

煤层稳定性定量评价模型探讨

魏迎春, 曹代勇, 邓觉梅

(中国矿业大学(北京)煤炭资源与安全开采国家重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 煤层稳定性分类的正确与否, 不仅关系到勘探工程布置的合理性及勘探效果, 同时, 还关系到矿井建设中工作面的布置及开采方式的选择。本文分析了影响煤层稳定性的主要因素, 并对现有煤层稳定性定量评价的数学方法进行分析, 指出了它们的优缺点。提出了趋势面分析法和数理统计法相结合的数学模型——趋势变异法对煤层稳定性进行定量评价的新思路。该思路不仅考虑了不同煤层厚度变化的离散程度, 而且还考虑了煤厚点的空间分布特征和变化规律。

关键词: 煤层稳定性; 定量评价; 趋势面分析; 数理统计

中图分类号: TD163 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051 (2010) 09-0089-03

Quantitative evaluation model of the coal bed stability

WEI Ying-chun, CAO Dai-yong, DENG Jue-mei

(State Key Laboratory of Coal Resources and Safe Exploitation (CUMT) Beijing, 100083)

Abstract: The coal bed stability classification is correct or not, which relates to directly the geological exploration type of coal resources, the exploration effect, the mining face layout and the mining method choice in the mine construction. Based on the analysis of the main factors which affect the coal bed stability, the analysis of the mathematical methods as well as the advantage and disadvantage of mathematical methods applied to quantitative evaluation of the coal bed stability, this thesis has advanced a new idea that is a combination method of the trend surface analysis and the mathematical statistics (that is, the trend and variation method) to the quantitative evaluation of coal bed stability. This idea considers the discrete degree of the different coal bed thickness change and the spatial distribution and relativity of these coal thickness points value.

Key words: the coal bed stability; quantitative evaluation; the trend surface analysis; mathematical statistic

煤层稳定性分类的正确与否, 直接关系到地质勘探类型的合理确定和煤炭资源开发利用价值的正确评估, 同时, 还关系到矿井建设中工作面的布置及开采方式的选择^[1-3]。五十年来, 我国一直沿用苏联“煤及油页岩勘探规范”中提出的划分方案, 分为四类型: 稳定型、较稳定型、不稳定型、极不稳定型。现行的《煤、泥炭地质勘查规范 (DZ/T0215-2002)》采用三轴理论: 经济的、可行的、地质的划分方案, 未对煤层稳定性做出量化的规定^[2], 只限于定性的描述。因此, 在

实际工作中, 对于确定不同煤层的稳定性不易掌握, 对勘探类型的划分带来一定的主观随意性。尤其是综采技术的推广, 对煤层稳定性评价研究提出了更高的要求, 使其成为综采地质条件评价的主要任务^[3]。所以, 定量研究煤层的稳定性具有重要意义。

1 影响煤层稳定性的主要因素

煤层稳定程度主要是根据勘查区(井田)内煤层厚度、结构、煤质、煤类的变化及其可采性来确定的。一般煤层厚度、结构的变化和可采性直接影响勘查工程基本线距的确定和矿井建设的规模等。煤质煤类的变化往往小于煤厚的变化, 所以煤层稳定性评价主要需要考虑煤层厚度、结构的变化, 而煤质的变化一般不致影响勘查工程基本线距的确定^[2]。

收稿日期: 2010-02-17

基金项目: 国家 973 计划项目“深层煤矿床快速、综合探测体系研究”资助 (2006CB220208); 中央高校基本科研业务费资助

作者简介: 魏迎春 (1977-), 女, 山东巨野人, 博士研究生, 讲师, 主要从事计算机地学应用和矿产资源勘查与评价方面的教学和科研工作。

1.1 煤层厚度的变化

由于受煤层形成时基底构造、原始成煤环境、后期冲刷作用和构造作用的影响,造成不同煤田、矿井或同一矿井的不同采区、工作面的煤层厚度不同,或出现增厚、变薄现象。当煤层厚度小于实际开采高度时,在工作面煤壁表现为破顶或破底,给综采设备维护带来困难;当煤层厚度大于工作面实际开采高度并放顶煤时,由于煤层松软,即以造成漏顶,给顶板管理造成困难。因此,开展煤层厚度及其变化研究,对采区的合理布置、采煤方法的正确选择、储量的准确计算、煤炭资源的充分回收等具有重要意义^[3]。

国内外煤田地质、矿井地质以及数学地质工作者对影响煤厚变化的原因和控制因素进行了长期的研究,将影响到煤层稳定性和厚度变化的地质因素分为原生(包括同生)和后生的两大类。原生控制因素主要包括成煤(沉积)环境、基底地形和起伏对煤层的控制作用,以及上伏砂岩对煤层的(同生)冲刷作用等因素;后生影响因素则主要包括差异压实、构造变动、岩浆侵入、塌陷或陷落柱等因素^[4]。

1.2 煤层结构的变化

根据煤层中有无其他岩石夹层的存在,煤层可分为两类结构:不含夹石者称简单结构,反之复杂结构。煤层的结构对采煤方法、采掘机械的选择和原煤质量等都有一定影响。当煤层中含有较厚夹矸时,可实行煤分层与夹石层的分采;当煤层结构复杂难以分采时,夹石将掺入煤中,使原煤质量降低。因此在煤田地质勘探阶段,应当查明煤层结构,并做出原煤质量的初步评价。

煤层夹矸的物质来源取决于泥炭沼泽所处的沉积环境。与河流比邻的泥炭沼泽,夹矸主要是越岸沉积物,有从悬浮物质中沉积下来的黏土、粉砂,具有底负载的砂砾堆积。泥炭沼泽外围有火山或活动时,火山喷发物可形成煤层的夹矸。滨海泥炭,由于风暴、潮汐作用可能遭受海水内侵,形成碳酸盐岩或硅质岩夹矸,常沿一定层位呈透镜状产出。此外,煤层中的夹矸也有可能是由于残余矿物质形成的。总之,煤层中夹矸的岩石类型、层数、厚度和侧向变化主要取决于沉积构造条件。下文所研究的煤层稳定性定量评价主要针对煤层厚度的变化,关于煤层结构的变化从另一方面考虑。

2 现有的煤层稳定性定量评价模型

煤层稳定性定量评价是在煤层变化规律研究万方数据

基础上,选取合适的定量指标,采用恰当的数学模型,以计算机技术为手段,对不同勘查区的煤层稳定性作出定量化的评价,并划分出相应的煤层稳定性等级。关于煤层稳定性的定量评价研究,国外早在20世纪40年代便开始了,我国在这方面的研究是从20世纪50年代开始的,20世纪70年代以来这方面的讨论日益增多,一些单位和个人提出了一些煤层稳定性定量评价的方法^[4-14],如数理统计法、地质统计法、模糊综合评判等方法。目前,对煤层稳定性的定量研究虽然做了大量工作,但认识还未统一,还没有形成统一的标准作为煤层稳定性划分的依据。

2.1 数理统计法

在对煤层稳定程度量化研究中,目前主要采用数理统计方法^[5-9],即应用概率论的基本理论,对煤层厚度进行统计,分析其各种特征数,从中寻求划分煤层稳定性型别的定量依据。目前,多采用平均厚度、标准差、变异系数和可采系数等特征数来确定煤层的稳定程度。具有代表性的是《矿井地质规程》(1984年5月)中提出的煤层稳定性定量评价方法,其明确指出,在定量评定煤层厚度稳定性时,薄煤层以煤厚可采性指数 K_m 为主要指标,煤厚变异系数 C_v 为辅助指标;中厚及厚煤层以煤厚变异系数 C_v 为主要指标,可采性指数为辅助指标^[5]。这类方法的评价指标较少,计算方法简单,容易操作,但没有考虑煤层的空间分布特征,其评价精度有限。

2.2 地质统计法

彭华阐述地质统计法中半差函数各参数的地质意义,利用地质统计学中的半变差函数的参数为主要指标,建立煤层厚度变化性指数,同时考虑煤层可采率,煤层结构和对比难易程度构造一个煤层稳定性指数来定量表示煤层稳定性^[10]。地质统计法针对煤层厚度区域变化的特征建立球状模型,利用半变差函数分析^[11]煤层厚度在横向和纵向上的变化规律,建立了煤层稳定性指数。地质统计法在定量评价煤层稳定性中,考虑了煤层厚度区域性变化及其空间分布的特点,克服了数理统计法中的不足,但是其计算过程太复杂繁琐,不便于操作。

2.3 模糊综合评判法

由于煤层厚度的变化的复杂性和不确定性,煤层稳定性的评价具有“模糊”特征,采用模糊数学构建的评价模型更能客观地反映地质现象,因此,利用模糊数学中的模糊综合评判理论,将

反映煤层稳定性的多个指数(煤层平均厚度、变异系数(标准差)、方向变化率、煤层结构复杂程度、煤层构造复杂程度、煤层顶底板岩性硬度)和因素有机的结合起来,建立模糊综合评判数学—地质模型^[4,12-13],从而更全面可靠地确定研究区的煤层稳定性变化情况。但是此方法也存在一定的弊病,公式繁琐,评价过程复杂,变量不确定。

3 建立煤层稳定性定量评价模型的思路

对于煤层这种三维地质体而言,由于煤层厚度变化具有区域性变化和局部性变化,煤层厚度的区域性变化往往是由区域构造、区域岩相等大区域因素所决定,在一定程度上对开采技术的影响较小,而煤层厚度的局部性变化是由成煤期后的地壳运动、河流冲刷、火山岩侵入等因素所影响,是影响开采技术的主要因素。采用趋势面分析^[15]可将煤层厚度区分为区域性变化分量和局部性变化分量,从而,从空间、三维的角度来研究煤层厚度的空间分布和变化规律。另一方面,煤层稳定性定量评价的数理统计方法是目前最常用的方法,能反映煤层厚度变化的离散程度和可采性,但不能反映煤层厚度的空间分布和空间变化。利用趋势面分析方法研究煤层厚度的空间分布和变化规律,运用数量统计法研究煤层厚度变化的离散程度。因此,本文将趋势面分析方法和数理统计方法相结合(即趋势变异法)对煤层稳定性进行定量评价,就可以将两种评价方法的优点有机地结合起来,提高煤层稳定性定量评价的精度。趋势变异法方法不仅能表现不同煤层厚度变化的离散程度,而且还能反映煤层厚度的空间分布和空间变化。其方法思路如图1。

4 结论

煤层稳定性分类的正确与否,不仅关系到勘探工程布置的合理性及勘探效果,同时,还关系到矿井建设中工作面的布置及开采方式的选择。利用趋势面分析法与数理统计法相结合的评价模型对煤层稳定性进行定量评价,将使煤层稳定性定量评价更合理准确。同时,利用数量统计法,一方面能反映研究煤层厚度变化的离散程度,另一方面可有效地确定其可采性情况;利用趋势面分析方法,不仅能反映煤层厚度的空间分布和变化规律,同时还能以图形的方式显示其趋势变化和异常变化。本论文提出了趋势面分析方法和数理统计方法相结合的方法——趋势变异法的思路。因此,采用这种趋势面分析法和数理统计法于一体的评价数学模型的新思路,从该思路出发,可万方数据

以使评价结果最大限度地接近地质实际。

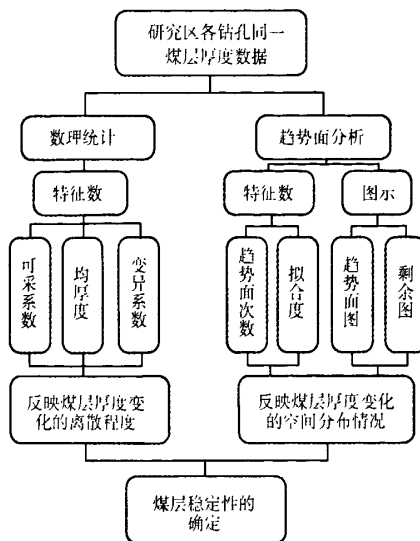


图1 趋势变异法思路图

参考文献

- [1] 刘衡秋, 刘钦甫. 淮南潘三矿区13-1#煤层空间分布特征及稳定性研究[J]. 煤田地质与勘探, 2004, 32(1): 21-23.
- [2] 曹代勇, 等. 著. 煤炭地质勘查与评价[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2007.
- [3] 彭苏萍, 等. 著. 煤矿安全高效开采地质保障技术[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2007.
- [4] 曹代勇, 傅正辉, 周云霞. 现代化矿井的煤层稳定性评价信息系统[J]. 煤炭科学技术, 2000, 28(7): 2-4.
- [5] 煤炭工业部. 矿井地质规程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1984.
- [6] 乔和平. 变模比在研究神木矿区煤层稳定性中的应用[J]. 陕西煤炭技术, 1995(1): 38-40.
- [7] 王强. 煤层稳定性评价程序[J]. 煤矿现代化, 2004, 60(3): 26-27.
- [8] 李永雷, 王显民, 别立珍. 煤层稳定性判定主要参数选用的探讨[J]. 山东煤炭科技, 2008(2): 35-36.
- [9] 阎严. 关于煤层稳定性评价方法的探讨[J]. 企业科技与发展, 2008(10): 209-210.
- [10] 彭华. 地质统计法在煤层稳定性定量评价中应用[J]. 山西煤炭, 2002, 22(2): 52-57.
- [11] 崔洪庆, 张振文, 张平安. 煤厚半变差函数的结构分析[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2003, 22(3): 310-312.
- [12] 刘建华, 汪大发. 煤层稳定性的灰色评价之研究[J]. 煤炭学报, 1998, 23(4): 406-411.
- [13] 王猛, 题正义. 模糊综合评判在深部煤层稳定性评价中的作用[J]. 矿业安全与环保, 2006, 33(4): 48-50.
- [14] 李传铭. 运用等值线图评价煤层稳定程度之研究[J]. 中国煤炭地质, 2008, 20(7): 23-24.
- [15] 韩金炎, 编. 数学地质[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1987.