

百色盆地中三叠统生油评价和油源对比

范善发 周中毅 潘长春 裴存民 韩林林

(中国科学院地球化学研究所广州分部)

吴大华 董平 陈长秀

(滇黔桂石油勘探局勘探开发科学研究院, 昆明)

根据24个样品的生物标记物资料、稳定碳同位素资料和其他资料, 作者得出结论: 广西百色盆地中三叠统储层和始新统那读组储层所储集的石油, 都是那读组生油岩生成的。

关键词 百色盆地 生物标记物 生油岩评价 油源对比

第一作者简介 范善发 男 47岁 副研究员 有机地球化学

一、样 品

广西百色盆地是在南盘江中生代早期拗陷背景上发育的第三纪陆相断陷盆地。中三叠世沉积了板纳组和兰木组, 沉积厚度超过3000 m, 岩性主要为砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、泥岩夹灰岩。印支运动后, 经历了持续的隆起抬升和长期的风化剥蚀。自始新世开始, 经历了断陷和拗陷阶段, 接受了第三系沉积。

勘探表明, 已发现的油气田的产层分属中三叠统(T_2)、始新统那读组(E_{2n})和渐新统百岗组(E_3b)。那读组是盆地的主要生油层, 其次为百岗组。鉴于中三叠统产出工业原油, 中三叠统的生油性能和原油的来源已引起人们的重视。

样品采自百色盆地东部, 包括中三叠统岩心样17个(岩性为深灰色泥岩、蓝灰色粉砂质泥岩、泥灰岩、泥晶灰岩和粉晶灰岩), 地表泥岩和灰岩样各1个, 始新统那读组岩心样1个(表1), 中三叠统原油样 L_4 (仑4井, 605—656 m)、 B_4 (百4井, 1303.5—1309 m)、 X_1 (虾1井, 3—7 m)和那读组原油样 L_2 (仑2井, 779.74—801 m)。

二、实 验

岩样用二氯甲烷/甲醇(3/1, V/V)索氏抽提。岩样抽提物和油样用硅胶薄层分离, 获得烷烃和芳烃(1—3环)馏分。

烷烃和芳烃分析用的气相色谱仪为Varian GC-3700型。使用DB-5石英弹性毛细柱, 30 m×0.2 mm。烷烃的程序升温速率为4℃/min, 100℃至280℃, 280℃恒温30 min。芳烃的程

序升温速率为 3℃/min, 80℃至 280℃, 280℃恒温 20 min。

烷烃和芳烃分析用的色谱-质谱仪为 Finnigan4515 型。氮作载气, 电子轰击源, 电子能量 70eV, 发射电流 250 mA。色谱柱为 SE-54 石英弹性毛细柱, 50 m×0.24 mm。数据用 INCOS 2300 数据处理系统处理。

反射率用 MPV-3 显微光度计测定。泥岩样制成光片, 灰岩样制备成干酪根。

碳同位素比值用 MAT 230C 质谱计测定。 $\delta^{13}\text{C}$ 值的测定精度为 $\pm 0.2\%$, 换算成 PDB 标准。

三、中三叠统生油评价

(一) 有机质丰度

有机碳、沥青 A 和总烃含量是评价生油岩有机质丰度的基本指标。一般把生油泥岩和生油灰岩的有机碳含量下限分别定为 0.5% 和 0.1%。生油岩的沥青 A 大于 100 ppm。

中三叠统泥岩样的有机碳含量为 0.13—0.24%, 沥青 A 为 10—23 ppm, 远远低于泥岩的生油标准, 属非生油岩 (表 1)。

表 1 岩样的有机质丰度和反射率

样号	井号	层位	井深 (m)	岩性	有机碳含量 (%)	氯仿沥青 (ppm)	镜质体反射率 R_o (%)	沥青反射率 R_b (%)
T ₁	百 60	T ₂	1998—2000	深灰色泥岩	0.24	23.3		2.22
T ₂	百 60	E ₂ n	1854	深灰色泥岩	1.35	1448	0.56	
T ₃	平 4	T ₂	1298.3	灰黑色泥岩	0.24	10.0		
T ₄	元 6	T ₂	496.1	蓝灰色粉砂质泥岩	0.13			
T ₅	元 4	T ₂	852.0	蓝灰色钙质泥岩	0.29	17.0		
T ₆	平 2	T ₂	899.0	深灰色泥晶灰岩	0.11	36.7	1.42	2.22
T ₇	元 1	T ₂	1227	灰色粉晶灰岩	0.15	20.0		2.03
T ₉	百东河	T ₂	地表	蓝灰色泥岩	0.21			
T ₁₀	田东大桥	T ₂	地表	泥岩	0.22			
T ₁₁	田东大桥	T ₂	地表	灰岩	0.10		1.35	2.16
T ₁₂	坤 1	T ₂	1861.8	深灰色泥岩	0.17			
T ₁₃	坤 1	T ₂	2049	灰色泥岩	0.21			
T ₁₄	法 10	T ₂	2030	深灰色泥岩	0.13			2.00
T ₁₅	法 10	T ₂	2046.5	灰色泥岩	0.15			2.26
T ₁₆	法 3	T ₂	1554.1	深灰色泥晶灰岩	0.21	28.7	0.97	1.75
T ₁₇	法 3	T ₂	1662.1	灰色粉晶灰岩	0.05			2.02
T ₁₈	法 3	T ₂	1798.5	深灰色粉晶灰岩	0.06			2.04
T ₁₉	法 1	T ₂	2002	深灰色粉晶灰岩	0.08			2.17
T ₂₀	法 10	T ₂	2104.3—2105.1	深灰色粉晶灰岩	0.11	20.3	1.33	2.10
T ₂₁	法 9	T ₂	1584.9—1585.6	深灰色粉晶灰岩	0.07			2.04

中三叠统泥灰岩样的有机碳含量为 0.21—0.29%, 沥青 A 为 17—29ppm, 也低于生油标准。

中三叠统灰岩样的有机碳含量为 0.05—0.15%, 其中样品 T₆、T₇、T₁₁ 和 T₂₀ 的有机碳含量为 0.10—0.15%, 高于生油标准。灰岩样的沥青 A 为 20—37 ppm, 略比泥岩和泥灰岩样高一些, 但仍低于生油标准。

所分析的中三叠统样品的有机碳含量和沥青 A 含量低于一般生油岩标准, 为差生油岩。

(二) 有机质成熟度

成熟度是生油岩生油潜力评价的重要方面。本文采用反射率测定和生物标记物成熟度指标评价中三叠统岩样的成熟度。

1. 镜质体反射率和沥青反射率

法 1、法 3、法 9 和法 10 井位于盆地中部, 相距较近。从这 4 口井采集了 8 块岩样, 其中岩样 T₁₆ 的埋藏深度最浅, 为 1554 m, 岩样 T₂₀ 的埋藏深度最深, 为 2104 m。T₁₆ 的镜质体反射率为 0.97%, T₂₀ 的镜质体反射率为 1.33%。这两个岩样的镜质体反射率表明, 法 1、法 3、法 9 和法 10 井范围内, 1554—2104 m 中三叠统地层处于成熟至高成熟阶段。

由于印支运动后持续隆起抬升和不同程度的风化剥蚀, 以及始新世以来的断陷, 百色盆地中三叠统的现今埋藏深度差异很大。田东大桥附近的地表灰岩样 T₁₁ 的镜质体反射率为 1.35%, 比 T₂₀ 略高。靠近盆地边缘的灰岩样 T₆ 的埋藏深度较浅, 只有 899 m, 其镜质体反射率较高, 达 1.42%。

除了上述 4 个岩样外, 其余样品均未发现镜质体。上述 4 个样品的沥青反射率为 1.75—2.22%, 比相应的镜质体反射率高 0.79% (表 1)。据此推算, 中三叠统样品的沥青反射率为 1.75—2.26%, 相应的镜质体反射率可能为 0.97—1.47%。

采样区西北部的泥岩样中未发现镜质体和沥青。这些岩样光片的荧光很微弱, 呈棕红色, 相当于焦煤阶段。西北部泥岩样的成熟度要比东南部泥岩样的成熟度高一些。

那读组岩样 T₂ 的镜质体反射率为 0.56%, 刚进入生油窗。

2. 生物标记物的成熟度指标

生物标记物的成熟度指标能指示一定范围内的成熟度。中三叠统岩样的正烷烃 OEP 值为 1.07—1.16, 5 α (H)14 α (H)17 α (H)C₂₉甾烷的 20S/(20R+20S)值为 0.45—0.55 (表 2)。

表 2 生物标记物成熟度指标

样号	正烷烃 OEP 值	甾 烷 $C_{31} \frac{22S}{22R+22S}$	甾 烷		芳 香 甾 烷			MPI ₁	R _o (%)	MAH
			$C_{29} \frac{20S}{20R+20S}$	$C_{29} \frac{\beta\beta}{\alpha\alpha+\beta\beta}$	$\frac{231C_{27}}{231C_{27}+253C_{28}}$	$\frac{253C_{21}}{253C_{21}+C_{28}}$	$\frac{231C_{20}}{231C_{20}+C_{27}}$			
T ₁	1.10	0.55	0.51	0.38	1.00		0.74	0.28	2.13	
T ₆	1.07	0.55	0.47	0.38				0.46	2.02	
T ₇	1.16	0.56	0.45	0.36				0.24	2.16	
T ₁₆	1.11	0.51	0.47	0.35	0.60	0.09	0.12	0.83	0.90	0.81
T ₂₀	1.09	0.58	0.46	0.36	0.89		0.32	0.43	2.04	
T ₂	1.45	0.50	0.23	0.22				0.42	0.65	
L ₂	1.19	0.58			1.00		0.11	0.77	0.86	0.46
L ₄	1.17	0.60			0.97		0.18	0.46	0.68	0.40
B ₄	1.14	0.59			1.00		0.22	0.47	0.68	
X ₁	1.05	0.64			1.00		0.24	0.52	0.71	

甲基菲指数和芳香甾烷具有较宽的成熟度范围,可以用来判别高成熟至凝析油阶段的成熟度。

(1) 甲基菲指数

$$\text{甲基菲指数 } MPI_1 = \frac{1.5(3 - MP + 2 - MP)}{P + 9 - MP + 1 - MP}$$

式中 MP 为甲基菲, P 为菲。甲基菲指数能指示较宽的成熟度范围。随着成熟度的增加, MPI_1 相应增加,但当镜质体反射率 (R_o) 超过 1.35% 时, MPI_1 逐渐降低 (Radke 和 Welte, 1981)。据 MPI_1 可计算出相应的反射率 R_o 。

$$R_o = 0.6MPI_1 + 0.40 \quad (R_o < 1.35\%) \quad (1)$$

$$R_o = -0.6MPI_1 + 2.30 \quad (R_o > 1.35\%) \quad (2)$$

岩样 T_{16} 的 MPI_1 为 0.83, 相应的 R_o 为 0.90%, 比实测的 R_o 低 0.07%。那读组岩样 T_2 的 MPI_1 为 0.42, 相应的 R_o 为 0.65%, 比实测的 R_o 高 0.09%。显然, 对于低成熟至成熟阶段的岩样, 据 MPI_1 换算的 R_o 接近于 R_o 。

中三叠统岩样 T_1 、 T_6 、 T_7 和 T_{20} 的 MPI_1 为 0.28—0.46%, 相应的 R_o 为 2.02—2.16% (表 2)。不难看出, 这 4 个岩样的 R_o 与沥青反射率 (R_a) 比较接近, 两者差值小于 0.2%。岩样 T_6 和 T_{20} 的 R_o 比 R_a 高 0.60—0.71%。由此可见, 对于中三叠统处于凝析油阶段的岩样, 按公式 (2) 获得的 R_o 比较接近于 R_a , 远高于 R_o 。

(2) 芳香甾烷

随着成熟度的增加, 芳香甾烷发生键断裂和芳构化作用。Mackenzie 等 (1981) 提出用 m/z 231 C_{27} / (m/z 231 C_{27} + m/z 253 C_{28}) 值表示芳构化程度。生油岩进入生油窗后, 该比值超过 0.5, 达到生油高峰时, 比值增至 0.8, 至凝析油阶段, 比值可达 1.00。单芳甾烷和三芳甾烷的侧链断裂随埋藏深度的增加而增加, 但是三芳甾烷的侧链断裂比单芳甾烷难。

岩样 T_{16} 的甾烷芳构化程度最低, 231 C_{27} / (231 C_{27} + 253 C_{28}) 值为 0.60, 单芳甾烷和三芳甾烷的侧链断裂程度较低 (表 2), 正处于成熟阶段, 这和镜质体反射率相符。 T_{16} 的 C_{31} 甾烷 22S / (22R + 22S) 值为 0.51, 是五个岩样中最低的。 T_{16} 的 $C_{27}17\alpha$ (H) 甾烷 / $C_{27}18\alpha$ (H) 甾烷 (即 Tm/Ts) 值为 2.47, 是五个岩样中最高的, 与其他四个岩样比, T_{16} 的成熟度最低 (表 2)。

岩样 T_{20} 的 231 C_{27} / (231 C_{27} + 253 C_{28}) 值为 0.89, 231 C_{20} / (231 C_{20} + C_{27}) 值为 0.32, T_{20} 的三芳甾烷侧链断裂程度比 T_{16} 明显增加, 处于高成熟阶段。

岩样 T_1 的单芳甾烷接近消失, 231 C_{21} / (231 C_{21} + 253 C_{28}) 值为 1.00, 三芳甾烷的侧链断裂加剧, 231 C_{20} / (231 C_{20} + C_{27}) 值达 0.74。岩样 T_6 和 T_7 的成熟度更高, 三芳甾烷几乎消失了。岩样 T_1 、 T_6 和 T_7 处于凝析油阶段, 相当于镜质体反射率 1.4—1.5%。

四、中三叠统岩样的地球化学特征

1. 正烷烃和类异戊二烯烷烃

中三叠统岩样正烷烃的碳数范围为 C_{15} — C_{36} , 具有植烷优势, Pr/Ph 值为 0.22—0.46, Ph/ nC_{18} 值为 0.75—0.90 (表 3)。岩样 T_{16} 的正烷烃分布为平台型, C_{23} — C_{29} 范围内略具奇碳数优势。其余岩样的正烷烃分布为双峰型, 低碳数部分含量高于高碳数部分, 低碳数部分和高碳数部分的主峰碳分别为 C_{19} 和 C_{29} 。

表3 生物标记物分布和碳同位素值

样号	Pr/Ph	Ph/nC ₁₈	正烷烃 主峰碳	烷基环己烷 低碳数部分 主峰碳	Tm/Ts	$\frac{C_{29}\alpha\beta}{C_{30}\alpha\beta}$	伽马蜡烷 $\frac{C_{30}\alpha\beta}{C_{30}\alpha\beta}$	胡萝卜烷	三环萜烷 五环三萜烷	$\frac{S}{H}$	$\frac{C_{27}aaa20R}{C_{29}aaa20R}$	$\frac{C_{28}aaa20R}{C_{29}aaa20R}$	$\delta^{13}C(PDB\%)$
T ₁	0.32	0.75	C ₁₉	C ₂₁	1.88	0.60	0.11	+	0.14	0.21	0.86	0.64	-28.01
T ₆	0.46	0.75	C ₁₉	C ₂₁	2.24	0.64	0.20	+	0.12	0.14	0.75	0.73	-29.34
T ₇	0.22	0.87	C ₂₉	C ₂₁	1.26	0.55	0.12	+	0.04	0.12	0.85	0.61	-28.88
T ₁₆	0.34	0.82	C ₂₃	C ₂₁	2.47	0.52	0.16	+	0.08	0.18	1.07	0.55	-27.49
T ₂₀	0.36	0.90	C ₁₉	C ₂₁	1.92	0.52	0.17	+	0.08	0.18	0.98	0.51	-28.28
T ₂	3.07	0.62	C ₂₁	C ₂₂	2.25	0.63	0	-	0	0.13	0.58	0.23	-30.12
L ₂	3.04	0.15	C ₂₁	C ₁₈	0.88	0.70	0	-	0	0.02	0.61	0.20	-31.41
L ₄	4.69	0.17	C ₂₁	C ₁₈	1.63	0.69	0	-	0	0.01	0.71	0.40	-29.17
B ₄	6.30	0.05	C ₂₁	C ₁₈	0.87	0.75	0	-	0	0.01	0.50	0.32	-30.14
X ₁	3.06	0.10	C ₂₀	C ₁₈	0.51	0.70	0	-	0	0.02	0.70	0.24	-29.43

2. 烷基环己烷

中三叠统岩样含较丰富的烷基环己烷,在C₁₉—C₂₅范围内呈不同程度的奇碳优势(图1)。其中,T₇和T₁₆仅有C₂₁和C₂₃的奇碳优势,T₆和T₁的奇碳优势范围分别扩至C₂₁—C₂₅和C₂₁—C₂₇,T₂₀则具有C₁₉—C₂₅范围的奇碳优势。中三叠统岩样烷基环己烷的碳数分布范围为C₁₅—C₃₆,呈双峰型分布,低碳数部分的主峰碳为C₂₁。

3. 萜烷

中三叠统岩样含C₂₇—C₃₅五环三萜烷,具有相似的分布,Tm/Ts值为1.26—2.47,C₂₉αβ/C₃₀αβ值为0.52—0.64,C₃₃—C₃₅五环三萜烷含量很低(图2,表3)。中三叠统岩样普遍含伽马蜡烷,伽马蜡烷/C₃₀αβ值为0.11—0.20。

中三叠统岩样中的三环萜烷含量要比五环三萜烷含量低得多,三环萜烷/五环三萜烷值为0.08—0.14。三环萜烷的碳数分布范围为C₁₉—C₃₀,主要集中在C₂₀—C₂₄范围内,C₂₂和C₂₅—C₃₀三环萜烷含量很低。三环萜烷可能来自细菌和藻类(Aquino Neto等,1983),也可能是五环三萜烷降解的产物。

五环三萜烷在热力作用下C环较易断开,形成8,14-断藿烷(Schmitter等,1982)。中三叠统样品中存在C₂₇、C₂₉和C₃₀8,14-断藿烷,C₃₀8,14-断藿烷的含量高于C₂₇和C₂₉8,14-断藿烷的含量。

4. 胡萝卜烷

中三叠统岩样含有胡萝卜烷。β-胡萝卜烷含量高于γ-胡萝卜烷含量。

5. 甾烷

中三叠统岩样具有相同的甾烷分布,在5α(H)14α(H)17α(H)20R构型的甾烷中,C₂₇/C₂₉

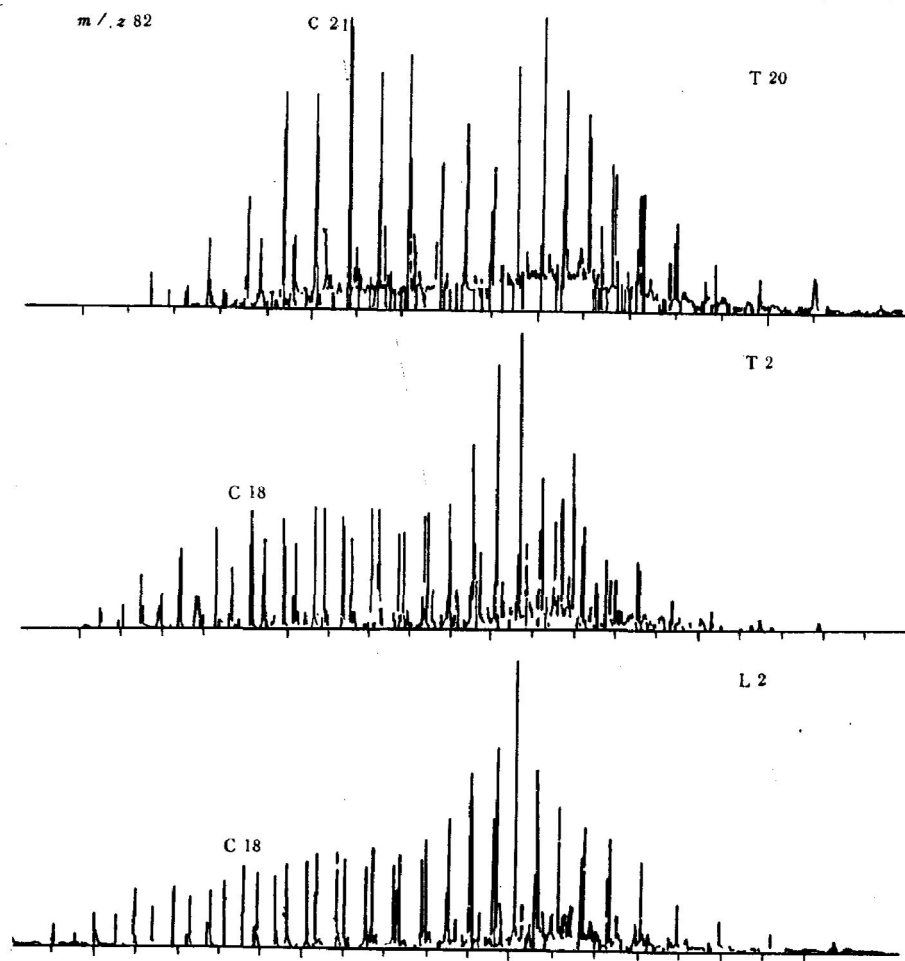


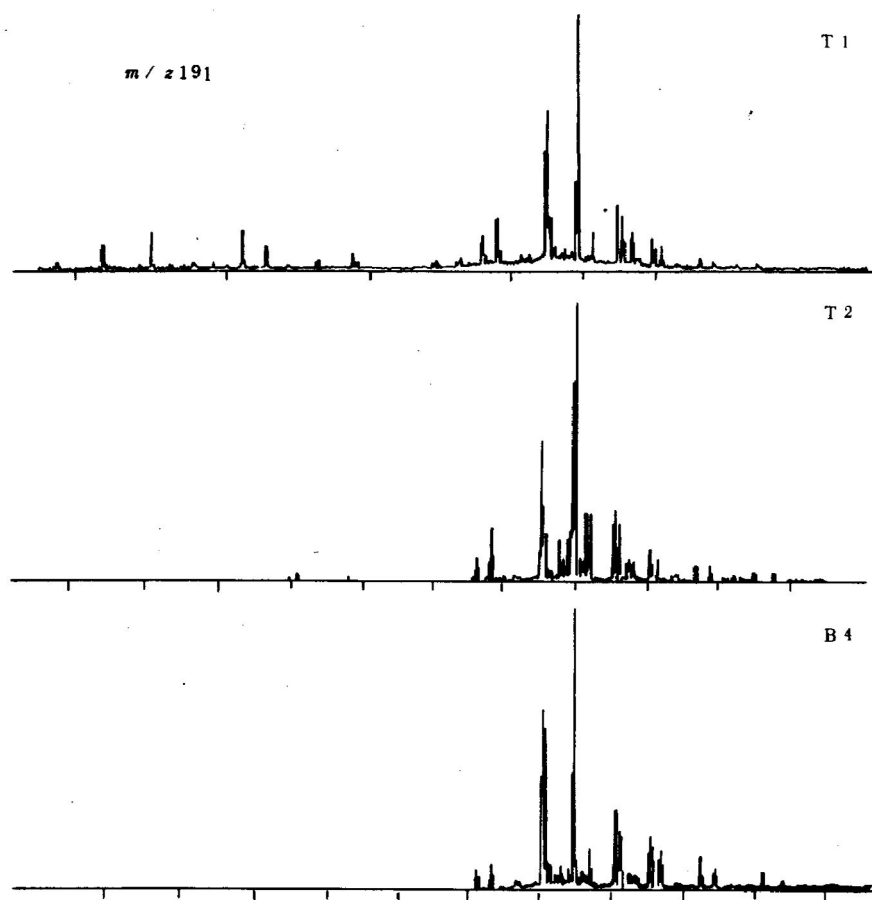
图1 烷基环己烷 m/z 82 质量色谱图

值为 0.75—1.07, C_{28}/C_{29} 值为 0.51—0.73 (图 3, 表 3)。T₆ 和 T₂₀ 含少量 C₂₀ 和 C₂₁ 甾烷。与那读组 T₂ 岩样相比, 中三叠统岩样中重排甾烷含量很低。

6. 苯并藿烷和芳构化 8, 14-断藿烷

中三叠统样品中, T₁₆ 含 C₃₂—C₃₅ 苯并藿烷和 C₂₉—C₃₂ 芳构化 8, 14-断藿烷。苯并藿烷的基峰为 m/z 191, 以 C₃₂ 和 C₃₃ 为主, C₃₄ 和 C₃₅ 含量很低。芳构化 8, 14-断藿烷的基峰为 m/z 365, 以 C₂₉ 和 C₃₀ 为主, C₃₁ 和 C₃₂ 含量非常低。

Hussler 等 (1984) 在碳酸盐岩中发现这两类芳香藿烷后, 认为苯并藿烷出现于早期沉积阶段, 是不成熟和低成熟的标志, 而 D 环芳构化 8, 14-断藿烷形成较晚, 可作为成熟的标志。卢松年等 (1988) 认为苯并藿烷和 D 环芳构化 8, 14-断藿烷在形成和消失的时间上存在差异, 提出 $(C_{29}-C_{33})$ D 环芳构化 8, 14-断藿烷 / $[(C_{29}-C_{33})$ D 环芳构化 8, 14-断藿烷 + $(C_{32}-C_{35})$ 苯并藿烷] 值 (MAT) 作为成熟度指标。生油门槛的 MAT 值为 0.3, 上生油带的 MAT 值为 0.3—0.5, 下生油带的 MAT 值为 0.5—1.0。中三叠统岩样 T₁₆ 的 MAT 值为 0.81, 处于下生油带, 相当于成熟阶段晚期。在高成熟阶段至凝析油阶段的中三叠统岩样中未发现苯并藿烷和 D 环芳构化 8, 14-断藿烷。

图2 甾烷 m/z 191 质量色谱图

7. 芳香甾烷

中三叠统岩样 T_{16} 和 T_{20} 含单芳甾烷和三芳甾烷 (图4)。岩样 T_1 只含少量甲基三芳甾烷, 岩样 T_6 和 T_7 几乎不含芳香甾烷。单芳甾烷中, 二甲基单芳甾烷含量最高, 高碳数范围为 C_{27} — C_{29} 。岩样 T_{16} 的 C_{21} 和 C_{22} 二甲基单芳甾烷含量很低, $253C_{21}/(253C_{21}+C_{28})$ 值为 0.09 (表2)。三芳甾烷中, 甲基三芳甾烷含量最高, 高碳数范围为 C_{26} — C_{28} 。岩样 T_{16} 的 $231C_{20}/(231C_{20}+C_{27})$ 值为 0.12, 至高成熟阶段的岩样 T_{20} 达到 0.32, 凝析油阶段的岩样 T_1 高达 0.74。

8. 稳定碳同位素

中三叠统岩样抽提物的 $\delta^{13}C$ 值为 -27.49 至 -29.34‰ , 平均值为 -28.40‰ , 比那读组岩样 T_2 的抽提物 -30.12‰ 重 1.72‰ (表3)。

9. 中三叠世的古环境和生物输入

百色盆地中三叠统为海相沉积。五个岩样的有机地化资料有可能反映出中三叠世沉积时的古环境。有机碳含量和沥青 A 的含量较低, 这表明生物输入量较少。水体中生物可能较少, 不能为沉积物提供丰富的有机质。

伽马蜡烷能指示水体的含盐度。伽马蜡烷来自喜盐生物。中三叠统岩样都含有较多的伽马蜡烷, 这反映出古水体的盐度较高。 $Pr/Ph < 0.5$, 表明这种盐度较高的沉积环境还原性很强, 有利于 β -胡萝卜烷和 γ -胡萝卜烷的生成和保存。甾烷/藿烷比值 (S/H) 为 0.12 — 0.21 。 S/H

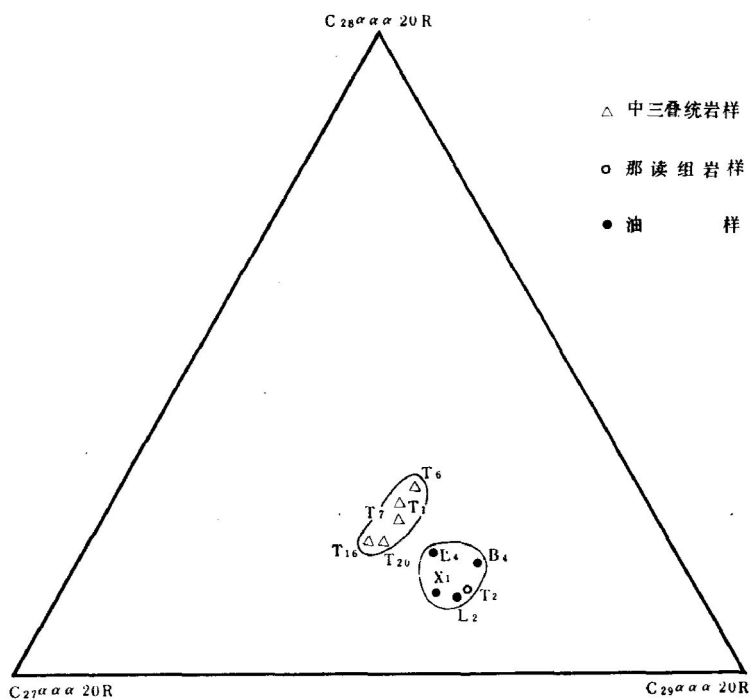


图3 5α(H)14α(H)17α(H)20RC₂₇、C₂₈和C₂₉甾烷三角图

值较低和三环萜烷含量较低,表明这种盐度较高的水体中,某些喜盐的细菌和藻类适宜繁殖,但不很繁茂,原核生物比真核生物提供更多的生物输入。

五、中三叠统产层原油的特征及其油源

中三叠统产层的三个油样和那读组油样 L₂ 具有相同的生物标记物分布,具有高的姥鲛烷优势, Pr/Ph 值为 3.04—6.30, Ph/nC₁₈ 值为 0.05—0.17, 正烷烃主峰碳为 C₂₁ 或 C₂₀, C₂₁—C₂₉ 范围内略有奇碳优势(表 3)。烷基环己烷的高碳数部分含量高于低碳数部分含量,低碳数部分有 C₁₈ 偶碳优势。这四个油样都不含 β-和 γ

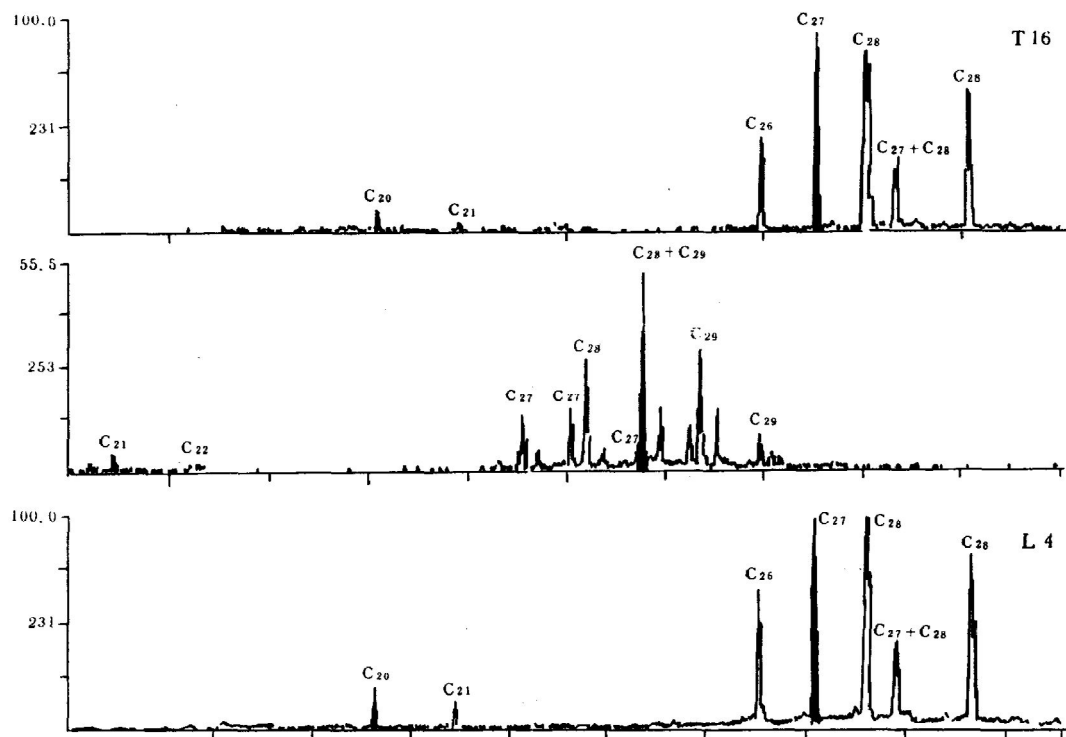


图4 三芳甾烷 m/z 231 和单芳甾烷 m/z 253 质量色谱图

-胡萝卜素,三环萜烷以及伽马蜡烷(表3)。甾烷和4-甲基甾烷的含量非常低。 S/H 值为0.01—0.02, Tm/Ts 值为0.51—1.63。含 C_{32} — C_{35} 苯并藿烷和三芳甾烷,不含单芳甾烷。相同的生物标记物分布表明,中三叠统产层的三个油样和那读组产层的油样来自相同的生油岩。

中三叠统岩样的 Pr/Ph 值为0.22—0.46, Ph/nC_{18} 值为0.75—0.90,含 β -胡萝卜素、 γ -胡萝卜素、三环萜烷和伽马蜡烷, S/H 值为0.12—0.21。生物标记物分布表明,中三叠统岩样不是所分析油样的生油岩。油样 L_2 和 L_4 含 C_{32} — C_{35} 苯并藿烷和 C_{29} — C_{32} D环芳构化8,14-断藿烷,油样 B_4 和 X_1 只含苯并藿烷。 L_2 和 L_4 的 MAH 值分别为0.46和0.40,比岩样 T_{16} 的 MAH 值0.81低得多,处于上生油带(表2)。按甲基菲指数换算的 R_o 值,四个油样为0.68—0.86%,高于岩样 T_{16} (表2)。

那读组岩样 T_2 具有所分析四个油样相似的生物标记物分布。岩样 T_2 具姥鲨烷优势,正烷烃主峰碳为 C_{21} ,双峰型分布, C_{21} — C_{31} 范围有奇碳优势,高碳数部分的烷基环己烷含量高于低碳数部分的含量,低碳数部分具 C_{18} — C_{22} 范围内的偶碳数优势,不含 β -和 γ -胡萝卜素以及三环萜烷(表3)。这四个成熟的油样应来自那读组成熟的生油岩。已有的研究工作表明,那读组成熟生油岩的 Pr/Ph 值为1.5—3.0, $C_{27}aaa20R/C_{29}aaa20R$ 值为0.95—1.10, Tm/Ts 值为1.10—1.64^{*}。原油的碳同位素比值应该与生油岩抽提物相同,或者更轻一些。那读组生油岩的 $\delta^{13}C$ 值为-27至-31‰^{*}。四个油样的 $\delta^{13}C$ 值为-29.17至-31.41‰,刚好落在那读组生油岩的范围内。中三叠统岩样的 $\delta^{13}C$ 值为-27.49至-29.34‰,比中三叠统油样重,更比那读组岩样重。碳同位素比值也表明四个油样来自那读组生油岩。

六、结 论

(1) 百色盆地东部中三叠统岩样的有机质丰度低,达不到生油岩的标准,处于成熟至凝析油阶段。在广西境内,若中三叠统有机质丰度较高,仍有可能成为油气源层。

(2) 中三叠统岩样生物标记物分布的主要特征为 $Pr/Ph < 0.5$,含伽马蜡烷、三环萜烷、 β -和 γ -胡萝卜素,反映了盐度较高的强还原的沉积环境。中三叠统岩样的 $\delta^{13}C$ 值为-27.49至-29.34‰, S/H 值为0.12—0.21, $C_{27}aaa20R/C_{29}aaa20R$ 值为0.75—1.07。

(3) 生物标记物分布和碳同位素值对比表明,中三叠统产层的原油和那读组产层的原油均来自那读组成熟的生油岩。

(4) 据甲基菲指数计算出的反射率(R_o),与镜质体反射率(R_m)和沥青反射率(R_a)相关。低成熟阶段和高成熟阶段, R_o 与 R_m 相当。高成熟阶段和凝析油阶段, R_o 大于 R_m 约0.7%左右,但接近于 R_a , R_o 和 R_a 相差0.1—0.2%。

参 考 文 献

- [1] 卢松年、李伟民、何伟,沉积学报,1988; 6(3): 41—49.
- [2] Aguino Neto F.R., Trendel J.M., Connan J. et al., In: Advances in Organic Geochemistry 1981, 1983; 659—667.
- [3] Hussler G., Connan J., Albrecht P., Organic Geochem, 1984; 6; 39—49.
- [4] Mackenzie A.S., Hoffmann C.F., Maxwell J.R., Geochim. et Cosmochim. Acta, 1981; 45; 1345—1355.
- [5] Radke M., Welte D.H., In: Advances in Organic Geochemistry 1981, 1983; 504—512.
- [6] Schmitter J.M., et al., Geochim. et cosmochim. Acta, 1982; 46; 2345—2354.

* 吴大华,广西百色盆地东部地区生油岩地化特征及油气资源预测,1987。

OIL-GENERATION ASSESSMENT AND OIL-SOURCE CORRELATION OF MIDDLE TRIASSIC IN BAISE BASIN

Fan Shanfa Zhou Zhongyi Pan Changchun Pei Chunmin Han Linlin

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guangzhou)

Wu Dahua Dong Ping Chen Changxiu

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Petroleum Exploration Bureau of Yunnan-Guizhou-Guangxi)

Abstract

Middle Triassic marine sediments in the Baise Basin are characterised by stable carbon isotopic $\delta^{13}\text{C}$ -value of -27.49 — -29.34‰ , Pr/Ph less than 0.5 and the presence of gammacerane, tricyclic terpanes, β - and γ -carotanes. Middle Triassic biomarker distribution reflects saline and strong reducing palaeoenvironment.

The stable carbon isotopic $\delta^{13}\text{C}$ -value and biomarker data indicate that Middle Triassic oils come from the source rocks of the Tertiary Nadu Formation. The Middle Triassic strata, having very low abundance of organic matter, belong to nonsource rocks and are immature to condensate stages.

四川积极推广三维地震新技术

到1989年底的近10年间,四川已累计作三维地震2541.288km²,约占我国至1990年底三维地震工作总量的六分之一。

随着油气勘探生产的发展,常规的二维地震技术已难于满足查明复杂区域地质情况的需要。1981年开始,四川先是在川南14口钻探井位上进行单次观测小面积三维地震资料采集方法试验。1985年6月完成了上级下达的“四川盆地三维地震勘探资料采集方法研究”课题。1986—1987年,又集中3个120道数字地震队,在川东卧龙河、双龙、新市3个构造上,进行面积为846.1 km²的大面积三维地震勘探。在短短几年时间里,已在川东、川南、川西南等10个重点区块进行三维地震勘探作业,其勘探效益,正陆续发挥出来。

与二维地震相比较,三维地震对构造细节反映得更为清楚,更能有效地查明中小断层分布,地震构造图精度更高,并可利用多种地震信息进行油气检测,更易于识别有利于油气富集的区块。据对已作出的某层位三维地震构造图9个区块解释成果统计,发现的断层条数是原二维地震的5.6倍;而长度小于1km以下的断层占近60%(二维地震1条也未发现)。这对于四川碳酸盐岩裂缝性油气藏的勘探,寻找裂缝发育带,提高钻探成功率有十分重要的指导意义。钻探单位利用三维地震勘探成果,对川南丹凤场构造裂缝性油气藏进行验证钻探。结果,第1口验证井已于去年底钻获高产气流。这是四川探区向高难度领域要油气取得的重大进展,引起了有关专家的关注。去年,通过对川南桐子园构造桐8井产气裂缝系统的三级勘探研究,又获得新的成果。

(屈永志)