

文章编号: 1001-6112(2009)02-0136-06

南秦岭泥盆纪: 周缘前陆盆地和新生海洋盆地并列

高长林, 黄泽光, 方成名

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要: 南秦岭泥盆系形成的构造环境是研究秦岭造山带的学者们长期争议的一个焦点。通过形成大地构造环境、沉积特征的综合对比以及岩石地球化学特征的研究, 认为南秦岭地区泥盆纪的盆地原型, 大致以佛坪隆起为界, 其东的东秦岭发育周缘前陆盆地, 其西的西秦岭发育周缘前陆盆地(北带)和新生海洋盆地(南带), 东秦岭与扬子连接部位(高川)发育一个新生的坳拉槽, 这些盆地在空间上并列。

关键词: 泥盆纪; 前陆盆地; 新生洋盆; 佛坪隆起; 坳拉槽; 秦岭

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

SOUTH QINLING IN THE DEVONIAN: JUXTAPOSITION OF PERIPHERAL FORELAND BASINS AND NEW-BORN OCEANIC BASINS

Gao Changlin, Huang Zeguang, Fang Chengming

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

Abstract: The formative tectonic environment of the South Qinling in the Devonian has been a focal item in a long time. By study of tectonic background, comprehensive comparison of the sedimentary and geochemical characteristics, the prototype basins were recognized in the South Qinling. The Devonian prototype basins included the peripheral foreland basins in East Qinling, the peripheral foreland basins (northern part) and new-born oceanic basins (southern part) in West Qinling and, at the same time, a new-born aulacogen was developed in between the East Qinling and the Yangtze plate (Gaochuan), which was divided by the Foping uplift. All the above basins were juxtaposed in space.

Key words: Devonian; foreland basin; new-born oceanic basin; the Foping uplift; aulacogen; Qinling

南秦岭泥盆系形成的构造环境不仅是学者们长期争议的一个科学问题, 而且也是矿产地质生产中必须解决的基础地质问题。代表性观点有: 前陆盆地沉积^[1~5](北秦岭加里东期造山之后形成的); 被动边缘沉积^[6~8](扬子板块北缘); 弧前盆地沉积^[9,10](北秦岭岛弧杂岩带南侧弧); 微板块沉积盖层^[11](秦岭微板块)。

秦岭造山带位于中国大陆中部, 北纬 30° 与 34.5° 之间, 通常以青海共和盆地以东至河南南阳盆地以西区间统称秦岭, 并往往又以甘肃徽成盆地界分成东秦岭和西秦岭。近年来研究成果表明, 东秦岭/西秦岭的构造演化之间既具有某些相似的特征又具有某些不同的特征。2 个造山带的相似处是, 它们都位于古中国洋的东段(古秦岭洋), 即

古秦岭洋的形成演化是相似的, 就是说, 在新元古代—早古生代具相似的演化特征。2 个造山带的差异是: 在晚古生代, 西秦岭发育勉略有限洋盆(D—C—T₂), 而它的东延(东秦岭—大别)是一个坳拉槽, 它们的发生、发展和消亡具有差异。秦岭造山带古生代的板块大地构造特征概括的说, 东秦岭为一洋二陆(即华北古板块、古秦岭洋、扬子古板块); 西秦岭为二洋三陆(即华北古板块、古秦岭洋、古秦岭微板块、勉略洋和扬子古板块)。勉略蛇绿构造混杂岩带代表秦岭与扬子板块之间从泥盆纪开始的有限洋盆^[12]。由于当时商丹带的古秦岭洋盆尚未完全封闭, 所以勉略洋盆的出现, 标志西秦岭的南部秦岭已从早古生代的被动大陆边缘转变为独立的微板块。地层学与沉积学的研究还

收稿日期: 2008-08-01; 修订日期: 2009-02-01。

作者简介: 高长林(1945—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 从事盆地分析和构造地球化学研究。E-mail: gaocl@mail.wuxisuo.com。

基金项目: 全国油气资源战略选区调查与评价项目(XQ-2007-02)。

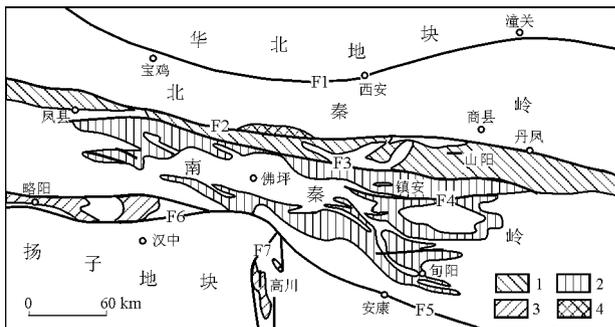


图 1 南秦岭泥盆系的分布与构造简图^[13]

- 1. 南秦岭北带泥盆系; 2. 南秦岭中带泥盆系;
- 3. 南秦岭南带泥盆系; 4. 北秦岭南缘泥盆系;

F1. 秦岭北界断裂; F2. 商南—丹凤缝合线;

F3. 凤镇—山阳—柞水断裂; F4. 镇安—板岩镇断裂;

F5. 石泉—安康断裂; F6. 勉略缝合带; F7. 秦岭南界断裂

Fig. 1 A sketch map showing distribution of the Devonian System and tectonics in South Qinling

表明,南秦岭在泥盆纪不是一个统一的沉积盆地,而是被古陆分隔的几个盆地。大地构造环境控制了盆地的发育,南秦岭地区的泥盆纪的盆地原型,大致以佛坪隆起为界,其东的东秦岭发育周缘前陆盆地(北带和南带);其西的西秦岭发育周缘前陆盆地(北带)和新生海洋盆地(南带),东秦岭与扬子连接部位(高川)发育一个新生的坳拉槽,这些盆地在空间上并列(图 1)。

1 东秦岭周缘前陆盆地

1.1 前泥盆纪的构造特征

东秦岭地区存在一个古秦岭海洋,它是古中国海洋的一部分,古海洋开始发育于新元古代,开始关闭于奥陶纪末期,志留纪晚期关闭结束。在古秦岭洋板块的北部发育具沟、弧、盆体系的古活动大陆边缘。古洋壳残片^[14~16]见于商南松树沟地区,丹凤—商南地区见代表岛弧杂岩的丹凤群(早古生代),代表弧后盆地中的云架山群、二郎坪群(古生代)发育于秦岭群之北。在古秦岭海洋板块的南部发育有一个从新元古代开始形成,志留纪结束的被动大陆边缘,其经历过裂陷和移离阶段,裂陷阶段的产物有耀岭河群岩石,寒武、奥陶、志留系为移离阶段的产物。继古秦岭海洋板块北缘活动大陆边缘俯冲消减作用之后,其南、北 2 个古大陆边缘进一步接近而碰撞,北侧的活动大陆边缘沿商南—丹凤缝合带向南仰冲到南侧的被动大陆边缘前沿。东秦岭泥盆系正是堆积在这类仰冲的前陆^[17]。

由于陕南东秦岭泥盆系发育在板块仰冲的前陆,并形成在古被动大陆边缘之上。因此,在其沉积时,古地貌非常复杂,它主要分布在石泉—安康

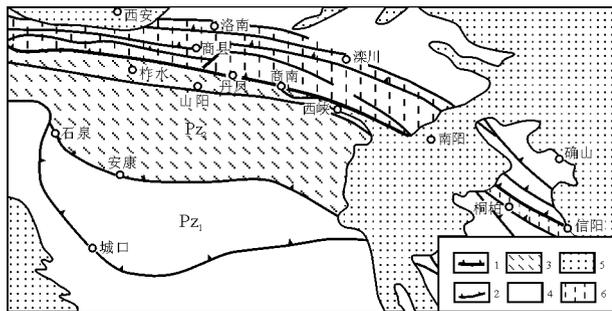


图 2 东秦岭前陆盆地分布^[17]

- 1. 仰冲推覆带; 2. 逆冲带; 3. 前陆盆地;
- 4. 克拉通; 5. 中生代盆地; 6. 秦岭造山带

Fig. 2 A map showing distribution of the foreland basins in East Qinling

断裂以北,商南—丹凤断裂以南的呈东西向的带内。根据沉积岩相、沉积厚度、生物化石等资料,由镇安—板岩镇断裂和山阳—柞水断裂可将该区泥盆系分为南、中、北 3 个带(图 2)。镇安—板岩镇以北的泥盆系多以角度不整合在寒武—奥陶系之上,南部泥盆系与志留系多为平行不整合^[2]。

1.2 东秦岭泥盆系砂、泥岩岩石地球化学特征

东秦岭泥盆系刘岭群砂岩的石英(Q)、长石(F)、岩屑(L)含量在 Q—F—L 图解中的投点如图 3。由图 3 可见刘岭群砂岩物源主要是来自二次旋回造山带蚀源区,只有 8、13 两个样品投点于岩浆弧蚀源区。Dickinson^[18]认为在碰撞形成的造山带大部分由沉积岩和变沉积岩的推覆体和冲断片组成,这些岩石代表沿缝合带拼合前的大陆边缘及其

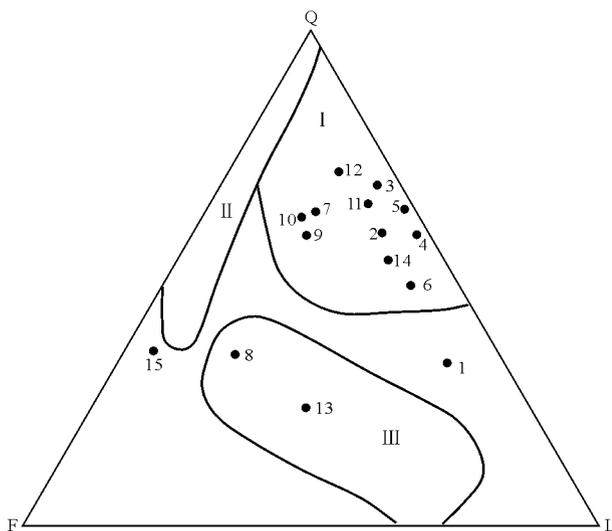


图 3 东秦岭泥盆系刘岭群砂岩骨架成分三角图解 I. 造山带内变形岩层和隆起岩层中的来源(前陆盆地中的沉积物); II. 克拉通和隆起基底中的来源; III. 活动岩浆弧内深成岩区和火山岩区中的来源

Fig. 3 Triangular QFL graph showing mineral components of sandstones in the Devonian Liuling Group, East Qinling

附近的层系。沉积物组成中,石英的含量中等、石英对长石比值高,沉积岩—变沉积岩岩屑丰富,这显然代表二次旋回的克拉通碎屑。必须指出,沉积岩中也有一定数量的长石含量高的砂岩,这可能来源于地壳缝合带附近隆升的火成岩体。陕南东秦岭刘岭群砂岩正是反映了上述发育于大陆碰撞缝合带的前陆盆地中的沉积物的特征(图 3)^[19~21]。沿商丹断裂带南侧,近年来在多处发现了早泥盆世的砾岩和砂砾岩。砾石成分主要为超镁铁质岩、石英岩、石榴子石、中基性火山岩等。砂岩的成分为钾长石、黑云母、石榴子石、火山屑。胶结物为长石、石英、黑云母、火山岩细碎屑。砂岩与其北的丹凤群火山岩具相似的稀土模式,都富轻稀土。令人感兴趣的是,砂岩的稀土模式又介于丹凤群英安岩、流纹岩和玄武岩之间,似乎为上述火山岩的平均值(图 4)。因此,似乎可以认为刘岭群物源来自北边的由丹凤群、超镁铁质岩和秦岭群组成的仰冲席状体。早泥盆世的砾岩、砂砾岩层,与下伏的早古生代沉积成角度不整合或微角度不整合接触。构造分析表明,由于后期的逆冲构造作用,真正的前陆盆地边缘相已被掩埋,目前发现的沿商丹断裂带南侧分布的早泥盆世砾岩、砂砾岩层已远离边缘相了^[22,23]。

1.3 泥盆纪的沉积构造环境

在早泥盆世,东秦岭陕南一带,宁陕—镇安一线以南为一海盆,其北为陆,公馆一带海水较深,处

于海水中心部位;在早泥盆世晚期,盆地沉积中心向西北方向迁移(青铜关一带)。中泥盆世,海侵范围扩大到板岩镇以北,盆地北部持续下沉,盆地边缘达白云—丹凤一带,自北而南陆源碎屑依次减少,内源沉积逐渐增加,这表明沉积碎屑物源来自沉积盆地的北面地区。在晚泥盆世,盆地北部沉积岩厚度大,一般均在 2 000 多米,最厚处达 4 000 m 以上。沉积岩分布北界,晚泥盆世与中泥盆世一致,但南界已向北退到大河店—留坝一线。上述资料表明,陕南泥盆纪前陆盆地中沉积作用由南向北的迁移,也就是说泥盆纪早期的前陆盆地沉积位于扬子地块一侧,逐渐向北边的丹凤—商南逆冲推覆体接近^[2,23]。

综合前人研究资料^[24~27],可得出如图 5 的沉积模式。由图 5 可见,陕南泥盆纪的沉积环境与美洲中阿巴拉契亚具相似的形成规律,即早古生代的台地被海侵层序的前陆盆地不整合覆盖。从台地到造山带一侧,在前陆盆地中,由陆相、潮坪、泻湖相、盆地碳酸盐岩和黑色页岩逐渐过渡为深水碎屑岩。

经研究确定,东秦岭泥盆系形成的大地构造环境为周缘前陆盆地^[2],由山阳—柞水断裂和镇安—板岩镇断裂可将该区的泥盆系分为北、中、南 3 个带。在空间上,泥盆系沉积岩层与下伏岩层的接触关系由整合、假整合变为不整合。泥盆系沉积碎屑物源研究表明,北带的物源主要来自秦岭古缝合带;中、南带的物源主要来自扬子板块北缘古被动大陆边缘。中、南带泥盆系以内源沉积物为主。由于地块逆冲,前陆盆地发生迁移。早期,前陆盆地位于扬子克拉通一侧,前陆盆地的沉降中心逐渐向丹凤—商南缝合带接近。沉积岩相具如下空间变化特征:近扬子克拉通一侧分布的(南带泥盆系)为潮坪泻湖、滨海相;近东秦岭商丹古缝合带一侧分布的(北带泥盆系)为较深水区的浅海相;分布于上述南、北两带之间的(中带泥盆系)为浅海陆棚相(图 5)。

2 西秦岭泥盆纪:周缘前陆盆地和新生海洋盆地并列

2.1 周缘前陆盆地

西秦岭北带泥盆系包括舒家坝群和大草滩群(包括红相和绿相 2 种类型),前者以临滨—陆棚一半深海背景沉积和风暴流、重力流事件沉积为特色,后者以辫状河、网状河(红相)、湖泊—水下冲积扇和深湖重力流(绿相)沉积为特征。沉积特征和充填序列都反映其形成于压性的前陆盆地背景下。该前陆盆地是由于北秦岭造山带的向南仰冲,在中

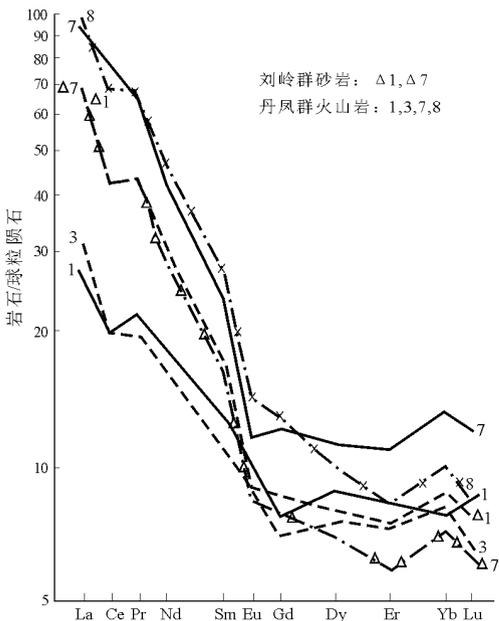


图 4 东秦岭刘岭群砂岩和丹凤群火山岩稀土元素配分曲线

Fig. 4 Distribution curve of REE of the sandstones of Liuling Group and the volcanic rocks of Danfeng Group in East Qinling

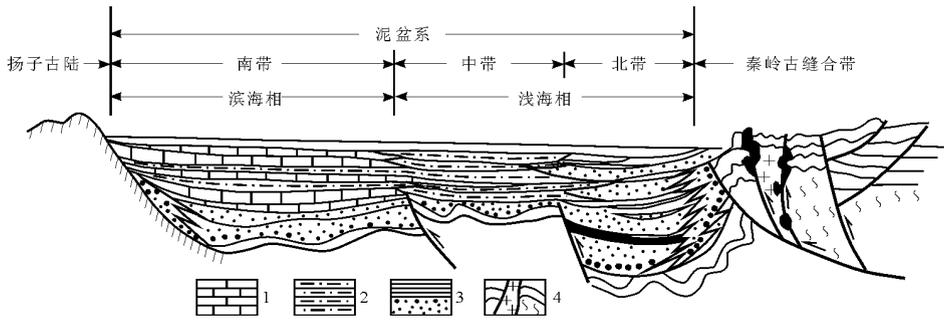


图 5 陕南东秦岭泥盆纪前陆盆地沉积模式

1. 碳酸盐岩; 2. 粉砂质、泥质岩; 3. 具类复理式的沉积; 4. 变质岩、火山岩、花岗岩、蛇绿岩

Fig. 5 A model showing sedimentation in the foreland basin during the Devonian in East Qinling

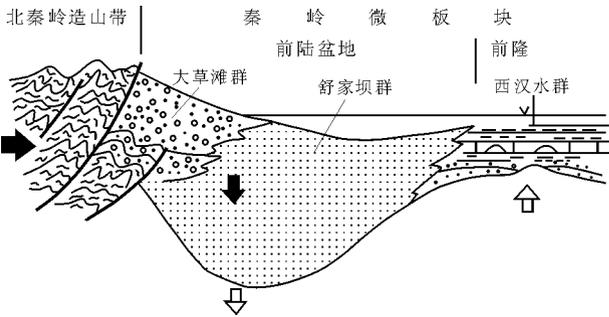


图 6 西秦岭北带泥盆纪前陆盆地的动力特征示意^[4]

Fig. 6 A schematic section showing the dynamics of the Devonian foreland basin in West Qinling

秦岭微板块北缘形成(图 6)^[4]。

2.2 新生海洋盆地及其构造演化

在长约 160 余公里的勉略构造混杂带, 分布着 200 多个基性、超基性岩块, 组成若干超基性岩体群, 如略阳三岔超基性岩体群, 具超基性岩、堆晶辉长岩、拉斑玄武岩及硅质岩组合。张国伟等^[28] 确定勉略蛇绿岩带中发育 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^[29~32]。张国伟等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国大陆印支期完成其主体拼合的主要缝合带之一^[28]。

从西秦岭勉略带构造演化, 可知西秦岭南带泥盆纪为新生海洋盆地(图 1)^[11, 13], 其后又经历了扩张、俯冲及碰撞造山阶段。

2.2.1 裂解扩张出现小洋盆阶段(D₁—C₁)

三岔子岩片中与蛇绿岩紧密共生的硅质岩中

发现早石炭世放射虫, 可知洋壳在早石炭世即已存在。小洋盆的初始裂解时间由踏坡群中保存有大量泥盆纪化石厘定, 杜远生研究认为: 武都、三河口、文县 3 地区泥盆纪古生物地理分析说明了早泥盆世海槽已明显具古生物地理的隔离作用, 中晚泥盆世这种古生物地理依然存在^[4]。

2.2.2 扩张与俯冲共存阶段(C₁—P₂)

在此阶段俯冲已发生, 因为勉略带基质中的片岩构成的 S₁ 片理的矿物年龄为早石炭世, 且在高川一带, 盆地中记录了一套泥盆纪碳酸盐缓坡演变为石炭纪镶边碳酸盐陆棚, 二叠系又为反映盆地进一步加深的静海盆地沉积, 其由黑色泥岩、硅质岩及泥灰岩组成。总之, 在石炭纪期间是扩张与俯冲并存的格局^[13]。

2.2.3 全面俯冲阶段(T₁)

武都—勉县一带, 由于与俯冲相关的片岩 Sm—Nd 年龄为 (242 ± 21) Ma、⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄为 220~230 Ma, 代表变质年龄。而且, 此时存在一个从西至东的连续的前陆盆地及出现 285 Ma 的俯冲型花岗岩, 故全面俯冲在三叠世早期便发生了^[33]。

2.2.4 主造山碰撞阶段(T₂—T₃)

主造山碰撞期缝合带内形成褶皱—逆冲推覆构造并出现前陆盆地^[11]。

3 佛坪古陆和南秦岭泥盆纪盆地

佛坪古陆位于东经 107°~109°, 北纬 33°20'~33°40', 呈近东西向展布, 南与扬子古陆相连, 北与凤镇—山阳断裂为界, 西端与白龙江古岛相连, 恰好处于秦岭造山带东西构造型式转换地带^[34](图 1)。其穹隆状构造格局引起地学界广泛关注。佛坪穹隆盖层岩系由变质程度不等的一系列变质岩石组成, 其原岩为晚震旦世—晚古生代陆源碎屑沉积和碳酸盐岩组合, 上震旦统一下古生界形成于扬

子板块北缘的被动大陆边缘环境,泥盆纪后本区内处于秦岭微板块内陆表海沉积环境。佛坪穹隆盖层岩系经历了多期次构造变形。变形特征表明,佛坪穹隆的形成、演化经历了早期的逆冲推覆滑脱、中期的强烈垂向隆升、穹隆构造的形成及晚期的挤压走滑构造改造^[35]。

以佛坪穹隆为核心,(麻粒岩相)一高角闪岩相一低角闪岩相变质相带呈同心环带状依次向外展布(图 7)。研究表明,其为加里东一海西期由于地幔上隆导致基底减压深熔而形成局部隆起,并引起上部盖层分层剪切一滑脱作用和变质作用。变质作用所发生变质峰期温度、压力分别可达 829 °C 和 0.75 GPa。在变质变形过程中基底的隆升幅度可达 7~8 km^[36]。尽管目前还未获得直接与伸展变形有关的年龄,但最近在佛坪基底杂岩变质中酸性侵入岩中分别获得 3 组锆石 U-Pb 年龄,其中 2 个下交点年龄分别为(300±17) Ma 和 (425±5) Ma,说明穹隆核部隆起的时间应在中古生代^[37]。在佛坪隆起的西部,泥盆系的古流向体系指示物源来自东部的的事实也表明此时佛坪一带已经隆起,成为可能的物源区^[29]。

从上述资料有理由认为,佛坪隆起在泥盆纪时已露出水面,成为物源区,它对其东、西两侧的沉积盆地的发育将起到明显的控制作用。

4 结论和讨论

古秦岭海洋封闭的过程是:在商一丹古缝合带

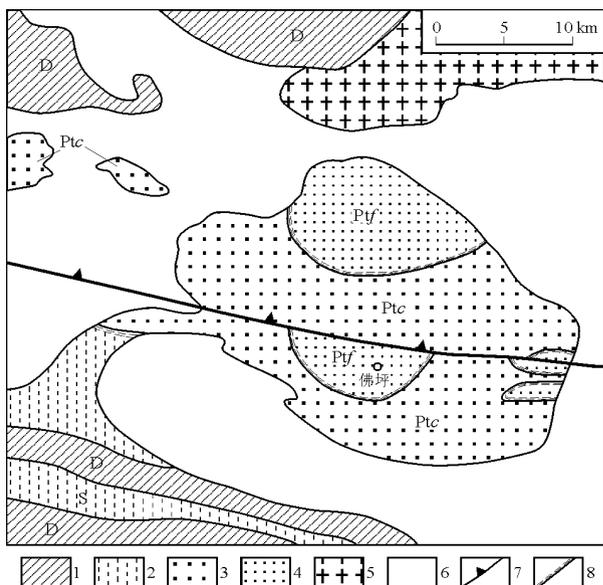


图 7 佛坪地区地质简图^[30]

1. 泥盆系(D); 2. 志留系(S); 3. 长角坝群(Ptc); 4. 佛坪群(Ptf); 5. 海西期英云闪长岩; 6. 印支期花岗岩; 7. 逆冲断层; 8. 韧性剪切带
Fig. 7 A simplified geological map in the Foping area

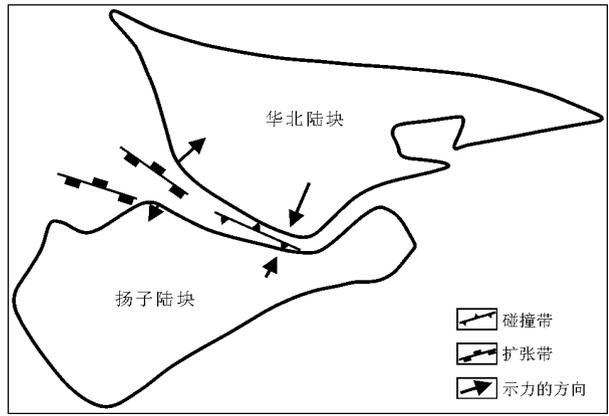


图 8 扬子陆块与华北陆块局部斜向碰撞模式^[5]

Fig. 8 A model showing the collision of the Yangtze landmass with North China landmass

之北发育一个活动大陆边缘,之南发育一个被动大陆边缘;在北侧活动大陆边缘向北俯冲消减作用结束之后,南、北 2 个古大陆边缘进一步接近而碰撞,北侧的活动大陆边缘向南仰冲到南侧的被动大陆边缘前沿。在泥盆纪时,商一丹古缝合带为一碰撞带,泥盆系堆积在这种仰冲的前陆盆地中。须指出的是,板块碰撞形成缝合带时不是各点同时碰在一起的,而是呈剪刀式闭合,未在完全碰撞之处老洋盆继续存在,谓之残余洋盆。扬子陆块、华北陆块碰撞是从东部开始的^[5](图 8)。

勉略带构造演化特征表明,西秦岭南带存在泥盆纪新生海洋盆地,佛坪古陆在泥盆纪时是秦岭造山带东西构造型式转换地带^[5]。在泥盆纪,南秦岭不是一个统一的沉积盆地,而是被古陆分隔的几个盆地。大地构造环境控制了盆地的发育,秦岭地区泥盆纪的盆地原型,大致以佛坪隆起为界,其东的东秦岭发育周缘前陆盆地;其西的西秦岭发育周缘前陆盆地(北带)和新生海洋盆地(南带),佛坪古陆以东与扬子陆块的连接部位(高川)发育一个新生的拗拉槽。这些盆地在空间上并列。

参考文献:

- 1 许志琴,卢一伦,汤耀庆. 东秦岭造山带的变形特征及构造演化[J]. 地质学报,1986,60(3):237~247
- 2 高长林,吉让寿,秦德余等. 陕南泥盆纪前陆盆地的地球化学特征[J]. 石油实验地质,1991,13(4):325~338
- 3 吉让寿,秦德余,高长林. 扬子北缘古生代盆地构造变形[J]. 石油实验地质,1995,17(2):121~130
- 4 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
- 5 曹宣铎,胡云绪. 秦岭加里东晚期一华力西早期复式前陆盆地[J]. 西北地质科学,2000,21(2):1~14
- 6 任纪舜,牛宝贵,刘志刚. 软碰撞、叠覆造山和多旋回缝合合作

- 用[J]. 地学前缘, 1999, 6(3): 85~93
- 7 和政军, 牛宝贵, 任纪舜. 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[J]. 地质科学, 2005, 40(4): 594~607
- 8 张国伟, 梅志超, 李桃红. 秦岭造山带的南部古被动大陆边缘[A]. 见: 张国伟等著. 秦岭造山带的形成及其演化[C]. 西安: 西北大学出版社, 1988. 86~98
- 9 王宗起, 王涛, 闫臻等. 秦岭晚古生代弧前增生的背弧型盆地体系[J]. 地质通报, 2002, 21(8~9): 456~464
- 10 闫臻, 王宗起, 王涛等. 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[J]. 岩石学报, 2007, 23(5): 1023~1042
- 11 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
- 12 刘光祥, 黄泽光, 高长林等. 中国东部中央造山带两侧盆地与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 2007. 1~219
- 13 梅志超, 孟庆任, 崔智林. 秦岭造山带泥盆纪的沉积体系与古地理格局演化[J]. 古地理学报, 1999, 1(1): 32~40
- 14 吉让寿, 秦德余, 高长林. 古东秦岭洋关闭和华北与扬子两地块拼合[J]. 石油实验地质, 1990, 12(4): 353~365
- 15 高长林, 秦德余, 吉让寿等. 东秦岭俯冲消减古洋壳的地球化学鉴定[J]. 石油实验地质, 1990, 12(2): 135~145
- 16 殷勇, 高长林. 丹凤群的岩石组合特征及其构造意义[J]. 石油实验地质, 1991, 13(1): 22~32
- 17 吉让寿, 高长林, 秦德余. 华北与扬子两板块的拼贴方式与扬子北缘古生代盆地应变特征[J]. 石油实验地质, 2004, 26(2): 143~153
- 18 Dickinson W R, Suczek C A. Plate tectonics and sandstone compositions[J]. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1979, 63: 2164~2182
- 19 Bhatia M R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones[J]. Jour Geology, 1983, 91(6): 611~627
- 20 Decelles Peter G, Giles Katherine A. Foreland basin systems[J]. Basin Res, 1996, 8: 105~123
- 21 Singh B P. Evidence of growth fault and forland in the Late Paleocene(57.9~54.7Ma), Western Himalayan foreland basin, India[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2003, 216: 717~724
- 22 吉让寿, 秦德余, 高长林等. 东秦岭造山带与盆地[M]. 西安: 西安地图出版社, 1997. 1~197
- 23 屈红军, 梅志超, 崔智林等. 秦岭镇安盆地泥盆纪沉积体系与古地理演化[J]. 古地理学报, 2002, 4(1): 45~52
- 24 高长林, 叶德燎, 钱一雄. 前陆盆地的类型及油气远景[J]. 石油实验地质, 2000, 22(2): 99~105
- 25 杜定汉. 陕西秦巴地区泥盆系研究[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1986
- 26 孟庆仁, 梅志超, 于在平等. 南秦岭北缘镇安盆地晚泥盆世浊积岩系及盆地发展[J]. 沉积学报, 1996, 14(增刊): 25~32
- 27 高山. 华北与扬子板块志留-泥盆纪对接的沉积地球化学证据[J]. 中国科学(B辑), 1991, 21(6): 645~751
- 28 张国伟, 董云鹏, 赖绍聪等. 秦岭一大别造山带南缘勉略构造带与勉略缝合带[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33: 1122~1135
- 29 徐强, 翟刚毅, 杨志华等. 东秦岭南带沉积盆地性质和演化[J]. 矿物岩石, 2001, 21(3): 27~33
- 30 胡健民, 孟庆任, 白武明等. 南秦岭构造带中一晚古生代伸展构造作用[J]. 地质通报, 2002, 21(8~9): 471~478
- 31 钟建华, 张国伟. 陕西秦岭泥盆纪盆地群构造沉积动力学研究[J]. 石油大学学报(自然科学版), 1997, 21(1): 1~5. 111
- 32 左国朝. 西秦岭泥盆纪构造建造带及其地壳演化[J]. 甘肃地质, 1984, (2): 99~109
- 33 李曙光, 侯振辉, 杨永成等. 南秦岭勉略构造带三岔子古岩浆弧的地球化学特征及形成时代[J]. 中国科学, 2003, 33(12): 1163~1173
- 34 朱华平, 张蓉, 郭健等. 秦岭佛坪古陆及周边热事件、盆地与成矿[J]. 有色金属矿产与勘查, 1999, 8(1): 16~20
- 35 王居里, 张国伟. 秦岭佛坪穹隆盖层岩系的地质和地球化学特征[J]. 西北大学学报(自然科学版), 1999, 29(5): 427~431
- 36 翟刚毅. 东秦岭佛坪穹隆变质作用与构造动力学分析[J]. 矿物岩石, 2000, 20(2): 86~90
- 37 王根宝. 南秦岭佛坪片麻岩系同位素年代学及其地质意义[J]. 西北地质科学, 1997, 18(2): 21~25

(编辑 叶德燎)

(上接第135页)

参考文献:

- 1 梅冥相, 马永生, 邓军等. 加里东运动构造古地理及滇黔桂盆地的形成: 兼论滇黔桂盆地深层油气勘探潜力[J]. 地学前缘, 2005, (3): 227~235
- 2 马丽芳主编. 中国地质图集[M]. 北京: 地质出版社, 2002. 185~268
- 3 高长林, 黄泽光, 叶德燎等. 中国早古生代三大古海洋及其对盆地的控制[J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 439~448
- 4 陈洪德, 侯明才, 许效松等. 加里东期华南的盆地演化与层序格架[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2006(1): 1~7
- 5 马力, 陈焕疆, 甘克文等. 中国南方大地构造和海相油气地质(上)[M]. 北京: 地质出版社, 2004. 59~68
- 6 张渝昌. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京: 南京大学出版社, 1997. 89~124
- 7 周小进, 杨帆. 中国南方新元古代—早古生代构造演化与盆地原型分析[J]. 石油实验地质, 2007, 29(5): 446~451
- 8 李昌鸿. 江汉平原加里东期古隆起对震旦系一下古生界成藏条件的控制作用[J]. 石油实验地质, 2008, 30(6): 564~567
- 9 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991
- 10 湖南省地质矿产局. 湖南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988
- 11 湖北省地质矿产局. 湖北省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990
- 12 江西省地质矿产局. 江西省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1984
- 13 广东省地质矿产局. 广东省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988
- 14 福建省地质矿产局. 福建省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1985
- 15 吉让寿, 秦德余, 高长林等. 东秦岭造山带与盆地[M]. 西安: 西安地图出版社, 1997. 45~58

(编辑 徐文明)