

松辽盆地十屋断陷、长岭凹陷 深层资源潜力分析

朱又红, 王 骏

(中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 十屋断陷、长岭凹陷深层系指营城组(K_{1yc})、沙河子组(K_{1sh})及其以下地层,其主要烃源岩沉积厚度大,生烃量占总生烃量的 86%~90%。十屋和长岭两地区油气资源总量为 10.41×10^8 t 油当量,资源丰度 $(7.46 \sim 15.09) \times 10^4$ t/km²,深层圈闭形成时期早、面积大,具有优先捕获油气的有利条件,加之资源探明程度低,尚处在储量发现早期阶段,资源潜力巨大,是寻找原生气藏的重要领域。

关键词: 资源潜力; 深层; 十屋断陷; 长岭凹陷; 松辽盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

1 概述

十屋断陷和长岭凹陷分别位于松辽盆地东南隆起区西南部和中央坳陷区南部(图 1),其深层主要是指营城组(K_{1yc})、沙河子组(K_{1sh})和火石岭组(J_3hs)地层,地层埋藏深度一般在 2 000~4 000m 左右。

“九五”以来,十屋断陷和长岭凹陷深层油气勘探取得了重大进展,WS2、WS3、WS4、WS5、WS6-1、SN68、SN69、SN98、SN104、SN162、SN163、SN137 和 SN101 井先后在营城组—沙河子组试获工业油气流;SN78、SN121、SN10、SN92、SN132、SN101、SN108 和 SN109 井也分别在营城组—火石岭组钻遇多层良好的油气显示。由此表明,十屋断陷和长岭凹陷深层具有良好的油气勘探前景。

2 油气资源潜力

据统计,在松辽盆地南部发育有 19 个侏罗系断陷,总面积 2.56×10^4 km²,其中面积最大的长岭凹陷为 7 240km²,十屋断陷为 2 350km²。十屋断陷、长岭凹陷深层主要烃源岩沙河子组和营城组的沉积厚度一般为 1 000~6 000m,沙河子组和营城组的暗色泥岩最大厚度为 2100~2400m,平均有机质

含量为 0.46%~2.64%,干酪根类型以 I_1 、 I_2 型为主, R_o 为 1.0%~2.6%,生烃强度一般为 $(1\ 000 \sim 3\ 000) \times 10^4$ t/km²,其中断陷层(深层)的生烃量占总生烃量的 90%左右^[2]。

油气资源综合评价结果显示:十屋断陷油气资源总量为 3.60×10^8 t 油当量,平均资源丰度为 15.09×10^4 t/km²;长岭凹陷油气资源总量为 6.81×10^8 t 油当量(其中断陷层油气资源量为 5.05×10^8 t 油当量,占其总资源量的 74%),平均资源丰度为 7.64×10^4 t/km²。因此十屋断陷和长岭凹陷均具有形成大中型油气田的资源基础。

截止 2001 年底,十屋断陷累计探明油气地质储量 $2\ 896 \times 10^4$ t 油当量,油气资源探明程度为 8.0%。在已探明的油气储量中,泉头组和登娄库组(浅层—中深层次生油气藏)油气地质储量占 95.4%,深层营城组、沙河子组的油气地质储量只占 4.6%;长岭凹陷深层目前尚未提交探明油气地质储量,油气资源探明程度几乎为零。

按照含油气盆地勘探阶段划分标准,油气储量的发现过程可分为 3 个阶段:储量发现早期阶段,储量发现高峰阶段(早期、晚期),储量发现萎缩阶段。

储量发现早期阶段主要特征:盆地油气勘探取得初步突破,仅发现少量油气田或零星大油气田,资源探明程度小于 15% 或 20%,探明程度区间值取决于含油气盆地的复杂程度。

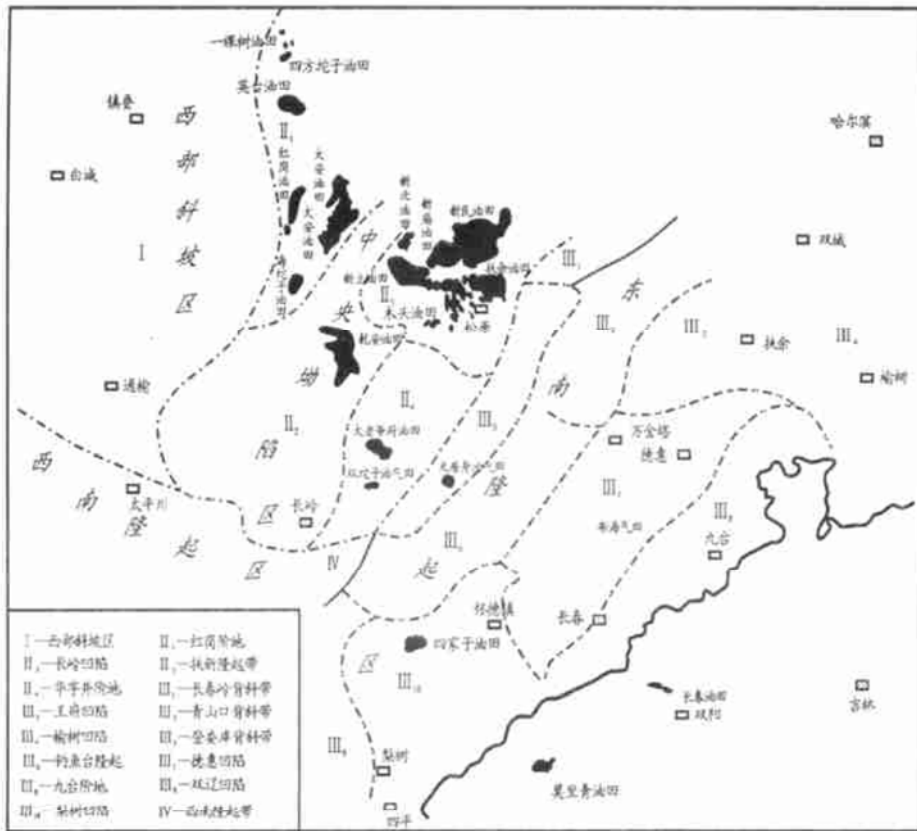


图 1 松辽盆地南部构造区划简图^[1]

Fig. 1 Schematic structural map of the Songliao Basin

储量发现高峰阶段(早期)主要特征: 资源探明程度 20% ~ 40%, 为年发现量的高峰期; 年探明储量大于历年平均探明储量, 正处在发现盆地内的大、中型油气田阶段。

储量发现高峰阶段(晚期)主要特征: 资源探明程度 40% ~ 60%; 年探明储量仍大于历年平均探明储量, 但发现的油气田规模逐渐减小。

储量发现萎缩阶段主要特征: 探明程度大于 60% 或 55%, 年探明储量小于历年平均探明储量, 发现的油气田规模小。

与不同油气储量发现阶段的特征对比可知, 十屋断陷和长岭凹陷的油气勘探尚处在储量发现早期阶段。

3 储集条件

在十屋断陷和长岭凹陷, 深层储集体的岩性多以砂砾岩、含砾中—粗砂岩、细—中砂岩为主, 砂岩的成分成熟度低, 结构成熟度中等。由于埋藏深、地温高, 成岩作用强烈, 导致储层物性较差, 孔隙度一般为 4% ~ 16%, 多数小于 10%; 渗透率一般为 $(10 \sim 66) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 多数小于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 属于低孔

低渗的非常规储层, 并且非均质性强。但由于松辽盆地独特的地质条件、高地温场和化学营力, 有利于次生孔隙的形成, 这大大地改善了深层领域的储集条件。

在松辽盆地南部地区, 有机质类型多以 ①、②型为主。②型干酪根和煤通过热裂解可产生大量有机酸; 当干酪根在地温超过 80 °C 时, 还可以产生酚类有机物; 干酪根和其它含氧有机质经氧化作用可产生 CO₂, 溶于水后形成碳酸。而有机酸、酚类有机物及碳酸作为重要的溶剂, 又对成岩作用期间次生孔隙的形成起着重要的促进作用。

在营城组、沙河子组沉积时期, 发育孔渗性较好的三角洲、扇三角洲沉积, 它们作为多孔的开放体系, 使烃源岩中的酸性溶液通过原生孔隙进入砂体, 一方面发生溶解作用, 另一方面稀释溶液导致被溶物质不断迁移, 为次生孔隙的发育提供了有利的条件。

由于多期次的构造运动, 特别是长期活动的断裂带, 一方面使隆起高部位遭受剥蚀, 形成大量的沉积间断和不整合面, 另一方面也使地表水向下渗流, 发生淋滤作用, 为次生孔隙的形成提供了有利条件。这种成岩期活动的断裂带, 既是烃源岩酸性溶液进

入储集层形成次生孔隙砂体的通道,也是后期油气运移的主要通道。另据勘探证实,松辽盆地南部刚

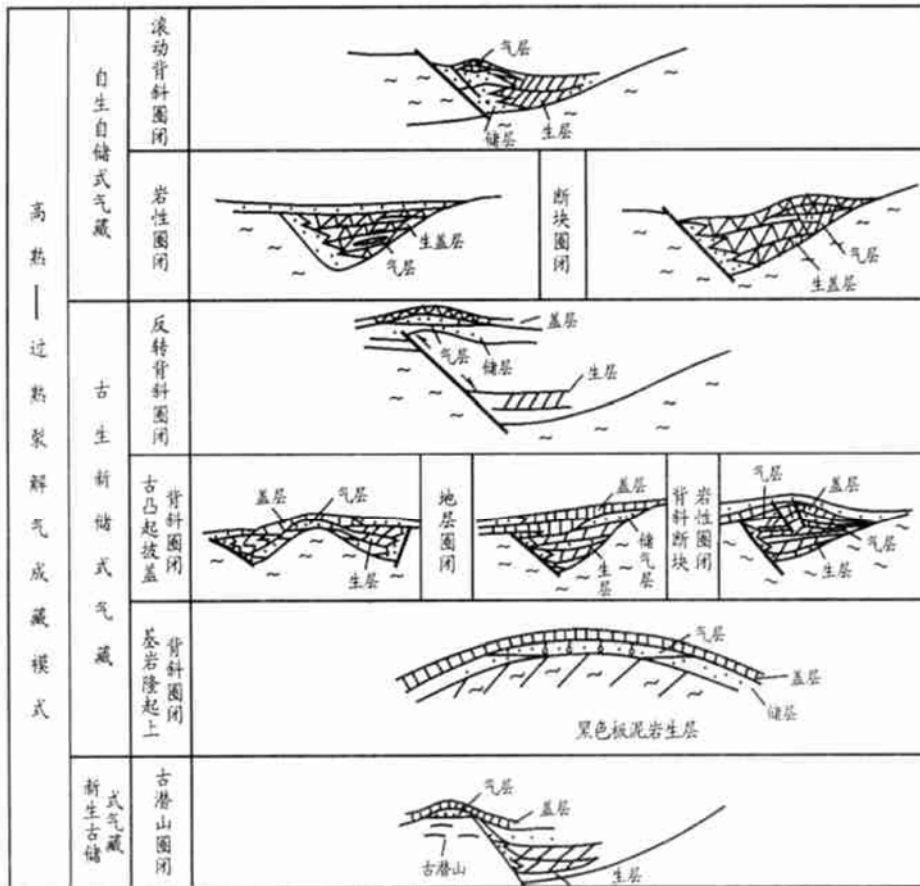


图2 十屋、长岭地区断陷层主要圈闭类型^[3]

Fig. 2 Sketch map showing the pattern of traps in the Shiwu and Changling Depressions

性地层储层裂缝发育,这些由多组不同方向、不同应力性质所形成的岩石裂缝,极大地改善了岩石的储集性能,增加了岩石的渗透性,提高了岩石对油气储集能力,从而使劣质储层变为有效储层^[3]。

4 圈闭条件

圈闭综合评价与勘探证实,十屋断陷和长岭凹陷深层的圈闭主要包括滚动背斜圈闭、断块圈闭、反转背斜圈闭、古凸起披盖背斜圈闭、基岩隆起背斜圈闭、古潜山圈闭、岩性圈闭、地层圈闭、构造-地层圈闭、构造-岩性圈闭等类型(图2)。圈闭面积一般为5~15 km²。圈闭埋藏深度,十屋断陷一般为1 700~3 000 m,长岭凹陷一般为2 000~4 000 m。在十屋断陷和长岭凹陷,断陷层圈闭大多形成于营城组沉积末期—登娄库组沉积末期,沙河子组、火石岭组和营城组等主要烃源岩进入生烃门限的时间一般在登娄库组沉积末期以后,油气运移时间一般在嫩江组沉积末期—明水组沉积末期。因此,十屋断陷和长岭凹陷深层圈闭的形成时间与油气运移时间

在时空配置关系上十分有利,具有优先捕获油气并形成原生油气藏的有利条件。

5 结论

a) 十屋断陷和长岭凹陷面积大,其深层油气资源丰富,资源丰度为(7.46~15.09) × 10⁴t/km²,属于大型富含油气盆地低至中等资源丰度的断陷与凹陷区^[4],具备了形成大中型油气田的资源基础,加之勘探程度和资源探明程度低、圈闭与油气时空配置有利,是近中期寻找大中型原生油气藏的有利勘探区域。

b) 陆相盆地岩性、岩相纵横向变化大,生、储、盖层与构造的配置关系复杂,不同类型的油气藏在三维空间以错综复杂的形式分布^[1]。因此,在十屋断陷和长岭凹陷进行深层油气勘探过程中,一方面要加强构造演化、成岩作用、沉积微相、油气成藏条件、圈闭评价、储集体裂缝带预测等基础性地质研究工作,重视油气地质理论的创新,积极引进和推广应用新的勘探技术和方法;另一方面应根据陆相盆地特

殊的油气地质条件,制订合理的勘探程序,立足于多套含油气层系和多类型油气藏目标的勘探,深浅兼顾,油气并举,才能获得良好的勘探效益。

参考文献:

[1] 邱中建,龚再升.中国油气勘探(第三卷)——东部油气区[M].

北京:石油工业出版社、地质出版社,1999.539-541.

[2] 卢兵力,赵庆吉,吴聿元,等.松辽盆地南部地区区域评价与勘探靶区选区研究[R].1999.51-57.

[3] 俞凯,侯洪斌,郭念发,等.松辽盆地南部断陷层石油天然气地质[M].北京:石油工业出版社,2002.170-185.

[4] 周荔青,雷一心.中国主要陆相含油气盆地油气田规模特征[J].中国石油勘探,2001,6(2):8-10.

RESOURCE POTENTIAL IN THE DEEP OF THE SHIWU FAULT DEPRESSION AND THE CHANGLING SAG, THE SONGLIAO BASIN

ZHU Yourhong, WANG Jun

(Research Institute of Petroleum Exploration and Production, SINOPEC, Beijing 100083, China)

Abstract: The lower part in Shiwu fault depression and Changling sag includes Yingcheng Formation(K_{1yc})、Shahezi Formation(K_{1sh}) and other lower formations. The thickness of the main source rocks is large and its hydrocarbon generation quantity is about 86% - 90% of the total. The sum of gas resources is 10.4×10^8 t oil equivalent and the resource abundance is $(7.64-15.09) \times 10^4$ t/km². The deeper traps formed in the early stages with large areas could have priority condition to accumulate oil and gas. Discovery of this kind of accumulation is still in its early stage because of the low exploration degree. There is favourable potential for petroleum exploration in the area.

Key words: resource potential; deep part; the Shiwu Fault Depression; the Changling Sag; the Songliao Basin

(continued from page 148)

STUDY ON THE INFILLING PATTERNS OF LACUSTRINE BASINS IN THE DONGYING DEPRESSION

ZHU Guang-you¹, JIN Qiang¹, ZHOU Jiar-lin², ZHANG Lin-ye³

(1. The Earth Resources and Information College, Petroleum University, Dongying, Shandong 257061, China;

2. Shengli Oil Production Factory, Shengli Oilfield, Dongying, Shandong 257051, China;

3. Research Institute of Geological Sciences, Shengli Oilfield, Dongying, Shandong 257015, China)

Abstract: The infilling patterns of lacustrine basins are the important means to evaluate the sedimentary characteristics of hydrocarbon source rocks. Combined with the geochemical characteristics of source rocks in this paper, the sedimentary succession of source rocks, the developing features of strata and the infilling and evolutionary process of basins in the Lower Triassic Shahejie Formation of the Dongying Depression were analysed. The source rocks of the Shahejie Formation can be divided into three evolutionary stages from lower to upper. The evaporite facies (the Upper Shasi Subformation), the oscillatory deep-lake facies (the Lower Shasan Subformation) and the delta-lacustrine facies (the Middle and Upper Shasan Subformation) assemblage patterns were established, which corresponding to underinfilling, equilibrium-infilling and overinfilling lacustrine types respectively. They reflected the generation, spreading and consumption process of lakes.

Key words: the infilling pattern of lacustrine basins; evaporite facies; oscillatory deep-lake facies; delta-lacustrine facies; hydrocarbon source rock, the Dongying Depression