

文章编号:1004-7824(1999)05-0001-11

楚雄盆地性质与沉积层序演化

许效松, 尹福光, 万 方, 谭富文

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要:晚三叠世楚雄盆地是扬子西南缘的前陆盆地,其西侧的前陆挠曲盆地盆底变形导致海平面相对上升,从而在卡尼期和瑞替期有 3 次海泛,并向东侧的前陆盆地隆起带和克拉通边缘推进,沉积了前陆碳酸盐缓坡和暗色泥页岩海泛物。由于海泛体的推进和海退下超的双重作用,构筑了楚雄三角洲与水下砂砾质舌形体组成的复合沉积体系。

前陆盆地三角洲复合沉积体发生在海平面的主体下降阶段,与被动大陆边缘层序迥然有别,对比标志也各异。复合沉积体系的特征由于海退下超面掩盖了海侵面,因而凝缩层不发育,其时空展布则呈进积型迁移,沉积体系域多为楔形体和朵状体。层序对比的标志:一是据 3 个关键界面的特征,包括暴露不整合面、海泛上超面和洪泛下超面;二是水下舌形体和洪泛体的性质和类型,依此划分了 3 个准二级层序。

关 键 词:楚雄前陆盆地;潮控三角洲;水下舌形体;关键界面和洪泛体类型

中图分类号:P534.51 **文献标识码:**A

1 楚雄盆地地质构造背景

1.1 基本地质特征

楚雄盆地通常是指晚三叠世的沉积盆地,其构造属性为扬子西南缘的前陆盆地。盆地的西部被哀牢山断裂和红河断裂所截,即为哀牢山小洋盆的俯冲带和大陆边缘前陆逆冲断裂带,北半部被程海断裂截切,东部和东南边界是个沉积上超界面(图 1)。因此,后期保留的楚雄盆地在构造型式上和沉积相的配置上均不完整。

由图 1 可见,盆地内部以三街-平川逆冲断裂为界分为东西两部分:断裂以西为前陆逆冲推覆体,包括宾川以东至祥云地区,为前陆挠曲盆地的沉积物;断裂以东为楚雄原型盆地,大部分地区被侏罗系和白垩系覆盖,上三叠统沉积在前陆隆起上并向克拉通推进。

1.2 岩石地层特征对比

盆地内上三叠统含煤地层已有近 60 多年的研究历史。路兆洽、王恒升(1936)在广通建立了“一平浪煤系”。谢家荣(1941)在祥云建立了“祥云煤系”,其中包括上部的红层,而下部

收稿日期:1999-09-07

资助项目:1997~1998 楚雄盆地研究由中国石油天然气总公司南方新区油气勘探项目经理部资助

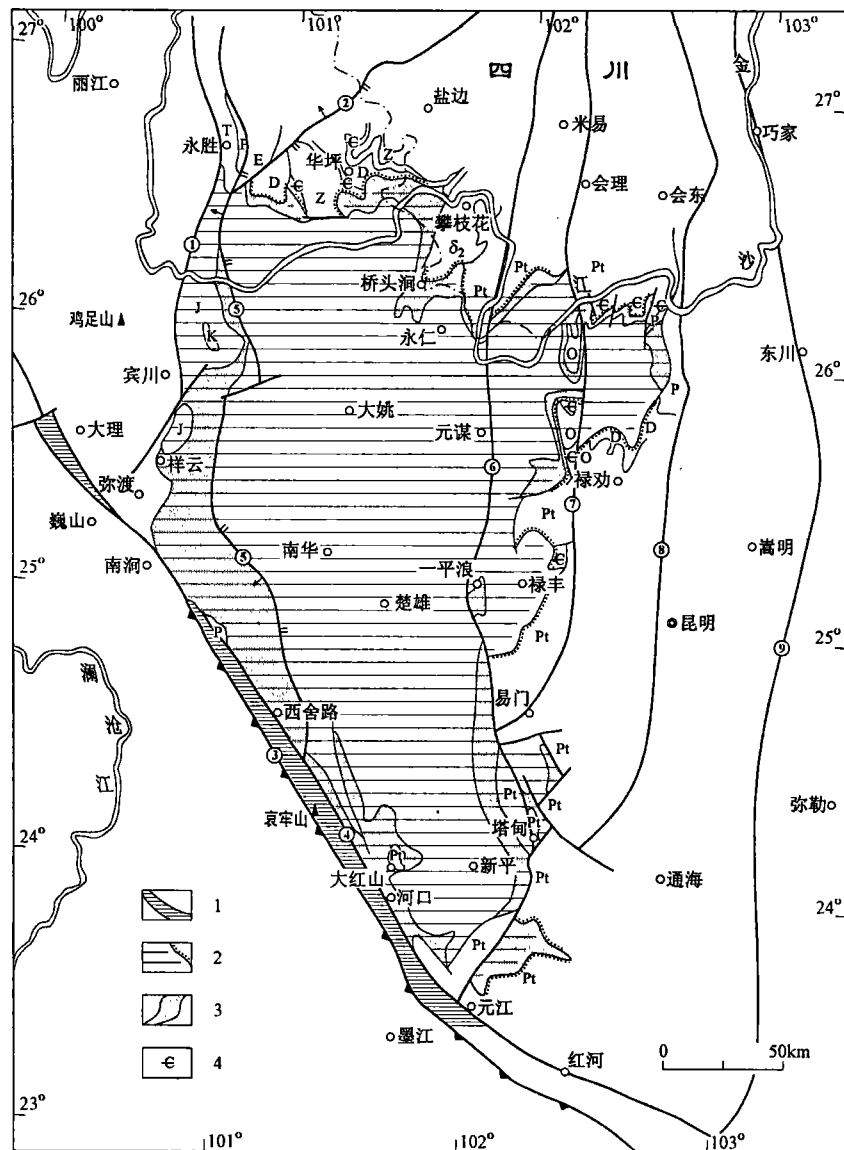


图1 楚雄盆地范围、构造性质与沉积基底的关系

1. 地层缩短带; 2. 楚雄盆地范围(带点为沉积接触); 3. 上三叠统; 4. 地层代号。①程海逆冲断裂; ②金河-箐河逆冲断裂; ③哀牢山俯冲带; ④红河逆冲断裂; ⑤三街-平川逆冲推覆断裂; ⑥绿汁江断裂; ⑦易门断裂; ⑧普渡河断裂; ⑨小江断裂

Fig. 1 The extent, tectonic features and sedimentary basement of the Chuxiong Basin

- 1 = stratigraphically shortened zone; 2 = the extent of the Chuxiong Basin; 3 = Upper Triassic strata; 4 = stratigraphic code. Faults: ① = Chenghai thrust fault; ② = Jinhe-Qinghe thrust fault; ③ = Ailaoshan subduction zone; ④ = Honghe thrust fault; ⑤ = Sanjie-Pingchuan thrust fault; ⑥ = Lüzhijiang fault; ⑦ = Yimen fault; ⑧ = Puduhe fault; ⑨ = Xiaojiang fault

的海相地层分别建立“白云寺组”、“云南驿组”(中三叠统)和“马鞍山组”(卡尼期)。继之,陈先远等(1943)将“一平浪煤系”自下而上分为普家村组、干海子组和舍资组,并延续至今^[1]。然而,上三叠统岩性、厚度在盆地不同部位有较大的差异,不仅给沉积相的确认造成误解,而且对岩石地层、生物地层与邻区的对比上也增加难度。

地质实体展示了楚雄盆地的上三叠统在构造和沉积环境上有 3 个特点:①晚三叠世的沉积物为一个由西向东上超的“时间楔”,卡尼期、诺利期和瑞替期分别形成自西向东推进的上超体(表 1);②上三叠统沉积基底的构造性质和构造部位制约了岩性、岩相、厚度和地层的叠置关系,盆地东部绿汁江基底断裂沉陷加大了普家村组的厚度,西部的热活动导致火山岩混入;③在原型盆地内,上三叠统底部与下伏前震旦系和古生代地层之间有长期的侵蚀间断,除界面为侵蚀不整合外,底部有残积物并发育有冲积平原相碎屑岩,掩盖了海泛的特征。

表 1 楚雄盆地晚三叠世地层对比表

Table 1 Stratigraphic correlation in the Chuxiong Basin during the Late Triassic

地层分区		楚 雄 盆 地						
岩石地层		丽江地区		宾川彩凤村	南涧-祥云	禄丰-元谋	华 坪	禄劝-团街
J ₁ 203Ma			冯家河组 潮坪碎屑岩	冯家河组 潮坪碎屑岩	冯家河组 潮坪碎屑岩	冯家河组 潮坪碎屑岩	冯家河组 潮坪碎屑岩	冯家河组 潮坪碎屑岩
T ₃	瑞替阶	新安村组 河流相碎屑岩	白土田组 三角洲	白土田组 洪泛—三角洲	舍资组 河道—前三角洲	太平场组二段 三角洲	舍资组 三角洲	
	诺利阶	松桂组 浅海—三角洲	花果山组 潮坪三角洲	花果山组 浅海—海陆过渡相	干海子组 三角洲	太平场组一段 洪泛—三角洲		
		罗家大山组 砂砾岩	罗家大山组 深水火山碎屑浊积岩	普家村组 海泛三角洲	大莽地组 浅海—三角洲			
	卡尼阶	中窝组 浅海碳酸盐岩	云南驿组二段 深水碎屑岩、 黑色页岩	云南驿组二段 深水碎屑岩、黑色页岩				
230Ma		云南驿组一段 浅海碳酸盐岩	云南驿组一段 浅海碳酸盐岩					
T ₂	拉丁阶							
	安尼阶	北衙组 浅海碳酸盐岩	北衙组 浅海碳酸盐岩					
T ₁	奥伦阶	腊美组 浅海砂页岩夹灰岩	腊美组 浅海碎屑岩					
	印度阶							
250Ma								
下伏地层		P ₂	P ₂ β	P ₂ β	Pt	Pt	Pz	Pz ₂

——连续沉积或海侵上超; ~~~~ 沉积不整合; ~~~~ 古喀斯特面; ~~~~ 冲刷侵蚀(水上)

据云南省区域地质志(1990)修编

前陆逆冲断裂推覆体 即盆地西部的宾川以东至祥云,沉积基底构造活动差异较大,后期构造至少有两条不同性质的次级逆冲推覆体,分隔为 3 个地层区带。

(1)祥云东北部小青坡附近出露的上三叠统(未见顶底)称云南驿组,代表海相地层的岩石单元,厚约 1000m。下段为生物碎屑灰岩、藻灰岩,含有 *Halobia*,向上变浅局部有暴露;上段为深水碎屑岩,顶部古暴露面以含铁铝质和具皮壳结构的粘土岩为代表,厚 30~50cm,

分布较稳定,具有古溶蚀面和古流痕。这套地层的生物组合,云南省地质矿产局(1991)认为属卡尼期早期,在相邻的嘎洒剖面为中三叠统的碳酸盐岩不整合在前震旦系上,因此云南驿组下段的生物碎屑灰岩可能包括中三叠统的部分地层。

(2)宾川以东与祥云间,上三叠统的中部地层称罗家大山组,有诺利期特提斯型的海燕蛤属(*Halobia partschi*, *H. superbascens*, *H. halorica*)和菊石,总厚 2456m。下部罗一段厚 854m,为火山岩和具密度流性质的火山碎屑岩;上部罗二段为浅海浊积岩和碎屑岩。上部诺利期晚期的花果山组为潮坪相碎屑岩,厚 715m。瑞替期为白土田组,为河流和泛滥平原相含煤地层,厚 854m。

罗家大山组向南在弥渡的德苴一带夹有火山岩和火山碎屑岩,下伏与云南驿组为连续沉积。可见,这两个地区剖面相接则为上三叠统的完整地层,代表前陆挠曲盆地深水沉积和火山热活动的环境。

(3)宾川及其以北的三叠系为正常海相连续沉积,下伏与晚二叠世玄武岩为假整合,总厚 489m。下三叠统浅海碎屑岩称腊美组。中三叠统为北衙组,顶部有古喀斯特。云南地质矿产局(1990)^[2]把北衙组暂归中统,如果与小青坡的碳酸盐对比不排除有拉丁期和卡尼期早期的沉积物。

该地区上三叠统基本上为碎屑岩,厚约 990m,前人把这套地层划归为白土田组。下部有 20 余米厚的黑色页岩超覆在碳酸盐古喀斯特面上,属海相沉积环境;上部为砂砾岩、砂岩和粉砂岩,为三角洲环境,与下伏黑色页岩呈侵蚀接触,但其底部含有被改造的菱铁矿结核砾石,因而推测黑色页岩向上为变浅的序列并有暴露,可与小青坡云南驿组上段的暴露面对比。此暴露面应具等时意义,同为卡尼期。其上诺利期—瑞替期的沉积物,与罗家大山组上段、花果山组和命名点的白土田组相当。

对上述地层对比的修正,除生物地层外,主要是以上扬子西缘海平面升降和具等时意义的古暴露面为依据。

中三叠世拉丁期后,上扬子转为海平面主体下降阶段^[3],不仅安尼期的雷口坡组、北衙组为残留地层,而且拉丁期(天井山组)和卡尼期(马鞍塘组、中窝组、云南驿组)的前陆碳酸盐缓坡也发生了古喀斯特化。可见,上扬子西缘至少有 3 次古暴露,而克拉通上则为 3 个时间段叠加的复合暴露面。

楚雄原型盆地 楚雄原型盆地的上三叠统,其岩石性质和沉积相既受前陆隆起的制约,又受盆地东部基底断裂的控制,从沉积相的展布可见盆地的东、北和南 3 个沉积边界。岩石地层的归属笔者遵循前人的意见,为诺利期和瑞替期。

(1)盆地东部包括靠西部的一平浪、元谋、永仁和东部的武定。前者在晚三叠世有两个上超边界和两个上超点,分别为诺利期和瑞替期;后者只有瑞替期一个上超边界。

一平浪地区沉积物总厚 2000~3000m,含有丰富的“一平浪植物群”,但也找到咸水双壳类(*Indosinion*, *Yunnanophorus*)^[2],在永仁有海相双壳类(*Nucula* sp., *Pinna* sp., *Anodontophora* sp., *Asarte* sp., *Palaeonilo* sp.)^[2]。由于对含有这些生物的地层缺少沉积相和环境分析的认识,因此前人均认为原型盆地的地层以陆相河流-湖泊说占优势,此观点延续至 90 年代中期。

在沉积序列上,诺利期的沉积物称普家村组和干海子组,底部有厚薄不等的砂砾岩与前震旦系假整合接触(图 2),向上发育一套浅海相的近源浊积岩砂体,其上被干海子组底部的

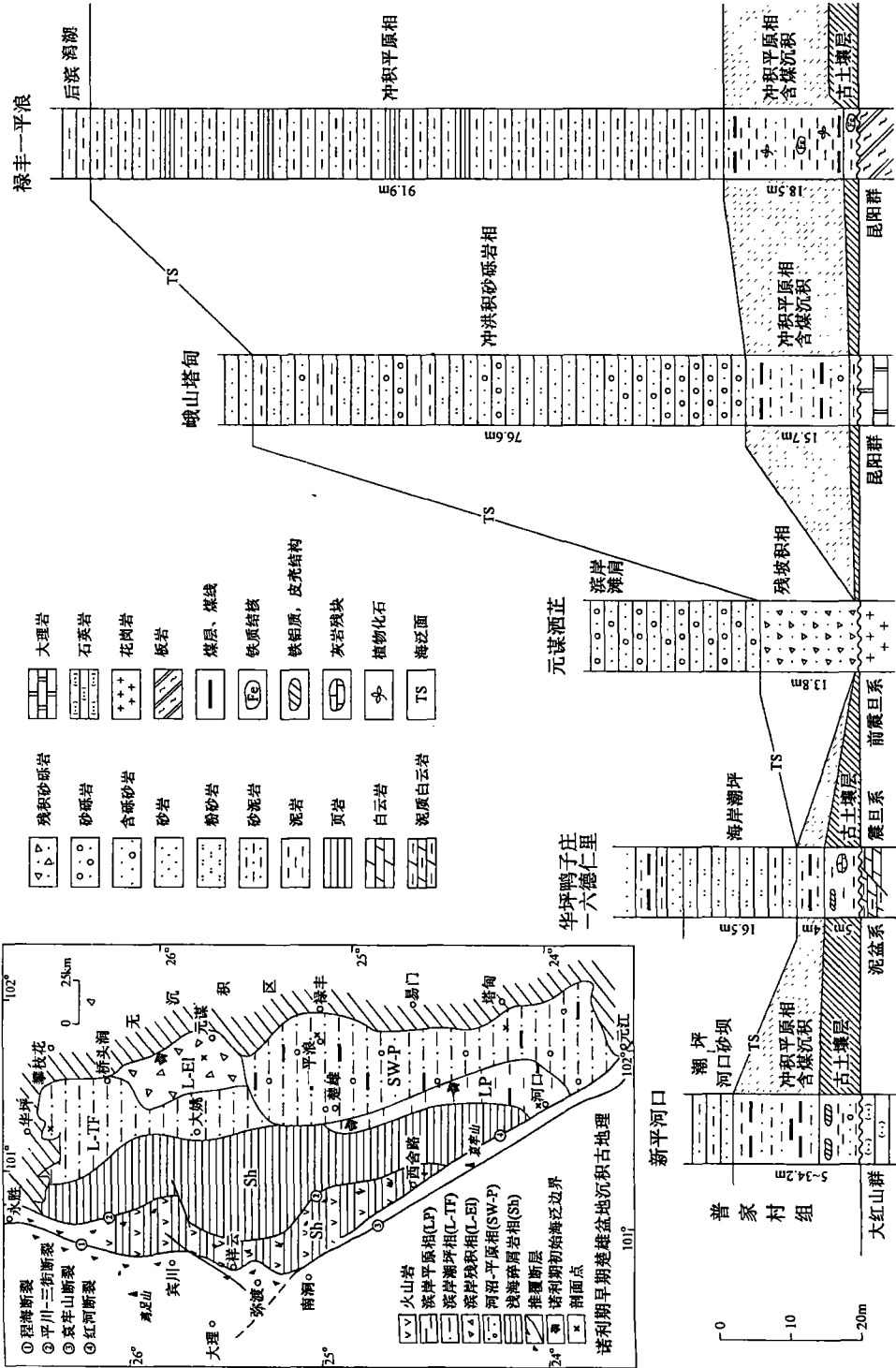


图 2 楚雄盆地底部第一沉积层的序列和对比

Fig. 2 Sequence correlation in the first depositional horizon at the bottom of the Chuxiong Basin

洪泛砂砾岩舌形体冲刷、切割,但这两个组的中上部都发育有潮控三角洲和三角洲平原相。瑞替期的沉积物称舍资组,下部为河道砂体,与干海子组为冲刷侵蚀接触,向上为河口砂坝和前三角洲,其上被下侏罗统冯家河组海侵上超(图3)。

(2)盆地北部在华坪的鸭子庄、永胜的六德和宾川的片角等地,向东与元谋、一平浪相连。上三叠统沉积在泥盆系和震旦系碳酸盐岩的古溶蚀面上,底部含煤,总厚度不超过

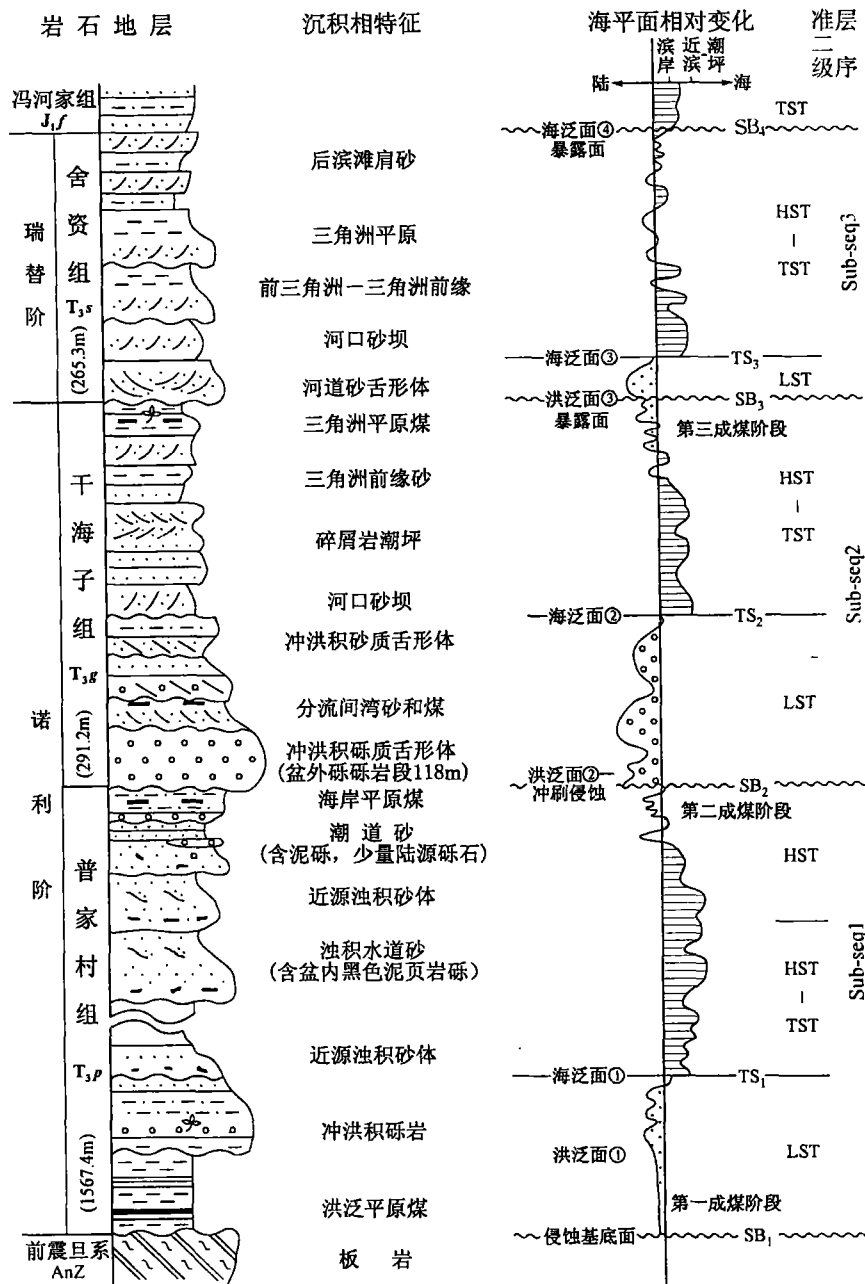


图3 一平浪地区晚三叠世沉积转换过程、标志特征和准二级层序划分

Fig.3 Sedimentary transformation, indicators and division of the sub-second-order sequences in the Upper Triassic strata in the Yipinglang region, Yunnan

1000m。

岩石地层名称前人采用攀枝花地层分区系统(表1)。

下部大荞地组与普家村组相当,底部为粘土岩充填在古喀斯特面上,有明显的海泛面,为近海平原煤和碎屑岩潮坪,向上夹有河道砂体并转为三角洲沉积。太平场组二段与舍资组相当,以三角洲平原和分支河道砂为主,根土岩和植物根茎非常发育。

(3)盆地南部以新平河口剖面为代表,上三叠统厚 975m,与一平浪相当的 3 个岩石地层单元除底部有煤层堆积外均为海相环境。向东南方向在塔甸一带,上三叠统厚 1001m,有 5 层煤、并夹有两套砂砾质岩舌形体,但仍间有海相层。

(4)盆地中心部位被侏罗系—白垩系覆盖,据盆地两侧晚三叠世沉积相展布特征,推测覆盖区可能为东、西部的海相与三角洲相两种不同性质沉积体的相向推进、下超和叠置。

2 楚雄盆地晚三叠世沉积序列

2.1 晚三叠世沉积序列和沉积环境

前陆盆地沉积古地理是由海相向陆相环境的转换。海陆过渡环境识别的关键和海退的标志是出现三角洲相环境,这在国内外经典沉积学中均有论述^[4,5]。

海陆过渡相碎屑岩的特点是厚度巨大,岩性和岩相多混杂叠置。通过分析沉积相的转换和标志特征,其转换过程有 4 个发展阶段:包括两个转变和两个自演化^[6],依转换面和沉积物组合特征进行过程分析。

第一阶段是海相环境向三角洲环境的转换(第一个转变) 这一转变可能多次完成,转换点的地质记录有两个标志:一是海相地层中发育多次连续向上变浅的沉积序列和古暴露面;二是各种朵状和楔形砂砾岩体、砂体作为海退的下超体,与下伏地层呈冲刷侵蚀和切谷充填接触,其界面为海退下超面。

第二阶段是三角洲环境的自演化(第一个自演化) 三角洲环境的自演化为三角洲体系的形成和发展阶段。由半旋回转为对称性旋回,海泛作用减少、减弱,并由浪控转为潮控以至形成河控三角洲,发育分支河道和三角洲平原,形成完整的成煤和生烃系列。

第三阶段是三角洲环境向陆相环境的转换(第二个转变) 该转换由河控三角洲转为陆相沉积。地质纪录是发育洪泛砂体,向形成主河道过渡。

第四阶段是陆相环境的自演化(第二个自演化) 该阶段以发育主河道和形成河流体系网,并汇集成湖泊为主要特征。

2.2 沉积序列演化特征

沉积序列是在确认上述转换阶段和转换过程的基础上,以一平浪为典型剖面,依据各演化阶段的关键标志面和特殊沉积组合而建立,其沉积序列有 4 个特点。

新盆地的第一个沉积层 楚雄盆地上三叠统除西部与海相地层为连续沉积外,原型盆地的地层均沉积不整合在前震旦系克拉通基底和早古生代的古隆起上,两者之间为长期的侵蚀间断,因而楚雄盆地也可谓新盆地。

新盆地上的第一个沉积物基本上是由基底岩石风化的剥蚀后的残积物、古土壤层,并经溪流水或是初始海侵改造为泥岩、泥质粉砂岩组成,为河沼或滨岸沼泽,均有铁铝质和煤沉积,厚数米和数十米不等(图 2),对基底侵蚀面有填平作用,特别是晚古生代的新盆地,基本具有这种规律性。

周期性的洪泛与海泛交替 由诺利期—瑞替期有 3 次洪泛和 3 次海泛。前者是陆内造盆、造山过程的纪录,后者是大陆边缘盆转山过程中引起的海平面相对上升效应。

(1) 普家村组的沉积序列由 3 部分组成(图 3),下部为发育在古侵蚀面上的河沼相碎屑岩,说明建筑在长期古隆起上的盆地基底已具夷平的特征,在盆地东西宽约 120km 的范围内,各边缘的剖面在该组底部均发育有被海水改造的沼泽平原相和煤系地层(图 2),为楚雄盆地的第 1 次聚煤提供了稳定的可容空间。第 1 次的洪泛(图 3 洪泛面①)中断了成煤过程,堆积了洪积砂砾岩体,主要分布在盆地的东部和东南(图 2 中左上图),呈透镜体状,此洪泛砂砾岩体的分布可佐证盆地的东部边界受绿汁江断裂的控盆活动,既创造了容纳空间又提供了陆源物。盆地北部的华坪,海侵上超面直接覆盖在碳酸盐基底的古风化壳上(图 3 海泛面①,图 2 中的 TS),沉积有潮坪环境的碎屑岩。盆地西部的河口一带,沼泽煤环境也受海泛的改造,其上则为浅海相,为盆地西部与外海相连提供了佐证。

中部为浅海碎屑岩,由 3~4 套水道砂和近源浊积岩组成不完整的鲍马序列,沟模指示砂体流向北西和南西。水道砂体含有较多的由黑色泥岩组成的盆内砾屑,与洪泛陆源砾迥然有别,且与层面平行分布,显示具牵引流特征。海泛物以粉砂岩和泥岩为代表。

上部为浊积水道转为潮道和河道的过程,转换的标志是陆源砾石与盆内砾屑混杂,以致陆源砾增多,泥砾减少至无,并形成厚几十厘米的砾岩透镜体和夹层,转向分支河道和分流间湾,为第 2 次聚煤过程提供堆积场所。

(2) 干海子组为一由粗变细的半旋回,底部有厚约 100 余米的洪泛砾岩体(图 3 洪泛面②),为快速堆积物,标志诺利期第 2 次造山过程。洪泛体中局部有斜层理,但不具主河道特征,向上为砂岩、粉砂岩,有明显的海侵上超面并转为碎屑岩潮坪(图 3 海泛面②),发育潮汐层理和双向层理,塔甸的锥状菌层碳氧同位素计算的 Z 值大于 120,为海相环境标志。近顶部转为三角洲前缘砂和三角洲平原,是楚雄盆地第 3 次聚煤,在塔甸和一平浪有主采煤层。

(3) 瑞替期的舍资组也为一半旋回,底部为河道砂体,厚约 20~30m,代表第 3 次洪泛(图 3 洪泛面③),切割下部三角洲平原。砂体的上部因海侵改造为河口砂坝和前三三角洲(图 3 海泛面③),发育大型水下滑动体,向上为后滨带,形成具下细上粗的页岩-砂岩序列,顶部有暴露面,其上被早侏罗世的海泛上超。

三角洲自演化旋回的不完整性和突变性 由海相向陆相盆地的两个转变和两个自演化过程的完整程度取决于盆地的规模、持续时间、盆地构造的稳定性、海平面下降与造山速率等诸多因素的综合平衡。由图 3 可见,晚三叠世楚雄盆地沉积序列的发育程度展现为多次性和重复性,两个自演化阶段——三角洲的自演化和河流环境的自演化均不完整。

楚雄盆地由海相向三角洲相的转变,因盆地的沉积基底较宽,所以前三三角洲不发育,多次海泛破坏了分支河道的形成,沉积演化过程停留在潮控三角洲环境中。

三角洲自演化旋回不完整还有两个制约因素:①各阶段演化的时间间隔短和海平面升降频率的叠加效应,造成三角洲前缘砂与三角洲平原的厚度仅 10~20m,上部韵律不超过 2m,因而三角洲平原和岸后沼泽不发育;②三角洲体系中不发育分支河道,代之的是突发性的洪泛事件,不仅制约和中断了三角洲的自演化,同时也说明陆源区尚未形成主河流网体系,造山活动较强烈。

成煤、生烃环境与三角洲自演化的关系 图 3 的沉积序列明显地反映了成煤、生烃环境除底部为沼泽成煤外,均处于三角洲体系。海泛为形成三角洲环境提供了前提条件,然而洪

泛导致了三角洲成煤环境的夭折,含煤层系的序列远不如四川盆地。前者在海陆过渡相转化中只处于第一转变和第一自演化过程,且每个过程都不完整,而后者均有完整的序列,每个序列的厚度可达 200~300m。

3 前陆盆地的层序特征与盆地演化

3.1 前陆盆地划分层序的关键点

1. 层序不整合界面成因的多重性

许效松等曾提出被动大陆边缘层序不整合界面的 5 种成因类型与盆山转换相对应^[7],但尚不能囊括前陆盆地在造盆过程中形成层序界面的特殊性。海陆过渡相环境的前陆盆地,层序界面除海平面与构造叠加效应外,还有 3 个特点:①短周期海平面升降叠加在长周期海平面的下降翼,因而在沉积纪录中海平面下降的标志大于海平面上升的标志,下超体明显;②构造活动的作用大于海平面升降效应,形成构造加强层序不整合界面;③周期性的造山、造盆过程,陆源物注入量大,沉积体的叠置关系复杂,不易确认体系域。因而海陆过渡相环境建立层序的关键是识别海泛面和洪泛面。

海泛面对确认层序的意义 前陆盆地发展过程是在海平面下降的背景下,海侵面不显著,海平面缓慢上升,不易形成海侵沟蚀面,海源物以海相夹层的形式混入陆源物中,组成一个海泛序列,故称海泛面。以此沉积转换面分为两个体系域,上部为高水位体系域,下部为低水位体系域。由图 3 可见,楚雄盆地有 3 个海泛面,向上的高水位体系域均发育三角洲。

洪泛事件、洪泛面与洪泛下超体 前陆盆地造山和造盆过程中最大的特点是大量陆源物注入盆地。陆源物通过洪泛和河流搬运,以大气降水为主,因而可视为洪泛事件,它不仅代表周期性的气候变化,也反馈陆源区的隆升,因此洪泛物纪录了造山周期和气候周期,应具有等时对比意义。楚雄盆地的洪泛物以砂砾岩舌形体为主,可视为低水位沉积体系域,对下伏地层造成侵蚀切割,形成下超面,楚雄前陆盆地的层序界面即以此作为关键界面。

2. 层序的等时对比性

海陆过渡相环境两种物源的沉积体均呈楔形体叠置,加之多频率的沉积相变化以及缺少生物标志,因而三级层序等时性的依据不如被动大陆边缘的海相地层。为此,以洪泛面和洪泛体为对比标志在楚雄原型盆地建立 3 个准二级层序(图 3,分别为 Sub-Seq1, Sub-Seq2, Sub-Seq3),其时间间隔约 7~10Ma。诺利阶普家村组第 1 个准二级层序的下部为穿时单元;干海子组第 2 个准二级层序应具有等时性,底部的砂砾岩体在盆内可对比,同时海泛面也具等时性,如塔甸的叠锥、一平浪的潮坪相等都具等时性。除此,第 1 和第 2 准二级层序的上部都发育三角洲成煤环境,为高水位体系域。可见,准二级层序和其界面也是盆山转换时沉积-构造转换面的对比标志。

3.2 楚雄盆地演化阶段的地质记录

前陆盆地通常分为前陆挠曲盆地、前陆隆起带和后陆隆起盆地^[8]。从海平面升降、古气候周期、造山活动的洪泛事件的等时性等综合效应出发,楚雄前陆盆地的形成和自身构造与沉积演化的耦合关系可分为四个阶段,与演化相对应的地质记录有 4 个特点。

1. 被动边缘和克拉通上的古喀斯特化

以中三叠世拉丁期为转折,甘孜-理塘和金沙江小洋盆俯冲,扬子西缘、西南大陆边缘盆地转山,海平面下降,造成中三叠世的雷口坡组和天井山组、盐源-丽江和宾川的北衙组、西

昌的盐塘组和白山组等碳酸盐地层剥蚀,在上扬子形成大面积的古喀斯特化,是盆地转山和海平面下降的重要转换标志。

2. 前陆碳酸盐缓坡

晚三叠世卡尼期基本上形成了前陆挠曲盆地、前陆膨胀带和后陆隆起盆地(与克拉通相连)等3个构造单元,组构了前陆盆地的时空格架,并导致海平面第一次相对上升,向膨胀带推进。典型沉积物是碳酸盐缓坡序列、上扬子西缘马鞍塘组的海绵礁、丽江的中窝组生物滩、丘等;楚雄盆地西部逆冲推覆体上也见有云南驿组第一段碳酸盐超覆在昆阳群上。但所有的碳酸盐体顶部都有古暴露面作为转换标志。

3. 前陆盆地的自演化过程

该过程主要发生在诺利期—瑞替期,在前陆挠曲和前陆膨胀带间形成逆冲楔形顶,并向克拉通推进。

逆冲楔形顶的推进可由沉积物源得到佐证,但与盆地的部位有关。盆地西部,如新平河口一带(图1),诺利期—瑞替期和早侏罗世均为海相环境,逆冲楔形顶处于水下,向东至塔甸可能介于水下与水上之间。从盆地东部晚三叠世瑞替期—早侏罗世的海相沉积来看,粗粒的物源来自东部的克拉通隆起上,从而可佐证在盆地覆盖区之下逆冲楔形顶仍为水下环境,大姚附近及其以北地区无砾岩下超体。

4. 盆地演化的转换

楚雄盆地西北部的外围地区无早中侏罗世沉积,可反馈在其西缘已形成一系列的前陆逆冲带,盆地由单向物源转为双向物源,前陆隆起带转为陆相环境。中侏罗世早期,除河口、永仁有海泛外,基本为内陆盆地,盆地演化转入陆相自演化阶段。

4 结语

晚三叠世楚雄盆地通过精细的露头层序地层学研究有3个重大的突破:①建立了盆地各个部位的沉积序列和环境识别标志,确立盆地以潮控三角洲为主的演化过程;②两个转变和两个自演化的研究思路,是分析海陆过渡相环境的关键;③前陆盆地露头层序研究的实践说明,在野外识别古暴露面、海泛面和洪泛面的重要性,其工作方法可操作性强,以地质实体可佐证盆地演化,提高盆地分析的可信度。

参考文献:

- [1] 李代芸. 云南的三叠系[R]. 云南省地层总结, 1978.
- [2] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1990.
- [3] 许效松, 刘宝珊, 赵玉光等. 上扬子西缘二叠纪—三叠纪层序地层与盆山转换[M]. 北京:地质出版社, 1997.
- [4] 刘宝珊. 沉积岩石学[M]. 北京:地质出版社, 1980.
- [5] READING H G. Sedimentary Environments and Facies[M]. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1985.
- [6] 许效松. 盆山转换与造盆造山过程分析[J]. 岩相古地理, 1998, 18(6): 1—10.
- [7] 许效松, 刘宝珊, 赵玉光等. 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[A]. 特提斯地质(20)[C]. 北京:地质出版社, 1996.
- [8] ALLEN P A, HOMEWOOD P and WILLIAMS G D et al. Foreland basins: an introduction[C]. Spec. Publ. int. Ass. Sediment, 1986, No. 8, 3—12.

The nature of the Chuxiong Basin and evolution of sedimentary sequences

XU Xiao-song, YIN Fu-guang, WAN Fang, TAN Fu-wen
(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China*)

Abstract: The Chuxiong Basin was a foreland basin on the southwestern margin of the Yangtze platform during the Late Triassic. The basin-floor deformation of the foreland upwarped basin in the western part once led to a relative rise in sea level, and thus to three-phase marine floodings during the Carnian and Rhaetian. Then these marine floodings prograded gradually toward the uplifted zone and cratonic margin in the eastern part, resulting in the deposition of the flooding sediments of carbonate ramps and dark mudstones and shales. The progradation of the marine-flooding bodies and coastal downlap in turn allow the formation of the composite depositional systems consisting of the Chuxiong delta and subaqueous sandy and gravelly lobes.

The delta complexes in the foreland basin appeared during the falling phases of sea level, and are quite different from the passive continental marginal sequences. In the case of the composite depositional systems, the condensed sections are less developed due to the covering of the transgressive surfaces by the downlap surfaces. These depositional systems are well represented by wedges and lobes. The sequence correlation is based on such indicators as three key boundaries, exposed unconformities, marine-flooding onlaps and downlaps plus the features and types of subaqueous lobes and flooding bodies. Three sub-second-order sequences have been identified just by these indicators.

Key words: Chuxiong foreland basin; tidal delta; subaqueous lobe; key boundary and marine-flooding body