

沉积盆地同沉积构造活动的沉积记录

文 琼 英 张 川 波 尹 进 垠

(长春地质学院)

同构造沉积盆地的沉积作用与构造环境及其活动性质有着内在的统一性,尽管控制沉积作用的因素很多(诸如气候、物源等),但最基本的因素乃是同沉积作用的构造活动,它控制着沉积体的分布、厚度、相型等。甚至不少沉积体是在两种或三种构造环境下发生的,因而有着纵横交替、相互更叠的复杂层序。而作为特殊沉积作用的沉积矿产,则更显著地制约于同沉积构造活动,尤其作为导矿构造的基底构造以及盆地演化中的控制性构造,则是寻找隐伏矿产的一重要前提。当今急待查明稳伏矿产的赋存规律,研究同构造活动的沉积地质记录,借以澄清盆地演化阶段中的成矿规律。本文拟就同构造沉积地质记录的主要方面作一概述,有不妥之处,望读者指正。

一、沉积作用

区域内同沉积正断层活动的最重要沉积记录,是沿一定方位断续展布的山前冲积扇裙。现代的冲积扇裙多发育于正性断裂的下降盘,展布于山麓前。它们由泥石流、泥流等搬运停积而成,形成槽道、筛余、片记等沉积所构成的沉积体。随构造活动幅度的增强/减弱出现正、反粒序(图 1)。而在层序上,则因受断裂活动性质所制约而有正反旋回的出现。

同沉积正性断裂活动导致了必要的地貌落差,持续的升高维持冲积扇的发展,否则随着填平补齐,使沉积作用趋于衰竭而停息,形成自下而上的、由粗至细的正旋回系列,故扇叶向后退移,乃是构造活动趋于稳定的沉积记录(图 1B)。当差异运动幅度不断加强时,形成反旋回系列,扇叶向前推进,扇体厚度加大(图 1. C、D),最厚达 1000 余米。如山东蒙阴盆地的中生代沉积,挪威西部 Hornedén 盆地泥盆纪的洪积扇沉积为向上变粗的反旋回,沉积体厚达 2500m,示构造升降幅度的加大。

同沉积构造活动的另一重要特征,则是盆地水下重力流的阵发和深水扇的沉积。粗碎屑的碎屑流沉积与滑混岩或塌积岩、浊积岩共生。强烈的同沉积差异升降,使盆缘或基底形成断陷陡崖或斜坡,导致固结、半固结,几乎未固结的沉积体发生滑塌、流动、阵发浊流等;可使弱固结

的沉积物的亚稳组构发生形变,甚至形成大型滑片(块)、撕裂构造、钩状构造、球状构造等。它们沉断裂线呈断续分布,而向着盆地中心方向尖灭,故具有指示下降盘以及斜坡方位的意义。应悉心研究重力流及其重力沉积物(岩)的组构和分布,借以判别盆底地形的陡缓,确定构造活动的阶段性特点。

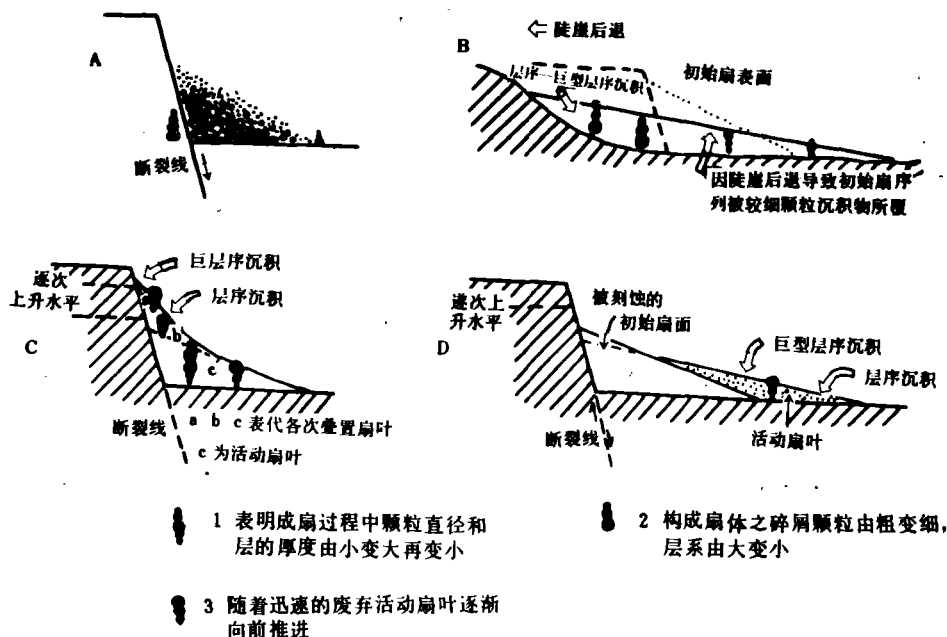


图 1 各种构造活动条件下冲积扇的各种序列和碎屑颗粒的变化

(据 T. H. Nilsen, 1980)

- A. 一般冲积扇序列; B. 构造趋于稳定差异升降减弱;
C. 构造的隆起超过流水切割; D. 河流深切超过构造的上升

Fig. 1. Variation in the sequences and clastic grains in alluvial fans built up under different conditions of tectonic movements (after T. H. Nilsen, 1980).

A, Overall sequences in alluvial fans; B, stable tectonics and the weakened movement of differential uplift and subsidence; C, tectonic uplift exceeding current down-cutting; D, river incision exceeding tectonic uplift.

浊流沉积更发育于深槽和断陷盆地中,强烈地断陷为浊流的诱发和物质供给提供条件。快速堆积的细屑物质也是浊流的产物,其韵律性的产出与“背景”沉积的交替正是同构造活动的佐证。不少古今断陷盆地内常见滑塌角砾岩,滑积岩上覆韵律性浊流沉积,诸如攀西元古宇会理群沉积盆地^①及攀西三叠系江舟裂谷盆地(图 2),加利福尼亚边缘盆地等。

逆冲推覆体系列铸成陡峭的盆缘,及海沟坡系的地形升高,均可导致碎屑流、滑落崩跌以及浊流的发生,同样可形成冲积扇或水下扇等沉积。它们与水下正断层活动的同沉积地质记录的重要区别在于贫同生/准同生的重力流构造、物质成分异常混杂、常与混杂岩相共生,这是鉴别重力机制沉积物的不同构造环境的又一标志。当然,盆地周边构造的研究也是这一体系不可忽视的前提。

① 文琼英, 1986,《攀西元古宇会理裂谷盆地沉积特征》长春地质学院学报, 3期

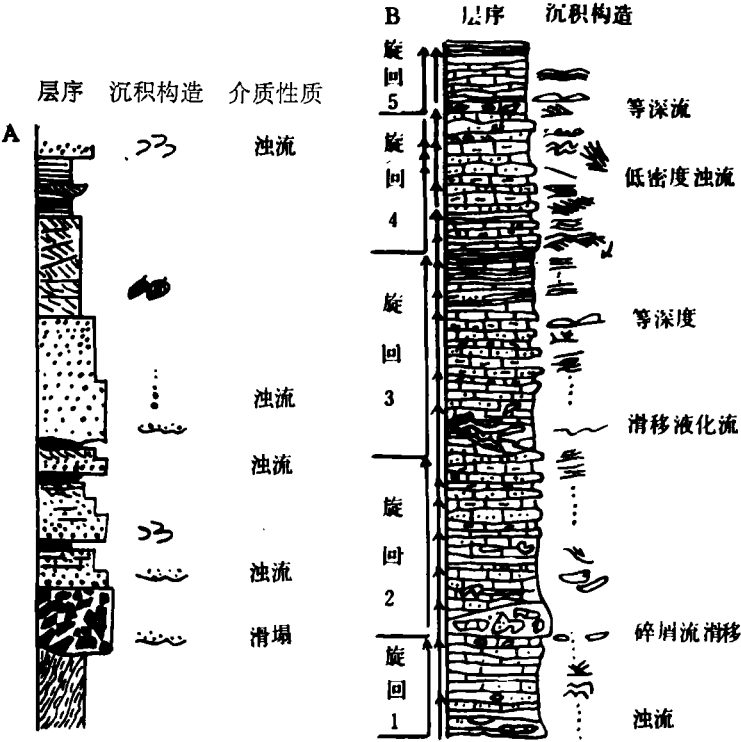


图 2 浊积岩与滑塌岩或碎屑流沉积相伴生,上覆“背景”沉积

- A. 攀西裂谷江舟盆地二叠系沉积(据刘招君,1985);
- B. 攀西元古宇会理群裂谷盆地中的碳酸盐浊积岩与滑塌岩的伴生
(据文琼英,1986)

Fig. 2. Turbidites associated with olistostromes or debris flow deposits, overlain by “background” deposits.
A, Permian sediments from Jiangzhou Basin in the Panxi Rift (after Liu Zhaojun, 1985);
B, carbonate turbidites associated with olistostromes from the rift basins in the Proterozoic Huili Group, Panxi(after Wen Qiongying, 1986).

二、沉积物结构、成分的成熟性和阶段性

沉积盆地的物源是决定沉积建造性质和特征的重要因素,而源区的升落使盆地源岩的剥蚀强度和沉积堆积速率和物质成分发生变异。断陷初期,母源岩以隆起顶部的超壳岩石为主;盆地结束晚期,因大面积抬升,盖层之下的超壳岩石可能作为母源岩的一部分,故纵向上不同组段发育着不同岩石(图 3)。强烈的差异升降也可使盆地内形成中央隆起,经受剥蚀,成为盆地内坳陷的主要源区。不少盆地的中央隆起以深大断裂夹持岩浆岩为特征,甚至基底岩石出露。如攀西的三叠纪金河盆地、江舟盆地等,中央隆起为深成岩,包含有基底康定群深变质岩,故两侧坳陷区内的沉积岩则以构造长石砂岩、石英长石砂岩、花岗质或等花岗质砾岩为特征。

与攀西三叠系迥然不同的四川盆地^①,其西壁逆冲系列的推覆体作为陡壁,早三叠世依次沉积玄武质岩屑砂岩、含碳酸盐岩(外)屑的砂岩等,成分成熟度极低,而中三叠世以内源为主。但推覆前期则以台地近陆边缘的沉积为主。

前已提及,盆底因断裂升降活动而发生急剧剥蚀和快速的事件沉积,多以盆内物质为主或辅以陆屑混入,或深浅水物质(或生物)混存。其沉积物粗细混杂,碎屑颗粒磨圆极差,几无分选。

总之,不管上列何种情况,其沉积物(岩)的结构和成分成熟度均低。

碎屑颗粒源自于不同构造区,迪金森(Dickinson)和苏兹克(Suczek)已于 1979 年对采自不同构造环境的 88 个样品进行成分统计,绘制出三端元图解模式,1986 年《岩相古地理研究与通讯》已作报导,不再赘述。

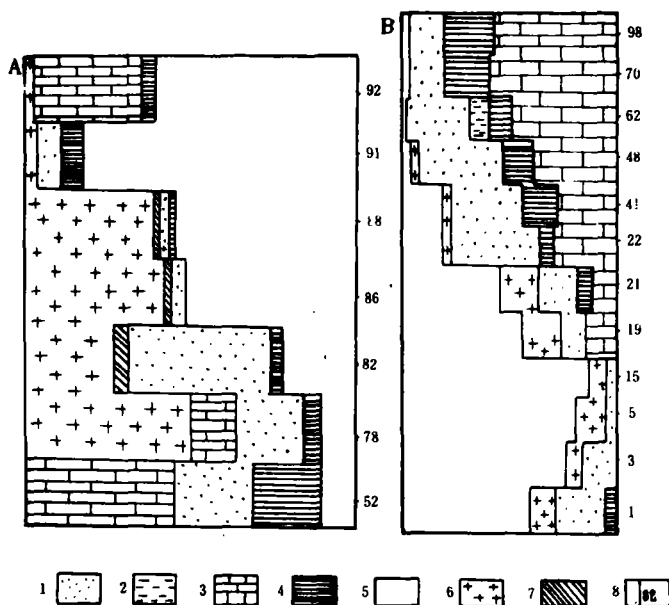


图 3 攀西裂谷(金河盆地、渡口盆地)晚三叠世砾石成分纵向变化图

(据王东坡等,1985)

A. 金河盆地; B. 渡口盆地

1. 砂岩; 2. 泥岩; 3. 灰岩; 4. 硅质岩; 5. 玄武岩

6. 混合花岗岩; 7. 石英岩; 8. 层号

Fig. 3. Longitudinal variation in the compositions of Late Triassic gravels from the Jinhe and Dukou Basins in the Panxi Rift (after Wang Dongpo et al, 1985).

A=Jinhe Basin; B=Dukou Basin.

1=sandstone; 2=mudstone; 3=limestone; 4=siliceous rock; 5=basalt; 6=mgmatitic granites;

7=quartzite; 8=bed number.

① 周永胜, 1985, 《川西南三叠系——下白垩统沉积特征分析和对比》(未刊)

三、盆地格局与沉积相和沉积建造

盆地格局,系指盆地几何形态、控制性构造展布及其所制约的盆地地貌和物源区的配置关系。盆地格局控制着沉积相和沉积建造特征及体态(孟祥化,1978)。三者均受盆地构造运动性质和方式所制约,体现出盆地演化过程中地球动力学背景和机制。

张性、张扭性断裂控制的盆地呈槽型、条带型和菱型(如死海)乃至形成有水下中央隆起的马鞍型。盆地张压应力的不均衡则可形成箕状、勺状或不对称的堑、垒状。与之同步的沉积相展布则纵横交错、槽/台并列,形成深浅水相更叠(图4)、高低能共生的复杂沉积格局。

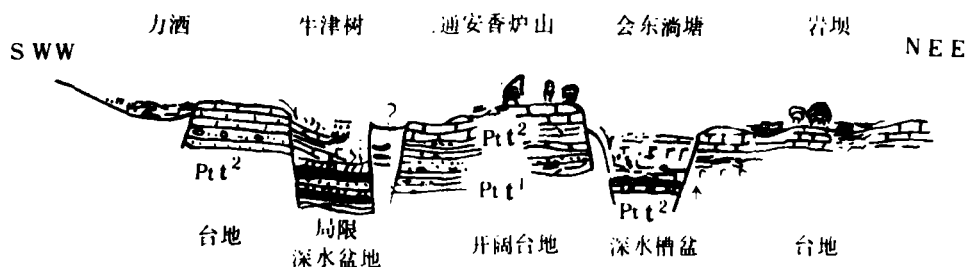


图4 攀西元古宇会理群裂谷盆地的槽—台并列,深浅水相相邻的沉积古地理格局(引自文琼英,1986)

Fig. 4. Palaeogeographic framework showing juxtaposition of trough and platform, deep-water and shallow-water facies in rift basins of the Proterozoic Huili Group, Panxi (after Wen Qiongying, 1986).

强烈下陷和上升,快速、非快速堆积以及不同沉积相型的更叠和交互,正是盆地随构造发展所体现的不同演化阶段及其构造活动的特征。快速堆积形成巨厚的沉积体,它们可以是冲积扇相→河流相→湖泊相乃至海洋化后的深水、较深水相的叠置,此乃大陆裂谷盆地演化的沉积组合特征,厚度可达数千米至数万米,亦可呈槽带状或串珠状展布(东非裂谷等),表现在横向上可在几公里、几百米范围内急剧变薄或骤然尖灭或突然相变(图4.7)。这正是张裂过程中的差异升降。隆升成为浅水台地、沉积厚度小;深陷则为槽盆(或沟槽),在补偿性沉积作用下沉积厚度巨大,反之,补偿速率低于沉降则厚度较小形成非补偿性沉积。又如攀西三叠系盆地(张裂性)^①其沉积序列复杂多样(图5),包括一系列进积与退积式的次级层序,从上三叠统至上白垩统构成粒度由粗变细又再变粗的全旋回。旋回下段以丙南组,大弄地组的冲积扇,辫状河的粗屑物为始,是盆地张裂、差异断陷的产物。相继为湖泊沉积,其滨湖有三角洲相,湖内有浊流相等,示盆地进一步裂陷,沉降/沉积的补偿关系发生变化。其后为早侏罗世晚期或中侏罗世早期的沉积,以湖相为主,泥灰岩沉积物广布,盆地周边发育小型蛇曲河沉积,示地势夷平,盆地已趋于稳定,故粒度由粗至细。旋回上半段则又由湖相演化为三角洲相、河流相,粒度由细至粗,盆地处于收缩闭合阶段。所以,上述序列的演化指示沉积作用与构造活动阶段的同步性和

① 据周永胜,1985,尚未公开发表。

统一性。

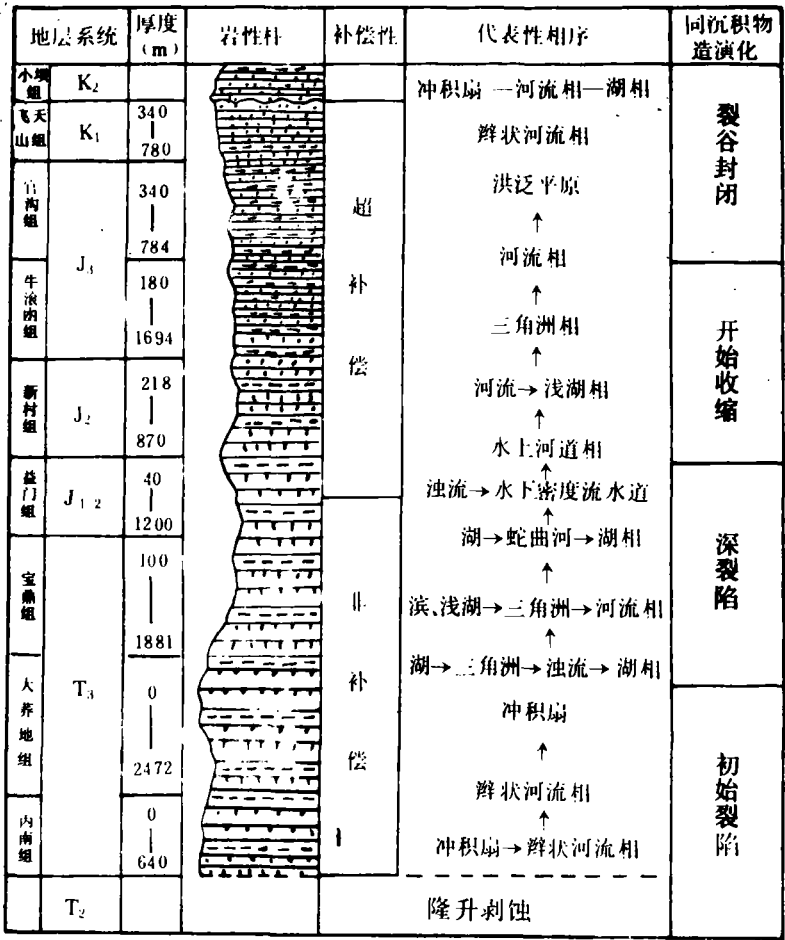


图 5 攀西地区裂谷盆地沉积相序与构造的发展演化
(岩性柱和沉积相序引自周永胜,1985)

Fig. 5. Evolution of sedimentary facies sequences and tectonics in the rift basins in the Panxi region
(based on Zhou Yongsheng, 1985,).

俯冲型构造控制的沉积盆地的沉积组合,虽然在某些情况也可出现冲积扇、三角洲等沉积,但其组合型式和格局,尤其是物质成分上则大为不同。如俯冲海沟坡折之后的前弧盆地,因受俯冲挤压而抬升,形成海退式序列,随着弧沟间隙的扩大,盆地横向加宽,形成不对称的勺状,不规则楔状(图 6)。盆缘一侧的大型逆冲断层系,褶皱系为壁,另一侧过渡为较稳定的陆地。故盆内近山系一侧的沉积物常与俯冲杂岩呈构造混合;“年轻”沉积物(岩)中世包含着混杂岩、蛇绿岩块或滑片,但两者的破碎和变形程度迥然不同。此侧因地貌高差大,剥蚀、滑落,沉积作用速率极大,也形成以冲积扇为主的粗碎屑沉积,可使褶皱或山系掩埋;另一侧沉积速率低,沉积体厚度小,常以河流相、三角洲相、湖泊相为主,沉积层稳定较广布。G. H. 里丁认为:在此盆地中的一侧,不仅有以坡断层为界的小型滞流盆地沉积,尚有真正的坡积物。两盆地基底地貌较为平齐而无隆陷(图 7)。与上述裂谷盆地全然不同,贫于因张裂隆升而形成水下/或出露

高地。

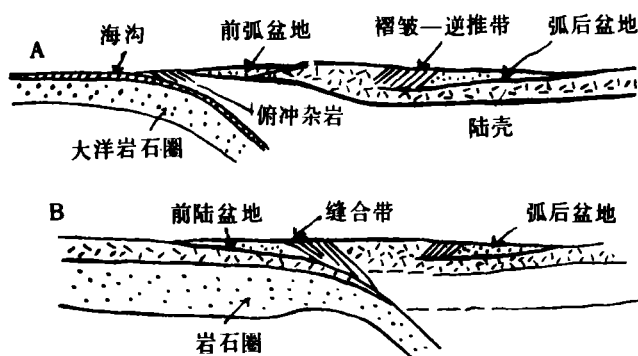


图6 造山带沉积盆地格局(据 W. R. Dickinson, 1977)

A 陆缘弧造山带盆地; B 陆间碰撞造山带盆地

Fig. 6. The framework of sedimentary basins in orogenic belts(after W. R. Dickinson, 1977).

A=Basin in the orogenic belt in the marginal arc; B=intercratonic basin in collision orogenic belt.

弧后盆地则又另一样,它虽然也可因俯冲拉力而出现扩张,但最重要的则因盆地两侧源区物质的极大差异,而使盆地两侧沉积体出现两种绝然相异的建造特征。邻近火山岛弧一侧以火山物质为主的建造为特征;另一侧因紧邻稳定大陆而以陆源碎屑为主,可叠置(可夹有)碳酸盐岩的较稳定建造为特征,形成不对称的沉积格局。

由此看来,不同盆地可出现“相同”的沉积相。为了再造古构造环境,不能仅凭相序组合,其物质成分、沉积格局也是一重要特征。尤其是重力或重力流沉积可产出于大陆裂谷,也可出现于弧/沟系盆地。前者系因张裂作用、差异升降所致;后者则因推覆、挤压导致地貌高差之故。但是,上已述及,前弧盆地或深海沟常有俯冲杂岩的构造混合,其重力或重力流沉积中的外来岩块,常为混杂岩或有蛇绿岩块,而裂谷系盆地则不然,常有同生、准同生的砾石、块片等,几无混杂岩块。故应倍加注意鉴别混杂岩与滑积岩(Olistostrome/Olistolith),方能正确再造盆地的古构造背景。

四、高低能沉积相共生是同沉积构造活动的另一重要标志

在正确鉴别沉积相和恢复古地理环境中强调相变规律(瓦尔特相律),即沉积层序中的“相群”组合是合乎逻辑的,是有规律的连续变异,而非“跳跃”。客观地质体中却常见不连续的相变(不整合,假整合)。这对研究古构造来说是至关重要的。正是在同沉积的构造活动中使区域性的或局部性的“地块”发生隆升、沉陷而出现进积或退积的沉积作用,故有不整合与假整合的出现,即沉积相组合出现“跳跃”。这不仅有助于鉴别沉积相,而且是古构造研究的一重要标志。

就中国广阔区域而论,奥陶纪与泥盆纪间的祁连运动或广西运动(杨森楠,1985)使广大地区缺失志留系;二叠纪后的海西运动,使中、上三叠统不整合于二叠系之上,诸如此类等等,在此不再赘述。但就一个沉积单元来看,构造运动可导致海、陆相,河、湖相的边叠,甚至是极低能的滞留相、冲积平原相上覆极高能的冲积扇和浊流相,如中国南方福建等地区,下石炭统的高能快速堆积的较深水浊积扇和浊积岩相下伏低能的冲积平原相。攀西三维地区上三叠统的下部冲积扇相突然飞跃为深湖相,而深湖相又上覆浊流相(图7)等等。这种相序上的不连续堆叠

正是同沉积构造活动的重要佐证,也正是:背”瓦尔特相律的层序,是地史或盆地演化中的重要构造活动的地质记录。

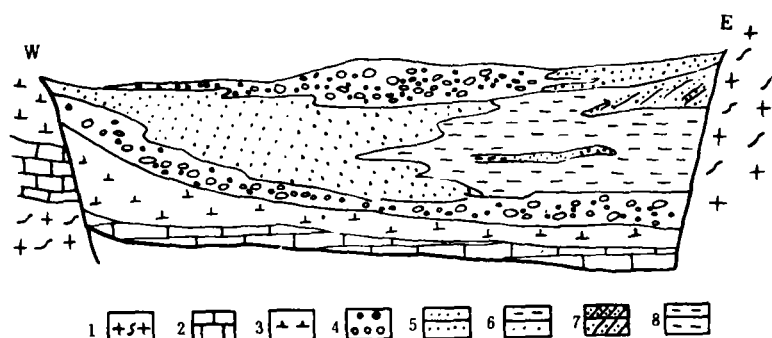


图7 攀西裂谷盆地三叠系沉积相横向变化及高能沉积相的共生
(据刘招君,1985)

1. 混合花岗岩 2. 碳酸盐岩 3. 玄武岩 4. 冲积扇沉积
5. 河流沉积 6. 浊流沉积 7. 三角洲沉积 8. 湖泊沉积

Fig. 7. Transversal variation and high-energy facies associations in Triassic sedimentary facies in the Panxi rift basin (after Liu Zhaojun, 1985).

- 1=migmatitic granite; 2=carbonate rock; 3=basalt; 4=alluvial fan deposits; 5=fluvial deposits; 6=turbidite deposits; 7=deltaic deposits; 8=lacustrine deposits.

沉积盆地演化、同沉积作用的构造活动、以及构造活动是渐变的还是激变(突变)等诸问题,虽然均记录于沉积体中,但由于后生地壳演变过程的破坏,使得问题更趋复杂化。因此,在分析古构造中必须研究整个大区域的格局,尤其是尚待探索而又未被揭露暂且未被人们认识的问题。

本文所述问题更需要在长期实践中深化。在本文编写过程中得到王东坡教授的指导,谨致谢意。

参考文献(略)

Sedimentary Records of Synsedimentary Tectonic Activity in Sedimentary Basins

Wen Qiongying Zhang Chuanbo Yin Jinyin

(Changchun College of Geology)

Abstract

The framework of a sedimentary basin and its evolution tend to be governed by the character and modes of synsedimentary tectonic activity which were recorded in the disposition in length and breadth of sedimentary bodies in a basin. These give expression to geodynamic settings and mechanism in the course of the evolution of a basin and to the constitution of the source area and its tectonic characteristics. A thorough study of the sedimentary records would make it possible to expound the tectonic evolution of a sedimentary basin and the characteristics of each stage in its development.

In this paper the tectonic settings of ancient sedimentary basins are discussed in four aspects. (1) Different sedimentary associations reflect variable synsedimentary tectonic activities which enable the sedimentary sequences with normal and reverse cyclic character or normal-and reverse-graded beds to be laid down. Differential uplift and subsidence of positive tectonic activities in the basinal basement bring about gravity slumping and gravity flow, thus resulting in the formation of a suite of sedimentary bodies with gravity flow structure and texture which are commonly associated with turbidites. Moreover orogenic movements give rise to the steep cliffs on the basinal walls, resulting in gravity slumping and gravity flow deposits which differ from those formed by the gravity mechanism due to extensional activities. In other words, the significant difference between the two types of the deposits is that tectonic melange is present. (2) The compositions and textures of the sedimentary rocks (sediments) formed by synsedimentary tectonic activities are immature and vary in different stages of the tectonic evolution. (3) Sedimentary facies and formations are restricted by the basinal framework (i. e. geometry of a basin, the distribution of the basin-controlled tectonics and the relationship between geomorphology of a basin and the source area). Differential uplift and subsidence of the basin basement caused by extensional stress lead to undulating landforms, sharp lithofacies changes horizontally and high thickness gradients, while the orogenic basins formed by compressional stress are characterized by gently sloping basement, tectonic mixing of various rocks and the burial of "new" deposits beneath the orogenic nappes. (4) Synsedimentary tectonic activities frequently account for superposition of contrasting facies such as high-energy facies upon low-energy facies, deep marine facies upon shallow marine facies, continental facies upon lacustrine facies or deeper marine facies. Attention should be paid to such discrete events in the study of palaeotectonic movements.