

文章编号: 0253-9985(2005)05-0647-08

黄海海域盆地的形成与演化

郑求根^{1,2}, 蔡立国¹, 丁文龙³, 陆永德¹, 曹清古¹

(1 中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所, 江苏无锡 214151;

2 同济大学海洋地质与地球科学学院, 上海 200092

3 中国地质大学能源系, 北京 100083)

摘要: 扬子板块俯冲在华北板块之下, 于三叠纪末完成陆-陆碰撞, 进入陆内俯冲阶段, 在造山带的侧翼形成陆内前陆盆地。此时在苏鲁造山带南侧形成的南黄海盆地即属于陆内前陆盆地 (J_1-J_2), 而苏鲁造山带北侧的北黄海盆地和胶莱盆地则缺失这套地层 (J_1-J_2), 可能处于隆起状态。从晚侏罗世到早白垩世 (J_3-K_1), 中国东部发生广泛火山喷发、岩浆侵入, 反映了中国东部构造应力场发生明显的变化。大别-苏鲁造山带南北两侧构造背景有明显的差异。北侧的火山岩特征表明其北侧为裂谷环境, 包括北黄海盆地和胶莱盆地, 表现为地堑和半地堑形式, 高角度平面正断层和犁式正断层发育。晚白垩世-早第三纪, 中国东部构造背景又发生了明显的变化, 发生大规模的断陷作用。大别-苏鲁造山带晚白垩世发育 A 型花岗岩, 表明造山作用结束, 进入造山带崩塌和后造山期, 与中国东部总体的伸展期是吻合的。南黄海盆地断陷作用强烈, 接受了厚度较大的下第三系; 北黄海盆地断陷作用较弱, 只在北部小范围内接受了厚度较小的早第三纪沉积。晚第三纪, 南黄海盆地和北黄海盆地由于热沉降由断陷变为拗陷。

关键词: 构造背景; 板块作用; 高钾火山岩; 北黄海盆地; 南黄海盆地; 中国东部

中图分类号: TE111.1

文献标识码: A

Development and evolution of basins in Yellow Sea

Zheng Qiugen^{1,2}, Cai Liguang¹, Ding Wenlong³, Lu Yongde¹, Cao Qinggu¹

(1 Institute of Petroleum Geology, Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Wuxi Jiangsu;

2 Ocean Geology & Earth Science Institute of Tongji University, Shanghai;

3 China university of geosciences Beijing)

Abstract The subduction of Yangtze plate under the North China plate ended the continental collision and changed into intracontinental subduction at the end of Triassic, resulting in the formation of intracontinental foreland basins on the flanks of Dabie-Sulu orogenic belt. In this period, the South Yellow Sea basin on the southern side of Dabie-Sulu orogenic belt was an intracontinental foreland basin (J_1-J_2), while the North Yellow Sea basin and Jiaolai basin on the northern side of Dabie-Sulu orogenic belt were probably uplifted because the Lower and Middle Jurassic sequence is absent. From Late Jurassic to Early Cretaceous, extensive volcanic eruption and magmatic intrusion occurred in the eastern China, indicating the dramatic change of tectonic stress in this region. Tectonic settings were obviously different on the northern and southern sides of Dabie-Sulu orogenic belt. The characteristics of volcanic rocks on the northern side of Dabie-Sulu orogenic belt indicate that this region, including North Yellow Sea and Jiaolai basins, was in a rifting stage, represented by the occurrence of grabens and half-grabens and the development of high angle plane normal faults and listric normal faults. In Late Cretaceous to Early Tertiary, the tectonic setting in eastern China changed obviously into large scale rift faulting. The A-type granite developed in Dabie-Sulu orogenic belt in late Cretaceous, indicating the end of oro-

genesis and entered into the avalanche period and post-orogenic period of orogenic belt which was consistent with the extension period in eastern China. Rift faulting was strong in South Yellow Sea basin, where relatively thick Eogene strata was deposited. Rift faulting was relatively weak in North Yellow Sea basin, where thin Eogene strata was deposited only in a small area in the north. The South and North Yellow Sea basins changed from rift to depression due to thermal subsidence in Neogene.

Key words tectonic setting; tectonic plate activity; high-potassium volcanic rocks; North Yellow Sea basin; South Yellow Sea basin; eastern China

黄海海域面积约 $40 \times 10^4 \text{ km}^2$, 发育有南黄海盆地和北黄海盆地。两盆地位于大别-苏鲁-临津江造山带的两侧, 属于中生代叠合型盆地^[1]。南黄海盆地北界为千里岩隆起, 南界为勿南沙隆起。地球物理和钻井资料表明, 南黄海盆地自古生界以来的沉积厚度可达 11 km 以上, 早第三纪断陷沉积厚达 6 000 m 以上, 而晚第三纪拗陷沉积厚 1 000~1 300 m, 是海域盆地中至今唯一没有油气产出的盆地。北黄海盆地是我国至今唯一尚未开展钻探的海域盆地^[2]。由于南、北黄海盆地位于华北板块与扬子板块结合带的两侧, 构造背景较为复杂, 盆内油气勘探还处于初级阶段。因此分析盆地各成盆时代的盆地属性及作用机制, 对于指导油气勘探工作显得非常重要。已有许多资料表明, 南黄海盆地和北黄海盆地的形成和演化与华北板块与扬子板块的陆内俯冲、造山带的去根化作用 (de-rooting) 以及库拉-太平洋板块向欧亚板块俯冲造成的区域构造环境变化有着密不可分的关系。

1 早中侏罗世

扬子板块与华北板块从早三叠世开始沿大别-胶南造山带发生陆-陆碰撞^[3], 到三叠纪末完成陆-陆碰撞进入陆内俯冲阶段, 在造山带的两侧形成盆地 (图 1)。根据 Allen 等定义的前陆盆地的概念 (即位于造山带前缘并沉积在刚性岩石圈上的盆地, 也就是造山带与相邻克拉通之间的盆地), 应该把这类盆地归之为陆内前陆盆地范畴^[4]。三叠纪末期, 发生大规模陆内俯冲作用, 致使苏鲁造山带和扬子板块两者过渡区域内陆内前陆盆地的形成, 为早、中侏罗世象山群陆源碎屑物提供了堆积场所。晚三叠世在本区开始发育磨拉石沉积。侏罗系下部的一套陆相碎屑岩, 称为象山群, 时代属早中侏罗世。其上部为大套的火山岩, 属晚侏罗世。东部陆区, 以暗

色为主的陆相碎屑沉积见于朝鲜半岛西岸群山湾一带的舒川、大昌里以及古群山群岛的个别岛上, 厚为 500~840 m。

下侏罗统南象山组底部为一套砾岩或含砾砂岩, 上部为灰、灰黑、灰绿、黄绿色粗粒石英砂岩、粉砂岩、砂质页岩、灰页岩夹煤层。南象山组的沉积充分体现了从河流相到河湖-沼泽相、水动力从高能到低能、由氧化环境到还原环境的演变特征。这一套沉积反映了造山带碰撞后抬升宁静期 (J_1) 的剥蚀时间。

中侏罗统北象山组的分布范围与下侏罗统的南象山组相似, 岩石类型为长石石英砂岩、长石砂岩、粉砂岩夹泥岩、砾岩及泥灰岩透镜体, 岩石颜

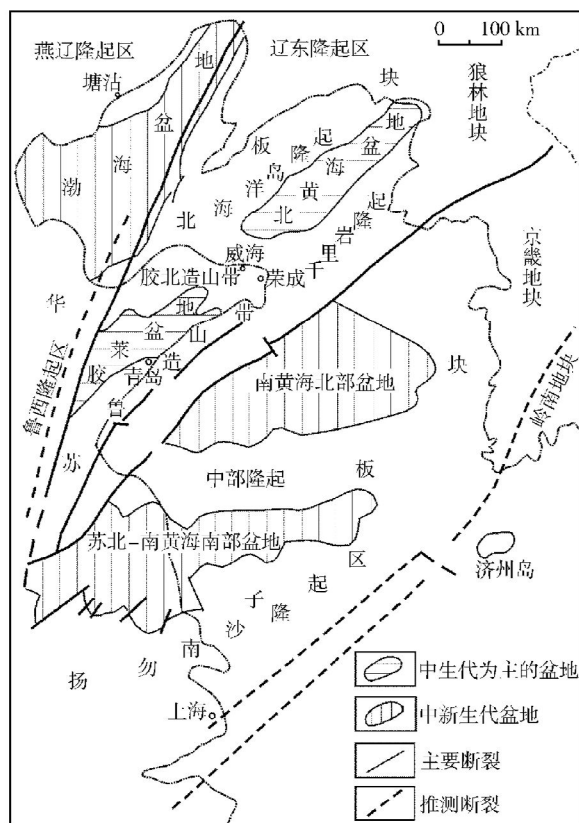


图 1 黄海海域盆地构造位置示意图

Fig. 1 Sketch map showing structural location of basins in Yellow Sea area

色为紫红、黄绿、灰白色, 显示是干旱炎热气候的河湖相沉积。象山群中下部为一套厚约 200~700m 的冲积-河流相砾岩、砂砾岩、长石石英砂岩、岩屑石英砂岩、细砂岩, 向上逐渐变为内陆湖泊相的细碎屑岩(粉砂岩、粘土岩或页岩), 厚约 600m。在南京灵古寺可见象山群平行不整合于范家塘组(上三叠统)上, 侏罗系下部砾岩发育, 仅底层灰白色厚层石英砾岩就达 30m, 其上紧接 8m 厚的厚层石英岩状砂岩, 反映典型的“磨拉石建造”。

早、中侏罗世苏鲁造山带南侧的陆内前陆盆地, 在陆上北界为嘉山-响水断裂, 西界为郯庐断裂, 南界为宿松-安庆-如皋一线(图 2)。在海域推测南黄海盆地北部应属陆内前陆盆地。

由于后期的多次构造活动, 陆内前陆盆地中沉积的早-中侏罗世地层常常遭受剥蚀而局部残留, 或隐伏于晚侏罗-早白垩世火山岩系以及晚白垩世-早第三纪陆相伸展盆地之下。苏北、无为、南陵、句容等盆地均已证实在上白垩统一老第三纪之下有晚三叠世或早-中侏罗世地层的存在。

在南黄海海区, 目前已有的钻井尚未揭露侏罗纪的地层。但在南黄海北部盆地东北凹的地震反射剖面 YN-1 和 YN-2 线北段, 在 T_8 反射层

之下存在一套较稳定的反射层, 其双程走时大约为 1.0~2.0 s。该层序受断层控制, 自南而北明显加厚, 向上为 T_8 所削截, 显示为不整合接触。经计算, 该套地层最大厚度约为 2500m, 很可能是侏罗系, 为陆内前陆盆地的沉积。在该套层序之下为一套近等厚的反射层, 双程走时为 2.0~3.5 s (最厚约 3500m), 疑为中-古生界, 两者之间为不整合接触。

苏鲁造山带北侧的北黄海盆地, 从现有掌握的资料来看, 缺失中下侏罗统。北黄海井下(朝鲜 606 井 2794~3091m 未钻穿)的侏罗系为河流-湖沼相沉积, 厚度 1000~2500m。与朝鲜安州盆地的峰燧组对比, 其时代属晚侏罗世。

2 晚侏罗-早白垩世

晚侏罗-早白垩世, 太平洋板块向北漂移(纬度可达 40°左右), 160~80Ma 期间是太平洋板块快速向北运动的时期^[5]。华北板块在晚侏罗-早白垩世明显地向北漂移^[6]。库拉-太平洋板块对欧亚大陆有强烈的俯冲挤压作用^[7], 整个中国东部的构造应力场发生了明显变化, 主压应力场由之前的近南北向变为北西-南东向。扬子板块与华北板块继续进行陆内俯冲, 秦岭-大别造山带以北的周口坳陷、合肥盆地、胶莱盆地、北黄海盆地成为兼有扭动作用的裂陷盆地。

火山岩提供了大量的深部信息, 可以作为认识岩石圈深部状态的“探针”, 可以反映盆地形成当时的深部状态和构造应力场背景。

中国东部从东北直到闽浙地区, 南北延伸逾 1000 km、东西宽度约 600 km 的范围内, 晚侏罗-早白垩世大规模的火山喷发事件表明大地构造环境已由库拉-太平洋板块俯冲作用来主导。这个带的火山岩具有类似大陆边缘火山岩的岩石学特征, 以高钾钙碱性系列及钾玄岩系列为主, 少数具钙碱性系列特征, 岩性以粗面玄武岩-玄武粗安岩-粗安岩-粗面英安岩-流纹岩为主, 钾玄岩及玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩次之, 反映了中国东部构造应力场发生了明显的变化。

山东沂沭断裂带及邻近地区、溧水、宁芜、庐纵及大别山北侧等地区火山岩 K_2O 含量高于东北、燕辽地区, 也高于东南沿海地区, 属钾玄岩系列, 同位素具高 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 低 $^{143}Nd/^{144}Nd$ 特征, 在 Sr-Nd 图解上靠近地幔的 EM1 端元而远离 EM2 端元。

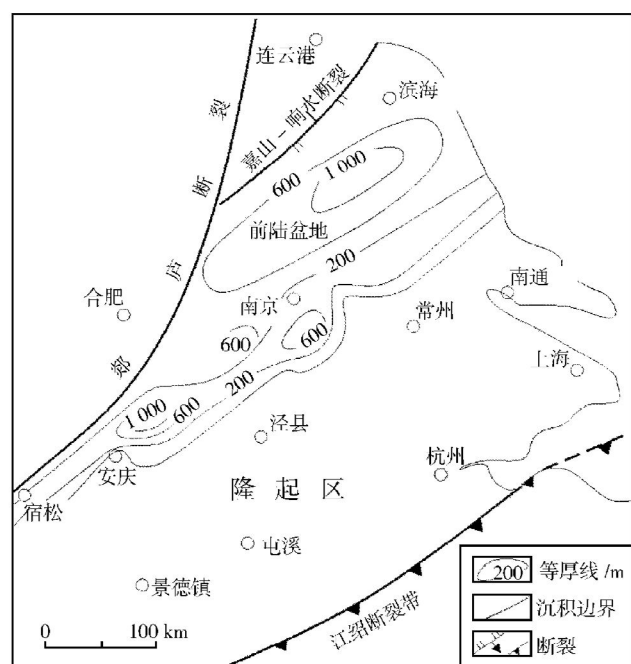


图 2 下扬子区早侏罗世地层分布图

Fig. 2 Distribution of Lower Jurassic strata in lower Yangtze region

大别-苏鲁造山带南、北两侧是中国晚中生代富钾火山岩的典型产地,南侧以下扬子断陷带庐枞、宁芜和溧水盆地的火山岩为代表,北侧包括大别山北麓金寨-霍山-舒城盆地(北淮阳火山岩带)和山东沂沭断裂带及其两侧盆地的火山岩。前人做了大量的工作^[8,9],表明大别-苏鲁造山带两侧分布的火山岩特征不一样,反映的构造环境和成因机制也不一样。信阳-合肥盆地及大别山北缘地区晚侏罗一早白垩世火山岩特征表明,该区应属于俯冲带上盘的裂谷盆地,即为仰冲上盘的裂谷盆地类型。苏鲁构造带北侧的北黄海盆地和胶莱盆地,晚侏罗一早白垩世也属于裂谷型盆地。

磨子潭-桐城断裂以北的大别山北缘和信阳-合肥盆地南缘,广泛分布着晚侏罗一早白垩世的火山岩(图 3)。这些火山岩呈近东西向带状断续沿信阳-舒城和桐城-晓天镇断裂分布,向东覆于郯庐断裂之上与庐枞火山岩盆地相邻。由于该套火山岩所处的特殊构造位置,前人已作过较多的研究,并对其形成的地质构造背景提出了不同的认识。邓晋福等^[10]认为该区火山岩属中国东部火山岩的一部分,为大陆边缘(弧)火山岩;周泰禧等^[11]通过对与中生代火山岩同源并相伴出现的花岗岩-正长岩类的研究认为,其形成于大别造山带陆-陆碰撞后的板内拉张环境^[11]。由于该火山岩带所处的特殊构造位置,对于研究信阳-合肥盆地的构造属性、大别造山带的形成演化及中国东部

中生代以来的大地构造背景具有重要意义。

晚侏罗世,区内火山岩分布较广,其中以六安毛坦厂喷发小区出露较齐全,为安山岩-粗安岩-粗面岩组合。其岩性自下而上可分为两段:下段为安山质集块角砾岩、安山质凝灰岩(爆发)内夹数层(至少 3 层)凝灰质粉砂岩(爆发间歇期沉积);上段为安山质角砾熔岩、安山质凝灰熔岩(爆发)-安山岩(喷溢)-沉角砾岩、沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩,具韵律(间歇、宁静期沉积)-粗安岩(喷溢)-粗面岩(喷溢)或粗面质角砾熔岩(爆发)。火山岩可划分为 4~8 个喷发韵律,火山活动表现为爆发与喷溢,内部存在长短不一的间歇、宁静期,厚度大于 400 m。

早白垩世,火山岩仅分布于霍山戴家河-大河厂喷发小区,为碱性玄武岩-碱性粗面质碎屑岩组合,可划分为两个不完整的喷发韵律,其火山活动早期表现为碱性玄武岩喷溢、晚期表现为较大规模的碱性粗面质熔结角砾凝灰岩的爆发,厚度大于 130 m。

将收集到的区内岩石化学成分经过计算处理后投影在改进的 TAS 图(酸度碱度图)上(图 4)。从图中可看出:早白垩世火山岩为碱性玄武岩-碱性粗面岩组合;晚侏罗世火山岩则为安山岩-粗安岩-粗面岩组合。早白垩世火山岩的演化以碱度变化不大、酸度分异较明显为特征;晚侏罗世火山岩则表现为酸度、碱度均有明显的分异。

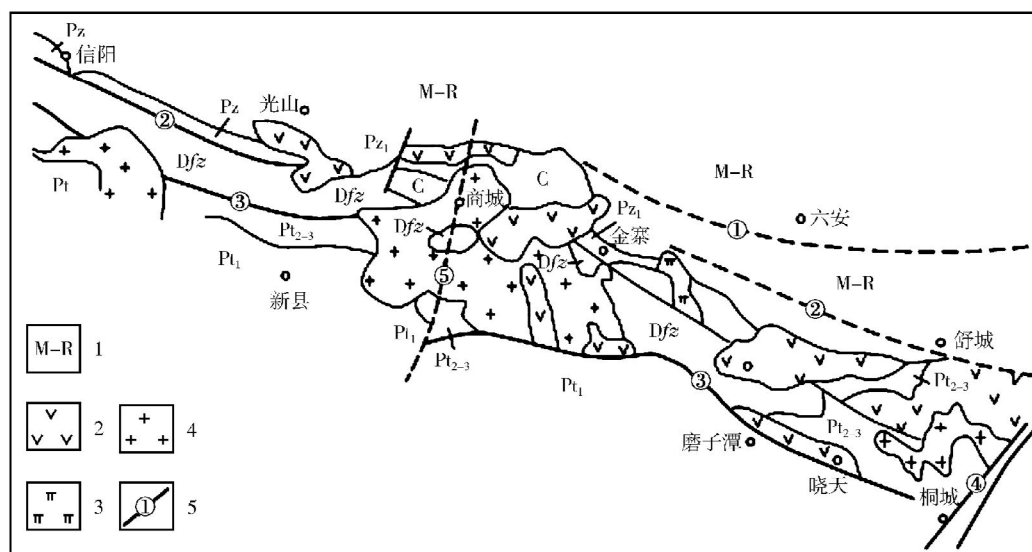


图 3 大别造山带北部中生代火山岩分布图

Fig. 3 Distribution of Mesozoic volcanic rocks in the northern Dabie orogenic belt

1 中、新生界; 2 中生代火山岩; 3 中生代偏碱性火山岩; 4 中生代花岗岩; 5 断裂及编号: 六安断裂, ④信阳-舒城断裂, ⑤桐城-磨子潭断裂; ⑥郯庐断裂, ⑦商城-麻城断裂

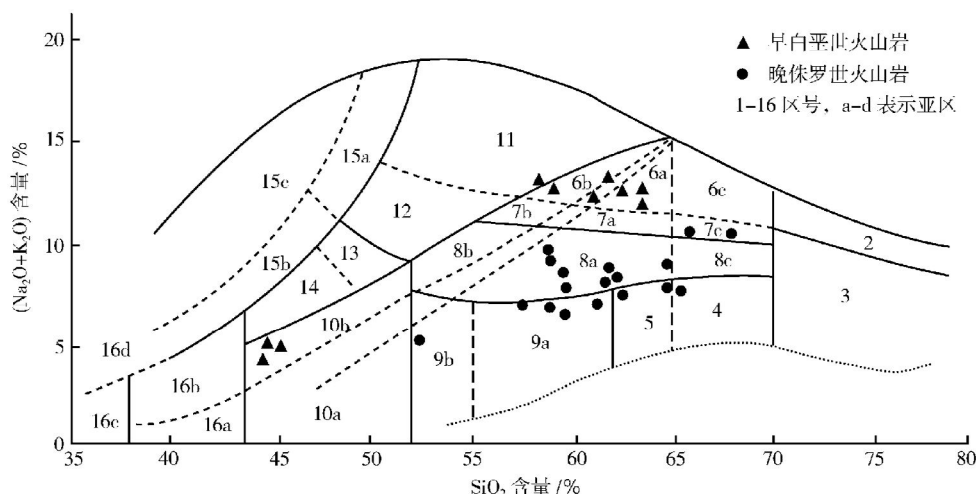


图 4 信阳-合肥盆地南缘上侏罗一下白垩统火山岩化学定量分类图解*

Fig. 4 Illustration of chemical quantitative classification of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous volcanic rocks in the southern edge of Xinyang-Hefei basin

区内火山岩均显示出高钾特征(图 5), 即晚侏罗世和早白垩世火山岩均属钾质岩石系列。根据 $SD_2 - ALK$ 图解(酸碱图解)(图 6)可知, 晚侏罗世火山岩具碱性和亚碱性系列的过渡性质, 即属钙碱性系列; 早白垩世火山岩则属于碱性系列。晚侏罗世火山岩 $\sigma = 3.29 < 4$, 早白垩世火山岩 $\sigma = 8.56 > 4$ 按照里特曼划分标准, 晚侏罗世火山岩应为钙碱性系列, 早白垩世火山岩则属于碱性系列。

区内火山岩属于北淮阳火山岩系的一部分。据北淮阳火山岩中一些深源包体的出现及碱性火山岩的大量发育, 表明其岩浆可能来源于上地幔。在 $K_2O - SD_2$ 含量与深度关系图上(图 7), 晚侏罗世火山岩来自于深度 200~260 km 的地幔, 而早白垩世火山岩的形成深度大于 300 km。晚侏

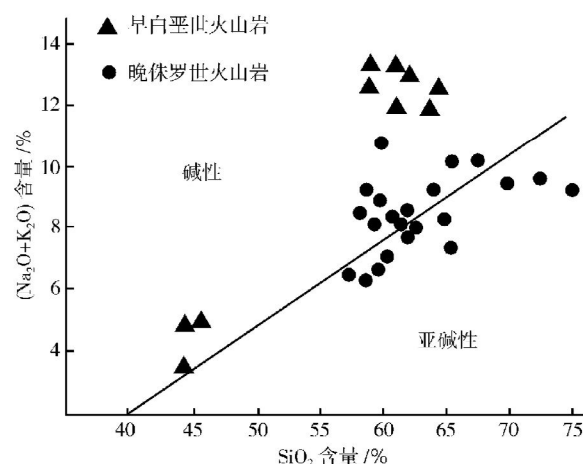


图 6 火山岩岩石系列划分图*

Fig. 6 Volcanic rock series classification

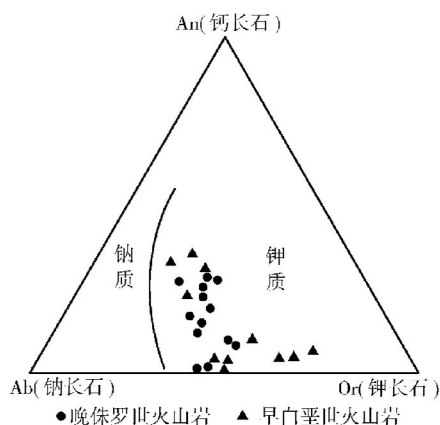


图 5 Ab-An-Or三角图解*

Fig. 5 Ab-An-Or triangular diagram

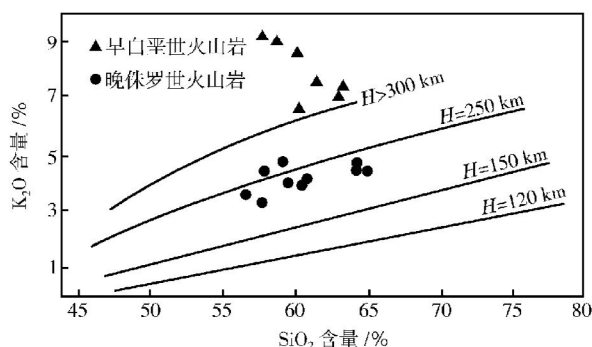


图 7 火山岩 K_2O 含量与深度关系图*

Fig. 7 K_2O content vs depth of volcanic rocks

罗世粗安岩-粗面岩组合和早白垩世碱性系列火山岩的发育, 一致指示研究区的火山岩应属于大陆裂谷环境。

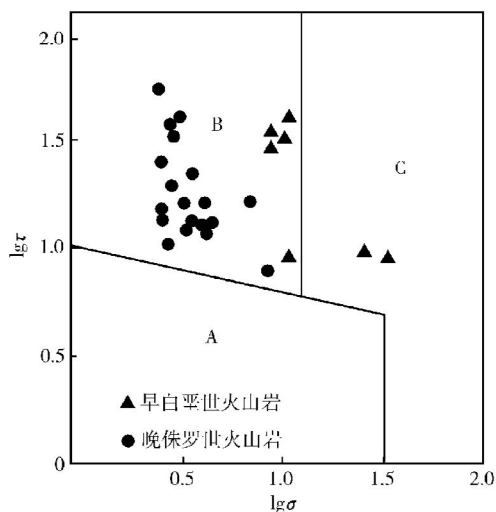
* 袁政文, 何明喜. 东秦岭-大别山北缘盆地含油气远景评价. 2004

在火山岩的 $\lg\sigma - \lg\tau$ 构造环境判别图上 (图 8), 研究区火山岩均落入 B 区, 指示为造山带和岛弧火山岩。

综上所述, 结合区域构造分析, 信阳-合肥盆地及大别山北缘地区晚侏罗-一早白垩世火山岩应属位于陆内俯冲带上盘的裂谷盆地类型。

作为秦岭-大别造山带东延部分的苏鲁造山带, 其北侧火山岩与大别造山带有相似的特征。

邱检生等^[12]也认为, 大别-苏鲁造山带南、北两侧广泛发育晚中生代富钾火山岩, 主要岩石组合为粗面玄武岩-玄武粗安岩-粗安岩-安粗岩-粗面岩。这套岩石总体具有富碱、富钾、富轻稀土和大离子亲石元素 (如 Rb, Th 等)、贫高场强元素 (如 Nb, Ti 等)、 i 值 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) 偏高, $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值 $\{\epsilon_{\text{Nd}}(t) = [(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{样品}} / (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{原始地幔}} - 1] \times 10^4\}$ 偏低等特点, 但南、北两侧富钾火山岩的地球化学特征存在较显著的差异, 主要表现在造山带北侧富钾火山岩稀土总量更高, 轻、重稀土分异更明显, 且 i 值更高, $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值和 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值显著偏低。元素同位素综合示踪显示, 区内富钾火山岩均起源于富集地幔元素的部分熔融, 但南、北两侧源区地幔的富集机制存在差异。南侧富集地幔的形成主要与俯冲洋壳析出流体的交代作用有关; 而北侧富集地幔的形成除受到俯冲洋壳析出流体的交代作用外, 在更大程度上主要起因于俯冲的扬子陆壳析出流体的交代作用, 即其源区遭受了多次富集事件的影响。后者是导致



A. 非造山区; B. 造山区; C. 由 A 和 B 派生的碱性岩区

图 8 晚侏罗-一早白垩世火山岩构造环境判别图

Fig. 8 Structural setting diagnosis of the Late Jurassic-Early Cretaceous volcanic rocks

南、北两侧富钾火山岩地球化学特征差异的主要原因^[11, 12]。南侧火山岩还是主要与库拉-太平洋的低角度俯冲有关。这种低角度逆冲, 影响了中国东部东西宽近 600 km, 南北长逾 1 000 km 的范围。

晚侏罗-一早白垩世, 华北板块与扬子板块在大别-苏鲁造山带可能仍为陆内俯冲, 只是强度有所减弱。这种陆内俯冲的存在, 可能也是大别-苏鲁构造带的火山岩特征与中国东部火山岩特征存在明显区别以及大别-苏鲁造山带南、北两侧火岩特征不同的原因。

3 晚白垩世-早第三纪

至晚白垩世, 库拉-太平洋板块对欧亚板块的俯冲引起软流圈的扰动, 造成地幔柱的形成, 对中国东部的广大区域 (太行山以东) 产生较强的影响, 产生了晚白垩世至始-渐新世与张性断裂相联系的盆地, 如渤海湾盆地、苏北-南黄海盆地。在北方, 大陆地幔柱的资料较多。早第三纪时期, 地幔热柱由 4 个亚热柱构成, 它们在地表的出露相当于 4 个火山岩分布区, 即日本海、渤海-华北平原、双辽-下辽河平原与牡丹江火山岩区^[13, 14]。大别-苏鲁造山带的去根化作用发生的时间主要在晚白垩世, 与中国东部构造变格的时期吻合。

3.1 A 型花岗岩

A 型花岗岩因其产出的构造环境特殊 (非造山或造山期后) 而成为地质研究的热点之一。在碰撞造山带中, A 型花岗岩的出现一般标志着造山运动的结束。大多数学者认为, 印支期是扬子板块与华北板块碰撞形成秦岭-大别造山带的时期。印支期后秦岭-大别造山带进入碰撞后陆内俯冲造山阶段。近期的研究发现, 东秦岭-大别造山带燕山晚期存在 A 型花岗岩, 并且这些岩石的出现可能标志着东秦岭-大别造山带在晚白垩世进入了伸展塌陷阶段。据卢欣祥等^[15]研究, 在东秦岭-大别山地区中生代晚期的 A 型花岗岩类, 同位素年龄测试其形成年龄多在 80~90 Ma 属晚白垩世产物。

东秦岭-大别山地区的 A 型花岗岩呈小岩株或岩脉产出, 岩体与围岩呈明显的侵入接触关系, 接触面常切割或插入变质岩中; 岩石主要矿物组成为钾长石、石英、斜长石和少量黑云母, 不含碱

性暗色矿物; 岩体的岩石类型主要为石英正长岩、碱长花岗岩、钾长花岗岩。苏鲁造山带也存在 A 型花岗岩。

A 型花岗岩的构造环境可分为两种: 非造山和造山期后环境。东秦岭-大别山地区的 A 型花岗岩在 Y-Nb-Ce 和 Nb-Y-3Ga 图解中落入 A₂ 区 (造山后 A 型花岗岩区) (图 9)。因此, 研究区 A 型花岗岩形成于造山期后环境。

A 型花岗岩的出现往往标志着造山运动的结束。因此认为, 东秦岭-大别造山带晚白垩世 A 型花岗岩的出现标志着造山带此时已进入伸展塌陷阶段, 同时也预示着秦岭-大别山及其北缘自晚三叠世以来的印支期碰撞和侏罗纪一早白垩世的陆内俯冲造山与成盆作用的结束。100Ma 左右强烈的陆内冲断作用结束后, 东秦岭-大别山北缘及邻区的构造演化也由秦岭-大别造山作用的影响完全转变成为受中国东部晚白垩世以来今太平洋动力体系的控制。

3.2 构造特征

晚侏罗一早白垩世 (古太平洋动力演化晚期), 中国东部大部分地区总体上处于以挤压-扭动为主的动力状态, 郯庐断裂在这一时期内的左旋扭动也最为剧烈。晚白垩世 (约 100Ma) 以来的今太平洋动力演化阶段, 中国东部转入以拉张为主的背景之下。中国东部晚白垩世玄武质或双峰式火山岩喷发和碱性花岗岩浆侵入, 正是动力体制由挤压转换为拉张的标志。这一时期最引入注目的重要事件是中国东部大陆地壳和岩石圈的大规模减薄和断陷的大量形成。

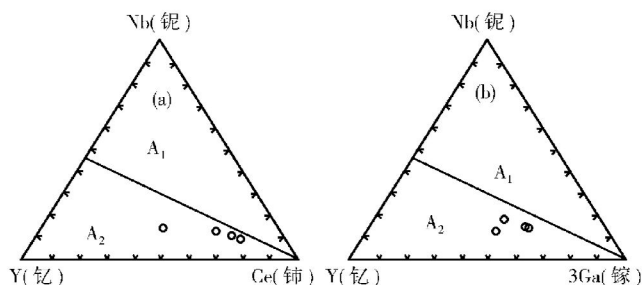


图 9 A 型花岗岩的构造环境判别图解*

A₁—非造山的 A 型花岗岩; A₂—造山期后的 A 型花岗岩

Fig. 9 Structural setting diagnosis of A-type granite

A₁—Non-orogenic A-type granite

A₂—Post-orogenic A-type granite

与中国东部其他地区一样, 下扬子地区自晚白垩世起发育南黄海盆地, 其构造背景也转为区域拉张环境。下扬子地区在以拉张为主的构造背景下, 沿先存 NNE, NW 等方向的断裂发生大规模拉张断陷作用, 形成一系列单断或半地堑式的箕状盆地或地堑型盆地。晚白垩世时期形成的盆地, 其风格与前期的盆地有明显的差别, 它是叠置在不同基底或构造单元之上的, 盆地的几何形态严格受断层控制。箕状盆地的一侧严格受断裂控制, 断裂带附近常常发育快速差异升降地貌, 地势分异明显, 盆地内的充填样式反映近物源、分选差、快速堆积的特征; 箕状盆地的另一侧往往不整合或超覆于不同时代的地层之上。上白垩统浦口组 (K_{2p}) 和赤山组 (K_{2c}) 在本区普遍是“毯状”不整合沉积在下伏各时代老地层之上。从地表露头及钻孔揭露看, K_{2p} 虽广泛分布, 但厚度却有明显差异 (几十米至 2 000 多米)。

地质和地球物理资料证明, 江苏下扬子早第三纪断陷主要是半地堑式, 控制整个断陷的主要断裂位置与布格重力异常梯度密集带相符。其主要断裂的走向为北东-北东东向, 在海域局部转变成东西-北西向。

苏北-南黄海盆地早第三纪断陷作用强烈, 接受了厚度较大的下第三纪地层的沉积。北黄海盆地早第三纪断陷作用较弱, 下第三纪地层较薄。

4 晚第三纪—第四纪

渐新世, 主要是晚第三纪以来, 板块构造出现了新的调整。这时印度板块和青藏板块的挤压碰撞与太平洋板块对中国板块的潜没作用相呼应, 中国大陆东部不再像一个单一的整体在活动, 发生南北分异。华南红色岩系盆地受到两侧挤压而收缩变形, 结束了盆地沉积; 华北则处于大面积坳陷调整。晚第三纪以来, 断层的控制作用减少或不起控制作用, 沉积以充填超覆的形式进行, 形成规模较大的统一的大型坳陷盆地。黄海盆地与渤海湾盆地和南华北盆地等一样, 由断陷变为坳陷。这种断陷和坳陷转化机制的模式, 是岩石圈的隆起、拉张和变薄及负荷压力的改变, 通过相的转换使深部有地幔垫的形成, 断裂向下延伸使地幔物质得以沿一些断裂上升, 最后在广大地区形成与

* 袁政文, 何明喜. 东秦岭-大别山北缘盆地含油气远景评价. 2004

地幔垫起伏成倒影关系的坳陷, 导制补偿性沉降的出现。

参 考 文 献

- 冯志强, 姚永坚, 曾祥辉, 等. 对黄海中、古生界地质构造及油气远景的新认识 [J]. 中国海上油气 (地质), 2002, 16(6): 367~373
Feng Zhiqiang, Yao Yongjian, Zeng Xianghui et al. New understanding of mesozoic-paleozoic tectonics and hydrocarbon potential in Yellow Sea [J]. China Offshore Oil and Gas (Geology), 2002, 16(6): 367~373
- 杨艳秋, 戴春山, 刘万洙. 北黄海盆地基底结构特征 [J]. 海洋地质动态, 2003, 19(5): 25~26
Yang Yanqiu, Dai Chunshan, Liu Wanzhu. Basement structure of the North Yellow Sea basin [J]. Marine Geology Letters, 2003, 19(5): 25~26
- 蔡乾忠. 横贯黄海的中朝造山带与北、南黄海成盆成烃关系 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 185~192
Cai Qianzhong. Relationship between Sino-Korean orogenic belt traversing Yellow Sea and basin evolution and hydrocarbon generation in North and South Yellow Sea basins [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(2): 185~192
- 刘和甫. 盆地-山岭耦合体系与地球动力学机制 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(6): 389~403
Liu Hefu. Geodynamics scenario of coupled basin and mountain system [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(6): 389~403
- 洪汉净, 马宗晋, 程国梁, 等. 我国大陆古板块运动演化的特征 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 23~28
Hong Hanjing, Ma Zhongjin, Cheng Guoliang et al. Characteristics of fossil continental plate evolution and movement in China [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1): 23~28
- 方大钧, 郭亚滨, 谈晓冬, 等. 华北板块古地磁研究 [A]. 见: 中国地质学会构造专业委员会, 编. 第三届全国构造地质会议论文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1990. 182~192
Fang Dajun, Guo Yabin, Tan Xiaodong et al. Study on the paleomagnetism of North China [A]. In: Commission on Tectonics Geological Society of China ed. Selected works of the 3rd tectonic geological conference of China [C]. Beijing: Science Press, 1990. 182~192
- 郑求根, 周祖翼, 蔡立国, 等. 东海陆架盆地中新世构造背景及演化 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 197~201
Zheng Qiugen, Zhou Zuyi, Cai Liguo et al. Meso-Cenozoic tectonic setting and evolution of East China Sea shelf basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(2): 197~201
- 孙晓猛, 张梅生, 龙胜祥, 等. 秦岭-大别山造山带北部逆冲推覆构造与合肥盆地、周口坳陷控盆断裂 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2): 191~198
Sun Xiaomeng, Zhang Meisheng, Long Shengxiang et al. Overthrust tectonic in northern Qinling-Dabie orogenic belt and basin controlling faults in Zhoukou depression and Hefei basin [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(2): 191~198
- 曹高社, 李学田, 刘德良, 等. 合肥盆地与北淮阳构造带印支期的推覆构造及其油气意义 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(2): 116~122
Cao Gaoshe, Li Xuetian, Liu Deliang et al. Indosinian nappe structure and its hydrocarbon significance in Hefei basin and North Huaiyang tectonic zone [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(2): 116~122
- 邓晋福, 赵海玲, 莫宣学, 等. 中国大陆根-柱构造——大陆动力学的钥匙 [M]. 北京: 地质出版社, 1996. 31~33
Deng Jinfu, Zhao Hailing, Mu Xuanxue et al. Continental roots-plume tectonics of China—key to the continental dynamics [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996. 31~33
- 周泰禧, 陈江监, 张巽, 等. 北淮阳花岗岩-正长岩带地球化学特征及其大地构造意义 [J]. 地质论评, 1995, 11(2): 144~151
Zhou Taixi, Chen Jiangjian, Zhang Xun et al. Geochemistry of the North Huaiyang granite-syenite zone and its tectonic implication [J]. Geological Review, 1995, 11(2): 144~151
- 邱检生, 蒋少涌, 张晓琳, 等. 大别-苏鲁造山带南北两侧晚中生代富钾火山岩的成因: 微量元素及 Sr-Nd-Pb 同位素制约 [J]. 地球学报, 2004, 25(2): 255~262
Qiu Jiansheng, Jiang Shaoyong, Zhang Xiaolin et al. Petrogenesis of K-rich volcanic rocks on the northern and southern sides of the Dabie-Sulu orogenic belt: eastern China constraints from trace elements and Sr-Nd-Pb isotopes [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2004, 25(2): 255~262
- 邱检生, 王德滋, 刘洪, 等. 大别造山带北缘后碰撞富钾火山岩: 地球化学与岩石成因 [J]. 岩石学报, 2002, 18(3): 319~330
Qiu JS, Wang DZ, Liu H, et al. Post-collisional K-rich volcanic rocks in the north margin of Dabie orogenic belt: geochemistry and petrogenesis [J]. Acta Petrologica Sinica, 2002, 18(3): 319~330
- 邓晋福, 赵海玲, 吴宗絮, 等. 中国北方大陆下的地幔柱与岩石圈运动 [J]. 现代地质, 1992, 6(3): 267~274
Deng Jinfu, Zhao Hailing, Wu Zongxu et al. A mantle plume beneath the north part of China continent and lithosphere motion [J]. Geoscience, 1992, 6(3): 267~274
- 卢欣祥, 肖庆辉. 东秦岭吐雾山 A 型花岗岩的时代及其构造意义 [J]. 科学通报, 1999, 44(9): 975~978
Lu Xinxiang, Xiao Qinghui. Age and tectonic significance of A-type granite in the Tawushan Mountain of East Qinling [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(9): 975~978

(编辑 李 军)