

文章编号:1009-3850(2017)04-0009-08

西南三江地区洋板块地层特征及构造演化

任飞¹, 潘桂棠¹, 尹福光¹, 常梦瑶¹, 肖庆辉²

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081; 2. 中国国土资源部信息中心, 北京 100037)

摘要:以大地构造研究为主导,初步梳理了三江地区洋板块地层系统的分布及其构造演化规律。本文阐述了三江地区经历原-古特提斯大洋连续演化、分阶段拼贴增生至最终俯冲消亡的地质演化历程。甘孜-理塘弧后洋盆于早石炭世打开,二叠纪一中三叠世进入顶峰扩张期,晚三叠世洋盆萎缩引起向西俯冲,最终在晚三叠世末局部地区保留残留海。哀牢山弧后洋盆不晚于早石炭世形成,早石炭世一早二叠世整体扩张发育,早二叠世末或晚二叠世初开始向西俯冲,晚三叠世最终完全关闭。金沙江洋盆早石炭世时已扩张成洋,到早二叠世晚期开始俯冲,石炭纪一早二叠世早期是金沙江洋盆扩张的主体时期,早二叠世晚期至早、中三叠世俯冲消亡。澜沧江弧后洋盆中晚泥盆世开始扩张,在石炭纪一早二叠世发育为成熟洋盆,早二叠世晚期洋内俯冲形成洋内弧,晚二叠世一早、中三叠世双向俯冲消亡。昌宁-孟连洋为特提斯洋主带,具有原-古特提斯洋连续演化的地质记录,晚奥陶世开始向东俯冲消减,二叠纪末、早三叠世发生弧-陆碰撞作用,昌宁-孟连洋盆闭合。

关键词:洋板块地层;蛇绿混杂岩;构造演化;西南三江

中图分类号:P535

文献标识码:A

三江特提斯构造造山带位于横贯欧亚大陆之巨型特提斯构造域东段,构造演化独特,经历了复杂而完整的演化历史。晚古生代—中生代,泛大陆解体与原特提斯洋形成,经古特提斯多岛弧盆系发育与古生代—中生代增生造山/盆山转换,到新生代印度-亚洲大陆碰撞与叠加改造,从而发育了多条代表古特提斯洋盆消逝的缝合带^[1],是中国大陆构造演化的典型缩影,在全球构造演化中的地位举足轻重^[2-5]。造山带中各种地质体无序地呈构造接触堆叠一起,三江造山带记录了不同时期不同规模的洋板块地层系统,留下了自形成到消亡的地质遗迹。在造山带研究中如何正确识别并重建原始大

洋沉积系统尤为关键。为解决造山带经过强烈构造改造、搬运及混杂的各种火山、沉积地质块体问题,国内产生了构造地层学(Tectonostratigraphy)和非史密斯地层学(Non-Smith Stratigraphy)等学科,国际上 Isozaki 等提出洋板块地层学(Ocean Plate Stratigraphy,简称 OPS)等,探索解决造山带蛇绿混杂岩等洋板块地层重建问题。本文以造山带洋板块地层研究为主导,梳理了三江地区洋板块地层系统分布及构造演化。

1 洋板块地层系统概念及特征

洋板块地层系统(Ocean Plate Stratigraphy,简称

收稿日期:2017-05-11; **改回日期:**2017-10-08

作者简介:任飞(1983-),男,助理工程师,主要从事区域地质调查相关研究工作。E-mail:17605405@qq.com

资助项目:《三江区域地质调查总结与服务产品开发》项目(编号:DD20160345-18)和《西南三江有色金属资源基地调查》项目(编号:DD20160016)联合资助

OPS)指发育在造山带中,在洋盆形成与闭合过程中形成的地层,即指洋盆地层从其在最初的洋中脊形成,一直到海沟发生俯冲作用时形成增生杂岩的地层系统,是 Isozaki 等根据对亚洲古造山带内的古增生杂岩的识别和研究提出的^[6-10]。此处洋盆地层系统概念包括两方面涵义:一个是火成岩基底序列,另一个是沉淀在海底的沉积岩和火山岩的盖层的序列。

洋中脊海洋板块中形成后,便开始向海沟俯冲带运移,最终在海沟俯冲带沉没消亡。伴随海洋板块形成的洋盆也会随板块一起形成与闭合,在洋盆形成与闭合过程中形成的地层,从其最初在洋中脊形成,一直到海沟发生俯冲作用形成增生杂岩为止,在洋盆不同构造环境中其形成的地层岩性组合不同,揭示了海洋板块形成与闭合的过程。

洋盆地层系统(OPS)的岩石建造类型主要是随着构造环境从深海、半深海到浅海环境的岩相规律性变化而变化。在洋中脊附近形成玄武岩质火山

岩类建造,玄武岩化学成分与碱性玄武岩相似;海山玄武岩之上逐渐形成灰岩建造,灰岩中常见燧石夹层;在灰岩和燧石之上为放射虫燧石层,其中夹有薄层页岩,而该套燧石层的沉积速率非常小,并且其中基本不含陆源碎屑,所以其沉积环境应该为深海沉积;当洋盆随海洋板块运移到半深海环境时,在燧石层之上形成放射虫残体与碎屑颗粒沉积的混合作用形成硅质页岩建造,再往上就是页岩建造,其中夹有薄层的砂岩层,之后即为以砂岩为主的浊积岩建造;当洋盆随海洋板块运移到海沟板块汇聚边缘附近时,粗粒砂岩和页岩的沉积作用形成非常发育的浊积岩,该套浊积岩建造包含大量的近源粗粒砂岩。综上所述,洋盆地层系统(OPS)自下而上主要由枕状玄武岩、灰岩、燧石、硅质页岩和浊积岩组成的复杂构造叠置的增生杂岩系统(图1)。洋盆地层系统(OPS)地层序列记录了洋底从其形成到消亡过程中的地质演化历史。

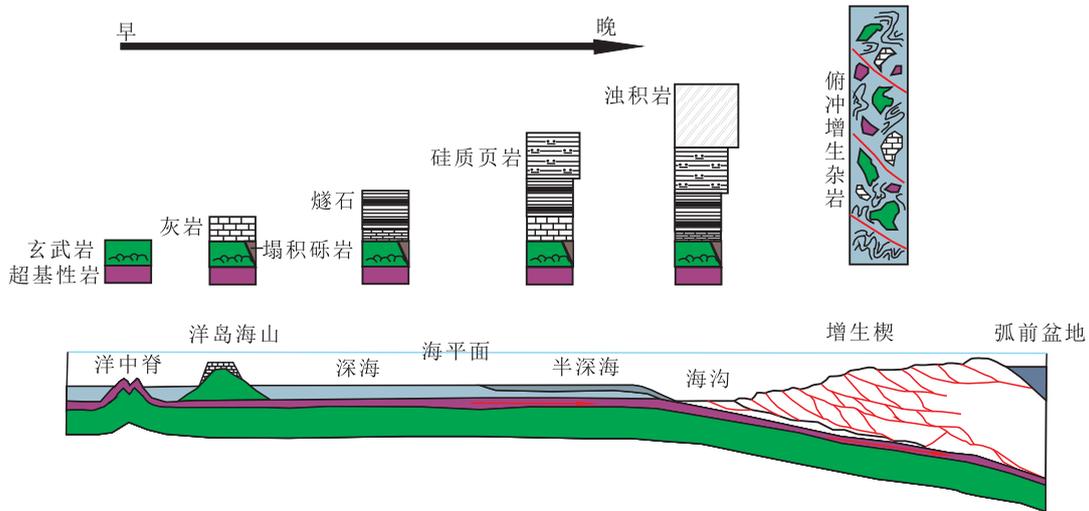


图1 洋板块地层层序模式图

Fig. 1 Model for ocean plate stratigraphic sequences

综上所述,洋板块地层系统主要由“洋盆系统”和“多岛弧盆系统”两大类地层建造组成^[6,8-10]。洋盆系统可进一步划分为洋中脊海岭类、深海平原类、洋岛海山类和洋内弧类。多岛弧盆系统可进一步划分出俯冲增生楔类、弧前盆地类、火山岛弧类、弧背盆地类、弧间盆地类和弧后盆地类(图2)。在此基础上,“裂离地块”作为一个独立的洋板块地层系统被提出来^[11-14]。“裂离地块”系指造山系中构

造地层和岩石构造组合及其结构形态上与邻接区带迥异,并由边界断裂带围限,从远处原生母体大陆区裂离出的壳块或海底扩张过程的洋底高原移位、拼合并卷入多岛弧盆系转化为造山系中的裂离地块。裂离地块记录了地球壳层形成演化过程的丰富信息,可判别出超大陆聚合-裂解事件,以及洋陆转换、盆山转换等事件群的集成信息,对于理解造山系大地构造形成的演化及动力学过程具有重

要科学意义和应用价值^[11,13]。较大规模裂离地块的本地地层常以有序的滨浅海或陆相沉积建造为主^[14]。

2 三江地区洋板块地层基本特征及演化

西南三江地区区域构造复杂,是一个特提斯大洋、两个大陆边缘(泛华夏大陆边缘和冈瓦纳大陆边缘)相互作用下,发育的大洋经扩张、闭合及大陆边缘不断弧后扩张、地块裂离,又经小洋盆萎缩消

减、弧-弧、弧-陆碰撞的复杂构造域^[15-17]。最终形成了由4个微地块(中咱-中甸地块、昌都-兰坪-思茅地块、崇山-临沧地块和保山地块)、3个弧盆系(甘孜-理塘弧盆系、南羌唐-左贡增生弧盆系和冈底斯-察隅弧盆系)及4个结合带(西金乌兰-金沙江-哀牢山结合带、乌兰乌拉-澜沧江结合带、班公湖-怒江结合带和昌宁-孟连结合带)增生、拼贴形成的巨型复合造山系(图3)。在各个结合带内均保存了大量的与洋板块形成演化相关的地质记录。

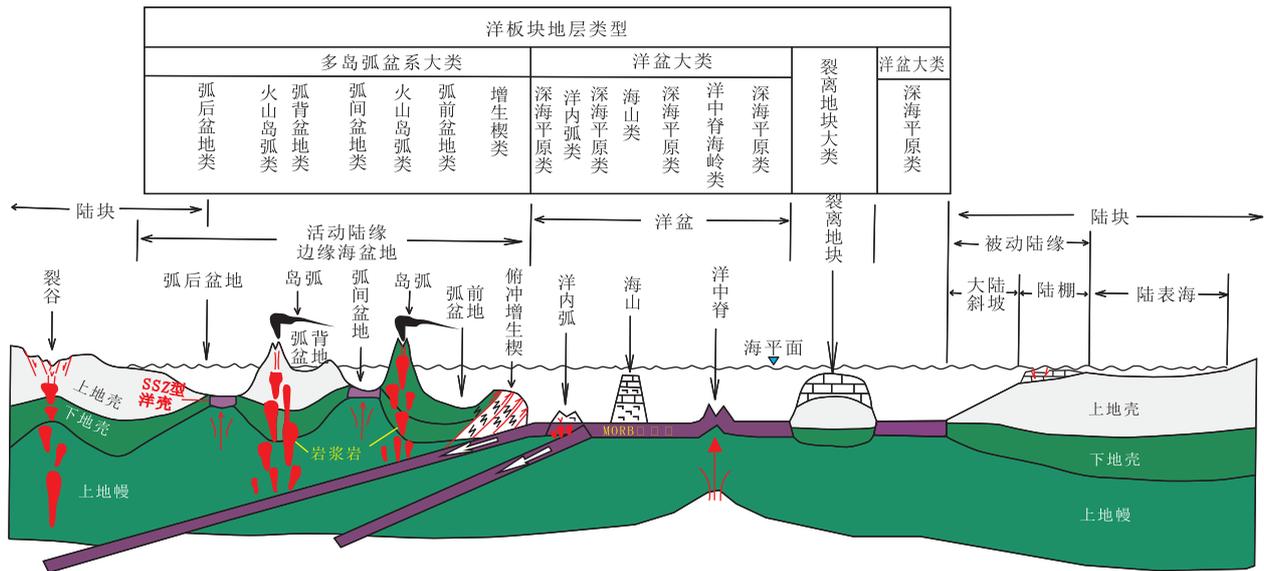


图2 洋板块地层类型及形成构造环境划分示意图(据张克信等^[14]修改)

Fig. 2 Classification and tectonic setting of the ocean plate stratigraphy (modified from Zhang Kexin et al., 2016)

2.1 甘孜-理塘蛇绿混杂岩带

晚古生代甘孜-理塘洋弧后扩张作用开始,甘孜-理塘弧后洋盆于早石炭世打开,形成一系列玄武岩,玄武岩中获得 Rb-Sr 等时线年龄值 356Ma。据岩石地球化学资料,其中玄武岩与洋中脊碱性玄武岩化学特征相似^[18],还存在少量洋岛型碱性玄武岩和裂谷型玄武岩^[19]。二叠纪到中三叠世弧后洋盆进入扩张顶峰期,近年来的 1:5 万区调工作在尼汝一带获得锆石 LA-ICP-MS 年龄值为 253Ma、262Ma、293Ma。北段蛇绿岩中玄武岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄为 217 ± 11Ma,相伴产出的硅质岩中发现早石炭世—晚三叠世放射虫化石^[20]。晚三叠世甘孜-理塘弧后洋盆开始向西俯冲,并最终制约了义敦岛弧带的形成。晚三叠世末俯冲结束,局部地区保留残留海^[20],早白垩世残留海消失,开始陆内汇聚造山^[21]。

最终形成的甘孜-理塘蛇绿混杂岩带,由青海南部洽多-玉树向南东经甘孜,转为近南北向,北东侧为可可西里-松潘前陆盆地(T₃),西侧为义敦-沙鲁里岛弧带,在玉树一带与西金乌兰湖-金沙江蛇绿混杂岩带交汇、归并。

蛇绿岩由基性-超基性堆晶岩、辉长岩、辉绿岩墙、洋脊型拉斑玄武岩和放射虫硅质岩组成,局部出露较完整的蛇绿岩层序,大多被肢解呈构造岩块散布于基质中。混杂岩带基质为二叠纪—三叠纪形成的一套洋盆地层系统中的深海沉积系统组成,主要岩性为浊积砂岩夹板岩、千枚岩和火山岩,基质中还混杂有石炭纪玄武岩岩片、石炭纪辉绿辉长岩岩片和泥盆纪碳酸盐岩滑覆岩片等构造岩片,以及超基性岩、辉长辉绿岩、玄武岩类和火山碎屑岩等。

2.2 金沙江蛇绿混杂岩带

早石炭世时金沙洋盆已扩张成洋,在该蛇绿岩

混杂带中发现有晚泥盆世—早二叠世、早二叠世—晚二叠世放射虫组合^[25-26],洋脊-准洋脊型玄武岩锆石 U-Pb 年龄为 $361.6 \pm 8.5 \text{ Ma}$ ^[27],东竹林层状辉长岩锆石 U-Pb 定年为 $354 \pm 3 \text{ Ma}$ ^[28]。在嘎金雪山-贡卡-霞若-新主一带形成以洋脊玄武岩、准洋脊玄武岩与蛇纹岩(原岩为方辉橄榄岩)、堆晶辉长岩、辉绿岩墙、枕状玄武岩及放射虫硅质岩等组成的洋壳消减蛇绿混杂岩岩石组合。

金沙江弧后洋盆早二叠世晚期开始向西俯冲,形成了芒康竹巴笼、西渠河桥-德钦贡卡、东竹林大寺一线的以钙碱性系列的高镁安山岩、玄武岩、玄武安山岩、钠化英安岩等岩石建造组成的洋盆地层系统的洋内弧消减杂岩组合。在洋盆西侧出现洋内弧型火山岩(257Ma,角闪石 K-Ar 法)以及与竹巴笼洋内弧火山岩伴生的硅质岩中产茅口期放射虫^[29];与弧火山岩伴生的灰岩中产茅口期的鲕^[30],以及锆石 U-Pb 法测得白茫雪山 280Ma 的岛弧型花岗岩闪长岩^[2]。德钦几家顶一带人支雪山组双峰式火山岩时代为 $249 \sim 247 \text{ Ma}$ ^[31]。洋内弧向西消减的同时形成了西渠河-雪压夹口-吉义独-工农以辉长辉绿岩墙群、准洋脊型基性火山岩、少量超基性岩为主的弧后盆地消减杂岩岩石组合。晚三叠世开始,金沙江带进入全面弧-陆碰撞造山阶段^[32]。

最终形成了金沙江蛇绿混杂岩带,主要位于邓柯以南、剑川以北,沿金沙江展布,即金沙江主断裂(盖玉-德荣断裂)以西、金沙江河谷与羊拉-鲁甸断裂以东的狭长区域展布,是金沙江洋盆演化留下的地质遗迹。

2.3 哀牢山蛇绿混杂岩带

哀牢山蛇绿混杂岩带夹持于哀牢山断裂和阿墨江断裂之间,东南端延至越南境内,北端在弥渡附近尖灭,与北侧金沙江带可以进行对比。

哀牢山混杂岩带蛇绿岩围岩并非同一环境形成、具有相同特点的地层-岩石组合,围岩具有多种不同时代,以上二叠统为主^[33]。

中、晚泥盆世时期,哀牢山弧后洋盆洋中脊开始出现缓慢拉张,形成一套变质橄榄岩(包括二辉橄榄岩和方辉橄榄岩)、堆晶杂岩(包括辉石岩、辉长岩、辉长斜长岩、斜长花岗岩)及辉绿岩、基性熔岩(包括钠长玄武岩和辉石玄武岩等)为主的岩石组合,其中辉长岩、辉长闪长岩与玄武岩直接覆盖在变质橄榄岩之上,各种含铁沉积岩直接发育在变

质橄榄岩之上,这些特征表明该套蛇绿岩形成于缓慢扩张的洋盆环境中^[34]。蛇绿岩岩套内辉绿岩和斜长花岗岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄分别为 $382.9 \pm 3.9 \text{ Ma}$ 和 $375.9 \pm 4.2 \text{ Ma}$ ^[35]。在九甲-安定断裂带西侧,于裂陷盆地中沉积了中、上泥盆统次深海泥砂质夹硅质沉积。

石炭纪—早二叠世哀牢山弧后洋盆进一步扩张并初步定型,并产有硅泥质复理石夹玄武岩。早石炭世时,在双沟-平掌-老王寨一带出现以洋脊玄武岩为代表的洋壳,在洋盆西侧的墨江布龙-五素一带发现裂离地块边缘的裂谷盆地中具有“双峰式”火山喷溢。在新平平掌见有紫红色硅质岩(C₁)和洋脊型火山岩,双沟辉长岩和斜长花岗岩的锆石 U-Pb 年龄为 $328 \sim 362 \text{ Ma}$ ^[36],以及蛇绿岩中的系列同位素年龄为 $345 \sim 320 \text{ Ma}$ ^[37-38]。因此,早石炭世—早二叠世代表了哀牢山弧后洋盆整体扩张发育时代。

早二叠世末或晚二叠世初哀牢山洋盆开始向西俯冲,斜长花岗岩分异体单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 256 Ma ^[33],西南侧兰坪-思茅陆块东缘形成了墨江-绿春陆缘弧。随着上三叠统一碗水组不整合于蛇绿混杂岩之上,其底部砾岩中含有蛇绿岩与铬铁矿碎屑,哀牢山洋盆最终完成俯冲碰撞并造山。

2.4 北澜沧江蛇绿混杂岩带

北澜沧江蛇绿混杂岩带呈北北西向的狭长带状沿北澜沧江西岸展布,主要分布于类乌齐县岗孜乡日阿则弄和曲登乡,经脚巴山西侧,南延至卡贡一带,沿碧罗雪山-崇山变质地体东界澜沧江断裂延展。

北澜沧江蛇绿混杂岩带主要在类乌齐一带发现有冷侵位于石炭系中的超镁铁岩^①和洋中脊型玄武岩与辉绿岩^[39],在类乌齐-吉塘地区于石炭系卡贡群中发现深水沉积盆地浊积岩,为一套硅灰泥复理石沉积,与该沉积组合共生的还见拉斑玄武岩-流纹岩“双峰式”组合。曲登乡出露洋岛海山岩石组合,获得玄武岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年为 361.4 Ma 。该带东侧脚巴山至竹卡兵站发育碎屑岩-英安岩-流纹岩弧火山岩组合及晚三叠纪碰撞型花岗岩,西侧类乌齐吉塘地区也有类似的弧火山岩组合,表明类乌齐-曲登(北澜沧江)洋壳的俯冲消减具有双向俯冲的特征。

2.5 南澜沧江蛇绿混杂岩带

南澜沧江蛇绿混杂岩带夹持于西侧临沧岩浆弧

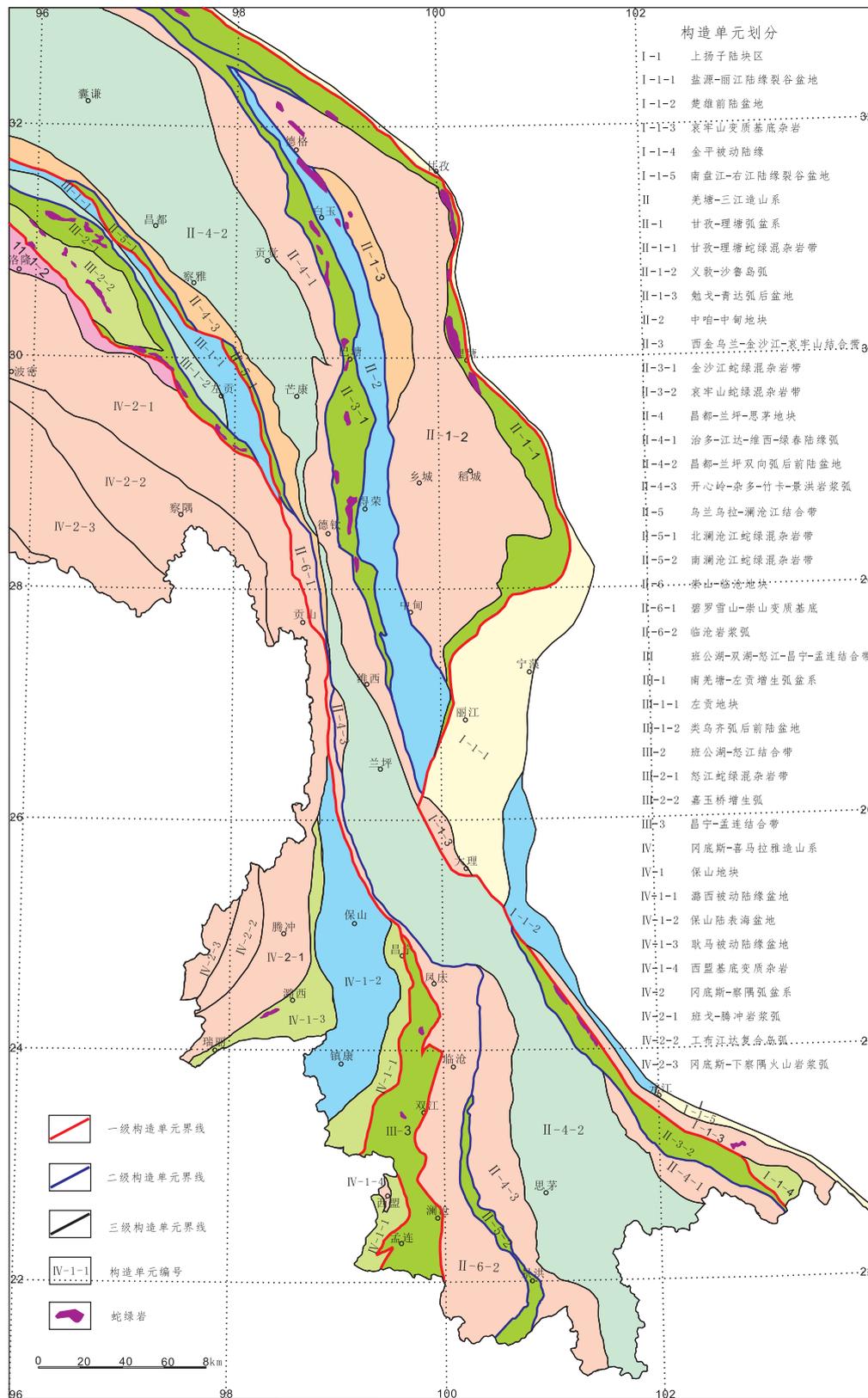


图3 三江地区蛇绿岩分布及构造单元划分(据潘桂棠等^[13]修改)

Fig. 3 Distribution of ophiolites and division of tectonic units in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area in southwestern China (modified from Pan Guitang et al., 2009)

与东侧思茅地块西缘云县-景洪火山弧之间,断续不完整出露。蛇绿岩主要以岩块形式产出,主要岩性为蛇纹岩、堆晶杂岩(橄榄单辉岩-辉长岩-钠长花岗岩)、变基性火山岩、放射虫硅质岩等。基质主要为一套灰黑色薄层泥板岩和灰色浊积砂岩,均以强烈剪切砂板岩为基质,并混杂有灰岩、硅质岩、基性熔岩和超基性岩块,灰岩岩块中含茅口期瓣科化石。

中、晚泥盆世南澜沧江洋盆开始弧后扩张,基性-超基性岩主要出露于临沧县江边-景谷县岔河-崴里-半坡一带,侵位于上古生界浅变质岩中,被上三叠统一下侏罗统就康组中-基性、酸性火山岩及陆缘沉积岩角度不整合覆盖。在景洪小街贺南东寨北西 500m 处,发现枕状玄武岩夹早二叠世放射虫硅质岩,小街至大兴山一带存在拉斑系列的洋脊火山岩带。经岩石地球化学研究,与 N-MORB 型缓慢扩张脊玄武岩的特征一致^[41]。在思澜公路 116 ~ 119km 处的辉长岩层状杂岩体与其上覆玄武岩、富钠质安山岩、英安岩及中酸性凝灰岩的岩石组合,及小黑沟水文岩大兴山一带弧火山岩岩石组合相似,发育于洋壳之上。岩石地球化学研究显示大兴山-热水塘火山岩带具有洋内弧火山岩特征,其时代为早二叠世晚期^[40]。热水塘一带可见与基性、超基性岩伴生以极薄层-薄层杂砂岩为标志的深海浊积岩。在景洪东南近澜沧江的南艺村发育一套晚泥盆世深水沉积的南光组粗碎屑岩。综合前述,在石炭纪一早二叠世为弧后洋盆,早二叠世晚期洋内俯冲形成洋内弧,晚二叠世一早中三叠世双向俯冲消亡。

2.6 昌宁-孟连结合带

昌宁-孟连结合带位于保山地块与临沧-澜沧岩浆弧带之间,向北延伸被碧罗雪山-崇山变质地块占据,再向北直至贡山丙中洛一带。该带蛇绿岩主要岩石类型有方辉橄榄岩、苦橄岩、堆晶辉长岩、辉绿岩、块状和枕状玄武岩、放射虫硅质岩等;基质主要由两部分岩石组成:一类为强烈变形和剪切形成的绢云片岩、绢云石英片岩^[41],原岩主要为一套复理石碎屑岩系,属于洋盆地层系统中的大洋沉积岩石组合;另一类为阳起片岩、绿帘阳起片岩,系蛇绿岩上部端元玄武岩及火山碎屑岩系变质而成,属于洋盆地层系统中洋中脊岩石组合的一类。

作为特提斯洋主洋盆演化的地质遗迹构造带,昌宁-孟连结合带具有原-古特提斯洋连续演化的洋

盆地层系统地质记录。南汀河蛇绿岩中获得堆晶辉长岩和辉长岩的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄 473Ma 和 443Ma^[43];铜厂街 N-MORB 特征的洋脊玄武岩年龄为 385Ma,时代为中泥盆世^[43],其余为早石炭世,与玄武岩伴生的含放射虫硅质岩为远洋深海沉积。在曼信、孟连等地,洋脊及准洋脊玄武岩中见有多层呈透镜状产出、具枕状构造的苦橄岩^[44]。

该带上的洋岛-海山岩石组合主要出露在曼信、依柳、老厂等地,主要为石炭纪一二叠纪的洋岛玄武岩^[45],及玄武岩之上正常沉积过渡的灰岩。而且洋岛-海山的岩石组合和层序结构与现代太平洋中广泛发育的洋岛-海山的特征相当^[40]。近年来云南地调院在耿马回爱、帕秋一带新发现泥盆系曼信组洋岛火山岩,地球化学特征类似于亚速尔型洋岛玄武岩。而石炭一二叠纪(平掌组-鱼塘组)洋岛-海山广泛分布在昌宁-孟连带。相关研究表明,该套石灰岩均不含陆源碎屑,为远离大陆的台地碳酸盐岩^[45]。昌宁-孟连洋在向东俯冲消减过程中形成以 421 ~ 418Ma 的大中河火山岩,二叠纪末一早三叠世发生弧-陆碰撞作用,昌宁-孟连洋闭合,最终被上三叠统普遍不整合覆盖。

3 结论

造山带的物质组成和结构构造异常复杂,存在许多难题。通过对造山带洋盆地层系统的综合研究,恢复各地质单元原始构造背景,有利于进一步提升造山带的研究成果、更精确地重建各构造单元的地质构造演化历史,进一步取得一些创新性成果。

西南三江地区经历了漫长而复杂的地质演化历程,发育了复杂的洋板块地层系统,蕴藏着特殊的洋板块地质学所包含的沉积建造、岩浆岩组合、变质作用等地质信息,记录了从特提斯大洋形成、演化、俯冲消亡到两侧多岛弧盆系发育并转化为造山系的洋陆转换过程。在西南三江地区开展详细的洋盆地层系统研究,可有效推进三江地区巨型造山带的研究,精确重建三江地区特提斯大洋的演化历程。

注释:

①西藏自治区地质调查院. 中华人民共和国然乌区幅区域地质调查

报告[R].2009.

参考文献:

- [1] 刘增乾, 李兴振, 叶庆同, 等. 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.
- [2] 钟大赉, 等. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京:科学出版社, 1998.
- [3] 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. 1-276.
- [4] 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. 1-420.
- [5] 潘桂棠, 王立全, 李荣社, 等. 多岛弧盆系构造模式:认识大陆地质的关键[J]. 沉积与特提斯地质, 2012, 32(3):1-20.
- [6] Isozaki Y, Maruyama S, Fukuoka F, et al. Accreted oceanic materials in Japan [J]. *Tectonophysics*, 1990, 181:179-205.
- [7] Hsu K J. The concept of tectonic facies [J]. *Bulletin of Technique University Istanbul*, 1991, 44(1/2):25-42.
- [8] Kusky T M, Bradley D C. Kinematics of mélangé fabrics: Examples and applications from the McHugh complex, Kwnai Peninsula, Alaska [J]. *Journal of Structural Geology*, 1992, 21:1773-1796.
- [9] Boudier F, Nicolas A, Ildefonse B. Magma chambers in the Oman ophiolite: Fed from the top and the bottom [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1996, 144: 239-250.
- [10] Kusky T M, Windley B F, Safonova I, et al. Recognition of ocean plate stratigraphy in accretionary orogens through Earth history: A record of 3.8 billion years of sea floor spreading, subduction and accretion [J]. *Gondwana Research*, 2013, 24:501-547.
- [11] 潘桂棠, 肖庆辉, 尹福光, 等. 中国大地构造图说明书(1:2 500 000) [M]. 北京:地质出版社, 2015.
- [12] 潘桂棠, 王立全, 张万平, 等. 青藏高原及邻区大地构造图及说明书(1: 1 500 000) [M]. 北京:地质出版社, 2013.
- [13] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质, 2009, 36(1):1-28.
- [14] 张克信, 何卫红, 徐亚东, 等. 中国洋板块地层分布及演化[J]. 地学前缘, 2016, 23(6):24-30.
- [15] 潘桂棠, 陈智梁, 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.
- [16] 李兴振, 刘增乾, 潘桂棠, 等. 西南三江地区构造单元划分及地史演化[A]. 中国地质科学院成都地质矿产研究所所刊(13)[C]. 北京:地质出版社, 1991, 1-19.
- [17] 尹福光, 孙志明, 胡世华, 等. 中国西南三江地质图说明书[M]. 北京:地质出版社, 2013.
- [18] 莫宣学, 路凤香, 沈上越, 等. 三江特提斯火山作用与成矿[M]. 北京:地质出版社, 1993. 7-234.
- [19] 四川省地质矿产局. 1:25万区域地质图(甘孜县幅、新龙县幅、石渠县幅、蒙沙村幅)[R]. 2000-2007.
- [20] 四川省地质矿产局. 1:5万区域地质图(木拉幅)[R]. 1998-2001.
- [21] 王康明, 龙斌, 李雁龙, 等. 四川木里海相侏罗纪地层的发现及地质意义[J]. 地质通报, 2002, 21(7):421-427.
- [22] 王立全, 潘桂棠, 李定谋, 等. 金沙江弧-盆系时空结构及地史演化[J]. 地质学报, 1999, 73(3):206-218.
- [23] 韩松, 贾秀勤, 黄忠祥, 等. 云南金沙江蛇绿岩的地球化学特征及其成因的初步研究[J]. 岩石矿物学杂志, 1996, 15:203-212.
- [24] 吴浩若. 滇西北金沙江带早石炭世深海沉积的发现[J]. 地质科学, 1993, 28(4):395-398.
- [25] 孙晓猛, 聂泽同, 梁定益, 等. 滇西北金沙江带硅质岩沉积环境的确定及大地构造意义[J]. 地质论评, 1995, 41(2):174-179.
- [26] 路远发, 战明国, 陈开旭, 等. 金沙江构造带嘎金雪山岩群玄武岩铀-铅同位素年龄[J]. 中国区域地质, 2000, 19(2):155-158.
- [27] 王冬兵, 王立全, 尹福光, 等. 滇西北金沙江古特提斯洋早期演化时限及其性质: 东竹林层状辉长岩锆石 U-Pb 年龄及 Hf 同位素约束[J]. 岩石学报, 2012, 28(5):1542-1550.
- [28] 彭兴阶, 等. 藏东芒康、盐井地区首次发现晚寒武世和志留纪地层[J]. 中国区域地质, 1990, (1):89.
- [29] 王立全, 李定谋, 管士平, 等. 云南德钦鲁春-红坡牛场上叠裂谷盆地演化[J]. 矿物岩石, 2001, 21(3):81-89.
- [30] 王保弟, 王立全, 王冬兵, 等. 三江上叠裂谷盆地人支雪山组火山岩锆石 U-Pb 定年与地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2011, 30(1):25-33.
- [31] 王立全, 李定谋, 管士平, 等. 云南德钦鲁春-红坡牛场上叠裂谷盆地“双峰式”火山岩的 Rb-Sr 年龄值[J]. 沉积与特提斯地质, 2002, 22(1):65-71.
- [32] 刘俊来, 唐渊, 宋志杰, 等. 滇西哀牢山构造带:结构与演化[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2011, 41(5):1285-1303.
- [33] Yunmul Jr G P, Zhou M F, Wang C Y, et al. Geology and geochemistry of the Shuanggou ophiolite (Ailaoshan ophiolitic belt), Yunnan Province, SW China: evidence for a slow-spreading oceanic basin origin [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2008, 32(5/6):385-395.
- [34] Jian P, Liu D Y, Kroner A, et al. Devonian to Permian plate tectonic cycle of the Paleo-Tethys orogen in Southwest China: insights from zircon ages of ophiolites, arc/back-arc assemblages and within-plate igneous rocks and generation of the Emeishan CFB province [J]. *Lithos*, 2009, 113(3/4):767-784.
- [35] 简平, 汪啸风, 何龙清, 等. 金沙江蛇绿岩中斜长岩和斜长花岗岩的 U-Pb 年龄及地质意义[J]. 岩石学报, 1999, 15:590-593.
- [36] 唐尚鹑, 李经典, 何叔欣, 等. 哀牢山北段金矿成矿带成矿规律初探[J]. 云南地质, 1991, 10(1):44-69.
- [37] 李光勋, 蒋志文, 薛啸峰, 等. 对哀牢山老王寨一带(含金)地层层序及时代的认识[J]. 云南地质, 1989, 8(2):178-180.
- [38] 雷德俊. 对澜沧江以西几条主要断裂带的认识[J]. 云南地质, 1987, 6(2):188-196.
- [39] 沈上越, 冯庆来, 刘本培, 莫宣学, 等. 三江地区南澜沧江带火山岩构造岩浆类型[J]. 矿物岩石, 2002, 22(3):66-71.

- [40] 张旗. 中国蛇绿岩研究中的几个问题[J]. 地质科学, 1992, 12: 139 - 146.
- [41] 张旗, 李达周, 张魁武, 等. 云南省云县铜厂街蛇绿混杂岩的初步研究[J]. 岩石学报, 1985, 1(3): 1 - 14.
- [42] 王保弟, 王立全, 潘桂棠, 等. 昌宁-孟连结合带南汀河早古生代辉长岩锆石年代学及地质意义[J]. 科学通报, 2013, 58(4): 344 - 354.
- [43] 莫宣学, 沈上越, 朱勤文, 等. 三江中南段火山岩-蛇绿岩与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [44] 朱勤文, 张双全, 谭劲, 等. 确定南澜沧江缝合带的火山岩地球化学证据[J]. 岩石矿物学杂志, 1998, 17(4): 298 - 307.
- [45] 刘本培, 冯庆来, 方念乔, 等. 滇西南昌宁-孟连带和澜沧江带古特提斯多岛洋构造演化[J]. 地球科学, 1993, 18(5): 529 - 539.

Oceanic plate stratigraphy and tectonic evolution of the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area in southwestern China

REN Fei¹, PAN Gui-tang¹, YIN Fu-guang¹, CHANG Meng-yao¹, XIAO Qing-hui²

(1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Information Center, Ministry of Land and Resources, Beijing 100037, China)

Abstract: The present paper focuses on the preliminary study of the distribution and tectonic evolution of the oceanic plate stratigraphy, including the successive evolution, stepwise amalgamation and plate-accretion, and final subduction, consumption and closure of the Proto- and Palaeo-Tethys ocean in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area in southwestern China. The Garze-Litang back-arc ocean basin has gone through the initiation during the Early Carboniferous, culmination during the Permian to the Middle Triassic, decline and westward subduction during the Late Triassic, and finally preservation of only a part of the ocean during the latest Late Triassic. The Ailaoshan back-arc ocean basin was formed no later than the Early Carboniferous, fully expanded during the the period from the Early Carboniferous to the Early Permian, subducted westwards at the end of the Early Permian or at the beginning of the Late Permian, and finally terminated during the Late Triassic. The Jinshajiang ocean basin was opened and expanded into an ocean during the Early Carboniferous, began subduction at the end of the Early Permian, culminated during the period from the Carboniferous to the early Early Permian, and came to the subduction and collapse during the period from the end of the Early Permian to the Early and Middle Triassic. The Lancangjiang back-arc basin began expansion during the Middle to Late Devonian, developed into a mature ocean basin during the period from the Carboniferous to the Early Permian. Then an intra-oceanic arc was created through intra-oceanic subduction, and finally the Lancangjiang back-arc basin was closed as a result of birectional subduction during the period from the Late Permian to the Early and Middle Triassic. The Changning-Menglian ocean as the major part of the Tethys ocean which represents the geological records of Proto- and Palaeo-Tethys oceanic evolution began subduction eastwards and consumption during the Late Ordovician, and finally closed due to the arc-continent collision during the period from the latest Permian to the Early Triassic.

Key words: ocean plate stratigraphy; ophiolitic mélangé; tectonic evolution; Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area in southwestern China