

文章编号: 1000-0550(2008)05-0864-08

准噶尔盆地永进地区油源研究^①

郭春清^{1 2}

(1. 成都理工大学 油气藏地质及开发工程国家重点实验室 成都 610059

2 中国石油化工股份公司胜利油田分公司地质科学研究院 山东东营 257015)

摘要 在分析和归纳可能烃源岩的有机地化特征并对原油样品进行分析测试的基础上, 主要运用生物标志物和稳定碳同位素指标或参数, 首次对准噶尔盆地永进地区原油的来源进行了系统研究, 认为中二叠统和中下侏罗统烃源岩是为该地区提供油源的主要烃源岩, 其次为下二叠统烃源岩, 并可能有白垩系烃源岩的贡献。其中, 中侏罗统西山窑组煤层之上及大部分白垩系储层中的正常原油主要来自中二叠统烃源岩; 煤层之下及下侏罗统三工河组储层中的正常原油主要来自中下侏罗统烃源岩; 在现今油藏中所占比例较小并已发生强烈生物降解的原油来自下二叠统烃源岩; 永 6 井白垩系储层中的原油可能来自下白垩统烃源岩, 但该套烃源岩的供烃规模可能较小。

关键词 准噶尔盆地 永进地区 油源 生物标志物 稳定碳同位素

作者简介 郭春清 男 1971 年出生 博士研究生 高级工程师 油气地球化学 E-mail: guochunqing2009@126.com

中图分类号 TE122.14 文献标识码 A

准噶尔盆地是目前我国西北地区最重要的油气生产基地^[1, 2]。根据第三次油气资源评价结果, 该盆地石油资源量为 85.87 亿吨, 虽然经过新疆油田公司半个多世纪的勘探, 到 2004 年底, 已探明石油当量地质储量达 17.69 亿吨^[3], 但仍有较大的勘探空间。2001 年以来, 随着我国油气资源战略的调整, 中石化集团在准噶尔盆地陆续登记勘探区块并展开了大规模的油气普查。经过 5 年多的工作, 取得了一个又一个重大发现: 中部 1 区块下侏罗统三工河组喜获工业油流, 实现了中石化西部新区油气勘探开门红;

中部 4 区块中侏罗统头屯河组获工业油流, 拓展了腹部地区油气勘探阵地; 准噶尔盆地西缘区块新近系沙湾组获优质高产工业油流, 开创了西部新区勘探的新局面。与上述发现相比, 中部 3 区块永进地区陆续发现工业油气流尤其具有重要的战略意义, 因为这些发现预示着该地区有望成为中石化在准噶尔盆地首个亿吨级整装油气田。

永进地区位于准噶尔盆地西南部的中石化探区中部 3 区块(图 1)。自 2004 年永 1 井获高产工业油流以来, 该区块陆续在永 2、永 3、永 6、永 7、永 8、永 9

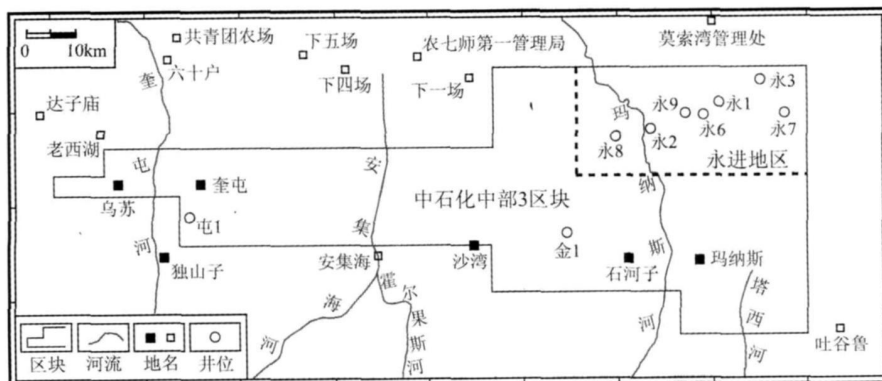


图 1 永进地区地理位置图

Fig 1 Geographic location of Yongjin area Junggar Basin

① 国家自然科学基金项目(批准号: 40772084)资助。

收稿日期: 2007-09-14 收修改稿日期: 2008-01-10

井发现工业油流或良好的油气显示, 显示了该地区良好的勘探前景。然而, 在不同井、不同层位所发现的原油或油气显示, 在地化特征上表现出较大的差异, 显示出该地区原油的多源性和油气成藏的复杂性, 使以后的勘探面临较大的难度。本文主要依据有机地球化学分析测试技术及相关研究方法, 详细讨论永进地区的油源问题, 以期为该区油气成藏研究提供地球化学依据, 并有效地指导该区下一步的勘探。

1 样品及实验

本次研究共采集永 1、永 2、永 3、永 6、永 9 井的原油和油砂样品 10 个。按照相关要求对样品进行了去杂质处理后^[4], 分别进行了族组成、稳定碳同位素、饱和烃色谱和饱和烃色谱—质谱等项目的分析测试。其中饱和烃色谱分析所用仪器为 HP6890 气相色谱仪; 色谱柱型号为 HP-5 规格为 30 m × 0.32 mm × 0.25 μm; 载气为高纯氮气, 分流比 30:1, 线速 18 cm/s; 燃烧气为空气和高纯氢气, 流量分别为 350 ml/min 和 40 ml/min; 进样口和检测器温度分别为 310°C 和 320°C; 初始炉温为 80°C, 恒温 1 min, 然后以 5°C/min 的速率升至 310°C, 恒温 18 min。饱和烃色谱—质谱的分析仪器为 Agilent 6890 GC/5973N MSD 色谱/质谱仪; 色谱柱型号为 DB5-MS 规格为 60 m × 0.25 mm × 0.25 μm; 载气为高纯氮气, 分流比 20:1, 线速 30 cm/s; 气化室和传输管线温度为 310°C; 柱始温 100°C, 升温速率 4°C/min; 柱终温 320°C, 恒温 20 min; 离子源温度 250°C, 离化方式为电子轰击 (EI); 采集方式为多离子检测 (SIM), 扫描速率为 0.46 scan/s。

2 可能烃源岩的地球化学特征

对可能烃源岩地球化学特征的分析 and 归纳是进行油源研究的前提。永进地区所处的昌吉凹陷至少发育二叠系和侏罗系两大套有效烃源岩^[5], 凹陷南缘还可能局部发育下白垩统和古近系安集海河组两套潜在烃源岩^[6-8]。

二叠系包含下二叠统和中二叠统两套烃源岩^[9], 两者共同的典型地球化学特征是规则甾烷中 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₈ (20R) 含量较高, 与 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₉ (20R) 规则甾烷含量基本相当或略低, 而 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₇ (20R) 规则甾烷含量低。二者其它基本一致的地化特征是相对富集轻碳同位素 (其生成的原油 $\delta^3\text{C}$ 小于 -30‰), 饱和烃中普遍含有 β 胡萝卜素, 姥植比一般低于 2.0。甾烷

中三环萜烷和伽马蜡烷含量较高, 伽马蜡烷指数一般大于 0.2。二者的不同之处在于下二叠统的上述特征更为明显, 即稳定碳同位素更轻、 β 胡萝卜素含量更高、姥植比更低、伽马蜡烷指数更大。另外, 在 C₂₀、C₂₁、C₂₃ 三环萜烷特征上, 下二叠统一般表现为“上升型”分布, 而中二叠统则一般表现为“山峰型”, 该特征与上述其它地化特征相结合, 可以有效地将二者进行区分。

侏罗系烃源岩泛指中下侏罗统的煤系地层和湖相暗色泥岩^[10]。由于在地层分布、沉积环境及热演化程度上的差异, 侏罗系烃源岩内部存在很强的非均质性, 从而导致该层系烃源岩生成的原油具有多类型的特征^[11]。煤系烃源岩不但是良好的生气源岩, 而且可以生成数量可观的石油^[12], 其典型特征是富集重碳同位素 ($\delta^3\text{C}$ 为 -26‰ ~ -27‰)、高姥植比 (一般大于 3)、不含 β 胡萝卜素、甾烷分布中孕甾烷含量低、规则甾烷呈反“L”型分布、低三环萜烷的背景下相对富集 C₁₉ 三环及 C₂₄ 四环萜烷、低 Ts/Tm。伽马蜡烷指数极低 (< 0.1)。湖相腐泥型或混合型干酪根生成的原油与上述特征相比, 碳同位素变轻、姥植比降低、Ts/Tm 增大、甾烷分布中孕甾烷和三环萜烷以及伽马蜡烷相对含量增高、C₂₁ 和 C₂₃ 三环萜烷相对含量大于 C₁₉, 这些特征大体处于侏罗系煤系和二叠系烃源岩之间, 但到目前为止还没有一个明确的数值范围, 而规则甾烷的近似“V”字型分布应该算该类原油的一个典型特征。然而, 正是由于非均质性较强的侏罗系烃源岩在分布范围以及热演化程度上的相互叠置, 导致该层系烃源岩生成的原油在很多情况下具备上述“混合”的特征, 从而不能有效区分“煤系”和“湖相”的贡献^[13]。在这种情况下, 应将侏罗系烃源岩作为一个整体来考虑。

从目前研究来看, 由于受发育规模或生烃指标的限制, 下白垩统和古近系安集海河组很难为盆地提供大规模的油气注入。然而, 由于永进东南部地区基本位于或接近这两套烃源岩的发育中心, 因此也并不能否认其为永进地区提供油气的可能性。现有资料表明, 这两套烃源岩具有相似的地球化学特征, 基本表现为稳定碳同位素值较小 ($\delta^3\text{C}$ 小于 -30‰), 饱和烃中姥植比较低 (多数小于 1), 含有 β 胡萝卜素; 甾烷中三环萜烷和伽马蜡烷含量高; 甾烷中孕甾烷含量相对较高, $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₇ (20R)、 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₈ (20R)、 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₉ (20R) 规则甾烷基本呈“V”字型分布。

3 原油特征及油源分析

永进地区按地层由老到新的顺序分别在下侏罗统三工河组(J₃s)、中侏罗统西山窑组(J₃x)煤层之下、西山窑组煤层之上和白垩系发现了原油,且在典型地化特征上表现出较大的差异(表1),显示了较明显的多源特征。

3.1 下侏罗统三工河组原油

此类原油仅发现于永1井。永1井J₃s原油为轻质油,族组成中不含沥青质,非烃含量很低,为5.2%,饱和烃和芳烃则分别达到79.4%和15.3%。族组分稳定碳同位素较重,烷烃、芳烃和非烃 $\delta^{13}C$ 分别为-27.3‰、-25.7‰和-25.9‰,全油 $\delta^{13}C$ 为-26.5‰,饱和烃色谱图基线平直(图2A),碳数分布较为完整,其中轻碳数组分占优势, $\Sigma C_{21}^-/\Sigma C_{22}^+$ 达4.64,主峰碳为nC₁₅;姥植比高,为3.31,不含 β 胡萝卜素。甾烷分布中以规则甾烷为主,孕甾烷相对含量较低(图3A)。规则甾烷中以 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₉(20R)占绝对优势(51%), $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₇(20R)和 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₈(20R)含量低;C₂₉20S/(20S+20R)与C₂₉ $\alpha\beta\beta$ /($\alpha\beta\beta$ + $\alpha\alpha\alpha$)分别为0.41和0.56,表明原油为成熟油^[14,15]。萜烷分布中以五环三萜烷为主,三环萜烷相对含量低(图3A),但相对富含C₁₉三环和C₂₄四环萜烷;Ts含量要远远小于Tm,二者比值仅为0.18,伽马蜡烷含量低,其与 $\alpha\beta$ -C₃₀藿烷的比值为0.04。该原油的富集重碳同位素、高姥植比、不含 β 胡萝卜素、规则甾烷中 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₉(20R)占明显优势、三环萜烷中相对富含C₁₉三环和C₂₄四环萜烷、Ts/Tm低以及伽马蜡烷含量低

等典型地化特征表明该原油源自中下侏罗统煤系烃源岩。由于煤系的地层色谱效应^[16-18],使重碳数组分大部分被吸附,轻质组分优先排出,导致该原油表现为低密度、低粘度的物性特征。

3.2 西山窑组煤层之上原油

该类原油发现于永1井和永3井。原油族组成中总烃为72.2%~76.5%,非烃和沥青质分别为11.4%~15.6%和9.1%~16.4%,反映了较好的有机质类型。稳定碳同位素值较轻,全油 $\delta^{13}C$ 为-29.7‰~-30.3‰,烷烃、芳烃、非烃和沥青质分别为-30.3‰~31.5‰、-28.9‰~-29.7‰、-29.3‰~-29.6‰和-29.4‰~-29.5‰。饱和烃色谱基线呈现一定的弯曲状态(图2B),色谱峰型为单峰型,碳数分布完整且以中低碳数组分为主, $\Sigma C_{21}^+/\Sigma C_{22}^+$ 为1.39~1.64,主峰碳为nC₁₇;姥植比中等,为1.58~1.81;含有 β 胡萝卜素。甾烷中孕甾烷的相对含量较之三工河组原油有明显的增大(图3B),规则甾烷中 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₇(20R)峰型较低, $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₈(20R)、 $\alpha\alpha\alpha$ -C₂₉(20R)较高且含量相当,三者的相对百分含量分别为22%~25%、38%~41%和35%~42%,呈现较明显的“厂”字型分布。三环萜烷中以C₂₁为主峰,C₁₉三环和C₂₄四环的含量低;Ts/Tm值中等,为0.50~0.56,伽马蜡烷含量较高,其与 $\alpha\beta$ -C₃₀藿烷的比值为0.30~0.38,含有较高含量的25降藿烷,其与 $\alpha\beta$ -C₃₀藿烷的比值为0.52~0.56,表明原油曾遭受过严重的生物降解,但相对较完整的色谱峰表明先期原油降解后又经历了后期原油的充注^[9]。由于先期原油降解严重,大多数生物标志化合物已丧失

表1 永进地区原油样品地球化学分析测试数据

Table 1 Geochemical data of the oil samples in Yongjin area Junggar Basin

井名	层位	样品性质	族组成/%					稳定碳同位素, $\delta^{13}C$ /‰					生物标志物组成							
			烷烃	芳烃	非烃	沥青质	总烃	全油	烷烃	芳烃	非烃	沥青质	Pr/Ph	规则甾烷组成/%			参数A	参数B	参数C	Ts/Tm
												C ₂₇	C ₂₈	C ₂₉						
永1	J ₃ x煤上	原油	56.8	19.7	14.4	9.1	76.5	-30.3	-31.5	-29.4	-29.5	1.58	22	38	40	0.41	0.60	0.36	0.56	
	J ₃ x煤上	原油	55.3	19.5	15.6	9.6	74.8	-	-31.1	-29.7	-29.6	1.81	25	40	35	0.43	0.63	0.38	0.50	
	J ₃ x煤上	油砂	43.2	19.6	22.4	14.8	62.8	-	-32.4	-30.4	-30.4	1.13	19	40	41	0.44	0.56	0.44	0.57	
	J ₃ s	原油	79.4	15.3	5.2	0.0	94.7	-26.5	-27.3	-25.7	-25.9	3.31	26	23	51	0.41	0.56	0.04	0.18	
永2	K ₁ tg	原油	69.7	15.3	10.3	4.7	85.0	-29.8	-30.4	-29.4	-29.4	1.2	36	29	35	0.44	0.57	0.48	1.07	
	J ₃ x煤下	原油	72.9	19.2	8.0	0.0	92.1	-27.1	-28.5	-26.1	-26.2	-	2.47	33	27	40	0.43	0.61	0.20	0.83
永3	J ₃ x煤上	原油	57.2	15.0	11.4	16.4	72.2	-29.7	-30.3	-28.9	-29.3	1.73	17	41	42	0.45	0.58	0.30	0.55	
永6	K ₁ tg	原油	65.2	23.7	11.1	0.0	88.9	-	-32.2	-31.1	-31.2	-	0.68	29	26	45	0.44	0.47	0.71	0.81
	K ₁ tg	原油	69.7	19.4	10.0	0.9	89.1	-31.4	-31.9	-31.2	-31.2	0.68	29	27	44	0.43	0.47	0.64	0.78	
永9	K ₁ h	原油	66.2	14.6	14.9	4.3	80.8	-	-30.8	-29.9	-29.7	1.19	35	31	34	0.45	0.61	0.62	1.20	

说明:参数A=C₂₉甾烷 20S/(20S+20R);参数B=C₂₉甾烷 $\alpha\beta\beta$ /($\alpha\beta\beta$ + $\alpha\alpha\alpha$);参数C=伽马蜡烷/ $\alpha\beta$ -C₃₀藿烷。

了本来面目并为后期原油所掩盖,因此整份原油在地化特征上总体显示了后期充注原油的特征^[20]。从原油的轻碳同位素、中等姥植比、含 β 胡萝卜烷、高含量的 $\alpha\alpha\text{-C}_{28}$ (20R)规则甾烷、以 C_{21} 为主峰的三环萜烷分布、较高的伽马蜡烷含量等特征来看,后期充注的原油来自中二叠统烃源岩。

由于未降解原油来自中二叠统烃源岩,则降解原油有两种可能的油源,即下二叠统或中二叠统的早期充注(如果是后者,则未降解部分为中二叠统的晚期充注)。由于整份原油显示后期充注的特征,因此从原油本身特征无法确定降解油的来源。然而,本组油砂的存在则可以较好地解决这个问题。油砂抽提物的饱和烃基线较之原油其弯曲程度更大(图 2C),萜烷中 25 降藿烷含量更高(图 3C),甚至与 $\alpha\beta\text{-C}_{30}$ 藿烷基本相当(二者比值为 1.01),说明油砂中的原油降解程度更为严重;同时,族组成中饱和烃含量的相

对降低以及非烃和沥青质含量的相对增高,也表明了降解程度的进一步增大^[21]。虽然由于受后期充注原油的掩盖,油砂在总体上显示中二叠统的特征,但较之同层位的原油而言,无疑有更多地反映了降解油的信息。与原油相比,油砂抽提物的稳定碳同位素更轻:烷烃、芳烃、非烃和沥青质的 $\delta^{13}\text{C}$ 分别为 -32.4% 、 -30.4% 、 -30.4% 和 -30.5% ,比相应的原油组分轻约 1% 。由于液态烃碳同位素对母质有很强的继承效应^[22],两者碳同位素的差异应反映了其母源的不同。另外,油砂饱和和烃中 β 胡萝卜烷含量也更高。结合前述中、下二叠统烃源岩在部分地化特征上的差别,降解的原油应来自下二叠统烃源岩。

因此,永进地区西山窑组煤层之上原油为来自中二叠统和下二叠统的混源油,由于源自下二叠统的原油遭受了生物降解而损失严重,因此对现今油气藏来说主要为中二叠统烃源岩的贡献。

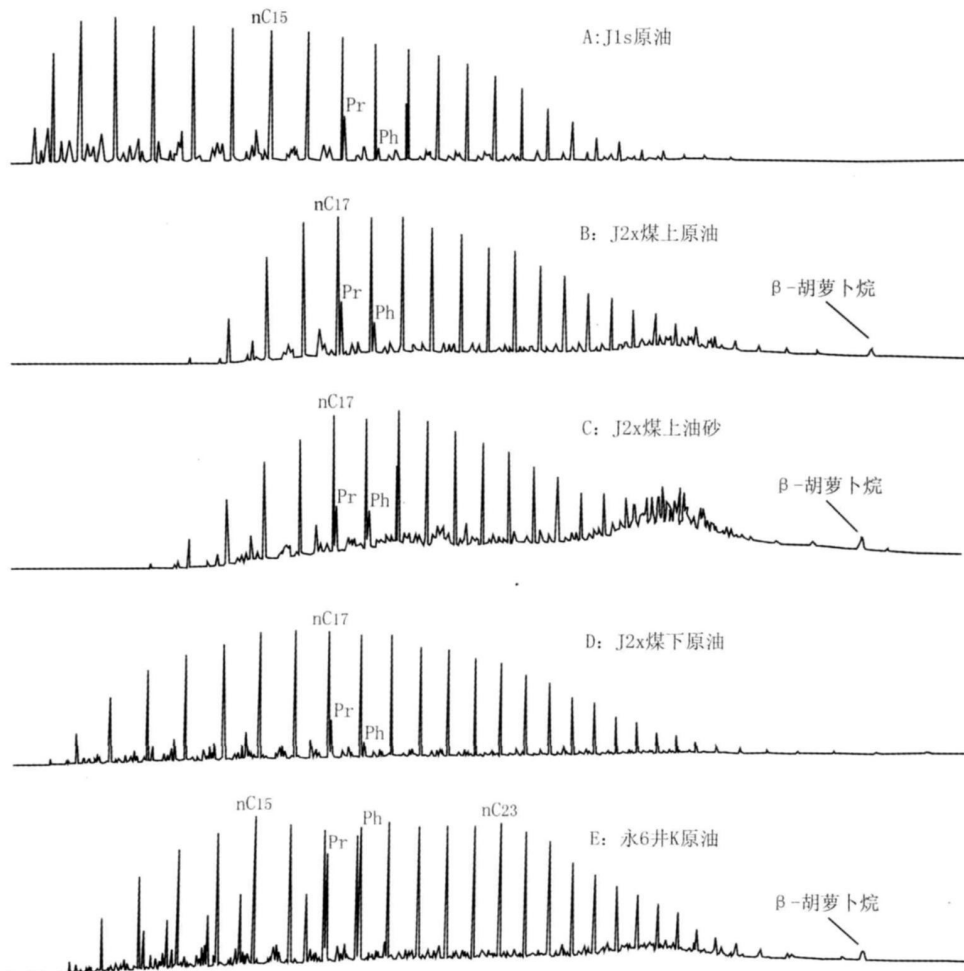


图 2 永进地区原油饱和和烃色谱图

Fig 2 Chromatograms of saturated hydrocarbon of the oils in Yongjin area Junggar Basin

3.3 西山窑组煤层之下原油

该类原油以永2井为代表。原油族组成中饱和烃含量很高,为72.9%,芳烃和非烃分别为19.2%和8.0%,不含沥青质。稳定碳同位素较重,全油 $\delta^3\text{C}$ 为-27.1‰,烷烃、芳烃、非烃组分 $\delta^3\text{C}$ 分别为-28.5‰、-26.1‰、-26.2‰。饱和烃色谱图基线较平直,以中低碳数色谱峰群为主,主峰碳为 $n\text{C}_{17}$, $\sum\text{C}_{21}-\sum\text{C}_{22}$ 为1.94 OEP和CPI分别为1.04和1.09 奇偶优势已基本消失,反映原油已达到成熟;姥植比较高,为2.47,不含 β 胡萝卜素(图2D)。甾烷分布中以规则甾烷为主,但孕甾烷和升孕甾烷的相对含量要高于典型的来自煤系烃源岩的原油(图3D)。规则甾烷中以 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{29}$ (20R)占优势, $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{27}$ (20R)、 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{28}$ (20R)、 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{29}$ (20R)相对含量为33%、27%、40%,由于 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{27}$ (20R)规则甾烷峰为其与 C_{29} 重排甾烷的合峰,因此其实际高度要低于 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{28}$

(20R)峰; $\text{C}_{29}\text{20S}/(\text{20S}+\text{20R})$ 与 $\text{C}_{29}\alpha\beta\beta$ ($\alpha\beta\beta+\alpha\alpha\alpha$)分别为0.43和0.61,同样指示该原油为成熟油。萜烷分布中以五环三萜烷为主(图3D),三环萜烷含量较低并以 C_{21} 三环为主峰,但 C_{19} 三环高于 C_{20} 三环以及 C_{24} 四环萜烷相对含量较高的特征依然明显;伽马蜡烷含量中等,其与 $\alpha\beta\text{C}_{30}$ 藿烷的比值为0.20。

从整体特征来看,饱和烃中高姥植比、三环萜烷中 C_{19} 三环含量高于 C_{20} 三环特别是整份原油中较明显的重碳同位素特征反映该原油主要来自中下侏罗统煤系烃源岩。但与煤系相比相对较高的孕甾烷及三环萜烷含量、中等的伽马蜡烷含量表明原油中应有湖相有机质的输入。由饱和烃中不含 β 胡萝卜素的特征来看,混入的应是来自中下侏罗统湖相烃源岩的原油。因此,永进地区西山窑组煤下原油主要来自中下侏罗统煤系烃源岩,其次为中下侏罗统湖相烃源岩。

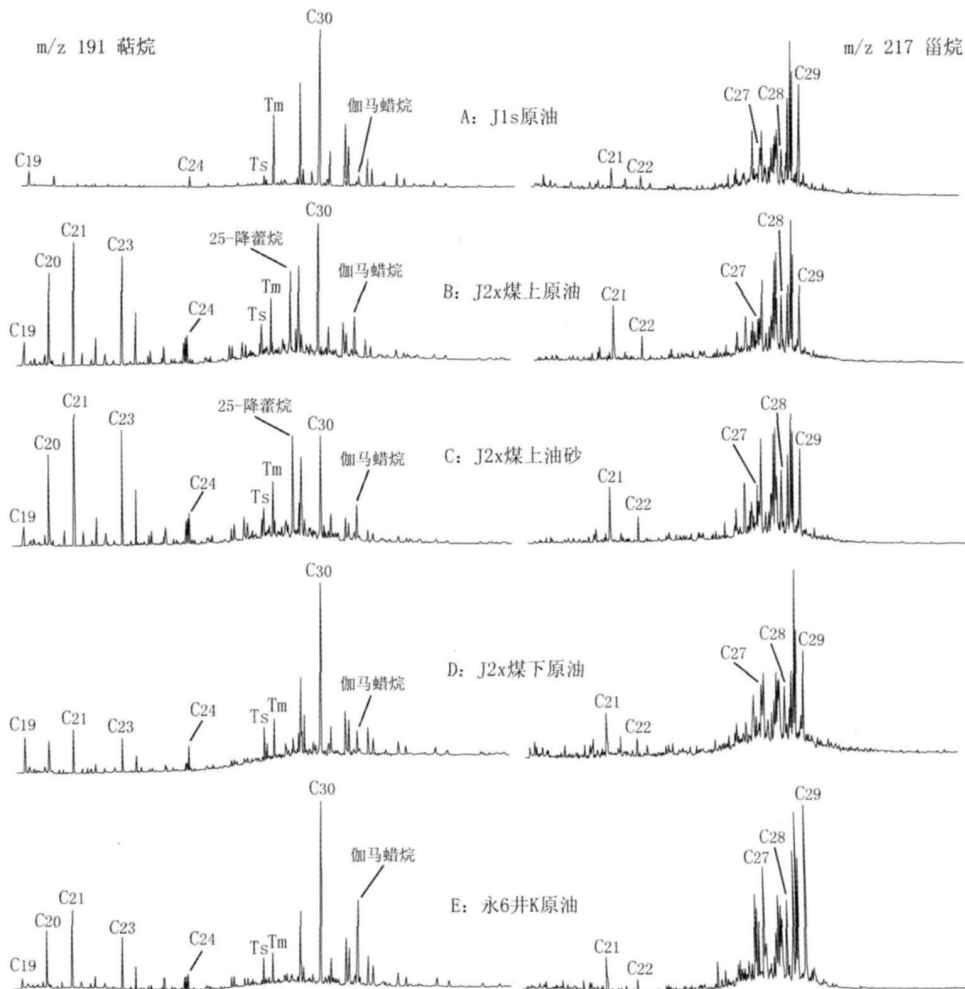


图3 永进地区原油甾、萜烷质量色谱图

Fig 3 Mass chromatgrams of sterane and terpane of the oils in Yongjin area, Junggar Basin

3.4 白垩系原油

白垩系原油发现于永 2、永 6 和永 9 井。其中永 2 和永 9 井白垩系原油与西山窑组煤层之上原油在地化特征上基本一致, 由前述分析, 该类原油主要来自中二叠统烃源岩, 并有下二叠统烃源岩的部分贡献。然而, 永 6 井白垩系原油却显示出明显不同的特征。

永 6 井白垩系原油族组成中总烃含量高, 为 88.9%~89.1%, 其中烷烃和芳烃分别为 65.2%~69.7% 和 19.4%~23.7%, 反映原油中含蜡量较高; 而非烃和沥青质含量低, 分别为 10.0%~11.1% 和 0~0.9%。碳同位素轻, 全油 $\delta^{13}\text{C}$ 为 -31.4‰ , 烷烃、芳烃、非烃和沥青质组分 $\delta^{13}\text{C}$ 分别为 -31.9‰ ~ -32.2‰ 、 -31.1‰ ~ -31.2‰ 、 -31.2‰ 和 -30.5‰ 。饱和烃色谱图中基线略呈弯曲状态, 并显示微弱的双峰型分布, 前后主峰分别为 nC_{15} 和 nC_{23} , 在总体上以中低碳数占优势, 轻重比为 1.30~1.31; OEP 和 CPI 分别为 1.02~1.03 和 1.02~1.06, 碳数的奇偶优势消失, 反映原油已成熟; 姥植比很低, 为 0.68; Pr/nC_{17} 和 Ph/nC_{18} 分别为 0.67 和 1.05, 含有明显的 β 胡萝卜素烷峰 (图 2E)。甾烷分布中以规则甾烷为主, 孕甾烷含量较低 (图 3E); $\alpha\alpha\alpha$ (20R) 构型规则甾烷呈近似“V”字型分布, 在相对含量上 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{29}$ (20R) > $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{27}$ (20R) > $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{28}$ (20R) (分别为 45%、29%、26%); 萜烷分布中以五环三萜烷为主, 三环萜烷含量低, 三环萜烷中以 C_{21} 三环为主峰; Ts/Tm 较高, 为 0.78~0.81; 伽马蜡烷含量高, 其与 $\alpha\beta\text{-C}_{30}$ 藿烷的比值达 0.64~0.71。该原油在某些地化特征上与该地区来源于中二叠统和中下侏罗统烃源岩的原油存在较大的差别 (图 4), 因此可能来源于其它层系烃源岩。从目前研究来看, 其它层系烃源岩只能为古近系安集海河组或下白垩统烃源岩。由于这类原油成藏于白垩系, 因此来自下白垩统烃源岩的可能性更大。

二叠系和中下侏罗统烃源岩作为昌吉凹陷的主力烃源岩并无异议, 而下白垩统是否存在有效源岩还存在一定的分歧。金 1、屯 1 井 (图 1) 的勘探实践表明, 该套烃源岩在盆地南缘西部很难提供较大规模的油气, 但该套烃源岩的沉积中心和生烃中心在南缘中部的玛纳斯—呼图壁—昌吉一带, 最大埋深可达 8 000 m。虽然目前尚无钻探资料证实在该地区较大埋深处存在下白垩统的有效烃源岩, 但可以推测其生烃条件要好于目前已钻探到的下白垩统。由于永进

地区距离该沉积和生烃中心较近, 应该具备了近源成藏的优势。

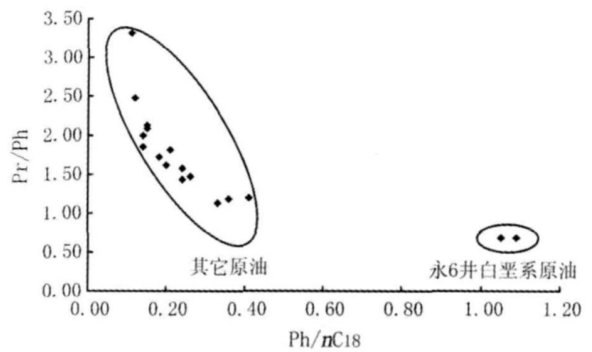


图 4 永进地区原油 Pr/Ph 与 Ph/nC_{18} 关系图

Fig 4 Correlation between Pr/Ph and Ph/nC_{18} of the oils in Yongjin Area Junggar Basin

前人研究表明^[7], 下白垩统烃源岩在地化特征上一般表现为普遍含有 β 胡萝卜素烷、伽马蜡烷, 规则甾烷中 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{27}$ (20R)、 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{28}$ (20R)、 $\alpha\alpha\alpha\text{-C}_{29}$ (20R) 呈“V”字型分布, 姥植比一般小于 1; 这些特征与永 6 井吐鲁谷群原油较为吻合。屯 1 井其下白垩统烃源岩也表现出与上述相似的特征, 尤其在 Pr/Ph 和 Ph/nC_{18} 两项参数上 (分别为 0.52~0.65 和 0.80~1.11) 与该原油十分相近。

上述分析表明, 无论从源岩条件还是地球化学特征来看, 该原油有来自下白垩统烃源岩的可能性。虽然从区域上看该套烃源岩不具备生成大量油气的条件, 但不能排除其为局部地区提供油源的可能性。因此, 永 6 井白垩系原油可能来自下白垩统烃源岩。

4 几点认识

永进地区原油主要来自中、下二叠统和中下侏罗统烃源岩, 个别井白垩系储层中的原油还可能来源于下白垩统烃源岩, 因此该地区油源关系十分复杂。具体来说, 永进地区的原油具有如下分布规律:

(1) 西山窑组煤层之上及多数白垩系储层中的原油主要来自中二叠统烃源岩; 煤层之下及三工河组储层中的原油主要来自中下侏罗统烃源岩。由于这些储层是该地区的主力产油层, 因此中二叠统和中下侏罗统烃源岩是为永进地区提供油气的主要烃源岩。

(2) 已发生强烈生物降解的来自下二叠统烃源岩的原油主要残留在白垩系或西山窑组煤层之上的储层中, 且在现今油藏中所占比例较小, 因此下二叠统烃源岩对永进地区的贡献较小。

(3)永6井白垩系原油与永进地区其它原油存在较大差别,其源岩可能为下白垩统烃源岩。但永进地区目前仅在永6井发现了这类原油,可能说明该套烃源岩的生烃规模有限。

参考文献 (References)

- 李娜,刘淑惠,雷玲,等.准噶尔盆地油气储量、产量增长规律及趋势预测[J].新疆地质,2003,21(4):445-449[Li Na Liu Shuhui Lei Ling et al The trend prediction of the increase of oil and gas reserves and production in Junggar Basin[J]. Xinjiang Geology 2003 21(4): 445-449]
- 鲍志东,刘凌,张冬玲,等.准噶尔盆地侏罗系沉积体系纲要[J].沉积学报,2005,23(2):194-202[Bao Zhidong Liu Ling Zhang Dongling et al Depositional system frameworks of the Jurassic in Junggar Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica 2005 23(2): 194-202]
- 乔文龙,董广华.准噶尔盆地石油资源基础和储量增长趋势研究[J].中国石油勘探,2006,11(3):13-17[Qiao Wenlong Dong Guanghua Research on oil resource basis and reserves growth tendency in Junggar Basin[J]. China Petroleum Exploration 2006 11(3): 13-17]
- 房环,孟仟祥,丁万仁.地球化学样品分析中污染物研究[J].沉积学报,2005,23(2):367-370[Fang Xuan Meng Qianxiang Ding Wanren The analysis on the impurities in geochemical samples[J]. Acta Sedimentologica Sinica 2005 23(2): 367-370]
- 哈丽娅,喻春辉.准噶尔盆地北天山山前主要勘探目的层沉积格架[J].新疆石油地质,2000,21(6):476-479[Halija Yu Chunhui Depositional framework of major exploration targets in the piedmont belt of North Tianshan mountains in Junggar Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology 2000 21(6): 476-479]
- 王屿涛.准噶尔盆地南缘油气资源潜力和富集规律[J].勘探家:石油与天然气,2000,5(1):49-51[Wang Yutao The resource potential and gathering law of oil and gas in the southern margin of Junggar Basin[J]. Explorationist oil and gas 2000 5(1): 49-51]
- 阿布力米提,唐勇,李臣,等.准噶尔盆地南缘前陆盆地白垩系生油的新认识[J].新疆石油地质,2004,25(4):456-460[Abulimiti Tang Yong Li Chen et al New understandings of Cretaceous oil generation zone in foreland basin in the southern margin of Junggar[J]. Xinjiang Petroleum Geology 2004 25(4): 456-460]
- 郭春清,沈忠民,张林晔,等.准噶尔盆地南缘烃源岩生源特征及原油分类[J].成都理工大学学报(自然科学版),2005,32(3):257-262[Guo Chunqing Shen Zhongmin Zhang Linye et al Biogenic origin characteristics of hydrocarbon source rocks and classification of oils in the south part of Junggar Basin[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2005 32(3): 257-262]
- 赵白.石炭、二叠系是准噶尔盆地的主要油源岩[J].新疆石油地质,1994,15(1):10-15[Zhao Bai The Carboniferous and Permian as major oil source rocks in Junggar Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology 1994 15(1): 10-15]
- 刘洛夫,齐雪峰.准噶尔盆地侏罗系层序地层格架中的烃源岩评价[J].沉积学报,2002,20(4):687-694[Liu Luofu Qi Xuefeng Evaluation of source rocks in the Jurassic sequence stratigraphic frameworks of the Junggar Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica 2002 20(4): 687-694]
- 惠荣耀,张继忠.准噶尔盆地南缘煤成油的地球化学特征[J].沉积学报,1990,8(1):29-36[Hui Rongyao Zhang Jizhong The geochemical characteristics of the coal-derived oil in the southern part of Junggar Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica 1990 8(1): 29-36]
- 程克明,熊英,刘新月.煤系源岩倾油倾气性研究[J].沉积学报,2004,22(增刊):56-60[Cheng Keming Xiong Ying Liu Xinyue Study on oil-prone and gas-prone property of coal measure source rocks[J]. Acta Sedimentologica Sinica 2004 22(suppl.): 56-60]
- Wilkins R W T George S C Coal as a source rock for oil: A review[J]. International Journal of Coal Geology 2002 50(1-4): 317-361]
- Toshinori Inaba Noriyuki Suzuki Source rock lithology prediction based on oil diacholestane abundance in the siliceous-clastic Akita sedimentary basin, Japan[J]. Organic Geochemistry 2001 32(7): 877-890]
- 南青云,刘文汇,腾格尔,等.塔河油田原油甾萜烷系列化合物地球化学再认识[J].沉积学报,2006,24(2):294-299[Nan Qingyun Liu Wenhui Tengge et al Geochemical characters recognition for steranes and hopanes from oils of Tahe Oilfield[J]. Acta Sedimentologica Sinica 2006 24(2): 294-299]
- Petersen H I Andsbjerg J Coal-generated oil: source-rock evaluation and petroleum geochemistry of the Lulita oilfield, Danish North Sea[J]. Journal of petroleum geology 2000 23(1): 55-90]
- Maciej J Kotaba Jerry L et al Assessment of hydrocarbon source rock potential of polish bituminous coals and carbonaceous shales[J]. Chemical Geology 2002 184(1-2): 11-35]
- 李金有,朴明植.几种煤、油共生盆地的烃源岩化模式[J].沉积学报,1997,15(2):109-113[Li Jinyou Piao Mingzhi Some modes of source rocks' lithification in basins with paragenesis of coal and oil[J]. Acta Sedimentologica Sinica 1997 15(2): 109-113]
- 王屿涛.准噶尔盆地西北缘稠油生物降解特征[J].沉积学报,1994,12(1):81-88[Wang Yutao Biodegradation characteristics of the viscous crude in the northwest margin of Junggar Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica 1994 12(1): 81-88]
- 包建平,张俊.生物降解原油中生物标志物组成的定量研究[J].江汉石油学院学报,2002,24(2):22-26[Bao Jianping Zhang Jun Quantitative study of biomarker composition in biodegraded oil[J]. Journal of Jianghan Petroleum Institute 2002 24(2): 22-26]
- 窦启龙,陈践发,薛燕芬,等.实验室条件下微生物降解原油的地球化学特征研究[J].沉积学报,2005,23(3):542-547[Dou Qilong Chen Jianfa Xue Yanfen et al A comparative study of the geochemical characters of crude oil after microbe degradation in laboratory[J]. Acta Sedimentologica Sinica 2005 23(3): 542-547]
- 徐永昌,刘文汇,沈平.含油气盆地油气同位素地球化学研究概述[J].沉积学报,2001,19(2):161-168[Xu Yongchang Liu Wenhui Shen Ping A review of isotope geochemical researches on oil and gas in petroliferous basins[J]. Acta Sedimentologica Sinica 2001 19(2): 161-168]

Study on the Source of Oils in Yongjin Area, Junggar Basin

GUO Chun-qing^{1, 2}

(1. State Key Lab of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

(2. Geological Scientific Research Institute, Shengli Oilfield Branch, SINOPEC Co., Ltd., Dongying Shandong 257015)

Abstract Based on the analysis and induction of the organic geochemical characteristics of the potential source rocks as well as the test results of the oil samples, the source of oils in Yongjin area was first systematically studied mainly using the indications of biomarker and stable carbon isotope. It is considered that the oils in Yongjin area were mainly generated from the mid-Permian and mid-to-lower-Jurassic source rocks, partly from the lower-Permian source rock and potentially from the Cretaceous source rock. In detail, the normal oils in the container beds of mid-Jurassic Xishanyao Formation which are above the coal layer, as well as in the most Cretaceous container beds, mainly came from the mid-Permian source rock; the normal oils in the container beds of mid-Jurassic Xishanyao Formation which are beneath the coal layer, as well as in the container beds of lower Jurassic Sangonghe Formation, mainly came from the mid-to-lower Jurassic source rock; the oils, which account for a small proportion in the pool and experienced serious biodegradation, came from the lower-Permian source rock; and the oil in the Cretaceous container rock of Well Yong 6 probably came from the lower-Cretaceous source rock, but the hydrocarbon-supplying power of this source rock may be weak.

Key words Junggar Basin; Yongjin area; source of oil; biomarker; stable carbon isotope