

# 加冲洗水圆柱型旋流器的试验及其分级原理<sup>①</sup>

张鹏飞 许德明 黄 枢

(中南工业大学矿物工程系, 长沙 410083)

## 摘 要

以石英砂为试料研究了一种新型加冲洗水圆柱型旋流器的分级性能, 并运用水力旋流器的流场理论对其分级原理进行了探讨。结果表明, 它可以在底流浓度与普通圆柱旋流器基本一致且操作稳定的情况下, 显著提高旋流器的分级效率。最大分级效率可达 88.12%, 分别比普通圆柱旋流器和普通圆锥旋流器高出 13.62% 和 19.70%。

**关键词:** 加冲洗水圆柱型旋流器 分级性能 分级原理

目前广泛应用的水力旋流器的分级效率较低。改进旋流器性能的一种有效方法, 是向锥体底部补加清水以减少细粒在底流中的混杂量。结果表明, 多数情况下混杂量减少, 分级粒度却增大了<sup>[1]</sup>。

芬兰 Larox 公司研制的一种双涡流旋流器<sup>[2-3]</sup>, 由一个圆柱型旋流器和一个普通水力旋流器组成, 采用补加水和实现两段分级, 因而具有较高的分级效率和底流浓度, 且脱泥效果好, 但结构比较复杂。

笔者从双涡流水力旋流器的补加水方式得到启发, 设计出一种结构简单的加冲洗水圆柱型水力旋流器。本文以石英砂为试料探讨了它的分级性能及作用原理。

所示。它是一个长筒形旋流器, 中间用锥形假底将筒体分为两部分, 上部为主分级室, 下部为补充分级室。沿补充分级室的周边对称设置了两根  $d=10\text{mm}$  的切向冲洗水管, 冲洗水的方向与给矿方向一致。

表 1 给矿粒度组成

粒度/ $\mu\text{m}$	-10+0	-19+10	-37+19	-74+37	-150+74
产率%	12.45	12.68	33.26	27.03	14.58

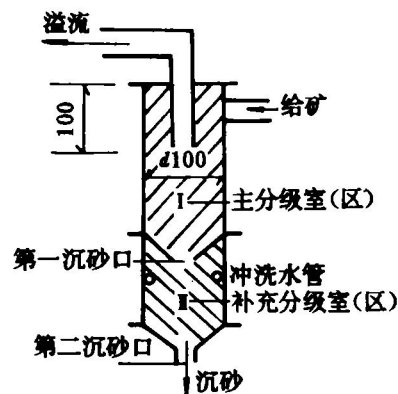


图 1 加冲洗水圆柱型旋流器

## 1 试验设备和方法

试料为精制石英砂, 其粒度组成如表 1 所示。

加冲洗水圆柱型水力旋流器的结构如图 1

<sup>①</sup> 收稿日期: 1993 年 3 月 18 日; 修回日期: 1993 年 5 月 25 日

试验在由旋流器-搅拌桶-砂泵所组成的循环系统中进行，矿浆固体浓度为15%。待矿浆在系统内循环并稳定一段时间后，打开冲洗水阀门送入冲洗水，水量由浮子流量计控制，分别接取溢流和沉砂样，经沉淀、过滤、烘干和称重，求出溢流和沉砂的产率。

同时缩分出溢流和沉砂样，分别进行筛析和水析，求出产品中小于指定分级粒度(320目)的含量，用汉克-卢伊肯公式计算分级效率 $E$ 。根据筛析及水析结果，绘制分级产品的粒度分配曲线。汉克-卢伊肯公式如下：

$$E = \frac{(\alpha - \theta)(\beta - \alpha)}{\alpha(\beta - \theta)(100 - \alpha)} \times 10^4 \quad (1)$$

式中  $E$ —分级效率，%； $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta$ —分别为给料、溢流和沉砂中小于指定粒级的含量，%

## 2 试验结果

固定给矿口直径15mm，对加冲洗水圆柱型旋流器分别进行了溢流管直径 $d_0$ 、第一沉砂口直径 $d_{s1}$ 、第二沉砂口直径 $d_{s2}$ 、给矿压力 $P$ 和冲洗水量 $Q$ 对分级效率的影响试验；作为比较，同时探讨了溢流管直径、沉砂口直径和给矿压力对普通圆柱旋流器和圆锥旋流器分级效率的影响。试验结果如图2所示。不同结构旋流器的最优试验条件及结果如表2所示。分级产品的粒度分配曲线如图3所示(按表2所列试验条件)。加冲洗水圆柱型旋流器的重复性试验结果见表3。

由图2可知，所研究的三种旋流器中，各参数对分级效率的影响规律相同。当各参数值开始增大时，分级效率增大；参数值增大到某一数值时，分级效率达到最大；继续增大参数值，分级效率反而降低。

由表2可知，三种旋流器分级效率从大到小顺序为：加冲洗水圆柱型>普通圆柱型>普通圆锥型。其中，普通圆柱型比普通圆锥型高出6.08%；而加冲洗水圆柱型又比普通圆柱型高出13.62%，达到88.12%。从图3所示两种旋流器分级产品的粒度分配曲线看，其可能偏差分别为 $14\mu\text{m}$ (1)和 $7\mu\text{m}$ (2)，进一步说明了加冲洗水可显著提高分级效率；而且，底流浓度几乎没有变化。表3试验重复性较好，说明加冲洗水具有操作稳定的作用。从图3所示分级产品的粒度分析结果可看出，加冲洗水圆柱型旋流器可以改善难分粒级的分级。

## 3 加冲洗水圆柱型旋流器分级原理的探讨

如图1所示，矿浆在旋流器内的分级分为主分级区I和补充分级区II两个区。

矿浆切向给入主分级区，在圆筒内作回转运动。介质液流的轴向速度靠外侧向下，而靠内侧向上，分别形成流向溢流管的内螺旋流和流向沉砂口的外螺旋流。切向速度产生指向器壁的离心力，径向速度产生与离心力相反的介

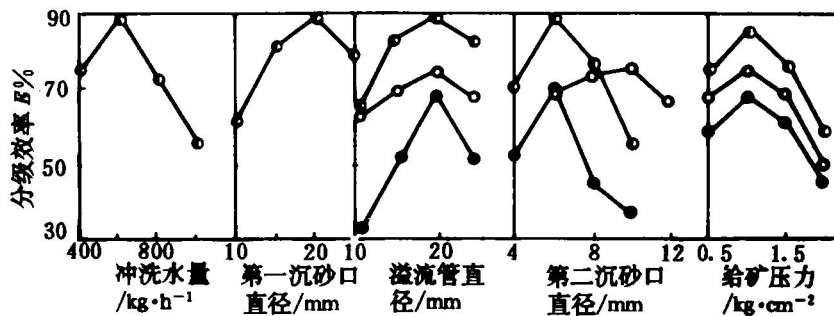


图2 各参数对不同结构旋流器分级效率的影响

●—加冲洗水圆柱型旋流器；○—普通圆柱旋流器；●—普通圆锥旋流器

表2 不同结构旋流器的最优试验条件及结果

旋流器类型	P	d <sub>0</sub>	d <sub>s1</sub>	d <sub>s2</sub>	Q	-320目的含量%			分级效率%
						给料	溢流	沉砂	
加冲洗水圆柱型	1	20	20	6	600	81.49	98.0	13.30	88.12
普通圆柱型	1	20		10		83.35	98.40	50.32	74.50
普通圆锥型	1	20		6		81.20	98.80	55.51	68.42

\* d<sub>0</sub>—溢流管直径(mm); d<sub>s1</sub>—第一沉砂口直径(mm); d<sub>s2</sub>—第二沉砂口直径(mm); P—给矿压力(kg/cm<sup>2</sup>); Q—冲洗水量(kg·h<sup>-1</sup>)

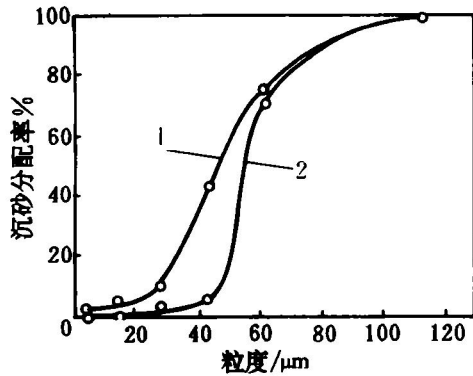


图3 分级产品粒度分配曲线

(1)—普通圆柱型旋流器;  
(2)—加冲洗水圆柱型旋流器

表3 重复试验

试验编号	d <sub>0</sub> /mm	d <sub>s1</sub> /mm	d <sub>s2</sub> /mm	P/kg·cm <sup>-2</sup>	Q/L·min <sup>-1</sup>	E%	E' %
1	20.0	20.0	4.0	0.5	12.0	51.7	53.2
2	20.0	20.0	4.0	1.0	8.0	79.2	78.1
3	20.0	20.0	6.0	0.5	8.0	83.2	85.2
4	20.0	20.0	6.0	1.0	10.0	88.12	87.3
5	25.0	20.0	4.0	0.5	8.0	60.5	62.6
6	25.0	20.0	4.0	1.0	10.0	66.8	64.2

\* E'—分级效率重复实验值

质曳力。细颗粒因所受介质曳力大于惯性离心力而向中心移动，进入内螺旋流，从上部溢流管排出；粗颗粒因所受惯性离心力大于介质曳力而抛向器壁，在外螺旋流的作用下经底部第一沉砂口排入补充分级区。

冲洗水切向给到补充分级区，对来自第一沉砂口的沉砂进行冲洗；受冲洗后的稀释沉砂回转方向与冲洗水的给入方向一致，因而再次

在补充分级区进行第二次分级。其中，细颗粒向中心移动，并随上升冲洗水进入主分级区的内螺旋流，最后从上部溢流管排出；粗颗粒则向周边移动，从最底部的沉砂口排出，成为较纯净的沉砂产品。

由于采用冲洗水和实现两次分级，加上冲洗水的加入是在圆柱底部且具有类似水封沉砂口<sup>[4-6]</sup>的作用，因而可以在底流浓度与普通圆柱型旋流器基本一致且操作稳定的情况下，显著提高旋流器的分级效率。

## 4 结论

(1) 对于加冲洗水圆柱型旋流器，其溢流管直径、第一沉砂口直径、第二沉砂口直径、给矿压力和冲洗水量对分级效率的影响规律相同。即当各参数值开始增大时，分级效率增大；当各参数值增大到某一数值时，分级效率达到最大；继续增大参数值，分级效率反而减小。

(2) 加冲洗水圆柱型旋流器可在底流浓度与普通圆柱型旋流器基本一致且操作稳定的情况下，显著提高旋流器的分级效率。这是由于它能在溢流粒度不明显变粗的情况下，显著降低沉砂中细粒级的含量。

(3) 加冲洗水的圆柱型旋流器可以改善难分粒级的分级。

(4) 加冲洗水圆柱型旋流器中旋转流体的三维速度场对物料的分级起主要作用。分级过程存在分区现象，主要在主分级区完成。冲洗水和补充分级区对提高分级效率起关键作用。

## 参考文献

- 1 Kelsall D F, Holmes J A. In: 5th IMPC. London, 1960, 159-170.
- 2 Anon. Mining J, 1986, 37(7884): 220.
- 3 Sutill K R. E/M J, 1988, (1): 46-47.
- 4 熊广爱. 有色金属(选), 1982, (4): 26-29.
- 5 熊广爱. 有色金属(选), 1984, (5): 14-22.
- 6 姚仕明. 有色金属设计, 1984, (1): 14-22.