

论盆地的地层格架

马 维 俊

(湘潭矿业学院地质系)

盆地的地层格架(stratigraphic framework)是盆地分析最基本、最重要的参数之一(李思田等,1983),它是指沉积盆地的外部和内部几何形态以及组成盆地的层的堆积性质。概括地说,地层格架不仅指盆地的固体几何形态和盆地所包含的地层单元或单元序列的固体几何形态,而且涉及到单个地层单元的性质,最终体现了沉积环境(Conybeare,1979)。

衡量地层格架这一参数应从以下几方面来考虑:

1. 盆地的外部几何形态

盆地的外部几何形态应该为其真实的固体空间形态所反映,应该包括盆地的平面几何形态和剖面几何形态。

盆地的平面几何形态常见有:近椭圆状、不规则圆状,长条状或线条状等几种。确定盆地平面几何形态时要注意排除后期构造的影响,这涉及到褶皱的展平;断裂的复位;外推其沉积自然边界等工作,最后才能得到其真实的平面形态。

盆地的剖面几何形态大体上可分成对称的和不对称的,通常呈不规则状,表面为局部的增厚和变薄。确定剖面几何形态时尤其应注意不要任意夸大或缩小垂向比例尺。盆地的平面几何形态与不同方向剖面几何形态相结合才能真实地反映盆地的外部固体几何形态。

2. 盆地的内部几何形态

盆地的内部几何形态是反映地层格架的一项主要内容,它是由盆地内的单个地层单元及单元序列的固体空间几何形态所构成(Conybeare,1979)。

地层单元一词含义较广,它可以是时间地层单元,也可以是岩性地层单元或岩性单元。时间地层单元为等时沉积体,其单元序列通常表现为超覆式、前积式、退覆式等形式,对其固体几何形态的研究有助于了解盆地的充填、发展和演化以及盆地的相对升降变动。岩性地层单元或岩性单元及其序列的固体几何形态一般具有两方面的作用:当为等时或接近等时的情况下同样起到上述作用;在不等时情况下往往能更好地反映盆地的总体沉积环境及其演化。岩体单元比岩性地层单元更具体化,通常起到后者的作用。

单元的划分可粗可细,选择主要依据于盆地的研究程度和精度。在高精度的地层格架研究中往往要求同时划分出时间地层单元、岩性地层单元或岩性单元,这样既能反映盆地的总体充填、发展和演化格局,又能体现出盆地的岩相变化及沉积环境。

3. 盆地的层的堆积性质

层的堆积性质是指地层单元的性质,最终涉及到沉积环境。区域和地方性层的式样的圈定能提供许多有关沉积过程和沉积环境的信息(Galloway and Hobday, 1983)。按盆地分析流程,在详细研究地层格架前期必须做大量地层对比、沉积相分析和沉积体系研究工作,这样才能正确地选择和划分出地层单元的界线,确定地层单元的性质。尤其在这种基础上的岩性地层单元或岩性单元的划分无疑更能有效地反映层的堆积性质,最终体现出沉积环境。

美国科罗拉多州和犹他州 Paradox 盆地二叠系的地层格架是一典型实例(图 1)。该盆地平面上为不规则半圆状,剖面上显示出不对称形态。盆地内部几何形态采用岩性地层单元来反映。盆地东北部 Cutler 群被看作一个单元,由厚达 5000m 以上的砾岩、长石砂岩和红色页岩组成,代表沿 Uncompahgre 隆起带边缘一线的冲积扇和河流沉积。盆地西南部四个组分别构成四个单元,厚均 1000m,最老的 Halgaito 组为红色粉砂岩、砂岩和页岩, Cedar Mesa 组为砂岩, Organ Rock 组为红色粉砂岩和页岩,顶部的 Dechelly 组为风成砂岩,总体上代表了 Cutler 冲积扇、河流向外侧的古地理扩展和当时的冰水沉积相。当然,如果描绘整个 Paradox 盆地的地层格架时,则二叠系的五个岩性地层单元均可看成一个时间地层单元。

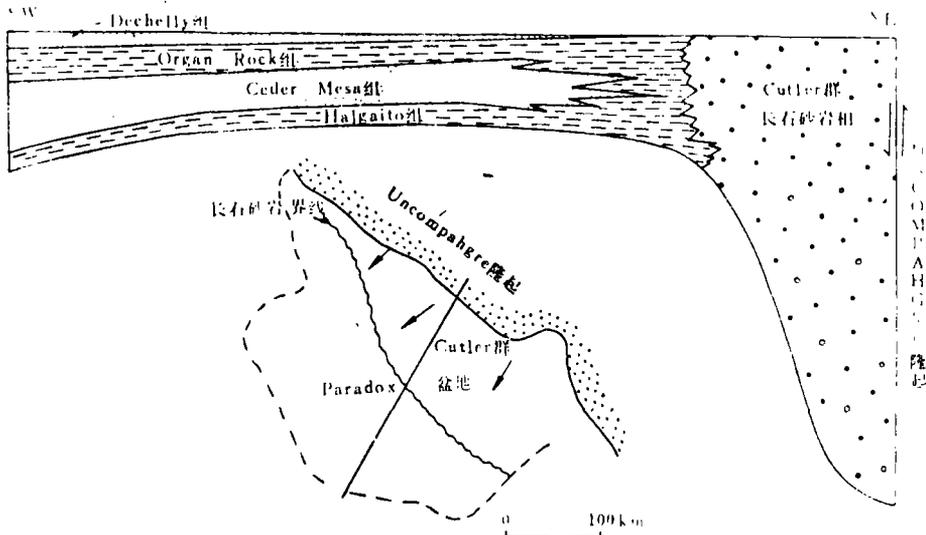


图 1 美国科罗拉多州和犹他州 Paradox 盆地二叠系地层格架略图
(Ohlen 和 McIntyre, 1965)(引自 Conybeare, 1979)。

Fig. 1. Sketch of stratigraphic framework of the Permian in Paradox Basin,
Colorado and Utah, America (Ohlen and McIntyre, 1965) (from Conybeare, 1979).

在研究盆地的地层格架的同时,很有必要了解其控制因素。一般说来,其控制因素不外乎三种:①沉积物的沉积速率;②盆地的沉降速率;③海平面的变化速率。这些因素及其相互关系决定了盆地的地层格架。

Curtis(1970)在假定海平面不变的前提下例举了盆地三角洲复合体充填过程中沉积速率(R_d)和沉降速率(R_s)之间的关系(图 2)。这种关系对地层格架的形成起到了控制作用。当沉积速率大于沉降速率时,地层格架表现出前积型;当沉积速率小于沉降速率时,地层格架

表现为退积型；当沉积速率等于沉降速率时，地层格架趋于稳定。

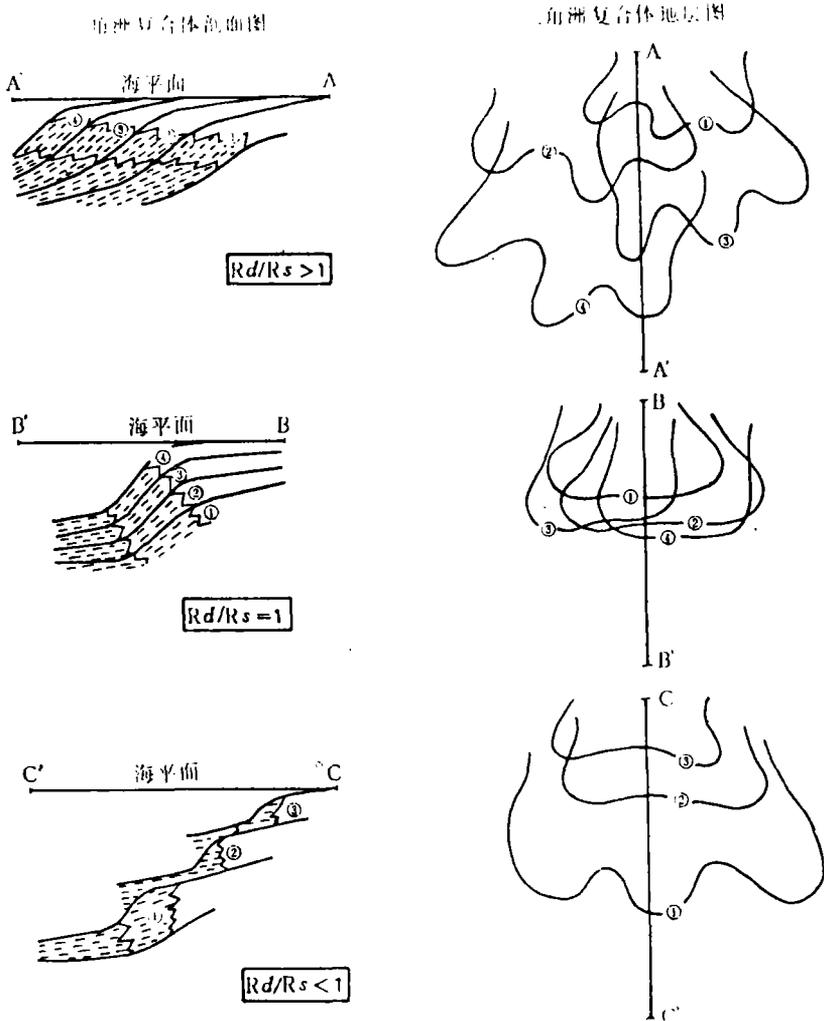


图2 三角洲复合体中沉积速率(Rd)与沉降速率(Rs)之间相互关系(Curtis, 1970)

Fig. 2. Relationship between rate of deposition(Rd) and rate of subsidence(Rs) in a delta complex (Curtis, 1970)

Frazier(1974)例举了第四系全新统密西西比三角洲在冰期海平面变化的影响下一些沉积事件的产生(图3),较好地表现了海平面的变化对地层格架的影响。他把两个沉积间断面之间的一个整合地层块体的发育过程称为一个沉积事件(depositional event),而一套有关沉积事件的序列称之为沉积幕(depositional episode)(Frazier, 1974, Galloway and Hobday, 1983)。其实划分整个盆地充填中沉积事件及沉积幕的过程就是地层格架的主要研究过程。

沉积盆地地层格架的研究和解释的关键在于如何识别时间地层单元。识别时间地层单元的方法很多,有物理地层、生物地层以及放射性同位素地层学等方法(Matthews, 1984)。但地震地层学的方法是最有用的。地震资料的对比能方便地解释盆地沉积体中的不整合和相对整合面,也可以通过波速的测定确定现代沉积盆地中的沉积等时面。通过做图能很好地反映出地层格架中超覆、退覆、前积以及旋回体的削蚀方式等内容。

Vail 等(1977)主要利用地震资料勾绘了一幅较高精度的地层剖面图(图 4(a)),较好地反映了盆地的地层格架。图中识别出了时间地层单元,确定了岩性地层单元,在此基础上的

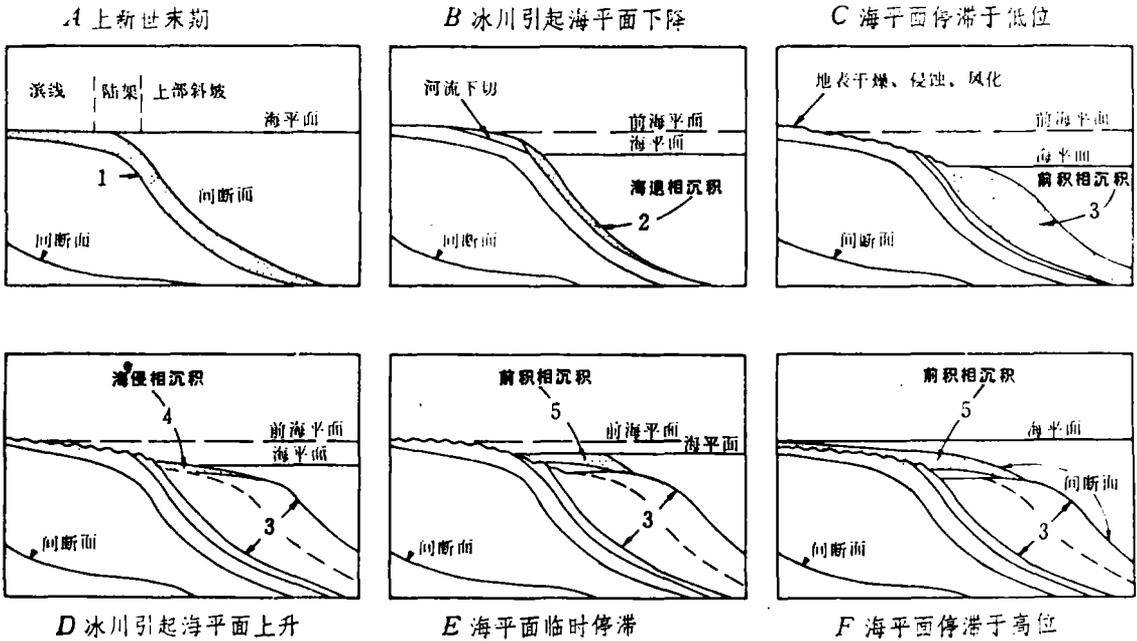


图 3 第四系全新统密西西比三角洲于冰期海平面变化影响下一些沉积事件的产生(Frazier, 1974)

Fig. 3. Some occurrences of depositional events in the Holocene Mississippi Delta, as a result of the changes in sea level during the ice age (Frazier, 1974).

沉积学解释能较好地说明盆地充填、发展和演化。为了提高地层格架的研究精度,必须详细识别出不整合、假整合、似连续(Paracontinuity)或其它沉积间断面。不整合容易识别。假整合不易识别,关键取决于岩性地层和生物地层事件的解释,局部古地壤、亚土层、氧化铝、氧化铁、铝土矿等是良好的标志。似连续面是指外貌连续的沉积地层中通过仔细观察研究所识别出的小的物理和生物沉积间断面。它常见于各种沉积序列中,如碎屑岩序列中某些非海相层与海相层的界线;碳酸盐等地层序列中由于构造变动所造成的小沉积间断等等,这些界线边通常代表着沉积旋回界线。

地层格架的研究在盆地分析中占有重要的地位,它是盆地的充填、发展和演化分析中不可缺少的重要参数之一。其具体功能和意义大致归纳如下:

- (1)能确定盆地的几何形态及其演化。
 - (2)对盆地的层的堆积性质的归纳有利于确定总体沉积环境及其演化。
 - (3)有助于研究盆地中不同部位及不同类型的充填序列。
 - (4)确定不同类型的地层单元序列,用以研究盆地的发展以及古构造变动情况。
 - (5)建立盆地演化的年代地层图(图 4(b)),确定盆地各阶段的演化时间。
 - (6)建立区域海平面相对变化旋回或古构造旋回,用于区域和全球地层对比(图 4(c))。
- 最后值得指出的是:地层格架的论述和理解目前还不太统一,不少学者在应用这一概念

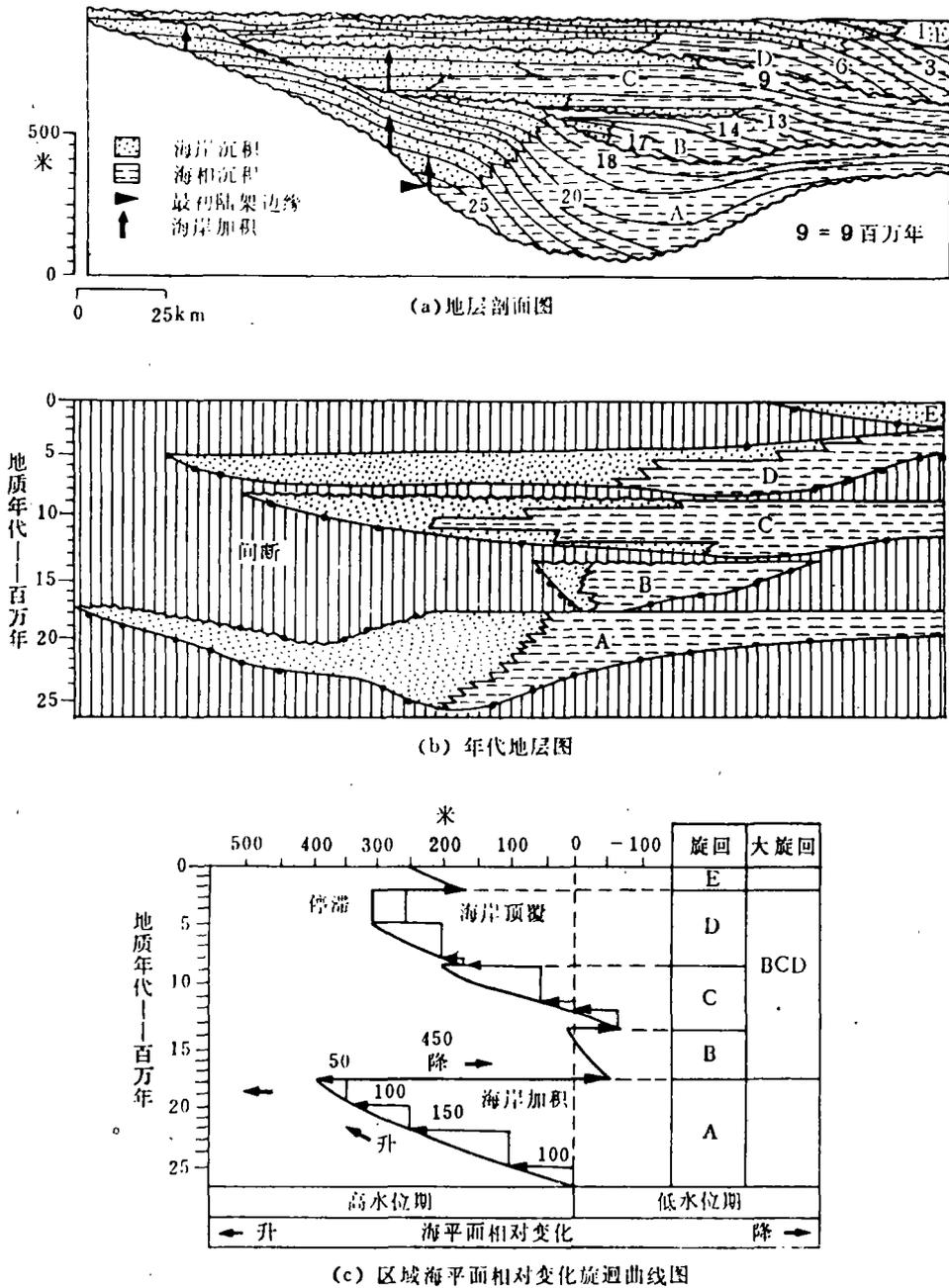


图4 表示地层格架内容的典型地层剖面及其解释意义(Vail等,1977)。

Fig. 4. A typical section standing for the stratigraphic framework and the significances for interpretation(Vail et al, 1977).

(a)Stratigraphic cross section, (b)Chronostratigraphic chart, (c)Regional chart of cycles of relative changes of sea levels.

时认为它作为盆地分析的基本参数之一不宜有多重涵义,建议使用这一术语时仅限于内部几何形态,即组成盆地的各个地层单元或层序的形态以及相互关系(李思田等,1983)。这样一来,与之类似的概念就有“层序结构”,“层的式样”(bedding style),“沉积结构格式”(depositional architecture)(Galloway and Hobday, 1983),“地层结构格式”(stratigraphic architecture)

(Miall, 1984)等,但这些术语的使用范畴不限于盆地级别,还可更小甚至局部范围内。

本文得到了中国地质大学李思田教授的热情指导,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1]李思田,杨士恭等,1984,论聚煤盆地分析的基本参数和流程。煤田地质与勘探,12期,1—11。
- [2]Conybeare, C. E. B., 1979, Lithostratigraphic Analysis of Sedimentary Basin. Academic Press, Inc., New York. 40—54, 112—120, 173—182.
- [3]Curtis, D. M., 1970, Miocene deltaic sedimentation, Louisiana Gulf Coast, in J. P. Morgan, ed., Deltaic sedimentation modern and ancient. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Sec. Pub. 15, 293—308.
- [4]Frazier, D. E., 1974, Depositional episodes; their relationship to the Quaternary stratigraphic framework in the northwestern portion of the Gulf Basin. Bureau Econ. Geol., Texas, Geol. Circ. 74—1.
- [5]Galloway, W. E., Hobday, D. K., 1983, Terrigenous Clastic Depositional Systems. Springer-Verlag, New York, Inc. 5—23.
- [6]Matthews, R. K., 1984, Dynamic Stratigraphy, An Introduction to Sedimentation and Stratigraphy. Second Edition. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 16—100.
- [7]Miall, A. D., 1984, Principles of Sedimentary Basin Analysis. Springer-Verlag, New York Berlin Heidel. Tokyo. 277—317, 329—365.
- [8]Vail, P. R., Mitchum, R. M. Jr., and Thompson, S., 1977, Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part three, relative changes of sea level from coastal onlap. Am. Ass. Petrol. Geol. Mem. 26, 63—82.

A Discussion on the Stratigraphic Framework of Sedimentary Basins

Ma Weijun

(Department of Geology, Xiangtan College of Mining, Hunan)

Abstract

In great demand of exploring and perfecting the theories and methods of basin analysis, the author, in this paper, tries to discuss in detail the stratigraphic framework of sedimentary basins on the basis of the study of some examples abroad.

The stratigraphic framework of sedimentary basin is one of the most important and basic parameters which may be measured by the external and internal geometrical shapes and accumulative features of the beds in the basins. The internal geometrical shapes of the basins depend on solid geometrical shapes of the stratigraphic units and unit sequences. The different types of units are commonly of distinct analytical significances. The accumulative features of the beds are bound to be related to sedimentary environments.

The study of the stratigraphic framework of sedimentary basins mainly includes the determination of depositional events and episodes. The key to the interpretation is how to distinguish time-stratigraphic units. The functions and importance of the stratigraphic framework are classified into six aspects, i. e. the establishment of the chronostratigraphic charts for the evolution of the basins; the establishment of the regional charts for the cycles of relative changes of sea levels or palaeotectonic cycles which may be used in the regional or global stratigraphic correlation, etc.