

成油期分析方法探讨

—以珠江口盆地为例

黄正吉

(海洋石油勘探开发研究中心)

提 要

由珠江口盆地钻井实测 $R_0 = 0.5$ 点的时(t)温(T)资料编制的油气成熟的时温关系图,进一步证实了油气成熟的时温补偿关系,并且拟合了关系式,其方程为 $\log t = \frac{141.16547}{T} + 0.0721409$ 。由该方程求解了各生油层系经历某一地质时间 t 时油气成熟所需要的地层温度 T ;由 T 进而求出相应 t 时的门限深度 H ,连结不同 t 时的 H 点,得到了某生油层在地质历史中变化的生油门限深度线。该线与该生油层底界沉降曲线的交点所对应的地质时间,即为该生油层进入成油门限而开始生油的时间。用此方法对珠江口盆地 $\times \times$ 凹陷5套生油岩各时期的生油门限深度作了计算。计算的现今门限深度与由众多资料所综合的门限深度极为接近。同时对各生油层系的成油期开始时间作了分析,效果较为理想。

一、引 言

深入研究生油层系的成油期,正确估价油气的成熟时间,与研究聚油圈闭的形成时间相结合,搞清二者适时配置关系,对于提高油气勘探成功率是至关重要的。

目前,国内外对于构造运动不很剧烈、地温梯度无太大变化的含油气盆地的主要成油期的研究方法有两种:①用地化分析资料综合确定生油层现今生油门限深度,并做出生油层沉降史图确定成油期的开始时间。由于沉积盆地地层沉降发育的各个阶段生油岩经历的时间是变化的,生油门限温度和深度也是一个变数,使用统一值是不尽合理的。②计算时间温度指数(TTI)确定成油期。此种计算方法有由D.W.威甫莱斯(Douglas W. Waplas)改进的N.V.洛帕廷(N.V. Lopatin)法^[1],和 E 、 A 值拟合法^②。其中洛帕廷法在温度因子的拟合上存在很大缺点; E 、 A 值的确定只是探索性拟合,与地质实际难以完全吻合。况且,这两种算法对生油岩热演化阶段的划分标准又各不相同(表1)。

随着研究工作的深入,人们已普遍承认有机质向石油转化的主要因素是温度和时间,且温度和时间可以互相补偿。J.康南(J. Connan)依据世界12个盆地的资料,对该问题作了较深入的研究,拟合出了油气成熟的时温关系式^[2]。

①余淑敏等,生油岩热演化的化学动力学研究方法及其在珠江口盆地的应用,海上油气(内刊),1982,第1期

珠江口盆地的今古地温场、生油层所经历的热变历史等地质条件,与J.康南所研究的盆地大不相同。因此,探讨符合珠江口盆地油气成熟的时温关系,进而对各生油层系的成油期进行分析,就显得十分重要。

表 1 生油岩各演化阶段的TTI值
Table 1 TTI of Source Rocks Formation in Various Stages of Thermal Evolution

演化阶段	计算方法	洛帕廷法		E、A值拟合法	
		TTI	Ro (%)	TTI	Ro (%)
开始生油		15	0.65	1	0.42~0.5
生油高峰		75	1.00	8	0.75
生油终止		160	1.30	64	1.35
湿气消亡线		1500	2.20	256	2.00

二、珠江口盆地油气成熟的时温关系及生油门限深度线的确定

1. 油气成熟的时温关系 图1是用珠江口盆地钻井实测 $R_o=0.5$ 点的时(t)、温(T)资料编制的时温关系图。图中清楚地显示了时间与温度的补偿关系。以 $1/T$ 为横座标 $\log t$ 为纵座标作图2,尽管受勘探程度限制,多数井于下中新统进入生油门限,少数井于渐、始新统进入生油门限,而使点子分布不均,但总体上仍呈一直线,即油气成熟的康南曲线,其方程是

$$\log t = \frac{144.16547}{T} + 0.0721409 \quad (1)$$

2. 变化的生油门限深度计算 由(1)式可导出各生油层系经历某一地质时间(t)油气成熟所需要的地层温度表达式:

$$T = \frac{144.16547}{\log t - 0.0721409} \quad (2)$$

将 T 值代入下式,可求出相应 t 时的门限深度:

$$H = \frac{T - T_o}{\Delta T_g} \times 100 + A + B \quad (3)$$

H ——门限深度(m);
 T_o ——海底温度($^{\circ}C$);
 ΔT_g ——古地温梯度($C/100m$);
 A ——海水深(m);
 B ——补心高度(m)

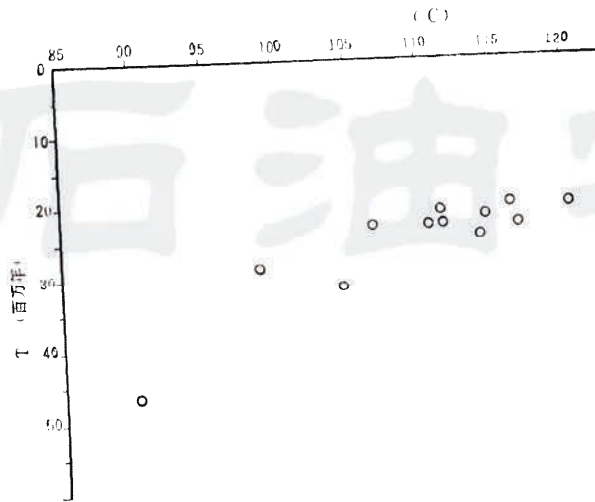


图1 珠江口盆地Ro=0.5时温关系图
Fig. 1 Time vs. temperature plots at Ro=0.5 in PRM basin

层在各地质时期的生油门限深度，点在相应的沉降史图上，连线得出该生油层在地质历史中变化的生油门限深度线；该线与该生油层底界沉降曲线的交点所对应的地质时间，即为该生油层进入成油门限而开始生油的时间。

3. 古地温梯度的求取 张鹏远等曾导出了适合我国东部第三系沉积盆地的古地温梯度计算式^①：

$$\Delta T_g = \frac{b}{a - \frac{1}{h}} \quad (4)$$

h ——基岩埋深 (m)；
 a, b ——经验系数， b 取冀中、辽河和济阳三拗陷的平均值0.71；

a 由 $a = \frac{1}{h} + b \frac{1}{\Delta T_j}$ 求得；

ΔT_j ——盖层现今平均地温梯度 (C/100m)

4. 确定某生油层开始生油的时间 将按上述方法算得的某生油

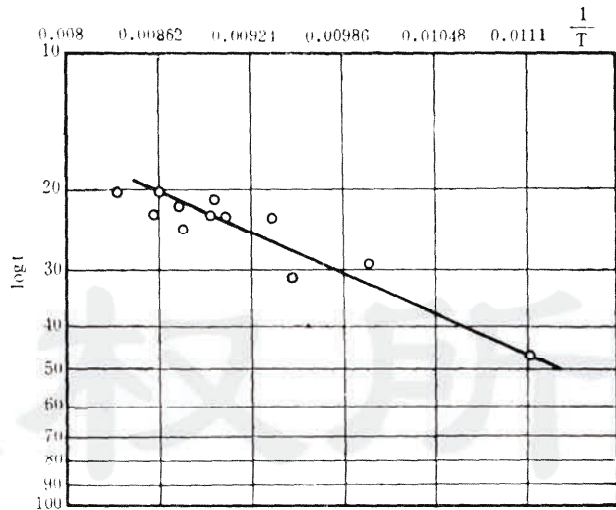


图2 珠江口盆地 Ro=0.5 logt与1/T关系图
Fig. 2 logt vs. 1/T at Ro=0.5 in PRM basin

①张鹏远等，中国东部第三系沉积盆地盖层平均地温梯度预测方法与古地温恢复推算，海上油气，(内刊)，1985，第2期。

三、珠江口盆地××凹陷各生油层系的成油期

用上述方法对珠江口盆地油气最为富集的××凹陷上古新统（地震反射层 T_0-T_{01} ）、始新统（ T_8-T_9 ）、下渐新统（ T_7-T_8 ）、上渐新统（ T_6-T_7 ）和下中新统（ T_4-T_5 ）5套生油层系各时期的生油门限深度作了计算（表2），同时对各生油层系的成油期开始时间作了分析（图3）。由图可见，上古新统生油岩于早渐新世进入生油门限；始新统生油岩于晚渐新世进入生油门限；下渐新统生油岩于早中新世晚期进入生油门限；上渐新统生油岩于中新世末进入生油门限；下中新统生油岩于晚中新世末进入生油门限。各生油层进入各自生油门限以后干酪根开始降解生油，与此相配置的圈闭才是有效的聚油圈闭，是有利的勘探目标。当然，有利目标的选择还需要考虑众多的石油地质条件，这里所强调的只是时间上的配置关系。

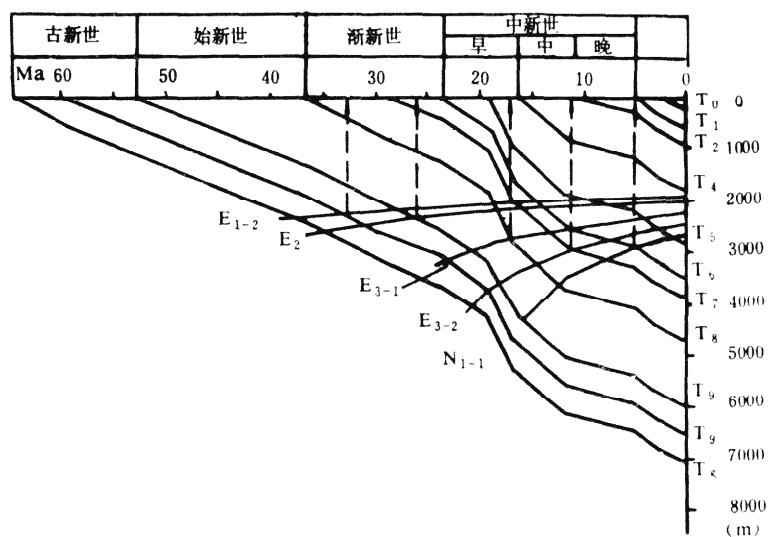


图3 珠江口盆地××凹陷生油层成油期分析图

Fig. 3 The Diagram Showing the time of oil generation of differing source rock formations of ××sag in PRM basin

四、结 论

在实际资料的基础上，拟合的油气成熟的时温关系式符合化学动力学法则。因此，以此方法为根据进行各生油层系各地史时期成油门限深度计算及成油期分析，其方法较为合理。用该方法计算的珠江口盆地××凹陷现今门限深度与综合的门限深度^[3]极为接近（表2），表明该方法是可行的，分析结果是可信的。

（本文收到日期1988年3月10日）

参 考 文 献

- [1] Douglas W. Waples, Time and Temperature in Petroleum Formation, Application of Lopatin's Method to Petroleum Exploration, AAPG Bull. 1980, V. 64, No. 6, P. 916~926
- [2] Connan, J., Time-Temperature Relation in oil Genesis, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 1974, V. 58, 2516~2521
- [3] 黄正吉, 珠江口盆地第三系生油岩地球化学特征, 海上油气, 1988, 第二卷, 第三期

**METHODOLOGY FOR THE STUDY OF THE TIME OF OIL
GENERATING—WITH PEARL RIVER MOUTH BASIN AS
AN EXAMPLE**

Huang Zhengji

(Offshore Oil Exploration and Development Research Center, CNOOC)

Abstract

The time-temperature compensation relationship as proposed in the previous paper^[1] is further proved by a time-temperature plot at the period of oil and gas maturation which is established with the time (t) and temperature (T) data at a measured reflectance $R_o=0.5$ from drilling cuttings in Pearl River Mouth basin. An empirical formula, $\lg t = (144.16547/T) + 0.0721409$ is suggested. With this formula, the temperature T required for maturation of oil and gas generation for various source rock formations during a certain geological time t can be estimated, and then the threshold depth H corresponding to this time t is estimated. Thus by connecting every H points corresponding to different t a curve is obtained representing oil-generating threshold depth of a certain source rock formation during the geological history. It cuts the subsidence curve of the bottom source rock formation and the point of intersection will represent oil-generation threshold of the source formation (i.e. the beginning of oil generation). Using this method, oil-generation threshold depth of every geological period have been estimated for five suit of source rock formations in a depression of Pearl River Mouth basin. This depth is very close to those results derived from many other data. Moreover, a threshold time analysis for oil generation in various geological period of source rocks shows a relatively satisfactory result.