

长链聚合磷酸酯络合沉淀分离稀土与铝的研究

李金辉¹, 褚宇航¹, 龙光武¹, 刘文新¹, 刘晋彪¹, 王瑞祥¹, 徐志峰²

1. 江西理工大学 冶金与化学工程学院, 江西 赣州 341000;
2. 江西应用技术职业学院, 江西 赣州 341000

中图分类号: TF845; TD983 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2021)05-0012-06
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2021.05.002

摘要 在离子型稀土矿浸出过程中, 稀土浸出的同时大量的非稀土杂质如铝离子也会进入稀土浸出液中。本文针对稀土浸出液中杂质铝离子的去除问题展开研究, 采用聚磷酸丁二酯选择性络合沉淀液中的稀土元素, 分别考察了溶液 pH、聚磷酸丁二酯的量、反应时间、反应温度对除铝效果的影响, 结果表明: 以聚磷酸丁二酯作为络合沉淀剂, 控制模拟料液的 pH 值为 2.5, 加入 $m(\text{聚磷酸丁二酯单体}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ 当量的聚磷酸丁二酯、反应时间为 10 min、反应温度为 50 °C 时, 稀土的沉淀率为 91.35%, 铝的共沉淀率为 11.22%, 有效地实现了稀土与铝的分离。

关键词 稀土; 铝; 聚磷酸丁二酯; 络合沉淀; 分离

引言

我国多个省市都有稀土分布, 稀土的储量、年产量、出口量及进口量均为世界第一^[1-3]。最早于 1969 年在我国江西省发现的、含中重型稀土的风化淋积型稀土矿是为我国所特有的, 此类稀土矿是由含稀土元素的各种矿石经物理、化学和生物等的作用, 形成以黏土、岩石等具有吸附性物质为载体的离子态稀土资源, 曾命名离子吸附型稀土矿^[4-6]。这种稀土矿矿相结构特殊、品位较低, 利用传统的物理选矿工艺无法有效地提取稀土, 目前工业多用硫酸铵原地浸出的工艺富集此类稀土资源^[7-9]。在稀土矿浸出过程中, 矿石中的铝离子主要以水溶态铝以及交换态铝的形式浸出。原矿中水溶态铝是一种游离态铝, 在浸出过程中可溶解于水溶液; 而交换态铝以水合铝离子或羟基水合铝离子形式依靠静电力的作用吸附于黏土矿物表面, 在中性盐溶液中能被交换脱附进入浸出液。铝离子常以 Al^{3+} 、 AlO_2^- 、 $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ 、 $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]_m \cdot n\text{Al}^{3+}$ 、 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 等形式同稀土离子共存^[10-14], 在浸出时会

同稀土元素形成竞争关系, 消耗大量的浸出剂。且铝元素的性质与稀土极为相似, 在稀土的后续分离提纯过程中也具有莫大的影响, 掣肘着整个稀土行业的发展, 高效除铝是稀土生产、加工行业亟待解决的难题。

目前工业应用中分离稀土与铝的方法主要有萃取法和浸出沉淀法。萃取法是通过有机相的选择性络合提取将稀土与铝元素进行分离, 现已有多种可用于工业生产的有机萃取剂可供选用^[15-19], 此法虽可将稀土与铝进行分离, 但为达目的往往需要多级萃取, 且在铝离子质量浓度较大时, 极易出现乳化现象^[20]。浸出沉淀法采用铵盐浸出的原地浸出工艺, 该工艺不需要将含有稀土的矿石取出, 而是将浸出剂直接注入到矿体中进行浸出, 可在不破坏山体和植被的情况下对稀土进行浸出富集, 对环境相对比较友好。稀土矿浸出液的沉淀工艺先后发展出草酸沉淀法和碳酸氢铵沉淀法^[21]。草酸沉淀法是早期工业应用最多的稀土富集方法, 具有生产工艺成熟、富集程度高、沉淀物易于分离等诸多优点, 但浸出液中的铝离子与稀土离子都可以和草酸根离子形成沉淀, 使草酸用量增加进而使得生产成本增加。草酸沉淀法虽然非常实用, 但由于草

收稿日期: 2021-10-11

基金项目: 国家自然科学基金(51974140, 52064018); 国家重点研发计划项目(2019YFC1908404, 2019YFC1908405); 江西省科技厅重大项目(20192ACB70017); 江西省离子型稀土资源绿色开发与高值利用国家重点实验室培育计划(20194AFD44003); 江西省高等学校井冈山学者特聘教授岗位资助项目

作者简介: 李金辉(1978-), 男, 河南郑州人, 博士, 教授, 主要研究方向为资源高效利用, E-mail: jinhuili@jxust.edu.cn。

通信作者: 王瑞祥(1974-), 男, 河南登封人, 博士, 教授, 主要研究方向为稀贵金属提取, E-mail: wrx9022@163.com。

酸价格昂贵,生产过程消耗量巨大,难以回收,目前已逐渐被碳酸氢铵沉淀工艺所取代^[22]。碳酸氢铵作为沉淀剂在浸出液进行富集沉淀时,浸出液的 pH 值总是会不断的变化,pH 值的变化使得浸出液中的铝元素出现沉淀、聚合、水解、絮凝、溶解等一系列化学反应,将浸出液中的铝元素转变为 $\text{Al}_3(\text{OH})_5^{4+}$ 、 $\text{Al}_6(\text{OH})_5^{3+}$ 、 $\text{Al}_8(\text{OH})_{20}^{4+}$ 、 $\text{Al}_9(\text{OH})_{23}^{4+}$ 、 $\text{Al}_{13}(\text{OH})_{33}^{6+}$ 等暂稳或亚稳态的化合物^[23-26],氢氧化铝的存在不仅加大后续的处理量,使生产成本增加,且其对沉淀物的结晶形态也具有较大的影响,使得原本应为晶体的混合稀土沉淀物转变为非晶体,为沉淀后的固液分离带来困难。本文提出合成含磷有机配体作为有机络合剂进行络合分离稀土与铝的方法,并对影响有机配体与金属离子配位反应效果的各种反应条件和相关机理进行具体研究。

1 试验

1.1 试验原料

试验所采用的稀土料液均为高纯度 Y_2O_3 与 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 配置而成的模拟稀土料液。溶液中 RE^{3+} 离子质量浓度为 5 g/L, Al^{3+} 质量浓度为 2 g/L,其余所有药品均为市售分析纯。

1.2 分析方法

稀土质量浓度采用 EDTA 容量法进行检测,铝离子质量浓度采用铬天青 S 比色法通过 UV-6300 型紫外可见分光光度计进行检测^[27]。用 Nicolet5700 型智能傅立叶红外光谱仪进行红外光谱检测。

1.3 试验方法

聚磷酸丁二酯(REG)的合成^[28]:将连有低温恒温槽的双层玻璃反应釜置于型恒温磁力搅拌器上,为反应釜加装带有干燥以及 HCl 气体回收装置的回流冷凝管,向其中加入 76.665 g(0.5 mol)三氯氧磷作为反应底物及适量甲苯溶剂,开通低温恒温槽和磁力搅拌,使体系温度下降到 0 °C,用分析天平准确称取 23.035 g(0.5 mol)的无水乙醇置于恒压滴液漏斗中,控制阀门开度将其缓慢添加到反应釜中,添加完毕后缓慢升温至 25 °C,持续反应直至没有氯化氢气体放出,再用分析天平准确称取 45.06 g(0.5 mol)的 1,4-丁二醇置于恒压滴液漏斗之中,控制阀门开度使其缓慢添加到反应釜中,添加完毕后需继续在 25 °C 反应一定时间,之后再缓慢升温至 65 °C 反应,最后在 65 °C 下减压蒸馏,最终得到微黄透明且自由流动的黏稠状液体 REG,

合成反应路线如图 1 所示。

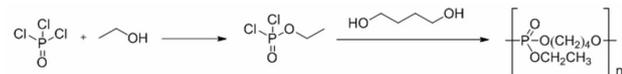


图 1 REG 合成路线

Fig. 1 The synthetic route of REG

试验合成的 REG 在室温下为黏稠状可自由流动的油性液体,与文献中所述的 P507 和 P204 等萃取剂的性质较为相近,试验考虑将其作为萃取剂分离稀土与铝,进行如图 2 所示的萃取分离操作。

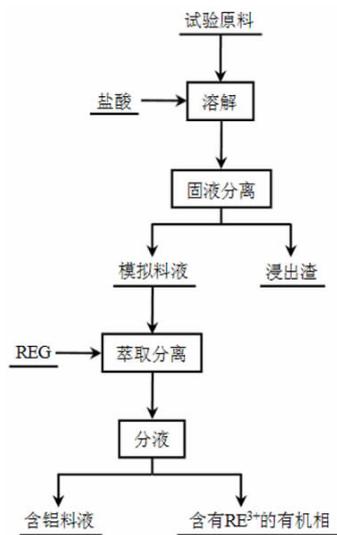


图 2 REG 分离稀土与铝

Fig. 2 REG separates rare earth from aluminum

用量筒量取 100 mL 模拟稀土料液置于 250 mL 的分液漏斗之中,用分析天平称取 $m(\text{REG 单体}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ 当量的 REG 置于 100 mL 的容量瓶之中,用二氯甲烷作为稀释剂稀释至 100 mL,将稀释后的 REG 加入分液漏斗中与稀土料液混合,将分液漏斗置于恒温摇床中,40 °C 恒温振荡 10 min,静置分层,分液后对水相中离子质量浓度进行检测。

上述试验在将 REG 与稀土料液混合时,在两相接触面处有少量絮状固体出现,振荡过后,絮状物质黏附在分液漏斗内壁,静置分层后两相界面处仍有少量絮状物质,但并不影响分液。通过对水相中金属离子的含量分析,发现 REG 主要萃取稀土离子,但水相中的铝元素也会有部分的损失,损失的那部分铝离子为萃取过程中的黏附在分液漏斗内壁的絮状物质。

多次调节试验方案后,萃取过程中乳化现象的产生一直难以避免,且随着 REG 用量的增加,乳化现象还会加重,试验操作也较难进行,因此将其用作沉淀剂

通过沉淀稀土来分离稀土与铝元素。因 REG 为黏稠状的液体,且与去离子水混合后为黄灰色的清澈液体,为方便试验操作将稀土料液加入到用去离子水稀释后的 REG 当中,具体的试验操作步骤如下:用分析天平称取适量的 REG 置于 250 mL 的烧杯中,在搅拌的条件下加入去离子水稀释至 100 mL,控制体系温度为 40 ℃,在磁力搅拌的条件下将 100 mL 稀土料液加入到稀释后的 REG 中,搅拌,待其混合均匀,用事先配制好的氨水和氯化铵的缓冲溶液缓慢调节料液的 pH 值为一定值,在体系 pH 值和温度稳定不变的条件下反应一定时间后过滤分离,根据 REG 对金属离子配位选择性不同的原理对其进行分离。

2 结果与讨论

2.1 REG 络合分离稀土与铝的工艺条件研究

2.1.1 pH 值对稀土与铝分离的影响

通过对 REG 作为萃取剂进行的稀土与铝分离的相关试验结果分析可知,稀土料液中应当加入 $m(\text{REG 单体}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ 当量的 REG,为此试验称取 $m(\text{REG 单体}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ 当量的 REG 分别置于标号为 1~5 的 5 个 250 mL 烧杯之中,在磁力搅拌的条件下用去离子水稀释到 100 mL,控制体系温度为 30 ℃,添加 100 mL 的稀土料液,将稀土料液加入的瞬间就会有白色固体沉淀出现,为此,试验对 1 号烧杯不进行 pH 值的调节,而将 2~5 号内的 pH 值分别调节为 1、2、3、4,在体系的温度和 pH 值稳定不变的条件下反应 10 min 后过滤分离,考察 pH 值对 REG 络合分离稀土与铝的影响,所得试验结果如图 3 所示。

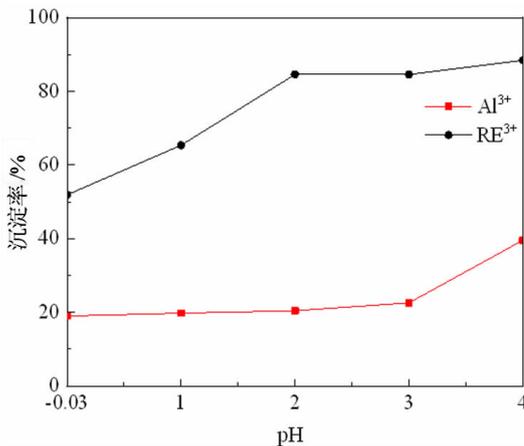


图 3 pH 值对稀土与铝分离的影响

Fig. 3 Effect of pH value on separation of rare earth and aluminum

根据图 3 可知,当 pH 值在 4 以下时,REG 沉淀稀土离子的能力强于沉淀铝离子;在 pH 值不大于 3 的情况下,稀土料液中铝离子的沉淀率几乎不变,而在 pH 值为 3~4 之间时,铝离子的沉淀率显著增加;而稀土离子沉淀率与铝离子不同,在 pH 值小于 2 的情况下,稀土离子的沉淀率会随着 pH 值的升高而升高,且变化十分明显,在 pH 值为 2~4 之间时,稀土离子的沉淀率虽有所上升,但是变化极其微小。通过对试验的综合考虑分析:选用将料液的 pH 值调节到 2.5 作为最佳的反应 pH,在该条件下料液中铝离子的沉淀率为 22.57%,稀土离子的沉淀率为 84.62%。

2.1.2 反应温度对稀土与铝分离的影响

称取 $m(\text{REG 单体}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ 当量的 REG 分别置于标号为 1~5 的 5 个 250 mL 烧杯之中,在磁力搅拌的条件下用去离子水稀释到 100 mL,控制标号为 1~5 的烧杯内的温度分别为 30 ℃、40 ℃、50 ℃、60 ℃、70 ℃,在磁力搅拌的条件下加入 100 mL 稀土料液,用事先配制好的氨水和氯化铵的缓冲溶液缓慢调节料液的 pH 值为 2.5,在体系温度和 pH 值稳定不变的条件下反应 10 min 后过滤分离,考察反应温度在 REG 配位反应中对金属离子选择性的影响,所得试验结果如图 4 所示。

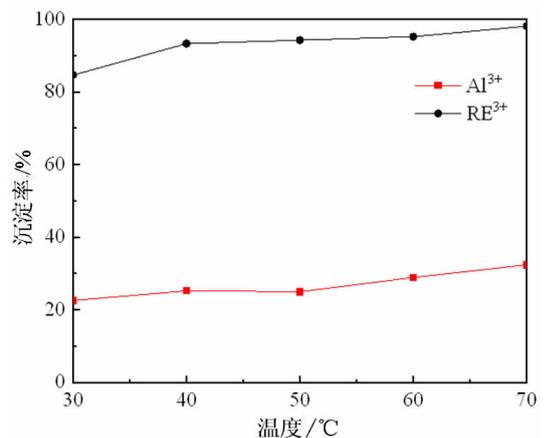


图 4 反应温度对稀土与铝分离的影响

Fig. 4 Effect of reaction temperature on separation of rare earth and aluminum

根据图 4 可知,随着体系反应温度的上升,料液中稀土离子的沉淀率同铝离子的沉淀率都会有所升高,但总体来看稀土离子沉淀率的升高速度,要高于铝离子沉淀率的升高速度。通过对试验的综合考虑分析:选用反应温度为 50 ℃作为最佳的反应温度,在该条件下,铝离子的沉淀率为 24.98%,稀土离子的沉淀率为 94.23%。

2.1.3 反应时间对稀土与铝分离的影响

称取 $m(\text{REG 单体}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ 当量的 REG 分别置于标号为 1~5 的 5 个 250 mL 烧杯之中,在磁力搅拌的条件下用去离子水稀释到 100 mL,控制体系反应温度为 50 ℃,添加 100 mL 的稀土料液,用事先配制好的氨水和氯化铵的缓冲溶液缓慢调节料液的 pH 值为 2.5,在体系反应温度和 pH 值稳定不变的条件下控制 1~5 号烧杯内的反应时间分别为 10 min、20 min、30 min、40 min、50 min,反应结束后过滤分离,考察反应时间对 REG 络合分离稀土与铝的影响,所得试验结果如图 5 所示。

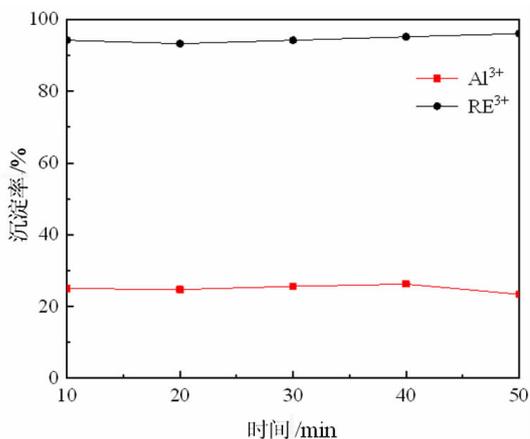


图5 反应时间对稀土与铝分离的影响

Fig. 5 Effect of reaction time on separation of rare earth and aluminum

根据图 5 可知,反应时间的变化对 REG 络合分离稀土与铝几乎没有影响。通过对试验的综合考虑分析,选用反应时间为 10 min 作为最佳的工艺反应时间,在该条件下模拟稀土料液中铝离子的沉淀率为 24.98%,稀土离子的沉淀率为 94.23%。

2.1.4 Al³⁺ 质量浓度对稀土与铝分离的影响

根据试验需求配制含有不同铝离子质量浓度的稀土料液,因 REG 配体对稀土离子的选择性大于铝离子,为便于试验控制将所配制稀土料液中稀土离子的质量浓度不变,仅仅是改变料液中铝元素的量,使料液中铝离子的质量浓度为 1 g/L、2 g/L、5 g/L、10 g/L。配制完成后,称取 $m(\text{REG 单体}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ 当量的 REG 分别置于标号为 1~4 的 4 个 250 mL 的烧杯之中,在磁力搅拌的条件下加入去离子水稀释到 100 mL 左右,控制温度为 50 ℃,磁力搅拌条件下分别在 1~4 号烧杯中加入铝离子质量浓度为 1 g/L、2 g/L、5 g/L、10 g/L 的稀土料液 100 mL,用事先配制好的

氨水和氯化铵的缓冲溶液缓慢调节料液的 pH 值为 2.5,在体系温度和 pH 值稳定不变的条件下反应 10 min 后过滤分离,考察 REG 对稀土料液分离生产的影响,所得试验结果如图 6 所示。

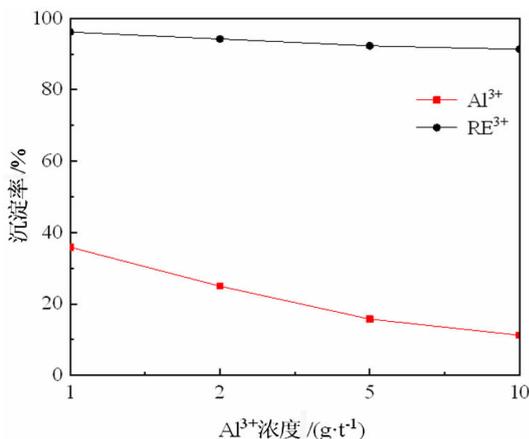


图6 Al³⁺ 质量浓度对稀土与铝分离的影响

Fig. 6 Effect of Al³⁺ concentration on separation of rare earth from aluminum

根据图 6 可知,随着料液中铝离子质量浓度的升高,稀土离子的沉淀率出现缓慢下降的现象,但并不明显;而料液中铝离子的沉淀率则呈现一直下降的趋势。通过对料液中铝离子质量浓度的计算发现,在 REG 用量不变的情况下,伴随着料液铝离子质量浓度的增加,所沉淀下来的铝离子的总量也会有所增加,而稀土的沉淀总量则会相对减少,但总体来说 REG 对稀土离子的选择性更好,可在一定离子质量浓度范围内完成稀土与铝元素的分离工作,在稀土离子质量浓度为 5 g/L、铝离子质量浓度为 10 g/L 的时候,稀土离子的沉淀率为 91.35%,铝离子的沉淀率为 11.22%。

2.2 对 REG 分离稀土与铝元素过程的分析

正如前文所述,使用 REG 进行的沉淀稀土分离稀土与铝元素的工艺研究,在进行过滤分离操作之后,通过对滤液中离子的含量检测分析可知,REG 是选择性沉淀稀土离子进而将稀土与铝元素进行分离。试验过程过滤分离后所得的白色固体应为稀土离子的有机络合物。为进一步对其分析,将过滤分离得到的白色固体沉淀物用马弗炉进行高温焙烧,变为灰白色的粉末,对其进行 XRD 表征,所得的 XRD 表征如图 7 所示。

根据图 7 可知:图中红色线条的 PDF 卡为 $\text{Y}(\text{PO}_3)_3$ 的标准 PDF 卡,由此可以看出该白色沉淀物在经马弗炉处理之后主要为 $\text{Y}(\text{PO}_3)_3$,验证了前文其为稀土同 REG 配合物;图中绿色线条的 PDF 卡为 AlPO_4 的标准 PDF 卡,由此可知 REG 对稀土料液中铝

离子和稀土离子的分离并不完全,沉淀固体之中有铝离子的附着。

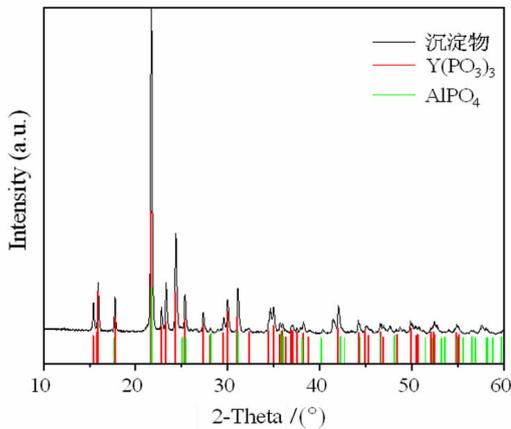


图7 REG沉淀产物焙烧后的XRD表征

Fig. 7 XRD characterization of REG precipitates after calcination

3 结论

(1)长链聚合物REG可以用于稀土与铝元素的分离工作,但对料液中稀土和铝元素的初始质量浓度具有一定局限,针对本文所用稀土离子质量浓度为5 g/L、铝离子质量浓度为10 g/L的模拟稀土料液,使用 $m(\text{REG单体}):m(\text{RE}^{3+})=12:1$ 当量的REG、控制料液的pH值为2.5,在反应温度为50℃、反应时间为10 min的条件下,稀土离子沉淀率为91.35%,铝离子沉淀率为11.22%。后续可以通过加浓酸反溶继续进行回收分离。

(2)REG可在pH值为2~3的范围内进行沉淀稀土分离稀土与铝元素。

(3)聚磷酸丁二酯的合成主要原料是1,4-丁二醇,具有一定的价格优势;合成的聚磷酸丁二酯黏度较大、挥发性较小,不用考虑沉淀时尾气吸收的环保问题,且该工艺是沉降→过滤工艺,工艺工序较少,具有一定的经济优势。

参考文献:

- [1] 张苏江,张立伟,张彦文,等. 国内外稀土矿产资源及其分布概述[J]. 无机盐工业,2020,52(1):9-16.
- [2] 胡轶文,王丽明,曹钊,等. 我国稀土资源冶炼分离技术研究进展[J]. 矿产保护与利用,2020,40(2):151-161.
- [3] 张博,宁阳坤,曹飞,等. 世界稀土资源现状[J]. 矿产综合利用,2018(4):7-12.
- [4] 何耀,程柳,李毅,等. 离子吸附型稀土矿的成矿机理及找矿标志[J]. 稀土,2015,36(4):98-103.
- [5] 范飞鹏,肖惠良,陈乐柱,等. 赣南赣州一带风化壳淋积型稀土矿成矿地质特征[J]. 中国稀土学报,2014,32(1):101-107.
- [6] 池汝安,刘雪梅. 风化壳淋积型稀土矿开发的现状及展望[J]. 中国

- 稀土学报,2019,37(2):129-140.
- [7] 邱廷省,伍红强,方夕辉,等. 风化壳淋积型稀土矿提取除杂技术现状及进展[J]. 稀土,2012,33(4):81-85.
- [8] 池汝安,李隆峰,王淀佐. 吸附稀土的其他矿离子交换平衡研究[J]. 中南矿冶学院学报,1991(2):142-148.
- [9] WANG L, LIAO C F, YANG Y M, et al. Effects of organic acids on the leaching process of ion-adsorption type rare earth ore[J]. Journal of Rare Earths, 2017, 35(12): 1233-1238.
- [10] 欧阳克氩,饶国华,姚慧琴,等. 南方稀土矿抑铝浸出研究[J]. 稀有金属与硬质合金,2003,31(4):1-3.
- [11] 任继鹏,张逸,钱诚,等. 南方酸性森林土壤中铝的形态分布与活化机理[J]. 环境化学,2011,30(6):1131-1135.
- [12] 田君,池汝安,朱国才,等. 我国南方某类稀土矿中铝的赋存状态[J]. 有色金属,2000(3):58-60+65.
- [13] 陈志峰,李金辉,申邦坡,等. 离子吸附型稀土矿除铝技术研究进展[J]. 有色金属科学与工程,2017,8(2):112-118.
- [14] 潜美丽. 铝对P507体系萃取稀土元素的影响[D]. 沈阳:东北大学,2010.
- [15] LI H F, GUO F Q, ZHANG Z F, et al. A new hydrometallurgical process for extracting rare earths from apatite using solvent extraction with P350[J]. Journal of Alloys & Compounds, 2006, 408: 995-998.
- [16] BELOVA V V, VOSHKIN A A, EGOROVA N S, et al. Solvent extraction of rare earth metals from nitrate solutions with di-(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinate of methyltriethylammonium[J]. Journal of Molecular Liquids, 2012, 172: 144-146.
- [17] 杨子超,王秀山,张安运,等. 三正辛基氧化膦萃取钯的研究[J]. 应用化学,1990(5):72-76.
- [18] LIAO C F, JIAO Y F, LIANG Y, et al. Adsorption-extraction mechanism of heavy rare earth by Cyanex272-P507 impregnated resin[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2010, 20(8): 1511-1516.
- [19] YIN S H, LI S W, WU W Y, et al. Extraction and separation of Ce(III) and Pr(III) in the system containing two complexing agents with di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid[J]. Rsc Advances, 2014, 4(104): 59997-60001.
- [20] 张章,李林艳,徐盛明,等. 有机磷萃取剂的合成研究进展[J]. 湿法冶金,2010,29(4):233-237.
- [21] 尹敬群,付桂明,万茜,等. 从风化壳淋积型稀土矿浸取液提取稀土技术与发展[J]. 江西科学,2012,30(5):574-578+616.
- [22] 池汝安,王博,李隆峰,等. 用碳酸氢铵分离铝和稀土的新工艺研究[J]. 精细化工中间体,1991(3):35-39.
- [23] 谢跃生. 铝盐水解、聚合行为分析[J]. 广西师院学报:自然科学版,1994(1):32-37.
- [24] 刘文新,栾兆坤. 水体中铝(III)的化学形态及其生态效应的研究进展[J]. 生态学报,1996,16(2):212-220.
- [25] PHILLIPS B L, CASEY W H, KARLSSON M. Bonding and reactivity at oxide mineral surfaces from model aqueous complexes[J]. Nature, 2000, 404(6776): 379.
- [26] PERRY C C, SHAFRAN K L. The systematic study of aluminium speciation in medium concentrated aqueous solutions[J]. Journal Of Inorganic Biochemistry, 2001, 87(1/2): 115-124.
- [27] 陈志峰. 高铝稀土料液除铝工艺研究[D]. 赣州:江西理工大学,2018.
- [28] 康天飞. 聚合磷酸酯阻燃剂的合成及应用研究[D]. 苏州:苏州科技大学,2012.

Separation of Rare Earth and Aluminium by Long – chain Polymeric Phosphate Complexation Precipitation

LI Jinhui¹, CHU Yuhang¹, LONG Guangwu¹, LIU Wenxin¹, LIU Jinbiao¹, WANG Ruixiang¹, XU Zhifeng²

1. Faculty of Materials Metallurgy and Chemistry, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, Jiangxi, China;

2. President Office, Jiangxi College of Applied Technology, Ganzhou 341000, Jiangxi, China

Abstract: In the leaching process of ionic rare earth ore, a large number of non – rare earth impurities such as aluminum ions will also enter the leaching solution. In this paper, the removal of impurity aluminum ions in the rare earth leaching solution was studied. The rare earth elements in the feed solution were selectively precipitated by polybutylene phosphate. The effects of solution pH, amount of polybutylene phosphate, reaction time and reaction temperature on the removal effect of aluminum were investigated respectively. The results show that: polybutylene phosphate is used as a complex precipitation agent, the pH value of the simulated feed liquid is controlled to 2.5, the polybutylene phosphate dosages is $m(\text{REG monomer}) : m(\text{RE}^{3+}) = 12 : 1$ equivalent is added, the reaction time is 10 min, the reaction temperature At 50 °C, the precipitation rate of rare earth is 91.35%, and the precipitation rate of aluminum is 11.22%, which effectively separates rare earth from aluminum.

Key words: rare earth; aluminum; polybutylene phosphate; complex precipitation; separation

引用格式:李金辉,褚宇航,龙光武,刘文新,刘晋彪,王瑞祥,徐志峰.长链聚合磷酸酯络合沉淀分离稀土与铝的研究[J].矿产保护与利用,2021,41(5):12-17.

LI Jinhui, CHU Yuhang, LONG Guangwu, LIU Wenxin, LIU Jinbiao, WANG Ruixiang, XU Zhifeng. Separation of rare earth and aluminium by long – chain polymeric phosphate complexation precipitation[J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2021, 41(5): 12 – 17.

投稿网址:<http://kcbh.cbpt.cnki.net>

E – mail:kcbh@chinajournal.net.cn