

塔里木盆地牙哈油气田沥青垫特征及其成因*

——分布产状与宏观组成特征

张敏 张俊 梅博文

(江汉石油学院分析测试研究中心, 湖北荆沙 434102)

利用薄层色谱-氢火焰检测技术(TLC-FID, 简称薄层色谱)和岩石热解技术, 在塔里木盆地牙哈油气田下第三系陆相油气藏中, 发现并准确地鉴定出两层沥青垫。这些沥青垫储层岩石抽提物族组成中, 沥青质的相对含量大于30%, 而对应的油层中, 其值不足20%, 在油藏地球化学描述剖面中, 沥青垫和油层之间存在着沥青质骤变之趋势, 这是沥青垫判别的重要标志。

关键词 沥青垫 沥青质 鉴别标志 塔里木盆地

第一作者简介 张敏 男 34岁 讲师(博士) 油藏地球化学和石油地质

沥青垫(Tar mats, 有人译为“焦沥青”或“焦油席”)是油气藏中重要的有机隔层。近几年来, 随着石油地球化学家们的研究焦点由勘探领域逐渐转向油气田开发^[1,2], 以及快速扫描油藏流体化学组成分析技术的日臻完善^[3,4], 人们才有可能广泛关注油藏内部有机隔层的分布产状、地球化学特征及其成因。Dahl 和 Speers^[5]首次较系统地剖析了挪威北海 Oseberg 油田中沥青垫的地球化学特征, 并对其形成机理进行了探讨, 并定义沥青垫为分布在油水接触面附近的重油带^[5]。Wilhelms 和 Larter^[6,7]全面阐述了海相油藏中沥青垫的成因, 从研究实例到形成机制都作了精辟的论述。然而, 有关陆相油气藏中沥青垫的研究却未见公开报道。

鉴于此, 笔者试图建立陆相油气藏中沥青垫的分布产状、地球化学特征及其地质模型, 本文正是此一研究项目中的一个部分。

1 地质背景

牙哈油气田位于塔里木盆地塔北隆起北部轮台断隆带(图1), 是一个以凝析油气藏和轻质油藏为主的油气聚集带。牙哈断裂纵贯整个油气田, 是一条呈近NE向延伸的南倾正断层, 延伸长约68 km, 在其上升盘发育一系列串珠状断鼻、断背斜, 有利于油气的聚集和保存。牙哈油气田第三系为塔里木盆地最新的沉积体系, 地层层序发育完全, 由新到老依次发育上新统库车组、中-上新统康村组、中新统吉迪克组、渐新统苏维依组。钻试结果和早期三维油藏描述工作表明, 牙哈油气田的两个主力油气产层是上第三系吉迪克组底砂岩和下第三系底-白垩系砂岩。上第三系的泥岩和膏盐层为牙哈油气田的区域性盖层。已有的研究成果还表明, 牙哈油气

* 此文为第一部分, 第二部分待续

收稿日期: 1996-03-13 改回日期: 1996-09-03

田目前所发现的油气主要来自库车坳陷陆相三叠-侏罗系湖相页岩和沼泽相的煤系地层^[8]。

2 沥青垫分布产状与储层特征

笔者在牙哈2井下第三系陆相凝析油气藏中,发现了两层沥青垫,分布井段为5 105.30~5 106.10 m(沥青垫A)和5 125.50~5 126.00 m(沥青垫B)*,其沥青质含量明显高于相应的油层段,两者之间存在着沥青质骤变趋势(图2),这是沥青垫判识的重要标志。

岩石薄片鉴定结果表明,沥青垫

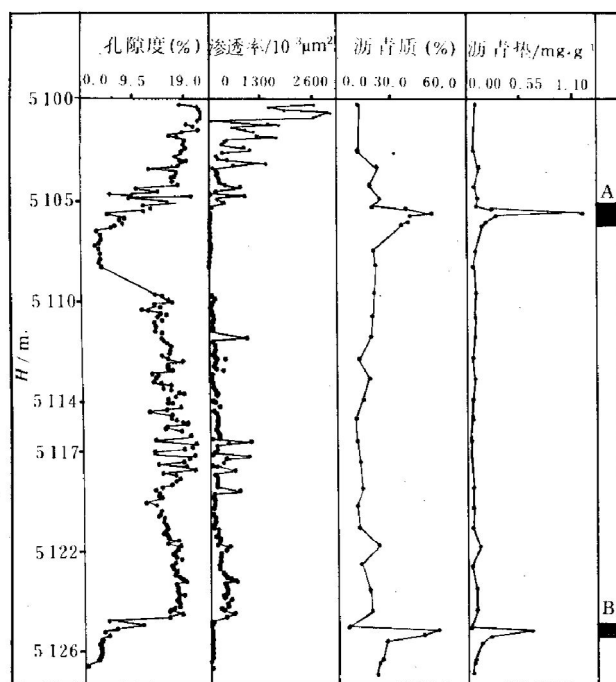


图2 牙哈2井储层岩石抽提物沥青质含量变化图

量值*,这一现象有力地佐证了 Wilhelms 和 Larter 的上述结论。牙哈2井沥青垫之所以分布于隔层之上较高孔、渗储层中,正是基于上述原因。因此,测量沥青垫储层孔隙度和渗透率时,须更加谨慎。

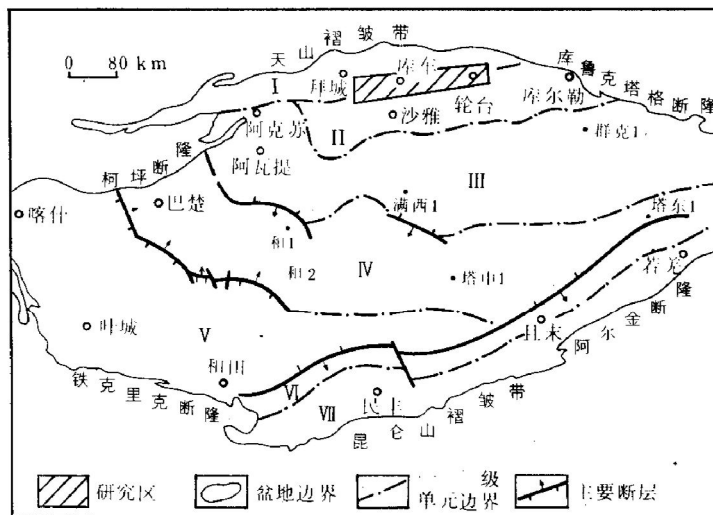


图1 塔里木盆地构造单元和牙哈油气田位置

I—库车坳陷; II—塔北隆起; III—北部拗陷; IV—中央隆起;

V—西南拗陷; VI—塔南隆起; VII—东南拗陷

储层岩性为下第三系细砂岩,以石英为主,含量50%~60%,一般低于65%;长石7%~23%,平均为21%,以正长石为主;岩屑14%~34%,平均为24%。颗粒分选中~好,次圆~次棱角状。储层孔隙度2.06%~12.69%,平均8.63%;渗透率 $3.15 \times 10^{-3} \sim 57.7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均 $18.2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。沥青垫孔隙度、渗透率低于上覆油层段孔隙度(15.31%~19.27%)和渗透率($53.7 \times 10^{-3} \sim 885.2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$),但又明显高于下伏膏盐段隔层。Wilhelms 和 Larter^[6]指出,沥青垫主要出现在高孔隙度和较高水平渗透率的储层中,但由于沥青垫中含有高浓度的极性化合物,因此砂岩孔隙度和渗透率的测量值可能低于它的实际值。笔者通过沥青垫砂岩薄片观察发现,尽管其砂岩已被有机溶剂充分清洗,但在其岩石孔隙中仍然保留一定数量的固态沥青,降低了孔隙度和渗透率的测

* 张敏,梅博文,张俊.牙哈2~3号构造油藏地球化学描述兼论库车油气系统油藏聚集史.湖北省教委科学研究计划项目,1995

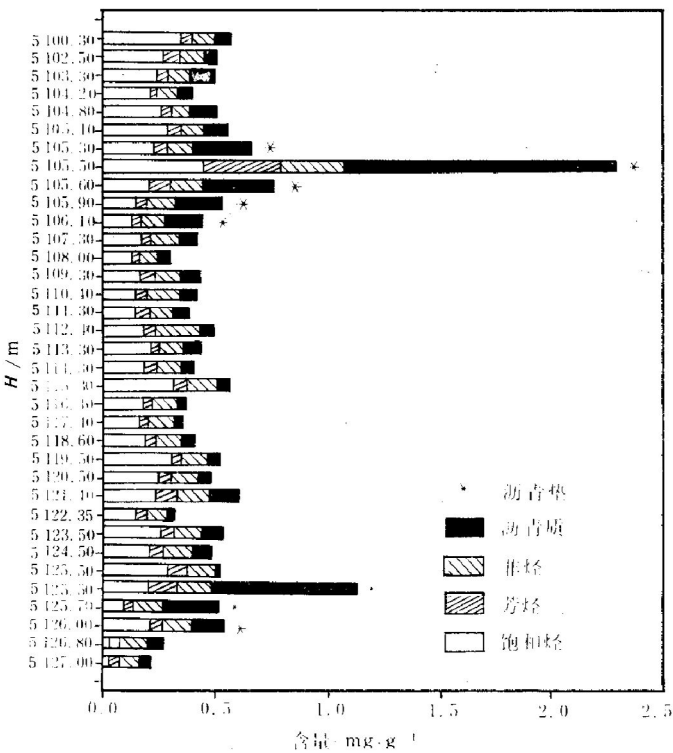


图 3 牙哈 2 井储层岩石抽提物族组成绝对含量图

3 薄层色谱(TLC - FID)特征

牙哈 2 井 5 100.30~5 126.10 m 井段油层、沥青垫和隔层的岩石抽提物薄层色谱分析结果表明,沥青垫岩石抽提物中总烃(饱和烃+芳烃)和沥青质绝对含量高(图 3),总烃分布在 0.44~2.29 mg/g 之间,平均值为 0.73~0.94 mg/g;沥青质分布范围 0.15~1.22 mg/g,平均为 0.35~0.45 mg/g。油层中总烃一般为 0.35~0.60 mg/g,平均为 0.45~0.51 mg/g,沥青质为 0.04~0.12 mg/g,平均 0.07~0.09 mg/g,波动不大,明显低于沥青垫;而隔层中总烃仅为 0.30~0.43 mg/g,平均值不足 0.40 mg/g,其沥青质与油层相当。饱和烃在油层中最高,其值可达 0.35 mg/g,次为沥青垫,隔层最低;芳烃在沥青垫中较高,可达 0.11 mg/g,而油层中一般为 0.05 mg/g,隔层则更低,仅为

0.03 mg/g;非烃的变化特征与芳烃具有一致性(表 1)。

表 1 储层岩石抽提物组成

样品类型 (样品数)	绝对含量/mg·g ⁻¹				T 值
	饱和烃	芳 烃	非 烃	沥青质	
油 层 (6)	0.21~0.35 (0.27)	0.03~0.07 (0.05)	0.08~0.11 (0.10)	0.06~0.12 (0.09)	0.40~0.57 (0.51)
沥青垫 A(5)	0.13~0.45 (0.23)	0.04~0.34 (0.11)	0.13~0.28 (0.15)	0.16~1.22 (0.45)	0.44~2.29 (0.94)
隔 层 (2)	0.13~0.18 (0.16)	0.03~0.03 (0.03)	0.08~0.13 (0.11)	0.06~0.08 (0.07)	0.30~0.43 (0.37)
油 层(17)	0.15~0.31 (0.21)	0.03~0.10 (0.06)	0.08~0.27 (0.19)	0.04~0.14 (0.07)	0.35~0.60 (0.45)
沥青垫 B(3)	0.09~0.21 (0.17)	0.04~0.13 (0.07)	0.13~0.15 (0.14)	0.15~0.66 (0.35)	0.51~1.13 (0.73)

另一方面,就储层岩石抽提物族组成相对含量而言,沥青垫中沥青质含量一般分布在 30%~60%之间,说明沥青垫中沥青质相对富集。饱和烃的组成通常小于 30%,芳烃组成在 10%左右。而非烃的相对含量可达到 20%。油层中,沥青质相对含量小于 20%,其值在 6%~20%之间,饱和烃的组成则大于 45%,与沥青垫形成鲜明的对比,芳烃和非烃的相对组成与沥青垫相差无几(表 2)。

为了更加直观地表征沥青垫和油层中储层岩石抽提物族组成的变化规律,笔者以饱和烃、芳烃、极性化合物(非烃+沥青垫)为三角形的端元点,编绘出图 4,沥青垫样品在该图中集中分布在极性化合物端点处,含量大于 60%,饱和烃和芳烃的含量相对较低。原油样品饱和烃的含量占绝对优势,其值大于 80%,芳烃为 10%,极性化合物含量仅为 4%左右。油层样品则介于两者之间,极性化合物 30%~40%,饱和烃含量 50%~60%,芳烃含量可达到 10%。值得注

意的是,油层样品抽提物中族组成非常相似,所有样品均汇集在一个狭窄的区域里,表明它们具有成因上的相似性。

表 2 储层岩石抽提物和原油相对组成

样品类型 (样品数)	相对组成(%)			
	饱和烃	芳 烃	非 烃	沥青质
油 层 (6)	48.4~61.3 (52.5)	9.3~14.4 (10.4)	15.1~22.4 (19.0)	11.7~24.2 (18.1)
沥青垫 A(5)	19.6~34.4 (27.7)	8.7~14.7 (10.8)	11.9~25.6 (19.3)	36.5~53.6 (42.2)
隔 层 (2)	43.0~43.7 (43.4)	7.4~8.5 (8.0)	26.2~29.6 (27.8)	20.0~21.6 (20.8)
油 层 (17)	35.6~56.2 (46.1)	7.4~23.5 (12.4)	22.5~41.1 (26.4)	6.1~23.5 (15.1)
沥青垫 B(3)	17.6~39.5 (25.1)	8.1~11.6 (9.6)	12.9~23.7 (20.8)	27.8~57.9 (44.5)
原 油 (1)	84.1	11.3	3.0	1.6

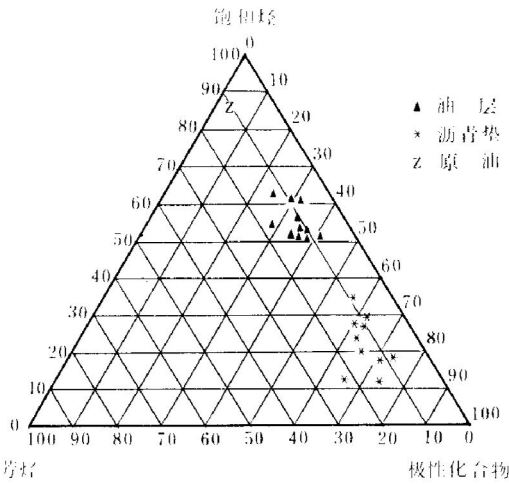


图 4 牙哈 2 井原油、沥青垫、油层岩石抽提物族组成三角图

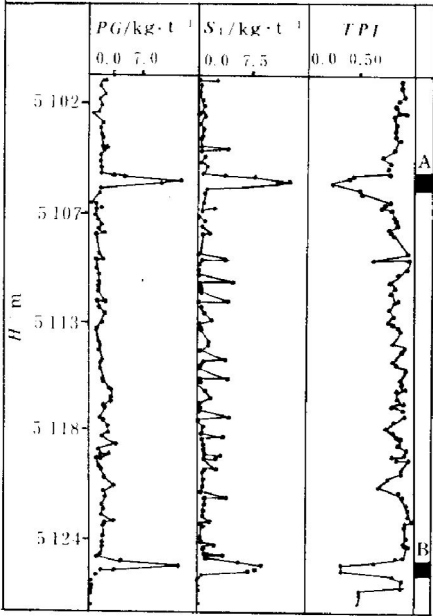


图 5 牙哈 2 井储层岩石热解参数特征图

4 岩石热解特征

牙哈 2 井凝析油气藏中油层和沥青垫热解参数差异显著(图 5)。含油率 PG 值(1t 岩石中的烃含量)在油层中一般小于 2 kg,而在沥青垫中大于 3 kg,最高可达 12 kg。 S_1 值(1t 岩石中的 CO_2 含量)显著增高,普遍大于 4 kg,最高值可达 13 kg。此外,油质系数 $TPI[S_1/(S_1+S_2)]$ 参数在油层和沥青垫中也有明显差异。油层中,轻质烃(S_1)丰富, TPI 值大;相反,沥青垫中,重质烃(S_2)含量高, TPI 值较小。由此可见,沥青垫中, PG 值和 S_1 值高, TPI 值较小,而油层中与之相反。

5 结论

(1)首次利用薄层色谱-氢火焰检测技术(TLC-FID)和岩石热解技术,在我国最大的含油

气盆地塔里木盆地牙哈油气田陆相油气藏中,发现并准确鉴定出两层沥青垫。

(2)由陆相烃源岩生成的油气,并形成的沥青垫,其岩石抽提物族组成中,沥青质的相对含量大于30%,分布在30%~60%之间;而油层中,其值不足20%,一般分布在6%~20%之间。因此,在油藏地球化学描述剖面上,沥青垫和油层之间存在着沥青质的骤变趋势,这是沥青垫判识的重要标志。

(3)沥青垫分布在隔层之上高孔隙度和较高渗透率的砂岩储层中,但由于沥青垫岩石孔隙中常残留一定数量的固态沥青,所以沥青垫的孔、渗测量值往往低于它的实际值。

参 考 文 献

- 1 Larter S R, Aplin A C. Reservoir geochemistry: methods, applications and opportunities. In: Cubitt J M, England W A, eds. The geochemistry of reservoirs. Geological Society Special Publication, 86, 1995. 5~32
- 2 张敏. 油藏地球化学的基础与展望. 地质科技情报, 1995, 14(3): 73~78
- 3 Karlsen D A, Larter S R. Analysis of petroleum fractions by TLC-FID: applications to petroleum reservoir description. *Org Geochem.*, 1991, 17(5): 603~617
- 4 张敏, 方孝林. TLC-FID 分馏技术及其在储层地球化学中的应用. 国外地质勘探技术, 1995(2): 18~23
- 5 Dahl B, Speers G C. Geochemical characterization of a tar mat in the Oseberg Field Norwegian Sector, North Sea. *Org Geochem*, 1986, 10(2): 547~558
- 6 Wilhelms A, Larter S R. Origin of tar mats in petroleum reservoirs, part I: introduction and case studies. *Mar Petro Geol*, 1994, 11(4): 418~441
- 7 Wilhelms A, Larter S R. Origin of tar mats in petroleum reservoirs, part I: formation mechanisms for tar mats. *Mar Petro Geol*, 1994, 11(4): 442~456
- 8 张敏, 朱扬明. 塔里木盆地库车油气系统原油地球化学特征. 地质论评, 1996, 42: 229~235

CHARACTERISTICS AND ORIGIN OF TAR MATS IN YAHA OIL-GAS FIELDS, TARIM BASIN: OCCURRENCE AND MARCROSCOPIC COMPOSITIONAL FEATURES

Zhang Min Zhang Jun Mei Bowen

(Jiangnan Petroleum Institute, Jingsha, Hubei)

Abstract

Two tar mats were firstly discovered and determined accurately in Paleogene nonmarine oil-gas pools in Yaha Oilfields, Tarim Basin, by thin layer chromatography-flame ionization detector (TLC-FID) and Rock Eval. The relative content of asphaltene in gross composition of tar mat extracts is more than 30%, but the content in corresponding oil leg is less than 20%. In the profile geochemical description of oil reservoirs, sudden changes in asphaltene contents between the tar mats and oil layers could be seen. This is an important marker to determine tar mats.