



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103301753 B

(45) 授权公告日 2015.03.25

(21) 申请号 201310289802.4

(22) 申请日 2013.07.09

(73) 专利权人 中国海洋大学

地址 266061 山东省青岛市崂山区松岭路
238 号

(72) 发明人 苏保卫 吴桐 高学理 丛鑫

(74) 专利代理机构 青岛高晓专利事务所 37104

代理人 张世功

(51) Int. Cl.

B01D 65/06(2006.01)

C02F 1/44(2006.01)

审查员 郭小红

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法

(57) 摘要

本发明属于海水淡化和水处理技术领域，涉及一种防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法，先进行气水两相流清洗或同时化学清洗，再抽取反渗透浓水冲洗反渗透膜表面后，反渗透浓水经浓水排放阀排出；然后将预处理水输送至反渗透模块，将反渗透浓水侧的清洗浓水置换排出，直到电导率恢复到预处理水电导率的 98%；最后关闭清洗水排放阀，打开浓水排放阀，反渗透模块恢复正常运行；依次清洗其它各组反渗透模块；其工艺可靠，操作简便，能耗较低，经济和社会效益良好，环境友好。

1. 一种防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法,其特征在于用反渗透装置实现清洗,反渗透装置采用模块化设计,一套反渗透装置由一组或多组反渗透模块并联结构组合构成,并共用高压泵和能量回收装置及预防性在线清洗系统,每一组反渗透模块包括多支反渗透膜压力容器;每一组反渗透模块的工作分为运行状态和清洗状态,运行状态时预处理水一部分经过高压泵加压后进入各组反渗透模块,另一部分经过能量回收装置回收浓水的压力能后,再经增压泵后进入各组反渗透模块,各组反渗透模块的浓水汇集后进入能量回收装置,将压力能传递给预处理水后,一部分浓水被收集于反渗透清洗水箱备用,其余部分浓水直接排放;当达到清洗触发条件时,在反渗透装置的高压泵不停止运行的情况下,从该组反渗透模块开始,利用反渗透浓水和压缩空气形成气水两相流清洗,或再结合同时加入化学药剂进行化学清洗,并通过浓水正向冲洗,依次对所有各组反渗透模块进行在线预防性清洗;或清洗触发条件尚未达到,反渗透装置的校正产水量长期保持稳定的情况下,从任一组反渗透模块开始,定期或不定期地依次对所有各组反渗透模块进行在线预防性清洗,使反渗透模块的产水恢复至初始平均校正产水量的99%以上,压降和产水电导率与进水电导率的比值恢复正常,其清洗触发条件为:任一组反渗透模块的平均校正产水量的下降幅度超过该组模块初始平均校正产水量的2%,或反渗透浓水侧的压降增加量超过正常值的3%,或任一组反渗透模块的产水电导率与进水电导率的比值变化量超过正常值的3%,或任意一支反渗透膜压力容器的产水电导率与进水电导率的比值变化量超过正常值的3%时;清洗触发条件的参数值根据具体清洗过程调整,清洗触发条件的参数值小于5%;其具体清洗过程包括如下三个工艺步骤:

第一步:气水两相流清洗或同时化学清洗:依次关闭同一组反渗透模块的进水阀和浓水阀,打开压缩空气进气阀、清洗水阀以及该组反渗透模块的清洗水进水阀、清洗水排放阀,由清洗水泵将反渗透清洗水箱中的反渗透浓水经保安过滤器输送至静态混合器;化学清洗时打开加药阀,由计量泵将化学药剂加入反渗透浓水管路中,化学药剂的加入位置在保安过滤器之前;在静态混合器中气水混合后由该组反渗透模块进水口进入反渗透膜元件的进水流道中进行气水两相流清洗,清洗后废液由清洗水排放阀排出,气水两相流清洗时间小于300秒;

第二步:浓水冲洗:关闭压缩空气进气阀和加药阀,清洗低压泵直接从反渗透清洗水箱抽取反渗透浓水,由该组反渗透模块进水口进入反渗透膜元件的进水流道冲洗反渗透膜表面后,经浓水排放阀排出,直到排出水中无明显气泡为止,所用的时间定为浓水冲洗时间;

第三步:置换冲洗:关闭清洗水进水阀和加药阀,打开该组反渗透模块的进水阀,将预处理水输送至该组反渗透模块,将反渗透浓水侧的清洗浓水置换排出,直到电导率恢复到预处理水电导率的98%,所用的时间设定为置换冲洗时间;然后关闭清洗水排放阀,打开浓水排放阀,该反渗透模块恢复正常运行;依次清洗其它各组反渗透模块。

2. 根据权利要求1所述的防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法,其特征在于涉及的反渗透装置采用一段式反渗透工艺或两段式反渗透工艺或二级反渗透工艺,并采用能量回收装置。

3. 根据权利要求1所述的防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法,其特征在于涉及的气水两相流冲洗和浓水冲洗用水均为反渗透浓水;化学药剂包括杀菌剂、表面活性剂、酸性

清洗剂、碱性清洗剂、中性清洗剂和络合物清洗剂，均为市售产品，加入的具体化学药品和加入剂量根据实际进水水质决定，加入方式为通过计量泵直接加入到清洗水管路中；压缩空气为经过除油和除尘的洁净压缩空气，其进气压力为0.1～0.5MPa；清洗进水的压力小于压缩空气压力，并控制在0.4MPa以下，气水两相流清洗水的流量为正常运行时进水流量的10～50%；浓水冲洗水流量为正常运行时进水量的1.2～3倍；预处理水置换反渗透浓水的时间由电导率控制，排放水的电导率达到原水电导率的98%时置换完成，进入正常运行状态。

4. 根据权利要求1所述的防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法，其特征在于涉及的反渗透膜元件采用卷式或中空纤维式结构，反渗透膜包括纳滤膜。

5. 根据权利要求4所述的防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法，其特征在于涉及的杀菌剂包括次氯酸钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品杀菌剂；表面活性剂包括十二烷基磺酸钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品表面活性剂产品和生物酶产品；酸性清洗剂包括盐酸、硫酸、柠檬酸以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品酸性清洗剂产品；碱性清洗剂包括氢氧化钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品酸性清洗剂产品；中性清洗剂为适合纳滤、反渗透膜用的各种商品中性清洗剂产品，络合物清洗剂包括乙二胺四乙酸及其二钠盐、柠檬酸、三聚磷酸钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品络合清洗剂产品。

6. 根据权利要求1所述的防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法，其特征在于所述的化学清洗单独使用一种化学药剂，或在相互之间以及化学药剂与清洗水之间不产生沉淀或不抵消清洗作用的情况下，由多种化学药剂复配使用，并且加入剂量为常规化学清洗及杀菌药剂加入量的1～10倍，增强在线预防清洗效果；该复配方式将多种化学药剂配于同一溶液中实现，或分别配制多种化学药剂并在清洗水管路上分别安装多个化学清洗液加入口的方式实现。

一种防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法

技术领域：

[0001] 本发明属于海水淡化和水处理技术领域，涉及一种利用反渗透膜或纳滤膜进行海水、苦咸水淡化 / 软化、地表水处理及工业废水和城市污水处理过程中预防反渗透膜或纳滤膜污染的工艺，特别是一种海水淡化或水处理技术中防治反渗透膜或纳滤膜污染的清洗方法。

背景技术：

[0002] 反渗透膜或纳滤膜系统在海水淡化 / 软化或地表水处理或工业废水以及城市污水处理回用过程中广泛应用，一般采用采用砂滤等传统预处理方式，或采用超滤膜作为预处理，这些预处理之后的水中仍含有一定量的有机物和易结垢的成分，经过长期运行，反渗透膜或纳滤膜表面不可避免地会污染，以及滋生细菌等，从而造成通量和分离性能的下降，特别是进水水质波动较大、水中胶体和悬浮物等较多时，极易造成反渗透或纳滤膜污染，使膜组件造成不可恢复的损坏。中国专利申请号 201110394579.0 公开了一种反渗透膜污染防治的方法，当反渗透膜系统产水量低于初始产水量的 10% 或反渗透膜组件的压差大于 0.35MPa 时，人工或自动控制，通过正向冲洗膜表面、反向冲洗膜表面、正向化学清洗膜表面、反向化学清洗膜表面、正向气体清洗膜表面或反向气体清洗膜表面中的一种或多种组合，对反渗透膜进行冲洗、清洗，使反渗透膜系统产水量恢复至初始产水量的 99% 以上，压差小于 0.25MPa，避免卷式反渗透膜的严重污染；中国专利申请号 201010577053.1 公开了一种具有压缩空气吹洗功能的反渗透系统，包括反渗透膜压力容器、进水管和浓水排放管，进水管与反渗透膜压力容器的进水端相连，浓水排放管与反渗透膜压力容器的出水端相连，还设置有进气阀，所述进气阀与反渗透膜压力容器的进水端相匹配，能实现有效快速的在线清洗；中国专利申请号 200810201938.4 公开了一种反渗透膜上有机污染物的加压溶气气浮清洗方法，采用高压泵将清洗液从原水槽送入加压溶气气浮装置中，在装置中与空气混合，使空气溶解于清洗液中，达到压力后打开出口阀门，使空气从溶解状态下释放成微气泡，并将气泡与清洗液充分混合，混合后的气液混合物被送回原水槽中进行循环。接着，生成的气液混合清洗液由另一高压泵输入到反渗透膜器中进行膜上有机污染物的清洗，然后清洗液循环回原水槽，但是微气泡无法达到气液两相流充分湍动和擦洗膜面的效果；日本专利 JP2009202063(A) 公开了一种清洗反渗透膜组件的方法，清洗管路与反渗透进水管相连，清洗水泵将液体或气液混合物输送到元件的膜表面，使清洗液在低压流过膜表面，有效地清除粘在反渗透膜表面的污染物。这些专利公开的技术方案均是在反渗透或纳滤膜表面已经有了较严重污染的情况下，采用气洗或气洗与水洗、药洗相结合的方式，清除膜表面的污染物，属于一种被动式的清洗过程，膜污染相当严重时采用气洗和水洗恢复通量困难，无法起到预防作用，且单独的气洗无法提供足够的剪切作用力，耗时长。

发明内容：

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术存在的缺点，提供一种防治反渗透膜或纳滤膜污

染的预防性清洗方法,延长化学清洗周期,减少化学药品的使用量,延长反渗透和纳滤膜的使用寿命和运行周期,降低反渗透和纳滤膜的污染速率,减小投资成本和运行费用,能在反渗透或纳滤膜污染的早期,通过实施气水混合清洗或同时化学清洗,达到充分湍动和有效擦洗膜表面的效果,将膜表面的少量污染物去除,防止污染的进一步加剧,属于主动预防性的清洗和运行模式,具有很好的应用前景。

[0004] 为了实现上述目的,本发明用反渗透装置实现清洗,反渗透装置采用模块化设计,一套反渗透装置由一组或多组反渗透模块并联结构组合构成,并共用高压泵和能量回收装置及预防性在线清洗系统,每一组反渗透模块包括多支反渗透膜压力容器;每一组反渗透模块的工作分为运行状态和清洗状态,运行状态时预处理水一部分经过高压泵加压后进入各组反渗透模块,另一部分经过能量回收装置回收浓水的压力能后,再经增压泵后进入各组反渗透模块,各组反渗透模块的浓水汇集后进入能量回收装置,将压力能传递给预处理水后,一部分浓水被收集于反渗透清洗水箱备用,其余部分浓水直接排放;当达到清洗触发条件时,在反渗透装置的高压泵不停止运行的情况下,从该组反渗透模块开始,利用反渗透浓水和压缩空气形成气水两相流清洗,或再结合同时加入化学药剂进行化学清洗,并通过浓水正向冲洗,依次对所有各组反渗透模块进行在线预防性清洗;或清洗触发条件尚未达到,反渗透装置的校正产水量长期保持稳定的情况下,从任一组反渗透模块开始,定期或不定期地依次对所有各组反渗透模块进行在线预防性清洗,使反渗透模块的产水恢复至初始平均校正产水量的 99% 以上,压降和产水电导率与进水电导率的比值恢复基本正常;其具体清洗过程包括如下三个工艺步骤:

[0005] 第一步:气水两相流清洗或同时化学清洗:依次关闭同一组反渗透模块的进水阀和浓水阀,打开压缩空气进气阀、清洗水阀以及该组反渗透模块的清洗水进水阀、清洗水排放阀,由清洗水泵将反渗透清洗水箱中的反渗透浓水经保安过滤器输送至静态混合器;如需化学清洗则同时打开加药阀,由计量泵将化学药剂加入反渗透浓水管路中,化学药剂的加入位置在保安过滤器之前;在静态混合器中气水混合后由该组反渗透模块进水口进入反渗透膜元件的进水流道中进行气水两相流清洗,清洗后废液由清洗水排放阀排出,气水两相流清洗时间小于 300 秒;

[0006] 第二步:浓水冲洗:关闭压缩空气进气阀和加药阀,清洗低压泵直接从反渗透清洗水箱抽取反渗透浓水,由该组反渗透模块进水口进入反渗透膜元件的进水流道冲洗反渗透膜表面后,经浓水排放阀排出,直到排出水中无明显气泡为止,所用的时间设定为浓水冲洗时间;

[0007] 第三步:置换冲洗:关闭清洗水进水阀和加药阀,打开该组反渗透模块的进水阀,将预处理水输送至该组反渗透模块,将反渗透浓水侧的清洗浓水置换排出,直到电导率恢复到预处理水电导率的 98%,所用的时间设定为置换冲洗时间;然后关闭清洗水排放阀,打开浓水排放阀,该反渗透模块恢复正常运行;依次清洗其它各组反渗透模块。

[0008] 本发明涉及的清洗触发条件为:任一组反渗透模块的平均校正产水量的下降幅度超过该组模块初始平均校正产水量的 2%,或反渗透浓水侧的压降增加量超过正常值的 3%,或任一组反渗透模块的产水电导率与进水电导率的比值变化量超过正常值的 3%,或任意一支反渗透膜压力容器的产水电导率与进水电导率的比值变化量超过正常值的 3% 时;清洗触发条件的参数值根据具体清洗过程调整,清洗触发条件的参数值小于 5%。

[0009] 本发明涉及的反渗透装置采用一段式反渗透工艺或两段式反渗透工艺或二级反渗透工艺，并能采用能量回收装置；气水两相流冲洗和浓水冲洗用水均为反渗透浓水；化学药剂包括杀菌剂、表面活性剂、酸性清洗剂、碱性清洗剂、中性清洗剂和络合物清洗剂，均为市售产品，加入的具体化学药品和加入剂量根据实际进水水质决定，加入方式为通过计量泵直接加入到清洗水管路中；压缩空气为经过除油和除尘的洁净压缩空气，其进气压力为0.1～0.5MPa；清洗进水的压力小于压缩空气压力，并控制在0.4MPa以下，气水两相流清洗水的流量为正常运行时进水流量的10～50%；浓水冲洗水流量为正常运行时进水量的1.2～3倍；预处理水置换反渗透浓水的时间由电导率控制，排放水的电导率达到原水电导率的98%时置换完成，进入正常运行状态；涉及的反渗透膜元件采用卷式或中空纤维式结构，反渗透膜包括纳滤膜。

[0010] 本发明涉及的杀菌剂包括次氯酸钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品杀菌剂；表面活性剂包括十二烷基磺酸钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品表面活性剂产品和生物酶产品；酸性清洗剂包括盐酸、硫酸、柠檬酸以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品酸性清洗剂产品；碱性清洗剂包括氢氧化钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品酸性清洗剂产品；中性清洗剂为适合纳滤、反渗透膜用的各种商品中性清洗剂产品，络合物清洗剂包括乙二胺四乙酸及其二钠盐、柠檬酸、三聚磷酸钠以及适合纳滤、反渗透膜用的各种商品络合清洗剂产品。

[0011] 本发明所述的化学清洗单独使用一种化学药剂，或在相互之间以及化学药剂与清洗水之间不产生沉淀或不抵消清洗作用的情况下，由多种化学药剂复配使用，并且加入剂量为常规化学清洗及杀菌的药剂加入量的1～10倍，增强在线预防清洗效果；该复配方式将多种化学药剂配于同一溶液中实现，或分别配制多种化学药剂并在清洗水管路上分别安排多个化学清洗液加入口的方式实现。

[0012] 本发明与现有技术相比，一是反渗透或纳滤的水回收率一般低于60%，其浓水流量很大，可以满足反渗透膜自身的清洗用水的水量要求；二是反渗透或纳滤浓水均为经过超滤处理后的水，其藻类、微生物和大分子量有机物含量及浊度等非常低，完全符合反渗透冲洗液的要求；三是纳滤/反渗透浓水的含盐量较高，具有一定的杀菌效果，并且这种清洗过程是周期性地改变反渗透膜表面的水盐度，可有效防止表面的细菌生长；四是以纳滤/反渗透浓水代替经过前处理的海水和超滤产水，节约大量前处理水和超滤产水，从而可适当地减小前处理系统和超滤预处理的规模和相应的占地面积，降低投资成本和运行成本；五是由于清洗过程中不使用超滤产水作为冲洗用水，因此全部超滤产水都可作为纳滤/反渗透进水，增加了纳滤/反渗透的供水量；或在确保纳滤/反渗透供水量的前提下，可以降低超滤膜的运行压力，从而可减轻超滤膜的污染；六是采用预防性清洗，通过气泡与液体的充分湍动和有效擦洗膜表面的效果，以及与化学清洗同时进行，大大降低膜污染，减少了常规化学清洗的次数，减少了清洗时间，并且在运行过程中可以减少甚至避免大量使用化学药剂，并减少甚至避免由此带来的浓水环境污染问题；七是装置占地面积和装置总重量大幅度减小，提高了在海上平台及对占地面积有特殊需求条件下使用的适应性；八是装置采用模块化设计，对于多组模块构成的反渗透系统，在整个清洗过程中，反渗透高压泵不停止运行，使得反渗透装置连续运行，确保其中一组模块清洗，而其它模块进行产水；九是多种化学药剂复配使用，并且在很短的气液两相流清洗时间内，加入剂量可以达到常规化学清洗

及杀菌的药剂加入量的 1 ~ 10 倍,从而可以达到更好的在线预防清洗效果;十是本发明的预防清洗有利于早期发现膜污染并及时预防,只要有一组反渗透装置发生污染,即依次清洗所有的模块;其工艺可靠,操作简便,能耗较低,经济和社会效益良好,环境友好。

附图说明:

[0013] 图 1 为本发明涉及的反渗透装置结构及其清洗工艺流程原理示意图,包括低压泵 1、保安过滤器 2、高压泵 3、反渗透模块 4、增压泵 5、能量回收装置 6、反渗透冲洗水箱 7、清洗水泵 8、保安过滤器 9、静态混合器 10、进水阀 A1 和 A2、清洗水进水阀 B1 和 B2、浓水排放阀 C1 和 C2、清洗水排放阀 D1 和 D2、压缩空气进气阀 E、清洗水阀 F、浓水流量调节阀 G、浓水流量调节阀 H、置换阀 J 和加药阀 K。

具体实施方式:

[0014] 下面通过实施例并结合附图对本发明做进一步说明。

[0015] 实施例 1:

[0016] 本实施例涉及的反渗透装置采用一段式反渗透工艺,并采用能量回收装置,该反渗透装置由一组反渗透模块组成,该组模块有两个反渗透压力容器,反渗透装置主体结构包括低压泵 1、保安过滤器 2、高压泵 3、反渗透模块 4、增压泵 5、能量回收装置 6、反渗透冲洗水箱 7、冲洗水泵 8、保安过滤器 9、静态混合器 10、进水阀 A1、A2,冲洗水进水阀 B1、B2,浓水排放阀 C1、C2,冲洗水排放阀 D1、D2,压缩空气进气阀 E,冲洗水阀 F,浓水流量调节阀 G,浓水流量调节阀 H、置换阀 J 和加药阀 K;该反渗透模块工作时,分为运行状态和清洗状态组成;运行状态,关闭 B1、D1、J、E、F,打开 A1、C1、G、H,预处理水经低压泵 1 经保安过滤器 2,一部分直接进入高压泵 3,经过加压输送进入反渗透模块 4 的反渗透膜压力容器,另一部分进入能量回收装置 6,交换能量后经增压泵 5 输送进入反渗透模块 4 中的反渗透膜压力容器,反渗透浓水进入能量回收装置 6,经过能量交换后部分浓水排入反渗透浓水箱 7,其余部分浓水外排;运行 40 个小时后,校正产水量的下降幅度超过 2%,反渗透装置进入清洗状态,其具体清洗过程为:

[0017] 第一步:气水两相流加化学清洗,关闭 A1、C1,打开 B1、D1、E、F,同时打开加药阀 K,杀菌剂次氯酸钠和盐酸的混合药剂由计量泵经过加药阀 K 进入浓水管路,与由冲洗水泵 8 输送的来自反渗透清洗水箱 7 的浓水相混合,混合水的 pH 为 3.0,杀菌剂的浓度为 1mg/L,该混合清洗水经保安过滤器 9 进入静态混合器 10,与无油无尘的压缩空气混合后,进入反渗透模块 4 的反渗透膜压力容器反渗透膜元件的进水流道,进行气水两相流和化学清洗反渗透膜表面,清洗废液再由清洗水排放阀 D1 排出,气水两相流和化学清洗时间为 100 秒;

[0018] 第二步:浓水冲洗,关闭本组模块的压缩空气进气阀 E 和加药阀 K,清洗水泵直接从反渗透清洗水箱 7 抽取反渗透浓水,冲洗水量为正常运行时进水量的 1.5 倍,由反渗透模块 4 进水口进入反渗透膜元件的进水流道,再经清洗水排放阀 D1 排出,直到排出水中无明显气泡为止,所用的时间为 45 秒,设定为浓水冲洗时间;

[0019] 第三步:置换冲洗,关闭本组模块的清洗水进水阀 B1 和加药阀 K,打开本组模块的进水阀 A1,将经过预处理的水输送至反渗透模块 4,将反渗透浓水侧的冲洗浓水经过清洗水排放阀 D1 置换排出,直到电导率恢复到接近原水电导率的 98% 为止,所用的时间为 35

秒,设定为置换冲洗时间;之后,关闭清洗水排放阀D1,打开浓水排放阀C1,该反渗透模块恢复正常运行,校正产水量恢复到100%,相对电导率恢复到99%。

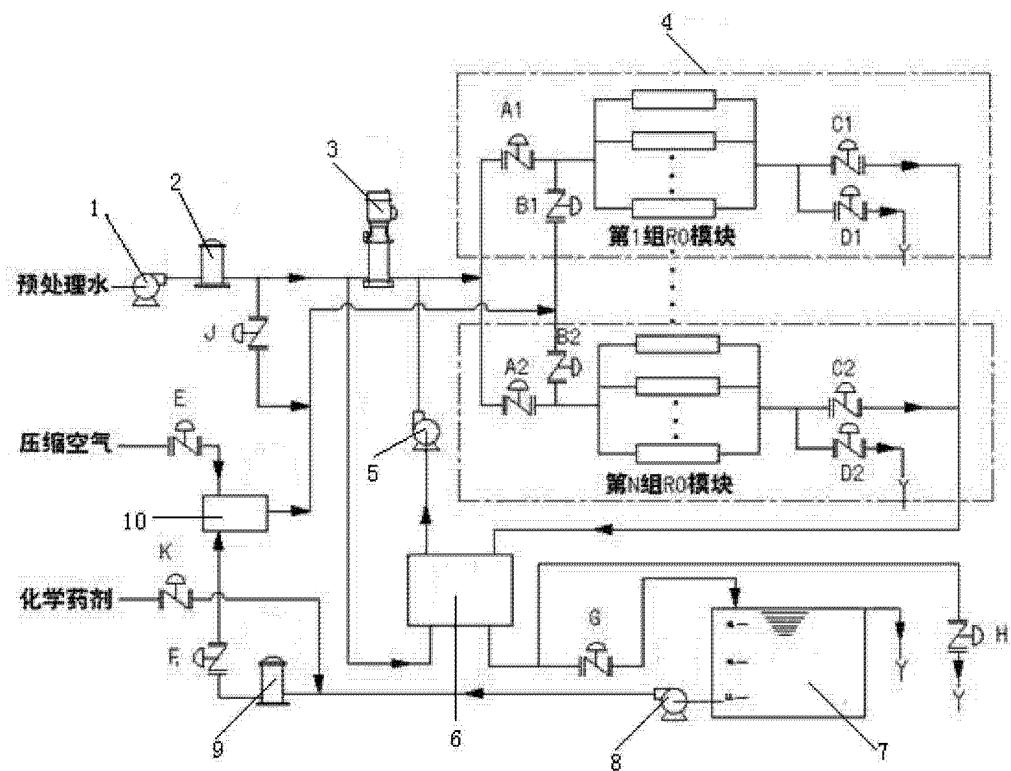


图 1