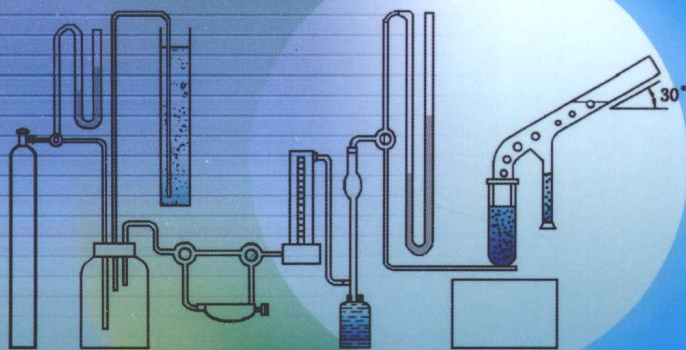


高等学校实验实训规划教材

矿物加工实验方法

于福家 印万忠 刘杰 赵礼兵 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高等学校实验实训规划教材

矿物加工实验方法

于福家 印万忠 刘 杰 赵礼兵 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2010

内 容 简 介

本书主要介绍矿物加工专业实践教学中和选矿生产实践中常用的实验,包括实验目的、原理、方法、步骤、实验数据分析等内容。全书共十一章,包括物料物性分析实验、破碎与磨矿实验、磁电分选实验、重力分选实验、物料的浮游分选实验、化学选矿实验、非金属材料深加工实验、无机非金属材料实验、实验室可选性实验、新型检测方法、实验数据的处理和实验设计。

本书可作为高等院校矿物加工专业本、专科实验教材,也可供相关企业实验室的实验人员和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿物加工实验方法/于福家等编著. —北京:冶金工业出版社, 2010. 8

高等学校实验实训规划教材

ISBN 978-7-5024-5331-2

I. ①矿… II. ①于… III. ①选矿—实验—高等学校—教材
IV. ①TD9-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 130737 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 李 雪 美术编辑 张媛媛 版式设计 葛新霞

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5331-2

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2010 年 8 月第 1 版, 2010 年 8 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 14.75 印张; 387 千字; 224 页

33.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

理论与实践教学的结合是培养矿物加工工程专业学生创新能力的有效途径。实验教学是对学生进行最佳智能结构培养的重要教学环节之一。其基本任务是对学生进行实验技能的基本训练,加深学生对所学基本理论的认识,提高学生综合运用知识的实践能力,培养学生的创新精神。

矿物加工实验技术是矿物加工工程专业实践教学的重要课程,主要是让学生掌握实验研究的基本步骤和方法。本书可作为矿物加工专业本科学生专业实验专用书,也可作为矿物加工专业工程技术人员进行实验研究的参考书。

书中不仅包括验证性和单项性实验,而且还包括综合性、设计性、研究性实验。内容涵盖物性检测、金属和非金属选矿、无机非金属材料和非金属深加工。验证性和单项性实验主要介绍矿物加工专业一些常规的、重要的实验,包括实验仪器、设备的规格型号以及其使用方法和步骤。综合性、设计性、研究性实验用于培养学生基础知识的运用能力和动手能力,使学生形成进行专业实验研究的基本思路,学会专业实验研究的基本方法。

本书共有十一章,其中第一、二、三、四、九章由东北大学于福家编写,第五、六章由东北大学印万忠编写,第七、八、十章由东北大学刘杰编写,第十一章由河北理工大学赵礼兵编写。东北大学于福家对全书进行了统一整理和修改。

由于编者水平有限,书中疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者
2010年4月

目 录

第一章 物料物性分析实验	1
实验 1-1 块状物料密度测定	1
实验 1-2 粉状物料密度测定	3
实验 1-3 堆密度	5
实验 1-4 摩擦角测定	7
实验 1-5 堆积角测定	8
实验 1-6 物料水分测定	9
实验 1-7 硬度系数 (f 值) 测定	11
实验 1-8 粉体白度测定	13
实验 1-9 料浆黏度测定	15
第二章 破碎与磨矿实验	18
实验 2-1 物料粒度的筛分分析	18
实验 2-2 筛分效率测定实验	21
实验 2-3 磨矿影响因素实验	23
实验 2-4 磨矿动力学实验	25
实验 2-5 磨矿介质运动状态实验 (演示实验)	27
实验 2-6 邦德 (Bond) 破碎功指数的测定实验	28
实验 2-7 邦德 (Bond) 球磨功指数的测定	31
实验 2-8 邦德 (Bond) 棒磨功指数的测定	37
第三章 磁电分选实验	40
实验 3-1 强磁性矿物磁性的测定	40
实验 3-2 弱磁性矿物磁性的测定	43
实验 3-3 磁力脱水槽磁场特性测量实验	45
实验 3-4 筒式磁选机磁场特性测量实验	47
实验 3-5 强磁性物料的磁性分析实验	49
实验 3-6 强磁性物料湿式弱磁选实验	51
实验 3-7 弱磁性物料湿式强磁选实验	54
实验 3-8 磁化焙烧—磁选实验	55
实验 3-9 电选分离实验	57
第四章 重力分选实验	60
实验 4-1 干涉沉降实验	60

实验 4-2	沉降法水析实验	62
实验 4-3	上升水流法水析 (连续水析) 实验	64
实验 4-4	跳汰分选实验	66
实验 4-5	摇床分选实验	69
实验 4-6	螺旋溜槽分选实验	72
实验 4-7	水力旋流器分级实验	74
第五章	物料的浮游分选实验	78
实验 5-1	纯矿物浮选实验	78
实验 5-2	起泡剂性能测定	81
实验 5-3	捕收剂捕收性能实验	83
实验 5-4	铅锌矿石浮选分离实验	85
实验 5-5	润湿接触角的测定实验	87
实验 5-6	物料电动电位的测定	89
实验 5-7	浮选闭路流程实验	92
实验 5-8	实验室连续浮选实验	97
实验 5-9	真空浮选实验	100
实验 5-10	电解浮选实验	102
实验 5-11	选择性絮凝分选实验	104
实验 5-12	电化学浮选实验	106
第六章	化学选矿实验	110
实验 6-1	氯化焙烧实验	110
实验 6-2	含金氧化矿全泥氰化浸出实验	112
实验 6-3	生物浸出实验	114
实验 6-4	溶剂萃取实验	117
实验 6-5	离子交换实验	120
实验 6-6	混汞实验	122
第七章	非金属材料深加工实验	125
实验 7-1	搅拌磨超细粉碎实验	125
实验 7-2	振动磨超细粉碎实验	128
实验 7-3	气流磨超细粉碎实验	130
实验 7-4	高压辊式磨机粉碎实验	132
实验 7-5	非金属材料的干式超细分级实验	134
实验 7-6	非金属材料表面改性实验	136
第八章	无机非金属材料实验	138
实验 8-1	石灰的制备和石灰性能的测试	138

实验 8-2 石膏的基本性能测试	140
实验 8-3 硅酸盐水泥的制备实验	143
实验 8-4 水泥的基本性能测定	148
实验 8-5 陶瓷的高温烧成实验	152
第九章 实验室可选性实验	158
实验 9-1 重选可选性实验	158
实验 9-2 磁选可选性实验	159
实验 9-3 浮选综合实验	161
第十章 新型检测方法	166
实验 10-1 X 射线衍射物相分析	166
实验 10-2 红外光谱测试	168
实验 10-3 原子吸收光谱测试	170
实验 10-4 X 射线光电子能谱检测	173
实验 10-5 扫描电镜测试	175
实验 10-6 透射电镜测试	177
第十一章 实验数据的处理和实验设计	181
11.1 实验数据的精准度	182
11.2 有效数字和实验结果的表示	183
11.3 实验结果的计算和评价	190
11.4 实验数据的误差分析	194
11.5 实验方案设计方法	203
11.6 实验报告的编写	219
参考文献	224

第一章 物料物性分析实验

实验 1-1 块状物料密度测定

一、目的要求

1. 充分理解密度的概念及意义；
2. 掌握大块物料密度的测定原理及方法。

二、测定原理

物料的质量和其体积的比值，即单位体积的某种物料的质量，叫做这种物料密度。用符号 ρ 表示，单位按国际单位制为 kg/m^3 (kg/m^3)，常用单位还有 g/cm^3 (g/cm^3)。

矿石的密度是由物料的矿物组成和其结构决定的。当物料的化学组成一定时，由其密度可判断其中的主要矿物组成及矿物加工的方法，有时还可据此判断一些晶相的晶格常数。

大块物料的密度可以采用最简单的称量方法进行测量，即先将大块物料在空气中称量，再浸入液体中称量，然后计算出物料密度。很显然，物料块在液体中所受到的浮力 ($V\rho_0$) = 物料块在空气中的重量 - 物料块在液体中的重量，这样由浮力定律就可以求出物料的体积。根据密度的定义，物料在空气中的质量与该体积之比即为所测物料块的密度。

三、实验仪器、设备及器具

1. 精度 0.01 ~ 0.02g 天平一架；
2. 2000mL 烧杯一个；
3. 电鼓风干燥箱一台；
4. 自制盛料金属丝小笼子若干，测量装置如图 1-1-1 所示；
5. 待测块状物料若干块。

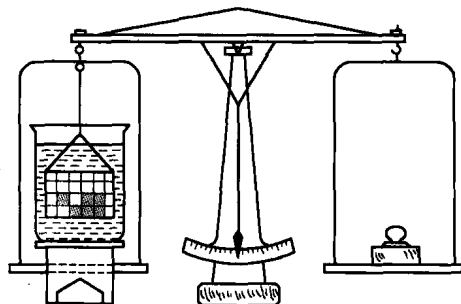


图 1-1-1 天平块状物料密度测定装置

四、测量步骤和数据处理

1. 将物料块清洗干净，并在 $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 进行干燥；
2. 用一尽可能细的金属丝挂钩将金属小笼子挂在天平梁上；
3. 称量小笼子在空气中的重量；
4. 将待测料块放入金属小笼子中；
5. 称量料块和金属小笼子在空气中的重量；
6. 将金属小笼子放入盛满水（介质一般用水，也可用其他介质）的烧杯中（小笼子要全部浸入水中）；
7. 称量金属小笼子在水中的重量；
8. 将装有料块的金属小笼子放入盛满水的烧杯中；
9. 称量料块和金属小笼子在水中的重量；
10. 计算测量料块的密度。

计算公式为：

$$\rho = \frac{G_3 - G_1}{(G_3 - G_1) - (G_4 - G_2)} \cdot \Delta \quad (1-1-1)$$

式中 ρ ——块状物料密度；

G_1 ——金属小笼子在空气中的重量；

G_2 ——金属小笼子在水中的重量；

G_3 ——料块和金属小笼子在空气中的重量；

G_4 ——料块和金属小笼子在水中的重量；

Δ ——介质密度。

11. 重复上述测量步骤继续测量，得到密度 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 \dots 、 δ_n （由于被测料块结构可能不均一，只测量一块误差很大，应尽量多测一些）；

12. 将每次所测结果取平均值，即

$$\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \dots + \delta_n}{n} \quad (1-1-2)$$

此平均值就是所测大块物料的密度。

块状物料比重测定结果见表 1-1-1。

表 1-1-1 块状物料比重测定结果

序号	G_1/kg	G_2/kg	G_3/kg	G_4/kg	$\delta/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
1					
2					
3					
4					
...					
n					
平均值					

五、思考题

1. 密度的含义是什么？
2. 测定密度的意义是什么？

实验 1-2 粉状物料密度测定

一、目的要求

1. 理解密度的概念及其在生产、科研中的作用；
2. 学会用比重瓶法测定粉体真密度的方法。

二、测定原理

粉状物料的密度是指粉状物料质量与其实体体积之比。所谓实体体积是指不包括存在于颗粒内部封闭空洞的颗粒体积。因此，如果粉状物料充分细，其密度的测定可采用浸液法和气体容积法进行测定。

浸液法是将粉末浸入在易于润湿颗粒表面的浸液中，测定其所排除液体的体积。此法必须真空脱气以完全排除气泡。真空脱气操作有加热法（煮沸）和抽真空法，或两法同时并用。浸液法又有比重瓶法和悬吊法。浸液法对浸液的要求如下：（1）不溶解试样；（2）容易润湿试样的颗粒表面；（3）沸点为 100℃ 以上，有低蒸气压，高真空下脱气时能减少发泡所引起的粉末飞散和浸液损失。对无机粉末状物料来说，符合上述条件的浸液可以采用二甲苯、煤油和水等。浸液法中，比重瓶法具有仪器简单、操作方便、结果可靠等优点。

气体容积法是以气体取代液体测定所排出的体积。此法排除了浸液法对试样溶解的可能性，具有不损坏试样的优点。但测定时受温度的影响，需注意漏气问题。气体容积法分为定容积法与不定容积法。定容积法：对预先给定的一定容积进行压缩或膨胀，测定其压力变化。然后求出密闭容器的体积，从装入试样时与不装试样时体积之差，可求得试样的体积。由于只用流体压力计测定压力，所以很简单，但不易使水银面正确的对齐标线。不定容积法：为了省去对齐标线的麻烦，把水银储存球位置固定在上、下两处。因为压缩或膨胀的体积并不恒定，所以读取流体压力计读数时，同时也就测出粉状物料的密度。

矿物加工实验中通常采用比重瓶法测量矿物粉体的密度。

根据阿基米德原理，将待测粉状物料浸入对其润湿而不溶解的浸液中，抽真空排除气泡，求出粉末试样从已知容量的容器中排出已知密度的液体量，就可计算粉末的密度。计算公式如下：

$$\rho = \frac{G\rho_0}{G_1 + G - G_2} \quad (1-2-1)$$

式中 ρ ——试样密度， kg/m^3 ；

G ——试样干重， kg ；

G_1 ——瓶、水合重， kg ；

G_2 ——瓶、水、样合重， kg ；

ρ_0 ——介质密度， kg/m^3 。

三、实验仪器设备及器具

1. 50 ~ 100mL 比重瓶一个（图 1-2-1）；
2. 电热干燥箱一台；

3. 干燥器一个；
4. 精度 0.001g、称量范围 200g 电子天平一台；
5. 电磁微波炉一台；
6. 250mL 烧杯两个；
7. 漏斗一个；
8. 真空抽气装置一套（真空泵、压力计、真空抽气缸、保护罩等）。

四、实验物料

待测粉状物料 100g 左右。

五、测量步骤

1. 将比重瓶先用热洗液洗去油污，然后用自来水冲洗，最后用蒸馏水洗净。
2. 将粉状物料放入容器，用干燥箱在 $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 进行干燥。
3. 称取经干燥的试样 20g 左右（不超过比重瓶容积的 1/3）。
4. 借助漏斗将试样小心倒入比重瓶内，并将附着在漏斗壁上的试样扫入瓶中，切勿使试样飞扬或抛失。
5. 向比重瓶中注入蒸馏水至其容积的 1/2，并摇动比重瓶使试样分散。
6. 将比重瓶和装有实验用蒸馏水的烧杯同时置于真空气缸中进行抽气，其缸内残余压力不得超过 2cm 水银柱，抽气时间不得少于 1h（为了完全除去比重瓶中的气泡，也可在抽真空的同时将比重瓶置于 $60 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 的热水中，使水沸腾，然后再冷却到室温下进行称量）。
7. 取出比重瓶，用经过抽气的蒸馏水注入比重瓶至近满，并放置比重瓶于恒温水槽内，待瓶内浸液温度稳定。
8. 将比重瓶的瓶塞塞好，使多余的水自瓶塞毛细管中溢出，擦干瓶外的水分后，称量瓶、水、样合重 G_2 。
9. 将比重瓶中样品倒出，洗净比重瓶。
10. 用经过抽气的蒸馏水注入比重瓶至近满，塞好瓶塞，擦干瓶外水分，称量瓶、水合重 G_1 。
11. 按式 (1-2-1) 计算所测物料比重；
12. 重复上述操作进行下一次测量；比重测定需平行测 3~5 次，求其算数平均值作为最终结果，计算时取两位小数，其两个平行实验结果差值不得大于 0.02。如果其中有 2 个以上的数据超过上述误差范围时，应重新取一组样品进行测定。

将测定结果列入表 1-2-1。

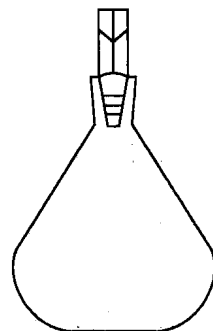


图 1-2-1 比重瓶示意图

表 1-2-1 粉状物料比重测定结果表

序号	试样重 G/kg	瓶 + 水合重 G_1/kg	瓶 + 水 + 样合重 G_2/kg	介质比重 ρ_0	物料比重 ρ
1					
2					
3					
4					
5					
平均					

六、思考题

1. 什么是粉状物料的密度？
2. 比重瓶法测定粉状物料密度的原理是什么？

附 1-1:

矿物加工中，测量矿石密度时，浸液一般选用蒸馏水；水在 4℃ 使得密度为 1，20℃ 时的密度为 0.998232，在其他温度下的密度可查表 1-2-2，但当对精度要求不高时可近似地认为等于 1。

表 1-2-2 不同温度下水的密度

温度 $t/^\circ\text{C}$	密度 $/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	温度 $t/^\circ\text{C}$	密度 $/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
0	0.999868	18	0.998623
1	0.999927	19	0.998433
2	0.999968	20	0.998232
3	0.999992	21	0.998021
4	1.000000	22	0.997799
5	0.999992	23	0.997567
6	0.999968	24	0.997326
7	0.999929	25	0.997074
8	0.999876	26	0.996813
9	0.999809	27	0.996542
10	0.999728	28	0.996262
11	0.999632	29	0.995973
12	0.999525	30	0.995676
13	0.999404	31	0.995369
14	0.999271	32	0.995054
15	0.999126	33	0.994731
16	0.998970	34	0.994399
17	0.998802	35	0.994059

实验 1-3 堆密度

一、目的要求

1. 加深理解堆密度的概念；
2. 学会堆密度的测定方法。

二、测量原理

自然充满单位体积容器的物料质量，称为该物料的堆密度或松散密度，即一定粒级的颗粒料

单位体积堆积体的质量。此单位体积堆积体内包括颗粒实体的体积、颗粒内气孔与颗粒间空隙的体积。物料质量除以此体积所得的值即为堆积密度。物料自然堆积时，空隙体积占物料总堆积体积的分数，称为物料的空隙度。堆积密度、空隙度是工程设计和工艺计算的重要基础数据。

可见，测出碎散物料质量和堆积体积，即可计算出该物料的堆密度。

三、实验仪器、设备及器具

1. 长方体规则测定容器一个；
2. 天平一架；
3. 长方形刮板一块；
4. 钢板尺一把。

四、实验物料

待测碎散物料 10kg 左右。

五、测量步骤

1. 测出测定容器的容积。
2. 称量容器的重量。
3. 将物料慢慢装入容器，并使物料略高于容器上表面。
4. 用刮板将容器上表面刮平，除去多余物料。
5. 称量物料、容器合重。
6. 按下式计算物料的堆密度和空隙度：

$$\rho_D = \frac{G_1 - G_0}{V} \quad (1-3-1)$$

$$e = \frac{\rho - \rho_D}{\rho} \quad (1-3-2)$$

式中 ρ_D ——物料的堆密度， kg/m^3 ；
 e ——物料的空隙度，以小数表示；
 G_0 ——装料前容器的重量， kg ；
 G_1 ——装料后容器与物料的合重， kg ；
 V ——容器的容积， m^3 ；
 ρ ——物料的密度， kg/m^3 。

7. 重复上述实验步骤进行多次测量，然后取其算数平均值作为最终结果（表 1-3-1）。

表 1-3-1 堆密度测定结果表

序号	容器体积 V/m^3	容器重量 G_0/kg	容器 + 物料合重 G_1/kg	物料堆密度 $\rho_D/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	空隙度 e
1					
2					
3					
...					
n					
平均					

注意：实验用测定容器不应太小，否则会使测定的准确性变差。一般而言，即使物料块较大，容器的边长最少也要比最大块尺寸大 5 倍以上。

六、思考题

1. 堆密度的意义是什么？
2. 测定堆密度对工业设计、研究有什么用途。

实验 1-4 摩擦角测定

一、目的要求

1. 掌握摩擦角的概念；
2. 学会摩擦角的测定方法。

二、测量原理

摩擦角是指物料恰好能从粗糙斜面开始下滑时的斜面倾角，即物料在粗糙斜面处于滑落临界状态时斜面的倾角。

根据摩擦角的定义，可以制作一台摩擦角测定仪。摩擦角测定仪如图 1-4-1 所示，取一块木制平板（也可用胶板或其他材质的平板），将其一端铰接固定，另一端可借细绳的牵引自由升降。利用摩擦角测定仪按照摩擦角的定义即可测出待测物料的摩擦角。

三、实验仪器、设备及器具

1. 自制摩擦角测定仪一台（如图 1-4-1 所示）；
2. 量角器、直尺一套。

四、实验物料

待测物料 5 ~ 10kg。

五、测定步骤

1. 将摩擦角测定仪的平板置于水平位置。
2. 将适量的待测物料放到平板上。
3. 牵引细绳使平板缓缓下降，注意观察板上物料，当物料开始运动时，立即停止平板的下降，并将平板的位置固定。
4. 测量此时平板的倾角，该倾角即为物料的摩擦角。
5. 重复上述测量步骤进行多次测定，然后取其平均值作为最终测定值（表 1-4-1）。

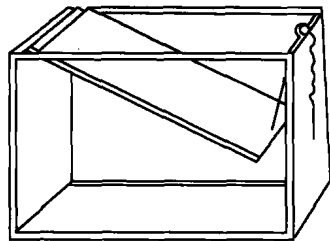


图 1-4-1 摩擦角测定仪示意图

表 1-4-1 摩擦角测定实验结果

测量次数	第一次测量	第二次测量	第三次测量	测量平均值
摩擦角/(°)				

六、思考题

1. 粉体物料摩擦角的含义是什么？
2. 测定物料摩擦角在工业生产、设计和研究中有什么用途？

实验 1-5 堆积角测定

一、目的要求

1. 加深堆积角概念的理解；
2. 学会松散物料堆积角的测定方法。

二、基本原理

堆积角是松散物料自然下落堆积成料锥时，堆积层的自由表面在平衡状态下与水平面形成的最大角度，也称为安息角或休止角。堆积角的大小是物料流动性的一个指标，堆积角越小，物料的流动性就越好。松散物料堆积角形态如图 1-5-1 所示。堆积角的测量方法有自然堆积法和朗氏法两种。

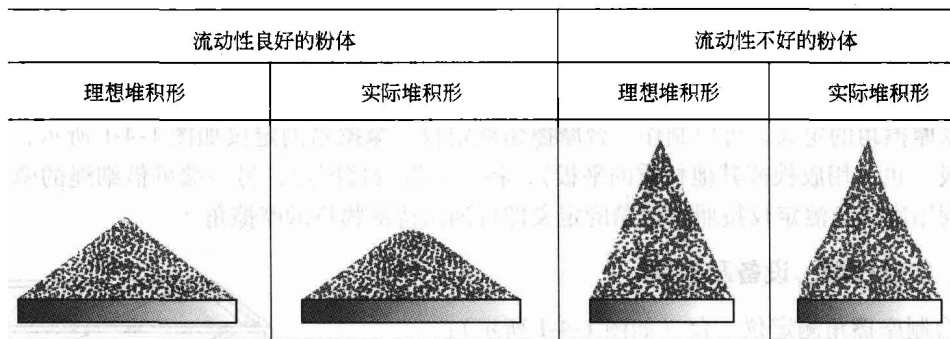


图 1-5-1 堆积角的理想状态与实际状态示意图

三、实验仪器、设备及器具

1. 料铲一把；
2. 堆积角测定仪一台；
3. 直尺一把；
4. 量角器一个。

四、实验物料

待测碎散物料 5 ~ 10kg。

五、测定方法

1. 自然堆积法

自然堆积法很简单，只需有较平的台面或地面，将物料自然堆积，测量物料形成的圆锥表面与水平面的夹角即可。

测定步骤：

- (1) 选定一块大小合适的较平整的台面或地面。

(2) 用料铲将物料铲到台面或地面，进行自然堆锥（要使物料自锥顶慢慢落下）。

(3) 用直尺和量角器测出料锥表面与水平面的夹角，即为所测堆积角。

(4) 重新堆锥，重复测量 3~5 次，取其平均值。

2. 朗氏法

朗氏法的测定装置如图 1-5-2 所示，试料由漏斗落到一个高架圆台上，在台上形成料锥，测出料锥表面与水平面的夹角即可得到物料的堆积角。

测定步骤：

(1) 调整堆积角测定仪漏斗的高度，使其与高架圆台有合适的间距。

(2) 调整堆积角测定仪的漏斗位置，使其与高架圆台同心。

(3) 将试料铲于漏斗，使物料经漏斗缓缓落下，并在圆台上形成圆锥体，直至试料沿料锥的各边都等同地下滑时，停止加料。

(4) 转动活动直尺，测出堆积角。

(5) 重复测量 3 次取其平均值为终测量值。

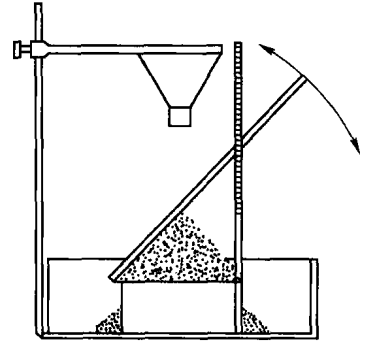


图 1-5-2 堆积角测定仪示意图

六、思考题

1. 堆积角的测量方法有哪些？
2. 堆积角大小的含义是什么？
3. 堆积角对物料的堆放场地、堆放方式的选择设计有什么作用？

实验 1-6 物料水分测定

一、目的要求

1. 了解物料水分的存在形态；
2. 学会物料水分的测定方法。

二、测量原理

物料水分一般分为：

1. 外在水分或表面水分。它覆盖在颗粒表面上，在干燥环境下保存时，这部分水分就会逐渐蒸发掉，直至变为“风干”状态。
2. 分析水分或吸着水分。它含在颗粒的孔隙和裂隙中，其含量与水蒸气的压力和空气的相对湿度有关。
3. 化合水或结晶水。

一般情况下，矿物加工工程中，需要测定的是物料的外在水分和分析水分两项，这两项水分的总和叫做总水分或游离水分。其测定方法就是在适当的温度下，将物料的游离水分烘干，通过称量物料烘干前后的重量，计算出物料的水分。这里的水分测定是指粒度相对比较粗物料的水分测定，如果被测物料为粉末状，则其水分可以利用水分测定仪直接测出。

三、实验仪器、设备及器具

1. 读数精度 0.01g 的电子天平一台；
2. 恒温干燥箱一台；
3. 干燥器一个；
4. 取样小勺一把；
5. 边长 100mm 带上盖的不锈钢料盒一个（也可选择其他材质和规格的器皿）。

四、实验物料

待测碎散物料若干。

五、测量步骤

1. 称取料盒重量；
2. 将待测物料破碎至 -2mm，混匀并取试样 100g；
3. 将样品放入料盒中，并将其摊薄均匀；
4. 将料盒置于烘干箱内，让盖子斜开着，控制烘干箱温度在 105 ~ 110℃ 进行烘干；
5. 烘干 8h 后关闭烘箱，将料盒移入干燥器内冷却；
6. 冷却后（约半小时）迅速盖上盒盖，从干燥器中取出料盒称重；
7. 计算物料水分；按下式计算：

$$W = \frac{G - G_1}{G} \times 100\% = \frac{G - G_2 + G_0}{G} \times 100\% \quad (1-6-1)$$

式中 W ——物料的水分，%；

G ——待测样品（湿样）重量，g；

G_0 ——料盒重量，g；

G_1 ——烘干后干样重量，g；

G_2 ——料盒、干样合重，g。

8. 重复上述测定步骤，测出三个平行样的水分，取其平均值作为最终测定结果（表 1-6-1）。

表 1-6-1 物料水分测定结果

测量次数	第一次测量	第二次测量	第三次测量	测量平均值
水分/%				

注意：

(1) 为了准确测定物料外在水分或总水分，必须及时采样，及时测定。大块物料只能就地测定。方法是先测湿重，然后测风干重（风干至恒重），最后测烘干重，依次可计算出外在水分和总水分。

(2) 如果试样粒度大，实验量大，可先在采样地点及时测出外在水分，然后将风干试样破碎缩分，取出少量有代表性试样测定吸着水。

六、思考题

1. 物料的水分有哪几种？
2. 物料的水分在矿物加工过程中，会对哪些作业产生影响？