缅甸中北部及邻区构造单元划分及新特提斯构造演化

王 宏[1,2] 林方成[2] 李兴振[2] 施美凤[2] 刘朝基[2] 石洪召[2]

(1. 中国地质科学院研究生院, 北京 100037; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081)

提要:青藏高原东南部特提斯研究是世界地质研究的热点之一,而缅甸及邻区作为滇藏新特提斯在东南亚的延伸地段,研究相对薄弱而分散。因此在特提斯构造域背景下,结合前人研究资料,通过区域对比分析,厘定区内各构造单元的延伸趋势及其相互关系,进行构造单元划分并论述新特提斯构造演化具有重要意义。基于区域构造-岩石组合的分布发育及时空属性特征,本文将该区划分为 7 个三级构造单元,自西向东依次为印度大陆东缘、印缅山脉结合带、西缅陆块、太公—密支那结合带、腾冲—毛淡棉陆块、潞西—抹谷结合带和保山-掸泰陆块。三条结合带的前身分别是该区新特提斯印缅山脉洋、太公—密支那洋和潞西—抹谷洋。这三支洋盆在晚三叠世时近同时开启,其形成、演化及闭合后的弧-陆、陆-陆碰撞拼合过程,构成了研究区中新生代构造环境演化的基本格局。

关 键 词:新特提斯;构造单元划分;构造演化;缅甸;东南亚

中图分类号:P544 **文献标志码**:A **文章编号**:1000-3657(2012)04-0912-11

研究区地处东南亚中南半岛西部, 位于东喜马拉雅构造结南南东侧,区域大地构造背景复杂[1-4],是特提斯构造体系正向碰撞和侧向走滑的转换带[5],经历了中生代新特提斯构造演化和新生代陆陆碰撞造山的叠加转换, 是东南亚构造环境演化较复杂的地带之一。如同青藏高原前身自新元古代以来具有“多陆块、多岛弧”组成的基本格架和特提斯洋盆开启和消亡的聚散历史[6]一样,缅甸中北部及邻区在中新生代同样显示了“多洋盆、多俯冲、多碰撞和多造山”长期的动力学作用过程, 最后构筑了由印缅山脉造山系、西缅盆地和中缅山脉造山系等组成的缅甸碰撞造山拼贴体。因此,本区的地质历史过程也是新特提斯洋盆开启、消减闭合,以致印度板块与亚洲大陆碰撞 (50~60 Ma)[7-8]过程的一部分。

然而,由于地缘关系,虽然中国境内特提斯部分已被诸多地质学家研究的比较深入, 但毗邻的缅甸地区及印缅邻区却限于当地研究水平和地区研究程度的差异,与滇藏特提斯相比还存在差距。近年来的地质研究也多是局限于特定地区[9-17],或是着眼于单一地质构造事件[18-27],对整个区域的构造环境演化则缺少系统深入的总结和宏观把握, 在一定程度上制约了对区域构造-岩石形成分布规律和区域成矿规律的认识, 同时也影响了人们对新特提斯洋整体演化的认识。笔者根据近年来承担的东南亚地区特别是中缅边界地区地质矿产对比研究项目成果,并综合前人对该区域在基础地质研究方面较丰富的资料, 对缅甸中北部及邻区的主要大地构造单元进行划分和总结,探讨该区新特提斯洋的形成演化过程,并建立新特提斯构造演化模式。

文中所涉及的新特提斯时期是指中晚三叠世形成的由班公湖—怒江洋和雅鲁藏布江洋两个主洋盆构成的新特提斯洋形成演化及闭合后不同陆块间碰撞造山的地质历史阶段, 即 Stocklin (1974)[28]和 Sengor(1989)[29]等所提及的新特提斯演化阶段,或者

收稿日期:2011-11-15;**改回日期**:2012-02-13

基金项目:“国家科技支撑计划项目 (2006BAB01A03-3)和中国地质调查局国土资源调查项目(1212010561507, 1212010913035)资助。

作者简介:王宏,男,1985 年生,硕士生,区域成矿规律与预测专业;E-mail: wangh1213@sina.com。

黄汲清和陈炳蔚(1987)[1]、罗建宁(1991, 1995)[30−31] 等的中、新特提斯演化阶段。

1　构造单元划分及基本地质特征

在大地构造研究中, 不同学派有着不同的构造单元划分依据。研究区是新特提斯构造域的重要组成部分, 区内主要构造单元在区域上与毗邻的中国藏南—滇西地区相应构造单元相互连接和延伸。本文采取潘桂棠等(2002)[32]对青藏高原及邻区进行大地构造单元划分的时空结构系统性、层次性和相关性原则, 借鉴近年来前人对三江中南段—东南亚地区的大地构造划分和研究[33−35],依据区域构造演化史、构造−岩石的分布发育情况及时空属性,将研究区自西向东划分为 7 个三级大地构造单元 (将冈瓦纳大陆群作为一级构造单元,印度大陆、滇缅马苏陆块区作为二级构造单元; 并将结合带作为与陆块并列的构造单元划分),即印度大陆东缘、印缅山脉结合带、西缅陆块、太公—密支那结合带、腾冲—毛淡棉陆块、潞西−抹谷结合带和保山—掸泰陆块(图 1)。

1.1　印度大陆东缘

该陆块边缘带位于印度西隆高原的东部, 印缅山脉结合带西侧, 是与印缅碰撞造山系相耦合的新近纪周缘前陆盆地带。主要由阿萨姆盆地、孟加拉盆地及南部若开海岸低地组成, 或称为阿萨姆—若开前陆盆地带[35]。

带内建造以前渊沉积为主, 如孟加拉盆地渐新世—更新世形成的巨厚前渊沉积, 但区域上中新世末期发生沉积间断[16, 36−37]。孟加拉盆地向北延伸逐渐过渡为阿萨姆古近纪陆架沉积; 向南转为孟加拉湾水下海底扇沉积; 向东南在若开海岸紧邻印缅山脉一侧则发育一套中—上新世磨拉石沉积, 并遭受构造形变,形成近南北向紧密褶皱带。在若开海岸兰里岛和切杜巴岛等地的中新世泥火山中含有基底性质的片岩、片麻岩岩块[19],暗示中新世时此地前渊带下已是陆壳基底,洋盆已消失。

1.2　印缅山脉结合带

该结合带在印缅邻区沿那加山、曼尼普尔山、钦山及若开山呈近 N−S 向展布,多被前人定义为孟加拉盆地洋壳东向俯冲形成的增生楔构造[18, 39−41],或被称为若开山—钦山—那加山褶皱带[42]、若开山脉带[43], 向南延伸接安达曼和尼科巴群岛及更南的苏门答腊。西侧与阿萨姆—若开前陆盆地带以耶道—济盖断裂相接触, 东侧与西部盆地带由那加断裂系所分隔。带内可分为东、西 2 个岩石−构造单元:

西印缅山脉结合带:主要为古近纪复理石建造,岩层以强烈褶皱逆冲变形为特征, 叠瓦构造和逆冲推覆构造发育。在北部那加山和曼尼普尔山地区,晚侏罗世—中始新世放射虫硅质岩、含放射虫和有孔虫灰岩与蛇绿岩紧密共生,具混杂岩特征[16, 40−41]。南部若开海岸山脉带核部出露有三叠纪变质基底[36, 44]。此带西缘的白垩纪—渐新世增生楔杂岩限定了孟加拉盆地的东界。

东印缅山脉结合带: 主要为巨厚的三叠纪和始新世—渐新世复理石建造及白垩纪—古新世远洋沉积,其上为上中新统—更新统磨拉石所覆盖。沿东部边界那加断裂系南北延伸约 1 500 km,整个断裂带都有蛇绿岩分布, 是区内发育最完整的蛇绿混杂岩带。该带代表了一条经历过强烈造山作用的构造带,表现为复理石单元的大规模逆掩冲断和紧闭的褶皱,褶皱轴面及冲断面一般向东倾斜,总体走向变动于 NNE—NS—NE 向。

1.3　西缅陆块

西缅陆块位于印缅山脉结合带和太公—密支那结合带及南延实皆走滑断裂带之间,亦称西缅板块[17, 36]或缅中盆地[13−14,16,43],构造上是与孟加拉俯冲系相匹配的一对弧前/弧后盆地[43],向南延入安达曼海。除北部甘高山出露前寒武纪变质基底外, 普遍为新生代沉积所覆盖,其下可能是侏罗系和三叠系。它可进一步划分为西部盆地带、中央火山弧带和东部盆地带 3 个次级单元。

西部盆地带:位于中央火山弧西侧,晚白垩世—始新世具弧前裂陷盆地性质, 新近纪转化为内陆断陷盆地,是缅甸最重要的新生代含油气盆地。主要由厚逾 10 km 的晚白垩世和新生代沉积岩构成,构造上为一宽缓的向斜。盆地西部出露上阿尔必阶—森诺曼阶灰岩、页岩[9],局部超覆于枕状玄武岩和晚三叠世浊积岩之上[11,16];其上是呈不整合接触的近 10 km 厚坎帕阶—第四系沉积。在区域上上古新统和上渐新统与下部坎帕阶呈不整合接触。

中央火山弧带:介于东、西两盆地带之间,与东印缅山脉蛇绿混杂岩带近平行展布, 发育一套从基性(橄榄粗玄岩)、中性(安山岩)到酸性(流纹岩)的晚中生代−新生代火山岩序列, 可南北追踪约 1 200 km。中酸性浅成侵入岩则主要发育在火山弧北段敏

金山脉的文多、班茂、梅扎及羌瓦一带,如班茂地区出露早白垩世末—晚白垩世初的花岗闪长岩体(K-Ar 年龄 94~98 Ma,Rb-Sr 等时线年龄 90~110 Ma),其侵入到遭受褶皱变形的厚层状玄武质安山岩与枕状玄武岩中[10,36]。岩石地球化学研究表明,火山岩具有岛弧型和陆缘型钙碱性岩石系列特征[45,46],并且横向上从西向东,岩浆起源深度具有逐渐增加的趋势。

东部盆地带:位于中央火山弧东侧,在古近纪具弧后裂陷盆地性质[10,16],新近纪转化为内陆断陷盆地。主要发育一套始新世—第四纪非海相沉积地层,一般上覆于变质基底之上。与西部盆地相比,东部盆地形成晚,沉积厚度小,构造变形也弱。

1.4 太公—密支那结合带

太公—密支那结合带沿缅北葡萄、密支那及太公一带展布,与东部抹谷变质岩带以高角度皎漂(Kyaukphyu)断裂相接触[11-12],其向北西延伸在南普柯地区与印缅山脉结合带汇合后与东延的雅鲁藏布江结合带相接;向南延为实皆走滑断裂。此带相当于 Metcalfe[47]的掸邦边界结合带,是西缅陆块与腾冲—毛淡棉陆块的分界。带内有大量早白垩世蛇绿岩残片分布,主要岩性为纯橄榄岩、方辉橄榄岩、二辉橄榄岩、异剥橄榄岩、辉石岩和辉长岩等,其次是白垩纪和新生代的沉积岩以及少量花岗岩和新生代中基性熔岩。

目前有关实皆断裂的研究较少[26],关于其板块边界地位问题尚存争议。该断裂为区内最重要的右旋走滑断裂,近 N-S 向延伸逾 1 200 km。沿断裂带西侧有蛇纹岩和前始新世玄武岩分布,暗示可能存在着一个与实皆断裂位置大致相同的中生代板块边界[10,42],是太公—密支那结合带的向南延伸。然而,在缅甸中南部这一老的边界结合带已被实皆走滑断裂系破坏或者被中部低地的古近—新近纪沉积物和火山岩覆盖了。运动学分析显示,实皆断裂向南与安达曼海弧后扩张脊相连[7,26,48],晚中新世以来表现为大规模右旋走滑活动,走滑位移量约为 450 km[10,14,48-49]。太公—密支那结合带南段即被实皆断裂右行走滑向北错移至坤蒙脊一带,呈现为紧密并列的一大一小两条结合带(图 1)。

根据区域构造-岩石组合特征,把雅鲁藏布江结合带、印缅山脉结合带与该结合带对比联系起来,可知雅鲁藏布江结合带向东延伸在缅北南普柯地区分为东西两支,西支为印缅山脉结合带;东支接太公—密支那结合带及实皆断裂,其间为西缅陆块。并且,西支形成时间晚于东支,致使与西支相匹配的岩浆弧(中央火山弧)部分叠加在东支之上[43]。

1.5 腾冲—毛淡棉陆块

该陆块由李兴振等[34]提出,主要由抹谷变质带和墨吉群及察隅—波密岩浆杂岩带组成,延向北西接拉达克—冈底斯—拉萨陆块[15,32];东界为嘉黎—高黎贡断裂及潞西—抹谷结合带,向南经掸邦陡崖断裂系东缘断裂延伸至茂奇—碧武里—甲米一线。

抹谷变质带呈“S”型展布,从毛淡棉向北延伸近 1 450 km 至东喜马拉雅构造结[10-12],向西与冈底斯弧相接。在云南高黎贡山及其西部地区也被称为波密—腾冲变质、岩浆杂岩带[35,50]。此带主要由片岩、大理岩、片麻岩、麻粒岩及混合岩和晚中生代花岗质侵入岩组成,代表了古近—新近纪实皆断裂右行走滑运动前因挤压变形而剥蚀出露的中下地壳部分,向北延对应拉萨地体未出露的中下地壳岩石[17]。前人研究认为抹谷变质岩带在地史演化过程中遭受过多期变质作用,如中生代、喜马拉雅期造山变质[51];早二叠世、早侏罗世及古近纪变质[11-12];古新世和晚始新世—渐新世变质事件[17]。变质建造原岩主要为前寒武纪—晚古生代沉积岩及燕山期侵入岩。带内中高级变质岩的黑云母 $^{40}Ar-^{39}Ar$ 测年揭示南段的抬升年龄为 25.9~36.2 Ma,中段为 16.6~24.2 Ma,北段(Mogok)为 16~19.5 Ma[13],自南而北抬升历史呈逐渐变新的趋势。侵入抹谷变质岩中的变形花岗岩成岩年龄 15.8 Ma[13]可能代表了带内韧性右行走滑剪切作用的结束时限。

墨吉群沿掸邦陡崖断裂系向南延伸,经茂奇、墨吉、普吉岛,直到马来西亚西部和苏门答腊;主要为一套晚石炭世—早二叠世地层,含冈瓦纳冰海相混积岩。岩层多发生弱变质,以含砾泥质板岩为主,区域上呈一狭长板岩带产出。构造上表现为大规模韧性走滑剪切和强烈的逆冲推覆[10,52]。向北、北西可与云南腾冲地区勐洪群下段含砾岩系、拉萨陆块上措勤—波密—察隅一带的上石炭统含冷水动物群化石的含砾板岩、大理岩、中酸性火山岩和类复理石含砾砂岩层序相对应。

此外,该陆块上自南至北发育有大量中新生代中酸性侵入岩。缅甸境内部分称为缅中花岗岩带[12,22],腾冲地区称为腾梁花岗岩。从岩性、形成时代及成因上大体可分为两类,即中侏罗世—早白垩世陆缘弧型

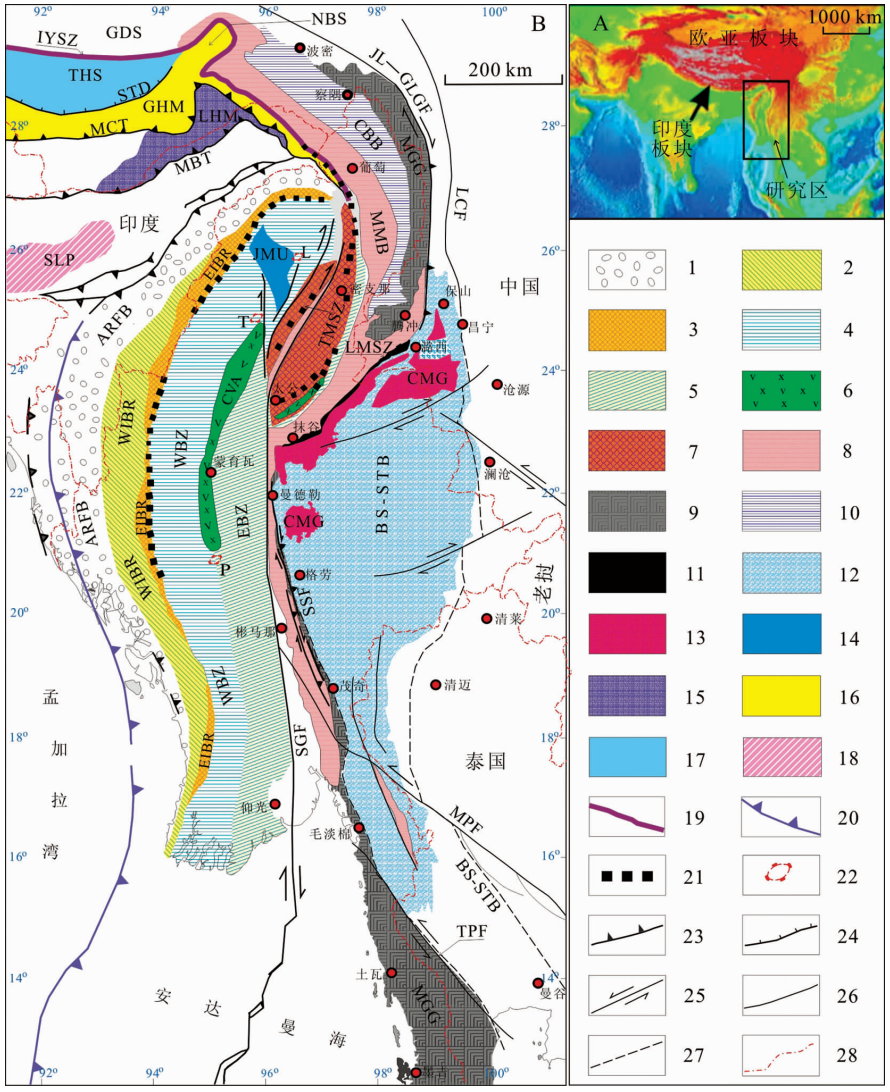


图 1　(A) 研究区B 位置示意;(B)缅甸中北部及邻区主要构造单元简图(据 Bertrand et al., 2003[14]; Mitchell et al., 2004[11], 2007[12]; Searle et al., 2007[17]; 林方成等, 2010❶, 2011❷; 许志琴等, 2011[6]等综合汇编)

1−ARFD−阿萨姆−若开前陆盆地带; 2−WIBR−西印缅山脉结合带; 3−EIBR−东印缅山脉结合带; 4−WBZ−西部盆地带; 5−EBZ−东部盆地带; 6−CVA−中央火山弧带; 7−TMSZ−太公−密支那结合带; 8−MMB−抹谷变质带及花岗质岩带; 9−MMG−墨吉组及花岗质岩带; 10−CBB−察隅−波密火成岩及少量片岩、大理岩带; 11−LMSZ−潞西−抹谷结合带蛇绿混杂岩; 12−BS−STB−保山−掸泰陆块; 13− CMG−昌马吉群/公河养群浊积层序; 14−JMU−硬玉矿抬升区; 15−LHM−低喜马拉雅; 16−GHM−高喜马拉雅; 17−THM－特提斯−喜马拉雅; 18−SLP−西隆高原; 19−IYSZ−印度斯−雅鲁藏布江结合带; 20−俯冲带; 21−蛇绿岩(IYSZ 之南延部分); 22−第四纪层状火山; 23−逆冲断裂; 24−拆离断裂; 25−走滑断裂; 26−断裂; 27−保山−掸泰陆块边界; 28−国境线; GDS−冈底斯主俯冲增生造山带; NBS−南迦巴瓦构造结; STD−藏南拆离系; MCT−主中央冲断裂; MBT−主边冲断裂; SGF－实皆断裂; SSF−掸邦陡崖断裂系; JL−GLGF−嘉黎−高黎贡断裂; LCF−澜沧江断裂; TPF−三塔断裂; MPF−眉萍断裂

Fig.1　(A) Map showing the location of the study area; (B) simplified map showing structural units in north−central Myanmar and adjacent areas (modified after Bertrand et al., 2003[14]; Mitchell et al., 2004[11], 2007[12]; Searle et al., 2007[17]; Lin Fangcheng, 2010, 2011; Xu Zhiqin et al., 2011[6])

1−ARFB−Assam−Rakhine foreland basin; 2−WIBR−Western India−Burma ranges suture; 3−EIBR−Eastern India−Burma ranges suture; 4−WBZ−Western basin zone; 5−EBZ−Eestern basin zone; 6−CVA−Central volcanic arc; 7−TMSZ−Taguang−Mytkyina suture; 8−MMB−Mogok metamorphic belt; 9−MMG−Mergui group and granitic zone; 10−CBB−Chayu−Bomi belt; 11−LMSZ−Luxi−Mogok suture; 12−BS−STB−Baoshan−ShanThai block; 13−CMG−Chaungmagyi group; 14−JMU−Jade mines uplift; 15−LHM−Lesser Himalaya; 16−GHM−Great Himalaya; 17−THM−Tethys−Himalaya; 18−SLP−Shilong plateau; 19−IYSZ−Indus−Yarlung Zangbo suture; 20−Subduction zone; 21−Ophiolites (south continuation of IYSZ); 22−Quaternary layered volcanoes; 23−Thrust fault; 24−Detachment; 25−Strike−slip fault; 26−Fault; 27−Baoshan−ShanThai boundary; 28−Border line; GDS−Gangdise main subduction accessional orogenic zone; NBS−Namche Barwa syntaxis; STD−South Tibetan detachment; MCT−Main central thrust; MBT−Main boundary thrust; SGF－Sagaing fault; SSF−Shan scarp fault; JL−GLGF−Jiali−Gaoligong fault; LCF−Lancangjiang suture; TPF−Three pagodas fault; MPF−Meiping fault

❶林方成, 等. 三江—湄公河成矿带地质背景与成矿规律对比研究成果报告. 成都地质调查中心内部资料, 2011.

❷林方成, 等. 中缅边界三江西南段—掸邦成矿带成矿背景及成矿规律对比研究成果报告. 成都地质调查中心内部资料, 2011.

钙碱性花岗岩 (抹谷带内,171~120 Ma)[17] 和晚白垩世—早始新世碰撞型花岗岩[22]。其中,前者以 I 型为主, 与藏西南拉达克和藏南冈底斯岩基的碰撞前花岗质岩相似[53-54];后者以 S 型为主,伴生有大量伟晶岩、细晶岩及 W-Sn 矿化和少量同岩浆火山岩。

1.6 潞西—抹谷结合带

潞西—抹谷结合带或称之为三台山蛇绿混杂岩带,向北经嘉黎—高黎贡断裂接班公湖—怒江结合带 [34,55], 但在西藏碧土以南至云南潞西一段未见踪迹,可能潜没在高黎贡山群东向逆冲推覆体之下。在潞西市西南三台山出露有超基性岩, 并显示蛇绿混杂岩特征, 混杂岩基质为三叠纪的片理化复理石砂板岩及硅质岩,其上局部为晚侏罗世岩层覆盖。在抹谷附近出露有与片麻岩相伴生的超镁铁质小岩体,可能是蛇绿岩的残余[52],向南则未见蛇绿岩物质出露,或可能潜没在墨吉群逆冲推覆体之下。但鉴于腾冲—毛淡棉陆块与保山—掸泰陆块在内部组成、结构及演化历史上的明显不同[34,52],本文暂定其沿着掸邦陡崖断裂向南延伸, 并把嘉黎—高黎贡断裂、潞西—抹谷结合带及掸邦陡崖断裂作为腾冲—毛淡棉陆块与保山—掸泰陆块之间的构造界线。

1.7 保山—掸泰陆块

该陆块从北部的保山向南经缅甸掸邦、泰国西部到泰国半岛南部童颂—沙敦一带, 东界为马来西亚文冬 (Bentong)至泰国清莱—清迈[10,52,56,57] 一线,向北穿过缅甸最东部接昌宁—孟连结合带[12],大致等同于李兴振等(2004)[35]的昌宁—孟连—清迈结合带及澜沧江结合带南段清莱—文冬—劳勿结合带。

此陆块为研究区内相对较大的块体, 具前寒武纪结晶基底。震旦纪—寒武纪发育一套过渡型浊积岩建造,在中国保山地区称为公养河群,在缅甸掸邦地区称为昌马支群;主要岩性为复理石砂板岩,含火山岩、硅质岩夹层。晚寒武世以来陆块总体进入稳定地块发展阶段,晚寒武世—三叠纪主体为稳定-次稳定型浅海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积,形成巨厚的掸邦高原灰岩;晚中生代发育陆相红层沉积,并不整合在下伏不同时代地层之上。构造上除陆块两侧有较强烈的逆冲和褶皱外,内部变形较弱,盖层岩石未变质。

2 新特提斯构造演化

通过上文对主要构造单元区域延伸及基本特征的总结概述,可知在整个特提斯构造格局中,研究区是滇藏新特提斯构造在东南亚的延伸地段。下文将对该区中晚三叠世以来相继发生的一系列微陆块的裂离漂移、洋盆形成及弧-陆、陆-陆间的碰撞汇聚过程进行初步探讨,进而建立区域构造演化模式(图 2)。

2.1 潞西—抹谷洋的形成演化

作为班公胡—怒江洋的东南延伸, 潞西—抹谷洋是东南亚新特提斯洋的东支洋盆, 其准确打开时间尚无定论。前人多认为班公胡—怒江洋形成于三叠纪[58]。莫宣学和潘桂棠(2006)[59]从班公湖—怒江蛇绿岩带中最老辉长岩 Sm-Nd 全岩-矿物内部等时线年龄 191 Ma 及地层关系判断其打开时间不晚于晚三叠世, 开始俯冲时间约在 170 Ma。由于沿潞西—抹谷缝合带出露的与其相耦合的岩浆岩、地层建造极少,通过与班公胡—怒江洋的对比研究,推测其打开于中晚三叠世,可能在早中侏罗世发生向西、南西的俯冲消减。

至于潞西—抹谷洋闭合、腾冲—毛淡棉陆块与保山—掸泰陆块碰撞拼合的时间, 则可以通过蛇绿岩与上覆地层的不整合关系以及形成于碰撞-后碰撞环境的强过铝花岗岩的时代来判断。研究表明,腾梁地区东河花岗岩带可能是特提斯怒江洋 (对应于本文潞西—抹谷洋) 洋壳俯冲碰撞过程中加厚地壳熔融的产物[60],为碰撞型岩浆岩。这一套具强过铝富钨锡矿化特征花岗岩的形成时代是晚侏罗世—早白垩世[60],而且三台山蛇绿混杂岩局部为晚侏罗世地层覆盖, 普遍被晚白垩世地层不整合覆盖。因此推断,潞西—抹谷洋闭合、腾冲地块与保山地块碰撞拼合的时间,可能自晚侏罗世开始,早白垩世末完成。这与班公胡—怒江洋主洋盆的闭合碰撞时间 (159~99 Ma)[59]是一致的。结合带南延部分虽受后期掸邦陡崖逆冲推覆破坏严重,未见蛇绿岩物质出露;但沿缅中南墨吉逆冲推覆体东缘仍出露有晚三叠世卡尼期的浊积岩和硅质岩等深水沉积[19],并且 Biya 灰岩系中的 “绿片岩” 可能代表了洋壳俯冲形成的火山弧成分[52]。但有关这些“大洋”成分的具体性质和构造意义,还有待于深入研究。

随着晚侏罗世潞西—抹谷洋的消亡, 潞西—抹谷蛇绿混杂岩带就位, 腾冲—毛淡棉陆块与保山—掸泰陆块拼贴聚合为一个整体, 形成早白垩世碰撞造山带。在挤压造山过程中,掸邦陡崖逆冲断裂系形成;沿结合带发生大规模逆冲推覆构造,并导致了墨吉群上石炭统—下二叠统沉积建造发生浅变质作

用,形成墨吉板岩带。

2.2 太公—密支那洋的形成演化

太公—密支那洋作为雅鲁藏布江洋在东南亚的东端分支(相当于 Mitchell(1989)[19]的洋 II),推测洋盆开启时间应与印缅山脉洋及雅鲁藏布江洋 (开启时间不晚于晚三叠世)一致,是在晚三叠世西缅陆块从印度大陆裂离的同时与腾冲—毛淡棉陆块发生裂离形成的。但由于葡萄、密支那及太公一带受后期构造-岩浆作用叠加破坏强烈,详细的岩石、构造证据有待于进一步的野外地质调查。

早侏罗世末, 太公—密支那洋可能开始向东发生俯冲, 腾冲—毛淡棉陆块西缘转化为安第斯型活动陆缘,发生不同程度的俯冲型构造-岩浆活动,即沿抹谷变质岩带呈南北向展布发育大量中侏罗世—早白垩世 I 型钙碱性花岗岩侵入体 (171~120Ma)[17]。该岩浆岩带代表了中侏罗世—早白垩世陆缘型岩浆弧。然而,与之相对应的同期俯冲型火山岩则很少,仅在皎基、帕安等地零星出露玄武质安山岩、粗安岩、英安岩等喷出岩。关于太公—密支那洋闭合、西缅陆块与腾冲—毛淡棉陆块碰撞拼合的时间, 可以通过蛇绿岩与上覆地层的不整合关系及形成于碰撞-后碰撞环境的强过铝花岗岩成岩时代来判断。在北段腾冲地区, 发育起源于中下地壳的过铝-强过铝高钾钙碱性花岗岩, 并具有碰撞-后碰撞花岗岩特征,锆石 SHRIMP U-Pb 测年结果显示,东侧的古永岩群花岗岩结晶年龄为晚白垩世 (76~68 Ma), 而西侧的槟榔江岩群花岗岩结晶年龄为稍晚的始新世(53 Ma)[61];在中南部缅甸境内,发育一套以 S 型为主的过铝质钙碱性中深成花岗岩(碰撞型),形成时代是晚白垩世—早始新世。结合带内蛇绿岩被渐新世—上新世沉积层不整合覆盖。这一典型的规模巨大的碰撞型岩浆岩带的存在及其形成时代和地层关系表明太公—密支那洋可能晚白垩世初闭合,始新世早期完成西缅陆块与腾冲—毛淡棉陆块的碰撞拼合。但不同地段在时间上、岩浆作用上可能并不同步。

太公—密支那洋晚白垩世初闭合后, 形成了晚白垩世—始新世碰撞造山带,西缅陆块(或弧地体)与腾冲—毛淡棉陆块连为一体, 缅甸除西部边界那加、若开一带外,形成统一大陆,即滇缅马苏陆块。造山过程以陆陆持续汇聚、地壳强烈缩短加厚、区域变质和大规模逆冲推覆为特征; 后期受印缅山脉洋俯冲碰撞及喜山运动的影响强烈, 经历区域收缩、旋转、伸展走滑等作用,腾冲—毛淡棉陆块被改造成为一个狭长的变质-岩浆岩带。

2.3 印缅山脉洋的形成演化

该洋盆是雅鲁藏布江洋在东南亚的西侧分支,也是东南亚新特提斯洋的主洋盆。晚三叠世时随着冈瓦纳(Gondwana)大陆北缘的解体,西缅陆块可能从印度大陆裂离,印缅山脉洋打开、扩张;发育一套被动陆缘型巨厚的三叠纪复理石沉积和白垩纪远洋硅质岩沉积, 以沿东印缅山脉结合带产出的强烈褶皱变形的三叠纪复理石建造为代表, 并在钦山地区与部分后期蛇纹石化超基性岩相接触。

侏罗纪,印缅山脉洋持续扩张。关于其开始俯冲时间的限定,目前尚不具有充分的地质依据。东侧与印缅山脉结合带近平行展布的 NNE-SSW 向中央火山岩带, 具有岛弧型和陆缘型钙碱性岩石系列特征 [46], 虽然形成时代主要是晚白垩世—古近-新近纪, 但在北段班茂地区出露有 100 Ma 左右的花岗闪长岩体(K-Ar 年龄 94~98 Ma, Rb-Sr 等时线年龄 90~110 Ma)[10], 并侵入遭受褶皱变形的厚层状玄武质安山岩及枕状玄武岩中。因此,初步推测洋壳在晚侏罗世或早白垩世初开始向北东发生俯冲, 西缅地区由被动陆缘转化为活动陆缘。

晚白垩世,在大洋板块俯冲的大背景下,受深部壳幔作用影响,中央火山弧西侧弧前盆地(西部盆地前身)局部伸展形成。古近纪,在幕次性伸展动力学背景下始新世—渐新世实皆断裂形成, 东部盆地在原有基底上逐步裂陷成形,与中央火山弧、西部盆地及孟加拉俯冲系一起形成典型的沟-弧-盆系统。早始新世, 印度—亚洲大陆开始在东犄角发生斜向碰撞(53~50 Ma[6]; ~45 Ma[62-63]),随后南侧的印缅山脉洋北段在晚始新世—渐新世逐渐消亡闭合, 略晚于雅鲁藏布江洋(50~60 Ma[7-8]; ~40 Ma[64-65]),东印缅山脉蛇绿混杂岩带就位,印度东缘前陆盆地带形成。地层关系上表现为沿印缅山脉产出有白垩纪—古新世的远洋沉积和始新世—渐新世复理石沉积, 且严重逆冲褶皱变形, 其上为上中新统和更新统磨拉石所覆盖。但印缅山脉洋南段可能转换于印度洋,并继续向北东俯冲,形成新生代安达曼-苏门答腊-爪哇海沟-岛弧带。

渐新世,印缅山脉洋消亡后,印度大陆岩石圈发生 A 型俯冲,继续向北北东、北东俯冲于西缅微陆

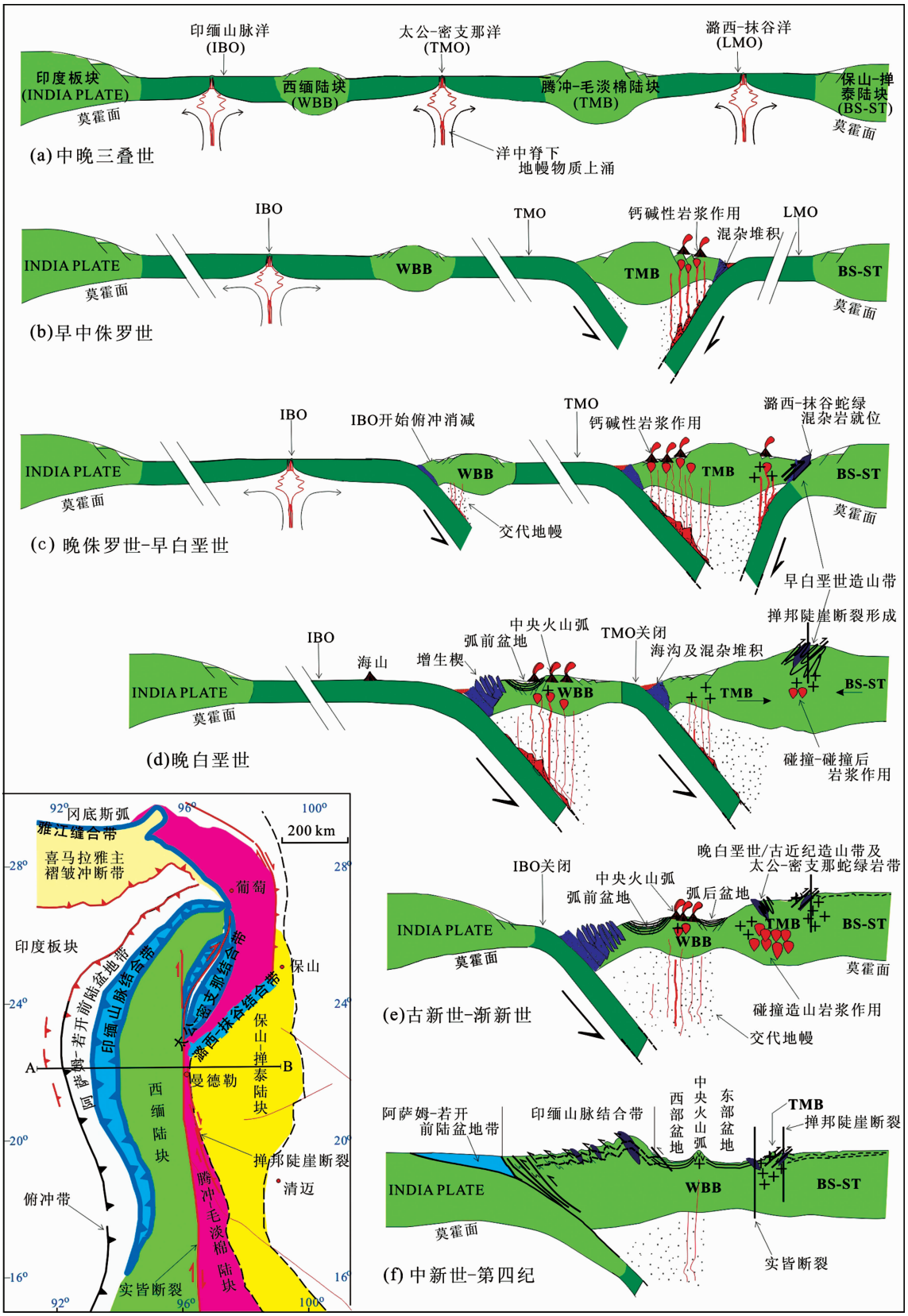


图 2 缅甸中北部及邻区新特提斯构造演化模式((f) 为过 A–B 线的横剖面)

Fig.2 Model showing Neo–Tethys tectonic evolution of north–central Myanmar and adjacent areas, (f) is a schematic cross section of line A–B

块之下(图 2-f)。横穿东构造结、缅甸弧和三江地区的近 E-W 向地震层析剖面[66],揭示了印度岩石圈板块出现在东构造结(即南迦巴瓦构造结,见图 1)东侧之下 300 km 的深度以及俯冲于缅甸弧之下达 500 km 的深度。晚渐新世以来,研究区在区域板块应力作用和深部壳幔作用动力学背景下,以陆内汇聚走滑、转换造山为主,造就了中缅挤压转换带和大型右行走滑断裂系(实皆断裂、嘉黎—高黎贡断裂、澜沧江断裂等)形成以及物质大量向南东和南挤出逃逸。

综上所述,研究区新特提斯大洋由潞西—抹谷洋、太公—密支那洋和印缅山脉洋构成。它们与滇藏班公胡—怒江洋和雅鲁藏布江洋的形成发展一脉相承,同样经历了大洋形成→洋盆扩张→俯冲消减→闭合造山完整而复杂的演化历史。这些洋盆打开时间大致相同,并于侏罗纪扩张到最大规模,形成三洋隔四陆的区域板块构造格局(图 2-b);但开始俯冲、碰撞闭合的时间不同。东支潞西—抹谷洋在早中侏罗世开始向西、南西俯冲消减,晚侏罗世初闭合,至早白垩世末完成腾冲—毛淡棉陆块与保山—掸泰陆块的碰撞拼合过程。中支太公—密支那洋在早侏罗世末开始向东俯冲,晚白垩世初闭合,至始新世早期完成西缅陆块与腾冲—毛淡棉陆块碰撞拼合过程。西支印缅山脉洋闭合较晚,在始新世/渐新世(约 33 Ma) 印度大陆东缘开始与西缅微陆块接触碰撞,至今仍处于 A 型俯冲碰撞阶段。在这样漫长的演化历程中,总的趋势是洋盆闭合、块体拼贴、印支陆块区的持续增生。

3　结　论

(1) 缅甸中北部及邻区地处东南亚西北部,大地构造上位于印度板块与亚洲大陆的巨型活动碰撞带内,即新特提斯构造域东喜马拉雅构造结南南东侧;渐新世以来,印度板块—亚洲大陆在东犄角的斜向俯冲碰撞奠定了研究区现今基本构造格架。

(2) 研究区可划分为 4 个陆块:印度大陆(东缘)、西缅陆块、腾冲—毛淡棉陆块和保山—掸泰陆块,其间夹持 3 条近 N-S 走向构造带,即印缅山脉结合带、太公—密支那结合带(及实皆断裂)和潞西—抹谷结合带(及掸邦陡崖断裂)。

(3) 研究区新特提斯大洋打开于晚三叠世,其中潞西—抹谷洋是班公湖—怒江洋的东南延伸,闭合于晚侏罗世;太公—密支那洋是雅鲁藏布江洋的东分支,在早侏罗世末开始俯冲,晚白垩世闭合;印缅山脉洋是雅鲁藏布江洋的西分支,在早白垩世初开始俯冲,晚始新世—渐新世闭合。

(4) 与潞西—抹谷洋西向俯冲碰撞有关,发育腾梁东河晚侏罗世—早白垩世碰撞型岩浆岩带和岩浆热液 W-Sn 成矿系统;与太公—密支那洋北东向俯冲碰撞有关,发育腾冲—毛淡棉中侏罗世—早白垩世陆缘型岩浆弧、晚白垩世—早始新世碰撞型岩浆岩带和岩浆热液 W-Sn 成矿系统;与印缅洋洋板东向俯冲有关,发育孟加拉海沟-弧前盆地-中央火山弧-弧后盆地晚白垩世—始新世沟弧盆系统和古近—新近纪斑岩-浅成低温热液 Cu-Au 成矿系统。

(5) 研究区新特提斯洋消亡后,构造运动以陆内汇聚走滑、转换造山为主,表现为印缅碰撞造山系形成、嘉黎—高黎贡和实皆断裂大规模右行走滑、掸邦陡崖断裂重新逆冲走滑、抹谷深变质岩带的伸展抬升以及物质大量向东南和南挤出逃逸等。

致谢:本文是在前人大量研究的基础上,对研究区的大地构造单元基本特征及新特提斯洋的形成演化作出的初步概括,在此对所参考和引用文献的作者表示衷心的感谢。

参考文献(References):

[1] 黄汲清, 陈炳蔚. 中国及邻区特提斯海的演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1987:1-190.
Huang Jiqing, Chen Bingwei. Tethys Evolution in China and Adjacent Regions[M]. Beijing:Geological Publishing House, 1987: 1-190 (in Chinese with English abstract).

[2] Sengor A M C. Tectonics of the Tethysides:Orogenic collage development in a collisional setting[J]. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 1987, 15:213-244.

[3] Metcalfe I. Gondwana dispersion and Asian accretion: an overview [C]//Metcalfe I (ed.). Gondwana dispersion and Asian accretion, Final Results Volume for IGCP Project 321. A.A. Balkema, Rotterdam, 1999:9-28.

[4] Metcalfe I. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002, 20:551-566.

[5] Holt W E, Ni J F, Wallace T C, et al. The active tectonics of the eastern Himalayan Syntaxis and surrounding regions [J]. Geophys. Res., 1991, 96(14):595-632.

[6] 许志琴, 杨经绥, 李海兵, 等. 印度-亚洲碰撞大地构造[J]. 地质学报, 2011, 85(1):1-33.
Xu Zhiqin, Yang Jingsui, Li Haibing, et al. On the Tectonics of the India-Asia Collision[J]. Acta Geologica Sinica, 2011, 85(1):1-33 (in Chinese with English abstract).

[7] Tapponnier P, Peltzer, Armijo R. On the mechanics of the collision

between India and Asia, in collision tectonics [J]. Geol. Soc. Spec. Publ. London, 1986, 19:115-157.

[8] Molnar P F, Pardo Casas, Stock J. The Cenozoic and Late Cretaceous evolution of the India Ocean Basin:Uncertainties in the reconstructed positions of the Indian, African and Antarctic plates[J]. Basin Res., 1988, 1:23-40.

[9] Gramman F. Some palaeontological data on the Triassic and Cretaceous of the western part of Burma [J]. Newsletters on Stratigraphy, 1974:277-290.

[10] Mitchell A H G. Cretaceous-Cenozoic tectonic events in western Myanmar (Burma)-Assam region [J]. Journal of the Geological Society of London, 1993, 150:1089-1102.

[11] Mitchell A H G, Ausa C A, Deiparine L, et al. The Modi Taung-Nankwe gold district, Slate belt, central Myanmar: mesothermal veins in a Mesozoic orogen [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2004, 23:321-341.

[12] Mitchell A H G, Htay M T, Htun K M, et al. Rock relationships in the Mogok metamorphic belt, Tatkon to Mandalay, central Myanmar[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2007, 29:891-910.

[13] Bertrand G, Rangin C, Maluski H, et al. Diachronous cooling along the Mogok Metamorphic Belt (Shan Scarp, Myanmar):the trace of the northward migration of the Indian syntaxis [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2001, 19:649-659.

[14] Bertrand G, Rangin C. Tectonics of the western margin of the Shan plateau (Central Myanmar), implications for the India - Indochina oblique convergence since Oligocene[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2003, 21:1139-1157.

[15] Barley M E. et al. Jurassic to Miocene magmatism and metamorphism in the Mogok metamorphic belt and the India-Eurasia collision in Myanmar [J]. Tectonics, 2003:10.1029/TC001398.

[16] Acharyya S K. Collisional emplacement history of the Naga-Andaman ophiolites and the position of the eastern Indian suture[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2007, 29:229-242.

[17] Searle M P, Noble S R, Cottle J M, et al. Tectonic evolution of the Mogok metamorphic belt, Burma (Myanmar):constrained by U-Th-Pb dating of metamorphic and magmatic rocks [J]. Tectonics, 2007, 26(3014):1-24.

[18] Mitchell A H G. Flysch-ophiolite succession: polarity indicators in arc and collision-type orogens[J]. Nature, 1974, 248:747-749.

[19] Mitchell A H G. The Shan Plateau and Western Burma: Mesozoic-Cenozoic plate boundaries and correlations with Tibet [C]//Sengor A M C. Tectonic Evolution of the Tethyan Region. Dordrecht/Boston/London:Kluwer Acadmic Publisher, 1989: 567-583.

[20] Maung H. Transcurrent movements in the Burma-Andaman Sea region[J]. Geology, 1987, 15:911-912.

[21] Zaw K. Comment on transcurrent movements in the Burma-Andaman Sea region[J]. Geology, 1989, 17:93-95.

[22] Zaw K. Geological, petrological and geochemical characteristics of granitoid rocks in Burma:with special reference to the associated W-Sn mineralization and their tectonic setting [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1990, 4(4):293-335.

[23] Metcalfe I. Pre-Cretaceous evolution of SE Asian terranes[C]//Hall R, Blundell D (ed.). Tectonic Evolution of Southeast Asia: Geological Society Special Publication, 1996, 106:97-122.

[24] 施美凤, 林方成, 李兴振, 等. 东南亚中南半岛与中国西南邻区地层分区及沉积演化历史[J]. 中国地质, 2011, 38(5):1244-1256.
Shi Meifeng, Lin Fangcheng, Li Xingzhen, et al. Stratigraphic zoning and tectonic events in Indochina and adjacent areas of southwest China[J].Geology in China, 2011, 38(5):1244-1256(in Chinese with English abstract).

[25] Metcalfe I. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002, 20:551-566.

[26] Morley C K. A tectonic model for the Tertiary evolution of strike-slip faults and rift basins in SE Asia [J]. Tectonophysics, 2002, 347: 189-215.

[27] Morley C K. Nested strike-slip duplexes and other evidence for Late Cretaceous-Palaeogene transpressional tectonics before and during India-Eurasia collision in Thailand, Myanmar and Malaysia[J]. Journal of the Geological Society of London, 2004, 161:799-812.

[28] Stocklin J. Possible ancient continental margins in Iran [J]. Geological Society of London, 1974, 131:726-753.

[29] Sengor A M C. Origin and assembly of the Tethyside orogenic collage at the expense of Gondwana land [J]. In Gondwana and Tethys. GSA Special Publ., 1989, 37:19-81.

[30] 罗建宁. 三江地区三叠纪沉积盆地类型及其地质特征[J]. 特提斯地质, 1991, 15:21-34.
Luo Jianning. Geological characteristics and types of Triassic sedimentary basins in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area[J]. Tethyan Geology, 1991, 15:21-34 (in Chinese with English abstract).

[31] 罗建宁. 论东特提斯形成与演化的基本特征 [J]. 特提斯地质, 1995, 19:1-8.
Luo Jianning. Formation and evolution of eastern Tethys [J]. Tethyan Geology, 1995, 19:1-8(in Chinese with English abstract).

[32] 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报, 2002, 21(11):701-707.
Pan Guitang, Li Xingzhen, Wang Liquan, et al. Preliminary division of tectonic units of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent regions [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(11): 701-707(in Chinese with English abstract).

[33] Hall R, Blundell D J. Tectonic Evolution of Southeast Asia[M]. Geological Society Special Publication, 1996:1-106.

[34] 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.
Li Xingzhen, Liu Chaoji, Ding Jun. Correlation and connection of the main suture zones in the Greater Mekong subregion [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24(4): 1-12(in Chinese with English abstract).

[35] 李兴振, 刘朝基, 丁俊. 大湄公河次地区构造单元划分 [J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(4):13-20.
Li Xingzhen, Liu Chaoji, Ding Jun. Division of the tectonic units in the Greater Mekong subregion [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24 (4):13-20 (in Chinese with English abstract).

[36] Economic and Social Commission for Asia and The Pacific. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region [M]. Geology and Mineral Resources of Myanmar, United Nations, New York. 1996:1-183.

[37] Curray J R, Emmel F J, Moore D G. The Bengal Fan: morphology, geometry, stratigraphy, history and processes [J]. Marine and Petroleum Geology, 2003, 19:1191-1223.

[38] Shamsuddin A H M, Brown T A, Lee S, et al. Petroleum systems of Bangladesh. Proceedings of 13th Seape Exploration Conference, Singapore. 2001:58-67.

[39] Nandy D R. Geology and tectonics of the Arakan Yoma, a reappraisa [J]. Geological Society of Malaysia Bulletin, 1986, 20: 137-148.

[40] Acharyya S K. Tectono-stratigraphic history of Naga Hills Ophiolites [M]. Geological Survey of India Memoirs, 1986, 119: 94-103.

[41] Acharyya S K, Ray K K, Sengupta S. Tectonics of ophiolite belt from Naga Hills and Andaman Islands, India[J]. Earth and Planetary Sciences, 1990:187-199.

[42] Hutchison C S. Geological evolution of South-East Asia [J]. Geol. Soc. Malays., Kuala Lumpur, 1996:278-352.

[43] Christophe V, Socquet A, Rangin C, et al. Present-day crustal deformation around Sagaing fault, Myanmar [J]. Journal of Geophysical Research, 2003, 108:1-10.

[44] Socquet A, Goffe B, Pubellier M, et al. Late Cretaceous to Eocene metamorphism of the internal zone of the Indo-Burma range (western Myanmar):Geodynamic implications[J]. C. R. Acad. Sci., Ser. 2, 2002, 334(8):573-580.

[45] Stephenson D, Marshall T R, Amos B J. Geology of the Mt. Popa volcano and associated post-Palaeogene volcanic, Central Burma. Inst. Geol. Sci., London, Overseas Div. Rep. 39, 1983:1-56.

[46] Stephenson D, Marshall T R. The petrology and mineralogy of Mt. Popa Volcano and the nature of the late-Cenozoic Burma Volcanic Arc [J]. Geological Society of London, 1984, 141:747-762.

[47] Metcalfe I. Gondwana dispersion and Asian accretion. Proceedings of the IGCP Symposium on Geology of SE Asia, Hanoi, 1995: 78-94.

[48] Curray J R. Tectonics and history of the Andaman Sea region[J]. J. Asian Earth Sci., 2005,25:1-42.

[49] Curray J R, Moore D G, Lawver L A, et al. Tectonics of the Andaman Sea and Burma[C]//Watkins J, Montadert L, Dickenson P W(ed.). Geological and Geophysical Investigations of Continental Margins, 1979:8-23.

[50] 李兴振, 刘增乾, 潘桂棠. 西南三江地区构造单元划分及地史演化[J]. 特提斯地质, 1991, 13:1-19.
Li Xingzhen, Liu Zengqian, Pan Guitang. Division of tectonic elements and geological evolution in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area, southweatern China [J]. Tethyan Geology, 1991, 13:1-19(in Chinese with English abstract).

[51] Searle D L, Ba Than Haq. The Mogok belt of Burma and its relationship to the Himalayan orogeny [C]// Proceedings of the 22nd International Geological Conference. Delhi, 1964, 11:132-161.

[52]Mitchell A H G. Late Permian-Mesozoic events and the Mergui Group nappe in Myanmar and Thailand [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 1992, 7:165-178.

[53] Honegger K V, Dietrich W, Frank A, et al. Magmatism and metamorphism in the Ladakh Himalayas (the Indus-Tsango suture zone)[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 1982, 60:253-292.

[54] Weinberg R, Dunlap W J. Growth and deformation of the Ladakh Batholith, NW Himalaya: Implications for timing of continental collision and origin of calc-alkaline batholiths [J]. J. Geol., 2000, 108: 303-320.

[55] 潘桂棠, 徐强, 候增谦, 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: 11-79.
Pan Guitang, Xu Qiang, Hou Zengqian, et al. Archipelago Orogenic Process Metallogenic System and Resources Evaluation in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang Area, Southweatern China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2003:11 -79 (in Chinese with English abstract).

[56] Barr S M, Macdonald A S. Nan River suture zone, northern Thailand[J]. Geology, 1987, 15:907-910.

[57] Wakita K, Metcalfe I. Ocean plate stratigraphy in east and southeast Asia[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2005, 24:679-702.

[58] 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, 2002:148-174.
Li Xingzhen, Jiang Xinsheng, Sun Zhiming, et al. Collision Process in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang Area, Southweatern China[M]. Beijing:Geological Publishing House, 2002:148-174(in Chinese with English abstract).

[59] 莫宣学, 潘桂堂. 从特提斯到青藏高原形: 构造-岩浆事件的约束[J]. 地学前缘, 2006, 13(6):043-051.
Mo Xuanxue, Pan Guitang. From the Tethys to the formation of the Qinghai-Tibet Plateau: Constrained by tectono-magmatic events[J]. Earth Science Frontiers, 2006, 13(6):043-051(in Chinese with English abstract).

[60] 侯增谦, 王二七. 印度-亚洲大陆碰撞成矿作用主要研究进展[J]. 地球学报, 2008, 29(3):275-292.
Hou Zengqian, Wang Erqi. Metallogenesis of the Indo-Asian Collisional Orogen: New Advances [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2008, 29(3):275-292(in Chinese with English abstract).

[61] 杨启军, 徐义刚, 黄小龙, 等. 滇西腾冲-梁河地区花岗岩的年代学、地球化学及其构造意义 [J]. 岩石学报, 2009, 25 (5):1092-1104.

Yang Qijun, Xu Yigang, Huang Xiaolong, et al. Geochronology and geochemistry of granites in the Thengliang area, western Yunnan: Tectonic implication[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(5):1092-1104(in Chinese with English abstract).

[62] Patriat P, Achache J. India-Eurasia collision chronology has implications for crustal shortening and driving mechanisms of plates [J]. Nature, 1984, 311:615-621.

[63] Tapponnier P, Lacassin R, Leloup P H. The Ailao Shan/Red River metamorphic belt: Tertiary left lateral shear between Indochina and South China[J]. Nature, 1990, 343:431-437.

[64] Dewey J F, Cande S, Pitman W C. Tectonic evolution of the India/Eurasia Collision Zone[J]. Eclogae. Geol. Helv., 1989, 82(3): 717-734.

[65] Rowley D B. Minimum age of initiation of collision between India and Asia north of the Everest based on the subsidence history of the Zhepure Mountain section [J]. The Journal of Geology, 1998, 106: 229-235.

[66] Zhao D P. Seismic images under 60 hotspots: Search for mantle plumes[J]. Gondwana Research, 2007, 12:335-355.

Tectonic unit division and Neo-Tethys tectonic evolution in north-central Myanmar and its adjacent areas

WANG Hong[1,2], LIN Fang-cheng[2], LI Xing-zhen[2],
SHI Mei-feng[2], LIU Chao-ji[2], SHI Hong-zhao[2]

(1. *Graduate School of Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037, *China;* 2. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu* 610081, *Sichuan, China*)

Abstract: The study of Tethys, the southeast extension of the Tibetan plateau, has aroused great interests among geologists all over the world. However, north-central Myanmar and its adjacent areas as the extension of Yunnan-Tibet Neo-Tethys in Southeast Asia have been very insufficiently studied. Therefore, it is significant to divide tectonic units and investigate Neo-Tethys tectonic evolution under the Tethyan tectonic background based on the data available, regional comparative analysis and the determination of the extension trends of individual tectonic units and their interrelations. On the basis of the temporal-spatial distribution nature of the regional structure-rocks, the authors divided the study area into 7 third grade structural units, i.e., eastern edge of Indian continent, India-Burma range suture, west Myanmar continental block, Taguang-Myitkyina suture, Tengchong-Moulmein continental block, Luxi-Mogok suture and Baoshan-Shan Thai continental block. The three sutures were products of India-Burma range ocean, Taguang-Myitkyina ocean and Luxi-Mogok ocean respectively. Coevally, these ocean basins came to being in late Triassic, and constituted the Neo-Tethyan ocean in the Mesozoic in Southeast Asia To some extent, their formation, development, closure and consequent continent-continent or arc-continent collision constituted the basic fremework of the Meso-Cenozoic tectonic evolution in this region.

Key words: Neo-Tethys; division of tectonic units; tectonic evolution; Myanmar; Southeast Asia

---

About the first author: WANG Hong, male, born in 1985, master candidate, specializes in regional metallogenic regularity and prediction; E-mail: wangh1213@sina.com.