(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112814754 B
(45)授权公告日 2021.11.23

(21)申请号 202110081842.4
(22)申请日 2021.01.21
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112814754 A
(43)申请公布日 2021.05.18
(73)专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号
(72)发明人 潘利生 董跃华 史维秀 魏小林
(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理事务所(普通合伙) 11390
代理人 胡剑辉
(51)Int.Cl.
F01K 25/08(2006.01)
F01K 13/00(2006.01)
F01K 7/02(2006.01)
F25B 9/00(2006.01)
F25B 27/00(2006.01)
F25B 39/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 103185422 A,2013.07.03
US 3988895 A,1976.11.02
US 4275563 A,1981.06.30
CN 203731886 U,2014.07.23
JP 2003214698 A,2003.07.30
US 2018283809 A1,2018.10.04
CN 110152457 A,2019.08.23

审查员 姚放

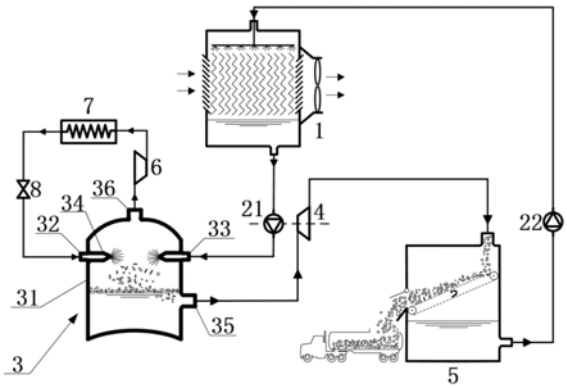
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种接触式蒸发器及其应用系统和方法

(57)摘要

本发明公开了一种接触式蒸发器及其应用系统和方法，并设计了三种系统，分别运用于湿空气潜热利用、海水淡化、海水淡化与发电耦合领域，接触式蒸发器包括与热力循环系统连接的耐高压壳体，在耐高压壳体开设有工质一进口和工质二进口，在工质一进口和工质二进口均安装有雾化器，耐高压壳体上设有液固出口和气体出口，热力循环系统的进口端与气体出口相连；接触式蒸发器解决了空气源热泵在冷源温度较低情况下运行时蒸发器表面结冰、地源热泵和海水源热泵受地域和受地理位置限制、海水淡化中真空法的真空泵耗能较大等问题，并且在表层海水温度较高时，将海水淡化与发电系统耦合，实现能源的梯级利用。



CN 112814754 B

1.一种接触式蒸发器的应用系统，其特征在于，包括接触式蒸发器(3)和冷却塔式热交换器(1)，所述冷却塔式热交换器(1)的出口与所述接触式蒸发器(3)的工质二进口(33)通过管道相连且在该段连接管道上设置有第一工质泵(21)，所述接触式蒸发器(3)的液固出口(35)顺次连接有液固式膨胀机(4)和过滤器(5)，所述液固式膨胀机(4)与所述第一工质泵(21)同轴设置，所述过滤器(5)的出冰口下面设置有运输装置，所述过滤器(5)的出液口与所述冷却塔式热交换器(1)的进口通过管道相连且在该段连接管道上设置有第二工质泵(22)；

所述接触式蒸发器(3)包括与热泵循环系统连接的耐高压壳体(31)，其特征在于，在所述耐高压壳体(31)开设有供热力循环系统出口端的低温工质一进入的工质一进口(32)和供工质二进入的工质二进口(33)，在所述工质一进口(32)和所述工质二进口(33)均安装有雾化器(34)，所述工质一和所述工质二通过雾化器(34)被雾化为微小液滴并进行热交换，且所述耐高压壳体(31)上还设有供热交换后呈不同物理状态的工质释放的液固出口(35)和气体出口(36)，所述热力循环系统的进口端与所述气体出口(36)相连。

2.一种接触式蒸发器的应用系统，其特征在于，包括接触式蒸发器(3)、回热器(9)、第三工质泵(23)、第四工质泵(24)和第五工质泵(25)，所述第三工质泵(23)通过管道将海水输送至所述回热器(9)的热进口内，所述第四工质泵(24)通过管道将换热后的海水输送至所述接触式蒸发器(3)的工质二进口(33)内，所述接触式蒸发器(3)的液固出口(35)顺次连接有液固式膨胀机(4)和过滤器(5)，所述液固式膨胀机(4)与所述第四工质泵(24)同轴设置，所述过滤器(5)上开设有出冰口和出液口，所述第五工质泵(25)通过管道将所述出液口的液体泵入所述回热器(9)的冷进口内，所述回热器(9)的冷出口通过管道通向大海；

所述接触式蒸发器(3)包括与热泵循环系统连接的耐高压壳体(31)，其特征在于，在所述耐高压壳体(31)开设有供热力循环系统出口端的低温工质一进入的工质一进口(32)和供工质二进入的工质二进口(33)，在所述工质一进口(32)和所述工质二进口(33)均安装有雾化器(34)，所述工质一和所述工质二通过雾化器(34)被雾化为微小液滴并进行热交换，且所述耐高压壳体(31)上还设有供热交换后呈不同物理状态的工质释放的液固出口(35)和气体出口(36)，所述热力循环系统的进口端与所述气体出口(36)相连。

3.根据权利要求2所述的一种应用系统，其特征在于，所述热力循环系统内的第一冷凝器(7)为储液式冷凝器，所述过滤器(5)的出冰口对准储液式冷凝器的容器进口，所述储液式冷凝器的容器出口连接有储罐(11)。

4.一种接触式蒸发器的应用系统，包括所述接触式蒸发器(3)以及与发电循环系统连接的回热器(9)，其特征在于，还包括第六工质泵(26)、第七工质泵(27)和第八工质泵(28)，所述第六工质泵(26)通过管道将海水依次输送至所述发电循环系统内以及所述回热器(9)内进行梯级换热降温，所述第七工质泵(27)通过管道将换热后的海水输送至所述接触式蒸发器(3)的工质二进口(33)内，所述接触式蒸发器(3)的液固出口(35)顺次连接有液固式膨胀机(4)和过滤器(5)，所述液固式膨胀机(4)与所述第七工质泵(27)同轴设置，所述过滤器(5)上开设有出冰口和出液口，所述第八工质泵(28)通过管道将所述出液口的液体泵入所述回热器(9)的冷进口内，所述回热器(9)冷出口通过管道通向大海；

所述接触式蒸发器(3)包括与热泵循环系统连接的耐高压壳体(31)，其特征在于，在所述耐高压壳体(31)开设有供热力循环系统出口端的低温工质一进入的工质一进口(32)和

供工质二进入的工质二进口(33)，在所述工质一进口(32)和所述工质二进口(33)均安装有雾化器(34)，所述工质一和所述工质二通过雾化器(34)被雾化为微小液滴并进行热交换，且所述耐高压壳体(31)上还设有供热交换后呈不同物理状态的工质释放的液固出口(35)和气体出口(36)，所述热力循环系统的进口端与所述气体出口(36)相连。

5.根据权利要求4所述的一种应用系统，其特征在于，所述发电循环系统包括第二冷凝器(10)、蒸发器(12)、膨胀机(13)、发电机(14)和第九工质泵(29)，所述第六工质泵(26)的出口与所述蒸发器(12)的容器进口通过管道连接，所述蒸发器(12)的容器出口与所述回热器(9)的热进口通过管道连接，所述蒸发器(12)的循环工质出口与所述膨胀机(13)进口通过管道连接用于将吸收海水热量后的循环工质送入膨胀机(13)中膨胀做功并驱动所述发电机(14)发电，所述膨胀机(13)出口与所述第二冷凝器(10)的循环工质进口通过管道连接，所述第二冷凝器(10)的循环工质出口与所述蒸发器(12)的循环工质进口通过管道连接且在该段连接管道上设置有与所述发电机(14)以及所述膨胀机(13)同轴连接的第九工质泵(29)；

所述热力循环系统内的第一冷凝器(7)为储液式冷凝器，所述过滤器(5)的出冰口对准储液式冷凝器的容器进口，所述储液式冷凝器的容器出口与第二冷凝器的容器进口通过管道连接，所述第二冷凝器的容器出口连接有储罐(11)。

6.根据权利要求 1-5任一项所述的一种应用系统，其特征在于，所述耐高压壳体(31)呈上凸下凹状；

所述热力循环系统包括与所述气体出口(36)顺次连接的压缩机(6)、第一冷凝器(7)和节流阀(8)，所述节流阀(8)的出口端与所述工质一进口(32)相连。

7.一种基于权利要求1所述的应用系统的应用方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤101、选择一种冰点随温度变化的工质二，将一定浓度和温度的工质二导入冷却塔式换热器中进行热交换获得稀释的工质二；

步骤102、稀释后的工质二以及热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，工质二转化为冰粒和饱和溶液，工质一转化为气态；

步骤103、冰粒和饱和溶液进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

步骤103、降压后的冰粒和饱和溶液经过滤器筛选出冰粒向用户提供冷源，饱和溶液被回送至冷却塔式换热器，气态的工质一进入热力循环系统经压缩、冷凝和降压恢复低温液体状并再次进入接触式蒸发器内，完成整个循环。

8.一种基于权利要求2-3中任意一项所述的应用系统的应用方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤201、将海水通入回热器内进行预冷；

步骤202、预冷后的海水和热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，海水转化为冰粒和高浓度的饱和海水，工质一转化为气态；

步骤203、冰粒和饱和海水进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

步骤204、降压后的冰粒和饱和海水经过滤器筛选出冰粒进入冷凝器内放冷后储存为淡水，饱和海水通入回热器中与未处理的海水进行热交换，回收饱和海水的一部分冷量，最

后流放到大海中；

气态的工质一进入热力循环系统经压缩、冷凝和降压恢复低温液体状并再次进入接触式蒸发器内，完成整个循环。

9.一种基于权利要求4-5中任意一项所述的应用系统的应用方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤301、将海水依次通入发电循环系统中的蒸发器以及回热器内进行梯级预冷；

步骤302、预冷后的海水和热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，海水转化为冰粒和高浓度的饱和海水，工质一转化为气态；

步骤303、冰粒和饱和海水进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

步骤304、降压后的冰粒和饱和海水经过滤器筛选出冰粒，冰粒依次进入第一冷凝器和第二冷凝器进行梯级冷量回收后储存为淡水，饱和海水通入回热器中与来自发电循环中蒸发器的海水进行热交换，回收饱和海水的一部分冷量，最后流放到大海中；

气态的工质一进入热力循环系统经压缩、冷凝和降压恢复低温液体状并再次进入接触式蒸发器内，完成整个循环。

一种接触式蒸发器及其应用系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及蒸发器、热泵及能源高效利用技术领域，具体涉及一种接触式蒸发器及其应用系统和方法。

背景技术

[0002] 传统空气源热泵在低温热源温度较低工况下运行时，蒸发器表面会结霜，需要采用电加热进行除霜，增加了能耗，降低了热泵本身的优势，并且电热丝使用寿命有限，会造成一定的安全隐患，为了提高传统空气源热泵在低温条件下的工作能力，(CN206247631U)公开了一种低温(-12至-20℃)热泵采暖机组，将热泵系统的蒸发器设置在密闭的蒸发箱体内，蒸发箱体上设有入风口和出风口，其中入风口上设有空气电加热装置，在低温情况下先通过电热网罩加热空气，防止了蒸发器表面结霜并且提升了热泵机组的蒸发温度，从而降低了热泵机组的压缩比，提升了系统的稳定性和机组在低温情况下的工作寿命。

[0003] 其不足之处在于是吸收湿空气中水蒸气的显热，水蒸气显热量较小，低温热源利用率较低，同时造成传热温差较大，并且同样大小的传热温差，低温传热时㶲损失更大，从而使得热泵综合效率偏低。通过提高低温热源温度，从而提高热泵效率的技术方法还有地源热泵、海水源热泵等，地源热泵以岩土体、地层土壤、地下水或地表水为低温热源，其不足之处在于受地域空间限制，并且投资价格与维护费用相对较高，对整个生态来说，会造成生态破坏。海水源热泵以海水为低温热源，可为沿海城市用户解决供暖问题，其不足之处在于受地理位置的限制，并且海水腐蚀性较强，要求设备管道耐腐蚀性高，造价较高。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种接触式蒸发器及其应用系统和方法，以解决现有技术中采用电热网罩加热空气防止热泵中蒸发器结霜造成的热泵综合效率偏低的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明具体提供下述技术方案：

[0006] 一种接触式蒸发器，包括与热力循环系统连接的耐高压壳体，在所述耐高压壳体开设有供热力循环系统出口端的低温工质一进入的工质一进口和供工质二进入的工质二进口，在所述工质一进口和所述工质二进口均安装有雾化器，所述工质一和所述工质二通过雾化器被雾化为微小液滴并进行接触式热交换，且所述耐高压壳体上还设有供热交换后呈不同物理状态的工质释放的液固出口和气体出口，所述热力循环系统的进口端与所述气体出口相连。

[0007] 作为本发明的一种优选方案，所述耐高压壳体呈上凸下凹状；

[0008] 所述热力循环系统包括与所述气体出口顺次连接的压缩机、第一冷凝器和节流阀，所述节流阀的出口端与所述工质一进口相连。

[0009] 本发明还提供了一种应用系统，包括所述接触式蒸发器和冷却塔式热交换器，所述冷却塔式热交换器的出口与所述接触式蒸发器的工质二进口通过管道相连且在该段连接管道上设置有第一工质泵，所述接触式蒸发器的液固出口顺次连接有液固式膨胀机和过

滤器，所述液固式膨胀机与所述第一工质泵同轴设置，所述过滤器的出冰口下面设置有运输装置，所述过滤器的出液口与所述冷却塔式热交换器的进口通过管道相连且在该段连接管道上设置有第二工质泵。

[0010] 本发明还提供了一种应用系统，包括所述接触式蒸发器、回热器、第三工质泵、第四工质泵和第五工质泵，所述第三工质泵通过管道将海水输送至所述回热器的热进口内，所述第四工质泵通过管道将换热后的海水输送至所述接触式蒸发器的工质二进口内，所述接触式蒸发器的液固出口顺次连接有液固式膨胀机和过滤器，所述液固式膨胀机与所述第四工质泵同轴设置，所述过滤器上开设有出冰口和出液口，所述第五工质泵通过管道将所述出液口的液体泵入所述回热器的冷进口内，所述回热器的冷出口通过管道通向大海。

[0011] 作为本发明的一种优选方案，所述热力循环系统内的第一冷凝器为储液式冷凝器，所述过滤器的出冰口对准储液式冷凝器的容器进口，所述储液式冷凝器的容器出口连接有储罐。

[0012] 本发明还提供了一种应用系统，包括所述接触式蒸发器以及与发电循环系统连接的回热器，还包括第六工质泵、第七工质泵和第八工质泵，所述第六工质泵通过管道将海水依次输送至所述发电循环系统内以及所述回热器内进行梯级换热降温，所述第七工质泵通过管道将换热后的海水输送至所述接触式蒸发器的工质二进口内，所述接触式蒸发器的液固出口顺次连接有液固式膨胀机和过滤器，所述液固式膨胀机与所述第七工质泵同轴设置，所述过滤器上开设有出冰口和出液口，所述第八工质泵通过管道将所述出液口的液体泵入所述回热器的冷进口内，所述回热器冷出口通过管道通向大海。

[0013] 作为本发明的一种优选方案，所述发电循环系统包括第二冷凝器、蒸发器、膨胀机、发电机和第九工质泵，所述第六工质泵的出口与所述蒸发器的容器进口通过管道连接，所述蒸发器的容器出口与所述回热器的热进口通过管道连接，所述蒸发器的循环工质出口与所述膨胀机进口通过管道连接用于将吸收海水热量后的循环工质送入膨胀机中膨胀做功并驱动所述发电机发电，所述膨胀机出口与所述第二冷凝器的循环工质进口通过管道连接，所述第二冷凝器的循环工质出口与所述蒸发器的循环工质进口通过管道连接且在该段连接管道上设置有与所述发电机以及所述膨胀机同轴连接的第九工质泵；

[0014] 所述热力循环系统内的第一冷凝器为储液式冷凝器，所述过滤器的出冰口对准储液式冷凝器的容器进口，所述储液式冷凝器的容器出口与第二冷凝器的容器进口通过管道连接，所述第二冷凝器的容器出口连接有储罐。

[0015] 本发明还提供了一种应用系统的应用方法，包括如下步骤：

[0016] 步骤101、选择一种冰点随温度变化的工质二，将一定浓度和温度的工质二导入冷却塔式换热器中进行热交换获得稀释的工质二；

[0017] 步骤102、稀释后的工质二以及热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，工质二转化为冰粒和饱和溶液，工质一转化为气态；

[0018] 步骤103、冰粒和饱和溶液进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

[0019] 步骤103、降压后的冰粒和饱和溶液经过滤器筛选出冰粒向用户提供冷源，饱和溶液被回送至冷却塔式换热器，气态的工质一进入热力循环系统经压缩、冷凝和降压恢复低温液体状并再次进入接触式蒸发器内，完成整个循环。

[0020] 本发明还提供了一种应用系统的应用方法，包括如下步骤：

[0021] 步骤201、将海水通入回热器内进行预冷；

[0022] 步骤202、预冷后的海水和热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，海水转化为冰粒和高浓度的饱和海水，工质一转化为气态；

[0023] 步骤203、冰粒和饱和海水进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

[0024] 步骤204、降压后的冰粒和饱和海水经过滤器筛选出冰粒进入冷凝器内放冷后储存为淡水，饱和海水通入回热器中与未处理的海水进行热交换，回收饱和海水一部分冷量，最后流放到大海中；

[0025] 气态的工质一进入热力循环系统经压缩、冷凝和降压恢复低温液体状并再次进入接触式蒸发器内，完成整个循环。

[0026] 本发明还提供了一种应用系统的应用方法，包括如下步骤：

[0027] 步骤301、将海水依次通入发电循环系统中的蒸发器以及回热器内进行梯级预冷；

[0028] 步骤302、预冷后的海水和热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，海水转化为冰粒和高浓度的饱和海水，工质一转化为气态；

[0029] 步骤203、冰粒和饱和海水进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

[0030] 步骤304、降压后的冰粒和饱和海水经过滤器筛选出冰粒，冰粒依次进入第一冷凝器和第二冷凝器进行梯级冷量回收后储存为淡水，饱和海水通入回热器中与来自发电循环中蒸发器的海水进行热交换，回收饱和海水一部分冷量，最后流放到大海中；

[0031] 气态的工质一进入热力循环系统经压缩、冷凝和降压恢复低温液体状并再次进入接触式蒸发器内，完成整个循环。

[0032] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果：

[0033] 本发明公开了一种接触式蒸发器及其应用系统和方法，并设计了三种系统，分别是湿空气潜热利用系统、海水淡化系统、海水淡化与发电耦合系统。接触式蒸发器解决了低温湿空气热源利用率较低，传统空气源热泵在冷源温度较低情况下运行时蒸发器表面结冰，从而需要电加热除霜，而地源热泵受地域空间的限制，海水源热泵受地理位置的限制，海水淡化中真空法的真空泵耗能较大等问题，并且在表层海水温度较高时，将海水淡化与发电系统耦合，实现能源的梯级利用，还可以大幅提升系统的综合用能效率。此种蒸发器还有许多其他的用途，如烟气除湿除热等。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对实施方式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示例性的，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，还可以根据提供的附图引申获得其它的实施附图。

[0035] 图1为本发明实施例提供接触式蒸发器的第一种应用系统的流程示意图；

[0036] 图2为本发明实施例提供接触式蒸发器的第二种应用系统的流程示意图；

[0037] 图3为本发明实施例提供接触式蒸发器的第三种应用系统的流程示意图。图中的

标号分别表示如下：

[0038] 1-冷却塔式热交换器；3-接触式蒸发器；4-液固式膨胀机；5-过滤器；6-压缩机；7-第一冷凝器；8-节流阀；9-回热器；10-第二冷凝器；11-储罐；12-蒸发器；13-膨胀机；14-发电机；

[0039] 21-第一工质泵；22-第二工质泵；23-第三工质泵；24-第四工质泵；25-第五工质泵；26-第六工质泵；27-第七工质泵；28-第八工质泵；29-第九工质泵；

[0040] 31-耐高压壳体；32-工质一进口；33-工质二进口；34-雾化器；35-液固出口；36-气体出口。

具体实施方式

[0041] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅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做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。

[0042] 如图1至图3所示，本发明提供了一种接触式蒸发器，包括与热力循环系统连接的耐高压壳体31，所述耐高压壳体31呈上凸下凹状以耐高压，且在所述耐高压壳体31开设有供热力循环系统出口端的低温工质一进入的工质一进口32和供工质二进入的工质二进口33，在所述工质一进口32和所述工质二进口33均安装有雾化器34，所述工质一和所述工质二通过雾化器34被雾化为微小液滴并进行接触式热交换，且所述耐高压壳体31上还设有供热交换后呈不同物理状态的工质释放的液固出口35和气体出口36，所述热力循环系统的进口端与所述气体出口36相连。

[0043] 所述热力循环系统包括与所述气体出口36顺次连接的压缩机6、第一冷凝器7和节流阀8，所述节流阀8的出口端与所述工质一进口32相连。

[0044] 上述接触式蒸发器中冷热工质直接接触，换热效率较高，解决了蒸发器表面结冰，从而需增加电热除霜增大能耗的问题。

[0045] 本发明还提供了一种包含上述接触式蒸发器的应用系统应用于湿空气潜热利用领域，包括所述接触式蒸发器3和冷却塔式热交换器1，所述冷却塔式热交换器1的出口与所述接触式蒸发器3的工质二进口33通过管道相连且在该段连接管道上设置有第一工质泵21，所述接触式蒸发器3的液固出口35顺次连接有液固式膨胀机4和过滤器5，所述液固式膨胀机4与所述第一工质泵21同轴设置，所述过滤器5的出冰口下面设置有运输装置，所述过滤器5的出液口与所述冷却塔式热交换器1的进口通过管道相连且在该段连接管道上设置有第二工质泵22。

[0046] 上述应用系统的应用方法包括如下步骤：

[0047] 步骤101、选择一种冰点随温度变化的工质二，将一定浓度和温度的工质二导入冷却塔式换热器中进行热交换获得稀释的工质二；

[0048] 工质二可选择如盐水溶液、乙二醇水溶液和丙二醇水溶液等，在冷却塔式热交换器中吸收湿空气中的热量，作为优选，由于盐水溶液冰点随浓度变化而变化，与热力循环工质CO_2互不相溶，且在低温情况下其腐蚀性较小，在湿空气潜热利用系统中吸收低温空气中的热能时，选择适当浓度的饱和盐水溶液；

[0049] 将一定浓度和温度的盐水通过喷淋装置喷洒在填料上，降低盐水的流速，增大与空气的热交换效率，由于空气被冷却，导致湿空气的饱和绝对湿度减小，湿空气中一定量的水蒸气被冷凝，由于盐水会破坏水的结晶网状结构，因此不会直接结冰，而是形成稀释了的盐水溶液，与此同时水蒸气释放热量(显热+潜热)；

[0050] 步骤102、稀释后的工质二以及热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，工质二转化为冰粒和饱和溶液，工质一转化为气态；

[0051] 热力循环中工质一选用压缩空气或压缩蒸气均可，因此循环工质的选择具有多样性，作为优选，由于CO_2天然无污染且经济，选择CO_2作为热力循环工质，这样做到了碳储存，响应了碳中和的号角；

[0052] 步骤103、降压后的冰粒和饱和溶液经过滤器筛选出冰粒向用户提供冷源，饱和溶液被回送至冷却塔式换热器，气态的工质一进入热力循环系统经压缩、冷凝和降压恢复低温液体状并再次进入接触式蒸发器内，完成整个循环。

[0053] 在接触式蒸发器内，工质一和工质二进行热交换，并伴有冰粒产生。一方面，由于冰粒密度小于盐水的密度，故漂浮在盐水溶液上方，冰粒和盐水通过管道输送到液固式膨胀机内，膨胀做功，达到能量回收的目的，以减小第一工质泵的耗能，被降压的盐水与冰粒混合介质进入过滤器，冰粒被筛除，经卡车运走，可以向用户提供冷源，盐水最后被第二工质泵输送到冷却塔式换热器中；另一方面，CO_2被加热汽化为气体进入压缩机，被压缩为高温高压的气体，进入冷凝器进行放热，从而可向用户提供热能，之后进入节流阀降压，再到接触式蒸发器的雾化器中，完成整个循环过程。

[0054] 本发明还提供了一种包含上述接触式蒸发器的应用系统应用于海水淡化领域，包括所述接触式蒸发器3、回热器9、第三工质泵23、第四工质泵24和第五工质泵25，所述第三工质泵23通过管道将海水输送至所述回热器9的热进口内，所述第四工质泵24通过管道将换热后的海水输送至所述接触式蒸发器3的工质二进口33内，所述接触式蒸发器3的液固出口35顺次连接有液固式膨胀机4和过滤器5，所述液固式膨胀机4与所述第四工质泵24同轴设置，所述过滤器5上开设有出冰口和出液口，所述第五工质泵25通过管道将所述出液口的液体泵入所述回热器9的冷进口内，所述回热器9的冷出口通过管道通向大海。

[0055] 所述热力循环系统内的第一冷凝器7为储液式冷凝器，所述过滤器5的出冰口对准储液式冷凝器的容器进口，所述储液式冷凝器的容器出口连接有储罐11。

[0056] 上述接触式蒸发器的应用系统的应用方法，包括如下步骤：

[0057] 步骤201、将海水通入回热器内进行预冷；

[0058] 步骤202、预冷后的海水和热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，海水转化为冰粒和高浓度的饱和海水，工质一转化为气态；

[0059] 热力循环系统中工质一选用压缩空气或压缩蒸气均可，因此循环工质的选择具有多样性，作为优选，由于CO_2与海水不互溶，天然无污染且经济，选择CO_2作为热力循环工质，这样做到了碳储存，响应了碳中和的号角；

[0060] 步骤203、冰粒和饱和海水进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

[0061] 由于冰粒密度小于海水的密度，故漂浮在海水溶液上方，冰粒和海水通过管道输送到液固式膨胀机内，膨胀做功，达到能量回收的目的，以减小第四工质泵的耗能；

[0062] 步骤204、降压后的冰粒和饱和海水经过滤器筛选出冰粒进入冷凝器内放冷后储存为淡水，饱和海水通入回热器中与未处理的海水进行热交换，回收饱和海水一部分冷量，最后流放到大海中；

[0063] 另一方面，热泵循环系统中的CO_2被加热汽化为气体进入压缩机，被压缩为高温高压的气体，进入冷凝器进行放热，之后CO_2工质进入节流阀降压，再到接触式蒸发器的雾化器中，完成整个循环过程。

[0064] 本发明还提供了一种包含上述接触式蒸发器的应用系统应用于海水淡化和发电耦合领域，包括所述接触式蒸发器3以及与发电循环系统连接的回热器9，还包括第六工质泵26、第七工质泵27和第八工质泵28，所述第六工质泵26通过管道将海水依次输送至所述发电循环系统内以及所述回热器9内进行梯级换热降温，所述第七工质泵27通过管道将换热后的海水输送至所述接触式蒸发器3的工质二进口33内，所述接触式蒸发器3的液固出口35顺次连接有液固式膨胀机4和过滤器5，所述液固式膨胀机4与所述第七工质泵27同轴设置，所述过滤器5上开设有出冰口和出液口，所述第八工质泵28通过管道将所述出液口的液体泵入所述回热器9的冷进口内，所述回热器9冷出口通过管道通向大海。

[0065] 所述发电循环系统包括第二冷凝器10、蒸发器12、膨胀机13、发电机14和第九工质泵29，所述第六工质泵26的出口与所述蒸发器12的容器进口通过管道连接，所述蒸发器12的容器出口与所述回热器9的热进口通过管道连接，所述蒸发器12的循环工质出口与所述膨胀机13进口通过管道连接用于将吸收海水热量后的循环工质送入膨胀机13中膨胀做功并驱动所述发电机14发电，所述膨胀机13出口与所述第二冷凝器10的循环工质进口通过管道连接，所述第二冷凝器10的循环工质出口与所述蒸发器12的循环工质进口通过管道连接且在该段连接管道上设置有与所述发电机14以及所述膨胀机13同轴连接的第九工质泵29；

[0066] 所述热力循环系统内的第一冷凝器7为储液式冷凝器，所述过滤器5的出冰口对准储液式冷凝器的容器进口，所述储液式冷凝器的容器出口与第二冷凝器的容器进口通过管道连接，所述第二冷凝器的容器出口连接有储罐11。

[0067] 上述接触式蒸发器的应用系统的应用方法，包括如下步骤：

[0068] 步骤301、将海水依次通入发电循环系统中的蒸发器以及回热器内进行梯级预冷；

[0069] 步骤302、预冷后的海水和热力循环系统出口端的低温工质一在接触式蒸发器内进行热交换，海水转化为冰粒和高浓度的饱和海水，工质一转化为气态；

[0070] 热力循环系统中工质一选用压缩空气或压缩蒸气均可，因此循环工质的选择具有多样性，作为优选，由于CO_2与海水不互溶，天然无污染且经济，选择CO2作为热力循环工质，这样做到了碳储存，响应了碳中和的号角；

[0071] 步骤303、冰粒和饱和海水进入液固膨胀机内进行膨胀做功将高压的液固压能转化为机械能，完成能量回收；

[0072] 步骤304、降压后的冰粒和饱和海水经过滤器筛选出冰粒，冰粒依次进入第一冷凝器和第二冷凝器进行梯级冷量回收后储存为淡水，饱和海水通入回热器中与来自发电循环中蒸发器的海水进行热交换，回收饱和海水一部分冷量，最后流放到大海中；

[0073] 热泵循环系统中的CO_2被加热汽化为气体进入压缩机，被压缩为高温高压的气体，进入冷凝器进行放热，之后CO_2工质进入节流阀降压，再到接触式蒸发器的雾化器中，完成整个循环过程。

[0074] 另外，发电循环系统中CO_2工质在蒸发器中吸收海水的热量，成为高温高压气态CO_2进入膨胀机中膨胀做功，驱动发电机进行发电，CO_2膨胀为低压的气体，进入冷凝器进行放热，形成低温低压的CO_2液体，同时加热了淡水，之后低温低压的CO_2液体由第九工质泵加压为低温高压液体，输送到蒸发器中，完成整个循环过程。

[0075] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例，不用于限制本申请，本申请的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内，对本申请做出各种修改或等同替换，这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

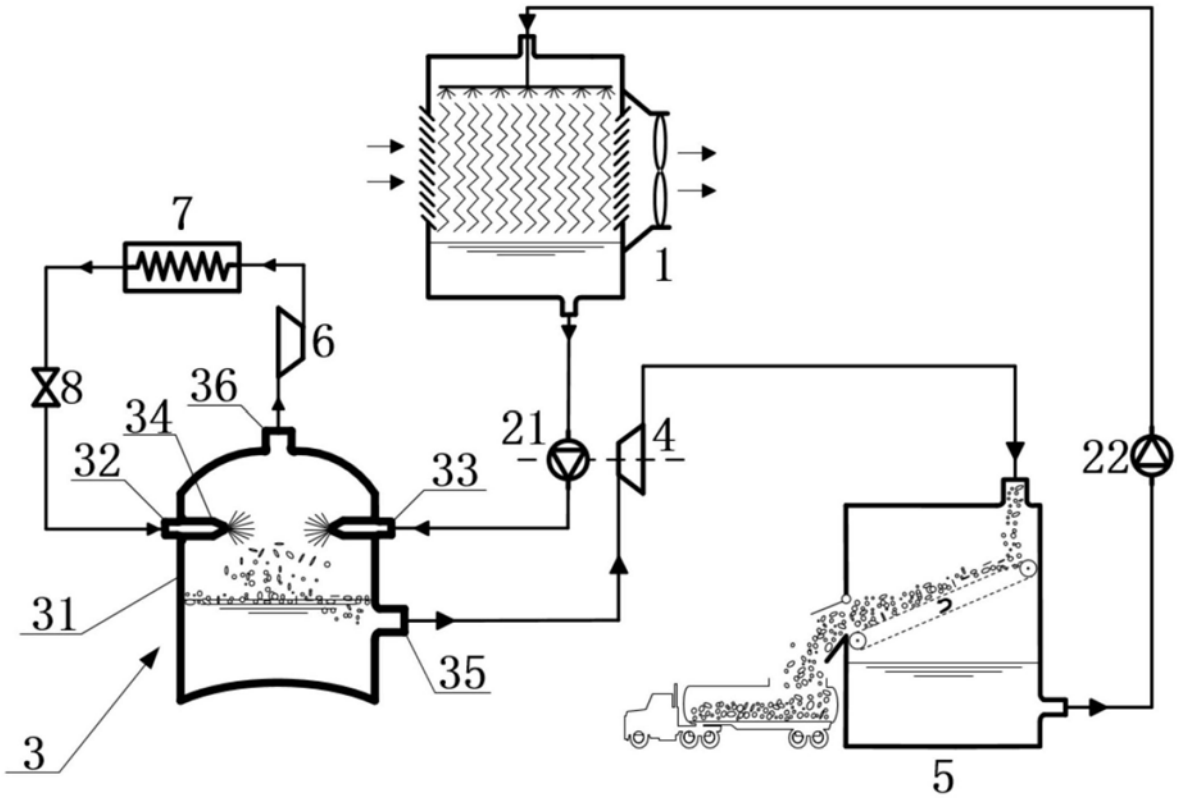


图1

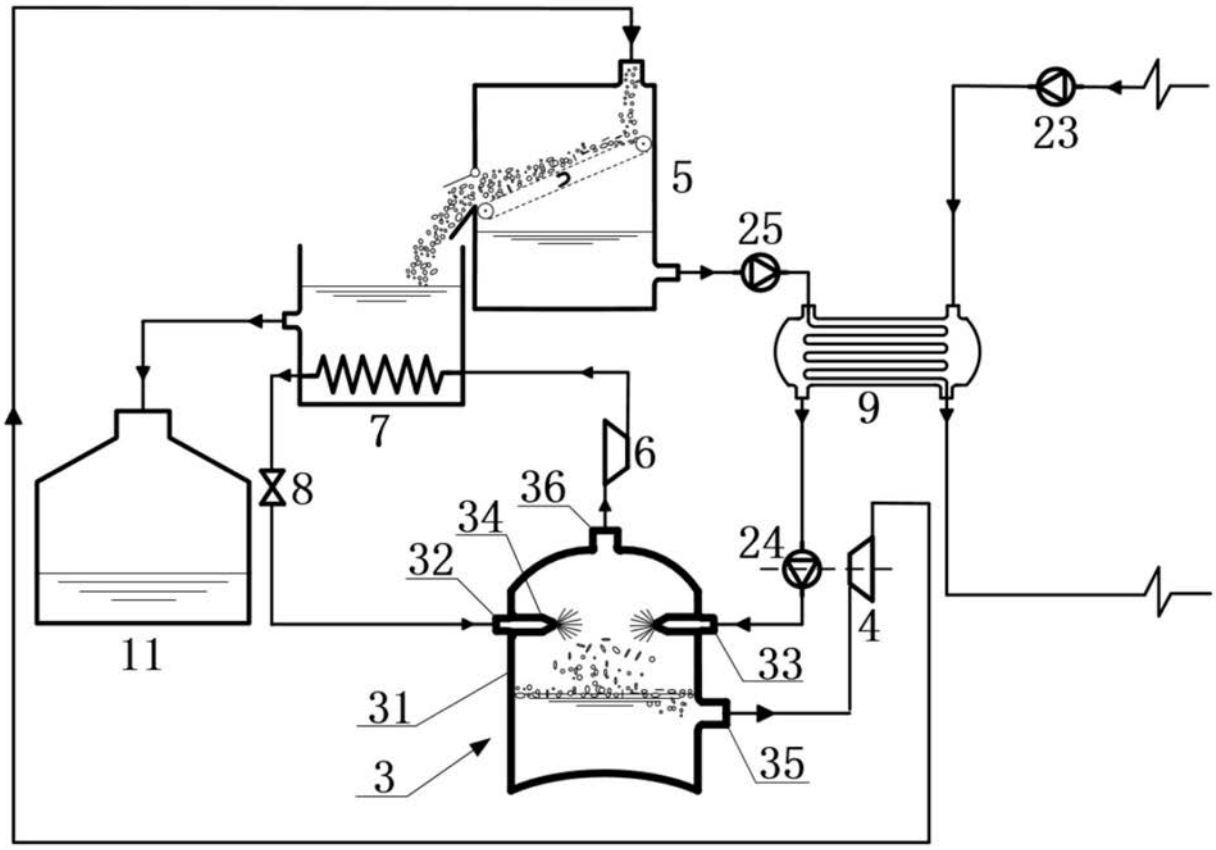


图2

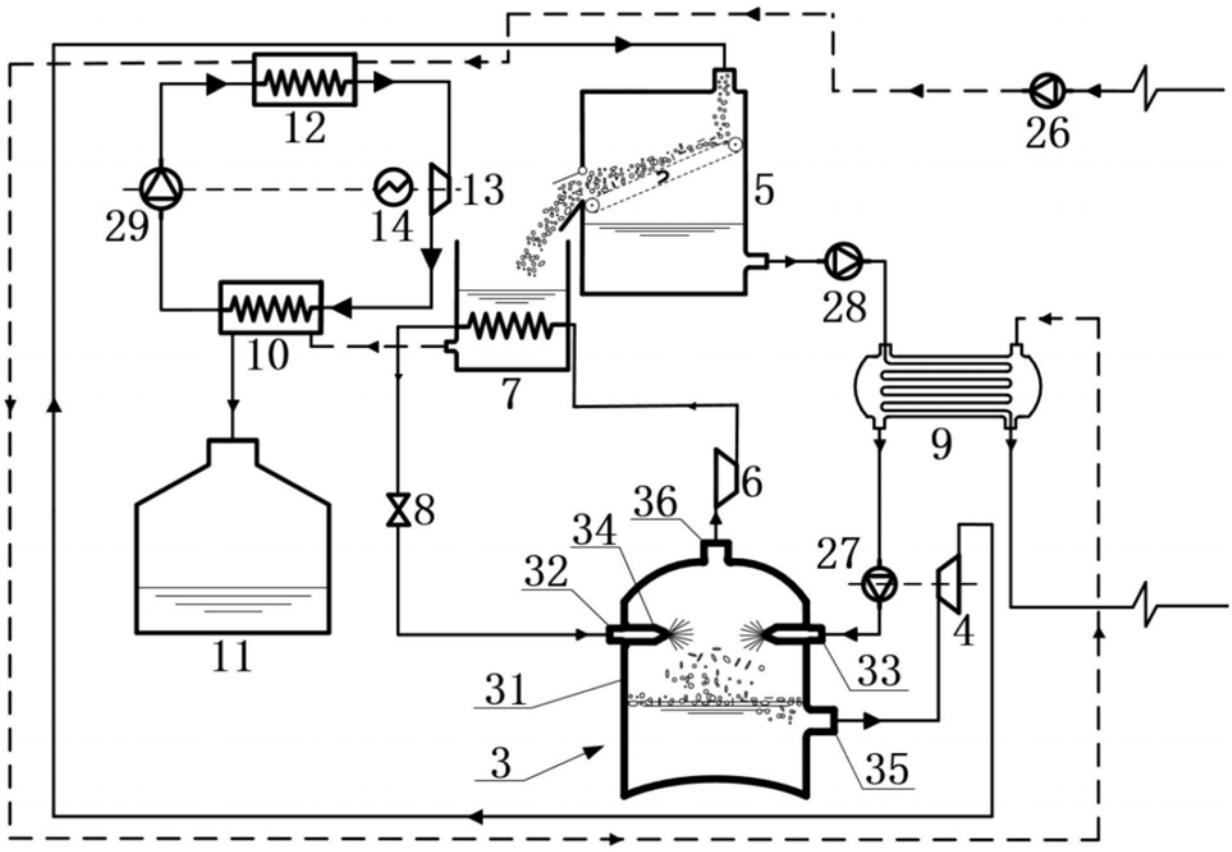


图3