

文章编号: 1000-0550(2006)03-0419-07

# 黄骅拗陷滩海三马地区烃源岩分子标志物特征及其沉积相指示意义

胡 瑛<sup>1</sup> 张枝焕<sup>1</sup> 李 伟<sup>1</sup> 吴水平<sup>2</sup>

(1 石油大学资源与信息学院 石油天然气成藏机理教育部重点实验室 北京 102249

2 北京大学地表过程分析与模拟教育部重点实验室 北京 100871)

**摘 要** 通过对黄骅拗陷滩海三马地区浊流沉积层序的生物标志物组合差异特征研究, 揭示出分子标志物对该地区沉积相的指示意义。样品中除了含有丰富的正构烷烃、类异戊二烯烷烃、甾烷和藿烷系列化合物外, 还普遍检测到了伽马蜡烷和标志着陆生高等植物来源的奥利烷, 其中 Pr/Ph 为 1.00~3.03, Ts/Tm 为 1.1~9.11, 奥利烷 C<sub>30</sub> 藿烷为 0.09~1.48, 伽马蜡烷 C<sub>30</sub> 藿烷为 0.08~1.03。对生物标志物的综合分析表明, 三马地区沙一段烃源岩沉积时期为淡水—微咸水—半咸水的弱还原—氧化条件环境; 同一剖面相同层段中(几米内)巨大的生物标志物指纹差异分布, 证明了该地区重力流沉积这一地质现象, 同时较为清晰地指示出混源相沉积物与浊积岩相互叠置界线。由此认为, 该套地层的形成应该是以重力流形式携带大量载荷直接补给湖盆内并快速沉积, 然后, 在浊流发生的间歇期, 上覆湖相沉积物, 从而形成互层的砂泥岩层序结构。

**关键词** 黄骅拗陷 三马地区 生物标志物 沉积层序 沉积环境

**第一作者简介** 胡瑛 女 1973 年出生 博士 有机地球化学

**中图分类号** P593 **文献标识码** A

黄骅拗陷滩海三马地区(马东—马东东—马棚口)位于北大港构造带东南倾斜坡底(图 1), 是歧口凹陷油气运移的良好指向部位, 成为滩海区油气富集的有利区带。马东—马东东—马棚口地区沙一、沙二段主要储集层发育于重力流沉积体系之中, 其沉积组合特征表明, 大部分砂体均具有浊流沉积的特点, 而储层特征具有明显的非均质性, 表现在该区生物标志物分布体现出的巨大差异上。本文将沉积岩石抽提物的地球化学特征与沉积相研究相结合, 初步尝试用生物标志物分布上的差异性来解释该地区沉积层序的关系。

## 1 沉积背景概况

据前人研究, 马东—马东东—马棚口地区沙一下段属浊流混合沉积, 发育有重力流水道砂体, 这是由于受西部港西凸起的影响, 离物源较近, 且受港东断层的控制, 在断层的下降盘一侧水体较深, 所以形成水下冲积扇和重力流水道<sup>[1, 2]</sup>, 而沙一下段的板 2、板 3 油组(表 1)属于湖泊收缩体系域(即高水位体系域)。湖泊收缩体系域发育有三角洲砂体、扇三角洲砂体和水下扇砂体, 另外还发育有三角洲前缘滑塌扇

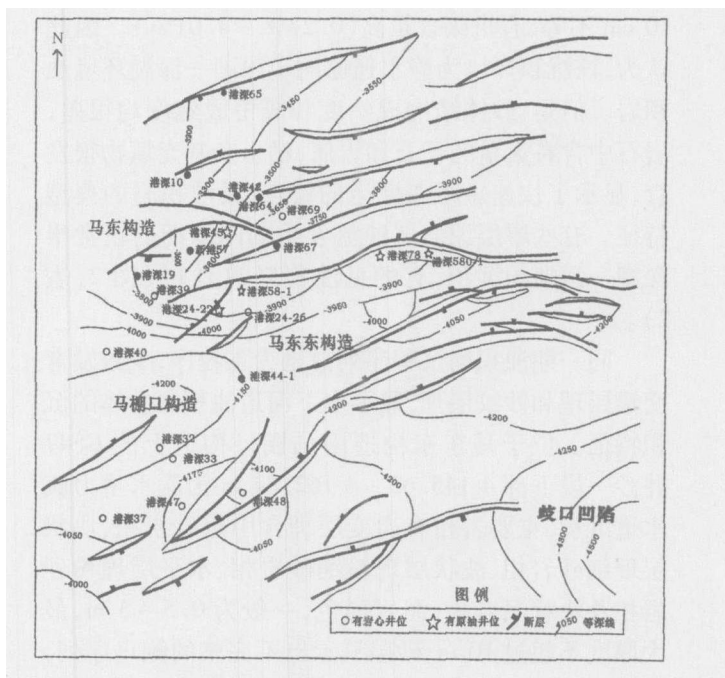


图 1 三马地区油田概况

Fig 1 Regional geology map of the Sanna area

体。这些砂体遭受湖浪与湖水水流的双重淘洗作用, 分选好, 储集性能好, 呈指状插入到半深湖相泥岩中,

收稿日期: 2005-07-20 收修稿日期: 2005-10-15

由此形成互层的砂泥岩<sup>[3]</sup>。

表 1 沙河街组地层系统

Table 1 The sequence system of Sahhejie Formation

段	油组
沙一段	板 0 油组
	板 1 油组
	板 2 油组
	板 3 油组
沙二段	板 4 油组
	滨 1 油组
	滨 2 油组
	滨 3 油组
沙三段	滨 4 油组

通过对该地区 9 口井近 200 m 岩心的取样观察同样发现了该套地层属于浊流沉积的可能:砂层较薄且夹于大套的泥岩中,绝大多数为 1~3 m, 4~5 m 者少见,最厚一层(仅一层)12 m(包括其中所夹的一些粉砂岩)。纵向上,砂体常被泥岩分隔,或夹于厚层的泥岩中,即使在同一较厚的砂层内也常有薄的泥岩,泥岩为黑色、褐黑色,致密均匀,厚度从 1 cm 到数 10 cm 不等,有机碳含量高(0.27%~4.01%)。因此认为,该沉积环境为静水还原的半深湖—深湖环境浊积岩。但是,砂体结构成熟度和成份成熟度均很差,岩石中含有大量的长石和岩屑,粘土杂基充填物很发育,显示了快速短距离搬运的特点,具浊积岩的典型特征。有些厚层泥岩属浊流发生的间歇期的正常半深湖—深湖相沉积,有的见浊积岩的 D 段(图 2 表 2)。

同一期浊积扇沉积序列总是为正粒序,少数发育交错层理和沙纹层理,显示水下河道浊积岩砂体的沉积特征。位于马东东构造南马棚口构造上的 GS47 井沙一段下部 4 145.63~4 162.84 m 为深水重力流水道沉积,主要岩相有递变层理含中粗砂岩相、块状层理细砂岩相、波状层理粉细砂岩相、水平层理粉砂岩相及块状泥岩相,泥岩黑色,一般为 0.5~3 m,最大厚度不超过 10 m,砂层显示出不完整的鲍玛序列,形成 BC、CD、BE 及 CE 等多种组合形式(图 2)。

## 2 样品与分析

研究样品取自大港滩海马东—马东东—马棚口地区第三系沙一段下部(主要为板 2 板 3 油组)。泥岩及砂岩样品抽提物中饱和烃生物标志物的分析检

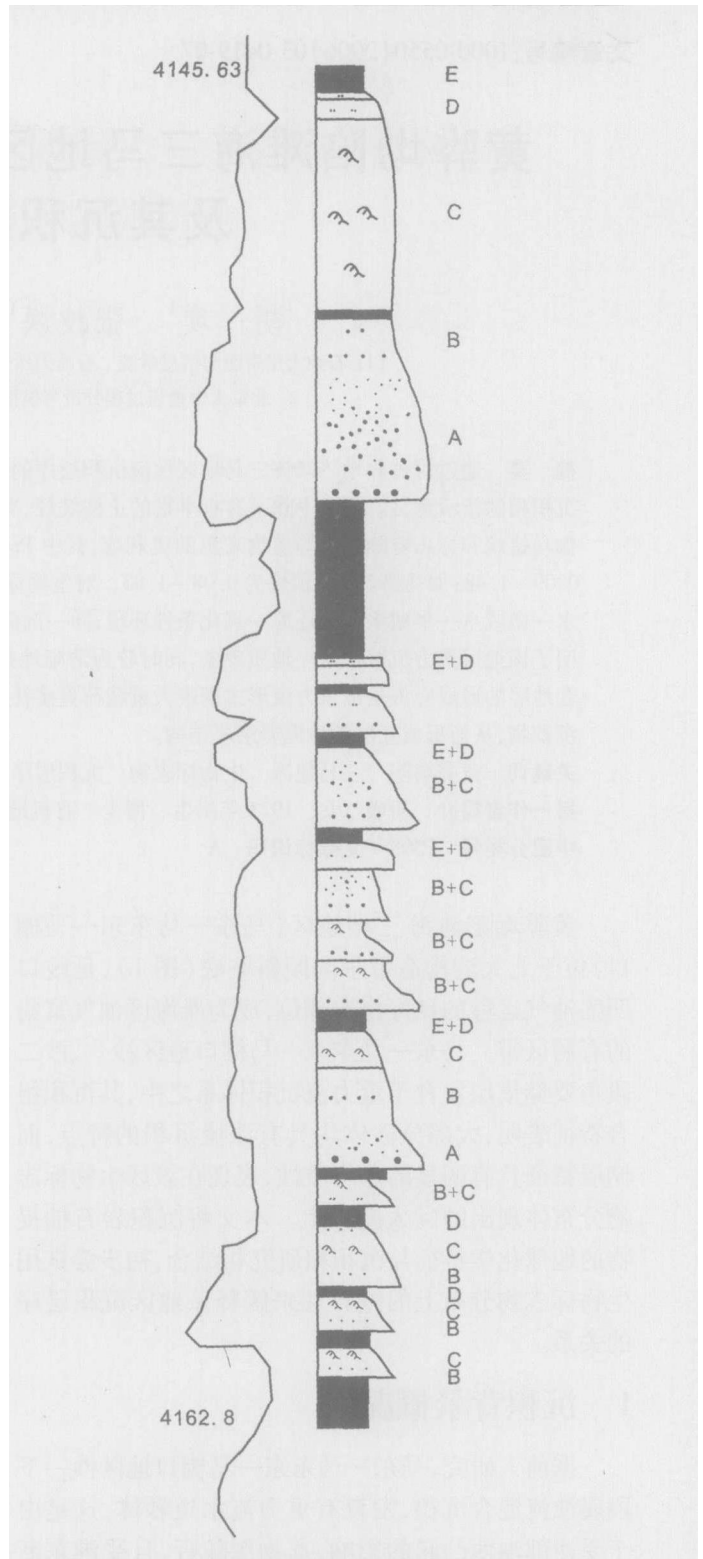


图 2 GS47 井浊积岩序列典型井剖面

Fig 2 Sedimentary columnar profiles of Well GS47

测采用 Finnigan 公司 SSQ710 型 GC MS 分析系统。色谱—质谱分析条件:DB-5 石英毛细柱(30 m × 0.32 mm),升温程序为 100℃恒温 1min 从 100℃升

温到 220℃, 升温速率为 4℃ /min 然后从 220℃ 以 2℃ /min 的速率升温至 300℃, 恒温 20min 载气用 He 气化室温度为 300℃, 采用 EI(70eV) 电子轰击方式, 发射电流 300 μA, 信号倍增增压 1 000 V, 扫描范围 m/z50~600 扫描时间 1.8s

### 3 结果与讨论

通过 GC-MS 分析结果表明, 样品中均检出了丰富的正构烷烃、类异戊二烯烷烃, 萜类化合物和甾类化合物。通过对烃源岩生物标志物组成综合分析发现(表 2), 无论是处于不同剖面的同一油组或是同一剖面的不同油组, 泥岩样品中各项指标均有差

异, 显然, 这样的结果并非是偶然的, 因为, 生物标志物的差异主要反映环境和生源输入差异, 这也是该地区浊积岩带形成的真实写照。

#### 3.1 泥岩抽提物中正构烷烃分布特征

从抽提物饱和烃色质分析总离子流图特征看, 正构烷烃略呈双峰态分布, 以中等碳数的正构烷烃为主, 主峰为  $nC_{21}$  和  $nC_{30}$ , 大部分样品的主峰碳在  $nC_{21}$  附近, 处于  $nC_{16} \sim nC_{23}$  之间, 研究认为  $nC_{21}$  以前的低碳数正烷烃来自脂肪酸,  $nC_{21}$  以后的高碳数正烷烃来自植物蜡; CPI 在 0.96~1.25 接近平衡值 1.00 无明显的奇偶碳数优势(图 3 表 2)。

姥鲨烷(Pr)与植烷(Ph)是由叶绿素的植醇侧链

表 2 泥岩生物标志物参数

Table 2 Geochemical parameters of biomarkers from the mudstone

样品号	井深 /m	层位	井号	O/H	Pr/Ph	G/H	Ts/lm	CPI	沉积相	备注
Na 41	3842.88	E <sub>s1</sub> (板 3)	GS67	0.34	1.95	0.50	7.21	1.25	湖相	黑色泥岩
Na 48	3927.28	E <sub>s1</sub> (板 4)	GS67	0.13	1.14	0.08	5.00	1.16	湖相	黑色泥岩
Na 103	4114.76	E <sub>s1</sub> (板 2)	GS40	1.73	1.71	0.64	4.84	1.01	重力流沉积	黑色泥岩
Na 107	4197.11	E <sub>s1</sub> (板 3)	GS40	0.59	2.87	0.11	2.85	1.21	湖相	深灰色泥岩
Na 11	4060.5	E <sub>s1</sub> (板 2)	GS47	0.14	1.41	0.09	4.60	1.11	重力流沉积(E+D)	黑色泥岩
Na 27	4161.66	E <sub>s1</sub> (板 3)	GS47	0.49	1.10	0.29	9.11	1.13	重力流沉积(E+D)	黑色泥岩
Na 84	3966.53	E <sub>s1</sub> (板 3)	GS39	1.34	2.27	0.63	3.06	1.14	重力流沉积(E+D)	黑色泥岩
Na 89	3973.34	E <sub>s1</sub> (板 3)	GS39	1.48	1.82	0.94	3.32	1.17	重力流沉积(E+D)	灰绿色泥岩
Na 90	3975.75	E <sub>s1</sub> (板 3)	GS39	0.26	1.74	0.69	1.34	0.99	湖相	褐色泥岩
Na 74	4119.77	E <sub>s1</sub> (板 2)	GS33	0.46	1.77	0.56	5.51	1.13	重力流沉积	黑色泥岩
Na 75	4128.14	E <sub>s1</sub> (板 2)	GS33	0.62	1.98	0.91	5.42	1.01	重力流沉积 D	紫红色水平层理泥岩
Na 52	3817.07	E <sub>s1</sub> (板 2)	GS19	0.65	3.03	0.13	3.55	1.24	重力流沉积 D	紫红色粉砂质泥岩
Na 58	3879.53	E <sub>s1</sub> (板 4)	GS69	0.7	2.23	1.03	3.27	1.18	重力流沉积	黑色泥岩
Na 39	4140.75	E <sub>s1</sub> (板 3)	GS37	0.32	1.00	0.29	5.59	1.08	重力流沉积 C+E+D	黑色泥岩
Na 117	4226.54	E <sub>s2</sub>	GS24-26	0.42	1.59	0.24	3.16	1.00	—	泥
Na 118	4229.34	E <sub>s2</sub>	GS24-26	0.09	1.77	0.13	2.23	0.96	—	泥

注: “—”表示未检测

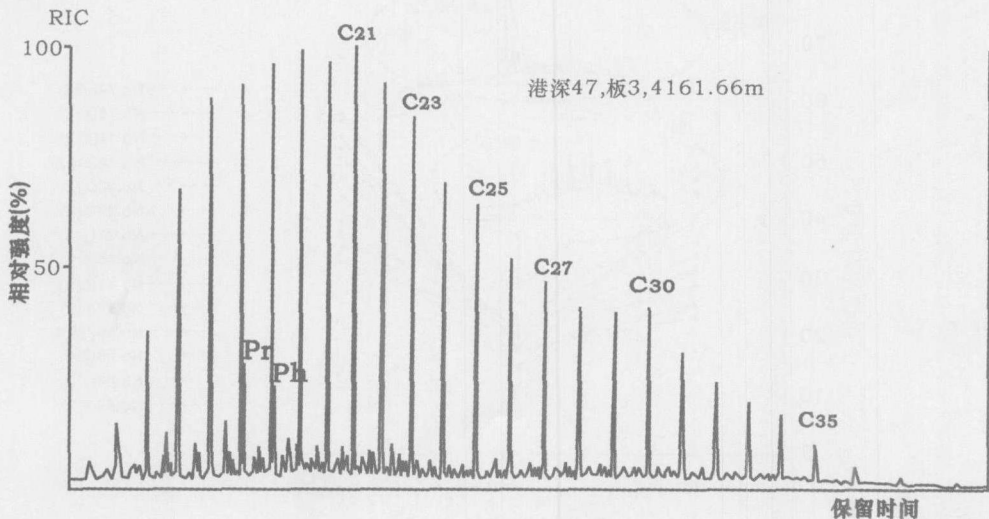


图 3 泥岩样品中饱和烃总离子流图

Fig 3 RIC of shale from Well GS47

经过一系列生物化学作用衍生而来的。在相对还原的条件下,植醇发生还原加氢作用,后经脱水形成植烷;而在相对氧化的条件下,植醇发生氧化,再经脱羧基而转化为姥鲛烷。姥鲛烷、植烷及其比值  $w(\text{Pr})/w(\text{Ph})$  ( $\text{Pr}/\text{Ph}$ )常作为判断原始沉积环境氧化—还原条件及介质盐度的标志。 $\text{Pr}/\text{Ph}$ 比值大致和 水体盐度呈互补关系,高盐度环境不仅有利于增强还原条件,而且有利于喜盐性古细菌和细菌的繁衍,从而提供植烷的补充来源,有助于形成高植烷优势,使  $\text{Pr}/\text{Ph}$ 比值显著降低<sup>[3]</sup>。本区样品中  $\text{Pr}/\text{Ph}$ 值变化很大,从最低 1.00 到最高达到 3.03 总体体现的是一种弱还原—氧化的沉积环境。对于 No. 52 号样品来说  $\text{Pr}/\text{Ph}$ 比值达到 3.03 预示着原始沉积环境较强的氧化条件。因为已有研究表明<sup>[3]</sup>,在生油窗内的样品,高  $\text{Pr}/\text{Ph}$ 值 ( $>3.0$ )指示着氧化条件下陆源有机质的输入,而低  $\text{Pr}/\text{Ph}$ 值 ( $<0.6$ )指示有机质形成于还原环境,但对介于 0.8~2.5 之间的比值,若没有确凿的证据,不要把该比值作为判断古环境的标志,因为,在不同的环境中  $w(\text{Pr})/w(\text{Ph})$ 值变化范围并不是一致的,其影响因素较多,如姥鲛烷和植烷的来源及成岩作用的影响等。因此,使用  $w(\text{Pr})/w(\text{Ph})$ 值这一参数时,还应结合其他标志(如伽马蜡烷)进行综合分析。

### 3.2 泥岩抽提物中甾、萜烷化合物的分布特征

#### 3.2.1 甾烷

本区样品抽提物中甾烷系列化合物以规则甾烷为主,另有少量的重排甾烷。据前人研究,在现代浮游生物中,以  $\text{C}_{27}$ 胆甾醇为主,而在高等植物中,则以

$\text{C}_{29}$ 甾醇占优势。对于中生代地层,  $\text{C}_{27}$ 和  $\text{C}_{29}$ 甾烷的相对含量是反映有机质生源构成的良好参数<sup>[6,7]</sup>。其中,  $\text{C}_{29}$ 甾类占主要优势将指示一个强烈的陆源输入,而母质以低等生物(藻类)为主的有机质富含  $\text{C}_{27}$ 甾类,  $\text{C}_{28}$ 则具有双重性。图 4 表示的是研究区样品中  $\text{C}_{27}$ 、 $\text{C}_{28}$ 和  $\text{C}_{29}$ 规则甾烷的指纹图。样品中甾烷组成分布以反“L”型或不对称“V”字型为主,反映了源岩类型是以陆源有机质输入为主并有少量水生母质参与的烃源岩,体现出陆相湖盆混合型母质的基本特征。值得提出的是,对于分别处于同一剖面同一层组 3966.53~3975.75 m 之间的 No. 84、89、90 号样品: No. 84 和 No. 89 样品甾烷分布呈反“L”型,反映了强烈的陆源母质输入;而 No. 90 号样品出现较为对称的“V”字型,体现了母源的多重性。对于 No. 89 和 No. 90 号样品来说,仅 2m 的差距而母质类型却出现了巨大的差异,这种现象从侧面印证了浊流发生的可能。

#### 3.2.2 $T_s/\Sigma m$

$T_s/\Sigma m$ 曾被认为该指标仅受成熟度控制,但近年来的研究发现,这项参数受环境因素的影响更大<sup>[8]</sup>,同时,  $T_s/\Sigma m$ 比值的 变化还可能受有机相控制<sup>[9]</sup>。从三马地区的饱和烃色质特征看,  $T_s/\Sigma m$ 明显偏高,这是由于该地区沉积环境盐度较低而利于  $T_s$ 的形成<sup>[10]</sup>从而导致了较高的比值(0.11~1.34)。由此笔者认为,对于 GS39 井中位于相同层位的 No. 89 号样品与 No. 90 号样品(表 1)出现的比值差异可能是由于有机质输入的不同造成的。

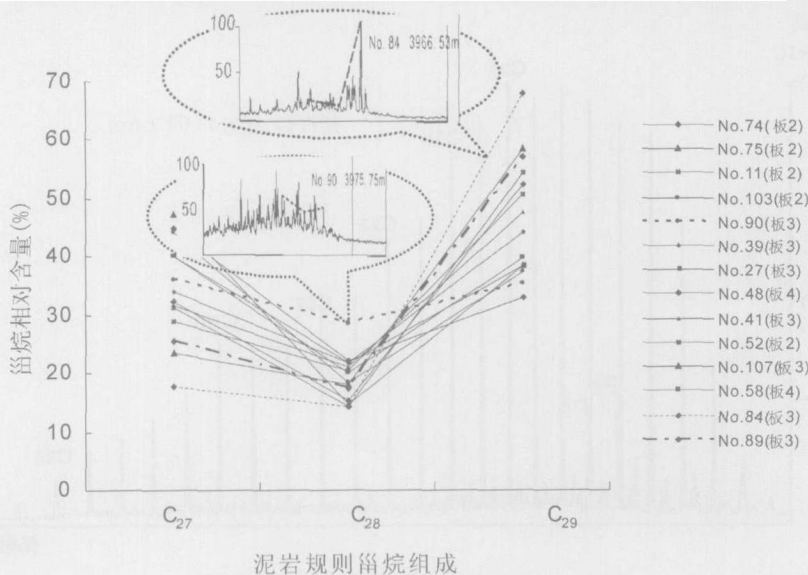


图 4  $\alpha\alpha\alpha$  20R 规则甾烷  $\text{C}_{27}$ ~ $\text{C}_{28}$ ~ $\text{C}_{29}$  指纹图

Fig 4 Distribution of  $\text{C}_{27}$ ,  $\text{C}_{28}$  and  $\text{C}_{29}$   $\alpha\alpha\alpha$  20R sterane in samples

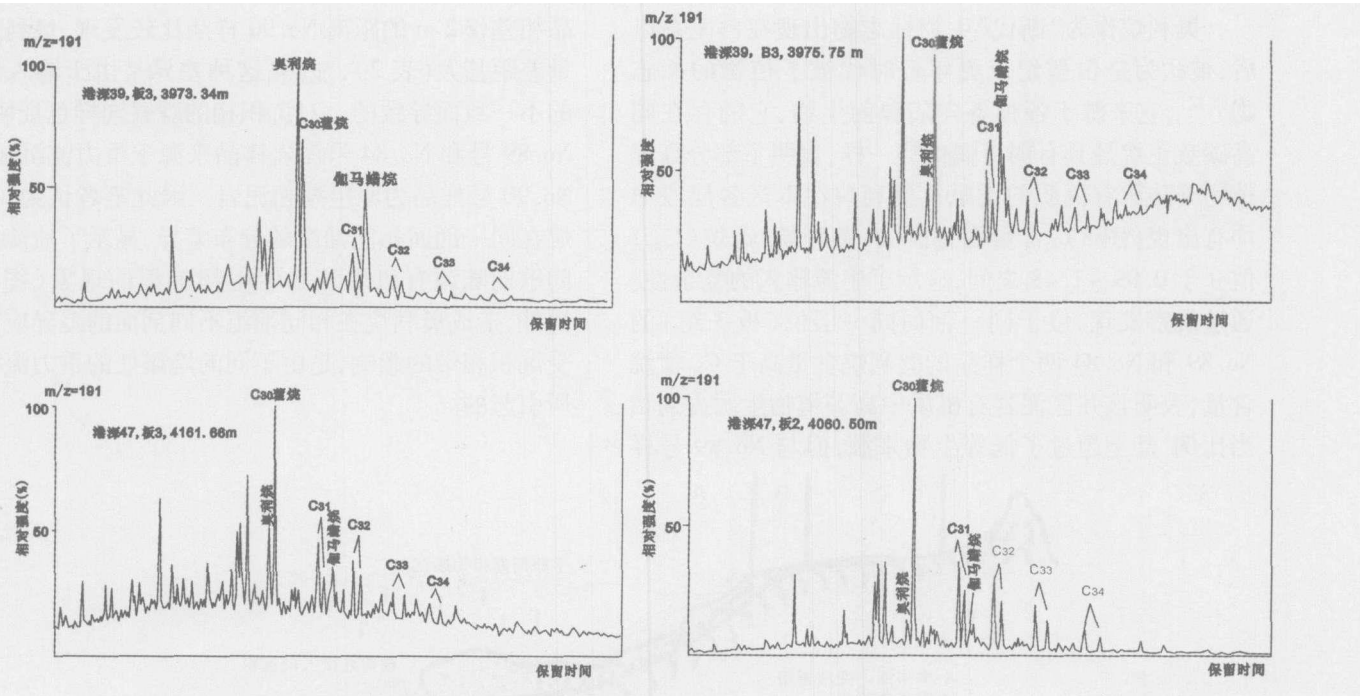


图 5 泥岩样品中萘烷质量色谱图

Fig 5 Terpane mass chromatogram of samples

### 3 2 3 伽马蜡烷

伽马蜡烷是一种 C<sub>30</sub>—三萜烷, 代表着原生动物的生物标志物, 通常认为, 高含量的伽马蜡烷是高盐度水体的沉积标志, 但伽马蜡烷和湖水介质的盐度并非正比关系, 其先质物只能在一定的盐度下发育生长<sup>[5, 6]</sup>。三马地区的泥岩中普遍检测出了伽马蜡烷(图 5、表 2), 无论处于同一油组, 或是处于同一剖面的不同油组内, 伽马蜡烷的含量变化均很大。伽马蜡烷 /C<sub>30</sub>藿烷比值最高达到 1.03 而最小只为 0.03 (表 2)。如图所示(图 6), I 区伽马蜡烷 /C<sub>30</sub>藿烷值为 0.03~0.29, 应该反映了淡水—微咸水的沉积环境; II 区样品的伽马蜡烷 /C<sub>30</sub>藿烷值为 0.5~1.03 之间, 一般反映了半咸水—咸水的沉积环境, 但同时 Pr/Ph 比值又比较高(1.71~2.27)。如果根据前人的研究: 较高的含盐度典型地伴随着水体的密度分层作用和底水氧含量减少(即低 Eh), 而导致较低的 Pr/Ph 比, 即 Pr/Ph 比与伽马蜡烷指数之间存在负相关的关系, 那么图中 II 区样品的分布是否属异常现象。通过对文献的综合研究发现, 在伽马蜡烷指数 > 0.3 时, 绝大多数的样品都会分布于 Pr/Ph < 1 的范围, 但该地区样品并非如此, 有半数处于 II 区, 反映出了沉积环境的复杂性。通过与当地的地质特征结合, 笔者认为: 首先是高含量的伽马蜡烷指数与水体密度

分层有关<sup>[11]</sup>, 水体分层是湖盆缺氧环境形成的主要形式, 一般在高水位体系域或湖退体系域、湖水咸化期间、水体深度较大时, 可以形成分层水体, 而板 2 和板 3 油组的形成正是处于高水位体系域期间, 在垂向上盐度变化较大, 尤其是板 2 板 4 层位更为明显; 其次, 对于处于半深湖—深湖相沉积环境的三马地区烃源岩中产生伽马蜡烷指数与 Pr/Ph 比值均较高现象, 笔者认为应该是由于浊流发生所带来的处于氧化环境的重力流产物与原生泥岩这两种环境的沉积物结合导致的。

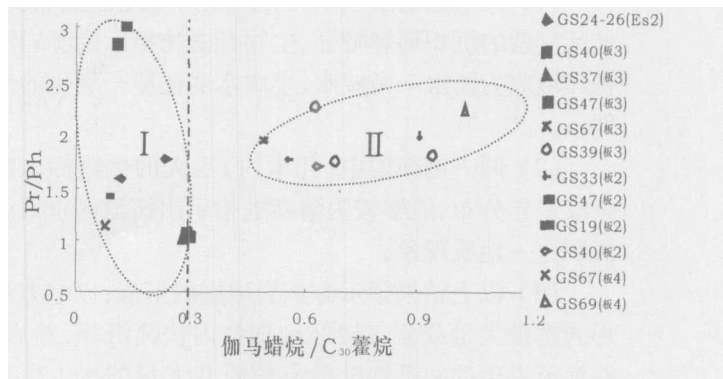


图 6 泥岩中 Pr/Ph 和伽马蜡烷指数关系图

Fig 6 Correlation plot of Pr/Ph vs Gamma waxane of mud samples

### 3.2.4 奥利烷

奥利烷作为“断代”生物标志物出现在白垩系以后,被认为是白垩纪或更年轻时代被子植物的标志物<sup>[5,12]</sup>,它来源于各种各样陆源前生物,它的存在同高碳数正烷烃具有弱奇偶优势一样,表明了部分高等植物等陆源有机质的贡献。奥利烷在本区各层段中均有出现(图 5),含量变化巨大,奥利烷/藿烷( $C_{30}$ )值介于 0.09~1.48 之间,显示了生源输入的复杂性。通过观察发现,位于同一剖面同一层位(板 3 组)的 No 89 和 No 84 两个样品的奥利烷含量高于  $C_{30}$ 藿烷含量,表明该井区泥岩有机质中高等植物生源占到相

当比例,甚至超过了低等生物来源,但与 No 89 号样品相差仅 2m 的距离 No 90 样品比较发现,奥利烷含量差距甚大(表 2),显然,这种差异是由于输入生源的不一致而导致的。对沉积相的观察同样也证明了:No 89 号和 No 84 号泥岩样品来源于重力流沉积,而 No 90 号样品为原生湖相泥岩。因此笔者认为,奥利烷在同一剖面相同油组的分布差异,显示了浊流发生间歇期陆源有机质及水生生物沉积的现象(图 7)。另外,造成奥利烷在相同油组不同剖面的差异应该是受沉积相带的影响,是由不同的垮塌处的重力流沉积所引起的。

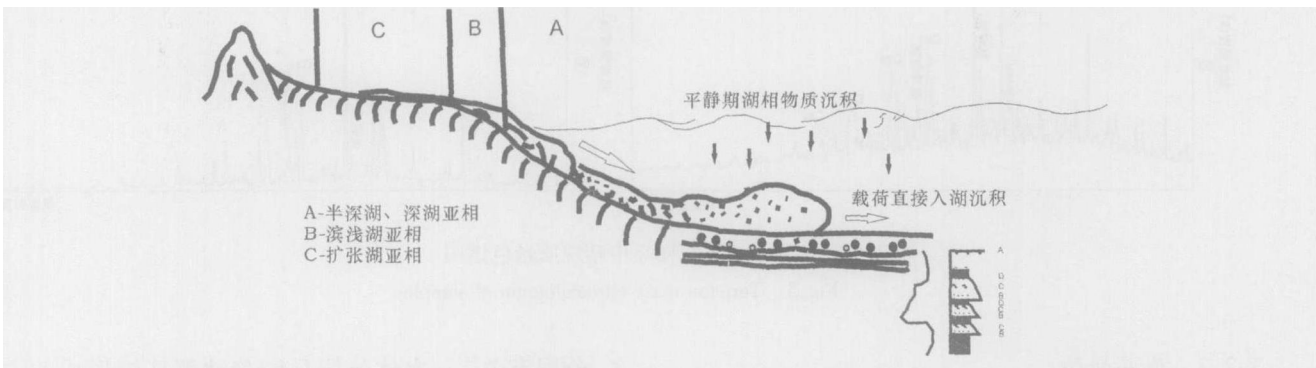


图 7 湖泊内浊流形成沉积相示意图

Fig 7 Formation process of sedimentary sequence in the lake environment

## 4 结论

沉积环境和生源输入是纵横向上烃源岩组成差别的主要原因。因此可以根据抽提物的组合特征,特别是奥利烷和伽马蜡烷相对含量等参数综合分析确定三马地区的沉积相特征。

(1) 三马地区生油岩中地球化学指标揭示了该地区复杂的沉积环境特征,生物标志物指示烃源岩沉积环境应为淡水—微咸水、半咸水弱还原—氧化的条件;

(2) 同一剖面层中(几米内)巨大的生物标志物指纹差异分布,能够较为清晰地指示出该地区重力流沉积这一地质现象;

(3) 以上结果预示着该套地层的形成:以重力流形式携带大量载荷直接补给湖盆内快速沉积,然后在浊流发生的间歇期陆源有机质和大量的水生生物沉积,覆盖在浊积岩之上,此过程不断重现,就形成混源沉积物与浊积岩相互叠置,重复再现的浊积岩沉积层序。

## 参考文献 (References)

- 1 许淑梅,翟世奎,李三忠,等. 歧口凹陷滩海区下第三系层序地层分析及沉积体系研究. 沉积学报, 2001 19(3): 363~367 [Xu Shumei, Zhai Shikui, Li Sanzhong, Zhou Lihong *et al* An analysis on sequence stratigraphy and sedimentary system of Early Neocene in Qikou Sag. Acta Sedimentologica Sinica 2001 19(3): 363~367]
- 2 张枝焕,王泽中,李艳霞,等. 黄骅坳陷三马地区中一深部储层成岩作用及主控因素分析. 沉积学报, 2003 21(4): 593~600 [Zhang Zhifan, Wang Zezhong, Li Yanxia, Zhong Ningning *et al* Diagenesis of middle deep clastic reservoir rocks and its controlling factors in Sanna Area, Huanghua Depression. Acta Sedimentologica Sinica 2003 21(4): 593~600]
- 3 吴涛,李志文. 沧东断裂的属性及在油气勘探领域的意义. 见: 赵重远,刘池洋,姚远主编. 含油气盆地地质学研究进展. 西安: 西北大学出版社, 1993 [Wu Tao, Li Zhiwen. The property of faultage in Cangdong and its significance for hydrocarbon exploration. In: Zhao Zhongyuan, Liu Chiyang, Yao Yuan, eds. Advances in Geology of Hydrocarbon Reservoir Basin. Xi'an: Northwest University Press, 1993]
- 4 王铁冠. 我国一些地区原油与生油岩中某些沉积环境生物标志物初探. 生物标志物地球化学研究. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990 [Wang Tiegua. The research on biomarkers of some sedimentary environment in crude oil and source rock in China. Biomarker Geochemical Research. Wuhan: China University of Geosciences Press

- 1990]
- 5 Peters K E, Moldovan J M. The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments. New Jersey: Prentice Hall, 1983
  - 6 Huang W enye, Meinschein W G. Sterols as ecological indicators. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1979, 43: 739 ~ 744
  - 7 林金辉, 伊海生, 邹艳荣. 藏北高原陆相油页岩生物标志化合物对比研究. *地球化学*, 2004, 33(1): 57 ~ 64 [Lin Jinhui, Yi Haisheng, Zou Yanrong. Biomarkers of marine and continental oil shales from the Zangbei Plateau. *Geochimica* 2004, 33(1): 57 ~ 64]
  - 8 Seifert W K, Moldovan J M. Application of sterane, terpanes and monoaromatics to the maturation, migration and source of crude oils. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1978, 42: 77 ~ 95
  - 9 Moldovan J M, Sundaraman P and Schoell M. Sensitivity of biomarker properties to depositional environment and /or source input in the Lower Toarcian of S. W. Germany. *Organic Geochemistry* 1986, 10: 915 ~ 926
  - 10 妥进才, 邵宏舜, 黄杏珍. 盐湖相生油岩中某些地球化学参数与沉积环境的关系. *沉积学报*, 1994, 12(3): 114 ~ 119 [Tuo Jincan, Shao Hongshun, Huang Xingzhen. The relationship between some geochemistry parameters and environment in saline facies. *Acta Sedimentologica Sinica* 1994, 12(3): 114 ~ 119]
  - 11 张立平, 黄第藩, 廖志勤. 伽马蜡烷—水体分层的地球化学标志. *沉积学报*, 1999, 17(1): 136 ~ 140 [Zhang Liping, Huang Difan, Liao Zhiqin. Gamma cerane geochemical indicator of water column stratification. *Acta Sedimentologica Sinica* 1999, 17(1): 136 ~ 140]
  - 12 Sinninghe Damste J S, Kenig E, Koopmans M B, et al. Evidence for gamma cerane as an indicator of water column stratification. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1995, 59(9): 1895 ~ 1900

## Molecular Biomarkers Characteristics of Source Rocks from Tanhai Samma Area in the Huanghua Depression and Its Signification for Sedimentary Facies

HU Ying<sup>1</sup> ZHANG Zhihuan<sup>1</sup> LI Wei<sup>1</sup> WU Shuping<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation Ministry of Education Faculty of Natural Resources & Information Technology  
China University of Petroleum, Beijing 102249; 2. Key Laboratory for Earth Surface Processes Peking University Beijing 100871)

**Abstract** Abundant molecular biomarkers including *n*-alkanes, isoprenoid steranes and terpanes are detected by GC-MS in mudstone and sandstone samples from Tanhai Samma area in the Huanghua Depression. Some typical biomarkers such as Gamma cerane and Oleanane which can be used to determine the nature of organic matter are also been founded in samples. The ratio of Pr/Ph is ranging from 0.54 to 3.03, the Ts/Tm is from 1.1 to 9.11, the O/C<sub>30</sub>H is from 0.005 to 1.48 and the G/C<sub>30</sub>H is from 0.03 to 1.03. The parameters of molecular biomarkers in Samma area have distinct difference which reflected the depositional environment under weak oxidation or deoxidize and are in close relationship with organic matter import and sedimentary environment. Especially, the parameters of biomarkers distributions in mudstone is different at the same section sequence. The results show that the sequence boundary characteristic between turbidite sediment and the mixed was obvious, and it is easy to see that there exists a close link between them. The whole process of the formation is a complete turbidite depositional sequence and a mixed layer that made up of terrestrial origin and algae import formed in the interval of turbidity event.

**Key words** Huanghua depression, Samma area, molecular biomarker, sedimentary facies, sedimentary environment