

文章编号: 1001-6112(2000)01-0064-07

# 松辽盆地朝长地区未熟、低熟烃源岩排烃研究

郝黎明<sup>1</sup>, 郝石生<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学北京校区, 北京 100083; 2 石油大学(北京)地科系, 北京 100083)

摘要: 本文利用实验室模拟方法研究了松辽盆地朝(朝阳沟)长(长春岭)地区白垩系和外围汤元地区第三系低熟源岩的排烃过程, 样品分别在 150℃、200℃、250℃、300℃ 4 个温度点各作一次实验。结果表明, 低熟源岩的排烃过程具有“地质色层效应”, 主要表现在排出烃与残留烃的族组成、气相色谱以及生物标志化合物等指标的差异上。本文计算并校正了模拟实验各温度点的排烃量和排烃效率, 得出了朝长地区低熟源岩排烃效率与演化程度的经验公式。研究认为, 低熟源岩排烃主要受源岩有机质丰度、类型、热演化成熟度及地下水活动等因素的影响。本区低熟源岩具有良好的生烃能力和排烃潜力, 故具有良好的油气资源前景。

关键词: 排烃量; 排烃效率; 低熟源岩; 白垩系; 朝长地区

中图分类号: TE135.2

文献标识码: A

过去在传统的干酪根热降解生油理论指导下, 石油地质学家在评价油气资源时往往把反射率低于 0.5% 的那部分烃源岩视为“未成熟的”而不加以考虑<sup>[1]</sup>。随着油气勘探难度的不断增大, 后备储量日益不足, 演化程度较低的未熟油和低熟油也越来越受到人们的重视。目前, 在松辽盆地北部西斜坡区、朝(朝阳沟)-长(长春岭)阶地的白垩系嫩江组以及一些外围盆地的第三系均已发现有未熟、低熟油的分布, 其资源前景受到人们的普遍关注。

本文试图通过对松辽盆地白垩系未熟-低熟烃源岩排烃过程的研究, 找出影响未熟-低熟烃源岩排烃的主要因素, 并由此对松辽盆地未熟-低熟烃源岩的排烃效率、排烃量等方面作出评价。

## 1 地质概况

朝长地区位于松花江以北, 丰乐以南, 东起四站西至肇源一带, 面积约 3.8 × 10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>, 区域构造位置处于松辽盆地中央拗陷区的朝阳沟阶地-宾府凹陷一带(图 1)。区内主要构造单元为朝阳沟阶地、长春岭背斜带和宾府凹陷等。

研究区下白垩统地层包括登娄库组、泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组等(表 1)。侏罗纪晚期, 在深

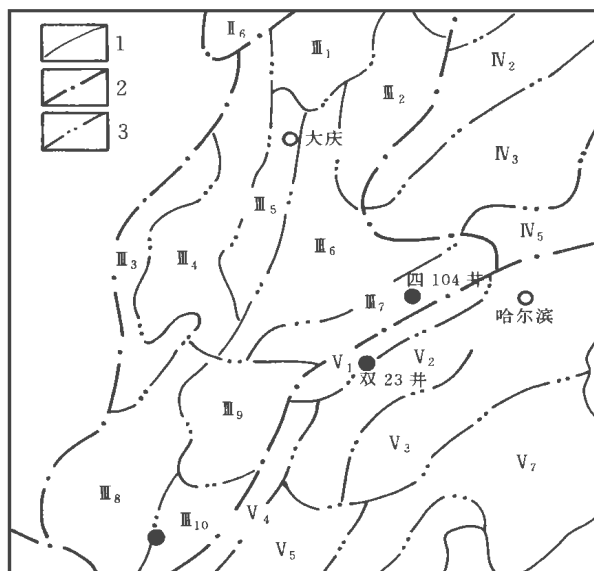


图 1 研究区地理位置、样品井位及构造略图<sup>[2]</sup>

- 1. 盆地边界; 2. 一级构造分区线; 3. 二级构造分区线
- III 1. 黑鱼泡凹陷; III 2. 明水阶地; III 6. 三肇凹陷; III 7. 朝阳沟阶地; III 8. 长岭凹陷; III 9. 扶余隆起带; IV 2. 绥棱背斜带; IV 3. 绥化凹陷; IV 5. 呼兰隆起带; V 1. 长春岭背斜带; V 2. 宾县-王府凹陷; V 3. 青山口隆起带; V 4. 登娄库背斜带; V 5. 钓鱼台隆起带(汤参 3 井在外围汤原地区)

Fig. 1 Geographic location of the study area, well sites of samples and sketch map of the structure

收稿日期: 1998-10-30; 修订日期: 1999-11-25.

基金项目: 本文是中国石油天然气集团公司“九五”重点科技攻关项目《中国未熟-低熟石油的成因机制、成藏条件和资源预测》(960006)的部分成果。

作者简介: 郝黎明(1973-), 男, 甘肃酒泉人, 博士生, 主要研究方向为沉积学与层序地层学。

表 1 松辽盆地白垩系地层表<sup>[2]</sup>

Table 1 Stratigraphic map of the Cretaceous in the Songliao Basin

地 层		代 号	岩 性
系	统 组		
白垩系	上统	明水组	K <sub>2m</sub> 棕灰色泥岩夹砂岩,灰色泥岩
		四方台组	K <sub>2s</sub> 棕红色泥岩夹红色砂岩,底为砂砾岩
	下统	嫩江组	K <sub>1n</sub> 灰黑色泥岩,下部夹油页岩,上部杂色泥岩
		姚家组	K <sub>1y</sub> 棕红色泥岩,灰绿色厚层砂岩
白垩系	下统	青山口组	K <sub>1qn</sub> 上部为杂色泥岩夹砂岩,下部为灰黑色泥岩
		泉头组	K <sub>1q</sub> 棕红色泥岩与灰色砂岩互层,底部为砂岩
		登娄库组	K <sub>1d</sub> 暗紫红色泥岩与砂岩互层,中、下部夹暗色泥岩

部裂谷地堑作用下,本区形成若干个断陷盆地。至白垩纪泉四段沉积时期,气候干旱,雨量稀少,蓄水体面积很小,河流沉积物占主导地位。青山口组-嫩江组沉积期,松辽盆地发生大规模沉降,湖区范围广大,湖水较深。青一段沉积时期,湖水面积近  $1.0 \times 10^5 \text{ km}^2$ ;嫩一、二段沉积时期,湖水面积超过  $1.5 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。在这两个时期,朝长地区气候温暖潮湿,盆地稳定沉降,沉积速度较慢,补偿条件较差,形成了巨大的深水静水体,沉积了一套富含有机质的半深-深湖相黑色泥岩,这是目前在中国所见最好的烃源岩之一。

## 2 实验方案及样品

源岩排烃过程的模拟采用在实验室密闭容器内加热、加压的办法实现<sup>[3]-[6]</sup>。实验装置采用内热电磁涡流式加热,它具有升温快、温度易控制、床层温度、压力分布均匀、自动化程度较高等优点。实验装置示意图见图 2。

实验前,先测各源岩样品的 TOC、 $R_o$  及氯仿沥青“ A ”含量。然后将碎至 60 目的样品装入反应容器,样品不加水、不加油,用干样;每个样品分别在  $150^\circ\text{C}$ 、 $200^\circ\text{C}$ 、 $250^\circ\text{C}$ 、 $300^\circ\text{C}$  4 个温度点各做一次实验,实验时间均为 72h,实验压力根据样品埋深及本地区地层平均密度折算。每个实验点用样 200g,且每个实验点均用新样。容器内源岩上、下各加 80 目石英砂 100g、50g,用以模拟储集层。实验结束后,卸出源岩残样和砂样,不得相混,分别做以下化验分析:源岩残样测  $R_o$ ;源岩残样和砂样的氯仿抽提物做族组成分析;族组分分离出的饱和烃分别做气相

色谱 (GC) 和 色 质 分 析 (GC-MS)。气 相 色 谱 用 HP5890 系列 色 谱 仪 检 测, TOC 用 Rock-Eval 岩 石 热 解 评 价 仪 测 定,  $R_o$  用 MPVⅢ 显 微 光 度 计 测 定, 以 上 实 验 均 在 大 庆 油 田 研 究 院 完 成。色 质 分 析 在 石 油 大 学 (北 京) 重 质 油 国 家 实 验 室 FINNIGAN MAT SSQ710 色 质 仪 上 完 成, 检 测 方 法 是 MID 多 离 子 检 测。

选取了两块朝长地区低熟源岩 (泥岩) 样品 ( $K_{1qn}^1$ 、 $K_{1n}^1$  各一块), 其有机质类型均为 I 型。为便于对照, 还选取了汤元地区第三系的一块样品, 有机质类型为 III 型。详细情况见表 2。

## 3 实验结果分析

通过上述实验, 我们可以对研究区有机质类型、有机质演化程度以及有机质在排烃过程中的地化效应进行分析, 并计算出排烃量与排烃效率。

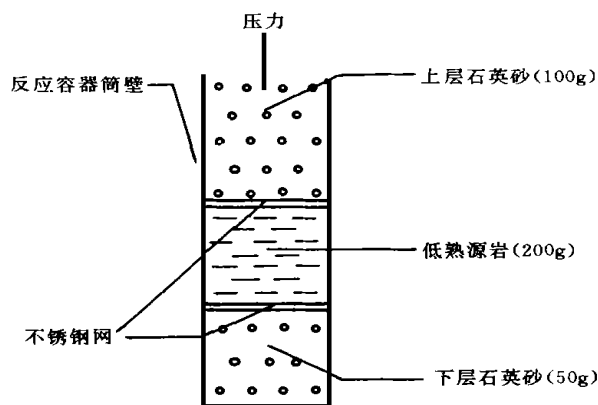


图 2 热压模拟实验装置示意图

Fig. 2 Schematic drawing of installation for the hot-pressure simulation experiment

3.1 源岩的演化程度

实验后测定了各样品的反射率,并做了部分样品的生物标志化合物鉴定(表 3 表 4)。本区样品镜质体反射率为 0.48%~0.63%,当实验温度在 300°C 以下时(不包括 300°C),样品基本上处于低成熟度范围( $R_o < 0.7\% \sim 0.8\%$ ,项目组所定标准)。

生物标志化合物是重要的成熟度参数之一。有

关研究认为,  $C_{31}$  升藿烷  $22S/(22S+22R)$  值和  $C_{32}$  升藿烷  $22S/(22S+22R)$  值在 0.5~0.54 以下或  $C_{29}$  甾烷  $20S/(20S+20R)$  值在 0.35~0.4 以下时,样品处于未熟、低熟阶段<sup>[7],[8]</sup>。本文的样品  $C_{31}$  升藿烷  $22S/(22S+22R)$  值和  $C_{32}$  升藿烷  $22S/(22S+22R)$  值基本上都在 0.5 以下;  $C_{29}$  甾烷  $20S/(20S+20R)$  值表现出异乎寻常地低,几乎都在 0.2 以下(表 4),这些

表 2 实验样品及实验方案

Table 2 Samples and scheme of the experiment

井号	井深 /m	地区	层位	有机质类型	岩性描述	TOC %	沥青“ A” %	$R_o$ %	温度点 /°C	压力 /MPa	时间 /h
双 23	768.22 ~ 774.65	朝长	$K_1qn^1$	I	灰黑色泥岩	6.074	0.5449	0.41	150	20	72
									200	25.93	
									250	31.87	
									300	37.8	
四 104	449.68 ~ 460.31	朝长	$K_1n^1$	I	灰色泥岩	3.759	0.0997	0.46	150	12	72
									200	20.6	
									250	29.2	
									300	37.8	
汤参 3	737.12	汤元	E	III	灰色泥岩	1.346	0.0225	0.50	150	20	72
									200	25.93	
									250	31.87	
									300	37.8	

表 3 热压模拟实验前后样品反射率 ( $R_o$  %) 的变化

Table 3 Changes of reflectance for samples before and after the hot-pressure simulation experiment

样 品	原 样	150°C	200°C	250°C	300°C
双 23	0.41	0.48	0.55	0.60	0.71
四 104	0.46	0.52	0.64	0.72	0.85
汤参 3	0.50	0.63	0.70	0.84	0.89

表 4 四 104 井样品生物标志化合物鉴定表(成熟度参数)

Table 4 Determinative table (maturity parameter) of biomarkers for samples from well SI-104

编 号	$C_{31}$ 升藿烷	$C_{32}$ 升藿烷	$C_{29}$ 甾烷
	$22S/(22S+22R)$	$22S/(22S+22R)$	$20S/(20S+20R)$
SI104原样	0.3235	0.4248	0.0903
SI150残样	0.3668	0.4523	0.0903
SI150砂样	0.4724	0.5292	0.1868
SI200残样	0.3344	0.3833	0.0865
SI200砂样	0.5008	0.5347	0.2287
SI250残样	0.4480	0.4322	0.1396
SI250砂样	0.4233	0.4395	0.1764

结果表明样品尚处于低熟阶段

### 3.2 排烃过程的地化效应

#### 3.2.1 饱和烃系列

在模拟实验后各样品饱和烃含量变化图上有这样一个明显特征: 随实验温度升高, 排出烃中饱和烃含量明显增大, 而残留烃中饱和烃含量则呈下降趋势 (图 3)。这说明在模拟实验过程中饱和烃的运移要优先于其它组分的运移。

模拟实验后排出烃和残留烃的正烷烃分布曲线具有鲜明的特征。排出烃的曲线形态比残留烃更光滑, 而且排出烃曲线主峰碳发生前移。这些现象说明低碳数烷烃要比高碳数烷烃优先运移 (图 4 图 5)

#### 3.2.2 类异戊二烯烃类

气相色谱检测结果表明随实验温度升高, 各样品排出烃与残留烃的 Pr/Ph 值变化并不明显, 或是缺乏规律。但随着实验温度的升高, 各样品残留烃

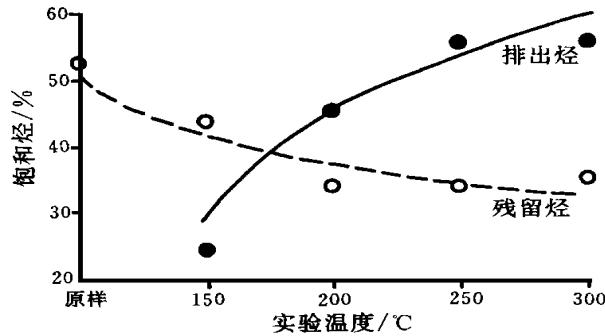


图 3 双 23 井样品饱和烃含量-实验温度关系图  
Fig. 3 Relationship of saturated hydrocarbon content to experimental temperature for samples from well Shuang-23

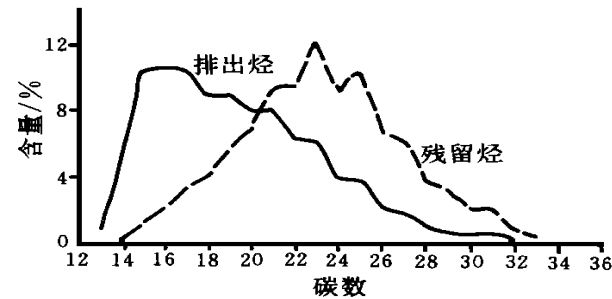


图 4 双 23 井样品模拟实验后 (250°C) 残留烃、排出烃正烷烃分布曲线

Fig. 4 Distribution of normal alkane in residual and expelled hydrocarbon after the simulation experiment (250°C) for samples from well Shuang-23

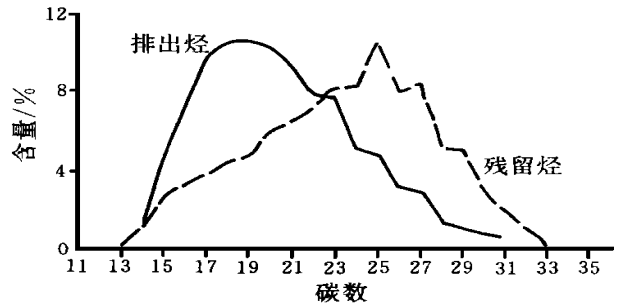


图 5 四 104 井样品模拟实验后 (250°C) 残留烃、排出烃正烷烃分布曲线  
Fig. 5 Distribution of normal alkane in residual and expelled hydrocarbon after the simulation experiment (250°C) for samples from well Si-104

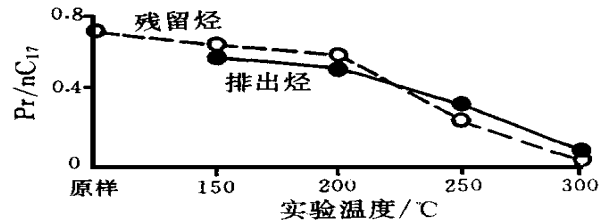


图 6 四 104 井样品模拟实验前后 Pr/nC<sub>17</sub>-实验温度关系图  
Fig. 6 Relationship of Pr/nC<sub>17</sub> to experimental temperature before and after the simulation experiment for samples from well Si-104

与排出烃的 Pr/nC<sub>17</sub>、Pr/nC<sub>18</sub> 值均呈显著下降趋势 (图 6 图 7)。

#### 3.2.3 萜烷

对于萜类化合物来说, 残留烃中明显富集 β<sub>α</sub> 萜烷系列, 或者说, α<sub>β</sub> 藿烷更易于从源岩中运移出来, 这导致残留烃的 C<sub>29</sub>萜烷 β<sub>α</sub>、α<sub>β</sub> 和 C<sub>30</sub>萜烷 β<sub>α</sub>、α<sub>β</sub> 值高于排出烃 (图 8)。

上述模拟实验后源岩残样与砂样的饱和烃、类异戊二烯烃以及萜类的地化特征的差异实际上是由于源岩对烃类的各种化合物具有不同的吸附能力所造成的, 这种差异被称为“地质色层效应”<sup>[41]、[19]</sup>。

### 3.3 排烃量与排烃效率的计算

计算排烃效率时需用到以下几个参数:

排烃量 (Q<sub>排</sub>): 指模拟实验后石英砂中氯仿抽提物的含量;

残烃量 (Q<sub>残</sub>): 指模拟实验后泥岩中氯仿抽提物的含量;

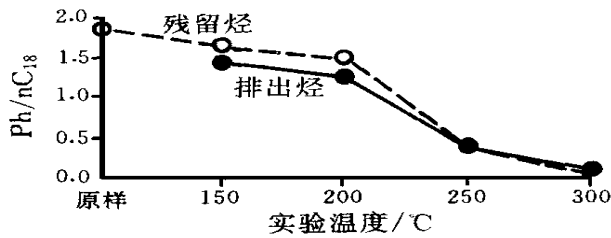


图 7 四 104 井样品模拟实验前后 Pr/nC<sub>18</sub> 实验温度关系图

Fig. 7 Relationship of Pr/nC<sub>18</sub> to experimental temperature before and after the simulation experiment for samples from well Si-104

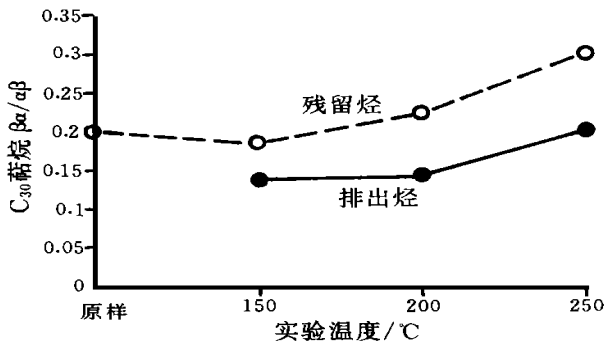


图 8 四 104 井样品 C<sub>30</sub> 萜烷 β<sub>α</sub>/β<sub>β</sub> 实验温度关系图

Fig. 8 Relationship between the β<sub>α</sub>/β<sub>β</sub> value of C<sub>30</sub>-terpane and experimental temperature for samples from well Si-104

总烃量 ( $Q_{总}$ ): 排烃量+ 残烃量;

排烃效率 ( $Z_{排}$ ):  $Z_{排} = Q_{排} / Q_{总} \times 100\%$ 。

原始资料经校正后 (主要是利用 PY-GC 资料做轻烃补偿校正), 我们利用上式计算出了模拟实验各温度点的排烃量和排烃效率, 列于表 5。从实验结果来看, 排烃量与排烃效率都与实验温度呈良好的正相关关系, 实验温度超过 200°C 后, 排烃现象较为显著。其中排烃效率最高值为双 23 井样品在 300°C 时 ( $R_o = 0.71\%$ ) 的排烃效率, 达 59.26%; 汤参 3 井样品在 200°C 时 ( $R_o = 0.70\%$ ) 排烃效率为 36.87%, 四 104 井样品在 250°C 时 ( $R_o = 0.72\%$ ) 排烃效率为 11.9%。

在此基础上做出了排烃效率与源岩反射率的关系图 (图 9)。

从图上可看出, 随着反射率的升高, 不同有机质丰度的低熟源岩排烃效率升高, 两者呈正相关关系。

不同有机质丰度的源岩样品其排烃效率相对反射率的变化程度不同而不同, 有机质丰度最低的汤参 3 井样品 ( $TOC = 1.34\%$ ) 的排烃效率-反射率曲线近似一条直线, 丰度较高的四 104 井样品 ( $TOC = 3.759\%$ ) 的排烃效率-反射率曲线稍有弯曲, 而丰度最高的双 23 井样品 ( $TOC = 6.074\%$ ) 的排烃效率-反射率曲线弯曲程度最大。

当反射率  $R_o < 0.6$  时, 不同有机质丰度源岩样品的排烃效率相对差别不大, 最高排烃效率在 20% 左右, 表明在此阶段各样品生烃、排烃量均较小。

表 5 热压模拟实验排烃量及排烃效率

Table 5 Hydrocarbon-expulsion quantity and efficiency for the hot-pressure simulation experiment

井号	温度 / °C	残留烃 "A"	排出烃 "A"	排烃量 / (kg/t 源岩)	排烃量 / (kg/t 有机碳)	排烃效率 / %
		含量 / %	含量 / %			
双 23	150	0.3763	0.0100	0.0750	1.2348	1.9541
	200	0.2575	0.0381	0.2857	4.7037	9.9886
	250	0.4699	0.1660	1.2450	20.4972	20.9455
	300	0.5850	1.7016	12.7620	210.1087	59.2600
汤参 3	150	0.0204	0.0114	0.0855	6.3522	29.5337
	200	0.0131	0.0102	0.0765	5.6835	36.8675
	250	0.0266	0.0092	0.1109	8.2392	40.5970
	300	0.0353	0.0438	0.3285	24.4056	48.2025
四 104	150	0.1319	0.0121	0.0907	2.4129	6.4373
	200	0.0628	0.0267	0.2002	5.3259	24.1775
	250	0.3630	0.0659	0.4942	13.1471	11.9840
	300	0.3432	0.3182	2.3865	63.4876	41.0157

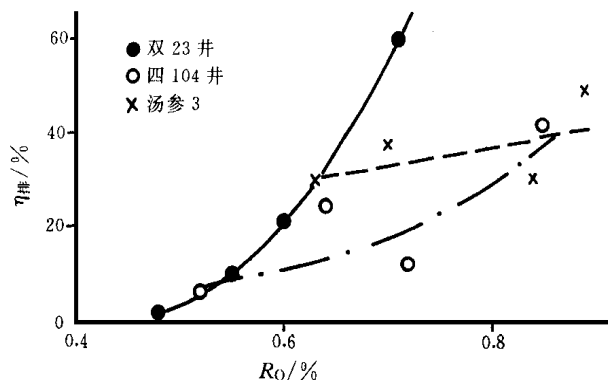


图 9 模拟实验样品排烃效率-反射率关系图

Fig. 9 Relationship of hydrocarbon-expulsion efficiency to reflectance for samples in the simulation experiment

当反射率  $R_o > 0.6$  时,不同有机质丰度源岩样品的排烃效率差异显著增大。

经过数据拟合,得出各样品排烃效率与反射率关系的经验公式:

双 23 井样品 ( $TOC = 6.074\%$ ):

$$\log(\eta_{排}) = 14.412R_o - 5.90722$$

$$R = 0.9716 \quad (1)$$

四 104 井样品 ( $TOC = 3.759\%$ ):

$$\log(\eta_{排}) = 4.80708R_o - 0.469565$$

$$R = 0.8240 \quad (2)$$

汤参 3 井样品 ( $TOC = 1.346\%$ ):

$$\log(\eta_{排}) = 1.08387R_o + 2.73611$$

$$R = 0.5700 \quad (3)$$

上述三个经验公式中,公式 (3) 相关性较差,相关系数  $R$  仅为 0.57,可信度较低,可略去。公式 (1) 和公式 (2) 相关系数较高,可信度较高。由于双 23 井样品和四 104 井样品有机质类型相同(均为 I 型有机质),而且实验条件相近,因此我们认为导致两者排烃效率产生差异的主要因素是样品的有机质丰度。据此,可以划分出 I 型有机质低熟源岩排烃效率经验公式的适用范围:

有机质丰度  $TOC > 4\%$  时:

$$\log(\eta_{排}) = 14.412R_o - 5.90722$$

有机质丰度  $TOC < 4\%$  时:

$$\log(\eta_{排}) = 4.80708R_o - 0.469565$$

#### 4 未熟、低熟源岩排烃的主要控制因素讨论

一般来说,控制低成熟源岩排烃的因素主要有

有机质丰度、有机质的类型、有机质成熟度以及地下水的活动等。

对于一般泥质烃源岩来说,有机质丰度越高就越有利于源岩排烃。研究区源岩的有机质丰度达 3.759% 以上(四 104 井区),高者达 6% 以上(双 23 井区),如此高的有机质丰度有利于源岩生烃、排烃。

有机质的类型对源岩排烃也有重要的影响,如双 23 井样品和四 104 井样品均为 I 型有机质,而汤参 3 井样品为 III 型有机质(表 2)。随着实验的进行,双 23 井样品和四 104 井样品排烃效率增长的速度高于汤参 3 井样品。造成这种现象的原因实际上是由于 I 型有机质要比 III 型有机质更有利于生油。因此,在低熟源岩的排烃过程中,I 型有机质比 II、III 型有机质更有利于源岩排烃。

有机质成熟度对排烃的影响是众所周知的。有机质的演化程度越高,其生烃量越大,排烃效率越高。在这一点上低熟源岩和成熟源岩是一致的,模拟实验的结果也清楚地说明了这一点。

此外,地下水的活动对烃源岩排烃也有一定的影响。低熟油的生成是在有机质埋藏相对较浅的环境中(深度  $< 1500\text{m}$ )发生的,在这一阶段,地下水的活动较为活跃。当低熟源岩排烃作用发生时,活跃的地下水可以及时把源岩附近排出的烃类带走,使得源岩附近的烃浓度降低,从而使源岩内外的烃浓度差扩大,有利于烃类以浓度扩散的方式从源岩排出。本区内低熟源岩埋藏较浅( $< 1000\text{m}$ ),地下水活动活跃,从而有利于其排烃。

#### 5 结论

(1) 模拟实验过程中,除  $300^\circ\text{C}$  点的四 104 井和汤参 3 井样品外,其余样品反射率均处于 0.48% ~ 0.84% 之间,总体上处于低成熟范围,且样品反射率与实验温度有着良好的对应关系。

(2) 低熟源岩排烃后其排出烃和残留烃的地化特征存在差异,这种差异主要表现在:排出烃中饱和烃含量高于残留烃中的含量;排出烃正烷烃分布曲线形态比残留烃的更光滑;排出烃富集  $\alpha\beta$  藿烷系列,残留烃中富集  $\beta\alpha$  莫烷系列等。这些差异实际上是由于源岩对烃类的各种化合物具有不同的吸附能力所造成的,这种效应被称为“地质色层效应”。

(3) 通过分析,提出了本区低熟源岩排烃效率与反射率之间的经验公式:

有机质丰度  $> 4\%$  时:

$$\log(\bar{Z}_{\text{排}}) = 14.412R_0 - 5.9072$$

有机质丰度 < 4% 时:

$$\log(\bar{Z}_{\text{排}}) = 4.8071R_0 - 0.4696$$

(4) 影响本区低熟源岩排烃的主要因素有: 源岩的有机质丰度、演化程度、有机质类型以及早期地下水活动等

(5) 研究区源岩有机质丰度较高, 有机质类型以 I 型为主, 有机质成熟度在未熟或低熟范围内 ( $R_0 < 0.7\%$ ), 实验也表明其作为未熟、低熟烃源岩是有效的, 故本区具有良好的未熟、低熟油气资源前景。

致谢: 在本文完成过程中, 得到黄志龙、高岗、卢双航、付晓泰、霍秋立等人的大力支持与帮助, 邵龙义审阅初稿。在此深表感谢!

#### 参考文献:

[1] 王铁冠, 钟宁宁, 等. 低熟油气形成机理与分布 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1995.

- [2] 中国石油地质志编委会编. 中国石油地质志(卷二, 上)——大庆油田 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.
- [3] 郝石生, 陈章明, 等. 吐哈盆地台北凹陷煤系地层油气运移及资源评价 [M]. 北京中油科技开发公司, 1995.
- [4] 戴卿林, 郝石生, 等. 煤与泥岩排烃过程中甾萜烷色层效应差异 [J]. 地球化学, 1996, 25(4).
- [5] 侯读杰, 王铁冠, 等. 陆相油气地球化学研究. 武汉: 中国地质大学出版社, 1995.
- [6] E Lafergue, J Espitalie. Experimental simulation of primary migration [J]. Organic Geochemistry, 1994, 22(3-5): 575-586.
- [7] Peters, Moldowan. 生物标记化合物指南 [M]. 姜乃煌, 张文昌, 等译. 北京: 石油工业出版社, 1995.
- [8] 冯子辉, 等. 松辽及外围盆地未熟、低熟油研究中期汇报资料 [R]. 内部资料, 1997.
- [9] W K Seifert, J M Moldowan. Paleoreconstruction by biological markers [J]. Geochim Cosmochim Acta, 1981, 45: 783-794.

## HYDROCARBON EXPULSION OF IMMATURE AND LOW-MATURE SOURCE ROCKS IN CHAOCHANG AREA OF THE SONGLIAO BASIN

HAO Li-ming<sup>1</sup>, HAO Shi-sheng<sup>2</sup>

(1. China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;

2. University of Petroleum, Beijing 100083, China)

**Abstract** In this paper, the hydrocarbon-expulsion course of low-mature source rocks from the Cretaceous of Chaochang area and the Tertiary of peripheral Tangyuan area in the Songliao Basin is studied by laboratory simulation. We experiment upon samples at 150°C, 200°C, 250°C and 300°C, respectively. The results suggest that the geo-chromatographic effects do exist during the hydrocarbon-expulsion course of low-mature source rocks, which are shown mainly by the differences of group composition, gas chromatogram and biomarkers between expelled and residual hydrocarbon. We also figure and correct the hydrocarbon-expulsion quantity and efficiency in the simulation experiment at each temperature point, and obtain the experience formulation for the hydrocarbon-expulsion efficiency and evolutionary degree of low-mature source rocks in Chaochang area. It is considered that the hydrocarbon-expulsion of low-mature source rocks is mainly controlled by the abundance, types and thermal evolutionary maturity of organic matter and the movement of groundwater. The low-mature source rocks of this area have good hydrocarbon-generation capability and hydrocarbon-expulsion potential, so they have good prospects for hydrocarbon resources.

**Key words** hydrocarbon-expulsion quantity; hydrocarbon-expulsion efficiency; low-mature source rocks; the Cretaceous; Chaochang area