

文章编号: 0253- 9985(2001) 03- 0264- 03

N 凹陷的油源判识

张新建¹, 王婧韞¹, 杨丽英¹, 张 玲¹, 赵军玲²

(1. 中原油田分公司勘探开发科学研究院, 河南濮阳 457001; 2. 中原油田分公司采油三厂, 山东莘县 252434;)

摘要: N 凹陷为中- 新生代断陷, 在中央隆起带下白垩统 AJ 组已发现 SL 和 AJ 两个含油构造。油- 油对比结果表明, 该凹陷两个含油构造的原油族组成相似, 生物标志化合物和碳同位素基本相同, 因此它们来自同一生油岩。油- 岩对比结果表明, 原油的成熟度明显高于隆起带上的生油岩, 而与两侧生油洼陷的生油岩成熟度相当。另外, 原油(油砂) 与生油洼陷生油岩的甾烷组成、藿烷分布及碳同位素值均具较好对应关系, 由此可以判断原油来自两侧洼陷生油岩。

关键词: 原油; 生油岩; 成熟度; 生物标志化合物; 碳同位素; N 凹陷

第一作者简介: 张新建, 男, 41 岁, 高级地质师, 石油地质

中图分类号: TE122. 4⁺ 14

文献标识码: A

N 凹陷为一中- 新生代断陷, 在下白垩统 AJ 组已发现了 SL 和 AJ 两个含油构造, 其原油成熟度不高, 可能来自中央隆起带或附近洼陷的生油岩。正确判断其油源对进一步提高勘探成功率具有十分重要的意义。

1 油- 油对比

1.1 原油族组成

两个含油构造的原油表现出相似的组成特征: 较高的饱和烃含量, 饱和烃+ 芳烃一般大于 80%, 沥青质含量较低, 一般小于 5.0%。AJ 组原油族组成具有饱和烃> 芳烃> 非烃> 沥青质的特征。BT 组与 DF 群的原油(或油砂) 表现出相对高的非烃和沥青质, 其族组成特征为饱和烃> 非烃> 芳烃> 沥青质(表 1)。这可能是上部地层轻组分散失、生物降解以及水洗作用等降低了饱和烃与芳烃的含量。

表 1 N 凹陷原油族组成特征表

Table 1 Characteristics of crude oil group composition in

N Depression

井号	层位	井深/m	饱和烃 /%	芳烃 /%	非烃 /%	沥青质 /%
N- 10	AJ	2 726~ 2 789	65. 76	15. 74	14. 20	4. 32
N- 11	AJ	2 522~ 2 601	64. 34	18. 95	14. 96	1. 75
N- 1	AJ	2 595~ 2 599	82. 54	9. 23	7. 23	1. 00
N- 1	AJ	2 538~ 2 543	75. 71	11. 43	11. 14	1. 75
N- 7	AJ	2 366. 7~ 2 407. 3	64. 48	17. 21	12. 84	5. 46
N- 13	DF	2 255~ 2 261. 6	65. 70	5. 80	17. 10	0. 80
N- 8	BT	1 352. 4~ 1 363	66. 10	11. 00	20. 20	1. 80
N- 9	DF	1 548~ 1 564	45. 10	16. 50	27. 10	1. 90
N- 4	AJ	2 587. 5~ 2 588. 5	66. 00	13. 00	8. 70	12. 30
N- 5	AJ	2 443. 9	76. 10	12. 50	10. 40	1. 00

1.2 原油饱和烃色谱

中央隆起带 AJ 组几个原油样品的 OEP 和 CPI 都接近于 1, 均具有明显的姥鲛烷优势, 姥植比一般为 1.5 左右, 主峰碳一般在 nC_{20} 左右。Pr/ nC_{17} 和 Ph/ nC_{18} 比较低, 一般小于 0.2%。C₂₁ 前峰与 C₂₂ 后峰比一般小于 1。上述参数表明原油母质以陆源有机质的输入略占优势, 原油的源岩沉积相为淡水-微咸水、弱氧化-弱还原的湖相(表 2)。

1.3 甾、萜化合物

原油均具有较低的甾/ 萜比值, 甾烷含量较少, 萜烷含量较多(图 1)。萜烷系列中, 具有较低的莫/ 藿比

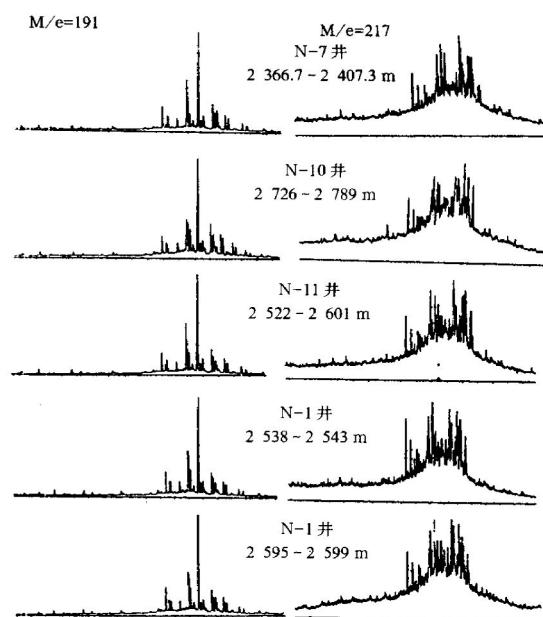


图 1 AJ 组原油甾、萜烷特征图

Fig. 1 Characteristics of sterane and terpane in crude oil in AJ Formation

(< 0.1), 含有极少量的三环、四环萜烷, 有 C_{28} , C_{29} 和 C_{30} 重排藿烷检出, 萜烷主峰为 C_{30} 藿烷, 五环三萜烷含量一般在 26% 左右。蜡烷的含量范围为 3%~5%, 说明当时的湖水含盐度不高。

表 2 原油饱和和烃色谱特征

Table 2 Chromatographic property of saturated hydrocarbon in crude oil

井号	层位	井深/m	OEP	CPI	Pr/Ph	Ph/ nC_{17}	Ph/ nC_{18}	$\frac{\sum nC_{21}}{\sum nC_{22}}$	主峰碳
N-10	AJ	2 726~2 789	1.029	1.106	1.577	0.178	0.116	0.895	nC_{19}
N-11	AJ	2 522~2 601	1.056	1.123	1.530	0.203	0.132	0.789	nC_{19}
N-1	AJ	2 410.9	1.050	1.130	1.490	0.180	0.080	0.420	C_{23}
N-1	AJ	2 595~2 599	1.083	1.117	1.641	0.181	0.082	0.567	nC_{21}
N-1	AJ	2 538~2 543	1.011	1.117	1.312	0.100	0.066	0.914	nC_{20}
N-7	AJ	2 366.7~2 407.3	1.080	1.105	1.545	0.180	0.120	—	nC_{23}
N-13	DF	2 255~2 261.6	—	1.090	1.850	—	0.080	—	nC_{17}
N-4	AJ	2 587.5~2 588.5	1.000	1.060	1.680	0.080	0.050	1.430	nC_{16}
N-5	DF	1 685.6	1.040	1.060	1.140	0.180	0.270	0.640	C_{14}
N-5	BT	2 106.6	1.040	1.100	0.750	0.410	0.710	0.700	C_{25}

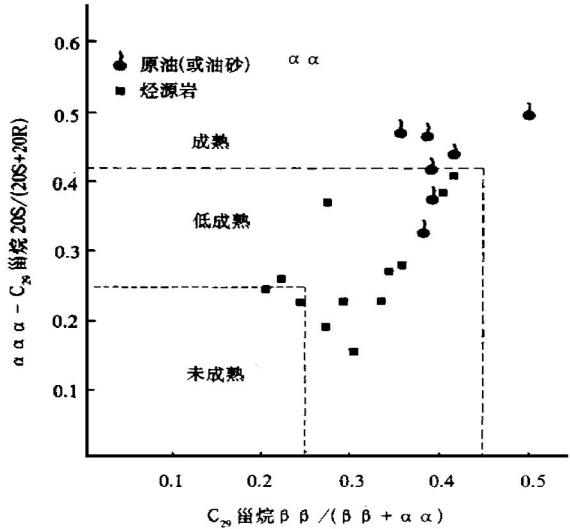


图 2 原油(或油砂)与 AJ 组烃源岩成熟度对比
Fig. 2 Comparison between crude oil(or oil sand) maturity and the maturity of source rock in AJ Formation

1.4 碳同位素特征

本区原油碳同位素值一般在-3.0%左右, 具有饱和烃< 原油< 芳烃< 非烃< 沥青质的正常序列(表 3)。油-油对比结果表明: N 凹陷两个含油

表 3 原油及族组分碳同位素数据

Table 3 Carbon isotopic data of crude oil and group composition

井号	地层	井深/m	原油 /‰	饱和烃 /‰	芳烃 /‰	非烃 /‰	沥青质 /‰
N-10	AJ	2 726~2 789	-3.00	-3.03	-2.91	-2.90	-2.75
N-11	AJ	2 522~2 601	-2.93	-3.04	-2.83	—	-2.74
N-1	AJ	2 538~2 543	—	—	-2.75	-2.74	—
N-1	AJ	2 595~2 599.2	—	-2.99	-2.72	-2.71	-2.39
N-7	AJ	2 366.7~2 407.3	-3.02	-3.05	-2.93	-2.91	-2.76
N-13	DF	2 255~2 261.1	—	-2.96	-2.87	—	—
N-8	BT	1 352.4~1 363	—	-2.86	-2.80	—	—
N-9	DF	1 548~1 564	—	-2.91	-2.90	—	—

原油成熟度参数反映 AJ 组为成熟原油, 但成熟度不高, 为生油高峰之前生成的原油, 其成熟度相当于烃源岩 R_0 为 0.7%~0.8% 时生成的原油(表 2, 图 2)。

构造的原油地球化学特征较为相似, 为同一地层、相近的沉积相带、相同时期生成的原油, 原油均为成熟原油, 但成熟度不高, 为生油高峰之前生成的原油。

2 油-岩对比

2.1 规则甾烷

甾烷的碳数分布能够灵敏地反映出油源岩的母质特征, 确定油-岩之间的成因联系。编制原始构型化合物(20R)的碳数分布三角图是最好的油源对比方法之一。本区成熟烃源岩与原油(或油砂)饱和烃规则甾烷 C_{27} , C_{28} , C_{29} (20R)的组成反映出原油或油砂与 AJ 组泥质烃源岩之间有很好的可比性(图 3), 说明这些原油来自 AJ 组泥质烃源岩。

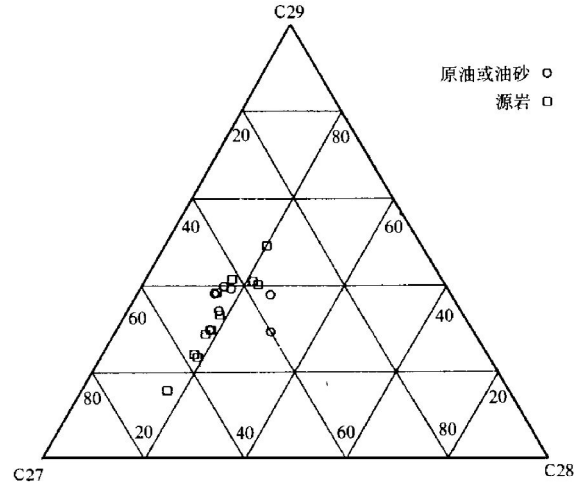


图 3 原油与 AJ 组成熟烃源岩规则甾烷相对组成对比图
Fig. 3 Comparison between relative composition of regular sterane in crude oil and that of matured source rock in AJ Formation

2.2 异构甾烷

C₂₉甾烷的两项异构化参数(差向异构和环式异构参数)说明,尽管原油的成熟度不高,但都普遍高于已钻遇的AJ组烃源岩(图2)。

原油与AJ组成熟烃源岩的17 α (H)重排藿烷/C₃₀藿烷与18 α (H)-30降新藿烷/C₃₀藿烷是一种新的陆相油源对比参数。富含陆源有机质输入及富含粘土的氧化至亚氧化环境的源岩和原油就富含17 α (H)重排藿烷。该凹陷原油的17 α (H)重排藿烷含量比源岩要高。原油的18 α (H)-30降新藿烷含量分布比较集中,而源岩的18 α (H)-30降新藿烷含量分布很分散(图4)。这进一步说明了隆起带上的

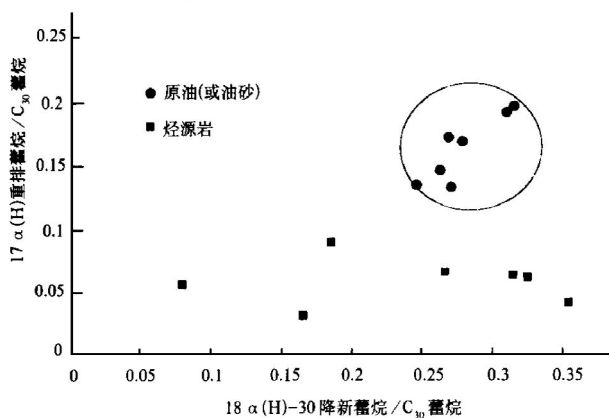


图4 原油(或油砂)与AJ组成熟烃源岩对比

Fig. 4 Comparison between crude oil(or oil sand) and matured source rock of AJ Formation

原油来自两侧洼陷成熟度较高的AJ组烃源岩的可能性更大(隆起带上钻遇的AJ组烃源岩为低熟烃源岩)。

2.3 碳同位素

烃源岩有机质和原油的稳定碳同位素组成在油-岩对比中也是一个较为重要的参数。本区原油或油砂的饱和烃碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 值为-2.94%~-2.77%,平均值为-2.86%,芳烃碳同位素为

-2.93%~-2.77%,平均值为-2.84%;AJ组泥质烃源岩抽提物饱和烃碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 值为-3.13%~-2.76%,平均值为-2.92%,芳烃碳同位素为-2.92%~-2.57%,平均值为-2.79%。原油与源岩抽提物碳同位素组成的相似性,极好地反映了它们之间的亲缘关系;而接近-3.00%的低值,正是陆相原油的明显特征,其母源物质可能主要为湖生生物和陆源高等植物中的类脂化合物。

3 意义

N凹陷油-源对比的分析和研究结果表明:本区原油来自AJ组烃源岩;中央隆起带两个含油构造上发现的原油其地化特征一致性较好,但成熟度高于隆起带上的烃源岩,据此推断目前隆起带上所发现的原油来自两侧成熟生油岩的可能性较大。

该区在前期的勘探过程中认为:中央隆起带上所发现的原油,由于成熟度不高,因而推断油源不是来自两侧深洼陷,而是中央隆起带自身,故绝大多数探井均部署在隆起带。尽管也发现了两个含油构造,但储量丰度不高,勘探成功率低,进一步勘探方向不明确。通过对本区的地化及油气运聚研究认为:东、西两侧深洼陷早期生成的油气主运移方向为东北(东次凹)和西部(西次凹);由于区域盖层条件不好,断层多,油气侧向运移距离较短,因此在隆起带上成熟度较高的油气应较少,目前的勘探现状也证实了这种推论。

基于上述分析,该凹陷下步选择中央隆起带两侧的有利构造进行钻探,有望获得新的突破。

参 考 文 献

- 1 彼得斯 K E, 莫尔多万 J M. 生物标记化合物指南[M]. 姜乃煌, 张永昌, 林永汉, 等译. 北京: 石油工业出版社, 1995
- 2 徐伟民. 石油地球化学在油气勘探中的应用[M]. 北京: 石油大学出版社, 1993

DISCRIMINATION OF OIL SOURCE IN N DEPRESSION

Zhang Xinjian¹ Wang Jingyun¹ Yang Liying¹ Zhang Ling¹ Zhao Junling²

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Zhongyuan Oilfield Company, Puyang, Henan; 2. The 3rd Oil Production Factory, Zhongyuan Oilfield Company, Puyang, Henan)

Abstract: N Depression is a Mesozoic-Cenozoic faulted depression. SL and AJ oil-bearing structures were discovered in Lower Cretaceous AJ Formation in the central uplift belt of the depression. Oil-oil correlation result shows that, the

(下转第286页)