

文章编号: 1001-1986(2007)02-0078-03

平衡剖面技术的研究现状及进展

张向鹏¹, 杨晓薇²

(1. 煤炭科学研究总院西安分院, 陕西 西安 710054;

2. 成都市勘察测绘研究院, 四川 成都 610081)

摘要: 介绍了平衡剖面技术的发展历史, 总结了各发展阶段的主要思想和所取得的成果以及发展状况、研究思路、存在的不足和研究进展等。

关键词: 平衡剖面技术; 基本原理; 进展

中图分类号: P631 **文献标识码:** A

Research present situation and progress about Balanced – section Technique

ZHANG xiang-peng¹, YANG Xiao-wei²

(1. Xi'an Branch, China Coal Research Institute, Xi'an 710054, China;

2. Chengdu Survey Institute, Chengdu 610081, China)

Abstract: Introduced the Balanced-section Technique development history, summarized the achievement including each development phase, main thought and obtains, as well as development condition, reseach mentality, reseach progress and existence insufficiency.

Key words: Balanced – section Technique; present situation; basic principle; progress

1 平衡剖面技术的研究现状

平衡剖面技术是现代地质领域的一项重大研究成果, 它在构造地质、石油地质与勘探、煤田地质与勘探以及盆地模拟应用方面, 已被国内外地质学家和勘探学家公认为是一种模型解释的重要工具^[1]。

20 世纪初, Chamberlain (1910, 1919) 首次应用平衡剖面原理估算了北美阿巴拉契亚山脉及落基山脉的底部滑脱面深度^[2]。Dahlstrom (1969) 最早详细论述了平衡剖面的概念, 后经众多学者深入研究, 使得平衡剖面技术日趋成熟和完善^[3]。尤其是 70 年代末, 薄皮构造的提出, 使平衡剖面技术得到了迅速发展, 期间产生了恢复法、面积平衡法层拉平等。

平衡剖面技术最早是应用于石油地质勘探上。20 世纪 70 年代, 平衡剖面技术在英国的北海油田成功应用, 接着又成功应用于美国落基山推覆褶皱

带内的油气勘探。20 世纪 80 年代早期, Suppe 等人, 系统阐述了断层转折褶皱及其几何演化和运动学过程, 使得平衡剖面技术优点得到更多人的认同。同时, Verral 等人提出了平衡剖面技术的反演技术, 用来推断地下断层等构造的几何形态, 取得了明显的应用效果和价值^[4]。随着计算机技术的不断发展, 研究者开始用正演法来研究平衡剖面技术。到了 90 年代初期, 得到了正演法制作的正确的平衡剖面。与此同时, 人机交互的平衡剖面解释技术也应运而生, 极大的方便了地震地质资料的解释。

在国内, 20 世纪 80 年代以前, 对于平衡剖面的研究及应用是比较少的。直至 1994 年, 肖成安等人从理论上研究正演平衡剖面技术; 1995 年, 刘光炎将正演平衡剖面技术应用在压性区域以及在地震地质解释上^[5]; 21 世纪初期, 平衡剖面的应用渐多起来, 分别应用于伸展区域的构造分析中和盆地模拟上。

收稿日期: 2006-09-30

作者简介: 张向鹏(1980—), 男, 宁夏彭阳人, 硕士研究生, 从事地球探测与信息技术研究。

4 结语

实例的探测结果经井下巷道掘进后, 基本得到了验证。DTY 型地电检测仪基本上可以在井下解决不稳定的鸡窝状煤层在空间上的分布状态, 为井下掘进指明方向, 减少掘进无用巷道, 节约资金。其不

足之处在于, 该设备没有防爆装置, 在高瓦斯矿井目前不适用。另外, 在北方稳定的煤层矿井还没有进行过实验。

参考文献

- [1] 王文祥, 杨武洋. 瞬论与天然电磁波法勘探[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000.

2 平衡剖面技术的基本原理

自然界的任何事物都是遵守物质守恒定律的, 它们在运动变化的过程中力求达到一种平衡的稳定状态, 就如生态平衡、构造运动中的拉伸与挤压平衡。当一个旧的平衡遭到破坏时就有一个新的平衡产生, 二者是相辅相成的。对于地质构造而言, 一个地区的拉张必然伴随另一个地区的挤压, 否则就无法保持守恒。当然, 对于一条剖面也是一样的。

平衡剖面基本原理认为, 如果变形前后物质的体积不变, 则在垂直构造走向剖面上体现为“面积不变”; 如果变形前后岩层厚度保持不变, 则转化为“层长不变”。所以, 平衡剖面技术可以理解为是一种遵循岩层层长或面积在几何学上的守恒原则, 将已变形的剖面恢复到未变形状态, 或从未变形地层剖面依据变形原理得到变形剖面的方法。

当对剖面进行平衡计算时, 岩层长度或剖面面积在变形与未变形的两种状态下相等时, 剖面是平衡的。如果不相等, 而且这种不相等又无法解释, 那么剖面就是不平衡的。一条未作平衡检验的剖面是不可信的, 不平衡剖面的地质构造解释则是错误的。平衡剖面也只是一种模式, 不一定真实, 只是满足了大量合理的限制条件, 更接近实际。平衡剖面的计算方法主要有恢复法(由实际变形的剖面恢复到原始的、未经构造变形的剖面)和正演法(由原始的未变形剖面演化至经构造变形的剖面)。它们都需要对变形过程进行定量的分析, 并且可以由此得到缩短量等重要数据, 正是这一点, 使地质构造的研究提高到了定量解析的水平^[6]。由于正演法实现起来复杂, 涉及几何模型和变形模式的不确定性, 所以目前广泛应用恢复法制作平衡剖面。

恢复算法可分为非运动学和运动学恢复。非运动学恢复主要有: a. 弯滑去褶皱(图 1a), 即对由弯滑机制生成的褶皱进行恢复, 去褶皱是围绕钉线(面)进行的, 所有与钉线(面)相交的点在去褶皱过程中不受剪切或去褶皱作用; b. 斜剪切(图 1b), 通过垂直或斜剪切的方式去除形变, 从而对每一层去褶皱。

运动学恢复是在对断层进行恢复时, 假设下盘不动, 上盘的形变受断层形状及形变算法控制, 在断面上移动上盘, 主要有: a. 斜剪切(图 2a), 通过保持剪切矢量棒的长度(剪切矢量方向上断面与上标志层之间的距离)不变, 使形变前后上盘的体积不变, 上盘上升断面间距伸展了 A_2 , 再将上盘与下盘并接, 整体地质体的长度又缩短了 A_1 , 所以伸长量等

于缩短量即 $A_1 = A_2$; b. 断层平行流(图 2b), 通过断层平行的流线对形变机制的控制进行恢复, 形变前后上盘的体积不变, 适合于逆冲褶皱、盐丘构造、反转构造等。

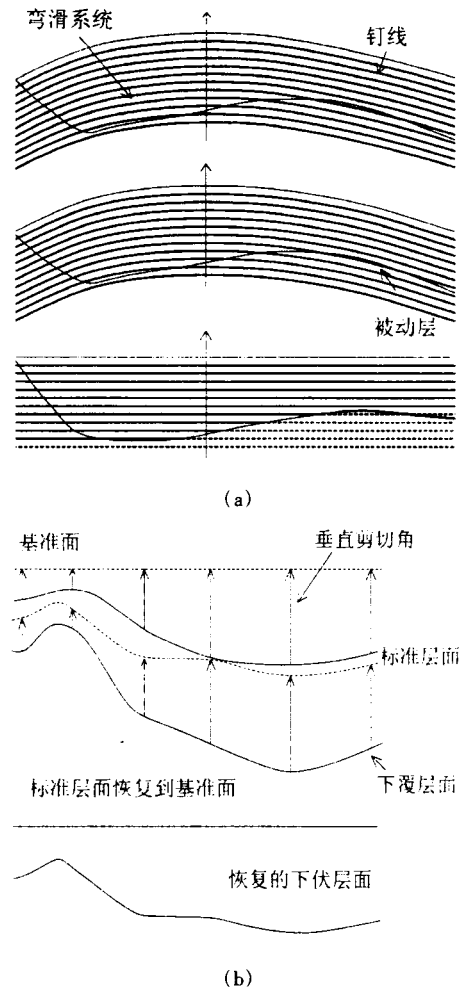


图 1 非运动学恢复

Fig. 1 Non-kinematic recovery
a——弯滑去褶皱; b——斜剪切

平衡剖面的原理表明: 剖面的平衡应是三维的, 而且地质体实际上多为三维变形。由于我国实际资料和软件的限制, 三维平衡剖面技术还未得到广泛应用。

3 平衡剖面技术应用及研究中应注意的问题

平衡剖面技术这门新兴学科发展至今只有半个世纪的时间, 还没有形成一套完整的理论模式, 因此在平衡剖面的应用过程中还存在很多问题, 需要强调的是:

其一, 在制作平衡剖面时, 剖面线的方向应尽量与构造走向垂直或者近似正交, 也就是说剖面线的方向应该与最大的构造运动方向一致或者平行。

其二, 了解地质体在剖面上的表现形式, 反

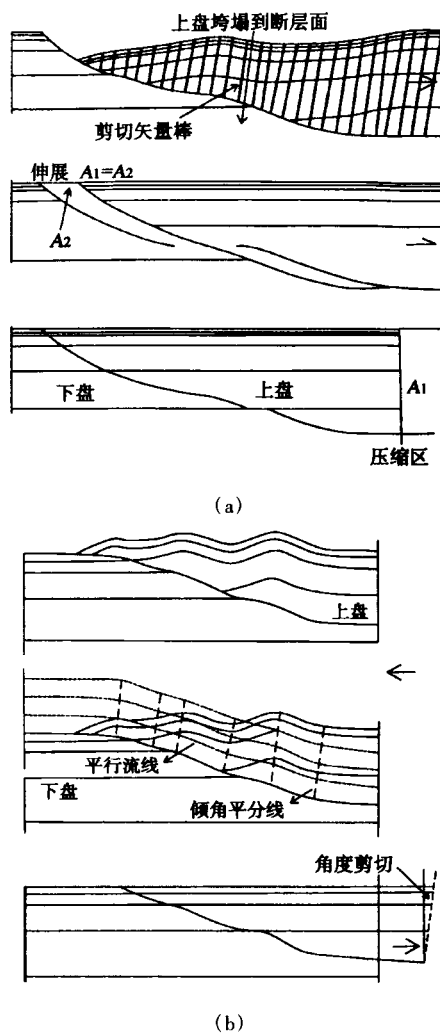


图 2 运动学恢复

Fig.2 Kinematic recovery

a—斜剪切;b—断层平行流

射特征和偏离畸变现象,注意地震剖面上断层具有不确定性、多解性和真伪性,以及地震剖面与地质剖面上断层的区别与联系。

其三,为了避免解释上误把回转波和绕射波当作背斜的反射、把侧面波和偏移画弧当作有效波来解释,注意速度陷阱及表层变化等因素所造成的各种地震假象^[7]。

其四,在构造运动属于强烈挤压变形的地区,无论地震测线与构造走向是垂直、斜交还是平行的,由于地层存在着物质流动,特别是塑性物质,如膏岩,不能采用平衡剖面技术进行解释。

从平衡剖面原理出发,强调综合性研究,针对研究中存在的问题,需要注意的有:

a. 在研究区域上,采用地震、钻探、测井与地

表露头相结合,进行多种资料的综合分析,使之相互检验。

b. 在研究内容上,将地层、构造、沉积和煤炭成藏条件相结合,综合分析煤层包括地层的形成、构造的演化,分析有利的勘探目标和构造的分布规律^[8]。

c. 在研究的手段上,将区域地质资料与地震勘探资料相结合,利用计算机技术进行模拟。

4 平衡剖面技术研究的最新进展

平衡剖面技术作为地学领域的一种新兴技术手段,仅在短短的四五十年间发展如此迅速,这与计算机的飞速发展有着密切的关系。

其一,在理论研究上,目前平衡剖面技术研究已从原来的基本概念发展到薄皮构造研究和如今的构造演化和盆地模拟、伸展性区域的构造应力分析。

其二,在煤炭资源和油气勘探实践中,平衡剖面技术发挥了重要作用。尤其是应用于构造方案解释的正确性及合理性的判断上,在盆地模拟,压性与伸展性区域的构造应力分析等方面也得到应用;结合其他方法还可进行煤层储藏模拟、煤层厚度预测、煤层分叉合并分析以及构造方案解释,像岩浆岩对煤层的侵入破坏、陷落柱、构造窗以及飞来峰等^[9]。

参考文献:

- [1] 陈伟,卢华夏,施央申.平衡剖面计算机模拟及其应用[M].北京:科学出版社,1993.
- [2] DAHLSTROM C D A. Balanced cross sections[J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1969, 6: 743 - 757.
- [3] CORREDOR F O. Three - dimensional geometry and kinematics of the western thrust front of the eastern Cordillera [J]. Columbia AAPG SEPM, 1996, 5: 29 - 30.
- [4] 张明山,陈发景.平衡剖面技术应用的条件及实例分析[J].石油地球物理勘探,1998,33(4):532 - 540.
- [5] 梁顺军.平衡观点与地震观点的解释效果分析与评价[J].石油物探,2002,41(3):377 - 384.
- [6] 王运所,刘亚洲,张孝义,等.平衡剖面的制作流程及其地质意义[J].长安大学学报:地球科学版,2003,25(1):28 - 32.
- [7] 毛小平,吴冲龙,袁艳斌.地质构造的物理平衡剖面法[J].地球科学:中国地质大学学报,1998,23(2):167 - 170.
- [8] 张功成.平衡剖面正演模拟技术在松辽盆地构造分析中的应用[J].西安石油学院报(自然科学版),1999,14(2):1 - 4.
- [9] 毛小平,黄延枯,吴冲龙.体元结构模型在三维地震模型正演模拟研究中的应用[J].地球物理学报,1998,41(6):833 - 840.