伽马蜡烷的地质产状及古环境意义*

李任伟
（中国科学院地质研究所，北京）

关键词 伽马蜡烷、古环境、东濮盆地，下第三系、高盐度

一、引 言

自从 Hills 等人在美国科罗拉多绿河油页岩中发现伽马蜡烷后[1]，它已经成为岩石有机质和石油的一个常见组分．例如，根据 Moldowan 等人所总结的资料，在前寒武到第三纪的42个油样中，无论是海相还是非海相的，都发现含伽马蜡烷[2]．一般，它的含量较低，与17α(H),21β(H)藿烷的比值低于0.05．但是，少数样品，如希腊的 Prinos 海相原油，Utah 的 Green River 原油，富含伽马蜡烷[2]．西班牙 Tarragona 盆地的 Amposta 原油也富含伽马蜡烷[3]． Demaison 曾设想，这种高含量可能标志生油岩沉积时处于高盐时期（Moldowan, Albaiges 等和 Demaison 的个人交流）[2,3]．在我国东部第三纪沉积盆地的岩石和原油中，例如江汉盆地、济阳盆地、华北盆地等，更经常发现伽马蜡烷的高含量，被看作为盐湖相沉积的原油的生物标志物特征[4-7]．本文作者在东濮盆地岩石和原油研究的基础上，曾明确地提出高含量伽马蜡烷可以作为高盐度环境的标志[8]．

虽然上述研究不同程度地揭示了岩石和原油中高含量伽马蜡烷的沉积环境的意义，但是迄今仍然缺乏系统的研究和更直接的证据． 本文通过沉积学和有机地球化学之间的对比研究，更确切、更可靠地阐明高含量伽马蜡烷的古环境意义．

二、取样和方法

本项研究一个重要的条件是需要选择典型的地质柱．它应包括多次淡化一咸化一蒸发岩沉积的旋回． 我们发现，东濮盆地卫$_{20}$井下第三系的沙三段（S_3）适合上述要求(图 1)．东濮盆地是位于豫东北、鲁西南的一个第三纪断陷湖盆．有关地质背景可参考有关文献[9]．

伽马蜡烷和其它五环三萜烷的分析，在饱和烃或 B/C 烷烃组分中进行．采用 SE_{54} 毛细管柱，它能和 C_{31} Hopane(17α(H)，21β(H),22S 和 22R)分离．它的鉴定还根据其分子离子峰和质谱碎片特征．虽然它的质谱特征类似藿烷，但是缺少为藿烷类所特征的离子 $m/z369$．

三、结果和讨论

在饱和烃或 B/C 烷烃组分的质量色谱图（$m/z191$）上，按照峰面积积分，可以计算伽马蜡烷和藿烷(αβ + βα)的比值（表示为 Gam./Hop.），以及伽马蜡烷和 C_{31} 藿烷（αβ，22S 和 22R）的比值（表示为 Gam./C_{31}Hop.）． 东濮盆地卫$_{20}$井沙三段 15 个样品的分析结果示于

本文 1987 年 8 月 19 日收到．
* 国家自然科学基金资助项目．

图 1.

图 1 岩性剖面是在钻孔编录的基础上，经过对岩心的实际观察，以及对大量样品室内岩矿鉴定后建立的。在 No.17 到 No.19 之间，以及 No.25 至 No.102 之间，主要因为未取岩心，所以未获得样品。本研究中取样包括 S_3^4, S_3^3 和 S_3^2，其中 S_3^3 和 S_3^2 属强烈蒸发时期，沉积了厚层的蒸发岩（石盐岩和硬石膏岩）。但是 S_3^4 不含蒸发岩。在 S_3^3 和 S_3^2，可以划分出多个较小的蒸发旋回，最终也沉积了蒸发岩，如 S_3^3 的 No.105（膏泥岩），No.24（硬石膏岩），S_3^2 的 No.12（硬石膏石）。

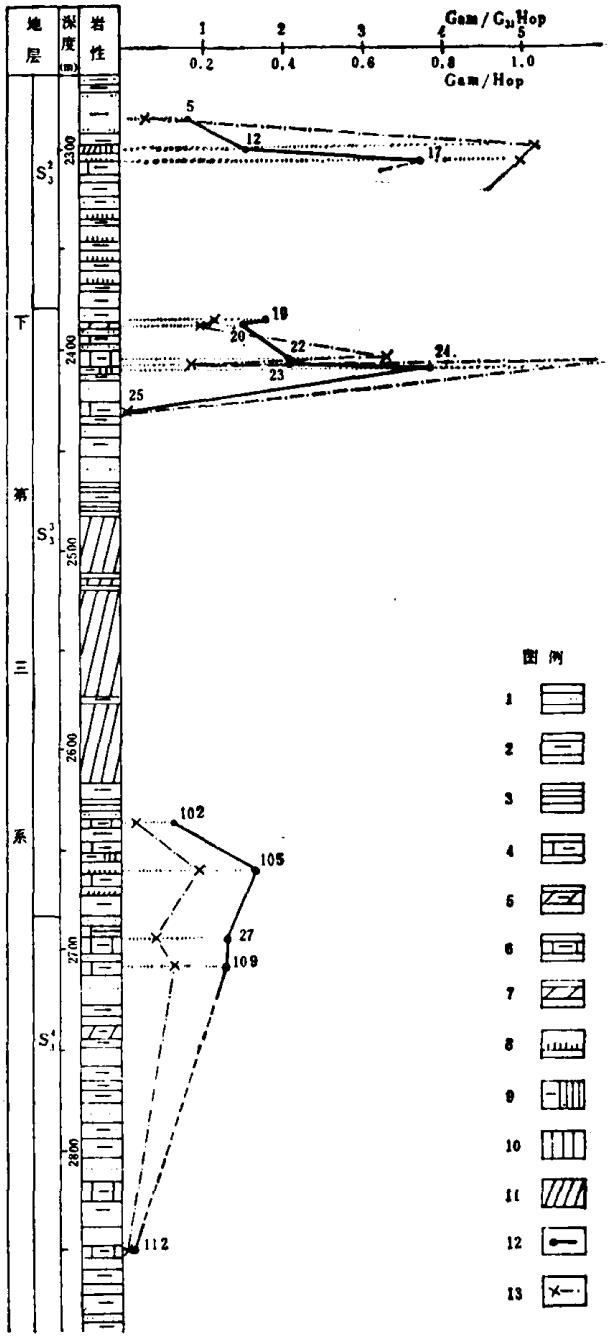


图 1 东濮盆地卫$_{20}$井沙三段岩石中伽马蜡烷分布

1.砂岩；2.泥岩；3.页岩；4.钙质泥岩；5.泥白云岩；6.泥灰岩；7.白云岩；8.膏(硬石膏)泥岩；9.泥膏(硬石膏)岩；10.硬石膏岩；11.石盐岩；12.Gam./Hop.比值；13. Gam./C_{31}Hop. 比值

在图 1 可以发现伽马蜡烷含量随盆地古盐度变化的规律性。在 S_3^4 这个相对淡化的时期，样品的 Gam./Hop. 比值（No.27，109 和 112）都较低。典型例子如 No.112，其比值仅为 0.03。在 S_3^4 末期至 S_3^3 早期的一次蒸发旋回中，高峰期沉积的膏-泥岩（No.105）具有最高的 Gam./Hop. 比值(0.33)。该旋回相对淡化期沉积的岩石（如 No.109，27，102 等）具有相对低的 Gam./Hop. 比值，其中 No.102 的比值为 0.13。在 S_3^3 末期的一个蒸发旋回中，伽马蜡烷的分布显示同样的特征。咸化高峰期所沉积的 No.24（硬石膏岩）具有最高的 Gam./Hop. 比值(0.77)，相对淡化期沉积的岩石，如 No.25，具有低的比值(<0.03)。在 S_3^2 的一次蒸发旋回中，虽然蒸发岩沉积（No.12，硬石膏岩）不具有最高的 Gam./Hop. 比值，但仍然较高(0.31)。而相对淡化期沉积的岩石，如 No. 5，其比值为 0.16。此外，比值很高的泥岩（No.17，Gam./Hop. 0.74）紧邻蒸发岩沉积，它们间无任何沉积间断，可以设想它形成于高盐的沉积环境。

Gam./C_{31}Hop. 比值随盆地古盐度的变化具有相同的规律性。而且，有时这种变化表现得更明显。如硬石膏岩 No.24 的 Gam./C_{31} Hop. 的比值超过 6。在 S_3^2 的蒸发旋回中，No.12（硬石膏岩）的 Gam./C_{31} Hop. 比值和 No.17 相近，高达 5.0，而 No.5 的比值仅 0.29。同样，在淡化期沉积的 No.112 和 25 具有最低的 Gam./C_{31}Hop. 比值，都小于 0.06。

上述卫$_{20}$井沙三段岩石伽马蜡烷含量和沉积环境相互关系的对比研究表明：伽马蜡烷可

以作为盆地古盐度变化的分子化石指标．尤其是表明：高含量伽马蜡烷可以比较可靠地指示一个高盐的沉积环境．

本文作者还对苏北盆地进行了研究．下第三系苏北盆地阜二段沉积了一套高盐环境下形成的岩石． 我们发现它们同样富含伽马蜡烷． 阜二段中部的含石膏白云质泥岩，其 Gam./Hop. 比值高达 1.08，Gam./C_{31}Hop. 比值明显超过 6． 在江汉盆地潜江拗陷，含膏的泥岩也富含伽马蜡烷，Gam./Hop.($\alpha\beta$) 高达 0.76—1.62[7]．

上述伽马蜡烷的高含量都发生在我国第三纪湖相盆地．美国绿河建造可能具有类似的情况，因而在它们的岩石和石油中可以发现丰富的伽马蜡烷．

近来，Ten Haven 等人研究了海相 Messinian 蒸发盆地 (northen Apennines，意大利)，发现泻湖相——萨布哈高盐环境的沉积岩富含伽马蜡烷[10]．但是，根据现在的研究程度，海相沉积的情况似乎比较复杂． 例如，Connan 研究了危地马拉一个萨布哈沉积 (La Felicidad 1 well)，结果没有发现伽马蜡烷．

我们曾重建了东濮盆地卫$_{20}$井沙三段岩石的氧化-还原环境变迁的历史[9]． 通过对氧化-还原环境和伽马蜡烷含量之间的对比，它们间不存在明显的相关性． 例如，已经证明岩石 No.112，27 和 25 都是在还原-强还原环境下形成的，但它们的伽马蜡烷的含量都较低[8]．

迄今仍不完全清楚伽马蜡烷的来源．曾设想它来源于蕨类植物的 Gammacerane-3β-ol 或原生动物 Tetrahymena pyriformis[2]．现在，特别是从它富集于高盐环境下沉积的岩石和石油的大量的资料，需要把它的先体生物和高盐环境的生态相联系，需要研究高盐条件下成岩作用中化学转化的机构．

四、结　论

东濮盆地卫$_{20}$井下第三系沙三段岩石的伽马蜡烷分布特征和沉积环境的对比研究表明：伽马蜡烷的含量可以反映沉积盆地古盐度的变化，尤其是伽马蜡烷的高含量可以比较可靠地作为古高盐环境的分子化石指标．此外，在伽马蜡烷的含量和氧化-还原之间似乎不存在相关关系．在研究伽马蜡烷的来源时，需要把它的先体生物同高盐环境的生态相联系，需要研究高盐条件下成岩作用中化学转化的机构．

致谢：参加本工作的还有王志珍和林大兴．

参　考　文　献

[1] Hills, R. et al., *Chem. Comm.*, **20**(1966), 752—754.
[2] Moldowan, J. M. et al., *AAPG Bulletin*, **69**(1985), 1255—1268.
[3] Albaiges, J. et al., *Org. Geochem.*, **10**(1986), 441—451.
[4] 卢松年等，石油与天然气地质，**1**(1985)，38—49.
[5] 史继杨等，有机地球化学论文集，科学出版社，1986，59—68.
[6] 傅家谟等，有机地球化学论文集，科学出版社，1986，1—18.
[7] Fu Jiamo et al., *Org. Geochem.*, **10**(1986), 119—126.
[8] 李任伟等，中国科学，B辑(待发表).
[9] 李任伟等，地质科学，**2**(1987)，99—112.
[10] Ten Haven et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, **49**(1985), 2181—2191.