

文章编号: 0253- 9985(2000)03- 0232- 04

莺歌海盆地中央底辟带油气成藏条件分析

宫少波, 王 彦

(中国海洋石油勘探开发研究中心, 河北高碑店 074010)

摘要: 莺歌海盆地位于海南岛以西、中南半岛以东的海域, 总体呈 NW-SE 向。该盆地由中央底辟带和斜坡带两个构造单元组成。底辟带发育中新统(莺黄组、梅山组和三亚组)及渐新统(崖城组)两套烃源岩, 生油门限深度在 2 800~ 3 000 m 之间; 主要圈闭由底辟流体上拱形成, 底辟活动的幕式发育决定了油气幕式运移。不同的油气运移动力形成了不同类型的油气藏: 中新统源岩在高温高压及欠压实作用下, 形成高压囊, 使上覆地层破裂, 产生高角度断层和裂隙, 烃类气沿此形成深部及浅部气藏; 另外, 本区深部的无机成因 CO₂ 气在高压作用下, 排驱断裂附近的烃类气, 一方面对原有气藏进行破坏, 另一方面在远离断裂的两翼形成含少量 CO₂ 气体的新的烃类气藏。

关键词: 烃源岩; 底辟活动; 高压囊; 油气藏; 莺歌海盆地

第一作者简介: 宫少波, 男, 30 岁, 硕士, 石油勘探

中图分类号: TE122 文献标识码: A

1 盆地背景

莺歌海盆地位于中国南海海南岛以西中南半岛以东的海域, 是一个总体上呈 NW-SE 向的近菱形盆地, 面积约 $12 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。它是一个夹持在印支、华南两个微板块之间的受走滑与伸展双重控制的第三纪盆地, 经历了早期断陷、晚期拗陷的发育过程, 自下而上沉积了始新统、渐新统、中新统、上新统和更新统^[1]。盆地的快速沉降、充填, 使第三系沉积厚度达 15~ 17 km, 其中上第三系 8~ 10 km, 平均地温梯度为每百米 3.5~ 4.5 °C, 压力系数高达 1.6~ 2.2, 是典型的快速沉积、高温、高压盆地。

2 烃源岩

莺歌海盆地主要存在两套烃源岩: 中新统(莺黄组下部、梅山组和三亚组)和渐新统(崖城组)*。中新统烃源岩主要为浅海及半深海沉积, 但有机质丰度不高, 有机碳质量分数为 0.42%~ 1.24%, 干酪根类型以 II 型为主, 个别为 II 型。莺歌海盆地中大多数井都揭示了中新统的烃源岩。渐新统烃源岩主要为海岸平原沼泽相沉积, 局部可能存在半封闭的滨、浅海相沉积, 有机质丰度高, 干酪根类型为 II 型和 II 型。此外, 从区域构造发展史分析, 还应

存在始新统陆相烃源岩, 但目前尚没有资料证实。

中央底辟带存在 3 个快速沉降过程(图 1): 第一个过程为崖城组时期, 对应于渐新统烃源岩, 由于快速沉降, 使得有机质很快通过油窗, 而在气窗里滞留时间长; 第二个过程为中新统时期, 对应于中新统的烃源岩; 第三个过程为莺歌海时及第四纪, 对应于底辟的形成期。由图 1 可以看出, 生油门限深度在 2 800~ 3 000 m 之间 ($R_o = 0.5$), 生气门限深度约为 4 000 m ($R_o = 1.2$)。

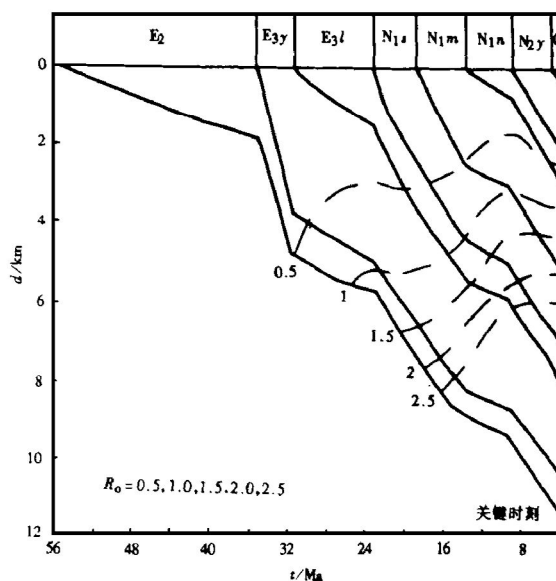


图 1 中央底辟带埋藏史图

Fig. 1 Burial history of central diapiric zone

盆地模拟结果表明: 莺歌海盆地生排烃高峰期在上新世和第四纪(图 2)。由于中央底辟带下第

* 孙玉梅. 莺歌海盆地地化综合研究. 1998

收稿日期: 2000-04-17

三系埋藏太深, 没有钻井资料, 连地震剖面也不能探及, 故只能对中新统烃源岩进行盆地模拟, 未涉

及渐新统的烃源岩。

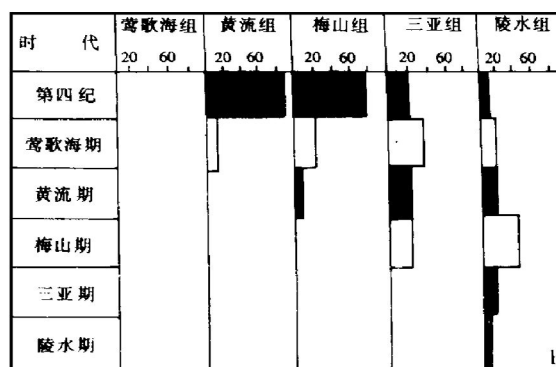
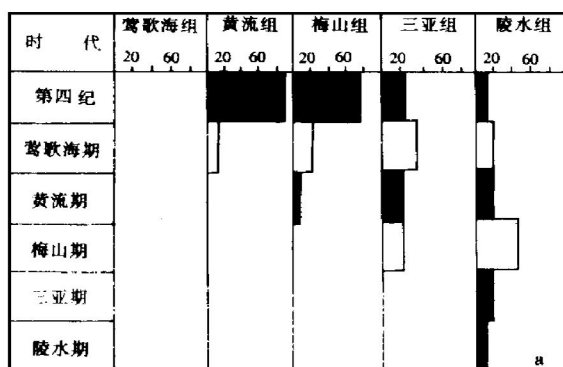


图2 莺歌海盆地各组不同时期生(a)、排(b)烃直方图

Fig. 2 Histogram showing generation(a) and expulsion(b) of hydrocarbon at different time, formations from Yinggehai Sea Basin

3 油气运移

中央底辟带位于盆地中央高温超压体主体部位, 发育许多规模巨大的热流体底辟构造。天然气的运移与底辟活动密切相关, 底辟活动的幕式发育导致幕式排烃。

3.1 主要动力

深部高势区到浅部低势区的压力变化, 引起流体垂向运移。运用压力预测技术对每个底辟构造的压力分布进行预测, 并与钻井压力进行了标定。

预测结果表明每个底辟构造的深部(梅山、三亚)是高势区(压力系数大于2), 浅部(黄流、莺歌海底部)基本上进入过渡区, 再往上是低势区, 这种高势—过渡—低势的压力垂向释放特征, 必然使流体由高势区流向低势区, 即以垂向运移为主。

3.2 主要通道

由于底辟构造部位含气使地震层速度降低, 形成时间剖面上的模糊带, 进行叠前深度偏移处理后, 地震反射品质有了很大的改进, 可以清楚地看到高角度断层(图3)。这些断裂近乎直立, 断距不

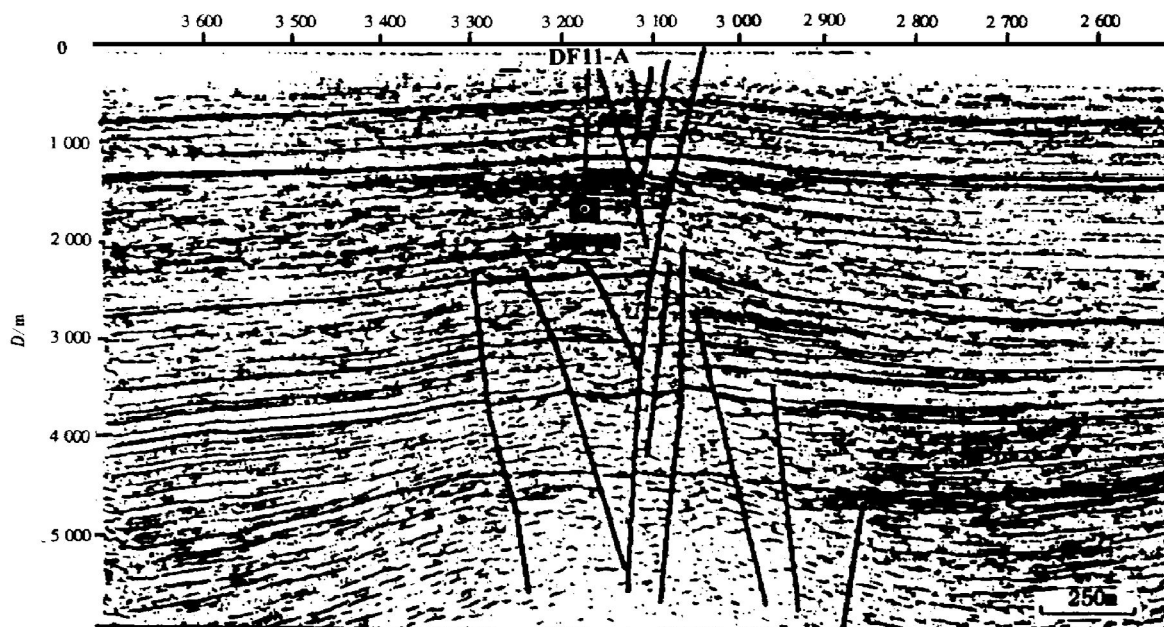


图3 莺歌海盆地 913485 测线叠前深度偏移剖面

Fig. 3 Depth shift section before stacking of 913485 Measure Line in Yinggehai Basin

大, 但断开层位不同, 通常二到三个主要断层是油气由深部向浅层运移的主要通道。由于地层受高压产生破裂, 故这些大断裂周围发育多组垂向小断层, 这也是油气向上运移的通道。此外, 层序地层

学的研究表明, 本区 T60 和 T40 两个大的区域不整合面也可作为油气横向运移通道。

3.3 主要载体

中新统时期是中央凹陷带第二个快速沉降时

期,由于沉积速率较快,排液不畅,地层中保存有丰富的地层水;同时,由于高温的作用,富含有机质的中新统大量生烃,这些活动热流体在压力的作用下沿着断层或不整合面向上运移,当遇到良好的储层及圈闭时,便聚集形成油气藏。

3.4 运移距离

现在发现的油气藏都很浅(1 000 m 左右),盆地模拟结果表明,中央凹陷带油气大量生成的深度在 4 000 m 左右,据此计算,油气沿断层、裂隙作了近3 000 m的垂向运移。

4 油气聚集与散失

中央底辟带的主要圈闭是流体底辟活动上拱形成的。据研究,本区流体底辟活动具幕式发育的特点^{*}。以 DF1-1 为例(图 4), T_{30} — T_{27} 时期是 T_{30} 层

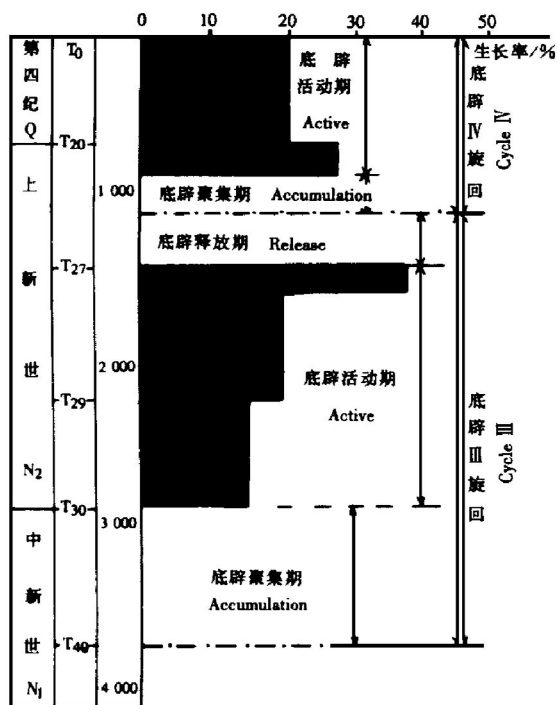


图4 DF1-1底辟背斜发育史

Fig. 4 Evolution history of DF1-1 diapiric anticline

构造形成时期,其下伏地层压力聚集,使上覆地层上拱破裂,为底辟活动期;随即进入底辟能量释放期,此时构造不再发育,而进入油气运移时期。然后为能量再聚集期, T_{24} 至今又进入底辟活动期,产生现今浅层气田所在层位的底辟背斜。其他各个底辟构造也大致如此,只是活动期次和活动时间不完全相同。

本区有第四系泥岩和莺歌海组泥岩两套主要

盖层。由于埋藏较浅,成岩性差,故第四系泥岩并不是十分理想的盖层,但其厚度巨大,可以在一定程度上弥补成岩性差的不足。此外,有的浅层泥岩可生成生物气,形成浓度封闭。断层方面,由于上第三系至第四系没有大的区域构造活动,因此盖层上的断层不发育,即使有少量断层,断距也很小,断层两侧全是泥岩,封闭性仍较为理想。但是,底辟构造带中之所以能够成藏,其主要原因并不在于盖层或断层的封堵性有多好,而是因为该区气藏形成较晚,气流充足,供气量大于散失量,这可以从盆地周缘发现众多油气苗得到证明。

5 成藏类型

5.1 高压囊成藏

由于中新统在高温高压作用下大量排烃以及欠压实作用,形成高压囊。在高压作用下,深部高能热流体和中新统塑性烃源岩上拱形成中深层底辟构造,当下伏地层压力聚集到使上覆地层破裂时,便产生高角度断层和裂隙(由于区域上受到右旋应力场作用,这些断层和裂隙近NS向排列^{**}),发生能量释放,烃类气在压力作用下运移至底辟构造中形成中深层气藏(图5)。随后能量再次发生

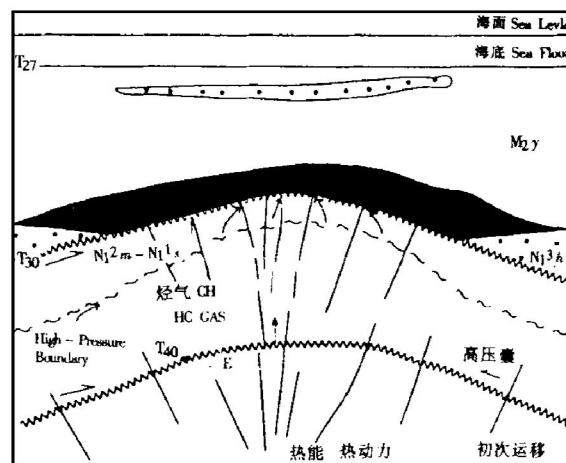


图5 中央底辟带深层成藏模式

Fig. 5 Pool-forming model of deep bed in central diapiric zone

聚集,深部高能热流体和中新统塑性烃源岩在压力作用下继续上拱,形成浅层构造和高角度断层、裂隙,烃类气在压力作用下沿着这些断层和裂隙进入浅层构造形成浅层气藏(图6)。

5.2 高压气体排驱成藏

本区较有特色的是深部无机成因的 CO_2 (据雪

^{*} 祁左明. 莺歌海盆地中深层是巨大天然气藏勘探新领域.

^{**} 王彦, 宫少波. 莺歌海盆地大气田后备领域及勘探战略研究. 1999

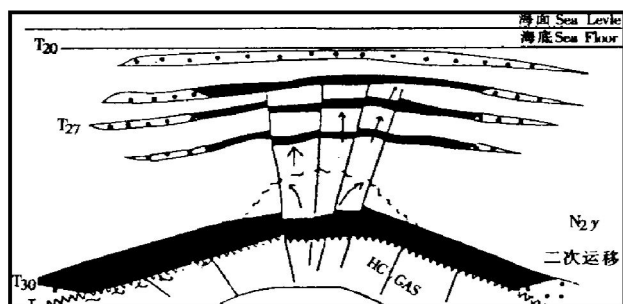


图6 中央底辟带浅层成藏模式

Fig. 6 Pool-forming model of shallow bed in central diapiric zone 佛龙的研究, 约为 1.5 Ma) 在高压作用下沿着断裂向上运移, 运移过程中, CO₂ 排驱断裂附近的烃类气, 对气藏进行破坏, 但在构造两翼远离断裂的部位, 烃类气会保存下来, 或仅含量少 CO₂(图 7)。这已被浅层气田的钻井所证实。

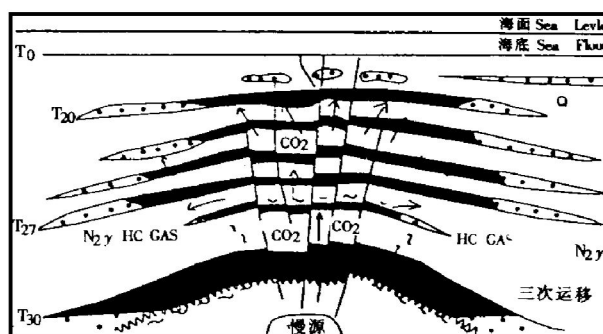
图7 中央底辟带 CO₂ 排驱气藏模式

Fig. 7 Model of gas pools formed by CO₂ expulsion in central diapiric zone

参 考 文 献

- 1 龚再升. 南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集[M]. 北京: 科学出版社, 1999

ANALYSIS ON HYDROCARBON POOL-FORMING CONDITION OF CENTRAL DIAPIRIC ZONE IN YINGGEHAI SEA BASIN

Gong Shaobo Wang Yan

(Research Center of China Offshore Oil Exploration and Development, Gaobeidian, Hebei)

Abstract: Yinggehai Sea Basin is situated in the west of Hainan Island and the east of Zhongnan Peninsula and stretches in NW-SE direction. The basin consists of central diapiric zone and a slope zone. Two sets of source rocks including Miocene Yinggehai, Huangliu, Meishan and Sanya Formations and Oligocene Yacheng Formation developed in the diapiric zone. Oil threshold is between 2 800~ 3 000 m depth. The traps were formed by the upward arch of diapiric fluid, and episodic diapir activity determined hydrocarbon episodic migration. Different migration dynamic forces resulted in different types of oil and gas pools: under high temperature, high pressure and uncompaction, the Miocene source rocks formed high pressure pocket which break overlying strata and formed deep and shallow gas pools; deep seated inorganic CO₂ under high pressure expelled the hydrocarbon gas near fractures, destroyed the original gas pools and formed new hydrocarbon gas pools with little CO₂.

Key Words: hydrocarbon source rock; diapirism; high pressure pocket; hydrocarbon pool; Yinggehai Sea Basin