



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2481.2—2009  
代替 GB/T 2481.2—1998

## 固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记 第2部分：微粉

Bonded abrasives—  
Determination and designation of grain size distribution—  
Part 2: Microgrits

2009-04-23 发布

2009-12-01 实施

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 粒度组成与粒度分级 ..... 1

5 微粉的检测 ..... 4

6 测量仪器:技术说明与测量方法..... 5

7 标记..... 21

8 包装..... 22

附录 A (资料性附录) 用光电沉降仪检测 F 系列微粉粒度的计算表格..... 23

附录 B (资料性附录) 用沉降管粒度仪检测 F 系列微粉、J 系列微粉粒度的记录表格..... 24

参考文献 ..... 25

## 前 言

GB/T 2481《固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记》分为两个部分：

——第1部分：粗磨粒 F4～F220；

——第2部分：微粉。

本部分为 GB/T 2481 的第2部分。

本部分代替 GB/T 2481.2—1998《固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记 第2部分：微粉 F230～F1200》。

本部分与 GB/T 2481.2—1998 相比主要变化如下：

——增加了 F1500 和 F2000 号微粉的粒度组成(本部分的 4.3)；

——增加了 F 系列微粉最大粒直径的许可值,  $d_{50}$  值(本部分的 4.3)；

——增加了电阻法颗粒计数器测定微粉粒度组成的方法(本部分的 6.4)；

——增加了 J 系列微粉粒度组成的检测及标记。

本部分的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国磨料磨具标准化技术委员会(SAC/TC 139)归口。

本部分起草单位：郑州磨料磨具磨削研究所、淄博金纪元研磨材有限公司、珠海欧美克科技有限公司、平顶山煤业(集团)易成碳化硅制品有限公司。

本部分主要起草人：王伟涛、丁建平、张福根、曲丽伟、包华、夏军。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 2477—1983、GB/T 2481—1983；

——GB/T 2481.2—1998。

# 固结磨具用磨料

## 粒度组成的检测和标记

### 第2部分:微粉

#### 1 范围

GB/T 2481 的本部分规定了刚玉、碳化硅微粉 F230~F2000、#240~#8000 的粒度组成、粒度标记和检测方法。

本部分适用于制造固结磨具和一般工业用途的微粉,精密研磨用的微粉,从固结磨具回收的微粉,以及用于抛光的松散微粉。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2481 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2481.1—1998 固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记 第1部分:粗磨粒 F4~F220 (eqv ISO 8486-1:1996)

#### 3 术语和定义

GB/T 2481.1—1998 确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 2481 的本部分。

##### 3.1

**微粉 microgrits**

用沉降法检验其粒度组成时,中值粒径  $d_{50}$  不大于  $60\ \mu\text{m}$  的磨粒。

#### 4 粒度组成与粒度分级

##### 4.1 微粉系列

本部分规定的微粉包括 F 系列微粉和 J 系列微粉两个系列,粒度号前分别冠以字母“F”和字符“#”。

##### 4.2 粒度组成

F 系列微粉和 J 系列微粉的粒度组成根据下列准则确定:

- 最大粒直径不应超过  $d_{50}(d_{v0})$  的最大许可值;
- 在粒度组成曲线的 3% 点处,其粒径(理论粒径)不应超过  $d_{33}(d_{v3})$  的最大许可值;
- 在粒度组成曲线的 50% 点处,其中值粒径(理论粒径)应在规定的  $d_{50}(d_{v50})$  允许范围内;
- 在粒度组成曲线的 94/95% 点处,其粒径(理论粒径)应达到  $d_{94/95}(d_{v94/95})$  的最小许可值。

此四条准则应同时满足。F 系列微粉各粒度号的规定值见表 1(适用于光电沉降仪,对应于 94% 值)、表 2(适用于沉降管粒度仪,对应于 95% 值);J 系列微粉各粒度号的规定值见表 3(适用于沉降管粒度仪,对应于 94% 值)、表 4(适用于电阻法颗粒计数器,对应于 94% 值)。

注:  $d_s$  是用沉降法测得的粒径,称作斯托克斯(Stokes)粒径,  $d_v$  是用电阻法测得的粒径,称作等效体积(Volume)粒径。

## 4.3 粒度分级

F 系列微粉若按光电沉降法测量分为 13 个粒度号, 中值粒径从  $53\ \mu\text{m}$  至  $1.2\ \mu\text{m}$  (见表 1); F 系列微粉若按沉降管法测量分为 11 个粒度号, 中值粒径从  $55.7\ \mu\text{m}$  至  $7.6\ \mu\text{m}$  (见表 2)。本系列与 F 系列粗磨粒的最细粒度号 F220( $63\ \mu\text{m}$ ) 衔接, 并采用同样的公比, 即 $\sqrt[4]{2}$ 。

J 系列微粉若按沉降管法测量分为 15 个粒度号, 中值粒径从  $60\ \mu\text{m}$  开始到  $5.7\ \mu\text{m}$  结束 (见表 3); J 系列微粉若按电阻法测量分为 18 个粒度号, 中值粒径从  $57\ \mu\text{m}$  开始到  $1.2\ \mu\text{m}$  结束 (见表 4)。

表 1 F230~F2000 微粉的粒度组成 (光电沉降仪)

粒度标记	$d_{10}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 粒度中值/ $\mu\text{m}$	$d_{90}$ 最小值/ $\mu\text{m}$
F230	—	82.0	$53.0 \pm 3.0$	34.0
F240	—	70.0	$44.5 \pm 2.0$	28.0
F280	—	59.0	$36.5 \pm 1.5$	22.0
F320	—	49.0	$29.2 \pm 1.5$	16.5
F360	—	40.0	$22.8 \pm 1.5$	12.0
F400	—	32.0	$17.3 \pm 1.0$	8.0
F500	—	25.0	$12.8 \pm 1.0$	5.0
F600	—	19.0	$9.3 \pm 1.0$	3.0
F800	—	14.0	$6.5 \pm 1.0$	2.0
F1000	—	10.0	$4.5 \pm 0.8$	1.0
F1200	—	7.0	$3.0 \pm 0.5$	1.0(80%处)
F1500	—	5.0	$2.0 \pm 0.4$	0.8(80%处)
F2000	—	3.5	$1.2 \pm 0.3$	0.5(80%处)

表 2 F230~F1200 微粉的粒度组成 (沉降管粒度仪)

粒度标记	$d_{10}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 粒度中值/ $\mu\text{m}$	$d_{95}$ 最小值/ $\mu\text{m}$
F230	120	77.0	$55.7 \pm 3.0$	38.0
F240	105	68.0	$47.5 \pm 2.0$	32.0
F280	90	60.0	$39.9 \pm 1.5$	25.0
F320	75	52.0	$32.8 \pm 1.5$	19.0
F360	60	46.0	$26.7 \pm 1.5$	14.0
F400	50	39.0	$21.4 \pm 1.0$	10.0
F500	45	34.0	$17.1 \pm 1.0$	7.0
F600	40	30.0	$13.7 \pm 1.0$	4.6
F800	35	26.0	$11.0 \pm 1.0$	3.5
F1000	32	23.0	$9.1 \pm 0.8$	2.4
F1200	30	20.0	$7.6 \pm 0.5$	2.4(80%处)

表3 #240~#3000 微粉的粒度组成(沉降管粒度仪)

粒度标记	$d_{90}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 粒度中值/ $\mu\text{m}$	$d_{10}$ 最小值/ $\mu\text{m}$
#240	127.0	90.0	$60.0 \pm 4.0$	48.0
#280	112.0	79.0	$52.0 \pm 3.0$	41.0
#320	98.0	71.0	$46.0 \pm 2.5$	35.0
#360	86.0	64.0	$40.0 \pm 2.0$	30.0
#400	75.0	56.0	$34.0 \pm 2.0$	25.0
#500	65.0	48.0	$28.0 \pm 2.0$	20.0
#600	57.0	43.0	$24.0 \pm 1.5$	17.0
#700	50.0	39.0	$21.0 \pm 1.3$	14.0
#800	46.0	35.0	$18.0 \pm 1.0$	12.0
#1000	42.0	32.0	$15.5 \pm 1.0$	9.5
#1200	39.0	28.0	$13.0 \pm 1.0$	7.8
#1500	36.0	24.0	$10.5 \pm 1.0$	6.0
#2000	33.0	21.0	$8.5 \pm 0.7$	4.7
#2500	30.0	18.0	$7.0 \pm 0.7$	3.6
#3000	28.0	16.0	$5.7 \pm 0.5$	2.8

表4 #240~#8000 微粉的粒度组成(电阻法颗粒计数器)

粒度标记	$d_{90}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 最大值/ $\mu\text{m}$	$d_{50}$ 粒度中值/ $\mu\text{m}$	$d_{10}$ 最小值/ $\mu\text{m}$
#240	127.0	103.0	$57.0 \pm 3.0$	40.0
#280	112.0	87.0	$48.0 \pm 3.0$	33.0
#320	98.0	74.0	$40.0 \pm 2.5$	27.0
#360	86.0	66.0	$35.0 \pm 2.0$	23.0
#400	75.0	58.0	$30.0 \pm 2.0$	20.0
#500	63.0	50.0	$25.0 \pm 2.0$	16.0
#600	53.0	43.0	$20.0 \pm 1.5$	13.0
#700	45.0	37.0	$17.0 \pm 1.3$	11.0
#800	38.0	31.0	$14.0 \pm 1.0$	9.0
#1000	32.0	27.0	$11.5 \pm 1.0$	7.0
#1200	27.0	23.0	$9.5 \pm 0.8$	5.5
#1500	23.0	20.0	$8.0 \pm 0.6$	4.5
#2000	19.0	17.0	$6.7 \pm 0.6$	4.0
#2500	16.0	14.0	$5.5 \pm 0.5$	3.0
#3000	13.0	11.0	$4.0 \pm 0.5$	2.0
#4000	11.0	8.0	$3.0 \pm 0.4$	1.3
#6000	8.0	5.0	$2.0 \pm 0.4$	0.8
#8000	6.0	3.5	$1.2 \pm 0.3$	0.6(75%处)

5 微粉的检测

5.1 总则

F 系列微粉粒度组成的检测用沉降管粒度仪、光电沉降仪或基于校正砂的其他方法进行；J 系列微粉的检测用沉降管粒度仪、电阻法颗粒计数器或基于校正砂的其他方法进行。

F 系列微粉和 J 系列微粉粒度组成的检测准则：

- a) 最大粒的粒径( $d_{90}/d_{v0}$ 值)；
- b) 粒度组成曲线 3%点处的理论粒径( $d_{33}/d_{v3}$ 值)；
- c) 粒度组成曲线 50%点处的理论粒径( $d_{550}/d_{v50}$ 值)；
- d) 粒度组成曲线 94/95%点处的理论粒径( $d_{94/95}/d_{v94/95}$ 值)。

5.2 允许偏差

测量会产生误差，表 5、表 6 给出了 F 系列微粉的允许偏差。F 系列微粉产品的粒度组成允许值，应为表 1、表 2 之值分别加上此偏差。

表 5 因测试技术误差的允许偏差——基于校正砂的测量方法  
(例如，用光电沉降法或电阻法检测)

粒度标记	允许偏差值		
	$d_{33}(d_{v3})/\mu\text{m}$	$d_{550}(d_{v50})/\mu\text{m}$	$d_{94}(d_{v94})/\mu\text{m}$
F230	+3.5	$\pm 2.5$	-1.5
F240			
F280	+2.5	$\pm 1.5$	-0.8
F320			
F360			
F400			
F500	+2.0	$\pm 1.0$	-0.5
F600			
F800			
F1000	+1.5	$\pm 0.5$	-0.4
F1200			-0.4(80%处)
F1500	+1.0	$\pm 0.4$	-0.3(80%处)
F2000	+1.0	$\pm 0.3$	-0.2(80%处)

表 6 因测试技术误差的允许偏差——沉降管粒度仪

粒度标记	允许偏差值		
	$d_{33}/\mu\text{m}$	$d_{550}/\mu\text{m}$	$d_{95}/\mu\text{m}$
F230	+1.5	$\pm 1.5$	-1.5
F240			
F280	+1.5	$\pm 1.0$	-1.5
F320			
F360			
F400			
F500	+1.5	$\pm 0.8$	-1.5
F600			
F800			
F1000	+1.5	$\pm 0.5$	-1.5
F1200			-1.5(80%处)

5.3 检测方法的标记

微粉检测方法的标记应包括所使用的测量仪器：

- 检测-F 微粉——光电沉降仪；
- 检测-F 微粉——沉降图像系列；
- 检测-F 微粉(J 微粉)——沉降管粒度仪；
- 检测-F 微粉(J 微粉)——电阻法颗粒计数器；
- 检测-F 微粉(J 微粉)——其他(能得到同等结果的其他仪器)。

5.4 检测方法

5.4.1 微粉校正砂<sup>1)</sup>

检测方法以微粉校正砂为基准。每份 F 微粉或 J 微粉校正砂均附有粒度标定值,所测值应以校正砂的标定值为基准进行校正。

5.4.2 试验操作

应按照所用仪器的说明书进行检测。

5.4.3 测量结果的校正

如果样品是 F 微粉或 J 微粉,并且是用基于校正砂的方法测量的,那么测量结果需要校正以后才能进行评估。

原理是将 F 微粉校正砂或 J 微粉校正砂给出的中值(50%)粒径与在实验室用自己的仪器测得的中值粒径相比较。

两个值的代数值差将加到样品的 3%、50%和 94/95%值上。

应用方法(以 F 微粉为例)：

- a) 测定微粉校正砂的  $d_{50}(d_{v50})$  值,计算此值与合格证上对应值之差；
- b) 测定样品的  $d_{33}(d_{v3})$ 、 $d_{50}(d_{v50})$  和  $d_{94/95}(d_{v94})$  值,并加上如上测定的校正砂代数值差；
- c) 将校正后的测量结果与微粉粒度组成允许值比较。

示例：

SiC F240,  $d_{50}$  值：

—— 校正砂：	
合格证上的 $d_{50}$ 值	44.9 $\mu\text{m}$
测得的 $d_{50}$ 值	42.3 $\mu\text{m}$
差值	+2.6 $\mu\text{m}$
—— 样品：	
测得值	42.8 $\mu\text{m}$
累加	+2.6 $\mu\text{m}$
样品校正值	45.4 $\mu\text{m}$

对照表 1,此值在 F240 的  $d_{50}$  值的误差范围内。

5.4.4 评价

F 系列微粉样品的  $d_{33}(d_{v3})$ 、 $d_{50}(d_{v50})$  和  $d_{94/95}(d_{v94})$  值在表 1 和表 2 的允许范围内,则符合本标准。由于测试技术的误差,检测结果应有允许偏差,根据 ISO 循环试验的允许偏差列于表 5 和表 6 中。F 系列微粉的粒度组成允许值,应为表 1 和表 2 之值加上此偏差。

J 系列微粉样品的  $d_{33}(d_{v3})$ 、 $d_{50}(d_{v50})$  和  $d_{94}(d_{v94})$  值在表 3 和表 4 的允许范围内,则符合本标准。

6 测量仪器:技术说明与测量方法

6.1 总则

本章说明光电沉降仪、沉降管粒度仪、电阻法颗粒计数器的使用方法。

1) 有关微粉校正砂的详细信息可咨询全国磨料磨具标准化技术委员会秘书处。



## 6.2 光电沉降仪

## 6.2.1 光电沉降仪组成

光电沉降仪主要由以下部分组成：

- 带有一个水套并具有高透光度的沉降管(圆筒测量容器),通过温度调节器使其温度稳定在  $(20 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$ ;
- 光源,其发出之光束,穿过沉降管照射在光电管上;
- 检流计,记录测量过程的任意时刻照射在光电管上的光强度及沉降管吸收的光量;
- 沉降管高度调节装置,使光束限定在最大沉降高度( $h_{\max} = 10 \text{ cm}$ )内。

光电沉降仪的沉降装置结构原理如图 1 所示。

单位为厘米

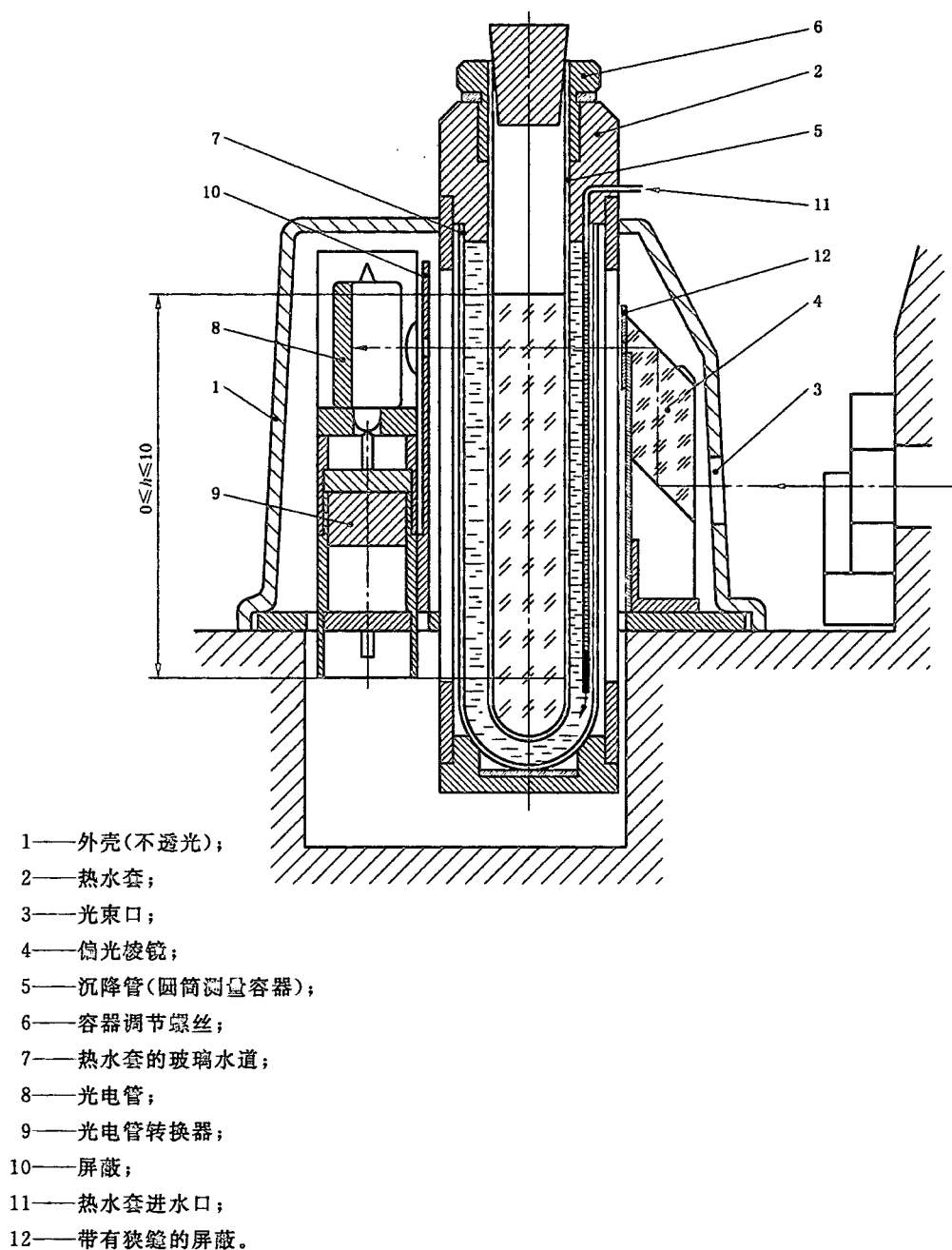


图 1 光电沉降仪的沉降装置结构原理

## 6.2.2 实验配备

### 6.2.2.1 沉降介质

以电导率 $\leq 5 \mu\text{s}$ 的蒸馏水或蒸馏水与1,2-乙二醇(甘醇)的混合液作沉降介质。某些情况下可添加二磷酸四钠作为分散剂。

不同粒度的刚玉和碳化硅所用的沉降介质及分散剂的浓度列于表7。为了达到测量标准,混合液应具有表7规定的黏度。

### 6.2.2.2 沉降介质的校准

蒸馏水-1,2-乙二醇沉降介质的黏度应利用黏度计精确校准。黏度值的允许偏差不应超过表7规定值的 $\pm 0.1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 。

### 6.2.3 样品制备

检验前样品应于 $(600 \pm 20)^\circ\text{C}$ 下加热至少10 min。用超声波等方法对样品分散处理5 min以消除结团。

## 6.2.4 检测步骤

### 6.2.4.1 零点调节

首先,光束开关置于关位置。然后利用“光值校准”旋钮微调光点,直到光点对准刻度盘左端的零点。

表7 刚玉和碳化硅粒度检验用沉降介质与分散剂

粒度号	沉降介质(20℃)	2 磷酸 4 钠分散剂/(g/L)	
		刚玉	碳化硅
F230	1,2-乙二醇 95% 黏度 15.2 mPa·s 密度 1.107 g/cm <sup>3</sup>	0.2	0.2
F240			
F280	1,2-乙二醇 74% 黏度 7.7 mPa·s 密度 1.091 g/cm <sup>3</sup>	0.2	0.2
F320			
F360			
F400			
F500	蒸馏水 电导率 $\leq 5 \mu\text{s}$	0.45	0.2
F600			0.1
F800			
F1000	蒸馏水 电导率 $\leq 5 \mu\text{s}$	0.45	不添加
F1200			
F1500			
F2000			

### 6.2.4.2 空白值的调节与校准

将纯净的沉降液注入测量瓶一半以上,并置入定位装置,使上金属屏蔽板边缘位于瓶体高度刻度尺的10 cm处。然后,光束开关置于开位置。

此时光束应通过纯净的沉降介质而不受液面阻碍。

光路置于开启位置,用“校准刻度盘右端”旋钮,使光点指示器的中线置于0(顶点)或100(底点)。

用类似方法调节刻度盘左端。光路关闭,用“校准刻度盘左端”旋钮调节至 $\infty$ (顶点)或0(底点)。应重复调节刻度盘左、右端的值。记录下分档开关的位置作为“清零值”。

将沉降液充满测量瓶至顶部标记处,校对清零值。

6.2.4.3 测定

将待测磨料(分散处理过的样品)全部倒入测量瓶内,小心摇动后,应有 1.3~1.7 的初始消光。应避免气泡。

用橡皮塞塞住测量瓶,然后通过温度调节器控制的循环水加热至 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ,至少保持 10 min。

开始测量前,将测量瓶  $180^\circ$  左右翻转 2 min(每分钟 10 次,不必摇动),使测量瓶中之物均匀。此时也应避免有气泡。

然后,将测量瓶置于试验仪器中。开始测量。

按照表 8 第 1 栏给出的时间间隔,读出并记录消光值。

在一定的时间周期内,消光会趋近常数,与样品的粒度组成有关。测量点之间 0.01 消光单位的微小误差可以忽略不计。磨料颗粒沉降的真正开始由光强度的增强指示。

6.2.5 评价

6.2.5.1 粒度组成的评价

在粒度分级适当的情况下,由斯托克斯(Stokes)定律和朗伯特-贝尔(Lambert-Beer)定律导出的以下计算方法,可得到满意结果。

由此,磨粒的质量百分含量与连续测量的消光差和磨粒直径乘积成正比。

表 8 的第 1 栏中是沉降时间,第 2 栏是沉降高度。

第 3 栏至第 8 栏是根据斯托克斯定律计算出的粒度,与刚玉、碳化硅磨粒在三种沉降介质中的沉降时间与沉降高度相对应。

表 8 粒度为沉降时间与沉降高度的函数

1		2	3	4	5	6	7	8
沉降时间		沉降高度/ cm	粒度(理论粒径 $d$ )					
			刚玉			碳化硅		
			水 <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 74% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 95% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	水 <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 74% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 95% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$
min	s							
0	21	10	54.5			63.2		
0	30	10	45.6	128.6		52.8		
0	42	10	38.5	108.7		44.7	126.8	
1	00	10	32.2	90.9	127.5	37.4	106.1	
1	25	10	27.1	76.4	107.5	31.4	89.1	125
2	00	10	22.8	64.3	90.1	26.4	75	105.3
2	50	10	19.1	54	75.7	22.2	63	88.4
4	00	10	16.1	45.5	63.7	18.7	53	74.4
5	40	10	13.5	38.2	53.6	15.7	44.6	62.5
8	00	10	11.4	32.1	45.1	13.2	37.5	52.6
11	20	10	9.6	27	37.9	11.1	31.5	44.2
16	00	10	8.1	22.7	31.9	9.3	26.5	37.2
18	00	7.95	6.8	19.1	26.8	7.9	22.3	31.3
20	00	6.25	5.7	16.1	22.5	6.6	18.8	26.3

表 8 (续)

1		2	3	4	5	6	7	8
沉降时间		沉降高度/ cm	粒度(理论粒径 $d$ )					
			刚玉			碳化硅		
			水 <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 74% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 95% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	水 <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 74% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$	1,2-乙二醇 95% <sup>a</sup> / $\mu\text{m}$
min	s							
22	00	4.85	4.8	13.5	18.9	5.6	15.8	22.1
24	00	3.75	4	11.4	15.9	4.7	13.3	18.6
26	00	2.9	3.4	9.6	13.5	4	11.2	15.7
28	00	2.2	2.9	8.1	11.3	3.3	9.4	13.2
30	00	1.65	2.4	6.7	9.5	2.8	7.9	11
38	20	1.5	2	5.7	8	2.3	6.6	9.3
54	20	1.5	—	4.8	6.7	2	5.6	7.8
<sup>a</sup> 见表 7。								

## 6.2.5.2 粒度组成的检测

下列项目的格式列表参见附录 A:

- 读数时间;
- 沉降高度;
- 光点校正分档开关位置;
- 消光读数;
- 粒度。

表 9 中列出了约  $13\ \mu\text{m}$  的碳化硅粒度测试的计算实例。在此例中,用电导率 $\leq 5\ \mu\text{s}$  的蒸馏水与每升水含  $0.2\ \text{g}$  二磷酸四钠的溶液混合作为沉降介质(见表 7, F500 的碳化硅)。

表 9 第 7 栏中的粒度值引自表 7 第 6 栏。

——读出的值应记入表 9 的第 3、第 4 栏,第 5 栏为消光值经清零值修正后得出的值;

——第 6 栏为第 5 栏中两个连续数值之差;

——第 8 栏为第 6 栏与第 7 栏之乘积,并计算总和;

——第 9 栏为第 8 栏占其总和的质量百分数;

——第 10 栏为第 9 栏数值的累计值。

从表 9 的第 7 栏与第 10 栏得出粒度组成。测得值可绘成图。

如果用光电沉降仪测量较细的微粉(该仪器沉降时间只对应到  $2\ \mu\text{m}$  的理论粒度),由于尚有一定比例微粉没有完全沉降而存在残余消光,则应按以下方法计算:

校正后的剩余消光值(第 5 栏)转入第 6 栏的下面一行,并与属于最后行(38 min 20 s 或 54 min 20 s)剩余消光的理论粒度( $2\ \mu\text{m}$ )的一半相乘。

照上面所述的方法计算第 9 栏与第 10 栏的值。

图表中累加之和限至  $2\ \mu\text{m}$ 。如果 94%(点处)的粒径值小于  $2\ \mu\text{m}$ ,则应表示出  $2\ \mu\text{m}$  粒度所对应的百分值,而不是 94% 的值。

因此,此实例中的碳化硅微粉包括:

- 10.2% 的量大于  $18.7\ \mu\text{m}$ ;
- 22.9% 的量大于  $15.7\ \mu\text{m}$ ,以此类推;

c) 100%的量大于  $4\text{ }\mu\text{m}$ 。

用表 9 中第 7 栏和第 10 栏的值可绘出粒度组成曲线。

为了确定  $d_{50}$  值,应将初始测量值(本例中为 10.2%的质量含量与  $18.7\text{ }\mu\text{m}$  粒径)与表 9 第 7 栏给出的下一个较高粒径值用直线连结起来。与 3%线的交点即为  $d_{50}$  值。

注:转动光点校正的分档开关,可从较低和更精确的刻度读出高消光值。

每一档相当 0.25 的消光值。例如转动开关至 5 档,可读出精度高于 0.12 的消光值 1.37 ( $5 \times 0.25 = 1.25, 1.37 - 1.25 = 0.12$ )。

分档开关的 3 档(表 8 第 3 栏最后一行)表示测量瓶加沉降介质的清零值。因此需在第 4 档加 0.25,在第 5 档加 0.5,第 6 档加 0.75,第 7 档加 1,以得出第 5 栏中的消光。

6.2.5.3 绘制粒度组成曲线

样品的质量百分含量(纵座标)对应粒径(横座标),绘制粒度组成曲线。

可用对数座标纸绘制粒度组成曲线(见图 2 实例)。

6.2.5.4 粒度组成曲线的评价

从粒度组成曲线读得样品 3%、50%和 94%处的  $d_s$  值。本实例读得的相应值如下:

$d_{93}$  值:  $21.3\text{ }\mu\text{m}$

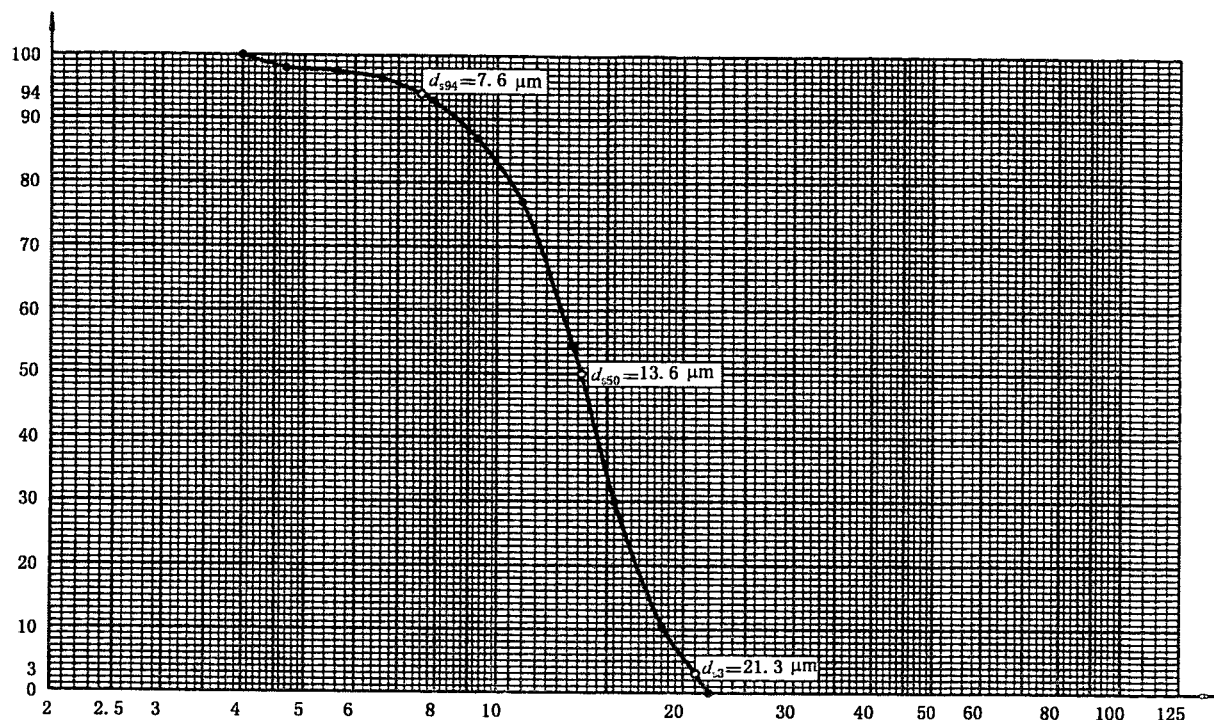
$d_{50}$  值:  $13.6\text{ }\mu\text{m}$

$d_{94}$  值:  $7.6\text{ }\mu\text{m}$

所得数值应利用微粉校正砂(见 5.4.2)进行校正。校正后的数值应在表 1 规定的允许限度内。

表 9 中值粒径约  $13\text{ }\mu\text{m}$  的碳化硅粒度测试计算实例

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
沉降时间		沉降高度/ cm	分档开 关位置	消光		修正消 光之差	粒径/ $\mu\text{m}$	修正消光 差 $\times$ 粒径	质量/ %	累计质量/ %
min	s			读数	修正值					
0	42	10	7	0.62	—	—	44.7	—	—	—
1	00	10	7	0.64	—	—	37.4	—	—	—
1	25	10	7	0.64	—	—	31.4	—	—	—
2	00	10	7	0.61	—	—	26.4	—	—	—
2	50	10	7	0.62	1.62	—	22.2	—	—	—
4	00	10	7	0.52	1.52	0.1	18.7	1.87	10.2	10.2
5	40	10	7	0.29	1.29	0.23	15.7	3.61	19.7	29.9
8	00	10	6	0.2	0.95	0.34	13.2	4.49	24.6	54.5
11	20	10	5	0.1	0.6	0.35	11.1	3.89	21.3	75.8
16	00	10	4	0.13	0.38	0.22	9.3	2.05	11.2	87
18	00	7.95	3	0.24	0.24	0.14	7.9	1.11	6.1	93.1
20	00	6.25	3	0.15	0.15	0.09	6.6	0.59	3.2	96.3
22	00	4.85	3	0.11	0.11	0.04	5.6	0.22	1.2	97.5
24	00	3.75	3	0.09	0.09	0.02	4.7	0.09	0.5	98
26	00	2.9	3	0	0	0.09	4	0.36	2	100
合计								18.28	100	100

图2 粒度中值约13  $\mu\text{m}$  碳化硅微粉的粒度组成曲线

### 6.3 沉降管粒度仪

#### 6.3.1 沉降检测

通过沉降法检测 F 系列微粉 (F230~F1200) 和 J 系列微粉 (#240~#3000), 应使用沉降管粒度仪, 从而确定其粒度组成。

测定原理是确定单位时间内沉降在收集管内悬浮磨料样品的体积并根据斯托克斯定律计算等效粒径。

粒度组成的判定指标是:

- 最大粒直径 ( $d_{s0}$  值);
- 沉降样品的体积达到 3% 时的粒径 ( $d_{s3}$  值);
- 沉降样品的体积达到 50% 时的中值粒径 ( $d_{s50}$  值);
- 沉降样品的体积达到 94/95% 时的粒径 ( $d_{s94/95}$  值)。

表 2、表 3 给出了允许值。

#### 6.3.2 检测装置

沉降管粒度仪由一支长 940 mm、内径 20 mm 的垂直沉降管构成。外包一水套, 以保持与稳定沉降管内沉降介质的温度。

在沉降管底部固定一有刻度的收集管。整个装置安装在框架上, 其底盘装配有水平调节螺丝保持管垂直 (见图 3)。

收集管的形状、尺寸见图 4。

为提高沉降体积读数的精确度, 建议使用水平光源和一个放大镜。用一台时间打印机使沉降时间的记录更容易。

#### 6.3.3 检测配备

##### 6.3.3.1 沉降介质

使用含量为 99.5% 的分析纯甲醇。

用 6.3.4.1.3 中所述的校正砂校准沉降介质。

单位为毫米

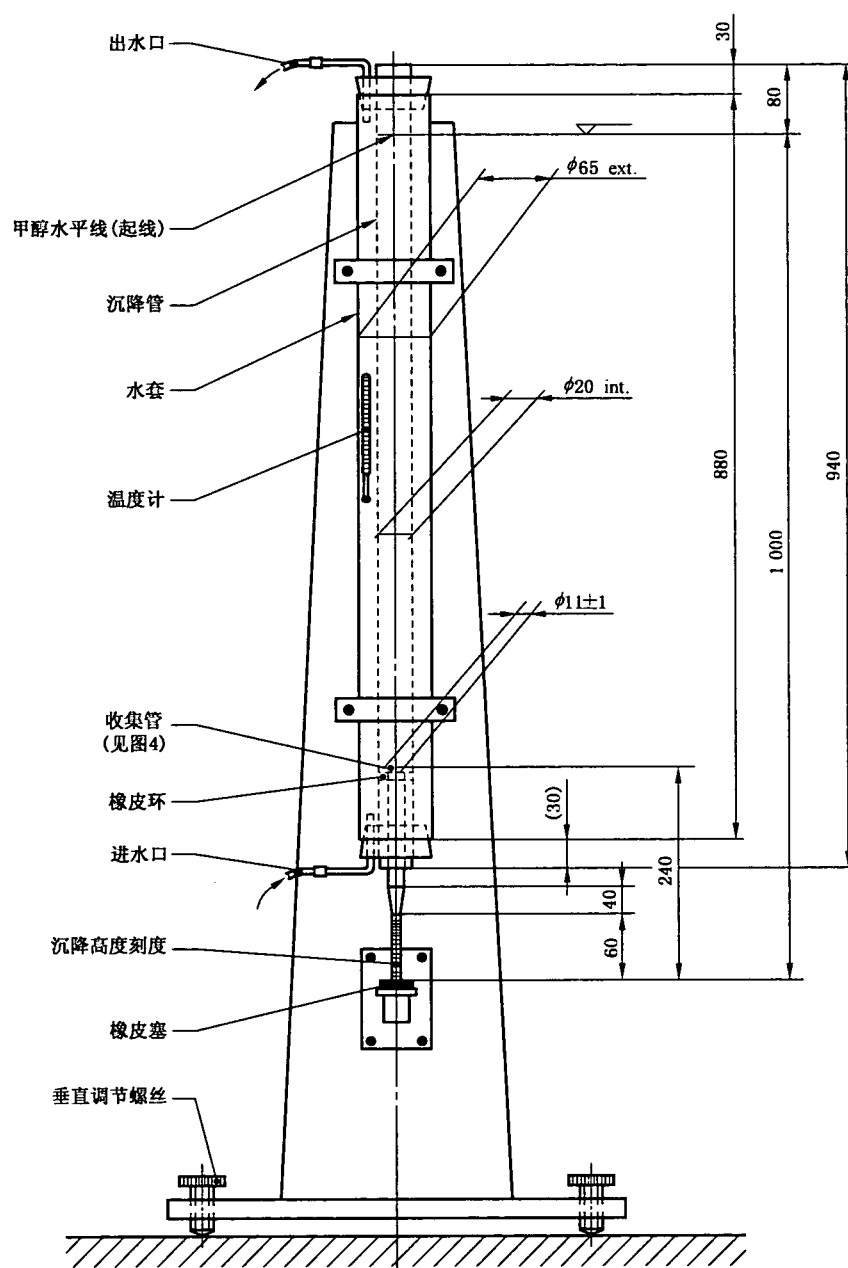
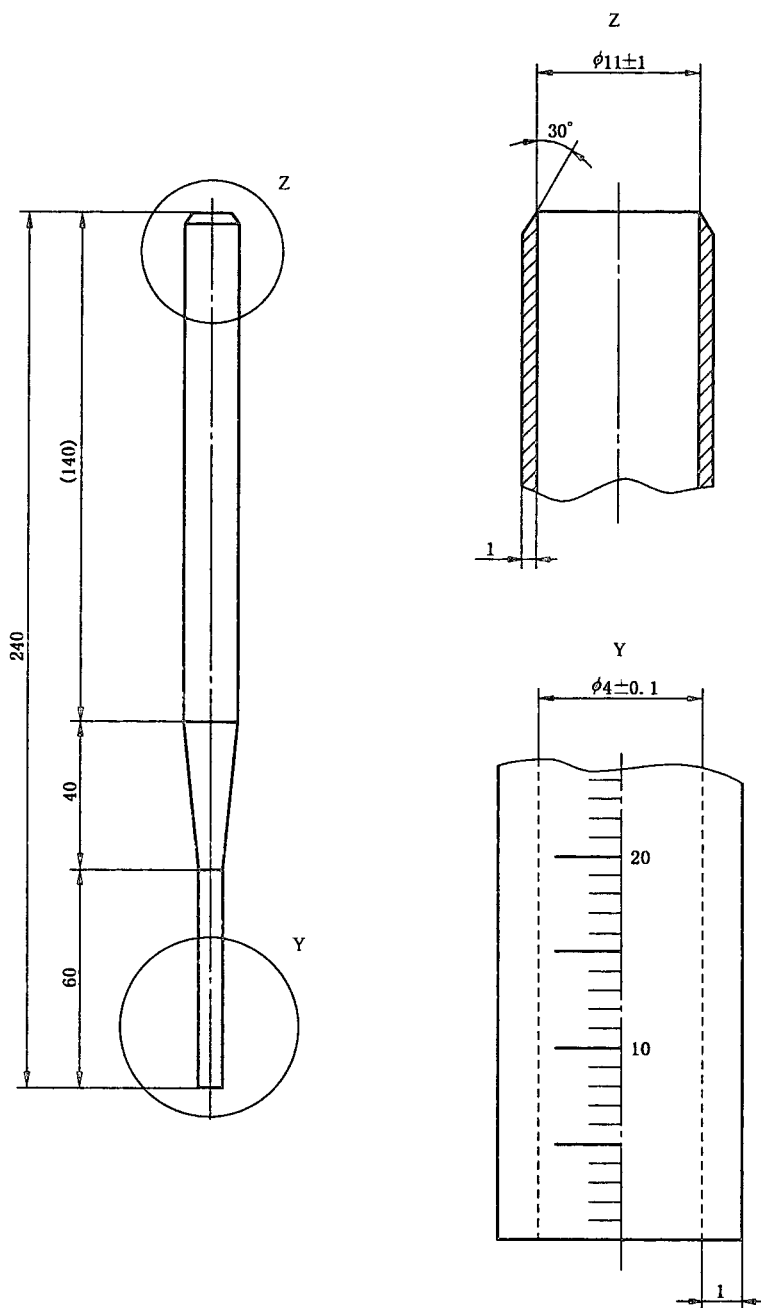


图3 沉降管粒度仪

单位为毫米



刻度和数字为白色      50 个等间距刻度(分度 1 mm)      分刻度线长 3 mm  
5 格刻度线长 4 mm      刻度线宽 0.25 mm

图 4 收集管



### 6.3.3.2 分散剂

为 1% 浓度的 EDTA(乙二胺四乙酸二钠盐)水溶液。

### 6.3.3.3 校正砂

用校正砂校准整个检测过程。所提供的每份校正砂都附有一张累积体积-粒度组成曲线。

### 6.3.4 检测

#### 6.3.4.1 检测的准备

##### 6.3.4.1.1 检测装置的安装

当安装沉降管粒度仪用作检测装置时,要检查收集管使之处于沉降管的中心位置。由悬挂于沉降管和收集管顶部的一根垂线来校准。垂线应同时穿过沉降管和收集管的中心。整个装置用底盘上的调节螺丝调节。

校准后,水套充满水,以保持沉降管中沉降介质温度的稳定。如有条件,可将水套与温度调节器接通,以控制测定温度。

##### 6.3.4.1.2 检测温度

粒度检测应在温度比较稳定的实验室中进行,测定温度一般不应超出 15℃~30℃ 的范围。在同一次测定过程中,温度波动不应超出  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

检测温度所对应粒径的确定见 6.3.5.1。

##### 6.3.4.1.3 沉降介质的校定

检测用的甲醇应经校正砂校正。

10%、20%、30%、40% 和 50% 各点对应的粒径与校正砂曲线上规定值间的偏差不应超过  $\pm 1.0\ \mu\text{m}$ 。各点偏差的代数和的平均值不应超过  $\pm 0.6\ \mu\text{m}$ 。

如果与曲线的符合度不在允许范围内,应改变沉降介质的密度和黏度,使之得到相符的结果。

#### 6.3.4.2 检测步骤<sup>2)</sup>

##### 6.3.4.2.1 沉降管的充液

将校定过的沉降液注入沉降管至 1 000 mm 高度(从收集管底部测量)。至水套内水的温度与沉降管内沉降介质的温度达到平衡方可进行检测。

##### 6.3.4.2.2 样品制备

试验前,样品应加热至  $600^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$ ,至少保持 10 min。

##### 6.3.4.2.3 样品分散

将沉降后能在收集管中存留(20~25)格高度的样品量置于试管中,碳化硅约 1.6 g,电熔刚玉约 2.2 g。

将 15 mL 沉降介质与待沉降样品一起放入试管中,并滴入三滴分散剂。用超声波分散处理样品 5 min,以消除结团。磨料在沉降介质中保留至少 10 min,在此期间应充分摇动试管几次。试管中介质的温度与沉降管中介质的温度应达到一致。

##### 6.3.4.2.4 导入沉降管

将一合适漏斗放在沉降管上。充分摇动含有样品与沉降液的试管至少 30 s。随之将试管中的混合物沿着漏斗斜面倒入沉降液中。

随即,迅速将漏斗拿离沉降管,避免任何残留物滴入沉降管而改变检测结果。

##### 6.3.4.2.5 测量开始

倒入的同时开始测量(计时)。

---

2) 检测步骤的记录、数据处理及绘制曲线等,有条件的尽量采用计算机处理,可以简化操作手续,提高检测速度、缩短检测时间。计算机处理的详细信息可咨询全国磨料磨具标准化技术委员会秘书处。

## 6.3.4.2.6 测量值的记录

最先的连续颗粒流到达收集管底部的时间,即是粒度组成曲线的起始点。注意检查有无结团。

最大粒尺寸的测定时间,是在第1颗颗粒(连续颗粒流)到达收集管底部的时间。

注意观察沉降着的颗粒,并连续记录沉积的颗粒表面达到收集管分刻度线的时间(读数不应有视差)。

所有的颗粒全部沉降,即沉积高度不再变化,也就是测量的终点。

每次记录沉降柱高度之前,用笔轻轻地敲击收集管底部的橡皮塞。以使沉降柱的上表面平齐,便于准确读取沉降柱高度。但不应敲击收集管本身。

沉降过程中若观察到颗粒结团现象,表明样品未充分分散处理。需重新分析。

## 6.3.5 评价

## 6.3.5.1 方法原理与计算公式

本测定方法以斯托克斯定律为理论依据。

计算公式见式(1)~式(4)。

$$d = 10^4 \sqrt{\frac{180\eta L}{60gt(\rho - \rho')}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$d$ ——颗粒直径,单位为微米( $\mu\text{m}$ );

$\eta$ ——沉降液的(动力)黏度,单位为帕秒( $\text{Pa} \cdot \text{s}$ );

$L$ ——试料沉降高度,单位为厘米( $\text{cm}$ );

$g$ ——重力加速度,  $980 \text{ cm/s}^2$ ;

$\rho$ ——试料颗粒密度,单位为克每立方厘米( $\text{g/cm}^3$ );

$\rho'$ ——沉降液密度,单位为克每立方厘米( $\text{g/cm}^3$ );

$t$ ——试料沉降时间,单位为分( $\text{min}$ )。

对于给定的沉降液、试料种类、温度和测定地点,  $\eta$ 、 $L$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\rho'$ 各项均为常数,则式(1)可以写成:

$$d = \frac{k}{\sqrt{t}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

或写成:

$$t = \left(\frac{k}{d}\right)^2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

其中:

$$k = 10^4 \sqrt{\frac{180\eta L}{980 \times (\rho - \rho') \times 60}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

## 6.3.5.2 粒度的确定

记录格式参见附录B。

——第1栏:沉降高度  $h$ ,用收集管上的刻度线表示;

——第2栏:沉积样品的体积百分含量;

——第3栏:沉降时间  $t$ ;

——第4栏:样品的粒径  $d$ 。

## 6.3.5.3 粒度组成曲线的绘制

沉降样品的体积百分含量(纵座标),对应于根据6.3.5.2确定的等效粒径  $d$ (横座标),绘出粒度组

成曲线(见图 5、图 6 和图 7)。

可用毫米坐标纸绘制粒度组成曲线(见图 5)。采用对数概率坐标纸更好(见图 6 和图 7)。用这种坐标纸,由少数几个测量点就可以描述出测量结果(见图 7)。

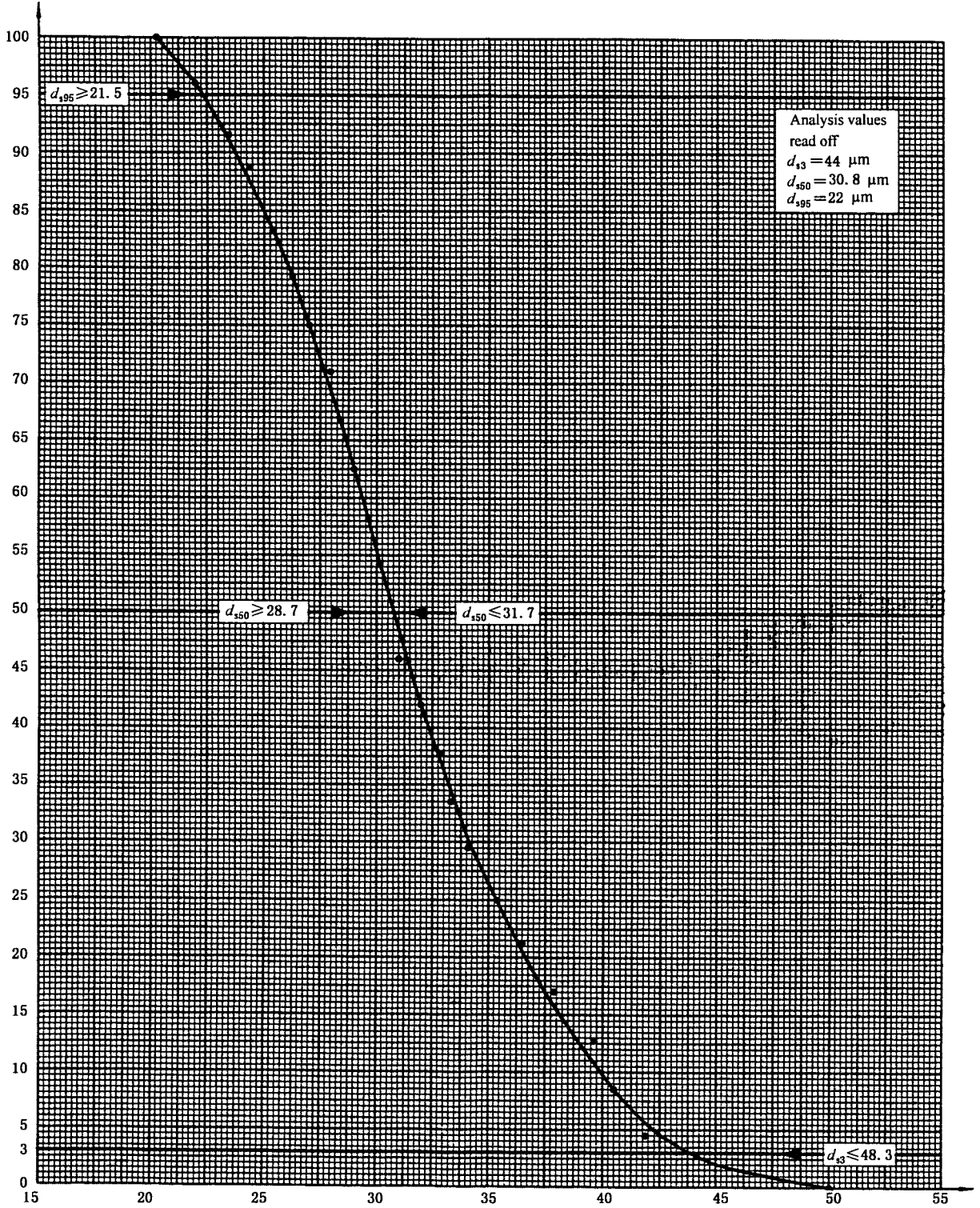


图 5 线性坐标纸上绘制的粒度组成曲线 测量值及允许界限值

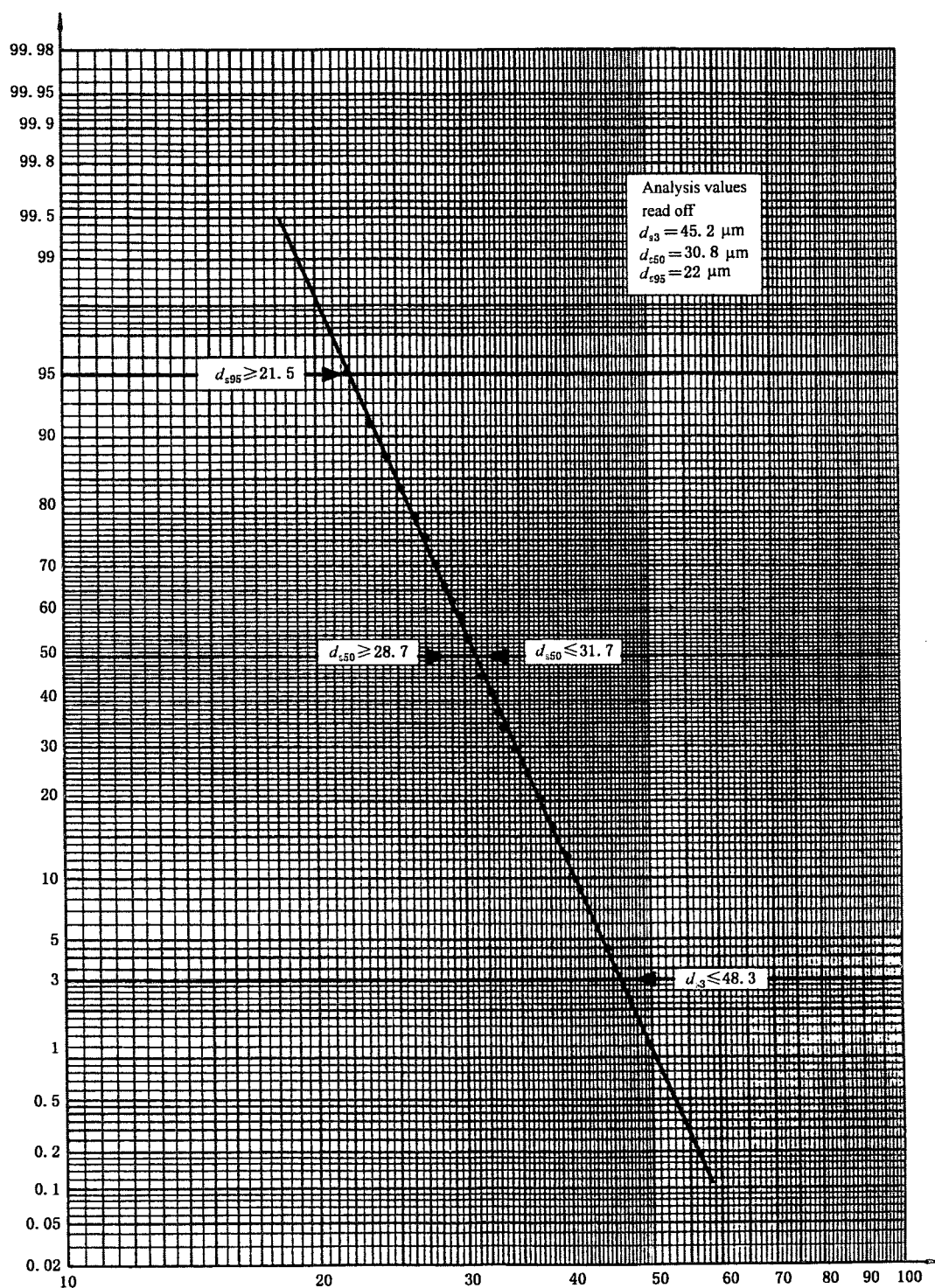


图6 概率坐标纸上绘制的粒度组成曲线(与图5实例同),测量值和允许界限值(见图7)

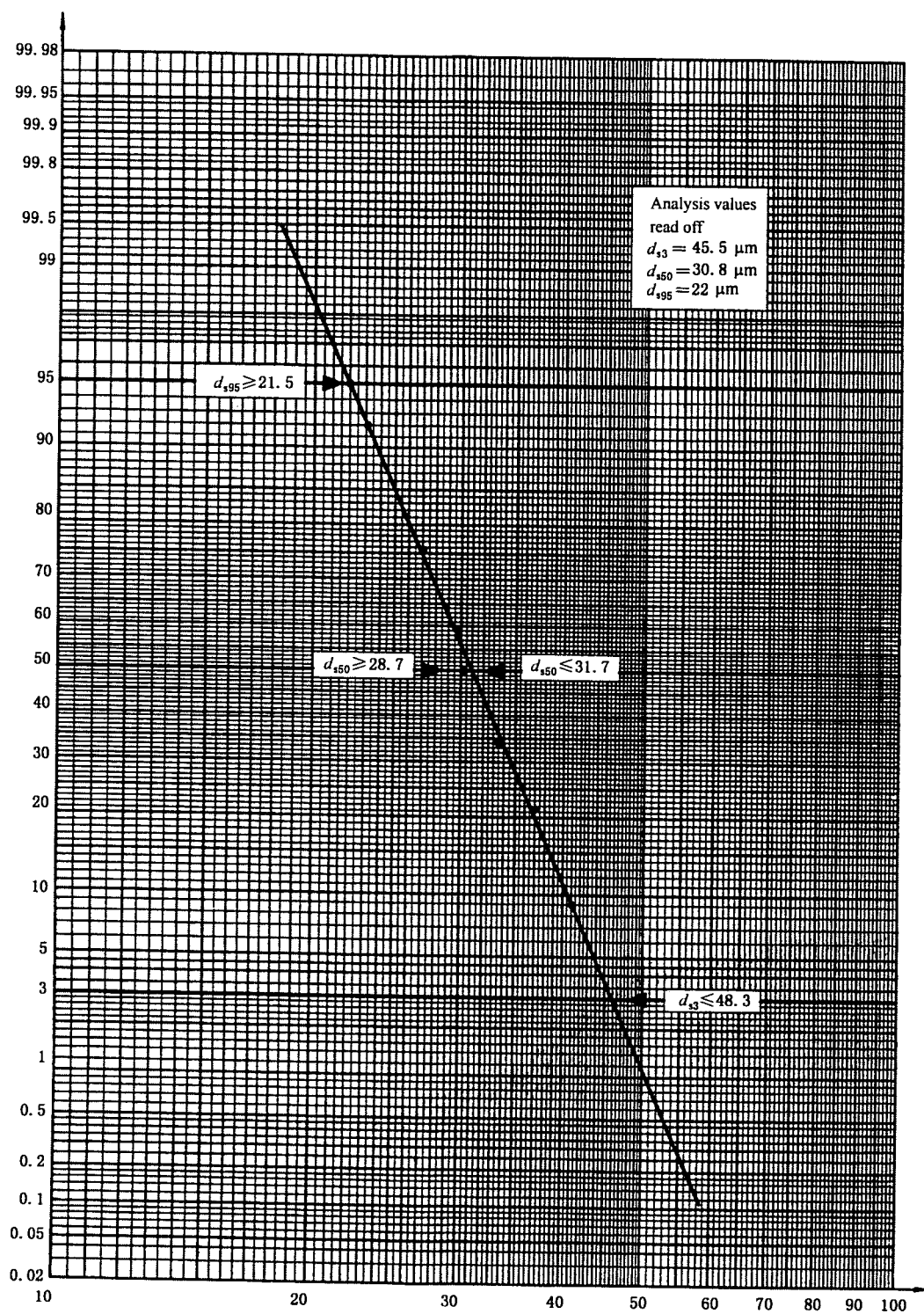


图7 概率坐标纸上绘制的粒度组成曲线(与图5实例同,但只有较少的测量点)测量值和允许界限值

从表 10 可以读出与沉降高度  $h$  相对应的沉积样品的体积百分含量。例如,若全部样品沉积高度  $h_{\text{总}}$  为 24 格,那么从表 9 可以得出结果,11 刻度线的沉降高度与全部样品的体积比为 45.8%。

表 10 相对于样品总沉积高度  $h_{\text{总}}$ ,样品沉积高度为  $h$  时的体积百分含量

沉积高度 $h$ 用刻度表示	样品总沉积高度 $h_{\text{总}}$ (用刻度表示)										
	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0
	沉积样品的体积百分含量/%										
1	5.0	4.9	4.8	4.7	4.5	4.4	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0
2	10.0	9.8	9.5	9.3	9.1	8.9	8.7	8.3	8.3	8.2	8.0
3	15.0	14.6	14.3	14.0	13.6	13.3	13.0	12.8	12.5	12.3	12.0
4	20.0	19.5	19.0	18.6	18.2	17.8	17.4	17.0	16.7	16.7	16.0
5	25.0	24.4	23.8	23.3	22.7	22.2	21.7	21.3	20.8	20.4	20.0
6	30.0	29.3	28.6	27.9	27.3	26.7	26.1	25.5	25.0	24.5	24.0
7	35.0	34.1	33.3	32.6	31.8	31.1	30.4	29.8	29.2	28.6	28.0
8	40.0	39.0	38.1	37.2	36.4	35.6	34.8	34.0	33.3	32.7	32.0
9	45.0	43.9	42.9	41.9	40.9	40.0	39.1	38.3	37.5	36.7	36.0
10	50.0	48.8	47.6	46.5	45.5	44.4	43.5	42.6	41.7	40.8	40.0
11	55.0	53.7	52.4	51.2	50.0	48.9	47.8	46.8	45.8	44.9	44.0
12	60.0	58.5	57.1	55.8	54.5	53.3	52.2	51.1	50.0	49.0	48.0
13	65.0	63.4	61.9	60.5	59.1	57.8	56.5	55.3	54.2	53.1	52.0
14	70.0	68.3	66.7	65.1	63.3	62.2	60.9	59.6	58.3	57.1	56.0
15	75.0	73.2	71.4	69.8	68.2	66.7	65.2	63.8	62.5	61.2	60.0
16	80.0	78.0	76.2	74.4	72.7	71.1	69.6	68.1	66.7	65.3	64.0
17	85.0	83.0	81.0	79.1	77.3	75.6	73.9	72.3	70.8	69.4	68.0
18	90.0	87.8	85.7	83.7	81.8	80.0	78.3	76.6	75.0	73.5	72.0
19	95.0	92.7	90.5	88.4	86.4	84.4	82.6	80.8	79.2	77.6	76.0
20	100.0	97.6	95.2	93.0	90.6	88.9	87.0	85.1	83.3	81.6	80.0
21	—	100.0	100.0	97.7	95.5	93.3	91.3	89.4	87.5	85.7	84.0
22	—	—	—	100.0	100.0	97.8	95.7	93.6	91.7	89.8	88.0
23	—	—	—	—	—	100.0	100.0	97.9	95.8	93.9	92.0
24	—	—	—	—	—	—	—	100.0	100.0	98.0	96.0
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0	100.0

6.3.5.4 粒度分布曲线的评价

在粒度分布曲线上读出样品 3%、50%和 95%(或 94%)体积百分含量的  $d_v$  值,并与表 2、表 3 中的允许值进行比较。

如果  $d_{v3}$ 、 $d_{v50}$ 、 $d_{v95}$  (或  $d_{v94}$ ) 值都在允许范围内,则样品符合本标准。

当检验测量结果时,由于测试技术原因,产生偏差是允许的。表 6 列出的允许偏差,是根据 ISO 循环试验的标准偏差而确定的。对于 F 系列微粉产品,表 2 列出的允许值应加上这些允许偏差。

6.3.5.5 检测刚玉样品的实例

刚玉粒度检测,沉降介质温度为 25℃。

测量并记录第一个连续颗粒流到达收集管底部的时间。

此后,当沉降高度  $h$  到达每个刻度线时,都记录下时间。最后,总沉降高度  $h_{\Sigma}$  达到 24 格。测定时间填入附录 B 表的第 3 栏。

测量结束,沉降的总高度  $h_{\Sigma}$  确定。再根据由  $h$  与  $h_{\Sigma}$  的比值,分别计算试样的体积百分含量,并填入附录 B 表的第 2 栏。

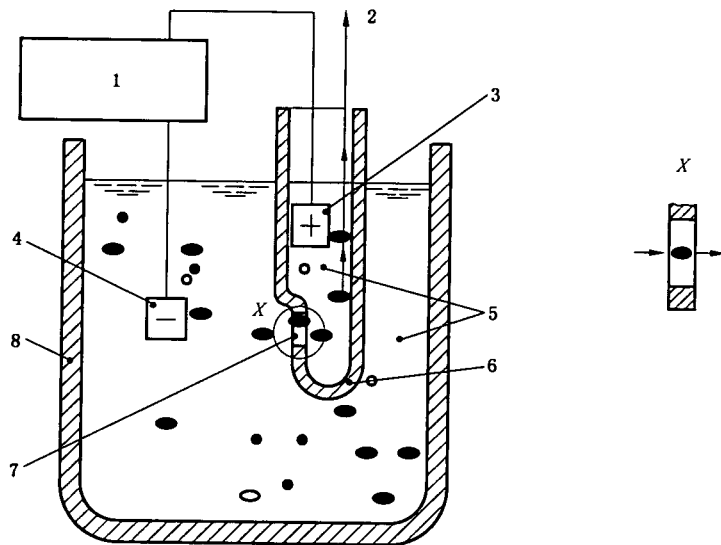
将沉降时间  $t$  代入计算公式  $d = \frac{K}{\sqrt{t}}$ , 计算出粒径  $d$ , 并填入表的第 4 栏。

根据样品的体积百分含量(表的第 2 栏)与粒径(表的第 4 栏),绘出粒度组成曲线(见图 5、图 6、图 7)。从粒度组成曲线上找出  $d_{s3}$ 、 $d_{s50}$ 、 $d_{s95}$  ( $d_{s94}$ ) 三点的粒径值,与表 2、表 3 中的允许值进行比较。

#### 6.4 电阻法

##### 6.4.1 装置

装置示例见图 8。



- 1——小孔电流;
- 2——真空装置;
- 3——内电极;
- 4——外电极;
- 5——颗粒与电解质溶液;
- 6——小孔管;
- 7——小孔;
- 8——样品杯。

图 8 电阻法的装置示意图

##### 6.4.2 小孔管

测定用的小孔管应符合表 11 规定的孔径。

##### 6.4.3 电解液

试样分散介质采用电解液。电解液是浓度 1%~4% 的氯化钠溶液或浓度为 4% 的焦磷酸钠溶液,过滤后使用。过滤器的选择,应用 50  $\mu\text{m}$  以上的小孔管,选择孔径为 0.8  $\mu\text{m}$  的过滤器,过滤 2 次;应用 50  $\mu\text{m}$  以下的小孔管,则选择孔径为 0.2  $\mu\text{m}$  的过滤器,过滤 2 次。此外对于沉降速度快的粗颗粒,最好使用电解液和丙三醇以 7:3 比例的混合液,提高黏度。

## 6.4.4 校正砂

应按仪器说明书要求的标准乳胶微球校正仪器。

## 6.4.5 装置的校正

参照仪器说明书对装置进行校正。

## 6.4.6 小孔管的划分

小孔管的划分按表 11 规定。

表 11 小孔管的划分

单位为毫米

粒度	小孔直径	粒度	小孔直径	粒度	小孔直径
F230、F240	200~560	F600	50~100	# 240~# 400	380~560
F280、F320	200~400	F800	50~70	# 500~# 800	190~240
F360	140~200	F1000	30~50	# 1000~# 2000	95~120
F400	100~200	F1200	20~30	# 2500~# 4000	48~76
F500	70~140	F1500、F2000	15~20	# 6000~# 8000	10~24

测量时测量参数应符合表 12 和表 13 的规定。

表 12 保证每个颗粒都被测量所要求的计数速率上限

小孔直径/ $\mu\text{m}$	560	400	280	200	140	100	70	50	30	20	15
每秒颗粒数/ (个/秒)	230	400	600	800	1 200	1 500	2 500	3 500	4 500	6 000	

表 13 最少计数总量

单位为个

粒度	F230~F320	—	F360~F500	F600~F2000
	# 240~# 400	# 500~# 800	# 1000~# 2000	# 2500~# 8000
最少计数总量	20 000	30 000	50 000	100 000

## 6.4.7 操作步骤

按照仪器说明书进行。

## 6.4.8 计算

6.4.8.1 在正态概率纸的纵轴上取体积分布的累计值,横轴上取颗粒直径,由测得的测定值作图,用直线连接各点。

6.4.8.2 记录相当于 3%,50%,94%处的颗粒直径。

6.4.8.3 求出含有最大颗粒的通道中心直径。

6.4.8.4 将最大颗粒直径和体积分布累计值相当于 3%,50%,94%的颗粒直径,填写入报告。

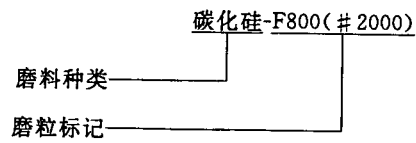
## 7 标记

符合本标准要求的刚玉或碳化硅微粉的标记包括:

- a) 磨料种类(名称或代号);
- b) 磨粒标记 由字母“F”或字符“#”后跟表征粒度的数码组成。



示例：



8 包装

当包装 F 系列微粉或 J 系列微粉时,应将粒度标记如 F240(#500)印在每个最小的包装袋上。

附录 A  
(资料性附录)

用光电沉降仪检测 F 系列微粉粒度的计算表格

F230~F2000 微粉检验										
磨料: _____			样品量: _____							
粒度标记: _____			送样日期: _____							
送样编号: _____			送样者: _____							
光电管: _____ 滤光镜: 400~600 nm 清零值: _____ 狭缝: 3 mm										
沉降液: _____ 黏度: _____ 温度: 20 ℃										
备注: <div><div><math>d_{53}</math> 值: _____</div><div><math>d_{50}</math> 值: _____</div><div><math>d_{20}</math> 值: _____</div></div>										
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
沉降时间		沉降高度/ cm	分档开 关位置	消光		修正消 光差	粒径/ μm	修正消光 差×粒径	质量/ %	累计质量/ %
min	s			读取值	修正值					
0	21	10								
0	30	10								
0	42	10								
1	00	10								
1	25	10								
2	00	10								
2	50	10								
4	00	10								
5	40	10								
8	00	10								
11	20	10								
16	00	10								
18	00	7.95								
20	00	6.25								
22	00	4.85								
24	00	3.75								
26	00	2.9								
28	00	2.2								
30	00	1.65								
38	20	1.5								
54	20	1.5								
合计										
试验日期: _____ 检测员: _____										

附 录 B  
(资料性附录)

用沉降管粒度仪检测 F 系列微粉、J 系列微粉粒度的记录表格

测定条件		沉降柱高度 $h$ /格	体积比/%	沉降时间 $t$ /min	粒径 $d/\mu\text{m}$
样品名称		0			
粒度号		0.5			
样品产地		1			
送样单位		2			
送样时间		3			
送样编号		5			
分析编号		7			
试样重		10			
室温		13			
水温		16			
试样处理		18			
试样比重 $\rho$		22			
沉降液比重 $\rho'$		23			
沉降液黏度 $\eta$		24			
计算公式	$d=10^4\sqrt{\frac{180\eta L}{60gt(\rho-\rho')}} \\ d=\frac{k}{\sqrt{t}} \quad t=\left(\frac{k}{d}\right)^2$	25			
		26			
		27			
		28			
		29			
备注		30			

测定日期：                      仪器号：                      测定者：

参 考 文 献

- [1] ISO 8486-2 Bonded abrasives—Determination and designation of grain size distribution—  
Part2:Microgits F230~F2000(at present as FDIS).
  - [2] JIS R 6001:1998 Bonded abrasives grain sizes.
  - [3] JIS R 6002:1998 Testing method for bonded abrasive grain size.
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
固结磨具用磨料  
粒度组成的检测和标记  
第 2 部分:微粉  
GB/T 2481.2—2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

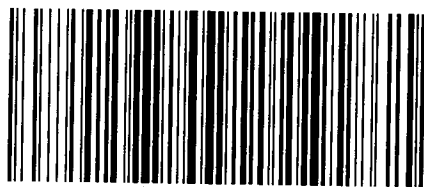
\*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 50 千字  
2009 年 7 月第一版 2009 年 7 月第一次印刷

\*

书号: 155066 · 1-37714 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533



GB/T 2481.2-2009