

文章编号 :1000-0550(2000)02-0205-05

右江盆地海相泥盆系—中三叠统层序 界面成因类型与盆地演化^①

侯中健 陈洪德 田景春 覃建雄 彭 军

(成都理工学院沉积地质研究所 成都 610059)

摘 要 在右江地区海相层序地层学研究的基础上,将层序界面区分为升降侵蚀层序不整合界面、海侵上超层序不整合界面、暴露层序不整合界面和造山侵蚀层序不整合界面四个成因类型,并且相同成因类型的层序界面,在盆内不同地域的具体表现形式不尽相同,它们与盆地的成生、发展有紧密的联系,这些界面类型依次反映了盆地的新生、演化和盆山转换过程。

关键词 层序地层 层序界面成因类型 海相层序 盆地演化 右江盆地

第一作者简介 侯中健 男 1966 年出生 讲师(博士生) 沉积学及构造地质学

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

沉积盆地的层序充填,记载着盆地成生、发展、演化的信息,层序界面是沉积盆地的充填特征之一^[1],对层序界面成因类型的讨论,可以获得盆地演化的历史。许效松、刘宝珺在扬子台地西缘对二叠系—三叠系层序界面成因分析与盆山转换的研究^[2,3],为这方面的研究提供了新的思路。右江地区是中国南方海相沉积—构造演化区的一部分,从泥盆纪至中三叠世沉积层序发育较为完整,地质事件丰富,构造—沉积动力转化特征明显,盆地演化序列完整^[4,5]。通过对该区层序地层学研究,于泥盆系至中三叠统划分了 6 个二级层序和 44 个三级层序(表 1)。对这些层序的成因进行分析,可以建立层序界面与沉积盆地演化的关系。

1 层序界面的成因类型

层序地层学研究中, P. R. Vail 关于层序界面的划分是以海平面的下降速率是否大于陆棚坡折带的盆地沉积速率为标志,将层序界面划分为 I 型和 II 型^[1]。层序不整合界面作为一个层序的顶面或底面,在一定的区域内具等时的性质,是等时界面,也是层序研究的核心,它不仅反映了海平面升降速度与构造沉降的耦合关系,而且还反映了这两者耦合作用之下形成的物质响应和两者之间的本质差别,以及形成这些差别的盆地性质及动力学机制。因此,随着层序地层学研究工作不断深入,在进行层序研究和层序不整合界面分析时,强调把构造活动的强度、性质和盆地演化与海平面变化相互作用作为整体考虑,并对层序界面进行

结构成因分析^[3]。在右江地区泥盆纪至中三叠世的层序地层综合研究基础上,将对层序界面的成因认识与盆地的成生及演化过程联系起来,可以识别出四种成因界面类型(表 1):升降侵蚀层序不整合界面、海侵上超层序不整合界面、暴露层序不整合界面和造山侵蚀层序不整合界面。

1.1 升降侵蚀层序不整合界面

升降侵蚀层序不整合界面,是由于构造隆升和海平面下降所形成的盆地层序不整合界面,它是反映盆地新生和盆—盆转换的时间界面。盆地的新生是指由于板块扩张运动或板块运移机制转变导致下伏盆地消亡而形成新的沉积盆地。而盆—盆转化则是指在沉积盆地的演化过程中,由于区域构造应力场转变,使沉积盆地的性质发生变化。升降侵蚀层序不整合界面与 Vail 的 I 型层序界面相当。

1.2 海侵上超层序不整合界面

海侵上超层序不整合界面是以海侵面构筑的层序不整合界面,形成海侵上超不整合界面的时期是盆地演化处于海平面的主体上升时期,其形成代表了盆地的构造沉降与海平面上升同步。构造旋回性往往对盆地的形成和演化阶段产生一定的影响,对海平面变化、层序的形成可以产生叠加效应,所以海侵上超层序不整合界面的发育通常出现于升降侵蚀不整合界面形成之后的盆地演化阶段。海侵上超层序不整合形成于两种盆地的构造背景条件下^[3]:一是已充填组建了碎屑岩大陆架、构筑了碎屑岩垫板的裂谷盆地,二是处于热

^① 成都理工学院“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室资助项目的部分研究成果

沉降阶段的盆地。可见较大区域上的海侵上超不整合界面,在不同沉积背景下其成因界面的表现形式不完全一致。

1.3 暴露层序不整合界面

暴露层序不整合界面是盆地构造活动处于稳定时期,海平面的升降发生转折而形成的暴露层序界面。它主要形成于长周期海平面的主体下降旋回中,与海平面主体上升旋回相反,即短周期海平面下降的速率超过盆地的沉降速率,使原沉积物裸露于地表或处于大气渗滤带,并在早期成岩阶段沉积物界面与大气水发生混合,表现为海平面下降的记录。由于沉降间断

的时间、海平面升降周期与幅度等的综合影响,暴露层序不整合界面上的沉积物性质有所差异,暴露界面可以是 Vail 层序界面的 I 型或 II 型界面。

1.4 造山侵蚀层序不整合界面

造山侵蚀层序不整合界面是在区域构造应力场发生根本转变、盆地演化消亡,发生盆—山转换或盆地性质发生改变时形成的盆地充填层序的界面。当造山升降作用远大于海平面的升降作用时,盆地抬升、地层变形并发生升降侵蚀,造成与上覆沉积物间的角度不整合接触。

表 1 右江盆地泥盆系—中三叠统层序界面成因性质与盆地演化

Table 1 Genesis of sequence boundary and basin evolution in Youjiang basin during the Devonian to the middle Triassic

地质时代			层序划分		成因界面类型	演化阶段	右江盆地		与 Vail 层序界面关系
纪	世	期	二级	三级			浅水台地	深水盆地	
T	T ₂	拉丁期	U _{S6}	S ₆	(D)	前陆盆地	(造山侵蚀)	(岩相转换)	(SB ₁)
		安尼期		S ₅	C		—岩相转换—	—岩相转换—	—SB ₁ —
				S ₄	C		—岩相转换—	—下超—	—SB ₁ —
	T ₁	奥伦尼期	U _{S5}	S ₃	D	弧后裂谷盆地	—造山侵蚀—	—下超—	—SB ₁ —
				S ₂	C		—暴露—	—水下间断—	—SB ₁ —
		印度期		S ₁	C		—暴露—	—水下间断—	—SB ₁ —
P	P ₂	长兴期	U _{S5}	S ₁₁	C	被动陆缘裂谷盆地	—暴露—	—水下间断—	—SB ₂ —
				S ₁₀	C		—暴露—	—水下间断—	—SB ₁ —
		吴家坪期		S ₉	B		—海侵上超—	—岩相转换—	—SB ₂ —
				S ₈	B		—海侵上超—	—岩相转换—	—SB ₂ —
				S ₇	C		—暴露—	—下超—	—SB ₂ —
	P ₁	茅口期	U _{S4}	S ₆	A	被动陆缘裂谷盆地	—升降侵蚀—	—下超—	—SB ₁ —
				S ₅	C		—暴露—	—水下间断—	—SB ₁ —
		栖霞期		S ₄	B		—海侵上超—	—下超—	—SB ₂ —
				S ₃	B		—海侵上超—	—下超—	—SB ₂ —
				S ₂	B		—海侵上超—	—下超—	—SB ₂ —
C	C ₂	马平期	U _{S3}	S ₁	C	被动陆缘裂谷盆地	—海侵上超—	—下超—	—SB ₂ —
				S ₁₀	C		—暴露—	—岩相转换—	—SB ₁ —
				S ₉	C		—暴露—	—岩相转换—	—SB ₁ —
				S ₈	C		—暴露—	—岩相转换—	—SB ₁ —
				S ₇	C		—暴露—	—岩相转换—	—SB ₂ —
	C ₁	达拉期	U _{S3}	S ₆	C	被动陆缘裂谷盆地	—暴露—	—岩相转换—	—SB ₂ —
		滑石板期		S ₆	C		—暴露—	—下超—	—SB ₁ —
		大塘期		S ₅	C		—暴露—	—岩相转换—	—SB ₁ —
				S ₄	C		—暴露—	—岩相转换—	—SB ₂ —
				S ₃	C		—暴露—	—岩相转换—	—SB ₁ —
岩关期	S ₂	C	—暴露—	—岩相转换—	—SB ₁ —				
	S ₁	(A)	—暴露—	—岩相转换—	—SB ₂ —				
						(升降侵蚀)	(水下间断)	(SB ₁)	

续表 1

地质时代			层序划分		成因界面类型	演化阶段	右江盆地		与 Vail 层序界面关系
纪	世	期	二级	三级			浅水台地	深水盆地	
D	D ₃	法门期	U _{S2}	S ₁₇	C	被动陆缘裂谷盆地	岩相转换		SB ₁
				S ₁₆	B		海侵上超	岩相转换	SB ₂
		弗拉斯期		S ₁₅	B		海侵上超	岩相转换面	SB ₂
				S ₁₄	B		海侵上超	或水下沉积间断	SB ₂
				S ₁₃	C		暴露	或水下沉积间断	SB ₁
				S ₁₂	C		暴露	水下沉积间断	SB ₁
	D ₂	吉维特期	S ₁₁	C	暴露	沉积间断	SB ₁		
			S ₁₀	C	暴露	沉积间断	SB ₁		
			S ₉	B	岩相转换	沉积间断	SB ₂		
	D ₁	爱菲尔期	U _{S1}	S ₈	C	陆内裂陷盆地	暴露		SB ₁
				S ₇	C		暴露	下超	SB ₁
		爱姆斯期		S ₆	B		上超或暴露	下超	SB ₁
				S ₅	B		上超或暴露	岩相转换	SB ₂
				S ₄	C		暴露	岩相转换	SB ₁
		布拉格期		S ₃	C		暴露	岩相转换	SB ₂
				S ₂	C		暴露	水下间断	SB ₂
				S ₁	A/D		(升降侵蚀)	(升降侵蚀)	(SB ₁)

注: A. 升降侵蚀层序不整合界面; B. 海侵上超层序不整合界面;
C. 暴露层序不整合界面; D. 造山侵蚀层序不整合界面。

2 右江盆地的演化

右江盆地位于扬子克拉通南缘,具有特殊的地质构造特点,其基底具陆壳—过渡壳性质。加里东期,其西部为古扬子陆块的西南缘,而东部属扬子东南大陆边缘的南段。海西—印支阶段,它的构造沉积面貌复杂,广西运动使扬子陆块和华夏陆块拼接形成统一的华南板块,仅钦防地区保留为北东向延伸的残留海槽。海西期华南板块主要以伸展活动为特征,随着古特提斯洋的开启,华南板块的南、西、北缘逐渐形成了被动陆缘,在整个海西构造旋回中,上扬子地区及周缘处于张性构造应力场背景。海西期末,由于太平洋构造域和古特提斯构造域的复合作用影响,川滇黔桂地区经历了从拉张到挤压的应力场转变过程。根据盆地的沉积特征、层序和火山活动特点,特别是考虑到盆地南缘和东缘的构造特点及其对盆地的影响,右江地区海西—印支期沉积盆地,应是在古特提斯构造域和西太平洋构造域的复合作用下形成的。依据沉积盆地的形成和演化过程、基底性质、同生断裂活动、盆地距离板块边缘的位置、沉积作用、层序充填特征和形成盆地的动力作用因素,可将右江地区泥盆纪至中三叠世沉积盆地的构造演化区分为 4 个阶段、6 个时期(图 1)。相应

发育 6 个二级层序和 44 个三级层序(表 1)。这 4 个阶段是:

(1) 海西早期的陆内裂陷盆地阶段(D₁—D₂¹),盆地以碎屑岩系充填为主

(2) 海西中晚期的被动陆缘裂谷盆地阶段(D₂¹—P₁)期间先后经历了拉张(D₂¹—C₁)和充填(C₂—P₁)时期,相应地形成了下部欠补偿性硅质岩系和上部补偿性钙质岩系;

(3) 印支期的弧后裂谷盆地阶段(P₂—T₁),层序充填为欠补偿性火山碎屑浊积岩系;

(4) 进入前陆盆地阶段后(T₂),以碎屑岩系充填为主。

它们反映了右江地区不同阶段裂谷盆地的构造性质及其层序充填特征。

3 层序界面成因类型与盆地演化关系

通过对右江盆地及邻区详细的研究工作,在本区主要识别出 3 个升降侵蚀层序不整合界面、2 个造山侵蚀层序不整合界面、12 个海侵上超层序不整合界面和 28 个暴露层序不整合界面(表 1 所示)。

3.1 升降侵蚀层序不整合界面

① 泥盆系第 1 层序底界面,代表了泥盆纪初右江

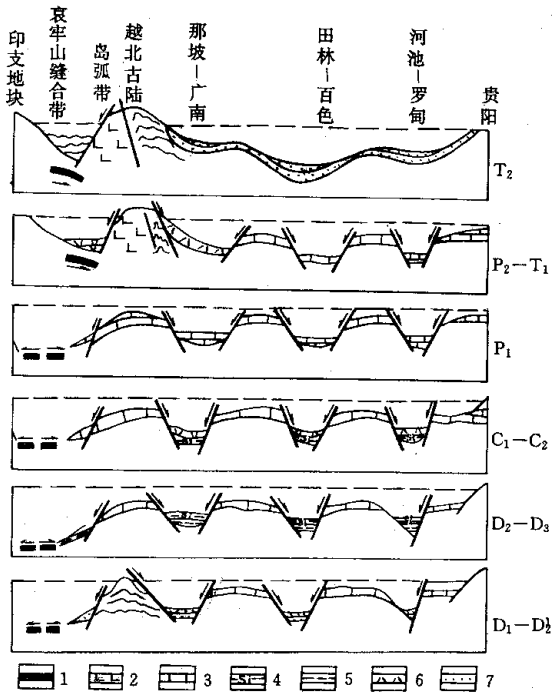


图 1 右江盆地沉积构造演化阶段系列剖面示意图

- 1. 洋壳 2. 火山岩 3. 碳酸盐岩 4. 硅质岩；
- 5. 泥质岩 6. 火山碎屑岩 7. 碎屑岩

Fig. 1 Cross sections showing the

evolution and filling history of Youjiang Basin

盆地的形成,该层序界面是在广西运动基础上发育的。志留纪末的广西运动是华南地区的一次大规模造山运动,它标志着早古生代沉积盆地格局转变和演化结束,以及晚古生代新的沉积—构造格架演化的开始,界面上下为角度~平行不整合接触,界面上于板内断陷盆中发育一套冲积相沉积和滨岸碎屑岩沉积。②位于石炭系与泥盆系之间的石炭系第一层序的底界面也是升降侵蚀不整合界面,它既是上覆地层底部的层序界面记录,同时代表了柳江运动形成的构造面,反映了盆地演化过程中应力的转化。③在研究区内除上述两个升降侵蚀不整合界面外,还有上下二叠统间的二叠系第 7 层序底界面,它反映了早二叠世末右江盆地性质的转化,是盆—盆转换的时间界面。早—晚二叠世之间的东吴运动使区内沉积盆地演化发生大的转折,古特提斯洋由拉张转为向北俯冲挤压构造背景,加之西太平洋构造域向西的挤压、俯冲效应,导致右江盆地由被动陆缘裂谷盆地向弧后裂谷盆地转化。

3.2 造山侵蚀层序不整合界面

① 中下三叠统之间的三叠系第 4 层序底界面。早三叠世末,古特提斯洋向北俯冲关闭,扬子板块与印支板块发生碰撞,右江地区南部沿富宁—凭祥一带中

三叠世早期发生大量中、酸性岩浆侵入和喷发(可同上扬子区大面积分布的与火山产物有关的绿豆岩沉积事件对应),右江盆地性质发生改变,由弧后盆地演变为前陆盆地,界面上发育巨厚的陆源碎屑浊积层序充填。②中三叠统顶界面,即第 6 层序顶界面。中三叠世末,即三叠系第 6 层序沉积结束期,上扬子区发生构造隆升,导致四川和贵州大部分地区暴露侵蚀,结束海相盆地演化历史,同时右江盆地范围缩小,直到晚三叠世卡尼期末,右江盆地内部才发生造山隆升作用,结束海相盆地演化历史。

3.3 海侵上超层序不整合界面

右江地区裂谷盆地的形成演化与同沉积断裂作用密切相关,持续不断地拉张拗陷作用下的台地区和克拉通盆地的碳酸盐缓坡或混合陆棚,多在海平面上升期形成海侵上超层序不整合。不整合界面之上为向上变细变深的沉积体组合,常为陆架泥上超或海侵碳酸盐上超,这种成因界面通常与 Vail 层序界面的 II 型界面相当。右江地区可以区分出 12 个海侵上超不整合界面,它们在孤立台地上表现为海侵上超界面,有时则为岩性岩相转换面(如泥盆系第 9 层序界面),而在台盆地内相应地表现为岩性岩相转换面或水下沉积间断面。当有海底火山活动时,火山碎屑浊积岩发育,并在盆地边缘形成下超界面。可见,在盆地内较大区域上的海侵上超不整合界面,在不同沉积背景下其成因界面表现形式不完全一致。

3.4 暴露层序不整合界面

对右江盆地的层序地层研究表明,在浅水台地区内这种类型的成因界面特征是发生暴露溶蚀和弱冲刷充填,在台地或台缘往往为暴露带、古土壤层以及淡水溶蚀及白云岩化等;而在深水盆地中与暴露不整合层序界面相应的界面可以是岩相结构转换面、下超面或水下沉积作用间断面。

4 讨论与结论

根据右江盆地的历史演化,上述 4 种类型的界面,在时序上代表了从盆地新生,经大陆边缘盆地、前陆盆地至盆地消亡的演变过程。因此,层序界面的成因分析对认识沉积盆地的性质和分析盆—盆、盆—山转换机制无疑具有重要意义。在研究中我们认识到:

(1)在区域构造演化的同一阶段,不同性质盆地中,层序界面成因特征表现不同。如早泥盆世早期第 1 层序底界面,它既是加里东运动末期的造山侵蚀不整合面,代表加里东运动末期华南大陆边缘盆地演化的结束,同时又是右江盆地新生的底界面,它以全区暴露为标志,上下地层间以角度不整合或平行不整合接

触。但通过区域对比发现,同是泥盆纪早期第一层序的底界面,在右江盆地东界钦防残余海槽中则表现为水下沉积间断或岩性转换面。又如在中、晚泥盆世层序发育过程中,右江盆地中的孤立台地上发育海侵上超不整合界面和暴露不整合界面,而在台盆中则多表现为下超、水下沉积间断或连续沉积作用或岩性岩相转换面。

(2)海侵上超层序不整合界面多与二级海平面上升期或构造拉张期有关,而暴露不整合层序界面则主要形成于强的构造抬升期或二级海平面下降期或海平面上升早期。在受同生断裂控制强烈的右江地区,层序界面可以划归到一类成因层序界面中,与相应的盆地阶段对应,但盆地内台盆和孤台小背景下的层面特征差异是客观存在的,尽管如此,通过横向对比看到,对成因界面类型的厘定仍具实际意义。

(3)盆地演化末期或盆—山转换时期,在大区域内,造山抬升在不同地区发生的时间先后不一,从浅水台地到深水盆地或从盆缘到盆地中心,造山隆升时间先

后差异,导致从早到晚连续的时间内,不同地域不同阶段存在造山侵蚀层序不整合界面。

(4)二级相对海平面变化造成的二级层序底界面与 P. R. Vail 层序界面的 I 型界面相当,其成因类型为升降侵蚀不整合界面和造山侵蚀不整合界面,与盆地新生、盆—盆和盆—山转换期一致。

参 考 文 献

- 1 陈洪德,钱奕中,刘文均等.层序地层学原理及工作方法[M].成都:四川科技出版社,1994
- 2 许效松,刘宝珺,赵玉光.上扬子台地西缘二叠系—三叠系层序界面成因分析与盆山转化[C].特提斯地质(20).北京:地质出版社,1996
- 3 许效松,刘宝珺,赵玉光等.上扬子西缘二叠纪—三叠纪层序地层与盆山转化耦合[M].北京:地质出版社,1997
- 4 曾允孚,刘文均等.华南右江盆地沉积构造演化[M].地质出版社,1993
- 5 王成善,陈洪德,寿建峰等.中国南方海相二叠系层序地层与油气勘探[M].成都:四川科技出版社,1998

Genesis of Sequence Boundary and Basin Evolution in Youjiang Basin during the Devonian to the Middle Triassic

HOU Zhong-jian CHEN Hong-de TIAN Jing-chun
QIN Jian-xiong PENG Jun

(Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

Abstract

Based on the research of marine facies sequence stratigraphy in Youjiang basin area, 44 sequences can be distinguished which can be divided into 6 ultrasequences and they respond well to the evolution of the Youjiang basin as well as to basin-mountain transformation during the Devonian to the early Triassic. The surface of sequence boundary is a negative sedimentary record which depends on the physical property of the sediments below and above the boundaries and/or on the different sedimentary structure. Every sequence surface of boundary represents each sedimentation and tectonic movements in the sedimentary basin because the tectonic movement can enhance or weaken the marks for sequence boundaries. According to the sequence stratigraphy and basin evolution in Youjiang basin, 4 genetic sequence boundaries can be reconstructed during the Devonian to the early Triassic, which suggest different basin evolution stage. They are uplift erosional sequence unconformity, transgressive onlap sequence unconformity, the exposed sequence unconformity and the orogenic erosional sequence unconformity.

Uplift erosional sequence unconformity is caused by tectonic uplifting or by sea-level falling. This unconformity represents isochronous surface of boundary which show the new basin genesis or basin-basin transformation. Transgressive onlap sequence unconformity is a transgressive surface which show synchronism between tectonic subsidence of basin and sea-level rising. The exposed sequence unconformity take place in the steady tectonism stage. The orogenic erosional unconformity means that the sequence boundaries may be highlighted by tectonism in the course of the transformation of the basin systems into the orogenic processes.

Key words genetic types of sequence boundary basin evolution marine facies sequence Youjiang basin