



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204151180 U

(45) 授权公告日 2015.02.11

(21) 申请号 201420597781.2

(22) 申请日 2014.10.16

(73) 专利权人 苏州欧拉信息技术有限公司

地址 215127 江苏省苏州市吴中区角直镇海藏西路 2218 号

(72) 发明人 卫宏远 魏玉峰 靖聪

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务有限公司 32103

代理人 汪青

(51) Int. Cl.

C02F 9/10(2006.01)

C02F 103/08(2006.01)

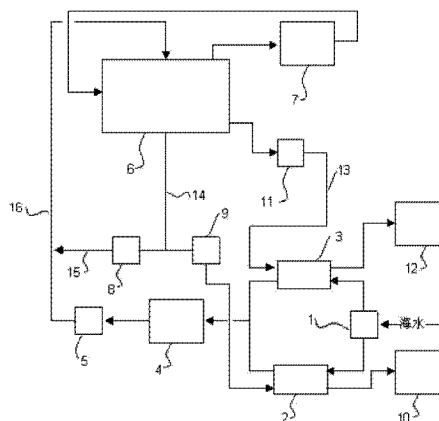
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置

(57) 摘要

本实用新型涉及一种高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其包括海水预热器、蒸发器、机械蒸汽压缩机、淡水罐、冷凝淡水产水管和浓盐水排出管,海水预热器包括第一热交换器、第二热交换器,第一热交换器的一个通道的进水口与冷凝淡水产水管连通,出水口通过管道与淡水罐连通;第二热交换器的一个通道的进水口与浓盐水排出管连通;海水淡化装置还包括用于将海水分成二路分别通入到第一热交换器和第二热交换器的另一通道中的海水分配控制阀组,脱气装置和浓盐水循环管路。采取本实用新型装置进行海水淡化,能耗可降低至采取传统海水淡化装置的 25% 及以下,极大的降低了海水淡化成本,同时本实用新型设置简单,操作方便,可实现大规模的应用和普及。



1. 一种高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其包括海水进料管、海水预热器、海水泵、蒸发器、机械蒸汽压缩机、浓盐水排出泵、冷凝淡水泵、淡水罐以及 PLC 控制柜,所述蒸发器、压缩机与所述 PLC 控制柜连接并受控制,所述蒸发器上连接有冷凝淡水产水管和浓盐水排出管,所述冷凝淡水泵和浓盐水排出泵分别设置在所述冷凝水产水管和所述浓盐水排出管上,其特征在于:所述的海水预热器包括具有海水通道和冷凝淡水通道的第一热交换器、具有海水通道和浓盐水通道的第二热交换器,所述第一热交换器的冷凝淡水通道的入水口与所述的冷凝淡水产水管连通,出水口通过管道与所述淡水罐连通;所述的第二热交换器的浓盐水通道的进水口与所述的浓盐水排出管连通;所述的海水淡化装置还包括:

海水分配控制阀组,其设置在所述海水进料管上、通过管道分别与所述第一热交换器和第二热交换器的海水通道的入水口连通;

脱气装置,其用于脱除海水中含有的室温不凝结气体,该脱气装置具有海水入口和海水出口,所述海水入口通过管道与所述第一热交换器和第二热交换器的海水通道的出水口相连通,所述海水出口通过海水管道与所述蒸发器连通,所述海水泵设置在所述海水管道上;

浓盐水循环管路,其包括两端分别与所述的浓盐水排出管和所述蒸发器连通的浓盐水循环管、设置在所述浓盐水循环管上的浓盐水循环泵。

2. 根据权利要求 1 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述第一热交换器、第二热交换器均为板式热交换器。

3. 根据权利要求 1 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:在所述第一热交换器和第二热交换器的入口和出口处安装有温度检测设备,所述的海水分配控制阀组为可调节的分配控制阀。

4. 根据权利要求 1 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述的第一热交换器、第二热交换器以及海水分配控制阀组均与所述 PLC 控制柜连接并受控制。

5. 根据权利要求 1 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述的浓盐水循环管的一端与所述的海水管道连接,另一端与所述的浓盐水排出管连接。

6. 根据权利要求 1 或 5 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述的浓盐水排出泵和 / 或所述的浓盐水循环泵与所述 PLC 控制柜连接并受控制。

7. 根据权利要求 1 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述脱气装置包括真空脱气塔。

8. 根据权利要求 1 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述的蒸发器为降膜蒸发器。

9. 根据权利要求 1 或 8 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述蒸发器内安装有压力检测设备、水温检测设备和盐水浓度检测设备。

10. 根据权利要求 1 所述的高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其特征在于:所述的压缩机为变频控制压缩机,并且配备有温度和压力检测设备。

一种高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种机械蒸汽再压缩海水淡化装置。

背景技术

[0002] 我国人口众多,淡水资源日趋紧缺,发展海水淡化技术对解决淡水资源的匮乏具有重要的意义。以蒸发方法为基础的海水淡化技术具有膜分离、离子交换等方法所不具有的产水水质、成本等优势。但是传统的单效及多效蒸发技术需要提供大量生蒸汽,并需配置燃煤锅炉及冷却系统,会造成难以避免的能源消耗和产生大量的废物排放。同时造成系统整体结构复杂,体积庞大,操作和维护困难,运行成本急剧上升。

[0003] 机械蒸汽再压缩是一种蒸发工艺,简称 MVR(Mechanical Vapor Recompression)。是指在蒸发中,将二次蒸汽绝热压缩,随后将其送入蒸发器的加热室作为热源重新使用的一种办法。二次蒸汽经压缩后饱和温度升高,与器内沸腾液体形成足够的传热温差,故可重新作加热剂用。因此只须补充一定量的压缩功,便可利用二次蒸汽的大量潜热。MVR 方法不需要外部的热源,系统的能耗仅为压缩机和各类泵的能耗,所以节能效果相当显著。

[0004] 海水中还有大量的氯离子,在高温下会对设备造成严重的腐蚀。另外,低温操作的设备热损失较低,可以节约大量的能源。因此,低温低压海水淡化方具有显著的优势。

[0005] 低温负压操作,维持蒸发器内真空度需要消耗电能,供水和蒸发后浓海水排放也需要消耗大量余热。一些专利文献报道了采用电能之外的其它方法来获得真空环境,如中国专利 CN101177308A、201310300526.7 和 CN202880936U 用海水重力和大气压力等方法产生真空,所需能量比传统方式少,但是这些方法工艺复杂,设备体积庞大,对场地要求也很高。中国发明专利 201110104604.7、201010300875.5 以及 200910138238.X、200910016942 等均提供了太阳能热压缩式机械蒸汽再压缩海水淡化装置,但太阳能的季节性、地域性分布不均等特点都成为制约太阳能海水淡化推广的瓶颈,其中 201010300875.5、200910016942 对浓盐水和产品淡水的余热没有进行回收,造成了能源的极大浪费。另外,这些专利对工作环境有苛刻的要求,设备和装备复杂。太阳能热压缩式机械蒸汽再压缩海水淡化装置基本都是由太阳能集热器、蒸汽喷射器、压缩机、加热室、蒸发器、热交换器等大量设备组成,结构复杂和占地面积大将限制这些工艺的使用。专利 20031010755.7 公布的 MVR 海水淡化装置的技术方案是包括蒸汽机械蒸汽压缩机、多个蒸发器和置于蒸发器内的冷凝管、喷淋系统等在内的设备,多个蒸发器实现多效逐级蒸发,该工艺不仅设备和系统结构复杂,而且未考虑到浓盐水和产品淡水的外排造成的热量散逸,难以实现大规模的应用和普及。

[0006] 整体而言,现有技术中利用机械蒸汽再压缩技术进行海水淡化的方法和装置总是存在能耗较高、设备体积庞大或对场地要求高等不足,而难以实现大规模的应用和普及。

发明内容

[0007] 本实用新型所要解决的技术问题是克服现有技术的不足提供一种设备简单,能耗

和成本低,可靠,高效,适于大规模应用的机械蒸汽再压缩海水淡化装置。

[0008] 为解决以上技术问题,本实用新型采取如下技术方案:

[0009] 一种高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置,其包括海水进料管、海水预热器、海水泵、蒸发器、机械蒸汽压缩机、浓盐水排出泵、冷凝淡水泵、淡水罐以及 PLC 控制柜,所述蒸发器、压缩机与所述 PLC 控制柜连接并受控制,所述蒸发器上连接有冷凝淡水产水管和浓盐水排出管,所述冷凝淡水泵和浓盐水排出泵分别设置在所述冷凝水产水管和所述浓盐水排出管上,特别是,所述的海水预热器包括具有海水通道和冷凝淡水通道的第一热交换器、具有海水通道和浓盐水通道的第二热交换器,第一热交换器的冷凝淡水通道的进水口与冷凝淡水产水管连通,出水口通过管道与淡水罐连通;第二热交换器的浓盐水通道的进水口与浓盐水排出管连通;海水淡化装置还包括:

[0010] 海水分配控制阀组,其设置在海水进料管上、通过管道分别与第一热交换器和第二热交换器的海水通道的入水口连通;

[0011] 脱气装置,其用于脱除海水中含有的室温不凝结气体,该脱气装置具有海水入口和海水出口,所述海水入口通过管道与所述第一热交换器和第二热交换器的海水通道的出水口相连通,所述海水出口通过海水管道与蒸发器连通,海水泵设置在海水管道上;

[0012] 浓盐水循环管路,其包括两端分别与浓盐水排出管和蒸发器连通的浓盐水循环管、设置在该浓盐水循环管上的浓盐水循环泵。

[0013] 优选地,第一热交换器和第二热交换器均采用高效的板式热交换器。

[0014] 优选地,在第一热交换器和第二热交换器的入口和出口处安装有温度检测设备。所述的海水分配控制阀组为可调节的分配控制阀。实际中,可以根据进入热交换器的浓盐水和冷凝水的温度及流量调节进入第二热交换器和冷凝淡水热交换器的海水比率,改善余热回收效果,同时将海水的温度与浓盐水循环泵耦合控制,根据海水的温度调节浓盐水循环泵的循环盐水比率,使海水可以达到蒸发温度。

[0015] 优选地,所述的第一热交换器、第二热交换器以及海水分配控制阀组均与 PLC 控制柜连接并受控制。

[0016] 优选地,所述的浓盐水循环管的一端与所述的海水管道连接,另一端与浓盐水排出管连接。浓盐水排出泵和/或浓盐水循环泵与 PLC 控制柜连接并受控制。如此,要循环回蒸发器的浓盐水与海水混合后,一起通入蒸发器中。同时可通过控制浓盐水循环泵的流量来控制循环浓盐水的量。

[0017] 优选地,所述脱气装置包括真空脱气塔,该设备简单,且过程中不使用任何药品。

[0018] 优选地,所述的蒸发器为降膜蒸发器。更优选地,蒸发器为横管式降膜蒸发器。该类型的蒸发器具有传热性能好、蒸发强度大等特点。蒸发器由蒸发室、分配腔和回收腔组成,为相互隔离的密闭腔体,冷凝管束水平布置于蒸发室内并连通分配腔和回收腔,分布装置位于冷凝管束上方,喷淋的海水在冷凝管外形成液膜,由管内的蒸汽冷凝释放的相变热加热沸腾形成蒸汽。形成的蒸汽经由蒸汽出口管输送至压缩机,被压缩后的蒸汽的温度和压力都得到提高。压缩后的蒸汽经过与蒸发器相连的蒸汽入口管重新进入蒸发器的冷凝管内冷凝,释放出相变热加热管外的海水。冷凝液即淡水产品在分配腔和回收腔内富集,然后由冷凝淡水泵排出。

[0019] 优选地,所述蒸发器内安装有压力检测设备、水温检测设备和盐水浓度检测设备。

- [0020] 优选地,所述的压缩机为变频控制压缩机,并且配备有温度和压力检测设备。
- [0021] 采用本实用新型装置进行海水淡化的方法包括连续进行的如下步骤:
- [0022] (1) 海水预热:进料海水分二路经过第一热交换器和第二热交换器进行预热,使海水达到蒸发所需温度;
- [0023] (2) 脱气:预热后的海水进入脱气装置,脱除室温不凝集气体例如二氧化碳,氧气,氮气等;
- [0024] (3) 蒸发:脱气后的海水与循环回的浓盐水一起进入蒸发器,海水在蒸发器内蒸发,部分海水汽化形成水蒸汽,残余的海水形成卤水;
- [0025] (4) 蒸汽再压缩:海水汽化形成的水蒸汽进入机械式蒸汽压缩机进行压缩,压缩后温度和压力提高的蒸汽进入到蒸发器中,在蒸发室内释放热量后冷凝形成冷凝淡水;
- [0026] (5) 蒸发产生的浓盐水的一部分循环,与海水混合,进入到蒸发器中,剩余部分通入到第二热交换器中与进料海水进行换热。
- [0027] 由于以上技术方案的实施,本实用新型与现有技术相比具有如下优点:
- [0028] 1、海水中溶解有一定比率的气体,这些气体在温度升高和海水盐度增高时,会逐渐析出,夹杂在蒸汽中。当蒸汽在蒸发室作为加热介质冷凝时,这些蒸汽不会冷凝,这些不凝气的存在会使系统冷凝压力升高,对传热过程造成很大的阻碍,本实用新型装置可在蒸发前,将海水中的溶解气脱除,改善了蒸发器的传热效果,降低了能耗;
- [0029] 2、本实用新型利用热交换器将蒸发器中出来的冷凝淡水和浓盐水的余热回收用以预热海水,无需对系统进行额外的热量输入,有效地降低了能耗;
- [0030] 3、本实用新型增设浓盐水循环管路,将部分浓盐水循环,能够有效的维持系统的稳定,同时也高效地回收了余热,降低了能耗。

附图说明

- [0031] 下面结合附图和具体的实施例对本实用新型做进一步详细的说明:
- [0032] 图 1 为根据本实用新型的结构示意图;
- [0033] 其中:1、海水分配控制阀;2、第二热交换器;3、第一热交换器;4、真空脱气塔;5、海水泵;6、蒸发器;7、机械蒸汽压缩机;8、浓盐水循环泵;9、浓盐水排出泵;10、浓盐水罐;11、冷凝淡水泵;12、淡水罐;13、冷凝淡水产水管;14、浓盐水排出管;15、浓盐水循环管;16、海水管道。

具体实施方式

- [0034] 参见图 1,高效机械蒸汽再压缩海水淡化装置包括海水分配控制阀 1、第一热交换器 3、第二热交换器 2、真空脱气塔 4、海水泵 5、蒸发器 6、机械蒸汽压缩机 7、浓盐水循环泵 8、浓盐水排出泵 9、浓盐水罐 10、冷凝淡水泵 11、淡水罐 12 以及连接管道和 PLC 控制柜。
- [0035] 海水分配控制阀 1 设置在海水进料管上,其分别与第一热交换器 3 和第二热交换器 2 的海水通道的入水口连通。海水分配控制阀 1 可将进料海水分成二路,一路送入第一热交换器 3 进行换热,另一路送入第二热交换器 2 进行换热。第一热交换器 3 的另一通道的入口与连接在蒸发器 6 上的冷凝淡水产水管 13 连通,冷凝淡水泵 11 设置在冷凝淡水产水管上,将来自蒸发器 6 的冷凝淡水送入第一热交换器 3 中,使其与海水换热后,再经由管

道送入淡水罐 12 中。第二热交换器 2 的另一通道与连接在蒸发器 6 上的浓盐水排出管 14 连通,浓盐水排出泵 9 设置在浓盐水排出管 14 上,将来自蒸发器 6 的浓盐水的一部分送入第二热交换器 2 中,使其与海水换热后,再经由管道送入浓盐水罐 10 中。第一热交换器 3 和第二热交换器 2 均采用高效的板式热交换器,通过回收冷凝淡水和浓盐水的余热,可将海水加热至蒸发所需温度。在第一热交换器 3 和第二热交换器 2 的入口和出口处安装有温度检测设备。海水分配控制阀组 1 为可调节的分配控制阀。实际中,可以根据进入热交换器的浓盐水和冷凝水的温度及流量调节进入第二热交换器 2 和第一热交换器 3 的海水比率,改善余热回收效果。

[0036] 真空脱气塔 4 设置在热交换器的下游,用于将预热后的海水中的室温不凝结气体脱除,从而改善蒸发器的传热效果,降低能耗。采取真空脱气方式,设备简单,且不使用任何药品。

[0037] 另外,本例装置还设有两端分别与浓盐水排出管 14 和蒸发器 6 连通的浓盐水循环管 15,浓盐水循环泵 8 设置在浓盐水循环管 15 上,二者构成了浓盐水循环管路。具体地,浓盐水循环管 15 的两端分别与海水管道 16 和浓盐水排出管 14 连接。海水泵 5 设置在海水管道 16 上,将预热并脱气后的海水和循环浓盐水一起送入到蒸发器 6 中。如此能够有效的维持系统的稳定,同时也高效地回收了余热,降低了能耗。循环浓盐水的量可通过控制浓盐水循环泵 8 的流量来控制。

[0038] 本例中,蒸发器 6 为降膜蒸发器,具体为横管式降膜蒸发器。该类型的蒸发器具有传热性能好、蒸发强度大等特点。蒸发器由蒸发室、分配腔和回收腔组成,为相互隔离的密闭腔体,冷凝管束水平布置于蒸发室内并连通分配腔和回收腔,分布装置位于冷凝管束上方,喷淋的海水在冷凝管外形成液膜,由管内的蒸汽冷凝释放的相变热加热沸腾形成蒸汽。形成的蒸汽经由蒸汽出口管输送至压缩机,被压缩后的蒸汽的温度和压力都得到提高。压缩后的蒸汽经过与蒸发器相连的蒸汽入口管重新进入蒸发器的冷凝管内冷凝,释放出相变热加热管外的海水。冷凝液即淡水产品在分配腔和回收腔内富集,然后由冷凝淡水泵排出。蒸发器 6 内安装有压力检测设备、水温检测设备和盐水浓度检测设备。

[0039] 本例中,机械蒸汽压缩机 7 为变频控制压缩机,并且配备有温度和压力检测设备。

[0040] 本例中,机械蒸汽压缩机 7、蒸发器 6、浓盐水循环泵 8、热交换器 2、3、海水分配控制阀组 1 等均与 PLC 控制柜连接并受控制。

[0041] 应用实例

[0042] 采用本实用新型装置来进行海水淡化,淡水的出水比率为 50%,包括连续进行的下列步骤:

[0043] (1)、海水预热:约 20℃ 的海水首先经过海水分配阀组 1 调节进入第二热交换器 2、第一热交换器 3 的流量比率为 1:1,第二热交换器 2 和第一热交换器 3 分别通入有温度约 75℃ 的浓盐水和温度约 80℃ 的冷凝淡水,通过换热,海水的温度提高至约 70℃,蒸发产生的全部冷凝淡水均送入冷凝淡水换热器 3 进行换热,蒸发产生的浓盐水的 90% 送入浓盐水换热器 2 进行换热,换热后的浓盐水进入排放至浓盐水罐 10。换热后的冷凝淡水产品输送至淡水罐 12;

[0044] (2)、脱气:预热后的海水进入真空脱气塔 4,脱除其中的溶解气,这些溶解气是室温不凝结的气体,包括氧气,氮气,二氧化碳等;

[0045] (3)、蒸发：脱气后的海水与 10% 的浓盐水混合后进入降膜蒸发器 6，在降膜蒸发器 6 中，海水经过分布装置后完成喷淋，喷淋的海水在冷凝管外吸热沸腾，部分形成蒸汽，蒸发在温度 70℃ 以及压力 45kPa 下进行，形成的蒸汽由压缩机 7 压缩后提高温度至 85℃ 和压力为 57.8kPa 后再重新进入蒸发器的冷凝管内冷凝产生冷凝淡水，同时加热管外的海水形成蒸汽。

[0046] 采取该装置和方法，生产 100m³ 的淡化水，所需能耗为约 2000kW·h，为采取传统机械再压缩海水淡化装置和方法所需能耗的 25% 左右。

[0047] 以上对本实用新型做了详尽的描述，其目的在于让熟悉此领域技术的人士能够了解本实用新型的内容并加以实施，并不能以此限制本实用新型的保护范围，凡根据本实用新型的精神实质所作的等效变化或修饰，都应涵盖在本实用新型的保护范围内。

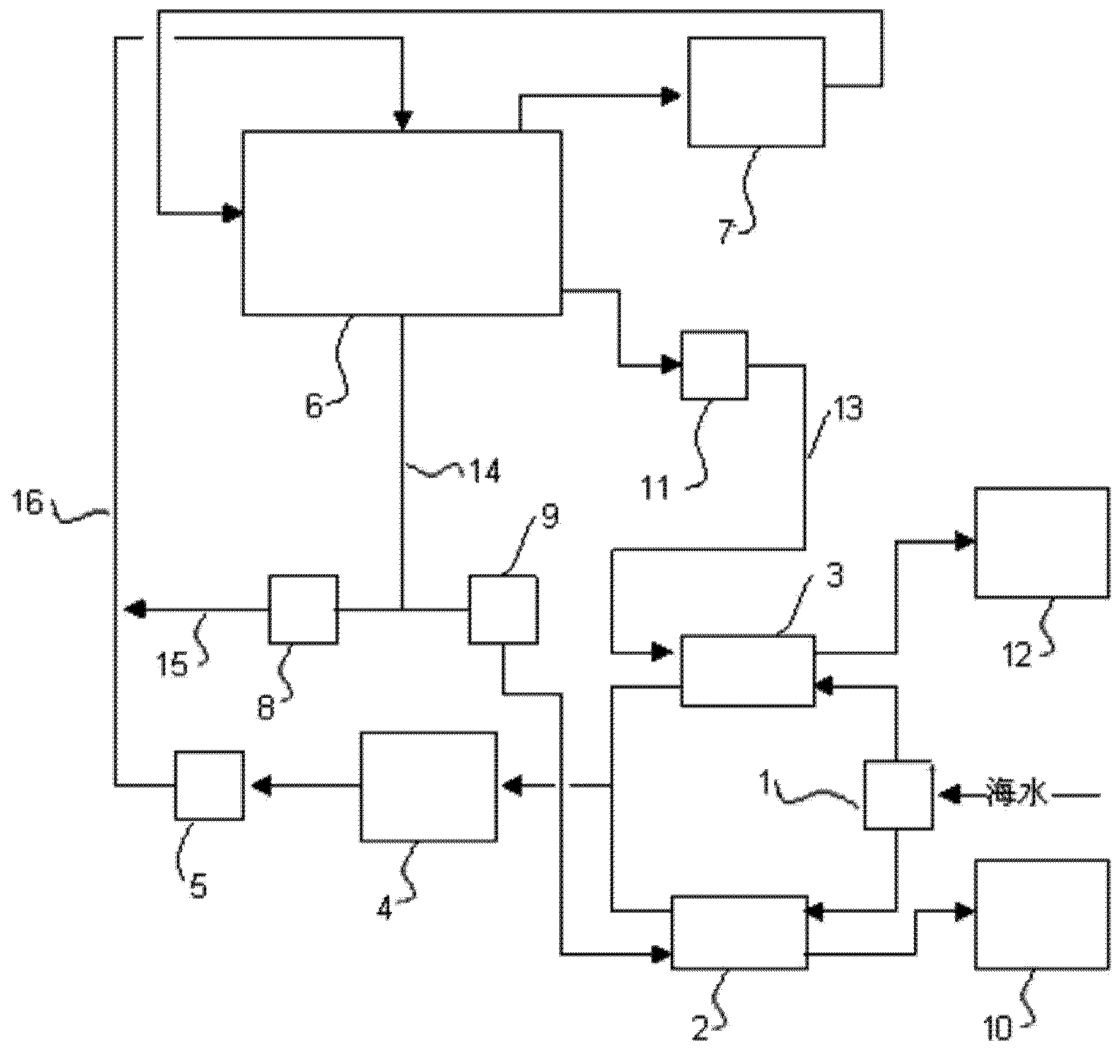


图 1