



中华人民共和国国家标准

GB/T 4757—2025

代替 GB/T 4757—2013

煤粉(泥)实验室单元浮选试验方法

Methods for the batch-flotation testing of fine coal

2025-08-29 发布

2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件代替 GB/T 4757—2013《煤粉(泥)实验室单元浮选试验方法》，与 GB/T 4757—2013 相比，除结构调整与编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了煤样制取说明(见 3.1、3.2、3.3,2013 年版的 3.1、3.2、3.3)；
- b) 更改了分析化验的测定项目(见 3.4.1,2013 年版的 3.4.1)；
- c) 更改了浮选剂用量计算公式及计量单位(见 5.2,2013 年版的 5.2)；
- d) 更改了可比性试验规定的矿浆浓度值(见 6.1.3,2013 年版的 6.1.3)；
- e) 更改了浮选条件选择试验规定的矿浆浓度及叶轮转速范围值(见 7.3.1,2013 年版的 7.3.1)；
- f) 增加了尾煤扫选试验方法(见 7.4.5)；
- g) 更改了验证试验记录表参考表格(见 7.4.6,2013 年版的 7.4.5)；
- h) 更改了鉴定试验中最终产品测定项目(见 7.5.3,2013 年版的 7.5.3)。

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。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由全国煤炭标准化技术委员会(SAC/TC 42)归口。

本文件起草单位：中煤科工集团唐山研究院有限公司、天地(唐山)矿业科技有限公司、华能煤炭技术研究有限公司。

本文件主要起草人：邓明瑞、许晨涛、史冰森、潘博、鲍玉新、郑云婷、刘晟杰、顾雷雨、冯来宏。

本文件于 1984 年首次发布，2001 年第一次修订，2013 年第二次修订，本次为第三次修订。

煤粉(泥)实验室单元浮选试验方法

1 范围

本文件规定了煤粉(泥)实验室单元浮选试验的煤样、试验设备和用具、试验煤样与浮选剂用量计算、可比性浮选试验和浮选参数试验。

本文件适用于烟煤和无烟煤。

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。

- GB/T 211 煤中全水分的测定方法
- GB/T 212 煤的工业分析方法
- GB/T 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 214 煤中全硫的测定方法
- GB/T 475—2008 商品煤样人工采取方法
- GB/T 477 煤炭筛分试验方法
- GB/T 30047 煤粉(泥)可浮性评定方法
- GB/T 30049—2013 煤芯煤样可选性试验方法
- GB/T 34164 选煤厂浮选工艺效果评定方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 煤样

4.1 采自煤芯煤样

按照 GB/T 30049—2013 第 5 章规定缩取筛分产品中粒度小于 0.5 mm(或工艺流程中拟入浮选粒度)的煤粉,质量不少于 1 kg。

4.2 采自煤层煤样或生产煤样

按照 GB/T 477 进行筛分试验后,分别缩取自自然级和破碎级中粒度小于 0.5 mm(或工艺流程中拟入浮选粒度)的煤粉,并按其占原煤比例掺和,其质量不少于 10 kg。

4.3 采自选煤厂浮选入料

按照 GB/T 475—2008 第 6 章规定的采样方法,采取未添加任何浮选剂的浮选入料,过滤烘干后,总质量不少于 10 kg。

4.4 分析化验与存放

4.4.1 按 GB/T 211、GB/T 212、GB/T 213 和 GB/T 214 有关规定进行以下项目(根据需要可适当增加)的分析:

- 水分(M_{ad});
- 灰分(A_d);
- 全硫($S_{t,d}$)。

4.4.2 按 GB/T 477 规定进行小筛分试验。

4.4.3 试验煤样干燥至空气干燥状态后,置于密闭容器内存放,存放地点要保持干燥,存放时间不超过 10 个月。

5 试验设备和用具

5.1 试验设备

浮选机:容积 1.5 L,结构要求按照附录 A 的规定。

5.2 试验用具

试验用具见表 1。

表 1 试验用具

序号	名称	单位	数量	规格
1	计时装置	台	1	量程:0 min~10 min;精度:1 s
2	微量注射器	只	2	容量:0.5 mL;分度值:0.02 mL
3	微量注射器	只	2	容量:0.25 mL;分度值:0.01 mL
4	微量进样器	只	2	容量:0.1 mL;分度值:0.002 mL
5	微量进样器	只	2	容量:0.025 mL;分度值:0.000 5 mL
6	电子天平	台	1	最大称量:2 000 g;感量:0.01 g
7	鼓风干燥箱	台	1	0℃~300℃,温度可调
8	大盆	个	50	容量:3 L~6 L
9	中、小盆	个	50	容量:1.5 L~2.5 L
10	大量杯	个	2	容量:2 L
11	中量杯	个	2	容量:1 L
12	洗瓶	个	2	容量:1 L

6 试验煤样与浮选剂用量计算

6.1 试验煤样质量的计算

试验煤样的质量按公式(1)计算:

$$m = \frac{V \times \rho}{100 - M_{ad}} \times 100$$

.....(1)

式中：

- m —— 试验用煤样质量,单位为克(g);
- V —— 浮选机槽体容积,单位为升(L);
- ρ —— 矿浆质量浓度,单位为克每升(g/L);
- M_{ad} —— 试验用煤样空气干燥基水分,%。

6.2 浮选剂用量计算

当需要时,可按公式(2)把浮选剂的用量换算(以干煤泥计):

$$V = \frac{m \times q}{\rho \times 10^6} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V —— 加入浮选剂的体积,单位为毫升(mL);
- m —— 试验用煤样质量,单位为克(g);
- q —— 药剂单位消耗量(以干煤泥计),单位为克每吨(g/t);
- ρ —— 浮选剂密度,单位为克每立方厘米(g/cm³)。

7 可比性浮选试验

7.1 试验条件

- 7.1.1 水质:蒸馏水或离子交换水,也可使用自来水。
- 7.1.2 矿浆温度:(20±10)℃。
- 7.1.3 矿浆质量浓度:(80±1)g/L。
- 7.1.4 捕收剂及其单位消耗量:正十二烷,(1 000±1)g/t(以干煤泥计)。
- 7.1.5 起泡剂及其单位消耗量:4-甲基-2-戊醇,(100±1)g/t(以干煤泥计)。
- 7.1.6 浮选机叶轮转速:1 800 r/min。
- 7.1.7 浮选机叶轮直径:60 mm。
- 7.1.8 浮选机单位充气量:0.25 m³/(m²·min)。

7.2 试验步骤

- 7.2.1 向浮选槽内加水至第二标线,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。
- 7.2.2 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煤样(精确至 0.1 g),搅拌至煤样全部润湿后,再加水使矿浆液面达到第二标线。
- 7.2.3 搅拌 2 min 后向矿浆液面下加入捕收剂。再过 1 min 后向矿浆液面下加入起泡剂。
- 7.2.4 搅拌 10 s 后,打开进气阀门,同时开始刮泡(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精矿泡沫(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。刮泡后期应用洗瓶将浮选槽壁的颗粒冲洗至矿浆中。
- 7.2.5 刮泡至 3 min 后,停止刮泡,关闭进气阀门及搅拌电机,将尾煤放至盆内。沉积在浮选槽下部的颗粒要清洗至尾煤盆中。粘在刮板及浮选槽唇边、槽壁的颗粒应收至精煤产品中。
- 7.2.6 向浮选槽加入清水,并开动浮选机搅拌清洗直至浮选槽干净为止,放至盛放尾煤的容器内。
- 7.2.7 将各产物分别脱水后置于不超过 75 ℃的鼓风干燥箱中进行干燥。冷却至空气干燥状态后分别称量,测定灰分,必要时测定硫分。
- 7.2.8 试验原始记录可参考附录 B 的表 B.1。

7.2.9 重复试验一次(平行试验)。

7.3 试验结果整理

7.3.1 试验结果记录

将所得结果分别记录于附录 C 的表 C.1 中,以精煤和尾煤质量之和作为 100%,分别计算其产率。

7.3.2 试验允许误差

7.3.2.1 质量损失

质量损失不应超过 3%。

7.3.2.2 灰分允许差值

灰分允许差值应符合以下规定:

- a) 当煤样(浮选入料)灰分小于 20%时,与计算原煤灰分的相对差值不超过±5%;
- b) 当煤样(浮选入料)灰分大于或等于 20%时,与计算原煤灰分的绝对差值不超过±1%。

7.3.3 平行试验

两次平行试验的精煤产率允许误差应≤1.6%。精煤灰分允许误差:当精煤灰分≤10%时,绝对误差≤0.4%;当精煤灰分大于 10%时,绝对误差≤0.5%。

8 浮选参数试验

8.1 通则

分四个阶段进行试验:浮选剂选择试验,浮选条件选择试验,分次加药试验及流程试验。除给出的外,其余试验条件均同第 7 章,宜采用正交设计进行浮选参数试验。各阶段试验完成后应进行鉴定试验。

8.2 浮选剂选择试验

8.2.1 基本要求:成分稳定、无毒无害(符合环保标准)、来源丰富、价格低廉、性能良好,能得到符合质量要求的精煤及尾煤产品。

8.2.2 宜采用表 2 所列浮选剂品种及其用量(可根据实际情况增减)进行试验。

表 2 浮选剂品种及其用量

浮选剂种类	浮选剂名称	用量范围 mL/t	备注
捕收剂	—10# 轻柴油或 0# 轻柴油	500~1 250	轻柴油密度:0.82 g/cm ³ ~0.85 g/cm ³
	煤油		煤油密度:0.78 g/cm ³ ~0.80 g/cm ³
起泡剂	GF 油	50~200	密度:0.88 g/cm ³ ~0.90 g/cm ³ ;羟基:≥160 mg/g(以 KOH 计);颜色:深褐
	LF 油		密度:0.84 g/cm ³ ~0.86 g/cm ³ ;羟基:≥180 mg/g(以 KOH 计);颜色:浅黄
	仲辛醇		辛醇含量不少于 87%

- 8.2.3 试验原始记录可参考附录 B 的表 B.1,试验结果参照表 B.2 整理。
- 8.2.4 根据试验目的,采用浮选精煤灰分、浮选精煤产率和 GB/T 34164 规定的浮选完善指标 η_{wf} 综合评价试验结果,优选浮选剂配方。
- 8.2.5 需考察浮选剂对精煤脱水的影响时,测定泡沫精煤浓度,作为选择浮选剂的条件之一。
- 8.2.6 对选用的浮选剂品种及用量进行验证试验。

8.3 浮选条件选择试验

- 8.3.1 本组试验在确定了浮选剂品种及用量的基础上进行。宜进行下列条件试验(可根据实际情况,增减试验条件及试验水平):
- a) 矿浆质量浓度:30 g/L、60 g/L、80 g/L、100 g/L、120 g/L;
 - b) 单位充气量:0.15 m³/(m²·min)、0.25 m³/(m²·min)、0.35 m³/(m²·min);单位充气量与空气流量的换算关系见表 3;
 - c) 叶轮转速:1 200 r/min、1 400 r/min、1 600 r/min、1 800 r/min、2 000 r/min。

表 3 单位充气量与空气流量换算表

单位充气量/[m ³ /(m ² ·min)]		0.15	0.25	0.35
空气流量	m ³ /h	0.10	0.17	0.23
	L/min	1.67	2.75	3.85

- 8.3.2 按 8.2.4 选择最佳条件。进行正交试验结果分析,得出最佳浮选条件,进行验证试验后确定。

8.4 分次加药(浮选剂)试验及流程试验

8.4.1 分次加药方法

浮选剂分次加药试验分 A、B 两组进行。

A 组试验药剂分两次进行添加,以 A₁、A₂ 分别表示两次加药量。A₁ 量与 A₂ 量比值可选择总药量的 70%:30%,或 50%:50%,或 30%:70%中的一种进行。加入 A₁ 后,浮选 1 min,加入 A₂,再浮选 2 min,完成 A 组试验。

B 组试验药剂分两次进行添加,以 B₁、B₂ 分别表示两次加药量。B₁ 量应与 A₁ 量相同,B₂ 量应与 A₂ 量相同。加入 B₁ 后,浮选 2 min,加入 B₂,再浮选 2 min,完成 B 组试验。

8.4.2 分次加药操作方法

在第一段浮选时间后,计时器增设第 2 次加药操作和搅拌时间 20 s。刮泡至第一段浮选时间结束后,同时停止刮泡器和关闭进气阀门,向矿浆液面下第二次加入药剂,搅拌至 20 s 时,同时打开进气阀门,开始刮泡至浮选完为止。

8.4.3 流程试验

当一次浮选流程不能选出符合质量要求的产品时,应进行流程试验。按产品要求进行粗选精煤的精选试验和中煤精选试验。

8.4.4 精选试验方法

将需精选的泡沫产品全部倒入浮选槽内,开动浮选机,加水至矿浆液面达第二标线,搅拌 30 s 后打开进气阀门,刮泡 2 min。

如精选不完全,可按 8.4.2 加入少量药剂,刮泡至浮选完为止。

8.4.5 扫选试验方法

将需扫选的浮选槽内尾煤保留,开动浮选机,加水至矿浆液面达第二标线,按 8.4.2 加入少量药剂,搅拌 30 s 后打开进气阀门,刮泡 2 min。

如扫选不完全,可按 8.4.2 加入少量药剂,刮泡至浮选完为止。

8.4.6 验证试验

按所得到的最佳试验结果,分别进行分次加药试验、流程试验和扫选试验的验证试验。试验结果记录可参照表 B.1、表 B.2、表 B.3 和表 B.4。

8.5 鉴定试验(浮选速度试验)

8.5.1 采用 8.2、8.3、8.4 确定的最佳条件进行鉴定试验,按浮选时间 5 min,分批收取泡沫精煤产物 1~产物 6,各产物的接取时间依次为 0.25 min、0.25 min、0.5 min、1 min、1 min、2 min,尾煤为产物 7。试验记录参照表 B.3。鉴定试验结果记入表 C.2。

8.5.2 重复最佳条件试验,分选出最终产品分析所需试样。

8.5.3 对最终产品测定其灰分(A_d)、水分(M_{ad})、硫分($S_{t,d}$),其他指标可根据实际需要增加。

8.5.4 按照 GB/T 477 进行最终产品(精煤和尾煤)粒度分析。尾煤试样不应少于 50 g,筛分级别至少为 4 级: ≥ 0.25 mm、0.25 mm~0.125 mm、0.125 mm~0.045 mm 和 < 0.045 mm。

8.6 试验结果整理及表述

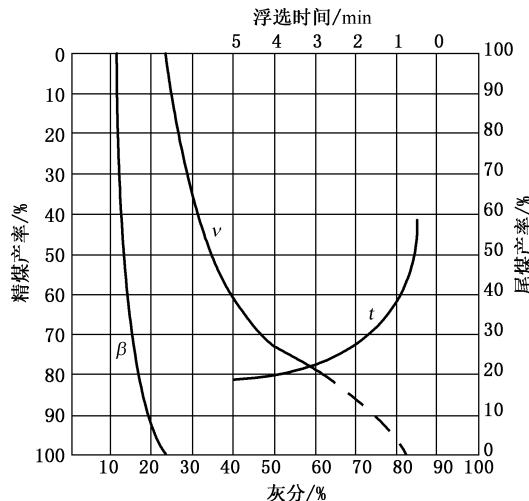
8.6.1 试验结果整理按 7.3 执行。

8.6.2 对最佳浮选参数及试验结果做简单综述。

8.6.3 根据产品分析结果解释浮选试验结果。

8.6.4 用浮选速度试验结果绘制可浮性曲线示意图(见图 1)。

8.6.5 按照 GB/T 30047 评定煤粉(泥)的可浮性。



标引符号说明:

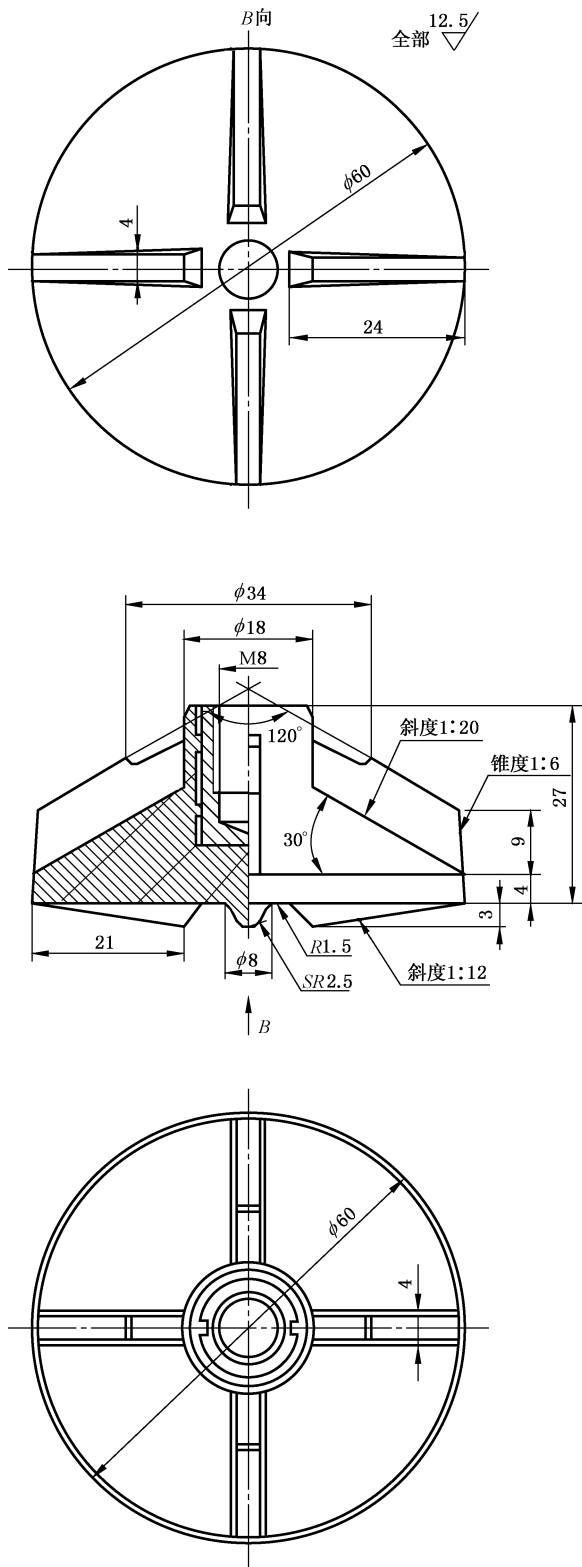
β —— 精煤产率-灰分曲线;

v —— 尾煤产率-灰分曲线;

t —— 浮选时间(t)-精煤产率曲线。

图 1 可浮性曲线示意图

单位为毫米



注：所有圆角为 $R1.5$ 。

图 A.2 叶轮

单位为毫米

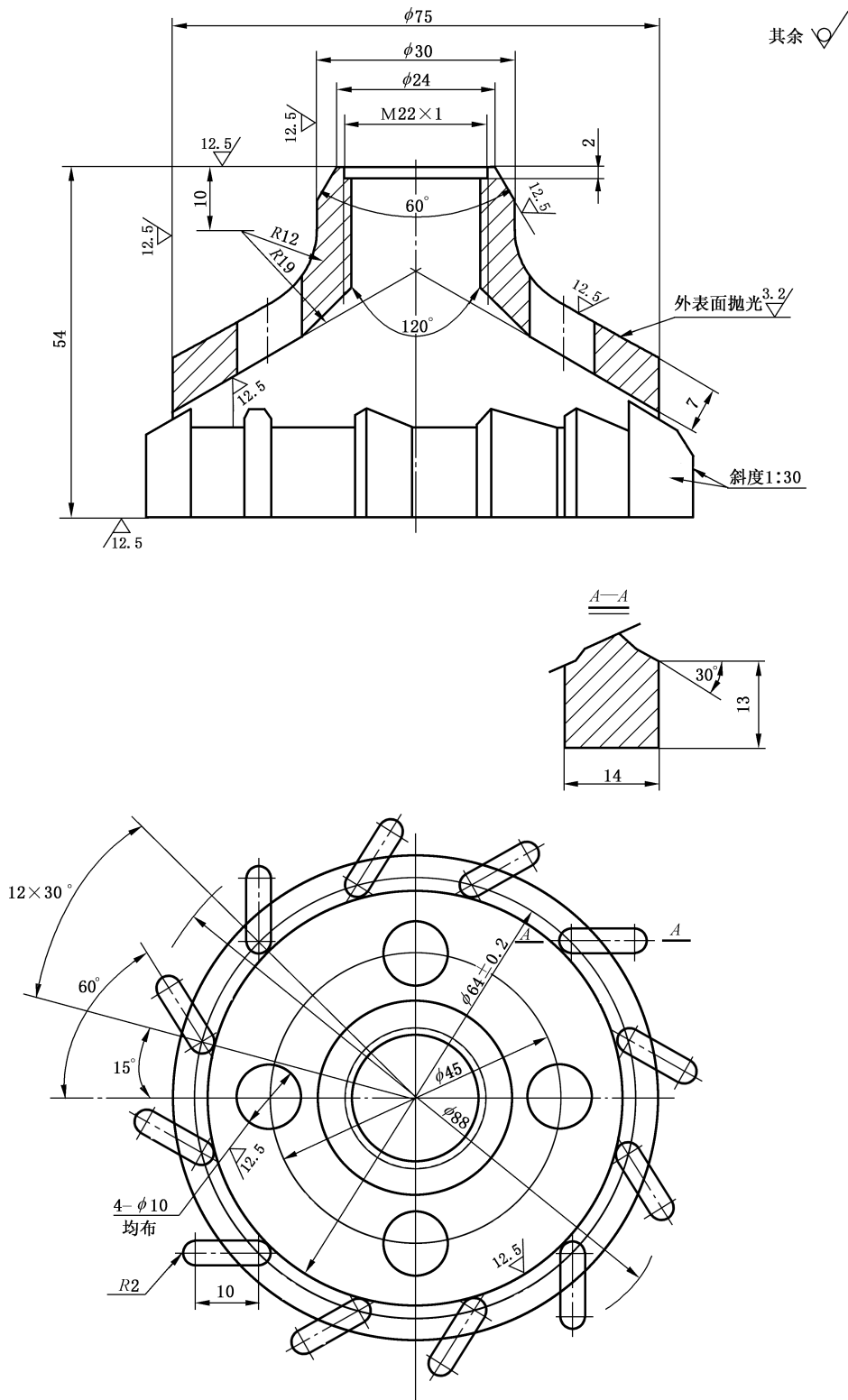


图 A.3 定子

单位为毫米

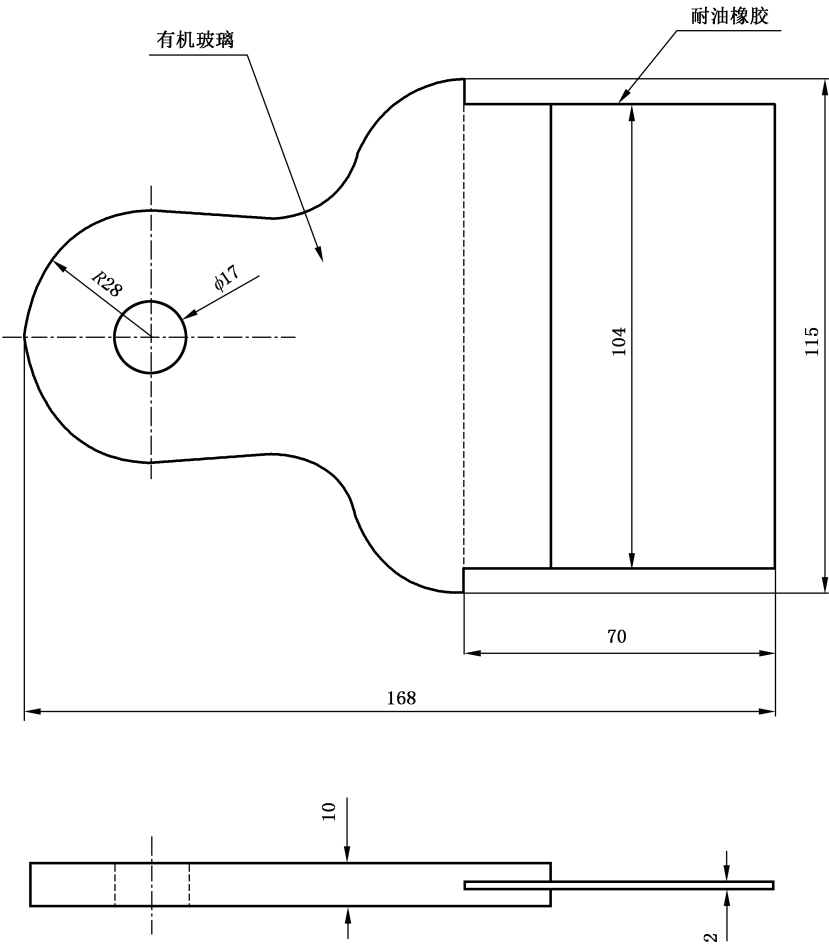


图 A.4 刮板

附录 B
(资料性)
试验记录表

单元浮选试验原始记录见表 B.1、结果见表 B.2，浮选速度试验结果见表 B.3，尾煤扫选试验结果见表 B.4。

表 B.1 单元浮选试验原始记录

试验编号：_____ 煤样名称：_____ 煤样粒度：_____ mm 浮选机容积：_____ L
试验日期：_____ 矿浆预搅拌时间：_____ min 矿浆与捕收剂接触时间：_____

序号	固定条件	可变条件	精煤						尾煤						计算入料		
			产品 编号	盘号	质量 m/g	产率 γ/%	灰分 A _d /%	硫分 S _{t,d}	产品 编号	盘号	质量 m/g	产率 γ/%	灰分 A _d /%	硫分 S _{t,d}	质量 m/g	灰分 A _d /%	硫分 S _{t,d}

表 B.2 单元浮选试验结果

序号	试验条件						浮选精煤			浮选尾煤			计算结果			
	矿浆质量 浓度 g/L	充气速率 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$	叶轮转速 r/min	捕收剂		起泡剂		产率 $\gamma/\%$	灰分 $A_d/\%$	硫分 $S_{t,d}/\%$	产率 $\gamma/\%$	灰分 $A_{ad}/\%$	计算入 料灰分 $A_d/\%$	计算入 料硫分 $S_{t,d}/\%$	浮选完 善指标 $\eta_{\text{wf}}/\%$	精煤数 量指数 $\eta_{\text{it}}/\%$
				名称	用量 mL/t	名称	用量 mL/t									

表 B.3 浮选速度试验结果

试验编号：_____	煤样名称：_____	煤样粒度：_____ mm	浮选机容积：_____ L	叶轮转速：_____ r/min	单位充气量：_____ m ³ /(m ² ·min)					
入料浓度：_____	捕收剂名称及单位消耗量：_____ mL/t	起泡剂名称及单位消耗量：_____ mL/t	试验日期：_____							
产品编号	盘号	浮选产品	浮选时间 min	质量 <i>m</i> /g	产率 <i>γ</i> /%	灰分 <i>A_d</i> /%	硫分 <i>S_{t,d}</i> /%	累计产率 Σ <i>γ</i> /%	平均灰分 <i>A_d</i> /%	平均硫分 <i>S_{t,d}</i> /%
		第一精煤	0.25							
		第二精煤	0.25							
		第三精煤	0.50							
		第四精煤	1.00							
		第五精煤	1.00							
		第六精煤	2.00							
		尾煤	—							
		合计	5.00							

表 B.4 尾煤扫选试验结果

试验编号: _____		浮选容积: _____ L	叶轮转速: _____ r/min	单位充气量: _____ m ³ /(m ² •min)		
捕收剂名称及单位消耗量: _____ mL/t		起泡剂名称及单位消耗量: _____ mL/t		产率 γ/%	灰分 A _d /%	
产品编号	浮选产品	浮选时间/min	捕收剂用量 mL/t	起泡剂用量 mL/t	累计产率 Σγ/%	累计灰分 ΣA _d /%
	第一扫选精煤					
	第二扫选精煤					
						
						
	扫选尾煤					
	合计					

附录 C
(资料性)
单元浮选试验结果

可比性浮选试验结果见表 C.1,最佳浮选参数及试验结果见表 C.2。

表 C.1 可比性浮选试验结果

煤样名称:_____ 采样日期:_____ 试验日期:_____ 煤样灰分:_____ % 煤样硫分:_____ % 煤样粒度:_____ mm													
产品名称		精煤				尾煤				计算入料			
指标		质量 m/g	产率 $\gamma/\%$	灰分 $A_d/\%$	硫分 $S_{t,d}/\%$	质量 m/g	产率 $\gamma/\%$	灰分 $A_d/\%$	硫分 $S_{t,d}/\%$	质量 m/g	产率 $\gamma/\%$	灰分 $A_d/\%$	硫分 $S_{t,d}/\%$
试验结果 1													
试验结果 2													
综合结果													
试验误差													

表 C.2 最佳浮选参数及试验结果

序号	最佳浮选参数		最佳浮选参数试验结果			
	参数	数值	名称	产率 $\gamma/\%$	灰分 $A_d/\%$	硫分 $S_{t,d}/\%$
1	捕收剂名称及消耗量/(mL/t)		入料			
2	起泡剂名称及消耗量/(mL/t)		精煤			
3	矿浆质量浓度/(g/L)		中煤			
4	浮选机单位充气量/[$m^3/(m^2 \cdot min)$]		尾煤			
5	浮选机叶轮转速/(r/min)		泡沫精煤浓度 $P/\%$			
6	加药方式		浮选完善指标 $\eta_{wt}/\%$			
7	浮选流程		可燃体回收率 $E_c/\%$			