



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104803532 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201510174945. X

(22) 申请日 2015. 04. 14

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 张立志 李国培

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51) Int. Cl.

C02F 9/10(2006. 01)

C02F 103/08(2006. 01)

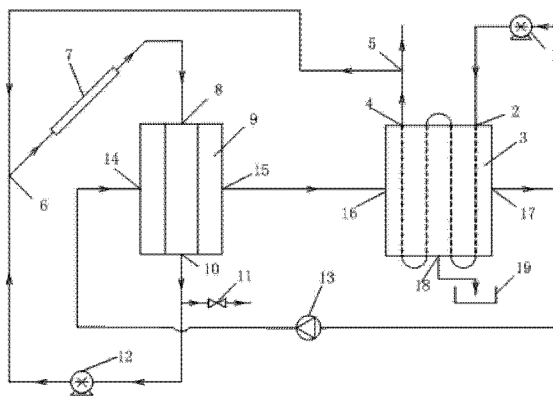
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种膜式加湿减湿海水淡化装置及海水淡化方法

(57) 摘要

本发明公开了一种膜式加湿减湿海水淡化装置及海水淡化方法,包括加热装置、膜式加湿器、冷凝减湿器;膜式加湿器的C出风口与冷凝减湿器的H进风口相连,冷凝减湿器的G出风口通过风机连接膜式加湿器的A进风口;加热装置的出口与膜式加湿器的B进液口相连,膜式加湿器的D出液口通过回流泵连接加热装置的入口接口;海水泵出口连接冷凝减湿器的F进液口,冷凝减湿器的E出液口连接通过接口管连接加热装置的入口接口;由于本装置没有采用常规的太阳能海水高温蒸发冷凝法来获得淡水,而是利用膜蒸馏原理在膜式加湿器中加湿并在冷凝减湿器中减湿对海水进行淡化,而膜所具有的高选择透过性和高膜通量可以提高海水淡化效率和产水速率。



1. 一种膜式加湿减湿海水淡化装置,其特征在于包括加热装置、膜式加湿器(9)、冷凝减湿器(3);

膜式加湿器(9)的C出风口(15)与冷凝减湿器(3)的H进风口(16)相连,冷凝减湿器(3)的G出风口(17)通过风机(13)连接膜式加湿器(9)的A进风口(14);

加热装置的出口与膜式加湿器(9)的B进液口(8)相连,膜式加湿器(9)的D出液口(10)通过回流泵(12)连接加热装置的入口接口(6);

海水泵(1)出口连接冷凝减湿器(3)的F进液口(2),冷凝减湿器(3)的E出液口(4)通过接口管(5)连接加热装置的入口接口(6);

冷凝减湿器(3)具有淡水收集装置(18),淡水收集装置(18)连接淡水储槽(19)。

2. 根据权利要求1所述的膜式加湿减湿海水淡化装置,其特征在于:所述加热装置为太阳能加热器(7)或者电加热器(20)。

3. 根据权利要求1所述的膜式加湿减湿海水淡化装置,其特征在于:所述膜式加湿器(9)的D出液口(10)还设有一带阀门(11)的分支管路。

4. 采用权利要求1至3中任一项所述膜式加湿减湿海水淡化装置对海水进行淡化的方法,其特征在于下述步骤:

海水通过海水泵(1)输入冷凝减湿器(3)的F进液口(2)并通过冷凝减湿器(3)被加热,加热后的海水从冷凝减湿器(3)的E出液口(4)流入太阳能加热器(7),太阳能加热器(7)对来自冷凝减湿器(3)的海水进行再次加热,再加热后的海水通过B进液口(8)进入膜式加湿器(9),再加热后的海水从D出液口(10)流出膜式加湿器(9)后分为两条支路,其中一条支路经回流泵(12)输送回太阳能加热器(7),另一条支路经阀门(11)排出膜式加湿器(9);空气则经A进风口(14)进入膜式加湿器(9)进行加湿、加温,加湿、加温之后经H进风口(16)进入冷凝减湿器(3),此时与海水泵(1)输送过来的进料海水在减湿器3中进行热量交换,使原先被加温、加湿的空气温度降低,含湿量下降,被冷凝出来的水脱离空气之后进入冷凝减湿器(3)下部的淡水收集装置(18)中,然后输出并进入到淡水储槽(19),而从冷凝减湿器(3)中出来的海水由于温度升高,则在接口管(5)处分成两支路,其中一支路排出冷凝减湿器(3)之外,另一支路送到入口接口(6)处与回流泵(12)输送的海水混合,之后送进太阳能加热器(7)中加热至所需温度,从而完成海水的循环,实现海水淡化。

5. 一种膜式加湿减湿海水淡化装置,其特征在于包括加热装置、膜式加湿器(9)、冷凝减湿器(3);

所述加热装置为热泵加热系统,所述热泵加热系统包括冷凝器(24)、制冷液储罐(26)、节流膨胀阀(27)、蒸发器(29)、压缩机(31);

所述冷凝器(24)的B出口(25)依次连接制冷液储罐(26)、节流膨胀阀(27)、蒸发器(29)的制冷剂进口(28);蒸发器(29)的制冷剂出口(30)经过压缩机(31)连接冷凝器(24)的A进口(23);

膜式加湿器(9)的C出风口(15)与冷凝减湿器(3)的H进风口(16)相连,冷凝减湿器(3)的G出风口(17)通过风机(13)连接膜式加湿器(9)的A进风口(14);

冷凝器(24)的D出口(22)与膜式加湿器(9)的B进液口(8)相连,膜式加湿器(9)的D出液口(10)通过回流泵(12)连接冷凝器(24)的C进口(21)的入口接口(6);

冷凝减湿器(3)的E出液口(4)通过接口管(5)分别连接蒸发器(29)的海水进口(32)

和冷凝器(24)的入口接口(6);蒸发器(29)的海水出口(33)通过泵34连接冷凝减湿器(3)的F进液口(2),海水泵(1)的海水输出管(35)连接冷凝减湿器(3)的F进液口(2)。

6. 根据权利要求5所述膜式加湿减湿海水淡化装置,其特征在于:所述冷凝减湿器(3)的具有淡水收集装置(18),淡水收集装置(18)连接淡水储槽(19)。

7. 根据权利要求5所述的膜式加湿减湿海水淡化装置,其特征在于:所述膜式加湿器(9)的D出液口(10)还设有一带阀门(11)的分支管路。

8. 采用权利要求5至7中任一项所述膜式加湿减湿海水淡化装置对海水进行淡化的方法,其特征在于下述步骤:

从冷凝器(24)的B出口(25)流出的制冷剂进入制冷剂储罐(26)中,制冷剂从制冷剂储罐(26)流经节流膨胀阀(27)后,从制冷剂进口(28)进入蒸发器(29)中,在蒸发器(29)中对海水进口(32)处流入的海水进行热量吸收并完成蒸发过程,生成的制冷剂蒸汽从制冷剂出口(30)流出并进入压缩机(31),经加压后的蒸汽从A进口(23)进入冷凝器(24)中,在冷凝器(24)中对C进口(21)进入的海水进行放热,经冷凝后的制冷剂蒸汽实现液化,并从B出口(25)处流回制冷剂储罐(26)中,从而完成制冷剂的循环;

膜式加湿器(9)的C出风口(15)与冷凝减湿器(3)的进风口16相连,经G出风口(17)出来的空气由风机(13)输入回膜式加湿器(9)的A进风口(14)中;

冷凝器(24)的D出口(22)与膜式加湿器(9)的B进液口(8)相连;海水从D出液口(10)流出膜式加湿器(9)后分为两条支路,其中一条支路经回流泵(12)输送回冷凝器(24)的C海水进口(21),另一条支路经阀门(11)排出膜式加湿器(9);

海水通过海水泵(1)输入冷凝减湿器(3)的F进液口(2)并通过冷凝减湿器(3)中被加热,加热后的海水从冷凝减湿器(3)的E出液口(4)流出,在接口管(5)处分成两支路,其中一条支路从海水进口(32)进入蒸发器(29)中,之后从海水出口(33)流出,经泵34在海水输出管(35)处与海水泵(1)输送的海水汇合,另一条支路与入口接口(6)处汇合后从C进口(21)处进入冷凝器(24)中加热,在冷凝器(24)中加热之后从D出口(22)流出后再次由B进液口(8)进入膜式加湿器(9)中,从而完成海水系统的循环,实现海水淡化。

一种膜式加湿减湿海水淡化装置及海水淡化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水处理系统及其工艺,尤其涉及一种膜式加湿减湿海水淡化装置及海水淡化方法。

背景技术

[0002] 淡水资源是人类生存与发展的最重要物质基础之一。海水淡化和废水净化技术正逐步成为解决淡水资源紧缺的重要手段。

[0003] 海水淡化又称海水脱盐,是分离海水中盐和水的过程。常用的海水淡化方法有热法和膜法两种。热法主要采用多级闪蒸、多效蒸馏、压汽蒸馏,膜法主要指反渗透。热法通常需要消耗大量高品位能源,并且生产设备复杂、昂贵;膜法的反渗透技术,它是一种利用半透膜的选择透过性,在外加高压力的条件下使水逆浓度梯度透过半透膜,而使盐分和杂质截留在膜另一侧的技术。反渗透法一般由电能和机械能驱动,系统需要维持较高的运行压力,对设备的耐压能力要求很高。现有的热法和膜法海水淡化技术共同面临的问题是设备要求高、需要消耗大量高品位能源,并且海水的淡水产率较低。

[0004] 目前,海水淡化过程所采用的能源往往是电机、煤和石油做燃料的热机,而我国的电力来源主要以煤的火力发电为主,所以现有海水淡化过程的能源供应主要集中于非再生能源,并且化石燃料的使用也给环境带来了很大的压力。

[0005] 此外,传统的海水淡化方法通常是采用加热海水或太阳光照射海水使海水中水分蒸发,然后对蒸出的淡水蒸汽进行冷凝,最终获得淡水。由于海水蒸发速率有限,所以这种海水淡化方法效率较低。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足,提供一种膜式加湿减湿海水淡化装置及海水淡化方法。克服现有技术中存在的完全使用电、化石燃料的能源形式弊端,改变现有集热后直接高温蒸发海水的水盐分离模式,提高了淡水产出效率。

[0007] 本发明通过下述技术方案实现:

[0008] 一种膜式加湿减湿海水淡化装置,包括加热装置、膜式加湿器 9、冷凝减湿器 3;

[0009] 膜式加湿器 9 的 C 出风口 15 与冷凝减湿器 3 的 H 进风口 16 相连,冷凝减湿器 3 的 G 出风口 17 通过风机 13 连接膜式加湿器 9 的 A 进风口 14;

[0010] 加热装置的出口与膜式加湿器 9 的 B 进液口 8 相连,膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 通过回流泵 12 连接加热装置的入口接口 6;

[0011] 海水泵 1 出口连接冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2,冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 通过接口管 5 连接加热装置的入口接口 6;

[0012] 冷凝减湿器 3 具有淡水收集装置 18,淡水收集装置 18 连接淡水储槽 19。

[0013] 所述加热装置为太阳能加热器 7 或者电加热器 20。

[0014] 所述膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 还设有一带阀门 11 的分支管路。

[0015] 上述膜式加湿减湿海水淡化装置对海水进行淡化的方法如下：

[0016] 海水通过海水泵 1 输入冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2 并通过冷凝减湿器 3 被加热，加热后的海水从冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 流入太阳能加热器 7，太阳能加热器 7 对来自冷凝减湿器 3 的海水进行再次加热，再加热后的海水通过 B 进液口 8 进入膜式加湿器 9，再加热后的海水从 D 出液口 10 流出膜式加湿器 9 后分为两条支路，其中一条支路经回流泵 12 输送回太阳能加热器 7，另一条支路经阀门 11 排出膜式加湿器 9；空气（低温）则经 A 进风口 14 进入膜式加湿器 9 进行加湿、加温，加湿、加温之后经 H 进风口 16 进入冷凝减湿器 3，此时与海水泵 1 输送过来的进料海水在减湿器 3 中进行热量交换，使原先被加温、加湿的空气温度降低，含湿量下降，被冷凝出来的水脱离空气之后进入冷凝减湿器 3 下部的淡水收集装置 18 中，然后输出并进入到淡水储槽 19，而从冷凝减湿器 3 中出来的海水由于温度升高，则在接口管 5 处分成两支路，其中一支路排出冷凝减湿器 3 之外，另一支路送到入口接口 6 处与回流泵 12 输送的海水混合，之后送进太阳能加热器 7 中加热至所需温度，从而完成海水的循环，实现海水淡化。

[0017] 一种膜式加湿减湿海水淡化装置，包括加热装置、膜式加湿器 9、冷凝减湿器 3；

[0018] 所述加热装置为热泵加热系统，所述热泵加热系统包括冷凝器 24、制冷液储罐 26、节流膨胀阀 27、蒸发器 29、压缩机 31；

[0019] 所述冷凝器 24 的 B 出口 25 依次连接制冷液储罐 26、节流膨胀阀 27、蒸发器 29 的制冷剂进口 28；蒸发器 29 的制冷剂出口 30 经过压缩机 31 连接冷凝器 24 的 A 进口 23；

[0020] 膜式加湿器 9 的 C 出风口 15 与冷凝减湿器 3 的 H 进风口 16 相连，冷凝减湿器 3 的 G 出风口 17 通过风机 13 连接膜式加湿器 9 的 A 进风口 14；

[0021] 冷凝器 24 的 D 出口 22 与膜式加湿器 9 的 B 进液口 8 相连，膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 通过回流泵 12 连接冷凝器 24 的 C 进口 21 的入口接口 6；

[0022] 冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 通过接口管 5 分别连接蒸发器 29 的海水进口 32 和冷凝器 24 的入口接口 6；蒸发器 29 的海水出口 33 通过泵 34 连接冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2，海水泵 1 的海水输出管 35 连接冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2；

[0023] 所述冷凝减湿器 3 的具有淡水收集装置 18，淡水收集装置 18 连接淡水储槽 19。

[0024] 所述膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 还设有一带阀门 11 的分支管路。

[0025] 上述膜式加湿减湿海水淡化装置对海水进行淡化的方法如下：

[0026] 从冷凝器 24 的 B 出口 25 流出的制冷液进入制冷液储罐 26 中，制冷液从制冷液储罐 26 流经节流膨胀阀 27 后，从制冷剂进口 28 进入蒸发器 29 中，在蒸发器 29 中对海水进口 32 处流入的海水进行热量吸收并完成蒸发过程，生成的制冷剂蒸汽从制冷剂出口 30 流出并进入压缩机 31，经加压后的蒸汽（高压）从 A 进口 23 进入冷凝器 24 中，在冷凝器 24 中对 C 进口 21 进入的海水进行放热，经冷凝后的制冷剂蒸汽实现液化，并从 B 出口 25 处流回制冷液储罐 26 中，从而完成制冷剂的循环；

[0027] 膜式加湿器 9 的 C 出风口 15 与冷凝减湿器 3 的进风口 16 相连，经 G 出风口 17 出来的空气由风机 13 输入回膜式加湿器 9 的 A 进风口 14 中；

[0028] 冷凝器 24 的 D 出口 22 与膜式加湿器 9 的 B 进液口 8 相连；海水从 D 出液口 10 流出膜式加湿器 9 后分为两条支路，其中一条支路经回流泵 12 输送回冷凝器 24 的 C 海水进口 21 中，另一条支路经阀门 11 排出膜式加湿器 9；

[0029] 海水通过海水泵 1 输入冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2 并通过冷凝减湿器 3 中被加热,加热后的海水从冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 流出,在管路 5 处分成两支,其中一支从海水进口 32 进入蒸发器 29 中,之后从海水出口 33 流出,经泵 34 在海水输出管 35 处与海水泵 1 输送的海水汇合,另一条支路与入口接口 6 处汇合后从 C 进口 21 处进入冷凝器 24 中加热,在冷凝器 24 中加热之后从 D 出口 22 流出后再次由 B 进液口 8 进入膜式加湿器 9 中,从而完成海水系统的循环,实现海水淡化。

[0030] 本发明相对于现有技术,具有如下的优点及效果:

[0031] (1) 利用低品位能源:由于膜式加湿器进料溶液操作温度一般低于 80℃,且膜式加湿器、冷凝减湿器均为常压操作,所以可以利用低品位的能源,如太阳能、工业废气废液余热等为系统提供能量,从而实现对进入膜式加湿器的料液进行加热,加热后的料液即可在膜式加湿器中对空气进行加湿。而现有海水淡化方法主要是热蒸发法和膜反渗透法中,其中热法需要对海水进行加热沸腾并在海水表面进行蒸发,效率低,并且化石燃料或电能消耗大;膜反渗透法同样需要消耗大量能量来为系统提供高压。本装置及方法克服了海水淡化过程对化石燃料和电能的依赖,实现了对低品位能源的有效利用,有利于节能减排和环境保护。

[0032] (2) 能量利用率高:在现有的海水淡化装置中,经过浓缩后的高温海水直接排出系统,造成了很大的能量损失,而本装置布置形式可以采用空气和溶液的循环利用形式,也可以采用空气和溶液单次利用后分别从冷凝减湿器和膜式加湿器中排出系统的形式。本装置布置形式为循环形式时,浓缩后的料液因温度较高可以与一定量的进料溶液混合后重新流回到膜式加湿器中重复利用,同样减湿后的空气因有很高含湿量,所以也可以重新输入膜式加湿器中再次升温加湿,如此以来系统可实现空气系统的循环和溶液系统的循环,避免了能量的大量损失。本装置布置形式为直排形式时,可利用间壁式换热器分别对外排的热空气和热溶液进行热量回收,降低能耗,提高了能量利用率。

[0033] (3) 提高海水的水盐分离效率:由于本装置没有采用常规的太阳能海水高温蒸发冷凝法来获得淡水,而是利用膜蒸馏原理在膜式加湿器中加湿并在冷凝减湿器中减湿对海水进行淡化,而膜所具有的高选择透过性和高膜通量可以提高海水淡化效率和产水速率。

附图说明

[0034] 图 1 为本发明膜式加湿减湿海水淡化装置结构示意图。

[0035] 图 2 为本发明膜式加湿减湿海水淡化装置第二种结构示意图。

[0036] 图 3 为本发明膜式加湿减湿海水淡化装置第三种结构示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述。

[0038] 实施例

[0039] 如图 1、2 所示。本发明一种膜式加湿减湿海水淡化装置,包括加热装置、膜式加湿器 9、冷凝减湿器 3;

[0040] 膜式加湿器 9 的 C 出风口 15 与冷凝减湿器 3 的 H 进风口 16 相连,冷凝减湿器 3 的 G 出风口 17 通过风机 13 连接膜式加湿器 9 的 A 进风口 14;

[0041] 加热装置的出口与膜式加湿器 9 的 B 进液口 8 相连,膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 通过回流泵 12 连接加热装置的入口接口 6 ;

[0042] 海水泵 1 出口连接冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2,冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 通过接口管 5 连接加热装置的入口接口 6 ;

[0043] 冷凝减湿器 3 具有淡水收集装置 18,淡水收集装置 18 连接淡水储槽 19。

[0044] 所述加热装置为太阳能加热器 7 或者电加热器 20。

[0045] 所述膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 还设有一带阀门 11 的分支管路。

[0046] 如图 1 所示。膜式加湿减湿海水淡化装置对海水进行淡化的方法可通过如下步骤实现 :

[0047] 海水通过海水泵 1 输入冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2 并通过冷凝减湿器 3 被加热,加热后的海水从冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 流入太阳能加热器 7,太阳能加热器 7 对来自冷凝减湿器 3 的海水进行再次加热,再加热后的海水通过 B 进液口 8 进入膜式加湿器 9,再加热后的海水从 D 出液口 10 流出膜式加湿器 9 后分为两条支路,其中一条支路经回流泵 12 输送回太阳能加热器 7,另一条支路经阀门 11 排出膜式加湿器 9 ;空气 (低温) 则经 A 进风口 14 进入膜式加湿器 9 进行加湿、加温,加湿、加温之后经 H 进风口 16 进入冷凝减湿器 3,此时与海水泵 1 输送过来的进料海水在减湿器 3 中进行热量交换,使原先被加温、加湿的空气温度降低,含湿量下降,被冷凝出来的水脱离空气之后进入冷凝减湿器 3 下部的淡水收集装置 18 中,然后输出并进入到淡水储槽 19,而从冷凝减湿器 3 中出来的海水由于温度升高,则在接口管 5 处分成两支路,其中一支路排出冷凝减湿器 3 之外,另一支路送到入口接口 6 处与回流泵 12 输送的海水混合,之后送进太阳能加热器 7 中加热至所需温度,从而完成海水的循环,实现海水淡化。

[0048] 本装置运行过程中因海水不断被浓缩,所以从 D 出液口 10 处流出的较高浓度海水需要经阀门 11 排出系统。冷凝减湿器 3 在循环过程中实现了对太阳能加热器 7 进口海水的预热,同时也补充了海水循环过程中因有大量水蒸气在膜式加湿器 9 中通过膜孔结构而损失的海水质量流量。

[0049] 如图 3 所示。另一种膜式加湿减湿海水淡化装置,包括加热装置、膜式加湿器 9、冷凝减湿器 3 ;

[0050] 所述加热装置为热泵加热系统,所述热泵加热系统包括冷凝器 24、制冷液储罐 26、节流膨胀阀 27、蒸发器 29、压缩机 31 ;

[0051] 所述冷凝器 24 的 B 出口 25 依次连接制冷液储罐 26、节流膨胀阀 27、蒸发器 29 的制冷剂进口 28 ;蒸发器 29 的制冷剂出口 30 经过压缩机 31 连接冷凝器 24 的 A 进口 23 ;

[0052] 膜式加湿器 9 的 C 出风口 15 与冷凝减湿器 3 的 H 进风口 16 相连,冷凝减湿器 3 的 G 出风口 17 通过风机 13 连接膜式加湿器 9 的 A 进风口 14 ;

[0053] 冷凝器 24 的 D 出口 22 与膜式加湿器 9 的 B 进液口 8 相连,膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 通过回流泵 12 连接冷凝器 24 的 C 进口 21 的入口接口 6 ;

[0054] 冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 通过接口管 5 分别连接蒸发器 29 的海水进口 32 和冷凝器 24 的入口接口 6 ;蒸发器 29 的海水出口 33 通过泵 34 连接冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2,海水泵 1 的海水输出管 35 连接冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2 ;

[0055] 所述冷凝减湿器 3 的具有淡水收集装置 18,淡水收集装置 18 连接淡水储槽 19。

[0056] 所述膜式加湿器 9 的 D 出液口 10 还设有一带阀门 11 的分支管路。

[0057] 如图 3 中, 制冷液从制冷液储罐 26 流经节流膨胀阀 27 后, 从制冷剂进口 28 进入蒸发器 29 中, 在蒸发器 29 中对海水进口 32 处流入的海水进行热量吸收并完成蒸发过程, 生成的制冷剂蒸汽从制冷剂出口 30 流出并进入压缩机 31, 经加压后的高压蒸汽从 A 进口 23 进入冷凝器 24 中, 在冷凝器 24 中对 C 进口 21 口进入的海水进行放热, 经冷凝后的制冷剂蒸汽实现液化, 并从 B 出口 25 处流回制冷液储罐 26 中。

[0058] 如图 3 所示。该膜式加湿减湿海水淡化装置对海水进行淡化的方法可通过如下步骤实现:

[0059] 从冷凝器 24 的 B 出口 25 流出的制冷液进入制冷液储罐 26 中, 制冷液从制冷液储罐 26 流经节流膨胀阀 27 后, 从制冷剂进口 28 进入蒸发器 29 中, 在蒸发器 29 中对海水进口 32 处流入的海水进行热量吸收并完成蒸发过程, 生成的制冷剂蒸汽从制冷剂出口 30 流出并进入压缩机 31, 经加压后的蒸汽(高压)从 A 进口 23 进入冷凝器 24 中, 在冷凝器 24 中对 C 进口 21 进入的海水进行放热, 经冷凝后的制冷剂蒸汽实现液化, 并从 B 出口 25 处流回制冷液储罐 26 中, 从而完成制冷剂的循环;

[0060] 膜式加湿器 9 的 C 出风口 15 与冷凝减湿器 3 的进风口 16 相连, 经 G 出风口 17 出来的空气由风机 13 输入回膜式加湿器 9 的 A 进风口 14 中;

[0061] 冷凝器 24 的 D 出口 22 与膜式加湿器 9 的 B 进液口 8 相连; 海水从 D 出液口 10 流出膜式加湿器 9 后分为两条支路, 其中一条支路经回流泵 12 输送回冷凝器 24 的 C 海水进口 21 中, 另一条支路经阀门 11 排出膜式加湿器 9;

[0062] 海水通过海水泵 1 输入冷凝减湿器 3 的 F 进液口 2 并通过冷凝减湿器 3 中被加热, 加热后的海水从冷凝减湿器 3 的 E 出液口 4 流出, 在管路 5 处分成两支, 其中一支从海水进口 32 进入蒸发器 29 中, 之后从海水出口 33 流出, 经泵 34 在海水输出管 35 处与海水泵 1 输送的海水汇合, 另一条支路与入口接口 6 处汇合后从 C 进口 21 处进入冷凝器 24 中加热, 在冷凝器 24 中加热之后从 D 出口 22 流出后再次由 B 进液口 8 进入膜式加湿器 9 中, 从而完成海水系统的循环, 实现海水淡化。

[0063] 如上所述, 本装置能量供应可以是太阳能加热器(太阳能集热器)、电加热器、热泵或相互耦合使用。整个装置的布置形式可以采用空气和溶液的循环利用形式, 也可以采用空气和溶液单次利用后直接外排的形式。系统布置形式为循环形式时, 能量供应装置可以给空气循环系统加热, 也可以给溶液循环系统加热。系统布置形式为直排形式时, 可使用间壁式换热器分别对外排的热空气和热溶液进行热量回收, 并对新鲜进料空气和溶液进行预热, 还可采用渗透侧布置真空泵的真空膜蒸馏来实现过程强化和水蒸气渗透强化。冷凝减湿器同时具有冷凝减湿、收集储存淡水、给溶液循环系统预热的作用。

[0064] 本发明的实施方式并不受上述实施例的限制, 其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化, 均应为等效的置换方式, 都包含在本发明的保护范围之内。

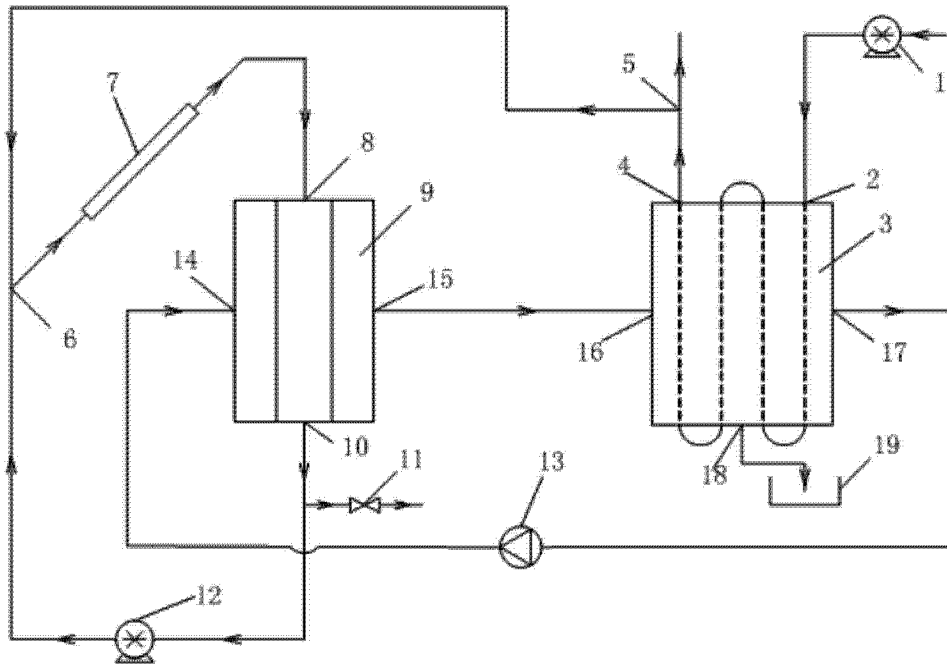


图 1

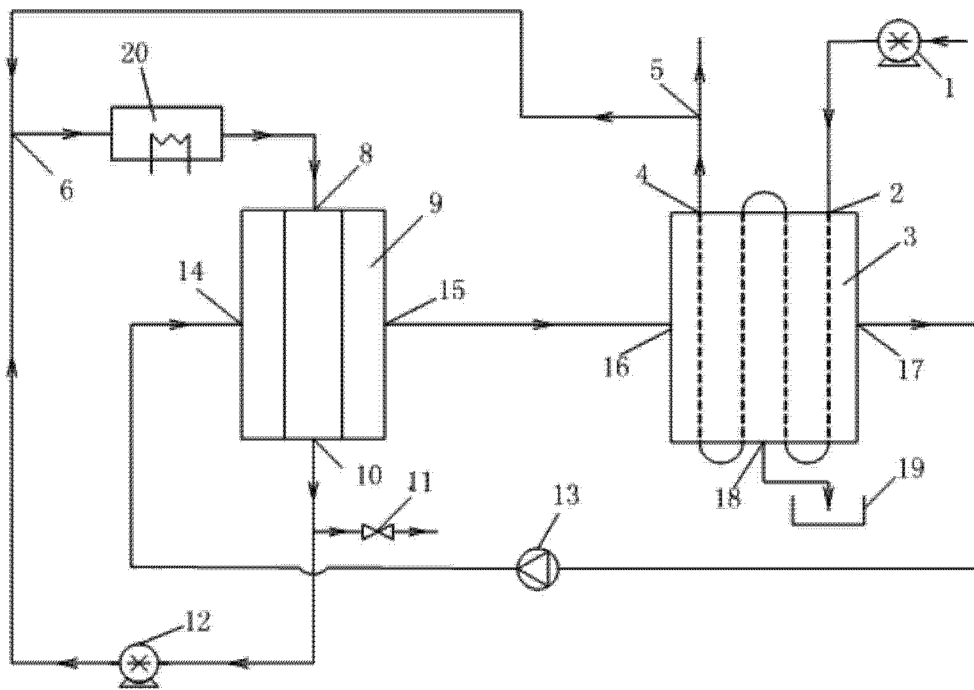


图 2

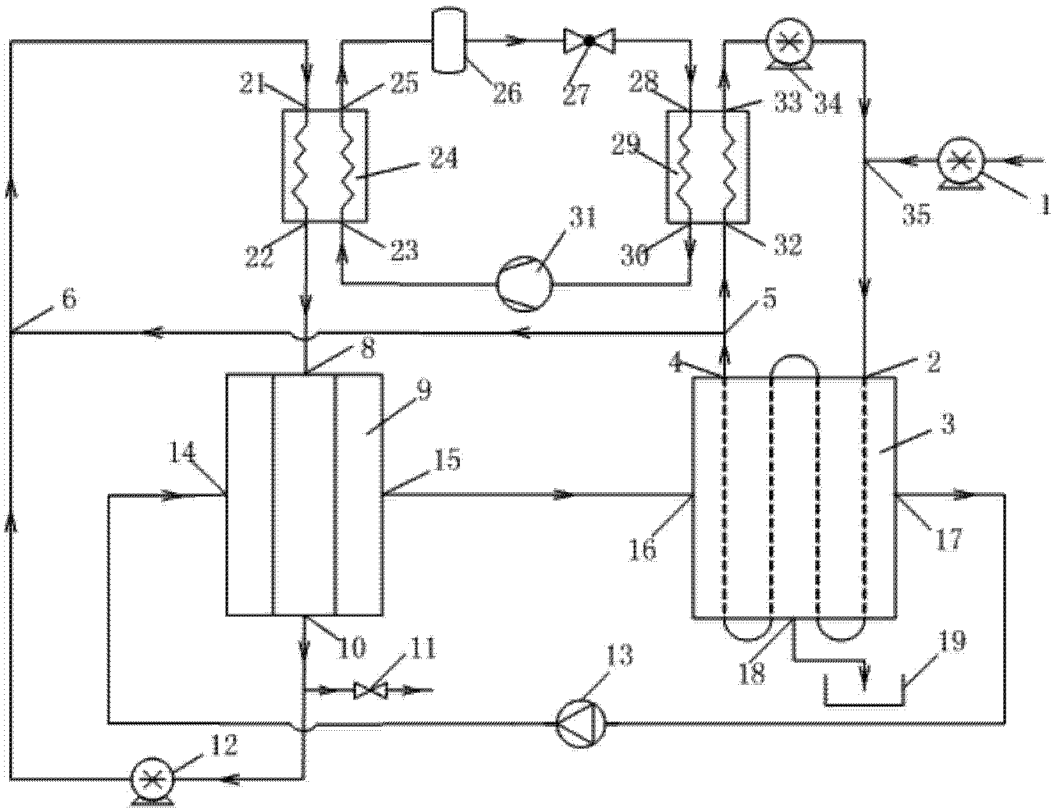


图 3