

提钴铜萃余液中铁铝锰的深度脱除试验

詹 光^{1,2}, 黄草明¹, 王奇黎², 舒方霞²

(1. 中国有色矿业集团有限公司, 北京 100083; 2. 沈阳有色金属研究院有限公司, 辽宁 沈阳 100260)

[摘 要] 本文对非洲某湿法氧化铜矿的铜萃余液中的铁、铝、锰等杂质离子进行了深度除杂研究。结果表明,采用 CaO 除杂-P204 八级逆流萃取工艺,Mn 的去除率可达 91% 以上,其他杂质脱除率均在 95% 以上,Co 的保留率可达 95% 以上。CaO 沉淀除杂最佳工艺条件:CaO 加入量为 1.0 g/30 mL(调制成 70% 浓度料浆),沉淀温度为室温,沉淀时间为 10 min;P204 萃取除杂最佳工艺条件:萃取温度为室温,萃取 pH=2.5~3.0,萃取剂皂化率为 40%,萃取剂浓度为 10%,相比(O/A)1:1,萃取时间 10 min。

[关键词] 氧化铜钴矿; 铜萃余液; 氢氧化钴; CaO 除杂; P204 萃取; 铁铝锰杂质离子; 深度除杂

[中图分类号] X758; TF81 [文献标志码] A [文章编号] 1672-6103(2022)03-0137-08

DOI:10.19612/j.cnki.cn11-5066/tf.2022.03.022

我国是一个钴资源严重稀缺的国家,随着钴资源的不断消耗,高品位的钴矿资源逐渐枯竭,低品位的铜钴矿成为生产钴及钴产品的主要原料。提钴工艺一般采用沉淀剂使钴离子形成难溶钴盐或钴化合物从而与溶液分离,常用沉淀法有中和沉淀法、硫化沉淀法、草酸沉淀法等^[1-4]。传统中和沉淀法一般选择碱性强的 CaO 或 MgO,反应过程中往往会有局部过碱现象产生,致使沉淀渣中 Mn、Mg 的比例偏高,且 MgO 成本较传统中和剂高。硫化沉淀法通过选择合适的硫化剂、调节 pH 值和控制温度、控制反应时间等,可以沉淀出高品位的钴,但沉淀过程中会有 H₂S 气体产生,造成操作环境污染,不利于生产。草酸沉淀法能产出高品位的钴粉,通过控制草酸盐浓度、加料方式、反应温度、反应时间等工艺参数还能优化 Co 粉性能,但要求原液中钴浓度较高,且生产成本昂贵^[1]。溶剂萃取法通过萃取和反萃工艺提取和分离钴,反萃后有机相还能够进行二次循环使用,再次用来萃取,具有选择效果好、回收率高、流程简略等特点^[5-9]。

本文以非洲某氧化铜钴矿生产过程中的铜萃余液为研究对象,为提高粗制氢氧化钴的品质,对萃余液中的铁铝锰等杂质离子的深度脱除工艺进行研究,旨在掌握其脱除工艺,为下一步工序制备高品质粗制氢氧化钴产品提供原料,为实现氧化铜钴矿中伴生钴的高效回收提出新的工艺思路。

1 试验介绍

1.1 原料和仪器

1.1.1 原料

本试验所用的铜萃余液成分配比来源于非洲某湿法氧化铜矿冶炼厂的实验室模拟配比,成分分析见表 1。原料配比用到的硫酸钴、硫酸铁、硫酸锰、硫酸铝、硫酸铜、硫酸钙、硫酸亚铁等均为分析纯,购于天津市大茂化学试剂厂。

表 1 萃铜余液主要金属元素定量分析

Tab.1 Quantitative analysis of main metal elements of copper raffinate solution g/L

成分	Fe	Al	Cu	Ca	Mn	Zn	Co
含量	0.87	1.50	0.56	0.44	1.00	0.62	1.07

由表 1 可知,原料中除钴外,还含有杂质元素 Fe、Al、Cu、Ca、Mn、Zn,如何脱除这 6 种杂质将决定着产品氢氧化钴的纯度。

1.1.2 试剂

本试验沉淀所用的主要试剂为分析纯 CaO,萃

[收稿日期] 2021-12-20 [修订日期] 2022-01-23

[录用日期] 2022-01-27 [出版日期] 2022-06-28

[作者简介] 詹光(1985—),男,湖北应城人,博士,高级工程师,研究方向为有色金属冶金。

[基金项目] 中国有色集团科技计划项目资助(2020KJJH08)。

[引用格式] 詹光,黄草明,王奇黎,等. 铜萃余液中铁铝锰的深度脱除试验[J]. 中国有色冶金, 2022(3):137-144.

取所用主要试剂为铜萃取剂 Lix984N、Ca-Mn-Zn 萃取剂 P204、稀释剂 260 号磺化煤油,购于天津市大茂化学试剂厂。

1.1.3 仪器

电子天平:FA2004,上海上平仪器有限公司。

双光束紫外可见分光光度计:722N,上海仪电分析仪器有限公司。

集热式恒温加热磁力搅拌器:DF-101S,邦西仪器科技(上海)有限公司。

电感耦合等离子体发射光谱仪:ICP-OES,Perkin Elmer Optima 7000DV。

雷磁 pH 计:PHS-25,上海仪电科学仪器有限公司。

1.2 试验方法

本试验制订了 CaO 除杂-P204 多级萃取除杂流程,如图 1 所示。

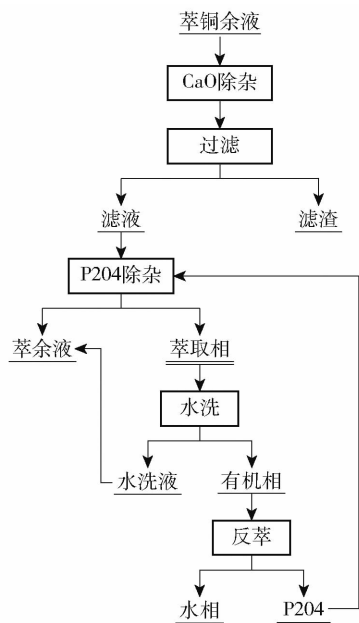


图 1 萃铜余液 CaO 除杂-P204 萃取深度除杂工艺流程

Fig. 1 Process flow of CaO impurity removal of copper raffinate-P204 deep impurity removal by extraction

1.2.1 CaO 除杂

量取一定量萃铜余液加入 100 mL 锥形瓶中,置于恒温水浴锅中加热,达到设定温度后开启搅拌,同时加入一定量的 70% CaO 浆液,反应一段时间后关

闭搅拌,静置 5 min 后过滤,分析滤液中各种金属离子浓度,计算杂质去除率和钴保留率。

1.2.2 P204 萃取除杂

1.2.2.1 萃取剂的皂化

用移液管移取有机相 V_1 于锥形瓶中,加入无水乙醇将有机相完全溶解,加入酚酞 2 滴,再用一定浓度 C_2 的氢氧化钠溶液滴定至有机相-乙醇溶液呈浅红色,持续 15 s 不褪色为宜,记录消耗碱体积 V_2 ,采用公式(1)计算有机相酸度 $C_{有}$ 。

$$C_{有} = \frac{C_2 V_2}{V_1} \quad (1)$$

式中: C_2 为滴定碱浓度,g/L; V_2 为滴定有机相消耗碱体积,mL; V_1 为有机相体积,mL; $C_{有}$ 为有机相酸度,g/L。

1.2.2.2 皂化碱用量计算

已知有机相使用前酸度 $C_{有}$,体积 $V_{有}$,皂化按给定皂化率进行计算,根据有机相酸度值计算需要加入碱的体积 $V_{碱}$ (式(2)),皂化碱采用 5 mol/L 氢氧化钠溶液,皂化时间 30 min。

$$V_{碱} = \frac{(C_{有} - C_{皂化后}) V_{有}}{5} \quad (2)$$

式中: $V_{碱}$ 为皂化碱的体积,mL;5 为皂化碱的已知浓度,mol/L; $C_{皂化后}$ 为有机相加碱皂化后的酸度,g/L; $V_{有}$ 为需要皂化的有机相体积,mL。

1.2.2.3 试验步骤

1) 萃取。将一定量萃取剂(皂化后)和 260 号磺化煤油溶剂放入锥形瓶震荡,使其混合均匀;按照相比加入一定量待萃取料液,将锥形瓶放入水浴锅,加热至试验所需温度,搅拌一定时间取出;将瓶内溶液倒入分液漏斗中,待二者分层,将水相由漏斗下方倒出,测定各离子含量,经计算得出萃取率及分离系数。

2) 水洗。将含钴有机相用纯水洗涤 2~3 遍后分离。

3) 反萃。将水洗有机相倒入锥形瓶中与一定浓度硫酸溶液混合,放入水浴锅中搅拌反萃 5 min,取出后分离油相与水相,对水相中金属离子进行定量分析,计算反萃率。

为了便于通过溶液浓度直观对比除杂和萃取前后效果,后续试验中测定各沉淀后液、萃取富液和水洗相的离子含量之前,将相关溶液体积稀释至与初始原料液相同体积。

2 试验结果和讨论

2.1 CaO 除杂试验

2.1.1 CaO 加入量(pH 值)对除杂效果的影响

量取 30 mL 萃铜余液(成分见表 1,下同),初始 pH = 1.5,固定反应温度 20 ℃、反应时间 30 min,通过改变 CaO 浆液加入量控制反应初始 pH 值,进行 CaO 除杂试验,考察 CaO 加入量对杂质 Fe、Al、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 2~3 所示。

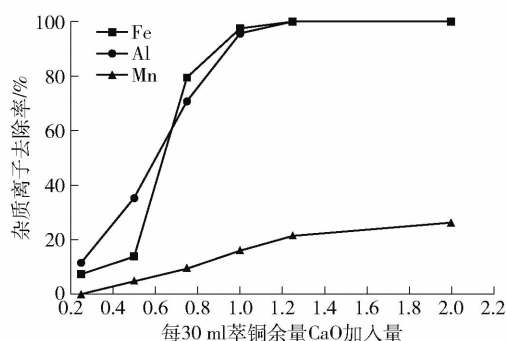


图 2 CaO 加入量对杂质离子去除率的影响

Fig. 2 Effect of CaO addition on impurity ion removal rate

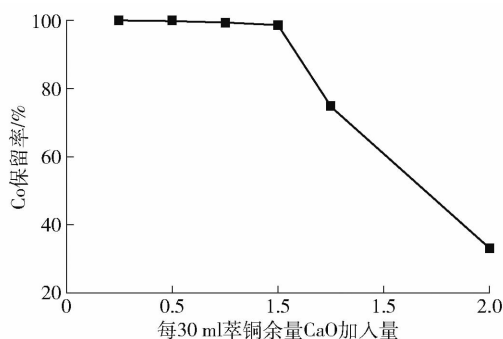


图 3 CaO 加入量对 Co 保留率的影响

Fig. 3 Effect of CaO addition on Co retention rate

由图 2~3 可知,CaO 加入量对钴(Ⅱ)保留率和铁(Ⅲ)、铝(Ⅲ)去除率影响较大。当每 30 mL 萃铜余液 CaO 加入量由 0.25 g 增加到 0.75 g 时,溶液的 pH 值也由 1.5 升高到 3.2,溶液中铁(Ⅲ)、铝(Ⅲ)杂质迅速被脱除。当每 30 mL 萃铜余液 CaO 加入量增加到 1.0 g 时,铁(Ⅲ)、铝(Ⅲ)的去除率快速增加至 97.6%;但锰的去除率不如铁、铝高,在单因素试验中无法除尽。Co 的保留率在每 30 mL 萃

铜余液 CaO 加入量超过 1.0 g 后迅速下降。这是因为铁(Ⅲ)氢氧化物、铝(Ⅲ)氢氧化物的溶度积分别为 4×10^{-38} , 1.3×10^{-33} ,远小于氢氧化锰的溶度积 1.9×10^{-13} ,因此溶液中铁(Ⅲ)、铝(Ⅲ)杂质迅速被脱除。与此同时,在铁、铝沉淀过程中,溶液中部分 Co 离子被夹带到沉淀中,导致 Co 的保留率有所降低。综合考虑 CaO 加入量对杂质 Fe、Al、Mn 的去除以及对 Co 的保留率的影响,选取每 30 mL 萃铜余液 CaO 加入量 1.0 g 为适宜条件。

2.1.2 反应温度对除杂效果的影响

量取 30 mL 萃铜余液,固定其他试验条件不变,考察反应温度对杂质 Fe、Al、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 4~5 所示。

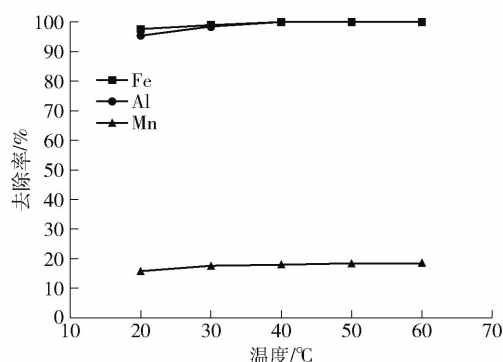


图 4 反应温度对杂质离子去除率的影响

Fig. 4 Effect of reaction temperature on impurity ion removal rate

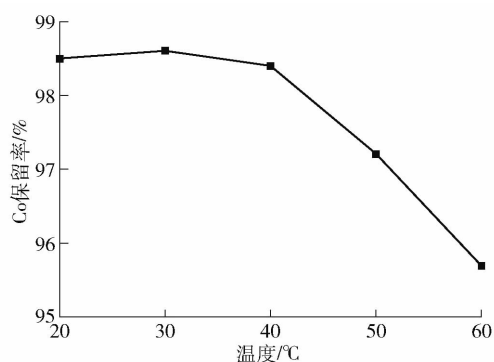


图 5 反应温度对 Co 保留率的影响

Fig. 5 Effect of reaction temperature on Co retention rate

由图 4~5 可知,随着反应温度的升高,Fe、Al 去除率逐渐上升,当溶液温度升到 40 ℃,Fe、Al 的去除率可以接近 100%;但 Mn 的去除率仅能达到

17.9%左右;Co 保留率在低于 40 ℃ 时基本稳定在 98.5%,40 ℃ 后再升温,Co 逐渐开始损失。考虑到升温带来的能耗因素以及对 Co 保留率的影响,去除 Fe、Al 反应温度选为常温 20 ℃。

2.1.3 反应时间对除杂效果的影响

量取 30 mL 萃铜余液,固定试验条件不变,选取条件试验的最佳结果,考察反应时间对杂质 Fe、Al、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 6~7 所示。

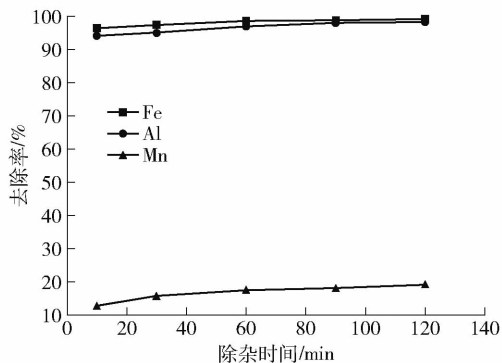


图 6 反应时间对杂质离子去除率的影响

Fig.6 Effect of reaction time on impurity ion removal rate

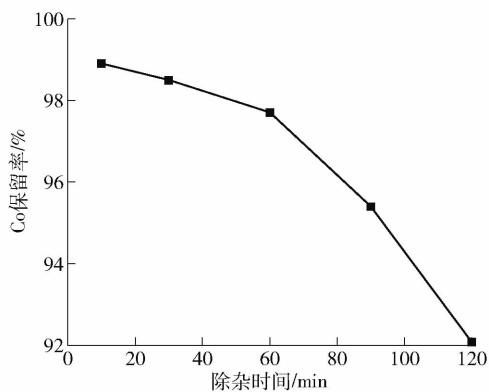


图 7 反应时间对 Co 保留率的影响

Fig.7 Effect of reaction time on Co retention rate

由图 6~7 可知:Fe、Al 的去除率随时间延长可达 99% 以上,Mn 的最大去除率仅为 19%,除杂效果达不到要求;Co 的保留率规律正好与杂质离子去除率相反,随搅拌时间的延长,保留率由 98.9% 下降至 92.1%。综合考虑到工艺成本及效率因素,选择适宜搅拌时间为 10 min。

综上所述,萃铜余液 CaO 除杂适宜工艺条件为

每 30 mL 萃铜余液 CaO 1.0 g(调制成为 70% 浓度料浆)、反应温度室温、反应时间 10 min,该条件下溶液主要成分和杂质去除率如表 2 所示。

表 2 铜萃余液 CaO 除杂前、后溶液成分

Tab.2 Compositions of copper raffinate solution before and after CaO impurity removal g/L

成分	Fe	Al	Cu	Ca	Mn	Zn	Co
除杂前	0.87	1.50	0.56	0.44	1.00	0.62	1.07
除杂后	0.03	0.087	0.56	0.44	0.876	0.61	1.058

2.2 P204 萃取除杂试验

2.2.1 皂化率对除杂效果及 Co 保留的影响

量取 50 mL 经 CaO 除杂后的萃铜余液(成分见表 2,下同)。固定试验条件:初始 pH=4、萃取剂浓度为 10%、反应温度 25 ℃、反应时间 10 min,通过改变萃取剂的皂化率,按照 1.2.2.3 步骤进行 P204 萃取除杂试验,考察皂化率对杂质 Fe、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 8、图 9 所示。

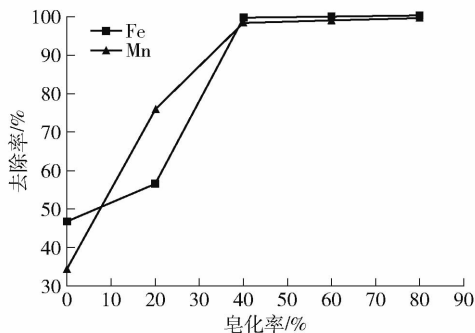


图 8 皂化率对杂质离子去除率的影响

Fig.8 Effect of saponification rate on impurity ion removal rate

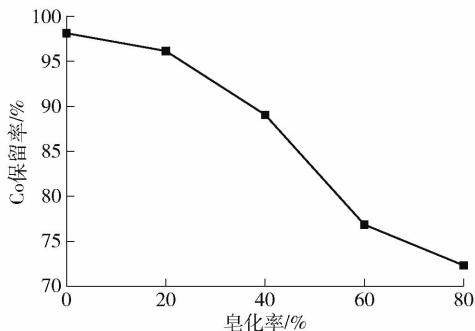


图 9 皂化率对 Co 保留率的影响

Fig.9 Effect of saponification rate on Co retention rate

由图 8、图 9 可知,随着皂化率的增大,Fe 和 Mn 的去除率分别达到了 99.8% 和 98.3%。Co 保留率随着皂化率增大而逐步降低,当皂化率增大到 60% 时,Co 保留率下降到了 76.9%。综合考虑皂化率对杂质脱除率及钴保留率的影响,选取适宜的皂化率为 40%。

2.2.2 萃取 pH 值对除杂效果及 Co 保留的影响

量取 50 mL 经 CaO 除杂后的萃铜余液,固定其他试验条件不变,选取条件试验的最佳结果,考察萃取 pH 值对杂质 Fe、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 10 ~ 11 所示。

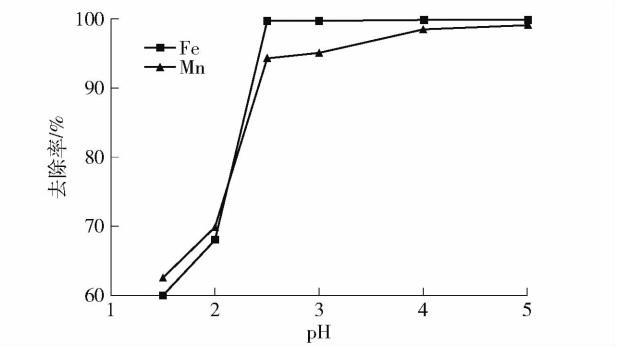


图 10 萃取 pH 值对杂质离子去除率的影响

Fig. 10 Effect of extraction pH value on impurity ion removal rate

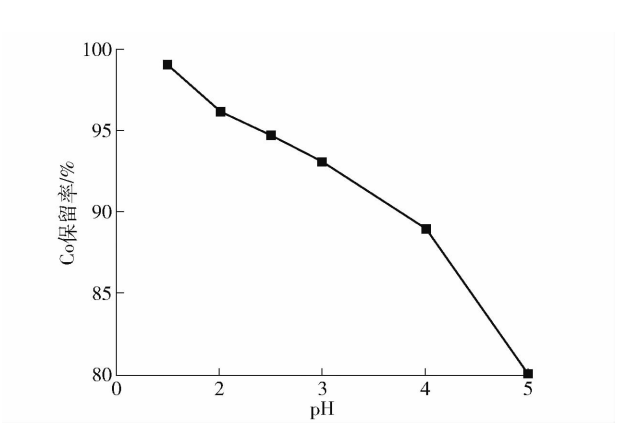


图 11 萃取 pH 值对 Co 保留率的影响

Fig. 11 Effect of extraction pH value on Co retention rate

由图 10 ~ 11 可知,随着萃取 pH 值的增大,Fe 和 Mn 的去除率均达到了 99.8%;但当萃取 pH 值超过 5,Co 的保留率下降到 80%。综合考虑 pH 值对杂质脱除率及 Co 保留率的影响,因此 pH 值选取 2.5 ~ 3。

2.2.3 萃取剂浓度对除杂效果及钴保留的影响

量取 50 mL 经 CaO 除杂后的萃铜余液,固定其他试验条件不变,选取条件试验的最佳结果 (pH 值为 2.5),考察萃取剂浓度对杂质 Fe、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 12、图 13 所示。

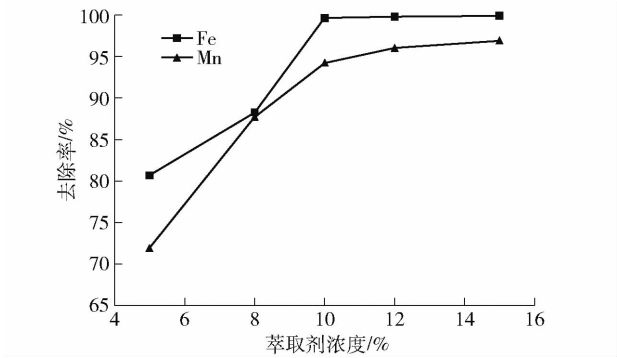


图 12 萃取剂浓度对杂质离子去除率的影响

Fig. 12 Effect of extractant concentration on impurity ion removal rate

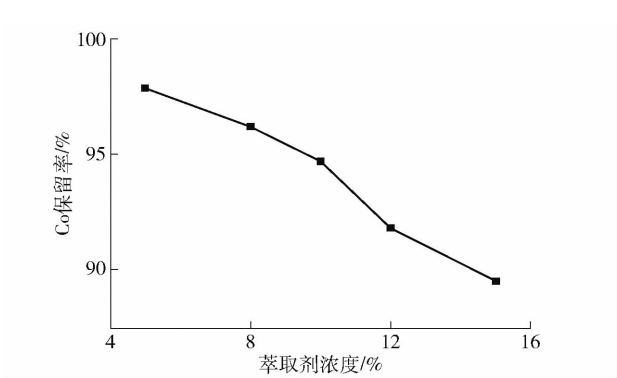


图 13 萃取剂浓度对 Co 保留率的影响

Fig. 13 Effect of extractant concentration on Co retention rate

由图 12、图 13 可知,随着萃取剂浓度的增大,Fe 的去除率可达到 99.7%,Mn 的去除率可达到 94.2%,但 Co 的保留率会下降到 91.8%,综合考虑萃取剂浓度对杂质脱除率及 Co 保留率的影响,萃取剂浓度选择 10% 为最佳条件。

2.2.4 萃取相比对除杂效果及 Co 保留的影响

量取 50 mL 经除杂后的萃铜余液,固定其他试验条件不变,选取条件试验的最佳结果 (pH 值为 2.5),考察相比对杂质 Fe、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 14 ~ 15 所示。

由图 14 ~ 15 可知,随着萃取剂的增大,Fe 和

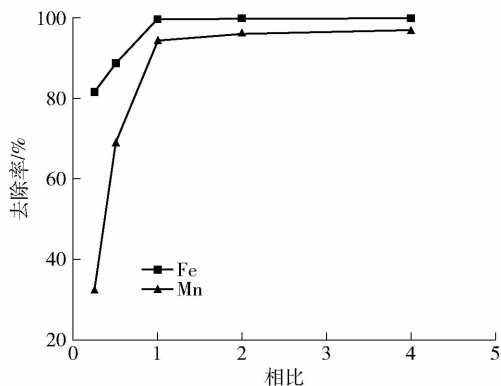


图 14 萃取相比对杂质离子去除率的影响

Fig. 14 Effect of extraction phase rate on impurity ion removal rate

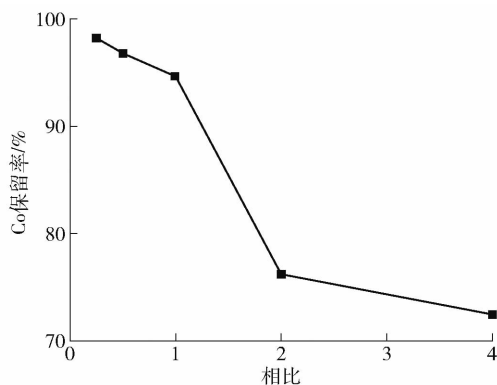


图 15 萃取相比对 Co 保留率的影响

Fig. 15 Effects of extraction phase rate on Co retention rate

Mn 的去除率逐渐增大,当相比从 0.5:1 变为 1:1 时 Fe 的去除率达到了 99.7%, Mn 的去除率达到了 94.2%,但 Co 的保留率在相比为 4:1 时下降到了 76.2%,综合考虑相比对杂质脱除率及 Co 保留率的影响,因此选用 1:1 为最佳相比条件。

2.2.5 萃取温度对除杂效果及 Co 保留率的影响

量取 50 mL 经 CaO 除杂后的萃铜余液,固定其他试验条件不变,选取条件试验的最佳结果(pH 值为 2.5),考察反应温度对杂质 Fe、Mn 去除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 16、图 17 所示。

由图 16、图 17 可知,温度的变化对 Co 的保留率和 Fe、Mn 去除率的影响不大,对钴的保留率有一定的影响。综合考虑温度对杂质离子脱除率及 Co 保留率的影响以及加热的能源消耗,选取室温(25℃)为适宜的萃取温度。

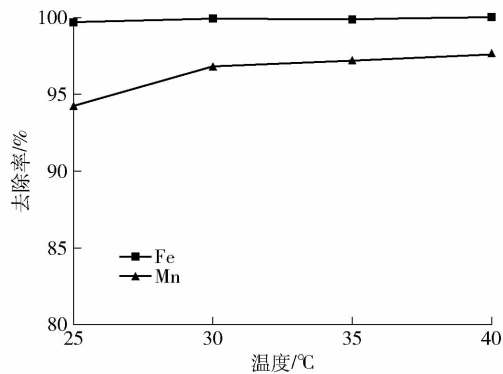


图 16 萃取温度对杂质离子去除率影响

Fig. 16 Effect of extraction temperature on impurity ion removal rate

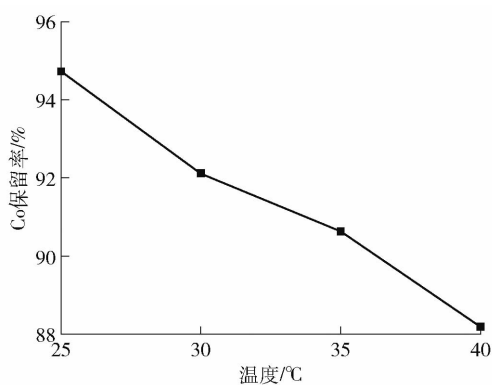


图 17 萃取温度对 Co 保留率的影响

Fig. 17 Effects of extraction temperature on Co retention rate

2.2.6 萃取时间对除杂效果的影响

量取 50 mL 经 CaO 除杂后的萃铜余液,固定其他试验条件不变,选取条件试验的最佳结果(pH 值为 2.5),考察萃取时间对杂质 Fe、Mn 除率和 Co 保留率的影响,试验结果如图 18、图 19 所示。

由图 18、图 19 可知,萃取时间对 Co 的保留率和 Fe、Mn 去除率的影响较大。随着萃取时间增大到 10 min,铁的去除率增至 99.7%, Mn 的去除率增至 94.2%,但 Co 的保留率下降至 94.7%。考虑时间对杂质脱除率和 Co 离子的保留率,选择 10 min 为最佳萃取时间。

综合上述条件试验可得,进行 P204 萃取试验的最佳工艺条件为:pH = 2.5 ~ 3.0,萃取剂皂化率为 40%,萃取剂浓度为 10%,相比(O/A) 1:1,萃取温度 25℃,萃取时间 10 min。

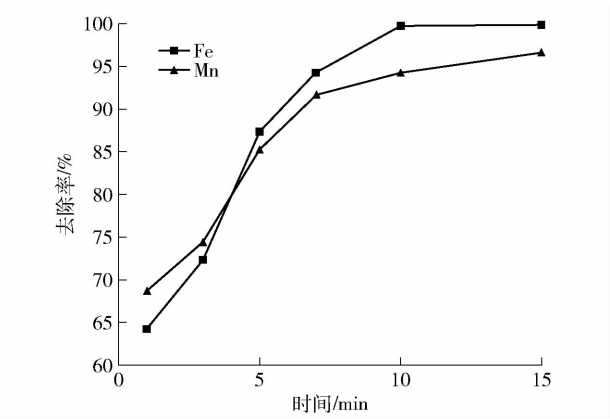


图 18 萃取时间对杂质离子去除率的影响
Fig. 18 Effect of extraction time on impurity ion removal rate

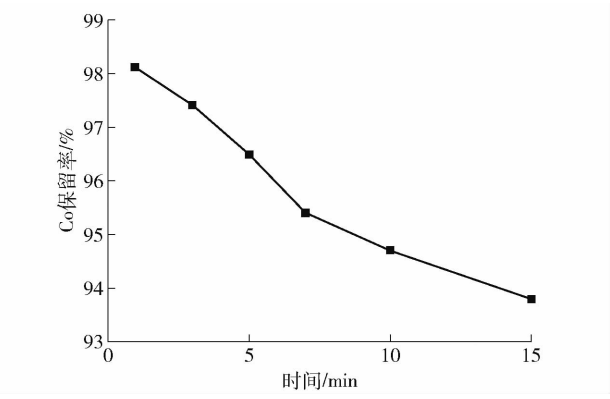


图 19 萃取时间对 Co 保留率的影响
Fig. 19 Effects of extraction time on Co retention rate

表 3 含 Fe(Ⅲ) 萃铜余液 pH 值对 P204 萃取除杂的影响

成分	Fe(Ⅲ)	Al	Cu	Ca	Mn	Zn	Co
萃铜余液 (pH = 2.5)	0.127 mg/L	0.123 mg/L	0.2 mg/L	8.34 mg/L	0.079 g/L	1.1 mg/L	1.022 g/L
除杂率 (pH = 2.5)	99.5%	99.8	87.5%	97.9%	90.6%	99.8%	97.3% (保留率)
萃铜余液 (pH = 3.0)	0.14 mg/L	0.125 mg/L	0.15 mg/L	7.99 mg/L	0.076 6 g/L	1.13 mg/L	1.011 g/L
除杂率 (pH = 3.0)	99.5%	99.8%	90.63%	98.1%	91.2%	99.8%	96.3% (保留率)

表 4 含 Fe(Ⅱ) 萃铜余液 pH 值对 P204 萃取除杂相关数据

成分	Fe(Ⅱ)	Al	Cu	Ca	Mn	Zn	Co
原液	0.87 g/L	1.50 g/L	0.56 g/L	0.44 g/L	1.00 g/L	0.62 g/L	1.07 g/L
CaO 沉淀后	0.85 g/L	0.085 g/L	0.56 g/L	0.44 g/L	0.878 g/L	0.61 g/L	1.056 g/L
萃后富液	0.039 9 g/L	0.083 mg/L	0.021 2 g/L	5.01 mg/L	0.064 g/L	0.28 mg/L	0.98 g/L
洗液	0.000 8 g/L	0.024 mg/L	3.4 mg/L	0.70 mg/L	2.65 mg/L	0.026 mg/L	0.042 g/L
脱除率	95.2%	99.9%	95.6%	98.7%	92.4%	99.9%	96.8% (保留率)

3 验证试验

3.1 含 Fe(Ⅲ) 萃铜余液萃取除杂验证试验

量取 50 mL 经 CaO 除杂后萃铜余液(成分见表 2),以 P204 为萃取剂,磺化煤油为稀释剂,在以下条件下进行验证试验:pH 分别为 2.5 和 3.0(2 组对照试验),萃取剂皂化率为 40%,萃取剂浓度为 10%,相比(O/A)为 1:1,反应温度为 25 ℃,反应时间为 10 min。试验结果见表 3。

根据表 3 可得,pH = 2.5 条件下,杂质脱除率比 pH = 3.0 略低,Mn 的去除率达到 90% 以上,其他杂质脱除率均在 95% 以上;但 pH = 2.5 时,Co 总保留率为 97.3%。综合考虑,选择萃取 pH = 2.5。

3.2 Fe(Ⅱ) 含钴溶液萃取除杂验证试验

尽管萃铜余液主要以 Fe(Ⅲ) 形式存在,但在实际生产过程中 Fe(Ⅱ) 占比也较高。为此配制了含 Fe(Ⅱ) 的萃铜余液进行验证试验,其中 P204 萃取阶段采用八级逆流萃取。试验原料和结果如表 4 所示。

由表 4 可得,含 Fe(Ⅱ) 萃铜余液经 CaO 除杂-P204 八级逆流萃取除杂后,Mn 的去除率为 92.4%,Fe(Ⅱ) 的去除率为 95.2%,Cu 去除率为 95.6%,其他杂质离子去除率在 98% 以上,Co 的保留率为 96.8%,效果较好。

4 结论

本文以非洲某氧化铜钴矿生产过程中的铜萃余

液为研究对象,为提高粗制氢氧化钴的品质,对铜萃余液中的铁、铝、锰等杂质离子进行了 CaO 除杂-P204 深度萃取除杂工艺研究,得出以下结论。

1) CaO 除杂较佳工艺条件为每 30 mL 铜萃余液 CaO 1.0 g(调制成 70% 浓度料浆)、温度为室温、反应 10 min;P204 萃取试验的最佳工艺条件为:pH = 2.5 ~ 3.0,萃取剂皂化率为 40%,萃取剂浓度为 10%,相比(O/A) 1:1,反应温度 25 °C,反应时间 10 min。

2) 在较佳工艺条件下,分别对 Fe(Ⅲ)和 Fe(Ⅱ)的萃铜余液采用 CaO 除杂-P204 深度萃取除杂处理后,Mn 的去除率可达 91% 以上,Fe、Al 杂质脱除率均在 95% 以上,Co 的保留率可达 95% 以上。

[参考文献]

- [1] 朱屯. 现代湿法冶金[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008.
ZHU Tun. Modern hydrometallurgy[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2008.
- [2] 郭华军, 李新海, 王志兴, 等. 一种采用硫化沉淀从红土镍矿浸出液中富集镍钴的方法: CN101302584[P]. 2008.
GUO Huajun, LI Xinhai, WANG Zhixing, et al. A method for enriching nickel and cobalt from laterite nickel ore leaching solution by sulfide precipitation: CN101302584[P]. 2008.
- [3] 李晓晖, 黄松涛, 温建康, 等. 钴和镍协同萃取分离研究进展

- [J]. 中国有色金属学报, 2013, 23(7): 2026 - 2032.
- LI Xiaohui, HUANG Songtao, WEN Jiankang, et al. Research progress of synergistic solvent extraction of cobalt and nickel[J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2013, 23(7): 2026 - 2032.
- [4] 刘美荣, 周桂英, 温建康. P507 与 Cyanex272 协同萃取分离溶液中钴镍离子[J]. 过程工程学报, 2012, 12(3): 416 - 418.
LIU Meirong, ZHOU Guiying, WEN Jiankang, et al. Separation of divalent cobalt and nickel ions using a synergistic solvent extraction system with P507 and Cyanex272[J]. The Chinese Journal of Process Engineering, 2012, 12(3): 416 - 418.
- [5] 陶海萍. Cyanex272 萃取剂在硫酸镍生产镍钴分离中的应用[J]. 中国有色冶金, 2014, 43(4): 21 - 24.
TAO Haiping. Production control in process of separating nickel and cobalt extracted with Cyanex272[J]. China Nonferrous Metallurgy, 2014, 43(4): 21 - 24.
- [6] HU Jiugang, CHEN Qiyuan, HU Huiping, et al. Extraction behavior and mechanism of Cu(Ⅱ) in ammoniacal sulfate solution with β -diketone[J]. Hydrometallurgy, 2012, 127: 54 - 61.
- [7] QI Xinhua, JIA Xueqing. Formation and recovery of Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} macromolecular complexes with polystyrene and acrylic acid[J]. Hydrometallurgy, 2009, 96: 269 - 274.
- [8] PARK Kyung-Ho, MOHAPATRA Debasish, REDDY B. Ramachandra, et al. A study on the oxidative ammonia/ammonium sulphate leaching of a complex (Cu-Ni-Co-Fe) matte[J]. Hydrometallurgy, 2007, 86: 164 - 170.

Experiment on deep removal of Fe, Al and Mn in copper raffinate

ZHAN Guang^{1,2}, HUANG Cao-ming¹, WANG Qi-li², SHU Fang-xia²

(1. China Nonferrous Metal Mining (Group) Co., Ltd., Beijing 100083, China;

2. Shenyang Nonferrous Metal Research Institute Co., Ltd., Shenyang 100260, China)

Abstract: This paper made an in-depth research on removal of impurity ions of Fe, Al and Mn in copper raffinate of copper oxide ore with hydrometallurgical process in Africa. The results showed that by using the process of removing impurities with CaO-P204 eight-stage counter-current extraction, the Mn removal efficiency can be above 91%. The removal efficiency for other impurities can be above 95%, while the retaining rate of Co can be above 95%. The optimum process conditions for CaO precipitation and impurity removal are follows: the CaO dosage is 1.0 g/30 mL(prepared into the slurry with a density of 70%), the precipitation temperature is room temperature and the precipitation time is 10 min. The optimum process conditions for P204 extraction and impurity removal are follows: extraction temperature is room temperature, extraction pH is 2.5 - 3.0, saponification rate of extractant is 40%, extractant concentration is 10%, phase ratio(O/A) is 1:1 and extraction time is 10 min.

Key words: copper-cobalt oxide ore; copper raffinate; cobalt hydroxide; impurity removal with CaO; P204 extraction; impurity ions of Fe, Al and Mn; deep impurity removal