



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111151140 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 15

(21) 申请号 202010063631.3

C25B 15/08 (2006.01)

(22) 申请日 2020.01.20

C25B 1/46 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111151140 A

(43) 申请公布日 2020.05.15

(73) 专利权人 河北工业大学

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72) 发明人 邓会宁 刘国驰 胡柏松 张忠明
张少峰

(74) 专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务
所(普通合伙) 12210

代理人 赵凤英

(51) Int. Cl.

B01D 61/36 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103114298 A, 2013.05.22

CN 204638005 U, 2015.09.16

US 2010224476 A1, 2010.09.09

CN 107486020 A, 2017.12.19

CN 101939085 A, 2011.01.05

CN 1898011 A, 2007.01.17

审查员 王晓楠

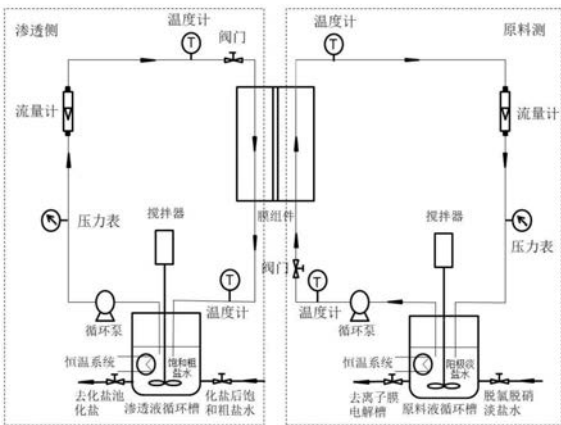
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种浓缩氯碱阳极淡盐水的方法

(57) 摘要

本发明为一种浓缩氯碱阳极淡盐水的方法。该方法包括以下步骤：第一步，渗透膜蒸馏浓缩系统中，将脱氯脱硝后的阳极淡盐水和化盐后的饱和粗盐水分别通入原料液循环储槽和渗透液循环储槽；第二步，开通原料侧循环泵和渗透侧循环泵，打开膜组件阀门；将脱氯脱硝后阳极淡盐水从原料液循环槽通入膜蒸馏装置原料侧，膜蒸馏装置原料侧流出液流回到原料液循环槽，化盐后的饱和粗盐水从渗透液循环槽中通入膜蒸馏装置渗透侧，膜蒸馏装置渗透侧流出液流回到渗透液循环槽中，形成循环；第三步，当氯化钠浓度被浓缩到240-320g/L时，停止循环。本发明能明显提高浓缩速率，缩短处理时间，降低设备投资。



1. 一种浓缩氯碱阳极淡盐水的方法,其特征为该方法包括以下步骤:

第一步,渗透膜蒸馏浓缩系统中,将脱氯脱硝后的阳极淡盐水和化盐后的饱和粗盐水分别通入原料液循环储槽和渗透液循环储槽,打开恒温系统至设定温度;关闭原料液循环槽的出口与离子膜电解槽的阳极液进料口连接、渗透液循环槽的出口与化盐池的连接;

其中,原料液温度范围45-80℃,渗透侧温度范围20-35℃;所述阳极淡盐水中氯化钠含量为190-210g/L;硫酸钠含量小于2.5g/L,无游离氯;

第二步,开通原料侧循环泵和渗透侧循环泵,打开膜组件阀门;将脱氯脱硝后阳极淡盐水从原料液循环槽通入渗透膜蒸馏装置原料侧,渗透膜蒸馏装置原料侧流出液流回到原料液循环槽,化盐后的饱和粗盐水从渗透液循环槽中通入渗透膜蒸馏装置渗透侧,渗透膜蒸馏装置渗透侧流出液流回到从渗透液循环槽中,形成循环,开始进行渗透膜蒸馏浓缩过程;所述原料侧循环泵和渗透侧循环泵流量相同;

第三步,当渗透膜蒸馏装置原料侧淡盐水被不断浓缩,当氯化钠浓度被浓缩到240-320g/L时,停止循环;将原料液循环槽中被浓缩后的阳极淡盐水排至离子膜电解槽电解制碱;渗透侧的粗盐水中NaCl的浓度稀释至200-250g/L,排入化盐槽继续化盐;然后分别注入新的阳极淡水和饱和粗盐水,进行下一循环;

所述的渗透膜蒸馏浓缩系统组成包括原料液循环槽、渗透液循环槽和渗透膜蒸馏装置;其中,膜蒸馏装置的一侧为渗透侧,膜蒸馏装置的另一侧为原料侧;从化盐池化盐后的饱和粗盐水出口通过第一进料泵与膜蒸馏装置渗透侧的进料口相连,膜蒸馏装置渗透侧的出料口通过管路返回渗透液循环槽,渗透液循环槽的出口与化盐池相连;脱氯脱硝后的淡盐水出口通过管路与原料液循环槽相连,原料液循环槽通过第二进料泵与膜蒸馏装置的原料侧的进料口相连,膜蒸馏装置原料侧的出料口通过管路返回到原料液循环槽,原料液循环槽的出口与离子膜电解槽的阳极的进料口相连;

所述的渗透膜蒸馏装置为板框式膜组件,该装置由疏水多孔分离膜分开两个体积相同的腔室,分别为原料液室和渗透液室,两个腔室分别设有进、出口,通过管路与各自的循环储槽相连;

所述疏水多孔分离膜为PVDF、PTFE或PP疏水多孔膜,孔径范围为0.1-0.45μm。

2. 如权利要求1所述的浓缩氯碱阳极淡盐水的方法,其特征为所述膜组件内料液的膜面流速为5-20cm/s。

3. 如权利要求1所述的浓缩氯碱阳极淡盐水的方法,其特征为所述饱和粗盐水为化盐池化盐后的饱和盐水,除含有饱和浓度的NaCl外,还含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 中的一种或多种杂质离子,每种杂质离子的含量都不超过10g/L。

4. 如权利要求1所述的浓缩氯碱阳极淡盐水的方法,其特征为第三步中,当氯化钠浓度被浓缩到300~320g/L时,停止循环。

一种浓缩氯碱阳极淡盐水的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及离子膜烧碱生产技术领域,特别涉及到一种利用渗透膜蒸馏技术浓缩离子膜法烧碱生产中电解槽排出的阳极淡盐水的方法。

背景技术

[0002] 离子膜制碱法所用原料主要为粗盐,主要成分氯化钠的含量大于96%。工艺流程主要分为以下几道工序:化盐,盐水一次精制,盐水二次精制,离子膜电解。首先,粗盐在化盐池中进行化盐工序,制得含310g/L氯化钠的粗盐水然后进入到一次精制工序。在一次精制工艺序中,向粗盐水中先后加入纯碱、烧碱和氯化钡后,使粗盐水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 分别生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 BaSO_4 沉淀,经沉降和过滤去除沉淀和泥沙等固体悬浮物后,再加入 Na_2SO_3 去除游离氯(ClO^- 、 Cl_2 、 HClO 等氧化性氯)后进入到二次精制工序。在制碱过程中,进入到离子膜电解槽的盐水对于 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量有着严格的要求,由于一次精制过程并不能有效的去除 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ,所以需对盐水进行二次精制。中采用螯合树脂吸附工艺,进一步去除溶液中剩余的二价金属离子,使盐水满足进料要求。

[0003] 精制后的盐水进入到离子膜电解槽阳极室中进行电解,分别在电解槽阴极和阳极生成产品烧碱和氯气。

[0004] 从离子膜电解槽排出的阳极淡盐水在经过脱氯脱硝处理后,传统工艺将其重新进入化盐桶池化盐至饱和,并进入上述精制工段。近年来有厂商将脱氯淡盐水直接蒸发,避免了净化后的淡盐水溶解原盐导致的杂质离子污染问题,可以大大降低盐水净化负担。但是,蒸发过程是高能耗过程。也有专利提出利用膜蒸馏直接浓缩阳极淡盐水(申请号:201310054598.8),该方法将淡盐水直接通入膜蒸馏装置中浓缩,产生浓盐水和纯水。但由于阳极淡盐水浓度高,过程中水通量较低。这几种方法均不能高效低能耗的实现淡盐水的提浓回用。

发明内容

[0005] 本发明提出了一种将氯碱工艺中阳极产生的经脱氯脱硝的淡盐水渗透膜蒸馏浓缩后回用为离子膜电解原料的方法。本发明提出渗透膜蒸馏技术浓缩阳极淡盐水工艺,在普通直接接触式膜蒸馏的基础上,采用饱和盐溶液为膜透过侧的循环料液,即渗透液,降低膜透过侧的水蒸汽压,从而增加跨膜蒸汽压差,提高膜蒸馏过程的水通量。在氯碱生产中,本发明以化盐后饱和粗盐水为渗透液,对阳极淡盐水进行高效浓缩回用。被稀释的粗盐水经过重新化盐饱和后能继续精制作作为离子膜电解槽原料液使用。该渗透膜蒸馏过程与普通膜蒸馏法浓缩淡盐水相比,能明显提高浓缩速率,缩短处理时间,降低设备投资。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用的以下技术方案:

[0007] 一种浓缩氯碱阳极淡盐水的方法,该方法包括以下步骤:

[0008] 第一步,渗透膜蒸馏浓缩系统中,将脱氯脱硝后的阳极淡盐水和化盐后的饱和粗盐水分别通入原料液循环储槽和渗透液循环储槽,打开恒温系统至设定温度;关闭原料液

循环槽的出口与离子膜电解槽的阳极液进料口的连接、渗透液循环槽的出口与化盐池的连接；

[0009] 其中，原料液温度范围45-80℃，渗透侧温度范围20-35℃；所述阳极淡盐水中氯化钠含量为190-210g/L；硫酸钠含量小于2.5g/L，无游离氯；所述饱和粗盐水为化盐池化盐后的饱和盐水，除含有饱和浓度的NaCl外，还含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 中的一种或多种杂质离子，每种杂质离子的含量都不超过10g/L；

[0010] 第二步，开通原料侧循环泵和渗透侧循环泵，打开膜组件阀门；将脱氯脱硝后阳极淡盐水从原料液循环槽通入渗透膜蒸馏装置原料侧，渗透膜蒸馏装置原料侧流出液流回到原料液循环槽，开始进行渗透膜蒸馏浓缩过程；化盐后的饱和粗盐水从渗透液循环槽中通入渗透膜蒸馏装置渗透侧，渗透膜蒸馏装置渗透侧流出液流回到从渗透液循环槽中，形成循环；所述原料侧循环泵和渗透侧循环泵流量相同；

[0011] 第三步，当渗透膜蒸馏装置原料侧淡盐水被不断浓缩，当氯化钠浓度被浓缩到240-320g/L时，优选300g/L以上，停止循环；将原料液循环槽中被浓缩后的阳极淡盐水排至离子膜电解槽电解制碱；渗透侧的粗盐水稀释至200-250g/L，排入化盐槽继续化盐；然后分别注入新的阳极淡水和饱和粗盐水，进行下一循环；

[0012] 所述膜组件内料液的膜面流速为5-20cm/s。

[0013] 所述的渗透膜蒸馏浓缩系统的组成包括原料液循环槽、渗透液循环槽和渗透膜蒸馏装置；其中，渗透膜蒸馏装置中膜的一侧为渗透侧，渗透膜蒸馏装置中膜的另一侧为原料侧；渗透侧循环槽的入口与化盐池的出口相连，渗透侧循环槽中的饱和粗盐水出口通过第一进料泵与膜蒸馏装置渗透侧的进料口相连，膜蒸馏装置渗透侧的出料口通过管路返回渗透液循环槽，渗透液循环槽的出口与化盐池相连；脱氯脱硝后的淡盐水出口通过管路为原料液循环槽相连，原料液循环槽通过第二进料泵与膜蒸馏装置的原料侧的进料口相连，膜蒸馏装置原料侧的出料口通过管路返回到原料液循环槽，原料液循环槽的出口与离子膜电解槽的阳极的进料口相连。

[0014] 所述的渗透膜蒸馏装置为板框式膜组件，该装置由疏水多孔分离膜分开两个体积相同的腔室，分别为原料液室和渗透液室，两个腔室分别设有进、出口，通过管路与各自的循环储槽相连。

[0015] 所述疏水多孔分离膜为PVDF、PTFE或PP疏水多孔膜，孔径范围为0.1-0.45μm。

[0016] 本发明的实质性特点为：

[0017] 本发明利用渗透膜蒸馏技术浓缩氯碱工艺中的阳极淡盐水。在膜蒸馏系统中，选择化盐后的饱和粗盐水为渗透侧循环料液，从而降低透过侧的水蒸汽压，提高膜蒸馏通量，提高原料侧阳极淡盐水的浓缩速度，浓缩后的淡盐水可直接通入离子膜电解槽制烧碱，节约预处理成本。

[0018] 本发明主要利用配制的饱和粗盐水作渗透液提高膜蒸馏过程的推动力，解决高浓度阳极淡盐水膜蒸馏过程中存在的水通量低的问题，而且该方法浓缩的淡盐水可直接用于离子膜法电解生产烧碱，无需后续处理过程。稀释的饱和粗盐水经过化盐装置饱和后可继续作原料液使用。

[0019] 本发明采用渗透膜蒸馏浓缩氯碱阳极淡盐水，渗透侧为饱和粗盐水，原料液为阳极淡盐水。本发明是过程中的创新，第一次采用渗透膜蒸馏浓缩阳极淡盐水。本发明和专利

“201310054598.8”的最大区别在于，本发明采用渗透膜蒸馏系统，透过侧为饱和粗盐水，利用饱和盐水相同温度下蒸气压更低的特点提高过程的浓缩速率，专利“201310054598.8”中膜蒸馏系统原料侧为阳极淡盐水，它的低温侧为纯水，该专利中浓缩速率相比本专利低。且稀释的渗透侧粗盐水溶液能进入氯碱原料系统使用。

[0020] 表1阳极产生的淡盐水经脱氯脱硝后组成及含量

	物质	浓度
[0021]	NaCl	210±10g/L
	NaSO ₄	<2.5g/L
	游离氯	<0.02g/L
	温度	40-50℃

[0022] 上表数据来自程殿彬主编《离子膜法制碱生产技术》。

[0023] 本发明的有益效果是：

[0024] 1利用渗透膜蒸馏对阳极淡盐水浓缩，阳极淡盐水和饱和粗盐水本身存在温差，因温差导致的蒸气压差能为膜蒸馏操作提供传质推动力，预热能耗低。由于浓缩过程中也不需重新化盐、盐水一次精制、二次精制等工序，故可以有效降低这些工序的能量消耗和化学品消耗。

[0025] 2渗透膜蒸馏浓缩阳极淡盐水的过程中，与普通膜蒸馏相比，水通量提高37.8%，浓缩效率显著提高。相同情况下，与专利“201310054598.8”相比，同时浓缩相同体积淡盐水至饱和，时间缩短30.2%。透过膜的水引起饱和粗盐水体积增加，可直接去化盐池重新化盐，与专利“201310054598.8”相比，工厂生产效率提高。

[0026] 3在本发明中，阳极淡盐水通过膜蒸馏系统得到浓缩，与淡盐水直接化盐相比，没有经过化盐过程，可以有效避免粗盐溶解引入新的杂质，造成精制负荷加重等问题。

附图说明

[0027] 图1是本发明实施例1渗透膜蒸馏浓缩阳极淡盐水方法工艺流程图

[0028] 图2是本发明渗透膜蒸馏系统示意图

[0029] 图3为所述的膜蒸馏浓缩工段的装置结构示意图。

具体实施方式

[0030] 结合图1、2、3和具体实施例对本发明提供一种浓缩氯碱阳极淡盐水的方法作以下详细说明。

[0031] 当前技术中，如图1所示，用普通的直接接触式膜蒸馏法浓缩氯碱阳极淡盐水，疏水多孔膜两侧分别为高温原料液（初始浓度190-210g/L）和低温蒸馏水，利用膜两侧温度差产生的蒸汽压差为推动力，水透过多孔膜，原料液得到浓缩，并在渗透侧得到蒸馏水。普通直接接触式膜蒸馏在浓缩高盐水的过程中，由于高浓度原料液沸点升高导致膜两侧蒸汽压差减小，存在通量降低的问题。

[0032] 附图2为本发明在氯碱工业中的应用流程图；该流程共有6个过程，过程1为化盐工段，化盐后得到饱和粗盐水；过程2为盐水精制工段，将粗盐中的杂质去除；过程3为螯合树脂吸附工段，将盐水中的微量金属离子或杂质去除；过程4为饱和盐水电解制烧碱工段，对饱和盐水电解产生烧碱、氯气、氢气；过程5为脱氯脱硝工段，脱除阳极淡盐水中的游离氯及

硫酸根,过程6为膜蒸馏浓缩工段,对阳极淡盐水进行浓缩,使淡盐水得到回用。具体流程为过程1中得到的饱和粗盐水分两部分,一部分进入盐水精制工段→电解制烧碱工段→脱氯脱硝工段→原料液循环罐→膜蒸馏系统原料侧→原料液循环罐→电解制烧碱工段,形成闭合回路;另一部分进入渗透液循环罐→膜蒸馏系统渗透侧→渗透液循环罐→化盐,形成闭合回路。

[0033] 图3为所述的膜蒸馏浓缩工段的装置结构示意图(即浓缩氯碱阳极淡盐水装置结构图),该装置的组成包括原料液循环槽、搅拌器、温度计、泵、压力表、流量计、阀门、渗透液循环槽和膜蒸馏装置;其中,膜蒸馏装置的一侧(左侧)为渗透侧,膜蒸馏装置的另一侧(右侧)为原料侧;从化盐池化盐后的饱和粗盐水进入通过第一进料泵与膜蒸馏装置渗透侧的进料口相连,膜蒸馏装置渗透侧的出料口通过管路返回渗透液循环槽,渗透液循环槽的出口与化盐池相连;脱氯脱硝后的淡盐水进入原料液循环槽,原料液循环槽通过第二进料泵与膜蒸馏装置的原料侧的进料口相连,膜蒸馏装置原料侧的出料口通过管路返回到原料液循环槽,原料液循环槽的出口与离子膜电解槽的阳极的进料口相连;

[0034] 装置运行中,原料液和渗透液的温度通过储槽中的换热装置实现温度恒定。循环运行中,原料液不断浓缩,透过液连续被稀释,不断循环至原料液储槽中料液浓度达到240g/L以上后,原料液罐中被浓缩的淡盐水由底部出口排出,经过管线进入离子膜电解槽;被稀释的透过侧粗盐水通入化盐槽溶盐。

[0035] 所述的浓缩氯碱阳极淡盐水的方法,包括以下步骤:

[0036] 第一步,渗透膜蒸馏浓缩系统中,将脱氯脱硝后的阳极淡盐水和化盐后的饱和粗盐水分分别通入原料液循环储槽和渗透液循环储槽,打开恒温系统至设定温度;关闭原料液循环槽的出口与离子膜电解槽的阳极液进料口连接、渗透液循环槽的出口与化盐池的连接;

[0037] 其中,原料液温度范围45-80℃,渗透侧温度范围20-35℃;所述阳极淡盐水中氯化钠含量为190-210g/L;硫酸钠含量小于2.5g/L,无游离氯;所述饱和粗盐水为化盐池化盐后的饱和盐水,除含有饱和浓度的NaCl外,还含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 中的一种或多种杂质离子,每种杂质离子的含量都不超过10g/L;

[0038] 第二步,开通原料侧循环泵和渗透侧循环泵,打开膜组件阀门;将脱氯脱硝后阳极淡盐水从原料液循环槽通入渗透膜蒸馏装置原料侧,渗透膜蒸馏装置原料侧流出液流回到原料液循环槽,化盐后的饱和粗盐水从渗透液循环槽中通入渗透膜蒸馏装置渗透侧,渗透膜蒸馏装置渗透侧流出液流回到从渗透液循环槽中,形成循环,开始进行渗透膜蒸馏浓缩过程;所述原料侧循环泵和渗透侧循环泵流量相同;

[0039] 第三步,当膜蒸馏系统原料侧淡盐水被不断浓缩,当氯化钠浓度被浓缩到240-320g/L时,优选300g/L以上,停止循环;将原料液循环槽中被浓缩后的阳极淡盐水排至离子膜电解槽电解制碱;渗透侧的粗盐水中NaCl的浓度稀释至200-250g/L,排入化盐槽继续化盐;然后分别注入新的阳极淡水和饱和粗盐水,进行下一循环;

[0040] 所述的渗透膜蒸馏装置为板框式膜组件,其特征为该装置由疏水多孔分离膜分开两个体积相同的腔室,分别为原料液室和渗透液室,两个腔室分别设有进出口,通过管路与各自的循环储槽相连,原料液和渗透液分别通入膜的两侧,切向流过膜表面并分别返回原料液和渗透液的循环储槽。本发明具体采用的同201620416581.1结构相同装置。

[0041] 所述疏水多孔分离膜为PVDF、PTFE或PP疏水多孔膜,孔径范围为0.1-0.45 μm 。

[0042] 所述膜蒸馏组件为中空纤维膜。该装置由1支或多支中空纤维膜元件并联构成;所述为柱式膜元件。

[0043] 所述膜组件内料液的膜面流速为5-20cm/s。

[0044] 本发明的原理为:

[0045] 膜蒸馏是一种热驱动的膜分离处理技术,过程中结合了膜分离过程和蒸馏过程,使用微孔疏水膜作为气液分割界面,在原料侧通入由易挥发组分和难挥发组分组成的混合物。原料侧的易挥发组分在一定的温度下,会以气态的形式挥发出来,在一定的跨膜蒸汽压差下,透过膜孔到达渗透侧进行收集,达到分离的效果。本发明中渗透侧通入20℃饱和粗盐水,原料侧为50℃阳极淡盐,在膜两侧存在温度差进而产生了跨膜蒸汽压差,所以阳极淡盐水得到浓缩。

[0046] 经过一段时间的浓缩,原料液中的阳极淡盐水重新达到饱和,而且未引入新杂质,实现了离子膜法制烧碱过程中阳极淡盐水的回用。

[0047] 实施例1:

[0048] 本发明提供一种浓缩氯碱阳极淡盐水的方法,该方法根据生产要求将从离子膜电解槽电解后的阳极淡盐水经脱氯脱硝后进入膜蒸馏系统的原料液储槽,化盐后得到的饱和粗盐水进入膜蒸馏系统渗透液储槽。

[0049] (1)将阳极淡盐水通入膜蒸馏系统原料液储槽,淡盐水中氯化钠浓度为180g/L,无游离氯,温度50℃。

[0050] (2)将化盐后的饱和粗盐水通入膜蒸馏系统渗透侧,饱和粗盐水NaCl浓度为310g/L, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 等杂离子浓度均低于10g/L,温度为20℃。

[0051] (3)打开膜蒸馏系统原料液泵和渗透液泵,将步骤(1)中的淡盐水送进膜组件原料侧。将步骤(2)中的饱和粗盐水送进膜组件渗透侧。调节两侧料液所对应流量计流量为400mL/min,膜面流速为14cm/s。原料液储罐中的阳极淡盐水不断浓缩,运行时间1小时后,浓缩后淡盐水组成如表2所示,未检测到渗透液中杂离子透过膜进入原料侧,浓缩后的原料液组成浓度满足进入电解槽要求,可作为进料通入离子膜电解槽阳极区。透过侧的粗盐水被稀释至240g/L,通过泵进入化盐槽溶解盐。

[0052] 表2膜蒸馏浓缩后的阳极淡盐水组成及含量

[0053]	物质	浓度
	NaCl	310g/L
	NaSO ₄	<3g/L
	游离氯	<0.04g/L
	温度	40-50℃

[0054] 实施例2:

[0055] 实施例2操作步骤同实施例1,与实施例1不同的在于为了进一步缩短阳极淡盐水的浓缩时间,将膜组件两侧料液流量调至600mL/min,运行时间可缩短至40分钟,浓缩后的淡盐水组成如表2所示,浓缩后的淡盐水进入离子膜电解槽,实现阳极淡盐水的回用。

[0056] 本发明利用渗透膜蒸馏技术对阳极淡盐水进行浓缩。膜蒸馏采用疏水微孔膜,以膜两侧蒸汽压差为传质驱动力,从而实现溶液的高效浓缩及处理。尤其在废热、太阳能和地热资源丰富的地区,膜蒸馏技术在处理高浓度盐水方面被认为是非常有前景的一种技术。

随着处理的原料液浓度增加引起水蒸气压下降,这是膜蒸馏操作过程中水通量降低的重要原因。直接接触膜蒸馏是最常见的一种形式,一般透过侧为纯水,若以盐溶液为透过侧料液,可以降低透过侧水蒸汽分压,从而提高过程通量,称作渗透膜蒸馏过程。氯碱生产中有充足的化盐后的饱和粗盐水,是合适的渗透液,若以饱和粗盐水为渗透侧溶液,阳极淡盐水为原料侧溶液,能有效提高膜蒸馏过程浓缩淡盐水的通量。

[0057] 以上结合附图实施例对本发明进行了详细说明,本领域中普通技术人员可根据上述说明对本发明做出种种变化例。因而,实施例中的某些细节不应构成对本发明的限定,本发明将以所附权利要求书界定的范围作为本发明的保护范围。

[0058] 本发明未尽事宜为公知技术。

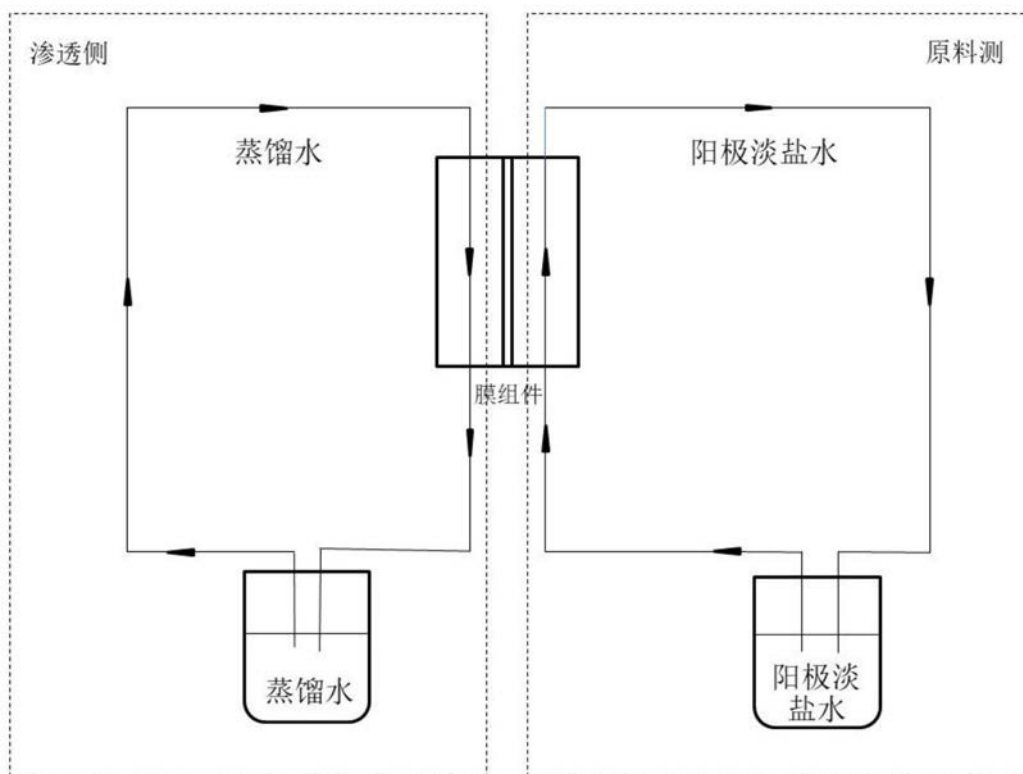


图1

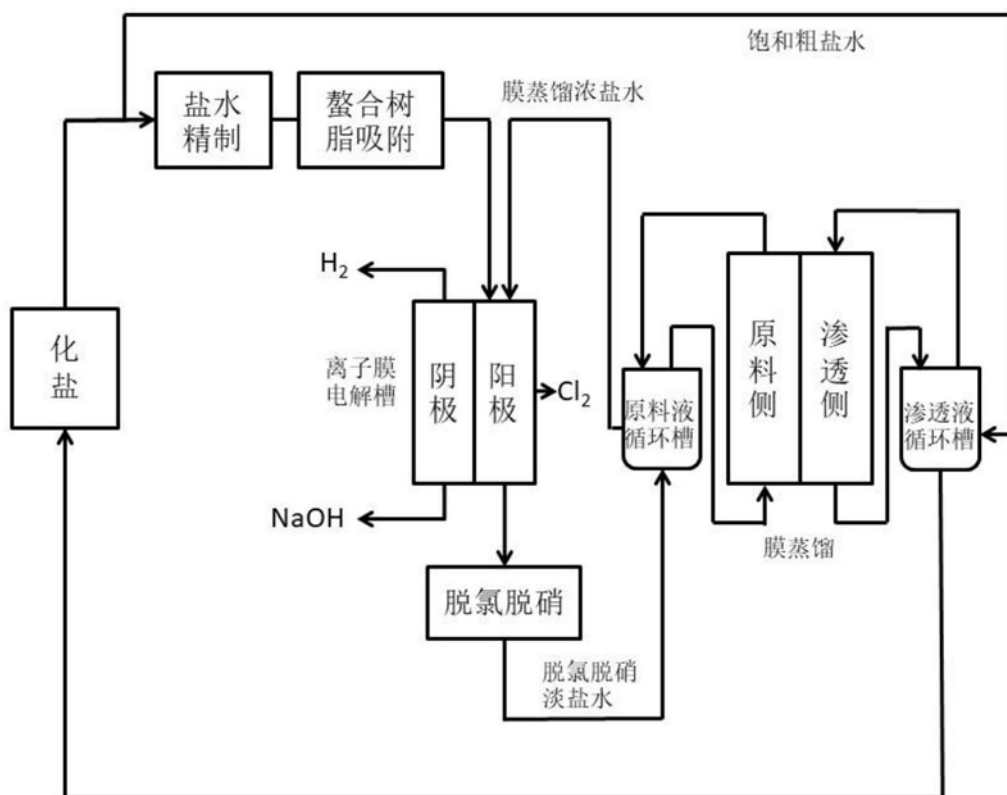


图2

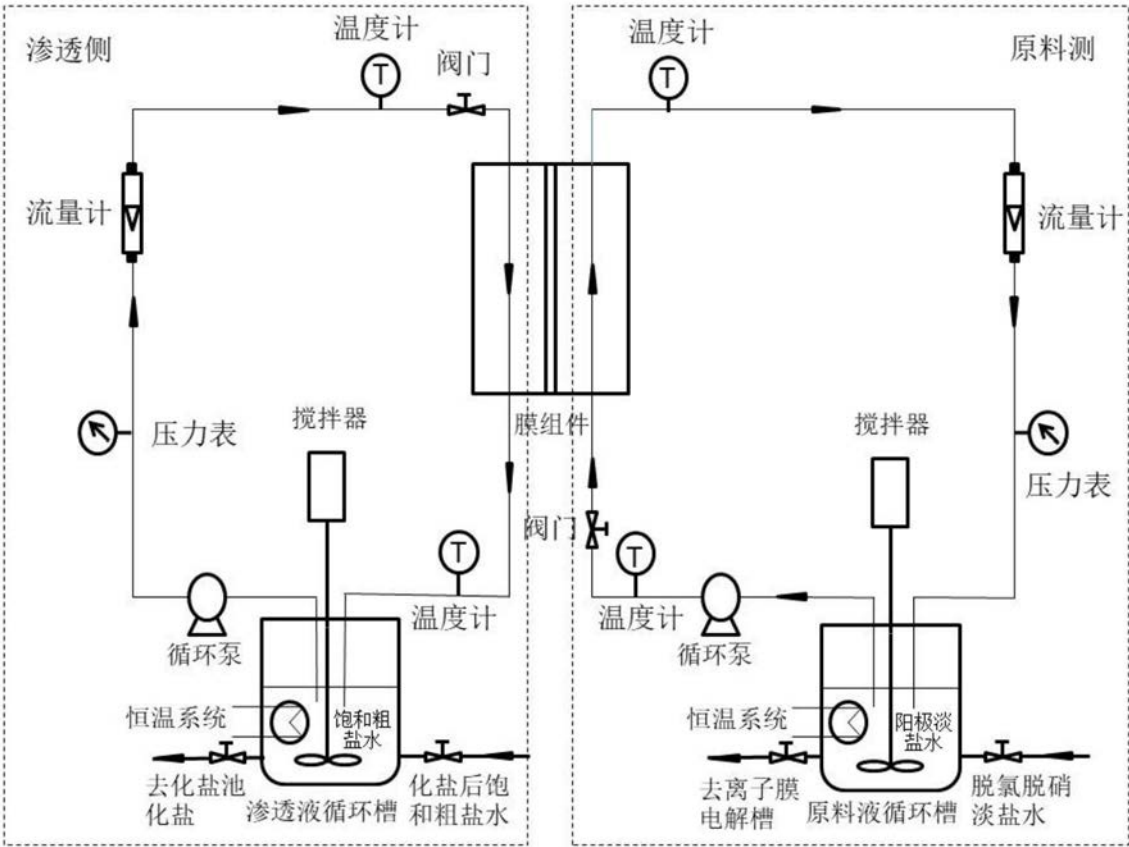


图3