

黔南地区早、中泥盆世沉积演化的动力机制^①

陈代钊 陈其英

(中国科学院地质研究所,北京 100029)

提 要 泥盆纪时,黔南地区为一相对稳定的台地,早泥盆世晚期,海水开始浸漫其上。初始发育陆源碎屑沉积体系,中泥盆世发育陆源碎屑~碳酸盐混合体系,空间配置有下列几种类型:滨岸障壁~泻湖~河流体系,碳酸盐缓坡~滨岸障壁~泻湖体系,镶边型碳酸盐台地~泻湖三角洲(潮坪)体系,碳酸盐缓坡~三角洲体系。基底断裂限定了台地和台间沟的延限范围和演化进程,这两种不同沉积背景的沉积演化旋回可能主要受海平面变化控制。

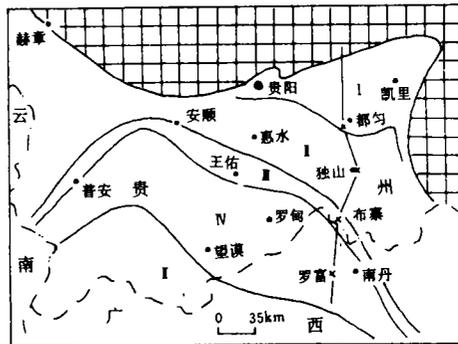
关键词 海平面变化 沉积演化 碎屑岩-碳酸盐岩混合旋回、早、中泥盆世

第一作者简介 陈代钊 男 32岁 助理研究员(博士) 沉积学

1 研究区概况

加里东运动后,随着古特提斯洋的向东打开和扩张,华南地区进入了一个新的构造演化时期,作为扬子板块东南部的大陆边缘,根据其沉积、构造、岩浆活动特征,该区在泥盆纪时显示了被动大陆边缘的特征^{(7) (10) (11)}。

泥盆纪时,黔南地区位于江南古陆西缘,黔中隆起南缘,南部毗邻紫云-丹池断裂带(图1),该断裂带以拉张性断裂作用为主,开始活动于早泥盆世晚期,向北西逐渐深入黔中直抵水城附近,与开远-平塘-盘县断裂带会合,其东南端则在桂中地区与北东向的桂林断裂带会合,在江南古陆南端形成弧形展布的台间沟(或盆)深水沉积⁽⁴⁾,而黔南地区表现为构造相对稳定的沉积地块。这种构造格局可能与古特提斯洋向东打开过程中伴随的转换断裂作用有关^{(7) (10)}。



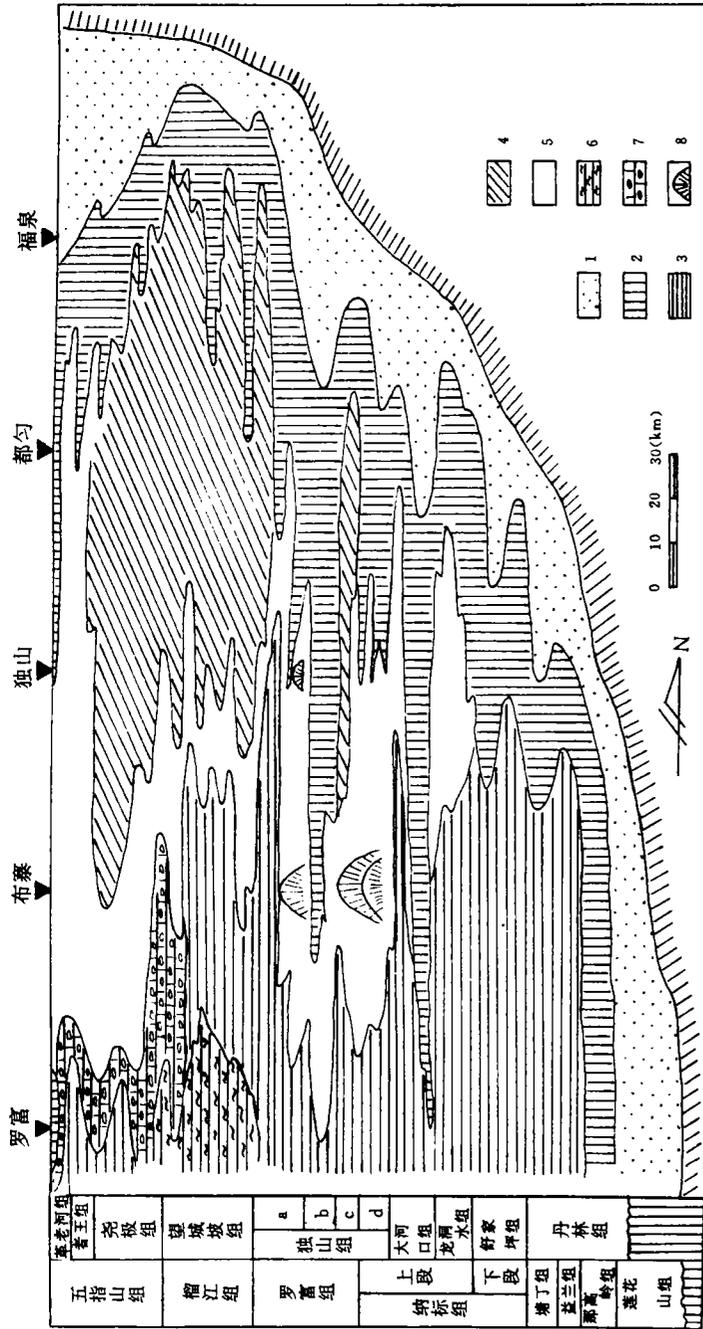
I. 滨海相区; II. 台地相区;
III. 台地边缘相区; IV. 台沟(盆)相区

图1 研究区位置及岩相古地理简图^②

Fig. 1 Sketch map showing paleogeographic divisions and the studied area

① 本项目得到自然科学基金的资助

② 据周祿康,叶德胜,1980,贵州中泥盆世岩相古地理研究报告。



1. 砂砾岩组 2. 砂泥岩组 3. 黑泥(页)岩组 4. 白云岩组 5. 灰岩组 6. 硅质岩组
7. 瘤状灰岩组 8. 生物礁 a. 鸡窝寨段 b. 宋家桥段 c. 鸡泡段 d. 屯上段

图2 黔南地区泥盆纪地层剖面图

Fig. 2 Stratigraphic cross section of the Devonian in southern Guizhou, South China

研究区的泥盆系发育较好,类型较全,旋回性明显(图2)。南部的南丹一带以深水沉积为主,独山以北以浅水型沉积为主,在过渡区(布寨一带),深水沉积和浅水沉积呈指状交错。从岩性分布看,早期以陆源碎屑岩为主,中期以陆源碎屑岩-碳酸盐岩混合沉积为主,晚期以碳酸盐岩为主,它们以渐进式向大陆超覆,反映了海侵范围逐渐扩大的趋势。

2 沉积体系

泥盆纪时,黔南地区海底地形较平缓,水体相对较浅,为比较典型的陆表海环境。由于该区南部丹池断裂带造成的阶梯状地形及台地边缘生物建隆的屏障作用,加上该区为深入内陆的宽阔海湾,常会造成水流不畅的环境。研究区毗邻陆源区,陆源物供应较充分,沉积条件的改变经常会引起陆源碎屑岩侵入到碳酸盐台地上,形成混合海岸。早泥盆世发育陆源碎屑岩沉积体系,中泥盆世发育碳酸盐-陆源碎屑岩混合沉积体系。

2.1 碳酸盐沉积体系

碳酸盐沉积体系发育于中泥盆世,由镶边型碳酸盐台地体系和缓坡型台地体系两种类型组成,它们经常与陆源碎屑体系过渡组成混合体系,在垂向上形成混合旋回。

2.1.1 镶边型碳酸盐台地体系(图5c)

该体系主要发育于中泥盆世晚期(见图2),台地镶边的形成和展布受台地南缘紫云-丹池断裂带和海平面变化(低水位后期)的共同控制。由于陆源碎屑体系的侵入,该体系中潮缘沉积或不发育或被侵蚀(图5c)。

碳酸盐台地边缘 台地边缘沿南丹六寨-独山布寨-王佑一带分布(图1),明显受台内断裂(紫云-丹池断裂带)的控制,构成了台地与台间沟(盆)的过渡区域,其近台地一侧生物礁(滩)发育,形成断续相连的堤坝(图5c),如独山布寨礁、王佑礁、罐子窑礁、南丹六寨礁、环江北山礁^{[3][8][9]}。该区北侧以浅水碳酸盐岩为主,底栖生物丰富;南侧以黑色泥岩,钙质泥岩,硅质泥岩等深水沉积为主,富含浮游-游泳生物,在该区这两种不同沉积类型相互交错,显示环境的多变性。

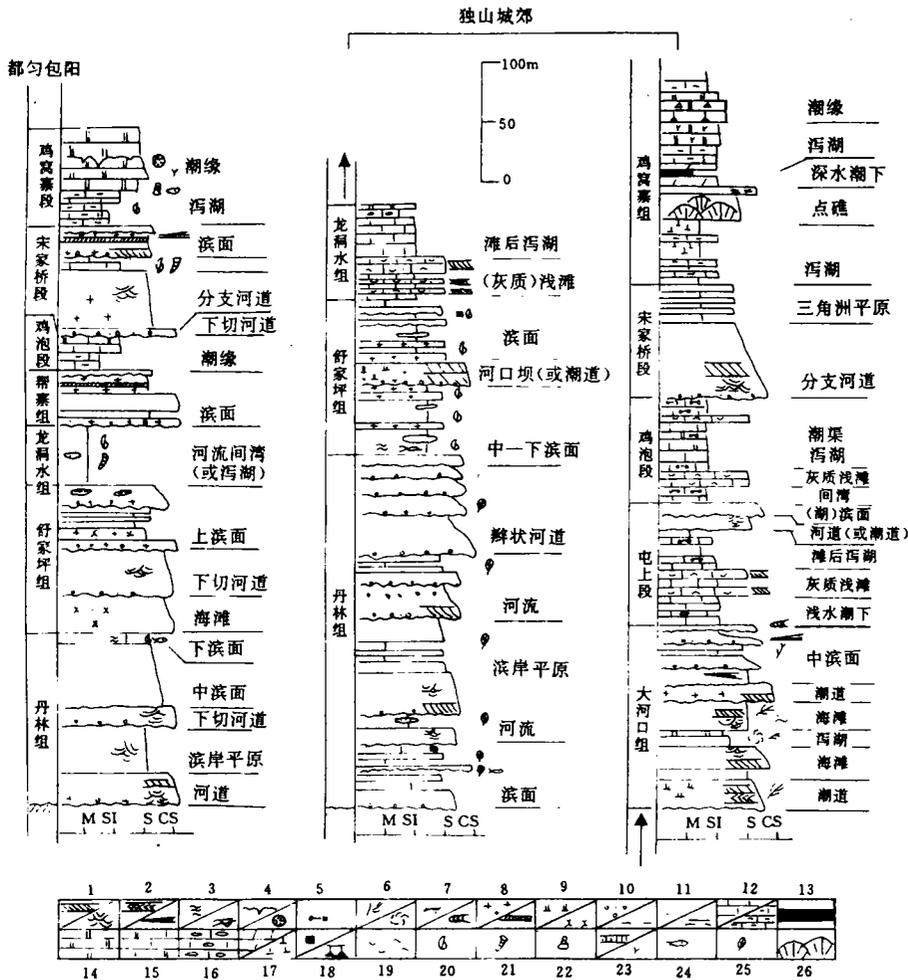
台地边缘生物礁(滩) 在独山布寨有两次明显的成礁期,即鸡泡时和鸡窝时,前者为骨架型礁,后者为障积型礁。叶德胜等人^[2]曾对此有较详细的研究,以鸡泡段礁为例,礁核由大量基本保持原始生态的各种层孔虫、床板珊瑚及充填期间的棘皮类、通孔珊瑚、腕足类、四射珊瑚、红藻等组成;礁后以生物障积岩、生屑-球粒泥粒岩/粒泥岩为主,生物以枝状或柱状层孔虫为主,礁前则由大量层孔虫、床板珊瑚等造礁生物的砾块或其它砾屑组成,并含大量棘屑、腕足、苔藓及藻类碎屑,砾屑间多以亮晶胶结。

台地前缘斜坡 研究区的台地前缘斜坡延伸范围都较窄,主要特征是暗色粒泥岩/灰泥岩和泥岩中常夹有异地碳酸盐碎屑流层,碎屑大小不等,分选,磨圆较差,礁碎屑(块)与斜坡碎屑混杂在一起,生物既有底栖型又有浮游型。

局限台地(或泻湖) 局限台地因其向海方向有断续相连的生物礁、滩构成的障壁,所以与广海连通性较差,海水循环受一定限制,盐度较高,能量较低,生物也较单调。沉积物主要由含泥灰泥岩/粒泥岩、钙质泥岩、炭质泥岩、白云岩等组成。岩石中一般有机质含量较高,陆源泥质物混入较多,生物单调,以介形虫、有孔虫、钙球、腕足类为主,有少量层孔虫及腕足。白云岩以中-粗晶白云岩夹双孔层孔虫白云岩为特点,白云石晶体普遍见污心和亮环

边,显示混合白云化作用特点。

开放台地 与局限台地相比,开放台地与广海连通性较好,海水循环及盐度基本正常,独山—惠水一带的独山组沉积属之。



M. 泥(页)岩 SI. 粉砂岩 S. 细砂岩 CS. 粗砂岩

- 1. 板状/槽状层理 2. 双向/冲流交错层理 3. 波状/断续波状层理 4. 古岩溶面/晶洞 5. 鸟眼构造
- 6. 丛状迹/动藻迹 7. 面挠动/水平虫迹 8. 含铁质/铁矿层 9. 砂质白云岩/正石英岩 10. 含砾砂岩/泥质砂岩
- 11. 砂岩/砂质泥岩 12. 灰岩/含泥灰岩 13. 炭质泥岩 14. 白云岩 15. 白云质灰岩
- 16. 瘤状灰岩 17. 钙质泥岩 18. 黄铁矿结核/含硅质 19. 生屑 20. 腕足 21. 珊瑚 22. 腹足类
- 23. 板状/枝状层孔虫 24. 鱼类 25. 植物碎片 26. 生物层

图3 都匀、独山早、中泥盆世沉积相序列

Fig. 3 Vertical sequences of the Early and Middle Devonian in Duyun and Dushan, southern Guizhou, China.

岩石类型以生物(屑)粒泥岩/泥粒岩为主,混有少量陆源物,常见混合白云化现象。各门类底栖生物发育,其中以层孔虫(球状,半球状,板状)、珊瑚、腕足类为主,它们多保持原始生

态;此外尚见枝状层孔虫、棘皮类、苔藓类、介形类、腹足类、海绵、有孔虫和藻类等。局部条件适合时,特别是造礁生物大量繁盛时形成礁或生物滩(如独山城郊鸡窝段),该类型礁(或滩)多为障积型的,规模较小的点礁(滩),主要由球状、半球状、板状层孔虫,床板珊瑚等造礁生物构成,填隙物以泥晶为主,极富有机质。

2.1.2 碳酸盐缓坡体系

碳酸盐缓坡^[11]是指向陆缓倾的碳酸盐斜坡,亦即“开阔陆棚”^[13],有两种主要类型:同斜缓坡(homoclinal ramp)和远端陡倾缓坡(distally-steepened ramp)^[20,21],可进一步划分为内缓坡、中缓坡、外缓坡及盆地环境^[25]^[12],形成于陆棚的淹没时期^[14]^[20]^[21]。

黔南地区中泥盆世的碳酸盐缓坡体系普遍发育于快速海侵之后,因陆源碎屑体系的侵蚀,大部分潮缘带沉积被侵蚀或不发育(图 5b,d,图 3)。

内缓坡 位于好天气浪基面(FWWB)之上,大致沿独山—惠水以北地区分布。

潮缘泻湖:岩石类型主要有中—细晶白云岩/灰质白云岩,间夹双孔层孔虫薄层,其他化石稀少,窗格状灰泥岩/粒泥岩,岩石中亮晶方解石呈雪花状或网格状分布,生物仅见一些钙球或兰藻屑,很象是藻席的干裂纹或收缩纹。

砂坝(或浅滩):潮下带上部,由于波浪的冲刷和筛选,可发育潮汐砂坝或浅滩(图 5b、d)。主要由颗粒岩组成,亦可见泥粒岩,常见生屑颗粒岩、鲕粒(或球粒)颗粒岩,有时发育小型的交错层理(图 3),如独山附近的龙洞水组。

中缓坡 位于好天气浪基面之下风暴浪基面之上,大致在下一独山之间分布。岩石类型以含泥生屑粒泥岩/灰泥岩与钙质泥岩/炭质泥岩互层为特征,偶夹一些风暴层。但由于华南海域发育有许多的台间沟^[18]的 intrashelf or intraplatform basin,这种环境往往对风暴浪的作用有较强的削弱作用^[12],这也可能是该区风暴沉积不太发育的主要原因。

从中缓坡向海方向,在短距离范围内就过渡为台间沟(盆)环境,因此外缓坡不太发育或发育不好,外缓坡的沉积特征和台间沟(盆)基本相似,很多具有台间沟(盆)的缓坡体系都具有上述特征。

2.1.3 台间沟体系

台间沟是指台地之间发育的窄长形相对低凹的沟谷,其形成与台地的基底裂解沉降有关,其沉积作用与广海盆地有某些类似,与台地的过渡也是比较急促的,沿南丹罗富—紫云向北西、南东方向延伸,在碳酸盐体系和陆源碎屑体系中都发育,是南方泥盆纪一种特殊的沉积环境体系。

岩石类型主要有黑色泥岩,含炭钙质泥岩,含炭灰泥岩,炭质含量普遍较高,有少许细砂岩或粉砂岩夹层,发育微细水平纹理及波状纹理;富含分散状黄铁矿;生物较丰富,以浮游—游泳型为主,如竹节石、头足类等,反映了水体较深,宁静及光照不足的弱还原至还原环境。

2.2 陆源碎屑沉积体系

陆源碎屑体系在早、中泥盆世都发育,而在中泥盆世,陆源碎屑体系常与碳酸盐体系在空间上呈过渡接触,组成混合体系,形成明显的混合型旋回。

2.2.1 河流沉积体系

该体系沿古陆边缘分布,随海侵范围扩大逐渐向大陆内部推进,因此其沉积层位是逐渐抬升的。早泥盆世晚期主要沿独山—惠水一带分布,中泥盆世早期退至都匀—贵阳高坡一带,中泥盆世晚期退至该线以北地区。向海方向,该体系可与障壁—泻湖体系或三角洲体系

过渡(图5)。不过,一般保存不好。

沉积物以中—粗粒岩屑石英砂岩为主,间夹泥质砂岩或砂质泥岩。具向上变细的剖面结构,局部亦见向上变粗的序列,底部常见冲刷,砂体多层叠置,砂岩中常见大型板状和槽状层理,富含植物碎屑。天然堤及河漫滩不太发育(图3),显示辫状河的沉积特征。

2.2.2 海滨障壁—泻湖体系

海滨障壁体系一般发育于以波浪作用为主的海岸^[17]。研究区北东方向有一狭长的海湾(见图1),北西、南东方向的岸流及近南北向波浪作用有利于在独山—惠水一带及附近形成障壁砂坝。早盆泥世丹林期的滨岸带可能位于布寨—王佑一带(未出露),舒家坪期至中泥盆世早期滨岸带大致位于惠水—独山一带,而中泥盆世晚期滨岸已后退至都匀及其以北地区。

海滨障壁—泻湖复合体系,由许多亚环境组成,障壁砂坝自身可发育有海滩、滩脊,入海口等,向陆发育有泻湖、泻湖三角洲,滨岸平原和河流环境,向海方向与临滨、近滨、远滨过渡或与碳酸盐体系直接过渡(图5)。

以独山大河口组为例,可识别出下列几种沉积类型(图3):潮道沉积、泻湖沉积、滨面沉积、近滨沉积。潮道沉积以中—粗粒石英砂岩为主,底部常有冲刷,发育大型的槽状、板状、楔状交错层理或双向交错层理,在深切潮道中,一般发育铁质鲕粒。泻湖沉积以砂质泥岩为主,夹有砂岩或粉砂岩透镜体以及白云质沉积,发现有 *Zoophycus* 及 *Chondrites* 等遗迹化石,发育水平及波状层理,滨面沉积由纯的石英砂岩为主,底部常有冲刷,下部以块状纯石英砂岩为主,上部(特征似前滨)发育低角度冲洗层理及楔状层,近滨沉积物粒度稍细,以细石英砂岩为主,夹泥质条带或两者互层,波状、水平层理,生物扰动较强。

2.2.3 三角洲体系

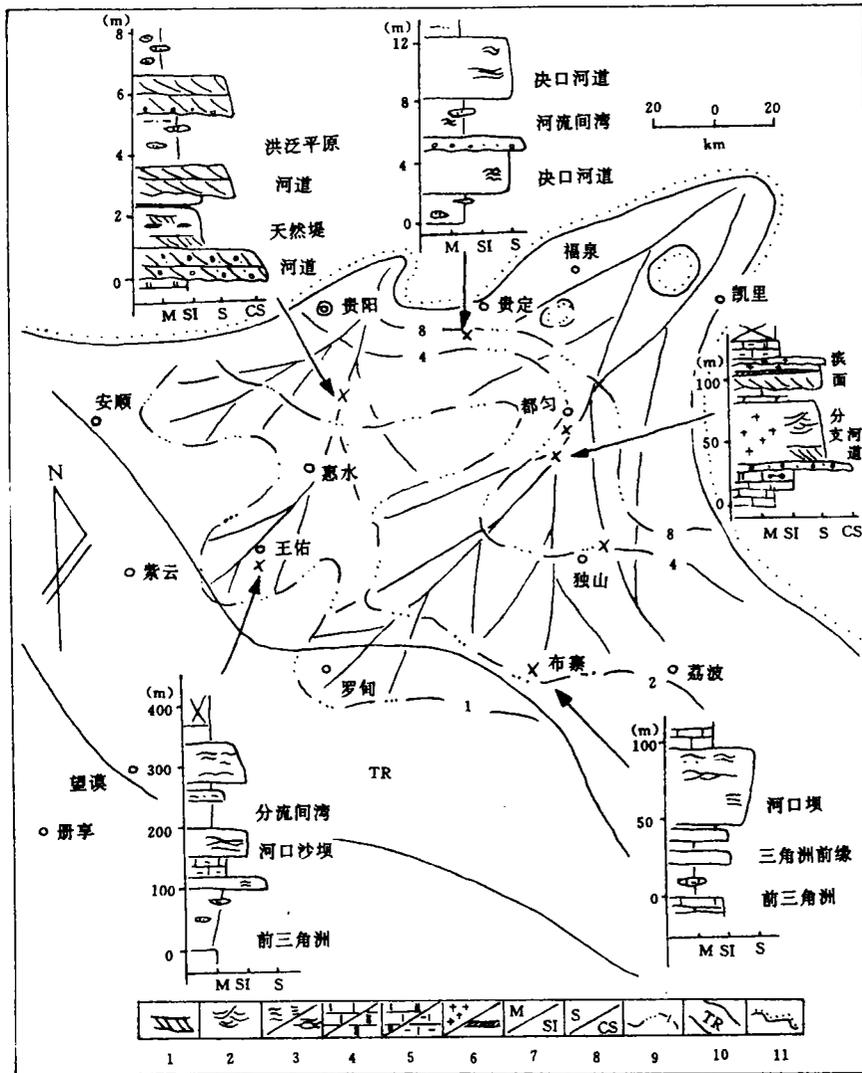
在中泥盆世独山期宋家桥时,在黔南地区发育了比较特征的三角洲体系。从该时期的沉积特征,垂直层序及砂体形态(由砂/泥比率趋势显示)看,该三角洲体系为以河流作用为主的朵叶状三角洲体系(图4)。该三角洲体系可能为贵阳—惠水间和凯里—都匀间两条大河形成的复合型三角洲体系,其中贵定以南的地区为两河口间湾地区,复合后的三角洲体系显示出三个明显的朵叶体(贵阳—安顺朵体,惠水—王佑朵体,都匀—罗甸朵体)和一个不太明显的朵叶体(独山—布寨朵体)。都匀—青岩高坡一线以北地区相当于三角洲的陆上部分,其沉积特征与垂向序列和河流体系相似(见图4),但其沉积在低水位期大多被冲刷或侵蚀,仅保存海侵和高水位期的沉积,该线以南至独山—惠水间的区域大致相当于上、下三角洲平原的过渡地带,沉积特征也具过渡性(见图3),独山—惠水以南地区相当于下部三角洲体系,其沉积特征和垂向序列明显地具水下三角洲平原的特征(见图4)。

另外,在中泥盆世晚期,发育了一种与镶边形碳酸盐台地体系共生的泻湖三角洲体系(图5C),与上述三角洲相比,其发育规模较小,河流也不如前者发育(图3),而在局部地区(如间湾)发育潮坪体系(叶德胜,1985)。

2.3 沉积体系的空间配置

自从早泥盆世晚期海水漫漫到黔南地区后,该区从初始发育的陆源碎屑沉积体系逐步演化为碳酸盐—陆源碎屑混合体系,在不同阶段,由于沉积条件的不同,不同沉积体系的空间配置也有较大的差别(见图5)。

早泥盆世丹林期以河流沉积体系为主,滨岸带分布范围相对较窄,这可能主要与丹池断裂作用有关,舒家坪期,障壁—泻湖体系较为发育,河流体系明显地向后退缩(图3、5a),上



1. 板状层理 2. 槽状层理 3. 波状层理、水平层理/脉状层理 4. 灰岩/白云岩 5. 白云质灰岩/含泥灰岩 6. 泥岩/粉砂岩 7. 细砂岩/粗砂岩 8. 古陆边界 9. 砂/泥比值 10. 陆棚沟
M. 泥岩 SI. 粉砂岩 S. 细砂岩 CS. 粗砂岩

图4 宋家桥时黔南三角洲沉积体系

Fig. 4 Diagram showing the delta system during the Songjiaqiao period, the late Middle Devonian (Givetian), southern Guizhou

述体系发育于陆源供给充分的相对低海平面期。当时的古陆范围相对较大,估计在都匀—贵阳高坡以北地区。

中泥盆世,碳酸盐沉积体系和陆源碎屑沉积体系混合共生,不同的沉积条件(基底构造、海平面变化、物源供给)往往造成不同的空间配置,主要有(1)碳酸盐缓坡体系与滨岸障壁—泻湖—滨海平原体系过渡,碎屑滨岸沉积上覆于浅水潮下(部分潮间)碳酸盐沉积之上(图5b),该配置主要发育于龙洞水—大河口期,建立于快速海平面上升之后。(2)镶边碳酸盐台

地体系与(泻湖)三角洲体系过渡(图 5c),该类型三角洲体系较小,波浪作用受到限制,而潮汐作用相对增强,河口之间常发育有潮坪环境。在平面上,三角洲体系一般与碳酸盐开放台地呈指状交错,甚至伸入到泻湖(或局限台地)之中,发育于中泥盆世晚期屯上时和鸡窝寨时,即台地边缘具相对较快沉降速率的低水位后期。(3)碳酸盐缓坡体系与三角洲体系过渡(图 5d),该三角洲体系表现为以河流作用为主的复合型三角洲,平面形状呈朵叶状(图 4),在沉积过程中,直接上覆于内缓坡甚至中缓坡,发育独山期晚时,即快速海平面上升之后。

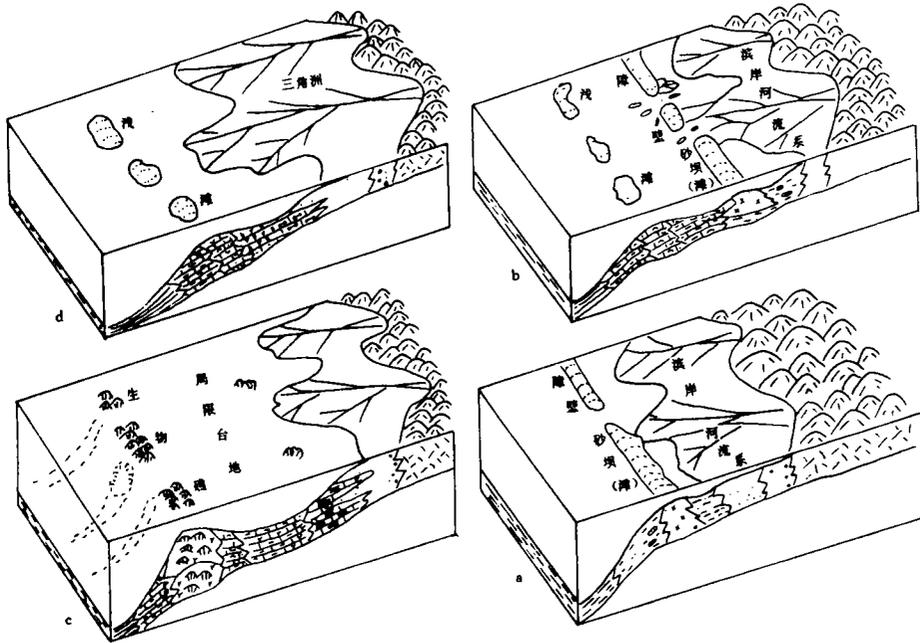


图 5 黔南地区早、中泥盆世沉积体系的空间配置(图例参见图 3、4)

Fig. 5 Spatial configurations of depositional systems for the Early and Middle Devonian, southern Guizhou

3 控制沉积作用的动力机制

影响沉积作用的因素很多,主要有构造、海平面变化、物源供给等三大基本因素,而后者在很大程度上取决于前两者的变化。

丹池—紫云同沉积基底断裂是黔南南部非常重要的 NW 向沉积边界断裂(图 1),以拉张断裂作用为主^{[4][10]},活动于埃姆斯中、晚期,扩张断裂的结果导致了该区域的迅速下沉,形成了一狭长形的地堑式的台沟(或盆),并在沉积演化中充当了广海盆地的角色,沉积了厚度巨大的黑色岩系,同时也促使北侧相对稳定的台地(或陆棚)开始接受沉积。该断裂限定了台、沟(或盆)的延限范围,奠定了黔南地区的沉积古地理格局和演化进程。

相对海平面变化(全球海平面变化+构造沉降)决定了沉积盆地的沉积空间(或通量)。在盆地充填初期,由于海平面上升幅度不大,沉积平衡基准面相对较低,陆源区强烈的侵蚀作用为汇水盆地提供了丰富的陆源物,发育陆源碎屑沉积体系。随着海平面的逐渐上升和海

侵范围的扩大,平衡基准面随之提高,陆源区侵蚀作用减弱,碳酸盐产率逐渐提高,形成碳酸盐岩-陆源碎屑岩混合体系,直至完全为碳酸盐体系所取代,这是被动陆缘盆地沉积演化的一般规律。

沉积层序是指由不整合面或其对应的整合面为界所限定的一套具有成因联系的或相对整合的沉积序列^{[19] [23] [24]},被认为形成于一个完整的相对海平面变化旋回,即低水位,海侵和高水位期,由它们所形成的具成因联系的独特沉积组合称之为体系域,代表了海平面变化不同阶段的产物。海平面下降幅度决定了沉积层序的类型,当海平面下降至沉积坡折(说明见陈代钊等,1994a)以下,造成近端陆棚(或台地)的暴露和侵蚀时形成类型-1层序;未降至沉积坡折以下时形成类型-2层序。

黔南早、中泥盆世的沉积纪录中发育六个明显的三级沉积层序,其中底部为两个碎屑岩层序,其余四个为碳酸盐岩-碎屑岩混合层序,层序 I、IV、VI 为类型-1 层序,其余为类型-2 层序^[5](图 6)。能够与世界其它地区进行很好的对比^{[15] [16] [22]},反映其形成受一种全球性或区域性驱动力的控制,这也正是海平面变化的特点。

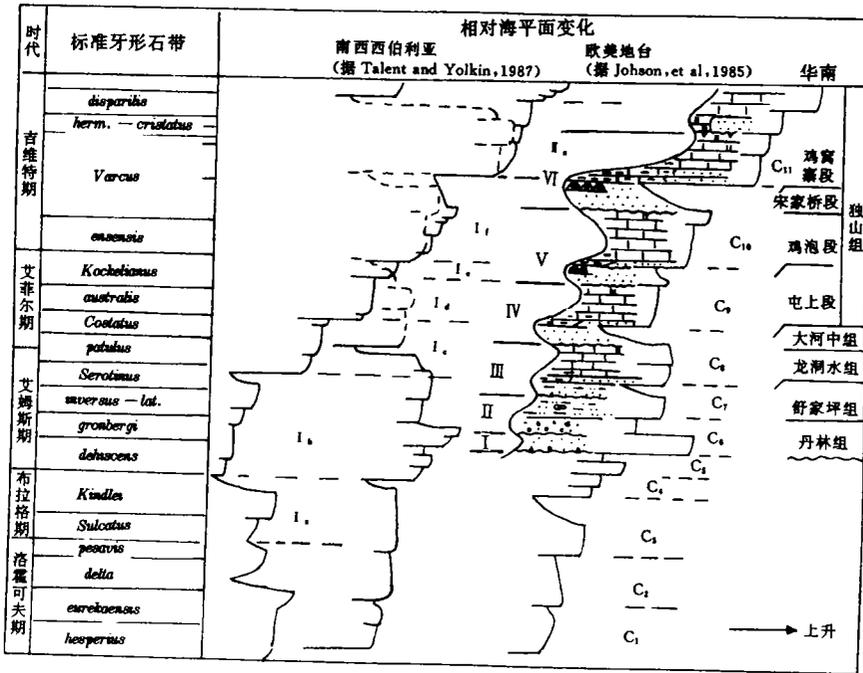


图 6 早、中泥盆世海平面变化及其沉积反映(注意沉积层序与海侵-海退旋回的区别)

Fig. 6 Sedimentary responses to sea level changes of the late Early and Middle Devonian, southern Guizhou

黔南地区是埃姆斯中晚期华南区域性大幅度海平面上升时接受沉积的(图 6),此时以前的沉积发育于广西地区^[6]。早期的碎屑岩层序反映了盆地充填初期相对较低的海平面和充足的物源供给。在低水位期,以滨线和河流的向海进积为特征;在陆棚暴露的情况下,通过下切河道向盆地输送陆源物形成低位扇和低位楔(类型-1 层序)。海平面的迅速上升(海侵体系域)将导致滨线的迅速退积,并使台间沟深水沉积上超到浅水陆棚上。底部的层序 I 由于长期剥蚀,所为层序界面和海侵面重合。高水位早期,滨线将继续向陆退积,晚期,海平面

开始下降,近端陆棚河流开始复活,并开始向海进积。

随着海侵范围的扩大,在黔南地区开始发育碳酸盐岩—碎屑岩混合体系,并在垂向上形成混合层序。低水位期(低位/陆棚边缘体系域),由于沉积平衡基准面下降,陆源碎屑体系向海进积,并越过碳酸盐台地,形成碎屑岩楔状体。当海平面下降至沉积坡折以下时,陆源碎屑将通过下切河道被输送到台间沟(或盆),形成低位扇和低位楔(如层序Ⅳ、Ⅵ)。当海平面未降至沉积坡折时,低位扇不发育。在有些层序(Ⅴ、Ⅵ)中,低水位后期,由于海平面缓慢上升,陆源供给相对减少,加上台地(或陆棚)边缘由断裂或碎屑岩体系本身造成的正向地形,使生物礁得以发育,但终因赶不上海面上升速率而被淹没(图2、6)。海平面的快速上升促使碎屑滨线迅速后退,台间沟深水泥岩迅速上超到浅水沉积之上,最大淹没面附近以黑色泥岩、灰泥岩和瘤状灰岩为主。海平面快速上升后,陆源碎屑供应大大降低,碳酸盐产率迅速提高,使碳酸盐缓坡体系得以建立。高水位早期,碳酸盐缓坡体系继续向陆扩展,碎屑体系大大萎缩;晚期,海平面开始下降,近端陆棚陆源碎屑体系开始复活并向海进积,并最终越过碳酸盐台地,造成对下伏地层的冲刷和侵蚀。

上述分析表明同沉积基底断裂限定了黔南地区台沟(或盆)的延限范围,奠定了沉积演化的古地理格局。而海平面变化则控制了沉积区内的沉积演化及环境变迁。

该项研究得到叶连俊教授的指导和关怀,野外工作曾得到独山县经委王约同志的协助,谨致诚挚的谢意。

收稿日期:1994年2月10日

参 考 文 献

- [1] 王鸿祯等,1986,华南地区古大陆边缘构造史,武汉:武汉地质学院出版社。
- [2] 叶德胜等,1983,贵州泥盆系碳酸盐沉积相,沉积学报,1(2):82~95。
- [3] 叶德胜等,1985,贵州中泥盆统碎屑岩沉积相特征,岩相古地理文集(1),88~102,北京:地质出版社。
- [4] 刘文均,1986,华南泥盆纪古构造轮廓,岩相古地理通讯,(5/6),1~11。
- [5] 陈代钊,陈其英,1994a,黔南早、中泥盆世层序地层格架与海平面变化,中国科学(B),24(11):1197~1205。
- [6] 陈代钊,陈其英,1994b,华南泥盆纪沉积演化及海水进退规程,地质科学,29(3):246~255。
- [7] 陈洪德,曾允孚,1990,右江盆地的性质及演化讨论,岩相古地理,1辑,28~37。
- [8] 吴诒等,1987,广西泥盆纪沉积相古地理及矿产,南宁:广西人民出版社。
- [9] 周怀玲等,1985,广西环江泥盆纪生物礁,岩相古地理文集(1),103~121,北京:地质出版社。
- [10] 张锦泉,郑荣才,1990,上扬子西南缘泥盆纪构造格局与岩相古地理,成都:成都科技大学出版社。
- [11] Ahr, W. M., 1973, Trans. Coast Assoc. Geol. Soc., 23, 221~225.
- [12] Burchette, T. P., Wright, V. P., 1992, Sediment. Geol., 79, 3~57.
- [13] Ginsburg, R. N., James, N. P., 1974, In: The Geology of Continental Margins (Eds Burke, C. A., Drake, C. C.), 137~155.
- [14] James, N. P., Mountjoy, E. W., 1983, In: The shelf-break: Critical Interface on Continental Margins (Eds Stanley, D. J., Moore, G. T.), SEPM Spec. Publ., 33, 189~206.
- [15] Johnson, J. G et al., 1985, Bull. Geol. Soc. Amer., 96, 567~687.
- [16] Johnson, J. G et al., 1988, In: Devonian of the World (Eds Mcmillan, N. J. et al.), Vol. III, Canadian Soc. Petrol. Geol. Memoir, 14, 171~178.
- [17] Klein, G. devries, 1985, Sandstone Depositional Models for Exploration for Fossil Fuels.
- [18] Markello, J. R., Read, J. F., 1982, AAPG Bull., 66, 860~878.

- [19] Mitchum, R. M. et al. , 1977, In: Seismic Stratigraphy Applications to Hydrocarbon Exploration (Ed. Payton, C. E.), Mem. Am. Asso. Petrol. Geol. , 26, 53~62.
- [20] Read, J. F. , 1982, Tectonophysics, 81, 195~212.
- [21] Read, J. F. , 1985, AAPG Bull. , 69, 1~21.
- [22] Talent, T. A. , Yolkin, E. A. , 1987, Gouirier Forschungs Institute Senckenberg, 92, 235~249.
- [23] Vail, P. R. et al. , 1977, In: Seismic Stratigraphy Applications to Hydrocarbon Exploration (Ed. Payton, C. E.), Mem. Am. Asso. Petrol. Geol. , 26, 49~133.
- [24] Van Wagoner, J. C. , et al. , 1988, In: Sea-level Changes: An Integrated Approach (Eds. Wilgus, C. K. et al.), SEPM Spec. Publ. , 42, 39~46.
- [25] Wright, V. P. , 1986, Sedimentology, 33, 221~241.

Dynamics of Sedimentary Evolution for the Early and Middle Devonian, Southern Guizhou

Chen Daizhao and Chen Qiyang

(Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract

Southern Guizhou region, a relative stable platform adjoined to an intrashelf trough (or basin) southward, was flooded by the rapid sea level rising in South China in the late Early Devonian (Middle Emsian).

Terrigenous depositional systems (i. e. fluvial, barrier-lagoon systems) were developed in the late Early Devonian, and hybrid terrigenous/carbonate (rimmed platform or ramp) depositional systems with grand mixed cycles (or sequences) in the Middle Devonian. Spatial configurations (or distribution) of depositional systems are formed in different sedimentary conditions (i. e. eustasy, tectonism, source supplies), they consist of (1) barrier-lagoon-fluvial complex systems, reflecting an early basin fill stage with abundant source supplies at a relative low sea level, (2) mixed carbonate ramp-siliciclastic barrier-lagoon complex systems formed after rapid sea level rising, (3) mixed rimmed carbonate platform-siliciclastic delta (or tidal) complex systems developed often in late sea level lowstands with a relative rapid subsidence rate at platform margin, and (4) mixed carbonate ramp-siliciclastic delta systems established after rapid sea level rising as (2).

In southern Guizhou, the NW-SE extensional faulting zone determines the range of two absolutely different depositional patterns of platform and intraplatform (or intrashelf) trough (or basin), and establishes the paleogeographic framework of sedimentary evolution.

Six third-order depositional sequences including two terrigenous siliciclastic sequences in the late Early Devonian and four mixed carbonate-siliciclastic sequences in the Middle Devonian were recognized based on the sedimentary studies. The formation of the sequences is controlled largely by sea level changes.

The terrigenous depositional systems develop in the early basin-fill stage with abundant source

supplies. The shoreline and fluvial basinward progradation characterizes the lowstand of sea level. Withdrawal of the sea level below the depositional break initially leads to the shelf exposure, fluvial incision, and formation of lowstand fans and wedges (progradational shoreline or delta deposits). The rapid sea level rising causes the shoreline to recede landwards swiftly and the semi-pelagic black shale to blanket the trailing edge of the shelf. During the highstand of sea level, the shoreline deposits that aggradationally stack in the early stage gradually change into the progradational coastal or deltaic plain deposits subsequently as the sea level begins to fall.

In mixed carbonate-siliciclastic depositional systems, the sedimentary response to changes in relative sea level indicates that basinward transporting of clastics predominates the lowstand of sea level. The clastic materials are conveyed through the incised valley to the intrashelf trough (or basin), forming the lowstand fan and lowstand wedge. Sometimes, organic reefs are developed during the late lowstand (V, VI), and terminated by the rapid sea level rising. The rapid sea level rising leads the shoreline to retrograde quickly and causes intrashelf trough deposits (black shale, nodular limestone etc.) to onlap updip the depositional break. Continual sea level rising above the shelf (or platform) increases the accommodation space, which allows the resumption of carbonate production, hence, the carbonate deposits dominate over the early highstands. However, the siliciclastic systems on the proximal shelf begin to rejuvenate and to prograde basinwards during the late highstands when the accommodation space reduces.

Key Words: Sea level changes Sedimentary evolution Mixed siliciclastic-Carbonate cycles
Early to Middle Devonian