

doi:10.12097/j.issn.1671-2552.2022.11.001

# 再造西南“三江”造山带洋陆转换过程中的构造与古地理

尹福光, 罗亮, 任飞

YIN Fuguang, LUO Liang, REN Fei

中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081  
Chengdu Center, CGS, Chengdu 610081, Sichuan, China

**摘要:**西南“三江”造山带包含消失的特提斯大洋及两侧大陆边缘“弧盆系”。采用大地构造相和盆地分析原理,对“三江”造山带中的沉积地质体进行岩相刻画、复原古地理、再造古构造、推演洋陆转化。在中二叠世之前,特提斯大洋持续扩张,冈瓦纳、欧亚2个大陆边缘拉张裂离,形成裂离地块(陆缘海台)与陆缘裂陷盆地,构成“多岛洋”构造-地理格局。中二叠世,特提斯大洋板块开始向北俯冲消减,欧亚大陆边缘的东大山—临沧一线形成增生前锋弧,前锋弧靠陆一侧转为弧后拉张环境,继续保持“台盆相间”的古地理格局。晚二叠世末—早三叠世,特提斯大洋板块继续向北俯冲消减,金沙江—哀牢山和澜沧江弧后盆地洋壳也分别向西、向东俯冲于昌都—思茅地块之下,使其转为双向弧后盆地;而中咱—中甸地块、甘孜—理塘洋还保持拉张环境。晚三叠世,特提斯洋、澜沧江和金沙江—哀牢山弧后盆地洋壳继续俯冲,直到关闭;昌都—思茅地块转为弧后双向前陆盆地,中咱—中甸地块转为周缘前陆盆地;中咱—中甸地块东部受甘孜—理塘弧后洋盆的俯冲,形成弧—盆系。晚三叠世,特提斯大洋板块开始向南西俯冲,形成冈底斯—腾冲陆缘岛弧。保山地块东部在晚三叠世早期为陆缘岛弧,晚期转为弧后前陆盆;西部形成周缘前陆盆地。这样,在大洋板块俯冲阶段形成冈瓦纳、欧亚2个大陆边缘与裂离地块上的2个级别的“多弧盆”构造-地理格局。

**关键词:**“三江”造山带;洋陆转换;古构造与古地理再造;地质调查工程

**中图分类号:**P542;P531 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2022)11-1899-16

**Yin F G, Luo L, Ren F. Reconstructing the tectonics and paleogeography during the ocean-land transition of the "Sanjiang" orogenic belt in southwest China. *Geological Bulletin of China*, 2022, 41(11): 1899-1914**

**Abstract:** The "Sanjiang" orogenic belt in the southwest contains the lost Tethys Ocean and the "arc-basin system" of the continental margins on both sides. Based on the principle of tectonic facies and basin analysis, lithofacies characterization, palaeogeography restoration, palaeostructure reconstruction and oceanic and continental transformation are carried out for the sedimentary geological bodies in the "Sanjiang" orogenic belt. Before the Middle Permian, the Tethys Ocean continued to expand, and the two continental margins of Gondwana and Eurasia were stretched and split apart, forming the detachment block (continental margin platform) and continental margin rift basin, which constituted the "multi-island ocean" structural-geographic pattern. During the Middle Permian, the Tethys oceanic plate began to subduct northward, and the Dongdasha-Lincang line of the Eurasian continental margin formed an accretive front arc. The front arc turned into a backarc stretching environment on the continental side, which continued to maintain the paleogeographic pattern of "platform and basin". During the Late Permian to Early Triassic, the Tethys oceanic plate continued to subduct northward, and the oceanic crust of Jinshajiang-Alao Mountain and Lancang River back-arc basins also subducted westward and eastward under the Changdu-Simao block, making them turn into bidirectional back-arc basins. And the Zhongza-Zhongdian block,

收稿日期:2022-04-06;修订日期:2022-05-17

资助项目:中国地质调查局项目《西南基础地质综合调查与片区总结》(编号:1212011220412)和重大研究计划《特提斯构造域编图及区域对比研究》(编号:92055314)

作者简介:尹福光(1965-),男,博士,研究员,从事区域地质调查与研究。E-mail:yfuguang@126.com

Ganzi - Litang Ocean also maintained the stretching environment. During the Late Triassic, the oceanic crust of Tethys Ocean, Lancang River and Jinshajiang-Ailaoshan back-arc basin continued to subduct until it closed. The Changdu - Simao block turns into a backarc bidirectional foreland basin, and the Zhongzan - Zhongdian block turns into a peripheral foreland basin. The eastern part of the Zhongzan-Zhongdian block was subducted by the ocean basin behind the Ganzi - Litang arc, forming the arc-basin system. In the Late Triassic, the Tethys oceanic plate began to submerge southwestward, forming the Gangdis-Tengchong marginal island arc. The eastern part of the Baoshan block was a marginal island arc in the early Late Triassic and turned into a backarc foreland basin in the Late Triassic. In the west, peripheral foreland basins are formed. Thus, during the subduction stage of the oceanic plate, the tectono-geographic pattern of the Gondwana and Eurasian continental margins and the two-level "multi-arc basin" on the detachment block were formed.

**Key words:** "Sanjiang" orogenic belt; ocean-land transition; reconstructing the tectonics and paleogeography; geological survey engineering

洋陆转换从大洋板块向大陆板块俯冲开始,至陆陆碰撞结束,造山带往往记录了洋陆转换过程的地质信息。造山带现存区域地质记录有“失序”和“残破”的特点<sup>[1-2]</sup>,但现存区域地质记录——一组特征性的岩石单元,能反映原来特定沉积环境,并发现业已消失的构造古地理单元。准确鉴别并恢复造山带沉积盆地构造原型,是获取洋陆转换方式和时限的沉积-地层判别标志的有效方法之一。

徐强等<sup>[3]</sup>将造山带的沉积学研究置于全球框架中,恢复全球古地理控制下的构造古地理演化。蔡雄飞等<sup>[4]</sup>对造山带古地理的恢复主要采用“反序”的方法,并认为造山带古地理不能在现代的地理底图上仅根据现有地层产出状态重造。吴根耀等<sup>[1-2]</sup>在重视构造复位的基础上,以“反序-反转构造”的方法对造山带古地理学进行了阐述。牟传龙等<sup>[5]</sup>采用“古地理单元之间可以不遵循瓦尔特相律”的方法恢复与重建了造山带的古地理面貌,编制了相应的古地理图。张克信等<sup>[6]</sup>运用洋板块地层学从俯冲增生杂岩带中重建洋板块地层的主要类型与序列。

西南“三江”(怒江、澜沧江、金沙江)造山带大地构造位置位于特提斯-喜马拉雅构造域东部的转折端,岩性多样、地层齐全(表1)、构造复杂、岩浆活动频繁。西南“三江”造山带包含了消失的特提斯大洋、两侧的冈瓦纳大陆(印度克拉通)与欧亚大陆(扬子克拉通)边缘<sup>[7-10]</sup>。从晚古生代开始,特提斯大洋开始向两大陆俯冲,形成洋陆转换带“沟-弧-盆”构造体系<sup>[7,11-14]</sup>。晚三叠世特提斯大洋消亡,冈瓦纳与欧亚大陆碰撞,形成“三江”造山带<sup>[8,11]</sup>。“三江”造山带大地构造单元自西向东包括印度克拉通(I)、冈瓦纳大陆北东陆缘弧盆系(察隅-盈江岩浆弧(II<sub>1</sub>)、嘉黎-波密陆缘缝合带(II<sub>2</sub>)、冈底斯-腾冲地块(II<sub>3</sub>)、潞西-三台山缝合带(II<sub>4</sub>)、保山地块(II<sub>5</sub>)、特提斯洋缝合带(III)、欧亚大陆南西

陆缘弧盆系(左贡-临沧岩浆弧(IV<sub>1</sub>)、澜沧江陆缘缝合带(IV<sub>2</sub>)、昌都-思茅地块(IV<sub>3</sub>)、金沙江-哀牢山陆缘缝合带(III<sub>4</sub>)、德格-中甸地块(III<sub>5</sub>)、甘孜-理塘陆缘缝合带(III<sub>6</sub>));扬子克拉通(V)(松潘-甘孜地块(V<sub>1</sub>)、上扬子陆块(V<sub>2</sub>))<sup>[13]</sup>(图1)。经历了5个演化阶段,罗迪尼亚超大陆解体与原特提斯洋初始扩张、古生代特提斯洋扩张与冈瓦纳。欧亚大陆被动边缘盆地形成、晚古生代—三叠纪大洋双向俯冲与大陆边缘弧盆系形成、白垩纪碰撞造山与盆山转换、新生代青藏高原隆升与陆内造山<sup>[8,11,13,17]</sup>。因此,“三江”造山带中的岩相记录了洋陆转换过程中的构造演化、古地理变迁。

罗建宁等<sup>[16,18]</sup>先后两次用“沉积体系域”的主导思想进行了“三江”造山带古构造与古地理复原,编制了重要时段的岩相-古地理图。潘桂棠等<sup>[7-8]</sup>用“多岛弧盆系”的思想,编制了“三江”造山带构造转换时期的古地理复原图。前者采用的资料较老,未真实反映“三江”造山带的岩相-古地理,后者是以大地构造思想编制的古地理复原图,反映了基本轮廓与演化规律,但未达到精细刻画其岩相的程度。

沉积盆地是造山带重要的大地构造相单元之一,完整地记录了板块边缘的动力学过程和构造演化及造山作用方式和时限。沉积盆地构造原型鉴别与恢复是造山带结构-属性解剖的重要内容之一<sup>[15]</sup>。本文采用大地构造相组合分析和沉积学相序组合原理<sup>[19]</sup>,恢复造山带“失序”和“残破”的地质体形成的构造沉积环境,以构造相、沉积岩相、混杂岩相与岩浆岩相的相互验证和约束确定不同级别的构造-岩相古地理单元,编制完成洋陆转换过程中的俯冲前拉张、俯冲过程中挤压背景2个时段的构造-岩相古地理图,重塑“三江”造山带2个时段的沉积盆地类型及空间配置关系,恢复各时代构造、岩石组合的构造背景、古地理变迁规律,重建洋

表1 “三江”地区二叠纪—三叠纪地层划分对比  
Table 1 Permian—Triassic stratigraphic division and correlation in Sanjiang area

时代		美塘-三江										
		上扬子		甘孜-理塘		德格-中甸		金沙江-哀牢山		昌都-思茅		开心岭-杂多-景洪
三叠纪	晚三叠世	丽江	金平	义敦-格咱	德格-中甸	中甸-中甸	金沙江	哀牢山	治多-江达-维西-绿春	昌都-兰坪-思茅	小定西组 T <sub>3<sup>x</sup></sub>	巴贡组 T <sub>3<sup>bg</sup></sub>
	中三叠世	红河谷	马索山组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	三珠山组 T <sub>3<sup>s</sup></sub>	列衣组 T <sub>3<sup>l</sup></sub>	王吃卡组 T <sub>3<sup>wc</sup></sub>	克南岩群 PT <sub>3<sup>k</sup></sub>	攀天阁组 T <sub>3<sup>p</sup></sub>	夺盖拉组 T <sub>3<sup>d</sup></sub>	麦初箐组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	小定西组 T <sub>3<sup>x</sup></sub>	竹卡群 T <sub>3<sup>z</sup></sub>
	早三叠世	红河谷	马索山组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	三珠山组 T <sub>3<sup>s</sup></sub>	列衣组 T <sub>3<sup>l</sup></sub>	王吃卡组 T <sub>3<sup>wc</sup></sub>	克南岩群 PT <sub>3<sup>k</sup></sub>	攀天阁组 T <sub>3<sup>p</sup></sub>	夺盖拉组 T <sub>3<sup>d</sup></sub>	麦初箐组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	小定西组 T <sub>3<sup>x</sup></sub>	竹卡群 T <sub>3<sup>z</sup></sub>
二叠纪	晚二叠世	红河谷	马索山组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	三珠山组 T <sub>3<sup>s</sup></sub>	列衣组 T <sub>3<sup>l</sup></sub>	王吃卡组 T <sub>3<sup>wc</sup></sub>	克南岩群 PT <sub>3<sup>k</sup></sub>	攀天阁组 T <sub>3<sup>p</sup></sub>	夺盖拉组 T <sub>3<sup>d</sup></sub>	麦初箐组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	小定西组 T <sub>3<sup>x</sup></sub>	竹卡群 T <sub>3<sup>z</sup></sub>
	中二叠世	红河谷	马索山组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	三珠山组 T <sub>3<sup>s</sup></sub>	列衣组 T <sub>3<sup>l</sup></sub>	王吃卡组 T <sub>3<sup>wc</sup></sub>	克南岩群 PT <sub>3<sup>k</sup></sub>	攀天阁组 T <sub>3<sup>p</sup></sub>	夺盖拉组 T <sub>3<sup>d</sup></sub>	麦初箐组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	小定西组 T <sub>3<sup>x</sup></sub>	竹卡群 T <sub>3<sup>z</sup></sub>
	早二叠世	红河谷	马索山组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	三珠山组 T <sub>3<sup>s</sup></sub>	列衣组 T <sub>3<sup>l</sup></sub>	王吃卡组 T <sub>3<sup>wc</sup></sub>	克南岩群 PT <sub>3<sup>k</sup></sub>	攀天阁组 T <sub>3<sup>p</sup></sub>	夺盖拉组 T <sub>3<sup>d</sup></sub>	麦初箐组 T <sub>3<sup>m</sup></sub>	小定西组 T <sub>3<sup>x</sup></sub>	竹卡群 T <sub>3<sup>z</sup></sub>

续表

时代	羌塘-三江					丁青-孟连		冈底斯-喜马拉雅								
	澜沧江		类乌齐-临沧			丁青-碧土	昌宁-孟连	保山			冈底斯-察隅					
	北澜沧江	南澜沧江	碧罗雪山	临沧	左贡			耿马	保山	潞西	盈江-腾冲	察隅	洛隆-吉达			
三叠纪	晚三叠世		小定西组 T <sub>3x</sub>	察瓦龙群 T <sub>3c</sub>	三岔河组 T <sub>3s</sub>	巴贡组 T <sub>3bg</sub> 波里拉组 T <sub>3bl</sub> 甲不拉组 T <sub>3j</sub> 东达村组 T <sub>3dd</sub>	瓦达岩群 / 孟阿雄群	三岔河组 T <sub>3sc</sub>	三岔河组 T <sub>3s</sub>	南梳坝组 T <sub>3ns</sub> 牛喝塘组 T <sub>3n</sub>	湾甸坝组 T <sub>3wd</sub>	南梳坝组 T <sub>3ns</sub>	大洋火组 T <sub>3dy</sub> 先锋营组 T <sub>3xb</sub>	谢巴组 T <sub>3xb</sub>	古拉组 T <sub>3gl</sub>	
	中三叠世		忙怀组 T <sub>2m</sub>				丁青混杂岩群	忙怀组 T <sub>2m</sub>	上兰组 T <sub>2s</sub>	河湾街组 T <sub>1-2h</sub>	河湾街组 T <sub>1-2h</sub>	伙马组 T <sub>2h</sub>			麦龙岗组 T <sub>2p</sub>	日本组 T <sub>3mb</sub> 普拉曲组 T <sub>2p</sub> 古竹同组 T <sub>3g</sub>
	早三叠世											扎多组 T <sub>1-2z</sub>				
二叠纪	晚二叠世		羊八寨组 P <sub>3y</sub>						沙子坡组 P <sub>3s</sub>		沙子坡组 P <sub>3s</sub>				纳错组 P <sub>3n</sub>	
	中二叠世		大新山组 Pd					大名组 P <sub>2d</sub>	丙麻组 P <sub>2b</sub>	大坝组 P <sub>2d</sub>	丙麻组 P <sub>2b</sub>		大东厂组 P <sub>2dd</sub>		雄恩错组 P <sub>2x</sub>	
	早二叠世	类乌齐-曲登混杂岩群 T <sub>1m1g</sub>							卧牛寺组 P <sub>1w</sub>	鱼塘寨组 CP <sub>y</sub>	卧牛寺组 P <sub>1w</sub>	丁家寨组 P <sub>1d</sub>	空树河组 P <sub>k</sub>		来姑组 C <sub>2</sub> P <sub>1g</sub>	

陆转换过程中的构造古地理演化。  
 编图采用在现有的地理位置上恢复-表达沉积时的岩相-古地理,用实线+箭头表达盆地形成的拉张、挤压构造性质与矿张、俯冲方向,用不同线形与粗细区分不同级别的古地理单元,用代号表达沉积相,用岩性花纹表达岩相,用构造-盆地演化图表达岩相-古地理演化。

### 1 洋陆转换过程中的古地理单元划分及构造-古地理单元术语解释

洋陆转换的板块离散、汇聚过程是一个有机统一的动态过程,也是壳-幔物质循环、洋-陆构造格局转变及大陆地壳生长的重要过程。这一复杂过程先后形成不同类型的沉积盆地和填充序列<sup>[7-10]</sup>。本文古地理单元划分指导思想以形成的大地构造背景划分盆地类型,拉张背景大洋盆地称为“多岛洋”<sup>[11]</sup>,挤压背景下的大陆边缘弧盆称为“多弧盆”<sup>[12-14]</sup>。

“多岛洋”洋盆从陆至海分为三大基本构造-地理单元:被动大陆边缘、大洋盆地和大洋中脊。

被动大陆边缘由陆向海分为大陆架、大陆坡和大陆隆。被动大陆边缘还有可能拉裂出陆缘裂谷,如有地块脱离大陆主体,就形成陆缘海台(裂离地块),其间发育成陆缘裂陷洋盆。大洋盆地形态上表现为海盆、海槽。海盆底部发育深海平原、深海丘陵等地形。深海丘陵包括海岭或海脊、海山(洋岛)、洋中海台(移置地块)。大洋中脊分脊顶区和脊翼区。大洋中脊一般有深1~3 km的裂谷。

“多弧盆”边缘海盆在洋陆转换过程中形成,类似于现今太平洋西海岸,构成海沟-岛弧-边缘盆地(沟-弧-盆)系列或海沟直逼陆缘的安第斯型大陆边缘盆地系列。

洋壳向大陆俯冲时形成的构造-地理单元包括海沟、增生楔、弧前盆地、前锋弧(增生弧)、弧间洋盆、岛弧(陆缘弧)、弧后洋盆。在弧陆、陆陆碰撞时,裂离地块受弧间洋盆双向俯冲转为双向弧后前陆盆地,如弧后洋盆单向俯冲则转为前渊-前陆盆

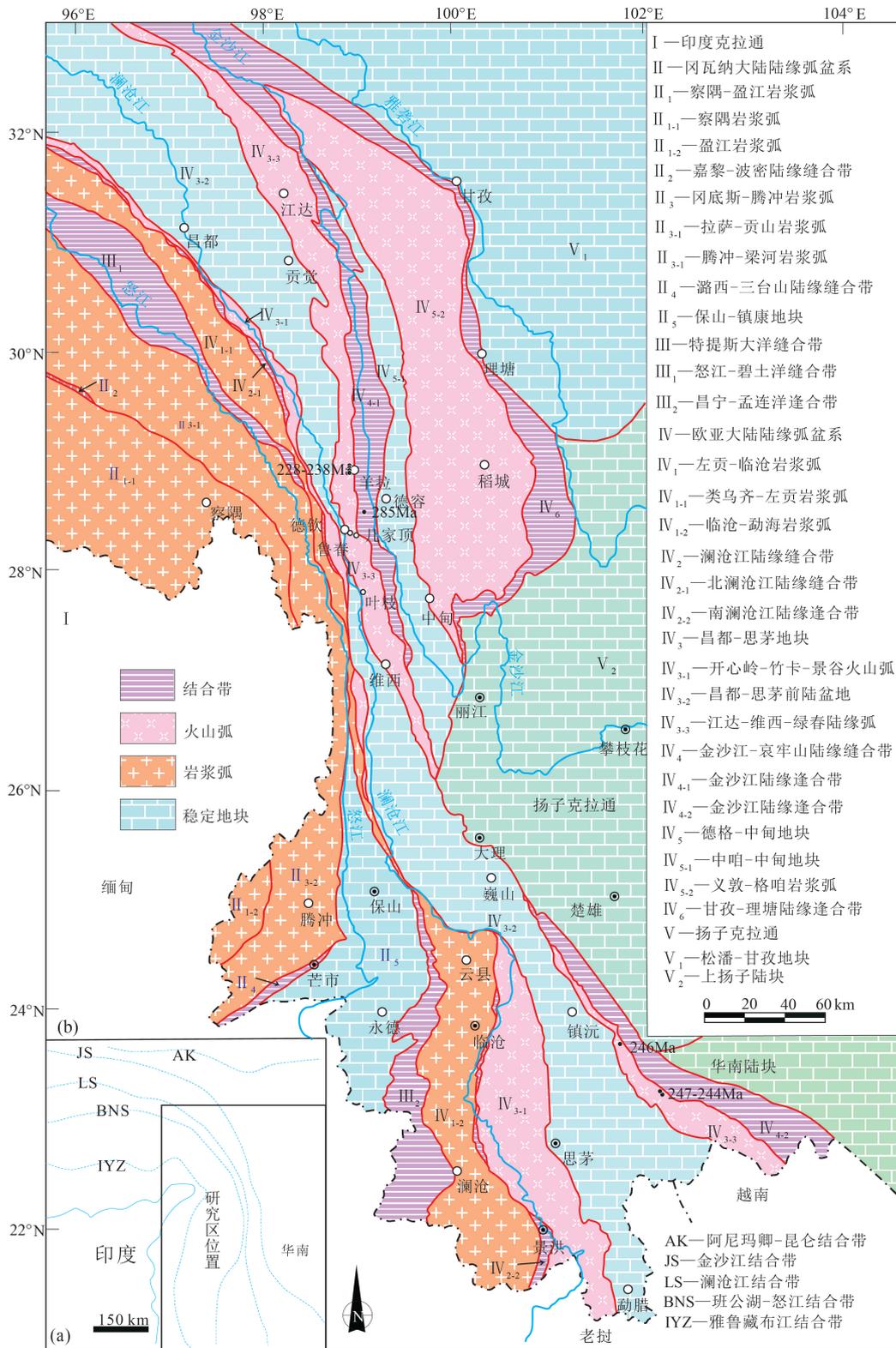


图 1 西南“三江”造山带大地构造分区图<sup>[15-16]</sup>

Fig. 1 Tectonic zoning map of "Sanjiang" orogenic belt in southwest China  
a—大地构造位置示意图; b—大地构造分区图

地。在后碰撞造山阶段,还表现出滞后拉张和走滑<sup>[15]</sup>,形成滞后裂谷-裂陷盆地、走滑盆地。

几个重要构造-古地理单元解释如下。

(1)地块:是大地构造术语,被定义为地壳物质的碎块,或在一个板块上形成,或从一个板块上断裂而成,后来增生(又称缝合)到另一个板块之上,地块及其附着的地壳之间的缝合线通常为一条断层。本文细分为移置地块和裂离地块两大类。

(2)移置地块或洋中海台(midocean plateau):指洋盆中孤立的海底高原,大多位于水深4000~5500 m处,往往有平坦的顶部和较陡的斜坡,在这些陆块上也可以有地台型沉积。上覆以钙质为主的厚层沉积物,通常无明显的火山、地震等构造活动。有些则具有陆壳性质,可能是大陆破裂、分离漂移过程中遗留下来的碎块,其地壳厚度大于正常洋壳,但小于正常陆壳,如印度洋的马斯克林海台(地块)。

(3)裂离地块或边缘海台(Epicontinental sea platform):由于被动陆缘的拉张或弧后盆地的拉张而裂离地壳碎块,命名为裂离地块,总体还是属于大陆边缘构造系统。多分布于水深500~4000 m处,为大陆坡或岛坡上的平坦面,坡度在1/100以下,如美国东南岸外的布莱克海台。

## 2 洋盆扩张期——早中二叠世构造-古地理

“三江”造山带的特提斯洋在晚二叠世前处于扩张期,总体为拉张背景<sup>[13-26]</sup>,在欧亚大陆南西缘有盐源-丽江陆缘裂谷盆地、甘孜-理塘陆缘裂陷盆地、中咱-中甸裂离地块、金沙江-哀牢山陆缘裂陷洋盆、昌都-思茅裂离地块。但在特提斯的昌宁-孟连地区,洋壳已经开始向欧亚大陆俯冲,形成临沧增生前锋弧,澜沧江陆缘裂陷洋盆转为弧后洋盆。保山地块还是移置地块(洋中海台)(图2)。

### 2.1 欧亚大陆西部被动陆缘

#### 2.1.1 盐源-丽江陆缘裂谷盆地

主体为陆缘拉张环境,同生断裂发育。沉积有从陆相到海相的玄武质火山岩、火山喷发(溢)间隙期的陆架相碳酸盐岩夹少量海陆交互的碎屑岩。从北东向南西水体逐渐变深,往南西延深有半深海相泥灰岩、硅质岩和火山沉积。同时,发育与同生断裂相伴的滑塌火山角砾岩、碳酸盐岩角砾岩。纵向充填序列表现为由浅至深,具滨岸相-浅海相-

半深海相的海进演化特征。

#### 2.1.2 甘孜-理塘洋盆

现有证据表明,甘孜-理塘洋盆在二叠纪开始打开,堆晶辉长岩斜锆石 LA-ICP-MASS U-Pb 年龄为  $286.2 \pm 5.1 \text{ Ma}$ <sup>[27]</sup>、辉长岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年结果为  $292 \pm 4 \text{ Ma}$ <sup>[28]</sup>。此时,已出现洋壳,以洋中脊擦岗隆注岩组为代表。主体岩性为玄武岩夹橄榄辉石岩、苦橄岩、堆晶辉长岩、辉绿岩、硅质岩、泥质板岩等。深洋海盆沉积以木圣土组为代表,为青灰色砂岩、粉砂岩、板岩,玄武岩,局部见灰岩、硅质夹层。

#### 2.1.3 中咱-中甸裂离地块

在地块中部,拉裂出陆间裂谷,这样古地理表现为“两隆夹一凹”的格局。在得荣、乡城、香格里拉等地区为裂谷火山盆地相,为火山岩夹泥灰质岩、硅质岩沉积。另零星出现铁质基性岩(辉绿岩、辉长辉绿岩、辉长岩)、铁质超基性-基性岩杂岩(橄榄岩、辉石岩、辉长岩、辉绿岩)、玄武岩,达到了准洋中脊相<sup>[29]</sup>,其形成环境还存争议。白玉向南至沙马西局部地区发育半深海盆地相砂泥质、灰质、硅质及火山岩沉积。西部义敦、德荣等地为开阔台地相碳酸盐岩沉积。东部边缘新龙甲洼-水洛河东部一线为滨岸-浅海相碎屑岩、碳酸盐岩及火山岩沉积。

#### 2.1.4 金沙江-哀牢山洋盆

早二叠世早期为金沙江洋盆扩展的鼎盛时期,洋盆宽度约为  $1800 \text{ km}$ <sup>[17]</sup>。中二叠世晚期大洋岩石圈板块开始向南西俯冲。

洋中脊相金沙江段出露在岗托-西渠河、朱巴龙、羊拉一带,哀牢山出露在双沟-平掌-老王寨一带。岩石组合为超基性岩(为镁质超基性岩-橄榄岩,个别为铁质超基性岩)、基性-超基性杂岩(辉长岩、辉绿岩-橄榄岩、辉石岩)、基性岩(以辉绿岩为主,次为辉绿辉长岩、辉绿玢岩)。深海盆地相以其泥质、硅质、火山岩沉积为代表,整个金沙江-哀牢山洋盆普遍存在,还夹有许多规模不等的超基性岩和灰岩“外来体”。浅海相、半深海盆地相以砂泥质、灰质、火山沉积为代表。

#### 2.1.5 昌都-思茅裂离地块

该地块为一典型的陆缘海台,主体为陆表海,向东西两侧渐变为半深海-深海相。昌都-思茅裂离地块偶尔露出地表,生达、玉曲等地为古陆剥蚀

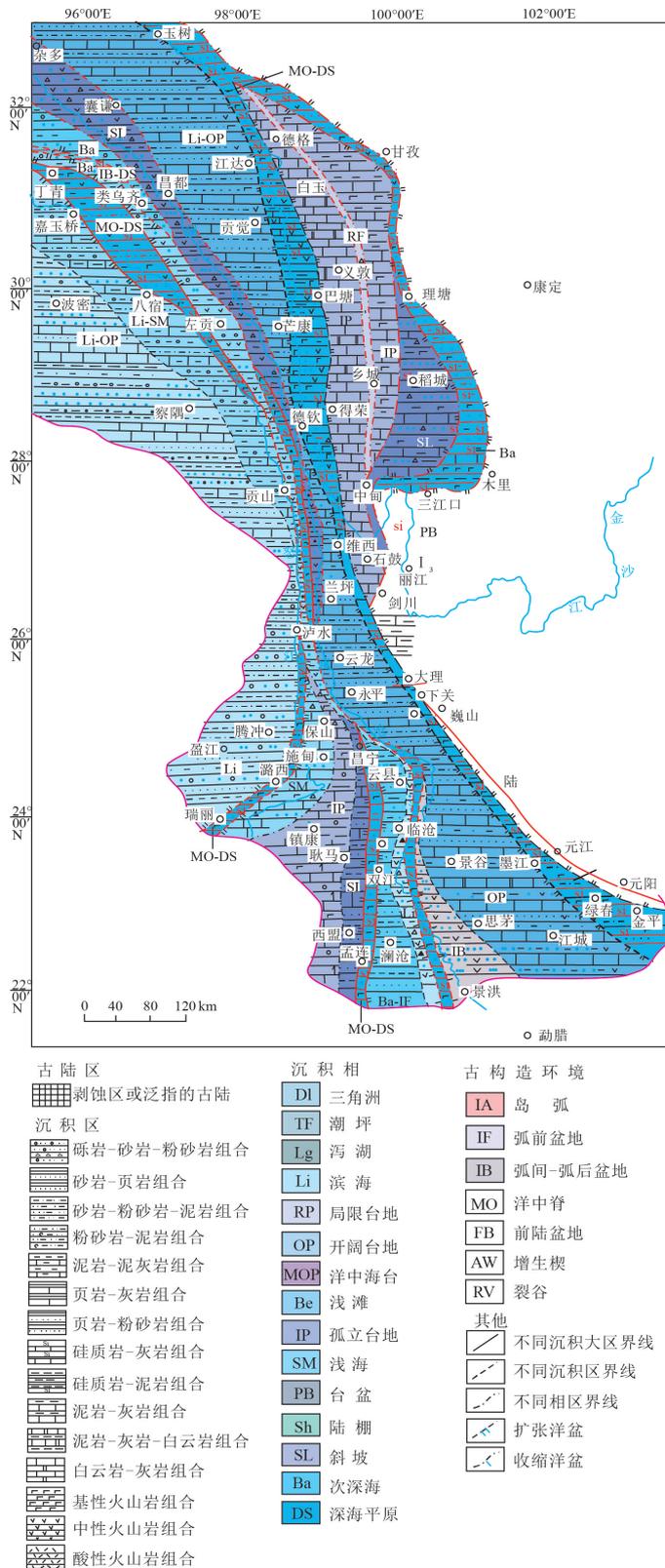


图 2 西南“三江”造山带早—中二叠世岩相古地理图  
 Fig. 2 Lithofacies palaeogeography of Early and Middle Permian of "Sanjiang" orogenic belt in southwest China

区,边缘发育滨岸相碎屑岩沉积。陆表海为碎屑岩夹碳酸盐岩和火山岩组合,主要岩石类型有中细粒砂岩、灰岩及少量板岩和凝灰质熔岩,局部地段见浅滩相亮晶生物碎屑灰岩、生物礁灰岩。浅海陆棚相岩性以碎屑岩为主,夹厚度不稳定的火山岩和灰岩,偶见风暴沉积。半深海—深海相由碎屑岩夹灰岩、火山岩组成,如杂多县结纳乡东北贡纳涌下中二叠统杂笛考组主要为一套碎屑岩、火山碎屑岩、玄武岩夹灰岩沉积;兰坪县石登乡西拉竹河下一中二叠统由碎屑岩夹灰岩、火山岩组成;洱源县炼铁乡立七罗地区下一中二叠统上部为玄武岩,下部为深灰色厚层状灰岩夹生物(介壳)碎屑灰岩,表明可能有陆内裂谷出现。

2.1.6 澜沧江弧后洋盆

北澜沧江弧后洋盆,在维西白济汛—兰坪营盘一带见有保存完好的洋中脊相蛇绿岩,由蛇纹岩、堆晶杂岩(橄榄单辉岩-辉长岩-钠长花岗岩)、变基性火山岩、放射虫硅质岩组成。在北澜沧江断裂东侧德钦县吉东龙、沙木、维西县康普等地,呈现为深海洋盆。由二叠系吉东龙组、沙木组组成,为一套火山碎屑浊积岩、火山碎屑岩夹中基性火山岩沉积。

南澜沧江弧后洋盆北起云县,南至景洪,大致沿澜沧江两岸断续出露洋中脊相的基性、超基性岩体<sup>[26, 30]</sup>。海盆相以古生界团梁子岩组、石炭系—二叠系龙洞河组、大新山岩组、拉竹河组沉积为代表。团梁子岩组为泥岩、粉砂岩夹基性火山岩、灰岩、砾岩。团梁子岩组变沉积岩样品的锆石 U-Pb 年龄结果显示,其原岩沉积时代不早于 272±1.6 Ma 和 259±1.0 Ma。侵入团梁子岩组的安山玢岩锆石 U-Pb 年龄为 244±1.1 Ma,表明团梁子岩组时代可能为中—晚二叠世。团梁子岩组的变玄武岩岩块属于低钾拉斑玄武岩系列,具有典型的N-MORB(正常洋中脊玄武岩)地球化学特征<sup>[31]</sup>。

2.1.7 类乌齐-临沧增生前锋弧

类乌齐-左贡增生前锋弧以中—上二叠统东坝组、沙龙组为代表,主体为一套滨浅海相碎屑岩及玄武安山岩、杏仁状或致密块状玄武岩、安山质角砾熔岩及变质凝灰岩夹灰岩组合。火山岩性质属于陆缘火山弧环境。

此时,临沧地区古地理不明,未见地层、岩浆岩出露。近期有零星的早二叠世侵入岩发现,为岛弧性质。可识别的二叠纪片麻状黑云花岗闪长岩、少量英云闪长岩和石英闪长岩,侵位于古生界变质岩系中或呈残留体分布于三叠纪二长花岗岩体中<sup>[32-33]</sup>。

## 2.2 怒江—昌宁—孟连地区构造—岩相古地理

包含南、北两段,北为丁青—碧土洋盆,南为昌宁—孟连洋盆。

### 2.2.1 丁青—碧土洋盆

分布于嘉玉桥—扎玉一带,主体为深海盆地相,由灰绿色枕状玄武岩、硅质板岩夹薄层状灰岩组成。基性熔岩和基性侵入岩均为洋中脊环境的MORB型。洋中脊相见于俄学、八宿—下林卡、碧土—丙中洛地区,由方辉橄榄岩、辉长岩、大洋拉斑玄武岩及洋岛玄武岩、辉绿岩组成。蛇绿岩具有P-MOR(地幔柱型)或MOR(洋中脊型)特征<sup>[34]</sup>。多伦蛇绿岩围岩中发育石炭纪—二叠纪深水沉积孢子化石,时代属于二叠纪。半深海盆地相—浅海陆棚相以早二叠世苏如卡岩组为代表,岩性为砂质泥岩、泥岩、硅质泥岩、硅质岩、灰岩夹基性火山岩。

### 2.2.2 昌宁—孟连洋盆

发育较典型和完整的洋中脊相的铜厂街、南汀河、牛井山、孟连4个蛇绿混杂岩片,主要由蚀变单辉橄榄岩、堆晶单辉橄榄岩、辉绿岩、块状和枕状玄武岩、放射虫硅质岩、苦橄岩等组成<sup>[34-35]</sup>。

昌宁—孟连带内的石炭纪洋岛火山岩分布极广泛,为石炭系平掌组,被石炭系—二叠系鱼塘寨组碳酸盐岩整合覆盖。火山岩包括拉斑玄武岩系列和碱性玄武岩系列,拉斑玄武岩系列分布在昌宁、孟连、铜厂街、老厂等地,碱性玄武岩系列广泛分布于整个带<sup>[17, 36]</sup>。

深海盆地相由石炭系—二叠系光色组组成,见于耿马县弄巴地区,主要为大洋拉斑玄武岩、放射虫硅质岩、泥质硅质岩等<sup>[37]</sup>。半深海弧前盆地相分布于双江县梁子寨、沧源县岩帅、孟连县岔河等地,由二叠系拉巴组构成,为薄—中层状的泥质板岩,粉砂质泥质板岩、局部见硅质岩,所含生物为牙形石、放射虫,指示沉积环境为深水欠补偿盆地。而砂岩、灰岩、凝灰岩呈夹层出现,砂岩、灰岩具明显的浊流成因,为一套深水—半深海浊积岩建造,是洋壳俯冲过程中形成的弧前沉积<sup>[38]</sup>。

## 2.3 冈底斯—腾冲地区构造—岩相古地理

### 2.3.1 保山洋中海台

海台东北边缘为半深海盆地相碎屑岩、碳酸盐岩沉积。碧江向南至保山、施甸一带大范围分布浅海陆棚相碎屑岩、碳酸盐岩沉积。西部边缘沿怒江两岸主要为滨岸相碎屑岩沉积。总体表现为西高东低,西浅东深,自西向东倾覆状态。西部发育冈瓦纳相含砾沉积和以 *Stepanoviella*, *Eurydesma* 为代表的冷水动物分子,揭示其强烈的亲冈瓦纳特征。

冰水滨岸相以保山市东南丙麻乡下二叠统丁家寨组下部为代表,为一套灰色—深灰色厚块状冰碛含砾钙质杂砂岩,夹少量生物碎屑灰岩、炭质板岩、泥岩、细砂岩等。丁家寨组冰碛含砾钙质杂砂岩沉积结束后碳同位素出现强烈负偏,与西南“三江”造山带冰期结束、早二叠世初次温度上升、大量玄武岩喷发等时限一致,共同说明保山地块在早二叠世开始从冈瓦纳大陆东北缘裂解出来,并开始向北漂移<sup>[39]</sup>。

开阔台地相以保山市南至施甸地区中二叠统沙子坡组下段为代表,岩性由含泥质灰岩、灰岩、生屑灰岩等组成,上部含白云质及燧石结核;上段以白云岩沉积为主,为局限台地相沉积。

浅海陆棚相以云南施甸县西何元乡地区上石炭统—下二叠统丁家寨组为代表,自下而上为浅海陆棚相砂泥质沉积→浅海陆棚边缘重力流水下扇沉积→浅海陆棚杂色富含生物陆屑灰泥质沉积→近滨浅滩泥砂质沉积→浅海陆棚碳酸盐岩、砂泥质岩沉积,反映了海退→海进沉积旋回变化特点。

半深海相以保山市东南丙麻乡上石炭统—下二叠统丁家寨组三段为代表,主体部分为粉砂岩、砂质泥岩夹碳酸盐岩沉积。

卧牛寺陆内裂谷相分布于泸西县老窝、隆阳区水寨、西邑、昌宁县更嘎、永德县勐板等地。以早二叠世晚期卧牛寺组大陆裂谷型玄武岩喷发为代表。

### 2.3.2 波密—腾冲滨浅海

在早二叠世发生大规模的沉降,全区发育滨海—浅海相的含砾砂岩、板岩沉积。与保山地区一样,具冰海沉积的特点。自东向西,冰海相分布于八宿、日东一带,沉积物由含砾板岩、粉砂岩、页岩、泥灰岩组成,与这套冰海相沉积物伴生的代表生物为 *Eurydesma stepanoviella*, 为冷水生物组合<sup>[40]</sup>。河流—滨海相分布于波密、然乌、腾冲一带,沉积物由灰绿

色含砾砂岩、长石石英砂岩,含砾板岩、粉砂岩及页岩组成。

### 3 洋盆收缩期——晚二叠世—三叠纪构造—岩相古地理

晚二叠世,丁青-孟连特提斯大洋主体进入收缩时期,继续向北东俯冲,在扬子克拉通一侧形成沟-弧-盆系活动陆缘,为典型的“多弧盆”古地理格局。在印度克拉通一侧形成安第斯型大陆边缘。

#### 3.1 冈瓦纳大陆(扬子克拉通)西部边缘“多弧盆”

##### 3.1.1 盐源-丽江陆缘裂谷盆地

晚二叠世,盐源-丽江地区与扬子克拉通西缘一致,有大规模的基性火山喷发,形成东部泛洪平原、西部浅海的古地理格局。早—中三叠世,峨眉山玄武岩喷发结束,扬子克拉通西缘整体处于热沉降与局部拉张环境,沉积了下三叠统青天堡组、中统北衙组和白山组,以滨浅海相碳酸盐岩和砂岩、泥质岩石为主,表现为海侵过程,为混积潮坪或滨岸相到浅海相。晚三叠世,扬子克拉通边缘转为向西南俯冲,形成前陆盆地。盐源-丽江地区就为前陆逆冲带上的楔顶盆地,从海相到海陆交互相、直到盆地消失(图 3)。

##### 3.1.2 甘孜-理塘弧后洋盆

晚二叠世—早三叠世,弧后继续扩张,形成弧后洋盆。洋中脊相以甘孜蛇绿混杂岩群(P-T)和理塘蛇绿混杂岩群为代表<sup>[13]</sup>。其中,玄武岩以拉斑玄武岩系列为主,稀土、微量元素等特征综合反映有 N-MORB 型,但主体为 E-MORB(富集型洋中脊玄武岩)型和 SSZ 型。在南部中甸出现深海相,发育上千米厚的基性火山岩、火山碎屑岩与砂泥复理石和灰岩、滑塌角砾状灰岩。火山岩显示中—高钛、低钾(小于 0.5%)的大洋拉斑玄武岩和洋岛玄武岩特征。深海相发育洋底基性火山岩和砂泥、硅泥质复理石<sup>[21]</sup>。次深海相分布于洋中脊东侧治多—新龙一带,发育一条狭窄的具有斜坡性质的砂、泥、硅泥质复理石。

晚三叠世早—中期,洋盆收缩并向西俯冲,进入残余洋盆地演化阶段。晚三叠世晚期,洋盆消亡,与东侧巴颜喀拉地块共同构成周缘前陆盆地。

##### 3.1.3 中咱-中甸裂离地块→岛弧

晚二叠世—中三叠世,中咱-中甸裂离地块仍为拉张环境,形成陆内裂谷。火山岩大面积分布,

以上二叠统岗达概组和下三叠统列衣组致密状玄武岩、杏仁状玄武岩、安山玄武质火山角砾岩、安山玄武质岩屑凝灰岩为代表<sup>[29]</sup>。还相伴有白玉-香格里拉次深海相,早三叠世地层主要为党恩组和列衣组,由凝灰质浊积岩和钙屑浊积岩组成,夹黑色含放射虫硅质岩,以发育滑塌构造为特征。裂谷两岸为滨岸-台地相,为砂岩、灰岩组合,分布在西部德格、白玉,呈北北西向带状展布。下部为含白云质灰岩和灰质白云岩,局部为灰色鲕粒灰岩或微晶灰岩,上部为中块层状结晶灰岩夹少量岩屑砂岩、粉砂质板岩、板岩及少许砾岩。南部在中甸坝子一带,布伦组、洁地组出现局限台地或碳酸盐潮坪相沉积环境。向东接近沙鲁里一带,千枚岩、板岩增多,沉积水体有变深趋势,出现外陆棚-斜坡沉积环境。

晚三叠世,甘孜-理塘洋壳向西俯冲,在中咱-中甸裂离地块东缘形成弧盆体系:沙鲁里增生前锋弧→昌台-乡城弧间盆地→义敦火山岛弧→勉戈-青达柔弧后盆地。

沙鲁里增生前锋弧紧靠甘孜-理塘缝合带西侧,呈南北向带状展布,弧火山岩发育,以浅海环境的安山岩、英安岩和安山质凝灰岩为主夹少量灰岩透镜体为沉积特征。

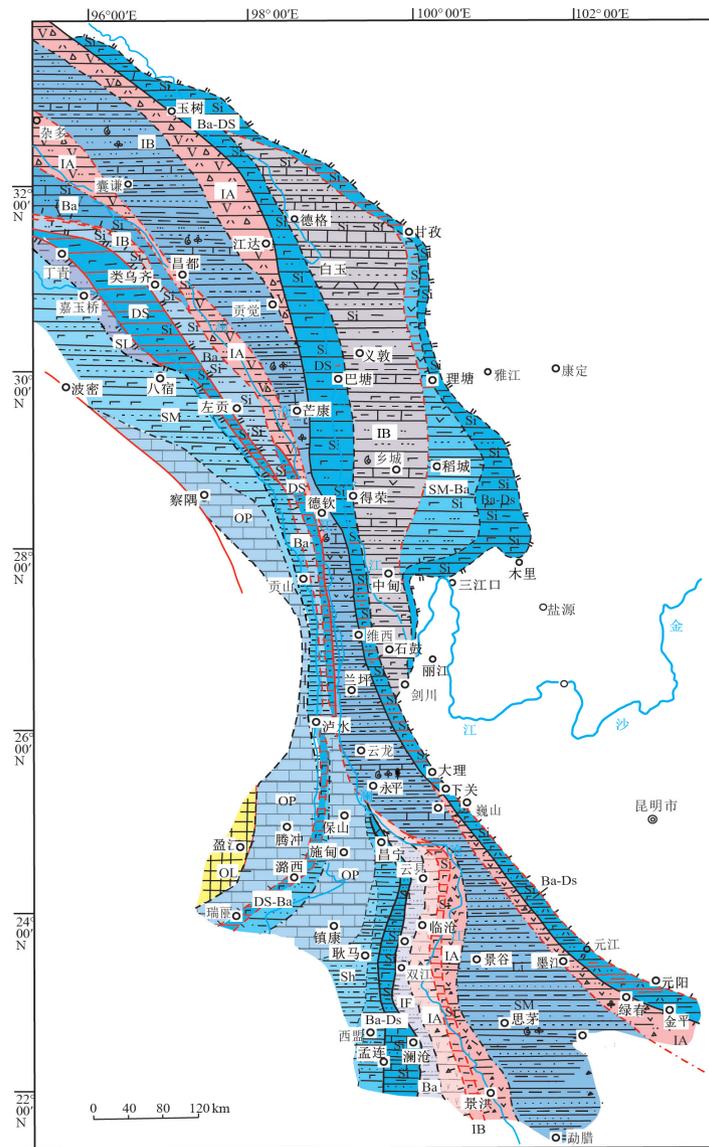
昌台-乡城弧间盆地位于沙鲁里前锋弧与义敦火山弧之间,以图沟组和喇嘛垭组岩屑砂岩夹板岩、灰岩及火山岩沉积为代表。火山岩主要岩性为流纹岩、玄武岩、英安质凝灰岩,表现为“双峰式”特征,构成了弧间拉张盆地。

义敦火山岛弧广泛分布一套火山喷发-沉积岩系,称呷林组和勉戈组。以英安岩-安山质英安岩和火山碎屑岩为主,夹砾岩、硅质岩,组成多个火山喷发-沉积旋回。

勉戈-青达柔弧后盆地位于义敦岛弧西侧。上三叠统称勉戈组,下段为玄武质熔岩和玄武质凝灰岩,集中分布在勉戈、拉巴沟等地;上段由下部的英安质熔岩、英安质碎屑岩和上部的流纹质熔结凝灰岩为主的中酸性火山岩系组成,具有“双峰式”火山活动特征。

##### 3.1.4 金沙江-哀牢山弧后-间洋盆

早二叠世晚期—晚二叠世,金沙江洋开始向西俯冲消减,形成洋内火山弧(洋岛)-弧间盆地,与西部的陆缘火山弧-弧后盆地构成弧盆系的空间配置



古陆区	沉积相	古构造环境
剥蚀区或泛指的古陆	DI 三角洲	IA 岛弧
沉积区	TF 湖坪	IF 弧前盆地
砾岩-砂岩-粉砂岩组合	Lg 泻湖	IB 弧间-弧后盆地
砂岩-页岩组合	Li 滨海	MO 洋中脊
砂岩-粉砂岩-泥岩组合	RP 局限台地	FB 前陆盆地
粉砂岩-泥岩组合	OP 开阔台地	AW 增生楔
泥岩-泥灰岩组合	MOP 洋中海台	RV 裂谷
页岩-灰岩组合	Be 浅滩	其他
页岩-粉砂岩组合	IP 孤立台地	不同沉积大区界线
硅质岩-灰岩组合	SM 浅海	不同沉积区界线
硅质岩-泥岩组合	PB 台盆	不同相区界线
泥岩-灰岩组合	Sh 陆棚	扩张洋盆
泥岩-灰岩-白云岩组合	SL 斜坡	收缩洋盆
白云岩-灰岩组合	Ba 次深海	
基性火山岩组合	DS 深海平原	
中性火山岩组合		
酸性火山岩组合		

图3 三江地区晚二叠世岩相古地理图

Fig. 3 Sedimentary facies and paleogeographic map of "Sanjiang" orogenic belt in southwest China

结构。

晚二叠世,洋脊继续发育,包括治多县南部多彩沟弧前蛇绿岩、巴塘县北部蛇绿岩、得荣县西蛇绿岩等。在巴塘至得荣一带主要为岗托岩组( $P-T_2$ )的深海相,沉积物由砂板岩、泥板岩、硅质岩组成砂泥复理石、硅泥复理石沉积,并与火山岩构成火山喷发-沉积旋回。火山岩仍具大洋拉斑玄武岩性质。

晚二叠世,金沙江弧间洋盆开始向西俯冲,其西侧有岛弧火山岩和中酸性岩浆活动,出现洋岛-海山相。在治多县南多彩沟、芒康东部一带,其代表性沉积为加日埃岩组,由结晶灰岩、生物碎屑灰岩、砂岩、板岩、硅质板岩、安山岩、玄武岩、凝灰岩、火山角砾岩等组成,还混杂有超基性岩、辉长岩、硅质岩、大理岩块等,为洋内弧-洋岛火山-沉积岩建造<sup>[13,17,41]</sup>。在奔子栏一带为弧前盆地相,下部以基性火山岩为主夹少量板岩,中部为板岩、砂岩夹安山岩、灰岩及硅质岩类,上部为泥质板岩、钙质长石砂岩夹基安山岩、辉石安山岩及火山质角砾岩,还混杂有超基性岩、辉长岩、碳酸盐岩等岩块。

进入晚三叠世早期,金沙江-哀牢山洋盆消亡,形成金沙江-哀牢山长达上千千米的窄长的造山剥蚀区(古陆)。晚期转入碰撞后滞后拉张,形成裂陷盆地,哀牢山地区的一碗水组是其代表,为海陆交互的煤系地层。

### 3.1.5 昌都-兰坪-思茅弧后-前陆盆地

晚二叠世,受到两侧洋盆俯冲,昌都-思茅地块转为弧后前陆盆地。从东至西形成江达-维西-墨江陆缘弧、昌都-思茅弧后-前陆盆地、杂多-景洪陆缘弧。

#### (1) 江达-维西-墨江火山弧

金沙江洋盆洋岩石圈板块向南西俯冲于昌都-兰坪地块之下,在其东部边缘形成晚二叠世火山弧,总体为一地势起伏不大的低矮岛链。弧火山岩发育较完整的钙碱性玄武岩→玄武安山岩→安山岩→英安岩→流纹岩火山岩组合。

在治多-江达一带,上二叠统以卡香达组为代表,为安山质集块岩、凝灰岩,具有陆相喷发特征。下三叠统火山岩主体存在普水桥组、马拉松多组中,岩石类型复杂多样,从中基性-中酸性系列岩石均有出现,尤以中酸性火山岩大量分布。普水桥组为一套紫色碎屑岩夹中酸性火山岩熔岩、块状凝

灰岩、凝灰质角砾岩,夹少量砂质、凝灰质灰岩。马拉松多组主要为长石石英砂岩、粉砂岩、页岩,上部含大量流纹岩、火山角砾岩、凝灰岩,下部含凝灰岩及少量流纹岩。岩性呈周期性变化,爆发相、溢流相、爆发沉积相频繁交替,反映为早期陆相向晚期海相的环境转变。火山活动为裂隙式多中心喷发,形成于挤压环境的火山弧中。

维西、墨江一带,上二叠统为高井槽组、羊八寨组的近海沼泽-弧火山沉积组合,岩石类型有安山岩、玄武安山岩、安山玄武岩、玄武岩等。兰坪一带,中三叠统包括上兰组( $T_2s$ )、攀天阁组( $T_2p$ )。上兰组为陆源细碎屑、火山岩沉积,以千枚岩、粉砂质板岩为主,夹砂岩、薄层状放射虫硅质岩、硅质板岩及少量泥灰岩;火山岩为“双峰式”火山岩,代表张性裂谷的产物。中-上三叠统芒怀组和小定西组是以火山岩为主的一套火山-沉积岩系,为滞后型弧火山岩,即后碰撞高钾钙碱性-钾玄武岩系列<sup>[17]</sup>。

#### (2) 昌都-思茅弧后-前陆盆地

受东西2个岩浆弧双向仰冲作用控制,在弧的东西侧各形成一个坳陷,中部相对隆起。大部分地区早三叠世地层缺失。从构造背景分析,昌都-思茅前陆盆地的中央地区应属于东、西2个火山岛弧共有的弧后盆地沉积区,且具有东西两侧深、中间地带浅的海域分布模式。

昌都地区主体为滨浅海环境。晚二叠世地层下部为妥坝组,中部为卡香达组,顶部为夏牙村组。妥坝组下部为海陆交互的细粒长石石英砂岩夹粉砂岩、泥岩与炭质泥岩及煤线,上部为滨岸相;其上的夏牙村组为滨岸相砂页岩夹少量碳酸盐岩和中基性-中酸性火山岩、火山碎屑岩组合。兰坪-思茅地区的滨浅海相以羊八寨组的砂砾岩、岩屑砂岩、粉砂岩、泥岩,以及那箐组块状泥晶灰岩夹泥质灰岩沉积为代表。

浅海陆棚相,大致以无量山西坡-思茅-拉沙一线为界,分东、西2个相带。东面位于绿春高井潮一带,早期沉积物由碎屑岩、碳酸盐岩、火山岩混合组成;晚期为浅海陆棚碳酸盐岩相。西面分布于思茅老公寨、老郭寨一带,早期为滨海相的砾岩、砂岩、页(泥)岩,晚期为浅海相灰岩,局部泥晶灰岩中含珊瑚点礁。

靠近澜沧江消减洋盆一侧可能存在半深海斜

坡相区,以中三叠世早期上兰组斜坡浊积扇相沉积为代表。可分为外扇相和中扇相,外扇相由细砂岩与粉砂岩构成不等厚互层,可见粒序层理;中扇相覆于其上,由细砂岩、粉砂岩、页岩构成许多叠覆叶状体。

### (3) 杂多-景洪陆缘火山弧

古地貌上为断续相连的岛链状,地形起伏较大,呈南北狭长带状分布于云县—景洪—勐腊一带。大多淹没于水下,以浅海为主,部分隆起成陆。

三叠纪火山岩大面积分布,普遍缺失下三叠统。中三叠统为一套以中酸性火山岩为主的火山碎屑岩建造;上三叠统下部以中基性火山岩为特征,上部为碎屑岩夹火山岩的火山岩-碎屑岩建造。范蔚茗等<sup>[42]</sup>获得忙怀组安山岩锆石 U-Pb 年龄  $248.5 \pm 6.3$  Ma、汇河组年龄  $216 \pm 20$  Ma 和小定西组年龄  $213.5 \pm 7.7$  Ma。

#### 3.1.6 澜沧江弧后洋盆

北澜沧江地区大部分地段被东侧杂多-类乌齐-东达山二叠纪—中三叠世火山弧向西逆冲掩盖,弧后洋盆发育不清晰。

南澜沧江地区,晚二叠世开始向东俯冲,现存只有深海盆地相,在景洪曼别和思茅大新山地区出露,为大新山组,岩性为放射虫硅质岩、玄武岩。硅质岩地球化学特征研究表明,其为大陆边缘型硅质岩。玄武岩为拉斑玄武岩,其主量、稀土和微量元素均显示洋脊玄武岩特征。其他地层未出露。

#### 3.1.7 东达山-临沧岛弧

主体为晚三叠世东达山-临沧花岗岩基,在左贡一带以基性火山岩喷发沉积为主,在兰坪—思茅地区零星分布于南澜沧江西岸,赋存于沙龙组中,呈夹层产出,岩石类型以玄武安山岩、杏仁状玄武岩、致密块状玄武岩为主,次为安山质角砾熔岩、变质凝灰岩等。侵入岩主体为酸性侵入岩,规模较大,基性侵入岩规模小。前人获得的 U-Pb 年龄为  $269 \pm 18$  Ma、 $244 \pm 5$  Ma<sup>[43]</sup>。

### 3.2 怒江—昌宁—孟连地区构造-岩相古地理

#### 3.2.1 丁青-碧土洋盆

丁青-碧土洋盆晚二叠世—三叠纪为洋盆扩张期,构造-古地理发育齐全,有洋中脊、深海盆地相、海山相。

洋中脊相由橄榄岩、堆晶岩、辉长岩、斜长花岗岩、辉绿岩等岩块混杂构成。在觉翁混杂岩南部的

达仁乡夺列—青木朵一带,蛇绿岩中的辉长岩单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 242 Ma、259 Ma,其形成时代为晚二叠世—早三叠世<sup>①</sup>。吴根耀<sup>[1]</sup>报道了碧土蛇绿岩属低钾的大洋拉斑玄武岩,形成的构造背景为大洋中脊,稀土元素配分型式和部分微量元素指示,碧土洋盆以 E-MORB 和 N-MORB 同时发育为特征。

深海盆地相以罗冬硅泥质复理石沉积为代表。复理石基质主要由含炭质粉砂质绢云板岩、粉砂质绿泥千枚岩、变质绢云石英粉砂岩、变质中细粒含长石英杂砂岩组成,块体有蛇纹石化超基性岩、辉绿岩和结晶灰岩。

海山相有孟阿雄碳酸盐岩和察瓦龙海山碳酸盐岩。

#### 3.2.2 昌宁-孟连残留洋盆

昌宁-孟连洋在晚二叠世已经开始俯冲消减,其东侧为临沧增生弧,西侧为保山地块东缘。此时洋壳已消减完毕,但保留了深水盆地相和弧前盆地相。晚二叠世,昌宁-孟连大洋全部关闭,在其缝合带上形成局部拉张环境的裂陷盆地的海陆交互三岔河组沉积,由砾岩、砂岩、泥岩组成,上部局部出现炭质泥岩、煤线。

深水盆地相以晚二叠世拉巴组、早—中三叠世怕拍组为代表。拉巴组由薄—中层状的泥质板岩组成,局部见硅质岩,所含生物为牙形石、放射虫,指示沉积环境为深水欠补偿盆地<sup>[14]</sup>。弧前盆地相出现在双江大雪山一带,以拉巴组浊流碎屑岩中普遍含中基性、中酸性火山碎屑及沉玄武安山质屑凝灰岩、凝灰岩等为标志。怕拍组为板岩、泥质粉砂岩,夹薄层状不等粒岩屑砂岩、细粒长石石英砂岩、含砾泥岩。鲍马序列发育,为大陆斜坡沉积环境<sup>[25]</sup>。

### 3.3 冈底斯—腾冲地区构造-岩相古地理

西南“三江”造山带主要涉及察隅-腾冲被动陆缘岛弧、三台山弧后洋盆、保山前陆盆地 3 个次级构造古地理单元。

#### 3.3.1 保山洋中海台-前陆盆地

晚二叠世—中三叠世,特提斯大洋西海岸继续为拉张构造环境,发育晚二叠世沙子坡组、下—中三叠统河湾街组碳酸盐岩夹碎屑岩,以白云岩为主,为碳酸盐潮坪相,并平行不整合于下伏地层之上。

晚三叠世,保山地块由裂离转入挤压环境,晚三叠世早期形成岛弧,为以陆相基性→酸性→中基性火山岩为主的牛喝塘组火山岩。局部地区还夹少量河流至湖沼相碎屑岩沉积,具有陆相火山喷发沉积的特征;晚期为滞后拉张与热沉降,沉积南梳坝组下部的灰岩、白云质灰岩,指示为滨-浅海碳酸盐台地环境;继后东缘形成前陆盆地,发育南梳坝组中上部海陆过渡相的砂岩、页岩→灰岩的沉积。

### 3.3.2 路西-三台山弧后洋盆

由于受东面的特提斯大洋向西俯冲影响,在保山地块西面的三台山一带产生弧后拉张,形成弧后洋盆,三台山有完整的蛇绿岩出露,代表了洋脊相。路西一带,扎多组的页岩、泥岩夹粉砂岩、砂岩、白云岩,局部见硅质岩、硅质泥岩等代表了海盆相沉积。晚三叠世地层缺失,洋盆关闭。

### 3.3.3 波密-腾冲被动陆缘-岛弧

仅波密康玉郭杂拉一带,有可能属此期地层。由浅海相砂板岩和基性火山岩组成互层,构造-古地理环境为陆缘裂谷(?)。

腾冲地区以大东厂组为代表,其下部主要属开阔台地相潮间-潮上带的沉积,局部为台地边缘浅滩相;中上部为泻湖相。下部为灰色块状含生物碎屑结晶灰岩、含鲕粒生物碎屑灰岩、含砂结晶灰岩夹硅质岩、长石石英粉砂岩;中上部为灰色厚层块状结晶(含)白云质灰岩、结晶灰岩、白云岩、白云岩角砾岩夹石英砂岩。

在腾冲地区,从广泛分布的“白垩纪花岗岩”不断解体出三叠纪花岗岩,岩石类型为黑云花岗闪长岩及二云母花岗岩。李再会等<sup>[45]</sup>获得锆石激光剥蚀年龄为 251.5~256.4 Ma,表明腾冲地区早三叠世已发生岛弧造山作用。

## 4 讨论与认识

西南“三江”造山带由多条缝合带及其间的地块构成,西南“三江”造山带洋盆(缝合带)的物质组成、形成与演化等研究很多,也很全面<sup>[12-20,46-47]</sup>,但对于洋盆性质、主大洋位置仍存在争论。以下依据各地块的岩相-古地理特征、盆地演化,讨论西南“三江”造山带洋陆转换过程中古构造与古地理格局、大洋性质。

### 4.1 大洋扩张阶段“多岛洋”构造-古地理格局

对西南“三江”造山带特提斯主大洋性质与位

置有不同认识,一是认为有一主大洋,位置有金沙江-哀牢山<sup>[16]</sup>、丁青-孟连<sup>[47,12]</sup>;二是认为属于无主大洋,为“多岛洋”<sup>[11]</sup>。2000 年后的区域地质调查发现,丁青-孟连是特提斯主大洋<sup>[25]</sup>,后也被相继证实<sup>[20,48-50]</sup>。本文也从发育有大洋中脊、深海平原、洋岛海山等构造-古地理证实,存在丁青-孟连主大洋,并认为大洋扩张阶段从欧亚、冈瓦纳大陆边缘拉裂出多个海台(裂离地块)与裂陷盆地。裂陷盆地达到了洋壳<sup>[20,27,31,51]</sup>;各地块沉积环境主体为陆表海或浅水碳酸盐孤立台地,向两侧变深转为陆棚-半深海,具裂离地块大地构造环境、海台古地理特征;这些地块都无结晶基底,由新元古代-寒武纪火山岩-沉积岩褶皱变质而成,地壳较薄,在后期拉张作用下,易形成裂谷。

特提斯主大洋北东海岸地块从扬子克拉通本体分离出去,只是相对位移,一直与本体有亲缘性,作为裂离地块(陆缘海台)争议不大。但保山(禅邦)地块是移置地块(洋中海台)或裂离地块还有较大的争议<sup>[37,41,51-52]</sup>,本文视为移置地块,是在大洋形成时从冈瓦纳大陆分离出来的,为一孤立的地块。因此,“三江”造山带在此时为“多岛洋盆”性质与古地理格局(图 4)。

### 4.2 大洋俯冲阶段“多弧盆”构造-古地理格局

有无主大洋或主大洋所在位置不同,关系到洋陆转换方式与形成的“沟弧盆体系”空间配置。20 世纪 90 年代前,研究者多未认识到丁青-孟连是特提斯主大洋的位置,认为是金沙江洋或澜沧江洋板块俯冲的一个弧后盆地,表达的岩相-古地理与实际有所差异<sup>[21]</sup>。本文的构造-岩相古地理复原表明,西南“三江”造山带为特提斯大洋板块早二叠世晚期开始俯冲,在 2 个大陆边缘形成了“多弧盆”构造-古地理格局。

丁青-孟连特提斯主大洋向北东俯冲,在欧亚大陆南西缘形成东达山-临沧增生前锋弧<sup>[34]</sup>,弧靠陆一侧转为弧后拉张环境。东达山-临沧地块在晚二叠世-三叠纪完全转为类似于现今印度尼西亚前锋弧,规模巨大,从羌塘盆地中部南下一直延到马来西亚,长度大于 2000 km。受弧后扩张与峨眉山玄武岩喷发事件的双重作用,欧亚大陆南西缘继续保持“台盆相间”的古地理格局。晚二叠世,金沙江-哀牢山和澜沧江弧后洋壳分别向西、向东运动,即向昌都-思茅地块下俯冲,在地块东、西两侧分别

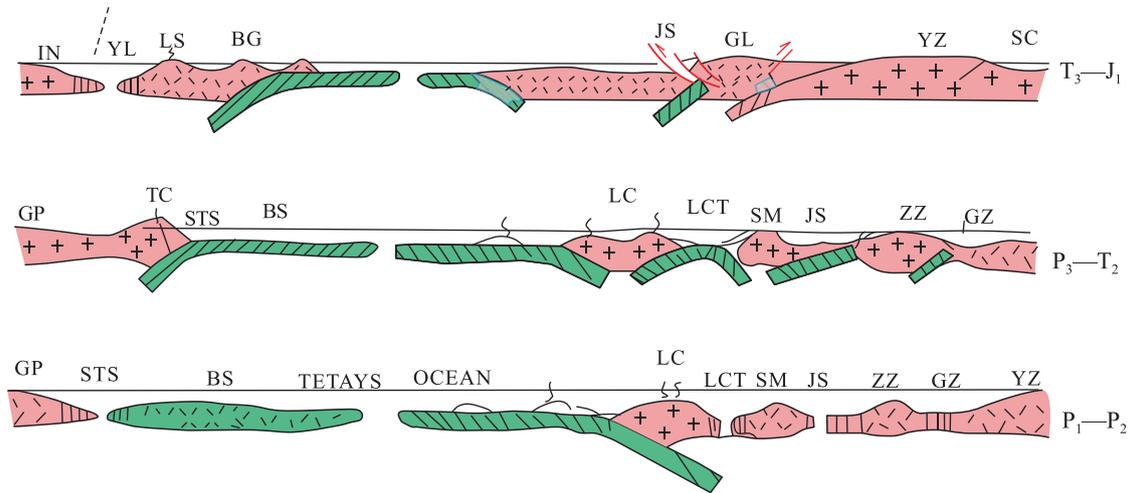


图4 西南“三江”造山带及邻区盆地构造演化示意图(据参考文献[13]修改)

Fig. 4 Schematic diagram of the tectonic evolution of the Southwest "Sanjiang" orogenic belt and its adjacent basins

IN—印度;YL—雅鲁藏布;LS—拉萨;GD—冈底斯;TC—腾冲;BG—班戈—嘉黎带;STS—三台山;BS—保山;LC—临沧;  
LCT—澜沧江;SM—思茅;JS—金沙江;ZZ—中咱;GZ—甘孜—理塘;YZ—扬子;SC—四川盆地

形成江达—维西—绿春和杂多—景洪二叠纪火山弧山系,昌都—思茅地块转为双向弧后盆地<sup>[53-54]</sup>;而中咱—中甸地块、甘孜—理塘弧后洋盆还保持拉张环境。

晚三叠世早期,特提斯主大洋、金沙江—哀牢山和澜沧江弧后洋盆关闭。昌都—思茅地块两侧早期形成的陆缘火山弧向地块内相向逆冲,转为弧后双向向前陆盆地,沉降—沉积时间较长,持续到古近纪。中咱—中甸地块,西部与金沙江洋壳一起向西俯冲,转化为周缘前陆盆地;东部受甘孜—理塘洋的俯冲,形成了弧—盆系。东部义敦以东地区,岛弧从晚三叠世开始在增生杂岩上产生,弧后强烈拉张,到达了准洋壳,有超基性岩—基性岩侵入,弧后洋盆水深达到次深海。

特提斯大洋板块在晚三叠世开始向南西俯冲,形成安第斯型冈底斯—腾冲岩浆弧。保山地块晚三叠世早期由拉张环境转为挤压环境,形成岛弧。晚期,东部岛弧向地块内逆冲,形成弧后前陆盆地;保山地块西部赓续潞西—三台山洋壳向西俯冲,形成周缘前陆盆地。

因此,大洋俯冲阶形成2个级别的典型“沟—弧—盆体系”或“多弧盆系”<sup>[12-13, 15, 18]</sup>:一是冈瓦纳、欧亚2个大陆边缘级别“多弧盆系”,二是裂离地块次级的“多弧盆系”。

## 5 结论

西南“三江”造山带包含了消失的特提斯大洋及两侧大陆边缘“弧盆系”。本文采用大地构造相和盆地分析原理,对西南“三江”造山带中的沉积地质体进行岩相刻画、复原古地理、再造古构造、推演洋陆转化。

(1)在中二叠世之前,特提斯大洋持续扩张,冈瓦纳、欧亚2个大陆边缘拉张裂离,形成裂离地块(陆缘海台)与陆缘裂陷盆地,构成“多岛洋”构造—地理格局。

(2)中二叠世开始,特提斯大洋板块开始向2个大陆俯冲消减,在两大陆边缘形成“多弧盆”构造—地理格局。而弧间—弧后盆地洋壳向地体俯冲,形成次一级“沟—弧—盆”构造—地理格局。

(3)晚二叠世末—三叠纪,地块如果两侧都受到俯冲,则形成双向弧后盆地,弧陆碰撞转为双向弧后盆地,如昌都—思茅地块;地块如果一侧仰冲、一侧俯冲,则形成弧盆系与周缘前陆盆地,如中咱—中甸、保山地块。

## 参考文献

- [1] 吴根耀. 初论造山带古地理学[J]. 地层学杂志, 2003, 27(2): 81-98, 115.
- [2] 吴根耀. 造山带古地理学——在盆地构造古地理重建中的若干思

- 考[J]. 古地理学报, 2005, 7(3): 405-416.
- [3] 徐强. 造山带沉积学——以中国几个典型造山带为例[D]. 成都理工大学博士学位论文, 2001.
- [4] 蔡雄飞, 王国灿, 李德威. 造山带古地理恢复的反序方法[J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 1-11.
- [5] 牟传龙, 王启宇, 王秀平, 等. 造山带岩相古地理研究与实践——以甘肃省奥陶纪为例[J]. 沉积学报, 2016, 1: 1-14.
- [6] 张克信, 何卫红, 徐亚东, 等. 论从俯冲增生杂岩带中重建洋板块地层层主要类型与序列——以青藏特提斯二叠系为例[J]. 沉积与特提斯地质, 2021, 41(2): 137-151.
- [7] Dickinson W R. Plate tectonics and sedimentation [M]. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, 1974, 22: 1-27.
- [8] Dickinson W R. Plate tectonic evolution of sedimentary basins [M]. American Association of Petroleum Geologists Continuing Education Course Notes, Series, 1976, 1: 1-62.
- [9] Ingersoll R V, Busby C J. Tectonics of sedimentary basins [C] // Busby C J, Ingersoll R V. Tectonics of Sedimentary Basins. Oxford: Blackwell Science, 1995: 1-51.
- [10] Ingersoll R V. Tectonics of sedimentary basins, with revised nomenclature [C] // Busby C J, Azor A. Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances. Wiley-Blackwell, 2012: 3-43.
- [11] 刘本培, 冯庆来, Chong L C, 等. 滇西古特提斯多岛洋的结构及其南北延伸[J]. 地学前缘, 2002, 9(3): 161-171.
- [12] 潘桂棠, 陈智良, 李兴振, 等. 东特提斯地质构造形成演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [13] 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.
- [14] 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [15] 尹福光, 潘桂棠, 万方, 等. 西南“三江”造山带大地构造相 [J]. 沉积与特提斯地质, 2006, (4): 33-39.
- [16] 李兴振, 刘文均, 王义昭, 等. 西南三江地区特提斯构造演化与成矿总论 [M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [17] 莫宣学, 路凤香, 沈上越. 三江特提斯火山作用与成矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [18] 李兴振, 江新胜, 孙志明, 等. 西南三江地区碰撞造山过程 [M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [19] 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.
- [20] 王保弟, 王立全, 王冬兵, 等. 三江昌宁-孟连带原-古特提斯构造演化 [J]. 地球科学, 2018, 43(8): 2527-2550.
- [21] 罗建宁, 张正贵, 陈明, 等. 三江特提斯沉积地质与成矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [22] 罗建宁, 惠兰, 朱夔玉, 等. 西南三江地区沉积地质与成矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1999: 1-173.
- [23] 闫臻, 王宗起, 闫全人, 等. 造山带汇聚板块边缘沉积盆地的鉴别与恢复 [J]. 岩石学报, 2018, 34(7): 1943-1958.
- [24] 张克信, 何卫红, 徐亚东, 等. 中国洋板块地层层分布及构造演化 [J]. 地学前缘, 2016, 23(6): 24-30.
- [25] 段向东, 刘桂春, 冯庆来, 昌宁孟连构造带拉丁期放射虫动物群及构造演化意义 [J]. 地球科学(中国地质大学学报), 2012, 2: 67-72.
- [26] 张翼飞, 段锦芬, 张罡. 滇西蛇绿岩带地质构造演化与澜沧江板块缝合线研究 [J]. 云南地质, 2001, 4: 426-426.
- [27] 严松涛, 吴青松, 李虎, 等. 甘孜-理塘蛇绿混杂岩带中段理塘地区混杂岩物质组成及其洋盆演化史 [J]. 中国地质, 2021, 48(6): 1875-1895.
- [28] 闫全人. 西南三江特提斯洋扩张与晚古生代东冈瓦纳裂解: 来自甘孜蛇绿岩辉长岩的 SHRIMP 年代学 [J]. 科学通报, 2005, 2: 158-166.
- [29] 侯增谦, 杨岳清, 王海. 三江义敦弧碰撞造山过程与成矿系统 [M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [30] 范承钧, 张翼飞. 云南西部地质构造格局 [J]. 云南地质, 1993, 2: 139-147.
- [31] 王冬兵, 罗亮, 王保弟, 等. 滇西澜沧江构造带景谷地区团梁子岩组的时代与构造属性 [J]. 地球科学, 2018, 43(8): 2551-2570.
- [32] 王冬兵, 王保弟, 唐渊, 等. 西南三江特提斯研究进展与展望 [J]. 地质通报, 2021, 40(11): 1799-1813.
- [33] 刘昌实, 朱金初, 徐夕生, 等. 滇西临沧复式岩基特征研究 [J]. 云南地质, 1989, 1: 189-204.
- [34] 张旗, 张魁武, 李达周. 横断山区基性-超基性岩的类型 [J]. 岩石学报, 1987, (3): 46-54.
- [35] 孙载波, 李静, 周坤, 等. 滇西双江县勐库地区退变质榴辉岩的岩石地球化学特征及其地质意义 [J]. 现代地质, 2017, 4: 746-756.
- [36] 刘桂春, 孙载波, 曾文涛, 等. 湾河蛇绿混杂岩的形成时代、岩石地球化学特征及地质意义 [J]. 岩石矿物学杂志, 2017, 36(2): 163-174.
- [37] 段向东, 张志斌, 冯庆来, 等. 滇西南耿马弄巴地区南皮河组正层型剖面地层层序、时代的重新认识 [J]. 地层学杂志, 2003, 27(1): 59-65.
- [38] 冯庆来. 滇西南海西-印支期放射虫古生物学及造山带地层层序研究 [D]. 中国地质大学(武汉)博士学位论文, 1992.
- [39] 罗亮, 王冬兵, 尹福光, 等. 云南保山地块香山组和丁家寨组沉积序列与碳同位素研究 [J]. 沉积学报, 2018, 2: 291-301
- [40] 陈炳蔚, 王铠元, 刘万熹, 等. 怒江-澜沧江-金沙江地区大地构造 [M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [41] 王立全, 王保弟, 李光明, 等. 东特提斯地质调查研究进展综述 [J]. 沉积与特提斯地质, 2021, 41(2): 283-296.
- [42] 范蔚茗, 彭头平, 王岳军. 滇西古特提斯俯冲-碰撞过程的岩浆作用记录 [J]. 地学前缘, 2009, 6: 291-302.
- [43] 孔会磊, 董国臣, 莫宣学, 等. 滇西三江地区临沧花岗岩的岩石成因: 地球化学、锆石 U-Pb 年代学及 Hf 同位素约束 [J]. 岩石学报, 2012, 28(5): 1438-1452.
- [44] 吴根耀. 初论造山带地层层序: 以三江地区特提斯造山带为例 [J]. 地层学杂志, 1998, 3: 3-11.
- [45] 李再会, 林仕良, 丛峰, 等. 滇西腾-梁地块印支造山事件——花岗岩的锆石 U-Pb 年代学和岩石学证据 [J]. 岩石矿物学杂志, 2010, 29(3): 298-312.
- [46] 李廷栋, 肖庆辉, 潘桂棠, 等. 关于发展洋板块地质学的思考 [J]. 地球科学, 2019, 44(5): 1441-1451.
- [47] 刘增乾, 李兴振, 叶庆同, 等. 中华人民共和国地质矿产部地质专报 4 矿床与矿产 第 34 号 三江地区构造岩浆带的划分与矿产分

- 布规律[M].北京:地质出版社,1993.
- [48] Sone M, Metcalfe I. Parallel Tethyan sutures in mainland Southeast Asia: New insights for Palaeo-Tethys closure and implications for the Indosinian orogeny [J]. *Comptes Rendus Geoscience*, 2008, 340 (2/3): 166-179.
- [49] Metcalfe I. Gondwana dispersion and Asian accretion: Tectonic and palaeogeographic evolution of eastern Tethys [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2013, 66: 1-33.
- [50] 潘桂棠,王立全,耿全如,等.班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连对接带时空结构——特提斯大洋地质及演化问题[J].*沉积与特提斯地质*,2020,40(3): 1-19.
- [51] 张翼飞,段锦菘,张罡,等.滇西蛇绿岩带地质构造演化与澜沧江板块缝合线研究[M].昆明:云南科技出版社,2001.
- [52] 沈上越,冯庆来,刘本培,等.昌宁—孟连带洋脊、洋岛型火山岩研究[J].*地质科技情报*.2002,21(3): 13-17
- [53] 王保弟,王立全,王冬兵,等.西南三江金沙江弧盆系时空结构及构造演化[J].*沉积与特提斯地质*,2021,41(2): 246-264.
- [54] 王保弟,王立全,周道卿,等.龙木错—双湖—昌宁—孟连结合带:冈瓦纳大陆与泛华夏大陆的界线[J].*地质通报*,2021,40(11): 1783-1798.
- ①西藏自治区地质调查院.中华人民共和国1:25万那曲县幅区域地质调查报告.2006.