

合肥盆地演化及构造样式

丁丽荣, 柳忠泉, 雷 敏, 裴 磊

(中国石化 胜利油田有限公司 地质科学研究院, 山东 东营 257015)

摘要: 合肥盆地位于华北地台、扬子地台和北淮扬褶皱带 3 大构造单元的结合部。由于受大别造山带和郯庐断裂长期活动的影响, 总体上可以分为盆地基底形成阶段和盆地形成发展阶段, 主要经历了印支期、燕山晚期、喜山晚期的冲断作用及燕山早期、喜山早期的伸展运动, 形成了挤压构造、伸展构造、负反转构造和走滑构造等 4 种局部构造样式。现今的构造样式是上述 5 期构造运动叠加的结果。对合肥盆地构造特征进行系统研究, 将为进行圈闭评价以及今后的钻探提供有利依据。

关键词: 构造样式; 盆地演化; 合肥盆地

中图分类号: TE121. 1

文献标识码: A

1 区域地质背景

合肥盆地位于安徽省中部, 是在印支运动基础上形成的中、新生代沉积盆地。大地构造位置处于华北地台、下扬子地台和北淮扬褶皱带 3 大构造单元的结合部(图 1)。

由于受大别造山带的控制和郯庐断裂长期活动的影响, 盆地构造极其复杂, 以东西向构造为主, 其次为北东向构造。大别造山带和郯庐断裂带是合肥盆地形成和发展、演化的主要动力来源。

2 构造样式

所谓构造样式, 就是同一期构造变形或同一应力作用下所产生的构造的总和。它是盆地油气聚集的基本单元, 是复杂多变应力场环境下产生构造变形的总和。研究其形态及成因对于认识油气富集规律、油气藏形成特点和提高钻探成功率等方面均具有重要的实用价值^[1]。

合肥盆地经过漫长复杂的地质构造演化历史, 形成了复杂多样的构造样式。盆地主要经历了印支期、燕山晚期、喜山晚期 3 个时期的冲断作用及燕山早期、喜山早期 2 个时期的伸展运动, 现今的构造样式是上述 5 期构造运动叠加的结果。其主要构造样式有挤压构造、伸展构造、负反转构造和走滑构造等。

2.1 挤压构造样式

各时期的挤压作用在不同地区表现出不同的构造样式。

2.1.1 顶板反冲双重构造

在盆地南部大别山边缘信阳山前冲断带内主要表现为“背驼式”顶板反冲双重构造(图 2)。由于受

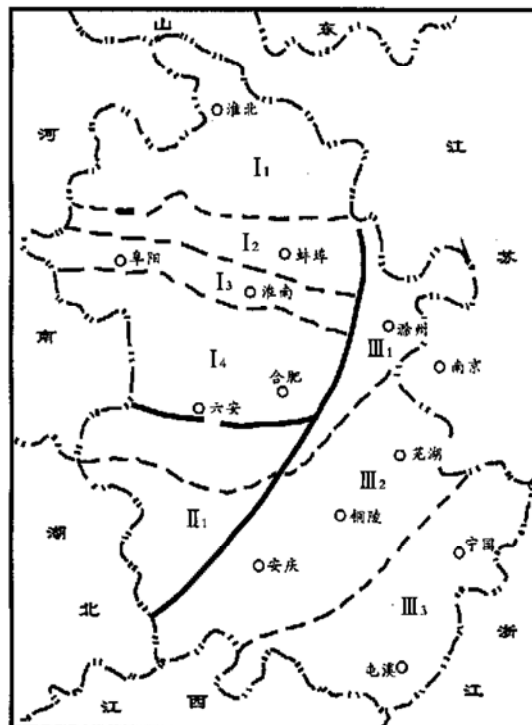


图 1 合肥盆地构造位置图

iv. 华北地台; iv₁. 淮北台隆; iv₂. 蚌埠台隆; iv₃. 淮南台隆;
iv₄. 合肥盆地; ① 秦岭褶皱系; ② 大别山隆起带; ③ 下扬子准地台;
④ 滁县隆褶断带; ⑤ 长江坳褶断带; ⑥ 皖南隆褶断带

Fig. 1 Regional structural map of the Hefei Basin

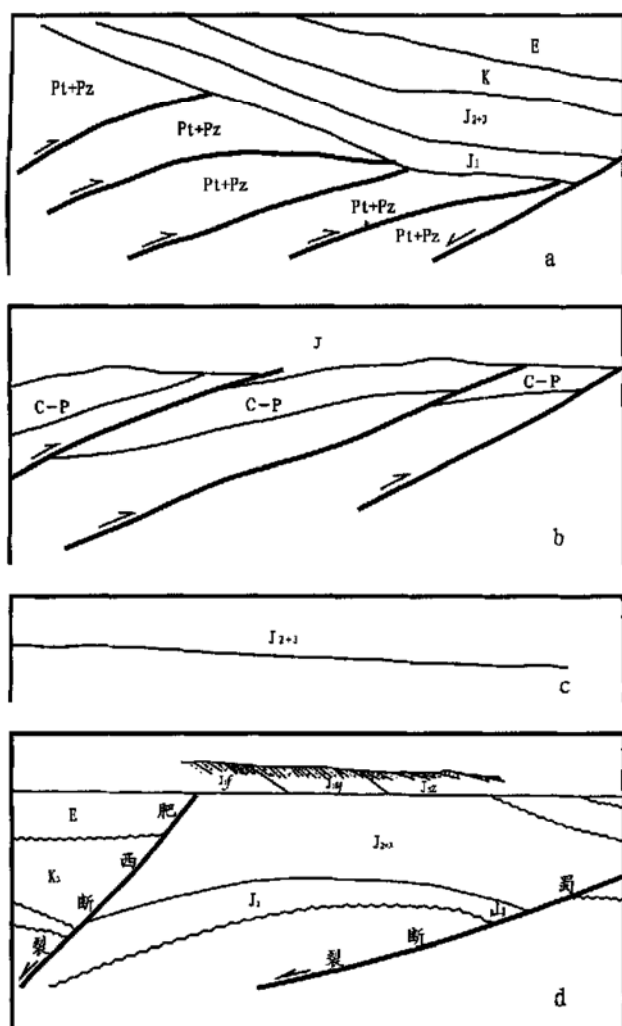


图2 合肥盆地挤压构造示意图

a. 背形状叠加双重构造; b. 叠瓦冲断构造;
c. 背冲断垒; d. 飞来峰构造

Fig. 2 Schematic map showing the compressional structure in the Hefei Basin

冲断层系作用, 下盘断坪切入基底, 上盘断坪归并于印支面底部, 形成顶板断层, 印支面具反冲性质。冲断造成地层“背驼”式缩短叠加, 形成双重构造体。

2.1.2 后缘叠瓦冲断构造

它们都是印支期由南向北的挤压作用而导致盆地内部古生代地层沿各分支断裂发生冲断, 形成叠瓦扇。除印支期以外, 燕山晚期及喜山晚期, 合肥盆地也遭受了不同程度的挤压抬升, 具体表现为叠瓦阶状断块和背冲断垒(图2)。其中叠瓦阶状断块是由两条或两条以上的基底断层成台阶状构成叠瓦状排列。其主要出现于肥中断裂上升盘, 靠近主断裂处, 是燕山晚期运动的产物。

2.1.3 背冲断垒

背冲断垒则是在一个构造单元中, 两组倾向相反的断层自中部向两侧逆冲, 构成背冲断垒构造(图2)。这种构造在盆内南缘的中生代地层中常见。

2.1.4 构造“飞来峰”

合肥盆地中部防虎山地区出露的侏罗纪地层(包括 J_{1f} 、 J_{2y} 、 J_{3z}) 倾向以向北为主, 走向近东西向, 地表特征呈现北缓南陡的单面山形式。露头资料与地震资料标定显示地表侏罗系下伏地层为上侏罗统圆筒山组(图2), 表明地表的防虎山构造深部构造呈现出典型的背斜形态, 地表露头产状与下伏地层的下不一致。上述特征结合南部肥西断裂下降盘地层特征分析, 且为一典型的构造“飞来峰”。推测它的形成演化与燕山中、晚期(K_1-K_2) 合肥盆地的挤压冲断和喜山早期的逆冲断裂的拉张回返有着密切的联系。

2.2 伸展构造样式

合肥盆地的伸展运动主要表现为燕山早期和喜山早期盆地整体拉张, 沉积了巨厚的中、上侏罗统及白垩系、第三系等地层。本区的伸展构造主要包括鼻状构造、地堑和地垒构造等(图3)。

2.2.1 鼻状构造

合肥盆地鼻状构造是很发育的, 是勘探中寻找有利目标区的首选构造。目前比较落实的有双墩集鼻状构造、吴山庙构造、小庙构造等。其中, 在双墩集鼻状构造的高部位已经开钻安参1井。

2.2.2 地堑和地垒构造

其主要存在于盆地的中、新生代地层中。是由于燕山早期、喜山早期的区域不平衡拉张, 引起一些倾向相反的正断层相互组合, 将沉积盆地分割成地垒和地堑。其中老人仓构造最为典型, 它位于盆地北界耿集断层以北, 是由两条分别东掉和西掉的正断层组成的地垒构造。

2.3 负反转构造

反转构造是一种典型的叠加构造, 按其构造叠加活动的序次, 由挤压或压扭构造叠加在拉张或张扭构造之上称为正反转构造, 反之称为负反转构造。

合肥盆地的负反转构造十分发育, 主要表现为印支期逆冲就位后的逆断层在喜山早期沿原冲断面

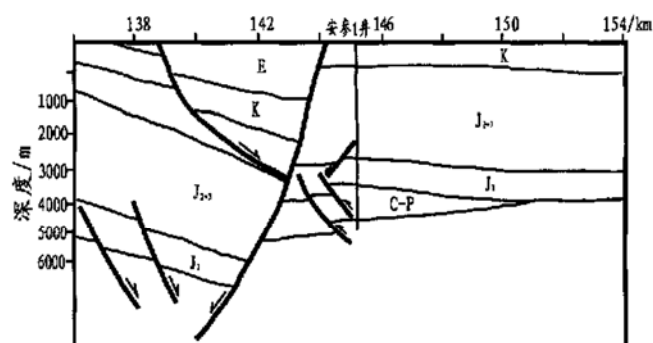


图3 合肥盆地 HF94-115 测线剖面示意图

Fig. 3 A schematic cross-section of line HF94-115 in the Hefei Basin

反向滑动,逆断层转换为正断层,并在断层下降盘发育半地堑式盆地。在肥西—韩摆渡断裂、蜀山断裂、肥中断裂、寿县—耿集断裂等的下降盘均发育这种负反转构造。寿县断裂下降盘处发育的负反转构造(图4)最为典型。从图上可清楚地看出,早期寿县断层为一逆冲断层,中、晚侏罗世地层遭受剥蚀,到了喜山早期,寿县断层转为拉张,在其下降盘沉积了早第三纪地层,形成了现今的构造形态。迄今在合肥盆地未发现正反转构造。

2.4 走滑构造

合肥盆地的走滑构造为郯庐断裂,是合肥盆地的东界断裂,也是中国东部最大的走滑断裂。张八岭隆起带北段的张八岭群中,郯庐断裂带主要表现为脆性至脆—韧性左行平移断层,出现在隆起带的中部和西部。中部较大的一条断层为北北东至南北向的管店—龙王尖左行平移断层,主要倾向西,局部向东倾,倾角以 70° 为主。该断层主要呈现为构造角砾岩和局部的脆—韧性剪切带,断层上的旁侧伴生构造皆指示它曾左行平移断层^[2,3]。郯庐断裂控制了盆地东部中、新生代地层的沉积和分布。

3 盆地构造演化

合肥盆地由于所处位置的特殊性,盆地的构造演化非常复杂,总体上可以分为盆地基底形成阶段和盆地形成发展阶段。

3.1 盆地基底形成阶段

晚太古至早元古代(Ar_2 — Pt_1)为结晶基底形成阶段。至晚元古代本区深变质基底开始裂解为扬子和华北两大板块^[4-6],在裂谷中及沿裂谷两侧,发育一套半深海复理石式浊积岩建造——佛子岭群,推测其北界可达肥西—韩摆渡断裂。晚期的加里东运动使扬子板块向华北板块之下俯冲^[4],并形成碰撞。此期,北面的地台区也全面平缓的升起为陆。致使合肥盆地及以北地区缺失奥陶纪—泥盆纪沉

积。海西期裂谷再次活动,在此裂谷及其两侧沉积了一套滨、浅海碎屑岩夹煤系沉积——梅山群,盆地主体为华北型石炭—二叠纪沉积。印支期裂谷再次碰撞拼接造山,形成了统一的中国大陆,实现了由海到陆的转变^[7,8],结果使合肥盆地缺失三叠系,并使石炭—二叠纪及以下地层遭受挤压抬升、逆冲推覆和剥蚀。

3.2 盆地形成发展阶段

3.2.1 前陆盆地形成和发展阶段($J-K_1$)

印支期扬子和华北两大板块碰撞,并由南向北推挤作用于华北地台南缘并使之发生挠曲下沉,形成大别弧后前陆盆地。下侏罗统主要分布在盆地的中南部,向北、西方向超覆,由南向北依次沉积了滨湖沼泽相(煤系)及山麓洪积相沉积;中侏罗世以后,盆地整体坳陷,中、上侏罗统遍及全区,为盆地发展的全盛期。至早白垩世时沉积范围可能有所收缩。

3.2.2 燕山晚期挤压冲断剥蚀阶段(K_1-K_2)

早白垩世晚期,晚燕山运动在盆地内反映强烈,主要表现为沿印支期形成的冲断面再次挤压冲断抬升剥蚀。目前残留的下白垩统主要分布在盆地东部的大桥向斜带中。

3.2.3 燕山末期—喜山早期断陷盆地发展阶段(K_2-E)

晚白垩世期间,盆地内的大断裂由挤压逆冲反转为拉张,并持续断陷,进入断陷盆地发展阶段。上白垩统及下第三系主要沉积在大断裂的下降盘一侧,后期沉积范围有所收缩。此时,郯庐断裂进入伸展活动阶段,在该断裂西侧下降盘形成巨厚的北东向展布的条带形箕状沉积。在晚白垩世盆地南部受大别造山带隆升影响,上述断裂再次产生逆冲,导致已沉积的地层再次遭受剥蚀,上白垩统与下第三系呈角度不整合接触。

3.2.4 喜山晚期不均衡抬升和剥蚀阶段(E末)

早第三纪晚期,喜山运动在盆地内反映也较强烈,此时大陆不均衡抬升,湖盆萎缩,下第三系及其以下地层遭受不同程度的剥蚀。下第三系主要局限于几个互不连通的小湖泊,湖盆闭塞,发育蒸发岩建造。陆相盆地的发展已近尾声。

3.2.5 盆地准平原化发展阶段(N)

晚第三纪,盆地全面抬升,受到剥蚀夷平,进入准平原化发展阶段,盆地趋于消失。仅在颖上向斜带内有晚第三纪沉积。

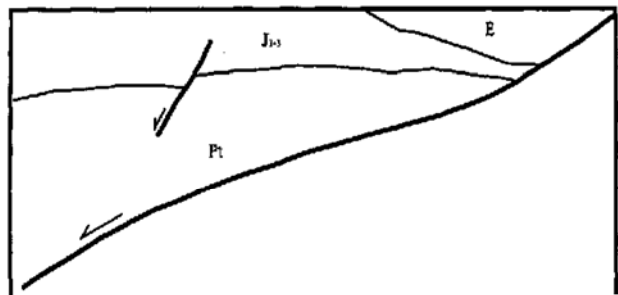


图4 合肥盆地负反转构造示意图

Fig. 4 Schematic map showing the negative inversion tectonics in the Hefei Basin

4 圈闭类型及圈闭评价

自1999年胜利油田对合肥盆地全面开展地震、

重、磁、电等油气综合勘探研究后,在该盆地发现9个圈闭,并将其划分为2种圈闭类型。

4.1 圈闭类型

4.1.1 非构造圈闭

合肥盆地的非构造圈闭主要以地层圈闭为主。其中在舒城向斜带中部, HF99-294 剖面显示下白垩统朱巷组自东向西上倾尖灭,与上覆的上白垩统张桥组呈明显的角度不整合构造,落实程度较高,暂名舒城圈闭。

4.1.2 构造圈闭

合肥盆地的构造圈闭主要分为背斜圈闭和断鼻圈闭。其中,背斜圈闭1个,位于肥西县防虎乡聚星街,为防虎山断背斜构造;断鼻圈闭7个,分别为长丰县东的长丰断鼻构造(暂名)、六安市西南的六安断鼻构造(暂名)、吴山庙东南的双墩集断鼻构造、吴山庙西的吴山庙断鼻构造、船涨埠西的船涨埠构造(暂名)五十小庙目标区的小庙构造、木厂埠东的木厂埠构造。

4.2 圈闭评价

针对盆地内的各圈闭,根据各项指标对较有利的进行圈闭评价。

4.2.1 双墩集断鼻

双墩集构造处于肥中断裂北测,大桥向斜与肥中断裂带的接合部,呈明显的断鼻构造。根据地震资料,有4条地震剖面控制,地震解释可信度高,该构造上的安参1井已于2000年12月开始钻探,设计井深5200m,设计完钻层位-C—O,目前尚未完钻。该井首次钻遇了合肥盆地下侏罗统灰黑色泥岩、粉砂质泥岩,并连续见到了80多m的暗色地层,可作为烃源岩。通过对该套地层各项指标的测试,证明该套地层有机质丰度虽然较低,但已达到气源岩的标准,有机质的热演化程度高,并以浮游水生生物为主,可作为本区的气源岩。安参1井在钻探过程中,于井深2661.5~2669.05m之间见到微弱的气测显示,岩性灰绿色—绿灰色细砂岩,气测全烃0%~0.01%, C_1 0%~0.01%, C_2 0.01%~0.03%;荧光干照有微弱荧光光圈,不能定级。这是本井在钻探过程中的第一次油气显示。此外,在井深

2971.7m处的灰黑色泥质砂岩中见有沥青,说明曾经有过油气运移的痕迹。

4.2.2 防虎山断背斜

防虎山断背斜位于肥西断裂上升盘,肥中断裂南部,重力资料显示该构造为一鼻状构造带。根据地震资料,该圈闭近东西向展布,南临肥西断裂,肥西断裂可作为油气运移的通道,是油气运移的有利指向区。由于下侏罗统煤系和石炭、二叠系烃源岩热演化程度较高,所以推测本区资源应以天然气为主。经过资源估算,本圈闭天然气资源量为 $190 \times 10^8 \text{m}^3$,可采资源量 $114 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

5 结论

合肥盆地现今的残留构造和盆地形态,经印支期、燕山期和喜山期的多期构造变形和走滑位移,与原始沉积时的古地理面貌有了很大的差异。研究其构造样式和构造演化史对合肥盆地的勘探具有重要的指导意义。同时合肥盆地经过3年的综合勘探,取得了很多前所未有的认识,尤其是首次钻遇了合肥盆地下侏罗统灰黑色泥岩、粉砂质泥岩,并见到微弱气测显示,为今后的钻探和研究提供了最直接的证据。

参考文献:

- [1] 王同和,王喜双,韩宇春,等.华北克拉通构造演化与油气聚集[M].北京:石油工业出版社,1999.144-168.
- [2] 安徽省地质矿产局.安徽省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987.472-584.
- [3] 朱光.郯庐断裂带的脉动式伸展活动[J].高校地质学报,2000,6(3):396-403.
- [4] 刘国惠,张广寿,游振东.秦岭造山带主要变质岩群及变质演化[M].北京:地质出版社,1993.1-190.
- [5] 赵宗举,杨树锋,陈汉林.合肥盆地基底构造属性[J].地质科学,2000,35(3):288-296.
- [6] 孙枢,张国伟,陈志明.华北断块南部前寒武纪地质演化[M].北京:冶金工业出版社,1985.1-174.
- [7] 吴汉宁,等.中国含油气盆地形成演化大地构造背景的古地磁学研究[M].西安:西北大学出版社,1993.112-189.
- [8] 张国伟,周鼎武,于在平.秦岭造山带岩石圈组成、构造和演化特征[M].西安:西北大学出版社,1991.121-138.

STRUCTURAL STYLES AND EVOLUTION IN THE HEFEI BASIN

DING Lirong, LIU Zhong-quan, LEI Min, PEI Lei

(Institute of Geological Sciences, Shengli Oilfield, SINOPEC, Dongying, Shandong 257015, China)

Abstract: The Hefei Basin is located in the connection of the North China Platform, the Yangtze Paraplatform and the North Huaivang Fold Belt. and was long influenced by the Dabie Orogenic Belt and the Tanlu Fault. The structural evolution can be divided into two stages including the formation of basinal basement and the development of the basin. The basin mainly underwent the thrusts during the Indosinian, Late Yanshanian and Early Himalayan movements, and two extensional movements were developed during the Early Yanshanian and Early Himalayan activities. Four structural styles, i. e. , compression structure, extensional structure, negative inversion structure and strike-slip faults, were developed as a result of the tectonic movements mentioned above. A systematic study on the structures of the basin will provide information for petroleum exploration in the basin.

Key words: structural style; basin evolution; the Hefei Basin