氯化钾生产中提高原矿使用率的研究

季大庆
(青海盐湖元通钾肥有限公司,青海 格尔木 816000)

摘 要:针对氯化钾生产中不同类型的光卤石原矿,因其镁钾比和钠钾比失调,而影响浮选工艺的控制,使最终产品质量和收率低下,不能使原矿得到充分有效利用。通过原矿的掺兑可以改善原矿的组成结构,并可调整原矿镁钾比和钠钾比。比例掺兑后不仅使原矿得到有效回收和利用,也大幅度提高了最终产品氯化钾的质量和产量,在实际生产中具有积极的推动作用。

关键词:氯化钾;光卤石矿;使用率
中图分类号:TQ443 文献标识码:A 文章编号:1008-858X(2011)02-0034-05

在我国目前大型钾肥生产基地——青海察尔汗盐湖,利用晶间卤水通过盐田滩晒光卤石矿来生产氯化钾的工艺多种多样,各有特点,并且技术均已成熟,形成了相应的工业规模生产线[1]。但在串联走水盐田光卤石池中,受到卤水组成和盐田工艺控制因素的影响,形成了含水氯镁石较高的光卤石矿(简称矿1)。此矿直接用于生产,因其氯化镁含量高且分解水量大,使最终氯化钾收率低下。为了消除含高氯化镁对生产的影响,提高氯化钾的收率,相继提出了使用某钾肥厂反浮选工艺由结晶器排至尾盐池的部分高钾低镁矿(简称矿2)进行比例掺兑,以调整矿1的组成结构,改善原矿的质量,取得了很好的收益。以下就对整个实验研究过程加以分析和讨论,以便在今后的钾肥生产中原矿的使用上起到指导性作用。

1 原矿比例掺兑的指导依据

依据文献[2]及生产现状,按照原矿组分的不同,将正浮选工艺的原矿分做4种类型。即:正常矿[$m(MgCl_2)/m(KCl)$为1.4~1.8,$m(NaCl)/m(KCl)<1.8$];高镁矿[$m(MgCl_2)/m(KCl)\geqslant1.8$,$m(NaCl)/m(KCl)<1.8$];高钠矿[$m(MgCl_2)/m(KCl)$为1.4~1.8,$m(NaCl)/m(KCl)\geqslant1.8$];高镁高钠矿[$m(MgCl_2)/m(KCl)\geqslant1.8$,$m(NaCl)/m(KCl)\geqslant1.8$]。光卤石冷分解—浮选法生产氯化钾工艺以正常光卤石矿[$m(MgCl_2)/m/(KCl)$为1.4~1.8,$m(NaCl)/m(KCl)\approx1.0$]完全分解为最理想[2],整个工艺氯化钾收率最高。但在实际生产中,为兼顾产品质量以及工艺条件的变化、光卤石原矿组成的变化、操作人员的经验等,分解工序中的加水量难免会产生偏差。当加水量为所投入光卤石矿质量的37%~42%时,总回收率最高[3],且后续工序作业效果最佳,产品产量、质量最高。

对于不同类型的原矿,当分解完成母液点相同时,镁含量高、水分含量低的原矿分解需水量相对较大。此外,母液点相同时,分解产品质量的高低取决于原矿的钠钾比,回收率取决于原矿的镁钾比,二者均呈反向关系。母液点不同时,回收率均随加水量的增大而降低,原矿的镁钾比越大,回收率随分解水量增大而降低的幅度越大[4]。

收稿日期:2010-01-07
作者简介:季大庆(1977-),男,助理工程师,主要从事钾肥生产工艺技术工作。

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

2　实验部分

2.1　实验仪器、试剂与原料

仪器: 自制立式带循环筒分解机; XTD－6 型实验室用浮选机; SS－300 型三足式人工上卸料离心机; 水银温度计; 1 000 mL量筒; 1 000 mL 烧杯; 滴定分析装置; HG63 型水分测定仪; HC－TP－12 型托盘天平; HX2002T 型电子天平。

试剂: $NaB(C_6H_5)_4$; $AgNO_3$; 季铵盐; 乙二胺四乙酸二钠(EDTA)。均为分析纯。

原料: 实验用原矿取自盐田,其平均质量组成见表 1。

表 1　实验用原矿的平均组成表

Table 1　Average composition of the experimental potash ore

	KCl	NaCl	$MgCl_2$	$CaSO_4$	H_2O	$m(NaCl)/m(KCl)$	$m(MgCl_2)/m(KCl)$	光卤石类型
矿 1	12.38%	15.16%	31.86%	0.57%	40.03%	1.225	2.574	高镁低钾
矿 2	67.47%	11.74%	6.07%	0.79%	13.93%	0.174	0.012	高钾低镁

2.2　实验设计

1) 称取混匀后的矿 1 为 12 份,分别为 100 g、200 g、300 g、……,1 200 g; 称取混匀后的矿 2 为 12 份,均为 100 g。将矿 1 与矿 2 按 1∶1、2∶1、3∶1、……、12∶1 掺兑混匀，测定其掺兑后各矿样的组成含量，进行相应镁钾比、钠钾比计算，并加以比较，确定最佳的掺兑比例;

2) 对矿 1、矿 2 和最佳比例掺兑后原矿(简称矿 3) 分别做浮选实验，比较其浮选效果;

3) 对以上实验数据进行分析处理。

3　数据分析与讨论

3.1　原矿分析

对表 1 所列原矿组成分析可以看出，矿 1 属于高镁低钾矿，矿 2 属于高钾低镁矿。单独使用矿 1 进行生产会因 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 值高所需分解水量过大，造成钾收率很低。单独使用矿 2 钾收率很高，但因 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 值极低而无法投入分解装置。曾尝试添加大量高镁母液或精钾母液调整分解作业浓度，尚能实现分解过程，但考虑实际生产中无法提供所需的母液量，只能依赖再浆洗涤才能实现钾的回收。因此，这两种做法都极不现实。因此将矿 1 和矿 2 按比例掺兑来实现原矿的组分调整投用于生产，加以综合回收利用最为客观。对二者进行比例掺矿，以调整原矿组分，使其满足生产工艺控制的要求，并在实验过程中，掌握最佳工艺控制指标，以降低选矿比，提高产品氯化钾质量和收率。

3.2　矿 1 与矿 2 按比例掺兑实验

原矿的掺兑是通过比例掺兑,让两种不同类型的原矿实现组成含量的互补,从而调整原矿的钠钾比、镁钾比,使原矿满足生产工艺控制的要求,提高产品氯化钾收率和原矿的利用率。在此选用质量比掺兑,对矿 1、矿 2 分别称量以质量比在 1∶1～12∶1 之间做掺兑实验,测定掺兑后原矿(矿 3) 的镁钾比和钠钾比,实验结果见图 1 和图 2。

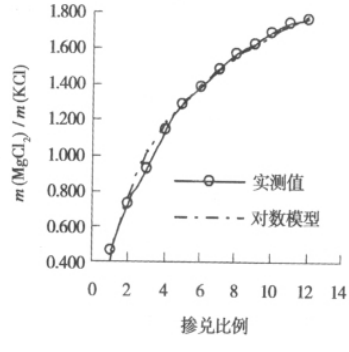

图 1　掺兑比例与镁钾比关系

Fig. 1　Relationship between the mixing propotion and the ratio of magnesium to potassium

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

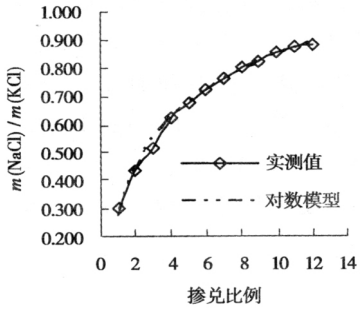

图2 掺兑比例与钠钾比关系

Fig. 2 Relationship between the mixing propotion and the ratio of sodium to potassium

从图1、图2可以看出:

1) 当矿2为定值1时,随着矿1掺兑量的逐步增大,掺兑比例与 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 和 $m(NaCl)/m(KCl)$ 均呈对数关系,分别得回归方程 $y=0.562\ 2\ \ln x+0.388\ 6$, $R^2=0.991\ 8$; $y=0.250\ 1\ \ln x+0.274\ 4$, $R^2=0.994\ 2$,且方程拟合程度较好。说明掺兑比例对原矿的 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 和 $m(NaCl)/m(KCl)$ 具有很大的影响。

2) 随着矿1掺兑量的逐步加大,其掺兑得到的光卤石矿中 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 和 $m(NaCl)/m(KCl)$ 均逐渐增大,从而实现了原矿钠钾比和镁钾比的调整。当掺兑比例在9:1时完全达到理想分解光卤石矿的状态。

3) 矿1和矿2掺兑量的变化引起了原矿质的变化。因矿1、矿2氯化钠组分和硫酸钙组分差异不大,对分解不会造成大的影响,氯化钠可经浮选选别后,随着尾液排至尾盐池。通过掺兑既可以对部分尾盐池矿加以有效利用,还能带动大部分高镁低钾矿的使用,起到很好的掺兑效果。

4) 通过实验数据可以看出,矿1、矿2在掺兑前后,存在单组分总量的守恒。以1:1质量比掺兑下组分KCl含量来说,矿1中KCl组分含量加矿2中KCl组分含量变为矿3中2倍的KCl组分含量。只要我们考虑掺兑后原矿的 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 值(常设定为1.6),计算得到两种原矿的掺兑比例,快速判断两种原矿能否进行掺兑,也能减小实验工作量。通过对掺兑实验数据分析,得到以下简易掺兑比例的计算方法。设矿1掺兑量为 n,其 $MgCl_2$ 和KCl含量分别用 a_1 和 b_1 表示;矿2掺兑量为1,其 $MgCl_2$ 和KCl含量分别用 a_2 和 b_2 表示;则掺兑后矿3:

$$m(MgCl_2)/m(KCl)=(na_1+a_2)/(nb_1+b_2)=1.6。\quad(1)$$

从中就可以计算出所需矿1的掺兑量 n 值大小。

也可以通过得到的 n 值大小,推算出掺兑后原矿的各组分含量(以 $MgCl_2$ 的计算为例),判断实验分析数据的可靠性,即掺兑后矿3中,

$$m(MgCl_2)=(na_1+a_2)/(n+1)。\quad(2)$$

将矿1、矿2组分代入上式(1)中进行计算,得到 $n\approx9$;并将 $n\approx9$ 代入式(2)分别计算9:1掺兑后矿3的各组成含量,并列表与实验分析值做比较,见表2。

表2 矿1、矿2在9:1掺兑后(即矿3)实验值与计算值对比表

Table 2 Comparison between the experimental and calculated results of ore 1 and ore 2 with the mixing propotion 9:1

	KCl	NaCl	$MgCl_2$	$CaSO_4$	$m(MgCl_2)/m(KCl)$
实验值	17.86%	14.78%	29.27%	0.57%	1.639
计算值	17.89%	14.82%	29.28%	0.59%	1.637

从表2对计算值与实验分析值进行比较得出:

1) 实验值存在人为因素较大,取样、溶样、吸样以及滴定分析过程都会造成分析数据存在一定的误差;

2) 称量掺兑时所取样量较小,样品的不均匀性也能导致误差存在。

总体来说,实验值与计算值之间偏差较小,说明可以用此计算方法替代实验分析过程。只要分析出矿1和矿2的组成含量,就可以直接通过计算得到适宜的掺兑比例,并推算出此比例掺兑下矿3的组成含量,缩小实验范围,进而

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

可以判断实验掺兑效果的可靠程度，减少实验室工作量。

3.3　原矿掺兑前后浮选实验结果对比

矿 1 和矿 2 按 9∶1 掺兑后得到矿 3，因矿 1、矿 3 中氯化镁含量较高，故对矿 1、矿 3 可直接进行冷分解—正浮选实验; 因矿 2 含氯化镁很低，不能进行冷分解—正浮选实验，只能进行洗涤处理。实验结果见表 3。

表 3　矿 1、矿 2、矿 3 浮选实验结果对比表

Table 3　Comparison among the flotation results of ore 1, ore 2 and ore 3

原矿	光卤石类型	成品中 w(KCl) /%	KCl 收率/%	选矿比
矿 1	高镁低钾	93.05	37.80	20.9
矿 2	高钾低镁	94.32	60.26	2.32
矿 3	正常	96.50	64.86	8.33

从表 3 所列实验结果可以看出:

1) 矿 1、矿 2 的最终产品氯化钾质量均低于矿 3;

2) 从矿 1 实验中可看出氯化钾收率低、选矿比高，钾的使用率大大降低。矿 2 实验中氯化钾收率较高、选矿比低，钾的使用率高。总体实验效果均没有矿 3 好;

3) 由此可见，比例掺兑后不仅使矿 1、矿 2 得到了有效回收和利用，而且也提高了最终产品氯化钾的质量和产量。

4　结　论

1) 通过掺兑实验得出掺兑比例与 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 和 $m(NaCl)/m(KCl)$ 均呈对数关系。拟合出回归方程为 $y = 0.562\ 2\ \ln x + 0.388\ 6$，$R^2 = 0.991\ 8$; $y = 0.250\ 1\ \ln x + 0.274\ 4$，$R^2 = 0.994\ 2$。说明掺兑比例对原矿的 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 和 $m(NaCl)/m(KCl)$ 具有一定的影响。通过该方程可以在控制原矿的 $m(MgCl_2)/m(KCl)$ 和 $m(NaCl)/m(KCl)$ 的前提下，初步预测出最佳的掺兑比例，以指导生产，减小经验偏差;

2) 实验得到简易掺兑比例的计算方法，可以快速得出两种原矿的掺兑比例，判断两种原矿的掺兑效果，缩小实验范围，减小实验工作量。

3) 比例掺兑不仅可以使原矿得到有效回收和利用，而且也提高了最终产品氯化钾的质量和产量，掺兑在实际生产中具有积极的推动作用。

参考文献:

[1] 王石军. 盐田滩晒光卤石矿生产氯化钾工艺综述 [J]. 无机盐工业，1999，31(1)：23－25.

[2] 王石军. 光卤石矿类型对冷分解—浮选法生产氯化钾工艺的影响 [J]. 海湖盐与化工，2000，29(5)：1－4.

[3] 王石军. 冷分解—浮选—洗涤法氯化钾工艺中加水量的控制 [J]. 化工矿物与加工，1999，28(5)：11－14.

[4] 刁祥瑞，朱翠琴，朱金义，等. 氯化钾生产中分解工序对钾收率的影响研究 [J]. 无机盐工业，2008，40(10)：31－35.

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

Improvement of Potash Ore Utilization Rate in the Process of Potassium Chloride

JI Da-qing[1]
(1. *Qinghai Salt Lake Yuantong Potash Co.*, *Ltd.*, *Golmud*, 816000, *China*)

Abstract: The low utilization rate of potash ore is due to imbalanced ratios of magnesium to potassium and sodium to potassium of different kinds of carnallite used for potassium chloride production, which affects flotation process and makes the final quality and yield poor. The composition and the ratios of magnesium to potassium and sodium to potassium can be improved though the ore mixing. The utilization rate of potash ore and recycling rate can be increased, and the yield and quality of final product potassium chloride can be dramatically improved though mixing. The present study may be an effective drive for practical potassium chloride production.

Key words: Potassium chloride; Carnallite ore; Utilization rate

(上接第19页)

Ebinur Lake Surface Area Variation and the Influence Factors

GAO Ming
(*Hydrographic and Water Resources Survey Bureau of Xinjiang Boertala Prefecture*, *Bole*, 833400, *China*)

Abstract: Ebinur lake is a typical plain lake in Xinjiang; the lake surface area changes dynamically with double influence of the climatic variation and human activity. The author discussed the lake surface area change and the influence factors in Ebinur lake based on the runoff, the hydrological and meteorological data during last 50 years.

Key words: Precipitation; Runoff; Water supply for economic and social development; Ebinur lake

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