doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.01.07

引用格式: 胡文奎,杨登菊,孙贵荣,等. 云南兰坪盆地中部白垩系沉积环境及区域构造意义[J]. 中国地质调查,2023, 10(1): 62-75. (Hu W K, Yang D J, Sun G R, et al. Sedimentary facies and regional tectonic significance of Cretaceous in the middle of Lanping Basin, Yunnan Province [J]. Geological Survey of China, 2023, 10(1): 62-75.)

云南兰坪盆地中部白垩系沉积环境及区域构造意义

胡文奎,杨登菊,孙贵荣,杨学雄,赵庆红,洪钟明,赵 超

(云南省地质矿产勘查院,云南 昆明 650051)

摘要:云南兰坪盆地在白垩纪的演化为其喜马拉雅期的大规模成矿起到了铺垫作用。前人对该时期的沉积相分 析较为笼统,一定程度上影响了对盆地演化、盆地性质及成矿方面的深入理解。在兰坪盆地中部开展了实测剖面 和路线调查等工作,认为兰坪盆地的白垩系分为扇三角洲 – 湖泊和辫状河三角洲 – 残余河湖 2 个沉积体系,盆地 性质应属断陷盆地。结合对特提斯洋演化过程的认识,认为早白垩世兰坪盆地继承了中侏罗世一晚侏罗世沉降 的构造背景,早白垩世末中特提斯洋的闭合中断了盆地的沉降作用,晚白垩世新特提斯洋的北向俯冲导致了中生 代兰坪盆地演化的终止。结合区域矿产资料,认为早白垩世成矿元素已有初步富集,并为喜马拉雅期成矿提供了 必要的矿源层、建造水、运移通道及成矿定位空间。研究可为兰坪盆地的演化过程提供新的实证资料。 关键词: 兰坪盆地;白垩系;扇三角洲;辫状河三角洲;区域构造演化

中图分类号: P56 文献标志码: A 文章编号: 2095 - 8706(2023)01 - 0062 - 14

0 引言

滇西中生代一新生代兰坪盆地是西南三江构 造带的重要组成部分,也是全国著名的有色金属 成矿区,其演化时间长,历经印支期、燕山期、喜马 拉雅期等多期次构造运动。前人对云南兰坪盆地 白垩纪时期的沉积环境和盆地性质已进行了大量 的调查研究,但由于盆地遭受了强烈的断层、褶皱 等地质活动的改造,在恢复盆地演化历史方面存 在诸多困难。目前对盆地的演化历史存在几种不 同观点:①受早二叠世至早三叠世弧-陆碰撞和 盆山转换作用的持续影响,白垩纪盆地由河湖环 境转变为河流环境,为弧后前陆盆地晚期阶段的 产物[1]; ②随着逆冲造山带向克拉通方向的进 一步迁移,盆地边缘为三角洲环境,汇水盆地为 河湖环境,后期沉积盆地萎缩呈串珠状,为弧后 前陆盆地陆相磨拉石沉积阶段的产物^[2-3];③ 造山带向盆地挤压推覆,早白垩世盆地沉积由盛 转衰,之后盆地萎缩变小并发育河流相及风成碎 屑岩沉积,为周缘前陆盆地^[4-5];④盆地东西两 侧断隆成山,早白垩世早期为扇三角洲环境,晚 期变为湖泊、扇三角洲、河流环境,并有风成环境 产物,为双断式断陷盆地^[6];⑤盆地东西两侧隆 起成山,下部为冲积扇、河湖沉积,向上演变为浅 湖沉积,最后为河流-河湖沉积,为坳陷盆 地^[7]; ⑥受雅鲁藏布江洋快速扩张的影响, 怒江 洋闭合,本区在燕山期整体隆升的背景下相对坳 陷,充填物质以陆相碎屑岩为主,为陆内坳陷盆 地[8-11]。由此可见,一般认为在白垩纪时期兰 坪盆地处于陆内演化阶段,但对盆地性质及其演 化过程的认识仍存在一定争议,对于其沉积相的 分析也较为笼统。对盆地的沉积岩组合与沉积 环境开展研究,不仅能确定盆地的沉积背景并反 演构造演化,还能为了解当时的环境和气候提供 一定依据^[12]。

兰坪盆地内的白垩系是大量铜铅锌多金属矿 床(点)的赋矿层位,如金顶铅锌矿床、白秧坪铜银

通信作者简介:杨登菊(1985—),女,工程师,主要从事滇西北基础地质研究工作。Email: 121658119@qq.com。

收稿日期: 2022-03-24;修订日期: 2022-10-28。

基金项目:云南省地质矿产勘查开发局科技创新项目"云南巍山紫金山矿化集中区深部金多金属找矿预测研究"和中国地质调查局"云 南省1:5万长川坡、羊巴场、云龙县、杉树村4幅区域地质调查(编号:DD20160016)"联合资助。

第一作者简介:胡文奎(1969一),男,高级工程师,主要从事滇西北基础地质研究工作。Email: 1048051611@qq.com。

矿床、富隆厂铅锌矿床及白洋厂银铜矿床等大型、 超大型矿床^[4,8,13-15]。目前,对这些矿床的成因与 发育机制的认识存在较大分歧,而对赋矿岩系开展 沉积学研究,可为理解区内沉积岩容矿金属的成矿 作用提供约束信息。本研究在兰坪盆地中部的云 龙县地区开展地质填图工作的过程中,实测了白谷 地、空地登、白松堵村等白垩系剖面,结合路线地质 调查,通过对岩性和岩相组合、沉积构造、粒度分 析、古水流方向等方面开展沉积学研究,分析其沉 积体系,进一步探讨兰坪盆地白垩纪时期的沉积环 境及其区域构造意义。

1 地质概况

兰坪盆地位于青藏高原东南缘的扬子板块西 缘、三江造山带中南段,东界为金沙江—哀牢山结合 带,西界是北澜沧江缝合带,北起维西并与昌都地块 相连,南至云县与思茅盆地相接(图1(a),(b))。是 在晚二叠世—中三叠世古特提斯洋闭合发生弧-陆 和陆-陆碰撞背景下,形成的一个 SN 向窄条状展布 的中新生代沉积盆地,其出露地层主要有中三叠统、 上三叠统、侏罗系、白垩系和古近系^[2,7-8]。



bq. 北祁连缝合带; cb. 柴达木缝合带; kl. 南昆仑一玛多一略阳缝合带; kx. 康西瓦一苏巴什缝合带; js. 金沙江缝合带; al. 哀牢山缝合带; gz. 甘孜一理塘缝合带; bl. 北澜沧江缝合带; ls. 龙木错—双湖缝合带; bn. 班公湖—怒江—昌 宁缝合带; nl. 南澜沧江缝合带; o. Inthanon 缝合带; q. Nan—Uttaradit 缝合带; r. Srakaeo 缝合带; Sn. 狮泉河—纳木错 一嘉黎缝合带; L. Ladakh 缝合带; Kx. 科西斯坦缝合带; Yl. 雅鲁藏布江缝合带; N. 缅甸缝合带; M. Shan Boundary 缝 合带; I. 印度陆块区; II₃. 冈底斯—腾冲岩浆弧; II₅. 保山—镇康地块; II₂. 昌宁—孟连结合带; N₁₋₂. 临沧—勐 海岩浆弧; N₂₋₁. 北澜沧江结合带; N₃₋₁. 开心岭—竹卡—景谷岩浆弧; N₃₋₂. 兰坪盆地; N₃₋₃. 江达—维西—绿春 陆缘弧; N₄₋₁. 金沙江结合带; N₄₋₂. 哀牢山结合带; N₅₋₁. 中甸—中咱地块; N₂. 上扬子地块

图 1 东特提斯构造域区域构造略图(a)^[16]、研究区大地构造位置(b)^[17]及研究区地质简图(c) Fig. 1 Regional tectonic map of East Tethys structural area(a)^[16], geotectonic location (b)^[17] and geological sketch (c) of the study area

白垩纪时期,兰坪盆地地层的沉积空间严格局 限在晚古生代至早中生代江达一维西陆缘火山弧 和开心岭一竹卡一景谷火山弧之间[17],西以澜沧 江断裂为界,东至维西一乔后断裂、哀牢山断裂,依 次沉积了景星组、南新组和虎头寺组,缺失上白垩 统,为一套陆相红层沉积^[1,3,9-10]。

研究区位于兰坪盆地中部,早白垩世地层出露 较完整(图1(b))。实测的白谷地、空地登、白松堵 3条剖面(图1(c))可分别控制景星组、南新组、虎 头寺组的岩性组合。目前,虎头寺组为哑地层,在 时代上尚有争议^[1,13,18],本文按照《云南省岩石地 层》^[19]的意见将其置于早白垩世晚期。

白垩系剖面岩石组合及沉积特征 2

2.1 景星组(K_i)

根据白谷地剖面的实测剖面图(图2),景星组 一段底部 16~17 层为灰色中一厚层状(含砂质)灰 质砾岩夹灰紫色薄--中层状含粉砂质细粒石英砂 岩,砾石成分主要为灰岩,次圆一次棱角状,呈颗粒 支撑,属于碳酸盐质筛积物沉积与砂屑形成的砾砂 互层的片氾沉积(图3(a))。



1. 砾岩; 2. 岩屑石英砂岩; 3. 岩屑砂岩; 4. 石英砂岩; 5. 含粉砂质石英砂岩; 6. 含细砂质粉砂岩; 7. 粉砂岩; 8. 泥质粉砂岩; 9. 含钙质粉砂岩; 10. 粉砂质泥岩; 11. 钙质泥岩; 12. 泥岩; 13. 上侏罗统坝注路组; 14. 下白垩统 景星组; 15. 下白垩统南新组; 16. 动物化石; 17. 植物化石; 18. 产状; 19. 分层线及层号; 20. 平行不整合接触

图 2 白谷地下白垩统景星组实测剖面图

Fig. 2 Measured section of Jingxing Formation in Lower Cretaceous of Baigudi



(a)砾砂互层的片氾沉积

(b)滑塌构造

(c)液化卷曲构造



图 3 白谷地剖面景星组沉积特征照片

(d) 硅化木

(e) 双壳类化石

(f) 沟铸型

Fig. 3 Sedimentary characteristics photos of Jingxing Formation in Baigudi section

18~19 层为灰白色中一厚层状中细粒石英砂 岩夹灰紫色中层状中细粒石英砂岩,见有平行层 理、板状交错层理、波痕等牵引流沉积构造;砂岩 底面见有负荷模,内部见有滑塌构造(图3(b))、液 化卷曲构造(图3(c));岩石含较多炭质植物碎 片,局部产有少量硅化木(图3(d))。

20~23 层底部为紫红色薄层状泥岩夹同色含 粉砂质泥岩,下部为灰紫色中—厚层状细砂质粉砂 岩、灰紫色泥质粉砂岩夹含砂角砾岩,中部为灰紫 色中—厚层状含粉砂质细粒石英砂岩,上部为灰紫 色薄层状粉砂岩。岩层中见水平层理、砂纹层理、 浪成波痕层理,局部层面上见波痕,并产有双壳类 化石(图3(e))。

24~32 层主要由灰紫色薄层状(泥质)粉砂 岩、泥岩、中一厚层状细粒石英砂岩和灰白色、浅 灰色中细粒石英砂岩组成 2 个向上变粗的旋回 性层序,局部夹有灰质砾岩。砂岩底面具冲刷 面,层面局部见沟铸型(图 3(f)),发育平行层 理、板状交错层理、楔状交错层理、爬升波痕层 理,含较多炭质植物碎屑;粉砂岩发育砂纹层 理、浪成波痕层理、水平层理及生物潜穴,部分泥 岩中含钙质结核。

33~35 层由紫红色薄一中层状细粒石英砂 岩、粉砂岩、泥岩等比例组成。砂岩发育平行层 理、板状交错层理、爬升波痕层理等水流构造;薄 层状粉砂岩、粉砂质泥岩频繁互层,单个层对厚 5~10 cm。

36~49 层以灰白色中一厚层状中粗粒、中细粒 (岩屑)石英砂岩为主,夹紫红色薄一中层状细粒石 英砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩。砂岩发育平行层理、 波痕、板状交错层理、楔状交错层理、浪成波痕层理 等沉积构造,粉砂岩中见小型浪成波痕层理和生物 潜穴。 景星组二段 50~52 层主要由紫红色薄一中层 状粉砂岩、薄层状泥岩组成。岩石中发育水平纹层 和浪成波痕层理,局部层面上见浪成波痕。

2.2 南新组(K₁n)

根据空地登剖面的实测剖面图(图4),南新组 2~22 层由紫红色、灰紫色中层状含砾细粒石英砂 岩和中一厚层状细粒(岩屑)石英砂岩、薄层状粉砂 岩及粉砂质泥岩组成。砂岩中发育平行层理、楔状 交错层理、板状交错层理以及生物潜穴(图5(a))、 水流波痕(图5(b)),部分砂岩底部见少量滞留砾 石、底冲刷(图5(c))、槽模;泥岩中见钙质结核及 少量古土壤。

23~30 层由紫红色中—厚层状细粒(长石)岩 屑石英砂岩和薄层状粉砂岩、粉砂质泥岩组成,发 育交错层理,具有泥裂、虫迹、浪成对称波痕、冲刷 构造等沉积构造。

31~43 层由 2 个粒度总体自下而上从细变粗 的反向半旋回组成,发育砂纹层理、水平层理及浪 成对称波痕。

44~55 层主要为紫红色厚层状含脉石英砂砾 岩(图5(d))、厚层状含砾砂岩及薄—中层状细砂 岩夹少量薄—中层状粉砂岩、粉砂质泥岩,缺乏细 粒单元,可见楔状交错层理(图5(e))、板状交错层 理、平行层理、叠瓦状构造、水流波痕等水流构造以 及生物潜穴、冲刷构造。

56~60 层为紫红色、灰紫色中一巨厚层状细粒 岩屑石英砂岩、中一厚层状(含)钙质粉砂岩、厚层 状含粉砂质泥岩,粉砂岩中发育砂纹层理、波痕,并 见有干涉波痕(图5(f))。



4. 砾岩; 2. 砂砾岩; 3. 岩屑石英砂岩; 4. 白云质岩屑石英砂岩; 5. 长石石英砂岩; 6. 石英砂岩; 7. 细砂岩; 8. 含砾粉砂岩; 9. 含钙质粉砂岩; 10. 粉砂岩; 11. 泥质粉砂岩; 12. 粉砂质泥岩; 13. 钙质泥岩; 14. 泥岩; 15. 下白垩统景星组; 16. 下白垩统南新组; 17. 下白垩统虎头寺组; 18. 地层产状; 19. 分层界线及编号

图 4 空地登下白垩统南新组实测剖面图

Fig. 4 Measured section of Nanxin Formation of Lower Cretaceous in Kongdideng



(a)生物潜穴

(b)水流波痕

(c)底冲刷



(d)发育粒序层理与叠瓦状构造的砾岩

(e)发育楔状交错层理的砾岩图 5 空地登剖面南新组沉积特征照片

(f)干涉波痕

Fig. 5 Sedimentary characteristics photos of Nanxin Formation in Kongdideng section

2.3 虎头寺组(K₁h)

根据白松堵剖面的实测剖面图(图6)及路线 调查,该组岩性较为单一,主要为石英砂岩,常见有 暗紫色条带(图7(a))。

4~5 层为紫灰色、淡紫红色中一厚层状白云质 胶结含中砂质细粒石英砂岩、中层状细粒石英砂 岩。多见有白云质结核或夹层(图7(b)),砂岩发 育冲洗交错层理(图7(c))、波痕(图7(d))。 6 层为紫红色中层状粉砂岩、含钙质泥岩。

7~9 层为淡紫红色、灰白、浅灰色厚—巨厚层 状(白云质)中细粒石英砂岩,发育冲刷面、旋卷层 理(图7(e))、平行层理、交错层理(图7(f))等沉 积构造。

10 层为紫红色块状含泥质粉砂岩。

11~12 层为灰色、灰白色中一厚层状中砂质细 粒石英砂岩,发育平行层理、大型交错层理、干裂。



1. 含白云质结核石英砂岩; 2. 含砾石英砂岩; 3. 石英砂岩; 4. 粉砂岩; 5. 含泥质粉砂岩; 6. 泥岩; 7. 整合接触; 8. 平行不整合接触; 9. 下白垩统南新组; 10. 下白垩统虎头组; 11. 古新统勐野井组; 12. 产状; 13. 分层线及层号

图 6 白松堵下白垩统虎头寺组实测剖面图(地层倒转)

Fig. 6 Measured section (stratigraphic inversion) of Hutousi Formation in Lower Cretaceous of Baisongdu





 (d) 浪成波痕
 (e) 旋卷层理
 (f) 平行层理

 图 7 白松堵剖面虎头寺组沉积特征照片

 Fig. 7 Sedimentary characteristics photos of Hutousi Formation in Baisongdu section

3 沉积体系及其沉积相

本区白垩系属于陆相红层,具有沉积类型多、 相变快的特点^[20-21]。结合野外观察和碎屑岩样品 的粒度分析结果,可将本区白垩系分为扇三角洲 – 湖泊与辫状河三角洲 – 残余河湖 2 个沉积体系。

3.1 扇三角洲 – 湖泊沉积体系

扇三角洲是冲积扇进入稳定水体后形成的三 角洲沉积^[22-27]。景星组发育水流波痕和浪成波 痕,常见以中碎屑岩为代表的牵引流沉积,发育中 型和大型交错层理,以及灰质砾岩等碎屑流沉积物, 普遍含炭质植物碎屑,可见硅化木和滑塌构造、重负 荷构造,指示湖盆附近高差大、坡度陡,碎屑物质供应 充足、堆积速度快,且气候湿润、植物繁茂。总体表现 为大型陆相湖泊环境下的湿地扇三角洲沉积体系。

3.1.1 扇三角洲平原

白谷地剖面16~17层位于近湖地带,发育砾

砂互层的片氾沉积以及数层厚 0.5~2 m 的砾岩 层,内见大型板状交错层理,可能为砾质辫状河道 沉积。因其是在潮湿气候下形成的湿地扇,片氾沉 积在盆地中部分布较少^[27]。

3.1.2 扇三角洲前缘(过渡带)

在白谷地剖面18~19、24~32、33~49 层的 砂岩中发育大量平行层理、板状交错层理及楔状 交错层理、浪成波痕等,反映水流流速较强;滑 塌构造、液化卷曲构造指示坡度大且有地震活 动;含较多炭质植物碎片,偶见硅化木,反映植 物繁茂且堆积速率高。此外,剖面第24、40、49 层砂岩粒度分析结果(表1,图8(b),(c),(d)) 反映跳跃总体具有明显的双跳跃次总体,为沉积 速率较高的河口环境。细碎屑岩、泥岩主要发育 砂纹层理、浪成波痕层理、水平层理及生物潜穴, 反映为水动力弱的环境。总体显示为扇三角洲 前缘末端粉砂、细砂岩 - 扇三角洲前缘水下河 道、河口砂坝沉积。

表1 研究区碎屑岩样品粒度参数统计

Tab. 1	Statistical r	esults of	grain s	size	parameters	of	clastic	rock	samples	in	the	study	area	a
--------	---------------	-----------	---------	------	------------	----	---------	------	---------	----	-----	-------	------	---

地层	样号	取样层位	岩性	平均粒 径(Mz)	标准偏差 (σ _i)	偏度 (Sk)	峰度 (K _G)	沉积构造	统计颗粒 数量/粒
景星组	JX1	白谷地剖面 22 层	灰紫色粉砂质细粒石英砂岩	3.70	0.50	-0.06	1.02	浪成波痕层理	400
	JX2	白谷地剖面 24 层	灰紫色细粒石英砂岩	3.50	0.56	0.03	0.90	平行层理	400
	JX3	白谷地剖面 40 层	灰色中细粒石英砂岩	2.40	0.44	0.14	0.94	均匀层理	400
	JX4	白谷地剖面 49 层	灰紫色细粒石英砂岩	3.19	0.41	0.08	0.97	平行层理	400





Fig. 8 Grain size probability distribution curve of clastic rocks in Lower Cretaceous of the study area

3.1.3 前扇三角洲

白谷地剖面 20~23 层粉砂岩、泥岩发育水平 层理、砂纹层理、浪成波痕层理;白谷地剖面 22 层 碎屑岩粒度分析结果(表1,图8(a))显示其基本由 单一的悬移总体组成,表明水动力弱、流速缓慢,属 前三角洲沉积。

3.1.4 浅湖-半深湖

白谷地剖面 50~52 层粉砂岩、泥岩发育水平 层理、小型浪成交错层理,属水动力较弱的浅湖、半 深湖相沉积。

3.2 辫状河三角洲-残余河湖沉积体系

辫状河三角洲是辫状水流进入稳定水体形成 的三角洲^[25,27-28]。南新组主要发育辫状河三角洲 沉积,虎头寺组则为残余河湖砂体沉积。

3.2.1 辫状河-曲流河沉积

空地登剖面2~22 层砂 - 泥二元结构显著,砂岩 发育平行层理、楔状交错层理及板状交错层理、流水波 痕、底冲刷、槽模,是由单向水流作用产生的沉积构造。 空地登剖面第8 层砂岩粒度概率分布曲线为典型的二 段型曲线(表1,图8(e)),属河流相沉积^[29]。研究区 东部(图1(c))相应层位岩石组合为脉石英(砂)砾 岩-砂岩组成的韵律,发育叠瓦状构造、粒序层理,具 有辫状河沉积特征。因此,研究区由东向西由辫状河 演化为曲流河,但总体以辫状河沉积为主。

3.2.2 滨浅湖沉积

空地登剖面 23~30 层为砂质与细碎屑沉积,发 育交错层理、浪成对称波痕、冲刷构造,表明其沉积 环境处于浪基面以上,为湖泊环境的滨浅湖沉积。

3.2.3 前三角洲 - 三角洲前缘沉积

空地登剖面 31~43 层由 2 个粒度总体向上变 粗的半旋回组成。旋回底部为细碎屑加积型层序 的前三角洲沉积;上部则为砂岩夹少量粉砂岩,以 及泥岩组成的三角洲前缘沉积。

3.2.4 辫状河三角洲平原沉积

空地登剖面 44~55 层沉积了大量的滞留砾 石,砂砾岩、砂岩具有平行层理、大型板状交错层 理、冲刷面,反映为辫状河沉积。剖面第52 层砂岩 样品的粒度概率分布曲线与典型的河流沉积砂岩 类似(表1,图8(f))。

空地登剖面 56~60 层为砂-泥沉积,细碎屑 发育砂纹层理、浪成波痕,干涉波痕显示浪成波痕 叠加在流水波痕之上,指示水深极浅,为洪泛湖泊 冲积平原沉积。

3.2.5 残余河湖沉积

白松堵剖面虎头寺组4~5 层砂岩发育冲洗交 错层理、波痕,且多见有白云质结核,表明沉积环境 为蒸发量大的砂质湖滩。

白松堵剖面 6~10 层以砂岩为主,发育平行层 理、楔状交错层理及切割交错层理,反映水动力大 且沉积速度较快;局部的旋卷层理可能是干涸的 沉积物突然被水湿润后内粘力瞬间下降,进而由流 水作用牵引引起的变形,为季节性河流沉积。第8 层砂岩样品的粒度概率分布曲线反映其为湍急河 流的沉积环境(表1,图8(g))。 白松堵剖面 11~12 层以中碎屑岩为主,第11 层中砂岩的粒度概率分布曲线为三段式(表1,图8 (h)),反映沉积时受到了强烈的水流和波浪作用。 局部发育大型交错层理,指示了风成作用的参与。 总体为湖泊砂体沉积,并发育风成相砂体沉积。

此外,本文于云龙县诺邓地区的虎头寺组顶部 砂岩中采集了1件人工重砂样,样品由廊坊市诚信 地质服务有限公司分析,结果如表2所示。重晶 石、赤(褐)铁矿等自生矿物含量为55.2%,未见硫 化矿物,它们的大量出现反映了干旱、氧化的沉积 环境^[30]。总体上,虎头寺组为干旱气候下的内陆 残余河湖相砂体沉积,并发育风成沉积。

表 2 人工重砂鉴定 Tab. 2 Identification results of artificial placers

矿物名称	含量/%	矿物名称	含量/%
金红石	3.0	锐钛矿	0.5
电气石	0.7	磁铁矿	0.1
独居石	1.0	钛铁矿	1.6
锆石	26.9	赤褐铁矿	12.2
白钛石	5.1	磷灰石	0.8
重晶石	43.0	石榴子石	8 粒
辉石	1粒	其他	5.2

3.3 古流向分析及沉积相展布

利用野外工作获得的交错层理前积纹层、波痕、 槽模、砾石叠瓦状构造等产状数据,结合相应岩层产 状,本文对古水流方向进行了恢复(图9),并提出了研 究区下白垩统各组沉积相的展布形式(图10)。



图 9 研究区下白垩统古流水方向 Fig. 9 Paleocurrent direction in Lower Cretaceous of the study area



Fig. 10 Plane distribution of sedimentary facies of Lower Cretaceous in the study area

结合古流向,在景星组沉积时期研究区东西两 侧对物源均有贡献,并以西部为主;经历最大湖侵 过程之后,南新组沉积时期盆地沉降速度变缓,物 源方向以东侧为主;随着后期沉降作用基本停止, 盆地基本被填满,虎头寺组沉积范围较为局限,在 研究区中部发育残余河湖相沉积,古水流自南向北 季节性流动。

4 讨论

4.1 盆地沉积演化

综合分析实测剖面和路线调查资料,本文认为 景星组为扇三角洲 - 湖泊沉积,南新组为辫状河 三角洲沉积,虎头寺组为残余河湖沉积(图 11),经 历了一个完整的沉积演化历史,即一个大型湖泊的 发生、发展到消亡的过程。

景星组一段沉积时期底部发育冲积扇砾岩 - 砂岩沉积,相当于低水位体系域(LST);主体由扇 三角洲前缘末端粉砂、细砂岩 - 扇三角洲前缘水下 河道、河口坝砂岩沉积组成,为复合三角洲叶状体 堆积,反映了盆地水域迅速扩张的趋势,相当于扩 张体系域(EST)。

景星组二段沉积时期发育浅湖一半深湖相泥 质沉积,为高水位体系域(HST)。

南新组沉积早期为辫状河 - 曲流河、滨浅湖泊 相沉积,属于低水位体系域(LST);中期为三角洲 前缘 - 前三角洲相沉积,属于扩张体系域(EST); 晚期为辫状河三角洲平原相沉积,属于高水位体系 域(HST)。

地层	单位	厚度/m	岩性柱	体		त्य और जीव		
组	段	/ / /2/11	101 June 122	示域	1	几帜相		
虎头 寺组		290.9	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	RST	辫	残余 河湖		
南		0(1.0	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	HST	状河三角洲-残.	辫状河三角洲平原		
新组		961.9		EST	余河湖沉积体	三角洲 前缘及 前三角 洲	K ₁ h 虎头寺组	
			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	LST	系	湖 滨浅 湖 河流	K ₁ n 南新组	
	二段	215.7		HST		湖 二半 泊 深湖	K₁/ [−] 景星组	
景星组	一段	1 593.2		EST	扇三角洲-湖泊沉积体系	扇三角洲前缘-前三角洲	二	
			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	LST	1	冲积扇	泥岩	

图 11 兰坪盆地中部白垩系沉积相序

Fig. 11 Sedimentary facies sequence of Cretaceous in the middle of Lanping Basin

在虎头寺组沉积时期,早白垩世晚期盆地急剧 萎缩而成为残余河湖沉积,最后可能转变为沙漠环 境,为萎缩体系域(RST)。之后早白垩世末期长期 的沉积间断导致兰坪盆地缺失上白垩统沉积。

4.2 盆地属性探讨

早白垩世兰坪盆地沉积了景星组、南新组和虎 头寺组陆相沉积岩建造组合,1:20万兰坪幅区调资 料^[31]显示化石均为陆相生物。下白垩统的沉积空 间分布严格受到了东侧维西一乔后一哀牢山断裂 和西侧澜沧江断裂的控制,由于这2条断裂为多期 活动断裂,前人对白垩纪边界断裂的性质认识存在 分歧,导致对该时期盆地性质得出了挤压和伸展2 种不同的结论^[4-6]。

早白垩世兰坪盆地沉积特征表现为:①盆地 东西两侧的早期造山带控制着盆地的沉积范围; ②物源来自两侧早期造山带^[32];③景星组沉积时 期湖盆附近高差大、坡度陡,碎屑物质供应充足、粒 度粗、沉降快,顶部为稳定的粉砂质泥岩和泥岩,反 映控盆断裂活动强度由强变弱;④南新组辫状河 三角洲反映出两侧地形和坡度变缓,盆地逐渐被充 填;⑤虎头寺组仅在盆地中部零星分布,为干旱环 境残余河湖及风成砂体沉积,反映构造活动不再活 跃;⑥早白垩世末长期的沉积间断使兰坪盆地缺 失上白垩统沉积;⑦整个沉积时期,盆地内无同期 火山建造。

根据以上特征,兰坪盆地与前陆盆地、陆内坳 陷盆地有明显不同。与前陆盆地的差别是:①由 于距三叠纪碰撞造山时期间隔时间长,盆地周缘已 经形成了古褶皱造山带,不属于典型的弧后前陆盆 地或周缘前陆盆地^[33];②冲积扇三角洲 – 辫状河 三角洲的演化模式反映大地构造背景为伸展状态, 与压性的前陆盆地有本质区别^[34]。

与陆内坳陷盆地的差别是:①陆内坳陷盆地 位于克拉通内部,但本区不处于克拉通;②该时期 盆地沉积速率较快,而非缓慢的坳陷型沉降;③该 时期沉积物普遍较粗,且相变较快,与坳陷盆地细 粒沉积发育、岩性平面上变化慢的特征有所区别; ④盆地边界受到边缘断裂控制,不同于坳陷盆地不 发育较大构造的特点^[35-36]。

兰坪盆地侏罗纪时期的沉积建造为陆相沉积

夹少量海陆交互相沉积,南澜沧江地区的早侏罗世 流纹英安岩是后碰撞 - 后造山阶段岩浆活动的产 物,指示构造背景为碰撞后的伸展阶段^[37],此时盆 地性质为(近陆缘)坳陷盆地^[1],兰坪盆地白垩纪边 界断裂应当继承了侏罗纪时期的伸展性质。

早白垩世兰坪盆地东西两侧为古老的造山带 隆起,发育过程中受到伸展性的边缘断裂控制; 沉积体系转换过程为扇三角洲一辫状河三角洲一 残余河湖,其中扇三角洲代表了早期盆地断陷发 育,其后随着时间推移,两侧造山带物源区被不断 剥蚀,高度削低,扇三角洲逐渐演化为辫状河三角 洲,最后盆地被填满,在炎热干旱气候下形成残余 河湖和风成沉积;主要演化时期缺少岩浆活动, 地热场相对较弱,与裂谷盆地区别明显。综上所 述,该时期兰坪盆地性质为陆内断陷盆地。

4.3 区域构造意义

在白垩纪沉积期,兰坪盆地处于班公湖--怒江 洋中特提斯演化阶段,班公湖---怒江洋盆在约 140 Ma 处于俯冲阶段^[38-40],在早白垩世持续俯 冲^[41],早白垩世末期洋盆最终关闭^[38,42-43]。由于 中特提斯洋盆的俯冲不会对北东侧地块,尤其是羌 塘地块东部的昌都一兰坪地块造成明显的挤压作用, 因此兰坪地块继承了中侏罗世—晚侏罗世的沉降 背景^[7,9-10],并发生了大规模的断陷式沉降,可能 与深部热地幔物质冷凝收缩有关^[44];早白垩世末 期,拉萨地块与羌塘地块的碰撞事件终止了昌都 一兰坪地块的沉降,随后受新特提斯雅鲁藏布洋 壳向北俯冲作用的影响^[45-47],北羌塘地块、兰坪 地块普遍缺失晚白垩世沉积记录[19,48]。因此,兰 坪盆地早白垩世地层的沉积演化和气候变化是对 中特提斯洋向南俯冲的远程响应,晚白垩世地层 的缺失则与中特提斯洋闭合和新特提斯洋的继续 北向俯冲有关(图12)。

该时期盆地沉降的动力学机制目前仍存在争 议,尚需进一步的工作与讨论^[8,10,49]。早白垩世兰 坪盆地发生了一次大规模的伸展运动,在断陷盆地 演化早期,扇三角洲发育与盆地边缘断裂活动的关 系密切,源区高地不断剥蚀、盆地部分填充,扇三角 洲演化为辫状河三角洲,断陷停止后,残余河湖和 风成砂体的沉积代表了伸展运动的结束。





演化的关系^[46]

Fig. 12 The relationship between Cretaceous Lanping Basin and the evolution of Meso – Tethys and Neo – Tethys Oceans ^[46]

4.4 成矿学意义

图 12

白垩纪并非兰坪盆地的主要成矿期,但该时期 地层却是重要的矿源层和赋矿层。本文在剖面测 制过程中按层号和岩性采集了基岩样,结果显示 铜、铅、锌、银在景星组、南新组、虎头寺组的平均质 量分数为世界砂岩相应元素丰度^[50]的1.3~3.8 倍(表3),为矿床的同生沉积提供了一定的物质来 源,形成了初步富集的原生沉积矿床,如白洋厂银 铜矿[14],并成为了喜马拉雅期成矿重要的矿源 层^[4]; 景星组一段富含有机质,可使盆地卤水在温 度较低(<200 ℃)的情况下演化为成矿流体^[7]; 景星组三角洲前缘砂岩和虎头寺组残余河湖相砂岩 不仅可为成矿作用提供建造水,也是有利的运移和 成矿空间;兰坪盆地赋矿层位以景星组一段为主,如 金顶铅锌矿北厂矿段、白秧坪铜矿床、富隆厂铅锌矿 床^[8,15],其次为虎头寺组,如白洋厂银铜矿^[4,13],该时 期未能成矿的原因可能与成矿能量不足有关。因为 成矿能量的大小决定成矿作用能否进行,它主要来 自一定规模的构造活动、岩浆活动和地热能[51],早白 垩世断陷盆地演化阶段构造活动的规模远低于喜马 拉雅期,且无岩浆活动,因此仅能形成一些局部的成 矿元素富集与矿化体^[7]。

表 3 兰坪盆地中部各地层元素平均含量

 Tab. 3 Average content of elements in different strata in central Lanping Basin

地已友我	样品数量/	元素平均含量/10-6					
地层名称	件	Cu	Pb	Zn	Ag		
景星组	52	12.40	10.91	53.55	0.07		
南新组	66	15.10	23.09	40.31	0.13		
虎头寺组	12	8.13	26.97	51.82	0.09		
世界砂岩 ^[50]		15.00	7.00	15.00	0.05		

5 结论

(1)景星组属气候湿润条件下的大型陆相湖泊 扇三角洲 - 湖泊沉积,南新组为辫状河三角洲沉 积,虎头寺组为干旱环境的残余河湖及风成沉积, 早白垩世兰坪盆地性质为陆内断陷盆地。

(2)白垩纪兰坪盆地的发展变化是中特提斯 洋和新特斯洋演化过程的远程响应,这也导致了 盆地气候由适宜植被生长且温暖湿润的环境逐渐 转为干旱炎热环境。

(3)该时期未能形成规模型矿床,但为兰坪盆 地喜马拉雅期大规模成矿事件提供了必要的物质 基础。

致谢:对共同参与野外工作的云南省地质矿 产勘查院胡成军、王明明等同事一并感谢。

参考文献(References):

- [1] 牟传龙,王剑,余谦,等. 兰坪中新生代沉积盆地演化[J]. 矿物岩石,1999,19(3):30-36.
 Mou C L, Wang J, Yu Q, et al. The evolution of the sedimentary basin in Lanping area during Mesozoic Cenozoic[J]. J Mineral Petrol,1999,19(3):30-36.
- [2] 潘桂棠,徐强,侯增谦,等.西南"三江"多岛弧造山过程成矿系统与资源评价[M].北京:地质出版社,2003:54-58.
 Pan G T,Xu Q,Hou Z Q,et al. Archipelagic Orogenesis, Metallogenic Systems and Assessment of the Mineral Resources Along the Nujiang Lancangijang Jinshajiang Area in Southwesterm China[M]. Beijing:Geological Publishing House,2003:54-58.
- [3] 李文昌,潘桂棠,侯增谦,等.西南"三江"多岛弧盆-碰撞造 山成矿理论与勘查技术[M].北京:地质出版社,2010:74-78.
 - Li W C, Pan G T, Hou Z X, et al. Metallogenic Theory and Explo-

ration Techniques of Collision Orogeny in the Sanjiang Duodao Lake Basin in Southwest China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010:74 - 78.

[4] 付修根. 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,2005,27(2):26-32.

Fu X G. Evolution of Lanping Basin and formation of relevant metal deposits[J]. J Earth Sci Environ,2005,27(2):26-32.

- [5] 张峰,唐菊兴,陈洪德,等. 兰坪盆地演化与成矿特征[J]. 地质与勘探,2010,46(1):85-92.
 Zhang F, Tang J X, Chen H D, et al. The evolution and the meta llogenic characteristic of Lanping Basin[J]. Geol Explor, 2010, 46(1):85-92.
- [6] 陶晓风,朱利东,刘登忠,等. 滇西兰坪盆地的形成及演 化[J]. 成都理工学院学报,2002,29(5):521-525.
 Tao X F, Zhu L D, Liu D Z, et al. The formation and evolution of the Lanping Basin in western Yunnan[J]. J Chengdu Univ Technol,2002,29(5):521-525.
- [7] 毛景文,胡瑞忠,陈毓川,等. 大规模成矿作用与大型矿集区 (上册)[M].北京:地质出版社,2006:443-533.
 Mao J W,Hu R Z, Chen Y C, et al. Large – Scale Metallogenesis and Large Clusters of Mineral Deposits (Volume One)[M]. Beijing; Geological Publishing House,2006:443-533.
- [8] 王长明,陈晶源,杨立飞,等. 三江特提斯兰坪盆地构造 流体-成矿系统[J]. 岩石学报,2017,33(7):1957-1977.
 Wang C M, Chen J Y, Yang L F, et al. Tectonic fluid mine ral system in the Lanping Basin, Sanjiang Tethys [J]. Acta Petrol Sin,2017,33(7):1957-1977.
- [9] 薛春纪,陈毓川,杨建民,等. 滇西兰坪盆地构造体制和成矿 背景分析[J]. 矿床地质,2002,21(1):36-44. Xue C J, Chen Y C, Yang J M, et al. Analysis of ore - forming background and tectonic system of Lanping Basin, Western Yunnan Province[J]. Mineral Deposits,2002,21(1):36-44.
- [10] 薛春纪, Chi G X, 陈毓川, 等. 西南三江兰坪盆地大规模成矿的流体动力学过程——流体包裹体和盆地流体模拟证据[J]. 地学前缘, 2007, 14(5):147-157.
 Xue C J, Chi G X, Chen Y C, et al. Fluid dynamic processes of large scale mineralization in the Lanping Basin, Yunnan, SW -

China: Evidence from fluid inclusions and basin fluid modeling[J]. Earth Sci Front,2007,14(5):147-157.

- [11] Wang C M, Deng J, Carranza E J M, et al. Nature, diversity and temporal – spatial distributions of sediment – hosted Pb – Zn deposits in China[J]. Ore Geol Rev, 2014, 56:327 – 351.
- [12] 尹泽,刘自亮,彭楠,等. 鄂尔多斯盆地西缘上三叠统延长组 沉积相特征研究[J]. 沉积学报,2019,37(1):163-176.
 Yin Z,Liu Z L, Peng N, et al. Study on sedimentary faciess features of the Upper Triassic Yanchang Formation, in the western margin, Ordos Basin [J]. Acta Sedimentol Sin, 2019, 37(1): 163-176.
- [13]何文举. 云龙白洋厂银 多金属矿床成矿地质条件及控矿因素[J]. 云南地质,1987,6(4):305-314.

He W J. The metallogenic conditions and control ore fectors of the

Baiyangchang Ag – polymetallic ore deposit in Yunlong County[J]. Yunnan Geol, 1987, 6(4): 305 – 314.

- [14] 朱文斌、滇西北白洋厂 SSC 型 Cu Ag 矿床重晶石化特征及 矿床成因[D].昆明:昆明理工大学,2015.
 Zhu W B. Barite Characteristics and Genesis of Baiyangchang SSC Cu - Ag Deposit in Northwest Yunnan [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology,2015.
- [15] 杨立飞. 兰坪盆地构造演化与成矿系统[D]. 北京:中国地质 大学(北京),2019.
 Yang L F. Tectonic Evolution and Metallogenic System in Lanping Basin, Yunnan Province, China[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing),2019.
- [16] 王立全,李定谋,潘桂棠,等. 青藏高原矿产及成矿地质背景 图及说明书[M]. 成都:成都地图出版社,2015:1-188.
 Wang L Q, Li D M, Pan G T, et al. Mineral and Metallogenic Geological Background Map and Instruction of Qinghai - Tibet Plateau[M]. Chengdu: Chengdu Map Publishing House, 2015: 1-188.
- [17] 尹福光,王冬兵,王保弟,等.西南三江造山带地层区划[J]. 沉积与特提斯地质,2017,37(4):1-8.
 Yin F G, Wang D B, Wang B D, et al. Stratigraphic classification in the Nujiang - Lancangjiang - Jinshajiang orogenic zone in southwestern China [J]. Sediment Geol Tethyan Geol, 2017, 37(4):1-8.
- [18] 赵大康. 云龙白洋厂银多金属矿区帚状构造带及其控矿作用[J]. 云南地质,2004,23(3):370-377.
 Zhao D K. Broomlike structural zone and its ore controlling in Baiyangchang silver multimetallic orefield, Yunlong[J]. Yunnan Geol,2004,23(3):370-377.
- [19] 云南省地质矿产局.云南省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996:1-366.
 Yunnan Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources.

Stratigraphy (Lithostratic) of Yunnan Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996:1-366.

- [20] 顾家裕,张兴阳. 陆相层序地层学进展与在油气勘探开发中的应用[J]. 石油与天然气地质,2004,25(5):484-490.
 Gu J Y,Zhang X Y. Progress in continental sequence stratigraphy and its application in petroleum exploration and development[J]. Oil Gas Geol,2004,25(5):484-490.
- [21] 马昌威,叶征宇,曹云,等. 云南宁蒗新生代盆地的形成与演 化[J]. 中国地质调查,2021,8(1):80-88.
 Ma C W, Ye Z Y, Cao Y, et al. Formation and evolution of Cenozoic Basin in Ninglang of Yunnan Province[J]. Geol Surv China, 2021,8(1):80-88.
- [22] 杨延强,吴胜和. 陡坡型扇三角洲上一类特殊类型河口坝的 研究[J]. 中国矿业大学学报,2015,44(1):97-103.
 Yang Y Q,Wu S H. Study of a unique type of mouth bar deposition in steep slope - type fan deltas[J]. J China Univ Min Technol,2015,44(1):97-103.
- [23] Postma G. Depositional architecture and facies of river and fan deltas: A synthesis [M]//Colella A, Prior D B. Coarse – Grained

Deltas. Oxford: The International Association of Sedimentologists, 1990:13-28.

- [24] Sáez A, Anadón P, Herrero M J, et al. Variable style of transition between Palaeogene fluvial fan and lacustrine systems, southern Pyrenean foreland, NE Spain [J]. Sedimentology, 2007, 54(2): 367 - 390.
- [25] 裘亦楠,肖敬修,薛培华.湖盆三角洲分类的探讨[J].石油勘 探与开发,1982(1):1-11.

Qiu Y N, Xiao J X, Xue P H. Discussion on category of lake deltas[J]. Petrol Expol Dev, 1982(1):1-11.

[26] 朱筱敏,信荃麟.湖泊扇三角洲的重要特性[J].石油大学学报:自然科学版,1994,18(3):6-11.

Zhu X M, Xin Q L. Important features of lacustrine fan[J]. J Univ Pet, China, 1994, 18(3):6-11.

[27] 陈建强,周洪瑞,王训练. 沉积学及古地理学教程[M].2版. 北京:地质出版社,2015:1-253.

Chen J Q,Zhou H R,Wang X L. Sedimentology and Palaeogeography[M].2nd ed. Beijing:Geological Publishing House,2015:1 – 253.

[28] 于兴河,王德发,郑浚茂,等. 辫状河三角洲砂体特征及砂体 展布模型:内蒙古岱海湖现代三角洲沉积考察[J].石油学 报,1994,15(1):26-37.

Yu X H,Wang D F,Zheng J M,et al. 3 – D Extension models of braided deltaicsandbody in Terrestrial facies: An observation on deposition of modern deltas in Daihai Lake, Inner Mongo-lia[J]. Acta Petrolei Sin,1994,15(1):26–37.

[29] 阎琨,马伟,柳晓丹,等. 新疆柯坪地区志留系一泥盆系砂岩 粒度分布特征及沉积环境[J]. 中国地质调查,2020,7(4): 76-84.

Yan K, Ma W, Liu X D, et al. Grain – size distribution characteristics and sedimentary environment of Silurian – Devonian sandstone in Keping area of Xinjiang Province [J]. Geol Surv China, 2020, 7(4):76–84.

- [30] 周健,林春明,张霞,等. 江苏高邮凹陷古近系戴南组一段物源体系和沉积相[J]. 古地理学报,2011,13(2):161-174.
 Zhou J, Lin C M, Zhang X, et al. Provenance system and sedimentary facies of the Member 1 of Paleogene Dainan Formation in Gaoyou Sag, Jiangsu Province[J]. J Palaeogeogr, 2011,13(2): 161-174.
- [31] 云南省地质矿产局.1:20 万兰坪幅区域地质调查报告[R]. 1974.

Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province. 1:200 000 Regional Geogical survey Report of Lanplny. 1974

[32] 李志明,刘家军,胡瑞忠,等. 兰坪中新生代盆地沉积岩源区 构造背景和物源属性研究——砂岩地球化学证据[J]. 沉积 学报,2003,12(4):547-552.

Li Z M, Liu J J, Hu R Z, et al. Tectonic Setting and Provenance of Source Rock for Sedimentary Rocks in Lanping Mesozoic – Cenozoic Basin; Evidences from geochemistry of sandstones [J]. Acta Sedimentol Sin, 2003, 12(4);547 – 552.

 $[\,33\,]\,$ Dickinson W R. Plate evolution of sedimentary basin [$M\,]//Dic-$

kinson W R, Yarboroudh H. Plate Tectonic and Hydrocarbon. Ac - cumulation. AAPG Gontinuing Education Course Note Series, 1997, 1:1-63.

- [34] 刘池洋,赵红格,杨兴科,等.前陆盆地及其确定和研究[J]. 石油与天然气地质,2002,23(4):307-313.
 Liu C Y,Zhao H G,Yang X K, et al. Foreland basin and its definition and research[J]. Oil Gas Geol,2002,23(4):307-313.
- [35] 刘池洋,王建强,赵红格,等. 沉积盆地类型划分及其相关问题讨论[J]. 地学前缘,2015,22(3):1-26.
 Liu C Y, Wang J Q, Zhao H G, et al. The classification of sedimentary basins and discussion on relevant issues [J]. Earth Sci Front,2015,22(3):1-26.
- [36] 刘立,汪筱林. 当前沉积盆地研究的若干进展[J]. 世界地质, 1994,13(1):77-85.
 Liu L, Wang X L. Recent advances in sedimentary basin research[J]. World Geol, 1994,13(1):77-85.
- [37] 吕留彦,李静,曾文涛,等. 滇西南南澜沧江构造岩浆岩带早 侏罗世火山岩的发现——兼论云南省境内印支构造旋回的 上限[J].中国地质,2019,46(6):1270-1283.

Lü L Y, Li J, Zeng W T, et al. The discovery of early Jurassic volcanic rocks along the southern Lancangjiang tectonic magmatic belt in southwest Yunnan, with a discussion on the upper limit of Indosinian tectonic cycles in Yunnan Province [J]. Geol China, 2019,46(6):1270 – 1283.

- [38] 邱瑞照,周肃,邓晋福,等.西藏班公湖一怒江西段舍马拉沟 蛇绿岩中辉长岩年龄测定——兼论班公湖—怒江蛇绿岩带 形成时代[J].中国地质,2004,31(3):262-268.
 Qiu R Z,Zhou S,Deng J F, et al. Dating of gabbro in the Shemalagou ophiolite in the western segment of the Bangong Co – Nujiang ophiolite belt, Tibet – with a discussion of the age of the Bangong Co – Nujiang ophiolite belt[J]. Geol China,2004,31(3):262 – 268.
- [39] 杜德道,曲晓明,王根厚,等. 西藏班公湖一怒江缝合带西段 中特提斯洋盆的双向俯冲:来自岛弧型花岗岩锆石 U - Pb 年 龄和元素地球化学的证据[J]. 岩石学报,2011,27(7): 1993-2002.

Du D D, Qu X M, Wang G H, et al. Bidirectional subduction of the Middle Tethys oceanic basin in the west segment of Ban – gonghu – Nujiang suture, Tibet: Evidence from zircon U – Pb LA-ICPMS dating and petrogeochemistry of arc granites [J]. Acta Petrol Sin, 2011, 27(7):1993 – 2002.

- [40] Zhu D C, Zhao Z D, Niu Y L, et al. The origin and pre Cenozoic evolution of the Tibetan Plateau [J]. Gondwana Res, 2013, 23(4):1429 – 1454.
- [41] Kapp P, Murphy M A, Yin A, et al. Mesozoic and Cenozoic tectonic evolution of the Shiquanhe area of western Tibet[J]. Tectonics, 2003,22(4):1029.
- [42] Zhang K J, Zhang Y X, Tang X C, et al. Late Mesozoic tectonic evolution and growth of the Tibetan plateau prior to the Indo – Asian collision[J]. Earth – Sci Rev, 2012, 114(3/4):236 – 249.
- [43] 梁桑,周涛,李德威,等.班公湖中特提斯洋向南俯冲的时限:

来自 SSZ 型辉长岩的制约[J]. 大地构造与成矿学, 2017, 41(5):989-1000.

Liang S,Zhou T,Li D W, et al. Timing of southward subduction of Meso – Tethys in Bangong Lake: Constraints from su – pra – subduction zone (SSZ) – type gabbro[J]. Geotecton Metallog,2017, 41(5):989–1000.

- [44] 陶国保,梁连喜,朱平.浙闽近海瓯江凹陷新生代地质构造发展特征[J].地质科学,1992(1):1-9.
 Tao G B, Liang L X, Zhu P. Characteristics of cenozoic geologic and tectonic development of the Oujiang depression in Zhejiang Fujian offshoresea[J]. Sci Geol Sin,1992(1):1-9.
- [45] Ji W Q, Wu F Y, Chung S L, et al. Zircon U Pb geochronology and Hf isotopic constraints on petrogenesis of the Gangdese bath – olith, southern Tibet[J]. Chem Geol, 2009, 262(3/4);229 – 245.
- [46] Zhu D C, Zhao Z D, Niu Y L, et al. The Lhasa Terrane : record of a microcontinent and its histories of drift and growth [J]. Earth Planet Sci Lett, 2011, 301 (1/2) :241 – 255.
- [47] 潘桂棠,莫宣学,侯增谦,等. 冈底斯造山带的时空结构及演 化[J]. 岩石学报,2006,22(3):521-533. Pan G T, Mo X X, Hou Z X, et al. Spatial - temporal framework of

the Gangdese Orogenic Belt and its evolution [J]. Acta Petrol Sin, 2006,22(3):521-533.

- [48] 贾建称. 羌塘盆地东部中新生代沉积特征与动力学演化[D]. 北京:中国地质大学(北京),2006.
 Jia J C. The Mesozoic - Cenozoic Sedimentary Characteristics and Geodynamic Evolution in the East of Qiangtang Basin[D]. Beijing; China University of Geosciences (Beijing),2006.
- [49] Deng J, Wang Q F, Li G J, et al. Tethys tectonic evolution and its bearing on the distribution of important mineral deposits in the Sanjiang region, SW China [J]. Gondwana Res, 2014, 26 (2): 419-437.
- [50] 迟清华,鄢明才.应用地球化学元素丰度数据手册[M].北京:地质出版社,2007:39-40.
 Chi Q H, Yan M C. Handbook of Elemental Abundance for Applied Geochemistry[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007:39-40.
- [51] 翟裕生,邓军,李晓波.区域成矿学[M].北京:地质出版社, 1999:1-268.
 Zhai Y S, Deng J, Li X B. Essentials of Metallogeny[M]. Beijing;

Ceological Publishing House, 1999:1 – 268.

Sedimentary facies and regional tectonic significance of Cretaceous in the middle of Lanping Basin, Yunnan Province

HU Wenkui, YANG Dengju, SUN Guirong, YANG Xuexiong, ZHAO Qinghong, HONG Zhongming, ZHAO Chao

(Yunnan Institute of Geology & Mineral Resources Exploration, Yunnan Kunming 650051, China)

Abstract: The evolution of Lanping Basin in Yunnan during the Cretaceous period paved the way for the large – scale mineralization of Himalayan period. The analysis of the sedimentary facies of this period by the predecessors was relatively general, which affected the comprehensive understanding of basin evolution, nature and mineralization, to some extent. The authors in this paper carried out the survey of geological section and route in the middle of the basin, and concluded that Cretaceous in Lanping Basin is a combination of fan delta – lake and braided river er delta – remaining river – lake system, which makes the basin a fault basin. Combined with the evolution of Tethys, it is believed that the basin continued to inherit a Middle – Late Jurassic subsidence tectonic setting in Early Cretaceous. The closure of Meso – Tethys Ocean at the end of Early Cretaceous interrupted the settlement of the basin. The northward subduction of Neo – Tethys Ocean terminated the sedimentary evolution of Mesozoic Lanping Basin. Based on regional mineral data, it is believed that the early Cretaceous mineralization elements have been initially enriched, and provided necessary mineral source layers, formation water, migration channels, and mineralization positioning space for Himalayan mineralization. This research can provide new empirical data for the evolution process of Lanping Basin.

Keywords: Lanping Basin; Cretaceous strata; fan delta; braided river delta; regional tectonic evolution

(责任编辑:魏昊明)