



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103446867 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201310380588. 3

B01D 53/96 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 08. 28

C01B 31/18 (2006. 01)

(71) 申请人 东北大学

C01F 11/18 (2006. 01)

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路 3
号巷 11 号

B01D 53/047 (2006. 01)

(72) 发明人 张延安 豆志河 刘燕 吕国志
赵秋月 张子木 赵洪亮 蒋孝丽

(74) 专利代理机构 沈阳东大专利代理有限公司
21109

代理人 梁焱

(51) Int. Cl.

B01D 53/78 (2006. 01)

B01D 53/62 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO₂ 制备碳酸钙并回收 CO 方法

(57) 摘要

本发明属于冶金技术领域,特别涉及一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO₂ 制备碳酸钙并回收 CO 方法。本发明方法是首先利用电石渣浆制备含钙水溶液,将其送入射流式全混反应器中,与铝电解产生的烟气进行气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,采用变压吸附工艺,对逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料,对得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98. 0%,白度大于 85. 0%。本发明中利用废电石渣浆作为铝电解烟气中 CO₂ 的矿化吸收剂,解决了 PVC 行业的废电石渣浆的污染问题,还解决了铝电解过程的 CO₂ 温室效应气体的低成本高效捕集与矿化封存的问题。

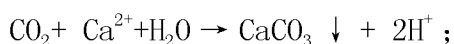
1. 一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO_2 制备碳酸钙并回收 CO 方法,其特征在于按照以下步骤进行:

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 5~15% 左右的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 20~90°C,在 150~1000rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 12~14、钙离子浓度为 1.0~1.8g/L 的含钙水溶液;

(2) CO_2 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应:

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器的液体入口中,含钙水溶液的喷射压力 0.5~2MPa,流量为 50~350 m^3/h ,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 0.2~1.0MPa,流量为 70~900kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,矿化吸收化学反应式如下:



得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO_2 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO_2 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

2. 根据权利要求 1 所述的一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO_2 制备碳酸钙并回收 CO 方法,其特征在于所述的铝电解产生的烟气按体积百分比,由 75% 的 CO_2 和 25% 的 CO 组成。

3. 根据权利要求 1 所述的一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO_2 制备碳酸钙并回收 CO 方法,其特征在于所述的电石渣浆还可以用碱性含钙矿渣、氧化钙、碱性含钙废水代替。

4. 根据权利要求 1 所述的一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO_2 制备碳酸钙并回收 CO 方法,其特征在于所述的多级射流式全混反应器由三级或三级以上的射流反应器串联而成,其气体入口和液体出口设置在第一级射流反应器上,气体出口和液体入口设置在最后一级射流反应器上。

一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO₂ 制备碳酸钙并回收 CO 方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金技术领域,特别涉及一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO₂ 制备碳酸钙并回收 CO 方法。

背景技术

[0002] 大量 CO₂ 气体排放导致的全球“温室效应”及造成的一系列严重环境问题,引起了世界各国高度重视,并已将其作为温室气体削减与控制的重点。据国际能源署的预测,2030 年中国与能源相关的 CO₂ 排放量(碳当量)将上升到 116.15 亿吨,占 2007 ~ 2030 年这段时期全球碳排放新增量(114 亿吨碳当量)的 48.6%。

[0003] 目前,CO₂ 尾气回收方法主要包括吸收分离和吸附分离。其中,吸收分离技术是利用吸收剂溶液对含有 CO₂ 的混合气体进行洗涤,从而达到分离 CO₂ 的目的,可分为物理吸收法和化学吸收法。物理吸收法对 CO₂ 含量较高的烟气分离回收率高,缺点是选择性较低,处理成本较高。化学吸收法常用单乙醇胺(MEA)作为吸收剂,MEA 的化学反应活性好,吸收 CO₂ 的速度快,但是,利用 MEA 吸收分离 CO₂ 存在能耗较高,初期投资比较昂贵等问题。离子液体作为 CO₂ 的吸收剂,可克服 MEA 的诸多缺点,是一种清洁、稳定和高效的捕获 CO₂ 吸收剂。但大部分功能化离子液体合成过程都较复杂,成本也较高,制约了其工业化应用。吸附分离技术是利用固体吸附剂对混合气体中 CO₂ 的选择可逆吸附作用来进行捕集分离 CO₂ 的技术,可分为物理吸附法和化学吸附法。物理吸附法在当今工业生产中普遍采用的是变压吸附(PSA)法。美国加州大学洛杉矶分校 Banerjee 等研制了“沸石咪唑酯骨架结构材料”(ZIFs)系列,在 273K 和常压条件下,CO₂ 吸附量达到 82.6mg/g。但由于吸附剂的生产成本昂贵等问题,无法大规模投入生产。化学吸附法以介孔分子筛吸附最具有代表性。Yue 等利用四乙烯五胺(TEPA)对介孔分子筛 SBA-15 原粉进行胺基功能化改性后,CO₂ 吸附能力可达到 173 mg/g。但合成介孔分子筛的成本过高,导致其不能够大规模使用。尽管 CO₂ 捕集分离技术取得了很大进展,但仍存在处理价格昂贵,投资成本高等问题,并且现有方法都集中在对 CO₂ 尾气中 CO₂ 的分离捕集,而对其高值化矿化和 CO₂ 尾气其它有价值组分的高值化回收利用技术未加考虑。

[0004] 我国的电解铝行业是能源消耗大的资源型产业,同时也是温室气体排放量居前的行业。每生产 1t 电解铝外排 1.05tCO₂ 和 0.35tCO,电解铝每年的 CO₂ 排放量约占全国碳总排放量的 4%,无疑成为“巨大碳源”。东北大学冯乃祥等发明的异型阴极技术,中南大学李劼等研发的智能多环优化控制铝电解槽各项技术条件节能技术,中铝郑州轻金属研究院刘凤琴等提出通过改变阴极结构和性能,采用可湿润阴极、设置水平网络沟槽及蓄铝池结构系统的新型结构电解槽的技术思路,以及中铝国际沈阳铝镁设计研究院和贵阳铝镁设计研究院共同进行的“600kA 超大容量铝电解槽技术”研发,都通过铝电解槽结构的优化设计实现大幅度的节能减排。因此,针对我国电解铝工业特点,实现电解铝烟气的减排化,同时回收 CO 燃气是十分紧迫和必要的。如果将净烟气中的 CO₂ 加以捕捉分离,不但符合绿色冶炼,

控制温室气体排放的环保要求,还可以回收其中的 CO 燃气,对进一步回收二次能源、促进节能减排具有重要意义。但国内外对铝电解净烟气直接处理而实现节能减排的研究未见报道。尤其是专门针对铝电解尾气中 CO₂ 组分高效矿化及其中 CO 燃气的高效回收利用的研究亦未有报道。

[0005] 2012 年预计中国 PVC 产量 1400 万 t,同时产生 10% 固体浓度的电石渣浆 3000 万 t 左右。现有的电石渣基本被填埋、堆放或者作水泥原料处理,但由于其含水量高、碱度大,以上几种处理方法均存在着能耗高、污染大等缺点。如何实现电石渣的绿色综合利用,也是关系到 PVC 行业走循环经济可持续发展的关键。周康根、刘跃进和林倩等人已研究过利用电石渣为原料制备纳米碳酸钙的新思路,基本都是首先将电石渣高温煅烧,然后进行氯化铵浸出得到 CaCl₂ 溶液,然后碳化得到纳米碳酸钙。以上工艺都存在着能耗高、流程长、三废多等缺陷。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的 CO₂ 尾气捕集处理价格昂贵、投资成本高,以及电石渣综合利用成本高、能耗高、污染大、工艺复杂等缺陷,本发明提供一种捕集矿化铝电解烟气中的 CO₂ 制备碳酸钙并回收 CO 方法,即利用电石渣浆作为固碳剂矿化逆流吸收铝电解净化烟气中 CO₂ 制备碳酸钙,同时回收 CO 燃气,目的是实现铝电解烟气中 CO₂ 绿色高值矿化和 CO 高效回收,以及电石渣的绿色高值化综合利用。

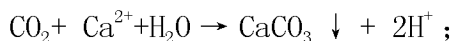
[0007] 实现本发明目的的技术方案按照以下步骤进行:

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 5~15% 左右的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 20~90℃,在 150~1000rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 12~14、钙离子浓度为 1.0~1.8g/L 的含钙水溶液;

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应:

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 0.5~2MPa,流量为 50~350m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 0.2~1.0MPa,流量为 70~900kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,矿化吸收化学反应式如下:



得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0008] 所述的铝电解产生的烟气按体积百分比,由 75% 的 CO₂ 和 25% 的 CO 组成。

[0009] 所述的电石渣浆还可以用碱性含钙矿渣、氧化钙、碱性含钙废水代替。

[0010] 所述的多级射流式全混反应器由三级或三级以上的射流反应器串联而成,其气体入口和液体出口设置在第一级射流反应器上,气体出口和液体入口设置在最后一级射流反应器上。

[0011] 与现有技术相比,本发明的特点和有益效果是:

本发明的基本原理是将 PVC 生产过程中产生的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 20~90℃,在 150~1000rpm 搅拌条件下使其离子化,成为含钙水,含钙水通过加压泵被喷射输送到射流反应器,与逆流输送到射流反应器的 CO₂+CO 混合烟气高效混合完成矿化吸收反应,得到含有碳酸钙固体颗粒的反应矿浆。

[0012] 而混合烟气中未被吸收的 CO 尾气由射流器顶部逸出,后经加压泵加压液化得到 CO 燃气。然后,将反应矿浆通过密闭管路输送到液固分离系统,经过滤得到碳酸钙粉体和清液,而清液返回钙离子发生器实现循环使用。

[0013] (1)本发明中利用废电石渣浆作为铝电解烟气中 CO₂ 的矿化吸收剂,解决了 PVC 行业的废电石渣浆的污染问题;

(2)本发明还解决铝电解过程的 CO₂ 温室效应气体的低成本高效捕集与矿化封存的问题,仅 CO₂ 的节能减排直接经济效益就在 2 亿元以上;

(3)本发明有效回收了铝电解烟气中的 CO 燃料,每年可获得 750 万吨左右 CO 燃料;

(4)本发明实现了“两废得一产品”冶金废弃物的清洁高值利用。以我国每年 3000 万 t/a 铝电解烟气排放量,4000 万 t/a 废电石渣排放量计,利用该发明专利技术可同时解决铝电解烟气和废电石渣“两废”的高值利用。每年可获得碳酸钙 6000 万 t 左右,经济效益千亿元以上。

具体实施方式

[0014] 实施例 1

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 5% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 20℃,在 1000rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 12、钙离子浓度为 1.0/L 的含钙水溶液;

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应:

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 1MPa,流量为 50m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 0.2MPa,流量为 70kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液

直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0015] 实施例 2

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 10% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 40℃,在 500rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 13、钙离子浓度为 1.5/L 的含钙水溶液;

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应:

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 0.5MPa,流量为 150m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 0.5MPa,流量为 300kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0016] 实施例 3

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 15% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 90℃,在 150rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 14、钙离子浓度为 1.8g/L 的含钙水溶液;

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应:

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 2MPa,流量为 350m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 1.0 MPa,流量为 900kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0017] 实施例 4

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 8% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 60℃,在 200rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 14、钙离子浓度为 1.5g/L 的含钙水溶液;

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应:

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 1.8MPa,流量为 300m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 0.8 MPa,流量为 800kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0018] 实施例 5

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 12% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 30℃,在 300rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 12、钙离子浓度为 1.2g/L 的含钙水溶液;

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应:

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 1.5MPa,流量为 500m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 0.4 MPa,流量为 700kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0019] 实施例 6

(1) 制备含钙水溶液:

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 6% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 40℃,在 300rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 13、钙离子浓度为 1.1g/L 的含钙水溶液;

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应：

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 0.5MPa,流量为 300m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 1.0 MPa,流量为 200kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气：

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料；

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离：

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0020] 实施例 7

(1) 制备含钙水溶液：

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 5% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 30℃,在 400rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 12、钙离子浓度为 1.0g/L 的含钙水溶液；

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应：

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 0.5MPa,流量为 250m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式全混反应器中,其喷射压力 0.2MPa,流量为 200kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO₂ 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO₂ 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气：

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料；

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离：

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。

[0021] 实施例 8

(1) 制备含钙水溶液：

将 PVC 生产过程中产生的固体质量浓度 5% 的电石渣浆加入到矿浆槽中,控制温度在 30℃,在 400rpm 搅拌条件下加水稀释,得到 pH 值为 12、钙离子浓度为 1.0g/L 的含钙水溶液；

(2) CO₂ 烟气和含钙水溶液的矿化吸收反应：

将步骤(1)中制备的高钙水溶液通过增压泵送入射流式全混反应器中,含钙水溶液的喷射压力 1.5MPa,流量为 180m³/h,同时铝电解产生的烟气由射流器的气体入口进入射流式

全混反应器中,其喷射压力 0.5MPa,流量为 600kg/h,二者流动方向为逆流,完成气液两相矿化吸收反应,得到碳酸钙矿浆,最终未被吸收的尾气中 CO_2 质量百分比低于 0.5%,CO 从全混反应器顶部的气体出口逸出,铝电解烟气中 CO_2 矿化利用率大于 99%;

(3) 分离 CO 尾气:

采用变压吸附工艺,对步骤(2)中逸出的 CO 尾气进行分离提纯得到纯 CO 气体,加压液化得到 CO 燃料;

(4) 碳酸钙矿浆高效液固分离:

对步骤(2)中得到碳酸钙矿浆进行过滤分离,得到碳酸钙产品和过滤清液,过滤清液直接返回步骤(1)中的矿浆槽中循环使用,所得碳酸钙产品的纯度大于 98.0%,白度大于 85.0%。