



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113912156 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 11

(21) 申请号 202111383442.5

(22) 申请日 2021.11.19

(71) 申请人 海南大学

地址 570228 海南省海口市人民大道58号

(72) 发明人 马庆芬 刘学进 卢辉

(74) 专利代理机构 北京久诚知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 11542

代理人 齐葵

(51) Int. Cl.

C02F 1/08 (2006.01)

C02F 103/08 (2006.01)

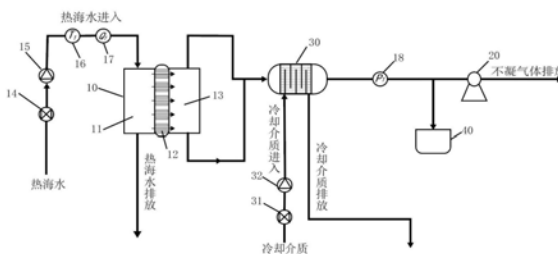
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

膜蒸馏换热装置

(57) 摘要

本发明提供了一种膜蒸馏换热装置,涉及海水淡化技术领域。所述膜蒸馏换热装置包括:蒸发膜组件、真空泵、换热器和淡水存储箱;蒸发膜组件包括:料液侧、疏水透气膜和渗透真空侧;疏水透气膜阻隔在料液侧与渗透真空侧之间;热海水流经料液侧,渗透真空侧与真空泵连通,换热器设置在渗透真空侧与真空泵之间,淡水存储箱设置在真空泵与换热器之间。以蒸发膜组件对海水进行蒸发,相较于传统蒸发器,同样的蒸汽发生率,蒸发器体积缩减率超过90%,进而使得真空密封面积有效缩减、降低密封的难度,并且大大降低了成本以及运输的难度。



1. 一种膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述膜蒸馏换热装置包括:蒸发膜组件(10)、真空泵(20)、换热器(30)和淡水存储箱(40);

所述蒸发膜组件(10)包括:料液侧(11)、疏水透气膜(12)和渗透真空侧(13);所述疏水透气膜(12)阻隔在料液侧(11)与渗透真空侧(13)之间;

热海水流经料液侧(11),渗透真空侧(13)与真空泵(20)连通,所述换热器(30)设置在渗透真空侧(13)与真空泵(20)之间,所述淡水存储箱(40)设置在真空泵(20)与换热器(30)之间。

2. 如权利要求1所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述料液侧(11)的上游按热海水的流经顺序依次设置有:第一流量控制阀(14)、第一泵(15)、温度计(16)和流量计(17)。

3. 如权利要求1所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述换热器(30)包括:水蒸气侧和冷却介质侧;从渗透真空侧(13)抽出的水蒸气流经水蒸气侧,冷却介质流经冷却介质侧对水蒸气进行冷凝;所述冷却介质侧的上游设置有第二流量控制阀(31)和第二泵(32)。

4. 如权利要求1所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述渗透真空侧(13)下游设置有真空压力表(18)。

5. 如权利要求3所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述热海水采用表层热海水;所述冷却介质采用深层冷海水。

6. 如权利要求3所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述膜蒸馏换热装置还包括:恒温水箱(50),所述热海水采用在恒温水箱(50)中被地热水加热的表层海水;所述冷却介质采用表层海水。

7. 如权利要求3所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述膜蒸馏换热装置还包括:太阳能集热器(51),所述热海水采用通过太阳能集热器(51)加热的表层海水;所述冷却介质采用自来水。

8. 如权利要求3所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述膜蒸馏换热装置还包括:涡轮(33)和冷凝器(34);

所述冷却介质侧设置有发电回路,所述发电回路中依次包括:第二流量控制阀(31)、第二泵(32)、换热器(30)、涡轮(33)和冷凝器(34);

所述冷却介质采用有机工质。

9. 如权利要求8所述的膜蒸馏换热装置,其特征在于,所述冷凝器(34)包括:有机工质侧和冷却侧;

深层冷海水流经冷却侧对有机工质进行冷却;

所述冷却侧的上游设置有第三流量控制阀(35)和第三泵(36)。

膜蒸馏换热装置

技术领域

[0001] 本发明涉及海水淡化技术领域,具体涉及一种膜蒸馏换热装置。

背景技术

[0002]

[0003] 利用丰富的海洋优势开发适合南海热带环境的海洋能利用技术,为南海的开发提供电力和水源的支持显得尤为重要。常见的海洋能包括潮汐能、潮流能、波浪能和温差能。在这几种海洋能中,海洋温差能具有能量输出稳定、能量密度大等优点。海洋温差能的可利用的温差只有20℃左右,热能利用条件苛刻,如果只转化为电能的话,利用效率太低,所以综合利用是必由之路。

[0004] 热力循环是海洋温差能利用的主要手段,海洋热能转换(OTEC)的热力循环过程主要分为三种,分别是开式循环、闭式循环、混合式循环。其中混合式循环的管道和设备的体积相对来说大大减小,是热带岛礁与远海平台OTEC系统的首选。

[0005] 然而,蒸发器是混合式循环系统的关键设备,目前国内外普遍采用低压闪蒸工艺,设备的体积庞大,是整个系统中体积最大的设备。而OTEC系统一般位于远海地区,庞大的蒸发器体积不仅会增加制造的成本,还会增加运输的成本,所以不适合远海平台或者岛礁上的应用。所以,减小蒸发器的体积,是目前OTEC系统亟需解决的问题。

发明内容

[0006] (一)解决的技术问题

[0007] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种膜蒸馏换热装置,解决了蒸发器体积过大的问题。

[0008] (二)技术方案

[0009] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:

[0010] 一种膜蒸馏换热装置,所述膜蒸馏换热装置包括:蒸发膜组件、真空泵、换热器和淡水存储箱;

[0011] 所述蒸发膜组件包括:料液侧、疏水透气膜和渗透真空侧;所述疏水透气膜阻隔在料液侧与渗透真空侧之间;

[0012] 热海水流经料液侧,渗透真空侧与真空泵连通,所述换热器设置在渗透真空侧与真空泵之间,所述淡水存储箱设置在真空泵与换热器之间。

[0013] 优选的,所述料液侧的上游按热海水的流经顺序依次设置有:第一流量控制阀、第一泵、温度计和流量计。

[0014] 优选的,所述换热器包括:水蒸气侧和冷却介质侧;从渗透真空侧抽出的水蒸气流经水蒸气侧,冷却介质流经冷却介质侧对水蒸气进行冷凝;所述冷却介质侧的上游设置有第二流量控制阀和第二泵。

[0015] 优选的,所述渗透真空侧下游设置有真空压力表。

- [0016] 优选的,所述热海水采用表层热海水;所述冷却介质采用深层冷海水。
- [0017] 优选的,所述膜蒸馏换热装置还包括:恒温水箱,所述热海水采用在恒温水箱中被地热水加热的表层海水;所述冷却介质采用表层海水。
- [0018] 优选的,所述膜蒸馏换热装置还包括:太阳能集热器,所述热海水采用通过太阳能集热器加热的表层海水;所述冷却介质采用自来水。
- [0019] 优选的,所述膜蒸馏换热装置还包括:涡轮和冷凝器;
- [0020] 所述冷却介质侧设置有发电回路,所述发电回路中依次包括:第二流量控制阀、第二泵、换热器、涡轮和冷凝器;
- [0021] 所述冷却介质采用有机工质。
- [0022] 优选的,所述冷凝器包括:有机工质侧和冷却侧;
- [0023] 深层冷海水流经冷却侧对有机工质进行冷却;
- [0024] 所述冷却侧的上游设置有第三流量控制阀和第三泵。
- [0025] (三)有益效果
- [0026] 本发明提供了一种膜蒸馏换热装置。与现有技术相比,具备以下有益效果:
- [0027] 本发明中,流经料液侧的热海水在蒸气压差的作用下,水蒸汽透过疏水透气膜的膜孔进入渗透真空侧,在真空泵的作用下,水蒸汽从渗透真空侧中被抽出,经过换热器冷凝为淡水后被收集在淡水存储箱中,剩余的不凝气体通过真空泵后排放而出,实现了海水淡化;以蒸发膜组件对海水进行蒸发,相较于传统蒸发器,同样的蒸汽发生率,蒸发器体积缩减率超过90%,进而使得真空密封面积有效缩减、降低密封的难度,并且大大降低了成本以及运输的难度。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0029] 图1为本发明实施例1中膜蒸馏换热装置的结构示意图;
- [0030] 图2为本发明实施例2中膜蒸馏换热装置的结构示意图;
- [0031] 图3为本发明实施例3中膜蒸馏换热装置的结构示意图;
- [0032] 图4为本发明实施例4中膜蒸馏换热装置的结构示意图;
- [0033] 图5为本发明实施例5中膜蒸馏换热装置的结构示意图;
- [0034] 其中:蒸发膜组件10、料液侧11、疏水透气膜12、渗透真空侧 13、第一流量控制阀14、第一泵15、温度计16、流量计17、真空压力表18、真空泵20、换热器30、第二流量控制阀31、第二泵32、涡轮33、冷凝器34、第三流量控制阀35、第三泵36、淡水存储箱40。

具体实施方式

[0035] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获

得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0036] 本申请实施例通过提供一种膜蒸馏换热装置,解决了蒸发器体积过大的问题。

[0037] 本申请实施例中的技术方案为解决上述技术问题,总体思路如下:

[0038] 本发明实施例中,流经料液侧的热海水在蒸气压差的作用下,水蒸汽透过疏水透气膜的膜孔进入渗透真空侧,在真空泵的作用下,水蒸汽从渗透真空侧中被抽出,经过换热器冷凝为淡水后被收集在淡水存储箱中,剩余的不凝气体通过真空泵后排放而出,实现了海水淡化;以蒸发膜组件对海水进行蒸发,相较于传统蒸发器,同样的蒸汽发生率,蒸发器体积缩减率超过90%,进而使得真空密封面积有效缩减、降低密封的难度,并且大大降低了成本以及运输的难度。

[0039] 为了更好的理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明。

[0040] 实施例1:

[0041] 如图1所示,本发明提供了一种膜蒸馏换热装置,所述膜蒸馏换热装置包括:蒸发膜组件10、真空泵20、换热器30和淡水存储箱40;

[0042] 所述蒸发膜组件10包括:料液侧11、疏水透气膜12和渗透真空侧13;所述疏水透气膜12阻隔在料液侧11与渗透真空侧13之间;

[0043] 热海水流经料液侧11,渗透真空侧13与真空泵20连通,所述换热器30设置在渗透真空侧13与真空泵20之间,所述淡水存储箱40 设置在真空泵20与换热器30之间。

[0044] 流经料液侧11的热海水在蒸气压差的作用下,水蒸汽透过疏水透气膜12的膜孔进入渗透真空侧13,在真空泵20的作用下,水蒸汽从渗透真空侧13中被抽出,经过换热器30冷凝为淡水后被收集在淡水存储箱40中,剩余的不凝气体通过真空泵20后排放而出,实现了海水淡化。

[0045] 传统的闪蒸器,一个蒸汽发生率为33.4kg/s的蒸发器直径达到 10m、高度为20m、体积接近1330m³,而以蒸发膜组件10对海水进行蒸发来实现海水淡化,同样的蒸汽发生率,当中空纤维膜丝直径为 1mm,膜通量为1L/(m²·h)时,蒸发器理论计算体积为120m³,体积缩减率超过90%。蒸发器体积的大幅度减小,进而使得真空密封面积有效缩减、降低密封的难度,并且大大降低了成本以及运输的难度。

[0046] 如图1所示,所述料液侧11的上游按热海水的流经顺序依次设置有:第一流量控制阀14、第一泵15、温度计16和流量计17;所述第一流量控制阀14用于控制热海水的流量,所述第一泵15为热海水流动提供动力,所述温度计16和流量计17分别用于监控热海水的温度和流量。

[0047] 如图1所示,所述换热器30包括:水蒸气侧和冷却介质侧;从渗透真空侧13抽出的水蒸气流经水蒸气侧,冷却介质流经冷却介质侧对水蒸气进行冷凝;所述冷却介质侧的上游设置有第二流量控制阀31和第二泵32,所述第二流量控制阀31用于控制冷却介质的流量,第二泵 32用于为冷却介质流动提供动力。

[0048] 如图1所示,所述渗透真空侧13下游设置有真空压力表18,用于测量渗透真空侧13的真空度。

[0049] 实施例2:

[0050] 如图2所示,所述热海水采用表层热海水,温度为25~28℃;所述冷却介质采用深

层冷海水,温度为4~6℃。

[0051] 实施例3:

[0052] 如图3所示,所述膜蒸馏换热装置还包括:恒温水箱50,所述热海水采用在恒温水箱50中被地热水加热的表层海水,温度为40~70℃;所述冷却介质采用表层海水,温度为25~28℃。

[0053] 实施例4:

[0054] 如图4所示,所述膜蒸馏换热装置还包括:太阳能集热器51,所述热海水采用通过太阳能集热器51加热的表层海水,温度为40~65℃;所述冷却介质采用自来水,温度为24~26℃。

[0055] 实施例5:

[0056] 如图5所示,所述膜蒸馏换热装置还包括:涡轮33和冷凝器34;

[0057] 所述冷却介质侧设置有发电回路,所述发电回路中依次包括:第二流量控制阀31、第二泵32、换热器30、涡轮33和冷凝器34;

[0058] 所述冷却介质采用有机工质;所述有机工质通过第二流量控制阀31和第二泵32后进入换热器30的冷却介质侧与水蒸气换热,有机工质吸热转化为有机工质蒸汽,有机工质蒸汽推动涡轮工作发电,接着有机工质蒸汽通过冷凝器34冷凝后流回第二流量控制阀31形成发电回路,实现了膜蒸馏换热装置的水电联产。

[0059] 如图5所示,所述冷凝器34包括:有机工质侧和冷却侧;

[0060] 深层冷海水流经冷却侧对有机工质进行冷却;

[0061] 所述冷却侧的上游设置有第三流量控制阀35和第三泵36;所述第三流量控制阀35用于控制冷海水的流量,第三泵36用于为冷海水流动提供动力。

[0062] 综上所述,与现有技术相比,本发明具备以下有益效果:

[0063] 本发明实施例中,流经料液侧的热海水在蒸气压差的作用下,水蒸汽透过疏水透气膜的膜孔进入渗透真空侧,在真空泵的作用下,水蒸汽从渗透真空侧中被抽出,经过换热器冷凝为淡水后被收集在淡水存储箱中,剩余的不凝气体通过真空泵后排放而出,实现了海水淡化;以蒸发膜组件对海水进行蒸发,相较于传统蒸发器,同样的蒸汽发生率,蒸发器体积缩减率超过90%,进而使得真空密封面积有效缩减、降低密封的难度,并且大大降低了成本以及运输的难度。

[0064] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0065] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

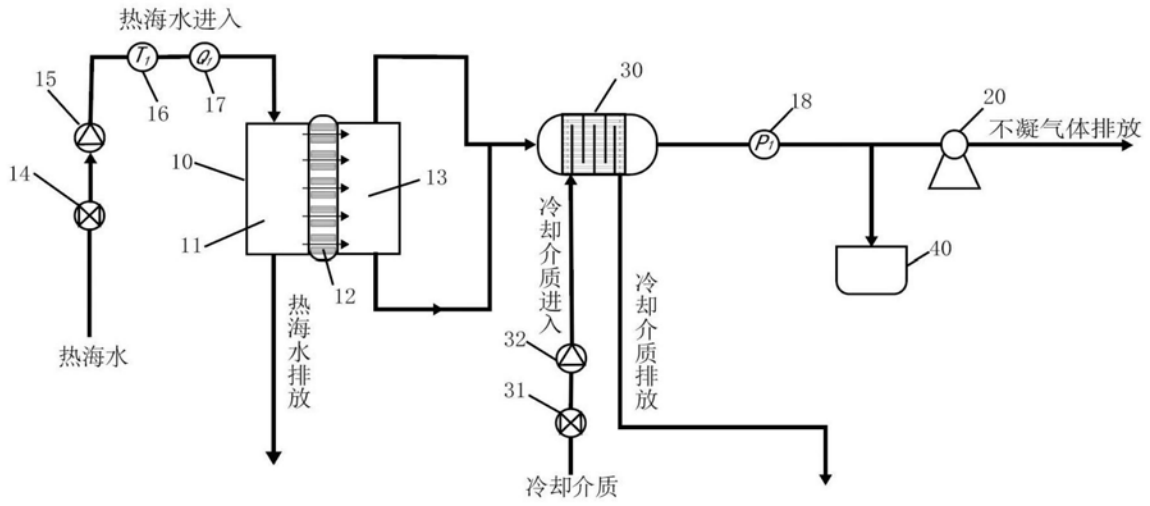


图1

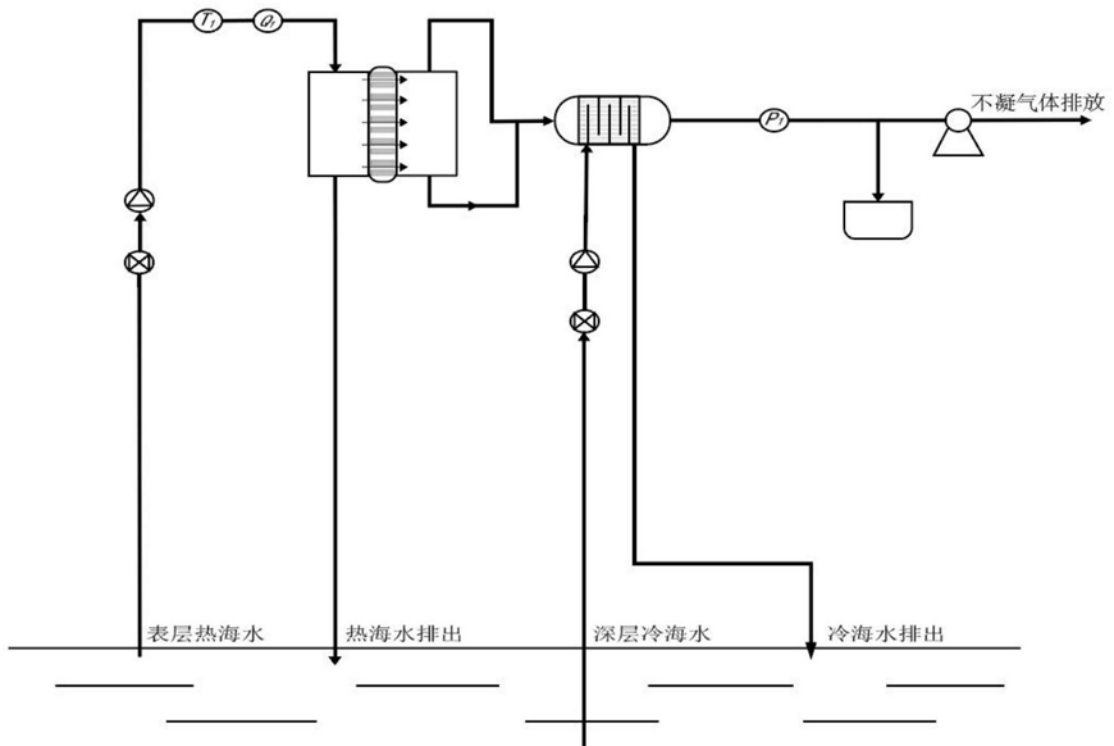


图2

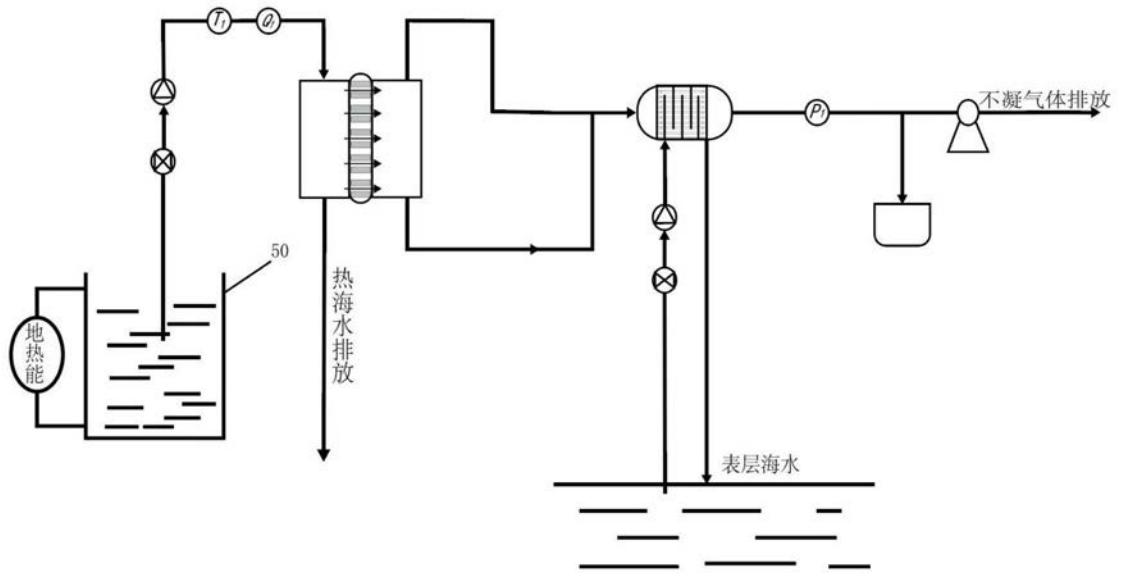


图3

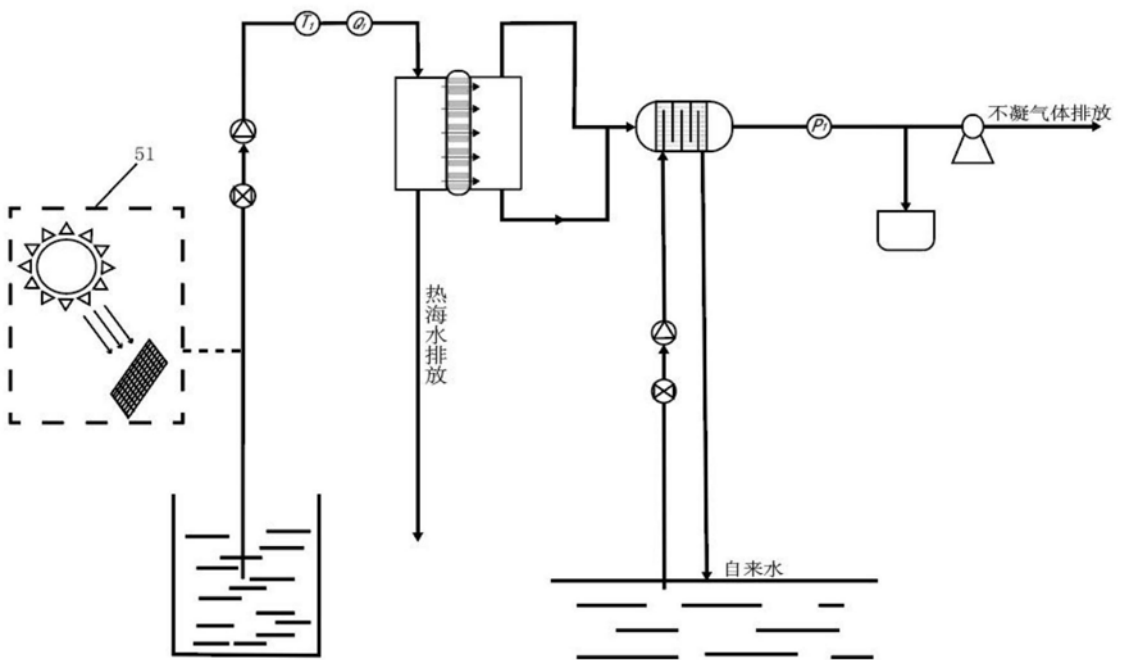


图4

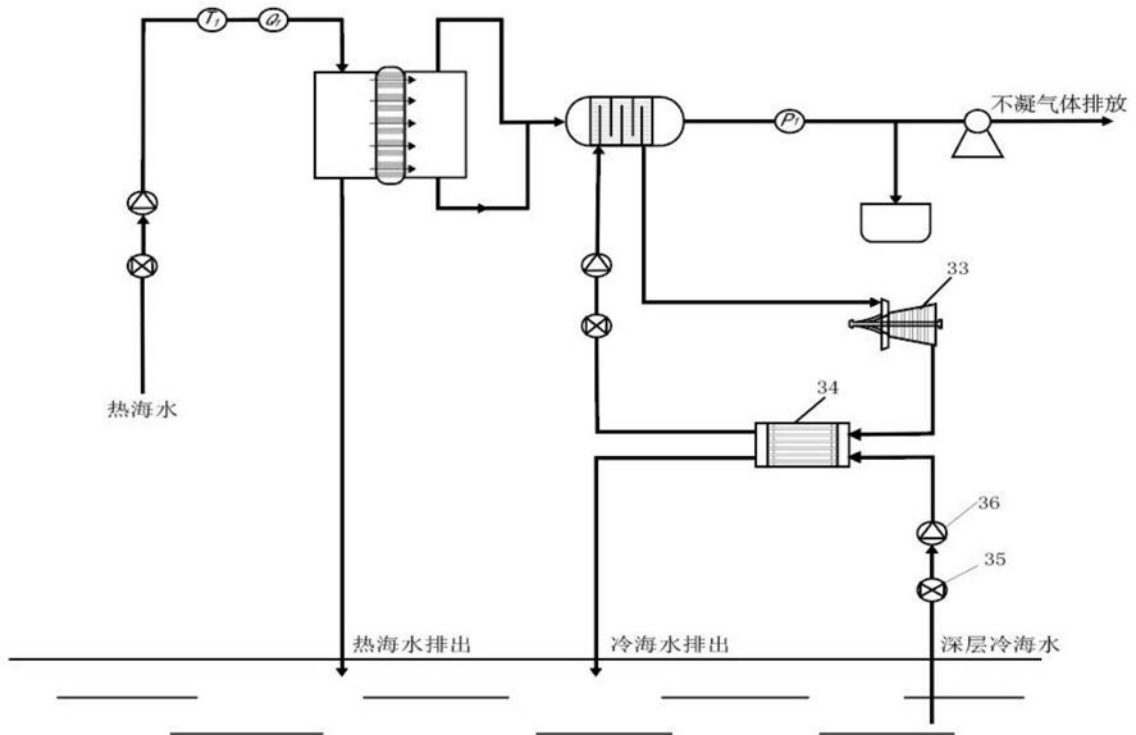


图5