

# 滨里海盆地 Sagizski 区块盐上层系 油气藏特征

王 萍<sup>1</sup>, 刘洛夫<sup>1</sup>, 宁松华<sup>2</sup>, 杨怀义<sup>3</sup>, 陈治军<sup>1</sup>, 李 燕<sup>1</sup>, 李 健<sup>3</sup>, 李永林<sup>3</sup>

1. 中国石油大学(北京)油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249

2. 长江大学地球物理与石油资源学院, 湖北荆州 4340234

3. 中国石化集团公司国际石油勘探开发公司, 北京 100083

**摘要** 滨里海盆地的油气藏与下二叠统空谷阶区域性的盐岩密切相关。该盆地东南部的 Sagizski 区块(简称 S 区块)油气富集, 目前的主要勘探目标为盐上层系(包括盐上地层和盐间地层)。在前人研究的基础上, 通过对该区块 Ashikol S., Kaganai, Sarly S., Taskuduk, Sarykumak E., Kardasyn, Kopa 和 Oryskazgan 8 个典型油气藏或含油气构造的精细解剖, 总结并对比了其生油岩、储层、盖层、圈闭、流体、输导体系、保存条件等特征, 并综合多方面的资料分析, 认为 S 区块盐上层系的油气藏共有三次成藏期, 时间分别在三叠纪末期至早侏罗世末期、晚侏罗世末期和晚白垩世至古近纪; 指出了 S 区块油气藏的主控因素: 盐窗是油气成藏的关键, 储层控制油气藏的分布, 断裂对油气藏的分布有很大影响; 并建立了该区块 8 种油气成藏模式, 为下一步油气勘探提供了科学资料。

**关键词** 油气藏特征; 盐上层系; Sagizski 区块; 滨里海盆地

**中图分类号** TE121.3

**文献标识码** A

**文章编号** 1000-7857(2010)06-0069-09

## Characteristics of Hydrocarbon Reservoirs in the Post-salt Strata in Block Sagizski, Pre-Caspian Basin

WANG Ping<sup>1</sup>, LIU Luofu<sup>1</sup>, NING Songhua<sup>2</sup>, YANG Huaiyi<sup>3</sup>, CHEN Zhijun<sup>1</sup>, LI Yan<sup>1</sup>, LI Jian<sup>3</sup>, LI Yonglin<sup>3</sup>

1. State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

2. College of Geophysics and Oil Resources, Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei Province, China

3. Sinopec International Exploration and Production Corporation, Beijing 100083, China

**Abstract** The hydrocarbon accumulation in Pre-Caspian Basin is closely related to the territorial salt in Kungurian of Early Permian. Block Sagizski in the southeast Pre-Caspian Basin is rich in hydrocarbon. The main exploration target is the Post-Salt Strata (including the strata over and between salt domes). Based on previous researches, eight typical hydrocarbon reservoirs or oil and gas bearing structures in block S, including Ashikol S., Kaganai, Sarly S., Taskuduk, Sarykumak E., Kardasyn, Kopa and Oryskazgan, were analyzed. As a result, the characteristics of source rocks, reservoirs, cap rocks, traps, fluids, passage systems and preservation conditions were compared. The analysis of a wide range of data shows that three periods of hydrocarbon accumulation exist within the Post-Salt Strata. They are the period from later Triassic to the end of early Jurassic, the end of the late Jurassic as well as the period from late Cretaceous to Eocene, respectively. The control factors on hydrocarbon reservoirs were found. It is shown that salt windows are the key to hydrocarbon accumulation, reservoirs control the distribution of hydrocarbon reservoirs, and faults also have a great influence on the distribution of hydrocarbon reservoirs. Eight kinds of hydrocarbon accumulation models were established. All above results provide a scientific guidance for the next oil and gas exploration in block S.

**Keywords** hydrocarbon reservoir characteristics; upsalt zones; Block Sagizski; Pre-Caspian Basin

收稿日期: 2010-01-07

作者简介: 王萍, 博士研究生, 研究方向为储层地质学和沉积盆地流体矿产, 电子信箱: wp\_0622@163.com; 刘洛夫(通信作者, 中国科协所属全国学会个人会员登记号: I080800644M), 教授, 研究方向为沉积学和石油地质学, 电子信箱: liulv@cup.edu.cn

## 0 引言

Sagizski 区块(简称 S 区块)位于滨里海盆地的东南部,勘探面积 12985km<sup>2</sup>,主要有盐上(T<sub>2-3</sub>-K)和盐间(P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>)两种勘探目标。从整体情况来看,该区盐上勘探程度较高;盐间勘探程度很低,目前仍处在摸索阶段。该区已发现 Kardasyn、

Kaganai, Sarly S., Sarykumak E. 等十几个油田及含油气构造,只有 Kardasyn 油田已投入开采<sup>[1-2]</sup>。其他几个油田 Ashikol S., Kaganai, Sarly S., Taskuduk, Sarykumak E., Kardasyn, Kopa 和 Oryskazgan 资料较全,它们的油气藏或含油气构造如图 1 所示。

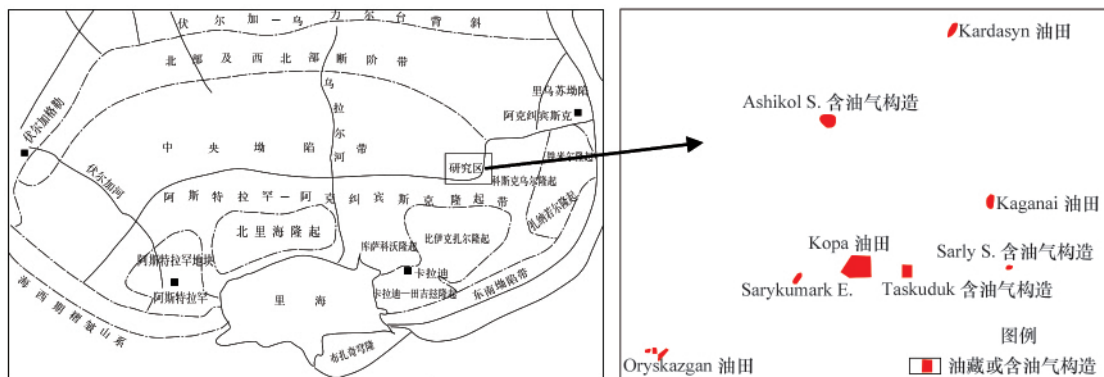


图 1 滨里海盆地 S 区块位置及油田或含油气构造分布图

Fig. 1 Location of Block S and oil-field or oil and gas bearing structures in Pre-Caspian Basin

## 1 油气藏或含油气构造的精细解剖

通过 S 区块已发现油藏的资料,对 Ashikol S., Kaganai, Sarly S., Taskuduk, Sarykumak E., Kardasyn, Kopa 和 Oryskazgan 8 个油藏进行分析,总结了生油岩、储层、盖层、圈闭、流体、输导体系、保存条件等特征。

目前已发现的油藏或含油气构造主要属于边水驱动的构造油藏,具有埋深浅、规模小的特点,属于正常的温度、压力系统。成藏过程可归纳为:盐下层系晚古生代的烃源岩生成的油气通过早期断裂沟通至盐窗部位,连同局部地区已达到生油门限的盐上、盐间烃源岩生成的烃类一起向上运移,一部分在盐间圈闭聚集成藏,另一部分以盐边、断裂或者砂岩层作为输导体系继续向上运移,进入盐上地层,在盐上圈闭聚集成藏。

### 1.1 烃源岩特征

S 区块已发现油藏或含油气构造的油气主要来自盐下层系晚古生代烃源岩<sup>[3-4]</sup>,盐上层系烃源岩对盐上层系的油藏贡献很小或者没有贡献(表 1)。盐下烃源岩的生、排烃时间对于盐上、盐间地层的油气藏的形成有很大的影响,盐下层系共有 4 套烃源岩,这 4 套烃源岩的生烃时间相差很大(表 2);最早开始生油是在石炭纪早期,生油高峰时间为石炭纪(Carboniferous, C)后期和早、中侏罗世(Jurassic, J);最早开始生气是在二叠纪(Permian, P),终止生烃时间在渐新世;其中 2 套主力烃源岩开始生油期为中、晚三叠世(Trias, T),生油高峰期为早、中侏罗世,开始生气期为晚侏罗世和早白垩世(Cretaceous, 简称 K),终止生烃时间在渐新世。

### 1.2 储盖组合特征

盖层特征:S 区块盐上层系(含盐上地层和盐间地层)油

藏盖层为泥岩,厚度都比较大,而且储集砂岩层以薄层形式夹在厚层泥岩之中,所以盖层条件良好,对油气藏有很好的封闭作用。

储层特征:S 区块盐上勘探程度较高,已发现的油藏主要分布在盐上层系的中侏罗统,其次是上三叠统,盐间上二叠统至下三叠统也发现一个含油气构造。储层总厚度不大,而且表现为由许多薄层组成;砂体总厚度为几米到上百米,平均为几十米,单砂体厚度只有几米到几十米。储层岩性以中细粒砂岩为主。储层物性较好,主要属于中-高孔、中-低渗储层(表 3)。

### 1.3 流体特征

S 区块盐上地层原油为中-轻质原油,低含硫、低-中含蜡,黏度变化范围很大(5.67~1818mPa·s)。由于盐上的油藏埋深较浅,遭受生物降解和氧化破坏,盐间油藏比盐上油藏的原油轻,黏度较小(表 4)。由此可见,盐间的油藏保存条件较好。

S 区块没有独立的气藏,天然气都是以原油中的溶解气形式产出,产出的天然气成分以甲烷为主(Kaganai 油田除外)。地层水矿化度较高,为 24190~126673mg/L,偏酸性,pH 值为 6~6.5(表 5)。

### 1.4 输导体系

通过对 S 区块含油气区输导系统综合分析,发现油气运移通道往往不是单一的断层、高渗砂层或不整合面,通常是其中 2 种或多种通道组合而成的复杂的立体网络通道,即输导体系。综合考虑各单因素的油气运移通道,根据 S 区块具体的构造及油气成藏特征,将 S 区块盐上地层和盐间地层的输导体系划分为以下 3 种主要类型:① 断裂组合型输导体

表 1 滨里海盆地 S 区块已发现油藏烃源岩和盖层特征表

Table 1 Characteristics of source rocks and cap rocks in Block S, Pre-Caspian Basin

| 油气藏或含油气构造    | 烃源岩                                                   | 盖层                                                                                                   |
|--------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ashikol S.   | 盐下层系烃源岩是盐上层系油气的主力来源, P <sub>2</sub> 烃源岩也能为盐上层系油藏供油    | P <sub>2</sub> -T <sub>1</sub> 的泥岩与砂岩互层, 厚度大, 封闭性能好                                                  |
| Kaganai      |                                                       | T <sub>3</sub> 与 J <sub>2</sub> 剖面上表现为砂泥互层。泥岩呈褐灰色, 暗灰色, 褐色, 层状, 有细砂岩夹层, 这些厚层泥岩对夹杂其中的砂岩储层中的油气有很好的保存作用 |
| Sarly S.     | 盐下层系烃源岩是盐上层系油气的主力来源, P <sub>2</sub> -J 烃源岩也能为盐上层系油藏供油 | 中侏罗统与砂岩互层的泥岩                                                                                         |
| Taskuduk     |                                                       | T <sub>2+3</sub> 上部以泥岩为主, 可为其下伏砂岩储集层提供良好的盖层条件                                                        |
| Sarykumak E. |                                                       | J <sub>2</sub> 为泻湖相沉积。泥、砂岩的频繁交替。泥岩呈褐灰色, 暗灰色, 褐色, 层状, 对储集层有良好的封闭作用                                    |
| Kardasyn     |                                                       | 中侏罗统为泻湖相沉积, 剖面上表现为泥岩和砂岩的频繁交替。泥岩呈褐灰色, 暗灰色, 褐色, 层状, 对储集层有良好的封闭作用                                       |
| Kopa         | Oryskazgan                                            | 中侏罗统与砂岩互层的泥岩                                                                                         |
| Oryskazgan   |                                                       | 下侏罗统与砂岩互层的泥岩                                                                                         |

表 2 滨里海盆地盐下烃源岩的生烃时间

Table 2 Hydrocarbon generation time of subsalt source rocks in Pre-Caspian Basin

| 主力烃源岩                                           | 生油开始时间/Ma             | 生油高峰时间/Ma                      | 生油结束时间/Ma | 生气开始时间/Ma      | 生气结束时间/Ma |
|-------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------|----------------|-----------|
| 中泥盆统爱菲尔阶                                        | C 早期                  | C 后期                           | E(渐新世)    | P              | E(渐新世)    |
| 至吉维特阶                                           | 360                   | 350                            | 25        | 275            | 25        |
| 法门阶 (D <sub>3</sub> ) 至杜内阶 (C <sub>1</sub> )    | T <sub>2</sub> 晚期     | J <sub>1</sub> -J <sub>2</sub> | E(渐新世)    | J <sub>3</sub> | E(渐新世)    |
| (主力烃源岩)                                         | 230                   | 200                            | 25        | 150            | 25        |
| 韦宪阶 (C <sub>1</sub> ) 至巴什基尔阶 (C <sub>2</sub> )  | T <sub>3</sub>        | J <sub>1</sub> -J <sub>2</sub> | E(渐新世)    | K <sub>1</sub> | E(渐新世)    |
| (主力烃源岩)                                         | 220                   | 190                            | 25        | 130            | 25        |
| 格泽里阶 (C <sub>3</sub> ) 至阿丁斯克阶 (P <sub>1</sub> ) | 生烃时间难确定, 约为 25Ma 停止生气 |                                |           |                |           |

表 3 滨里海盆地 S 区块已发现油藏的储层特征表

Table 3 Characteristics of reservoirs in Block S, Pre-Caspian Basin

| 油气藏或含油气构造    | 储层                             |                      |                                             |                   |                                         |
|--------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
|              | 时代                             | 厚度(均值)/m             | 岩性                                          | 孔隙度/%             | 渗透率/(10 <sup>-3</sup> μm <sup>2</sup> ) |
| Ashikol S.   | P <sub>2</sub> -T <sub>1</sub> | 2~17(7)              | 以灰-灰棕色细粒长石碎屑砂岩为主                            | 11.2~23.9         | <1<br>(中-低孔低渗)                          |
| Kaganai      | J <sub>2</sub>                 | 16.4~115.5(60.1)     | 中、细砂为主                                      | 27.6              | 46.1(高孔中渗)                              |
|              | T <sub>3</sub>                 | 11.3~33.7(21.3)      | 中细砂为主                                       | 26.1~31.7(29.2)   | 113.8(高孔中渗)                             |
| Sarly S.     | J <sub>2</sub>                 | 0.6~25.4             | 湖相粉砂岩(以细粒为主, 分选好, 磨圆度中等)                    | 18.16~34.27       | 662.09                                  |
| Taskuduk     | T <sub>2+3</sub>               | 51.9~94.3(73.2)      | 砂岩, 偶见灰质致密夹层(以中粒为主, 磨圆度较差, 分选较好, 钙质、黏土质胶结物) | 18.4~18.75(18.58) | 14.3(中低渗)                               |
| Sarykumak E. | J <sub>2</sub>                 | 0.6~35.0             | 以灰色, 中-细粒砂岩为主                               | 27.6              | —                                       |
| Kardasyn     | J <sub>2</sub>                 | 23~46(38.7)          | 橄榄绿-兰灰色砂岩(中-细粒, 磨圆度中等, 分选中等-极好, 胶结差)        | 33.0~42.9(39.8)   | 662.09(高孔高渗)                            |
| Kopa         | J <sub>2</sub>                 | 油藏单元总厚 36<br>油层净厚 27 | 钙质石英砂岩、砂岩                                   | —                 | 1039.8                                  |
| Oryskazgan   | J <sub>2</sub>                 | 油藏单元总厚 54<br>油层净厚 36 | 钙质砂岩和砂岩                                     | —                 | 56.1                                    |

表 4 滨里海盆地 S 区块已发现的油藏原油特征表  
Table 4 Characteristics of crude oil in Block S, Pre-Caspian Basin

| 油气藏或含油气构造    |    | 密度/(g·cm <sup>-3</sup> )                                  | 黏度/(mPa·s)    | 含蜡量/%                  | 含硫量/%                     |
|--------------|----|-----------------------------------------------------------|---------------|------------------------|---------------------------|
| Ashikol S.   | 地面 | 0.860, 密度较轻                                               | 地下(50℃):23.2  | 4.63 (中含蜡)             | 0.15 (低含硫)                |
| Kaganai      | 地面 | J <sub>2</sub> : 0.955;<br>T <sub>3</sub> : 0.835~0.8478, | 7.91~12.84    | J <sub>2</sub> :0.73   | J <sub>2</sub> :0.72      |
|              | 地下 | 0.8139                                                    | 5.67          | T <sub>3</sub> :1.55~5 | T <sub>3</sub> :0.21~0.44 |
| Sarly S.     | 地面 | 0.9249                                                    | —             | 0.96 (低含蜡)             | 0.325 (低含硫)               |
|              | 地下 | 0.9174~0.9243                                             | 1818          |                        |                           |
| Taskuduk     | 地面 | 0.899, 密度较轻                                               | 地下(50℃):75.53 | 0.12 (低含蜡)             | 0.15 (低含硫)                |
| Sarykumak E. | 地面 | 0.8755~0.8757                                             | 140.23        | 0.54                   | 0.18                      |
|              | 地下 | 0.8740~0.8744                                             | 104.37        | —                      | —                         |
| Kardasyn     | 地面 | 0.908~0.912                                               | —             | 0.8~5.6                | 0.2~0.27 (低含硫)            |
|              | 地下 | 0.9020~0.9022                                             | 442.35~447.12 |                        |                           |
| Kopa         |    | 0.912                                                     | —             | 1.11                   | 0.32                      |
| Oryskazgan   |    | 0.850                                                     | —             | —                      | 0.39                      |

表 5 S 区块已发现的油藏天然气和地层水特征表  
Table 5 Characteristics of natural gas and formation water in Block S, Pre-Caspian Basin

| 油气藏或含油气构造    | 天然气                                                                                                      | 地层水                       |                       |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|              |                                                                                                          | 矿化度/(mg·L <sup>-1</sup> ) | pH 值                  |
| Kaganai      | T <sub>3</sub> 油藏原油中溶有少量天然气, 相对密度 1.3126g/cm <sup>3</sup> , 烃类气体占 53.62%~55.79%, 非烃类气体中氮气占 43.44%~45.61% | J <sub>2</sub> :126673    | J <sub>2</sub> :6     |
|              |                                                                                                          | T <sub>3</sub> :23871     | T <sub>3</sub> :6~6.5 |
| Sarly S.     | 天然气为原油中的溶解气, 以甲烷为主, 甲烷占 88.76%~92.21%, 其他烃类气体含量较少                                                        | 34.418                    | 6.5                   |
| Sarykumak E. | 原油中的溶解气成分以甲烷为主, 天然气密度 0.623g/cm <sup>3</sup> , 甲烷占 84.27%~84.86%, 其他烃类气体含量较少, 非烃类气体中氮气含量占 14.35%~14.8%   | —                         | —                     |
| Kardasyn     | 天然气为原油中的溶解气, 成分以甲烷为主, 占 80.75%~81.50%, 其他烃类气体含量较少, 非烃类气体中氮气含量占 2.32%~2.40%                               | 24190,<br>水型:氯化钠型         | 6.5                   |

系,② 盐窗+盐边(或盐窗+盐边+输导层)型输导体系,③ 盐窗+盐边+断裂+输导层(不整合面)型输导体系。针对不同构造,此 3 种体系类型仍可能相互组合而构成更为复杂的油气运移方式。

1.5 圈闭特征

盐间地层发现一种有效圈闭,为不整合遮挡型圈闭。盐上地层有效圈闭类型主要为受盐隆影响、在断层条件下形成的断背斜、断鼻、断块圈闭,其次还有盐上背斜圈闭、盐边侧向遮挡圈闭(表 6)。

1) 圈闭的大小。在评价圈闭时,圈闭的大小(或规模)是很重要的参数,圈闭的大小决定了油气藏的规模<sup>[5-6]</sup>。

S 区块盐上地层的圈闭中,侏罗系圈闭的储层孔隙度、闭合面积明显大于三叠系,最大有效容积也高于三叠系。目前的勘探结果显示,获得较理想勘探成果的油气藏大多数分布

在侏罗系。从圈闭的角度,盐上的勘探应继续关注侏罗纪地层。根据勘探成功的盐间井资料可知,S 区块盐间圈闭的储层孔隙度较小,但储层有效厚度和圈闭的闭合面积较大,故圈闭的最大有效容积较大。盐间圈闭有一定的勘探潜力,需加强对其勘探力度。

2) 圈闭的封闭性。盖层和遮挡条件的研究是圈闭评价的重要研究内容<sup>[5-6]</sup>,只有有效储层不足以使得圈闭成为有效圈闭,要使油气进入到圈闭后不致逸散,必须具备不渗透的盖层和一定的遮挡条件。盖层的好坏和遮挡条件直接影响油气在储集层中的聚集效率和保存时间。

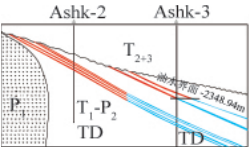
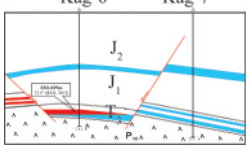
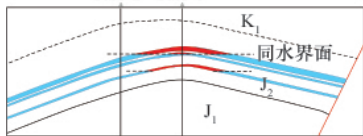
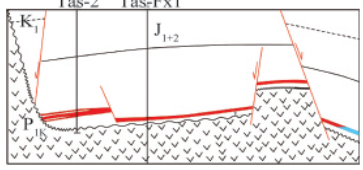
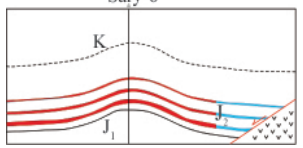
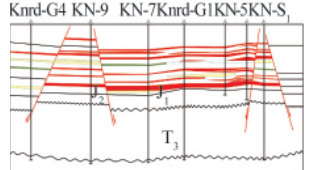
盖层概况:盐上、盐间地层的盖层为分布广泛的厚层泥页岩,属于好的盖层类型,对聚集的油气有很好的封盖作用。

断层的封闭性:S 区块的盐上地层基本不存在水平或单斜地层,为高低起伏的形态,部分断层为弯曲断面,这种盐上



表 6 滨里海盆地 S 区块已发现的油藏圈闭特征表

Table 6 Characteristics of traps in Block S, Pre-Caspian Basin

| 油气藏或含油气构造    | 圈闭特征                                                          | 油藏剖面图                                                                                 |
|--------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Ashikol S.   | 在盐隆的影响下由不整合遮挡形成的圈闭                                            |    |
| Kaganai      | 与盐隆有关的断背斜构造,由多条断层切割成多个断块,圈闭类型为断块圈闭和盐边侧向遮挡圈闭,圈闭的形成主要取决于断层的侧向封堵 |    |
| Sarly S.     | 受盐隆作用影响, $T_{2+3}-K_1$ 形成的多层叠合背斜构造圈闭                          |    |
| Taskuduk     | T: 地层上倾方向由盐岩侧向遮挡形成的圈闭; $K_1-J_1$ : 与盐岩顶部后期发育断层有关的断鼻、断块含油气圈闭   |   |
| Sarykumak E. | 盐隆背景下发育的盐上多层位 (T、J、K) 叠合的断背斜构造                                |  |
| Kardasyn     | 受盐丘隆起而形成的低幅度断鼻构造,内部被一系列近南北向正向小断层分割成小断块,构造顶部平缓,两翼较陡,纵向上具有继承性   |  |

地层的断层与储集层的平面组合关系有利于圈闭的形成。盐间地层多为单斜或水平分布,断裂发育较少,侧向封闭以盐边为主。据此,盐上地层的断层与储集层的平面组合关系优于盐间地层,进一步反映出盐间地层的圈闭条件可能没有盐上地层的好。

盐岩的封闭性:S 区块的盐岩层致密,具有良好的封闭性能。

不整合面的封闭性:S 区块盐间地层的 Ashikol S. 构造,存在上二叠统至下三叠统与中、上三叠统的不整合面,下伏上二叠统至下三叠统的地层倾角较大,与中、上三叠统不整合接触,中、上三叠统为泥岩层,下伏砂岩层在上倾方向受到泥岩的侧向封堵,形成了不整合面遮挡圈闭。

#### 1.6 保存条件

S 区块盖层条件较好, 所以油气的保存主要受该区的构

造演化史影响。

- 1) 晚二叠世时期没有大的区域构造运动,断裂不发育。
- 2) 早三叠世地层只在盐丘间的低部位存在,说明早三叠世有一次构造运动,使高部位的所有上二叠统和绝大部分下三叠统被剥蚀。该时期,S 区块断裂发育不明显,仅在 Ashikol S. 附近的盐间地层和 Taskuduk 的盐上地层可见,此时的断裂均处于活动期。对于 Ashikol S.,断裂的发育有利于盐下油气的向上运移,对于 Taskuduk,该断裂的发育是其形成多个油气藏的基础。
- 3) 下侏罗统沉积前有一次强烈的区域构造运动,形成古盐隆。结合地层的特征分析,此次剧烈的区域构造运动发生在晚三叠世至早侏罗世。晚三叠世时该区盐体发生首次大规模上拱作用,导致早侏罗世底界面上断裂广泛发育,形成具拉张性质的正断层,且此时断裂多处于活动期,对油气起到

了较好的垂向运移。早侏罗世断裂的发育也为油气进入中侏罗世储层,进而聚集成藏创造了有利的通道条件。

4) 侏罗纪的地层上部和下部大面积缺失,只有中侏罗统保留较好。下侏罗统缺失是晚三叠世区域性构造运动造成的结果,而上侏罗统缺失是晚侏罗世的大区域构造运动所引起的。晚侏罗世盐体发生第二次大规模上拱作用,导致部分早侏罗世就已开始发育的断裂,在早白垩世时继续处于活动期。而部分断裂已经进入静止期和裂缝闭合后期(多形成中侏罗世油气聚集),断层在静止状态或者说停止活动时间较长的情况下,其封闭的可能性增大<sup>[7-8]</sup>,该期的断裂对油气运聚起输导和封闭2种不同的作用。

5) 晚白垩世至古近纪,盐构造活动明显,说明期间有一次大的构造运动。早白垩世的地层保留完好,说明此次活动应该发生在晚白垩世至古近纪。

6) 新近纪以来滨里海盆地构造活动微弱,没有引起盐构造活动,但此时期盐上的断裂比较发育,局部地区有通天断层发育,使盐上油藏的油气散失,保存条件变差。但是,该期断层带的矿化作用、成岩作用或石油的降解作用很强,对油气又具有着良好的封闭能力。

#### 1.7 S 区块盐上和盐间地层中油气藏的油气充注期次和时间

S 区块的盐构造活动是油气成藏最主要的影响因素。盐窗是盐下层系的油气运移到盐上、盐间地层的唯一通道,所

以盐窗的存在是盐上、盐间地层油气成藏的关键。盐窗是伴随大规模盐构造活动产生的,盐构造活动伴随有盐上层系的断层活动,且活动的断层表现为开启性,对油气有输导能力;盐构造活动时,盐边作为盐上、盐间地层中油气运移的重要通道,与围岩接触较松散,此时其输导油气的能力最好。综上所述,盐构造活动时是盐上、盐间地层的圈闭形成的关键时期。

盐构造活动时,盐上、盐间地层中输导油气的通道多于盐构造不活动时,对油气的输导能力强于盐构造不活动时。在有烃类供给的情况下,盐构造活动的时候,是油气在盐上、盐间地层的圈闭中大规模聚集、成藏的时候。盐构造活动的多期性,决定了盐上、盐间地层油气成藏的多期性。根据区域构造运动的时期、盐构造和断层活动的期次及时间、盐下主力烃源岩的生烃时间、以及圈闭的形成时间的匹配关系等多方面的资料(图2),可将S 区块盐上、盐间地层的油气成藏划分为以下3个主要时期:三叠纪末期至早侏罗世末期、晚侏罗世末期和晚白垩世至古近纪(简称E)。在各成藏期,当油气大规模运移至盐间和盐上地层时,盐上和盐间均存在已形成的圈闭,圈闭形成期与油气运移期相匹配。盐上和盐间的油气藏多为次生油气藏,经过了多期破坏和调整,使得油气藏的规模较小(可采储量一般在100万吨左右),后期断裂发育导致油藏保存条件较差,大多数为残余油气藏(第四纪,简称Q,新近纪,简称N)。

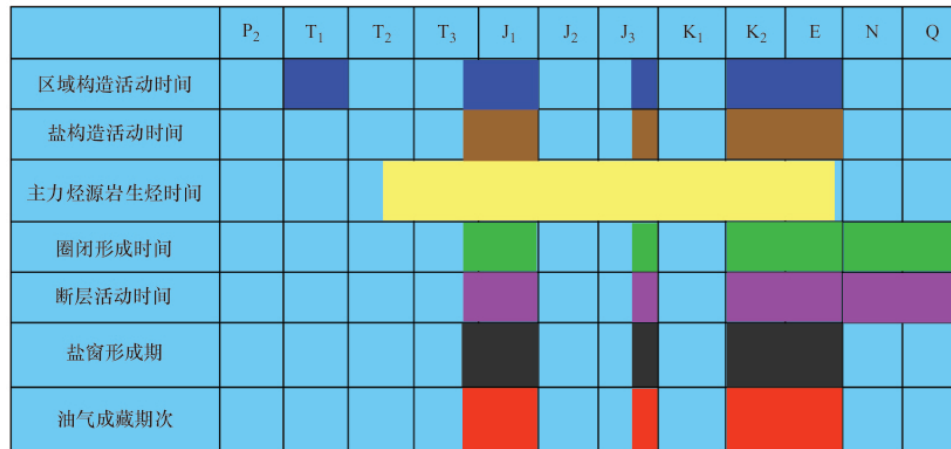


图2 滨里海盆地S 区块晚二叠世以来的地质事件时间对比图

Fig. 2 Time correlation of geological events since late permian in Block S, Pre-Caspian Basin

## 2 S 区块油藏分布的影响因素

### 2.1 S 区块油藏分布与盐窗分布关系

在S 区块盐上、盐间层系油气成藏各因素分析中发现,油气来源为主要制约条件。盐窗可使盐间、盐下地层(烃源岩层)直接接触,构成油气由盐下烃源岩向上进行垂向运移的主要通道,对盐窗的分布及其特征的研究为S 区块输导体系中至关重要的一环。

1) 盐窗的分布及面积。S 区块位于滨里海盆地东部,其构造活动较强烈,盐窗较发育。通过对大量地震剖面的精细

标定和对比解释,共解释出29个盐窗(图3),这些盐窗具有大小不一(总体上东部盐窗面积较大,西部较小),在区内呈近似带状分布的特点。最大盐窗面积为200.88km<sup>2</sup>,最小为3.99km<sup>2</sup>,总面积为1650.32km<sup>2</sup>(表7)。

盐窗的面积和分布特征对油气的聚集程度产生影响。盐窗的规模大,油气汇聚面积大,油气充注能力强,资源丰度高;小型盐窗周围油气一般呈分散聚集,圈闭充满程度低。根据各含油气构造与周边盐窗的分布关系(重点考虑现已发现的含油气构造周围的、可能对构造供烃的各个盐窗的面积),

可以发现各含油气构造附近大多分布有面积较大(>50km<sup>2</sup>)的盐窗(表 8)。盐窗的存在及其面积大小对 S 区块盐上、盐间地层油气成藏有重要影响。

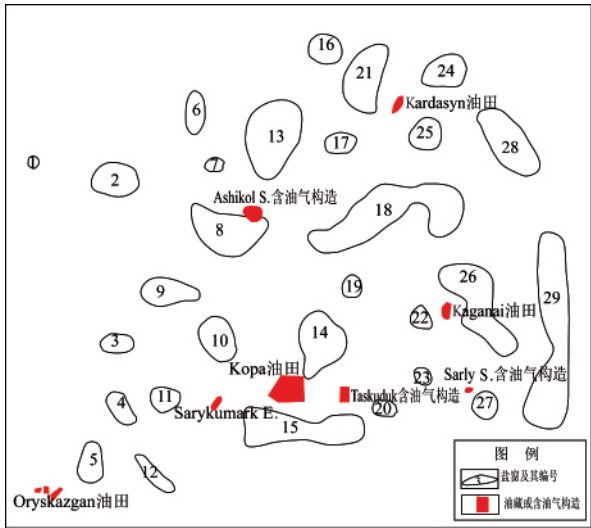


图 3 滨里海盆地 S 区块盐窗分布图  
Fig. 3 Distribution of salt windows in Block S, Pre-Caspian Basin

表 7 滨里海盆地 S 区块盐窗面积统计表

Table 7 Areas of salt windows in Block S, Pre-Caspian Basin

| 盐窗编号 | 盐窗面积/km <sup>2</sup> | 盐窗编号 | 盐窗面积/km <sup>2</sup> | 盐窗编号 | 盐窗面积/km <sup>2</sup> |
|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|
| 1    | 3.99                 | 11   | 22.404               | 21   | 82.997               |
| 2    | 48.76                | 12   | 21.41                | 22   | 14.38                |
| 3    | 19.56                | 13   | 127.95               | 23   | 8.43                 |
| 4    | 23.73                | 14   | 84.701               | 24   | 44.05                |
| 5    | 32.497               | 15   | 124.82               | 25   | 31.86                |
| 6    | 26.499               | 16   | 30.62                | 26   | 122.33               |
| 7    | 8.37                 | 17   | 20.32                | 27   | 21.97                |
| 8    | 96.42                | 18   | 200.88               | 28   | 90.81                |
| 9    | 45.99                | 19   | 13.13                | 29   | 220.12               |
| 10   | 49.01                | 20   | 12.31                |      |                      |

2) 盐窗与油气藏的距离。根据中国含油气盆地成藏体系内油气运移距离与大、中型油气田个数关系的统计结果可知,烃类在运移距离≤40km 时所形成的大油气田数量较多<sup>[9]</sup>。根据 S 区块已发现盐窗周围的各含油气构造与盐窗距离可知,各主要含油气构造与其附近的盐窗相距均较近,均小于

表 8 滨里海盆地 S 区块已发现的含油气构造周围的盐窗面积统计表

Table 8 Areas of salt windows around oil and gas bearing structures in Block S, Pre-Caspian Basin

| 含油气构造                | Kardasyn |       |       | Kaganai |        | Sarly | Taskuduk |        |       | Sarykumak E. |        |       | Ashikol S. |
|----------------------|----------|-------|-------|---------|--------|-------|----------|--------|-------|--------------|--------|-------|------------|
| 盐窗编号                 | 21       | 24    | 25    | 22      | 26     | 27    | 14       | 15     | 20    | 10           | 11     | 15    | 8          |
| 盐窗面积/km <sup>2</sup> | 82.997   | 44.05 | 31.86 | 14.38   | 122.33 | 21.97 | 84.7     | 124.82 | 12.31 | 49.01        | 22.404 | 124.8 | 96.4       |

7km,多数小于 5km。且距离越近,构造的含油饱和度越高,说明盐窗与油气藏的距离在一定程度上决定了油气的充注强度。

3) 盐间地层的产状。根据盐间地层的沉积情况可知,目前盐间地层主要有 2 种不同的产状。一种为“平底锅式”,该种产状的盐间地层与盐下地层为平行接触,且上二叠统至下二叠统沉积时仍有大量泥质沉积物,对盐下的油气向上运移产生一定的封隔作用;在这种地层产状情况下,盐间地层起不到油气输导层的作用,不利于油气向上运移。另一种为“上倾式”,此种产状情况下,盐间地层与盐下烃源岩层通过盐窗直接斜交接触,减少了泥质层的封隔作用,盐间砂岩层起很好的油气输导层的作用,有利于油气的向上运移和聚集。

分析 S 区块发现的含油气构造,构造附近的盐间地层产状均为上倾式,且均处于上倾方向,说明盐间地层的产状确实对油气运移具有控制作用。

2.2 S 区块油藏分布与储层分布关系

S 区块储层厚度不大,砂体总厚度为几米到上百米,平均为几十米,单砂体厚度只有几米到几十米(图 4)。储层由许多薄层组成,总体厚度不大,盐间储层厚度比盐上储层的更小。盐上储层岩性以中细粒砂岩为主,物性较好,主要属于中-高孔(图 5)、中-低渗储层(图 6),盐间地层的储层物性较差。

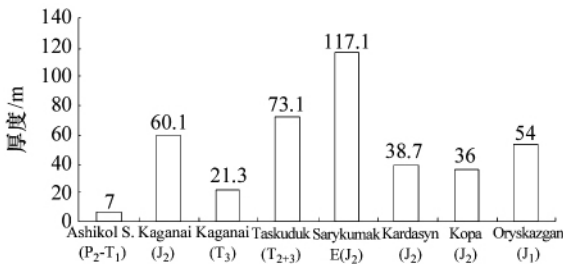


图 4 滨里海盆地 S 区块各油藏储层砂岩厚度  
Fig. 4 Sandstone thickness of reservoirs in Block S, Pre-Caspian Basin

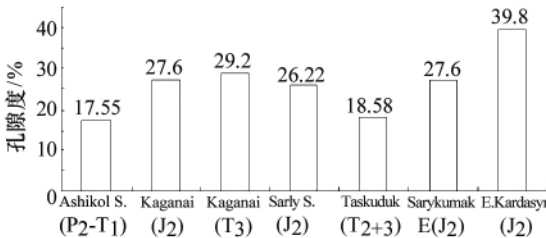


图 5 滨里海盆地 S 区块各油藏储层孔隙度  
Fig. 5 Porosities of reservoirs in Block S, Pre-Caspian Basin



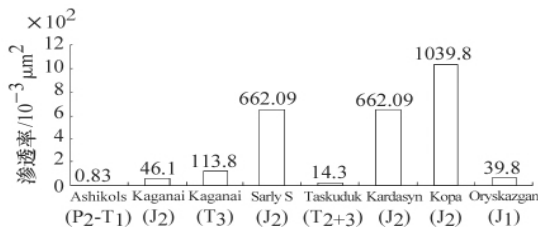


图6 滨里海盆地S区块各油藏储层渗透率

Fig. 6 Permeability of reservoirs in Block S, Pre-Caspian Basin

目前S区块已发现的油气藏主要分布在侏罗系,从侏罗系的砂岩厚度分布可以看出,侏罗系砂岩厚度大的地方多分布在东南部,而侏罗系油藏也都集中在东南部,这说明储层的发育对油藏分布有很大的影响作用,储层厚度大的地方是油气藏勘探的有利方向。S区块东南部的储层物性也好于西北部,储层的厚度及其物性的好坏是决定油藏分布的重要因素。储层物性差是Ashikol S-1井的勘探失利的原因。

### 2.3 S区块油藏分布与断裂分布关系

从S区块构造演化史和不同层系现今断裂分布的分析可知,该区块内的断裂主要活动于4个不同时期:三叠纪末期-早侏罗世末期为断层的第一次活动期;晚侏罗世末期(下白垩统沉积之前)为断层的第二次发育期;白垩纪晚期-古近纪为第三次断层发育期;新近纪以来为盐构造活动的微弱期,但此时期盐上的断层较发育,在局部地区还发育通天断层,此阶段为断裂发育的第四期。

由于受盐构造运动的影响,区块盐上地层普遍发育拉张性正断层,位于盐间的下三叠统断裂未发育,仅在Ashikol S.地区附近的盐间地层中可见断裂。此时期断裂分布零星且局限,不能对油气的运移与聚集起到很强的控制作用。

晚三叠世前,区块整体上断裂不发育,仅在Ashikol S.附近的盐间地层和Taskuduk的盐上地层可见,此时发育的断裂均处于活动期。对于Ashikol S.,断裂的发育有利于盐下油气的向上运移,对于Taskuduk,该断裂的发育是其形成多个油气藏的基础。

晚三叠世时盐体发生了首次大规模上拱作用,从而导致早侏罗世底界面上断裂发育广泛,多形成具拉张性质的正断层,且此时发育的断裂也多处于活动期,若有油气通过,断层可对油气起到较好的垂向运移作用。早侏罗世断裂的发育也为油气进入中侏罗世优质储层,进而聚集藏创造了有利的通道条件。

晚侏罗世时盐体发生第二次大规模上拱作用,导致部分早侏罗世就已开始发育的断裂,在早白垩世继续处于活动期,而部分断裂进入静止期和裂缝闭合后期(多形成中侏罗世的油气聚集),该时期的断裂对油气运聚起到输导和封闭2种不同的作用。

就目前S区块发现的油气藏圈闭类型来看,盐上圈闭多与断裂有关,主要为断鼻和断块构造圈闭(Kartobe、Kartobe W、Kar. S、Kar. W、Kar. N、Kags. W等)及与断裂有关的背斜圈闭(Sary. E、Sar. S等),说明该时期的断裂在油气通过并进入

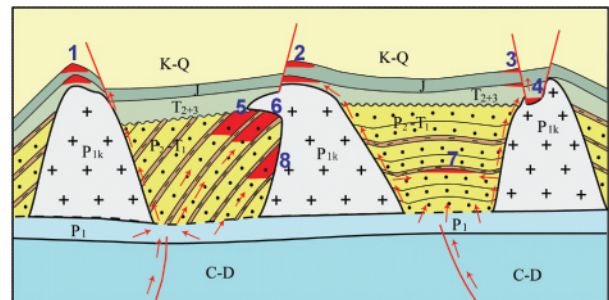
圈闭之后,均开始进入静止期和断裂闭合后期,由输导作用转变为封闭作用。

几次大规模的盐构造活动中,侏罗纪及其之前所发育的大量断层对盐上形成含油层系具有一定贡献,此后发育的断层多为通天断层,对油气的聚集和成藏起破坏性作用。断裂为S区块盐上和盐间地层油气运移主要的输导体系之一,封闭性好的断层可以为油气提供有效的圈闭。S区块盐上地层已发现的有效圈闭类型主要为受盐隆影响、断层控制下的断背斜、断鼻和断块圈闭,主要分布在中侏罗统,其次是上三叠统。

### 3 油气成藏模式

经勘探证实,S区块盐上地层存在背斜、断背斜、断块和盐边侧向遮挡4种有效圈闭,在三叠纪、侏罗纪地层中均有发现,在S区块内广泛分布,这些圈闭普遍规模小,后期的断层对其破坏也很严重。盐间地层存在不整合面遮挡、盐边侧向遮挡和背斜3种有效圈闭(目前为止在盐间的盐体刺穿遮挡圈闭中尚未发现油气),这些圈闭规模较大,但储层物性较差,属中-低孔、低渗储层,单斜地层较多,到目前为止没有大的勘探突破。

研究表明,S区块有以下8种油气藏成藏模式(盐上有4种,盐间有4种):盐上背斜油气藏成藏模式、盐上断背斜油气藏成藏模式、盐上断块油气藏成藏模式、盐上盐边侧向遮挡油气藏成藏模式、盐间不整合面遮挡油气藏成藏模式、盐间盐体刺穿遮挡油气藏成藏模式、盐间背斜油气藏成藏模式和盐间盐边侧向遮挡油气藏成藏模式(图7)。



- 1—盐上背斜油气藏成藏模式;2—盐上断背斜油气藏成藏模式;
  - 3—盐上断块油气藏成藏模式;4—盐上盐边侧向遮挡油气藏成藏模式;
  - 5—盐间不整合面遮挡油气藏成藏模式;6—盐间盐体刺穿遮挡油气藏成藏模式;
  - 7—盐间背斜油气藏成藏模式;
  - 8—盐间盐边侧向遮挡油气藏成藏模式
1. Reservoir-formed pattern of up-salt anticline, 2. Reservoir-formed pattern of up-salt anticline, 3. Reservoir-formed pattern of up-salt anticline, 4. Reservoir-formed pattern of up-salt screened,
  5. Reservoir-formed pattern of interval-salt unconformity, 6. Reservoir-formed pattern of interval-salt salt body impalement screened, 7. Reservoir-formed pattern of interval-salt anticline,
  8. Reservoir-formed pattern of interval-salt screened

图7 滨里海盆地S区块油气成藏模式示意图

Fig. 7 Reservoir-formed pattern of Block S in Pre-Caspian Basin



#### 4 结论

1) 通过油气藏精细解剖,认为S区块已发现的盐上层系油藏或含油气构造主要属于边水驱动的构造油藏,具有埋深浅、规模小的特点。该区油气主要来自盐下层系晚古生代烃源岩,具有良好的储盖组合。盐上油藏的原油为中-轻质原油,低含硫、低-中含蜡,黏度变化范围很大;盐间油藏的原油比盐上油藏轻,黏度较小。天然气以原油中的溶解气形式产出,成分以甲烷为主(Kaganai油田除外)。输导体系主要有断裂组合型、盐窗+盐边(或盐窗+盐边+输导层)型和盐窗+盐边+断裂+输导层(不整合面)型3种。盐间地层为不整合遮挡型圈闭,盐上地层主要为受盐隆影响、在断层条件下形成的断背斜、断鼻、断块圈闭,其次还有盐上背斜圈闭、盐边侧向遮挡圈闭。

2) S区块盐上层系油藏的主控因素:盐窗是油气成藏的关键,储层控制油气藏的分布,断裂对油气藏的分布有很大影响。

3) S区块盐上油气藏有以下8种油气藏成藏模式:盐上背斜油气藏成藏模式、盐上断背斜油气藏成藏模式、盐上断块油气藏成藏模式、盐上盐边侧向遮挡油气藏成藏模式、盐间不整合面遮挡油气藏成藏模式、盐间盐体刺穿遮挡油气藏成藏模式、盐间背斜油气藏成藏模式和盐间盐边侧向遮挡油气藏成藏模式。

#### 参考文献 (References)

- [1] 钱桂华. 哈萨克斯坦滨里海盆地油气地质特征及勘探方向[J]. 中国石油勘探, 2005(5): 60-66.

- Qian Guihua. *China Petroleum Exploration*, 2005(5): 60-66.
- [2] 安作相, 胡征钦. 中亚含油气地区[M]. 北京:石油工业出版社, 1993.  
An Zuoxiang, Hu Zhengqin. *Oil and gas region of central Asia* [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1993.
- [3] 刘洛夫, 朱毅秀, 张占峰, 等. 滨里海盆地盐上层的油气地质特征[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(5): 442-447.  
Liu Luofu, Zhu Yixiu, Zhang Zhanfeng, et al. *Xinjiang Petroleum Geology*, 2002, 23(5): 442-447.
- [4] 刘洛夫, 朱毅秀. 滨里海盆地及中亚地区油气地质特征 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2007.  
Liu Luofu, Zhu Yixiu. *Petroleum geology characteristics of Pre-Caspian basin and Central Asia*[M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2007.
- [5] 张厚福. 石油地质学新进展[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998.  
Zhang Houfu. *New progress in petroleum geology* [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1998.
- [6] 史丹妮, 杨双. 滨里海盆地盐岩运动及相关圈闭类型 [J]. 岩性油气藏, 2007, 19(3): 73-79.  
Shi Danni, Yang Shuang. *Lithologic Reservoirs*, 2007, 19(3): 73-79.
- [7] 王平. 论断层封闭的广泛性、相对性和易变性——复杂断块油田形成条件系列论文之二[J]. 断块油气田, 1994, 1(1): 3-10.  
Wang Ping. *Fault-block Oil & Gas Field*, 1994, 1(1): 3-10.
- [8] 陈发景. 盆地构造分析在我国油气普查和勘探中的作用[J]. 石油与天然气地质, 1989, 10(3): 247-255.  
Chen Fajing. *Oil & Gas Geology*, 1989, 10(3): 247-255.
- [9] 庞雄奇, 姜振学, 李建青, 等. 油气成藏过程中的地质门限及其控制油气作用[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2000, 24(4): 53-57.  
Pang Xiongqi, Jiang Zhenxue, Li Jianqing et al. *Journal of China University of Petroleum: Natural Science Edition*, 2000, 24(4): 53-57.

(责任编辑 刘志远)

# 第6届国际稀土开发与 应用研讨会

时 间: 2010年8月  
地 点: 北京

主办单位: 中国稀土学会

通信地址: 北京市海淀区学院南路76号  
中国稀土学会办公室 (100081)  
电 话: 010-62182748  
传 真: 010-62173501  
电子信箱: csre@cs-re.org.cn