

油气地表化探指标的统计分类和优选

李汉林 赵永军 查明

(石油大学勘探系, 山东东营)



油气地表化探指标间既具有相对的独立性,又存在着一定的成因联系,并且各指标对预测地下含油气性的作用也不相同。针对上述问题,本文提出了对化探指标进行统计分类、优选和组合信息叠加的处理方法。利用该方法对中国东部某地区化探指标优选后,信息叠加效果良好。

关键词 统计分类 优选 成因联系 因子分析 信息叠加

油气地表化探一般都要观测、分析甲烷、乙烷、丙烷、紫外、荧光、总烃、重烃等 20 余项化探指标,再结合地震、地质等资料确定近地表地球化学场的异常,以此指示地下的含油气性。从目前国内研究现状来看,大多是单独分离各化探指标的异常,绘制各异常等值线图,在综合分析各指标异常的基础上,提取指示地下含油气性的有用信息。对上述作法,有两个值得研究的问题:一是这些指标既具有相对的独立性,又存在着一定的成因联系。二是因为指标间的相关性,会使某些指标指示油气的作用相近。为此,应对作用相近的化探指标进行优选。同时又应对具有一定成因联系的指标进行组合,形成新的综合性指标。对众多化探指标的优选和组合,会更有利于对异常的圈定。

1 化探指标的统计分类和优选

对化探指标进行聚类分析和对应分析^[1],得到化探指标聚类谱系图 and 对应分析图(图 1, 图 2)。

聚类谱系图和对应分析图均直观地反映了各指标间的联系和差异。利用上述两张图,再根据观测点的地质资料,就可对化探指标的共生组合进行成因解释。也就是说,利用两种统计分析结果,可对化探指标进行分类和优选。

1.1 化探指标的分类

在聚类谱系图上,取相关系数等于 0.3, 参照对应分析图解上化探指标的分布,可把 20 余项化探指标分为 6 类,主要是以下 4 类:

(1)酸解烃类:这一类又可分为两个亚类。一类由甲烷和总烃两个指标组成。另一类是酸解烃中除甲烷和总烃外的重烃系列。(2)热释碳酸盐(ΔC):该类仅有一个指标。它与酸解烃类的成因机理不同,与其它指标具有相对的独立性。在所有的研究区内, ΔC 与已知油田间存在着良好的总体相关性^[2]。因此, ΔC 可用作指示油气的指标。(3)荧光和紫外:这一类包括荧光

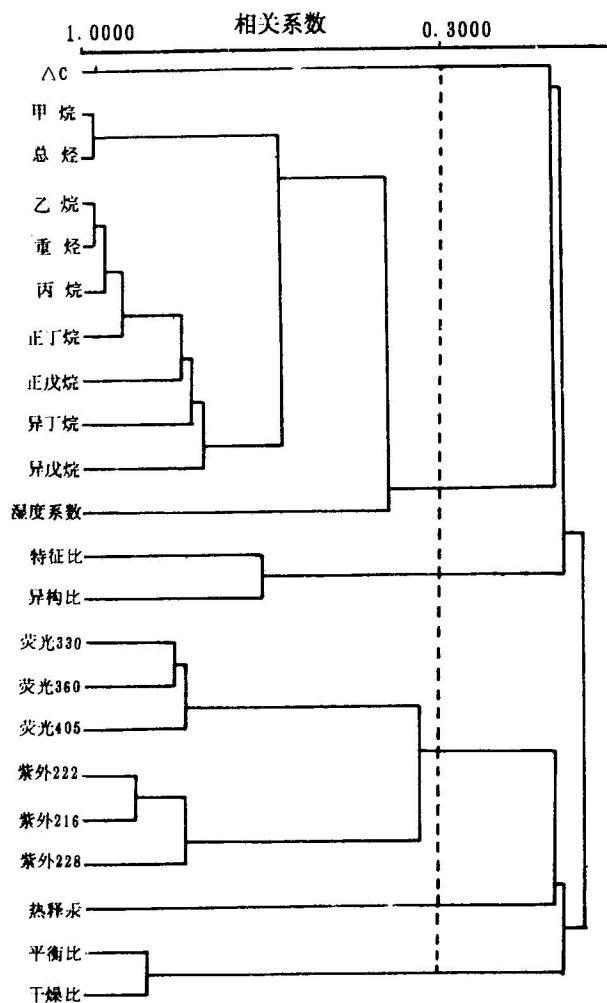


图1 中国东部某地区油气化探指标聚类谱系图

Fig. 1 The cluster hierarchical diagram for indexes of geochemical exploration in an area, East China

总烃、重烃、荧光 330nm、荧光 360nm、荧光 405nm、紫外 216nm、紫外 222nm、紫外 228nm、热释碳酸盐(ΔC)和热释汞分别为 $X_i (i=1, 2, \dots, 17)$ 。酸解烃、荧光和紫外两类指标因子分析结果见表 1。

由表 1 结果可以看出以下两点：

(1) 在酸解烃类中，剔除总烃，取一个特征值，仍可提取指标信息量的 86.6%。若再剔除重烃，则提取的信息量由 86.6% 下降到 77.1%，这说明重烃是指示油气的一个很好的综合性指标。另外，由信息量表达式中各指标的系数还可以看出，对于聚集指示油气信息来说，乙烷、丙烷的作用要比丁烷、戊烷重要的多。(2) 在荧光和紫外类内，剔除紫外 216nm 后，取一个特征值，提取的信息量没有明显减少，但是剔除荧光 360nm 和紫外 216nm 后，仍取一个特征值，提

和紫外两个亚类。它们都是检测油气中芳烃混合物的直接指标。该类的特点是亚类内指标相关密切，亚类之间相关性差，说明两个亚类既具独立性，又存在成因联系。(4) 热释汞：热释汞自为一类，它的成因较多，可作为指示煤系地层和断层的指标。

1.2 化探指标的优选

化探指标的优选是指剔除各类指标中那些对指示油气作用相近或作用不大的指标。这里利用聚类分析和各类因子分析的结果对各类指标进行优选。

1.2.1 按聚类分析结果对指标优选

在酸解烃类中，甲烷和总烃以极高 (>0.99) 的相关系数聚为一类。其原因在于甲烷占了总烃的绝大部分。实质上，这两个指标指示油气的作用基本上是等价的。考虑到重烃这一指标的作用，故剔除总烃。在荧光和紫外类中，亚类内指标相关较密切，而亚类之间的相关性较差。在紫外亚类中，紫外 222nm 和紫外 216nm 以较高 (>0.8) 的相关系数聚为一类，可任选其一作为指示地下含油气性的化探指标。对于荧光亚类也是一样。

1.2.2 按因子分析结果对指标优选

在尽量少损失指示油气信息的前提下，应剔除那些对指示油气作用不大的指标。为书写方便，在此令甲烷、乙烷、丙烷、异丁烷、正丁烷、异戊烷、正戊烷，

取指标的信息量却由 78%下降到 70%。这表明荧光 360nm 对聚集指示油气的信息具有比较重要的作用。

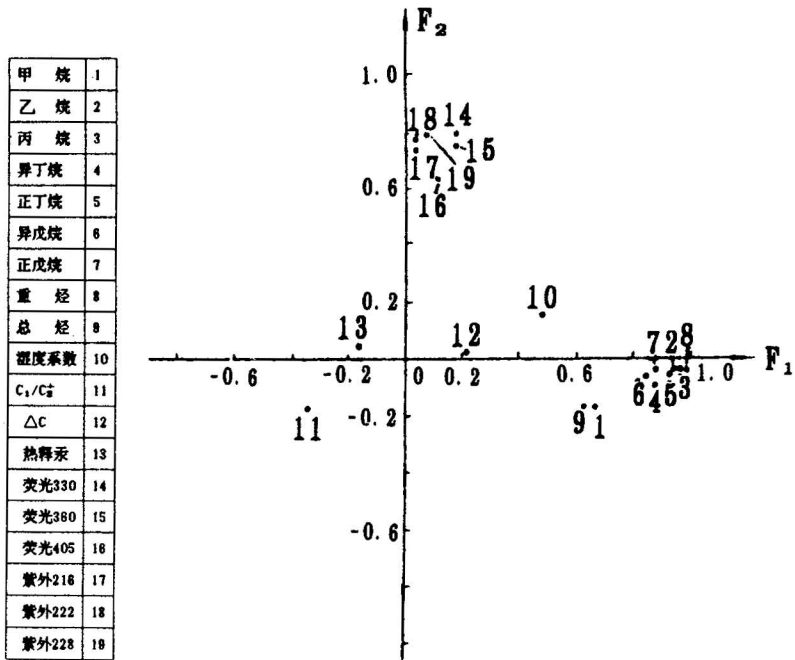


图 2 中国东部某地区油气化探指标对应分析图

Fig. 2 The correspondence analysis diagram for indexes of geochemical exploration in an area, East China

表 1 各化探指标对指示油气的作用

Table 1 The effect of various indexes of geochemical exploration on indicating oil/gas occurrence

特征值个数	指标信息量(%)	信息量(综合指标)表达式	类	备注
1	86.6	$F = -0.0552X_1 + 0.1268X_2 + 0.0717X_3 + 0.0234X_4 + 0.0359X_5 + 0.0184X_6 + 0.0194X_7 - 0.0179X_8 + 0.1532X_9$	酸解烃	酸解烃全部指标
1	86.6	$F = 0.0982X_1 + 0.1692X_2 + 0.0960X_3 + 0.0321X_4 + 0.0480X_5 + 0.0245X_6 + 0.0259X_7 + 0.2045X_9$	酸解烃	不含酸解烃类中的总烃
1	77.1	$F = -0.0553X_1 + 0.1916X_2 + 0.1077X_3 + 0.0345X_4 + 0.0539X_5 + 0.0272X_6 + 0.0291X_7$	酸解烃	不含酸解烃类中的总烃、重烃
1	78.0	$F = 0.1162X_{10} + 0.2172X_{11} + 0.1314X_{12} - 0.1096X_{13} - 0.0997X_{14} - 0.0679X_{15}$	荧光紫外	荧光紫外类内全部指标
1	77.6	$F = 0.1055X_{10} + 0.2143X_{11} + 0.1288X_{12} - 0.1663X_{14} - 0.1235X_{15}$	荧光紫外	不含类内紫外 216nm
1	70.0	$F = 0.1686X_{10} + 0.1842X_{12} - 0.1183X_{13} - 0.0728X_{15}$	荧光紫外	不含类内荧光 360nm 紫外 216nm

综上所述,可以剔除总烃和紫外 216nm 两个化探指标。另外,利用聚类分析和因子分析结果对指标进行优选,还可对优选结果起到相互验证的作用。

2 综合信息

2.1 组合指标

利用因子分析方法,按类对化探指标进行优选^[3],分别得到酸解烃类,荧光和紫外优选后的组合指标表达式如下:

$$\begin{aligned} U_i &= -0.0982X_{1i} + 0.1692X_{2i} + 0.0960X_{3i} + 0.0321X_{4i} \\ &\quad + 0.0480X_{5i} + 0.0254X_{6i} + 0.0259X_{7i} + 0.2045X_{9i} \\ V_i &= 0.1055X_{10i} + 0.2143X_{11i} + 0.1286X_{12i} - 0.1663X_{14i} - 0.1235X_{15i} \end{aligned}$$

对于热释碳酸盐(ΔC)和热释汞自然有:

$$Y_i = X_{16i} \text{ 和 } Z_i = X_{17i}$$

以上各式中的 X_{ji} 为第 J 个指标在第 i 个观测点上的观测值。上述各组合指标是从原始指标中优选的部分指标的线性组合,可理解为指示地下含油气性的组合信息。

2.2 综合信息

分类得到的组合指标,相关性差,故可视它们预测地下油气的作用基本上是相互独立的。因此,可把组合指标所聚集的信息进行线性叠加,得到指示地下含油气性的综合信息,即:

$$G_i = U_i + V_i + Y_i + Z_i$$

3 化探指标的应用

对中国东部某地区检测的四类化探指标进行优选,结果剔除了总烃和紫外 216nm 两个指标。绘制的全部指标和剔除总烃、紫外 216nm 的两个指标的综合信息(G)趋势面等值线图 and 偏差等值线图如图 3,图 4,图 5,图 6 所示。由图可以看出,对化探指标优选前和优选后的同种等值线图基本没有差别。

综上所述:(1)在油气地表化探中,指标的选择至关重要。它不仅直接影响预测油气的效果,而且涉及资料处理的工作量。(2)在不同的地质条件下,检测的各地化指标差异很大,应结合工区的实际对化探指标进行优选和组合。(3)应把聚类分析和因子分析结果结合起来对指标优选和组合,以避免剔除预测油气作用较大的指标和指标组合的不合理性。

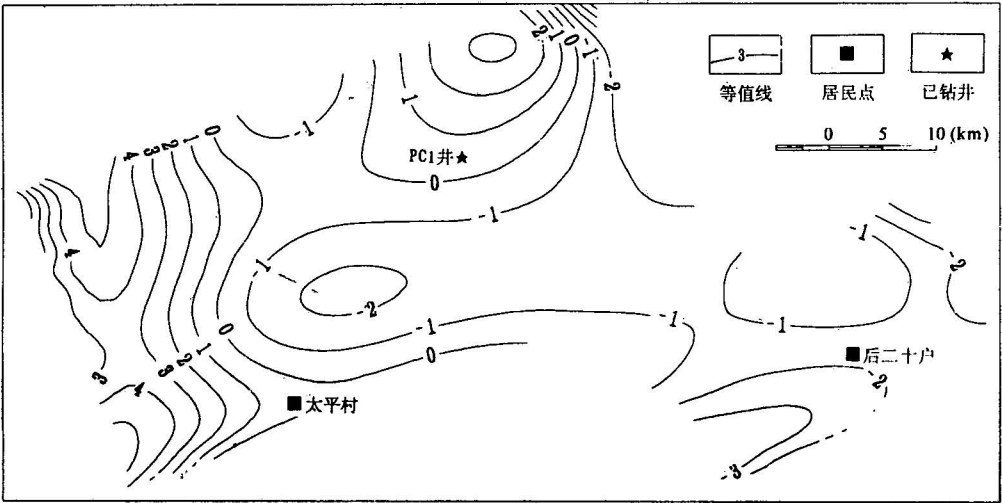


图 3 优选前综合信息(G)趋势面等值线图

Fig. 3 The trend-surface contour map of synthetic information (G) (before optimization)

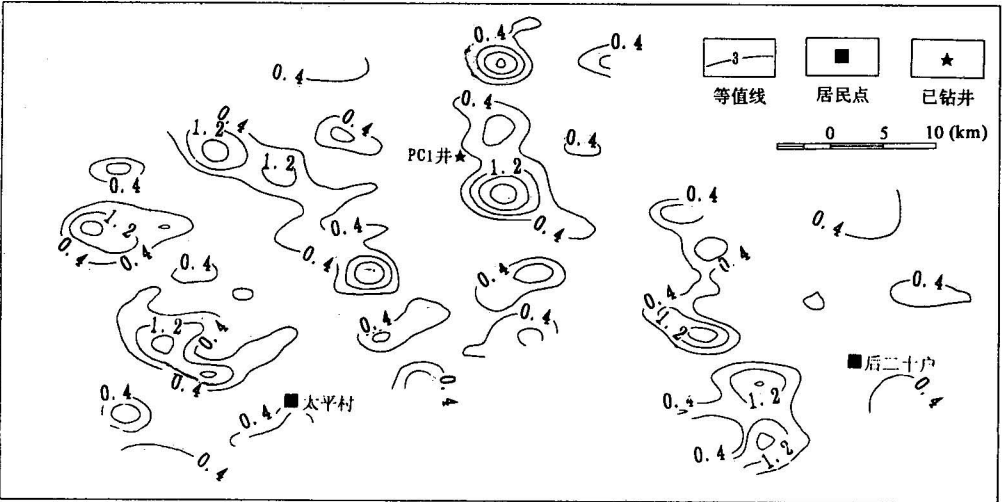


图 4 优选前综合信息(G)趋势面偏差等值线图

Fig. 4 The trend-surface deviation contour map of synthetic information (G) (before optimization)

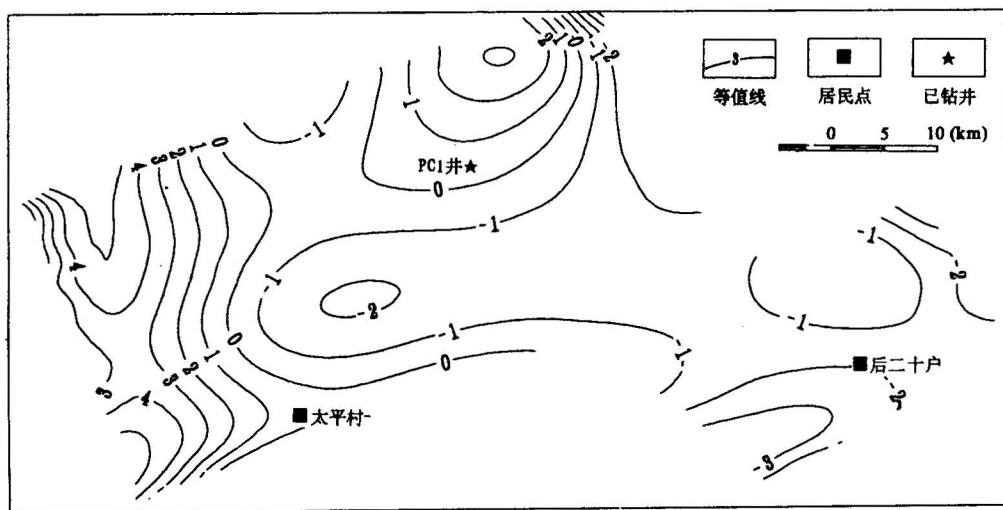


图 5 优选后综合信息(G)趋势面等值线图

Fig. 5 The trend-surface contour map of synthetic information(G) (after optimization)

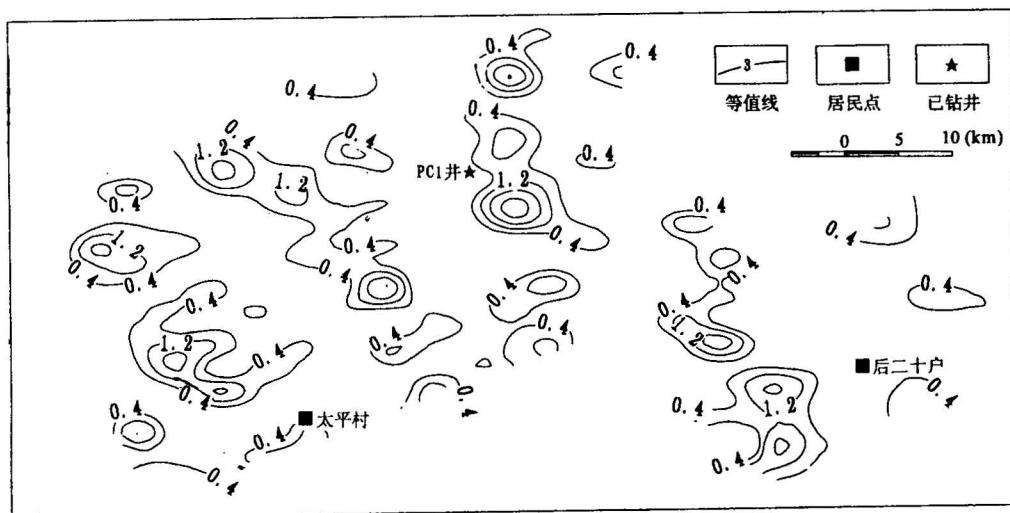


图 6 优选后综合信息(G)趋势面偏差等值线图

Fig. 6 The trend-surface deviation contour map of synthetic information(G) (after optimization)

参 考 文 献

- 1 王学仁编著. 地质数据的多变量统计分析. 北京: 科学出版社, 1982.
- 2 于志钧, 赵旭东编著. 石油数学地质. 北京: 石油工业出版社, 1986.
- 3 吴传壁, 周书欣译. 油气化探的理论与方法. 北京: 地质出版社, 1989.

STATISTICAL CLASSIFICATION AND OPTIMIZATION FOR INDEXES OF OIL AND GAS SURFACE GEOCHEMICAL EXPLORATION

Li Hanlin, Zhao Yongjun and Zha Ming

(*Department of Exploration, University of petroleum, Dongying, shandong*)

Abstract

The indices of oil/gas geochemical exploration are relatively independent of each other but at the same time they show certain genetic relation. These indices have different functions for predicting subsurface oil/gas potential. This paper proposed a method with which the indexes can be statistically classified and optimized, and synthesized information can be superimposed. By using the method in optimizing geochemical exploration indices in a certain area of eastern China, information superimposition will yield good results.

Key words: statistical classification, optimization, genetic relations, factors analysis, information superimposition

作者简介

李汉林, 1947年生, 1974年毕业于华东石油学院勘探系。1988年获石油大学石油地质专业硕士学位。现任石油大学(华东)石油地质教研室副教授。主要从事石油数学地质、计算机程序设计、计算机图形学的教学和科研工作。通讯地址: 山东省东营市石油大学勘探系, 邮政编码: 257062。