



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110497769 A

(43)申请公布日 2019.11.26

(21)申请号 201910900566.2

(22)申请日 2019.09.23

(71)申请人 中国科学院理化技术研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村东路29号

(72)发明人 陈伊宇 邹慧明 徐洪波 田长青

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 谭云

(51) Int. Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/32(2006.01)

F25B 30/02(2006.01)

B60H 3/02(2006.01)

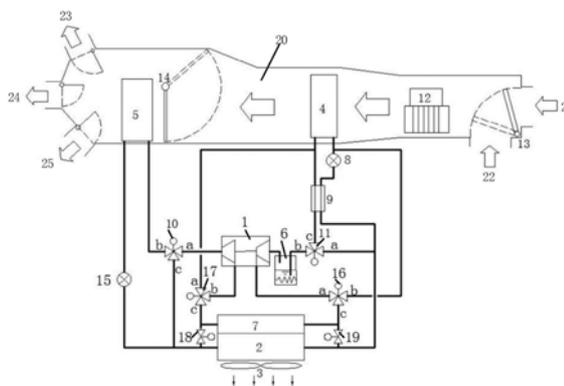
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

汽车热泵系统及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及汽车空调技术领域,公开了一种汽车热泵系统及其控制方法,其中汽车热泵系统包括沿送风方向依次安装于汽车的空调风道内的第一车内换热器和第二车内换热器,还包括安装于空调风道外的压缩单元、制热膨胀阀和第一车外换热器,压缩单元包括第一级压缩机和第二级压缩机;第一车外换热器的出口、第一级压缩机、第一车内换热器、第二级压缩机、第二车内换热器、制热膨胀阀和第一车外换热器的进口依次连接,以形成制热循环回路。该汽车热泵系统利用第一车内换热器对压缩单元的第一级压缩机的排气进行冷却,同时利用第一车内换热器对刚进入空调风道的温度较低的空气进行预加热,有效回收中间冷却的废热,提升冬季工况的制热量。



1. 一种汽车热泵系统,包括沿送风方向依次安装于汽车的空调风道内的第一车内换热器和第二车内换热器,其特征在于,还包括安装于所述空调风道外的压缩单元、制热膨胀阀和第一车外换热器,所述压缩单元包括第一级压缩机和第二级压缩机;所述第一车外换热器的出口、所述第一级压缩机、所述第一车内换热器、所述第二级压缩机、所述第二车内换热器、所述制热膨胀阀和所述第一车外换热器的进口依次连接,以形成制热循环回路。

2. 根据权利要求1所述的汽车热泵系统,其特征在于,还包括第二车外换热器,所述第二车外换热器的第一接口通过第一截止阀连接于所述第一车外换热器的进口,所述第二车外换热器的第二接口通过第二截止阀连接于所述第一车外换热器的出口。

3. 根据权利要求2所述的汽车热泵系统,其特征在于,还包括低压三通阀、第一中压三通阀、第二中压三通阀、高压三通阀和制冷膨胀阀;

所述低压三通阀的第一接口连接于所述第一车外换热器的出口,所述低压三通阀的第二接口连接于所述第一级压缩机的进口,所述低压三通阀的第三接口连接于所述第一车内换热器的出口;所述制冷膨胀阀设于所述低压三通阀的第一接口和所述第一车内换热器的进口之间;

所述第一中压三通阀的第一接口连接于所述第一级压缩机的出口,所述第一中压三通阀的第二接口连接于所述第一车内换热器的进口,所述第一中压三通阀的第三接口连接于所述第二车外换热器的第二接口;

所述第二中压三通阀的第一接口连接于所述第一车内换热器的出口,所述第二中压三通阀的第二接口连接于所述第二级压缩机的进口,所述第二中压三通阀的第三接口连接于所述第二车外换热器的第一接口;

所述高压三通阀的第一接口连接于所述第二级压缩机的出口,所述高压三通阀的第二接口连接于所述第二车内换热器的进口,所述高压三通阀的第三接口连接于所述第一车外换热器的进口。

4. 根据权利要求3所述的汽车热泵系统,其特征在于,还包括回热器,所述回热器的第一换热侧串联接入所述第一车内换热器的出口和所述低压三通阀的第三接口之间,所述回热器的第二换热侧串联接入所述制冷膨胀阀和所述低压三通阀的第一接口之间。

5. 根据权利要求3所述的汽车热泵系统,其特征在于,还包括气液分离器,所述气液分离器的进口连接于所述低压三通阀的第二接口,所述气液分离器的出口连接于所述第一级压缩机的进口。

6. 一种汽车热泵系统的控制方法,其特征在于,所述汽车热泵系统采用如权利要求1至5中任一项所述的汽车热泵系统,所述控制方法包括制热模式,所述制热模式包括:连通所述第一车外换热器的出口、所述第一级压缩机、所述第一车内换热器、所述第二级压缩机、所述第二车内换热器、所述制热膨胀阀和所述第一车外换热器的进口。

7. 根据权利要求6所述的控制方法,其特征在于,所述制热模式包括:

开启第一截止阀和第二截止阀,连通低压三通阀的第一接口和第二接口,连通第一中压三通阀的第一接口和第二接口,连通第二中压三通阀的第一接口和第二接口,连通高压三通阀的第一接口和第二接口。

8. 根据权利要求7所述的控制方法,其特征在于,还包括制冷模式,所述制冷模式包括:

关闭所述第一截止阀和所述第二截止阀,连通所述低压三通阀的第二接口和第三接

口,连通所述第一中压三通阀的第一接口和第三接口,连通所述第二中压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述高压三通阀的第一接口和第三接口。

9.根据权利要求8所述的控制方法,其特征在于,还包括除湿模式,所述除湿模式包括:

关闭所述第一截止阀和所述第二截止阀,连通所述低压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述第一中压三通阀的第一接口和第三接口,连通所述第二中压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述高压三通阀的第一接口和第二接口。

10.根据权利要求7所述的控制方法,其特征在于,还包括除霜模式,所述除霜模式包括:

关闭所述第一截止阀和所述第二截止阀,连通所述低压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述第一中压三通阀的第一接口和第三接口,连通所述第二中压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述高压三通阀的第一接口和第三接口。

汽车热泵系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车空调技术领域,尤其涉及一种汽车热泵系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 在能源结构转型和节能减排的双重压力下,纯电动汽车逐渐成为汽车工业的主要发展方向。相较于传统燃油车,由于没有发动机余热可以利用,电动汽车对汽车空调领域提出了额外的冬季供暖需求。目前,电动汽车冬季普遍采用电加热器辅助空调系统进行供暖,但是电加热供暖不仅效率低,而且消耗大量车载电能,严重影响电动汽车的续航里程,要求电动汽车配备更高容量的电池,大大增加了车辆成本和重量。

[0003] 空气源热泵是现阶段解决电动汽车供暖需求的最优方案。现有的电动汽车热泵系统多采用单级压缩模式,当环境温度较低时,由于压比增大,常导致压缩机效率下降以及排气温度过高等问题,并且伴随着系统性能衰减严重以及供暖不足的问题,影响制热效果,不能满足严寒地区冬季供暖需求。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种汽车热泵系统及其控制方法,用以解决现有的电动汽车制热效率低、供暖不足的问题,以提高车辆制热效果。

[0005] 本发明实施例提供一种汽车热泵系统,包括沿送风方向依次安装于汽车的空调风道内的第一车内换热器和第二车内换热器,还包括安装于所述空调风道外的压缩单元、制热膨胀阀和第一车外换热器,所述压缩单元包括第一级压缩机和第二级压缩机;所述第一车外换热器的出口、所述第一级压缩机、所述第一车内换热器、所述第二级压缩机、所述第二车内换热器、所述制热膨胀阀和所述第一车外换热器的进口依次连接,以形成制热循环回路。

[0006] 其中,还包括第二车外换热器,所述第二车外换热器的第一接口通过第一截止阀连接于所述第一车外换热器的进口,所述第二车外换热器的第二接口通过第二截止阀连接于所述第一车外换热器的出口。

[0007] 其中,还包括低压三通阀、第一中压三通阀、第二中压三通阀、高压三通阀和制冷膨胀阀;

[0008] 所述低压三通阀的第一接口连接于所述第一车外换热器的出口,所述低压三通阀的第二接口连接于所述第一级压缩机的进口,所述低压三通阀的第三接口连接于所述第一车内换热器的出口;所述制冷膨胀阀设于所述低压三通阀的第一接口和第一车内换热器的进口之间;

[0009] 所述第一中压三通阀的第一接口连接于所述第一级压缩机的出口,所述第一中压三通阀的第二接口连接于所述第一车内换热器的进口,所述第一中压三通阀的第三接口连接于所述第二车外换热器的第二接口;

[0010] 所述第二中压三通阀的第一接口连接于所述第一车内换热器的出口,所述第二中

压三通阀的第二接口连接于所述第二级压缩机的进口,所述第二中压三通阀的第三接口连接于所述第二车外换热器的第一接口;

[0011] 所述高压三通阀的第一接口连接于所述第二级压缩机的出口,所述高压三通阀的第二接口连接于所述第二车内换热器的进口,所述高压三通阀的第三接口连接于所述第一车外换热器的进口。

[0012] 其中,还包括回热器,所述回热器的第一换热侧串联接入所述第一车内换热器的出口和所述低压三通阀的第三接口之间,所述回热器的第二换热侧串联接入所述制冷膨胀阀和所述低压三通阀的第一接口之间。

[0013] 其中,还包括气液分离器,所述气液分离器的进口连接于所述低压三通阀的第二接口,所述气液分离器的出口连接于所述第一级压缩机的进口。

[0014] 本发明实施例还提供一种汽车热泵系统的控制方法,所述汽车热泵系统采用上述汽车热泵系统,所述控制方法包括制热模式,所述制热模式包括:连通所述第一车外换热器的出口、所述第一级压缩机、所述第一车内换热器、所述第二级压缩机、所述第二车内换热器、所述制热膨胀阀和所述第一车外换热器的进口。

[0015] 其中,所述制热模式包括:

[0016] 开启第一截止阀和第二截止阀,连通低压三通阀的第一接口和第二接口,连通第一中压三通阀的第一接口和第二接口,连通第二中压三通阀的第一接口和第二接口,连通高压三通阀的第一接口和第二接口。

[0017] 其中,还包括制冷模式,所述制冷模式包括:

[0018] 关闭所述第一截止阀和所述第二截止阀,连通所述低压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述第一中压三通阀的第一接口和第三接口,连通所述第二中压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述高压三通阀的第一接口和第三接口。

[0019] 其中,还包括除湿模式,所述除湿模式包括:

[0020] 关闭所述第一截止阀和所述第二截止阀,连通所述低压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述第一中压三通阀的第一接口和第三接口,连通所述第二中压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述高压三通阀的第一接口和第二接口。

[0021] 其中,还包括除霜模式,所述除霜模式包括:

[0022] 关闭所述第一截止阀和所述第二截止阀,连通所述低压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述第一中压三通阀的第一接口和第三接口,连通所述第二中压三通阀的第二接口和第三接口,连通所述高压三通阀的第一接口和第三接口。

[0023] 本发明实施例提供的汽车热泵系统及其控制方法,其中汽车热泵系统包括沿送风方向依次安装于汽车的空调风道内的第一车内换热器和第二车内换热器,还包括安装于空调风道外的压缩单元、制热膨胀阀和第一车外换热器,压缩单元包括第一级压缩机和第二级压缩机;第一车外换热器的出口、第一级压缩机、第一车内换热器、第二级压缩机、第二车内换热器、制热膨胀阀和第一车外换热器的进口依次连接,以形成制热循环回路。该汽车热泵系统利用第一车内换热器对压缩单元的第一级压缩机的排气进行冷却,可以避免极端低温工况下压缩机排气温度超限的问题;同时利用第一车内换热器对刚进入空调风道的温度较低的空气进行预加热,有效回收中间冷却的废热,提升冬季工况的制热量,可以明显提升极端低温工况下电动汽车热泵系统的性能,有效提升汽车热泵系统的宽温区适应性,将汽

车热泵系统的适用范围拓宽到极端严寒地区。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1是本发明实施例中的一种汽车热泵系统的结构示意图;

[0026] 图2是本发明实施例中的汽车热泵系统在制热模式下的工作流程图;

[0027] 图3是本发明实施例中的汽车热泵系统在制冷模式下的工作流程图;

[0028] 图4是本发明实施例中的汽车热泵系统在除湿模式下的工作流程图;

[0029] 图5是本发明实施例中的汽车热泵系统在除霜模式下的工作流程图;

[0030] 附图标记说明:

[0031] 1:压缩单元; 2:第一车外换热器; 3:车外风扇;

[0032] 4:第一车内换热器; 5:第二车内换热器; 6:气液分离器;

[0033] 7:第二车外换热器; 8:制冷膨胀阀; 9:回热器;

[0034] 10:高压三通阀; 11:低压三通阀; 12:车内风扇;

[0035] 13:新风风阀; 14:调向风阀; 15:制热膨胀阀;

[0036] 16:第一中压三通阀; 17:第二中压三通阀; 18:第一截止阀;

[0037] 19:第二截止阀; 20:空调风道; 21:新风;

[0038] 22:回风; 23:挡风玻璃出风口; 24:吹面出风口;

[0039] 25:吹脚出风口。

具体实施方式

[0040] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0041] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“第一”“第二”是为了清楚说明产品部件进行的编号,不代表任何实质性区别。“上”“下”“左”“右”的方向均以附图所示方向为准。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明实施例中的具体含义。

[0042] 需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”应做广义理解,例如,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在发明实施例中的具体含义。

[0043] 图1是本发明实施例中的一种汽车热泵系统的结构示意图,图2是本发明实施例中的汽车热泵系统在制热模式下的工作流程图,如图1~图2所示,本发明实施例提供了一种汽车热泵系统,包括沿送风方向依次安装于汽车的空调风道20内的第一车内换热器4和第二车内换热器5,还包括安装于空调风道20外的压缩单元1、制热膨胀阀15和第一车外换热

器2,压缩单元1包括第一级压缩机和第二级压缩机,右端的第一级压缩机为低压机,左端的第一级压缩机为高压机。第一车外换热器2的出口、第一级压缩机、第一车内换热器4、第二级压缩机、第二车内换热器5、制热膨胀阀15和第一车外换热器2的进口依次连接,以形成制热循环回路。

[0044] 具体地,本实施例中以送风方向从右至左为例来进行说明,第一车内换热器4位于第二车内换热器5的右侧,更靠近送风口。在制热模式下,第一车内换热器4和第二车内换热器5均用作冷却器。空调风道20内的进风首先与第一车内换热器4进行换热,第一车内换热器4内的制冷剂气体降温放热,第一车内换热器4外的进风则被预热。然后预热后的进风再与第二车内换热器5进行换热,进风被进一步加热成能用于供热的高温空气,最后送出至用户端,达到对车室制热的目的。制冷剂可以采用R134a、R1234yf或者CO₂等制冷剂,本实施例中的制冷剂采用自然工质二氧化碳。

[0045] 如图2所示,低温低压的制冷剂气体经压缩单元1的第一级压缩机压缩后成为中温高压的气体,然后第一级压缩机的排气流入安装在空调风道20内的第一车内换热器4,被刚送入空调风道20的冷空气冷却后,变成低温中压的制冷剂气体。低温中压的制冷剂气体再次流回压缩单元1进行第二次压缩,被第二级压缩机压缩成高温高压的制冷剂蒸汽。第二级压缩机排出的高温高压的制冷剂蒸汽流入安装在空调风道20内的第二车内换热器5,被空调风道20内经过第一车内换热器4预热后的空气冷却,然后再流经制热膨胀阀15,膨胀成低温低压的气液两相状态的制冷剂。接着低温低压的制冷剂进入第一车外换热器2,在第一车外换热器2中蒸发相变,变为低温低压的制冷剂气体后,重新流向压缩单元1的第一级压缩机,完成一个制冷剂循环。

[0046] 本实施例提供的一种汽车热泵系统,包括沿送风方向依次安装于汽车的空调风道内的第一车内换热器和第二车内换热器,还包括安装于空调风道外的压缩单元、制热膨胀阀和第一车外换热器,压缩单元包括第一级压缩机和第二级压缩机;第一车外换热器的出口、第一级压缩机、第一车内换热器、第二级压缩机、第二车内换热器、制热膨胀阀和第一车外换热器的进口依次连接,以形成制热循环回路。该汽车热泵系统利用第一车内换热器对压缩单元的第一级压缩机的排气进行冷却,可以避免极端低温工况下压缩机排气温度超限的问题;同时利用第一车内换热器对刚进入空调风道的温度较低的空气进行预加热,有效回收中间冷却的废热,提升冬季工况的制热量,可以明显提升极端低温工况下电动汽车热泵系统的性能,有效提升汽车热泵系统的宽温区适应性,将汽车热泵系统的适用范围拓宽到极端严寒地区。

[0047] 进一步地,如图1~图2所示,还包括第二车外换热器7,第二车外换热器7的第一接口(即左端接口)通过第一截止阀18连接于第一车外换热器2的进口,第二车外换热器7的第二接口(即右端接口)通过第二截止阀19连接于第一车外换热器2的出口。也就是第二车外换热器7并联于第一车外换热器2。

[0048] 具体地,第一车外换热器2和第二车外换热器7可以并排放置在车头。制热工况下投入第二车外换热器7时的工作过程与上述实施例基本相同,不同的是,经制热膨胀阀15膨胀后的低温低压的制冷剂分成两股流体,一部分直接进入第一车外换热器2进行换热,另一部则经第一截止阀18流入第二车外换热器7进行换热,两股流体分别在第一车外换热器2和第二车外换热器7中蒸发相变,成为低温低压的气态制冷剂后,经导通的第二截止阀19重新

汇合成一股流体。通过将第一车外换热器2和第二车外换热器7并联用作蒸发器,有效增大蒸发器的换热面积,增大蒸发器的吸热量,可以提升冬季工况的制热性能。

[0049] 更进一步地,如图1~图5所示,还包括低压三通阀11、第一中压三通阀16、第二中压三通阀17、高压三通阀10和制冷膨胀阀8。

[0050] 低压三通阀11的第一接口(即a接口)连接于第一车外换热器2的出口,低压三通阀11的第二接口(即b接口)连接于第一级压缩机的进口,低压三通阀11的第三接口(即c接口)连接于第一车内换热器4的出口。制冷膨胀阀8设于低压三通阀11的第一接口(即a接口)和第一车内换热器4的进口之间。

[0051] 第一中压三通阀16的第一接口(即a接口)连接于第一级压缩机的出口,第一中压三通阀16的第二接口(即b接口)连接于第一车内换热器4的进口,第一中压三通阀16的第三接口(即c接口)连接于第二车外换热器7的第二接口(即右端接口)。

[0052] 第二中压三通阀17的第一接口(即a接口)连接于第一车内换热器4的出口,第二中压三通阀17的第二接口(即b接口)连接于第二级压缩机的进口,第二中压三通阀17的第三接口(即c接口)连接于第二车外换热器7的第一接口(即左端接口)。

[0053] 高压三通阀10的第一接口(即a接口)连接于第二级压缩机的出口,高压三通阀的第二接口(即b接口)连接于第二车内换热器的进口,高压三通阀的第三接口(即c接口)连接于第一车外换热器的进口。

[0054] 具体地,低压三通阀11、第一中压三通阀16、第二中压三通阀17和高压三通阀10均可以采用电动阀门。通过设置四个三通阀,可以根据不同的工况及时切换三通阀的接通接口,满足用户需求。

[0055] 如图2所示,即为制热模式下的工作流程图,此时,第一截止阀18和第二截止阀19均开启,低压三通阀11连通a、b接口,第一中压三通阀16连通a、b接口,第二中压三通阀17连通a、b接口,高压三通阀10连通a、b接口。

[0056] 如图3所示,即为制冷模式下的工作流程图,此时,第一截止阀18和第二截止阀19均关闭,低压三通阀11连通b、c接口,第一中压三通阀16连通a、c接口,第二中压三通阀17连通b、c接口,高压三通阀10连通a、c接口。

[0057] 如图4所示,即为除湿模式下的工作流程图,此时,第一截止阀18和第二截止阀19均关闭,低压三通阀11连通b、c接口,第一中压三通阀16连通a、c接口,第二中压三通阀17连通b、c接口,高压三通阀10连通a、b接口。

[0058] 如图5所示,即为除霜模式下的工作流程图,此时,第一截止阀18和第二截止阀19均关闭,低压三通阀11连通b、c接口,第一中压三通阀16连通a、c接口,第二中压三通阀17连通b、c接口,高压三通阀10连通a、c接口。

[0059] 进一步地,如图3所示,还包括回热器9,回热器9的第一换热侧(左侧通路)串联接入第一车内换热器4的出口和低压三通阀11的第三接口(即c接口)之间,回热器9的第二换热侧(右侧通路)串联接入制冷膨胀阀8和低压三通阀11的第一接口(即a接口)之间,也就是回热器9的第二换热侧串联接入制冷膨胀阀8和第一车外换热器2的出口之间。

[0060] 具体地,在制冷模式下,回热器9投入使用。如图3所示,压缩单元1的第一级压缩机排气通过第一中压三通阀16和第二中压三通阀17与第二车外换热器7联通,制冷剂经过第一级压缩机压缩作用后,达到高温中压状态;然后经第二车外换热器7冷却后成为低温中压

的气体流入第二级压缩机,经第二级压缩机压缩作用后成为高温高压的气体;第二级压缩机排出的高温高压的气体流向第一车外换热器2,并被车外风扇3吹来的空气冷却,成为低温高压的液体,然后再进入回热器9中被进一步冷却,达到更低的温度;经制冷膨胀阀8节流作用后成为低温低压的两相流体,而后在第一车内换热器4中发生蒸发,吸收空调风道内空气的热量,达到对车室进行制冷的目的。其中,回热器9中的第一换热侧的温度低于第二换热侧的温度,因而可以实现对回热器9中第一换热侧中的制冷剂进行预冷,降低制冷剂节流前温度和节流后干度,增大制冷量,提升制冷效果。

[0061] 通过安装在车头的第二车外换热器7对压缩单元1的第一级压缩机的排气进行中间冷却的方式,降低压缩单元1的排气温度,保证极端高温环境大压比工况下压缩单元1的安全使用,拓宽汽车热泵系统对高温制冷工况的适用性。

[0062] 更具体地,由于第一车外换热器2和第二车外换热器7并排设置,因而车外风扇3能够同时对第一车外换热器2和第二车外换热器7进行冷却。

[0063] 进一步地,如图1所示,还包括气液分离器6,气液分离器6的进口连接于低压三通阀11的第二接口(即b接口),气液分离器6的出口连接于第一级压缩机的进口。通过设置气液分离器6可以将气体与液体尽可能分离,避免液体进入压缩单元1,损坏压缩机。

[0064] 进一步地,如图1所示,还包括安装在空调风道20外的车外风扇3,车外风扇3的出风口朝向第一车外换热器2。

[0065] 进一步地,如图1所示,还包括安装在空调风道20内的车内风扇12,车内风扇12安装在第一车内换热器4的右侧,以将冷风从右至左输送。车内风扇12和车外风扇3均可以采用电动风扇。

[0066] 进一步地,如图1所示,还包括安装于空调风道20的进口处的新风风阀13,利用新风风阀13可以选择吹入的是新风21还是回风22,以进行新风循环或者车内自循环。

[0067] 进一步地,如图1所示,还包括安装于空调风道20的出口处的挡风玻璃出风口23、吹面出风口24和吹脚出风口25,其中挡风玻璃出风口23朝上,用于送风至车前的挡风玻璃处;吹面出风口24朝中间,用于送风至驾驶员的面部;吹脚出风口25朝下,用于送风至驾驶员的脚部。

[0068] 更进一步地,如图1所示,还包括调向风阀14,调向风阀14安装在第一车内换热器4和第二车内换热器5之间,用于调节风向。调向风阀14和新风风阀13均可以采用电动阀。

[0069] 如图2所示,本发明实施例还提供一种汽车热泵系统的控制方法,汽车热泵系统采用上述汽车热泵系统,控制方法包括制热模式,制热模式包括:连通第一车外换热器2的出口、第一级压缩机、第一车内换热器4、第二级压缩机、第二车内换热器5、制热膨胀阀15和第一车外换热器2的进口。

[0070] 进一步地,如图2所示,制热模式还包括:

[0071] 开启第一截止阀18和第二截止阀19,连通低压三通阀11的a、b接口,连通第一中压三通阀16的a、b接口,连通第二中压三通阀17的a、b接口,连通高压三通阀10的a、b接口。

[0072] 进一步地,如图3所示,还包括制冷模式,制冷模式包括:

[0073] 关闭第一截止阀18和第二截止阀19,连通低压三通阀11的b、c接口,连通第一中压三通阀16的a、c接口,连通第二中压三通阀17的b、c接口,连通高压三通阀10的a、c接口。

[0074] 进一步地,如图4所示,还包括除湿模式,除湿模式包括:

[0075] 关闭第一截止阀18和第二截止阀19,连通低压三通阀11的b、c接口,连通第一中压三通阀16的a、c接口,连通第二中压三通阀17的b、c接口,连通高压三通阀10的a、b接口。

[0076] 具体地,制冷剂经制冷膨胀阀8节流后成为低温低压的两相流体,然后在第一车内换热器4中蒸发吸热,使得第一车内换热器4的外表面的温度达到较低的状态;制冷剂蒸发吸热后成为低温低压的蒸汽经回热器9和气液分离器6后流入压缩单元1,然后被第一级压缩机压缩成高温中压的气态;高温中压的制冷剂经第二车外换热器7冷却成为低温中压的气体后流入第二级压缩机,经第二次压缩达到高温高压状态后从压缩单元1排出,进入第二车内换热器5,被空调风道20内的空气冷却后流入第一车外换热器2,被进一步冷却;然后流向回热器9和制冷膨胀阀8,完成一个循环。经空调风道20内的车内风扇12吹入的湿度较高的空气流经温度较低的第一车内换热器4的表面,被降温的同时湿度降低;然后低温低湿的空气流经第二车内换热器5时,被加热成温度较高、湿度较低的空气,然后送向车室,从而达到对车室空气进行除湿的目的。

[0077] 进一步地,如图5所示,还包括除霜模式,除霜模式包括:

[0078] 关闭第一截止阀18和第二截止阀19,连通低压三通阀11的b、c接口,连通第一中压三通阀16的a、c接口,连通第二中压三通阀17的b、c接口,连通高压三通阀10的a、c接口。除霜模式下的制冷剂流向与制冷模式下的制冷剂流向相同,利用压缩单元1的第一级压缩机的排气和第二级压缩机的排气分别对第二车外换热器7和第一车外换热器2进行加热,使得附着在第二车外换热器7和第一车外换热器2的表面的霜层逐渐融化,从而达到除霜的目的。该模式主要用在冬季条件下,使用制热模式一段时间之后,通过启用除霜模式进行除霜,避免影响换热器的换热性能,使本系统能够长期保持高效运转。

[0079] 通过以上实施例可以看出,本发明提供的汽车热泵系统及其控制方法,其中汽车热泵系统包括沿送风方向依次安装于汽车的空调风道内的第一车内换热器和第二车内换热器,还包括安装于空调风道外的压缩单元、制热膨胀阀和第一车外换热器,压缩单元包括第一级压缩机和第二级压缩机;第一车外换热器的出口、第一级压缩机、第一车内换热器、第二级压缩机、第二车内换热器、制热膨胀阀和第一车外换热器的进口依次连接,以形成制热循环回路。该汽车热泵系统利用第一车内换热器对压缩单元的第一级压缩机的排气进行冷却,可以避免极端低温工况下压缩机排气温度超限的问题;同时利用第一车内换热器对刚进入空调风道的温度较低的空气进行预加热,有效回收中间冷却的废热,提升冬季工况的制热量,可以明显提升极端低温工况下电动汽车热泵系统的性能,有效提升汽车热泵系统的宽温区适应性,将汽车热泵系统的适用范围拓宽到极端严寒地区。

[0080] 更进一步地,本发明提供的电动汽车热泵系统,兼顾制冷制热工况的性能,可以明显提升极端高温工况和极端低温工况下电动汽车热泵系统的性能。

[0081] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

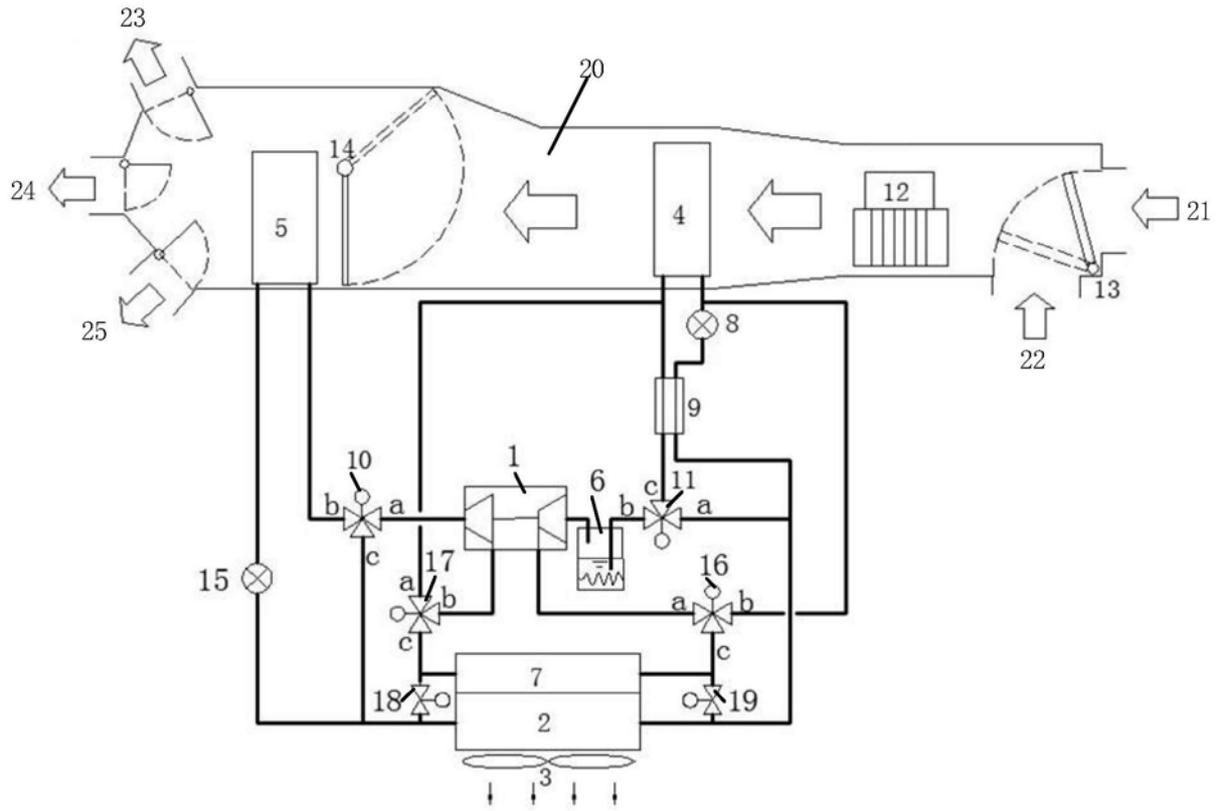


图1

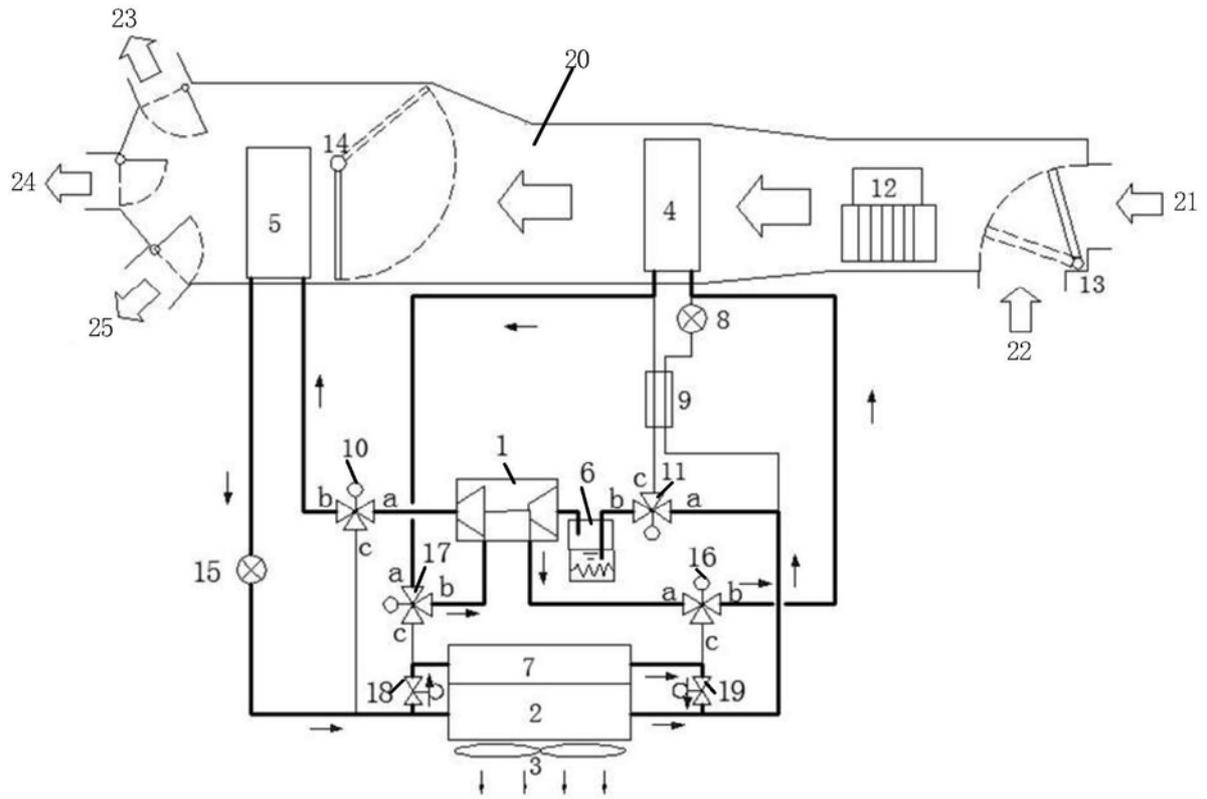


图2

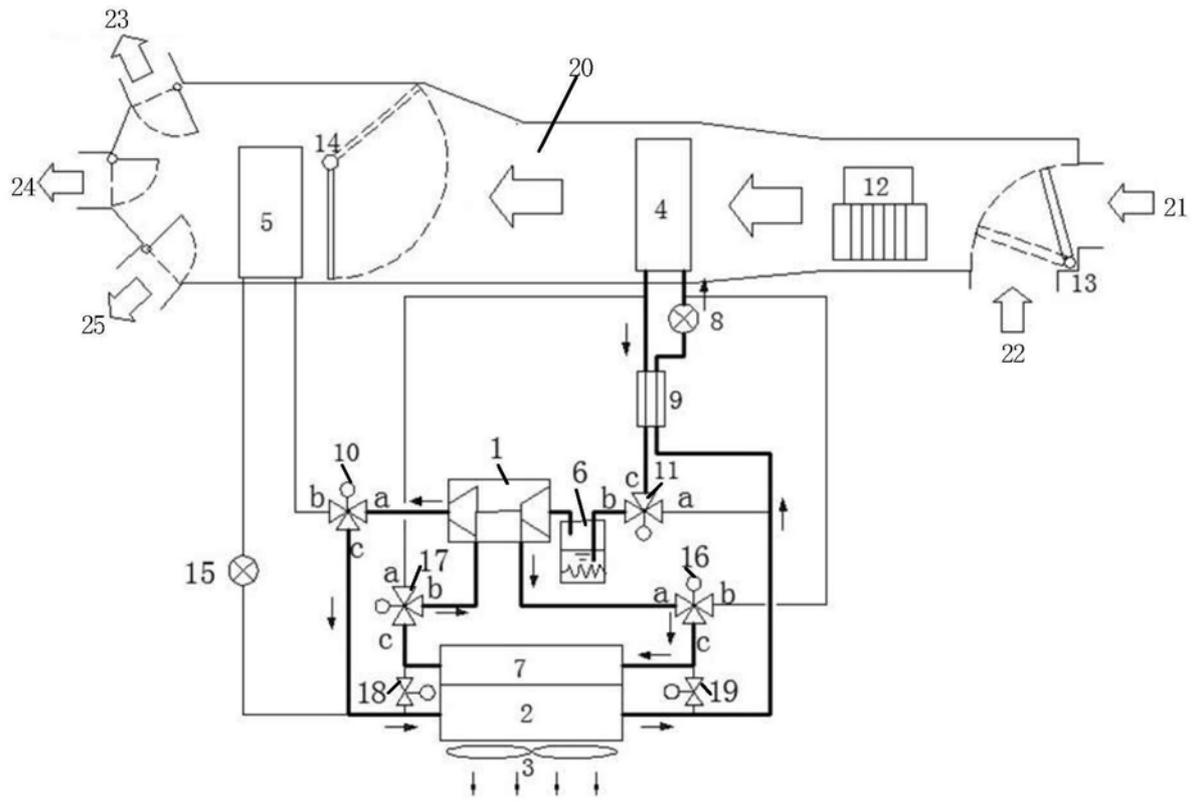


图3

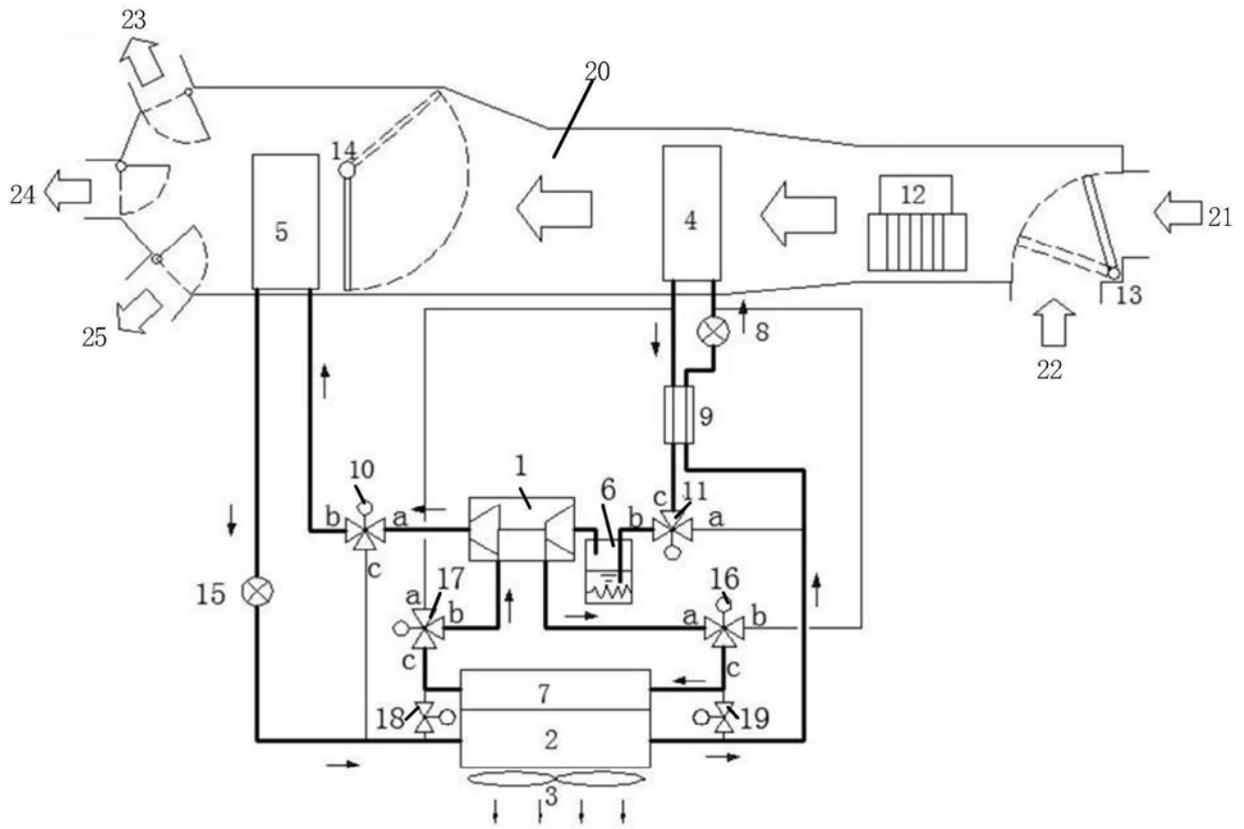


图4

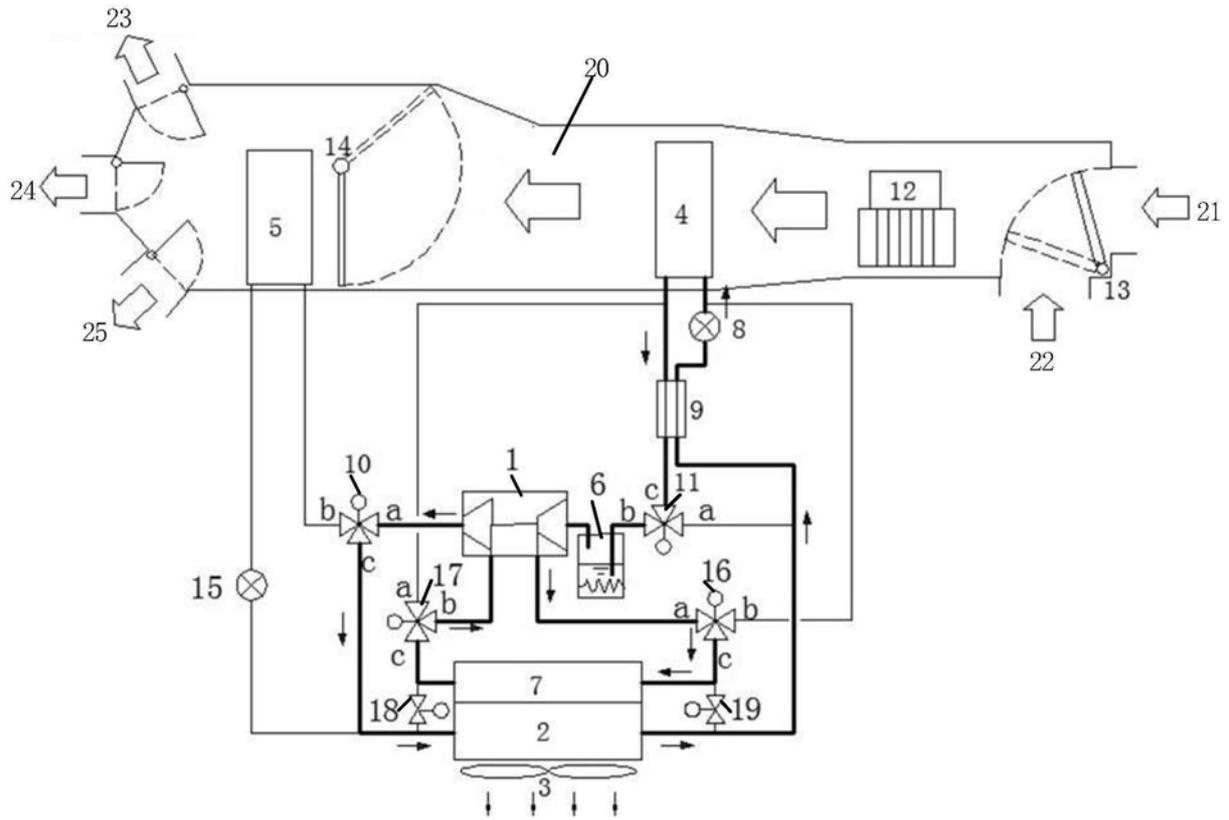


图5