

文章编号: 1009-3850(2004)04-0013-08

大湄公河次地区构造单元划分

李兴振, 刘朝基, 丁俊

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 大湄公河次地区在地质构造上是西南三江构造带和华南加里东褶皱带的向南或南西的延伸。在理清了各构造单元的延伸趋势及其相互关系的基础上, 对该区大地构造单元作了统一划分和对比。以印缅山脉结合带、澜沧江-文冬-劳勿结合带、金沙江-哀牢山-马江结合带作为主结合带, 将该区划分为印澳板块、中缅马陆块、印支陆块和华南陆块 4 个一级单元。然后在亲冈瓦纳的中缅马陆块和亲华南型的印支陆块内再以次级结合带分别划分出 4 个二级构造单元: 亲冈瓦纳型的西缅微陆块、腾冲-毛淡棉微陆块、保山-掸泰微陆块、临沧-景栋微陆块, 亲华南型的景洪-帕府-东马来西亚微陆块、思茅-大叻微陆块、昆嵩微陆块和长山微陆块; 华南陆块以越北斋江结合带为界分为扬子和华夏两微陆块。简要论述了各构造单元的基本地质特征, 提出将可可西里-澜沧江-文冬-劳勿结合带作为南部冈瓦纳大陆和北部劳亚大陆的分界, 指出昆嵩微陆块和长山微陆块是华夏微陆块的南西延伸, 其西部的对应体可能是昌都微陆块。

关键词: 大湄公河次地区; 构造单元划分; 陆块

中图分类号: P542

文献标识码: A

1 前言

湄公河流域东南亚五国为欠发达国家, 是联合国重点关注的地区之一, 将开发当地的矿产资源作为振兴经济的举措之一。在地质构造上, 该区是我国西南三江特提斯构造域和华南加里东褶皱带的向南或南西的延伸, 也是两大构造带相交接的地带。在理清二者相互关系和大湄公河次地区主要结合带的对比、连接的基础上, 为便于成矿带的合理划分和矿产形成分布规律的深入研究, 实施矿产资源“两种资源、两个市场”和“走出去”的战略, 笔者对该区大地构造单元作了统一划分。

由于作为一级构造单元的结合带已另文^[1]阐述, 本文不再将其作为一级构造单元考虑, 而是视其规模大小和主次, 将它们作为一级和二级构造单元的分界。即以印缅山脉结合带、澜沧江-文冬-劳勿

结合带和金沙江-哀牢山-马江结合带作为主结合带, 将该区划分出印澳板块、中缅马陆块、印支陆块和华南陆块 4 个一级构造单元。然后在亲冈瓦纳的中缅马陆块和亲华南的印支陆块内再以次级结合带为界分别划出 4 个二级构造单元; 在华南陆块中, 以越北斋江结合带为界分为扬子微陆块和华夏微陆块。

本文除对少数三级构造单元予以简述外, 仅对二级以上构造单元的基本地质特征作重点阐述。

2 构造单元划分方案

I—印澳板块

I₁—阿萨姆-若开前渊带

I₂—西隆地块

——印缅山脉结合带——

II—中缅马陆块

- II₁—西缅微陆块
 - 葡萄-密支那结合带——
- II₂—腾冲-毛淡棉微陆块
 - 班公湖-怒江-潞西-抹谷结合带——
- II₃—保山-掸泰微陆块
 - 昌宁-孟连-清迈结合带——
- II₄—临沧-景栋微陆块
 - 澜沧江-文冬-劳勿结合带——
- III—印支陆块
 - III₁—景洪-帕府-东马来西亚微陆块(或火山弧带)
 - 难河-沙缴-何仙结合带——
 - III₂—思茅-大叻微陆块
 - 哀牢山-斯雷博河结合带——
 - III₃—昆嵩微陆块
 - 车邦-岷港结合带——
 - III₄—长山微陆块
 - 金沙江-哀牢山-马江结合带——
- IV—华南陆块
 - IV₁—华夏微陆块
 - 斋江结合带——
 - IV₂—扬子微陆块

3 各构造单元基本地质特征

3.1 印澳板块

印澳板块是指雅鲁藏布江和印缅山脉结合带以

南和以西、印度洋中脊(中印度洋海岭和东印度洋海丘)以北的印度和澳大利亚大陆及其间的印度洋部分。该板块西段北缘喜马拉雅至印缅山脉一带,由于阿尔卑斯-喜马拉雅带特提斯洋的闭合已与欧亚大陆拼贴在一起;但东段北缘,从安达曼群岛到苏门答腊、爪哇、东帝汶一带,印澳板块还在继续向北和北东俯冲,形成爪哇海沟、安达曼海沟。安达曼海沟向北接阿萨姆-若开前渊带。该板块在本文中所涉及的仅是阿萨姆-若开前渊带。

阿萨姆-若开前渊带位于印缅山脉结合带西侧,印澳板块的西隆(Shillong)地块东部,即缅甸与印度东北部和孟加拉国交接地带。其北段印度部分称阿萨姆海槽,南段缅甸西部称若开海岸带^[2]。它们是印澳板块向北和北东俯冲、特提斯洋盆闭合后形成的新生代前渊。从该前渊的陆上到印度洋可能存在一个过渡性的残留海(或早期前陆盆地),这个残留海应是孟加拉湾及其海下扇东部所占据的位置(图1)。

带内始新世至渐新世主要发育一套复理石,偶夹硅质和滑移层(Slip horizons)。仅在兰里岛和切杜巴岛见有早始新世交互成层的砂岩、砾岩、粉砂岩和页岩;中新世和新近的沉积具类磨拉石特征,偶夹灰岩、白云岩和褐煤(图2)。最大厚度逾4000m^[2]。在兰里岛和切杜巴岛,以及附近许多小岛和更北部的主陆地区,渗出的天然气形成了巨大泥火山沉积体。

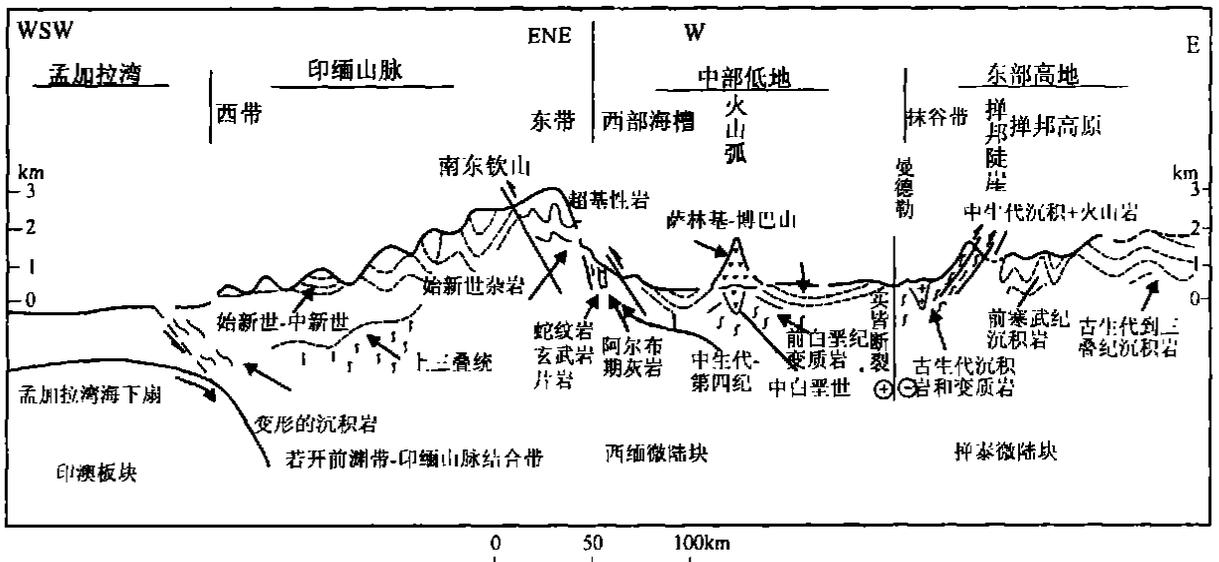


图1 缅甸博巴山所在纬度(约21°N)剖面略图(据 Myint Thein, 1992^[2] 略有修改)

Fig. 1 Simplified cross-section showing the latitudes (about 21°N) of the Bhoba Mountains in Burma (modified from Myint Thein, 1992)

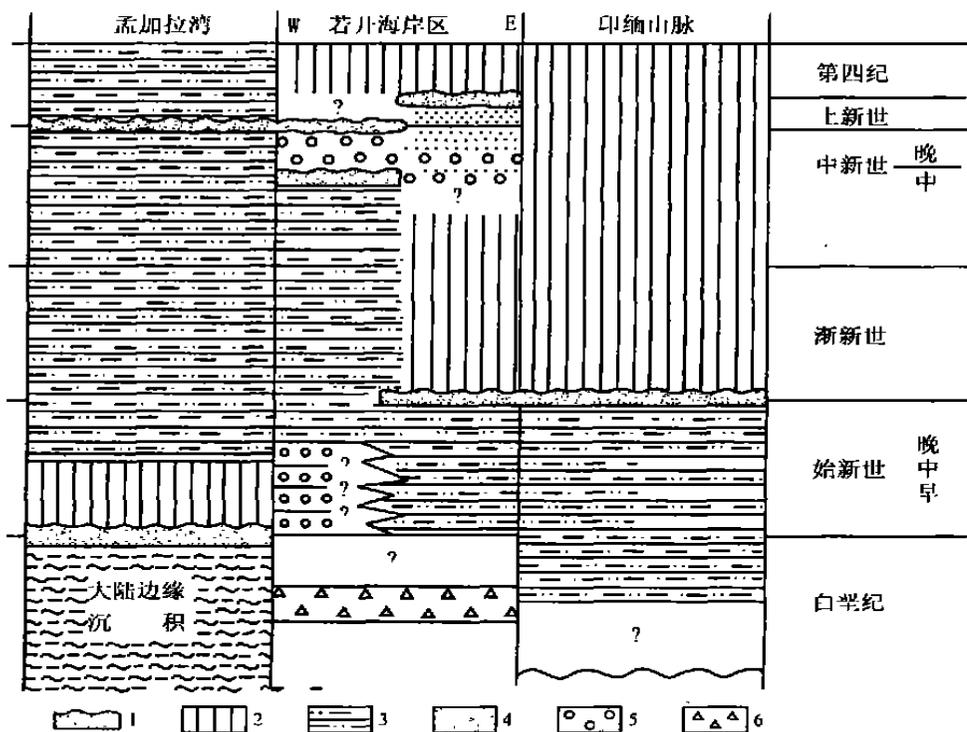


图 2 孟加拉湾—若开海岸区—印缅山脉后白垩纪沉积和岩相发育图^[2]

1. 不整合; 2. 沉积间断; 3. 复理石沉积; 4. 砂岩; 5. 浅水沉积(磨拉石); 6. 硅质岩

Fig.2 Development of the post-Cretaceous deposits and lithofacies in the Bay of Bengal Arakan coast and Indo-Burma Mountains

1=unconformity; 2= depositional hiatus; 3= flysch; 4= sandstone; 5= shallow-water (molasses) sediments; 6= siliceous rocks

在兰里岛的泥火山中有片岩和片麻岩的岩块^[3], 表明前渊下面是陆壳基底, 洋盆已消失。在构造变形上, 南部若开海岸地区及其近岸海域较北部强烈, 岩层陡倾, 具线型褶皱和冲断^[2]。在若开海岸地区有古、新近纪或现代火山作用^[2]。

3.2 中缅马陆块(亲冈瓦纳型)

中缅马陆块介于西部雅鲁藏布江-印缅山脉结合带和东部可可西里-澜沧江-文冬-劳勿结合带之间, 它有 4 个微陆块及其间规模较小或南延趋势不清的结合带构成。它具有亲冈瓦纳的特性: 二叠纪具冈瓦纳型舌羊齿植物, 在晚石炭—早二叠世期间发育有冰海混积岩 (diamictites) 和冷水动物群, 一些火山岩的岩石化学和地球化学表明其源地区地幔具亲冈瓦纳特征^[4,5]。它们原先是从南部冈瓦纳大陆分裂出来或是与冈瓦纳大陆亲缘的。向西接拉萨和羌塘陆块, 相当于基莫里大陆。

1. 西缅微陆块

西缅微陆块亦称西缅板块, 位于缅甸中西部, 介于印缅山脉结合带(西)和葡萄-密支那结合(东)之

间。除北部地区出露有可能为前寒武系变质基底外, 大部分为古、新近纪沉积物所覆盖, 覆盖层下面可能还有侏罗系和三叠系。

它可进一步划分为西部盆地、中央火山弧带和东部盆地 3 个次级单元(图 1)。东、西部盆地发育了巨厚的晚白垩世和新生代沉积, 以碎屑沉积为主。西部盆地沉积物厚达 10km。在西边, 含有安山岩到英安岩卵砾的晚白垩世马斯特里赫特期的砾岩盖在印缅山麓向东倾的早白垩世晚阿尔布期岩层之上, 暗示印缅山脉带东侧可能存在火山弧层序。可能正是基于这一点, 西部盆地被称作弧间裂谷盆地^[2]。

中央火山弧带介于东、西两盆地之间, 发育了一套晚中生代—早新生代的与印度尼西亚许多火山岩相似的高钾钙碱性火山岩, 并有 I 型花岗岩。火山岩的岩石化学资料表明, 从西向东, 岩浆起源的深度增加。认为火山岩是发育在向东倾的俯冲带上, 由上地幔物质部分熔融产生^[2]。

中央火山弧北段可能叠加在葡萄-密支那结合

带上,在其北段的夏杜苏—隆东段具有同实皆断裂东侧葡萄—密支那结合带相同的岩石组合,有成带展布的超基性岩、白垩系、花岗岩和新生代玄武岩;二者构造带宽度也大体一致,其西侧都为的一套变质岩系,沿实皆右行断裂复位后,它们可以很好地相连接。

有人认为西缅微陆块是在晚侏罗世时裂离冈瓦纳大陆,于白垩纪时拼贴到中缅马苏(Sibumasu)陆块上^[6]。但从印缅山脉结合带中三叠纪发育复理石、本身是雅鲁藏布江结合带之南延来看,西缅微陆块可能同拉萨陆块一样,在三叠纪开始时已裂离冈瓦纳大陆,在晚白垩纪时,随着葡萄—密支那洋的向东俯冲闭合而拼贴在东边的腾冲—毛淡棉微陆块上。

2. 腾冲—毛淡棉微陆块

该微陆块西界北段为葡萄—密支那结合带,南段为实皆断裂;东界北段为班公湖—怒江结合带南延的潞西—抹谷结合带,中段为潘隆(Panlaung)断裂(即格劳冲断带或 Nwalabo 断裂带的西界断裂),南段大致在茂奇—桑卡那武里—赛育—春蓬—甲米一线,直至马来西亚的凌加卫岛,即以墨吉群冰海混积岩的东界为界。

该带南段相当于 Hutchison 的墨吉—曼德勒褶皱带^[7]或克伦/丹那沙林单元^[2],北段即抹谷带和波密—腾冲变质、岩浆杂岩带^[5,8],即拉萨陆块的东段。该单元基本上有 3 部分组成:

(1)抹谷变质带和波密—腾冲变质、岩浆杂岩带,由变质结晶基底(局部达麻粒岩相)或强烈糜棱岩化和混合岩化的变质、岩浆杂岩组成。

(2)墨吉群(C₃—P₁)冰海混积岩带,主要由卵砾泥岩,少量浊积灰瓦岩、薄层灰岩和局部白色石英岩的互层组成,其中含有早二叠世冷水动物化石。冰海混积岩相当于拉萨陆块上同时代的含砾板岩。

(3)呈带状分布的中侏罗世至喜马拉雅期的中酸性深成岩浆岩带,以含 Sn—W 矿化的习称 S 型花岗岩为主,也有 I 型和兼有过渡型的 IS 型花岗岩。在北段腾冲和南段墨吉地区,从东到西都出现花岗岩形成时代由老变新的分带^[2,3],它们可能是班公湖—怒江洋向西俯冲和葡萄—密支那洋向东俯冲和后期碰撞造山阶段的产物。

带内还发育有新生代的中基性火山岩,其南段缅甸境内沿实皆断裂带分布的是碱性玄武岩,而腾冲地区则具钙碱性特征^[2]。

Barley 和 Pickard 也认为抹谷变质带(即本文之微陆块)构造上相当于拉萨地体和巴基斯坦的喀喇

昆仑地体,在沉积、岩浆活动和变质事件上三者具有相似性^[9]。喀喇昆仑地体具有与抹谷群类似的高级变质杂岩,也含有早二叠世到早侏罗世沉积,同样发育中侏罗世正片麻岩。如曼德勒含黑云母和角闪石的正片麻岩锆石 U—Pb 离子探针年龄为 170Ma,拉萨地体正片麻岩锆石常规 U—Pb 年龄为 170±6Ma,喀喇昆仑地体正片麻岩也具有侏罗纪的锆石常规 U—Pb 年龄。

拉萨陆块南有雅鲁藏布江结合带,北有班公湖—怒江结合带;喀喇昆仑地体南有希欧克河结合带(雅鲁藏布江结合带西段北部分支),北有鲁尚(Rushan)—普萨特(Pshart)结合带^[10,11];腾冲—毛淡棉微陆块北段西有葡萄—密支那结合带,东有潞西—抹谷结合带。向南,这两个结合带应有其进一步延伸。葡萄—密支那结合带南延可能在文多以南潜没在新生代沉积层之下,南段的实皆断裂可视为其东部边界;潞西—抹谷结合带在曼德勒以南可能被掩覆在墨谷带推覆体之下。

墨吉带的冰海相沉积原先是堆积在冈瓦纳大陆北部大陆棚或斜坡上,在特提斯洋 III 于侏罗纪闭合后的碰撞造山阶段,向东逆推到掸泰陆块西缘,并被中侏罗世红层所不整合覆盖。特提斯洋 III 向西俯冲,其火山弧可能以晚三叠世 Biya 灰岩系中的“绿片岩”为代表^[11]。值得注意的是在班公湖—怒江结合带东段西侧古米南西地区,上三叠统也发育一套玄武安山岩、安山岩、英安岩的火山岩系^[13],这很可能是班公湖—怒江洋向南西俯冲的结果。因此,特提斯洋 II 应是班公湖—怒江洋的南延。

虽然对于墨吉带与掸泰陆块是否为推覆构造接触有不同意见,但从上面的腾冲—毛淡棉陆块与拉萨陆块和喀喇昆仑陆块的分析对比,以及下面将要谈到的保山—掸泰陆块与腾冲—毛淡棉陆块具有明显不同来看,两陆块之间应有一个大的构造界线存在。

3. 保山—掸泰微陆块

保山—掸泰微陆块西以班公湖—怒江—潞西—抹谷结合带为界,东界为昌宁—孟连—清迈结合带和澜沧江结合带南段清莱—文冬—劳勿结合带。

微陆块的主要特点是:(1)具前寒武纪结晶基底,并主要以晚中生代—新生代形成的变质核杂岩形式出露,如云南西盟核杂岩^[4,7]和泰国北部因他暖山核杂岩^[13]。(2)晚前寒武纪至早中寒武世发育复理石沉积,如云南的公养河群^[4]和缅甸的昌马支群^[2]。(3)中晚寒武世开始,中部进入稳定地块发展阶段,沉积了一套浅海碳酸盐岩和碎屑岩;东部为

被动大陆边缘型碎屑岩、碳酸盐岩和基性火山岩;西部可能由于墨吉群、抹谷群和高黎贡山群的向东逆推,作为班公湖-怒江洋(特提斯洋 IID)的被动边缘沉积出露较少,在掸泰陆块西缘仅局部见有晚三叠世卡尼期的浊积岩和硅质岩等较深水沉积^[11];在保山地块西缘、怒江-龙陵大断裂东侧也有一套浅变质具复理石特征的碎屑岩和硅质岩^[14],可能是西部被动边缘带产物。侏罗纪时,陆块西缘转化为前陆盆地,发育了一套红色碎屑岩。(4)中三叠世时,稳定地块上都发育白云质“破灰岩”。需要指出的是,后3点是腾冲-毛淡棉和拉萨陆块所没有的,而且北部保山陆块上石炭统发育的认为是冰海相堆积的含砾碎屑岩和冷水动物群“*Eurydesma*”均有争议。在保山东边清水沟所见含砾碎屑岩更像是断陷槽边坡上的重力流堆积^[14]。而且晚石炭世保山地区处于南纬25°—30°,相当于现今澳大利亚中、南部,显然不可能发育大陆冰川,甚至连来自南极洲的冰山恐也难以抵达。加之有同时期的玄武岩和玄武安山岩的喷溢,表明保山地块东部处于一种引张裂隙的环境,很容易形成重力流堆积。

保山-掸泰陆块可以划分为两个次级单元,即中部的保山-掸邦地块和东部的耿马-南奔被动边缘褶皱冲断带。

4. 临沧-景栋微陆块

临沧-景栋微陆块夹持于西边的昌宁-孟连-清迈结合带和东边的澜沧江-清莱结合带之间,南端终止于南奔以南,即清迈结合带与清莱结合带交汇处,向北延接羌塘微陆块。

微陆块主体由前寒武系变质岩和上古生界—中新生界沉积岩和以三叠纪为主的花岗岩组成。前寒武系主要出露于东部,南延至缅甸和老挝交界地带,为各种混合岩、片麻岩、变粒岩和片岩^[2,5,15]。原岩为一套复理石碎屑岩夹基性火山岩、硅质岩和碳酸盐岩^[5]。西部晚古生代发育一套被动大陆边缘碎屑岩(含浊积岩),夹基性火山岩、硅质岩和碳酸盐岩;中生代在北部为海陆交互相至陆相红色碎屑岩,三叠系、侏罗系和白垩系分别不整合在下伏地层之上^[5,14]。花岗岩主要是壳熔的,有的具IS型花岗岩特征,多呈大的复式岩基产出,如北部云南的临沧花岗岩基和南部泰国北部的坤丹花岗岩基,缅甸景栋地区的花岗岩也是个大的岩基,这三个大岩基甚至有可能是相连的。

3.3 印支陆块(亲华南型)

印支陆块西界为澜沧江-清莱-文冬-劳勿结合

带,东界为金沙江-哀牢山-马江结合带,陆块核部结晶基底见于南东的昆嵩地块和北西的昌都地块,其两侧为早古生代褶皱带。

印支陆块也由4个微陆块和介于其间的结合带构成,自西向东有景洪-帕府-东马来西亚微陆块(或火山弧带)、难河-沙缴-何仙结合带、思茅-大叻微陆块、哀牢山-斯雷博河结合带、昆嵩微陆块、车邦-岷港结合带和长山微陆块。

印支陆块上未见上石炭—下二叠统冰海相混积岩,很少见有冷暖水生物的混生,即使混生也以特提斯暖水生物和华夏植物群为主,显示亲华南(含扬子)的特征。长山微陆块或褶皱带更可能是华南加里东褶皱带的向南西延伸。

1. 景洪-帕府-东马来西亚微陆块(或火山弧带)

该微陆块介于澜沧江-清莱-文冬-劳勿结合带和难河-沙缴-何仙结合带之间,主体由二叠—三叠纪火山-沉积岩系构成,可分为东西两条火山弧带,在泰国北部中间夹一个中生代南邦盆地。西部为景洪-清孔-达府火山弧带,向南延接马来半岛东部火山弧带;东部为梅曼火山弧带(Charusiri et al., 1996, Excursion Guidebook of Geological Investigation on Northern Thailand Region),向北接南澜沧江带的东弧火山岩带^[16],南为庄他武里火山弧带。西火山弧带的特征是不仅在二叠—三叠系发育一套从基性到酸性的钙碱性火山岩,中上三叠统(不整合在下伏地层之上)不发育碰撞后的高钾钙碱性火山岩^[17]。两带都有I型花岗岩发育。

该微陆块未见老的基底出露。早古生代地层主要出露在南东段的泰国庄他武里和柬埔寨的贡布一带,主要为一套石英岩和片岩和大理岩^[18,19]。泥盆—石炭纪主要沉积了一套碎屑岩和碳酸盐岩,在中国云南和缅甸交界的南光一带的泥盆系发育一套被动大陆边缘斜坡至盆地相的浊积砂板岩、硅质岩和重力流堆积的砂板岩^[12],因含植物茎干化石先前曾被定为陆相沉积。侏罗—白垩系为一套红色碎屑岩。古、新近系为断陷盆地沉积,含褐煤,主要发育于泰国北部和中部,从北到南,由陆相到海相^[18]。

2. 思茅-大叻微陆块

思茅-大叻微陆块西—南西以难河-沙缴-何仙结合带为界,东和东北以哀牢山-斯雷博河结合带为界,微陆块西部为中生代盆地,东部为晚古生代弧火山岩带。

(1) 思茅-彭世洛-大叻中生代盆地。在北部兰坪思茅盆地出露最老层为无量山群变质岩,其

次为石炭—二叠系火山—沉积岩系,主要发育在小黑江一带,内含浊积岩。中三叠统不整合在下伏褶皱岩层之上(图3)。中上三叠统主要为碎屑岩和碳酸盐岩,下部发育有浊积砂板岩,上部为磨拉石堆积,中侏罗世后转为陆相,发育一套红色碎屑岩。古、新近系主要发育在一些走滑拉分盆地中,为红色碎屑岩、石膏盐、岩盐和煤系,整个中生代沉积和构造变形显示前陆盆地特征,为一两侧造山带向盆地内部逆冲扩展前陆盆地,它是在两侧弧前盆地基础上因背冲断裂而发展起来,故称作背冲扩展式前陆盆地^[14]。

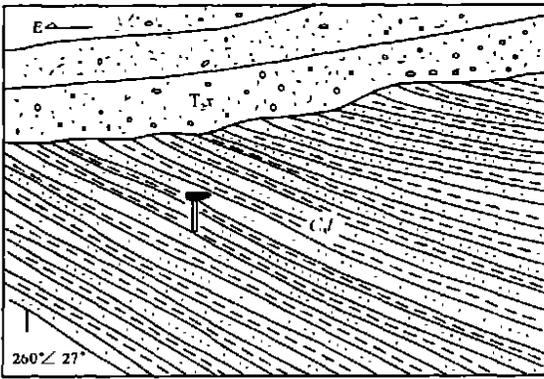


图3 思茅云仙下坡头村中三叠统下坡头组(T_{2x})与石炭系龙洞河组(C_{3l})不整合接触

Fig. 3 The unconformable contact between the Middle Triassic Xiapotou Formation (T_{2x}) and Carboniferous Longdonghe Formation (C_{3l}) in Yunxian, Simao, Yunnan

在泰国彭世洛盆地主要发育侏罗—白垩系红色碎屑岩,在难河—程逸结合带东侧发育有时代可能为二叠—三叠纪的一套厚层—巨厚层的砾岩层,含有火成碎屑岩和花岗岩的碎屑^[18],可能是前陆盆地磨拉石堆积。

在柬埔寨和越南南部主要为新生界,且以第四系为主,其次为侏罗系和白垩系,零星出露有三叠系。三叠系为一套碎屑岩,东部为粗碎屑岩夹火山碎屑岩,侏罗—白垩系为一套由海相—陆相的碎屑岩。新生代发育有玄武岩^[19,20]。

(2) 墨江—黎府—罗文真火山弧带。该带北段为太忠—李仙江火山弧,石炭系为一套复理石砂板岩(浊积岩)、硅质岩、基性火山岩和流纹岩及碳酸盐岩,火山岩具双峰式特点。晚二叠世为火山弧发育期,发育了一套碎屑岩、碳酸盐岩和玄武岩、安山岩及火山碎屑岩。玄武岩为拉斑系列和钙碱系列^[14,17]。

在老挝地区除有少量中古生界(D—C₁)海相碳酸盐岩外,主要为上古生界(以C₂—P为主)的碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩,火山岩主要为二叠系安山岩和英安岩^[13]。

在黎府—碧差汶带,志留—泥盆系为一套浅变质碎屑岩夹基性和酸性火山岩;石炭系为碎屑岩、硅质岩和灰岩;二叠系为一套碎屑岩和集块岩、安山岩的火山—沉积岩系,碧差汶地区发育浊积岩,上二叠统产华夏植物群;下三叠统为安山岩和英安岩,不整合在二叠系之上,其上又为晚三叠世的沉积所不整合^[18]。

在柬埔寨和越南中南部零星出露的石炭—二叠系中,除了碳酸盐岩和碎屑岩外,主要是发育于上二叠统的玄武岩、安山岩和流纹岩^[19,20],这与北部太忠—李仙江带在时间上相对应。火山弧带在黎府—碧差汶带还发育有I型花岗岩。

3. 昆嵩微陆块

昆嵩微陆块北以车邦—岷港结合带与长山微陆块相隔;南界和西界为哀牢山—斯雷博河结合带。它由昆嵩地块、桑河构造带和呵叻盆地3个次级单元构成。

昆嵩地块位于东部,主要由太古宇和元古宇构成。太古宇下部为镁铁质麻粒岩、变火山岩,具镁铁质特征;中部为辉石—石榴子石—堇青石斜长片麻岩,具镁铁质—硅铝质特征;上部主要为高铝的黑云母—石榴子石花岗岩,具硅铝质特征。元古宇为辉长角闪岩、角闪岩和斜长片麻岩和夕线石片岩,以及混合花岗岩。其上的盖层主要是中三叠统碎屑岩、碳酸盐和流纹岩,以及中侏罗统的造山磨拉石相的砂岩和砾岩^[21]。

桑河构造带位于昆嵩地块西侧,Le Van De 称作公河带^[21],但其构造带主要位于桑河中上游,故笔者称作桑河构造带。该带主要由寒武系片岩、石英岩,志留系页岩和泥盆系含放射虫的硅质岩组成,这些岩石形成于海沟环境。沿昆嵩地块和桑河带之间的波科河(桑河上游)出露有许多早古生代的变辉石岩,变纯橄榄岩和蛇纹岩,并被叫作波科河结合带^[21]。因此,它是一个早、中古生代的褶皱带。

呵叻中生代盆地位于微陆块最西部,部分叠置在哀牢山—斯雷博河结合带上。盆地内发育的主要是三叠—白垩系呵叻群,为一套红色碎屑岩,最上部含岩盐,是重要的钾盐层所在(Charusiru et al., 1996)。

4. 长山微陆块或褶皱带

长山微陆块介于车邦—岷港结合带和马江结合

带之间,亦称长山褶皱带。

长山微陆块主要发育有奥陶纪至白垩纪的沉积岩和火山岩。最老的岩石在福华特地块,可能为元古宙和寒武纪的低级到高级的变质岩^[19]。它是一个类似于我国华南的加里东褶皱带,泥盆系红层不整合其上,而且中泥盆统中发育有华南型的 *Yunnanolepiform* (胴甲鱼)^[22],表明二者之间有紧密的联系。在其南、北部各有一个奥陶—志留纪的火山弧带,即南部的甘蒙—顺化火山弧带和北部的福华特火山弧带,发育一套钙碱性火山岩,特别是北部的火山弧带其岩石组合特征与越南北部湾沿岸带一样,发育了一套复理石型陆源—凝灰质岩层,夹安山岩、英安岩和硅质片岩;北部湾沿岸带属华南加里东褶皱带的南西延伸,笔者称作云开—姑苏火山弧带,表明长山褶皱带是华南云开大山及其东部部分加里东褶皱带(即华夏陆块)的向西延伸。

3.4 华南陆块

通常将哀牢山—马江结合带作为南部印支陆块和北部华南陆块的分界,但从上述可知,作为印支陆块的长山微陆块(或褶皱带)相当于华夏微陆块,故这一分界可能只适用于晚古生代。一是早古生代末华夏陆块与扬子陆块已拼接成统一的华南陆块,其中也包括扬子型的越北地块和黑河带;二是晚古生代,马江带同金沙江—哀牢山带一样,再次打开为洋。华夏微陆块与扬子微陆块在该区的分界为越北的斋江结合带。斋江结合带南西被红河左行走滑断裂所截切。如果将红河走滑断裂复原的话,斋江结合带可与马江结合带相接。与之相应的其北面的右江裂谷盆地可接马江带北面的黑河裂谷带;越北地块和广西西大明山隆起可接马江复背斜;斋江结合带南面的云开—姑苏岩浆弧带可接马江带南面的福华特火山弧带;云开岩浆弧带南东侧的华南加里东褶皱带可接长山褶皱带,华夏古陆接昆嵩地块。

扬子微陆块为大家所熟知,其地壳具3层结构——结晶基底(早元古代及其以前)、褶皱基底(中、晚元古代)、震旦纪及其以后的沉积盖层。这里需要特别提出的是,二叠纪与峨眉地幔柱活动有关的峨眉山玄武岩在红河断裂以南的云南省金平—越南黑河裂谷带均有发育,而且在黑河带还发育有科马提质熔岩和苦橄质熔岩^[23],以及橄榄岩、蛇纹石化纯橄榄岩、异剥橄榄岩、辉长岩和辉绿岩^[20]。科马提质熔岩和苦橄质熔岩的产生显然与峨眉地幔柱活动有关。黑河裂谷带(或小洋盆)与右江裂谷盆地和甘孜—理塘小洋盆,可能是围绕峨眉地幔柱,并受

其影响而在晚古代初引张基础上于晚古生代末至早中生代形成的3个呈串珠状相连的构造盆地。

参考文献:

- [1] 李兴振,刘朝基,丁俊.大湄公河次地区主要结合带的对比与连接[J].沉积与特提斯地质,2004,24(4):1—12.
- [2] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region. Vol. 12: Geology and Mineral Resources of Myanmar [M]. New York: United Nations, 1996.
- [3] MITCHELL A H G. The Shan Plateau and Western Burma: Mesozoic-Cenozoic plate boundaries and correlations with Tibet [A]. A. M. C. Sengor. Tectonic Evolution of the Tethyan Region [C]. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1989, 567—583.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] METCALFE I. Gondwana dispersion and Asian accretion [J]. Journal of Geology, 1995, Series B (5—6): 223—266.
- [7] HUTCHISON C S. The Palaeo-Tethyan realm and Indosinian orogenic system of Southeast Asia [A]. A. M. C. Sengor. Tectonic Evolution of the Tethyan Region [C]. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1989, 585—643.
- [8] 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.
- [9] BARLEY M E, PICKARD A L. Jurassic to Miocene magmatism and metamorphism in the Mogok metamorphic belt and the India-Eurasia collision in Myanmar [J]. Tectonics, 2003, 22(3): 4—1—11.
- [10] STRECKER M R, FRISCH, W, HAMBURGER M W et al. Quaternary deformation in the Eastern Pamirs, Tadjikistan and Kyrgyzstan [J]. Tectonics, 1995, 14(5): 1061—1079.
- [11] MITCHELL A H G. Late Permian-Mesozoic events and the Mergui Group Nappe in Myanmar and Thailand [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1992, 7(2/3): 165—178.
- [12] 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.
- [13] MACDONALD A S et al. The Doi Inthanon metamorphic core complex in NW Thailand: age and tectonic significance [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1993, 8(1—4): 117—125.
- [14] 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.
- [15] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region. Vol. 7: Lao People's Democratic Republic Explanatory Brochure [M]. New York: United Nations, 1990.

- [16] YANG KAIHUI, MO XUANXUE, ZHU QINWEN. Tectono-volcanic belts and late Palaeozoic-early Mesozoic evolution of Southwestern Yunnan, China [J]. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 1994, 10(3-4): 245-262.
- [17] 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.
- [18] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific and Department of Mineral Resources of Thailand. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region. Vol. 16: Mineral Resources of Thailand [M]. New York: United Nations, 2001.
- [19] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region. Vol. 10: Cambodia Explanatory Brochure [M]. New York: United Nations, 1993.
- [20] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific and General Department of Mines and Geology of Viet Nam. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region. Vol. 6: Viet Nam, Explanatory Brochure [M]. New York: United Nations, 1990.
- [21] LE VAN DE. Outline of plate-tectonic evolution of continental crust of Vietnam [A]. P Dheeradilok et al. Proceedings of the International Conference on stratigraphy and tectonic evolution of Southeast Asia and the South Pacific [C]. Bangkok, Thailand, 1997, Vol. 2, 465-474.
- [22] JANVIER P, TONG-DZU Y THANH, TA HOA PHUONG, DOAN NHAT TRUONG. The Devonian vertebrates (Placodermi, Sarcopterygii) from Central Vietnam and their bearing on the Devonian palaeogeography of Southeast Asia [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 1997, 15(4/5): 393-406.
- [23] FINDLAY R H. The Song Ma Anticlinorium, northern Vietnam; the structure of an allochthonous terrane containing an early Palaeozoic island arc sequence [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 1997, 15(6): 453-464.

Division of the tectonic units in the Greater Mekong subregion

LI Xing-zhen, LIU Chao-ji, DING Jun

(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*)

Abstract: Tectonically, the Greater Mekong subregion is the southward or southwestward extension of the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang tectonic zone in southwestern China and the Caledonian fold zone in southern China. On the basis of the findings of the extension trends of individual tectonic units and their interrelations, the tectonic units in this region have recently been divided into four first-order tectonic units including the Indo-Australian plate, Sino-Burma-Malaysia block, Indo-China block and South China block, bounded by the Indo-Burma Ranges, Lancangjiang-Bentong-Raub and Jinshajiang-Ailaoshan-Song Ma suture zones. Moreover the Sino-Burma-Malaysia and Indo-China blocks may be separately subdivided into four second-order tectonic units, i. e. the Western Burma, Tengchong-Moulmein, Baoshan-Shan Thai and Lincang-Kengtung microblocks within the Sino-Burma-Malaysia block, and Jinghong-Phrae-Eastern Malaysia, Simao-Da Lat, Kon Tum and Truong Son microblocks within the Indo-China block, bounded by the secondary suture zones. The South China block is separated into the Yangtze and Cathaysia microblocks by the Chay River suture zone in northern Viet Nam. The Hoh Xil-Lancangjiang-Bentong-Raub suture zone is interpreted as the boundary between southern Gondwana Land and northern Laurasia Land. The Kon Tum and Truong Son microblocks are believed to be the southwestward extension of the Cathaysia microblock, and the equivalent west of it may be the Qamdo microblock.

Key words: Greater Mekong region; division of tectonic units; continental block