

孢粉化石的信息函数与古环境分析

任来义^{1,2}, 符俊辉¹, 林桂芳², 张东霞²

(1. 西北大学地质学系, 陕西西安 710069; 2. 中原油田分公司勘探开发科学研究院, 河南濮阳 457001)

摘要:介绍了利用化石孢粉信息函数进行古环境分析的基本原理及其计算方法。研究表明:影响孢粉化石丰富程度的因素主要有古气候、古地貌、沉积环境等;通过对孢粉化石丰度、分异度的研究,即可恢复古环境。

关键词:含油气盆地;孢粉化石;信息函数(复合分异度);古环境分析;吐哈盆地

中图分类号:P52 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2001)06-0506-03

在油田钻井中,由于采样的限制往往取不到大化石(如植物化石等),对古环境分析带来了一定的困难,但常常可分析出系统的微古生物,尤其是丰富的孢粉化石。这在分析古气候方面有着独特的优势,不仅丰富了对古环境的判别内容,而且提高了地层划分对比的准确性。

1 理论基础及计算方法

在现代自然界中,植被类型极其复杂,不同植物群落属种数量的多寡,优势种的明显程度相差极悬殊。在热带大部分原始雨林中,植物群落由数量极多的种所构成,但这些种类中没有一个是显著的优势种。这是由于,热带温暖的气候和一年中充沛而分配均匀的雨量等自然条件,适宜于各类植物的生长。在热带河谷、沼泽及其他经常有较高水位的地区,存在单一优势种的植物群落。这是由于在特殊的生态条件下,某种或某些种易于发展,另外一些种则被抑制造成的。在温带则相反,森林中优势种十分明显,但种的数量则较少,不少阔叶落叶林的上层乔木只有一个种构成,如一些山毛榉林。亚热带森林在种的数量及优势度上,一般处于热带和温带之间。

因此,热带森林中属种数量多,优势度低,复合分异度的值较高,温带森林或其他类型植被中属种数量少,优势度高,复合分异度值相应较低。在生态条件比较极端的情况下(如干旱、土壤盐碱化等),会使适于该条件下生长的某种或数种植物大量发育,

其优势度高,而植物类型少,复合分异度随之降低。因此,植物的分异度与生态条件之间的这种规律性联系,一定会反映在孢粉组合当中。

分异度是反映一个植物群内部属种多样化的程度。孢粉组合分异度可以反映古环境,即古温度、古湿度或古植被类型等。简单分异度(G)只计算化石群中属或种(或其他分类单元)的数目,简单分异度变化曲线即是古温度变化曲线。复合分异度($H(G)$)不仅统计化石群落内属种的数目,而且考虑各种个体的数量。优势度(d_m)是指植物群落内部占主要地位植物种所占的百分数,如孢粉组合中含量最高的孢粉属种所占总量的百分数。

复合分异度常用信息函数作为其评价指标^[1,2]。信息函数的公式是

$$H(G) = - \sum_{i=1}^G P_i \ln P_i,$$

式中: $H(G)$ 为种(或属)的信息函数(即复合分异度); G 为简单分异度,即种或属的个数; P_i 为第 i 种的个体数(n_i)在全样品统计总个数(N)中所占的比例, $P_i = \frac{n_i}{N}$; $\ln P_i$ 为 P_i 的自然对数。

决定孢粉组合分异度的因素有,产生该组合的植物群的分异度、各类植物的孢粉产量、搬运方式、散播范围和保存情况等。影响孢粉组合分异度的因素有古气候(温度、湿度)、古地貌(地形起伏、距岸远近等)、沉积环境(水动力、底质)。在对孢粉组合分异度进行环境(气候)解释时,必须结合具体的地层特

收稿日期:2000-12-02

作者简介:任来义(1963-),男,陕西富平人,西北大学硕士生,从事沉积储层评价及隐蔽油气藏研究。

点作综合分析,找出上述诸因素中的决定性因素。

2 应用实例

吐哈盆地是我国西北地区一个重要含油气和含煤盆地,已进行了大规模的勘探开发。其含油气层位为中生代三迭纪和侏罗纪地层,自下而上岩石地层为:三迭系下统韭菜园组(T_{1j})、烧房沟组(T_{1sh}),中上统克拉玛依组(T_{2-3k})、黄山街组(T_{3sh})、郝家沟组(T_{3h});侏罗系下统八道湾组(J_{1b})、三工河组(J_{1s}),中统西山窑组(J_{2x})、三间房组(J_{2s})、七克台组(J_{2q})、上统齐古组(J_{3q})和喀拉扎组(J_{3k})^[3,4]。

在对吐哈盆地进行古生物地层研究中,为从多方面对古气候进行分析论证,充分利用化石孢粉所提供的信息,对全盆地 20 口井约 150 个孢粉样品进行了复合分异度(信息函数)的计算,同时统计了各个样品的优势度和简单分异度(见表 1)。

表 1 吐哈盆地孢粉分异度统计表

Tab. 1 Statistical table of sporo-pollen differentiation degree in Turpan-Hami basin

层位	复合分异度 $H(G)$	简单分异度 G	优势度 $d_m/\%$
T_{1j}	2.83	$\frac{28}{30\sim39}$	14.4
T_{2-3k}	2.80	$\frac{27}{21\sim43}$	22.8
J_{1b}	2.31	$\frac{21}{14\sim34}$	39.0
J_{1s}	2.18	$\frac{19}{18\sim20}$	34.7
J_{2x}	2.37	$\frac{18}{9\sim27}$	37.2
J_{2s}	2.20	$\frac{19}{9\sim27}$	34.7
J_{2q}	1.91	$\frac{17}{5\sim38}$	41.8
J_{3q}	1.98	$\frac{17}{12\sim24}$	38.2

注:简单分异度栏中,分子为平均数,分母为最小值和最大值;其他栏目中数据均为平均值。

从表 1 可看出,吐哈盆地复合分异度值大致可分为 3 个档次:①三迭系复合分异度最高值在 2.8 以上,简单分异度也最高,相对应的优势度较低,说明气候为温热潮湿,适宜大多数植物生长;②八道湾组、三工河组、西山窑组、三间房组复合分异度值居中,一般在 2.1~2.4 之间,其简单分异度和优势度也居中,反映了温暖潮湿的气候,适于各类植物生长,但相对三迭系时期要稍差些;③七克台组和齐古组复合分异度值在 2.0 以下,其优势度相对较高,反映了炎热干旱的气候只使某些类型植物大量发育(如克拉梭粉属),而另外一些类型被抑制。

图 1 和图 2 分别是台参 1 井及哈 2 和三堡 1 井孢粉分异度和优势度变化曲线,代表了吐哈盆地各层位的总体特征。上述气候变化的总特征,与植物化石和孢粉化石及沉积岩石分析的结论^[5,6]是一致的。

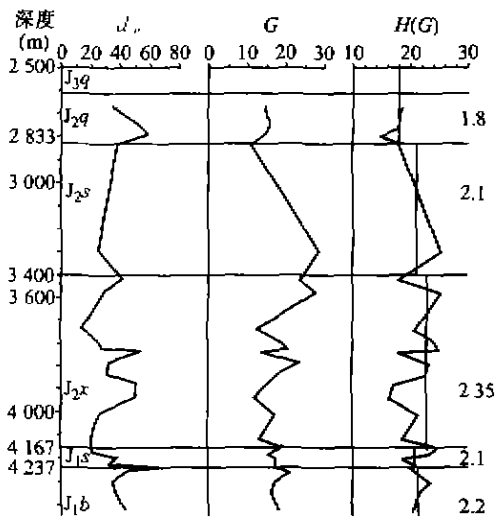


图 1 台参 1 井孢粉分异度和优势度变化曲线

Fig. 1 Sporo-pollen differentiation degree and superior degree change in well Taican 1

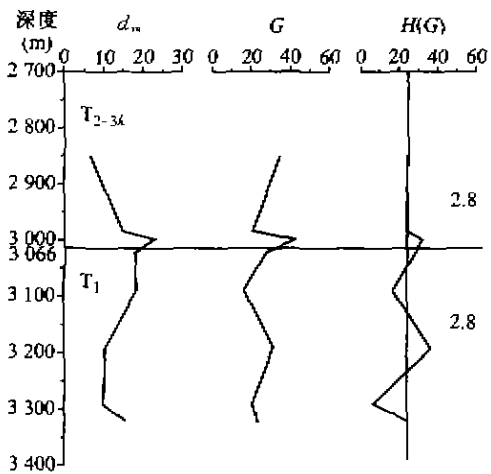


图 2 哈 2 井、三堡 1 井孢粉分异度和优势度变化曲线

Fig. 2 Sporo-pollen differentiation degree and superior degree change in well Ha 2 and Sanbo 1

另外,红湖 1 井 2 939.85 m 和 2 941.85 m 两个样品的复合分异度分别为 1.03 和 0.05,简单分异度为 18 和 2,而优势度分别高达 80.6 和 99.1,其优势分子为三角孢。这反映了温暖而极其潮湿的气候条件(局部),或是由于沉积原因使三角孢属得到筛析而集中^[1,5]。因此,在利用信息函数解释古气候时必须多方面考虑,找出影响其结果的主要因素。

3 意义

这一方法具有重要的理论意义和实际应用价值,不仅为古气候、古地理恢复找到了一个半定量化的途径,也为提高地层划分对比的可靠性提供了一种方法。例如:由于古气候研究的滞后,过去在吐哈盆地地层划分对比时常常出现一些不必要的错误,有时将煤层划归三间房组,甚至将煤层归入齐古组。通过古气候的研究得出,八道湾组和西山窑组沉积

期是两个重要的聚煤期。这就为侏罗系划分对比提供了两个较为可靠的等时面,一般凡是大套煤层分别归入八道湾组和西山窑组不会出现错误。郝家沟组和七克台组有泥炭或煤线(薄煤层)沉积^[7],这也是两个较好的等时面。另外,七克台组沉积期气候变热的结果产生了 *Classopollis*(克拉梭粉)的高含量带^[5,6]和石膏层等,都可作为可靠的地层对比等时面。图 1、2 中孢粉分异度和优势度曲线变化的拐点与地层分界点对应良好,正是利用孢粉化石分异度变化进行地层划分对比的基础。

参考文献:

- [1] 王开发,王宪曾.孢粉学概论[M].北京:北京大学出版社,1983.
- [2] 孙湘君,何月明.江西古新世孢子花粉研究[M].北京:科学出版社,1980.
- [3] 新疆维吾尔自治区区域地层编写组.西北地区区域地层表.新疆维吾尔自治区分册[M].北京:北京地质出版社,1981.
- [4] 中国地质科学院地质研究所.中生代地层古生物[M].北京:地质出版社,1980.
- [5] 金小凤.吐哈盆地侏罗系孢粉研究[J].石油勘探与开发,1993,20(3):35-41.
- [6] 张望平.新疆准噶尔盆地侏罗纪孢粉组合[M].北京:中国环境科学出版社,1980.
- [7] 周志毅,陈丕基.塔里木生物地层和地质演化[M].北京:科学出版社,1990.

(编辑 张银玲)

The application of spore-pollen fossil information function for palaeoenvironment analysis

REN Lai-yi^{1,2}, FU Jun-hui¹, LIN Gui-fang², ZHANG Dong-xia²

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. Exploration and Development Scientific Research Institute, ZPEB, Puyang 457001, China)

Abstract: The abundant spore-pollen fossils are commonly found in the cutting and cores in oil and gas exploration. The spore-pollen fossils are used to stratigraphic classification and correlation, and palaeoclimate analysis. The basic principle and calculating method of the paleoclimate analysis are introduced through the spore-pollen fossil information function.

Key words: petroliferous basins; spore-pollen fossils; information function (compound differentiation degree); palaeo-environment analysis; Turpan-Hami basin