

· 矿井地质 ·

矿井构造的构造—地层分析法及其应用^①

李增学 (山东矿业学院 泰安 271019)

摘要 构造—地层分析方法适用于含煤地层岩性变化大的矿区或井田的构造研究。煤层的厚度、煤系中的砂体、泥质岩特征及分布与小型地质构造的发育具有密切关系。查明一些特殊沉积体的性质及其分布特征,将有助于矿井小构造的分析、评价和预测。

关键词 小型构造;构造预测;构造—地层分析法

中国图书资料分类法分类号 P542.3

1 构造—地层分析法的涵义,研究对象和适用条件

构造—地层分析就是用含煤地层的岩性特点、组合规律、岩石力学参数及其与煤层在剖面上和平面上的相对关系,采用指标(或称参数)计算和综合编图来反映煤层构造发育特点(尤指煤断裂、煤层褶皱),进而进行煤矿构造预测的一种矿井构造研究方法。构造—地层分析强调构造形迹与地层间的内在关系。因为,煤系构造是含煤地层在构造应力作用下发生弯曲变形、断裂错移的,构造应力是外界条件,而地层的岩性组合是发生形变的内因。因此,研究矿井构造必须做到既分析力学成因机制,又研究形变体的物质组成。

构造—地层分析法的研究对象是煤层构造(即煤层断裂和煤层褶皱)。煤层构造是指仅出现于煤层(尤其厚煤层、中厚煤层)、顶板或底板内,其平面分布范围不大,垂向距离有限的小型地质构造。研究表明,小型地质构造的发育与岩层组成的关系密切。地层属性、岩石力学特征与小型构造的相关关系,可采用一定的计算方法和编图分析,从而进行煤层构造预测。

构造—地层分析法适用于含煤地层岩性变化大、煤层顶底板相变明显的矿区和井田的构造研究,尤其对不同煤层做构造对比分析时最为有效。我国有很多煤田的含煤地层岩性变化明显,尤其砂体变化显著,所以在开展煤系构造成因机制分析的同时,应开展构造—地层分析。

2 矿井构造综合研究的基本途径

开展矿井构造研究,必须注重综合性分析研究。针对不同的生产地质问题进行不同方法的矿井构造研究,如各种定性研究、定量评价和参数预测等。各种方法都有所侧重,也有一定的适用条件。因此,了解一个矿区的地质构造,必须开展多维分析和综合研究。我们通过对大屯、滕南各矿井的构造研究,总结出综合分析的基本途径:

- a. 矿区构造应力场及构造演化分析;
- b. 矿井构造综合指标评价;
- c. 煤层构造形迹展布规律分析;
- d. 矿井构造基本参数相关性分析;
- e. 构造块段划分和构造复杂程度评价;
- f. 煤层构造—地层分析;

^① 煤炭科学基金资助项目成果的一部分

g. 井田构造力学成因解析及其预测。

显然,“构造—地层分析”是多维分析的组成部分,而不是矿井构造研究的全部。

3 构造—地层分析的基本理论和方法

众所周知,研究矿井构造涉及的范围愈小,研究的因素愈具体,其难度就愈大。而生产部门对地质资料的精度要求愈来愈高,希望提供地质构造的定量数据和具体位置,以便据此进行矿井工程设计和生产任务的安排。因此,地质研究应该围绕煤矿生产和建设,进行综合性的分析。

矿井中的大、中型构造,经过勘探和建井已基本清楚,但对于落差较小(尤其是落差略大于煤厚)的断层却很难控制。小型构造的发育与岩性关系密切,在同一构造应力场中不同岩性层或岩性组合会表现出不同的形变特征。这可由材料力学理论得到解释,塑性材料受力时,将以塑性变形为主;刚性材料受力时多以脆性形变出现。含煤地层中的砂岩、灰岩属刚性岩石,而煤层和粘土岩等则为塑性材料,粉砂岩和砂质泥岩类属过渡性材料。我国某些矿区,含煤地层中一些岩层变化较大,如砂体在短距离内增厚、变薄、甚至尖灭,使得含煤地层岩石力学性质呈现出差异性。因此,在同一构造应力场作用下,岩层应变也不尽一致,尤其在砂质岩、泥质岩交互变薄、增厚或砂体显著变薄、尖灭处,易发生应力集中,所以一些煤层构造往往出现在这些部位。从某种意义上讲,煤系岩性控制了煤层构造的出现和发育程度。

从一些矿井揭露的小型地质构造特征看,煤层小构造仅发育于煤层及其顶、底板一定范围内,因此主要控制因素为一定层段内的岩性组合及每个单层的发育特征(厚度、硬度、岩石力学参数等)。我们结合实例设计了“构造—地层分析”工作流程(图 1)。

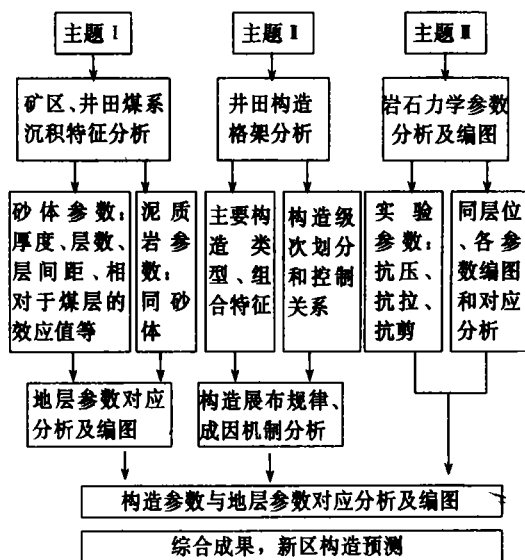


图 1 构造—地层分析工作流程

构造—地层分析主要包括三个主题:主题 I, 地层有关参数分析;主题 II, 煤层主体构造分析, 包括构造格架建立、构造级次划分和构造形成机制分析;主题 III, 煤系岩石力学性质分析, 包括实验参数(抗压、抗拉、抗剪)和同层位编图。

构造—地层分析是矿井构造多维分析的重要组成部分。本文着重介绍地层参数的确定(采集方法)、编图、意义和应用实例。

4 构造—地层分析法中的有关地层参数

a. 煤层顶底板岩性段控制性效应厚度, 一般为煤层厚度的数倍。根据前苏联 Баранов В С 等人的经验, 煤层顶底板各取 50 m(以某岩层层面为界, 可大于 50 m, 也可小于 50 m)。根据我们对大屯和滕南矿区的研究, 取煤层厚度的 10 倍作为煤层顶板(或底板)岩性段效应厚度, 效果最佳。煤系中各岩层对煤层构造的影响(或作用), 越靠近煤层其影响越明显, 越远离煤层则影响越小, 一般超过 50 m 后其影响可以忽略。

效应厚度的起算点是: 煤层顶板从煤层顶界面算起, 煤层底板从煤层底界面算起。上、下岩层段厚度均不包括煤层的厚度。

b. 砂体厚度。指在所取岩层段内所有

砂岩厚度的累加值。砂岩主要包括细砂岩、中砂岩和粗砂岩等。煤层顶板和底板砂体厚度应分开统计。

c. 顶、底板砂质岩效应系数。顶、底板要分别计算。该系数值的计算方法是: 每一砂岩的厚度除以其距煤层某一层面的距离。煤层顶板岩层以煤层底界面为起算点, 煤层底板岩层以煤层顶界面为起算点。两者均包括了煤层。如煤层顶板为砂岩(第一层), 其厚度除以煤层厚度, 即得该层砂岩对煤层的效应系数值。每一层砂岩都这样计算, 最后累加, 求得层段砂质岩的总效应系数。

d. 顶、底板泥质岩效应系数。泥质岩主要包括砂质泥岩、泥岩等, 有时亦将粉砂岩放入其中(有时将粉砂岩专门列一项计算)。泥质岩效应系数的计算方法与砂质岩相同(图2)。

据国外经验, 岩层厚度除以或乘以其距煤层的距离, 都具有一定效果。我们对大屯煤矿区、滕南地区的研究主要采用前者。

e. 据煤层直接顶板、底板厚度, 分别求出相变带及不同岩层厚度等值线。也可分别查出各钻孔、岩巷揭露的直接顶或底板的泥

岩、砂岩的厚度做出等值线图。

以上介绍了砂、泥质岩效应系数(4个)砂体参数(至少4个, 包括总厚和单层的), 直接顶底板参数(至少4个)。这些参数反映了研究区含煤地层的砂、泥组合特征、平面展布以及各种岩层与煤层的关系和相对制约性。煤系往往是一套砂、泥相间的地层组合, 砂体呈不稳定或极不稳定产出, 软硬岩层的相对多寡、分布以及每一岩层的相对稳定性, 对煤系整体形变结果将产生直接影响。在砂泥组合的含煤岩性段中, 煤层的塑性变形最明显。

5 大屯煤矿七 煤层构造分析实例

5.1 井田煤层构造的分区特征

按照构造复杂程度将该矿已采区划分为5个构造区, 其中3个复杂区(图3, I、II、V), 2个简单区(图3, III、IV)。I区: 小断层18条, 其中N—NE向12条, NW向5条, 均为正断层。II区: 发育断层6条, 其中N—NE向4条, NW向1条, 近EW向1条。除一条逆断层(走向NE50°, 倾向南, 倾角60°)外, 均为正断层。III区: 断层总数26条, 其中N—NE向20条, NW向2条, EW向4条; 逆断层两条, 产状为150°∠45~50°。IV区: 发育断层11条, 其中NE向9条, NW向1条, 近EW向1条; 逆断层1条, 产状为140°∠20°。V区: 发育断层60余条, 其中N—NE向54条, NW向2条、近EW向2条; 逆断层2条, 产状为140°∠20~40°。

该井田煤层构造总趋势是: 以湖坝为分界线, 陆上区断裂构造发育, 一般延至湖坝附近或进入湖区一定距离尖灭; 湖区次级宽缓小褶皱发育, 仅出现一些小断层。断裂构造的发育与煤系岩石组合中砂质岩在陆上区较发育, 砂泥质岩、泥质岩在湖区较发育的规律是一致的。

陆上区和湖区煤系岩性变化特征可以从下面各地层参数平面图中反映出来。

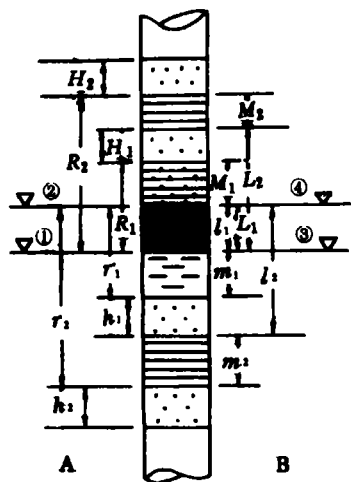


图2 地层效应系数计算数据采集示意图

A—砂质岩数据采集示意; B—泥质岩数据采集示意;

①顶板砂质岩系数计算起点; ②底板砂质岩系数计算起点;

③顶板泥质岩系数计算起点; ④底板泥质岩系数计算起点

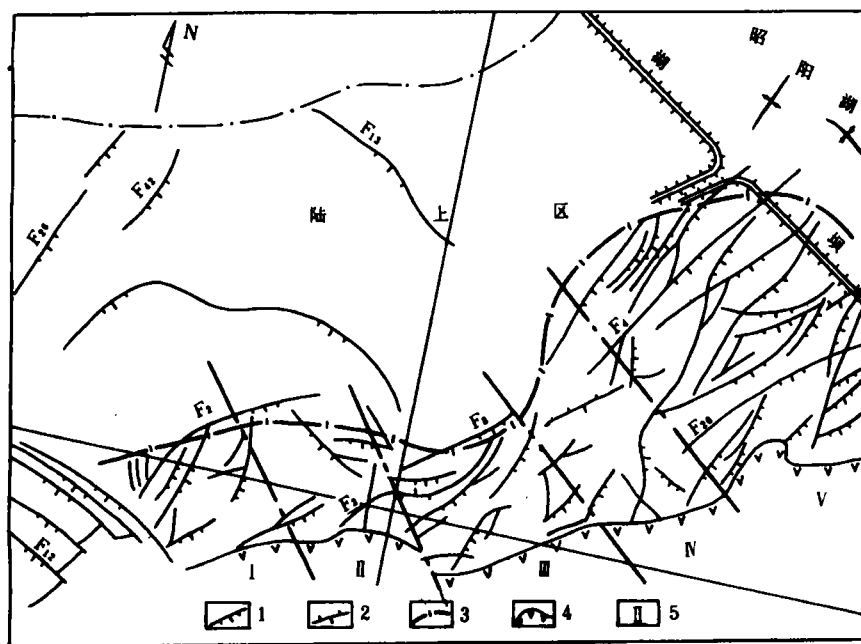


图3 大屯某矿七煤层已采区煤层构造分区图

1—正断层;2—逆断层;3—已采区边界;4—侵入体;5—构造分区编号

5.2 构造—地层分析

5.2.1 有效岩性段厚度采取

该井田七煤层厚度为5~6 m,以煤层为核心,上下各取约10倍于煤厚(50 m)的煤层顶、底岩性段为计算地层参数的有效厚度。然后用上述效应系数计算方法分别计算各地层参数。

5.2.2 几个地层参数分析

顶板砂质岩效应系数在整个井田范围内分布较均一,变化小,大部地段在1.0~2.0之间,局部地段大于4.0。陆上区和湖区有差异,2.0~4.0和4.0的区段全部出现在陆上区。湖区及其邻近的东部陆上区,砂质岩效应系数小于2.0,少数地段小于1.0。经与已采区构造对应分析,煤层构造复杂区出现在系数值为2.0~4.0所圈定的范围内(图4)。

底板砂质岩效应系数在全井田范围内具有差异性分布的特点。大致以湖坝为界分为两大区。陆上区较高,一般大于2.0,局部地段大于4.0,向东靠近湖坝位置急剧降低,一般小于0.5。等值线总体走向大致与湖坝一

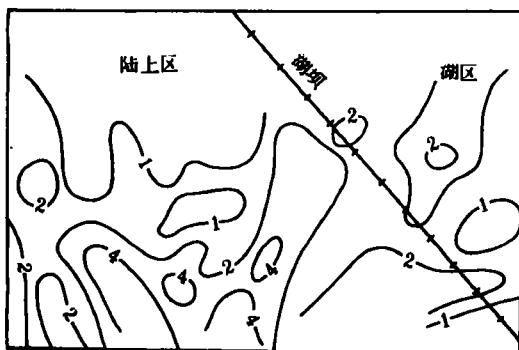


图4 大屯某矿七煤层顶板砂质岩效应系数等值线

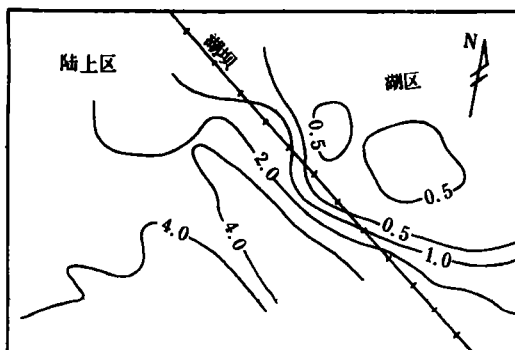


图5 大屯某矿七煤层底板砂质岩效应系数等值线致,在井田深部区则向西偏转(图5)。陆上区和湖下区底板砂质岩效应系数的明显差异,说明陆上区底板砂质岩占优势,对煤层断裂

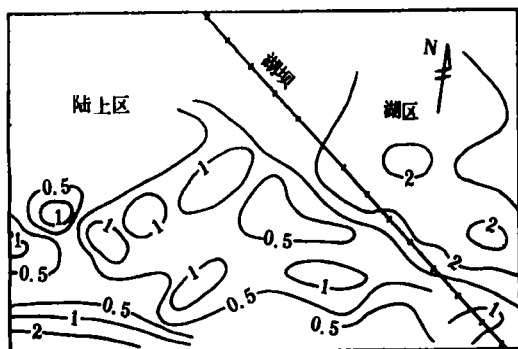


图6 大屯某矿七煤层底板泥岩效应系数等值线

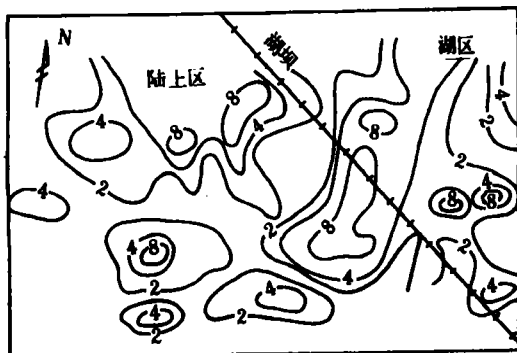


图8 大屯某矿七煤层直接顶板泥岩厚度等值线

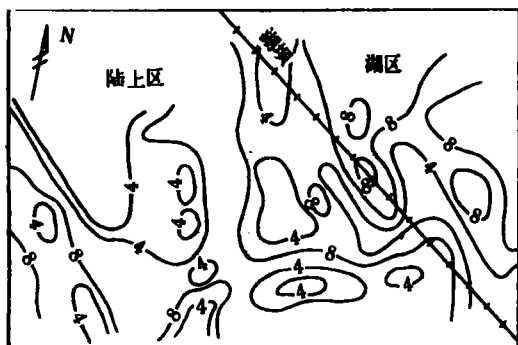


图7 大屯某矿七煤层直接顶板砂岩厚度等值线

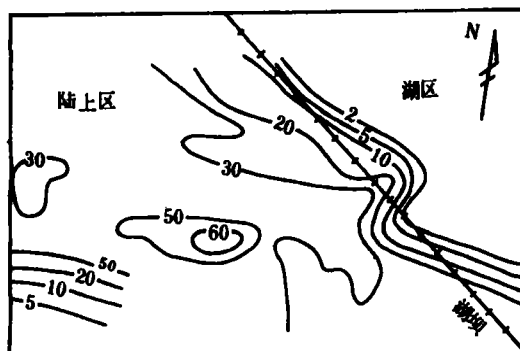


图9 大屯某矿七煤层底板砂岩厚度等值线

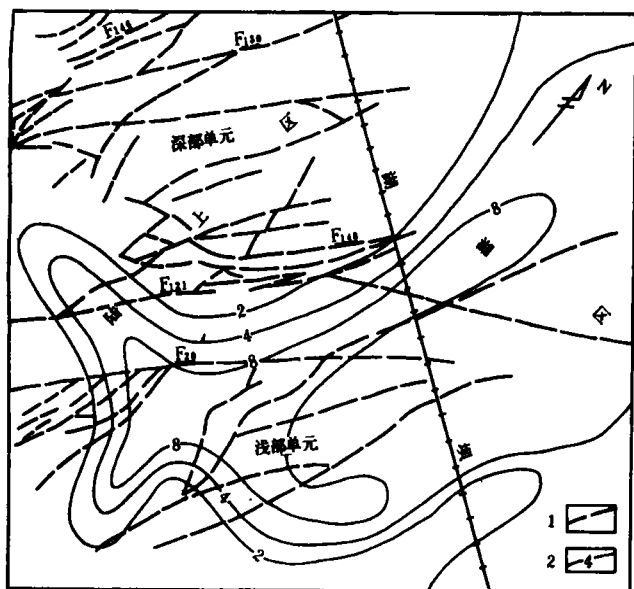


图10 大屯某矿七煤层顶板泥岩厚度与煤层断裂构造关系图(Ⅲ区)

1—煤层断裂; 2—顶板泥岩厚度等值线

构造的发育起主导作用。

底板泥质岩效应系数在全井田所呈现的规律与图5对应。以湖坝为界,陆上区很低,一般小于1.0,个别区大于1.0。湖区较高,均

大于1.0,大部分地段大于2.0(图6)。因此,可以认为湖区底板泥质岩对煤层断裂形变起到了较明显的缓解作用,所以湖下(未采)区断裂构造不发育。

图7、8、9为七煤层直接顶板、底板砂岩、泥岩等值线图。与构造分布对应分析,煤层构造最复杂区是4.0~8.0的顶板砂岩厚度变化值圈定的区段;2.0~4.0的顶板泥岩厚度紧闭区;30~40 m底板砂岩厚度紧闭或急剧拐弯部位。

图10展示了该井田一个小区域内煤层顶板第一层泥岩对煤层变形程度的影响。最突出的特点是:在断裂构造复杂地段,泥岩厚度皆不超过2 m,大部分地段小于1 m,甚至为0。断裂构造不发育的区域,泥岩厚度都大于2 m,甚至超过4 m。因此可以认为,泥岩厚度2 m线为一关键参数线。

需要指出的是,在对研究区预测时,须将

褶皱构造控制煤层瓦斯的基本类型

康继武 (焦作矿业学院 454159)

关键词 煤层瓦斯; 褶皱; 构造控制; 分类

中国图书资料分类法分类号 P618.107

褶皱构造控制煤层瓦斯的赋存为多数研究者所承认。但从目前统计资料分析,背斜和向斜特别是它们的轴部及其附近,既有煤层瓦斯含量较高、或者发生瓦斯涌出或发生煤与瓦斯突出的现象,也有煤层瓦斯含量较低或不发生瓦斯涌出或煤与瓦斯突出(以下简称突出)的现象。就其具体的实例,研究者都有一个自圆其说的解释,但应用这些经验去预测瓦斯却往往无所适从。笔者认为,问题的关键是仅仅停留在构造几何学的研究,而没有考虑煤层与褶皱中和面的相对位置关系,更没有运用构造运动学和构造动力学的观点去分析,这是造成瓦斯与构造关系研究一直处于描述而难以深化的原因。鉴此,笔者试图利用“中和面”划分控制瓦斯的构造类型,俾使该问题能更快解决。

1 褶皱构造控制煤层瓦斯的基本类型

1.1 褶皱中和面上下岩层的受力分析

当单一岩层或含煤岩层彼此粘结很牢成

为一整体的一套岩层,在顺层挤压力作用下,岩层将发生弯曲变形形成褶皱。根据褶皱中和面可将褶皱岩层分为上下两层,分别称为褶皱上层和褶皱下层。按褶皱的基本形式又可分为背斜褶皱上层、背斜褶皱下层、向斜褶皱上层和向斜褶皱下层4种。

背斜褶皱上层(简称背斜上层),系指背斜中和面以上的褶皱岩层。该层受平行于弯曲面的引张力而拉伸(图1A),岩层随距中和面的距离增大引张力越大,当岩层为韧性时岩层厚度将变薄(图1B);脆性岩层则产生楔状张性裂面或折裂面(图1C)。背斜褶皱下层(简称背斜下层),系指背斜中和面以下的褶皱岩层。该层在挤压力作用下受压缩,岩层随距中和面的距离增大挤压力增大,岩层在挤压力作用下韧性岩层向背斜轴部移动增厚,或产生小型褶皱和压性断裂。而向斜的受力情况则与背斜相反,即向斜褶皱上层和向斜褶皱下层分别与背斜褶皱上层和背斜褶皱下层相反。

采集和分析的各种参数筛分,找出最有用的几个参数作为主要研究对象,其它参数作为辅助。将构造、地层参数综合图件进行对应分析,并辅以经统计得出的已采区内各种构造展布规律参数。这样,可以预测未采区内可能出现的煤层构造类型、方向、密度、间距和延伸长度。利用上述方法可预测出小构造集中发育的区域,甚至可将这种预测限定于某一窄小的区域内,使预测精度大大提高。

参加此项研究的还有马兴祥博士、王炳山、胡绍祥、李守春老师。此文曾得到龙荣生教授的指导,特此致谢。

参考文献

- 1 龙荣生 徐凤银. 矿井断裂构造研究的新动向. 煤田地质与勘探, 1989(1): 23~27

(收稿日期 1993-05-20)