

文章编号: 0253-9985(2005)04-0480-07

东营凹陷南斜坡特高蜡油的成因

李素梅^{1,2}, 庞雄奇^{1,2}, 邱桂强³, 高永进³

(1 石油天然气成藏机理教育部重点实验室, 北京 102249; 2 中国石油大学盆地与油藏研究中心, 北京 102249;
3 中国石化胜利油田地质科学研究院, 山东东营 257015)

摘要: 东营凹陷南斜坡王古 1、新角 1 奥陶系古潜山原油具有特高含蜡特征 (40% ~ 60%), 同区下第三系孔店组原油含蜡量也明显偏高 (28.85% ~ 31.7%)。不同层系的原油烃类化学成分分析、油源对比结果表明, 研究区高蜡油成因不同于上覆第三系沙河街组, 前者为深部油源, 第三系孔店组为其重要烃源岩之一; 后者主要源自正常油窗内沙河街组四段烃源岩。生物标志物定量分析结果表明, 区内烃源岩沥青与原油中的蜡质烃含量随成熟度增加而增加, 反映热成熟度是控制该区高蜡油形成的重要因素之一。东营凹陷湖沼相成因的孔店组烃源岩含有相对较高的陆源高等植物, 是导致该区高蜡油形成的另一重要因素。综合分析认为, 东营凹陷南斜坡高蜡油的形成主要与烃源岩相对较高的热成熟度及烃源岩含有丰富的可提供蜡质烃的成烃母质 (主要指孔店组二段) 有关, 气侵与油气运移分馏效应的影响甚微。

关键词: 高蜡油; 油气成因; 孔店组; 古潜山; 东营凹陷

中图分类号: 112 111 文献标识码: A

Origin of superhigh wax content oils in southern slope zone of Dongying Depression

Li Sumei^{1,2}, Pang Xiongqi^{1,2}, Qiu Guiqiang³, Gao Yongjin³

(1 Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation, Ministry of Education, Beijing;

2 Basin & Reservoir Research Center, China University of Petroleum, Beijing;

3 Shengli Oilfield Company Limited, SINOPEC, Dongying, Shandong)

Abstract Oils produced from Wanggu-1 and Xinjiao-1 wells' Ordovician buried-hill reservoirs in the southern slope zone of Dongying depression are characterized by superhigh wax content (40%–60%), and the wax contents of oils produced from Tertiary Kongdian Fm reservoirs in the same area are also relatively high (28.85%–31.7%). Chemical composition analysis and oil-source rock correlation of crude oils from different layers show that the origin of Ordovician high wax content oils in the study area is different from that in the overlying Tertiary Shahejie Fm. The former are derived from the deep source, as represented by the source rocks in Kongdian Fm. The latter are mainly sourced by the 4th member of Shahejie Fm within normal oil window. Absolute quantification of biomarkers shows that the bitumen contents of source rocks and waxy hydrocarbon contents of crude oils in this area increase with increasing maturity, indicating that thermal maturity is one of the major factors controlling the formation of highly waxy oils in this area. The Kongdian Fm source rocks of limnetic facies in Dongying depression contain relatively abundant terrigenous higher plants, which is another major factor causing the high wax content oils in this area. It is believed, based on comprehensive analysis, that the relatively high maturity and abundant parent materials capable of generating waxy hydrocarbons in the source rocks (the 2nd member of Kongdian Fm) are the major causes of the formation of high waxy oils in the southern slope zone of Dongying depression. Contrary to this, the influences of gas invasion and hydrocarbon migration fractionation are

基金项目: 国家重大基础研究发展规划项目 (G199943310)

第一作者简介: 李素梅, 女, 37 岁, 副教授, 有机地球化学

收稿日期: 2005-07-29

insignificant

Key words high wax content oil; oil and gas origin; Kongdian Formation; buried hill; Dongying depression

1 地质概况

东营凹陷南斜坡以往发现的油气多为第三系沙河街组成因^[1-5], 分布于王家岗、八面河、羊角沟、广利、草桥-乐安等多个油田(图 1)。其中, 草桥-乐安油田为埋藏较浅的潜山油藏^[6-7]。近年, 在东营凹陷南斜坡陆续发现下第三系孔店组及深层奥陶系潜山油气, 具有明显的高蜡特征, 反映油气的成因不同于上覆层系。东营凹陷南斜坡深层油气的发现对于同区深层油气勘探具有重要意义。

钻井与地震资料反映, 牛庄洼陷南斜坡地层与东营凹陷基本一致, 构造高部位地层因抬升有剥蚀。自下而上主要发育: 古生界寒武系—奥陶系 (Є—O)、石炭—二叠系 (C—P), 中生界 (Mz), 下第三系孔店组 (Ek)、沙河街组 (Es)、东营组 (Ed), 上第三系明化镇组 (Nm)、馆陶组 (Ng), 第四纪平原组 (Qp)。牛庄洼陷南斜坡缺失沙河街组三段下亚段、孔店组二段、孔店组三段, 局部地区缺中生界。沙河街组三段、沙河街组四段是牛庄洼陷最重要的两套烃源岩, 最近发现孔店组也可

能是东营凹陷一套重要的生油岩系。

2 有机地球化学

2.1 宏观

东营凹陷南斜坡八面河油田新角 7 潜山面 14-1-X71 井与王家岗南缘丁家屋子王古 1 井奥陶系潜山原油是该区现已发现的含蜡量最高的原油, 含蜡量分别为 67% 和 40.84%, 属于高蜡—特高蜡油; 丁家屋子下第三系孔店组原油含蜡量为 28.85% ~ 31.7%, 也高于同区第三系沙河街组原油 (含蜡量为 5.6% ~ 13%)^[8]。此外, 奥陶系原油还具有高凝固点 (47℃ 或 49℃)、低含硫 (0.16% 或 0.07%)、低密度与低粘度等特征 (表 1), 与东营凹陷第三系沙河街组原油的相对低凝固点、高含硫、构造高部位原油的相对高密度与粘度成相反的特征^[2-3], 反映古潜山和孔店组的油气成因不同于上部层系沙河街组。

与高含蜡特征一致, 新角 7 王古 1 井奥陶系潜山原油具有明显的高饱和烃含量、低非烃+沥青

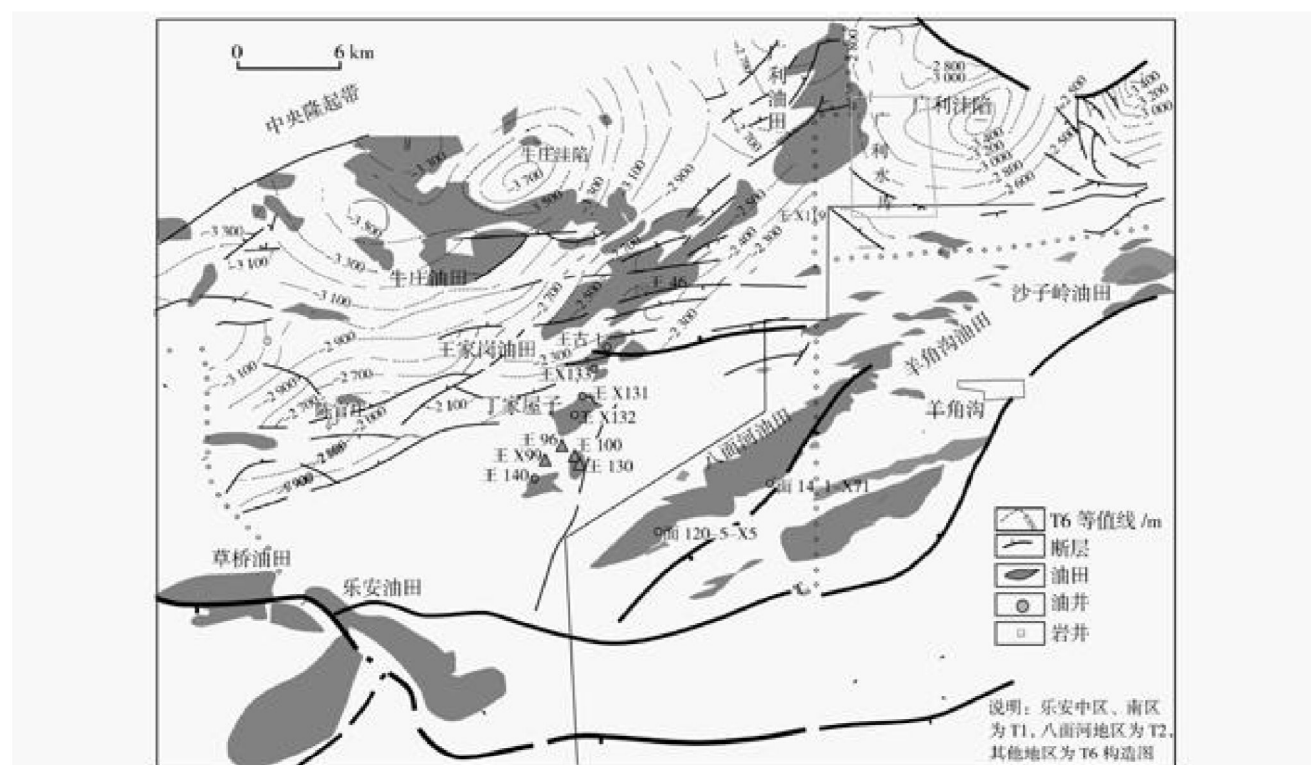


图 1 东营凹陷南斜坡油气分布与区域构造

Fig. 1 Oil and gas distribution and regional tectonics in the southern slope zone of Dongying depression

表 1 东营凹陷南斜坡东段部分原油物性统计表

Table 1 Statistics of physical properties of oils in the eastern part of the southern slope zone, Dongying depression

井 号	层 位	埋深 / m	密度 / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	粘度 / ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)	含蜡量 / %	含硫量 / %	凝固点 / $^{\circ}\text{C}$
王 96	Ek	2 391.0~2 404.0	0.863 3	109.00		0.12	39
王 113	Ek	2 059.1~2 213.8	0.855 6			0.18	42
王 109	Ek	1 717.8~1 737.9	0.906 2			0.18	43
王 X140	Ek	1 919.0~1 934.0	0.865 3	44.30	28.85	0.25	44
王 130	Ek	1 899.8	0.858 4	9.53	29.72	0.18	
王 X131	Ek	3 062.8~3 094.0	0.825 2	3.81	31.70	0.04	40
王古 1	O	3 241.5~3 445.0	0.827 0	4.79	40.84	0.07	49
面 14-1-X71	O	1 580.0	0.853 3		67.00	0.16	47

注: 空格表示数据未收集到, 原因不明

质特征, 面 14-1-X71、王古 1 井原油饱和烃含量分别为 75% 和 88%, 非烃 + 沥青质含量仅为 16.0% 和 4.2%, 芳烃的含量亦偏低 (9.0% 或 7.8%)。王家岗南缘丁家屋子的孔店组原油族组成也有类似潜山高蜡油的特征, 与沙河街组原油明显不同^[8]。

2.2 烃类组成与分布

八面河油田新角 7 潜山面 14-1-X71 井奥陶系原油与王家岗南缘丁家屋子的王古 1 井原油饱和烃总离子流图指纹特征也较为相似 (图 2), 显示正构烷烃碳数分布范围广 ($n\text{C}_{11} \sim n\text{C}_{40}$)、 $\text{Pr}/n\text{C}_{17}$ 与 $\text{Ph}/n\text{C}_{18}$ 低值及 Pr/Ph 小于 1 的特征。面 14-1-X71 井和王古 1 井原油 $\text{Pr}/n\text{C}_{17}$ 值分别为 0.16 和 0.18, $\text{Ph}/n\text{C}_{18}$ 值为 0.20 和 0.24, Pr/Ph 值分别为 0.87 和 0.83 (表 2), 指示烃源岩偏还原性原始沉积环境。

与常规原油不同的是, 王古 1 井原油中几乎不含甾萜类环状化合物 (图 3 图 4)。在 m/z 217、 m/z 191 质量色谱图中, 甾萜类化合物仅有微弱的显示。面 14-1-X71 井奥陶系原油中甾萜类化合物的含量也远低于同区沙河街组原油, 其甾烷绝对丰度为 $703 \mu\text{g/g}$, 同区沙河街组原油则为

$5\,464 \sim 12\,914 \mu\text{g/g}$, 最高相差近 2 个数量级。虽然水洗、生物降解等次生作用对低分子量链烷烃的优先损耗可能导致原油中甾萜类高分子量化合物相对富集, 但与轻度次生变化的沙河街组原油相比, 奥陶系原油中甾萜类生物标志物的含量仍

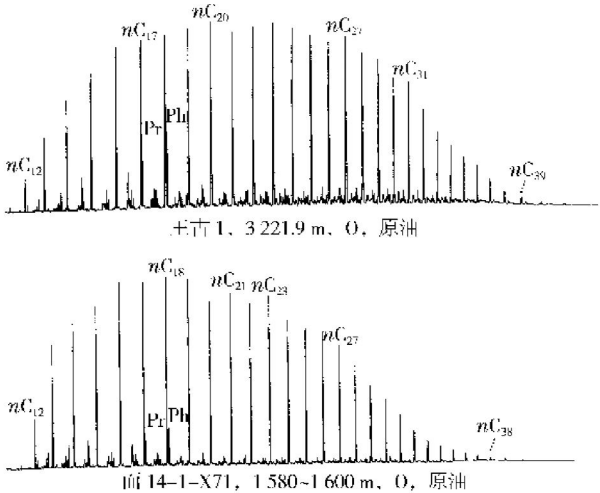


图 2 奥陶系原油饱和烃总离子流图

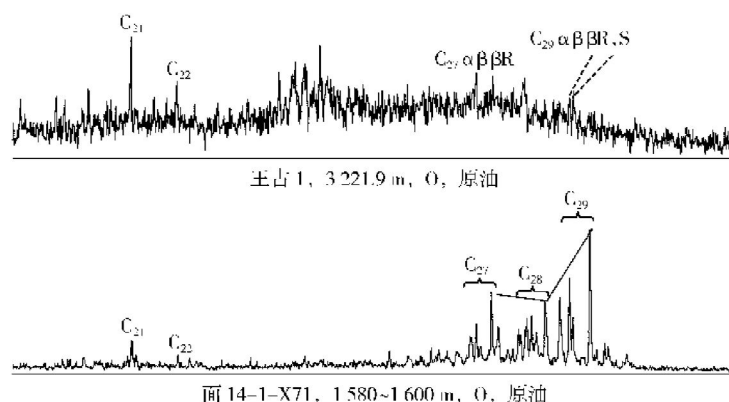
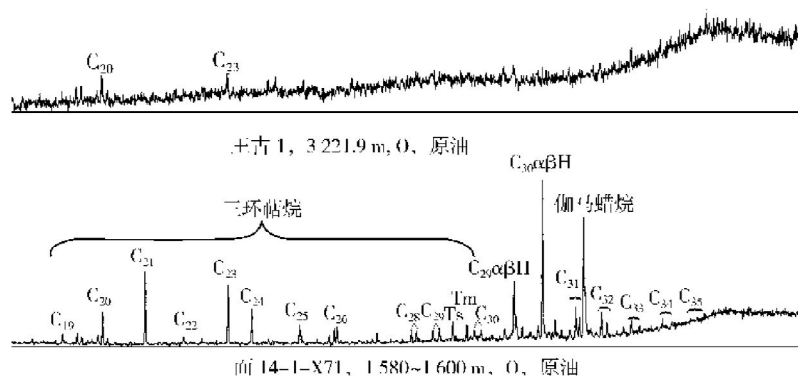
Fig. 2 TIC of saturated hydrocarbons of Ordovician oils

表 2 王家岗—八面河地区部分第三系原油气相色谱特征

Table 2 GC parameters of Tertiary oils in Wangjia gang—Bamianhe area

地区	编号	井 号	井段 / m	性质	层位	CPI	OEP	$n\text{C}_{21} \sim 22 /$ $n\text{C}_{28} \sim 29$	$\sum_n \text{C}_{21} /$ $\sum_n \text{C}_{22}^{+}$	主峰碳	Pr/Ph	Pr/ $n\text{C}_{17}$	Ph/ $n\text{C}_{18}$
王 家 岗 地 区	14	面 14-1-X71	1 580.0	原油	O	1.05	1.06	1.65	1.10	17	0.87	0.16	0.20
		王古 1	3 421.9	原油	O	1.04	1.06	1.87	1.42	17	0.83	0.18	0.24
	1	王 X133	3 179.4~3 185.8	原油	Ek ¹	1.01	1.07	2.67	3.03	19	0.70	0.25	0.42
		王 X131	2 245.2~2 247.5	原油	Ek ¹	1.02	1.06	3.08	7.61	12	0.79	0.22	0.35
		王 X132	3 271.0~2 375.2	原油	Ek ¹	1.02	1.06	2.06	5.05	12	0.76	0.26	0.43
		王 100	1 856.5	油砂	Ek ¹	1.00	1.08	3.14	2.62	17	0.65	1.11	1.82
		王 96	2 161.1	油砂	Ek ¹	1.03	1.08	1.41	0.45	20	0.59	0.08	0.06
		王 X99	1 916.8	油砂	Ek ¹	1.05	1.00	1.75	1.73	18	0.57	0.82	1.24
		王 130	1 899.8	油砂	Ek ¹	1.03	1.08	2.79	1.74	19	0.64	0.54	0.12
	14	面 120-5-X5		原油	Ek ¹	0.65	0.67	2.43	1.16	19	0.39	1.04	3.52

注: CPI—碳优势指数; OEP—奇偶优势指数; Pr/Ph—姥姢烷/植烷; Pr/ $n\text{C}_{17}$ —为姥姢烷/ $n\text{C}_{17}$; Ph/ $n\text{C}_{18}$ —植烷/ $n\text{C}_{18}$; 空格—无数据

图 3 高蜡油 m/z 217 质量色谱图Fig. 3 m/z 217 mass chromatograms of saturated hydrocarbons in high wax content oils图 4 奥陶系高蜡油 m/z 191 质量色谱图Fig. 4 m/z 191 mass chromatograms of Ordovician highly waxy oils

明显偏低,反映高蜡油中甾萜类化合物丰度偏低是一种必然的趋势。

在甾萜类生物标志物组成与分布上,面 14-1-X71 井原油明显不同于上部层系沙河街组原油。首先,面 14-1-X71 井原油具有 C_{29} -规则甾萜优势, C_{27} -, C_{28} -, C_{29} -规则甾萜呈反“L”型, C_{27} -/ C_{29} -甾萜值为 0.40。同区沙河街组原油 C_{27} -, C_{28} -, C_{29} -规则甾萜呈“V”字型。相对较高含量的 C_{29} -规则甾萜一般指示高等植物生源输入较多,但某些特定的藻类生源可能也能导致原油的 C_{29} -甾萜优势,如塔里木海相油 C_{29} -甾萜的相对富集可能与一种藻类生源有关^[9]。

其次,面 14-1-X71 井奥陶系原油具有高丰度三环萜烷、升藿烷系列含量相对较低的特征,三环萜烷/五环萜烷值高达 0.468。面 14-1-X71 井原油几乎所有的生物标志物成熟度指标都显示高于上覆沙河街组原油的特征(表 2、表 3),推测三环萜烷/五环萜烷的高值、升藿烷系列的低值主要与其相对较高的热成熟度有关。与沙河

街组四段成因原油特征相似^[10-11],面 14-1-X71 井原油还具有较高含量的伽马蜡烷,伽马蜡烷/ C_{30} 藿烷值为 1.02。

较之于其他原油,王古 1、面 14-1-X71 井芳烃的含量都极低,分别为 207 和 191 $\mu\text{g/g}$ 。比王家岗、八面河油田原油低一个数量级要多,后者一般为 1962~6078 $\mu\text{g/g}$ 。面 14-1-X71 中主要芳烃化合物为三芳甾类,而王古 1 井不含此类化合物,以蔡、菲和蒽系列为主,其次为三萜,其他化合物含量极低。

面 14-1-X71 井奥陶系原油与上覆沙河街组原油成熟度、烃类组成与分布具有显著的差异,显示两者成因的差异。其高含量伽马蜡烷特征与沙河街组原油相似,表明与沙河街组原油的沉积环境可能相似(盐湖)。该井原油在一定程度上与王家岗的丁家屋子孔店组原油有一定相似性,两者都具有 C_{29} -规则甾萜优势。面 14-1-X71、王古 1 井原油甾萜类化合物的差异,指示两者成藏和(或)成因可能有所差异。

表 3 东营凹陷南斜坡部分原油样品色谱/质谱参数

Table 3 GC/MS parameters of pre-Tertiary oils in the southern slope zone of Dongdong depression

井号	井深	层位	20S/ (S+R)	$\alpha\alpha\alpha/\beta\beta\beta$	C_{21-22}/C_{27-29}	St/H	C_{27-}/C_{29-St}	Tri-/Terp	$C_{31}HS/S+R$	Ts/Tm	$C_{35}/C_{34}H$	$G/C_{30}H$	4-m/ $C_{29}St$
面 14-1-X71	1 580.0	O	0.43	0.38	0.035	0.92	0.40	0.48	0.61	1.05		1.02	0.18
王 X133	3 179.4	Ek	0.52	0.49	0.044	0.31	0.52	0.41	0.65	1.86	0.99	1.90	0.15
王 X131	2 245.2	Ek	0.52	0.43	0.033	0.64	0.41	0.45	0.63	0.90	0.92	0.85	0.12
王 X132	3 271.0	Ek	0.49	0.42	0.031	0.70	0.29	0.31	0.62	0.77	0.75	0.97	0.16
面 120-5-X5		Ek	0.42	0.35	0.022	0.94	0.31	0.27	0.61	0.44	0.72	0.63	0.17
王 100	1 856.5	Ek	0.46	0.40	0.030	0.77	0.37	0.27	0.60	0.61	0.89	0.88	0.16
王 96	2 161.1	Ek	0.46	0.39	0.020	0.79	0.36	0.22	0.60	0.46	0.84	0.79	0.13
王 X99	1 916.8	Ek	0.47	0.41	0.031	0.76	0.36	0.31	0.61	0.58	0.88	0.85	0.13
王 130	1 899.8	Ek	0.46	0.41	0.026	0.83	0.36	0.28	0.60	0.59	0.93	0.95	0.15

注: 20S/(S+R)— C_{29} 甾烷 20S/(S+R); $\alpha\alpha\alpha/\alpha\beta\beta$ — C_{29} 甾烷 $\alpha\beta\beta/(\alpha\alpha\alpha+\alpha\beta\beta)$; C_{21-22}/C_{27-29} — C_{21-22}/C_{27-29} 甾烷; St/H—甾烷/萜烷; C_{27-}/C_{29-St} — C_{27-}/C_{29} 甾烷; Tri-/Terp—三环萜/五环萜; $C_{31}HS/S+R$ — C_{31} 藿烷 22S/S+R; Ts/Tm —18 α (H)—/17 α (H)—三环萜; $C_{35}/C_{34}H$ — C_{35}/C_{34} 藿烷; $G/C_{30}H$ —伽马蜡烷/ C_{30} 藿烷; 4-m/ $C_{29}St$ —4-甲基甾烷/ C_{29} 甾烷; 空格无数据

3 成因

3.1 油源

采用分子筛络合技术对王古 1 井原油中的甾萜类化合物进行了浓缩, 并对碳酸盐岩储层中的方解石脉包裹体进行了化学成分分析^[11]。结果表明, 王古 1 井奥陶系原油及储层包裹体烃类组成与分布具有深层孔店组烃源岩的特征, 与沙河街组四段烃源岩相关性差。正构烷烃单体同位素 $\delta^{13}C$ 值分析也表明, 王古 1 井原油与孔店组烃源岩接近且变化趋势大体一致, 反映孔店组为其可能的油源岩。从区域构造上讲, 八面河新角 7 井与王古 1 井潜山位于牛庄洼陷南斜坡北西向基底断裂带, 可能位于同一相通的潜山, 前者位于相对构造高部位, 为油气向上倾运移的必经路线。面 14-1-X71 井与王古 1 井奥陶系原油都具有显著的高蜡特征, 表明两者极可能有成因联系。多项证据表明, 面 14-1-X71 井原油与丁家屋子孔店组原油也有成因联系, 前者除含蜡量偏高、甾萜类生物标志物浓度偏低外, 原油的 C_{29} -甾烷优势、高含量伽马蜡烷特征与孔店组原油极为相似。

近期研究表明, 王家岗丁家屋子孔店组原油主要源自相邻生油洼陷深层沙河街组四段与孔店组二段烃源岩^[8], 原油既有渤海湾盆地孔店组二段烃源岩和相关原油普遍具有的 C_{29} -甾烷优势(同区沙河街组原油及相关烃源岩不具备该特征), 也有沙河街组四段烃源岩及相关原油所特有的高含量伽马蜡烷特征。

3.2 成因

我国第三系原油含蜡量一般为 14% ~ 20.6%, 南襄盆地是我国罕见的高蜡原油, 含蜡量一般为 30% ~ 40%, 最高值可达 57.08%。渤海湾盆地大民屯油田最高含蜡量为 45%。黄海平等认为, 大民屯高蜡油主要系藻类在成熟作用早期形成^[12-13], 源岩长期处于较低的热演化程度是该区高蜡油得以富集和保存的关键。Wang 等指出^[14], 低等水生生物和藻类可能是泌阳凹陷高蜡油的主要来源。黄骅坳陷千米桥古潜山奥陶系原油含蜡量(15.91% ~ 34.08%)也相对较高, 高蜡油的形成被认为与油气运移分馏效应密切相关^[15]。

东营凹陷南斜坡奥陶系古潜山、孔店组高蜡油的形成机制可能不同于渤海湾盆地其他地区。首先, 低温成因不适用于该区, 王古 1 井、面 14-1-X71 奥陶系古潜山原油、丁家屋子孔店组原油成熟度均高于上覆层系孔店组, 孔店组原油 C_{29} 甾烷 $\alpha\alpha\alpha/20S/(S+R)$ 值分布范围为 0.42 ~ 0.52, 王古 1 井原油正构烷烃络合后 C_{29} $\alpha\alpha\alpha$ 甾烷 20S/(S+R) 值为 0.63, 该井储层包裹体对应值为 0.52, 原油成熟度远高于上覆沙河街组 [C_{29} 甾烷 $\alpha\alpha\alpha/20S/(S+R)$ 值多为 0.30 ~ 0.40]。东营凹陷高蜡油应形成于生油窗高峰期甚至更高演化阶段。依据试油结果, 王古 1 井高蜡油出井时混有一定量的天然气, 可能是烃源岩在高温演化阶段的产物, 表明烃源岩已达较高的热演化阶段。现有研究表明, 东营凹陷南斜坡沙河街组四段上亚段富藻类优质烃源岩发育, 是东营凹陷南斜坡八面河、羊角沟、王家岗、草桥-乐安、砂子岭等多个油田油气的主

要烃源岩^[2,3],其所形成的原油多为接近成熟至中等成熟原油。其中,砂子岭油田原油成熟度最低,为未熟-低熟油 [$C_{29}\alpha\alpha\alpha$ 甾烷 $20S/(S+R)$ 值约为 0.24]。这类与沙河街组四段(中浅层)富藻类烃源岩相关的原油并无高蜡特征。故在东营凹陷南斜坡,藻类生源为主的烃源岩的低温降解不可能形成高蜡油。东营凹陷南斜坡发育的藻类属种是否不同于大民屯、泌阳凹陷的油田有待进一步研究。

油源对比表明,成熟度较高的王古 1 井原油(油藏埋深大于 3 400 m)与下第三系孔店组二段烃源岩相关;丁家屋子孔店组原油成熟度也较高,系孔店组二段与沙河街组四段深层烃源岩同时供油^[8]。故大民屯凹陷高蜡油形成所需的源岩长期处于生油门限至生油高峰之间较低的热演化阶段的条件并不适用于东营凹陷南斜坡高蜡油。研究区富藻类沙河街组烃源岩在低-中等成熟度条件下所生成的原油含蜡量均相对较低。

定量分析结果表明,东营凹陷南斜坡烃源岩沥青及原油中的 nC_{21}^{+} 蜡质烃丰度、正构烷烃总量都有随成熟度增加而增加的趋势(图 5a b c),东营凹陷南斜坡低熟与较高成熟度烃源岩抽提物中蜡质烃含量可相差 4 倍,与上部层系沙河街组及下部层系孔店组、王古 1 井原油含蜡量的差异一致。表明在一定的成熟度范围内,热演化程度是控制烃源岩沥青及原油中蜡质烃含量的重要因素。当烃源岩及原油热成熟度达到较高值时,热裂解作用将会导致原油中长链 nC_{21}^{+} 蜡质烃含量降低,形成凝析油气。

与东营凹陷相邻的昌潍拗陷亦为高蜡油,原油 C_{29} 甾烷 $\alpha\alpha\alpha 20S/(S+R)$ 值为 0.37~0.40 源自孔店组二段烃源岩。昌潍拗陷高蜡油的成因主要与孔店组湖沼相烃源岩陆源高等植物输入较多有关,原油中明显的 C_{29} -甾烷优势表明陆相高等植物生源输入较多。东营凹陷南斜坡王古 1 井油气主要源自孔店组二段;面 14-1-X71 井孔店组油气主要源自孔店组二段与深层沙河街组四段烃源岩。东营凹陷与潍北拗陷的盆地发育史不同,导致烃源岩的分布与性质不同。前者为“继承性”盆地,发育多套烃源岩,以沙河街组三段、沙河街组四段为主,孔店组二段为较高成熟-高成熟烃源岩 (R_o 为 1.2%~1.5%);后者属于“早断早衰”型盆地,孔店组为主裂陷期,此后裂陷减弱或抬升,生烃层位老,孔店组二段为处于生油门窗起始阶段的成熟烃源岩 (R_o 为 0.64%)。两区烃源岩有机质类型一般为 $\text{E}_1 - \text{E}_4$ 型。油源对比显示,东营凹陷南斜坡高蜡油含孔店组烃源岩贡献的油气,尽管东营凹陷孔店组生源构成可能与相邻的潍北拗陷有别,东营凹陷孔店组烃源岩中高等陆相生源的含量相对高于沙河街组,后者一般以 $\text{iv} - \text{E}_1$ 型为主。东营凹陷南斜坡孔店组原油具有明显 C_{29} -甾烷优势等陆相高等植物生源输入较多的标致。因此,孔店组烃源岩中相对较高的陆源高等植物生物先质是本区高蜡油形成的重要原因。细菌、藻类等微生物生物先质的某些组织在高温下也可能形成蜡质烃。

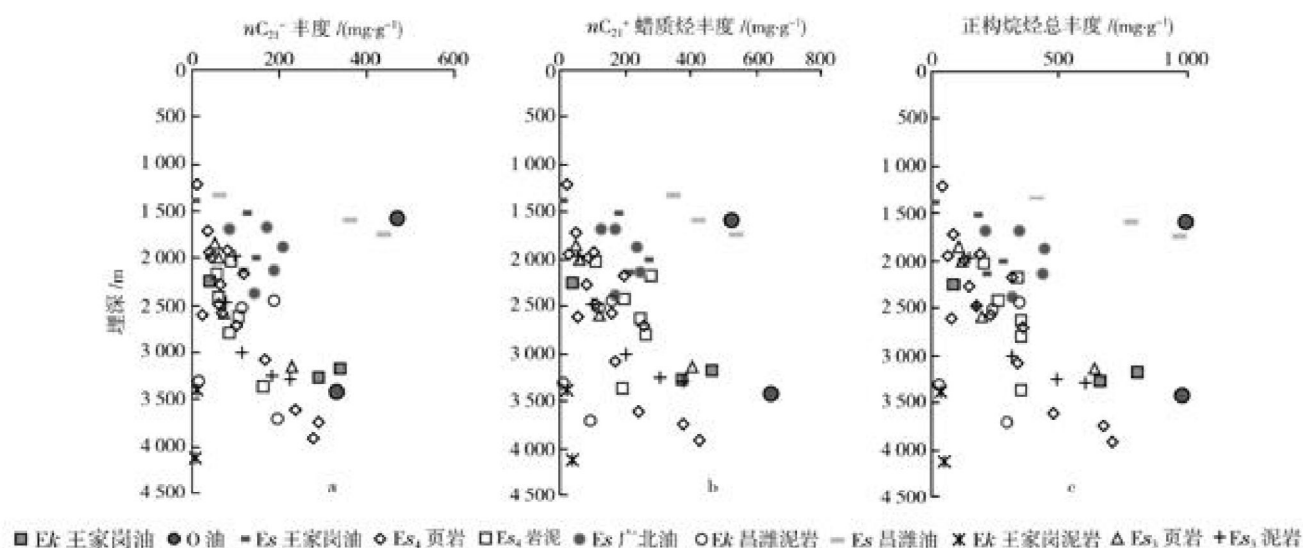


图 5 成熟度控制原油、烃源岩中蜡质烃含量

Fig. 5 Maturity vs waxy hydrocarbon content in crude oils and source rocks

对本研究区而言,推测油气运移因素对原油中含蜡量的大小影响较小。例如,八面河与王家岗第三系沙河街组原油成因相似,偏离生油中心较远的八面河油田原油含蜡量与王家岗油田原油差异不明显;对于非沙河街组油气而言,油气运移的影响也应该是有限度的。再如,王古 1 井奥陶系原油与同区孔店组特别是浅层系沙河街组原油含蜡量差异显著(油气运移距离都相对较短),表明油气运移因素对原油含蜡量的影响甚微。研究表明,气洗作用对原油中含蜡量的大小有一定影响^[16],但东营凹陷南斜坡古潜山油藏(气油比相对较低)及深层孔店组油藏的气侵现象并不明显。

参 考 文 献

- 1 张林峰,张春荣.低熟油生成机理及成油体系——以济阳坳陷牛庄洼陷南部斜坡为例[M].北京:地质出版社,1999:5~123
Zhang Linfeng, Zhang Chunrong. Origins of immature oils and related petroleum systems: case studies from the southern slope of Niuzhuang sag, Jiyang depression[M]. Beijing Geological Publishing House, 1999: 5~123
- 2 庞雄奇,李素梅,黎茂稳,等.八面河地区“未熟-低熟油”成因探讨[J].沉积学报,2001,19(4):586~591
Pang Xiongqi, Li Sumei, Li Maowen, et al. Origin of “immature oils” in the Banianhe oilfield in eastern China[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(4): 586~591
- 3 Pang Xiongqi, Li Maowen, Li Sumei, et al. Geochemistry of petroleum systems in the Niuzhuang south slope of Bohai Bay basin: part 2: evidence for significant contribution of mature source rocks to “immature oils” in the Banianhe field[J]. Organic Geochemistry, 2003, 34(7): 93~950
- 4 庞雄奇,李素梅,金之钧,等.渤海湾盆地八面河地区油气来源与成藏特征[J].中国科学(D辑),2004,34(增刊1):152~161
Pang Xiongqi, Li Sumei, Jin Zhijun, et al. Origin and accumulation of the oils from Banianhe oilfield, Bohai Bay basin, Eastern China[J]. Science in China Ser(D), 2004, 34(S1): 152~161
- 5 Li Sumei, Li Maowen, Pang Xiongqi, et al. Geochemistry of petroleum systems in the Niuzhuang south slope of Bohai Bay basin: part 1: source rock characterization[J]. Organic Geochemistry, 2003, 34(3): 389~412
- 6 吕修祥.渤海湾盆地八面河地区潜山油气聚集[J].石油学报,1999,20(2):23~29
Lu Xiuxiang. Petroleum accumulation in buried hills in Banianhe area of Bohai Bay basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 1999, 20(2): 23~29
- 7 马丽娟,何新贞,陈海云.草桥广饶潜山油气藏特征[J].石油与天然气地质,2002,23(1):96~98
Ma Lijuan, He Xinzheng, Chen Haiyun. Characteristics of buried hill oil pools in Caoqiao Guangrao[J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(1): 96~98
- 8 Li Sumei, Pang Xiongqi, Li Maowen, et al. Geochemistry of petroleum systems in the Niuzhuang south slope of Bohai Bay basin: Part 4: evidence for new exploration horizons in a maturely explored petroleum province[J]. Organic Geochemistry, 2005, 36(8): 1135~1150
- 9 黄第藩,赵孟军,张水昌.塔里木盆地满加尔油气系统下古生界油源油中蜡质烃来源的成因分析[J].沉积学报,1997,15(2):6~13
Huang Difan, Zhao Mengjun, Zhang Shuichang. Genetic analysis of the origin of the Lower Paleozoic waxy hydrocarbon from the Manjialgar petroleum system, Tarim basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15(2): 6~13
- 10 刘华,蒋有录,杨万琴,等.东营凹陷中央隆起带油源特征分析[J].石油与天然气地质,2004,25(1):39~43
Liu Hua, Jiang Youlu, Yang Wanqin, et al. An analysis of oil source characteristics of central uplift belt in Dongying depression[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(1): 39~43
- 11 李素梅,李雪,张庆红,等.牛庄洼陷第三系古沉积环境及其控油气作用[J].石油与天然气地质,2003,24(3):269~273
Li Sumei, Li Xue, Zhang Qinghong, et al. Paleosedimentary environment in Tertiary and its effect on petroleum distribution in Niuzhuang subsag, Dongying sag[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(3): 269~273
- 12 黄海平,郑亚斌,张占文,等.低等水生生物:高蜡油形成的主要来源[J].科学通报,2003,48(10):1092~1098
Huang Haiping, Zheng Yabin, Zhang Zhanwen, et al. Lower hydrobionts: the essential source of high waxy crude oils[J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48(10): 1092~1098
- 13 黄海平,李虹,马刊创,等.大民屯凹陷高蜡油的形成条件[J].石油与天然气地质,2001,22(1):64~67
Huang Haiping, Li Hong, Ma Kanchuang, et al. Formation condition of high wax oils in Damintun sag[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(1): 64~67
- 14 Wang Feiyu, He Ping, Hao Shisheng. Origin of Chinese lacustrine high-wax oils and organic petrology of its source rocks[J]. AAPG Bull, 1997, 81: 1567
- 15 卢鸿,王铁冠,王春江,等.千米桥潜山构造高蜡凝析油气藏的蜡质来源研究[J].地质地球化学,2003,31(1):1~9
Lu Hong, Wang Tieguan, Wang Chunjiang, et al. Wax source analysis of highly waxy condensate oil and gas pool in Qianmiao buried hill zone, Huanghua depression[J]. Geology Geochemistry, 2003, 31(1): 1~9
- 16 苏爱国,张水昌,向龙斌,等.相控和气洗分馏作用对油气组分及碳同位素组成的影响[J].地球化学,2000,29(6):549~555
Su Aiguo, Zhang Shuichang, Xiang Longbin, et al. Effect of phase-controlled and gas-wash fractionation on variation of component and carbon isotope composition of oil and gas[J]. Geochimica, 2000, 29(6): 549~555