



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105883977 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(21)申请号 201610479415.0

(22)申请日 2016.06.28

(71)申请人 林惠鹏

地址 515000 广东省汕头市龙湖区丹阳庄  
金银岛花园A座403房

(72)发明人 林惠鹏

(51)Int.Cl.

*C02F 1/44*(2006.01)

*F04B 17/03*(2006.01)

*F04B 23/06*(2006.01)

*C02F 103/08*(2006.01)

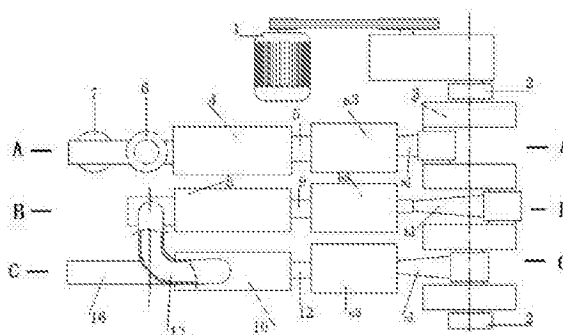
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

## (54)发明名称

一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置

## (57)摘要

本发明涉及一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,通过能量回收柱塞泵和跟步切换缸的配合组成一个能量回收装置,将回收的能量通过三者连接的曲轴传给主柱塞泵,达到能量回收的目的,这种能量回收装置适用于小型海水淡化系统,投入成本低,能量回收率高,易于推广使用。



1. 一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,包括曲轴,所述的曲轴的两端连接在轴承座上,所述的曲轴连接有主柱塞泵、能量回收柱塞泵,所述的曲轴上还连接有电机,所述的电机带动曲轴旋转;所述的主柱塞泵包括主柱塞缸、连杆和滑块,所述的主柱塞缸里有主柱塞,所述的滑块装在滑道里,所述的连杆的一端连接滑道,连杆的另一端连接曲轴,所述的主柱塞缸的前端设有两个单向阀,所述的单向阀连接一根进水管和一根出水管,经过单向阀在出水管的另一端与反渗透膜件的进口连接;所述的能量回收柱塞泵包括能量回收柱塞缸、连杆和滑块,所述的能量回收柱塞缸里有能量回收柱塞,所述的滑块装在滑道里,所述的连杆的一端连接滑道,连杆的另一端连接曲轴,其特征在于:还包括一个跟步切换缸,所述的跟步切换缸包括缸体、活塞、跟步切换活塞杆、滑块和连杆,所述的活塞在缸体内,所述的滑块装在滑道里,所述的连杆的一端连接滑道,连杆的另一端连接曲轴,所述的跟步切换活塞杆的一端连接缸体,另一端通过滑块和连杆连接曲轴;所述的跟步切换缸中的中部有一个开孔,所述的开孔通过连接管与能量回收柱塞泵的一端连接,所述的跟步切换缸的一端连接曲轴,另一端通过浓海水进入管与反渗透膜件的出口相连接;所述的跟步切换缸的中间设有浓海水进出通道,所述的跟步切换缸的一端底部还设有一个排出口;所述的主柱塞泵、能量回收柱塞泵和跟步切换缸连接在同一个曲轴上。

2. 根据权利要求1所述的一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,其特征在于:所述的主柱塞泵和能量回收柱塞泵的相位差是 $180^{\circ}$ ;所述的能量回收柱塞泵和跟步切换缸的相位差是 $90^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,其特征在于:所述的连接主柱塞泵、能量回收柱塞泵和跟步切换缸的曲轴是三拐曲轴。

4. 根据权利要求3所述的一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,其特征在于:所述的曲轴上有曲柄,所述的曲柄角度控制主柱塞泵、能量回收柱塞泵中柱塞的相位和跟步切换缸中活塞的相位。

5. 根据权利要求1所述的一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,其特征在于:所述的跟步切换缸内的跟步切换活塞杆在曲轴的转动下带动活塞向左右作往复运动。

6. 根据权利要求1所述的一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,其特征在于:按照淡水产率的30-40%,所述的能量回收柱塞泵的柱塞的截面积为主柱塞泵的截面积的70-60%。

## 一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及反渗透海水淡化领域,尤其涉及一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置。

### 背景技术

[0002] 由于淡水的短缺,海水淡化技术和海水淡化产业在快速发展。目前海水淡化的实用方法大致有两种:热法和反渗透法。反渗透法是将海水经预处理后,加压到几个MPa,然后进入到纳米半透膜管中,在压力作用下克服渗透压渗透到管外成为淡水的过程,最后将未渗透的浓海水排走,其中淡水约占40%,浓海水约占60%。

[0003] 海水淡化技术发展的一个重要目标是降低运行成本,在运行成本的构成中能耗所占的比重最大,降低能耗是降低海水淡化成本最有效的手段。反渗透海水淡化(SWRO)是目前海水淡化的主流技术之一,反渗透海水淡化过程需消耗大量电能提高进水压力(6~7MPa)以克服水的渗透压,反渗透膜管内排出的浓海水余压高达5.5~6.5 MPa,按照40%的回收率计算,排放的浓盐水中还蕴含约50%的进料水压力能量,将这一部分能量回收变成进水能量可大幅降低反渗透海水淡化的能耗,而这一目标的实现有赖于压力能量回收技术的利用。

[0004] 通过压力能量回收装置的应用大幅度降低了淡化水的生产成本,促进了反渗透淡化技术的推广和应用,并使之成为最具竞争力和发展速度最快的海水淡化技术。因此,压力能量回收与反渗透膜和高压泵并列成为反渗透海水淡化系统中的三大关键技术。

[0005] 20世纪70年代,随着反渗透技术开始用于海水/苦咸水的淡化,国外各种形式的能量回收装置相继出现。能量回收装置总体上分为两类,即水力透平式和功交换式。

[0006] 最早的能量回收装置是水力透平式,瑞士Calder.AG公司的PehonWheel透平机和Pump Ginard公司的Francis透平机,效率一般为50%~70%。其原理是利用浓盐水的压力驱动涡轮转动,通过轴与泵和电机相连,将能量输送至进料原海水,过程需要经过“水压能→机械能→水压能”两步转换。这种方式,效率不高,一般为50%~70%,且加工要求高、价格高。

[0007] 20世纪80年代出现了一种新的能量回收技术,其工作原理是“功交换”,通过界面或隔离物(活塞),直接把高压浓盐水的压力传递给进料海水,过程得到简化,只需要经过“水压能→水压能”的一步能量转换,能量回收效率得以提高,可以达到90%以上。但由于流量的瞬变,阀门需频繁开启、关闭,致使阀寿命短,功交换器造价高,可靠性差。

[0008] 从目前的海水淡化的市场来看,小型海水淡化装置由于投入成本低、体积小、使用方便、可移动等优点而受到市场的青睐,非常适合小型船舶、海岛等短期需求海水淡化设备的地点使用,因此小型海水淡化设备具有非常广阔的市场前景,但现有的海水淡化的能量回收技术仅适用于中等规模以上的能量回收装置,传统的大型海水淡化设备由于功率不同,且设备投资较大,并不适用于小型海水淡化设备的能量回收。

[0009] 现有的小型海水淡化泵,都是柱塞泵改造的,由于柱塞泵是单作用泵,高压浓海水

不能进入柱塞背面,不能够直接与回收装置配合。

## 发明内容

[0010] 针对现有的能量回收小型海水装置的不足,本发明的目的在于提供一种适用于柱塞泵的能量回收小型海水淡化装置。

[0011] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案如下:

一种和柱塞泵配合的能量回收小型海水淡化装置,包括曲轴,所述的曲轴的两端连接在轴承座上,所述的曲轴连接有主柱塞泵、能量回收柱塞泵,所述的曲轴上还连接有电机,所述的电机带动曲轴旋转;所述的主柱塞泵包括主柱塞缸、连杆和滑块,所述的主柱塞缸里有主柱塞,所述的滑块装在滑道里,所述的连杆的一端连接滑道,连杆的另一端连接曲轴,所述的主柱塞缸的前端设有两个单向阀,所述的单向阀连接一根进水管和一根出水管,经过单向阀在出水管的另一端与反渗透膜件的进口连接;所述的能量回收柱塞泵包括能量回收柱塞缸、连杆和滑块,所述的能量回收柱塞缸里有能量回收柱塞,所述的滑块装在滑道里,所述的连杆的一端连接滑道,连杆的另一端连接曲轴,还包括一个跟步切换缸,所述的跟步切换缸包括缸体、活塞、跟步切换活塞杆、滑块和连杆,所述的活塞在缸体内,所述的滑块装在滑道里,所述的连杆的一端连接滑道,连杆的另一端连接曲轴,所述的跟步切换活塞杆的一端连接缸体,另一端通过滑块和连杆连接曲轴;所述的跟步切换缸中的中部有一个开孔,所述的开孔通过连接管与能量回收柱塞泵的一端连接,所述的跟步切换缸的一端连接曲轴,另一端通过浓海水进入管与反渗透膜件的出口相连接;所述的跟步切换缸的中间设有浓海水的进出通道,所述的跟步切换缸的一端底部还设有一个排出口;所述的主柱塞泵、能量回收柱塞泵和跟步切换缸连接在同一个曲轴上。

[0012] 优选地,所述的主柱塞泵和能量回收柱塞泵的相位差是 $180^{\circ}$ ;能量回收柱塞泵和跟步切换缸的相位差是 $90^{\circ}$ 。

[0013] 优选地,所述的连接主柱塞泵、能量回收柱塞泵和跟步切换缸的曲轴是三拐曲轴。

[0014] 优选地,所述的曲轴上有曲柄,所述的曲柄的角度控制主柱塞泵、能量回收柱塞泵中柱塞的相位和跟步切换缸中活塞的相位。

[0015] 优选地,所述的跟步切换缸内的跟步切换活塞杆在曲轴的转动下带动活塞向左右作往复运动。

[0016] 优选地,按照淡水产率的30-40%,所述的能量回收柱塞泵的柱塞的截面积为主柱塞泵的截面积的70-60%。

[0017] 具体的工作原理是:

主柱塞泵、能量回收柱塞泵和跟步切换缸三者都装在同一个曲轴上,这个曲轴是一个三拐曲轴,曲轴的两端连接在轴承座上,曲轴上装有电机,电机使曲轴转动,曲轴的转动带动了连接着的连杆做往复运动,连杆带动滑块运动,因此,曲轴的转动带动了主柱塞泵做往复运动。主柱塞泵的泵头带有两个单向阀,控制新海水吸入和压出;高压新海水进入反渗透膜,渗出30-40%成为淡水,而70-60%成为高压浓海水,通过连接管流进去跟步切换缸;

从反渗透膜来的高压浓海水由跟步切换缸的浓海水进入管进入缸内,跟步切换缸内中的活塞同样在曲轴的带动下,做往复运动,当活塞运动至连接管口右边时,是高压浓海水进入能量回收柱塞泵内,把压强能给能量回收柱塞,推动柱塞;当活塞运动至连接管口左边

时,是低压浓海水从跟步切换缸下端所设的排出口排出;故,能量回收柱塞泵的缸内有能量回收柱塞,从跟步切换缸来的高压浓海水通过进水管进入缸内,推动柱塞往右运动,高压浓海水的能量给了柱塞,柱塞经过滑块-连杆把能量传递到曲轴上,通过曲轴传递到了主柱塞泵的柱塞,从而达到了能量回收的作用。按照30-40%的淡水产率设计,有70-60%的浓海水要排放,那么,能量回收柱塞泵的柱塞截面积是主柱塞泵的70-60%。

[0018] 能量回收柱塞泵和跟步切换缸组成了一个能量回收装置,把回收的能量通过曲轴给了主柱塞泵;能量不足部分,由电机补充;这样,就形成了海水加压-能量回收的小型海水淡化装置。

[0019] 本发明对照现有的小型海水淡化装置的不足,其具有的有益效果是:本发明所述的能量回收小型海水淡化装置,是在现有的常规用于小型海水淡化的柱塞泵上改装使用的,不仅可以利用现有的淡化设备,不必重新投入大量资金购买设备,而且使用方便,能量回收率高达90%,在小型海水淡化领域上的运用,经济实用,适于推广。

## 附图说明

[0020] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明

图1是本发明结构俯视图;

图2是本发明的A-A立体剖面图;

图3是本发明的B-B立体剖面图;

图4是本发明的C-C立体剖面图;

图5是本发明的曲轴俯视图和4个局部视图;

图6是本发明的实施例2“双联柱塞泵”第一种情况连接俯视示意图;

图7是本发明的实施例2“双联柱塞泵”第二种情况连接俯视示意图;

图8是本发明的实施例3“三联柱塞泵”的连接俯视示意图;

其中图中 A.主柱塞泵 B.能量回收柱塞泵 C.跟步切换缸

1.电机 2.轴承座 3.曲轴 4.主柱塞缸 5.主柱塞 6.单向阀 7.单向阀 8.能量回收柱塞缸 9.能量回收柱塞 10.缸体 11.活塞 12.跟步切换活塞杆 13.连接管 14.开孔 15.排出口 16.浓海水进入管 17.浓海水进出通道 18.曲柄

a1.连杆 a2.滑块 a3滑道 b1.连杆 b2.滑块 b3滑道 c1.连杆 c2.滑块 c3滑道。

## 具体实施方式

[0021] 实施例:

实施例1:

根据图1所示,曲轴3的两端连接在一个轴承座上,在曲轴上3还连接有电机1,电机1带动曲轴1旋转,在曲轴3上连接有一个主柱塞泵A、一个能量回收柱塞泵B和一个跟步切换缸C,连接三者的曲轴是一个三拐曲轴,在三拐曲轴上有曲柄18,根据图1和图6所示,曲轴的曲柄的角度分别控制主柱塞泵、能量回收柱塞泵的柱塞的相位和跟步切换缸中活塞的相位,当曲轴在电机的驱动下转动的时候,带动一个主柱塞泵A、一个能量回收柱塞泵B和一个跟步切换缸C做反复运动;

根据图2所示,主柱塞泵A包括主柱塞缸4、连杆a1和滑块a2,在在柱塞缸4里有主柱塞5,滑块a2装在滑道a3里,滑道a3是固定的,滑块运动至右边,和连杆a1连接,滑块运动至左边,和柱塞连接,因此,曲轴的转动通过滑块和连杆的连接,带动了主柱塞的往复做功;在主柱塞缸4的前端设有两个单向阀,单向阀7连接一根进水管吸入新海水,单向阀6排出高压新海水,经过单向阀6在出水管的另一端与反渗透膜件的进口连接,所以说主柱塞泵是一个常规柱塞泵,吸入新海水,压出新海水去反渗透膜件;

根据图3、图4所示,能量回收柱塞泵B包括了能量回收柱塞缸8、连杆b1和滑块b2,在柱塞缸8里有能量回收柱塞9,滑块b2装在滑道b3里,滑道b3是固定的,曲轴的转动通过滑块和连杆的连接,带动了能量回收柱塞泵B的往复做功;能量回收柱塞泵B还与跟步切换缸C通过一根连接管13连接;跟步切换缸C包括缸体10、活塞11、跟步切换活塞杆12,连杆c1和滑块c2,活塞11在缸体内,滑块装在滑道c3里,连杆c1的一端连接滑道c3,连杆c1的另一端连接曲轴3,跟步切换活塞杆12的一端连接缸体,另一端通过滑块和连杆连接曲轴;跟步切换缸内的活塞11在曲轴3的带动下,往复运动;

在跟步切换缸中的中部有一个开孔14,开孔14通过连接管13与能量回收柱塞泵的一端连接,跟步切换缸的一端连接曲轴3,另一端通过浓海水进入管16与反渗透膜件的出口相连接;跟步切换缸的中间设有浓海水进出通道17,跟步切换缸的一端底部还设有一个排出口15,排出低压浓海水;当曲轴3转动时,滑块c2装在滑道c3里,滑道c3是固定的,滑块运动至右边,和连杆c1连接,滑块运动至左边,和跟步切换活塞杆12连接,因此,曲轴的转动通过滑块和连杆的连接,带动了跟步切换活塞杆的往复做功;跟步切换活塞杆带动活塞左右往复运动,当活塞运动至连接管13的管口右边时,是高压浓海水进入能量回收柱塞泵内推动能量回收柱塞8,给出压强能,当活塞运动至连接管口左边时,是低压浓海水从能量回收柱塞泵进入跟步切换缸从浓海水排出口16排出;高压浓海水通过进水管进入能量回收柱塞缸内,推动柱塞8往右运动,高压浓海水的能量给了柱塞8,柱塞经过滑块-连杆把能量传递到曲轴上3,通过曲轴3把回收的能量传递到了主柱塞泵的主柱塞5,从而达到了能量回收的作用。

[0022] 为了使淡化海水的工作过程保持水压稳定,主柱塞泵和能量回收柱塞泵的相位差是 $180^{\circ}$ ,能量回收柱塞泵和跟步切换缸的相位差是 $90^{\circ}$ ,由曲轴上的曲柄控制两者的相位,这样,当能量回收柱塞泵的柱塞处于极左或极右位置时,跟步切换活塞行至缸体的中间位置,即浓海水的进出通道的中间位置,保证了浓海水的进出切换稳定进行;而当能量回收柱塞泵的柱塞行至极右或极左时,主柱塞泵由于与能量回收柱塞泵的相位相差 $180^{\circ}$ ,当能量回收柱塞行至极左或极右时,主柱塞行至与其相反的另一端,刚好得到从曲轴传递来的回收的能量推动主柱塞,因此,这样的相位差保证了整个系统的稳定运行。

[0023] 按照30-40%的淡水产率设计,有70-60%的浓海水要排放,在主柱塞泵和能量回收柱塞泵的行程相同的情况下,那么,能量回收柱塞泵的柱塞截面积设计为是主柱塞泵的70-60%,这样的设计提高了能量回收的利用率;能量回收柱塞泵和跟步切换缸组成了一个能量回收装置,把回收的能量通过曲轴给了主柱塞泵;能量不足部分,由电机补充;这样,就形成了海水加压-能量回收的小型海水淡化装置。

[0024] 实施例2:

柱塞泵在进行海水淡化工作中,为了减小出水量波动,往往是使用双缸的,就是常说的

“双联柱塞泵”，这就需要两个能量回收柱塞泵和两个跟步切换缸来和双联柱塞泵配合，A1、A2、B1、B2、C1、C2连接在一个六拐曲轴上，能量回收海水淡化装置的工作原理和实施例1相同，但可以用以下两种方法排列：

根据图6所示，第一种是双联柱塞泵A1、A2排在中间，两侧各排布一对能量回收柱塞泵B1、B2和跟步切换缸C1、C2；

根据图7所示，第二种是双联柱塞泵A1、A2排在一侧，另一侧排布由能量回收柱塞泵B1连接跟步切换缸C1，能量回收柱塞泵B2连接跟步切换缸C2，组成的双联能量回收装置，分别对应主柱塞泵A1、主柱塞泵A2；第二种连接情况与第一种连接情况实质是一样的，能量不足部分，由电动机补充。

#### [0025] 实施例3：

为了更好的减小柱塞泵的出水量波动，可以使用“三联柱塞泵”；即三个柱塞泵(A1、A2、A3)通过一个三拐曲轴连接在一起，这三个柱塞的相位错开 $120^\circ$ ；

同时使用三套能量回收装置①②③，(一个能量回收柱塞泵和一个跟步切换缸为一套。即：

B1- C1为①，C1相位滞后B1相位 $90^\circ$ ；

B2-C2为②，C2相位滞后 B2相位 $90^\circ$ ；

B3-C3为③，C3相位滞后 B3相位 $90^\circ$ ；

B1、B2、B3这三个柱塞的相位错开 $120^\circ$ ，对应地，C1、C2、C3这三个活塞的相位也错开 $120^\circ$  ①②③通过一个六拐曲轴连接在一起；

两个曲轴通过双向输出减速器F的两端输出轴连接成一个整体。使三个柱塞泵对应连接，即：B1和A1错位 $180^\circ$ ；B2和A2错位 $180^\circ$ ；B3和A3错位 $180^\circ$ ；

根据图8所示，图8的上半部分，是A1、A2、A3组成的三联柱塞泵，图8的下部分是B1、B2、B3、C1、C2、C3组成的三联能量回收装置；其中：B1连接C1，B2连接C2，B3连接C3，两个曲轴通过双向输出减速器的两端输出轴连接成一个整体，下部回收能量，传递给上部，能量不足部分，由电机补充。

[0026] 以上仅为本发明的优选实施例，当然，本发明还可以有其他多种实施例，在不背离本发明精神及实质的情况下，熟悉本领域的技术人员还可以根据本发明作出各种相应的改变和变形，但这些相应的改变和变形都应当属于本发明的权利要求所保护的范围。

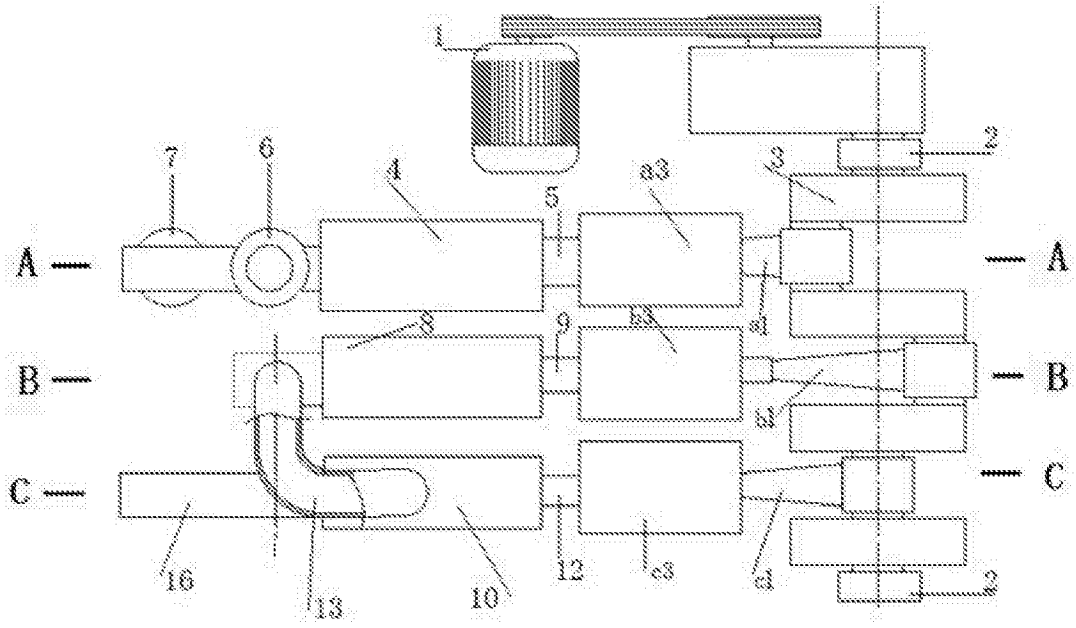


图1

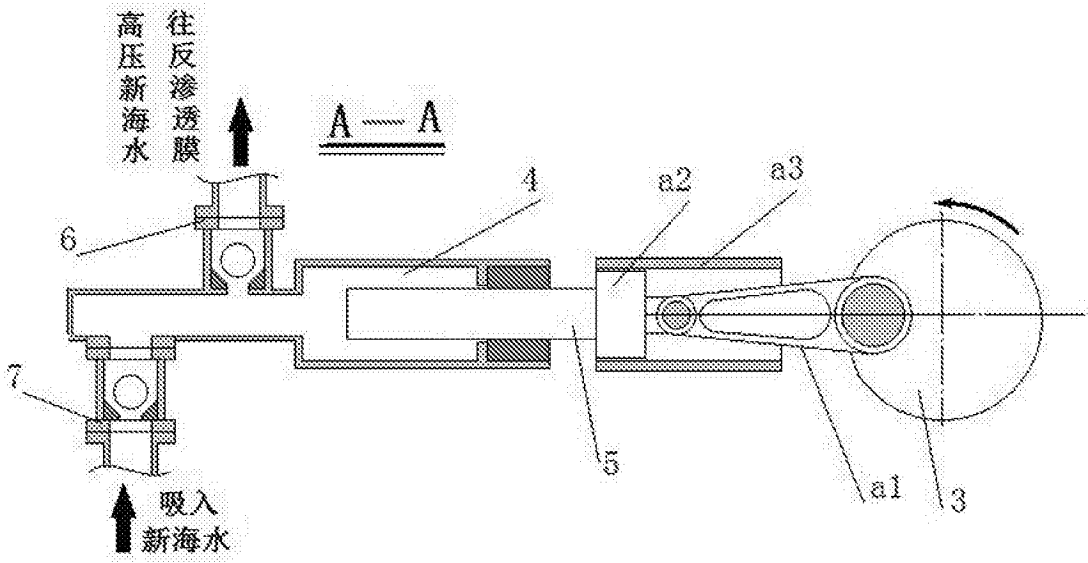


图2



B—B

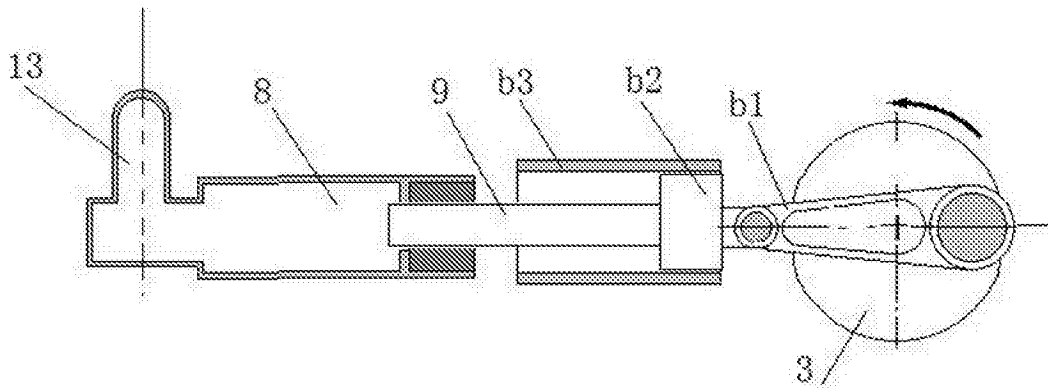


图3

C—C

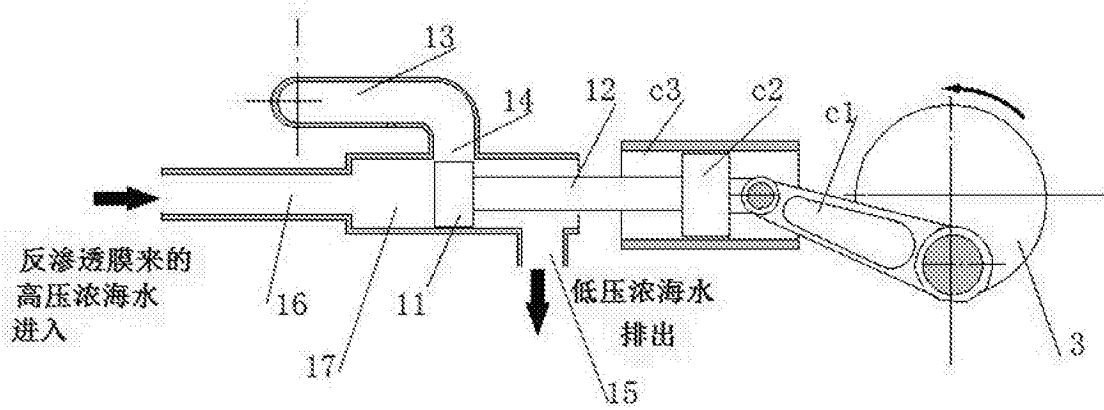


图4

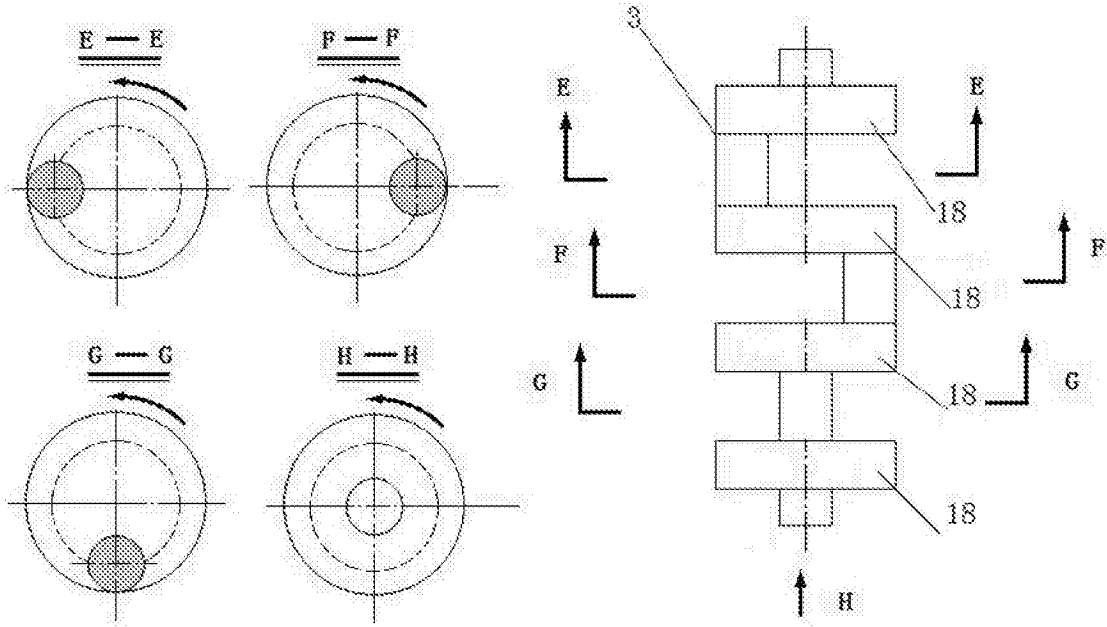


图5

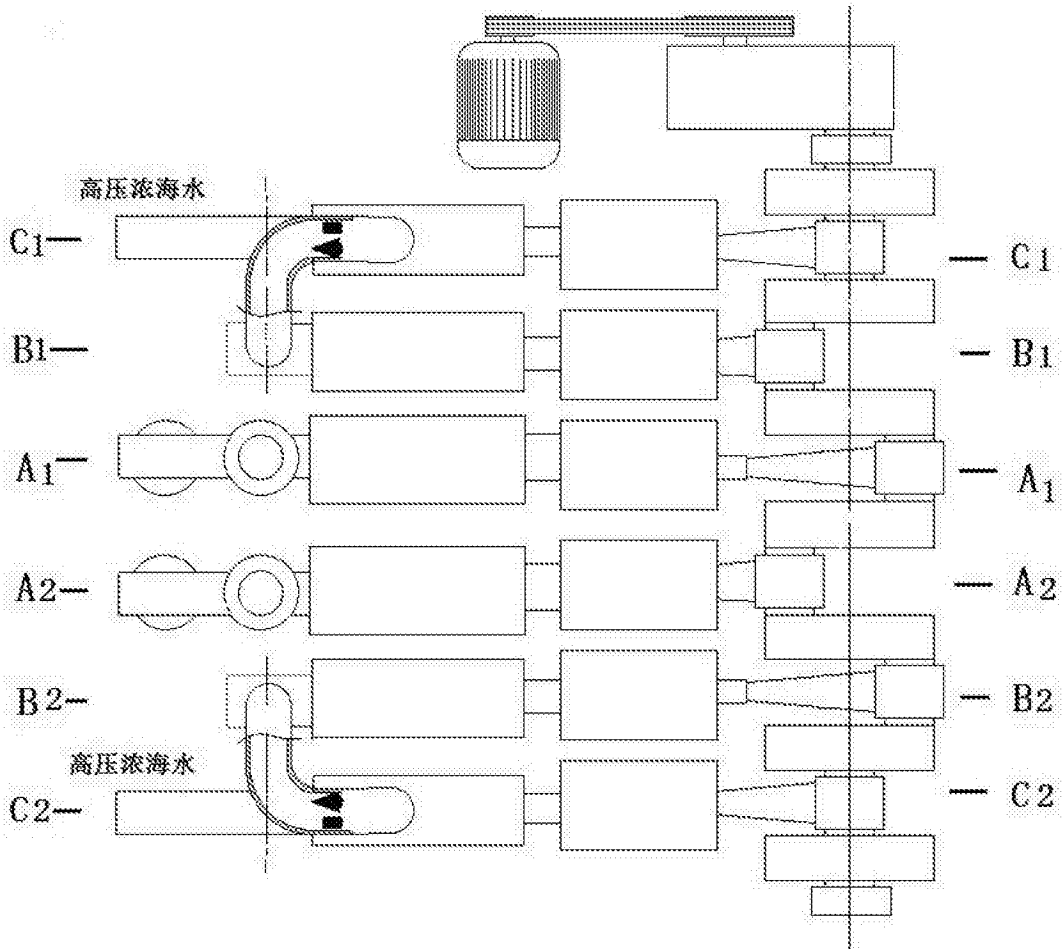


图6

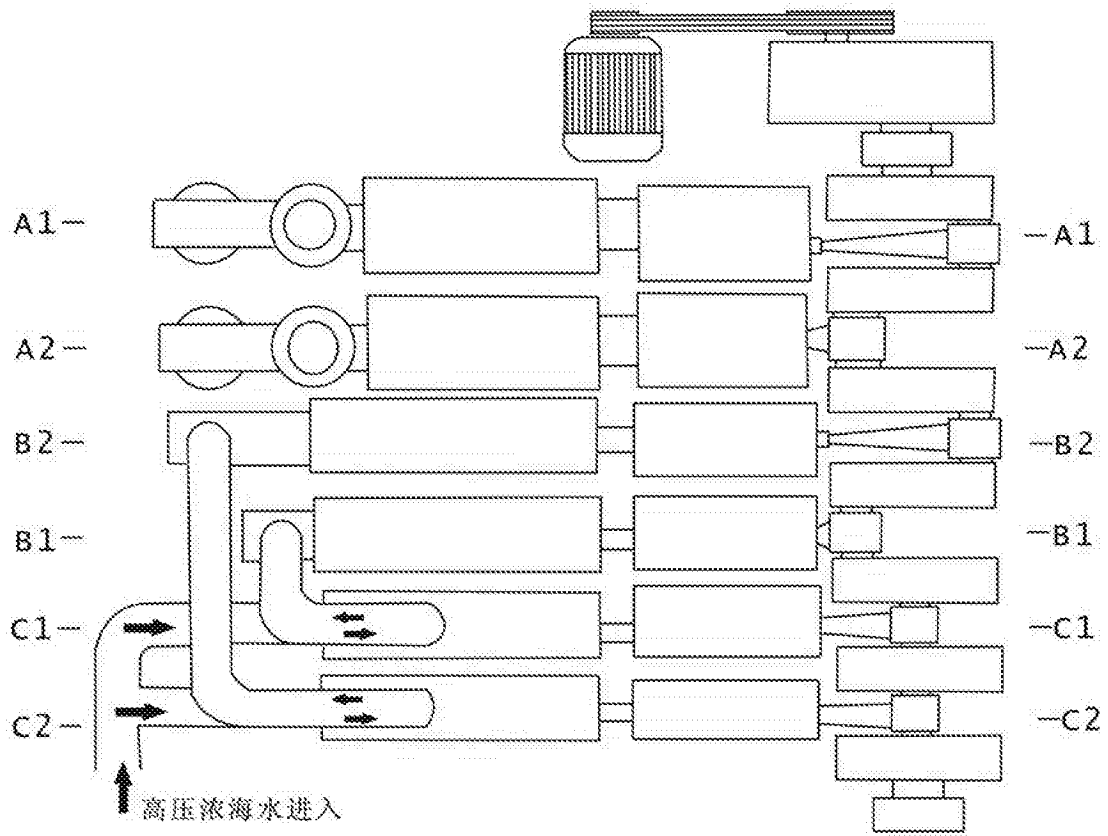


图7

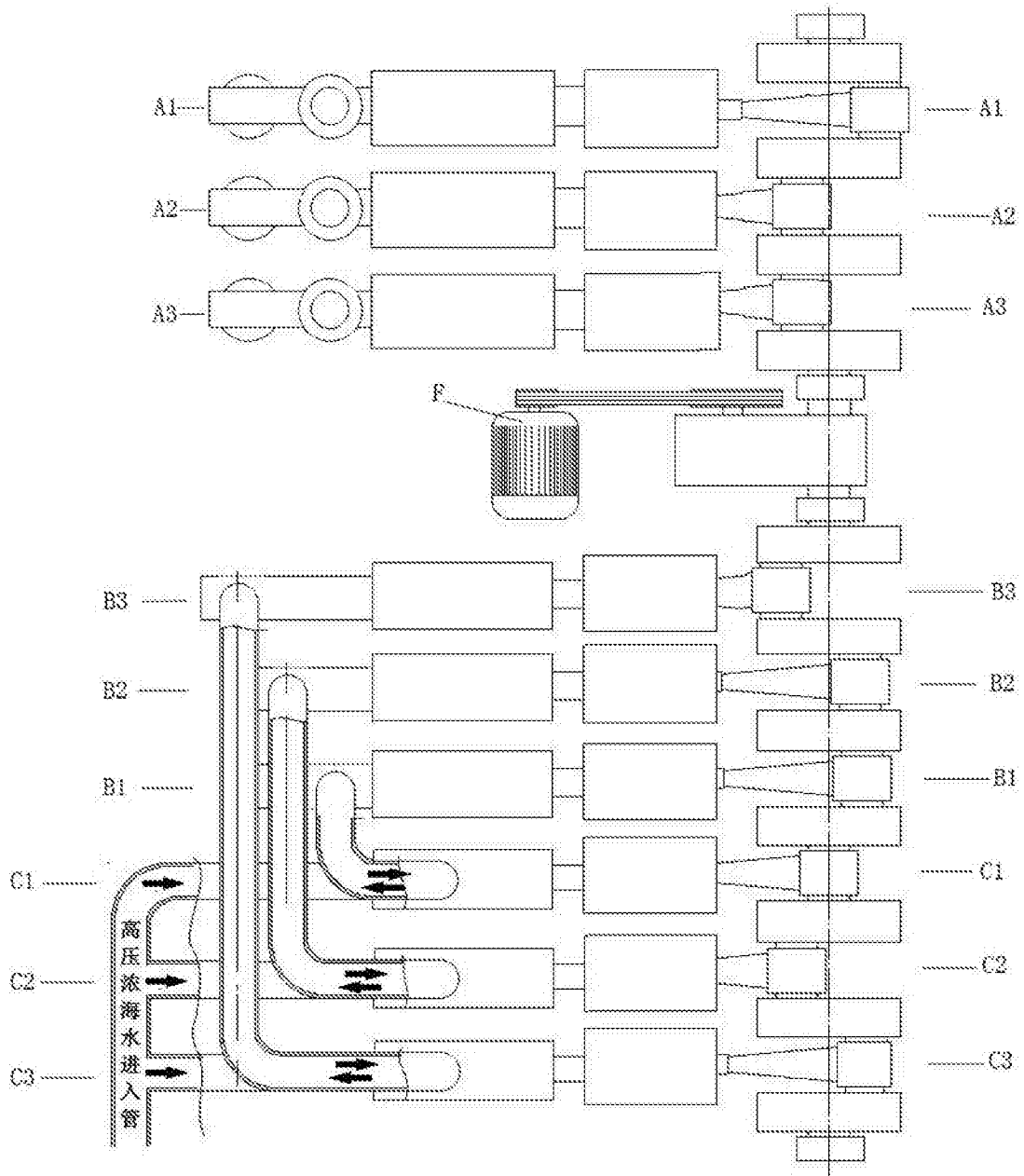


图8