



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107972445 A

(43)申请公布日 2018.05.01

(21)申请号 201711165319.X

(22)申请日 2017.11.21

(71)申请人 重庆邮电大学

地址 400065 重庆市南岸区南山街道崇文路2号

(72)发明人 冯辉宗 郎仲令 袁荣棣 褚良宇 侯小康 张芹

(74)专利代理机构 重庆市恒信知识产权代理有限公司 50102

代理人 刘小红

(51)Int.Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/03(2006.01)

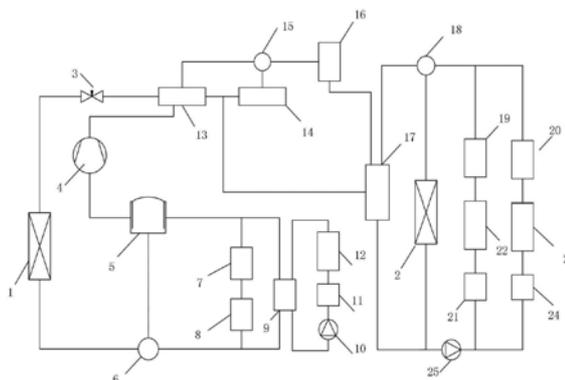
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种四驱混合动力汽车热管理系统及其控制方法

(57)摘要

本发明请求保护一种四驱混合动力汽车热管理系统及其控制方法,该系统主要分为四个部分:热泵空调部分,电池冷却部分,电机冷却部分,发动机采暖部分。混动轿车制冷、制热、电池及电机的热管理统一集成化管理,采用热泵技术,回收驱动单元热量,制冷模式兼顾电池冷却的四驱混合动力整车综合热管理系统。电机冷却部分分前驱电机部分的冷却:发电机IPU单元1前驱电机后驱电机的冷却部分:后驱电机充电机IPU单元。发动机模块表示带有发动机冷却回路的模块。内部蒸发器.采暖暖风芯体作为空调箱总成HVAC内部的一部分。本发明高效节能且降低了故障率。



1. 一种四驱混合动力汽车热管理系统,其特征在于,包括:一外部换热器(1),所述外部换热器(1)通过一个两通阀(3)与水冷冷凝器(13)连通,所述水冷冷凝器(13)分别与电动压缩机(4)、采暖暖风芯体(17)、发动机冷却模块(14)及三通阀Ⅱ(15)相连接,所述发动机冷却模块(14)与三通阀Ⅱ(15)之间连通;所述三通阀Ⅱ(15)通过一个第一水泵(16)与采暖暖风芯体(17)相连接;所述外部换热器(1)还依次通过三通阀Ⅰ(6)、储液罐(5)与电动压缩机(4)相连接,所述三通阀Ⅰ(6)一路连接着电子膨胀阀(8),电子膨胀阀(8)连接着内部蒸发器(7),三通阀Ⅰ(6)一路连接着电池冷却器(9),所述储液罐(5)也与电池冷却器(9)相连通,所述电池冷却器(9)的两端串联连接着水泵1(10)、加热PTC(11)及.电池模块(12);

所述采暖暖风芯体(17)的两端并联着一个用于散热的外部散热器(2),所述外部散热器(2)通过一个水泵(25)连接着第一IPU单元(21),所述第一IPU单元(21)依次通过前驱电机(22)、发电机(19)及三通阀Ⅲ(18)与外部散热器(2)相连接;所述发电机(19)还与后驱电机(20)相连接,所述后驱电机(20)依次通过充电机(23)、第二IPU单元(24)与第二水泵(25)相连接。

2. 一种基于权利要求1所述系统的四驱混合动力汽车热管理方法,其特征在于,根据制冷需求分为以下六种管理模式:

1.)、夏季单一制冷需求时,电机与电池不需要冷却,只单对车内进行降温;

2.)、夏季复合制冷需求时,对车内进行降温时,电池有冷却需求,则启动电池冷却回路,当前驱电机与后驱电机有制冷需求时,则分别打开前驱电机与后驱电机的冷却回路;

3.)、冬季热泵系统制热时,汽车工作在纯电模式下,环境温度处于较低情况下,采用热泵系统采暖;当电池有预热需求时,打开加热PTC,对电池进行预热;

4.)、冬季热泵系统与热回收利用复合制热时,热泵制热循环中,发动机与电机冷却液温度高于环境温度,则打开热回收利用回路,提高采暖效率;

5.)、发动机单一采暖模式,当汽车工作在发动机模式时或热泵系统在环境温度低的情况下制热效率低时,利用发动机的热量制热采暖;

6.)、系统无请求信号时,系统处于待机状态。

3. 根据权利要求2所述的四驱混合动力汽车热管理方法,其特征在于,

当冬季温度较低时:系统状态从待机状态切换到制热模式,当电池温度模块温度较低时,则启动电池预热回路控制加热PTC:

当电池电量充足,汽车处于纯电动模式,且环境温度 $T_{Amb} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 时,则启动热泵加热回路:.通过压缩机做工吸收外界热量,对乘员舱进行制热采暖。

当汽车处于混合动力模式时,且环境温度 $T_{Amb} \geq -5^{\circ}\text{C}$ 时,则综合利用各部分热量提高系统制热效率,加快乘员舱制热采暖,则此时启动热泵空调制热回路辅助制热;当环境温度 $T_{Amb} < 5^{\circ}\text{C}$ 时,此时启动发动机对乘员舱进行有效采暖。

4. 根据权利要求2所述的四驱混合动力汽车热管理方法,其特征在于,

当环境温度 $T_{Amb} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 时,根据所需热量负荷大小而采取相应模式,当处于混动模式,负荷需求大时:则启动热泵空调系统以及余热回收回路进行最大采暖,当负荷需求较小时:则采用启动余热回收回路,减少启动热泵空调回路,若在该环境温度下处于纯电动模式时,则通过启动热泵空调回路以及电机余热回收回路,对压缩机转速和温度风门进行控制。当-

5°C < T_{Amb} < 10°C 时, 在纯电模式下需求功率较高时, 则可以启动辅助加热PTC进行辅助采暖; 当环境温度当 T_{Amb} < -5°C 时, 此时热泵空调制热效率较低, 此时通过启动发动机和加热PTC进行采暖。

一种四驱混合动力汽车热管理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于新能源电动汽车技术领域,具体涉及一种四驱混合动力汽车热管理系统与控制方法。

背景技术

[0002] 能源和环保问题是当今世界性的难题,随着全球变暖、环境污染问题逐渐受到人们的高度关注,各个国家也对环境保护提出了相应的措施以及发展战略。而各国政府与整车厂商也更加关注汽车的节能减排效果。传统燃油汽车的能耗以及污染排放已不能满足日趋严格的法规要求,从现在起到2030年左右石油能源会逐渐向清洁能源转型,新能源汽车必将会成为重要的发展方向。而我国也将新能源汽车作为主要的发展产业之一。

[0003] 对于处于燃油与纯电动汽车之间的插电四驱混动汽车而言需要冷却的部件增加,并且会存在交叉控制,而且冷却和采暖的控制也变得更加复杂。现有混动车热管理系统各子系统相对分散与孤立,不能有效得利用各子系统余热进行统一集成化管理。目前大多数的混合动力汽车的空调系统多是采用单一制冷,冬季采用加热设备(PTC)进行乘员舱采暖,这样就会导致混动车的纯电续航里程急剧下降,难以达到我们的目标要求,不能充分发挥混动车里程以及低排放的优势。同时在环境温度比较低的情况下,其电池无法正常充放电导致很难驱动电机进行工作。

发明内容

[0004] 本发明旨在解决以上现有技术的问题。提出了一种高效节能、降低故障率的四驱混合动力汽车热管理系统及方法。本发明的技术方案如下:

[0005] 一种四驱混合动力汽车热管理系统,其包括:一外部换热器,所述外部换热器通过一个两通阀与水冷冷凝器连通,所述水冷冷凝器分别与电动压缩机、采暖暖风芯体、发动机冷却模块及三通阀Ⅱ相连接,所述发动机冷却模块与三通阀Ⅱ之间连通;所述三通阀Ⅱ通过一个水泵与采暖暖风芯体相连接;所述外部换热器还依次通过三通阀Ⅰ、储液罐与电动压缩机相连接,所述三通阀Ⅰ一路连接着电子膨胀阀,电子膨胀阀连接着内部蒸发器,三通阀Ⅰ一路连接着电池冷却器,所述储液罐也与电池冷却器(9)相连通,所述电池冷却器的两端串联连接着水泵1、加热PTC及.电池模块;

[0006] 所述采暖暖风芯体的两端并联着一个用于散热的外部散热器,所述外部散热器通过一个水泵连接着第一IPU单元,所述第一IPU单元依次通过前驱电机、发电机及三通阀Ⅲ与外部散热器相连接;所述发电机还与后驱电机相连接,所述后驱电机依次通过充电机、第二IPU单元与水泵相连接。

[0007] 一种基于所述系统的四驱混合动力汽车热管理方法,根据制冷需求分为以下六种管理模式:

[0008] 1.)、夏季单一制冷需求时,电机与电池不需要冷却,只单对车内进行降温;

[0009] 2)、夏季复合制冷需求时,对车内进行降温时,电池有冷却需求,则启动电池冷却

回路,当前驱电机与后驱电机有制冷需求时,则分别打开前驱电机与后驱电机的冷却回路;

[0010] 3.)、冬季热泵系统制热时,汽车工作在纯电模式下,环境温度处于较低情况下,采用热泵系统采暖;当电池有预热需求时,打开加热PTC,对电池进行预热;

[0011] 4.)、冬季热泵系统与热回收利用复合制热时,热泵制热循环中,发动机与电机冷却液温度高于环境温度,则打开热回收利用回路,提高采暖效率;

[0012] 5.)、发动机单一采暖模式,当汽车工作在发动机模式时或热泵系统在环境温度低的情况下制热效率低时,利用发动机的热量制热采暖;

[0013] 6.)、系统无请求信号时,系统处于待机状态。

[0014] 进一步的,当冬季温度较低时:系统状态从待机状态切换到制热模式,当电池温度模块温度较低时,则启动电池预热回路控制加热PTC:

[0015] 当电池电量充足,汽车处于纯电动模式,且环境温度 $T_{Amb} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 时,则启动热泵加热回路:.通过压缩机做工吸收外界热量,对乘员舱进行制热采暖。

[0016] 当汽车处于混合动力模式时,且环境温度 $T_{Amb} \geq -5^{\circ}\text{C}$ 时,则综合利用各部分热量提高系统制热效率,加快乘员舱制热采暖,则此时启动热泵空调制热回路辅助制热;当环境温度 $T_{Amb} < 5^{\circ}\text{C}$ 时,此时启动发动机对乘员舱进行有效采暖。

[0017] 进一步的,当环境温度 $T_{Amb} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 时,根据所需热量负荷大小而采取相应模式,当处于混动模式,负荷需求大时:则启动热泵空调系统以及余热回收回路进行最大采暖,当负荷需求较小时:则采用启动余热回收回路,减少启动热泵空调回路,若在该环境温度下处于纯电动模式时,则通过启动热泵空调回路以及电机余热回收回路,对压缩机转速和温度风门进行控制。当 $-5^{\circ}\text{C} < T_{Amb} < 10^{\circ}\text{C}$ 时,在纯电模式下需求功率较高时,则可以启动辅助加热PTC进行辅助采暖;当环境温度 $T_{Amb} < -5^{\circ}\text{C}$ 时,此时热泵空调制热效率较低,此时通过启动发动机和加热PTC进行采暖。

[0018] 本发明的优点及有益效果如下:

[0019] 1、混合动力汽车热管理系统要实现不发生行车过程中的热害、实现冷却系统的精确化设计按需设计冷却系统、实现热管理系统的高效运行,需对热管理需求本身进行设计和优化。混合动力汽车热管理系统冷却部件增加,纯在复杂的交叉控制,各子系统之间相对独立。本发明结合热泵技术,制热兼顾回收各子系统余热与电池的预热,制冷兼顾电池、电机、充电机的冷却,实现统一化的集成热管理系统。

[0020] 2、混合动力汽车其自身的冷却方式变得更加复杂:大部分纯电动汽车电池为风冷式冷却,电机多是采用的是水冷和风扇冷却;而混合动力汽车由于本身的动力系统结构变得相对复杂,为保证电池的冷却效果,在特定条件下自带的冷却回路不能满足要求时,可以控制压缩机进行强制冷却,同时,对于电子冷却风扇的控制同时兼顾发动机,电机,空调部分的冷却需要。

[0021] 3、大部分纯电动汽车多采用PTC加热进行采暖,其能耗非常大导致续航里程锐减,而混合动力汽车不仅有PTC的加热,还有其他可以利用的热源。结合电效率,热效率,加热速率等控制不同的热源综合利用各热源提高制热效率。

[0022] 4、混合动力热管理控制器是整车热管理系统的重要部分,它接受来自各部件的需求请求信号和传感器的采集信号,结合热管理控制算法,作出相应的判断,协调各执行机构,控制各执行器的运行,使热管理系统运行在最佳的状态,达到系统对纯电续航里程以及

制冷制热的要求。采用基于模型的开发模式对控制器进行开发,缩短开发周期,降低解决问题的成本,提高开发效率。

[0023] 5、控制逻辑的开发采用状态机的模式,明确各状态以及相应状态切换的条件。综合考虑系统的各影响因素:车内实时温度、目标温度、系统运行状态、驾驶员动作、热管理系统的负荷大小。使控制模型和控制逻辑更加完善,实现混合动力汽车热管理系统控制更加高效合理。

附图说明

[0024] 图1是本发明提供优选实施例四驱混合动力汽车热管理系统示意图;

[0025] 图2是本发明优选实施例的热管理系统状态逻辑图、

具体实施方式

[0026] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、详细地描述。所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例。

[0027] 本发明解决上述技术问题的技术方案是:

[0028] 参照图1所示为一种四驱混合动力汽车热管理系统,其包括:一外部换热器1,所述外部换热器1通过一个两通阀3与水冷冷凝器13连通,所述水冷冷凝器13分别与电动压缩机4、采暖暖风芯体17、发动机冷却模块14及三通阀II 15相连接,所述发动机冷却模块14与三通阀II 15之间连通;所述三通阀II 15通过一个第一水泵16与采暖暖风芯体17相连接;所述外部换热器1还依次通过三通阀I 6、储液罐5与电动压缩机4相连接,所述三通阀I 6一路连接着电子膨胀阀8,电子膨胀阀8连接着内部蒸发器7,三通阀I 6一路连接着电池冷却器9,所述储液罐5也与电池冷却器9相连接,所述电池冷却器9的两端串联连接着水泵110、加热PTC11及.电池模块12;

[0029] 所述采暖暖风芯体17的两端并联着一个用于散热的外部散热器2,所述外部散热器2通过一个水泵25连接着第一IPU单元21,所述第一IPU单元21依次通过前驱电机22、发电机19及三通阀III 18与外部散热器2相连接;所述发电机19还与后驱电机20相连接,所述后驱电机20依次通过充电机23、第二IPU单元24与第二水泵25相连接。图1中:说明:1.外部换热器2.外部散热器2 3.两通阀4.电动压缩机5.储液罐6.三通阀I 7.内部蒸发器8.电子膨胀阀9.电池冷却器10.第一水泵11.加热PTC 12.电池模块13.水冷冷凝器14.发动机冷却模块15.三通阀II 16.水泵17.采暖暖风芯体18.三通阀III 19.发电机20.后驱电机21 IPU单元1 22.前驱电机23.充电机24. IPU单元2 25.第二水泵;

[0030] 该系统主要分为四个部分:热泵空调部分,电池冷却部分,电机冷却部分,发动机采暖部分。混动轿车制冷、制热、电池及电机的热管理统一集成化管理,采用热泵技术,回收驱动单元热量,制冷模式兼顾电池冷却的四驱混合动力整车综合热管理系统。

[0031] 电机冷却部分分前驱电机部分的冷却:19.发电机21 IPU单元1 22.前驱电机后驱电机的冷却部分:20.后驱电机23.充电机24. IPU单元。

[0032] 发动机模块14表示带有发动机冷却回路的模块。7.内部蒸发器17.采暖暖风芯体作为空调箱总成HVAC内部的一部分。

[0033] 图2说明:图为热管理系统控制逻辑状态机,状态根据车内实时温度、目标温度、系

统运行状态、驾驶员动作进行切换。各状态下都调用相应系统模块进行工作实现制冷制热实现相应目标要求。

[0034] 各状态说明:1.夏季单一制冷需求,电机与电池不需要冷却,只单一对车内进行降温。

[0035] 2.夏季复合制冷需求,对车内进行降温时,电池有冷却需求,则启动电池冷却回路,当前驱电机与后驱电机有制冷需求时,则打开相应冷却回路。

[0036] 3.冬季热泵系统制热,汽车工作在纯电模式下,环境温度处于较低情况下,采用热泵系统采暖。当电池有预热需求时,打开加热PTC,对电池进行预热。

[0037] 4.冬季热泵系统与热回收利用复合制热,热泵制热循环中,发动机与电机冷却液温度高于环境温度,则打开热回收利用回路,提高采暖效率。

[0038] 5.发动机单一采暖,当汽车工作在发动机模式时或热泵系统在环境温度低的情况下制热效率低时,利用发动机的热量制热采暖。

[0039] 6.系统无请求信号是,系统处于待机状态。

[0040] 状态切换说明:a: $T_{Bat_in} > T_{Bat_on} || T_{Mot_in} > T_{Mot_on}$,启动电池冷却回路或启动电机冷却回路

[0041] b: $T_{Bat_in} < T_{Bat_on} || T_{Mot_in} < T_{Mot_on}$,关闭电池冷却回路或关闭电机冷却回路

[0042] c: $T_{Mot_in} < T_{Amb} || T_{Eng_in} < T_{Amb}$,关闭电机余热回收回路或关闭电机余热回收回路

[0043] d: $T_{Mot_in} > T_{Amb} || T_{Eng_in} > T_{Amb}$,启动电机余热回收回路或启动发动机余热回收回路

[0044] e: $C_{Mod} = C_{Mod_Eng}$;汽车行驶模式为发动机模式

[0045] f: $C_{Mod} = C_{Mod_Ev} || C_{Mod} = C_{Mod_Hev}$;汽车行驶模式为电动或混动

[0046] g: $C_{Mod} = C_{Mod_Eng}$;汽车行驶模式为发动机模式

[0047] 实施例:

[0048] 实施例1:当夏季环境温度较高时:系统从待机状态切换到制冷需求状态,此时当乘员舱需要冷却时,则打开热泵空调制冷回路,此时外部换热器1两通阀3电动压缩机4储液罐5内部蒸发器7电子膨胀阀8水冷冷凝器13组成热泵制冷循环。从内部蒸发器7来的低温低压过热气体进入储液罐5进行气液分离,分离出液体后,干过热气被电动压缩机4吸入压缩成为高温高压的气体排出,进入室外换热器放热冷凝,成为过冷液。过冷液经电子膨胀阀8降压后成为低温低压两相流体,进入室内换热器7蒸发吸热,再一次经气液分离器进入下一循环。当电池或电机工作温度较高时则启动相应冷却回路进行冷却,电池冷却回路:电池冷却器9电池回路水泵10加热PTC 11电池模块12。电机冷却回路:外部散热器2采暖暖芯体17电机回路三通阀18发电机19后驱电机20前驱电机IPU单元21前驱电机22充电机23后驱电机IPU单元24水泵25。热泵制冷根据乘员舱实际负荷调节压缩机的转速,对温度风门进行控制以实现乘员舱精确的制冷量的控制,满足最大制冷量与部分制冷量的需求。

[0049] 实例2:当冬季温度较低时:系统状态从待机状态切换到制热模式,当电池温度模块温度较低时,则启动电池预热回路控制加热PTC:电池冷却器9电池回路水泵10加热PTC 11电池模块12。进行预热处理,满足电池工作温度需求。当电池电量不足,汽车处于发动机模式时,此时系统切换到发动机采暖模式,启动回路:水冷冷凝器13发动机模块14发动机回路三通阀15水泵16采暖暖风芯体17。利用发动机的热量对乘员舱进行制热。

[0050] 当电池电量充足,汽车处于纯电动模式,且环境温度 $T_{Amb} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 时,则启动热泵加

热回路:外部换热器1两通阀3电动压缩机4储液罐5三通阀6水冷冷凝器13三通阀15水泵16采暖暖风芯体17.通过压缩机做工吸收外界热量,对乘员舱进行制热采暖。

[0051] 当汽车处于混合动力模式时,且环境温度 $T_{Amb} \geq -5^{\circ}\text{C}$ 时,则综合利用各部分热量提高系统制热效率,加快乘员舱制热采暖,则此时启动热泵空调制热回路辅助制热,发动机采暖回路:发动机模块14三通阀15水泵16采暖暖风芯体17.电机热回收回路:采暖暖风芯体17三通阀18发电机19后驱电机20IPU单元21前驱电机22充电机23IPU单元24水泵25.

[0052] 当环境温度 $T_{Amb} < 5^{\circ}\text{C}$ 时,此时热泵空调系统效率较低,则启动发动机对乘员舱进行有效采暖。

[0053] 实例3:环境温度 $T_{Amb} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 时,根据所需热量负荷大小而采取相应模式,当处于混动模式时,负荷需求大时:则启动热泵空调系统以及余热回收回路进行最大采暖,当负荷需求较小时:则采用启动余热回收回路,减少启动热泵空调回路,降低能量消耗。若在该环境温度下处于纯电动模式时,则通过启动热泵空调回路以及电机余热回收回路,对压缩机转速和温度风门进行控制,达到精确有效制热采暖的目的。当 $-5^{\circ}\text{C} < T_{Amb} < 10^{\circ}\text{C}$ 时,在纯电模式下需求功率较高时,则可以启动辅助加热PTC进行辅助采暖。当环境温度 $T_{Amb} < -5^{\circ}\text{C}$ 时,此时热泵空调制热效率较低,此时通过启动发动机和加热PTC进行有效得采暖。

[0054] 1.本发明针对混合动力汽车制热、冷却以及电池和电机的热管理相对孤立,不能进行有效的统一集成化管理的弊端,采用热泵技术,将电机与发动机余热进行综合利用,兼顾电池冷却以及预热的综合热管理系统。针对四驱混合动力汽车结构,最大化简化系统复杂度提高热管理系统制冷制热效率。

[0055] 2.由于动力电池低温条件下充电困难,影响充电时间,因此电池包充电前必须进行预热。热管理控制器根据充电机状态,实际的预热需求、电池模块温度对电池进行预热,兼顾电池的预热与冷却,在保证电池正常工作的前提下,最大化其充放电效率。在充电时,根据充电机温度对其温度合理地控制。

[0056] 3.控制方法上,明确热管理系统各状态以及切换条件,兼顾考虑环境温度,汽车自身行驶工作状态,热管系统制冷制热负荷大小的综合影响,使得控制更加合理高效减小其控制的复杂度。

[0057] 4.针对四驱混合动力汽车冷却部件较多,且纯在比较复杂的交叉控制,开发专用的冷却系统控制器,提高其控制效率。实现整车热管理一体化调节,对混动汽车热管理系统的发展及量产商品化具有一定的促进意义。

[0058] 以上这些实施例应理解为仅用于说明本发明而不用于限制本发明的保护范围。在阅读了本发明的记载的内容之后,技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等效变化和修饰同样落入本发明权利要求所限定的范围。

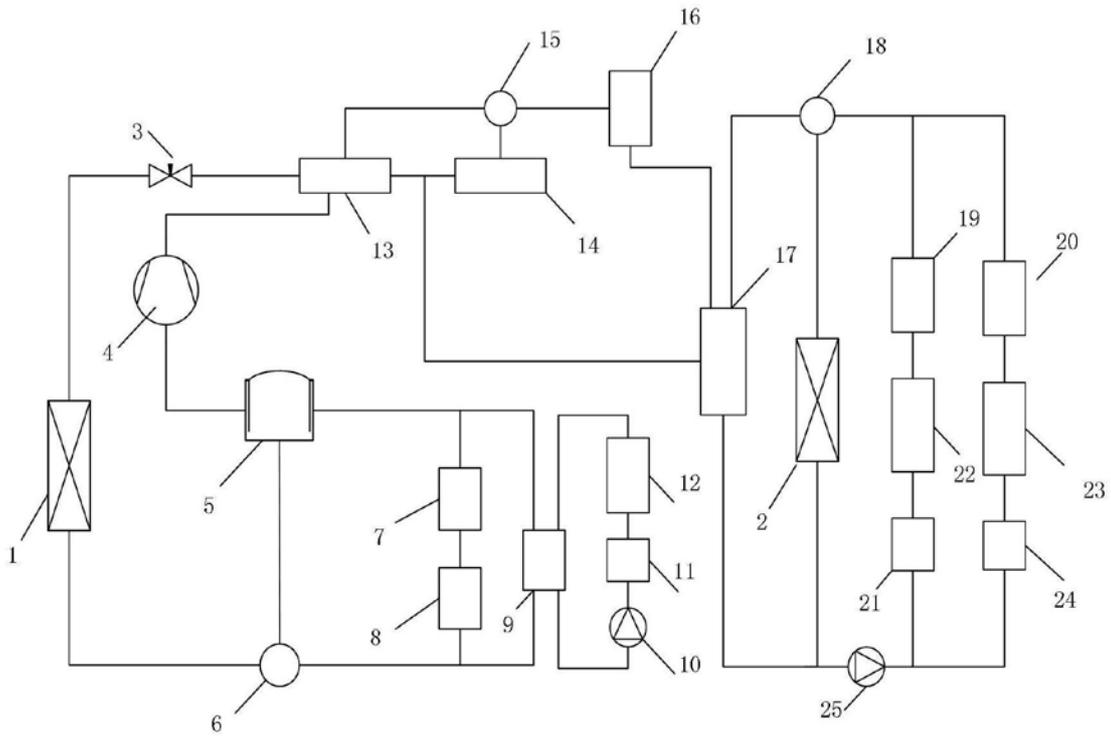


图1

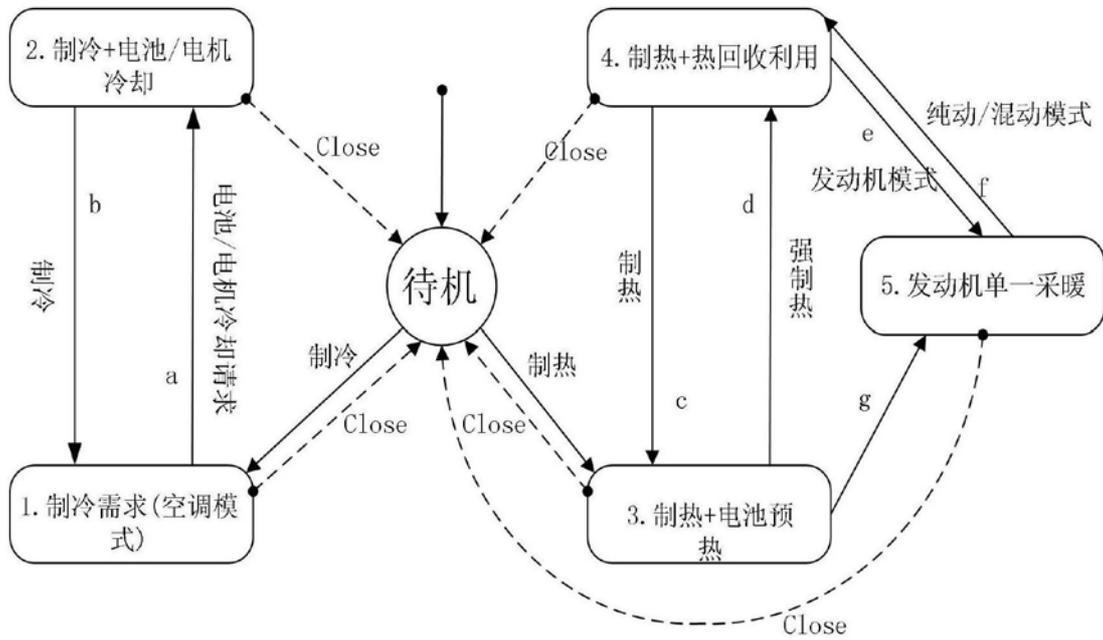


图2