

doi:10.3799/dqkx.2014.103

# 秦岭—大别新元古代—中生代沉积盆地演化

张思敏<sup>1,2</sup>, 姜高磊<sup>1,2</sup>, 柳坤峰<sup>2,3</sup>, 王成刚<sup>4</sup>

1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

2. 中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室, 湖北武汉 430074

3. 中国地质大学地质调查研究院, 湖北武汉 430074

4. 武汉地质矿产研究所, 湖北武汉 430223

**摘要:** 秦岭—大别造山带处于中央造山带的东部, 经历了复杂的构造—沉积历史. 在系统分析研究区 4 个二级和 13 个三级构造单元岩石地层、化石组合、同位素年代学及构造学等资料的基础上, 划分出 18 个沉积盆地类型, 并讨论新元古代—中生代构造—沉积演化: (1) 新元古代—早古生代: 商丹洋以北的北秦岭为岩浆弧和弧前盆地; 南秦岭为陆内裂谷—台盆、台地—陆缘裂谷发育阶段; 大别—苏鲁为陆内裂谷—台盆台地发育阶段; (2) 晚古生代: 北秦岭为海陆交互陆表海; 勉略洋于泥盆纪开启; 南秦岭为弧后陆棚与台盆台地并存发育阶段; (3) 三叠纪: 陆陆碰撞造山, 全区进入前陆盆地发育阶段; (4) 侏罗纪—白垩纪: 断陷盆地和压陷盆地发育阶段.

**关键词:** 秦岭—大别; 新元古代—中生代; 沉积; 构造; 盆地演化.

中图分类号: P534

文章编号: 1000-2383(2014)08-1185-15

收稿日期: 2014-04-12

## Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins in Qinling-Dabie Orogenic Belt

Zhang Simin<sup>1,2</sup>, Jiang Gaolei<sup>1,2</sup>, Liu Kunfeng<sup>2,3</sup>, Wang Chenggang<sup>4</sup>

1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

3. Institute of Geological Survey, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

4. Wuhan Institute of Geology and Mineral Resources, Wuhan 430223, China

**Abstract:** As the eastern part of the Central Orogenic Belt, Qinling-Dabie Orogenic Belt has a complicated tectonic-sedimentary history. On the basis of a systematic research on the lithostratigraphy, fossil assemblages, isotopic geochronology and tectonics of 4 secondary and 13 three-level tectonic units, this paper divides the study area into 18 types of sedimentary basins, and discusses its tectonic-sedimentary evolution from Neoproterozoic to Mesozoic: (1) Neoproterozoic-Early Paleozoic: North Qinling was magmatic arc and forearc basin; South Qinling experienced intracontinental rift to interplatform basin-platform to continental-margin rift; Dabie-Sulu experienced intracontinental rift to interplatform basin-platform. (2) Late Paleozoic: North Qinling was marine-continental alternation epeiric sea; Mianlüe oceanic basin opened in the Devonian; South Qinling was back-arc shelf and interplatform basin-platform at the same time. (3) Triassic: continental collision orogeny, stage of foreland basins. (4) Jurassic-Cretaceous: stage of fault basins and depressional basins.

**Key words:** Qinling-Dabie; Neoproterozoic-Mesozoic; sedimentology; tectonics; basin evolution.

中国东部大陆基本上是由华北和华南两大陆块拼合而成, 这两大陆块的碰撞作用形成了横亘中国中部的秦岭—大别造山带(李曙光, 2004), 是古亚洲

构造域与特提斯构造域的转换带(Huang and Chen, 1987), 在中国大陆构造演化中占有十分重要的地位. 秦岭—大别造山带地跨青海、甘肃、陕西、四

基金项目: 中国地质调查局项目(Nos. 1212010733802, 12120113012500).

作者简介: 张思敏(1990—), 女, 硕士研究生, 主要从事地层古生物与沉积学研究. E-mail: 979812536@qq.com

川、湖北、河南、安徽、山东及江苏 9 省,前人对研究区构造相带的划分存在差异.以天水—丹凤—信阳一线为界,将秦岭造山带划分为北秦岭、中秦岭和南秦岭(黄汲清等,1977;任纪舜等,1991);研究确定商丹缝合带后(李春昱等,1978,1982;Matturer *et al.*, 1985;许志琴等,1988),重新划分为北秦岭和南秦岭(许志琴等,1988;张国伟,1988;王清晨等,1989; Zhang *et al.*, 1989;张国伟等,1991);李春昱等(1978,1982)提出勉略带是秦岭造山带内第 2 条缝合带;张国伟等(1995,2001)在进一步研究后提出“三块夹两缝”的划分方案,即华北地块、秦岭微板块和扬子地块之间分别夹着商丹和勉略缝合带.本文新划分出华北板块南缘宽坪—佛子岭对接带,将研究区的构造格局总结为“三缝夹两块”,即宽坪—佛子岭对接带、商丹和勉略缝合带之间分别夹着北秦岭和南秦岭一大别.

## 1 沉积盆地划分及其时空分布

潘桂棠等(2009)以板块构造学和大陆动力学为指导,运用洋—陆转换和盆—山耦合分析法,在系统分析中国各省(市、自治区)1:25 万建造构造图和 1:50 万大地构造相图、涉及中国大地构造区划与演化专题研究论著与论文千余篇的基础上,对中国大地构造单元进行了系统区划.本文采用潘桂棠等(2009)的划分方案,将秦岭一大别造山带划分为 4 个二级构造单元和 13 个三级构造单元(图 1),分别对应本文的“地层区”和“地层分区”.下文按地层区和地层分区叙述沉积盆地类型与演化历程.

### 1.1 宽坪—佛子岭对接带

宽坪—佛子岭对接带位于北秦岭地块与华北陆块之间,呈狭长带状分布于华北板块南缘.包括宽坪、淮阳—佛子岭和斜峪关—二郎坪 3 个地层分区,地层沉积序列及详细的盆地演化如图 2 所示.南华纪—泥盆纪期间,宽坪—佛子岭对接带为向南俯冲形成的俯冲增生杂岩带,可划分为北带和南带.该带作为对接带的重要依据是:由秦岭岩群构成的秦岭地块不属于华北陆块的裂离部分,也同华北陆块无亲缘关系.北带主要岩性为宽坪岩群,出露区西起甘肃天水,向东经陕西宝鸡、商县、丹凤,到达河南的栾川、南召、方城,隐没于南阳盆地之后又断续出露,延伸至桐柏—信阳的北边,总长达千余千米,呈北西向带状展布(张维吉,1987;刘少峰和张国伟,2008).包括谢湾岩组、广东坪岩组和四岔口岩组,互为构造面

接触,代表 3 种岩类,无层序关系.与其南、北相邻地层二郎坪岩群、陶湾岩组均为断层接触(高振家等,2000).总体为火山岩—碎屑岩—大理岩建造组合(湖北省地质调查院,湖北省大地构造相图说明书,2012),代表洋盆(Nh-DOB)、洋内弧、弧前盆地和火山(Nh-Dsm)等.在早古生代至泥盆纪时期南带主要为二郎坪火山岩,二郎坪岩群为一套浅变质中基性火山岩夹碎屑岩及碳酸盐岩系,包括大庙岩组和火神庙岩组,分布于河南西峡、桐柏及陕西洛南一带(高振家等,2000),代表火山岛弧,发育弧前盆地( $CS_1FO$ )、( $D_{2-3}FO$ ).该带中绝大部分都属于俯冲增生岩块或岩片,这些岩块(片)形成于不同的沉积环境或构造环境:岛弧、弧后盆地、弧背盆地、洋岛、斜坡等,由于俯冲作用将其混杂在一起成为俯冲增生杂岩,对接带中保留下来的只是这些不同类型的沉积盆地的残块.

宽坪岩群中变基性火山岩形成于震旦纪;原岩变质时间为石炭纪;变铁镁质岩块/片形成于晚新元古代被动陆缘裂谷洋盆,是华北陆块南缘大陆裂解作用的产物,此次裂解开启了秦岭一大别造山带晚新元古代—早古生代洋盆(闫全人等,2008).秦岭岩群变质碎屑锆石年龄为  $Pz_1$ (陆松年等,2006).王宗起等(2009)在陕西户县、商县等地宽坪岩群碎屑岩中发现有奥陶纪化石.在陕西商洛地区陶湾岩组中发现早奥陶世微体古生物化石(王宗起等,2007).二郎坪群有寒武纪—奥陶纪化石(张思纯和唐尚文,1983;李采一等,1990;王学仁等,1995),在河南省西峡地区火神庙岩组中发现泥盆纪化石(高联达等,2006).根据这些同位素年龄值和化石证据,将宽坪—佛子岭一带洋盆的时限新定为南华纪—泥盆纪.

石炭纪—中二叠世在宽坪和淮阳—佛子岭一带沉积以石盒子组为代表的含煤碎屑岩,为海陆交互陆表海( $P_{1-2}mc$ 、 $Cmc$ ).三叠纪结束海侵,开始陆内演化阶段,晚三叠世沉积建造为太山庙组湖相含煤碎屑岩组合,太子山组、五里川组湖泊砂岩—粉砂岩组合,沉积盆地类型为前陆盆地( $T_3FB$ ).宽坪一带白垩纪沉积东河群河湖相碎屑岩和山阳组河流相砾岩—泥质岩,发育断陷盆地( $KFT$ );淮阳—佛子岭晚侏罗世—白垩纪沉积建造为以下符桥组为代表的碎屑岩和毛坦厂组火山岩,发育断陷盆地( $J_3K_1FT$ );这是由于在拉张伸展背景下沿淮阳—佛子岭和宽坪一带发生断陷.在斜峪关—二郎坪地区主要为一套湖泊相碎屑岩建造,发育压陷盆地

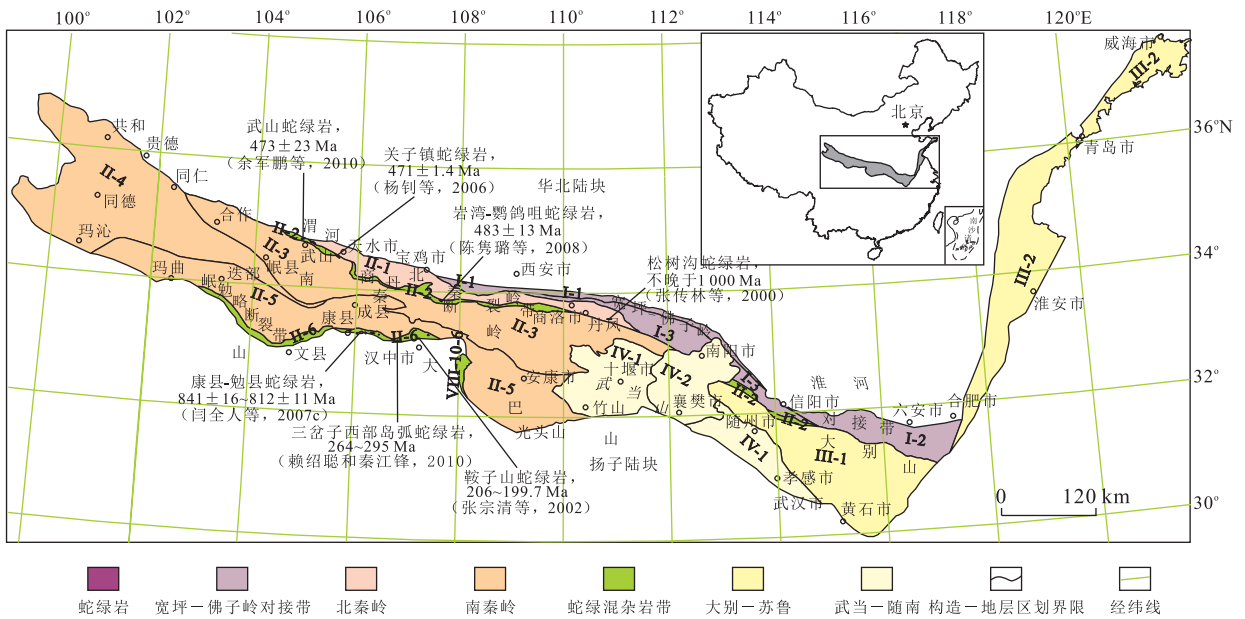


图 1 秦岭—大别造山带大地构造格局与构造单元划分

Fig.1 Qinling-Dabie orogenic belt tectonic framework and tectonic units

I.宽坪—佛子岭对接带, I-1.宽坪俯冲增生杂岩带, I-2.淮阳—佛子岭增生杂岩带, I-3.斜峪关—二郎坪岛弧; II.秦岭弧盆系, II-1.北秦岭(太白—商州)地块, II-2.商丹蛇绿混杂岩, II-3.南秦岭陆缘盆地, II-4.洋库前陆盆地, II-5.西倾山—南秦岭陆缘裂谷, II-6.勉略蛇绿混杂岩; III.大别—苏鲁地块, III-1.大别地块, III-2.苏鲁地块; IV.武当—随南陆缘裂谷, IV-1.武当—随州陆内裂谷, IV-2.南襄断陷盆地; 据潘桂棠等, 2009

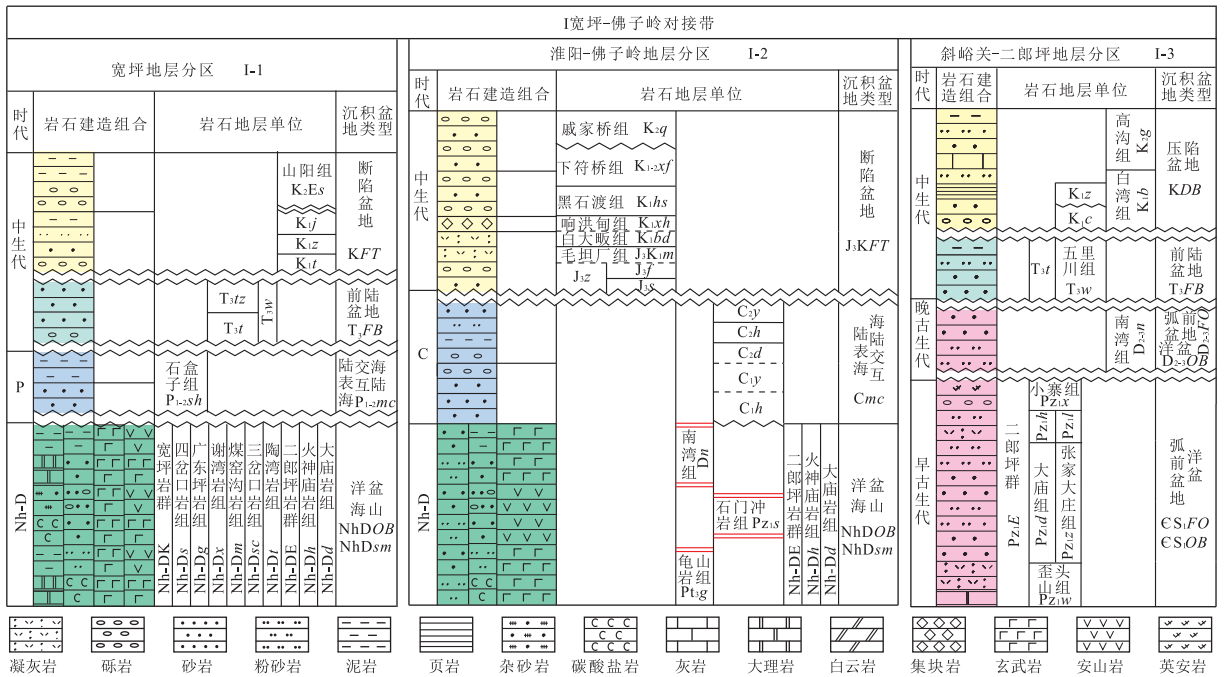


图 2 宽坪—佛子岭沉积演化柱状图

Fig.2 Column of the sedimentary evolution of Kuanping-Foziling

$K_{1j}$ . 鸡山组;  $K_{1z}$ . 周家湾组;  $K_{1t}$ . 田家坝组;  $K_{1c}$ . 陈棚组;  $J_{1s}$ . 三尖铺组;  $J_{3f}$ . 凤凰台组;  $J_{3z}$ . 周公山组;  $T_{3tz}$ . 太子山组;  $T_{3t}$ . 太山庙组;  $T_{3w}$ . 五里川组;  $P_{2jh}$ . 火神庙组;  $P_{2il}$ . 刘家山组;  $C_{2y}$ . 杨小庄组;  $C_{2h}$ . 胡油坊组;  $C_{2d}$ . 道人冲组;  $C_{1y}$ . 杨山组;  $C_{1h}$ . 花园墙组

(KDB), 这是由于自北向南的逆冲断层作用导致盆地基底下沉产生构造拗陷(裴先治等, 1995).

### 1.2 秦岭地层区

秦岭地层区进一步划分为 6 个地层分区: 北秦

岭、商丹、南秦岭、泽库、西倾山—南秦岭和勉略, 地层沉积序列及详细的盆地演化如图 3 和 4 所示。

北秦岭地块位于宽坪—佛子岭对接带以南、商丹断裂带以北。南华纪初, 在 Rodinia 超大陆裂解背景下, 扬子板块裂解, 龟山岩组中部分火山岩可能是同期裂解产物(湖北省地质调查院, 湖北省大地构造相图说明书, 2012)。青白口纪—泥盆纪期间发育含火山岩夹层的碎屑和碳酸盐岩沉积, 重要的地层单元有斜峪关群、宽坪岩群、丹凤岩群、峡河岩群、草滩沟群等, 为岩浆弧(QbDMA), 斜峪关群和草滩沟群形成于岛弧环境, 时代为早奥陶世, 是早古生代早期北秦岭地块俯冲、增生造山作用的产物(闫全人等, 2007b; 朱涛等, 2008; 赵陕兰等, 2012)。石炭纪—中二叠世沉积草凉驿组、石盒子组碎屑岩, 演化为海陆交互陆表海(Cmc、P<sub>1-2</sub>mc)。

商丹和勉略地层分区是分布于秦岭—大别造山带内北、南的两条蛇绿混杂岩带。北带商丹带分布于商县—丹凤一带, 分隔南、北秦岭; 南带勉略带分布于秦岭西南的勉县—略阳—甘肃康县一带。秦岭古洋盆(商丹洋)可追溯到中、新元古代(松树沟蛇绿岩)(殷鸿福和彭元桥, 1995), 松树沟蛇绿岩形成时代不晚于 1 000 Ma, 侵位于 980 Ma; 北秦岭二郎坪岩群、丹凤岩群中的镁铁质及超镁铁质岩可能不是典型的蛇绿岩, 其形成时代不晚于 800 Ma(张传林等, 2000)。这些中—新元古代洋壳残片表明商丹洋于新元古代开启, 此次大陆裂解事件与 Rodinia 超大陆裂解是一致的(冯益民等, 2003)。青白口纪—早古生代商丹地层分区发育有青白口纪洋盆(QbOB)、晚震旦世洋盆(Z<sub>2</sub>OB)和奥陶—志留纪洋盆(OSOB)。奥陶—志留纪洋盆为以丹凤岩组为主体的蛇绿岩, 包含大量镁铁质和超镁铁质岩块与基性火山岩和以罗汉寺组为代表的碰撞带弧前楔状体(陕西省地质调查院, 陕西省大地构造相图说明书, 2012)。崔智林等(1995)在丹凤蛇绿岩带中发现奥陶纪—泥盆纪放射虫, 闫全人等(2007a)获得丹凤岩群中淡色侵入岩年龄为 442±7 Ma, 与放射虫时代基本一致。岩相学分析显示与俯冲相关的特征, 代表一次板块俯冲事件。余君鹏等(2010)在商丹带西部武山蛇绿岩中获得蛇纹石年龄为 473±23 Ma; 变玄武岩锆石年龄为 546 Ma。时代分布为晚震旦世晚期—早奥陶世。向东至天水关子镇蛇绿岩年龄为 471.0±1.4 Ma(杨钊等, 2006)。商丹带西段岩湾—鸚鵡咀蛇绿岩中变基性火山岩具有 N-MORB 特征, 安山岩有与俯冲相关的岛弧性质。玄武岩年龄为 483±

13 Ma(陈隽璐等, 2008)。南侧花岗岩岩浆结晶年龄为 490.8±2.9 Ma, 是晚寒武—早奥陶世商丹洋俯冲于北秦岭地块之下, 俯冲洋壳与上覆地幔作用产生(刘春花等, 2013)。刘良等(2013)提出北秦岭高压—超高压变质岩带是商丹洋向北俯冲拖曳南秦岭新元古代陆壳物质, 在约 500 Ma 发生陆壳俯冲—深俯冲作用的产物。这些基本一致的年龄数据表明商丹带早古生代为大洋。晚古生代开始, 商丹洋盆向北俯冲(刘少锋和张国伟, 2008), 地球化学资料表明华北与扬子两陆缘的对接发生于志留纪—纪泥盆之交(张本仁等, 1994), 即商丹洋闭合, 泥盆纪分布大草滩组陆相浊积岩为基质的含蛇绿岩残片岩石组合, 发育弧后盆地(DBA)。

勉略地层分区青白口纪—早古生代为辉长岩、辉绿岩和蛇绿岩组合, 发育青白口纪洋盆(QbOB); 泥盆纪—二叠纪沉积一套碎屑—碳酸盐岩和含煤炭硅质岩, 沉积盆地类型为洋盆(DPOB)。勉略带康县—勉县段蛇绿岩块代表新元古代古洋壳残片(闫全人等, 2007c)。南侧碧口岩群火山岩为 840~776 Ma, 属新元古代(闫全人等, 2003), 与蛇绿岩时代一致。表明勉略洋盆于新元古代形成。前寒武纪是商丹洋扩展时期(张国伟等, 1995), 扩张同时, 扬子板块北缘南秦岭区向南俯冲(闫全人等, 2007c), 导致勉略洋盆于晋宁期关闭(张传林等, 2000)。勉略带西段的康县—琵琶寺—南坪构造混杂岩带蛇绿岩和洋岛拉斑玄武岩赋存的基质是泥盆纪的深水浊积岩、泥质碳酸盐岩以及石炭纪碳酸盐岩(赖绍聪等, 2003), 表明泥盆纪勉略洋盆已开启(张国伟等, 1995; 李曙光等, 1996)。略阳三岔子斜长花岗岩年龄为 300±61 Ma, 说明勉略古洋盆石炭纪已开始消减(李曙光等, 2003)。三岔子西部岛弧蛇绿岩样品为典型的幔源岩浆锆石, 年龄 295~264 Ma, 代表勉略洋消减过程中一次大陆弧岩浆作用(赖绍聪和秦江锋, 2010)。三岔子附近岛弧蛇绿岩硅质岩夹层中发现早石炭世化石, 表明早石炭世勉略洋正在俯冲、消减(冯庆来等, 1996)。勉略带黑沟峡 MORB 型变质火山岩的时代为 242~221 Ma(李曙光等, 1996), 指示早三叠世存在洋壳, 中—晚三叠世才消失(孟庆仁等, 1996)。鞍子山基性麻粒岩年龄为 206~199.7 Ma(张宗清等, 2002)与佛坪麻粒岩年龄 212~197 Ma(杨崇辉等, 1999)一致, 代表蛇绿岩侵位到碰撞时间。勉略带以北分布的花岗岩体年龄 206~220 Ma(孙卫东等, 2000)。证实古洋盆自泥盆纪打开, 石炭纪—二叠纪(约 350~245 Ma)是其主体扩张形成时



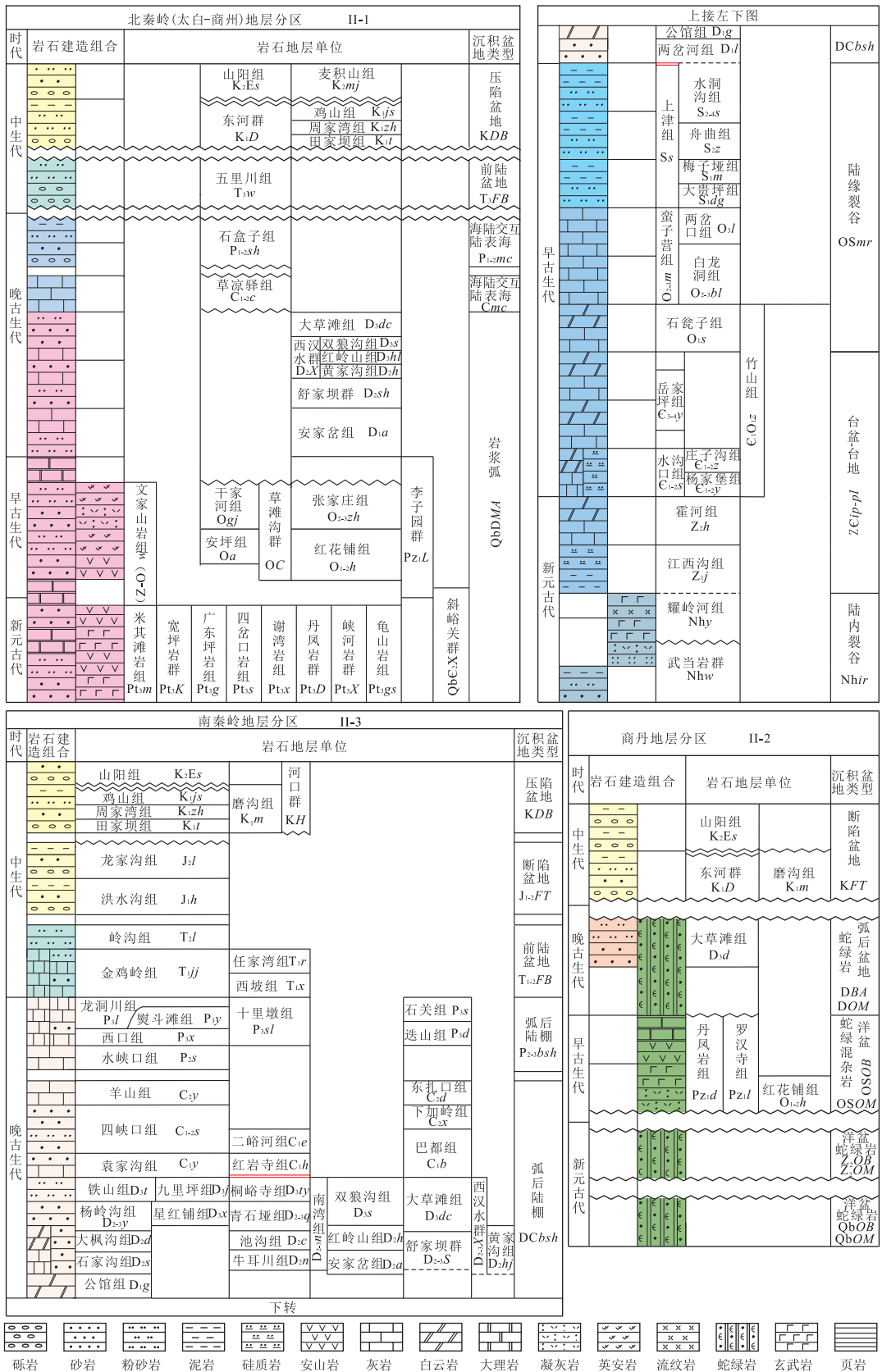


图 3 北秦岭、商丹、南秦岭地层分区沉积演化柱状图

Fig.3 Column of the sedimentary evolution of North Qinling, Shangdan and South Qinling area

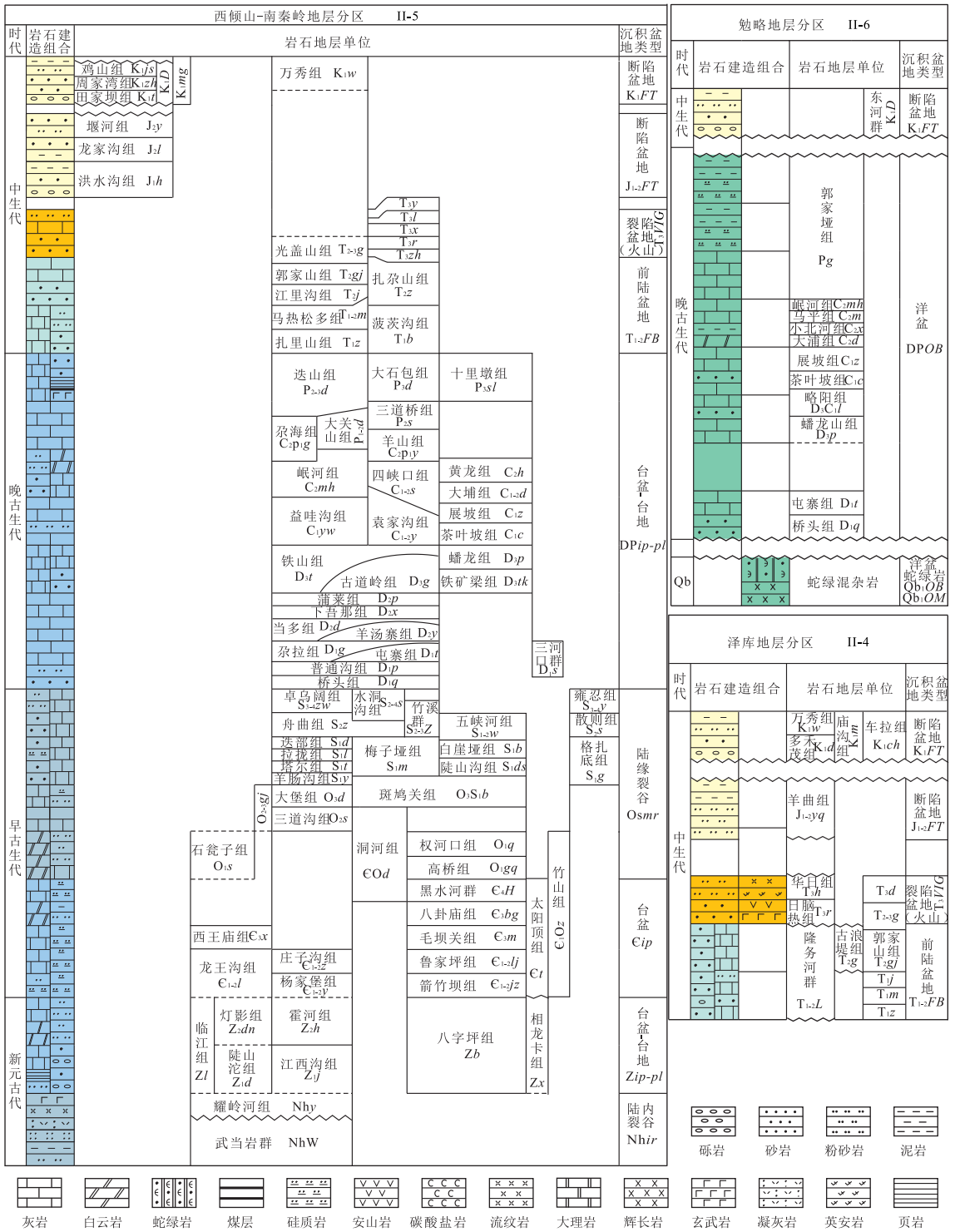


图 4 泽库、西倾山—南秦岭、勉略地层分区沉积演化柱状图

Fig.4 Column of the sedimentary evolution of Zeku, Xiqingshan-South Qinling and Mianlue area

$K_1mg$ . 蘑菇山组;  $K_1D$ . 东河群;  $T_3y$ . 两河口组;  $T_3l$ . 雅江组;  $T_3x$ . 新都桥组;  $T_3r$ . 如年各组;  $T_3zh$ . 侏倭组;  $T_3d$ . 大河坝组;  $T_2-3g$ . 光盖山组;  $T_{1j}$ . 江里沟组;  $T_{1m}$ . 马热松多组;  $T_{1z}$ . 扎里山组;  $O_{2-3gj}$ . 干江河组

期,三叠纪闭合,在  $D-T_2$  经历了一个较完整的有限洋盆发生、发展与消亡的过程(赖绍聪等,2003).

南秦岭(包括南秦岭、泽库和西倾山—南秦岭 3 个地层分区)在南华纪—早古生代处于活动与稳定

交替环境,为洋陆过渡演化阶段(湖北省地质调查院,湖北省大地构造相图说明书,2012).

南华纪期间,南秦岭地层分区发育武当岩群中酸性和耀岭河组中基性火山岩建造组合,为陆内裂

谷(Nhir).震旦纪沉积一套台盆深水碳酸盐岩组合(江西沟组、霍河组),早寒武世形成一套台盆深水含放射虫硅泥质岩组合(杨家堡组、庄子沟组)、台地碳酸盐岩—含磷硅质岩建造(水沟口组),晚寒武世沉积滨浅海碎屑—碳酸盐岩组合(岳家坪组),寒武—奥陶纪台盆深水碳酸盐岩组合(竹山组),震旦纪—寒武纪为台盆—台地(Zip-pl),奥陶纪—志留纪为陆缘裂谷(OSmr),发育陆缘裂谷边缘台盆陆源碎屑—碳酸盐岩组合(蛮子营组)、滨浅海砂岩粉砂岩泥岩组合(上津组),陆缘裂谷中央台盆深水含放射虫硅泥质组合(大贵坪组)。

西倾山—南秦岭地层分区南华纪发育武当岩群和耀岭河组双峰式火山岩组合,形成扬子陆块北缘北西向陆内裂谷(Nhir),属扬子陆内裂解产物(凌文黎等,2007)。震旦纪接受以陡山沱组、灯影组为代表的碎屑—碳酸盐岩台盆—台地(Zip-pl)沉积。寒武纪形成深水含放射虫硅泥质岩组合(杨家堡组、庄子沟组、鲁家坪组)和深水碳酸盐岩组合(箭竹坝组、毛坝关组)台盆(Eip)沉积,陆缘裂谷边缘带台缘斜坡碳酸盐岩组合(黑水河组、八卦庙组)标志着沉积盆地类型向陆缘裂谷过渡。奥陶纪—志留纪为陆缘裂谷(OSmr),在陕西安康西南高滩地区沉积一套陆缘裂谷相(主要为裂谷边缘相)建造,自下而上为高桥组砂岩粉砂岩泥岩组合、权河口组陆源碎屑浊积岩组合、陡山沟组、白崖垭组砂岩—粉砂岩—生物碎屑灰岩组合和五峡河组含炭粉砂岩组合;甘肃迭部—舟曲一带沉积一套陆缘裂谷中央相建造,自下而上为大堡组陆源细碎屑—火山碎屑浊积岩和羊肠沟组远滨泥岩,粉砂岩夹砂岩、塔尔组深水陆源细碎屑浊积岩、迭部组远滨粉砂泥岩及炭硅质浊积岩、舟曲组陆源碎屑浊积岩和卓乌阔组深水碳酸盐岩—细碎屑浊积岩建造组合。

晚古生代南秦岭地层分区主要为一套碎屑岩和碳酸盐岩沉积,如舒家坝群和西汉水群;还出现二峪河组、巴都组和东扎口组沼泽含煤碎屑岩组合,反映盆地沉积充填速率减慢。西倾山—南秦岭地层分区主要为碎屑岩、碳酸盐岩沉积,并有少量火山岩出露。晚古生代为洋陆转换演化阶段,并以印支运动作为完成洋陆转换的主期造山运动(湖北省地质调查院,湖北省大地构造相图说明书,2012)。发育了受断裂控制的晚古生代沉积盆地,南秦岭地层分区在裂谷作用下形成泥盆纪—石炭纪弧后陆棚(D-Cbsh)和中—晚二叠世弧后陆棚(P<sub>2-3</sub>bsh),西倾山—南秦岭地层分区再次成为台盆—台地(DPip-pl)环境。

北秦岭晚三叠世五里川组生物面貌兼具南北特征;南秦岭、泽库、西倾山—南秦岭早—中三叠世为碎屑岩—碳酸盐岩建造组合;南秦岭白垩纪,泽库、西倾山—南秦岭早白垩世主要有东河群、山阳组等河湖相碎屑岩沉积。秦岭地层区进入前陆盆地演化阶段;北秦岭晚三叠世前陆盆地(T<sub>3</sub>FB)、南秦岭、泽库、西倾山—南秦岭早—中三叠世前陆盆地(T<sub>1-2</sub>FB),随后在拉张背景下泽库、西倾山—南秦岭地层分区晚三叠世发育含火山裂陷盆地(T<sub>3</sub>VIG),形成全由钙碱性火山岩组成的日脑热组和华日组,早—中侏罗世南秦岭区发育断陷盆地(J<sub>1-2</sub>FT),形成洪水沟组河流杂砾岩—泥质岩—煤建造组合和龙家沟组湖泊复成分砂砾岩建造组合。白垩纪全区进入山间零星分布的断陷盆地和山前压陷盆地发育阶段,发育以东河群为代表的碎屑岩建造,自北向南包括北秦岭白垩纪压陷盆地(KDB)、商丹白垩纪断陷盆地(KFT)、南秦岭白垩纪压陷盆地(KDB)、泽库和西倾山—南秦岭早白垩世断陷盆地(K<sub>1</sub>FT)。

### 1.3 大别—苏鲁地层区

大别—苏鲁地层区进一步划分为 2 个地层分区:大别地层分区和苏鲁地层分区。地层沉积序列及详细的盆地演化如图 5 所示。

大别地层分区南华纪发育武当岩群和耀岭河组双峰式火山岩,沉积盆地类型为陆内裂谷(Nhir)。震旦纪沉积陡山沱组、灯影组、临江组台地碎屑—碳酸盐岩组合,盆地类型为台地(Zpl)。晚三叠世—早侏罗世发育一套河湖相含煤碎屑岩组合(王龙滩组、桐竹园组),为拉分盆地(T<sub>3</sub>J<sub>1</sub>PB)。晚白垩世为公安寨组碎屑岩断陷盆地(K<sub>2</sub>FT)沉积。

苏鲁地层分区青白口纪—南华纪西冷岩群细碧岩—石英角斑岩火山岩岩石组合具双峰式特点(安徽省地质调查院,安徽省大地构造相图说明书,2012),构造环境为陆内裂谷火山岩浆弧;南华纪为浅变质地层,沉积建造序列为周岗组浅变质陆相砂页岩系和苏家湾组浅变质陆相冰碛岩系(江苏省地质调查院,江苏省大地构造相图说明书,2012),盆地类型为陆内裂谷(QbNhir)。震旦纪为黄墟组千枚岩和砂岩,灯影组灰岩,白云岩台盆—台地(Zip-pl)沉积。晚侏罗世末期—早白垩世,秦岭—大别北缘及华北南缘一带的毛坦厂组为钙碱性和碱性安山岩、粗面岩夹湖泊泥岩,年龄为 149~138 Ma(Wang et al.,2002);白垩纪沉积莱阳群山麓洪积相、河流相、湖泊相沉积,局部为火山沉积;王氏群红色碎屑岩系;新庄组、邱庄组、张桥组碎屑岩。苏鲁造山带长

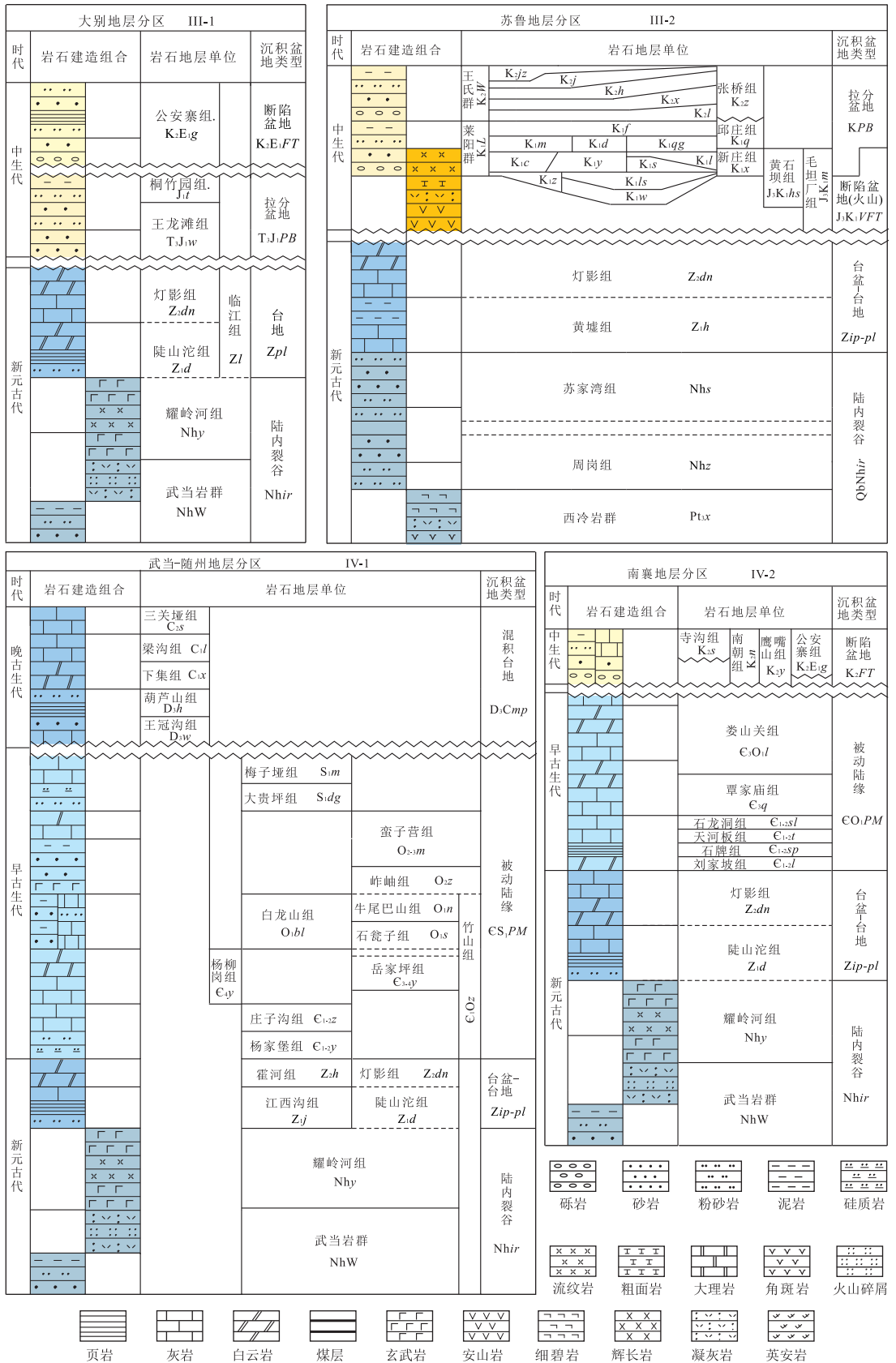


图 5 大别、苏鲁、武当—随州、南襄地层分区沉积演化柱状图

Fig.5 Column of the sedimentary evolution of Dabie, Sulu, Wudang-Suizhou and Nanxiang area

K<sub>2</sub>z.胶州组; K<sub>2</sub>j.金岗口组; K<sub>2</sub>h.红土崖组; K<sub>2</sub>x.辛格庄组; K<sub>2</sub>l.林家庄组; K<sub>1</sub>f.法家堖组; K<sub>1</sub>m.马连坡组; K<sub>1</sub>d.杜村组; K<sub>1</sub>qg.曲格庄组; K<sub>1</sub>c.城山后组; K<sub>1</sub>y.杨家庄组; K<sub>1</sub>s.水南组; K<sub>1</sub>l.龙旺庄组; K<sub>1</sub>z.止风庄组; K<sub>1</sub>ls.林寺山组; K<sub>1</sub>w.瓦屋脊组



期处于隆起剥蚀阶段,缺失古生界沉积;随着后陆逆冲带向北迁移,其后缘沿着秦岭—大别北缘及华南北缘伸展塌陷(刘少峰和张国伟,2008),形成含火山断陷盆地( $J_3K_1VFT$ ),拉分盆地( $KPB$ ).

#### 1.4 武当—随南地层区

武当—随南地层区进一步划分为2个地层分区:武当—随州地层分区和南襄地层分区.地层沉积序列及详细的盆地演化如图5所示.

南华纪发育武当岩群和耀岭河组双峰式火山岩,为陆内裂谷( $Nhir$ ).震旦纪接受台盆深水碳酸盐岩(霍河组、江西沟组)和台地陆屑—碳酸盐岩(陡山沱组、灯影组)沉积,盆地类型为台盆—台地( $Zip-pl$ ).早古生代主要为碎屑—碳酸盐岩组合,盆地类型为被动陆缘,包括武当—随州寒武纪—早志留世被动陆缘( $CS_1PM$ )、南襄寒武纪—早奥陶世被动陆缘( $EO_1PM$ ).武当—随州地层分区晚泥盆世—石炭纪自下而上为陆源碎屑滨海沉积(王冠沟组、葫芦山组)、潮坪碳酸盐沉积(下集组)、开阔台地相沉积(梁沟组、三关垭组)(江苏省地质调查院,江苏省大地构造相图说明书,2012),发育混积台地( $D_3Cmp$ ).晚白垩世沉积公安寨组湖泊泥岩粉砂岩、寺沟组陆相粗碎屑岩系、南朝组湖泊相碳酸盐岩—泥岩组合和鹰嘴山组细砂岩、砂质泥岩,为受断裂控制的断陷盆地( $K_2FT$ ).

## 2 沉积大地构造演化

秦岭—大别造山带经历了复杂的构造—沉积演化史.新元古代—古生代期间,秦岭—大别造山带是一个统一演化的分割华北与扬子板块间的多岛弧盆(多岛洋)系统(图6).

青白口纪—早古生代,宽坪—佛子岭向南俯冲形成俯冲增生杂岩带;在Rodinia超大陆裂解背景下,商丹和勉略洋盆于新元古代形成,此后在商丹洋扩张的同时,南秦岭区向南俯冲,导致勉略洋盆于晋宁期关闭.商丹洋北部的北秦岭(包括宽坪—佛子岭大区和北秦岭(太白—商州)地层分区)和南部的南秦岭—大别具有不同的盆地类型和演化特征.北秦岭为岩浆弧;南秦岭为陆内裂谷—台盆、台地—陆缘裂谷发育阶段,大别—苏鲁经历了陆内裂谷—台盆台地发育阶段,形成了大量被动陆缘相沉积盖层.

晚古生代,泥盆纪开始,随着古特提斯洋的逐步扩张,勉略洋盆开启,南秦岭—大别成为游离于商丹洋和勉略洋之间的地块,商丹洋俯冲速率减慢(张国

伟等,1996),秦岭—大别造山带成为北秦岭、南秦岭—大别、扬子板块北缘沿商丹和勉略两个俯冲带相互作用的新的板块构造格局.南秦岭沿商丹带与北秦岭初始碰撞的同时,南部勉略带依据带内的蛇绿岩与沉积岩系表明其处于早期扩张状态,并已从初始裂谷向有限洋盆演化.由于商丹洋盆向北俯冲过程中,南秦岭北缘俯冲边界不一致,不同块体沿缝合带先后发生碰撞,在碰撞带边缘形成复杂的盆山系统.在先期,接触地带发育海陆交互陆表海的同时,未接触地带继续发育碳酸盐岩台地和以洋壳为基底的弧后陆棚.勉略洋于早石炭世开始俯冲、消减,至三叠纪闭合.石炭纪—三叠纪裂陷盆地是发育在陆壳基底上的海盆而不是以洋壳为基底的大洋盆地(李晋僧等,1994).

三叠纪,秦岭—大别全面陆陆碰撞造山发生于早—中三叠世,沿商丹和勉略带向北俯冲碰撞(张国伟等,1996),晚三叠世晚期完成最终对接、拼合,全区褶皱上升形成统一的造山带(赖旭龙等,1995;杨家驊和李杰,1995).研究区西部中生代经历了逆冲逆掩造山和走滑造山2个时期.晚三叠世逆冲逆掩造山开始,晚三叠世末基本结束,鄂尔多斯地块与扬子地块之间的东秦岭地带,其南北缘的逆冲逆掩造山一直持续到侏罗纪甚至早白垩世,以大规模的地壳缩短为特征(冯益民等,2003);研究区东部大别造山带中生代构造变形经历了中、晚三叠世华北板块与华南板块间的大陆碰撞(Liu *et al.*, 2003).在大别造山带榴辉岩矿物中发现柯石英(Okay *et al.*, 1989; Wang *et al.*, 1989)和金刚石(Xu *et al.*, 1992)等超高压矿物.对柯石英的锆石幔部进行SHRIMP U-Pb定年,确定大别—苏鲁造山形成经历了中、晚三叠世华北板块与华南板块间的大陆碰撞(Liu *et al.*, 2003).对柯石英的锆石幔部进行SHRIMP U-Pb定年,确定大别—苏鲁造山带超高压变质事件的确切年龄为240~225 Ma(Wang *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 2003; 刘福来和许志琴, 2004; Liu *et al.*, 2004a, 2004b, 2006, 2008; Wan *et al.*, 2005),为中三叠世.说明华北与华南板块于中三叠世沿秦岭—大别发生强烈的陆—陆碰撞,并经历了深俯冲与快速折返过程.由于上述陆—陆碰撞,造成了南秦岭和北秦岭及秦岭—大别造山带南北两侧的前陆盆地,构造环境转化为陆内盆地演化发展阶段.

侏罗纪—白垩纪,研究区西部的走滑造山期大致从早侏罗世开始,到新近纪末基本结束.伴随走滑断裂活动,形成一系列走滑盆地(冯益民等,2003);

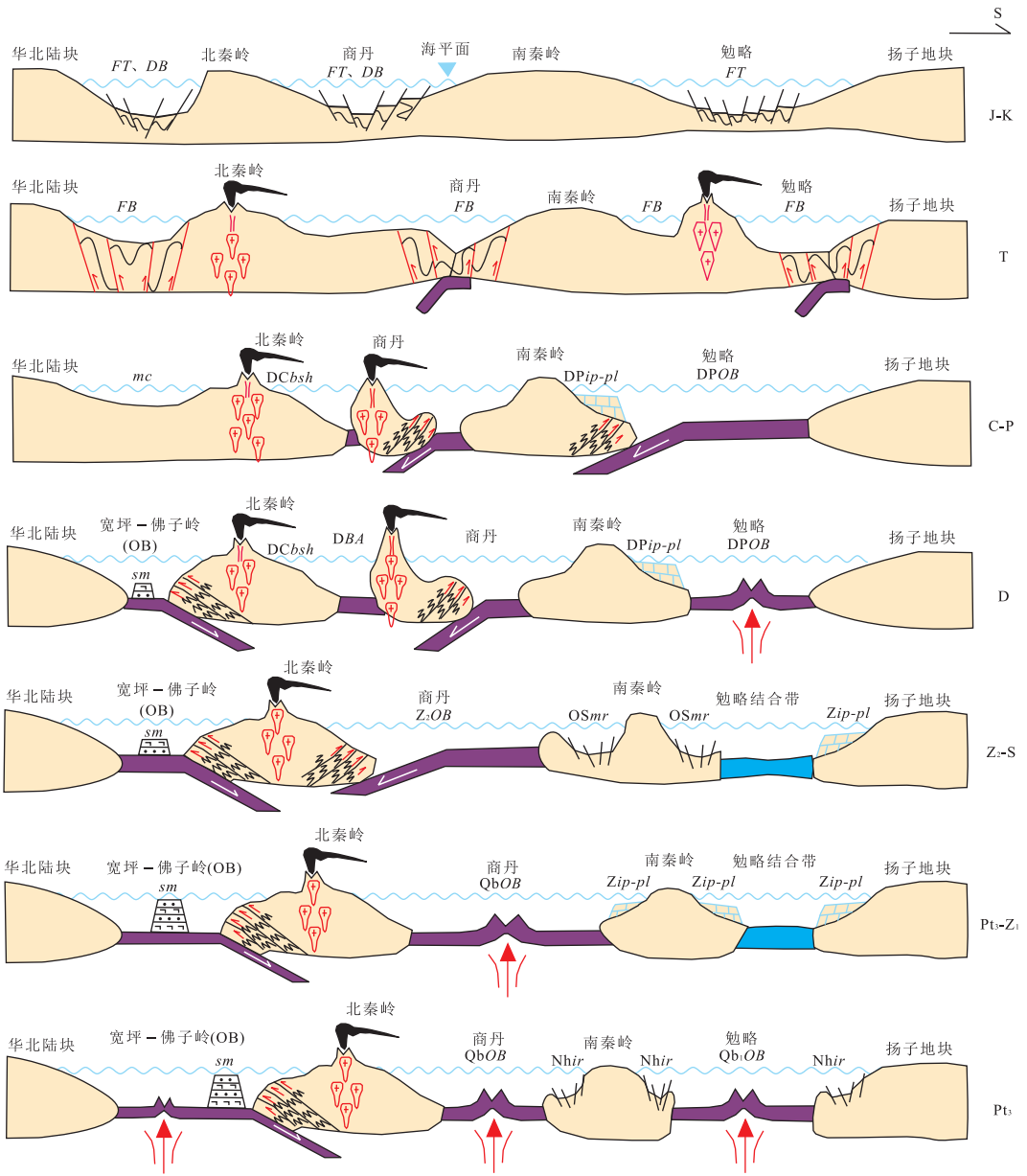


图 6 秦岭—大别构造演化示意

Fig.6 Sketch map of the tectonic evolution of Qinling-Dabie

研究区东部经历了早中侏罗世和晚侏罗世造山带边缘持续挤压逆冲、核部初始穹隆、局部伸展,早白垩世核部伸展裂陷和晚白垩世造山带全面伸展裂陷的多幕构造演化过程(Liu *et al.*, 2003)。早—中侏罗世南秦岭区普遍发育断陷盆地。两板块碰撞作用结束和相对运动停止的时间约为 160 Ma,大致相当于中—晚侏罗世的分界(Gilder *et al.*, 1999)。构造体制从挤压转向伸展的时间约为 135 Ma,属早白垩世(马昌前等, 2003),秦岭—大别发生全面伸展塌陷,形成与造山带大致平行的断陷盆地。全区进入山间零星分布的断陷盆地和山前压陷盆地发育阶段。

### 3 结论

秦岭—大别造山带为宽坪—佛子岭对接带、商丹和勉略缝合带之间分别夹着北秦岭和南秦岭一大别的“三缝夹两块”构造格局。其新元古代—中生代的沉积盆地演化过程可划分为如下 4 个阶段:

(1) 新元古代至早古生代:以商丹缝合带为中心的商丹洋扩张—消亡;商丹洋以北的北秦岭为岩浆弧,宽坪—佛子岭对接带发育洋盆、海山和弧前盆地;南秦岭为陆内裂谷—台盆、台地—陆缘裂谷发育阶段,大别—苏鲁经历了陆内裂谷—台盆台地发育

阶段。

(2)晚古生代:南部以勉略缝合带为中心的勉略洋于泥盆纪开启,北部的商丹洋向北俯冲,更北部的北秦岭主要是海陆交互陆表海演化阶段;南秦岭为弧后陆棚与台盆台地并存发育阶段;大别—苏鲁为隆起区。

(3)三叠纪:因华南与华北沿秦岭—大别陆—陆碰撞造山,造成了南秦岭和北秦岭及秦岭—大别造山带南北两侧的前陆盆地。

(4)侏罗纪—白垩纪:全区进入山间零星分布的断陷盆地和山前压陷盆地发育阶段。

致谢:本文得到了中国地质调查局发展研究中心、西安地质调查中心、成都地质调查中心、沈阳地质调查中心、天津地质调查中心、武汉地质调查中心、南京地质调查中心、各省地质调查院提供的大量基础资料,对本文的形成起到了奠基和指导作用,在此谨表谢意。

## References

Chen, J. L., Xu, X. Y., Wang, Z. Q., et al., 2008. Geological Features and SHRIMP U-Pb Zircon Age of the Yanwan-Yinggezui Ophiolitic Mélange in the Taibai Area, West Qinling, China. *Geological Bulletin of China*, 27(4): 500—509 (in Chinese with English abstract).

Cui, Z. L., Sun, Y., Wang, X. R., 1995. Discovery and Geological Significance of Radiolarian in Danfeng Ophiolitic Mélange Zone in Qinling. *Chinese Science Bulletin*, 40(18): 1686—1688 (in Chinese).

Feng, Q. L., Du, Y. S., Yin, H. F., et al., 1996. Discovery and Significance of Radiolarian in Mianlue Ophiolitic Mélange Zone in South Qinling. *Science in China (Series D)*, 26(Suppl.): 78—82 (in Chinese).

Feng, Y. M., Cao, X. D., Zhang, E. P., et al., 2003. Tectonic Evolution Framework and Nature of the West Qinling Orogenic Belt. *Northwestern Geology*, 36(1): 1—10 (in Chinese with English abstract).

Gao, L. D., Wang, Z. Q., Wang, T., et al., 2006. Discovery of Devonian Spores in the Huoshenmiao of the Erlangping Group in the Xixia Area, Henan, China. *Geological Bulletin of China*, 25(11): 1287—1294 (in Chinese with English abstract).

Gao, Z. J., Chen, K. Q., Wei, J. Y., et al., 2000. China Lithostratigraphic Dictionary. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).

Gilder, S. A., Leloup, H., Courtillot, V., et al., 1999. Tectonic Evolution of the Tangcheng-Lujiang (Tan-Lu) Fault via

Middle Triassic to Early Cenozoic Paleomagnetic Data. *J. Geophys. Res.*, 104(B7): 15365—15390. doi: 10.1029/1999JB900123

Huang, T. K., Chen, B. W., 1987. The Evolution of the Tethys in China and Adjacent Regions. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).

Huang, T. K., Ren, J. S., Jiang, C. F., et al., 1977. An Outline of the Tectonic Characteristics of China. *Acta Geologica Sinica*, (2): 117—135 (in Chinese with English abstract).

Lai, S. C., Qin, J. F., 2010. Zircon U-Pb Dating and Hf Isotopic Composition of the Diabase Dike Swarm from Sanchazi Area, Mianlue Suture—Chronology Evidence for the Paleo-Tethys Oceanic Crust Subduction. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 32(1): 27—33 (in Chinese with English abstract).

Lai, S. C., Zhang, G. W., Pei, X. Z., et al., 2003. Geochemistry and Tectonic Significance of Ophiolite and Oceanic Island Volcanic in Kangxian-Pipa Temple-Nanping in South Qinling. *Science in China (Series D)*, 33(1): 10—19 (in Chinese).

Lai, X. L., Yin, H. F., Yang, F. Q., 1995. Reconstruction of the Qinling Triassic Paleo-Ocean. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 20(6): 648—656 (in Chinese with English abstract).

Li, C. Y., Liu, Y. W., Zhu, B. Q., et al., 1978. Tectonic Development of Qinling and Qilian Mountains. *Northwestern Geology*, (4): 1—12 (in Chinese).

Li, C. Y., Ma, J. G., Chen, R. B., et al., 1990. New Recognition of the Stratigraphic Sequence and Age of the Erlangping Group in Henan Province. *Regional Geology of China*, (2): 181—185 (in Chinese with English abstract).

Li, C. Y., Wang, Q., Liu, X. Y., et al., 1982. Explanatory Notes to the Tectonic Map of Asia. Map Press, Beijing (in Chinese).

Li, J. S., Cao, X. D., Yang, J. L., et al., 1994. Sedimentation and Evolution of the Qinling Phanerozoic Paleo-Ocean. Geological Publishing House, Beijing, 184 (in Chinese).

Li, S. G., 2004. Exhumation Mechanism of the Ultrahigh-Pressure Metamorphic Rocks in the Dabie Mountains and Continental Collision Process between the North and South China Blocks. *Earth Science Frontiers*, 11(3): 63—70 (in Chinese with English abstract).

Li, S. G., Hou, Z. H., Yang, Y. C., et al., 2003. Geochemical Features and Formation Time of Sanchazi Magmatic Arc in Mianlue Tectonic Zone in South Qinling. *Science in China (Series D)*, 33(12): 1163—1173 (in Chinese).

Li, S. G., Sun, W. D., Zhang, G. W., et al., 1996. Chronology

- and Geochemistry of Metavolcanic in Heigouxia in Mi-anlue Tectonic Zone in South Qinling—Evidence for the Paleozoic Oceanic Basins and Their Closing Times. *Science in China (Series D)*, 26(3): 223—230 (in Chinese).
- Ling, W. L., Ren, B. F., Duan, R. C., et al., 2007. Zircon U-Pb Dating and Geological Implications of Wudangshan Group, Yaolinghe Group and Mafic Rock Group in South Qinling. *Chinese Science Bulletin*, 52(12): 1445—1456 (in Chinese).
- Liu, C. H., Wu, C. L., Gao, Y. H., et al., 2013. Zircon LA-ICP-MS U-Pb Dating and Lu-Hf Isotopic System of Machihe County and Shahewan Granitoid Rock Masses, South Qinling Belt, Central China. *Earth Science Frontiers*, 20(5): 36—56 (in Chinese with English abstract).
- Liu, F. L., Gerdes, A., Zeng, L. S., et al., 2008. SHRIMP U-Pb Dating, Trace Element and Lu-Hf Isotope System of Coesite-Bearing Zircon from Amphibolite in SW Sulu UHP Terrane, Eastern China. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 72(12): 2973—3000. doi: 10.1016/j.gca.2008.04.007
- Liu, F. L., Gerdes, A., Liou, J. G., et al., 2006. SHRIMP U-Pb Zircon Dating from Sulu-Dabie Dolomitic Marble, South China: Constraints on Prograde, Ultrahigh-Pressure and Retrograde Metamorphic Ages. *J. Metamorph. Geol.*, 24(7): 569—589. doi: 10.1111/j.1525—1314.2006.00655.x
- Liu, F. L., Xu, Z. Q., 2004. Fluid Inclusions in Coesite-Bearing Zircon in UHP Rocks from South Sulu. *Chinese Science Bulletin*, 49(2): 181—189 (in Chinese).
- Liu, F. L., Xu, Z. Q., Liou, J. G., et al., 2004a. SHRIMP U-Pb Ages of Ultrahigh-Pressure and Retrograde Metamorphism of Gneisses, South-Western Sulu Terrane, Eastern China. *J. Metamorph. Geol.*, 22(4): 315—326. doi: 10.1111/j.1525—1314.2004.00516.x
- Liu, F. L., Xu, Z. Q., Xue, H. M., 2004b. Tracing the Protolith, UHP Metamorphism, and Exhumation Ages of Orthogneiss from the SW Sulu Terrane (Eastern China): SHRIMP U-Pb Dating of Mineral Inclusion-Bearing Zircons. *Lithos*, 78(4): 411—429. doi: 10.1016/j.lithos.2004.08.001
- Liu, L., Liao, X. Y., Zhang, C. L., et al., 2013. Multi-Metamorphic Timings of HP-UHP Rocks in the North Qinling and Their Geological Implications. *Acta Petrologica Sinica*, 29(5): 1634—1656 (in Chinese with English abstract).
- Liu, S. F., Heller, L. P., Zhang, G. W., 2003. Mesozoic Basin Development and Tectonic Evolution of the Dabieshan Orogenic Belt, Central China. *Tectonics*, 22(4): 1038. doi: 10.1029/2002TC001390
- Liu, S. F., Zhang, G. W., 2008. Evolution and Geodynamics of Basin/Mountain Systems in East Qinling-Dabieshan and Its Adjacent Regions, China. *Geological Bulletin of China*, 27(12): 1943—1960 (in Chinese with English abstract).
- Lu, S. N., Chen, Z. H., Xiang, Z. Q., et al., 2006. U-Pb Ages of Detrital Zircons from the Para-Metamorphic Rocks of the Qinling Group and Their Geological Significance. *Earth Science Frontiers*, 13(6): 303—310 (in Chinese with English abstract).
- Ma, C. Q., Yang, K. G., Ming, H. L., et al., 2003. Time of Dabie Mesozoic Crust from Compression to Extension: Evidence of Granite. *Science in China (Series D)*, 33(9): 817—827 (in Chinese).
- Mattauer, M., Matte, P., Malavieille, J., et al., 1985. Tectonics of the Qinling Belt: Buildup and Evolution of Eastern Asia. *Nature*, 317: 496—500. doi: 10.1038/317496a0
- Meng, Q. R., Zhang, G. W., Yu, Z. P., et al., 1996. The Sedimentation and Tectonic Evolution of Late Paleozoic at the Southern Margin of Qinling Rift-Limited Ocean Basin. *Science in China (Series D)*, 26(Suppl.): 28—33 (in Chinese).
- Okay, A. I., Xu, S. T., Sengor, A. M. C., 1989. Coesite from the Dabie Shan Eclogites, Central China. *Eur. J. Mineral.*, 1: 595—598.
- Pan, G. T., Xiao, Q. H., Lu, S. N., et al., 2009. Subdivision of Tectonic Units in China. *Geology in China*, 36(1): 1—28 (in Chinese with English abstract).
- Pei, X. Z., Zhang, W. J., Wang, T., et al., 1995. Geological Features and Tectonic Evolution of Orogenic Belt in North Qinling. *Northwestern Geology*, 16(4): 8—12 (in Chinese with English abstract).
- Ren, J. S., Zhang, Z. K., Niu, B. G., et al., 1991. Discussion on Qinling Orogenic Belt. In: Ye, L. J., Qian, X. L., Zhang, G. W., eds., *Qinling Orogenic Belt Symposium Anthology*. Northwest University Press, Xi'an, 99—110 (in Chinese).
- Sun, W. D., Li, S. G., Chen, Y. D., et al., 2000. Zircon U-Pb Dating of Granitoids from South Qinling, Central China and Their Geological Significance. *Geochimica*, 29(3): 210—216 (in Chinese with English abstract).
- Wan, Y. S., Li, R. W., Wilde, S. A., et al., 2005. UHP Metamorphism and Exhumation of the Dabie Orogen, China: Evidence from SHRIMP Dating of Zircon and Monazite from a UHP Granitic Gneiss Cobble from the Hefei Basin. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 69(17): 4333—4348. doi: 10.1016/j.gca.2005.03.055
- Wang, Q. C., Sun, S., Li, J. L., et al., 1989. The Tectonic Evolution of the Qinling Mountain Belt. *Scientia Geologica*



- Sinica*, (2): 129—142 (in Chinese with English abstract).
- Wang, X. M., Liou, J. G., Mao, H. K., 1989. Coesite-Bearing from the Dabie Mountains in Central China. *Geology*, 17 (12): 1085—1088. doi: 10.1130/0091-7613(1989)
- Wang, X. R., Hua, H., Sun, Y., 1995. A Study on Microfossils of the Erlangping Group in Wantan Area Xixia County, Henan Province. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 25 (4): 353—358 (in Chinese).
- Wang, Y., Fan, W., Guo, F., 2002. K-Ar Dating of Late Mesozoic Volcanism and Geochemistry of Volcanic Gravels in the North Huaiyang Belt, Dabie Orogeny: Constraints on the Stratigraphic Framework and Exhumation of the Northern Dabie Orthogneiss Complex. *Chinese Sci. Bull.*, 47 (20): 1688—1695. doi: 10.1007/BF03183308
- Wang, Z. Q., Gao, L. D., Wang, T., et al., 2007. Newly Discovered Microfossils and Their Stratigraphic Age Limitation of Taowan Group in North Qinling. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 37 (11): 1467—1473 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. Q., Yan, Z., Wang, T., et al., 2009. New Advances in the Study on Ages of Metamorphic Strata in the Qinling Orogenic Belt. *Acta Geoscientica Sinica*, 5 (30): 561—570 (in Chinese with English abstract).
- Xu, S. T., Okay, A. I., Ji, S. Y., et al., 1992. Diamond from the Dabie Shan Metamorphic Rocks and Its Implication for Tectonic Setting. *Science*, 256: 80—82.
- Xu, Z. Q., Lu, Y. L., Tang, Y. Q., 1988. Formation of East Qinling Composite Mountain Chain-Deformation Evolution and Plate Dynamics. China Environmental Science Press, Beijing (in Chinese).
- Yan, Q. R., Chen, J. L., Wang, Z. Q., et al., 2007a. The Geochemical Characteristics, SHRIMP Dating and Geological Significance of Leucocratic Rocks in Pillow Lava in Xiaowangjian, North Qinling. *Science in China (Series D)*, 37 (10): 1301—1313 (in Chinese).
- Yan, Q. R., Wang, Z. Q., Chen, J. L., et al., 2007b. Tectonic Setting and SHRIMP Age of Volcanic Rocks in the Xieyuguan and Caotangou Groups: Implications for the North Qinling Orogenic Belt. *Acta Geologica Sinica*, 81 (4): 488—500 (in Chinese with English abstract).
- Yan, Q. R., Wang, Z. Q., Chen, J. L., et al., 2003. The Age of Bikou Group Volcanic Rocks—SHRIMP Zircon U-Pb Dating. *Geological Bulletin of China*, 22 (6): 456—458 (in Chinese).
- Yan, Q. R., Wang, Z. Q., Yan, Z., et al., 2007c. SHRIMP Analyses for Ophiolitic-Mafic Blocks in the Kangxian-Mianxian Section of the Mianxian-Lueyang Melange: Their Geological Implications. *Geological Review*, 53 (6): 755—764 (in Chinese with English abstract).
- Yan, Q. R., Wang, Z. Q., Yan, Z., et al., 2008. Origin, Age and Tectonic Implications of Metamafic Rocks in the Kuanping Group of the Qinling Orogenic Belt, China. *Geological Bulletin of China*, 27 (9): 1475—1492 (in Chinese with English abstract).
- Yang, C. H., Wei, C. J., Zhang, S. G., et al., 1999. U-Pb Zircon Dating of Granulite Facies Rocks from the Foping Area in the Southern Qinling Mountains. *Geological Review*, 45 (2): 173—179 (in Chinese with English abstract).
- Yang, J. L., Li, J., 1995. Evolution of Cambrian Qinling Paleoocean. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 20 (6): 612—616 (in Chinese with English abstract).
- Yang, J. S., Wooden, J. L., Wu, C. L., et al., 2003. SHRIMP U-Pb Dating of Coesite-Bearing Zircon from the Ultrahigh-Pressure Metamorphic Rocks, Sulu Terrane, East China. *J. Metamorph. Geol.*, 21 (6): 551—560. doi: 10.1046/j.1525-1314.2003.00463.x
- Yang, Z., Dong, Y. P., Liu, X. M., et al., 2006. LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating of Gabbro in the Guanzizhen Ophiolite, Tianshui, West Qinling, China. *Geological Bulletin of China*, 25 (11): 1321—1325 (in Chinese with English abstract).
- Yin, H. F., Peng, Y. Q., 1995. Evolution of Phanerozoic Qinling Paleoocean. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 20 (6): 605—611 (in Chinese with English abstract).
- Yu, J. P., Xiao, L., Li, Z., et al., 2010. Tectonic Geochronology of Ophiolite in Yuanyangzhen Town of Wushan County, Gansu Province. *Gansu Geology*, 19 (1): 21—26 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, B. R., Gao, S., Chen, D. X., et al., 1994. Tectonic and Mineralization Pattern Geochemistry Study of Qinba Lithosphere. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Zhang, C. L., Dong, Y. G., Yang, Z. H., 2000. Two Ophiolite Belts in the Qinling Orogeny and Their Constraints on the Tectonic Evolution of the Qinling-Dabie Orogeny. *Acta Geologica Sinica*, 74 (4): 313—324 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, G., Yu, Z., Sun, Y., et al., 1989. The Major Suture Zone of the Qinling Orogenic Belt. *Journal of Southeast Asian Earth Science*, 3 (1—4): 63—76. doi: 10.1016/0743-9547(89)90010-X
- Zhang, G. W., 1988. Formation and Evolution of Qinling Oro-

- genic Belt. Northwest University Press, Xi'an (in Chinese).
- Zhang, G. W., Meng, Q. R., Lai, S. C., 1995. Structure and Tectonics of the Qinling Orogenic Belt. *Science in China (Series B)*, 25(9): 994-1003 (in Chinese).
- Zhang, G. W., Zhang, B. R., Yu, Z. P., et al., 1996. Orogenic Process and Dynamic Characteristics of the Qinling Orogenic Belt. *Science in China (Series D)*, 26(3): 193-200 (in Chinese).
- Zhang, G. W., Zhang, B. R., Yuan, X. C., et al., 2001. Qinling Orogenic Belt and Continental Dynamics. Science Press, Beijing (in Chinese).
- Zhang, G. W., Zhou, D. W., Yu, Z. P., 1991. Lithospheric Composition, Structure and Evolution Characteristic of Qinling Orogenic Belt. In: Ye, L. J., Qian, X. L., Zhang, G. W., eds., *Qinling Orogenic Belt Symposium Anthology*. Northwest University Press, Xi'an, 125-138 (in Chinese).
- Zhang, S. C., Tang, S. W., 1983. The Discovery of Early Paleozoic Radiolarian Chert and Plate Tectonics in Northern Qinling. *Geology of Shaanxi*, 1(2): 1-9 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, W. J., 1987. The Subdivision of the Kuanping Group and Its Geological Dating. *Journal of Xi'an College of Geology*, 9(1): 15-19 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z. Q., Zhang, G. W., Tang, S. H., et al., 2002. The Age of Anzishan Granulites in Mianlüe Zone in Qinling. *Chinese Science Bulletin*, 47(22): 1751-1755 (in Chinese).
- Zhao, S. L., Cheng, T., Zhao, X. S., 2012. Discussion on the "Xieyuguan Rock Group". *Geology of Shaanxi*, 30(1): 1-5 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, T., Dong, Y. P., Wang, W., et al., 2008. The Geochemical Characteristics and Tectonic Setting of Volcanics in Caotangou Group. *Northwestern Geology*, 41(1): 59-66 (in Chinese with English abstract).
- 附中文参考文献**
- 陈隽璐, 徐学义, 王宗起, 等, 2008. 西秦岭太白地区岩湾—鸚鵡咀蛇绿混杂岩的地质特征及形成时代. *地质通报*, 27(4): 500-509.
- 崔智林, 孙勇, 王学仁, 1995. 秦岭丹凤蛇绿岩带放射虫的发现及其地质意义. *科学通报*, 40(18): 1686-1688.
- 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)*, 26(增刊): 78-82.
- 冯益民, 曹宣铎, 张二朋, 等, 2003. 西秦岭造山带的演化、构造格局和性质. *西北地质*, 36(1): 1-10.
- 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.
- 高振家, 陈克强, 魏家庸, 等, 2000. 中国岩石地层辞典. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 黄汲清, 任纪舜, 姜春发, 等, 1977. 中国大地构造基本轮廓. *地质学报*, (2): 117-135.
- 赖绍聪, 秦江锋, 2010. 勉略缝合带三岔子辉绿岩墙锆石 U-Pb 年龄及 Hf 同位素组成——古特提斯洋壳俯冲的年代学证据. *地球科学与环境学报*, 32(1): 27-33.
- 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.
- 赖旭龙, 殷鸿福, 杨逢清, 1995. 秦岭三叠纪古海洋再造. *地球科学——中国地质大学学报*, 20(6): 648-656.
- 李春昱, 刘仰文, 朱宝清, 等, 1978. 秦岭及祁连山构造发展史. *西北地质*, (4): 1-12.
- 李采一, 马建国, 陈瑞保, 等, 1990. 对河南省二郎坪群层序及时代的新认识. *中国区域地质*, (2): 181-185.
- 李春昱, 王荃, 刘雪亚, 等, 1982. 亚洲大地构造图及说明书. 北京: 地图出版社.
- 李晋僧, 曹宣铎, 杨家禄, 等, 1994. 秦岭显生宙古海盆沉积和演化史. 北京: 地质出版社, 184.
- 李曙光, 2004. 大别山超高压变质岩折返机制与华北—华南陆块碰撞过程. *地学前缘*, 11(3): 63-70.
- 李曙光, 侯振辉, 杨永成, 等, 2003. 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. *中国科学(D辑)*, 33(12): 1163-1173.
- 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辑)*, 26(3): 223-230.
- 凌文黎, 任邦方, 段瑞春, 等, 2007. 南秦岭武当山群、耀岭河群及基性侵入岩群锆石 U-Pb 同位素年代学及其地质意义. *科学通报*, 52(12): 1445-1456.
- 刘春花, 吴才来, 郜源红, 等, 2013. 南秦岭麻池河乡和沙河湾花岗岩体锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年代学及 Lu-Hf 同位素组成. *地学前缘*, 20(5): 36-56.
- 刘福来, 许志琴, 2004. 南苏鲁超高压岩石含柯石英锆石中的流体包裹体. *科学通报*, 49(2): 181-189.
- 刘良, 廖小莹, 张成立, 等, 2013. 北秦岭高压—超高压岩石的多期变质时代及其地质意义. *岩石学报*, 29(5): 1634-1656.
- 刘少峰, 张国伟, 2008. 东秦岭—大别山及邻区盆—山系统演化与动力学. *地质通报*, 27(12): 1943-1960.
- 陆松年, 陈志宏, 相振群, 等, 2006. 秦岭岩群副变质岩碎屑锆石年龄谱及其地质意义探讨. *地学前缘*, 13(6): 303-310.
- 马昌前, 杨坤光, 明厚利, 等, 2003. 大别山中生代地壳从挤压

- 转向伸展的时间:花岗岩的证据.中国科学(D辑),33(9):817—827.
- 孟庆仁,张国伟,于在平等,1996.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),26(增刊):28—33.
- 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等,2009.中国大地构造单元划分.中国地质,36(1):1—28.
- 裴先治,张维吉,王涛,等,1995.北秦岭造山带的地质特征及其构造演化.西北地质,16(4):8—12.
- 任纪舜,张正坤,牛宝贵,等,1991.论秦岭造山带.见:叶连俊,钱祥麟,张国伟编,秦岭造山带学术讨论会论文集.西安:西北大学出版社,99—110.
- 孙卫东,李曙光,陈亚东,等,2000.南秦岭花岗岩锆石 U-Pb 定年及其地质意义.地球化学,29(3):209—216.
- 王清晨,孙枢,李继亮,等,1989.秦岭的大地构造演化.地质科学,(2):129—142.
- 王学仁,华洪,孙勇,1995.河南西峡湾潭地区二郎坪群微体化石研究.西北大学学报(自然科学版),25(4):353—358.
- 王宗起,高联达,王涛,等,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.地球科学,37(11):1467—1473.
- 王宗起,闫臻,王涛,等,2009.秦岭造山带主要疑难地层时代研究的新进展.地球学报,5(30):561—570.
- 许志琴,卢一伦,汤耀庆,1988.东秦岭复合山链的形成—变形演化及板块动力学.北京:中国环境科学出版社.
- 闫全人,陈隽璐,王宗起,等,2007a.北秦岭小王洞枕状熔岩中淡色侵入岩的地球化学特征、SHRIMP 年龄及地质意义.中国科学(D辑),37(10):1301—1313.
- 闫全人,王宗起,陈隽璐,等,2007b.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,陈隽璐,等,2003.碧口群火山岩的时代——SHRIMP 锆石 U-Pb 测年结果.地质通报,22(6):456—458.
- 闫全人,王宗起,闫臻,等,2007c.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.
- 闫全人,王宗起,闫臻,等,2008.秦岭造山带宽坪群中的变铁镁质岩的成因、时代及其构造意义.地质通报,27(9):1475—1492.
- 杨崇辉,魏春景,张寿广,等,1999.南秦岭佛坪地区麻粒岩相岩石锆石 U-Pb 年龄.地质论评,45(2):173—179.
- 杨家骊,李杰,1995.寒武纪秦岭古海洋演化.地球科学——中国地质大学学报,20(6):612—616.
- 杨钊,董云鹏,柳小明,等,2006.西秦岭天水地区关子镇蛇绿岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年.地质通报,25(11):1321—1325.
- 殷福鸿,彭元桥,1995.秦岭显生宙古海洋演化.地球科学——中国地质大学学报,20(6):605—611.
- 余君鹏,肖林,李增,等,2010.甘肃武山鸳鸯镇蛇绿岩构造年代学特征及其构造意义探讨.甘肃地质,19(1):21—26.
- 张本仁,高山,陈德兴,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.
- 张传林,董永观,杨志华,2000.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,74(4):313—324.
- 张国伟,1988.秦岭造山带的形成及其演化.西安:西北大学出版社.
- 张国伟,孟庆任,赖绍聪,1995.秦岭造山带的结构与构造.中国科学(B辑),25(9):994—1003.
- 张国伟,张本仁,于在平等,1996.秦岭造山带的造山过程及其动力学特征.中国科学(D辑),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.
- 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,张国伟编,秦岭造山带学术讨论会论文集.西安:西北大学出版社,125—138.
- 张思纯,唐尚文,1983.北秦岭早古生代放射虫硅质岩的发现与板块构造.陕西地质,1(2):1—9.
- 张维吉,1987.宽坪群的层序划分及时代归属.西安地质学院院报,9(1):15—19.
- 张宗清,张国伟,唐索寒,等,2002.秦岭勉略带中鞍子山麻粒岩的年龄.科学通报,47(22):1751—1755.
- 赵陕兰,程婷,赵选社,2012.关于重新启用“斜峪关岩群”问题的探讨.陕西地质,30(1):1—5.
- 朱涛,董云鹏,王伟,等,2008.草滩沟群火山岩的地球化学特征及其形成构造环境.西北地质,41(1):59—66.