

文章编号: 0253-9985(2005)05-0668-06

南襄盆地泌阳凹陷油气成藏作用及成藏模式

秦伟军¹, 林社卿², 程哲¹, 金晓辉¹, 徐向华¹, 朱又红¹

(1. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083 2. 中国石化河南油田分公司, 河南南阳 473132)

摘要: 南襄盆地泌阳凹陷发育有岩性、背斜和断块 3 类油气藏。对于自生自储型的岩性油气藏来讲, 上翘尖灭砂体与鼻状构造背景的构造等高线近于正交, 形成了大面积砂岩上翘尖灭或侧缘上翘尖灭岩性油气藏。此类油气藏大体有 3 期油气充注, 但以中晚期充注为主。背斜油气藏油源为核桃园组二、三段烃源岩的混源, 油气先后沿层状砂体向下二门背斜运移并聚集成藏。廖庄组沉积末期是古背斜 + 岩性油藏形成期; 上寺组沉积末期的断裂活动改造了早期油气藏, 并形成了新的断层 + 岩性油气藏。北部斜坡因北东向、北西向断裂活动形成大小不等、形态各异的复杂断鼻、断块圈闭。此类油气藏油气源自南部的深凹, 廖庄组沉积前由深凹向北作侧向运移, 廖庄组沉积后经断层向浅层运移, 具有晚期成藏的特征。预测凹陷南部断裂陡坡带是岩性油藏的有利地区, 东部是寻找背斜油藏的有利地区, 北部斜坡带是断块油藏的有利地区。

关键词: 成藏作用; 成藏模式; 泌阳凹陷; 南襄盆地

中图分类号: TE112.1 文献标识码: A

Hydrocarbon accumulation and reservoiring pattern in Biyang depression, Nanxiang basin

Qin Weijun², Lin Sheqing¹, Cheng Zhe¹, Jin Xiaohui¹, Xu Xianghua¹, Zhu Youhong¹

(1. Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing;

2. Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang, Henan)

Abstract Three types of reservoirs including lithologic, anticlinal and fault block oil/gas reservoirs are developed in Biyang depression of Nanxiang basin. As to lithologic reservoir characterized by being generated and reservoiring indigenously, the upwarping pinch-out sandbodies are nearly perpendicular to the structural contour lines of nose setting, leading to the formation of large area sandstone upwarping pinch-out or lateral margin upwarping pinch-out lithologic oil/gas reservoirs. Such reservoirs more or less experienced three hydrocarbon charging stages, with the middle-late stage as the major one. Oil and gas in the anticlinal reservoir were sourced by both the 2nd and 3rd members of Hetaoyuan Fm. and successively migrated downward along the layered sandbodies and accumulated in Xiaermen anticline. Palaeo-anticlinal + lithologic reservoirs were formed at the end of deposition of Liao Zhuang Fm. Faulting at the last stage of deposition of Shangsi Fm modified the previously formed oil/gas reservoirs, leading to the formation of new fault + lithologic oil/gas reservoirs. Complex faulted nose and fault-block traps with various sizes and shapes have been formed in the north slope, due to the NE and NW faultings. Oil and gas in such reservoirs were sourced from the deep depression in the south and migrated laterally from the deep depression to the north before the deposition of Liao Zhuang Fm, and migrated upward along faults to the shallow layers after the deposition of Liao Zhuang Fm. Such reservoirs are characterized by late reservoiring. It is predicted that the steep slope zone in the southern part of the depression is the favorable area for discovering lithologic reservoirs, the eastern part of the depression is favorable for discovering anticlinal reservoirs, and the north slope zone is favorable for discovering fault block reservoirs.

Key words hydrocarbon accumulation; reservoiring pattern; Biyang depression; Nanxiang basin

基金项目: 中国石油天然气集团公司“九·五”重点科技攻关项目 (970211)

第一作者简介: 秦伟军, 男, 40 岁, 教授级高级工程师 (硕士), 石油地质与勘探规划

收稿日期: 2005-08-20

泌阳凹陷是南襄盆地中一个南深北浅的箕状凹陷^[1,2],发育了一套早第三纪深湖相沉积的含油层系^[3]。凹陷圈闭类型按成因可划分为背斜、断背斜、断鼻、断块、砂岩上倾尖灭、断层-岩性、砂岩透镜体、地层超覆不整合、成岩物性等。研究发现,泌阳凹陷油气藏主要类型为砂岩上翘尖灭油藏、背斜油藏和断鼻、断块油藏^[4]。

件。该区原油的成熟度与源岩成熟度基本相当。安棚地区安 29 井核桃园组三段上部原油的伽马蜡烷、三环萜烷丰度低(图 1),与临近层位烃源岩伽马蜡烷、三环萜烷分布特征非常吻合,证明其油源来源于核桃园组三段上部地层。泌 246 井核桃园组三段下部原油表现为甾萜烷中的三环萜烷相对丰度高、藿烷系列化合物遭受热降解和甾烷过成熟型分布特征,与核桃园组三段下部高成熟阶段源岩甾萜烷分布特征相似,证明油源来源于核桃园组三段下部地层。上述事例说明该区油气藏是自生自储油藏。

扇三角洲是南部陡坡带主要储集体。扇三角洲砂体既是储集层,又是运移通道。每一个单砂体构成一个典型的砂岩上翘尖灭圈闭,高部位聚集油气,低部位则构成其运移通道的一部分(图 2)。

1.1.2 圈闭

储集砂体在单断式断陷发育过程中,逐渐由沉积时期的下倾尖灭变为上翘尖灭,而且随着埋藏深度的增加,上翘幅度增大。上翘尖灭砂体与鼻状构造背景的构造等高线近于正交,形成了大面积砂岩上翘尖灭或侧缘上翘尖灭岩性圈闭^[5]。因此,凹陷南部以岩性油气藏为主^[6](表 1)。

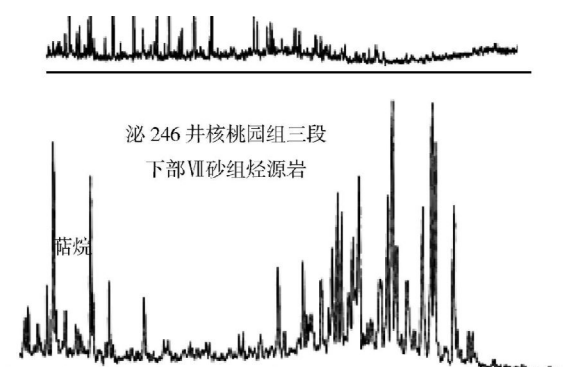
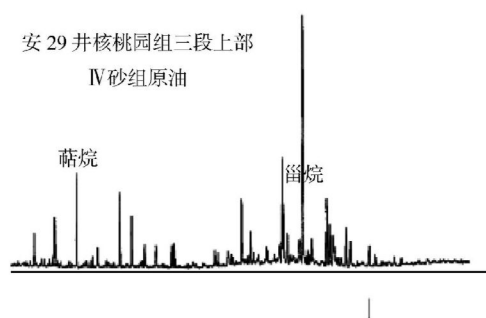


图 1 安棚地区核桃园组三段上部、下部原油与源岩甾萜烷分布对比图

Fig. 1 Correlation of stereo-terpane distribution in crude oil and source rocks in the upper and lower 3rd member of Hetaoyuan Fm in Anpeng area

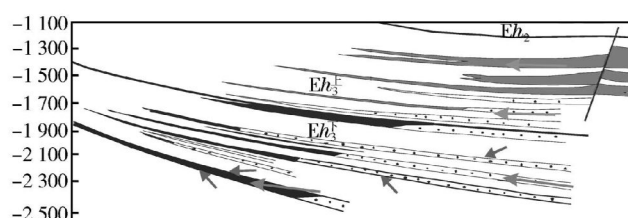


图 2 双河油田油气运移路径模式图

Fig. 2 Mode chart showing hydrocarbon migration pathways in Shuanghe oilfield

E_{h2} 为核桃园组二段; E_{h3} 上为核桃园组三段上部; E_{h3} 下为核桃园组三段下部

表 1 泌阳凹陷成藏作用及成藏模式

Table 1 Hydrocarbon accumulation and reservoiring patterns in Biyang depression

模式	发育的构造背景	圈闭类型	成藏过程	主控因素	分布
岩性油藏	断裂陡坡带	砂岩上翘尖灭岩性圈闭	多期叠加成藏	圈-储关系	凹陷南部
背斜油藏	深凹带	背斜圈闭	早期成藏和晚期断层调整叠加成藏	圈-储关系	凹陷东部
断块油藏	斜坡带	断块圈闭	晚期成藏	圈-源关系	凹陷北部

1.2 成藏模式

泌阳凹陷核桃园组三段下亚段的生油岩,在核桃园组二段开始生油并排烃,至核桃园组一段沉积末期达到生排烃高峰。核桃园组三段上亚段的生油岩,在核桃园组一段沉积中期开始生油并排烃,至廖庄期末达到生排烃高峰。研究表明,圈闭形成时间在核桃园组三段沉积时期末已显示鼻状构造的雏形,至廖庄期末一直继承性发展;砂体上翘尖灭圈闭亦在核桃园组二段沉积时期基本定

型。由此可见,圈闭形成期略早于油气生排烃期。

泌阳凹陷南部圈闭有 3 次油气充注期(图 3),早期大体相当于下第三纪末廖庄期,中期大体相当中新世,晚期大体相当中新世—上新世(可能延续至今)。其中,中晚期为主要成藏期。在这一时期,圈闭已定型,烃源岩已进入生烃高峰,核桃园组三段下部烃源岩甚至已过了生烃高峰。大量的石油伴随着构造抬升向砂体运移,并进入圈闭,经多期叠加成藏。目前南部发现的双河油田、赵凹油田均是多期叠加成藏的结果。预测凹陷南部断裂陡坡带是寻找岩性油藏的有利地区。

2 背斜油藏

2.1 成藏要素

2.1.1 烃源岩与储集体

东部背斜油藏临近西部油源区。从下 5-235 井核桃园组二段原油甾萜烷分布与烃源岩甾萜烷分布特征看(图 4),二者既有相似性也有其不同点:原油和源岩均表现为伽马蜡烷丰度较高,甾萜

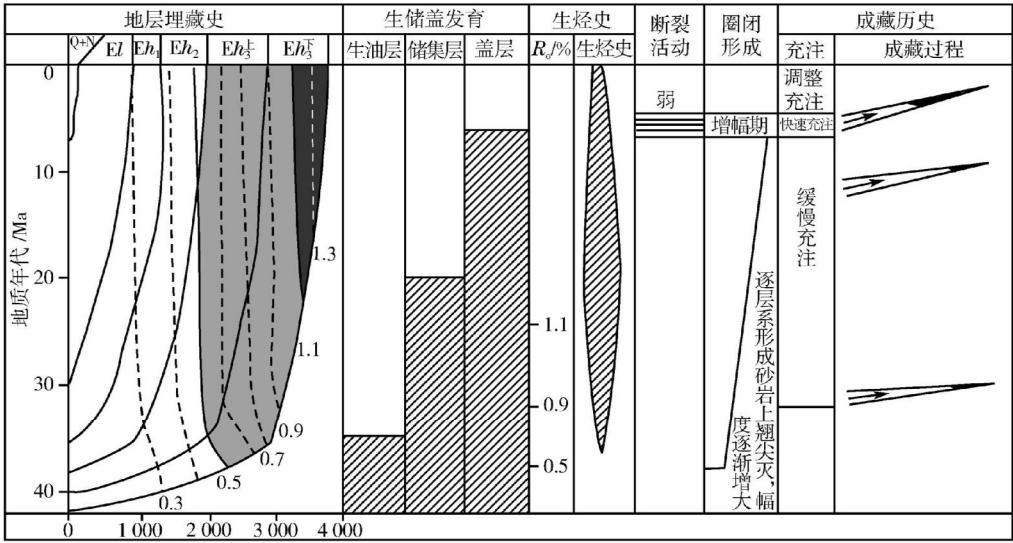


图 3 泌阳凹陷岩性油藏成藏与演化过程与成藏模式

Fig. 3 Reservoiring process and pattern of the lithologic oil reservoirs in Biyang depression
 E_l 为廖庄组; E_{h_1} 为核桃园组一段

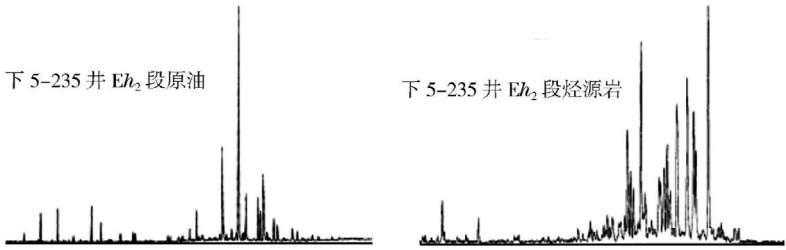


图 4 下二门油田下 5-235 井核桃园组二段原油、源岩的甾萜烷分布对比图

Fig. 4 Correlation of sterane-terpane distribution in crude oil and source rocks in the 2nd member of Hetaoyuan Fm in Xia-235 well Xiaomen oilfield

分布表现为中低成熟度。但是极低的 $18\alpha(H) - 17\alpha(H) - 三环萜 (Ts/Tm)$ 比值和明显偏高的 $C_{30}\beta\alpha$ 藿烷是核桃园组二段富碳酸盐岩烃源岩的重要特征^[7,8], 核桃园组二段源油不具备这些特征, 证明油源可能来源于核桃园组二段烃源岩和核桃园组三段烃源岩的混源。

东部油藏储集体为侯庄砂体。该砂体在凹陷东北部由北向南入湖, 向东侧缘尖灭。砂体既是储集层, 又是运移通道, 与后期形成的断层构成输导体系。核桃园组二、三段烃源岩生成的油气先后沿层状砂体向下二门背斜运移并聚集成藏。

2.1.2 圈闭

东部发育的圈闭类型为背斜构造背景上的断层 + 岩性侧缘上翘尖灭圈闭。前人曾认为^[4], 该背斜是受梨园-泌阳边界大断裂控制的滚动背斜。但最新研究成果却显示^[1], 东部地区至少在核桃园组二段沉积前是比较稳定的沉积沉降中心, 该背斜是在核桃园组二段沉积后才开始形成的。到渐新世廖庄组沉积末期, 由于区域性构造运动造成不均衡的整体挤压抬升, 早期背斜隆起幅度才得到叠加增强, 并最终定型。中新世上寺组沉积末期, 该区发育了一组与边界断裂近垂直的正断层, 把背斜切割成北、中、南 3 个断块。此期断裂活动使背斜构造复杂化, 破坏了早期存在

的背斜 + 岩性圈闭, 同时形成了新的断层 + 岩性圈闭。

2.2 成藏模式

东部油藏的形成经历了 3 个阶段, 即从核桃园组二段开始形成的背斜构造, 与核桃园组二段中期开始排油、核桃园组一段和廖庄组为排油高峰期对应, 初步开始形成早期的背斜-岩性油气藏; 廖庄组沉积末期的区域性挤压抬升运动是古背斜-岩性油气藏形成的主要阶段, 此时背斜隆起幅度显著加大, 地层整体抬升, 流体势能差加大, 油气运聚成藏速度加快; 上寺组沉积末期的断裂活动对古油藏起改造作用, 是现今断层-岩性油气藏的形成阶段。由此可见, 断层既是古油藏油气向上运移的通道, 又是现今油藏的重要圈闭要素 (图 5)。预测凹陷东部是寻找背斜油藏的有利地区。

3 断块油藏

3.1 成藏要素

3.1.1 烃源岩与储集体

北部斜坡带地层埋藏浅 (大部分在 2 000 m 以上), 未达到生油门限深度, 不具备生烃条件, 油源来自凹陷南部生油中心的核桃园组三段、核桃园组二段烃源岩。

北部斜坡发育多个河流三角洲砂体, 三角洲

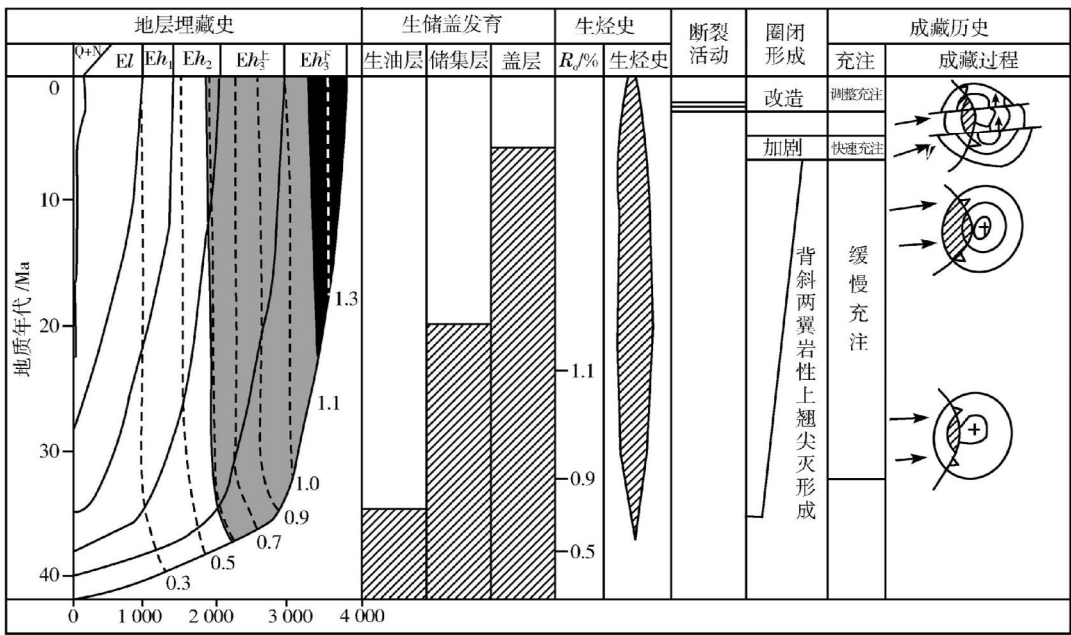


图 5 泌阳凹陷背斜油藏成藏与演化过程及成藏模式

Fig. 5 Reservoiring process and pattern of the anticlinal oil reservoirs in Biyang depression

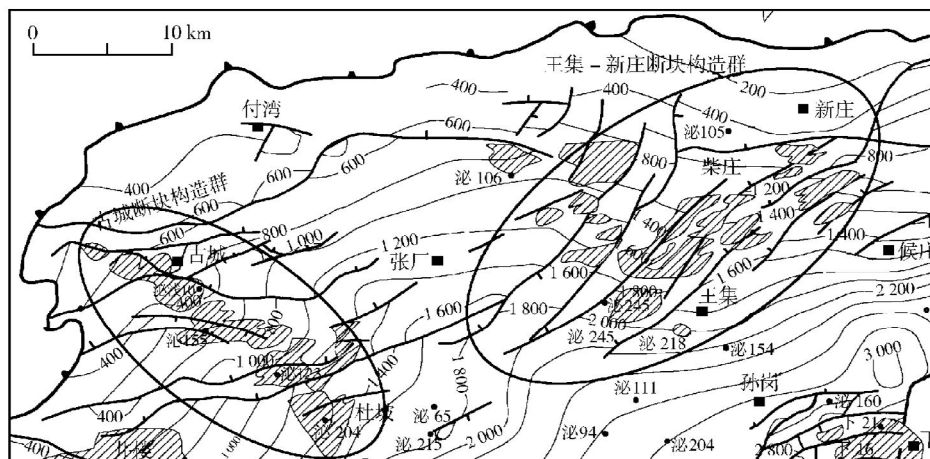


图 6 泌阳凹陷北部斜坡断块、断鼻构造平面分布图

Fig. 6 Plane view showing distribution of fault blocks and structural noses in the northern slope zone of Biyang depression

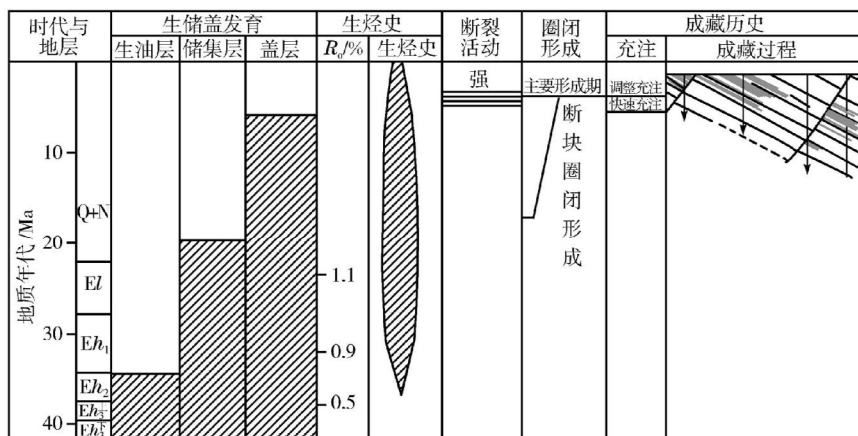


图 7 泌阳凹陷斜坡带成藏过程及成藏模式

Fig. 7 Reservoiring process and pattern of oil reservoirs in the slope zone of Biyang depression

平原部分已剥蚀殆尽,三角洲前缘部分保存较好,为油藏的形成提供了良好的储集空间。前缘砂体与前三角洲泥及滨、浅湖相泥岩间互成层,不缺乏盖层,储盖条件好。砂层和断层构成北部斜坡带良好的输导体系。

3.1.2 圈闭

凹陷北部斜坡发育多个宽缓的鼻状构造。上第三系沉积时期为盆地拗陷期,构造应力以张性为主,发育北东向和北西西向两组张性断层。由于断层交互切割使鼻状构造复杂化,从而形成大小不等、形态各异的复杂断鼻、断块圈闭(图 6)。

3.2 成藏模式

北部斜坡油源来自凹陷南部生油中心的核桃园组三段、二段烃源岩。油气由凹陷中部的高势区向北部低势区作侧向运移^[9-11]。核桃园组三段烃源岩的运聚高峰从核桃园组二段沉积时期开始,一直延续到廖庄组沉积后的盆地上升剥蚀

时期。

在廖庄组沉积时期,伴随着断层的形成和活动,深层油气沿断层向浅层运移。断层活动期后,在地层静压力作用下断面逐渐闭合,油气被封闭成藏。北部斜坡发育的断裂系统控制着油气运聚方式和断块(鼻)油藏的分布。因此,北部斜坡油气藏表现为晚期成藏的特征(图 7)。预测凹陷北部斜坡是寻找断块油藏的有利地区。

参 考 文 献

- 秦伟军,段心建.南襄盆地泌阳凹陷油、碱共生地质条件[J].地质科学,2004,39(3):339~346
Qin Weijun, Duan Xinjian. Geological conditions for paragenesis of oil and alkali in the Biyang depression, Nanxiang basin[J]. Chinese Journal of Geology, 2004, 39(3): 339~346
- 翟光明,王慎言,史训知,等.中国石油地质志(卷7)[M].石油工业出版社,1992:57~66
Zhai Guangming, Wang Shenyang, Shi Xunzhi et al. Petroleum geology of China (Vol 7) [M]. Petroleum Industry Press, 1992: 57~66

- 3 罗家群. 泌阳凹陷深层系油气成藏样式 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(1): 55~57
Luo Jiaqun. Reservoir patterns of oil and gas in the deep layer of Biyang depression [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(1): 55~57
- 4 王敏, 秦伟军, 赵迫, 等. 南襄盆地泌阳凹陷油气藏形成条件及聚集规律 [J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 169~172
Wang Min, Qin Weijun, Zhao Zhi. Pool-forming condition and accumulation regularity of oils and gases in Biyang depression, Nanyang basin [J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(2): 169~172
- 5 邱荣华, 陈祥, 付卫东, 等. 泌阳凹陷安棚深层系储层特征及油气分布规律 [J]. 江汉石油学院学报, 2001, 23(3): 13~15
Qiu Ronghua, Chen Xiang, Fu Weidong et al. Deep reservoir characteristics and distribution of oil & gas in Anpeng area of Biyang sag [J]. Journal of Jianghan Petroleum Institute, 2001, 23(3): 13~15
- 6 Mopherson JG. Fan-deltas and braided deltas: varieties of coarse-grained deltas [J]. GSA Bulletin, 1990, 99
- 7 Magoon L B, Dow W G. The petroleum system [A]. In: Magoon L B, Dow W G. The petroleum system—from source to trap [C]. AAPG Memoir 1994, 60, 3~22
- 8 Catalan L, Fu Xiaowen, Chatzis I. An experimental study of secondary oil migration [J]. AAPG Bull, 1992, 76(5): 638~650
- 9 隋凤贵. 断陷湖盆陡坡带砂砾岩扇体成藏动力学特征——以东营凹陷为例 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 335~340
Sui Fenggui. Characteristics of reservoir dynamic on the sand-conglomerate fanbodies in the steep-slope belt of continental fault basin: a case study on Dongying depression [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 335~340
- 10 Demichie H, Anderson M J. Secondary migration of oil experiments supporting efficient movement of separate, buoyant oil phase along limited conduit [J]. AAPG Bull, 1989, 73(8): 1018~1023
- 11 周荔青. 中国陆相含油气盆地斜坡区大中型岩性型油气藏形成条件 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 362~366
Zhou Liqing. Forming factors of large and medium lithologic fields in the slope area of continental petroliferous basins in China [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 362~366

(编辑 高岩)

(上接第640页)

高, 稳产期长, 见水慢, 具有较长的无水采油期。这类油藏要注意地层压力的变化, 及时注水补充能量。

2) 缝洞为主的低饱和缝洞型油藏初期产能较高, 稳产期较短, 易见水, 无水采油期短, 水淹速度快。这类油藏要注意早期完井不要进行大型的酸压作业, 减小生产压差, 延长无水采油期。

3) 缝孔为主的低饱和缝洞型油藏初期产能相对较低, 稳产期较短, 见水速度快。这类油藏由于溶蚀孔洞油向裂缝中补给的速度慢, 要注意减小生产压差, 从而也可以减缓底水的推进。

4) 具气顶的过饱和缝洞型油藏初期具有较高的产能, 见水速度慢, 含水上升的梯度小。这类油藏要注意尽可能减小气顶气的采出, 保持地层中气的驱动能量。

5) 稠油缝洞型油藏初期具有较高的产能, 含水率呈脉冲式, 整体含水率上升趋势缓慢。这类油藏要注意地层压力及采油方式的研究。

参 考 文 献

- 1 康玉柱. 中国塔里木盆地塔河大油田 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社, 2004, 112~116
Kang Yuzhu. Tahe oilfield in Tarim basin, China [M]. Urumqi: Xinjiang Science & Technology Press, 2004, 112~116
- 2 康玉柱. 海相成油新理论与塔河大油田发现 [J]. 地质力学学报, 2002, 8(3): 201~206
Kang Yuzhu. New theory of marine oil formation and discovery of Tahe oilfield [J]. Geomechanics Journal, 2002, 8(3): 201~206
- 3 柏松章, 唐飞. 裂缝性潜山基岩油藏开发模式 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1981, 89~96
Bai Songzhang, Tang Fei. The development model of fractured buried hill bedrock oil reservoir [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1981, 89~91
- 4 肖玉茹, 何峰煜, 孙义梅. 古洞穴型碳酸盐岩储层特征研究——以塔河油田奥陶系古洞穴为例 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(1): 75~80
Xiao Yun, He Fengyu, Sun Yimei. Reservoir characteristics of Paleocene carbonates: a case study of Ordovician paleocave in Tahe oilfield, Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(1): 75~80
- 5 张抗. 塔河油田的发现及其地质意义 [J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 120~124
Zhang Kang. The discovery of Tahe oilfield and its geologic implication [J]. Oil & Gas Geology, 1999, 20(2): 120~124
- 6 刘林玉, 柳益群, 李文厚, 等. 碳酸盐岩气藏出水特征分析——以华北油田苏4气藏为例 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(3): 324~326
Liu Linyu, Liu Yiqun, Li Wenhui et al. Water out characteristics analysis of carbonate gas reservoir taking Su4 gas reservoir in Huabei oilfield as an example [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(3): 324~326

(编辑 李军)