

南堡凹陷烃源岩的显微组分与生油门限的关系

周海民 郑红菊 张春梅 尹文庆
(冀东石油勘探开发公司, 河北唐山 063004)

南堡凹陷东营组及沙河街组烃源岩的富氢显微组分随着热演化程度的增加, 荧光光谱峰波长 $\lambda_{\max}$ 值增加, 红绿光相对强度比值增大, 荧光强度 I_{546} 降低, 且均在埋深 3 400 m 左右出现阶段性变化。因此, 可以确定南堡凹陷烃源岩的生油门限深度在 3 400 m 左右。

关键词 显微组分 烃源岩 荧光光谱 生油门限 南堡凹陷

第一作者简介 周海民 男 35 岁 高级工程师 石油地质与勘探

以显微组分的多种光学特征为依据确定生油门限, 可大大减少误差。笔者以黄骅拗陷北部南堡凹陷的烃源岩为例, 对此进行了研究。结果表明: 显微组分中的富氢组分随热演化程度的加深, 荧光光谱波长、红绿光相对强度及荧光强度 I_{546} 均出现规律性变化, 由此可确定烃源岩的生油门限。

1 烃源岩采取

南堡凹陷位于渤海湾盆地黄骅拗陷的北部, 早第三纪晚期渤海湾断陷盆地整体抬升, 遭受剥蚀; 晚第三纪整体拗陷, 构成统一的盆地, 主要沉积了一套馆陶组、明化镇组河流相的砂岩、砾岩和泥岩。下第三系发育三套主要生油岩系: 沙河街组一段、三段及东营组三段。本次烃源岩样品采自南堡凹陷北堡老爷庙地区的东营组及沙河街组。

2 显微组分的光学特征

南堡凹陷烃源岩显微组分以镜质组为主, 壳质组常见, 惰性组及腐泥组为次要组分。壳质组主要由孢子体和壳屑体组成; 腐泥组主要为藻类体和矿物沥青基质, 含少量沥青质体。壳质组和腐泥组是最重要的富氢显微组分, 主要由壳屑体、孢子体和藻类体构成, 而壳屑体主要为矿物沥青基质。

2.1 镜质体反射率

南堡凹陷烃源岩镜质体反射率随埋深的增加而增大, 且呈连续性变化, 其值从 0.46% 增加到 0.89%。埋深小于 2 000~3 400 m 的区间, R_o 值

变化缓慢, 其值小于 0.55%; 3 400~5 000 m, 则 R_o 值变化较快, 反映镜质体反射率值变化具有阶段性(图 1)。

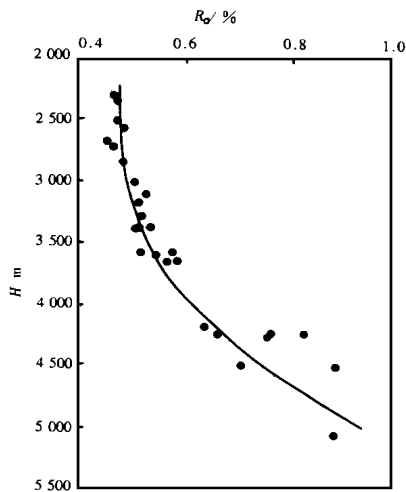


图 1 南堡凹陷烃源岩镜质体反射率与深度关系图

Fig. 1 Relationship between the vitrinite reflectance of source rocks and the buried depth in Nanpu Sag

2.2 富氢组分的荧光性

孢子体是南堡凹陷烃源岩中最常见的富氢组分, 随热演化程度的增加, 孢子体荧光光谱峰波长 $\lambda_{\max}$ 值增加, 即发生“红移”(图 2)。自埋深 3 400 m 左右 (R_o 约 0.55%) 开始, 光谱峰形趋于宽缓, 且在荧光波长 630 nm 附近出现所谓的“次生荧光峰”, 可能标志孢子体热解作用的开始和液态烃的生成。此后, 孢子体“次生荧光峰”逐渐扩大, “红移”速率加快, 约在埋深 5 000 m (R_o 为 0.89%) 时, $\lambda_{\max}$ 增至 640 nm, 但仍未见荧光“淬灭”界限。孢子体荧光色度参数 $\lambda_{\max}$ 及红绿光相对强度

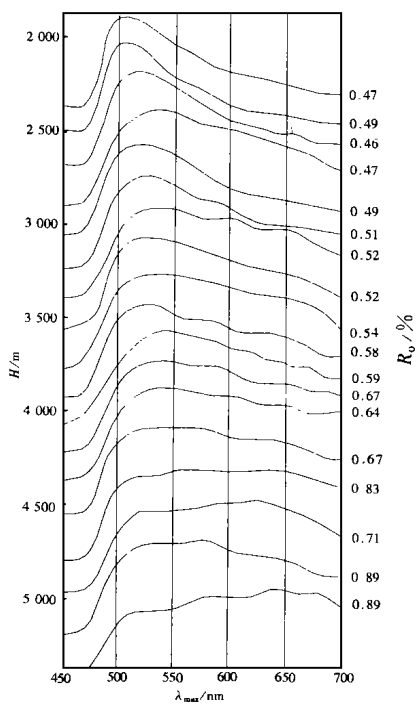


图 2 不同埋深孢子体荧光光谱变化图
Fig. 2 Variation of fluorescence spectra of sporinites buried at different depths

直观地反映了上述变化(图 3a, b)。孢子体的荧光强度 I_{546} 随深度变化趋势与荧光色度参数相反, 它随埋深增加而递减(图 3c), 而且其递减速率的明显变化也以埋深 3 400 m 左右为界。

同样地, 藻类体的荧光性变化也具有相同的规律, 随埋深的增加, 藻类体荧光光谱逐渐“红移”, 其 $\lambda_{\max}$ 及 Q 值不断增加(图 4a、b), 荧光强度 I_{546} 反而减小(图 4c); 而且其荧光性变化同样显示出“阶段性”, 其转折变化也发生在埋深 3 400 m 左右(R_o 约 0.55%)。

此外, 矿物沥青基质的荧光色度变化也有类似的演化趋势。矿物沥青基质的 $\lambda_{\max}$ 及 Q 值均随埋深的增加而增大(图 5), 反映其中所“隐含”有机质的原生性, 间接表现了具荧光的亚显微级有机颗粒的逐步演化。值得指出的是, 矿物沥青基质的演化可能相对滞后于同一样品中的孢子体和藻类体, 主要表现在矿物沥青基质的 $\lambda_{\max}$ 及 Q 值较小, 因而矿物沥青基质的演化不足以反映热演化阶段的分界线。

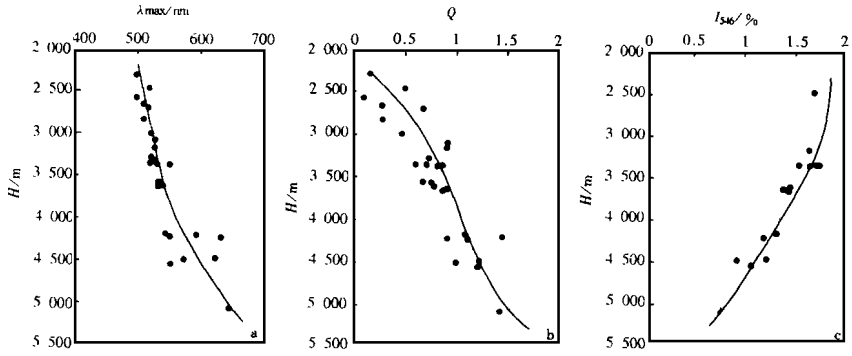


图 3 孢子体 $\lambda_{\max}$ 、 Q 、 I_{546} 与深度关系图
Fig. 3 Relationship between $\lambda_{\max}$, Q and I_{546} of sporinites and burial depths

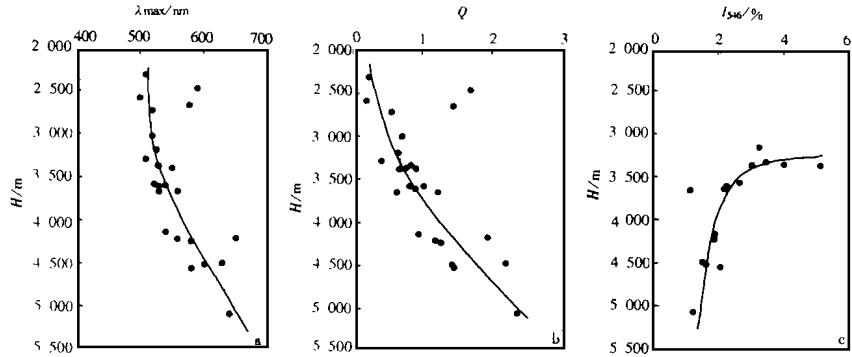


图 4 藻类体 $\lambda_{\max}$ 、 Q 、 I_{546} 与深度关系图
Fig. 4 Relationship between $\lambda_{\max}$, Q and I_{546} of alginites and burial depths

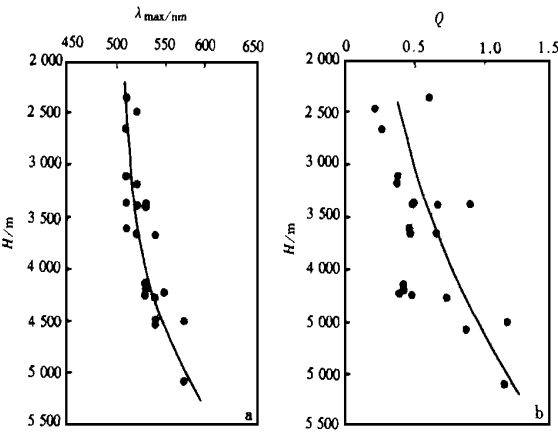


图 5 矿物沥青基质 λ_{max} , Q 与深度关系图
Fig. 5 Relationship between λ_{max} , Q of mineral asphaltic base and buried depths

3 生油门限

显微组分的各种光学演化参数, 从不同侧面展

示了南堡凹陷烃源岩中有机质的热演化特征。孢子体及藻类体荧光性变化研究表明, 南堡凹陷烃源岩有机质演化具有明显的阶段性, 大约在 R_o 为 0.55 (埋深 3 400 m 左右) 时, 孢子体和藻类体的荧光光谱峰形趋于宽缓, 主峰“红移”速率加快, 并且在 630 nm 附近出现“次生荧光峰”, λ_{max} 及 Q 值开始迅速增加, 衰减速率开始减慢, 标志着孢子体及藻类体等有机质热降解生成液态烃的开始, 所以南堡凹陷烃源岩的生油门限为 3 400 m (R_o 为 0.55)。

烃源岩的显微组分镜下鉴定、镜质体反射率的测定、荧光光谱及荧光强度的测定等均由江汉石油学院分析测试研究中心完成; 在研究过程中, 得到了石油大学王铁冠教授的指导和帮助, 在此一并表示衷心的感谢!

RELATIONSHIP BETWEEN SOURCE ROCK MACERALS
AND OIL-FORMING THRESHOLD OF NANPU DEPRESSION

Zhou Haimin Zheng Hongju
Zhang Chunmei Yin Wenqing

(Jidong Petroleum Exploration and Development Co., Tangshan, Hebei)

Abstract

As the thermal evolution degree of hydrogen-rich macerals in source rocks of Dongying and Shahejie Formations in Nanpu Sag increases, the wave peak λ_{max} of its fluorescence spectrum will increase, the relative intensity of red light and green light will increase and fluorescence intensity will decrease and periodic changes would occur in 3 400 m depth. It thus suggests that the oil-forming threshold of Nanpu Sag is $\pm 3\ 400$ m.

Key words: macerals hydrocarbon source rock fluorescence spectrum oil threshold Nanpu Sag