

文章编号: 1009-3850(2003)03-0110-03

# 井中化探技术在识别烃源岩中的应用

王国建<sup>1,2</sup>, 唐俊红<sup>1</sup>, 夏响华<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074; 2. 中国石化集团石油勘探开发研究院  
化探研究所, 安徽 合肥 230022)

摘要: 井中化探逐渐成为鉴别油气属性、识别烃源岩特征的重要技术方法。本文以井中化探多指标、多参数方法, 对我国东部某盆地探井中的烃源岩进行识别, 为油气勘探中选择目的层和储量评估提供了地球化学依据。

关键词: 井中化探; 烃源岩; 识别

中图分类号: TE133 文献标识码: A

## 1 井中化探技术概述

传统的烃源岩评价包括有机地球化学、地球物理测井等方法, 但费用较为昂贵, 而井中化探则具有经济、快速的特点。井中化探是近年来油气勘探领域兴起的一种新技术, 在钻井过程中预测、判别油气储层及对老井的复查发挥了其独特的作用。随着油气勘查分析技术的提高, 井中化探测试手段也不断完善并日趋细化, 其应用亦扩展到识别烃源岩及油(气)/源对比方面<sup>1,2</sup>。笔者经过多年的不断实践与探索, 总结了烃源岩的井中化探指标特点, 配合岩性剖面, 利用这些特征, 对我国东部某盆地的探井的烃源岩进行了评价, 获得了良好的应用效果。

用井中化探识别油(气)源岩, 主要采用了以下分析测试手段。

(1) 酸解烃主要指赋存在于碳酸盐及其胶结物中的甲烷及同系物, 少量赋存于硅酸钙、硅酸镁中的烃类。井中化探酸解烃分析地层岩石中吸附和吸留状态的烃气, 应用总烃( $SC_1^+$ )、重烃( $SC_2^+$ )、异构比( $iC_4/nC_4$ )等指标评价油(气)源岩的类型及优劣。

(2) 芳烃物质具有大 $\pi$ 键, 受到紫外光照射时会

产生荧光, 因此荧光光谱对芳烃物质具有良好的检测能力。当激发波长一定时, 不同结构的芳烃化合物发射波长是不同的, 根据发射波长可判别芳烃的组成结构。

(3) 三维荧光方法能检测油气组分中低环芳烃含量与组成, 以激发、发射波长和荧光强度为坐标的三维空间谱图及其参数来描述芳烃的组分与浓度。其特征图谱可以判别油气属性和烃源岩的特征。

(4) K-V 指纹技术又称吸附丝法。该法通过居里点裂解器、毛细管柱及色/质联机进行定性定量分析, 利用测试得到的  $C_5-C_{16}$  大量烃类信息, 判别烃源岩, 进行油(气)/源对比。

## 2 烃源岩的井中化探指标特征

不论碎屑岩还是碳酸盐岩, 其中的油(气)源岩都具有颜色较深、较暗和颗粒很细的特点, 而暗色泥页岩或碳酸盐岩往往与含较多的有机质有关。

作为生油气母岩的暗色泥岩或页岩, 其中油源岩与气源岩及非烃源岩的井中化探指标特征有明显的区别(表1)。配合岩性剖面, 利用这些特征依据能够识别油、气源岩。在区域油气勘查中, 确定、识

别探区烃源岩,进而提出油气的源岩,能为选择勘探目的层及储量评估提供地球化学依据。

### 3 应用实例

P2井、P1井分别位于我国东部某含油气盆地同一含油气构造的不同部位,但钻遇的地层层序不同。依据这两口井的化探资料(图1),建立了该盆地北部的下含油气系统的完整地球化学剖面,并依据烃源岩的井中化探指标特征对其油(气)源岩进行了识别与评价。

#### 1. P2井烃源岩的化探评价

$E_{f4}$ 段暗色泥岩中上部深灰色泥岩酸解烃指标  $SC_1^+$  有高位异常,而  $SC_2^+$  有弱异常; $iC_4/nC_4$  在 1.0 附近波动;代表单环轻芳烃的F228nm荧光光谱指标显示出高位异常,而代表稠环重芳烃的F405nm荧光光谱指标无异常显示;吸附丝总吸附量相对较低。评价结果指示该井  $E_{f4}$  段暗色泥岩以生气为主,同时又能生油,但生烃潜力不大。

$E_{f2}$ 段暗色泥岩酸解烃总烃浓度  $SC_1^+$  异常显著,重烃  $SC_2^+$  含量亦较高; $iC_4/nC_4$  值大于 1.0 和小于 1.0 均有;荧光光谱F228nm具强异常,而F405nm亦显强异常;吸附丝指标为高丰度异常,总离子流色

表 1 油、气源岩与非烃源岩的井中化探指标特征

Table 1 Geochemical signatures for the source rocks and other rocks in the study area

指标 类型	酸解烃				荧光光谱		吸附丝	三维荧光特征 指纹图	吸附丝 总离子 流图特征
	甲烷	重烃	总烃	$iC_4/nC_4$	228nm	405nm	总烃		
油源岩	高丰度异常	高丰度异常	高丰度异常	一般小于 1	弱异常	高强度异常	高丰度异常	Q 型或 $\beta$ 型	大量尖锐峰 出现在 800S 之前
气源岩	高丰度异常	弱异常	高丰度异常	一般大于 1	高强度异常	弱异常	高丰度异常	$\beta$ 型或 O 型	大量尖锐峰 出现在 800S 之后
非烃源岩	无异常	无异常	无异常	无规律	无异常	无异常	无异常	一般为 P 型	出峰微弱
油气盖层	底部异常	底部异常	底部异常		底部异常	底部异常	底部异常		

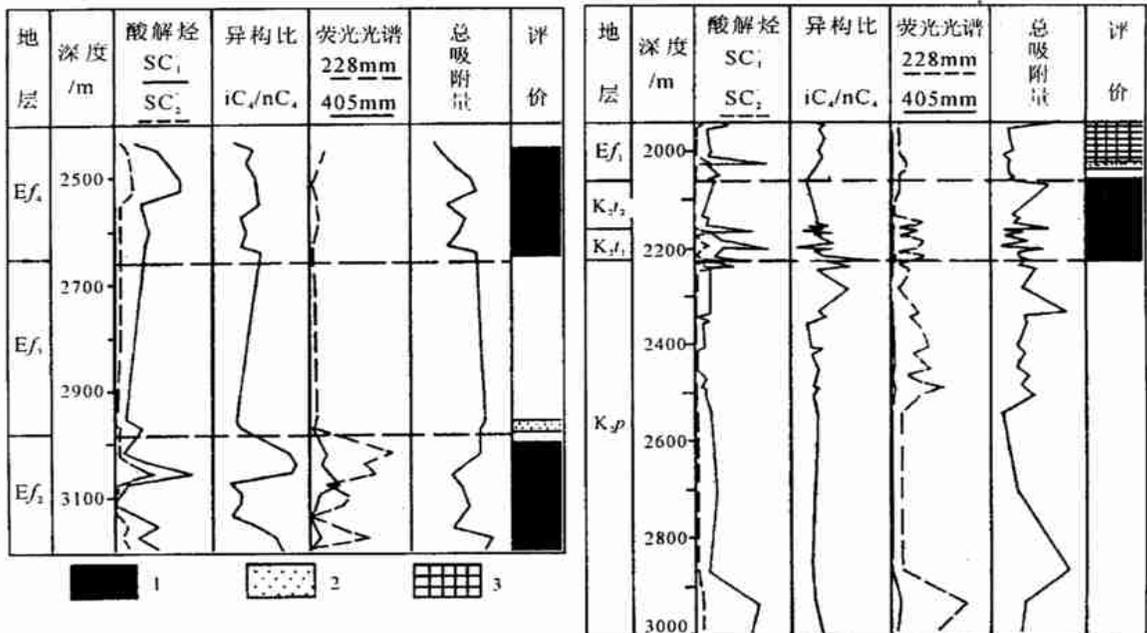


图 1 P2井(左)、P1井(右)井中化探异常对比曲线示意图

1. 烃源岩; 2. 储层; 3. 圈闭盖层

Fig. 1 Curves showing the correlation of geochemical anomalies in P-2 well (left) and P-1 well (right)

1= source rocks; 2= reservoir rocks; 3= cap rocks

谱图大量的峰出现在800~1200s之间。指标特征表明该套深灰色泥岩以生油为主。其三维荧光图谱如图2所示,为B型,显示了轻质油的特点。

## 2. P1井烃源岩的化探评价

$K_2t_1$ 、 $K_2t_2$ 段深灰色泥岩酸解烃指标 $SC_1^+$ 为连续高浓度异常, $SC_2^+$ 相对较低; $iC_4/nC_4$ 在该段也出现连续高值(大于1);荧光光谱228nm显示高强度异常,而405nm显示极微弱;吸附丝总吸附量也为高丰度异常,总离子流色谱图大量尖锐的高峰出现在700~1100s。这些特点揭示了该套暗色泥岩以生气为主,同时又能生油。它的三维荧光图谱如图3所示,为B型,亦为轻质油的特点。与P2井的烃源岩的图谱相比,该井的主峰明显往前偏移,次峰较

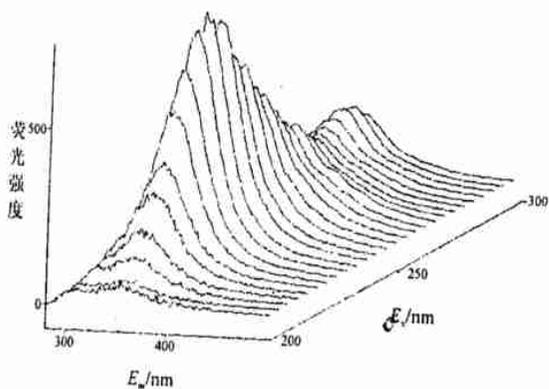


图2 P2井 $Ef_2$ 段暗色泥岩三维荧光图谱

Fig. 2 Three-dimensional fluorescence spectrum for the dark mudstone in the  $Ef_2$  member of the P-2 well

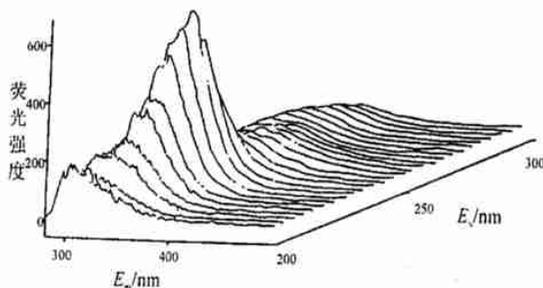


图3 P1井 $K_2t_1$ 段暗色泥岩三维荧光图谱

Fig. 3 Three-dimensional fluorescence spectrum for the dark mudstone in the  $K_2t_1$  member of the P-1 well

低,说明随着地层时代变老,烃源岩的热演化程度逐渐升高。另外,P1井 $K_2p$ 的泥岩由于颜色偏浅及各项化探指标空间配置欠佳,被认为是差的烃源岩。

评价认为,该地区好的烃源岩主要为 $Ef_2$ 、 $K_2t_1$ 、 $K_2t_2$ 暗色泥岩, $Ef_4$ 暗色泥岩为较差的烃源岩, $K_2p$ 的泥岩为差的烃源岩。这一规律性的认识与地质评价结果基本一致。

## 参考文献:

- [1] 张志伟,张龙海.测井评价烃源岩的方法及其应用效果[J].石油勘探与开发,2000,27(3):84-87.
- [2] 邓平,王国建.井中化探异常与石油地质特征关系研究[J].天然气工业,2002,2(3):1-4.

# Applications of the borehole geochemical prospecting to the recognition of source rocks

WANG Guo-jian<sup>1, 2</sup>, TANG Jun-hong<sup>1</sup>, XIA Xiang-hua<sup>2</sup>

(1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 2. Institute of Geochemical Prospecting, SINOPEC, Hefei 230022, Anhui, China)

**Abstract:** The borehole geochemical prospecting has been employed as an important technique in the recognition of source rocks and oil and gas properties in the last decade. The application of this technique to the recognition of the source rocks in one basin in eastern China in the light of the indexes and parameters obtained in the study may provide a geochemical basis for the selection of target beds and assessment of mineral resources in oil and gas exploration.

**Key words:** borehole geochemical prospecting; source rock; recognition