



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108482067 B

(45)授权公告日 2019.11.29

(21)申请号 201810488985.5

(22)申请日 2018.05.21

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108482067 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(73)专利权人 上海思致汽车工程技术有限公司  
地址 201315 上海市浦东新区上南路3421  
号1幢113室

(72)发明人 夏应波 吴云飞 包益民

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限  
公司 31225

代理人 杨元焱

(51)Int.Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/04(2006.01)

B60K 1/00(2006.01)

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6563(2014.01)

H01M 10/6567(2014.01)

H01M 10/6572(2014.01)

H01M 10/66(2014.01)

H01M 10/663(2014.01)

审查员 牛伯瑶

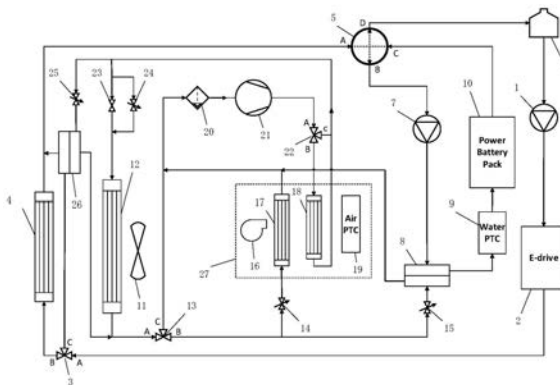
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种节能型多回路电动汽车热管理系统

(57)摘要

本发明涉及一种节能型多回路电动汽车热管理系统,包括动力电池模块、电驱模块、外部冷凝器、液体PTC加热器、第一电动水泵、第二电动水泵、膨胀水箱、电动压缩机、储液干燥壶、散热器、蒸发器,还包括第一热交换器、第二热交换器、空气PTC加热器和内部冷凝器,各组件通过管路以及设于管路中的四通阀、三向阀、直通阀以及膨胀阀连接形成多个分别对动力电池模块、电驱模块以及乘员舱空调进行热管理控制的回路。与现有的技术相比,本发明采用了热泵原理给乘员舱供暖,不仅可采用空气热泵也可采用冷却液热泵,尽可能地降低乘员舱采暖对PTC加热器的依赖,系统节能显著,汽车续航里程显著增长,车辆经济性更佳。



1. 一种节能型多回路电动汽车热管理系统,包括动力电池模块(10)、电驱模块(2)、外部冷凝器(12)、液体PTC加热器(9)、第一电动水泵(1)、第二电动水泵(7)、膨胀水箱(6)、电动压缩机(21)、储液干燥壶(20)、散热器(4)、蒸发器(17),

其特征在于,还包括第一热交换器(8)、第二热交换器(26)、空气PTC加热器(19)和内部冷凝器(18),各组件通过管路以及设于管路中的四通阀、三向阀、直通阀以及膨胀阀连接形成多个分别对动力电池模块、电驱模块以及乘员舱空调进行热管理控制的回路,包括:

对动力电池模块进行热管理控制的:动力电池模块热管理内部回路、动力电池模块空调制冷外部回路;

对乘员舱空调进行热管理控制的:乘员舱空调制冷回路、乘员舱空气热泵空调制热回路、乘员舱冷却液热泵空调制热回路;

对电驱模块进行热管理控制的:电驱模块冷却回路、电驱模块热泵回路,

其中,所述的乘员舱空调制冷回路由外部冷凝器(12)、第二三向阀(13)、第一膨胀阀(14)、蒸发器(17)、储液干燥壶(20)、电动压缩机(21)、第三三向阀(22)以及直通阀(23)相互连接形成;

所述的乘员舱空气热泵空调制热回路由第二三向阀(13)、储液干燥壶(20)、电动压缩机(21)、第三三向阀(22)、内部冷凝器(18)、第三膨胀阀(24)以及外部冷凝器(12)相互连接形成;

所述的乘员舱冷却液热泵空调制热回路由第二三向阀(13)、储液干燥壶(20)、电动压缩机(21)、第三三向阀(22)、内部冷凝器(18)、第四膨胀阀(25)以及第二热交换器(26)相互连接形成。

2. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,所述的动力电池模块热管理内部回路由动力电池模块(10)、四通阀(5)、第二电动水泵(7)、第一热交换器(8)以及液体PTC加热器(9)之间通过管路相互连接形成,所述的液体PTC加热器(9)与第一热交换器(8)串联连接,或通过增加三向阀或直通阀进行并联连接;

所述的动力电池模块空调制冷外部回路由外部冷凝器(12)、第二三向阀(13)、第二膨胀阀(15)、第一热交换器(8)、储液干燥壶(20)、电动压缩机(21)、第三三向阀(22)以及直通阀(23)相互连接形成。

3. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,所述的电驱模块冷却回路由第一电动水泵(1)、电驱模块(2)、第一三向阀(3)、散热器(4)、四通阀(5)、膨胀水箱(6)通过管路连接形成;

所述的电驱模块热泵回路由膨胀水箱(6)、第一电动水泵(1)、电驱模块(2)、第一三向阀(3)、第二热交换器(26)、四通阀(5)相互连接形成。

4. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,所述的动力电池模块以及电驱模块设有内部冷却管路,内部冷却管路与系统中的管路连接。

5. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,所述的膨胀阀为带截止阀的热力膨胀阀或电子膨胀阀,通过连接整车控制器来实现开度控制。

6. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,所述的电动压缩机、液体PTC加热器、空气PTC加热器、第一电动水泵、第二电动水泵、直通阀、三向阀、四通阀均连接整车控制器进行调节控制。

7. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,该热管理系统在动力电池模块、电驱模块以及热管理回路的内部设有温度传感器,温度传感器连接整车控制器并将采集的温度信息输出至整车控制器。

8. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,所述的动力电池模块由多个单体电池串联或并联组成,所述的电驱模块包括驱动电机、电机控制器、DC/DC转换器、车载充电机。

9. 根据权利要求1所述的一种节能型多回路电动汽车热管理系统,其特征在于,该热管理系统在外部冷凝器的旁边设置用于加速空气流动来增强换热且连接整车控制器的电动风扇,所述蒸发器的旁边设置用于加速空气流动来增强换热且连接整车控制器的电动鼓风机。

## 一种节能型多回路电动汽车热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车技术领域,具体涉及一种节能型多回路电动汽车热管理系统。

### 背景技术

[0002] 进入21世纪以来,世界各国对环境污染以及能源消耗问题越来越重视,电动汽车作为节能环保的交通工具,发展前景广阔,产销量逐年上升,未来将彻底取代传统燃油汽车。电动汽车相比传统燃油汽车,无尾气排放,对环境非常友好,但电动汽车现阶段也存在一些发展瓶颈,其充电时间较长,满电续航里程相比传统汽车没有优势。为了在续航里程上减小与传统汽车的差距,这就要求电动汽车尽可能地节能。目前市面上的电动汽车产品,其热管理系统的节能效果通常不够显著,空调系统、动力电池模块冷却系统以及电驱模块冷却系统或者彼此之间不相关联,或者关联性不够;当动力电池需要冷却时,通常要么是过于依赖空调制冷,要么依靠在冷凝器前方加设一个电池散热器来进行冷却,不仅会对空调的性能以及电驱系统的散热效果造成负面影响,导致前端模块的效率降低,而且会增加整车的风阻,使得车辆的动力性和经济性变差。尤其是当动力电池需要加热或者乘员舱需要采暖时,通常过于依赖PTC加热器,使得整车能耗显著增大,车辆续航里程剧减,给用户带来了很大困扰。

[0003] 中国专利CN107097664A公开了一种电动汽车整车智能化热管理系统,包括动力电池组、驱动电机、电机控制器、车载充电机、DC/DC转换器、电池散热器、电池制冷器、电机散热器、电动水泵、电动油泵、膨胀水箱、PTC加热器、热交换器、电动压缩机、冷凝器、储液干燥壶、蒸发器、电子膨胀阀、暖风芯体,通过管路及设于管路中的直通阀、三向阀和四通阀进行相互连接,形成多个热管理控制回路,在降低整车能耗方面取得了一定的效果,但该系统在冬季环境气温很低的时候其乘员舱采暖和动力电池加热功能对PTC加热器的依赖仍较多,会导致整车能耗增加。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了解决全天候环境下整车热管理系统降能耗问题而提供一种带有先进热泵系统的节能型多回路电动汽车热管理系统。

[0005] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0006] 一种节能型多回路电动汽车热管理系统,包括动力电池模块、电驱模块、外部冷凝器、液体PTC加热器、第一电动水泵、第二电动水泵、膨胀水箱、电动压缩机、储液干燥壶、散热器、蒸发器,还包括第一热交换器、第二热交换器、空气PTC加热器和内部冷凝器,各组件通过管路以及设于管路中的四通阀、三向阀、直通阀以及膨胀阀连接形成多个分别对动力电池模块、电驱模块以及乘员舱空调进行热管理控制的回路,包括:

[0007] 对动力电池模块进行热管理控制的:动力电池模块热管理内部回路、动力电池模块空调制冷外部回路;

[0008] 对乘员舱空调进行热管理控制的:乘员舱空调制冷回路、乘员舱空气热泵空调制热回路、乘员舱冷却液热泵空调制热回路;

[0009] 对电驱模块进行热管理控制的:电驱模块冷却回路、电驱模块热泵回路。

[0010] 进一步地,所述的动力电池模块热管理内部回路由动力电池模块、四通阀、第二电动水泵、第一热交换器以及液体PTC加热器之间通过管路相互连接形成,所述的液体PTC加热器与第一热交换器可以串联连接,也可以通过增加三向阀或直通阀进行并联连接;

[0011] 所述的动力电池模块空调制冷外部回路由外部冷凝器、第二三向阀、第二膨胀阀、第一热交换器、储液干燥壶、电动压缩机、第三三向阀以及直通阀相互连接形成。

[0012] 所述的电驱模块冷却回路由第一电动水泵、电驱模块、第一三向阀、散热器、四通阀、膨胀水箱通过管路连接形成;

[0013] 所述的电驱模块热泵回路由膨胀水箱、第一电动水泵、电驱模块、第一三向阀、第二热交换器、四通阀相互连接形成。

[0014] 所述的乘员舱空调制冷回路由外部冷凝器、第二三向阀、第一膨胀阀、蒸发器、储液干燥壶、电动压缩机、第三三向阀以及直通阀相互连接形成;

[0015] 所述的乘员舱空气热泵空调制热回路由第二三向阀、储液干燥壶、电动压缩机、第三三向阀、内部冷凝器、第三膨胀阀以及外部冷凝器相互连接形成;

[0016] 所述的乘员舱冷却液热泵空调制热回路由第二三向阀、储液干燥壶、电动压缩机、第三三向阀、内部冷凝器、第四膨胀阀以及第二热交换器相互连接形成。

[0017] 进一步地,所述的动力电池模块以及电驱模块设有内部冷却管路,内部冷却管路与系统中的管路连接。

[0018] 进一步地,所述的膨胀阀为带截止阀的热力膨胀阀或电子膨胀阀,通过连接整车控制器来实现开度控制。

[0019] 进一步地,所述的电动压缩机、液体PTC加热器、空气PTC加热器、第一电动水泵、第二电动水泵、直通阀、三向阀、四通阀均连接整车控制器进行调节控制。

[0020] 进一步地,该热管理系统在动力电池模块、电驱模块以及热管理回路的内部设有温度传感器,温度传感器连接整车控制器并将采集的温度信息输出至整车控制器。

[0021] 进一步地,所述的动力电池模块由多个单体电池串联或并联组成,所述的电驱模块包括驱动电机、电机控制器、DC/DC转换器、车载充电机以及其他功率电子器件。

[0022] 进一步地,该热管理系统在散热器和外部冷凝器的旁边设置有电动风扇,用于加速空气流动来增强换热且连接整车控制器,转速可调节。

[0023] 该热管理系统在蒸发器和内部冷凝器以及空气PTC加热器的旁边设置有电动鼓风机。所述的电动鼓风机和空气PTC加热器连接整车控制器,电动鼓风机用于加速空气流入乘员舱,转速可调节;空气PTC加热器用于乘员舱辅助制热,制热功率可调节。

[0024] 本发明各热管理控制回路的具体原理为:

[0025] 系统中电动水泵、电动压缩机、电动风扇、电动鼓风机、直通阀、三向阀、四通阀、膨胀阀、液体PTC加热器以及空气PTC加热器都连接整车控制器,热管理系统在动力电池模块、电驱模块以及热管理回路的内部设有温度传感器,温度传感器连接整车控制器并将采集的温度信息输出至整车控制器,整车控制器根据温度信号进行决策,通过控制各三向阀、四通阀、直通阀和膨胀阀的开度,控制电动水泵、电动压缩机、电动风扇、电动鼓风机的转速,控

制液体PTC加热器以及空气PTC加热器的制热功率,形成满足不同的冷却或加热需求的热管理控制回路,及时有效地调节系统的热量交换。

[0026] 通过调节四通阀的开合状态,动力电池模块热管理内部回路与电驱模块热管理回路(电驱模块冷却回路及电驱模块热泵回路)可形成并联或串联方式。

[0027] 当动力电池的温度处于合理区间(对于锂离子电池来说,通常认为其温度在 $0^{\circ}\text{C}$ – $40^{\circ}\text{C}$ 范围是处于合理区间)、但各单体电池之间的温差过大,超出允许范围(通常认为单体电池之间温差小于 $5^{\circ}\text{C}$ 为允许范围)时,需对动力电池模块进行温度均衡,动力电池模块热管理内部回路工作,同时关闭液体PTC加热器的加热功能,可有效减小各单体电池之间的温差。

[0028] 当动力电池的温度偏高(对于锂离子电池来说,通常认为其温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时属于温度偏高)时,此时需要对动力电池模块进行冷却,出于节能的考虑,优化选择将动力电池模块热管理内部回路与电驱模块冷却回路进行串联(调节四通阀的开合状态为串联模式)来对动力电池进行冷却,但这样选择有一个前提条件,就是从散热器流出的冷却液温度不能高于动力电池模块对冷却液的需求温度上限。

[0029] 当外界环境空气温度过高或电驱模块组件产生的热量较多导致从散热器流出的冷却液温度高于动力电池对冷却液的需求温度上限时,或者当动力电池模块自身发热功率过大时,必须借助空调制冷来对动力电池进行冷却。此时采用动力电池模块热管理内部回路和动力电池模块空调制冷外部回路,同时打开第二膨胀阀并关闭液体PTC加热器的加热功能,可使动力电池的温度快速降低至合理范围。

[0030] 当电动汽车在正常行驶时,其电驱模块组件(驱动电机、电机控制器等大功率部件)通常需要进行冷却,电驱模块冷却回路可使电驱模块组件降温。当散热器出口的冷却液温度高于动力电池模块冷却回路内冷却液温度需求的上限时,可以选择将电驱模块冷却回路与动力电池模块热管理内部回路并联(调节四通阀的开合状态为并联模式),实现冷却液的分流,以保护动力电池。

[0031] 当电动汽车处于极端恶劣工况时,动力电池和电驱模块组件的发热量都会比较大,电驱模块冷却回路可能无法满足电驱模块自身的散热需求,此时可将电驱模块冷却回路与动力电池模块热管理内部回路串联(调节四通阀的开合状态为串联模式),同时开启动力电池模块空调制冷外部回路,来满足极端恶劣工况下的冷却需求。

[0032] 如果动力电池温度偏低(对于锂离子电池来说,通常认为其温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 时属于温度偏低),通常需要对其进行加热,优化考虑利用电驱模块组件产生的废热来给动力电池加热,此时可将电驱模块热泵回路与动力电池模块热管理内部回路串联(调节四通阀的开合状态为串联模式),将电驱模块组件产生的热量传递给动力电池模块,这样可以降低能耗。

[0033] 如果电动汽车处于停车状态或者电驱模块组件产生的热量不够用于动力电池加热,可采用前面的动力电池模块热管理内部回路,并将液体PTC加热器的加热功能打开,可满足动力电池在低温状态下的加热需求。

[0034] 当电动汽车处于交流充电工况时,如果动力电池和车载充电机同时需要冷却,也可将动力电池模块热管理内部回路与电驱模块冷却回路串联(调节四通阀的开合状态为串联模式),利用电动风扇和散热器来进行冷却,不需要启用动力电池模块空调制冷外部回路,这样也可降低能耗。

[0035] 当乘员舱温度需要调节时,采用乘员舱空调制冷回路、乘员舱空气热泵空调制热回路和乘员舱冷却液热泵空调制热回路,对乘员舱内部温度进行热管理控制,保证乘员热舒适性要求。当乘员舱温度较高时,采用乘员舱空调制冷回路进行降温;当乘员舱温度较低时,可采用乘员舱空气热泵空调制热回路和乘员舱冷却液热泵空调制热回路进行升温,其中优先考虑利用电驱模块的废热来供暖,即启用乘员舱冷却液热泵空调制热回路;当电驱模块的废热较少,不能满足乘员舱升温需求时,可同时启用乘员舱空气热泵空调制热回路来供暖;当处于停车工况,电驱模块产生的废热非常少,此时单独依靠乘员舱空气热泵空调制热回路来供暖;如果乘员舱空气热泵空调制热回路和乘员舱冷却液热泵空调制热回路同时工作仍不能满足乘员舱的升温需求时,则需要开启空气PTC加热器进行辅助制热。

[0036] 本发明的有益效果为:该系统采用了热泵原理来给乘员舱供暖,并且不仅可以采用空气热泵而且也可以采用冷却液热泵,一起吸收外界空气的热量以及管路内部冷却液的热量传递至乘员舱内,尽可能地降低乘员舱采暖对PTC加热器的依赖。

[0037] 该系统节能显著,动力电池模块、电驱模块以及乘员舱空调各热管理回路彼此相关联,通过调节各阀门的开闭形成不同的热管理控制回路。当动力电池模块需要进行冷却时,不再仅依赖空调制冷,还可利用电驱模块冷却回路来进行散热,同时对空调的性能以及电驱模块本身的散热效果影响较小。当乘员舱需要采暖以及动力电池模块需要加热时,可通过热泵原理吸收外界环境空气的热量以及电驱模块组件产生的废热,从而减少对动力电池电量的消耗,使电动汽车的续航里程变得更长,车辆经济性更上一个台阶。

## 附图说明

[0038] 图1是本发明热管理系统的总体结构示意图;

[0039] 图2是电驱模块冷却回路的结构示意图;

[0040] 图3是电驱模块热泵回路的结构示意图;

[0041] 图4是动力电池模块热管理内部回路的结构示意图;

[0042] 图5是动力电池模块空调制冷外部回路的结构示意图;

[0043] 图6是动力电池模块热管理内部回路与电驱模块冷却回路串联的结构示意图;

[0044] 图7是动力电池模块热管理内部回路与电驱模块热泵回路串联的结构示意图;

[0045] 图8是乘员舱空调制冷回路的结构示意图;

[0046] 图9是乘员舱冷却液热泵空调制热回路的结构示意图;

[0047] 图10是乘员舱空气热泵空调制热回路的结构示意图;

[0048] 图11是乘员舱冷却液热泵空调制热回路与空气热泵空调制热回路并联的结构示意图;

[0049] 图中:1-第一电动水泵,2-电驱模块,3-第一三向阀,4-散热器,5-四通阀,6-膨胀水箱,7-第二电动水泵,8-第一热交换器,9-液体PTC加热器,10-动力电池模块,11-电动风扇,12-外部冷凝器,13-第二三向阀,14-第一膨胀阀,15-第二膨胀阀,16-电动鼓风机,17-蒸发器,18-内部冷凝器,19-空气PTC加热器,20-储液干燥壶,21-电动压缩机,22-第三三向阀,23-直通阀,24-第三膨胀阀,25-第四膨胀阀,26-第二热交换器,27-空调箱体。

## 具体实施方式

[0050] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0051] 一种节能型多回路电动汽车热管理系统,如图1所示,包括动力电池模块10、电驱模块2、外部冷凝器12、液体PTC加热器9、第一电动水泵1、第二电动水泵7、膨胀水箱6、电动压缩机21、储液干燥壶20、散热器4、蒸发器17,还包括第一热交换器8、第二热交换器26、空气PTC加热器19和内部冷凝器18,各组件通过管路以及设于管路中的四通阀、三向阀、直通阀以及膨胀阀连接形成多个分别对动力电池模块、电驱模块以及乘员舱空调进行热管理控制的回路,包括:对动力电池模块进行热管理控制的:动力电池模块热管理内部回路、动力电池模块空制冷外部回路;对乘员舱空调进行热管理控制的:乘员舱空制冷回路、乘员舱空气热泵空制热回路、乘员舱冷却液热泵空制热回路;对电驱模块进行热管理控制的:电驱模块冷却回路、电驱模块热泵回路。

[0052] 其中,动力电池模块热管理内部回路由动力电池模块10、四通阀5、第二电动水泵7、第一热交换器8以及液体PTC加热器9之间通过管路相互连接形成,液体PTC加热器9与第一热交换器8可以串联连接,也可以通过增加三向阀或直通阀进行并联连接。

[0053] 动力电池模块空制冷外部回路由外部冷凝器12、第二三向阀13、第二膨胀阀15、第一热交换器8、储液干燥壶20、电动压缩机21、第三三向阀22以及直通阀23相互连接形成。

[0054] 电驱模块冷却回路由第一电动水泵1、电驱模块2、第一三向阀3、散热器4、四通阀5、膨胀水箱6通过管路连接形成。

[0055] 电驱模块热泵回路由膨胀水箱6、第一电动水泵1、电驱模块2、第一三向阀3、第二热交换器26、四通阀5相互连接形成。

[0056] 乘员舱空制冷回路由外部冷凝器12、第二三向阀13、第一膨胀阀14、蒸发器17、储液干燥壶20、电动压缩机21、第三三向阀22以及直通阀23相互连接形成。

[0057] 乘员舱空气热泵空制热回路由第二三向阀13、储液干燥壶20、电动压缩机21、第三三向阀22、内部冷凝器18、第三膨胀阀24以及外部冷凝器12相互连接形成。

[0058] 乘员舱冷却液热泵空制热回路由第二三向阀13、储液干燥壶20、电动压缩机21、第三三向阀22、内部冷凝器18、第四膨胀阀25以及第二热交换器26相互连接形成。

[0059] 动力电池模块以及电驱模块设有内部冷却管路,内部冷却管路与系统中的管路连接,膨胀阀为带截止阀的热力膨胀阀或电子膨胀阀,通过连接整车控制器来实现开度控制。电动压缩机、液体PTC加热器、空气PTC加热器、第一电动水泵、第二电动水泵、直通阀、三向阀、四通阀均连接整车控制器进行调节控制。该热管理系统在动力电池模块、电驱模块以及热管理回路的内部设有温度传感器,温度传感器连接整车控制器并将采集的温度信息输出至整车控制器。动力电池模块由多个单体电池串联或并联组成,电驱模块包括驱动电机、电机控制器、DC/DC转换器、车载充电机以及其他功率电子器件。该热管理系统在外部冷凝器的旁边设置用于加速空气流动来增强换热且连接整车控制器的电动风扇,所述蒸发器的旁边设置用于加速空气流动来增强换热且连接整车控制器的电动鼓风机。电动鼓风机16,蒸发器17,内部冷凝器18与空气PTC加热器19封装在空调箱体27中。

[0060] 具体工作时,电动汽车的电驱模块组件(驱动电机、电机控制器、DC/DC转换器和车载充电机等部件)在通电工作时通常需要进行冷却,可采用如图2所示的电驱模块冷却回路来实现。膨胀水箱6中的冷却液在第一电动水泵1的驱动下流入电驱模块内部管路(吸收电



驱模块的热量后、冷却液温度升高),再从第一三向阀的端口A流入、端口B流出,进入散热器4中(电动风扇11的运转使得外部空气可以带走散热器内部冷却液的热量)进行降温,然后从四通阀5的端口A流入、端口D流出,再回到膨胀水箱6,形成电驱模块冷却回路,可将电驱模块组件产生的热量传递给外界空气散发掉。

[0061] 电动汽车的动力电池通常需要保持在合适的温度范围,才能保证其使用寿命和充放电性能。对于锂离子电池来说,通常认为其温度在 $0^{\circ}\text{C}$ - $40^{\circ}\text{C}$ 范围是处于合理区间,不过热也不过冷。当动力电池的温度处于合理区间,但各个单体电池之间的温差过大,超出了合理范围(通常认为单体电池之间温差不大于 $5^{\circ}\text{C}$ 为合理范围)时,需要对动力电池进行温度均衡。如图4所示,冷却液由第二电动水泵7驱动,先流经第一热交换器8的冷却液侧内部管路(此时第一热交换器8的冷媒侧内部管路中无冷媒流动),随后流经液体PTC加热器9(此时液体PTC加热器9不开启加热功能),再流入动力电池模块10的内部冷却管路,然后从四通阀5的端口C流入再从端口B流出,再回到第二电动水泵7,如此形成动力电池模块热管理内部回路,热量在动力电池模块内部进行传递,可有效减小各单体电池之间的温差。

[0062] 当动力电池的温度偏高(对于锂离子电池来说,通常认为其温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时属于温度偏高)时,此时需要对动力电池模块进行冷却。出于节能的考虑,优化选择采用将动力电池模块热管理内部回路与电驱模块冷却回路串联的方式来对动力电池进行冷却,但有一个前提条件,就是散热器4出口的冷却液温度不能高于动力电池模块对冷却液的需求温度上限。通过整车控制器调节四通阀5处于串联开关状态,可以实现将动力电池模块热管理内部回路与电驱模块冷却回路串联。参考图6,在第一电动水泵1和第二电动水泵7的驱动下,动力电池模块10内部管路中的冷却液,先流向四通阀5,从端口C流入、端口D流出,再流经膨胀水箱6,经过第一电动水泵1,流入电驱模块2,然后从第一三向阀3的端口A流入、端口B流出,进入到散热器4,通过电动风扇11的高速运转驱动外界空气流过散热器4,使冷却液的热量传递给外界空气,经过降温后的冷却液从散热器4流出,再从四通阀5的端口A流入、端口B流出,经过第二电动水泵7,流入第一热交换器8的冷却液侧内部管路,然后进入液体PTC加热器9(此时液体PTC加热器不开启加热功能),再进入动力电池模块10内部冷却管路,如此循环流动,可有效降低动力电池的温度。

[0063] 当外界环境空气温度过高或电驱模块组件产生的热量较多导致散热器出口的冷却液温度高于动力电池对冷却液的冷却需求温度上限时,或者当动力电池模块自身发热功率过大时,可以借助空调制冷来对动力电池进行冷却。此时需要启动动力电池模块空调制冷外部回路。如图5所示,由外部冷凝器12、第二三向阀13、第二膨胀阀15、第一热交换器8、储液干燥壶20、电动压缩机21、第三三向阀33以及直通阀23共同组成动力电池模块空调制冷外部回路,通过第一热交换器8联合动力电池模块热管理内部回路,给动力电池模块内部管路中的冷却液降温。具体工作过程为,首先通过整车控制器调节打开第二膨胀阀15,并启动电动压缩机21、电动风扇11和第二电动水泵7,空调冷媒在电动压缩机21驱动下,从第三三向阀22的端口A流入、端口C流出,再依次流经直通阀23和外部冷凝器12(在外部冷凝器12中冷媒的热量传递给外界空气),然后从第二三向阀13的端口A流入、端口B流出,流经第二膨胀阀15,再进入第一热交换器8的冷媒侧管路(在第一热交换器8内部与动力电池模块热管理内部回路中的冷却液进行热量交换,吸收冷却液的热量使其降温),然后流经储液干燥壶19,最后流回电动压缩机21,如此形成动力电池模块空调制冷外部回路。与此同时,动力

电池模块热管理内部回路中的冷却液由第二电动水泵7驱动,先流入第一热交换器8冷却液侧管路(冷却液的热量在此处传递给空调冷媒后会迅速降温),再经过液体PTC加热器9(此时液体PTC加热器不开启加热功能),然后流入动力电池模块10(低温的冷却液会吸收动力电池模块的热量使其快速降温),再从四通阀5的端口C流入再从端口B流出,回到第二电动水泵7,如此循环,直至使动力电池的温度降低至目标范围。

[0064] 当动力电池的温度偏低时(对于锂离子电池来说,通常认为其温度低于0℃时属于温度偏低),通常需要对其进行加热,以保证动力电池的充放电性能。通常优化考虑利用电驱模块组件产生的废热来给动力电池加热。当散热器4进口的冷却液温度不高于动力电池模块对冷却液的加热需求温度上限时,可采用将动力电池模块热管理内部回路与电驱模块热泵回路进行串联(调节四通阀5的开关状态处于串联模式)的方式来对动力电池模块10进行加热。参考图7,膨胀水箱6内的冷却液在第一电动水泵1的驱动下流入电驱模块,吸收电驱模块组件产生的热量后温度升高,升温后的冷却液再从第一三向阀3的端口A流入、端口C流出,然后流经第二热交换器26的冷却液侧内部管路,再从四通阀5的端口A流入、端口B流出(此时四通阀5处于串联开关状态),进入动力电池模块热管理内部回路,将热量传递给动力电池使其温度升高,然后冷却液从四通阀5的端口C流入、端口D流出,回到膨胀水箱6,如此循环流动,直到使动力电池的温度升高至目标范围。而当散热器4进口的冷却液温度高于动力电池模块对冷却液的加热需求温度上限时,可改为采用将动力模块热管理内部回路与电驱模块冷却回路进行串联的方式来对动力电池模块进行加热,通过电动风扇11的运转使得流经散热器4的冷却液降温,确保散热器4出口的冷却液温度不超过动力电池模块对冷却液的加热需求温度上限。如果电驱模块组件产生的热量不够用于动力电池模块加热,那么可开启液体PTC加热器9的加热功能进行辅助制热,来满足动力电池模块10在低温状态下的加热需求。

[0065] 当电动汽车处于低速爬陡坡或最高车速等极端工况时,某些电驱模块组件(如驱动电机或电机控制器等大功率部件)可能出现过热状态,电驱模块冷却回路通常就无法满足其散热需求,那么有必要借助空调制冷方式来对过热的电驱模块组件进行降温,这时可启用动力电池模块空调制冷外部回路,并将动力电池模块热管理内部回路与电驱模块冷却回路进行串联(调节四通阀5的开关状态处于串联模式)来对过热的电驱模块组件进行降温。这同样也适用于动力电池模块和电驱模块同时出现过热状态的情况。

[0066] 当乘员舱温度较高时,可采用如图6所示的乘员舱空调制冷回路,同时启动电动鼓风机16来对乘员舱进行降温。如图8所示,空调冷媒由电动压缩机21驱动其流动,经过外部冷凝器12进行冷凝降温后,从第二三向阀13的端口A流入、端口B流出,然后流入第一膨胀阀14(此时第一膨胀阀14和直通阀23处于打开状态,第三膨胀阀24和第四膨胀阀25均处于关闭状态,第二膨胀阀15的开关状态需根据动力电池模块和电驱模块的冷却是否采用空调制冷外部回路的情况而定),冷媒经过节流后温度迅速降低,再流入蒸发器17中(电动鼓风机16的运转驱动气流流过蒸发器17的外表面、气流的热量被冷媒吸收后温度迅速降低,然后流入乘员舱内部),冷媒吸收外部气流的热量后温度有所升高,然后流入储液干燥壶20,经过气液分离后,再流入电动压缩机21,冷媒被压缩成高温高压的液体,随后从第三三向阀22的端口A流入、端口C流出,进入直通阀23,然后回到外部冷凝器12,如此形成乘员舱空调制冷回路,从而使乘员舱迅速降温,满足热舒适性的要求。

[0067] 当乘员舱温度偏低时,需要进行采暖,对于电动车来说,采暖是能耗大户。为了能够减少整车能耗,优先考虑使用电驱模块组件产生的废热来为乘员舱供暖。参考图9,空调冷媒由电动压缩机21驱动,从第三三向阀22的端口A流入、端口B流出,然后流入内部冷凝器18(此处冷媒的热量传递给从内部冷凝器18外表面流过的气流,气流的温度升高、冷媒的温度下降,升温后的气流再流入乘员舱),再经过第四膨胀阀25(此时直通阀23、第一膨胀阀14、第二膨胀阀15以及第三膨胀阀24都处于关闭状态,第四膨胀阀25处于打开状态)进行节流,冷媒经过节流后温度迅速降低,然后流入第二热交换器26的冷媒侧内部管路(此处电驱模块冷却液的热量会传递给冷媒,冷媒的温度升高),冷媒的温度升高后再从第二三向阀13的端口A流入、端口C流出,进入储液干燥壶20,经过气液分离后回到电动压缩机21,如此形成乘员舱冷却液热泵空调制热回路,此时需要电驱模块热泵回路同时工作,参考图3,膨胀水箱6内的冷却液在第一电动水泵1的驱动下流入电驱模块,吸收电驱模块组件产生的热量后,从第一三向阀3的端口A流入、端口C流出,然后流经第二热交换器26的冷却液侧内部管路(此处冷却液的温度高于冷媒,热量从冷却液传递至冷媒),冷却液温度下降后,再从四通阀5的端口A流入、端口D流出(此时四通阀5处于并联开关状态),回到膨胀水箱6,如此形成电驱模块热泵回路。

[0068] 当冷却液热泵空调制热回路不能满足乘员舱采暖的需求时,那么需要启用乘员舱空气热泵空调制热回路,吸收外界环境空气的热量来给乘员舱供暖。如图10所示,空调冷媒由电动压缩机21驱动,流入第三膨胀阀24(此时直通阀23、第一膨胀阀14、第二膨胀阀15以及第四膨胀阀25均处于关闭状态,第三膨胀阀24处于开启状态)进行节流降温,降温后的冷媒流入外部冷凝器12(外部环境空气流过外部冷凝器12的外表面,外部空气温度高于冷媒,热量从外部空气传递至冷媒),冷媒温度升高后,再从第二三向阀13的端口A流入、端口C流出,进入储液干燥壶20进行气液分离后,流经电动压缩机21,冷媒的温度和压强都变得更高,然后从第三三向阀22的端口A流入、端口B流出,进入内部冷凝器18(电动鼓风机16驱动外部气流流过内部冷凝器18的外表面,此时冷媒温度高于外部气流,热量从冷媒传递至外部气流),冷媒温度降低后再流入第三膨胀阀24,如此循环流动,形成空气热泵空调制热回路。参照图11,空气热泵空调制热回路和冷却液热泵空调制热回路可以通过并联进行同时工作(同时打开第三膨胀阀24和第四膨胀阀25即可),尽可能从外界环境空气和冷却液中获得更多的热量来用于乘员舱采暖。如果仍然不能满足乘员舱采暖的需求,那么可以开启空调箱体27中集成的空气PTC加热器19来辅助制热,直到满足乘员舱采暖的需求。

[0069] 以上所述仅为本发明较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



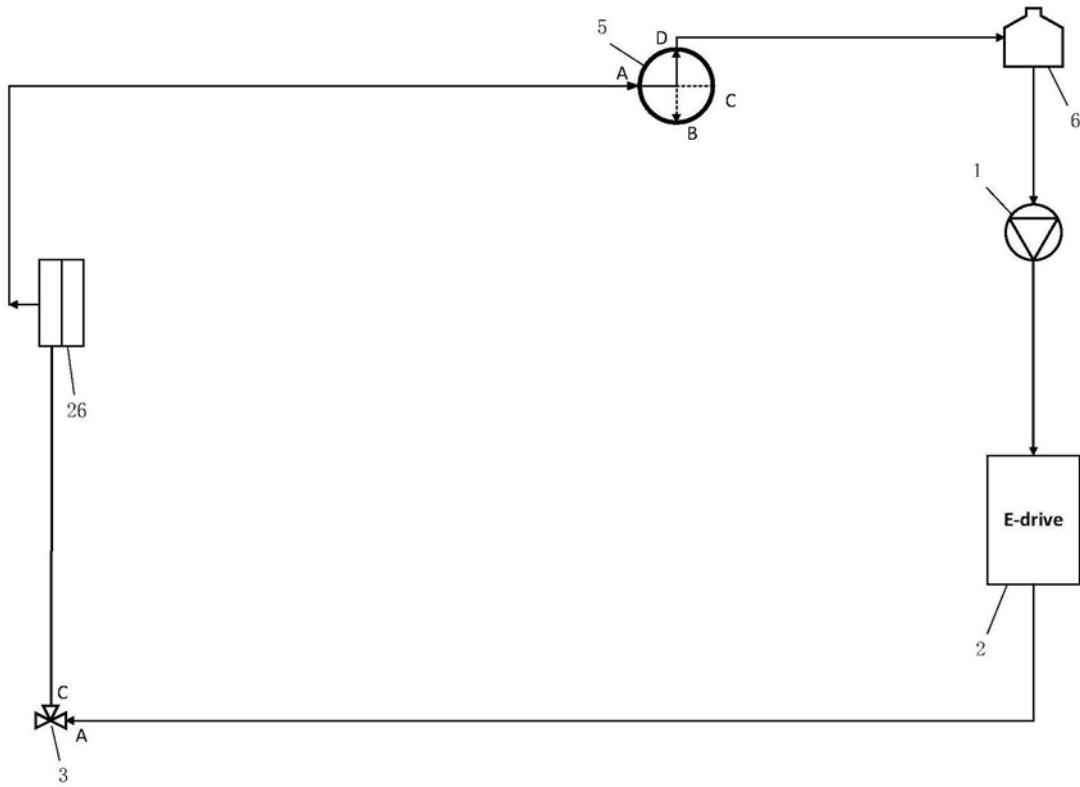


图3

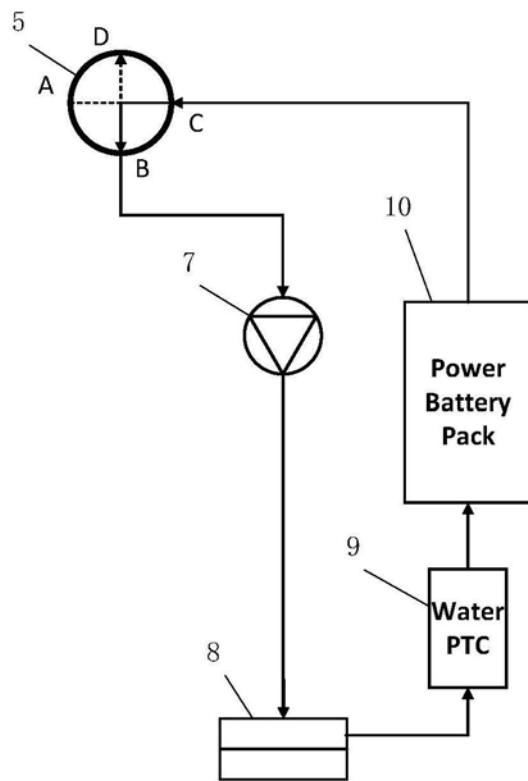


图4

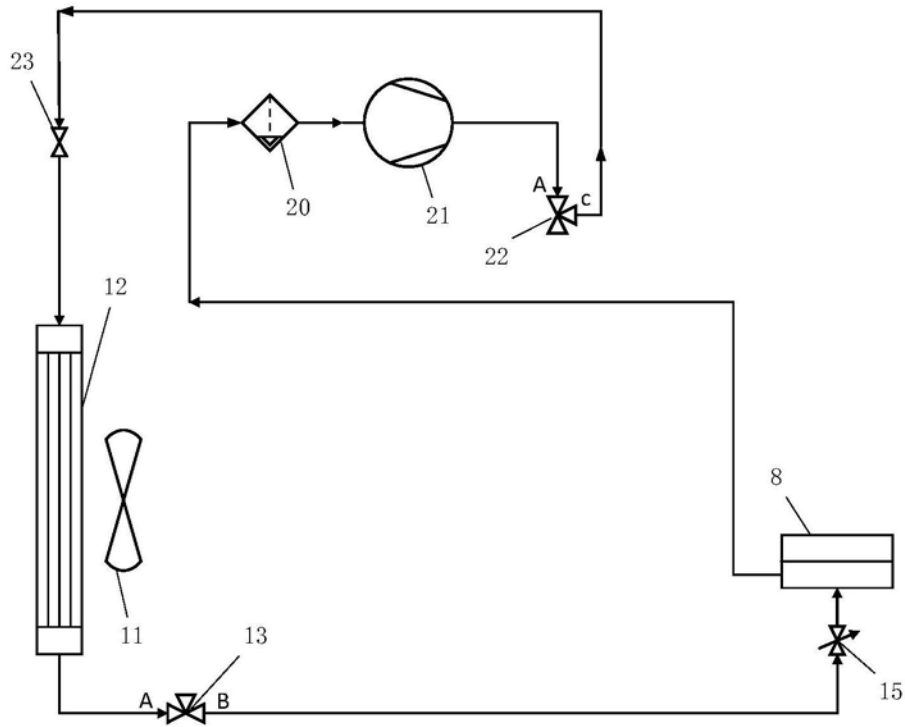


图5

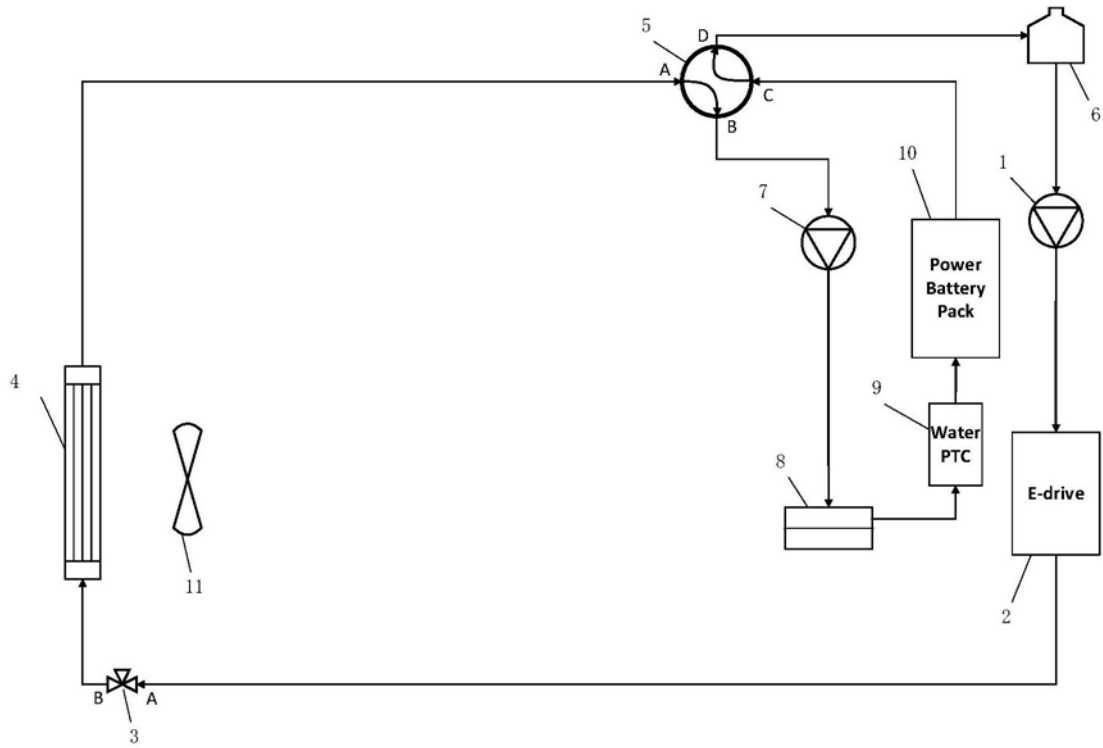


图6

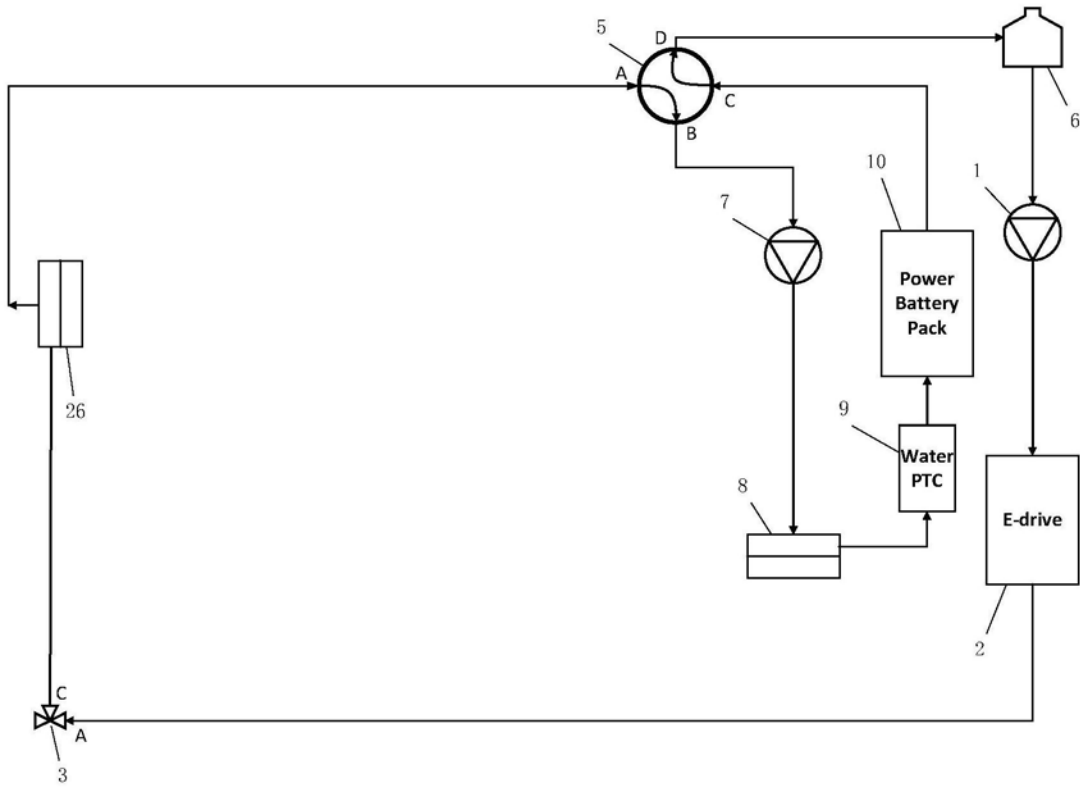


图7

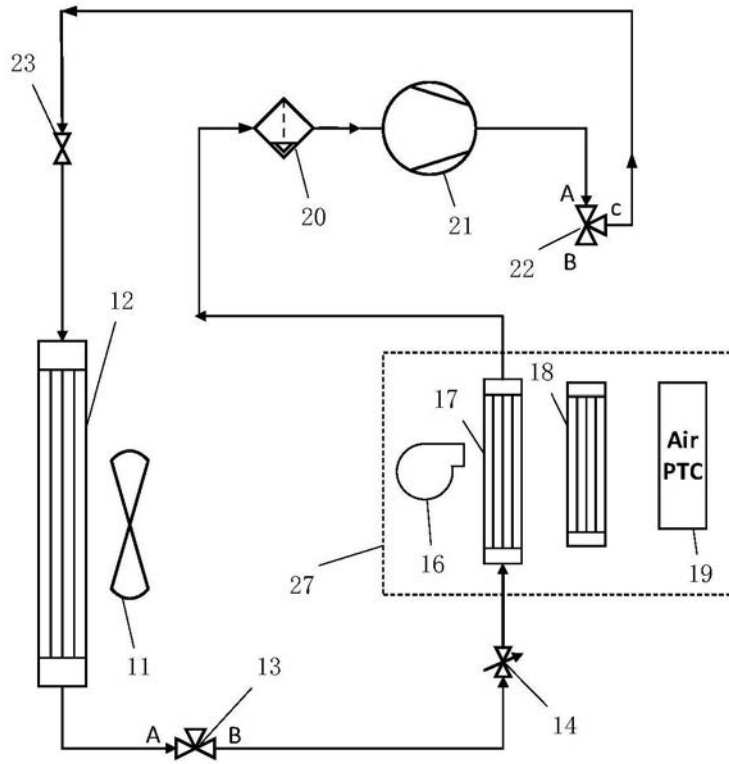


图8

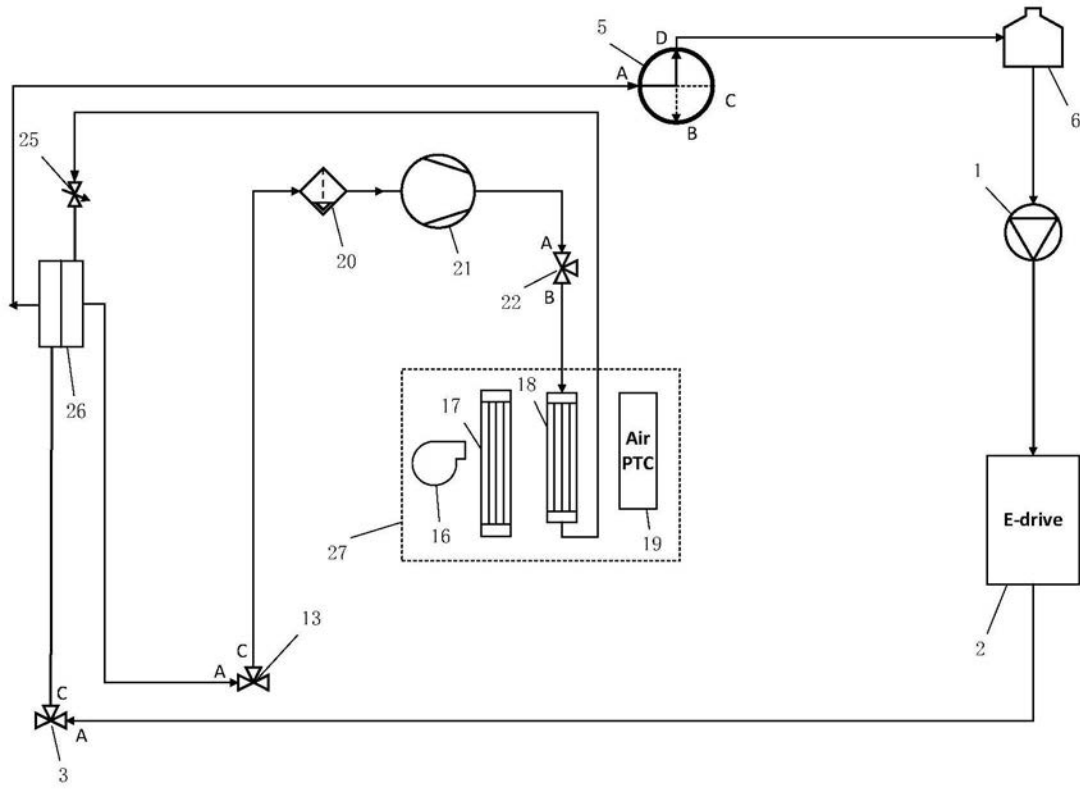


图9

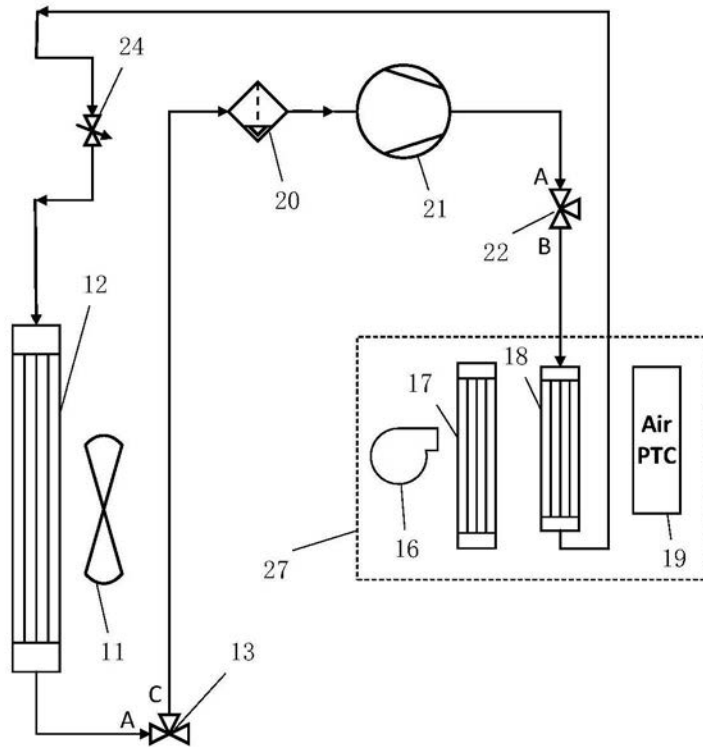


图10



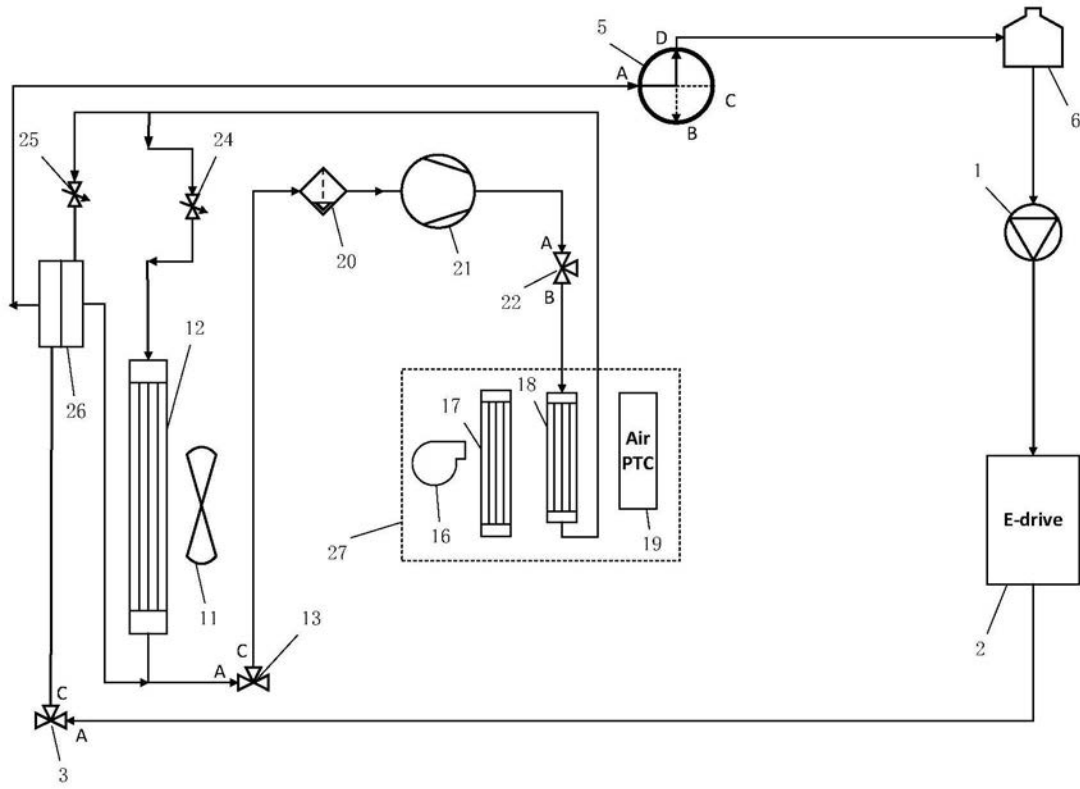


图11