

西秦岭南缘勉略构造带主要地质特征

裴先治^{1,2} 张国伟¹ 赖绍聪¹ 李 勇^{1,2} 陈 亮¹ 高 明¹

(1.西北大学地质学系 陕西 西安 710069 2.长安大学地球科学学院 陕西 西安 710054)

摘要 :西秦岭南缘勉略构造带现今呈近东西—北西西向展布,是以自北而南多层次叠瓦状逆冲推覆构造为骨架的向南突出的巨型复合断裂弧形构造带。该带原为西秦岭微板块与扬子板块之间的古缝合带,发育有俯冲和碰撞两期变形构造,以主造山碰撞晚期的自北向南的逆冲推覆构造为显著特征。初步确定发育OIB以及N-MORB和E-MORB型玄武岩,代表了洋盆发育的物质记录。根据已有的年代学和古生物化石研究结果,认为于泥盆纪晚期—早石炭世(D₃—C₁)沿勉略带发育有以蛇绿岩、洋岛玄武岩为代表的有限洋盆。在勉略带扩张打开形成有限洋盆与消减俯冲过程中,南侧发育有被动陆缘盆地沉积体系,北侧发育有深水裂陷盆地和活动陆缘盆地沉积体系。进而确定勉略带是一条重要的东古特提斯北侧分支洋盆俯冲消减碰撞缝合带和中國大陸印支期完成其主体拼合的主要结合带之一。

关键词 :西秦岭;勉略构造带;古缝合带;东古特提斯

中图分类号 :P54 P542 **文献标识码** :A **文章编号** :1671-255X(2002)-08-09-0486-09

在现今中国大陆构造中,在中央造山系秦岭—大别造山带的南缘近东西向展布着一条分割南北的断裂构造带,即秦岭勉略复合断裂构造带及其东西延展部分。它是秦岭造山带中仅次于商丹主缝合带的另一板块碰撞拼合主缝合带,并叠加复合了中生代以断裂为主的构造变形。该带从勉略地区向西经康县、文县、南坪、玛曲、玛沁、花石峡连接东昆南缝合带,向东经巴山弧形构造带而直抵大别南缘,是横贯中国大陆的巨型复合断裂构造带,也是一条重要的东古特提斯北侧分支洋盆俯冲碰撞缝合带和中國大陸印支期的主要结合带^[1-4]。

已有的研究表明,勉略构造带及其西延正是中国华北板块与扬子板块之间晚古生代—中生代初期,属于东古特提斯洋域中北侧分支的有限小洋盆或串联式多个小洋盆带,横贯东西,于晚海西—印支期最终发生复杂的俯冲—碰撞拼合,形成中国主体拼合的统一大陆,从而进入新的中国大陆构造演化阶段^[1-4]。显然,勉略构造带实质上正是东古特提斯构造域的北缘分支部分,其发生发展演化过程与

东古特提斯构造域息息相关,因而也是东古特提斯大洋盆系统的重要组成部分。

作者近年来在前人研究基础上^[1-13],围绕勉略带西延问题,运用构造学、火山岩岩石学、沉积学和地球化学及地球物理学等多学科相结合的方法,对勉略带西延部分的勉略—阿尼玛卿构造带结构、组成和演化进行了综合研究,取得一系列新进展和初步认识^[14]。本文重点对西秦岭南缘康县—文县—南坪区段勉略带的主要特征进行初步讨论。

1 西秦岭南缘勉略带区域构造格架及现今构造几何学和运动学特征

1.1 西秦岭南缘勉略带区域构造格架

西秦岭南缘勉略构造带现今地表构造可概括为:总体呈近东西—北西西向展布的以自北而南多层次叠瓦状复合逆冲推覆构造为骨架的向南突出的巨型弧形复合断裂构造带(图1)。

(1)现今的勉略构造带自勉略一带起向西经康县、武都琵琶寺、临江、文县、南坪塔藏、玛曲、欧拉至

收稿日期 2002-02-28;修订日期 2002-04-15

基金项目:国家自然科学基金项目(49732080)、中国地质调查局地质调查项目(200013000154)和国土资源部“十五”重点科技项目(20010201)资助。

作者简介:裴先治,1963年生,男,博士,教授,从事区域地质学和构造地质学研究。E-mail: peixzh@sina.com.

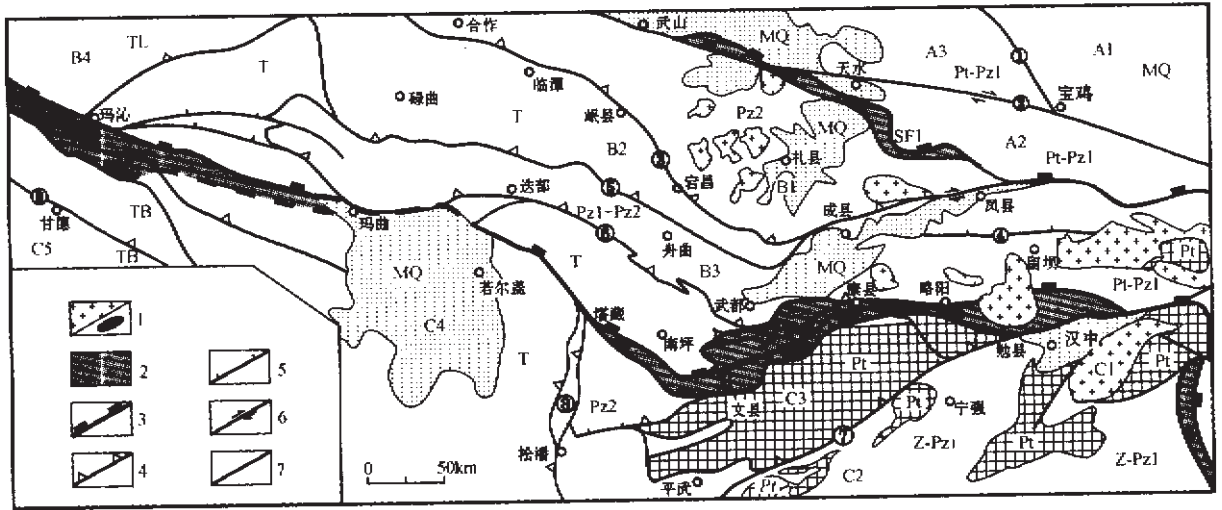


图1 西秦岭勉略构造带及邻区区域构造略图

Fig. 1 Tectonic sketch map of the Mianlue tectonic belt in West Qinling and its adjacent regions
 MQ—中生界 ;T—三叠系 ;P₂—上古生界 ;P₂+P₂—下古生界和上古生界 ;Z-P₂—震旦系—下古生界 ;Pt-P₂—元古宇—下古界 ;
 Pt—元古宇 ;1—花岗岩体/火山岩块 2—古缝合带 3—结合带边界 4—主要逆冲推覆断裂 5—逆冲断层 6—平推断层 ;
 7—一般断层 ;构造边界 SF₁武山—天水—商丹古缝合带 ;SF₂勉略—阿尼玛卿古缝合带 ①—八渡—固关断裂 ②—渭河断裂 ;
 ③—岷县—宕昌—凤县断裂带 ④—徽县—江口断裂带 ⑤—迭山—舟曲—成县断裂带 ⑥—迭部—武都—状元碑断裂带 ;
 ⑦—四川—阳平关断裂带 ⑧—岷江断裂带 ⑨—甘德—要坝断裂带 ;构造单元 :A—华北板块西部边缘 :A₁—华北克拉通盆地 ;
 A₂—北秦岭陆陆碰撞带 ;A₃—祁连山加里东造山带 ;B—西秦岭造山带(原西秦岭微板块) B₁—西秦岭北缘被动陆缘带 ;
 B₂—西秦岭微板块裂陷沉积盆地 ;B₃—西秦岭微板块台地沉积带 ;B₄—西秦岭同德沉积盆地 ;C—扬子板块北缘 ;C₁—汉南地块 ;
 C₂—龙门山逆冲推覆构造带 ;C₃—碧口地块 ;C₄—若尔盖(隐伏)地块 ;C₅—松潘—甘孜—巴颜喀拉造山带

阿尼玛卿山的玛沁、花石峡一线，平面上总体呈向南突出的巨型弧形构造带展布。弧顶位于甘肃文县一带。弧顶以东，文县—临江—琵琶寺—康县一线呈北东东向展布，至康县—略阳—勉县—洋县一线呈近东西向展布，弧顶以西，文县—南坪塔藏—玛曲一线呈北西向展布，至玛曲—欧拉—玛沁—下大武—花石峡一线又呈北西西向展布。而弧形构造带平面上还呈次级连续波状弧形展布。在剖面上，勉略带主体呈现出以自北而南的逆冲推覆构造为骨架的构造岩片叠置结构；文县—武都地区为多层次逆冲推覆构造系，玛曲—南坪地区为中高角度叠瓦式逆冲推覆构造系。平剖面构造的综合特征总体反映了勉略构造带现今上部地壳的三维结构几何学形态特点。

(2) 勉略构造带及其南北两侧邻近部分的基底岩系及盖层岩系，从勉略地区至碧口地块西北缘及西缘，总体具有由东向西地层单位由老到新依次构造叠置和逐渐变新的特点，尤其在康县—文县—南坪段更为显著。显然，这除与整个秦岭—大别山大区域自东而西出露不同深度构造层次有关外，更直接与勉略带的大幅度从SW向NE的斜向俯冲碰撞作用和从北到

北西向南与南东的逆冲推覆剥露作用，以及南侧由于碧口地块基底高位抬升等强烈斜向挤压收缩作用的变形相关。这表明在此构造作用下，东段勉略带一线叠置抬升幅度较大，出露上部地壳较深层次的构造岩石地层单位，而向西逐渐递减，出露地壳较浅层次构造岩石地层单位，总体反映了勉略构造带不同地段构造变形强度、层次与样式的差异性区域变化。

(3) 勉略构造带不同构造区段由于南北两侧具体基底性质、地块规模、构造抬升及边界条件限制而使得构造带主边界断裂北侧不同时代、不同组成的构造岩片或构造单位向南逆冲推覆于南侧不同时代、不同组成的构造岩块或构造单位之上，其中最突出的是带内混杂有多量的蛇绿岩、岛弧、洋岛、初始裂陷等与洋壳发育直接相关的火山岩系和两类不同陆缘沉积构造岩块，构成一条蛇绿构造混杂岩带^[1-4, 7-9, 11-13]。但是，由于碰撞造山期和后造山期大幅度自北而南的逆冲推覆——构造掩覆，勉略构造带内的这种原古缝合带的物质记录未能出露地表，与原古缝合带相关的蛇绿构造混杂岩等残存遗迹呈断续出露或隐伏未出露。这在南坪塔藏—玛

曲—欧拉—线表现最为清楚:北侧白龙江逆冲推覆构造带直接逆冲掩覆于南侧若尔盖隐伏地块的三叠系之上,而缺失了勉略带;同时,勉略带的不同构造区段主边界断裂与南侧不同构造单元或构造岩块中的区域主导构造线成斜切关系,构成明显的构造交切、逆冲叠置关系,如康县—略阳—勉县一线与南侧碧口地块中早期形成的北东—北东东向构造的交切,塔藏—玛曲一线与南侧若尔盖隐伏地块上覆三叠系褶皱构造大角度地交切,并截切了南北向岷江构造带等等。

(4)文县—武都地区呈多层次逆冲推覆构造系,主要由北侧的以状元碑—武都—迭部—玛曲断裂为主逆冲推覆断层的白龙江叠瓦状逆冲推覆构造系和南侧的以勉略带南缘断裂为主逆冲推覆断层的南坪—文县—康县弧形逆冲推覆构造系,以及它们内部次级的推覆构造组合而成,总体构成多层推覆构造系。白龙江叠瓦状逆冲推覆构造系呈曲率小的弧形向南大规模逆冲推覆于南侧的南坪—文县—康县弧形逆冲推覆构造系北缘之上,而后者又沿勉略带南缘主逆冲断层带呈曲率大的弧形向南—南南东方向逆冲推覆于南侧碧口地块北缘之上;同时,碧口地块沿其北部边缘主逆冲断层带向北—北北西方向反向逆冲并伴随有左行走滑剪切运动,而碧口地块沿其南部边缘逆冲断层又向南东逆冲推覆,使之整体呈扇形不均匀构造抬升。

(5)勉略构造带平面和剖面结构总体反映了其多期次不同成因与类型构造的叠加复合,其中最主要显示以主造山期板块碰撞构造为骨架,以指向南的逆冲推覆构造为主要特点,包容前造山期残存构造,并强烈叠加后造山期中新生代的陆内逆冲推覆构造,故构成复合逆冲推覆叠加构造。在其上又叠加北东—北东东向平移剪切构造和拉分与伸展断陷盆地构造(中侏罗世—白垩纪)等。西秦岭地区广泛的早侏罗世—白垩纪陆相伸展盆地构造叠加在主造山期构造之上的事实,充分表明勉略带主造山期构造形成于晚印支期(中三叠世—晚三叠世)。

1.2 西秦岭南缘逆冲推覆构造系及古俯冲碰撞构造的恢复重建

该构造系是从东部勉略构造带直接向西延展的逆冲推覆构造系,可以简称为文县弧形构造带,即西秦岭白龙江逆冲推覆构造带以南至碧口地块、若尔盖隐伏地块北缘之间的区域,夹持于北界迭

部—武坪—武都逆冲推覆断裂带与南界南坪—文县—康县逆冲推覆断裂带之间。在文县以西该带以三叠系为主,以东以泥盆系三河口群为主。两者之间在东西方向上以薄皮式构造逆冲滑脱面相接触,构成总体主导自北向南的中高角度逆冲推覆构造系,平面上呈向南突出的弧形逆冲推覆构造带展布,主逆冲推覆断裂带即西秦岭南缘边界断裂带,也是勉略构造带的南缘主构造界面。根据该区段构造特征,筛除后期其他类型叠加复合构造,该逆冲推覆构造系作为该区段主导构造,可以划分为5个构造单元:①北缘逆冲推覆构造;②中部(桥头—三河口)主逆冲推覆构造;③西部(南坪—黑河)薄皮逆冲推覆滑脱构造;④勉略原主缝合带(塔藏—石坊—临江—琵琶寺)逆冲推覆构造;⑤西秦岭南缘(碧口地块北缘)主边界逆冲推覆构造带^[14]。

该逆冲推覆构造系主导以西秦岭南缘边界断裂带也即勉略构造带的南缘边界断裂为主推覆界面。在秦岭于印支期沿勉略和商丹两带俯冲消减及板块陆—陆碰撞和晚期陆内构造沿秦岭南北边界相向巨型陆内俯冲的动力学背景与演化过程中,发生地壳中上层次自北向南的大规模挤压收缩推覆运动,分别形成以不同级别逆冲推覆断层为界面的各个不同级别的逆冲推覆构造,依次向南为主导运动方向的逆冲推覆叠置,使其成为多期复合型多层次巨型逆冲推覆构造系。

通过对勉略构造带不同期次构造的筛分综合解析,在筛除中生代叠加复合陆内构造基础上,确定了原俯冲碰撞构造,并将其划分为俯冲和碰撞两期变形构造^[14]。俯冲期变形仅残存在泥盆系三河口群中,以发育中深构造层次的透入性(顺层)韧性剪切变形和自北而南低角度韧性逆冲推覆剪切变形构造为特征。碰撞期变形可进一步分为两个阶段:早期以区域近南北向挤压收缩作用形成的主体北倾同斜褶皱变形为特征,反映了勉略带向北的俯冲消减作用;晚期变形以大规模自北向南的陆内逆冲推覆变形构造为特征,构成区域主导构造,兼有左行剪切走滑构造叠加。

2 西秦岭南缘勉略带OIB型以及N-MORB和E-MORB型玄武岩

在整个勉略构造带中发育有不少蛇绿岩及相关的基性火山岩和其他火山岩系。除已初步研究的勉略蛇绿构造混杂岩带以及勉略构造带西延部分的勉

略-阿尼玛卿构造带中在布青山、花石峡、玛沁等地发育的蛇绿构造混杂岩、洋岛型玄武岩和岛弧型火山岩以外^[1-3,7,9],在南坪塔藏—隆康地区、武都琵琶寺以及康县豆坝—碾坝一带还发育有洋岛和洋脊型玄武岩。这对于研究该带的古洋盆和古缝合带都具有重要意义。

2.1 琵琶寺地区基性火山岩

主要分布于武都琵琶寺—月照山一带,呈大型构造岩片产出。北侧与三河口群呈断层接触,南侧与一套变质砾岩(泥盆纪)及石炭系灰岩呈构造接触关系。主要岩性为灰绿色绿帘绿泥片岩、绿泥钠长片岩及绢云石英片岩夹变质凝灰质砂岩等。原岩以玄武岩及相应的凝灰岩为主,剖面上各岩类的出露以玄武岩类为主。岩石变形强烈,发育韧性剪切变形构造。

琵琶寺火山岩主要由玄武岩组成,缺少中性的安山岩和中酸性火山岩。从岩石化学成分上看,变质玄武岩类的 TiO_2 含量较高,为1.63%~2.65%,多数大于2%,明显高于洋脊和岛弧玄武岩的 TiO_2 含量均值。玄武岩类可以划分为两个系列,即拉斑玄武岩系列和碱性玄武岩系列。玄武岩类的Ti/V比值(29.82~59.74)、Ti/Y比值(275~511)、Zr/Y比值(2.79~6.99)较高,Ba/Nb比值为7.73~34.56,La/Nb比值为0.82~1.67,明显大于1,这是洋岛玄武岩的特征。微量元素地球化学特征显示玄武岩类主要属于板内拉斑玄武岩,形成于板内洋岛构造环境,同时也有正常洋脊型玄武岩(N-MORB)。微量元素洋脊玄武岩(MORB)标准化曲线基本一致,显示比较富集Rb、Ba、Sr、Th、Ta、Nb,略富集Zr、Hf、Sm,亏损Y、Yb、Sc、Cr,与大洋板内玄武岩的地球化学型式类似,可能是板内拉斑玄武岩与洋脊玄武岩的结合。玄武岩的微量元素原始地幔标准化曲线也显示为大离子亲石元素比较富集,与洋岛玄武岩的分配曲线类似,没有Nb、Ta的亏损。

玄武岩稀土元素分配型式具有两种类型:一是具有亏损的REE分配模式,Eu异常不明显,类似于N-MORB;二是具有LREE富集的分配型式,具弱的Eu负异常,为洋岛玄武岩(OIB)。OIB的LREE总量为 $76.06 \times 10^{-6} \sim 115.40 \times 10^{-6}$,HREE总量为 $18.56 \times 10^{-6} \sim 26.81 \times 10^{-6}$,LREE/HREE比值为2.61~5.22, Σ REE为 $90.62 \times 10^{-6} \sim 142.20 \times 10^{-6}$ (La/Yb)_N比值为1.70~5.25(Ce/Yb)_N比值为1.81~4.58, δ Eu为0.88~

0.98。N-MORB的LREE总量为 42.08×10^{-6} ,HREE总量为 28.84×10^{-6} ,LREE/HREE比值为1.46, Σ REE为 70.92×10^{-6} (La/Yb)_N比值为0.60(Ce/Yb)_N比值为0.75, δ Eu为0.91。这些特征表明,琵琶寺玄武岩总体属于异常OIB,部分属于N-MORB,说明琵琶寺玄武岩总体是成熟洋盆阶段的产物。

2.2 康县地区基性火山岩

康县地区火山岩主要分布于康县县城北旧城、碾坝、豆坝、刘坝一线,多呈与区域构造线方向一致的构造岩片产出,延伸长度2~5 km不等,出露宽30~150 m不等,夹持于强烈变形的泥盆纪灰黑色—深灰色绢云母千枚岩中,与周围地层呈韧性断层接触关系,岩片产状与围岩片理产状平行一致。火山岩均已变形变质为绿片岩,主要岩性为灰绿色绿帘绿泥片岩、绿泥钠长片岩等,原岩以玄武岩为主。

康县地区基性火山岩的岩石化学特征总体显示具有拉斑玄武岩系列特征。根据火山岩微量元素和稀土元素分析结果,康县地区各地段玄武岩地球化学特征非常相似,为同类型玄武岩类。其大致可以细分为两类:康县北为第一类,碾坝、豆坝和刘坝为第二类。第一类玄武岩的Ti/V比值为63.85~65.55、Ti/Y比值为623~685、Zr/Y比值为7.96~8.46、Nb/Y比值为1.20~1.34、Nb/La比值为1.24~1.32、Ti/Zr比值为77.80~80.96,均略高于琵琶寺玄武岩,而La/Nb比值为0.76~0.81、Ba/Nb比值为3.05~7.37,变化幅度均小于琵琶寺玄武岩。第二类玄武岩的Ti/V比值为32.60~63.99、Ti/Y比值为366~668、Zr/Y比值为4.12~6.14、Nb/Y比值为0.28~0.66、Nb/La比值为0.68~1.36、Ti/Zr比值为85.49~143.11、La/Nb比值为0.72~1.47、Ba/Nb比值为4.98~12.33,与琵琶寺玄武岩接近。在各种微量元素地球化学图解上,具有OIB和异常型洋脊玄武岩(E-MORB)特征。微量元素MORB标准化曲线基本一致,显示比较富集Rb、Ba、Sr、Th、Ta、Nb,略富集Zr、Hf、Sm,亏损Y、Yb、Sc、Cr,未见Nb、Ta的亏损,与大洋板内玄武岩的地球化学型式类似。玄武岩的微量元素原始地幔标准化曲线也非常类似,表现为大离子亲石元素比较富集。

玄武岩均具有LREE稍富集的分配模式,为板内玄武岩的分配型式,但略有差异,可分为两类:第一类玄武岩(康县北玄武岩)具有LREE富集的分配型式,弱的Eu负异常,LREE总量为 $161.49 \times 10^{-6} \sim 176.36 \times 10^{-6}$,HREE总量为 $23.38 \times 10^{-6} \sim 23.53 \times 10^{-6}$,

LREE/HREE比值为6.86~7.54, Σ REE为 185.02×10^{-6} ~ 199.74×10^{-6} (La/Yb)_N比值为8.40~10.40 (Ce/Yb)_N比值为7.49~9.02, δEu 为0.85~0.97,均高于琵琶寺玄武岩。第二类玄武岩(碾坝、豆坝、刘坝)的LREE总量 59.04×10^{-6} ~ 72.21×10^{-6} , HREE总量为 16.20×10^{-6} ~ 20.93×10^{-6} , LREE/HREE比值为2.98~4.17, Σ REE为 78.87×10^{-6} ~ 90.67×10^{-6} , (La/Yb)_N比值为2.43~3.86 (Ce/Yb)_N比值为2.27~3.52,均高于前述第一类玄武岩,但与琵琶寺玄武岩接近, δEu 为0.84~0.97。上述特征表明,康县地区的玄武岩总体属于OIB,但康县北玄武岩可能属板内碱性玄武岩或E-MORB型玄武岩,表明康县地区玄武岩是成熟洋盆阶段的产物,以OIB为主,还包含有洋岛碱性玄武岩或异常洋脊型玄武岩(E-MORB)。

2.3 南坪塔藏—隆康地区基性火山岩

塔藏—隆康一带泥盆系是原划三叠系地层发现大量泥盆纪牙形石以及出露有一套基性火山岩而解体出来的^[8],可与文县—武都—康县地区的泥盆纪三河口群对比,与周围石炭—二叠系和三叠系均呈断层接触关系。泥盆系与火山岩分别位于塔藏和隆康南北两个构造岩片中,中间夹有以断层夹块形式产出的石炭—二叠纪灰岩和中三叠纪统砂板岩。由于泥盆系灰岩中产有泥盆纪牙形石化石,故其时代属晚泥盆世^[8]。

塔藏一带的火山岩由玄武岩、玄武安山岩等熔岩组成,中夹少量砂板岩和结晶灰岩。火山岩呈灰黑色—黑绿色,块状构造,有橄榄石、辉石包体。隆康一带的火山岩大部分为变质基性火山岩,局部有杏仁状片理化玄武岩,呈灰绿色,片理发育,厚度一般20~30 m。

塔藏火山岩TiO₂含量较高,为3.51%~3.99%,明显高于洋脊和岛弧玄武岩的TiO₂含量平均值,同时Na₂O+K₂O含量也较高,为5.23%~7.03%,表明岩石属于碱性玄武岩类岩石。塔藏和隆康两地的火山岩在微量元素和稀土元素上有差异。塔藏玄武岩类的Ti/V比值(50.70~50.81)、Ti/Y比值(617~684)、Zr/Y比值(8.70~8.83)、Nb/Y比值(1.43~1.46)、Nb/La比值(1.18~1.27)较高,La/Nb比值为0.79~0.84, Ba/Nb比值为4.46~4.66。而隆康玄武岩类具有较高的Ti/V比值(89.42~92.72)、Ti/Y比值(447~505)、Zr/Y比值(12.87~13.99)、Nb/Y比值(2.95~3.31)、Nb/La比值(1.41~1.73),而La/Nb比值(0.58~0.71)较低, Ba/Nb

比值为8.14~20.03。在各种微量元素地球化学图解上,分析的样品显示WPB(板内玄武岩)或OIB特征,表明塔藏、隆康地区玄武岩类主要属于板内碱性玄武岩类,形成于板内洋岛构造环境。玄武岩的微量元素MORB标准化曲线基本一致,显示较富集Rb、Ba、Th、Ta、Nb、Ce,略富集Zr、Hf、Sm,亏损Y、Yb、Sc、Cr,与大洋板内碱性玄武岩的地球化学型式类似。玄武岩的微量元素原始地幔标准化曲线也显示为大离子亲石元素比较富集,与典型夏威夷洋岛玄武岩的分配曲线类似,不显示Nb、Ta的亏损。塔藏、隆康玄武岩总体具有LREE富集的分配型式,只是隆康玄武岩的REE总量略高, δEu 异常不明显,与洋岛(夏威夷)碱性玄武岩(OIB)或异常洋脊型玄武岩(E-MORB)相似。塔藏玄武岩的LREE总量为 156.83×10^{-6} ~ 166.53×10^{-6} , HREE总量为 21.54×10^{-6} ~ 22.72×10^{-6} , LREE/HREE比值为7.28~7.33, Σ REE为 178.36×10^{-6} ~ 189.25×10^{-6} (La/Yb)_N比值为9.13~10.02 (Ce/Yb)_N比值为8.17~8.56, δEu 为0.94~0.96。隆康玄武岩LREE总量为 348.67×10^{-6} ~ 405.14×10^{-6} , HREE总量为 31.53×10^{-6} ~ 34.64×10^{-6} , LREE/HREE比值为11.06~11.70, Σ REE为 380.20×10^{-6} ~ 439.78×10^{-6} (La/Yb)_N比值为16.28~18.19 (Ce/Yb)_N比值为13.04~14.36, δEu 为0.95~1.04。这些特征表明,塔藏和隆康地区玄武岩总体属于板内洋岛碱性玄武岩,但也有部分属于异常洋脊型玄武岩(E-MORB),说明塔藏—隆康地区玄武岩系总体也是洋盆阶段的产物,既有洋岛型玄武岩(OIB),也有异常洋脊型玄武岩(E-MORB)产出。

根据火山岩的地球化学特征与形成的构造环境,结合西秦岭勉略带蛇绿岩及相关沉积岩系、硅质岩中已发现的古生物化石资料,以及同位素年代学资料综合分析^[3, 5-8, 11-12],我们认为在勉略以西的西秦岭南缘康县—文县—南坪地区仍然发育有泥盆纪晚期—石炭纪(D₃-C)从初始裂隙到洋盆打开,在板内扩张背景下产生的洋岛、正常洋脊或异常洋脊构成的相当规模的洋盆环境。现在构造混杂岩带的产出,实为板块古缝合带之残迹的反映,这是勉略古洋盆存在与西延的证据之一。

3 西秦岭南缘勉略带被动陆缘沉积体系和裂隙盆地沉积体系

勉略古缝合带上残存有古大陆边缘沉积体系。

从总体来看,在古缝合带南侧保存有被动大陆边缘盆地沉积体系,如文县泥盆纪—二叠纪被动陆缘盆地沉积体系和略阳泥盆纪—石炭纪被动陆缘盆地沉积体系^[4]。而在古缝合带北侧则保存有裂陷盆地和活动陆缘盆地沉积体系,如文县—康县地区的三河口裂陷盆地沉积体系(泥盆纪)。文县盆地是作为晚古生代勉略初始大陆裂谷—有限洋盆的南部被动陆缘沉积体系残留下来的,其北侧裂陷盆地中心为泥盆纪三河口群深水相细粒碎屑岩和碳酸盐岩沉积,而北侧活动陆缘层序则因遭受强烈的逆冲推覆构造叠覆而在康县—文县—南坪地区未能出露。

3.1 文县被动陆缘盆地沉积体系

分布于文县临江—石坊—南坪双河北一线的碧口地块北缘地带,由泥盆系、石炭系、二叠系组成。其中泥盆系中的下泥盆统石坊群、岷堡沟组和中泥盆统冷堡子组以碎屑岩为主;下泥盆统西沟组以薄层页岩和含生物灰岩为主,中泥盆统上部朱家沟组和上泥盆统、石炭系、二叠系均以碳酸盐岩为主。在文县盆地发育了从泥盆纪到二叠纪的沉积地层,区域上总体构成轴面北倾的、枢纽呈向南突出的弧形并向NW方向翘起的复式向斜构造。东段以出露泥盆系为主,西段以石炭—二叠系为主,与北侧泥盆纪三河口群(东段)和三叠系(西段)及南侧元古宇碧口群之间均呈逆冲断层接触关系。虽然经历了强烈的构造破坏以及各地段沉积岩相和出露厚度略有差异,但总体层序仍然保存较好,可以进行沉积体系和沉积作用分析,以恢复重建勉略构造带的古地理构造格局。

根据文县盆地沉积特征并结合前人研究结果^[15],可以将泥盆系—二叠系划分为以下沉积体系(图2):三角洲陆上平原(冲积扇)沉积体系(下泥盆统石坊群下部)—深水相盆地或三角洲相水下平原浊积岩沉积体系(石坊群中部)—浅水三角洲相前缘斜坡沉积体系(石坊群上部)—滨海相—浅海陆棚相细碎屑岩—碳酸盐岩沉积体系(下泥盆统岷堡沟组下部西沟段)—滨海相—浅海陆棚碎屑岩沉积体系(岷堡沟组上部张家坝段)—滨海海滩碎屑岩沉积体系(中泥盆统冷堡子组)—浅海相碳酸盐岩台地缓坡和陆棚沉积体系(中泥盆统朱家沟组和上泥盆统铁山群)—浅海相陆棚碳酸盐岩台地和粉砂泥陆棚沉积体系(石炭系—二叠系)。

通过文县盆地与略阳盆地的对比研究,发现这两个盆地虽然在沉积组合序列以及沉积体系上有所差异,但总体仍反映了泥盆纪初勉略古洋盆的裂解过程,均是勉略古洋盆在裂解过程中位于碧口地块北缘的、在裂谷基础上演化而成的被动陆缘沉积盆地。这两个盆地都自早泥盆世开始裂陷,因而在区域上很可能是连为一体的^[8]。

3.2 三河口裂陷盆地沉积体系

泥盆系三河口群裂陷盆地陆缘细碎屑岩—碳酸盐岩沉积岩系主要分布于文县汤卜沟、桥头、武都月亮坝、高家坝一线以北,武都固水子、康县万家大梁一线以南地区,为一套深陆棚碎屑岩—碳酸盐岩沉积建造。其总体特征是:下部(桥头组)以变形强烈的陆缘细碎屑岩夹少量碳酸盐岩沉积为主,中部(屯寨组)以碳酸盐岩和陆缘细碎屑岩沉积为主,上部(洋汤寨组)以碳酸盐岩沉积为主。区域上呈指向南的巨大逆冲推覆构造岩片。南侧向南逆冲于晚古生代被动陆缘沉积体系(泥盆系—二叠系)琵琶寺火山岩系之上,北侧被石炭系逆冲推覆构造岩片向南推覆掩覆。

根据马莲河、洋汤河、月亮坝—透防、三河口—琵琶寺等剖面的岩石组合、沉积岩相特征综合分析,三河口群可以划分为两种沉积体系:①较深水相盆地细碎屑岩沉积体系,主要见于桥头组和屯寨组中;②陆棚碳酸盐岩沉积体系,主要见于屯寨组上部和洋汤寨组中,以深灰色中厚层状结晶灰岩为主,夹有少量泥质条带和钙质粉砂岩。

3.3 沉积作用和盆地发展演化

文县盆地晚古生代层序由不同沉积体系所构成。三河口盆地主要由泥盆系三河口群组成,其上未见石炭—二叠系地层出露。从泥盆系沉积体系的发育及空间展布看,在当时的勉略带一线,由于强烈的拉张裂陷,在泥盆纪早期于碧口地块北部边缘地带发育了被动陆缘盆地早期阶段的裂谷盆地层序沉积,如三角洲陆上平原(冲积扇)沉积体系(下泥盆统石坊群下部)、深水相盆地或三角洲相水下平原浊积岩沉积体系(石坊群中部)、浅水三角洲相前缘斜坡沉积体系(石坊群上部);在泥盆纪中晚期,在被动陆缘盆地发育了过渡—漂移早期阶段局限相层序,沉积了滨海相—浅海陆棚相细碎屑岩—碳酸盐岩沉积体系(下泥盆统岷堡沟组下部西沟段)、滨海相—浅海陆棚碎屑岩沉积体系(岷堡沟组上部张家

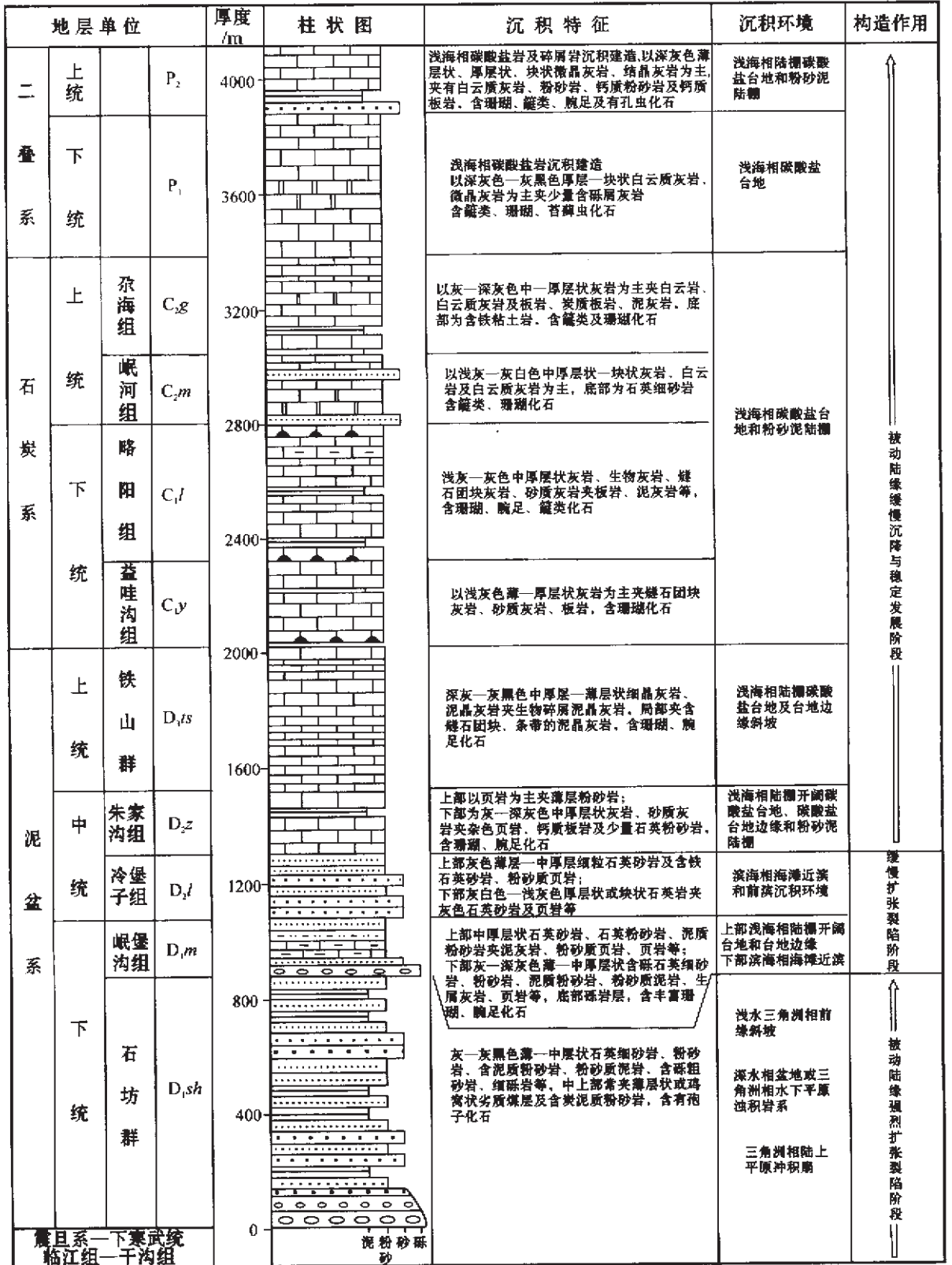


图2 西秦岭文县盆地泥盆系—二叠系综合岩性柱状图和沉积体系的演化过程

Fig. 2 Composite lithologic column of the Devonian—Permian in the Wenxian basin, West Qinling, and evolution of the sedimentary system

坝段) 滨海海滩碎屑岩沉积体系(中泥盆统冷堡子组)。而在泥盆纪时期,盆地北侧以三河口群为代表的较深水盆地细碎屑岩沉积体系构成了盆地的主体,是强烈裂陷作用下的产物,并在泥盆纪晚期在初始裂谷—有限洋盆扩张过程中逐渐裂开北移,遂在原深水相盆地沉积体系之上叠覆了浅水陆棚相碳酸盐岩沉积体系,而在盆地裂陷中心部位不断拉张裂陷出现不同火山岩系,并逐渐向洋盆转变,出现以洋脊型玄武岩(MORB)和洋岛型玄武岩(OIB)为标志的洋壳。而在泥盆纪晚期—石炭纪、二叠纪时期,发育了被动陆缘盆地漂移晚期阶段的进积层序,在盆地南部边缘地带逐渐转变为缓慢沉降,最终形成浅海相碳酸盐岩台地缓坡和陆棚沉积体系(中泥盆统朱家沟组和上泥盆统铁山群)和浅海相陆棚碳酸盐岩台地和粉砂泥陆棚沉积体系(石炭系—二叠系),反映了一个渐进的海侵过程,即从海陆交互环境到滨海相再缓慢沉降至浅水碳酸盐岩台地和陆棚相沉积体系的演变。同期在洋盆中则形成石炭纪—早二叠世以勉略蛇绿岩为代表的洋壳。

4 结论与讨论

(1)西秦岭勉略构造带现今地表构造可概括为:近东西—北西西向展布的以自北而南多层次叠瓦状逆冲推覆构造为骨架的向南突出的巨型复合断裂弧形构造带,弧型逆冲推覆构造以南部边界西秦岭南缘逆冲推覆断裂为主逆冲推覆界面,构成主导自北向南的中高角度逆冲推覆构造系。

(2)依据不同期次构造的筛分和构造解析,勉略构造带的板块俯冲碰撞构造变形可划分为俯冲和碰撞两期变形构造。

(3)在西秦岭南缘勉略带中,初步确定发育有洋岛型玄武岩(OIB)以及洋脊型玄武岩(N-MORB和E-MORB),代表了洋盆发育的物质记录。这些蛇绿岩及火山岩系的发育及特征表明于泥盆纪晚期—早石炭世(D_3-C_1)沿勉略带发育有以蛇绿岩、洋岛玄武岩为代表的有限洋盆。

(4)通过地层、沉积学研究,在勉略古缝合带南侧识别确认发育有文县泥盆纪—二叠纪被动大陆边缘盆地沉积体系,在古缝合带北侧则发育有三河口泥盆纪裂陷盆地沉积体系。这表明在勉略带扩张打开形成有限洋盆与消减俯冲的过程中,南侧发育

有被动陆缘沉积体系,北侧发育有裂陷盆地和活动陆缘沉积体系。

(5)勉略构造带是中国大陆上横贯东西、分割南北的主要断裂复合构造带,是中国大陆主体于印支期碰撞拼合的主要结合带和秦岭造山带乃至中央造山系的基本组成部分,是东古特提斯构造域北侧的分支洋盆系统,是古特提斯演化阶段呈区域性带状分布的扩张裂陷串珠状小洋盆—有限洋盆型中小洋陆板块、微板块构造体制下的产物。

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,孟庆任,于在平,等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学分析[J]. 中国科学(D辑),1996,26(3): 193~200.
- [3] 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.
- [4] 孟庆任,于在平,梅志超,等. 秦岭南缘晚古生代裂谷—有限洋盆沉积作用及构造演化[J]. 中国科学(D辑),1996,26(增刊): 28~33.
- [5] 殷鸿福,杜远生,许继锋,等. 南秦岭勉略古缝合带中放射虫动物群的发现及其古海洋意义[J]. 地球科学,1996,21(2): 184.
- [6] 张宗清,唐索寒,王进辉,等. 秦岭蛇绿岩的年龄: 同位素年代学和古生物证据: 矛盾及其理解[A]. 见: 张旗主编. 蛇绿岩与地球动力学研究[C]. 北京: 地质出版社,1996.146~149.
- [7] 许继锋,盛吉虎,韩吟文,等. 勉略地区蛇绿岩的初步研究[A]. 见: 张旗主编. 蛇绿岩与地球动力学研究[C]. 北京: 地质出版社,1996.163~166.
- [8] 杨恒书,赖旭龙,杨逢清,等. 四川隆康、塔藏含火山岩地层时代新证据[J]. 中国区域地质,1995,14(1): 71~74.
- [9] 赖绍聪,张国伟,杨永成,等. 南秦岭勉县—略阳结合带蛇绿岩与岛弧火山岩地球化学及其大地构造意义[J]. 地球化学,1998,27(3): 283~293.
- [10] Meng Q R, Zhang G W. Timing of collision of the North and South China blocks: Controversy and reconciliation[J]. Geology,1999,27(2): 123~126.
- [11] 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.
- [12] 王宗起,陈海泓,郝杰. 南秦岭晚古生代—三叠纪弧前增生楔的初步确定[A]. 见: 陈海泓等主编. 中国碰撞造山带研究[C]. 北京: 海洋出版社,1999.100~113.
- [13] 李亚林,张国伟,王成善,等. 秦岭勉县—略阳地区的构造混杂岩及其意义[J]. 岩石学报,2001,17(3): 476~482.
- [14] 裴先治. 勉略—阿尼玛卿构造带的形成演化与动力学特征[D]. 西安: 西北大学地质学系,2001,1~167.
- [15] 杜远生. 秦岭造山带泥盆纪沉积地质学研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社,1997.1~130.

Main geological features of the Mianlue tectonic belt on the southern margin of the West Qinling

PEI Xianzhi^{1,2} ZHANG Guowei¹ LAI Shaocong¹

LI Yong^{1,2} CHEN Liang¹ GAO Ming¹

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China;

2. Faculty of Earth Sciences, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract : The present nearly E-W-to WNW-trending Mianlue tectonic belt in West Qinling is a gigantic, south-convex, composite fault arcuate tectonic belt with the south-vergent, multilayered, imbricated thrust nappe structure as the framework. It was originally a paleo-suture zone between the West Qinling microplate and Yangtze plate, where two phases of deformation corresponding to subducting and collision respectively took place. This tectonic belt is featured by south-verging thrust nappe structure occurring in the late main collisional orogenic stage. In the belt, OIB, N-MORB and even E-MORB are also preliminarily recognized; they record the evolutionary history of an oceanic basin. The chronological and paleontological studies available suggest that a restricted oceanic basin represented by ophiolite and OIB developed along the Mianlue suture zone in the Late Devonian-Early Carboniferous. While the Mianlue belt opened to form a restricted ocean basin and the basin was subducted, a passive continental-margin basin sedimentary system and an active continental-margin basin sedimentary system were developed on the north side and south side of the belt respectively. Then it is further determined that the Mianlue belt is an important subduction-collision suture zone of the north branch of the eastern Paleo-Tethys, representing the main junction zone occurring when the amalgamation of the North China block with the Yangtze block was completed in the Indosinian.

Key words : West Qinling; Mianlue tectonic belt; paleo-suture zone; eastern Paleo-Tethys