

# 右江盆地层序充填序列与古特提斯海再造<sup>\*</sup>

覃建雄 陈洪德 田景春

(青岛海洋地质研究所) (成都理工大学沉积研究所)

杨作升

(青岛海洋大学河口与海岸带研究所)

**摘要** 首次识别出5个级别的层序界面及相应的沉积层序,以不同级别的层序界面作为划分相应级别层序的重要标志,不同级别的层序反映不同地质事件和动力转化过程。将5个级别的沉积层序作为板间、板缘、板内构造过程的地层记录,反映了沉积盆地类型、性质及演化过程,并与沉积盆地之间存在不同级别的耦合效应。超级层序相当于沉积盆地域的地层记录;Ⅰ级层序对应于一个成因盆地的地层记录;Ⅱ级层序反映沉积盆地的构造阶段或构造沉积幕;准Ⅱ级层序揭示盆地构造期或沉积幕;Ⅲ级层序相当于盆地充填韵律;Ⅳ级、Ⅴ级层序分别相当于盆地充填体系域和冲填体系。研究表明,右江古特提斯海演化经历了陆内裂陷海、陆缘裂谷海、孤后裂谷海和残余海-前陆盆地4个发展阶段。

**关键词** 层序充填序列 古特提斯海 右江盆地

右江盆地作为特提斯构造域和滨太平洋构造域复合作用的产物<sup>[1]</sup>,具有特殊的沉积构造性质和复杂的演化过程。志留纪末,加里东运动使扬子地台和华南地槽拼接构成统一的华南板块。由于海西、印支等多期构造活动的破坏,原始盆地形态和地层格架保存不完整,通常难以恢复其充填演化史。本文在前期地层、沉积、盆地分析、层序地层研究成果<sup>[1~5]</sup>的基础上,以层序-盆地-板块理论为指导,从层序界面与盆山转换、层序级别与盆地充填格架、层序充填过程与盆地演化史等方面,对右江盆地层序充填序列及古特提斯海演化进行了较系统的研究。

## 1 层序界面与盆山转换

根据界面组构特征、延伸范围、侵蚀程度及间断期限,在右江盆地共识别出5个级别的层序界面(图1)。

**超级界面** 通常是划分全球构造旋回(超大陆旋回或超级层序)的重要标志,作为全球构造应力转换而造成的全球性不整合面,反映由不同成因盆地构成的沉积盆地域<sup>[6]</sup>之间或盆山之间构造属性和动力学性质的转变过程,表现为明显的全球性角度-平行不整合,影响范围广,侵蚀量大,通常超过100 m,间断时间长(100 Ma以上),界面之上发育区域性风化残积体系,其下为全球性古风化壳,界面上、下的层序组成、构型及成因格架明显不同。研究区泥盆系底界不整合于加里东褶皱带之上,形成明显的区域性角度不整合,正是该界面使加里东旋回和海西-印支旋回在盆地性质、构造属性、动力机制等方面存在质的差异,并作为华

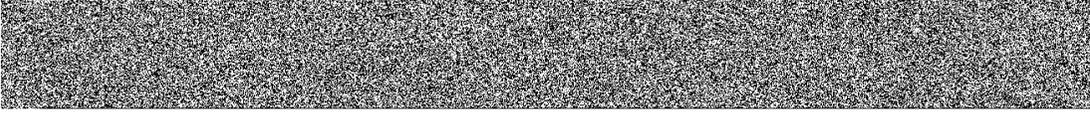


图 1 右江盆地层序及界面成因、级别划分和相对海平面变化

Fig. 1 Nature and hierarchy of sequence and boundary and relative sea level change

I<sub>a</sub> - II<sub>f</sub> 为牙形石带 ;A<sub>1</sub> - A<sub>7</sub> 为蜓带 ;B<sub>1</sub> - B<sub>6</sub> 为菊石-腕足组合 ;1 - 超级界面 2 - I 级界面 ;

万方数据

3 - II 级界面 4 - III 级界面 5 - IV 级界面

南陆缘区褶皱隆起与扬子陆块叠接碰撞事件的主要纪录;另外,中上三叠统界面可作为印支构造运动主幕产物,分割了分属海西-印支和燕山构造期的协调褶皱联合体<sup>[5][7]</sup>,揭示了早中三叠世弧后盆地和晚三叠世前陆盆地之间动力机制转换过程(图1)。

**I级界面** 全球或区域构造运动造成的层序不整合面是划分I级层序(或巨层序)的重要标志,亦是不同成因沉积盆地构造属性和应力场转换的记载,作为不同性质沉积盆地之间的转换面,典型标志包括区域性角度-平行不整合、侵蚀间断面、下伏层序不同程度剥蚀及古风化壳,间断时间10~100 Ma<sup>[8]</sup>。该区的典型实例是上、下二叠统之间的界面,其明显标志是整个华南地区甚至特提斯域上、下二叠统之间广泛分布的微角度-平行不整合及相关的区域性残积层,作为海西-印支旋回的界面,反映了泥盆-早二叠世裂谷盆地和晚二叠世-早三叠世弧后盆地之间构造应力的转换事件。其次是三叠系顶部界面,作为印支运动次幕产物,该界面以三叠系与上覆地层之间不整合面为特征,代表右江盆地消亡界面。

**II级界面** 以区域构造隆升作用为主造成的层序不整合面,此类界面作为沉积盆地基底上升和构造阶段机制转化的综合结果,其上可构建新的盆地,但盆地性质、沉积格局和层序展布无重大变化;其下盆地边缘或沉积高地(如孤台)表现为陆上侵蚀不整合面,存在明显的侵蚀现象,间断时限1~10 Ma,地震剖面上表现为削顶现象,在台盆背景由无沉积到连续沉积,地震剖面上出现上超至平行整合。通常在2个II级界面之间的成因地层单元中可发育次一级不整合或沉积间断,它是划分II级层序或构造层序<sup>[8]</sup>的重要标志。区内典型的II级界面是泥盆-石炭系、石炭-二叠系和二叠-三叠系界面,它们分别是柳江运动、黔桂运动和苏皖运动的产物,均以假整合面、沉积间断面或事件界面为主要识别标志,反映右江盆地演化过程中不同构造阶段之间的转换机制。

**III级界面** 间断时限通常为0.1~1 Ma,是划分准II级层序或III级层序的重要标志,主要由海平面下降为主控因素造成的层序界面,它代表盆地充填韵律或构造沉积幕之间的间断面或不连续面,反映盆地沉积演化的间歇或突然停止。在盆地边缘和孤台(或高地)呈明显的标志:喀斯特面、溶蚀面、暴露面、淡水成岩段、溶蚀孔洞缝带、白云岩化、溶蚀角砾岩、古土壤等,即复成缺失面<sup>[9]</sup>,在台盆则表现为水下间断不整合面<sup>[4]</sup>或相当的连续沉积面,即简单缺失面或隐蔽不连续面<sup>[9]</sup>。地震剖面上表现为上超或顶超,在盆地范围内,对比标志明显。右江盆地中典型的III级界面共19个(图1)。

**IV级界面** 由III-IV级周期海平面缓慢低幅下降及沉积物供应速率变化造成的不整合面,间断时间<0.1 Ma,地震剖面上不易识别,通常根据测井及岩相等资料确定,在露头上以软底、固底和硬底<sup>[9]</sup>为特征,岩相上表现为岩相转换面或层序结构转换面,具有盆地规模特点,在盆地内可进行对比,此类界面可用以划分III级层序或准层序组,代表盆地充填韵律间断面、不连续面或相当的整合面。右江盆地多数II型界面属此类界面。

## 2 层序级别与盆地充填序列

以不整合面为界的沉积层序作为不同幅度和波长地层旋回的记录<sup>[10]</sup>,具有不同的成因规模,其级别和数量取决于形成过程及时限长短,并与板块属性、盆地性质、盆地规模、构造阶段和全球构造演化等具有内在成因联系。右江盆地充填序列可划分为1个超级层序、4个I级层序、6个II级层序、19个准II级层序、44个III级层序以及若干个准层序(表1),不同

级别的地层层序具有不同的成因机制,不同地层层序代表盆地演化的不同时期,反映不同盆地性质、规模及充填过程,标志着地壳构造变形和板块-大洋之间的耦合过程,揭示了地球演化的节律性。

表 1 右江盆地层序级别划分及其与盆地的关系

Table 1 Sequence hierarchy subdivison and its relationship with sedimentary basin

级别	数量	岩石单元	时间单元	周期/Ma	可能动因	与盆地的关系	实 例
超级	1	巨层序组	巨旋回组	300~500	岩石圈构造运动与地幔对流耦合效应	全球构造(威尔逊或超大陆)旋回-沉积盆地域的地层记录	海西-印支旋回(D-T)
I级	4	巨层序	巨旋回	100~300	周期性地幔对流与岩石圈构造之间耦合引起的海洋膨胀与收缩	岩石圈拉张和挤压形成的沉积盆地的地层记录	陆内裂陷盆地(D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub> )、陆缘裂谷盆地(D <sub>2</sub> <sup>2</sup> -P <sub>1</sub> )、弧后盆地(P <sub>2</sub> -T <sub>1</sub> )和前陆盆地(T <sub>2</sub> -T <sub>3</sub> )
II级	6	超层序	超旋回	50~100	洋盆膨胀与收缩和洋脊扩张脉冲	沉积盆地构造阶段的地层记录或成因层序组合	盆地裂陷阶段(D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub> )、拉张阶段(D <sub>2</sub> -D <sub>3</sub> 、C <sub>1</sub> 、P <sub>2</sub> -T <sub>1</sub> )、充填阶段(C <sub>2</sub> 、P <sub>1</sub> )和挤压阶段(T <sub>2</sub> -T <sub>3</sub> )
准II级	19	中层序	中旋回	10~50	板块和洋脊之间的耦合	沉积盆地构造期或构造沉积幕的地层记录	盆地初始裂陷期(P <sub>1q</sub> )、拉张充填期(P <sub>1m</sub> )
III级	44	层序	旋回	1~10	板内应力、盆地构造运动与洋脊扩张、脉冲之间的耦合,长期轨道韵律	具成因联系的准层序组或层组、盆地充填韵律或沉积幕的地层记录	盆地沉积幕 S <sub>1</sub> ~S <sub>44</sub>
IV级	>120	准层序	准旋回	0.1~1	地球轨道韵律引起的全球气候变化、盆地因素之间的耦合	不同海平面时期盆地容纳空间变化的沉积响应-盆地充填体系域	体系域 TST、HST、LST
V级	>200	层组	微旋回	0.01~0.1	短周期地球轨道韵律变化	同一海平面时期盆地不同相区沉积响应-盆地充填体系	冲积体系、台盆体系等

超级层序 相当于巨层序组或巨旋回组<sup>[10]</sup>,是全球构造旋回、超大陆旋回或威尔逊旋回的地层记录<sup>[10]</sup>,代表泛大陆从初始拉张分裂→出现洋盆→洋壳俯冲消减→大陆块体拼合→形成新的超大陆的演化过程,可能的成因是岩石圈与核-幔旋回之间的耦合效应<sup>[10]</sup>。在天文旋回方面,相当于太阳轨道<sup>[10]</sup>或双倍银河年<sup>[11]</sup>,时限为 300~500 Ma。就空间而言,它代表不同沉积盆地的成因组合<sup>[11]</sup>或沉积盆地域<sup>[6]</sup>,如右江盆地即为一典型的超级层序(S<sub>I</sub>),作为海西-印支全球构造旋回的地层记录,由具成因联系的陆内裂陷盆地(D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub>)、被动陆缘裂谷盆地(D<sub>2</sub><sup>2</sup>-P<sub>1</sub>)、弧后盆地(P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>)和前陆盆地(T<sub>2</sub>-T<sub>3</sub>)构成,顶底均为超级或 I 级层序界面,揭示古特提斯洋、华南板块、印度板块之间的相互耦合过程(表 1)。

I 级层序 相当于巨层序或巨旋回,顶底均为超级或 I 级层序界面,相当于某一成因沉积盆地的地层记录。就成因地层而言,可定义为由于岩石圈拉张和挤压形成的沉积盆地的地层记录,是旋回性地幔对流、核结晶事件和岩石圈构造之间相互耦合的产物<sup>[10]</sup>,其时限为 100~300 Ma,大体与 Sloss 层序<sup>[12]</sup>相当,北美大陆上共识别出 6 个 Sloss 层序<sup>[12]</sup>,对应于太阳轨道天文旋回或克拉通热旋回<sup>[10]</sup>,它们是记录沉积物通量与长波长构造变化与海平面旋回之间相互作用的 6 个 I 级层序,相当于大西洋型、印度洋型和太平洋型海洋的膨胀或收缩期,或者是弧后和边缘盆地的张开和闭合期<sup>[10]</sup>。右江盆地包括 4 个 I 级层序,它们被超级或 I 级界面 T<sub>0</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>12</sub>、T<sub>16</sub>和 T<sub>20</sub>所分割(图 1)。其中,MS<sub>I</sub>由 D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub> 地层旋回构成,对应于右江陆内裂陷盆地;MS<sub>II</sub>对应于右江被动陆缘裂谷盆地,由 D<sub>2</sub><sup>2</sup>-P<sub>1</sub> 地层旋回构成,相当

于海西旋回的地层记录,MS<sub>III</sub>由P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>地层旋回构成,大致相当于印支旋回的地层记录;MS<sub>IV</sub>相当于右江前陆盆地,由T<sub>2-3</sub>地层构成。

**Ⅱ级层序** 即超层序或超旋回<sup>[9]</sup>,相当于成因地层学中的构造阶段的沉积记录<sup>[10]</sup>,是用以确定沉积盆地和构造阶段以及与之有成因联系的构造岩浆事件的几套层序组,可能是洋脊扩张脉动及洋盆膨胀及收缩期产物<sup>[10]</sup>,时限为50~100 Ma,相当于太阳轨道韵律或穿越银道面旋回<sup>[9]</sup>。作为沉积物通量与中等波长构造变化和海平面旋回之间相互作用的几套层序组的成因组合,它可用来确定构造阶段和沉积盆地<sup>[9]</sup>,其顶底界面通常是超级、Ⅰ级或Ⅱ级界面。在右江盆地可识别出6个Ⅱ级层序,即US<sub>I</sub>-US<sub>VI</sub>,它们分别被界面(T<sub>0</sub>、T<sub>6</sub>、T<sub>10</sub>、T<sub>12</sub>、T<sub>16</sub>和T<sub>20</sub>)分割(图1),分别相当于下泥盆统-中泥盆统下部、中泥盆统中上部-上泥盆统、石炭系、下二叠统、上二叠统-下三叠统和中-上三叠统,揭示了右江盆地演化进程中不同的构造阶段。

**准Ⅱ级层序** 相当于Cooper<sup>[13]</sup>的层序组或中层序或Galloway等的构造沉积幕<sup>[6]</sup>,是由相似岩石类型、相似结构、有成因联系的若干层序构成的等时地层单元<sup>[14]</sup>,具Ⅰ或Ⅱ级体系域属性,可进行区域或全球对比,顶底通常为Ⅰ、Ⅱ或Ⅲ级界面,代表沉积盆地演化时期特定环境、气候、构造和海平面条件下的产物,属于盆地充填韵律的成因组合<sup>[10]</sup>。右江盆地共识别出19个准Ⅱ级层序,其中泥盆系5个、石炭系4个、二叠系4个、三叠系6个(图1)。每一准Ⅱ级层序通常对应于岩石地层单位的“组”或由2个组以上构成,但其成因含义与“组”截然不同,根据准Ⅱ级层序内部构型及底界面的性质,可分为2种类型:Ⅰ型,即准Ⅱ级层序底为超级、Ⅰ级或Ⅱ级界面,之上是残积体系或与其相当的沉积,如层序组SS<sub>1</sub>、SS<sub>5</sub>、SS<sub>6</sub>等;Ⅱ型,即准Ⅱ级层序底为Ⅲ级或Ⅳ级界面,之上是海侵面及相关沉积,其间缺失残积体系或相当的过渡型沉积,如层序SS<sub>2-4</sub>、SS<sub>7-8</sub>等(图1)。

**Ⅲ级层序** 即层序或旋回或正层序<sup>[11]</sup>,由准层序组、准层序及层组构成,是记录沉积物通量与短波长构造变化和海平面波动之间相互作用而形成的,对应于盆地充填韵律<sup>[10]</sup>,时限为0.5~5 Ma、1~2 Ma或1~10 Ma不等,其动因可能是板内应力、盆地级别的构造运动和洋脊扩张脉冲的耦合效应<sup>[15]</sup>。层序作为沉积相、沉积体系或沉积体系域的成因组合,它记载着盆地充填韵律周期,反映沉积物通量、短波长构造运动和海平面升降变化,并揭示盆地演化过程中基本充填块体<sup>[16]</sup>的时空展布及变化。

右江盆地共划分出44个Ⅲ级层序,代表44次三级周期相对海平面变化产物(图1),或反映盆地构造运动、物源供给、气候旋回及海平面变化之间的消长-平衡过程。总体而言,具有如下异同点:①平均时限:泥盆系为2.35 Ma,石炭系为8 Ma,二叠系为2.73 Ma,三叠系为3.33 Ma;②Ⅰ型层序比例:泥盆系为47%,石炭系为30%,二叠系为36%,三叠系为33%;③层序相对厚度及沉积速率:T<sub>2</sub>>D<sub>1</sub>>T<sub>1</sub>>P>C。从以上特点可以看出:①右江盆地层序时限为2.35~8 Ma,平均约4 Ma;②在不同时期地层中,层序厚度、Ⅰ型层序比例与构造活动强度成正比;③相对海平面变化在不同时期其幅度及频率不同,其中T<sub>2</sub>、D<sub>1</sub>具中幅低频特点,D<sub>2</sub>、P具中幅中频特点,而D<sub>3</sub>-C则以低幅高频为主;④Ⅲ级层序的驱动机制主要是奥尔特或长米氏天文旋回驱动的周期性全球气候变化及相关的冰川型全球海平面变化或大洋体积的周期性波动。

**Ⅳ—Ⅴ级层序** 相当于准层序或副层序或亚层序<sup>[11]</sup>,对应于盆地充填体系域或充填体

系<sup>[16]</sup>(图1)。右江盆地该层序广泛发育,尤其是 $D_3$ 、 $C_2$ 和 $T_1$ 准层序数量分别为53~60个、65~72个和120~124个,时限为0.2~0.5 Ma不等,厚度数十厘米至数十米,其特点随盆地背景而异,包括4种类型<sup>[4]</sup>(LM型、TR型、PAC型和CC型),它们具有与三级层序相似的层序结构和边界特征,其动因是短周期地球轨道韵律所致<sup>[15]</sup>。①LM型准层序:即灰岩-泥灰岩旋回,又称LM对偶层,厚约数十厘米至数米,主要出现于浪基面似的台盆背景中,具有全球性,由气候变化和相对海平面变化而形成;②TR型准层序:即海侵-海退旋回,是以沉积物及生物化石在地层记录中所反映的海浸及海退作用所确定的旋回,一个TR旋回形成一个向上变浅的序列,可分为不同的级别,但不能与海平面升降旋回对等。确定该类旋回主要依据地层的区域分布及其沉积物容纳空间的变化速率;③PRC型层序:即间断加积旋回,系地球轨道效应产生的岁差旋回、偏心率旋回形成的高频海平面振荡控制下的自旋回产物,多由一种小级别(1~5 m)的向上变浅旋回序列组成,这种向上变浅旋回序列由一个特征面分开,该面以突然变为深水相为特征。作为碳酸盐孤台上岩石-时间地层单元,PRC准层序是最基本的层序分布单元;④CC型准层序:即旋回含旋回或复合旋回或复合海平面变化旋回,系由复合海平面变化造成的复合型准层序。其特点是存在一个由复合海平面变化所推动的层序营力的等级体系<sup>[4]</sup>,构成了由高频旋回为特征的有序垂向叠置状态,而该垂直叠置状态由三级海平面变化所控制。通常是孤台碳酸盐自旋回或它旋回产物。

### 3 层序充填过程与古特提斯海演化

在层序界面和层序成因、级别划分及其与盆地关系研究基础上,作出右江盆地层序充填过程与古特提斯海演化关系图(图2),从图中可看出,右江盆地是由不同性质及级别的等时界面所分割出的不同级别的成因地层单元所构成的复合建造块体<sup>[12]</sup>,其空间形态、内部结构及构造轮廓受盆地构造古地理、构造活动、沉积机理及海平面变化等的综合控制,层序充填过程大致经历了1个超级周期( $S_I$ )、4个一级周期( $MS$ )、6个二级周期( $US$ )、19个准二级周期( $SS$ )和44个三级周期( $S_{III}$ ) (图1)。其中,超级周期代表超大陆(全球构造)旋回或沉积盆地的发展过程;一级周期代表某一成因盆地的演化史;二级周期反映沉积盆地发展的构造阶段;准二级周期揭示沉积盆地的构造期或构造沉积幕;三级周期代表沉积盆地的充填韵律。现以二级周期为单位论述右江盆地层序充填过程及古特提斯海演化史(图2):

早泥盆世—中泥盆世艾菲尔期为第一个二级层序( $US_I$ )发育时期。由8~9个Ⅲ级层序构成( $S_1-S_9$ ),由残积相、碎屑岩、碳酸盐岩及其过渡成因相构成,其形态受前泥盆纪构造古地理严格控制,底部加里东盆山转换界面凹凸不平,向上逐渐平整,盆地中心薄而细,边缘增厚变粗,属填平补齐性质,具向上变深序列,呈阶梯状向北、向东超覆,基本上奠定了右江古特提斯海域轮廓和分布。Ⅱ级层序 $US_I$ 的发育主要受盆地构造活动和相关物源以及海平面变化的联合控制,代表加里东造山运动后华南陆内裂隙海沉积产物。

中泥盆世吉维特期—晚泥盆世是第二个Ⅱ级层序 $US_{II}$ 形成时期,该期右江古特提斯海域范围明显扩大,由8个Ⅲ级层序( $S_{10}-S_{17}$ )构成,总体向上变深,呈阶梯状快速向盆地四周超覆,由深水台盆相硅质岩系和孤台碳酸盐岩组相间构成,硅质岩系分布广,但厚度薄,碳酸盐岩厚,但空间分布小,两者具反向沉积序列,属右江古特提斯海最大海侵时期,揭示层序发育主要受同生断裂和基底构造沉降的控制,代表华南陆块南缘强烈拉张阶段沉积产物。

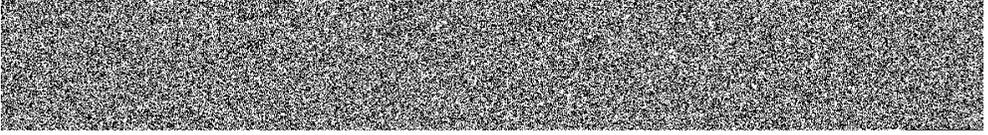


图 2 层序充填过程与古特提斯海演化

Fig. 2 Sequence filling process and paleo-Tethyan Sea evolution

1-砾岩 2-粗砂岩 3-砂岩 4-浊积岩 5-颗粒云岩 6-颗粒灰岩 7-灰岩 8-白云岩 9-泥灰岩 ;10-硅质岩 ;11-硅泥岩 ;  
 12- 序界面 ;13- I 型界面 ;14-孤台 ;15-台盆 ;16-低水位体系域 ;17-海侵体系域 ;18-高水位体系域

石炭纪对应于右江古特提斯海演化的第三个二级周期,形成 II 级层序  $S_{III}$ ,其底为柳江运动构造面,包括 10 个 III 级层序( $S_{18} - S_{27}$ ),具向上变浅变厚序列,下石炭统相当于二级 TST,上石炭统对应于二级 HST,总体由硅质岩、泥岩、扁豆状灰岩(台盆)和碳酸盐岩(孤台)构成,向上孤台不断增大、数量不断增多,台盆逐渐缩小、数量不断减少,即由早石炭世的台盆相间-盆包台格局到晚石炭世的台包盆格局。该期层序发育主要受盆地构造沉降和海平面变化的综合控制,代表在先期强烈拉张活动之后海盆早期充填产物。

早二叠世为第四个 II 级层序  $US_{IV}$  发育时期,底为黔桂运动构造面,底界不平,包括 6 个 III 级层序( $S_{28} - S_{33}$ ),其中栖霞组( $S_{28-30}$ )为二级 TST 沉积,茅口组( $S_{31-33}$ )为二级 HST 沉积,岩相空间组合表现为栖霞组灰岩岩组(孤台)包绕薄层硅质灰泥岩组(台盆)→茅口期灰云岩岩组(孤台)和台盆相硅灰岩组相间分布,向北逐渐变薄,总体具向上变浅序列,层序发育主要受碳酸盐自旋回和海平面变化的影响,代表右江陆缘裂谷海盆地演化晚期充填产物。

晚二叠世-早三叠世代表盆地第五个 II 级层序( $US_V$ )发育时期,底为东吴运动构造面,底界面凹凸不平,包括 8 个 III 级层序( $S_{34-41}$ ),顶界面相对平整,总体向盆地四周爬升、变薄尖灭,主要由火山碎屑浊积岩、硅质岩和泥岩岩组(深水台盆)包绕碳酸盐岩组(孤台)构成,具有向上孤台组分递减尖灭、火山碎屑组分明显减少、台盆组分剧增超覆趋势,表明 II 级层序  $US_V$  发育主要受同生断裂和海底火山作用的综合控制,代表右江弧后裂谷海盆地初始裂陷-强烈拉张产物。

中晚三叠世为第六个 II 级层序  $US_{VI}$  形成时期,其顶、底分别为印支运动主、次界面,即盆-盆、盆-山转换界面,由 6 个 III 级层序( $S_{42-47}$ )构成,二级 TST 由中三叠世早期泥岩、泥质灰岩和远源浊积岩为主构成,二级 HST 由中三叠世晚期-晚三叠世巨厚陆源碎屑浊积岩组成,盆地范围明显缩小,顶部变形削蚀,揭示该期层序发育主要受构造活动及相关物源的影响,代表右江古特提斯海演化晚期造山挤压、前陆挠曲产物。

综上,右江盆地层序充填过程包括陆内裂陷( $D_1 - D_2^1$ )陆缘裂谷( $D_2^2 - P_1$ )弧后裂谷( $P_1 - T_1$ )和前陆盆地( $T_2 - T_3$ ) 4 个充填阶段,揭示右江古特提斯海演化经历了加里东运动→陆内裂陷海-陆缘裂谷海→东吴运动→弧后裂谷海→印支运动→残余海-前陆盆地 4 个时期。

## 参 考 文 献

- 1 曾允孚,刘文均. 华南右江盆地沉积构造演化. 北京:地质出版社,1993,1~96.
- 2 陈洪德,曾允孚. 右江沉积盆地的性质及演化讨论. 岩相古地理,1990,11(1):28~37.
- 3 杜运生,龚一鸣,吴 误等. 黔桂地区泥盆纪层序地层和台内裂陷槽的形成演化. 沉积学报,1997,15(4):11~17.
- 4 许效松,刘宝珊,赵玉光. 上扬子台地西缘二叠-三叠系层序界面成因分析与盆山转换. 特提斯地质,1996,20:1~29.
- 5 Friedman S J & Burbank, D K. Rift basins and supradetachment basins: intracontinental extensional endmembers. Basin Research, 1995, 109~127.
- 6 Galloway W E. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: Architecture and genesis of flooding surface bounded depositional units. AAPG, 1989, 73(2):125~142.
- 7 Allen P A. Basin analysis: principles and applications. Blackwell Science, Oxford, 1990, 35~47.
- 8 Bosby C. Tectonics of sedimentary basins. Blackwell Science, Boston, 1995, 27~100.
- 9 Graery P A. Recognition, interpretation and classification of unconformities in carbonate sequences. Sedimentary Geology, 1995, 90(10):97~121.

- 10 Krapez B. Sequence-stratigraphic concepts applied to identification of basin-filling rhythms in Precambrian successions. *Australian Journal of Earth Science*, 1996, 43(5): 355~380.
- 11 王鸿桢, 史晓颖. 沉积层序及海平面旋回的分类级别. *现代地质*, 1998, 12(1): 1~15.
- 12 Miall A D. Principles of sedimentary basin analysis. Springer-verlag, New York, 1990, 387~400.
- 13 Cooper M R. Tectonic cycles in Southern Africa. *Earth Science Review* 28(4): 1990, 321~364.
- 14 Legraretta L. Jurassic - Cretaceous marine oscillations and geometry of back-basin fill, central Argentine Andes. *Sedimentation Sedimentology*, 1991, 13(3): 229~232.
- 15 Krapez B. Sequence-stratigraphic concepts applied to the identification of depositional basins and global tectonic cycles. *Australian Journal of Earth Science*, 1997, 44(1): 1~36.
- 16 Blatt T S et al. Principles of stratigraphic analysis. Blackwell Science, Boston, 1991, 135~147.

## Sequence Filling Succession and Paleo-Tethyan Sea Reconstruction of the Youjiang Basin Southern China

Qin Jianxiong

Chen Hongde Tian Jingchun

(Postdoctor Station of Oceanic Un. Qingdao) (Sedimentological Institute of Chengdu Un. Technology)

Yang Zuosheng

(Institute of Estuarine & Coastal Studies of Oceanic Un. Qingdao)

**Abstract** In the light of the sequence-basin-plate theory in conjunction with stratigraphy, sedimentology, basin analysis and sequence stratigraphy, the filling succession and paleo-Tethyan sea reconstruction in the Youjiang Basin has been tentatively studied based on following aspects: ① sequence boundary and basin-mountain transformation; ② sequence hierarchy and basin filling framework; and ③ sequence filling process and basin evolutionary history. Five hierarchies of sequence boundaries and related five ranks of sequences have been recognized initially. Different ranks of sequence boundaries, serving as important indicators for sequences, reflect various geological events and transformational processes, of which large-scale (larger than 2nd-scale) boundaries reflect transformations of processes and stress mechanisms, small-scale (3th to 5th) boundaries reveal transformational processes of basin accommodation and sedimentary mechanism driven by structural activities, sea level changes, climatic fluctuation, supply etc. Sequences of different scales, as the stratigraphic records of internal, marginal and intraplate tectonic processes, reflect the type, nature, characteristics, evolution and possess of a certain intrinsic coupling of different scales within sedimentary basins: the superscale sequence as stratigraphic records global tectonic (supercontinent or Wilson) cycles, corresponds to the sedimentary basin tracts consisting of basins of different geneses; 1st scale sequence is equivalent to the sedimentary basin of a certain geneses; 2nd scale sequence is consistent to the tectonic stage or depositional episode; 3rd scale sequence is commensurate with filling rhythms of basins; and 4th and 5th-scale sequences is respectively equal to filling system tracts and filling system of depobasins. Therefore, by means of filling framework of different-scale sequences, the basinal evolution process and plate nature and then the evolution history of the Earth can be revealed. The authors hold that the Youjiang Paleo-Tethyan Sea evolution includes intracontinental rifting sea, passive continent marginal rifting sea, retroarc rifting sea and foreland basin.

**Key words** sequence filling succession paleo-Tethyan sea Youjiang basin

万方数据