

硝酸铅对水杨羟肟酸浮选锡石性能的影响

罗红莹¹, 张英^{1,2}, 蔡教忠¹, 陆宽伟¹, 杨虎¹

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093; 2. 昆明理工大学省部共建复杂有色金属资源清洁利用国家重点实验室, 云南 昆明 650093)

摘要: 水杨羟肟酸是锡石浮选的常用药剂之一, 能与碱土金属离子形成稳定性较小的螯合物。本文通过实验研究了硝酸铅的添加对水杨羟肟酸浮选锡石的性能影响, 结果表明: 硝酸铅和水杨羟肟酸预先混合再添添加得到的浮选指标比顺序添加得到的浮选指标更好, 且在 pH 值为 7, 硝酸铅和水杨羟肟酸的质量比为 1:2.5, 用量在 700 g/t 时, 粗精矿锡石品位为 3.13%, 回收率为 64.02%, 该回收率比同等药剂用量条件下, 硝酸铅和水杨羟肟酸按顺序添加提高了 6 个百分点。这可能是因为硝酸铅和水杨羟肟酸预先混合反应产生的金属有机配合物在浮选时表现出更强的捕收能力和选择性, 从而提高了浮选指标。

关键词: 锡石 水杨羟肟酸 硝酸铅 金属有机配合物; 浮选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2021.02.006

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2021) 02-0027-06

在自然界中, 金属锡主要以锡石 (SnO_2) 的形式存在。由于锡石的密度比共生矿物大, 因此锡矿石的传统选矿工艺为重力选矿, 而浮选用于从锡矿物中去除硫化物矿物, 以进一步提高锡的品质^[1]。但随着锡资源的逐步开采和枯竭, 对低品位和难处理的锡矿物的研究越来越多。这类矿石嵌布粒度细, 需要磨矿, 由于锡石性脆, 容易产生过磨, 微细粒级锡石的回收成为工作重点。然而, 重选受到颗粒尺寸的限制, 回收率较低^[2-3]。浮选的粒度下限比重选低, 对于从低品位锡矿石和重选尾矿中回收微细粒级锡石也得到越来越多的应用^[4-6]。

水杨羟肟酸 (SHA) 是一种有效的锡石浮选捕收剂。由于羟肟基的共价性能比羧酸强, 属于软碱类药剂, 能与过渡金属钨、锡、稀土、铜、铁及软酸类金属离子形成较稳定的螯合物, 与碱土金属离子则形成稳定性较小的螯合物, 这是水杨羟肟酸用作捕收剂时具有较好选择性的原因。

具有“酰胺”和“肟”的双重性质, 使该药剂可以以 O-O 配位模式与金属矿物表面的金属离子螯合, 从而实现在矿物表面的吸附^[7]。在水杨羟肟酸浮选锡石的过程中, 由于锡石表面活性位点不足, 导致水杨羟肟酸在锡石表面的吸附量不足, 为了提高水杨羟肟酸在锡石表面的吸附量, 可通过引入额外的活性金属离子以增加锡石表面的活性位点数量^[8-10]。理论研究和浮选生产实践表明在氧化矿浮选体系中二价铅离子能够活化多种矿物, 是氧化矿浮选的常用活化剂。当水杨羟肟酸^[11]、磺化琥珀酸盐^[12]、苯甲羟肟酸^[13-14]等作为捕收剂时, 硝酸铅作为活化剂可以提高锡石的回收率。同时, 铅离子也常用于活化黑钨矿、异极石、金红石和辉铋矿, 以增强捕收剂对矿物表面的吸附^[15-19]。

基于此, 本实验以六偏磷酸钠作调整剂、2[#]油作起泡剂, 研究水杨羟肟酸和硝酸铅的添加对锡石浮选指标的影响。

收稿日期: 2020-01-06; 改回日期: 2020-03-07

作者简介: 罗红莹 (1995-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为浮选理论与工艺。

通讯作者: 张英 (1984-), 女, 副教授, 主要研究方向为浮选理论与工艺及资源综合利用。

1 矿石性质

本实验所用矿样来自缅甸锡石选厂的中矿样，

其 X- 荧光光谱分析、X 射线衍射分析结果以及粒度分析结果见表 1、2。

表 1 X- 荧光光谱分析结果 /%

Table 1 X-ray Fluorescence analysis results

O	Si	Fe	Al	Ca	S	Sn	Mg	K	Pb	Ti	Na	Zn	P	As	Bi	Mn	F	WO ₃
42.16	19.64	9.19	7.02	4.78	3.05	2.13	1.70	1.27	0.82	0.58	0.57	0.29	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.097

表 2 矿样粒度分布结果

Table 2 Mineral size distribution results

粒级 / μm	Sn/%	含量 / %
-74+38	1.25	49.80
-38+18	2.23	17.50
-18+10	4.27	21.50
-10	2.33	11.20
总计	2.19	100

由表 1、表 2 可知矿样锡品位为 2.13%，-74 +38 μm 粒级含量最高，占 49.80%，该粒级锡品位为 1.25%，-18 +10 μm 锡含量最高，其品位为 4.27%。X 射线衍射分析可知锡以 SnO₂ 的形式存在，主要的脉石矿物为石英、方解石，实验的目的矿物为锡石。

2 研究方法

实验所用药剂包括六偏磷酸钠、硝酸铅、水杨羟肟酸、2[#] 油，均为市购分析纯或工业纯药剂。所用设备包括 XFD 型浮选机、真空过滤机、电热恒温鼓风干燥箱等。

根据原矿性质的分析，对原矿进行了矿浆 pH 值、水杨羟肟酸和硝酸铅的混合比及用量的条件等实验，实验流程见图 1。

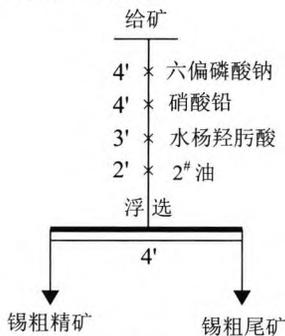


图 1 浮选实验流程

Fig. 1 Flotation flowsheet of flotation test

3 结果与讨论

3.1 加药顺序对比实验

中南大学首次将 Pb-BHA 金属有机配合物作为一种新型捕收剂应用于湖南柿竹园黑钨矿和白

钨矿混合浮选。实验结果表明相对于在矿浆中顺序加入活化剂硝酸铅和捕收剂苯甲羟肟酸 (BHA)，在相同药剂用量的条件下，Pb-BHA 金属有机配合物在白钨矿与方解石浮选分离中具有更强的捕收能力和选择性，钨的综合回收率整体提高 8% 以上 [20-23]。

为了考察硝酸铅的添加方式对锡石浮选指标的影响，实验对比了将相同用量的水杨羟肟酸和硝酸铅预先混合反应再添加与顺序添加的浮选指标，实验药剂及用量分别为六偏磷酸钠 300 g/t、硝酸铅 200 g/t、水杨羟肟酸 500 g/t，2[#] 油用量 35 g/t，pH 值约为 7，实验结果见图 2。

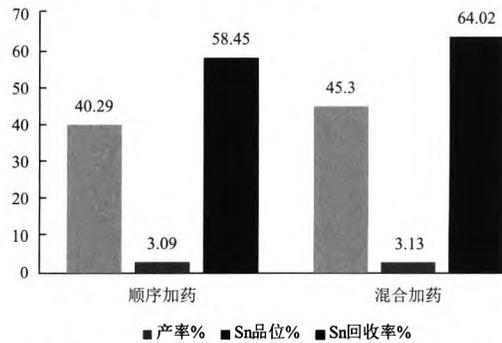


图 2 硝酸铅和水杨羟肟酸加药方式实验结果

Fig.2 Effect of addition sequence of Pb and SHA acid on the flotation index

实验结果表明，添加相同药剂用量时，将硝酸铅和水杨羟肟酸预先混合再添加得到的粗精矿锡品位与硝酸铅和水杨羟肟酸按顺序添加几乎没有变化，但预先混合再添加得到的粗精矿产率增加了 5%，回收率也提高了将近 6%。说明在整个浮选过程中的活化不单只有铅离子的作用，还有铅离子与水杨羟肟酸反应产生的配合物可能也发生了作用。后续采用硝酸铅和水杨羟肟酸混合添加进行实验。

3.2 矿浆 pH 值条件实验

矿浆 pH 值是影响浮选指标的重要参数之一，浮选药剂采用六偏磷酸钠 300 g/t、硝酸铅 200 g/t、水杨羟肟酸 500 g/t，2[#] 油用量 35 g/t，硝酸铅和水

杨羟肟酸混合后再添加，实验考察了矿浆 pH 值对锡石浮选指标的影响，实验结果见图 3。

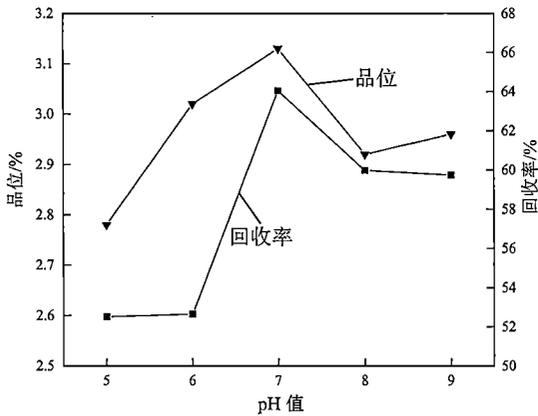


图 3 矿浆 pH 值条件实验结果
Fig.3 Effect of pH value on the flotation index

由图 3 可知，锡石的浮选品位和回收率随着 pH 值的变化而变化，当 $pH < 7$ 时，锡石的浮选品位和回收率随着 pH 值的增大而增加；当 pH 值在 7 左右时，粗精矿锡石品位和回收率较大，锡石品位为 3.13%，回收率为 64.04%；当 $pH > 7$ 时，随着 pH 值的继续升高，锡石的浮选回收率和品位均出现降低的趋势。因此，该浮选药剂制度条件下，锡石浮选较佳的 pH 值为 7。

3.3 混合药剂质量比条件实验

组合药剂可产生协同效应使得药剂的效果增强，但药剂间的组合比例对浮选效果也有很大影响。当矿浆 pH 值为 7、六偏磷酸钠用量为 300 g/t、硝酸铅 + 水杨羟肟酸用量为 700 g/t， $2^\#$ 油用量 35 g/t 时，进一步考察了硝酸铅与水杨羟肟酸不同质量比对锡石浮选指标的影响，实验结果见图 4。

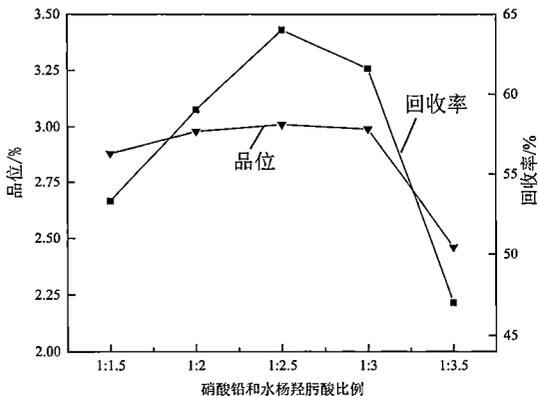


图 4 硝酸铅和水杨羟肟酸混合药剂质量比条件实验结果
Fig. 4 Effect of Pb/ SHA mass ratio on flotation index

由图 4 可知，随着水杨羟肟酸质量比的不断增加，粗精矿的品位和回收率均呈现出先增加后降低的趋势，当硝酸铅与水杨羟肟酸质量比为 1:2.5 时，粗精矿指标相对较好，锡品位为 3.13%，回收率为 64.04%。当水杨羟肟酸的质量比继续增大时，锡石浮选指标的反面下降，可能是因为锡石表面活性位点有限，而能增加锡石表面活性位点的铅离子数量相对较少，使得水杨羟肟酸在矿物表面的吸附效率逐渐减低。因此，混合药剂中各种药剂的用量要适中才能充分发挥每一种药剂的作用。

3.4 混合药剂用量条件实验

当矿浆 pH 值为 7、六偏磷酸钠用量为 300 g/t、 $2^\#$ 油用量 35 g/t 时，根据硝酸铅和水杨羟肟酸混合质量比条件实验结果，进一步考察当硝酸铅和水杨羟肟酸质量比为 1:2.5 时，混合药剂用量对锡石浮选指标的影响。结果见图 5。

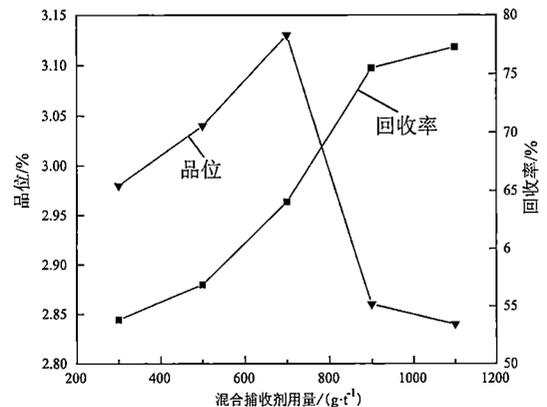


图 5 混合药剂用量条件实验
Fig.5 Effect of dosage of mixed reagent on flotation index

由图 5 可知，随着混合药剂用量的增加，粗精矿锡品位呈现先增加后降低趋势，而回收率则一直增加，最后趋于平缓。当混合药剂用量为 700 g/t 时，粗精矿锡品位最高，为 3.13%，回收率为 64.04%，综合考虑，混合药剂的较佳用量为 700 g/t。

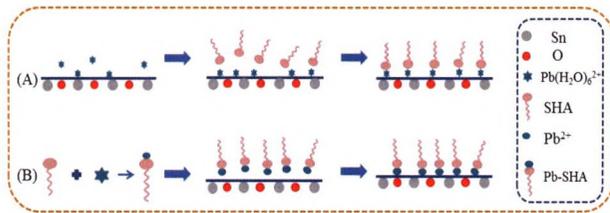
4 理论分析

根据浮选实验结果可以看出，硝酸铅和水杨羟肟酸的添加方式对锡石的浮选指标有影响，当预先混合硝酸铅和水杨羟肟酸再添加时，锡石的浮选指标优于硝酸铅和水杨羟肟酸按顺序添加。

为了明确其中的作用机理，构建了两种添加方式在锡石表面的吸附模型，并通过药剂溶液化学进一步进行了分析。

4.1 吸附模型

经典的活化浮选理论认为铅离子羟基络合物或氢氧化铅沉淀是活化的有效组分，这些有效组分吸附在矿物表面的活性位点，从而实现活化，更利于捕收剂吸附，但忽略了离子组分与捕收剂组分生成的金属配合物在浮选过程中的作用。如图 6(A) 吸附模型，顺序加药时，铅组分优先吸附在矿物表面上，在溶液中解离的水杨羟肟酸离子要克服铅离子组分的水化层后才能与矿物表面铅质点作用，这在一定程度上阻碍了水杨羟肟酸的吸附，降低了水杨羟肟酸在矿物表面上的吸附效率。图 6(B) 吸附模型，混合加药时，铅组分在溶液中首先与水杨羟肟酸离子反应生成 Pb-SHA 配合物，破坏了水合铅离子组分的水化层结构，从而有利于捕收剂在矿物表面的吸附^[10]。



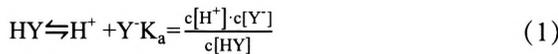
(A- 顺序添加; B- 预先混合再添加)

图 6 吸附模型

Fig. 6 Adsorption models

4.2 铅离子与水杨羟肟酸溶液化学

水杨羟肟酸 (HY) 的解离平衡常数分别为 7.4^[24-27]，在水溶液中存在平衡关系见式 (1)。



由水杨羟肟酸的质量守恒 $cY = [HY] + [Y^-]$ 可得:

$$c(Y^-) = \frac{K_a \cdot cY}{K_a + c(H^+)} \quad (2)$$

$$c(HY) = \frac{cY \cdot c(H^+)}{K_a + c(H^+)} \quad (3)$$

其中 $cY = 5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ， $pK_a = 7.4$ ，有:

$$\lg c(Y^-) = \lg c_Y - \lg [K_a + c(H^+)] + \lg K_a = -10.7 - \lg(10^{-7.4} + 10^{-pH}) \quad (4)$$

$$\lg c(HY) = \lg c_Y - pH - \lg [K_a + c(H^+)] = 3.3 - pH - \lg [10^{-7.4} + 10^{-pH}] \quad (5)$$

综上，可水杨羟肟酸的溶液组分见图 7。

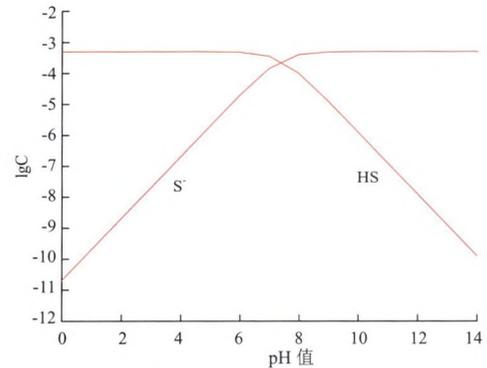
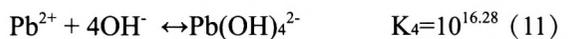
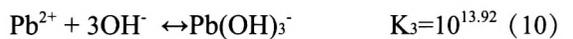
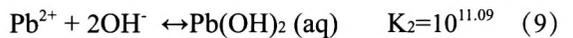
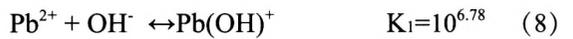


图 7 水杨羟肟酸溶液组分

Fig. 7 Composition diagram of salicylic hydroxamic acid solution

铅离子一般在水溶液中以 4 种形式存在:

$Pb(OH)^+$ 、 $Pb(OH)_2$ 、 $Pb(OH)_3^-$ 和 $Pb(OH)_4^{2-}$ ，它们相应的化学反应和平衡常数如下式所示^[28]:



根据铅的质量平衡，水溶液中总的铅浓度

($[Pb_T]$) 可表示为:

$$[Pb_T] = [Pb(OH)^+] + [Pb(OH)_2] + [Pb(OH)_3^-] + [Pb(OH)_4^{2-}] + [Pb^{2+}] \quad (12)$$

因此，铅羟基配合物的分配系数 α_0 、 α_1 、 α_2 、

α_3 和 α_4 可被表示为:

$$\alpha_0 = \frac{[Pb^{2+}]}{[Pb_T]} = \frac{1}{1 + 10^{pH-7.22} + 10^{2pH-16.91} + 10^{3pH-28.08} + 10^{4pH-39.72}} \quad (13)$$

$$\alpha_1 = \frac{[Pb(OH)^+]}{[Pb_T]} = 10^{pH-7.22} \alpha_0 \quad (14)$$

$$\alpha_2 = \frac{[Pb(OH)_2]}{[Pb_T]} = 10^{2pH-16.91} \alpha_0 \quad (15)$$

$$\alpha_3 = \frac{[Pb(OH)_3^-]}{[Pb_T]} = 10^{3pH-28.08} \alpha_0 \quad (16)$$

$$\alpha_4 = \frac{[Pb(OH)_4^{2-}]}{[Pb_T]} = 10^{4pH-39.72} \alpha_0 \quad (17)$$

综上，可以计算各种铅羟基配合物的分配系数与 pH 值的函数，见图 8。

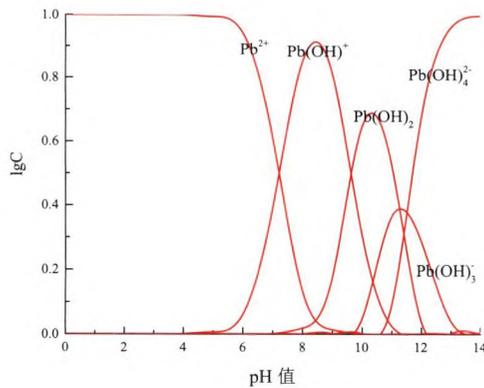


图 8 铅组分溶液组分

Fig. 8 Lead component solution composition diagram

由图 7、8 可知，在酸性环境中，铅主要是以 Pb^{2+} 的形式存在，而水杨羟肟酸主要以分子的形式存在，并且随着 pH 值增大而逐渐电离；当 pH 值在 7 时，铅组分主要是 Pb^{2+} ，并与水结合，以 $Pb(H_2O)_6^{2+}$ 的形式存在，同时水杨羟肟酸开始解离，并与 $Pb(H_2O)_6^{2+}$ 相互作用形成主要活性物质 $(Pb-SHA)^{2+}$ 。当 $pH > 8$ 时，锡的品位和回收率都开始下降，可能因为铅主要以 $Pb(OH)^+$ 的形式存在，解离后的水杨羟肟酸离子与 $Pb(OH)^+$ 相互作用形成主要活性物质 $HO-Pb-SHA$ ，由于苯环的空间位阻效应，该物质难以在溶液中稳定存在^[10-13]。

5 结 论

(1) $Pb-SHA$ 金属有机配合物捕收剂不仅在白钨矿与方解石浮选分离中具有更强的捕收能力，对锡石也表现出较强的捕收能力。在相同的药剂用量条件下，将硝酸铅和水杨羟肟酸预先混合再添加以顺序添加的效果更好，虽然品位几乎没有变化，但粗精矿产率增加了 5%，回收率也提高了将近 6%。在 pH 值为 7 时，硝酸铅和水杨羟肟酸以 1:2.5 的质量比预先混合再添加以得到的浮选指标相对更好，且用量为 700 g/t 时锡石浮选指标较好。

(2) 溶液化学和吸附模型表明在中性 pH 值环境中，铅的主要成分是 Pb^{2+} ，与水结合后以 $Pb(H_2O)_6^{2+}$ 的形式存在，而大部分水杨羟肟酸离子化， SHA^- 浓度增加。顺序加药，铅组分优先吸附在矿物表面上，水杨羟肟酸离子要克服铅离子组分的水化层后才能与矿物表面铅质点作用，这在一定程度上阻碍了水杨羟肟酸的吸附；混合加药，

$Pb(H_2O)_6^{2+}$ 先与水杨羟肟酸离子反应生成 $(Pb-SHA)^{2+}$ 配合物，破坏了水合铅离子组分的水化层结构，进而提高了水杨羟肟酸在锡石表面的吸附效率。

(3) 生产实践证明了金属有机配合物捕收剂在钨矿、锡石浮选的捕收能力和选择性方面具有巨大的优势，同时，还可以将金属有机配合物捕收剂应用到活化剂和抑制剂等其他类药剂的研究，为新型药剂的研发提供新的思路。

参考文献：

- [1]Angadi S I ,Sreenivas T , Jeon H S , et al. A review of cassiterite beneficiation fundamentals and plant practices[J]. Minerals Engineering, 2015, 70:178-200.
- [2]Falcon L M . The gravity recovery of cassiterite[J]. 1982,82:112-117.
- [3]Bulatovic S , De Silvio E . Process development for impurity removal from a tin gravity concentrate[J]. Minerals Engineering, 2000, 13(8):871-879.
- [4]WANG P P, QIN W Q, REN L Y, et al. Solution chemistry and utilization of alkyl hydroxamic acid in flotation of fine cassiterite[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2013, 23(6):1789-1796.
- [5]YONG C Z, XIONG T, SHAO X S, et al. Beneficiation of Cassiterite Fines from a Tin Tailing Slime by Froth Flotation[J]. Separation Science, 2014, 49(3):6.
- [6]Leistner T ,Embrechts M , Leibner T , et al. A study of the reprocessing of fine and ultrafine cassiterite from gravity tailing residues by using various flotation techniques[J]. Minerals Engineering, 2016:S0892687516301728.
- [7]刘明宝, 鱼博, 强旭旭, 等. 水杨羟肟酸在钨铁矿表面的吸附特性研究 [J]. 表面技术, 2018, 47(4): 236-242.
- LIU M B, YU B, QIANG X X, et al. Adsorption characteristics of salicylic hydroxamic acid on ilmenite surface [J]. Surface Technology, 2018, 47(4): 236-242.
- [8]丁可鉴, 田忠诚. 水杨羟肟酸对锡石的捕收性能及其作用机理 [J]. 矿冶工程, 1991, 11(3):20-22.
- DING K J, TIAN Z C. Collecting performance and action mechanism of cassiterite with salicyloxime acid [J]. Mining and Metallurgical Engineering, 1991, 11(3):20-22.
- [9]GANG Z ,SHUAI W , HONG Z . Study on the Activation of Scheelite and Wolframite by, Lead Nitrate[J]. Minerals, 2015, 5(2):247-258.
- [10]Sarvaramini A, Larachi F, Hart B. Collector attachment to lead-activated sphalerite – Experiments and DFT study on pH and solvent effects[J]. Applied Surface Science, 2016, 367.
- [11]FENG Q C , ZHAO W J , WEN S M , et al. Activation mechanism of lead ions in cassiterite flotation with salicylhydroxamic acid as collector[J]. Separation & Purification Technology, 2017, 178:193-199.

- [12] Choi Woozin, Zeng Qinghua, Jiang Erlong, et al. Cassiterite Flotation with Sulphosuccinamate Collector[J]. Geosystem Engineering, 1998, 1(1):30-34.
- [13] ZHOU YC, TONG X, SONG S X, et al. Beneficiation of Cassiterite Fines from a Tin Tailing Slime by Froth Flotation[J]. Separation Science, 2014, 49(3):6.
- [14] 胡岳华, 韩海生, 田孟杰. 苯甲羟肟酸铅金属有机配合物在氧化矿浮选中的作用机理及其应用[J]. 矿产保护与利用, 2018(1): 42-47.
- HU Y H, HAN H S, TIAN M J. Mechanism of action and application of lead metal organic complex benzohydroxamic acid in flotation of oxidized ore [J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2018(1): 42-47.
- [15] 高玉德, 钟传刚. 苯甲羟肟酸浮选黑钨矿体系中铅离子的活化作用机理[J]. 中国有色金属学报, 2016, 26(9):1999-2006.
- GAO Y D, ZHONG C G. Activation mechanism of lead ions in wolframite flotation system with benzohydroxamic acid [J]. Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2016, 26(9):1999-2006.
- [16] 孙伟, 王若林, 胡岳华. 矿物浮选过程中铅离子的活化作用及新理论[J]. 有色金属(选矿部分), 2018.
- SUN W, WANG R L, HU Y H. Activation and new theory of lead ions in mineral flotation process [J]. Nonferrous Metals (Mineral Processing), 2018.
- [17] 贺智明, 董雍康, 孙笈. 铅离子对水杨羟肟酸浮选金红石的活化作用研究[J]. 有色金属工程, 1994(4):43-48.
- HE Z M, DONG Y G, SUN J. Study on the activation of lead ions on the flotation of rutile by salicyloxamic acid [J]. Nonferrous Metals Engineering, 1994(4):43-48.
- [18] LI H Q, MU S X, WENG X Q, et al. Rutile flotation with Pb^{2+} ions as activator: Adsorption of Pb^{2+} at rutile/water interface[J]. Colloids & Surfaces A Physicochemical & Engineering Aspects, 2016, 506:431-437.
- [19] CAO Q B, CHEN X M, FENG Q C, et al. Activation mechanism of lead ion in the flotation of stibnite[J]. Minerals Engineering, 2018, 119:173-182.
- [20] HAN H S, LIU W L, HU Y H, et al. A novel flotation scheme: selective flotation of tungsten minerals from calcium minerals using Pb - BHA complexes in Shizhuyuan[J]. Rare Metal, 2017, 36(6):1 -8.
- [21] YUE T, HAN H S, HU Y H, et al. New Insights into the Role of Pb - BHA Complexes in the Flotation of Tungsten Minerals[J]. JOM, 2017, 69(11):2345 -2351.
- [22] HAN H S, HU Y H, SUN W, et al. Novel catalysis mechanisms of benzohydroxamic acid adsorption by lead ions and changes in the surface of scheelite particles[J]. Minerals Engineering, 2018, 119:11 -22.
- [23] HAN H S, HU Y H, SUN W, et al. Fatty acid flotation versus BHA flotation of tungsten minerals and their performance in flotation practice[J]. International Journal of Mineral Processing, 2017, 159:22 -29.
- [24] 车丽萍, 余永富, 庞金兴, 等. 羟肟酸类捕收剂的合成、性质及在稀土矿物浮选中的作用机理[J]. 稀土, 2004, 25(6):74-79.
- CHE L P, YU Y F, PANG J X, et al. Synthesis, properties and mechanism of hydroxamic acid collectors in flotation of rare earth minerals [J]. Rare Earth, 2004, 25(6):74-79.
- [25] 刘养春. 羟肟酸捕收剂的合成及其浮选性能研究[D]. 长沙: 中南大学, 2013.
- LIU Y C. Study on Synthesis and Flotation Performance of Hydroxamic Acid Collector [D]. Changsha: Central South University, 2013.
- [26] WANG P P, QIN W Q, REN L Y, et al. Solution chemistry and utilization of alkyl hydroxamic acid in flotation of fine cassiterite[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2013, 23(6):1789-1796.
- [27] QIN W, XU Y, LIU H, et al. Flotation and Surface Behavior of Cassiterite with Salicylhydroxamic Acid[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2011, 50(18):10778-10783.
- [28] FENG Q C, WEN S M, ZHAO W J. A novel method for improving cerussite sulfidization[J]. International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials, 2016, 23(6):609-617.

Effect of Lead on the Flotation Performance of Cassiterite by Salicylhydroxamic Acid

Luo Hongying¹, Zhang Ying^{1,2}, Cai Jiaozhong¹, Lu Kuanwei¹, Yang Hu¹

(1. Faculty of Land and Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China; 2. State Key Laboratory of Clean Utilization of Complex Nonferrous Metal Resources, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China)

Abstract: Salicylhydroxamic acid is one of the commonly used reagents for the flotation of cassiterite. It can form a chelate with stability with lead ions. In this paper, the effect of lead nitrate on the flotation performance of cassiterite by salicylhydroxamic acid was studied. The results showed that the flotation index of pre-mixing of lead nitrate and salicylhydroxamic acid was better than those of sequential addition at pH 7. The optimum mass ratio of salicylhydroxamic acid and lead nitrate is 1:2.5, and the optimum dosage is 700g/t. The Sn grade of cassiterite in rough concentrate was 3.13% and the recovery was 64.02%. The recovery was about 6% higher than that of the same dosage of lead nitrate and salicylhydroxamic acid with sequential addition, which may attribute to metal-organic complex produced by the pre-mixed lead nitrate and salicylhydroxamic acid showed stronger collection and selectivity during flotation, thereby the flotation index is improved.

Keywords: Cassiterite; Salicylhydroxamic acid; Lead nitrate; Metal organic complex; flotation