

镜质体反射率是成熟度的 通用“标尺”吗？

郭迪孝 鄢轩增

(地质矿产部石油地质中心实验室, 无锡)

作者在对不同类型有机质的热模拟实验中, 发现不同类型有机质经过相同热演化后, 它们之间镜质体反射率(R^o)差异较大, 同温阶的 R^o 差值可达0.24—0.60。低温阶段($<360^{\circ}\text{C}$), I型比II型的镜质体反射率偏低, 而高温阶段($>360^{\circ}\text{C}$)则相反。这种现象与自然剖面的观察结果相符, 说明镜质体反射率受母质类型影响。鉴此可认为, 镜质体反射率作为成熟度“标尺”只对同类型有机质有效, 不同类型之间难以进行对比, 不能作为通用“标尺”应用, 需要进行校正。

镜煤反射率(R^o)被认为是诸多有机质成熟度指标中最有效的并可作为数字标尺使用的指标, 在煤田和油气勘探中得到广泛应用。但实测发现, 具类似成熟史的煤 R^o 有较大的差异(赵师庆等, 1987), 同一剖面不同类型有机质的 R^o 随深度的变化也不同^①, 这就提出了一个问题, 镜煤反射率是否可作为成熟度通用标尺使用? 为此, 我们进行了不同类型有机质的热模拟实验, 结果表明, R^o 明显受母质类型的影响。对同类型有机质来说, R^o 具有可比性; 对不同类型有机质, R^o 值不能作为通用标尺。相同的 R^o 值意味着成熟度不一定相同。

一、实 验

岩样先制备成干酪根, 将干酪根样分成8个等份分装在玻璃管内抽真空, 充氮气封管, 然后置放在温控炉内逐阶加热。加热温度一组为220—500 $^{\circ}\text{C}$, 每个样的温度间隔为40 $^{\circ}\text{C}$; 另一组为270—500 $^{\circ}\text{C}$, 温度间隔为30 $^{\circ}\text{C}$ 。两组每个温阶的加热时间均为72小时。加热后的干酪根样品经氯仿抽提, 除去热解产物后, 分别进行镜煤反射率测定和元素分析。

二、样 品

模拟样品四个。其中煤样一个, 泥岩三个。按干酪根H/C、O/C原子比和氢指数(I_H), A样属I型, B样属II₁型, C、D属II₂型。除D样 R^o 较高(0.67)外, 其余样品的成熟度很近似, R^o 均在0.42—0.50之间(表1)。

①李佩珍等, 1987, 干酪根镜质组反射率测定中有关问题的讨论, 全国首届青年有机地球化学家学术讨论会。

表 1 模拟样品地化数据表

编号	岩性	地质时代	有机碳含量 (%)	镜煤反射率 (R°%)	H/C	O/C	氢指数 (I _H)	类型
A	灰黑色泥岩	K ₁	2.31	0.50	1.36	0.116	585	I
B	褐煤	E	58.26	0.42	0.93	0.175	185	II ₁
C	灰色泥岩	N ₁	0.94	0.47	0.83	0.199	49	II ₂
D	灰色泥岩	E	1.01	0.67	0.70	0.188	32	II ₃

三、结果讨论

1. 模拟温度与R°的关系

各样品的测试结果见表2。

表 2 模拟R°、H/C、O/C原子比表

模拟温度 (°C)	A			B			C			D		
	R°(%)	H/C	O/C	R°(%)	H/C	O/C	R°(%)	H/C	O/C	R°(%)	H/C	O/C
0	0.50	1.36	0.116	0.42	0.93	0.175	0.47	0.83		0.67	0.70	
220							0.62	0.71		0.80	0.59	
260							0.72	0.68		0.96	0.53	
270	0.65	1.20	0.068	0.67	0.84	0.141						
300	0.75	1.08	0.055	0.82	0.81	0.120	0.99	0.64		1.20	0.48	
330	1.02	0.86	0.046	0.99	0.74	0.099						
340							1.35	0.55		1.55	0.44	
360	1.60	0.60	0.042	1.35	0.64	0.073						
380							1.80	0.46		2.05	0.39	
390	2.18	0.46	0.036	1.75	0.55	0.058						
420	2.80	0.38	0.028	2.25	0.46	0.046	2.45	0.41		2.48	0.36	
450	3.00	0.34	0.026	2.65	0.44	0.033						
460							2.95	0.38		2.80	0.31	
500	3.95	0.26	0.019	3.35	0.36	0.019	3.35	0.33		3.40	0.27	

在模拟条件下，加热时间相同，温度基本代表了有机质的热演化史。从图1可见R°与温度有如下特点：（1）各样品随温度增加，R°随之增大，表明R°对热演化是敏感的，符合自然规律。但不同类型样品的演化轨迹不同，相同温度有不同的R°值；（2）原样R°较高者，加热后R°仍较高；（3）在<300℃区间，相同温度下，不同类型的R°有差异，如300℃时的R°值，A为0.75、B为0.82、C为0.99、D为1.20。就A、B、C三

个样来说， R° 之间差值小于0.24， R° 随温度变化率小，曲线平缓。温度 $>300^{\circ}\text{C}$ 之后，曲线变陡，变化率增大，类型好的（A）比类型差的（C、D）增长率更快。这些特点说明，在热演化过程中， R° 的变化是不均一的，它与有机质的类型或结构有关。同温度下 R° 的差值可达0.24—0.60。

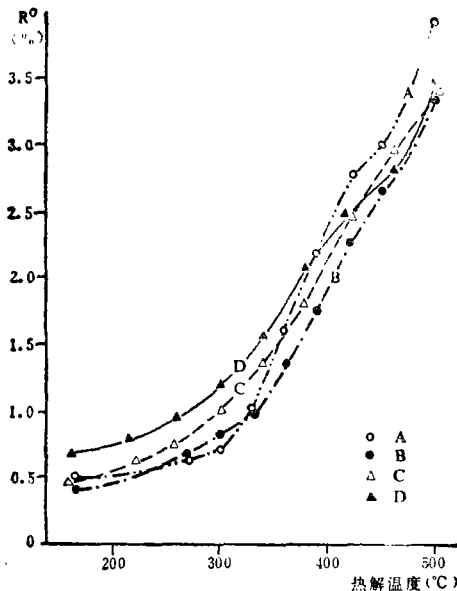


图1 热解温度与 R° 关系图

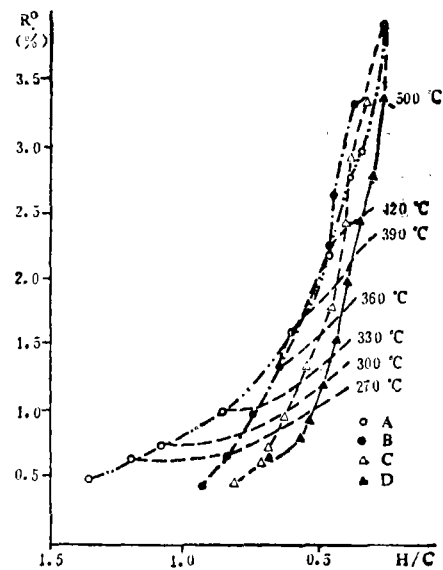


图2 R° 与H/C原子比关系图

2. 不同类型有机质的演化与 R° 的关系

图2表明，在热演化过程中，不同类型样品的H/C原子比和 R° 值各自沿着不同的轨迹演化。图2同时标绘出了等温线，这就不难看出，等温线不是直线，而是曲线，说明在同等受热条件下，不同类型样品的 R° 变化是不等的。在 $<360^{\circ}\text{C}$ 区间， R° 值是 $A < B < C < D$ ，也就是说，在相同受热条件下，类型好的有机质比类型差的有机质的 R° 值要低，变化率小；但在 $>360^{\circ}\text{C}$ 以后，则有倒转现象，类型好的（A）反而比类型差的（B、C） R° 值要高，变化率大。

A、B、C三个样品未加热时的 R° 值分别为0.50、0.42、0.47，其差值仅0.08。热模拟以后，它们之间的差值随温度增高逐渐增大， 300°C 为0.24、 360°C 为0.25、 420°C 为0.55、 500°C 为0.60。这意味着，不同类型的有机质经历相同热演化后， R° 值并不相等，其差值可达0.24—0.60。因此， R° 值作为有机质成熟度“标尺”只对同类有机质有效，对于不同类型的有机质来说， R° 值相等意味着它们的成熟度不一定相同，特别是I、II型和III型之间。鉴此，可认为 R° 值不能作为各类有机质成熟度的通用“标尺”。这一认识也就不难解释具有相同热演化史的地质剖面上，类型好的源岩的 R° 值往往比类型差的源岩 R° 值偏低的原因。

3. 有机质类型影响 R° 值的原因

镜质组主要是木质纤维组织在沉积、成岩过程中，经腐殖化、凝胶化作用转变而来。由于沉积环境不同，输入的有机质成分也不同，加之生物改造程度的差异，在凝胶化过程中，一些非木质纤维组份也会参与镜质组的形成，从而造成不同类型有机质中镜质组成份上的差异（包括用于测定 R° 的均值镜质体）。据赵师庆（1987）研究，不同有机相的镜质组产烃能力不同，Taylor等（1984）用透射电子显微镜研究镜质组也发现，不同类型的镜质组成份有很大的差异，并证实某些镜质组中有大量的类脂物。这些研究表明，不同环境下形成的镜质组，并不象腐殖煤那样是成份单一的、均质的物质，而是成份、结构有较大差异，对于不同的烃源岩来说更是如此。正是这种差异造成热演化过程中，镜质体反射率有不同的演化轨迹。

结 语

通过以上讨论，笔者认为镜质体反射率对同类有机质是良好的成熟度指标，由于母质类型的影响，不同类型的 R° 不可比。因此，在应用 R° 值判定源岩成熟度时，应充分考虑母质类型的影响，并进行适当的校正，这一问题有待进一步研究。

（收稿日期：1989年6月17日）

参 考 文 献

- 〔1〕 赵师庆等，1987，不同煤相中煤和镜质组特征的初步研究，中国科学院地球化学所1987年研究年报，科学出版社。
- 〔2〕 J.W.史密斯，1988，预测石油远景的参数选择，石油实验地质，第10卷第4期。

IS VITRINITE REFLECTANCE THE GENERAL CRITERION OF MATURATION?

Guo Dixiao Feng Xuanzheng

(Central Laboratory of Petroleum Geology, MGMR)

Abstract

Through thermal simulation experiments on organics of different types, the authors found that there were much difference in vitrinite reflectance for different organics subjected to same thermal evolution. The difference for R° could reach as much as 0.24 - 0.60 with same thermal gradient. At low thermal stage (360°C), the values of R° for type I were lower than those for type III; and at high thermal stage, with contrary results come about.

This phenomena tallies with the observations from field sections, suggesting that vitrinite reflectance is influenced by the type of parent material. In view of above-mentioned facts, vitrinite reflectance as a general "criterion" for maturity can be applicable only for the same kind of organics, but it is difficult to use it in comparisons of different types of organics, therefore it can not be taken as a general "criterion", and correction need to be made.