

[文章编号] 1005-9539(1999)02-0195-04

# 用 EXCEL 计算沉积物粒度分布参数<sup>\*</sup>

黄思静

(成都理工学院, 沉积地质研究所  
油气藏地质及开发工程“国家重点实验室”, 成都 610059)

[摘要] 介绍了用 Microsoft Excel 软件对平均值、标准差、偏度和尖度等沉积物粒度分布参数进行统计计算(矩法计算)的方法, 包括函数的调用和具体操作过程。该方法操作简单、快捷, 使过去完全无法对大量样品进行的粒度参数统计计算变得极其容易。在计算速度、可靠性、适用性以及绘图功能等方面, 用 Excel 对沉积物进行粒度分布参数的统计计算都显著优于图解法粒度计算和各种用于粒度分析的图像分析系统。此外, 该方法也可用于油层物理研究中的孔隙和喉道分布参数的计算。

[关键词] 沉积物粒度分布参数; 统计计算; Microsoft Excel

[分类号] TP399: P588.2

[文献标识码] A

作为碎屑岩结构定量表征手段的粒度分析在沉积学及其相关学科中已经使用多年<sup>[1]~[6]</sup>, 目前流行的粒度分布参数仍主要是通过累积频率曲线图上的图解分位值获得的, 即所谓图解计算粒度分布参数<sup>[2], [7]</sup>。图解粒度分布参数计算工作量较小, 在计算机普及程度较低的时代, 不失为一种简单易行的方法<sup>[7]</sup>。然而, 在图解计算中, 无论用以计算的分位值数量取多少, 其计算所得结果与粒度真实分布状态的距离远远大于统计计算(矩法计算)。由于统计计算庞大的计算工作量又使人们望而生畏。在 Windows 95 及 Microsoft Office 等办公软件已进入家庭的今天, 我们很容易利用办公软件中的 Microsoft Excel 来完成粒度分布参数的统计计算, 并绘制与粒度分布参数有关的各种图形。

## 1 粒度分布参数的数学表达

粒度分布参数是描述粒度分析特征的数值, 包括平均值、标准差、偏度和尖度(峰态)等, 其统计计算的数学表达式为<sup>[7]</sup>:

平均值

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{100}$$

标准差

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i}{100}}$$

偏度

$$SK = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 f_i}{100} \left/ \left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i}{100}} \right)^3 \right.$$

尖度

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 f_i}{100} \left/ \left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i}{100}} \right)^4 \right.$$

上面各式中,  $x_i$  为粒级组中值( $\phi$ );  $f_i$  为频率百分数,  $\bar{x}$  为平均值( $\phi$ ),  $\sigma$  为标准差,  $SK$  为偏度,  $K$  为尖度。

## 2 Excel 中函数的调用

在用 Excel 计算上述粒度分布参数时, 要调用的一个关键函数是“SUMPRODUCT”。在各种粒度分布参数的计算中均需要调用此函数, 用以计算各公式中的

$$\sum_{i=1}^n x_i f_i \text{ 和 } \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i \text{ 项。}$$

“SUMPRODUCT”的定义为:

在给定的几组数组中, 将数组间对应的元素相乘, 并返回乘积之和。

\* [收稿日期] 1998-12-11

[作者简介] 黄思静, 男, 1949年生, 教授, 博士生导师, 沉积学专业

其语法格式为:

SUM PRODUCT (数列 1, 数列 2, 数列 3, ...)  
数列 1, 数列 2, 数列 3, ..., 为 2 至 30 个数组, 对其相应元素需要进行相乘并求和。

要注意的有两点: (1) 数组参数必须具有相同的维数, 否则, 函数 “SUM PRODUCT” 将返回错误值 # VALUE!; (2) 函数 “SUM PRODUCT” 将非数值型的数组元素作为 0 处理。如下面公式首先将两数组的所有元素相乘, 然后把乘积相加, 即  $3 * 2 + 4 * 7 + 8 * 6 + 6 * 7 + 1 * 5 + 9 * 3$ , 以函数 “SUM PRODUCT” 表示为: SUM PRODUCT ({3; 4; 8; 6; 1; 9}, {2; 7; 6; 7; 5; 3}) 等于 156; 在实际计算中, 通常是以数组形式输入的公式, 如 SUM PRODUCT (A 1: A 20, B 1: B 20)。

3 实际操作

表 1 是筛析法获得的 25 个样品的粒度分析基础数据 (组中值  $x_i$  和频率百分数  $f_i$ ) 以及平均值 ( $\bar{x}$ )、标准差 ( $\sigma$ )、偏度 ( $S_K$ ) 和尖度 ( $K$ ) 的计算结果。将粒度分析基本数据 (组中值  $x_i$  和频率百分数  $f_i$ ) 输入相应的单元格后 (建议将基础数据按表 1 的格式输入, 以便于批量样品的计算), 再按如下顺序逐一调用函数, 并填入相应的单元格数组。

在第一个样品的平均值栏 (单元格 “Q 2”) 中调用函数 “SUM PRODUCT”, 输入平均值计算公式:

$$\text{SUM PRODUCT} (\$A \$1: \$P \$1 A 2: P 2) / 100$$

在第一个样品的标准差栏 (单元格 “R 2”) 中调用函数 “SUM PRODUCT”, 输入标准差计算公式:

$$(\text{SUM PRODUCT} ((\$A \$1: \$P \$1 - Q 2)^2, A 2: P 2) / 100)^{(1/2)}$$

在第一个样品的偏度栏 (单元格 “S 2”) 中调用函数 “SUM PRODUCT”, 输入偏度计算公式:

$$((\text{SUM PRODUCT} ((\$A \$1: \$P \$1 - Q 2)^3, A 2: P 2) / 100)) R 2^3$$

在第一个样品的尖度栏 (单元格 “T 2”) 中调用函数 “SUM PRODUCT”, 输入尖度计算公式:

$$((\text{SUM PRODUCT} ((\$A \$1: \$P \$1 - Q 2)^4, A 2: P 2) / 100)) R 2^4$$

在输入公式时需要注意的是: 由于每一个样品的粒度分布参数计算过程中都必须调用组中值 ( $\bar{x}$ ), 即表 1 中 \$A \$1: \$P \$1, 因此 \$A \$1: \$P \$1 必须绝对引用; 而对于不同的样品都有不同的频率百分数 ( $f_i$ ), 因而 A 2: P 2 必须相对引用。

上述公式输完后, 在编辑栏中向下充填或直接 用充填柄操作, 便可轻而易举地完成其余所有样品的粒度分布参数的计算。

沉积物粒度分布参数的这种计算方法同样可以用于岩石孔隙和喉道大小分布参数的计算。

4 与其他计算方法比较

前人 (如刘岫峰, 1991)<sup>[7]</sup> 曾对图解粒度参数与统计粒度参数计算的应用进行对比 (表 2), 图解计算除具有手工计算容易和目前仍广泛应用的优势外, 在适用的分布性质、频率性质、标准化程度、外推程度、地质应用效果、适用的参数等方面均没有任何优势; 而统计计算唯一的缺点是手工难计算, 对于计算机已如此普及的今天, 这已不是难题所在。用本文介绍的方法用 Excel 进行粒度分布参数的计算, 在数据已输入计算机的前提下, 用以进行所有粒度分布参数所花费的时间几乎可以忽略不计, 只要花费半小时的时间输完公式 (如果拷贝已有公式则更为简单), 几分钟的时间内便可以完成上千个样品粒度分布参数的统计计算。

与图像分析系统相比, 用 Excel 进行沉积物粒度分布参数的统计计算有其独特的优越性。图像分析系统通常只能完成薄片粒度分析, 编制的程序不便对从筛析法获得的基础数据进行计算和处理; 同

表 2 粒度分布参数的图解计算和统计计算方法应用情况的对比

Table 2 Comparison between diagrammatic calculation and statistic calculation for grain size distribution parameters

对比项目	图 解 计 算	统 计 计 算
适用的分布性质	正态分布	任何分布
适用的频率性质	质量频率	质量频率和粒数频率
标准化难易程度	难于统一, 公式可任意设计	有严格公式, 便于统一
计算的难易程度	手工计算容易, 计算机计算麻烦	手工难计算, 计算机计算容易
计算中的外推程度	需要外推	不需要外推
应用的广泛程度	广泛应用	不及图解法广泛
地质应用效果	对于复杂粒度分布效果差	适用于任何复杂分布
应用前景	继续使用	逐渐广泛
适用的参数	平均值、标准差, 其余误差大	平均值、标准差、尖度和偏度

据刘岫峰, 1991。

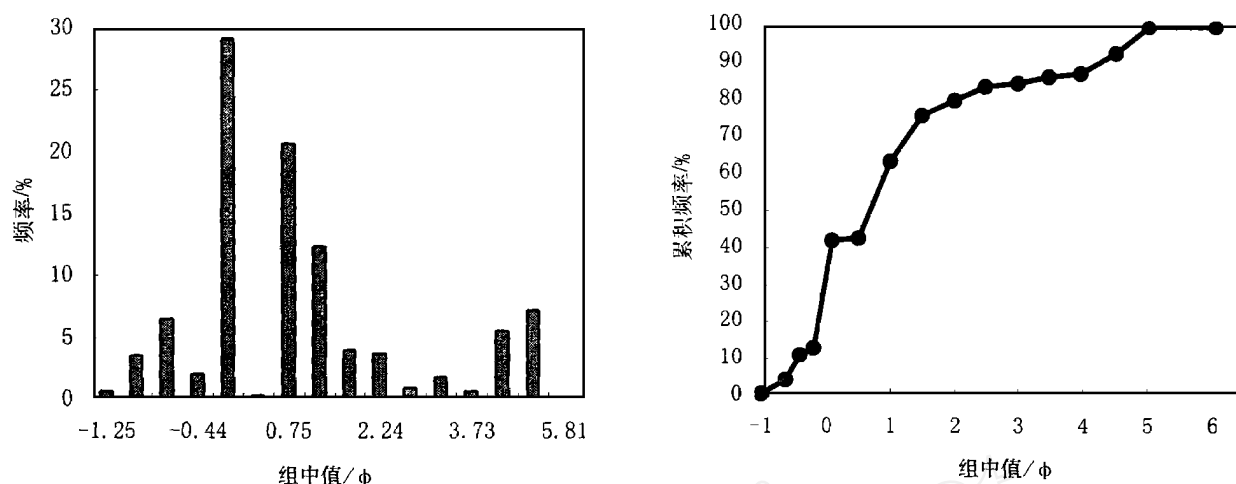


图 1 用 Excel 完成的沉积物粒度分布直方图和累积频率曲线图

Histogram and frequency cumulative curve of sediment grain size distribution,  
data of cells A1- P1, A6- P6 in table 1, plotted by Excel  
(数据来源于表 1 单元格 A1- P1, A6—P6)

时, 由于程序是事先编制好的, 使用人员无法观察计算的中间结果, 更不能根据个性修改公式(因为到目前为止, 还有相当数量的地方性的粒度分布参数计算公式, 如相对分选系数、结构系数等)。当然, 有人也会自己用各种计算机语言编制程序进行计算, 但所花费的时间和计算结果的可靠程度都无法与直接用 Excel 进行计算相比。

## 5 绘 图

用 Excel 可直接利用从筛析法、薄片法以及其他各种粒度分析手段获得的粒度分析基础数据来完成反映粒度分布特征的直方图、累积频率曲线图和 C-M 图等, 并可根据自己的个性对图形进行修饰加工, 这是任何图像分析系统都无法比拟的。图 1 是表 1 中第 6 行数据(单元格 A6—P6)样品的粒度分布直方图和累积频率曲线图。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] Folk R L. Petrology of Sedimentary Rocks [M]. Austin, Texas: Hemphill s, 1968
- [2] Folk R L, Ward W C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters [J]. Jour Sed Petrology, 1957, 27: 3~ 27.
- [3] Visher G S. Grain size distributions and depositional processes [J]. Jour Sed Petrology, 1969, 39: 1074~ 1106
- [4] Clark M W. Some methods for statistical analysis of multimodal distributions and their application to grain-size data [J]. Jour Internatl Assoc Math Geol, 1976, 8: 267~ 282
- [5] David J C. Statistics and Data Analysis in Geology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1973
- [6] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物)粒度分析及其应用 [M]. 北京: 地质出版社, 1976
- [7] 刘岫峰. 沉积岩实验室研究方法 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.

## CALCULATION OF GRAIN SIZE DISTRIBUTION PARAMETERS OF SEDIMENTS BY MICROSOFT EXCEL

Huang Sijing

(Chengdu University of Technology, China)

**Abstract:** This paper introduces a method for statistic calculation of grain size distribution parameters (average value, standard deviation, skewness and kurtosis) of sediments using Microsoft Excel, which includes using function and the concrete operation process. Because of its easiness and shortcut, this method can be used to calculate numerous samples at a short time. Compared with the diagrammatic calculation, the statistic calculation by Excel is quicker, more trusty and applicable. It also excels all kinds of image analysis system in performance. Additionally, this method can also be used to calculate porosity and throat size distribution parameters.

**Key words:** grain size distribution parameters; statistic calculation; Microsoft Excel