



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103790793 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410055996.6

CN 102644565 A, 2012.08.22,

(22)申请日 2014.02.19

CN 103410691 A, 2013.11.27,

(73)专利权人 集美大学

审查员 应一鸣

地址 361021 福建省厦门市集美区银江路
185号

(72)发明人 陈志强 何宏舟 蒋俊尧 林芳
张亮

(74)专利代理机构 厦门市新华专利商标代理有
限公司 35203

代理人 朱凌

(51)Int.Cl.

F03G 7/05(2006.01)

(56)对比文件

CN 101825076 A, 2010.09.08,

CN 102213199 A, 2011.10.12,

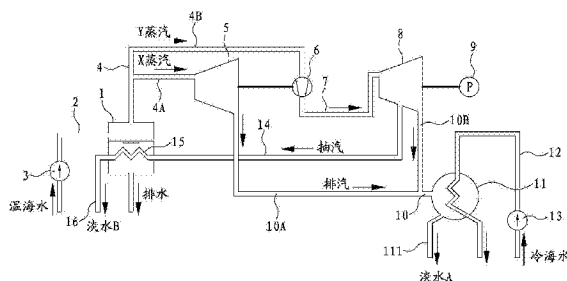
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

海洋热能开式循环发电系统

(57)摘要

本发明公开了一种海洋热能开式循环发电系统,它包括闪蒸器、温海水管道、温海水泵、低压蒸汽管道、前置小汽轮机、蒸汽压缩机、高压蒸汽管道、主汽轮机、发电机、排汽管道、表面式冷凝器、冷海水管道、冷海水泵、抽汽管道、换热管束。本发明的低压蒸汽分成两路:一路低压蒸汽进入前置小汽轮机做功带动蒸汽压缩机工作,另一路低压蒸汽经由蒸汽压缩机压缩后变成高温高压蒸汽,再进入主汽轮机做功带动发电机发电,并从主汽轮机抽取部分蒸汽用于加热闪蒸器内的海水,增加闪蒸器产生的蒸汽量。本发明不仅有效减小了现有的开式循环中汽轮机的体积,突破了单机容量受限制的问题,而且具有系统热效率较高、水能利用率较高、净发电功率较高等特点。



1. 一种海洋热能开式循环发电系统,其特征在于:它包括闪蒸器、温海水管道、温海水泵、低压蒸汽管道、至少一台前置小汽轮机、至少一台蒸汽压缩机、高压蒸汽管道、主汽轮机、发电机、排汽管道、表面式冷凝器、冷海水管道、冷海水泵、抽汽管道、换热管束、淡水出口管道;所述的闪蒸器的海水入口连接温海水管道并在温海水管道上设置温海水泵,闪蒸器的蒸汽出口连接低压蒸汽管道;所述的低压蒸汽管道分别连接前置小汽轮机的蒸汽入口和蒸汽压缩机的蒸汽入口;所述的前置小汽轮机与蒸汽压缩机同轴连接;所述的蒸汽压缩机的蒸汽出口通过高压蒸汽管道与主汽轮机的蒸汽入口连接;所述的主汽轮机与发电机同轴连接;所述的排汽管道由两路排汽支管组成,一路排汽支管与前置小汽轮机的排汽口连接,另一路排汽支管与主汽轮机的排汽口连接,两路排汽支管汇合在一起与表面式冷凝器的进汽口连接;所述的表面式冷凝器的管程连接冷海水管道并在冷海水管道上设置冷海水泵,表面式冷凝器的底部设有淡水出口;所述的抽汽管道分别与主汽轮机的抽汽口和换热管束相连接;所述的换热管束布置在闪蒸器内腔的底部并与淡水出口管道连接。

2. 根据权利要求1所述的海洋热能开式循环发电系统,其特征在于:所述的至少一台前置小汽轮机为一台前置小汽轮机,所述的至少一台蒸汽压缩机为一台蒸汽压缩机;所述的低压蒸汽管道分成两路:一路低压蒸汽支管连接前置小汽轮机的蒸汽入口,另一路低压蒸汽支管连接蒸汽压缩机的蒸汽入口。

3. 根据权利要求1所述的海洋热能开式循环发电系统,其特征在于:所述的至少一台前置小汽轮机为二台前置小汽轮机,所述的至少一台蒸汽压缩机为二台蒸汽压缩机;该系统的低压蒸汽管道分成四路低压蒸汽支管,所述四路低压蒸汽支管分别连接两台前置小汽轮机的蒸汽入口和两台蒸汽压缩机的蒸汽入口,两台前置小汽轮机分别与两台蒸汽压缩机同轴连接;两台蒸汽压缩机的蒸汽出口通过高压蒸汽管道与主汽轮机的蒸汽入口连接。

4. 根据权利要求1所述的海洋热能开式循环发电系统,其特征在于:所述的闪蒸器所使用的温海水为海洋表层海水或电厂冷却水以及工业废热水。

海洋热能开式循环发电系统

技术领域

[0001] 本发明属于新能源发电技术领域,特别是涉及一种海洋热能开式循环发电系统。

背景技术

[0002] 海洋热能是指海洋表层的温海水和深层冷海水之间存在着温差而蕴有的能量。海洋热能的优点是能量来源稳定可靠,不受时间和气候限制,不存在出力不均或间歇性问题,在诸种海洋能发电方式中,海洋热能最终将压倒其他海洋能发电而居领先地位。海洋热能发电的热循环过程根据所用工质和流程的不同,可分为开式循环和闭式循环。开式循环使用水作工质,不会对环境造成任何污染,开式循环使用的闪蒸器不存在金属换热面,金属耗量少,比闭式循环的热交换器造价低且效益高,同时由于没有金属换热面,因此不存在换热面的沾污、结垢和腐蚀问题,这给运行维护带来极大的方便。最重要的是,开式循环既能提供电力,又能提供淡水,而我国的南沙群岛和西沙群岛远离大陆,缺少能源和淡水,但这两个群岛都位于开发海洋热能最佳区域,故非常适合运用开式循环在海岛上建设电站提供电力和淡水,从而开辟我国的边疆,维护国家的海洋主权。因此开式循环具有很高的经济价值和国防价值。

[0003] 但是目前开式循环存在两个非常显著的缺点:一是低压下水蒸气的比容太大,使得汽轮机体积过于庞大,不仅制造相当困难而且成本昂贵,因此开式循环的单机功率受到很大的限制;二是闪蒸器内只有不到0.5%的温海水变成水蒸汽,因此不得不泵送大量温海水以便产生足够的蒸汽,水能利用率极低,泵耗电占总发电功率比重过大,使得净发电功率大为减少。由于上述因素的制约,目前开式循环发展过于缓慢,当今世界各国更倾向于比较容易实现的闭式循环的开发工作,并且已经取得较大的发展,但是闭式循环的换热器效率低下并且容易被腐蚀和海洋生物附着依然是难以攻克的技术难题,更不能忽视的是闭式循环不能副产淡水,对于建设于海岛上的海洋热能电站,使用闭式循环的这个缺点将非常明显。因此加快开式循环的技术发展对于海洋热能的开发利用具有非常重要的意义。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种汽轮机单机功率较大、热循环效率较高、净发电功率较高的海洋热能开式循环发电系统。

[0005] 本发明的目的是通过下述的技术方案加以实现的:

[0006] 本发明是一种海洋热能开式循环发电系统,它包括闪蒸器、温海水管道、温海水泵、低压蒸汽管道、至少一台前置小汽轮机、至少一台蒸汽压缩机、高压蒸汽管道、主汽轮机、发电机、排汽管道、表面式冷凝器、冷海水管道、冷海水泵、抽汽管道、换热管束、淡水出口管道;所述的闪蒸器的海水入口连接温海水管道并在温海水管道上设置温海水泵,闪蒸器的蒸汽出口连接低压蒸汽管道;所述的低压蒸汽管道分别连接前置小汽轮机的蒸汽入口和蒸汽压缩机的蒸汽入口;所述的前置小汽轮机与蒸汽压缩机同轴连接;所述的蒸汽压缩机的蒸汽出口通过高压蒸汽管道与主汽轮机的蒸汽入口连接;所述的主汽轮机与发电机同

轴连接;所述的排汽管道由两路排汽支管组成,一路排汽支管与前置小汽轮机的排汽口连接,另一路排汽支管与主汽轮机的排汽口连接,两路排汽支管汇合在一起与表面式冷凝器的进汽口连接;所述的表面式冷凝器的管程连接冷海水管道并在冷海水管道上设置冷海水泵,表面式冷凝器的底部设有淡水出口;所述的抽汽管道分别与主汽轮机的抽汽口和换热管束相连接;所述的换热管束布置在闪蒸器内腔的底部并与淡水出口管道连接。

[0007] 所述的至少一台前置小汽轮机为一台前置小汽轮机,所述的至少一台蒸汽压缩机为一台蒸汽压缩机;所述的低压蒸汽管道分成两路:一路低压蒸汽支管连接前置小汽轮机的蒸汽入口,另一路低压蒸汽支管连接蒸汽压缩机的蒸汽入口;

[0008] 所述的至少一台前置小汽轮机为二台前置小汽轮机,所述的至少一台蒸汽压缩机为二台蒸汽压缩机;该系统的低压蒸汽管道分成四路低压蒸汽支管,所述四路低压蒸汽支管分别连接两台前置小汽轮机的蒸汽入口和两台蒸汽压缩机的蒸汽入口,两台前置小汽轮机分别与两台蒸汽压缩机同轴连接;两台蒸汽压缩机的蒸汽出口通过高压蒸汽管道与主汽轮机的蒸汽入口连接。

[0009] 采用上述方案后,本发明与现有的开式循环对比具有以下几个优点:

[0010] 一、汽轮机体积减小、单机功率增大。本发明的低压蒸汽分成两股,小股的低压蒸汽进入前置小汽轮机做功带动蒸汽压缩机工作,大股的低压蒸汽经由蒸汽压缩机压缩后升温升压形成高温高压蒸汽,高温高压蒸汽进入主汽轮机做功带动发电机发电。由于前置小汽轮机进汽量少,体积较小,而主汽轮机的汽源为高温高压蒸汽,其与低压蒸汽相比,密度增大、比容减小,因此主汽轮机的体积大为减小,单机功率增大,制造成本降低,突破了开式循环的单机容量受限制的问题。

[0011] 二、系统热效率较高。本发明中主汽轮机的蒸汽参数较高,对应的理想循环效率较高,同时主汽轮机的体积较小,对应的相对内效率较高,因此主汽轮机的绝对内效率较高。再者,主汽轮机的单机功率较大,对应的发电机效率较高。但由于蒸汽压缩机不可逆过程造成的能量损失,这点对系统热效率造成不利的影 响,因此只有当两股蒸汽合理分配并且压缩机的效率足够高时,系统热效率才能真正提高。另外,基于主汽轮机蒸汽参数较高的特点,本发明采用从主汽轮机抽取部分蒸汽用于加热闪蒸器内海水的方法,回收利用了部分蒸汽的汽化潜热,降低了主汽轮机的排汽量,减少了冷海水带走的冷源损失,系统热效率进一步得到提高。

[0012] 三、水能利用率较高、净发电功率较高。本发明采用从主汽轮机抽取部分蒸汽用于加热闪蒸器内海水的方法,还有以下两个优点:一是不仅减少了冷海水带走的冷源损失,而且减少了冷海水的用量,冷海水泵的耗功减少,净发电功率增大;二是增加了闪蒸器产生的蒸汽量,温海水对应的蒸发份额变大,水能利用率提高,减少了温海水的用量,温海水泵的耗功减少,净发电功率进一步增大。

[0013] 综上所述,本发明与现有的开式循环相比,不仅有效减小了开式循环中汽轮机的庞大体积,突破了单机容量受限制的问题,而且具有系统热效率较高、水能利用率较高、净发电功率较高等特点。因此本发明极大地推进了开式循环在海洋热能发电领域的应用进程,在未来发展中具有良好的应用前景。

[0014] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的说明。

附图说明

[0015] 图1是本发明第一个实施例的结构示意图；

[0016] 图2是本发明第二个实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0017] 实施例一：

[0018] 如图1所示，是本发明海洋热能开式循环发电系统的第一个实施例，它是基于最简单形式的单台前置小汽轮机搭配单台主汽轮机的海洋热能开式循环发电系统，它包括闪蒸器1、温海水管道2、温海水泵3、低压蒸汽管道4、前置小汽轮机5、蒸汽压缩机6、高压蒸汽管道7、主汽轮机8、发电机9、排汽管道10、表面式冷凝器11、冷海水管道12、冷海水泵13、抽汽管道14、换热管束15、淡水出口管道16。

[0019] 所述的闪蒸器1的海水入口连接温海水管道2并在温海水管道2上设置温海水泵3，闪蒸器1的蒸汽出口连接低压蒸汽管道4。

[0020] 所述的低压蒸汽管道4分成两路：一路低压蒸汽支管4A连接前置小汽轮机5的蒸汽入口，另一路低压蒸汽支管4B连接蒸汽压缩机6的蒸汽入口。

[0021] 所述的前置小汽轮机5与蒸汽压缩机6同轴连接。

[0022] 所述的蒸汽压缩机6的蒸汽出口通过高压蒸汽管道7与主汽轮机8的蒸汽入口连接。

[0023] 所述的主汽轮机8与发电机9同轴连接。

[0024] 所述的排汽管道10由两路排汽支管组成，一路排汽支管10A与前置小汽轮机5的排汽口连接，另一路排汽支管10B与主汽轮机8的排汽口连接，两路排汽支管汇合在一起与表面式冷凝器11的进汽口连接。

[0025] 所述的表面式冷凝器11的管程连接冷海水管道12并在冷海水管道12上设置冷海水泵13，表面式冷凝器11的底部设有淡水出口111。

[0026] 所述的抽汽管道14分别与主汽轮机8的抽汽口和换热管束15连接；所述的换热管束15布置在闪蒸器1内腔的底部并与淡水出水管道16连接。

[0027] 本发明的工作原理如下：

[0028] 来自海洋表层的温海水经由温海水泵3抽取进入闪蒸器1内发生闪蒸过程产生低压蒸汽。一部分低压蒸汽进入前置小汽轮机5做功带动蒸汽压缩机6工作，另一部分低压蒸汽经由蒸汽压缩机6压缩后升温升压形成高温高压蒸汽，高温高压蒸汽进入主汽轮机8做功带动发电机9发电输出电能。前置小汽轮机5和主汽轮机8的排汽引入表面式冷凝器11，而来自海洋深层的冷海水经由冷海水泵13抽取进入表面式冷凝器11内用于冷却排汽，排汽被冷却成凝结水作为产品淡水A输出。从主汽轮机8引出抽汽经过布置在闪蒸器1内腔的换热管束15对外放热，闪蒸器1内的海水被加热促使部分蒸发产生低压蒸汽，而抽汽被冷却成凝结水作为产品淡水B输出。

[0029] 实施例二：

[0030] 如图2所示，是本发明海洋热能开式循环发电系统的第二个实施例，它是根据本发明工作原理进行演化而来的两台前置小汽轮机搭配单台主汽轮机的海洋热能开式循环发

电系统。该系统的低压蒸汽管道4分成四路支管4A、4B、4C、4D：低压蒸汽支管4A连接前置小汽轮机5A的蒸汽入口，低压蒸汽支管4B连接蒸汽压缩机6A的蒸汽入口；前置小汽轮机5A与蒸汽压缩机6A同轴连接；低压蒸汽支管4C连接前置小汽轮机5B的蒸汽入口，低压蒸汽支管4D连接蒸汽压缩机6B的蒸汽入口；前置小汽轮机5B与蒸汽压缩机6B同轴连接；两台蒸汽压缩机6A、6B的蒸汽出口通过高压蒸汽管道7与主汽轮机8的蒸汽入口连接；主汽轮机8与发电机9同轴连接。

[0031] 本实施例的其他结构和工作原理皆与第一个实施例相同。采用该系统的电站规模相当于总汽耗量相同的四套汽轮发电机组并列运行的开式循环发电系统，通过对比可知，该系统需增设两台蒸汽压缩机，但其好处在于可以少用一台汽轮机，同时可以用一台效率高的大型发电机取代四台效率低的小型发电机，不仅结构相对简单，而且全厂发电效率较高。而该实施例仅是本发明中众多经济可行的方案之一。

[0032] 需要说明的是，前置小汽轮机和蒸汽压缩机数量可据需要配置，故可形成多个实施例。

[0033] 以上所述，仅为本发明较佳实施例而已，并且各设备之间的数量搭配和管路之间的布置皆可有多种方式，故不能以此限定本发明实施的范围，即依本发明申请专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰，皆应仍属本发明专利涵盖的范围内。

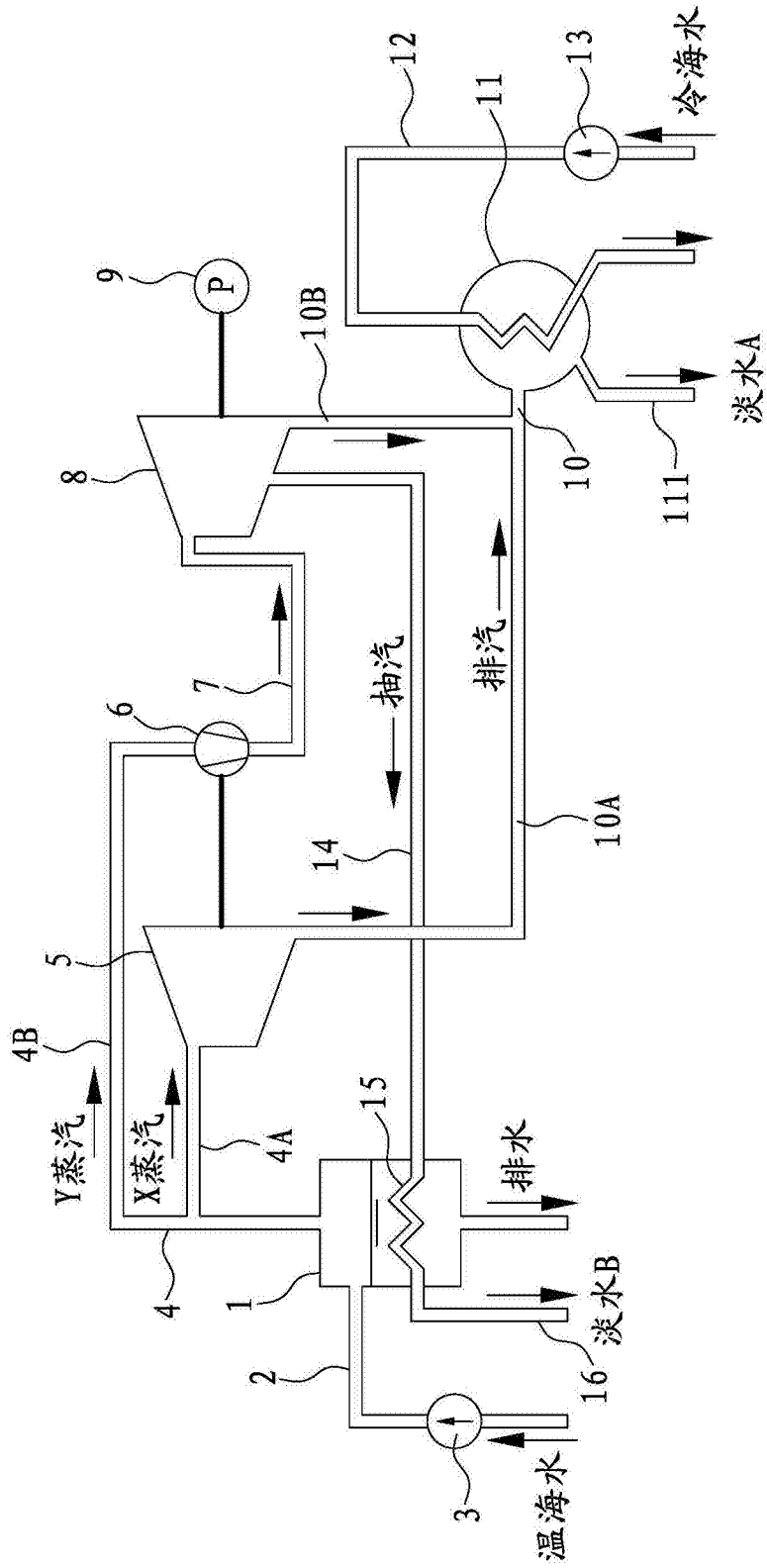


图1

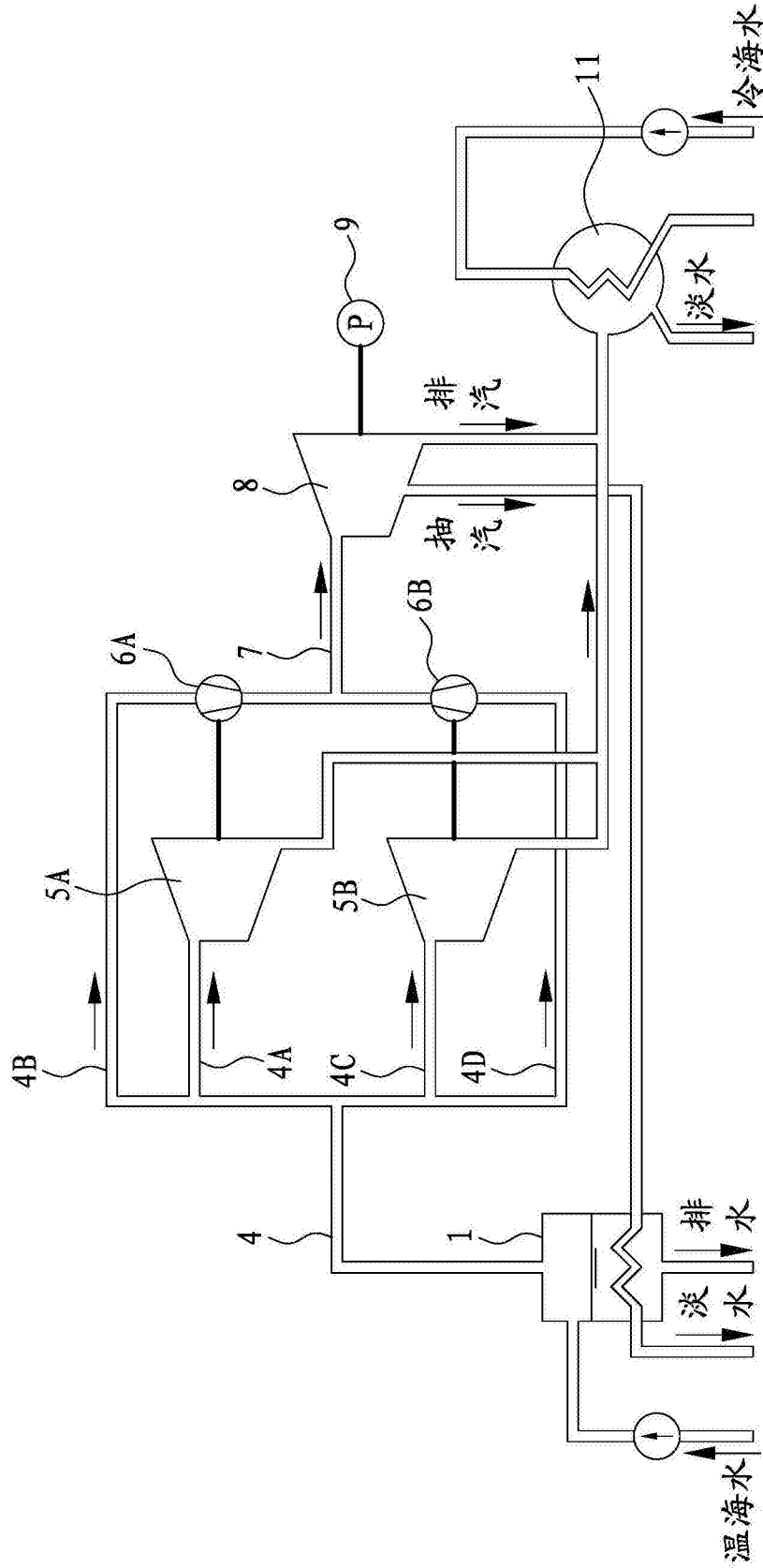


图2