

济阳坳陷青东凹陷油藏特征及分布规律

马立驰

(中国石化 胜利油田分公司 地质科学研究院, 山东 东营 257015)

摘要:青东凹陷是济阳坳陷勘探程度较低地区,同时也是近期勘探重点和热点地区。综合地质、地震和分析化验等资料,对该区油藏特征和分布规律进行了系统研究。结果表明,该区发育了咸化低熟、咸化成熟、正常成熟3类原油。咸化低熟、咸化成熟原油都来自于沙四段烃源岩,正常成熟原油来源于沙三段烃源岩。该区具有馆陶末期和明化镇期—第四纪2期成藏的特点,晚期充注范围较大,为主要成藏期。青东凹陷发育了构造、地层、岩性和复合类4种油藏类型。纵向上,油气主要分布于沙四上亚段;平面上,青东凹陷共发育东北部走滑断裂构造带、西北部斜坡构造带、中央地垒构造带和青东—青南过渡构造带4个油气富集区带。西北部斜坡构造带可作为近期海上现实的重点勘探区域。

关键词:油源对比;成藏期次;油藏类型;分布规律;青东凹陷;济阳坳陷

中图分类号:TE121.1

文献标识码:A

Characteristics and distribution of reservoirs in Qingdong Sag, Jiyang Depression

Ma Lichi

(Research Institute of Geosciences, SINOPEC Shengli Oilfield Company, Dongying, Shandong 257015, China)

Abstract: Locating in the Jiyang Depression, the Qingdong Sag, with low exploration degree, is a recent exploration focus. Reservoir characteristics and distribution regularities were studied based on geological, seismic and chemical data. The results showed that, 3 types of crude oils developed in the study area, including salty low-mature, salty mature and normal-mature ones. The salty low-mature and salty mature crude oils both originated from source rocks in the 4th member of the Shahejie Formation, and the normal-mature crude oils originated from source rocks in the 3rd member of the Shahejie Formation. The process of petroleum accumulation was divided into 2 major phases: the first one at the end of Guantao and the second one from Minghuazhen to Quaternary. During the second phase, hydrocarbon charging was widespread, and it was the main phase for accumulation. 4 types of reservoirs generated in the Qingdong Sag, including structural, stratigraphic, lithologic and composite ones. Vertically, oil and gas mainly distributed in the upper section of the 4th member of the Shahejie Formation. On plane chart, oil and gas are abundant in the northeastern strike-slip fault zone, the northwestern slope belt, the central horst belt and the Qingdong-Qingnan transition belt, among which the northwestern slope belt was regarded as the key target for future exploration.

Key words: oil and source correlation; accumulation period; reservoir type; distribution rule; Qingdong Sag; Jiyang Depression

青东凹陷属济阳坳陷的次级凹陷,位于济阳坳陷东部、郯庐断裂西支西侧^[1-7],西北以垦东—青坨子凸起为界,东南紧邻潍北凸起,西南与东营凹陷的青南洼陷相通,凹陷面积近1 200 km²(图1)。地貌上西部斜坡处于滩海部位,凹陷主体为浅海区域。

青东凹陷是胜利油田勘探程度较低的地区,也是中国石化增储稳产、实现东部油气勘探硬稳定的重要后备阵地。“十一五”以后,为寻找新的储量阵

地,才对青东地区进行较系统的研究,先后部署实施了青东4、青东5三维地震。受对石油地质条件、烃源岩成烃演化过程认识所限,对青东凹陷油气成藏期次、充注过程、油气类型及分布规律等方面认识还不清楚,从而制约了油气分布预测及有利区带选择。因此,本文对青东凹陷成藏特征进行了系统研究,建立了成藏模式,对油气勘探的深入开展具有重要意义。

既有中、轻质油,也有重、超重质油,既有稠油,也有稀油;原油凝固点为 $-15\sim 39\text{ }^{\circ}\text{C}$,平均为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$,均为常规原油。原油密度和原油黏度在 $2\ 500\text{ m}$ 以上随埋深增大分别呈线性和指数递减, $2\ 500\text{ m}$ 以下原油物性趋于稳定。根据地层水分析资料,青东地区地层水矿化度为 $2\ 134\sim 47\ 363\text{ mg/L}$,平均为 $21\ 065\text{ mg/L}$,氯离子含量为 $587\sim 26\ 769\text{ mg/L}$,平均为 $11\ 664\text{ mg/L}$,水型主要为 CaCl_2 和 NaHCO_3 型。

2.2 油源对比分析

青东地区原油及烃源岩生物标志化合物对比结果表明,该区发育3类原油。

第一类为咸化低熟原油。青东凹陷中北部青东17井($1\ 871.50\text{ m}$)咸化还原环境下形成的低熟原油与青东121井($2\ 247.90\text{ m}$)沙四上亚段烃源岩(R_o 为 0.49%)生物标志物特征基本一致。说明此类咸化低熟原油与沙四上亚段低熟烃源岩具有较好的亲缘关系。该类原油来自青东沙四上亚段烃源岩。

第二类为咸化成熟原油。在青东凹陷中没有对应的烃源岩。经对比,青东401井($1\ 255.80\text{ m}$)沙四段原油与青南莱64井沙四段烃源岩基本一致,具有一定的亲缘关系。而且结合地质特征,南部边界带青东401等井距离青南洼陷较近,且正处于断阶带上,青南原油具有一定的运移优势,判断青东4区块的原油来自青南。青东22井位于青东凹陷西北边缘,其他凹陷烃源岩供油的可能性较小,从青东凹陷与东营凹陷有机质对比特征相似判断,青东沙四上亚段应该也具有相应的烃源岩,将青东22井的原油来源归于青东沙四上亚段烃源岩。

第三类为正常成熟原油。青东凹陷东北部青东30井($2\ 935.18\text{ m}$)沙三下亚段油砂中的原油和青东12井($2\ 226.00\text{ m}$)沙四上亚段的原油,与青东30井($2\ 901.50\text{ m}$)沙三下亚段深灰色泥岩除成熟度略有差别外,具有较好的亲缘关系,判断第三类原油来自青东凹陷沙三下亚段烃源岩。

2.3 油气成藏期次

油气包裹体作为油气运移、聚集过程中保留下来的原始油气流体样品,可以确定油气成藏期次及成藏时间^[17-19]。根据岩相学分析包裹体的产出、分布,结合均一温度测定结果,尤其结合与其同期的盐水包裹体的分布及冰点测定结果进行综合判定,确定青东凹陷不同构造部位的成藏期次:北次洼有2期油气充注,中次洼主要有1期油气充注,而西部斜坡带主要有2期油气充注。包裹体分析确定流体活动期次后,据盆地模拟技术编制的青东

地区埋藏史曲线图,结合古埋藏深度,即可确定青东地区各井油气成藏期相对应的成藏时间。如,青东30井地层剥蚀厚度为 624 m ,古地温梯度为 $4.2\text{ }^{\circ}\text{C/hm}$,根据本区与油气共生的盐水包裹体均一温度 114.0 和 $130.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,计算获得其形成时的埋藏深度分别约为 $2\ 357$ 和 $2\ 738\text{ m}$,利用IES数值模拟软件得到其成藏时间约为 6.3 和 3.0 Ma ,根据济阳拗陷盆地数值模拟地质参数,分析其成藏期约在馆陶组(Ng)和明化镇组(Nm)沉积时期。

整体上看,青东凹陷具有馆陶末期和明化镇—第四纪2期成藏的特点。早期馆陶末期充注形成的油气藏,油气的充注范围相对较小,主要分布在较大断层附近,说明早期油气运移通道是以较大断层为主。晚期充注范围较大,明化镇—第四纪为本区主要成藏期,早期油气成藏后多遭受后期破坏。

3 油藏类型

综合青东地区构造格局、构造样式、沉积体系及圈闭发育模式的研究,认为本区构造、地层、岩性和复合圈闭等四大圈闭类型均有发育,并聚集油气成藏(图2)。

3.1 构造油藏

构造油藏包括断层油藏和背斜油藏2类。断层油藏中已发现断鼻、断块和地垒型油藏,纵向上分布于沙四下亚段、沙四上亚段、沙三下亚段和沙三上亚段;平面上主要分布在北部断阶带、中地垒、南地垒以及构造过渡带,如青东23井区沙四下亚段—沙四上亚段断鼻构造油藏、青东11井区沙三上亚段断块构造油藏、青东4井区沙三上亚段断块构造油藏、青东121—青东12井区沙四上亚段—沙三下亚段断块构造油藏、KL20-1井区沙四上亚段—沙三下亚段断鼻构造油藏等。

3.2 地层油藏

地层油藏包括新生界地层超覆、地层不整合遮挡油藏,分布在凹陷西部斜坡带的地层超剥带,如青东15井侧、青东24井区沙四上亚段地层超覆油藏。目前发现的该类油藏规模较小,油层单层厚度较薄,油气分布范围难以有限预测,尚不具有工业价值。

3.3 岩性油藏

岩性油藏按储集体的沉积类型可分为滩坝砂体圈闭、陡坡水下扇体岩性圈闭、扇前滑塌浊积扇和深水浊积扇体岩性圈闭等岩性圈闭类型;按岩性体的产状可分为孤立砂岩油藏和岩性上倾尖灭油藏等类型^[20]。

成因类型			模式		应力性质及 主控因素	已发现典型实例			
			剖面模式	平面模式		发育位置	发育层位		
构造 圈闭	断层 圈闭	断鼻型			拉张	青东12地垒西部	Es ⁴⁽¹⁾ -Es ²		
						青东斜111井区	Es ³⁽⁹⁻⁸⁾		
						莱76井北部	Es ⁴ -Es ³		
						青东4井区	Es ⁴⁽¹⁾ -Es ^{3(F)}		
	青东2井区					Es ⁴⁽¹⁾ -Es ^{3(F)}			
	青东41井区	Es ⁴ -Es ³							
	断块型			拉张	青东1断层北部断阶带	Es ⁴ -Es ³			
					垦东凸起东南	Es ⁴ -Es ³			
					青东5-1侧	Es ⁴ -Es ³			
	莱斜85井区	Es ⁴⁽¹⁾							
张扭型			走滑拉张	青东4断阶带北部	Es ⁴⁽¹⁾ -Es ²				
				垦利20-4构造	Es ⁴⁽¹⁾ -Ng				
				青东30井区	Es ⁴⁽¹⁾ -Es ³				
地垒型			拉张	青东8地垒	Ek-Es ²				
背斜 圈闭	垒槽叠置型			拉张—走滑—挤压	青东12地垒构造	Es ⁴ -Es ³			
					北部次凸 (垦利20-1构造)	Es ⁴ -Es ³			
					南地垒 (垦利20-3构造)	Es ⁴ -Es ³			
	逆牵引型			拉张	鄒庐断坡带南部	Es ⁴ -Es ³			
青东11井区					Es ³⁽¹⁾				
披覆背斜型			重力/差异压实	青东南部潍北凸起带	Ng				
				青东401井区	Es ⁴ -Es ²				
				青14井区	Ng				
地层 圈闭	地层超覆型			水体渐进	青东19井区	Ng			
					青东1井区	Es ⁴⁽¹⁾			
					青东15侧井区	Ng			
地层不整合遮挡型			不整合面遮挡	西部斜坡带区域 (推测)					
				断块潜山型			古构造/断层 及不整合遮挡	北部次凸 (垦利20-1构造)	中生界
								南地垒 (垦利20-3构造)	中生界
青东401井区	中生界								
岩性 圈闭	滩坝砂体型			物性封闭	青东1井东南	Es ⁴⁽¹⁾			
					青东16井区	Es ⁴⁽¹⁾			
					青东17井区	Es ⁴⁽¹⁾			
					青东18井区	Es ⁴⁽¹⁾			
	低位扇体型			物性封闭	青东1井南	Es ⁴⁽¹⁾			
					西次洼附近				
	陡坡扇体型			物性封闭	青东121井 西南古地貌高带	Es ⁴			
青东22井区					Es ³				
莱102前端					Es ⁴⁽¹⁾				
青东斜6井区	Es ⁴ -Es ³								
复合型 圈闭	岩性—构造 断层砂体型			断层遮挡/物性封闭	青东斜20B井区	Ng			
					青东5井区	Es ⁴⁽¹⁾			
					青东17井区	Es ^{4(F)}			

图2 渤海湾盆地济阳拗陷青东凹陷圈闭类型

Fig.2 Trap types of Qingdong Sag, Jiyang Depression, Bohai Bay Basin

孤立砂岩油藏主要为各类滑塌浊积砂体岩性圈闭,这种砂岩透镜体被包围在烃源岩之中,具有好的油源条件和自生、自储、自盖的特点,主要发育在构造—沉积坡折带之下及洼陷带。

岩性上倾尖灭油藏主要分布于斜坡部位三角洲前缘、坡折带以及洼陷带,如青东 15 井侧沙四上亚段岩性上倾尖灭油藏、青东 28 井区沙四上亚段岩性上倾尖灭油藏。青东 28 井位于青东地区西北部斜坡背景之上,由于青东 28 井沿上倾方向沉积相带由近岸水下扇中相变为扇根亚相,导致储层的孔隙度和渗透率变差而形成岩性圈闭,从而形成了岩性油藏,并且就近聚集了来自沙四上亚段的油气,但是由于青东 28 部位较低,仅解释含水层。

3.4 复合类油藏

复合油藏包括构造—岩性油藏、岩性—构造油藏等类型,其中,岩性—构造复合型油藏是该区最主要的油藏类型,类型包括冲积扇、近岸水下扇、扇三角洲、滩坝砂体等各类砂体与断层共同组成的复合圈闭。如青东 5 井区沙四上亚段岩性—构造油藏,青东 25 井区沙四上亚段岩性—构造油藏,青东

23 井区沙四下亚段—沙四上亚段岩性—构造油藏,青东 17 井区沙四下亚段岩性—构造油藏。青东 30 井区主要为构造—岩性复合油藏。

4 油气藏分布规律

4.1 纵向分布规律

从目前青东凹陷已发现的油藏来看,纵向上共发育中生界、沙四下亚段、沙四上亚段、沙三中下亚段和沙三上亚段等 5 套主要含油层系。其中,沙四上亚段油藏分布范围最广,钻遇井数最多,累计解释油层最厚,且最为富集高产,为青东地区的主力含油层系;其次为沙三下亚段、中生界、沙四下亚段和沙三上亚段,其分布范围较为局限。

4.2 平面分布规律

总体来说,青东凹陷共发育 4 个油气富集区带,即东部走滑断裂构造带、西北部斜坡构造带、中央地垒构造带和青东—青南过渡构造带;另外,洼陷带也可能聚集油气,形成油气富集带(图 3)。各构造带由于成藏条件存在较大差异,油藏类型、油气富集层段等都有较大差异。

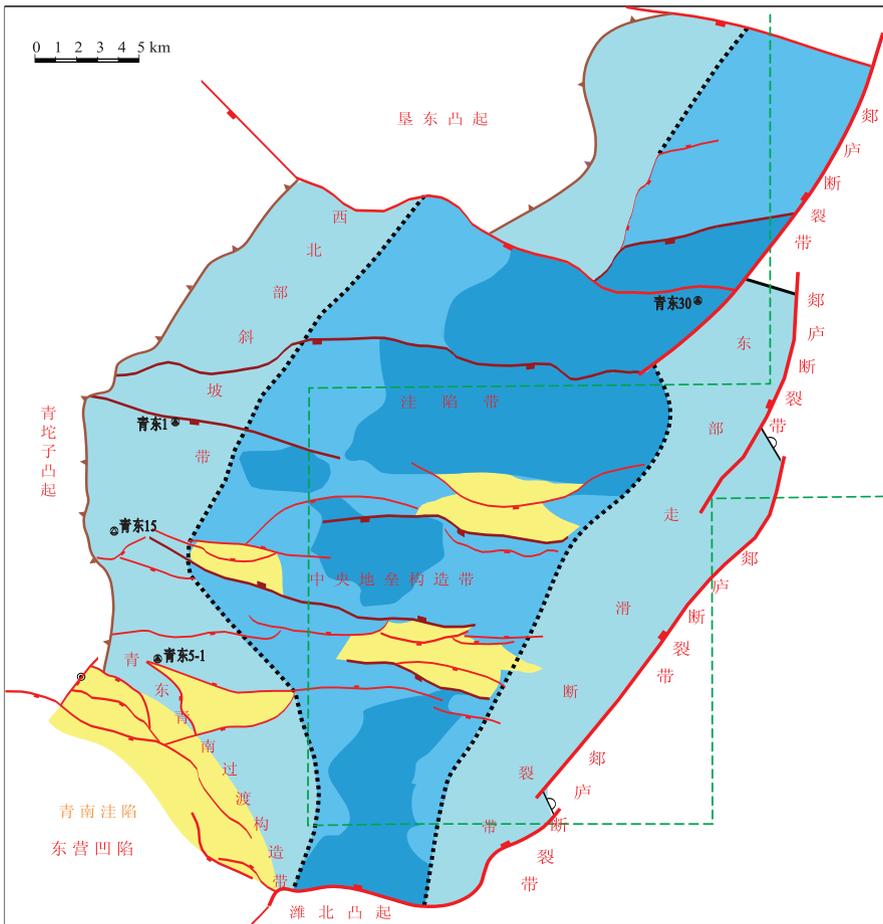


图 3 渤海湾盆地济阳拗陷青东凹陷油气聚集带分布

Fig.3 Accumulation zones of hydrocarbon in Qingdong Sag, Jiyang Depression, Bohai Bay Basin

西北部斜坡构造带,中生界发育安山岩、凝灰岩裂缝储层;沙四下亚段—沙四上亚段岩性组合为以砂岩、含砾砂岩为主的砂泥不等厚互层,储层沉积类型有冲积扇、近岸水下扇、扇三角洲等;沙三段为一套以泥岩为主的地层,形成了较为有利的储盖组合。形成了中生界、沙四下亚段和沙四上亚段3个含油层段。

东部走滑断裂带,沙四上亚段和沙三中下亚段储地比适中,储盖组合条件较好,且临近生烃洼陷中心,具有近源成藏的优势,形成了沙四上亚段和沙三下亚段2个近源富集层系,其油藏类型以构造为主,可发育构造—岩性或岩性—构造复合油藏。

中央地垒构造带,沙四上亚段—沙三下亚段主要发育三角洲前缘席状砂及环洼分布的滩坝相沉积砂体,岩性组合为以粉砂岩、泥质粉砂岩为主的砂泥薄互层,由于该带为临近洼陷区的地垒构造带,具有丰富的油源条件及良好的构造圈闭条件,为油气运移的优势指向区,主要发育沙四上亚段、沙三下亚段构造油藏。

青东—青南过渡构造带,处于青南洼陷和青东凹陷之间,是由一系列北西、北西西走向的正断层组成的断阶构造带,纵向输导能力较好,且青南东断裂带沟通青南洼陷东次洼的生烃中心,油源丰富,具备了形成多套含油层系的条件,形成了沙三上亚段、沙四上亚段2个含油层段,其油藏类型以构造、岩性—构造油藏为主,且不同层系的油气分布规律存在较大差异,在不同构造带形成不同的纵向含油层段组合。

5 结论及认识

受郯庐断裂带长期、复杂而强烈的活动影响,青东凹陷不仅具有复杂的演化历史,也呈现出复杂的构造与成藏特征。多年来受地表条件的限制和资料条件的影响,研究程度较低。该区具有 4×10^8 t左右的油气资源量,油气丰富。通过对其成藏特征和成藏规律的研究表明,该区勘探价值较大。沙四段是其主要勘探层系,西北部斜坡带、东北部走滑断裂带、中央地垒带、西南部过渡带是其主要油气聚集单元。

致谢:对本文研究过程中付出辛勤劳动的中国石化胜利油田分公司王永诗、石砥石、杨贵丽、刘晓林、张盛等同志表示衷心感谢!

参考文献:

[1] 杨贵丽.济阳拗陷青东凹陷构造格局及构造演化[J].油气地

质与采收率,2011,18(1):7-10.

Yang Guili.Structural framework and evolution of Qingdong sag, Bohai Bay Basin[J].Petroleum Geology and Recovery Efficiency,2011,18(1):7-10.

- [2] 朱光,刘国生,牛漫兰,等.郯庐断裂带晚第三纪以来的浅部挤压活动与深部过程[J].地震地质,2002,24(2):265-277.
Zhu Guang, Liu Guosheng, Niu Manlan, et al. Post-Eogene compressive activities on the Tan-Lu fault zone and their deep processes[J]. Seismology and Geology, 2002, 24(2): 265-277.
- [3] 王伟,吴奎,张中巧,等.青东凹陷沙河街组三、四段储层成岩作用及孔隙演化[J].矿物岩石,2012,32(3):94-102.
Wang Wei, Wu Kui, Zhang Zhongqiao, et al. Diagenesis and porosity evolution of reservoir of the 3th, 4th member of Shahejie formation in Qingdong sag[J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 2012, 32(3): 94-102.
- [4] 李春荣,辛仁臣,李建平,等.郯庐断裂对青东凹陷古近纪沉积体系的控制[J].新疆石油地质,2008,29(2):209-213.
Li Chunrong, Xin Renchen, Li Jianping, et al. Controls of Tan-Lu fault on Paleogene depositional system in Qingdong sag[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2008, 29(2): 209-213.
- [5] 邱楠生,李善鹏,曾溅辉.渤海湾盆地济阳拗陷热历史及构造—热演化特征[J].地质学报,2004,78(2):263-269.
Qiu Nansheng, Li Shangepeng, Zeng Jianhui. Thermal history and tectonic-thermal evolution of the Jiyang depression in the Bohai bay basin, East China[J]. Acta Geologica Sinica, 2004, 78(2): 263-269.
- [6] 邱楠生,苏向光,李兆影,等.济阳拗陷新生代构造—热演化历史研究[J].地球物理学报,2006,49(4):1127-1135.
Qiu Nansheng, Su Xiangguang, Li Zhaoying, et al. The Cenozoic tectono-thermal evolution of Jiyang depression, Bohai bay basin, East China[J]. Chinese Journal of Geophysics, 2006, 49(4): 1127-1135.
- [7] 向淑敏,李建平,王根照,等.青东凹陷古近系沙三段中亚段构造—古地貌对沉积的控制[J].大庆石油学院学报,2010,34(1):1-4.
Xiang Shumin, Li Jianping, Wang Genzhao, et al. Tectonic-paleogeomorphic controlled on deposition of Paleogene Es3m in Qingdong Sag[J]. Journal of Daqing Petroleum Institute, 2010, 34(1): 1-4.
- [8] 詹润,朱光.济阳拗陷青东凹陷基底断裂复活规律和方式[J].地质论评,2012,58(5):816-828.
Zhan Run, Zhu Guang. Reactivity features and patterns of basement faults in the Qingdong Sag, Jiyang Depression[J]. Geological Review, 2012, 58(5): 816-828.
- [9] 黄铮,吴智平,李伟,等.青东凹陷新生代垂向地层序列及展布特征[J].高校地质学报,2010,16(1):94-102.
Huang Zheng, Wu Zhiping, Li Wei, et al. Vertical stratigraphic succession and distribution characteristics of Cenozoic in the Qingdong Sag[J]. Geological Journal of China Universities, 2010, 16(1): 94-102.
- [10] 石砥石,杨贵丽,张盛.青东凹陷北西向断层成因分析[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2012,35(5):681-686.
Shi Dishu, Yang Guili, Zhang Sheng. Analysis of formation mechanism of NW-striking faults in Qingdong Sag[J]. Journal of Hefei University of Technology, 2012, 35(5): 681-686.
- [11] 詹润,杨贵丽,张盛,等.青东凹陷复合型花状构造成因分析[J].大地构造与成矿学,2012,36(4):473-482.
Zhan Run, Yang Guili, Zhang Sheng, et al. Analysis on the origin

- of the composite flower structures in the Qingdong sag[J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2012, 36(4): 473-482.
- [12] 郭新安, 吴智平, 李伟, 等. 青东地区新生代断层发育特征及其对沉积的控制作用[J]. *油气地质与采收率*, 2010, 17(4): 13-16.
- Guo Xin'an, Wu Zhiping, Li Wei, et al. Development characteristics of Cenozoic faults and its control over deposition in Qingdong area [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2010, 17(4): 13-16.
- [13] 李春荣, 刘豪, 辛仁臣, 等. 青东凹陷断裂特征及其对沉积的控制作用[J]. *海洋石油*, 2012, 32(1): 13-17.
- Li Chunrong, Liu Hao, Xin Renchen, et al. Characteristics of faults and its control on sedimentation in Qingdong Depression [J]. *Offshore Oil*, 2012, 32(1): 13-17.
- [14] 程艳君, 吴智平, 李伟, 等. 渤海湾盆地青东凹陷古近纪烃源岩热演化史研究[J]. *高校地质学报*, 2013, 19(1): 141-147.
- Cheng Yanjun, Wu Zhiping, Li Wei, et al. Thermal history of Paleogene source rocks in the Qingdong Sag, Bohai Bay Basin [J]. *Geological Journal of China Universities*, 2013, 19(1): 141-147.
- [15] 王勇, 杨萍. 渤海湾盆地青东凹陷古近系烃源岩生烃潜力分析[J]. *石油化工与应用*, 2011, 30(9): 75-78.
- Wang Yong, Yang Ping. Analysis of eogene carbonate in Shahejie formation in Qingdong sag, Bohai bay basin [J]. *Petrochemical Industry Application*, 2011, 30(9): 75-78.
- [16] 俞家声, 王普伟, 林玉祥. 青东凹陷油气资源潜力[J]. *油气地质与采收率*, 2001, 8(1): 5-8.
- Yu Jiasheng, Wang Puwei, Lin Yuxiang. Potential of oil and gas resource in Qingdong sag [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2001, 8(1): 5-8.
- [17] 时保宏, 张艳, 张雷, 等. 鄂尔多斯盆地延长组长 7 致密储层流体包裹体特征与成藏期次[J]. *石油实验地质*, 2012, 34(6): 599-603.
- Shi Baohong, Zhang Yan, Zhang Lei, et al. Hydrocarbon accumulation dating by fluid inclusion characteristics in Chang7 tight sandstone reservoirs of Yanchang Formation in Ordos Basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2012, 34(6): 599-603.
- [18] 郝建光, 蒋有录, 刘景东, 等. 东濮凹陷胡庆地区油气成藏期及成藏过程[J]. *断块油气田*, 2013, 20(1): 38-42.
- Hao Jianguang, Jiang Youlu, Liu Jingdong, et al. Accumulation period and accumulation process of hydrocarbon in Huqing Area of Dongpu Depression [J]. *Fault-Block Oil & Gas Field*, 2013, 20(1): 38-42.
- [19] 高勇, 牟智全, 王永凯, 等. 流体包裹体在油气成藏研究中的应用[J]. *特种油气藏*, 2012, 19(4): 37-41.
- Gao Yong, Mu Zhiquan, Wang Yongkai, et al. Application of fluid inclusion in hydrocarbon accumulation study [J]. *Special Oil & Gas Reservoirs*, 2012, 19(4): 37-41.
- [20] 宋书君, 刘建民, 王宁. 东营凹陷岩性油藏成藏机制研究[J]. *石油勘探与开发*, 2003, 30(1): 47-48.
- Song Shujun, Liu Jianmin, Wang Ning. Forming mechanism of lithologic reservoirs in Dongying sag [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2003, 30(1): 47-48.
- (编辑 韩 或)
- ~~~~~
- (上接第 38 页)
- [13] 刘鑫金, 宋国奇, 邱贻博, 等. 东营北带中浅层油气运移通道网络及油气分布规律: 以坨 154 块为例[J]. *断块油气田*, 2012, 19(2): 163-166.
- Liu Xinjin, Song Guoqi, Qiu Yibo, et al. Migration pathway network and distribution law of hydrocarbon in medium-shallow layers in the northern zone of Dongying: A case study from Tu0154 Block [J]. *Fault-Block Oil and Gas Field*, 2012, 19(2): 163-166.
- [14] 宋成鹏, 宋国奇, 邱桂强, 等. 王家岗油田断层启闭性的地球化学判别方法[J]. *断块油气田*, 2012, 19(4): 453-457.
- Song Chengpeng, Song Guoqi, Qiu Guiqiang, et al. A geochemical method of fault sealing discrimination in Wangjiagang Oilfield [J]. *Fault-Block Oil and Gas Field*, 2012, 19(4): 453-457.
- [15] 赵利杰, 蒋有录, 刘华, 等. 饶阳凹陷留西—留北地区新近系地层水特征及其与油气分布的关系[J]. *地球科学与环境学报*, 2012, 34(2): 57-63.
- Zhao Lijie, Jiang Youlu, Liu Hua, et al. Characteristics of Neogene Formation Water and Its Response to Hydrocarbon Distribution in Liuxi-Liubei Area of Raoyang Sag [J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2012, 34(2): 57-63.
- [16] 刘华, 蒋有录, 陈涛. 东营凹陷辛东地区有效输导体系及成藏模式[J]. *中国石油大学学报: 自然科学版*, 2008, 32(4): 13-18.
- Liu Hua, Jiang Youlu, Chen Tao. Effective migration pathways and pool-forming model of Xindong area in Dongying depression [J]. *Journal of China University of Petroleum: Edition of Natural Science*, 2008, 32(4): 13-18.
- [17] 罗文生, 张善文, 王永诗, 等. 渤南洼陷古近系—新近系断层活动与油气成藏[J]. *油气地质与采收率*, 2007, 14(3): 34-37.
- Luo Wensheng, Zhang Shanwen, Wang Yongshi, et al. Fault activity and hydrocarbon accumulation in Tertiary of Bonan Sub-sag [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2007, 14(3): 34-37.
- [18] 康仁华, 刘魁元, 赵翠霞, 等. 济阳拗陷渤南洼陷古近系沙河街组沉积相[J]. *古地理学报*, 2002, 4(4): 19-29.
- Kang Renhua, Liu Kuiyuan, Zhao Cuixia, et al. Sedimentary facies of the Shahejie formation of paleogene in Bonan sag of Jiyang depression [J]. *Journal of Palaeogeography*, 2002, 4(4): 19-29.
- [19] 王秀红. 渤海湾盆地沾化凹陷富林洼陷油气来源及分布规律研究[J]. *石油实验地质*, 2013, 35(2): 151-156.
- Wang Xiuhong. Hydrocarbon origin and distribution regularity in Fulin sub-Sag, Zhanhua Sag, Bohai Bay Basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2013, 35(2): 151-156.
- [20] 刘雅利, 程付启, 庄嘉翠, 等. 渤南洼陷北部陡坡带砂砾岩扇体油气成藏规律[J]. *油气地质与采收率*, 2010, 11(6): 23-26.
- Liu Yali, Cheng Fuqi, Zhuang Jiacui, et al. Hydrocarbon accumulation law of conglomerate bodies on the northern steep slope in Bonan sub-sag [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2010, 17(6): 23-26.
- (编辑 黄 娟)