

文章编号: 0253-9985(2001) 01-0093-02

# 塔里木砂岩油水层判识的储岩热解方法

陈传平<sup>1</sup>, 苏秀芳<sup>1</sup>, 孙伟琳<sup>1</sup>, 袁志华<sup>1</sup>, 弥积良<sup>2</sup>, 黄克难<sup>2</sup>

(1. 江汉石油学院, 湖北荆州 434102; 2. 塔里木石油勘探开发指挥部, 新疆库尔勒 843000)

摘要: 等量油气在不同孔隙度的储集岩中, 其充满程度不同, 孔隙度大, 则充填程度低, 使得含油饱和度低; 反之, 含油饱和度则高。因此, 利用储岩热解技术, 求取储层中的岩石含油饱和度, 确定其与孔隙度的关系, 可建立新的油水层判识方法。该方法的关键是选准储层原油密度。塔里木盆地中质原油的实验结果与实际情况相近。因轻质油在地面易挥发, 所以不宜使用该方法进行判识。

关键词: 砂岩储层; 岩石热解; 孔隙度; 含油饱和度; 油水层; 塔里木

第一作者简介: 陈传平, 男, 43 岁, 副教授, 油气地球化学

中图分类号: TE122.2 文献标识码: A

油气水层的早期判别主要由测井和地质录井完成<sup>[1]</sup>。测井方法需要对正在钻进的井进行关井, 且对部分特殊油气藏, 如凝析油气藏, 容易出现误判漏判; 录井主要采用肉眼观察, 仅能给出半定量结论, 易受人为因素干扰或条件限制。广泛用于储层性质预测、含油性评价及油藏地球化学描述的岩石热解评价技术, 有可能发展为判别油水层的定量技术<sup>[2~5]</sup>。笔者以塔里木盆地为例, 对此进行了系统研究。

## 1 样品

分析样品为含油岩芯, 一般取样间隔为 0.2~0.5 m, 接近油水界面时可加密。要求样品深度准确, 无污染。为避免轻质组分损失, 取样后应立即分析。操作过程与常规热解分析相同。

## 2 方法

利用岩石含油率( $PG$  值)和油质系数( $TPI$ )建立的塔里木盆地油水层判别标准<sup>[2,3]</sup>并不能真实反映储集空间油气分布, 误差较大, 这是因为  $PG$  值是单位重量岩石中的油气总量 ( $\text{kg}_{\text{烃}}/\text{t}_{\text{岩}}$ ), 而等量油气在不同孔隙度岩石中的充满程度是不同的。假定孔隙结构全部为油气和水所充填, 等量油气分布在孔隙度大的岩石中, 其充填程度要低一些, 即含油饱和度低; 反之, 含油饱和度高。据此, 应用储层热解技术, 以孔隙中含油饱和度为依据, 建立油

水层的判别方法(表 1)<sup>[5]</sup>。

表 1 含油饱和度与储层性质的关系

Table 1 Relationship between oil bearing saturation and reservoir property

| 储层性质           | 油层   | 含水油层  | 油水同层  | 含油水层  | 水层   |
|----------------|------|-------|-------|-------|------|
| 含油饱和度 $S_o/\%$ | > 50 | 40~50 | 20~40 | 10~20 | < 10 |

根据  $PG$  值和  $\Phi$  的关系, 计算含油饱和度  $S'$ 。

$$S' = (V/\Phi) \times 100\% \quad (1)$$

$$V = [(D \times PG)/d \times 1000] \times 100\% \quad (2)$$

式中  $V$  为每  $\text{m}^3$  储油岩中, 油所占体积百分数;  $D$  为砂岩的相对密度,  $2.2 \sim 2.4 \text{ t/m}^3$ ;  $d$  为原油相对密度,  $\text{t/m}^3$ ;  $\Phi$  为岩石有效孔隙度,  $\%$ , 由测井参数或物性测定获得。

根据(1)、(2)式计算出  $S'$ , 对照表 1, 即可得储层的含油性质。实际应用中可将  $S'$ ,  $\Phi$  和  $PG$  值三者关系制成图版, 使其更直观、简便。

## 3 结果与讨论

### 3.1 含油饱和度

由(1)、(2)式求取  $S'$ , 关键是选准储层原油密度参数( $d$ )。因为不同性质储层中的油所含轻质组分不同, 当岩芯取出地面后, 轻组分易散失,  $PG$  值测定会产生一定误差。根据油质轻重, 可在  $PG$  值前乘一系数  $k$ 。储层油密度可由各种方法获得, 也可根据热解参数  $TPI$  间接估计<sup>[2,3]</sup>。以中质原油为例, 某井段含油砂岩热解分析平均  $TPI$  为 0.66, 油质偏重, 取  $d = 0.88 \text{ t/m}^3$ ,  $k = 1.0$ ; 平均  $PG$  值为  $10.22 \text{ kg/t}$ 。同井段物性测定  $\Phi$  为  $17\%$ ,

$D$  在  $2.2 \text{ t/m}^3$  左右。计算  $S' = 15.0\%$  与同井段两个含油饱和度  $S$  实测值  $14.2\%$  和  $13.4\%$  相近, 对照表 1, 此井段为含水层, 电测解释和实际测试表明该井段为水层。

中质原油 ( $TPI = 0.55 \sim 0.70$ )  $S$ ,  $\Phi$  和  $PG$  值关系图版见图 1。

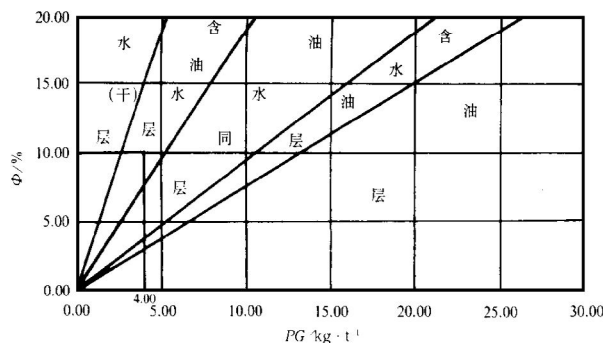


图 1 中质原油  $S'$ ,  $\Phi$  和  $PG$  值关系图版

Fig. 1 Relationship between  $S'$ ,  $\Phi$  and  $PG$  values in moderate crude oil

通常将砂岩孔隙度  $< 10\%$  定为差的储层。图 1 中左下角 ( $\Phi < 10\%$  时) 区域的储层视为水层。

### 3.2 误差

储层油密度和校正系数的选取会给计算值带来一定误差。由表 1 和图 1 可知, 差别各级别间含油饱和度有  $10\% \sim 20\%$  的差别, 而含水油层和含油水层之间为  $20\%$ 。即使计算误差为  $10\%$ , 由此引起判别结果可相差一个级别, 但这种方法在工程中仍有参考价值。对测试层段统计并与计算结果比较, 当  $S' > 40\%$ , 即储层性质达到含水油层或油层的级别, 测试一般可以获得工业油流甚至高产油流; 而当  $S' < 20\%$ , 即判断储层为水层或含油水

层, 更多以产水为主, 或同出少量油气。

由于轻质油气在地面条件下容易散失, 这种方法对凝析油气储层的判别将会失去意义, 此时可利用岩石热蒸发气相色谱<sup>[6]</sup>和罐顶气相色谱等其它有机地球化学方法弥补。此外, 在钻井中不取芯时, 可以考虑利用岩屑样品进行分析。

## 4 结语

(1) 热解分析参数  $PG$  值为单位重量岩石中含油气总量。然而等量油气分布在孔隙度不同的岩石孔隙中, 充满程度是不同的。这是储层热解技术判识储层性质的理论基础。

(2) 利用  $PG$  值与孔隙度的关系可计算液态油在储集空间的含油饱和度, 进而可建立砂岩储层油水层判别的新方法。

## 参 考 文 献

- 1 陈立官. 油气田地下地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1989
- 2 朱扬明, 梅博文, 潘志清. 储岩热解技术在石油勘探中的应用[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(4): 92~95
- 3 潘志清, 苏秀芳, 张敏. 一种新的储集层含油性快速评价—OSA 录井技术[A]. 见: 李长惠. 有机地球化学研究进展[C]. 重庆: 重庆大学出版社, 1996
- 4 Larter S R, Aplin A C. Reservoir geochemistry: methods, application and opportunities[A]. In: Cubitt J M, England W A (eds). The geochemistry of reservoirs[C]. London: The Geological Society Special Publication, 1995
- 5 李玉恒, 郭立言, 黄九思. 储油岩热解地球化学录井评价技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1986
- 6 Baskin D K, Hwang R J, Purdy R K. Predicting gas, oil and water intervals in Niger Delta reservoirs using gas chromatography[J]. AAPG Bull, 1995, 79(3): 337~350

## ROCK-PYROLYSIS METHOD USED TO DISTINGUISHING OIL-WATER BEDS OF SANDSTONE RESERVOIRS IN TARIM

Chen Chuanping<sup>1</sup>, Su Xiufang<sup>1</sup>, Sun Weilin<sup>1</sup>, Yuan Zhihua<sup>1</sup>, Mi Jiliang<sup>2</sup>, Huang Kenan<sup>2</sup>

(1. Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou, Hubei; 2. Tarim Headquarters of Petroleum Exploration and Development, Kurlu Xijiang)

**Abstract:** If equal amount of oil is distributed in reservoir rocks with different porosity, the oil packing degree in the pore is different. The porosity is larger, the packing degree is lower and the oil saturation in reservoir rock is lower whereas the saturation is higher. So a new method for distinguishing oil and water intervals can be obtained through acquiring the oil saturation in reservoir rock with rock-eval and setting up the relation between oil saturation and the porosity. The key step is to get exactly the density of reservoir oil. Test result of moderate density oil in Tarim Basin are similar to the real situation. The method is not suitable for bearing light oil because it is volatile on the ground.

**Key Words:** sandstone reservoir; rock pyrolysis; porosity; oil-bearing saturation; oil-water bed; Tarim