

文章编号:1007-3701(2001)03-0001-08

秦岭勉略带康县-高川段现今结构与岩片性质

李三忠^{1,2} 赖绍聪² 张国伟² 李亚林³ 李宗会⁴

(1. 青岛海洋大学, 山东 青岛 266003; 2. 西北大学, 陕西 西安 710069; 3. 成都理工大学, 四川 成都 610059;
4. 陕西地勘局物化探勘察院, 陕西 周至 710400)

摘要: 秦岭勉略带是中国大陆主体拼合的主要结合带和秦岭造山带的基本组成部分, 康县-高川段为其重要地段, 研究程度较高, 但对其现今结构与岩片性质目前仍存在争论。通过对这两个最基本问题的研究, 认为其现今结构总体为以向南运动为主的双重逆冲推覆构造, 南、北边界分别复合了以陡立的荷叶坝断裂、状元碑断裂为主断裂的两个正花状构造, 缝合线南、北两侧分别与扬子板块和秦岭微板块为邻。其内部物质组成, 按大地构造属性、地球化学特征及时代可分为七大岩片组, 即基底岩片组, 扬子北缘岩片组, 洋壳岩片组, 洋岛岩片组, 岛弧岩片组(含弧间裂隙组), 碰撞构造沉积混杂岩片组和秦岭微板块南缘岩片组。各岩片组由多个空间上被断裂或基岩分割的岩片或岩块实体组成。这些岩片性质的厘定对全面认识勉略洋盆结构起关键作用, 其现今空间结构的形成又与该构造带碰撞过程密切相关。基于这两个基本点, 提出了一个系统的构造演化模型。

关键词: 结构; 岩片; 勉略缝合带; 秦岭

中图分类号: P542

文献标识码: A

勉略带是中国大陆完成其主体拼合的重要缝合线^[1], 其典型地段为康县-高川段。近年研究表明, 勉略缝合带沿巴山弧^[2]构造带向东延至了湖北花山一带^[3], 向西延至文县与玛沁德尔尼^[4]。因而, 对其进行深入研究有助于认识中国大陆最终完成其拼合的过程。

近来, 古生物证据^[5]、变质年龄^[6,7]及地层建造时代^[8]都反映勉略带形成于晚古生代。当然缝合带内尚不能排除存在古老混杂岩块, 或老蛇绿岩块的可能^[9,10]。赖绍聪等^[2,11-13]关于火山岩地球化学的研究表明, 勉略缝合带为一小洋盆或有限小洋盆封闭形成的蛇绿构造混杂带, 并从原三河口群中厘定出一些洋中脊型、岛弧型(分初始与成熟的)、弧内裂隙型、裂谷-小洋盆过渡型火山岩, 从原西乡群中识别出三郎铺组中的陆缘弧裂陷环境的火山岩, 孙家河组中的活动陆缘火山岩、白勉峡组洋内弧火山岩^[14]。

尽管目前在各单学科领域皆有巨大进展, 但对勉略带现今结构仍未形成一种整体认识, 对其形成过程仍很模糊。基于以上进展, 本文根据各岩片的组成、地化特征, 确立其岩片性质, 并将这些零散分布的、性质不同的岩片联系起来, 建立统一完整的大地构造演化格架, 同时, 据构造变形特征来确定现今三维结构的构造形成过程。

1 勉略带康县-高川段现今结构

板块理论认为缝合带为一简单的断面或狭窄的逆冲带。现代大陆地质研究表明缝合带为具有一定或相当宽度且由一些构造混杂的物质实体组成的带状区域, 几何形态因大陆碰撞后陆内变形和碰撞期间边界的复杂性而更加复杂。勉略带是一个典型实例。

收稿日期: 2001-05-18

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(49732080)及青年基金项目(40002015)。

作者简介: 李三忠(1968—), 男(汉族), 博士、教授, 主要从事构造地质及变质地质的教学、研究。

勉略带从南坪-文县-康县,至略阳-勉县-高川,向东经城口-房县,平面上总体为一“W”型延伸,且蛇绿混杂岩带分别被巴山弧及城口-房县逆掩带、文县-南坪逆掩带自然分割为三段,即勉县-略阳段、花山段、阿尼玛卿段。

康县-高川段勉略带南部为刚性扬子板块的汉南杂岩,北部为非刚性的秦岭微板块,或称南秦岭地块,商丹带以北又为刚性的、属华北板块的鄂尔多斯地块,周至-达县的大地电磁测深剖面从北至南贯通该区,揭示商丹带和勉略带现今皆为陡立深断裂带。正是这种边界几何学特征,因而在此区复合了佛坪穹隆构造(图1)。

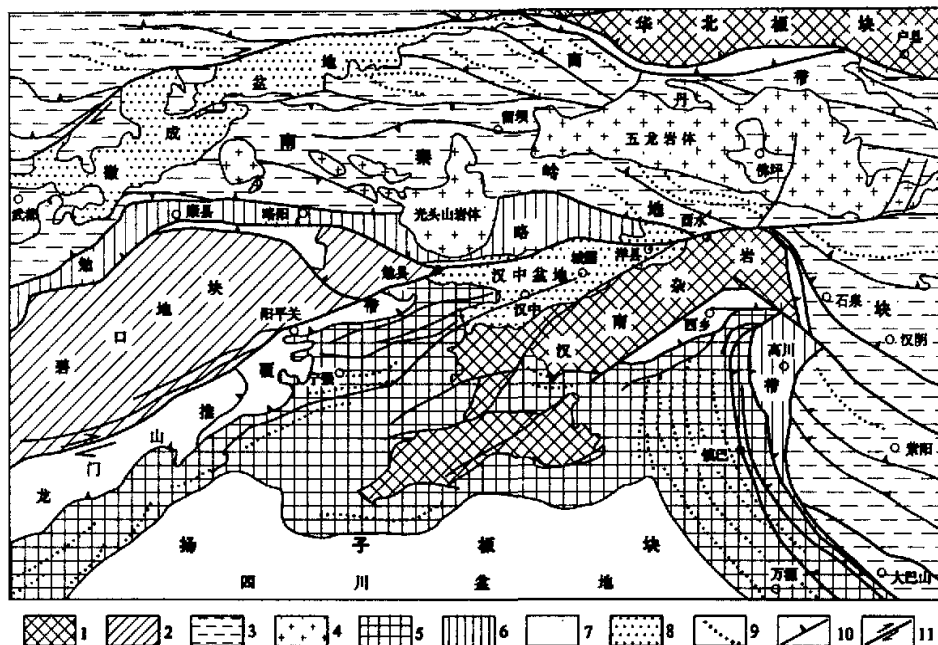


图1 秦岭勉略带康县-高川段及邻区构造简图

Fig.1 Tectonic map of the Mianxian-Lueyang suture zone of the Qinling orogen from Kangxian to Gaochuan

1. 华北板块及扬子板块的汉南杂岩; 2. 郿口微地块; 3. 南秦岭地块; 4. 花岗岩; 5. 前陆褶皱-逆冲带; 6. 勉略带; 7. 四川盆地; 8. 侏罗纪盆地; 9. 褶皱; 10. 逆冲断裂; 11. 走滑断裂

按照“刚性”压入体前缘三维几何学与“塑性”体的弧形变形带的方向之间的关系^[15],具直立平面作为前缘的压入体产生的弧形态与压入方向相同,产生于水平缩短矢量的构造过程;具倾斜平面作为前缘的压入体产生的弧形构造带向压入相反的方向突出,产生于俯冲变形的构造过程。正是这一特点,使得具夹心结构的非刚性秦岭微板块在碰撞期易于褶皱堆垛增厚,且下部易于发生拆沉,而引发佛坪穹隆上升形成。其中该地段勉略带及邻区又形成次一级不对称花状构造,商丹带及邻区也形成次一级不对称花状构造^[16],在秦岭微板块内,因两者不对称性相反,故两花状构造之间又出现“马蹄形”向斜^[17]。

城口-房县断裂及巴山弧平面上为一向南逆冲的大型推覆岩片叠合的弧形带(图1),在周至-达县剖面上其底面为一向北的缓倾平面,它们构成以十堰走滑断裂为主断面的花状构造的南翼。采用弓弦法粗略估算巴山弧逆冲推覆距离达100~150 km。类似推断文县-南坪-康县弧形带(图1)以南的基底前缘应为一个向北俯冲的北倾倾斜面。

从前陆盆地发育情况分析,巴山弧-房县前缘及南坪-文县弧前缘皆可见前陆盆地发育,而汉南杂岩上则未见,表明扬子板块俯冲-碰撞期间的原始边界可能具不规则性,这种俯冲板块的不规则性对陆内造

山阶段的变形至关重要,对造山带,尤其是上述弧形带的最终三维形态结构有决定意义。

就康县—高川段勉略带及两侧的次一级不对称花状构造而言(图2),其精细的三维几何形态总体由三部分组成。以状元碑断裂为界,北部由一系列向北逆冲为主的推覆岩片组成,主要有留坝强剪切逆冲带、新院岩浆弧冲褶带、谈家庄逆冲—推覆带、酒奠梁逆冲前锋带^[18]。中部由状元碑断裂与荷叶坝断裂间主体向南逆冲的推覆岩片组成。荷叶坝断裂南部为勉略洋裂解初期^[19]为主的建造组成的受碰撞期间向南逆冲的踏波岩片,它位于碧口微地块之上。在汉南杂岩上,还有主体也向南逆冲的外来原“西乡群”,本文称为西乡岩片组。

状元碑断裂以北的推覆范围宽于以南,从而总体呈不对称几何结构。花状构造的组成构造总体形成于碰撞期(含陆内碰撞期),但北部逆冲断裂被下侏罗统(如微成盆地)覆盖,南部卷入逆冲推覆的地层包括下白垩统,故可能向北的逆冲断裂系形成的时间(T_3)略短于向南的逆冲断裂系(T_3-K_1),而且向南的逆冲推覆可能有两期,分别为印支期和燕山期。

2 康县—高川段勉略带岩片系统及岩片性质

勉略缝合带经历了复杂的裂解和拼合碰撞过程,现今其地层组成发生了强烈的非史密斯化。就中等尺度而言,不同层次、不同产状、不同性质、成生于不同时期的断裂所分割的多级次构造岩片组合是该缝合带最重要的非史密斯地层类型。

针对这一特点,在前人据陆内造山阶段^[20]自然形成的逆冲推覆岩片划分的基础上,为突出各构造岩片的大地构造属性,探讨构造演化之方便,认为对构造岩片单元的划分应强调几个基本原则:(1)造山带多期构造变动所造成的非史密斯地层特征决定了构造单元的划分必须是建造与改造的统一^[21],既要考虑主构造旋回大地构造相特征,也要注意构造单元是多期构造变动的复合体。勉略带的主体建造形成于晚古生代—中生代早期,以这些残缺的建造为基础复原其当时的构造古地理格局及勉略洋各演化阶段的原型盆地特征。它们共同经历了印支期变形及之后的燕山期改造,但强弱有所不同。总之,在处理建造时期相同,改造历史相近的构造单元时,应以反映不同大地构造相环境的不同建造为准,并划归不同的构造岩片或岩块。(2)不同构造单元应具有相对独立的地质发展演化,如古老基底就有一段相对于盖层的独立的发展演化阶段。(3)具有明显不同 pTt 轨迹特征及不同原岩性质的岩石组合可划归不同的构造单元。(4)对于一级构造单元微板块是指岩石圈断裂所围限的地质构造单元,如秦岭微板块;对于岩石圈只发生裂解而没有分离的板块内的、具有不同发展历史且有一定刚性程度的地质体,本文称之为地块,如汉南地块、碧口微地块等。

按照上述基本原则,根据康县—高川段勉略带及邻区出露的地层、构造、岩浆和变质作用等特征,在大地构造相和构造变形分析的基础上,综合其他研究成果,将该区构造单元系统划分为四个一级构造单元,若干个相关的岩片组,岩片组又据其独立性分为若干个岩片(表1,图2)。它们皆以一些主要断裂或韧性剪切带或混杂变形基质带为界,构成一个复杂的构造岩片系统。在不同的一级构造单元内,构造岩片系统的组合型式有所不同。岩片的组合型式分为推覆构造变形方式、平行排列式和透镜状网络式。秦岭微板块内多为前者;平行排列式一般为走滑变形所致;透镜状网络式可出现于各种复杂变形运动强烈区,勉略带内多为此类组合型式。这些组合型式与强烈的构造混杂作用有关,形成时期应始于海西期(尤其是秦岭微板块内),基本定型于印支期,后又遭中生代陆内造山作用叠加改造。中下侏罗统勉县群卷入了推覆构造变形就是一实证。

3 康县—高川段勉略带构造演化

根据物质建造性质(图2)及时代(表1),将勉略带及邻区的大地构造演化划分为以下七个细节阶段。

(1) D_1-C_1 裂解扩张出现小洋盆阶段

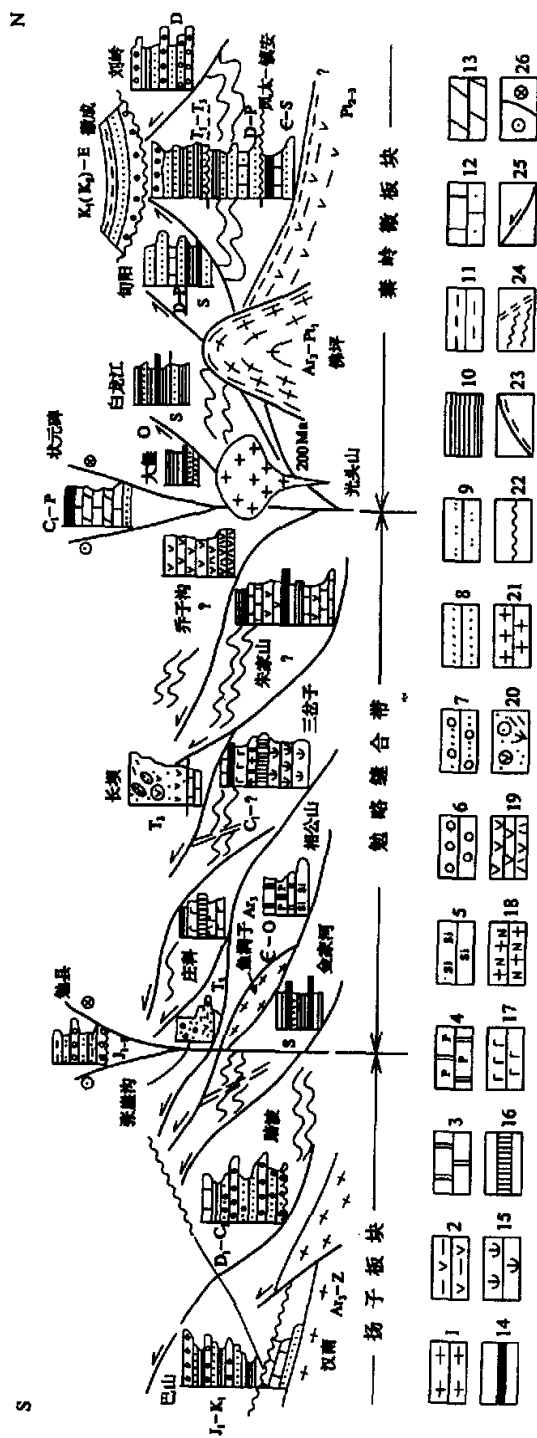


图 2 康县 - 高川段勉略带及邻区现今结构及岩片系统综合示意图

Fig. 2 Synthetic map showing slab system and current texture of the Mianxian-Lueyang suture zone from Kangxian to Guochuan and its neighbors

1. 太古宙片麻岩; 2. 元古宙变质火山岩; 3. 大理岩; 4. 含磷大理岩; 5. 硅质岩; 6. 砾岩; 7. 含砾砂岩; 8. 砂岩; 9. 粉砂岩; 10. 片岩; 11. 千枚岩或片岩; 12. 泥灰岩; 13. 白云岩; 14. 硅质岩; 15. 蛇纹岩; 16. 变质辉长岩; 17. 岛弧型变质玄武岩; 18. 变质斜长花岗岩; 19. 岛弧型变质火山岩; 20. 沉积混染岩; 21. 印支晚期花岗岩; 22. 角度不整合; 23. 早期韧性剪切带; 24. 褶皱及晚期韧性剪切带; 25. 逆冲断层; 26. 走滑断层

表1 康县-高川段勉略缝合带及邻区构造单元划分

Table 1 Division of structural units of the Mianxian-Lueyang suture zone from Kangxian to Gaochuan and its neighbors

一级单元	岩片组等及其建造性质		岩片等	资料来源
秦岭微板块	基底隆起		佛坪杂岩($Ar_{3(2)}-P_1$) 马道杂岩(P_{t1}) 牛山-凤凰山穹隆(P_{t2-3})	[22~24]
	下古生界岩片组		洞河岩片($\epsilon-O, S$)	[24]
		白水江岩片	窑坪-接口冲断带(O) 徐家坪-白石沟褶冲带(S_1) 迷坝-光头山冲褶带(S_{2+3})	[18]
		白龙江-舟曲-迭部岩片(S_{1-3})		[24]
	上古生界岩片组		刘岭-舒家坝岩片($D-T_2$) 旬阳岩片($D-P$)	[25, 26]
勉略缝合带	三叠系		漳县型(T_1-T_2) 留凤关型(T_1-T_{2-3}) 南坪型($T_{1-2}-T_{2-3}$)	[24, 26]
	基底岩片组		莫莫山岩片(Z) 鱼洞子岩片(Ar_3)	[22, 28, 29]
	南大陆边缘岩片组		金家河岩片($\epsilon-S$) 踏波岩片(D_1-C_1) 文县岩片(D)	[30, 31]
	洋壳岩片组	初始洋壳型	黑沟峡岩片(D_2)	[2, 6, 11~13]
		典型 MORB 型	文家沟-庄科岩片($C-P_7$)	
	岛弧岩片组	初始岛弧型	乔子沟岩片($C-P_7$)	
		成熟岛弧型	三岔子岩片(C_1)	[9, 10]
		古老(?)岛弧	安子山岩块(?)	
		洋内弧裂隙陷	白勉峡岩片(属西乡外来移置岩片组, $D-C_2$)	[14, 32]
	碰撞构造沉积楔形体		长坝岩片($D, C-T$) 张崖沟岩片(?)	[33]
碧口微地块	北大路边缘岩片组		状元碑岩片(C_1) 朱家山岩片(D_{2+3}) 高川岩片($\epsilon_1, D-T_2$) 天台山岩片($T_{1-2}?$)	[8, 19]
			鱼洞子岩片(Ar_3)、大安岩片(P_{t1}) 陈家坝岩片(P_{t2})、碧口岩片(P_{t2-3}) 雪花太平岩片($Z-\epsilon_1$)	[29, 34]
松潘-甘孜造山带			龙门山岩片、新铺推覆席体(O_1-S_{1+2}) 刘家坪推覆席体($P_{t2}-S$) 白水街推覆席体($P_{t2}-P$)	[18]
扬子板块			四川前陆盆地巴山段(T_3-E) 四川前陆盆地龙门山段(T_3-E) 汉南地块(前 P_{t2} 基底、盖层 $P_{t3}-S_{1+2}$)	[27, 35]

小洋盆的初始裂解时间由踏波群中保存有大量 D_1 化石厘定,由于三岔子岩片中与蛇绿岩紧密共生的硅质岩中发现 C_1 放射虫,因而,洋壳肯定在早石炭即已出现,此时,秦岭处于南张北压的动力背景下,现今残留的串珠状蛇绿岩反映为串珠状展布的小洋盆格局,即花山-勉略-阿尼玛卿小洋盆,可与现今南海-苏禄-苏拉威西海盆的格局对比。

(2) C_1-P_2 扩张与俯冲共存阶段

在此阶段俯冲已发生,因为勉略带基岩中的片岩构成的 S_1 片理的矿物年龄为 C_1 [6],且在高川一带,盆地中记录了一套泥盆纪碳酸盐缓坡演变为石炭纪镶边碳酸盐陆棚,二叠系又为反映盆地进一步加深的静海盆地沉积,其由黑色泥岩、硅质岩及泥灰岩组成 [19],总之,在 C_1-P_2 期间是扩张与俯冲并存的格局。

(3) T_1-T_2 全面俯冲阶段

根据地球化学方法确定洋盆宽度及扩张速率,计算其小洋盆扩张结束时间大致为 T_1 前,而且, T_1 的地层中尚未见报道深海硅质岩、放射虫等。从武都-勉县一带,由于与俯冲相关的片岩 $Sm-Nd$ 年龄为 $(242 \pm 21) Ma$, $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄为 $220 \sim 230 Ma$,代表变质年龄 [6,7],而且,此时存在一个从西至东的连续的前陆盆地 [36] 及出现 $285 Ma$ 的俯冲型花岗岩,故全面俯冲在 T_1 早期便发生了。

(4) T_3 主造山碰撞阶段

主造山碰撞期缝合带内形成褶皱-逆冲推覆构造并出现前陆盆地,其构造变形特征概述为:①主造山碰撞早期以南、北向收缩挤压褶皱作用为主,区域上褶皱枢纽近水平东西向展布,反映南北向垂直缝合带的压应力为主导作用力,其中郭镇-勉县褶皱段对称性高,而两侧以北倾南倒为主。②主造山碰撞晚期缝合带内以向南的脆-韧性逆冲推覆作用为主。③局部有左行走滑或右行走滑叠加,以左行为主,靠近断裂带的褶皱核 (D_2) 变直立或变陡,而远离断裂带则水平,表明左行走滑发生于 F_2 褶皱之后,可能属陆内斜向陆内俯冲阶段产物。④伴随 S_2 折劈的形成,局部地区平行 S_2 继续出现高压矿物,如多硅白云母、黑硬绿泥石、绿帘石等。⑤形成近东西向展布的前陆盆地 [27]。⑥碰撞边界的不规则性导致了勉略带由西往东褶皱不对称性的差异,郭镇以西直至文县可能板块俯冲碰撞面缓,而其东部西水一带可能较陡,再东部巴山弧至城口房县一带又有变缓趋势。这样一种边界效应一直在后期陆内调整阶段仍有较大影响。

(5) J_1-K_1 斜向陆内碰撞阶段

康县-高川段勉略带于 T_3 全面碰撞关闭,扬子板块与秦岭微板块发生主造山碰撞,碰撞效应波及整个微板块内部,在佛坪地区主体形成“手风琴”式褶皱收缩,继之发生对冲推覆,其边界形态表明北部鄂尔多斯地块及汉南突起碰撞面皆较陡,因而汉南地块北缘不出现前陆盆地。晚三叠世卡尼期,大巴山段前陆盆地为陆相前陆磨拉石盆地,因而转入陆内碰撞阶段,出现楔入-挤出-走滑构造、前陆盆地逆冲-推覆。在微板块内先存断裂带发生脆性走滑, NWW 向以右行为主, NEE 向及 NNE 向以左行为主调节着微板块内各块体间的变形,并沿断裂带形成拉张盆地,并沉积了 J_1-K_1 。应力场分析表明此时扬子板块正以 $NE-NNE$ 向斜向向微板块下俯冲,进入斜向陆内俯冲阶段。该段一些古老的块体被挤出,碧口地块向西运移 [38],洞河岩片等向东运移 [35]。

南大巴山前陆薄皮逆冲-推覆带现今总体呈现为一向南西突出的弧形构造,可将其自城口-房县断裂向南分成冲断变形带、冲断褶皱变形带和前锋褶皱变形带 [35]。前陆盆地形成可分为 3 个成盆时期,两个变形阶段。第一个成盆期为 T_3 ,与主造山碰撞同期,第二个成盆期为 J_1-J_2 ,是继晚三叠世之后强烈挠曲沉降成盆期,第三个成盆期为晚侏罗世至早白垩世。

(6) $K_2-E_1-E_2$ 为全面伸展塌陷阶段

研究区及邻区在经历了 J_1-K_1 持续的斜向陆内俯冲碰撞后,自 K_2 开始转入新的构造演化阶段 [37],即造山后伸展塌陷阶段,形成斜切秦岭或垂直秦岭分布的拉张盆地。沿豫西和陕、甘交界区集中发育 $NNE-NE$ 向断陷盆地,接受 K_2-E 沉积,两者之间的秦岭区及其南北边缘却是 EW 盆地,盆地均具有伸展拉张属性,且前两者恰与中国大陆两个近 SN 向重力梯度带一致。显然,秦岭造山带在新生代,尤其是中新世以来,岩石圈深部地幔的最新调整与中、下地壳的最新流变过渡状态乃是发生秦岭新生代构造升降的重要动力学机制,而岩石圈地幔的拆沉作用和软流圈抬升则是这一构造运动的主要动力来源。盆地中

心多位于主体边界一侧,多数具南断(陷)北超(抬)的性质和北薄南厚或东断西翘、东厚西薄的箕状断陷盆地形态, K_2 —E 奠定秦岭现今基本构造地貌骨架, N_2 以来方构成现今的具体地貌景观。

(7) E_1 — z 以后进入新的全面裂解阶段

中新世—上新世(N_1 — N_2)为喜马拉雅运动第二幕活动期,秦岭造山带和相邻盆地差异升降迅速,山体进一步抬升,平均海拔约 1 000 m,已构成我国南北方新生代自然地理景观和地质环境的天然屏障。以月河盆地为例,早第三纪沉积为紫红色砾岩、砂砾岩、砂岩及粉砂岩,上部夹粘土,具韵律性,为河流—湖泊环境。盆地中缺失中新世沉积,上新世沉积了山麓冲积岩和河漫湖泊相桔红色粉砂岩。月河盆地内沉积相也以湖泊相为主,经中新世缺失沉积阶段过渡为以山麓河流相沉积为主。汉中盆地第三系完全是陆相环境下快速堆积的粗碎屑红层,并以宽缓的褶皱变形、规模较大的脆性逆冲断层存在,这表明喜山期的区域挤压作用,构造线呈近东西向展布,对先期构造有一定的继承、叠加、改造,并以断层作用为主。第三系红层变形之后的喜山晚期有区域性的伸展作用,在盆地内有许多由正断层切割形成的隆凹相间的断块差异升降,经风化剥蚀、河流侵蚀作用形成现今多达四级的河流阶地沉积和山脉地形。总之,造山后伸展塌陷阶段新构造运动的活动特点在山体塌陷、均衡隆升背景下,表现出差异性、间歇性和继承性。

参考文献:

- [1] 张国伟,孟庆任,赖绍聪. 秦岭造山带的结构构造. 中国科学(B辑),1995,25(9):994—1003.
- [2] 赖绍聪,张国伟,杨永成,等. 南秦岭勉县—略阳结合带变质火山岩岩石地球化学特征. 岩石学报,1997,13(4):561—573.
- [3] 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. 中国科学(D辑),1999,29(3):222—231.
- [4] 陈亮,孙勇,柳小明,等. 青海省德尔尼蛇绿岩的地球化学特征及其大地构造意义. 岩石学报,2000,16(1):106—110.
- [5] 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. 中国科学(D辑),1996,26(增刊):78—82.
- [6] 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. 中国科学(D辑),1996,26(3):223—230.
- [7] 姜春发,王宗起,李锦轶. 中央造山带开合构造. 北京:地质出版社,2000.
- [8] 杜远生. 秦岭造山带泥盆纪古海洋研究. 地球科学,1995,20(6):617—623.
- [9] 张传林,董永观,杨志华. 秦岭晋宁期的两条蛇绿岩带及其对秦岭—大别构造演化的制约. 地质学报,2000,74(4):313—324.
- [10] 许继锋,于学元,李献华,等. 高度亏损的 N—MORB 型火山岩的发现:勉略古洋盆存在的新证据. 科学通报,1997,42(22):2414—2418.
- [11] 赖绍聪. 秦岭造山带勉(县)—略(阳)缝合带蛇绿岩与火山岩岩石—地球化学研究. [西北大学博士后研究报告]. 西安:西北大学,1996,1—81.
- [12] 赖绍聪. 秦岭造山带勉略缝合带超镁铁质岩的地球化学特征. 西北地质,1997,18(3):36—45.
- [13] 赖绍聪,张国伟,董云鹏. 随州南周家湾变质玄武岩地球化学及其大地构造意义. 地球科学,1997,22(4):362.
- [14] 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. 中国科学(D辑),1999,29(1):38—44.
- [15] 邓晋福,赵海玲,莫宣学,等. 中国大陆根—柱构造——大陆动力学的钥匙. 北京:地质出版社,1996,1—96.
- [16] 张国伟,孟庆任,于在平,等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学(D辑),1996,26(3):193—200.
- [17] 姜春发,朱志直,孔凡宗. 秦岭地槽马蹄型构造. 见:黄汲清,等. 中国及其邻区大地构造论文集. 北京:地质出版社,1980,102—114.
- [18] 陈家义,杨永成,霍向光. 汉中—碧口地区的造山结构和构造. 陕西地质,1997,15(1):12—19.
- [19] 孟庆任,张国伟,于在平,等. 秦岭南缘晚古生代裂谷—有限洋盆沉积作用及构造演化. 中国科学(D辑),1996,26(增刊):28—33.
- [20] 张国伟,郭安林,刘福田,等. 秦岭造山带三维结构及其动力学分析. 中国科学(D辑),1996,26(增刊):1—6.
- [21] 吴根耀. 造山带地层学. 成都:四川科学技术出版社、新疆科技卫生出版社,2000.
- [22] 王根宝,吴闻人,张升全. 略阳—石泉边界地质体特征. 陕西地质,1997,15(1):1—11.
- [23] 王忠世. 安康幅古生代几个重要地层接触界面特征及其地质意义. 秦岭区测,1990,2:16—24.
- [24] 张二朋,等. 秦巴及邻区地质构造特征概论. 北京:地质出版社,1993,1—275.

- [25] 崔永泉, 南秦岭白水江—大河口一带“志留系”地质构造特征及金矿找矿方向. 陕西地质, 1994, 12(1): 8—16.
- [26] 陈松龄, 黄震. 陕西旬北浅变质岩区的大型层滑构造. 西北地质科学, 1997, 18(2): 26—32.
- [27] 刘少峰. 东秦岭—大别山及邻区盆山结构、耦合机制与动力学, [西北大学博士后研究报告]. 西安: 西北大学, 1997, 1—147.
- [28] 王根宝. 陕西省勉略宁地区碧口岩群基底构造缝合带的发现及其地质意义. 陕西地质科技情报, 1995, 20(1): 13—26.
- [29] 王根宝, 崔继岗, 张升全, 等. 陕西勉略宁三角区基本地质组成及演化. 西北地质科学, 1996, 17(2): 11—17.
- [30] 李亚林, 张国伟, 王成善, 等. 秦岭勉略缝合带两期韧性剪切变形及其动力学意义. 成都理工学院学报, 2001, 28(1): 28—33.
- [31] 霍福臣, 李永军. 西秦岭造山带的建造与地质演化. 西安: 西北大学出版社, 1995.
- [32] 赖少聪, 张国伟, 杨瑞琰. 南秦岭巴山弧两河—饶峰—五里坝岛弧岩浆带的厘定及其大地构造意义. 中国科学(D辑), 2000, 30(增刊): 53—63.
- [33] 李亚林, 张国伟, 王根宝, 等. 陕西勉略地区两类混杂岩的发现及其地质意义. 地质论评, 1999, 45(1): 192.
- [34] 裴先治. 南秦岭碧口群岩石组合特征及其构造意义. 西安地质学院学报, 1989, 11(2): 46—56.
- [35] 何建坤, 卢华复, 张庆龙, 等. 南大巴山冲断构造及其剪切挤压动力学机制. 高校地质学报, 1997, 3(4): 419—428.
- [36] Liu Shaofeng, Zhang Guowei. Process of rifting and collision along plate margins of the Qinling orogenic belts and its geodynamics. Acta Geologica Sinica, 1999, 73(3): 275—288.
- [37] 滕志宏, 王晓红. 秦岭造山带新生代构造隆升与区域环境效应研究. 陕西地质, 1996, 14(2): 33—42.
- [38] 王二七, 孟庆仁, 陈智堞, 等. 龙门山断裂带印支期左旋走滑运动及其大地构造成因. 地学前缘, 2001, 8(2): 375—384.

SLAB PROPERTY AND CURRENT ARCHITEXTURE OF THE MIANXIAN-LUEYANG SUTURE ZONE OF THE QINLING OROGENIC BELT

LI San-zhong^{1,2}, LAI Shao-cong², ZHANG Guo-wei², LI Ya-lin³, LI Zong-hui⁴

(1. Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003; 2. Northwest University, Xi'an 710069; 3. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059; 4. Geophysical and Geochemical Surveying Team, Shanxi Geological Surveying Bureau, Zhuzhi 710400)

Abstract: The Mianxian-Lueyang suture zone from Kangxian to Gaochuan is a very important tectonic belt formed during main stage of collision between the North China Plate and South China Plate and a basic component of the Qinling Orogenic belts. However, the slabs' property and the current architecture of the suture zone is in debate. It is considered that current architecture of the segment is a southward duplex thrust in the main part superimposed by two positive flower-type structures whose main faults are steep Heyeba fault and Zhuangyuanbei fault at the south and north boundary, respectively. Seven slab groups have been distinguished according to tectonic property, geochemistry and geological era, including basement slabs, slab group belong to the north of the Yangtze Plate, oceanic crust slabs, oceanic island slabs, arc island slabs, tecto-sedimentary mélange slabs related to collision and slabs belong to the south part of the Qinling micro-plate. Every slab group can be subdivide into several slabs or blocks being disparted by faults in space. These slabs are important to recognize the architecture of the Mianxian-Lueyang small ocean and their current spatial sites are key to study the suture zone and collision process between the two plates. A tectonic evolution model has also be put forward.

Key words: architecture; slab; Mianxian-Lueyang suture zone; Qinling