

干酪根自由基浓度作为古地温计的应用

邱楠生

汪集旻

(石油大学, 北京 102200)

(中科院地质研究所, 北京 100029)

干酪根自由基浓度是研究有机质热演化的有效指标之一,也是研究沉积盆地古地温的热参数之一。本文根据新生代盆地干酪根自由基浓度与样品埋藏深度的关系,建立了推算古地温梯度的标准曲线图,并利用此标准曲线估算了塔里木盆地和辽河盆地两口井的古地温梯度。这一方法对于无镜质体地区和无磷灰石地区的古地温研究提供了新的思路。

关键词 干酪根 自由基浓度 古地温梯度

第一作者简介 邱楠生 男 29 岁 讲师 有机岩石学和盆地古地温

1 实验方法和原理

利用干酪根自由基浓度(N_g)作为热指标研究盆地热流的变化,我们已作了研究(邱楠生等, 1995)。在该研究中详细论述了自由基作为地温计的原理和样品的制备与处理。本次研究的样品处理与实验与之相同,在此不再重述。利用自由基浓度与样品埋深之间回归曲线斜率的变化可以推算古地温梯度。Bakr 等(1988)用该方法研究了盆地的古地温。由于干酪根中自由基浓度与受热温度有关,在有机质进入过成熟以前($R^o < 2\%$),自由基浓度与温度(样品埋深)有很好相关性(Durand *et al.*, 1975)。地温梯度大的地方由于地层增温速率快,处于相同埋深(Z)的有机质所经受的温度也较高,自由基浓度也增加较快,从而使 N_g - Z 之间的关系曲线斜率变小,反之地温梯度小的地区, N_g - Z 的关系曲线斜率大,这样,若已知一口井(或地区)的地温梯度,以此建立的 N_g - Z 关系曲线为标准,则可在 N_g - Z 图上推算未知井(或地区)的古地温梯度。

2 样品和实验结果

实验样品采自琼东南、塔里木盆地和辽河盆地。我们利用琼东南盆地 3 口井(Ya8-1-1, Ya8-2-1, Ya21-1-1)的 39 个新生代样品的自由基浓度回归得到的自由基浓度(N_g)—样品埋深(Z)关系曲线作为

推算古地温的标准曲线。这 3 口井的地温梯度分别为: Ya8-1-1, 3.58°C/100m; Ya8-2-1, 3.61°C/100m; Ya21-1-1, 3.61°C/100m。由此建立的标准曲线代表的地温梯度为 3.60°C/100(图 1)。两口研究井——塔里木盆地 MC1 井古生代样品和辽河盆地荣 16 井新生代样品的有关实验数据表示于图 2 中。

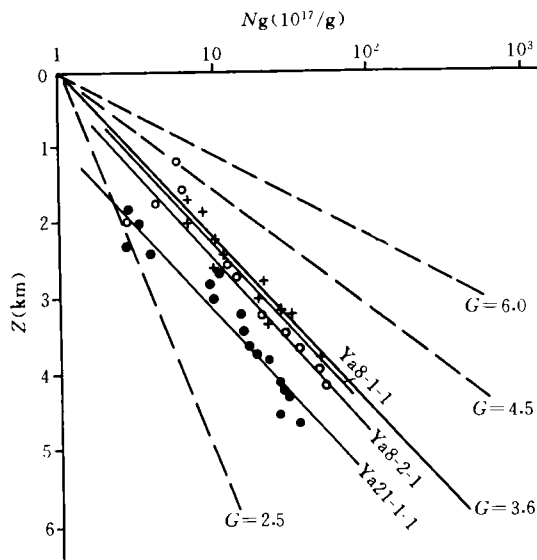


图 1 由琼东南盆地 3 口井得到的推算古地温梯度的标准曲线

图中细线为 3 口井的自由基浓度-样品埋深回归曲线,粗线为我们建立的地温梯度 3.6°C/100m 的“标准曲线”,虚线为推测的地温梯度标准曲线,地温梯度(G)的单位为: °C/100m

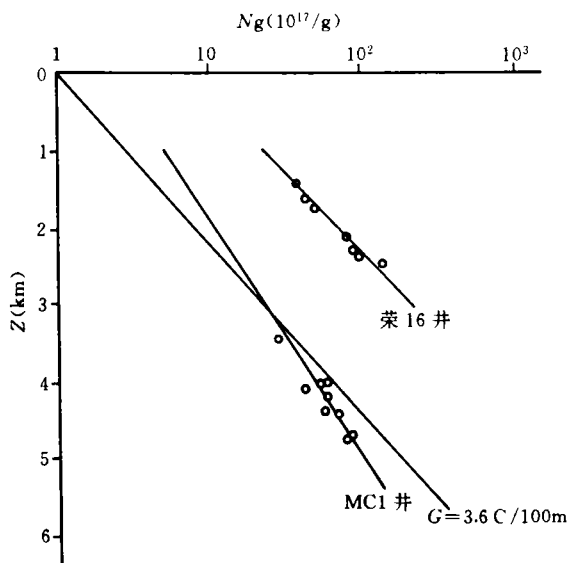


图 2 MC1 井和荣 16 井
实验结果及古地温梯度推算图

3 结论与讨论

图 1 是由琼东南盆地 3 口井得到的 N_g - Z 关系曲线。由于琼东南盆地是新生代沉积盆地并具有快速沉积沉降的环境, 现今地温即为历史上的最高温度。因此, 我们据此建立的 N_g - Z 曲线可作为一条推算地温梯度的标准曲线。图 2 是我们研究的塔里木盆地 MC1 井和辽河盆地荣 16 井的结果。依据“标准曲线”推算得到的 MC1 井石炭—二叠纪时期的平均古地温梯度为 $2.96^\circ\text{C}/100\text{m}$, 荣 16 井的沙一至东营时期的平均古地温梯度为 $3.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。

我们利用磷灰石裂变径迹分析了荣 16 井的热历史, 得到东营末期的古地温梯度为 $3.6^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。此外, 根据周中毅等 (1994)^① 利用镜质体反射率资料的研究结果, 与 MC1 井位于同一凹陷的 MX1 井石炭至二叠纪时期的古地温梯度为 $3.2^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。对此上述 2 口井利用自由基浓度作为热指标的研究结果, 与用镜质体反射率或磷灰石裂变径迹分析的结果几乎一致。因此可以认为利用干酪根自由基浓度作为地温计是可行的。

值得注意的是, 有机质类型对自由基浓度的影响在研究中要引起重视。因为不同类型有机质的自由基浓度差别很大。我们建立“标准曲线”的琼东南盆地的 3 口井的干酪根均为 I - II 型。MC1 井石炭—二叠系样品及荣 16 井沙一至东营组样品的有机质类型均为 II 型, 因此可以利用标准曲线作比较。但我们利用标准曲线对 TZ10 井奥陶系样品 (I 型干酪根) 进行分析, 其研究结果与用镜质体反射率得到的古地温梯度差别较大, 可能就是因为干酪根类型不同的原因。此外, 由新生代盆地建立的标准曲线外推到古生代样品, 未考虑时间因素的影响, 是否也是影响这一方法准确性的一方面? 今后有待进一步研究。但从我们的研究结果来看, 这种外推是可行的。此外, 该方法还有其它地温计无可取代的优点: 对样品不破坏, 并适用于无镜质体地区和无磷灰石矿物的地区。因此, 利用干酪根自由基浓度作为古地温计是研究古地温一种行之有效的方法, 今后的工作将进一步研究不同类型的有机质和不同类型盆地的自由基浓度, 以使这种研究古地温的方法进一步应用于油气勘探中。

感谢南海西部石油公司、塔里木石油勘探开发指挥部和辽河油田提供岩心样品, 中科院生物物理研究所测定干酪根自由基浓度、中科院高能物理研究所测定磷灰石裂变径迹长度!

参 考 文 献

- 1 邱楠生, 汪集旻, 周礼成, 张启明, 陈贵云和蔡世祥. 利用电子顺磁共振方法研究沉积盆地源岩有机质热演化. 科学通报, 1995, 40 (11), 1013~1015
- 2 Bakr Y, Akiyama M, Sanada Y *et al.* Radical concentration of kerogen as a maturation parameter. *Org. Geochem.*, 1988, 12 (1), 29~32
- 3 Durand B, Marchand A, Amiel J *et al.* Etude de kerogenes par resonance paramagnetique electronique. In: Campos R, Goni J (eds), *Advances in Organic Geochemistry*, 1975, 753~779

收稿日期: 1996 年 11 月 4 日

① 塔里木盆地古地温、热演化史及油气评价。“八五”国家重点攻关项目成果报告

APPLICATION OF FREE RADICAL CONCENTRATION OF KEROGEN TO PALEOGEOTHERMAL MEASUREMENT

Qiu Nanshen

(*Petroleum University, Beijing 102200*)

Wang Jiyang

(*Institute of Geology, Academia Sinica*)

Abstract

The free radical concentration (Ng) of kerogen is a valid index to study thermal maturation of organic matter and paleotemperature of sedimentary basin. A standard curve map was established to estimate paleo-thermal gradients based on the relationship between Ng and buried depth of kerogen samples from the Cenozoic basin. The paleo-geothermal gradients of well MC1, the Tarim basin and well LR16, the Liaohe basin were estimated by using the standard curve. It gives a new way to study paleo-temperature in an area where vitrinite grain can not be found and apatite fission track analysis can not work because of lack of apatite.

《中国含油气盆地原型分析》一书出版

中国新星石油公司无锡研究院与西北、华北、华东、西南石油局以及上海、广州海洋石油局协作完成的《中国含油气盆地原型分析》专著,近日已由南京大学出版社出版发行。

《中国含油气盆地原型分析》在朱夏院士阐述的活动论构造历史观和油气盆地运动体制理论的基础上,根据岩石圈历史组成和热—构造沉降体制的变化关系所提出的盆地原型分类,探讨了中国地史演化中不同阶段、不同原型盆地形成的构造环境和不同世代盆地原型并列与迭加对油气形成及分布的控制;强调了盆地数值模拟方法在分析原型动态系统中起到检验模式、揭示过程和预测未知的功能;从不同层次、不同角度典型地解剖了我国大型盆地原型并列与迭加控油的规律,并依此论证了潜在油气藏的勘探方向。

该专著共有 94.7 万字,编有系统篇 7 章、方法篇 3 章和应用篇 8 章。作者运用朱夏院士关于油气盆地的学术思想,对地矿部几十年来石油地质研究成果进行系统总结,体现了中国油气地质工作的特色,它的问世,不仅对推动系统化、动态化和定量化研究含油气盆地有重要的推广应用价值,而且对油气勘探决策有重要的指导意义。

(江其勤 供稿)