

秦岭—大别中央造山系南缘勉略古缝合带的再认识

——兼论中国大陆主体的拼合

张国伟, 程顺有, 郭安林, 董云鹏, 赖绍聪, 姚安平

(西北大学大陆动力学教育部重点实验室/西北大学地质系, 陕西 西安 710069)

摘要:秦岭—大别等中央造山系南缘的勉略(勉县—略阳)构造带是中国大陆构造中划分南北、连接东西的重要构造带。构造、沉积、地球化学、地球物理、古生物和同位素定年以及变质变形、岩浆活动等多学科综合研究证明,勉略构造带先期原是秦岭—大别造山带中除商丹缝合带以外的另一条于中—晚泥盆世扩张打开、晚二叠世开始俯冲、中—晚三叠世陆—陆碰撞造山的古板块缝合带,也是中国大陆印支期完成其主体拼合的主要结合带,具有重要的科学意义。

关键词:中央造山系,勉略古缝合带,勉略构造带,中国大陆主体拼合

中图分类号:P542+.4

文献标识码:A

文章编号:1671-2552(2004)09-10-0846-08

秦岭—大别造山带等中央造山系的南界是以一系列向南的逆冲推覆为主要特征的断裂构造带,从南昆仑断裂带连接东、西秦岭的玛沁—文县—略阳—勉县—巴山弧—襄樊至桐柏—大别南缘的襄广断裂带,可统称为中央造山系南缘断裂带,其中以东、西秦岭交界处的勉县—略阳间最具典型代表性且研究最详,因而简称为勉略构造带。它呈近东西向横贯中国大陆中东部,使秦岭—大别等中央造山系从东至西向南作非均—大幅度的推覆运动,形成巨大的陆内俯冲带、逆冲推覆带和大陆强构造变形带^[1-2]。新的地质、地球化学和地球物理等多学科综合研究证明,现今的勉略构造带是在先期秦岭—大别板块俯冲碰撞缝合带的基础上叠加中生代陆内构造而形成的复合构造带,原是秦岭—大别造山带中除商丹古缝合带以外又一条印支期板块拼合的古缝合带^[2-6]。同时,还揭示其应是中国大陆于印支期完成主体拼合的主要结合带。因此,恢复重建勉略古缝合带,对于探索秦岭—大别造山带的构造格局、形成演化和中国大陆如何完成主体拼合及其大陆动力学特征,具有重要意义。

1 勉略构造带

勉略构造带现沿秦岭—大别造山带南缘边界呈EW—NW向延伸,东端在大别南缘被郟庐断裂左行平移至鲁东,而向西经武当山、大巴山弧南缘和勉县—略阳—康县,继续沿西秦岭南缘的文县—玛曲—玛沁接东昆仑南缘断裂带西

延,后又为阿尔金断裂平移接西昆仑南缘而至帕米尔构造带,并再西延,成为中国大陆构造中一条突出的划分中国大陆南北、连接东西的重要构造带,区域上即是秦岭—大别等中央造山系南缘的边界断裂构造带。以该带为界,南北中国大陆地质构成巨大的构造交切。现今该带以一系列连续交接的指向南的大型弧形逆冲推覆构造呈线性弧形波状近东西向延展,其中以大别、巴山、康县—玛曲(简称康玛)3个大的指向南的弧形逆冲推覆构造为主体,其间相对于扬子地块北缘的黄陵、汉南—碧口和若尔盖地块的阻挡而呈向北突出的弧形,总体呈现为正弦波状的线性平面展布(图1)。

1.1 大别—桐柏南缘弧形推覆构造

伴随郟庐断裂的左行剪切平移,大别弧形构造东翼移至鲁东,而西翼呈半弧状,即武穴—襄樊间的桐柏—大别造山带南缘襄广段的向S—SW的斜向逆冲推覆构造,复合兼具右行走滑。反射地震测深资料揭示,以大别UHP岩石抬出为代表的造山带根部深层岩块向南大幅度逆冲推覆于中扬子地块北缘^[7-11],形成襄广段巨大的深层推覆构造。

1.2 巴山巨型弧形逆冲推覆构造

该弧形逆冲推覆构造介于襄樊—洋县之间,由于东、西两侧黄陵和汉南地块不均一阻挡而呈巨大指向SSW运动的不对称弧形,其间是南秦岭印支期勉略带碰撞造山中形成并叠加中生代陆内构造的安康碰撞推覆构造和武当穹隆构造,而其外侧则是以川东北推覆构造为主的褶皱断裂弧形构造

收稿日期:2004-08-18

基金项目:国家自然科学基金重点项目(批准号:40234041,49732080)资助。

作者简介:张国伟(1939—),男,教授,中国科学院院士,从事构造地质、前寒武纪地质研究。E-mail: gwzhang@nwu.edu.cn

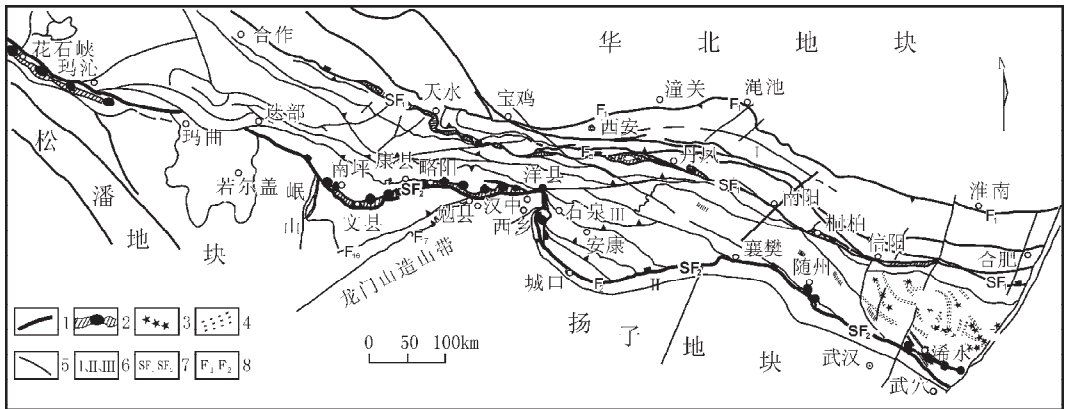


图1 秦岭—大别南缘勉略构造带与勉略古缝合带简图

Fig.1 Schematic map of the Mianlue tectonic belt on the southern margin of the Qinling-Dabie orogen and the Mianlue suture

1—勉略构造带 2—蛇绿岩及相关火山岩 3—UHP岩石剥露区 4—韧性剪切带 5—断层 6—I—II—III 华北地块南缘与北秦岭带、II 扬子地块北缘、III 南秦岭 7—秦岭—大别造山带商丹缝合带(SF₁)、秦岭勉略缝合带(SF₂) 8—秦岭—大别北缘边界断裂带(F₁)和南缘边界断裂带(F₂,即勉略构造带)

造。故大巴山弧形逆冲推覆构造总体是在先期碰撞构造和缝合带的基础上,于中生代秦岭陆内造山过程中叠加复合逆冲推覆而形成的巨大弧形双层逆冲推覆构造(图1)。详细的构造解析和制图表明,以洋县—石泉—城口—房县巴山主推覆断层为界,大巴山推覆构造可划分为差异明显的南北2个推覆构造系:①北大巴山推覆构造系,以南秦岭下古生界、中新元古界组成的变质变形碰撞构造和以安康、紫阳红椿坝等主推覆断层为界的系列逆冲推覆以及武当穹隆构造为主体,其整体,尤其是东西端被上述晚期巴山主推覆断层所截切,而内部上述先期构造,特别是断裂构造也随之发生叠加逆冲活动,以致逆冲推覆在断陷盆地中—早侏罗世岩层之上,如紫阳红椿坝断裂逆冲推覆在瓦房店中—早侏罗世盆地上,表明其主体先期原为秦岭印支主造山板块碰撞构造,后期被卷入巴山逆冲推覆构造。②南大巴山则由2个次级构造单元组成:一是叠加复合逆冲推覆构造带,是在先期最新只卷入中三叠世岩层的勉略带碰撞前陆冲断构造基础上,叠加由北大巴山推覆所引起的复合推覆变形带。该带现已掩覆了先期的勉略古缝合带,现有的地球物理测深资料也已证明了这一点^[5]。二是南侧推覆扩展前锋变形带,是由上述大巴山推覆构造所引起的前沿最新已卷入晚三叠世—白垩纪前陆盆地沉积地层的推覆向前扩展的构造变形带。

巴山弧西延的勉略区段是勉略构造带延伸中向北最突出的部分,也是秦岭造山带中最狭窄地带的南缘部位,同时也是勉略构造带中保存先期蛇绿岩和缝合带遗迹最好、已有大量研究成果的地段^[3,4,12,13]。由于川西、川中基底的汉南地块向北大幅度强烈挤入秦岭造山带,该地段东、西两侧形成巴山和康玛两大弧形推覆构造,而其本身则成为两大弧形构造

翼部交接转换的地段。

1.3 康县—文县—玛曲弧形逆冲推覆构造(简称康玛弧)

该逆冲推覆构造(图1)呈弧形分布于康县—玛曲间,西段为迭部—玛曲推覆构造所叠置,西延接玛沁推覆构造。康玛弧形构造由于其南侧东、西端受碧口和若尔盖地块阻挡而呈巨大向南突出的弧形,并以明显的构造交切关系大规模向南运动叠置于松潘北缘与岷山南北构造之上。康玛弧形构造是一个几何学结构与组成更为复杂的多层次的指向南的巨大弧形逆冲推覆构造系^[12]。它由3个次级单元组成:①在原先期碰撞推覆构造基础上形成的北部三河口低角度逆掩推覆构造。②西部南坪黑河薄皮滑脱逆冲推覆构造,呈低角度交切或顺层推覆,逆掩叠覆或截切上述三河口逆掩推覆构造和其他构造之上,具薄皮构造特点。③晚期统一整体的康玛巨型弧形推覆构造,以西秦岭南缘边界为主推覆断层整体发生向南的逆冲推覆运动,截切前期构造与松潘、碧口等南侧所有构造线,并在碧口地块北侧由于碧口基底高位抬出阻挡而发生上部指向北的反向对冲构造。

总之,现今位于秦岭—大别造山带等中央造山系南缘边界的勉略构造带是划分中国大陆地质南北、构成南北巨大构造交切的横贯东西的大陆复合构造变形带,以连续交接的多个向南运动的弧形推覆构造的几何学与运动学为特征,突出而显著。

2 勉略古缝合带

关于勉略古缝合带的恢复重建研究,已有很多成果发表^[1-4,6,14-16],为避免重复,这里不再论证,仅列出主要证据。

在现今勉略构造带中,自西至东的不同区段,从物质组

成、沉积体系、变形变质作用到岩浆活动,尤其蛇绿岩及相关火山岩等均一致保留和残存有多种板块缝合带的遗迹。虽然中间有如巴山弧构造等因后期改造掩覆而缺失遗迹的出露,但总体仍客观可靠地显示出现今的勉略构造带原来曾是一重要的洋壳消减、板块拼合的古缝合带。主要证据如下。

2.1 蛇绿岩与相关火山岩的岩石学与地球化学证据

古板块缝合带恢复和重建的关键是是否存在古洋盆,核心是蛇绿岩与相关火山岩的研究确定。在勉略构造带内,从德尔尼—南坪—康县至勉县,越巴山弧到湖北随州花山,东至大别南缘的清水河,上千公里沿线有20多处断续出露蛇绿岩、洋岛火山岩、岛弧火山岩及初始洋型双峰式火山岩^[1-3]。精细的区域和带内构造解析与岩石地球化学研究表明,它们是残存的代表古洋壳的蛇绿岩及相关的火山岩。

(1) 勉略构造带内蛇绿岩主要出露于德尔尼、琵琶寺、庄科、鞍子山、随州花山及大别清水河地区^[16-19]。具有超基性岩(变质洋幔)堆晶辉长岩、辉绿岩墙群及MORB型玄武岩等岩石组合。①原岩主要是二辉橄橄榄岩和纯橄岩的超基性岩,多已蚀变为蛇纹岩类,地球化学分析表明,其REE配分型式为亏损型($La/Yb)_N=0.40\sim 1.20$,具正铕异常。②具堆晶和辉长—辉绿结构的辉长岩类变形强烈,稀土特征为弱富集型, $(La/Yb)_N=4.46\sim 11.73$, $\delta Eu=0.94\sim 1.55$,具弱正铕异常。③发育辉绿岩墙,其 $(La/Yb)_N=3.09\sim 6.51$, $\delta Eu=0.76\sim 1.06$,微量元素配分型式显示了与辉长岩类同源岩浆分异演化的趋势。④MORB型玄武岩是带内蛇绿岩组合的重要组成端元,以高 TiO_2 、 K_2O 和轻稀土亏损^[3,42]为典型特征。

(2) 洋岛火山岩广泛分布于南坪—康县区段。①洋岛拉斑玄武岩类 $(La/Yb)_N$ 介于1.85~5.71之间, δEu 平均0.94。②洋岛碱性玄武岩 $(La/Yb)_N$ 平均14.71, δEu 平均0.93。岩石N型MORB标准化配分型式以Ba、Th、Nb、Ta的较强富集为特征^[3,42]。自洋岛拉斑玄武岩→洋岛碱性玄武岩,Ti的亏损逐渐增强,而Ba、Th、Nb、Ta的富集度却逐渐升高,反映了洋岛火山作用正常的岩浆演化趋势,表明它们是典型的洋岛型大洋板内岩浆活动的产物。

(3) 岛弧火山岩均属亚碱性系列火山岩。①略阳三岔子岛弧拉斑玄武岩 $(La/Yb)_N=6.59$, $\delta Eu=0.98$ 。而安山岩类 $(La/Yb)_N=2.78\sim 13.24$, $\delta Eu=0.85\sim 1.02$ 。岩石的 $Th>Ta$, $Nb/La<0.6$, Th/Ta 大多在3~15之间, $Th/Yb=0.68\sim 2.74$, $Ta/Yb=0.10\sim 0.84$ 。②巴山弧岛弧岩浆带以弧内裂陷双峰式火山岩为代表,玄武岩类轻稀土为弱富集型,且无Eu异常。而英安流纹岩类稀土总量较高,轻稀土为中度富集型。微量元素以显著的Nb、Ta亏损为特征, $Th/Yb-Ta/Yb$ 和 $Ti/Zr-Ti/Y$ 以及 Nb/Th 、 La/Nb 不活动微量元素组合特征^[3,42],指示它们生成于岛弧的大地构造环境,为洋内岛弧弧内裂陷岩浆活动的产物。

(4) 略阳黑沟峡和大别南缘兰溪初始洋型双峰式火山岩系,主要由玄武岩及少量英安流纹岩组成,其基性端元均属拉斑系列玄武岩,仅酸性岩属钙碱系列。该类玄武岩的地球化学特征表明,它们来自MORB型地幔源并较少受陆壳混

染影响,而酸性岩则源于具有陆壳特征的源区。玄武岩类的微量元素特征和扁平的REE模型表明,应属MORB型,而不是OIB和岛弧型,说明裂谷已拉张成洋盆,初始洋壳已开始形成^[1-3,42]。然而,该类玄武岩的Th和Pb高于典型N型MORB,类似于一些大陆溢流玄武岩,恰好反映了该玄武岩是由初始大陆裂谷向成熟洋盆转化阶段的产物。

上述蛇绿岩和相关火山岩的地质与地球化学事实,结合以下沉积、构造等综合分析,充分表明秦岭—大别南缘曾存在现已消失的勉略有限洋盆,自西部德尔尼经勉略直至大别山南缘,总体属中小有限洋盆性质,而且地质、地球化学综合对比分析,表明属东古特提斯洋域北缘分支洋盆。

2.2 构造沉积体系证据

勉略构造带包括以下主要的古大陆边缘和前陆盆地体系。

(1) 勉略带大陆边缘沉积体系(图2)

沿勉略带南侧从西部玛沁至东部大别南缘,连续发育晚古生代至三叠纪的陆缘沉积体系^[2,41,20],其陆缘盆地发育演化可划分为以下2个阶段。

①扩张裂谷至初始洋盆沉积体系与演化阶段(D—C)。南秦岭和扬子地块区域地层对比研究表明,勉略地带发生扩张裂解前主体处于原扬子板块北缘早古生代被动陆缘后侧的区域隆起背景上。区域对比发现勉略带的两侧均普遍缺失泥盆纪—石炭纪岩层,而勉略带内却从西至东普遍发育具有裂谷型沉积组合特征的泥盆纪—石炭纪岩层,而且带内的泥盆系表现为从初始裂陷快速粗砾屑堆积、裂谷边缘相冲积扇体系的扇三角洲至深水扇,到重力流、浊积岩系的由斜坡、坡底裙以至盆地平原相的深水浊积岩系等沉积特征,并具自南向北加深的相变与组合等,总体上反映了勉略洋盆从初始同裂谷到初始小洋盆的沉积充填特征。石炭系则主要以陆棚—盆地体系为特征,同时在蛇绿混杂岩内的硅质岩中还发现早石炭世的放射虫动物群,表明石炭纪已开始发育深水盆地相沉积^[19]。同时勉略带南侧晚古生代沉积岩层发育层位的时代及其延展分布还揭示,勉略洋盆是自西向东逐渐扩张打开的,另有专文论述^[2,41]。

②被动大陆边缘沉积体系与演化阶段(P—T₁₋₂)。综合研究表明,勉略洋盆自石炭纪晚期到早中三叠世由西至东逐渐扩张打开,形成统一的洋盆,并于二叠纪中晚期已开始消减俯冲^[1,41,20]。勉略古洋盆南侧的二叠纪—中早三叠世沉积岩系已从泥盆纪—石炭纪的扩张裂谷沉积演化转入被动陆缘沉积。中上二叠统,尤其是以浅海—半深海硅质岩为主,自南向北加深的长兴期沉积,具有典型的被动大陆边缘沉积体系的特征,指示其前缘(北侧)存在有洋盆。

勉略带南侧的早三叠世自北而南发育下部浅海泥质—灰泥质盆地体系、浅海碳酸盐陆架斜坡体系和碳酸盐台地体系^[11,38],而中上扬子北缘巨厚的巴东组(T₂)垂向从细粒向粗粒的沉积演化特征表明,自中三叠世开始,勉略带已开始萎缩,自东而西已转入早期海相前陆盆地沉积时期。

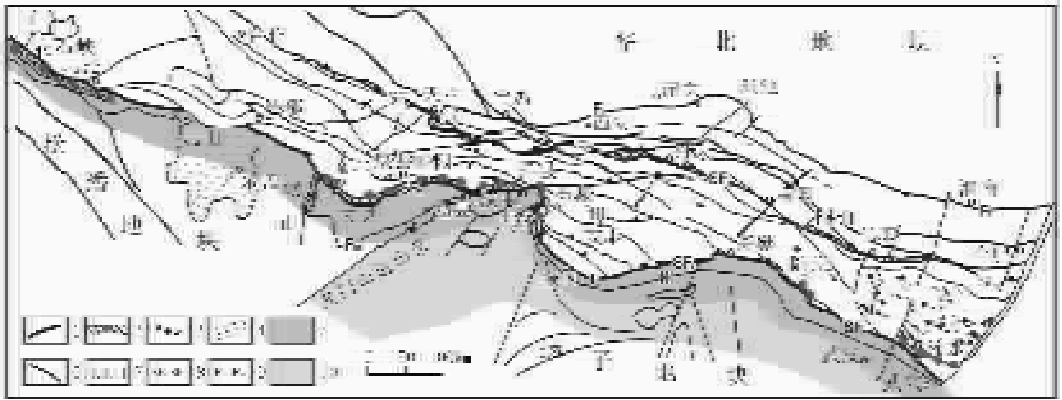


图2 勉略带南侧陆缘(D—T₂)和前陆盆地(T₃—K₁)图

Fig.2 Continental margin (D—T₂) and foreland basin (T₃—K₁) on the south side of the Mianlue belt

1—勉略构造带 2—蛇绿岩及相关火山岩 3—UHP岩石剥露区 4—韧性剪切带 5—被动陆缘沉积体系范围 6—断层;
7—I 华北地块南缘与北秦岭带、II 扬子地块北缘、III 南秦岭 8—秦岭—大别造山带商丹缝合带(SF₁)、
秦岭勉略缝合带(SF₂); 9—秦岭—大别造山带南(F₂)北(F₁)边界断裂; 10—前陆盆地及其沉积范围

(2)前陆盆地体系与演化(图2)

中三叠世后,勉略带南侧现残存的沉积记录仍可恢复出2套前陆盆地体系。

①中—晚三叠世海相前陆盆地沉积体系。主要分布于中、上扬子地块与松潘等地北缘,而同期川西龙门山前也发育前陆盆地,两者成交接分支关系。在中扬子从早—中三叠世典型深水相沉积到巨厚的巴东组(T₂)垂向向粗粒的演化表明,已开始向前陆盆地转变。这恰与大别碰撞超高压变质作用主要发生在245~230 Ma,即早—中三叠世相吻合。而中上扬子北缘地区,中—晚三叠世海相前陆盆地沉积多已被掩覆,仅在川西北残留有周缘前陆盆地远端的浅水沉积。在松潘北缘,早—中三叠世仍为被动陆缘的浅海台地相沉积,但自中—晚三叠世则出现以浊积岩为主的深水沉积,呈现半深海—深海斜坡环境,至晚三叠世诺利期又变为浅海陆棚粗中粒长石砂岩等沉积,代表海相磨拉石,表明已发生构造变形而隆升。总之,自中三叠世开始,勉略带南侧从被动陆缘沉积环境开始自东而西穿时地转换为海相前陆盆地,指示了勉略洋盆斜向碰撞封闭具有自东而西的穿时过程。

②陆相前陆盆地沉积体系与演化阶段(J—K₁)。勉略带南侧的陆相前陆盆地沉积岩系,可划分为早—中侏罗世和晚侏罗世—早白垩世2期。早—中侏罗世沉积表现为前陆盆地河流湖泊相的进积型的垂向沉积序列,而晚侏罗世—早白垩世的盆地相分布已自东向西退缩,以至晚期逐渐退缩到川西北一隅。总体也为河流湖泊陆相的进积型的垂向变化序列。但以晚白垩世江汉盆地的上叠交切为代表,标志着勉略带前陆盆地沉积体系演化的结束和转入新的陆内盆地构造演化阶段。

2.3 古俯冲碰撞变质变形与岩浆活动证据

(1)古俯冲构造。经构造解析和大比例尺构造填图,筛除去除中生代叠加构造,恢复确定在残存的蛇绿混杂岩块和

陆缘沉积岩块之中残存的原俯冲碰撞构造,以中深层次透入性韧性剪切流变作用和韧性剪切推覆构造为主要特征,表现为普遍发育透入性片麻理(S₁, S₀~S₁)和矿物线理(L₁),并为碰撞构造面理S₂交切叠加^[4]。

(2)碰撞造山构造与变形变质作用。勉略带内蛇绿岩及陆缘沉积岩系均普遍发生碰撞造山性质的变形变质作用,强烈挤压褶皱与冲断,并以多层次向南的系列逆冲推覆为骨架,形成岩片叠置(图3),岩片普遍发育透入性碰撞构造面理S₂,不但交切先期俯冲构造S₁(S₁~S₂),并又为后期陆内构造所叠加改造交织。带内普遍变质达绿片岩相,个别区段则达角闪岩相与麻粒岩相,并断续残存高压蓝片岩带。一些区段还保存有原构造沉积混杂岩带。同时勉略带南侧并行一带同时发育的最新只卷入中三叠统的前陆冲断带,也是勉略缝合带印支期陆—陆碰撞的直接产物。

(3)俯冲碰撞型岩浆作用。沿勉略带内及北侧发育系列同位素年代集中于220~205 Ma(U—Pb)的俯冲碰撞型花岗岩^[21],既是勉略带板块俯冲碰撞的重要证据之一,又与大别超高压变质时代基本一致。

综合上述沿秦岭—大别等中央造山系南缘边界长距离的在同一构造背景下发生的多种相关地质作用和过程的一致性与相似性,及其对中国大陆形成演化和南北地质界线的划分性等重要特征,表明它们决非偶然,而是一致揭示这里曾存在一个现已消失的古有限洋盆及闭合俯冲碰撞的重要板块缝合带。

3 勉略缝合带的时代与演化

3.1 勉略古洋盆和缝合带的时代

关于勉略古洋盆和缝合带的形成时代迄今尚有争议,但现今的区域背景和勉略带多学科综合研究,可以初步确定

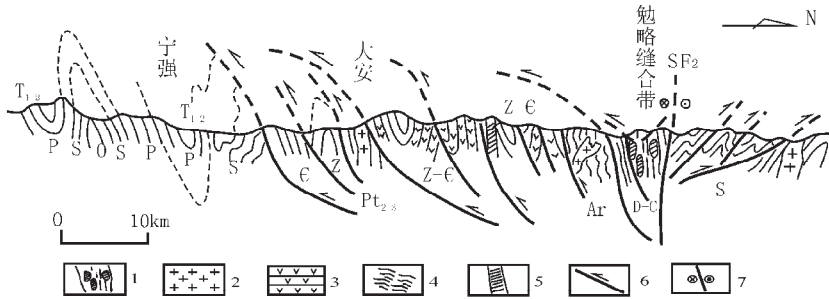


图3 勉略带勉略区段构造剖面图

Fig.3 Structural cross-section of the Mianlue segment of the Mianlue tectonic belt

1—蛇绿混杂岩 2—花岗岩 3—基性火山岩 4—古老基底片麻岩；
5—基性岩脉 6—逆冲推覆和逆冲断层 7—走滑断层

勉略古洋盆和俯冲碰撞缝合带总体形成于晚古生代至中生代初(D—T, 345~200 Ma±),而且根据其东西向的穿时性的发展演化,泥盆纪—三叠纪应是整个勉略有限洋盆从初始扩张裂陷到打开洋盆再到最终消亡碰撞造山的总体形成演化时限。

综合迄今勉略带的同位素年代学和古生物学研究结果,证明勉略古洋盆扩张打开与发育主要是在中—晚泥盆世—中二叠世,俯冲和碰撞造山缝合带形成时代为晚二叠世—中晚三叠世,证据如下。

古生物方面,勉略区段蛇绿岩中硅质岩层内放射虫动物群化石年代为晚泥盆世—早石炭世^[18]。西乡孙家河火山岩中硅质岩夹层放射虫时代为晚泥盆世—晚石炭世^[19]。康玛区段蛇绿混杂岩内火山岩中硅质岩放射虫属晚泥盆世—石炭纪^[22]。玛沁地区与蛇绿岩及相关火山岩密切共生的硅质岩和相关地层中的古生物化石年代为石炭纪—二叠纪和早—中三叠世^[23]。东部花山蛇绿混杂岩块的最新时代由古生物定年为早—中三叠世、二叠纪、石炭纪等。

同位素年代学方面,勉略带不同区段蛇绿岩及相关火山岩、花岗岩多种同位素测年方法获得的时代集中于345~200 Ma,即泥盆纪—三叠纪。主要包括玛沁德尔尼蛇绿岩洋脊玄武岩的全岩⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄345 Ma±7.9 Ma,等时年龄320.4 Ma±20.2 Ma^[17],与其中硅质岩夹层的放射虫定年中泥盆世—石炭纪相一致。勉略区段蛇绿混杂岩中与基性火山岩共生的斜长花岗岩的结晶锆石U—Pb年龄为300 Ma±81 Ma,而其继承锆石年龄为913 Ma±40 Ma^[4]。同地与基性火山岩互层的硅质岩获年龄326 Ma(Sm—Nd,全岩等时线)和344 Ma(Rb—Sr,张宗清),并与产于其中的放射虫化石时代晚泥盆世—早石炭世^[18]相吻合。上述同位素年代和古生物一致表明勉略古洋盆打开与发育应主要在中晚泥盆世—中二叠世。勉略庄科蛇绿岩变质基性火山岩的Rb—Sr等时年龄为286 Ma±110 Ma和⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄283 Ma±22 Ma(张宗清),结合地质综合分析,应代表洋壳的初始俯冲变质年龄,而且勉略区段产于蛇绿混杂岩中不同地点的变质基性火山岩的同位素年龄分别为242 Ma±21 Ma(Sm—Nd), 221 Ma±13 Ma(Rb—Sr)^J^[24]、226.9 Ma±

0.9 Ma~219.5 Ma±1.4 Ma(⁴⁰Ar/³⁹Ar)^J^[25],勉略带北侧系列俯冲碰撞型花岗岩体U—Pb年龄为225~205 Ma^[21]。特别是勉略带内安子山准高压基性麻粒岩(蛇绿岩组成部分)^{26]}Sm—Nd和⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄为199~192 Ma^[26, 27],与勉略区段东端北侧的佛坪穹隆麻粒岩的U—Pb锆石年龄212.8 Ma±9.4 Ma^[27, 28]相一致,而麻粒岩的年龄应代表了俯冲洋壳在深部准高压麻粒岩化后又随碰撞而隆升的时代。同时若考虑勉略带南侧发育并行的最新只卷入中三叠世岩层的前陆冲断褶皱构造带,并在其上区域性不整合发育诸如紫阳瓦房店、房县青峰等地的陆相断陷上叠盆地的早—中侏罗世沉积地层,则又从构造沉积建造方面印证了勉略古缝合带主体形成于中—晚三叠世时期。因此,上述同位素年代应集中代表了勉略古洋壳俯冲碰撞和缝合带形成的时代,即主要在晚二叠世—中晚三叠世。

勉略带内蛇绿岩及相关火山岩中获得的10亿年和4亿年左右的同位素年代数据,综合对比分析,应是勉略古缝合带中混入的古老混杂岩块的时代。理由主要是:①勉略蛇绿岩混杂带内,大比例尺构造填图(1:1万)已证明,内部混杂包含大小不一的多种类型与时代不同的岩块,其中包含有不同时代的古蛇绿岩块。②秦岭造山带中南秦岭广泛发育从震旦纪至中三叠世连续的大陆边缘沉积体系,并具有一致的变质变形构造演化历史,尤其上下古生界间没有区域性普遍的构造角度不整合所分割,只有局部超覆性不整合和平行不整合。全区1:5万、1:20万,乃至新近的1:25万修测填图和专项研究也都证明,上下古生界的变形几何学形态和构造样式一致,区域变质作用连续一致,因此都充分说明秦岭主导的碰撞造山构造作用主要发生于印支期中—晚三叠世期间,而后才转入从晚三叠世—侏罗纪开始的全区普遍一致的造山期后的陆内构造演化阶段。③上述秦岭—大别南缘边界外侧并行从东至西千余公里惊人一致的穿时性的最新只卷入中三叠统(西秦岭南侧松潘北缘卷入上三叠统)的勉略带的碰撞前陆冲断褶皱构造带,也充分表明勉略带最后的碰撞造山主要发生在中—晚三叠世时期。因此,综合以上所述,尤其鉴于勉略蛇绿混杂带内构造岩块来源和成因的复杂性,笔者以与洋盆发育

直接相关,产于蛇绿岩内并与火山岩或岛弧火山岩呈互层的硅质岩的古生物为主要依据,结合不同同位素测年方法获得不同岩类的同位素年龄,并综合区域地质对比,分析、判定并确认:勉略洋盆开启、发育的时代为中晚泥盆世—中二叠世,俯冲消减与碰撞造山的时代为晚二叠世—中晚三叠世,总体时限为中泥盆世—中晚三叠世(345~200 Ma±),晚三叠世及其之后已转入后造山板内(陆内)构造演化时期。当然,勉略古洋盆的精确同位素年代学还有待进一步深入研究。

3.2 勉略构造带演化过程概述

勉略构造带从古洋盆打开、俯冲碰撞造山到复合陆内构造的构造演化过程,可概括划分为6个阶段(图4)。

- (1)初始扩张裂陷—初始洋盆打开阶段(D₂₋₃—C₁)
- (2)小洋盆—有限洋盆扩张发育阶段(C₁—P₂)
- (3)洋壳板块消减俯冲演化阶段(P₃—T₂)
- (4)陆—陆碰撞造山阶段(T₂₋₃)
- (5)晚造山逆冲推覆、前陆盆地和带内伸展塌陷演化阶段(T₃—J₁₋₂)
- (6)后造山陆内构造演化阶段(J₂—Q),包括中侏罗世—早白垩世陆内推覆构造阶段和晚白垩世以来新的陆内构造叠加复合演化阶段。

4 勉略古缝合带是中国大陆完成主体拼合的主要结合带

上述从勉略构造带到勉略古缝合带的恢复重建研究证明,勉略洋盆是在全球与东亚区域地球动力学背景下,于晚古生代在扬子板块北缘扩张打开的次生有限洋盆,其组成、构造和地球化学(Pb、Nd、Sr同位素示踪等)属性应属于东古特提斯构造域。与之同期的三江地区古特提斯主洋盆的多岛特征的扩张与封闭、峨眉山大陆玄武岩的大规模扩张喷发、

扬子内广泛的扩张裂陷沉积演化和钦防残留海盆演化等,证明中国南方大陆古特提斯构造于晚古生代在深部动力学背景下发生了广泛扩张裂陷^[29-32],尤其在扬子周边裂离出很多分支有限洋盆、小洋盆及中小微板块,从而造成东古特提斯域与中国南方大陆的中小洋陆多块体拼合、长期非稳定状态下保存演化的独特特征。勉略有限洋盆的扩张和封闭碰撞造山就是一具体例证。更为重要的是,勉略古洋盆与缝合带不只是东古特提斯北缘的分支组成部分,而且是中国大陆于印支期完成其主体拼合的主要结合带,具有更特殊的意义。晚古生代至中生代初期,即海西—印支期是中国现今大陆主体拼合形成的主要完成时期。北方的古亚洲洋最迟沿天山—内蒙古索伦山—林西—吉南—一线于石炭纪—中二叠世(C—P₂)关闭,从而完成华北、塔里木、西伯利亚陆块(包括先期与之拼合的诸多地块)三者的最后拼合^[33,34],中国北方统一成为劳亚大陆的组成部分。而统一的北方大陆与冈瓦纳大陆之间则是古特提斯洋域。关于东古特提斯洋域的性质、规模历来有争议,一种观点认为是广阔大洋^[35-38],另一种观点则认为南北大陆间特提斯域只是微古陆与小洋盆、海湾相间的格局^[39],还有些研究者认为是华夏古陆块群^[40]、多陆块群^[1,2],或多岛海^[41]、多岛洋^[42,43]等。虽然争论还将继续下去,但愈来愈多的事实证明,东古特提斯不是像太平洋那样的浩瀚广阔大洋,而是一个包含众多中小陆块、地体、微板块及其之间分支交错组合的有限洋盆、小洋盆及洋陆过渡的海盆等构成的洋陆间列复杂组合的洋陆格局的海域,以非开阔多类型中小洋盆和陆块兼杂分支组合并存在为特征。以秦岭—大别等中央造山系为例,恢复当时的洋陆格局,显现出以滇藏的龙木错—双湖—澜沧江—昌宁—孟连主洋盆和金沙江、甘孜理塘、阿尼玛卿、勉略乃至尚未最终完全封闭的秦岭商丹残余洋盆等分支有限洋盆,分隔出羌塘、昌都、思茅、保山、松潘、秦岭—大别等

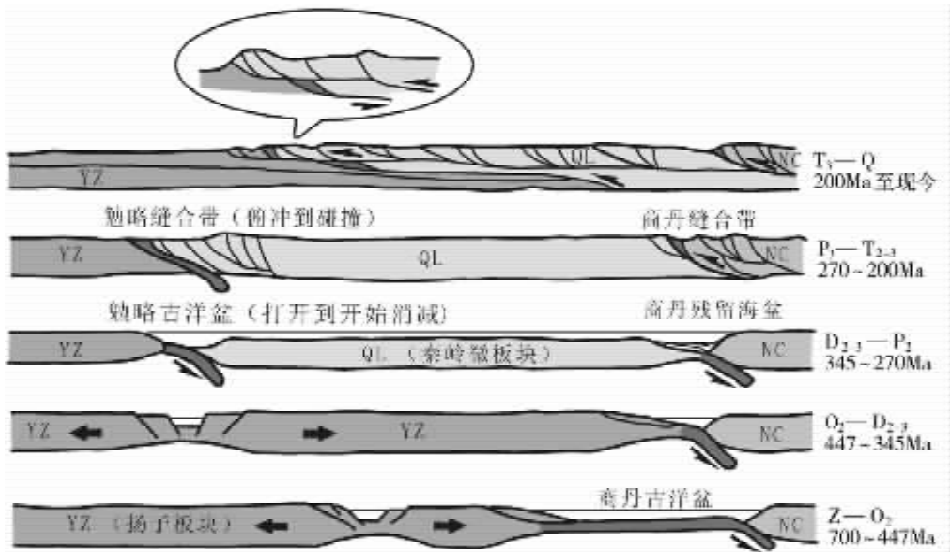


图4 勉略构造带构造演化简图

Fig.4 Tectonic evolution of the Mianlue tectonic belt

众多微板块、地体。同时还有从晚泥盆世到二叠纪的伴随区域东古特提斯深部背景的扩张,出现攀西裂谷、峨眉山玄武岩广阔喷发、龙门裂陷、贺兰裂陷、共和坳拉谷,以及扬子地块内广泛的裂陷槽,乃至钦防海槽的延续扩张裂离,形成诸多虽未被洋盆分隔但相对独立的地块,如松潘等微地块从扬子的分裂等。勉略古缝合带正是在北方形成统一大陆、南方是上述复杂特异的东古特提斯区域洋陆格局下,从中晚海西期的扩张到晚海西—印支期的收敛,东古特提斯诸陆块沿中央造山系,尤其沿勉略带聚集拼合,最终在完成中国大陆主体拼合过程中形成了勉略古缝合带。

对晚古生代—中生代初当时洋陆构造格局进行区域大地构造分析,可以看出勉略洋作为东古特提斯洋域中的北缘分支有限洋盆,与三江等主洋盆及其他分支小洋盆,基本都是同期于中—晚三叠世分别封闭的,造成诸多同期碰撞造山带,成为中国大陆构造的一个突出特点。但其中由于三江主洋盆位于中国大陆边缘一隅,而勉略古洋盆与缝合带却占据中国大陆的中部,横穿东西,因之勉略古缝合带就成为中国现今大陆完成其主体拼合的主要结合带,而且是中国大陆组成主体的华北与华南的最后主要拼接带,无疑在中国大陆的形成与演化中占据重要突出的地位。正因为如此,勉略构造带具有了以下重要的独特特征。

(1) 勉略带反映了多块体拼合的中国大陆如何完成其主体拼合及其过程与特征。赋存有中国大陆多块体拼合的地幔动力学、陆壳响应及大陆增生、消减、保存演化的重要信息。

(2) 勉略带在碰撞造山之后,具有中生代横贯东西、分割南北的大规模陆内构造活动,以巨大的陆内俯冲、陆壳收缩叠置为特征,成为中国大陆现今南北之间以巨大的构造交切不整合为特征标志的一条突出的构造分界线。正是由于勉略带晚近时期的巨大陆内构造活动和向西跨越青藏高原中北部,直接关联到中国大陆内的华北地块、中央造山系和扬子地块以及青藏隆升等陆内构造的重要组成部分,因此它的形成演化与陆内各陆壳块体在深部背景下的强烈收缩、伸展、旋转走滑复杂组合运动、变形和陆壳增厚减薄等直接相关,从而成为揭示连结中国大陆中生代以来东、西地形反转,表生系统巨大变动,东、西深部地幔调整变化和陆壳变形的纽带和信息库。因而,勉略带古洋盆与缝合带的形成演化及中生代以来的陆内构造活动与特征,充分显示出中国大陆构造的陆壳行为、属性与特征,以及壳幔交换与陆下地幔非均一流变、调整、底侵、拆沉与重要的地幔柱等复合作用的深部地球动力学特征及其对大陆的多圈层的作用。

(3) 勉略构造带与大别的大陆深俯冲、快速折返密切相关,具有重要的特殊意义。勉略带最后的拼合,东端直接与大别UHP—HP变质岩的形成、剥露和东部岩石圈增厚、减薄及底侵、拆沉等深部作用相关,西端又与西秦岭、松潘中国大陆中最大的构造结的形成相关。充分反映了中国大陆的大陆动力学的独特特征,即中国大陆的多块体拼合、洋陆转换侧向与垂向共生的陆壳增生以及多期强烈活动性的大陆长期非

稳定状态保存演化等。

总之,勉略带的形成演化突出地反映了中国大陆具有全球共性中的显著区域特殊性和东古特提斯研究的重要意义。中国大陆地质的全球共性中的独特性应是我们从中国大陆实际出发,对比全球,发挥地域优势,探索大陆动力学,获取原始创新成果,参与国际地学发展与竞争的重要基本研究内容与任务。对勉略带的研究就是一项具体的探索实践。

李春昱先生是著名的地质学家,也是最早提出从西秦岭南缘至略阳—勉县地带存在板块构造混杂带和缝合带的先辈学者。正值先生诞辰100周年之际,特作此文以示纪念。

参考文献:

- [1] 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 1~855.
- [2] 张国伟, 董云鹏, 赖绍聪, 等. 秦岭—大别造山带南缘勉略构造带与勉略缝合带[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(12): 1121~1135.
- [3] 赖绍聪, 张国伟, 董云鹏, 等. 秦岭—大别勉略构造带蛇绿岩与相关火山岩性质及其时空分布[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(12): 1174~1183.
- [4] 李曙光, 侯振辉, 杨永成, 等. 南秦岭勉略构造带三岔子古岩浆弧的地球化学特征及形成时代[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(12): 1163~1173.
- [5] 程顺有, 张国伟, 李立. 秦岭造山带岩石圈电性结构及其地球动力学意义[J]. 地球物理学报, 2003, 46(3): 390~397.
- [6] 董云鹏, 张国伟, 赖绍聪, 等. 随州花山蛇绿构造混杂岩的厘定及其大地构造意义[J]. 中国科学(D辑), 1999, 29(3): 222~231.
- [7] 张国伟, 孟庆任, 赖少聪. 秦岭造山带的结构与构造[J]. 中国科学(B辑), 1995, 25(9): 994~1003.
- [8] 杨文采. 东大别超高压变质带的深部构造[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(2): 183~192.
- [9] Yuan Xuecheng, Simon L Klemperer, Tang Wenbang, et al. Crustal structure and exhumation of the Dabie shan ultrahigh pressure orogen, eastern China, from seismic reflection profiling[J]. Geology, 2003, 31(5): 435~438.
- [10] 董树文, 吴宣志, 高锐, 等. 大别造山带地壳速度结构与动力学[J]. 地球物理学报, 1998, 41(3): 349~361.
- [11] Liu Shaofeng, Zhang Guowei. Process of rifting and collision along plate margins of the Qinling orogenic belt and its geodynamics[J]. Acta Geologica Sinica, 1999, 73(3): 275~287.
- [12] 赖绍聪, 张国伟, 杨永成, 等. 南秦岭县—略阳结合带变质火山岩岩石地球化学特征[J]. 岩石学报, 1997, 13(4): 563~573.
- [13] 许继锋, 韩吟文. 秦岭古MORB型岩石的高放射性成因铅同位素组成——特提斯型古洋幔存在的证据[J]. 中国科学(D辑), 1996, 26(增刊): 34~41.
- [14] 李春昱, 刘仰文, 朱宝清, 等. 秦岭及祁连山构造发展史[A]. 见: 国际交流地质论文集(一) [C]. 北京: 地质出版社, 1978. 174~185.
- [15] 许志琴, 侯立玮, 王宗秀, 等. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程[M]. 北京: 地质出版社, 1992. 1~190.
- [16] 董云鹏, 张国伟, 赵霞, 等. 鄂北大洪山岩浆带的地球化学及其构造意义——南秦岭勉略洋盆东延及其俯冲的新证据[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(12): 1143~1153.

- [17]陈亮,孙勇,裴先治,等.德尔尼蛇绿岩40Ar-39Ar年龄:青藏最北端古特提斯洋盆存在和延展的证据[J].科学通报,2001,46(5):424~426.
- [18]冯庆来,杜远生,殷鸿福,等.南秦岭勉略蛇绿混杂岩带中放射虫的发现及其意义[J].中国科学(D辑),1996,26(增刊):78~82.
- [19]王宗起,陈海泓,李继亮,等.南秦岭西乡群放射虫化石的发现及其地质意义[J].中国科学(D辑),1999,29(1):38~44.
- [20]Meng Qingren, Zhang Guowei. Timing of collision of the North and South China blocks: Controversy and reconciliation[J]. *Geology*, 1999, 27(2): 123~126.
- [21]孙卫东,李曙光,Yadong Chen,等.南秦岭花岗岩锆石U-Pb定年及其地质意义[J].地球化学,2000,29(3):209~216.
- [22]赖旭龙,杨逢清,四川南坪隆康、塔藏一带泥盆纪含火山岩地层的发现及意义[J].科学通报,1995,40(9):863~864.
- [23]边千韬,罗小全,李涤微.青海省阿尼玛卿布带青山蛇绿混杂岩的地球化学性质及形成环境[J].地质学报,2001,75(1):45~55.
- [24]李曙光,孙卫东,张国伟,等.南秦岭勉略构造带黑沟峡变质火山岩的年代学和地球化学古生代洋盆及其闭合时代的证据[J].中国科学(D辑),1996,26(3):223~230.
- [25]Li Jinyi, Wang Zongqi, Zhao Min. 40Ar/39Ar thermochronological constraints on the timing of collisional orogeny in the Mian-Lue collision belt, southern Qinling Mountains[J]. *Acta Geologica Sinica*, 1999, 73(2): 208~215.
- [26]李三忠,张国伟,李亚林,等.勉县地区勉略带内麻粒岩的发现及构造意义[J].岩石学报,2000,16(2):220~226.
- [27]张宗清,张国伟,唐索寒,等.秦岭勉略带中安子山麻粒岩的年龄[J].科学通报,2002,47(22):1751~1755.
- [28]杨崇辉,魏春景,张寿广,等.南秦岭佛坪地区麻粒岩相岩石锆石U-Pb年龄[J].地质论评,1999,45(2):173~179.
- [29]徐义刚,钟孙霖.峨眉山大火成岩省地幔柱活动的证据及其熔融条件[J].地球化学,2001,30(1):1~9.
- [30]Davies G F. Mantle plumes, mantle stirring and hotspot chemistry[J]. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1990, 99: 94~109.
- [31]Wignall P B. Large igneous provinces and mass extinctions[J]. *Earth Science Reviews*, 2001, 53: 1~33.
- [32]Zhao D P. Seismic structure and origin of hotspots and mantle plumes[J]. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 2001, 192: 251~265.
- [33]王鸿祯,莫宣学.中国地质构造述要[J].中国地质,1996(8):4~9.
- [34]李锦轶.中国东北及邻区若干地质构造问题的新认识[J].地质论评,1998,44(4):339~347.
- [35]Powell C M, Conaghan P G. Plate tectonic and the Himalayas[J]. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1973, 20: 1~12.
- [36]Bird P. Initiation of intracontinental subduction in the Himalayas[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1978, 83: 4975~4987.
- [37]Sengor A M C. East Asia tectonic collage[J]. *Nature*, 1995, 18: 16~17.
- [38]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,1987.1~78.
- [39]肖序常,王军.青藏高原构造演化及隆升的简要评述[J].地质论评,1998,44(4):372~381.
- [40]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,1997.1~218.
- [41]许靖华,孙枢,王清晨,等.中国大地构造相图[M].北京:科学出版社,1998.1~155.
- [42]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.
- [43]殷鸿福.早古生代镇浙地块与秦岭多岛小洋盆的演化[J].地质学报,1995,69(3):193~204.

Mianlue paleo-suture on the southern margin of the Central Orogenic System in Qinling-Dabie—with a discussion of the assembly of the main part of the continent of China

ZHANG Guowei, CHENG Shunyou, GUO Anlin,
DONG Yunpeng, LAI Shaocong, YAO Anping

(Key Laboratory of Continental Dynamics, Ministry of Education/Department of Geology,
Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China)

Abstract: The Mianxian-Lueyang (Mianlue) tectonic zone situated on the southern margin of the Central Orogenic System of the Qinling-Dabie origin is an important tectonic belt that divides China's continental tectonics into the northern and southern parts and links the eastern and western parts of the tectonics. Studies of the tectonics, sedimentary formations, geochemistry, paleontology and isotope dating and metamorphism-deformation in the area demonstrate that apart from the Shangdan suture zone the Mianlue tectonic belt represents another plate suture zone in the Qinling-Dabei orogen. It opened and spread as a juvenile ocean during the Middle-Late Devonian, commenced subduction during the Late Permian and underwent continent-continent collision in the Middle-Late Triassic. Its final suturing in the Indosinian marks completion of the assembly of the main part of the continent of China; therefore it has great scientific significance.

Key words: Central Orogenic System; Mianlue paleo-suture; Mianlue tectonic zone; assembly of China's main continent