,将伴生着频繁的动力现象。

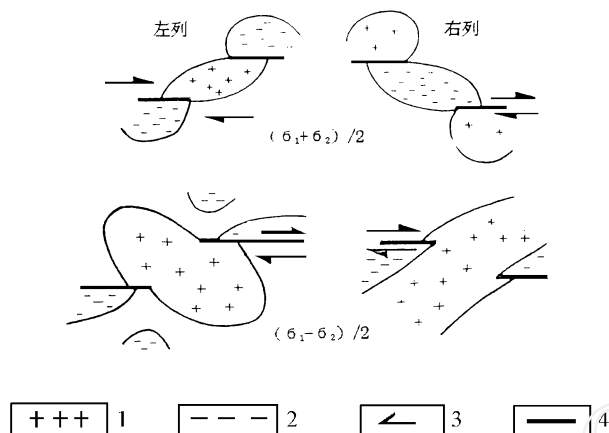


图1 右旋对扭断裂构造的应力分布

Fig. 1 The stress distribution of the right-twist faulted structure

1- 构造应力区; 2- 构造卸压机; 3- 应力方向; 4- 断裂线

在断裂面和开采矿层的某些部位,由于产状、厚度、连续性等原因使其呈现凸凹起伏、断续相间的状况,加之经常出现的局部区域介质物理力学性质的改变,势必造成局部高地应力或高瓦斯压力,而其它区域表现为相对卸载。断裂活动因这些局部区域内次生断裂裂隙的生成活动,而使破碎带沿其法向扩展,形成顺断裂带走向的动力现象显现区。图2清楚地表明,虽然采掘工作推进到活断层,进入了构造破坏区,但并不是总会发生动力现象。当然,要详细地区划出断裂带上的这些高能危险区,不是件简单的事。活动断裂周围构造应力集中、卸载区内,次生断裂裂隙的孕育活动,伴生地质动力现象,其范围的宽度多在断裂法向落差的10倍数值以内,且一般上盘大于下盘。

3 北票矿区断裂活动与动力灾害

3.1 高级断裂活动

研究成果表明,作为郯庐活动断裂次生断裂的“北票断裂”的活动,构成了矿区次级断裂裂隙孕育、活动的动力源,控制着北票矿区地质动力现象的显现,见图3。该断裂落差400m,瓦斯突出、冲

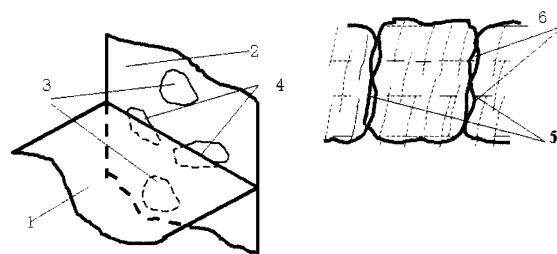


图2 断裂带应力集中与采矿动力显现

Fig. 2 The stress focus on the faulted structure and the reveal of dynamic in mining

1- 煤层; 2- 断层; 3、4- 高能区 (4- 动力危险区); 5- 应力集中区; 6- 卸压区

击地压、矿震等动力显现严重的台吉、冠山两井田,正处于其10倍落差所圈定的影响范围内。矿区18个可采或局部可采煤层中,有16个为突出煤层。在1951~1992年间,共突出1994次,平均突出强度51.21t。其中超1000t达9次,最大强度1894t。

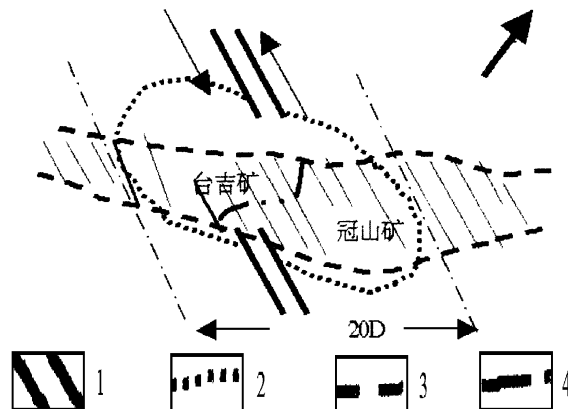


图3 北票断裂与矿区采矿活动

Fig. 3 The activity of the fault and mining in Beipiao Mine area

1- 北票断裂带; 2- 活动边界线; 3- 矿体边界线; 4- 矿井边界线

3.2 区内断层活动

据不完全统计,区内17条主要活断层分6种形式,见图4。其主要性质参数、活性评估结果及动力显现特征见表2。其中A类断层,动力现象在-300m开始显现,随深度增加,数量平稳增长;B、C类断层,顺断层面两侧,基本为相似趋势,但在结合部位,数量明显增加;D类是最危险的一种断层形式,两相迎断层的结合处,动力现象显现最强烈,数量多、强度大。如F8断层,统计发生的16次瓦斯突出中,100t以上2次,50~100t的4次。

表2 北票矿区部分断层活动与动力显现

Tab. 2 The activity of the faults and the reveal of dynamic in Beipiao Mine area

断层 断层	赋存要素			类型	活性	不同落差倍数范围内动力 显现数量（个）						
	走向	倾向	落差 (m)			1	2	3	4	5	6	
F ₄	N20°E	NW47°	50	D	3	0	5	1				6
F ₅	N32°E	NW75°	41	A	4	0	2	1				3
F ₆	N05°W	NW54°	11~12	C	3	5	0	2	1	2		10
F ₆₋₁			8~12	C		1	1	0	0	0	1	3
F ₇	N18°E	NW65°	18	C	6	5	0	2				7
F ₈	N30°E	NW66°	0~41	D	6	13	2	1				16
F ₈₋₁			0~20	D		7	4					11
F ₉	N14°E	NW70°	49	D	7	5	3					8
F ₁₀	N45°E	NE85°	25	A	7	2	13	4				19
F ₁₀₋₁			3~11	B		5	3	2				10
F ₁₁₋₁			2~11	C		9	5	0	0	1		15
F ₁₂	N30°W	NE68°	1~24	B	6	10	1					11
F ₁₃	N50°E	NE60°	24	A	5	6	4	2	1	1		14
F ₁₄	N49°W	NE65°	45	F	6	19	8					27
F _{14*}			16	E		3	4	2				9
F ₁₄₋₁			3~17	E		18	6	4	4			32
F ₁₄₋₂			9~41	A		19	4					23
						127	65	21	6	4	1	224

注:各断层要素(走向、倾角等)变化较大

断层活动影响范围一般 100~120 m,相当于平均落差的 2.4 倍,参见表 2。对 B、C、D 类断层,端部显现区域呈椭圆、卵圆形,参见图 1,长轴 100

~150 m、短轴 50~100 m。

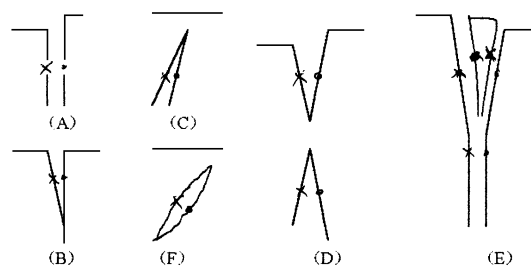


图4 北票矿区断层主要形式

Fig. 4 The major forms of the faults in Beipiao Mine area

4 结语

断裂的活性体现了动力现象显现与断裂的相关性。通过对断裂活性的评估,可以判断、预测地质动力现象显现与断裂活动相关性的大小。进而根据岩石圈动力学的基本原理,预测地质动力现象显现的区域范围、强度、频度等,以便提前采取深孔爆破、注水、瓦斯抽放等工程技术措施,减轻或解除断裂活动地质动力灾害对采矿工作或工程的影响。

参考文献:

- [1] 丁国瑜. 中国岩石圈动力学概论 [M]. 北京: 地震出版社, 1991.
- [2] 郭德勇, 韩德馨. 地质构造控制煤与瓦斯突出作用类型研究 [J]. 煤炭学报, 1998, (4): 337-341.

Research on fault action and geological dynamics hazards in mining

FENG Guo-cai, LI Qiang, WU Hong-zhi

(Mine Institute of Shenyang, Shenyang 110015, China)

Abstract: According to the basic principle of the Lithospheric Dynamics, this paper expounds the interrelation between the phenomenon of the mine rock geological dynamics such as the impact rock pressure and gas outburst with the activity of the faulted structure, together with the relation of the fault activity and the dynamic phenomenon features appeared. Integrating the achievements of fault action and hazards of geological dynamics researched in Beipiao mining area, the way is introduced to affirm the standards of grading for the fault activity, Analysed the forming condition and appearing feature of mine rock dynamic phenomenon. Showed up the method that one can apply Lithospheric Dynamics theoretical to prevent mine rock dynamic hazards.

Key words: active fault; geological dynamic hazard; regional stress environment; fault plat system