

# 合肥盆地构造演化、差异变形及油气勘探前景

戴寅<sup>1</sup> 胡望水<sup>2</sup> 汤济广<sup>2</sup> 彭国红<sup>1</sup> 鄢菲<sup>3</sup>

(1. 中原油田采油五厂油藏经营管理二区, 河南 濮阳 457001;

2. 长江大学数字油气资源研究组, 湖北 荆州 434023; 3. 辽河油田, 辽宁 盘锦 124008)

**摘要:**合肥盆地的发育经历了基底形成、拗陷、断陷及构造反转等阶段的演化,进一步可以划分为拗陷盆地发育期(早侏罗世—中侏罗世)、前陆盆地发育期(晚侏罗世)、走滑盆地发育期(早白垩世)、断陷盆地发育期(晚白垩世—古近纪)和盆地消亡期(新近纪—第四纪)等 5 个阶段。控制合肥盆地构造—沉积格局的关键构造变形期为:早燕山期、中燕山期、晚燕山期—早喜马拉雅期。合肥盆地差异构造变形特征十分明显,自南往北可以划分为 3 个构造带,即金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带、六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合构造带、淮南—定远冲断—断陷叠合带。这种南北方向的构造分带性受 NW 向展布的断裂带控制。笔者依据对盆地各构造形变区勘探潜力的分析,确立了淮南—定远冲断—断陷叠合带为 I 类远景区,即最有利的构造形变区;六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合带为 II 类远景区,即有利构造形变区;金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带为 III 类远景区,即较有利构造形变区。

**关键词:**多期构造演化;关键构造变形期;差异构造变形;油气保存;合肥盆地

**中图分类号:** P618.130.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-3657(2011)06-1584-09

## 1 地质概况

合肥盆地东西长约 200 km、南北宽约 150 km,总面积  $2.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地东以郟庐断裂与张八岭隆起相邻,南抵大别山造山带,北以寿县—定远断裂与蚌埠隆起相接,西北与长山隆起相连,西南与信阳凹陷相通<sup>[1]</sup>。由于盆地处于华北板块、大别造山带及扬子板块三大构造单元的交汇处,构造十分复杂,其形成和演化主要受华北板块与扬子板块之间的相互作用的影响,是这南北两大板块碰撞形成的中、新生代山前陆相残留沉积盆地<sup>[2]</sup>。该盆地以侏罗系至古近系陆相红色碎屑岩夹火山岩为主。侏罗系为一套河湖相沉积,主要分布于盆地的中部、南部和东部地区,地层厚度由南向北、由东向西渐薄;合肥盆地白垩系为陆相碎屑岩系沉积,主要出露于盆地的南部边缘和东部(大多隐伏于地下)。

经过全盆地的重、磁、电、地震及地表地质工作,目前合肥盆地的边界得到了确定,即东界为郟庐断

裂带,南界为大别造山带北缘的龙梅断裂,西界为吴集断裂,北界为寿县断裂和定远断裂(图 1)。

## 2 构造演化

合肥盆地的发育经历了基底形成、拗陷、断陷及构造反转等阶段的演化。通过对不整合、断裂、褶皱、构造演化史及根据构造层划分和地层接触关系研究,可以看出控制该区构造—沉积格局的关键构造变形期为:早燕山期、中燕山期、晚燕山期—早喜马拉雅期。

### 2.1 早燕山期(J)

早燕山期研究区进入了陆内造山作用阶段,受东秦岭—大别造山作用的影响,研究区表现为前陆盆地格局<sup>[6]</sup>,而在早侏罗世末期,大别山向合肥盆地方向剧烈挤压,形成前陆冲断带,表现为前陆盆地的格局,盆地南部舒城凹陷的中下侏罗统被压于老地层以下。HF99-700 剖面揭示,金寨—舒城断裂中,大量的下侏罗统被剥蚀掉,而在前展式发展的最

收稿日期:2011-02-26;改回日期:2011-10-20

基金项目:全国油气资源战略选区调查与评价项目(XQ-2007-02)资助。

作者简介:戴寅,男,1986年生,硕士生,研究方向:石油地质综合研究;E-mail:dying19860529@163.com。

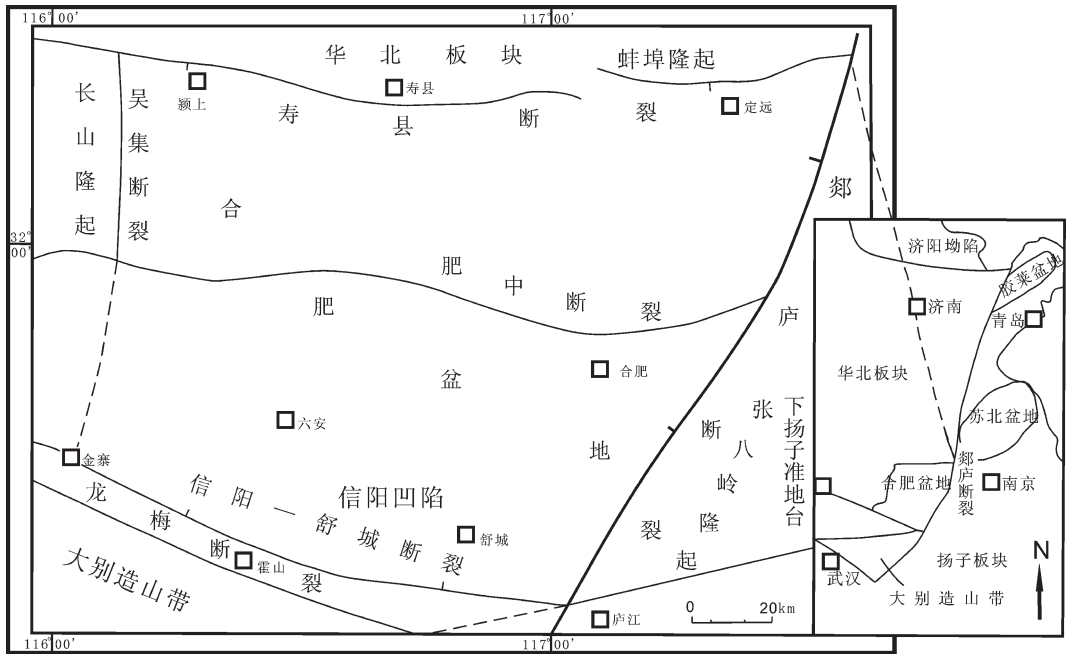


图 1 合肥盆地区域地质构造位置图

Fig.1 Sketch map showing location of regional geological structure of Hefei basin

前缘,尚存下侏罗统。肥中断裂以北,清晰地显示了下侏罗统超覆于前印支构造层之上,剖面中下侏罗统的厚度亦均有山前厚,而向北侧减薄的趋势(图2)。侏罗纪末期整体抬升遭受剥蚀,断层发生正反转,表现为前陆盆地的特点。该时期郟庐断裂带开始发生左行走滑作用,部分地控制了盆地东部侏罗系的沉积<sup>[7]</sup>。

该时期的构造样式以冲断构造为主,大型逆冲推覆构造不甚发育,在山前发育系列盲冲断层,空间上构成叠瓦状。其构造变形依然以逆冲推覆为主,但是强度减小很多。

## 2.2 中燕山期(J-K)

中燕山期,合肥盆地处于挤压环境下,前陆盆地发育,其中在早白垩世,受郟庐断裂的作用,在合肥盆地中,形成走滑-前陆复合盆地<sup>[8]</sup>。相对于早燕山期的前陆盆地,该期前陆盆地向北发生了迁移。在早白垩世末期发生了强烈的逆冲推覆作用,变形相对较弱,主体形成叠瓦状构造(图2)。

该期的构造变形依然以逆冲推覆为主,其中金寨-舒城逆冲-伸展断陷叠合带主体以伸展变形为主,而向北则转为收缩变形,以六安-肥西逆冲推覆-断陷叠合构造带伸缩率最大。

## 2.3 晚燕山期—早喜马拉雅期(E)

中国东部总体受伸展构造所控制,以发育盆岭式构造为特征。大别山因重力均衡作用而进一步抬升,四周断陷。在区域伸展作用下,合肥盆地大量NW向断裂均发生了构造负反转<sup>[9]</sup>,同时NNE向的横断裂亦转变为正断层,从而控制着研究区伸展断陷盆地的发育。定远-寿县断裂、肥中断裂、蜀山断裂由挤压逆冲性质反转为拉张,同时大幅断陷,地震剖面表现为受大断裂控制的成条带箕状或楔状断陷沉积特点<sup>[10]</sup>,形成系列盆岭构造、同向断块和反向断块等构造样式(图2)。新近纪以来,在区域挤压背景下,合肥盆地进入构造反转萎缩阶段,盆地抬升剥蚀,结束盆地沉积。

## 3 差异构造变形

差异构造变形是指在同一研究区,由于多期构造演化导致的多期构造应力场转换、多种变形介质变化以及多方位边界条件变化而产生的构造变形的差异性,主要表现为:(1)受关键构造变形期应力场转换制约的分期差异构造变形;(2)受大型主断裂带控制的分带差异构造变形;(3)受多层次滑脱带控制的分层差异构造变形;(4)受构造转换带控制的分段差

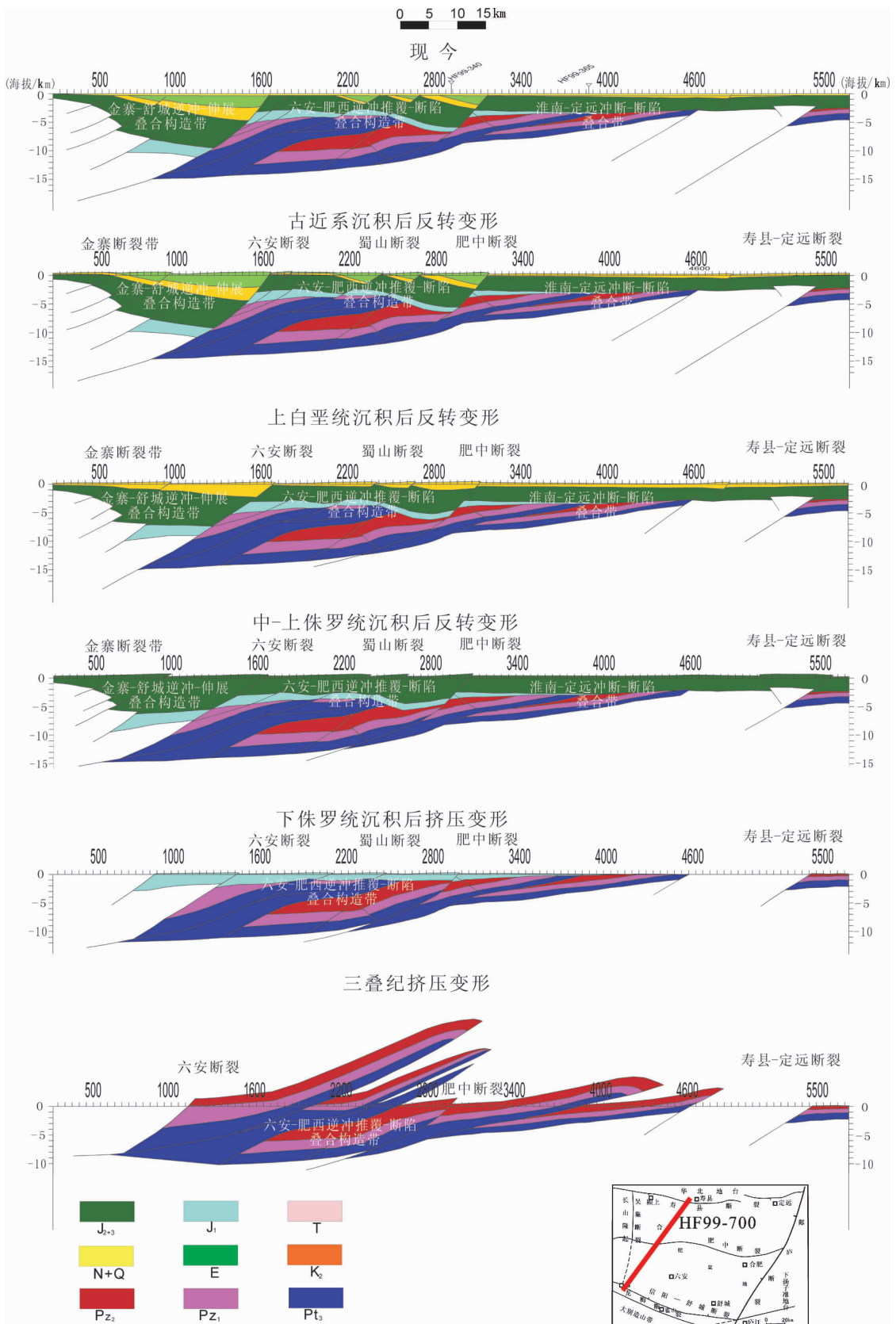


图 2 合肥盆地 HF99-700 测线构造演化剖面图

Fig.2 Interpretation of the profile along the seismic line HF99-700 in Hefei basin

异构造变形;(5)差异构造变形是如何制约油气聚集和分布的。

### 3.1 分带差异构造变形

构造单元的划分主要根据研究区的总体构造格架,并反映关键构造变形期构造改造作用<sup>[4]</sup>,具体划分以主干断裂为边界,并体现研究区宏观分带和次一级分段的特征。以金寨—舒城断裂带、六安断裂带、肥中断裂带、寿县断裂带、定远断裂带等 NW 向断裂分为 3 个构造单元,自南向北为金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带、六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合构造带、淮南—定远冲断—断陷叠合带(图 3)。

(1)金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带:该构造带纵向上具双层叠合结构,上白垩统之下地层表现为逆冲推覆特征,而上白垩统和古近系发育伸展构造,空间上伸展与逆冲构造相叠置。下层逆冲推覆构造东起舒城,经霍山、金寨一线,表现为庐镇关群、苏家河群及佛子岭群等变质岩层推覆于石炭系和二叠系之上,

总体又构成逆冲推覆岩席推覆于侏罗系之上。

总体上,逆冲推覆表现为向北逆冲的系列叠瓦状断裂,其间发育断夹块或紧闭褶皱。侏罗系和下白垩统均卷入了逆冲推覆构造之中,而上白垩统和古近系直接覆盖于该推覆体之上。

(2)六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合构造带:该构造带在合肥盆地中位于六安断裂和肥中断裂之间,纵向上具有双层结构,上白垩统和古近系发育伸展构造,而下覆地层则发育逆冲推覆断层,伸展与逆冲推覆空间上相叠置。

下构造层的东侧,还存在自东向西的逆冲推覆作用,为印支期苏鲁造山带造山作用过程对研究区的挤压作用所致。上构造层中,上白垩统与古近系伸展构造样式相同。早期的逆冲断层发生构造负反转,控制着上白垩统和古近系的沉积,该时期多表现为北断南超的箕状断陷的特征。伸展构造与逆冲推覆构造空间上叠置,构成伸展—推覆双层构造格架。

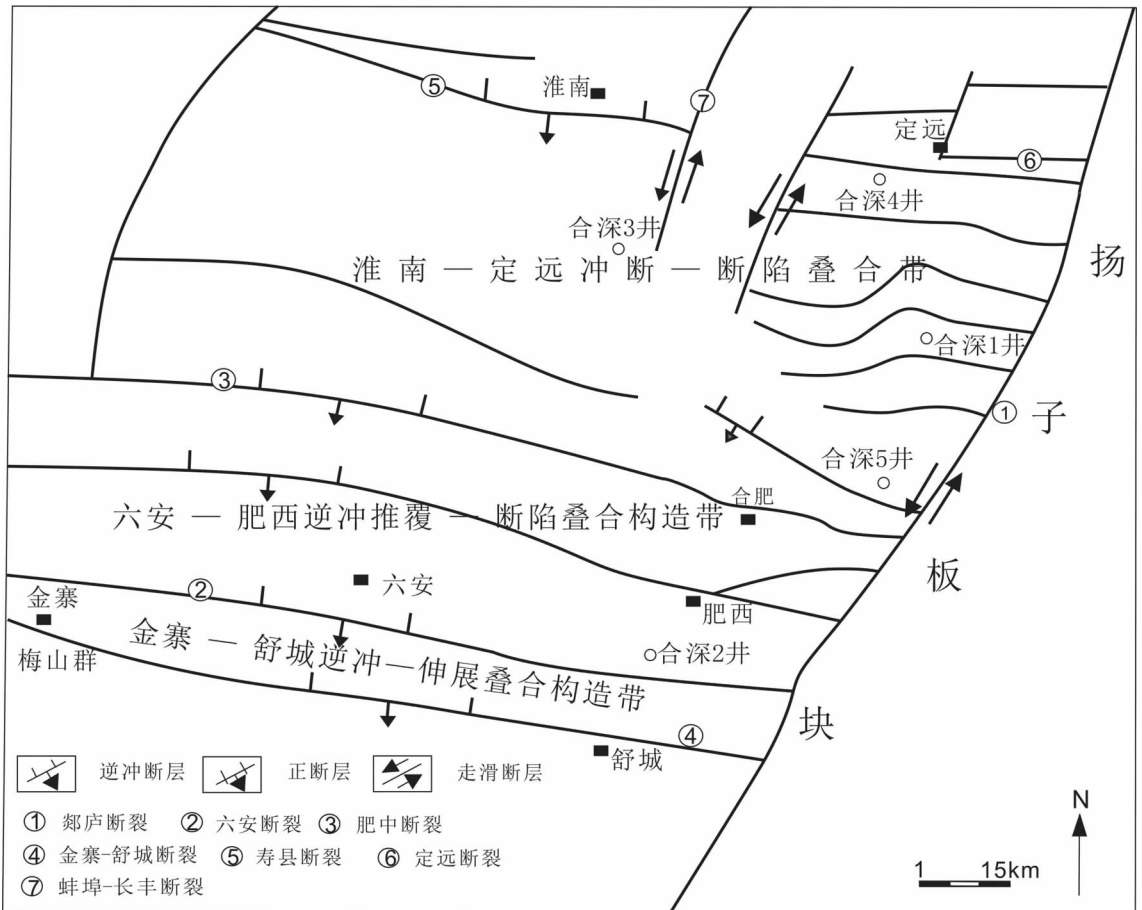


图 3 合肥盆地构造分带特征略图

Fig.3 Sketch map showing structural zonation features of Hefei basin

(3)淮南—一定远冲断—断陷叠合带:该构造带分布在合肥盆地中部,南以肥中断裂为界、北以寿县—一定远断裂为界。构造带下构造层中冲断构造明显,其逆冲断层发育于印支构造面以下地层之中,多向上断开至中、新生界,多条逆冲断层空间上构成叠瓦状,向下收敛于太古宇、古生界、元古宇和青白口系构成一系列逆冲岩席在空间上相叠置。

印支构造面以上地层侏罗系保存较好,未被断层所断开,反映该区印支期以后的逆冲推覆构造相对较弱。上白垩统和古近系以断陷构造为特征。该构造带北侧,受寿县—一定远断裂所控制,发育北断南超的箕状断陷。该控拗断裂为合肥盆地中逆冲断裂系中最北侧断裂,即逆冲推覆体的前锋断裂。它在晚燕山—早喜马拉雅期的复活,发生构造负反转,从而控制着断陷沉积。断陷与冲断构造在空间上相叠合,使得该区亦为典型的双重叠合构造。

### 3.2 分期差异构造变形

合肥盆地存在多期构造变形<sup>[12]</sup>,受关键构造变形期制约,合肥盆地具有分期差异变形特征(表1)。

(1)早燕山期(J)构造变形:早燕山时期,秦岭—大别进入陆内造山时期,研究区处于挤压构造环境之中,整体表现为陆内前陆盆地。在合肥盆地中,肥中断裂以北,下侏罗统超覆于前中生界之上。相对印支期的构造系统而言,该时期的前陆盆地向造山带一侧迁移。而在早侏罗世(J<sub>1</sub>)末期,变形作用加强,发生逆冲推覆作用,但是推覆强度相对较弱。其前锋带位于肥中断裂处,而其北侧则为外缘带,在金寨—舒城断裂则呈叠瓦状,大量下侏罗统被剥蚀。

地层分布上,金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带和六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合构造带可见下侏罗统的沉积,而在北侧的淮南—一定远冲断—断陷叠合带中则无侏罗系的沉积。

表1 合肥盆地分期差异构造变形样式和变形量

Table 1 Styles and quantities of tectonic deformations by stages in Hefei basin

构造单元	构造变形期	地层分布	构造样式	构造变形方式	构造伸缩量	构造伸缩率	变形强度	
							纵向	横向
金寨—舒城逆冲-伸展叠合构造带	早燕山运动期	J	叠瓦构造,盲冲断层,夹持为断夹块	冲断变形	-2774.8	-15.74%	逆冲推覆形变较弱,古构造位置较低	推覆体中带,以冲断为主,收缩变形较弱
	中燕山运动期	J-K	叠瓦构造,盲冲断层,夹持为断夹块	冲断变形,推覆体根带	-1626.4	-4.145%	逆冲推覆形变较弱,古构造位置较低	推覆体根带,以冲断为主,收缩变形较弱
	晚燕山-早喜马拉雅期	E	阶梯状断裂,反向掀斜断块	NNE向伸展	1143	2.91%	伸展作用较强,古构造位置较低	伸展作用较强
六安—肥西逆冲推覆-断陷叠合构造带	早燕山运动期	J	叠瓦构造,夹持为断夹块	逆冲推覆	-640.2	-1.58%	逆冲推覆形变较弱,古构造位置较低	推覆体峰带,收缩变形弱
	中燕山运动期	J-K	叠瓦构造,夹持为断夹块和褶皱	逆冲推覆,推覆体中带	-2129.8	-5.72%	逆冲推覆形变较弱,古构造位置较低	推覆体中带,收缩变形强烈
	晚燕山—早喜马拉雅期	E	阶梯状断裂,反向掀斜断块,多米诺式半地堑	NNE向伸展	4124.8	11.22%	伸展作用较强,古构造位置较低	伸展作用弱
淮南—一定远冲断-断陷叠合带	早燕山运动期			逆冲推覆外缘带,变形弱	-231.8	-0.33%	逆冲推覆形变较弱,古构造位置较低	逆冲推覆外缘,变形最弱
	中燕山运动期	J-K	叠瓦构造	逆冲推覆,推覆体前锋带	-663.4	-0.988%	逆冲推覆形变较弱,古构造位置较低	逆冲推覆前锋,变形最为强烈
	晚燕山—早喜马拉雅期	E	阶梯状断裂,箕状断陷	NWW、NNE向伸展	18.4	0.03%	伸展作用较弱	伸展作用强

纵向构造变形上,金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带为推覆体中带,以冲断为主,收缩变形较弱。六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合构造带为推覆体锋带,收缩变形弱。淮南—定远冲断—断陷叠合带为逆冲推覆外缘,变形最弱。且在不同的构造单元中,收缩量不尽相同,以金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带收缩量最大,为-15.74%。

(2)中燕山期(J-K)构造变形:在印支期华北板块与扬子板块拼合后,秦岭—大别造山带进入了强烈的陆内造山阶段,其北侧山前发生侧向逆冲挤压作用。时间上以早侏罗世最为强烈,而在中、晚侏罗世变形相对较弱。

至早白垩世晚期,合肥盆地再次发生强烈的逆冲推覆作用。在金寨断裂以南的下白垩统被剥蚀,上白垩统不整合覆盖于侏罗系之上,反映了六安断裂在晚白垩世末期再次复活,发生强烈的逆冲作用。

金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带以冲断变形为主,如在其后缘冲断带中,发育系列叠瓦状盲冲断层。六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合构造带以逆冲推覆构造为特征,早白垩世末期的强烈逆冲推覆作用,造成了该带的强烈构造变形。六安—肥西逆冲推覆带中,侏罗系厚度较六安断裂以南的后缘冲断带薄<sup>[14]</sup>,且侏罗系中为逆冲断层所断开的系列断块,均发生旋转,形成反向断块。淮南—定远冲断—断陷叠合带系列地质剖面均显示,在该构造带以北,南倾逆冲断层基本不发育。

(3)晚燕山—早喜马拉雅期(E)构造变形:该期为研究区关键的构造变形期。在这个时期,合肥盆地构造环境由挤压转换为伸展,发生构造负反转,大量早期的逆断层转变为正断层,并控制着上白垩统和古近系的断陷沉积。该期的构造格局特点是以断陷为主,而且多受 NWW 和 NNE 向发生构造负反转的断层所控制。

此期伸展作用以淮南—定远冲断—断陷叠合带以北的地区最为强烈,其中在六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合构造带中伸展作用最强烈,伸展量达 11.22%(表 1)。

## 4 油气勘探前景

### 4.1 勘探层系

金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带印支期构造

变形强烈,使印支构造面以下的古生界几乎完全被剥蚀,元古宇、青白口系烃源岩完全被剥蚀。溪构造面之上,侏罗系、上白垩统普遍发育,而下白垩统则不发育,古近系也仅少许残留。因此,在该类构造形变区中,主要勘探层系为侏罗系。

六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合带存在上古生界、侏罗系和古近系 3 套勘探层系,其中上白垩统亦可作为勘探目标。印支期逆冲推覆作用形成了大量的岩席,未造成上古生界的完全被剥蚀。在推覆体的下伏岩席中,上古生界保存较好<sup>[15]</sup>。早白垩世末期的推覆作用仅造成下白垩统和少许侏罗系的剥蚀,而侏罗系主体被保存下来,加之断陷期覆盖其上的上白垩统,构成了比较有利的勘探层系。

淮南—定远冲断—断陷叠合带中,下古生界、上古生界和古近系勘探层系均发育,且部分地区还存在于下白垩统勘探层系。

### 4.2 宏观保存条件

金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带位于造山带前缘,在早白垩世末期的强烈逆冲冲断作用以及晚白垩世—古近纪时期强烈伸展作用下,形成大量的断裂。而且断层多为贯通断裂<sup>[16]</sup>,即该形变区断裂的发育具有密度大和强度大的特征,不利于油气的保存。同时,在晚侏罗世—早白垩世时期以及古近纪—古新世—渐新世,该形变区内岩浆活动强烈,形成两大岩浆活动期,因此对油气藏起到破坏作用。

六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合带在印支期的强烈推覆中,使得大量逆冲断层发育,而伸展期的强烈伸展作用使得主干逆冲断层发生构造负反转,形成通天断裂,而部分次级断裂向上发展并消失在中生界内部。相对于根带,断层的密度和强度均降低。加之该带中,侏罗系及其上的白垩系和古近系整体较厚,在空间上能形成有效的多套区域盖层。另外,此带中岩浆作用减弱,因此具备比较好的宏观保存条件。

淮南—定远冲断—断陷叠合带中 NWW 和 NNE 向断裂较为发育,但是相当部分断裂仅断至古近系中,而未断开新近系。同时由于断陷作用,在上古生界之上叠加了较厚的古近系,因此该类形变区存在多套区域性盖层和局部直接盖层。重要的是,作为推覆体的前锋带,大量的外来岩席直接覆盖在原地岩席之上<sup>[17]</sup>,从而可以形成有效的封盖。因此,该类形

变区中宏观保存条件较好(表 2)。

### 4.3 成藏模式

金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带中,可能存在自生自储和下生上储的成藏模式,即侏罗系内部的成藏,以及白垩系和古近系的成藏。但是该区构造变形强烈,同时加之两期岩浆作用,因此不可能存在原生气藏,可能的油气藏类型为残余油气藏。

六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合带的烃源均来自于 C-P 的二次生烃和侏罗系的原生气源。因此,在上古生界和侏罗系中可以存在自生自储的成藏模式,而在侏罗系中还可以存在下生上储。由于该区上古生界和侏罗系烃源岩成熟度较高,因此主要形成气藏。其气藏类型包括晚期原生气藏、残余气藏和次生气藏。

淮南—定远冲断—断陷叠合带中的上古生界可以提供二次生烃烃源和残余烃源<sup>[8]</sup>,而下白垩统和古近系可以提供原生烃源和次生烃源,其中最为重要的为上古生界的二次生烃。成藏模式为自生自储和下生上储,其中自生自储可以发生在上古生界、下白垩统和古近系中。而下生上储则可以有多种型式,如(上古生界)生-(下白垩统、上白垩统和古近系)储、(下白垩统)生-(上白垩统和古近系)储。其形成的油气藏类型包括晚期原生气藏、次生气藏和残余油气藏。

### 4.4 主要勘探方向

金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带中的主要勘探目标为侏罗系内部,即寻找侏罗系内部保存条件

相对较好,可能残存的油藏。

六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合带中,由于断层大量的沟通上古生界和中生界,加上上古生界中岩层的近于直立,使得上古生界所产烃类多运移至中生界了。因此,主要勘探目标为侏罗系和上白垩统。在勘探过程中,以古近纪末所形成的圈闭为重点对象<sup>[9]</sup>,以晚期原生气藏和次生气藏为主。

淮南—定远冲断—断陷叠合带中的主要勘探目标为下白垩统和古近系中圈闭,且为断陷期所形成的圈闭以及推覆体下盘。在该类圈闭中,成藏的时空配置关系较好,二次生烃的烃源通过断陷期形成的断裂进入圈闭中而聚集成藏<sup>[9]</sup>,成为原生气藏(表 2)。

## 5 结 论

(1)合肥盆地的发育经历了基底形成、拗陷、断陷及构造反转等阶段的演化。进一步可以划分为 5 个构造演化阶段,即早侏罗世—中侏罗世拗陷盆地发育期(早侏罗世—中侏罗世)、前陆盆地发育期(晚侏罗世)、走滑盆地发育期(早白垩世)、断陷盆地发育期(晚白垩世—古近纪)和盆地消亡期(新近纪—第四纪)等 5 个阶段。

通过对不整合、断裂、褶皱、构造演化史及根据构造层划分和地层接触关系研究,可以看出控制该区构造—沉积格局的关键构造变形期为:早燕山期、中燕山期、晚燕山期—早喜马拉雅期。

(2)合肥盆地具有差异构造变形特征,自南往北可以划分为 3 个构造带,即金寨—舒城逆冲—伸展叠

表 2 合肥盆地各构造形变区勘探潜力分类

Table 2 Exploration potential of the structural deformation zones in Hefei basin

构造形变区	勘探层系	宏观保存条件	成藏模式	油气藏类型	构造单元	主要勘探方向	勘探潜力分类
逆冲推覆—推覆—断陷埋藏	古生界、 上古生界、 下白垩统、 古近系	好	自生自储、 下生上储	晚期原生气藏、 次生气藏、 残余油气藏	淮南-定远冲断-断陷叠合带	推覆体下盘、 断陷中下白垩统和古近系中圈闭	I 类
冲断推覆—断陷埋藏	上古生界、 侏罗系和 古近系	较好	自生自储、 下生上储	原生气藏、 残余油气藏、 次生气藏	六安-肥西逆冲推覆-断陷叠合构造带	侏罗系、上白垩统 内喜山期圈闭	II 类
逆冲冲断—断陷埋藏	侏罗系	较差	自生自储	残余油藏	金寨-舒城逆冲-伸展叠合构造带	侏罗系内幕	III 类

合构造带、六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合带、淮南—定远冲断—断陷叠合带。合肥盆地南北方向的构造分带性是受呈 NWW 向展布的断裂带控制的,并经历了印支期、早燕山期、中燕山期、晚燕山期—早喜马拉雅期 4 期构造变形。

(3)依据对各构造形变区勘探潜力的分析,确立了淮南—定远冲断—断陷叠合带为 I 类远景区,即最有利的构造形变区。六安—肥西逆冲推覆—断陷叠合带为 II 类远景区,即有利构造形变区。金寨—舒城逆冲—伸展叠合构造带为 III 类远景区,即较有利构造形变区。

### 参考文献 (References):

- [1] 陈建平. 合肥盆地中生代构造演化与油气地质特征 [D]. 广州:中国科学院研究生院(广州地球化学研究所),2004.  
Chen Jianping. Mesozoic and Cenozoic Tectonic Evolution and Petroleum Geology of Hefei Basin [D]. Guangzhou: Chinese Academy of Sciences (Geochemistry Institute), 2004(in Chinese with English abstract).
- [2] 贾红义, 刘国宏, 张云银, 等. 合肥盆地形成机制与油气勘探前景 [J]. 安徽地质, 2001, 11(1):9-18.  
Jia Hongyi, Liu Guohong, Zhang Yunyin, et al. Formation mechanisms and prospects for oil and gas exploration of Hefei basin [J]. Geology of Anhui, 2001, 11 (1):9-18 (in Chinese with English abstract).
- [3] 刘国宏, 张云银, 贾洪义. 合肥盆地构造演化及油气藏分析 [J]. 油气地质与采收率, 1999, 73(1):15-24.  
Liu Guohong, Zhang Yunyin, Jia Hongyi. Tectonic evolution and its hydrocarbon significance of Hefei Basin [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 1999, 73 (1):15-24 (in Chinese with English abstract).
- [4] 李武, 程志纯. 合肥盆地油气勘探前景分析 [J]. 安徽地质, 1997, (3):56-61.  
Li Wu, Cheng Zhichun. Prospects for oil and gas exploration of Hefei basin [J]. Geology of Anhui, 1997, (3) 56-61 (in Chinese with English abstract).
- [5] 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 Xuettian, Liu Deliang, et al. Indosinian nappe structure and its hydrocarbon significance in Hefei basin and north Huaayang tectonic zone[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(2):116-122.
- [6] 徐春华, 邱连贵, 雷敏, 李学田. 合肥盆地沉积构造样式与大别造山带的演化历史 [J]. 沉积与特提斯地质, 2002, 22(2):91-98.  
Xu Chunhua, Qiu Liangui, LeiMin, et al. The evolution of the Dabie orogenic belt based on the sedimentary styles and tectonic patterns of the Hefei basin, Anhui [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2002, 22 (2):91-98 (in Chinese with English abstract).
- [7] 刘国生, 朱光, 牛漫兰, 等. 合肥盆地东部中—新生代的演化及其对庐断裂带活动的响应 [J]. 地质科学, 2006, 41(2):256-269.  
Liu Guosheng, Zhu Guang, Niu Manlan, et al. Meso-Cenozoic evolution of the Hefei basin (eastern part) and its response to activities of the Tan-lu fault zone [J]. Chinese Journal of Geology, 2006, 41(2):256-269(in Chinese with English abstract).
- [8] 杜长洲, 孙亚力, 张立明. 合肥盆地白垩纪地层及盆地演化 [J]. 安徽地质, 2007, 17(4):241-269.  
Du Changzhou, Sun Yali, Zhang Liming. Cretaceous strata of the Hefei basin and the basinal evolution [J]. Geology of Anhui, 2007, 17(4):241-269(in Chinese with English abstract).
- [9] 许世红, 钟建华, 柳忠泉. 合肥盆地断层活动特征及其控制因素 [J]. 大地构造与成矿学, 2007, 31(1):31-36.  
Xu Shihong, Zhong Jianhua, Liu Zhongquan. Activity characteristics and controlling factors of the faults in the Hefei basin [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2007, 31 (1):31-36 (in Chinese with English abstract).
- [10] 汤加富, 周存亭, 侯明金, 等. 大别山及邻区地质构造特征与形成演化 [M]. 北京:地质出版社, 2003:224-236.  
Tang Jiafu, Zhou Cunting, Hou Mingjin, et al. The Formation, Evolution and Tectonic Features of Dabie Mountains and Adjacent Areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2003: 224-236(in Chinese).
- [11] 汤良杰, 黄太柱, 金文正, 等. 叠合盆地关键构造变革期与分期差异构造变形 [J]. 地学前缘, 2009, 16(4):13-22.  
Tang Liangjie, Huang Taizhu, Jin Wenzheng, et al. Differential deformation and hydrocarbon accumulation in the superimposed basins [J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16(4):013-022.
- [12] 汤良杰, 郭彤楼, 田海芹, 等. 黔中地区多期构造演化、差异变形与油气保存条件 [J]. 地质学报, 2008, 82(3):288-307.  
Tang Liangjie, Guo Tonglou, Tian Haiqing, et al. Poly-cycle tectonic evolution, differential deformation and hydrocarbon reservation of central Guizhou and adjacent region [J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 82 (3):288-307 (in Chinese with English abstract).
- [13] 徐汉林, 赵宗举, 杨以宁. 南华北盆地构造格局及构造样式 [J]. 地球学报, 2003, 24(1):27-33.  
Xu Hanlin, Zhao Zongju, Yang Yining. Structural pattern and structural style of the southern North China basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2003, 24(1):27-33(in Chinese with English abstract).
- [14] 李双应, 王道轩, 刘因, 等. 大别造山带北缘中生代冲积体系对源区构造的沉积响应 [J]. 地质通报, 2002, 21(8/9):541-546.  
Li Shuangying, Wang Daoxuan, Liu Yin, et al. Sedimentological response of Mesozoic alluvial depositional systems to tectonism in the source area on the northern margin [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(8/9):541-546(in Chinese with English abstract).
- [15] 付孝悦. 天然气成藏与保存 [J]. 新疆石油地质, 2004, 25(2):212-214.



- Fu Xiaorui. Gas accumulation and preservation[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2004, 25(2):212-214(in Chinese with English abstract).
- [16] 胡见义. 石油地质学前沿和勘探新领域[J]. 中国石油勘探, 2004, 9(1): 8-14.
- Hu Jianyi. Cutting-edge petroleum geology and new areas of exploration [J]. Chinese Oil Exploration, 2004, 9 (1):8-14(in Chinese with English abstract).
- [17] 董树文, 孙先如, 张勇, 等. 大别山碰撞造山带基本结构[J]. 科学通报, 1993, 38(6):542-545.
- Dong Shuwen, Sun Xianru, Zhang Yong, et al. The basic structure of Dabie orogenic belt [J]. Chinese Science Bulletin, 1993, 38(6): 542-545(in Chinese).
- [18] 马宝林, 张兆忠. 大别山东段双变质带特征和古构造演化[J]. 地震地质, 1988, 10(2):19-28.
- Ma Baolin, Zhang Zhaozhong. Eastern Dabie metamorphic belt features double and tectonic evolution of ancient [J]. Earthquake Geology, 1988, 10(2):19-28(in Chinese with English abstract).
- [19] 黄志龙. 天然气扩散与浓度封闭作用的研究[J]. 石油学报, 1996, 17(4):36-41.
- Huang Zhilong. Gas diffusion and concentration effects of closed[J]. Petroleum Technology, 1996, 17 (4):36-41 (in Chinese with English abstract).
- [20] Sales J K. Closure vs. sealing strength—a fundamental control on the distribution of oil and gas:Basin modeling:advance and application. Norwegian Petroleum Society Special Publication, 1993, 3:399-414.

## Tectonic evolution, differential deformation and gas exploration prospect of Hefei basin

DAI Yin<sup>1</sup>, HU Wang-shui<sup>2</sup>, TANG Ji-guang<sup>2</sup>, PENG Guo-hong<sup>1</sup>, YAN Fei<sup>3</sup>

(1. Reservoirs Management II, Fifth oil extraction factory, Zhongyuan Oilfield, Puyang 457001, Henan, China; 2. Digital Reservoir Group, Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China; 3. Liaohe Oilfield, Panjin 124008, Liaoning, China)

**Abstract:** The Hefei basin experienced evolutionary stages of basement formation, depression, rifting and tectonic inversion, and five structural stages have been further recognized as follows: development stage of J1-J2 depression basin, development stage of J3 foreland basin, development stage of K1 strike slip basin, development stage of K<sub>2</sub>-E rifted basin, and consuming stage of N-Q basin. The key tectonic changes controlling the tectono-stratigraphic framework of Hefei basin are Early Yanshanian, Central Yanshanian, Late Yanshanian and Early Himalayan movements. The structures in the study area are characterized by differential deformation. Three tectonic belts can be recognized, namely, Jinzhai-Shucheng, Liuan-Feixi, and Huainan-Dingyuan. The structural zoning was controlled by a series of NWW-trending fault zones and experienced four periods of tectonic deformation, i.e., Early Yanshanian, Central Yanshanian, Late Yanshanian and Early Himalayan. A preliminary analysis of the exploration potential of the structural deformation zone reveals that Huainan-Dingyuan tectonic belt is the first-grade prospective area, i.e., the most favorable structural deformation zone; Luan-Feixi belt is the second-grade prospective area, i.e., an area beneficial to tectonic deformation; Jinzhai-Shucheng is of the third grade, i.e., an relatively favorable structural deformation zone.

**Key words:** poly-cycle tectonic evolution; key tectonic change; differential structural deformation; hydrocarbon reservation; Hefei basin

**About the first author:** DAI Yin, male, born 1986, master candidate, engages in comprehensive study of petroleum geology; E-mail: dying19860529@163.com.