

文章编号: 0253 - 9993 (2005) 03 - 0319 - 03

煤层断层形成的岩性结构分析

王 恩 营

(河南理工大学 资源与环境工程系, 河南 焦作 454000)

摘 要: 为研究和评价煤层断层的形成及复杂程度, 利用岩体力学的基本原理和方法, 系统研究了煤层顶、底板岩性结构与煤层断层的关系。以新安矿为例, 合理选择了岩石强度调整系数和岩层效应厚度, 计算出岩层强度影响系数, 指出该系数低值区为煤层断层相对发育区, 煤层上下岩层效应厚度内的脆性和韧性岩层组合决定了煤层断层往往顶断底不断。煤层顶、底板一定层段内的煤岩层岩性结构 (包括岩性、厚度及组合) 决定了煤层断层的形成。

关键词: 煤层; 断层; 岩性结构; 岩层强度影响系数

中图分类号: P542.31

文献标识码: A

Lithologic structure analysis in coal-seam fault formation

WANG En-ying

(Department of Resources and Environment Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: In order to study and estimate the cause of formation and the complexity of coal seam fault, applying the ultimate principle and method of rock mechanics, the relation between coal-seam faults and lithologic structure in coal top-bottom plate was studied. The rock strength adjustive coefficient and terrance influence thickness were choosed with reason in Xin'an Mine, the terrance strength influence coefficient was figured out, it was point out that the faults were more in the low coefficient area then the high area, coal seam upside board or motherboard ruptures were decided by the combinations of brittle and ductile terrances in the range of terrance influence thickness. The fomation of coal seam is detemined by the lithologic structure in the range of terrance influence thickness.

Keywords: coal seam; faults; lithologic structure; terrane strength influence coefficient

煤层断层严重影响煤炭开采, 其空间展布规律的探讨和预测一直是人们关注的焦点, 长期以来人们多从统计规律^[1]和力学成因方面对其进行的研究, 综合成因研究较少^[2], 尤其是缺少对断层形成的岩性介质条件的研究。本文试图将岩性结构分析引入煤层断层预测, 为煤炭开采工艺的选择、矿井瓦斯及水灾害防治提供依据。煤层断层主要指生产中揭露的落差 $H < 5.0$ m 的小断层。根据研究, 在多煤层开采矿井中, 不同煤层有相似的构造边界条件, 但煤层断层发育差异很大, 在单一煤层开采矿井中, 也存在类似的情况。分析认为, 造成这种差异的主要原因是煤层及其顶、底板岩体力学性质不同造成的^[3]。

岩体力学研究表明, 在断层形成过程中, 影响岩层变形的介质因素是岩层, 而不是岩石。对于层状岩体来说, 各岩层的力学特性并不相同, 当层状结构的岩体受到构造应力作用时, 除了与各单层岩石本身力学性质有关, 还与层状岩石组成的复合岩体结构的力学性质有关^[4]。一般情况下, 岩层比岩石易于变形, 强度也显著低^[5]。岩体内的结构面及其控制下形成的岩体结构控制着岩体的变形和破坏机制^[6]。从岩体

收稿日期: 2004 - 11 - 11

基金项目: “十五”国家科技攻关资助项目 (2001BA803B0402)

作者简介: 王恩营 (1963 -), 男, 河南新乡人, 硕士, 副教授。Tel: 0391 - 3987961, E-mail: wangenyinying@163.com

力学角度探讨煤层断层的形成机制涉足者较少, 本文着重探讨相似构造应力场条件下岩性结构对煤层断层形成的影响。

1 岩层强度的影响系数

岩层强度影响系数^[7]是定量表达岩性结构的一个参数, 反映了统计层段内各岩层对煤层断层形成的影响程度, 代表了岩层的有效影响厚度, 计算式为

$$Q = h_i k / m_i, \quad (1)$$

式中, Q 为钻孔中统计层段内岩层强度影响系数; h_i 为岩层厚度, m_i 为某一岩层岩性强度调整系数; m_i 为岩层中点距煤层中点的距离, m 。

利用式 (1) 计算时, 最重要的是在选定参照岩性条件下确定其它岩性的强度调整系数。如果研究区岩石强度实测数据较少, 还要参考相邻地区的测试数据, 并结合当地岩层的实际变形特点综合确定 (表 1)。

表 1 常见岩石强度调整系数 (参考)

Table 1 Rock strength adjustive coefficients

脆性岩石	韧性岩石	过渡岩石
灰岩 (1.5)	泥岩 (0.5)	粉砂岩 (0.8)
砾岩 (1.2)	炭质泥岩 (0.3)	铁里石 (0.8)
粗粒砂岩 (1.1)	煤层 (0.3)	泥灰岩 (0.7)
中粒砂岩 (1.0)		铝土岩 (0.7)
细砂岩 (0.9)		

2 岩层效应厚度的取值

根据研究, 断层尺度不同, 其控制性岩层厚度范围也不同。被断层切断的岩层对断层形成的影响最大, 其它岩层离断层越远, 其影响越小^[7,8]。因此, 在对断层的研究中, 限定岩层厚度范围是必要的。

岩层效应厚度的取值以往取得一些经验数据^[7,8], 即以煤层顶、底板各取 20, 50 m 或煤层厚度的 10 倍等作为岩层效应厚度。该经验厚度取值的缺陷在于没有充分考虑断层的尺度, 不论研究的断层落差多大都以该取值范围进行研究, 这显然是不合适的。岩层厚度范围应当依据研究的断层尺度来确定。

图 1 是利用新安矿三维地震勘探结果绘制的断层尺度与其切断的岩体厚度的关系, 图 1 表示了 14 条解译精度比较可靠的断层在二₁煤底板厚 60 m 的岩层中的递减幅度, 平均 7.4 m, 即断层落差与其所切穿的岩层厚度比约为 1/8, 结合近年来笔者对河北峰峰、河南平顶山等矿区的研究, 岩层效应厚度取断层落差的 5~10 倍效果较好^[3], 实际取值可视具体情况而定。

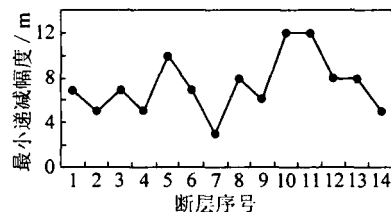


图 1 断层落差递减幅度

Fig. 1 Degression range of fault fall

3 岩性结构及其与煤层断层的关系

不同岩层都具有一定的脆性和韧性, 决定断层形成的是岩石的脆性^[9], 岩层强度调整系数实际上代表了岩层所体现出的脆性。如果统计层段内岩层综合强度相同, 该值越大说明统计层段内脆性岩层整体离煤层越近; 如果岩性结构相同, 该值越大说明统计层段内脆性岩层越厚。

由于沉积环境的变化, 岩层原始沉积时常常在横向上发生相变, 岩性越粗, 相变越大, 岩性越细, 相变越小。正是由于岩层原始沉积的这种变化, 使研究层段岩体岩性在纵向和横向上呈现非均质性。如果把岩体作为一个整体材料来看, 在均一构造应力场作用下, 这种岩体内部岩性的局部非均质性, 必然造成应力场的局部变化, 即应力值局部集中或变异, 并使岩体呈现出不均一的构造变形。

图 2 为 Newman 矿煤层顶、底板统计层段岩层的排列组合情况,

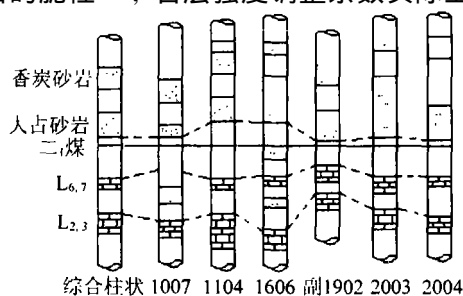


图 2 煤层顶、底板岩性结构对比

Fig. 2 Comparison of rock mass structure of coal seam upside board and motherboard

在构造应力场作用下, 脆性岩层中首先形成断裂, 韧性岩层则以塑性变形为主, 随着应力的持续作用, 脆性岩层中形成的断裂必然向韧性岩层中扩展^[9,10]. 煤层底板脆性灰岩与煤层之间夹厚层的韧性岩层, 当灰岩中形成的断层向煤层中扩展时, 必然因韧性岩层的塑性变形而受到阻止; 但煤层顶板脆性砂岩与煤层之间韧性岩层一般较薄, 有利于砂岩中形成的断层向煤层中扩展. 这一分析与煤层中小断层主要具有顶断底不断 (>98%) 的特征相吻合. 另一方面, 不同区段岩性结构是变化的, 正是这种变化使不同区段形成了不同的构造特点.

图3为新安矿岩层强度影响系数等值线, 等值线的高值区强岩层相对比较发育或距煤层较近, 低值区强岩层较薄或距煤层较远. 根据研究, 煤层顶板大占砂岩和底板泥岩、灰岩等岩性厚度及组合全区稳定, 因此, 岩层强度影响系数低值区应当是大占砂岩上部强岩层比较薄造成的, 构造应力场优先在大占砂岩中集中, 形成断裂构造, 并进一步向煤层中扩展形成煤层断层^[9]. 据此可推断低值区小断层相对比较发育, 高值区相对比较简单. 这一结论在定性研究中得到证实. 利用岩性结构分析的方法研究煤层断层不仅能够解释断层的成因, 而且还能预测未知区小断层发育的复杂程度. 但利用这种方法研究煤层小断层有一定的适用条件: 当研究地区构造应力场和煤层顶、底板岩体力学性质呈现强烈非均质性时, 岩性结构只是影响煤层小断层形成的因素之一, 其它影响因素不可忽视. 研究地区构造应力场比较均一, 煤层顶、底板岩体力学性质各向异性时, 岩性结构是煤层小断层形成的最主要控制因素. 第1种情况具有普遍性, 第2种情况主要出现在同一矿井多煤层开采条件下, 或区域构造比较简单的矿井. 岩性结构分析的方法主要适用第2种情况.

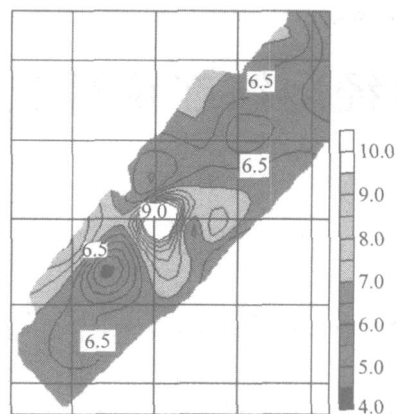


图3 煤层顶、底板岩层强度影响系数等值线
Fig.3 Terrene strength influence coefficient isoline in coal seam upside board and motherboard

4 结 论

岩性结构分析为煤层断层复杂程度预测提供了一种新的途径. 合理地选择岩层强度调整参数和岩体效应厚度是岩性结构分析的关键. 新安矿岩性结构分析表明, 岩层强度影响系数低值区煤层断层比较发育, 高值区相对比较简单; 顶、底板脆性与韧性岩层的组合决定了该区煤层断层多沿煤层顶板切入煤层, 呈现顶断底不断现象. 将岩性结构分析引入煤层断层的预测是一种尝试, 对于构造应力场和岩体力学性质非均质性极强的地区, 该方法还需进一步完善.

参考文献:

- [1] 徐凤银, 王桂梁. 矿井构造预测与评价的发展途径 [J]. 中国矿业大学学报, 1995, 24 (3): 68~74.
- [2] 员争荣, 程安东. 矿井断裂构造环境量化分析及其应用 [J]. 煤炭学报, 1996, 21 (3): 250~254.
- [3] 王恩营, 吕春枝. 多煤层开采矿井中小断层的研究 [J]. 矿业安全与环保, 1999 (4): 26~27.
- [4] 王宏图, 贺建民. 层状复合岩体力学的相似模拟 [J]. 矿山压力与顶板管理, 1999 (2): 81~83.
- [5] 刘佑荣, 唐辉明. 固体力学 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999.
- [6] 黄国明, 黄润秋. 复杂岩体结构的几何描述 [J]. 成都理工学院学报, 1998, 25 (4): 552~558.
- [7] 李增学. 矿井构造的构造——地层分析法及其应用 [J]. 煤田地质与勘探, 1994, 22 (1): 25~30.
- [8] 王生会. 煤系变形介质条件研究在煤层小断层预测中的应用 [J]. 西安工程学院学报, 2001, 23 (1): 16~19.
- [9] 单文良, 宋鸿林, 傅邵仁, 等. 构造变形分析的理论方法和实践 [M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1991.
- [10] 唐春安, 刘红元, 秦四清, 等. 非均匀性对岩石介质中裂纹扩展模式影响 [J]. 地球物理学报, 2000, 43 (1): 116~121.