

文章编号: 1001- 6112(2007)02- 0192- 07

塔里木盆地柯克亚地区原油差异与成因分析

王东良^{1,2}, 李 勇³, 敬 兵³, 李建立³,
国建英^{4,5}, 曾昌民³, 张现军³, 冯晓军³

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国石油勘探开发研究院 廊坊分院,
河北 廊坊 065007; 3. 塔里木油田公司 勘探开发研究院, 新疆 库尔勒 841000;
4. 中国矿业大学, 北京 100083; 5. 华北油田公司 勘探开发研究院, 河北 任丘 062552)

摘要: 塔里木盆地柯克亚油气田主要含油气层系为新近系中新统西河甫组(N_{1x})、古近系卡拉塔尔组(E_{2k})和白垩系。研究表明, 该区原油的物性、族组成、饱和烃色谱、饱和烃甾烷、萜烷、碳同位素和中性含氮化合物等参数在纵向和平面上均呈现出有规律的变化。在纵向上, 原油密度、咔唑的丰度由下而上逐渐降低, 而原油饱和烃含量、 C_{21-} / C_{22+} 、 $C_{21+ 22} / C_{28+ 29}$ 、 C_{27} 重排甾烷/ C_{27} 规则甾烷、碳同位素和气/油比等参数自下而上有逐渐增大的趋势, 这些变化趋势主要归结于自下而上的运移分馏作用; 而不同层系或同一层系不同油组平面上的特征差异主要受储层沉积相带和物性的制约, 是分类聚集作用的结果。

关键词: 运移分馏; 分类聚集; 生标特征; 柯克亚原油; 塔里木盆地

中图分类号: TE122. 1

文献标识码: A

ANALYSIS OF THE DIFFERENCES AND GENESIS FOR THE KEKEYA OIL IN TARIM BASIN

Wang Dongliang^{1,2}, Li Yong³, Jing Bing³, Li Jianli³,
Guo Jianying^{4,5}, Zeng Changmin³, Zhang Xianjun³, Feng Xiaojun³

(1. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*; 2. *Langfang Branch of Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Petro China, Langfang, Hebei 065007, China*;
3. *Exploration & Development Research Institute, Tarim Oilfield Company, Kuerle, Xinjiang 841000, China*;
4. *China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China*;
5. *Exploration & Development Research Institute, Huabei Oilfield Company, Renqiu, Hebei 062552, China*)

Abstract: The oil- and gas-bearing strata are the Neogene Xihepu Formation (N_{1x}), the Paleogene Kalata Formation (E_{2k}) and the Cretaceous in Kekeya oilfield, Tarim Basin. Researches show that, in this area, the oil properties, group components, saturated hydrocarbon chromatograms, saturated hydrocarbon steranes, terpanes, carbon isotopes, nitrogen compounds etc. have regularly changed in spatial distribution. The density and the concentration of carbazole of the crude oil decrease gradually from the deep to the shallow, while some other parameters, such as content of saturated hydrocarbon, C_{21-} / C_{22+} , $C_{21+ 22} / C_{28+ 29}$, reset/regular steranes, carbon isotope and ratio of gas to oil, increase gradually from the deep to the shallow. These varying tendencies in vertical were due to migration fractionation from the bottom to the top. Besides, the lateral differences between different strata or between the different oil-bearing formations in the same stratum are mainly controlled by the sedimentary facies belt and physical properties of reservoirs. And they are induced by grouped accumulation.

Key words: migration fractionation; grouped accumulation; biomarker features; Kekeya crude oil; Tarim Basin

收稿日期: 2006- 05- 08; 修订日期: 2007- 02- 01。

作者简介: 王东良(1962—), 男(汉族), 陕西铜川人, 博士后, 高级工程师, 主要从事石油地质勘探研究工作。

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2004BA616A02- 01- 02- 04)。

柯克亚油气田是塔西南地区发现的第一个油气田,其主要含油气层系为新近系中新统的西河甫组(N_{1x})、古近系卡拉塔尔组(E_{2k}) (图 1) 和白垩系,其中西河甫组的 N_{1x4} , N_{1x5} 又称为上油组, N_{1x7} , N_{1x8} 称为下油组^[1]。油源对比表明,各层系原油同源,主要来自本区二叠系烃源岩,不排除石炭系源岩的早期贡献。但各层系或同层系不同油组之间原油在物理和化学性质上却表现出了一定的差异,分析并找到这些差异及其成因对研究本区油气成藏过程并指导油气勘探都有十分重要的意义。

1 原油地球化学纵向特征

1.1 原油物性

如图 2 所示,柯克亚原油总体上密度小,粘度低。但新近系从上油组凝析油到上油组原油、下油组凝析油再到下油组原油,密度、含蜡量、粘度、凝固点和含胶量均值等各项参数自下而上有逐渐降低的趋势,主要与油气自下而上的运移分馏有关。古近系原油各项物性参数与新近系下油组更接近,介于原油和凝析油之间。

1.2 族组成

柯克亚原油自下而上有饱和烃含量增高、芳烃含量降低、饱/芳比值增加的特征;而芳烃、非烃和沥青质含量自上而下的分布特征与饱和烃含量具

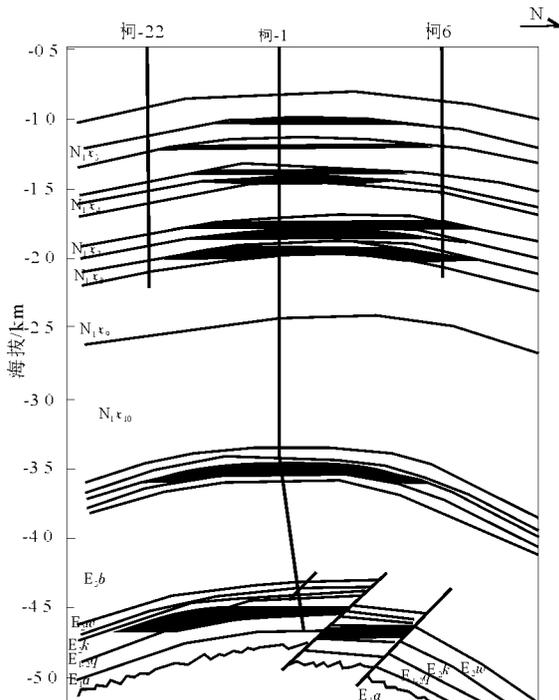


图 1 塔里木盆地柯克亚油气藏剖面示意
Fig. 1 Schematic section of Kekeya hydrocarbon reservoirs in Tarim Basin

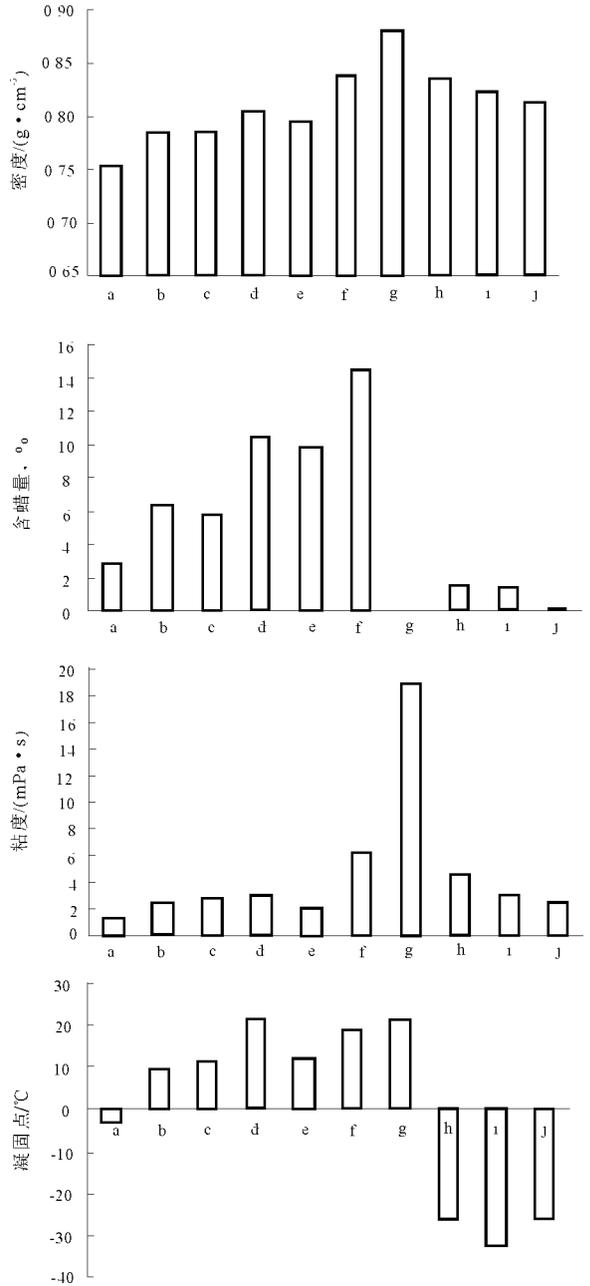


图 2 塔里木盆地柯克亚及邻区原油物性对比
a. 上油组凝析油; b. 上油组原油; c. 下油组凝析油;
d. 下油组原油; e. E_{2k} 原油; f. 克拉托原油;
g. 克孜落依原油; h. 曲 1 井原油; i. 曲 3 井原油; j. 麦 3 井原油
Fig. 2 Correlation of physical properties of crude oil between Kekeya and its adjacent area, Tarim Basin

有相反的变化趋势(图 3)。

1.3 色谱

柯克亚新近系原油的色谱面貌为偏峰态的单峰型。在纵向上,各层位 Pr/Ph 虽稍有差异,但变化规律不明显, Pr/nC_{17} 和 Ph/nC_{18} 特征类似; CPI 和 OEP 值均小于 1.20; C_{21-}/C_{22+} 和 C_{21+22}/C_{28+29} 自下而上有逐渐增大的趋势,白垩系原油分别为 2.97 和 2.29, N_{1x4} 组原油为 38.09 和 15.16, 其它

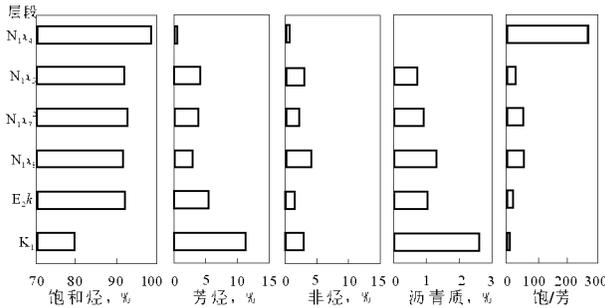


图 3 塔里木盆地柯克亚原油族组成的纵向变化特征

Fig. 3 Vertical variation of oil groups in Kekeya, Tarim Basin

各油组介于两者之间,但个别原油的这两项比值很高,如 N_{1x5}^2 油组的柯 30 井分别为 112.4 和 25.0, N_{1x7}^2 油组的柯 7012 井 C_{21-} / C_{22+} 为 196.06, C_{28} 和 C_{29} 未检测到。

1.4 甾烷、萜烷

以柯深 101 井白垩系为代表的原油(包括新近系凝析油)生标特征与古近系原油不同(表 1, 2)。柯克亚新近系、古近系大部分原油(除柯深 103、柯 50 等井外),藿烷类的分布以 C_{30} 重排藿烷为主峰,重排藿烷、 $C_{29} Ts$ 、 C_{30} 未知萜及重排甾烷发育。 T_s 远大于 T_m , 倍半萜系列中以补身烷重排化合物为

主峰,三环萜烷相对含量非常高,重排甾烷含量较前一类原油高,热演化程度也较前者高。在纵向上,虽原油主体来源相同,但类白垩系原油生标特征差异明显,对数据的统计结果和规律性干扰很大。因此为了探寻主体原油在纵向的变化规律,对柯深 103 井和柯 50 井原油数据进行剔除,并重新统计上古近系主体原油甾、萜烷参数如表 3 和表 4。

可以看出, N_{1x8} 油组原油与其上下油组相比表现出的规律性稍差,可能是由于只有一个数据,代表性不够的缘故。就卡拉塔尔组、 N_{1x7}^2 油组和 N_{1x5}^2 油组相比较, C_{27} 重排甾烷/ C_{27} 规则甾烷和 C_{29} 重排甾烷/ C_{29} 规则甾烷向上有增大的趋势,分别由卡拉塔尔组的 0.46 和 0.44 增长到 N_{1x7}^2 油组的 0.51 和 0.48, N_{1x5}^2 油组的 0.48 和 0.47; T_s / T_m 、 C_{30} 未知萜、 C_{30} 重排藿烷和 $C_{29} Ts$ 由下而上也逐渐增大, T_s / T_m 向上依次为 5.20、6.03 和 6.54; C_{30} 未知萜/ $C_{30} H$ 比值依次为 0.48、0.59 和 0.68; C_{30} 重排藿烷/ $C_{30} H$ 比值依次为 2.12、2.46 和 2.72; $C_{29} Ts / C_{29} H$ 比值依次为 1.54、1.64 和 1.91。研究证明, C_{27} 重排甾烷、 C_{29} 重排甾烷和 T_s 随运移距离的增加有相对富集的现象,因此这些参数有规律的变化表明原油自下而上发生了运移分馏;另一

表 1 塔里木盆地柯克亚油田各油组原油甾烷参数均值对比

Table 1 Correlation of the sterane parameter averages of crude oil in each oil-bearing formation in Kekeya oilfield, Tarim Basin

油组	$(C_{21} + C_{22}) /$ 甾烷	C_{27} 重排/ C_{27} 规则	C_{29} 重排/ C_{29} 规则	C_{27} 规则, %	C_{28} 规则, %	C_{29} 规则, %	$C_{29} S /$ $(S + R)$	$\beta\beta - C_{29} /$ ΣC_{29}
N_{1x5}^2	0.18	0.49	0.44	29.20	25.35	45.45	0.56	0.59
N_{1x7}^2	0.15	0.49	0.44	29.56	25.94	44.49	0.54	0.59
N_{1x8}	0.21	0.36	0.30	30.99	23.22	45.80	0.49	0.59
E_2k	0.21	0.51	0.43	31.47	22.26	46.28	0.55	0.60
K_1	0.07	0.36	0.26	30.24	22.07	47.69	0.44	0.42

表 2 塔里木盆地柯克亚油田各油组原油萜烷参数均值对比

Table 2 Correlation of the terpane parameter averages of crude oil in each oil-bearing formation in Kekeya oilfield, Tarim Basin

油组	$T_s /$ T_m	C_{30} 未知萜/ $C_{30} H$	C_{30} 重排/ $C_{30} H$	$C_{29} Ts /$ $C_{29} H$	2V- 蜡烷/ $C_{31} H$	C_{21} 三环萜/ C_{20} 三环萜	C_{21} 三环萜/ C_{23} 三环萜	$2C_{24} TT /$ C_{26} 三环萜	$(C_{20} + C_{21}) /$ $(C_{23} + C_{24})$	Σ 三环萜/ $C_{30} H$
N_{1x3}^2	5.89	0.64	2.57	1.79	0.18	1.17	1.34	2.31	1.63	6.59
N_{1x7}^2	5.19	0.47	2.01	1.40	0.30	1.05	1.12	1.91	1.12	3.31
N_{1x8}	1.93	0.24	1.23	1.16	1.24	1.11	1.05	2.38	1.65	0.26
E_2k	4.25	0.51	2.51	1.62	0.32	0.96	1.13	2.56	1.40	9.63
K_1	0.66	0.02	0.08	0.25	0.44	1.10	1.02	3.07	0.98	0.35

表 3 塔里木盆地柯克亚油田新近系、古近系各油组原油甾烷参数均值对比

Table 3 Correlation of the sterane parameter averages of crude oil in each oil-bearing formation in Neogene and Palaeogene in Kekeya oilfield, Tarim Basin

油组	(C ₂₁ + C ₂₂)/ 甾烷	C ₂₇ 重排/ C ₂₇ 规则	C ₂₉ 重排/ C ₂₉ 规则	C ₂₇ 规则, %	C ₂₈ 规则, %	C ₂₉ 规则, %	C ₂₉ S/ (S+ R)	ββ- C ₂₉ / ΣC ₂₉
N _{1x} ₅ ²	0.15	0.48	0.47	28.75	26.64	44.61	0.59	0.60
N _{1x} ₇ ²	0.15	0.51	0.48	28.85	26.71	44.44	0.57	0.61
N _{1x} ₈	0.36	0.45	0.37	30.10	18.88	51.02	0.49	0.59
E _{2k}	0.14	0.46	0.44	30.22	24.81	44.97	0.60	0.60

表 4 塔里木盆地柯克亚油田新近系、古近系各油组原油萜烷参数均值对比

Table 4 Correlation of the terpane parameter averages of crude oil in each oil-bearing formation in Neogene and Palaeogene in Kekeya oilfield, Tarim Basin

油组	T _s / T _m	C ₃₀ 未知萜/ C ₃₀ H	C ₃₀ 重排/ C ₃₀ H	C ₂₉ T _s / C ₂₉ H	2V- 蜡烷/ C ₃₁ H	C ₂₁ 三环萜/ C ₂₀ 三环萜	C ₂₁ 三环萜/ C ₂₃ 三环萜	2C ₂₄ TT/ C ₂₆ 三环萜	(C ₁₉ + C ₂₀ + C ₂₄)TT/ 三环萜
N _{1x} ₅ ²	6.54	0.68	2.72	1.91	0.05	1.12	1.35	1.63	0.38
N _{1x} ₇ ²	6.03	0.59	2.46	1.64	0.18	1.05	1.29	1.12	0.38
N _{1x} ₈	2.78	0.45	2.35	1.88	0.78	0.96	1.06	1.65	
E _{2k}	5.20	0.48	2.12	1.54	0.00	1.07	1.33	1.40	0.37

方面, C₃₀未知萜、C₃₀重排萜和 C₂₉T_s 随运移距离的增加也逐渐增大, 表明这些生标化合物也受运移的影响, 有随运移距离的增加相对富集的特征。成熟度参数 ββ- C₂₉/ ΣC₂₉ 在纵向上的变化不大, 为 0.60 左右; C₂₉S/(S+ R) 比值在卡拉塔尔油组均值最高, 为 0.60, 向上至 N_{1x}₈, N_{1x}₇² 和 N_{1x}₅² 油组分别为 0.49, 0.57 和 0.59。C₂₉S/(S+ R) 比值在 N_{1x}₈, N_{1x}₇² 和 N_{1x}₅² 油组自下而上的增加和 ββ- C₂₉/ ΣC₂₉ 的稳定表现, 表明原油主要发生了纵向上的运移。据秦建中^[2]、王玉华等^[3] 在冀中坳陷、羌塘盆地、柴达木盆地的油气运移研究中发现, 当原油发生纵向运移时, C₂₉S/(S+ R) 比值增加, 而发生横向运移时则 ββ- C₂₉/ ΣC₂₉ 比值增加。

1.5 碳同位素

图 4 显示的是柯克亚地区原油和凝析油碳同位素与运移分馏系数的关系图。图中运移分馏系数由公式 $nC_{12}/n(C_{16}+ C_{25})$ 求得, 用来衡量运移分馏的效果。通过研究碳同位素特征与运移分馏系数的关系发现, 全油及饱和烃碳同位素的变化与运移分馏作用具有一定的相关性, 这种关系符合 Dzou 等^[4] 总结的指数关系, 即运移分馏系数越大, 全油及饱和烃碳同位素变得越重。赵孟军等^[5-8] 认为这种结果主要是因为柯克亚原油中的低碳数正构烷烃较高碳数正构烷烃富 δ¹³C, 碳同位素 δ¹³C 差别可达 3 ‰(图 4)。所以, 分馏系数越大, 原油

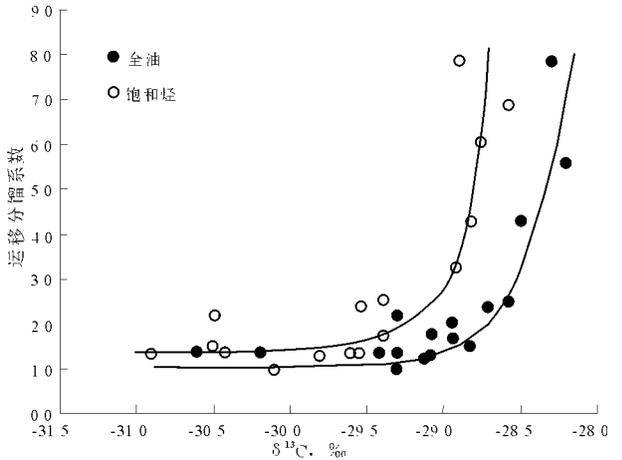


图 4 柯克亚油田原油和凝析油碳同位素与运移分馏系数的关系

Fig. 4 Relationship between carbon isotope and migration-fractionation factor for crude oil and condensate oil in Kekeya, Tarim Basin

(凝析油) 中越富集高 δ¹³C 值的低碳数烷烃。

1.6 中性含氮化合物

烷基吡啶与苯并吡啶在原油中的绝对浓度及其异构体比值, 可以作为定量估计二次运移距离的独立参数^[9-11]。原油中有机含氮化合物分析结果表明, 柯克亚油气田中, N_{1x}₄、N_{1x}₅ 油藏的原油基本不含吡啶系列化合物, 而 N_{1x}₇ 油藏原油中烷基吡啶类和苯并吡啶类具有一定的丰度, 与此相比, 柯深 1 井 E_{2k} 和柯深 101 井 K 油藏的原油, 吡啶

的丰度较高。因此,白垩系和古近系原油比新近系原油相对靠近油源。

1.7 其它参数

据黎茂稳等^[9]研究结果,柯克亚凝析气藏在聚集过程中,天然气侵入导致原油烃类组成的蒸发分馏效应,在柯深 1 井古近系油气藏到新近系上油组和下油组油气藏的其他地化特征参数中也有表现:油气藏中气/油比有从下向上增大的趋势;根据轻烃 Mongo 系数^[12]计算的原油 R_c 值升高;轻烃芳香度(甲苯/ nC_7)显著降低;石蜡指数明显增高。这些均表明柯克亚凝析气田原油明显偏离脂族或芳香族原油的趋势线,而以高庚烷值为特征,反映出这些原油普遍含正构烷烃。这种趋势不能简单地解释为成熟度效应,而应很大程度上归结为运移过程中的分馏效应。

2 原油地球化学平面特征

2.1 原油族组成

在平面上,同一油组的原油族组分也存在明显的差异。以分析样品数量较多的 $N_{1x_5^2}$ 油组和 $N_{1x_7^2}$ 油组为例。在 $N_{1x_5^2}$ 油组,饱和烃含量最高达 97.61%,最低只有 83.42%。在区域分布上,饱和烃含量低的原油主要分布在构造西的柯 222、柯 300 和柯 401 井,饱和烃含量均小于 90%,非烃含量大于 5%;饱和烃含量较高的原油主要分布在构造南的柯 351 和柯 341 井,饱和烃含量大于 94%。在构造高部位的柯 352、柯 428 和柯 332 井,饱和烃含量在 91% 左右(图 5)。

在 $N_{1x_7^2}$ 油组,饱和烃含量最高达 98.39%,最低只有 85.21%。在区域分布上,基本上构造东部原油饱和烃高于西部,靠近断裂带的饱和烃含量高,远离裂缝的稍低,如柯 7003 和柯 7004 等井;构造高部位的柯 50 井最高,为 98.39% (图 6)。

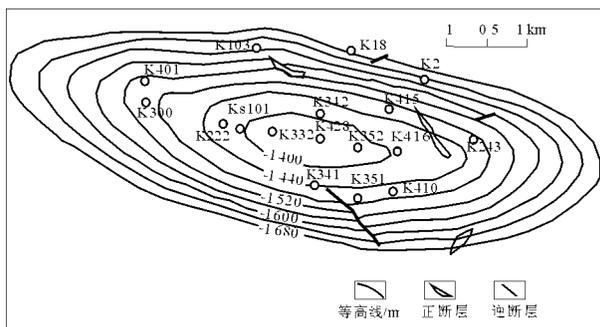


图 5 塔里木盆地柯克亚油气藏 $N_{1x_5^2}$ 油组井位分布

Fig. 5 Well location at $N_{1x_5^2}$ in Kekeya hydrocarbon reservoir, Tarim Basin

2.2 原油饱和烃色谱

在平面上, $N_{1x_5^2}$ 油层在高部位的柯 332 和柯 428 等井的 Pr/Ph 、 C_{21^-}/C_{22^+} 和 C_{21+22}/C_{28+29} 比值较低,而低部位这三项比值稍高(图 5),这种情况可能预示着本油组在高部位油气发生了一定的扩散; N_{1x_4} 油组原油高饱和烃含量和色谱高轻/重比值是否与下部油组的扩散有关是一个非常值得探讨的问题。 $N_{1x_7^2}$ 油层以高部位的柯 50、柯 7014 和柯 7011 以及南部的柯 7005 井稍高,其它井稍低(图 6)。

2.3 原油饱和烃色谱

主要选择 C_{30} 未知萜/ $C_{30}H$, C_{30} 重排藿烷/ $C_{30}H$ 和 $C_{29}Ts/C_{29}H$ 几项比值参数进行分析。

在 $N_{1x_5^2}$ 油组, C_{30} 未知萜/ $C_{30}H$ 的低值 (≤ 0.6) 主要出现在构造北的柯 342 井和东南的柯 410、柯 352 井,高值区 (> 0.75) 在构造高部位的柯 332 和柯 428 井; C_{30} 重排藿烷/ $C_{30}H$ 在平面上的分布也有相似的特征; $C_{29}Ts/C_{29}H$ 低值 (< 1.60) 也主要出现在柯 342 井和柯 410 井,其它井区比值相近,在 1.92~2.24 之间(图 5)。在前面族组分和色谱参数的平面分析中,认为高部位可能存在或曾经发生过扩散作用,而这几项参数比值并没有在高部位对应减少, C_{30} 未知萜/ $C_{30}H$, C_{30} 重排藿烷/ $C_{30}H$ 两项参数甚至还比周边要高,表明这种扩散作用对大分子量的 C_{30} 未知萜和 C_{30} 重排藿烷无损失或损失少。

在 $N_{1x_7^2}$ 油组, C_{30} 未知萜/ $C_{30}H$ 最低值出现在柯深 103 井,仅有 0.06,其东南方向高部位的柯 50 井也只有 0.08,再东南的柯 7014 井为 0.41,比其它井中该比值最低的柯 7005 井的 0.57 仍然低了不少,其它井该项参数值多在 0.60 左右。 C_{30} 重排藿烷/ $C_{30}H$ 也展示相似的平面特征,在柯深 103 井仅有 0.20,柯 50 井为 0.48,柯 7014 井为 1.53,

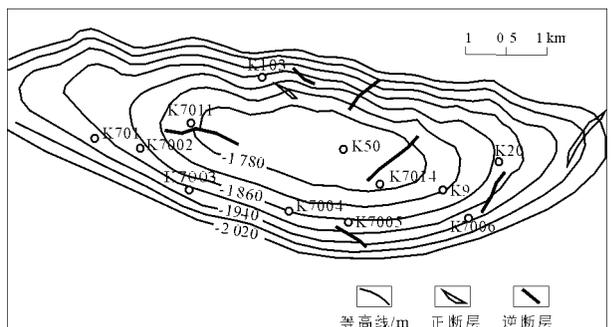


图 6 塔里木盆地柯克亚油气藏 $N_{1x_7^2}$ 油组井位分布

Fig. 6 Well location at $N_{1x_7^2}$ in Kekeya hydrocarbon reservoir, Tarim Basin

其它井在 2.22~2.93 之间。 $C_{29}Ts/C_{29}H$ 柯深 103 井为 0.58, 柯 50 井为 0.60, 柯 7014 井为 1.05, 其它井在 1.48~1.96 之间(图 6)。

3 原油分布差异成因分析

在柯克亚油气田, 运移分馏作用和分类聚集作用是引起柯克亚油气田不同层组或同一油组不同区域原油特征差异的主要原因。

3.1 运移分馏作用

通过油源对比工作, 已经确定柯克亚原油来源于二叠系烃源岩, 这样生油岩到储集层尤其是新近系的浅层储集层埋深间隔很大, 是油气发生运移分馏作用的有利条件。

油气运移分馏作用(migration-fractionation)是指单一相态的油气在物理化学条件发生变化(降温减压)时分离为液相和气相两相以及每一组分在两相中重新分配的过程。运移分馏系数 $FI = nC_{12}/n(C_{16} + C_{25})$ 。

柯克亚油田运移分馏作用主要表现在纵向上。随着油气自下而上运移距离的增加, 原油密度、含蜡量、粘度、凝固点和含胶量各项参数均值有逐渐降低趋势, 与 FI 呈指数关系^[5]; 饱和烃含量、饱/芳比值增加且与 FI 呈指数关系; 饱和烃色谱参数中, C_{21-}/C_{22+} 和 C_{21+22}/C_{28+29} 比值有增加趋势, Pr/Ph 与 FI 呈指数关系^[4]; 甾、萜参数中, C_{27} 重排甾烷/ C_{27} 规则甾烷和 C_{29} 重排甾烷/ C_{29} 规则甾烷, Ts/Tm , C_{30} 未知萜/ $C_{30}H$, C_{30} 重排藿烷/ $C_{30}H$ 和 $C_{29}Ts/C_{29}H$ 比值自下而上也逐渐增大, 三环萜烷含量增加; 全油及饱和烃碳同位素随运移分馏系数 FI 值增大而变重; 烷基咪唑与苯并咪唑逐渐减少。种种迹象表明, 原油在纵向上确实发生了较大距离的运移。

3.2 分类聚集作用

油气藏非均质性研究近年来引起了众多研究者的关注, 这种非均一性引起的的原因包括重力分异、地质色层效应、油气扩散及密度差引起的混合作用、生物降解和水洗作用^[13]、运移分馏、运移混污作用^[14]和分类聚集作用。

据资料, 从油气的运移效率上考虑气相总是较液相更易进入尺度小的储集空间, 而储层物性较好的相带, 油和气都能进入。勘探实践已经证明, 我国有相当多低孔低渗或特低孔渗的煤成大中型天然气藏。尽管造成这种现象的因素很多, 但相控和储集空间尺度因素是其中之一。以吐哈盆地台北凹陷为例, 红台、丘东 2 个煤成气田都处于扇三角

洲的前缘—前三角洲亚相, 物性差, 砂岩厚度小, 但由于其紧邻生烃中心, 可以首先捕获到天然气, 但对油的捕获能力差。因此, 油只能在储集空间较大的平原亚相中的各种辫状水道储集层中聚集。

在柯克亚油气田新近系同一油组中出现了这样的现象, 不同地区获得的原油性质出现了一定的差异, 有些表现为凝析油, 有些则表现为常规原油, 部分生标在浓度和性质上也有差别, 而油源对比证实它们属同源。前人也不同程度地对这一现象进行过解释, 但都有很多解释不通的地方。笔者在查阅资料和深入分析的基础上提出, 分类聚集可以很好地解释这一现象, 即不同相带和不同性能的储集层聚集了来自同一母源的油气。油气进入圈闭后, 部分被尺度小(物性差)的储集层所捕获, 而进入这些小尺度储集层的主要是一些分子量小、空间体积小的轻质组分, 而那些分子量大、空间体积大的化合物则难以进入或少量进入, 这些化合物很可能就包括一些我们最常用的甾、萜类化合物。在尺度大的储集空间则接纳了另一部分运移上来的油气, 同时也富集了大分子的甾、萜类化合物。在前面 N_{1x5}^2 油组原油甾、萜类化合物平面分布特征叙述中说过, 构造顶部应该存在扩散作用, 但 C_{30} 未知萜/ $C_{30}H$, C_{30} 重排藿烷/ $C_{30}H$ 反而增大, 可能意味着这些生物标志化合物由于分子量大不易扩散, 也正好解释了为什么 C_{30} 重排藿烷、 C_{30} 未知萜这些化合物在这里极高, 以致都超过了 $C_{30}H$ 的原因。在尺度中等的储集层则会出现类似柯 50 井原油的中性特征。由于无论储集空间大小, 都能接纳小分子量化合物, 所以二者在轻烃和小分子芳烃地化特征上保持一致, 但在大分子的甾萜类化合物上却相去甚远。

在柯克亚构造带, 其北部的储集层可能较南部差, 以至于在构造北部出现了更多类白垩系原油特征的原油。而南部出现了基本能反映源岩特征的原油, 但它的部分大分子化合物含量明显扩大。总之两类不同地化特征表现的原油在纵向和平面上的分布受到了储层相带和物性的制约。

4 结论

- 1) 柯克亚原油或凝析油各层系或同层系不同油组之间在物理和化学性质上存在明显差异。
- 2) 柯克亚白垩系—第三系原油物性和地化特征在纵向上的差异主要受运移分馏作用的控制。
- 3) 柯克亚原油在不同层系或同一层系不同油组平面上的差异主要受储层沉积相带和物性的制

约,产生了分类聚集作用。因此,本区油气勘探中应加强和深化沉积微相的研究。

参考文献:

- 1 贾承造,魏国齐,姚慧君等.塔里木盆地构造演化与区域构造地质[M].北京:石油工业出版社,1995.1~174
- 2 秦建中.青藏高原羌塘盆地油源及运移过程[J].石油实验地质,2006,28(5):450~457
- 3 王玉华,侯启军.柴达木盆地北缘地区中生代地层油气生成与资源评价[M].北京:科技出版社,2004.361~378
- 4 Dzou L I, Hughes W B. Geochemistry of oils and condensates, K. Field, offshore Taiwan: a case study in migration fractionation. [J]. *Org Geochem*, 1993, 20(4): 437~462
- 5 赵孟军,张水昌.塔里木盆地天然气成因类型及成藏条件[J].中国石油勘探,2001,6(2):27~31
- 6 赵孟军,黄第藩.初论原油单体烃同位素分布特征与生油环境之间的关系[J].地球化学,1995.42(3):255~260
- 7 戴金星.从碳、氢同位素组成特征剖析柯克亚油气田的油气成

因[J].石油勘探与开发,1989,16(6):18~23

- 8 唐友军,侯读杰,肖中尧.柯克亚油田原油地球化学特征和油源研究[J].矿物岩石地球化学通报,2006,25(2):160~164
- 9 黎茂稳.油气二次运移研究的基本思路和几个应用实例[J].石油勘探与开发,2000,27(4):11~19
- 10 李贤庆,侯读杰.应用含氮化合物探讨油气运移和注入方向[J].石油实验地质,2004,26(2):200~205
- 11 彼德斯 K E,莫尔多万 J M.生物标记化合物指南[M].姜乃煌译.北京:石油工业出版社,1995.1~236
- 12 Mango F D. The origin of light cycloalkanes in petroleum: a kinetic test of the steady-state catalytic hypothesis [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1990, 54: 1315~1323
- 13 Larter S R, Mills N. Phase-controlled molecular fractionations in migrating petroleum charges[A]. In: England W A, Fleet A J, eds. *Petroleum Migration*[M]. London: The Geological Society, 1991. 137~148
- 14 Curiale J A, Bromley B W. Migration induced compositional changes in oils and condensates of a single field[J]. *Org Geochem*, 1996, 24(12): 1097~1114

(上接第 191 页)

参考文献:

- 1 王建国,王林凤.鸡西含煤沉积盆地早期油气勘探[J].中国海上油气,1999,15(2):120~126
- 2 张健,王彦霞.鸡西煤田煤层气开发可行性分析[J].煤炭技术,2004,23(3):104~106
- 3 刘桂荣,胡善亭.鸡西煤田沉积体系与煤成气的分布[J].黑龙江矿业学院学报,1994,4(2):12~17
- 4 胡善亭,王英哲,刘桂荣等.鸡西煤田煤成气赋存规律[J].东北煤炭技术,1994,(2):45~48
- 5 孟任祥,房嫒,徐永昌等.柴达木盆地石炭系烃源岩和煤岩生物标志物特征及其地球化学意义[J].沉积学报,2004,22(4):729~736
- 6 王玉华,侯启军,孙德君等.柴达木盆地北缘地区中生代地层油气生成与资源评价[M].北京:科学出版社,2004.257~267
- 7 Pters K E, Moldowan J M. The biomarker guide: interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments[M]. New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. 120~159
- 8 苗建宇,周立发,邓昆等.新疆北部中二叠统烃源岩有机质与沉积环境的关系[J].地球化学,2004,33(6):551~660
- 9 赵长毅,程克明.煤成油排驱主要制约因素[J].科学通报,1997,42(16):1755~1758
- 10 刘全有,刘文汇,孟任祥等.塔里木盆地侏罗系煤岩热模拟生

物标志化合物特征研究[J].沉积学报,2004,22(4):724~728

- 11 王传刚,王铁冠,陈建平等.对准噶尔盆地东部彩南油田侏罗系油藏原油族(组)群类型的认识[J].石油实验地质,2003,25(2):183~189
- 12 Fu Jiamo, Sheng Guoying, Peng Pingan, et al. Peculiarities of salt lake sediments as potential source rocks in China[J]. *Organic Geochemistry*, 1986, 10: 119~126
- 13 Ahmed M, Smith J W, George S C. Effects of biodegradation on Australian Permian coals[J]. *Organic Geochemistry*, 1999, 30: 1311~1322
- 14 袁彩萍,徐思煌,贾霍甫等.渤海湾盆地东营凹陷孔店组烃源岩特征研究[J].石油实验地质,2006,28(2):177~181
- 15 马安来,张水昌,张大江等.东营凹陷草桥油田生物降解原油沥青质钨离子催化氧化研究:生标分布及地质意义[J].石油实验地质,2005,27(3):288~292
- 16 谢邦华,王兰生,张鉴等.龙门山北段烃源岩纵向分布及地化特征[J].天然气工业,2003,23(5):21~24
- 17 Sari A, Bahtiyar I. Geochemical evaluation of the Besikli oil field Kahta Adiyama Turkey [J]. *Marine and Petroleum Geology*. 1999, 16: 151~161
- 18 Grantham P J. The occurrence of unusual C₂₇ and C₂₉ sterane predominances in two types of Oman crude oil [J]. *Organic geochemistry*, 1986, 9: 1~10