

北黄海盆地 LV 井侏罗系油砂抽提物地球化学特征

赵青芳^{1,2,3}, 赵有道⁴, 温珍河^{1,2,3}, 张银国^{1,2,3},
李双林^{1,2,3}, 梁杰^{1,2,3}, 戴春山^{1,2,3}

(1 国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室; 2 中国地质调查局青岛海洋地质研究所)
(3 海洋国家实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室; 4 青海油田英东采油厂)

摘要 对北黄海盆地侏罗系两块含油砂岩的抽提物进行了常规的有机地球化学分析和碳同位素测试, 结果表明它们具有不同的地球化学特征: 埋藏较深的油砂抽提物属正常原油, 饱和烃以正构烷烃为主, 色谱图显示单峰型正态分布; 而埋藏较浅的油砂抽提物, 在饱和烃色谱图中有明显的 UCM 鼓包, 同时含有完整的低碳数的正构烷烃、姥鲛烷和植烷, 全油及族组成碳同位素分布范围广, 为 $-24.7‰$ ~ $-32.3‰$, 其中, 全油及沥青质碳同位素偏重, 饱和烃和芳烃碳同位素轻, 反映出遭受了强烈的生物降解作用。与成熟度相关的生物标志物参数显示, 原油已进入成熟—高成熟阶段。生物标志物和碳同位素组成表明, 母质是在水体较浅的湖相环境下沉积的, 受陆源高等植物和低等水生藻类的双源控制。综合判断, 研究区存在两期油气充注。

关键词 北黄海盆地; 侏罗系; 油砂; 抽提物; 有机地球化学; 碳同位素

中图分类号: TE135; P618.13 **文献标识码**: A

北黄海盆地属东北亚晚中生代断陷盆地体系^[1], 我国和朝鲜五十余年的油气勘探^[2-3]发现, 侏罗系是本区主要的烃源岩, 这与陆上的中生代盆地迥然不同, 例如, 松辽盆地的主要烃源岩为白垩系青山口组一段和嫩江组一段^[4], 开鲁盆地陆家堡凹陷和阜新盆地的主要烃源岩为下白垩统九佛堂组^[5-6]。因此, 深入研究北黄海盆地侏罗系烃源岩和原油的地球化学特征就具有重要的理论意义和勘探意义。本文对近年来在北黄海盆地东部坳陷钻探的 LV 井侏罗系岩心的油砂抽提物进行分析测试, 研究其地球化学特征及成因, 以期为该区的进一步的油气勘探开发决策提供依据。

1 地质背景

北黄海盆地(图1)是中、新生代沉积盆地, 除南部坳陷群外, 盆地的北部从东向西构造格局为三坳两隆: 东部坳陷、中东部隆起、中部坳陷、中西部隆起和西部坳陷^[7-8], LV 井位于东部坳陷(图1)。根据区域地质资料、野外露头^[9-11]以及 LV 井揭示, 区内发育了

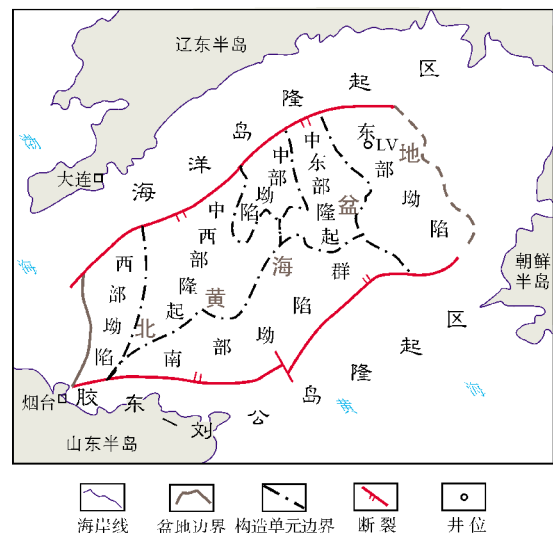


图1 北黄海盆地构造区划与井位(据文献[1], 有修改)

中生界侏罗系、白垩系(主要是下白垩统, 缺失中、上白垩统)和新生代古近系(主要为始新统一渐新统, 缺失古新统)、新近系及第四系, 中—新生代最大沉

收稿日期: 2015-03-16; 改回日期: 2015-11-18

本文受国土资源部重点实验室基金“北黄海中生界烃源岩有机地球化学特征分析与评价指标优选”(编号: MRE201215)资助

赵青芳: 女, 1980年生, 硕士, 高级工程师, 主要从事石油地质与地球化学方面的研究工作。通讯地址: 266071 山东省青岛市福州南路 62 号青岛海洋地质研究所; E-mail: qingfangzhao@163.com

积厚度达7 200 m。目前的研究认为盆地主要发育中生代湖相烃源岩和含油气系统,原油主要产自于侏罗系,储层为下白垩统砂岩^[12]。

2 样品及实验

两块含油砂岩岩心样品采自于LV井的侏罗系,样品编号分别为H-5(1876.18 m)和H-11(2011.81 m),含油级别为油浸,含油面积达50%~75%。

首先将含油砂岩粉碎至80目,然后用二氯甲烷和甲醇(体积比93:7)的混合溶液抽提,经石油醚沉淀过滤得到脱沥青质组分,用硅胶/氧化铝柱进行族组分分离,分别用正己烷、二氯甲烷/正己烷(体积比3:1)及二氯甲烷/甲醇(体积比2:1)洗脱,得到饱和烃、芳烃及非烃组分。

饱和烃馏分用气相色谱-质谱联用仪进行定量分析,在Thermo Fisher DSQ II质谱仪配置Finnigan Trace GC Ultra色谱仪上完成。油砂抽提物及其族组成的碳同位素值通过GC-Delta plus XL型同位素质谱仪进行测定。碳同位素分析标准为PDB标准,其测试误差范围在-0.3‰~0.3‰。

实验条件如下:DB-1型毛细管色谱柱(60 m×0.32 mm×0.25 μm);升温程序为:起始温度70℃,恒温2 min后开始升温,以4℃/min的速率升温到290℃,然后保持恒温30 min。实验分析测试由中国科学院广州地球化学研究所完成。

3 分析结果与讨论

3.1 抽提物族组成特征

LV井油砂抽提物的族组分分析(表1)显示,两个样品的族组成特征不同:H-5样品的抽提物中饱和烃含量比较低,仅为31.43%,芳烃含量达22.24%,而非烃和沥青质的含量高,达到了46.33%,饱芳比偏低,这些组成特征与正常原油差异显著;H-11样品的抽提物中饱和烃含量高,达到60%以上,芳烃含量低,仅为17.68%,非烃和沥青质的含量在20%左右,饱芳比高达3.5,属于正常原油。这种差异与烃源岩的沉积背景、母质组成和类型、原油演化程度、原油遭受的后期改造作用等因素有关,具体将在下文作进一步阐述。

表1 北黄海盆地LV井侏罗系油砂抽提物族组成及碳同位素特征

样品编号	埋深(m)	样品描述	氯仿沥青“A”(mg/g)	族组分含量(%)			δ ¹³ C(‰)				
				饱和烃	芳烃	非烃+沥青质	全油	饱和烃	芳香烃	非烃	沥青质
H-5	1876.18	油砂	0.39	31.43	22.24	46.33	-27.5	-32.3	-29.4	-29.6	-24.7
H-11	2011.81	油砂	2.07	61.74	17.68	20.58	-29.3	-29.6	-29.3	-29.1	-28.0

3.2 饱和烃气相色谱特征

一般认为,饱和烃馏分中各类化合物的分布及组成特征可反映有机质的母质来源、成熟度及次生变化。LV井两块样品抽提物的饱和烃气相色谱图(TIC,图2)中,碳数分布范围较宽,介于C₁₅~C₃₁之间,峰形差异明显。埋藏较浅的H-5样品饱和烃色谱的基线被抬升,形成明显的UCM(不溶复杂化合物)组成的大鼓包(图2)。“鼓包”的高低可反映有机质遭受氧化和生物降解作用的程度^[13-16],这里也反映出了该样品抽提物遭受的氧化和生物降解作用显著,这是由于正构烷烃对生物降解作用最为敏感,轻度的生物降解就可造成正构烷烃系列的散失^[17],尤其是低碳数的正构烷烃。

而埋藏较深的H-11样品油砂抽提物,峰形表现为正态分布,前峰型,主峰碳为C₁₉(图2);C₂₁/C₂₂为1.10,奇偶优势不明显,这些特征表明该样品抽提物

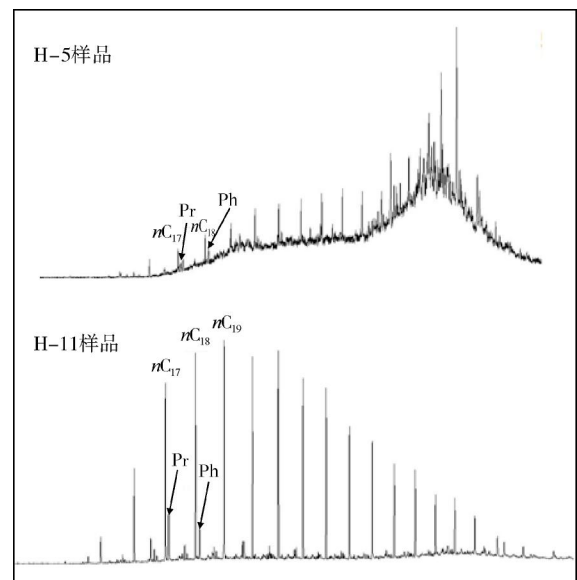


图2 北黄海盆地LV井油砂抽提物饱和烃气相色谱图

为成熟的烃类物质。H-11样品油砂抽提物饱和烃馏分中的姥鲛烷(Pr)、植烷(Ph)的含量相对较高,Pr/nC₁₇和Ph/nC₁₈值分别为0.3和0.2左右,Pr/Ph为1.43,介于1.0~2.0之间,符合淡水—半咸水湖相沉积有机质生成的原油特征。这与北黄海盆地中生界一般湖相原油的姥植比^[8](1.94和1.64)特征相似,沉积环境都偏还原性^[18];但与煤系原油的Pr/Ph值形成了鲜明对照,一般认为煤系原油的Pr/Ph值通常大于2.0,甚至达3.0以上^[19]。

3.3 生物标志物组成特征

油砂抽提物中的生物标志物是从母质中继承而来的,其中相对稳定的烃类组分可以比较细致地反映出生源构成、成熟度、成因类型及其后生变化。如图3所示,埋藏较浅的H-5样品在三萜烷系列分布上(m/z 191)五环萜烷含量逐渐减少,三环萜烷含量明显增加。地质成因上,晚白垩世—古新世北黄海盆地

整体抬升剥蚀^[12],造成了埋深较浅的沉积物遭受风化,烃类发生强烈生物降解。因为三环萜烷较五环萜烷的抗生物降解能力强,因而H-5样品中三环萜烷含量较高。

对于埋藏较深的H-11样品,在三萜烷系列分布上以五环萜烷为主,三环萜烷的含量低。五环萜烷以C₃₀藿烷(C₃₀H)为主,其次为C₂₉藿烷(C₂₉H),其它藿烷如C₂₇、C₃₁以上藿烷系列,含量也相对比较低,而且C₃₁以上藿烷的含量是依次降低(图3),没有出现高碳数化合物的“翘尾”分布模式(即C₃₅>C₃₄>C₃₃),反映出正常的淡水—微咸水沉积环境特征^[20],表明其成环境盐度较低。同时样品中检测到一定量的伽马蜡烷(图3中Gam),其丰度明显低于相邻的C₃₁藿烷,伽马蜡烷/C₃₁藿烷值为0.38,高含量的伽马蜡烷一般可作为强还原、超盐环境的指示,且与水体分层有关^[21],这表明本样品母岩沉积的水体环境盐度不高。

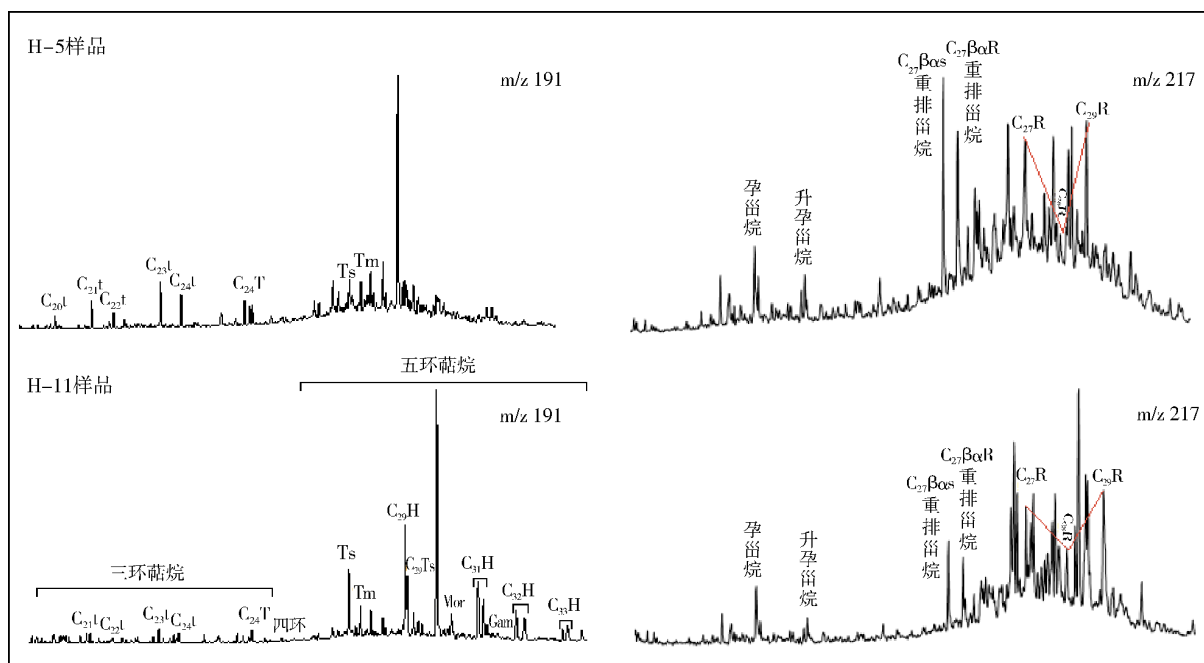


图3 北黄海盆地LV井油砂抽提物饱和烃 m/z 191 和 m/z 217 质量色谱图

H-5、H-11样品油砂抽提物中三环萜烷与四环萜烷的组成与分布相似(图4):以C₂₃三环萜烷为主,C₂₀低于C₂₁,呈现正态分布,表现出典型的湖相原油特征,与C₁₉~C₂₆阶梯状依次降低的煤成油特征差异显著^[22]。

在甾烷系列(m/z 217)分布特征上,两个油砂抽提物之间的差异比较明显(图3):H-5样品重排甾烷

含量明显增高;H-11样品表现出重排甾烷含量低、规则甾烷含量高的特征。孕甾烷和升孕甾烷的抗生物降解能力很强,与重排甾烷不相上下,H-5样品重排甾烷、孕甾烷和升孕甾烷的含量显著增加,这也说明该样品曾遭受了严重的生物降解作用。

在甾烷碳数组成中,两个油砂抽提物样品中的C₂₇R、C₂₈R和C₂₉R规则甾烷呈现出不对称的“V”型分

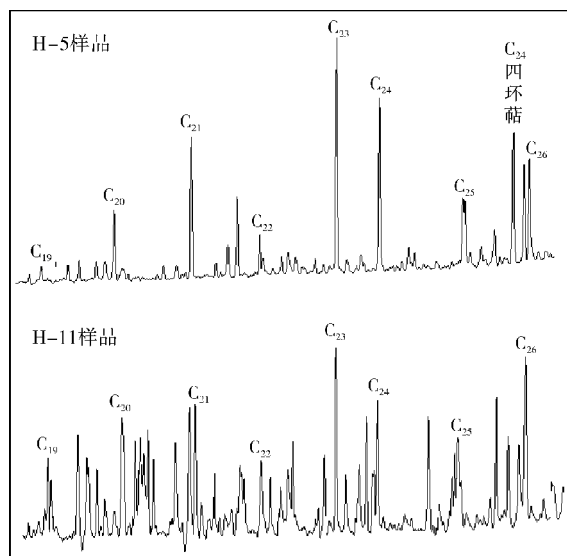


图4 北黄海盆地LV井油砂抽提物三环烷分布图

布, C_{29} R甾烷含量略高于 C_{27} R甾烷(图3), 这表明油砂抽提物的母质受低等生物藻类和陆源高等植物的双源控制^[23-24]。

从成熟度的生物标志物参数来看, H-11样品油砂抽提物的 $C_{29}Ts/(C_{29}Ts+C_{29}H)$ 和 $Ts/(Ts+Tm)$ 值分别为0.38和0.69, 这表明有机质的成熟度较高, 已达到成熟—高成熟阶段^[21]。然而, H-11样品的 C_{29} 甾烷 $20S/(20S+20R)$ 和 C_{29} 甾烷 $\beta\beta/(\alpha\alpha+\beta\beta)$ 值分别为0.47和0.40, 这两个成熟度参数所反映的成熟度并不一致。从 C_{29} 甾烷 $20S/(20S+20R)$ 值来看, 属于成熟的有机质, 而据 C_{29} 甾烷 $\beta\beta/(\alpha\alpha+\beta\beta)$ 值来看, 则属于低成熟的有机质。关于这种现象, 廖永胜^[25]的研究认为, 甾烷异构化达到平衡并不表明异构化已经终止, 当 R_0 值大于1.3%之后, C_{29} 甾烷构型变化会使比值倒转, 使其逐渐变小。据此, H-11样品 C_{29} 甾烷 $\beta\beta/(\alpha\alpha+\beta\beta)$ 值偏小可能表明有机质已达高成熟—过成熟阶段。

3.4 碳同位素组成特征

无论是烃源岩中的分散有机质还是原油, 它们的稳定碳同位素组成特征都具有明显的母质继承性, 即烃源岩中的干酪根、氯仿沥青“A”和原油的碳同位素组成特征均与原始生烃母质的性质和来源密切相关。

LV井两种油砂抽提物的碳同位素组成特征不同(图5)。浅层H-5油砂抽提物及族组成的碳同位素值

在 -32.3‰ ~ -24.7‰ 之间, 分布范围宽, 沥青组分碳同位素值明显重于其他三种组分, 这印证了H-5样品的油砂抽提物遭受了生物降解, 因为通常遭受微生物降解的全油及各组成碳同位素值会变重, 至于饱和烃碳同位素值偏轻的情况将在后文中进一步讨论。

埋藏较深的H-11油砂抽提物及族组成碳同位素值很轻, 分馏作用小, 基本在 -29.3‰ 上下, 且沥青质>非烃>芳香烃 \approx 全油>饱和烃, 曲线比较平直(图5), 按照干酪根生烃过程中碳同位素分馏原理和碳同位素值的变化范围看, 生成此类烃的干酪根应该具有较轻的碳同位素组成特征, 低等生物菌藻类是主要的原始生烃母质^[26]。据刘金萍等^[18]研究, 在北黄海盆地中生界发现的两层原油(埋藏深度为2340m、2620m)的碳同位素值分别为 -34.2‰ 和 -33.1‰ , 这与LV井侏罗系油砂抽提物的特征相似, 都表现出轻的碳同位素组成特征, 它们的母质都应以低等水生生物为主。

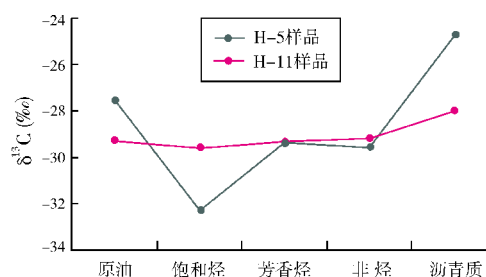


图5 北黄海盆地LV井油砂抽提物及族组成碳同位素分布图

从不同成因类型原油的碳同位素对比来看(图6), 海相、湖相沉积有机质均可以生成具有轻碳同位素组成的原油, 而煤系地层生成的原油通常具有比较重的碳同位素组成。例如, 我国南方震旦系、寒武系海相烃源岩生成的原油, 其碳同位素组成一般小于 -32‰ ^[27-28]; 塔里木盆地寒武系、奥陶系海相烃源岩生成原油的碳同位素组成一般在 -32‰ ~ -30‰ 之间^[29]。我国许多白垩纪和第三纪湖相烃源岩生成的原油具有非常宽的碳同位素分布范围^[30-32], 例如, 渤海湾盆地第三系烃源岩生成的原油, 碳同位素组成一般在 -30‰ ~ -24‰ 之间; 松辽盆地北部白垩系生成的原油, 碳同位素组成在 -30‰ ~ -27‰ 之间; 海拉尔盆地湖相白垩系生成的原油, 碳同位素组成多数在 -32‰ ~ -25‰ 之间, 但也有轻至 -34‰ 的。而我国侏罗纪煤系地层生成的原油通常具有比较重的碳同位素组成^[20, 33-34]。

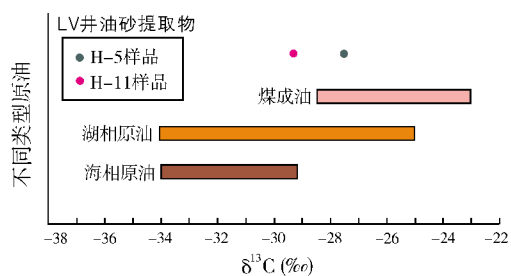


图6 不同成因类型原油的碳同位素组成对比
(据文献[20,27-34]综合)

北黄海盆地LV井油砂抽提物的碳同位素组成在 -29.3‰ ~ -27.5‰ 之间(图6),偏离了海相原油碳同位素组成轻的特点,而更加偏向于湖相原油或煤成油的特点。具体来讲,H-5样品油砂抽提物的碳同位素组成偏重,主要与有机质遭受氧化和强烈的生物降解作用有关;H-11样品油砂抽提物的碳同位素特征和三环萜烷生物标志物都与煤成原油明显不符,一般认为煤成原油碳同位素通常的变化范围在 -26‰ ~ -24‰ 之间^[20],并且三环萜烷呈 $C_{19}>C_{20}>C_{21}>C_{23}>C_{24}>C_{25}>C_{26}$ 的阶梯状递减模式^[22]。因此,本文认为LV井侏罗系油砂抽提物主要来源于碳同位素偏轻的湖相沉积有机质。

3.5 关于油气两次充注的推测

综合LV井侏罗系油砂抽提物的成熟度参数、饱和烃气相色谱特征和碳同位素组成特征,可以初步推断研究区经历了两次油气充注过程。

LV井H-5、H-11这两个油砂抽提物的成熟度参数 $Ts/(Ts+Tm)$ 值分别为0.51和0.69,表明烃类有机质已达到成熟—高成熟阶段。

如前所述,H-11样品(2 011.81 m)的饱和烃色谱图中,正构烷烃的分布特征与正常原油非常相似,表现出单峰型正态分布,正构烷烃分布完整、基线平直(图2)。而埋深较浅的H-5样品(1 876.18 m)的饱和烃色谱图中出现基线被抬升而形成的UCM大鼓包,同时检测到完整的正构烷烃、姥鲛烷及植烷分布(图2),且甾萜烷及藿烷类分布也很完整(图3),这说明H-5样品的油砂抽提物存在着混源现象,早期成藏的原油遭受生物降解作用后,低碳数的正构烷烃被消耗殆尽,之后有另一期次的原油注入,保留了后期充注的低碳数正构烷烃的特点,从而表现出生物降解油与非生物降解油的综合特征^[17,35-36]。

H-5样品油砂抽提物及族组成的碳同位素分布范围广,沥青质>全油>非烃≈芳香烃>饱和烃(图5,表

1),既有重的碳同位素组成(沥青质为 -24.7‰ 、全油为 -27.5‰),也有碳同位素较轻的饱和烃、芳烃及非烃组分(分别为 -32.3‰ 、 -29.4‰ 、 -29.6‰)。这说明该样品的烃类物质也存在着两期油气充注,不仅表现出遭受微生物降解后碳同位素变重的全油和沥青质组分,还表现出存在同位素较轻的饱和烃、芳烃及非烃组分,这是先期遭受生物降解的原油与后期充注的正常原油混合的结果。饱和烃、芳烃和非烃碳同位素轻,与埋藏较深的H-11样品的碳同位素特征相似(图5)。

结合盆地烃源岩埋藏生烃史^[8,12]推测,第一期油气充注时间为晚白垩世末期,侏罗系烃源岩达到生烃高峰,开始大量生排烃;之后,受区域构造运动影响,上白垩统—古新统整体抬升遭受剥蚀,侏罗系烃源岩一次生烃停滞;进入渐新世,随着巨厚的渐新统发育,侏罗系烃源岩开始再次生烃,达到二次生、排烃高峰阶段,渐新世末期发生第二期油气充注,且后期充注烃类的成熟度高于先期的。

4 结论

(1)北黄海盆地LV井侏罗系埋藏浅的H-5岩样油砂抽提物遭受了强烈的生物降解作用,在饱和烃气相色谱图中表现出明显的UCM大鼓包,同时检测到完整的正构烷烃、姥鲛烷及植烷分布,反映出混源现象;在质量色谱图上,五环萜烷含量减少,三环萜烷和重排甾烷含量增加。埋藏较深的H-11样品抽提物属正常原油,族组成以饱和烃为主。

(2)油砂抽提物的甾萜烷生物标志化合物特征显示出:充注的烃类成熟度高,母质是在水体较浅的湖相环境下沉积的,具有低等生物藻类和陆源高等植物双源控制的特点。

(3)综合成熟度参数、饱和烃气相色谱和碳同位素组成特征,推断研究区经历了两次油气充注过程。

参考文献

- [1] 戴春山. 中国海域含油气盆地群和早期评价技术[M]. 北京:海洋出版社,2011:85-86,143.
- [2] Massound M S, Killops S D, Scott A C, et al. Oil source rock potential of the lacustrine Jurassic Sim Uuju Formation, West Korea Bay Basin[J]. *Journal of Petroleum Geology*, 1991, 14(4): 365-386.
- [3] 蔡乾忠. 中国海域油气地质学[M]. 北京:海洋出版社,2005:7-25.
- [4] 冯子辉,方伟,李振广,等. 松辽盆地陆相大规模优质烃源岩沉积环境的地球化学标志[J]. *中国科学:地球科学*, 2011, 41(9): 1253-1267.
- [5] 雷安贵,王贵迎,方炳钟. 陆家堡凹陷油藏分布规律探讨[J]. *特种油气藏*, 2007, 14(2): 32-36.

- [6] 刘建英,王世云,尹继宏. 阜新盆地石油地质特征[J]. 石油与天然气地质, 1992, 13(4): 450-457.
- [7] 张莉,周永章,王嘹亮,等. 北黄海盆地生烃条件研究[J]. 天然气工业, 2009, 29(1): 21-25.
- [8] 刘金萍,王改云,杜民,等. 北黄海盆地东部坳陷中生界烃源岩特征[J]. 中国海上油气, 2013, 25(4): 12-16.
- [9] 李金良,张岳桥,柳宗泉,等. 莱州盆地沉积—沉降史分析与构造演化[J]. 中国地质, 2007, 34(2): 240-250.
- [10] 彭世福, 郑光膺. 从朝鲜安州盆地的生油地质特征展望北黄海的成油远景[J]. 海洋地质研究, 1982, 2(1): 24-34.
- [11] 吴琳,许红,何将启,等. 北黄海盆地与朝鲜安州盆地和中国胶莱盆地的对比[J]. 海洋地质动态, 2004, 20(8): 22-26.
- [12] 刘振湖,高红芳,胡小强,等. 北黄海盆地东部坳陷中生界含油气系统研究[J]. 中国海上油气, 2007, 19(4): 229-233.
- [13] 杨阳,王顺玉,黄玲,等. 川中—川南过渡带须家河组烃源岩特征[J]. 天然气工业, 2009, 29(6): 27-30.
- [14] Zhang Min, Huang Guanghui, Li Hongbo, et al. Molecular geochemical characteristics of gas source rocks from the Upper Triassic Xujiahe Formation indicate transgression events in the Sichuan Basin[J]. Science China: Earth Sciences, 2012, 55(8): 1260-1268.
- [15] 妥进才. 柴达木盆地第三系芳烃的地球化学—二环芳烃与多环芳烃的关系[J]. 石油实验地质, 1996, 18(4): 406-412.
- [16] 林壬子,王培荣,戴允健,等. 矿物燃料中多环芳烃的石油地球化学意义[C]//中国地质学会石油地质专业委员会. 有机地球化学论文集. 北京:地质出版社, 1987: 129-140.
- [17] 高波,刘文汇,范明,等. 塔河油田成藏期次的地球化学示踪研究[J]. 石油实验地质, 2006, 28(3): 276-280.
- [18] 刘金萍,王嘹亮,简晓玲,等. 北黄海盆地中生界原油特征及油源初探[J]. 新疆石油地质, 2013, 34(5): 515-518.
- [19] 戴金星,宋岩. 煤成油的若干有机地球化学特征[J]. 石油勘探与开发, 1987, 14(5), 38-45.
- [20] 朱扬明,苏爱国,梁狄刚,等. 柴达木盆地西部第三系咸水湖相原油地球化学特征[J]. 地质科学, 2004, 39(4): 475-485.
- [21] 彼得斯 K E,莫尔多万 J M. 生物标志化合物指南(第2版)[M]. 张水昌,李振西,等译. 北京:石油工业出版社, 2011: 102-104, 145-146.
- [22] 包建平,马安来,黄光辉,等. 三塘湖盆地原油地球化学特征及其成因类型[J]. 石油勘探与开发, 1999, 26(4): 25-29.
- [23] Huang Wenyan, Meinschein W G. Sterols as ecological indicators[J]. Geochemica et Cosmochimica Acta, 1979, 43(5): 739-745.
- [24] 林金辉,伊海生,邹艳荣. 藏北高原海陆相油页岩生物标志物对比研究[J]. 地球化学, 2004, 33(1): 57-64.
- [25] 廖永胜. 高一过成熟气源岩评价的若干问题[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(4): 148-152.
- [26] 包建平,朱翠山,张秋茶,等. 库车坳陷前缘隆起带上原油地球化学特征[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2007, 29(4): 40-44.
- [27] 贺训云,蔡春芳,姚根顺,等. 黔南坳陷油苗来源:碳、硫同位素及生物标志物证据[J]. 岩石学报, 2013, 29(3): 1059-1072.
- [28] 田兴旺,胡国艺,李伟,等. 四川盆地乐山—龙女寺古隆起地区震旦系储层沥青地球化学特征及意义[J]. 天然气地球科学, 2013, 24(5): 982-990.
- [29] 包建平,孔婕,朱翠山,等. 塔里木盆地一类新海相原油的地球化学特征[J]. 沉积学报, 2012, 30(3): 580-587.
- [30] 倪春华,包建平. 渤海湾盆地渤中凹陷原油地球化学特征研究[J]. 地质学刊, 2009, 33(4): 359-365.
- [31] 吴河勇,李景坤. 松辽盆地北部深层原油的碳同位素特征及成因探讨[J]. 石油实验地质, 2003, 25(3): 300-304.
- [32] 秦建中,陈建平,张吉光. 海拉尔盆地原油地球化学特征与成因分类[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(5): 39-42.
- [33] 黄第藩,熊传武. 含煤地层中石油的生成、运移和生油潜力评价[J]. 勘探家, 1996, 1(2): 6-11.
- [34] 薛海涛,许森,徐庆霞,等. 虎林盆地古近系原油的地球化学特征[J]. 大庆石油学院学报, 2010, 34(4): 27-29.
- [35] 付顺,王成善,田景春,等. 准噶尔盆地陆梁油气田原油的生物降解特征及其成藏意义[J]. 成都理工大学学报:自然科学版, 2005, 32(3): 252-256.
- [36] 肖飞,刘洛夫,曾丽媛,等. 准噶尔盆地车排子东缘原油地球化学特征与原油分析[J]. 中国矿业大学学报, 2014, 43(4): 646-655.

编辑:董庸

Geochemical Characteristics of Extracted Hydrocarbon from Jurassic Oil Sandstone Reservoirs in Well LV, North Yellow Sea Basin

Zhao Qingfang, Zhao Youdao, Wen Zhenhe, Zhang Yinguo, Li Shuanglin, Liang Jie, Dai Chunshan

Abstract: Samples are two oil-bearing extracts from Jurassic oil sandstone reservoirs in Well LV in North Yellow Sea basin. By analysis results of conventional organic geochemical methods and stable carbon isotopic detection, it is shown that their geochemical characters are different. The deeper oil extract belongs to common oil, in which the n-alkane is predominant fractional composition of saturate hydrocarbon, and the n-alkane curve shows normality distribution with low carbon number predominance. While the shallower oil extract indicates strong biodegrade. The gas chromatograms (GC) of the saturate hydrocarbon raises baseline from UCM, and also contains the complete low carbon number n-alkane, Pr and Ph. The carbon isotope ($\delta^{13}\text{C}$) values of whole oil (oil sandstone extract) and group composition ranges from -24.7‰ to -32.3‰. The $\delta^{13}\text{C}$ values of whole oil and asphaltene have heavy carbon isotopic ratio, while saturate hydrocarbon and aromatic hydrocarbon have light carbon isotopic ratios. The biomarkers relating with maturity parameter show that the two oil sandstone extracts have arrived to mature or highly mature stages. Deduced from biomarkers and carbon isotopes, the matrix of the oil sandstone extracts were deposited in a shallow lacustrine environment so that it was controlled by terrestrial higher-plant debris and the lower aquatic organisms. Comprehensive analysis indicates that hydrocarbon was charged twice in these areas.

Key words: Jurassic; Oil sand; Hydrocarbon extract; Organic geochemistry; Carbon isotope; North Yellow Sea Basin
 Zhao Qingfang; Senior Engineer. Add: Qingdao Institute of Marine Geology, 62 Fuzhou Nan Rd., Qingdao, Shandong, 266071, China