



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105776712 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(21)申请号 201610306280.8

(22)申请日 2016.05.10

(71)申请人 中国科学院生态环境研究中心
地址 100085 北京市海淀区双清路18号

(72)发明人 魏源送 李昆 王健行 杨敏
郁达伟 刘吉宝

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 任岩

(51)Int. Cl.

C02F 9/10(2006.01)

C02F 103/30(2006.01)

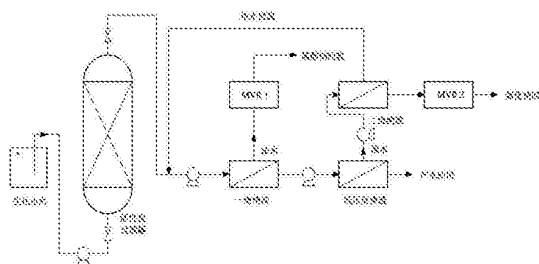
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法及所用系统

(57)摘要

本发明公开了对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法及所用系统,该系统包括活性炭过滤罐、pH值调节池、一级纳滤系统、低压反渗透系统、二级纳滤系统、第一MVR蒸发器、第二MVR蒸发器。该方法包括步骤:(1)二级出水通入活性炭过滤罐过滤;(2)出水经过pH值调节后泵入一级纳滤系统,产水进入低压反渗透系统,浓水进入第一MVR蒸发器;(3)低压反渗透系统处理后的产水回收利用,低压反渗透浓水进入二级纳滤系统进一步分离浓缩;(4)二级纳滤产水进入第二MVR蒸发器,二级纳滤浓水回流至一级纳滤系统进料桶重复(2)-(4)的处理。该系统出水水质优异,满足回用需求,同时回收废水中的有价盐分,实现一定的经济效益。



1. 一种对纺织印染废水进行深度处理和盐回收所用的系统,其特征在于,包括活性炭过滤罐、pH值调节池、一级纳滤系统、低压反渗透系统、二级纳滤系统、第一MVR蒸发器和第二MVR蒸发器;

所述活性炭过滤罐连接所述pH值调节池,所述pH值调节池连接所述一级纳滤系统,所述一级纳滤系统分别连接所述低压反渗透系统和所述第一MVR蒸发器,所述低压反渗透系统连接所述二级纳滤系统,所述二级纳滤系统连接所述第二MVR蒸发器。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述的活性炭过滤罐和纺织印染废水的生化处理出水池连接,废水采用上流式由活性炭过滤罐底部进入,从顶部出口出水;所述活性炭过滤罐的有效高度为1.5m,所述活性炭采用果壳无定形活性炭,粒径为0.4mm,空床流速0.5m/h,空床接触时间为3h。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,在所述pH调节池中利用 H_2SO_4 将pH值调至弱酸性,优选调节至6.0。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述一级纳滤系统的进水口与pH调节池的出水口连接,所述一级纳滤系统的结构包括保安过滤器、清洗泵、高压泵、产水口和浓水口;所述一级纳滤系统和所述二级纳滤系统的纳滤膜采用由聚酯无纺布、聚砜支撑层、聚酰胺分离层组成的三层复合膜,膜构型为缠绕卷式纳滤膜,有效膜孔径为150-300Da;所述纳滤膜的产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对纳滤系统进行化学清洗;

所述化学清洗方法,优选先用清洁自来水将系统内残留的废水置换排空,再分别用pH=12的NaOH+ Na_4EDTA 溶液和pH=2的盐酸溶液先后对纳滤膜进行碱洗和酸洗。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述低压反渗透系统采用缠绕卷式反渗透膜元件,最低脱盐率99.65%,操作压力为10bar,运行温度25-30℃;

优选地,所述低压反渗透膜的产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对低压反渗透系统进行化学清洗;

所述化学清洗方法,优选先用清洁自来水将系统内残留的废水置换排空,再分别用pH=12的NaOH+ Na_4EDTA (质量分数1.0%)溶液和pH=2的盐酸溶液先后对纳滤膜进行碱洗和酸洗。

6. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第一MVR蒸发器与第二MVR蒸发器均是包括MVR蒸发罐、内置式蒸汽压缩机和薄膜换热器,纳滤浓水在MVR蒸发罐中蒸发,蒸汽经蒸汽压缩机加压升温后进入换热器冷凝,得到的冷凝水可作为再生水回用。

7. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述二级纳滤系统与低压反渗透系统浓水出水口连接,二级纳滤系统产水出水口与第二MVR蒸发器连接,通过MVR蒸发结晶回收NaCl;所述低压反渗透系统浓水经过二级纳滤系统处理后,二级纳滤系统产水口与第二MVR蒸发器相连,通过蒸发结晶回收NaCl;所述二级纳滤系统的浓水口与一级纳滤系统进料桶相连,将二级纳滤系统的浓水回到一级纳滤系统处理,使整个工艺水回收率>90%。

8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第一MVR蒸发器和第二MVR蒸发器的蒸发量为20-50kg/h,蒸发温度为60-70℃,运行压力为45-60kPa,压缩比为1.7-2.0。

9. 利用如权利要求1~8任一项所述的系统对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法,其特征在于,包括下述步骤:

(1) 纺织印染废水经生化处理后的二级出水通入活性炭过滤罐过滤,以去除废水中的

有机物、色度物质以及其他杂质；

(2)经步骤(1)处理的出水经过pH值调节并经保安过滤器过滤后由高压泵泵入一级纳滤系统，一级纳滤产水进入低压反渗透系统，一级纳滤浓水进入第一MVR蒸发器；

(3)经低压反渗透系统处理后的产水，可满足回用水水质需求进行回收利用，低压反渗透浓水通过高压泵进入二级纳滤系统进行进一步分离和浓缩；

(4)经二级纳滤系统处理后的产水进入第二MVR蒸发器，二级纳滤的浓水回流至一级纳滤系统的进料桶，以重复进行步骤(2)-(4)的处理。

10. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，步骤(1)中所述的纺织印染废水经生化处理后的二级出水为：COD浓度为60-150mg/L，色度500-800PCU， SO_4^{2-} 浓度为2000-3000mg/L， Cl^- 浓度为100-200mg/L， Na^+ 浓度为800-1200mg/L。

对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法及所用系统

技术领域

[0001] 本发明属于工业废水深度处理技术领域,特别涉及一种以纳滤、低压反渗透技术为核心的对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法及所用系统。

背景技术

[0002] 纺织行业是典型的高耗水高排放行业,2013年我国纺织行业废水的年排放量达到21.5亿吨,排在重点行业废水排放量的第三位,而其废水平均回用量只有7%。与其他行业相比,纺织印染废水具有废水排放量大、色度高、难降解有机物含量高、盐含量高、水质不稳定等特点。在印染过程中,需要使用氯化钠(NaCl)作为染色的助剂,导致其排放废水中存在大量的NaCl盐分,另外,在染纱废水存在大量的纯碱(NaCO₃),在进入污水处理系统前经硫酸(H₂SO₄)中和后变为硫酸钠(NaSO₄)。随着清洁水资源的日益紧张和污水排放标准的日益严格,纺织印染行业废水中有价值的盐分回收和水的再生回用得到了广泛的关注。

[0003] 目前,常规的纺织印染废水处理工艺主要采用pH调节池+水解酸化池+好氧池+二沉池+混凝脱色+沉淀池的组合工艺,整体工艺存在流程长、能耗药耗高、处理效果不稳定以及污泥量较大难于处理的问题,同时难以满足水回用和盐回收的需求。

发明内容

[0004] (一)要解决的技术问题

[0005] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供一种对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法及所用系统,该系统出水水质优异,可以达到回用标准,满足各种回用需求,同时回收废水中的有价盐分,实现一定的经济效益。

[0006] (二)技术方案

[0007] 为实现上述目的,本发明提供一种对纺织印染废水进行深度处理和盐回收所用的系统,其包括活性炭过滤罐、pH值调节池、一级纳滤系统、低压反渗透系统、二级纳滤系统、第一MVR(机械式蒸汽再压缩技术,mechanical vapor recompression,MVR)蒸发器、第二MVR蒸发器;

[0008] 所述活性炭过滤罐连接所述pH值调节池,所述pH值调节池连接所述一级纳滤系统,所述一级纳滤系统分别连接所述低压反渗透系统和所述第一MVR蒸发器,所述低压反渗透系统连接所述二级纳滤系统,所述二级纳滤系统连接所述第二MVR蒸发器。

[0009] 其中,所述的活性炭过滤罐和纺织印染废水的生化处理出水池连接,废水采用上流式由活性炭过滤罐底部进入,从顶部出口出水。优选地,所述活性炭过滤罐的有效高度为1.5m,所述活性炭采用果壳无定形活性炭,粒径为0.4mm,空床流速0.5m/h,空床接触时间为3h。

[0010] 所述pH调节池和活性炭过滤罐连接,在pH调节池中优选利用H₂SO₄将pH值调至弱酸性(pH=6.0)。

[0011] 所述一级纳滤系统的进水口与pH调节池的出水口连接,所述一级纳滤系统的结构

如本领域常规的纳滤系统,包括保安过滤器、清洗泵、高压泵、产水口、浓水口。优选地,所述一级纳滤系统的纳滤膜采用由聚酯无纺布、聚砜支撑层、聚酰胺分离层组成的三层复合膜,膜构型为缠绕卷式纳滤膜,有效膜孔径为150-300Da。在系统实际工作时,优选所述纳滤膜的产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对纳滤系统进行化学清洗。所述化学清洗方法,优选先用清洁自来水将系统内残留的废水置换排空,再分别用pH=12的NaOH+Na₄EDTA(质量分数1.0%)溶液和pH=2的盐酸溶液先后对纳滤膜进行碱洗和酸洗。

[0012] 优选地,所述一级纳滤系统的浓水出水口与第一MVR蒸发器连接,通过MVR蒸发结晶回收Na₂SO₄;一级纳滤系统的产水出水口与低压反渗透系统连接,通过低压反渗透系统处理得到可回用的产水。

[0013] 优选地,所述低压反渗透系统采用缠绕卷式反渗透膜元件,最低脱盐率99.65%(测试液为2000mg/L NaCl溶液),操作压力为10bar,运行温度25-30℃。优选地,所述低压反渗透膜的产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对低压反渗透系统进行化学清洗。所述化学清洗方法,优选先用清洁自来水将系统内残留的废水置换排空,再分别用pH=12的NaOH+Na₄EDTA(质量分数1.0%)溶液和pH=2的盐酸溶液先后对纳滤膜进行碱洗和酸洗。

[0014] 优选地,所述第一MVR蒸发器与第二MVR蒸发器的结构相同,均是包括MVR蒸发罐、内置式蒸汽压缩机和薄膜换热器,纳滤浓水在MVR蒸发罐中蒸发,蒸汽经蒸汽压缩机加压升温后进入换热器冷凝,得到的冷凝水可作为再生水回用。

[0015] 所述二级纳滤系统与低压反渗透系统浓水出水口连接,二级纳滤系统产水出水口与第二MVR蒸发器连接,通过MVR蒸发结晶回收NaCl。

[0016] 所述低压反渗透系统浓水经过二级纳滤系统处理后,二级纳滤系统产水口与第二MVR蒸发器相连,通过蒸发结晶回收NaCl。所述二级纳滤系统的浓水口与一级纳滤系统进料桶相连,将二级纳滤系统的浓水回到一级纳滤系统处理,使整个工艺水回收率>90%。

[0017] 与所述一级纳滤系统相同地,优选地,所述二级纳滤系统的纳滤膜采用由聚酯无纺布、聚砜支撑层、聚酰胺分离层组成的三层复合膜,膜构型为缠绕卷式纳滤膜,有效膜孔径为150-300Da。在系统实际工作时,优选所述纳滤膜的产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对纳滤系统进行化学清洗。所述化学清洗方法,优选先用清洁自来水将系统内残留的废水置换排空,再分别用pH=12的NaOH+Na₄EDTA(质量分数1.0%)溶液和pH=2的盐酸溶液先后对纳滤膜进行碱洗和酸洗。

[0018] 优选地,所述第一MVR蒸发器和第二MVR蒸发器的蒸发量为20-50kg/h,蒸发温度为60-70℃,运行压力为45-60kPa,压缩比为1.7-2.0。

[0019] 本发明还提供一种对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法,其是利用上述系统对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法,包括下述步骤:

[0020] (1)纺织印染废水经生化处理后的二级出水通入活性炭过滤罐过滤,以去除废水中的有机物、色度物质以及其他杂质;

[0021] (2)经步骤(1)处理的出水经过pH值调节并经保安过滤器过滤后由高压泵泵入一级纳滤系统,一级纳滤产水进入低压反渗透系统,一级纳滤浓水进入第一MVR蒸发器;

[0022] (3)经低压反渗透系统处理后的产水,可满足回用水水质需求进行回收利用,低压反渗透浓水通过高压泵进入二级纳滤系统进行进一步分离和浓缩;

[0023] (4)经二级纳滤系统处理后的产水进入第二MVR蒸发器,二级纳滤的浓水回流至一级纳滤系统的进料桶,以重复进行步骤(2)-(4)的处理。

[0024] 其中,步骤(1)中所述的纺织印染废水经生化处理后的二级出水如本领域常规,优选COD浓度为60-150mg/L,色度500-800PCU, SO_4^{2-} 浓度为2000-3000mg/L, Cl^- 浓度为100-200mg/L, Na^+ 浓度为800-1200mg/L。

[0025] 步骤(1)-(4)中相应的优选条件同前所述。

[0026] (三)有益效果

[0027] 本发明与现有技术相比具有以下优点和有益效果:

[0028] (1)本发明设置了活性炭过滤罐,可以有效去除生化处理后纺织印染废水中残留的有机物和色度物质,减轻后续膜过滤系统的膜污染,提高了最终产水水质。

[0029] (2)本发明利用纳滤膜对多价盐高截留率、对低价盐低截留率的特点,将一级纳滤的浓水引入MVR系统,回收高纯度的 NaSO_4 (>95%),同时得到可回用的冷凝水,实现了有价资源的回收、大大减少了膜系统浓水排放对环境的污染。

[0030] (3)本发明利用低压反渗透系统处理以及纳滤产水,产水水质 $\text{TOC}<1\text{mg/L}$,色度 0PCU ,电导去除率>95%,保证最终产水水质满足多种再生水回用水质要求。

[0031] (4)本发明将低压反渗透系统的浓水作为二级纳滤系统的进水,利用纳滤膜对多价盐高截留率、单价盐低截留率的特点,实现了浓水多价盐和单价盐的分离和浓缩,二级纳滤产水经过MVR蒸发浓缩可以进一步回收其中的 NaCl 以及冷凝水,实现了有价资源的回收。

[0032] (5)本发明将二级纳滤系统的浓水口与一级纳滤系统进料桶相连,使二级纳滤系统的浓水回到一级纳滤系统处理,提高了整个工艺水回收率(>90%)。

附图说明

[0033] 图1为本发明实施例1的纺织印染废水深度处理和盐回收工艺流程示意图。

具体实施方式

[0034] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明作进一步的详细说明。

[0035] 实施例1

[0036] 本实施例中的对纺织印染废水进行深度处理和盐回收所用的系统,其包括活性炭过滤罐、pH值调节池、一级纳滤系统、低压反渗透系统、二级纳滤系统、第一MVR蒸发器、第二MVR蒸发器;

[0037] 所述活性炭过滤罐连接所述pH值调节池,所述pH值调节池连接所述一级纳滤系统,所述一级纳滤系统分别连接所述低压反渗透系统和所述第一MVR蒸发器,所述低压反渗透系统连接所述二级纳滤系统,所述二级纳滤系统连接所述第二MVR蒸发器。

[0038] 利用该系统对纺织印染废水进行深度处理和盐回收的方法的具体步骤如下:

[0039] 1)纺织印染废水经过生化处理后的二级出水泵入活性炭过滤罐中,废水采用上流式由活性炭过滤罐底部进入,从顶部出口出水。活性炭过滤罐有效高度1.5m,活性炭采用果壳无定形活性炭,粒径0.4mm,空床流速0.5m/h,空床接触时间为3h,出水 $\text{COD}<10\text{mg/L}$;

[0040] 2)活性炭过滤罐出水进入pH调节池,在pH调节池中利用 H_2SO_4 将pH值调至弱酸性

(pH=6.0~6.5),减轻后续膜过滤工艺段的结垢污染;

[0041] 3)pH调节池出水进入一级纳滤系统,进水先经过过滤精度为1.0~5.0 μm 的保安过滤器,再经高压泵进入纳滤膜组件。处理过程中向纳滤进料罐中连续进水,纳滤产水从产水口进入相连的低压反渗透系统,纳滤浓水进入MVR蒸发器,通过蒸发结晶回收 NaSO_4 。纳滤浓水在MVR蒸发罐中蒸发,蒸汽经蒸汽压缩机加压升温后进入换热器冷凝,得到的冷凝水可作为再生水回用。第一MVR蒸发器的运行参数设定为:蒸发量20~50kg/h,蒸发温度60~70 $^{\circ}\text{C}$,运行压力45~60kPa,压缩比为1.7~2.0。当纳滤膜产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对纳滤系统进行化学清洗。先用清洁自来水将系统内残留的废水置换排空,再分别用pH=12的 $\text{NaOH}+\text{Na}_4\text{EDTA}$ (质量分数1.0%)溶液和pH=2的盐酸溶液先后对纳滤膜进行碱洗和酸洗。纳滤系统所用膜为缠绕卷式膜结构,型号GE DK 2540,截留分子量为150~300Da,材质为聚酰胺分离层、聚砜支撑层和聚酯无纺布组成的三层复合膜。纳滤系统的操作压力为5.0~7.5bar,温度为25~30 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0042] 4)一级纳滤系统产水进入低压反渗透系统,进一步过滤后得到最终产水,水质满足回用需求。低压反渗透膜采用蓝星东丽公司TML10D低压反渗透膜元件,操作压力为10bar,温度为25~30 $^{\circ}\text{C}$ 。当低压反渗透膜产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对纳滤系统进行化学清洗。清洗方法与步骤3)中描述相同。低压反渗透系统浓水出水口与二级纳滤进水口相连。

[0043] 5)低压反渗透系统浓水经过二级纳滤系统处理后,二级纳滤系统产水口与第二MVR蒸发器相连,通过蒸发结晶回收 NaCl 。纳滤产水在MVR蒸发罐中蒸发,蒸汽经蒸汽压缩机加压升温后进入换热器冷凝,得到的冷凝水可作为再生水回用。第二MVR蒸发器的运行参数设定为:蒸发量20~50kg/h,蒸发温度60~70 $^{\circ}\text{C}$,运行压力45~60kPa,压缩比为1.7~2.0。二级纳滤系统的浓水口与一级纳滤系统进料桶相连,将二级纳滤系统的浓水回到一级纳滤系统处理,使整个工艺水回收率>90%。二级纳滤系统中的纳滤膜为缠绕卷式膜结构,型号GE DK 2540,截留分子量为150~300Da,材质为聚酰胺分离层、聚砜支撑层和聚酯无纺布组成的三层复合膜,操作压力7.5bar,温度为25~30 $^{\circ}\text{C}$ 。当纳滤膜产水流量降至初始产水流量的90%时停止运行,对纳滤系统进行化学清洗。纳滤膜的清洗方法与3)中描述的方法相同。

[0044] 纺织印染废水生化出水的COD浓度为60~150mg/L,色度500~800PCU, SO_4^{2-} 浓度为2000~3000mg/L, Cl^- 浓度为100~200mg/L, Na^+ 浓度为800~1200mg/L,经本工艺处理后,TOC<1mg/L,色度0PCU,电导去除率>95%,处理后出水水质满足多项再生水回用标准要求,包括《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)、《城市污水再生利用景观环境用水水质》(GB/T 18921-2002)、《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T 19923-2005)、《城市污水再生利用地下水回灌水质》(GB/T19772-2005)、《城市污水再生利用农田灌溉用水水质》(GB20922-2007)、《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T 25499-2010)。此外,通过利用第一MVR蒸发器对一级纳滤浓水处理可以回收高纯度 NaSO_4 (>95%),利用第二MVR蒸发器对二级纳滤产水处理可以回收其中的 NaCl 。

[0045] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

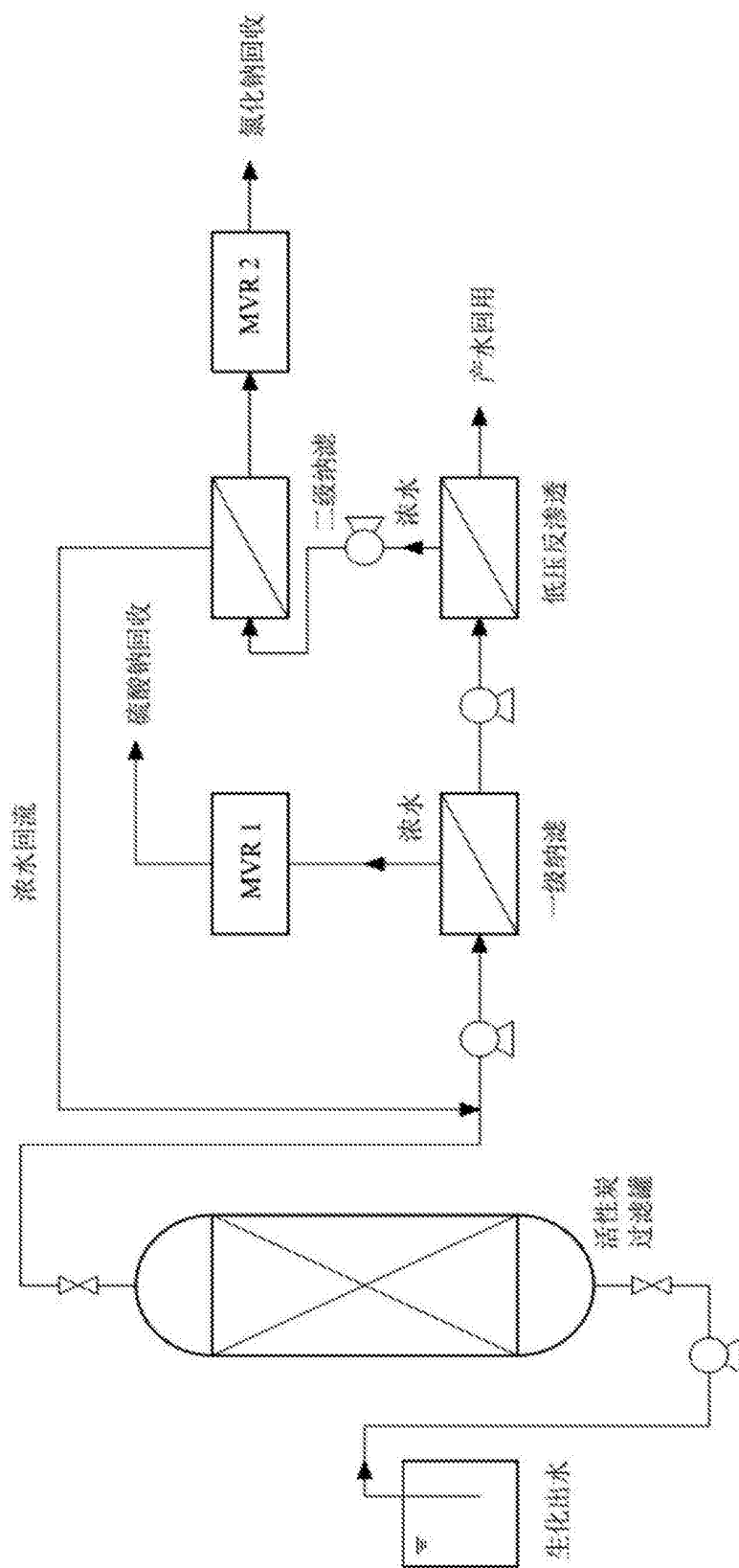


图1