

倪丘集凹陷煤成油的判识和来源

韩云生

(华北石油地质局地质大队)

河淮盆地已在几个地点发现原油显示。倪丘集凹陷南11井原油呈褐黄色,有芳香味,易挥发,产于下第三系双浮组和二叠系上石盒子组断层带的裂隙和方解石脉晶洞中。查明该原油的来源,是本区油气普查工作急需解决的问题。本文综合应用生物标记化合物、碳同位素和地质资料,初步确定原油来自石炭二叠纪煤系。

一、地质背景

倪丘集凹陷是河淮盆地周口坳陷的次级构造单元,面积约2000 km²,是一个新生代断陷。新生界厚约1500—5000 m。南11井位于凹陷中部光武构造上(图1)。钻井和地震资料表明,凹陷被东西向的光武—双浮集断层切割成南北两大部分。北部是一个南断北超的箕状断陷,地层层序清楚,自新至老为第四系,上第三系,下第三系光武组(E₂g)和双浮组(E₂s),下三叠统(?),二叠系石千峰组、石盒子组和山西组,石炭系太原组,奥陶系上、下马家沟组和寒武系(图2)。南部的新生界

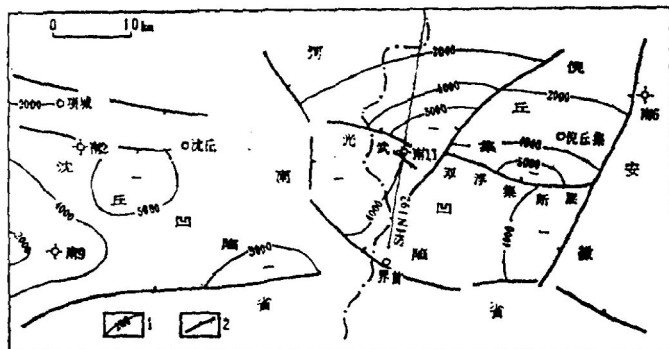


图1 倪丘集凹陷位置示意图
(等深线为下第三系底面等深线)

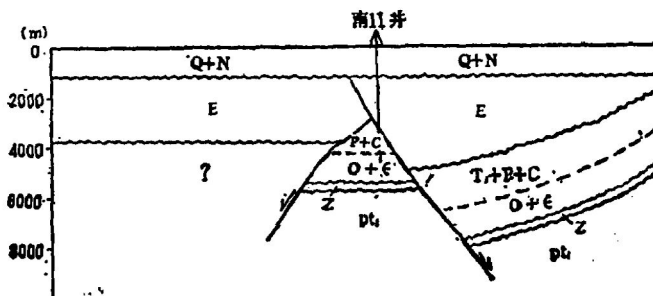


图2 倪丘集凹陷地质结构示意图
(根据 SHN 192 线解释)

与北部相同，但新生界之下，地震反射差，地层层序不清（有人推测南部是沈丘中、新生代叠置断陷的东延部分，可能存在下白垩统高寺组）。区内下第三系光武组和双浮组是一套红色碎屑岩，没有生油气能力；下白垩统高寺组暗色碎屑岩和石炭二叠纪含煤碎屑岩系都具有较好的生油生气条件；中奥陶统和上、中寒武统碳酸盐岩也有一定的生油能力。

二、样品与实验结果

表1所列8个样品全部采自钻井岩心，由地质矿产部石油地质中心实验室分析。

表1 样品的层位、井深和岩性

编号	井号	井 深 (m)	岩 性	层 位	备 注
1	南11	2915	棕红色粉细砂岩	E ₂ s	裂隙含油
2	南11	2917	棕红色粉细砂岩	E ₂ s	裂隙含油
3	南6	1241.51—1242.00	黑灰色泥岩	P ₂ s	
4	南6	1465.45—1466.44	灰黑色炭质泥岩	P ₁ x	
5	南6	1521.44—1521.86	黑灰色泥岩	P ₁ x	
6	南2	4102.91—4104.58	深灰色泥岩	K ₁ g	

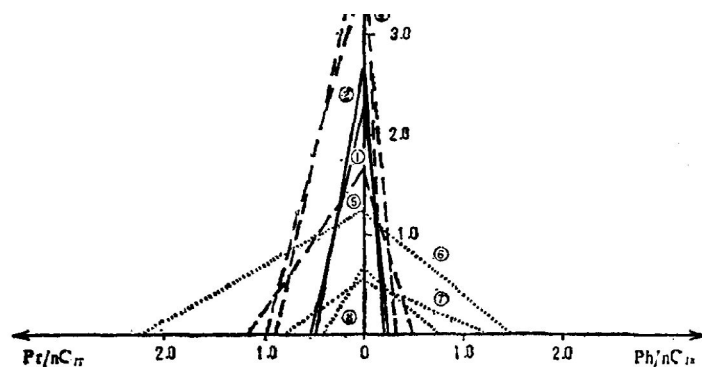


图3 Pr/Ph、Pr/nC₁₇、Ph/nC₁₈关系图

表2 生物标记物参数表

样号	$\alpha\alpha\alpha 20R$ 甾烷		$\alpha\beta$ 五环三萜烷		链 烷			
	$\frac{C_{27}}{C_{29}}$	$\frac{C_{27}}{C_{27+29}}$	$\frac{C_{31}S}{S+R}$	$\frac{C_{31}S}{R}$	$\frac{Pr}{Ph}$	$\frac{Pr}{nC_{17}}$	$\frac{Ph}{nC_{18}}$	OEP
1	0.37	0.17	0.58	1.47	2.28	0.57	0.23	1.06
2	0.31	0.17	0.58	1.34	2.80	0.52	0.20	1.07
3	0.26	0.14	0.58	1.41	3.99	0.89	0.21	1.43
4	0.38	0.18	0.57	1.31	3.58	0.97	0.33	1.26
5	0.61	0.26	0.59	1.20	1.64	1.18	0.50	1.15
6	0.50	0.22	0.61	1.14	1.23	2.21	1.49	1.13
7	0.48	0.22	0.55	1.27	0.52	0.80	1.29	1.37
8	0.51	0.23	0.61	1.32	0.67	0.43	0.75	1.19

大于 Ph/nC_{18} , 6—8号样品则呈低短三角形。图4和表2还表明, 石炭二叠纪煤系具明显的姥鲛烷优势, 下白垩统高寺组岩样一般具植烷优势, 仅少数样品例外。造成这种差别的主要原因是二者的沉积环境不同。石炭二叠纪为泻湖、潮坪和三角洲相沉积, 沉积环境一般为弱氧化—弱还原环境。从叶绿素分子脱落下来的植醇侧链, 在此种条件下易于氧化成植烷酸, 然后脱羧基、加氢而形成姥鲛烷。相反, 高寺组为断陷型湖相快速沉积物, 沉积环境为强还原环境, 植醇易于加氢而形成双氢植醇, 然后脱水、加氢而形成植烷。从图4可知, 南11井裂隙原油与石炭二叠纪煤系具有较明显的亲缘关系。

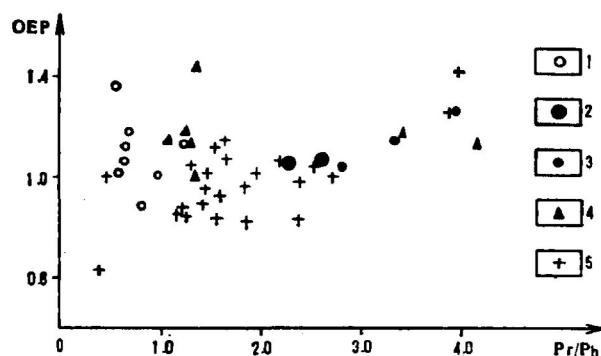


图4 OEP与Pr/Ph关系

1—南2、南9井高寺组,
2—南11井裂隙原油,
3、4、5—南6、南11井石炭二
叠纪暗色泥岩、炭质泥岩和煤

2. 正构烷烃

饱和烃气相色谱特征, 在样品成熟度相近且未经氧化的条件下, 在一定程度上反映原始母质成分。如图5所示, 1—2号样品呈双峰形, 主峰为 C_{27} , 次主峰为 C_{15} , OEP值为1.06—1.07。3—4号样品也呈双峰形, 主峰为 C_{27} , 次主峰为 C_{17} 或 C_{19} , OEP值为1.26—1.43。5—7号样品则呈单峰形, 其中6—7号样品主峰为 C_{23} 或 C_{25} , OEP值为1.13—1.37, 5号样品主峰为 C_{27} , OEP值为1.15。上述资料表明: 1—2号裂隙原油样与3—4号岩样具有类似的谱形特征以及相近的主峰位置。

3. 甾烷

样品都检测出 $5\alpha(H)$, $14\alpha(H)$, $17\alpha(H)$ -20R构型的 C_{27} 、 C_{28} 、 C_{29} 甾烷。甾烷的前身是甾醇等甾类化合物。水生浮游动物所含甾醇以胆甾醇(C_{27})为主, 高等植物则以谷甾醇(C_{29})、豆甾醇(C_{28})和菜油甾醇(C_{28})为主, 而麦角甾醇(C_{28})既可来自高等植物, 也可来自某些藻类和酵母等真菌体。

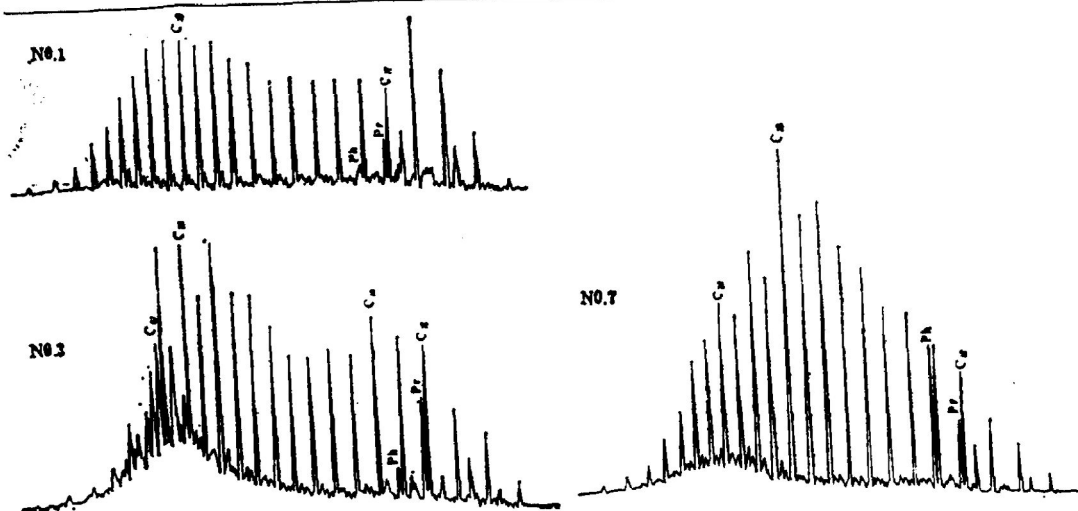


图5 饱和烃气相色谱图

从图6和表2可知, 8个样品可归纳为两组: 1—4号样品为一组, C_{27} 甾烷相对丰度较低; 5—8号样品为另一组, C_{27} 甾烷相对丰度较高。这也说明裂隙原油与石炭二叠纪煤系有较明显的亲缘关系。

4. 三环二萜烷

样品普遍检出三环二萜烷。图7表明, 8个样品可归纳为3类: 第一类为1—4号样品, 较大的峰是302峰 ($C_{19}H_{34}$)、307峰 ($C_{20}H_{36}$) 和319峰 ($C_{25}H_{46}$); 第二类为5—7号样品, 较大的峰是307峰 ($C_{20}H_{36}$)、309峰

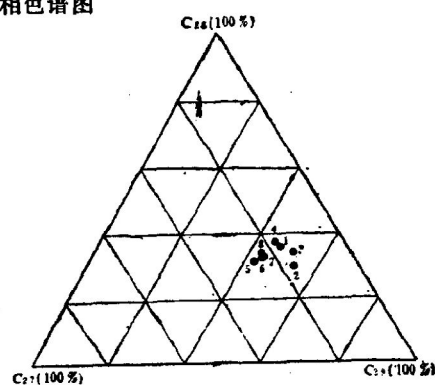
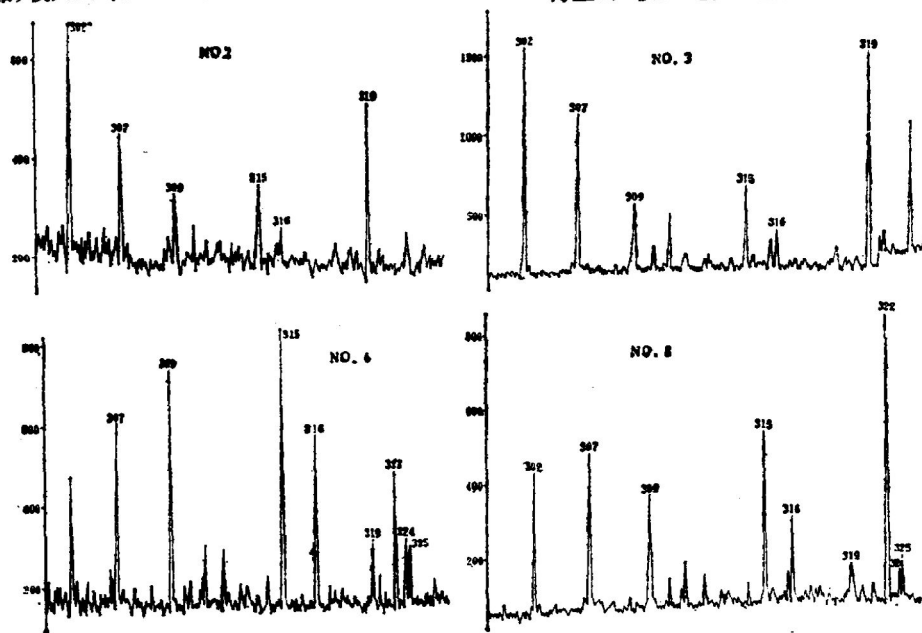
图6 5 α (H)、14 α (H)、17 α (H)-20R构型的 C_{27} 、 C_{28} 、 C_{29} 甾烷三角图

图7 M/Z191 三环二萜烷碎片离子峰图

($C_{21}H_{38}$)、315峰($C_{23}H_{42}$)和316峰($C_{24}H_{44}$)，第三类为8号样品，较大的峰有307峰和315峰。这些资料也反映1、2号裂隙原油与3、4号岩样(二叠纪煤系)更亲近。

5. 碳同位素

系统地测定了干酪根、原油和源岩抽提物中饱和烃和芳烃的 $\delta^{13}C$ (PDB) 值。3—5号样品干酪根的 $\delta^{13}C$ 值在-23.93至-26.22‰之间变化, 平均为-24.8‰; 6—8号样品干酪根 $\delta^{13}C$ 值在-20.17至-23.02‰之间变化, 平均为-21.3‰。1、2号样品原油芳烃 $\delta^{13}C$ 值在-27.56至-28.14‰之间变化, 平均为-27.85‰。Sackett和Menonpez(1972)、Welte(1975)等人认为, 原油 $\delta^{13}C$ 值要比干酪根轻0.5—3‰。T.F.Anderson也得出了类似的结论, 原油 $\delta^{13}C$ 值比干酪根轻5‰以内。1和2号裂隙原油 $\delta^{13}C$ 值比3—5号样品(石炭二叠纪煤系)低3.05‰, 而比6—8号样品(高寺组)低6.55‰, 可见1和2号裂隙原油与3—5号石炭二叠纪煤系具有更明显的亲缘关系。

结 论

南11井裂隙原油与石炭二叠系煤系有明显的亲缘关系, 石炭二叠纪煤系是生油母岩。

来源于石炭二叠纪煤系的裂隙原油的发现, 说明本区发生过煤成油气的生成、运移和聚集过程, 有较好的煤成气(油)勘探前景。

参 考 文 献

- [1] 杨文宽, 1988, 石油与天然气地质, 第7卷, 第2期。

THE DISCRIMINATION AND SOURCE OF COAL-FORMED OIL IN NIQUIJI SAG

Han Yunsheng

(Geological Brigade, North China Bureau of Petroleum Geology)

Abstract

Crude oil is discovered in fractures and microlites of calcite vein in well Nan-11 of the Niquiji sag in the Huanghe-Huaihe Basin. The Pr/Ph-value of the crude oil is 2.28-2.60, the C_{27}/C_{29} -value of *aaa20R* sterane is 0.37-0.31, the major peak carbon of saturated hydrocarbon is C_{27} , and the $\delta^{13}C$ -values of aromatic hydrocarbon range from -27.56 to -28.14‰. It is inferred that the crude oil may come from the coal measure of the Carboniferous-Permian but not Lower Cretaceous mudstone.