

射流流膜离心分选过程 (IFFC) 对超细矿粒的流膜跳汰功能^①

吕永信

(北京矿冶研究总院)

摘 要

首次将流膜跳汰概念引入流膜选矿领域。流膜跳汰是一种新的射流流膜离心分选过程 (IFFC) 回收超细矿粒的重要功能。

关键词: 射流流膜离心分选 流膜跳汰 水力堰 自生床石 超细矿粒

众所周知, 流膜选矿过程中为使细粒矿物有效回收必须限定由纵向流剪切 (dU_x/dh) 产生的 Bagnold 力^[1], 从而有碍于该工艺进一步发展。

25 年来, 轨道剪切^[2,3]及振摆作用^[4]的应用, 目的在于强化 Bagnold 效应以及改善粒群的垂向分层作用。当应用离心力分选超细矿粒时, 上述 Bagnold 力很难同离心力同步增长; 后者远大于前者。因此, 必须向流膜中引入新的垂向力。为解决上述矛盾, 作者提出了一种新的分选过程—射流流膜离心分选过程 (IFFC)^[5,6]。

2 试料和设备

2.1 试料

超细锡石-硅酸盐-碳酸盐矿泥 (80~90%的粒径 $< 10 \mu\text{m}$, 品位分别为 0.054%Sn 及 0.082%Sn), 系取自中国云南含铁锰氧化物的尾矿泥, 其粒度组成及锡分布如图 1, 其中 98%的锡石处于解离状态。

2.2 设备

实验室用 SL-300 型射流离心选矿机

(SL-300)及其设备明细表分别示于图 2 及表 1。细泥调浆后经给矿管 3 给入转鼓 1。经高速旋转, 粒群实现分层。重矿物与转鼓内表面接触并由起逆流冲击作用的水射流 4 将其作为精矿由排矿口 6 排出机外; 轻矿物作为尾矿由排矿口 5 排出。如果需要, 清洗水可由盘 2 给入。

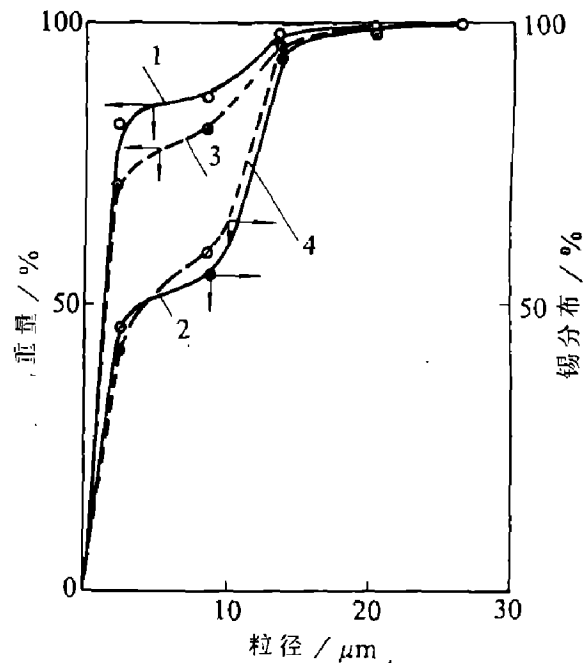


图 1 细泥粒度及锡分布

1,2—0.054%Sn 矿泥; 3,4—0.082%Sn 矿泥

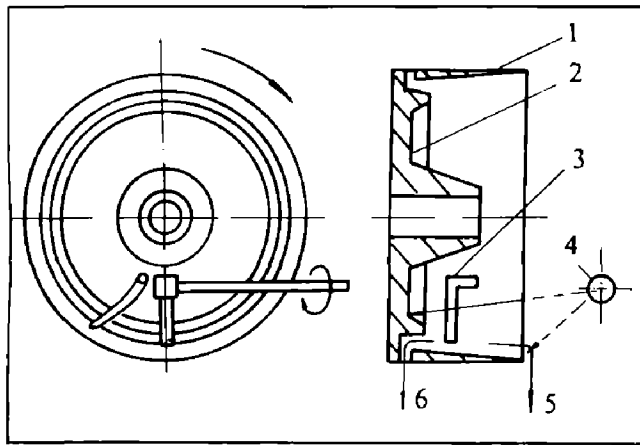


图2 SL-300S示意图

表1 SL-300S参数

转鼓直径×长度	mm	300×120
射流水压力	MPa	-1.5,可调
射流摆动速度	CPS	可调
-10 μm 矿泥处理量	kg/h	~110
两电机总功率	kW	1.5

3 实验结果

应用 SL-300S 一次粗选及一次精选开路作业, 以 110 kg/h 处理量分选上述品位 0.082%Sn 矿泥时可获得适于烟化处理的锡精矿, 其品位为 2%Sn, 回收率为 67%。

粒度-富集比-回收率关系曲线示于图 3 及 4。SL 型射流离心选矿机显示出双富集峰, 前一在 -5 μm 粒度处, 而后一分选功能在 28 μm 粒度处; 这显然是与存在两种不同分选功能有关; 前一分选功能为悬浮的超细矿粒 (-10 μm) 的垂向分层作用, 而后一分选功能为非悬浮细矿粒的纵向流分选作用。前者在精选阶段尤为明显。

查定连续排矿过程中停留在转鼓内表面上的沉积层是很重要的 (矿泥品位 0.054%Sn)。有关锡分布结果示于图 5, 结果表明, 借助逆流冲击的高压水射流可使鼓内表面富集区最高品位 (5.63%Sn) 比给矿高出 100 倍! 而沉积层平均品位 B_f 也比连续排出的精矿品位 B_c 高出 35.5 倍!

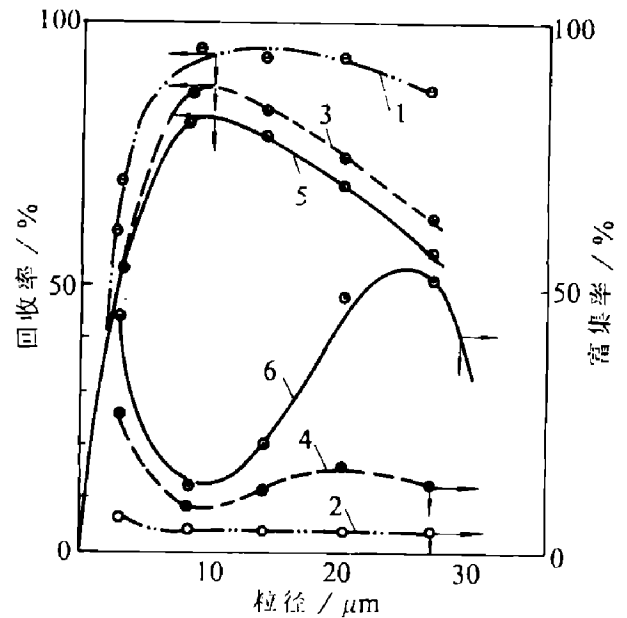


图3 0.054%Sn 矿泥的粒度-富集比-回收率曲线

处理量 46.3 kg/h; 给矿浓度 20%。

1.2—粗选; 3.4—精选 I; 5.6—精选 II

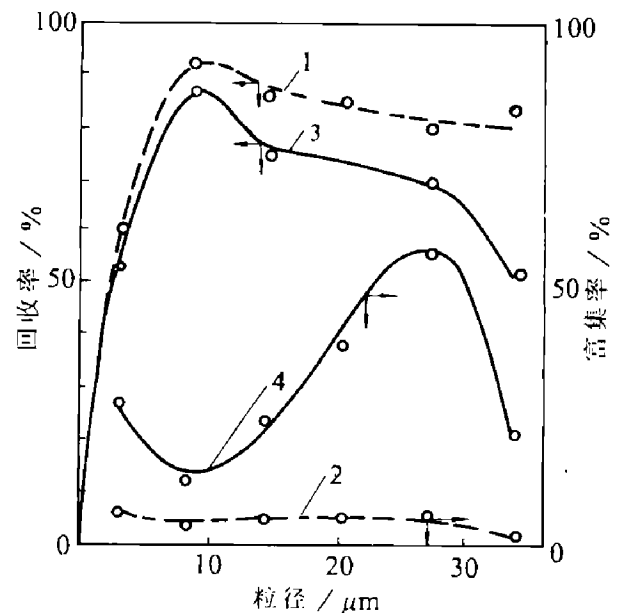


图4 0.082%Sn 矿泥的粒度-富集比-回收率关系

处理量 110 kg/h, 给矿浓度 20%; 1.2—粗选; 3.4—精选

粒度分布列于图 6, 直观可见, 其沉积层的粒度也粗于连续排出的精矿。锡石在床石中分布如表 2。显然, 粗选阶段中自生床石基本上处于靠近给矿上沿坡向宽 20mm 范围内, 其锡石厚度为 16.79 μm (计算值), 精选阶段将会更厚。

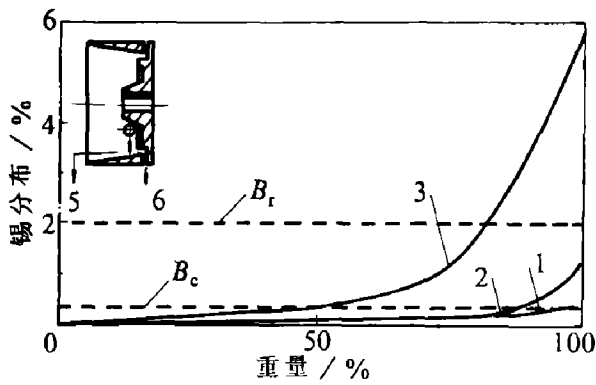


图5 停留于鼓内表面上的锡分布

1—不连续, 水量为 0 mL/s; 2—不连续, 水量为 119 mL/s; 3—连续, 水量为 119 mL/s

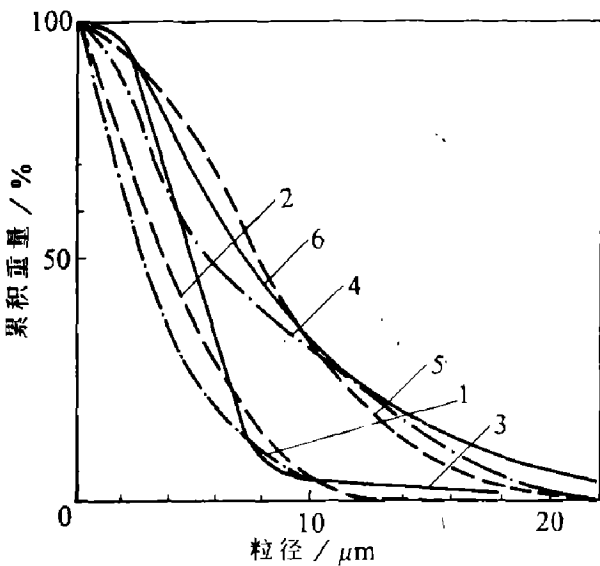


图6 停留于鼓内表面上的锡石粒度分布

1, 2, 3—0.054% Sn 矿泥的粗选、精选Ⅱ及沉积层;
4, 5, 6—0.082% Sn 矿泥的粗选、精选及沉积层

表2 床石中锡石分布

距筛矿口距离/mm	20	40	60	80	100	
重量(67.8g)/%	30.24	23.89	18.58	21.39	5.90	100.0
品位(Sn)/%	5.63	0.86	0.23	0.33	0.09	2.02
分布率/%	83.99	10.14	2.11	3.48	0.28	100.0
计算厚度 ^[1] /μm	16.70	2.02	0.04	0.07	0.01	

综合上述, 在转鼓内表面上停留的沉积层中, 较粗的和较高的锡石颗粒可以起着回收超细悬浮矿粒的自生床石作用。

4 讨论

作用在 IFFC 过程中斜面薄流膜底上圆形颗粒上的力^[6]如图 7。

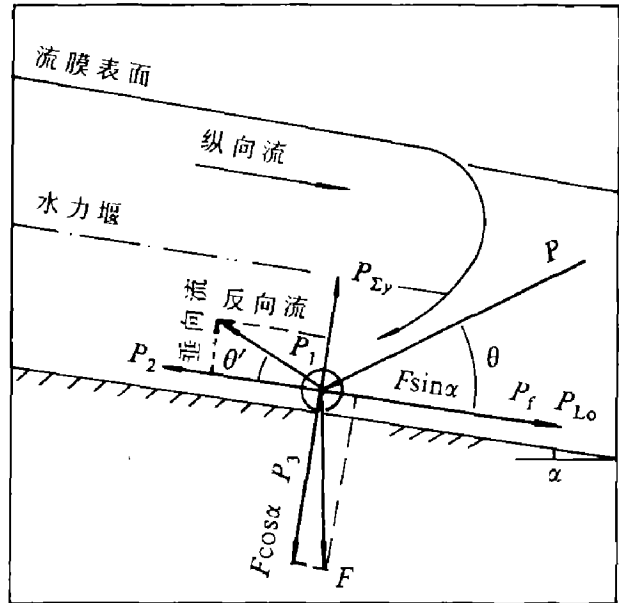


图7 作用于流膜底层圆形颗粒上的力

IFFC 是一种经高压水射流逆流冲击作用强化的新的连续离心分选过程, 并以联合力场为其基本特征。它依靠反向流 (P_2) 及反冲流 (P_1) 而产生“水力堰流态”。这种纵向流“堰”可促进在通常情况下不易沉降的超细矿粒在其前部沉积回收。这种“堰效应”可以将瞬时垂向流控制在较低数值上, 并使超细矿粒限定在层流边层内, 这可以较轻易地通过控制水射流参数来实现。

随“堰流”流失的最大矿粒即最小可回收矿粒, 直径由下式^[6,7]求得:

$$d'_{h,m} = 4.2k_3 \sqrt{\mu v_1 \sin\theta' / [gi(\delta - \rho) \cos\alpha]}$$

式中 k_3 为掠带系数; θ' 为反冲流仰角; μ 为介质动力粘度; v_1 为射流反冲流速; δ, ρ 为颗粒及介质密度; i 为离心力强度; α 为鼓内表面坡度; g 为重力加速度

当射流冲击矿粒时, 其过程较为复杂。为简化起见, (下转第 20 页)

作用的增强, M^{2+} 有与 Cl^- 离子结合成稳定分子的趋势, 从而破坏了 $[RECl_m]^{(m-3)-}$ 络离子的稳定性, 则 $M_n[RECl_m]$ 配合物稳定度降低, 生成的化合物数目减少, 以至于不生成配合物, 或仅生成极不稳定的固相下化合物。相图类型趋于简单低共熔型。说明反极化作用也是影响相图类型的重要因素。

参考文献

- 1 苏勉曾, 李根培. 化学通报, 1979, (4): 22.
- 2 Vogel V G, Schneider A. Inorg Nucl Chem Lett, 1972, (8): 513.

- 3 Hattori T, Iwadate Y, Igarashi K, Mochinaga J. Denki Kagaku. 1988, 56(9): 783.
- 4 Blachnik R, Alberts G, Enninga E Z. Anorg Allg Chem, 1985, 522: 207.
- 5 郑朝贵, 叶于浦. 高等学校化学学报, 1988, 9(5): 423.
- 6 郑朝贵, 叶于浦. 见: 第五届全国相图学术会议论文集, 武汉, 1988.
- 7 郑朝贵, 刘红平, 乔芝郁, 叶于浦. 金属学报, 1992, 28(5): B204.
- 8 郑朝贵, 包成林, 乔芝郁, 叶于浦. 金属学报, 1992, 28(8): B333.

(上接第 12 页)

可以直径为 d_{hm} 的颗粒运动规律来讨论, 并假设该颗粒及反冲流达到最高点前不存在相对运动。其曲线^[6]示于图 8。

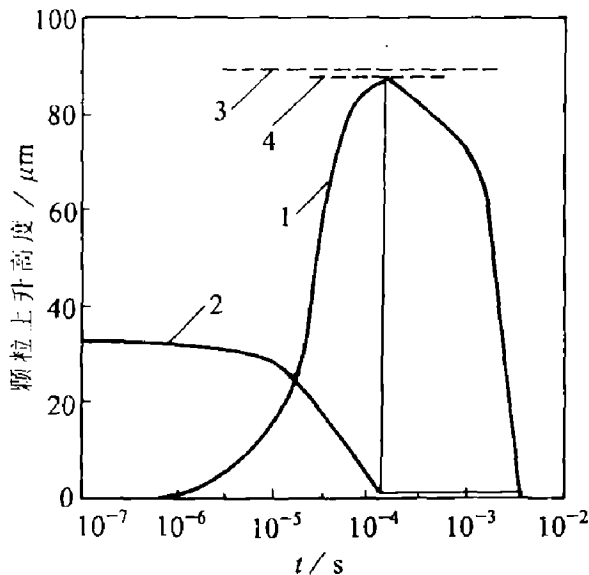


图 8 d_{hm} 颗粒运动曲线

1— h_d-t 曲线 2— v_d-t 曲线 3—水力堰 4—掠带层

显然, 高度与时间的 h_d-t 曲线是一种典型的微型锯齿波脉动曲线, 其脉动周期前半期极短, 而后半期较长(后半期比前半期长约 50~100 倍)。这种曲线特性使射流流膜拥有对超细矿粒的良好分层作用。因此, 这两种不同 IFFC 过程使流膜跳汰及流膜分选功能相结

合, 在离心力场中, 使沉积在鼓内表面的矿粒层结自然起着自生床石作用。

5 结论

高压水射流作为一种有效的分选力首次用于流膜离心分选, 并产生一种新的 IFFC 连续分选过程。IFFC 所特有的脉动流膜的跳汰功能可有效地改善超细 (1~10 μm) 矿粒的回收指标, 这已为实验所证实。

参考文献

- 1 Burt R O. Gravity Concentration Technology. Elsevier Science Publishers B V, 1984.89-98.
- 2 Burt R O, Ottley D J. In: Proc Ann Meet, Canadian Mineral Processing 5th, Ottawa, 1973. 29.
- 3 Burt R O. Inter J of Mineral Processing, 1975, (2): 19-234.
- 4 Chin P C, Wang Y T, Sun Y P. In: Laskewskil J(Ed), 13th Mineral Processing Congress, Warsaw, Elsevier, 1980. 1398-1423.
- 5 吕永信. CN85 102837. 1987.
- 6 吕永信. 有色金属(季刊), 1989, 41(1): 35-41.
- 7 Lu Yongxin, Luo Xingmin, Du Maode. In: IAP. Proceedings of the First Inter Conference on Modern Process Mineralogy and Mineral Processing, Beijing, Inter Acad Publishers, 1992. 316-321.