

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

medium gas of the pneumatic motor (J), so that the working medium of the first heat pump (I) is cyclically subjected to heat absorption, temperature increase and temperature decrease.

(57) 摘要: 一种换能方法, 包括: 利用第一热泵(I)的工质吸收来自气动机(J)的输出压力工质气体的热量而将气动机(J)的输出压力工质气体冷凝得到压力工质液体, 并将压力工质液体输送作为气动机(J)的输入压力工质; 利用第一热泵(I)对吸收热量后的工质进行压缩以使该工质升温从而能够将热量输送给气动机(J)的输入压力工质使其加热汽化成压力工质气体, 压力工质气体用于致动气动机(J)然后由气动机(J)输出作为气动机(J)的输出压力工质气体; 将热量输送给输入压力工质而降温后的第一热泵(I)的工质被输送用于重新从气动机(J)的输出压力工质气体吸收热量, 从而使得第一热泵(I)的工质循环进行所述吸热、升温和降温。

换能方法和系统

技术领域

5 本发明涉及换能及储能技术领域，具体涉及一种换能方法和换能系统，其能够对输入的电进行放大输出以用于驱动外部设备，例如驱动发电机进行发电；特别地，还涉及分布式换能方法和分布式换能系统，其能够对输入的电进行储能，并且进行放大输出以用于驱动外部设备，例如驱动发电机进行发电。

10 背景技术

在国内外，现有的储能方法（例如储电方法）包括抽水蓄水储能、飞轮储能、化学电池储能、压缩空气储能等办法，但是以上几种方法的能效比低，一般不会超过 0.8，而且所需投资大。此外，在实现这些方法的系统中，一些能够重复利用的热能和冷能也被作为废热而排出系统，造成能量浪费以及能效比降低。

另外，有些现有的储能方法需要利用特定的地形，例如山区、海边等，因此在具体实施时受到地理位置的限制，从而限制其实际的推广及应用。

因此，急需一种分布式换能方法和分布式换能系统，其能够实现比现有技术显著更高效的储能和能量输出。另外，还急需一种换能方法和系统，其能够重复利用现有换能系统中作为废冷和废热的能量以及热泵的高效率来实现电能的放大输出。

发明内容

25 鉴于上述问题，本发明提出了一种克服上述问题的分布式换能方法及系统，用于解决现有技术中存在的换能效率低下、投资昂贵、实际实施受地形或地理位置影响等缺陷，而且能够易于实现将电网用电量较少时间段内的谷电进行换能储存，然后在电网用电量较大时利用储存的能量为电网补充发电，实现能量的高效储存和延时输出，而且整体能效比显著提高。

依据本发明的第一方面，提供了一种分布式换能方法，其包括：

30 利用热泵的工质从在第一循环回路中循环流动的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷；

利用热泵对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度，用于对在第二循环回路中循环流动的第二流体进行加热；

5 输送经加热的第二流体用于对气动机的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机，并且对输入压力工质进行加热而降温后的第二流体被热泵的工质重新加热以用于重新对气动机的输入压力工质进行加热，从而使得第二流体被循环加热和降温；

10 输送经制冷的第一流体用于对气动机的输出压力工质气体进行冷凝，并且对气动机的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体被热泵的工质重新吸收热量而制冷以用于重新对气动机的输出压力工质气体进行冷凝，从而使得第一流体被循环制冷和升温。

根据一实施例，利用热泵的工质从在第一循环回路中循环流动的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷可以包括：利用热泵的工质从来自第一流体储罐的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷，且经制冷的第一流体被输送到第二流体储罐中；

15 利用热泵对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度，用于对在第二循环回路中循环流动的第二流体进行加热可以包括：热泵对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度用于对来自第三流体储罐的第二流体进行加热，经加热的第二流体被输送到第四流体储罐中；

20 输送经加热的第二流体用于对气动机的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机可以包括：来自第四流体储罐的经加热的第二流体被输送用于对气动机的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动该气动机，并且对输入压力工质加热后的第二流体被输送回第三流体储罐；

25 输送经制冷的第一流体用于对气动机（J）的输出压力工质气体进行冷凝可以包括：来自第二流体储罐的经制冷的第一流体被输送用于对气动机的输出压力工质气体进行冷凝，然后返回到第一流体储罐中。

30 根据一实施例，来自第二流体储罐的经制冷的第一流体被输送用于对气动机的输出压力工质气体进行冷凝，可以包括：使来自第二流体储罐的经制冷的第一流体流经第一冷凝器，从而对流入第一冷凝器中的、气动机的输出压力工质气体进行冷凝得到压力工质液体，压力工质液体返回蒸汽发生器作为气动机的输入压力工质；

其中，来自第四流体储罐的经加热的第二流体用于在流经蒸汽发生器时

对蒸汽发生器内的、气动机的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体从而致动气动机。

根据一实施例，利用热泵的工质从来自第一流体储罐的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷，可以包括：使热泵的工质流经蒸发器，从流入蒸发器中的、来自第一流体储罐的第一流体中吸收热量而蒸发，从而对第一流体制冷；

其中，热泵的压缩后的工质流入第二冷凝器中对流入第二冷凝器中的、来自第三流体储罐的第二流体进行加热而冷凝，然后被输送并返回蒸发器。

根据一实施例，在冷凝所得压力工质液体返回蒸汽发生器作为气动机的输入压力工质之前，所述方法还可以包括：

使第一冷凝器与工质储液罐连通，同时保持工质储液罐与蒸汽发生器断开连通，从而使冷凝所得压力工质液体流入工质储液罐中，并且，

当工质储液罐中的液位高于预定第一阈值时，使工质储液罐与第一冷凝器断开连通，并且与蒸汽发生器连通，从而能够使工质储液罐中冷凝所得压力工质液体返回蒸汽发生器中。

根据一实施例，所述方法还可以包括：

当工质储液罐中的液位低于预定第二阈值时，使工质储液罐与蒸汽发生器断开连通而与第一冷凝器重新连通，使得冷凝所得压力工质液体能够流入工质储液罐中，其中所述预定第二阈值低于所述预定第一阈值。

根据一实施例，所述方法还可以包括：在工质储液罐与第一冷凝器重新连通时，利用工质储液罐内部与第一冷凝器内部之间的压力差驱动气动发电机发电，所产生的电优选用于对第四流体储罐中的第二流体进行辅助加热。

根据一实施例，热泵可以包括电动机以及由电动机驱动的压缩机，所述方法还可以包括：将来自第三流体储罐的至少一部分第二流体用于对电动机进行水冷，并且在水冷后被输送回第四流体储罐中；

和/或，

气动机与发电机连接以驱动发电机，所述方法还可以包括：将来自第三流体储罐的至少一部分第二流体用于对发电机进行水冷，并且在水冷后被输送回第四流体储罐中。

根据一实施例，第一流体储罐、第二流体储罐、第三流体储罐、第四流体储罐、工质储液罐、蒸发器、蒸汽发生器、第一冷凝器和/或第二冷凝器优选是绝热的。此外，整个系统中的其它部件，例如管道、阀门等也优选为绝

热的。

根据一实施例，第一流体可以为盐水，对气动机的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体、或者储存在第一流体储罐中的第一流体的温度优选为 0°C 至 20°C，更优选为 0°C 至 12°C，更优选为 12°C；被热泵的工质
5 加热后的第一流体、或者储存在第二流体储罐中的第一流体的温度优选为 -20°C 至 0°C，更优选为 -12°C 至 0°C，更优选为 -12°C；和/或，

第二流体可以为水，对输入压力工质进行加热而降温后的第二流体、或者储存在第三流体储罐中的第二流体的温度优选为 30°C 至 50°C，更优选为 35°C 至 45°C，更优选为 40°C；被热泵的工质加热后的第二流体、或者储存在
10 在第四流体储罐中的第二流体的温度优选为 90°C 至 60°C，更优选为 80°C 至 65°C，更优选为 75°C；和/或，

热泵的工质可以为 CO₂，且气动机的压力工质可以为氨。

依据本发明的另一方面，提供了一种分布式换能系统，其包括：热泵、
15 气动机、用于供第一流体在其中循环流动的第一循环回路、以及用于供第二流体在其中循环流动的第二循环回路，其中，

热泵用于利用其工质从第一流体中吸收热量而对第一流体制冷，并且用于对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度，用于利用其工质对第二流体进行加热；

经加热的第二流体用于对气动机的输入压力工质进行加热使其汽化成
20 压力工质气体用于致动所述气动机，并且对输入压力工质进行加热而降温后的第二流体被热泵的工质重新加热以用于重新对气动机的输入压力工质进行加热，从而使得第二流体被循环加热和降温；

经制冷的第一流体用于对气动机的输出压力工质气体进行冷凝，并且对
25 气动机的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体被热泵的工质重新吸收热量而制冷以用于重新对气动机的输出压力工质气体进行冷凝，从而使得第一流体被循环制冷和升温。

根据一实施例，所述系统还可以包括：第一流体储罐、第二流体储罐、
30 第三流体储罐和第四流体储罐，其中第一流体储罐和第二流体储罐位于第一循环回路中用于储存第一流体，第三流体储罐和第四流体储罐位于第二循环回路中用于储存第二流体，并且其中：

第一流体储罐用于储存对气动机的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体，其中热泵用于用其工质从来自第一流体储罐的第一流体中吸

收热量而对第一流体制冷，第二流体储罐用于储存经制冷的所述第一流体；

第三流体储罐用于储存对气动机的输入压力工质进行加热而降温后的第二流体，其中热泵用于利用其工质对来自第三流体储罐的第二流体进行加热，且第四流体储罐用于储存经加热的所述第二流体。

5 根据一实施例，所述系统还可以包括第一冷凝器和蒸汽发生器，其中，
第一冷凝器用于：使来自第二流体储罐的经制冷的第一流体在流经第一
冷凝器时对流入第一冷凝器中的、气动机的输出压力工质气体进行冷凝得到
压力工质液体，该压力工质液体返回蒸汽发生器作为气动机的输入压力工质；
10 蒸汽发生器用于：使来自第四流体储罐的经加热的第二流体在流经蒸汽发生
器时对蒸汽发生器内的、气动机的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工
质气体从而致动气动机。

根据一实施例，所述系统还可以包括蒸发器和第二冷凝器，其中，

蒸发器用于：使热泵的工质在流经蒸发器时从流入蒸发器中的、来自第
一流体储罐的第一流体中吸收热量而蒸发，从而对第一流体制冷；第二冷凝
15 器用于：使热泵的压缩后的工质在流经第二冷凝器时对流入第二冷凝器中的、
来自第三流体储罐的第二流体进行加热而冷凝，并在加热后输送并返回蒸发
器。

根据一实施例，所述系统还可以包括工质储液罐，其与第一冷凝器相比
位于更低位置且通过第一阀门与第一冷凝器流体连通，并且通过第二阀门与
20 蒸汽发生器流体连通，

其中，当第一阀门处于打开状态时，第二阀门处于关闭状态，使得第一
冷凝器与工质储液罐连通，同时保持工质储液罐与蒸汽发生器断开连通，从
而使冷凝所得压力工质液体可以利用重力流入工质储液罐中；

25 并且，当工质储液罐中的液位高于预定第一阈值时，第一阀门变为关闭
状态且第二阀门变为打开状态，使得工质储液罐与第一冷凝器断开连通而与
蒸汽发生器连通，从而能使工质储液罐中的压力工质液体返回蒸汽发生器。

根据一实施例，当工质储液罐中的液位低于预定第二阈值时，第一阀门
变为打开状态且第二阀门变为关闭状态，使工质储液罐与蒸汽发生器断开连
通而与第一冷凝器重新连通，使得第一冷凝器中冷凝所得压力工质液体能够
30 流入工质储液罐中，其中预定第二阈值低于预定第一阈值。

在这里，第一阀门和第二阀门可以为电动阀。

根据一实施例，工质储液罐还可以通过与第一阀门所处第一管路不同的

第三管路与第一冷凝器流体连通，所述第三管路中包含串接的第三阀门和气动发电机，

工质储液罐还通过与第二阀门所处第二管路不同的第四管路与蒸汽发生器流体连通，第四管路中包含串接的第四阀门和储气罐，该储气罐连接于
5 蒸汽发生器与第四阀门之间且用于储存汽化的压力工质气体，

当工质储液罐中的液位高于预定第一阈值时，第三阀门由打开状态变为关闭状态而第四阀门由关闭状态变为打开状态，鉴于此时第一阀门变为关闭状态且第二阀门变为打开状态，使得工质储液罐与第一冷凝器断开连通而与蒸汽发生器连通，从而能够使工质储液罐中的压力工质液体返回蒸汽发生器
10 中；当工质储液罐中的液位低于预定第二阈值时，第三阀门由关闭状态变为打开状态而第四阀门由打开状态变为关闭状态，从而利用工质储液罐内部与第一冷凝器内部之间的压力差驱动气动发电机发电，所产生的电优选用于对第四流体储罐中的第二流体进行辅助加热，并且在工质储液罐内部与第一冷凝器内部之间压力平衡后，第一阀门由关闭状态变为打开状态。

15 根据一实施例，第一阀门和第二阀门可以为单向阀，而第三阀门和第四阀门可以为电动阀。

根据一实施例，热泵可以包括电动机以及由该电动机驱动的压缩机，来自第三流体储罐的至少一部分第二流体用于对电动机进行水冷，并且在水冷后返回第四流体储罐中；和/或，气动机与发电机连接以驱动发电机，来自第
20 三流体储罐的至少一部分第二流体用于对发电机进行水冷，并且在水冷后返回第四流体储罐中。

根据一实施例，第一流体储罐、第二流体储罐、第三流体储罐、第四流体储罐、工质储液罐、蒸发器、蒸汽发生器、第一冷凝器和/或第二冷凝器可以是绝热的。此外，整个系统中的其它部件，例如管道、阀门等也优选为绝
25 热的。

根据一实施例，第一流体可以为盐水，对气动机的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体、或者储存在第一流体储罐中的第一流体的温度优选为 0°C 至 20°C ，更优选为 0°C 至 12°C ，更优选为 12°C ；被热泵的工质吸收热量而制冷的第一流体、或者储存在第二流体储罐中的第一流体的温度
30 优选为 -20°C 至 0°C ，更优选为 -12°C 至 0°C ，更优选为 -12°C ；和/或，

第二流体可以为水，对输入压力工质进行加热而降温后的第二流体、或者储存在第三流体储罐中的第二流体的温度优选为 30°C 至 50°C ，更优选为

35°C 至 45°C，更优选为 40°C；被热泵的工质加热后的第二流体、或者储存在第四流体储罐中的第二流体的温度优选为 90°C 至 60°C，更优选为 80°C 至 65°C，更优选为 75°C；和/或，

热泵的工质可以为 CO₂，且气动机的压力工质可以为氨。

5 在本发明的分布式换能方法和分布式换能系统中，利用热泵在对第一流体制冷的同时对第二流体制热，经制冷的第一流体用于对气动机的输出压力工质气体进行冷凝及降低气动机的排气压力，同时经制热的第二流体用于对气动机的输入压力工质加热使其汽化以增加气动机的输入压力工质的压力，从而大幅提高了气动机的工质输入端与工质输出端之间的压力差，进而使气
10 动机动力增强、发电增加。在这里，第一流体在一循环回路中循环，而第二流体在另一循环回路中循环，不会将能量排放到整体换能系统的外部，从而避免了能量损失，提高了整体系统的能效比。此外，第一流体在对气动机输出压力工质气体进行冷凝时，也是第一流体吸收输出压力工质气体中的热量进行储能的过程，所储存的热能够用于供热泵的工质吸热，从而避免了系
15 统内的能量损失。

 换言之，在本发明的分布式换能方法及系统中，不存在传统意义上的“废热”，因为这些“废热”在其它环节中都作为有用的能量进行了利用。例如就热泵的角度而言，热泵在对第二流体制热以便后续用于对气动机的输入压力工质进行加热而使其汽化的同时，会对第一流体进行制冷使其后续用
20 于对气动机的输出压力工质气体进行冷凝，所以热泵既利用了第二流体的显热，又利用了第一流体的潜热。又例如，就气动机的角度而言，在气动机的压力工质做功后的乏汽中携带的余热也被经制冷的第一流体回收以便后续供热泵工质吸热，从而气动机的“废热”也得到了再利用。甚至热泵中的电动机以及由气动机驱动的发电机产生的废热，也可以通过来自第三流体储罐的
25 第二流体对其进行水冷而回收到第四流体储罐中待后续加以利用。

 本发明的分布式换能方法及系统能够用于驱动外部设备，例如驱动发电机进行发电，从而实现分布式储能发电方法和系统，其能够显著提高能效比，从而提高发电效率，而且通过多个流体储罐进行储能，能够实现储存电网中的夜间谷电，然后在白天用电需求大时利用夜间储存的能量发电输出，而且
30 显著提高输出电量。

 根据上述实施例的变型，如果将分布式换能方法和分布式换能系统中的第一循环回路及第二循环回路去掉，改为热泵的工质与气动机的工质直接

进行热交换，则得到一种换能方法和换能系统，其能够实现输入能量的即时放大输出。

根据上述实施例的一变型，提供了一种换能方法，包括：

5 利用热泵的工质吸收来自气动机的输出压力工质气体的热量而将所述气动机的输出压力工质气体冷凝得到压力工质液体，并将所述压力工质液体输送作为所述气动机的输入压力工质；

10 利用热泵对吸收热量后的工质进行压缩以使所述工质升温从而能够将热量输送给气动机的所述输入压力工质使其加热汽化成压力工质气体，所述压力工质气体用于致动所述气动机然后由所述气动机输出作为所述气动机的输出压力工质气体；

将热量输送给所述输入压力工质而降温后的所述热泵的工质被输送用于重新从气动机的输出压力工质气体吸收热量，从而使得所述热泵的工质循环进行所述吸热、升温和降温。

15 根据上述实施例的另一变型，提供一种换能系统，其包括热泵、气动机、第一蒸发式冷凝器和第二蒸发式冷凝器，其中热泵分别通过管路与第一蒸发式冷凝器以及第二蒸发式冷凝器流体连通并且第一蒸发式冷凝器与第二蒸发式冷凝器通过第一管路流体连通，使得热泵的工质能够经由第一蒸发式冷凝器、第一管路以及第二蒸发式冷凝器循环流动；并且，气动机分别通过管路与第一蒸发式冷凝器以及第二蒸发式冷凝器流体连通并且第一蒸发式冷凝器
20 与第二蒸发式冷凝器还通过第二管路流体连通，使得气动机的压力工质能够经由第一蒸发式冷凝器、第二管路以及第二蒸发式冷凝器循环流动，

其中，热泵的工质用于在第一蒸发式冷凝器中从气动机的输出压力工质气体吸收热量而将所述气动机的输出压力工质气体冷凝得到压力工质液体，并且所述压力工质液体被输送作为所述气动机的输入压力工质；

25 热泵用于对吸收热量后的工质进行压缩以使所述工质升温从而用于在第二蒸发式冷凝器中对气动机的所述输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体，所述压力工质气体用于致动所述气动机然后由所述气动机输出作为所述气动机的输出压力工质气体；

30 在第二蒸发式冷凝器中对所述输入压力工质进行加热而降温后的所述热泵的工质被用于输送到第一蒸发式冷凝器中重新从气动机的输出压力工质气体吸收热量，从而使得所述热泵的工质循环进行所述吸热、升温和降温。

上述说明仅是本发明技术方案的概述，以便能够更清楚地了解本发明的

技术手段，从而可依照说明书的内容予以实施。为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举说明本发明的具体实施方式。

附图说明

5 通过阅读下文优选实施方式的详细描述，各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的，而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中，用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中：

图 1 是根据本发明实施例的分布式换能系统的示意图；

10 图 2 是根据本发明实施例的分布式换能系统的局部示意图；

图 3 是根据本发明实施例的分布式换能方法的示意图；

图 4 是根据本发明变型实施例的换能系统的示意图；

图 5 是根据本发明另一变型实施例的换能方法的示意图；

图 6 是根据本发明又一变型实施例的换能系统的示意图。

15

具体实施方式

下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例，然而应当理解，可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开，并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

图 1 是根据本发明实施例的分布式换能系统的示意图。如图 1 所示，根据本发明一实施例的分布式换能系统包括：热泵 I、气动机 J、用于供盐水在其中循环流动的循环回路、及用于供水在其中循环流动的循环回路，其中，
25 热泵 I 用于利用其工质从循环回路中的盐水中吸收热量而对盐水制冷，并且用于对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度，用于利用其工质对另一循环回路中的水进行加热；在图 1 中，热泵 I 例如包括电动机 8 以及与电动机 8 传动连接的压缩机，且包括与压缩机连接的工质管路以及管路中的工质。

经加热的水用于对气动机 J 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机 J，并且对输入压力工质进行加热而降温后的水被热泵 I 的工质重新加热以用于重新对气动机 J 的输入压力工质进行加热，
30 从而使水在所述另一循环回路中被循环加热和降温；

经制冷的盐水用于对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝，并且对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的盐水被热泵 I 的工质重新吸收热量而制冷以用于重新对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝，从而使得盐水在循环回路中被循环制冷和升温。

5 在本发明中，所述循环回路分别用于使盐水和水在其中单向循环，使得盐水在循环回路中循环时被循环制冷和升温，并且使得水在循环回路中循环时被循环加热和降温。这些循环回路中可以根据需要来设计，采用各种管路、阀门、泵送装置、蒸发器、冷凝器、蒸汽发生器等实现，根据需要，循环回路中也可以包括分别暂时储存盐水和水的流体储罐。因此，本发明中对循环回路的具体实现没有特别限制，只要其能够使其中的盐水和水循环流动以便
10 被循环制冷和加热即可。

 所述分布式换能系统中的冷凝器 C 用于：使来自流体储罐 E 的经制冷的盐水在流经冷凝器 C 的管程时对流入冷凝器 C 的壳程中的、气动机 J 的输出压力工质气体（例如氨气）进行冷凝得到压力工质液体（即液氨），该压力工质液体返回蒸汽发生器 D 作为气动机 J 的输入压力工质（即液氨）；蒸汽发生器 D 用于：使来自流体储罐 F 的经加热的水在流经蒸汽发生器 D 的管程时对蒸汽发生器 D 的壳程内的、气动机 J 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体从而致动气动机 J。
15

 所述分布式换能系统还可以包括蒸发器 A 和冷凝器 B，蒸发器 A 用于：
20 使热泵 I 的工质在流经蒸发器 A 的壳程时从流入蒸发器 A 的管程中的、来自流体储罐 G 的盐水中吸收热量而蒸发，从而对盐水制冷；冷凝器 B 用于：使热泵 I 的压缩后的工质在流经冷凝器 B 的壳程时对流入冷凝器 B 的管程中的、来自流体储罐 H 的水进行放热而冷凝，并在放热后输送并返回蒸发器 A。

 在本发明的分布式换能系统中，利用热泵 I 在对盐水制冷的同时对水制热，经制冷的盐水用于对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝以降低气动机 J 的排气压力，同时经制热的水用于对气动机 J 的输入压力工质加热使其汽化以增加气动机 J 的输入压力工质的压力，从而大幅提高了气动机 J 的工质输入端与工质输出端之间（即气动机 J 的输入压力工质气体与输出压力工质气体即输出乏汽之间）的压力差，进而使气动机 J 的输出动力增强、发电
25 增加。在这里，盐水在一循环回路中循环，而水在另一循环回路中循环，不会将能量排放到整体换能系统的外部，从而避免了能量损失，提高了整体系统的能效比。此外，盐水在对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝时，也
30

是盐水吸收输出压力工质气体中的热量进行储能的过程，所储存的热能能够用于供热泵的工质吸热，从而避免了系统内的能量损失。而且，热泵 I 在对盐水进行制冷时产生的“废热”被热泵 I 用于对水进行加热而得以利用，整个系统内不存在废热。

5 在以上实施例中，用于盐水的循环回路可以由蒸发器 A、流体储罐 E、冷凝器 C 和流体储罐 G 通过管路依次连接构成，而且流体储罐 G 与蒸发器 A 也通过管路连接，从而形成封闭的循环回路，在管路中需要位置设置泵送装置（例如水泵 4）来驱动盐水在循环回路中循环流动，例如可以在蒸发器 A 与流体储罐 E 之间的管路上设置水泵 4，用于将蒸发器 A 中被冷却后的盐水输
10 送到流体储罐 E 中储存；例如可以在流体储罐 E 与冷凝器 C 之间的管路上设置水泵 4，用于将来自流体储罐 E 的盐水输送到冷凝器 C 中；还例如，也可以在流体储罐 G 与蒸发器 A 之间的管路上设置水泵，用于将盐水从流体储罐 G 输送到蒸发器 A 中。本发明对此没有限制，可以根据实际需要在指定管路中设置水泵。

15 类似的，用于水的循环回路可以由冷凝器 B、流体储罐 F、蒸汽发生器 D 和流体储罐 H 通过管路依次连接构成，且流体储罐 H 与冷凝器 B 也通过管路连接，从而形成封闭的循环回路，在管路中需要位置设置泵送装置（例如水泵 4）来驱动水在循环回路中循环流动。例如可以在冷凝器 B 与流体储罐 F
20 之间的管路上设置水泵 4，用于将冷凝器 B 中被加热后的水输送到流体储罐 F 中储存；例如可以在流体储罐 F 与蒸汽发生器 D 之间的管路上设置水泵 4，用于将来自流体储罐 F 的水输送到蒸汽发生器 D 中；还例如，也可以在流体储罐 H 与冷凝器 B 之间的管路上设置水泵，用于将水从流体储罐 H 输送到冷凝器 B 中。本发明对此没有限制，可以根据实际需要在指定管路中设置水泵。

25 在本发明中，在其中一个循环回路中采用盐水作为循环流体，在另一个循环回路中采用水（即普通淡水）作为循环流体，但是本发明不限于采用盐水和水作为循环流体，在不冲突的情况下，也可以采用别的流体，例如别的类型的液体甚至气体，只要其能够在所需工作温度下保持为流体状态以便于循环流动，以便能够与热泵的工质和气动机的压力工质配合在指定温度下进行热交换即可。本领域技术人员完全可以根据系统中采用的热泵工质的类型、
30 压力、工作温度等以及气动机采用的压力工质的类型、压力、工作温度等，确定适合于在上述循环回路中循环的流体。本发明各实施例中仅以采用盐水和水作为循环流体为例进行说明。之所以采用盐水作为第一流体，是因为需

要其在零度以下也能保持流动性，而且来源广泛，成本低廉；另外，当提及“水”时，是指具有 0°C 冰点的普通淡水。

如图 1 所示，流体储罐 G 和流体储罐 E 在用于盐水的循环回路中分别用于储存不同温度的盐水，流体储罐 H 和流体储罐 F 在用于水的另一循环回路中分别用于储存不同温度的水。

流体储罐 G 用于储存对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的盐水，此时盐水的温度一般升温到零度以上，例如可以是 0°C 至 20°C，或者为 0°C 至 12°C，优选为 12°C，当然也可以根据需要设为其它温度。热泵 I 用于利用其工质从来自流体储罐 G 的盐水中吸收热量而对盐水制冷，且流体储罐 E 用于储存经制冷的盐水，此时盐水的温度一般制冷到零度以下，例如可以是 -20°C 至 0°C，或者为 -12°C 至 0°C，优选为 -12°C，当然也可以根据需要设为其它温度。

流体储罐 H 用于储存对气动机 J 的输入压力工质进行加热而降温后的水，此时水的温度一般为 20°C 至 60°C，例如 30°C 至 50°C，例如 35°C 至 45°C，优选为 40°C，当然也可以根据需要设为其它温度。热泵 I 用于利用其工质对来自流体储罐 H 的水进行加热，且流体储罐 F 用于储存经加热的水，此时水的温度一般为 90°C 至 60°C，例如 80°C 至 65°C，优选为 75°C，当然也可以根据需要设为其它温度。

这里，热泵 I 的工质例如采用 CO₂，而气动机 J 的压力工质例如采用氨。当然这仅为举例说明，热泵 I 的工质和气动机 J 的压力工质也可以采用其它类型媒介，只要能够在设定温度下实现蒸发和冷凝从而与外部的流体（例如盐水或水）进行热交换即可。例如，气动机 J 的压力工质也可以采用氟利昂。

在热泵 I 采用 CO₂ 作为工质（冷媒）跨临界运行的情况下，为了使蒸发器 A 得到较高的制冷能效比，使蒸发器 A 将盐水制冷到约 -12°C 是较佳的，此时制冷能效比为 2 左右。热泵 I 也可以采用其它类型的工质，只要允许热泵 I 能够从蒸发器 A 中的盐水中吸收热量并且对冷凝器 B 中的水释放热量。

为了保证热泵在冷凝器 B 中对水进行制热时的高能效比，流体储罐 H 中水的温度优选为 40°C；流体储罐 F 中水的温度优选为 75°C，在这些温度条件下，热泵 I 对水制热的能效比大约为 3。

在气动机 J 的压力工质采用液氨时，例如采用环保型制冷剂液氨时，当蒸汽发生器 D 管程入口的水的温度为 75°C 且管程出口的水的温度为 40°C 时，液氨在蒸汽发生器 D 壳程中汽化产生的蒸汽压为 16.7KG。此时，如果冷凝器

C管程入口的盐水温度为 -12°C 而管程出口的盐水温度为 12°C ，所产生的气动机J的背压为大约6.7KG，因此本系统中在气动机J上可获得约10KG的净压差，其相比现有技术得到显著提高，从而提高了气动机J的输出动力，在气动机J用于驱动发电机进行发电的情况显著提高了发电量，当然，根据实际实现时流入蒸汽发生器D中的水的温度、流入冷凝器C中的盐水的温度等，本领域技术人员能够选择适当的其它工质作为气动机J的压力工质，本发明对此不作限制。

本发明实施例中的系统中的各流体储罐、蒸发器、冷凝器、蒸汽发生器、管路、阀门等优选都是绝热的，以避免与外界发生不期望的热交换。

下面具体描述气动机J的输出压力工质气体在冷凝器C中冷凝后返回蒸汽发生器D作为气动机J的输入压力工质的示例性过程。

如图1和图2所示，本实施例的换能系统还可以包括工质储液罐14，其与第一冷凝器C相比位于更低位置且通过阀门13与第一冷凝器C流体连通，并且通过阀门18与所述蒸汽发生器D流体连通。其中，当阀门13处于打开状态时，阀门18处于关闭状态，使得冷凝器C与工质储液罐14连通，同时保持工质储液罐14与蒸汽发生器D断开连通，从而使在冷凝器C中冷凝所得压力工质液体可以利用重力（也可利用泵送装置）流入工质储液罐14中；并且，当工质储液罐14中的液位高于预定高液位阈值19时，使阀门13变为关闭状态且使阀门18变为打开状态，使得工质储液罐14与冷凝器C断开连通而与蒸汽发生器D连通，从而能使工质储液罐14中收集的压力工质液体返回蒸汽发生器D中以便后续被蒸发作为气动机J的输入压力工质气体。

此外，当工质储液罐14中的液位低于预定低液位阈值20时，阀门13变为打开状态且阀门18变为关闭状态，使工质储液罐14与蒸汽发生器D断开连通而与冷凝器C重新连通，使得冷凝器C中冷凝所得压力工质液体能够流入工质储液罐14中，其中预定低液位阈值20低于预定高液位阈值19。在这里，阀门13和阀门18可以为电动阀，由感测工质储液罐14中液位的传感器15在感测到该液位高于预定高液位阈值19或低于预定低液位阈值20时如上所述驱动而打开和关闭。

在本实施例的另一实现方式中，阀门13和阀门18可以为单向止回阀，阀门13打开时，允许压力工质液体沿着从冷凝器C到工质储液罐14的方向流动；当阀门18打开时，允许压力工质液体沿着从工质储液罐14到蒸汽发生器D的方向流动。此时，工质储液罐14还可以通过与阀门13所处管路不

同的管路与冷凝器 C 流体连通,该不同管路中包含串接的阀门 12 和气动发电机 11,能够控制工质储液罐 14 中的压力工质液体上方的压力工质气体流动到冷凝器 C 中;另外,工质储液罐 14 还通过与阀门 18 所处管路不同的管路与蒸汽发生器 D 流体连通,该不同管路中包含串接的阀门 16 和储气罐 17,该储气罐 17 连接于蒸汽发生器 D 与阀门 16 之间且用于将来自蒸汽发生器 D 的汽化的气动机压力工质气体与其携带的气动机压力工质液体彼此分离以及必要时暂时储存汽化的气动机压力工质气体,阀门 16 能够控制蒸汽发生器 D 中产生的压力工质气体流动到工质储液罐 14 中。在这里,阀门 12 和阀门 16 为电动阀,受液位传感器 15 的感测信号的控制;储气罐 17 也可以使用其它具有液气分离作用的装置来替代。

下面结合图 2 所示分布式换能系统的局部放大示意图,描述该实施例的以上另一实现方式中工质储液罐 14 及相关阀门的工作过程。当工质储液罐 14 中的液位高于预定高液位阈值 19 时,液位传感器 15 感测到液位高于预定高液位阈值 19,将产生电信号用于驱动电动阀门 12 由打开状态变为关闭状态而驱动电动阀门 16 由关闭状态变为打开状态,此时,储气罐 17 中的高压气体(即蒸汽发生器 D 中汽化产生的压力工质气体)经过阀门 16 进入工质储液罐 14 中使得工质储液罐 14 中的压力增大,从而引起单向阀门 13 关闭,并且使得单向阀门 18 由于工质储液罐 14 中的压力工质重力作用而打开,从而使得工质储液罐 14 与蒸汽发生器 D 连通,压力工质液体能够回流到蒸汽发生器 D 中。当工质储液罐 14 中的液位低于预定低液位阈值 20 时,液位传感器 15 液位低于预定低液位阈值 20,将产生电信号用于驱动电动阀门 12 由关闭状态变为打开状态而驱动电动阀门 16 由打开状态变为关闭状态,此刻,工质储液罐 14 内部的压力大于冷凝器 C 壳程内部(其供气动机 J 的压力工质气体和液体从中流过)的压力,从而可以利用该压力差驱动气动发电机 11 发电,所产生的电优选用于通过导线 23 使加热管 22 升温,从而对流体储罐 F 中的水进行辅助加热,将热量储存于流体储罐 F 中。而且,随着工质储液罐 14 内部的压力降低,单向阀门 13 由于冷凝器 C 中压力工质液体的重力作用而由关闭状态变为打开状态;此时,由于蒸汽发生器 D 壳程内部(其供气动机 J 的压力工质液体和气体从中流过)的压力大于工质储液罐 14 内部的压力,使得单向阀门 18 由打开状态变为关闭状态,从而工质储液罐 14 与蒸汽发生器 D 断开连通。此方式比传统上利用电泵来回流工质的方式节省大量电力,而且耐高压、不泄漏、效率更高。

在本发明实施例的分布式换能系统中，所述热泵 I 包括电动机 8 以及由该电动机驱动的压缩机，来自流体储罐 H 的至少一部分水用于对该电动机 8 进行水冷，且在水冷后返回流体储罐 F 中；和/或，气动机 J 与发电机连接以驱动发电机，来自流体储罐 H 的至少一部分水用于对发电机进行水冷，并且在水冷后返回流体储罐 F 中。通过这种方式，使得系统内设备（包括电动机和发电机等）的机械运动产生的热量也能得以储存和利用，避免废热产生。

下面结合图 1 至 3 描述根据本发明实施例的分布式换能方法。图 3 示出了根据本发明实施例的分布式储能换能方法的示意图。如图 3 所示，本发明实施例的分布式换能方法可以包括：

10 利用热泵 I 的工质从循环回路中的盐水中吸收热量而对盐水制冷，并且利用热泵 I 对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度，用于利用其工质对另一循环回路中的水进行加热；

15 输送经加热的水用于对气动机 J 的输入压力工质液体进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机 J，并且对输入压力工质进行加热而降温后的水被热泵 I 的工质重新加热以用于重新对气动机 J 的输入压力工质液体进行加热，从而使得水在所述另一循环回路中被循环加热和降温；

20 输送经制冷的盐水用于对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝，并且对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的盐水被热泵 I 的工质重新吸收热量而制冷以用于重新对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝，从而使得盐水在循环回路中被循环制冷和升温。

在本发明实施例中，所述循环回路分别用于使盐水和水在其中单向循环，与以上实施例中的循环回路具有相同的含义。

25 热泵 I 的工质可以从来自流体储罐 G 的盐水中吸收热量而对盐水制冷，且经制冷的盐水被输送到流体储罐 E 中。热泵 I 还可以对其吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度用于对来自流体储罐 H 的水进行加热，经加热的水被输送到流体储罐 F 中。来自流体储罐 F 的经加热的水可以被输送用于对气动机 J 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动该气动机 J，并且对输入压力工质加热后的水被输送回流体储罐 H。来自流体储罐 E 的经制冷的盐水被输送用于对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷
30 凝，然后返回到流体储罐 G 中。

本发明实施例中的换能方法中的制冷和加热可以通过冷凝器和蒸发器实现。如图 1 所示，可以使来自流体储罐 E 的经制冷的第一流体流经冷凝器

C 的管程，从而对流入冷凝器 C 的壳程中的、气动机 J 的输出压力工质气体（例如氨气）进行冷凝得到压力工质液体（即液氨），该压力工质液体返回蒸汽发生器 D 作为气动机 J 的输入压力工质（即液氨）。来自流体储罐 F 的经加热的水可以用于在流经蒸汽发生器 D 的管程时对蒸汽发生器 D 的壳程内的、气动机 J 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体从而致动该气动机 J。

在根据本发明实施例的换能方法中，可以使热泵 I 的工质流经蒸发器 A 的壳程，从流入蒸发器 A 的管程中的、来自流体储罐 G 的盐水中吸收热量而蒸发，从而对盐水制冷。热泵 I 的压缩后的工质可以流入冷凝器 B 的壳程中对流入冷凝器 B 的管程中的、来自流体储罐 H 的水进行加热而冷凝，然后被输送并返回蒸发器 A。在不冲突的情况下，本发明中的“壳程”和“管程”也可以根据实际应用而互换。

在本实施例中，用于盐水的循环回路和用于水的循环回路的构造可以具有与以上实施例中所述相同的含义。在本发明中，在其中一个循环回路中采用盐水作为循环流体，在另一个循环回路中采用水（即普通淡水）作为循环流体，但是本发明不限于采用盐水和水作为循环流体，在不冲突的情况下，也可以采用别的流体，例如别的类型的液体甚至气体，只要其能够在所需工作温度下保持为流体状态以便于循环流动，以便能够与热泵的工质和气动机的压力工质配合在指定温度下进行热交换即可。本领域技术人员完全可以根据系统中采用的热泵工质的类型、压力、工作温度等以及气动机采用的压力工质的类型、压力、工作温度等，确定适合于在上述循环回路中循环的流体。本发明各实施例中仅以采用盐水和水作为循环流体为例进行说明。之所以采用盐水作为第一流体，是因为需要其在零度以下也能保持流动性，而且来源广泛，成本低廉；另外，当提及“水”时，是指具有 0°C 冰点的普通淡水。

流体储罐 G 用于储存对气动机 J 的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的盐水，此时盐水的温度一般升温到零度以上，例如可以是 0°C 至 20°C，或者为 0°C 至 12°C，优选为 12°C，当然也可以根据需要设为其它温度。热泵 I 用于利用其工质从来自流体储罐 G 的盐水中吸收热量而对盐水制冷，且流体储罐 E 用于储存经制冷的盐水，此时盐水的温度一般制冷到零度以下，例如可以是 -20°C 至 0°C，或者为 -12°C 至 0°C，优选为 -12°C，当然也可以根据需要设为其它温度。

流体储罐 H 用于储存对气动机 J 的输入压力工质进行加热而降温后的水，

此时水的温度一般为 20°C 至 60°C，例如 30°C 至 50°C，例如 35°C 至 45°C，优选为 40°C，当然也可以根据需要设为其它温度。热泵 I 用于利用其工质对来自流体储罐 H 的水进行加热，且流体储罐 F 用于储存经加热的水，此时水的温度一般为 90°C 至 60°C，例如 80°C 至 65°C，优选为 75°C，当然也可以
5 根据需要设为其它温度。

在这里，热泵 I 的工质例如采用 CO₂，而气动机 J 的压力工质例如采用氨。当然这仅为举例说明，热泵 I 的工质和气动机 J 的压力工质也可以采用其它类型媒介，只要能够在设定温度下实现蒸发和冷凝从而与外部的流体（例如盐水或水）进行热交换即可。例如，气动机 J 的压力工质也可以采用氟利昂。

10 在热泵 I 采用 CO₂ 作为工质（冷媒）跨临界运行的情况下，为了使蒸发器 A 得到较高的制冷能效比，使蒸发器 A 将盐水制冷到约 -12°C 是较佳的，此时制冷能效比为 2 左右。热泵 I 也可以采用其它类型的工质，只要允许热泵 I 能够从蒸发器 A 中的盐水中吸收热量并且对冷凝器 B 中的水释放热量。

为了保证热泵在冷凝器 B 中对水进行制热时的高能效比，流体储罐 H 中
15 水的温度优选为 40°C；流体储罐 F 中水的温度优选为 75°C，在这些温度条件下，热泵 I 对水制热的能效比大约为 3。

在气动机 J 的压力工质采用液氨时，例如采用环保型制冷剂液氨时，当蒸汽发生器 D 管程入口的水的温度为 75°C 且管程出口的水的温度为 40°C 时，液氨在蒸汽发生器 D 壳程中汽化产生的蒸汽压为 16.7KG。此时，如果冷凝器
20 C 管程入口的盐水温度为 -12°C 而管程出口的盐水温度为 12°C，所产生的气动机 J 的背压为大约 6.7KG，因此本系统中在气动机 J 上可获得约 10KG 的净压差，其相比现有技术得到显著提高，从而提高了气动机 J 的输出动力，在气动机 J 用于驱动发电机进行发电的情况显著提高了发电量，使得发电机的能效比能够达到 5 左右。当然，根据实际实现时流入蒸汽发生器 D 中的水的温
25 度、流入冷凝器 C 中的盐水的温度等，本领域技术人员能够选择适当的其它工质作为气动机 J 的压力工质，本发明对此不作限制。

下面描述根据本发明实施例的换能方法中将气动机 J 的输出压力工质气体冷凝所得压力工质液体返回蒸汽发生器 D 作为气动机 J 的输入压力工质的过程。

30 具体而言，在冷凝所得压力工质液体返回蒸汽发生器 D 作为气动机 J 的输入压力工质之前，所述方法还可以包括：

使冷凝器 C 与工质储液罐 14 连通，同时保持工质储液罐 14 与蒸汽发生

器 D 断开连通，从而使冷凝所得压力工质液体流入工质储液罐 14 中，并且，当工质储液罐 14 中的液位高于预定高液位阈值 19 时，使工质储液罐 14 与冷凝器 C 断开连通，并且与蒸汽发生器 D 连通，从而能够使工质储液罐 14 中冷凝所得压力工质液体返回蒸汽发生器 D 中。

5 此外，当工质储液罐 14 中的液位低于预定低液位阈值 20 时，使工质储液罐 14 与蒸汽发生器 D 断开连通而与冷凝器 C 重新连通，使得冷凝所得压力工质液体能够流入工质储液罐 14 中，其中预定低液位阈值 20 低于预定低液位阈值。

10 在工质储液罐 14 与冷凝器 C 重新连通时，还可以利用工质储液罐 14 内部与冷凝器 C 壳程内部之间的压力差驱动气动发电机 11 发电，所产生的电优选用于对流体储罐 F 中的水进行辅助加热。

15 如果热泵 I 包括电动机 8 以及由该电动机 8 驱动的压缩机，气动机 J 与发电机连接以驱动发电机，则为了将系统中的机械运动产生的热量加以再利用，根据本发明实施例的换能方法还可以包括：将来自流体储罐 H 的至少一部分水用于对电动机 8 进行水冷，并且在水冷后被输送回流体储罐 F 中；并且，将来自流体储罐 H 的至少一部分水用于对发电机进行水冷，并且在水冷后被输送回流体储罐 F 中。

20 与上述换能系统中类似，流体储罐 G、流体储罐 E、流体储罐 H、流体储罐 F、工质储液罐 14、蒸发器 A、蒸汽发生器 D、冷凝器 C 和/或冷凝器 B 可以是绝热的。

在根据本发明实施例的以上换能方法中，对循环回路、盐水和水等流体、热泵的工质、气动机的压力工质的描述与以上所述换能系统中所述一致，在此不再赘述。

25 下面结合根据本发明实施例的换能系统和方法在发电领域中的具体应用，进一步说明本发明。

30 该具体应用的整体思路是：在夜间，借助热泵，利用夜间谷电以冰水及热水为载体，将热量（包括显热和潜热）储存于流体储罐 E、F 中，直至谷电时间结束，此为夜间储能模式。在白天采用发电模式，即，将储存于流体储罐 E、F 中的冷热综合利用进行发电。夜间储能模式和白天发电模式交替循环进行。

1、夜间储能模式具体说明

在人们的惯常思维中，产生废热是非常普遍的情况，很多时候并不会对

废热加以利用。例如以空调制冷为例，夏天室内需要制冷，但空调室外机大量散热，此热量被视为废热，是人们所抛弃的。然而，在本发明中没有真正的“废热”，而是通过热泵，以水为载体，将“废热”蓄热于大型流体储罐 F 中，供白天加热蒸汽发生器 D 中的压力工质（例如液氨或氟利昂）产生高压蒸汽，驱动气动机，实现变废为宝。此时，制热能效比（COP）为 3。

从另一角度来说，以空调制热为例，冬天室内则需制热，空调室外机有大量冷量产生，同样被人们所抛弃的。然而，在本发明中没有真正的“废冷”，而是通过热泵，以盐水为载体，将“废冷”蓄冷于大型流体储罐 E 中，供白天用于冷凝气动机 C 的乏汽，此时蓄冷 COP 为 2。

也就是说，人们通常不是单纯用热就是单纯用冷，并没有将冷热同时利用，而冷热都是能量。本发明的特点在于二者同时协同使用，能效比很高。

2、白天发电模式说明

传统火力发电时，高温高压蒸汽膨胀做功后的乏汽需冷凝成液体，此时巨大的冷凝热被排掉，此热量等同于同质量水的汽化热（潜热），而发电系统对这一部分的热量无法利用，所以导致整个发电系统效率大幅下降，超临界发电机组效率也不超过 45%。而本发明中，气动机的高压工质气体（例如氨气或氟利昂气体）在气动机中膨胀做功后，乏汽排入冷凝器 C 中，所不同的是产生的大量冷凝热被来自流体储罐 E 的冰水所吸收而储存，并不丢失，以备夜间在蒸发器 A 中被吸收加以利用。所以本发明保存并利用了气动机工质的冷凝热。同时利用来自流体储罐 E 的冰水大幅度降低气动机排气压力，增加气动机输入端与输出端之间的压力差，使气动机动力增强且发电增加。

在具体的示例性实现中，当热泵 I 夜间利用谷电工作时，管壳式蒸发器 A 壳程中的工质（即，制冷剂）沸腾蒸发，温度下降，产生的冷量传递给管程中的温水 1，同时吸收其热量，将温水 1 制成 -12℃冰水储存于流体储罐 E 中，蒸发器 A 中的制冷剂蒸汽经热泵 I 的压缩机排入冷凝器 B 中冷凝成液体制冷剂，同时放出热量然后经管道 2 返回蒸发器 A 中，完成一个制冷循环。冷凝器 B 在冷凝时发出的热量传递给冷凝器 B 管程中的低温水 3，使其温度升高至 75℃，并储存于流体储罐 F 中备用，从而完成夜间储能模式。

早晨 8 点以后，水泵 4 开始工作，流体储罐 F 中的高温水进入蒸汽发生器 D 中，对其壳程中的液氨加热升压产生高压氨蒸汽经管道 5 进入气动机 J 中膨胀做功，带动发电机发电。

气动机 J 中产生的乏汽经管道 6 进入冷凝器 G 中冷凝放热，同时加热从

流体储罐 E 中过来的 -12°C 的低温盐水，盐水被温升至 $0-12^{\circ}\text{C}$ ，储存于流体储罐 G 中，以备夜间使用，同时降低气动机 J 的排气压力，增加气动机的工质输入端与工质输出端之间的压差，增加发电量。此时冷凝器 C 中的氨液提被输送回蒸汽发生器 D 中，完成一个工作循环，实现白天发电模式。

5 本发明的分布式换能系统可用于风光蓄能、谷电储能、火力发电等领域，本发明对此不作限制。

上述实施例的分布式换能方法和系统中，热泵的工质与气动机的工质是间接进行换热，即，借助于第一循环回路及其介质以及第二循环回路及其介质进行换热。但是，发明人还发现，在有些应用场景中可能不需要储能环节，所以在以上结合图 1 至图 3 描述的分布式储能方法和分布式储能系统中，能够将其中的储能环节去除，即将分布式换能方法和分布式换能系统中的第一循环回路和/或第二循环回路去掉，从而改为热泵的工质与气动机的工质直接进行热交换，则得到另外的换能方法和换能系统，其能够实现输入能量的即时放大输出。下面结合附图 4 和图 5 进行具体描述，其中与图 1 和图 2 中相同的标号表示与图 1 和图 2 中相同功能的部件，下面不对其进行详细描述。

如图 4 所示，示出了根据本发明一变型实施例的换能系统的示意图，该换能系统可以包括热泵 I、气动机 J、蒸发式冷凝器 K 和蒸发式冷凝器 L，其中热泵 I 分别通过管路与蒸发式冷凝器 K 以及蒸发式冷凝器 L 流体连通并且蒸发式冷凝器 K 与蒸发式冷凝器 L 通过管路 30 流体连通，使得热泵 I 的工质能够经由蒸发式冷凝器 K、管路 30 以及蒸发式冷凝器 L 循环流动；并且，气动机 J 分别通过管路与蒸发式冷凝器 K 以及蒸发式冷凝器 L 流体连通并且蒸发式冷凝器 K 与蒸发式冷凝器 L 还通过管路 40 流体连通，使得气动机 J 的压力工质能够经由蒸发式冷凝器 K、管路 40 以及蒸发式冷凝器 L 循环流动。

热泵 I 的工质用于在蒸发式冷凝器 K 中从气动机 J 的输出压力工质气体吸收热量而将气动机 J 的输出压力工质气体冷凝得到压力工质液体，并且该压力工质液体被输送作为气动机 J 的输入压力工质。

热泵 I 用于对吸收热量后的工质进行压缩以使其升温从而用于在蒸发式冷凝器 L 中对气动机 J 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体，该压力工质气体用于致动气动机 J 然后由气动机 J 输出成为气动机 J 的输出压力工质气体。

在蒸发式冷凝器 L 中对气动机 J 的输入压力工质加热而降温后的热泵 I 的工质被用于输送到蒸发式冷凝器 K 中重新从气动机 J 的输出压力工质气体吸收热量，从而使得热泵 I 的工质循环进行上述吸热、升温和降温的过程。

作为示例，热泵 I 的工质可以从蒸发式冷凝器 K 的管程中流过而从蒸发

式冷凝器 K 的壳程中流过的气动机 J 的压力工质中吸热而气化，同时从蒸发式冷凝器 K 的壳程流过的气动机 J 的输出压力工质气体因放热而冷凝。

例如，热泵 I 的经压缩的工质在从蒸发式冷凝器 L 的管程中流过时放热冷凝，而气动机 J 的输入压力工质用于在蒸发式冷凝器 L 的壳程中吸热气化。

5 上述变型实施例中的换能系统还可以包括工质储液罐 14，工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 K 相比位于更低位置且通过阀门 13 与蒸发式冷凝器 K 流体连通，并且通过阀门 18 与蒸发式冷凝器 L 流体连通。

10 工质储液罐 14 及相关阀门的工作方式与上述实施例中相同。例如，在系统工作时，当阀门 13 处于打开状态时，阀门 18 处于关闭状态，使蒸发式冷凝器 K 与工质储液罐 14 连通，同时保持工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 L 断开连通，从而使蒸发式冷凝器 K 中冷凝所得压力工质液体流入工质储液罐 14 中，从而工质储液罐 14 中的压力工质液体液位越来越高。而当工质储液罐 14 中的压力工质液体液位高于预定第一阈值时，阀门 13 变为关闭状态且阀门 18 变为打开状态，使工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 K 断开连通，并且与
15 蒸发式冷凝器 L 连通，从而能够使工质储液罐 14 中冷凝所得压力工质液体返回蒸发式冷凝器 L 中。

相反，当工质储液罐 14 中的液位低于预定第二阈值时，阀门 13 变为打开状态且阀门 18 变为关闭状态，使工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 L 断开连通而与蒸发式冷凝器 K 重新连通，使得蒸发式冷凝器 K 中冷凝所得压力工质
20 液体能够流入工质储液罐 14 中。在这里，预定第二阈值低于预定第一阈值。

为了进一步回收系统中的能量，工质储液罐 14 还可以通过与阀门 13 所处管路不同的管路与蒸发式冷凝器 K 流体连通，该不同的管路中包含串接的阀门 12 和辅助气动机 11'；另外，工质储液罐 14 还通过与阀门 18 所处管路不同的管路与蒸发式冷凝器 L 流体连通，该不同的管路中包含串接的阀门 16
25 和储气罐 17，该储气罐 17 连接于蒸发式冷凝器 L 与阀门 16 之间且用于将来自蒸发式冷凝器 L 的、气动机 J 的汽化的气动机压力工质气体与其携带的气动机压力工质液体彼此分离以及必要时暂时储存汽化的气动机压力工质气体。储气罐 17 也可以使用其它具有液气分离作用的装置来替代。本领域技术人员也可以理解，在管道 5 中也会根据需要设置必要的液气分离装置以使得
30 来自蒸发式冷凝器 L 的气化的气动机压力工质气体会先与来自蒸发式冷凝器 L 的气动机压力工质液体分离然后被送往气动机 J。可以理解，也可以从储气罐 17 引出管路以连接气动机 J 的压力工质入口，而不采用管路 5，从而无需另外设置液气分离装置而共用储气罐 17 进行液气分离。

在系统运行时，当工质储液罐 14 中的液位高于预定第一阈值时，阀门 12 由打开状态变为关闭状态而阀门 16 由关闭状态变为打开状态；当工质储液罐 14 中的液位低于预定第二阈值时，阀门 12 由关闭状态变为打开状态而阀门 16 由打开状态变为关闭状态，从而利用工质储液罐 14 内部与蒸发式冷
凝器 K 内部之间的压力差驱动辅助气动机 11'，且在工质储液罐 14 内部与蒸
发式冷凝器 K 内部之间压力平衡后，阀门 13 由关闭状态变为打开状态。

在上述变型例中，阀门 13 和阀门 18 为单向阀，阀门 12 和阀门 16 为电
动阀。

如图 6 所示，在上述变型例中，所述系统还可以包括：辅助热泵 26，其
由辅助气动机 11'驱动，使得热泵 26 从蒸发式冷凝器 K 抽取热泵 I 的至少一
部分工质并将其压缩以提高所述至少一部分工质的温度，然后将提高温度后
的所述至少一部分工质与被热泵 I 压缩而升温后的工质汇合流入蒸发式冷凝
器 L 中。利用辅助气动机 11'来驱动该辅助热泵 26，能够充分利用辅助气动
机 11'输出的能量，并且该辅助热泵 26 通过从蒸发式冷凝器 K 中抽取热泵 I
的工质而进一步降低了蒸发式冷凝器 K 中气动机 J 的输出压力工质气体的温
度，并且经辅助热泵 26 压缩而升温后的工质进一步增加了输送至蒸发式冷凝
器 L 的热量，也就是说，通过辅助热泵 26、蒸发式冷凝器 K 和蒸发式冷凝器
L，进一步增大了气动机 J 的压力工质气体输入端与压力工质气体输出端之
间的压力差，从而进一步增大了气动机 J 的功率。

在进一步变型中，上述系统还可以包括液体罐 27，如图 6 所示，其中示
出了根据本发明又一变型实施例的换能系统的示意图。在这里，工质储液罐
14 为能够在两种工质之间进行换热的管壳式储液罐，气动机 J 的压力工质液
体和压力工质气体可以在该管壳式储液罐的壳程中流动。从辅助热泵 26 输
出的工质和/或从热泵 I 输出的工质可以用于加热液体罐 27 中的液体(例如水)，
并且在管壳式储液罐中的压力工质液体被输送到蒸发式冷凝器 L 之前，来自
液体罐 27 中的经加热的液体被输送到该管壳式储液罐的管程中用于对管壳
式储液罐的壳程中的压力工质液体进行加热。

当工质储液罐 14 中的压力工质液体的温度与蒸发式冷凝器 L 中的压力工
质液体和/或气体的温度差别较大时，在工质储液罐 14 中的压力工质液体进
入蒸发式冷凝器 L 时会影响从蒸发式冷凝器 L 输送给气动机 J 的压力工质气
体的压力稳定性，从而可能影响气动机 J 的输出功率稳定性。因此，发明人
进一步以上方法来对工质储液罐 14 中的压力工质液体进行预加热，从而减小

或避免其在进入蒸发式冷凝器 L 中时影响蒸发式冷凝器 L 中的压力工质的温度，从而使得气动机 J 的输入压力工质气体的压力更加稳定。

下面通过示例给出以上方案的更多细节。举例而言，当工质储液罐 14（在该示例中为管壳式储液罐，或者其它能够在不同介质之间换热的装置）中的气动机压力工质的液位（由例如液位计测量）高于预定高液位阈值 19 时，在使得储液罐 14 与蒸发式冷凝器 L 连通之前，触发与液体罐 27 流体连通的泵 24 启动以将液体罐 27 中的热液体输送到储液罐 14 的管程中，用于将储液罐 14 壳程中的气动机压力工质液体（例如 0℃的 CO₂ 液体）升温（例如升温至 30℃，压力达到 72 kg/cm²）。在储液罐 14 中的压力工质液体达到预定温度或者压力后（由温度或压力传感器 25 检测），则触发泵 24 停止运转，并且允许储液罐 14 中的压力工质液体进入蒸发式冷凝器 L 中，此时阀门 16 和阀门 18 打开，阀门 12 和阀门 13 关闭，使储液罐 14 与蒸发式冷凝器 K 断开连通而与蒸发式冷凝器 L 形成连通，则利用重力原理，储液罐 14 中升温后的压力工质液体（即，CO₂ 液体）自动落入蒸发式冷凝器 L 中，这样在储液罐 14 和蒸发式冷凝器 L 中的压力工质液体温度相近或一致的情况下，有利于维持蒸发式冷凝器 L 中输出的蒸汽压力稳定而波动小，从而使气动机转速稳定且使得其驱动的发电机输出电压及电流稳定。随着储液罐 14 中的气动机压力工质的液位下降，且下降至低于预定低液位阈值 20 时，则阀门 16 和 18 关闭，此时储液罐 14 中的压力与蒸发式冷凝器 L 中的压力是一致的，即远高于蒸发式冷凝器 K 中的压力，所以此时将阀门 12 打开，储液罐 14 中剩余的压力工质气体（例如高压 CO₂ 气体）会进入辅助气动机 11' 以驱动其运转，进一步带动辅助热泵 26 工作，抽取蒸发式冷凝器 K 的管程中的热泵工质气体，使蒸发式冷凝器 K 的壳程中的气动机 J 的压力工质进一步制冷。

根据本发明的另一变型例，还提供了一种换能方法，如图 5 所示，该方法可以包括：

利用热泵 I 的工质从气动机 J 的输出压力工质气体吸收热量而将气动机 J 的输出压力工质气体冷凝得到压力工质液体，并将压力工质液体输送作为气动机 J 的输入压力工质；在这里，热泵 I 的工质从气动机 J 的输出压力工质气体吸收热量在实现时可以是这两种工质在换热装置中直接换热，或者也可以是间接方式，即，热泵 I 的工质通过换热装置从其它介质吸收热量，并且所述其它介质通过另外的换热装置从气动机 J 的输出压力工质气体吸收热量，本发明对此不作具体限制。

利用热泵 I 对吸收热量后的工质进行压缩以使工质升温从而用于对气动

机 J 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体，该压力工质气体用于致动气动机 J 然后由气动机 J 输出作为气动机 J 的输出压力工质气体；在这里，类似地，热泵 I 升温后的工质对气动机 J 的输入压力工质进行加热在实现时可以是这两种工质在换热装置中直接换热，或者也可以是间接方式，即，热泵 I 升温后的工质通过换热装置加热其它介质，并且所述其它介质通过另外的换热装置加热气动机 J 的输入压力工质，本发明对此不作具体限制。

对输入压力工质进行加热而降温后的热泵 I 的工质被输送用于重新从气动机 J 的输出压力工质气体吸收热量，从而使得热泵 I 的工质循环进行所述吸热、升温 and 降温过程。

在上述方法中，可以看出热泵 I 的工质在循环进行所述吸热、升温 and 降温的过程，同时气动机 J 的压力工质则循环进行放热冷凝、吸热气化以及做功降温的过程。

结合图 4 所示，利用热泵 I 的工质从气动机 J 的输出压力工质气体吸收热量而将气动机 J 的输出压力工质气体冷凝可以在蒸发式冷凝器 K 中进行。

热泵 I 的工质可以从蒸发式冷凝器 K 的管程中流过而吸热气化，而气动机 J 的输出压力工质气体可以流入蒸发式冷凝器 K 的壳程中而放热冷凝。类似地，热泵 I 的工质升温后用于对气动机 J 的输入压力工质进行加热可以在蒸发式冷凝器 L 中进行。热泵 I 的经压缩的工质可以从蒸发式冷凝器 L 的管程中流过而放热冷凝，而气动机 J 的输入压力工质在蒸发式冷凝器 L 的壳程中吸热气化。当然，在这里，蒸发式冷凝器 K 的管程和壳程中流动的介质也可以互换，只要二者之间可以如上进行热交换即可，本发明对此不作限制。

将压力工质液体输送作为气动机 J 的输入压力工质的方式与上述结合附图 1-3 所述的方式一致，下面进行简要描述。

在将压力工质液体输送作为气动机 J 的输入压力工质之前，该换能方法还可以包括：

使蒸发式冷凝器 K 与工质储液罐 14 连通，同时保持工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 L 断开连通，从而使蒸发式冷凝器 K 中冷凝所得压力工质液体流入工质储液罐 14 中，并且，

当工质储液罐 14 中的液位高于预定第一阈值时，使工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 K 断开连通，并且与蒸发式冷凝器 L 连通，从而能够使工质储液罐 14 中冷凝所得压力工质液体返回第二蒸发式冷凝器 L 中。

当工质储液罐 14 中的液位低于预定第二阈值时，则使工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 L 断开连通而与蒸发式冷凝器 K 重新连通，使得蒸发式冷凝器 K 中冷凝所得压力工质液体能够流入工质储液罐 14 中，其中预定第二阈值低

于预定第一阈值。

为了进一步重复利用系统中的能量，该换能方法还可以包括：在工质储液罐 14 与蒸发式冷凝器 K 重新连通时，利用工质储液罐 14 内部与蒸发式冷凝器 K 内部之间的压力差驱动辅助气动机 11'。

5 为了进一步回收气动机发电过程中的废热，在根据上述两个变型例的换能系统和换能方法中，气动机 (J) 与发电机连接以用于驱动发电机，将热泵 (I) 的、从蒸发式冷凝器 L 输出的至少一部分降温后的工质用于对与气动机 J 连接的发电机进行冷却，并且在所述冷却后被输送回蒸发式冷凝器 K 中，从而能够将电动机运转产生的热量进行重复利用。

10 在该方法中也可以如结合附图 6 所述的系统中那样引入辅助热泵 26 进一步提供气动机 J 的工质输入端与工质输出端之间的压力差，并且对储液罐 14 中的气动机压力工质液体进行预加热。以下结合图 6 对此进行简要描述。

如图 6 所示，在所述方法中，还可以包括辅助热泵 26，其由辅助气动机 11' 驱动，使得热泵 26 从蒸发式冷凝器 K 抽取热泵 I 的至少一部分工质并将其压缩以提高所述至少一部分工质的温度，然后将提高温度后的所述至少一部分工质与被热泵 I 压缩而升温后的工质汇合流入蒸发式冷凝器 L 中。

在进一步变型中，上述方法中还可以包括液体罐 27，如图 6 所示。在这里，工质储液罐 14 为能够在两种工质之间进行换热的管壳式储液罐，气动机 J 的压力工质液体和压力工质气体可以在该管壳式储液罐的壳程中流动。从 20 辅助热泵 26 输出的工质和/或从热泵 I 输出的工质可以用于加热液体罐 27 中的液体，并且在管壳式储液罐中的压力工质液体被输送到蒸发式冷凝器 L 之前，来自液体罐 27 中的经加热的液体被输送到该管壳式储液罐的管程中用于对管壳式储液罐的壳程中的压力工质液体进行加热。

具体地，当工质储液罐 14 中的气动机压力工质的液位高于预定高液位阈值 19 时，在使得储液罐 14 与蒸发式冷凝器 L 连通之前，触发与液体罐 27 流体连通的泵 24 启动以将液体罐 27 中的热液体输送到储液罐 14 的管程中，用于将储液罐 14 壳程中的气动机压力工质液体（例如 0°C 的 CO₂ 液体）升温（例如升温至 30°C，压力达 72 kg/cm²）。在储液罐 14 中的压力工质液体达到预定温度或者压力后（由温度或压力传感器 25 检测），则触发泵 24 停止 30 运转，并且允许储液罐 14 中的压力工质液体进入蒸发式冷凝器 L 中，此时阀门 16 和阀门 18 打开，阀门 12 和阀门 13 关闭，使储液罐 14 与蒸发式冷凝器 K 断开连通而与蒸发式冷凝器 L 形成连通，则利用重力原理，储液罐 14 中升温后的压力工质液体（即，CO₂ 液体）自动落入蒸发式冷凝器 L 中，这样在储

液罐 14 和蒸发式冷凝器 L 中的压力工质液体温度相近或一致的情况下,有利于维持蒸发式冷凝器 L 中输出的蒸汽压力稳定而波动小,从而使气动机转速稳定且使得其驱动的发电机输出电压及电流稳定。随着储液罐 14 中的气动机压力工质的液位下降,且下降至低于预定低液位阈值 20 时,则阀门 16 和 18 关闭,此时储液罐 14 中的压力与蒸发式冷凝器 L 中的压力是一致的,即远高于蒸发式冷凝器 K 中的压力,所以此时将阀门 12 打开,储液罐 14 中剩余的压力工质气体(例如高压 CO₂ 气体)会进入辅助气动机 11' 以驱动其运转,进一步带动辅助热泵 26 工作,抽取蒸发式冷凝器 K 的管程中的热泵工质气体,使蒸发式冷凝器 K 的壳程中的气动机 J 的压力工质进一步制冷。

10 在根据上述两个变型例的换能系统和换能方法中,蒸发式冷凝器 K、蒸发式冷凝器 L 和/或工质储液罐 14 可以是绝热的。当然,整个系统中各个部件、管路是否绝热,可以根据需要来决定。另外,热泵 I 的工质可以为氨 NH₃,且气动机 J 的压力工质可以为二氧化碳 CO₂。

在根据上述两个变型例的换能系统和换能方法中,作为示例,可以设定:
15 在热泵 I 的工质入口处,氨的温度和压力分别为: 0°C 和 3.38kg/cm²; 和/或,在热泵 I 的工质出口处,氨的温度和压力分别为: 40°C 和 14.8kg/cm²; 和/或,在气动机 J 的压力工质入口处,CO₂ 的温度和压力为: 40°C 和 96kg/cm²; 和/或,在气动机 J 的压力工质出口处,CO₂ 的温度和压力为: 0°C 和 35kg/cm²。以上仅为示例,本领域技术人员能够根据系统中部件的各种参数来调整各位置处的工质温度和压力,例如根据热泵 I 的能效比(包括制冷能效比和制热能效比)、热泵 I 的工质、气动机 J 的能效比、气动机 J 的压力工质、蒸汽式冷凝器的换热效率等等来进行调整,使得该换能系统能够总体上达到平衡而持久的运行。在上述工质温度和压力下,例如热泵 I 的能效比可以采用 5.76,其制热能效比为 3.36 而制冷能效比为 2.4。

25 举例而言,当输入电网电力并驱动热泵 I 的压缩机运转时,蒸发式冷凝器 K 的管程中的液氨被抽取气化,实现制冷能效比为 2.4,同时产生的冷量使蒸发式冷凝器 K 的壳程中的 CO₂ 气体冷凝,同时吸收 CO₂ 冷凝热,使蒸发式冷凝器 K 的整体温度保持在一个稳定范围,达到平衡吸热(NH₃)平衡放热(CO₂)持久运行。

30 在热泵 I 的压缩机制冷的同时,经压缩机压缩的氨气进入蒸发式冷凝器 L 的管程中冷凝放热,实现制热能效比 3.36,同时此热量加热蒸发式冷凝器 L 的壳程中的 CO₂ 液体,使得氨气液化、CO₂ 气化膨胀同步进行,获得高压 CO₂ 气体进入气动机 J 中膨胀做功,带动与气动机 J 连接的发电机发电。若气动

机发电的整体效率按 35% 计算，将获得 $(3.36+2.4) * 35\% = 2$ 的能效比，与现有技术相比能够大幅度提高整个系统的发电效率。

从以上变型例可以看出，本换能系统和换能方法有如下优势：

5 1、通过使热泵的工质闭路循环系统与气动机的工质闭路循环系统直接换热，综合利用了系统中产生的热量、冷量，维持蒸发式冷凝器 K 和 L 之间的温度平衡，通过增加气动机进口压力并降低气动机排口压力，增加了气动机工质进口和工质排口之间的压差，使气动机的动力增强，发电效率增加。

2、整个系统的所有设备、管道、阀门均可采用绝热保温，无论外界气温高低，都不影响系统的运行。

10 3、本系统内的用电设备极少，除了两只电动阀 12 和 16（例如为电磁阀）几乎可以没有其他用电设备，对比火力发电厂中的自用电占比 10-12%，显著节省能耗。

4、利用辅助热泵 26 进一步增加了气动机 J 的工质输入端与工质输出端之间的压力差。

15 5、通过对储液罐 14 中的气动机压力工质液体进行预加热，有利于气动机 J 的输出功率稳定。

在本说明书中描述了大量具体细节。然而，能够理解，本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实施。在一些实例中，并未详细示出公知的方法、结构和技术，以避免对本说明书的理解模糊不清。

20 本领域那些技术人员可以理解，可以对实施例中的装置中的模块进行自适应性地改变并且把它们设置在与该实施例不同的一个或多个装置中。可以把实施例中的若干模块组合成一个模块或单元或组件，以及此外可以把它们分成多个模块或单元或组件。除了这样的特征和/或过程或者模块中的至少一些是相互排斥之外，可以采用任何组合对本说明书（包括伴随的权利要求、摘要和附图）中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述，本说明书（包括伴随的权利要求、摘要和附图）中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的替代特征来代替。

30 应该注意的是上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制，并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。

权 利 要 求 书

1、一种换能方法，包括：

5 利用第一热泵（I）的工质吸收来自气动机（J）的输出压力工质气体的热量而将所述气动机（J）的输出压力工质气体冷凝得到压力工质液体，并将所述压力工质液体输送作为所述气动机（J）的输入压力工质；

10 利用第一热泵（I）对吸收热量后的工质进行压缩以使其升温从而能够将热量输送给气动机（J）的所述输入压力工质使其加热汽化成压力工质气体，所述压力工质气体用于致动所述气动机（J）然后由所述气动机（J）输出作为所述气动机（J）的输出压力工质气体；

将热量输送给所述输入压力工质而降温后的所述第一热泵（I）的工质被输送用于重新从气动机（J）的输出压力工质气体吸收热量，从而使得所述第一热泵（I）的工质循环进行所述吸热、升温 and 降温。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，

15 所述利用第一热泵（I）的工质吸收来自气动机（J）的输出压力工质气体的热量而将所述气动机（J）的输出压力工质气体冷凝是在第一蒸发式冷凝器（K）中进行的，优选地，所述第一热泵（I）的工质从所述第一蒸发式冷凝器（K）的管程中流过而吸热气化，而所述气动机（J）的输出压力工质气体流入所述第一蒸发式冷凝器（K）的壳程中而放热冷凝；和/或，

20 所述第一热泵（I）的工质升温后将热量输送给气动机（J）的所述输入压力工质使其加热是在第二蒸发式冷凝器（L）中进行的，优选地，所述第一热泵（I）的经压缩的工质从所述第二蒸发式冷凝器（L）的管程中流过而放热冷凝，而所述气动机（J）的输入压力工质在所述第二蒸发式冷凝器（L）的壳程中吸热气化。

25 3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其中，在将所述压力工质液体输送作为所述气动机（J）的输入压力工质之前，所述方法还包括：

使所述第一蒸发式冷凝器（K）与工质储液罐（14）连通，同时保持所述工质储液罐（14）与所述第二蒸发式冷凝器（L）断开连通，从而使所述第一蒸发式冷凝器（K）中冷凝所得所述压力工质液体流入所述工质储液罐（14）中，并且，

5 当所述工质储液罐（14）中的液位高于预定第一阈值时，使所述工质储液罐（14）与所述第一蒸发式冷凝器（K）断开连通，并且与所述第二蒸发式冷凝器（L）连通，从而能够使所述工质储液罐（14）中冷凝所得所述压力工质液体返回所述第二蒸发式冷凝器（L）中。

4、根据权利要求 3 所述的方法，还包括：

10 当所述工质储液罐（14）中的液位低于预定第二阈值时，使所述工质储液罐（14）与所述第二蒸发式冷凝器（L）断开连通而与所述第一蒸发式冷凝器（K）重新连通，使得所述第一蒸发式冷凝器（K）中冷凝所得压力工质液体能够流入所述工质储液罐（14）中，其中所述预定第二阈值低于所述预定第一阈值。

15 5、根据权利要求 4 所述的方法，还包括：在所述工质储液罐（14）与所述第一蒸发式冷凝器（K）重新连通时，利用所述工质储液罐（14）内部与所述第一蒸发式冷凝器（K）内部之间的压力差驱动辅助气动机（11'）。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中，

20 利用所述辅助气动机（11'）驱动第二热泵（26），使得第二热泵（26）从第一蒸发式冷凝器（K）抽取第一热泵（I）的至少一部分工质并将其压缩以提高所述至少一部分工质的温度，然后将提高温度后的所述至少一部分工质与被第一热泵（I）压缩而升温后的工质汇合流入所述第二蒸发式冷凝器（L）；

25 优选地，所述工质储液罐（14）为管壳式储液罐，所述气动机（J）的压力工质液体和压力工质气体在所述管壳式储液罐的壳程中流动；利用从所

述第二热泵（26）输出的工质和/或从所述第一热泵（I）输出的工质来加热液体罐（27）中的液体，并且在所述管壳式储液罐中的压力工质液体被输送到第二蒸发式冷凝器（L）之前，将来自液体罐（27）中的经加热的液体输送到所述管壳式储液罐的管程中对管壳式储液罐的壳程中的压力工质液体进行

5 加热。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法，其中所述第一蒸发式冷凝器（K）、所述第二蒸发式冷凝器（L）和/或所述工质储液罐（14）是绝热的。

8、根据权利要求 1-7 中任一项所述的方法，其中，

所述热泵（I）的工质为氨 NH_3 ，且所述气动机（J）的压力工质为二氧化碳 CO_2 。

10

9、一种换能系统，包括热泵（I）、气动机（J）、第一蒸发式冷凝器（K）和第二蒸发式冷凝器（L），

其中热泵（I）分别通过管路与第一蒸发式冷凝器（K）以及第二蒸发式冷凝器（L）流体连通并且第一蒸发式冷凝器（K）与第二蒸发式冷凝器（L）

15 通过第一管路流体连通，使得热泵（I）的工质能够经由第一蒸发式冷凝器（K）、第一管路以及第二蒸发式冷凝器（L）循环流动；并且，气动机（J）分别通过管路与第一蒸发式冷凝器（K）以及第二蒸发式冷凝器（L）流体连通并且第一蒸发式冷凝器（K）与第二蒸发式冷凝器（L）还通过第二管路流体连通，使得气动机（J）的压力工质能够经由第一蒸发式冷凝器（K）、第二管路以

20 及第二蒸发式冷凝器（L）循环流动，

其中，热泵（I）的工质用于在第一蒸发式冷凝器（K）中从气动机（J）的输出压力工质气体吸收热量而将所述气动机（J）的输出压力工质气体冷凝得到压力工质液体，并且所述压力工质液体被输送作为所述气动机（J）的输入压力工质；

25 热泵（I）用于对吸收热量后的工质进行压缩以使所述工质升温从而用于在第二蒸发式冷凝器（L）中对气动机（J）的所述输入压力工质进行加热

使其汽化成压力工质气体，所述压力工质气体用于致动所述气动机（J）然后由所述气动机（J）输出作为所述气动机（J）的输出压力工质气体；

在第二蒸发式冷凝器（L）中对所述输入压力工质进行加热而降温后的所述热泵（I）的工质被用于输送到第一蒸发式冷凝器（K）中重新从气动机（J）的输出压力工质气体吸收热量，从而使得所述热泵（I）的工质循环进行所述吸热、升温和降温。

10、根据权利要求 9 所述的系统，其中，

所述热泵（I）的工质用于从所述第一蒸发式冷凝器（K）的管程中流而过吸热气化，而所述气动机（J）的输出压力工质气体用于流入所述第一蒸发式冷凝器（K）的壳程中而放热冷凝；和/或，

所述热泵（I）的经压缩的工质用于从所述第二蒸发式冷凝器（L）的管程中流过而放热冷凝，而所述气动机（J）的输入压力工质用于在所述第二蒸发式冷凝器（L）的壳程中吸热气化。

11、根据权利要求 9 或 10 所述的系统，还包括工质储液罐（14），其与所述第一蒸发式冷凝器（K）相比位于更低位置且通过第一阀门（13）与所述第一蒸发式冷凝器（K）流体连通，并且通过第二阀门（18）与所述第二蒸发式冷凝器（L）流体连通，

其中，当第一阀门（13）处于打开状态时，第二阀门（18）处于关闭状态，使所述第一蒸发式冷凝器（K）与工质储液罐（14）连通，同时保持所述工质储液罐（14）与所述第二蒸发式冷凝器（L）断开连通，从而使所述第一蒸发式冷凝器（K）中冷凝所得所述压力工质液体流入所述工质储液罐（14）中，并且，

当所述工质储液罐（14）中的液位高于预定第一阈值时，所述第一阀门（13）变为关闭状态且所述第二阀门（18）变为打开状态，使所述工质储液罐（14）与所述第一蒸发式冷凝器（K）断开连通，并且与所述第二蒸发式冷凝器（L）连通，从而能够使所述工质储液罐（14）中冷凝所得所述压力工质

液体返回所述第二蒸发式冷凝器（L）中。

12、根据权利要求 11 所述的系统，其中，

当所述工质储液罐（14）中的液位低于预定第二阈值时，所述第一阀门（13）变为打开状态且所述第二阀门（18）变为关闭状态，使所述工质储液罐（14）与所述第二蒸发式冷凝器（L）断开连通而与所述第一蒸发式冷凝器（K）重新连通，使得所述第一蒸发式冷凝器（K）中冷凝所得压力工质液体能够流入所述工质储液罐（14）中，其中所述预定第二阈值低于所述预定第一阈值。

13、根据权利要求 12 所述的系统，其中，

所述工质储液罐（14）还通过与所述第一阀门（13）所处管路不同的第三管路与所述第一蒸发式冷凝器（K）流体连通，所述第三管路中包含串接的第三阀门（12）和辅助气动机（11'），

所述工质储液罐（14）还通过与所述第二阀门（18）所处管路不同的第四管路与所述第二蒸发式冷凝器（L）流体连通，所述第四管路中包含串接的第四阀门（16）和储气罐（17），所述储气罐（17）连接于所述第二蒸发式冷凝器（L）与所述第四阀门（16）之间且用于储存汽化的所述压力工质气体，

当所述工质储液罐（14）中的液位高于所述预定第一阈值时，所述第三阀门（12）由打开状态变为关闭状态而所述第四阀门（16）由关闭状态变为打开状态；当所述工质储液罐（14）中的液位低于所述预定第二阈值时，所述第三阀门（12）由关闭状态变为打开状态而所述第四阀门（16）由打开状态变为关闭状态，从而利用所述工质储液罐（14）内部与所述第一蒸发式冷凝器（K）内部之间的压力差驱动辅助气动机（11'），并且在所述工质储液罐（14）内部与所述第一蒸发式冷凝器（K）内部之间压力平衡后，所述第一阀门（13）由关闭状态变为打开状态。

14、根据权利要求 13 所述的系统，其中所述第一阀门（13）和第二阀门

(18) 为单向阀，所述第三阀门 (12) 和第四阀门 (16) 为电动阀。

15、根据权利要求 13 所述的系统，还包括：

第二热泵 (26)，其由所述辅助气动机 (11') 驱动，使得第二热泵 (26) 从第一蒸发式冷凝器 (K) 抽取第一热泵 (I) 的至少一部分工质并将其压缩以提高所述至少一部分工质的温度，然后将提高温度后的所述至少一部分工质与被第一热泵 (I) 压缩而升温后的工质汇合流入所述第二蒸发式冷凝器 (L)；

优选地，所述系统还包括液体罐 (27)，并且所述工质储液罐 (14) 为管壳式储液罐，所述气动机 (J) 的压力工质液体和压力工质气体在所述管壳式储液罐的壳程中流动；从所述第二热泵 (26) 输出的工质和/或从所述第一热泵 (I) 输出的工质用于加热液体罐 (27) 中的液体，并且在所述管壳式储液罐中的压力工质液体被输送到第二蒸发式冷凝器 (L) 之前，来自液体罐 (27) 中的经加热的液体被输送到所述管壳式储液罐的管程中用于对管壳式储液罐的壳程中的压力工质液体进行加热。

15 16、根据权利要求 9-15 中任一项所述的系统，其中所述第一蒸发式冷凝器 (K)、所述第二蒸发式冷凝器 (L) 和/或所述工质储液罐 (14) 是绝热的。

17、根据权利要求 9-16 中任一项所述的系统，其中，

所述热泵 (I) 的工质为氨 NH_3 ，且所述气动机 (J) 的压力工质为二氧化碳 CO_2 。

20 18、一种分布式换能方法，其特征在于，包括：

利用热泵 (I) 的工质从在第一循环回路中循环流动的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷；

利用热泵 (I) 对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度，用于对在第二循环回路中循环流动的第二流体进行加热；

25 输送经加热的第二流体用于对气动机 (J) 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机 (J)，并且对输入压力工质进行

加热而降温后的第二流体被热泵(I)的工质重新加热以用于重新对气动机(J)的输入压力工质进行加热，从而使得第二流体被循环加热和降温；

5 输送经制冷的第一流体用于对气动机(J)的输出压力工质气体进行冷凝，并且对气动机(J)的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体被热泵(I)的工质重新吸收热量而制冷以用于重新对气动机(J)的输出压力工质气体进行冷凝，从而使得第一流体被循环制冷和升温。

19、根据权利要求18所述的方法，其中，

10 利用热泵(I)的工质从在第一循环回路中循环流动的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷包括：利用热泵(I)的工质来自第一流体储罐(G)的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷，且经制冷的第一流体被输送到第二流体储罐(E)中；

15 利用热泵(I)对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度，用于对在第二循环回路中循环流动的第二流体进行加热包括：所述热泵(I)对其吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度用于对来自第三流体储罐(H)的第二流体进行加热，经加热的所述第二流体被输送到第四流体储罐(F)中；

20 输送经加热的第二流体用于对气动机(J)的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机(J)包括：来自所述第四流体储罐(F)的经加热的所述第二流体被输送用于对气动机(J)的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机(J)，并且对所述输入压力工质加热后的所述第二流体被输送回所述第三流体储罐(H)；

25 输送经制冷的第一流体用于对气动机(J)的输出压力工质气体进行冷凝包括：来自所述第二流体储罐(E)的经制冷的所述第一流体被输送用于对所述气动机(J)的输出压力工质气体进行冷凝，然后返回到所述第一流体储罐(G)中。

20、根据权利要求19所述的方法，其中，

所述来自所述第二流体储罐（E）的经制冷的所述第一流体被输送用于对所述气动机（J）的输出压力工质气体进行冷凝，包括：使来自所述第二流体储罐（E）的经制冷的所述第一流体流经第一冷凝器（C），从而对流入所述第一冷凝器（C）中的、所述气动机（J）的输出压力工质气体进行冷凝得到压力工质液体，所述压力工质液体返回蒸汽发生器（D）作为所述气动机（J）的所述输入压力工质；

其中，来自所述第四流体储罐（F）的经加热的所述第二流体用于在流经所述蒸汽发生器（D）时对蒸汽发生器（D）内的、所述气动机（J）的输入压力工质进行加热使其汽化成所述压力工质气体从而致动所述气动机（J）。

21、根据权利要求 19 或 20 所述的方法，其中，

所述利用热泵（I）的工质从来自第一流体储罐（G）的第一流体中吸收热量而对所述第一流体制冷，包括：使所述热泵（I）的工质流经蒸发器（A），从流入所述蒸发器（A）中的、来自所述第一流体储罐（G）的第一流体中吸收热量而蒸发，从而对所述第一流体制冷；

其中，热泵（I）的所述压缩后的工质流入第二冷凝器（B）中对流入第二冷凝器（B）中的、来自所述第三流体储罐（H）的第二流体进行加热而冷凝，然后被输送并返回蒸发器（A）。

22、根据权利要求 20 或 21 所述的方法，在所述冷凝所得压力工质液体返回蒸汽发生器（D）作为所述气动机（J）的输入压力工质之前，所述方法还包括：

使所述第一冷凝器（C）与工质储液罐（14）连通，同时保持所述工质储液罐（14）与所述蒸汽发生器（D）断开连通，从而使冷凝所得所述压力工质液体流入所述工质储液罐（14）中，并且，

当所述工质储液罐（14）中的液位高于预定第一阈值时，使所述工质储液罐（14）与所述第一冷凝器（C）断开连通，并且与所述蒸汽发生器（D）连通，从而能够使所述工质储液罐（14）中冷凝所得所述压力工质液体返回

所述蒸汽发生器 (D) 中。

23、根据权利要求 22 所述的方法，还包括：

当所述工质储液罐 (14) 中的液位低于预定第二阈值时，使所述工质储液罐 (14) 与所述蒸汽发生器 (D) 断开连通而与所述第一冷凝器 (C) 重新
5 连通，使得所述冷凝所得压力工质液体能够流入所述工质储液罐 (14) 中，其中所述预定第二阈值低于所述预定第一阈值。

24、根据权利要求 23 所述的方法，还包括：在所述工质储液罐 (14) 与
所述第一冷凝器 (C) 重新连通时，利用所述工质储液罐 (14) 内部与所述第一
冷凝器 (C) 内部之间的压力差驱动气动发电机 (11) 发电，所产生的电优
10 选用于对所述第四流体储罐 (F) 中的第二流体进行辅助加热。

25、根据权利要求 19-24 中任一项所述的方法，其中，

所述热泵 (I) 包括电动机以及由所述电动机驱动的压缩机，所述方法
还包括：将来自所述第三流体储罐 (H) 的至少一部分第二流体用于对所述电
动机进行水冷，并且在所述水冷后被输送回所述第四流体储罐 (F) 中；

15 和/或，

所述气动机 (J) 与发电机连接以驱动发电机，所述方法还包括：将来自
所述第三流体储罐 (H) 的至少一部分第二流体用于对所述发电机进行水冷，
并且在所述水冷后被输送回所述第四流体储罐 (F) 中。

26、根据权利要求 19-25 中任一项所述的方法，其中所述第一流体储罐
20 (G)、所述第二流体储罐 (E)、所述第三流体储罐 (H)、所述第四流体储
罐 (F)、所述工质储液罐 (14)、蒸发器 (A)、蒸汽发生器 (D)、第一冷
凝器 (C) 和/或第二冷凝器 (B) 是绝热的。

27、根据权利要求 18-26 中任一项所述的方法，其中，

所述第一流体为盐水，对气动机 (J) 的输出压力工质气体进行冷凝而
25 升温后的第一流体的温度优选为 0°C 至 20°C，更优选为 0°C 至 12°C，更优
选为 12°C；被热泵 (I) 的工质吸收热量而制冷的第一流体的温度优选为 -20°C

至 0°C, 更优选为-12°C 至 0°C, 更优选为-12°C; 和/或,

所述第二流体为水, 对输入压力工质进行加热而降温后的第二流体的温度优选为 30°C 至 50°C, 更优选为 35°C 至 45°C, 更优选为 40°C; 被热泵 (I) 的工质加热后的第二流体的温度优选为 90°C 至 60°C, 更优选为 80°C 至 65°C, 5 更优选为 75°C; 和/或,

所述热泵 (I) 的工质为 CO₂, 且所述气动机 (J) 的压力工质为氨。

28、一种分布式换能系统, 其特征在于, 包括: 热泵 (I)、气动机 (J)、用于供第一流体在其中循环流动的第一循环回路、以及用于供第二流体在其中循环流动的第二循环回路, 其中,

10 热泵 (I) 用于利用其工质从第一流体中吸收热量而对第一流体制冷, 并且用于对吸收热量后的工质进行压缩以进一步提高工质的温度, 用于利用其工质对第二流体进行加热;

经加热的第二流体用于对气动机 (J) 的输入压力工质进行加热使其汽化成压力工质气体用于致动所述气动机 (J), 并且对输入压力工质进行加热 15 而降温后的第二流体被热泵 (I) 的工质重新加热以用于重新对气动机 (J) 的输入压力工质进行加热, 从而使得第二流体被循环加热和降温;

经制冷的第一流体用于对气动机 (J) 的输出压力工质气体进行冷凝, 并且对气动机 (J) 的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体被热泵 (I) 的工质重新吸收热量而制冷以用于重新对气动机 (J) 的输出压力工质 20 气体进行冷凝, 从而使得第一流体被循环制冷和升温。

29、根据权利要求 28 所述的系统, 还包括: 第一流体储罐 (G)、第二流体储罐 (E)、第三流体储罐 (H) 和第四流体储罐 (F), 其中第一流体储罐 (G) 和第二流体储罐 (E) 位于第一循环回路中用于储存第一流体, 第三流体储罐 (H) 和第四流体储罐 (F) 位于第二循环回路中用于储存第二流体, 25 并且其中:

第一流体储罐 (G) 用于储存对所述气动机 (J) 的输出压力工质气体进

行冷凝而升温后的第一流体，其中热泵（I）用于利用其工质从来自第一流体储罐（G）的第一流体中吸收热量而对第一流体制冷，且第二流体储罐（E）用于储存经制冷的所述第一流体；

第三流体储罐（H）用于储存对气动机（J）的输入压力工质进行加热而降温后的第二流体，其中热泵（I）用于利用其工质对来自第三流体储罐（H）的第二流体进行加热，且第四流体储罐（F）用于储存经加热的所述第二流体。

30、根据权利要求 29 所述的系统，还包括第一冷凝器（C）和蒸汽发生器（D），其中，

第一冷凝器（C）用于：使来自所述第二流体储罐（E）的经制冷的所述第一流体在流经第一冷凝器（C）时对流入所述第一冷凝器（C）中的、所述气动机（J）的输出压力工质气体进行冷凝得到压力工质液体，所述压力工质液体返回蒸汽发生器（D）作为所述气动机（J）的所述输入压力工质；

蒸汽发生器（D）用于：使来自所述第四流体储罐（F）的经加热的所述第二流体在流经蒸汽发生器（D）时对蒸汽发生器（D）内的、所述气动机（J）的输入压力工质进行加热使其汽化成所述压力工质气体从而致动所述气动机（J）。

31、根据权利要求 29 或 30 所述的系统，还包括蒸发器（A）和第二冷凝器（B），其中，

所述蒸发器（A）用于：使所述热泵（I）的工质在流经蒸发器（A）时从流入蒸发器（A）中的、来自所述第一流体储罐（G）的第一流体中吸收热量而蒸发，从而对所述第一流体制冷；

第二冷凝器（B）用于：使热泵（I）的所述压缩后的工质在流经第二冷凝器（B）时对流入第二冷凝器（B）中的、来自所述第三流体储罐（H）的第二流体进行加热而冷凝，并在加热后输送并返回蒸发器（A）。

32、根据权利要求 30 或 31 所述的系统，还包括工质储液罐（14），其与所述第一冷凝器（C）相比位于更低位置且通过第一阀门（13）与所述第一

冷凝器（C）流体连通，并且通过第二阀门（18）与所述蒸汽发生器（D）流体连通，

其中，当第一阀门（13）处于打开状态时，第二阀门（18）处于关闭状态，使得所述第一冷凝器（C）与工质储液罐（14）连通，同时保持所述工质
5 储液罐（14）与所述蒸汽发生器（D）断开连通，从而使所述冷凝所得压力工质液体流入所述工质储液罐（14）中；

并且，当所述工质储液罐（14）中的液位高于预定第一阈值时，所述第一
10 阀门（13）变为关闭状态且所述第二阀门（18）变为打开状态，使得所述工质储液罐（14）与所述第一冷凝器（C）断开连通而与所述蒸汽发生器（D）
连通，从而能够使所述工质储液罐（14）中所述冷凝所得压力工质液体返回
所述蒸汽发生器（D）中。

33、根据权利要求 32 所述的系统，其中，

当所述工质储液罐（14）中的液位低于预定第二阈值时，所述第一阀门
15 （13）变为打开状态且所述第二阀门（18）变为关闭状态，使所述工质储液
罐（14）与所述蒸汽发生器（D）断开连通而与所述第一冷凝器（C）重新连
通，使得所述冷凝所得压力工质液体能够流入所述工质储液罐（14）中，其
中所述预定第二阈值低于所述预定第一阈值。

34、根据权利要求 33 所述的系统，其中，

所述工质储液罐（14）还通过与所述第一阀门（13）所处第一管路不同
20 的第三管路与所述第一冷凝器（C）流体连通，所述第三管路中包含串接的第三
阀门（12）和气动发电机（11），

所述工质储液罐（14）还通过与所述第二阀门（18）所处第二管路不同
的第四管路与所述蒸汽发生器（D）流体连通，所述第四管路中包含串接的第四
25 阀门（16）和储气罐（17），所述储气罐（17）连接于所述蒸汽发生器（D）
与所述第四阀门（16）之间且用于储存汽化的所述压力工质气体，

当所述工质储液罐（14）中的液位高于所述预定第一阈值时，所述第三

阀门（12）由打开状态变为关闭状态而所述第四阀门（16）由关闭状态变为打开状态；当所述工质储液罐（14）中的液位低于所述预定第二阈值时，所述第三阀门（12）由关闭状态变为打开状态而所述第四阀门（16）由打开状态变为关闭状态，从而利用所述工质储液罐（14）内部与所述第一冷凝器（C）内部之间的压力差驱动气动发电机（11）发电，所产生的电优选用于对所述第四流体储罐（F）中的第二流体进行辅助加热，并且在所述工质储液罐（14）内部与所述第一冷凝器（C）内部之间压力平衡后，所述第一阀门（13）由关闭状态变为打开状态。

35、根据权利要求 34 所述的系统，其中所述第一阀门（13）和第二阀门（18）为单向阀，所述第三阀门（12）和第四阀门（16）为电动阀。

36、根据权利要求 29-35 中任一项所述的系统，其中，

所述热泵（I）包括电动机以及由所述电动机驱动的压缩机，来自所述第三流体储罐（H）的至少一部分第二流体用于对所述电动机进行水冷，并且在所述水冷后返回所述第四流体储罐（F）中；

和/或，

所述气动机（J）与发电机连接以驱动发电机，来自所述第三流体储罐（H）的至少一部分第二流体用于对所述发电机进行水冷，并且在所述水冷后返回所述第四流体储罐（F）中。

37、根据权利要求 29-36 中任一项所述的系统，其中所述第一流体储罐（G）、所述第二流体储罐（E）、所述第三流体储罐（H）、所述第四流体储罐（F）、所述工质储液罐（14）、蒸发器（A）、蒸汽发生器（D）、第一冷凝器（C）和/或第二冷凝器（B）是绝热的。

38、根据权利要求 28-37 中任一项所述的系统，其中，

所述第一流体为盐水，对气动机（J）的输出压力工质气体进行冷凝而升温后的第一流体的温度优选为 0°C 至 20°C，更优选为 0°C 至 12°C，更优选为 12°C；被热泵（I）的工质吸收热量而制冷的第一流体的温度优选为 -20°C

至 0°C, 更优选为-12°C 至 0°C, 更优选为-12°C; 和/或,

所述第二流体为水, 对输入压力工质进行加热而降温后的第二流体的温度优选为 30°C 至 50°C, 更优选为 35°C 至 45°C, 更优选为 40°C; 被热泵 (I) 的工质加热后的第二流体的温度优选为 90°C 至 60°C, 更优选为 80°C 至 65°C,

5 更优选为 75°C; 和/或,

所述热泵 (I) 的工质为 CO₂, 且所述气动机 (J) 的压力工质为氨。

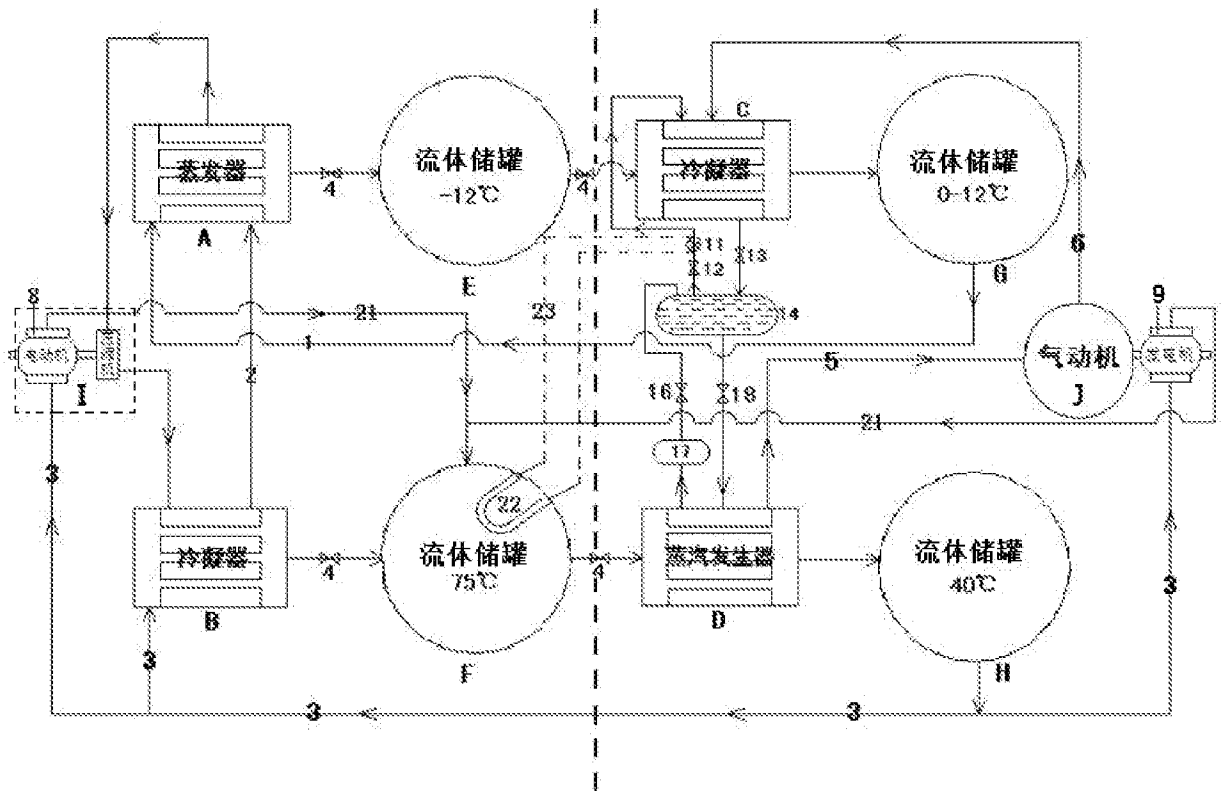


图 1

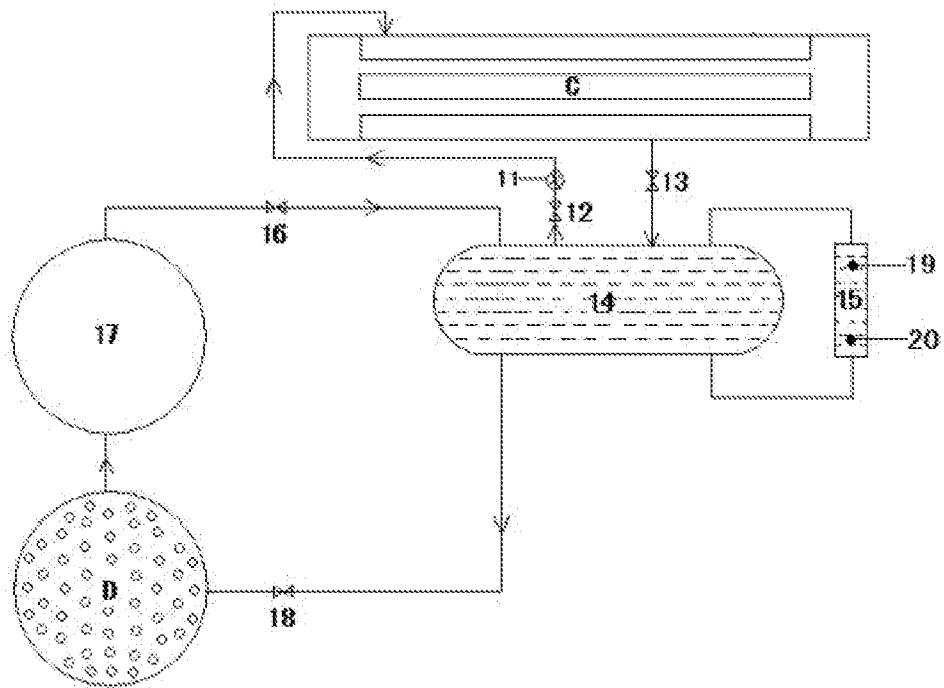


图 2

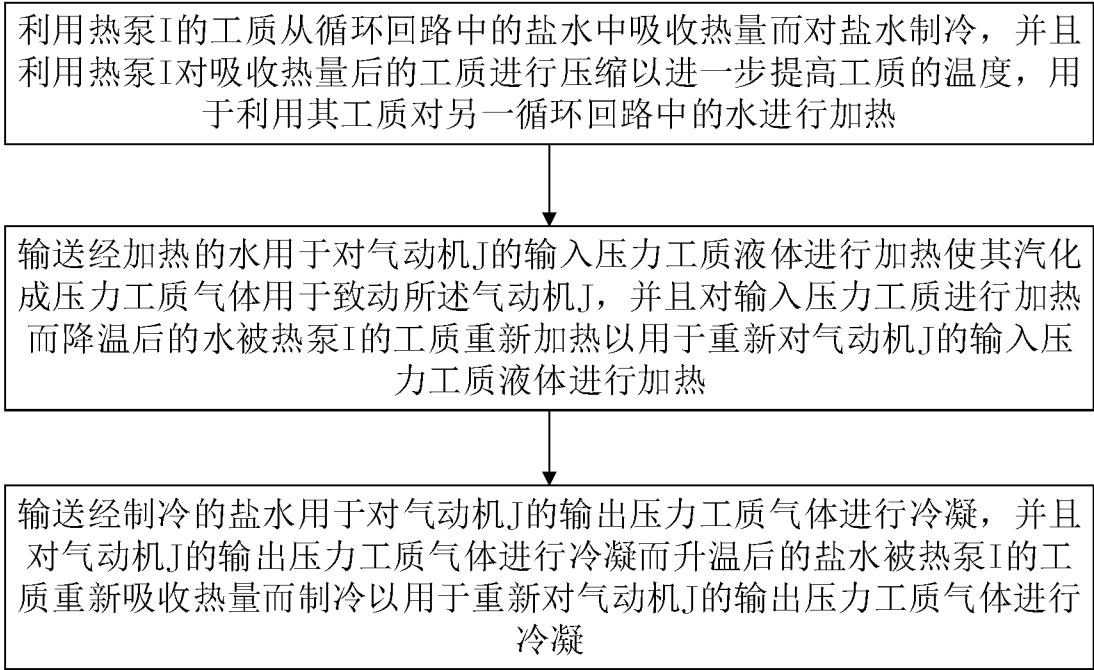


图 3

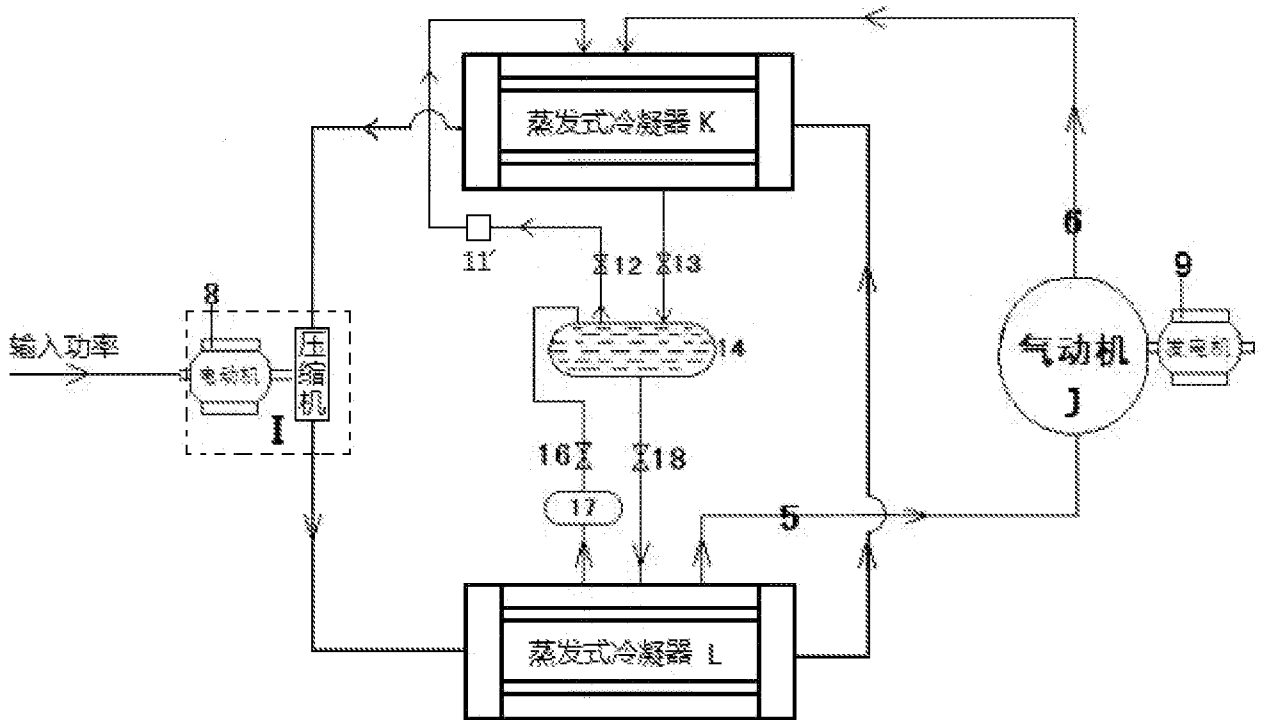


图 4

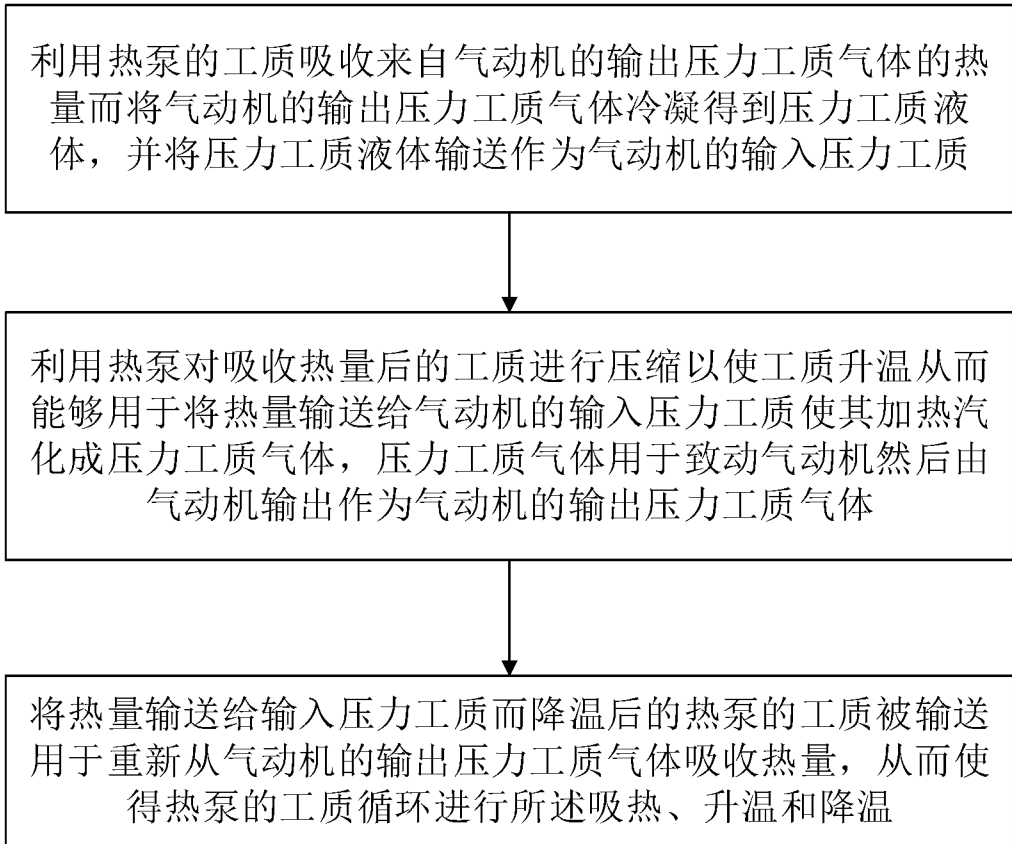


图 5

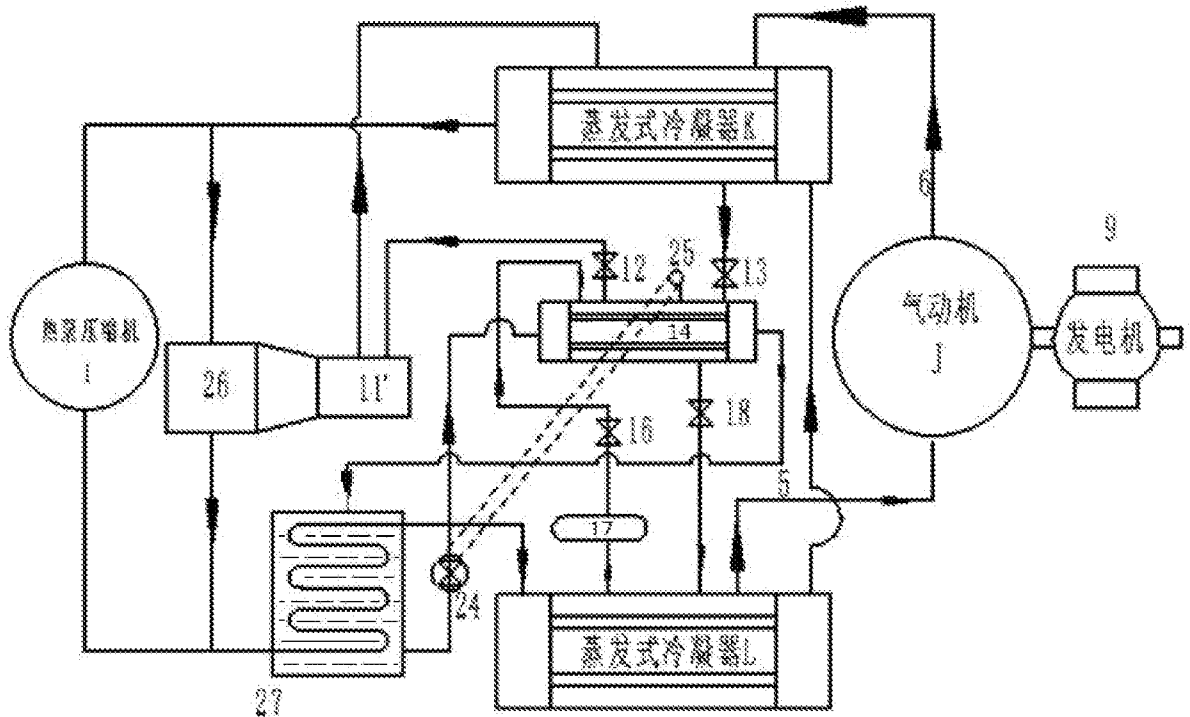


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/112923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F25B 29/00(2006.01)i; F01K 25/10(2006.01)i; F24H 4/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
F25B; F01K; F24H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 孙诚刚, 蒸发, 冷凝, 汽化, 废热, 余热, 工质, 循环, 间接, 换热, 热交换, 储存, 储罐, 阀, 液位, waste, heat, boiler, gasifier, evaporator, condenser, heat, exchanger, closed, loop, cycle, circulation, work, medium, motor, generator, tank, reservoir, valve, liquid, level		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109798159 A (SUN, Chenggang) 24 May 2019 (2019-05-24) description, paragraphs 0004-0124, and figures 1-3	18-38
X	CN 1890458 A (BLUE EARTH ENERGY, INC.) 03 January 2007 (2007-01-03) description page 6, line 8 to page 9, line 24, and figure 1	1-2, 7-10, 16-17
X	CN 208458304 U (YANTAI UNIVERSITY) 01 February 2019 (2019-02-01) description, paragraphs 0025-0082, and figure 1	18, 27-28, 38
Y	CN 1890458 A (BLUE EARTH ENERGY, INC.) 03 January 2007 (2007-01-03) description page 6, line 8 to page 9, line 24, and figure 1	3-4, 11-12
Y	CN 203856601 U (SUN, Chenggang) 01 October 2014 (2014-10-01) description, paragraphs 0013-0025, and figure 1	3-4, 11-12
A	WO 2008106190 A2 (SHIRK, M.A.) 04 September 2008 (2008-09-04) entire document	1-38
A	US 2003074895 A1 (MCFARLAND, R.S.) 24 April 2003 (2003-04-24) entire document	1-38
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
20 December 2019		08 January 2020
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/112923

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109798159	A	24 May 2019	None			
CN	1890458	A	03 January 2007	WO	2005037069	A2	28 April 2005
				EP	1689980	A2	16 August 2006
				US	2005198961	A1	15 September 2005
				US	2005076639	A1	14 April 2005
CN	208458304	U	01 February 2019	None			
CN	203856601	U	01 October 2014	None			
WO	2008106190	A2	04 September 2008	US	2008274039	A1	06 November 2008
US	2003074895	A1	24 April 2003	US	2005056018	A1	17 March 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/112923

<p>A. 主题的分类</p> <p>F25B 29/00(2006.01)i; F01K 25/10(2006.01)i; F24H 4/00(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																																						
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>F25B; F01K; F24H</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 孙诚刚, 蒸发, 冷凝, 汽化, 废热, 余热, 工质, 循环, 间接, 换热, 热交换, 储存, 储罐, 阀, 液位, waste, heat, boiler, gasifier, evaporator, condenser, heat, exchanger, closed, loop, cycle, circulation, work, medium, motor, generator, tank, reservoir, valve, liquid, level</p>																																						
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109798159 A (孙诚刚) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 说明书第0004-0124段、附图1-3</td> <td>18-38</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 1890458 A (布鲁厄斯能源公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 说明书第6页第8行-第9页第24行、附图1</td> <td>1-2, 7-10, 16-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 208458304 U (烟台大学) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 说明书第0025-0082段、附图1</td> <td>18, 27-28, 38</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1890458 A (布鲁厄斯能源公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 说明书第6页第8行-第9页第24行、附图1</td> <td>3-4, 11-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 203856601 U (孙诚刚) 2014年 10月 1日 (2014 - 10 - 01) 说明书第0013-0025段、附图1</td> <td>3-4, 11-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2008106190 A2 (SHIRK, M. A.) 2008年 9月 4日 (2008 - 09 - 04) 全文</td> <td>1-38</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2003074895 A1 (MCFARLAND, R. S.) 2003年 4月 24日 (2003 - 04 - 24) 全文</td> <td>1-38</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="1"> <tr> <td>* 引用文件的具体类型:</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</td> </tr> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</td> <td>“&” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td></td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109798159 A (孙诚刚) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 说明书第0004-0124段、附图1-3	18-38	X	CN 1890458 A (布鲁厄斯能源公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 说明书第6页第8行-第9页第24行、附图1	1-2, 7-10, 16-17	X	CN 208458304 U (烟台大学) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 说明书第0025-0082段、附图1	18, 27-28, 38	Y	CN 1890458 A (布鲁厄斯能源公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 说明书第6页第8行-第9页第24行、附图1	3-4, 11-12	Y	CN 203856601 U (孙诚刚) 2014年 10月 1日 (2014 - 10 - 01) 说明书第0013-0025段、附图1	3-4, 11-12	A	WO 2008106190 A2 (SHIRK, M. A.) 2008年 9月 4日 (2008 - 09 - 04) 全文	1-38	A	US 2003074895 A1 (MCFARLAND, R. S.) 2003年 4月 24日 (2003 - 04 - 24) 全文	1-38	* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																																				
PX	CN 109798159 A (孙诚刚) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 说明书第0004-0124段、附图1-3	18-38																																				
X	CN 1890458 A (布鲁厄斯能源公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 说明书第6页第8行-第9页第24行、附图1	1-2, 7-10, 16-17																																				
X	CN 208458304 U (烟台大学) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 说明书第0025-0082段、附图1	18, 27-28, 38																																				
Y	CN 1890458 A (布鲁厄斯能源公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 说明书第6页第8行-第9页第24行、附图1	3-4, 11-12																																				
Y	CN 203856601 U (孙诚刚) 2014年 10月 1日 (2014 - 10 - 01) 说明书第0013-0025段、附图1	3-4, 11-12																																				
A	WO 2008106190 A2 (SHIRK, M. A.) 2008年 9月 4日 (2008 - 09 - 04) 全文	1-38																																				
A	US 2003074895 A1 (MCFARLAND, R. S.) 2003年 4月 24日 (2003 - 04 - 24) 全文	1-38																																				
* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件																																					
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性																																					
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性																																					
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件																																					
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件																																						
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件																																						
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																																					
2019年 12月 20日	2020年 1月 8日																																					
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																																					
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	樊锦涛																																					
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-10-53960912																																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/112923

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109798159	A	2019年 5月 24日	无			
CN	1890458	A	2007年 1月 3日	WO	2005037069	A2	2005年 4月 28日
				EP	1689980	A2	2006年 8月 16日
				US	2005198961	A1	2005年 9月 15日
				US	2005076639	A1	2005年 4月 14日
CN	208458304	U	2019年 2月 1日	无			
CN	203856601	U	2014年 10月 1日	无			
WO	2008106190	A2	2008年 9月 4日	US	2008274039	A1	2008年 11月 6日
US	2003074895	A1	2003年 4月 24日	US	2005056018	A1	2005年 3月 17日