

文章编号: 1000-0550(2007) 05-0787-08

# 吐哈盆地二叠系稠油成因、成藏研究

王志勇 杜宏宇 靳振家 贺永红

(吐哈油田公司勘探开发研究院 新疆哈密 839009)

**摘要** 针对吐哈盆地火焰山中央带二叠系稠油勘探最新进展,依据地质、地球化学分析资料开展区带稠油成因、成藏研究,提出盆地胜北洼陷为中央带稠油主力供源区、生物降解改造是原油稠化的主导因素、火 8 井三叠系稠油油藏于中侏罗世西山窑沉积期末形成,通过对英 2、4 井上二叠统、中侏罗统七克台组油藏非均质性的揭示,阐述该类油藏“二次充注”的成因模式。

**关键词** 吐哈盆地 稠油 成因 成藏 生物标志物 生物降解

**第一作者简介** 王志勇 男 1966 年出生 高级工程师 油气地球化学与资源评价研究 E-mail Wangzy877@sehu.com

中图分类号 TE122.1 文献标识码 A

## 1 前言

1995 年以来,吐哈盆地油气勘探在台南凹陷鲁克沁构造带中上三叠统克拉玛依组 ( $T_{23k}$ ) 储层中相继发现鲁克沁、玉东、吐玉克、玉西等稠油油田(油藏);近期陆续又在英也尔构造带英 2、4 井中侏罗统七克台组 ( $J_2q$ )、上二叠统 ( $P_3f$ ),火焰山断层下盘火 8 井中上三叠统 ( $T_{23}$ ) 以及火焰山北坡连 4-S 井下三叠统 ( $T_1$ )、上二叠统发现类似稠油油藏(图 1);这些发现表明盆地火焰山中央带稠油扩展勘探潜力巨大。油源研究认为上述油藏稠油来源基本一致,均与盆地中二叠统桃东沟群 ( $P_2kl$ ) 的湖相源岩密切相关。目前盆地已探明的稠油资源达 8 400 万吨,是盆地石油接替资源的重要组成部分,阐明盆地稠油来源、充注及油藏成因演化等问题,不仅具有重要的科学意义,而且对于进一步开展稠油资源的勘探,扩大稠油资源的探明储量也有实际的指导意义。本文通过最新相关勘探资料的分析研究,对其中的一些问题进行了探讨。

## 2 仪器及条件

研究所采用色谱、色质仪器的型号和分析条件为: 色谱: HP5890 气相色谱仪,配置 DB-1 色谱柱 ( $30\text{ m} \times 0.25\text{ mm I D}$ ); 柱温程序为: 初始温度  $80^\circ\text{C}$ , 恒温  $2\text{ min}$ , 以  $4^\circ\text{C}/\text{min}$  升至  $290^\circ\text{C}$ , 再恒温  $30\text{ min}$ , 载气为氮气。 色质: VG Quattro 型色谱-质谱-质谱联用仪,配置 DB-5 色谱柱 ( $30\text{ m} \times 0.25\text{ mm I D}$ );

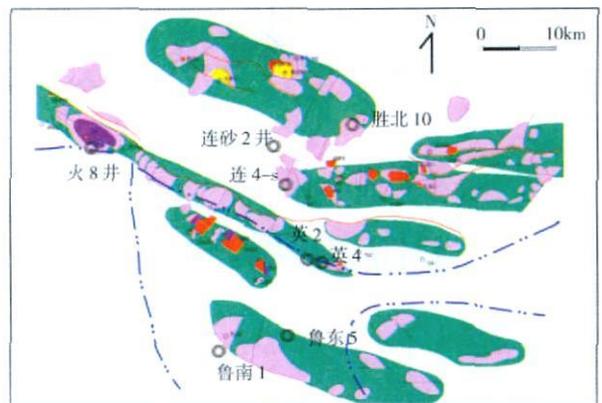


图 1 火焰山中央带油藏、井位分布示意图

Fig 1 Distribution of reservoirs and wells in central zone of Huoyanshan

柱温程序为: 初始温度  $100^\circ\text{C}$ , 恒温  $2\text{ min}$ , 以  $4^\circ\text{C}/\text{min}$  升至  $320^\circ\text{C}$ , 再恒温  $30\text{ min}$ , EI 源、离子源电离能  $70\text{ eV}$ , 载气: 高纯氮, 载气线速度:  $40\text{ cm}/\text{sec}$ , 谱库: 美国 NIST02L。

## 3 吐哈盆地火焰山中央带稠油“油源”

油源是油气地学研究的关键问题之一,前人研究确定吐哈盆地火焰山中央带稠油来源于二叠系<sup>[1-3]</sup>(中二叠统桃东沟群)湖相源岩,但供源生烃中心是北面的胜北洼陷还是南面的台南凹陷尚存疑问。台南凹陷中二叠统桃东沟群源岩因分布范围小、演化程度较低而难以形成目前发现的稠油资源规模,胜北洼

陷因近年二叠系断陷盆地原型认识而对其源岩发育分布范围及供源能力产生置疑。在新钻探井有关分析资料基础上,对盆地台南凹陷中二叠统桃东沟群、胜北洼陷侏罗系相关油气显示的生物标志物特征、热演化程度等进行研究,认为胜北洼陷仍是中央带稠油的主力供源区。

### 3.1 火焰山中央带二叠系稠油基本地化特征

火焰山中央带二叠系稠油密度大(一般大于  $0.95 \text{ g/cm}^3$ ),粘度高( $50^\circ\text{C}$ 时为  $5 \sim 15 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ),凝固点高( $15 \sim 28^\circ\text{C}$ ),属重质油范畴。族组成中非烃及沥青质含量高,可达  $30\% \sim 50\%$ ,饱和烃含量一般为  $25\% \sim 50\%$ ,芳烃含量一般为  $13\% \sim 25\%$ 。

多数二叠系稠油饱和烃色谱图中正构烷烃已基本消失(图 2a b),类异戊二烯等支链烷烃及环烷烃分布明显、基线突起, $\beta$ -胡萝卜素含量较高;姥植比

$\text{Pr}/\text{Ph}$ 一般小于 2 伽玛蜡烷相对丰富, $\text{C}_{27}$ ,  $\text{C}_{28}$ 和  $\text{C}_{29}$ 规则甾烷呈“厂型”或“上升型”分布, $\text{C}_{29}\alpha\alpha\alpha\text{S}/(\text{S}+\text{R})$ 指标一般大于 0.35,  $m/z$  177 质量色谱图上可见 25-降藿烷系列化合物和烷基茛烷等降解型生物标志物,表明油藏经受过生物降解作用。

### 3.2 台南凹陷中二叠统桃东沟群源岩生物标志物特征

台南凹陷探井岩心样品采自桃东沟群源岩稳定发育层段,其有机质丰度较高(平均  $\text{TOC} 2.0\%$ 、沥青“A”含量  $0.015\%$ 以上)、达到较好生油岩标准,基本能代表台南凹陷该套源岩性质及特征。样品抽提有机质饱和烃色谱、色质分析显示台南凹陷该套源岩生物标志物特征与盆地火焰山中央带稠油存在较大差异。

台南凹陷桃东沟群源岩饱和烃生物标志物特征如图 2c d e 所示,正烷烃系列完整且在  $n\text{C}_{21-29}$ 存在

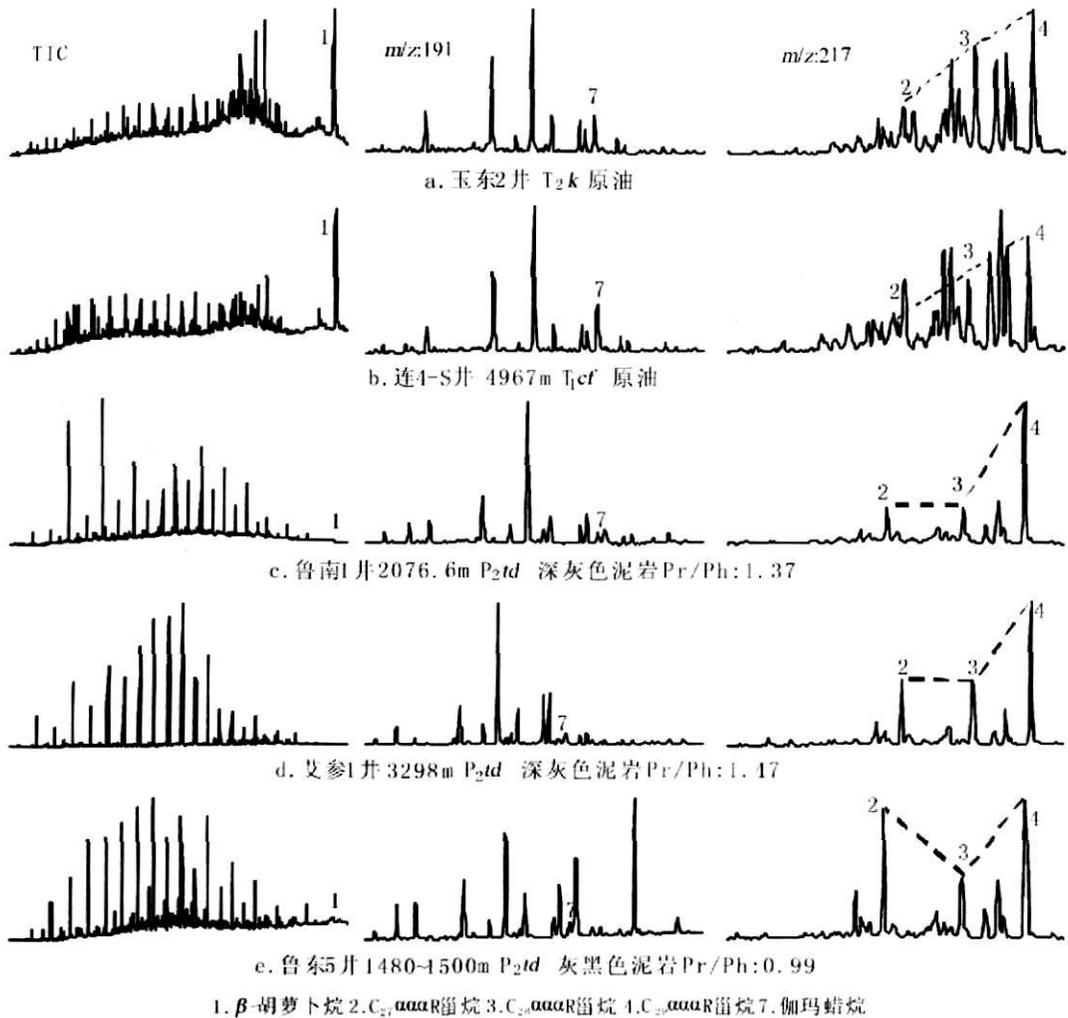


图 2 火焰山中央带稠油及台南凹陷桃东沟群源岩生物标志物特征

Fig 2 The biomarker particularity of heavy oil and source rock in Permian of Tainan depression

明显奇碳优势、Pr/Ph 指标一般低于 1.5。C<sub>19~25</sub>-三环萜烷系列主峰分布在 C<sub>21,23</sub>、C<sub>24</sub>。四环萜烷丰度与 C<sub>26</sub>-三环萜烷相当;β-胡萝卜素、伽玛蜡烷可检测出但丰度低;C<sub>28</sub>甾烷丰度低、部分样品 C<sub>27</sub>甾烷丰度较高, C<sub>27~29</sub>规则甾烷呈“V 型”或“反 L 型”分布;样品甾烷演化程度指数 C<sub>29</sub>αααS/(S+R)均低于 0.2。藿烷 C<sub>31</sub>αβ-22S/22(S+R)参数及低熟生标化合物 ββ 构型藿烷、苯并藿烷的检出明确指示源岩热演化仍处于未熟、低熟阶段。与稠油烷烃类生物标志物特征比较,台南凹陷桃东沟群源岩样品中 β-胡萝卜素、伽玛蜡烷及甾烷等化合物特征及演化程度均不相符,说明

该区源岩在沉积环境、有机母质输入及热演化等条件方面与盆地二叠系主力供源区源岩差异较大;认为台南凹陷桃东沟群源岩可能形成于二叠系主沉积水体的边缘区或非主沉积水体,该区水源充足、水体淡化以及陆源有机质输入相对更加丰富。

### 3.3 胜北洼陷二叠系来源油气显示及中央带稠油油源

通过生物标志物分布特征对比,在胜北洼陷中心区域胜深 3 井、胜北 10 井、连砂 2 井中侏罗统三间房组 (J<sub>2s</sub>)、西山窑组 (J<sub>2x</sub>) 地层中发现并确认存在二叠系来源油气显示。图 3 显示了连砂 2 井等三间房组

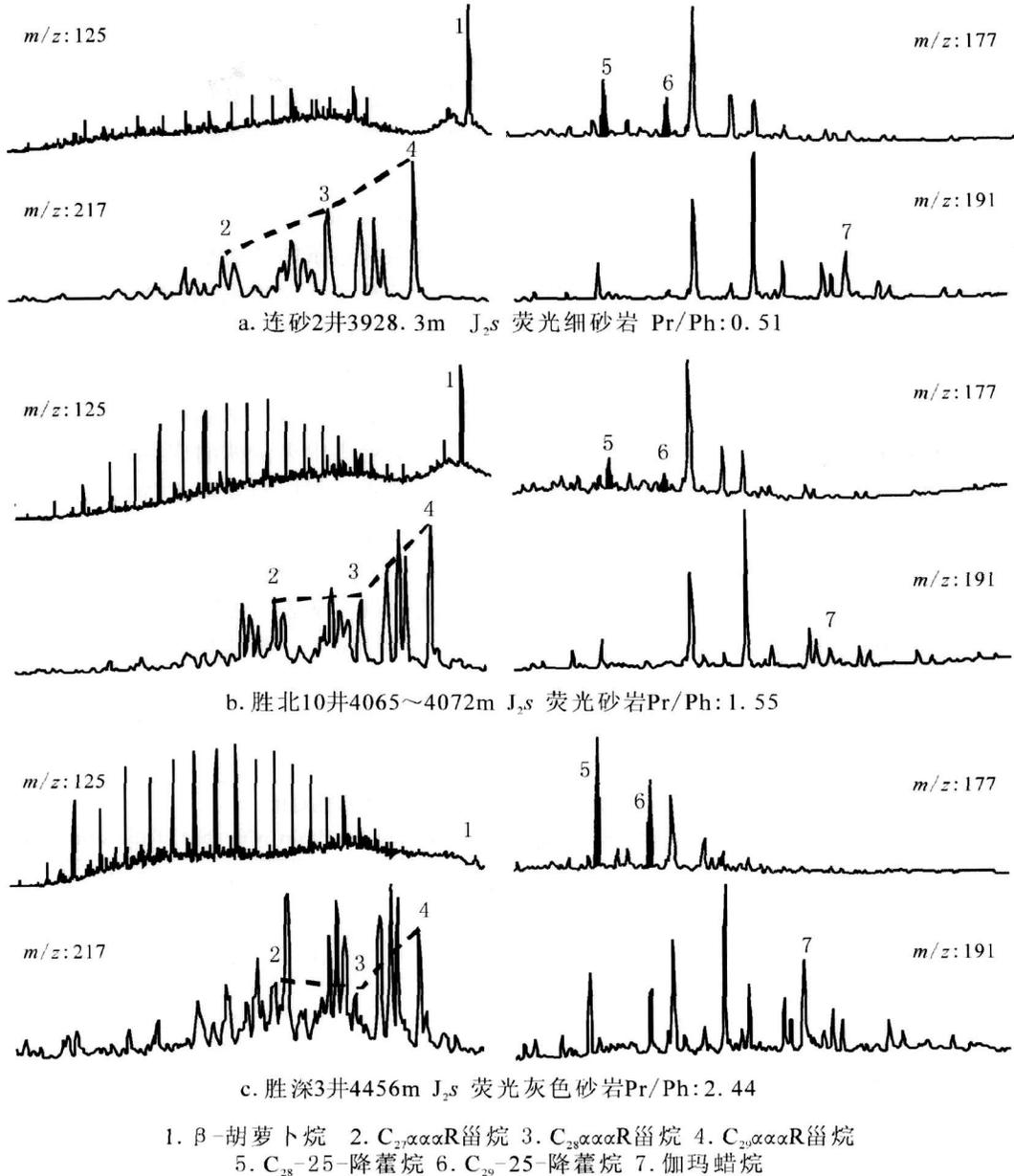


图 3 胜北洼陷二叠系来源油气显示生物标志物特征

Fig 3 The biomarker particularity of oil show in Permian of Shengbeidepression

油砂样品抽提物的烷烃生化化合物特征。由于受到煤系油气不同程度的混入导致其生标组合特征发生歧变,但通过对二叠系桃东沟群油源与煤系油源差异的深刻分析可以确定样品中二叠系油源贡献的存在。连砂 2 井样品因煤系油气混入少,其具有的高丰度  $\beta$ -胡萝卜烷、伽玛蜡烷分布,  $C_{19-25}$ -三环萜烷系列主峰分布在  $C_{21-23}$ 、 $C_{24}$ -四环萜烷丰度与  $C_{26}$ -三环萜烷相当,  $C_{27-29}$ 甾烷呈“上升型”分布等特征与二叠系油源基本一致; 25 降藿烷具有特殊成因<sup>[4]</sup>、盆地内此前仅在二叠系来源稠油(一般存在中等程度生物降解)中检出,煤系油源及其油气不具备 25 降藿烷形成条件,样品中该系列化合物的检出正是二叠系降解油气注入的结果。胜深 3 井、胜北 10 井样品三、四环萜烷特征与连砂 2 井样品一致,且均有 25 降藿烷化合物检出,其总体生化化合物特征的复杂表现可能是由于煤系油气与二叠系降解油气不同程度的混合。

根据火焰山中央带稠油分布、胜北洼陷中心二叠系来源油气甄别,结合前述台南凹陷中二叠统桃东沟群源岩特征总结,分析认为:台南凹陷桃东沟群源岩地化参数与火焰山中央带稠油生源特征、演化程度不符,台南凹陷发育该套源岩的鲁南 1 井、鲁东 5 井等未见相关油气显示,说明台南凹陷并非中央带稠油主力供源区。胜北洼陷连 4S 井二叠系来源稠油油藏的揭示、洼陷中心胜深 3 连砂 2 井等相关油气显示的确认,说明胜北洼陷二叠系油源是客观存在的、并且很可能是火焰山中央带稠油主力供源区。胜深 3 连砂 2 井等在侏罗系地层中发现具有降解特征的二叠系油气显示,说明在该区域深层可能存在曾遭受降解破坏的二叠系油气古油藏,该类古油藏可能成藏早、埋藏浅而保存条件差,后期深埋后出现向上

覆储层少量运移调整但未能再次成藏。

#### 4 火焰山中央带稠油成因及降解序列

目前火焰山中央带发现的二叠系来源油气基本都属高粘度、高密度原油(表 1)。饱和烃气质分析揭示出该类原油受到微生物降解改造,存在中等至严重的降解序列<sup>[5,6]</sup>,为便于进行对比将轻微降解的中下侏罗统水西沟群( $J_{1-2sh}$ )煤系来源的大 2 井原油和三塘湖盆地源于二叠系的原油一并列入表 1。由图 4 可见,原油降解程度从轻微—严重、25 降藿烷系列化合物分布从无到有、从低丰度至高丰度;严重降解的原油中藿烷、甾烷化合物出现明显歧变乃至面目全非;三环萜烷及伽玛蜡烷等化合物因其抗降解能力强而得以保存并突显高丰度分布。一般情况下,正烷烃系列化合物抗微生物降解能力最差而首先被消耗,但因部分井区存在油气“二次充注”,此时正烷烃系列化合物的分布状况不能真实反映原油的降解程度。结合油藏构造条件考察原油降解程度,原油降解程度存在随埋藏变浅而增强的规律<sup>[7]</sup>——鲁克沁构造带自西向东,玉西、吐玉克、玉东、鲁克沁等各油藏埋藏由深变浅,油藏油气降解程度逐渐增强,而位于更高部位的英也尔构造带原油则呈现严重降解面貌。

对火焰山中央带稠油成因认识的疑问在于原油原生低熟本质与后期降解改造究竟何种因素是原油稠化的主导原因?研究认为后期降解改造应是原油稠化的主导原因、同时在油藏浅埋时油气逸散的因素也不容忽视。从表 1 可见,与吐哈盆地毗邻的三塘湖盆地马朗凹陷上二叠统芦草沟组( $P_2l$ )源岩,其成烃母质与吐哈盆地桃东沟群源岩类似而演化程度相当或更低( $R_o$ 一般低于 0.8%),但该套源岩生成的原

表 1 研究区稠油及三塘湖盆地相关原油物性对比

Table 1 Comparison of relevant oil physical property of Shantangu Basin with that of the study area

盆地	井号	井段 /m	层位	密度 /( $g/cm^3$ )	粘度 /mPa s	饱和烃 /%	芳香烃 /%	非烃 /%	沥青质 /%
吐哈	大 2 井	1473~ 1486	$E_{sh}$	0.9151	26.99	51.19	33.17	4.38	0.16
	玉 1 井	3370~ 3388	$T_{2-3k}$	0.9692	9924	36.1	24.9	21.7	11.3
	玉东 5	3061~ 3073	$T_{2-3k}$	0.9588	16500	41.32	22.38	21.81	7.29
	玉西 1	3554~ 3581	$T_{2-3k}$	0.9656	10200	43	23.39	20.42	9.4
	鲁 8 井	2628~ 2665	$T_{2-3k}$	0.9670	9863	46.29	19.32	24.79	4.54
	连 4S	4966~ 4971	$T_1$	0.9314	7955	51.38	13.47	15.01	19.79
	英 4 井	2164~ 2179	$P_3g$	0.9562	8800	37.27	26.7	17.81	16.84
	火 8 井	4977.6	$T_{2-3k}$	—	—	49.4	18.2	15.9	12.3
三塘湖	马 1	1530~ 1555	$J_2x$	0.8786	23.4	62.33	15.12	5.31	0.27
	马 1	2259~ 2278	$P_2l$	0.8640	15.5	53.42	17.88	12.8	1.32
	马 6	3265~ 3298	$P_2l$	0.8884	49.7	57.9	21.8	10.3	1.76

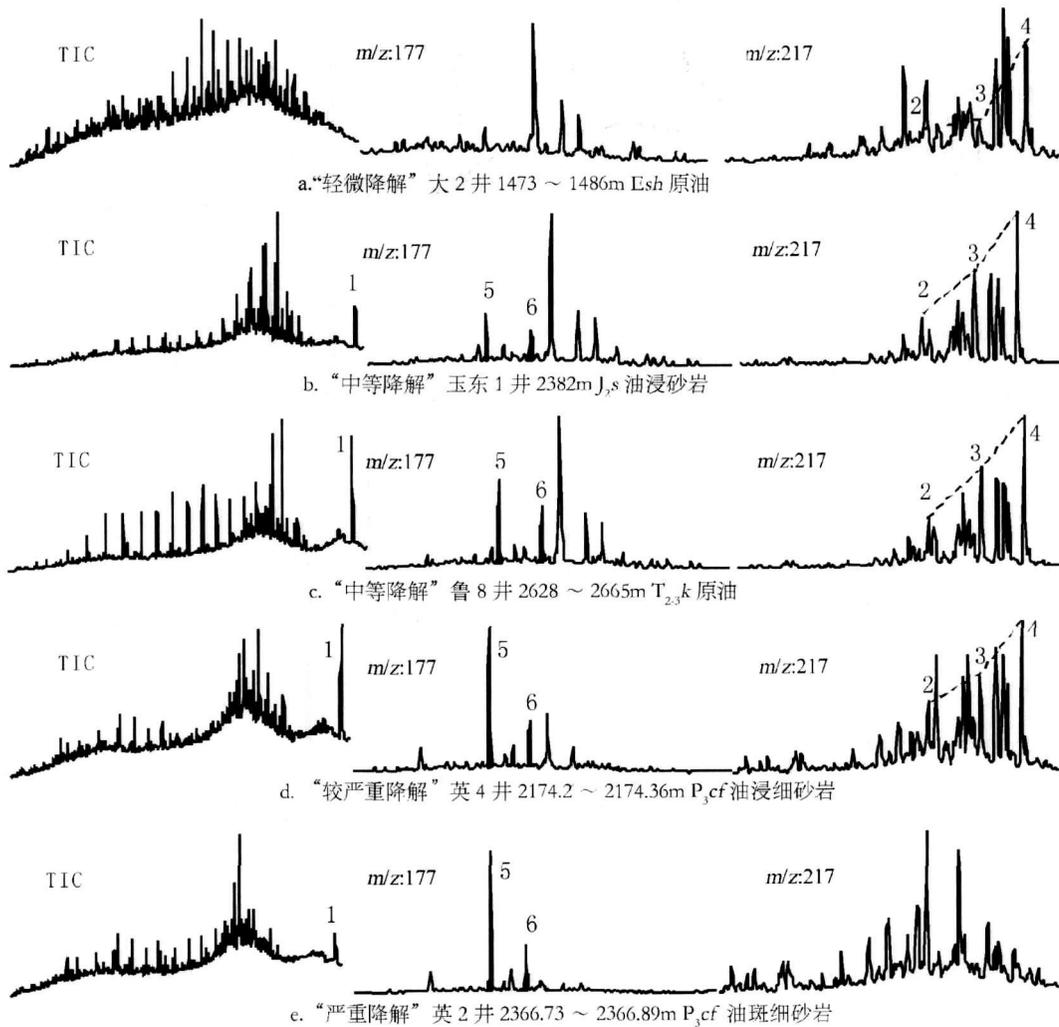


图 4 吐哈盆地降解原油生物标志物特征

Fig 4 The biomarker particularity of degraded oil in Tuhai Basin

油,其中部分为未经长距离运移的“自生自储”原油,仅为中等密度、粘度的原油,即源岩较低的成熟度并未显示较高的密度和粘度。同时,火 8 井中上三叠统、连 4-S 井下三叠统原油成熟度分析显示其为成熟原油(相应源岩  $R_0$  高于 0.8%),但经后期降解改造后也形成了高密高粘原油;盆地正常煤系成熟原油密度一般不超过  $0.84 \text{ g/cm}^3$ ,而大 2 井煤系成熟原油在经历油藏浅埋及轻微降解改造作用后其密度即达到  $0.91 \text{ g/cm}^3$ ,由此可见降解改造作用及油气逸散对油气性质影响很大,可以成为原油稠化的主导原因。

### 5 火 8 井、连 4-S 井稠油油藏成藏期

火 8 井在中上三叠统地层揭示二叠系稠油主体油藏、在中侏罗统西山窑组地层也发现了相关油气显示。该井 4 977.52 ~ 4 977.63 m ( $T_{2-3k}$ )油砂样品表

现为完全的二叠系来源油气特征、成熟度高 ( $C_{29}\alpha\alpha\alpha S/(R+S)$  为 0.54)、降解程度中等(图 5); 3 985.29 ~ 3 985.50 m ( $J_2x$ )油砂样品具有二叠系来源降解油气与水西沟群煤系油气“混源”的表现,由于煤系油气注入量不大,样品甾萜烷等生标化合物面貌主要表现二叠系中等降解程度油气特征,其成熟度较低 ( $C_{29}\alpha\alpha\alpha S/(R+S)$  为 0.42)。 $J_2x$  油砂样品规则甾萜烷的组成分布形态表明甾萜烷化合物基本没有受到生物降解的影响,甾萜烷成熟指标仍然有效,煤系油气少量注入且其本身成熟指标更高(可能会造成正向影响)不能造成总体甾萜烷成熟指标降低,因此认为该层段二叠系油气在进入储层后没有发生成熟指标降低变化的可能,其较低的成熟度是原生成因,而非下部中上三叠统油藏降解油气向上调整的演变结果。依据前述上部西山窑组油气为原生注入的认识,可确

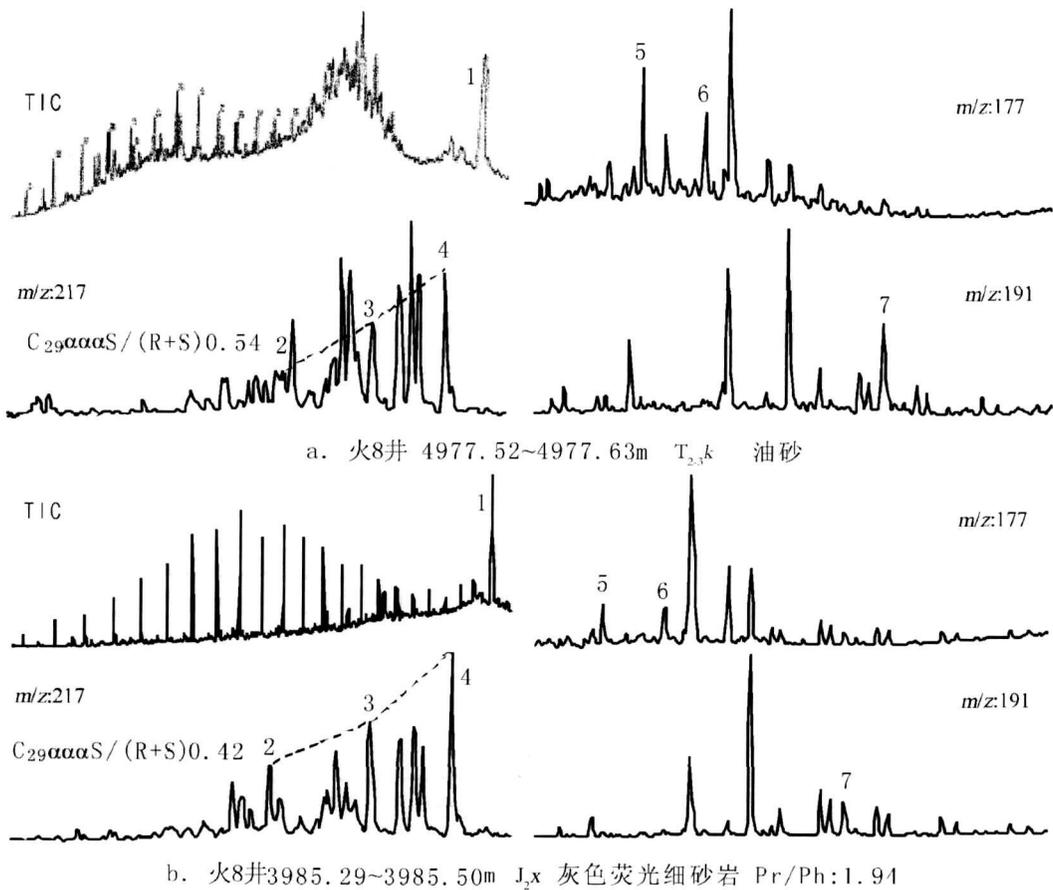


图 5 火 8 井  $J_{2x}$ 、 $T_{2-3k}$  油气显示生物标志物特征对比

Fig 5 Comparison of biomarker particularly of oil show in  $J_{2x}$ 、 $T_{2-3k}$  in Well H-8

定其注入成藏时期应在西山窑组地层沉积之后;另一方面,由于其中上三叠统稠油油藏明确经历过降解改造历史,根据原油降解改造条件认为其时油藏埋深应浅于 1 500 m、地温小于 80°C<sup>[4]</sup>,故该井中上三叠统稠油成藏亦不能太晚。考察火 8 井地层系统,该井在中侏罗统西山窑组地层与三间房组地层之间存在明显沉积间断(造成三间房组一段缺失、可能还存在西山窑组地层少量剥蚀),推测对应此沉积间断的构造运动时期即为火 8 井二叠系油气成藏与破坏时期;其时火 8 井中上三叠统油藏埋深 1 400 m 左右、地温在 70°C 左右,满足形成降解油藏条件。

连 4-S 井 4 966.6~4 971.6 m 下三叠统油藏稠油来源与火 8 井二叠系稠油一致且成熟度、降解程度均相当。地质上该井侏罗系地层与火 8 井基本类似、西山窑组与三间房组地层间沉积间断同样存在,对应构造运动时期本井下三叠统油藏埋深也在 1 500 m 以浅,认为该井稠油油藏的成藏与破坏过程与火 8 井相似。

综上所述,认为火 8 井、连 4-S 井三叠系稠油油藏油气注入与降解破坏大致应在中侏罗世西山窑沉积期末的早燕山时期,该认识与前人研究成果<sup>[8]</sup>的大致时期是吻合的。

## 6 英 2、4 井稠油油藏形成、演化与非均质性

英也尔构造带在中侏罗世前长期处于隆起抬升的高部位,研究认为:早燕山时期胜北洼陷二叠系油气自北向南运移至该区上二叠统储层聚集成藏,与此同时,油藏因浅埋而受到氧化、水洗及微生物等改造作用导致油气稠化,达到严重降解程度;晚燕山期末—早喜山期,胜北洼陷中下侏罗统水西沟群煤系源岩进入成熟油气生排期,有证据表明存在该期油气对本区二叠系油气古油藏的“二次充注”。

英 2 井 2 366.73~2 366.89 m ( $P_{3g}$ )油砂样品生标特征显示该段油气为严重降解的二叠系油气(基本无正烷烃分布);2 013.77~2 014.00 m ( $J_{2q}$ )油砂

样品生标特征显示其主体仍为严重降解的二叠系油气,但其中明显存在少量水西沟群煤系油气“二次充注”,较为完整的正烷烃分布及较高  $P_r/Ph$  指标 (2.99) 是煤系油气“二次充注”的有力证据。根据对胜北洼陷二叠系油气成藏演化的认识,可以确定该井上二叠统油藏为早期成藏并被严重降解;中侏罗统七

克台组油藏是在后期构造运动中因断层开启沟通、“古油藏”油气上逸并再次聚集形成的次生油藏,虽然有煤系油气“二次充注”,但由于注入量不大,低密度低粘度的成熟煤系油气对整体油藏油气性质改善不大。

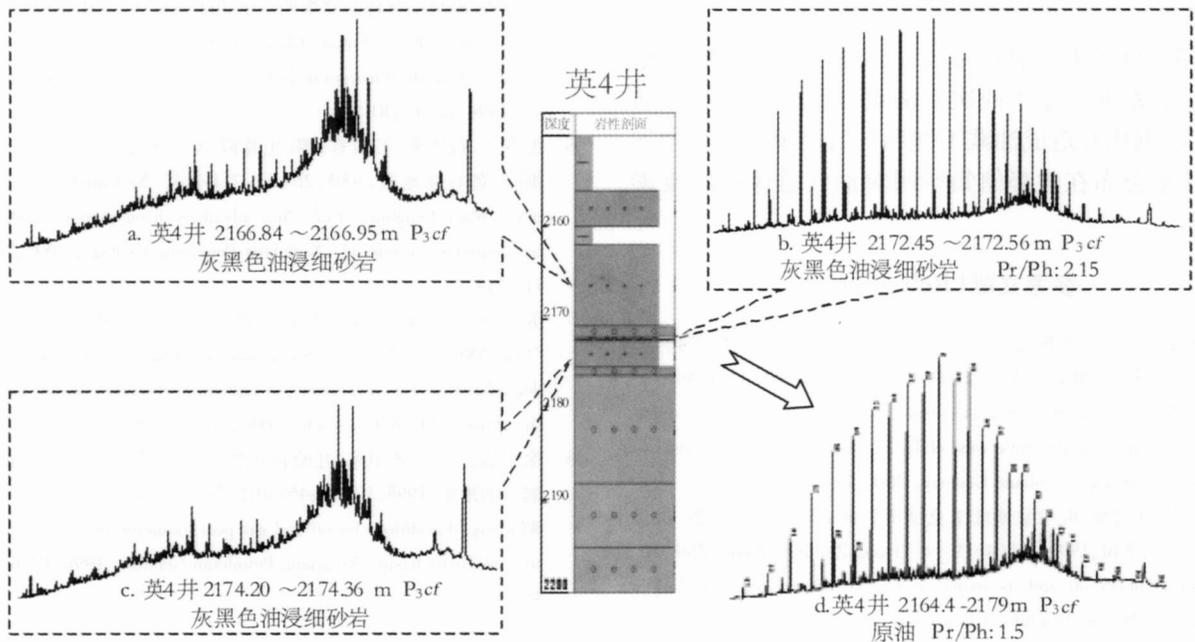


图 6 英 4 井  $P_3cf$  油藏非均质性表现

Fig 6 The heterogeneity of  $P_3cf$  reservoir in Well Y-4 英 4 井 2164.4~2179 m ( $P_3cf$ )

油层内三个油砂样品及原油样品的色谱分析显露出油藏存在的非均质性、展现了煤系油气“二次充注”的成因模式(图 6)。三个油砂样品中的两个样品缺失正烷烃化合物的分布(完全为二叠系降解油气特征),一个样品正烷烃化合物分布完整但降解油气特征也比较明显(为二叠系降解系油气与“二次充注”煤系油气“混源”的特征),这种现象说明油藏存在明显的非均质性,而非均质性的形成与储层本身性质、演化(主要是裂缝的产生和发育)、油气注入历史等有必然的因果关系。该油藏原油样品显示为二叠系降解油气与“二次充注”煤系油气“混源”的特征而非降解二叠系油气特征,则说明“二次充注”进入油藏的煤系油气应处在储层中连通性能良好、利于采出的裂缝及孔隙中。

根据以上现象描述及分析,对该油藏“二次充注”的成因模式阐述如下:二叠系油气原生或次生油藏因改造作用导致油气逸散、稠化并造成油藏不饱和;后期煤系油气注入时沿连通性能良好的优势通道

(如裂缝、储层高孔渗层段等)进入古油藏储集空间并与相邻二叠系油气相互扩散混合;由于煤系油气注入量少(可能与喜山期火焰山隆起截断油源有关)，“二次充注”后油藏仍不饱和且油藏油气总体性质改善不明显、油气无法充分扩散混合,因此后期注入的煤系油气仍主要分布在优势储集空间,最终导致了油藏非均质性的形成;在油藏原油采出时,优势通道附近储集空间中的流体必然优先向井底汇聚流出,此时已经与部分二叠系油气相互混合的煤系油气多处于有利位置而得以优先采出。

## 7 结 语

(1) 研究表明吐哈盆地火焰山中央带二叠系稠油的主力供源区为盆地胜北洼陷,而台南凹陷桃东沟群源岩地化参数研究表明与火焰山中央带稠油生源特征、演化程度差异较大,尤其在台南凹陷发育该套源岩的鲁南 1 井、鲁东 5 井未见相关油气显示,因而台南凹陷不是中央稠油带主力供源区。

(2) 火焰山中央带二叠系高粘度、高密度原油稠化的主导因素是生物降解所致,地质实际也体现为原油降解程度随埋藏变浅成明显增强趋势。

(3) 研究认为火 8 井,连 4-S 井中上三叠统地层的二叠系油气成藏与破坏时期约在中侏罗统西山窑沉积期末的早燕山时期,其埋深 1 400 m 左右,地温 70℃左右。

(4) 英 2 4 井油藏为“二次充注”的非均质性原油。二叠系油气原生或次生油藏因改造作用导致油气逸散,稠化并造成油藏不饱和。后期少量煤系油气注入主要分布在优势储集空间对油气总体性质改善不明显。

### 参考文献 (References)

- 袁明生,李华明,苏传国,等.吐哈盆地鲁克沁构造带流体包裹体特征与油气运聚.新疆石油地质,2000,21(4):266-269 [Yuan Mingsheng, Li Minghua, Su Chuanguo, *et al*. Characteristics of fluid inclusions in Lukeqing structural zone of Tu-ha basin and oil & gas accumulation. Xingjiang Petroleum Geology, 2000, 21(4): 266-269]
- 黄志龙,张枝焕.吐哈盆地吐玉克油田稠油成因及油源分析.大庆石油学院学报,1999,23(4):9-11 [Huang Zhilong, Zhang Zhihuan. Origin of heavy oil and its source of Tuyuke oilfield in Tu-ha basin. Journal of Daqing Institute of Petroleum, 1999, 23(4): 9-11]
- 王昌桂,杨颢.吐哈盆地二叠系油气勘探潜力.新疆石油地质,2004,25(1):17-18 [Wang Changgui, Yang Biao. Oil and gas exploration potential of Permian system in Tu-ha basin. Xingjiang Petroleum Geology, 2004, 25(1): 17-18]
- 马安来,张水昌,张大江,等.生物降解原油地球化学研究新进展.地球科学进展,2005,20(4):449-454 [Ma Anlai, Zhang Shuichang, Zhang Dajiang, *et al*. New advances in geochemistry of crude oil biodegradation. Advances in Earth Sciences, 2005, 20(4): 449-454]
- 王屿涛.准噶尔盆地西北缘稠油生物降解特征.沉积学报,1994,12(1):81-88 [Wang Yutao. Characteristics of biodegraded heavy oil in the northwestern margin of Junggar basin. Acta Sedimentologica Sinica, 1994, 12(1): 81-88]
- 倪春华,包建平,王鹏辉,等.生物降解原油的油源对比研究新进展.新疆石油地质,2005,26(6):711-714 [Ni Chunhua, Bao Jianping, Wang Penghui, *et al*. New advances in oil-source correlation of biodegraded crude oil. Xingjiang Petroleum Geology, 2005, 26(6): 711-714]
- 苏传国.吐哈盆地鲁克沁构造带稠油降解特征及稠变机制.特种油气藏,2004,11(2):3-5 [Su Chuanguo. Characteristics of heavy oil degradation and its mechanism in Lukeqing structural zone of Tu-ha basin. Special Oil & Gas Pools, 2004, 11(2): 3-5]
- 涂小仙,梁浩,黄卫东.吐哈盆地鲁克沁弧型带油气成藏条件.新疆石油地质,1998,19(6):458-462 [Tu Xiaoxian, Liang Hao, Huang Weilong. Conditions for oil and gas pool formation in the Lukeqing arc zone of Tu-ha basin. Xingjiang Petroleum Geology, 1998, 19(6): 458-462]

## Discussion on the Origin of Heavy Oil and Reservoir Formation in Permian System of Turpan-Hami Basin

WANG Zhi-yong DU Hong-yu JIN Zhen-jia HE Yong-hong

(Research Institute of Exploration and Development of Tu-Ha Oilfield, Hami Xinjiang 839009)

**Abstract** In the light of the latest heavy oil exploration progress in the Permian formation of Huoyanshan central zone, Turpan-Hami basin, this study on heavy oil origin and reservoir formation is carried out based on geologic and geochemical data. It is concluded that Shengbei depression is the major source area for the central heavy oil zone, biologic degradation is the major cause of the oil thickening and the Triassic heavy oil reservoir in Well H-8 was formed at the end of Xishanyao depositional stage in Mid-Jurassic epoch. In addition, the forming mode of this kind of reservoirs “secondary influx” is described through revealing the heterogeneity of the reservoir of Upper Permian and Mid-Jurassic system in Well Y-2 and Y-4.

**Key words** Turpan-Hami basin, heavy oil origin, reservoir formation, bimaker, biodegradation