

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

滇黔桂晚海西—中印支伸展 裂谷海盆地的演化

夏文臣 周 杰 雷建喜 张年茂 彭 阳
(中国地质大学, 武汉)



在详细研究各类沉积体系的相序构成和沉积演化过程的基础上,采用动态成因及地层分析的方法,恢复了已遭受严重构造破坏的滇黔桂伸展裂谷海盆地的成因地层格架。根据各类等时地层界面的性质和地层序列划分出了 5 个沉积幕,详细解剖了各沉积幕的三维空间构成。同时以沉积体系域为单位,恢复了各沉积幕中相应阶段的构造古地理环境,将伸展裂谷盆地的演化历史划分为陆壳初始裂陷和洋壳化阶段、盆地伸展扩张阶段、洋壳俯冲和盆地分化阶段以及盆地聚合碰撞阶段。盆地封闭后,留下了北北东向延续的陆内软碰撞带。

关键词 伸展裂谷海盆地 沉积体系 体系域 沉积幕 成因地层格架

1 盆地的地质概况

滇黔桂伸展裂谷海盆地又称南流江盆地,它形成并发育在晚海西—中印支阶段(P_2 — T_2)。盆地涉及范围有云南东部、贵州中、南部和广西大部。向南可穿过中越和中缅边界与北西向展布的“三江”构造褶皱带的延续部分相交,属中国南方联合古陆西域的褶皱带部分^[1]。区内出露地层主要是泥盆系至三叠系,其中被鉴别为伸展裂谷盆地的上二叠统和下、中三叠统覆盖面积占 50% 以上,且由东向西覆盖比例越来越大。在黔西南和滇东南地区,可以发现构成盆地的两套成因地层系统不协调相撞的接触带,大致呈北北东向延伸。贵州省地矿局(1987)鉴别为“相变带”^[2]。我们对其专门研究之后,认为是伸展裂谷海盆地的软碰撞带^[3]。此带以西以平缓褶皱和单斜构造为主;以东的贵州境内及桂北显示北北东向的紧密褶皱及逆冲断裂构造为主。综合沉积体系组合分析的结果,推测此类褶皱和断裂大都是由东向西推覆的厚皮构造的组成部分,深部可能存在伸展裂谷海盆地的中央褶皱带。桂西地区的构造线呈北西向展布,说明由江南陆块漂移所驱动的推覆作用进入广西境内向南西向偏转。采用沉积学方法恢复碰撞带两侧晚海西—中印支阶

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 48970109) 成果之一。
本文 1992 年 11 月收到, 1993 年 4 月改回, 张力编辑。

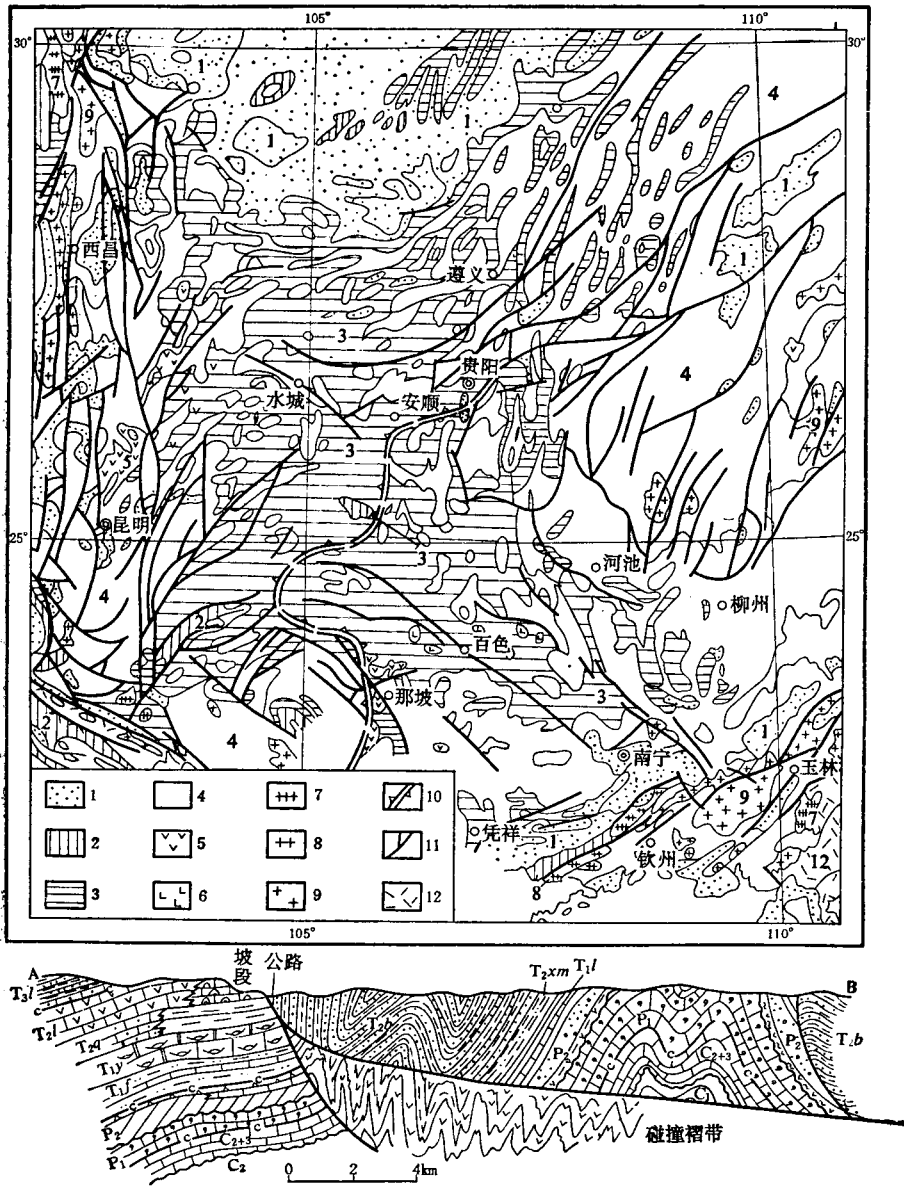


图 1 滇黔桂地区地质略图

Fig. 1 Simplified geological map of Yunnan, Guizhou and Guangxi Provinces

- 1. 侏罗至第三系; 2. 上三叠统; 3. 上二叠统至中三叠统; 4. 老地层; 5. 基性火山岩; 6. 基性脉岩; 7. 燕山期花岗岩; 8. 印支期花岗岩; 9. 晚海西期花岗岩; 10. 陆内软碰撞带; 11. 断层; 12. 古生代混杂岩
- 1. Jurassic to Tertiary; 2. Upper Triassic; 3. Upper Permian to Middle Triassic; 4. older strata; 5. basic volcanic rock; 6. basic dike; 7. Late Yanshanian granite; 8. Indosinian granite; 9. Late Hercynian granite; 10. intracontinental soft collision suture; 11. fault; 12. Palaeozoic mélangé

段的同沉积构造,也以北北东向为主,位于盆地东西两侧的康滇和江南-云开古陆也同方向展布。事实已经证明北北东是晚海西一中印支阶段的主控构造方向。

王鸿祯教授(1990)将中国及邻区的地壳演化历史划分为 4 个构造大阶段和 8 个构造阶段^[4]。我们在华南地区从研究各类沉积盆地的成因地层格架和它们的时空组合关系入手,以构造侵蚀—不整合面为标志,在 8 个构造演化阶段之一的海西—印支阶段内,又划分出 4 个构造古地理演化阶段,即早海西(D—C)的残留海沟—碰撞裂谷盆地阶段,中海西(C₂—P₁)的陆表海盆地阶段,晚海西—中印支(P₂—T₂)的伸展裂谷海盆地阶段,以及晚印支(T₃)的残留海湾—前陆盆地阶段。本文仅讨论晚海西—中印支阶段伸展裂谷海盆地的成因地层格架及演化历史。

2 沉积体系及相序类型

传统的沉积相和沉积体系分析通常不考虑等时地层单位的划分。近几年随着层序地层和成因地层学的发展,沉积体系分析自然地与等时地层格架的建立联系起来。其中,相序的研究是二者联系的纽带,因为相序的产生不仅受沉积体系的自旋回因素控制,而且与沉积盆地乃至全球范围内的他旋回因素密切相关^[5]。他旋回因素的周期性变化产生了连接不同相序或相序组的等时界面和等时地层单位。所以,我们在对二叠—三叠系进行沉积体系分析时,除了进行界面性质和成因的研究之外,着重作了相序类型和演化过程的研究,系统建立了各类沉积体系的标准相序。

2.1 碳酸盐沉积体系的相序类型

在上二叠统和下、中三叠统中,碳酸盐沉积体系十分发育。其共同特点是碳酸盐沉积相的空间分带性明显,各相带的占位稳定性好,一般不会出现相邻相依次叠覆的强烈进积或退积型大相序,常常是随海平面升降或基底沉降过程的变化而产生向上变浅或变深的小相序,它们以自身的沉积和古生物特征变化表现了各相带的差别,同时反映了海平面变化和全盆地统一的沉积事件的演化过程。宏观露头的垂向层序研究与岩石薄片的微相分析相结合,共识别出了 8 种代表不同沉积过程的碳酸盐成因相:碳酸盐水下重力流相、开阔海相、生物礁相、碳酸盐颗粒滩坝相、碳酸盐潮滩相、碳酸盐泻湖相、开阔台地相和云化局限台地相。各种成因相的垂向层序和沉积构成特征见图 2。沉积盆地中,不同构造古地理位置或不同演化阶段,可出现相组合类型和组合方式不同的沉积体系,常见有 5 种:(1)陆架边缘碳酸盐障壁体系,常出现在以陆架坡折带为中心的被动大陆边缘区,由开阔海相、台缘礁或颗粒滩坝相、泻湖相、开阔台地相和云化局限台地相组成。在相关沉积幕的海侵体系域中,常以滩坝型碳酸盐障壁体系为主;而在高位体系域中,常出现礁型障壁体系;(2)碳酸盐盆地底扇—斜坡体系,常出现在低水位阶段的陆架斜坡和陆隆部位,主要由水下重力流相和深海沉积交替组成;(3)陆架碳酸盐建隆(孤立台地)体系,常出现在基底活动性不均衡的大陆边缘区,相对稳定的基底块之上发育碳酸盐建隆,周围被泥质或硅质陆架体系包围。建隆边缘为礁或滩坝相,中心出现泻湖相、开阔台地相或云化局限台地相;(4)陆表海碳酸盐滨岸带体系,常由碳酸盐颗粒滩相、云化局限台地相组成;(5)碳酸盐开阔陆表海体系,主要由开阔海相和点礁或点滩相组成。

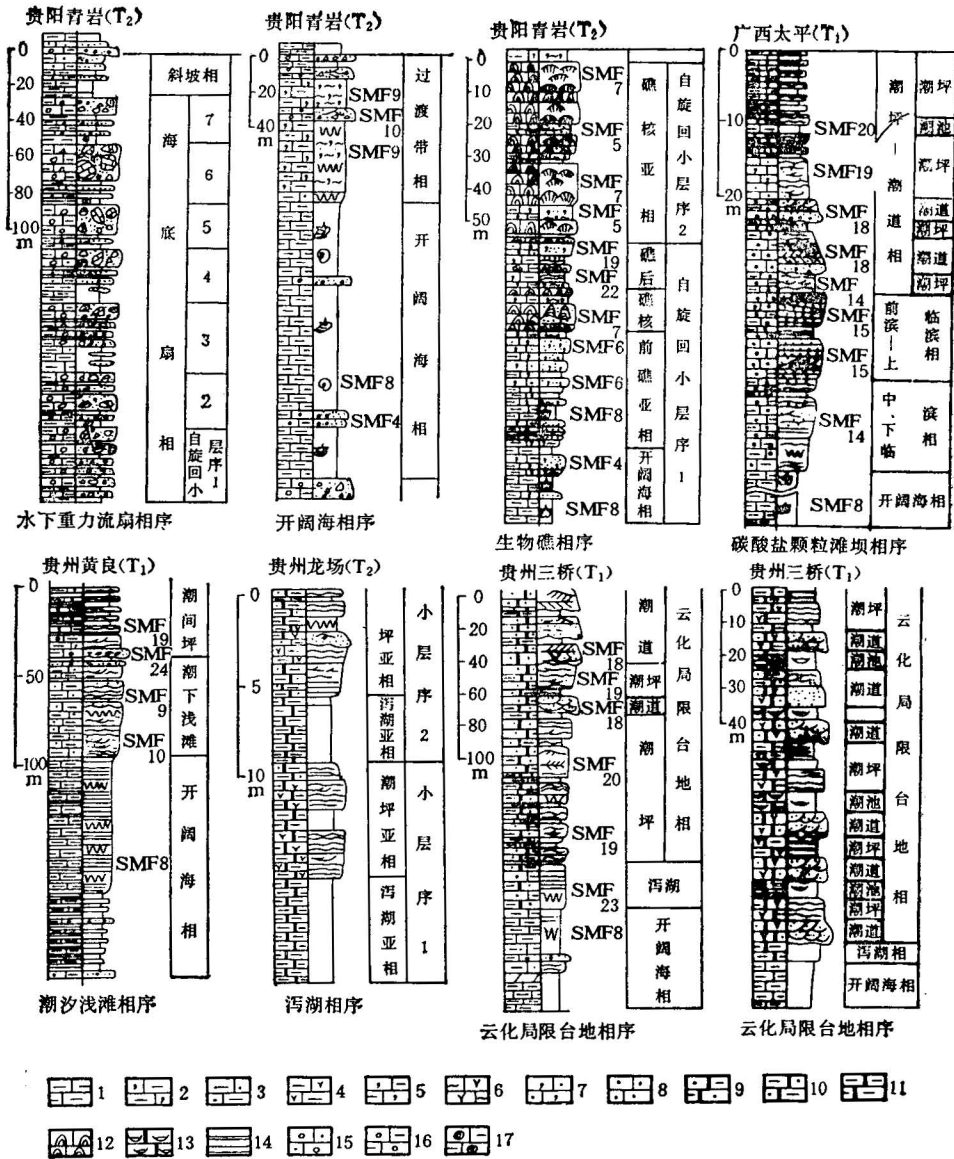


图 2 碳酸盐沉积体系的主要相序类型

Fig. 2 Main facies sequence types of the carbonate depositional system

- 1. 灰泥岩; 2. 砂屑粒泥灰岩; 3. 生屑粒泥灰岩; 4. 藻屑粒泥灰岩; 5. 生屑泥粒灰岩; 6. 藻屑泥粒灰岩; 7. 生屑颗粒灰岩; 8. 鲕粒颗粒灰岩; 9. 残余粒粒结构白云岩; 10. 残余粒泥结构白云岩; 11. 泥晶白云岩; 12. 粘结灰岩; 13. 石膏质白云岩; 14. 泥质岩; 15. 亮晶砾屑灰岩; 16. 泥晶砾屑灰岩; 17. 核形石泥粒灰岩

- 1. Mudstone; 2. intraclast wackestone; 3. bioclast wackestone; 4. algalclast wackestone; 5. bioclast packstone; 6. algalclast packstone; 7. bioclast grainstone; 8. ooidal grainstone; 9. dolomitites with packstone texture; 10. dolomitites with wackestone texture; 11. micrite dolomitite; 12. bindstone; 13. gypsic dolomitite; 14. pelitic rock; 15. sparite rudstone; 16. micrite rudstone; 17. oncoid packstone

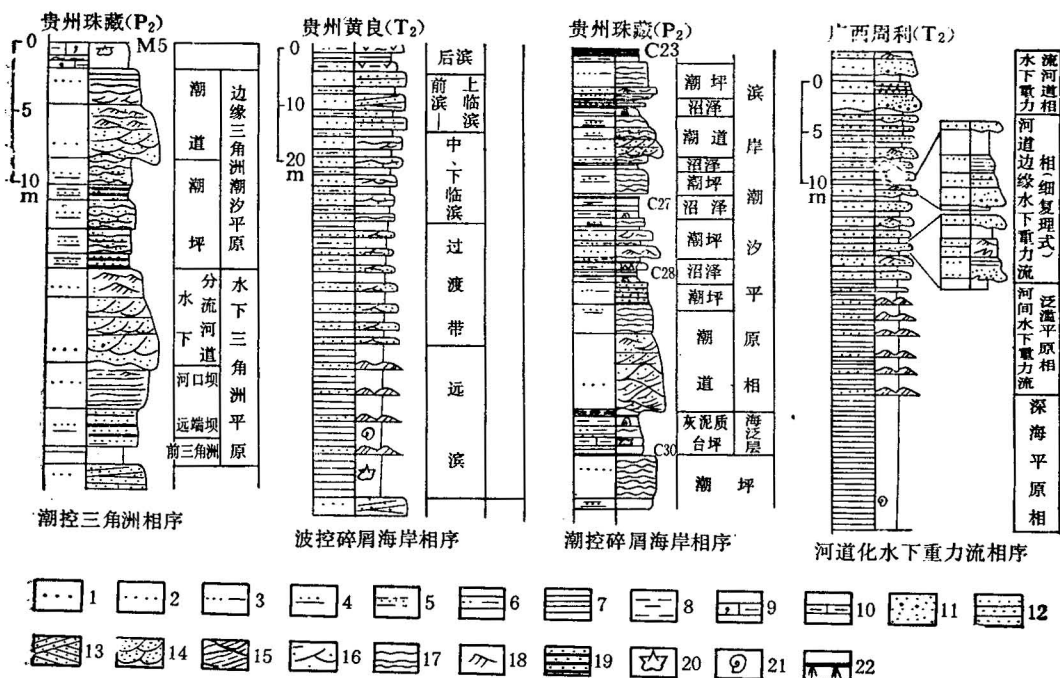


图 3 陆源碎屑沉积体系的主要相序类型

Fig. 3 The main facies types of the terrigenous clastic depositional system

1. 细砂岩; 2. 极细砂岩; 3. 粉砂岩; 4. 砂泥互层 (砂为主); 5. 砂泥互层 (泥为主); 6. 砂质泥岩; 7. 泥岩; 8. 粘土岩; 9. 泥粒-粒泥灰岩; 10. 灰泥岩; 11. 块状层; 12. 平行层理; 13. 低角度交错层理; 14. 大型交错层理; 15. 具粘土层的交错层理; 16. 浪成波纹交错层理; 17. 波状层理; 18. 小型交错层理; 19. 砂泥互层水平层理; 20. 底栖动物化石; 21. 菊石化石; 22. 煤和根土岩

1. Fine sandstone; 2. very fine sandstone; 3. siltstone; 4. sandstone with mudstone intercalation; 5. mudstone with sandstone intercalation; 6. sandy pelite; 7. pelitic rock; 8. claystone; 9. packstone-wackstone; 10. mudstone; 11. massive bed; 12. parallel bedding; 13. low-angle cross-bedding; 14. large-scale cross-bedding; 15. cross-bedding with clay layers; 16. ripple cross-bedding formed by wave; 17. wavy bedding; 18. small-scale cross-bedding; 19. horizontal lamination of sand and mud; 20. benthos fossil; 21. Ammonoidea fossil; 22. coal and root

2.2 陆源碎屑沉积体系的相序类型

对滇黔桂地区二叠—三叠系的陆源碎屑沉积体系前人有很多研究成果^[6-8]。在这类沉积体系发育过程中,不仅受海平面升降变化和海泛事件的影响,而且有区域沉降和源区供给周期变化的叠加,因此出现了内部构成复杂的各类相序。常见有三角洲、潮控或浪控碎屑海岸和碎屑陆架型相序(图 3)。在深海沟区还出现了河道化水下重力流^[9]体系的相序。在复杂型相序中,虽然包含有基底不均衡沉降叠加和源区供给周期变化而产生的小相序,但是都能鉴别出大相序底部的海泛层,所以比较容易与相邻沉积体系对比和划分等时地层单位。

3 盆地的成因地层序列及构造古地理演化

在详细研究各类沉积体系的沉积构成和相序类型的基础上,再以其为基本构成单位研究它们的空间配置关系及盆地的等时地层格架,是成因地层分析的基本思路^[10]。研究过程中,重点解决两个问题:一是鉴别等时地层界面,二是划分等时地层单位。

3.1 等时地层界面的类型及识别标志

系统进行成因地层对比和界面构型分析,共鉴别出 16 个主要等时地层界面,其中构造运动成因的界面 2 个,海平面下降成因的界面 4 个,主要海泛面 10 个(图 4)。现分类描述如下:

3.1.1 构造运动成因的等时界面

它是区域性古构造运动的产物^[11],通常以界面上、下地层的角度不整合和下伏地层的强烈不均衡剥蚀为标志,并时常出现以古溶蚀和残积底砾岩为特征的古风化壳。由于沉积盆地的产生与消亡常与板块构造运动直接相关,因此所研究的伸展裂谷海盆地的基底面和顶界面分别为两种类型的构造运动面。基底面是中海西末期的抬升型构造运动面^[12],又称东吴构造运动面。顶界面是导致盆地聚合封闭的中印支末期构造运动面。

3.1.2 海平面下降成因的等时界面

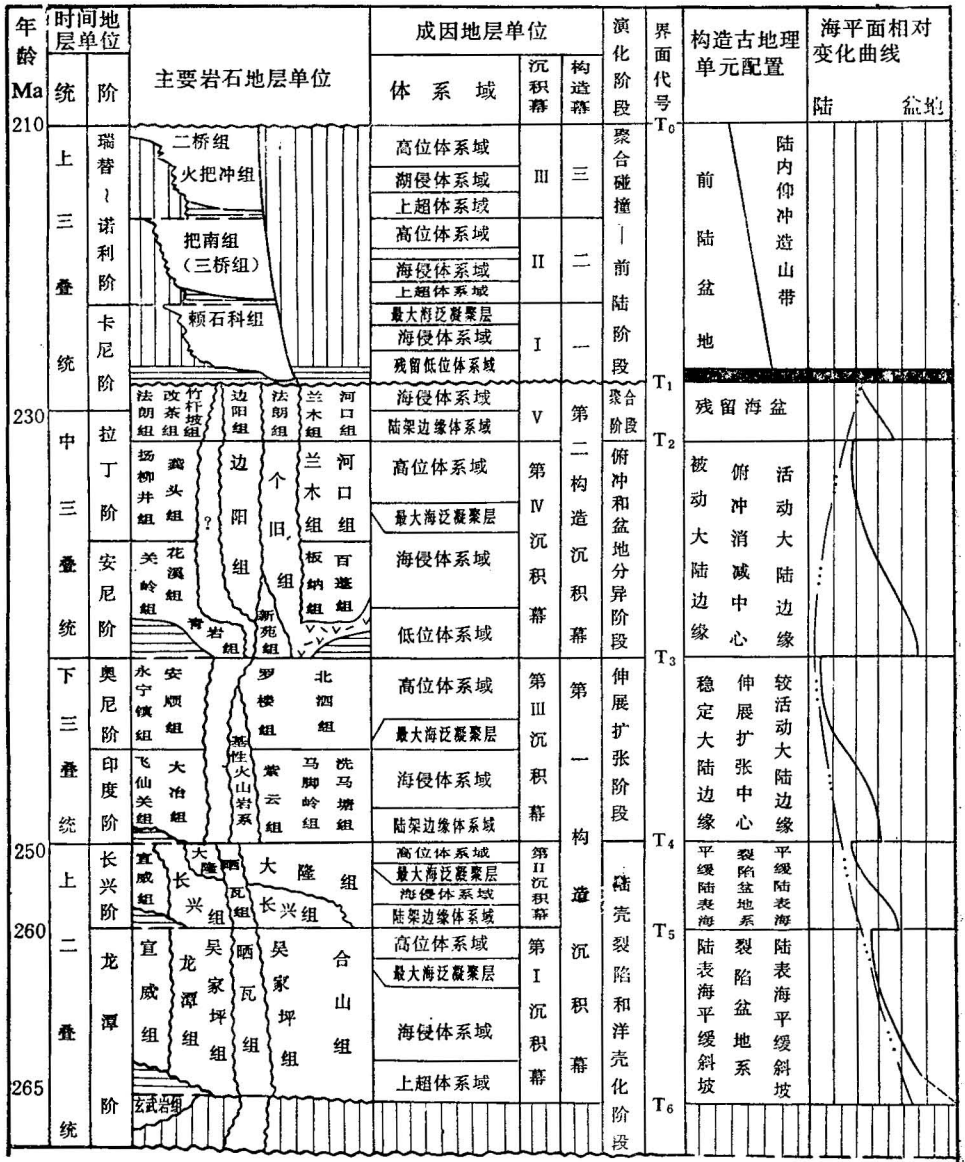
在每个沉积幕发育的晚期,都会出现基底沉降或海平面变化相对稳定的过程。这时除了产生进积退覆式高位体系域之外,末期还常出现一个慢速沉积过程,形成海退凝聚层。之后海平面急剧下降,产生了边缘被侵蚀切割和盆地中心略有间断的海变面。界面之上为形成于残留低位水域中的低位体系域或陆架边缘体系域,之下为部分被剥蚀的海退凝聚层。海变面相当于层序地层学的 I 类或 II 类层序界面^[13]。在滇黔桂伸展裂谷海盆地中,鉴别出了 4 个海变面,它们将整个盆地分为 5 个沉积幕(图 4)。其中第 III 和第 IV 沉积幕的分界面(T_2/T_1)所表现的海平面下降幅度最大,界面之上出现了陆架坡折带型低位体系域,为 I 类海变面。其余 3 个均为 II 类海变面,其上为陆架边缘体系域。

3.1.3 主要海泛面

为分割不同层序组或体系域的海泛面^[13],界面之上的海泛层为泥质岩、灰泥岩或粒泥灰岩,其中富含底栖或游泳生物化石、菱铁质或黄铁砂结核。每个沉积幕中又有一个以最大海侵凝聚层为标志的最大海泛面。最大海侵凝聚层不仅分布范围比其它海泛层广,而且出现硅质泥岩、富含有机质的粘土岩和磷结核。在晚海西—中印支滇黔桂伸展裂谷盆地中,共鉴别出 10 条主要海泛面,其中最大海泛面 4 个,第 V 沉积幕因遭受顶部中印支构造运动面的剥蚀,最大海侵凝聚层未保存下来,其余 6 个均为分割不同体系域或层序组的主要海泛面(图 4)。

3.2 等时地层单位划分及盆地的成因地层序列

盆地基底的构造变形、海平面升降和源区侵蚀作用都是周期性变化的,它们分别控制了不同级别的等时地层单位——成因层序、层序组、体系域、沉积幕和构造沉积幕。晚海



1 2 3 4 5 6 7 8

图 4 滇黔桂上二叠统至三叠系多重地层序列

Fig. 4 Sequence of Upper Permian to Triassic multiple stratigraphic units in Yunnan, Guizhou and Guangxi Provinces

1. 无剥蚀间断; 2. 构造侵蚀性缺失; 3. 不整合接触; 4. 准不整合接触; 5. 整合接触;
6. 中酸性火山岩; 7. II级海平面变化曲线; 8. I级海平面变化曲线
1. Non-erosional hiatus; 2. tectono-erosional hiatus; 3. unconformity; 4. paraunconformity; 5. conformity; 6. intermediate-acid volcanic rock; 7. 2nd sea-level change; 8. 1st sea-level change

西一中印支阶段的滇黔桂伸展裂谷盆地共划分为 5 个沉积幕。

3.2.1 第 I 沉积幕

它相当于上二叠统龙潭阶的中、上带。底部为龙潭阶早期形成的东吴构造运动面,顶部是 II 类海变面,内部由主要海泛面分割为 4 个层序组(图 5)。底界面之上为由一个退积层序组构成的上超体系域,代表了暴露的基底初始沉降的过程。向上出现由填积层序组和退积层序组构成的海侵体系域,它不仅沉积厚度大,而且层序构成复杂,说明除了受海平面多旋回上升因素控制外,还有基底沉降因素叠加。最大海侵凝聚层出现在沉积幕的中上部,其上的高位体系域厚度较小,由单个进积型层序组构成,说明构造沉降和海平面上升都处于相对稳定状态,分别对各体系域做古地理图之后表明,以上超体系域阶段开始至高位体系域阶段盆地内都可划分为 3 个构造古地理单位:靠近康滇古隆起的扬子古板块边缘为陆表海平缓斜坡区,主要由冲积平原、碎屑滨岸带和三角洲体系组成。盆地中央出现一系列北东向的深水裂陷槽,称之为中央裂陷槽区^[4]。主要沉积体系类型有陆源碎屑水下重力流体系、火山碎屑流体系^[12]和火山成因的硅质次深海体系。在火山凝灰质硅质岩中发现有硅质放射虫。盆地东缘为由碳酸盐陆海岸体系和开阔陆表海体系组成的平缓斜坡带。一系列深水裂陷槽的出现及火山碎屑流体系和火山成因深水硅质岩系的存在,说明盆地进入了初始裂陷和洋壳化阶段。

3.2.2 第 II 沉积幕

它相当于上二叠统长兴阶,顶底均以 II 类海变面为界(图 4)。系统进行成因层序对比和以层序组为单位编绘古地理图之后发现,底界面之上的陆架边缘体系域仅分布在盆地中央裂陷槽区,海侵体系域才开始逐渐超覆,最大海侵凝聚层覆盖范围最大(图 4)。高位体系域发育完整,由进积型层序组构成。中央裂陷槽区仍然以含硅质放射虫的硅质岩系为主,盆地的总体构造古地理环境无明显变化,保持盆地初始裂陷阶段的格局。该沉积幕的厚度虽小,但持续时间仍然较长(10Ma),说明在海平面升降变化过程中,基底构造沉降的叠加不明显,盆地处于相对稳定阶段。

3.2.3 第 III 沉积幕

相当于下三叠统,底界为 II 类海变面。沉积幕内由 3 个主要海泛面分割为 4 个层序组。底部的陆架边缘体系域由一个进积型层序组构成,具有分布范围小、沉积厚度和起始水深较大的特点,说明在海平面下降产生的低位水域中又叠加了基底的不均衡沉降。海侵体系域虽然也是一个进积型层序组,但其分布范围明显向陆源区扩展,基本代表了一个海平面上升过程。最大海侵凝聚层位于沉积幕的中部,其上的高位体系域包括两个进积型层序组,表现了明显的向上变浅的变化趋势。以体系域为单位编绘各演化阶段的古地理图,不仅表现了中央深海区与两岸的大陆边缘并存的构造古地理格局,而且显示了盆地中央带的沉积体系不连续现象(图 6)。临近康滇古隆起的盆地西缘发展为稳定大陆缘,出现了三角洲及碎屑海岸、内陆碎屑海、陆缘碳酸盐障壁和碳酸盐斜坡等沉积体系类型。由于后来的对接碰撞,斜坡体系未能完整保存下来。临江南-云开古隆起的盆地东缘沉积体系的构造较复杂,由陆缘的深水三角洲-碎屑海岸体系开始,向盆地方向依次出现泥质深水内陆架体系、陆架碳酸盐建隆体系和外陆架体系,显示了活动大陆边缘的雏形。盆地中央深海区的主要沉积体系大都被后期碰撞和活动大陆边缘的仰冲推覆过程破坏掉,

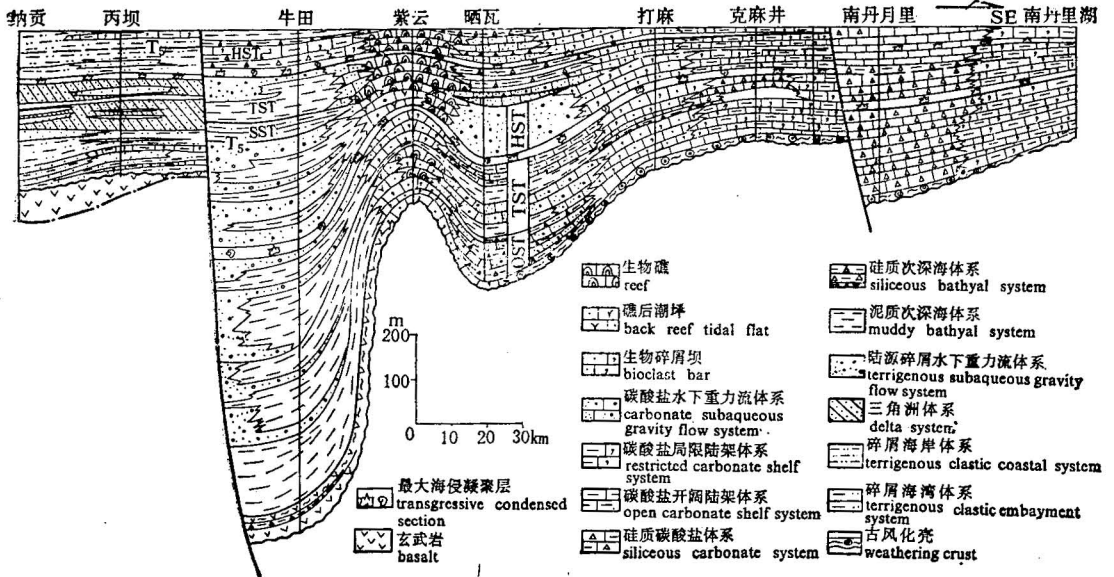


图 5 黔南桂北上二叠统的成因地层剖面

Fig. 5 Cross-section showing the Upper Permian genetic stratigraphy in southern Guizhou and northern Guangxi

OST 上超体系域; SST 陆架边缘体系域; TST 海侵体系域; HST 高位体系域
 OST Onlap system tract; SST shelf margin system tract; TST transgressive system tract; HST highstand system tract

出现了两侧沉积体系不连续变化的陆内软碰撞带^[3]。在桂西南那坡县境内残留有基性海底火山喷发岩系(细碧岩和玄武岩)和火山碎屑水下重力流成因的深海沉积。它们与活动大陆边缘的相关沉积体系为连续的相变关系,与被动大陆边缘是软碰撞接触(图 6)。盆地的构造古地理格局和中央带基性海底火山喷发岩的出现表明它已进入伸展扩张阶段。

3.2.4 第 IV 沉积幕

它相当于中三叠统,底部以 I 类海变面为界,顶界面为 II 类海变面(图 4)。内部由两个主要海泛面分割为 3 个沉积体系域。底部的低位体系域在被动大陆边缘由碳酸盐水下重力流盆底扇、斜坡扇和低水位楔构成,延续到海沟和活动大陆边缘变化为陆源碎屑水下重力流和陆架体系。低位体系域的分布范围相对较小,多限定在陆架坡折带以下的盆地中央区。由初始海泛面开始至最大海泛面为由退积型层序组构成的海侵体系域,其分布范围明显向两岸扩展。最大海泛面之上首先出现富含游泳生物化石的最大海侵凝聚层,然后出现由多个进积层序构成的高位体系域。分别编绘各体系域的古地理图都清楚地表现了消减俯冲阶段的构造古地理格局(图 7)。在临近康滇古陆的被动大陆边缘区,陆缘碳酸盐障壁体系的范围逐渐向陆方向扩展,内陆碎屑海及碎屑海岸体系相应萎缩。盆地中央区为以河道化陆源碎屑水下重力流体系^[9]为主的深海沟。盆地东缘的活动大陆边缘构造分异明朗化,出现了火山岛弧和弧后盆地系列。在弧后和弧前部位发育有中酸性火山熔岩及火山碎屑水下重力流体系。深海沟的水下重力流沉积体系与被动大陆边缘的

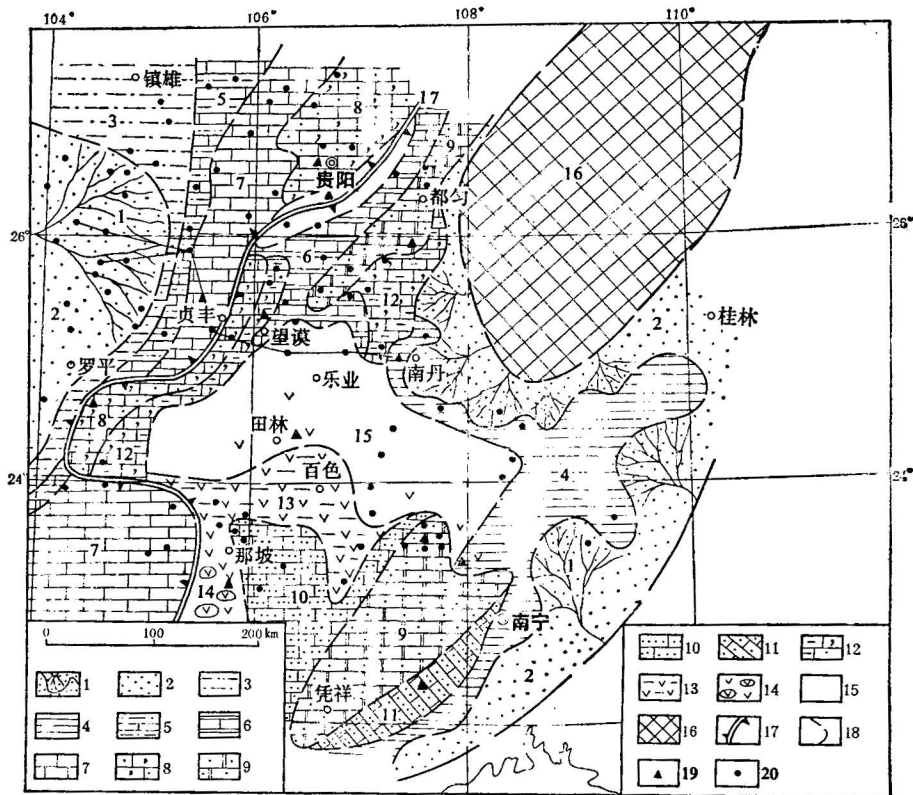


图 6 第 III 沉积幕 (T₁) 海侵体系域的残留古地理图

Fig. 6 Relict paleogeographic map of the transgressive system tract in the 3th depositional episode (T₁)

1.三角洲体系; 2.浪控陆源碎屑海岸体系; 3.湾控碎屑海岸体系; 4.泥质陆架体系; 5.过渡带; 6.灰泥质陆架体系; 7.泻湖及开阔海相; 8.碳酸盐障壁; 9.陆架碳酸盐建隆; 10.碳酸盐平缓斜坡; 11.碳酸盐陡斜坡; 12.碳酸盐局限陆架体系; 13.火山碎屑流沉积; 14.枕状构造细碧岩; 15.泥质深水陆架; 16.古陆; 17.陆内软碰撞带; 18.沉积体系或相边界; 19.实测剖面位置; 20.资料点

1. Delta system; 2. wave-dominated terrigenous clastic system; 3. tide-dominated terrigenous clastic system; 4. muddy shelf system; 5. transitional zone; 6. carbonate and muddy shelf system; 7. lagoon and slope; 8. carbonate shelf; 9. shelf carbonate buildup; 10. carbonate gentle slope; 11. carbonate steep slope; 12. restricted carbonate shelf system; 13. volcanic debris flow; 14. spilite with pillow structure; 15. muddy deep shelf; 16. upland; 17. intracontinental soft collision suture; 18. boundary of depositional systems or facies; 19. location of measured section; 20. location of data points

相关沉积体系现在为软碰撞接触,软碰撞带两侧都存在着缺失相带或沉积体系的现象。在该沉积幕中,沟-弧-盆体系的出现和陆内碰撞带两侧的沉积体系不连续足以说明伸展裂谷海盆地进入洋壳消减俯冲阶段。

3.2.5 第 V 沉积幕

它相当于中三叠统顶部和上三叠统底部。受顶部中印支构造运动面的截切和剥蚀,发育不完整,残留厚度较小。盆地西岸以碳酸盐海岸-陆架体系为主,东岸为陆源碎屑海

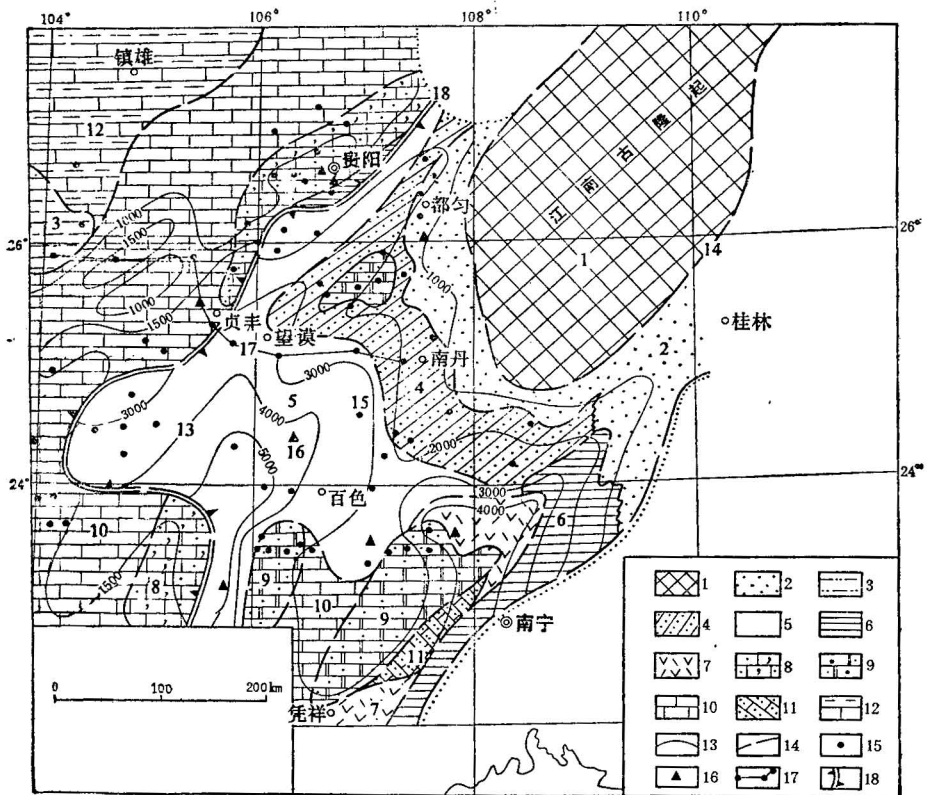


图 7 第 IV 沉积幕 (T_2) 残留海侵体系域古地理图

Fig. 7 The relict paleogeographic map of the transgressive system tract in 4th depositional episode (T_2)

1. 古陆; 2. 浪控碎屑海岸体系; 3. 潮控碎屑海岸体系; 4. 碎屑陆架体系; 5. 深海及碳酸盐水下重力流体系; 6. 泥质陆架体系; 7. 中酸性火山岩系; 8. 碳酸盐障壁; 9. 陆架碳酸盐建隆; 10. 开阔台地及泻湖; 11. 碳酸盐斜坡; 12. 过渡带; 13. 中三叠统等厚线; 14. 沉积体系和相边界; 15. 资料点; 16. 实测剖面位置; 17. 断面位置; 18. 陆内软碰撞带

1. Old land; 2. wave-dominated terrigenous clastic system; 3. tide-dominated terrigenous clastic system; 4. terrigenous shelf system; 5. deep marine and carbonate subaqueous gravity flow system; 6. muddy shelf system; 7. intermediate-acid volcanic rock; 8. carbonate barrier; 9. shelf carbonate buildup; 10. open platform and lagoon; 11. carbonate slope; 12. transitional zone; 13. isopach of the Middle Triassic rocks; 14. boundary of depositional systems or facies; 15. information points; 16. location of measured section; 17. location of the cross-section; 18. intracontinental collision suture

岸-陆架体系。二者之间没有发现碰撞后残留的深海沉积体系,说明盆地已进入碰撞闭合前的相对稳定阶段。晚三叠早期,东缘的活动大陆边缘向被动大陆边缘仰冲,形成陆内软碰撞带,同时在被动大陆边缘开始发育滇东黔西残留海湾-前陆盆地^[16]。

4 盆地的岩浆活动及成矿作用

除了盆地的成因地层格架之外,岩浆活动的演变也是鉴别盆地类型和演化过程的重

要标志。第 I 沉积幕之前的玄武岩喷发和第 I、II 沉积幕中裂陷槽区的火山喷发,代表了地幔物质上隆和基底洋壳化过程。第 III 沉积幕中软碰撞带东侧出现厚度大并具枕状构造的细碧岩系,说明盆地中央出现了洋壳和进入伸展扩张阶段。第 IV 沉积幕中盆地中央区火山活动减弱,喷发中心转移到活动大陆边缘区,又说明洋壳开始俯冲和岛弧已经形成。桂东南的活动大陆边缘区出现多处印支期花岗岩,推断与晚三叠世盆地两岸的碰撞过程有关。

海底火山多旋回喷发过程表明盆地深部有地幔物质运移和火山热源。当盆地中的海水通过断裂向深部渗透时,就会升温并吸取地壳深处及幔源的金和金属硫化物,然后这种含矿热水再沿构造破碎带上升。在其返回过程中,即可在途中交代围岩形成与层面斜交的矿体,又可回到海底形成热液喷流矿床^[17],前者常受基底同生断裂系统控制,主要出现在基底岩系之中;后者出现在同成矿期发育的沉积幕之中,空间分布受活动大陆边缘的深水陆架槽和大洋中心的沉积体系控制。

5 伸展裂谷海盆地的演化

综合分析盆地的成因地层序列以及构造古地理格局和岩浆活动的演变规律,将伸展裂谷海盆地的演化过程划分为 4 个阶段(图 8)。

(1) 陆壳初始裂陷和洋壳化阶段(P_2)。以盆地中央带的裂陷盆地系为主要鉴别标志。在此阶段,形成了前盆地期的一个火山喷发幕和两个海平面升降旋回控制的沉积幕。两个沉积幕中都有火山活动标志,第 I 沉积幕形成过程中还有构造沉降作用叠加。

(2) 盆地伸展扩张阶段(T_1)。以盆地中央的陆内软碰撞带、残存的海底喷发岩系和碰撞带两侧沉积体系的不连续为主要鉴别标志。此阶段恰好与一个海平面升降旋回同步,因此只形成了一个沉积幕。由于基底沉降作用的叠加,导致沉积幕的厚度偏大,初期的残留低位水域较深。

(3) 洋壳俯冲和盆地分化阶段(T_2)。以盆地中央区的海沟沉积体系、火山喷发中心原迁移和被动大陆边缘与活动大陆边缘的分异为主要鉴别标志。在此阶段发生了两次海平面升降旋回,对应形成第 IV 和第 V 沉积幕。后一个海平面变化旋回被盆地碰撞封闭过程截切,因此发育不完整。

(4) 盆地聚合碰撞阶段(T_3)。以陆内软碰撞带的出现、活动大陆边缘的仰冲和主动大陆边缘所发育的残留海湾-前陆盆地^[16]为主要鉴别标志。

6 结论

(1) 沉积盆地的演化过程和阶段性主要受所在板块的内动力因素和基底变形机制控制,全球性海平面升降变化只控制各演化阶段的沉积幕和低于沉积幕的等时地层单位。另外受海平面升降旋回控制的低级等时地层单位也会因基底沉降因素叠加而沉积厚度加大或沉积构成复杂化。

(2) 晚海西一中印支滇黔桂伸展裂谷海盆地经历了陆壳初始裂陷和洋壳化、盆地伸

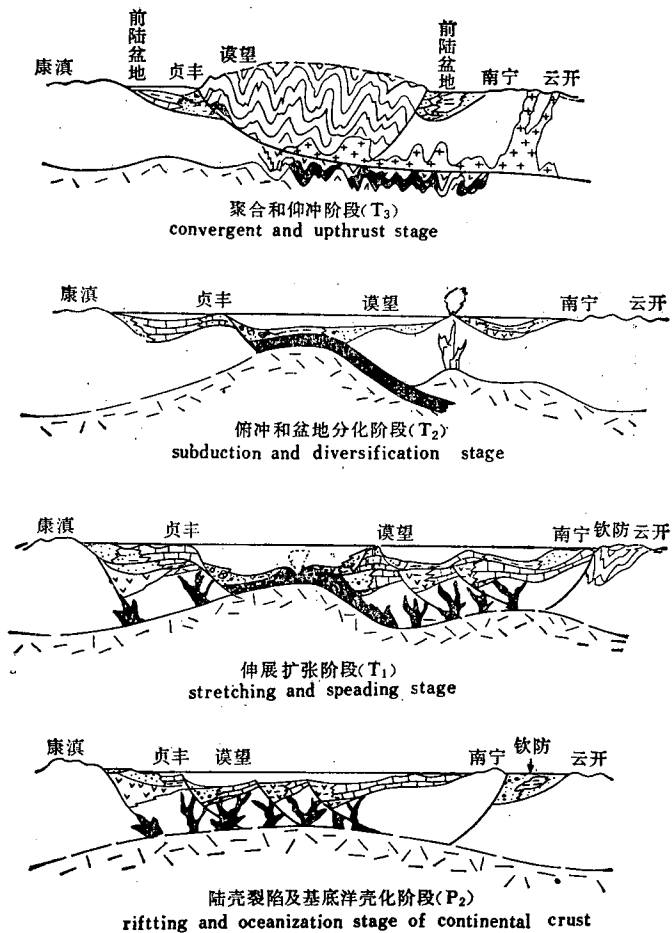


图 8 伸展裂谷海盆地的演化模式

Fig. 8 Evolutionary models of the rifted oceanic basin due to lithospheric stretching

展扩张、洋壳俯冲和盆地分化以及盆地聚合碰撞 4 个演化阶段。

(3) 现代裂谷盆地深处都存在热异常区,其宏观标志是布格重力异常、高热流值和强火山活动^[10]。所研究的盆地已遭受严重构造破坏,盆地发育过程中的岩石圈原始构型已不存在。但是在残留地层格架中出现的火山喷发岩和侵人体旋回,足以说明导致盆地演化的是深部地幔热上隆过程。

(4) 文中所提的陆内软碰撞带实际上是在盆地聚合封闭过程中,活动大陆边缘向被动大陆边缘仰冲而形成的厚皮推覆体的前锋线。推覆体之下掩盖着洋壳基底和远洋沉积的褶皱带。

参 考 文 献

- 1 王鸿祯,刘本培,李思田. 中国及邻区大地构造划分和构造发展阶段. 见: 中国及邻区构造古地理. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990. 3—34页.
- 2 贵州省地矿局. 贵州省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1987. 480—492页.
- 3 朱夏. 活动论构造史观. 石油实验室地质, 1991, 13(3): 201—209.

- 4 Selley R C. A Introduction to Sedimentology. Academic Press. London New York Paris. 1982. 318—322.
- 5 Flügel E. Microfacies Analysis of Limestones. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York, 1982. 403—405.
- 6 李思田,夏文臣,程守田,解习农. 中国西南地区晚二叠世构造古地理,见: 中国邻区构造古地理. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990. 127—142页.
- 7 夏文臣,解习农,雒增强,曹守莲. 内陆表海边缘受潮汐作用影响的三角洲体系的沉积构成及聚煤特征. 地球科学, 1988,13(1): 35—47.
- 8 夏文臣,金友渔. 沉积盆地的成因地层分析. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989. 120—130页.
- 9 Lash G G. Sedimentology of Channelized Turbidite Deposits in An sncient (Early paleozonic) Subduction Complex Central Appalachians. Geological Society of America, 1986, 97.
- 10 夏文臣,雷建喜,周杰. 成因地层分析的思路和方法. 煤田地质与勘探, 1991. 19(4): 2—10.
- 11 Shanmugam G. Origin, Recognition, and Importace of Erosional Unconformities in Sedimentary Basin. in: Kleinspehn, K L Paola C ed New Perspectives in Basin Analysis. Springer-Verlag. New York. 1988. 83—108.
- 12 夏文臣,周杰,雷建喜. 沉积盆地中等时地层界面的成因类型及其在成因地层分析中的意义. 地质科技情报, 1993,12(1): 27—32.
- 13 Van Wagoner J G, Mitchum R M et al. Siliclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores and Outcrops: Concepts for High Resolution Correlation of Time and Facies. AAPG, Methods in Exploration Series, 1990, (7): 1—53.
- 14 夏文臣,雷建喜,周杰,张年茂,王生维. 黔桂地区海西—印支阶段的构造古地理及沉积盆地的时空组合. 地球科学, 1991,16(5): 477—488.
- 15 侯方浩,黄继祥等. 南盘江断陷区二、三叠纪的火山碎屑浊积岩——一种独特的无海底扇浊流沉积模式. 沉积学报, 1984,2(4): 17—32.
- 16 夏文臣,周杰,袁伟,张素新,杨永强. 华南晚三叠世前陆盆地的成因地层格架及演化历史, 1994,19(1): 19—29.
- 17 魏合明. 海底喷流——沉积成矿说及其找矿意义. 地质科技情报, 1987,6(4): 87—93.
- 18 Allen P A,Allen J R. Basin Analysis, Principles and Application. Blackwell Scien. Publ. Oxford Landon, 1990. 43—92.

THE EVOLUTION OF THE RIFTED OCEANIC BASIN DUE TO LITHOSPHERIC STRETCHING IN YUNNAN, GUIZHOU AND GUANGXI PROVINCES DURING THE LATE HERCYNIAN TO MIDDLE INDOSINIAN STAGE

Xia Wenchen, Zhou Jie, Lei Jianxi, Zhang Nianmao and Peng Yang

(China University of Geoscience, Wuhan, Hubei)

Abstract

On the basis of researches on the facies sequences and depositional evolution of various depositional systems in detail, the genetic stratigraphic framework of a rifted oceanic basin due to lithospheric stretching, which had undergone strong structural distortion, has been established by means of dynamic genetic stratigraphic analysis. The evolution history of this ancient sedimentary basin may be subdivided into four stages according to the features of isochronous stratigraphic boundary planes and the stratigraphic pattern.

(1) Initial rifting and oceanization stage of continental crust (P_2)

A NNE-trending rifted valley system has been recognized in the basin center. Submarine volcanic basalt rocks, volcanic debris flow system and pelagic siliceous radiolarian fossils are found in the deep-water rifted valley. The basin-fill sequence formed in this stage includes two depositional episodes controlled by the sea-level change cycle.

(2) Stretching and spreading stage of basin basement (T_1)

The main diagnostic markers are an intracontinental soft collision zone and some remnants of the pelagic depositional system in the central part of the basin. For example, both the basic volcanic rocks with a pillow structure and the volcanic debris flow system may be interpreted as deep marine environments. Because the spatial configuration of depositional systems is discontinuous on both sides of the soft collision zone, the authors believe that the oceanic crustal basement and the greater part of the pelagic system were destroyed and covered during the basin convergence and collision stage. Only one depositional episode controlled by sea-level change cycle occurred in this stage, so the time range for stretching and spreading of the basin basement might be short, and the basin central pelagic system small.

(3) Subduction and basin diversification stage (T_2)

Two depositional episodes occurred in this stage. The lower depositional episode consisted of three depositional system associations in space: a trench system association with the subaqueous gravity flow system in the central part of basin, a passive continental margin association with the shelf break in the west part, and an active continental margin system association with the volcanic island and backarc basins in the east part. The soft collision zone is located between the trench association and passive continental margin association. The intermediate-acid volcanic rocks

and associated volcanic debris flow system are recognized in the active continental margin association. The genetic stratigraphic pattern of this depositional episode might respond to a process of subduction and basin diversification stage. The genetic stratigraphic pattern of the upper depositional episode is simple. There are two continental-margin depositional system associations only, which represent an initial convergent process of the basin.

(4) Convergence and collision stage (T_3)

A remnant embayment-foreland basin on the passive continental margins and a orogenic fold belt on the active continental margins developed during this stage. Consequently, a soft collision zone which separated the gentle stratigraphic complex of the passive continental margin from the strongly folded stratigraphic complex of the active continental margin was formed as a result of obduction of the active continental margin upon the passive continental margin.

Key words: rifted oceanic basin due to lithospheric stretching, depositional system, depositional system tract, depositional episode, genetic stratigraphic framework

作 者 简 介

夏文臣, 男, 1940年生。1964年毕业于原北京地质学院煤田地质与勘探专业, 1981年毕业于武汉地质学院北京研究生部, 获硕士学位。现为中国地质大学(武汉)教授, 多年来从事煤田地质和沉积学的教学、科研工作。通讯处: 湖北省武汉市喻家山中国地质大学地质系, 邮码: 430074。