

# 冷分解—浮选工艺的影响因素

张柏顺, 郑少春

(青海省地矿集团有限责任公司, 青海西宁 810008)

**摘要:**初步探讨了利用车间生产设备, 冷分解—浮选钾肥生产的影响因素。通过化工、选矿有关理论在本工艺中的运用, 判断出冷分解—浮选工艺的冷分解过程是影响车间生产的关键过程。这为钾肥生产的设备调试奠定了基础。

**关键词:**冷分解; 浮选; 生产设备; 影响因素

**中图分类号:**TQ443.2   **文献标识码:**A   **文章编号:**1008—858X(2002)03—0026—05

## 1 前言

冷分解—浮选工艺以投资少, 工艺简单, 生产成本低廉<sup>[1]</sup>, 广泛地各氯化物型盐湖推广应用, 目前已经成为我国钾肥生产的主要工艺。现已开发利用的察尔汗盐湖仅仅是青藏高原众多盐湖的一个。特殊干旱少雨的气候条件, 使青藏高原成为我国钾肥的重要资源基地, 同时, 淡水资源十分匮乏也是各个盐湖的客观现状。看似平常的淡水资源, 在察尔汗地区最低价 8 元/吨。柴达木盆地西部的大浪滩盐湖则高达 45 元/吨。淡水的使用不但影响着冷分解—浮选工艺在其他盐湖的推广, 而且还影响着钾肥生产的车间成本。指导冷分解—浮选钾肥生产的文献资料较少, 近年来可以看到一些资料, 文献内容属于综述与有关小试的研究<sup>[5, 6]</sup>, 直接指导生产难度较大。有关分解(溶解)、浮选的单元操作的基础理论与实践的资料较多, 而实际生产只有知道冷分解—浮选工艺主要规律, 才能做到每台机器设备最佳化运转, 有关的工艺参数达到最优, 车间的原材料最合理地使用, 车间生产成本最低。在此方面, 虽然许多钾肥

厂也积累了许多经验教训, 但是随着对冷分解—浮选生产的认识程度的加深, 发现许多经验教训都是片面的。为此, 企业在生产中付出了比较大的代价。作为钾肥生产成本高低的标志——淡水用量, 我们探讨了它的各个影响因素。通过淡水用量的分析, 希望车间的技术改造有章可循, 达到较好的降低生产成本的目的。

## 2 实验

### 2.1 实验的原材料

车间生产用原矿。钾肥生产的影响因素较多, 为了得到相对准确的结论, 在每次大批进矿时开始试验, 此次原矿使用完毕前结束试验。

### 2.2 实验设备

钾肥厂生产设备。

### 2.3 实验观测方法

#### 2.3.1 试验方法

钾肥厂车间生产, 一般不允许使用车间机器设备进行试验。我们采用的方法是, 通过车间生产不正常时表现出的现象, 利用有关专业的基本原理, 假设车间机器设备运转遵循的规律, 初步演绎出几种此原理下的其它现象。观

收稿日期: 2002—05—10

作者简介: 张柏顺(1967—), 男, 工程师, 主要从事化工工艺研究。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

察车间生产的其它现象的存在,判断实际钾肥生产遵循的原理。对车间反复观察,了解此规律的正确性。在此基础上适当地实验验证此规律。通过每台机器设备的运转规律的探讨,初步形成冷分解—浮选钾肥的理念,为有关车间改造奠定基础。我们认为,对于车间不正常现象原因的正确判断,就是此原因下一次成功试验。

2.3.2 实验效果的衡量

通过钾肥品位的提高判断淡水的节俭;通过尾盐氯化钾含量的降低判断回收率的提高。  
钾肥品位的提高判断淡水的节俭:  
某厂 1997 年生产钾肥用水量统计表如下,

表 1 钾肥品位与用水量表  
Table 1 Potassic fertilizer grades and corresponding water consumption

| 钾肥品位/% | 每吨钾肥用水量/t |
|--------|-----------|
| 90     | 6.3       |
| 85     | 6.0       |
| 80     | 5.8       |

从表中可以看出,冷分解—浮选法生产钾肥,钾肥的品位随淡水用量增加而增加。因此,衡量冷分解—浮选法生产钾肥的用水量标准,不仅体现在单位钾肥用水量的多少,而且,还体现在同等用水量下钾肥品位的增高。  
回收率的判断(一般钾肥厂的控制方法):  
在工艺中的淡水用量基本一定的前提下,回收率仅与尾盐氯化钾的损失有关。

2.4 有关原理

2.4.1 有关冷分解理论<sup>[2]</sup>

溶解速度与浓度差的关系

$$dG/d\tau=kA(C_0-C)$$

式中 G——与溶液接触的固体溶质的数量;  
 $\tau$ ——时间;  
A——固体的表面积;  
 $C_0$ ——在溶解温度下饱和溶液的浓度,既溶解度;  
C——溶液的实际浓度;  
k——溶解速度系数,与温度、搅拌强度等因素有关。

2.4.2 有关浮选理论<sup>[3]</sup>

精矿品位:一般的规律是在较稀的矿浆中浮选时,精矿质量较高,而在较浓矿浆中浮选时,精矿质量就降低。  
搅拌强度:在实践中不能过分充气和搅拌,最适宜的充气量及搅拌强度应根据浮选机的类型和结构特点通过试验决定。

3 结果与讨论

3.1 原矿品质的不同对钾肥生产的影响

受盐湖地下卤水以及降水的补给和径流的影响,冷分解—浮选法生产钾肥的原矿可分为光卤石矿与地表矿两种品质不同的矿种。表 2 是根据某厂化学分析计算得到的这两种矿物的组份。  
钾肥生产的冷分解过程,就是把光卤石矿的氯化钾由复盐形式转变为利于钾肥浮选的单体氯化钾形式的过程。从上表可以看出,原矿的不同主要体现在氯化钾单体含量的不同。氯化钾单体较多,冷分解需求的淡水用量就较少;氯化钾单体少,冷分解需求的淡水用量就较多。

表 2 某厂钾肥生产的两种不同的原矿  
Table 2 Two types of green ore used for potassic fertilizer production of one manufacturer

| 原矿种类 | 原矿的重量百分组成/% |     |       |      | 氯化钾单体<br>占总钾百分含量 |
|------|-------------|-----|-------|------|------------------|
|      | 氯化钠         | 氯化钾 | 光卤石   | 水氯镁石 |                  |
| 光卤石矿 | 20.89       | 0   | 67.47 | 4.56 | 0                |
| 地表矿  | 78          | 4.9 | 4.5   | 0    | 52.13            |

注:1.水氯镁石即  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ; 2.两种矿物都有不同的杂质。

3.2 冷分解的影响

用于冷分解的淡水，可分为工艺用水和设备用水两种。用于使光卤石矿转变为氯化钾单体的淡水叫工艺用水（即理论用水），用于调节分解机运转性能的淡水叫设备用水。工艺用水随原料矿物性质而变，而设备用水随设备的构型不同而不同。

钾肥生产的设备用水是调节设备运行性能的用水。如上述的地表矿，虽然理论上可以使用少量的淡水就可以达到其中的光卤石矿的分解，但是，在理论用水量的状况下，矿物与淡水形成的料浆体系十分粘稠，以致淡水与原矿

不能有效的流动接触，影响光卤石矿的分解。为了使机器设备运转时矿浆体系矿物与卤水充分接触，实际的淡水使用应当大于理论用水。这种大于理论用水的水量叫设备用水。对分解机用水量的控制就是尽量减少分解机的设备用水。

对于分解机的设备用水的控制，可以从两方面调节，第一是采用一定质量的盐湖卤水调稀矿浆，使分解机的运转性能趋于理想水平，第二，通过分解机内部尺寸的改变，提高分解机的运转效率。

下表是分解机几种减少设备用水的尝试。

表 3 冷分解设备用水试验(试验前后用水量不变)

Table 3 Water usage experiments on the cold—decomposition equipment

| 试验内容          |              | 试 验 前      |               | 试 验 后      |               |
|---------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|
|               |              | 钾肥品位<br>/% | 尾盐氯化钾含量<br>/% | 钾肥品位<br>/% | 尾盐氯化钾含量<br>/% |
| 冷分解加入卤水       |              | 81.4       | 2.5           | 90.4       | 1.8           |
| 分解机内部<br>尺寸改变 | 卧式搅拌<br>螺带宽度 | 84         | 2.7           | 91.4       | 1.2           |
|               | 立式搅拌<br>搅齿角度 | 82.0       | 2.8           | 87.6       | 1.8           |

通过冷分解的调试，在总用水量不变的情况下，钾肥品位都有所上升，尾盐氯化钾含量有所下降，说明冷分解设备的分解能力提高，也就是同等品位钾肥淡水用量得到节俭。这和有关钾肥生产厂家的生产结果相似<sup>[6]</sup>。

需说明的是，实际的卤水加入分解机量不应当太大，否则溶解温度下的饱和卤水与实际溶液浓度差减小，分解动力减小，冷分解分解能力降低，矿浆通过分解机时容易发生分解不充分的现象，影响钾肥的回收率。

3.3 浮选的影响

3.3.1 浮选药剂的影响

为了考察浮选药剂盐酸十八胺对钾肥的用水量影响，我们做了盐酸十八胺的不同加入地点的试验，其结果如下：

表 4 浮选药剂加入地点试验

Table 4 Experiment of addomg the floatation agent to different spots

| 操作状况    | 钾肥品位/% | 尾盐氯化钾含量/% |
|---------|--------|-----------|
| 第三分解机加入 | 81.4   | 2.3       |
| 第二分解机加入 | 78     | 2.8       |

试验结果表明，浮选药剂的加入地点提前，与未分解完全的矿料接触充分，光卤石矿呈现分解不完全的现象，钾肥的品位降低。这说明浮选药剂对光卤石矿的分解有抑制作用。为了减少钾肥生产淡水使用，浮选药剂应当远离冷分解，最好在浮选槽中加入。

3.3.2 浮选操作对钾肥生产的影响

3.3.2.1 浮选矿浆浓度对钾肥生产的影响

冷分解—浮选生产钾肥的浮选操作中，通常使用在浮选槽添加淡水控制钾肥的品位。根据前述的有关实验与有关浮选理论，可以判断钾肥品位的提高是由下列两种原因引起：第一，

浮选操作在低浓度下进行,钾肥的品位得以提高。第二,淡水的补加,实际卤水的镁含量降低,冷分解在浮选机中得到强化<sup>[2]</sup>,因而钾肥的品位得以提高。

为了辨别上述哪种理论占主导作用,我们做了卤水加入粗选槽的试验,其结果如下。

表 5 粗选槽加入卤水前后的钾肥品位变化表  
Table 5 Comparison of the potassic fertilizer grades before and after adding brine to the coarse floatation tank

| 操作状况    | 钾肥品位  | 尾盐氯化钾含量/% |
|---------|-------|-----------|
| 加入卤水(稀) | 81.4% | 2.5       |
| 不加卤水(稠) | 81.6% | 2.5       |

上述试验结果的钾肥品位变化在化学分析误差范围之内。分析上述试验结果,卤水调稀浮选矿浆,钾肥的品位变化不大。而实际生产中,浮选槽淡水的补加,钾肥品位得以升高。两种结果对比说明,浮选槽补加淡水提高钾肥品位的操作原理,就是冷分解的强化。

从前述实验可以看出,浮选药剂对于冷分解有抑制作用。不难想象,受浮选药剂的影响,浮选机中的分解作用是相对较弱的。为了较高地提高钾肥的回收率与钾肥的品级,浮选机中淡水的添加总体效果,应当小于冷分解直接淡水的添加。

对于钾肥的生产,引起回收率下降的直接因素就是尾盐、尾液氯化钾的损失。靠淡水使用量的增加提高钾肥的品级,钾肥的回收率将会适当地降低。浮选机淡水添加调节钾肥品位,从提高回收率的角度来看,不如调节分解机器设备构造,提高分解效果好。

另外,为了改善浮选条件,浮选机需要使用较稀的矿浆时,添加适当成分的卤水,对于回收率的提高更有好处。

3.3.2.2 浮选机的搅拌强度对钾肥生产的影响

钾肥生产系采用自吸式浮选机,一般是矿山浮选重金属矿的浮选机直接用来生产钾肥。金属矿与钾肥生产体系矿物比重相差很大(钾肥生产体系矿物比重一般为 2,而金属矿物比重一般为 4<sup>[4]</sup>)为了解决金属矿的“积槽”现象,浮选机使用了强烈的搅拌。用于钾肥生产,强

大的搅拌能力,造成钾肥的品位下降,必须降低搅拌强度。

理论上讲,降低浮选机的搅拌强度的任何方法都可以使钾肥的品位提高,如浮选机电机的反转、精选电机皮带调松、浮选机折流挡板的降低、浮选机空气进气量的降低、浮选机转子搅齿的减小等等,都有助于钾肥品位的提高。

下表是把浮选机内的折流挡板适当降低前后钾肥的品位状况

表 6 折流挡板降低前后钾肥的品位状况  
Table 6 Grade variance of potassic fertilizer before and after lowering the baffle plate

| 操作状况 | 钾肥品位/% | 尾盐氯化钾含量/% |
|------|--------|-----------|
| 降低前  | 81.4   | 2.8       |
| 降低后  | 88     | 2.8       |

折流挡板的高度降低,是众多搅拌强度降低中的最简单、最有效、最稳定的方法。搅拌强度降低,同等操作的钾肥品位升高。这和淡水用量加大的结果相同。因此,浮选机搅拌强度适当的降低,有助于钾肥的生产总用水量降低。

3.4 有关分解机的配置

许多实验表明,原矿的分解在分解机中完成得并不彻底。这将引起钾肥生产淡水用量较高,尾盐中损失氯化钾较大,钾肥品位、回收率降低。对于现行分解设备配置是否合理,增加分解机的总体容积后的综合经济价值的考察,已经显现的十分重要了。为此,我们在正常生产车间中多加上一台分解机进行试验,其结果如下表:

表 7 分解容积增大试验  
Table 7 Experiment of enlarging the decomposition volume

| 操作状况                   | 项 目    |           |
|------------------------|--------|-----------|
|                        | 钾肥品位/% | 尾盐氯化钾含量/% |
| 分解机容积为 5m <sup>3</sup> | 90.3   | 1.8       |
| 分解机容积为 6m <sup>3</sup> | 90.5   | 1.2       |

分解能力较大(既分解机容积较大)的钾肥生产装置,同等钾肥生产中尾盐的氯化钾损失降低,也就是钾肥的产量提高。钾肥生产的冷分解装置的规模受钾肥厂周边经济环境制约。

这些经济环境因素主要是矿价、水价以及电价的高低。从上述的试验可以看出,分解机的添加,可以降低尾盐氯化钾含量 0.3%。经济环境的改变,已使传统观念的生产规模与分解机的配置发生了较大的变化。钾肥生产的客观现状,要求我们应当采用较大的分解装置,以利于淡水量节俭,生产总成本降低。对于其它盐湖,地理位置不同,周边的经济环境不同。虽然钾肥生产采用的都是冷分解—浮选工艺,客观要求所配套的分解机大小应当适当地改变。

4 结 语

光卤石冷分解—浮选生产钾肥,影响车间生产的主要因素是钾肥的冷分解过程的好坏。利用分解机内部尺寸调节冷分解—浮选效果,是本工艺最直接、最有效的方法。卤水添加到分解机,虽然也可提高钾肥品位,但是,卤水的添加降低了光卤石矿的分解动力,除了类似地表矿(有较多的氯化钾单体存在)的浮选外,一

般不应当考虑。浮选机中添加淡水也可以提高钾肥的品位,但这也是冷分解的强化作用。为了提高钾肥的品位,浮选机中控制矿浆的稀稠,最好使用适当成分的卤水调节矿浆。浮选机的折流挡板的降低可以提高钾肥的品位,但是,尾盐氯化钾的含量不能有效地降低,此方法只能用于冷分解—浮选的微调措施。至于母液水的返还地点,应选择在影响分解最小的地方。

致谢:在写作过程中得到马克锦的帮助。

参考文献:

[1] 彭顾铭,等.盐湖矿产[M].青海:青海人民出版社,1985.  
[2] 陈五平.化学肥料[M].北京:冶金工业出版社,1986.  
[3] 中南矿冶学院选矿教研室,等.浮选 [M].北京:冶金工业出版社,1960.  
[4] 王德滋.光性矿物学[M].上海:上海人民出版社,1975.  
[5] 王石军.光卤石矿类型对冷分解—浮选法生产工艺的影响[J].海湖盐与化工,2000,5.  
[6] 李承保.浮选法生产氯化钾工艺在生产实践中的应用[J].海湖盐与化工,1999,2.

Study on the Cold—decomposition and Floatation Process

ZHANG Bai-shun,ZHEN Shao-chun

( Qinghai Geology and Mineral Group Co. Ltd, Xining 810008, China)

**Abstract:** According to expermental data from the manufacturing facilities in the workshop, discussion has been made as to the factors affecting the cold—decomposition and floatation process. Through the application of the theories from chemical engineering and mineral separation into the process analysis, the author determined that the cold—decomposition stage is the key stage the influences the whole process. This will significantly contribute to the tuning and testing of the potassic fertilizer production facilities.

**Key words:** Cold—decomposition; Floatation; Manufacturing facility; Influencing factors.