

干酪根二次生烃热模拟实验研究^①

刘洛夫 王伟华 李术元

(石油大学 北京 102200)

提 要 本文通过热模拟实验研究,认为未进入高、过成熟阶段的生油岩因构造运动等因素使其上升或被剥蚀,地温下降,生烃过程停止。当再次下沉达到一定温度时,未耗尽的有机质则可能再次生烃。连续生烃的量与二次生烃总量很接近,表明二次生烃不影响生烃总量,只是延缓了生烃过程而已。即是说,单从生烃量的角度看,如果不考虑其它因素,二次生烃并不影响对生油岩的质量评价。

关键词 干酪根 二次生烃 热模拟实验

第一作者简介 刘洛夫 男 37岁 副教授 有机地球化学

引 言

关于干酪根热解生烃的模拟实验前人已做了很多工作,而其中涉及二次生烃的实验则报导得不多。在我国的一些地区,特别是目前正在大规模勘探的塔里木盆地,生油岩经受过多次抬升、剥蚀,其后再下降接受沉积^(1,2),因而可能有二次或多次生烃的现象。即当生油岩热演化进入“生油窗”而未进入高、过成熟阶段前因构造因素等使其上升,地温下降,生烃过程便停止。当再次下沉达到一定温度时,未耗尽的有机质则可能再次生烃,我们称之为二次生烃。在此次工作中,采集了塔里木盆地的生油岩样来进行干酪根二次生烃潜力研究并评价该区的生油岩。此项目仍在进行之中,这里仅介绍前期成果。

1 样 品

(1)满参1井石炭系灰色灰岩。采样深度4254—4254.30m。该样品的有机碳含量为0.2%,刚进入生油门限。干酪根类型为I—II,海陆过渡相沉积环境。样品编号:MC-1。(2)满西1井三叠系深灰色泥岩。采样深度3590m。该泥岩的有机碳含量为0.6%,未成熟,干酪根类型为I—II型,陆相。样品编号:MX-1。

2 实验条件

(1)样品重量:(A)MC-1:40mg,干酪根纯度为20%。(B)MX-1:20mg,干酪根纯度为80%。

(2)实验仪器:LCT-1型热天平。

^① 国家教育委员会和中国石油天然气总公司基金部分资助项目。

(3)升温速率:5℃/min。

(4)热解终温:600℃。

(5)载气流量:高纯度 N₂,50mL/min。

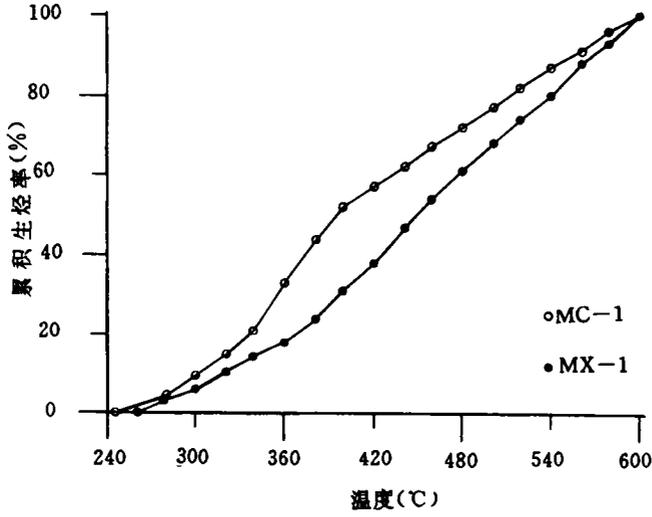


图1 连续热模拟实验曲线

Fig. 1 Curve of continuous thermal modelling experiments

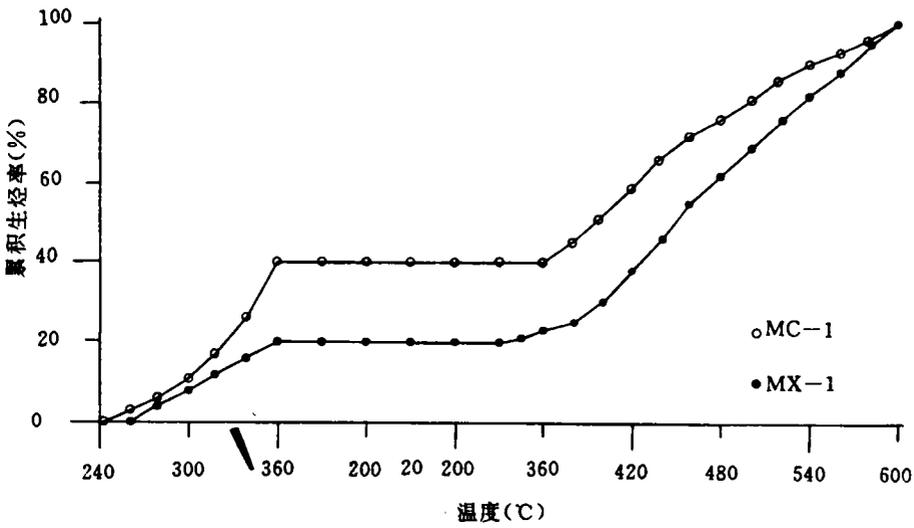


图2 间断热模拟实验曲线

Fig. 2 Curve of uncontinuous thermal modelling experiments

3 结果与讨论

热解生烃率与温度的关系曲线见图 1 和图 2。其中图 1 系两个样品的连续升温热模拟实验曲线,直至 600℃后停止加热;图 2 中的曲线则为升温到 360℃时停止加热,冷到室温后再开始重新加热的结果,直到 600℃停止。此乃模拟地质条件下的二次生烃的情形:即进入低熟或刚进入成熟的生油岩经抬升、剥蚀后又下降接受沉积,到达一定温度时二次生烃。根据两个干酪根样品的热模拟实验曲线,可以得出以下初步看法。

在温度达到 240℃以后(泥岩样在 260℃以后),干酪根即开始了明显的热解生烃过程,直至 600℃。在此之后,热解曲线变化仍较陡,仍有失重信号,说明这两个干酪根样品仍有进一步的生烃潜力。干酪根的热解后期(500℃以后)主要以生气为主。一般说来,干酪根热解模拟在 300—350℃间产生物气;350—500℃产液态烃;500℃以上产高温 CH_4 ^[3]。而在此次实验中,两个样品在 240℃左右时便大量生烃,并且在 600℃以后还能产烃。表明其干酪根产烃的温度范围较宽,潜能大。

对比两个干酪根样品的热解曲线可以看出,MC-1 曲线前期较陡,后期缓慢,其特征类型似于 I 型,但热解后期“尾巴”拖得长,又象 III 型,故其类型可能介于 I、III 型之间;同样可知 MX-1 干酪根也可能介于 I、III 型之间。这与两个的样品地质资料相吻合。另外,在同样的温度时,MC-1 样品的生烃率明显高于 MX-1,例如,在 360℃时,MC-1 的生烃率为 33%,而 MX-1 的为 19%,表明在该温度范围内,MC-1 碳酸盐岩有机质有相对较高的转化率。当然,还要考虑这两个样品的有机碳含量(包括碳酸盐岩原始有机碳的恢复)、成熟度和地层厚度等才能确定它们的生烃远景。

在 360℃时停止加热并进行冷却,发现干酪根的生烃过程立刻中止。冷到室温后重新加热时,直到 360℃以后干酪根才发生进一步的生烃反应。而 360℃之前基本上无热解反应,说明在 5℃/min 的升温速率下,热解反应基本上是完全的。根据以往的经验,采用较快的升温速率时(如:10℃/min 或以上),若突然停止加热,由于升温时间短,热解反应不完全。若重新加热时,在较低的温度下仍有热解反应发生。

根据以上结论,在实际的地质条件下,对于某一沉积层位的干酪根,一旦发生地层抬升或剥蚀等现象,干酪根的热解生烃过程便会中止。后来的再次下降接受沉积时,该层位的埋深增加,古地温升高,在未达到剥蚀前的地温时,干酪根不会发生热解生烃反应。只有达到并超过原来的地温时,干酪根才能再次热解生成油气。

从两个样品连续升温 and 间断升温后样品的重量损失结果对比来看,一次生油(连续生烃)的量与二次生油总量(生油岩提升或被剥蚀前后的两次生油量之和)很接近,而且后者的数值比前者的略高。这可能表明,二次生油不影响生烃总量,例如,MC-1 样品连续升温实验后样品的失重为 4.7%,而间断升温后的失重为 5.1%;MX-1 样品连续升温实验后的失重为 20.7%,而间断升温则为 21.8%。即是说,单从生烃量角度看,二次生油并不影响对生油岩的质量评价。很明显,MX-1 样品生烃量比 MC-1 的大之原因是前者的有机碳含量较高。

换句话说,如果不考虑其它因素,地层抬升或剥蚀等现象,并不影响干酪根的生烃潜力,只是延缓了生烃过程而已。塔里木盆地的生油层(如奥陶系)有类似的地质现象。这里的实验结果相信能对进一步评价该区的奥陶系等生油岩的生烃潜力起到启示作用。

参 考 文 献

- [1]梁狄刚、王会祥,1992,塔里木盆地油源问题,见:塔里木盆地油气勘探论文集,童晓光、梁狄刚主编,乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(K),321—330。
- [2]王社教、王会祥、谢增业、李梅,1992,塔里木盆地三套生油层成熟演化及成烃期的研究,见:塔里木盆地油气勘探论文集,童晓光、梁狄刚主编,乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(K),331—342。
- [3]李术元、钱家麟、秦匡宗、朱亚杰,1987,沥青作为中间产物的油页岩热解动力学研究,燃料化学学报,15(2):118—123。

Investigation on Secondary Generation of Hydrocarbons by Thermal Modelling of Kerogen

Liu Luofu Wang Weihua and Li Shuyuan

(University of Petroleum, Beijing 102200)

Abstract

Based on results from thermal modelling experiments of kerogens, this paper presents a brief discussion on secondary generation of hydrocarbons. Geological effects, such as structural movement, etc., may result in liftion or denudation of source rocks which do not enter highly — and post — mature phases, which causes the decrease of geotemperature of the source rocks and the cease of hydrocarbon generation. While the source rocks subside again, the geotemperature increases, and when it reaches a certain point, the unexhausted kerogens may generate hydrocarbons again. The generated oil — gas amount with the continuous process of hydrocarbon generation is close to the total amounts of twice generations, indicating that hydrocarbon — generating amount is not affected by the secondary hydrocarbon generation that only defer generating oil and gas.

Key words: kerogen secondary generation of hydrocarbons thermal modelling experiments