

文章编号: 1000-0550(2000)04-0573-07

# 楚雄前陆盆地系统的构造单元及沉积标识<sup>①</sup>

谭富文 尹福光 许效松 万方

(成都地质矿产研究所 成都 610082)

**摘 要** 楚雄盆地是一个中生代周缘前陆盆地。地表及深部地质资料显示,盆地内部以渔泡江—沙桥断裂为界可划分为西部推覆带和东部前陆带。本文运用前陆盆地系统新理论,结合沉积、构造和地化标识,认为西部推覆带是典型的楔顶沉积,而不是前人划分的前渊沉积,东部前陆带上经历了递进式前陆盆地系统沉积作用,早期典型的前渊沉积可能消减于西部推覆带之下。

**关键词** 楚雄 中生代 前陆盆地系 楔顶沉积带

**第一作者简介** 谭富文 男 1964 年出生 副研究员 博士 构造地质学

**中图分类号** P542 **文献标识码** A

传统的概念认为,前陆盆地是形成于造山带与毗邻的克拉通之间的具有潜在可容空间的一个狭长地带<sup>[1]</sup>,是大陆岩石圈受上叠地壳逆冲加载引起挠曲变形而形成的边缘拗陷盆地<sup>[2,3]</sup>。就盆地的形成、演化及其与毗邻冲断带的推覆载荷作用间的关系,许多学者从动力学模拟实验<sup>[4,5]</sup>及典型实例进行了深层次的剖析<sup>[6-8]</sup>,进一步刻划出以下几方面主要特征:(1)盆地位于变形的造山带和未变形的克拉通之间,具有不对称结构,其沉积物在横剖面上呈楔状,靠近造山带一侧较厚,靠近克拉通一侧较薄(图 1A);(2)盆地中的沉积物具双向物源特征,但主要来源于相邻的造山带;(3)随着推覆体的向前发展,盆地的沉降中心向克拉通方向迁移;(4)前陆盆地主要有两种,即周缘前陆盆地和弧后前陆盆地。

及典型的实例进行总结分析后提出了前陆盆地系统概念<sup>[9]</sup>,认为传统的前陆盆地概念主要反映前渊带的沉积,很少注意前陆隆起带和隆后盆地的沉积,而后两个带对研究构造作用及盆地演化同样提供重要信息。其次,造山带推覆前缘的楔顶沉积与前渊沉积相连,也应属于前陆盆地的组成单元。因此,前陆盆地系统包括四个沉积带(图 1B):楔形顶(wedge-top)、前渊(fore-deep)、前陆隆起(fore-bulge)和隆后(back-bulge)。

楔顶沉积带位于造山带前缘推覆体上,在盆地演化的早期阶段做为前渊带的物源区。其上的沉积作用往往发生在前陆盆地演化的中晚期,以近源粗粒沉积为主,沉积不整合面发育,沉积物的结构和成分成熟度低。沉积体向造山带方向减薄,向前陆方向与前渊沉积体相连接。

前渊沉积带位于逆冲推覆带前沿与前陆隆起的前侧之间,其中的沉积作用可分为三个演化阶段:即欠补偿(underfilled)、补偿(filled)和过补偿(overfilled)充填阶段。欠补偿阶段,盆地沉降速度远大于沉积速度,沉积物主要为陆源泥和远洋物质;补偿阶段,盆地快速沉降的同时,有大量沉积物的补给,沉积一套巨厚的陆源复理石沉积;过补偿阶段,盆地内沉积速度大于盆地的下沉速度,盆内处于过充填状态,水体变浅,沉积物向陆相磨拉石堆积过渡,并可越过前陆隆起向隆后地区超覆。

楚雄盆地是一个中生代含油气周缘前陆盆地,其形成阶段主要发生于晚三叠世期间,侏罗纪逐步过渡为陆内拗陷盆地。对盆地内部沉积构造单元的认识是油气评价的基础。盆地内部以推覆断裂为界,明显可

Decelles 和 Giles 新近在对传统的前陆盆地概念以

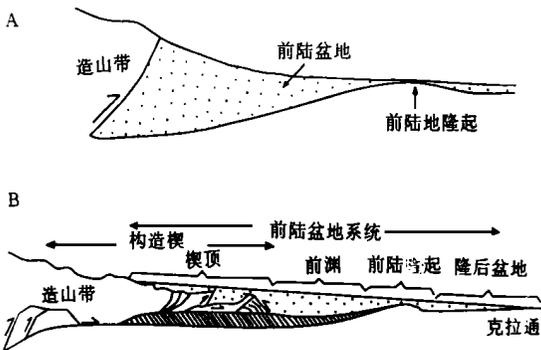


图 1 前陆盆地构造单元横剖面示意图

Fig. 1 Schematic cross section showing the tectonic units of foreland basin(据 Decelles 等, 1996)

① 油气藏地质及开发工程国家重点实验室开放基金项目(批准号: PLN9732)资助

分为东西两个部分(图2)。受传统的前陆盆地模式的影响,通常将西部推覆带中的三叠纪沉积作为前渊沉积体,东部作为前陆隆起及内陆断陷带<sup>[9,10]</sup>。

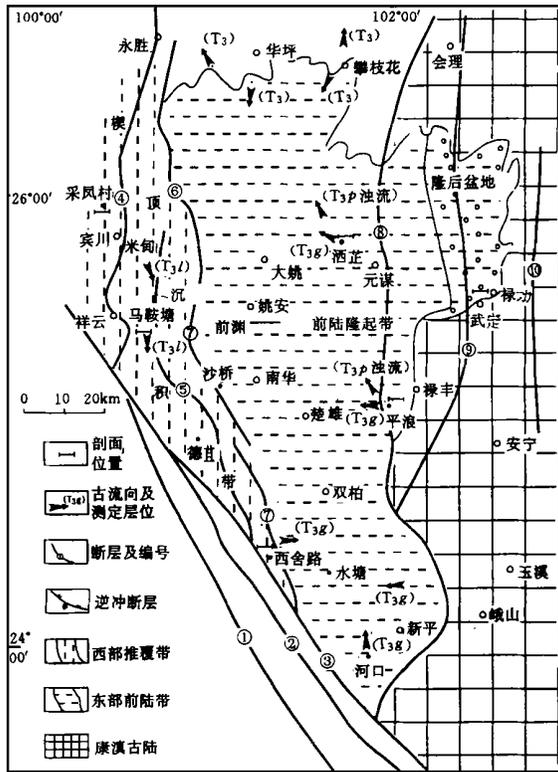


图2 楚雄盆地构造单元及古流向分布图

1. 九甲—墨江断裂; 2. 哀牢山断裂; 3. 红河断裂; 4. 程海断裂;
5. 三街断裂; 6. 鱼泡江断裂; 7. 沙桥断裂; 8. 绿汁江断裂;
9. 安宁河—易门断裂; 10. 普渡河断裂

Fig. 2 Map showing the tectonic units and the paleocurrent directions in Chuxiong basin

笔者通过对盆地内沉积体的结构、展布、叠置关系、物源及地球化学和地球物理等方面资料分析,认为盆地西部推覆带的三叠系为楔顶沉积体,东部前陆带上经历了递进式前陆盆地系统沉积作用,早期典型的前渊沉积可能消减于西部推覆带之下,并未出露地表。

### 1 区域构造

楚雄盆地位于扬子板块的西南缘,西侧为哀牢山造山带(图2)。根据地面地质调查及深部地球物理资料,笔者将盆地内部划分为三个次级构造单元:西部的楔顶沉积带、中部的前渊—前陆隆起带和东部的隆后盆地—克拉通沉积带。

#### 1.1 哀牢山造山带

哀牢山造山带是形成于印支晚期—燕山期的一条碰撞造山带<sup>[11]</sup>,喜山期受到了较强烈的改造<sup>[12]</sup>。带内可进一步分为两个次级构造单元,即东部的深变质

带和西部的浅变质带(图2),它们为三条断裂所夹持和分割。浅变质岩带夹持于西侧的九甲—墨江断裂与东侧的哀牢山断裂之间,为一套由一系列大小不等的镁质超镁铁岩体与晚古生代碳酸盐岩、板岩、硅质岩、基性熔岩等组成的蛇绿混杂岩带<sup>[13]</sup>。深变质岩带夹持于东侧的哀牢山断裂和红河断裂之间,由元古代变质体组成,被认为是喜山期形成的逆冲抬升的岩片,来自于扬子板块的前寒武纪基底<sup>[14]</sup>。地球物理资料表明,哀牢山的区域布格重力异常值显负异常;在地表出露的哀牢山群的高电阻(大于1500 Ω·m)变质岩之下,还有一套很厚的低电阻层(50~400 Ω·m)和低密度层存在<sup>①</sup>。说明哀牢山区的一套混杂岩及变质体是无根的,其下很可能就是浅变质的古生代—三叠纪沉积地质体。

#### 1.2 楔顶沉积带

楔顶沉积带的西界为红河断裂,东界为渔泡江—沙桥断裂。带内包括了程海、三街、渔泡江及沙桥等一系列逆冲断裂,构成了一条由西向东的叠瓦状逆冲推覆体系。地震和大地电磁资料显示出基底埋深为8~10 km,基底之上存在与东部上三叠统大体相当的电性层;电磁资料显示,渔泡江断裂以西的上三叠统上部底板高电阻带之上下均有低电阻带<sup>②</sup>(图3)。构造及沉积地质研究表明,该推覆构造形成的时间始于印支运动早期,后期经历了长期的挤压过程,并不断向盆地内部推移形成现今的面貌。带上的中生代沉积物褶皱紧密,甚至多处见倒转现象。构造平衡剖面研究表明,三街断裂至红河断裂一段,地表地层缩短量为80~100 km<sup>②</sup>。

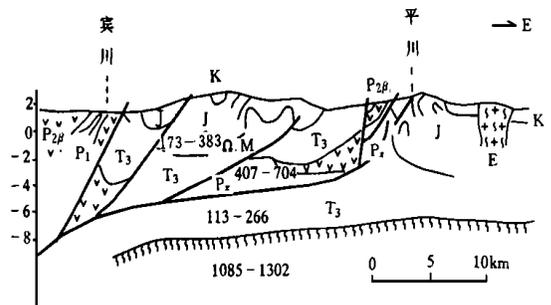


图3 楚雄盆地楔顶沉积带大地电磁资料地质解释<sup>②</sup>

Fig. 3 Diagram showing the integration of Magnetotelluric data on the wedge top of Chuxiong basin

① 中国石油开发公司. 云南楚雄盆地油气勘探前期工程圈闭评价研究. 1993  
 ② 滇黔桂石油勘探局. 楚雄中生代盆地区域构造特征、盆地结构、油气富集有利区带划分及勘探研究方向. 1994

### 1.3 前渊及前陆隆起带

该带西界为渔泡江—沙桥断裂, 向东延至绿汁江断裂以东部分地区(图 2)。其主要特点是基底埋藏深, 中生代沉积厚度巨大(6~10 km), 地层发育较全。区内褶皱宽缓, 断裂不发育。航磁、重力和大地电磁等地球物资料反映, 盆地基底是不平整的, 以大面积重力低异常为主要特征。从东部向西部重力异常逐渐衰减, 反映沉积基底有向西加深的特点。结合图 3 的资料分析, 早期的前渊沉积带可能向西部的逆冲推覆体之下大规模消减。

### 1.4 后陆盆地—克拉通沉积带

该带为高重力异常分布区, 是基底隆起带。是一个长期处于风化剥蚀的地区, 前寒武纪基底广泛出露地表。大部分地区为沉积盆地提供丰富的物质来源, 瑞替期局部地区开始接受沉积。

## 2 各地质单元的三叠系沉积标识

### 2.1 地层对比

三叠纪地层在楚雄盆地各地的发育程度和岩石性质有较大的差别。根据岩相组合, 古生物化石的组合面貌以及组段的完整程度, 通常以沙桥—渔泡江断裂为界将三叠系划分为东西两个地层区<sup>[15]</sup>。中三叠统仅出现在西区, 下三叠统仅出现在程海断裂以西。上三叠统由老至新自西向东超覆。最东部的武定一带仅发育上三叠统瑞替阶。上三叠统东西两区岩相差异较大, 西区内部本身也存在较大变化, 为此前人还有亚区之分, 并相应提出了多种划分方案和地层组名, 给区内的地层对比带来了困难。笔者近年来先后在区内完成了多项生产和科研课题, 测制地层剖面 24 条。在综合分析前人的岩性及古生物资料的同时, 结合微古分析、同位素年龄资料、层序界面等时性分析及构造背景分析, 提出了表 1 所列的划分及对比方案。

### 2.2 三叠系层序地层的叠置方式

#### 2.2.1 下三叠统层序

楚雄盆地下三叠统仅出现在程海断裂西侧推覆体上, 称为腊美组, 可划分为一个二级层序。层序的底界为其与下伏二叠系玄武岩间的暴露不整合面。该面为二叠纪末期哀牢山洋盆关闭<sup>[13]</sup>, 区域性构造升降的产物。该层序低位体系域由下部的河流相砂、砾岩组成, 海侵体系域为中部的三角洲相前缘砂体相互叠置体; 高位体系域由上部潮坪相的沙泥坪至泥坪组成。

#### 2.2.2 中三叠统层序

中三叠统在盆地的楔顶沉积带广泛发育, 但仅保存(或沉积)了下部(安尼阶)地层, 为一套较稳定的碳酸盐岩, 在三街推覆断裂以西称为北衙组, 以东称为云

南驿组下段, 下部与二叠系断层接触。北衙组也可划分为一个二级层序, 其底界面为一海侵上超面, 表现为北衙组底部的一套潮道沉积的角砾状灰岩超覆在腊美组顶部的泥坪之上。低水位体系域与海侵体系域组成复合体, 由潮下至潮间的灰色中厚层状泥晶灰岩、泥灰岩组成。高位体系域由上部地层的灰白色中厚层状藻白云岩及白云质灰岩组成。顶面暴露, 发育古喀斯特面, 其上有 1~2 个期(如彩凤村的拉丁期和卡尼期以及马鞍山、西舍路一带的拉丁期)的沉积间断, 是哀牢山造山带前缘(楔顶沉积基底)早期逆冲抬升剥蚀的标志。

表 1 楚雄盆地三叠系划分方案对比

Table 1 Comparison between the division schemes of Triassic strata in Chuxiong basin

方 地 层	云南省地矿局 (1990) <sup>[16]</sup>				本 文			
	西 区		东 区		西 区		东 区	
上 三 叠 统	瑞替阶	白土田组二段	舍资组	舍资组	白土田组二段	舍资组	舍资组	舍资组
	诺利阶	白土田组一段	干海子组	干海子组	白土田组二段	花果山组	干海子组	干海子组
		花果山组	祥云组	普家村组		罗家大山组二段	祥云组	普家村组
	卡尼阶	云南驿组	马鞍山组		罗家大山组一段	马鞍山组		
	中三叠统	拉丁阶						
	安尼阶	北衙组		北衙组	云南驿组一段			

#### 2.2.3 上三叠统层序

上三叠统在盆内广泛发育, 可以划分出四个二级层序(图 4, 图 5), 各二级层序等时界面在区域上对比性良好, 说明东西两区沉积水域相通, 为同一盆地内的产物。西区的楔顶沉积物最多包含了四个二级层序, 而东区最多只包含了三个二级层序。结合前文的地球物理资料分析可以认为早期的前渊沉积(东区)可能俯冲于西区的造山带前缘推覆体之下。各层序特征如下:

层序 1 为卡尼期沉积单元, 仅发育在西区程海断裂以东的前缘推覆带上。层序的底界具卡尼期的海侵上超面。顶界面为卡尼期沉积物顶面上的暴露不整合面。该层序对应的岩石地层单元为马鞍山组和与之相对应的罗家大山组一段。

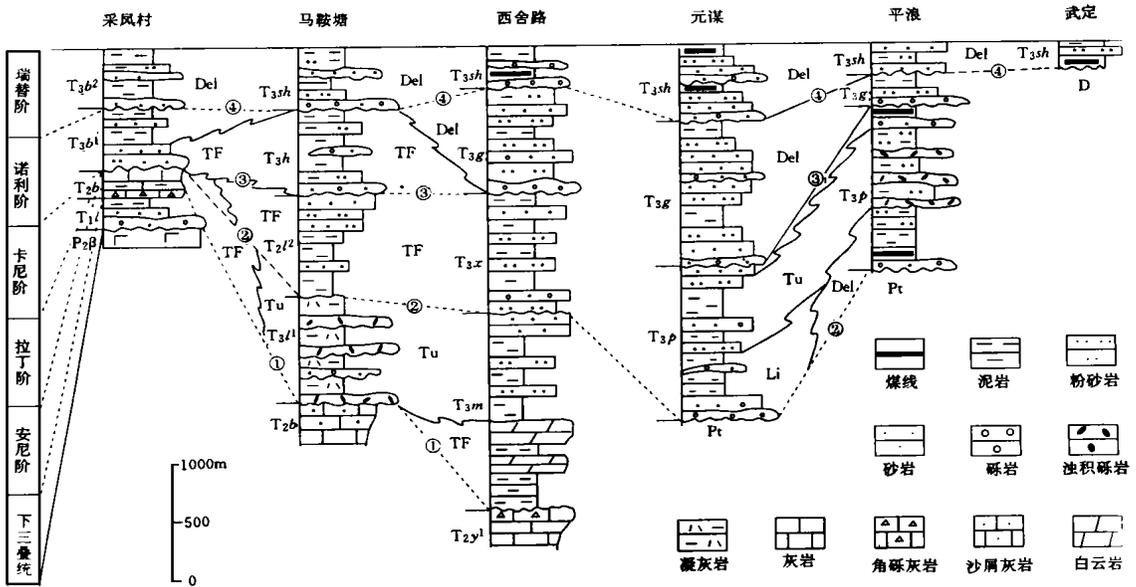


图 4 楚雄盆地三叠系地层及岩相对比图(剖面位置见图 2)

Del—三角洲相; TF—潮坪相; Li—滨岸相; Tu—浊流相; Pt—元古界; D—泥盆系; P<sub>2b</sub>—上二叠统; T<sub>2b</sub>—北衙组; T<sub>2y</sub>—云南驿组; T<sub>3b</sub>—白土田组; T<sub>3h</sub>—花开佐组; T<sub>3l</sub>—罗家大山组; T<sub>3x</sub>—祥云组; T<sub>3m</sub>—马鞍山组; T<sub>3p</sub>—普家村组; T<sub>3g</sub>—干海子组; T<sub>3sh</sub>—舍姿组; 圆圈中的数字为地层层序界面

Fig. 4 Correlation of the Triassic strata and lithofacies in Chuxiong basin(locations showing in Fig. 2)

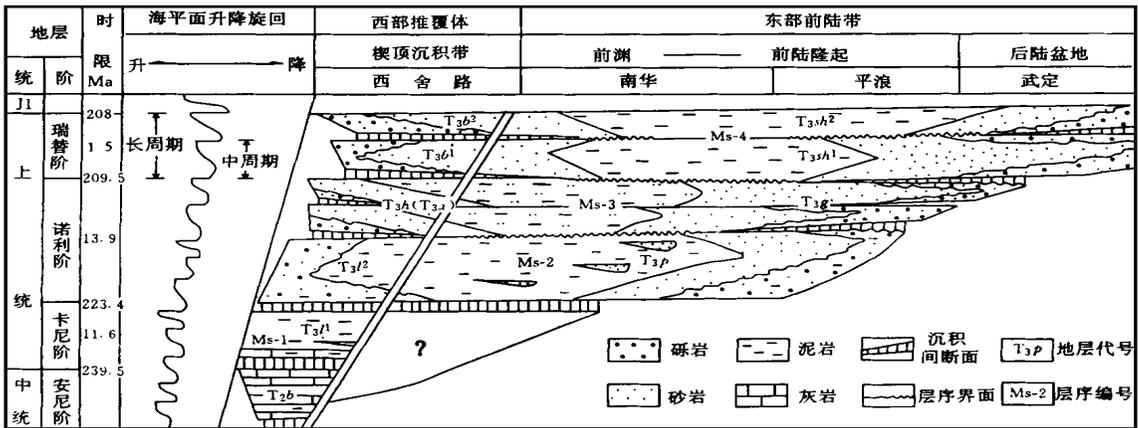


图 5 楚雄盆地三叠系层序展布示意图(地层代号同图 5)

Fig. 5 Diagram showing the distribution of Triassic sequences in Chuxiong basin

马鞍山组分布于东部西舍路、沙桥一带, 下部为灰色薄层状粉砂岩, 泥岩超覆在碳酸盐岩古暴露面上, 属海侵体系域沉积。向上发育白云质灰岩, 其中含藻纹层, 为楔顶沉积带的前端局部隆起带上的沉积。高水位体系为上部的深灰色薄层状页岩、粉砂岩及灰岩, 具正粒序, 为一套低密度浊流沉积, 近顶部生物搅动构造发育, 见生物层, 可作为凝缩层沉积物。生物层以上为向上变浅的沉积, 由砂岩及粉砂岩组成, 顶部见古暴露面及渗滤豆鲕。罗家大山组一段分布于马鞍塘—德直

推覆带上, 底部界面为北衙组碳酸盐岩顶部的古喀斯特面。总体为一套海侵体系域和高水位体系域的复合体, 其中包含四个次级沉积旋回, 每一旋回均由下部的高密度火山碎屑浊积砾岩和上部的低密度凝灰质浊积岩组成, 构成一个进积—加积旋回。砾石的成分以灰绿色玄武岩为主, 夹少量的闪长岩及砂屑灰岩, 下部旋回的顶面为上一旋回的水道充刷, 形成水道和深切谷充填。与东侧的马鞍山组相比, 该沉积体沉积水域更深, 其沉积位置可能为该期楔顶沉积带的沉降中心。

由于沉积物成分以火山岩为主, 且是盆内唯一火山岩沉积带, 未见干沙桥断裂之东。因此, 在对盆地性质进行研究时, 倍受重视, 并由此引发了两种不同的解释, 一是认为西部推覆体可能是一个后期走滑形成的外来体<sup>①</sup>; 二是认为楚雄盆地是一个弧后前陆盆地<sup>②</sup>。笔者结合下文的物源及古流向分析认为火山物质来自西侧的哀牢山造山带。火山岩研究表明沿哀牢山造山带西侧(如元阳县绿春及剑川县攀天阁)均有时代较老性质相似的三叠纪火山岩<sup>③</sup>。

层序2为诺利早期的地层单元, 分布于程海以东的楔顶沉积带以及东侧的前渊—前陆隆起区, 地层单元包括罗家大山组二段、祥云组和普家村组。层序的底界是诺利早期的海泛面。

在楔顶沉积带, 沉积底形继承前期特征, 西部较低, 东部较高, 沉积物分别以罗家大山组二段和祥云组为代表, 均为一套潮坪相沉积。底部为海侵体系域上超在下伏地层的古暴露面上, 由潮间—潮下带的灰色薄层状灰岩、粉砂质泥岩夹条带状泥岩组成, 其潮汐层理发育, 含有丰富的半封闭环境的小型薄壳瓣鳃化石。高水位体系域沉积均为上部的近滨相灰色薄层状砂质泥岩、中层状泥质粉砂岩和砂岩, 顶部短期暴露。

在前渊—前陆隆起带, 沉积物为普家村组, 底部不整合超覆在前寒武系基底之上, 保留有残坡积相砂、砾岩层。下部为一套低水位体系域沉积物, 在元谋酒芷—楚雄一带为滨岸相透镜状砂砾岩复合体及泥质粉砂岩沉积。东侧的禄丰—平浪一带为三角洲平原相砂砾岩及泥页岩沉积, 夹炭屑层和煤层。上部为一套海进体系域和高水位体系域复合沉积体, 由厚大的浊积岩组成, 具不完整的鲍马序列, 总体上为具水道的近源浊积岩。东部沉积较粗, 西部过渡为细碎屑岩, 但总体沉积速率极快。在西部近推覆体前缘的水塘一带沉积厚度可达3 000 m以上, 反映其由早期的前陆隆起迅速向前渊转化的过程。该层序总体为一套进积—加积型沉积, 顶部过渡为三角洲含煤沉积和潮坪相沉积交替叠置。

层序3为诺利晚期地层单元。与该层对应的地层在程海断裂以西称为白土田组一段, 马鞍塘一带称为花开佐组, 三街断裂以东均称为干海子组(图4), 但盆内各区的沉积特征大致相近, 反映造山带前缘推覆活动较弱, 盆地处于整体下降期, 下降幅度不大。盆地的沉降中心仍在推覆带前缘的水塘—南华一带, 为一套浅海陆棚相沉积, 向北可与甘孜—理塘深海洋盆相通。中心两侧的沉积可以干海子组地层为代表。层序的下部为一套浪控三角洲的含砾粗砂岩, 砂岩及粉砂岩组成, 其中含有多层水道砾质舌形体。在三角洲前缘砂

体中, 浪成砂纹层理极为发育, 自底而上表现为一套海侵系列。层序的上部沉积由三角洲前缘砂体—三角洲平原相粉砂质泥岩—三角洲平原的沼泽煤和根土岩组成, 为一套向上变浅的加积型沉积系列。

层序4为瑞替期沉积单元。相应地层在程海断裂以西称为白土田组二段, 其余地区均称为舍资组, 盆地内各区的沉积特征相近。层序的底界以层序3的顶部暴面上的河道冲刷面和滞留砾石为标志。该层序的沉积底形起伏不大, 标志着构造作用减弱。沉积物以三角洲相为主, 沉积范围向东超覆至后陆盆地(武定一带), 说明海泛作用加强。该层序包含上下两个次级旋回, 下部旋回由低水位体系域和海侵—高水位体系域复合体组成。前者为河流砂砾岩, 后为滨岸砂体, 具双向交错层理和楔形层理, 砂体相互交叉叠置, 并含有较多的植物碎片。这些植物碎片沿着楔形体的层理面分布, 显示出双向水流搬运的特征。上部旋回由低水位体系域的河流相和高水位体系域的三角洲平原、岸后泻湖及沼泽相沉积物组成。前者以砂、砾岩为主, 后者为粉砂岩、泥岩, 灰质页岩及砂岩组成, 夹煤线。

### 3 各沉积单元的古流相标识

在楚雄盆地中, 通过对岩层中沉积构造(如斜层理, 槽模及波痕等)进行三维分析, 结合水道砂体的三维形态特征, 测制出较可靠的古水流方向, 并投影在平面图上(图2)。可以看出, 在晚三叠世, 盆地东部的元谋酒芷、禄丰—平浪、峨山塔甸等地, 古流向大致为自东向西流, 而新平河口等地自南向北流。盆地西部推覆体上的祥云、米甸, 西舍路等地则由北西向东南方向流。盆地北部的华坪鸭子庄及攀枝花一带由北向南流。这一现象反映盆地东西部物源区各不相同。盆地西部的楔顶沉积带物源来自西侧推覆体或造山带, 而东部的前陆带沉积物源主要来自东侧的康滇古陆。

### 4 各沉积单元碎屑沉积物成分及其物源背景

#### 4.1 砂岩的碎屑成分

经碎屑岩薄片鉴定, 对其骨架组分的成分和含量(表2)分析后可以看出。在西部的楔顶沉积带上, 石英的含量较低, 为15%~56%, 平均为34%; 长石和岩

① 中国石油开发公司. 云南楚雄盆地油气勘探前期工程圈闭评价研究. 1993

② 滇黔桂石油勘探局. 楚雄中生代盆地区域构造特征、盆地结构、油气富集有利区带划分及勘探研究方向. 1994

③ 许效松, 谭富文等. 扬子西缘中生代沉积层序对比和盆地转换. 北京: 地质出版社(待版)

屑的含量较高,长石占 4%~37%,平均为 20%左右;岩屑占 23%~41%,平均为 31%。岩屑的成分复杂,为白云岩、灰岩、粘土岩、硅质岩、板岩、凝灰岩、玄武岩、花岗岩等。碎屑物成分以近源搬运物为主,表现出

极低的成分成熟度。岩石的结构成熟度也较低,普遍含有较高的杂基含量。在盆地东部的近陆及隆后带,各地不同部位的碎屑岩成分均表现出较相近的碎屑组分,石英含量较高,为 35%~77%,平均为 63%左右;

表 2 楚雄盆地三叠系砂岩骨架成分(平均取整数%)

Table 2 The detrital compositions of upper Trassic sandstone in Chuxiong basin

采样地点	件数	样品名称	碎屑成分			碎屑总量	杂基	主要岩屑成分	源区
			Q	F	R				
宾川采 风村	3	岩屑石英杂砂岩	56	6	23	85	15	黑云母、板岩、粘土岩	近
	6	岩屑砂岩	47	4	36	87	13	硅质岩、板岩、火山岩	
祥云县 米甸	1	岩屑杂砂岩	17	25	41	83	17	白云母、板岩、火山岩	源
	1	长石杂砂岩	15	37	30	82	18	白云母、板岩、硅质岩	
	1	复成分砾岩	35	30	25	90	10	硅质岩、灰岩、凝灰岩	
元谋县 洒苳	3	长石砂岩	35	41	12	88	12	铁质岩、灰岩、粘土岩	远
	9	岩屑石英杂砂岩	55	4	18	77	13	粘土岩、白云母、硅质岩	
	2	石英杂砂岩	73		9	81	19	硅质岩、白云母、白云岩	
新平河口	6	石英砂岩	77	3	4	84	16	白云母、硅质岩	源
	2	岩屑石英杂砂岩	79	6	13	88	12	白云母、板岩、石英岩	
平浪	2	石英砂岩	76	4	7	87	13	白云母、石英岩	

表 3 楚雄盆地三叠系砂岩微量元素特征素

Table 3 The trace element characteristics of upper Trassic sandstone in Chuxiong basin

地 元 素	采 风 村	米 甸	采 风 村	马 安 山	元谋洒苳		新平河口	
Ba/Sr	0.30	0.39	0.01	0.17	1.42	1.58	2.28	1.32
Ti/%	0.34	0.92	3.07	2.65	0.28	0.21	0.23	0.18
V×10 <sup>-6</sup>	34	140	450	450	114	136	90	92.2
源区 位置	活动 陆缘		岛弧		被动陆缘			

长石和岩屑的含量较低,均在 15%以下。岩石的结构成熟度和成分成熟度较高。岩石中岩屑的成分主要为白云母、硅质岩、石英岩、白云岩及少量碳酸盐岩和粘土岩。碎屑物成分以远源较稳定的成分为主。上述特征与科迪勒拉弧后前陆盆地系统相应各单元上碎屑岩成分表现出的差异<sup>[16]</sup>相似。

#### 4.2 砂岩微量元素特征

Bhatia 和 Crook<sup>[17]</sup>认为,砂岩中的微量元素是研究砂岩的物源区和判别构造环境方面的重要因素。笔者选用中子活化法对盆地两个不同单元的上三叠统砂岩中的部分微量元素进行分析,其结果(表 3)表明。在西部的楔顶沉积带,砂岩中 Rb/Sr 比值及 V 的含量较低, Ti 含量较高,与活动大陆边缘为源区的砂岩成

分接近;该区的火山浊积岩则表现出 Rb/Sr 比值低, Ti 和 V 的含量极高的特征,与岛弧源区的砂岩接近。在东部的近陆沉积带,以元谋洒苳及新平河口为代表,砂岩中 Rb/Sr 比值较高, Ti 含量较低, V 含量中等,与被动大陆边缘源区沉积物接近。这些特征的形成是与区域构造背景和盆地的演化分不开的。西部楔顶沉积单元的物源主要来自于西侧的哀牢山造山带,源区组成复杂,包括了早期的岛弧及增生楔中的混杂岩体等。而东部前陆带的沉积物主要为前陆隆起区的沉积,物源来自于东侧的康滇古陆,并经历了较长距离的搬运。康滇古陆主要为花岗岩,变质岩和碳酸盐岩组成,长期处于被动大陆边缘位置。

## 5 结论

前陆盆地做为一个构造控制的盆地,其演化是一个动态的过程。早期的沉积及盆地的结构样式,不仅经历了同期构造的作用,还经历了后期构造的改造。因此,笔者认为,用现今保存的盆地组成部分与现代化的前陆盆地标准模式对应<sup>[10]</sup>是不合适的。我们综合分析了地表地质资料及深部地球物理资料,初步得出以下几个方面的认识:

(1) 从图 3 及图 4 分析,结合沉积相的横向展布(图 5),可以认为西部推覆体上地层沉积后缩短量相对较小,而东部前陆带早期的沉积地层大规模消减于

西部推覆体之下。

(2) 盆地中最早的三叠纪沉积保存在西部推覆带上。从沉积物的叠置关系看, 中下三叠统为典型的被动大陆边缘沉积, 其上为上三叠统卡尼或诺利阶不整合覆盖, 其间出现了拉丁-卡尼期沉积间断。反映楚雄前陆盆地的初始阶段可能为卡尼早期, 之前整个盆地沉积区为被动陆缘带, 发育稳定碳酸盐沉积。

(3) 盆内西部推覆带相当于前陆盆地系统的楔顶沉积带, 上三叠统经历了多次构造变形, 其中沉积物的成分成熟度和结构成熟度极低, 沉积厚度向西侧造山带变薄, 物源区为西侧造山带; 现存东部前陆带只接受了诺利期以后沉积, 沉积物受变形较弱, 成分成熟度和结构成熟度高, 物源主要来自东侧的康滇古陆, 而沉积体展布反映连续向东超覆减薄的特征。在这个时期, 推覆体已推进至厚而刚性的岩石圈之上, 盆地挠曲下沉作用减弱, 因此, 缺乏典型的前渊沉积。

#### 参 考 文 献

- 1 Decelles P G, Giles K A. Foreland base system[J]. *Basin Research*, 1996, 8: 105~123
- 2 Dickinson W R. Plate tectonics and sedimentation[J]. *Spec. Publ. SEPM*, 1974, 22: 1~27
- 3 Jordan T E. Thrust loads and foreland basin evolution, cretaceous, western United states[J]. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 1981, 65: 2506~2520
- 4 Flemings P B, Jordan T E. Syratigraphic modelling of foreland basin; interpreting thrust deformation and lithospheric rheology[J]. *Geology*, 1990, 18: 403~434

- 5 Quilan G M, Beaumont C. Appalachia thrusting, lithospheric flexure and the paleozoic stratigraphy of the Eastern interior of north American [J]. *Can. J. Earth Sci.*, 1984, 21: 973~996
- 6 Lyon-Caen H, Molnar P. Gravity anomalies, flexure of the Indian plate and the structure support and evolution of the Himalaya and Ganga basin[J]. *Tectonics*, 1985, 4: 513~538
- 7 Munoz J A, Casas-sainz A M. The Riojan Trough (N Spain): tectono-dimer-tatary evolution of a symmetric foreland basin[J]. *Basin Research*, 1997, 9: 65~85
- 8 李勇, 曾允孚, 伊海生. 龙门山前陆盆地沉积及构造演化[M]. 成都: 成都科技队伍出版社, 1995
- 9 蒲心纯, 尹福光, 朱同心. 楚雄盆地的充填系列与造山作用[J]. *岩相古地理*, 1996, 16(3): 47~57
- 10 许效松, 刘宝君等. 中国西部大型盆地及地球动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1997
- 11 桂棠, 陈智梁等. 东特提斯地质构造演化[M]. 北京: 地质出版社, 1998
- 12 钟大赉等. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京: 科学出版社, 1998
- 13 莫宣学, 路凤香等. 三江特提斯火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1993
- 14 Tapponnier P, et al. The Ailao Shan/ Red R. Metamorphic belt; tertiary left-lateral shear between Indochina and S. China[J]. *Nature*, 1993, 343(6257): 431~437
- 15 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
- 16 Decelles P G, Currie B S. Long-term sediments accumulation in the Middle Jurassic-early Eocene Cordilleran retroarc foreland-basin system [J]. *Geology*, 1996, 24(7): 591~594
- 17 Bhatia M R, Crook K A W. Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basin[J]. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1986, 92: 181~193

## Tectonic Units and Sedimentary Signatures in the Chuxiong Foreland Basin System, Yunnan Province

TAN Fu-wen YIN Fu-guang XU Xiao-song WAN Fang

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082)

#### Abstract

The Chuxiong Basin in central Yunnan is a Mesozoic oil-bearing peripheral foreland basin, which was developed mainly during the Late Triassic, and passed gradually into an intracontinental downwarped basin during Jurassic period. The integration of geological and geophysical data shows that the basin is separated by the Yupaojiang-Shaqiao fault into two parts. According to the classic models the Triassic sediments in the western thrust zone are generally interpreted as the foredeep sediments, while the eastern part is believed to be a foreland bulge and an intracontinental depression. However, the authors in the present paper argued, on the basis of structure and texture, distribution, stacking pattern and provenance in combination with the geochemical and geophysical data, that the

(Continued on page 610)

5%. The content of  $N_2$  is mostly less than 10% and the  $N_2$  in some gases reaches 25% to 35%. The  $C_1/C_{2+}$  ratios of gases from Tabei area show a generally decreasing trend from east to west. The content of  $N_2$  in gases shows generally Qincreasing trend from east to west. The carbon isotopic composition of methane becomes gradually lighter from east to west. All these may be responsible to the low palaeozoic source rock, of which maturity is generally becoming lower from east to west.

**Key words** Tarim basin natural gas source rock chemical components carbon isotopic composition

---

(Continued from page 579)

Triassic sediments in the western thrust zone should be assigned to the wedge-top sediments, whereas the foreland area in the eastern part recorded progressive deposition in the foreland basin system. The earlier foredeep sediments might have been consumed under the nappe zone in the west rather than cropped out on the surface. (1) Viewed from the horizontal distribution of sedimentary facies, although the strata in the western thrust zone have undergone multiple phases of tectonic deformation, the earlier Triassic sediments are still well preserved. On the other hand, relatively weak tectonic deformation of the strata in the foreland area in the east once occurred, and the early strata were apparently consumed under the thrust zone in the west. (2) The stacking patterns of the sediments indicate that the Middle and Lower Triassic strata in the basin should be ascribed to the typical passive continental marginal sediments, which are overlain unconformably by the Carnian or Norian (Upper Triassic) strata with a depositional break during the Ladinian-Carnian, implying that the Chuxiong foreland basin might originate during the early Carnian. Before this period, the whole basin was once in the passive continental marginal area, where stable carbonate deposits prevailed. (3) The Upper Triassic strata may be divided into four second-order sequences altogether four for the wedge-top sediments in the west, three for the eastern part, and one or two for the margins of the basin. The isochronous surfaces in individual sequences can be regionally correlated. (4) The evidences from structure and texture, composition, palaeocurrent direction and geochemical signature have revealed that the Upper Triassic sediments from the wedge-top sediments in the western nappe zone are characterized by low compositional and textural maturity, and progressively thinned sediment thickness toward the western orogenic zone as the source area. The present-day foreland area in the east only accepted the post-Norian deposits with high compositional and textural maturity. The principal source of detritus lay to the Xikang-Yunnan oldland in the east. During the late Late Triassic, the thrust zone overthrust upon the thick rigid lithospheric crust, giving rise to weak warping and slow subsidence of the basin. For this reason, no typical foredeep sediments are observed.

**Key words** Chuxiong Mesozoic foreland basin system wedge-top sediment