

兰坪盆地古近纪沉积相类型及沉积环境演化

朱志军¹, 姜勇彪¹, 郭福生¹, 侯增谦^{1,2}, 杨天南², 薛传东³

(1. 东华理工大学 地球科学学院, 江西 抚州 344000; 2. 中国地质科学院 地质研究所, 北京 100037;
3. 昆明理工大学, 云南 昆明 650093)

摘要:通过对兰坪盆地野外露头及相关室内研究,分析了区内古近纪的沉积环境、层序特征、沉积相展布及其演化特征。认为古近纪主要发育冲积扇、河流、三角洲和湖泊环境。沉积建造为一个完整的盆地演化旋回:低位期,印度板块向欧亚板块的俯冲挤压造成兰坪走滑拉分盆地的形成,沉积了一套局限的湖盆相红色含膏盐细碎屑岩建造;湖扩期,挤压应力场转变为拉张应力场,湖盆扩大,大面积沉积了一套滨浅湖相紫红、砖红色砂泥岩互层沉积;湖缩期,受晚始新世喜马拉雅运动一幕的影响,应力场再次转变为强烈挤压,东西两侧造山带共同向盆地内推覆扩展,致使盆地范围明显缩小,仅在推覆体前缘形成一系列快速充填的小型山前陆相前陆盆地。层序古地理编图显示,蒸发岩发育于低位体系域,与低位期的沉积充填特点和气候有关,极具有找钾盐矿的前景。

关键词:兰坪盆地;古近系;沉积环境;钾盐

中图分类号:P611.2⁺²

文献标识码:A

文章编号:1000-6524(2011)03-0409-10

Palaeogene sedimentary facies types and sedimentary environment evolution in Lanping basin

ZHU Zhi-jun¹, JIANG Yong-biao¹, GUO Fu-sheng¹, HOU Zeng-qian^{1,2}, YANG Tian-nan²
and XUE Chuan-dong³

(1. East China Institute of Technology, Fuzhou 344000, China; 2. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 3. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: Based on field observation and indoor integrated analysis of some 20 outcrop profiles in Lanping basin in combination with such division criteria as regional sedimentary framework and sedimentary characteristics, the authors analyzed Palaeogene sedimentary environment, sequence stratigraphic features, sedimentary facies distribution and evolutionary features. Some tentative conclusions have been reached: In Palaeogene, alluvial fan, river, delta and lacustrine environments were dominantly developed in the Lanping basin. Sedimentary facies experienced regular concerted evolution in the course of evolution: In the lowstand period, the subduction and compressive action of Indian plate towards Eurasian plate caused the formation of Lanping strike-slip pull-apart basin and the deposition of a set of confined lake basin facies red gypsum fine detrital rock formation; in the lake expansion period, the conversion of compressional stress field into pull-apart stress field resulted in the expansion of the lake basin in early Eocene and the extensive deposition of a suite of littoral shallow lacustrine facies purplish red and brick red interbeds of sandstone and mudstone, reflecting the gradual rising of the lake surface and the gradual expansion of sedimentary area; in the lake contraction period, influenced by late Eocene Himalayan movement, the basin and its periphery experienced the conversion of pull-apart stress field into intense compression, and the orogenic belts on both east and west sides jointly expanded towards the interior of the basin

收稿日期:2010-11-30;修订日期:2011-03-30

基金项目:国家自然科学基金资助项目(U0933605)

作者简介:朱志军(1976-),男,博士,主要从事沉积学教学科研工作,E-mail:zhuzj013@163.com

through napping, leading to the beginning of the differential rapid uplift of the basin and the further contraction of the basin; as a result, only a series of small-sized piedmont continental foreland basins were formed at the front of the nappe which were later filled with continental clastic molasses sediments. Stratigraphic sequence paleographic mapping has revealed that sedimentary ore resources (evaporates) had obvious stratabound characteristics and were developed in lowstand tracts in relation to sedimentary filling features and climate of the lowstand period. This period was the basin-forming period, during which the water body of the basin was shallower than that in the lake expansion period characterized by rapid tectonic subsidence and fast rising of the lake surface, and the continental clastic material supply was less than that in the lake contraction period characterized by formation of molasses formation, thus favorable for the preservation of a large-area shallow water lacustrine environment. Besides, this period had a hot and dry climate, and hence the evaporation quantity of the water body was larger than the recharge quantity. These integrated factors resulted in the deposition of stably distributed evaporate formation in the lake basin, which, of course, causes the basin to have extremely promising vista in search for potash salt.

Key words: Lanping basin; Palaeogene; sedimentary environment; potash salt

沉积盆地对于石油、天然气的重要性不言而喻,而沉积盆地与金属矿产的关系研究相对较少,研究程度也明显落后于前者。对于长期处于构造变动的地区,盆地流体性质的多样性、盆地性质的多变性、沉积物快速堆积以及盆山的耦合作用,最终必将导致成矿类型的多样性、复杂性和规律性。兰坪盆地是一个堆积大量金属的局限盆地,吸引了大量的地质学家在此开展研究工作。自上世纪70~80年代,在云南地区开展了大规模区域地质调查工作,获得了大量有关兰坪盆地的地质构造、生物地层和年代地层等资料。代表性成果有《西南地区区域地层表云南省分册》、《云南省区域地质志》(1990)及1:20区调成果。在此基础上,朱创业等(1997)、牟传龙等(1999)、陶晓风等(2002)、帅开业(2000)、陈跃昆等(2004)、付修根(2005)对盆地形成、发展及演化方面进行了系统的阐述并加以总结。随后,薛春纪等(2002)、何龙清等(2004)、张峰等(2010)研究了盆地构造演化与成矿的关系。李志明等(2003)、李佑国等(2006)利用地球化学手段揭示新生代地层物源对恢复盆地的岩相古地理及构造演化的重要地质意义。前人对滇西兰坪盆地从盆地演化到成矿进行了大量研究并取得了丰硕成果。但是未见有对兰坪盆地古近纪地层进行层序地层学研究,未能很好地反映兰坪盆地在喜马拉雅期的湖盆演化特征。本文在前人的研究基础之上,通过大量详实的野外调查资料及室内相关工作,详细地研究了兰坪盆地古近系的沉积特征、层序特征,并在层序格架内研究了沉积相展布特征,为研究兰坪盆地的构造体制和成矿背

景提供基础资料。

1 区域地质背景

兰坪盆地是云南西部较大的中新世构造沉积盆地,位于澜沧江断裂带和金沙江断裂带之间,北起维西,南达景东,与思茅盆地相连;东至通甸—乔后一线,西抵兔峨—旧州,处于兰坪—思茅微板块之上。其东侧以维西—乔后断裂与扬子板块西南缘的金沙江—哀牢山造山带相接,盆地西侧以澜沧江断裂为界,与碧罗雪山—临沧造山带相接(图1),南北长约270 km,东西宽约70 km,面积近2 000 km²,北为昌都盆地。南为思茅盆地,兰坪盆地所处的三江地区在大地构造上属于环特提斯构造域的一个重要组成部分,是有过多次洋盆开合、多个陆块拼贴和多次造山历史的地带。兰坪盆地的形成和发展经历了漫长的历史过程,其演化历史极为复杂,经历了盆地基底形成→陆内盆地→盆地转换等过程。兰坪盆地区域地层属华南地层大区,处于兰坪—思茅分区的兰坪分区。其西侧及西南侧有藏滇地层大区中的保山分区和腾冲分区,其东侧为扬子地层大区。盆地形成于晚二叠世—早三叠世晚华力西期。受晚华力西运动影响,澜沧江带和金沙江带间中晚华力西期发育的古特提斯洋封闭,迫使古特提斯向西南方向退出,并使兰坪—思茅微板块与扬子板块及藏滇板块的保山陆块相互拼接。盆地形成后期依次经历了印支期的裂谷(断陷)作用、燕山期的拗陷作用和喜马拉雅期的推覆—走滑拉分作用为主的3个不同演化阶段(牟

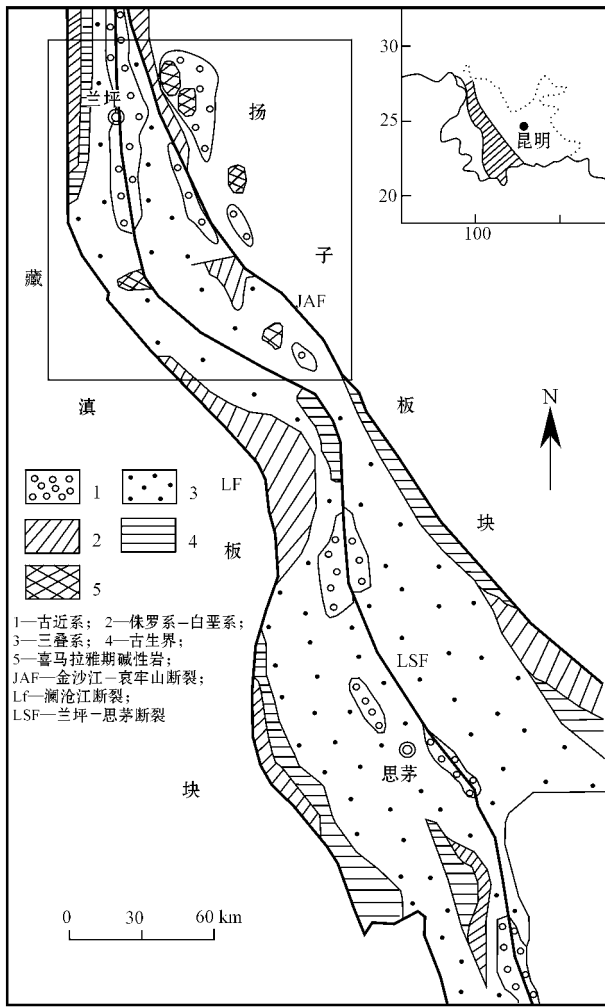


图 1 兰坪中新代盆地地质与构造略图
(据薛春纪等 2002)

Fig. 1 Sketch geological and tectonic map of Lanping Mesozoic-Cenozoic basin (after Xue Chunji *et al.*, 2002)

传龙等,1999),发育了巨厚的中、新生界沉积岩系。研究区内古近系零星出露于兰坪县、云龙县、拉井镇、师井、河西乡等地,分布较为广泛。

2 沉积相类型及特征

根据区域沉积格局和沉积作用特点等划分标志,通过对盆地约 20 条野外露头剖面的实地观测和室内综合分析,在兰坪盆地古近系中识别划分出 4 种沉积相(图 2):冲积扇相、河流相、湖泊三角洲相、湖泊相。限于篇幅,下面就每类沉积相及亚相简单介绍如下。

2.1 冲积扇

冲积扇是由山前带或陡崖朝着邻近的低地延伸

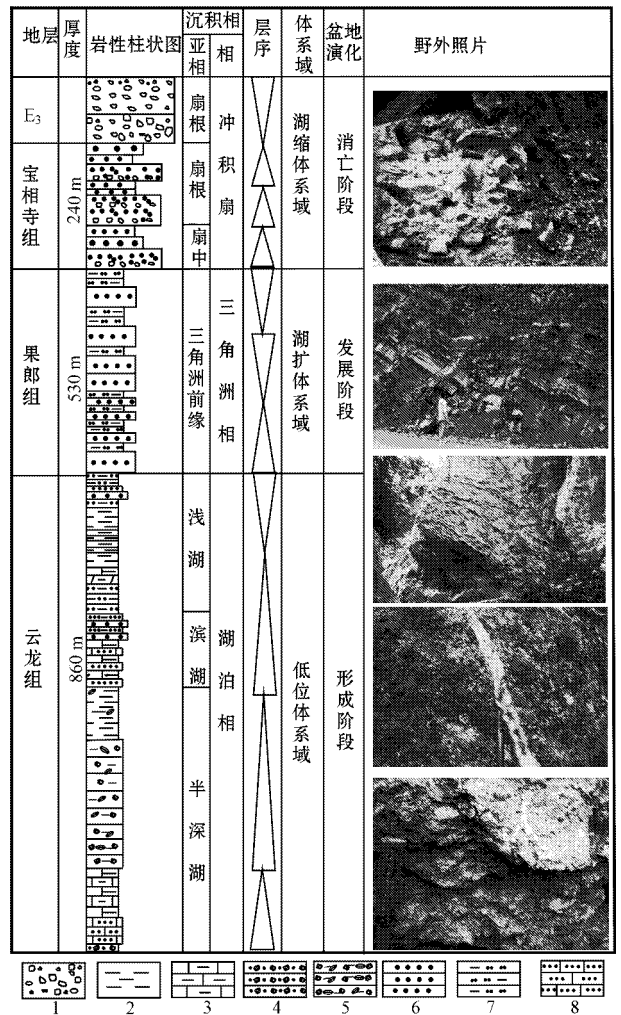


图 2 兰坪县古近纪地层综合柱状图

Fig. 2 Comprehensive columnar section of Paleogene strata in Lanping County

- 1—砾岩;2—泥岩;3—泥灰岩;4—泥砾岩;5—含石膏泥砾岩;
- 6—砂岩;7—粉砂质泥岩;8—钙质砂岩
- 1—conglomerate;2—mudstone;3—marl;4—gompholite;
- 5—gypsum-bearing conglomerate;6—sandstone;7—silty mudstone;
- 8—calcareous sandstone

的扇形沉积体,它常常是由携带大量沉积物的河流从狭窄的山谷流出并注入到宽阔的山前冲积平原上而形成。冲积扇是研究区内的主要沉积体系之一,其分布多平行于盆缘断裂带或线状隆起剥蚀区。总体上,冲积扇体系是由中-粗砾岩、砾质粗砂岩、砾质砂岩及中-粗粒杂砂岩所组成(图 3a),根据岩石类型组合及其垂向变化特征可进一步划分为扇根、扇中、扇缘 3 个亚相。

扇根:分布于邻近断崖处的冲积扇顶部地带,主要由中-细砾岩所组成,砾石大小不一,磨圆较差,呈次棱角状,夹有含砾石质粗粒杂砂岩及泥石流成因的泥岩,分选差,砂砾比值低,多为杂基支撑,沉积构



图3 兰坪盆地古近系沉积特征

Fig. 3 Characteristics of Paleogene sediments in Lanping basin

a—冲积扇沉积；b—河流相的槽状交错层理；c—浪成沙纹层理；d—三角洲前缘席状砂；e—泥裂；f—波痕；g—半深湖相灰绿色泥页岩、粉砂质泥页岩；h—灰绿色泥岩伴有石膏生成

a—alluvial fan sediments; b—festoon cross-bedding of fluvial facies; c—storm surge lamination; d—delta front sheet sand; e—mud crack; f—ripples; g—half-deep lacustrine facies grayish green argillite, silty argillite; h—grayish green mudstone with the generation of gypsum

造不明显,底面常见强烈冲刷侵蚀面。

扇中:位于冲积扇中部,往往构成冲积扇的主体,沉积坡度角较小,分支水道发育,以辫状分支河道及漫流沉积为主。岩性为砾质粗粒杂砂岩,砾岩呈块状,砾石粒度较扇根砾石偏小,具一定磨圆。砂砾比值介于扇缘与扇根砂砾比值之间,多为颗粒支撑。可见辫状河流形成的大型槽状交错层理、板状交错层理和平行层理,河道冲刷-充填构造发育。在相序上与扇根交替发育,构成多个向上变细的正旋回。

扇缘:位于冲积扇下部,地形平缓,以漫流沉积为主。沉积物较细,具高的砂/砾比值,常由砂岩夹粉砂岩、泥岩组成,局部见有膏岩层,分选相对较好,可见平行层理、槽状交错层理、板状交错层理及冲刷-充填构造等,在粉砂岩-泥岩中可见水平纹理及干裂、雨痕等暴露构造。区内多个组发育冲积扇相沉积,其中主要发育在宝相寺组和渐新统(E₃)地层中。

2.2 河流相

由于区内盆地范围较小且剥蚀区距沉积区相对较近,导致冲积平原内曲流河沉积相对不发育,而主要发育辫状河沉积。

辫状河沉积以河道较直、浅而宽、流量变动大、流速大、床砂载荷量大、河床不固定、心滩发育为特点,其主体由一套细砾岩、含砾粗砂岩或砾质粗砂岩夹细砂岩、砂质泥岩、粉砂岩组成。成分成熟度低,粒度较粗,结构成熟度低于曲流河,槽状交错层理极为发育(图3b),并见板状交错层理、平行层理等。下部冲刷面及粗粒滞留沉积明显,上部一般缺少河漫或废弃河道亚相等细粒沉积,总体显示向上变细的特征。区内冲积平原相沉积在各组中均有分布,但主要发育在宝相寺组与和渐新统(E₃)地层中。

2.3 湖泊三角洲相

兰坪盆地古近系地层中三角洲相对较发育,主要分布于中下始新统果郎组等地层中,按岩石组合、剖面结构及层理特征等,可进一步划分出三角洲平原、三角洲前缘、前三角洲3个亚相,而前三角洲亚相与浅湖相、三角洲平原与河流冲积平原都较难区分,其中最重要的是三角洲前缘亚相,也是三角洲相的主体部分。

三角洲前缘亚相是三角洲沉积的主体部分,由水下分流河道、河口砂坝、水下分流间湾等微相组成,水下分流河道沉积主要为灰黄色、紫灰色细长长石砂岩、长石石英砂岩,在沉积构造上具有冲刷面,中型至大型板状、槽状、楔形交错层理及平行层理

等,在相序上,与三角洲前缘河口坝、远砂坝密切共生,粒度分布以跳跃总体发育为特征。水下分流间湾沉积主要为一套细粒悬浮成因的紫红色、暗紫红色及棕红色的泥岩、粉砂质泥岩,少量粉砂岩或泥质粉砂岩,发育小型板状交错层理、浪成沙纹层理(图3c)。水平层理,可见浪成波痕,钙质结核及虫管普遍。河口坝沉积岩性上主要为紫灰色、棕红色中至厚层状细粒岩屑长石砂岩、岩屑石英砂岩及长石石英砂岩,少量泥质粉砂岩。砂岩的分选、磨圆均较好。沉积构造主要为各类交错层理(如板状、楔状等)、逆粒序层理及滑塌变形、包卷层理等,并可见枕状构造。粒度概率累积曲线为两段式,以跳跃总体为主,少量悬浮总体。远砂坝沉积主要由紫红色、棕灰色及褐灰色、紫灰色薄至中层状粉砂岩组成,见小型板状交错层理、沙纹层理、水平层理及钙质结核、虫管。粒度分布概率累积曲线呈二段式,由跳跃总体和悬浮总体组成,总体特征与河口坝微相类似,在相序上与河口坝沉积、席状砂或前三角洲泥共生。席状砂沉积相对不发育,多由细粉砂组成,其间为薄层泥隔开(图3d)。粉砂岩中可见沙纹层理,在相序上与河口坝、远砂坝、前三角洲泥或浅湖泥共生。

前三角洲亚相位于三角洲前缘与浅湖过渡的宽广平缓地带,占据浅湖位置。总体上该亚相与浅湖泥呈过渡关系,二者难以区分,其沉积物组成主要为棕红色、紫红色、紫灰色的粉砂质泥岩、泥岩,并可夹少许薄层粉砂岩,水平层理、沙纹层理发育,见钙质结核及虫管。在相序上与席状砂或远砂坝互层。

2.4 湖泊相

区内湖泊相沉积比较发育,主要包括了滨湖、浅湖及半深湖3个亚相。滨湖、浅湖沉积发育在三角洲活动相对薄弱的地方。

滨湖亚相位于湖盆边缘,由于周期性暴露,常形成许多泥裂等暴露构造(图3e),以砂岩夹泥岩沉积为特征。一般以紫红、暗棕红色泥岩、泥质粉砂岩、粉-细砂岩为主,含少量砂质及钙质结核。在干旱气候下,局部浅水洼地内沉积石膏、岩盐。具波痕、沙纹层理及断续水平层理(图3f)。浅湖亚相位于枯水期最低水位线至正常浪基面之间的地带,多以杂色泥岩、页岩、泥质粉砂岩组成,水平层理及沙纹层理发育,在一些地区能见透镜状层理及对称的浪成波痕,偶见生物钻孔或扰动构造。半深湖亚相位于浪基面以下水体较深部位,长期处于还原环境,波浪作用已很难影响沉积物表面,主要为一套灰绿色泥灰

岩、泥页岩、粉砂质泥页岩(图3g),常伴有石膏层生长(图3h),水平层理发育。区内湖泊相沉积大面积出现在云龙组、果郎组地层中。

3 沉积层序特征

兰坪盆地古近系为一套陆相碎屑岩建造,包括古新统云龙组、中-下始新统果郎组、上始新统宝相寺组及渐新统(E_3)。通过野外露头层序分析,认为该套沉积建造为一个完整的盆地演化旋回,由下而上可划分为低位体系域、湖扩体系域和湖缩体系域,分别对应于盆地的形成阶段、发展扩张阶段和消亡阶段(图2),各体系域特征如下:

3.1 低位体系域

相当于云龙组(E_{1y}),呈3个狭长条带出露,东部见于玉石河一线的顺川井—岩曲村西,因断裂破坏及第四系掩盖,仅有零星出露;中部出露于党组流沘江断裂以东的金龙—老母井一带,断裂以西仅见于云龙县以西地区;西部见于拉井—师井—温井一带。云龙组以杂色层为标志,可划分为上、下两个岩性段:下段底部为棕红色、砖红色泥砾岩、含石膏泥砾岩。砾石以紫红、黄、灰色粉砂岩、泥岩、页岩为主,次圆-次棱角状直径一般0.5~2 cm,泥质胶结。中部变为钙质泥岩、粉砂岩夹薄层细砂岩;顶部为灰绿色、杂色粉砂质粘土岩及含石膏化泥晶灰岩。与下伏上白垩统虎头寺组或南新组呈假整合接触。上段为紫红色、砖红色粉砂岩、泥质粉砂岩、泥岩夹薄层-中层石英细砂岩,普遍含钙质,夹数层杂色层或含石膏泥砾岩;偶夹紫红色含灰岩角砾粉砂岩及黄色、灰绿色、紫红色等杂色泥岩、粉砂岩。局部含石膏层,其上下的薄层泥灰岩具水平层理,粉砂岩具对称及不对称波痕,虫管迹,生物钻孔等。

3.2 湖扩体系域

相当于果郎组(E_{2g}),出露范围比较广,东边见于石钟山以东,为羊岑湖盆的西缘。西边发育于金顶—拉井、师井—果郎之间。果郎组主要为一套棕红色粉砂岩、泥岩与砂岩互层,根据岩性可分为上、下两个岩性段:下段岩性主要为紫红色厚层-块状细粒长英砂岩与同色粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩互层;中下部夹薄层泥质灰岩及含白云岩。细砂岩中见板状斜层理,粉砂岩具水平层理及对称波痕,整合于云龙组之上。上段为紫红、灰紫色中-厚层状细粒含长石岩屑石英砂岩、长石细砂岩、岩屑石英砂岩、石英

粉砂岩、夹泥岩。砂岩具平行层理,楔状交错层理,层面上有不对称波痕,砂岩底面具冲刷构造。整体而言,果郎组西边的砂泥比大于东边的。

3.3 湖缩体系域

相当于宝相寺组(E_{2b})和 E_3 。宝相寺组(E_{2b})分布较为局限,仅在兰坪县拉井—金顶之间大面积出露,主要以中哨房、新生桥为中心分布,其次在金顶镇—三脚山一带呈近南北向的条带状展布。底部为杂色块状复成分砾岩、含砾石英粗砂岩,向上为灰白色厚层中粒石英砂岩;中上部由紫红色-砖红色中层钙质石英砂岩、钙质泥质粉砂岩或钙质泥岩互层组成;上部为薄层-中层钙质石英砂岩和钙质泥质粉砂岩互层;顶部为浅灰色、灰黄色薄层-中层钙质细粒石英砂岩和钙质泥岩、泥质粉砂岩互层,为红色磨拉石建造。该组与下伏果郎组呈不整合接触。 E_3 分布较为局限,仅见于兰坪县拉井镇东部、金顶镇北部的上温水庙一带和剑川县黄花场、白草坡以东等地,呈带状近南北向延伸。主要为一套冲积扇成因的巨厚层紫红色、灰紫色砾岩、长石石英砂岩,上部为棕红色砂质泥岩,泥质砂岩夹砂砾岩及少数灰绿色泥岩,亦为红色磨拉石建造。该组不整合于宝相寺组地层之上。

4 沉积相展布及其演化

4.1 低位期(古新世)

新生代以来,由于印度板块对欧亚大陆的持续俯冲挤压,导致区内北北西向断裂发生走滑拉张(牟传龙,1999),同时在挤压过程中形成一系列小的菱形盆地。

晚燕山运动的强烈抬升作用对滇黔桂地区产生重大影响,大部分沉积区古近纪盆地与下伏地层为不整合接触。在滇西兰坪地区,古新统云龙组不整合覆盖在下白垩统虎头寺组之上,古近纪盆地面积相比白垩系时期进一步缩小,形成互不相连的中、小型陆相盆地。在此次运动发生之后,兰坪沉积盆地受两侧盆缘断裂带控制作用明显,处于构造活动的稳定期。在滇黔桂地区,该期大部分地区处于上升剥蚀状态,古新世盆地大部分为彼此独立的陆相河湖沉积,此时兰坪盆地处于气候干旱、炎热,表现为盐湖沉积。

云龙组早期处于在喜马拉雅活动第一幕运动发生之前的构造背景相对稳定沉降期,盆地继承了白垩纪沉降中心。受较为干热气候影响,在盆地周缘及东部大部分地区的原古暴露面上,发育冲积平原—

滨浅湖相沉积,在盆地西部师井、检槽一带发育一套以黄绿色钙泥质粉砂岩、泥岩为主的浅湖-半深湖相沉积。沉降中心主要分布在兰坪、云龙地区。在盆地北部兰坪小盐井-温井-老母井-云龙顺荡井-白羊场一带,沉积厚度较小,并有向北部温井一带增厚、泥质含量减少、同生泥砾含量增高的趋势,以发育滨浅湖相沉积为主。盆地南部永平-巍山一带地势较高,以冲积相沉积为主。盆地北部整体上形成东缓西陡、南陡北缓、东浅西深、南深北浅的格局,而南部受控于金沙江-哀牢山断裂带,沉积盆地表现为东深西浅,仅在拉井、上兰、期井等地区砂岩含量较高并出现湖泊三角洲相沉积。沉积盆地的一侧或两侧为断控,底部堆积大粒径的三叠系灰岩砾石、紫红色侏罗-白垩系的砂泥岩砾石等,可揭示燕山期末的断陷成盆性。该期盆地的充填物总体表现出下粗上细、北薄南厚的特征。

未变。受区域性湖退作用及相对干热气候影响,蒸发作用强烈,湖泊萎缩,可容纳空间降低,表现在盆地北部河西地区及盆地东南部漾濞一带冲积平原面积扩大。在盆地北部高山井、小盐井、温井、盆地中部诺邓、云龙,盆地东部弥沙、乔后及盆地西部师井一带,出现滨湖砂坝、盐沼沉积。早期滨浅湖地区演化为湖泊三角洲或者闭塞形成盐沼、盐湖,湖泊逐渐咸化进而向类似于早期的咸化湖泊过渡,并出现半咸水介形类组合 *Sinocypris-Parailocypris-Eucypris*。此外,仅在拉井以东、上兰、果郎、诺邓以南发育辫状河三角洲或湖泊三角洲相沉积,而在盆地中部汤邓一带及格者以西湖泊水体较深地区,以浅湖黄绿色砂泥沉积为主。整体来看,主要发育冲积平原-滨湖及湖泊三角洲砂泥沉积,并伴有大量滨湖盐沼沉积。沉积物粒度向上逐渐变粗,反映了水体向上变浅,湖盆逐渐萎缩(图 4)。

云龙组晚期盆地的沉降中心及古地理分布依旧

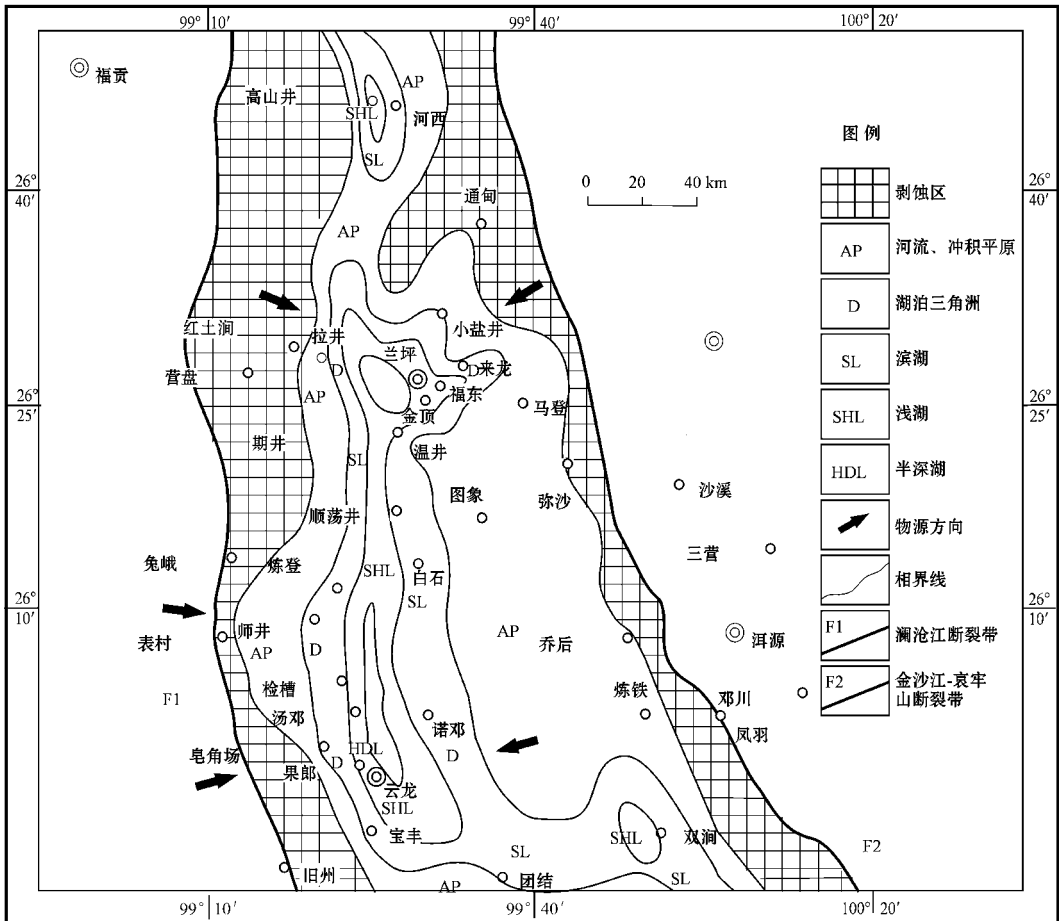


图 4 兰坪盆地古近系低位期岩相古地理图 [据范昱(2010)补充修改]

Fig. 4 Lithofacies and paleogeographic map of Paleogene lowstand period in Lanping basin (modified after Fan Yu, 2010)

4.2 湖扩期(始新世早期)

始新世早期,主要发育内陆河、湖相沉积。滇西兰坪盆地果郎组与下伏云龙组整合接触,其底部普遍存在的厚层-块状的中-细粒长石石英砂岩。果郎组红色砂岩、粉砂岩、泥岩属炎热气候淡水湖泊沉积。

果郎组继承了云龙期盆地沉积特征,沉降中心变迁不大,古地理上表现为湖泊有所扩张。该期滨浅湖相沉积最为发育,沉积了一套紫红、砖红色细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、泥岩。该期沉积总体特征为:上段泥岩为主,砂岩夹层向上逐渐减少;下段砂岩普遍微含钙质,底部普遍存在厚层-块状的中-细粒长石石英砂岩,并首次出现淡水-半咸水介形虫 *Limnocythere*。另外,下段中化石丰富,并见虫迹、虫管、印痕、波痕及雨痕等,为滨浅湖相沉积。在盆地北部拉井、上兰、老母井等地岩性组合表现为向上变粗的特征,代表三角洲前缘亚相沉积及少量滨湖砂坝微相沉积。盆地中部滨湖砂泥沉积较为发育,分

布在顺荡井、检槽、宝丰等地。盆地南部依旧受控于盆缘断裂带,湖泊仅向西部有所扩张,局部出现向西超覆,整体表现出东深西浅的格局,局部出现沉积相差异演化。

该期兰坪盆地未见盐岩、膏岩沉积,亦说明该时期气候已转为暖湿型。在相对暖湿气候条件及稳定区域大地构造背景下,陆内湖盆处于补偿状态,此时湖泊水位高于早期湖盆水位,在原有湖泊面积基础上扩大并在局部淹没低缓的冲积平原(图5)。

4.3 湖缩期(始新世晚期—渐新世)

始新世晚期受喜马拉雅活动第一幕碰撞造山运动影响,兰坪盆地东、西两侧的造山带不断向盆地挤压推覆。受此构造活动影响,原兰坪盆地沉积区范围进一步缩小,大部分地区发生挤压褶皱,并伴随一定程度的差异隆升,导致盆地原有沉降中心发生变迁,仅在盆地北部保留冲积相沉积记录,盆地中部及盆地南部大多已隆升为剥蚀区。仅在盆缘断裂

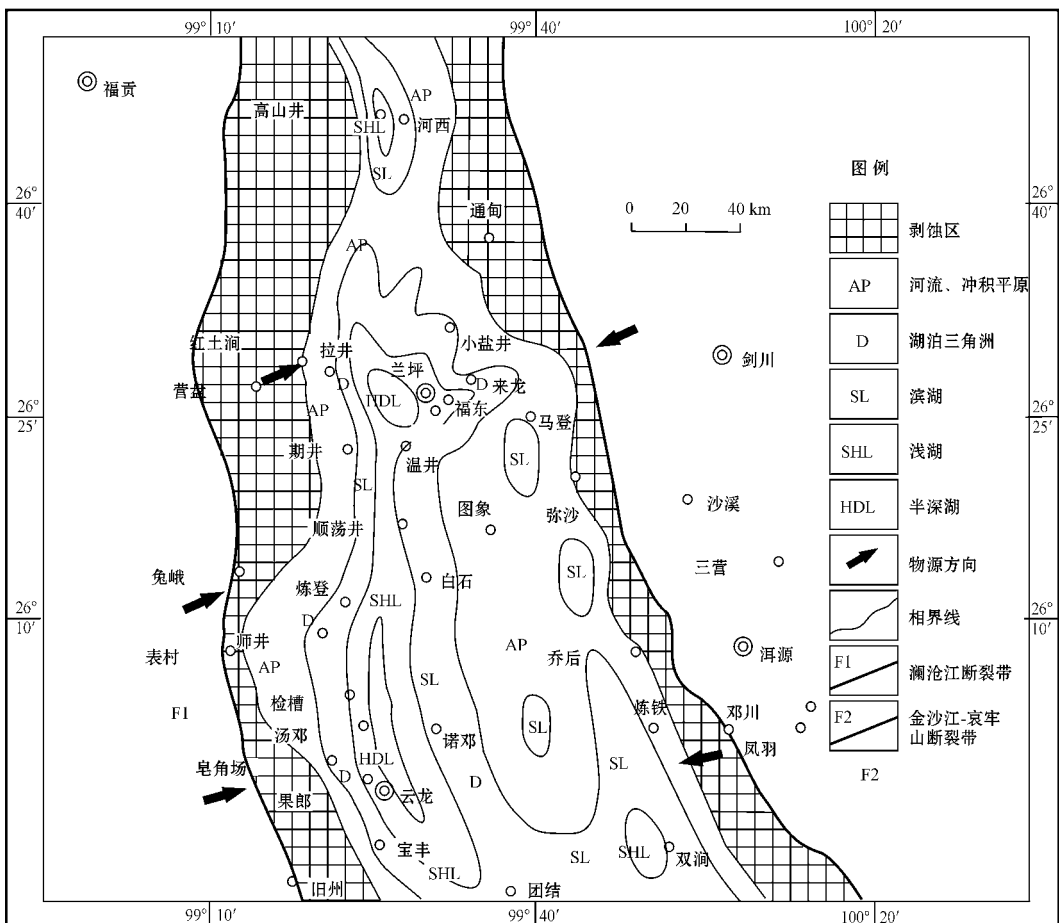


图5 兰坪盆地古近系湖扩期岩相古地理图[据范昱(2010)补充修改]

Fig. 5 Lithofacies and paleogeographic map of Paleogene lake expansion period in Lanping basin (modified after Fan Yu, 2010)

推覆带前缘形成小型前陆盆地,并充填了始新世宝相寺组及渐新世(E_3)磨拉石建造。宝相寺组不整合于果郎组或较老地层之上,主要为红色砂砾岩、岩屑砂岩、长石石英砂岩、泥岩沉积。其岩性特征及岩石组合均与其上覆渐新统(E_3)相似,且均不产化石,这两组地层均为冲积相沉积,为一套红色粗碎屑磨拉石建造。

研究区该期在兰坪盆地表现为:盆地沉积中心迁至河西、兰坪—金顶、拉井、乔后一带的小型陆相断控盆地中。物源方向受控于盆内次级断裂,垂直于次级断裂带。沉积了一套红色砾岩、砾质粗砂岩、粗砂岩侧面层,底部常见厚层块状(角)砾岩,具杂基支撑且砾岩分选差,层间冲刷现象极为普遍,并发育向上变细的多个小韵律,向上砾石含量逐渐减少,砂质含量明显增多,砾石开始出现叠瓦状排列,层间冲刷现象亦极为普遍且发育大量中-大型槽状交错层理,标志此时冲积平原(可能主要以辫状河)相沉积

占据主导地位。整体上主要为一套冲积扇及河流相沉积;反映了构造抬升已使湖盆不能够提供更多的可容纳空间,加之盆内次级地垒隆升形成新的剥蚀区,直接为小型陆相断控盆地提供大量沉积物,使之逐渐萎缩(图 6)。

5 结论

(1) 沉积层序分析表明,古近系主要发育冲积扇、河流、三角洲和湖泊环境,沉积建造为一个完整的盆地演化旋回,可划分为低位体系域、湖扩体系域和湖缩体系域,分别对应于盆地的形成阶段、发展扩张阶段和消亡阶段。

(2) 沉积相在盆地演化过程中有规律地协同演化:低位期,印度板块向欧亚板块的俯冲挤压造成兰坪走滑拉分盆地的形成,沉积了一套局限的湖盆相红色膏盐细碎屑岩建造;湖扩期,由于由挤压应力场

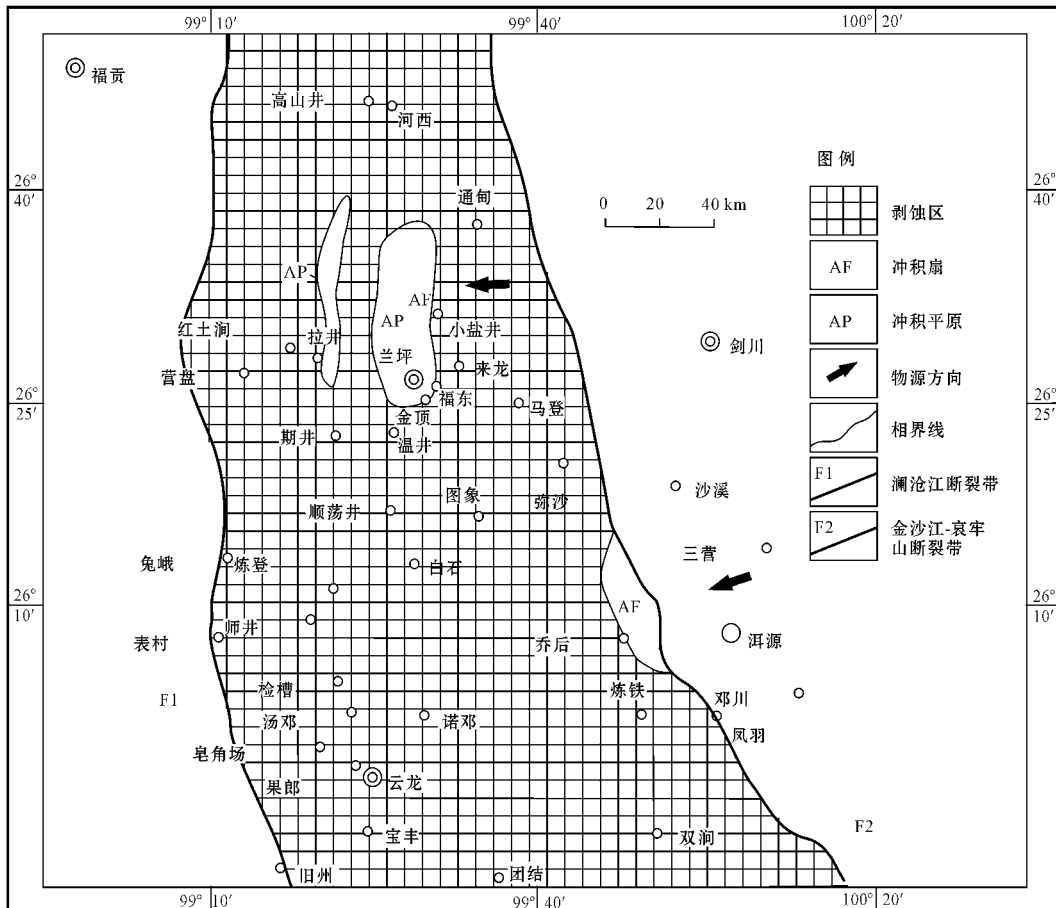


图 6 兰坪盆地古近系湖缩期岩相古地理图 [据范昱(2010)补充修改]

Fig. 6 Lithofacies and paleogeographic map of Paleogene lake contraction period in Lanping basin (modified after Fan Yu, 2010)

转变为拉张应力场,使得始新世早期湖盆扩大,大面积沉积了一套滨浅湖相紫红、砖红色砂泥岩互层沉积,反映了湖平面逐渐上升,沉积范围逐渐扩大;湖缩期,盆地受晚始新世喜马拉雅运动一幕的影响,盆地及周缘由拉张应力场转变为强烈挤压,东西两侧造山带共同向盆地内推覆扩展,致使沉积盆地开始出现差异性快速隆升,盆地范围进一步缩小,仅在推覆体前缘形成一系列小型山前陆相前陆盆地,充填陆相碎屑磨拉石沉积。

(3)通过层序古地理编图显示,沉积型矿产(蒸发岩)具有明显的层控特点,发育于低位体系域。该时期处于盆地形成期,盆地水体相对于快速构造沉降和湖平面快速上升的湖扩期浅,陆源碎屑物供给相对于形成磨拉石建造的湖缩期少,有利于保持大面积的浅水湖泊环境。并且该时期处于炎热干燥气候,造成湖盆水体蒸发量大于补给量。这些综合因素促使湖盆沉积了分布较稳定的蒸发岩建造,极具找钾盐矿的前景。

References

Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province. 1990. Regional Geology of Yunnan Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 153~248 (in Chinese).

Chen Yaokun, Liao Zongting, Wei Zhihong, *et al.* 2004. Characteristics and tectonic evolution of the Lanping-Simaos Mesozoic basin[J]. Petroleum Geology and Experiment, 26(3): 219~228 (in Chinese with English abstract).

Fan Yu, Chen Hongde, Hou Zhongjian, *et al.* 2010. Characteristics of lithofacies and palaeogeography in Lanping basin, Yunnan[J]. Journal of Stratigraphy, 34(4): 381~388 (in Chinese with English abstract).

Fu Xiugen. 2005. Evolution of the Lanping basin and formation of relevant metal deposits[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 27(2): 26~32 (in Chinese with English abstract).

He Longqing, Chen Kaixu, Yu Fengming, *et al.* 2004. Nappe tectonics and their ore-controlling of Lanping basin in Yunnan province[J]. Geology and Prospecting, 40(4): 7~12 (in Chinese with English abstract).

Li Youguo, Hou Zhongjian, Wang Anjian, *et al.* 2006. Geochemistry of Cenozoic detrital rocks and its constraints on provenance in Lanping basin[J]. Acta Petrologica Sinica, 22(3): 751~760 (in Chinese with English abstract).

Li Zhiming, Liu Jiajun, Hu Ruizhong, *et al.* 2003. Tectonic setting and provenance of source rock for sedimentary rocks in Lanping Mesozoic-Cenozoic basin: evidences from geochemistry of sandstones[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 21(4): 547~552 (in Chinese with English abstract).

Mou Chuanlong, Wang Jian, Yu Qian, *et al.* 1999. The evolution of the sedimentary basin in Lanping area during Mesozoic- Cenozoic[J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 19(3): 30~36 (in Chinese

with English abstract).

Shuai Kaiye. 2000. The new interpretation of the Lanping-simaos Mesozoic basin in western Yunnan[J]. Earth Science Frontiers, 7(4): 380 (in Chinese with English abstract).

Tao Xiaofeng, Zhu Lidong, Liu Dengzhong, *et al.* 2002. The formation and evolution of the Lanping basin in western Yunnan[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 29(5): 521~525 (in Chinese with English abstract).

Writing Group of the Regional Stratigraphic Chart of Yunnan Province. 1978. Southwest Regional Stratigraphic Table-Yunnan Volume[M]. Beijing: Geological Publishing House, 123~148 (in Chinese).

Xue Chunji, Chen Yuchuan, Yang Jianming, *et al.* 2002. Analysis of ore-forming background and tectonic system of Lanping basin, western Yunnan province[J]. Mineral Deposits, 21(1): 36~44 (in Chinese with English abstract).

Zhang Feng, Tang Juxing, Chen Hongde, *et al.* 2010. Evolution of the Lanping basin and the Characteristics of Minerogenic Fluid in Lanping basin[J]. Geology and Prospecting, 30(2): 223~229 (in Chinese with English abstract).

Zhu Chuangye, Xia Wenjie, Yi Haisheng, *et al.* 1997. The tectonic nature and evolution of Mesozoic Lanping-Simaos basin[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 24(4): 23~30 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

陈跃昆, 廖宗廷, 魏志红, *等.* 2004. 兰坪-思茅中生代盆地的特征及构造演化[J]. 石油实验地质, 26(3): 219~228.

范昱, 陈洪德, 侯中健, *等.* 2010. 云南兰坪盆地古近系构造-层序岩相古地理特征分析[J]. 地层学杂志, 34(4): 381~388.

付修根. 2005. 兰坪陆相盆地演化与金属矿床的形成[J]. 地球科学与环境学报, 27(2): 26~32.

何龙清, 陈开旭, 余凤鸣, *等.* 2004. 云南兰坪盆地推覆构造及其控矿作用[J]. 地质与勘探, 40(4): 7~12.

李佑国, 侯中健, 王安建, *等.* 2006. 兰坪盆地新生代碎屑岩地球化学特征及其对物源制约[J]. 岩石学报, 22(3): 751~760.

李志明, 刘家军, 胡瑞忠, *等.* 2003. 兰坪中生代盆地沉积岩源区构造背景和物源属性研究[J]. 沉积学报, 21(4): 547~552.

牟传龙, 王剑, 余谦, *等.* 1999. 兰坪中生代沉积盆地演化[J]. 矿物岩石, 19(3): 30~36.

帅开业. 2000. 兰坪-思茅中、新生代盆地成因新解[J]. 地学前缘, 7(4): 380.

陶晓风, 朱利东, 刘登忠, *等.* 2002. 滇西兰坪盆地的形成及演化[J]. 成都理工学院学报, 29(5): 521~525.

薛春纪, 陈毓川, 杨建民, *等.* 2002. 滇西兰坪盆地构造体制和成矿背景分析[J]. 矿床地质, 21(1): 36~44.

云南省区域地层表编写组. 1978. 西南地区区域地层表——云南省分册[M]. 北京: 地质出版社, 123~148.

云南云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 153~248.

张峰, 唐菊兴, 陈洪德, *等.* 2010. 兰坪盆地演化与盆内成矿流体特征[J]. 矿物学报, 30(2): 223~229.

朱创业, 夏文杰, 伊海生, *等.* 1997. 兰坪-思茅中生代盆地性质及构造演化[J]. 成都理工学院学报, 24(4): 23~30.