

秦岭—大别造山带两侧 中生代构造变格与成盆作用

吉让寿, 高长林

(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)

摘要: 印支期以来, 中国大陆在三面受挤的缩合构造环境下, 经历了 4 期构造变格作用(T_3-J_2 , J_3-K_1 , K_2-E , $E_3/N-Q$), 秦岭—大别两侧发育了相应的陆相盆地原型, 并形成了复杂的原型并列叠加关系。在第一构造变格期, 以发育压性陆内前陆盆地原型为主; 在第二构造变格期, 以发育压性陆内前陆盆地和走滑盆地原型为主; 在第三构造变格期, 以发育伸展断陷盆地原型为主; 在第四构造变格期, 以发育拗陷盆地原型为主。

关键词: 构造变格; 盆地原型; 秦岭—大别造山带

中图分类号: TE121. 1

文献标识码: A

印支期以来, 在东西 2 条锋线和来自北方的蒙古—鄂霍茨克洋消减(一直持续到白垩纪)作用的三面受挤的构造环境下^[1], 与陆缘构造动力学转化、陆内构造响应对应, 中国大陆经历了 4 期构造变格作用(T_3-J_2 , J_3-K_1 , K_2-E , $E_3/N-Q$), 并发育了相应的陆相原型盆地。

1 第一构造变格期与成盆作用

源自北方的蒙古—鄂霍茨克洋持续消减一直进行到白垩纪, 西南部多扩张带的古特提斯域从中三叠世起由西南向东北逐步拼合造山, 早三叠世后西太平洋持续俯冲, 在上述联合作用下, 先成的秦岭—大别造山带进一步压缩, 扬子地块向造山带作 A 式俯冲^[2-4], 秦岭—大别两侧发育陆内前陆盆地。

秦岭—大别北侧以合肥—信阳陆内前陆盆地为典型代表^[5]。合肥陆内前陆盆地具有如下一些特征:

1) 下中侏罗统是前陆拗陷型沉积。从多条地震剖面中均可看到, 下侏罗统角度不整合于遭受印支期冲断改造的古生界—上元古界甚至更老地层之上, 并表现为明显的由南向北的上超及逐渐尖灭。下侏罗统及中侏罗统沉积厚度均表现为南部、东部厚而北部、西部薄(图 1), 说明合肥盆地早、中侏罗世在南部、东部拗陷早、沉降深、沉积厚, 而北部、西部拗陷晚、沉降浅、沉积薄, 具有前陆深拗和斜坡的

结构特征。

2) 中下侏罗统砂砾岩成分成熟度较高及砂岩骨架颗粒成分分析表明, 合肥盆地侏罗系属于前陆拗陷性质。对肥西防虎山地区出露的侏罗系进行的砂岩骨架颗粒成分分析表明, 其物源主要来自南侧的再旋回造山带——大别山及北淮阳褶皱带, 属前陆盆地沉积特征。

3) 从盆地结构分析, 以肥中—六安(防虎山)为界, 合肥盆地可分作具有不同侏罗纪前渊的 2 个前陆盆地。南面一个可暂称为舒城拗陷(前渊), 侏罗系不整合在太古代片岩($Ar-Pt$)上; 北面一个可称作定远拗陷(前渊), 它的前隆就是合深 4 井以北的舜耕上。也就是说, 合肥盆地具有多个小前渊, 是一个典型的陆内磨拉石前陆盆地。

秦岭—大别南侧, 在第一构造变格期, 沿城口—襄樊—广济断裂, 发育了扬子北缘的陆内前陆盆地(图 2)。

晚三叠世时, 导源于古特提斯洋—秦巴坳拉槽关闭和扬子克拉通陆内俯冲作用, 秦巴、龙门山逆冲并分别向扬子克拉通推掩, 在逆冲系前缘由于地壳挠曲下沉发育一系列迁移前陆盆地^[6], 其沉降中心随时间变化而迁移(图 3)。

晚三叠世—早侏罗世, 秦巴前陆盆地沉降带位于汉中—镇巴—岚皋—安康—京山—一线南侧。米仓山—大巴山见晚三叠世河湖相含煤岩系平行不整合

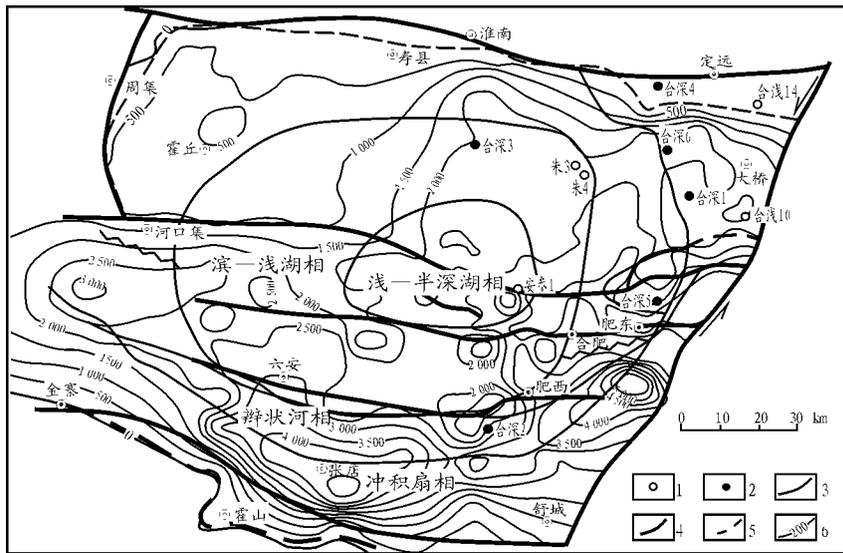


图 1 合肥盆地中侏罗统沉积相图

1. 浅井; 2. 深井; 3. 相带分界线; 4. 断裂; 5. 剥蚀尖灭线; 6. 中侏罗统残余厚度等值线/m

Fig. 1 Sedimentary facies of the Middle Jurassic in the Hefei Basin

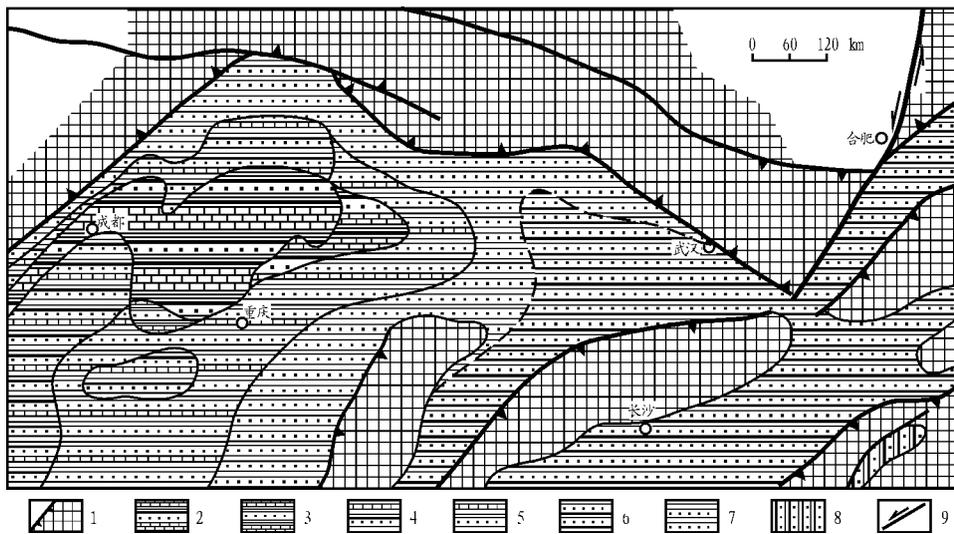


图 2 秦岭一大别南侧地区晚三叠世(瑞替克期)一早侏罗世(里阿斯期)盆地—沉积组合

1. 造山带、裂谷造山带、陆内造山带及前缘冲断带; 前陆盆地; 2. 泥岩、灰岩、T-P 含煤碎屑岩; 3. 泥岩、灰岩, 下部夹砂泥岩; 4. 含煤碎屑岩, 上部夹灰岩; 5. 砂泥岩, 上部夹灰岩; 6. 含煤碎屑岩; 7. 砂砾岩、砂岩、泥岩; 拉张断陷; 8. 含煤碎屑岩; 9. 平移断裂

Fig. 2 Basin and sediment from the Late Triassic to Early Jurassic to the south of Qinling-Dabie orogenic belt

于下伏地层之上, 底部常见砾岩或含砾砂岩, 在镇巴响洞子厚 287 m。恩施—巴东、南漳、京山为一套河流—三角洲和滨湖相砂岩、粉砂岩夹炭质页岩、泥页岩、砂砾岩和煤层, 底部常见不稳定砾岩与下伏地层平行不整合接触, 在北部小漳河厚 419 m, 向南至秭归沙市镇厚 138.6 m, 具北厚南薄特征。据现有资料, 晚三叠世于两地形成的河流—湖泊相盆地彼此相通, 向东可以延伸至南京。晚三叠世前陆盆地沉积中心位于米仓山—大巴山前, 厚度超过 600 m。

早侏罗世沉积中心仍位于前一位置, 厚度超过

500 m。沉积相带呈环形展布, 靠近山前为冲积扇相砾岩夹砂岩透镜体, 逐渐过渡为河湖相含煤页岩、泥岩夹砂岩或砾岩层, 与下伏须家河组为平行不整合或角度不整合接触。该湖盆向东直接与湖北秭归、当阳、荆门一带湖盆相连通, 该区沉积环境以河沼—滨湖相为主。

中侏罗世前陆盆地沉降带向南迁移至大巴断裂以南, 沉降中心位于大巴山前, 沉积中心迁至南充—达县一带。沉积中心最大厚度可超过 2 300 m。米仓山—大巴山前为河流相砂泥岩韵律沉积, 常见大

和龙门山持续冲断,川西和川东北形成了陆内前陆盆地并列的局面,龙门山与盆地间形成了较大的地形反差。在龙门山前沉积了多套数百 m 厚的近源冲积扇砾岩及河流相砂砾岩,盆地沉降中心相对于前期盆地迁移至川西,形成多套磨拉石堆积。由于龙门山持续冲断,前陆盆地岩石圈进一步挠曲,接受了下白垩统剑门关组的砾岩沉积,其分布呈北东向。与此同时,四川盆地北部的南秦岭强烈上升,大量花岗岩侵入,同时向南逆冲,形成大巴山前缘的陆内前陆盆地^[7],并一直延续到早白垩世。主要为是一套红色砂、泥岩沉积,最大沉积厚度达 3 200 m,最大沉积速率达 0.64 mm/a。

夹持于武陵山与雪峰山之间的麻沅盆地,在第二构造变格期,具有走滑挠曲盆地原型的特征。在早白垩世,麻沅盆地为一较大型走滑挠曲盆地。盆地此期总体上以湖泊相沉积为主,而靠近雪峰山麓一侧,由于断层强烈走滑活动,形成了一些较大的洪积扇和河湖三角洲沉积。沉降中心由盆地两端向中部迁移,辰溪与麻阳之间最大沉积厚度达 6 000 m,并且盆内形成凹凸相间的呈右行雁行排列的构造格局^[8]。

在苏浙皖地区,还发育了晚侏罗—早白垩世陆内前陆盆地(如宣广盆地)和走滑盆地(如南陵盆地)以及拉张伸展断陷盆地(如金衢火山岩盆地、建德火山岩盆地、潮州火山岩盆地等)。这些火山岩盆地属于中国东部地区晚侏罗—早白垩世岩浆作用的一部分。

在秦岭—大别北侧地区,除受上述三向挤压联合作用外,大别北侧成盆作用在 J₃—K₁(第二构造变格期)期间还受大别造山带热窟窿(150~85 Ma 期间)的强烈隆升^[9~11]和 NNE 向郟庐断裂、麻城—商城—夏邑断裂及 NW(W) 向的商丹断裂、城口—襄樊—广济断裂活动的联合控制(图 5),主要形成一系列走滑盆地,叠加在第一变格期形成的陆内前陆盆地和陆内拗陷盆地之上。

晚侏罗—早白垩世期间,郟庐断裂带与麻城—商城—夏邑断裂带间的合肥盆地,由于受区域 NNE—SSW 向挤压(等同于 NWW—SEE 向拉张)构造应力场作用和大别造山带核部大规模中酸性岩浆活动影响形成热穹,山带强烈上升,使北淮阳继印支挤压后下地壳向南进一步缩合而基底产生滑脱,上层产生向北逆冲,且由于郟庐断裂带的右行活动及 NWW 向延伸的商丹断裂左行活动的联合控制起主导作用,合肥盆地在晚侏罗—早白垩世期间以走滑盆地属性叠加在前期陆内前陆盆地之上。西延的信阳盆地与合肥盆地相似,下白垩统主要是一套中酸性火山岩夹少量湖相火山—碎屑岩。火山岩近

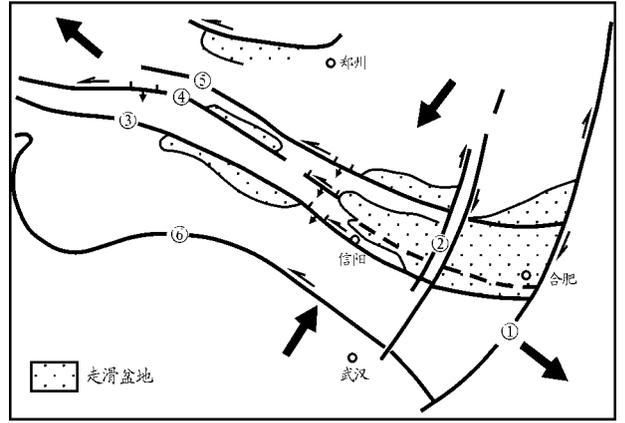


图 5 南秦岭—大别北侧晚侏罗世—早白垩世盆地原型分布示意

- 1. 郟庐断裂; 2. 麻城—商城—夏邑断裂; 3. 商丹断裂; 4. 洛南—栾川断裂; 5. 鲁山—阜阳—淮南断裂; 6. 城口—襄樊—广济断裂

Fig. 5 Basin prototype distribution from the Late Jurassic to Early Cretaceous to the north of Qinling-Dabie orogenic belt

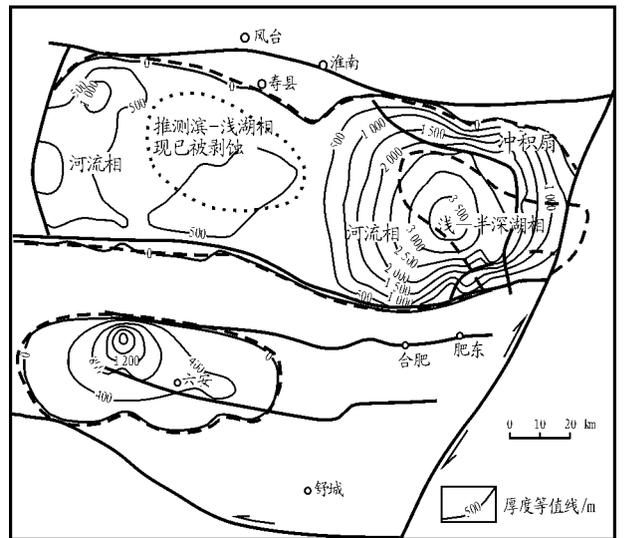


图 6 合肥盆地下白垩统沉积相

Fig. 6 Sedimentary facies of the Lower Cretaceous of Hefei Basin

NNE 向排列,显然又与 NNE 向麻—商—夏断裂右行走滑运动有相当关系,但同时受东延的商丹断裂左行活动影响(图 6)。

平舆—蚌埠隆起以北的地区,远离大别造山带。晚侏罗—早白垩世盆地范围小,包括泗县、谭庄—沈丘和南召市坪盆地和北部的义马盆地,呈狭长的条状分布在断裂一侧。谭庄—沈丘盆地为一南深北浅的箕形,沉降和沉积中心都偏于南侧,在平面上,深凹呈斜列状。南缘主断裂边缘缺乏典型磨拉石建造,与前陆盆地不同。我们前面已经叙述,麻—商—夏断裂右行平移,带动 NWW 向断裂同时发生左行

平移活动,这在地震剖面上可由 NWW 向断裂呈花状反转证明,该盆地的形成、发展受 NNE 向和 NWW 向平移断裂活动联合控制(图 5),应属走滑(张扭性)盆地范畴。

3 第三构造变格期与成盆作用

晚白垩世—早第三纪期间,由于雅鲁藏布洋封闭、印度板块碰撞以及太平洋从扩张转为 NW 向俯冲,秦岭—大别两侧地区分别发育了不同的盆地原型,叠加在前期盆地之上。

秦岭—大别南侧地区(图 7),西部保持前期盆地—构造格局,但陆内前陆盆地沉降范围更向龙门山—玉龙山—侧迁移,致使晚白垩世—老第三纪沉积主要局限于盆地西南部^[7],并从此结束了川西磨拉石前陆盆地的发育史。

湘浙赣诸省第三构造变格期沿先成 NNE 或 NE 向断裂走滑运动,沿扭裂面形成晚白垩世—老第三纪新的走滑断陷盆地的叠加,并形成追踪 NNE—NEE 断裂的串珠状盆地组合(图 7)。

江汉盆地在早白垩世晚期—古新世早期(渔洋组—沙市组下段)为断陷期。由早白垩世晚期(石门—五龙期)的局部断陷(主要在宜昌、安陆等地),发展为晚白垩世—古新世早期的整体断陷,从而奠定了盆地轮廓。该期受区域引张作用影响,基底构造层先期(侏罗纪末期)形成的 NW, NNW 向逆冲断层(如潜江凹陷西侧陈沱口断层)

和 NNE 向压扭性断层(如通海口断层)转化为正断层,由于它们的强烈活动(晚白垩世中、晚期块断活动达到最强),成为控盆主干断层,并在安陆、通海口等地有不同程度的玄武岩喷发。白垩纪断陷期,潜江凹陷区主要呈 NNW 狭长走向,受 NNW 向断裂控制明显,盆地在 K₂—E 期间,为伸展断陷盆地。

秦岭—大别北侧地区,晚白垩世—老第三纪盆地多呈 NWW 向展布,它们的形成除了与中国大陆内东西 2 条“锋线”在此阶段的活动特征相关外,还与大别造山带发育的 A 型花岗岩所指示的造山带在晚白垩世伸展塌陷^[12]和造山带根带榴辉岩拆沉^[13]作用有关。

在秦岭和大别造山带北侧,晚白垩世—老第三纪发育的主要盆地有渭河、三门峡、济(阳)洛(阳)、临汝、周口、合肥盆地等。

合肥盆地在晚白垩世—老第三纪期间为一伸展断陷盆地^[14,15],但对其形成机制却有不同认识。鲁国明、朱光等认为该盆地主要受控于郟庐断裂此期间的伸展活动^[14,15]。但从合肥盆地东部老第三纪定远组沉积相图(图 8)^[14]和 NW 向挤压的区域构造应力场特征(见前述)明显可以看出,主要控制盆地沉积发育展布的是 NWW 断裂,如寿县一定远断裂、肥中断裂等,郟庐断裂此阶段并非产生伸展运动,而是挤压逆冲活动。这从盆地沉积特征也足以判识:1)上白垩统无论是响导铺组还是张桥组沉积时,其沉降中心均呈 NW 向而不是 NE 或 NNE 向

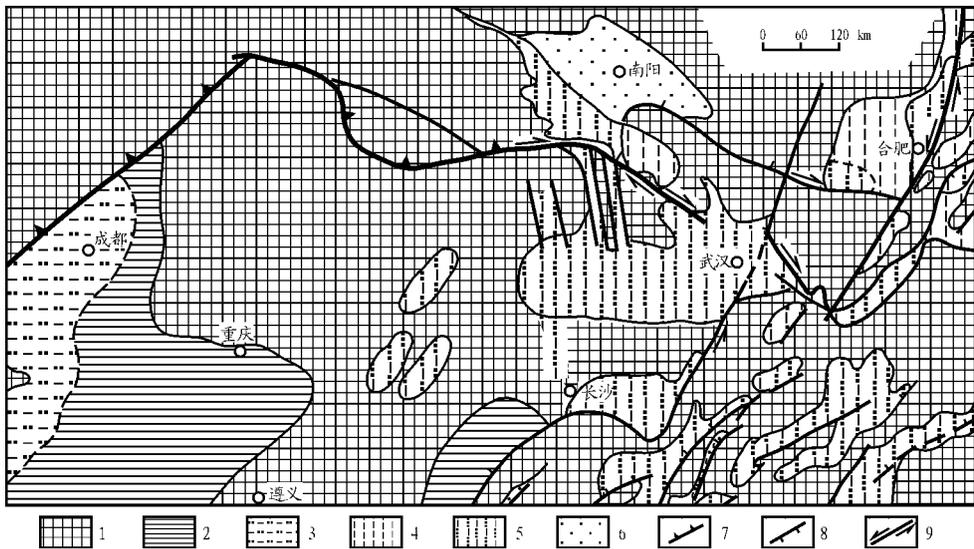


图 7 秦岭—大别南侧地区晚白垩世—早第三纪盆地—沉积组合

1. 隆起/复活山系;前陆盆地;2. 晚白垩世;3. 晚白垩世—早第三纪;
走滑拉分断陷;4. 晚白垩世;5. 晚白垩世—早第三纪;6. 早第三纪;7. 逆冲断层;8. 正断层;9. 平移断层

Fig. 7 Basin and sediment from the Late Cretaceous to Paleogene to the south of Qinling-Dabie orogenic belt

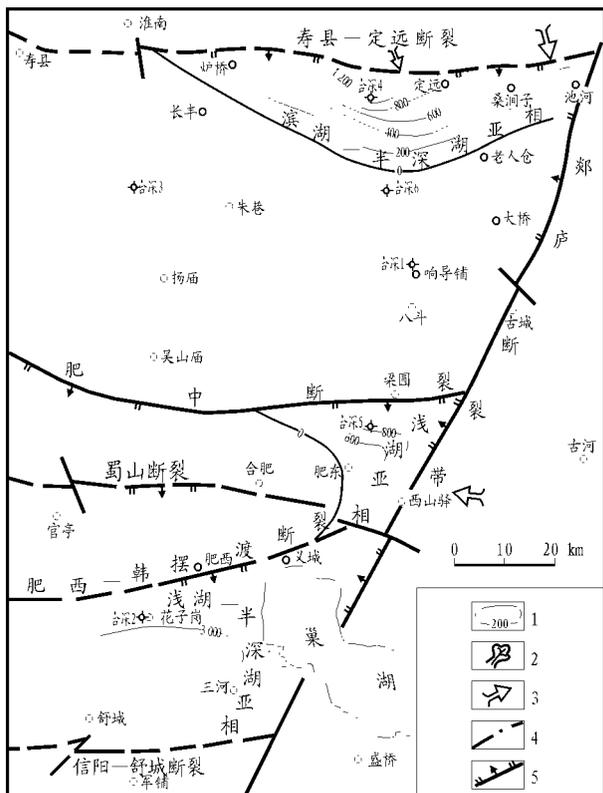


图 8 合肥盆地东部老第三纪定远组沉积图^[4]

1. 残留厚度等值线/m;
2. 冲积扇;
3. 物源方向;
4. 沉积相界线;
5. 断裂

Fig. 8 Depositional facies of the Lower Tertiary Dingyuan Formation in the East Hefei Basin

延伸; 2) 靠近郟庐断裂一侧的沉积相多为冲积扇相和三角洲相; 3) 老第三纪时, 由于郟庐断裂的挤压, 盆地 SE 方向抬升, 未接受沉积; 而主要沉降、沉积则迁移到北部呈近 EW 向展布的寿县一定远断裂一侧。因此, 晚白垩世—老第三纪期间, 控制合肥盆地沉降、沉积作用的主要是 NWW 向断裂。

在晚白垩世—老第三纪期间, 周口盆地呈 NWW 向展布, 为断凸与断凹相间的构造格局, 总体表现出具有伸展断陷盆地的构造属性。K₂ 沉积时, 为 NW 向构造应力场挤压初期, 略显坳陷的特点, 而当 NW 向构造应力场进一步强烈挤压时, 下第三系就表现出纵向伸展断陷的沉积特点, 这与周口盆地演化经历了走滑(J₃—K₁)—坳陷(K)—断陷(E)的结论相一致。

综上所述, 在第三变格期, 秦岭—大别北侧地区以发育伸展断陷盆地为主要特色; 南侧地区以发育陆内前陆盆地、走滑盆地、伸展火山岩断陷盆地为主要特色。

4 第四构造变格期与成盆作用

渐新世—中新世以来, 由于中国大陆重新处于会聚环境中, 西部主要为褶皱—隆升(如四川盆地), 东部或隆起(江南—雪峰以南)、或因热体制调整而转化为坳陷沉降, 原先的断陷盆地之上叠加了坳陷盆地, 如合肥、周口、南襄、江汉盆地等, 在此阶段均转化为坳陷盆地。

综上所述, 秦岭—大别两侧中生代经历了 4 期构造变格, 并发育了相应的原型盆地, 即: 第一构造变格期(T₃—J₂)发育以压性为特点的盆地原型; 第二构造变格期(J₃—K₁)发育以压性和走滑为特点的盆地原型; 第三构造变格期(K₂—E)发育以伸展为特点的盆地原型; 第四构造变格期发育以坳陷为特点的盆地原型。

参考文献:

- 1 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. 81~ 93
- 2 刘和甫, 梁慧社, 李晓清等. 中国东部中生代裂陷盆地与伸展山岭耦合机制[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 477~ 486
- 3 赵崇举, 朱 琰, 徐春华等. 合肥盆地与大别—张八岭造山带的耦合关系[J]. 石油实验地质, 2003, 25(6): 670~ 678
- 4 朱明水, 江来利, 李学田等. 大别造山带对合肥盆地的构造控制[J]. 石油实验地质, 2002, 24(3): 209~ 215
- 5 丁丽荣, 柳忠泉, 雷 敏等. 合肥盆地演化及构造样式[J]. 石油实验地质, 2002, 24(3): 204~ 208
- 6 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. 148~ 162
- 7 刘翠荣, 吴乃苓, 周 瑾等. 川西前陆盆地形成演化与动力学研究[A]. 见: 周玉琦编. 朱夏油气地质理论应用研讨文集[C]. 北京: 地质出版社, 2001. 188~ 197
- 8 湖南省地质局. 湖南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988
- 9 王国灿, 杨巍然. 大别造山带中生代隆升作用的时空格局——构造年代学证据[J]. 地球科学, 1998, 23(5): 461~ 467
- 10 许长海, 周祖翼, 马昌前. 大别造山带 140~ 85 Ma 热隆伸展作用——年代学约束[J]. 中国科学(D 辑), 2001, 31(11): 925~ 937
- 11 钟增球, 索书田, 张宏正等. 桐柏—大别碰撞造山带的基本组成与结构[J]. 地球科学, 2001, 20(6): 225~ 229
- 12 王 强, 赵振华, 熊小林. 桐柏—大别造山带燕山的晚期 A 型花岗岩的厘定[J]. 岩石矿物学杂志, 2000, 19(4): 297~ 306
- 13 匡少平, 张本仁, 凌文黎等. 大别造山带南坡晚白垩世玄武岩源区地幔特征[J]. 地质科学, 2001, 36(2): 203~ 211
- 14 鲁国明, 朱 光, 李学田等. 郟庐断裂带对合肥盆地油气地质条件的控制[J]. 石油实验地质, 2002, 24(3): 216~ 222
- 15 朱 光, 刘国生, 宋传中等. 郟庐断裂带的脉动式伸展活动[J]. 高校地质学报, 2000, 6(3): 396~ 404

Abstract: As the two wells (Puguang 1 and Puguang 2) have produced a large amount of commercial natural gas from the Upper Permian Changxing Formation and Lower Triassic Feixianguan Formation in the northeast of Sichuan Basin, the Puguang natural gas field has become the biggest in the basin. The Upper Permian Changxing Formation reservoir rock is dolomite and coral shoal of platform margin facies. The Lower Triassic Feixianguan Formation reservoir rock is calcirudite shoal and oolite shoal of open shallow marine platform facies. The reservoir space is mainly dissolved pores buried late. Natural gas comes from the Lower-Middle Cambrian, Lower Permian, Upper Permian source rock. It is very important that, the Puguang paleotrap and gas pool are affected by the Yanshan and Himalayas tectonic movements. The Puguang gas pool is a structural-lithologic pore gas pool which has experienced primary oil pool stage, gas pool stage and reformation and definition stage. It is significative for exploration in the northeast Sichuan Basin.

Key words: pool forming pattern; the Changxing Formation; the Feixianguan Formation; the Puguang gas pool; the northeast Sichuan Basin

(continued from page 454)

TECTONIC EVOLUTION AND BASIN FORMATION OF THE MESOZOIC AND CENOZOIC ON THE BOTH SIDES OF QINLING-DABIE OROGENIC BELT

Ji Rangshou, Gao Changlin

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

Abstract: Since the Indosinian epoch, under a condensing tectonic environment compressed from 3 sides, the Chinese continent has experienced 4 stages of tectonic evolution: T₃-J₂, J₃-K₁, K₂-E, and E₃/N-Q, resulting in corresponding basin prototypes along both sides of the Qinling-Dabie orogenic belt. The 1st stage is characterised by compressional intracontinental foreland basin prototype, the 2nd by compressional intracontinental foreland and strike-slip basin prototype, the 3rd by extensional rift-subsidence basin prototype, and the 4th by down-warped basin prototype.

Key words: tectonic evolution; basin prototype; the Qinling-Dabie orogenic belt

《中国烃源岩》已由科学出版社出版

《中国烃源岩》一书于2005年10月由科学出版社正式出版面世。该书是中国石化无锡石油地质研究所秦建中教授20多年从事冀中、二连及海拉尔湖泊相烃源岩评价、未熟油研究;华北及柴北缘煤成烃研究;青藏高原、华北、南方及塔里木等海相烃源岩评价研究等形成的生烃理论的系统归纳和总结,集中体现了科研、基础理论与油气勘探生产紧密结合的特色。全书共5章90万字。

《中国烃源岩》一书从海陆相不同类型烃源岩的沉积环境入手,分析了陆相湖泊生油气、海相烃源岩或碳酸盐岩生油气,未熟油和煤成烃理论的关系。第1章是陆相湖泊烃源岩的有机质含量,不同有机相生排烃模式,成烃热演化机制,油气运移和聚集规律,提供了一套应用油气地球化学新技术新方法进行陆相湖泊烃源岩综合评价的研究思路。第2章通过热压模拟试验和自然演化剖面,建立了海相4类10种不同类型烃源岩的成烃模式,对海相碳酸盐岩生排烃及吸附能力、生排烃下限、有机质丰度恢复、评价标准等进行了探讨。第3章为海陆沼泽相和湖沼相煤系烃源岩的对比研究,创建了煤系9种生排烃模式,对煤系不同类型烃源岩生油气潜力、评价标准、二次生烃和油气运移进行了分析。第4章对半咸化—咸化湖泊相烃源岩未熟—低熟石油的成烃成藏条件进行了研究。第5章为冀中及冀北坳陷海陆相不同类型烃源岩综合评价实例。