

文章编号: 1009-3850(2005)04-0083-04

# 马朗凹陷马 1 井储层长石中有机包裹体研究

张小青<sup>1</sup>, 伊海生<sup>1</sup>, 危国亮<sup>2</sup>, 张小芹<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学 沉积地质研究所, 四川 成都 610059; 2. 中国石油吐哈油田分公司研究院, 新疆 哈密 839009)

**摘要:** 根据对马朗凹陷马 1 井储层长石中有机包裹体的基本特征、均一温度、荧光及荧光光谱分析, 得出有机包裹体均一温度为 60~90℃及 120~140℃, 其对应的荧光颜色分别为黄色和蓝绿色。认为储层的油气运移经历了两期, 第一期为烃类的主要运移、聚集期, 油气为低成熟油; 第二期为少量的烃类聚集, 并判断出二叠系条湖组该段储层为油气产层。

**关键词:** 有机包裹体; 油气运移聚集; 储层; 马朗凹陷; 新疆

中图分类号: P575.4

文献标识码: A

## 1 概述

有机包裹体指存在于储层中的微小流体样品, 主要为含液态、气态或固体有机质的矿物包裹体, 一般聚集在成岩胶结物中和封闭的微裂隙及孔隙中。无论在烃类生成的初次运移阶段, 还是油气向储层运移、聚集的次生阶段, 都有可能形成有机包裹体, 为研究油气运移路径、运聚方式和油气成藏提供了直接证据, 是研究油气流体不可缺少的工具和方法之一<sup>[1]</sup>。而长石中有机包裹体研究在国内鲜有报道, 本文为研究长石中有机包裹体提供了方法。

马朗凹陷位于三塘湖盆地中央坳陷带东部, 是残留的二叠纪前陆盆地, 发育上二叠统烃源岩及多套储盖组合。马朗凹陷在晚海西运动形成了早期前陆盆地, 发育上二叠统的生油气建造。凹陷内发育了两个北东向构造带——牛圈湖构造带、马中构造带。马 1 井位于牛圈湖构造带 1 号背斜。

印支—燕山运动是储盖层发育时期, 二叠系烃源岩渐为成熟, 并开始生烃、排烃, 同时形成了捕获

油气的圈闭, 形成了沟通深浅层的断裂, 使得圈闭的形成期早于油气生、排期或与之同步。燕山第三幕运动在三塘湖盆地表现强烈, 隆升幅度大, 造成白垩系大量剥蚀, 二叠系烃源岩生烃受到抑制, 使得马朗凹陷主力烃源层—二叠系长期处于低成熟状态, 喜马拉雅运动期沉积了厚度不大的新生界, 未能弥补燕山第三幕对二叠系烃源岩造成的热能损失。

## 2 储层中有机包裹体主要特征

笔者对马 1 井油气显示段岩心进行了较为系统的样品选取, 磨制包裹体薄片进行偏光、荧光显微观察、均一温度测试、有机包裹体荧光光谱测定。在上二叠统条湖组 1824.00~1847.02m 厚的浊积扇砂岩储层碎屑矿物长石中, 发育丰富的有机包裹体。

### 2.1 有机包裹体赋存状态及主要特征

储层中发育丰富有机包裹体, 主要分布于各类长石(正长石、斜长石、条纹长石)的次生裂隙、隐蔽裂纹和次生溶蚀孔中, 其赋存状态及主要特征见表 1。

表1 有机包裹体赋存状态及主要特征

Table 1 The occurrence and features of the organic inclusions from the reservoirs in the study area

	I期	II期
产状	长石微裂隙	长石溶蚀粒内孔, 裂缝
形状	针状、长条状	针状、长条状, 不规则状
相态	纯液相	液相、气液两相
颜色	无色、黄色	褐黄色、棕色
气液比	≤5%	5%~20%
大小	8~30 $\mu$ m	10~40 $\mu$ m

## 2.2 有机包裹体均一温度

针对储层长石中的有机包裹体进行均一温度测量, 为了保证所选的有机包裹体具有严密的封闭性, 因此, 应遵守这些条件: ①气泡大小无剧烈变化; ②不使用不规则形状的有机包裹体; ③不选用具可变荧光的有机包裹体。测温过程中, 均对每个有机包裹体进行了多次测温, 其均一温度误差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 保证了测温数据的可靠性<sup>[2]</sup>。

对储层15件样品中的有机包裹体进行了均一温度的测试, 共测得均一温度数据187个, 并把结果作直方图(图1)。可以看出, 储层均一温度高峰值分布在两个温度段, 表明储层有过两期油气运移过程: 第一期温度为60~90 $^{\circ}\text{C}$ , 为主要运移期, 大量烃类运聚; 第二期温度为120~140 $^{\circ}\text{C}$ , 少量烃类运聚。

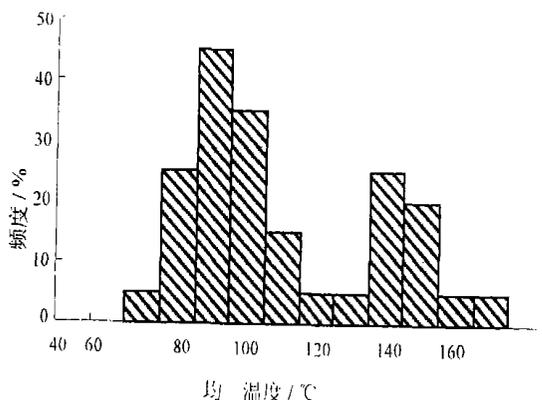


图1 马1井条湖组中储层有机包裹体均一温度

Fig.1 Bar chart showing the homogenization temperatures of the organic inclusions from the Tiaohu Formation reservoirs in the Ma-1 well

## 2.3 有机包裹体荧光及荧光光谱特征

有机包裹体荧光颜色和强度可以分别反映有机包裹体的组成及其热演化程度, 随热演化程度的增加, 其荧光颜色由黄色→褐黄色→棕色→蓝白色、蓝

绿色→蓝色→无荧光, 荧光强度逐渐减弱, 而其烃类组成由长链烷烃或芳香烃类向短链烷烃变化。储层碎屑矿物长石中丰富的有机包裹体主要发强—较强的黄、褐黄色荧光(图2a、b), 表明油气演化程度较低, 长石中少部分有机包裹体发暗棕色荧光、蓝白色、蓝绿色、蓝色荧光(图2c、d)<sup>[3,4]</sup>。

选择3件样品作荧光光谱测试(表2), 由中国科学院广州地球化学研究所有机地球化学国家重点实验室完成。可以看出, 3件样品有机包裹体荧光及荧光光谱测定结果有比较相似的结果。并表明, 储层经历了两期油气运移: ①早期油气运移阶段, 亦即油气主要运移阶段, 大量烃类运聚, 有机包裹体发强—较强的黄、褐黄色荧光, Q值在9.690~15.63,  $\lambda_{\max}$ 为573~577nm(图3a); ②晚期油气运移阶段, 少量烃类运聚, 有机包裹体发黄白、蓝白、蓝绿、蓝色荧光, Q值在3.759~6.863,  $\lambda_{\max}$ 为566~571nm(图3b)<sup>[5]</sup>。

表2 马1井有机包裹体荧光光谱特征

Table 2 Fluorescence spectrographic features of the organic inclusions from the Ma-1 well

深/m	荧光颜色	测点	宿主矿物	Q值 (红绿商)	$\lambda_{\max}$ (主峰波长值)/nm
1824	黄色	1	长石	14.69	575
		2	长石	13.27	575
		3	长石	12.13	574
		4	长石	9.690	573
	蓝绿色	5	长石	5.275	569
		6	长石	5.117	566
		7	长石	4.615	569
		8	长石	4.615	569
1826	黄色	9	长石	12.01	575
		10	长石	12.75	575
1833	蓝色	11	长石	6.06	570
		12	长石	15.63	577
	黄色	13	长石	12.00	574
		蓝绿色	14	长石	6.863
	15		长石	3.759	567

## 3 油气运移演化阶段和聚集程度

### 1. 油气运移演化阶段

有机包裹体的丰度、赋存状态及空间分布特征, 反映了不同时期油气运移充注中留下的轨迹。根据样品中包裹体的基本特征、均一温度、荧光及荧光光谱特征, 可以得出储层中油气运移存在两期: 第一期为早期运移阶段, 也是油气的主要运移阶段。有机包裹体主要为气液比小( $\leq 5\%$ )的液态烃+气态烃两相烃有机包裹体和纯液态烃有机包裹体, 说明油

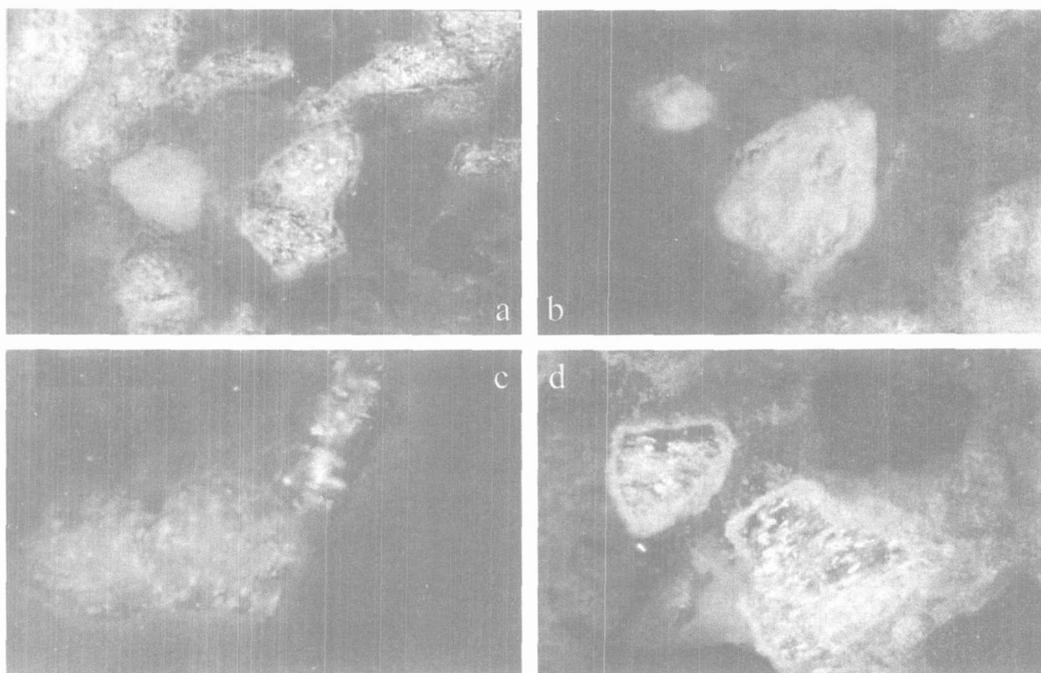


图 2 马 1 井储层长石有机包裹体显微照片

a. 正长石中有机包裹体, 发强~较强的黄、褐黄色荧光; b. 斜长石中有机包裹体发强黄色荧光; c. 斜长石中有机包裹体发黄色、蓝白色荧光; d. 条纹长石中有机包裹体发暗棕色、蓝绿色荧光

Fig. 2 Microphotographs of the organic inclusions from feldspar in the reservoirs in the Ma-1 well

a. The organic inclusions from orthoclase, with strong to relatively strong yellow and brownish yellow fluorescence; b. The organic inclusions from plagioclase, with strong yellow fluorescence; c. The organic inclusions from plagioclase, with yellow and bluish white fluorescence; d. The organic inclusions from perthite, with dark brown and blueish green fluorescence

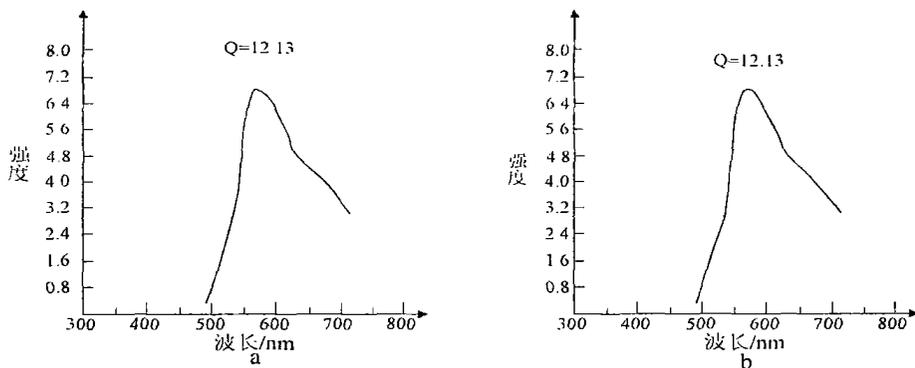


图 3 马 1 井有机包裹体荧光光谱

a. 发黄色荧光; b. 发蓝绿色荧光

Fig. 3 Fluorescence spectra of the organic inclusions from the Ma-1 well

a. Fluorescence spectrum of the organic inclusions with yellow fluorescence; b. Fluorescence spectrum of the organic inclusions with blueish green fluorescence

气主要运移阶段, 油气运移是以油相状态进行的。该阶段大量烃类运聚, 均一温度为 $60 \sim 90^{\circ}\text{C}$ , 有机包裹体发强~较强的黄、褐黄色荧光, 成分为芳香烃和长链烷烃, 为低成熟油。第二期为晚期运移阶段。

均一温度为 $120 \sim 140^{\circ}\text{C}$ , 少量烃类运聚, 有机包裹体主要发蓝绿色荧光, 成分为轻烃和更少的芳香烃, 为成熟油。油气充注途径为孔隙-裂缝通道为主, 有机包裹体气液比多为 $5\% \sim 20\%$ <sup>[6,7]</sup>。

马郎凹陷成藏史分析, 烃源岩具较低的成熟度和在侏罗纪—白垩纪早生早排为特征, 为幕式排烃, 油气以源内有效聚集为主。

## 2. 储层油气聚集程度

储层中烃类有机包裹体类型、数量、相组成等特征, 可直接反映烃类的生成、运移及到达储层后的种类和丰度。根据前人的经验, 有机包裹体含量大于60%者可视为产层(有机包裹体含量指占包裹体总数的百分比)。储层碎屑矿物中含有相当丰富的有机包裹体及荧光沥青, 偶见盐水溶液包裹体, 有机包裹体含量几乎达100%, 反映了油气运移的活跃性, 油气聚集丰度高, 因此判断储层为油气产层, 这与实际试油结果相吻合<sup>[8, 9]</sup>。

## 5 结 论

(1) 马1井浊积扇储层经历两期油气运移: 早期运移阶段油气是以油相(液态烃)状态进行, 大量烃类运聚; 晚期运移阶段, 运移流体以液态烃为主, 含少量气态烃, 少量烃类运聚

(2) 1井浊积扇储层中含有丰富的有机包裹体及荧光沥青, 有机包裹体含量几乎达100%, 判断该浊积扇储层为油气产层。

## 参考文献:

- [1] 卢焕章, 郭迪江. 流体包裹体研究的进展和方向[J]. 地质论评, 2000, 46(4): 385—392.
- [2] MUNEI A. Petroleum inclusions in sedimentary basins: systematics, analytical methods and applications [J]. Lithos, 2001, 55(1—4): 195—212.
- [3] 叶松, 张文淮, 张志坚. 有机包裹体荧光显微分析技术简介[J]. 地质科技情报, 1998, 17(2): 76—80.
- [4] 王一刚, 刘志坚, 文应初. 川东石炭系储层有机包裹体、储层沥青与烃类运聚关系[J]. 沉积学报, 1996, 14(4): 77—83.
- [5] LI RONGXI, DU XIANGMIN, CHI YUANLIN. Analysis of organic inclusions using fluorescence microscopy and micro-FT-IR techniques [J]. Chinese Journal of Geochemistry, 2001, 20(1): 88—92.
- [6] FEELY M, PARNELL J. Fluid inclusion studies of well samples from the hydrocarbon prospective Porcupine Basin, offshore Ireland [J]. Journal of Geochemical Exploration, 2003, 78(1): 55—59.
- [7] PARNELL J, MIDDLETON D, CHEN H et al. The use of integrated fluid inclusion studies in constraining oil charge history and reservoir compartmentation: examples from the Jeanne d'Arc Basin, offshore Newfoundland [J]. Marine and Petroleum Geology, 2001, 18(5): 535—549.
- [8] ZHANG WENHUI, ZHANG ZHIJIAN, MING HOULI et al. A study on inclusions in clastic reservoir rocks and their application to the assessment of oil and gas accumulations [J]. Chinese Journal of Geochemistry, 1996, 15(3): 249—256.
- [9] 李荣西, 金奎励, 周雯雯, 等. 渤中拗陷油气包裹体与油气成藏[J]. 沉积学报, 2001, 19(4): 605—610.

## Approaches to the organic inclusions from feldspar in the Ma-1 well reservoirs in the Malang depression

ZHANG Xiao-qing<sup>1</sup>, YIN Hai-sheng<sup>1</sup>, WEI Guo-liang<sup>2</sup>, ZHANG Xiao-qin<sup>2</sup>

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Turpan-Hami Oil Field Branch, PetroChina, Hami 839009, Xinjiang, China)

**Abstract:** The integration of general characteristics, homogenization temperatures, fluorescence and fluorescence spectrum of the organic inclusions from feldspar in the Ma-1 well reservoirs in the Malang depression indicates that the organic inclusions have the homogenization temperatures ranging between 60—90 °C and 120—140 °C, correspondingly with the yellow fluorescence and blueish green fluorescence, respectively. The oil and gas from the reservoirs have gone through two phases of migration: Phase 1, hydrocarbon migration and accumulation as low-maturity oil, and Phase 2, the accumulation of hydrocarbons. These reservoirs in the Permian Tiaohu Formation are believed to be productive.

**Key words:** organic inclusion; oil and gas migration and accumulation; reservoir; Malang depression; Xinjiang