

# 辽河滩海东部地区油气多期次成藏与分布

邹丙方<sup>1,2</sup>, 张凤莲<sup>2</sup>, 沈渭洲<sup>1</sup>

(1. 南京大学 地球科学系, 南京 210095;  
2. 中国石油 辽河油田勘探开发研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 利用包裹体分析, 确认区内存在 3 次成藏期, 分别为东三一东二期、东营末期及馆陶—明化镇期。通过油气分布现状分析, 总结出区内油气成藏主要受圈闭类型、断层活动、盖层及储层发育情况控制, 建立了相应的成藏模式。不同构造带存在不同的油气成藏期次, 因而油气分布在平面上及垂向上存在不均一性。葵太构造带的中深层及燕南构造带的斜坡部位应是进一步勘探的重点区域。

关键词: 成藏期次; 控制因素; 成藏模式; 包裹体; 辽河滩海

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

辽河滩海东部探区位于辽宁省大洼县荣兴屯南部的浅海区域(水深 0~ 5 m), 向南与渤海海域的辽东凸起、辽中凹陷相接。自西向东可分为盖洲滩洼陷、葵太构造带、燕南构造带、燕东断槽 4 个二级构造带, 总面积约 1 000 km<sup>2</sup> (图 1)。盆地模拟表明, 研究区具有油 4 × 10<sup>8</sup> t、气 1 × 10<sup>11</sup> m<sup>3</sup> 的资源潜力<sup>[1]</sup>。自 1991 年开始勘探以来, 相继有多口井获得了 100 t 级以上的高产工业油气流。但由于滩海勘探受地面条件的制约及地下油气成藏条件的复杂性, 目前仅探明含油面积 13.3 km<sup>2</sup>, 石油地质储量 1 635 × 10<sup>4</sup> t; 探明天然气面积 2.8 km<sup>2</sup>, 天然气地质储量 7.48 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 探明储量与该区的资源量极其不相称。随着辽河油田陆上勘探程度的不断提高, 资源接替矛盾日渐突出, 滩海勘探又重新摆到了一个重要位置。本文通过对该区油气成藏特征及分布规律的研究, 总结了油气成藏模式, 从而指导区内下一步的勘探。

## 1 油气分布现状和成藏期次划分

研究区目前发现有上第三系馆陶组、下第三系东营组二段和三段、沙河街组一段、中生界及古生界潜山 6 个含油气层系。不同构造带油气分布层位及丰度相差很大, 其中葵太构造带油气主要集中在东营组二段和三段、沙河街组一段, 燕南构造带则分布于馆陶组和中生界及古生界潜山。从流体性质和产

量看, 东二段和东三段下部主要为气层, 单井日产量东二段可达 1 × 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup> 左右, 东三段仅为 1 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> 左右; 东三段中、上部以油气共存为特征, 日产油达 100 t 以上; 馆陶组为稠油层, 单井产量较低, 尚达不到海上工业油气流标准; 中生界及古生界潜山、沙河街组一段仅见到油气显示。这种油气分布的不均一性显示出区内油气成藏的复杂性。

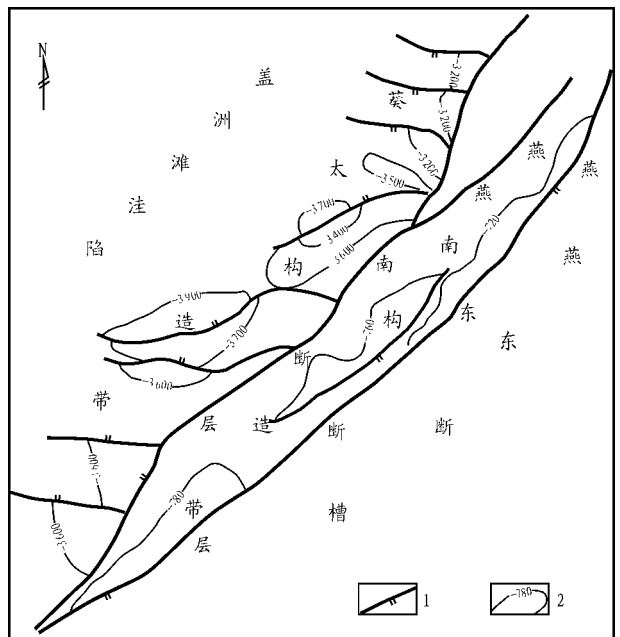


图 1 研究区构造纲要

1. 断层; 2. 构造线/m

Fig. 1 Tectonic sketch map of study area

表 1 研究区包裹体类型鉴定  
Table 1 Inclusion types in study area

井号	井段/m	包体类型及特征	赋存岩矿	成藏期
	2 463.5~ 2 469.0	次生,呈黑褐色的液烃包裹体	细砂岩碎屑石英	早期
葵花 12	2 463.5~ 2 469.0	次生,呈淡黄-灰色的气液烃包裹体,显绿黄色荧光	细砂岩碎屑石英	晚期
	2 388.07~ 2 396.25	岩石粒间充填,灰褐黄色原油包裹体	细砂岩	中期
	3 102.0~ 3 107.5	次生,呈黑褐色的液烃包裹体	细砂岩碎屑石英	早期
龙王 1	3 927.0~ 3 939.0	次生,呈无色-灰色的气液烃包裹体,显蓝绿色荧光	细砂岩碎屑石英	晚期
	3 462.2~ 3 466.0	次生,呈灰色的气烃包裹体,显弱黄色荧光	细砂岩碎屑石英	晚期

利用包裹体成分的相态类型可以划分油气成藏的期次<sup>[2]</sup>,根据研究区包裹体的分析结果(表 1),可以将成藏分为早、中、晚 3 个时期,对应的包裹体类型由液相向气液混合相态转变。而区内烃源岩生烃史表明:沙三段烃源岩在东三沉积初期开始进入生油窗,东二期达到生油高峰,馆陶期至现今已进入高成熟阶段;沙一段烃源岩在东营组沉积晚期开始进入生油窗;东营组烃源岩在馆陶末期开始进入生油窗。进一步结合构造运动演化史分析,认为本区 3 期成藏的对应时间段分别为东三—东二期、东一期和馆陶—明化镇期。

## 2 油气分布控制因素

### 2.1 圈闭类型直接影响油气成藏规模

从构造演化来看,研究区经历了早期伸展、晚期走滑的构造运动,中深层构造形态较为完整,浅层破碎,发育有断背斜、断鼻、断块等多种圈闭类型。从目前发现的油气来看,主要集中在压扭环境下形成的断背斜和断鼻,如葵花岛构造和太阳岛构造南部,其中有多口井获得 100 t 以上的高产,而在断块型圈闭完钻的探井虽然见到了油气显示,但都没有获得工业油气流。

### 2.2 断裂多期次活动控制油气运聚、成藏过程

辽河盆地以断块破碎著称,断裂的发育对油气富集有着十分重要的影响<sup>[3]</sup>。研究区 NE 走向的燕南断层属于一级断裂,控制了葵太构造及燕南构造的形成和发育,而且由于其长期活动,且深断至沙三段烃源岩中,因此是区内最重要的油源断层。二级断层众多,基本呈近 EW 走向,其不仅断至沙三段烃源岩,而且与燕南断层以不同角度斜交,从而形成了良好的、立体的油气运移通道。它们又可以分为北掉和南掉 2 种,剖面上呈明显的负花状(图 2),其

中在北掉断层活动控制下形成的一系列断鼻更是油气运聚的有利场所。这些断层的活动对油气运聚具有双重作用,即在形成新的油藏同时又对先期油藏进行一定程度的改造,形成现今这种含油气幅度较低的、复杂的油气分布格局。

### 2.3 砂体发育程度及储层物性好坏决定油气富集程度

本区第三系发育有扇三角洲、辫状河三角洲、浊积体等沉积体系类型。这些沉积体系具有多方向物源注入的特点,广泛发育了多种类型的砂体。平面上砂体侧向相互交叉,垂向上相互叠置,形成了规模较大的储集体,从而为油气的聚集提供了良好的储集空间。但是储层横向上变化较快,相同层位由于储层岩性的变化造成其含油气丰度差别很大,可以由高产层变为干层。而且不同埋深的储层孔隙度和渗透率变化明显,葵花岛构造 2 000~ 3 000 m 孔隙度一般为 20%,渗透率一般可达  $100 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  以上;3 000 m 以下孔隙度一般为 10% 左右,渗透率大多  $50 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,甚至低于  $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,直接影响了油气层的产量。

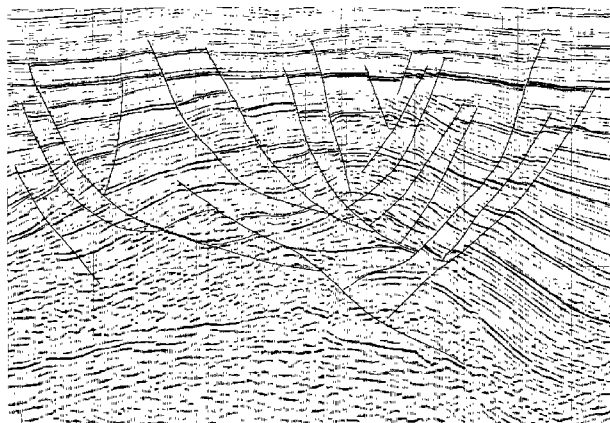


图 2 断裂发育地震剖面

Fig.2 Seismic section showing fault growth

表2 葵太构造带盖层封闭性能评价

Table 2 Sealing ability evaluation of cap formation in the Kuitai area

层位	泥岩孔隙度, %	泥岩排替压力/MPa	储层排替压力/MPa	综合评价
	7.5~ 14.0	13~ 28	0.027~ 0.035	有效
	6.5~ 13.2	14~ 30	0.038~ 0.048	有效
	5.5~ 13.0	14~ 34	0.029~ 0.545	有效
	0.5~ 9.5	17.5~ 45.0	0.061~ 0.093	有效—高效
	2.5~ 7.5	30~ 59	0.051~ 0.093	有效—高效

### 2.4 盖层分布决定油气聚集层位

盖层的发育情况是探区油气聚集成藏的关键。研究区葵太构造带可划分为 ( $E_3d^{2(1)}$ ), ( $E_3d^{2(2)}$ ), ( $E_3d^{3(1)}$ ), ( $E_3d^{3(2)}$ ), ( $E_3d^{3(3)}$ ) 5个油气层组。通过对各油层组顶部泥岩厚度进行统计发现, 各油组顶部泥岩平均厚度都达到 15 m 以上, 根据声波时差计算其排替压力都在 10 MPa 以上, 最高可达 59 MPa(表2), 而区内部分井实测的储层排替压力数值几乎全在  $10^{-2}$  级, 与盖层的排替压力相比可以忽略不计, 压力差几乎等于盖层的排替压力。游秀玲在“七五”国家重点科技攻关成果中提出按照盖层的排替压力差可分为  $> 10$ ,  $5 \sim 10$ ,  $< 5$  MPa3 级<sup>[4]</sup>。区内各油层组盖层的排替压力差均  $> 10$  MPa, 因此属于有效—高效储层, 正是这些盖层的广泛发育使得葵太构造成为油气比较富集的二级构造带。

## 3 油气成藏模式

油气藏的形成是一个复杂的过程。对于复杂的断块区, 断层是重要的油气运移通道, 而运移通道控制着油气成藏模式<sup>[5]</sup>。结合区内油源特征、生储盖

组合及输导系统可以将油气的运聚成藏分为自生自储、下生上储及旁生侧储 3 类, 其运移方式具有侧向、垂向和阶梯式 3 种(图3, 4)。对应前文各期的油气运聚特点如下。

### 3.1 东三—东二成藏期

该期是沙三段烃源岩大量生烃期, 也是构造运动活跃期, 区内断层活动强烈, 导致本区发生第一次大规模油气运移。运移方向以盖洲滩洼陷向东运移占优势, 仅少量油气向西运移, 运移方式主要为油的垂向、侧向运移, 流体性质以油为主。此前葵花岛及太阳岛构造已具背斜形态, 因此油气得以聚集成藏; 燕南构造虽然没有发现该期油气藏, 但是考虑到该带勘探程度较低, 而且其下第三系地层具有向东超覆沉积的特点, 在其斜坡部位存在超覆圈闭及大量的岩性圈闭, 分析在该带应该能够寻找到该期油气藏, 这也是下步勘探的一个重要目标区。

### 3.2 东营末成藏期

该期是区内油气成藏比较重要的时期, 既是油气藏形成期, 也是改造期。东营末期, 由于受郯庐断裂系统右旋运动的影响, 辽河盆地此期以张扭活动为主, NE 向主干断裂右旋走滑作用明显<sup>[6]</sup>。受此影响, 葵太构造带近EW向断层发育, 并将其进一

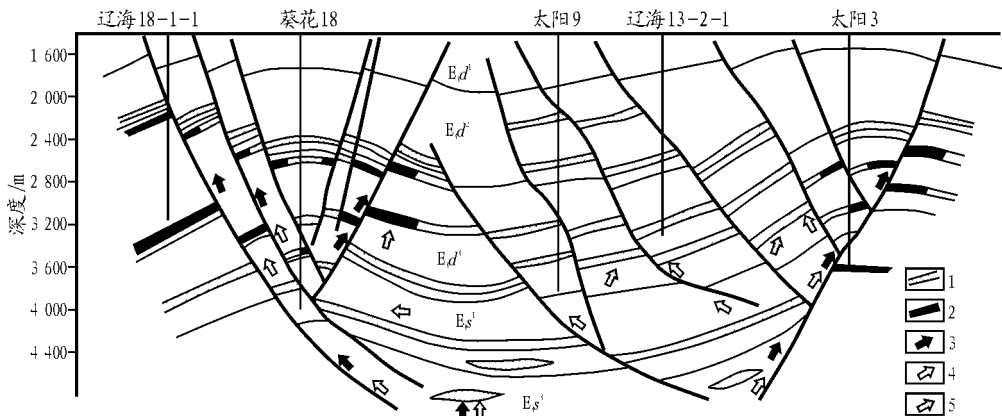


图3 研究区 NE—SW 方向油气成藏模式

1. 气藏; 2. 油藏; 3. 第一次油气运移方向; 4. 第二次油气运移方向; 5. 第三次油气运移方向

Fig. 3 Petroleum accumulation pattern from NE to SW in study area

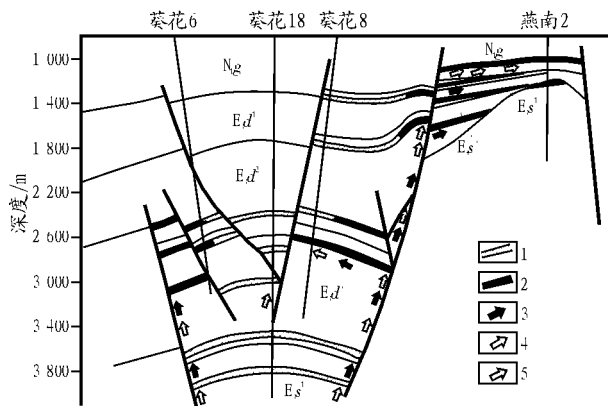


图 4 研究区 NW—SE 方向油气成藏模式

1. 气藏; 2. 油藏; 3. 第一次油气运移方向;  
4. 第二次油气运移方向; 5. 第三次油气运移方向

Fig. 4 Petroleum accumulation pattern from NE to SW in study area

步改造形成一系列断鼻或断裂半背斜圈闭。此时研究区主力烃源岩已进入高成熟演化阶段, 以生气为主, 生油为辅。在气体通过断层不断向上运移的过程中, 由于浮力作用, 气在圈闭的较高位置聚集, 形成顶部气而边部油的特征。而且由于不同期次油气的充注, 加之储集层之间存在非渗透层以及泥岩隔层或断层等的封隔作用, 导致流体性质在垂向和平面上的变化<sup>[7]</sup>, 形成油气共存的局面。此外, 断层在充当油气运移通道的同时, 对先期形成的油藏又进行一定程度的改造。吕延防等曾对断层对油气藏的破坏机理进行过研究<sup>[8]</sup>, 针对目前葵太构造带已发现油气藏含油幅度较低这一事实, 认为正是该期的断层活动, 使得原圈闭形态发生变化, 导致溢出点抬高, 油藏聚集量减小, 含油幅度变低。

### 3.3 馆陶—明化镇成藏期

燕南构造带重要的成藏期次。明化镇时期, 区内除沙三段和沙一段生油岩继续生烃外, 东三段生油岩也部分成熟, 此时葵太构造断层基本停止活动, 当油气侧向运移至葵太构造带后, 由于缺乏断层垂向疏导, 大部分油气可在深部圈闭中形成自生自储油气藏。燕南断层继续活动, 因此燕南构造可以不

断地接受洼陷内不同烃源岩生成的油气(同时包括葵花岛构造原生油藏受改造后的部分油气), 在合适的圈闭中聚集成藏, 这可以从燕南构造带和葵花岛构造带的原油饱和烃色谱对比分析得到证实。燕南 101 井 813.0~820.3 m 井段原油主峰碳为  $nC_{27}$ , OEP 值 2.3, 属低成熟油, 分析母源为东营组三段; 898.0~904.9 m 主峰碳为  $nC_{19}$ , OEP 值 1.06, 与葵花岛构造葵花 7 井 2 681.5~2 687.5 m 井段相同, 分析母源为沙河街组, 因此燕南构造带原油是由沙河街组和东营组烃源岩共同供给的。

## 4 结论

- 1) 研究区具有多套含油气层系, 油气分布受圈闭类型、断裂活动、盖层分布等因素影响明显。
- 2) 油气成藏可分为东三一东二期、东营末期及馆陶—明化镇期 3 期, 运移方式有侧向、垂向和阶梯式 3 种, 各成藏期次对不同的构造具有不同的影响。
- 3) 研究区葵太构造的中深层, 燕南构造的斜坡部位应是进一步勘探的重点。

### 参考文献:

- 1 金尚柱, 孙洪斌, 谢文彦等. 辽东湾北部滩海油气地质[M]. 北京: 地质出版社, 2000. 172~200
- 2 刘小平, 徐健. 有机包裹体在油气运聚研究中的应用——以苏北盆地高邮凹陷为例[J]. 石油实验地质, 2004, 26(1): 94~99
- 3 陈振岩, 陈永成, 仇劲涛等. 辽河盆地新生代断裂与油气关系[J]. 石油实验地质, 2002, 24(5): 437~440
- 4 游秀玲. 天然气封盖层评价方法探讨[J]. 石油与天然气地质, 1991, 12(3): 1~10
- 5 付广, 吕延防. 油气运移通道及其对成藏的控制[J]. 海相油气地质, 1999, 4(3): 24~28
- 6 廖兴明, 姚继峰, 于天欣等. 辽河盆地构造演化与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996. 89~104
- 7 梅廉夫, 王其允, 蔡永恩. 盆地压力仓的破裂作用与幕式排液[J]. 地球科学, 1999, 23(6): 222~227
- 8 吕延防, 王振平. 油气藏破坏机理分析[J]. 大庆石油学院学报, 2001, 25(3): 5~9

## PETROLEUM MULTISTAGE ACCUMULATION AND DISTRIBUTION IN THE EAST OF OFFSHORE LIAOHE RIVER

Zou Bingfang<sup>1,2</sup>, Zhang Fenglian<sup>2</sup>, Shen Weizhou<sup>1</sup>

(1. Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210095, China; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Liaohe Oilfield, CNPC, Panjin, Liaoning 124010, China)

(to be continued on page 275)

# PRIMARY STUDY ON THE EFFECTS OF DEEP-SOURCED FLUID'S MOVEMENT ON HYDROCARBON MIGRATION

Liu Guoyong<sup>1,2</sup>, Zhang Liuping<sup>3</sup>, Jin Zhijun<sup>2,4</sup>

( 1. Basin & Reservoir Research Center, Petroleum University, Beijing 102249, China;

2. Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education, Beijing 102249, China;

3. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

4. Research Institute of Petroleum Exploration & Production, SINOPEC, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In recent years, research on deep-sourced fluid has become a hotspot in geology. A lot of evidences about the movements of deep-sourced fluid have been found in many depositional basins. When this fluid comes into existence in basins, it will produce great impacts on geological structures, evolution of rocks, fluid movements and accumulation of oil and gas. As a part of them, the oil and gas migration is not of exception. Researches show that deep-sourced fluid exists in supercritical state in mantle and lower crust of the earth. It can extract and enrich dispersive organic matters in sediments because of its high dissolving and diffusing capacity, and transport them. Then it can promote kerogen to generate hydrocarbon with hydrogen added, thus it can promote source rocks to expel hydrocarbons. In addition, the physical and chemical reactions between deep-sourced fluid and surrounding rocks greatly improve the porosity and permeability of reservoir, which contributes a lot to secondary migration of oil and gas. Besides, deep-sourced fluid can melt the rocks in crust to form igneous rock, and this rock can prevent the oil and gas migration to form reservoir.

**Key words:** movement of deep-sourced fluid; supercritical state; expel hydrocarbon; secondary migration

---

(continued from page 268)

**Abstract:** Accumulation may be divided into three periods based on inclusion analysis:  $E_3d^3-E_3d^2$ , the end of  $E_3d$  and  $N_1g-N_2m$ . Pool-forming is mainly controlled by trap type, fault activity and growth of cap and reservoir, and the pattern of pool-forming is established. There are different pool-forming stages for different structural zones, resulting in the heterogeneity of oil-and-gas distribution both laterally and vertically. The mid-deep formation in Kuitai area and the slope of Yannan area are the major potential region.

**Key words:** accumulation stage; controlling factor; accumulation pattern; inclusion; the offshore of Liaohu River