

# 根据地震资料采用时间 —温度指数计算生油量

——TTI法在二连地区额合宝力格凹陷应用的尝试

张守本 赖红军

(石油部物探局第四指挥部)

近年来,蒂索(B·Tissot)、彼特罗夫(A·A·Лемров)等学者研究表明,酞酐根转化成石油是一降解过程,即有机质转化成油气是有机质的热降解过程。该过程基本符合化学动力学的一级反应。其基本公式为<sup>1)</sup>

$$\ln \frac{C_0}{C} = A \cdot e^{-(E/RT)} \cdot t$$

式中  $\ln \frac{C_0}{C}$  表示酞酐根降解至某一时间,原始酞酐根与残余酞酐根浓度的比例关系。它反映酞酐根的演化程度与反应时间呈线性关系,与温度呈指数关系,称为时间—温度指数。即所谓TTI(Time—Temperature Index)。又由于烃类物质在某个地质时期的热成熟度应是其以前各期热变效应的总和,故

$$TTI = \sum_{i=1}^n A \cdot e^{-(E/RT_i)} \cdot \Delta t_i$$

利用TTI法估算生油量,就是为计算生油量的公式提供生油岩面积和厚度这两个参数。因此,必须首先求得TTI值,再根据TTI值计算生油岩的面积和厚度,最后将面积和厚度代入生油量计算公式,求得生油量。

## 一、时间—温度指数—TTI值的计算

$$TTI = \sum_{i=1}^n A \cdot e^{-(E/RT_i)} \cdot \Delta t_i$$

A——生油过程中成油物质分子的碰撞率

E——不同类型酞酐根热降解成烃时所需要的能量

$T_i$ ——第i层的地温

$\Delta t_i$ ——第i层的绝对年龄

R——气体常数

1) 邱中建等 国外对含油气盆地早期油气资源评价的某些特点 石油地球物理勘探技术报告集

由生油机理可知, 不同生油凹陷之不同生油层, 开始大量生油的反应活化能  $E$  和  $A$  值不同。当由其它途径获得地温和绝对年龄资料时, 关键是确定  $A$ 、 $E$  的值。通常采用的有洛帕金法<sup>1)</sup>, 蒂索量板法及  $A$ 、 $E$  值拟合法。后者是国外常用的一种方法。美国莫贝尔 (Mobil) 公司拟合的结果为:

$$A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) = 4.078 \times 10^{10} \cdot \exp\left(-\frac{10074}{0.556T_i + 255.2}\right)$$

在额合宝力格凹陷, 各项参数如下:

1. 地温梯度为  $3.5^{\circ}\text{C}/100\text{米}$
2. 年平均温度为  $13^{\circ}\text{C}$
3. 生油门槛上限深度1300米, 绝对年龄114百万年, 下限深度2600米, 绝对年龄126百万年
4. 镜煤反射率  $R_o$  值在  $0.45-0.70\%$

采用拟合法, 确定了该凹陷的  $E$ 、 $A$  值。其公式为

$$TTI = \sum_{i=1}^n 4 \times 10^{14} \exp\left(-\frac{11488}{0.556T_i + 255.2}\right) \Delta t_i$$

二连地区额合宝力格凹陷共选用了14条测线, 151个点, 逐条测线逐个点计算  $TTI$  值并勾绘  $I$  值平面图

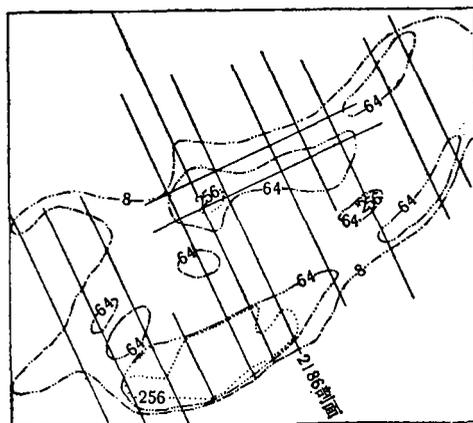


图 1 额合宝力格凹陷时间-温度指数等值图

## 二、在时间-温度指数 (TTI) 等值图上确定生油岩面积

据国外资料介绍及我国南海盆地实践的结果, 以  $I=2^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$  确定几个范围, 认为  $2^{\circ}-2^{\circ}$  为主要生油区,  $I < 2^{\circ}$  为不利生油区,  $I > 2^{\circ}$  为主要生气区。因而图1只表示了  $I=2^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$  (也就是  $I=8, 64, 256$ ) 三条等值线。经计算, 在图1上  $I=2^{\circ}-2^{\circ}$  的范围为2125平方公里。这个范围即为额合宝力格凹陷生油岩面积。

1) 关增鑫译 石油形成的时间因素和温度因素, 吉林油田研究院

### 三、利用时间-温度指数 (TTI) 等值图计算生油岩有效厚度

确定生油岩有效厚度的步骤是：首先利用图1求得生油岩厚度，然后利用钻井资料求得校正值。经过校正后的厚度才是生油岩的有效厚度。

#### 1. 生油岩厚度的求得

将图1上的I值投影在已选定的每条测线上(见图2)，然后确定在各条测线上I=8—256之间的厚度。方法是在测线上选择几个点，依次向下求出各点的深度(I=8

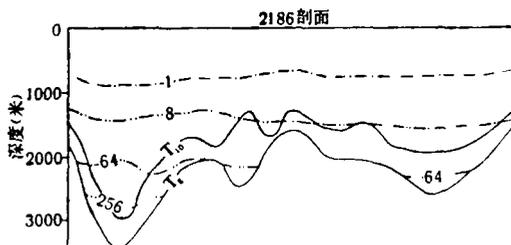


图2 额合宝力格凹陷2186测线时间-温度指数等值剖面图

和I=256)，用各点深度相减。而7条测线所求厚度的平均值502米，则是生油岩的厚度。由于该厚度包括了不生油的其它岩层，实质上是地层厚度，因此要进行校正。

#### 2. 生油岩厚度校正值的确定

将上部含油组合内的暗色泥岩厚度与地层厚度的比值，作为校正值。对额合宝力格凹陷的11口探井资料进行了统计，求得校正值为0.69。

#### 3. 生油岩有效厚度的确定

将以上所求之厚度502米乘上校正值0.69，得346.38米，为该凹陷的生油岩有效厚度。

### 四、生油量的计算

通过上述TTI法所确定的生油岩面积和有效厚度两项参数，可进行生油量计算。本文采用总烃法，公式为：

$$Q = t \cdot s \cdot h \cdot r$$

式中： Q——原始生油量(亿吨)  
 t——生油岩总烃含量(%)  
 s——TTI法确定之生油岩面积(平方公里)  
 h——TTI法确定之生油岩有效厚度(米)  
 r——生油岩比重(实测2.2克/立方厘米)

由公式计算得  $t = 0.0343\%$ ， $S = 2125$  (平方公里)  $h = 346.38$  米， $r = 2.28$  /立方厘米  $Q = 5.58$  亿吨。

通过对比，用TTI法计算生油量比传统方法可靠得多，方法简便，可根据不同勘探阶段所得的资料进行生油量计算，随着勘探程度的增加，所计算的生油量可信度也增加。

(收稿日期 1982年6月11日)