

文章编号: 0253-9985(2011)03-0352-08

济阳坳陷八面河地区古近系孔店组油气成藏特征

徐义卫

(中国石化 江汉油田分公司, 湖北 潜江 433124)

摘要: 济阳坳陷八面河地区古近系孔店组具有形成油气藏所需的储层、圈闭和保存条件, 但缺少生烃条件。八面河孔店组油藏具有“低密度、低粘度、低含硫、高含蜡、高凝固点”的特点, 与东营凹陷王家岗孔店组原油具有相似性。对比八面河地区孔店组与沙河街组的原油性质、组分构成及生物标志化合物等地化指标, 认为来自东营凹陷沙河街组四段下亚段和孔店组二段的原油通过不整合面沿由北西向古构造脊与河道砂体构成的优势通道运移至八面河地区, 形成以超覆不整合地层油藏和构造油藏为主体的多种油藏类型。受构造背景、油气输导、储层展布、圈闭分布及断层活动等多种因素控制, 孔店组油气平面上主要分布在八面河鼻状构造带西南端, 纵向上多聚集在距不整合面 80m 以内的孔店组下部, 其油藏具有充满程度低、规模较小的特点。

关键词: 油气输导; 油气聚集; 油藏类型与分布; 孔店组; 古近系; 八面河地区; 济阳坳陷

中图分类号: TE122.3 **文献标识码:** A

Characteristics of hydrocarbon accumulation in the Paleogene Kongdian Formation of Banianhe area, the Jiyang Depression

Xu Yiwei

(SINOPEC Jiangnan Oilfield Company, Qianjiang, Hubei 433124 China)

Abstract The Kongdian Formation in the Banianhe area has necessary conditions for oil and gas accumulation, such as reservoirs, traps and sealing conditions, but it lacks hydrocarbon generation conditions. Oil in the Kongdian Formation of the Banianhe area is characterized by low density, low viscosity, low sulfate content, high wax content and high freezing point and can correlate with that in the Kongdian Formation of the Wangjagang area in the Dongying depression. According to the contrast of geochemical indicators, such as the nature of crude oil, the constitution of component and the biomarker between the Kongdian Formation and Shahejie Formation of the Banianhe area, we believe that crude oil sourced from the lower 4th member of Shahejie Formation (Es^4) and the 2nd member of the Kongdian Formation (Ek^2) of the Dongying depression migrated to the Banianhe area along unconformities and favorable passageways which consisted of the North-west palaeostructure crest and channel sand body. Therefore, a variety of reservoir types were formed with the majority of overlapping unconformity stratigraphic reservoirs and structural reservoirs. Controlled by structural setting, carrier system, reservoir distribution, trap distribution and fault activities, oil/gas in the Kongdian Formation are mainly distributed in the southwestern part of the nose structure zone horizontally and in the lower part of the Kongdian Formation vertically which are within 80 m of distance from the unconformity. These oil pools are featured by insufficient charging and small scale.

Key words hydrocarbon migration; hydrocarbon accumulation; pool type and distribution; Kongdian Formation; Paleogene; Banianhe area; Jiyang Depression

1 基本地质特征

八面河地区区域构造位置位于济阳坳陷东营

凹陷南斜坡东段, 其北为广利洼陷, 西北紧邻王家岗断裂构造带, 西为纯化草桥断裂构造带, 南部以牛头镇断层为界与牛头镇凹陷相接^[1-3], 工区勘探面积 1 138 km² (图 1)。

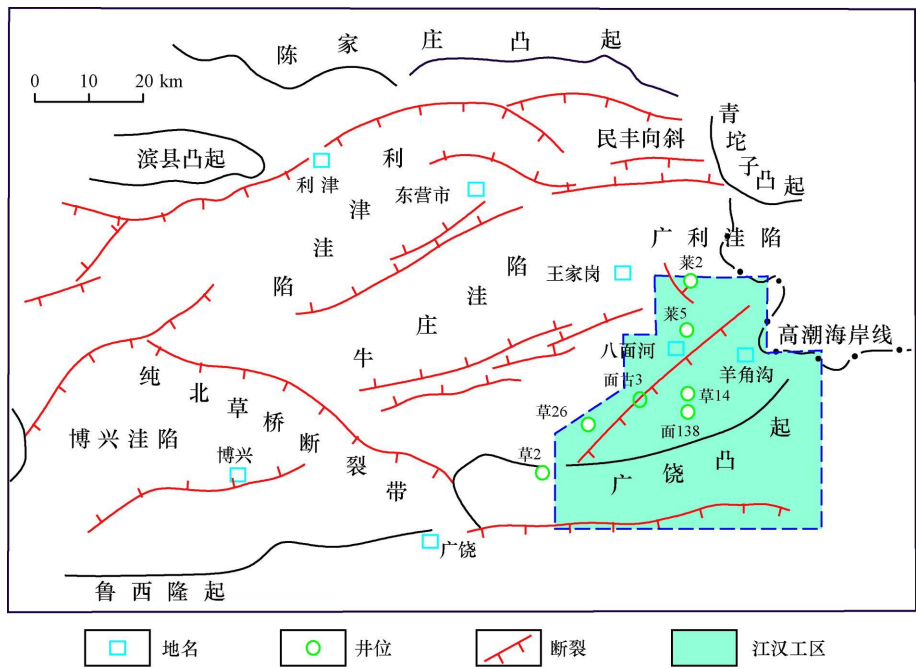


图 1 八面河地区区域位置

Fig. 1 Location of the Banianhe area

1.1 地层特征

中生代末期的燕山运动使盆地整体上升, 东营凹陷南斜坡遭受剥蚀, 随后广大区域开始下降形成湖盆, 接受孔店组沉积。随着湖盆水域的扩张, 形成了孔店组不断超覆于中生界基底之上的区域性不整合地层接触关系^[4-9]。

孔(孔店组)三段为灰绿色、紫灰色厚层玄武岩夹少量紫红色、灰绿色及灰色泥岩、砂质泥岩。孔二段主要是一套暗色湖相沉积, 岩性为灰色、深灰色泥岩夹砂岩、油页岩及炭质泥岩等。孔一段以紫红色泥岩与灰色砂岩不等厚互层为主, 砂岩具有自下而上粒度逐渐变细、厚度减薄的趋势; 孔一段沉积具有明显的“填洼”特征, 其发育与分布受古地形控制明显^[1-11]。

八面河地区因地处湖盆边缘, 孔二段和孔三段全部缺失, 孔一段由北向南超覆在中生界之上, 二者呈明显的角度不整合接触关系, 地层厚度为 200~1 000 m。孔店组与上覆沙四段多呈低角度不整合接触。

1.2 构造特征

八面河地区具有明显的张性走滑构造特征, 北东向基底断裂与左行斜列式盖层正断层组及北西向挤压构造等其他伴生构造形成了完整的走滑

组成系统^[10-12]。由此, 形成了八面河地区的 3 个构造单元——鼻状断裂构造带、广北断裂构造带和南部斜坡带, 以及北东、近东西向断裂体系(图 2)。其中, 北东向断裂体系多发育于八面河鼻状构造带上, 该组断裂以左行斜列式的排列方式为主, 将八面河鼻状构造带切割成大小不同的断块, 形成了众多反向屋脊断鼻, 有利于油气聚集; 近东西向断裂体系主要发育于其他两个构造单元中。

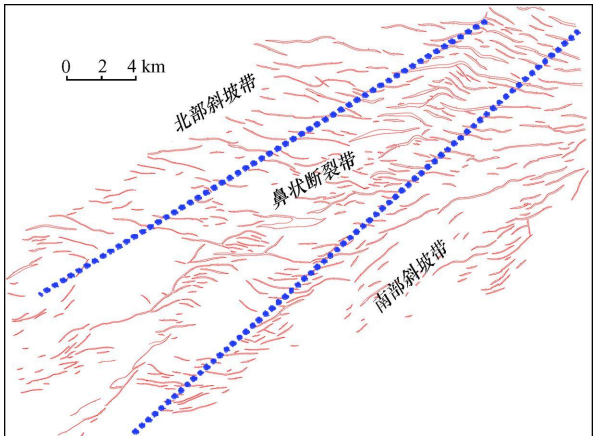


图 2 八面河地区构造带及断层展布特征

Fig. 2 Distribution of structures and faults in the Banianhe oilfield

1.3 储层特征

八面河地区孔店组发育冲积扇相、辫状河三角洲相和洪泛平原相。其中, 冲积扇沉积局部分布; 洪泛平原主要发育红色泥岩。因此, 八面河地区储层主要分布于辫状河三角洲平原的分流河道中, 以细粒沉积为主, 局部发育粗碎屑沉积, 多为灰白色粉砂岩、细砂岩, 自然电位曲线为箱型、指型特征^[1 8 B]。受西南物源控制, 辫状河三角洲平原的分流河道沿八面河西南端越过鼻状断裂构造带向广北斜坡带呈带状延伸, 砂岩厚 30~ 100 m, 纵向上呈现 4 期正旋回组合特征, 孔隙度为 25% ~ 28%, 平均渗透率为 $38 \times 10^{-3} \sim 130 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (图 3)。

1.4 圈闭条件

八面河地区孔店组地层覆盖于新生代地层之上, 在东营运动幕中又遭受强烈的构造变形, 使八面河地区孔店组形成了类型丰富、数量众多的具有一定分布规律的圈闭, 为本区油气聚集提供了良好的场所^[1 3 11]。

其中, 鼻状断裂构造带因其近东西向或北东向断层发育, 与隆起的鼻状构造背景匹配, 形成了大量构造圈闭, 是八面河地区构造圈闭最密集的构造带; 同时, 由于地层的超覆及辫状河道沉积的发育, 本区也存在大量地层圈闭与岩性圈闭 (图 4)。北部斜坡带以断鼻圈闭及岩性- 构造圈闭为主; 南部斜坡带则主要发育以地层因素为主的地

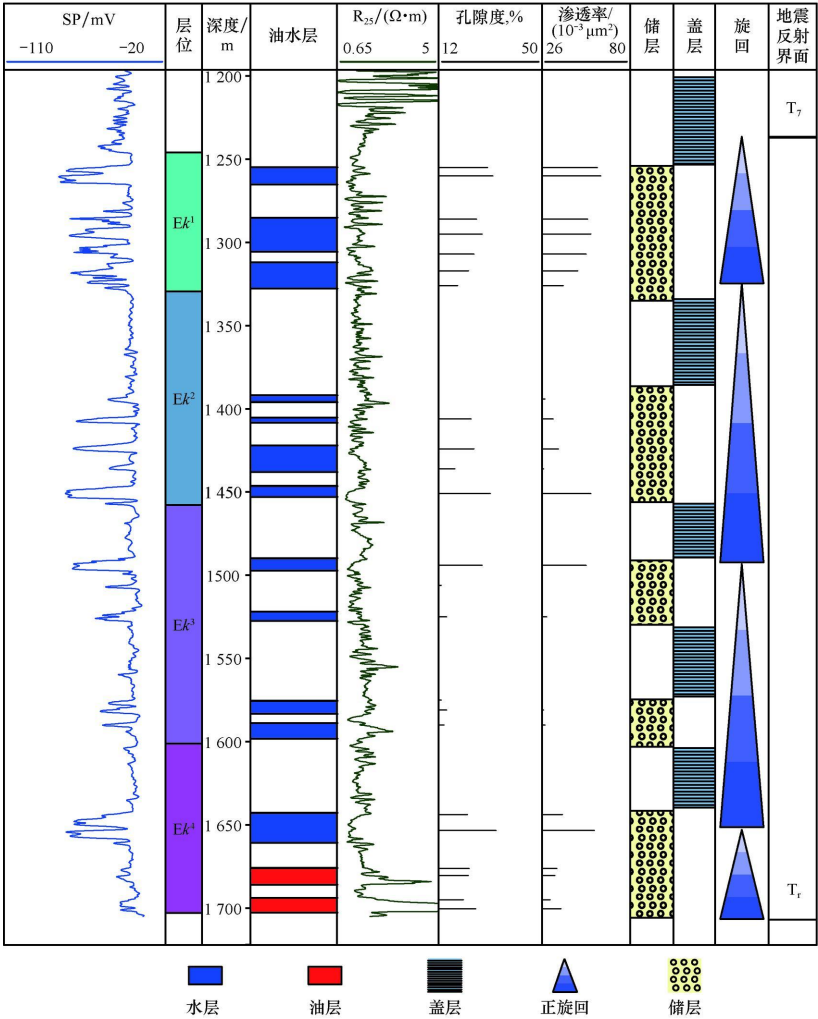


图 3 八面河地区面 120- 5- 斜 6 井孔店组综合柱状图

Fig 3 Stratigraphic column of the Kongdian Formation in the Mian120-5-6 well of the Banianhe area

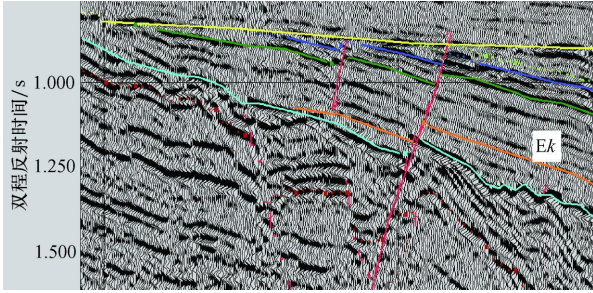


图 4 八面河地区 lnh2009 inline275 地震-地质解释剖面
Fig. 4 Seismic profile showing the interpretation lnh2009 inline275 in the Banianhe area

层圈闭及部分岩性-构造圈闭。

1.5 盖层条件

八面河地区孔店组地层厚度为 200~1 000 m, 砂岩厚度仅为 30~100 m, 砂泥比为 10%~15%。其中, 孔店组顶部有一套全区稳定分布的厚度超过 100 m 的红色泥岩, 是孔店组的区域性盖层。另外, 孔店组发育多个由洪泛体系域和辫状河体系域构成的正旋回沉积。洪泛体系域泥岩发育、分布稳定, 泥岩厚度多在 30 m 以上, 是孔店组油气成藏的重要局部盖层。

综上所述, 八面河地区孔店组具有形成油气藏所具备的储层、圈闭和保存条件, 但本身没有成烃能力, 需要接受外部油源才能成藏。

2 油气成藏特征

2.1 原油特征

1) 烃源岩

东营凹陷在古近纪湖盆扩张期形成了以沙(沙河街组)三段、沙四段和孔(孔店组)二段为主力烃源岩的多套生油层系。东营凹陷孔二段烃源岩以灰、深灰色泥岩为主, 含少量灰色粉砂质泥岩及灰黑色炭质泥岩。其中, 暗色泥岩主要分布在东营凹陷北带, 最大厚度超过 500m。王 46 井孔二段岩性

主要为灰色、深灰色泥岩, 干酪根以腐泥组和镜质组为主, 且以腐泥组占有较大优势, 其干酪根类型为 II₁型和 II₂型; 孔二段 4 块分析样品中, 有 3 块样品有机碳含量为 0.53%~0.99%, 平均为 0.81%, 具有中等有机碳含量; 镜质体反射率(R_o)为 0.99%~1.25%, 反映本套烃源岩已进入成熟阶段。

2) 原油地球化学特征

八面河地区孔店组原油与东营凹陷王家岗孔店组原油具有相似的“低密度、低粘度、低含硫、高含蜡、高凝固点”物理特征^[11, 14-17]。从统计数据看, 孔店组原油密度一般在 0.863 3~0.917 2 g/cm³, 粘度为 95.8~928.0 mPa·s, 原油的含蜡和含硫量分别为 28.90%~40.84%和 0.04%~0.25%之间。其中, 面古 3 井孔店组原油密度为 0.835 g/cm³, 粘度为 12.59 mPa·s, 含蜡量为 30.7%, 凝固点为 35℃。而同区块的沙河街组原油密度为 0.928~0.974 g/cm³, 粘度为 202~7 642 mPa·s, 含蜡量小于 10%, 凝固点仅为 9~15℃。

八面河孔店组原油具有高烷烃含量, 高总烃含量, 低芳烃、非烃及沥青质含量的族组分特征(表 1)。面古 3 井孔店组原油烷烃含量和总烃含量分别高达 74.36%和 86.90%, 芳烃和非烃含量则分别只有 12.54%和 3.42%, 不含沥青质。同区块的沙河街组原油中, 烷烃含量和总烃含量分别仅有 30.74%~43.80%和 44.91%~61.38%, 二芳烃和非烃含量却分别可以高达 12.40%~27.96%和 25.57%~40.00%。

3) 原油饱和烃色谱特征

孔店组原油饱和烃色谱的碳数一般分布在 C₁₁—C₃₆, 色谱分布的峰型以双峰型为主, 主峰碳为 C₁₇—C₁₈, 次峰碳为 C₂₆—C₂₈, 表现为主峰碳靠近相对的低碳数, 次峰以后的高碳数含量相对较高(图 5)。孔店组原油的 OEP (正构烷烃奇偶优势指数) 值在 1.03~1.20 而沙四段原油的 OEP 值一般小于 1。在 Pr/Ph, Pr/nC₁₇, Ph/nC₁₈, C₂₇ /

表 1 八面河地区孔店组原油族组分对比

Table 1 Comparison of group components for different types of oil in the Kongdian Formation of the Banianhe area

区块	层位	族组分含量, %				
		烷烃	芳烃	非烃	沥青质	总烃
面古 3	Ek	74.36	12.54	3.42	0	86.90
王家岗油田	Ek	57.91~68.80	16.30~18.80	11.87~19.37	0	79.25~84.71
八面河南区	Es	30.74~43.80	12.40~27.96	25.57~40.00	0~9.50	44.91~61.38

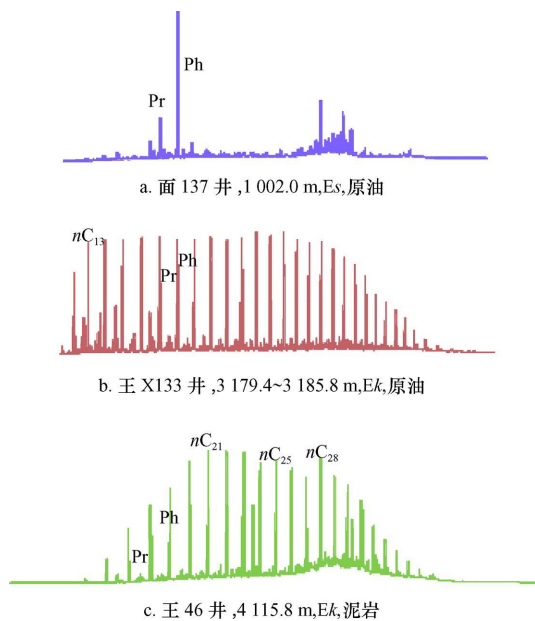


图 5 八面河地区孔店组原油饱和烃色谱

Fig 5 Chromatograms of saturated hydrocarbons in crude oil in the Kongdian Formation of the Banianhe area

C₂₉甾烷等地化指标上(表 2),孔店组原油表现为低 Pr/nC₁₇, Ph/nC₁₈, C₂₇/C₂₉甾烷值及高 Pr/Ph 值的特征,其值分别为 0.16~0.25、0.21~0.42、0.48及 0.70~0.79,而沙河街组原油却表现为高 Pr/nC₁₇, Ph/nC₁₈, C₂₇/C₂₉甾烷值及低 Pr/Ph 值的特征。

4) 原油的生物标志化合物特征

孔店组原油的 C₂₇, C₂₈, C₂₉规则甾烷相对分布呈反“L”分布类型(图 6),都具有 C₂₉>C₂₈>C₂₇的特征;沙四段烃源岩往往具有 C₂₇甾烷优势, C₂₇, C₂₈, C₂₉规则甾烷的相对分布呈“L”型。

综合各项分析后推测,八面河地区孔店组原油主要来自深部孔店组烃源岩,同时也可能混入有部分沙四段烃源岩所生成的原油。

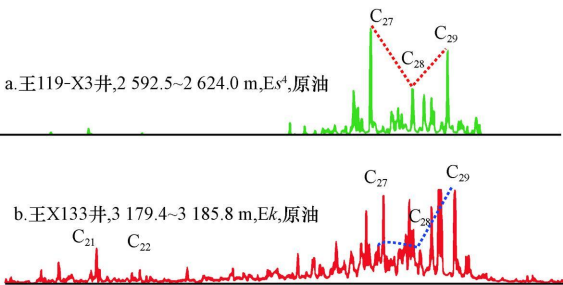


图 6 八面河地区孔店组原油 m/z 191 质量色谱

Fig. 6 The mass spectrum of the m/z 191 crude oil in the Kongdian Formation of the Banianhe area

2.2 油气输导特征

八面河地区广泛发育断裂、砂体和不整合面等多种类型的输导层,为孔店组油气成藏构筑了复杂的立体网络通道^[1,3,11]。

在东营凹陷沙四段和孔店组生油洼陷周围存在顺向大断层(如王家岗断层),使深层烃源岩与上升盘孔店组储层对接,有利于深层烃源岩生成的油气进入上盘孔店组地层,然后通过砂体和不整合面等途径向四周的低势区运移、聚集成藏。八面河地区位于东营凹陷东南斜坡,为一个长期性低势区,是进入王家岗等地区的孔店组油气继续向低势区运移的有力指向区。

八面河地区在孔店组与中生界之间发育一个角度不整合面,且在不整合面上分布有多期次的辫状河道砂体,使不整合面具有较好的油气输导能力,来自王家岗的孔店组油气可以沿着这些不整合面进行长距离侧向运移。目前,八面河地区孔店组所发现的油气绝大部分都集中分布在不整合面上,这有力地证明了不整合面对孔店组油气输导成藏的控制作用。

表 2 八面河地区孔店组原油烷烃色谱-质谱参数

Table 2 Chromatogram-mass spectrum parameters of alkane in crude oil in the Kongdian Formation of the Banianhe area

层位	代表井	原油烷烃色谱参数							原油烷烃色谱-质谱参数				
		Pr/Ph	Pr/nC ₁₇	Ph/nC ₁₈	主峰碳	ΣC ₂₁ ⁻ / ΣC ₂₂ ⁺	CPI	OEP	αααC ₂₉ 甾烷 S/(S+R)	C ₂₉ 甾烷 αββ/(ααα+αββ)	甾烷 C ₂₇ /C ₂₉	Ts/(Ts+Tm)	γ-蜡烷/C ₃₀ -藿烷
Ek	面古 3	0.79	0.16	0.21	C ₁₇	1.15	1.06	1.06	0.315	0.395	0.479	0.439	0.899
Es	面 23-2	0.28	2.99	12.84	C ₁₇	1.69	0.83	0.79	0.363	0.325	0.748	0.270	0.974
	面 14-8-5	0.42	4.62	14.73	C ₁₇	0.86	0.89	0.94	0.317	0.293	0.749	0.310	1.042

注: CPI. 正构烷烃碳优势指数; OEP. 正构烷烃奇偶优势指数。

八面河地区断层极为发育。规模较大的八面河断层为反倾基底断层, 具有形成早、切割深、活动时期长等一系列特点。该断层之上发育一系列次级断层, 这些断层可将不同深度的油层、储集层及盖层沟通起来, 对区块内的油气垂向运移和区块间的油气侧向运移非常有利。

源自孔店组、沙四段等深层烃源岩的油气经由深部断层(垂向运移)、不整合面(Ek-Mz)及局部或区域砂体运载层(侧向运移)从生油洼陷顺斜坡上倾方向沿优势通道进行运移, 聚集到孔店组地层中形成油藏。由于受北西向古构造和北西向砂体展布的控制, 使丁家屋子及八面河成为深层油气向东营凹陷南斜坡运移的主要优势通道。因此, 尽管八面河地区孔店组没有生烃能力, 但具有较优越的油气输导条件, 这为孔店组油气成藏提供了物质基础。

2.3 油气藏类型及分布特征

八面河地区孔店组因受构造特征、地层结构及沉积类型等因素的控制, 形成了超覆地层、岩性-地层、岩性-构造和构造 4 类油藏。

1) 超覆地层油气藏

该类油气藏是以位于不整合面之上的河道砂体为储层, 以不整合面为油气运移通道, 以顶部地层尖灭线和两侧的河道砂体尖灭线作为遮挡条件, 或以顶部地层尖灭线与鼻状构造匹配, 以孔一段自身泥岩作盖层所形成的油气藏。由于受孔店组超覆地层结构、储层展布及油气输导条件的共同控制, 该类油藏是八面河地区孔店组的重要类型, 具有叠合连片和分布范围较广的特点。油藏纵向上主要发育于孔店组底部, 平面上主要分布于八面河断裂鼻状构造带西南段, 推测北部斜坡带也有分布。面 120 块孔店组底部的油藏均为超覆地层油藏。

2) 构造-岩性油气藏

八面河地区孔店组受物源和古地形控制, 砂体主要呈北西向分布, 而三级断层多为北东向和北东东向分布的正断层, 对油气的纵向运移具有遮挡作用。因此, 辫状河道砂体与断层匹配可形成构造-岩性油气藏。平面上, 因八面河鼻状构造带西南段断层多、储层发育, 且油气输导有利, 是构造-岩性油气藏的主要分布区, 目前已发现的构造-岩性油藏均分布于此带, 推测北部斜坡

带也有分布; 纵向上, 因正断层的纵向遮挡作用和孔店组油气资源相对有限, 使构造-岩性油气藏多分布于孔店组地层的中下部。面 120 块孔店组下部的油藏和面 37 块孔店组油藏均属此类油藏。

3) 构造油气藏

八面河地区鼻状构造带和北部斜坡带构造圈闭发育, 是构造油气藏形成的有利地区。纵向上, 该类油气藏一般分布于孔店组地层的中下部, 如草斜 12 断块油藏。

4) 地层削蚀不整合油气藏

八面河地区沙四段地层直接覆盖在孔店组地层之上, 孔店组地层与上覆沙四段呈低角度不整合接触关系, 有形成地层削蚀不整合油气藏的条件。

综上所述, 八面河地区孔店组具有地层超覆不整合、构造-岩性、构造、地层削蚀等多种类型的油气藏, 它们在不同区带有不同的分布规律。其中, 鼻状断裂构造带和北部斜坡带以构造-岩性油气藏和地层超覆不整合油藏为主, 同时也存在构造油气藏; 南部斜坡带目前无油气显示, 推测存在地层超覆不整合油气藏和地层削蚀油气藏(图 7)。

2.4 孔店组油气聚集特征

受构造背景、油气输导、储层展布、圈闭分布及断层活动等多种因素控制, 八面河地区孔店组油气聚集表现出如下 3 个特征。

1) 平面上, 鼻状构造带西南段油气聚集最为有利

东营凹陷南斜坡发育金家、柳桥、纯化-草桥、王家岗、八面河五大鼻状构造带, 目前孔店组发现的含油气区主要位于上述构造带上。其中, 八面河鼻状断裂带西南段受西南物源影响, 储层发育; 同时, 作为八面河鼻状断裂带的一部分, 该区断层发育, 圈闭类型多样; 且该区位于由北西向古构造带和储层所控制形成的油气优势运移通道上, 油源条件较好, 加上该区为鼻状构造带的最高部位, 是油气运移的长期指向区^[13 14 18]。因此, 该区油气成藏背景相对有利, 是八面河地区油气聚集的最有利地区。目前, 在孔店组所见到的油气显示井、油层井及油流井均位于此带, 已上报预测石油地质储量 983×10^4 t。

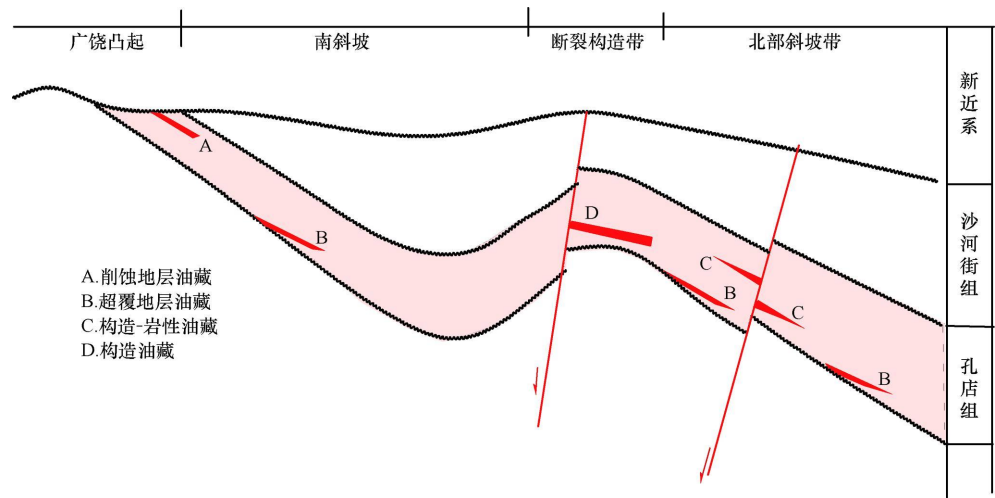


图 7 八面河地区孔店组油藏模式

Fig 7 Hydrocarbon accumulation patterns in the Kongdian Formation of the Banianhe area

2) 纵向上, 不整合面附近油气最为富集

孔店组与中生界之间发育一个角度不整合面, 是东营凹陷南斜坡孔店组重要的油气运移通道。油气在沿不整合面向上运移的过程中, 首先在地层圈闭中聚集成藏。八面河地区孔店组超覆地层圈闭发育, 油气资源相对有限, 加上油气主要沿不整合面进行运移的特点, 使得孔店组有限的油气资源主要集中分布在不整合面附近。该区目前钻遇的油层大多靠近或紧贴不整合面。

同时, 八面河鼻状构造带断层非常发育, 它们贯穿古近系地层。在断层活动期, 沿不整合面上运移的油气也可顺断层进行小规模垂向运移, 形成构造油藏和构造-岩性油藏, 油层多分布在距离不整合面 80m 的范围内。

3) 油气充满程度低, 油藏规模小

八面河地区处于湖盆边缘, 距油源较远, 虽有砂体和不整合面可作为侧向运移通道, 但该区孔店组油气来源相对较贫, 致使孔店组圈闭油气充满程度低、油藏规模小。据统计, 该区孔店组油气充满程度不到 30%, 油藏规模一般小于 100×10^4 t。面 120 块孔店组 ② 号圈闭幅度 280 m, 圈闭面积 6.7 km^2 , 油藏高度 50 m, 含油面积 1.2 km^2 。油气充满程度低的另一个表现是油气多集中分布在底部砂组中的顶部 1~2 个砂体。

3 勘探实例

2009 年, 以八面河鼻状断裂带西南段为目标,

通过构造精细解释, 发现落实了面积达 0.8 km^2 的草 11 南断块圈闭, 部署钻探草斜 12 井, 钻遇孔店组油层 2 层、20.6 m, 试油获日产 6.0 t 的工业油流, 预计可新增地质储量 240×10^4 t, 使西南段孔店组呈现出含油连片的态势。

4 结论

- 1) 八面河地区孔店组具有油气成藏的圈闭、储层和保存条件, 但没有生烃条件, 其油气主要来自东营凹陷沙四下亚段和孔二段。
- 2) 孔店组具有由断层、砂体和不整合面构成的油气输导系统, 其中不整合面对油气输导控制尤为明显。
- 3) 受构造特征、地层结构及沉积类型等因素的控制, 八面河孔店组具有超覆地层油藏、构造-岩性油藏和构造油藏等多种油藏类型。
- 4) 受构造背景、油气输导、储层展布、圈闭分布及断层活动等多种因素控制, 八面河地区孔店组油气聚集平面上以鼻状构造带西南段油气聚集最有利, 纵向上以不整合面附近油气最为富集, 油藏具有充满程度低、规模小的特点。

参 考 文 献

[1] 徐义卫. 八面河地区孔店组沉积、层序及油气成藏条件研究 [D]. 广州: 中国地化所, 2006.

Xu Y i w e i. Sedimentary sequence and hydrocarbon-accumulation conditions of the Kongdian Formation in Banianhe area [D]. Guangzhou: China Institute of Geochemistry, 2006

- [2] 孙海宁, 万念明, 徐涛玉. 渤海湾盆地东营凹陷广利地区沙四上亚段物源体系及其对沉积的控制作用[J]. 石油与天然气地质, 2010 31(5): 583–593
Sun Haining Wan Nianming Xu Taoyu. Provenance systems and their control on the sedimentation of the upper Es⁴ in Guangli area of the Dongying Sag, the Bohai Bay Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2010 31(5): 583–593.
- [3] 朱先才. 八面河地区孔店组油气成藏模式研究[J]. 石油天然气学报, 2005, 27(6): 691–696
Zhu Xiancai. Study on the hydrocarbon accumulation pattern of the Kongdian Formation in Banianhe area[J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2005 27(6): 691–696
- [4] 李丕龙. 陆相断陷盆地油气地质与勘探(卷五): 陆相断陷盆地层序地层学应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003
Li Pilong. Petroleum geology and exploration in terrestrial faulted basins(Vol 5): application of sequence stratigraphy in terrestrial faulted basins[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003
- [5] 王秉海, 钱凯. 胜利油区地质研究与勘探实践[M]. 山东东营: 中国石油大学出版社, 1992
Wang Binghai Qian Kai. Geological research and exploration practices in Shengli oil district[M]. Dongying: Shandong China University of Petroleum Press, 1992
- [6] 王化爱. 东营凹陷古近系岩性地层油气藏层序地层学特征[J]. 石油与天然气地质, 2010 31(2): 158–164
Wang Hua'ai. Sequence stratigraphic characteristics of the Paleocene lithologic and stratigraphic reservoirs in the Dongying Depression[J]. Oil & Gas Geology, 2010 31(2): 158–164
- [7] 王建伟, 赵勇生, 田海芹. 东营惠民凹陷孔店组层序地层学研究[J]. 石油大学学报, 2001, 25(6): 1–6
Wang Jianwei Zhao Yongsheng Tian Haixin. Primary study on sequence stratigraphy of Kongdian Formation in Dongying-Huimin Sag[J]. Journal of China University of Petroleum, 2001, 25(6): 1–6
- [8] 赵澄林, 张善文, 袁静, 等. 胜利油区沉积储层与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999
Zhao Chenglin Zhang Shanwen Yuan Jing et al. Sedimentary reservoirs and petroleum in Shengli oil district[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999.
- [9] 刘华, 任景伦, 蒋有录. 渤海湾盆地东营凹陷现河庄油田河31断块区输导体系特征与成藏规律[J]. 石油与天然气地质, 2009 30(1): 41–46
Liu Hua Ren Jinglun Jiang Youlu. Control effects of carrier systems on hydrocarbon pooling in the He31 block of Xianhezhuang oilfield, the Dongying Sag of the Bohai Bay Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2009 30(1): 41–46
- [10] 宗国洪, 肖焕钦, 李常宝, 等. 济阳坳陷构造演化及其大地构造意义[J]. 高校地质学报, 1999 5(3): 275–282
Zong Guohong Xiao Huanqin Li Changbao et al. Tectonic evolution of the Jiyang Depression and its geotectonic significance[J]. Geological Journal of China Universities, 1999 5(3): 275–282
- [11] 庞雄奇, 李素梅, 黎茂稳, 等. 八面河油田油气运聚、成藏模式探讨[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2002, 27(6): 666–670 688.
Pang Xiongqi Li Sumei Li Maowen et al. An approach to the hydrocarbon migration and accumulation patterns in Banianhe oilfield[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2002, 27(6): 666–670 688.
- [12] 解国军, 金之钧, 陈光新. 济阳坳陷八面河探区油气资源前景和勘探效益预测[J]. 高校地质学报, 2002, 8(1): 86–93
Jie Guojun Jin Zhijun Chen Guangxin. Hydrocarbon resources prospects and exploration benefit prediction of Banianhe prospecting area, the Jiyang Depression[J]. Geological Journal of China Universities, 2002, 8(1): 86–93
- [13] 国景星, 戴启德, 吴雨艳, 等. 冲积—河流相层序地层学研究[J]. 石油大学学报, 2003, 27(4): 15–19
Guo Jingxing Dai Qide Wu Liyan et al. Study on alluvial-fluvial facies sequence stratigraphy[J]. Journal of China University of Petroleum, 2003, 27(4): 15–19
- [14] 李素梅, 庞雄奇, 金之钧, 等. 济阳坳陷牛庄洼陷南斜坡原油成熟度浅析[J]. 地质地球化学, 2001, 29(4): 50–55.
Li Sumei Pang Xiongqi Jin Zhijun et al. A study of oil maturity at the southern slope of Niuzhuang subdepression, Dongying Depression, Bohaiwan Basin, eastern China[J]. Geology-geochemistry, 2001, 29(4): 50–55.
- [15] 王建宝, 肖贤明, 郭汝泰, 等. 渤海湾盆地东营凹陷烃源岩生烃动力学研究[J]. 石油实验地质, 2003, 25(4): 403–408
Wang Jianbao Xiao Xianming Guo Rutai et al. Study on the hydrocarbon generation kinetics of source rocks from the Dongying Depression, the Bohaiwan Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2003 25(4): 403–408
- [16] 郭随平, 施小斌, 王良书. 胜利油区东营凹陷热史分析——磷灰石裂变径迹证据[J]. 石油与天然气地质, 1996 17(1): 32–35.
Guo Suiping Shi Xiaobin Wang Liangshu. Thermal history analysis of Dongying Depression Shengli oil region: evidence of apatite fission track[J]. Oil & Gas Geology, 1996 17(1): 32–35
- [17] 陈建渝, 彭晓波, 张冬梅, 等. 济阳坳陷古新世孔店组生烃潜能评价[J]. 石油勘探与开发, 2002 9(3): 17–20.
Chen Jianyu Peng Xiaobo Zhang Dongmei et al. Evaluation of the hydrocarbon-generation potential for the Kongdian Formation of Palaeocene in Jiyang depression[J]. Petroleum Exploration and Development, 2002 9(3): 17–20
- [18] 邓宏文, 王红亮, 阎伟鹏, 等. 河流相层序地层构成模式探讨[J]. 沉积学报, 2004, 22(3): 373–379
Deng Hongwen Wang Hongliang Yan Weipeng et al. An approach to the compositional pattern of fluvial sequence stratigraphy[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004 22(3): 373–379