

文章编号: 1009-3850(2003)02-0028-07

滇西藏东三江地区主要地块碰撞拼合的古地磁分析

李朋武, 高锐, 崔军文, 管焱

(中国地质科学院地质研究所 岩石圈中心, 北京 100037)

摘要: 利用古地磁数据, 结合与构造活动有关的沉积记录以及古生物地理信息, 对华南、思茅、保山、缅泰、印支、拉萨和喜马拉雅地块进行了古纬度和纬度运移量的对比研究, 以确定云南西部三江地区主要地块的碰撞拼合历史。结果表明: (1) 思茅地块可能源于华南地块; (2) 保山和缅泰地块在晚石炭世至晚二叠世发生快速北移; (3) 保山与华南地块于晚二叠世碰撞之后, 和缅泰地块、华南地块以及印支地块继续向北漂移, 直到晚三叠世; (4) 保山与华南地块间的古特提斯洋可能于早志留世张开, 晚二叠世闭合。

关键词: 三江地区; 古地磁; 滇西藏东

中图分类号: P318.4

文献标识码: A

1 引言

滇西藏东三江地区构造上由几个外来地块镶嵌而成。据金小赤(2002)划分方案^[1], 从西到东包括缅泰、腾冲、保山、昌宁-孟连缝合带、兰坪-思茅、金沙江-哀牢山缝合带和华南地块(图1)。昌宁-孟连缝合带一般被认为是冈瓦那大陆亲缘地块和华夏大陆亲缘地块间的分界线^[1-4]。在许多构造图上, 保山、腾冲和缅泰地块被认为是一个地块——Sibumasu 地块^[5]。过去20年来, 出版了大量有关这些地块的古地磁数据。然而, 诸如地块的漂移历史、古特提斯洋的纬度宽度和保山、思茅、腾冲地块与华南可能的碰撞时代等一些重要的构造问题被广泛关注, 并予以不同的解释。

2 地块间纬度漂移量的对比

2.1 古地磁数据和方法

在地理信息系统(GIS)平台上, 利用 ArcInfor 8.0 软件, 于2002年建成了中国及邻区29个地块的古地磁数据库, 总计汇编了1461个古地磁数据。建

立过程中, 根据古地磁数据可靠性准则^[6], 考虑了岩石年龄的可靠性、标本数量、退磁和剩磁方向分析、限定磁化年龄的野外检验(尤其倒转检验和褶皱检验)、构造校正、统计精度和重磁化的识别, 此外, 未经退磁处理的数据被去掉, 早期的一些数据被重要的、新的和较好的数据所取代。最终, 来自华南、缅泰、腾冲、保山、拉萨和喜马拉雅地块的270多个古地磁数据被分别选取用于构造分析。分析中所用的印支地块和澳大利亚地块上的古地磁数据从 McElhinny (1996) 编辑的数据库中选取。

在地块古地理重建中, 比较地块的视古地磁极移路径(APWP)是确定相对位置的基本方法。视极移路径的收敛或发散指示地块分离或缝合的年龄。由于三江地区处于造山带内, 局部旋转和变形非常强烈, 在同一地块内, 不同采样地点同时代的古地磁极位置会不同。因此, 难以构建视极移路径, 视极移路径对比的方法在这一地区是不切合实际的, 也是不适用的。为了避免局部旋转和变形的影响, 研究中采用了纬度漂移量对比的方法。采样点纬度

收稿日期: 2003-03-12

项目资助: 中国岩石圈三维结构数据库项目(200010101)、国家重点基础研究发展规划项目(G1998040800)。

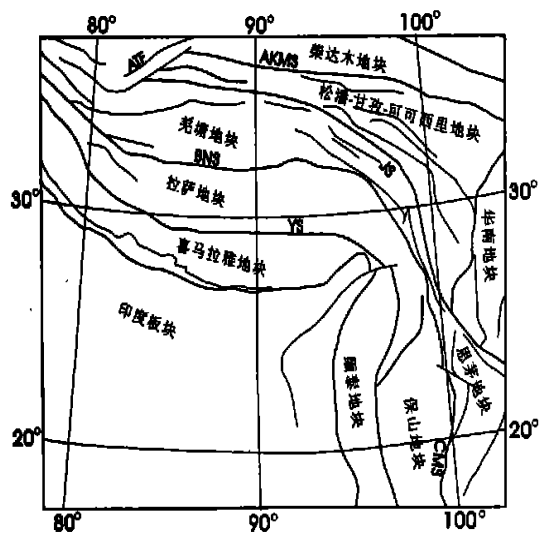


图1 三江地区构造简图

YS. 雅鲁藏布江缝合带; BNS. 班公湖-怒江缝合带; JS. 金沙江缝合带; AKMS. 阿尼玛卿-昆仑-木孜塔格缝合带; CMS. 昌宁-孟连缝合带; ATF. 阿尔金断裂

Fig. 1 Simplified tectonic map of the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area

YS= Yarlung Zangbo suture zone; BNS= Bangong-Nujiang suture zone; JS = Jinshajiang suture zone; AKMS = A'nyemaqen-Kunlun-Muztag suture zone; CMS = Changning-Menglian suture zone; ATF= Altyn fault

与古纬度的差值即为纬度漂移量。

图2 上部为华南、保山、印支、思茅、拉萨和喜马拉雅地块的纬度漂移量曲线, 下部为这些地块的古纬度演化曲线。图3 为澳大利亚、华南和保山地块的古纬度演化曲线。

2.2 分析结果

从早志留世至晚二叠世, 思茅地块和华南地块有近似的古纬度值, 具有一致的纬度运移趋势, 表明思茅地块可能是源于华南的。

中晚奥陶世, 保山地块开始向南漂移, 华南开始向北漂移, 这种特征在纬度运移曲线中表现明显。保山和华南地块间的古特提斯洋在中晚奥陶世后开始张开。至早泥盆世末(约390Ma), 保山地块和华南地块间的古特提斯洋的纬度距离达到最大宽度, 约29°; 早泥盆世保山地块位于南纬29.7°。从390Ma到307Ma, 保山地块基本稳定, 但307Ma之后, 非常快速向北运移, 缅甸地块亦如此。307Ma~263Ma, 华南地块基本稳定, 之后与思茅、保山和缅甸地块一起向北快速运移直至晚三叠世。印支地块的古纬度

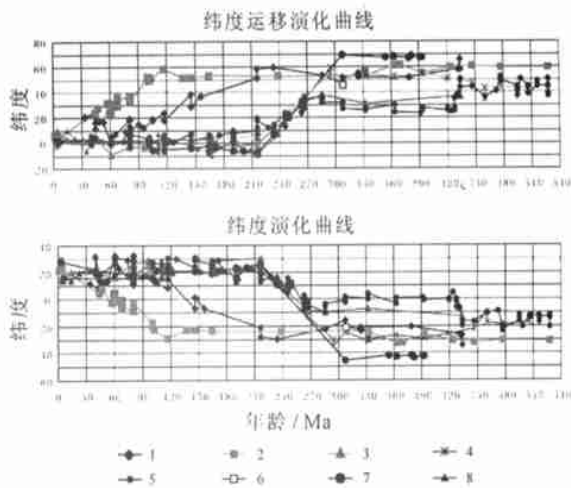


图2 纬度运移量曲线(上图)和古纬度演化曲线(下图) 1. 拉萨地块; 2. 喜马拉雅地块; 3. 思茅地块; 4. 保山地块; 5. 华南地块; 6. 腾冲地块; 7. 缅甸地块; 8. 印支地块

Fig. 2 Curves showing the migration of the latitudes (upper) and the evolution of palaeolatitudes (lower)

1= Lhasa landmass 2= Himalaya landmass 3= Simao landmass 4= Baoshan landmass 5= South China landmass; 6= Tengchong landmass 7= Burma Thailand landmass; 8= Indo-China landmass

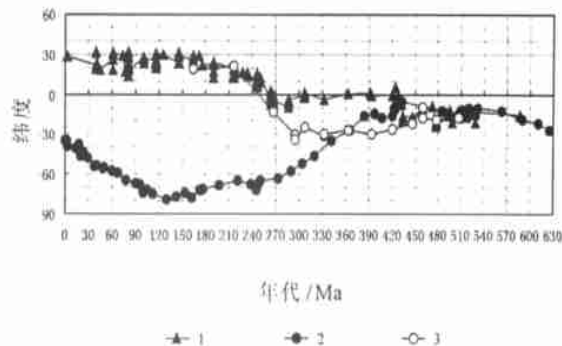


图3 澳大利亚、保山和华南地块古纬度演化曲线 1. 华南地块; 2. 保山地块; 3. 澳大利亚地块

Fig. 3 Curves showing the evolution of the palaeolatitudes of the Australia, Baoshan and South China landmasses

1= South China landmass 2= Baoshan landmass 3= Australia landmass

从243Ma的8.3°N、238Ma的10.6°N、216Ma的26°N和209Ma的24.9°N间变化, 表明早三叠世至晚三叠世间的快速运移。这些特征表明保山和华南地块间的碰撞发生在中晚二叠世。

晚三叠世时(约216Ma), 思茅地块、保山地块、缅甸地块和华南地块快速运移停止。也就在这时

期,拉萨地块开始与喜马拉雅地块分离,新特提斯张开。至早白垩世(约120Ma),新特提斯张开至最大纬度宽度,约 34.7° ,接近以前估计的 31.9° ^[7]。之后,进入闭合阶段,并伴随喜马拉雅地块的快速向北漂移。

3 讨论

3.1 古特提斯洋的张开时代

在金沙江缝合带蛇绿混杂岩中,来自斜长花岗岩的两个锆石 U-Pb 年龄 $340 \pm 3\text{Ma}$ 和 $294 \pm 3\text{Ma}$ ^[8],表明金沙江洋壳岩石圈形成于泥盆纪晚期至石炭纪早期。在哀牢山缝合带中,双沟斜长花岗岩锆石 U-Pb 年龄为 $328 \pm 16\text{Ma}$,龙塘辉长岩锆石 U-Pb 年龄为 $362 \pm 41\text{Ma}$ 和角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为 $349 \pm 13\text{Ma}$ ^[9],指示哀牢山洋壳岩石圈也形成于泥盆纪晚期至石炭纪早期,和金沙江洋壳岩石圈相邻并等同^[8]。红色含放射虫硅质岩的生物年代(Biochron)表明,金沙江洋壳岩石圈形成在萨克马尔(Sakmarian)阶之前^[10,11]。在昌都-思茅地块内的昌都地区发现了大量的早石炭世珊瑚,如 *Kueichouphyllum* sp., *Diphyphyllum* sp., *Yuanophyllum* sp.; 中石炭世纺锤,如 *Pseudostaffella* sp., *Profusulinella* sp.^[10,11]。这些化石在云南东部、贵州和湖南等地也被发现。此外,亲冈瓦纳冷水动物群的缺乏和典型的热带植物群的出现,指示金沙江洋盆规模较小,金沙江洋不足以构成生物分界线。思茅地块形成于石炭纪华南地块边缘的弧后扩张环境^[8,12]。早石炭世至晚二叠世,思茅地块位于南纬约 10°S 的低纬度地区,同期的华南地块位于古赤道,所有华南石炭纪古纬度的平均约 3°S ,一个通过褶皱检验的晚石炭世古地磁数据指示南纬 0.9°S 的古纬度位置^[13]。古地磁数据支持有限的弧后盆地的观点。

思茅地块晚石炭世—早二叠世活动大陆边缘沉积已被揭示^[2,14],由长石岩屑杂砂岩、细粒石英砂岩和泥质板岩组成,夹少量灰岩透镜体。物源分析表明,长石岩屑杂砂岩来自大陆岛弧,细粒石英砂岩来自古老大陆陆壳区。这些特征表明思茅地块是源于华南的,是活动大陆边缘的一部分。

在拉萨地块、腾冲地块和保山地块上,亲冈瓦纳石炭—二叠纪序列已被识别出来^[1,4,5,15]。这些地层在西藏具有冈瓦纳相的海相冰川沉积特点^[16~18],在腾冲地块和保山地块上为冈瓦纳相的

冰碛岩和砾质泥岩沉积^[19~21],具有亲冈瓦纳生物群。地块间古纬度、纬度运移量的差别,腾冲地块和保山地块上亲冈瓦纳石炭—二叠纪序列的分布,以及思茅和华南地块上特提斯内亲华夏地层序列的分布表明,昌宁-孟连带在石炭纪为一个洋盆环境。

蛇绿岩年代能很好地限定洋盆时代,分隔保山和华南地块的昌宁-孟连缝合带内的蛇绿岩已被鉴别出来^[22]。根据蛇绿混杂岩中含放射虫硅质岩的二叠纪年龄、孟连地区发现的早泥盆世放射虫化石和在灰岩中发现的中石炭世—上二叠世化石,以及蛇绿混杂岩与晚三叠世砾岩的不整合,钟大赟(1998)断定保山和华南地块间的洋盆形成于泥盆纪,结束于二叠纪,蛇绿岩在晚三叠世以前就位^[2]。晚三叠世砾岩的出现代表磨拉石沉积的开始,标志着地块快速运移的结束和三叠纪挤压造山。

古地磁数据表明,保山地块向南漂移和华南同时期的向北漂移开始于晚奥陶世(约450Ma),代表了两地块最初的裂陷分离时代。与相继的澳大利亚地块在志留纪早期(约430Ma)的南移大致在同时代(图3)。晚奥陶世末、早志留世初,裂陷作用和华南地块分离出现在冈瓦纳大陆北缘。前人分析研究后认为,华南、华北于寒武纪—志留纪贴到冈瓦纳大陆,石炭纪时又与冈瓦纳大陆克拉通分离^[3,23],泥盆纪时裂陷分离。中泥盆世(约390Ma),保山地块到达南纬 30° 附近。在晚泥盆世(约370Ma)的东冈瓦纳大陆重建图上,古特提斯已张开相当大的规模^[3]。中晚志留世,完全或部分沉没的华南、华北地区出露成为大片陆地^[23],志留纪中澳腕足动物省分成两个亚省,亚洲地块和澳大利亚地块的联系在早泥盆世明显中断^[23],指示澳大利亚和华南之间最初的裂陷作用是在早泥盆世以前。利用多学科数据资料,尤其是古生物地理资料,华南、保山和缅甸地块寒武纪和奥陶纪浅海相动物群与澳大利亚冈瓦纳大陆有密切的亲缘关系^[23,24]。

在一些古地理重建图上^[23],古特提斯洋盆基本上是东西向展布的,因此周围地块的古纬度能够用于估计洋盆的纬度宽度。根据古纬度和纬度运移量数据,保山和华南地块间的纬度差在晚奥陶世为 3° ,在晚志留世为 24.6° ,在早泥盆世(约390Ma)为 29° ,在早石炭世为 28.4° ,在晚石炭世(约307Ma)为 25° ,在晚二叠世(约267Ma)为 5.9° 。因此,古特提斯洋可能于早志留世张开。以往利用古纬度计算,古特

提斯洋在早二叠世最大宽度约为3000km^[25]。

腾冲地块仅有一个中晚石炭世的古地磁数据,古纬度约为20.4°S,纬度运移量为45.5°。保山地块石炭纪古纬度在南纬30°至34°之间,缅甸地块晚石炭世古纬度小于南纬40°。拉萨地块平均的石炭纪古纬度约为南纬21.0°。如果这些数据可靠,将表明腾冲地块石炭纪时位于保山地块北部,与拉萨地块的古纬度位置近似相同。金小赤(1994)比较了腾冲地块和保山地块的古生代沉积岩和火山岩,指出差异存在,认为两地块源于冈瓦纳,但在石炭—二叠纪时不象现在那样相邻近而彼此相隔。Wopfner(1996)也指出腾冲地块和保山地块间地层的差异^[4]。Metcalf(2002)根据新的生物地理信息^[21, 26]把腾冲地块和保山地块当作 Sibumasu 地块的一部分^[5]。尽管古地磁数据表明了腾冲地块和保山地块在石炭纪时具有不同的古纬度位置,但仅利用腾冲地块上唯一的一个古地磁数据确定腾冲地块和保山地块的差异是困难的,也是不能令人信服的。腾冲地块上古生代的古地磁工作是必要的。

3.2 快速的纬度运移

思茅地块和保山地块间的昌宁-孟连缝合带中有4个火山岩带^[27],他们是上泥盆统一下石炭统洋脊玄武岩(MORB)、下中石炭统洋岛火山岩、下石炭统裂谷型基性火山岩和上二叠统与洋壳岩石圈俯冲或消减有关的碱性玄武岩。这些火山岩记录了与保山地块快速运移有关的构造环境的快速变化。

根据放射虫生物地层学和岩石特点, Sashida(2002)指出下二叠统至上二叠统下部含放射虫硅质岩沉积在远离陆地的深水盆地的深水环境^[29],二叠统最上部硅质岩反映了沉积环境的差异,在泰国东部二叠统最上部硅质岩以及整合覆盖的碎屑岩表明二叠纪/三叠纪界线沉积环境从深水环境或半深水环境到浅海环境的变化。

在东南亚二叠纪构造格架和古地理研究中, Metcalf(2002)认为华南/印支超地块和思茅地块在二叠纪时位于古特提斯内的赤道纬度位置,和华北地块一起显示华夏植物区系和动物群特征^[5]。从冈瓦纳动物群到独立的 Sibumasu 省再变成华夏省的亲缘性的主要转化,记录了早二叠世萨克马尔期以后的分离和快速的向北运移。在最近的云南西部二叠纪腕足动物群和相应地层学研究中, Shen等(2002)证实, 思茅地块晚吴家坪期腕足动物群组合

仅仅具有华夏省的分子^[29], 3个来自保山地块的、具有亚丁斯克期(Artinskian)到卡皮丹期(Capitanian)年龄(中晚二叠世)的腕足动物群组合主要为华夏省生物种特征。这些特征说明中晚二叠世以来保山地块离华南地块很近,生物特征相近。

二叠纪期间, 缅甸、腾冲和保山地块从萨克马尔期早期冈瓦纳亲缘到萨克马尔期晚期 Sibumasu 过渡省再逐渐到华夏省的、明显的海相岩石省的变化已被资料所证实^[5, 30]。关于这种明显变化的两个模型已被提出, 分别是构造更替(裂隙-漂移)模型^[30]和气候带的侧向位移和全球变暖模型^[31]; 1998年, Shi和Archbold又提出了第三个综合模型^[32]。构造更替(裂隙-漂移)模型与缅甸、腾冲和保山地块的古纬度漂移有关, 气候模型不注重缅甸、腾冲和保山地块的纬度漂移而是假定气候分带和南迁起主要作用, 综合模型不仅仅考虑古纬度漂移又考虑气候分带及其南迁。构造更替(裂隙-漂移)模型能被古地磁数据检验, 能被构造环境的快速变化检验, 又能被古生物地理信息所检验, 因此构造更替(裂隙-漂移)模型应是更合理的。

3.3 古特提斯的闭合时代

金沙江-哀牢山缝合带由思茅地块和华南地块碰撞而成, 二叠纪末—中三叠世同造山花岗岩以及上覆晚三叠世磨拉石序列表明, 蛇绿岩就位年龄为中三叠世^[10, 11, 33]。

标志三叠纪挤压造山作用和地块快速运移结束的昌宁-孟连缝合带内的蛇绿混杂岩和上三叠统砾岩的不整合, 限定古特提斯的闭合时代是在上三叠统砾岩沉积以前。古地磁分析表明, 古特提斯的闭合时代是在晚二叠世(267Ma)。缅甸地块上吴家坪—长时期华夏亲缘的动物群序列的出现表明, 缅甸地块和保山地块漂移到距华南很近的位置。晚二叠世至晚三叠世期间发生的缅甸、保山、印支、思茅和华南地块同时向北纬度漂移, 标志着保山和华南间的古特提斯洋闭合时代是在晚二叠世。以前由古地磁提供的信息和约束建议 Sibumasu 地块(缅甸、保山和腾冲地块的总称)和冈瓦纳连在一起直到中二叠世, 可能在三叠纪和位于赤道的华南发生碰撞^[34]。近年来新增的数据和信息表明指示保山和华南地块碰撞时代的古特提斯洋闭合时代是晚二叠世。

3.4 新特提斯的张开

几乎就在保山、缅甸和华南地块快速运移停止

的同时,拉萨地块开始向北快速运移(图2),标志着新特提斯张开作用的开始。拉萨地块晚三叠世地层主要分布在拉萨地块的东南部,由含丰富玄武岩的火山碎屑沉积组成,这一火山序列被解释成裂谷作用的结果(Pierce et al., 1988)可能与拉萨地块从印度板块的最初分离或者新特提斯张开有关^[35, 36]。西藏-喜马拉雅特提斯沉积盆地的沉积历史也证明了拉萨地块于晚三叠世与喜马拉雅地块分离,表明了新特提斯张开的最初时代^[37]。

喜马拉雅地块早白垩世(约120Ma)开始的向北快速运移,标志新特提斯洋张开到最大纬度宽度^[7],开始进入闭合阶段。洋壳岩石圈在中白垩世期间的俯冲,导致日喀则弧前盆地^[38]和冈底斯岩基^[36, 39, 40]的形成。冈底斯岩基就位年龄在约120~30Ma之间变化^[36, 41, 42],表明冈底斯岩基的就位与洋壳岩石圈的俯冲有关。班公-怒江缝合带的缝合年龄是晚侏罗世—早白垩世^[23]。班公-怒江缝合带内的一个中、酸性火山序列已从蛇绿岩套中被识别出来,命名为去申拉组,Rb-Sr年龄值为126Ma^[43],去申拉组不整合在上侏罗纪—下白垩统沙木罗组陆内浅海相碎屑岩之上,又被造山期后中上白垩统竟柱山组的陆相磨拉石建造覆盖。地球化学分析表明,去申拉组属于同造山钙碱性火山岩系,去申拉组火山岩系代表了陆内造山事件可能与班公-怒江缝合带缝合之后新特提斯洋壳岩石圈的俯冲有关^[43]。拉萨地块的北移伴随有新特提斯洋的张开,喜马拉雅地块的北移伴随有新特提斯洋的闭合。早白垩世(120Ma)开始的喜马拉雅地块的北移恰好伴随有早白垩世印度和澳大利亚地块间最初洋盆扩张^[23, 34]。

4 结论

通过纬度运移量的对比分析,结合与构造活动有关的沉积记录以及古生物地理信息,初步得出一些结论:(1)思茅地块源于华南地块;(2)保山和缅甸地块在晚石炭世至晚二叠世发生快速北移;(3)保山与华南地块于晚二叠世碰撞之后,继续和缅甸、华南以及印支地块继续向北漂移直到晚三叠世;(4)保山与华南地块间的古特提斯洋可能于早志留世张开,晚二叠世闭合。虽然从现有的古地磁数据和其它信息得到了一些初步结果,但很明显,进一步的、具有足够样品数和统计精度以及正的野外检验(如倒转、褶皱检验)古地磁工作需要去做,尤其是保山、腾冲

和思茅地块古生代岩石的古地磁研究。

在古地磁数据库建设期间,马醒华、董学斌、杨振宇、朱日祥、周秀、庄忠海和张世红同志给予了大力支持,并提供了资料和信息,在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] JIN XIAOCHI. Permo-Carboniferous sequences of Gondwana affinity in southwest China and their paleogeographic implications [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2002, 20(6): 633-646.
- [2] 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 1-231.
- [3] METCALFE I. Gondwanaland dispersion, Asian accretion and evolution of eastern Tethys [J]. *Australian Journal of Earth Sciences*, 1996, 43(1): 101-118.
- [4] WOPFNER H. Gondwana origin of the Baoshan and Tengchong terranes of West Yunnan [A]. Hall R, Blundell D. *Tectonic Evolution of Southeast Asia* [C]. London: Geological Society Special Publication, 1996, 106, 539-547.
- [5] METCALFE I. Permian tectonic framework and paleogeography of SE Asia [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2002, 20(6): 551-566.
- [6] VAN DER VOO R. The reliability of paleomagnetic data [J]. *Tectonophysics*, 1990, 184(1): 1-9.
- [7] LI PENGWU, CUI JUNWEN, LI LI et al. Estimation of shortening between the Siberian and Indian plates since the Early Cretaceous [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2002, 20(3): 241-245.
- [8] WANG XIAOFENG, METCALFE I, JIAN PING et al. The Jinshajiang-Ailaoshan suture zone: tectonostratigraphy, age and evolution [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2000, 18(6): 675-690.
- [9] 简平, 汪啸风, 何龙清, 等. 中国西南哀牢山蛇绿岩同位素地质年代学及大地构造意义[J]. *华南地质与矿产*, 1998, (1): 1-11.
- [10] 孙晓猛, 聂泽同, 梁定益. 滇西北金沙江带蛇绿混杂岩的形成时代及大地构造意义[J]. *现代地质*, 1994, 8(3): 241-245.
- [11] 孙晓猛, 张保民, 聂泽同, 等. 滇西北金沙江带蛇绿岩、蛇绿混杂岩形成环境及时代[J]. *地质论评*, 1997, 43(2): 113-120.
- [12] WU H, BOULTER C A, KEB E et al. The Changning-Menglian suture: a segment of the major Cathaysian-Gondwana divide in Southeast Asia [J]. *Tectonophysics*, 1995, 242(3-4): 267-280.
- [13] 林金录. 中国古地磁数据表(1)[J]. *地质科学*, 1987, (2): 183-187.
- [14] 刘本培, 冯庆来, 方念乔. 中国西部昌宁-孟连带古特提斯构造演化[J]. *中国地质大学学报*, 1991, 16(2): 18-28.
- [15] 聂泽同, 宋志敏, 姜建军, 等. 滇西新冈瓦纳相生物群特征及地层时代的重新厘定[J]. *现代地质*, 1993, 7(4): 384-393.
- [16] LIANG D, NIE Z, GUO T et al. Permo-Carboniferous Gondwana-Tethys facies in southern Karakorum, Ngari, Tibet [J].

- Earth Sciences Journal of Wuhan College of Geology, 1983, 8 (1): 1-14.
- [17] LIN B. Paleozoic stratigraphy of Xainza County, Xizang (Tibet) [A]. Contributions to the Geology of the Qinghai-Tibet Plateau [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1983, (1): 1-14.
- [18] LI ZHENGXIANG, METCALFE I, WANG XIAOFENG. Vertical-axis block rotations in southwestern China since the Cretaceous; new paleomagnetic results from Hainan Island [J]. Geophysical Research Letters, 1995, 22(22): 3071-3074.
- [19] WANG Y. Characteristics and significance of Carboniferous gravel beds in Tengchong and Baoshan areas, western Yunnan [A]. Contributions to the Geology of the Qinghai-Tibet Plateau (1) [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1983, 1-14.
- [20] WANG X D, UENO K, MIZUNOY et al. Late Paleozoic faunal, climatic, and geographic changes in the Baoshan Block as a Gondwana-derived continental fragment in southwest China [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2001, 170 (3-4): 197-218.
- [21] WANG X, SUGIYAMA T, UENO K et al. Peri-Gondwana sequences of Carboniferous and Permian age in the Baoshan block, west Yunnan, southwest China [A]. Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys [C]. Chiang Mai, Thailand; Chiang Mai University, 1999, 88-100.
- [22] 杨嘉文. 对云县铜厂街蛇绿岩的探讨 [J]. 云南地质, 1982, 1 (1): 59-71.
- [23] METCALFE I. Palaeozoic and Mesozoic geological evolution of the SE Asian region; multidisciplinary constraints and implications for biogeography [A]. Robert Hall and Jeremy D Holloway. Biogeography and Geological Evolution of SE Asia [C]. Amsterdam, The Netherlands; Backhuys Publisher, 1998, 25-41.
- [24] FORTEY R A, COCKS L R M. Biogeography and paleogeography of the Sibumasu terrane in the Ordovician; a review [A]. Hall R and Holloway J D. Biogeography and Geological Evolution of SE Asia [C]. Amsterdam, The Netherlands; Backhuys Publisher, 1998, 43-56.
- [25] METCALFE I. The ancient Tethys oceans of Asia: How many? How old? How deep? How wide? [J]. UNEAC Asia Papers, 1999, (1): 1-9.
- [26] UENO K, HISADA K. Closure of the Paleo-Tethys caused by the collision of Indo-China and Sibumasu [J]. Chikyū Monthly, 1999, 21: 832-839.
- [27] 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, 96-102.
- [28] SASHIDA K, SALYAPONGSE S. Permian radiolarian faunas from Thailand and their paleogeographic significance [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002, 20(6): 691-701.
- [29] SHEN S, SHI G R, FANG Z. Permian brachiopods from the Baoshan and Simao blocks in western Yunnan, China [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002, 20(6): 665-682.
- [30] SHI G R, WATERHOUSE J B. Sakmanian (Early Permian) brachiopod biogeography and constraints on the timing of terrane rifting, drift, and amalgamation in SE Asia, with reference to the nature of the Permian 'Tethys'. In the Australasian Institute of Mining and Metallurgy Pacific Rim 90 Congress (Brisbane, Australia) 2: 271-276.
- [31] SHI G R, ARCHBOLD N W, ZHAN L P. Distribution of and characteristics of mixed (transitional) mid-Permian (Artinskian-Ufimian) marine faunas in Asia and their paleo-ecological implications [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1995, 114(2-4): 241-271.
- [32] SHI G R, ARCHBOLD N W. Permian marine biogeography of SE Asia [A]. Hall R, Holloway J D. Biogeography and Geological Evolution of SE Asia [C]. Amsterdam, The Netherlands; Backhuys Publishers, 1998, 57-72.
- [33] WANG X D, SHI G R, SUGIYAMA T. Permian of west Yunnan, Southwest China: a biostratigraphic synthesis [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002, 20(6): 647-656.
- [34] VAN DER VOO R. Paleomagnetism of the Atlantic, Tethys and Iapetus oceans [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993, 195-215.
- [35] GAETANI M, GARZANTI E. Multicyclic history of the northern India continental margin (northwestern Himalayas) [J]. American Association of Petroleum Geology Bulletin, 1991, 75 (9): 1427-1446.
- [36] YIN AN, MARK H T. Geologic evolution of the Himalayan-Tibetan orogen [J]. Annual Review Earth Planet Science, 2000, 28(1): 211-280.
- [37] LIU GUANGHUA, EINSELE G. Sedimentary history of the Tethyan basin in the Tibetan Himalayas [J]. Geologische Rundschau, 1994, 83(1): 32-61.
- [38] DURR S B. Provenance of Xigaze fore-arc basin clastic rocks (Cretaceous, South Tibet) [J]. Geological Society of American Bulletin, 1996, 108(6): 669-684.
- [39] ALLEGRE C J et al. Structure and evolution of the Himalayan-Tibet orogenic belt [J]. Nature, 1984, 307: 17-22.
- [40] HARRISON T M, COPEL P, KIDD W S F, YIN A. Raising Tibet [J]. Science, 1992, 255: 1663-1670.
- [41] XU R H, CCHÄRER U, ALLEGRE C J. Magnetism and metamorphism in the Lhasa block (Tibet): a geochronological study [J]. Journal of Geology, 1985, 93(1): 41-57.
- [42] HARRISON T M, YIN A, GROVE M, LOVERA O M, RYERSON F J. Displacement history of the Gangdise thrust, southeastern Tibet [J]. Journal of Geophysical Research, 2000, 105(B8): 19211-19230.
- [43] 穆元皋, 陈玉禄. 班公错-怒江结合带中段早白垩世火山岩的时代确定及意义 [J]. 西藏地质, 2001, (1): 1-7.

The palaeomagnetic study of the collision and collage of major landmasses in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area in western Yunnan and eastern Xizang

LI Peng-wu, GAO Rui, CUI Jun-wen, GUAN Ye

(*Institute of Geology, Chinese Geological Sciences, Beijing 100037, China*)

Abstract: In order to explore the evolution and history of the collision and collage of the major landmasses in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area in western Yunnan and eastern Xizang, the comparative study has been made for the migration of the present-day latitudes and palaeolatitudes of South China, Simao, Baoshan, Burma-Thailand, Indo-China, Lhasa and Himalaya landmasses in the light of the palaeomagnetic data in integration with the existing sedimentary records and palaeogeographic information. The results show that: (1) the Simao landmass may be derived from the South China landmass; (2) the Baoshan and Burma-Thailand landmasses once drifted rapidly northwards during the Late Carboniferous and Late Permian; (3) after the collision with the South China landmass during the Late Permian, the Baoshan landmass continued to drift northwards together with the Burma-Thailand, South China and Indo-China landmasses till the Late Triassic, and (4) the Palaeo-Tethyan Ocean between the Baoshan and South China landmasses might be opened during the Early Silurian and closed during the Late Permian.

Key words: Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area; Palaeomagnetism; western Yunnan and eastern Xizang

印度西北部高喜马拉雅结晶带在多期构造变质演化过程中的 逆冲推覆、拉张及穹隆化

印度西北喜马拉雅地区高喜马拉雅结晶带(HHCZ)的高级变质岩沿 Miyar 和 Gianbul 谷呈一个直径为50km的大型穹隆出露。Gianbul 穹隆以形成于约750℃、 8×10^8 Pa峰值条件下的混合副片麻岩为核心,且对称地被夕线石、蓝晶石±十字石、石榴子石、黑云母及绿泥石巴罗型矿物带所环绕。温压和构造研究揭示了 Gianbul 穹隆是多期构造-变质演化的结果。第一期与 Shikar Beh 推覆体的北东向逆冲推覆相当,其导致该穹隆南翼巴罗型渐进变质区斜坡的形成。在该穹隆的北翼,巴罗型渐进变质作用是第二期构造作用的结果,与 Nyimaling-Tsarap 推覆体的南西向逆冲推覆有关。伴随这些地壳增厚事件,HHCZ 高级变质岩的剥露和穹隆化受沿 Nyimaling-Tsarap 推覆体前缘的北倾的 Zanskar 剪切带的拉张,以及在 Gianbul 穹隆南翼同期及其后沿南倾的 Khanjar 剪切带的拉张所控制。沿这些析离带的迅速同会聚,导致了几乎等温的减压,结果形成一个高温低压变质区,增强了局部熔融。在挤压造山带中如此快速的剥离看来不可能仅仅受到花岗岩挤入的控制。更有可能是,喜马拉雅地区大规模的穹隆化可能反映出部分熔融岩石近于垂向的塑性挤出。

摘译自《Journal of Asian Earth Sciences》, 2002, 21(3): 221-239