



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204555150 U

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201520220943. 5

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2015. 04. 13

(73) 专利权人 江苏科技大学

地址 212003 江苏省镇江市京口区梦溪路 2 号

(72) 发明人 赵忠超 贾丹丹 张霄 胡浩 周根明

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 楼高潮

(51) Int. Cl.

F24F 5/00(2006. 01)

F24F 13/30(2006. 01)

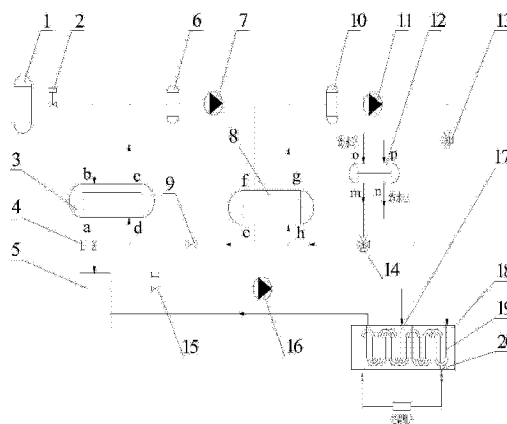
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统,包括 LNG 汽化回路,冰蓄冷循环回路,热回收回路以及海水回路。夏季时,利用两级冷媒冷能传递的方式,将 LNG 动力船舶运行时 LNG 汽化产生的冷能回收并储存在蓄冷蓄热装置中,作为空调系统的冷源,满足船舶舱室供冷需求;冬季时,将汽化后的 LNG 进入船舶主机动力系统燃烧后产生的大量余热回收利用,作为空调系统的热源,满足船舶舱室供暖需求。本实用新型利用 LNG 汽化时产生的冷量及燃烧时释放的热量作为空调系统的冷热源,不仅解决了船舶舱室的冷热需求,节省了船舶空调系统制冷机组的大量投资,同时也解决了 LNG 汽化量和用冷 / 热量不匹配,汽化时间与用冷 / 热时间不同步的技术瓶颈。



1. 一种 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统, 其特征在于: 包括 LNG 汽化回路, 冰蓄冷循环回路, 热回收回路以及海水回路; 所述 LNG 汽化回路依次由 LNG 储液罐 (1)、第一电控阀 (2), 第一换热器 (3) 的进口 b、出口 a, 第二电控阀 (4), 船舶主机动力系统 (5) 通过管连接构成; 所述冰蓄冷循环回路, 依次由第一换热器 (3) 的出口 c, 第一冷媒储存罐 (6), 第一冷媒泵 (7), 第二换热器 (8) 的进口 f、出口 e, 阀门 (9) 通过管连接第一换热器 (3) 进口 d 构成第一冷媒循环; 依次由第二换热器 (8) 出口 g, 第二冷媒储存罐 (10), 第二冷媒泵 (11), 第一电动三通阀 (13), 设置在蓄冷蓄热装置 (18) 中的冷媒盘管 (19), 第二电动三通阀 (14) 通过管连接第二换热器 (8) 进口 h 构成第二冷媒循环; 设置在蓄冷蓄热装置 (18) 中的冷水盘管 (20) 中的水与冷媒盘管 (19) 中的第二冷媒通过介质换热后利用管道与船舶舱室连接构成冰蓄冷循环回路; 所述热回收回路依次由船舶主机动力系统 (5), 第三电控阀 (15), 循环泵 (16) 以及设置在蓄冷蓄热装置 (18) 中的热水盘管 (17) 通过管连接构成; 所述海水回路依次由第一电动三通阀 (13), 第三换热器 (12) 的进口 p、出口 m 以及第三电动三通阀 (14) 通过管连接构成。

2. 根据权利要求 1 所述的 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统, 其特征在于: 所述的蓄冷蓄热装置 (18) 还连接有若干空调用户。

3. 根据权利要求 1 所述的 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统, 其特征在于: 所述的第三换热器 (12) 还设置有海水进口 o 和海水出口 n。

4. 根据权利要求 1 所述的 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统, 其特征在于: 所述的第一冷媒为相变冷媒。

5. 根据权利要求 4 所述的 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统, 其特征在于: 所述的相变冷媒优选为 R134a 或 R404a 中的任一种。

6. 根据权利要求 1 所述的 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统, 其特征在于: 所述的第二冷媒为无相变冷媒, 如盐水溶液或乙二醇水溶液。

7. 根据权利要求 6 所述的 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统, 其特征在于: 所述的无相变冷媒优选为盐水溶液或乙二醇水溶液中的任一种。

一种 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统,具体是以更低的成本获得高效节能、绿色环保的空调制冷 / 供暖系统,特别是涉及一种充分利用冰蓄冷回收 LNG 动力船运行时, LNG 在汽化过程中产生大量的冷量作为船舶空调系统的冷源,以及汽化后的 LNG 燃烧时产生的大量余热作为船舶空调系统热源的 LNG 动力船空调制冷及供热系统,属于空调工程技术领域。

背景技术

[0002] 随着经济全球一体化的快速发展,船舶行业生机盎然,但是随着船舶行业的快速发展,随之而来的就是海洋环境的不断恶化。目前,船舶主要用柴油作为燃料,其主要成分为碳氢化合物以及其他一些元素,燃烧过程中排放大量的二氧化碳、硫化物和粉尘,无疑对海洋环境造成了巨大的破坏。因此减少气体中的有害气体排放已经成为改善环境污染的关键问题。以 LNG 作为燃料的动力船是未来船舶发展的大势所趋,目前以 LNG 为主要燃料的动力船,主要采用海水作为热源与 -163°C 的 LNG 进行热交换将其汽化。LNG 释放的大量的高品位冷能直接被海水带走,造成了能源的极大浪费。吸收了 LNG 汽化后产生大量冷能的低温海水直接排入海中,使得附近海域受到严重的冷污染。

[0003] 航行于海域上的船舶是一个独立的海上移动建筑,其经常航行在不同的海域,温差变化比较大,为了保证船员与乘客的热舒适性要求,空调系统是船舶系统必不可少的组成部分。

[0004] 目前,船舶用空调系统基本上使用常规风冷或水冷系统。申请号为 201310454497.X 的专利公开了一种 LNG 动力船的空调系统,该系统主要由膨胀水箱、进水管路、若干个舱室风机盘管、出水管路、负荷调节换热器、冷媒水泵、水浴式汽化器组成,它利用水浴室汽化器将 LNG 进行汽化,并将释放的冷量进行吸收和利用,该系统虽利用 LNG 汽化所释放的冷量,但该系统中直接使用淡水作为载冷剂,在汽水换热器中与 LNG 进行热交换,由于 LNG 汽化时热交换温差能达到 $170 \sim 200^{\circ}\text{C}$,可能使得进行热交换的冷媒水吸收过多冷量从而结冰,使得整个系统无法正常运行,同时该系统中 LNG 的汽化量必须与空调制冷量严格匹配,尤其当船舶在制冷量较小而船舶动力需求较多 NG 时,该系统将不能满足船舶的正常运行时所需的 LNG 汽化量。

[0005] 申请号为 201420183474.X 的专利公开了一种 LNG 动力船的 LNG 冷能利用装置,该系统主要由储存有液化天然气的燃料罐,燃料罐上的天然气输出管道依次经过第一热交换器和第二热交换器后与发动机的燃气输入口连接,第一热交换器、第一热媒储存箱、冷能释放装置通过管道依次头尾连接构成第一冷能利用回路,第二热交换器、发动机排气管冷却水套、第二热媒储存箱通过管道依次头尾连接构成第二冷能释放回路,第一冷能利用回路和第二冷能释放回路中各设有用以流动回路中热媒的循环泵等组成,虽然该系统利用两级冷量回收的模式对 LNG 释放的冷量进行回收,能充分吸收 LNG 的释放的冷量。但该系统在冷量利用上存在很大缺陷,它将在一级换热器中所吸收的冷量利用于冷藏室中,由于冷藏

室初次运行和持续运行所需冷量具有较大差异,该系统中的冷藏室需冷量与 LNG 汽化时的释冷量存在着较大差异,产生了释冷量与需冷量严重的不匹配,致使 LNG 汽化量不足,影响船舶动力系统正常运行时对 LNG 汽化量的需求;该二级冷量回收系统中,将吸收的冷量用于冷却船舶动力装置中升温后的缸套水。在现有许多技术中,对于船舶发动机冷却缸套水余热的回收利用很多,该系统将从 LNG 中释放的冷量用于冷却缸套水,显然不经济环保,不仅浪费了 LNG 释放的冷量,也浪费了冷却缸套水中的热量。

发明内容

[0006] 本实用新型目的是针对上述现有技术的缺陷和问题,通过合理利用 LNG 动力船舶中 LNG 汽化时释放的冷能以及 LNG 燃烧时释放的热量,提供一种船舶空调系统满足船舶舱室的供冷、供热需求,以降低船舶空调系统的能源消耗,提升船舶整体运营的经济性和环保性。

[0007] 本实用新型是将 LNG 动力船舶中 LNG 汽化或燃烧产生的大量能量和船舶空调系统制冷与供热进行有机整合,利用 LNG 汽化时释放的大量冷能,作为船舶空调系统的冷源,满足船舶供冷需求。利用 LNG 燃烧产生大量的余热作为空调系统热源,满足船舶空调系统供热需求。以达到能源利用效率的最优化。本实用新型中采用冰蓄冷空调蓄冷方式,冰蓄冷利用水的相变潜热进行冷量的储存,除可以利用一定温差的显热外,主要利用的是冰与水在 0℃ 进行相变时的潜热,与水蓄冷相比,冰蓄冷空调的蓄冷能力提高 10 倍以上,并可使蓄冷槽体积减少 80% 左右。这样一方面满足了船舶动力以及空间要求,在减少对海洋环境污染的同时也降低了 LNG 使用的汽化成本,为 LNG 动力船的广泛应用起到了积极的推动作用。另一方面也解决了船舶空调的制热需求,进一步提升船舶空调节能效率。节约了空调系统运行时所消耗的巨额电能,很大程度提高了船舶的经济性和环保性。

[0008] 本实用新型利用冰蓄冷空调的方式,解决了 LNG 汽化量与空调需冷量不匹配, LNG 汽化时间与用冷时间不同步的问题,当空调系统所需冷量较少时,则利用蓄冰槽贮存 LNG 汽化时产生的多余的冷量,保证船舶正常运行时所需的 LNG 汽化量;本实用新型还利用水蓄热的方式回收 LNG 燃烧时释放的余热,满足船舶空调的供热需求,实现 LNG 动力船的能量高效利用。

[0009] 为实现上述目的,本实用新型采用如下技术方案。

[0010] 一种 LNG 动力船空调制冷 / 供热系统,由 LNG 汽化回路,冰蓄冷循环回路,热回收回路以及海水回路构成。其中所述 LNG 汽化回路依次由 LNG 储液罐 1、第一电控阀 2,第一换热器 3 的进口 b、出口 a,第二电控阀 4,船舶主机动力系统 5 通过管连接构成;所述冰蓄冷循环回路依次由第一换热器 3 出口 c,第一冷媒储存罐 6,第一冷媒泵 7,第二换热器 8 的进口 f、出口 e,阀门 9 通过管连接第一换热器 3 进口 d 构成第一冷媒循环;依次由第二换热器 8 出口 g,第二冷媒储存罐 10,第二冷媒泵 11,第一电动三通阀 13,设置在蓄冷蓄热装置 18 中的冷媒盘管 19,第二电动三通阀 14 通过管连接第二换热器 8 进口 h 构成第二冷媒循环;设置在蓄冷蓄热装置 18 中的冷水盘管 20 中的水与冷媒盘管 19 中的第二冷媒通过介质换热后利用管道与船舶舱室连接构成冰蓄冷循环回路;所述热回收回路依次由船舶主机动力系统 5,第三电控阀 15,循环泵 16 以及设置在蓄冷蓄热装置 18 中的热水盘管 17 通过管连接构成;所述海水回路依次由第一电动三通阀 13,第三换热器 12 的进口 p、出口 m 以及第

三电动三通阀 14 通过管连接构成。

[0011] 上述所述的蓄冷蓄热装置 18 还连接有若干空调用户。所述的第三换热器 12 还设置有海水进口 o 和海水出口 n。

[0012] 上述所述的第一冷媒为相变冷媒。所述的相变冷媒优选为 R134a 或 R404a 中的任一种。

[0013] 上述所述的第二冷媒为无相变冷媒,如盐水溶液或乙二醇水溶液。所述的无相变冷媒优选为盐水溶液或乙二醇水溶液中的任一种。

[0014] 本实用新型中所需第一冷媒是与 LNG 直接换热,因此第一冷媒的凝固点不能太高,否则在换热过程中,第一冷媒容易凝固并且阻塞管道。另外,为了尽可能多的回收 LNG 的冷能,应选择相变冷媒作为第一冷媒,比如 R134a, R404a, 根据实际运行情况,也可选择其他冷媒。

[0015] 本实用新型中所需的第二冷媒主要是接受第一冷媒传递来的冷量,夏季与冰蓄冷空调中的蓄冷介质进行换热,将冷量储存在冰蓄冷空调中的冰水中,冬季直接与海水换热。因此对第二冷媒的要求不是很高,可采用无相变冷媒,如盐水溶液或乙二醇水溶液等。

[0016] LNG 汽化回路:LNG 储液罐 1 里的天然气输出管道经过第一电控阀 2,通过第一换热器 3 的进口 b 进入第一换热器 3 与第一冷媒进行换热,然后通过第一换热器 3 的出口 c 以及第二电控阀 4 进入船舶主机动力系统 5 燃烧为船舶运行提供动力支持。

[0017] 冰蓄冷循环回路:第一冷媒在第一换热器中与 LNG 换热温度降低后通过第一冷媒储存罐 6 以及第一冷媒泵 7 后通过第二热交换器 8 的进口 f 进入第二换热器 8 与第二冷媒换热,温度升高后第一冷媒通过第二换热器 8 的出口 g 以及阀门 9 由第一换热器 3 的进口 d 进入第一换热器 3 与 LNG 换热,完成第一冷媒的循环。第二冷媒与第一冷媒在第二换热器 8 中换热温度降低后通过第二换热器 8 的出口 e 经过第二冷媒储存罐 10、第二冷媒泵 11 以及第一电动三通阀 13 进入设置在蓄冷蓄热装置 18 中的冷媒盘管 19,与设置在蓄冷蓄热装置 18 中的冷水盘管 20 中的水换热后第二冷媒温度升高,经过第二电动三通阀 14 由第二换热器 8 的进口 h 返回第二换热器 8 与第一冷媒换热,完成第二冷媒的循环。设置在蓄冷蓄热装置 8 中冷水盘管 20 中的水与第二冷媒换热吸收冷量冷冻成冰,完成 LNG 冷能的储存并向船舶舱室输送所需冷量,空调系统中的载冷剂进入蓄冷蓄热装置 18 将冰块中的冷量带走,通过空调热交换系统满足船舶舱室供冷需求,蓄冷蓄热装置中的冰融化成水,再接收第二冷媒传递的冷量,完成冰蓄冷循环回路。

[0018] 热回收回路:汽化后的 LNG 进入船舶主机动力系统 5 燃烧做功后会产生大量余热,主机冷却水通过第三电控阀 15,循环泵 16 以及蓄冷蓄热装置 18 中的热水盘管 17 与蓄冷蓄热装置 18 中的蓄热介质进行换热冷却后返回船舶主机动力系统 5,蓄冷蓄热装置 18 中的蓄热介质与布置在其中的冷水盘管 20 中的水进行换热,由于吸收蓄冷蓄热装置 18 中蓄热介质的热量,冷水盘管 20 中的水温度升高后经空调末端送至船舶舱室进行换热,实现冬季船舶舱室供暖需求。

[0019] 海水回路:冬季船舶舱室不需要供冷时,第二冷媒与第一冷媒在第二换热器 8 中换热后温度降低通过第二换热器 8 的出口 g 经过第二冷媒储存罐 10,第二冷媒泵 11,通过第一电动三通阀 13 的另一个出口进入第三换热器 12,海水从进口 o 进入第三换热器 12 与第二冷媒进行换热后,海水温度降低从出口 n 流出。与海水换热后温度升高的第二冷媒从

出口 m 流出后通过第二电动三通阀 14 返回到第二换热器 8, 完成第二冷媒与海水的换热。虽然本回路也是将换热后温度降低的海水排入海洋, 但是由于本专利发明采用二级冷媒冷却的方法, 海水与第二冷媒的温差不大, 因此单位流量海水中携带的冷量少, 较常规 LNG 动力船舶中 LNG 汽化过程对海洋环境的破坏小, 更为经济环保。

[0020] 本实用新型的主要功能是将 LNG 汽化过程与船舶空调系统供冷供热需求进行有机整合, 利用 LNG 汽化时释放的大量冷能, 作为船舶空调系统的冷源, 并且将汽化后的 LNG 进入船舶主机动力系统燃烧后产生的大量余热进行回收, 以满足空调用户端冬季供暖需求, 以达到能源利用效率的最优化。本实用新型不但解决了常规 LNG 动力船舶运行时 LNG 汽化时直接与海水换热造成大量冷能的浪费且污染海洋环境的问题, 同时通过有效余热回收, 解决船舶空调制冷/制热需求, 突破 LNG 汽化量与空调蓄冷量不匹配, LNG 汽化时间与用冷时间不同步的技术瓶颈, 提出了一种低能耗、低排放和高能效的 LNG 动力船舶空调系统。

附图说明

[0021] 图 1 为本实用新型的一种 LNG 动力船空调制冷/供热系统构造示意图。

[0022] 图中: 1. LNG 储液罐, 2. 第一电控阀, 3. 第一换热器, 4. 第二电控阀, 5. 船舶主机动力系统, 6. 第一冷媒储存罐, 7. 第一冷媒泵, 8. 第二换热器, 9. 阀门, 10. 第二冷媒储存罐, 11. 第二冷媒泵, 12. 第三换热器, 13. 第一电动三通阀, 14. 第二电动三通阀, 15. 第三电控阀, 16. 循环泵, 17. 热水盘管, 18. 蓄冷蓄热装置, 19. 冷媒盘管, 20. 冷水盘管。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步的详细说明。

[0024] 如图 1 所示, 一种 LNG 动力船空调制冷/供热系统, 由 LNG 汽化回路, 冰蓄冷循环回路, 热回收回路以及海水回路构成。其中所述 LNG 汽化回路依次由 LNG 储液罐 1、第一电控阀 2, 第一换热器 3 的进口 b、出口 a, 第二电控阀 4, 船舶主机动力系统 5 通过管连接构成; 所述冰蓄冷循环回路, 依次由第一换热器 3 出口 c, 第一冷媒储存罐 6, 第一冷媒泵 7, 第二换热器 8 的进口 f、出口 e, 阀门 9 通过管连接第一换热器 3 进口 d 构成第一冷媒循环; 依次由第二换热器 8 出口 g, 第二冷媒储存罐 10, 第二冷媒泵 11, 第一电动三通阀 13, 设置在蓄冷蓄热装置 18 中的冷媒盘管 19, 第二电动三通阀 14 通过管连接第二换热器 8 进口 h 构成第二冷媒循环; 设置在蓄冷蓄热装置 18 中的冷水盘管 20 中的水与冷媒盘管 19 中的第二冷媒通过介质换热后利用管道与船舶舱室连接构成冰蓄冷循环回路; 所述热回收回路依次由船舶主机动力系统 5, 第三电控阀 15, 循环泵 16 以及设置在蓄冷蓄热装置 18 中的热水盘管 17 通过管连接构成; 所述海水回路依次由第一电动三通阀 13, 第三换热器 12 的进口 p、出口 m 以及第三电动三通阀 14 通过管连接构成。

[0025] 上述所述的蓄冷蓄热装置 18 还连接有若干空调用户。所述的第三换热器 12 还设置有海水进口 o 和海水出口 n。

[0026] 上述所述的第一冷媒为相变冷媒。所述的相变冷媒优选为 R134a 或 R404a 中的任一种。

[0027] 上述所述的第二冷媒为无相变冷媒, 如盐水溶液或乙二醇水溶液。所述的无相变冷媒优选为盐水溶液或乙二醇水溶液中的任一种。

[0028] 工作过程：

[0029] LNG 汽化回路：LNG 储液罐 1 里的天然气输出管道经过第一电控阀 2，通过第一换热器 3 的进口 b 进入第一换热器 3 与第一冷媒进行换热，然后通过第一换热器 3 的出口 c 以及第二电控阀 4 进入船舶主机动力系统 5 燃烧为船舶运行提供动力支持。

[0030] 冰蓄冷循环回路：第一冷媒在第一换热器 3 中与 LNG 换热温度降低后通过第一冷媒储存罐 6 以及第一冷媒泵 7 后通过第二热交换器 8 的进口 f 进入第二换热器 8 与第二冷媒换热，温度升高后第一冷媒通过第二换热器 8 的出口 g 以及阀门 9 由第一换热器 3 的进口 d 进入第一换热器 3 与 LNG 换热，完成第一冷媒的循环。第二冷媒与第一冷媒在第二换热器 8 中换热温度降低后通过第二换热器 8 的出口 e 经过第二冷媒储存罐 10、第二冷媒泵 11 以及第一电动三通阀 13 进入蓄冷蓄热装置 18 中的冷媒盘管 19，与蓄冷蓄热装置 18 中的冷水盘管 20 中的水换热后第二冷媒温度升高，经过第二电动三通阀 14 由第二换热器 8 的进口 h 返回第二换热器 8 与第一冷媒换热，完成第二冷媒的循环。蓄冷蓄热装置 8 中冷水盘管 20 中的水与第二冷媒换热吸收冷量冷冻成冰，完成 LNG 冷能的储存并向船舶舱室输送所需冷量，空调系统中的载冷剂进入蓄冷蓄热装置 18 将冰块中的冷量带走，通过空调热交换系统满足船舶舱室供冷需求，蓄冷蓄热装置 18 中的冰融化成水，再接收第二冷媒传递的冷量，完成冰蓄冷循环回路。

[0031] 热回收回路：汽化后的 LNG 进入船舶主机动力系统 5 燃烧做功后会产生大量余热，主机冷却水通过第三电控阀 15，循环泵 16 以及蓄冷蓄热装置 18 中的热水盘管 17 与蓄冷蓄热装置 18 中的蓄热介质进行换热冷却后返回船舶主机动力系统 5，蓄冷蓄热装置 18 中的蓄热介质与布置在其中的冷水盘管 20 中的水进行换热，由于吸收蓄冷蓄热装置 18 中蓄热介质的热量，冷水盘管 20 中的水温度升高后经空调末端送至船舶舱室进行换热，实现冬季船舶舱室供暖需求。

[0032] 海水回路：冬季船舶舱室不需要供冷时，第二冷媒与第一冷媒在第二换热器 8 中换热后温度降低通过第二换热器 8 的出口 g 经过第二冷媒储存罐 10 和第二冷媒泵 11，通过第一电动三通阀 13 的另一个出口进入第三换热器 12，海水从进口 o 进入第三换热器 12 与第二冷媒进行换热后，海水温度降低从出口 n 流出。与海水换热后温度升高的第二冷媒从出口 m 流出后通过第二电动三通阀 14 返回到第二换热器 8，完成第二冷媒与海水的换热。虽然本回路也是将换热后温度降低的海水排入海洋，但是由于本实用新型专利采用二级冷媒冷却的方法，海水与第二冷媒的温差不大，因此单位流量海水中携带的冷量少，较常规 LNG 动力船舶中 LNG 汽化过程对海洋环境的破坏小，更为经济环保。

[0033] 除上述实施例外，本实用新型还可以有其他实施方法，凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案，均落在本实用新型权利要求保护的范围内。

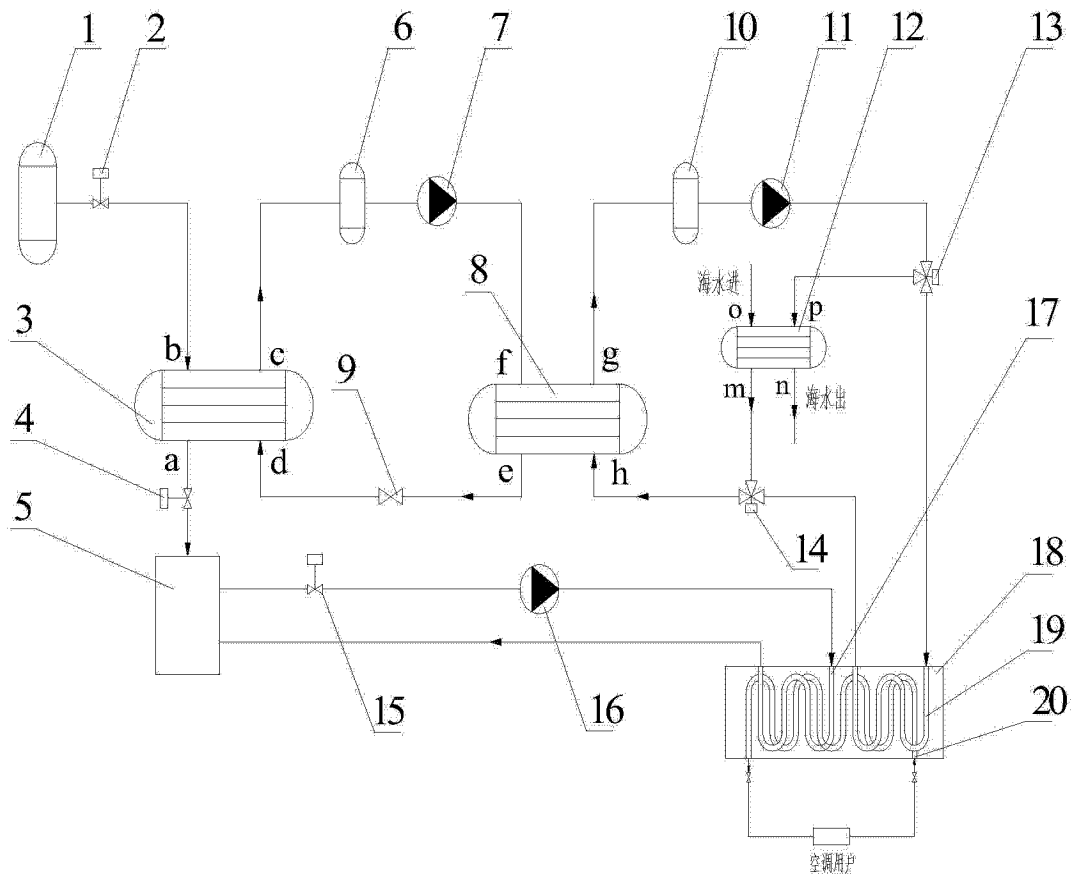


图 1