

文章编号: 1009-3850(2003)02-0048-06

合肥盆地中、新生代沉积相初步研究

陈建平^{1,2}, 钟建华^{2,3}, 饶孟余³, 冀国盛³

(1. 胜利石油有限责任公司 物探研究院, 山东 东营 257062; 2. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 3. 石油大学 地球资源与信息学院, 山东 东营 257061)

摘要: 合肥盆地是与大别山造山带有密切关系的山前前陆盆地, 盆地中、新生界沉积物主要来自南面大别山区以及盆地东部、北部剥蚀区。通过野外实际踏勘、室内岩石薄片显微分析, 认为合肥盆地中、新生界发育的沉积相主要有冲积扇相、河流相和湖泊相, 其中以河流相最为发育。该盆地中、新生界油气源条件比较丰富, 储盖条件良好, 生储盖组合形式多样, 存在多种油气圈闭类型, 是一个油气勘探潜力较大的陆相沉积盆地。

关键词: 合肥盆地; 中、新生界; 沉积相

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

1 概述

合肥盆地位于安徽省中部, 面积约为 $2.7 \times 10^4 \text{ km}^2$; 在大地构造上位于中国华北板块南缘^[1], 南有横贯中国中部东西向的秦岭-大别山造山带, 东有切割中国东部的巨大断裂带——郯庐断裂带。因此合肥盆地的形成和演化不仅与华北板块有关, 也与扬子板块有着不可分割的联系^[2]; 在其形成过程中, 先后受到秦岭-大别造山带自南向北的逆冲推覆作用以及郯庐断裂带走滑运动的影响。正是这些机制的共同作用使得合肥盆地成为一个极其复杂的中、新生代陆相沉积盆地^[3~5]。

合肥盆地尚处于油气普查阶段, 目前油气勘探仍未有突破, 但根据我国油气勘探实践, 一个盆地只要有较好的生油岩, 就具有进一步研究和勘探的必要^[6]。由于合肥盆地面积大, 中、新生代地层出露少, 本次笔者虽然在野外和室内做了大量的工作, 但对合肥盆地中、新生界地层沉积相的研究也还只是初步的, 旨在对该盆地下一步油气勘探及沉积相的

深入研究能起到一定的指导作用。

2 中、新生代沉积

2.1 地层

合肥盆地中、新生代沉积主要为侏罗系—古近系的陆相红色碎屑岩夹火山岩^[7]。其地层可划分为肥北和肥南两大地层分区; 舒城-叶集断裂以北至五河—蚌埠—阜南一线, 地层属肥北地层区; 舒城-叶集断裂以南至磨子潭-晓天深断裂一线地层属肥南地层分区(表 1)。

2.2 沉积构造背景

合肥盆地的沉积背景与其构造背景密切相关。合肥盆地地处华北板块的南缘, 构造背景是被动大陆边缘。扬子板块和华北板块经过多期次的拉分与拼合, 在印支期完成了最终的碰撞, 从而形成了大别山造山带^[3]。大别造山带整个形成发展可归纳为以下几个阶段: 海西期, 扬子板块与华北板块开始拼接、软碰撞; 印支期, 两板块强烈碰撞开始造山; 燕山早中期, 为大别造山带急剧隆升与强烈剥蚀阶段; 燕

表 1 合肥盆地中、新生代地层与沉积相

Table 1 Mesozoic and Cenozoic strata and sedimentary facies in the Hefei Basin

地层系统		肥 北		肥 南	
		组	沉 积 相	组	沉 积 相
古 近 系		定 远 组	河湖相、盐湖相	定 远 组	河湖相、盐湖相
白 垩 系	晚	张 桥 组	河流相、冲积扇相	戚家桥组	冲积扇相
		邱 庄 组	河湖相、冲积扇相	白大畈组	火山岩相
	早	新 庄 组	河湖相、冲积相	晓 天 组	火口湖相
侏 罗 系	上 统	周公山组	河 流 相	黑石渡组	河湖相/冲积扇相
				毛坦厂组	火山岩组
	中 统	圆筒山组	河流相、河湖相	凤凰台组	冲积扇相
				三尖铺组	河 湖 相
	下 统	防虎山组	河流相、冲积扇相		
三叠纪					

山晚期,造山运动减弱;喜马拉雅期,再次隆升并遭受剥蚀,最终形成现今大别造山带。

根据大地构造及相关地质活动的演化特点及构造层的划分,合肥盆地地史发展过程可分为两个阶段,即前中生代盆地基底形成演化阶段和中新生代沉积盆地演化阶段。大别山造山带形成过程中,大别山隆起所产生的强大压性地应力,通过造山带前沿深断裂呈脉动式向北传导,自南向北形成一系列逆冲-叠瓦推覆构造,在造山带的北缘则形成了前陆盆地——合肥盆地。在盆地内展布了近东西向的深大断裂,如肥西-韩摆渡断裂、蜀山断裂、肥中断裂等,各断裂也发生大幅度逆掩冲断活动,从而使区内老地层遭受强烈挤压、褶皱、抬升,继而遭受风化剥蚀,形成区域性的印支面风化壳。

2.3 沉积相

盆地南部的大别造山带在中、新生代表现为山体的急剧隆升和快速剥蚀,剥蚀的碎屑物不断充填给盆地,使得合肥盆地广泛分布陆源碎屑岩^[8]。通过野外实际踏勘、室内薄片显微分析,认为合肥盆地中、新生界发育的沉积相主要有冲积扇相、河流相及湖泊相等。

1. 冲积扇相

合肥盆地中、新生界广泛发育冲积扇,其多沿大别山北缘以及盆地东北缘分布,主要为旱地扇。该相主要发育于肥南中侏罗统凤凰台组、上侏罗统黑石渡组下部、上白垩统戚家桥组;肥北下侏罗统防虎山组底部、白垩系新庄组、邱庄组、张桥组等地层层

位的底部。主要由泥石流沉积、筛积叶状体、辫状河和漫洪沉积物组成,但是这些沉积物的比例在不同的扇中变化很大。凤凰台组冲积扇发育泥石流沉积、筛积叶状体沉积以及漫洪沉积物;戚家桥组冲积扇发育筛积叶状体、漫洪沉积物等,而发育于其它层位底部的冲积扇,则以发育泥石流和辫状河沉积为主。从沉积序列方面看,平面上冲积扇往下倾的方向逐渐向河流相过渡,碎屑的粒度逐渐变细,纵向上冲积扇沉积可构成若干个沉积旋回。从其沉积特征看,岩石以紫红色调为主,单个扇体的面积有限,沉积物的分选差,结构和构造成熟度低,在近源部分缺乏流水产生的沉积构造等。

如发育于肥南上侏罗统黑石渡组下部的冲积扇沉积,在霍山北东约 60km 处的剖面上,黑石渡组底部砾岩,外观如炉渣状。砾石成分大部分为基性、中性火山岩,分选差,个别层位上砾径可大于 20cm,磨圆差至中等,偶夹红棕色含砾砂岩,含砾粉砂岩。从薄片下观察,含砾砂岩、粉砂岩以分选差为特点,碎屑成分复杂,以岩屑为主,主要含安山岩质岩屑,其次有酸性喷出岩岩屑等,矿屑中见到正长石、斜长石晶体,杂基支撑、基底式胶结,磨圆差。在霍山南东约 16km 处的剖面上,黑石渡组底部砾岩为一套棕红色的混杂堆积,分选差,大砾石磨圆较好、小砾石磨圆差,无层理、砾石成分复杂,其中夹脉状粉砂岩或透镜状粉砂岩。从野外踏勘可知,黑石渡组下部的冲积扇分布于山间盆地之边缘;砾石成分复杂而且以紧邻物源区的母岩碎块为主;分选很差,杂乱堆

积,不显层理;偶夹红棕色砂岩、粉砂岩,其分选也很差,杂基支撑;无生物化石等。发育于其他层位的冲积扇相基本也有类似的特征。

2. 河流相

河流相是合肥盆地最为发育的沉积相,主要发育于肥北各组地层的中上部以及肥南中侏罗统三尖铺组和上侏罗统黑石渡组中部,以曲流河和辫状河沉积为主。

合肥盆地中、新生界曲流河沉积主要发育于肥北中侏罗统圆筒山组、古近系定远组和肥南上侏罗统黑石渡组之中。通过野外的露头观察和室内的粒度分析,该相的沉积特征可概括为:①在沉积层序上,表现为下粗上细的正旋回沉积。底部往往发育有冲刷面,其上为河底残留沉积的砾岩,向上依次出现河道沙坝沉积和洪泛平原沉积。②在沉积构造方面,主要沉积类型为水流波痕成因的交错层理,包括块状层理、平行层理、大型交错层理、槽状交错层理、水平层理、断续波状层理以及虫孔等沉积构造。③在概率图(图1)上,粒度分布主要由跳跃总体和悬浮总体组成,反映其搬运方式为以跳跃和悬浮为主的水动力条件。样品为长石质岩屑中一细砂岩,概率累积图上可以看到跳跃总体发育,含量达98%,斜率大,分选好,而缺乏滚动总体,细截点S处于 3ϕ 处,分选差,含量少(2%)。④在岩矿特征上,成熟度中等一较差,砂岩中石英含量约10%,长石含量15%~68%,以斜长石为主,也可见到钾长石,岩屑含量

15~70%,岩屑以岩浆岩、变质岩类为主,成分成熟度较低,分选好至中等,但磨圆差。反应了近物源特点。

合肥盆地中、新生界广泛发育辫状河沉积。主要发育于肥北下侏罗统防虎山组中部、周公山组上部以及白垩系新庄组、邱庄组、张桥组等地层的中部和肥南中侏罗统三尖铺组下部。从野外踏勘结合室内镜下薄片分析可知以粗粒沉积物为主,推移质与总负载比较高,悬浮质含量较低。如三尖铺组辫状河沉积中,以砾岩、砂岩为主,局部夹粉砂岩、在剖面上辫状河沉积往往向上呈变细的趋势,局部垂向变化模糊不清。图2展示了上白垩统张桥组辫状河沉积向上粒度变细的正粒序序列。张桥组断续出露于定远凉亭、池河、界牌集至肥东西山驿、桥头集、合肥市大蜀山等地,该组下部为冲积-洪积相沉积,中部发育辫状河沉积,往上过渡为滨湖沉积。野外观测剖面位于章广集东徐晓村北东600m处的小山坡上(图3)。

张桥组以砾岩、角砾岩、砂岩为主,粘土岩不发育;岩石的成分成熟度低,碎屑颗粒以岩屑为主,其母岩包括变质石英岩、酸性喷出岩、细砂岩等,含斜长石碎屑,石英含量仅占10%,而岩屑则占73%;分选差,磨圆差;在累积概率图上存在3个次总体;滚动次总体含量低,约占1%,跳跃次总体约占95%,悬浮次总体仅占4%;粗截点T的粒径为 -0.5ϕ ,细截点S位于 3.5ϕ ,分选较差(图4);发育块状层理、平

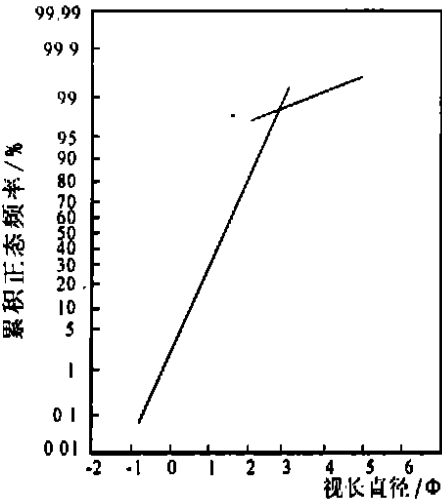


图1 黑石渡组含钙长石质岩屑中细岩累积概率图

Fig.1 Probability cumulative curves for the medium- to fine-grained Ca-bearing feldspathic sandstones in the Heishidu Formation

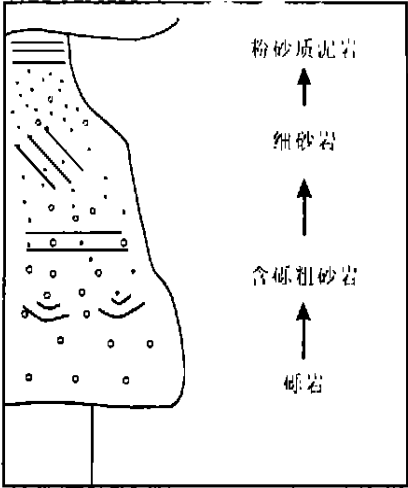


图2 张桥组辫状河沉积剖面示意图

Fig.2 Schematic cross-section of the braided stream deposits in the Zhangqiao Formation

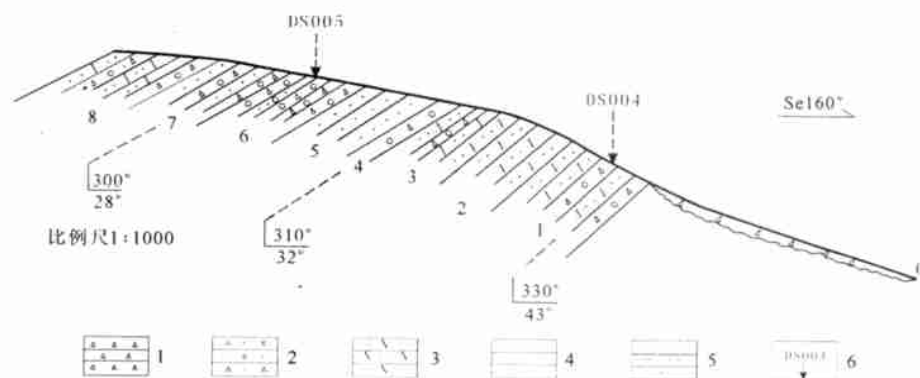


图3 章广集上白垩统张桥组剖面图

1. 坡积物; 2. 角砾岩; 3. 长石石英砂岩; 4. 细砂岩; 5. 含砾砂岩; 6. 采样号及位置

Fig. 3 Cross-section of the Upper Cretaceous Zhangqiao Formation in Zhangguangji

1= pluvial sediments; 2= breccia; 3= feldspathic quartz sandstone; 4= fine-grained sandstone; 5= gravel-bearing sandstone; 6= sample number and sampling locality

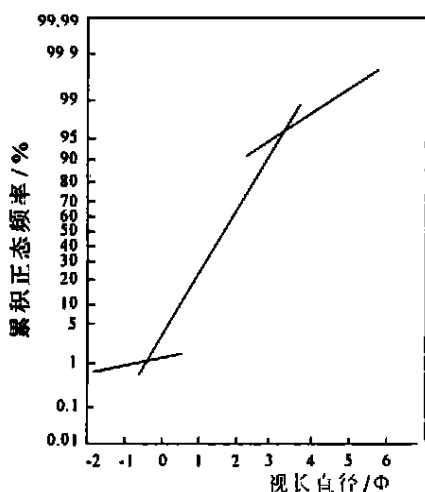


图4 张桥组长石质岩屑含砾粗砂岩累积概率图

Fig. 4 Probability cumulative curves for the feldspathic gravel-bearing coarse-grained sandstones in the Zhangqiao Formation

行层理, 正粒序层理, 藕塘一岱山附近含砾砂岩中发育槽状交错层理、板状层理, 有时能在顶部见到具有水平层理的薄层粉砂质泥岩; 发育多个砾岩、含砾粗砂岩→粗砂岩→细砂岩的沉积韵律等。

总之, 合肥盆地中、新生代为一个内陆盆地, 在侏罗纪时期河流相之源头来自大别山北麓, 并向北延伸至盆地中心。到了白垩纪河流相的源头一个来自大别山北麓, 另一个来自盆地东北缘的张八岭山, 其延伸方向一个向北, 另一个向西。新生代的情况与白垩纪相似, 但盆地已因构造运动分割成几个小

盆地。总的看来, 南北方向上发育的河流相比较接近理想河流相的分布情况, 而东西方向上发育的河流相, 普遍缺乏曲流河沉积, 而直接过渡为湖泊沉积, 这与东西向河流流程较短暂有关。

3. 湖泊相

合肥盆地中、新生代广泛发育湖泊沉积, 主要为淡水湖泊, 局部发育有盐湖、火山口湖等。淡水湖泊沉积主要发育于肥北新庄组、邱庄组、张桥组和定远组中以及肥南黑石渡组上部。湖泊的水体大多较浅, 主要以深灰色、灰绿色粉砂质泥岩、细砂岩夹含砾砂岩为主, 发育有脉状、透镜状、水平层理、微型交错层理、波状层理与虫迹, 含丰富的动植物化石。在新庄组、邱庄组中, 局部地区发育有深湖相的沉积, 如早白垩世晚期在西王一章广一带的断陷盆地中, 沉积了灰色、灰绿色薄层的粉砂质泥岩、泥岩夹钙质细砂岩和泥灰岩透镜体, 水平层理发育, 富含瓣鳃类动物。水体比较浅的湖泊的存在时间毕竟是短暂的, 它们因气候转向潮湿, 水量增加并注入洼地而成, 也会因为气候变干燥以及沉积堆积填满而消失。因此, 纵向上, 它可由河流相渐变为湖泊相再向上转变为河流相; 横向上, 它往往位于河流的终点。如黑石渡组上部为一套深棕色粉砂质泥岩夹含砾砂岩、细砂岩, 发育脉状层理和透镜状层理, 以及虫迹泥裂等构造, 含钙质结核或灰岩透镜体。产双壳类、叶肢介、腹足类、介形类、植物等化石属滨浅湖相沉积。由于高物源较近, 泥岩中所夹砂岩的成熟度较低, 石英含量一般仅占10%, 斜长石30%, 岩屑成分复杂,

含量可占55%,分选、磨圆较差,累积概率图可见3个次总体,滚动次总体约占50%,而跳跃次总体占47%,悬浮次总体占3%,粗细截点粒度分别为 2ϕ 、 3.1ϕ (图5)。

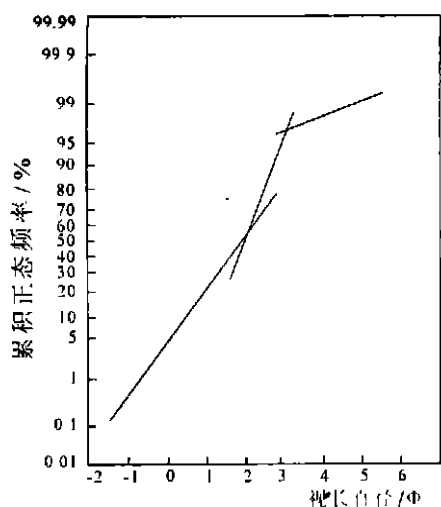


图5 黑石渡组含钙长石质岩屑含砾粉-细砂岩累积概率图

Fig. 5 Probability cumulative curves for the Ca-bearing feldspathic gravel-bearing fine-grained sandstones and siltstones in the Heishidu Formation

合肥盆地中,新生代盐湖沉积主要发育于古近系定远组中,此外在上白垩统邱庄组上部也发育有该相的沉积。

定远组盐湖沉积发育于第二段和第四段。硫酸盐期盐湖沉积较发育,氯化物期盐湖沉积仅发育于四段。前者的岩石类型主要为钙芒硝岩、泥质钙芒硝岩、钙芒硝泥岩、泥质硬石膏岩、含硬石膏泥岩等,层理不发育,但在含硬石膏泥岩中可见到水平层理、波状层理,并含有分散粒状的黄铁矿晶体,岩石多呈灰色;后者的岩石类型以石盐为主,次为钙芒硝石盐岩,含硬石膏盐岩、泥质钙芒硝岩、含硬石膏泥岩、泥岩等,具水平层理等。从纵向上看,硫酸盐期沉积出现于河漫滩相或滨-浅湖亚相的沉积之上,其上又为滨-浅湖亚相沉积所覆盖,而氯化物期沉积则发育于硫酸盐期沉积之中。这说明气候条件对湖泊沉积的控制作用。

3 油气勘探前景分析

合肥盆地为一个中、新生代大型含油气盆地,根据油气钻探和地表油气普查分析,合肥盆地具有良

好的多套生油气母岩(烃源岩),多套发育良好的优质储集层,多套封堵性能良好的区域盖层,这种多套生储盖层在空间上的有利组合为油气藏的形成提供了良好地质背景;再加上多次构造运动形成的不同圈闭条件^[9],所以,合肥盆地中新生界应该具有良好的油气形成、运移、聚集和保存的石油地质条件。

1. 油气源条件

合肥盆地中,新生界广泛发育有烃源岩,其主要为河湖相沉积,烃源岩岩性以青灰、灰绿、深灰等暗色的泥质岩为主。其中,在肥北地区,烃源岩主要发育于下侏罗统防虎山组、白垩系新庄组和邱庄组以及古近系定远组;在肥南地区,烃源岩则发育于中侏罗统三尖铺组、上侏罗统黑石渡和下白垩统晓天组。从烃源岩有机质的演化程度看,均达到了成熟—过成熟阶段,有机质类型从I—II均有,且分布广泛。纵向上以定远组、邱庄组以及晓天组生油岩厚度最大,因此,合肥盆地中、新生界油气源条件是比较丰富的。

2. 储集条件

合肥盆地中新生界主要为陆相沉积,碎屑岩广泛发育,是主要的储集岩,局部还发育有火山碎屑岩储集层。前者以砂岩为主,后者以火山角砾岩、凝灰岩为主。从储集空间类型来看,既有原生孔隙也有次生孔隙。根据物性资料、成岩作用等综合评价,合肥盆地中、新生界定远组、邱庄组的储层物性较好,新庄组、三尖铺组相对较好。

3. 盖层条件

合肥盆地不仅发育多套封堵性能良好的区域盖层,而且局部性盖层也很发育,局部性盖层封盖能力一般比较强,主要为泥质岩类、火山岩类和膏盐岩类,其中以泥质岩为主。肥北发育泥质岩类、膏盐岩类盖层,肥南发育泥质岩类、火山岩类盖层。其中以新庄组、邱庄组、定远组以及毛坦厂组的盖层发育较好。

4. 成藏条件

合肥盆地中,新生界碎屑岩储集层大多距生油岩较近,位于油气运移较有利的位置,可形成“自生自储自盖”式生储盖组合,如发育于定远组、邱庄组、新庄组、黑石渡组以及晓天组之中的生储盖组合。从纵向上分析,该盆地还发育有正常式、上生下储式等形式的生储盖组合,由于地层超覆,也可生成新生古储、古生新储等生储盖组合形式。同时,由于断层

的影响可以导致油气发生远距离运移,造成在空间上生储盖组成形式的变化,所以,合肥盆地中、新生代生储盖组合的形式是多样的。通过近几年的勘探发现合肥盆地存在多种类型的油气圈闭,如背斜构造圈闭和断块(断鼻)构造圈闭、地层圈闭、岩性圈闭以及其它类型的圈闭,其中背斜构造圈闭和断块(断鼻)构造圈闭是今后勘探的重点目标,此外岩性圈闭和地层圈闭也是比较有利的勘探对象。

4 结 论

合肥盆地地处特殊的大地构造位置,是一个受多种因素控制的中、新生代陆相沉积盆地。盆地中、新生代沉积物主要来自南面的大别山区,其次来自盆地东部、北部剥蚀区。中、新生代发育了冲积扇相、河流相及湖泊相等。冲积扇主要沿大别山北缘以及盆地东北缘分布,属于旱地扇类型,纵向上可出现若干次沉积旋回,平面上沿下倾方向逐渐过渡为河流相;源自大别山北麓的河流相的展布较接近理想河流相模式,而源自盆地东北缘的河流相,普遍缺乏曲流河沉积而直接过渡为湖泊相;湖泊相位于盆地腹地,其发展演化受气候、物源等条件的控制。合肥盆地中新生代生储盖组合的形式多样,存在多种

油气圈闭类型,油气勘探具有一定的潜力。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李曙光. 论华北与扬子陆块的碰撞时代[J]. 安徽地质, 1992, 2(4): 13—23.
- [3] 毛德民. 合肥拗陷构造形成机制研究[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(2): 33—36.
- [4] 谭明友, 周瑶琪, 贾红义, 等. 合肥盆地形成机制研究[A]. 石油大学地球化学与岩石圈动力学开放实验室年报[C]. 东营:石油大学出版社, 2001. 132—142.
- [5] 韩树. 安徽北部中、新生代沉积盆地分析[M]. 北京:地质出版社, 1996.
- [6] 李武, 程志纯. 合肥盆地油气勘探前景分析[J]. 安徽地质, 1997, 7(3): 56—60.
- [7] 吴跃东, 侯明金, 刘家云. 合肥盆地东北缘白垩纪地层特征及沉积环境分析[J]. 安徽地质, 1999, 9(2): 102—107.
- [8] 刘德良, 沈修志, 李秀新, 等. 合肥盆地深部推覆-伸展构造及含油气控制分析[J]. 南京大学学报(地球科学版), 1993, 5(2): 208—215.
- [9] 陈发祥. 合肥盆地石油地质条件分析[J]. 石油地震地质, 1992, 4(4): 85—94.

Mesozoic and Cenozoic sedimentary facies in the Hefei Basin

CHEN Jian-ping^{1,2}, ZHONG Jian-hua^{2,3}, RAO Meng-yu³, JI Guo-sheng³

(1. *Research Institute of Geophysical Prospecting, Shengli Oil Field Cor., Ltd., Dongying 257062, Shandong, China*; 2. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China*; 3. *Faculty of Earth Resources and Information, University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong, China*)

Abstract: The Hefei Basin is a foreland basin, that was constrained by the successive northward overthrusting of the Qinling-Dabie orogenic zone in the south and strike-slip faulting of the Tancheng-Luxian fault in the east during its development. The Mesozoic and Cenozoic sediments are derived from the Dabie mountain area in the south and denudational areas in the eastern and northern parts of the basin. The sedimentary facies in the basin consist significantly of alluvial fan, fluvial and lacustrine facies. The basin is characterized by abundant source rocks, good reservoir-seal conditions, various source-reservoir-seal associations and oil traps, indicating a great petroleum potential in the basin.

Key words: Hefei Basin; Mesozoic and Cenozoic strata; sedimentary facies