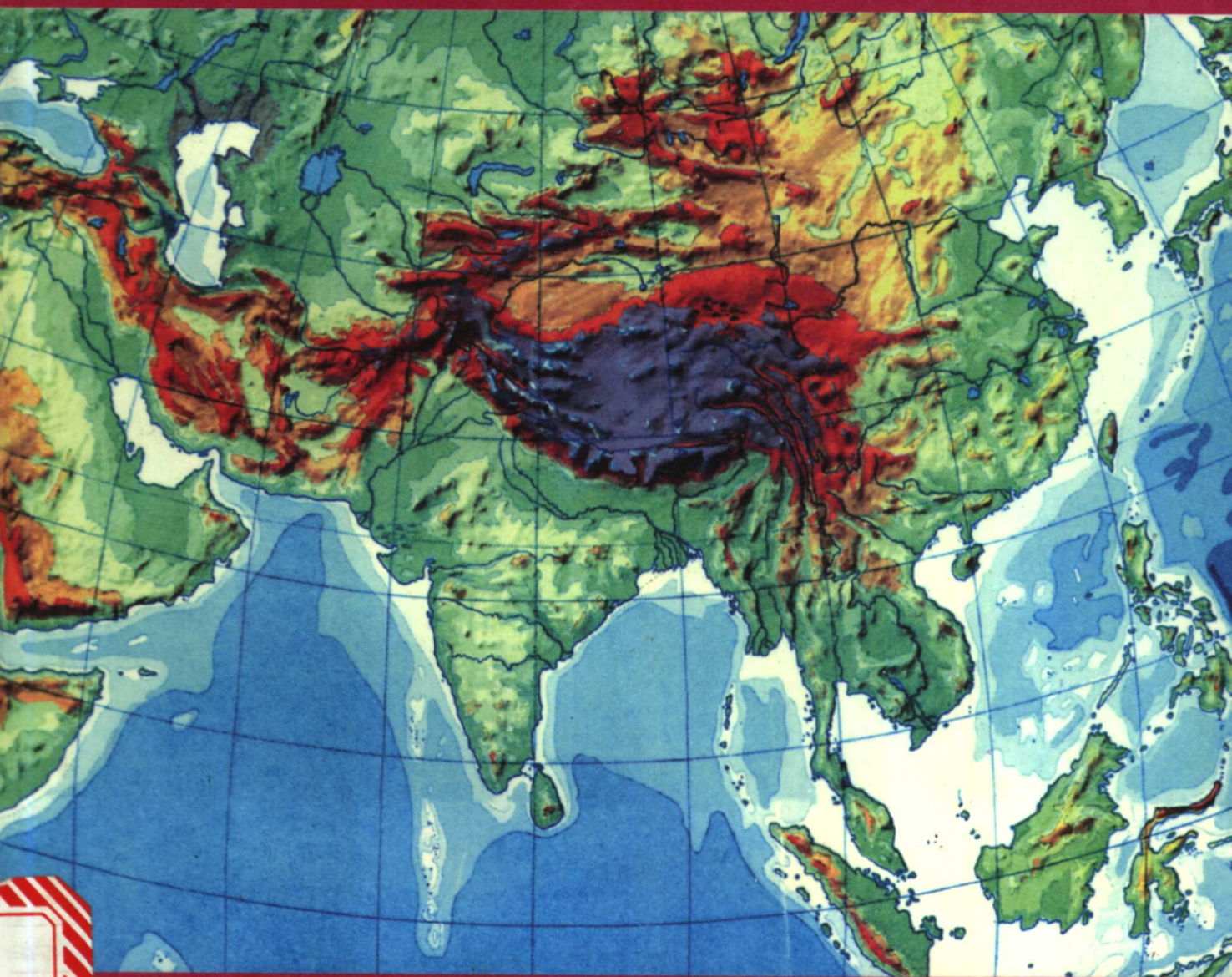




特提斯地质



地质出版社

第 20 号

特 提 斯 地 质

第 20 号

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

特提斯形成与演化的研究,其内涵极为丰富。而特提斯的洋陆转换和造山后的盆山转换以及地体岩系的构造变形特征,是当今地质学家们研究和恢复古特提斯面貌的重要方面。本期刊载的有关地区的层序界面成因分析和盆山转换,藏南拆离系,哀牢山变质岩系构造变形特征和演变等文章,便是地质学家们有关特提斯研究的最新成果。

该书对从事特提斯和相关学科研究的专家学者及科研教学人员具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

特提斯地质 第20号 / 地质矿产部成都地质矿产研究所, 中国地质科学院特提斯地质研究中心编. -北京: 地质出版社, 1996. 5

ISBN 7-116-02070-5

I. 特… I. ①地…②中… II. 古地中海-地质-研究 N. P531

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第00480号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑: 王培生

*

中国地质科学院562印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.375 字数: 240000

1996年5月北京第一版·1996年5月北京第一次印刷

印数: 1—800册 国内定价: 15.60元

ISBN 7-116-02070-5

P·1555

目 录

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换	许效松 刘宝珺 赵玉光 (1)
藏南拆离系	陈智梁 刘宇平 (31)
云南哀牢山中深变质岩系构造变形特征及演变	王义昭 丁 俊 (52)
新疆阿舍勒—冲乎尔地区泥盆纪火山沉积盆地大地构造背景及其演化	牟传龙 刘宝珺 朱晓镇 邢雪芬 (70)
东昆仑造山带早古生代沉积环境和盆地演化	徐 强 (85)
藏东花岗岩类的时空分布、成因类型及构造环境	王 增 申屠保涌 姚 鹏 (102)
新疆阿舍勒—冲乎尔地区泥盆纪火山岩系的研究及其大地构造环境的探讨	邢雪芬 (115)
全球早泥盆世皱纹珊瑚古地理	何原相 (129)
西藏白垩纪特提斯海的固着蛤类 (RUDISTS)	苟宗海 (150)

CONTENTS

Sequence Boundary Genesis and Basin-Mountain Transformation on the Western Margin of the Upper Yangtze Platform during the Permian to Triassic	<i>Xu Xiaosong, Liu Baojun and Zhao Yuguang</i> (23)
The South Tibetan Detachment System	<i>Chen Zhiliang and Liu Yuping</i> (50)
Structural Deformation and Evolution of the Medium- to High-Grade Metamorphic Rock Series in the Ailao Mountains, Yunnan	<i>Wang Yizhao and Ding Jun</i> (64)
Tectonic Settings and Evolution of the Devonian Volcanic Sedimentary Basin in the Ashele-Chonghur Region, Xinjiang	<i>Mu Chuanlong, Liu Baojun, Zhu Xiaozhen and Xing Xuefen</i> (83)
Early Palaeozoic Sedimentary Environments and Basin Evolution in East Kunlun Orogenic Belt, Qinghai	<i>Xu Qiang</i> (100)
Spatio-Temporal Distribution, Genetic Types and Tectonic Settings of the Granitoids in Eastern Xizang (Tibet)	<i>Wang Zeng, Shentu Baoyong and Yao Peng</i> (112)
Devonian Volcanic Series and Their Tectonic Settings in the Ashele-Chonghur Region, Xinjiang	<i>Xing Xuefen</i> (128)
Palaeogeography of the Early Devonian Rugose Corals in the World	<i>He Yuanxiang</i> (148)
Rudists from the Cretaceous Tethys in Xizang (Tibet)	<i>Gou Zonghai</i> (158)

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换^①

许效松 刘宝珺 赵玉光

(地矿部成都地质矿产研究所)

二叠纪—三叠纪上扬子台地西缘经历了被动大陆边缘早期裂谷阶段—热沉降—前陆盆地的转换过程。与构造转换相对应,该区发生了五次二级海平面升降周期,形成了 5 个超层序和 19 个三级层序。裂谷期海平面上升形成了海侵型碳酸盐台地;热沉降期形成了海退型和具前斜坡的碳酸盐台地;甘孜-理塘小洋盆的闭合导致前陆挠曲向克拉通迁移形成碳酸盐缓坡。盆底变形触发了相对海平面上升。

一、层序与上扬子西缘构造古地理演化

1. 基底性质与早古生代上扬子构造古地理边界

上扬子陆块是中元古代小官河运动(1700Ma, 潘杏南等, 1986)固结的结晶基底, 构造了稳定的川中陆核和克拉通盆地。于 1700—800Ma 之间两次大陆边缘增生(郭令智等, 1980)围绕川中陆核形成陆壳化的克拉通边缘盆地。镶嵌的边界既是构造古地理、沉积相古地理边界, 也是盆地性质转换的边界, 其构造活动控制了上扬子陆块两次海平面升降一级周期和相应的碳酸盐台地的发展, 以及上扬子西缘和东南边缘台地前斜坡的展布和相配置。

扬子东南边缘, 早古生代裂谷阶段, 原始华南残留洋盆(水涛, 1987)扩张导致海平面快速上升和洋流上涌, 造成海岸上超和黑色页岩海侵超覆(刘宝珺、许效松等, 1993), 扩大的海域和边缘褶皱基底的夷平剥蚀, 使克拉通盆地组建了下部为裂谷型碎屑岩超层序, 上部为进积式海退碳酸盐超层序。

上扬子陆块西缘是个延伸较宽广的破裂大陆边缘(图 1), 在古生代时至少应包括羌塘-昌都地块、中咱地块和松潘地块, 以及其间的金沙江-哀牢山裂谷、甘孜-理塘裂谷和锦屏山-龙门山裂陷槽(刘增乾、李兴振等, 1993; 潘桂棠、陈智梁等提供)。

2. 晚古生代至三叠纪上扬子西缘构造和海平面变化的双向效应

晚古生代至三叠纪时, 上扬子陆块构造古地理格架和海域的变迁随着古特提斯洋的打开而进入一个崭新的阶段。

① “八五”国家基础科研项目“中国古大陆及其边缘层序地层及海平面变化”三级课题

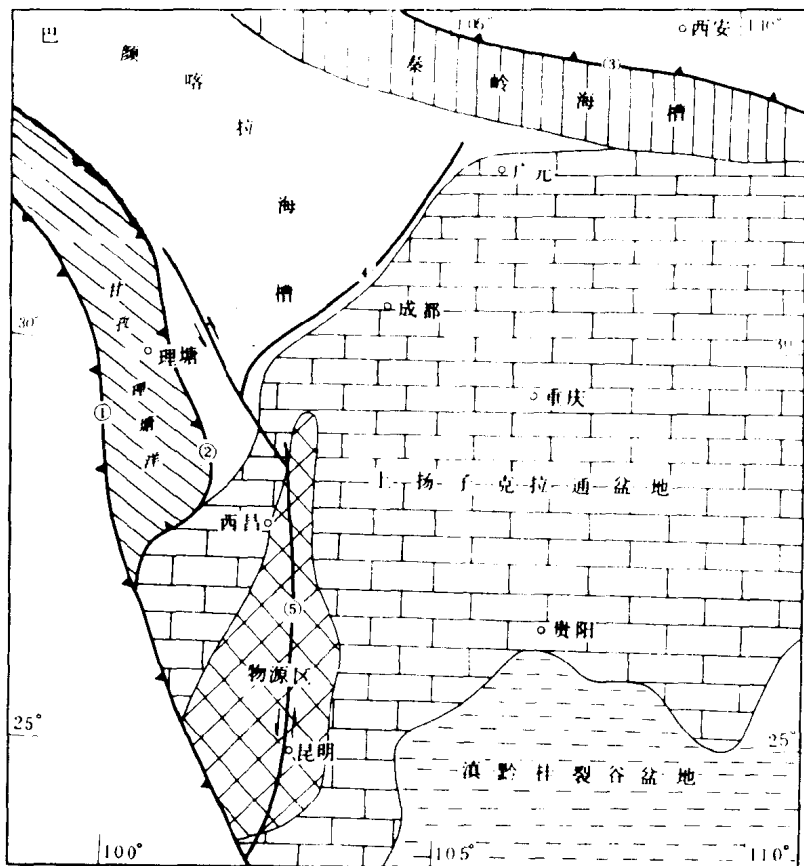


图1 二叠纪—三叠纪上扬子陆块构造古地理

①—金沙江缝合带；②—甘孜-理塘缝合带；③—商城-丹凤缝合带；④—龙门山断裂带；⑤—康滇大陆裂谷

Fig. 1 Tectonic and palaeogeographic map of the Upper Yangtze block during Permo-Triassic time

①—Jinshajiang suture zone; ②—Garze-Litang suture zone; ③—Shangcheng-Danfeng suture zone;

④—Longmenshan fault; ⑤—Kang-Dian continental rift.

加里东构造旋回,使扬子与华夏陆块间俯冲造山,形成南华造山带(潘杏南,1989)和大量隆升成陆并转为剥蚀夷平的历史阶段,华南海水退出。因此,晚古生代的华南盆地为新生的沉积盆地。新生盆地的上扬子部分,其东南缘海水通过残存的钦防离散盆地向西南与长山盆地(越北)相连,并沟通了古特提斯海。远距离的海道以及宽缓的大陆架,使古特提斯海域的扩展对上扬子东南边缘层序和海平面变化与上扬子西缘相比显然具有滞后效应。

上扬子西缘是古特提斯裂谷的主控边缘,且以张性盆地为主,而甘孜-理塘裂谷和康滇大陆裂谷是古特提斯裂谷的重要分支(四川地质志,1991)。

甘孜-理塘裂谷是二叠纪至三叠纪时期发育在上扬子西缘拉张背景下的小洋盆,海底扩张导致海平面上升,对上扬子西缘的海侵具有超前效应,并控制上扬子西缘沉积体的展布和海岸上超。

晚古生代古特提斯裂谷活动和海底扩张对上扬子西缘和东南边缘的双向效应,在扬子

克拉通上表现为阶梯式的海平面上升,形成退积型的碳酸盐缓坡和大台地。

二、二叠系—三叠系层序不整合界面的成因 与盆地性质的转换关系

1. 层序界面分析的综合标志

上扬子台地西缘二叠纪—三叠纪是一套浅海碎屑岩和碳酸盐沉积物,总厚度除火山事件堆积物外,正常沉积物的厚度不超过2000m,具有多个沉积作用转换面与层序界面,由前栖霞期至晚三叠世瑞替期早期可划分19个三级层序(图2)。

经典的层序界线是以海平面下降开始为起点和以海平面下降为终点,包括一次海平面升降周期内相关连的沉积组合体(P. R. Vail, 1974)。

引起海平面变化的因素主要有三个方面:一是全球板块构造活动,大洋中脊的扩张,洋盆基底上穹,表现为全球性的海平面上升,也是海平面上升一级周期,与此同时地幔对流和洋中脊扩张并伴随相对板块的挤压引起同时性的全球海平面下降;二是海水体积的增减,来源于冰消作用和冰川作用,可以引起全球海平面升降或地区性海平面升降二级、三级周期;三是盆底形态或构造空间形态变化,引起地区性海平面升降二级、三级周期。因此对一个地区而言,无论是全球性海平面变化还是地区性海平面变化,都反映在对盆地基准点的视上升和视下降,它的直观性只能通过沉积物的性质、沉积体的配置和叠覆关系表现出来。

盆地中的沉积物是盆地系统和物源区、相邻块体盆地构造活动与海平面变化相互均衡的结果,沉积体的特殊界面、三维空间的接触和叠置,更多的则是记录着盆地的构造属性和构造性质的转换过程。因此,作为层序的界面,不仅有海平面升降时沉积动力学和海水运动学的记录,更多的则是铸造了盆山系统的构造活动。所以对层序界面不仅要追踪海平面变化的记录,还要作构造因素的分析,除此还有物源性质和古气候变化等参数。

界面是负记录,其特征是通过界面上下不同物性的沉积物,或相同物性的不同沉积构造或变形才能识别界面的存在,是沉积作用和构造活动的综合标志。构造活动强烈的地区,或构造活动发生转变时期,铸记在沉积物之间界面上的印痕就叠加在海平面下降时所造成的冲刷或侵蚀界面上,所以层序界面的标志,因构造作用而加强,相反层序的特征受到减弱。因此,对层序界面和沉积体结构形态进行综合成因分析,才能得出较符合地质实际的盆地演化与海平面相关性的认识。

图2所示二叠系至三叠系由下而上共19个层序。层序不整合界面按主控成因性质分为五类:升降侵蚀不整合、海侵上超不整合、水下间断不整合、陆上暴露不整合和造山侵蚀不整合。

界面性质的序列转换,则可揭示上扬子陆块盆地性质转化的过程,并可由地震反射界面证实(图3)。

升降侵蚀不整合以构造隆升作用为主,导致海平面下降造成下部沉积物暴露,形成层序不整合界面。构造活动加强的标志是层序界面之上的低水位体系域,以陆源硅质碎屑岩为主,与层序界面之下的进积高水位体系域的沉积体迥然不同。因此这个界面不同于因海

地层时代 (Ma)		岩石地层	层序地层			界面成因分析	地槽界面	超层序
			间断	层序	界面属性			
210	209.5	瑞替期		19				
	209.5	须家河组						
		诺利期		18	LST / SB ₁	造山侵蚀	T ₁	5
220	223.0	小塘子组						
		卡尼期		17	LST / SB ₁	造山侵蚀	T ₁	4
230		马鞍塘组						
	235.0			16	LST / SB ₁	造山侵蚀		
		拉丁期		15	LST / SB ₁	造山侵蚀	T ₂	
240	241.1	雷口坡组			MST / SB ₂	陆上暴露	T ₂	
		奥伦期		14				
		嘉陵江组		13	LST / SB ₁	陆上暴露		3
				12	TST / SB ₂	海侵上超	T ₂	
250	251.1	飞仙关组		11	LST / SB ₁	陆上暴露		
		长兴期		10	LST / SB ₁	陆上暴露	T ₂	
		大隆组 / 长兴组		9	TST / SB ₂	水下间断		2
				8	TST / SB ₂	水下间断		
	259.0	龙潭组		7	TST / SB ₂	水下间断		
260				6	LST / SB ₁	升降侵蚀	T ₂	
		茅口期		5	TST / SB ₂	水下间断		
		茅口组		4	TST / SB ₂	水下间断		
270	270.0			3	LST / SB ₂	陆上暴露		1
		栖霞期		2	TST / SB ₂	水下间断		
280	283.0	梁山段			TST / SB ₂	海侵上超		
				1		海侵上超	T ₂	
		前栖霞期						
290	290.0				MST / SB ₂	升降侵蚀		
	PreP							

图 2 上扬子台地西缘二叠系—三叠系层序界面成因

Fig. 2 Sequence boundary genesis on the western margin of the Upper Yangtze platform

平面下降速率大于盆地沉降速率所形成的类型 1 不整合，而是盆地基底上升和造陆运动的结果，代表构造变革，层序界面之上构建的新盆地，或者是海平面上升速率不能追赶盆地基底抬升速率，盆地性质发生转换。

下二叠统栖霞组底部的梁山段和前栖霞期的部分地层与前二叠系基底地层之间的层序不整合为升降侵蚀不整合，形成底界穿时的第 1 层序，代表南华造山（刘宝珺、许效松、潘

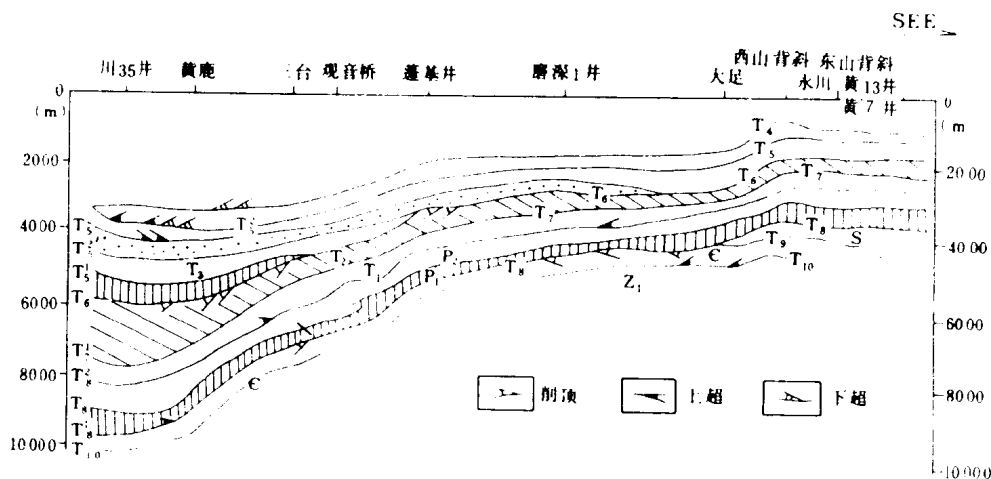


图 3 四川盆地西部地震解释剖面图

(据田端孝、何锂, 1993)

Fig. 3 Seismic reflection profiles in the western part of the Sichuan Basin

(after Tian Duanxiao and He Li, 1993)

杏南等, 1993) 作用的过程使川中克拉通浅海盆地转为前陆隆起, 由川中克拉通向边缘缺失晚奥陶世和志留纪的沉积, 成为升降区。晚古生代上扬子陆块转入古特提斯构造活动域, 泥盆纪和石炭纪的海侵仅超覆在上扬子克拉通边缘, 而前陆隆起的中心处于剥蚀夷平和喀斯特化的过程。界面的成因以区域构造为主的动力因素所产生的效应大于海平面下降造成的暴露侵蚀, 其间至少有数十百万年以上的地质间断, 岩石地层的接触关系呈低角度相交或平行不整合。

早二叠世前栖霞期以 *Pamirina*, *Pseudoschwagerina* 混合带为代表的碳酸盐海侵域的范围仍局限于上扬子边缘, 在四川彭县和黔南与石炭纪浅海碳酸盐的沉积物呈整一接触(图 4)。海侵上超边界在扬子西缘与石炭纪时期的金沙江裂谷以及东南边缘远离小洋的滞后效应有关。

栖霞组梁山段沉积物以沼泽相为主, 是隆起或夷平后的充填物堆积在早古生代喀斯特化的基座上, 并成为早二叠世碳酸盐发育的基座或垫板(R. N. Ginsburg, 1994)。以露头上观察, 常把这套充填物作为川中隆起的代表, 但地震界面特征和深钻资料反映这一时期川中地区仍处于剥蚀阶段(据田端孝、何锂提供, 1994), 如磨深 1 井为栖霞组灰岩与下奥陶统接触。所以上扬子区梁山段的海泛边界, 东南边缘在四川的合川, 这个界面是个穿时界面, 构造活动时限至少有 100Ma 以上的间隔, 为华南一级构造界面, 其地层标志为新盆地的形成。

第 1 层序的顶界基于梁山段的陆相充填作用, 既可作为新层序的起点, 也可作为终点, 在上扬子西缘也可能是一个复合体。但在克拉通上无划分的标志, 因而把前栖霞阶与梁山段的沉积物作为一个层序, 其底界为类型 I 不整合。

上二叠统与下二叠统的层序界面(第 7 层序, 图 2)是另一个升降侵蚀不整合界面, 也是二叠纪时上扬子区重大地质事件的结果, 为区域构造上穹干扰和抵消了全球海平面上升,

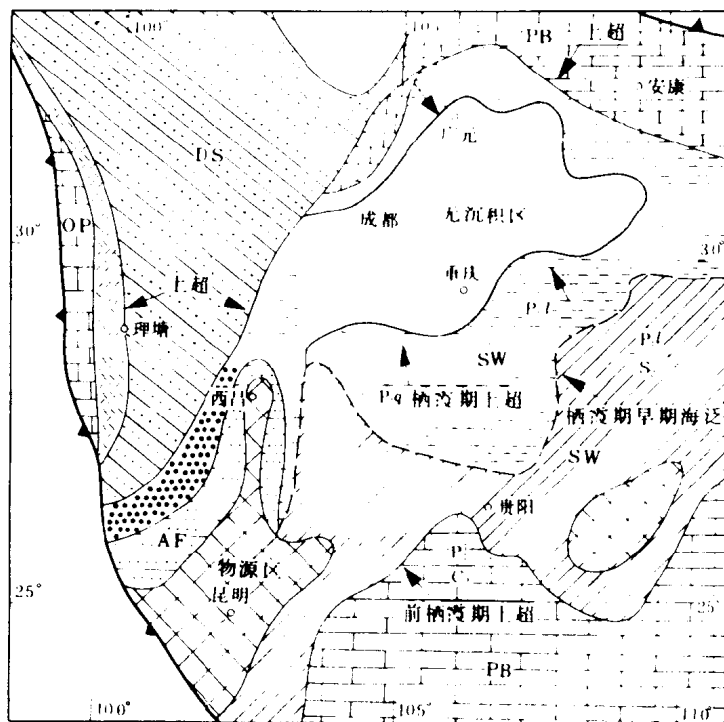


图4 上扬子陆块早二叠世栖霞期构造古地理和海岸上超推进

(栖霞期上超线据田端孝、何锂提供)

AF—冲积平原; SW—沼泽; PB—台间灰泥盆地; DS—深海硅灰泥盆地; OP—碳酸盐台地

(实线为整合, 虚线为假整合)

Fig. 4 Tectono-palaeogeography and coastal onlaps in the Upper Yangtze block during the Qixian stage

(Early Permian)

AF—alluvial fan; SW—swamp; PB—interplatform lime-mud basin; DS—deep-sea siliceous lime-mud basin; OP—open carbonate platform

造成上扬子二级超层序的性质发生重大的转换,层序界面的特征铸造了构造活动的印痕,改变了沉积作用的方式。

升降侵蚀起因于唐滇陆内裂谷的成穹作用,使原上扬子已形成碳酸盐台地的基底上隆,除与深海槽相连的台地边缘外,造成茅口期灰岩大面积暴露和侵蚀(图5),并形成碳酸盐喀斯特地貌及风化古土壤和沼泽化。因此茅口组灰岩为残存地层,其顶面均可找到厚数十厘米的含灰岩砾块的粘土层、含砾砂岩及碳质页岩透镜体,与上覆地层——玄武岩、龙潭组碎屑岩或吴家坪组碳酸盐均呈波状截切界(图6),在岩石地层之间为假整合。

第7层不整合界面的性质因介于早晚二叠世之间火山热事件的插入,在盆地不同部位特征各异。

作为热事件堆积的大陆喷发玄武岩分布面积约330000km²,呈中心式爆发,最大厚度达5386m(宾川,四川地质志,1991),向外递减呈面状楔形体插入正常沉积物之间(图7),对于沉积盆地而言它是外源物,中断了沉积作用,相当于一个二级或三级周期。巨大的溢

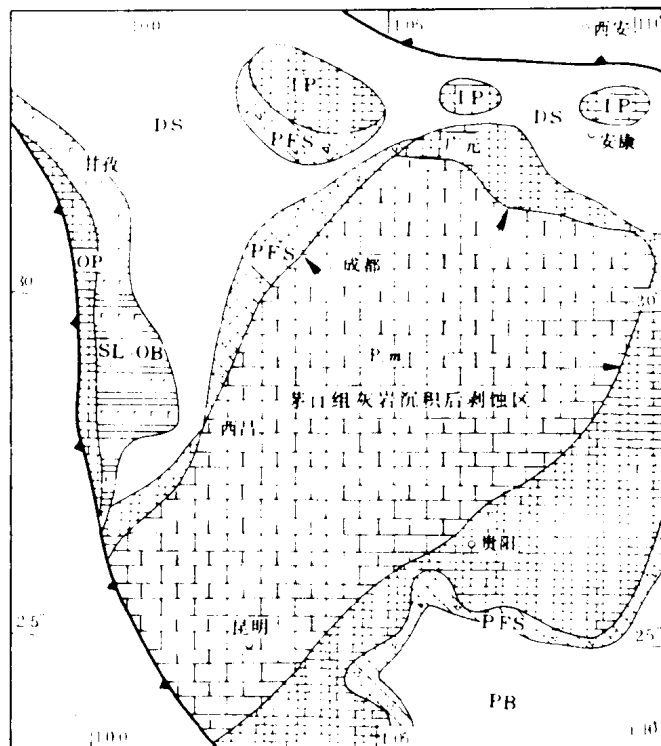


图 5 上扬子台地早二叠世末构造隆升和海平面下降相关性

PFS—台地前斜坡；IP—孤立台地；OP—开阔台地；PB—台间盆地；DS—深海盆地；
SL-OB—陆坡-洋盆（硅泥-玄武岩）

Fig. 5 Correlation of tectonic uplift and sea-level falls on the Upper Yangtze platform

PFS—platform foreslope; IP—isolated platform; OP—open platform; PB—interplatform basin;

DS—deep-sea basin; SL-OB—slope-oceanic basin (siliceous mudstone-basalt)

流楔形体嵌入从整体体系来看，可作为低水位体系域，界面为类型Ⅰ不整合，上扬子台地西缘发育的枕状玄武岩与砾屑灰岩的混生所组成的重力流楔也可佐证。

玄武岩楔形体与上下沉积物之间的接触也不尽相似，其底界与茅口组灰岩的暴露面之间无明显的河流侵蚀物，层序界面为类型Ⅱ不整合。但玄武岩的顶面与龙潭组或宣威组之间表现为类型Ⅰ不整合，具有明显的河流冲刷以及玄武岩堆积后受侵蚀的特征。宣威组的底部有含玄武岩砾块的凝灰质砂砾岩，有的砾块呈火山弹的形态，可能是火山喷发诱导的火山泥石流与地表无主河道的漫流相混的沉积物。

上二叠统吴家坪组碳酸盐沉积域（无玄武岩插入体），其底部的王坡组为含砾砂岩、页岩夹煤，其下与茅口组灰岩的顶面呈波状起伏，接触界线清晰。王坡组页岩是茅口组顶面上的沼泽成煤环境，但不排除龙潭组碎屑岩煤系异地物搬运堆积的可能性，但层序界面可视为类型Ⅱ不整合。

可见，早晚二叠世之间的层序不整合的性质，在上扬子台地上因构造活动的差异，而层序界面特征各异。构造成穹区因升降作用，构造空间上升速率大于海平面上升速率而构造了陆上的巨大堆积体和冲刷物，形成类型Ⅰ不整合界面；成穹作用弱的地区，形成陆上

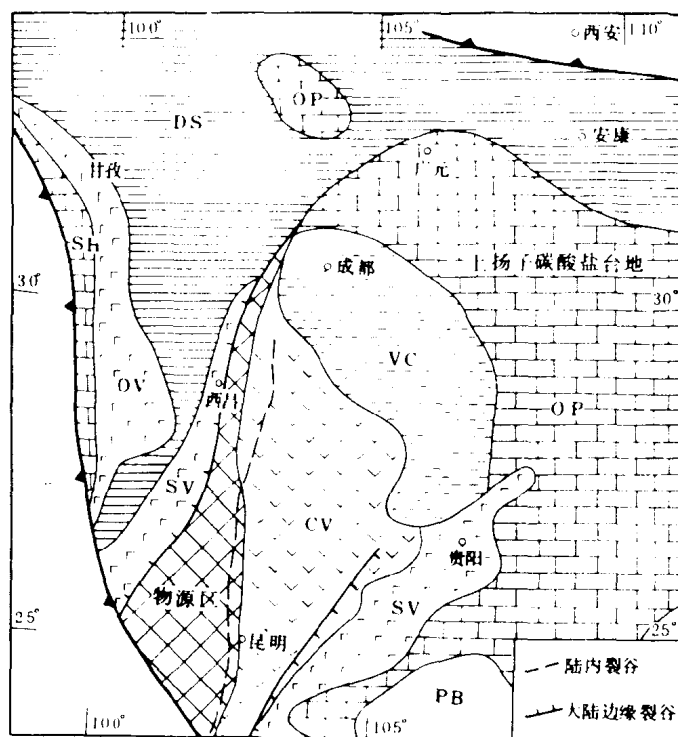


图7 上扬子陆块早二叠世末构造古地理与火山热事件

OP—开阔台地; PB—台间盆地; SH—浅海碳酸盐-碎屑岩; DS—深海盆地; VC—火山碎屑岩;
CV—大陆玄武岩; SV—海底玄武岩; OV—洋壳玄武岩

Fig. 7 Tectono-palaeogeography and volcanic event in the Upper Yangtze block during the latest Early Permian

OP—open platform; PB—interplatform basin; SH—shallow-sea carbonate rock-clastic rock; DS—deep-sea basin;
VC—volcanic clastic rock; CV—continental basalt; SV—submarine basalt; OV—oceanic basalt

伸展过程;后者是处于上扬子台地形成后的热沉降阶段,海平面由主体上升转为主体的下降的转折期,因而高频旋回和准层序极为发育。

第2层序海侵上超不整合界面是晚古生代上扬子克拉通上的重要界面,下二叠统栖霞组碳酸盐具有厚度均一、岩性岩相稳定、覆盖面积广的特点,在中国古大陆演化的地质历史时期是最大的碳酸盐陆表海,形成了晚古生代海侵型碳酸盐大台地。

由图2和图4可见,早二叠世前栖霞期和栖霞早期(梁山段)的海侵和海泛呈爬升式向夷平的上扬子克拉通侵漫。前已述及的第1层序升降侵蚀不整合在上扬子边缘由于生物演化的连续性,为隐蔽的层序不整合界面,而克拉通上仍为剥蚀区。以 *Misellina Claudia* 生物组合带的栖霞组生物屑灰岩,代表海侵体系域超覆在上扬子克拉通上,与不同时代地层所组成的喀斯特基底呈假整合接触,作为栖霞期推进最远的上超点。

地震剖面(图3)反映的 T_1^2 界面,西部的上超点位于成都附近的黄鹿,上超在削截的寒武系顶面上;东部在大足附近,分别上超在下古生代不同地层的界面上。所以栖霞期的海岸上超在地震剖面上也具有双向海侵的特点。

图 4 所示的栖霞期双向上超线是综合川中地区三条地震剖面的资料编绘(据田端孝,何锂提供)的,也说明围绕川中古隆起呈大致平行的北东向的海侵上超。这个界面具有双重性的地质意义:层序不整合界面之下为受长期剥蚀的沉积体,它是升降侵蚀不整合;对界面之上的海侵体系域而言,它又是海侵上超不整合,而海侵面和层序不整合面合二而一,或者称之为复合界面,是海平面上升速率快的表现。由此可说明界线 and 界面是正负地质记录的综合反映,确定其属性只能根据界面上下三维空间沉积体的差异才能显示其界面和界线的存在。

第 13 层序海侵上超不整合,以嘉陵江组底部碳酸盐作为海侵体系域,呈海侵侵蚀面超覆在陆源碎屑岩之上,为一套向上变深的沉积物。沉积盆地的动力机制为热沉降过程中海平面的短周期上升,因此持续上升时间短,即转为海平面下降,其上形成暴露不整合。

3. 水下间断不整合及沉积物标志

水下间断是与陆上环境层序不整合相当的水下部分的整合接触关系。由图 2 可以看出,水下间断界面主要出现在二叠系沉积物中,由下向上发育有 6 个层序:栖霞组内部(第 3 层序),茅口组中上部(第 5、6 层序),吴家坪组内部(第 8 层序)、长兴组与吴家坪组之间(第 9 层序)和大隆组与长兴组岩石地层单元之间(第 10 层序)。这些水下间断面处于二叠纪海平面主体上升过程中形成,因而短周期海平面下降的沉积特征不明显,发育在南秦岭海槽和川西海槽环绕上扬子台地边缘的深水域内,受全球海平面变化的制约,金沙江、甘孜-理塘洋盆打开使上扬子西缘受到大陆海泛旋回的影响。上扬子东南边缘更接近石炭纪时冈瓦纳大陆冰消作用,引起早二叠世盆地中海水体积增大形成具全球效应的主海侵相旋回。在双向海平面上升的背景下,上扬子克拉通上除栖霞组与茅口组灰岩间有暴露和早晚二叠世间发生隆升作用外,在台地上也有水下间断或海侵上超。

水下间断的识别标志为成岩间断,沉积物表面有早期成岩作用形成的硬底,其上有蓝灰色粘土,代表深水陆架泥随着海平面上升而推移在成岩间断面上。如广元上寺所见茅口组内第 6 层序的水下成岩间断面,发育在茅口组下部风暴作用后向上变浅的滩相顶部。其它第 8 和第 10 层序也有相似的特征标志。

上扬子台地边缘的第 9 层序,即吴家坪组与长兴组地层界面附近的岩石、岩相学特征,具有识别水下域中层序界面的标性特点,可找出海退面、层序不整合界面和海侵面。界面附近的三分性,是判断水下环境中层序不整合界面的重要依据(D. Nummedal, 1993)。

该区的吴家坪组为中厚层生物屑灰岩,在向上变浅的序列中(鲕灰石)可找到与海平面下降有关的两个转换面,以及与海平面相对上升的海侵面,具有明显的三分性界线组合(图 8)。

海平面下降的标志层:①以生物潜穴活动所代表的生物挠动层,为黑色灰泥呈不规则条管状垂直生物屑灰岩分布,两者虽有颜色变化却无硬质管壁的占孔痕迹,说明生物活动是在水下的软沉积物未固结的状态,代表海退侵蚀面;②在海退侵蚀面之上的含下伏层砾块的黑色灰泥层,厚 10—20cm,砾块具有成岩压扁变形的特征,是海平面下降停滞时大陆边缘沉积相通过潜穴作用把黑色灰泥带到下伏沉积物中,所以含砾块灰泥层的顶面为层序不整合界面,也是水下成岩间断的特殊型式;③不整合界面之上为海侵侵蚀面,也是长兴期的第一个海侵面,以蓝灰色和黄色粘土层为代表,厚 40cm。其上是长兴期的第二个海侵

面,以薄层燧石灰岩为代表,呈波状不平整面与粘土层为截切接触,代表碳酸盐的上超。

台地边缘的深水域,当海平面下降时,台地上具有大气环境中的暴露特征而相应的水下部分的不整合界面只有在找到上述的三个转换面时,才能较准确的标定层序不整合界面的存在,否则可以认为以海侵面为标志,或把海退侵蚀面作为层序界,特别是在露头裸露的地区更应慎之。

4. 暴露不整合和界面上下的沉积体

暴露不整合指以海平面相对下降为主控因素,使原水下沉积物裸露地表或处于渗透带、潜流带,发生沉积物界面与大气之间或淡水及混合水之间的早期成岩作用。

界面上下的沉积物性质取决于短周期海平面变化与长周期海平面变化的相关作用。叠置于海平面主体上升翼的短周期海平面下降阶段的沉积物,不具河流回春盆外的陆源物和低水位楔,可形成具同源物的缓倾斜的滑动,局部为类型Ⅰ层序不整合,而克拉通上均为Ⅱ类不整合界面;相反,叠置于海平面主体下降翼的短周期海平面下降阶段的沉积物,则盆外的低水位楔形体发育,同时具有较长的时间间断,或与构造变动相耦合,由海平面下降导致的沉积物暴露转为升降侵蚀。

图 2 所标示的二叠系—三叠系暴露不整合界面共 5 个。

下二叠统暴露不整合界面是第 4 层序的底界。在上扬子台地的西缘该界面与栖霞组和茅口组岩石地层单元相吻合,栖霞组上部以豹皮灰岩为特征,顶面有厚数厘米的含砾砂岩堆积在豹皮灰岩向上变浅滩相的沉积物之上。

豹皮灰岩所反映的是一套具塑性滑动的生物屑灰岩,其间隙内的充填物是同源砂砾屑灰岩并发生白云石化现象,从而形成暗色的斑条和斑块。豹皮灰岩之下为腕足、珊瑚组成的碳酸盐丘。所以剖面的相序也代表碳酸盐缓坡及变陡的特征,与宝兴一带的下二叠统碳酸盐滑塌堆积物重力流堆积体相匹配。

中下三叠统的暴露不整合界面有 4 个。

第 14 和第 15 层序都发生在蒸发坪和潮上大气渗透带环境中,古土壤化和溶蚀角砾很发育。除 14 层序界面以嘉陵江组第二段具河流回春作用的含砾粗砂岩外,其它界面上均未

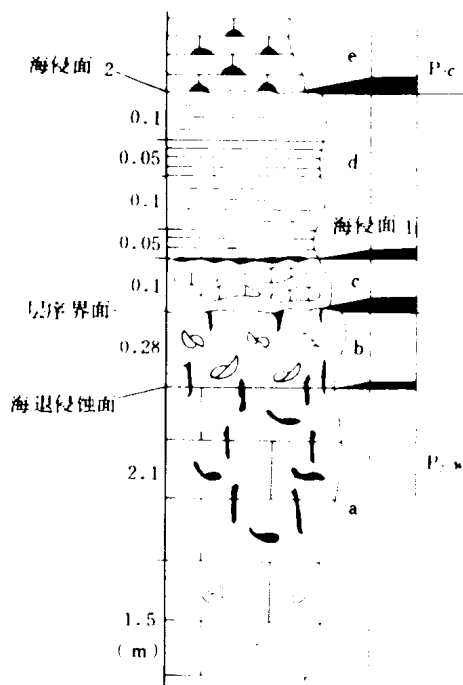


图 8 广元明月峡长兴组与吴家坪组层序不整合界面三分性标志

a—鲕灰岩、生物扰动灰岩; b—含腕足生物扰动灰岩;
c—黑色砾状泥灰岩; d—蓝黄色粘土; e—燧石结核灰岩

Fig. 8 Threefold division of the sequence unconformity boundary between the Changxing and Wujiaping Formations in Guangyuan, Sichuan
a—oolitic limestone and bioturbated limestone;
b—bioturbated limestone with brachiopods;
c—black psephitic marl; d—blue and yellow clay;
e—flint nodule limestone

发现盆外碎屑, 因此界面上沉积体也不易区分, 所代表的应是层序界面之下的高水位体系域和界面之上的低水位沉积体系的复合体, 其环境都处于暴露区。

二叠系和三叠系之间的岩石地层和层序界面是颇有争议的问题, 笔者把此界面也作为以海平面下降为主导的暴露不整合, 代表二叠纪与三叠纪之间有一次相对海平面的下降过程, 而早三叠世印度期中期才开始新的短周期海平面上升, 其依据有三:

①晚二叠世晚期的海平面相对下降。图 9 反映了晚二叠世海岸上超的迁移过程, 上超的标志以碳酸盐覆盖在滨浅海和海陆交替相的碎屑岩之上为特征。长兴期的碳酸盐上超线即越过吴家坪期也越过了龙潭期的碎屑岩, 如果排除康滇裂谷作用, 则可认为是继早二叠世海浸之后的持续上升。

大隆期的海岸上超只局限于南秦岭海盆内, 海水变深是盆地挤压收缩的结果, 因而上超在上扬子的北缘, 在原深水槽的基础上生物演化以 *Pseudotirolites* 化石带为主, 下三叠统底部均以含陆源砂泥为主, 沉积了粉砂质页岩和粉砂质泥灰岩与大隆组硅灰岩接触, 也是因海平面下降才导致陆源物注入。

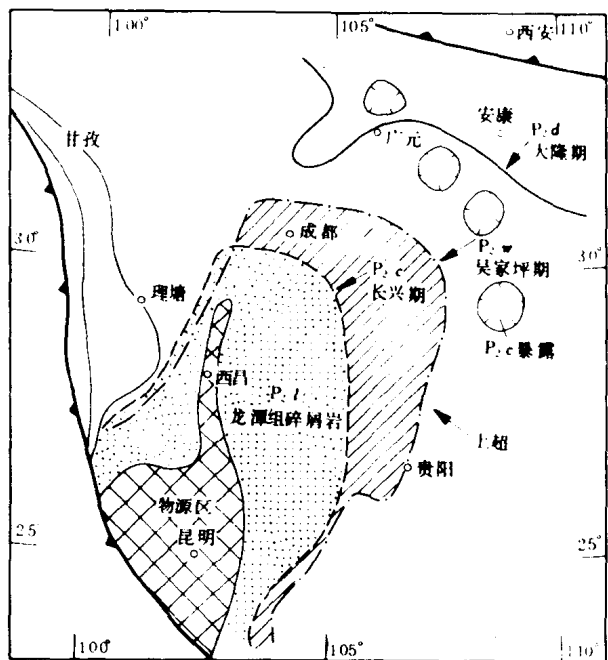


图 9 上扬子陆块晚二叠世构造古地理和海岸上超迁移
Fig. 9 Tectonic palaeogeography and the migration of coastal lap onlaps in the Upper Yangtze block during the Late Permian

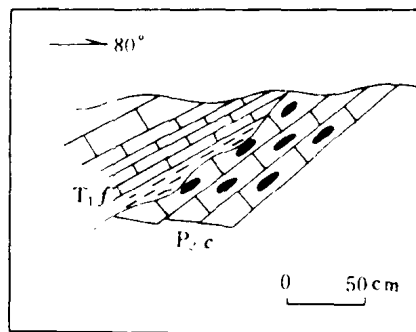


图 10 彭县吊索沟长兴组顶面
粘土化堆积示意图
(据苟宗海等, 1994)

Fig. 10 Sketch of the clayized deposits on the top surface of the Changxing Formation in Pengxian, Sichuan (after Gou Zonghai, 1994)

(图 10) 等极为发育, 所以晚二叠世末期存在海平面下降过程。

③龙潭组陆相地层分布区与三叠系之间的界面特征, 以峨眉地区为代表。与龙潭组相当的地层为宣威组, 是一套河流漫滩沼泽堆积物, 属晚二叠世早期成穹后的夷平充填阶段,

②长兴组分布区的短期暴露。虽然大隆期的海岸上超没有定年资料, 但台地边缘在长兴期沉积的碳酸盐顶面, 在相应的时限内处于暴露状态, 溶蚀孔洞、石膏白云岩化 (利川、见元天坝、开县红花、宣汉渡口) 及古土壤化