

沙参2井原油中的生物降解产物

杨 坚 强

(新疆石油管理局勘探开发研究院)

通过对原油中25-降-藿烷系列等化合物和原油沥青质热解产物的研究, 作者认为沙参2井原油是两次聚集的原油的混合物, 第一次聚集的原油经历了严重的生物降解作用, 第二次聚集的原油未曾遭受生物降解。

沙参2井喷出的高产油气流, 给塔里木盆地的石油勘探带来了希望。塔里木盆地面积约 $56 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是个大型的含油气盆地。盆地内发育了海相的寒武系—奥陶系, 海相的石炭系—二叠系, 陆相的三叠系—侏罗系和海相的上白垩统—第三系四套生油层。

沙参2井位于塔北隆起雅克拉构造上。出油层位为埋深5362m以上的奥陶系顶面风化层。隆起上的晚古生代地层遭受了剥蚀, 中生界直接沉积在风化层上(图1)。

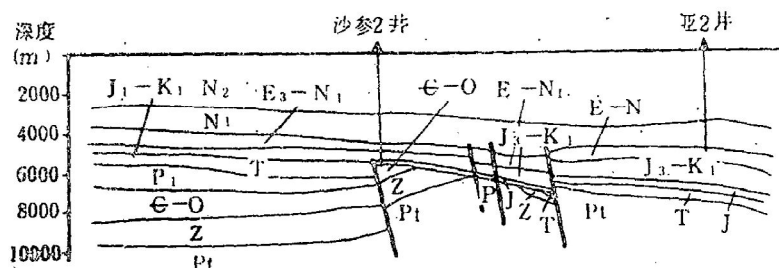


图1 通过沙参2井的南北方向剖面

很多学者研究了沙参2井的原油, 对其成因提出了不同的看法。笔者通过对沙参2井原油中生物降解产物、沥青质热解产物和奥陶系灰岩岩心抽提物的分析和研究, 认为沙参2井原油是两次聚集的。

一、生物降解产物

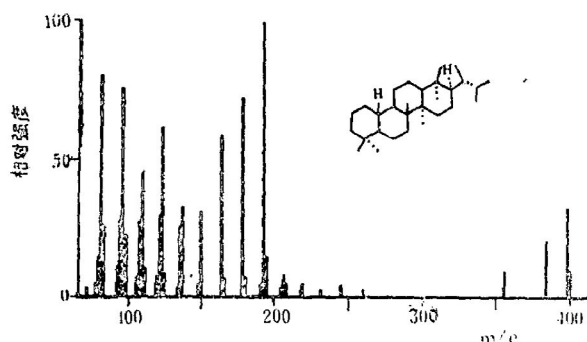


图2 从马达加斯加生物降解沥青中分离的25-降-17 α (H) 藿烷的质谱图

储集层中的原油当其接近或出露地表时, 会受到自然界中微生物的降解。原油最先受到降解的成分是正构烷烃。降解很严重时, 多环烷烃也会受到降解, 藿烷会转变成去甲基藿烷^[1,3,4]。因此, 原油中去甲基藿烷的检出, 可以表明原油遭受了严重的生物降解作用。Jurgn 等人(1982)从马达加斯加沥青中分离出了 C_{29} -去甲基藿烷化合物, 经质谱和高磁场核磁共振证明, 此种化合物为25-降-17 α (H) 藿烷(图2)。

此化合物的质谱特征不同于藿烷, 其特征峰是 m/e 177 和 m/e 355, 而不是藿烷的 m/e 191 和 m/e 369。图 3a 是沙参 2 井原油饱和烃的 m/e 177 质量色谱图, C、D、E、G 四个峰的质谱图见图 4。这些化合物的质谱图清楚地表明, 它们是 25-降藿烷系列化合物。表 1 列出了这一系列化合物的全部检测到的异构体。

也有学者认为, 25-降藿烷系列化合物是原生的或是再沉积的产物^[3,6]。为了确定沙参 2 井原油中的 25-降藿烷系列化合物是生物降解的产物, 还是原生的或再沉积的产物, 笔者在真空密封的耐热玻璃管中, 用 300℃ 的温度对沙参 2 井原油中的沥青质进行了热解。热解产物的饱和烃分析表明, 热解产物中不存在 25-降藿烷系列化合物 (图 3b)。对塔北轮南 1 井奥陶系灰岩岩心抽提物的分析, 表明它和沙参 2 井原油有亲缘关系, 但抽提物中也不含 25-降藿烷系列化合物 (图 3c)。因此, 可以肯定地说, 沙参 2 井原油中的 25-降藿烷系列化合物确是生物降解的产物。

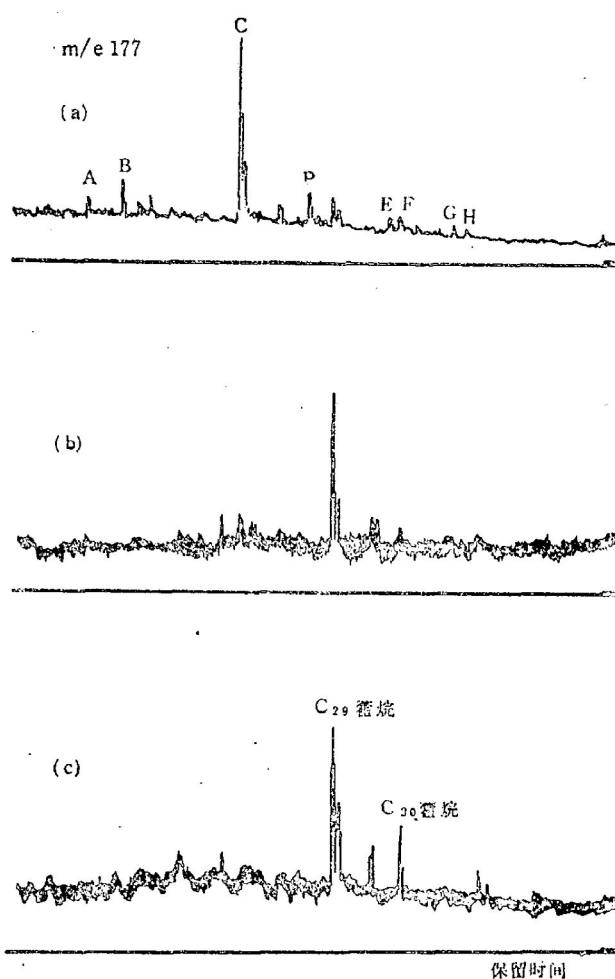


图3 m/e 177 质量色谱图

a—沙参2井原油饱和烃, b—沙参2井原油沥青质热解饱和烃, c—轮南1井奥陶系灰岩抽提物

二、地质地球化学意义

沙参 2 井原油中发现了 25-降-藿烷系列化合物——表征原油遭受了严重生物降解的

表 1 沙参 2 井原油中的去甲基藿烷

图3-a 峰号	名 称
A	25-降-18 α (H)三降藿烷
B	25-降-17 α (H)三降藿烷
C	25-降-17 α (H)降藿烷
D	25-降-17 α (H)藿烷
E	25-降-17 α (H)升藿烷(22S)
F	25-降-17 α (H)升藿烷(22R)
G	25-降-17 α (H)二升藿烷(22S)
H	25-降-17 α (H)二升藿烷(22R)

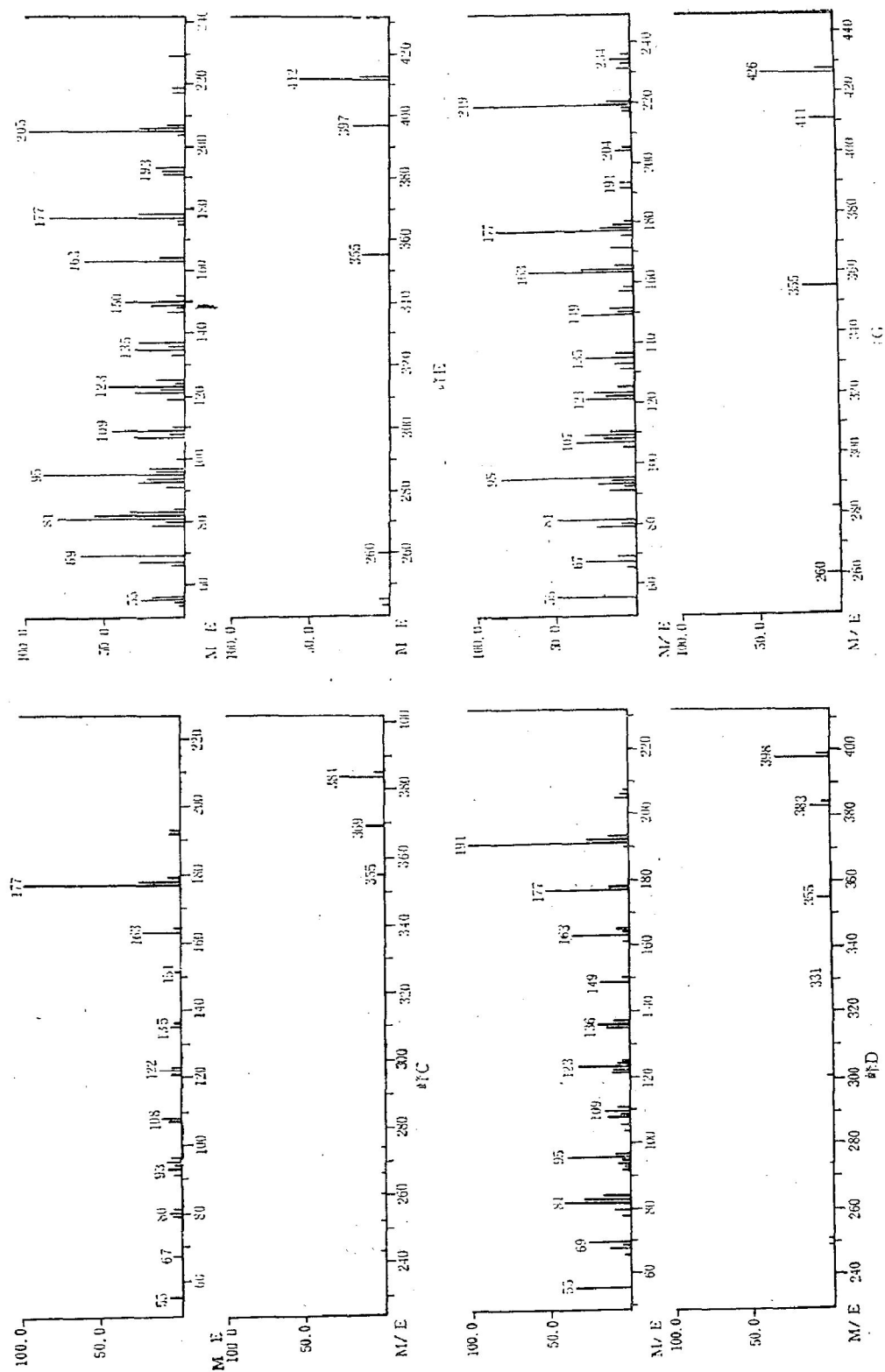


图4 图3-a中C、D、E、G四个峰的质谱图

标志物, 这和原油中存在丰富而完整的正构烷烃是相矛盾的(图 5)。这种矛盾现象在澳大利亚卡那文盆地的某些原油中也曾发现。Alexander 等人(1983)解释为至少有两种原油混合, 其中先运移进储层的原油遭受了生物降解。笔者认为沙参 2 井原油也是两次聚集原油的混合物, 第一次聚集的原油遭受了严重的生物降解作用, 第二次聚集的原油保存完好。

25-降藿烷系列化合物的出现, 表明原油中的藿烷已遭到降解。在此之前, 规则甾烷已被降解了。因此, 沙参 2 井原油中规则甾烷的分布, 是第二次聚集的原油的甾烷分布, 将原油的规则甾烷分布和轮南 1 井奥陶系灰岩岩心抽提物中的规则甾烷分布相对比(图 6), 不难看出此奥陶系灰岩很可能是沙参 2 井第二次聚集原油的油源岩。由此还可以推断, 第二次聚集原油的生油高峰期和运移期是在中生界沉积以后。

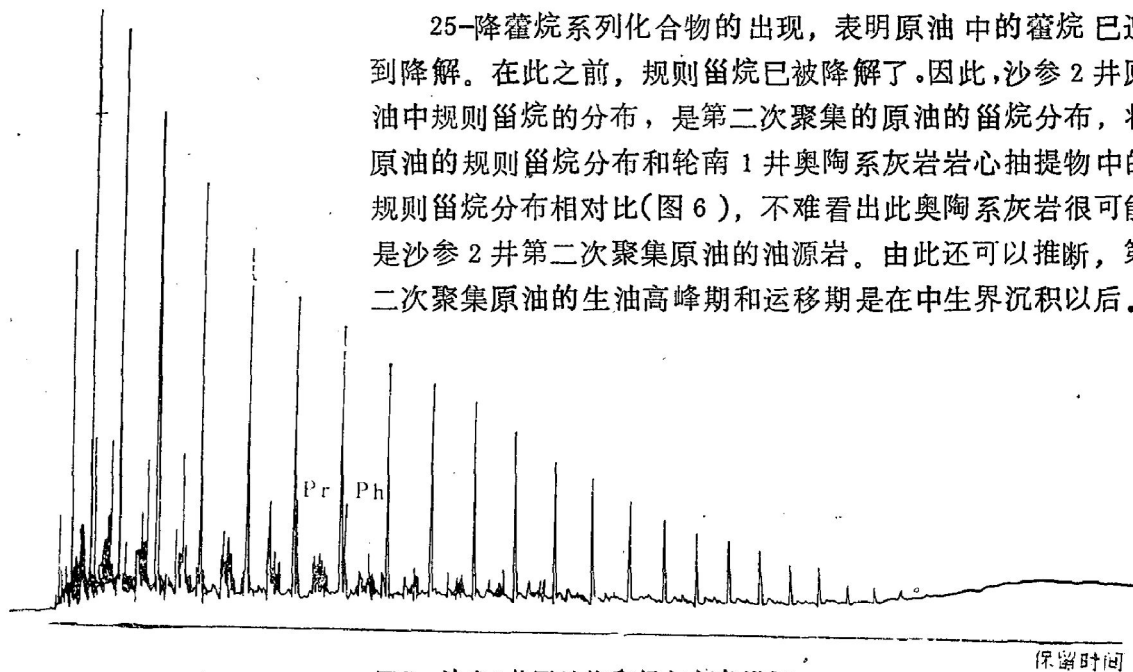


图 5 沙参 2 井原油饱和烃气相色谱图

至于第一次聚集的原油, 由于生物降解作用, 除少数耐生物降解的烃以外, 大部分烃都遭到了降解。唯一不能被降解的原油组分是沥青质。这样就导致降解原油中沥青质的富集。图 6 表明, 沥青质热解产物中, C_{27} 规则甾烷占很大优势, 不同于原油和其相关源岩。许多学者对原油与其沥青质的关系作过研究, 普遍认为沥青质是干酪根与烃类之间的中介成分, 其热解产物的烃类分布与原油的烃类分布基本上是一致的(Cassani et al., 1986; Pelet et al., 1986)。因此, 沙参 2 井原油中沥青质热解产物的甾烷分布实际上主要反映了第一次聚集原油的甾烷分布。由此可以推断, 第一次聚集原油的油源岩更古老。

三、结 论

1. 沙参 2 井原油是两次聚集原油的混合物, 其中第一次聚集的原油遭受了严重的生物降解。

2. 通过对原油沥青质的热解研究和奥陶

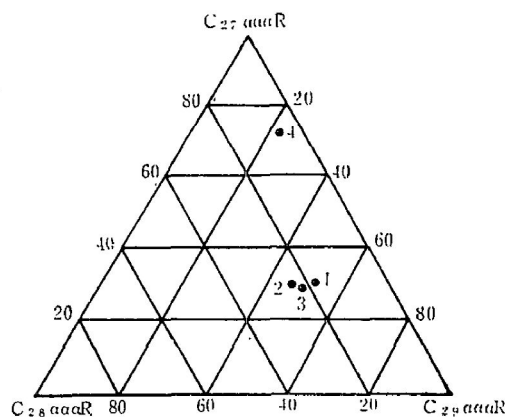


图 6 规则甾烷分布的比较

1—沙参 2 井原油, 2, 3—奥陶系灰岩岩心抽提物, 4—沙参 2 井原油沥青质的热解产物

系灰岩岩心抽提物的研究, 可以认为塔北下古生界至少存在两组成熟了的生油层。

3. 第二次聚集原油的生油高峰期和运移期是在中生界沉积以后。

参 考 文 献

- [1] Alexander, R. et al., 1983, Aust. Petrol. Expl. Ass. J., Vol. 23, P. 53—63.
- [2] Cassani, F. and Eglinton, G., 1986, Chemical Geology, Vol. 56, P. 167—183.
- [3] Howell, V. J. et al., 1984, In: Advances in Organic Geochemistry 1983, Pergamon Press, Oxford.
- [4] Philp, R. P., 1985, Mass Spec. Rev., Vol. 4, P. 1—54.
- [5] Seifert, W. K. et al., 1984, Org. Geochem., Vol. 6, P. 633—643.
- [6] Noble, R. et al., 1985, Org. Geochem., Vol. 8, P. 171—176.

BIODEGRADATION PRODUCTS OF CRUDE OIL FROM SHACAN-2 WELL

Yang Jianqiang

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Xinjiang)

Abstract

Shacan-2 well is a high yield oil well in the Tarim Basin, the reservoir is Ordovician limestone. The author studied the biodegradation products (25-nor-hopanes) in the oil, the pyrolysis product of the asphaltene from this well, and the extracts of Ordovician limestone core in Lunnan-1 well. The author considered that the crude oil in Shacan-2 well is a mixture formed by two accumulations. The crude oil accumulated at the first time underwent serious biodegradation, but the rest did not.