



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109777960 B

(45) 授权公告日 2020.12.01

(21) 申请号 201910137944.6

C22B 26/12 (2006.01)

(22) 申请日 2019.02.25

C22B 21/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109777960 A

(56) 对比文件

CN 103101935 A, 2013.05.15

(43) 申请公布日 2019.05.21

CN 107879366 A, 2018.04.06

(73) 专利权人 河北工程大学

CN 106542534 A, 2017.03.29

地址 056038 河北省邯郸市光明南大街199
号

CN 108622920 A, 2018.10.09

(72) 发明人 李神勇 秦身钧 康莲薇 刘建军
任晓慧 薄朋慧

CN 107628632 A, 2018.01.26

(74) 专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事
务所(特殊普通合伙) 13123
代理人 张明月

CN 106220190 A, 2016.12.14

(51) Int.Cl.

C22B 7/00 (2006.01)

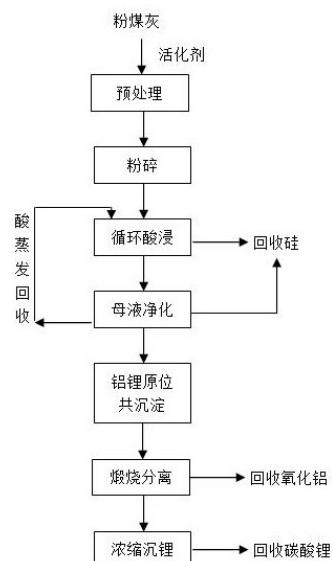
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,包括①预处理;②粉碎;③酸浸;④循环酸浸;⑤母液净化;⑥铝锂原位共沉淀;⑦分离;⑧浓缩沉锂。本发明能够提高锂、铝提取率,最大限度利用粉煤灰中有价组分,具有工艺流程简单、分离回收容易、成本低廉的优点,适合大规模工业化生产。



1.一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于包括以下步骤:

①预处理:将粉煤灰和活化剂混合、焙烧;

②粉碎:将焙烧产物冷却、研磨;研磨后的焙烧产物粒径 $\leq 150\mu\text{m}$;

③酸浸:向研磨后的焙烧产物中加入无机酸,搅拌、过滤,得到滤渣和浸出液;

④循环酸浸:向步骤③中得到的滤渣中加入酸浸液,重复步骤③的过程,直至浸出液中锂离子浓度 $\geq 0.5\text{g/L}$ 时停止,得到含铝、锂母液;

⑤母液净化:向含铝、锂母液中加入脱硅剂和除杂剂,浓缩、分离,得到富锂、铝溶液和脱硅渣;

⑥铝锂原位共沉淀:向富锂、铝溶液中加入碱液并搅拌,调节pH,过滤,得到铝锂共沉淀物;碱液为氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液或氨水中的任一种;pH为4~7;反应温度为65~95℃,反应时间为20~60min,搅拌速度为400~800转/分钟;

⑦分离:将铝锂共沉淀物焙烧、冷却、浸洗、过滤,得到滤渣和滤液;

⑧浓缩沉锂:将步骤⑦中得到的滤液浓缩后加入沉淀剂,过滤、洗涤、干燥,得到碳酸锂。

2.根据权利要求1所述的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于:所述步骤①中粉煤灰为高铝粉煤灰、脱硅粉煤灰、磁选粉煤灰或分级粉煤灰中的任一种;活化剂为碳酸钠、氧化钙、氯化钙、氯化钠或氢氧化钙中的任一种或几种的组合;粉煤灰和活化剂的质量比为(1~6):1;焙烧温度为650~900℃,焙烧时间1~4h。

3.根据权利要求1所述的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于:所述步骤③中无机酸为盐酸、硝酸或硫酸中的任一种,无机酸的浓度为4~8mol/L,无机酸的体积毫升数和粉煤灰的质量克数比为(5~30):1;搅拌温度为120~180℃,搅拌时间为1~4h。

4.根据权利要求1所述的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于:所述步骤④中酸浸液为盐酸、硝酸或硫酸中的任一种与步骤③中浸出液的混合,盐酸、硝酸或硫酸与浸出液的体积比为1:(1~10)。

5.根据权利要求1所述的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于:所述步骤⑤中脱硅剂由成核助剂和絮凝剂组成,脱硅剂的质量克数和含铝、锂母液的体积毫升数比为(1~10):100;除杂剂为草酸盐。

6.根据权利要求5所述的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于:所述成核助剂为粉煤灰或步骤①中活化后的粉煤灰,絮凝剂为硅酸凝胶或步骤⑤中的脱硅渣,草酸盐为草酸钠。

7.根据权利要求1所述的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于:所述步骤⑦中焙烧温度为300~500℃,焙烧时间为10~60min;滤渣经洗涤、干燥,得到粗氧化铝。

8.根据权利要求1所述的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,其特征在于:所述步骤⑧中沉淀剂为饱和碳酸钠溶液或饱和碳酸钾溶液。

一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种粉煤灰中有价组分的回收方法,特别是一种粉煤灰中锂、铝的分离回收方法,属于固体废弃物资源化利用领域。

背景技术

[0002] 锂是自然界最轻、半径最小的银白色碱金属。常见的锂盐有碳酸锂、硫酸锂、氯化锂等,锂及其化合物有诸多特有的优良性能,在我国国民经济建设中有重要的战略地位,广泛应用于电子、陶瓷、玻璃、医药、航空航天等领域。随着清洁能源技术不断发展,“高能金属”锂需求越来越大。锂资源主要来自于锂矿石和盐湖卤水,其中盐湖卤水锂资源占比超过80%。然而,盐湖卤水中镁锂比过高、组成复杂等问题制约着卤水资源大规模应用。

[0003] 在我国山西、内蒙古、宁夏、陕西等华北地区,部分煤矿区发现伴生锂的高铝煤,煤中铝含量为30~55% (以氧化铝计),已到达低品位铝土矿标准;氧化锂最高含量达到0.8%,锂资源总体储量达几百万吨,由此产生大量的富锂高铝粉煤灰,虽然锂含量相比锂矿石低,但是对此类粉煤灰中有益元素铝、锂、硅等的综合提取利用,有利于减少原生资源消耗,实现资源可持续利用。

[0004] 目前固体提锂回收工艺分为浸出和提取两步,浸出主要有酸法、碱法和酸碱联合法,浸出液中锂提取方法有吸附法、碳化法、萃取法等。专利文献CN102923743A公开了酸法处理粉煤灰综合提取铝和锂的工艺方法,该方法采用了浓硫酸酸化焙烧、酸浸、碳化沉铝和浓缩沉锂的方法回收铝、锂,处理流程复杂,浓硫酸消耗多,设备腐蚀严重,除杂沉铝过程消耗大量碱和二氧化碳气体,成本很高。专利文献CN103101935A公开了从粉煤灰制取碳酸锂的方法,包括制备分离出氯化铝晶体的母液、净化母液、铁氧化和沉淀、铝锂共沉淀、煅烧、浸出、碳酸化沉淀等工艺制备碳酸锂,该方法提高了锂浸出率,但是流程过长,锂损失量多,且硅含量高、锂含量过低导致锂共沉淀率低,成本高。专利文献CN106587116A公开了利用锂云母和粉煤灰提取碳酸锂和氢氧化铝的方法,通过筛粉、混料、成球、焙烧、浸泡、沉铝、分离、除杂、浓缩、沉锂、干燥等步骤,提高了Li、Al的焙烧转化率和浸出率,该方法在沉铝过程中,未考虑铝锂共沉淀,铝沉淀过程可能导致大量Li损失,且工艺复杂,外加大量盐类,不利于含锂清液浓缩。

发明内容

[0005] 本发明需要解决的技术问题是提供一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,能够提高锂、铝提取率,最大限度利用粉煤灰中有价组分,具有工艺流程简单、分离回收容易、成本低廉的优点,适合大规模工业化生产。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0007] 一种从粉煤灰中分离锂、铝的方法,包括以下步骤:

[0008] ①预处理:将粉煤灰和活化剂混合、焙烧;

[0009] ②粉碎:将焙烧产物冷却、研磨;

- [0010] ③酸浸:向研磨后的焙烧产物中加入无机酸,搅拌、过滤,得到滤渣和浸出液;
- [0011] ④循环酸浸:向步骤③中得到的滤渣中加入酸浸液,重复步骤③的过程,直至浸出液中锂离子浓度 $\geq 0.5\text{g/L}$ 时停止,得到含铝、锂母液;
- [0012] ⑤母液净化:向含铝、锂母液中加入脱硅剂和除杂剂,浓缩、分离,得到富锂、铝溶液和脱硅渣;
- [0013] ⑥铝锂原位共沉淀:向富锂、铝溶液中加入碱液并搅拌,调节pH,过滤,得到铝锂共沉淀物;
- [0014] ⑦分离:将铝锂共沉淀物焙烧、冷却、浸洗、过滤,得到滤渣和滤液;
- [0015] ⑧浓缩沉锂:将步骤⑦中得到的滤液浓缩后加入沉淀剂,过滤、洗涤、干燥,得到碳酸锂。
- [0016] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤①中粉煤灰为高铝粉煤灰、脱硅粉煤灰、磁选粉煤灰或分级粉煤灰中的任一种;活化剂为碳酸钠、氧化钙、氯化钙、氯化钠或氢氧化钙中的任一种或几种的组合;粉煤灰和活化剂的质量比为(1~6):1;焙烧温度为650~900℃,焙烧时间1~4h。
- [0017] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤②中研磨后的焙烧产物粒径 $\leq 150\mu\text{m}$ 。
- [0018] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤③中无机酸为盐酸、硝酸或硫酸中的任一种,无机酸的浓度为4~8mol/L,无机酸的体积毫升数和粉煤灰的质量克数比为(5~30):1;搅拌温度为120~180℃,搅拌时间为1~4h。
- [0019] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤④中酸浸液为盐酸、硝酸或硫酸中的任一种与步骤③中浸出液的混合,盐酸、硝酸或硫酸与浸出液的体积比为1:(1~10)。
- [0020] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤⑤中脱硅剂由成核助剂和絮凝剂组成,脱硅剂的质量克数和含铝、锂母液的体积毫升数比为(1~10):100;除杂剂为草酸盐。
- [0021] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述成核助剂为粉煤灰或步骤①中活化后的粉煤灰,絮凝剂为硅酸凝胶或步骤⑤中的脱硅渣,草酸盐为草酸钠。
- [0022] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤⑥中碱液为氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液或氨水中的任一种;pH为4~7;反应温度为65~95℃,反应时间为20~60min,搅拌速度为400~800转/分钟。
- [0023] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤⑦中焙烧温度为300~500℃,焙烧时间为10~60min;滤渣经洗涤、干燥,得到粗氧化铝。
- [0024] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述步骤⑧中沉淀剂为饱和碳酸钠溶液或饱和碳酸钾溶液。
- [0025] 由于采用了上述技术方案,本发明取得的技术进步是:
- [0026] 本发明提供的一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,能够提高锂、铝提取率,最大限度利用粉煤灰中有价组分,具有工艺流程简单、分离回收容易、成本低廉的优点,适合大规模工业化生产。
- [0027] 本发明采用高效循环浸出-原位共沉淀法提取粉煤灰中铝、锂,实现粉煤灰中铝、锂浸出最大化,在不外加铝源的条件下,通过除杂和定向控制pH值、温度和搅拌速度等条件,实现了铝锂原位共沉淀,从而将铝、锂离子和复杂浸出液体系分离,避免了复杂的多金

属离子分离过程,提高了铝锂浸出率,缩短了工艺流程。

[0028] 本发明中酸浸液经蒸发冷凝后可回收利用,循环酸浸时可重复利用上一次酸浸时得到的浸出液,大大降低了酸浸液的用量,提高了酸的利用率,降低成本。

[0029] 本发明步骤⑦中得到的粗氧化铝滤渣可进一步加工得到高品质氧化铝产品;酸浸后的剩余物可以生产硅产品,最大限度地回收了粉煤灰中的有价组分,实现了粉煤灰的高值化利用,适合大规模工业化生产。

附图说明

[0030] 图1是本发明生产工艺流程图。

具体实施方式

[0031] 下面是本发明的一些具体实施方式,用以作进一步详细说明。

[0032] 一种从粉煤灰中分离回收锂、铝的方法,包括以下步骤:

[0033] ①预处理:将粉煤灰和活化剂混合,650~900℃焙烧1~4h;

[0034] 粉煤灰为高铝粉煤灰、脱硅粉煤灰、磁选粉煤灰或分级粉煤灰中的任一种;

[0035] 活化剂为碳酸钠、氧化钙、氯化钙、氯化钠或氢氧化钙中的任一种或几种的组合;

[0036] 粉煤灰和活化剂的质量比为(1~6):1;

[0037] ②粉碎:将焙烧产物冷却、研磨至粒径≤150μm;

[0038] ③酸浸:向研磨后的焙烧产物中加入4~8mol/L的盐酸、硝酸或硫酸中的任一种,120~180℃搅拌1~4h、过滤,得到滤渣和浸出液;

[0039] 盐酸、硝酸或硫酸的体积毫升数和粉煤灰的质量克数比为(5~30):1;

[0040] ④循环酸浸:向步骤③中得到的滤渣中加入酸浸液,重复步骤③的过程,直至浸出液中锂离子浓度≥0.5g/L时停止,得到含铝、锂母液;

[0041] 酸浸液为盐酸、硝酸或硫酸中的任一种与步骤③中浸出液的混合,盐酸、硝酸或硫酸与浸出液的体积比为1:(1~10);

[0042] ⑤母液净化:向含铝、锂母液中加入脱硅剂和除杂剂,浓缩、分离,得到富锂、铝溶液和脱硅渣;

[0043] 脱硅剂由成核助剂和絮凝剂组成,成核助剂为粉煤灰或步骤①中活化后的粉煤灰,絮凝剂为硅酸凝胶或步骤⑤中的脱硅渣;脱硅剂的质量克数和含铝、锂母液的体积毫升数比为(1~10):100;除杂剂为草酸盐,优选地,草酸钠;

[0044] ⑥铝锂原位共沉淀:向富锂、铝溶液中缓慢加入氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液或氨水中的任一种,400~800转/分钟的速度搅拌,调节pH为4~7,在65~95℃条件下反应20~60min,过滤,得到铝锂共沉淀物;

[0045] ⑦分离:将铝锂共沉淀物在300~500℃条件下焙烧10~60min,冷却、水浸洗、过滤,得到滤渣和滤液;

[0046] 滤渣经洗涤、干燥,得到粗氧化铝;

[0047] ⑧浓缩沉锂:将步骤⑦中得到的滤液浓缩后加入饱和碳酸钠溶液或饱和碳酸钾溶液,过滤、洗涤、干燥,得到碳酸锂。

[0048] 实施例1

[0049] 原料采用山西某电厂产出的高铝粉煤灰,其主要成分 Al_2O_3 含量为43.4wt%, SiO_2 含量为48.1wt%, Li_2O 含量为0.2wt%。

[0050] ①预处理:将上述的粉煤灰与氯化钙按照质量比2:1混合均匀,在800℃的高温下焙烧2h;

[0051] ②粉碎:待冷却到室温后,将焙烧产物通过机械磨碎至粒径为120μm左右;

[0052] ③酸浸:将磨细后的焙烧产物与4mol/L的盐酸溶液按照质量克数与体积毫升比1:5混合,置于反应釜于150℃慢速搅拌加热浸出,反应2h,过滤分离得到滤渣和浸出液;

[0053] ④循环酸浸:将浸出液和4mol/L的盐酸溶液按照体积比2:1混合后作为循环酸浸液,重复步骤③的过程进行循环酸浸,直至浸出液中锂离子浓度达到0.5g/L以上时停止,最终得到含铝、锂母液;

[0054] ⑤母液净化:向含铝、锂母液中加入由粉煤灰和硅酸凝胶组成的脱硅剂,脱硅剂的质量克数和含铝、锂母液的体积毫升数比为5:100,再加入1mol/L草酸钠溶液除去 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 等杂质离子,过滤后滤液进行蒸发浓缩,过滤分离得到富锂、铝溶液和脱硅渣;

[0055] ⑥铝锂原位共沉淀:向富锂、铝溶液中加入氢氧化钠溶液,通过氢氧化钠溶液滴加程序定向调节pH值为6左右,搅拌速度600转/分钟,在95℃内进行铝锂原位共沉淀反应30min,过滤得到铝锂共沉淀物;

[0056] ⑦分离:将铝锂共沉淀物在400℃高温下焙烧40min,待冷却后用高于60℃的热水搅拌浸洗,过滤后获得滤渣和滤液;滤渣经洗涤、干燥,得到粗氧化铝;

[0057] ⑧浓缩沉锂:将步骤⑦中得到的滤液浓缩后加入饱和碳酸钠溶液,沉淀经过滤、70℃热水洗涤、干燥,得到碳酸锂。

[0058] 锂、铝提取率分别为82%、84%,步骤③中滤渣可作为生产硅产品的原料;步骤⑦中得到的粗氧化铝可进一步加工得到高品质氧化铝产品;步骤⑧中碳酸锂可除杂纯化获得高纯碳酸锂产品。

[0059] 实施例2

[0060] 原料采用某公司的脱硅粉煤灰,其主要成分 Al_2O_3 含量为47.3wt%, SiO_2 含量为31.2wt%, Li_2O 含量为0.2wt%。

[0061] ①预处理:将上述的粉煤灰与活化剂按照质量比1:1混合均匀,在850℃的高温下焙烧4h;活化剂为碳酸钠和氢氧化钙(质量比为2:1);

[0062] ②粉碎:待冷却到室温后,将焙烧产物通过机械磨碎至粒径为150μm左右;

[0063] ③酸浸:将磨细后的焙烧产物与8mol/L的硫酸溶液按照质量克数与体积毫升比1:30混合,置于反应釜于180℃慢速搅拌加热浸出,反应4h,过滤分离得到滤渣和浸出液;

[0064] ④循环酸浸:将浸出液和8mol/L的硫酸溶液按照体积比4:1混合后作为循环酸浸液,重复步骤③的过程进行循环酸浸,直至浸出液中锂离子浓度达到0.5g/L以上时停止,最终得到含铝、锂母液;

[0065] ⑤母液净化:向含铝、锂母液中加入由步骤①中活化后的粉煤灰和步骤⑤中的脱硅渣组成的脱硅剂,脱硅剂的质量克数和含铝、锂母液的体积毫升数比为4:100,再加入1mol/L草酸钠溶液除去 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 等杂质离子,过滤后滤液进行蒸发浓缩,过滤分离得到富锂、铝溶液和脱硅渣;

[0066] ⑥铝锂原位共沉淀:向富锂、铝溶液中加入氢氧化钠溶液,通过氢氧化钠溶液滴加

程序定向调节pH值为7左右,搅拌速度800转/分钟,在65℃内进行铝锂原位共沉淀反应20min,过滤得到铝锂共沉淀物;

[0067] ⑦分离:将铝锂共沉淀物在500℃高温下焙烧10min,待冷却后用高于60℃的热水搅拌浸洗,过滤后获得滤渣和滤液;滤渣经洗涤、干燥,得到粗氧化铝;

[0068] ⑧浓缩沉锂:将步骤⑦中得到的滤液浓缩后加入饱和碳酸钾溶液,沉淀经过滤、70℃热水洗涤、干燥,得到碳酸锂。

[0069] 锂、铝提取率分别为85%、91%,步骤③中滤渣可作为生产硅产品的原料;步骤⑦中得到的粗氧化铝可进一步加工得到高品质氧化铝产品;步骤⑧中碳酸锂可除杂纯化获得高纯碳酸锂产品。

[0070] 实施例3

[0071] 原料采用山西某电厂产出的磁选粉煤灰,其主要成分Al₂O₃含量为44.2wt%,SiO₂含量为48.7wt%,Li₂O含量为0.2wt%。

[0072] ①预处理:将上述的粉煤灰与活化剂按照质量比4:1混合均匀,在650℃的高温下焙烧2h;活化剂为氧化钙、氯化钠和氢氧化钙的混合物(质量比为1:2:2);

[0073] ②粉碎:待冷却到室温后,将焙烧产物通过机械磨碎至粒径为100μm左右;

[0074] ③酸浸:将磨细后的焙烧产物与4mol/L的盐酸溶液按照质量克数与体积毫升比1:10混合,置于反应釜于150℃慢速搅拌加热浸出,反应2h,过滤分离得到滤渣和浸出液;

[0075] ④循环酸浸:将浸出液和4mol/L的盐酸溶液按照体积比6:1混合后作为循环酸浸液,重复步骤③的过程进行循环酸浸,直至浸出液中锂离子浓度达到0.5g/L以上时停止,最终得到含铝、锂母液;

[0076] ⑤母液净化:向含铝、锂母液中加入由粉煤灰和硅酸凝胶组成的脱硅剂,脱硅剂的质量克数和含铝、锂母液的体积毫升数比为1:100,再加入1mol/L草酸钾溶液除去Ca²⁺、Fe³⁺等杂质离子,过滤后滤液进行蒸发浓缩,过滤分离得到富锂、铝溶液和脱硅渣;

[0077] ⑥铝锂原位共沉淀:向富锂、铝溶液中加入氢氧化钠溶液,通过氢氧化钠溶液滴加程序定向调节pH值为6左右,搅拌速度800转/分钟,在90℃内进行铝锂原位共沉淀反应40min,过滤得到铝锂共沉淀物;

[0078] ⑦分离:将铝锂共沉淀物在400℃高温下焙烧50min,待冷却后用高于60℃的热水搅拌浸洗,过滤后获得滤渣和滤液;滤渣经洗涤、干燥,得到粗氧化铝;

[0079] ⑧浓缩沉锂:将步骤⑦中得到的滤液浓缩后加入饱和碳酸钠溶液,沉淀经过滤、70℃热水洗涤、干燥,得到碳酸锂。

[0080] 锂、铝提取率分别为83%、89%,步骤③中滤渣可作为生产硅产品的原料;步骤⑦中得到的粗氧化铝可进一步加工得到高品质氧化铝产品;步骤⑧中碳酸锂可除杂纯化获得高纯碳酸锂产品。

[0081] 实施例4

[0082] 原料采用山西某电厂产出的高铝粉煤灰,分选后选取粒径小于100微米分级粉煤灰,其主要成分Al₂O₃含量为45.8wt%,SiO₂含量为47.2wt%,Li₂O含量为0.2wt%。

[0083] ①预处理:将上述的粉煤灰与活化剂按照质量比5:1混合均匀,在800℃的高温下焙烧3h;活化剂为碳酸钠、氧化钙、氯化钙、氯化钠和氢氧化钙的混合物(质量比为2:1:2:1:1);

- [0084] ②粉碎：待冷却到室温后，将焙烧产物通过机械磨碎至粒径为 $100\mu\text{m}$ 左右；
- [0085] ③酸浸：将磨细后的焙烧产物与4mol/L的硝酸溶液按照质量克数与体积毫升比1:20混合，置于反应釜于150℃慢速搅拌加热浸出，反应2h，过滤分离得到滤渣和浸出液；
- [0086] ④循环酸浸：将浸出液和4mol/L的硝酸溶液按照体积比6:1混合后作为循环酸浸液，重复步骤③的过程进行循环酸浸，直至浸出液中锂离子浓度达到0.5g/L以上时停止，最终得到含铝、锂母液；
- [0087] ⑤母液净化：向含铝、锂母液中加入由粉煤灰和硅酸凝胶组成的脱硅剂，脱硅剂的质量克数和含铝、锂母液的体积毫升数比为6:100，再加入1mol/L草酸铵溶液除去 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 等杂质离子，过滤后滤液进行蒸发浓缩，过滤分离得到富锂、铝溶液和脱硅渣；
- [0088] ⑥铝锂原位共沉淀：向富锂、铝溶液中加入氢氧化钾溶液，通过氢氧化钾溶液滴加程序定向调节pH值为6左右，搅拌速度600转/分钟，在75℃内进行铝锂原位共沉淀反应50min，过滤得到铝锂共沉淀物；
- [0089] ⑦分离：将铝锂共沉淀物在400℃高温下焙烧40min，待冷却后用高于60℃的热水搅拌浸洗，过滤后获得滤渣和滤液；滤渣经洗涤、干燥，得到粗氧化铝；
- [0090] ⑧浓缩沉锂：将步骤⑦中得到的滤液浓缩后加入饱和碳酸钾溶液，沉淀经过滤、70℃热水洗涤、干燥，得到碳酸锂。
- [0091] 锂、铝提取率分别为84%、93%，步骤③中滤渣可作为生产硅产品的原料；步骤⑦中得到的粗氧化铝可进一步加工得到高品质氧化铝产品；步骤⑧中碳酸锂可除杂纯化获得高纯碳酸锂产品。
- [0092] 对比例1
- [0093] 对比例1是按照专利文献CN103101935A中实施例1中的制取碳酸锂的方法进行的，得到的碳酸锂中锂的提取率为78%。
- [0094] 对比例2~4
- [0095] 对比例2~4与实施例1相同，不同之处在于：对比例2的步骤⑥中调节pH为3；对比例3的步骤⑥中反应温度为60；对比例4的步骤⑥中反应温度为100。对比例2~4中锂的提取率分别为74%、76%、77%。

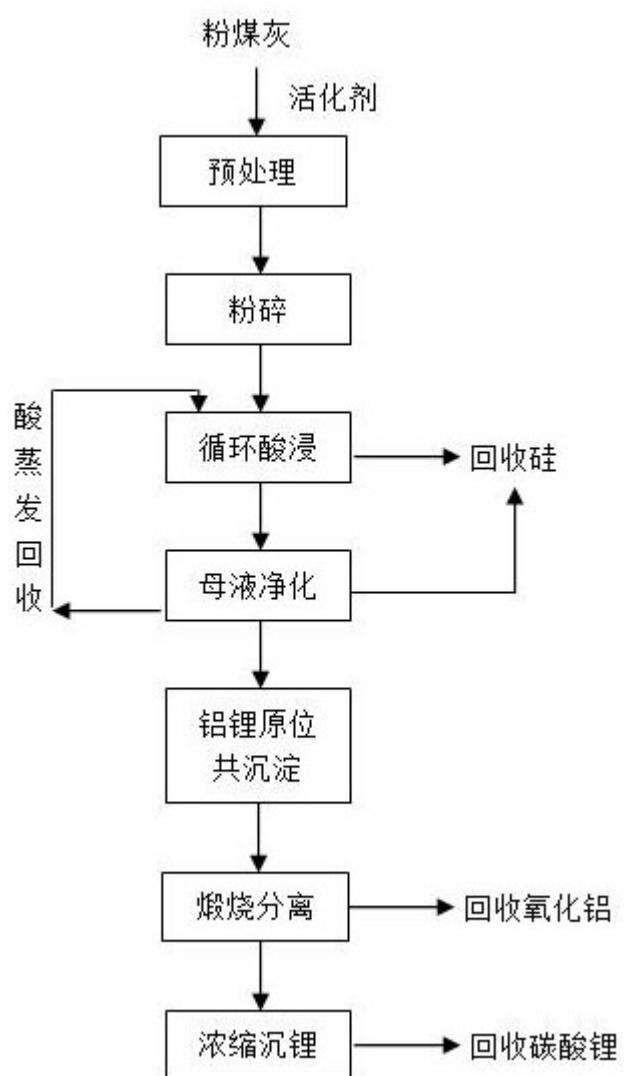


图1