

南华北地区中新生代盆地成盆环境分析

吕俊祥, 黄泽光, 翟常博

(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: 南华北盆地的形成演化主要受秦岭—大别造山带以及郯庐系断裂带活动的制约。通过对秦岭—大别造山带中生代发育的火山岩构造环境和印支、燕山期区域构造演化特性及构造应力场分析, 认为南华北地区主要经历了挤压、走滑、伸展、弱挤压等构造环境, 形成了相应的盆地原型的并列和叠加。

关键词: 并列和叠加; 盆地原型; 郯庐系断裂带; 秦岭—大别造山带; 南华北

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

南华北地区发育众多中小型中新生代沉积盆地, 位于秦岭—大别造山带之北、华北陆块南部, 地跨华北陆块稳定块体、陆块南部边缘变形带和秦岭—大别造山带北部边缘。这些中新生代盆地是在近东西向基底构造基础上形成、演化而成的复杂盆地^[1] (图 1)。与形成这些盆地关系最为密切的是大别造山带北侧的中新生代构造活动。

1 大别造山带碰撞后(晚三叠世以来)演化特征

1.1 晚三叠世以来的演化特征

通过地球化学, 结合地质资料分析, 大别造山带中生代以来的构造岩浆事件可分为 6 期: 1) 板块会聚

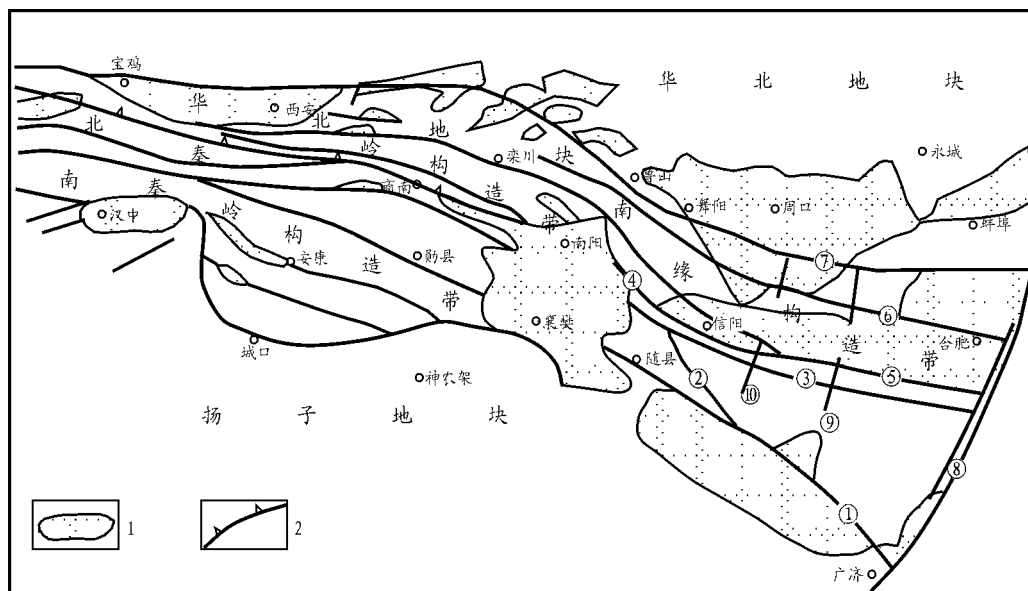


图 1 南华北地区构造背景

1. 中新生代盆地; 2. 古俯冲带
襄樊—广济断裂; 随县—英店断裂; 桐柏—桐城断裂; 信阳—霍山断裂; 明港—舒城断裂;
确山—合肥断裂; 鲁山—淮南断裂; 郯庐断裂; 夏邑—麻城断裂; 大悟断裂

Fig. 1 Tectonic setting of the southern North China area

(> 240 Ma), 以亚碱性或低钾拉斑系列岩体侵入为标志, 岩体年代为 240 ~ 220 Ma。2) 板块断离 (210 ± Ma), 促进基底物质向幔源岩浆房加入, 对高压变质岩石的剥露作用不容忽视。3) 挤压加厚 (早—中侏罗世), 大别造山带早、中侏罗世以挤压加厚为特征。这种挤压隆升促使造山带南、北侧广泛发育逆冲推覆构造^[2], 也引发合肥凹陷向北渐次迁移扩展^[3]。这一时期岩浆活动极其贫乏, 中侏罗世末有小规模花岗岩沿边界断裂侵入, 预示岩浆深部作用开始发生变化^[4]。4) 造山带去根 (早白垩世), 造山带由强烈热隆伸展所主导, 其成因与大规模拆沉作用有关, 拆沉作用始于 156 ± Ma。5) 晚白垩世—古新世堆隆、伸展 (85 ~ 53 Ma), 大别山地区火山岩钾质含量减少, 形成一类与弧后扩张有关的岩石。晚白垩世初 (85 ± Ma) 伊泽奈奇板块斜向会聚消亡, 太平洋板块继之正向会聚欧亚板块东缘, 这种快速会聚一直延续到古新世末。6) 地幔羽 (渐新世以来)。火山岩多为橄榄粗玄岩, 在扬子地区、东南沿海与华北地区普遍存在。

1.2 J₃—K₁ 火山岩带地质特征

沿大别造山带北部的河南信阳—罗山—光山—商城和安徽金寨—霍山—舒城—一线分布有一套中生代火山岩, 位于华北陆块与大别地块的接合部位, 其分布范围与地质上习称的北淮阳构造带相吻合。火山岩呈 EW 向带状断续沿信阳—舒城和磨子潭—晓天断裂分布, 向东覆于郟庐断裂之上, 与庐枞盆地依稀相连。整个火山岩带长 300 多 km, 宽 10 ~ 15 km。

1.3 火山岩形成构造环境初探

北淮阳构造带作为华北与大别地块的陆—陆碰撞边界, 记录了大别造山带多次裂解、闭合的历史。大别与华北地块最终实现陆—陆拼合的时代为印支期, 似乎已被多数地质工作者所接受。需要指出的是, 这种记录仅见于超高压变质带和区内变形变质事件的同位素年龄记时, 尚缺乏碰撞期的火成岩记录, 但区内大规模岩浆活动主要形成于晚侏罗—早白垩世, 揭示了造山带的构造背景。

里特曼把组合指数 σ 和戈蒂里指数 τ 结合起来^[5], 用以研究火山岩成分与其形成构造环境之间的关系。勒夫勒对上述方法加以修正, 本文则运用勒夫勒的修正方法^[6]。上述学者研究认为: A 区代表非造山带 (稳定构造区) 火山岩; B 区为造山带和岛弧区火山岩; C 区为 A 和 B 区火山岩派生的偏碱性、碱性岩, 其中的钠质型一般与同时形成的 A 区有联系, 钾质型一般与 B 区有联系。

从大别造山带北缘的火山岩在上述图中的投点

(图 2) 可见, 上述火山岩的化学参数在里特曼组合指数 σ 和戈蒂里指数 τ 图中的投点既不在 B 区 (消减带火山岩) 也不在 A 区 (板内稳定区火山岩), 而在 C 区。那么, 它们形成的构造环境是怎样的呢? Peccerillo 用 SiO₂ 与 K₂O 作图^[7], 将与消减带有关的火山岩分为低、中、高 3 个系列和钾玄岩系列。从大别造山带北缘火山岩在硅—钾图中的投点 (图 3) 可见, 主要分布于高钾区。前已述及, 在 $\lg\sigma$ — $\lg\sigma_{25 \times 100}$

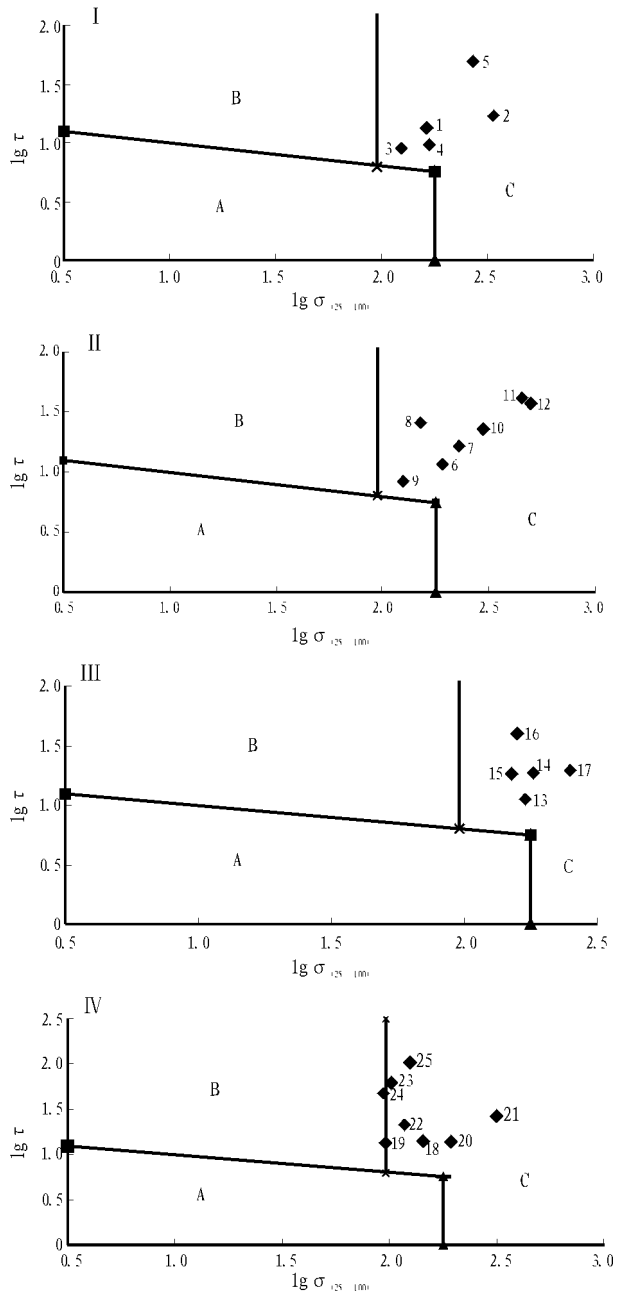


图 2 大别造山带北缘火山岩 $\lg\sigma$ — $\lg\sigma_{25 \times 100}$ 图

A. 板内稳定区火山岩; B. 消减带火山岩; C. A、B 区演化的火山岩, 其中钾质多与消减有关, 钠质多与板内区有关
 · 晓天火山岩盆地; · 霍山—舒城火山岩盆地;
 · 金寨火山岩盆地; · 信阳—商城火山岩盆地

Fig. 2 $\lg\sigma$ — $\lg\sigma_{25 \times 100}$ data of volcanic rock in the northern edge of Dabie orogenic belt

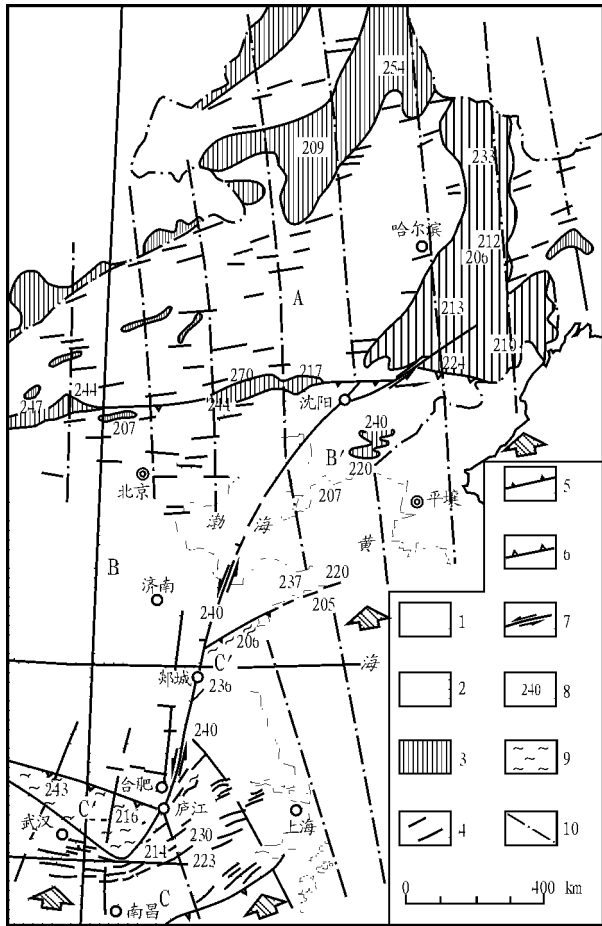


图 3 印支期(250~208 Ma) 郯庐断裂带构造^[8]

- 1. 前三叠纪岩石; 2. 三叠纪陆相沉积岩系; 3. 印支期侵入岩;
- 4. 褶皱轴迹(本图仅示背斜); 5. 正断层; 6. 逆断层;
- 7. 平移断层(左行); 8. 岩石的同位素年代/Ma; 9. 印支期区域与动力变质岩系; 10. 最大主压应力迹线(箭头指示挤压方向);
- A. 兴安岭—蒙古褶皱带; B. 中朝地块西部; B'. 中朝地块东部;
- C. 扬子地块; C'. 扬子地块北缘(大别—胶南地块)

Fig. 3 Structural map of the Tanlu fracture belt (250-208 Ma)

图中, C 区为 A 和 B 区火山岩派生的偏碱性、碱性岩, 其中的钠质型一般与同时形成的 A 区有联系, 钾质型一般与 B 区有联系, 大别造山带北缘火山岩主要为高钾火山岩。由此可认为, 本区火山岩的形成构造环境不是消减带, 但与板块消减作用有关。本文认为, 在晚侏罗—早白垩世, 大别造山带及其北缘经历过热隆伸展并产生相应盆地。

2 郯庐断裂带扭动作用

郯庐断裂带是中国东部最大、最醒目的一条巨型断裂, 也是迄今在亚洲东部研究较详细、而争论又颇多、意义又十分重大的断裂带。它呈 NNE 向延伸, 总长 3 000 余 km, 在沂水县附近明显由昌邑—大店、安邱—莒县、沂水—汤头和郯郯—葛沟 4 条断

层组成。

2.1 印支期左行平移活动

郯庐断裂带两盘早古生代地层基本上都可对比, 晚古生代煤系地层明显被断裂带所切断, 且在靠近断裂带的地方, 非但没有盆地边缘相的任何沉积特征, 反而显示在靠近断裂带的煤盆地中煤系地层增厚、煤变质程度也有增强的趋势。这都说明断裂带肯定发生在晚古生代煤盆地形成之后。万天丰^[8]对郯庐断裂带研究认为, 在印支期(250~208 Ma) 该区地壳是以近南北向缩短为特征的(图 3), 其最大主压应力轴的优势产状为 $160^\circ \angle 9^\circ$, 导致郯庐断裂左行平移的形成。

2.2 晚侏罗—早白垩世右行张扭活动

邓晋福等^[9, 10]研究中国东部滨太平洋燕山期岩浆活动成因类型得出 2 个重要结论: 1) 火成岩具有活动大陆边缘的构造属性; 2) 东部滨太平洋造山带岩石圈根带通过拆沉作用机制发生去根作用, 并由此总结出中国东部的 3 种造山带类型: 大别—苏鲁式、燕辽式和东南沿海式。其中一个重要结论是, 它们均发生了造山带岩石圈根带的去根作用, 属造山带崩塌—拉伸构造环境(表 1)。从表 1 中可以看出, J_3 末— K_1 期间中国东部滨太平洋地区处于拉伸构造状态, 郯庐断裂带也应处于伸展状态而非挤压的左行大平移活动状态。而且在郯庐断裂带两侧, 分布了若干 J_3 — K_1 断陷盆地, 如莱阳、合肥盆地等(图 4), 其长轴延伸方向与郯庐断裂带的夹角正好指示着郯庐断裂是右行而不是左行。通过中生代各个构造层的变形特征、样式和区域性共轭剪切节理等系统研究中国东部中生代构造应力场时, 多次(1996, 1997, 1998, 2001, 2002) 得到同样的应力参数, 即中国东部在 J_3 — K_1 期间的区域构造应力场最大主压应力方向为 NNE—SSW, 最大主张应力方向为 NWW—SEE, 这也佐证了郯庐断裂是右行而不是左行(图 4)。

3 南华北地区成盆环境

南华北地区指开封断陷以南、秦岭—大别造山带以北、郯庐断裂带以西、豫西隆起以东的广大地区。

南秦岭—南大别晚古生代—早中三叠世坳拉槽, 于中三叠世开始自东向西逐渐关闭, 形成造山带^[11]。南华北地区表现为由南向北的逆冲推覆系。随着陆内挤榨缩合, 逆冲作用向前推进, 其逆冲前锋达潼关—鲁山—淮南一线。在洛阳—栾川—明港—

表 1 燕辽地区中生代岩浆-构造幕简表^[9]

Table 1 Mesozoic magmatic tectonic phase in the Yanshan-Liaoxia area

时代	燕山	辽西	建造	逆冲断层	花岗岩类	构造环境	岩浆构造幕
K ₁	土井子组	孙家湾组	类磨拉石	孙家湾组后, 如南天门断裂		挤压造山	K ₂ 燕山末幕 燕山晚幕
	青石砬组 南店组 花吉营组 西瓜园组	阜新组	煤系 湖盆沉积				
K ₁	大北沟组 张家口组 白旗组	义县组	火山岩	J ₂ 之合, 如龙潭 大凌河断裂	造山后 A 型花岗岩	造山带崩塌, 拉伸	K ₁
		组	岩				
J ₃				J ₁ 之合, 如汤河 口断裂		拉伸或中性	J ₃
J ₂	后城组 髻髻花组 九龙山组	土城子组 兰旗组 海房沟组	类磨拉石 火山岩 类磨拉石		造山花岗岩类	挤压造山	J ₂
J ₁	下花园组 南大岭组	北票组 光隆沟组	煤系 火山岩			拉伸或中性	J ₁
T ₃	杏石口组	老虎沟组	类磨拉石	T ₃ 前地层褶曲 构造	造山后 A 型花岗岩	造山带崩塌, 拉伸	T ₃ 印支晚幕
	T ₁ +T ₂				造山花岗岩(?)	挤压造山	T ₁ +T ₂ 印支早幕

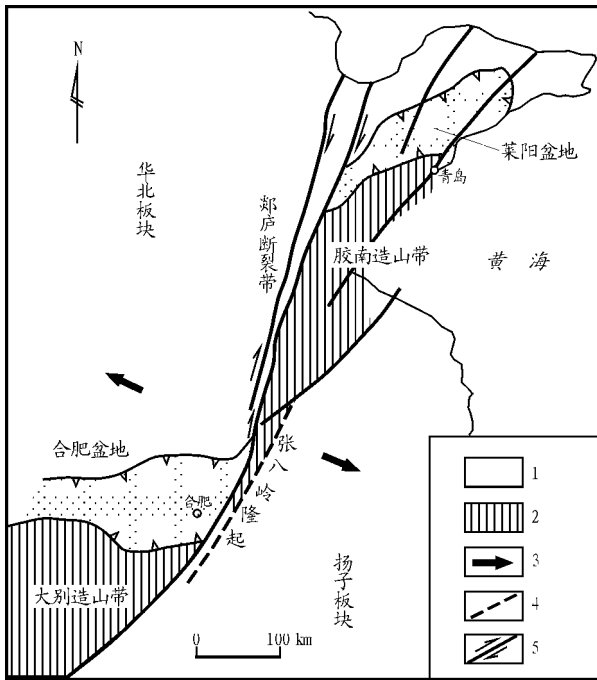


图 4 J₃-K₁ 期间郯庐断裂带与两侧盆地关系示意图

1. J₃-K₁ 盆地; 2. 造山带; 3. 主应力方向; 4. 断层; 5. 右行平移断层

Fig. 4 Relation between the Tanlu fracture belt and basins aside (J₃-K₁)

六安和信阳—商城—金寨主逆冲断裂前缘形成晚三叠—早、中侏罗世前陆盆地。盆地南缘金寨船板冲、全军、商城三里坪以及洛南、卢氏、南召等地变质的古生界逆冲在上三叠统或中下侏罗统之上, 又被上侏罗—下白垩统火山岩不整合覆盖, 表明逆冲持续到晚侏罗世前。在鲁山—淮南—线以北, 印支运动表现为大型隆拗结构, 晚三叠世—侏罗纪时形成复

向斜的继承性拗陷盆地, 如济源、商邱盆地。

晚侏罗—早白垩世期间, 南华北的成盆构造环境主要受控于大别造山带核部热穹的强烈隆升和郯庐、麻城—商城—夏邑断裂带的右行走滑以及一系列 NWW 向延伸的左行活动断裂的联合作用。

挟持于郯庐与麻城—商城—夏邑断裂带间的合肥盆地, 由于区域 NNE—SSW 向挤压(等同于 NWW—SEE 向拉伸)构造应力场和大别造山带核部大规模中酸性岩浆活动形成热穹, 山带强烈上升, 北淮阳继印支挤压后下地壳向南进一步缩合而基底滑脱, 上层向北逆冲。但由于郯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的属性叠加在前期前缘盆地之上。西延的信阳盆地与合肥盆地相似。

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, 有泗县、谭庄—沈丘和南召市坪盆地带和北部的义马盆地, 呈狭长条状分布在断裂一侧。谭庄—沈丘盆地为—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, 这可通过地震剖面上 NWW 向断裂呈正花状反转来证明。我们认为该盆地的形成与发展受 NNE 向和 NWW 向平移断裂活动联合控制(图 5), 应属张扭性盆地范畴。

早白垩世—晚白垩世初的挤压作用, 导致大别

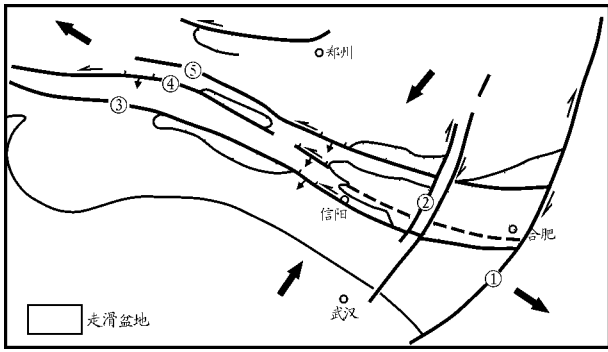


图 5 华北南部晚侏罗—早白垩世盆地原型分布

郟庐断裂; 麻城—商城—夏邑断裂; 商丹断裂;
洛南—栾川断裂; 鲁山—阜阳—淮南断裂

Fig. 5 Prototype basins (J₃-K₁) in the south of North China

造山带前缘下白垩统岩系逆冲到在上侏罗—下白垩统之上, 并使其挤压变形, 形成平缓褶皱和向北逆冲的断距不大的冲断层。在中东段晓天、金寨县青山等地, 大别杂岩沿磨子潭—晓天断裂向北逆冲到上侏罗—下白垩统火山岩或火山—沉积岩系之上。在西段罗山县凉亭—信阳市上天梯珍珠岩矿剖面上发育冲断带, 被卷入的最新地层亦是下白垩统的火山岩系。

在离大别造山带较远的谭庄—沈丘盆地和泗县盆地发生反转隆起。从谭庄—沈丘盆地地震剖面上看, 盆地边界发育正花状构造, 更多显示走滑运动。

晚白垩世, 特别是老第三纪, 随着大别造山带造

山后构造—热事件趋于停止, 盆地区转入伸展应力体制下的断陷盆地发展阶段, 以箕状断陷为特征。由于所处具体构造部位不同, 断陷特征无论在横向(南北向)上, 还是在纵向(东西向)上都有明显的差异。在横向上, 仍以平舆—蚌埠隆起为界, 南部为北断南超, 具有沿先期逆冲断层反向下滑的特点, 即断陷沉降最深处刚好是先期盆地上倾尖灭处; 北部为南断北超箕状, 或为双断地堑状。在纵向上, 南带东部合肥盆地断陷分隔性明显强于信阳盆地, 这与前期冲断东强西弱、逆冲片东多西少有关(图 6)。

断陷构造除表现拉张性质外, 还受四十里长山断裂平移剪切强烈影响, 四十里长山断裂西侧断陷向 NE 方向偏转(阜阳和倪丘集断凹), 甚至与断裂带平行(颜集断凹)。

新第三纪以来, 经历了一次短暂的挤压抬升剥蚀后转入整体沉降, 形成现今统一的南华北盆地。

4 结论

南华北地区中生代盆地形成和演化与大别造山带、郟庐构造带演化和 NNE 向、NWW 向 2 组断裂活动具有良好的耦合关系, 但南北略有差异。以平舆—蚌埠隆起为界, 南部坐落在大别造山带逆冲前缘地带, 如合肥—信阳盆地, 为挤压造山形成的前陆盆地、张扭性形成的走滑盆地、拉张反倾正断和平移—断陷盆地组成的三重叠合盆地; 北部坐落在相

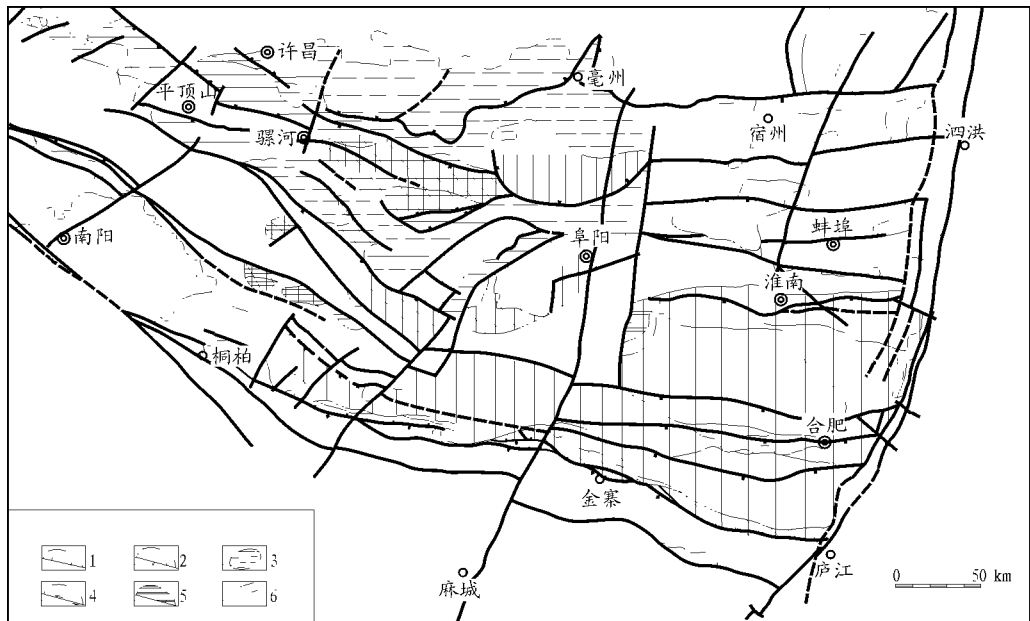


图 6 南华北中生代盆地原型并列、叠加关系图

1. 早第三纪断陷; 2. 早中侏罗世前陆盆地; 3. 晚白垩世—第三纪初拗陷, 凹陷/凸起; 4. 晚白垩世—第三纪断陷; 5. 晚侏罗—早白垩世走滑盆地; 6. 断裂

Fig. 6 Juxtaposition and superposition of Mz-Cz basins in the southern North China

对稳定陆块之上, 为挤压前陆盆地- 陆内拗陷、走滑盆地、弱挤压形成的拗陷盆地- 张扭盆地- 断陷盆地、整体沉降形成的拗陷盆地组成的多重叠合盆地。

致谢: 本文得到中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所秦德余、吉让寿、高长林教授级高级工程师的大力支持与帮助, 在此谨表衷心感谢!

参考文献:

- 1 陈光汉. 华北盆地的构造演化与油气分布[J]. 石油实验地质, 1990, 12(1): 1~ 7
- 2 杨巍然, 王 豪. 中国板块构造概况[J]. 地球科学, 1991, 16(5): 505~ 513
- 3 刘文灿, 王果胜. 北淮阳地区中生代逆冲推覆构造[J]. 现代地质, 1999, 13(2): 143~ 149
- 4 许长海, 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
- 5 里特曼. 火成岩的稳定矿物组合计算方法[M]. 金秉慧译. 北京: 地质出版社, 1979. 1~ 55
- 6 勒夫勒. 含 SiO₂ 低于 43% 的岩石里特曼“系列指数”的修正[J]. 地质地球化学, 1980, 8(10): 48~ 50
- 7 邱家骥, 林景任. 岩石化学[M]. 北京: 地质出版社, 1991. 100~ 101
- 8 万天丰. 郯庐断裂带的演化与古应力场[J]. 地球科学, 1995, 20(5): 526~ 534
- 9 邓晋福, 刘厚祥, 赵海玲等. 燕辽地区燕山期火山岩与造山模型[J]. 现代地质, 1996, 10(2): 137~ 148
- 10 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
- 11 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, 1996

FORMATION SETTINGS OF THE MESOZOIC AND CENOZOIC BASINS IN THE SOUTHERN PART OF NORTH CHINA

Lu Junxiang, Huang Zeguano, Zhai Changbo

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

Abstract: Formation and evolution of basins in the southern part of North China are mainly controlled by activities of the Qinling-Dabie orogenic belt and the Tanlu fracture belt. Based on analysis of volcanic tectonic settings generated in Mesozoic, regional tectonic evolution characteristics during the Indosinian and Yanshan epochs, and stress field, it is proposed that, the southern part of North China area has experienced compression, strike-slip, expansion and weak extrusion, resulting in the juxtaposition and superposition of basin prototypes.

Key words: juxtaposition and superposition; prototype; Tanlu fracture belt; the Qinling-Dabie orogene; the southern part of North China