

离子吸附型稀土矿再吸附试验研究

黄万抚^{1*}, 邹志强¹, 吴 浩¹, 黄李金鸿², 黄小林¹

- (1. 江西理工大学 资源与环境工程学院, 江西 赣州 341000;
2. 澳大利亚邦德大学 社会与设计学院, 澳大利亚 昆士兰 4226)

摘 要:针对离子型稀土矿原地浸矿中的再吸附问题,进行了实验室条件试验,探讨了离子型稀土矿再吸附存在的条件,提出避免离子型稀土矿浸出再吸附的措施。结果表明稀土母液与稀土矿相互接触越充分,再吸附效果就越好;母液稀土离子浓度升高或母液液固比增大,会使稀土矿再吸附量增大;母液中阳离子离子交换能力大于稀土离子,会抑制稀土矿再吸附,交换能力小于稀土离子,会促进稀土矿再吸附;pH 值升高再吸附量先增大后减小。同时,为避免浸出过程再吸附,应该选择合适的浸取剂浓度与液固比。

关键词:离子吸附型稀土矿;风化壳淋积型稀土矿;原地浸矿;再吸附

中图分类号:TD865 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-0277(2018)05-0102-08

离子吸附型稀土矿是因矿石风化解离出水合或羟基水合的稀土阳离子,通过电荷等作用吸附于黏土矿物上而得名^[1]。广泛的分布于我国江西赣南、广东粤北、福建闽西、云桂等南方地区^[2]。原地浸出是目前离子吸附型稀土矿的主要回收提取方法^[3],然而浸出液中电解质离子和稀土矿上稀土离子不断交换,电解质离子愈来愈少,当溶液中浸出交换电解质浓度降到一定程度,就会造成溶液中 RE^{3+} 被黏土矿物新产生的断键再吸附回稀土矿上^[4]。原地浸矿再吸附问题往往会导致稀土浸出率低、回收率低、浸出液浓度低及药剂消耗量大^[5,6]。

为避免原地浸矿中再吸附问题,试验针对赣南某离子吸附型稀土矿,模拟矿山实地条件,进行了

再吸附实验室试验。通过研究母液中稀土离子、铵根离子、杂质离子、液固比等对稀土矿再吸附的影响情况,得出母液流经矿山时发生再吸附的详情,从而提出一些解决或者避免再吸附问题的方法和策略,使得原地浸出采矿工艺更加经济有效的进行。

1 试样性质

离子吸附型稀土试样为赣南安远稀土矿山实地取矿,通过 EDTA 容量法^[7]浸出滴定分析其离子相稀土含量为 $\omega(REO)=0.054\%$,通过 X 射线荧光分析,稀土矿化学多元素分析情况见表 1。

由表 1 可知,全风化稀土矿石中离子相稀土含量为 0.054%,含量一般。 SiO_2 含量高达 69.56%,

收稿日期:2017-02-19

基金项目:国家自然科学基金项目(41662004)

作者简介:黄万抚(1962-),男,江西南康人,博士,教授,研究方向:液膜分离、矿物加工和废水处理技术。

* 通讯联系人(E-mail:sim2008@sina.com)

DOI:10.16533/J.CNKI.15-1099/TF.201805013

Al₂O₃ 含量为 14.20%。该离子型稀土矿黏土矿物的组成成分 80% 以上是 SiO₂ 和 Al₂O₃。通过图 1 中试样的 X 衍射分析可知, SiO₂ 和 Al₂O₃ 基本为铝硅酸盐矿物, 主要由黏土矿物、石英、长石等组成。其中黏土矿物约占矿石总量 55%~65%, 为稀土离子主要吸附载体, 主要由大量埃洛石、伊利石、高岭石, 还有少量蒙脱石等组成。

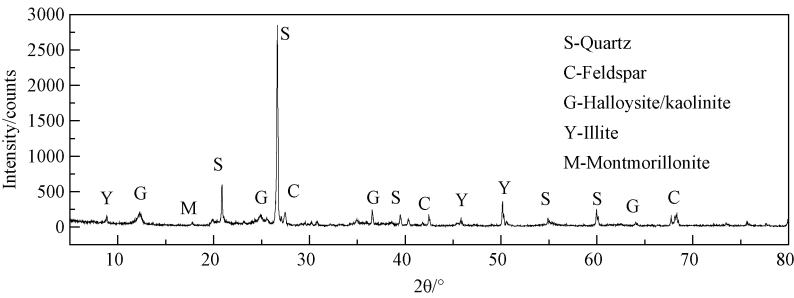


图 1 试验矿样 XRD 图谱

Fig. 1 XRD curve of the test sample

表 2 是采用离子质谱 (ICP-MS) 对试验进行配分^[8]分析。由表 2 可知, 该全风化稀土矿中 CeO₂ 含量 39.65%, La₂O₃、CeO₂、Pr₆O₁₁ 及 Nd₂O₃ 轻稀土元素的配

表 1 离子型稀土矿化学多元素分析结果/%

Table 1 Multi-element analysis results of the ionic RE mine/%

Chemical component	RE ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	K ₂ O
Content	0.054	14.20	1.56	69.56	3.20	6.35

分总量达 81.96%, 属于离子型轻稀土矿。Sm₂O₃、Eu₂O₃、Gd₂O₃ 配分总量是 5.98%, 小于 10%, Y₂O₃ 小于 20%, Eu₂O₃ 小于 0.5%, 属于三低型稀土矿。

表 2 风化壳淋积型稀土矿稀土配分分析结果/%

Table 2 RE distribution of weathering crust elution-deposited rare earth ore/%

Rare earth element	La ₂ O ₃	CeO ₂	Pr ₆ O ₁₁	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₄ O ₇	Dy ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Yb ₂ O ₃	Lu ₂ O ₃	Y ₂ O ₃
Content	21.31	39.65	4.85	16.15	2.91	0.42	2.65	0.17	1.71	0.29	0.83	0.13	0.80	0.19	7.95

2 实验部分

2.1 实验设备及药剂

实验用到的试剂主要有稀土、铝、铁等浓度分析用药剂, 以及对稀土矿物处理的药剂, 主要为硫酸铵、乙二醇四乙酸二钠、抗坏血酸、磺基水杨酸、甲基橙、六次甲基四胺、二甲酚橙、盐酸、乙酰丙酮、邻菲罗啉、盐酸羟氨、铬天青 S 等。

主要仪器有电子精密天平、HI9224-HI92240 酸度计、DGH-9623A 型电热恒温鼓风干燥箱、φ45 mm 玻璃柱、紫外可见分光光度计、真空泵、JJ-4 六联定时电动搅拌器等。

2.2 实验方法

为研究离子型稀土浸出尾矿对稀土离子的再吸附^[9,10], 进行了再吸附杯浸条件实验。实验步骤为: 根据一定比例将碳酸稀土 (本稀土矿制成的混合碳酸稀土) 用稀盐酸 (浓盐酸稀释 20 倍) 溶解, 完全溶解后水浴加热两小时除酸制的高浓度稀土母液。取定量稀土母液放入烧杯, 加水后调节所需的 pH, 再加入需要的硫酸铵, 最后再加实验所用的稀土矿, 在搅拌器上搅拌。一定时间后将烧杯中的矿浆用布氏漏斗过滤, 并加入一定量水进行洗涤, 最后对滤液进行 pH 测定、稀土浓度滴定和硫酸铵浓度滴定等。

同时,为对实际矿山不同深度的离子型稀土矿再吸附进行验证,实验模拟矿山实际浸出条件对风化层稀土矿、半风化层稀土矿、风化层稀土矿尾矿、半风化层稀土尾矿进行了再吸附对比实验。实验步骤为:取待验证稀土矿样自然装矿后放入浸矿柱中,取定量的硫酸铵浸出稀土母液均匀滴入稀土矿柱中,待溶液淋尽,再加入所需的补加水进行淋洗。液体收集后进行 pH 测定、稀土浓度滴定和硫酸铵浓度滴定等^[11],图 2 是实验装置。

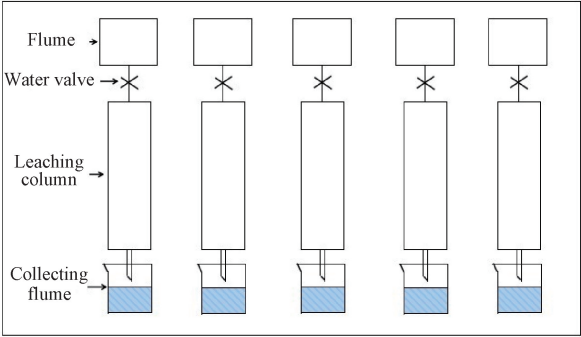


图 2 稀土浸出实验装置图

Fig. 2 Experimental device diagram of RE leaching

3 结果与分析

3.1 母液稀土离子浓度对再吸附的影响

母液中稀土离子浓度对稀土矿再吸附能力会产生一定的影响^[12]。试验取离子型稀土矿尾矿 50 克/份,硫酸铵浓度为 0.72 g/L,液固比 4 : 1,搅拌速度中,搅拌时间 13 小时后,用水 100 mL 分三次淋洗。进行了再吸附母液稀土离子浓度条件实验,图 3 是实验结果。

从图 3 中可以得出,该离子型稀土矿随母液中稀土离子浓度的增加再吸附量先逐渐增加到一定数值后,达到吸附饱和,趋近平稳,但随母液浓度增加再吸附率会逐渐降低^[13]。在本实验条件下,该稀土尾矿会在稀土离子浓度为 408.75×10^{-3} g/L 时达到最大吸附量,吸附率为 30.85%。通过计算可知,本实验最大吸附量已经达到稀土矿饱和再吸附量的 90.84%。为保证后续实验规律的呈现,选取中

间典型的再吸附率及再吸附量的点,即吸附量为 18.76×10^{-3} g 和再吸附率为 68.91% 的母液,其稀土离子浓度为 136.25×10^{-3} g/L。

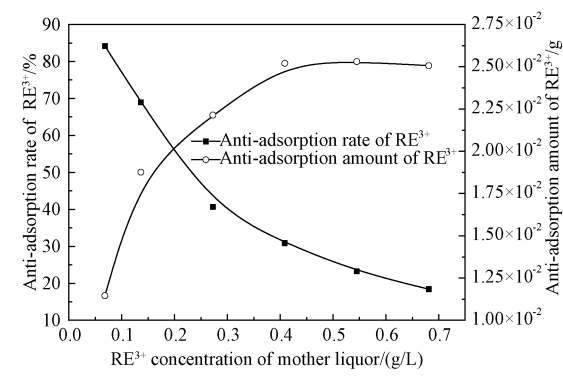


图 3 母液中稀土离子对稀土矿再吸附的影响

Fig. 3 The relationship between the anti-adsorption and rare earths in mother liquor

3.2 母液硫酸铵浓度对再吸附的影响

稀土矿再吸附现象的产生,主要取决于母液中铵根离子浓度。当母液中铵根离子浓度低于某个界限时,稀土矿中粘土矿物会再吸附母液中的稀土离子。实验取离子型稀土矿尾矿每份 50 g,以母液中稀土离子浓度 136.25×10^{-3} g/L,液固比 4 : 1,搅拌速度中,搅拌时间 13 小时后,过滤,用水 100 mL 分三次淋洗。进行不同硫酸铵浓度的母液对稀土矿再吸附条件实验,图 4 是实验结果。

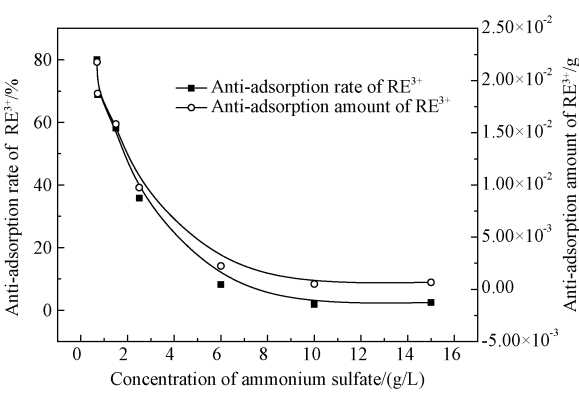


图 4 母液中硫酸铵浓度对稀土矿再吸附的影响

Fig. 4 The relationship between the anti-adsorption and ammonium sulfate concentration in mother liquor

从图 4 中可以得出,该离子型稀土矿随母液中硫酸铵浓度的升高,稀土再吸附量逐渐减少,再吸附率降低。硫酸铵浓度的升高导致吸附率降低,主要由于硫酸铵产生的铵根离子会继续与再吸附回稀土矿中的稀土离子交换出来。本次实验最大再吸附量也较高,占饱和再吸附量的 77.35%。为保证后续实验规律的呈现选取中间典型吸附率及吸附量,即吸附量为 9.75×10^{-3} g 和再吸附率为 35.82% 的母液,其硫酸铵浓度为 2.50 g/L 进行实验^[14]。

3.3 母液量对再吸附的影响

离子型稀土矿搅拌再吸附实验中,液固比代表母液量与矿量之比。液固比的大小,决定了母液量的多少,母液量同时影响其稀土离子含量和硫酸铵含量。为查明母液量对离子型稀土矿再吸附的影响,实验就液固比对稀土矿再吸附率和再吸附量进行了实验^[15]。实验取离子型稀土矿尾矿每份 50 g,以 2.50 g/L 硫酸铵,母液中稀土离子浓度 136.25×10^{-3} g/L,搅拌速度(一般为中速,液量大时选取较高速),搅拌时间 13 小时,不同液固比对稀土矿进行搅拌再吸附实验,实验后过滤,用水 100 mL 分三次淋洗。图 5 是实验结果。

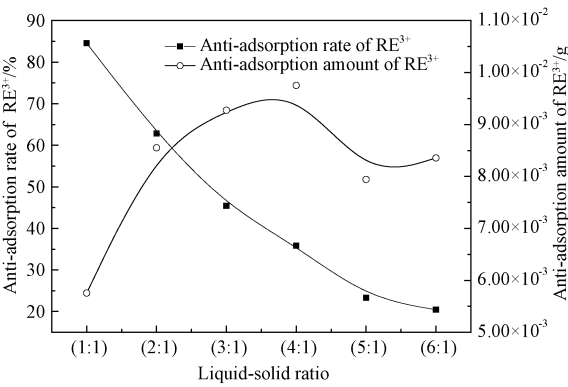


图 5 母液量对稀土矿再吸附的影响

Fig. 5 The relationship between the anti-adsorption and volume of mother liquor

从图 5 中可知,随着液固比增大,稀土矿再吸附率持续下降,而再吸附量则成凸型波动。液固比

在 5 : 1 以前,吸附量逐渐先增加后减少,吸附量在 4 : 1 处达到最大,这是因为随着母液量的增加,稀土尾矿可吸附的稀土离子量增加,从而呈现出吸附量增加。当液固比大于 4 : 1 时,液固比的增大则导致母液中的铵根离子量增多,稀土矿再吸附的稀土离子又被离子交换作用浸出回到母液中。在液固比大于 5 : 1 之后,再吸附量保持平衡状态,此时稀土矿已经达到其最大再吸附量。

本次实验液固比 3 : 1 和 4 : 1 时,其最大再吸附量相差不大,占饱和再吸附量 33.29% 和 35.01%,都可作为下一步实验条件。因液固比 4 : 1 再吸附效果前后波动较大,所以选取液固比 3 : 1。

3.4 母液 pH 值对再吸附的影响

母液 pH 一般为 3.5 ~ 5.0^[16],但因为其他原因也会导致母液 pH 值的改变。pH > 6 时,随着 pH 值升高,稀土离子会产生强烈水解,其浓度会急剧下降。pH < 6 时,也会对母液中离子产生影响^[17]。为查明 pH 值对稀土矿再吸附情况的影响,就 pH 值不同的母液对离子型稀土矿进行了再吸附实验。实验取全风化矿尾矿每份 50 g,母液中稀土离子浓度 136.25×10^{-3} g/L,硫酸铵浓度 2.50 g/L,液固比 3 : 1,搅拌速度中,搅拌时间 13 小时后过滤,用水 100 mL 分三次淋洗。图 6 为其实验结果。

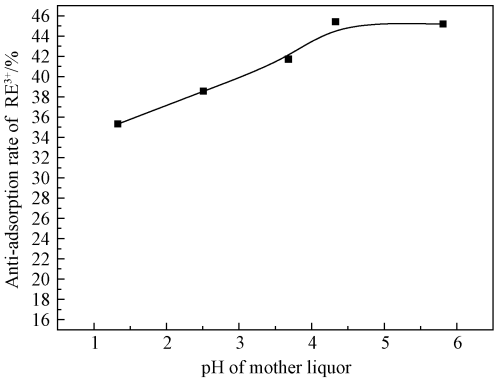


图 6 母液 pH 值对稀土矿再吸附的影响

Fig. 6 The relationship between the anti-adsorption and pH of mother liquor

从图 6 中可知,在 pH < 5 时,随着 pH 值的升高,

离子型稀土矿再吸附效果逐渐升高。因为在酸性条件下,离子型稀土矿已再吸附的稀土离子会被氢离子交换下来。 $\text{pH}>6$ 时,稀土离子会产生强烈水解,产生 $\text{RE}(\text{OH})_3$ 沉淀,研究无实际意义。在 pH 为 $4.5\sim6$ 时,稀土矿再吸附率达到了一定的平衡,稀土离子既不会水解产生氢氧化物沉淀,又不会被氢离子大量交换。所以 pH 值在 $4\sim6$ 之间任意选择。

3.5 电解质种类对再吸附的影响

稀土矿浸取剂多种多样,黏土矿物上稀土离子能被多种比其化学性质活泼的阳离子交换下来^[18]。不同阳离子浸取能力各有不同,其对再吸附效果影响也不可忽略。实验取离子型稀土矿尾矿每份 50 g,以母液中稀土离子浓度 $136.25\times10^{-3}\text{ g/L}$,液固比 $3:1$,电解质阳离子浓度为 $37.88\times10^{-3}\text{ mol/L}$,搅拌速度中,搅拌时间 13 小时后过滤,用水 100 mL 分三次淋洗。进行不同电解质对稀土矿再吸附试验,图 7 是实验结果。

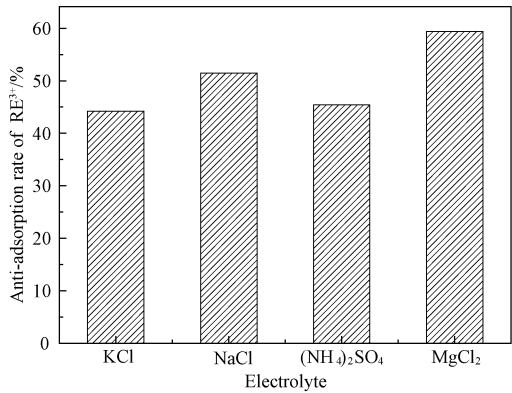


图 7 电解质种类对稀土矿再吸附的影响

Fig. 7 The relationship between the anti-adsorption and electrolyte

从图 7 可知,不同电解质溶液再吸附率的大小为:氯化镁>氯化钠>氯化铵>氯化钾。由于其阳离子化学性质不同,活泼程度会有所区别,和稀土离子竞争吸附能力强度不同^[19]。根据阳离子交换能力: $\text{K}^+>\text{NH}_4^+>\text{Na}^+>\text{Mg}^{2+}$ 。再吸附能力和阳离子活泼能力相反,由于阳离子会交换黏土矿物上的稀土离

子,能力越强,越多稀土离子会被交换下来。因一般浸取稀土用硫酸铵,而且实验中硫酸铵对再吸附性能的展现也适中,所以电解质种类选取硫酸铵。

3.6 杂质离子对再吸附的影响

稀土矿母液中有着不同的杂质离子,主要有 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 K^+ 、 Ca^{2+} 等。其中铝离子是最多且最常见的杂质离子^[20]。为查明杂质离子对再吸附情况的影响,实验以 Al^{3+} 为代表,研究了杂质离子浓度对再吸附率的影响。实验取全风化矿尾矿每份 50 g,以 2.50 g/L 硫酸铵为电解质,母液中稀土离子浓度 $136.25\times10^{-3}\text{ g/L}$,液固比 $3:1$,搅拌速度中,搅拌时间 13 小时,不同 Al^{3+} 浓度对稀土矿进行搅拌再吸附试验。最后过滤,用水 100 mL 分三次淋洗,图 8 是实验结果。

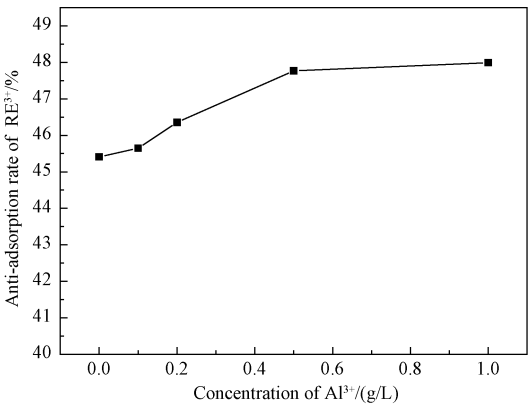


图 8 铝离子浓度对稀土矿再吸附的影响

Fig. 8 The relationship between the anti-adsorption and aluminum ion concentration

从图 8 中可知,随着溶液中铝离子浓度升高,再吸附率呈上升状态。离子交换能力: $\text{NH}_4^+>\text{RE}^{3+}>\text{Al}^{3+}$,由于铵根离子相对于铝离子交换势能要大于其对稀土离子。在含有铝离子为杂质离子的时候,黏土矿物也会吸附部分杂质离子,铵根离子和稀土离子都会用于交换黏土矿物上铝离子,三种离子之间会达到一种平衡。但铝离子只是被交换的所以平衡作用不是很大,而且铝离子浓度在稀土母液中的浓度不是很高,在 0.10 g/L 左右。实验查明了交

换能力比稀土离子小的杂质离子对再吸附起促进作用。

4 模拟验证实验

矿山原地浸矿过程中,母液无论流经全风化层还是半风化层都有可能产生再吸附现象,为探查浸出母液流经不同深度时,其再吸附现象的变化,实验采用相同浸取剂对不同深度矿样淋浸后,进行测定不同深度稀土矿再吸附效果研究。实验取浓度 0.5% 的硫酸铵 240 mL,分别淋浸 240 g 的全风化原矿,后分别进入 80 g 全风化原矿、80 g 半风化矿原矿、80 g 半风化矿尾矿、80 g 全风化矿尾矿中,压顶水 100 mL,图 9 是其实验结果。

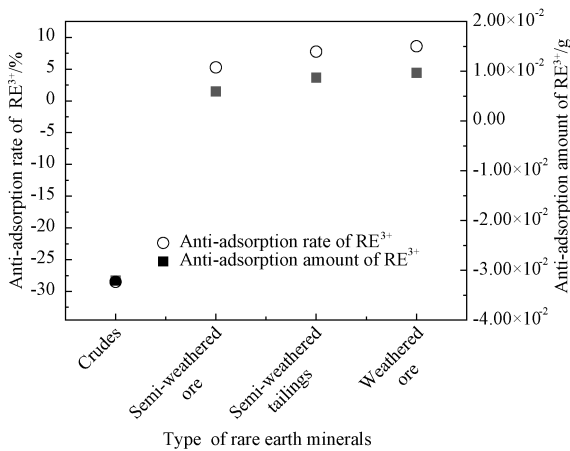


图 9 不同矿样再吸附模拟试验

Fig. 9 Simulation test of anti-adsorption of different samples

从图 9 得出,低浓度硫酸铵浸出离子型稀土矿后,母液流经全风化矿尾矿、半风化矿原矿、半风化矿尾矿后,稀土离子含量减少,都会再吸附溶液中稀土离子。就算是低浓度硫酸铵情况下,全风化矿原矿对溶液中的稀土离子不会再吸附,而且可继续浸出。可得出再吸附能力:全风化矿尾矿>半风化矿尾矿>半风化矿原矿>全风化矿原矿。由此可知,原地浸矿时,母液在矿体向下渗透扩散。随着母液流经矿体越深,母液中稀土离子浓度越来越高,铵根离子浓度越来越低,稀土矿再吸附能力越强,风

化层尾矿、半风化层稀土矿与其尾矿都能再吸附母液中稀土离子。在全风化层渗透时,离子交换过的稀土矿黏土矿物能再吸附稀土离子;在半风化层渗透时,半风化矿和离子交换过的半风化矿能再吸附稀土离子。

5 结论

1. 母液稀土浓度和液固比对稀土矿再吸附影响因素实验中,母液稀土离子浓度升高或液固比增大,稀土矿再吸附量逐渐增大至平衡。
2. 母液硫酸铵浓度、pH 值、电解质种类和杂质离子对稀土矿再吸附影响因素实验中,得出母液中离子交换能力大于稀土离子的阳离子会抑制稀土矿再吸附,交换能力越强抑制效果越好,并随阳离子浓度升高抑制效果越好,而交换能力比稀土离子弱的阳离子作用效果正好相反。
3. 通过实验验证,随着母液流经深度越深,其稀土离子浓度增大,铵根离子浓度减小,稀土矿再吸附能力越大。其中再吸附能力有:全风化矿原矿<半风化矿原矿<半风化矿尾矿<全风化矿尾矿。
4. 因此,在稀土矿山原地浸矿时,浸取剂浓度选择既要保证可供交换稀土矿上稀土离子的含量,也要有维持母液中稀土离子不被再吸附的含量。同时,对于液固比选择,过低会导致母液稀土离子浓度高,易发生再吸附;液固比高,易产生滑坡、泥石流等自然灾害。

参考文献:

[1] 池汝安,田君.风化壳淋积型稀土矿化工冶金[M].北京:科学出版社,2006.
Chi R A, Tian J, Chemical Metallurgy of Weathered Crust Elution-Deposited Rare Earth Ores[M]. Beijing: Science Press, 2006.

[2] 霍明远.中国南岭风化壳型稀土资源分布特征[J].自然资源学报,1992,7(1): 64-69.
Huo M Y. Distribution characteristics of the weathering-crust-type rare-earth resources in Nanling, China[J]. Journal of Natural Resources, 1992, 7(1): 64-69.

- [3] 黄万抚, 文金磊, 陈园园. 我国稀土矿选矿药剂和工艺的研究现状及展望[J]. 有色金属科学与工程, 2012, 3(6): 75-80.
- Huang W F, Wen J L, Chen Y Y. Research status and prospects on flotation reagents and techniques of rare-earth ore[J]. Nonferrous Metals Science and Engineering, 2012, 3(6): 75-80.
- [4] 李睿. 土壤电场对土壤中离子扩散/吸附动力学的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- Li R. Influence of soil surface potential on ion diffusion/adsorption dynamics[D]. Chongqing: Southwestern University, 2010.
- [5] 汤洵忠, 李茂楠, 杨殿. 离子型稀土原地浸析采矿的再吸附问题及对策[J]. 中南大学学报(自然科学版), 1998, 29(6): 523-526.
- Tang X Z, Li M N, Yang D. The problem of reabsorption of ion-absorbed rare earth mineral in situ leaching mining and the measure to overcome it[J]. Journal of Central South University of Technology (Science and Technology), 1998, 29(6): 523-526.
- [6] 池汝安, 田君. 风化壳淋积型稀土矿评述[J]. 中国稀土学报, 2007, 25(6): 641-650.
- Chi R A, Tian J. Review of weathered crust rare earth ore[J]. Journal of the Chinese Society of Rare Earths, 2007, 25(6): 641-650.
- [7] 陈园园. 离子交换法从离子型稀土矿山尾液中回收稀土工艺及机理研究[D]. 赣州: 江西理工大学, 2014.
- Chen Y Y. Process and mechanism of ion-exchange method on the recovery of rare earth from discharge liquid of ionic type rare earth mines[D]. Ganzhou: Jiangxi University of Science and Technology, 2014.
- [8] 黄万抚, 张宏廷, 王金敏, 等. 半风化离子吸附型稀土的浸取实验[J]. 有色金属科学与工程, 2015, 6(6): 121-124.
- Huang W F, Zhang H T, Wang J M, et al. Leaching experiment of semi-weathered ion adsorption type rare earth ore[J]. Nonferrous Metals Science and Engineering, 2015, 6(6): 121-124.
- [9] 李春, 邵亿生. 离子型稀土矿原地浸矿中反吸附问题的探讨[J]. 江西有色金属, 2001, 15(4): 5-8.
- Li C, Shao Y S. The study of anti-adsorption in the in-situ leaching of ionic RE mine[J]. Jiangxi Nonferrous Metals, 2001, 15(4): 5-8.
- [10] 侯潇, 许秋华, 孙圆圆, 等. 离子吸附型稀土原地浸析尾矿中稀土和铵的残留量分布及其意义[J]. 稀土, 2016, 37(4): 1-9.
- Hou X, Xu Q H, Song Y Y, et al. Distribution of residual rare earth and ammonium in the tailing ion adsorption rare earth deposit after in-situ leaching and the significance[J]. Chinese Rare Earths, 2016, 37(4): 1-9.
- [11] 黄万抚, 李新冬, 文金磊, 等. HD325 树脂从低浓度稀土矿浸出液中回收稀土的研究[J]. 稀有金属, 2015, 39(8): 727-734.
- Huang W F, Li X D, Wen J L, et al. Recovery of rare earth from low-concentration rare earth ore leaching liquid by HD325 ion-exchange resin[J]. Chinese Journal of Rare Metal, 2015, 39(8): 727-734.
- [12] 李永绣, 张玲, 周新木, 等. 南方离子型稀土的资源 and 环境保护性开采模式[J]. 稀土, 2010, 31(2): 80-85.
- Li Y X, Zhang L, Zhou X M, et al. Resource and environment protected exploitation model for ion-type rare earth deposit in southern of China[J]. Chinese Rare Earths, 2010, 31(2): 80-85.
- [13] 彭俊, 沈裕军, 刘强, 等. 风化壳淋积型稀土矿选择性浸出新工艺研究[J]. 稀土, 2016, 37(1): 34-38.
- Peng J, Shen Y J, Liu Q, et al. The new leaching technology of weathered crust elution-deposited rare earth ores[J]. Chinese Rare Earths, 2016, 37(1): 34-38.
- [14] 万鹰昕, 刘丛强. 高岭土吸附稀土元素的实验研究[J]. 中国稀土学报, 2004, 22(4): 507-511.
- Wan Y X, Liu C Q. Study on adsorption of rare earth elements by Kaolinite[J]. Journal of Chinese Society of Rare Earths, 2004, 22(4): 507-511.
- [15] 冉勇, 刘铮. 我国主要类型土壤对稀土元素的吸附和解吸特征[J]. 中国稀土学报, 1992(4): 376-380.
- Ran Y, Liu Z. Contents and distribution of rare earth elements in main types of soils in China[J]. Journal of Chinese Society of Rare Earths, 1992, 10(3): 376-380.
- [16] Feng G, Hu W, Zhang Z. Effect of submerging reduc-

tion condition on distribution of lanthanum in different soils[J]. Journal of the Chinese Society of Rare Earths, 2010, 28(1):104-109.

[17] 曹飞, 杨大兵, 李乾坤, 等. 风化壳淋积型稀土矿浸取技术发展现状[J]. 稀土, 2016, 37(2):129-136.
Cao F, Yang D B, Li Q K, et al. The status quo of leaching technology of weathered crust elution deposited rare earth ores[J]. Chinese Rare Earths, 2016, 37(2): 129-136.

[18] Huang X W, Long Z Q, Wang L S, et al. Technology development for rare earth cleaner hydrometallurgy in China[J]. Rare Metals, 2015, 34(4): 215-222.

[19] 肖燕飞, 黄小卫, 冯宗玉, 等. 镁盐浸出离子吸附型稀土矿的环境影响评价及展望[J]. 中国稀土学报, 2015, 33(1):1-9.
Xiao Y F, Huang X W, Feng Z Y, et. Environmental impact assessment and prospect for ion adsorption type rare earths ore leaching by magnesium salt[J]. Journal of the Chinese Society of Rare Earths, 2015, 33(1):1-9.

[20] Qiu T S, Fang X H, Wu H Q, et al. Leaching behaviors of iron and aluminum elements of ion-absorbed-rare-earth ore with a new impurity depressant[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2014, 24(9):2986-2990.

Study on Anti-adsorption of Ion Adsorption Type Rare Earth Ore

HUANG Wan-fu^{1*}, ZOU Zhi-qiang¹, WU Hao¹, HUANG Li-jinhong², HUANG Xiao-lin¹

(1.School of Resource and Environmental Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China;
2.Society and Design Faculty, Bond University, Queensland 4226, Australia)

Abstract: Focusing on the anti-adsorption in the in-situ leaching of ionic RE mine, laboratory condition tests were carried out. The anti-adsorption conditions of ion adsorption type rare earth ore were discussed, and preventive measures of anti-adsorption were proposed. The results show that full contact of rare earth lixivium with rare earths can promote anti-adsorption; The high concentration of lixivium and the large liquid-solid ratio will increase the anti-adsorption capacity of rare earth mine; When the cation ion exchange capacity is greater than that of rare earth ions, the anti-adsorption will be inhibited, otherwise, it will be promoted; the anti-adsorption will increase first and then decrease with pH increasing. Meanwhile, suitable concentration of leaching agent and liquid-solid ratio should be selected to avoid the anti-adsorption in in-situ leaching.

Key words: ion adsorption type rare earth ore; weathering crust elution-deposited rare earth ores; in-situ leaching; anti-adsorption