

南堡凹陷的含油气系统分析

刘蕴华¹, 周海民², 熊保贤³, 李永林³, 何会强³

(1. 中国科学院长沙大地构造研究所, 湖南长沙 410013; 2. 中国地质大学, 湖北武汉 430074; 3. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 根据油-岩对比分析, 南堡凹陷存在两个已知的含油气系统: (1) 沙河街组含油气系统; (2) 东营组含油气系统。前一含油气系统在东营组沉积末时, 沙河街组三段的烃源岩开始生烃, 形成自生自储型原生油气藏。明化镇组沉积末, 烃源岩二次生油, 除形成原生油气藏外, 还形成了上第三系次生油气藏; 后一含油气系统在明化镇组沉积末时, 东营组三段烃源岩在高柳断层以南开始生烃, 形成东营组自生自储型油气藏及上第三系次生油气藏, 而在高柳断层以北, 烃源岩尚未开始生烃, 不能形成含油气系统。因此, 在南堡凹陷进行油气勘探时, 高尚堡及柳赞地区, 应以寻找沙河街组含油气系统的油气为主; 北堡和老爷庙地区以寻找东营组含油气系统的油气为主。

关键词: 含油气系统; 关键时刻; 油气藏; 南堡凹陷

第一作者简介: 刘蕴华, 女, 41 岁, 高级工程师(博士生), 石油地质

中图分类号: TE121.1 文献标识码: A

南堡凹陷是黄骅拗陷内的次一级负向构造单元, 位于黄骅拗陷的北部, 北邻燕山褶皱带, 南倚沙田隆起(又称海中隆起), 陆地面积 570 km², 海区面积 1 362 km², 目前已探明石油地质储量近亿吨, 是黄骅拗陷东北部的的主要生油凹陷。

1 含油气系统的划分

1.1 划分依据

油-岩对比是含油气系统划分的有效手段。南堡凹陷的原油依据物理性质和化学成分的差异可以分为 4 种类型。第 I 类原油几乎不含 C₂₉未知甾烷, 4-甲基 C₃₀甾烷和重排甾烷的丰度都不高, C₂₉降藿烷低于 C₃₀藿烷的丰度, 奥利烷相对于伽马羽扇烷占优势。此类源岩来自高柳断层以南的东营组三段—沙河街组一段烃源岩, 主要分布于高柳断层以南的高南、老爷庙及北堡地区南部等地。第 II 类原油的 C₂₉未知甾烷丰度较高, 4-甲基 C₃₀甾烷亦较丰富, 重排甾烷丰度中等, 尤其特殊的是伽马羽扇烷相对于奥利烷具有较大优势。该类原油主要分布于高柳断裂以北, 包括高尚堡、柳赞主体油田区和柏各庄凸起的唐 2X₁—唐 2X₃ 井区及南堡凹陷南部地区。第 III 类原油为生物降解原油, 可能源于高柳断层以南的沙河街组一段—东营组三段烃源岩。第 IV 类原油具混合油特征, 为第 I 类与第 II 类原油混合而成, 主要来自高柳断层以南的沙河街组

三段烃源岩。

2 划分方案

虽然含油气系统的概念已逐步为人们所接受, 并已成为一种油气调查和勘探的研究方法, 但由于所采用的依据不同, 方法各异, 含油气系统的分类方案很多。如 Magoon^[1] 根据烃源岩可靠性等级将含油气系统划分为 3 个级别: 已知、假想和推测含油气系统。Demaison 和 Huizinga^[2] 根据烃的充注因素、运移排烃方式、捕集方式提出成因分类。Per-rondon^[3,4] 根据沉积盆地的动力学背景将含油气系统分为 3 种主要类型: 大陆裂谷型、台地型和造山型含油气系统。

油-岩对比结果表明, 南堡凹陷主要存在两套成熟烃源岩, 分别为高柳断层以北的沙河街组三段烃源岩和高柳断层以南的沙河街组一段及东营组三段烃源岩, 高柳断层以南的沙河街组三段烃源岩是根据高柳断层以北资料类比推测的。按照 Magoon 的含油气系统分类, 南堡凹陷含油气系统划分为两个不同等级: 即高柳断层以北的沙河街组三段和高柳断层以南的东营组三段—沙河街组一段的已知含油气系统; 高柳断层以南的沙河街组三段假想含油气系统。在已知含油气系统中, 由于两套烃源岩具有明显不同的热演化特点和生排烃过程, 相应地又可将南堡凹陷划分出两套含油气系统: (1) 沙河街组含油气系统; (2) 东营组含油气系统。西南庄-柏各庄控凹断层和高柳控洼断层的同生作用

控制了沙河街组三段和沙河街组一段—东营组三段两套主力烃源岩的分布范围,前者现今成熟烃源岩分布于整个凹陷内,后者成熟烃源岩仅分布于高柳断裂以南的凹陷南部分区。高柳断层以南的南部分区表现为混源特征,既有来自沙河街组三段烃源岩的油源,又有来自沙河街组一段—东营组三段烃源岩的油源,北部分区主要来自沙河街组三段烃源岩的油源。因此,根据烃源岩可靠性将南堡凹陷第三系划分为两大含油气系统:(1)凹陷北部单源含油气系统分布区,主要为沙河街组三段烃源岩的油源,现今处于生油高峰和凝析油阶段。沙河街组一段和东营组三段烃源岩未成熟。(2)凹陷南部混源含油气系统分布区,为沙河街组三段—沙河街组一段—东营组三段两套成熟烃源岩的空间叠置区,现今沙河街组三段烃源岩达到干气阶段,沙河街组一段—东营组三段烃源岩处于生油高峰阶段。

3 特征

3.1 沙河街组含油气系统

受早第三纪末构造抬升的影响,沙河街组含油气系统具有两个成藏关键时刻。第一关键时刻为东营组沉积末(24 Ma),第二关键时刻为明化镇组下段沉积末(2 Ma)。

第一关键时刻(24 Ma),在上覆岩层(Ed)的作用下,只有沙河街组三段烃源岩达到了成熟阶段,因此,只有一套有效烃源岩。该套烃源岩在沙河街组三段4亚段沉积末开始生烃并同时(或稍后)开始运移。根据构造发育史研究,凹陷内受控凹断层控制的同沉积构造带,在烃源岩沉积的同时已经开始孕育,并在东营末基本定型。因此,第一关键时刻含油气系统的生成—运移—聚集作用耦合较好,形成了沙河街组自生自储型原生油气藏(图1)。

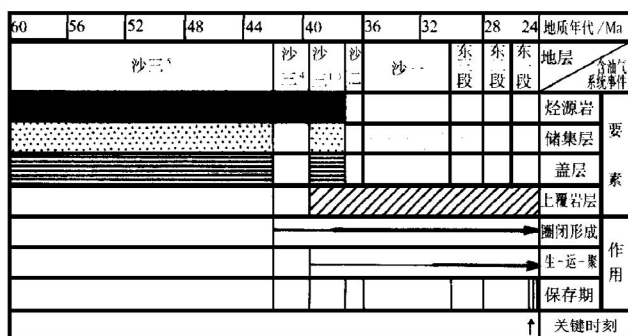


图1 南堡凹陷第一关键时刻含油气系统成藏事件图

Fig. 1 Pool-forming events of petroleum system at first critical moment in Nanpu Sag

第二关键时刻(2 Ma)为明化镇组沉积后的时刻。馆陶组和明化镇组的沉积不仅弥补了东营组沉积末时的剥蚀量,而且使烃源岩的演化进一步加深,源岩二次生烃。西南庄—柏各庄断层下降盘边缘达到了成油高峰阶段,在北堡—柳南次凹达到干气阶段,在其余地区为凝析油—湿气阶段。明化镇组沉积末,凹陷内各个构造带都已定型,形成了大量圈闭。因此,第二关键时刻含油气系统的生成—运移—聚集作用耦合很好,除继续形成沙河街组自生自储型原生油气藏外,明化镇组末大量断层活动,使先期形成的油气藏重新调整,并为油气的再次运移提供通道,形成了上第三系次生油气藏(图2)。

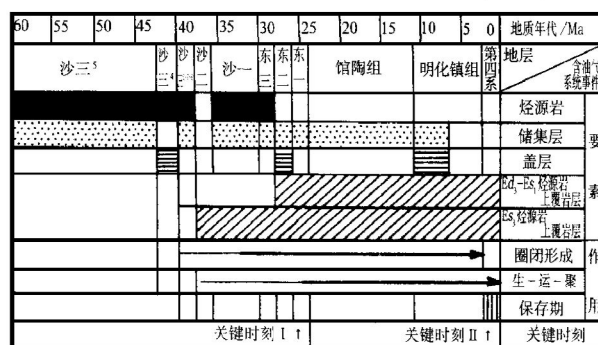


图2 南堡凹陷第二关键时刻含油气系统成藏事件图

Fig. 2 Pool-forming events of petroleum system at second critical moment in Nanpu Sag

3.2 东营组含油气系统

东营组含油气系统的关键时刻为明化镇组下段沉积末(2Ma)。高柳断层以南的沙河街组一段和东营组三段烃源岩在上覆岩层的作用下,在东营组二段沉积末时进入生油门限,开始了生烃,在北堡—柳南次凹达到生油高峰阶段,在高柳断层以北为未成熟阶段,不存在含油气系统。明化镇组沉积末,凹陷内各个构造带都已定型,形成了大量圈闭。因此,在高柳断层以南,该含油气系统的生成—运移—聚集作用配置很好,形成了东营组自生自储型原生油气藏和上第三系次生油气藏。

4 勘探建议

南堡凹陷的两个含油气系统在油源、分布范围及成藏时间上存在明显的差异。因此在进行油气勘探时应区别对待。高尚堡及柳赞地区主要发育沙河街组含油气系统,所以应以寻找沙河街组源岩生成的原油为主;北堡和老爷庙地区主要发育东营组含油气系统,所以应以寻找东营组源岩生成的原油为主。

(下转第374页)

CHARACTERISTIC IONS OF OILFIELD WATER IN NORTHERN TARIM BASIN AND ITS SIGNIFICANCE

Zhou Xiaofen

(Central Laboratory of Planning and Designing Institute, Northwest Bureau of Petroleum, CNPC, Urumqi, Xinjiang)

Abstract: The oilfield water in Xidaliya, Taher 1, Taher 3 and Taher 4 Oilfields in Northern Tarim Basin has similar ionic composition, and the principal compositions of soluble materials are consistent with sea water, suggesting its marine origin. The different ionic compositions and concentration indicate different geological features. HCO_3^- has positive coherence with the strata density, the concentration differences of SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} indicate different origin of the water. The content of I^- is determined by physical features of crude oil but not lithologic feature, and bears negative coherence with the density of crude oil. When concentration of Br^- in oilfield water is more than 350 mg/L, the oil would be condensate oil.

Key Words: oilfield water; characteristic ion; geological significance; North Tarim Oilfield

(上接第 365 页)

参 考 文 献

- 1 Magoon L B, Dow W G. The Petroleum system [A]. In: Magoon L B, Dow W G. From source to trap [C]. AAPG Memoir, 1994, 60: 20~ 21
- 2 Demaison G, Huizinga B J. Genetic Classification of petroleum system [J]. AAPG Bull, 1991, 75(10): 1 626~ 1 643
- 3 Perrodon A. Petroleum systems: models and applications [J]. Journal of Petroleum Geology, 1992, 15(3): 319~ 326
- 4 Perrodon A. Petroleum system and global tectonics [J]. Journal of Petroleum Geology, 1995, 18(4): 471~ 476

ANALYSIS OF PETROLEUM SYSTEM IN NANPU SAG

Liu Yunhua¹ Zhou Haimin² Xiong Baoxian³ Li Yonglin³ He Huiqiang²

(1. Changsha Institute of Geotectonics, Chinese Academy of Sciences, Changsha, Hunan;

2. China University of Geosciences, Wuhan, Hubei; 3. China University of Geosciences, Beijing)

Abstract: According to oil-source rock correlation, there are two petroleum systems in Nanpu Depression. One is Shahejie Formation petroleum system, the other one is Dongying Formation petroleum system. The source rocks of Shahejie member of the first system began oil generation in the late stage of Dongying Formation, and formed self generation-self reservoiring oil pools; the source rocks of the system began secondary oil generation in late Minghuazhen Formation, and formed Tertiary secondary oil pools. As for the second system, the source rocks of the third member of Dongying Formation in the south side of Gaoliu Fault started oil generation in the late stage of Minghuazhen Formation, and formed self generation-self reservoiring oil pools of Dongying Formation and Tertiary secondary oil pools, but no hydrocarbon pools could be found in the north side of the faults. So it is suggested that hydrocarbon exploration should aimed at the petroleum system of Shahejie Formation in Gaoshangpu and Liuzan areas of the sag, and the Dongying Formation petroleum system in Beipu and Laoyemiao areas.

Key Words: petroleum system; critical moment; hydrocarbon pool; Nanpu Sag