



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104150669 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410416936. 2

(22) 申请日 2014. 08. 22

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100761 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 江苏省电力公司

江苏方天电力技术有限公司

(72) 发明人 徐洪

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司

公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

C02F 9/10(2006. 01)

C02F 103/18(2006. 01)

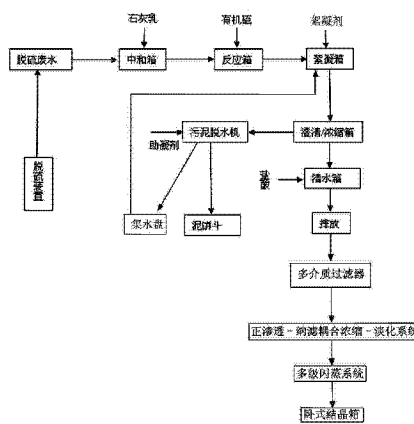
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

火电厂脱硫废水净化系统及净化方法

(57) 摘要

本发明公开了一种火电厂脱硫废水净化系统,包括依次连接的脱硫废水预处理系统、多介质过滤器、正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统、多级闪蒸系统和卧式结晶箱,本发明还公开了一种火电厂脱硫废水净化方法,包括废水中和处理、重金属沉淀处理、絮凝处理、澄清处理、泥浆脱水处理、清水过滤处理、正渗透浓缩处理和多效负压闪蒸结晶。本发明把化学和脱硫废水作为原料,经预处理过的废水通过正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统,然后进入多级闪蒸系统,使闪蒸效率大大提高,最终的产品是制砖原料、工业用盐和蒸馏水,达到变废为宝的目的。



1. 火电厂脱硫废水净化系统,其特征是,包括依次连接的脱硫废水预处理系统、多介质过滤器、正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统、多级闪蒸系统和卧式结晶箱,所述的脱硫废水预处理系统包括依次连接的中和箱、反应箱、絮凝箱和澄清/浓缩箱,所述的澄清/浓缩箱内设有泥浆测量装置,所述的澄清/浓缩箱分别与清水箱、污泥脱水机相连接,所述污泥脱水机的下部分别设有集水盘和泥饼斗。

2. 根据权利要求1所述的火电厂脱硫废水净化系统,其特征是,所述的正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统包括依次连接的正渗透膜、汲取液装置和汲取液溶质回收装置,所述汲取液装置中的汲取液为 Na_2EDTA 。

3. 根据权利要求1所述的火电厂脱硫废水净化系统,其特征是,所述的多级闪蒸系统包括多个串联的压力逐级降低的闪蒸室。

4. 火电厂脱硫废水净化方法,其特征是,包括以下步骤:

1) 在中和箱中用石灰乳进行碱化处理,控制 pH 值 8.5 ~ 9.0 之间,使铁、铜、铅、镍和铬重金属离子以氢氧化物的形式、氟离子以氟化钙的形式从废水中沉淀出来;

2) 在反应箱中加入有机硫化物 TMT15 重金属离子捕捉剂,使重金属镉和汞沉淀出来;

3) 在絮凝箱中加入絮凝剂,使悬浮状的微小颗粒凝聚为容易沉降的大粒子絮凝物形式;

4) 在澄清/浓缩箱中将形成的大粒子絮凝物从废水中分离出来,上清液流至清水箱,下部大粒子絮凝物形成泥浆,所述泥浆通过泥浆测量装置进行监测,当超过设定范围时,多余的泥浆经泵送入污泥脱水机中脱水;

5) 在污泥脱水机中加入助凝剂,污泥废水中的水落在污泥脱水机下部的集水盘中,将集水盘中的水倒入絮凝箱中,污泥饼落入压滤机下部的泥饼斗;

6) 在清水箱中用工业盐酸调节清水 pH 值至 6 ~ 9 范围内;

7) 清水箱出水经多介质过滤器进行过滤处理;

8) 多介质过滤器出水经正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统进行浓缩-淡化处理;

9) 浓缩-淡化处理后的浓水经多级闪蒸系统进一步蒸馏浓缩,形成浓盐水;

10) 浓盐水进入卧式结晶箱中进行结晶。

5. 根据权利要求4所述的火电厂脱硫废水净化方法,其特征是,上述步骤1)中,所述石灰乳的原料为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 CaO 粉,在石灰制备箱中制成质量分数为 5% ~ 8% 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 乳液。

6. 根据权利要求4所述的火电厂脱硫废水净化方法,其特征是,上述步骤2)中,所述有机硫化物的原料为体积分数 15% 的 TMT15 重金属离子捕捉剂,在有机硫计量箱中配制成体积分数为 1% 的液体。

7. 根据权利要求4所述的火电厂脱硫废水净化方法,其特征是,上述步骤3)中,所述絮凝剂为质量分数 40% 的 FeClSO_4 液体。

8. 根据权利要求4所述的火电厂脱硫废水净化方法,其特征是,上述步骤5)中,所述助凝剂的原料为聚丙烯酰胺干粉,在助凝剂计量箱中配制成质量分数为 0.1% ~ 0.2% 的液体。

9. 根据权利要求4所述的火电厂脱硫废水净化方法,其特征是,上述步骤6)中,所述清水箱中调节清水 pH 值采用的工业盐酸的体积分数为 30%。

火电厂脱硫废水净化系统及净化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种火电厂脱硫废水净化系统及净化方法,属于污水处理领域。

背景技术

[0002] 我国是世界上最大的煤炭生产和消费国,煤炭在中国能源结构中的比例高达 76.2%,我国排放的 SO_2 90% 均来自于燃煤。近几年,我国虽然采取了排污收费政策,但每年的 SO_2 排放量仍超过 2000 万吨,酸雨污染面积迅速扩大,对我国农作物、森林和人体健康等方面造成巨大损害,也成为制约我国经济、社会可持续发展的重要因素,因此,对 SO_2 排放的控制已势在必行。

[0003] 在 1998 年 1 月国务院以国函(1998)5 号文批复的国家环保局制定的《酸雨控制区和二氧化硫污染控制区划分方案》中要求“两控区”内火电厂做到:到 2000 年达标排放;除以热定电的热电厂外,禁止在大中城市城区及近郊区新建燃煤火电厂;新建、改造燃煤含硫量大于 1% 的电厂,必须建设脱硫设施;现有燃煤含硫量大于 1% 的电厂,要在 2000 年前采取减排措施;在 2010 年前分期分批建成脱硫设施或采取其他有相应效果的减排二氧化硫措施。另外,新修订的“大气法”对 SO_2 的排放要求更加严格。

[0004] 石灰石—石膏法是目前使用中最广泛的一种烟气脱硫法,它能高效脱除烟气中的硫。锅炉烟气湿法脱硫(石灰石/石膏法)过程产生的废水来源于吸收塔排放水。为了维持脱硫装置浆液循环系统物质的平衡,防止烟气中可溶部分即氯浓度超过规定值和保证石膏质量,必须从系统中排放一定量的废水,废水主要来自石膏脱水和清洗系统。废水中含有的杂质主要包括悬浮物、过饱和的亚硫酸盐、硫酸盐以及重金属,其中很多是国家环保标准中要求严格控制的第一类污染物。

[0005] 在消化、吸收和引进国外先进脱硫技术的基础上,随着环境保护工作的逐年加强,脱硫除尘废水的稳妥达标处理也日益得到高度关注,结合国内电厂脱硫废水的实际情况:

1) 湿法脱硫废水的主要特征是呈现弱酸性, pH 值低于 5.7;悬浮物高,但颗粒细小,主要成分为粉尘和脱硫产物(CaSO_4 和 CaSO_3);

2) 含有可溶性的氯化物和氟化物、硝酸盐等;还有 Hg、Pb、Ni、As、Cd、Cr 等重金属离子。

[0006] 由此国内的处理技术基本基于如上废水的排放性质,采用物化法针对不同种类的污染物,分别创造合宜的理化反应条件,使之予以彻底去除,基本分为如下几个主要反应步骤:

1) 先行加入碱液,调整废水 pH 值,在调整酸碱度的同时,为后续处理工艺环节创造适宜的反应条件;

2) 加入有机硫化物、絮凝剂和适量的助凝剂,通过机械搅拌创造合适的反应梯度使废水中的大部分重金属形成沉淀物并沉降下来;

3) 通过投加的絮凝剂和适宜的反应条件,使得废水中的大部分悬浮物沉淀下来,通过澄清池(斜板沉淀池)予以去除;

4) 加入絮凝剂使沉淀浓缩成为污泥,污泥被送至灰场堆放。废水的 pH 值和悬浮物达标

后直接外排。

[0007] 20 世纪 90 年代国内提出了火电厂废水零排放的概念,很多电厂也进行了许多尝试和研究,部分宣称实现了废水零排放。2000 年西柏坡火电厂完成了废水“零排放”的试验应用,达到了国家电力公司项目预期目标和主要的技术经济指标,实现了火电厂废水“零排放”的总目标,取得了显著的环保效益和社会效益显著。近年来,在水资源节约和环境保护的双重约束下,国内许多电站(如湘潭火电厂、河津发电厂、彭城电厂、徐州电厂和太原第一热电厂等)也相继开展了废水“零排放”设计和改造工作。实际上,这些电厂仅仅实现部分废水的减排,或仅仅实现了部分种类废水处理回用,而其他废水如循环冷却系统排污水、脱硫废水、非经常性废水等处理后则直接排放或部分用于干灰加湿,没有真正实现废水零排放。

[0008] 2009 年 1 月 16 日,广东河源电厂 1 号机组(600MW 超超临界燃煤机组)正式投产。这是全国第一个实现污水零排放的环保电厂,它的投产对于我国电厂的环保建设具有里程碑式的意义。

[0009] 目前国内以河源电厂为代表的废水零排放工艺主要采用混凝+多级蒸发结晶的工艺,可以实现废水零排放以及废水污泥与结晶盐的综合利用,但是该工艺存在汽耗量和药物消耗量大、效率低等缺点,而提高多效蒸发结晶的效率是该工艺节能降耗的关键所在。

[0010] 现有的末端废水处理工艺流程复杂,投资和运行成本高,就河源电厂而言,采用了四级蒸发过程,且未考虑多效蒸发压力与温度控制,致使耗汽量居高不下,设备腐蚀严重。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于针对以上现有技术存在的缺点,提出一种火电厂脱硫废水净化系统及净化方法,采用该系统和方法后脱硫废水经正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统浓缩,进入多级闪蒸系统的处理水量大大减少,且由于多级闪蒸系统内为负压,蒸发效率大大提高,从而达到节能降耗、节能减排的目的。

[0012] 本发明的技术方案为:火电厂脱硫废水净化系统,其特征是,包括依次连接的脱硫废水预处理系统、多介质过滤器、正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统、多级闪蒸系统和卧式结晶箱,所述的脱硫废水预处理系统包括依次连接的中和箱、反应箱、絮凝箱和澄清/浓缩箱,所述的澄清/浓缩箱内设有泥浆测量装置,所述的澄清/浓缩箱分别与清水箱、污泥脱水机相连接,所述污泥脱水机的下部分别设有集水盘和泥饼斗。

[0013] 前述的火电厂脱硫废水净化系统,其特征是,所述的正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统包括依次连接的正渗透膜、汲取液装置和汲取液溶质回收装置,所述汲取液装置中的汲取液为 Na_2EDTA 。

[0014] 前述的火电厂脱硫废水净化系统,其特征是,所述的多级闪蒸系统包括多个串联的压力逐级降低的闪蒸室。

[0015] 火电厂脱硫废水净化方法,其特征是,包括以下步骤:

1)在中和箱中用石灰乳进行碱化处理,控制 pH 值 8.5 ~ 9.0 之间,使铁、铜、铅、镍和铬重金属离子以氢氧化物形式、氟离子以氟化钙的形式从废水中沉淀出来;

2)在反应箱中加入有机硫化物 TMT15 重金属离子捕捉剂,使重金属镉和汞沉淀出来;

3)在絮凝箱中加入絮凝剂,使步骤 2)中反应形成的微小颗粒凝聚为更易沉降的大粒子

絮凝物形式；

4) 在澄清 / 浓缩箱中将形成的大粒子絮凝物从废水中分离出来, 上清液流至清水箱, 下部大粒子絮凝物形成泥浆, 所述泥浆通过泥浆测量装置进行监测, 当超过设定范围时, 多余的泥浆经泵送入污泥脱水机中脱水；

5) 在污泥脱水机中加入助凝剂, 污泥废水中的水落在污泥脱水机下部的集水盘中, 将集水盘中的水倒入絮凝箱中, 污泥饼落入压滤机下部的泥饼斗；

6) 在清水箱中用工业盐酸调节清水 pH 值至 6 ~ 9 范围内；

7) 清水箱出水经多介质过滤器进行过滤处理；

8) 多介质过滤器出水经正渗透 - 纳滤耦合浓缩 - 淡化系统进行浓缩 - 淡化处理；

9) 浓缩 - 淡化处理后的浓水经多级闪蒸系统进一步蒸馏浓缩, 形成浓盐水；

10) 浓盐水进入卧式结晶箱中进行结晶。

[0016] 前述的火电厂脱硫废水净化方法, 其特征是, 上述步骤 1) 中, 所述石灰乳的原料为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 CaO 粉, 在石灰制备箱中制成质量分数为 5% ~ 8% 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 乳液。

[0017] 前述的火电厂脱硫废水净化方法, 其特征是, 上述步骤 2) 中, 所述有机硫化物的原料为体积分数 15% 的 TMT15 重金属离子捕捉剂, 在有机硫计量箱中配制成体积分数为 1% 的液体。

[0018] 前述的火电厂脱硫废水净化方法, 其特征是, 上述步骤 3) 中, 所述絮凝剂为质量分数 40% 的 FeClSO_4 液体。

[0019] 前述的火电厂脱硫废水净化方法, 其特征是, 上述步骤 5) 中, 所述助凝剂的原料为聚丙烯酰胺干粉, 在助凝剂计量箱中配制成质量分数为 0.12% ~ 0.2% 的液体。

[0020] 前述的火电厂脱硫废水净化方法, 其特征是, 上述步骤 6) 中, 所述清水箱中调节清水 pH 值采用的工业盐酸的体积分数为 30%。

[0021] 本发明所达到的有益效果: 与反渗透技术相比较, 正渗透技术具有得天独厚的优势: 独有的汲取液体系, 不需要外界的压力推动分离过程, 能耗低; 正渗透膜材料本身亲水, 没有外加压力推动, 可以有效防止膜污染; 采用正渗透 - 纳滤耦合浓缩 - 淡化系统对经澄清、过滤等预处理的脱硫废水进行浓缩, 可以大大减少后续蒸发结晶装置的处理负荷, 从而大大提高蒸发、结晶效率。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明的结构示意图；

图 2 是本发明正渗透 - 纳滤耦合浓缩 - 淡化系统的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案, 而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0024] 某发电厂两台 660MW 超超临界机组的脱硫系统共用一套具有自动控制功能的综合性废水处理系统, 处理废水量约 $2 \times 12.5 \text{ t/h}$ 。废水中的超标指标主要为悬浮物、PH 值、汞、铜、铅、砷、氟、钙、镁、铝、铁以及氯根、硫酸根、亚硫酸根、碳酸根等。

[0025] 脱硫系统中的浆液在不断循环的过程中, 会富积氯根、金属离子和细颗粒物等有

害成份,这些有害成份浓度过高会加速脱硫设备的腐蚀,影响脱硫性能和石膏品质。因此,为使浆液中这些有害成份维持适当浓度,烟气脱硫系统需排放一定量废水,废水经处理后得到净化并在发电厂内部重复使用,从而实现“零排放”。脱硫废水预处理后的水质满足《火电厂石灰石-石膏湿法脱硫废水水质控制指标》DL/T997-2006 的规定,预处理后的脱硫废水输入正渗透装置;废水预处理装置产生的污泥,运至砖场作为制砖原料。

[0026] 在图 1 中的中和箱中,石灰乳 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 原料为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 CaO 粉。石灰粉在石灰制备箱中制成质量分数为 5%~8% 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 乳液。为防止乳液堵塞管道,石灰乳通过石灰乳循环泵连续输送,经过循环管路流回石灰乳制备箱。石灰乳制备箱装有填充量测量装置,它可以监测外部石灰乳的输送、稀释及转移至石灰乳制备箱的过程。调配好的石灰乳通过石灰乳循环路上的加药支管加入到 FGD 废水的中和箱中。关掉石灰乳循环泵后,石灰乳管路必须彻底清洗。为此,需要使用内置电动和手动阀门的补充水管路。冲洗过程大部分自动进行。

[0027] 在图 1 中的反应箱中,有机硫的原料成分是体积分数 15% 的液体,在有机硫计量箱中配制成体积分数为 1% 的液体。计量箱为二台(一运一备),通过每个计量箱的出液管阀门实现切换。通过三个液位触点,分别为(最低液位)、(次低液位)和(最高液位),监测有机硫计量箱的填充量,通过液位计就地监测制备箱的填充量。有机硫由加药泵从计量箱中抽出,按废水量成比例加入沉降箱中。有机硫加药泵带有自动调节变频器。当废水加入反应容器中时,有机硫同时自动加入。有机硫加药设备为成套加药设备,带有自动控制箱。废水处理集中控制室可通过自动控制箱的 4~20 mA 信号自动实现对有机硫加药泵的启停和流量调节(根据废水量)。在集中控制室还可监测计量箱的填充量,并对液位的最大、次小值给出报警,在最小值时通过每个计量箱的出液管阀门实现切换。

[0028] 在图 1 中的絮凝箱中,絮凝剂硫酸氯化铁(氯化硫酸铁) FeClSO_4 的原料成分是质量分数 40% 的液体,无需在计量箱中再配制。计量箱为二台(一运一备),通过每个计量箱的出液管电动阀门实现自动切换。通过三个液位触点,分别为(最低液位)、(次低液位)和(最高液位),监测硫酸氯化铁 FeClSO_4 计量箱的填充量,通过液位计就地监测制备箱的填充量。硫酸氯化铁 FeClSO_4 由加药泵从计量箱中抽出,按废水量成比例加入沉降箱中。硫酸氯化铁 FeClSO_4 加药泵带有自动调节变频器。当废水加入反应容器中时,硫酸氯化铁 FeClSO_4 同时自动加入。硫酸氯化铁 FeClSO_4 加药设备为成套加药设备,带有自动控制箱。废水处理集中控制室可通过自动控制箱的 4~20 mA 信号自动实现对硫酸氯化铁 FeClSO_4 加药泵的启停和流量调节(根据废水量)。在集中控制室还可监测计量箱的填充量,并对液位的最大、次小值给出报警,在最小值时通过每个计量箱的出液管阀门实现切换。

[0029] 在图 1 中的澄清/浓缩箱中,上清液流至清水箱,下部大粒子絮凝物形成泥浆,通过泥浆测量装置(污泥界面仪)进行监测。当超过设定范围时,多余的泥浆经泵送入污泥脱水机中脱水。污泥界面仪装设在澄清/浓缩器内,通过污泥界面的高低信号控制污泥输送泵的启停。当污泥界面高位时,污泥输送泵启动运行将污泥送至脱水机;当污泥界面距低位时,污泥输送泵停止运行。污泥输送泵设计为一台高压泵和一台低压泵,每台污泥输送泵的出口管安装压力变送器,当出口压力达到低压泵设定值时,低压泵停止运行,当出口压力达到高压泵设定值时,高压泵停止运行,送料完成。

[0030] 在图 1 中的污泥脱水机中,助凝剂的原料聚丙烯酰胺成分是干粉,在助凝剂计量

箱中配制成质量分数为 0.1%~0.2% 的液体。计量箱为二台(一运一备),通过每个计量箱的出液管阀门实现切换。通过三个液位触点,分别为(最低液位)、(次低液位)和(最高液位),在 PLC 或 DCS 上监测助凝剂计量箱的填充量,通过液位计就地监测制备箱的填充量。助凝剂由加药泵从计量箱中抽出,按废水量成比例加入絮凝箱出水管路上。助凝剂加药泵带有自动调节变频器。当废水加入反应容器中时,助凝剂同时自动加入。助凝剂加药设备为成套加药设备,带有自动控制箱。废水处理集中控制室可通过自动控制箱的 4~20 mA 信号自动实现对助凝剂加药泵的启停和流量调节(根据废水量)。在集中控制室还可监测计量箱的填充量,并对液位的最大、次小值给出报警,在最小值时通过每个计量箱的出液管阀门实现切换。

[0031] 当污泥脱水机中的压滤机排泥、反冲洗完成后返回信号,水泵启动运行。压滤机脱水动力来自污泥输送泵,污泥输送泵不断的向滤室注入污泥废水,通过滤布的拦截作用,污泥留在滤室中,污泥废水中的水在压力作用下流出滤室落在设在压滤机底部的集水盘中,达到脱水的目的,将集水盘中的水倒入絮凝箱中。随着滤室内的污泥量的不断增加,滤布的阻力不断加大,当滤室内压力达到高压泵设定值时,污泥脱水完成,通过信号控制污泥输送泵停止送料,此时压滤机自动开启自动拉板逐次拉开滤板向下卸泥,污泥饼落入压滤机下部的污泥斗。污泥卸料完毕后压滤机自动复位,反冲洗结束后,污泥输送泵启动运行进料,脱水机进入下一工作循环。

[0032] 在图 1 中的清水箱中,用于调整处理后清水 pH 值的盐酸,其备用体积分数为 30%,酸液从电厂的工业水加酸管加入设在废水车间内的盐酸贮存罐。HCl 浓溶液未经稀释便加入出水箱,以调整清水的 pH 值至 6~9 范围内。采用加药泵将足够量的 HCl 浓溶液加入出水箱内的清洁废水中,以达到所需的 pH 值。盐酸加药泵带有自动调节变频器。废水处理集中控制室可通过 4~20 mA 信号自动实现对盐酸加药泵的启停和流量调节(根据出水箱的 pH 计测定值)。

[0033] 预处理过的脱硫废水被输送至正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统中(见图 2)。正渗透-纳滤耦合浓缩-淡化系统是以需处理的经预处理过的脱硫废水作为原料液,选择具有相对较高渗透压的 Na_2EDTA 溶液作为汲取液,在正向渗透压差驱动下,水分子透过正渗透膜进入到汲取液侧,浓缩的原料液被输送至多级闪蒸装置。经过正渗透稀释的汲取液通过二级纳滤浓缩,同时制得淡水;浓缩后的汲取液重新进入系统循环利用。

[0034] 汲取液溶质具备以下条件:(1)在水中应该具有较高的溶解度、较小的分子量,从而能产生较高的渗透压;(2)无毒,在水中稳定存在;(3)与正渗透膜化学相容,不改变膜材料的性能和结构;(4)能够简单、经济地与水分离,能够重复使用。

[0035] 核心材料正渗透膜具备以下条件:(1)致密的、低孔隙率的皮层,高截留率;(2)膜的皮层具有较好的亲水性、较高的水通量;(3)膜支撑层尽量薄,高孔隙率;(4)较高的机械强度;(5)具有耐酸碱的抗化学腐蚀能力,可以在较宽的 pH 范围以及各种不同组成的溶液条件下正常运行。

[0036] 采用目前最好的商业化正渗透膜材料——美国 HTI 公司的支撑型高强度膜,膜为 3 层结构:致密皮层,多孔支撑层和网格支撑结构。膜皮层和多孔支撑层亲水,呈电中性,厚度约为 50 μm 。

[0037] 正渗透浓水侧排出的浓水被送入多级闪蒸系统中。多级闪蒸是将正渗透浓水侧的

排水加热到一定温度后,引入到一个闪蒸室,其室内的压力低于浓水所对应的饱和蒸汽压,部分浓水迅速汽化,冷凝后即所需淡水;另一部分浓水温度降低,流入另一个压力较低的闪蒸室,又重复蒸发和降温的过程。将多个闪蒸室串联起来,室内压力逐级降低,浓水逐级降温,连续产出净化水。

[0038] 多级闪蒸系统排放出的残液被打入卧式结晶箱中。采用体积大、晶体悬浮搅拌所消耗的动力较小的卧式结晶箱,对于结晶速度较快的物料可串联操作,进行连续结晶。连续操作的最佳控制是使溶液在进口处即开始生成晶核,进入设备后很快就生成足够的晶核,这些晶核悬浮在溶液中,随着溶液在槽中的慢慢移动长大成晶体。最后从结晶槽的另一端排出。

[0039] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

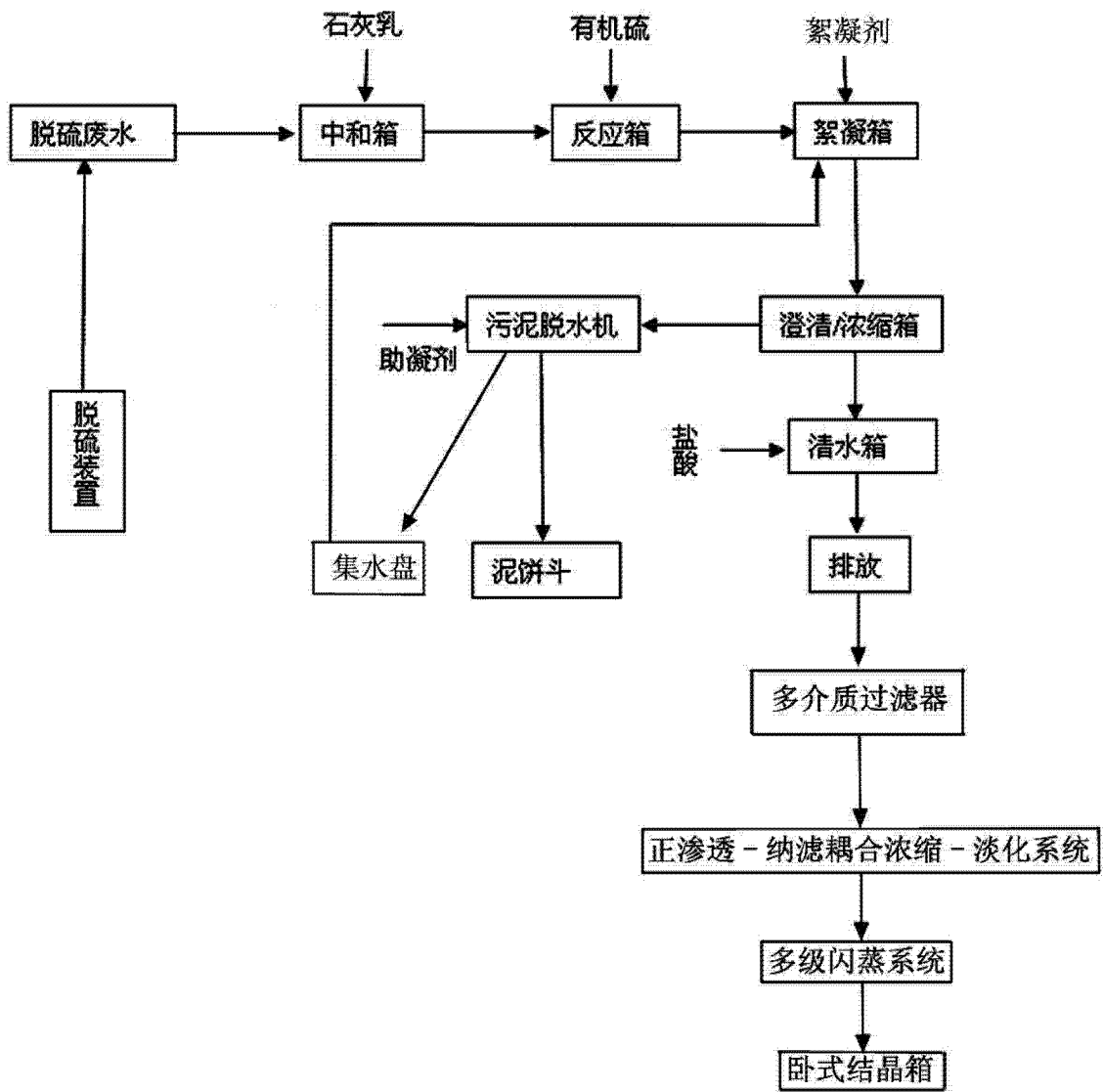


图 1

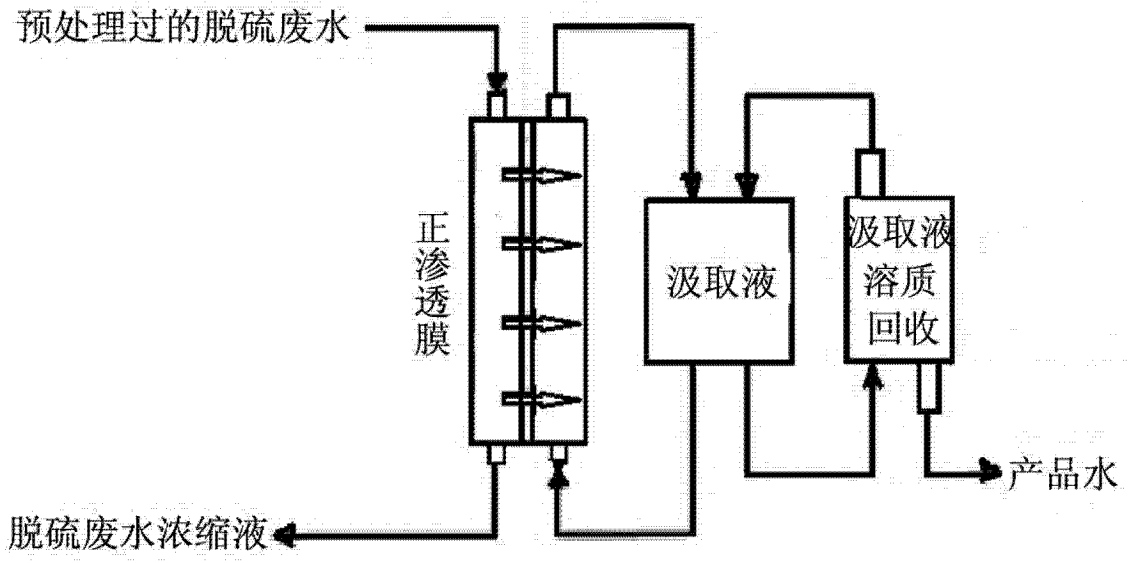


图 2