

三角洲和浊积扇砂体的粒度 参数散点图及其判别函数

朱筱敏 信荃麟

(华东石油学院)

本文利用粒度参数散点图区分了三角洲和深水浊积扇砂体,指出粒度参数偏度和标准偏差是粒度参数散点图中区分砂体成因类型的有效参数。鉴于常用的B.K.Sahu判别公式对判断陆相断陷湖盆中的砂体成因有一定的局限性,作者利用粒度参数建立了判别砂体成因的判别函数,从而得出较满意的结果。

研究区惠民凹陷是渤海湾盆地济阳坳陷西部的一个次级凹陷,凹陷轴线NEE走向,面积约7000 km²。笔者在前人工作的基础上,选择下第三系沙河街组三段(据胜利油田临盘指挥部地质分层)为研究层位。通过综合研究地质、测井和地震信息,确定出研究区内沙三段存在有三角洲、深水浊积扇等多种类型砂体,并认为深水浊积扇是由三角洲前缘滑塌而成的¹⁾。我们对三角洲和深水浊积扇的468块样品进行了粒度分析,利用计算机处理各种参数并绘制了有关图件,获取了关于三角洲和深水浊积扇粒度特征的大量信息,本文详细讨论三角洲和深水浊积扇的粒度参数散点图及其判别函数。

一、粒度参数散点图特征

在不同的水动力条件作用下形成的沉积物,具有不同的粒度特征,利用这些特征可区分不同的沉积环境。粒度分布概率曲线、C-M图等粒度参数图已广泛地用于判别沉积环境,并取得了良好效果。目前,人们也将粒度结构参数,通过不同的组合制成粒度参数散点图,用于区分沉积环境,但主要限于区分海滩、河流、砂丘及冰川,且各种粒度参数散点图的沉积环境界限并不完全适用于不同地质背景下的相同沉积环境。据此,笔者研究了区内三角洲和深水浊积扇的粒度结构参数,作出了5张不同粒度结构参数组合的散点图,确定了不同沉积环境的判别界限。这些粒度参数散点图均不同程度地区分了三角洲和深水浊积扇砂体。偏度-中值(SK_1-M_z)参数散点图(图1)较明显地区分了三角洲和深水浊积扇砂体。深水浊积扇系由三角洲前缘滑塌而成,因此浊积扇和三角洲前缘砂的粒度中值相当,但它们的偏度却有明显差别,其中偏度起了主要的判别作用。偏度-尖度(SK_1-K_3)参数散点图(图2)也是有效的判别图件,起主导作用的仍是偏度。标准

本文1986年3月21日收到。

1) 信荃麟等,1985,三角洲-滑塌深水浊积扇沉积体系。全国第二届碎屑岩沉积相学术讨论会。

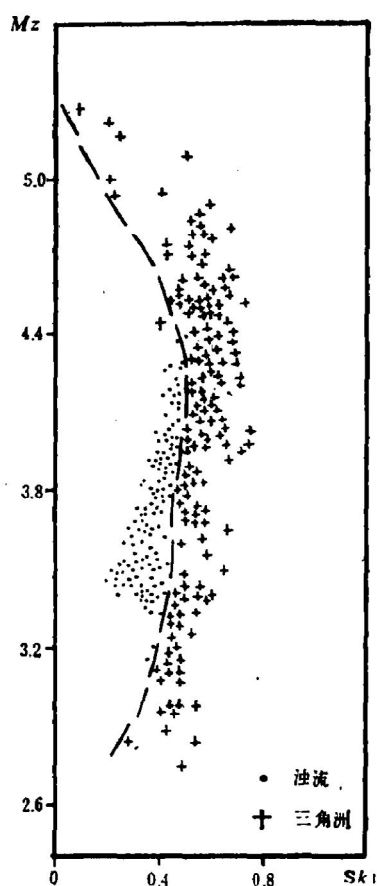


图1 偏度-中值参数散点图

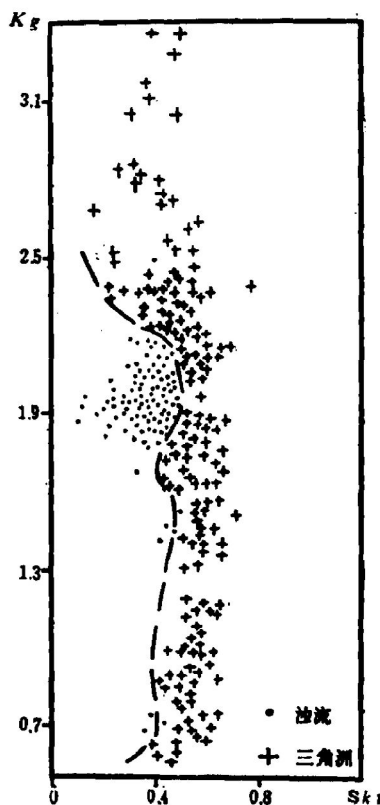


图2 偏度-尖度参数散点图

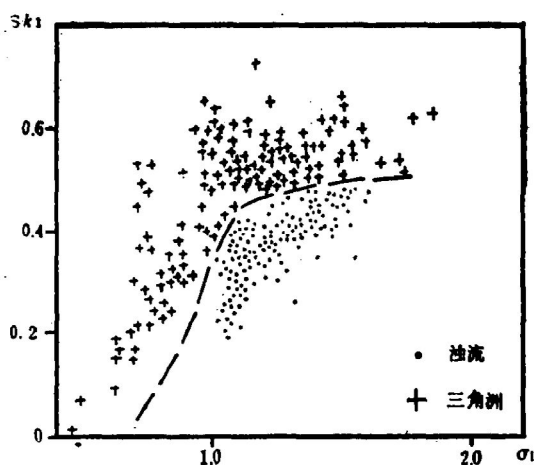


图3 标准偏差-偏度参数散点图

偏差-偏度 (σ_1-SK_1) 散点图 (图3) 可有效地区分三角洲与浊积扇砂体, 当偏度值小于 0.45 时, 标准偏差起判别作用; 当偏度大于 0.45 时, 偏度起判别作用, 而标准偏差失去了判别环境的意义。标准偏差-中值 (σ_1-M_z) 散点图 (图4) 能基本区分三角洲和浊流砂体, 在粒度中值小于 4.2Φ 时, 标准偏差发挥了判别作用, 但当粒度中值大于 4.2Φ 时就失去了判别效用。尖度-中值 (K_g-M_z) 参数散点图 (图5) 对环境的判别效用较差, 只有当尖度值小于 1.8 时, 可通过粒度中值的变化来区分环境; 当粒度中值大于 3.9Φ

时也可依据尖度的变化来区分沉积环境。

从上述 5 张粒度参数散点图中我们可以看出, 每个粒度参数在区分沉积环境方面发挥的作用不同, 因而每种粒度参数散点图判别沉积环境的效用不同。造成上述现象的原

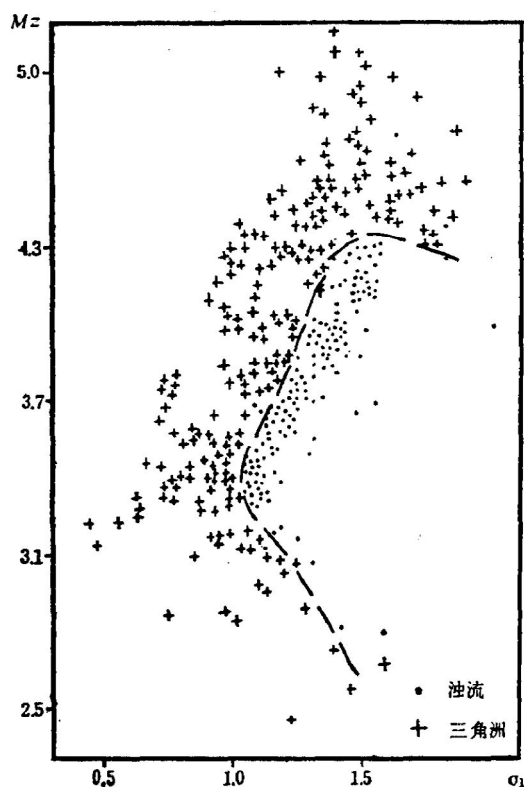


图4 标准偏差-中值参数散点图

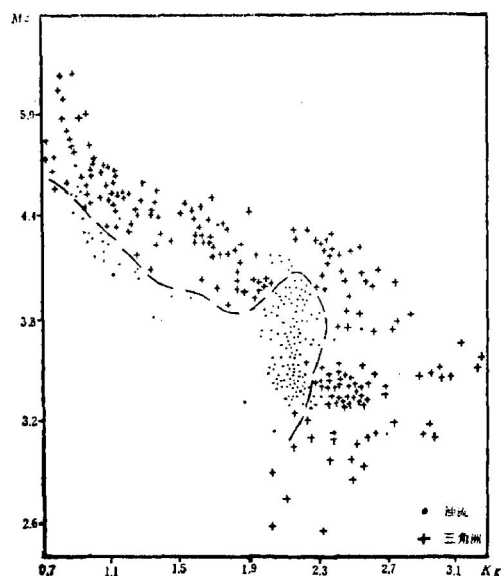


图5 尖度-中值参数散点图

因在于三角洲和深水浊积扇具有不同的水动力条件，同时也在于深水浊积扇系由三角洲前缘滑塌而成，它们具有一定的成生联系。三角洲前缘水动力较强，加之湖浪作用，淘

洗掉粘土级的沉积物，使三角洲砂的偏度值较高($SK_1=0.4-0.6$)，而由三角洲前缘滑塌而成的浊积砂体，在三角洲前缘沉积物滑塌过程中掺入部分粘土级组分，使浊积砂的频率曲线对称性有所加强，偏度值降低($SK_1=0.2-0.4$)，所以偏度在区分三角洲和浊积砂中起了主要判别作用。同样道理，由于三角洲沉积物分选好于浊流沉积物，反映沉积物分选程度的标准偏差也成了区分砂体成因类型的有效参数。尖度和中值判别环境效用较差的原因是三角洲砂和浊积砂特征具有一定的相似性，尽管浊积砂的粒度范围宽些，但滑塌过程中掺入浊积砂中的部分粘土并不明显影响粒度中值的变化；三角洲沉积亚环境类型多，频率曲线的尖锐程度各不相同，尖度值分布范围宽($K_s=0.5-3.2$)，从而降低了中值和尖度判别沉积环境的有效性能。

二、三角洲和浊积扇砂体的判别函数

B.K.Suhu (1964) 把判别分析用于碎屑沉积物的成因判别，建立了判别风成砂、海滩、浅海、河流、浊流环境间的四个判别式。这些判别式被后人所采用，但由于B.K.Suhu判别公式采用的是现代沉积环境的样品，而非经过成岩作用的古代沉积岩样品，加之世界各地的沉积背景和地质区域特征不同，从而使其判别公式判别沉积环境的正确性就因地而异。同济大学(1977)利用B.K.Suhu判别公式对长江三角洲28块样品进行判别，其判别的结果很少符合于实际。本文研究中先采用B.K.Suhu判别公式判别三角洲(267块样品)和浊流(201块样品)沉积，三角洲正判率28.4%，浊流正判率为零。

因此笔者选取三角洲样品199块, 浊流样品180块, 取4项粒度参数即粒度中值(M_z)、标准偏差(σ_1)、偏度(SK_1)、尖度(K_g)进行线性判别, 得出判别函数:

$$Y_{\text{浊流} \cdot \text{三角洲}} = 0.01 K_g - 0.0533 M_z - 0.0002 SK_1 \quad (1)$$

判别临界值为-0.2091, 浊流样品平均函数值为-0.1833, 三角洲样品平均函数值为-0.2299。表示判别显著性的 Mahalanobis 统计值较小 ($D_F^2=0.04$), F 统计量为 0.975, $F_{0.05}=2.39$, $F < F_{0.05}$ 。采用判别函数(1)对三角洲和浊流样品进行判别, 三角洲样品正判率为62.3%, 浊流样品正判率为63.3%。判别结果并不十分理想。为了提高判别函数的有效性, 笔者抽掉三角洲和浊流混合明显的样品, 取三角洲样品107块, 浊流样品152块进行判别, 得到判别函数:

$$Y_{\text{浊流} \cdot \text{三角洲}} = 2.112 K_g - 3.4585 M_z - 1.1807 \sigma_1 - 38.5726 SK_1 \quad (2)$$

判别临界值为-28.704, 三角洲样品平均函数值为-34.2156, 浊流样品平均函数值为-23.1892, 差异性较显著。Mahalanobis 统计值较高 ($D_F^2=11.03$), F 统计量为 17.11, $F_{0.05}=2.41$, $F > F_{0.05}$ 。利用判别函数式(2)判别三角洲和浊流砂, 三角洲样品正判率91.6%, 浊流样品正判率为98.7%。由此可见, 我们作出的判别函数公式可以得出较为满意的结果。另外, 从判别函数式(2)中可以看出, 偏度在判别函数式(2)中的意义最大, 这进一步说明了偏度为区分沉积环境有效参数的论点。

判别分析考虑了四个粒度参数(多维变量)间的关系, 比利用粒度参数散点图(二维变量)判别沉积环境更完全、更充分些。但由于本文研究范围、砂体类型和样品数量有限, 因而得出的判别函数对其它地区必然多少有一定的局限性。要建立适合我国东部陆相断陷湖盆砂体类型的判别函数, 提高判别沉积环境函数的普遍适用性和准确性, 还需进一步收集更多的资料, 修改、完善上述判别函数式。

本文还利用了 B.K.Suhu 环境判别图来区分三角洲和浊流沉积环境。判别图的纵坐标是沉积物粒度参数标准偏差平方和的平均值开方, 代号为 $\sqrt{\sigma_1^2}$, 横坐标为粒度参数

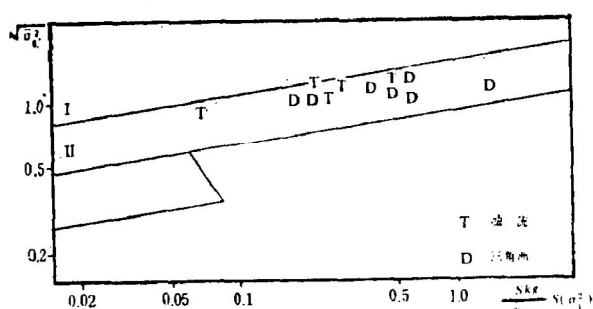


图6 $\sqrt{\sigma_1^2} \sim \frac{SK_g}{SM_z} \cdot S(\sigma_1^2)$ 环境判别图

尖度的方差根与平均粒径方差根的比率乘以标准偏差平方的方根差, 代号为

$\frac{SK_g}{SM_z} \cdot S(\sigma_1^2)$, 其中 S 为方根差的

代号。B.K.Suhu 将判别图划分成几个沉积区, I 区为浊流沉积, II 区为三角洲(河流)沉积。研究区三角洲样品的

$\sqrt{\sigma_1^2} \sim \frac{SK_g}{SM_z} \cdot S(\sigma_1^2)$ 点均落在

环境判别图中 II 区; 浊流沉积样品的

$\sqrt{\sigma_1^2} \sim \frac{SK_g}{SM_z} \cdot S(\sigma_1^2)$ 点落在环境

判别图 I、II 区分界线的 I 区边缘(图6), 这是由于三角洲前缘砂和深水浊积扇砂各具特征, 同时又有一定的成因联系, 从而使得浊流沉积物的 $\sqrt{\sigma_1^2} \sim \frac{SK_g}{SM_z} \cdot S(\sigma_1^2)$ 点落

在环境判别图中三角洲和浊流沉积的过渡区，使浊流沉积物保存了原来三角洲砂的部分粒度特征。

结 论

粒度参数散点图能较好地地区分砂体成因类型，判别沉积物的沉积环境。在粒度中值、偏度、标准偏差和尖度四个参数中，偏度和标准偏差是区分沉积环境的有效参数并起主导作用。

B. K. Suhu 环境判别公式对判别断陷湖盆的砂体成因类型有一定的局限性。本文作出的三角洲和滑塌深水浊积扇判别函数式对砂体成因类型的判别可得出较为满意的结果，其中偏度对判别函数式的意义较大。

粒度参数散点图和环境判别函数都能较好地地区分沉积环境，但在实际应用中还应综合沉积构造特征、电性特征和地震信息等资料，进行综合判别、正确分析。

本文工作中得到华东石油学院勘探系刘泽容、管守锐、郑清、张杰、白光勇等教师，胜利油田临盘地质所、胜利油田地质科学研究所、华东石油学院计算机室等个人和单位的大力帮助和支持，在此深表谢意。

DISCRIMINANT FUNCTION AND DISPERSAL MAP OF GRAIN SIZE PARAMETERS FOR DELTA AND TURBIDITE FAN SANDBODIES

Zhu Xiaomin Xin Quanlin
(The East China College of Petroleum)

Abstract

The sandbodies of delta and turbidite fan have been distinguished with the dispersal map of grain size parameters. It is indicated that the skewness and standard deviation are effective parameters in distinguishing the origin of the sandbodies. In view of the limitation of B. K. Suku's discriminant in distinguishing the origin of the sandbodies for fault-depressed lacustrine basins, the author have established a new discriminant function with grain size parameters, and gained a satisfying result.