

济阳坳陷孤南洼陷油气成藏系统

伍涛,陈建渝,田世澄

(中国地质大学,北京 100083)

摘要:孤南洼陷是渤海湾盆地济阳坳陷内的一个洼陷,根据其烃源岩特征,油气成藏演化与分布特征,可以划分出两个油气成藏系统,即成藏系统Ⅰ和成藏系统Ⅱ。成藏系统Ⅰ以沙河街组三段为烃源岩,从东营组末期开始进入生烃门限,目前处在成熟阶段,储集岩从基底中生界直至馆陶组都有分布;成藏系统Ⅱ以沙河街组一段为烃源岩,自馆陶组末期进入生烃门限,目前处于低成熟阶段,储集岩主要分布在沙河街组二段、沙河街组一段及东营组。尽管两个系统的油源区基本重叠,但油气的性质和空间分布有很大差别。成藏系统Ⅰ的范围可以从洼陷内部延伸到周围的突起,成藏系统Ⅱ的原油主要聚集在洼陷内部。另外,两个成藏系统的油气运移、聚集方式也不同。成藏系统Ⅱ主要以侧向运移、侧向充注为主,形成单源油藏。成藏系统Ⅰ在洼陷外围通过断裂带的垂向运移及垂向充注,可以形成混源油藏。这两个系统一方面独立的,另一方面又被断层所关联,空间相互叠置,时间相互衔接。

关键词:烃源岩;储集岩;油气运移;成藏系统;孤南洼陷

第一作者简介:伍涛,男,29岁,讲师(博士生),石油地质学

中图分类号:P62 **文章标识码:**A

1 油气藏形成与分布

1.1 烃源岩特征

孤南洼陷沙河街组三段下亚段与沙河街组一段是两套主要的烃源岩。沙河街组一段有机碳质量分数平均达5%,氯仿沥青“A”为0.2%~1.2%,大多数为0.2%~0.4%,烃大部分在26~43 mg/g范围。沙河街组三段有机碳的质量分数一般为

0.8%~6%,氯仿沥青“A”为0.03%~0.30%。干酪根的显微组成镜下鉴定表明沙河街组一段有机质丰度高,腐泥组分质量分数多在90%以上,为Ⅰ型干酪根。沙河街组三段下亚段镜质组成分增加,为Ⅱ₁型。

1.2 成藏期

本区有两个成藏期(图1)。第一成藏期发生在渐新世末期,即东营组末期,沙河街组三段源岩

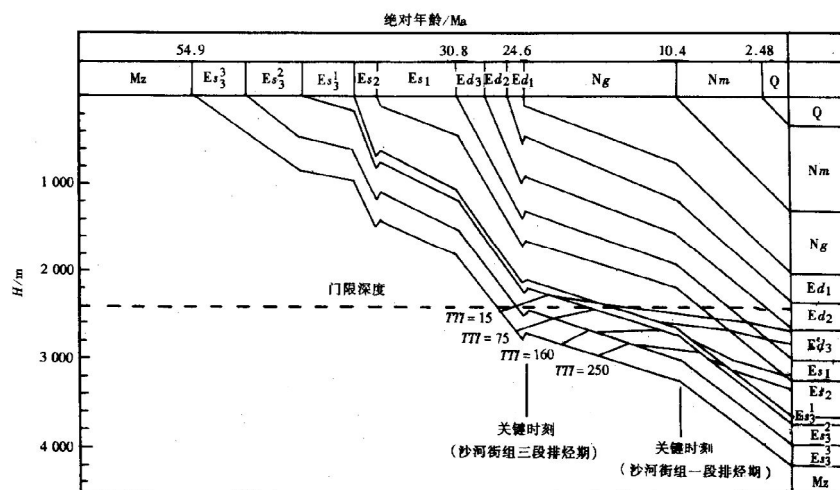


图1 孤南洼陷埋藏史图

Fig.1 The burial history of Gunan Sag

开始成熟并排烃,馆陶组末期进入生油高峰,并进入主要充注期,一直延续至今,持续时间约 25 Ma,整个洼陷的烃源岩除盆地边缘外,陆续成熟并向外排烃。该成藏期生烃时间长,油源充足,运移距离也较远,孤南油田中生界、沙河街组三段,河滩油田沙河街组三段,部分孤岛油田及潜山上的垦利断裂带中的油气均由该源层供给。第二成藏期始于中新世末,即馆陶组沉积末期,沙河街组一段烃源岩进入生烃阶段,这一过程延续至今,持续约 8 Ma。孤南油田、河滩油田的沙河街组一段、沙河街组二段、东营组及沿孤南断层附近的馆陶组中的油气均来自此油源层。

1.3 原油类型及分布

根据本区原油色、质谱分析结果(表 1),原油

表 1 孤南洼陷原油生物标志物参数表

Table 1 Parameters of crude oil biomarkers in Gunan Sag

油田	井号	深度/m	层位	Pr/Ph	伽马蜡烷 烷指数	C ₂₉ 甾烷 异构化 系数	可能油 源层
孤南	Gn2-6	2 139	Ed	0.68	0.78	0.28	Es ₁
	Gn12-2	2 931	Es ₁	0.68	0.61	0.52	Es ₁
	Gn38	2 882	Es ₂	0.67	0.46	0.15	Es ₁
	Gn131	3 404	Es ₃	2.28	0.05	0.46	Es ₃
河滩	Gn24	2 085	Es ₁	0.51	0.69	0.14	Es ₁
	Gn24-1	2 239	Es ₃	1.59	0.07	0.57	Es ₃
垦利	K48	2 225	Es ₁	1.25	0.04	0.50	Es ₃
	K47-1	2 385	Es ₂	1.27	0.03	0.46	Es ₃
	古 22	2 745	O	1.62	0.10	0.39	Es ₃
孤岛	2-21	2 322	Es ₁	1.16	0.22	0.31	Es ₃ +Es ₁
	17-4	1 373	Ng	1.03	0.17	0.38	Es ₁

可分为两大类:(1)与沙河街组三段烃源岩相似的沙河街组三段、中生界原油,其特点是 Pr/Ph > 0.8 (≈1),伽马蜡烷指数 < 0.2(多 < 0.1),C₂₉甾烷的异构化系数 20S/(20S+20R)值为 0.32~0.50。(2)与沙河街组一段烃源岩相似的沙河街组一段原油,以 Pr/Ph < 0.8(多为 0.5),伽马蜡烷/C₃₀αβ 藿烷(伽马蜡烷指数) > 0.2(多达 0.6~0.8)为特点,C₂₉甾烷的异构化系数 20S/(20S+20R)值为 0.12~0.35。

从孤南洼陷中心的孤南油田沿上倾方向向西南依次是河滩油田、孤岛油田及垦利油田。由于盆地中心的断层主要活动期是在老第三纪,断距小,原油以侧向运移为主,因此下部沙河街组三段及基底均含第一类原油,上部沙河街组二段-东营组含油层系含第二类原油。在断裂带原油以垂向运移及充注为主,沿断层依次上升直到充满馆陶组储层。由于沙河街组一段生油晚,当油运移时,河滩断层已基本停止了活动,断层不能起通道作用,油气不能向西南的垦利断裂带运移,但孤南断层仍在活动,油气可沿着孤南断层运移到浅部的东营组和馆陶组,形成混源油藏。因此,空间上原油的分布可以分出内带和外带。内带上部含沙河街组一段生成的油,下部含沙河街组三段生成的油;外带基本只有沙河街组三段生成的油。这两个地带以河滩断层为界;沙河街组三段下亚段生成的油气在孤南洼陷外围形成了更为丰富的聚集,而沙河街组一段生成的原油主要聚集在盆地内部(图 2)。

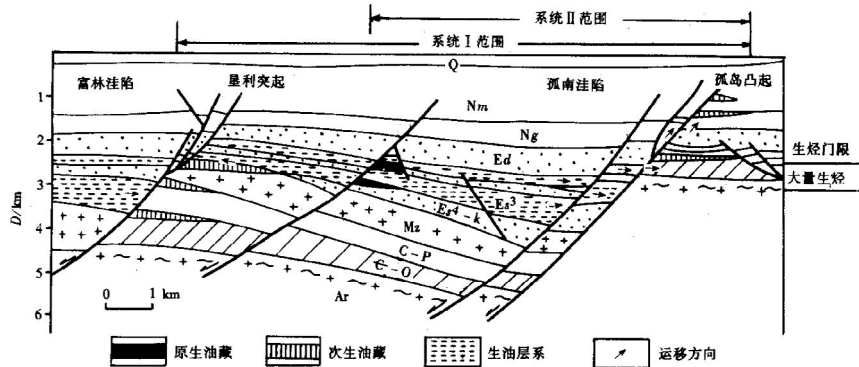


图 2 孤南洼陷成藏系统剖面图
Fig.2 Profile of petroleum accumulation systems in Gunan Sag
(据张树林,1997,有修改)

邻近洼陷中心的孤南油田沙河街组一段-东营组中的原油为第二类原油;而沙河街组三段含油层系中的油为第一类原油。向西南方向,河滩油田上

部沙河街组一段-沙河街组二段含油层中原油属于第二类原油,而下部的沙河街组三段含油层中的原油则属于第一类原油。孤岛油田的油大部分为第

一类原油,即来自沙河街组三段的烃源岩,少量为沙河街组一段与沙河街组三段烃源岩共同提供的原油。洼陷上倾方向的垦利油田,原油均来自于沙河街组三段的第一类原油。

2 油气成藏系统

孤南洼陷以两套生油层为核心,两个成藏期为标志,形成了两个不同的油气成藏系统,分别称为成藏系统Ⅰ和成藏系统Ⅱ(图2~4)。这两个系统一方面是独立的,另一方面又被断层所关联,空间相互叠置,时间相互衔接。这些系统属于两个独立

的压力系统,它们具有各自的烃源岩、储集岩、盖层及上覆岩层,原油的形成和运移作用发生在不同地质时期,有着各自的运移通道,其中不整合面及断层起着重要的作用。尽管两个系统的油源区基本重叠,但油气的性质和空间分布有很大差别(图3)。成藏系统Ⅰ以沙河街组三段为油源,形成的原油聚集于洼陷中心直到外缘,从基底直至上第三系的任一储层,可形成混源油气藏;成藏系统Ⅱ则以沙河街组一段为油源,形成的原油只聚集在盆地内部,从渐新统到中新统的储层之中,多形成单源油气藏。

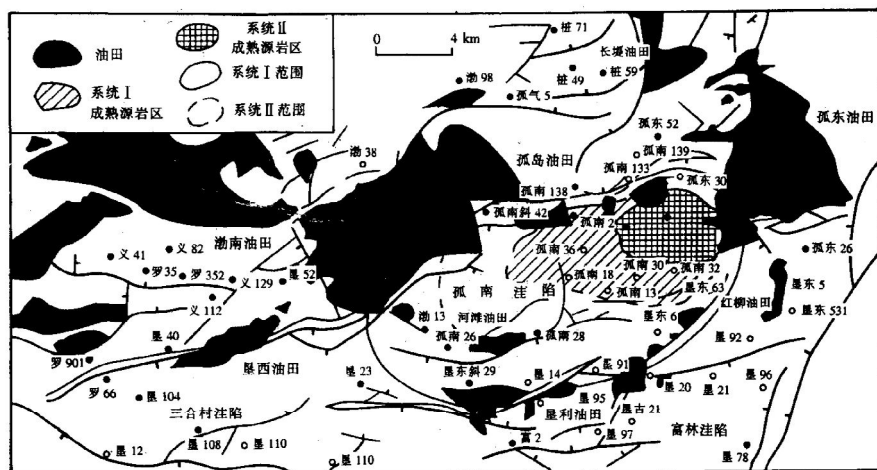


图3 孤南洼陷成藏系统平面分布图

Fig.3 Planar distribution of petroleum accumulation systems in Gunan Sag

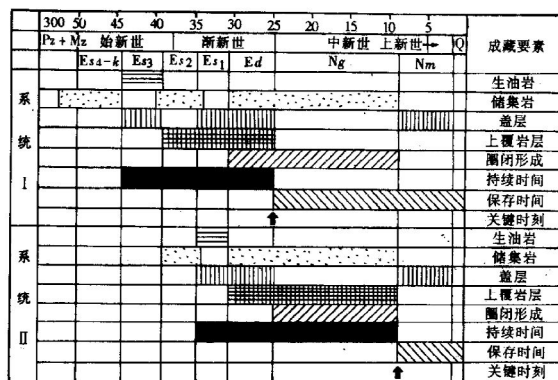


图4 孤南洼陷成藏系统图

Fig.4 Petroleum accumulation systems of Gunan Sag

根据对孤南洼陷异常压力的研究,孤南洼陷在正常压实带以下存在多个异常高压带^[1]。高压层顺层分布,成为流体垂向运移的屏障,并将洼陷分隔成多套相对独立的压力系统。两个成藏系统的

两套烃源岩既是异常高压层,同时也是封盖层,油气主要排向上、下相对低压的储集层,并以侧向运移为主,只在洼陷边界大断层附近,油气才大规模沿断层垂向运移到浅层聚集。

笔者提出的“成藏系统”这一概念,与“含油气系统”在本质上没有多大区别,只是范围和尺度要小于含油气系统。“成藏系统”(Petroleum Accumulation System)这一概念,着重刻划一个凹陷内各洼陷的油气成藏规律,以烃源岩为核心,以成藏期为标志,描述各个烃源岩的演化与油气聚集成藏的关系,以及各烃源岩生成的油气在空间上的分布规律,推测可能的远景区带。

3 结论

(1)根据两套烃源岩,两个成藏期,可划分出两个成藏系统,分别称为成藏系统Ⅰ和成藏系统Ⅱ。成藏系统Ⅰ以沙河街组三段为烃源岩,原油具有低

伽马蜡烷含量,姥植均势,高成熟的特征;成藏系统Ⅱ以沙河街组一段为烃源岩,原油具有高伽马蜡烷含量,植烷优势,低成熟的特征。

(2)成藏系统Ⅰ的范围可以从洼陷内部延伸到周围的突起,储集层从基底直至馆陶组都有分布;成藏系统Ⅱ的原油主要聚集在洼陷内部的沙河街组二段、沙河街组一段及东营组储层。

(3)孤南洼陷的两套烃源岩本身也是异常高压层,可作为封盖层。洼陷内部原油以侧向运移,侧向充注油藏为主,形成单源油藏。在断裂带原油发生垂向运移及垂向充注,可以形成混源油藏。

参考文献

- 1 伍涛,田世澄,毕研鹏.孤南洼陷异常流体压力与油气运移聚集[J].断块油气田,1999,6(3):11~14

PETROLEUM ACCUMULATION SYSTEMS IN GUNAN SAG, JIYANG DEPRESSION

Wu Tao Chen Jianyu Tian Shicheng
(China University of Geosciences, Beijing)

Abstract: Gunan Sag is located in Jiyang Depression, Bohai Bay Basin. Based on the characteristics of its source rocks, pool-forming evolution and distribution, the sag can be divided into two pool-forming systems, i. e. petroleum accumulation system I and the system II. The main source rock of the system I is the third member of Shahejie Formation, hydrocarbon generation threshold was in the end of Oligocene, and now it is highly matured. The reservoir rocks of the system I are distributed from Mesozoic basement to Neogene clastic rocks. The source rock of the system II is the first member of Shahejie Formation, its hydrocarbon generation threshold was in the end of Miocene, and now is lowly matured; the reservoir rocks are mainly distributed in the first and second members of Shahejie Formation and Dongying Formation. Although the source provinces of the two systems are generally superposed, the distribution and properties of hydrocarbon are different. System I stretches from the intrasag to surrounding uplifts, while system II stretches to the intrasag only. Besides their migration and accumulation ways are different.

Key words: source rock; reservoir rock; oil and gas migration; petroleum accumulation system; Gunan Sag

《石油与天然气地质》改版启事

《石油与天然气地质》1999年以新的形象迎接新世纪的到来,这是读者的需要、作者的需要、时代的需要,我们诚望仍然得到社会各界的支持与厚爱。

新版本《石油与天然气地质》为大16开,彩印封面,并设置:前沿探索、争鸣论坛、油气空间、技术经纬、科研思维与方法、书评、消息报道诸栏目。我们将一如既往地报道作者有价值的研究成果,满足广大读者高层次的需求。为增强期刊的学术性、前沿性、综合性,我们特别欢迎前沿探索、学术争鸣、科研思维方法等栏目

的来稿,只要达到刊出水平,将优先发表。同时也征集典型的、新颖的宏观或微观的地质现象照片,以具科学价值,又有艺术品味者为首选,在封面的显要位置刊出。

《石油与天然气地质》为全国优秀科技期刊、自然科学核心期刊,被国内外权威检索系统所收录,在石油与天然气领域享有一定的声誉,所刊论文和广告,都能在国内、国外产生广泛的影响,诚望诸君善作选择。

《石油与天然气地质》编辑部

1999-03-08