

文章编号: 1006-6616 (2006) 04-0441-05

非同沉积断裂活动对邻断裂岩层 厚度变化的控制作用

易顺华, 朱章显, 金 军, 但 卫

(中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 以露头尺度构造现象、物探成果图件、模型模拟实验及国内外有关文献资料为依据, 探讨了由非同沉积断裂活动导致的、发生在邻断裂场所的岩层厚度变化的现象及规律。其表现特征为: 在正断层作用下, 上盘岩层发生增厚, 下盘岩层出现减薄; 在逆断层作用下, 出现的情况正好相反; 平移或走滑断层则在“滑向端”和“滑离端”分别出现增厚及减薄现象。该认识对石油、工程和找矿部门具有实际指导作用, 对构造地质学的理论研究具有深化认识的意义。

关键词: 非同沉积断裂; 邻断裂场所; 岩层厚度变化; 断层性质

中图分类号: P54

文献标识码: A

观测、分析岩层厚度在空间的变化特点、变化趋势, 对石油、工程和找矿部门具有重要实际价值^[1-4], 探索岩层厚度变化的规律及其控制机理, 对构造地质学的深入研究也具有重要的理论意义^[5]。

众所周知, 成岩前的沉积环境和成岩后的褶皱及同沉积断裂作用, 均可导致岩层厚度发生显著变化。然而, 由普通正断层、逆断层和平移断层作用导致的岩层厚度变化的现象、变化规律及控制机理, 迄今尚未引起有关学者的充分重视^[6-8]。本文以野外观察到的构造变形和岩层厚度变化现象为依据, 结合物探成果资料、模拟实验及国内外有关文献资料, 探讨了由非同沉积断裂活动导致的、发生在邻断裂场所的岩层厚度变化的现象及规律。

1 由非同沉积断裂作用引起的岩层厚度变化实例

由非同沉积断裂作用引起的岩层厚度变化, 在正断层和逆断层构造变形过程中都可以形成, 图1和图2分别为在重庆黔江和彭水观察到的沉积岩区露头尺度上由正断层和逆断层作用引起的岩层厚度变化现象。区域尺度上, 正断层和逆断层同样控制断裂两侧地层厚度的变化, 图3是大地电磁阵列剖面法点位图物探所显示的地层厚度, 其厚度变化规律和图1、图2中的邻断裂地层厚度的变化规律很相似。

尽管国内的蒋雄三、尤其妹^[4] (1990), 国外的 Wise^[4] (1963)、Robble Gries^[9] (1983), Kosa E^[10-11] (2005, 2006) 等有关学者没有注意到这里讨论的问题, 但是在他们展示的有关

收稿日期: 2006-10-11

基金项目: 《宝鸡市重大灾害机理及风险评估研究》项目 (项目编号: 2006BAC04B05) 资助。

作者简介: 易顺华 (1949-), 男, 副教授。1975年毕业于武汉地质学院, 主要从事构造地质教学及科研工作。

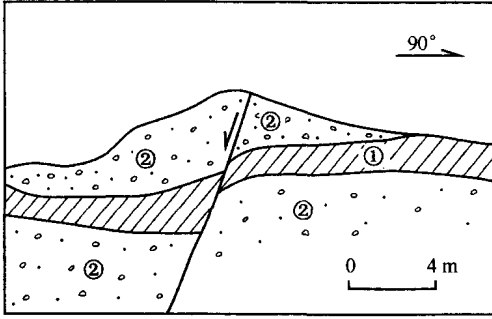


图1 正断层上盘岩层增厚与下盘岩层减薄现象 (重庆, 黔江)

Fig.1 Thickening of hanging-wall strata and thinning of footwall strata of a normal fault (Qianjiang, Chongqing)

①为第四系 (Q₄) 粘土层;
②为第四系 (Q₄) 砂砾层

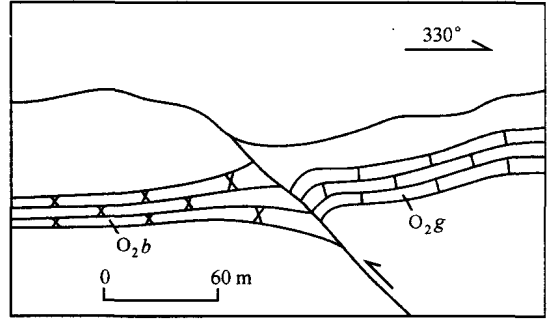


图2 逆断层两侧岩层厚度变化现象 (重庆, 彭水)

Fig.2 Change in thickness of strata on both sides of a reverse fault (Pengshui, Chongqing)

O_{2b} 为奥陶系中统宝塔组;
O_{2g} 为奥陶系中统牯牛潭组

资料文献中, 却列举了与此相关的不少证据。

虽然目前尚未发现由平移或走滑断层作用引起的岩层厚度变化现象, 但是依据平移或走滑断层的运动及变形特点可推论得出下述认识, 即在平移或走滑断层的“滑离端”及“滑向端”可分别出现表征不一的岩层厚度变化现象。

2 由非同沉积断裂作用引起的岩层厚度变化规律

正断层、逆断层、平移或走滑断层, 均可导致岩层厚度在邻断裂场所产生显著变化, 但变形的特点直接受控于断层的性质。

在正断层作用下, 增厚的岩层通常出现在断层的上盘, 而减薄的岩层则一般出现在断层的下盘。此时, 其剖面特点表现为增厚岩层呈“楔形”, 减薄盘岩层呈下弯牵引褶皱形态 (图1)。

与正断层相反, 在逆断层作用下, 增厚的岩层通常出现在断层的下盘, 而减薄的岩层则一般出现在断层的上盘。此时, 其剖面特点表现为下盘增厚岩层呈十分典型的“喇叭口状”, 上盘减薄岩层同正断层下盘减薄岩层一样, 亦呈下弯牵引褶皱形态。但是, 其弯曲的程度更

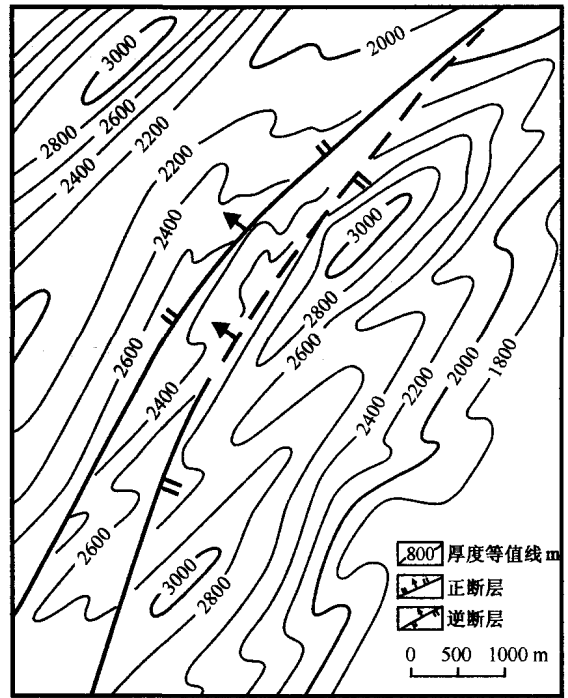


图3 邻断裂地段奥陶系—中寒武统厚度变化等值线图 (湖北鹤峰) (据大地电磁阵列剖面法点位图资料编绘)

Fig.3 Isogram of thickness change of O—e₂

明显（图2）。

就平移或走滑断层而论，其增厚的部位为运动盘的“滑向端”，减薄的部位为运动盘的“滑离端”（图4）。

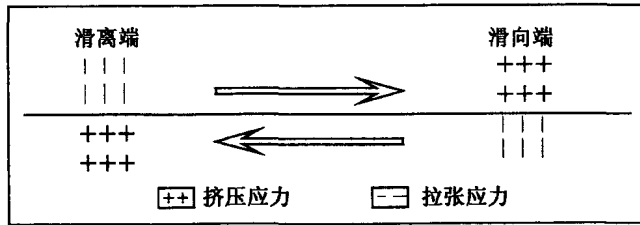


图4 走滑断层端部应力状态

Fig.4 Stress state at the ends of a strike-slip fault

3 由非同沉积断裂作用引起岩层厚度变化的模拟实验与形成机理

模拟实验是构造分析中阐明某一构造现象或某种构造型式的重要手段，迄今仍被广大构造地质学者普遍采用。其中的模型模拟或仿真研究更具直观性，更能简单明了地说明某一特定问题，尤其是某一构造现象或某种构造型式的形成机理。

Cloos (1984) 采用多层泥料成功地进行了正断层的模拟实验^[4]（图5）。可以发现，正断层两盘岩块的运动特征、上盘岩层的牵引现象及其上盘岩层的增厚、下盘岩层的相对减薄现象，与野外观察到的由正断层引起的岩层厚度变化的规律相吻合。分析该图还可看出，上盘岩层的增厚与上盘岩层在向下滑移运动的过程中受到阻碍作用形成的局部挤压应力场相关。下盘岩层的减薄现象可通过岩层产生弯曲或出现牵引褶皱的形式而形成。

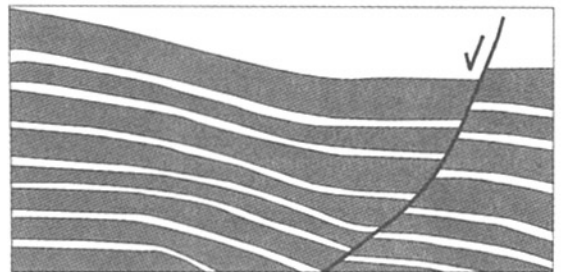


图5 正断层引起岩层厚度变化模拟

Fig.5 Simulation of thickness change induced by a normal fault

为模拟逆断层变形对岩层厚度的控制作用，笔者采用多层泥料进行了逆断层模拟实验（图6）。模拟过程首先给出了30°断面，并在断面上洒上少量水分，随后施以挤压应力。从图6可见，其下盘岩层变厚为“喇叭口状”，上盘岩层呈下弯牵引褶皱并出现厚度减薄的现象，再现了野外所发现的由逆断层引起的岩层厚度变化的现象（图2）。

值得指出的是，“喇叭口状”形体的出现，既与局部挤压应力场相关，还与“喇叭口”后腰岩层的“阻动”行为有联系。上盘岩层的减薄现象可通过岩层产生弯曲或出现牵引褶皱释放压力而形成。

虽然野外尚未观察到走滑断裂附近岩层厚度变化的证据，但在剪切实验中出现了由推理所得出的岩层变化规律（图7）。此实验结果需要在今后的工作中进一步证实。

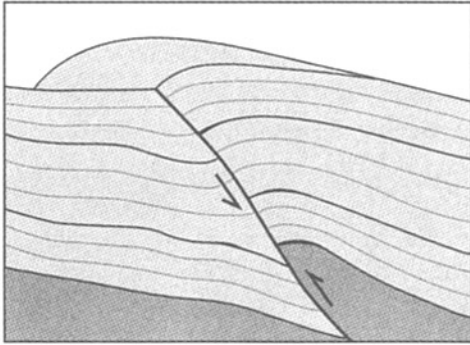


图6 逆冲断层引起岩层厚度变化模拟

Fig.6 Simulation of thickness change induced by a thrust

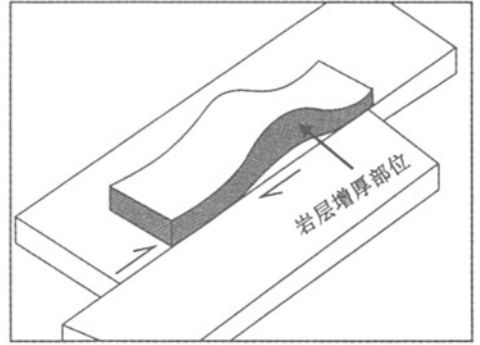


图7 平移断层引起岩层厚度变化模拟

Fig.7 Simulation of thickness change induced by a strike-slip fault

4 结语

露头现象和物探资料所显示的由非同沉积断裂作用引起的岩层厚度变化现象得到了模拟实验的再现,说明变形现象具有普遍性,应该得到有关学者的重视。

本文只是非同沉积断裂作用引起岩层厚度变化的初步研究。关于变形影响范围和岩层增厚、减薄差值的定量描述等重要内容还有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 科西金. IQ. A. 含油区大地构造·第一卷下册 [M]. 北京:石油工业出版社, 1959. 197~199.
- [2] 陈荣书. 天然气地质学 [M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1991. 258~266.
- [3] 张咸恭, 李智毅. 专门工程地质学 [M]. 北京:地质出版社, 1994. 17~19.
- [4] 王燮培, 费琪. 石油勘探构造分析 [M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1990. 38~39, 208~210, 222~225, 231~237.
- [5] 朱志澄, 宋鸿林. 构造地质学 [M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1991. 214~216.
- [6] 和政军, 宋天锐. 燕山元古代裂谷早期同沉积断裂活动及其对事件沉积的影响 [J]. 古地学报, 2000, 2 (3): 83~91.
- [7] 马海军. 准格尔煤田龙王沟井田成煤环境及煤层厚度变化规律的分析 [J]. 内蒙古石油化工, 2006, (5): 38~40.
- [8] 冯有良, 徐秀生. 同沉积构造坡折带对岩性油气藏富集带的控制作用 [J]. 石油勘探与开发, 2006.
- [9] Gries R. Oil and gas prospecting beneath Precambrian of foreland thrust plates in the Rocky Mountains, AAPG., 1983, 67 (1): 16~18.
- [10] Kosa E, Hunt D W. The effect of syndepositional deformation within the upper Permian Capitan platform in the speleogenesis and geomorphology of the Guadalupe Mountains, New Mexico, USA. *Geomorphology*, May 26, 2006. 1~30.
- [11] Kosa E, Hunt D W. Growth of syndepositional faults in carbonate strata: Upper Permian Capitan platform, New Mexico, USA. *Journal of Structural Geology*, Volume 27, Issue 6, June 2005, 1069~1094.

(下转第 440 页)

NUMERICAL SIMULATION AND DYNAMIC ANALYSIS OF THE STRESS FIELD OF THE INDO-AUSTRALIAN PLATE

FENG Xiang-dong¹, LIU Wei-hua², WEI Dong-ping²

(1. *Seismological Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, Hebei;*

2. *Computational Geodynamics Laboratory, Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*)

Abstract: The types and nature of the Indo-Australian plate are very complex. A 3D lithosphere model of the Indo-Australian plate is constructed and numerical simulation of the tectonic stress field of the Indo-Australian plate is performed by using the pseudo-3D finite element method and adopting the WSM2000 observed stress data and stress state as constraints, and then the influence of the boundary forces applied at the Indo-Australian plate on the intraplate stress field is discussed. The results show that the intraplate tectonic stress field of the Indo-Australian plate is mainly controlled by two factors: (1) the asthenospheric static push; and (2) the resistance coming from collision zones, including Himalaya, Papua New Guinea, New Zealand and the northwestern boundary between the Indo-Australian plate and Eurasian plate. However, the effect of the extensional forces from the subduction zone on the intraplate stress field is relatively small.

Key words: Indo-Australian plates; stress state; finite element method; dynamic simulation

(上接第 444 页)

CONTROLS OF NON-SYNDEPOSITIONAL FAULTS ON THE CHANGE IN THICKNESS OF STRATA ADJACENT TO FAULTS

YI Shun-hua, ZHU Zhang-xian, JIN Jun, DAN Wei

(*Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*)

Abstract: This paper discusses the changes in thickness of strata adjacent to faults induced by non-syn depositional faulting according to outcrop-scale structural phenomena, geophysical maps, model experiments and domestic and foreign data. These changes are manifested by the following features: under the action of normal faulting the hanging wall thickens while the footwall thins, but under the action of reverse faulting the reverse is the case; in the case of a strike-slip fault, the thickening and thinning phenomena appear at the "slip-forward end" and "slip-apart end" respectively. This view has practical guidance significance for the petroleum, engineering and mineral prospecting sectors and also deepens the understanding in the theoretical study of structural geology.

Key words: non-syn depositional fault; places adjacent to fault; change in thickness of strata; fault nature