

ICS 73.020

CCS 点击此处添加 CCS 号

**DZ**

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

## 选矿试验技术方法 第5部分：浮选

Technical methods of mineral processing test—Part 5: Flotation

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布



# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 目的任务 .....	1
5 试验样品 .....	1
6 试验设备 .....	1
6.1 称量设备 .....	1
6.2 浮选设备 .....	2
6.3 其他设备 .....	2
6.4 试验工具 .....	2
7 试验方法 .....	2
7.1 试验条件 .....	2
7.2 制定试验方案 .....	3
7.3 条件试验 .....	3
7.4 开路试验 .....	3
7.5 闭路试验 .....	3
7.6 连续试验 .....	3
7.7 试验操作 .....	3
7.8 样品处理 .....	4
8 试验记录 .....	4
附录 A（资料性） 浮选机操作方法 .....	6
参考文献 .....	7

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是DZ/T XXXX《选矿试验技术方法》的第5部分，DZ/T XXXX已经发布了以下部分：

- 第1部分：破碎筛分
- 第2部分：磨矿分级
- 第3部分：重选
- 第4部分：磁选
- 第5部分：浮选

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所、郑州大学、中南大学、东北大学、中国地质科学院水文地质环境地质研究所。

本文件主要起草人：李作敏、冯安生、吕振福、张博冉、丁国峰、武秋杰、张亮、杨卉芑、马晓楠、柳林、刘航涛。

## 引 言

DZ/T XXX《选矿试验技术方法》是选矿试验操作的标准化和规范化指引，以保证试验数据的准确性和试验结果的可靠性。DZ/T XXX《选矿试验技术方法》拟由9个部分组成。

- 第1部分：破碎筛分；
- 第2部分：磨矿分级；
- 第3部分：重选；
- 第4部分：磁选；
- 第5部分：浮选；
- 第6部分：焙烧；
- 第7部分：球团；
- 第8部分：浸出；
- 第9部分：拣选。

本部分为DZ/T XXXX的第5部分，明确了实验室选矿试验中的浮选试验技术方法，其中包括相关的术语与定义、目的任务、试验样品、试验设备、试验方法及试验记录等，与相关技术标准配套使用。



## 选矿试验技术方法 第5部分：浮选

### 1 范围

本文件给出了固体矿产实验室浮选试验相关的术语和定义,明确了目的任务、试验样品、试验设备、试验方法和试验记录等要求。

本文件适用于固体矿产实验室选矿试验中的浮选试验。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

DZ/T 0130.1 地质矿产实验室测试质量管理规范 第1部分:总则

DZ/T 0130.2 地质矿产实验室测试质量管理规范 第2部分:岩石矿物分析试样制备

DZ/T 0130.3 地质矿产实验室测试质量管理规范 第3部分:岩石矿物样品化学成分分析

DZ/T 0372 固体矿产选冶试验样品配制规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 浮选 flotation

利用矿物之间的表界面性质差异,通过药剂、空气和机械实现并强化矿物分离的过程。

### 4 目的任务

为矿石是否适合采用浮选工艺提供依据;确定具体矿石分选时所需的药剂制度、试验条件及试验流程;为有必要的矿物分选试验提供合格的矿样;分离有用矿物和脉石矿物,得到合格的产品。

### 5 试验样品

5.1 矿样应单独存放在固定的储存场所内,确保矿样不与其他物品混合或反应。易氧化矿样应密封保存。

5.2 试验样品应具有统一编号。

5.3 应充分混匀缩分后取样使具有代表性。

5.4 应根据试验要求、矿石性质与使用的浮选条件设定矿样质量,并符合切乔特公式。

### 6 试验设备

#### 6.1 称量设备

6.1.1 一般用于矿样质量、矿浆质量和试验药剂的称量。

6.1.2 根据矿样质量选择合适的称量设备,称量 1kg 以下的矿样一般选择电子台秤,常用的电子台秤量程有 1kg、3kg、5kg 等,感量值为 0.001kg;称量 1kg 以上的样品一般采用台秤或案秤,最大量程和最小刻度的对应关系应符合 DZ/T XXX《选矿试验技术方法 第1部分:破碎筛分》表1要求。

6.1.3 称量精细度要求较高的矿样和试验药剂时,可选用半微量电子天平,量程不高于 250g,感量值

为 0.0001g。

## 6.2 浮选设备

6.2.1 实验室常用的浮选机为机械搅拌式浮选机，主要技术参数见表 1。

表1 浮选机主要参数

项目	单位	技术参数					
		0.50	0.75	1.00	1.50	3	6
浮选槽容积	L	0.50	0.75	1.00	1.50	3	6
叶轮直径	mm	45	45	55	60	70	80
叶轮转速	r/min	2590	2590	2160	2050	无级变速	无级变速
		2390	2390	1960	1840	-	-
		2190	2190	1840	1730	-	-
刮板转速	r/min	15	15	15	15	30	30
		30	30	30	30	-	-
给矿粒度	mm	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<3
最大充气量	L/min	4	6	8	10	20	30

## 6.3 其他设备

6.3.1 过滤设备宜采用真空过滤机。

6.3.2 烘干设备宜采用电热鼓风干燥箱，调温范围 50°C~200°C。

6.3.3 手工研磨器宜采用玻璃研钵、玛瑙研钵和陶瓷研钵。

6.3.4 机械研磨机宜采用三头研磨机和振动研磨机。

## 6.4 试验工具

6.4.1 试验工具见表 2。

表2 试验工具

名称	单位	数量	规格
计时器	个	1	量程0~10min；精度：1s
注射器	个	2	5ml
注射器	个	2	10ml
微量注射器	只	2	容量：0.5mL；分度值：0.02mL
微量注射器	只	2	容量：0.25mL；分度值：0.01mL
微量进样器	只	2	容量：0.1mL；分度值：0.002mL
微量进样器	只	2	容量：0.025mL；分度值：0.0005mL
盛矿盆（桶）	个	50	容量：1L~6L
量杯	个	5	容量：1L
移液管	个	5	容量：5mL
移液管	个	5	容量：2mL
温度计	个	1	量程：100°C
pH计	个	1	误差≤±0.2
洗瓶	个	2	250ml
洗耳球	个	5	30mL

## 7 试验方法

### 7.1 试验条件

7.1.1 应在浮选实验室进行试验，应配备通风装置、降噪装置

7.1.2 实验室内应配备完善的排水系统。

7.1.3 实验室内应配有储存浮选药剂的储药柜、储存易挥发药剂的器皿。

7.1.4 试验人员应穿戴工作服、手套等防护工具。

7.1.5 浮选试验前应检查药剂是否能正常使用，若不能正常使用应配备新药剂。

## 7.2 制定试验方案

7.2.1 应根据矿石性质结合已有的生产经验以及专业资料拟定原则方案。例如，多金属硫化矿的浮选一般采用混合浮选、优先浮选等浮选流程。

7.2.2 不能预先确定原则方案时，宜进行探索试验找出适宜工艺条件和指标，然后确定原则方案。

## 7.3 条件试验

7.3.1 条件试验一般包括磨矿细度试验、pH 值试验、浮选药剂制度试验（调整剂、捕收剂、起泡剂等药剂的种类和用量）、矿浆浓度试验、浮选时间试验、矿浆温度试验、精选试验、中矿处理试验等。

7.3.2 试验条件应根据试验结果和试验现象及时调整。

## 7.4 开路试验

7.4.1 开路试验一般由粗选、扫选和精选组成。

7.4.2 精选试验中通常不再添加捕收剂和起泡剂，可浮性差的目的矿物可根据需要添加适量捕收剂和起泡剂，但需注意控制矿浆的 pH 值。

7.4.3 若粗精矿含有大量连生体，应考虑对其进行再磨。

7.4.4 需进行药剂解吸或（和）精矿再磨的精选作业，应设计条件试验，确定药剂解吸、精矿再磨的最佳条件。

7.4.5 试验过程中，精选尾矿和扫选精矿均应单独收集、称重和化验。

## 7.5 闭路试验

7.5.1 实验室闭路试验一般按照开路试验确定的流程和条件，接连重复做几组相同的试验，每次所得到的中间产品循序返回，直至试验达到质量平衡为止。

7.5.2 精矿和尾矿质量及所含金属量均不再继续增加，且与给入矿样质量和金属量一致时代表试验达到平衡。

7.5.3 闭路浮选试验一般需要多台浮选设备。

7.5.4 随着试验的进行，捕收剂和起泡剂用量须适当减少，减少量与药剂性能及中矿返回量有关，一般为 10%~30%。

7.5.5 试验过程中一般用浮选产品的滤饼湿重估计产品的产率和品位，衡量矿样的平衡。

7.5.6 返回的中矿一般因矿浆体积大、浓度低，不能全部返回，宜使其静置沉淀，将下部的稠矿浆返回浮选作业，上部稀矿液作为浮选冲洗和补加水。

7.5.7 闭路试验结果计算最终浮选指标时，一般将达到平衡后的最后 2~3 个试验精矿作为总精矿、尾矿作为总尾矿，总精矿和总尾矿相加计算出总原矿。

7.5.8 每个中矿要单独收集称重，并分别取样化验。

## 7.6 连续试验

7.6.1 应严格控制中矿返回点、循环量大小以及返回量的稳定性。不影响分选指标的情况下，中矿量越少越好。

7.6.2 应准确测量药剂添加速度，保证给药的稳定和准确性，药剂用量、加药点、浮选条件以及浮选时间一般由闭路试验结果确定，根据试验现象及时调整。

7.6.3 连续试验回路给矿量、矿浆浓度、药剂添加量、产品产率等稳定后运转时间一般不低于 72h。

7.6.4 应严格制定取样点、取样顺序和取样方式，以避免对整个浮选系统的影响；连续试验回路稳定后，宜 15min~30min 取样一次、每两个小时合并化验一次，一般要求快速分析检测，以校验流程。

## 7.7 试验操作

7.7.1 浮选过程中应对矿浆进行搅拌促进矿物颗粒悬浮，并使矿粒与气泡达到有效的碰撞和接触。

- 7.7.2 矿浆搅拌过程中应避免充气，特殊矿种可先充气再搅拌，如硫化矿物。
- 7.7.3 浮选试验前应根据试验要求及试验条件配制试验药剂，并储存于干燥器中。需低温保存的药剂应放置冷藏柜中；易变质药剂应现配现用。
- 7.7.4 水溶性药剂宜根据用量用移液管、量筒、量杯等添加，非水溶性药剂宜用微量进样器添加。
- 7.7.5 试验药剂的添加顺序一般为调整剂、捕收剂、起泡剂。
- 7.7.6 应保持充气量恒定，泡沫层厚度一般控制在 20mm~50mm。
- 7.7.7 应随着矿浆液面的不断下降不断添加补加水，矿浆 pH 值对浮选无影响时可直接补加自来水，否则应预先配制与矿浆 pH 值相同的补加水。
- 7.7.8 人工刮泡时应注意刮泡深度和频次，保持浮选操作持续稳定。
- 7.7.9 机械刮泡时应根据试验现象及时开关刮泡板。
- 7.7.10 粘附在槽壁上的泡沫应及时冲洗入槽。
- 7.7.11 浮选机的详细操作方法见附录 A。

## 7.8 样品处理

- 7.8.1 应待矿浆澄清后抽出上层澄清水；使用过滤机过滤样品时应确认设备干净，倒入矿浆时应防止溅出。
- 7.8.2 启动过滤机时应先开启电源后打开补加水，关闭过滤机时应先关闭补加水后关闭电源。
- 7.8.3 过滤结束后应将滤饼完全取出。
- 7.8.4 样品的干燥温度应保证矿样的物理化学性质不受影响，易挥发矿或硫化矿设置温度应低于 80℃，易氧化矿物设置温度应低于 110℃。
- 7.8.5 样品烘干后宜用夹钳取出，以防烫伤。
- 7.8.6 试验样品分别称重并记录数据，见 DZ/T XXX《选矿试验技术方法 第 3 部分：重选》表 4。
- 7.8.7 将样品进行混匀缩分，方法按照 DZ/T 0372 附录 A 规定的相关操作执行，混匀缩分后的样品放入装样小袋，其余样品单独存放。
- 7.8.8 混匀缩分后，根据分析测试要求确定选用手工研磨、三头研磨机、振动磨样机研磨，确保研磨设备或工具对样品无污染。
- 7.8.9 将样品装袋并按照统一规则记录编号，必要时送至检验分析；检验分析按照 DZ/T 0130.1、DZ/T 0130.2、DZ/T 0130.3 执行。

## 8 试验记录

- 8.1 试验编号应遵循统一的编号规则。
- 8.2 试验计量应使用法定计量单位。
- 8.3 试验流程宜绘制流程图表示。
- 8.4 浮选试验应有完整的试验记录，参见附录 A。
- 8.5 试验结束将产品名称、重量以及化验品位写入选矿试验结果记录表，记录表参见 DZ/T XXX《选矿试验技术方法 第 3 部分：重选》表 4。
- 8.6 试验数据分析
  - 8.6.1 应按照计量设备的感量确定有效数字。
  - 8.6.2 计算所得的试验数据宜采用“四舍六入五凑偶”的规则保留有效数字。
  - 8.6.3 按照产率计算公式计算出各产品产率计入选矿试验结果记录表，产率计算公式参见 DZ/T XXX《选矿试验技术方法 第 1 部分：破碎筛分》公式（2）。
  - 8.6.4 按照回收率计算公式计算出各产品回收率写入选矿试验记录表，回收率计算公式参见 DZ/T XXX《选矿试验技术方法 第 3 部分：重选》公式（4）。
  - 8.6.5 计算结束后需对试验数据进一步判断，以选择最佳试验流程，判断依据应按照 DZ/T XXX《选矿试验技术方法 第 3 部分：重选》8.6.5 执行。
- 8.7 试验误差
  - 8.7.1 条件试验、开路试验前后矿样质量损失不应大于总质量的 1%。

8.7.2 闭路试验、连续试验前后矿样质量损失不应大于总质量的 2%。

**附 录 A**  
(资料性)  
**浮选机操作方法**

**A.1 浮选机操作方法如下：**

- a) 向浮选槽内加水至第二标线处，开动并调试浮选机，使叶轮转速、单位充气量达到规定值，停机-关闭进气阀门，放完浮选槽内的水。
- b) 向浮选槽内加水至第一标线，开动浮选机后向槽内加入称量好的矿样，搅拌至全部湿润，再加水使矿浆液面达到第二标线。
- c) 搅拌 2min（根据试验现象和药剂制度调整）后向矿浆液面依次加入调整剂、捕收剂等药剂。搅拌 1min（根据试验现象和药剂制度调整）后向矿浆液面加入起泡剂。
- d) 搅拌 30s（根据试验现象和药剂制度调整）后，打开进气阀门，同时开始刮泡并计时（人工刮泡或机械刮泡），应随着泡沫层厚度的变化全槽宽收取泡沫（切勿刮出矿浆），控制补水速度，使矿浆液面在整个刮泡期间保持恒定。刮泡后期应用吸耳球将浮选槽壁的颗粒冲洗至矿浆中。
- e) 浮选时间终止，关闭进气阀门及搅拌电机，将尾矿放至盆内。沉积在浮选槽下部的颗粒应清洗到尾矿盆中。粘在刮板及浮选槽唇边、槽壁的颗粒应收泡沫产品中。
- f) 浮选槽内加入清水，并开动浮选机搅拌清洗直至浮选槽干净为止，槽内水放至盛放尾矿的容器内。
- g) 浮选试验应有完整的试验记录，参见表 A.1。

**表A.1 试验记录表**

原矿质量 (g)	补加水 (L)	药剂用量 (mL)	pH值	充气时长 (min)	搅拌时长 (min)	叶轮转速 (r/min)	刮泡时长 (min)	产品名称	产品质量 (g)

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 4757-2013 煤粉（泥）实验室单元浮选试验方法
  - [2] DZ/T 0166-1995 实验室用单槽浮选机
  - [3] JB/T 3686.2-1999 煤用浮选机 试验方法
  - [4] YS/T 3029-2018 黄金选冶金属平衡技术规范浮选工艺
-