

轻质原油地化新参数与塔里木盆地油源岩探讨

周锦南 钱志浩 周桂英

(地矿部石油地质中心实验室, 无锡 214151)

本文介绍了一种轻质原油的新的仪器分析方法, 即质谱族组成分析方法。一次进样分析可快速获得链烷、环烷及芳烃共计 11 类化合物的族组成数据。作者用本方法分析了新疆塔里木盆地等几个不同地区的 26 个油样。为充分利用分析结果, 用数理统计方法对全部质谱分析结果进行了计算分析, 由此提取出可用于研究石油成熟度、生油母质类型和油气运移程度的 3 个地球化学新参数。最后, 作者运用这 3 个新参数对塔里木盆地可能的油源岩作了研究性的探讨。

关键词 轻质原油 质谱族组成分析 塔里木盆地 油源岩

第一作者简介 周锦南 男 58 岁 高级工程师 实验测试

石油地质工作者想要在划定的找油区指出可能的生油源岩, 一般总需要了解该地区原油的成熟度、生油母质类型以及油气的运移情况。为了了解油气的这些特性人们曾对油样作了多种分析试验, 建立起相应的多种参数。这些参数中常用的有 OEP 值、碳同位素值、甾萜烷等生物标记化合物、微量金属元素等。但这些参数大多适用于重质原油, 对于煤柴油馏份以下的轻质原油, 它们往往无能为力。因此, 必须引进新的分析方法, 建立新的地化参数。在这方面钱志浩等(1987)建立的氟利昂抽提物色谱分析方法可以解决轻质原油的若干地化问题。

现在, 我们又发展了一种轻质原油的新的分析方法, 这就是把质谱法与计算机数据处理技术相结合来分析轻质原油烃族组成的方法。它通过对未分离原始油样的一次快速分析, 可获得链烷、一至三环环烷、一至三环芳烃共计 11 类化合物(表 1)的族组成百分含量数据。经作者对地质样品的实际测试, 确认这一方法可用于解决石油地化工作中人们所关心的诸多地质问题。

1 实验方法

我们的汽煤油馏分质谱族组成分析是参考美国材料试验学会制定的 ASTM D2789^① 和 ASTM D2425^② 标准方法进行的, 但我们设法把二者揉合成了一个新的方法。因此, 在分析中对其中一些操作方

法与计算过程作了较大的改进。

质谱分析工作在磁式质谱计上进行。进样前先将储样罐预抽成低真空, 并加热到 180℃~200℃ 的高温。在质谱计工作条件准备就绪后, 用微量注射器

表 1 汽煤油烃族的名称及代号

烃族类型	烃族名称	变量代号
饱和烃	链 烷	V ₁
	一环环烷	V ₂
	二环环烷	V ₃
	三环环烷	
芳香烃	烷 基 苯	V ₅
	茛 满 / 萘 满	V ₆
	茛 类	V ₇
	萘 类	V ₈
	蒽 类	V ₉
	蒽 烯	V ₁₀
	三环芳香烃	V ₁₁

抽取 1~2μL 试样注入罐内。启动质谱扫描系统, 采集 m/z 35~350u 质量范围内的样品质谱约数十幅。采集结束后, 选取总离子流达极大值后较为平稳的 10 幅质谱作一平均, 所得平均谱即可用于汽煤油烃族组成的计算。计算的主要依据是基于各类石油烃都具有各自的特征质量峰组, 如链烷烃的特征质量系列为 m/z 43、57、71……。一环环烷的特征质量系列为 m/z 41、55、69……。以各类烃的特征质量峰

① ASTM D2789—71 质谱法测定低稀烃汽油中的烃类型

② ASTM D2425—67 质谱法测定中等馏份中的烃类型

离子强度相加之和为方程组的常数项,按平均碳数选择各类烃的断裂模型(方程组的系数),由此分别建立起饱和烃和芳烃二个多元一次联立方程组,解这二个方程组即可求出各类烃的相对含量,再把结果归一化立即得到各类烃的相对百分含量。

2 样品与实验分析结果

轻质原油样品主要采自新疆塔里木盆地,另外还有四川 2 个,贵州和东海陆架盆地各 1 个,它们的

地质情况及样品代号如表 2 所示。表 3 则是用上述方法分析得到的 26 个样品汽煤油质谱族组成百分含量。

3 多元统计对应分析

我们把 26 个样品的质谱族组成分析结果用多元统计方法之一的对应分析进行了分析计算。计算得到的第一主因子 F_1 和第二主因子 F_2 特征值累计贡献达 70% 以上,即此二者已代表样品信息的大

表 2 26 个样品的地质情况及样品代号

地 区	井 号	层 位	样品号	地 区	井 号	层 位	样品号
雅克拉	沙 15	K_1kp	S_1	塔 中	塔中 1	O	S_{15}
	沙 7	K_1kp	S_2		塔中 4	O	S_{16}
雅克拉	沙 7	J	S_3	巴楚隆起	曲 1	C	S_{17}
阿克库勒	沙 17	T	S_4	麦盖提	麦 3	C	S_{18}
	沙 31	T	S_5	喀什	杨叶	J	S_{19}
阿克库勒	沙 18	C	S_6	柯克亚	柯 7	N_1	S_{20}
	沙 17	C	S_7		柯 21	N_1	S_{21}
	沙 31	C	S_8		斜 3	N_1	S_{22}
雅克拉	沙参 2	O	S_9				
	沙 15	O	S_{10}				
库 车	沙 7	C	S_{11}	贵 州	虎 47	O	S_{23}
	依 420	J	S_{12}	四 川	胜 14	T_{1j}	S_{24}
轮 台	东秋 1	J	S_{13}	东 海	平 1	E_2	S_{25}
	沙 3	K_2-E	S_{14}	四 川	川孝 96	T_{3x}	S_{26}

表 3 26 个样品的质谱族组成(%)

样品号	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}
S1	68.05	15.39	2.66	0.43	9.73	0.81	0.44	1.83	0.22	0.25	0.20
S2	70.12	15.10	4.97	0.85	5.22	1.11	0.61	1.27	0.30	0.18	0.27
S3	67.38	14.81	4.27	0.64	7.31	1.39	0.72	2.18	0.49	0.45	0.35
S4	66.74	19.02	5.90	1.12	4.27	1.08	0.52	0.80	0.14	0.14	0.27
S5	58.08	22.37	6.14	1.65	5.96	1.88	0.97	1.49	0.52	0.39	0.57
S6	70.48	16.34	4.41	0.63	5.48	0.99	0.36	0.94	0.11	0.09	0.16
S7	74.63	16.43	3.98	0.34	3.89	0.26	0.08	0.38	0.00	0.00	0.01
S8	73.42	15.07	5.23	0.65	4.15	0.52	0.34	0.51	0.02	0.02	0.06
S9	66.93	16.62	3.29	0.66	8.63	1.17	0.55	1.45	0.25	0.24	0.22
S10	67.18	16.57	3.23	0.65	8.05	1.29	0.59	1.52	0.32	0.32	0.30
S11	68.70	15.29	3.06	0.53	7.95	1.21	0.55	1.67	0.34	0.36	0.32
S12	64.36	13.13	3.26	0.57	11.59	1.10	0.77	3.38	0.92	0.64	0.28
S13	64.95	10.55	5.47	1.05	14.67	0.30	0.10	1.49	0.80	0.29	0.33
S14	64.02	12.19	3.45	0.74	12.69	0.29	0.58	3.78	1.15	0.74	0.37
S15	59.23	13.77	7.39	3.37	12.03	2.24	0.66	0.75	0.12	0.07	0.38
S16	57.77	15.53	9.64	2.80	5.89	2.47	1.26	1.87	0.91	0.67	1.18
S17	72.29	15.30	8.41	0.60	2.32	0.44	0.21	0.23	0.05	0.04	0.09
S18	65.07	23.68	4.57	0.89	4.25	0.53	0.26	0.60	0.02	0.04	0.08
S19	76.56	8.01	6.81	0.61	2.27	1.15	0.65	1.80	0.90	0.67	0.57
S20	85.61	7.89	3.84	0.20	1.82	0.07	0.09	0.42	0.02	0.02	0.02
S21	88.15	2.84	4.97	0.06	2.89	0.02	0.02	0.98	0.02	0.05	0.01
S22	82.66	9.00	3.90	0.25	2.81	0.13	0.13	0.91	0.09	0.07	0.06
S23	72.46	17.56	4.68	1.20	2.27	0.89	0.47	0.16	0.03	0.02	0.26
S24	76.56	14.05	4.98	0.87	2.29	0.44	0.25	0.25	0.05	0.05	0.20
S25	60.48	12.71	4.81	0.97	12.81	1.70	1.09	3.80	0.82	0.45	0.37
S26	66.66	12.43	6.24	0.48	11.21	1.28	0.40	1.17	0.03	0.06	0.04

部分。把全部样品和变量的 F_1 、 F_2 因子载荷值点绘在同一张平面图上,就得到一种易于判别样品与样品、样品与变量之间亲疏程度的 F_1 - F_2 因子分布图(图 1)。

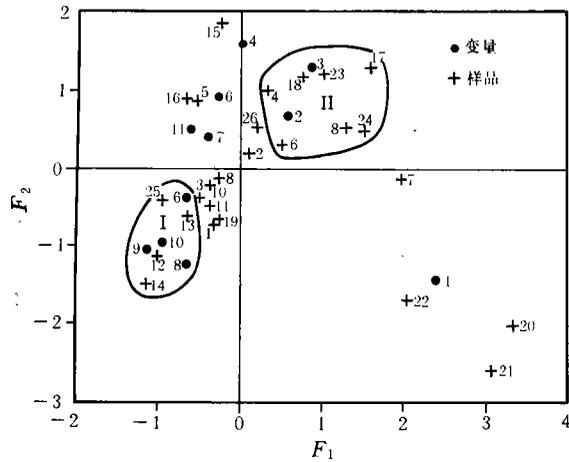


图 1 F_1 - F_2 因子载荷分布图(I 区 - II 区)

现在让我们对图 1 进行观察分析。首先,我们发现 S_{12} (依 420)、 S_{14} (沙 3)和 S_{25} (平湖 1)等几个样品聚集在一起(I 区),它们是一些煤系地层或陆相环境生成的原油。于本区遥遥相对, S_{23} (虎 7)、 S_{24} (胜 14)等几个样品也靠拢在一起(II 区),这些则是一些海相环境或母质类型较好的原油。

对应分析的优点在于把样品与变量联系起来考虑。由本图我们不难看出,与 I 区关联紧密的变量是低环芳烃 V_5 (烷基苯)、 V_8 (萘类)、 V_9 (蒽类)和 V_{10} (萘烯);与 II 区关系密切的变量则是低环环烷 V_2 (一环环烷)和 V_3 (二环环烷)。鉴于这两组样品与变量的对立,我们建立起一个称为低环烷烃指数的比值:

$$LCI = \frac{V_5 + V_8 + V_9 + V_{10}}{V_2 + V_3}$$

对于全部样品,我们计算了它们 LCI 值(表 4)。计算结果表明, I 区 4 个陆相沉积环境的油样 S_{12} 、 S_{13} 、 S_{14} 和 S_{25} , LCI 值均很高,分别为 1.01、1.08、1.17 和 1.02,平均达 1.07。另一个陆相原油 S_{26} (川孝 96)的 LCI 值稍低,但也有 0.67。反观 II 区内的几个海相环境的油样 S_4 、 S_6 、 S_8 、 S_{17} 、 S_{18} 、 S_{23} 和 S_{24} , LCI 值很低,分别为 0.21、0.32、0.23、0.11、0.17、0.11 和 0.14,平均值为 0.18。相比之下, I 区和 II 区和 LCI 值相差很大。据此我们推断,凡生烃源岩

母质为陆源高等植物或其它腐殖型物质者,所生成原油的 LCI 值较大(>0.65);凡源岩母质为海相腐泥型有机质者,所生成的原油的 LCI 值较小(<0.35)。若油样 LCI 值为中等大小(0.35~0.65 之间)应考虑其有两种来源的生烃母质。

现在,让我们再回到 F_1 - F_2 因子载荷分布图上。当我们注视余下的变量,会圈出另外二个区域,这就是 III 区和 IV 区(图 2)。III 区圈入了 V_4 (三环烷烃)、 V_6 (茛满/萘满)、 V_7 (茛类)和 V_{11} (三环芳烃)四个变量,与之关系密切的有 S_5 、 S_{15} 和 S_{16} 三个样品。

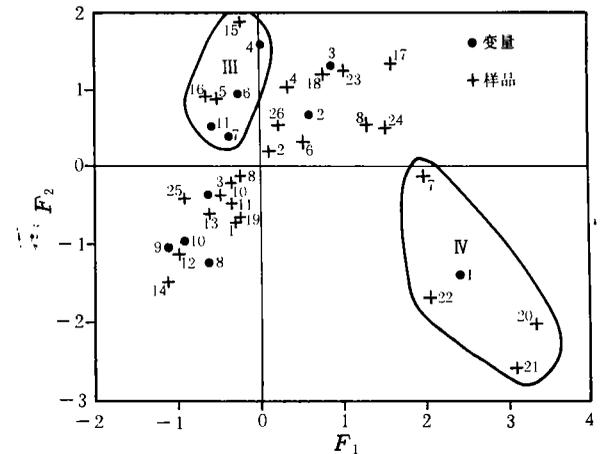


图 2 F_1 - F_2 因子载荷分布图(III 区 - IV 区)

IV 区内只有一个变量,这就是 V_1 (链烷),与之相关紧密的是 S_7 、 S_{20} 、 S_{21} 和 S_{22} 四个油样。这两个区域代表了由于原油样品的哪些地质特点呢?如果我们一下子不能从样品本身看出其特征,那么就先反过来看一下这两个区域变量的特性。III 区变量既有饱和烃,又有芳烃,但它们一个相同的特性,即它们代表了族组成的重质部分,而且其中的大部分物质具有很强的化学极性。而 IV 区的链烷则代表了各种烃类的最终演化产物,也是最易于运移的物质。据此,我们引入下列的地化新指标:

$$HCI = \frac{V_4 + V_6 + V_7 + V_{10}}{V_1} \times 100$$

我们把 HCI 称为高环烃指数。计算中乘 100 是为了使整体数值接近于 1。对全部样品的 HCI 计算值也载于表 4。

由表 4 可见, III 区的 3 个样 HCI 值分别为 8.73、11.23 和 13.75,平均为 11.10;而 IV 区的 4 个样 HCI 值分别为 0.92、0.44、0.12 与 0.69,平均为

表 4 样品、变量分群(区)排列表

群号	样品号	变量号
I	S ₁₂ , S ₁₃ , S ₁₄ , S ₂₅	V ₅ , V ₈ , V ₉ , V ₁₀
I	S ₄ , S ₆ , S ₈ , S ₁₇ , S ₁₈ , S ₂₃ , S ₂₄	V ₂ , V ₃
III	S ₅ , S ₁₅ , S ₁₆	V ₄ , V ₆ , V ₇ , V ₁₁
IV	S ₇ , S ₂₀ , S ₂₁ , S ₂₂	V ₁

0.54, 二者平均值相差之悬殊是显而易见的。根据对变量的分析, 我们认为可利用 *HCI* 值对样品的演化和运移特征进行分类。样品的高 *HCI* 值表示样品的成熟度低或者储油层离源岩较近, 反之, 样品的低 *HCI* 值表示原油的成熟度高或油样在到达储集层之前曾作了较远距离的运移, 以 *HCI* 值最低的 S₂₀ (柯 7)、S₂₁ (柯 21) 和 S₂₂ (斜 3) 为例, 这 3 个样品出产于柯克亚油田的 N₁ 地层, 显然这一新生代地层只是原油的储集层, 产油层离生烃源岩会有相当长的一段距离。它们的低 *HCI* 值除反映样品的高成熟度外, 也与成油后的长距离运移的地质现象完全吻合。

表 4 是把圈入 4 个区内的样品和变量排列在一起, 便于我们观察和分析。

表 5 26 个样品的地化新指标

样品号	<i>LCI</i>	<i>HCI</i>	<i>R₃C</i>	<i>R₃A</i>	<i>MT</i>
S ₁	0.67	2.76	0.63	0.29	0.47
S ₂	0.35	4.05	1.21	0.39	0.32
S ₃	0.55	4.60	0.95	0.52	0.55
S ₄	0.21	4.48	1.68	0.40	0.24
S ₅	0.29	8.73	2.84	0.98	0.35
S ₆	0.32	3.04	0.89	0.23	0.25
S ₇	0.21	0.92	0.46	0.01	0.03
S ₈	0.23	2.14	0.89	0.08	0.09
S ₉	0.53	3.88	0.99	0.33	0.33
S ₁₀	0.52	4.21	0.97	0.45	0.46
S ₁₁	0.56	3.80	0.77	0.47	0.60
S ₁₂	1.01	4.23	0.89	0.44	0.49
S ₁₃	1.08	2.74	1.62	0.51	0.31
S ₁₄	1.17	3.09	1.16	0.58	0.50
S ₁₅	0.61	11.23	5.69	0.64	0.11
S ₁₆	0.37	13.35	4.85	2.04	0.42
S ₁₇	0.11	1.85	0.83	0.12	0.15
S ₁₈	0.17	2.70	1.37	0.12	0.09
S ₁₉	0.38	3.89	0.80	0.74	0.93
S ₂₀	0.19	0.44	0.23	0.02	0.10
S ₂₁	0.50	0.12	0.07	0.01	0.17
S ₂₂	0.30	0.69	0.30	0.07	0.24
S ₂₃	0.11	3.89	1.66	0.36	0.22
S ₂₄	0.14	2.30	1.14	0.26	0.23
S ₂₅	1.02	6.83	1.60	0.61	0.38
S ₂₆	0.67	3.30	0.72	0.06	0.08

4 成熟度与运移程度的进一步研究

上面我们谈到了用 *HCI* 指标可对油样的成熟度或是否发生过长距离运移作出定量描述。但是当 *HCI* 值变小时究竟是原油演化程度增高引起, 抑或是运移距离增大造成, 仍然没有给出明确答复。如何解决这一问题? 我们认为还得从演化和运移对 III 区几个变量的不同影响找起。从化学性质上看, 三环烷烃和链烷同属饱和烃, 少有极性, 因此造成它们分异的主要原因应是热演化而不是运移。三环芳烃则不然, 它既是芳香族化合物, 就有较强的极性。不仅热演化可造成它向链烷烃转化, 在地层中作长距离运移时也能因岩石对极性化合物的强吸附而造成其含量的相对减少。因此, 我们自然可以期望从三环烷烃与三环芳烃含量变化的异同中找出区分成熟度与“运移程度”的方法。

首先, 我们按下列公式计算二组比值:

$$R_3C = V_4 / V_1 \times 100$$

$$R_3A = V_{11} / V_1 \times 100$$

对全部样品按上述公式计算的结果也列入表 4;

然后, 我们以 *R₃C* 为横坐标, 以 *R₃A* 为纵坐标把 26 个样品的计算值点绘在一张点状分布图(图 3)上。由图可见, 三环芳烃与三环烷烃确有一定的正向相关关系。计算表明, 其相关系数为 0.51。根据上

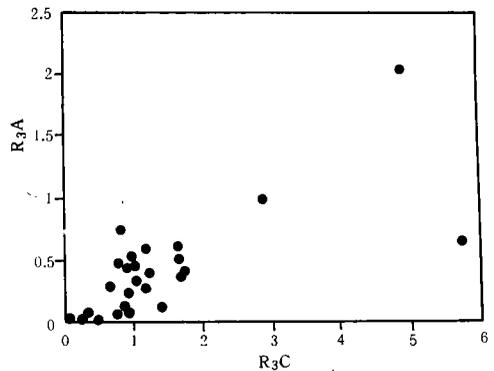


图 3 三环环烷与三环芳烃含量分布图

述理论分析, 假定三环环烷和三环芳烃在热演化过程中以同等的速率向链烷转化, 而某些样品的三环芳烃则因有运移的原因而使 *R₃A* 下跌更快。因此若要排除运移的影响, 可有选择地剔除若干 *R₃A* 明显偏小的样品点(同时也剔除了 *R₃A* 明显过大的 S₁₉,

样点,关于该点 R_3A 值偏大的原因下文会另作解释),对余下的 12 个样点重新作 R_3A-R_3C 分布图,这就是图 4。在该图上,12 个样品点呈现良好的线性关系,因此我们进行了线性回归计算。计算结果表明,数据的相关系数高达 0.95,回归方程式为:

$$R_3A = 0.03 + 0.39 \times R_3C$$

对所选的 12 个样品来说,式中的常数项 0.03 是一个很小的数字(R_3A 值的 1/10 以下),可略去不计。于是,我们有:

$$R_3A \geq 0.39 \times R_3C$$

或者,我们把上式改写一下:

$$V_{11}/V_4 \geq 0.39$$

这就是说,如果没有运移的影响,样品的 V_{11}/V_4 应大于 0.39。退一步说,即使考虑了数据测量的误差,无运移原油的 V_{11} 和 V_4 的比值至少也应大于 0.3。对于 V_{11}/V_4 小于 0.3 的样品,在一般情况下我们可确认该样品在地层中曾作了一定程度或较长距离的运移。

由此,我们建立起一个能表示原油“运移程度”的地化新指标:

$$MT = V_{11}/V_4$$

我们把 MT 称为迁移指数。全部样品的 MT 计算值列于表 4。

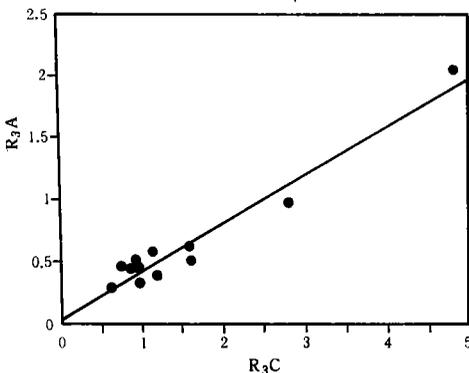


图 4 部分样品的三环烷与三环芳烃含量分布图

现在,我们再回到高环烃向链烷转化的理论上。尽管对无运移原油,无论用 R_3A 还是 R_3C 都能表示原油的成熟度。但因运移的影响,使 R_3A 表示的成熟度变得不可靠,而宁肯用 R_3C 来表示原油的

成熟度。

前面提到,原油成熟度可用高环烃指数 HCI 表示,这里又提出用 R_3A 表示,那么到底用哪一个指标更合适、更符合于地质情况呢?在没有更多更可靠的地质资料的情况下,我们可用两者与低运移油样的 R_3A 值的相关系数高低来作出抉择。经过 12 个高 MT 样品的相关性计算, HCI 与 R_3C 的相关数为 0.89,低于 R_3C 与 R_3A 的相关系数 0.95。这一结果是容易解释的,因 HCI 中包含了茛满/萘满、茛类和三环芳烃等易受运移影响的不稳定因素,而在 R_3C 中则没有。因此,在表示原油成熟度方面,我们以为 R_3C 的效果可能会更好一些。在以下的叙述中,我们把 R_3C 称为三环烷指数。

5 新疆塔里木盆地油源岩的探讨

下面我们将利用上面建立的几个地化指标来开展对新疆塔里木盆地油源岩的探讨。在开始进行正式的探讨之前,我们先把已建立的 3 个比较有效的地化指标再综述如下:

①低环烃指数 LCI ,它用于解释母质类型。在一般情况下, $LCI < 0.35$ 者的生油母质为 I 型生油岩, $LCI > 0.65$ 者为 III 型, LCI 在 0.35~0.65 范围时为 I 型或 I 型与 III 型之混合。

②三环烷指数 R_3C ,它用于解释原油演化程度。 R_3C 低于 1.0 者可考虑为高成熟原油, R_3C 高于 4.0 者定为低成熟原油。

③迁移指数 MT ,它用于解释原油在地层中的迁移情况。对 MT 值小于 0.3 的油,应考虑该油品在到达储集层以前曾经历了一定距离的迁移。

对全部样品的上述指标计算值均载于表 3。下面我们就开始对新疆塔里木盆地所产的原油按地区进行讨论,以求了解可能的生烃源岩及其沉积时代。

5.1 库车—轮台地区

库车-轮台地区 S_{12} 、 S_{13} 和 S_{14} 三样品的 LCI 值很接近,集中在 1.01~1.17 范围,与东海平湖 1 井的 LCI 值 1.02 几乎相等,而平湖 1 井已知为典型的陆相原油,由此我们推测该地区产出的原油也为陆相原油。它们的 R_3C 在 0.89~1.62,平均为 1.22,表明原油的成熟度为中等。 MT 值在 0.31~0.50 范围,均大于 0.30,表明它们未作远距离运移。因此,它们很可能就是中生代侏罗系的产物。

5.2 雅克拉地区

本地区共分析了 6 个油样,产层有下古生代的奥陶系和寒武系地层,也有中生代的白垩系和侏罗系的。从低环烃指数看,它们的生油母质相似, LCI 在 0.35~0.67 范围,表明其生油母质中既有陆源高等植物,又有海相腐泥型有机质输入。 R_3C 在 0.63~1.12,表明成熟度要比库车—轮台地区高些。 MT 值在 0.32~0.60,表明无远距离运移。综上所述,它们主要可能是中生代早期至上古生代的产物。

5.3 阿克库勒地区

本区沙 17、沙 18 和沙 31 井在石炭系和三叠系均有原油产出。5 个油样的 LCI 值在 0.21~0.32 范围,反映出该地区原油的母质类型较好。虽说尚比不上虎 47 和胜 14 这两个典型的海相原油(LCI 值 0.11~0.14),但生油母质的主要成份腐泥型物质已无疑问。从三环烃指数看,石炭系地层产油的成熟度(R_3C 在 0.46~0.89)比三叠系的(1.68~2.84)要高出很多。迁移指数(MT 在 0.03~0.35)告诉我们,它们都经历了不同程度的运移。总体来说,其主要生油母质是上古生代海相有机质的可能性很大。当然也不排除另一种可能,即它们主要是下古生代细菌、藻类生成的油,但当它们经长距离运移进入储集层后又混入了中生代陆源物质生成的油。

5.4 塔中地区

塔中地区 2 口井的原油虽均采自奥陶系,但二者的情况有一定的差异。低环烃指数 LCI 分别为 0.61 和 0.37,生油母质均为 I 型,但塔中 1 井母质中混入的陆源高等植物较塔中 4 井为多。从三环烃指数看,两个 R_3C 值(5.69 和 4.85)是全部样品中最高的,可见它们属低成熟原油。从迁移指数看,塔中 4 井的 MT 为 0.42,表明油源离产油层不远。而塔中 1 井的 MT 值仅为 0.11,远低于无运移原油的 MT 最小值 0.30,表明原油的运移程度较高,从而使油质变轻。

5.5 塔西南地区

塔西南 6 个油样的 LCI 值在 0.11~0.50,母质类型总体较好,其中曲 1、麦 3 和柯 7 井完全与海相原油相仿。 R_3C 值在 0.07~1.37,表明它们的成熟度也较高。在运移方面,除杨叶油苗(S_{19})外,其余 5 个样品的 MT 值在 0.10~0.24,表明它们都作了较大距离的运移。前面曾特别提到过 S_{19} 号样,它的 MT 值特别高(0.93),较其余 25 个样都高出许多。我们认为, MT 值特别高的主要原因是该油样已溢出地面,受到了细菌的降解,而细菌对烷烃的侵蚀要

高于芳烃。综合起来,本区原油的 I 型母质、高成熟度和长距离运移表明生油层可能在下古生代。

6 结论和讨论

把从野外采集得来的轻质原油样品不经分离直接送质谱作族组成分析,可得到链烷、一至三环烷、一至三环芳烃共计 11 类化合物的百分含量数据。由这些数据,可计算出三个地化指标,它们是低环烃指数 LCI 、三环烷指数 R_3C 和迁移指数 MT 。用这三个指数,我们可对油样的母质类型、原油成熟度和原油在地层中的运移程度作出有效的评价。

新疆塔里木盆地北部和东海陆架盆地是地质勘查较成熟的地区。钱志浩等(1994)曾运用轻烃气相色谱、原油脱附气 C_1-C_5 碳同位素、二环、三环、四环萜烷的 GC/MS 等分析方法对这两个地区做了大量的样品测试工作,从测试数据中提取出甲基环己烷、甲基萘等地化指标,并对这两个地区的原油和生油岩作出过评价。把他们的评价与本文对该两地区的评价相对照,在原油有机质类型和成熟度方面的结论基本上一致,而在运移程度方面本文的结论更为明确。

本文提出的有关原油的几个重要地化指标是建立在质谱族组成分析数据的基础上的,所以分析数据的准确度与可靠性对地化结论的正确性会产生重大影响。固然,在进行质谱分析的过程中会引入一些测量误差,但从对几个样品的平行测试结果看,最多存在百分之几的误差,这对地化结论不会产生很大的影响。最大的分析数据不可靠性还是来自样品本身。这是因为我们的分析对象是轻质原油,而轻质原油是最容易挥发和变质的。如果采样后对样品保管不善,或者样品储藏过久,或遭受了污染,或则样品在采样前已经变质,都将使分析数据产生畸变,最终导致不正确的地化结论。在所分析的 26 个样品中, S_{19} 号样(杨叶油苗)就是明显的例子。该样品在采样前轻馏份已遭损失,并可能有生物降解,分析数据明显变得不可靠。这样一来,我们赖以解释地质现象的三个地化指标必然发生变值。因此,当我们应用这三个新地化指标对样品进行地质解释的时候,应该注意这一情况的存在,以免导致不正确的结论。

参 考 文 献

1 钱志浩等. 岩石氟利昂抽提物(C₆-C₂₃)的测定及其意义. 有机地球化学论文集, 北京, 地质出版社, 1987

2 钱志浩等. 油、气、源岩中轻烃分析方法. 石油地质实验测试技术新进展, 北京: 地质出版社, 1994

(收稿日期: 1996年5月13日)

AN APPROACH TO THE NEW GEOCHEMICAL PARAMETERS OF LIGHT CRUDE AND THE SOURCE ROCKS OF THE TARIM BASIN

Zhou Jinnan Qian Zhihao Zhou Guiying

(*Central Lab of Petroleum Geology, MGMR, Wuxi*)

Abstract

In this paper, a new instrument analytical method for light crude is introduced, that is, the MS analytical method of hydrocarbon types. Hydrocarbon types data for eleven kinds of compounds including alkanes, cyclanes and aromatic hydrocarbons can be obtained rapidly by one sampling analysis. Using this method, the authors analysed 26 oil samples from several different regions in the Tarim Basin, Xingjiang. In order to take full use of the analytical results, a mathematical statistical method is employed to make calculation and analysis of all the results of MS analyses. As a consequence, three new geochemical parameters are suggested for the study of petroleum maturity, the types of oil-bearing mother material and the distance of oil and gas migration. At last, the three new parameters are applied by the authors to discussion on potential source rocks in the Tarim Basin.