秦岭造山带主要大地构造单元的新划分

王宗起[1)]，闫全人[2)]，闫臻[2)]，王涛[2)]，姜春发[2)]，高联达[2)]，
李秋根[3)]，陈隽璐[4)]、张英利[1)]，刘平[2)]，谢春林[4)]，向忠金[2)]

1）中国地质科学院矿产资源研究所，北京，100037； 2）中国地质科学院地质研究所，北京，100037；
3）北京大学地球空间学院，北京，100871； 4）中国地质调查局西安地调中心，西安，710054

内容提要：根据近年来的地层、沉积、岩浆-火山和构造变形及岩石地球化学等方面研究新进展，结合前人的成果，按照大地构造相单元划分原则，将秦岭造山带分为13个主要构造单元：①华北南缘陆坡带，包括第一层序的青白口系大庄组、震旦系罗圈组和寒武系，与之对应的豫西栾川群；第二层序的奥陶纪陶湾群；②北秦岭弧后杂岩带，以宽坪群和部分二郎坪群中的基性火山岩与碳酸盐岩的构造块体与变质的古生代深海碎屑岩混杂为特征；③秦岭岛弧杂岩带，由丹凤群不同的古洋隆块体、富水幔源岛弧基性岩浆杂岩、云架山群、斜峪关群和草滩沟群的岛弧钙碱性岩浆岩和火山岩及深海沉积物及秦岭群弧基底杂岩等构成，时间跨度为奥陶纪-石炭纪；④秦岭弧前盆地系，泥盆系及其它晚古生代地层是其主要充填物，同沉积断裂控制了一系列的次级盆地；⑤秦岭增生混杂带，由泥、砂岩组成的基质和基性、超基性岩、火山岩、灰岩、硅质岩等岩块构成，最终形成于二叠纪末-三叠纪初；⑥南秦岭岛弧杂岩带，碧口群的基性-中酸性火山岩和岩浆岩组成，称碧口弧；由三花石群的中基性火山岩以及西乡群的中酸性火山岩共同构成，称西乡弧；由耀岭河群和郧西群中基性熔岩和中酸性火山岩组成，称安康弧；⑦南秦岭弧前盆地系，碧口弧前盆地充填物是以碎屑岩为主的横丹群和关家沟群；西乡弧前沉积主要由三花岩群包括王家坝组砂岩以及由泥岩、砂岩和中酸性火山岩变质而成的片岩、片麻岩和石英岩组成。安康弧前盆地具有明显的深海扇沉积特征梅子垭群和大贵坪组；⑧南秦岭弧后盆地系，包括后龙门山的茂县群和上古生界及三叠系，大巴山的洞河群和部分耀岭河群的火山岩；⑨南秦岭弧后陆坡带，只保留大巴山弧后陆缘，是高川—毛坝以南的下古生界；⑩南秦岭前陆褶冲带，包括龙门山北段、米仓山和大巴山前陆褶冲带。三带形成于印支—燕山期，但构造线不同，且在出现的时间上，由西到东由早到晚；⑪三叠纪残余海盆；⑫中-新生代走滑拉分和断陷盆地；⑬基底断块。

关键词：秦岭；构造单元；大地构造相

按不同构造学观点，秦岭造山带构造划分存有很大差异。运用地槽观点，翁文灏定为燕山地槽褶皱带(Wong，1929)，黄汲清认为是华力西地槽褶皱带，并把秦岭群及其相伴的变质岩系定名为秦岭地轴(Huang，1945)。后来进一步做了北秦岭、中秦岭和南秦岭三部分划分：以天水-丹凤-信阳一线为界，其北为北秦岭加里东地槽褶皱带；其南依次为中秦岭礼县-柞水华力西褶皱带、南秦岭印支褶皱带(黄汲清等，1977；姜春发等，1963，1979；任纪舜等，1980，1990，1991)。

自板块构造理论应用以来，随着“商(南)丹(凤)板块缝合带”(李春昱等，1978，1982；Matture et al.，1985)的确立并以其为界将秦岭造山带分为北秦岭和南秦岭两个构造带，其北为华北板块南缘活动边缘，其南为扬子板块北缘被动陆缘(Hsu et al.，1987；许志琴等，1988；张国伟等，1988，1991；王清晨等，1989；Zhang et al.，1989)。同时，李春昱等(1978，1982)提出在略阳-勉县一带存在印支期板块缝合带(勉略带)，该缝合带向西与东昆仑阿尼玛卿缝合带相连。随后，张国伟等(1995，1996，2001)对勉略带做了进一步研究和厘定，从而提出了秦岭造山带为“三块夹两缝”构造划分方案，即华北板块、秦岭微板块和扬子板块，相互之间分别被商丹和勉略缝合带所分割；且勉略带向东通过城固-洋县-金水-两河口-饶峰-石泉狭窄的缝合带连结高川，向东南被大巴山弧形推覆构造带掩盖。殷鸿福等(1995a；1995b)认为勉略带是早古生代-泥盆纪有限

注：本文为“十一五”国家科技支撑项目课题(编号 2006BAB01A11)和中国地质调查局地质调查项目(编号 1212010611807)资助的成果。
收稿日期：2009-04-12；改回日期：2009-09-07；责任编辑：郝梓国。
作者简介：王宗起，男，1960年生。研究员，博士生导师。主要从事造山带与盆地的地层学、大地构造学和成矿学研究。通讯地址：100037，北京西城百万庄大街26号；电话：010－68996873；Email：wzq@ccsd.org.cn。

小洋盆,与紫阳-平利一带的早古生代火山带相连。

许靖华等曾用两陆(华北和扬子陆块)夹一洋(秦岭洋)的模式解释秦岭构造主要是早中生代大陆碰撞的产物,并试图在秦岭中鉴别出阿尔卑斯造山单元(Hsu et al.,1987);后来在研究中国大地构造相时,对秦岭大地构造相进行了较详细的划分:太华雷特相是位于石门-中黄叶-栾川断裂以北,由太古代和元古代地层组成,代表了刚性基底的推覆体;北秦岭的凯尔特相,由古生代的混杂带组成(包括陶湾群、宽坪群、二郎坪群和秦岭群);天水和东秦岭复理石相是指泥盆系和石炭系;安康阿勒曼相认为是元古界岛弧杂岩与其上的震旦系和古生界盖层构成;草凉驿和紫阳凯尔特相则包括了勉略带、碧口群、志留系和三叠系以及大巴山的下古生界等广大地区和众多的地层;武当山和汉中雷特相是以前寒武纪变质杂岩的出露为标志(许靖华等,1998)。冯益民等(2002)认为秦岭经历了新元古代-早古生代的古大陆裂解、洋盆形成、俯冲碰撞造山,晚古生代-三叠纪的板内伸展和晚三叠世-新生代的陆内叠覆造山3个重要的演化阶段,并划分了每一阶段构造相类及其所属的构造相。将中秦岭地区的震旦系-奥陶系定为陆缘深裂陷盆地相,镇安-宁陕一带的志留系为陆缘深裂陷盆地相和碰撞期T型前陆盆地相,泥盆系到三叠系定为板内裂陷盆地相;商丹带以北划为大洋盆地相和弧后盆地相;南秦岭勉略带定为板内裂谷相,其两侧的震旦系-志留系定为陆缘深裂陷盆地相,碧口群和西乡群为陆缘裂谷相。

大地构造相的划分以岩石组合、古地理、古构造及变质、变形等特征为基础(Hsü,1991;李继亮,1992;Robertson,1994;许靖华等,1998)。与沉积相一样,大地构造相可以客观地定义或确定一种构造单元,即这种单元是在一种构造条件下形成的一套岩石组合。它可以合理地理解和解释一种过程,即这种相反映了一特定的过程或环境;也可以分为次一级亚相和合并成相组合。相时空关系是按一定规律和法则或由自身性质决定的。

根据大地构造相单元划分原则(Robertson,1994;许靖华等,1998),以近年来的地层、沉积、岩浆-火山、构造变形及岩石地球化学等方面研究新进展为基础,结合前人的成果,将秦岭造山带分为13个主要构造单元(图1):华北南缘陆坡带;北秦岭弧后杂岩带;北秦岭岛弧杂岩带;中秦岭弧前盆地系;南秦岭增生混杂带;南秦岭岛弧杂岩带;南秦岭弧前盆地系;南秦岭弧后杂岩带;南秦岭弧后陆坡带;南秦岭-龙门山前陆褶冲带;三叠纪残余海盆;中-新生代走滑拉分和断陷盆地;基底断块。

1 华北南缘陆坡带

华北南缘陆坡沉积组合由青白口系—寒武系和陶湾群共同组成,分布于洛南-栾川断裂以北(图1和2c)。其北侧是以大陆架沉积为特征的长城系到蓟县系的洛南群和官道口群。该套组合除在陕西商洛和豫西连续出露外,向东越过南阳盆地在方城老李山和鲁山附近出露,向西过关中平原后,与乾县的唐王岭群(组)和平凉的平凉群相对应。

第一个层序由青白口系、震旦系和寒武系组成。在陕西境内主要由石门-中黄叶断裂以南的大庄组、罗圈组和寒武系构成,在豫西一带则是栾川群(姜春发等,2000)。上下分别与陶湾群和蓟县系冯家湾组呈不整合接触。青白口系—震旦系和栾川群下部由砾岩、砂板岩和炭硅质板岩组成,寒武系与栾川群上部以碳酸盐台地及其裂陷边缘沉积为主。第二层序为陶湾群,自下而上依次为:郭岭组为砂板岩夹灰岩外来块体;三岔口组为一套厚层砾岩,主要由炭质钙质砾岩、含砾灰岩、含砾钙质片岩共同组成;风脉庙组由炭质千枚岩、绢云石英千枚岩和云母片岩组成;秋木沟组主要由片状云母绿泥大理岩、片状石英大理岩夹云母片岩组成;石板河组表现为片岩和钙质板岩组合;垢神庙组主要由炭质板岩组成。沉积学研究表明这两套序列具有滑动、岩崩、滑塌和碎屑流、颗粒流、浊流等重力流沉积成因特征(王宗起,1992),它们分别形成于晚元古代冰川边缘和古生代碳酸盐台地边缘的大陆斜坡上,其沉积特征进一步反映了中朝地台南缘发生了晋宁和加里东两期强烈的拉张断陷作用。

野外详细地质剖面和小区域大比例尺地质填图研究结果表明,分布于陕西商洛一带的陶湾群内包含有寒武系滑塌岩块(王宗起,1986❶,1990);同时,在该套岩石组合中多层砂板岩内分离并鉴定出疑源类、几丁虫、虫颚等奥陶纪微古化石,因此,确定陶湾群的时代为奥陶纪(王宗起等,2007)。区域上,胡德祥等(1987)和杨巍然等(1991)分别在河南栾川鱼库和方城老李山及陕西商州辋峪庙湾一带的三岔口组发现海百合、三叶虫化石碎片及藻类,我们认为三岔口组与陶湾群的形成时代在区域上基本相一致。尽管个别学者把陶湾群作为构造变形带(周洪瑞等,1993;刘国惠等,1993),但大多数研究者同意陶湾群为一地层单元(肖思云等,1988;张维吉等,1994;张二朋等,1993;郭力宇等,2002)。

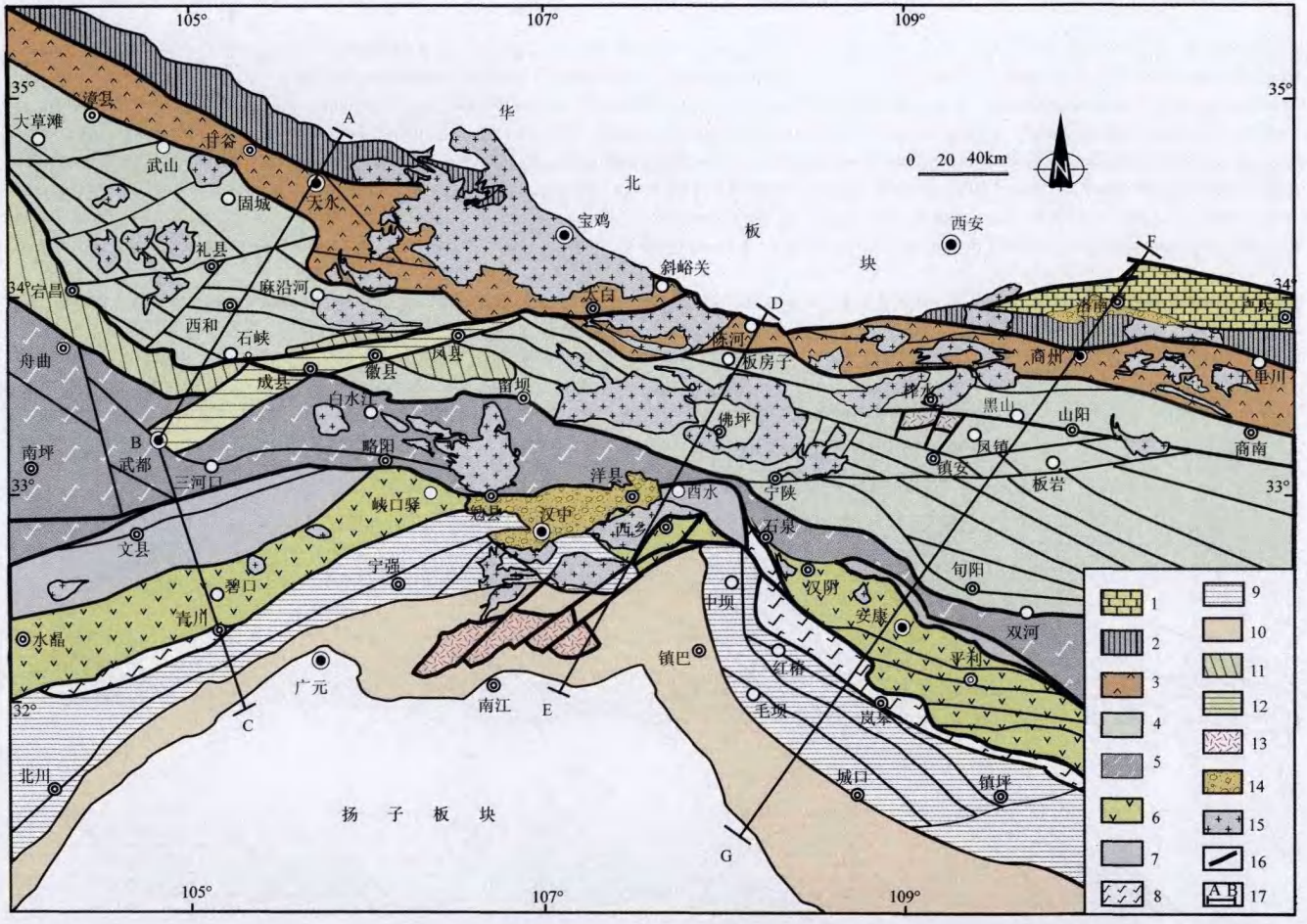


图 1　秦岭主要大地构造单元简图

Fig. 1　Simplified Map of Main Tectonic Units of the Qinling Orogenic Belt

1—华北南缘陆坡带；2—北秦岭弧后杂岩带；3—北秦岭岛弧杂岩带；4—中秦岭弧前盆地系；5—南秦岭增生混杂带；6—南秦岭岛弧杂岩带；7—南秦岭弧前盆地系；8—南秦岭弧后杂岩带；9—南秦岭弧后陆坡带；10—南秦岭-龙门山前陆褶冲带；11—三叠纪残余海盆；12—走滑拉分和断陷盆地；13—基底断块；14—二叠纪＋第四纪；15—花岗岩；16—断层；17—剖面

1—Slope Sequences in the southern margin of North China block; 2—Northern Back Arc Complex; 3—Accretionary Arc Complex; 4—Northern Fore Arc Basins; 5—Accretionary Complex; 6—Southern Arc Complex; 7—Southern Fore arc basins; 8—Southern Back arc complex; 9—Continental slope of Southern back arc basin; 10—Foreland Thrust fold belt; 11—Triassic remnant sea basin, 12—Mesozoic and Cenozoic faulted basins; 13—basement blocks; 14—Permian faulted basin; 15—granitoid; 16—Fault; 17—Section locatin

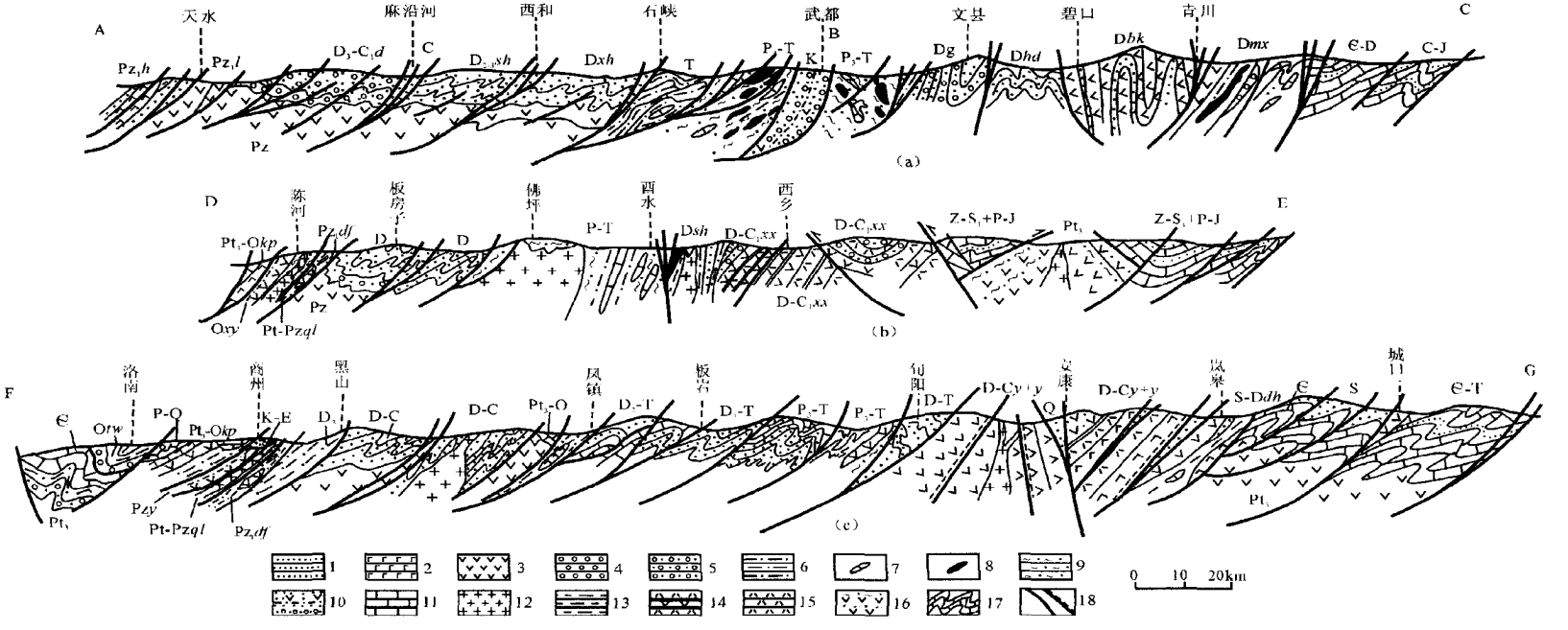


图 2 秦岭造山带主要地质剖面简图(剖面位置见图 1)

Fig. 2 Simplified Transverse Profiles of in the Qinling Orogenic Belt

1—砂岩;2—基性岩与基性火山岩;3—中性火山岩;4—砾岩;5—砂砾岩;6—泥砂质板岩;7—灰岩块;8—基性-超基性岩块;9—片岩和千枚岩;10—火山质砂砾岩;11—灰岩;12—花岗岩;13—泥硅质岩;14—中酸性火山岩;15—酸性火山岩;16—绿片岩;17—褶皱;18—断层与韧性剪切带;Pz_1h—葫芦河群;Pz_1l—李子园群;Pz—古生界;Pz_1—下古生界;D_3-C_1d—大草滩群;$D_{2\sim3}sh$—舒家坝群;Dxh—西汉水群;T—三叠系;P_3-T—增生杂岩;Dg—关家沟群;Dhd—横丹群;Dbk—碧口群;P-T—二叠系—三叠系;Dmx—茂县群;∈-D—寒武系-泥盆系;Pt_3-Okp—宽坪群;Oxy—斜峪关群;Pt_3-$Pzql$—秦岭群;Pz_1df—丹凤群;D—泥盆系;Dsh—三花石群;D-C_1xx—西乡群;Z-S_1+P-J—震旦系-下志留统+二叠系-侏罗系;Pt_3—新元古界;∈—寒武系;Otw—陶湾群;Pzy—云架山群;J—侏罗系;D_3—上泥盆统;D+C—泥盆系+石炭系;Pt_3-O—新元古界-奥陶系;D-T—泥盆系-三叠系;D-Cy+y—郧西群+耀岭河群;S-Ddh—洞河群;S—志留系;∈-T—寒武系-三叠系;C-J—石炭系-侏罗系;P+Q—二叠系+第四系;K-E—白垩系-第三系

1—Sandstone; 2—basic volcanic rocks; 3—intermediate volcanic rocks; 4—conglomerates; 5—sandy conglomerates; 6—silt slate; 7—limestone blocks; 8—mafic and ultra-mafic rock blocks; 9—schiest; 10—volcanic detrital rocks; 11—carbonate rocks; 12—granitoid; 13—mud siliceous rocks; 14—intermediate acidic volcanic rocks; 15—acidic volcanic rocks; 16—green schiests; 17—folds; 18—faults and ductile faults; Pz_1h—Lower Paleozoic Huluhe Group; Pz_1l—Lower Paleozoic Liziyuan group; Pz—Paleozoic; D_3-C_1d—Devonian-Lower Carboniferous Dacaotan Group; $D_{2\sim3}sh$—Devonian Shujiaba Group; Dxh—Devonian Xihanshui Group; T—Triassic; P_3-T—Accretionary Complex; Dg—Devonian Guanjiagou Group; Dhd—Devonian Hengdan Group; Dbk—Devonian Bikou Group; P-T—Permian-Triassic; Dmx—Devonian Maoxian Group; ∈-O—Cambrian-Ordovician; Pt_3-Okp—Later Proterozoic-Ordovician Kuanping Group; Pt_3-$Pzql$—Later Proterozoic-Paleozoic Qinling Group; Pz_1df—Lower Paleozoic Danfeng Group; O—Ordovician; Oxy—Ordovician Xieyuguan Group; D—Devonian; Dsh—Devonian Sanhuashi Group; D-C_1xx—Devonian-Lower Carboniferous Xixiang Group; Z-S_1+P-J—Sinian-Lower Silurian+Permian-Jurassic; Pt_3—Upper Proterozoic; ∈—Cambrian; Otw—Ordovician Taowan Group; Pzy—Paleozoic Yunjiashan Group; J—Jurassic; D_3—Upper Devonian; D+C— Devonian+Carboniferous; Pt_3-O—Upper Proterozoic-Ordovician; D-T—Devonian+Triassic; D-Cy+y—Devonian-Carboniferous Yunxi Yunxi+Yaolinghe Group; S-Ddh—Silurian-Devonian Donhe Group; S—Silurian; ∈-T—Cambrian-Triassic; C-J—Carboniferous-Jurassic; P+Q—Permian+Quaternary; K-E—Cretaceous-Tertiary

岩石地球化学研究表明，陶湾群绢云片岩具有LREE富集、HREE相对亏损的稀土分布模式；陶湾群变质碎屑岩Nd模式年龄1960～2171Ma，$\varepsilon_{Nd}(t)$为－9.13～－10.82，其值与南缘早前寒武纪变质岩Nd模式年龄峰值接近（张宗清等，1994）。这些特征表明陶湾群碎屑源区主要是中朝南缘的变质基底。

此外，栾川群大红口组和陕西洛南宝山沟组中的火山喷发岩为碱性玄武岩系列；而与这些碱性玄武岩相伴生有700～400Ma的辉长岩、橄榄辉长辉绿岩，地球化学特征显示其形成于陆内裂陷环境（贾承造等，1988；杨巍然等，1991；张宗清等，1994；王跃峰，2000）。结合沉积序列分析表明，在华北南缘总体出露一套与裂陷岩浆型被动陆缘密切相关的火山岩与沉积岩组合。

2　北秦岭弧后杂岩带

指宽坪群和部分二郎坪群等基性火山岩与沉积岩组合，向东与桐柏地区的原毛集群对应，向西可与天水的陇山群和葫芦河群对比（图1和2）。该构造带总体表现为绿片岩-斜长角闪岩、云母石英片岩为主的构造岩石单元。

关于宽坪群的形成环境，存在多种不同认识，如大洋拉斑玄武岩（张秋生等，1980；肖思云等，1988；许志琴等，1988；万渝生等，1990；刘国惠等，1993）、弧后盆地（陈瑞保等，1999；李葆社，2002，董云鹏等，2003）、陆缘裂谷（安三元等，1993；张宗清等，1994）；初始裂谷到小洋盆蛇绿岩（张国伟，1995）。宽坪群也曾被认为是北秦岭混杂带组成部分（贾承造等，1988）或是由若干个构造岩片推覆堆叠而成的岩群（张寿广等，1991）。然而，近年来研究则表明，与宽坪群相关的岩群主要由基性火山岩、碳酸盐岩等块体与变质的深海细碎屑岩混杂而成（图2a，c）。岩石组合序列及空间展布特征与地球化学综合研究表明，宽坪群和二郎坪群中的基性火山岩（广东坪组、火神庙组）和碳酸盐岩（谢湾组、大庙组）为海山的岩石组合序列。最新研究表明，沿军马河-白果树村剖面出露的二郎坪群铁镁质岩石为一套由基性熔岩、辉长辉绿岩、辉长岩构成的铁镁质岩石组合。地球化学特征分析结果表明，军马河铁镁质杂岩中的辉长岩、辉绿岩和基性熔岩落于N-MORB和SSZ过渡的区域，显示其为亏损幔源且有俯冲物质混染，可能是弧后盆地环境（闫全人等，2009，见本集）。而四岔口组，小寨组和抱树坪组则为变质深海细碎屑岩（Wang，1991；Wang，et al.，1996；李亚林等，1999；姜春发等，2000）。关于宽坪群的形成时代，也存在不同认识。然而，近年来我们在宽坪群变质基性火山岩块体中获得晚新元代SHRIMP锆石U-Pb年龄611±13 Ma和早古生代数据（王宗起等，2006[2]；闫全人等，2008）；该年龄与商州板桥剖面宽坪群四岔口组岔口铺南下铺云母石英片岩锆石U-Pb下交点年龄609±45Ma和南召县铁匠炉宽坪群云母石英片岩单颗粒锆石$^{207}Pb/^{206}Pb$年龄697±1Ma（张宗清等，1994）相近，说明宽坪群变沉积岩的部分蚀源区来自其本身的变铁镁质岩。近年研究还在宽坪群变质基性火山岩块体中获得早古生代SHRIMP锆石U-Pb年龄数据（陆松年等，2006[2]），在宽坪群和二郎坪群中浅变质细碎屑岩中分别发现有奥陶纪和泥盆纪的微体化石（高联达等，2006，王宗起等，2009）。这些资料则表明这两套地层的形成时代跨度比较大，可能为新元古代晚期—泥盆纪；结合岩石组合序列和岩石地球化学分析结果，它们可能是新元古代晚期—泥盆纪弧后盆地产物。

3　北秦岭岛弧杂岩带

主要是指沿北秦岭造山东西向展布的古生代岛弧及其增生的不同时代和性质的古洋隆块体。由西向东包括：李子园群、草滩沟群、斜峪关群、云架山群、部分二郎坪群以及秦岭群、丹凤群等（图1）。

出露于西秦岭天水地区的早古生代李子园群为一套浅变质的火山-沉积岩系（图2a）。目前，关于李子园群形成的大地构造环境存在着两种截然相反的认识：①早古生代扬子板块向北俯冲在华北板块南缘形成的弧火山岩（宋志高，1993；张二朋等，1993；梁自兴，1994）；②陆缘裂谷的“双模式火山岩”（张维吉等，1994；霍福臣等，1996）。对于其形成时代，天水地区李子园群火山岩的沉积夹层中产早古生代孢粉及小球藻，大草坝李子园群中酸性火山岩夹的结晶灰岩中产有晚寒武世-奥陶纪牙形石 *Teridontus* sp.（李永军，1989），显然，李子园群主要形成于早古生代。武山的超基性、基性火山岩，主要呈构造岩块的形式分布于李子园群中，前人将其作为商丹缝合带延至西秦岭的标志（赵茹石等，1994）。岩石地球化学资料显示中基性岩和超基性岩均具有洋岛玄武岩和岛弧玄武岩的特征（杨军录等，2001；王宗起等，2003[3]；裴先治等，2006）。

陕西区调队（1996）[5]在凤县-太白地区的唐藏、黄柏塬一带的原泥盆纪桐峪寺组中解体出一套火山

岩系，将其命名为罗汉寺群；后在其中变安山岩中测获锆石 U-Pb 年龄值 523.7±1.5Ma❶。曹宣铎等(2001)于黑河清水河罗汉寺群分离并鉴定出中-晚泥盆世 *Calamospra* cf. *microrugasa*，*Retusotriletes* cf，*Simplex*，*Dictyotrilete* minor 等孢子化石。陈隽璐(2008)在罗汉寺基性火山岩中锆石测得 SHRIMP U-Pb 年龄 386±5Ma。校培喜等(1999)对罗汉寺岩群和黄柏塬群进行了岩石地球化学成分研究，结果显示罗汉寺岩群和黄柏塬群分别形成于活动陆缘弧和成熟岛弧构造环境。

草滩沟群向东可与斜峪关群、云架山群和二郎坪群等进行对比(图 2b)，其中草滩沟群和云架山群中均发现产有早古生代生物化石，但户县甘峪组与丹凤等地的干江河组、月牙沟组含相同的中-晚泥盆世化石(李晋僧等，1994)；涝峪斜峪关群全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 365Ma 和 207Ma(宋子季，1987)。张宗清等(1994)测得眉县铜峪斜峪关群火山岩 Sm-Nd 等时线年龄 847±198Ma 和 Rb-Sr 等时线年龄 294～239Ma。陕西省区域地质调查队(1992)❷获得两当县草滩沟群火山岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 317Ma。我们获得斜峪关群火山熔岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 加权平均年龄 472±11Ma，并通过岩石地球化学、同位素地球化学以及综合分析前人资料表明，斜峪关群和草滩沟群火山岩主要形成于与大洋板块俯冲作用紧密相关的构造环境，且这些火山岩主要源自俯冲洋壳熔融并混染了地壳物质。由此可见，斜峪关群和草滩沟群均形成于古生代岛弧环境(王宗起等，2006❶；闫全人等，2007)。

二郎坪群和云架山群区域上相接，均是以火山岩+碳酸盐岩组合与细碎屑岩混杂为特点(图 2c)。由于在大庙组灰岩中先后发现了众多珊瑚等动物化石，目前普遍认为，二郎坪群主体属早古生代(张二朋等，1993)。裴放等(1995)、高联达等(2006)在其中采获了丰富的泥盆纪孢子、凝源类、少数几丁虫及放射虫微体古生物化石，该事实表明二郎坪群中应该含有泥盆纪岩石组成。其中二郎坪群中火山岩系最早被认为是加里东-早华力西期扬子板块向华北板块俯冲、碰撞的产物——蛇绿岩建造(李春昱，1980；任纪舜等，1980，1990；张秋生等，1980；肖思云等，1988；贾承造等，1988；胡受奚等，1988；王润三等，1990)；后来被普遍认为是早古生代末期古商丹洋向华北板块之下俯冲过程中，在秦岭古岛弧北侧发育起来的弧后小洋盆(张国伟等，1988；许志琴等，1988；张本仁等，1996；李亚林等，1999)。除军马河铁镁质杂岩中和基性熔岩形成于 MORB 环境外，二郎坪群和云架山群大多数基性、中基性熔岩和斜长花岗岩则形成于挤压环境，或板块汇聚边界环境，相当于超级俯冲带(SSZ)环境或者为大洋岛弧背景，其中浊积岩分析出含大量火山岩岩屑以及长石，显示为活动陆缘的环境(王宗起等，2006❶)。在桐柏山地区，岩石地球化学研究结果表明分布于该地区刘山岩一带的火山岩也形成于弧后盆地(韦昌山等，2003)。总之，岩石地球化学和同位素地球化学综合分析结果表明，二郎坪群和云架山火山岩具多源区、多成因环境特点，总体属岛弧，偏于弧后一侧(王宗起等，2006❶)。

北秦岭岛弧基底是指以秦岭群为代表的构造-岩石单元。呈东西向带状展布，断续出露。东西延伸千余公里。秦岭群是被多期花岗岩侵入交代的高级变质岩系，主要由黑云斜长片麻岩、矽线黑云斜长片麻岩、含石榴黑云斜长片麻岩，夹斜长角闪岩、黑云斜长变粒岩和大理岩组成(游振东等，1992；张国伟等，1988b，1996；安三元等，1993)。豫西、商丹地区的长英质变质岩的原岩特征与太白地区的相似，总体上属陆缘碎屑岩建造(刘国惠等，1993)。许继锋等(1996)认为以秦岭群为代表的北秦岭元古宙地壳则可能垂向增生于一个富放射性成因铅同位素组成的、具古洋壳幔性质的微地块之上。在豫陕交界的秦岭群已鉴别出的新元古代花岗岩有牛角山岩体(王涛等，1998)、德河岩体(游振东等，1992)、寨根岩体、蔡凹岩体、黄柏峪岩体(张宏飞等，1993)等，均具有 S 型花岗岩特征(陆松年等，2004)。区域资料综合分析表明，秦岭群多是被古生代岛弧花岗岩侵入交代变质而成的副变质岩系。分布秦岭群中的古生代花岗岩体，由 I 型花岗岩和 S 型花岗岩组成(尚瑞钧等，1988；霍福臣等，1996；卢欣祥，1998；陆松年等，2004)。这套花岗质岩石是在具陆壳性质的岛弧基底杂岩基础上形成的钙碱性深成花岗质岩浆杂岩(周鼎武等，1995；陈跃龙等，1995)。王洪亮等(2006)通过对红花铺侵入体英云闪长岩 LA-ICP-MS 单颗粒锆石测年，获得 1 765.11±81.4Ma、450.15±11.8Ma、413.15±11.3Ma 的年龄值；陈隽璐等(2008a，b)分析研究唐藏石英闪长岩具有埃达克岩地球化学特征，并测得 LA-ICP-MS 单颗粒锆石年龄 454.7±1.9Ma；表明北秦岭西段早古生代岩浆岛弧的存在。王涛等(2009)对北秦岭 S 和 I 型花岗岩进行了锆石年代学和相关地球化学统计研究，揭示北秦岭古生代俯冲作用具有长期连续性的

特点。刘国惠等(1993)对秦岭群区域变质作用研究表明,豫陕交界的秦岭群经历了俯冲作用,导致地壳岩层加厚,而后伴随岩浆侵入,等压冷却,结束热过程发生在大约 13 公里的中下地壳深处。由于后期秦岭群两侧断裂的走滑运动,将岛弧基底的秦岭群错出地表(Wang et al.,2005)。

沿商丹带出露的丹凤群并非连续地层,而是断续分布的构造块体(图 2b,c);其形成时代,有早古生代(Mattauter et al.,1985;杨森楠等,1985;张国伟等,1988;许志琴等,1988;任纪舜等,1990;杨巍然等,1991)、新元古代-早古生代(张国伟等,1995a,1995b;张本仁等,1996;张宗清等,2002)和新元古代(张旗等,1995;裴先治,1997)等不同认识。丹凤县郭家沟蛇绿岩中,与火山岩互层的薄层硅质岩中发现放射虫,时代为奥陶纪-志留纪(崔智林等,1995)。我们对岩湾丹凤岩群变质凝灰质玄武岩碎屑锆石 LA-IC-MS 测年获得主体表面年龄为 454±6Ma,分析中还见 3470、2221、2319 Ma,及 367～395 Ma 年龄。岩湾基性火山岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年 483 ±13Ma,并具 SSZ 型蛇绿岩特点(陈隽璐等,2008c)。SHRIMP 锆石 U-Pb 测年及岩石地球化学综合研究结果表明,出露于丹凤县 107 国道武关收费站一带丹凤群斜长角闪岩为泥盆纪岛弧火山岩(陈能松等,2009;闫臻等,2009,见本集)。显然,丹凤群形成时代各处存有差异。对其构造属性则有蛇绿岩(张国伟,1988;许志琴等,1988;任纪舜等,1990;张国伟等,1995)、非蛇绿岩或裂谷火山岩(杨森楠.1985;杨巍然等,1991)、岛弧火山岩(裴先治,1997;薛锋等,1993;张成立等,1994)等不同解释。孙勇等(1988)曾对其中一些熔岩、辉绿岩墙等进行了主量和微量地球化学研究,指出其为岛弧火山岩特征。孙卫东等(1995)在黑河丹凤群中发现了以安山岩为主的岛弧火山岩建造。我们根据前人不同地段的丹凤群地球化学数据分析判别,丹凤群中变铁镁质岩石形成于不同构造环境,包括:洋脊、岛弧拉斑玄武岩、岛弧钙碱性玄武、大陆板内拉斑玄武岩、活动陆缘玄武岩以及扩张中心岛玄武岩;武关岩群中的角闪片麻岩原岩形成于海山环境;岩湾和鹦鸽嘴蛇绿混杂岩以大洋环境(含洋中脊)为主;其上覆岩系为岛弧构造环境(王宗起等,2006❶)。

被不同的研究者视为蛇绿岩套的松树沟和富水等处的基性侵入岩(张秋生等,1980;汤耀庆等,1986)主要沿着商丹断裂带北侧出露,应属于古生代洋壳俯冲背景下的岛弧幔源基性岩浆侵入杂岩(董云鹏等,1997)。

从上述不难看出,北秦岭的岛弧杂岩带是由不同的古洋隆块体、幔源基性岛弧岩浆杂岩、壳源或壳幔混源的岛弧钙碱性岩浆岩和火山岩及深海沉积物、弧基底杂岩等构成的总体上与日本增生岛弧相似的杂岩带,形成时间跨度可能为奥陶纪-石炭纪。

4　中秦岭弧前盆地系

位于商丹带与南秦岭增生杂岩带之间,泥盆系及其它晚古生代地层是其主要充填物(图 1)。主要由砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩和灰岩组成。由同沉积断裂控制了一系列的次级盆地,在东、西秦岭显示一定差异。西秦岭是大草滩盆地、礼县-舒家坝盆地、西和盆地及舟曲-成县盆地,主要分别由泥盆系大草滩群、舒家坝群、西汉水群和石炭系至三叠系充填。相应地,在东秦岭丹凤—旬阳一线,也有四个盆地,分别是厚畛子—黑山盆地、柞水—山阳盆地、镇安盆地和旬阳盆地,盆地中的地层分别由泥盆系的北桐峪寺组、刘岭群、泥盆系—石炭系和泥盆系—三叠系组成(图 2)(王宗起等,2002)。

长期以来,关于秦岭泥盆系形成构造背景一直为秦岭造山带研究者争议的一个焦点。主要代表性观点有:①扬子板块北缘被动边缘沉积(任纪舜等,1990,1991;张国伟等,1988;王清晨等,1989;周正国等,1992;和政军等,2005),②北秦岭加里东期造山之后形成的前陆盆地沉积(Mattauer et al., 1985;许志琴等,1986;李晋僧等,1994;杜远生等,1995;吉让寿等,1997;曹宣铎等,2001),③北秦岭岛弧杂岩带南侧弧前盆地沉积(王宗起等,1999b;2002;Ratschbacher et al., 2003; Hacker et al., 2004;Yan et al.,2006a,b),④秦岭微板块上的北侧残留盆地;南侧断陷盆地(张国伟等,2001;Meng et al.,1999,2000),⑤拉张盆地(霍福臣等,1995;方维萱等,2001)。

区域上,分布于西成盆地和柞水—山阳盆地北侧的北秦岭包含有 367～490Ma 洋内岛弧型蛇绿岩(丹凤群)(张宗清等,1994;孙卫东等,1996;Xue et al.,1996;张国伟等,1988;Liu et al.,1989)及志留纪—泥盆纪的安第斯型大陆边缘弧(周鼎武等,1995;Lerch et al.,1995;张成立等,1997;Zhai et al.,1998)。前述已说明,日本型增生弧在奥陶纪—泥盆纪已经在北秦岭开始形成。盆地北侧出露于凤县—黄柏源一带的岛弧火山岩获得了泥盆纪的时代数据(陈隽璐,2008)。

盆地系统的基底是具有洋壳、众多碳酸盐岩孤岛以及岛弧、弧前增生楔的洋盆。凤镇-山阳断裂带是具有缝合带意义的主要断裂(李春昱等,1978;王鸿祯等,1982),其断裂带中不仅出露了许多基性岩块,在其以北有增生到北秦岭岛弧前缘的陆块和古老岛弧块体。如,近来在其中花岗岩测得新元古代的数据(牛宝贵等,2006);在泥盆系砾岩中发现了新元古代的砾石(闫臻等,2007;王涛等,2009 见本集);河南淅川一带的陡岭群火山岩和分布于陕西柞水—镇安地区原定名为耀岭河群的变质火山岩组合形成于俯冲带岛弧环境(赵子然等,1995;凌文黎等,2002),其上覆寒武纪-奥陶纪碳酸盐岩。而北秦岭弧前泥盆纪海沟型的深水扇和楔形沉积体的发育(于在平等,1991;孟庆任等,1996;1997),揭示了凤镇-山阳断裂曾是北秦岭弧前增生楔主断裂的特性(图 2c)。

各盆地的主要边界逆冲断裂表现为背驮式的活动特征;各个盆地虽都有自己的沉积特点,但盆地的相对水深总体由北向南逐渐加大,反映出弧前大陆斜坡的古地理特征;盆地初始规模较大,到后期渐小,盆地充填呈退积序列(王宗起等,2002)。我们通过砂岩碎屑组成、碎屑重矿物、地球化学成分、砾岩组成以及古水流研究表明,北秦岭和盆地基地是中秦岭泥盆系的主要物源区;砂岩碎屑组成、碎屑重矿物和砾岩组成分析表明,泥盆系物源区曾出露有岛弧火山岩、弧花岗岩、变质岩及少量的沉积岩、超镁铁岩;砂岩地球化学成分和砂岩碎屑模式研究表明,泥盆纪主要形成于活动大陆边缘,其碎屑沉积物来自多构造环境的岩石单元(闫臻等,2002;2007;Yan et al.,2006a,b)

5 南秦岭增生杂岩带

由分布于舟曲-成县-徽县-留坝-宁陕-石泉断裂之南的白水江群、大坝河群及汉阴、安康北侧吕河一带的梅子垭群等原划志留系及其南侧主要由三河口群组成的勉略带(陈家义等,1997;张国伟等,2001)构成(图 1)。

南秦岭增生杂岩带主要由基质和岩块组成(图 2)。块体种类较多,包括基性岩、基性火山岩、超基性岩、灰岩、硅质岩等;基质由泥岩、粉砂岩和砂岩组成;基质和岩块之间为断层接触(王宗起等,1999;王涛,2008)。

在南秦岭增生杂岩带中,分布有基性和超基性火山岩块体。区域地质填图和地球化学分析综合研究表明,这些火山岩具有蛇绿岩、洋岛、岛弧火山岩的特征,形成于大洋板内和岛弧环境;利用 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年获得的形成年龄为 667±8Ma、771±8Ma、778±8Ma、446±6Ma、455±5Ma(王涛,2008)。前人对勉略蛇绿混杂岩带研究表明也包含有大量的蛇纹岩块体(古洋壳残片)以及洋岛型拉板玄武岩块体、碱性玄武岩块体(李曙光等,1996;赖绍聪等,2002,2003),其中基性熔岩形成时代为 841～812Ma,辉长辉绿岩形成时代为 827～808Ma(闫全人等,2007)。据搜集到的区域古生物资料,在洋县、石泉、汉阴等地区不同沉积岩石中发现了寒武纪—志留纪的化石(王宗起等,1999)。朱正永(1986)在大堡朱家坝地区的炭硅质板岩中发现了晚奥陶世五峰期笔石化石 *Paraortnograptus* sp.,由此从白水江群中解体出来命名大堡组。在康县、略阳、留坝、城固等地灰岩和硅质岩块体中发现寒武纪的小壳化石和中泥盆世的珊瑚化石,甚至同一岩石中小壳化石与鹅头贝混杂现象(肖思云等,1992)。我们在同一灰岩块体中发现志留纪到中、晚泥盆纪的珊瑚、牙形刺化石,在碎屑岩中获得志留纪几丁虫、虫颚和孢子等化石(王涛,2008)。王宗起等(1999)在洋县金水灰岩块中发现了石炭纪化石。

在南秦岭增生杂岩带中,通过对基质地球化学特征分析,表明其形成于活动大陆边缘环境(匡耀求等,1995;王宗起等,1999;王涛等,2006)。进一步对其碎屑组分、重矿物组合、地球化学特征和碎屑锆石的年代学研究,表明物源来自火山岩浆弧(王涛,2008;王宗起等,2009●)。

我们在基质内的泥岩和炭硅质板岩中采到了不同时代的化石(王涛,2008;王宗起等,2009);其中发现了二叠纪的放射虫(王涛等,2007)。通过基质中砂岩碎屑锆石年代学测试分析,获得了元古代到古生代的几组数据,其中得到 271 Ma 的年龄(王涛,2008)。表明,南秦岭增生杂岩带形成持续时间为古生代—三叠纪,但最终形成于二叠纪末—三叠纪初。

6 南秦岭岛弧杂岩带

南秦岭岛弧带是指以勉略构造带以南的碧口群、西乡群、三花石群和耀岭河群及郧西群为代表的火山杂岩(图 1)。摩天岭地区的碧口群基性、中基性、中酸性火山岩和岩浆岩共同组成,称碧口弧;在西乡、石泉一带,主要由白勉峡组和三湾组中、基性火山岩以及孙家河组和大石沟组中、酸性火山岩共同构成,称西乡弧;在石泉、汉阴、安康—平利一带,

由耀岭河群和郧西群中基性熔岩和中酸性火山碎屑岩夹碎屑沉积岩共同组成,称安康弧。

6.1 碧口弧(图 2a)

碧口弧火山系的岩石组合由火山熔岩+火山碎屑岩+沉积火山碎屑岩构成,区域分布上该火山岩系的岩石组合特点具有差异)。该岩系火山熔岩的岩石组合为细碧岩+角斑岩(中性)+安山岩+石英角斑岩(酸性)+流纹岩。

碧口群时代长存争议,有新元古代(何书成,1989;陕西省区域地质志,1989;赵祥生等,1990;胡正东,1990;李耀敏,1991;秦克令等,1992,1994;陶洪祥等,1993;王振东等,1995;张宗清等,2002;Druschke et al.,2006)、寒武-志留纪(黄振辉,1959)、早古生代-早泥盆世(曹志霖等,1979)和泥盆系(齐骅,1966[●];卢一伦等,1996,1997;Hanson et al.,2002)的认识。我们在甘肃省文县县城-筏子坝剖面多层砂板岩中所采集并鉴定出中泥盆世孢子化石和其它微体化石,认为碧口群的主体时代为泥盆纪(王宗起等,2009)。

碧口群火山岩系形成的构造环境,仍存在着不同认识,如岛弧说(裴先治,1989;夏祖春等,1989;赵祥生等,1990;陶洪祥等,1993;秦克令等,1994;杨宗让,1997;闫全人等,2004;李永飞等,2006)、弧内裂谷说(董广法等,1998;刘铁庚等,1999)、大陆裂谷说(夏林圻等,1996a,1996b,2007;卢一伦等,1996,丁振举等,1998;徐学义等,2001;Wang et al.,2008)、洋中脊和(或)大洋板内说(张二朋等,1993;刘国惠等,1993;张国伟等,2001)、蛇绿构造混杂说(王根宝,1995;匡耀求等,1999)和元古宙古陆块说(左国朝,1984)。

陶洪祥等(1993)通过系统的岩石学和岩石地球化学分析,其结果表明碧口群部分火山岩形成于拉张构造环境,为古洋壳残片的重要组成部分;而豆坝群火山岩类似于岛弧或活动陆缘火山岩组合。通过调查和地球化学分析,碧口群是以不成熟岛弧为主的杂岩,基性和中性火山熔岩主要是拉斑系列,而酸性火山岩则以钙碱性系列为主,表现了与弧火山作用相似的特征,即火山弧发育早期主要以拉斑系列的火山活动为主,中期则以钙碱性系列为主,至晚期阶段,则可能发育碱性系列的火山岩;位于碧口群火山岩系西段董家河坝杂岩由蛇纹石化、滑石菱镁岩化变质橄榄岩、辉长岩、堆晶辉长岩和浅变质亚碱性拉斑玄武岩组成,其中火山岩的形成环境为初始大洋弧(王宗起等,2003[●];闫全人等,2004))。赖绍聪等(2007)研究认为董家河坝杂岩是蛇绿岩,变质橄榄岩为轻稀土亏损型,辉长岩与变质玄武岩具共源岩浆演化特征,均表现为 MORB 型玄武岩的稀土元素及不活动痕量元素地球化学特征,是本区蛇绿岩的重要组成端元。丁振举等(2003)对筏子坝、大茅坪和东沟坝三地的熔岩进行了地球化学成分研究,认为碧口群是不同构造环境和机制的产物,经历了大陆裂解-有限洋盆-俯冲闭合演化过程。主量及微量元素系统对比表明,碧口铜钱坝-托河变玄武岩具有洋岛玄武岩特征(李永飞等 2006a);碧口南范坝、庙里湾地区的变质玄武岩具有低 Si、低 Ti、低 P、高 $Mg^{\#}$ 和高 Al_2O_3/TiO_2 的特点,具有玻安质岩的地球化学特点(李永飞等,2006b)。

上述表明:碧口群火山岩系主要形成于岛弧环境。由于板块的消减作用和后期的逆冲推覆构造(张勇等,2006),有其他成因的岩块混入。总体上碧口群南侧和东部的勉略宁地区逆冲和走滑构造作用强烈,外来岩块混入复杂。

6.2 西乡弧

西乡弧包括西乡群的孙家河组和大石沟组中、酸性为主的火山岩和沉积岩夹层,三郎铺组的砂砾岩和火山岩(包括竹林坡砂砾岩);以及三花石群的白勉峡组和三湾组的中、基性火山岩夹细碎屑岩(图 2b)。

长期以来,三花石群和西乡群被认为是扬子北缘地台基底的地层。王宗起等(1998,1999)在西乡群孙家河组中发现晚古生代放射虫化石。然而,近年有关学者对三花石群和西乡群火山岩进行了同位素测年:孙家河组加权平均表面年龄分别为 904±18Ma,900±12Ma,895±8Ma,白勉峡组 3 组加权平均表面年龄分别为 946±8Ma,949±10Ma,950±12Ma(凌文黎等,2002);单颗粒锆石稀释法年龄为 840～820Ma(赵凤清等 2006)。被认为是侵入到西乡群中的斜长花岗岩中黑云母的 Ar-Ar 年龄为 796±20Ma,全岩磷灰石斜长石黑云母 Rb-Sr 年龄为 824.8±3.8Ma,锆石 U-Pb 不致线上交点年龄约为 876Ma,下交点年龄约为 273Ma,长溪沟石英闪长岩体和望江山辉长岩体得出的 Sm-Nb 等时线年龄为 837±26Ma(张宗清等,2000);钐-钕同位素定年获望江山基性岩体约 785±88Ma(凌文黎等,2001);望江山辉长岩锆石 SHRIMP 测年 820±10Ma～780±14Ma(Zhou et al.,2002);五堵花岗岩体中英云闪长岩的结晶年龄为 764±2Ma,黄家营岩体中钾长花岗岩的结晶年龄为 778±5Ma(赵凤清等,

2006)。因此,包括上述在内的不少学者仍认为西乡群的主体时代为晚元古代(徐学义等,2001;赖绍聪等,2003;董云鹏等,2003)。通过调查,孙家河组大多为火山沉积岩,并在其中又采到泥盆纪的孢子化石;同时,在西乡白沔峡镇白沔峡大桥东西两侧的白勉峡组和茶镇左溪沟三湾组砂质板岩中分离出丰富的中泥盆世早期和中泥盆世晚期孢子化石(高联达等,2009;王宗起等,2009)。因此,确定西乡群和三化石群主体属泥盆纪。

前人对西乡群火山岩形成的构造环境,有裂谷型槽地火山岩(张国伟等,1988)、岛弧火山岩(陶洪祥等,1993;凌文黎等,2002;赖绍聪等,2003)和大陆板内大陆溢流(夏林圻等,1996;徐学义等,2001;董云鹏等,2003)的不同认识。

王宗起(1998)对大石沟组和孙家河组火山岩的岩石组合和序列及地球化学特征分析,说明西乡火山岩形成于岛弧环境,其岛弧类型属于洋岛弧向微陆弧的过渡;岛弧由两部分组成,一为岛弧火山岩(孙家河组和大石构);二是弧内盆地火山-沉积岩(三郎铺组);白勉峡组和三湾组的火山岩形成环境为大洋岛弧;对孙家河组的沉积夹层中的硅质细碎屑岩层进行化学分析结果表明属活动陆缘沉积。赖绍聪等(2001)对孙家河组火山-沉积岩的构造环境分析结果与此相同。

6.3 安康弧

该构造岩带是指分布于北大巴山石泉—汉阴—安康—平利地区一带的耀岭河群/郧西群共同构成(图 2c)。断续出露在凤凰山、牛山和平利的耀岭河群和郧西群层序、岩石组合和剖面结构等在不同区段有较大差异,但两群密切共生,均发育了玄武岩、英安岩、安山岩及流纹岩等从基性到酸性的岩石组合。

长期以来,研究者对陕西安康一带的耀岭河群和郧西群均认为是前寒武纪(任有祥等,1991;张成立等,1999,2002;徐学义等,2001;凌文黎等,2002a,2002b;齐文等,2002;张宗清等,2002a;李怀坤等,2003)。我们在石泉县水库大坝南侧耀岭河群灰绿色云母石英片岩层之间的黑色薄层硅质岩、薄层灰岩及泥质粉砂岩块体中分离出早石炭世早期古孢子化石;对西乡县五里坝、石泉县水库大坝、汉阴县-安康恒口南凤凰山、恒口北牛山、平利县双阳镇的耀岭河群玄武岩、流纹岩、火山凝灰岩采集了 18 件样品,通过 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素测试。在同一样品中除了有 659～847Ma 年龄外,其中分别获得了 418±8Ma、377±7Ma、334±13Ma、288±2Ma、283±10Ma、258±3Ma 等一系列晚古生代年龄数据,表明安康地区的耀岭河群和郧西群形成于晚古生代(王宗起等,2009)。

对耀岭河群和郧西群火山岩的形成构造环境,目前的主要认识有大陆裂谷玄武岩(夏林圻等,1996;胡建民等,2004;周鼎武等,1995;张成立等,1999;徐学义等,2001;张国伟等,2001;凌文黎等,2002a)、弧后盆地拉斑玄武岩(齐文等,2002b)和岛弧玄武岩(凌文黎等,2002b;张宗清等,2002)。

通过岩石地球化学特征分析结果表明,耀岭河群和郧西群火山岩均具有拉斑系列地球化学特征。其中耀岭河群玄武岩地球化学成分呈现出多种构造环境,但其可能是火山弧的重要组成部分,并可能有板内洋盆的特征;大量英安岩和流纹岩均为典型火山弧特征。郧西群中的英安岩和流纹岩也呈现典型火山弧特征,与其相伴生的安山岩通常被认为是岛弧或陆缘弧的成分。

苏春乾等(2006)通过岩石组合、岩石化学和稀土、微量元素等方面的研究表明,在南秦岭安康武当地区中部的耀岭河群为板内拉斑玄武岩偏碱性玄武岩组合,形成于板内拉张裂谷环境,而商南耀岭河、镇安和安康凤凰山等地区的耀岭河群则为钙碱性玄武岩岛弧拉斑玄武岩组合,形成于会聚板块边缘岛弧构造背景。

空间上,郧西群普遍被认为处于耀岭河群之下,二者之间无清楚的地质分界限。最新同位素年龄资料表明二者为同一时代产物。通过野外调查,我们认为位于北大巴山地区的郧西群和耀岭河群实际是同一地质时期火山作用的演化组合序列,表现为玄武岩、安山岩和流纹岩组合序列,呈现陆缘弧组合序列。区域上,分布于凤凰岭一带的闪长岩及花岗岩与郧西群和耀岭河群中的基性熔岩及部分酸性熔岩具有相同的时代,同时郧西群中包含有凤凰岭闪长岩砾石。岩石地球化学分析表明这些花岗岩和闪长岩形成于火山弧环境。任有祥等(1991)研究认为出露于牛山一带的花岗斑岩和闪长岩为泥盆纪(344±44Ma)火山弧花岗岩。因此,我们认为由安康地区的耀岭河群和郧西群组成的晚古生代火山弧可能是在残留的新元古代陆缘弧及增生杂岩的基础上产生的。

7 南秦岭弧前盆地系

东西断续分布于碧口、西乡、安康岛弧的北侧,南秦岭增生杂岩带以南(图 1)。

在摩天岭地区,碧口弧前盆地充填物是从原碧口群解体出来的以碎屑岩为主的横丹群和关家沟群(陶洪祥等,1993)。横丹群为浊积岩系,被认为是碧口岛弧的弧前海沟沉积(陶洪祥等,1991;匡耀求等,1999)。关家沟组为包括碎屑流、浊流在内的重力流沉积;曾被认为是冰川沉积(何书成,1989;赵祥生等,1990),分布于文县-两河口-岸门口断裂以南,枫相院-铜钱坝韧性剪切带以北。南与碧口火山岩系以韧性剪切带为界,北与三河口群以断层相邻,内部发育一系列逆断层。我们通过剖面测量和沉积相序、组构和物源区综合分析表明,横丹浊积岩系以向南或南东倾的单斜构造产出。由下而上,该沉积层序包括深水盆地、深水浊积扇和斜坡水道 3 个相序。相应地,沉积物粒度变粗,厚度变大,火山质组分含量增加,凝灰层大量发育,表明横丹浊积岩系为活动型浊积岩;其古水流方向为 NNW—NNE 向,物源区为南侧的碧口火山岩系。横丹浊积岩系为洋壳板块向南俯冲于扬子板块之下陆缘弧前盆地充填物(闫全人等,2002;Hanson et al.,2002;Druschke et al.,2003;2006)。我们经调查表明,关家沟组总体呈现粒度向上变粗的韵律性旋回:下段为以泥质岩、砂岩互层为主的典型浊流沉积组合;中段以砾岩和砂岩为主,砾岩向上变粗、加厚;上段以厚层砾岩为主,夹薄层块状砂岩,为海底扇浊流沉积体系。对杂砂岩组分进行了碎屑成分分析统计及粉砂岩、板岩的地球化学分析,结果表明其形成于大陆岛弧构造环境;对古水流方向综合分析,其古水流方向为 230°～356°,以流向北西为主;综合研究表明,关家沟组处于碧口弧前盆地系统内(王宗起等,2003[1];卢海峰等,2005,2006)。

西乡弧前沉积主要由三花岩群包括王家坝组砂岩以及由泥岩、砂岩和中酸性火山岩变质而成的片岩、片麻岩和石英岩组成(图 2b)。根据原生沉积构造恢复,它们为一套被一系列逆断层叠置的、南/南东倾向、产状正常的巨厚浊积岩系。它们位于三湾组和白勉峡组相成的洋岛弧及孙家河组、大石沟组岛弧的北侧,北被基性杂岩体侵入,断续出露至洋县-金水一带(图 1,图 2c)。陶洪祥等(1993)将三花石群王家坝组砂岩定为初始岛弧的沉积。通过对王家坝组砂岩及相关变质岩的原岩组分和地球化学等综合分析结果表明,砂岩、泥岩的物源来自大洋岛弧与大陆岛弧的过渡类型。因此,进一步确定其为弧前盆地沉积(王宗起,1998;王宗起等,1999)。分布于安康-平利一线火山岩岛弧以北的梅子垭群和大贵坪组,具有明显的深海扇沉积特征,其古水流分析显示南高北低古地理态势和岛弧火山岩为其主要物源(图 2c)。

8　南秦岭弧后杂岩带

位于碧口-西乡-安康岛弧杂岩带南侧,与扬子板块之间(图 1)。

在后龙门山地区,包括部分茂县群和上古生界及三叠系。其中二叠系的基性、中基性火山岩和岩浆岩具有双峰式特征,形成于板内扩张环境(图 2a)。在汉南地区,由于扬子盖层向北侧弧上的逆冲推覆,西乡弧后物质出露极少(图 2b)。

在大巴山地区,弧后杂岩带分布于红椿坝-岚皋断裂以北及牛山凤凰岭之南(图 2c)。以洞河群和部分耀岭河群的火山岩共同组成,系一套含炭质硅质泥质板岩、碳酸盐岩浊积岩、凝灰岩、玄武岩、火山碎屑岩及辉长辉绿岩等组合。

洞河群出露于北大巴山腹地的石泉、汉王、紫阳、岚皋到平利一带,主要由中基性火山岩、浊积岩、炭硅质板岩和大理岩组成。是陕西区调队于 1966 年在进行 1/20 万《紫阳幅》[2]地质填图时命名,时代定为寒武-奥陶纪。后来,洞河群经几次解体为几个不同岩石地层单元(陕西区调队,1975[3];陕西区调队,1988[4];陕西地矿局,1991[5];陕西地质七队,1997[6]和陕西区调队,1999[7]),但其时代仍被认为早于志留纪。我们在安康—岚皋县公路花坝街-金猪店剖面上,原洞河群(现 1/5 万和 1/25 万划归为奥陶纪二道桥组和震旦纪灯影组)炭质泥质粉砂岩中分离并鉴定出了泥盆纪微体孢子和虫颚化石(王宗起等,2009)。在石泉后柳南侧的灰岩块中采到放射虫化石,鉴定出一个属 *Mostleriam* sp.,其时代为早石炭世(王宗起,1998)。

在石泉后柳-黄成坝的剖面上,泥盆系地层为含火山岩的深海沉积。在红椿坝一带出现了碱性超基性岩和基性岩;在紫阳县城南见有枕状熔岩,伴随深海炭硅质岩沉积。芭蕉口一带出现一套浊积岩,由火山碎屑为主的杂砂岩组成,物源和水流显示来自岛弧。

根据北大巴山一带基性岩、超基性岩和火山岩的岩石学和地球化学研究结果(夏林圻等,1994;黄月华等,1990;1992)表明,北大巴山地区古生代火成岩为富钛(TiO_2 含量通常大于 3%)的碱性火山岩,火山岩为海底溢流喷发,形成于伸展背景环境。黄月华(1993)在岚皋碱性铁镁质-超铁镁质岩中发现

幔源金云角闪辉石岩类捕虏体，其中广泛发育了富水交代的矿物结构，表明地幔具有外来富含挥发分的硅酸盐熔体的强烈交代特征。同位素地球化学分析结果表明，基性火山岩和岩浆杂岩具有古洋壳俯冲混染的富集型地幔源特征(邱家骧等，1993)；岚皋碱质煌斑杂岩主量元素呈规律性演化，REE 球粒陨石标准化配分型式呈强右倾型，富集不相容元素。Sr-Nd-Pb 同位素结果显示，煌斑岩浆源区的地幔主要为 HIMU 端元组分(徐学义等，1997，2001)。在高川、五里坝一线的基性、中基性火山岩和岩浆岩显示了与岛弧相关的裂陷盆地特征(赖绍聪等，2000)。紫阳-岚皋地区早古生代晚期镁铁质岩脉及玄武岩的 Sr、Nd、Pb 同位素地球化学研究表明其与南秦岭区新元古代中期以来的幔源岩石特征一致，显示了 HIMU，EMII 和少量 EMI 富集地幔端元组分混合而成的 Sr-Nd-Pb 同位素组成特征(张成立等，2007)，表明与大洋地壳俯冲消减和陆缘物质再循环密切相关

垂向上，由块状/枕状粗粒碱性玄武岩、细粒碱性玄武岩、角砾状玄武岩向上逐渐变为富含金云母-辉石晶屑凝灰岩、凝灰质砂岩、砾岩、含生物化石碎屑钙质砂岩、生物灰岩的组合序列。沉积相分析表明，凝灰岩、砾岩及生物灰岩具有浊流沉积特征，并在凝灰岩和生物灰岩中发育滑塌沉积构造。我们通过对火山岩之上砂砾岩的碎屑组成及古水流综合分析，表明这些砂砾岩为近源沉积，且其上的生物灰岩中也含有丰富的火山岩碎屑。这些特征表明，北大巴山地区早古生代沉积作用过程中伴随有较强的火山作用，其岩石组合序列与现代大洋洋岛/海山结构特征(Doubleday et al.，1994；Clift et al.，1995；Soja，1996；Dobresov et al.，2004)相一致。

9 南秦岭弧后陆坡带

在摩天岭地区，以燕子砭-青川-北川断裂为扬子板块与碧口弧后盆地和松潘-甘孜分界(图 1 和 2a)。在大巴山地区，高川—毛坝以南地区是古生代弧后盆地的陆缘，其古斜坡方向朝北，而在其南同时代地层未有深海沉积(徐强等，1994)。因此，弧后洋盆的南缘只限于高川—毛坝—任河一带，其南为扬子台地沉积。

沉积物主要由寒武系、奥陶系、志留系及少量泥盆系共同组成。寒武纪—志留纪，南秦岭北大巴山弧后盆地具有向北水体逐渐加深的特征，且在靠近盆地中心位置及北侧岛弧杂岩带位置发育大量火山岩及火山碎屑岩，盆地中心具有自南而北逐渐加深之特征，火山作用也具有向北增强的特征。盆地基底总体表现为南陡北缓的特征，水体具有向北逐渐加深特征。根据沉积相空间展布特征和火山作用的发育时期，该弧后盆地是在奥陶纪时期开始发生强烈伸展作用，并与志留纪时期盆地规模达到最大。

在高川—褚河小区，泥盆系假整合于寒武系之上(杜定汉等，1986)。它继承了早古生代构造地貌特征，在原缓斜坡或台地转折端发生裂陷。控制泥盆纪沉积的马家湾-茶镇断裂为长期活动的反转构造。晚泥盆世以前，东侧为上升盘缺失奥陶纪志留纪的沉积，而其后成为下降盘，并呈向 NE 陡倾的斜坡。泥盆系为陡斜坡的沉积体系。在西侧呈狭窄的陆架沉积，向东北突然转为深海盆沉积，表明具有快速的沉降。石炭纪时，断陷和扩张加强，由于断层的掀斜作用，原缓坡陆架变为边缘抬升的陆相型台地，碳酸盐隆在边缘快速生长(孟庆任等，1996)。而在洋盆中，在隆起的断块上发育了生物礁以及海山盖层沉积。

10 南秦岭-龙门山前陆褶冲带

包括龙门山前陆褶冲带北段、米仓山前陆褶冲带和大巴山前陆褶冲带。三带形成于印支-燕山期，定型于喜山期，但构造线不同，且在出现的时间上，由西到东由早到晚(图 1 和 2)。

刘树根等(2001)通过对构造事件形成的产物(岩浆岩、各种矿物等)进行氩-氩年龄测定、裂变径迹年龄测定、ESR 年龄测定和计算机模拟，得出龙门山造山带-川西前陆盆地系统自印支期以来，共发生了 7 次构造事件，其中，卡尼期末的构造事件形成区域低温动热变质作用；诺利期末的安县运动，产生川西前陆盆地上三叠统须四段与下伏地层不整合接触和须四段砾岩的分布，并有较强的岩浆作用。罗啸泉等(2009)通过对龙门山推覆带的沉积响应研究表明，该构造带形成于印支中期，始于盆地须家河组第三段沉积之后，须家河组第四段有大量砾岩层。构造变形时期具有北段早，南段晚；构造变形强度具有北段强、南段弱的特征。何鲤等(2007)将川西龙门山推覆构造带平面上划分为 3 段，北段属印支期褶皱，中段属燕山期褶皱，南段属喜山期褶皱。贾东等(2003)对比龙门山北段与南段构造变形几何学和运动学的差异，提出北段主要表现为一系列的逆冲推覆构造，晚三叠纪变形强于新生代；南段则以基底卷入的叠瓦状冲断为特点，晚白垩世-早第三纪变形

突出。与前陆褶皱冲断带相对应的是川西晚三叠纪时期的周缘前陆盆地主要表现在整个龙门山褶皱冲断带的前渊地区;而晚白垩世-早第三纪再生前陆盆地却仅限于川西盆地的南部。提出龙门山北段可能是扬子与碧口地体的碰撞结合的产物,其边界断裂是王二七等(2001)研究的有先期挤压与后期左行走滑的性质。

汉南—米仓山区存在印支晚期和燕山期形成的东西向褶皱逆冲构造及喜马拉雅期形成的北东向构造。前者以隆起坳陷为主,但向西与龙门山区同类构造联合成弧形;后者为斜交东西向构造的断裂、隆坳和褶皱(杜思清等,1998)。通过对米仓山地区晚三叠世至早侏罗世层序地层学研究,揭示须家河组上段沉积初期和侏罗纪初,山-盆体系发生了两次重要事件,前一次前陆的隆升和向盆推移造成了盆地首次快速填充和拗陷,后一次前陆隆升事件造成了盆地区的大规模快速沉陷(朱利东等,1997)。吴世祥等(2006)通过山前骨干剖面的平衡剖面分析和变形量计算,认为米仓山前大的构造变形发生在早三叠世末,而不是中三叠世末,并且由西向东构造变形强度、缩短量变小,形成时间变晚。

何建坤等(1999)研究认为,自元古代以来,北大巴山经历了构造伸展(∈- D_2)、构造反转(T_2)和构造冲断作用(T_2-J_1)。北大巴山三叠纪构造变形以强烈的深层次韧性滑脱和浅层次脆性冲断为特征。深层滑脱由发育在 10～35km 的韧性台阶状逆断层冲断叠置而成、浅层滑脱则主要由脆性台阶状断层构成的盖层冲断岩席,双重推覆体和冲起构造等构成。李智武等(2006)按照构造变形样式及其组合特征,从北东向南西可依次划分为北大巴山逆冲推覆构造带、南大巴山前陆褶皱-冲断带(又包括叠瓦断层带、断层-褶皱带和滑脱褶皱带等 3 个亚带)和四川盆地东北部低缓构造区等 3 个构造带(区)。黄汲清认为大巴山弧形构造形成于燕山期,而两侧弧东略早(Huang,1945)徐亚军等(2005)对大巴山城口-房县断裂带石英脉电子自旋共振(ESR)定年,测得 11 个石英脉的年龄集中在 3 个年龄段(240～230Ma,165～130Ma,70～60Ma),并推断断裂带活动于中晚侏罗世(165～130Ma)达到其构造变形最强烈时期。董树文等(2006)研究表明,大巴山西侧为典型的叠加褶皱变形样式,三叠纪近东西向褶皱叠加上近南北向褶皱构成横跨型干涉变形图像。由此,强调大巴山弧型构造卷入了侏罗纪地层,侏罗纪复合前陆的存在。通过野外褶皱形态分析,结合层面和断层面滑动矢量的观测,获得大巴山前陆西段中生代主要的两期挤压构造应力场,即早期(T_3-J_1)的构造应力场以近南北向挤压为主,大巴山地区受其控制,发生近东西向展布褶皱变形,这期构造变形与印支运动有关;晚期,即 J_3-K_1期间,大巴山构造应力场由近南北挤压转变为近东西向强烈挤压,发生强烈构造变形,推覆构造带以断裂活动为主(施炜等,2007)。胡健民等(2009)据变形序列、卷入的地层以及区域构造关系判断弧形构造带中段和东段,褶皱轴向逐渐转变为近东西向西段与中、东段 D_1变形时代均为晚三叠世—早侏罗世,而大巴山弧形构造带主期变形(D_2)的变形时代为晚侏罗世-早白垩世(160～110 Ma)。

11　秦岭残余海盆、拉分与断陷盆地、基底断块

三叠纪残余海盆是指包括西秦岭和松潘—甘孜地区的中、上三叠统,以及凤县留凤关群和镇安的金鸡岭组和岭沟组。这些地层超覆上迭在增生混杂带和弧前盆地地层之上。与下伏地层无沉积间断。在镇安金鸡岭一带为滨海相的生物滩沉积;在凤县留凤关一带为深水相的扇-三角洲沉积(姜春发等,1979);在西秦岭南侧,相当勉略带西延区为完全深海相的炭硅质沉积,总体上,向南、西方向沉积水体加深(殷鸿福等,1995a)。位于并最终消减或缩形于南、北两个岛弧之间的消减地带(弧前盆地和增生杂岩带),但未见有同期洋壳。由此,定为残余海盆(Busby et al,1995)。

在秦岭腹地广泛发育着上三叠统—白垩系的陆相盆地。在商丹带以北,以晚三叠世以前的为主,在中和南秦岭,则发育着侏罗纪以后的盆地,全造山带尤以白垩纪发育,并以断陷盆地为主要类型(薛祥熙等,1996)。晚中生代为小型箕状山间断陷盆地和拉分盆地(张国伟等,2001)、对于徽成盆地原型提出早白垩世为走滑盆地(冯益民等,2002),且晚中生代出露的基性火山岩成因与构造走滑作用密切相关(范立勇等,2007)。

在商丹带与大巴山弧之间有早古生代碳酸盐岩,甚至在淅川、小磨岭等处出现了新元古界的火山岩基底。早古生代碳酸盐岩虽被认为是台地,属于扬子板块北部被动大陆边缘,但台地分布零星而碎小,且沉积为早-中寒武世缓坡沉积;中寒武世-早奥陶世镶边陆棚沉积;中-晚奥陶世混合陆棚沉积;早志留世的进积陆源碎屑沉积的多样性(崔智林等,

1997)。近年,随着在南秦岭碧口群,西乡群、三化石群、及安康一带的郧西群和耀岭河群中晚古生代化石的发现和同位素年代数据的获得(王宗起等,2009),仅剩的可靠基底分布在北秦岭弧前地带,呈断块产出。在泥盆纪为南部盆地高地,陆源岩块就近堆积在周围的断陷中,被推断为一个大陆的消失(孟庆任等,1996)。

致谢:本项目研究期间得到了孙枢、李廷栋、张国伟、许志琴和任继舜等院士,李继亮、肖庆辉、卢民杰、刘凤山、张宗清、王涛、徐学义、李荣社、刘志刚、张二朋、冯益民等研究员,刘树文、裴先治、王瑶培、苏春乾、汪明洲等教授,韩芳林、王东生、陈家义、肖思云、杨永成、何建社、侯满堂、杨宗让等教授级高工,以及其他许多专家给予了指导和大力帮助,在此一并表示感谢!

本文第一作者长期跟随姜春发先生从事中央造山带的构造研究,受益匪浅。特组织本专辑和发表本文庆祝他 80 寿辰,以致敬谢之意。

注 释

❶ 王宗起. 1986. 陕西洛南柏峪寺-灵口地区地层时代与构造特征初探(硕士论文).

❷ 王宗起等. 2006. 秦岭造山带结构与造山作用过程(地质调查项目研究报告).

❸ 陆松年等. 2006. 中央造山带变质基底构造分区与时序研究(地质调查项目研究报告)中国地质调查局天津地质矿产研究所.

❹ 王宗起等. 2003. 西秦岭成矿构造环境调查研究(地质调查项目研究报告).

❺ 陕西区调队. 1996. 1/5 万《辛家庄-红花铺幅》区域地质调查报告.

❻ 陕西区调队. 2006. 1/25 万《宝鸡幅》区域地质调查报告.

❼ 陕西省区域地质调查队. 1992. 秦岭群同位素年龄数据的辨析和验证(专题报告).

❽ 王宗起,闫臻,王涛等. 2009. 南秦岭主要构造岩带及其形成环境(地质调查研究报告).

❾ 地质部西北地质科学研究所. 1966. 西秦岭文县碧口—康县间碧口群的时代及划分(报告).

❿ 陕西区调队. 1966. 1/20 万《紫阳幅》区调报告.

⓫ 陕西区调队. 1975. 1/5 万《恒口幅》区调报告.

⓬ 陕西区调队. 1988. 1/20 万《紫阳幅》修测区调报告.

⓭ 陕西地矿局. 1991.《陕西省地层多重划分对比研究》区调报告.

⓮ 陕西地质七队. 1997. 1/5 万《岚皋县幅、洛河街幅、八仙街幅》区调报告.

⓯ 陕西区调队. 1999.《岚河口幅、佐龙街幅》、《紫阳幅、洞河镇幅》区调报告.

参 考 文 献

安三元,胡能高. 1993. 北秦岭裂陷的形成与变质作用. 西安:西北大学出版社,1~203.

曹宣铎,胡云绪. 2001. 秦岭商-丹断裂带南缘构造岩片地层初析,20(2):187~193.

曹志霖,左国朝,曲新国,等. 1979. 西秦岭文县—康县一带"碧口群"的新认识(内部刊物). 1~13.

陈家义,杨永成,李荣社,等. 1997. 汉中-碧口地区的造山结构和构造. 陕西地质,15(1):12~19.

陈瑞保,崔霄峰,杨俊峰. 1999. 宽坪岩群斜长角闪岩 Sm-Nd 同位素年龄. 河南地质,17(4):278~282.

陈隽璐,徐学义,王洪亮,王宗起,曾佐勋,王超,李平. 2008a. 北秦岭西段唐藏石英闪长岩岩体的形成时代及其地质意义. 现代地质,22(1):45~52.

陈隽璐,徐学义,王洪亮,王宗起,曾佐勋,肖绍文,李平,王超. 2008b. 北秦岭西段早古生代埃达克岩地球化学特征及岩石成因. 地质学报,82(4):475~484.

陈隽璐,徐学义,王宗起,闫全人,王洪亮,曾佐勋,李平. 2008c. 西秦岭岩湾-鹦鸽嘴蛇绿混杂岩基本地质特征及形成时代. 地质通报,27(4):500~509.

陈隽璐. 2008. 北秦岭造山带西端早古生代火山岩成因环境与造山作用过程(博士学位论文).

陈能松,巴金,张璐,等. 2009. 东秦岭商丹断裂带南侧武关岩群的锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄. 地质通报,28(5):556~567.

陈跃龙,张本仁,帕拉提. 阿布都卡得尔. 1995. 北秦岭丹凤地区早古生代花岗岩的 Pb-Sr-Nd 同位素地球化学特征. 地质科学,30(3):247~258.

崔智林,梅志超,孟庆仁,屈红军. 1997. 南秦岭寒武-奥陶纪碳酸岩台地演化. 沉积学报,15(1):161~167.

崔智林,孙勇,王学仁. 1995. 秦岭丹凤蛇绿岩带放射虫化石的发现及其地质意义. 科学通报,40(18):1686~1688.

董广法,王国富,刘继顺. 1998. 勉略宁地区东沟坝组火山岩的成因浅析. 大地构造与成矿学,22(2):163~169.

董树文,胡健民,施炜,张忠义,刘刚. 2006. 大巴山侏罗纪叠加褶皱与侏罗纪前陆. 地球学报,27(5):403~410.

董云鹏,张国伟,赵霞,姚平安. 2003. 北秦岭元古代构造格架与演化. 大地构造与成矿学,27(2):115~124.

董云鹏,周鼎武,张国伟. 1997. 东秦岭富水基性杂岩体地球化学特征及其形成环境. 地球化学,26(3)76~88.

杜定汉,王武原,周之军. 1986. 陕西省凤县—旬阳及下高川地区的泥盆纪地层. 陕西地质,4(2):21~37.

杜思清,魏显贵,刘援朝,吴德超. 1998. 汉南—米仓山区叠加东西向隆坳的北东向推覆构造. 成都理工学院学报,25(3):1~6.

杜远生,盛吉虎,冯庆来,等. 1998. 南秦岭勉略地区"三河口群"的解体及地质意义. 地层学杂志,22(3):170~175.

杜远生. 1995. 西秦岭北带泥盆纪前陆盆地的沉积特征及盆地格局. 岩相古地理,15(4):47~62.

丁振举,姚书振,周宗桂,等. 1998. 碧口地体中元古代构造属性. 大地构造与成矿学,22(3):219~226.

丁振举,姚书振,周宗桂,刘丛强. 2003. 碧口群不同岩片火山岩微量元素组成差异与古构造意义. 地球科学-中国地质大学学报,28(2):167~182.

范立勇,王岳军,李晓勇,李超文. 2007. 西秦岭地区晚中生代基性火山岩地球化学特征及构造意义. 大地构造与成矿学,31(4):471~481.

方维萱,张国伟,李亚林. 2001. 南秦岭晚古生代伸展构造特征及意义. 西北大学学报(自然科学版),31(3):235~240.

冯庆来,杜远生,殷鸿福,等. 1996. 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(增刊),26:78~82.

冯益民,曹宣铎,张二朋,等. 2002. 西秦岭造山带结构造山过程及动力学——1∶100 万西秦岭造山带及邻区大地构造说明书. 西安:西安地图出版社,1~150.

高联达,王宗起,王涛,等. 2006. 河南西峡地区二郎坪群火神庙组中发现泥盆纪孢子化石. 地质通报,25(11):1287~1294.

高联达,王宗起,王涛,姜春发,闫臻,闫全人. 2009. 南秦岭西乡—石泉地区三花石群白勉峡组中泥盆世孢子化石的发现及其地层意义. 地质通报,28(4):403～411.

郭力宇,甘枝茂,张国伟,杜远生. 2002. 陕西洛南陶湾砾岩地震机理新认识. 北京大学学报(自然科学版),38(4),97～503.

何建坤,卢华复,朱斌. 1999. 东秦岭造山带南缘北大巴山构造反转及其动力学. 地质科学,34(2):139～153.

何鲤,刘莉萍,罗潇,吕志洲,王应容. 2007. 川西龙门山推覆构造特征及有利油气勘探区块预测. 石油实验地质,29(3):247～252.

何书成. 1989. 四川青川—平武地区震旦纪冰成岩. 四川地质学报,9(2):29～36.

和政军,牛宝贵,任纪舜. 2005. 陕南山阳地区刘岭群砂岩岩石地球化学特征及其构造背景分析. 地质科学,40(4):594～607.

胡德祥,黄思骥. 1987. 东秦岭北坡陶湾群首次发现介形虫类和其它生物碎屑. 地球科学,12(4):347～348.

胡健民,施炜,渠洪杰,陈虹,武国利,田蜜. 2009. 秦岭造山带大巴山弧形构造带中生代构造变形. 地学前缘,16(3):49～68.

胡健民,赵国春,马国良,张森琦,高殿松. 2004. 秦岭造山带武当地区古生代伸展构造. 地质科学,39(3):305～319.

胡受奚. 1988. 华北和华南古板块拼合带地质和成矿. 南京:南京大学出版社,1～558.

胡正东. 1990. 川西北"碧口群"时代的新厘定. 矿物岩石,10(4)36～42.

黄汲清. 1952. 中国主要地质构造单位(中文版). 北京:地质出版社,(1945,英文版)1～165.

黄汲清,任纪舜,姜春发,张之梦,许志琴. 1977. 中国大地构造基本轮廓. 地质学报,51(2):117～135.

黄月华,任有祥,夏林圻,夏祖春,张诚. 1992. 北大巴山古生代双模式火成岩套——以高滩辉绿岩和蒿坪粗面岩为例. 岩石学报,8(2):243～256.

黄月华,杨建业. 1990. 北大巴山笔架山—铜洞湾碱性镁铁质熔岩的岩石学研究,中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,28:15～24.

黄月华. 1993. 岚皋碱性镁铁-超镁铁质潜火山杂岩中金云角闪辉石岩地幔捕掳体的矿物学特征. 岩石学报,4:367～378.

黄振辉. 1962. 秦岭西段古生代地层. 全国地层会议兰州地质现场会议报告汇编,科学出版社. 52～75.

霍福臣,李永军. 1996. 西秦岭造山带的演化. 甘肃地质学报,5(1):1～15.

吉让寿,秦德余,高长林,殷勇,范小林. 1997. 东秦岭造山带与盆地. 西安:西安地图出版社. 1～197.

贾承造,施央申,郭令智. 1988. 东秦岭板块构造. 南京:南京大学出版社. 1～130.

贾东,陈竹新,贾承造,魏国齐,李本亮,张惬,魏东涛,沈扬. 2003. 龙门山前陆褶皱冲断带构造解析与川西前陆盆地的发育. 高校地质学报,9(3):402～410.

姜春发,王宗起,李锦轶,等. 2000. 中央造山带开合构造. 北京:地质出版社,1～154.

姜春发,张庆贵,张玉岫,等. 1963. 东秦岭地槽型印支运动之存在. 地质论评,21(3):116～121.

姜春发,朱志直,孔凡宗. 1979. 留凤关复理石. 地质学报. 53(3):203～218.

匡耀求,张本仁,欧阳建平. 1995. 南秦岭古生代沉积岩的地球化学特征及其反映的区域地壳活动性. 岩石学报,11(2):203～212.

匡耀求,张本仁,欧阳建平. 1999. 扬子克拉通北西缘碧口群的解体与地层划分. 地球科学——中国地质大学学报,24(3):251～255.

赖绍聪,李永飞,秦江锋. 2007. 碧口群西段董家河蛇绿岩地球化学及LA-ICP-MS锆石U-Pb定年. 中国科学(D):地球科学,37(增刊):262～270.

赖绍聪,张国伟,裴先治等. 2003. 南秦岭康县琵琶寺南坪构造混杂带蛇绿岩与洋岛火山岩地球化学及其大地构造意义. 中国科学(D辑),33(1):10～19.

赖绍聪,张国伟,裴先治. 2002. 南秦岭勉略结合带琵琶寺洋壳蛇绿岩的厘定及其大地构造意义. 地质通报,21:465～470.

赖绍聪,杨瑞瑛,张国伟. 2001. 南秦岭西乡群孙家河组火山岩形成构造背景及其大地构造意义. 地质科学,36(3):295～303.

赖绍聪,张国伟,杨瑞瑛. 2000a. 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),30:53～63.

赖绍聪,张国伟,杨瑞瑛. 2000b. 南秦岭勉略带两河弧内裂陷火山岩组合地球化学及其大地构造意义. 岩石学报,16(3):317～326.

李采一,马国建,陈瑞保,等. 1990. 对河南二郎坪群层序及时代的新认识. 中国区域地质,9(2):181～185.

李春昱,刘仰文,朱宝清,冯益民,吴汉泉. 1978. 秦岭及祁连山构造发展史. 国际交流地质学术论文集(1). 区域构造、地质力学,北京:地质出版社,174～187.

李春昱,王荃,刘雪亚、汤耀庆. 1982. 亚洲大地构造图及说明书. 北京:地图出版社,1～49.

李怀坤,陆松年,陈志宏,相振群,周红英,郝国杰. 2003. 南秦岭耀岭河群裂谷型火山岩锆石U-Pb年代学. 地质通报,22(10):775～781.

李继亮. 1992. 碰撞造山带大地构造相. 现代地质学论文集(上). 南京:南京大学出版社,9～29.

李晋僧,曹宣铎,杨家禄,等. 1994. 秦岭显生宙古海盆沉积和演化,地质出版社,1～206.

李靠社. 1994. 东秦岭丹凤群秦岭群宽坪群关系新探. 中国区域地质,9(3):20～25.

李靠社. 1995. 东秦岭中段宽坪群秦岭群地层厘定. 华北地质矿产杂志,10(1):19～24.

李靠社. 2002. 陕西宽坪群变基性熔岩锆石U-Pb年龄. 陕西地质,20(1):72～78.

李曙光,孙卫东,张国伟,等. 1996. 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),26(3):223～230.

李亚林,张国伟,王根宝,等. 1999. 北秦岭小寨变质沉积岩系的地质特征及其构造意义. 沉积学报,17(4):596～600.

李耀敏. 1991. 甘肃省陇南地区碧口群的时代、层序及含矿性. 甘肃地质,(12):38～69.

李永飞,赖绍聪. 2006a. 碧口洋岛型火山岩的厘定及其构造意义. 西北地质,39(4):1～9.

李永飞,赖绍聪,秦江锋,刘鑫,王娟. 2006b. 碧口群玻安质岩石地球化学及成岩构造环境. 东华理工学院学报,29(1):43～48.

李永军. 1989. 关于西汉水群的新认识. 西北地质,3:95～63.

李智武,刘树根,罗玉宏,刘顺,徐国强. 2006. 南大巴山前陆冲断带构造样式及变形机制分析. 大地构造与成矿学,30(3):294～304.

梁自兴. 1994. 甘肃天水地区丹凤群变质火山岩地质地球化学特征及其构造环境研究. 甘肃地质学报,3(1):71～78.

凌文黎,程建萍,王敬华,等. 2002a. 武当地区新元古代岩浆岩地球化学特征及其对南秦岭晋宁期区域构造性质的指示. 岩石学报,18(1):25～36.

凌文黎,王敬华,程建萍,等. 2002b. 南秦岭镇安岛弧火山岩的厘定及其地质意义. 地球化学,31(3):222～229.

凌文黎,王敬华,程建萍. 2001. 扬子北缘晋宁期望江山基性岩体的地球化学特征及其构造背景矿物岩石地球化学通报,20(4):218～221.

凌文黎. 1996a. 扬子克拉通北缘元古宙基底同位素地质年代学和地

壳增生历史-后河群和西乡群,地球科学,2(5):491～494.
凌文黎.1996b.扬子克拉通北缘中、新元古代洋壳俯冲及壳幔再循环作用的同位素地球化学证据.地球科学,(21)3:332～335.
刘国惠,张寿广,游振东,等.1993.秦岭造山带主要变质岩群及变质演化.北京:地质出版社.1～190.
刘树根,赵锡奎,罗志立,徐国盛,王国芝,等.2001.龙门山造山带-川西前陆盆地系统构造事件研究.成都理工学院学报,28(3):221～230.
刘铁庚,叶霖.1999.碧口群形成的地质构造环境探讨矿物学报,19(4):494～452.
卢海峰,王宗起,王涛等.2006.西秦岭关家沟组物源分析.地质学报,80(4):508～516.
卢海峰,王宗起,王涛,姜春发.2005.西秦岭关家沟组的沉积环境及其物源.现代地质,19(3):394～402.
卢欣祥.1998.秦岭花岗岩揭示的秦岭构造演化过程——秦岭花岗岩研究进展.地球科学进展,13(2):213～214.
卢一伦,黄建坤,杜定汉,等.1997.碧口群的层序及时代.中国区域地质,16(3):305～314.
卢一伦,黄建坤,杜定汉,等.1996.碧口群划分及时代归属.秦岭区测,44:1～9.
陆松年,陈志宏,李怀坤,等.2004.秦岭造山带中-新元古代(早期)地质演化.地质通报,23(2):107～112.
陆松年,李怀坤,陈志宏,等.2003.秦岭造山带中-新元古代地质演化及对 Rodinia 超级大陆事件的响应.北京:地质出版社,1～210.
罗啸泉,李书兵.2009.龙门山推覆带形成演化与油气关系探讨.天然气技术,3(1):16～18.
孟庆任,于在平,梅志超.1997.北秦岭南缘弧前盆地沉积作用及盆地发展.地质科学,32(2):136～145.
孟庆任,梅志超,于在平,等.1996.南秦岭北缘镇安盆地晚泥盆世浊积岩系及盆地发展.沉积学报,14:25～32.
孟庆任,梅志超,于在平,崔智林.1995.秦岭板块北缘一个消失了的泥盆纪古陆.科学通报,40(3):254～256.
孟庆任,薛峰,张国伟.1994.秦岭商丹带内黑河地区砾岩沉积及其构造意义.沉积学报,12(3):37～46.
牛宝贵,和政军,任纪舜,王军,邓平.2006.秦岭地区陡岭-小茅岭隆起带西段几个岩体的 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年及其地质意义.地质论评,52(6):826～835.
裴放,张元国,刘长乐.1995.河南东秦岭北部晚古生代抱子化石的发现及其意义.中国区域地质,14(2):112～117.
裴先治,刘会彬,丁仨平,李佐臣,胡波,孙仁奇,侯育红.2006.西秦岭天水地区李子园群变质火山岩的地球化学特征及其地质意义.大地构造与成矿学,30(2):193～205.
裴先治.1989.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,11(2):46～56.
裴先治.1997.东秦岭商丹构造带的组成与构造演化.西安:西安地图出版社,184.
齐文,王向利,王炜红,等.2002.南秦岭凤凰山地区元古代构造基底特征.陕西地,20(2):9～19.
秦克令,何世平,宋述光.1992.碧口群地体同位素地质年代学及其意义.西北地质科学,13(2):97～110.
秦克令,金浩甲,赵东宏.1994.碧口古岛弧带构造演化与成矿.河南地质,12(4):304～317.
邱家骧.1993.秦巴碱性岩,北京:地质出版社,1～183.
任纪舜,陈廷愚,牛宝贵,等.1990.中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿.北京:科学出版社,58～66.
任纪舜,姜春发,张正坤,德余执笔,黄汲清指导.1980.中国大地构造及其演化.北京:科学出版社,1～124.
任纪舜,张正坤,牛宝贵,刘志刚.1991.论秦岭造山带——中朝与扬子陆块的拼合过程.见:叶连俊,钱祥麟,张国伟主编.秦岭造山带学术讨论会论文选集.西安:西北大学出版社.99～110.
任有祥,彭礼贵,李智佩,王兴安.1991.安康牛山火山岩区基础地质及金银铜的成矿条件.中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,34:83～151.
陕西省地质矿产局.1989.陕西省区域地质志.北京:地质出版社,1～698.
陕西省地质矿产局.1998.全国地层多重划分对比研究:陕西省岩石地层.湖北:中国地质大学出版社,1～291.
陕西省区域地层表编写组.1983.西北地区区域地层表,陕西省分册.北京:地质出版社,1～258.
尚瑞钧,严阵,等.1988.秦巴花岗岩.武汉:中国地质大学出版社,1～214.
施炜,董树文,胡健民,张忠义,刘刚.2007.大巴山前陆西段叠加构造变形分析及其构造应力场特征.地质学报,81(10):1314～1327.
宋志高,贾群子,张治洮,张莓.1991.北秦岭—北祁连(天水—宝鸡)间早古生代火山岩系及其构造连接关系的研究.中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,34:1～71.
宋子季,张维吉.1987.陕西眉县—蓝田间下古生界斜峪关群的建立.陕西地质,5(1):12～24.
苏春乾,胡建民,李勇,刘继庆.2006.南秦岭地区存在两种不同构造属性的耀岭河群.岩石矿物学杂志,25(4):287～298.
苏春乾,李勇,刘继庆,王瑶培,崔建军,张忠义,等.2005.甘肃文县秧田坝岩组的重新厘定及其地质意义.地质通报.24(5):429～437.
孙卫东,李曙光,陈文,孙勇,张国伟.1996.构造剪切与变质角闪石中过剩 Ar 的引入:北秦岭丹凤群斜长角闪岩的 Sm－Nd、Rb－Sr 和 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 测年证据.高校地质学报,2(4):382～389.
孙卫东,李曙光,肖益林,孙勇,张国伟.1995.北秦岭黑河丹凤群岛弧火山岩建造的发现及其构造意义.大地构造与成矿学,19(3):227～236.
孙勇,于在平,张国伟.1988.东秦岭蛇绿岩的地球化学.见:张国伟主编,秦岭造山带的形成及其演化.西安:西北大学出版社,65～74.
孙勇,卢欣祥,韩松,张国伟,等.1996.北秦岭早古生代二郎坪蛇绿岩片的组成和地球化学.中国科学(D),26(增刊):49～55.
汤耀庆,卢一伦.1986.东秦岭蛇绿岩的形成时代与构造环境.成都地质学院学报,(2):52～65.
陶洪祥,何恢亚,王全庆.1993.扬子板块北缘构造演化史.西北大学出版社,1～137.
陶洪祥,何恢亚,王全庆,裴先治.1991.扬子板块北缘构造演化史.西安:西北大学出版社,141.
万渝生,刘国惠,从日祥.1990.东秦岭商洛地区宽坪群变玄武岩的地球化学特征.秦岭—大巴山论文集(一).变质地质.北京:北京科学技术出版社.47～59.
王二七,孟庆任,陈智良,陈良忠.2001.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,8(2):375～384.
王根宝.1995.陕西省勉略宁地区碧口群基底构造碰合带的发现及其意义.陕西地质科技情报,20(1):13～26.
王洪亮,何世平,陈隽璐,徐学义,孙勇,第五春荣.2006.北秦岭西段红花铺俯冲型侵入体 LA-ICP-MS 定年及其地质意义.现代地质,20(4):536～544.
王鸿祯,徐成彦,周正国.1982.东秦岭古海域两侧大陆边缘区的构造发展.地质学报,3:270～279.
王清晨,孙枢,李继亮,周达,许靖华,张国伟.1989.秦岭的大地构造演化.地质科学,24(2):129～142.
王仁民,陈珍珍,李平凡,等.1990.河南桐柏地区宽坪群二郎坪群的构造环境和地壳演化.见:刘国惠,张寿广主编.秦岭—大巴山地

质论文集(一). 变质地质. 北京：北京科学技术出版社，99～110.
王润三，刘文荣，车自成，刘良. 1990. 二郎坪群蛇绿岩的产出环境. 见：刘国惠，张寿广主编. 秦岭—大巴山地质论文集. 北京：北京科学技术出版社，154～166.
王涛，李伍平，王晓霞. 1998. 秦岭杂岩牛角山花岗质片麻岩体锆石 U-Pb 同位素年龄及其地质意义. 中国区域地质，17(3)：262～265.
王涛，王晓霞，田伟，张成立，李伍平，李舢. 2009. 北秦岭古生代花岗岩组合、岩浆时空演变及其对造山作用的启示. 中国科学(D)，39(7)：949～971.
王涛，王宗起，高联达，等. 2006. 西秦岭南缘"白水江群"微古生物化石的发现及其地质意义. 地质论评，52(5)：586～590.
王涛，王宗起，姜春发，等. 2007. 西秦岭南缘白水江群晚古生代微体化石的发现及其地质意义. 地球科学与环境学报，29(2)：120～125.
王涛，王宗起，闫全人，等. 2006. 西秦岭南缘康县—留坝一带白水江群碎屑岩的地球化学特征及构造环境. 地质通报，25(6)：730～736.
王涛，张宗清，王晓霞，王彦斌，张成立. 2005. 秦岭造山带核部新元古代碰撞变形及其时代——强变形同碰撞花岗岩与弱变形脉体锆石 SHRIMP 年龄限定. 地质学报，79(2)：220～232.
王涛. 2008. 南秦岭增生杂岩带构造岩石组合及其形成过程(博士论文). 北京：中国地质科学院地质研究所，1～107.
王跃峰. 2000. 栾川群大红口组火山岩研究初探. 河南地质，18(3)：181～189.
王振东，霍向光，王逢新. 1995. 秦岭岩群和碧口岩群层序时代的重新厘定. 中国区域地质，(3)：220～227.
王宗起，闫臻，王涛，高联达，闫全人，陈隽璐，李秋根，姜春发，刘平，张英利，谢春林，向忠金. 2009. 秦岭造山带主要疑难地层时代研究的新进展. 地球学报，30(5)：1～11.
王宗起，高联达，王涛，姜春发. 2007. 北秦岭陶湾群新发现的微体化石及其对地层时代的限定. 中国科学(D)，37(11)：1467～1473.
王宗起，王涛，闫臻. 2002. 秦岭晚古生代弧前增生的背驮型盆地体系. 地质通报，21(8-9)：456～464.
王宗起. 1998. 南秦岭中段碰撞造山及其与陆缘盆地演化的耦合关系. 中国科学院地质研究所(博士学位论文).
王宗起. 1992. 中朝板块南缘滑塌堆积与构造环境. 西安地质学院学报，14(3)：31～39.
王宗起. 1990. 陕西陶湾群内寒武系岩块的地层学研究. 见：刘国惠、张寿广主编. 秦岭-大巴山地质论文集(一). 变质地质，北京科学技术出版社，132～142.
王宗起，陈海泓，郝杰. 1999a. 南秦岭晚古生代—三叠纪弧前增生楔的初步认识. 见：陈海泓等主编. 中国碰撞造山带研究. 北京：海洋出版社. 100～113.
王宗起，陈海泓，李继亮，等. 1999b. 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)，29(1)：38～44.
韦昌山，杨振强，付建明，张业明，魏君奇. 2003. 河南刘山岩铜锌矿区细碧-石英角斑质含矿火山岩系的构造环境. 华南地质与矿产，4：31～38.
吴世祥，马永生，金之钧，汤良杰，李儒峰. 2006. 米仓山前陆盆地东段构造演化模式与油气聚集. 石油勘探与开发，33(1)：14～21.
夏林圻，夏祖春，徐学义，李向民，马中平. 2007. 碧口群火山岩岩石成因研究. 地学前缘，14(3)：85～101.
夏林圻，夏祖春，徐学义. 1996a. 南秦岭中晚元古代火山岩性质与前寒武纪大陆裂解. 中国科学(D)，26(3)：237～243.
夏林圻，夏祖春，徐学义. 1996b. 南秦岭元古宙西乡群大陆溢流玄武岩的确定及其地质意义. 地质论评，42(6)：513～522.
夏林圻，夏祖春，张诚，等. 1994. 北大巴山碱质基性-超基性潜火山杂岩岩石地球化学. 北京：地质出版社. 1～80.
夏祖春，夏林圻，任有祥，等. 1989. 南秦岭碧口群海相火山岩岩石学研究. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊，(25)：97～107.
夏祖春，夏林圻，张诚. 1992. 北大巴山碱质基性-超基性潜火山杂岩的辉石矿物研究. 西北地质科学，13(2)：23～30.
肖思云，张维吉，宋子季. 1988. 北秦岭变质地层. 西安：西安交通大学出版社，1～320.
肖思云. 1992. 陕西留坝—白河小区"志留系"发现的生物群及其地层划分意义. 见：陕西地质矿产局地质成果编辑室. 小壳化石研究与地质找矿. 陕西省地质矿产局地质成果编辑室出版，68～69.
校培喜，张俊雅，王洪亮. 1999. 陕西凤太地区唐藏-黄柏塬构造带内各时代火山岩对比研究. 陕西地质，17(2)：33～41.
徐强，刘宝王君，许效松等. 1994. 东秦岭南带沉积盆地演化和多金属成矿条件. 成都：西南交通大学出版社，1～159.
徐学义，黄月华，夏林圻，夏祖春. 1997. 岚皋"金云角闪辉石岩"捕虏体——地幔交代作用的证据. 岩石学报，15(1)：1～11.
徐学义，夏祖春，夏林析. 2001. 南秦岭元古宙板内火山作用特征及构造意义. 岩石矿物学杂志，20(3)：255～262.
徐亚军，杨坤光，马昌前. 2005. 秦岭地区城口-房县断裂带变形特征及 ESR 定年. 现代地质，19(1)：127～132.
许继锋，张本仁，韩吟文. 1996. 东秦岭造山带两类元古宙地壳基底及其地壳增生. 地球科学——中国地质大学学报，21(5)：476～480.
许靖华，孙枢，王清晨等. 1998. 中国大地构造相图. 北京：科学出版社，1～155.
许志琴，卢一伦，汤耀庆，张治洮. 1988. 东秦岭复合山链的形成. 北京：中国环境科学出版，1～193.
薛锋，张国伟. 1993. 秦岭造山带丹凤变质岛弧火山岩系的岩石组合与地球化学特征. 地球化学，22(1)：80～92.
薛祥熙，张云翔. 1996. 秦岭东部红色盆地的形成时代及发育特征. 秦岭造山带学术讨论会论文选集，西安：西北大学出版社，89～98.
闫全人，王宗起，陈隽璐，闫臻，王涛，李秋根，姜春发，张宗清. 2007. 北秦岭斜峪关群和草滩沟群火山岩成因的地球化学和同位素约束、SHRIMP 年代及其意义. 地质学报，81(4)：488～500.
闫全人，王宗起，闫臻，等. 2007. 秦岭勉略构造混杂带康县-勉县段蛇绿岩块-铁镁质岩块的 SHRIMP 年代及其意义. 地质论评，53(6)：755～764.
闫臻，王宗起，王涛，闫全人，肖文交，李继亮，韩芳林，陈隽璐. 2007. 秦岭造山带泥盆系形成构造环境：来自碎屑岩组成和地球化学方面的约束. 岩石学报，23(5)：1023～1042.
闫全人，王宗起，闫臻，等. 2004，南秦岭关家沟组砾岩地质时代的 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 热年学研究及其意义，科学通报，49(14)：1416～1423.
闫全人，王宗起，Hanson A D，等. 2002. 南秦岭横丹群浊积岩系——晚古生代发育于扬子板块被动陆缘上的弧前盆地充填物. 地质通报，21(8～9)：495～500.
闫臻，王宗起，王涛. 2002. 西秦岭大草滩群的沉积环境及构造意义. 地质通报，21(8～9)：505～515.
杨军禄，冯益民，晓平. 2001. 武山蛇绿岩的特征，同位素年代及其地质意义. 前寒武纪研究进展，24(2)：98～106.
杨森楠. 1985. 秦岭古生代陆间裂谷系的演化. 地球科学，4：53～62.
杨巍然、杨森楠. 1991. 造山带结构与演化的现代理论和研究方法——东秦岭造山带剖析. 北京：地质出版社. 1～113.
杨宗让. 1997. 碧口地区中晚元古宙增生的弧前构造带及演化初析. 陕西地矿信息，22(2)：13～19.
叶连俊，关士聪. 1944. 甘肃中南部地质志. 地质专报，甲种 19 号，1～72.

殷鸿福,杜远生,许继锋,等. 1996. 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. 地球科学,(21):184.

殷鸿福,彭元桥. 1995a. 秦岭显生宙古海洋演化. 地质科学,20(6):605~611.

殷鸿福,黄定. 1995b. 早古生代镇浙地块与秦岭多岛小洋盆的演化. 地质学报,69(3),193~204.

游振东,索书田. 1992. 造山带核部杂岩变质过程与构造解析——以东秦岭为例. 武汉:中国地质大学出版社,1~326.

于在平,孙勇,张国伟. 1991. 秦岭商丹缝合带沉积岩系基本地质特征. 见:叶连俊,钱祥麟,张国伟主编. 秦岭造山带学术讨论会论文选集. 西安:西北大学出版社. 78~88.

张本仁,骆庭川,高山等. 1994. 秦巴岩石圈构造及成矿规律地球化学研究. 武汉:中国地质大学出版社,1~446.

张本仁,欧阳建平,韩吟文,等. 1996. 北秦岭古聚合带壳幔再循环. 地球科学,21(5):469~475.

张成立,高山,袁洪林,张国伟,晏云翔,罗静兰,罗金海. 2007. 南秦岭早古生代地幔性质:来自超镁铁质、镁铁质岩脉及火山岩的 Sr-Nd-Pb 同位素证据. 中国科学(D):地球科学,37(7):857~865.

张成立,高山,张国伟,柳小明,于在平. 2002. 南秦岭早古生代碱性岩墙的地球化学及其地质意义. 中国科学,32(10):819~829.

张成立,孟庆任,于在平,等. 1997. 东秦岭虎豹河砾岩砾石的地球化学特征及其构造意义. 沉积学报,15(3):115~119.

张成立,周鼎武,金海龙,等. 1999. 武当地块基性岩墙及耀岭河群基性火山岩的 Sr、Nd、Pb、O 同位素研究. 岩石学报,15(3):430~437.

张成立,周鼎武, 韩松. 1994. 陕西商州地区丹凤变质火山岩的地球化学特征地质科学,29(4):384~392.

张二朋,牛道韫,霍有光,等. 1993. 秦巴及邻区地质构造特征概论. 北京:地质出版社. 1~291.

张国伟,梅志超,李桃红. 1988. 秦岭造山带的南部古被动大陆边缘. 见:张国伟等著. 秦岭造山带的形成及其演化. 西安:西北大学出版社. 86~98.

张国伟,孟庆任,于在平,孙勇,周鼎武,郭安林. 1996. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学,(D),26(3):193~200.

张国伟,张本仁,袁学诚,等. 2001. 秦岭造山带与大陆动力学. 北京:科学出版社. 1~855.

张国伟,张宗清,董云鹏. 1995. 秦岭造山带主要构造岩石地层单元的构造性质及其大地构造意义. 岩石学报,11(2):101~104.

张国伟,周鼎武,于在平,等. 1991. 秦岭造山带岩石圈组成、结构和演化特征. 见:叶连俊,钱祥麟,张国伟主编. 秦岭造山带学术讨论会论文选集. 西安:西北大学出版社. 121~138.

张宏飞,张本仁,骆庭川. 1993. 北秦岭新元古代花岗岩类成因与构造环境的地学研究. 地球科学,18(2):192~201.

张家润. 1990. 川西北地区碧口群之火山岩特征与构造环境. 四川地质学报,10(4):227~293.

张秋生等. 1980. 中国东秦岭变质地质. 长春:吉林人民出版社,1~223.

张寿广,万渝生,刘国惠,等. 1991. 北秦岭宽坪群变质地质. 北京:北京科学技术出版社. 1~119.

张旗,张宗清, 孙勇, 韩松. 1995. 陕西商县一丹凤地区丹凤群变质玄武岩的微量元素和同位素地球化学. 岩石学报,11(1):434.

张维吉,孟宪恂,胡健民等. 1994. 祁连-北秦岭造山带结合部位构造特征与造山过程. 西安:西北大学出版社,1~283.

张勇,李锁成. 2006. 康县南部地区的推覆构造体系. 甘肃地质,15(2):20~25.

张宗清,刘敦一,付国民. 1991. 秦岭群、宽坪群、陶湾群的时代-同位素年代学的研究进展及其构造意义. 秦岭造山带学术讨论会论文选集,西安:西北大学出版社,214~228.

张宗清,张国伟,唐索寒. 2002a. 南秦岭变质地层同位素年代学. 北京:地质出版社,217~246.

张宗清,张国伟,唐索寒等. 2002b. 秦岭勉略带中安子山麻粒岩的年龄. 科学通报,47(22):1751~1755.

张宗清,张国伟,唐索寒,张巧大,王进辉. 2000. 汉南侵入杂岩年龄及其快速冷凝原因科学通报 45(23):2567~2572.

张宗清,刘敦一,付国民. 1994. 北秦岭变质地层同位素年代研究. 北京:地质出版社,1~231.

赵凤清,赵文平,左义成,李宗会,薛克勤. 2006. 陕南汉中地区新元古代岩浆岩 U-Pb 年代学. 地质通报,25(3):383~388.

赵茹石,周振环,毛金海,赵宗宣. 1994. 甘肃省板块构造单元划分及其构造演化. 中国区域地质,1:28~36.

赵祥生,马少龙,邹湘华,修泽雷. 1990b. 秦巴地区碧口群时代层序、火山作用及含矿性研究. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,29:1~128.

赵祥生,马少龙,邹湘华. 1990a. 陕甘川碧口群的时代、地层特征及划分与对比. 秦岭—大巴山地质论文集(一). 变质地质,北京:地质出版社,176~184.

赵亚曾,黄汲清. 1931. 秦岭与四川地质. 地质专报(甲种),9:1~228.

赵子然等. 1995. 早元古陡岭变质杂岩的岩石地球化学特征. 岩石学报,11(2):148~159.

周洪瑞,王自强. 1993. 豫西栾川地区"陶湾群"研究. 现代地质,7(3):266~274.

周鼎武,张成立,韩松,张泽军,董云鹏. 1995. 东秦岭早古生代两条不同构造—岩浆杂岩带的形成构造环境. 岩石学报,11(2):115~126.

周小康,张月树. 1996. 陕西岚皋地区早志留世滔河口组的厘定及其意义. 陕西地质,14(1):42~48.

周正国,李翔,王成述,等. 1992. 东秦岭北带泥盆纪刘岭群陆棚碎屑沉积特征. 见:刘本培,肖劲东,周正国等编. 古大陆边缘沉积论文集. 武汉:中国地质大学出版社. 11~24.

朱利东,刘登忠,林丽,周游. 1997. 米仓山地区前陆盆地层序地层研究. 矿物岩石,(17 增刊):29~34.

朱正永. 1986. 西秦岭南坡的奥陶系. 甘肃地质,5:63~76.

左国朝. 1984. 西秦岭泥盆纪构造建造及其地壳演化. 甘肃地质,(2):99~110.

Busby C J, Ingersoll R V. 1995. Tectonics of sedimentary basins. Blackwell Science. Oxford Druschke,1~579.

Clift P D. 1995. P Leg 135 Scientific Party, Volcanism and sedimentation in rifting island-arc terrain: an example from Tonga, SW Pacific. In Volcanism Associated with Extension at Consuming Plate Margins (ed. Smellie J L). Geological Society Special Publication, No. 81:29~51.

Dobresov N L, Buslov M M, Uchio Yu. 2004. Frangments of oceanic islands in accretion collision areas of Gorny Altai and Salair, southern Siberia, Russia: Early stages of continental crustal growth of the Siberian continent in Vendian-Early Cambrain time. Journal of Asian Earth Sciences, 23: 673~690.

Doubleday P A, Leat P T, Alabaster T, et al. 1994. Allochthonous oceanic basalts within the Mesozoic accretionary complexs of Alexander island, Antarctica: Remnants of proto-Pacific oceanic crust. Journal of Geological Society London, 151: 65~78.

Druschke P, Andrew D. Hanson, Quanren Yan, Zhongqi Wang and Tao Wang. 2006. Stratigraphic and U-Pb SHRIMP Detrital Zircon Evidence for a Neoproterozoic Continental Arc, Central China: Rodinia Implications. The Journal of Geology, 114: 627~636.

Druschke P, Hanson A, Yan Q, Wang Z. 2003. Is the Bikou Terrane of the Southwest Qinling Mountains, Central China, the Result of Late Proterozoic Subduction Along the North Margin of the Yangtze Plate? GSA Program with Abstracts, 34:343.

Hacker B R , Ratschbacher L, Liou J G. 2004. Subduction, collision and exhumation in the ultrahigh—pressure Qinling—Dabie orogen. In Aspects of the Tectonic Evolution of China (eds. Malpas J, Fletcher C J N , Ali J R , Aitchison J C), Geological Society, London, Special Publication6, 157～175.

Hanson A D, Yan Q, Druschke P A, and Wang Z. 2002. The southwestern Qinling Shan of central China: A Late Paleozoic subduction/accretionary wedge system and continental arc/*forearc constructed upon the north-facing Devonian passive* margin of the South China Block. GSA Program with Abstracts, 34(6) 166.

Huang T K. 1945. On major tectonic forms of China. 《Geo. Memoirs》, Ser. A, 1～165.

Hsu K J, Wang Q. 1987. Tectonic evolution of Qinling Mountains, China. Eclogae geol. Helv. 80(3): 735～752.

Hsu K J. 1991. The concept of tectonic facies. Bull. tech. Univ. Istanbul, 44:25～42.

Lerch M F, Xue F, Kroner A, et al. 1995. A middle Silurian-Early Devonian magmatic arc in the Qinling Mountains of central China. Journal of geology, 103: 437～449.

Liu B, Zhou Z, Xiao J, et al. 1989. Characteristics of Devonian sedimentary facies in the Qinling Moutains and their tectono-paleogeographic significance. Journal of Southeast Asian Earth Science, 3:211～217.

Mattauer M, Matte Ph, Malavieille, et al. 1985. Tectonics of the Qinling belt: build up and evolution of eastern Asia. Nature, 317:496～500.

Meng Q, Zhang G. 2000. Geologic framework and tectonic evolution of the Qingling orogen, Central China. Tectonophysics, 323:183～196.

Meng Q, Zhang G. 1999. Timing of collision of the North and South China blocks: controversy and reconciliation. Geology, 27:123～126.

Raschbacher, L, Hacker B R, Calvert A, et al. 2003. Tectonics of the Qinling (Central China): tectonostratigraphy, geochronology, and deformation history. Tectonophysis, 366:1～53.

Robertson A H F. 1994. Role of the tectonic facies concept in orogenic analysis and its application to Tethys in the Eastern Mediterranean region. Earth Sciences Reviews, 37: 139～213.

Soja C M. 1996. Island-arc carbonates: characterization and recognition in the ancient geological record. Earth-Science Reviews, 41: 31～65.

Sun W, Li S G, Sun Y, et al. 2002. Mid-paleozoic collision in the north Qinling: Sm-Nd, Rb-Sr and $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages and their tectonic implications. Journal of Asian Earth Sciences, 21:69～76.

Taira A, Pickering K T, Windley B F, Soh W. 1992. Accretion of Japanese island arcs and implications for the origin of archean greenstone belts. Tectonics, 11(6): 1224～1244.

Wang T, Pei X Z, Wang X X, et al. 2005. Orogen-parallel westward oblique uplift of the Qinling complex in the core of the Qinling orogen (China): an example of oblique extrusion of deep-seated metamorphic rocks in a convergent orogen. J Geol, 113: 181～200.

Wang X C, Li X H, Li W X, Liu Y, Yang Y H, Liu X R, Tu X L. 2008. The Bikou basalts in the northwestern Yangtze block, South China: Remnants of 820 ～ 810Ma continental flood basalts? Geological Society of American Bulletin, 120: 1478～1492.

Wang Zongqi, Wang Zuoxun. 1996. Tectonic evolution of Norh Qinling: extension, accretion to collision. Abstracts of 30th *International Geological Congress*,1:280.

Wang Zongqi. 1991. The origins and their tectonic implications of Late Proterozoic and Paleozoic conglomerates in the Northern Qinling mountains. Proceedings of First International Symposium on Gondwana Dispersion and Asian Accretion. 249～250.

Wong W H. 1929. The Mesozoic orogenic movement in eastern China. Bull. Geol. Soc. China,8:1 33～44.

Xue F, Kroner A, Reischmann T, Lerch F. 1996. Palaeozoic pre- and post-collision calc-alkaline magmatism in the Qinling orogenic belt, central China, as documented by zircon ages on granitoid rocks. J. Geol. Soc. (Lond.),153:409～417.

Yan Quanren, Andrew D. Hanson, Zongqi Wang, Peter A. Druschke, Zhen Yan, Tao Wang, Dunyi Liu, Biao Song, Ping Jian, Hui Zhou, Chunfa Jiang. 2004. Neoproterozoic Subduction and Rifting on the Northern Margin of the Yangtze Plate, China: Implications for Rodinia Reconstruction. International Geology Review, 46(9): 817～832.

Yan Zhen, Zongqi Wang, Tao Wang, Quanren Yan, Wenjiao Xiao, Jiliang Li. 2006a. Provenance and tectonic setting of clastic deposits in the Devonian Xicheng basin, Qinling orogen, Central China. Journal of Sedimentary Research, 76:557～574.

Yan. Zhen, Zongqi Wang, Quanren Yan, Tao Wang, Wenjiao Xiao, Jiliang Li. 2006b. Devonian sedimentary environments and provenence of the Qinling orogen: Constraits on late Paleozoic southward acceretionary tectonics of the north China craton. International Geology Review, 48: 585～618.

Yu Z, Meng Q. 1997. Late Paleozoic sedimentary and tectonic evolution of the Shangdan suture zone, Eastern Qinling, China. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 11:237～242.

Zhai X, Day H W, Hacker B R, You Z. 1998. Paleozoic metamorphism in the Qinling orogen, Tongbai Mountains, central China. Geology, 26:371～374.

Zhang G, Yu Z, Sun Y, Cheng S, Li T, Xue F, Zhang C. 1989. The major suture zone of the Qinling orogenic belt. Journal of Southeast Asian Earth Science, 3:63～76.

Zhou M F, Kennedy A K, Sun M, Malpas J, Lesher C M. 2002. Neoproterozoic arc-related mafic intrusions along the northern margin of South China: implications for the accretion of Rodinia. J. Geol. 110:611～618.

New Division of the Main Tectonic Units of the Qinling Orogenic Belt, Central China

WANG Zongqi[1], YAN Quanren[2], YAN Zhen[2], WANG Tao[2], JIANG Chunfa[2], GAO Lianda[2], LI Qiugen[3], CHEN Junlu[4], ZHANG Yingli[1], LIU Ping[2], XIE Chunlin[4], XIANG Zhongjin[2]

1) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*, 100037; 2) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*, 100037; 3) *School of Earth and Space Science, Peking University, Beijing*, 100871; 4) *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Geological Survey, Xi'an*, 710054

Abstract

Based on recent research advances in stratigraphy, sedimentary environment, magma-volcanic petrology, structural geology and geochemistry, the Qinling Orogenic Belt can be individed into 13 main tectonic units as follows. ① Slope Sequences in the southern margin of North China block include the lower sequence made up of Later Proterozoic Dazhuang and Luoquan formations and Cambrian , and the upper sequence of the Ordovician Taowan Group. ② Northern Back Arc Complex is constructed of mafic volcanic blocks and meta-fine sandstones in the Kuanping and Erlangping groups. ③ Accretionary Arc Complex in the Northern Qinling is comprised of arc calc-alkalic volcanic rocks in the Paleozoic Yunjiashan, Xieyuguan, Caotangou, Liziyuan and Luohansi groups, different oceanic highs in the Danfeng Group, arc basement in the Qinling Goup, mafic-ultra mafic magma complex in the fore arc at Fushui and meta-abyssal sediments. Its formation duration is from Ordovician to Carboniferous. ④ Northern Fore Arc Basins in the Middle Qinling are characterized by the Divonian fills and other upper Paleozoic sediments, with syndeposition faults controlling a series of secondary basins. ⑤ Accretionary Complex zone in South Qinling is recognized by matrix and blocks. The matrix is mainly composed of mudy and sandy slates containing Permian microfossils. The blocks include Proterozoic to palezoic mafic, ultra-mafic volcanic rocks and limestone blocks. ⑥ Southern Arc Complex, Bikou arc is defined by mafic, intermediate and acidic volcanic rocks of Bikou Group and magmatic rocks; Xixiang Arc by mafic and intermediate volcanic rocks in the Sanhuashi Group and intermediate and acidic volcanic rocks in the Xixiang Group; and Ankang Arc is by volcanic rocks from basic to acidic in the Yunxi and Yaolinghe groups. The three arcs were produced during late Paleozoic. ⑦ Southern Fore arc basins The fillings in the Bikou forearc are sediments of the Hengdan and Guanjiagou groups; Xixiang fore arc sediments contain metamorphic turbidites and acidic volcanic rocks of the Sanhuashi Group; and the strata of the Ankang fore arc are the Meiziya Group and Daguiping Formation with sediments in deep sea fans. ⑧ Southern Back arc complexes consist mainly of Maoxian Group and Upper Paleozoic and Trassic in Longmenshan, and minor basic volcanic complex of the Donghe Group in Dabashan. ⑨ Continental slope of back arc basin retain only Lower Paleozoic in Dabashan. ⑩ Foreland Thrust Fold Belts include Northern Longmenshan, Micangshan and Dabashan belts. The strata formed in Triassic and Jurassic, and structural boundary lines from west to east become newer. ⑪Triassic remnant sea basin. ⑫ Mesozoic and Cenozoic faulted basins and ⑬basement bocks.

Key words: Qinling Orogenic Belt; Tectonic Units; tectonic facies