

· 专论与评述 ·

1:25 万地质填图进一步揭开了青藏高原 大地构造的神秘面纱

任纪舜, 肖黎薇

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

摘要: 1:25 万地质填图进一步揭开了青藏高原地区大地构造的奥秘: 阿尔金山是昆仑、祁连-秦岭造山系的一部分; 阿尔金断裂确是一条大型转换断层; 木孜塔格-玛沁缝合带和金沙江缝合带均是华力西缝合带; 松潘甘孜三叠系沉积盆地是劳亚大陆南部边缘的浊积岩盆地; 冈底斯带曾经历了重要的印支造山运动; 不存在从古生代延续到三叠纪的大洋盆地, 即不存在所谓古特提斯或永久特提斯; 古生代时期, 在青藏高原地区亦不存在具古生物、古地理分隔意义的大洋盆地, 当时, 包括中朝、扬子、塔里木以及青藏高原地区在内的中国大部分均位于古亚洲洋主洋盆——中亚-蒙古带之南, 属冈瓦纳大陆结构复杂的北部边缘; 雅鲁藏布江和班公湖-怒江带是特提斯洋中的孪生姊妹, 它们均是从三叠纪起就发展成大洋裂谷带的; 以雅鲁藏布江带为主洋盆带的特提斯洋, 从三叠纪晚期开始消减, 经历了印支、燕山、喜马拉雅 3 个阶段脉动式板块汇聚造山过程。

关键词: 青藏高原; 特提斯; 古特提斯; 大地构造; 雅鲁藏布江缝合带

中图分类号: P62; P54

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2004)01-0001-11

引 言

为了向地学界集中展示 1:25 万区域地质调查所取得的丰硕成果,《地质通报》编辑了这个专辑,收集了 40 余个图幅区调新资料。在这期间,该刊专职副主编刘志刚先生希望作者能根据这些第一性资料,扼要综述这些成果在大地构造研究方面的作用和意义。为了准确反映这一大集体劳作的重要成果,在写作过程中,作者又多次与刘先生及有关文章的作者联系,以便在一些基本事实方面不出差错。

青藏高原地区的大地构造最早由阿尔冈^[1]和黄汲清^[2]系统阐述。黄汲清^[2]指出:“向南推进的古亚洲大陆遭遇到向北移动的冈瓦纳大陆的巨大抵抗,由此而产生的强大的水平压力,把深厚的特提斯沉积变成特提斯-喜马拉雅褶皱,构成世界上最大和最高的褶皱山脉;”“阿萨密弧束的生成与帕米尔-喜马拉雅弧束一样,可解释为系受一种强大的下插作用的结果。”20 世纪 70 年代初,常承发等^[3]

用板块构造思想构建了喜马拉雅和青藏高原构造演化模式。之后,青藏高原日益成为国内外地学界研究的热点。多次的青藏高原科学考察,中法、中英、中美之间的多次国际合作,使青藏高原地学研究日益深入^[4-7]。与此同时,从 1:100 万到 1:20 万和部分地区 1:5 万地质填图则对深刻认识青藏高原地区的大地构造建立了不可磨灭的功勋。近年来,在新一轮国土资源调查中,数十幅 1:25 万和少量 1:5 万地质填图更进一步揭开了青藏高原地区大地构造的神秘面纱。

1 阿尔金山是昆仑-祁连-秦岭造山系的一部分

阿尔金山是青藏高原北缘的一条重要山脉,对其大地构造属性一直有 2 种不同的看法:一些人认为它是塔里木地台的一部分^[8-10];另一些人则主张它属昆仑-祁连-秦岭造山系^[11,12]。经过 1:25 万地质填图和专题研究工作,这一问题已得到解决。

收稿日期:2003-10-08;修订日期:2003-10-31

作者简介:任纪舜(1935-),男,研究员,中国科学院院士,从事构造地质学研究。E-mail:renjishun@cags.net.cn

在 1:25 万苏吾什杰^[13]、瓦石峡、阿尔金山等幅,均已发现早古生代的蛇绿混杂岩和与加里东造山带相关的岩浆活动与变质作用,包括超高压变质作用,其锆石 U-Pb 同位素年龄为 450~500 Ma^[14,15]。因此,现今阿尔金山出露的前震旦纪变质岩并不是塔里木地台的基底岩系,而是强烈卷入加里东造山作用的阿尔金山造山带的根部。阿尔金山肯定属昆仑-祁连-秦岭造山系,而不是塔里木地台的一部分(图 1)。

2 阿尔金山断裂确是一条大型转换断层

转换断层起源于对大洋中脊的调查研究。实际上,大陆上也有一系列的转换断层。北美圣安德列斯断裂就是一个著名的例证。

阿尔金山作为一条转换断层的思想,最初是由张文佑^[16]提出的,但基于学术观点与板块构造的差异,他并没有把阿尔金山断裂称为转换断层。在 1:500 万中国及邻区大地构造图上,我们不但标出了阿尔金山,而且画出了郯城-庐江、杭爱-肯特、塔拉斯-费尔干纳、喀喇昆仑、实皆、莫边府等东亚地区的大型转换断层^[12]。

《新疆维吾尔自治区区域地质志》中所附的地质构造图曾推断康西瓦断裂可能与阿尔金山断裂相连^[9]。现在,于田县和伯力克 2 幅^[17]1:25 万地质填图已查明阿尔金山断裂从库牙克向西南延伸,进入伯力克幅后,的确并未继续向西南行进,而是呈弧形沿苏巴什蛇绿混杂岩带转为近东西走向,进而转成 NW 走向,与著名的康西瓦断裂相连。与此同时,断裂性质也由左旋走滑转变为从北向南或从 NE 向 SW 的逆掩。联系阿尔金山断裂东北端,在玉门一带,阿尔金山断裂由左旋走滑转换为祁连山的向北东逆掩的事实,这样,便生动地勾画出阿尔金山转换断层的图形。

在新近完成的青藏高原中西部航磁图上,也清楚显示 NEE 走向的阿尔金山磁异常带的西南端被康西瓦 NW-NWW 走向的磁异常带呈弧形截切的形势^[18],也说明阿尔金山左旋走滑断裂呈弧形已转换为康西瓦断裂向 SW 逆掩的事实。

在卫星影像上,阿尔金山断裂向 SW 延伸到 N36° 时,虽仍有向 SW 方向继续延伸的影像,但其主体却明显地与康西瓦断裂呈弧形联结。

这样,便可以从地质、地球物理和卫星影像等方面确定阿尔金山断裂是一条转换断层。它切断了阿

尔金山与祁连加里东造山带,也切断了西、东昆仑华力西-加里东造山带,但却没有切断松潘甘孜印支造山带。后者到琼木孜塔格山后,呈弧形转为 NW 走向,继续向大红柳滩一带延伸(图 1)。

鉴于在昆仑、阿尔金山、祁连山均有与造山带走向一致的早古生代的蛇绿混杂岩带,在茫崖附近又发现沿阿尔金山转换断层延伸的早古生代蛇绿混杂岩带,因此,我们怀疑阿尔金山断裂早期为昆仑-祁连-秦岭洋中脊中的海底转换断层。之后,在加里东板块汇聚及晚古生代和中新生代大陆内部块体再次发生伸展-汇聚时,又转变为大陆转换断层。因此,阿尔金山极可能是一条长期的、多旋回活动的转换断层,主要的活动时代有加里东、华力西、印支、燕山、喜马拉雅等造山旋回。

3 木孜塔格-玛沁缝合带和金沙江缝合带均是华力西缝合带

关于金沙江带。早在 20 世纪 70 年代昌都幅 1:100 万地质填图时,四川地质工作者在昌都江达就已发现下三叠统沉积覆盖于华力西期石英闪长岩之上的事实;之后,兰坪幅 1:20 万填图,云南地质工作者在洱源发现三叠系维西群(上兰组)不整合于浅变质的二叠系之上;盐井、芒康幅 1:20 万填图,在芒康宗西乡发现下三叠统角度不整合于中二叠统之上。90 年代,张以萑、郑建康、郑祥身、沙金庚、边千韬等在可可西里地区考察时,在西金乌兰湖区发现上二叠统一下三叠统汉台山群底砾岩不整合于西金乌兰群(C-P₂)枕状玄武岩、辉长岩、辉绿岩、硅质岩和砂板岩之上,从而确定金沙江缝合带可能的洋盆是在晚二叠世前消失,实现板块碰撞的^[19-21]。现今,可可西里等幅 1:25 万地质填图再次证实了张以萑等在西金乌兰湖地区的观察结果。

关于木孜塔格-玛沁缝合带或木孜塔格-阿尼玛卿缝合带,过去一直认为它是一个印支缝合带^[11,12,22-24],但 1:25 万地质填图和边千韬等人的专题研究却使我们完全改变了这一认识。

在 1:25 万冬给错纳湖幅,发现上二叠统格曲组角度不整合于二叠系树维门科组及更老地层之上;在 1:25 万阿拉克湖幅,发现上二叠统格曲组角度不整合于二叠系马尔争构造混杂岩和树维门科组之上^[25],上二叠统格曲组与三叠系洪水川组连续沉积;而边千韬和 I. Pospelov(通讯资料)在布青山的

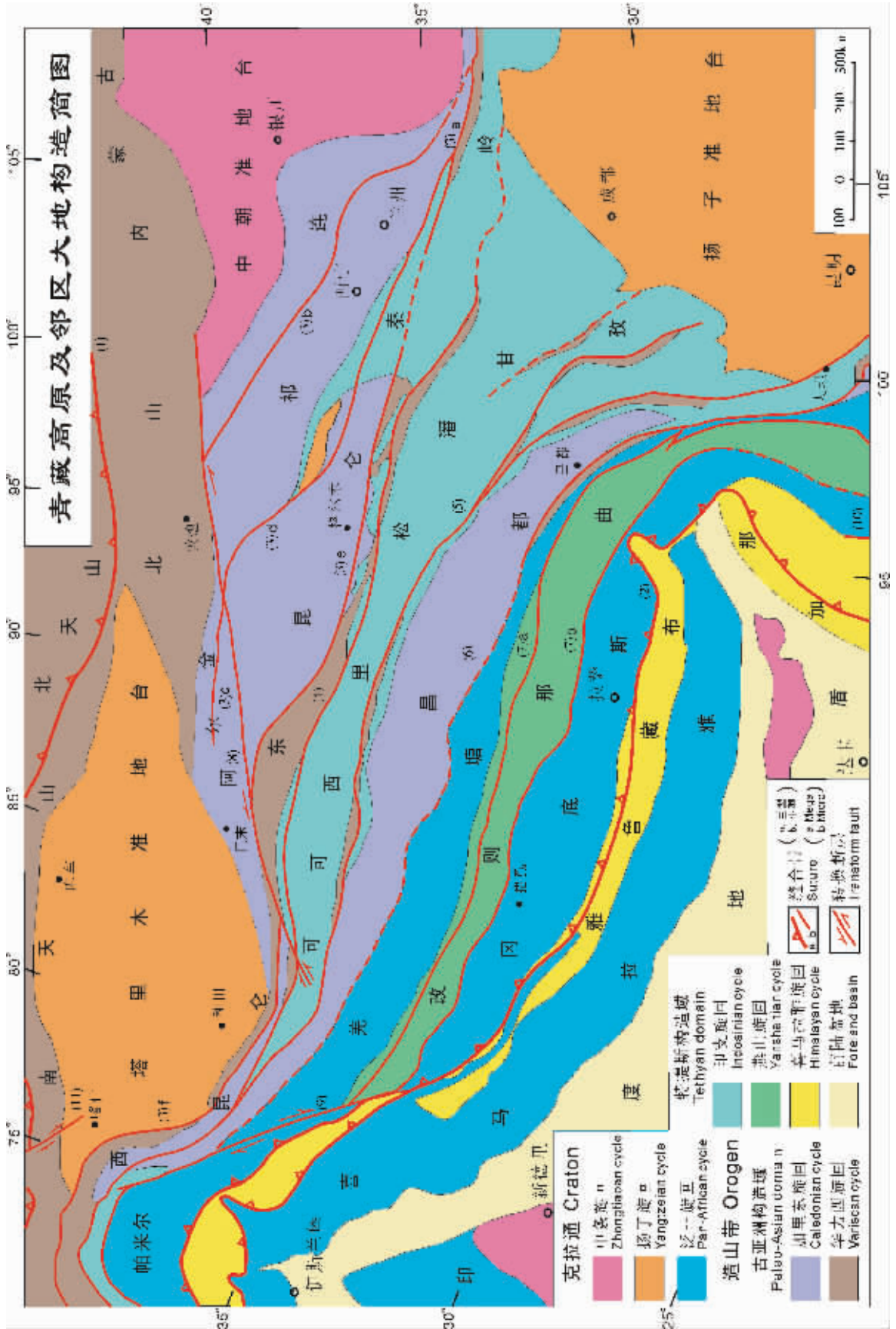


图 1 青藏高原及邻区大地构造简图(图注见下页)

Fig. 1 Tectonic sketch map of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas

巨型缝合带

- (1) 亚洲洋主缝合带之一: 乌拉尔-南天山缝合带
 (2) 特提斯洋主缝合带: 印度河-雅鲁藏布江-那加缝合带

小型缝合带或重要断裂带

- (3) 昆仑-秦岭(加里东以来的)多旋回缝合带
 (3)a. 商丹断裂带
 (3)b. 北祁连断裂带
 (3)c. 金雁山断裂带
 (3)d. 柴达木北缘断裂带
 (3)e. 昆中断裂带
 (3)f. 西昆仑断裂带
 (4) 康西瓦-玛沁缝合带
 (5) 金沙江缝合带
 (6) 龙木错-澜沧江缝合带
 (7) 班公湖-怒江缝合带
 (7)a. 班公湖-怒江缝合带
 (7)b. 措勤-迫龙藏布缝合带

转换断层

- (8) 阿尔金转换断层
 (9) 喀喇昆仑转换断层
 (10) 实皆转换断层
 (11) 塔拉斯-费尔干纳转换断层

主要构造单元

- 乌拉尔-南天山造山系
 南天山造山带
 天山-兴安造山系
 北天山造山带

北山-内蒙古-吉林造山带

塔里木准地台

中朝准地台

昆仑-祁连-秦岭造山系

西昆仑造山带

东昆仑造山带

阿尔金造山带

祁连造山带

秦岭-大别山造山带

扬子准地台

西藏-马来造山系

松潘甘孜造山带

喀喇昆仑-三江造山带

羌塘地块

昌都地块

金沙江造山带

中缅甸苏地(掸泰地块)

澜沧江造山带

改则-密支那造山带

拉萨地块(冈底斯岩浆弧)

改则-那曲造山带

喜马拉雅造山系

雅鲁藏布江缝合带

高喜马拉雅纳布(推覆)带

西瓦里克前陆盆地

印度地盾

专题研究中不但发现晚二叠世地层不整合于布青山蛇绿混杂岩之上,而且在布青山带之南还发现一中三叠统直接角度不整合于晚石炭世一早二叠世的浅变质岩系之上。这充分说明,木孜塔格-玛沁缝合带与金沙江缝合带一样,也是华力西旋回板块活动的产物。木孜塔格-玛沁缝合带向东延伸即是所谓的勉略缝合带。考虑到木孜塔格-玛沁带原被认为是秦岭晚古生代—三叠纪洋盆向西开口的喇叭口张开的部位,而勉略带是喇叭口收缩的部位,因此,可以断定秦岭晚二叠世—三叠纪时亦应只有海盆而无洋盆。因此,秦岭之印支造山就不应是洋盆消失后的陆-陆碰撞造山,而是海盆消失后的陆-陆叠复造山,即大陆壳的俯冲造山;大别山印支期的高压-超高压变质作用也不应是陆-陆碰撞造山的产物,而是大陆壳俯冲、陆-陆叠复造山的结果。

值得注意的是,在阿尼玛卿带不但有石炭纪—二叠纪的蛇绿混杂岩,而且还有早古生代的蛇绿混

杂岩(边千韬等,2003,通讯资料)。在金沙江带也有加里东造山之遗迹。这至少说明,木孜塔格-玛沁带是加里东与华力西叠合的缝合带。

另外,在1:500万中国及邻区大地构造图上,我们将龙木错-澜沧江缝合带的时代推测为加里东期。据1:20万丁青幅、洛隆幅地质填图,在他念他翁山不但有加里东期的花岗岩,而且有华力西期的花岗岩^[26],该带向西延入藏北双湖地区,向南与澜沧江带相连。它是否也是一条华力西缝合带或加里东与华力西叠合的缝合带?值得进一步研究。

关于这3条缝合带向西如何延伸,由于阿尔金转换断层的确定,也获得解决:木孜塔格-玛沁缝合带向西延伸即是康西瓦缝合带,因此,可以统称为康西瓦-玛沁缝合带;金沙江缝合带向西经郭扎错和甜水海北侧,继续向西北方向延伸,与康西瓦缝合带相会;龙木错-澜沧江缝合带,经龙木错后继续北西行,过团结峰和喀喇昆仑山口北侧后,被喀喇昆仑转换断层切断(图1)。

需要特别指出的是,不论在金沙江带,还是木孜塔格-玛沁带,上二叠统或下三叠统之下的不整合,均有 2 个方面的构造意义:一方面,它意味着晚二叠世前板块汇聚、挤压造山运动之结束;另一方面,又标志着新的印支旋回伸展作用的开始。不论在拉萨地块,还是北喜马拉雅,均可看到晚二叠世晚期地层或早一中三叠世地层与下伏地层间广泛的沉积间断和区域性微角度不整合或平行不整合关系^[27-29],这一点,也再次被 1:25 万填图所证实^[30]。这说明晚华力西挤压造山作用及其后的印支期伸展作用在整个青藏高原地区都是普遍存在的。前者标志着冈瓦纳与西伯利亚陆缘碰撞造山作用之结束,潘吉亚(Pangea)最终形成;后者则意味着印支旋回伸展,潘吉亚裂解,特提斯开始形成。

4 可可西里-松潘甘孜三叠系沉积盆地是劳亚大陆南缘的浊积岩盆地

可可西里-松潘甘孜著名的三叠系沉积盆地的构造属性,一直是地学界关注的重大问题。Sengör^[31]等认为它是古特提斯弧前盆地,潘桂棠等^[32]认为它是前陆盆地;张以弗等^[33]认为它是华力西造山后的裂隙盆地;许靖华等^[34]认为它是弧后盆地。

主要是在张以弗等人和川、青、滇、藏等省区地质填图的基础上,加上作者在滇西(1962—1965)、川西(1965—1966)和右江(1984)等地的地质调查,联系一些重要的专题调查研究成果^[27,28,35],在撰写《从全球看中国大地构造》^[12]时,我们提出可可西里-松潘甘孜盆地并不是奠基在特提斯洋壳之上,而是奠基在劳亚南缘大陆壳之上的浊积岩盆地。

新的 1:25 万地质填图成果进一步证明张以弗等人和我们关于可可西里-松潘甘孜三叠纪沉积盆地构造属性的认识,更符合客观实际。金沙江和木孜塔格-玛沁华力西缝合带的确定,说明晚二叠世-三叠纪时,拉萨地块、羌塘-昌都地块与可可西里-松潘甘孜、祁连-昆仑以及扬子、塔里木、中朝等地是连成一体的,它们共同构成劳亚大陆结构复杂的南部边缘,可可西里-松潘甘孜三叠系沉积盆地则是奠基于这一大陆边缘的巨型浊积岩盆地,类似于今日孟加拉湾浊积岩盆地。

孟加拉湾的沉积物质来自恒河和雅鲁藏布江-布拉马普特拉河从喜马拉雅山和青藏高原带来的碎屑物质,可可西里-松潘甘孜浊积岩盆地的

沉积物质则来自其北侧劳亚大陆的加里东和华力西造山区,特别是其邻近的昆仑-祁连-秦岭造山系。1:25 万地质填图,在木孜塔格幅、鲸鱼湖幅巴颜喀喇群分布区已发现数个沉积物来自北侧昆仑山区的沉积扇体,在可可西里幅^[36]和阿拉克湖^[25]等幅亦发现三叠系沉积是来自其北侧昆仑山区的充分证据。当时,塔里木盆地和鄂尔多斯盆地可能均是邻近特提斯海的近海湖盆(徐旺,2003,未刊)。

5 冈底斯带曾经历了重要的印支造山运动

在 1:500 万中国及邻区大地构造图上,我们将可可西里-松潘甘孜和三江地区划归印支造山带,改则-密支那一带(包括冈底斯带和改则-那曲造山带)划为燕山造山带。

1:25 万地质填图发现冈底斯带的印支造山运动也十分重要。申扎幅填图,在冈底斯南坡南木林县发现 2 个巨斑状花岗岩闪长岩岩基,呈东西走向延伸,面积大于 600 km²(包括相邻区),单颗粒锆石 U-Pb 谐合年龄为 217 Ma±3.4 Ma^[37]。墨脱县幅“迫龙藏布蛇绿混杂岩带之北的花岗岩岩体,Rb-Sr 年龄分别为 195.3 Ma±7 Ma、210 Ma 和 227 Ma。”^[38]

在冈底斯带(拉萨地块),大部分地区缺失早一中三叠世地层,上三叠统或中侏罗统地层往往直接不整合于古生代地层之上。在多巴幅,上三叠统多布日组角度不整合于上二叠统木纠错组之上^[39]。考虑到拉萨地块古生界各组地层之间尚未发现高角度不整合关系,因此,晚三叠世地层之下的角度不整合关系自然可以看做是印支造山运动的结果。这一事实与巨大的印支花岗岩的发现正好互相印证。而雅鲁藏布江带北亚带上三叠统朗杰学群沉积物来自冈底斯带的最新观察^[40],也预示其北侧的冈底斯带存在印支造山带(曾庆高等,待刊)。

与此同时,羌塘-昌都地块的印支造山运动也得到进一步的证实:在赤布张错幅各拉丹东雪山周围发现大套钙碱性火山岩系,单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 212 Ma^[41];在该幅北部二叠系地层亦与上三叠统呈角度不整合关系^[41]。

联系从苏门答腊岛经马来半岛到整个萨尔温江-怒江流域均经受剧烈印支造山作用的事实,我们便可判定印度河-雅鲁藏布缝合带以北,那加缝合带之东,包括拉萨地块、掸泰地块等在内的整个

西藏-马来造山系都曾强烈卷入印支造山作用。

6 不存在古特提斯

由于对中国,特别是对青藏高原地区地质缺乏比较深入的了解,多年以来,一些西方地质学家一直认为潘吉亚(Pangea)超大陆形成之后,在其东部古亚洲与东冈瓦纳之间有一个向东呈喇叭口形并与泛大洋(Panthalassa)相通的海洋,称古特提斯或永久特提斯。之后,Scotese等^[42-44]在其古地理再造图中,用中朝、扬子将喇叭口东端“封口”,使古特提斯成为一个形状奇特的四周被大陆块围限的海洋。在古特提斯,从古生界到三叠系为连续的大洋沉积相^[43,44]。按此设想,喜马拉雅山与昆仑山之间即应是古特提斯的所在地。

黄汲清等^[45]在《中国及邻区特提斯海的演化》中已经提出,龙木错-玉树缝合带(即金沙江缝合带)是二叠纪末形成的华力西缝合带,摒弃了西方学者的古特提斯的概念。经过1:25万地质调查,不仅证明金沙江缝合带是华力西缝合带,而且发现木孜塔格-玛沁缝合带也是华力西缝合带(见上文)。这样,我们便可以完全肯定,在青藏高原北部不存在从古生代延续到三叠纪的大洋盆地,不存在西方学者提出的所谓的古特提斯或永久特提斯。

古生代时期,在青藏高原地区有没有一个辽阔的大洋盆地?回答似乎也是否定的。

穆恩之(1973)根据古生物学研究,指出:珠穆朗玛地区古生代的生物化石,不少是与中国华北、西北和华中共有的,其中奥陶纪头足类主要是华北型的,奥陶纪三叶虫与华中相同,石炭、二叠纪珊瑚、腕足与新疆、内蒙古非常相似。

林宝玉^[46]指出:“西藏北部申扎地区的古生代地层与珠峰北坡基本相同。除石炭纪一早二叠世早期(按新地层表应属中二叠世早期)属冈瓦纳相沉积外,其他各纪地层之生物群和岩石组合均大致可与中国南方的同时代地层对比。”“其中含 *Sinoceras* 等化石的中奥陶统不仅生物化石,而且岩石性质也几乎与扬子准地台的宝塔灰岩完全相同。”

中英联合考察后,Smith^[47]指出:羌塘-昆仑-祁连地区在整个古生代是紧密连接在一起的。

杨遵仪等^[27]和郭铁鹰等^[28]更以大量确凿的事实说明,横跨喜马拉雅-喀喇昆仑的阿里地区,奥陶纪以来的古生代时期是一片浅海,无大洋存在。

这次数十幅1:25万地质填图,更以大量实际资料再次验证了上述的一些基本事实。

(1)聂拉木、江孜、多巴、申扎等幅均发现奥陶系不整合于前奥陶系变质基底之上,有的地方还有底砾岩^[48];江孜、亚东等幅,前奥陶系变质基底中的变质基性岩脉和变质花岗岩,大量锆石U-Pb年龄为451~562 Ma^[49]。这些事实证明,藏北、藏南具有统一的约500 Ma形成的泛非基底。

(2)以聂拉木、江孜、亚东、申扎、多巴、措勤、当雄等幅为基础,进一步完善了的雅鲁藏布江南北,即喜马拉雅和藏北地区的古生代地层系统,不但再次证明当时藏北与珠峰地区同属一个构造-地层区,而且进一步证明它们与塔里木、中朝、扬子等地区关系十分密切。

(3)在改则之南,措勤区幅、措勤县幅、邦多区、措麦区幅再次发现冈瓦纳舌羊齿植物群与华夏大羽羊齿植物群的混生现象^[30,50,51]。

(4)二叠系冈瓦纳相在青藏高原地区的分布已更为清晰。值得注意的是,布喀达坂峰幅、木孜塔格幅、鲸鱼湖幅,分别在东昆仑山布喀达坂峰、木孜塔格地区相继发现了中二叠世冷温型生物分子,即单通道藻(*Monodioxodina muztagataensis* Sun)^[52,53],说明青藏高原地区当时是位于冈瓦纳冰盖大陆冰缘的滨、浅海区^[54]。

这样,中外地质学家便以确凿的地质事实证明,在青藏高原地区亦不存在具古生物、古地理分隔意义的古生代大洋盆地。当时,包括中朝、扬子、塔里木在内的中国大部分地区,均位于古亚洲洋主洋盆带——中亚-蒙古带之南,属于东冈瓦纳大陆结构复杂的北部边缘。也就是说,不论早古生代加里东旋回的昆仑-祁连-秦岭海底裂谷带,还是晚古生代华力西旋回的金沙江和木孜塔格-阿尼玛卿海底裂谷带,都没有扩张成具有分隔意义的大洋盆。它们都位于辽阔的古亚洲洋南部,属于冈瓦纳大陆结构复杂的北部边缘。这一结论也从林金录等^[55]等,张世红等^[56]的古地磁研究结果得到印证。

通过1:25万地质填图还发现,古亚洲洋强烈的板块活动过程在古亚洲洋南侧的冈瓦纳大陆边缘亦有反映,其中最明显的现象如下。

(1)喜马拉雅北坡和藏北地区广泛分布的维宪期前的沉积间断和平行不整合关系,正好与中亚-

蒙古带古亚洲洋在维宪期前封闭,实现陆-陆碰撞相对应。在中亚-蒙古带这次板块汇聚过程中,表现为比较强烈的造山作用过程及其相关的岩浆活动,造成维宪期沉积与下伏地层间的角度不整合;而在青藏地区则表现为区域性隆升,造成地层缺失、沉积间断和区域性平行不整合。青藏地区维宪期开始的区域性裂解,则与这次碰撞造山后之区域性伸展运动相对应。金沙江、木孜塔格-阿尼玛卿等石炭纪—二叠纪海底裂谷带正是从维宪期开始出现的^[57]。西金乌兰湖-移山湖辉绿岩墙年龄为 345 Ma^[36],为此作出了最好的解释。

(2)喜马拉雅和青藏高原地区广泛存在的二叠纪晚期前的区域性沉积间断、地层缺失以及上二叠统或下三叠统与下伏地质体之间的角度不整合关系或区域性沉积间断,正好和西伯利亚与冈瓦纳之间碰撞造山作用之完成,潘吉亚(Pangea)超大陆之最终形成,在时间上一致。这一事实再次说明,华力西造山后所形成的潘吉亚大陆不但在其西部古欧洲与西冈瓦纳是相连的,而且在其东部,古亚洲与东冈瓦纳大陆地壳也是相接的^[12]。

7 雅鲁藏布江带和班公湖-怒江带 ——特提斯洋中的孪生姊妹

既然地质历史上不存在所谓的古特提斯,我们就必然要抛弃所谓古特提斯和新特提斯的概念^[31,58]。关于特提斯,我们自然必须遵循徐士(E. Suess)的经典定义,即特提斯是一个中生代的海洋。确切地说,特提斯是中生代时位于劳亚和冈瓦纳大陆之间的古海洋,从二叠纪晚期开始,至第三纪初结束发展。

由于可可西里-松潘甘孜三叠纪沉积盆地并不是奠基于大洋壳之上,而是位于大陆壳之上的劳亚大陆南缘的浊积岩盆地,因此,在青藏高原地区就只有印度河-雅鲁藏布江和班公湖-怒江带才是特提斯的大洋裂谷带。它们是中生代时特提斯海洋中的孪生姊妹。其中雅鲁藏布江带是主洋盆带,规模巨大,在东端,其遗迹从雅鲁藏布江大拐弯处折向缅甸境内,进入密支那地区和若开山脉,进而到安达曼群岛以至更远;在西端,其遗迹从印度河转向巴基斯坦苏莱曼-莫克兰分布,进而入伊朗,沿扎格罗斯山脉行进。班公湖-怒江带,规模较小,其遗迹向东绕过雅鲁藏布江大拐弯,进入缅甸后即被实皆转换断层切断;向西,其遗迹被喀喇昆仑转换

断层切断^[12](图 1)。

一般认为,班公湖-怒江带是三叠纪—侏罗纪的洋盆,从早侏罗世末洋盆开始封闭。因此,在怒江上游可见中侏罗世地层不整合于蛇绿混杂岩之上^[58]。向西,1:25 万兹格塘错幅^[59]、班戈县幅^[60]填图发现,晚侏罗世—早白垩世东巧组、沙木罗组分别不整合于早中侏罗世东巧蛇绿混杂岩、木嘎岗日岩群之上;再向西至班公湖附近,大洋沉积可以延续到晚侏罗世^[26,32]。对雅鲁藏布江洋的时代,有 2 种不同的意见,一种意见认为它起始于三叠纪^[12,61];另一种意见认为洋盆时代是晚侏罗世—白垩纪,主要是早白垩世^[7,28]。雅鲁藏布江洋于白垩纪末—古近纪初封闭,印度冈瓦纳与劳亚大陆碰撞。

新的 1:25 万地质调查表明,不论班公湖-怒江带还是雅鲁藏布江带,可能均是从三叠纪起就发展成为大洋裂谷带的^[62,63]。正是这一对特提斯洋中的孪生姊妹将潘吉亚超大陆一分为二,北边是劳亚大陆,南边为冈瓦纳大陆。

关于班公湖-怒江带。除原有的班公湖-怒江蛇绿岩带外,这次 1:25 万墨脱县幅^[38]在波密地区又识别出迫龙藏布蛇绿混杂岩带,其中辉长辉绿岩 Rb-Sr 年龄为 215 Ma \pm 63 Ma。混杂岩带北侧的 I 型花岗岩带 Rb-Sr 年龄分别为 195.3 Ma \pm 7 Ma、210 Ma、227 Ma 和 129 Ma。中侏罗世红层不整合于包括下二叠统在内的下伏变质岩系之上,并跨越迫龙藏布蛇绿混杂岩带^[38]。迫龙藏布蛇绿岩带向南延入缅甸境内进入密支那地区,被实皆转换断层切断;向西可与嘉黎-措勤的蛇绿混杂岩带相连。这就是说,班公湖-怒江蛇绿岩带实际上是由 2 个亚带组成的:北带,班公湖-怒江带;南带,措勤-迫龙藏布带,它们共同组成结构复杂的班公湖-怒江缝合带。

关于印度河-雅鲁藏布江带有更重要的发现。

(1)雅鲁藏布江带三叠纪时即存在南北 2 个边缘:南部边缘沉积了吕村组和涅如组,是冈瓦纳被动边缘海底扇浊积岩系;北部为穷果群和朗杰学群,后者是一套以砂、泥质碎屑岩为主的浊积岩系,并不整合于穷果群之上,含火山岩,物质来自北侧的冈底斯带^[54]。

(2)1:25 万墨脱县幅,在雅鲁藏布江大拐弯处测得蛇绿混杂岩带超镁铁质岩石中辉石的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为 200 Ma \pm 4 Ma^[38],说明晚三叠世时洋盆已开

始消减。

(3)1:25 万林芝幅也发现了晚三叠世蛇绿岩套。

(4)1:25 万拉孜县幅,在原雅鲁藏布江蛇绿岩带之南的混杂岩带的硅泥质岩中发现大量放射虫化石:*Archaeocenosphaera* sp., *Oertlispongus inaequispinosus* 放射虫组合,属中—晚三叠世;*Muelleritoritis* sp., *Pseudostysphaera* sp. 放射虫组合,属晚三叠世—早侏罗世^[64]。

(5)1:25 万萨嘎县、桑桑区、吉隆县、日喀则市幅等幅地质填图发现,雅鲁藏布江蛇绿岩带可分为2个带^[62,63],南带蛇绿岩带向西延到普兰—象泉河一带,时代为晚三叠世—中侏罗世,玄武岩 K-Ar 年龄为 157~190 Ma,蛇绿混杂岩形成于中侏罗世^[63]。这一点恰好与郭铁鹰等将普兰—象泉河蛇绿岩带定为晚三叠世—早侏罗世的意见基本一致。北带,即沿日喀则盆地南侧分布的蛇绿岩带,时代为晚侏罗世—白垩纪,蛇绿混杂岩形成于晚白垩世晚期—古新世初期。因此,可以初步确定,在雅鲁藏布江带可能亦有2条蛇绿混杂岩带,一条形成于三叠纪—早侏罗世,混杂时代为中侏罗世;另一条形成于晚侏罗世—早白垩世,混杂时代为白垩纪末—古新世初。它们共同组成结构复杂的印度河—雅鲁藏布江缝合带。

8 以印度河—雅鲁藏布江带为主洋盆的特提斯洋从三叠纪晚期开始消减,经历了印支、燕山、喜马拉雅3阶段脉动式板块汇聚造山过程

长期从事喜马拉雅地质研究的著名学者 A. Gansser^[61]曾经指出,环印度缝合带(The Peri-Indian Suture Zone),即印度河—雅鲁藏布—那加缝合带尽管重要的构造活动是在晚白垩世,洋壳岩石最终侵位是在古新世,但沿大陆边缘的造山活动在三叠纪时即已开始^[61]。

1:25 万地质调查不但证明了 A. Gansser 的正确论断,而且提供了更为有力的证据。

(1)申扎县幅 1:25 万填图在冈底斯南坡已经发现了印支期花岗闪长岩岩基^[37],说明从三叠纪晚期印度河—雅鲁藏布洋盆已开始向北消减。这似乎也预示印度河—雅鲁藏布带至少从中三叠世开始即已出现大洋盆地。

(2)雅鲁藏布江大拐弯处蛇绿混杂岩超镁铁质岩石中辉石的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为 $200\text{ Ma}\pm 4\text{ Ma}$ ^[38],亦说明印支期的消减事件。

(3)迫龙藏布带 195~227 Ma 的构造—岩浆事件,显然亦是印支期板块活动的结果^[38]。

(4)除印支期的板块活动外,在冈底斯岩浆弧的多幅 1:25 万地质图中,还可识别出前中侏罗世、前晚侏罗世、前早白垩世和前晚白垩世等燕山期4个角度不整合面和与之相关的岩浆作用,无疑反映印度河—雅鲁藏布江洋脉动式的4次俯冲作用。

(5)1:25 万当雄县幅通过测年,发现纳木错大型逆掩断裂体系,可分出侏罗纪(191~144 Ma)、白垩纪中期(109 Ma)和古近纪(60~30 Ma)等3期主要逆冲和隆升事件^[65]。同时,地球物理探测表明,这一逆掩推覆体系,在深部均汇集于15~30 km 深的地壳拆离滑脱带,由北向南逆冲,充分体现了雅鲁藏布江带在印支—燕山—喜马拉雅旋回期间分阶段、脉动式向北消减,冈底斯构造带向南逆冲的动力作用过程。

上述特提斯主动边缘一侧的构造—岩浆作用过程,在北喜马拉雅被动边缘一侧的地质记录中也被反映出来。

(1)1:25 万聂拉木县幅,在喜马拉雅北坡白垩系底部发现分布广泛、延伸较稳定的层序不整合界面,显然代表一次盆—山转换过程^[66]。

(2)1:25 万洛扎县、萨嘎县、桑桑区、吉隆县等幅在喜马拉雅北坡发现 J_2/J_1 之间 J_3/J_2 之间 J_3/K_1 之间以及 K_2/K_1 之间均存在沉积间断和地层缺失^[63],在洛扎县幅还可见到晚白垩世宗卓组可不整合于中侏罗统、上侏罗统和下白垩统不同地层之上^[67],正好与雅鲁藏布洋几次脉动式俯冲相对应。

(3)1:25 万定结县幅、陈塘区幅在上三叠统“郎杰学群”中识别出二期“构造混杂岩”,早期为晚三叠世(?),主期为早白垩世^[68]。

(4)阿里地区喜马拉雅北坡地层在 J_2/J_1 J_3/J_2 之间亦存在沉积间断、地层缺失和局部不整合^[25]。

这些事实充分说明,以印度河—雅鲁藏布江为主洋盆的特提斯洋曾经经历了印支、燕山和喜马拉雅3个阶段脉动式板块汇聚造山过程,从三叠纪晚期(印支旋回)洋盆开始消减,白垩纪晚期最后封闭,实现陆—陆碰撞,晚白垩世—古近纪初已为残余海盆发展阶段,新生代碰撞造山达到高潮。

9 亟待认真研究的一个重要问题

青藏高原地区已经划分出一系列的蛇绿岩带或蛇绿混杂岩带,但其中只有雅鲁藏布江、班公湖-怒江等少数蛇绿岩带或蛇绿混杂岩带中的某些地段是经过较系统研究的,是可以确定的。其他各带均需进一步工作,加以厘定,分辨真伪。只有这样,我们才能对青藏高原的大地构造及其演化过程做出更加符合实际的判断。

结 语

以上我们简要报道了青藏高原大地构造研究的最新进展,重点是印度与欧亚大陆碰撞前,特提斯构造及其相关问题。1:25 万地质填图,在大陆碰撞后,藏北新生代岩浆活动、青藏高原隆升、藏北湖盆演化等方面,亦有不少重要的新发现,因受篇幅限制,这里均未涉及。需要特别指出的是,本文只是一个简要的报道,更详细、更准确的论述还有赖于各图幅作者的专题论文。作者相信,在此基础上,若能再就一些重要苗头、关键问题深入解剖,仔细论证,我们中国地质学家就将为世界瞩目的青藏高原地质科学的发展做出更多、更大的贡献。

在结束本文的时候,作者谨向在青藏高原进行地质调查的同行们表示崇高的敬意,向中国地质调查局以及西安地质矿产研究所、成都地质矿产研究所——新一轮地质调查的领导和学者们表示崇高的敬意!向各图幅作者以及边千韬先生和 I. Pospelov 博士给予的无私帮助表示衷心的感谢!特别感谢中国地质调查局叶天竺、张洪涛、庄育勋、翟刚毅等领导同志,感谢本刊刘志刚副主编,正是他们的大力支持,使作者能够及时了解到青藏高原地质调查的最新进展,并完成这篇简要报道。

参考文献:

- [1]Argand E. 1924. Tectonics of Asia[M]. Translated and edited by A V Carozzi, Hafner Press, A. Division of Macmillan Publishing Co., Inc., 1977.218.
- [2]Huang T K. On Major Tectonic Forms of China[J]. Geological Memoirs. ser. A, 1945, (20):165, 8pls.(with Chinese summary of 11 pages).
- [3]常承发,郑锡澜. 中国西藏南部珠穆朗玛峰地区地质构造特征[J]. 地质科学,1973,(2):257~265.
- [4]刘增乾,徐宪,潘桂荣,等. 青藏高原大地构造与形成演化[M]. 北京:地质出版社,1990. 174.

- [5]潘裕生,孔祥儒. 青藏高原岩石圈结构演化和动力学[M]. 广州:广东科技出版社,1998. 428.
- [6]孙鸿烈,郑度. 青藏高原形成演化与发展[M]. 北京:科技出版社, 1998. 350.
- [7]肖序常,李廷栋. 青藏高原的构造演化与升降机制[M]. 广州:广东科技出版社,2000. 313.
- [8]新疆地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993. 841.
- [9]程裕洪. 中国区域地质概论[M].北京:地质出版社,1994. 517.
- [10]何国琦,李茂松,刘德权,等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 新疆人民出版社,香港文化教育出版社,1994. 437.
- [11]任纪舜,姜春发,张正坤,等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京:科学出版社,1980. 124.
- [12]任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等. 中国及邻区大地构造图简要说明:从全球看中国大地构造[M]. 北京:地质出版社,1999. 50.
- [13]王永和,校培喜,潘长利,等. 苏吾什杰幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [14]张建新,张泽明,许志琴,等. 阿尔金构造带西段榴辉岩 Sm-Nd 及 U-Pb 年龄——阿尔金中加里东山根存在的证据[J]. 科学通报,1999,44(10):1106~1109.
- [15]Yang J S,Xu Z Q,Zhang J X,et al.Tectonic significance of Caledonian high-pressure rocks in the Qilian-Qaidam-Altun mountains, NW China [J]. The Geological Society of American, Memoir, 2001,194:151~170.
- [16]张文佑. 断块构造导论[M]. 北京:科学出版社,1984.
- [17]韩芳林,崔建堂,计文化,等. 于田县幅、伯力克幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [18]熊盛青,周伏洪,姚正熙,等. 青藏高原中西部航磁调查[M]. 北京:地质出版社,2001. 221.
- [19]边千韬,沙金庚,郑祥身. 西金乌兰晚二叠一早三叠世石英砂岩及其大地构造意义[J]. 地质科学,1993,28(4):327~335.
- [20]沙金庚. 青海可可西里地区古生物[M]. 北京:科学出版社, 1995. 175.
- [21]张以菲,郑祥身. 青海可可西里地区地质演化[M]. 北京:科学出版社,1996. 202.
- [22]中国地质科学院地质研究所构造地质研究室. 中国大地构造图[M]. 北京:地图出版社,1979.
- [23]姜春发,杨经绥,冯秉贵,等. 昆仑开合构造[M]. 北京:地质出版社,1992. 224.
- [24]姜春发,王宗起,李锦铁,等. 中央造山带开合构造[M]. 北京:地质出版社,2000. 154.
- [25]王国灿,贾春兴,朱云海,等. 阿拉克湖幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [26]王建平. 西藏他念他翁山链北部花岗岩与特提斯洋演化[A]. 见:九五全国地质科技重要成果论文集 [C]. 北京:地质出版社, 2000.146~149.
- [27]杨遵仪,聂泽同. 西藏阿里古生物[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1990. 380.
- [28]郭铁鹰,梁定益,张宜智,等. 西藏阿里地质[M]. 北京:地质出版社,1991. 464.

- [29]西藏自治区地质矿产局. 西藏岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997. 302.
- [30]周幼云,江元生,王明光. 西藏措勤—申扎地层分区二叠系故布错组的建立及其特征[J]. 地质通报,2003,21(2):79~82.
- [31]Sengör A M C. The Cimmerides of Eastern Asia: history of the eastern end of Palaeo-Tethys[J]. Geol. Soc. France Mem. N. S., 1984,147:139~167.
- [32]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. 218.
- [33]张以菲,庞存廉,李长利,等. 可可西里—巴颜喀拉三叠纪沉积盆地的形成和演化[M]. 西宁:青海人民出版社,1997. 136.
- [34]许清华,孙枢,王清晨,等. 1:400万中国大地构造相图[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [35]杨遵仪,李子舜,等. 中国的三叠系[J]. 地质学报,1982,56(1):1~21.
- [36]朱迎堂,郭通珍,彭伟. 可可西里湖幅幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [37]李才,王天武,李惠民,等. 冈底斯地区发现印支期巨斑花岗岩—古冈底斯造山的存在证据[J]. 地质通报,2003,22(5):364~366.
- [38]郑来林,廖光宇,董翰,等. 墨脱县幅幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [39]曲永贵,王永胜,张树岐,等. 西藏申扎地区晚三叠世多布日组地层剖面的启示——对冈底斯印支运动的地层学制约[J]. 地质通报,2003,22(7):470~473.
- [40]曾庆高,毛国政,王保弟,等. 琼果幅、曲德贡幅(1:5万)地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [41]姚华舟,段其发,牛志军,等. 赤布张错幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [42]Scotese C R, Mckerrow W S. Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography[M]. Geological Society Memoir 12, The Geological Society London. 1990.
- [43]Smith A G, Briden J C. Mesozoic and Cenozoic paleocontinental maps[A]. In: Cambridge Earth Science Series[M]. Cambridge, Univ. Press,1977.63.
- [44]Aubouin J, Debelmas J, Latreille M. Geology of the Alpine chains born of the Tethys: Introduction[A]. In: Texte intégral du colloque C5: Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys du 26° CGI[C]. 1980.7~12.
- [45]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. 78.
- [46]林宝玉. 西藏中南部雅鲁藏布江两侧早二叠世地层和珊瑚动物群[A]. 见:中国地质科学院,法国科学研究中心主编. 中法喜马拉雅考察成果[C]. 北京:地质出版社,1984. 63~85.
- [47]Smith A B, Xu J. Palaeontology of the 1985 Tibet Geotraverse, Lhasa to Golmud[A]. In: Chang Chengfa et al,eds. The Geological Evolution of Tibet[C]. 1988. 53~106.
- [48]朱同兴,王安华,邹光富,等. 喜马拉雅地区沉积盖层底砾岩的新发现[J]. 地质通报,2003,22(5):367~368.
- [49]刘文灿,万晓樵,梁定益,等. 江孜县幅、亚东县幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [50]石和,陶晓风,刘登忠,等. 西藏坚扎弄组的植物化石新资料 and 再认识[J]. 地质通报,2002,21(7):428~430.
- [51]李晓勇,谢国刚,徐银保,等. 西藏中南部尼雄—文部地区中—晚二叠世坚扎弄组的发现及其地质意义[J]. 地质通报,2002,21(6):339~344.
- [52]孙巧缙,马华东. 新疆东昆仑木孜塔格格一带首次发现单通道筳(*Monodiexodina*)动物群[J]. 地质通报,2002,21(1):48.
- [53]王秉璋,宋泰忠,王瑾,等. 东昆仑布喀达坂峰地区发现二叠纪冷温动物群[J]. 地质通报,2002,21(7):411~414.
- [54]梁定益. 青藏高原首批1:25万区域地质调查地层工作若干进展点评[J]. 地质通报,2004,23(1):24~26.
- [55]林金录,Walls D R. 青藏高原的古地磁研究[A]. 见:青藏高原地质演化[C]. 北京:科学出版社,1990. 242~281.
- [56]张世红,朱鸿,孟小红. 扬子地块泥盆纪—石炭纪古地磁新结果及其古地理意义[J]. 地质学报,2001,75(3):303~313.
- [57]马华东,李咸阳,魏新昌,等. 木孜塔格、鲸鱼湖幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [58]王建平,刘彦明,李秋生,等. 班公湖—丁青蛇绿岩带东段侏罗纪盖层沉积的地层划分[J]. 地质通报,2002,21(7):405~410.
- [59]郑有业,何建社,赵平甲,等. 兹格塘错幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [60]陈国荣,陈玉禄,张宽忠,等. 班戈县幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [61]Gansser A. The Peri-Indian suture zone[A]. In: Texte intégral du colloque C5: Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys du 26° CGI[C]. 1980. 140~148.
- [62]胡敬仁,刘鸿飞,夏代祥,等. 日喀则市幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [63]张振利,田立富,范永贵,等. 萨嘎县幅、桑桑区幅、吉隆县幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [64]朱杰,刘早学,田望学,等. 拉孜县幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [65]吴珍汉,孟宪刚,胡道功. 当雄县幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [66]朱同兴,周铭魁,邹光富,等. 聂拉木幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [67]钟华明,夏军,童劲松,等. 洛扎县幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).
- [68]李德威,张雄华,廖群安,等. 定结县幅、陈塘区幅地质调查新成果及主要进展[J]. 地质通报,2004,23(5~6).

Lifting the mysterious veil of the tectonics of the Qinghai-Tibet Plateau by 1:250000 geological mapping

REN Jishun, XIAO Liwei

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

Abstract: 1:250000 geological mapping has further revealed the mysteries of the tectonics of the Qinghai-Tibet Plateau. The Altun Mountains are not of the Tarim massif, but a part of the Kunlun-Qilian-Qinling orogenic system; the Altun fault is a large transform fault; the Muztag-Maqên suture zone and Jinshajiang suture zone are both Variscan ones; the Songpan-Garzê area in the Triassic was a huge turbidite basin on the southern margin of Laurasia; the Gangdise belt underwent the important Indosinian orogenic movement; an ocean basin that persisted from the Paleozoic to Triassic did not exist, i.e. the so-called Paleo-Tethys or permanent Tethys was not in existence in the Qinghai-Tibet Plateau. In the Paleozoic, most parts of China, including the Sino-Korean, Yangtze and Tarim massifs and the Qinghai-Tibet Plateau, were located in south of the main ocean basin—the Central Asian-Mongolian sea way—of the Paleo-Asia ocean, belonging to the northern margin of Gondwana. The Yarlung Zangbo and Bangong - Nujiang belts were twins in the Tethyan Ocean, which began to develop into two ocean rift belts in the Triassic. The Tethyan Ocean with the Yarlung Zangbo belt as the main ocean basin belt began to be subducted in the Late Triassic and experienced a process of pulsatory plate convergence orogeny including the Indosinian, Yanshanian and Himalayan stages.

Key words: Qinghai-Tibet Plateau; Tethys; Paleo-Tethys; tectonics; Yarlung Zangbo suture zone