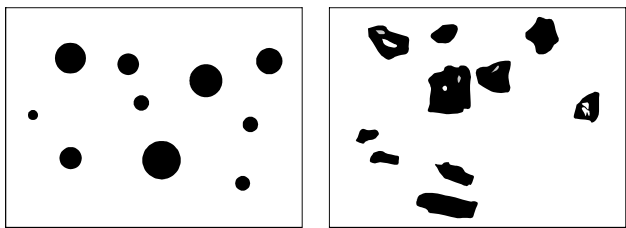


本文是为颗粒仪器的使用者(用户)而编写的，希望有助于用户提高粒度测试水平。由于粒度测试是一门较特殊的测试技术，本身还不成熟，加上作者的专业水平和经验都有限，文中难免有不妥之处，欢迎广大读者提出批评和讨论。

§ 2 粒径的概念

在此，我们将颗粒的大小称为“粒径”。在有的文献或测试报告中，又称为“粒度”或者“直径”。

如果颗粒是圆球形的(见图1(a))，那么粒径的物理含义是非常清楚的，它就是颗粒的直径。然而对于绝大多数粉体材料而言，颗粒的形状是不规则的(见图1(b))。这时，“粒径”



(a) 理想的圆形颗粒 (b) 炭化硅微粉显微图像
图1颗粒的显微图像

如何描述呢？文献(1)作了如下定义：“通过颗粒重心，连接颗粒表面两点之间的线段的大小。因此，在这种情况下，直径不是单一的，而是一个分布，即连续地从一个上限值变化到一个下限值，这时的直径只能是所有这些直径的统计平均值。因此，对于一个给定的非球形颗粒，其粒度值还和计算的平均方法有关”

表2是常见的几种统计平均方法。由此可见，即使我们能够测量颗粒表面两点之间的距离(迄今为止事实上是不可能的)，我们也得不到“唯一”的粒径值，因为它还跟平均方法，即人为的定义有关。在现实的(不论是传统的

表2 几种理论粒径的计算公式

平 均 值	计 算 式
直径的几何平均值	$\left(\prod_{D_i=D_{min}}^{D_{max}} D_i \right)^{\frac{1}{n}}$
直径的算术平均值	$\frac{1}{n} \sum_{D_i=D_{min}}^{D_{max}} D_i$
直径的调和平均值	$\left(\frac{1}{n} \sum_{D_i=D_{min}}^{D_{max}} \frac{1}{D_i} \right)^{-1}$

还是现代的)测量操作中，我们都不是，也不可能去测量所有通过重心连接颗粒表面两点之间的距离，而是通过某种等效的方法测量颗粒的大小，所以我们测得的粒径是等效粒径。例如：在传统的过筛方法中，我们认为能通过筛孔的颗粒，其粒径都小于筛孔的宽度。在此，如果颗粒是圆球形的，结论当然正确。但是对于非球形颗粒，颗粒能通过筛孔只表明颗粒落向筛子表面将要通过筛孔时，颗粒在筛面上的投影正好在某筛孔之内(见图2)。同样的颗粒，

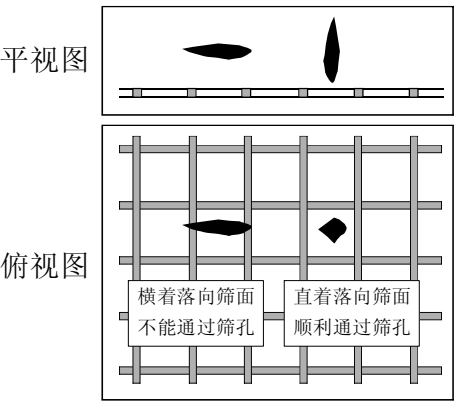


图2 颗粒能否通过筛孔跟其落向筛面时的取向有关

有时能通过筛孔，被认为小于筛孔；有时不能通过筛孔，则被认为大于筛孔。

又如，在沉降原理的粒度仪中，粒径是根据颗粒的沉降速度测得的。由于仪器所依据的基本理论——斯托克斯(Stokes)公式只给出球形颗粒的沉降速度同粒径之间的关系（详见§ 6.3），当颗粒是不规则物体时，沉降速度与粒径之间的关系是未知的。所以沉降仪给出的

粒径的准确含义是：“被测颗粒就沉降速度而言，相当于某一球体的大小”。通常把这种粒径称为斯托克斯直径，也可称为等效沉降速度粒径。类似地，激光粒度仪给出的粒径可称为等效散射光粒径；库尔特计数器给出的粒径可称为等效电阻粒径等等。总之，现有的所有的粒度测量手段给出的粒径都是等效粒径。因此除了球形颗粒以外，测试结果同仪器原理有关，或者说同“等效”所参照的物理参数或物理行为有关。仪器原理不同，一般来说测试结果是不同的。只有当颗粒是球形时，不同原理仪器的结果才可能相同。

根据现实的各种粒度测量仪器的工作原理，不妨将“粒径”定义如下：

当被测颗粒的某种物理特性或物理行为与某一直径的同质球体(或其组合)最相近时，就把该球体的直径(或其组合)作为被测颗粒的等效粒径(或粒度分布)。

该定义包含如下几层含意：

(1) 粒度测量实质上是通过把被测颗粒和同一种材料构成的圆球相比较而得出的；

(2) 不同原理的仪器选不同的物理特性或物理行为作为比较的参考量，例如：沉降仪选用沉降速度，激光粒度仪选用散射光能分布，筛分法选用颗粒能否通过筛孔等等；

(3) 将待测颗粒的某种物理特性或物理行为与同质球体作比较时，有时能找到一个（或一组）在该特性上完全相同的球体(如库尔特计数器，详见 § 6.2)，有时则只能找到最相近的球体（如激光粒度仪，详见 § 5）。由于理论上可以把“相同”作为“相近”的特例，所以在定义中用“相近”一词，使定义更有一般性；

(4) 将待测颗粒的某种物理特性或物理行为与同质球体作比较时，有时能找到某一个确定的直径的球与之对应，有时则需一组大小不同的球的组合与之对应，才能最相近（例如激

光粒度仪，参考文献3）。

§ 3 粒度分布及其表述

上一节介绍了粒径的概念。它是一个颗粒大小的量度。而粉体样品是由成万上亿个颗粒组成的，颗粒之间大小互不相同。此时，其大小需要用粒度分布来描述。所谓粒度分布，就是粉体样品中各种大小的颗粒占颗粒总数的比例。

§ 3.1 粒度分布的表达

为了表达粒度分布，通常从小到大（也可以从大到小）按一定的规则选多个代表粒径 $x_0, x_1, x_2, \dots, x_m$ ，组成相应的粒径区间：

$$[x_0, x_1], [x_1, x_2], [x_2, x_3], \dots, [x_{m-1}, x_m],$$

各区间内的颗粒的相对重量：

$$W_1, W_2, W_3, \dots, W_m,$$

就组成了粒度的重量分布。在此，

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1$$

上述用各粒径区间上的颗粒重量表示的粒度分布称为粒度的微分分布或频度分布。在实际应用中，也有用累积值表示粒度分布的，称为累积分布。它表示粒度从无限小到某代表粒径之间的所有颗粒重量占总重量的百分比，用

$$W_1, W_2, W_3, \dots, W_m$$

表示，式中，

$$W_i = \sum_{j=1}^i w_j,$$

$i=1, 2, \dots, m$ ；表示粒径小于 x_i 的所有颗粒的重量占总重量的百分比。这种累积方式称作从小到大累积。