



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206648347 U

(45)授权公告日 2017. 11. 17

(21)申请号 201720300361.7

(22)申请日 2017.03.27

(73)专利权人 胡军勇

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区博留公寓

(72)发明人 胡军勇 赵佳悦

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心 21200

代理人 李晓亮

(51) Int. Cl.

F25B 25/02(2006.01)

F25B 27/02(2006.01)

F25B 47/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

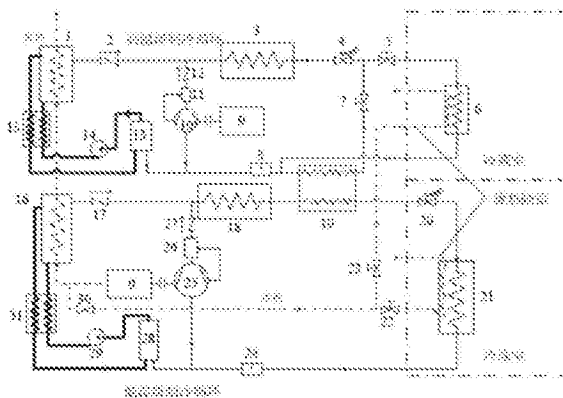
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统

(57)摘要

本实用新型属于船舶机械制冷领域,提供一种两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统。该循环包括:1)高温级吸收/压缩复合制冷循环;2)低温级吸收/压缩复合制冷循环;3)发动机废热除霜系统。本循环可以在渔船发动机排出的废热充足的情况下,实现以该废热驱动两级复叠式吸收制冷循环来提供渔船冷藏室和冷冻室所需冷量;在该废热不充足的情况下,通过渔船发动机带动相应高、低温级压缩机来进行压缩式制冷,从而来补充渔船冷藏/冻室剩余所需冷量。并且可以通过采用部分发动机废热来对冷藏/冻室进行热除霜,既可以节省其它能量的消耗,又能够保证该制冷系统的制冷效果优良。



1. 一种两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统,其特征在于,所述的两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统包括高温级吸收/压缩复合制冷循环系统、低温级吸收/压缩复合制冷循环系统和发动机废热除霜系统;

所述的高温级吸收/压缩复合制冷循环系统包括高温级发生器(1)、止回阀(2、12)、高温级冷凝器(3)、高温级电子膨胀阀(4)、流量调节阀(5、7)、高温级蒸发器(6)、低压油分离器(8)、高温级压缩机(10)、高压油分离器(11)、高温级鼓泡吸收器(13)、高温级溶液循环泵(14)、高温级溶液热交换器(15)、蒸发冷凝器(19);

所述的高温级发生器(1)与高温级压缩机(10)并联接于高温冷凝器(3),两个支路中分别安装用来防止制冷剂逆流的截止阀(2、12),且高温级压缩机(10)出口与高压油分离器(11)相连,用于分离制冷剂与压缩机机油,高温级压缩机(10)由发动机(9)驱动;所述的高温冷凝器(3)出口管路与高温级电子膨胀阀(4)连接后,分成两个支路,两个支路上均安装一个流量调节阀(5、7),流量调节阀(5)所在支路与高温级蒸发器(6)连接,流量调节阀(7)所在支路与蒸发冷凝器(19)蒸发端入口相连;两条支路在蒸发冷凝器(19)蒸发端出口处汇聚成一路后,与低压油分离器(8)入口连接;流出低压油分离器(8)的管路分成两个支路,一个支路与高温级压缩机(10)连接,另一支路与高温级鼓泡吸收器(13)入口相连;所述的高温级鼓泡吸收器(13)出口与溶液循环泵(14)入口相连,溶液循环泵(14)出口与高温级溶液热交换器(15)低温端入口连接,高温级溶液热交换器(15)低温端出口与高温级发生器(1)入口连接;所述的高温级发生器(1)溶液出口端与高温级溶液热交换器(15)高温端入口连接,其高温端出口与高温级鼓泡吸收器(13)溶液入口相连;所述的高温级蒸发器(6)位于冷藏室中;

所述的低温级吸收/压缩复合制冷循环系统包括低温级发生器(16)、止回阀(17、27)、低温级冷凝器(18)、蒸发冷凝器(19)、低温级电子膨胀阀(20)、低温级蒸发器(21)、低压油分离器(24)、压缩机(25)、高压油分离器(26)、低温级鼓泡吸收器(28)、低温级溶液循环泵(29)、低温级溶液热交换器(31);

所述低温级发生器(16)与低温级压缩机(25)并联接于低温冷凝器(18),两支路分别安装用于防止制冷剂逆流的截止阀(17、27),低温级压缩机(25)出口所在管路连接高压油分离器(26),用于分离制冷剂与压缩机机油;低温级压缩机(25)由发动机(9)驱动,与高温级压缩机(10)和低温级压缩机(25)相连的发动机属于同一发动机系统;所述的低温冷凝器(18)出口管路与蒸发冷凝器(19)连通后,与低温级电子膨胀阀(20)相连,低温级电子膨胀阀(20)与低温级蒸发器(21)连接;所述的低温级蒸发器(21)制冷剂出口与低压油分离器(24)连接;流出低压油分离器(24)的管路分成两个支路;一个支路与低温级压缩机(25)相连,另一支路与低温级鼓泡吸收器(28)相连;所述的低温级鼓泡吸收器(28)出口与溶液循环泵(29)入口相连;溶液循环泵(29)出口与低温级溶液热交换器(31)低温端入口连接,低温级溶液热交换器(31)低温端出口与低温级发生器(16)入口连接;低温级发生器(16)溶液出口端与低温级溶液热交换器(31)高温端入口连接,其高温端出口与低温级鼓泡吸收器(28)溶液入口相连;所述的低温级蒸发器(21)位于冷冻室中;

所述的发动机废热除霜系统包括发动机(9)、截止阀(30)、流量调节阀(22、23);

发动机(9)的排气废热分两个管路,一部分排气废热通过一路管路依次通过低温级发生器(16)、高温级发生器(1),驱动高温级吸收/压缩复合制冷循环系统、低温级吸收/压缩

复合制冷循环系统；另一部分排气废热通过另一路管路，该管路与截止阀(30)连接后分成两个支路，每一个支路上均安装一个流量调节阀，安装流量调节阀(22)的支路与低温级蒸发器(21)连通，安装流量调节阀(23)的支路与高温级蒸发器(6)连通，对冷冻室和冷藏室进行除霜。

## 一种两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种可以实现节能减排的以渔船发动机废热与动力联合驱动的两级复叠吸收/压缩混合制冷循环系统,属于船舶机械制冷领域。

### 背景技术

[0002] 远洋捕捞渔船由于长时间在海上航行,需要对捕获的海鲜进行低温冻藏。大中型的捕捞船通常安装有制冷装置。目前一般采用的压缩式制冷装置需要通过渔船发动机输出的轴功来保证正常运行。而且随着制冷温度的降低,制冷装置的性能系数逐渐下降,这就意味着需要更多的燃料来同时保证渔船的正常航行和制冷装置的正常工作。这不仅增加了渔船的运行成本,而且限制了渔船出海时间,同时渔船发动机还会排出更多的污染物,对环境造成更大的影响。另一方面,随着人们生活水平的提高,越来越多的人开始重视海产品的新鲜程度。一般来讲,冷冻温度越低,海产品的冻结速度越快,从而使其细胞内冻结形成的冰晶越小,蛋白质的变性也较小,从而更大程度上保证海产品的鲜度。然而传统吸收式制冷机的蒸发温度不低是吸收制冷的一个突出缺陷。溴化锂-水吸收制冷只能制得 $0^{\circ}\text{C}$ 以上的温度。而氨-水吸收制冷虽然可以在 $0^{\circ}\text{C}$ 以下运行,但要制得 $-30^{\circ}\text{C}$ 以下温度是非常困难的。虽然自复叠吸收式制冷循环能获得比传统吸收式制冷低得多的蒸发温度,但循环性能系数较低。

### 实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的是针对现有技术存在上述问题,提出一种以发动机废热与动力联合驱动的两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统,对渔船内海产品进行冷冻与冷藏。

[0004] 为实现上述目的,本实用新型的技术方案为:

[0005] 一种以发动机废热与动力联合驱动的两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统包括高温级吸收/压缩复合制冷循环系统、低温级吸收/压缩复合制冷循环系统和发动机废热除霜系统。

[0006] 所述的高温级吸收/压缩复合制冷循环系统包括高温级发生器1、止回阀2和12、高温级冷凝器3、高温级电子膨胀阀4、流量调节阀5和7、高温级蒸发器6、低压油分离器8、高温级压缩机10、高压油分离器11、高温级鼓泡吸收器13、高温级溶液循环泵14、高温级溶液热交换器15、蒸发冷凝器19。所述的低温级吸收/压缩复合制冷循环系统包括低温级发生器16、止回阀17和27、低温级冷凝器18、蒸发冷凝器19、低温级电子膨胀阀20、低温级蒸发器21、低压油分离器24、压缩机25、高压油分离器26、低温级鼓泡吸收器28、低温级溶液循环泵29、低温级溶液热交换器31。所述的发动机废热除霜系统包括发动机9、截止阀30、流量调节阀22和23。

[0007] 由于当渔船在海面上时,受到风和海浪影响,船体会产生持续的颠簸。在这种情况下,管内降膜吸收器对制冷剂的吸收效果差,而鼓泡吸收器能够不受船体颠簸影响保持较好的吸收效果。因此,本实用新型中采用鼓泡吸收器来吸收该混合制冷系统的制冷剂。

[0008] 本实用新型提供的两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统的运行情况为：

[0009] 当发动机9能产生足够废热满足冷藏/冻室的冷量需求，发动机9不带动高、低温压缩机10和25运转。此时该复合制冷循环为以发动机废热驱动的双级复叠式吸收制冷循环，且高温级吸收/压缩复合制冷循环产生的冷量可以通过流量调节阀5和7来合理分配进入冷藏室和蒸发冷凝器19的量。当高、低温级制冷循环中任何一级所输入的发动机废热不足以满足相应冷量需求时，发动机9开始带动该级的压缩机进行吸收/压缩复合制冷循环，从而来满足渔船所需冷量。当冷藏或冷冻室需要除霜时，除霜系统可以利用部分发动机废热来进行热除霜，从而保证该混合制冷循环的制冷效果良好。

[0010] 与现有技术相比，本实用新型所具有的有益效果为：1) 该混合制冷循环可以采用环保且性能优良的制冷剂和吸收剂；2) 采用两级复叠吸收式制冷循环，将发动机排出的高温废热先后通过低、高温级发生器16和1。这样不仅可以更加充分地利用发动机废热的热量（船用发动机排气温度一般在250-500℃，属于中温级热源），从而节约渔船燃料和减少有害烟气的排放，而且相比于自复叠吸收式制冷来说，该系统的COP值大大提高（例如：文献中以R32+R134a/DMF为工质对的自复叠吸收式制冷循环在发生温度为157℃，蒸发温度在-34.5℃时，系统COP值仅为0.018）；3) 当发动机排出的废热不足以驱动该混合制冷循环中的吸收式制冷循环时，可以通过高、低温压缩机来进行压缩式制冷，来补充冷藏/冻室剩余所需冷量。4) 通过采用部分发动机废热来对冷藏/冻室进行热除霜，既可以节省其它能量的消耗，又能够保证该制冷循环的制冷效果优良。

## 附图说明

[0011] 图1是一种以发动机废热与动力联合驱动的两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统原理图。

[0012] 图中：-溶液管路 ---废热管路 -制冷剂管路 -•-冷藏/冻室边界

[0013] 1高温级发生器；2、12、17、27止回阀；3高温级冷凝器；4高温级电子膨胀阀；5、7、22、23流量调节阀；6高温级蒸发器；8、24低压油分离器；9发动机；10高温级压缩机；11、26高压油分离器；13高温级鼓泡吸收器；14、29溶液循环泵；15高温级溶液热交换器；16低温级发生器；18低温级冷凝器；19蒸发冷凝器；20低温级电子膨胀阀；21低温级蒸发器；25低温级压缩机；28低温级鼓泡吸收器；30截止阀；31低温级溶液热交换器。

## 具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本实用新型的实施方式做进一步说明。

[0015] 如图1所示的一种以发动机废热与动力联合驱动的两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环系统，结构如下。

[0016] 所述的高温级吸收/压缩复合制冷循环系统包括高温级发生器1、止回阀2和12、高温级冷凝器3、高温级电子膨胀阀4、流量调节阀5和7、高温级蒸发器6、低压油分离器8、高温级压缩机10、高压油分离器11、高温级鼓泡吸收器13、高温级溶液循环泵14、高温级溶液热交换器15、蒸发冷凝器19。

[0017] 所述的高温级发生器1与高温级压缩机10并联接于高温冷凝器3，高温级发生器1与高温冷凝器3相连的支路中安装截止阀2，高温级压缩机10与高温冷凝器3相连的支路中

安装截止阀12,且高温级压缩机10出口与高压油分离器11相连,用于分离制冷剂与压缩机机油;所述的截止阀2和12用来防止制冷剂逆流,高温级压缩机10由发动机9驱动,二者通过联轴器连接。所述的高温冷凝器3出口管路与高温级电子膨胀阀4连接后,分成两个支路,两个支路上均安装一个流量调节阀5、7,流量调节阀5所在支路与高温级蒸发器6连接,流量调节阀7所在支路与蒸发冷凝器19蒸发端入口相连;两条支路在蒸发冷凝器19蒸发端出口处汇聚成一路后,与低压油分离器8入口连接;流出低压油分离器8的管路分成两个支路,一个支路与高温级压缩机10连接,另一支路与高温级鼓泡吸收器13入口相连;所述的高温级鼓泡吸收器13出口与溶液循环泵14入口相连,溶液循环泵14出口与高温级溶液热交换器15低温端入口连接,高温级溶液热交换器15低温端出口与高温级发生器1入口连接;与此同时,所述的高温级发生器1溶液出口端与高温级溶液热交换器15高温端入口连接,其高温端出口与高温级鼓泡吸收器13溶液入口相连。所述的高温级蒸发器6位于冷藏室中。

[0018] 所述的低温级吸收/压缩复合制冷循环系统包括低温级发生器16、止回阀17和27、低温级冷凝器18、蒸发冷凝器19、低温级电子膨胀阀20、低温级蒸发器21、低压油分离器24、压缩机25、高压油分离器26、低温级鼓泡吸收器28、低温级溶液循环泵29、低温级溶液热交换器31。

[0019] 所述低温级发生器16与低温级压缩机25并联接于低温冷凝器18,低温级发生器16与低温冷凝器18相连的支路中安装截止阀17,低温级压缩机25与低温冷凝器18相连的支路中安装截止阀27,低温级压缩机25出口所在管路连接高压油分离器26,用于分离制冷剂与压缩机机油;所述的截止阀17、27用于防止制冷剂逆流,低温级压缩机25由发动机9驱动,二者通过联轴器连接,与高温级压缩机10和低温级压缩机25相连的发动机属于同一发动机系统。所述的低温冷凝器18出口管路与蒸发冷凝器19连通后,与低温级电子膨胀阀20相连,低温级电子膨胀阀20与低温级蒸发器21连接;所述的低温级蒸发器21制冷剂出口与低压油分离器24连接;流出低压油分离器24的管路分成两个支路;一个支路与低温级压缩机25相连,另一支路与低温级鼓泡吸收器28相连;所述的低温级鼓泡吸收器28出口与溶液循环泵29入口相连;溶液循环泵29出口与低温级溶液热交换器31低温端入口连接,低温级溶液热交换器31低温端出口与低温级发生器16入口连接;与此同时,低温级发生器16溶液出口端与低温级溶液热交换器31高温端入口连接,其高温端出口与低温级鼓泡吸收器28溶液入口相连。所述的低温级蒸发器21位于冷冻室中。

[0020] 所述的发动机废热除霜系统包括发动机9、截止阀30、流量调节阀22和23。

[0021] 发动机9的排气废热分两个管路,一部分排气废热通过一路管路依次通过低温级发生器16、高温级发生器1,驱动高温级吸收/压缩复合制冷循环系统、低温级吸收/压缩复合制冷循环系统;另一部分排气废热通过另一路管路,该管路与截止阀30连接后分成两个支路,每一个支路上均有一个流量调节阀22、23,安装流量调节阀22的支路与低温级蒸发器21连通,安装流量调节阀23的支路与高温级蒸发器6连通,用于对冷冻室和冷藏室进行除霜。

[0022] 采用如图1所述的一种以发动机废热与动力联合驱动的两级复叠式吸收/压缩复合制冷循环有以下四种运行情况:

[0023] 1) 当发动机所排出的废热足以驱动高温级吸收/压缩复合制冷循环系统、低温级吸收/压缩复合制冷循环系统,产生冷藏室、冷冻室冻室所需冷量时,高、低温压缩机10、25

处于停机状态。此时,发动机产生的高温烟气先后通过低温发生器16和高温发生器1,发生器中的浓溶液(例如:低温级吸收式制冷循环使用R23+NMP工质对,制冷剂R23在吸收剂NMP中溶解的越多,则溶液浓度越大;高温级吸收式制冷循环使用R134a+NMP工质对,制冷剂R134a在吸收剂NMP中溶解的越多,则溶液浓度越大)被加热后分离出制冷剂R23和R134a。制冷剂R134a和R23分别进入高、低温冷凝器3和18。高温冷凝器3中制冷剂R134a被冷却海水冷凝成液态;低温冷凝器18制冷剂R23被冷却海水冷却,但仍为气态制冷剂。

[0024] 液态制冷剂R134a通过高温级电子膨胀阀4节流后,分两路流动:一路到达高温级蒸发器6吸收冷藏室内热量;另一路到达蒸发冷凝器19蒸发端对流入蒸发冷凝器19冷凝端的气态制冷剂R23进行冷却,使制冷剂R23变为液态,并从蒸发冷凝器19冷凝端流出;上述两路制冷剂的质量流量依据冷藏室和冷却气态制冷剂所需冷量确定,并通过流量调节阀5、7进行调节。

[0025] 两路流出高温级蒸发器6和蒸发冷凝器19蒸发端的制冷剂汇聚为一路后流入高温级鼓泡吸收器13,被其中的稀溶液吸收。从蒸发冷凝器19冷凝端流出的液态制冷剂R23通过低温级电子膨胀阀20节流后进入低温级蒸发器21,吸收冷冻室热量,流出低温级蒸发器21的制冷剂R23流入低温级鼓泡吸收器28,被其中的稀溶液吸收。高、低温级鼓泡吸收器内吸收过制冷剂的溶液浓度增加,分别被溶液循环泵14和29泵入高、低温级溶液热交换器15和31中,分别与从高、低温级发生器内流出的稀溶液在溶液热交换器内进行换热;之后,被加热的浓溶液再分别进入高、低温级发生器1和16中进行发生;与此同时,被冷却的稀溶液分别进入高、低温级鼓泡吸收器13和28中来吸收相应的制冷剂。当冷冻/藏室需要除霜时,将截止阀30打开,并调节流量调节阀22和23的开度,发动机产生的高温烟气分别进入冷冻/藏室进行除霜。

[0026] 2) 当发动机所排出的废热仅能够驱动低温级吸收式制冷循环来产生冷冻室所需冷量时,低温级压缩机25处于停机状态,而高温压缩机10由发动机9带动开始工作。该情况下,制冷系统与1)中所述运行情况不同之处在于由高温级蒸发器6和蒸发冷凝器19蒸发端出来的两股制冷剂R134a汇聚后,一部分进入高温级鼓泡吸收器13中被稀溶液吸收;另一部分进入高温级压缩机10。被高温级压缩机10压缩后的制冷剂R134a通过高压油分离器11后与高温级发生器1中发生出的制冷剂R134a汇聚后进入高温级冷凝器3冷凝。其余与1)中情况下运行方式一致。

[0027] 3) 当发动机所排出的废热仅能够驱动高温级吸收式制冷循环来产生冷藏室和蒸发冷凝器19所需冷量时,高温级压缩机10处于停机状态,而低温压缩机25由发动机9带动开始工作。该情况下,制冷系统与1)中所述运行情况不同之处在于由低温级蒸发器21出来的制冷剂R23一部分进入低温级鼓泡吸收器28中被稀溶液吸收;另一部分进入低温级压缩机25。被低温级压缩机25压缩后的制冷剂R134a通过高压油分离器26后与低温级发生器16中发生出的制冷剂 R134a汇聚后进入低温级冷凝器18冷凝。其余与1)中情况下运行方式一致。

[0028] 4) 当发动机所排出的废热既不足以驱动高温级吸收式制冷循环来产生冷藏室和蒸发冷凝器19所需冷量,又不足以驱动低温级吸收式制冷循环来产生冷冻室所需冷量时,高、低温压缩机10/25均由发动机9带动开始工作。此种情况下,与1)中所述运行情况不同之处在于:由高温级蒸发器6和蒸发冷凝器19蒸发端出来的两股制冷剂R134a汇聚后,一部分

进入高温级鼓泡吸收器13中被稀溶液吸收；另一部分进入高温级压缩机10；同时，由低温级蒸发器21出来的制冷剂R23一部分进入低温级鼓泡吸收器28中被稀溶液吸收；另一部分进入低温级压缩机25。制冷剂R134a和R23分别在高、低温压缩机中压缩后进入高压油分离器11和26，然后与高、低温级发生器发生出来的R134a和R23分别汇聚后进入高、低温冷凝器中冷凝。其余与1)中所述运行情况一致。

[0029] 最后，以氨-水为吸收工质对的情况下，设置精馏器(塔)后，采用本实用新型仍能实现最后的目的。



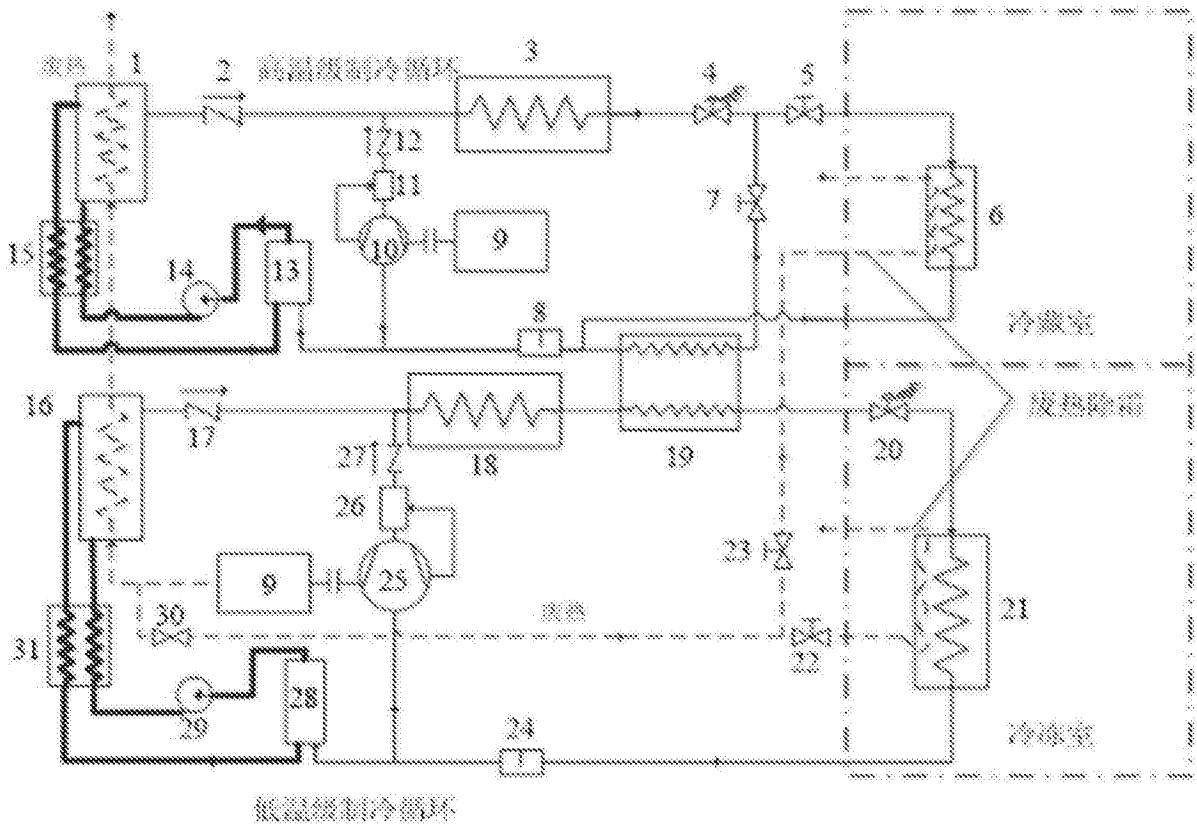


图1