

# 陆相盆地充填层序的类型 ——以辽西地区中生代盆地为例

程日辉 刘招君 王东坡

(长春地质学院能源系, 长春 130026)

**提 要** 辽西地区在中生代发育了各种类型的陆相盆地, 形成各种类型的地层。在按层序定义识别出不同盆地、不同时间的层序基础上, 根据地质作用营力(如水、风和火成作用)、沉积介质与地质环境的特点将该区盆地充填的层序划分为湖盆层序、冲积层序、沙漠层序和火山层序等类型。对于不同类型的层序不仅其层序内部组成各异而且其层序控制因素也不尽相同。湖盆层序是指在湖盆地内由沉积作用形成的一类层序, 表现为随湖水面的升降变化沉积体系或体系域在时空上的变化。一个完整发育的层序可以反映出—水侵—水退的湖水变化周期。冲积层序是指在流域盆地中以冲积沉积作用为主而形成的一类层序, 其不明显地受蓄水面的控制, 但受蓄水面的影响和地形及侵蚀基准面的控制。沙漠层序是指在风介质的条件下以沙漠沉积为主体的一类层序。火山层序是指由于火山作用导致的火山物质(包括沉积物)在盆地内的充填所形成的层序, 通常发育在断陷盆地的早期阶段, 由火山岩、火山碎屑岩、凝灰岩和沉积岩所构成。在辽西地区中生代盆地和各类型层序的控制因素中, 构造因素是第一位的, 表现在层序界因多为构造界面, 如区域角度不整合面、平行不整合面以及构造转换面等。但各类型层序的具体控制因素是有差异的。

**关键词** 层序类型 陆相盆地 控制因素

**分类号** P 53

**第一作者简介** 程日辉 男 34岁 副教授 博士后 沉积学

## 1 前 言

层序地层学理论的广泛应用, 使人们从新思考已经得到详细划分的地层。根据层序的定义(沉积层序是一种年代地层单位, 由“一套相对整合、成因上有联系的地层组成, 其顶和底以不整合或与这些不整合可以对比的整合为界”<sup>[1]</sup>)来划分层序, 并用体系域的术语讨论层序发育特征, 通过鉴别不同类型的不整合界面确定层序级别, 分析层序的控制因素以及进行盆地、区域以至全球地层对比。然而, 结果发现 Vail 等人的被动大陆边缘的层序及体系域模式<sup>[2]</sup>并不完全适合于陆相地层, 或认为完全不适用<sup>[3]</sup>, 或认为基本适用, 但需对 Vail 的体系域的内涵做适合于陆相地层的修正, 或在层序的框架下提出新的体系域划分<sup>[5, 6, 7, 8]</sup>。笔者认为在陆相盆地内有关与湖水面变化相应的体系域划分仅适应湖盆地形成的地层或层序。然而, 在陆相地层中地层的类型

是多种多样的, 以形成地层的地质营力的角度来看, 与水的地质作用有关的除湖盆地地层外还有冲积盆地地层; 与风的地质作用有关的为风成地层; 与火山的地质作用有关的为火山岩地层, 此外还有与冰川的地质作用有关的冰川地层等。近年来对于特殊环境的层序地层分析已引起人们的注意, 如沼泽、沙漠<sup>[9]</sup>和冲积环境<sup>[10]</sup>等。因此在层序地层分析中盆地充填的层序类型划分是必要的。

辽西地区中生代发育了各种类型的陆相盆地, 包括继承挤压、挠曲和伸展—走滑等盆地类型<sup>[11]</sup>, 形成了各种类型的地层或层序。这为层序类型划分提供了基础。

## 2 层序类型的划分原则及分类

层序类型的划分是在识别层序的基础上进行的。辽西地区盆地内充填的层序的识别主要为各类型不整合的分析。虽然这些层序并不能与某级海平

面变化周期有效的对应起来,但却与区域大地构造的发展阶段相对应,特别是由层序所构成的构造层序,在此基础上根据形成层序的主要地质营力—水风和火成地质作用来划分类型,再依据在特定的介质、环境下沉积(或充填)作用特征划分次级类型。

按照这一原则,辽西地区中生代盆地充填的层序类型为水成层序、风成层序、火成层序三个类型和湖盆层序、冲积层序、沙漠层序、火山层序四个次级类型(表 1)。

表 1 辽西地区中生代盆地充填层序类型

Table 1 Filling sequence types of the Mesozoic basins in the Western Liaoning Province

	地质作用营力	介质与环境	典型实例
层序类型	水成层序	湖盆层序	阜新、金—羊盆地
		冲积层序	阜新、北票盆地
	风成层序	沙漠层序	金—羊、北票盆地
	火成层序	火山层序	辽西地区各盆地

注: 地质作用营力和沉积介质与地质环境是指主体的营力和介质、环境,火山作用背景亦称之为环境

### 3 类型分析

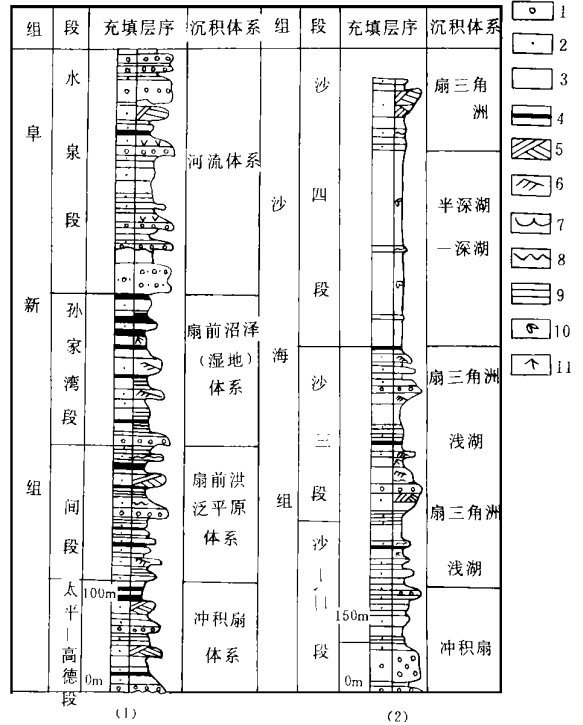
#### 3.1 湖盆层序

湖盆层序是指在湖盆地内由沉积作用形成的一类层序,表现为随湖水面的升降变化沉积体系或体系域在时空上的变化。一个完整发育的层序可以反映出—水侵—水退的湖水变化周期,在层序演化的中期应具广泛发育的深湖—半深湖体系。

这一类型的层序如前所述已得到了广泛的讨论,虽然各家的模式中对沉积体系域的划分不尽相同,但共同的特征是反映在湖水面周期性变化的条件下层序的特征和发育演化过程。

湖盆层序的典型实例来自于阜新盆地的沙海组。根据阜参 1井所揭示的盆地充填序列,该层序包括沙海组的粗碎屑冲积物段(沙 1—2段)、含煤段(沙 3段)、湖相细碎屑段(沙 4段)(图 1)。沙 1—2段相序为冲积扇过渡到扇前辫状河,沉积物呈总体向上变细的趋势。沙 3段相序为扇三角洲与扇前冲积平原和湿地的交互,并以扇三角洲平原上泥炭沼泽的广泛发育而结束。沙 4段相序主体以半深湖—深湖并夹有浊流和水下重力流为特征,发育有介壳层。沙 4段顶部相序为扇三角洲,沉积物呈向变粗的趋势。从层序的沉积体系由冲积扇—扇三角洲—半深湖深湖至扇三角洲的演化上可以反映湖侵—

湖退这一湖平面的变化过程。层序的下界为不整合,而其上界为构造应力场的转换面,盆缘具因河流下切而形成的侵蚀面,盆内为整合界面。



(1)冲积层序—阜新盆地海州帮剖面; Alluvial sequence  
(2)湖盆层序—阜新地阜参 1井剖面; Lake basin sequence

- 1. 砾岩 2. 砂岩 3. 泥岩 4. 煤 5. 大型交错层理
- 6. 小型波纹层理 7. 槽状交错层理 8. 波状层理
- 9. 水平层理 10. 动物化石 11. 根化石

图 1 陆相盆地充填层序类型(一)

Fig. 1 Types of filling sequences in the continental basins (I)

上述实例来自伸展拉张盆地,湖盆层序中的代表沉积体系—半深湖—深湖体系出现在层序演化的中后阶段。与之相比挠曲挤压盆地的湖层序具有显著的差异。

金岭寺—羊山盆地由土城子组一、二段所构成的层序中湖泊体系发育在层序演化的早期,而晚期为粗碎屑冲积物的快速充填,相应地形成了“复理石”和“磨拉石”沉积。在层序发育初期盆地的沉积环境仍为冲积环境,但快速转化为湖泊环境。整个层序的发育过程反映出在挤压背景下湖平面的变化周期。

#### 3.2 冲积层序

冲积层序是指在流域盆地中以冲积沉积作用为主而形成的一类层序,其不明显地受蓄水面的控制,

但受潜水面的影响和地形及侵蚀基准面的控制。在层序发育中期具有准平原化过程,以沼泽体系的广泛发育为特征,往往形成有工业价值的煤层。这一时期的煤层具有凝缩层的意义。冲积层序的沉积体系的演化往往是冲积扇—河流—沼泽—河流—冲积扇这样一个序列。

阜新盆地由阜新组高德—太平段、中间段、孙家湾段和水泉段所构成的层序为冲积层序的实例。从总体的沉积相序上看层序发育初期为河流和扇前洪泛平原体系;中期过流为湿地和沼泽(浅湖)体系,为煤聚集作用发生的有利时期,晚期以发育河流体系为特征(图1)。虽然在沉积体系时空配置上冲积层序与湖盆层序具有相似性,早、晚期均为河流和冲积扇体系,但中期的湿地和沼泽(浅湖)体系却与半深湖—深湖体系有特征性的区别。湿地和沼泽(浅湖)体系是在冲积背景下,准平原化过程中形成的,因此该体系中包含有河流的成分,往往由河流沉积和(湿地)沼泽(浅湖)沉积构成含煤旋回。沼泽是这一时期的主体环境,由于煤的形成要求一定的水深极少的粗碎屑注入,因此沼泽体系可与半深湖—深湖体系相类比,而煤层则具凝缩层的意义。该层序的上部边界为一区域角度不整合面。

另一冲积层序的实例是北票盆地的海房沟组由山麓堆积和冲积扇沉积构成的层序。层序的中部亦有煤层发育,顶底边界为不整合面。

### 3.3 沙漠层序

沙漠层序是指在风的介质的条件下以沙漠沉积为主体的一类层序。金岭寺—羊山盆地土城子组三段是典型的沙漠层序(图2)。整个的沉积主体是风成沙丘沉积,以具球度、圆度高的中、细砂岩为主,发育巨型楔状、板状和束状交错层理以及具有“沙漠漆皮”和“霜面”等表面构造。在层序中亦发育有因暴雨而形成的河流沉积,称之为旱谷沉积<sup>[12,13]</sup>。此类沉积主要为紫色砾岩夹有灰色长石岩屑砂岩和粉砂岩,并且对下伏具有明显的切割,其上部直接为泥岩覆盖。旱谷沉积反映出除刚降雨后有水流外,在大部分时间则处于干涸状态,因此沉积物具干旱和水成两方面特征。层序的底界为沉积间断面和侵蚀面,顶界为区域角不整合面。

该类型的沙漠层序亦广泛发育在北票地区<sup>[13]</sup>。

### 3.4 火山层序

火山层序是指由火山作用导致的火山物质(包括沉积物)在盆地内的充填所形成的层序,通常发育

在断陷盆地的早期阶段,由火山岩、火山碎屑岩、凝灰岩和沉积岩所构成,底部一般为沉积岩段。火山层序的岩石学特点及序列特征明显地受火山作用过程的控制。盆地发育的这一阶段称之为火山岩盆地。

义县—阜新火山岩盆地的义县组为典型的火山层序(图2)。层序可分为上、下两个火山亚旋回<sup>[14]</sup>(亚层序):下亚层序为基性至酸性岩系列,上亚层序为中性至酸性岩系列。其岩性以凝灰质砂岩、凝灰质页岩为主,为湖相沉积,发育鱼化石<sup>[15]</sup>。相应的发育在层序底部和上部的沉积层则以粗碎屑岩为特征。因此整个层序过程中伴随着火山作用发生盆地水位的变化。

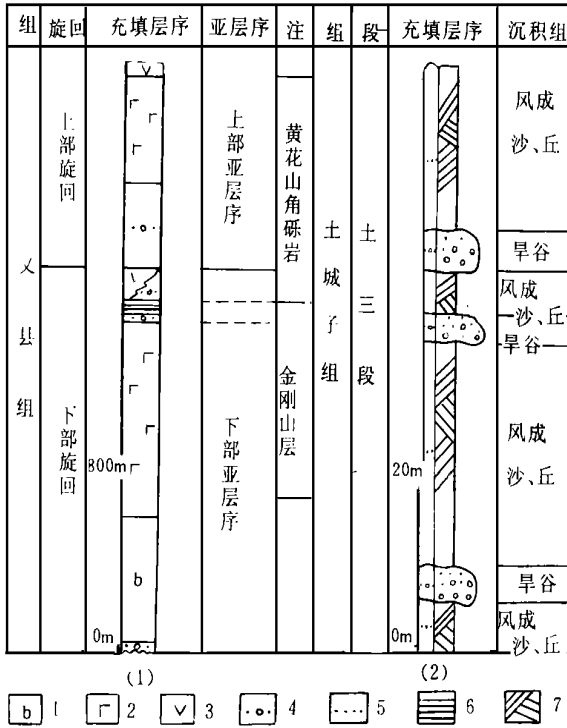
该火山层序的底界为区域角度不整合面而上界为平行不整合面或整合面。

## 4 有关层序控制因素的讨论

在陆相盆地中,有关层序的控制因素的讨论已得到广泛的开展,比较倾向性的意见是认为构造因素是主导的。在辽西地区中生代盆地的各类型层序的控制因素中,构造因素是第一位的,表现在层序界面多为构造界面,如区域角度不整合面、平行不整合面以及构造转换面等。但各类型层序的具体控制因素是有差异的。

对于湖盆层序来说,直接的控制因素是湖平面的升降或变化。湖平面的升降影响着沉积物的容纳空间和水动力条件,因此控制沉积物的组成和沉积体系的时空配置。但是湖平面的变化是构造作用所导致的构造沉降和沉积物供给速率综合作用的结果,同时受到气候因素,如大气降水的影响。阜新盆地的沙海组层序的发育过程显示出这一综合控制效应。沙海组早期盆地处于干旱气候条件,沙1段为干扇沉积物组合<sup>[16]</sup>,之后转为湖湿气候,直到阜新组末期结束。潮湿为湖盆蓄水提供了条件。随盆地的拉张裂隙,盆地构造沉降和沉积物的供给速率均较大,因此伴随着盆地扩张,湖平面总体上升,盆内充填了从湿地扇到浅湖、建设性扇三角洲、扇前湿地沼泽、破坏性扇三角和沼泽的沉积物组合。沉积物供给速率总体呈变小的趋势。进一步的湖平面上升,盆地充填了半深湖—深湖沉积。构造沉降也趋于稳定。随着构造应力场开始向压扭转换,沉积物供给速率大于沉降,盆地充填扇三角洲沉积,湖平面相对下降,并以构造应力场的转换界面的形成而结束该层序的发育。

在挤压背景下,湖盆层序也有相近的发育过程,差异是大量的粗碎屑充填发生在层序发育的后期。金岭寺—羊山盆地土城子组 1-2 段层序亦展示气候控制的特殊意义,浅湖、红层和韵律层的形成明显地受干旱气候的影响。



(1) 火山层序— 锦州—义县—阜新盆地义县组剖面 (据张少华等, 1985, 修改); Volcanic sequence  
(2) 沙漠层序— 辽西地区项家权子土城子组剖面 (据辽宁省区域地质志, 1988, 修改); Desert sequence

- 1. 基性火山岩 2. 中性火山岩 3. 酸性火山岩
- 4. 砂砾岩 5. 砂岩 6. 水平层理 7. 大型风成交错层理

图 2 陆相盆地充填层序类型 (二)

Fig. 2 Types of filling sequences in the continental basins (II)

对于冲积层来说,层序的直接控制因素是受构造影响的地形和侵蚀基准面。在近海和近大型湖泊地区侵蚀基准面受到海平面和湖平面变化的影响,与沉积物供给一起共同控制着冲积物的容纳空间<sup>[10]</sup>。在远离岸线的山间和山前地区,对于侵蚀基准面的了解尚有困难,但地形的影响是肯定的,其不仅控制河流的下切深度和向源侵蚀的速而且控制沉积物的供给。气候和植被也是值得考虑因素。阜新盆地阜新组层序是在构造控制下地形变化的产物,地形变化影响到沉积物供给和物源区的远近,也影响到河流类型和水流分布。层序演化的中期盆地出

现准平原过程,沼泽、湿地(浅湖)广布,这一时期可与相邻湖盆(如松辽南部开鲁盆地)阜新组层序的高水位期相对比。

沙漠层序是特殊环境下形成的,干旱气候条件是层序形成的主要控制因素。辽西地区中侏罗世晚期干旱气候的形成与当时不携水分的东北季风从北 30°吹向赤道有关,而沙漠的发育是逆冲断裂(如南天门断裂)活动所形成的良好内陆泄水区的结果<sup>[13]</sup>。

火山层序的形成明显是构造运动所导致的火山作用与沉积作用的共同结果。在层序的发展过程中,伴随着水体的变化,在火山活动的间歇期形成较为稳定的湖泊环境。这里构造因素是第一位的。拉张裂隙作用是辽西地区晚侏罗世火山层序形成的控制因素。

有关沙漠层序的火山层序的控制因素是值得进一步讨论的。

### 4 结 语

层序类型的划分源于 Vail 等人 I 型和 II 型层序的区分,类型的得出是根据层序界面的不同。近来又有人提出 III 型界面,如许效松<sup>[17]</sup>、Goldammer<sup>[18]</sup>。这一类型的划分是以海相地层为基础的,然而陆相地层远比海相地层复杂, I、II 或 III 型不能很好地解释陆相层序,尤其是沙漠层序和火山层序。笔者认为陆相盆地层序类型的划分有利于层序地层学理论推广与应用和提高陆相地层的研究精度。

本文以辽西地区的实例对陆相盆地的充填层序作了概略的划分,提出了肤浅的看法,文中对陆相层序的划分和层序控制因素的讨论仅作参考。

### 参 考 文 献

- [1] Mitchum R M, Vail P R and Thompson III S. Seismic stratigraphy and global changes of sea level part 2: the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis, in C E Payton, ed, Seismic stratigraphy—application to hydrocarbon exploration AAPG Memoir, 1977, 26 53~ 62.
- [2] Vail P R. Seismic Stratigraphy Interpretation Using Sequence Stratigraphy. Paty E. Seismic Sequence Stratigraphy Interpretation Procedure. In B rt, A W, ed, Atlas of Seismic Stratigraphy, V. E AAPG. Studies in Geology, 1987, 27 1~ 10.
- [3] 李思田, 李祯, 林畅松等. 含煤盆地层序地层分析的几个基本问题. 煤田地质与勘探, 1993, 21(4): 1~ 8.
- [4] 魏魁生, 徐怀大. 华北典型莫状断陷盆地层序地层学模式及其与油气赋存关系. 地球科学, 中国地质大学学报, 1993, 18(2):

- 139- 149.
- [5] Legarreta L, Uliana M A and Larotonda C A, et al. Approach to nonmarine sequence stratigraphy—theoretical models and examples from Argentine basins. Proceedings of Institut Francais du Petrole, April 12- 14, 1992, Scarborough, England. Publ IFP, Technip, 1993.
- [6] Xue L and Gallaway W E. Genetic sequence stratigraphic Framework, Depositional Style and Hydrocarbon Occurrence of the Upper Cretaceous QYN Formations in the Songlial Lacustrine basin, Northeastern China. AAPG, Bull, 1994, (77): 1792- 1908.
- [7] 王东坡, 刘立. 大陆裂谷盆地地层学的研究. 岩相古地理, 1994, 14(3): 1- 9.
- [8] Liu Zhaojun, Cheng Rihui and Yi haiyong. Continental basin seismic sequence stratigraphy of the Kailu basin(mesozoic, north east China), Internastional symposium on deep and regional Geophysics and Geology, 1994, 46- 47.
- [9] Shanley K W and McCabe P J. Perspectives on the sequence stratigraphy of Continental strata, AAPG Bull, 1994, 78(4): 544- 568.
- [10] Wright V P, Marriott S B. The sequence stratigraphy of fluvial depositional system: the role of floodplain sediments storage, Sedimentary Geology, 1993, 86 203- 210.
- [11] 程日辉. 辽西地区盆地演化—构造与层序. 长春地质学院学报, 1995(增 1), 46- 51.
- [12] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1988, 382- 384.
- [13] 张川波, 何元良. 辽宁北票附近中侏罗世晚期的沙漠沉积. 沉积学报, 1983, (1) 48- 58.
- [14] 张少华, 王国桢. 辽宁西部地区早白垩世义县火山旋回. 亚旋回的划分与对比. 辽宁地质, 1985, 1: 84- 91.
- [15] 王玉力, 郑少林, 张立君等. 辽宁西部中生代地层古生物. 北京: 地质出版社, 1989, 33- 63.
- [16] 李思田. 断陷盆地分析和煤聚集规律. 北京: 地质出版社, 1988, 171- 172.
- [17] 许效松. 层序地层学研究进展. 岩相古地理, 1994, 14(1): 34- 39.
- [18] 陈荣坤. 层序地层学研究的一些进展和发展方向. 国外地质科技, 1993, 2- 3.

## Types of Filling Sequences in the Continental Basins — Examples from Mesozoic Basins, Western Liaoning Province

*Cheng Rihui Liu Zhaojun and Wang Dongpo*

(Changchun University of Earth Sciences, Changchun 130026)

### Abstract

Some kinds of continental basins were formed during the Mesozoic in the western Liaoning Province, in which the varied strata occurred. On the basis of recognizing the sequences of different basins in different times and according to the sequence definition, the sequence types including lake basin sequence, alluvial sequence, desert sequence and volcanic sequence were given through the analysis of geological agents (such as water, wind and igneous process), sedimentary media and geological environments. The internal assemblages of different sequences are different and their controlling factors are not the same. Lake basin sequence is formed through and sedimentation, showing the changes of the sedimentary systems or system tracts in time and space with the lake level variation. A whole sequence may reflect the cycle of transgressive-regressive processes of the lake. Alluvial sequence develops through alluviation in a river basin. The storing water level does not control it directly, but it is influenced by groundwater level and controlled by topography and erosional basement level. Desert sequence is a kind of sequence composed of desert sediments under condition of wind medium. Volcanic sequence composed of volcanic, pyroclastic, tuff and sedimentary rocks is formed by the filling of volcanic substances(including sediments) in a basin during the time of volcanic activities. Of the controlling factors of the sequences in the Mesozoic basins, the western Liaoning Province, the tectonics was the most dominated. Most of the sequence boundaries were tectonic surfaces, such as regional angular unconformities, parallel unconformities and tectonic transform surfaces. However, the controlling factors among different types of the sequences were different with each other.

**Key Words** sequence type continental basin controlling factor