

# 江苏句容坳陷青龙群原油演化特征 及找油方向探讨

徐伟民

(江苏石油勘探开发会战指挥部地质研究所)

## 一、句容坳陷地质背景

### 1. 句容坳陷构造特征

句容坳陷位于宁镇隆起区,茅山断褶带与溧水隆起之间,面积约1325平方公里。露头稀少,大部分被第四系覆盖。

据重力、磁法勘探及钻井证实,坳陷北部有一个轴向北东,具南、北两个高点、被断层复杂化的背斜构造。背斜长7公里、宽1.8公里,圈闭面积约12.5平方公里。钻探揭露,背斜轴部附近上侏罗统直接覆盖在中、下三叠统青龙群之上,其间缺失中、下侏罗统象山群及上三叠统黄马青组,且青龙群上部多遭严重剥蚀。象山群仅在翼部保存。由此认为,背斜主要形成于晚侏罗世以前的燕山期。

### 2. 中、下三叠统沉积特征

早三叠世初期,在晚二叠世微弱海侵基础上继续海侵,在较静水陆棚环境下沉积了下青龙群碳酸盐岩和钙质泥岩。晚期出现短暂的海退,属近岸滨海浅水陆棚环境,当时气候温暖,生物繁盛,以介形类、有孔虫、菊石和瓣鳃类为主,是生成石油的丰富物源,由于水流作用微弱,有机质得以保存及转化。

中三叠世晚青龙期初,海水复进,本区处于半封闭陆棚较浅水环境,生物以介形类、菊石为主。中期海水复退,转为泻湖环境,生物以介形类为主,次为菊石和瓣鳃类。晚期属潮坪、咸化泻湖环境,气候干旱、蒸发强烈,沉积有膏盐层。

三叠世末期,印支运动使苏南地区普遍上升隆起,海水逐渐退出,从而结束海侵历程。多次短暂的海侵成为本区沉积厚度不大的多次成油期。从句容坳陷青龙群生油层地化指标看(表1),本区具备一定的生油物质基础。

### 3. 句容构造油气概况

句容构造油、气显示广泛,有21口井均见油气显示。其层位主要为白垩系浦口组、葛村组和中、下三叠统青龙群及上二叠统龙潭煤系。下青龙群曾获工业油流。具多套生储盖组合,中、下青龙群岩性主要为灰、深灰色细粉晶灰岩与泥岩呈略等厚互层,为一自生自储油藏。生油指标较高(表1),但储集性能较差,主要储集空间为碳酸盐岩的构造裂隙。物性参数偏低,孔隙度平均1%左右,渗透率一般小于1毫达西。下青龙群顶部只有20—30米厚的泥质岩可作为局部盖层,且断层发育,保存条件差,油气上窜散

句容坳陷青龙群生油层地化指标表

表 1

层位	地化指标	有机碳 (ppm)	氯仿A (ppm)	沥青B (ppm)	烃含量 (ppm)	A/C (%)	烃/C (%)	S=(%)	生油层(米)
上青 龙群	灰岩	1981/13	210/6	875/11		10/4		0.56/1	315
	泥岩	6489/9	798/1	594/10	370/1	11.74/1	5.3/1	2.45/1	>37
下青 龙群	灰岩	1805/13	258/13	100/3	220/5	16/11	23/2	0.35/9	108
	泥岩	6710/32	621/22	678/14	474/8	11.49/14	7.95/6	1.59/14	81

注 表中分母系样品数

失。由于埋藏浅、地温梯度低（井深2000米内平均仅 $1.75^{\circ}\text{C}$ ），因而原油演化程度也低。

## 二、原油地球化学特征

下青龙群原油具有下述地球化学特征：

1. 正构烷烃碳数分布范围 $\text{C}_{10}-\text{C}_{31}$ ，主峰碳 $\text{C}_{12}$ 或 $\text{C}_{16}$ ，谱线呈不对称形单峰（图1）；
2. 作为“指纹”化合物的异戊间二烯烷烃的含量，姥鲛烷多于植烷， $\text{P}_7/\text{P}_6$ 比值普遍小于1；
3. 生油岩族组份饱和烃的含量高约60%左右，沥青质含量低，约5%；饱和烃/芳香烃

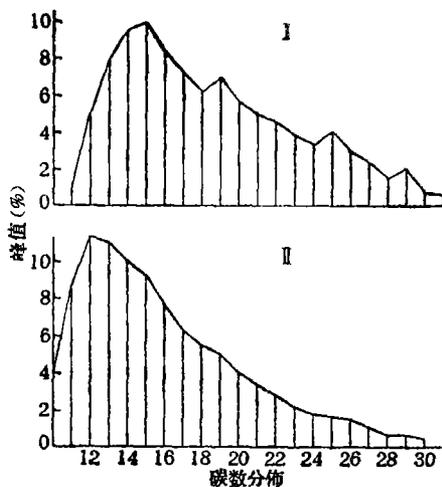


图 1 下青龙群原油全烃色谱图

I. 容2井 井深295.45—425.88米  
II. 容3井 井深569.73—653.31米

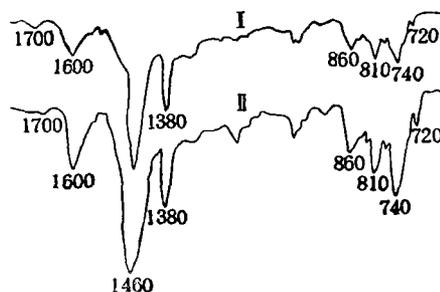


图 2 下青龙群原油芳烃红外光谱图

I. 容2井 井深295.45—425.88米  
II. 容3井 井深569.23—653.31米

比值一般在3左右; 沥青/有机碳和烃/有机碳较高。反映原油性质为高硫低蜡, 比重、粘度较高。

4. 芳烃红外光谱中含氧基团少, 缩合程度低, 取代程度高, 几类氢原子吸收峰强度为:  $1740 > 810 > 860 \text{ cm}^{-1}$  (图2)。一般认为原油  $\frac{C_{21} + C_{22}}{C_{28} + C_{29}}$  的比值: 陆相在0.6—1.2之间; 海相在1.5—5.0之间;  $P_1/P_n$  比值: 陆相一般小于1; 海相在1—3之间。陆源植物主要形成  $C_{25}—C_{33}$  正烷烃; 海相水生生物则形成  $C_{15}—C_{24}$  正烷烃。

根据上述指标的划分, 结合句容构造下青龙群原油地球化学特征(表2), 认为句容构造原油的生油母质以弱还原环境下沉积的海相腐泥型为主。

句容构造下青龙群原油地球化学特征表

表 2

正 构 烷 烃					异 构 烷			芳 烃 红 外 光 谱 ( $\text{cm}^{-1}$ )					
谱线形态	碳数分布	主峰碳	$\frac{C_{21} + C_{22}}{C_{28} + C_{29}}$	$\frac{\sum C_{23}}{C_{24}^+}$	OEP 值	Pr / Ph	Ph / nc17	Pn / nc18	810 / 740	1380 / 740	720 / 1600	1380 / 1600	1460 / 1600
不对称形单峰	$C_{10}$   $C_{31}$	$C_{12}$ 或 $C_{15}$	1.44   2.56	2.81   5.02	0.95   1.06	1.51   1.69	0.46   0.78	0.32   0.61	0.54   0.70	1.12   2.08	0.22   0.42	1.57   2.59	3.90   6.25

族 组 份				元 素				物 理 性 质				
饱和烃 (%)	芳香烃 (%)	非烃 (%)	沥青质 (%)	饱和烃/芳香烃 (%)	C (%)	H (%)	O (%)	H/C 原子比	比 重	粘 度 (厘泊)	含 硫 (%)	馏 分 (%)
60.57	17.56	16.49	5.38	3.44	87.74	12.75	0.49	1.71	0.88	14	0.67	31.6

### 三、原油演化特征

为了预测含油气远景, 通常用挥发份或定碳比、镜煤反射率和牙形刺色变指数等来确定油、气及岩石中有机质的演化变质程度。对句容构造上所取的煤样及原油进行分析, 结果如下: 龙潭组煤样的挥发份40.27%, 定碳比43, 碳元素74.67—64.53(%), 煤样的镜煤反射率为0.81, 泥岩平均为0.66。按照我国煤的工业分类方案, 挥发份大于40%、碳元素含量在60—70%之间为褐煤, 句容构造原油演化变质程度应属褐煤阶段。

下青龙群灰岩中发现较多牙形刺化石, 其颜色常呈淡黄、琥珀色至褐色。牙形刺的色变指数与镜煤反射率等参数之间存在一定的关系(表3)。

A. I. 莱复生指出: “变质作用轻微而产棕色褐煤地区, 石油的比重一定高。随着温度、压力的增高, 固定碳的百分比增加, 煤的等级就提高, 而石油的性质就变轻。根据煤的碳化程度与油、气分布规律的关系, 褐煤地区属重质油田及气田区。本区青龙群原油比重在0.85—0.99之间, 属重质油; 北邻伏牛山地区井下青龙群原油比重也高达0.923—0.927。”

二种有机质成熟度指标对比表

表 3

色变指数 (CAI)	牙 形 刺		镜 质 煤	
	颜 色	温 度 (°C)	反 射 率 (R.)	定 碳 比 (%)
1	淡 黄	<50—80	<0.8	<60
1½	淡 褐	50—80	0.7—0.85	60—65
2	褐—深褐	60—140	0.85—1.3	65—73
3	深灰褐—黑	110—200	1.4—1.95	73—84
4	黑	190—300	1.95—3.6	84—95
5	黑 (形态不可辨)	300—400	>3.6	>95

综上所述,句容构造的原油定碳比在43%,挥发份40%,镜煤反射率0.66—0.81,牙形刺色变指数(CAI)约为1,属于坳陷内低变质褐煤和低成熟度重质油地区。古地温不超过50—80°C,平均地温梯度仅1.75°C。生油层和储油层埋藏较浅,生油层一般小于100米,储油层埋深仅300—650米。

#### 四、找油方向的探讨

定碳比和变质带与油、气分布之间具有一定的关系,当定碳比在小于70%时属低变质带,以中小型油田为主;当定碳比在70—90%,属中变质带,以中小型气田为主;当定碳比大于90%时,属高变质带,已无油气存在。

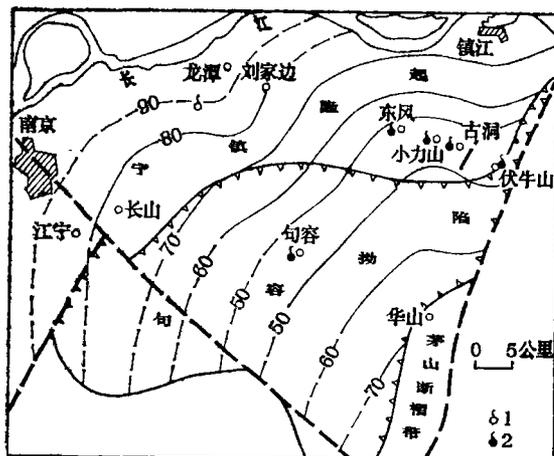


图3 句容坳陷龙潭组定碳比略图

1.井下气显示 2.井下油显示

从图3可见,句容构造及坳陷北邻的东风煤矿、小力山、上党丁村等井下青龙群或龙潭组均获一定数量重质原油或工业油流,它们的定碳比均在50%左右,属低变质带。江宁县苏32井位于定碳比小于90%的中变质带,该井钻遇晚泥盆系五通砂岩时,随泥

浆有气上涌，距井口高达20公分，试燃时火焰柱高达2米，半小时后熄灭，经分析以干气为主。但试井时产水，可能由于接近高变质带，演化程度高，已演化至甲烷气阶段，生成以甲烷为主的干气，但已接近气消失带。

大多数报告提出，镜煤反射率0.8，定碳比在62—65%为工业性产油区和凝析气产区的上限。美国阿帕拉契亚盆地的研究表明，大部分油藏在定碳比为60%的地方，天然气产在定碳比为70%的区域。因此，在句容坳陷北西、南东两侧，定碳比增高，油、气演化程度变深的区域，寻找古埋藏深度较大、保存条件较好的局部构造，可望找到中、小型油、气田。

(收稿日期 1981年2月25日)

## CHARACTERISTICS OF THE EVOLUTION OF THE CRUDE OIL FROM QINGLONG GROUP OF JURONG DEPRESSION IN SOUTHERN JIANGSU AND THE STRATEGY FOR OIL FINDING

Xu Weimin

(Institute of Geology, Headquarters of Jiangsu  
Petroleum Exploration and Development)

### Abstract

The Mesozoic Jurong depression is located in the Western part of Southern Jiangsu, with an area of about 1325 km<sup>2</sup>. Twenty-five wells were drilled on the Jurong anticline in the middle part of the depression (including 4 coal-field exploration wells). The production of the initial test of Rong No.2 Well in lower Qinglong group (T<sub>1</sub>) limestone was 6.6 m<sup>3</sup>/day of oil, while the highest production of Rong No.3 Well was 10.1 m<sup>3</sup>/day. Owing to the lack of formation energy, and the poor physical properties of the reservoir, the production decreased rapidly and finally dried up.

The analysis of crude oil and the quality of coal indicate that this is a low mature heavy oil and lignite area. According to the graph of fixed carbon ratio distribution, middle or small pools may be found at the flanks of the depression where the degree of evolution is higher.