



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110588281 A

(43)申请公布日 2019.12.20

(21)申请号 201910846777.2

(22)申请日 2019.08.31

(71)申请人 徐从余

地址 201108 上海市闵行区瓶安路1600弄
14号1402室

(72)发明人 徐从余

(51)Int.Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/14(2006.01)

B60H 1/32(2006.01)

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

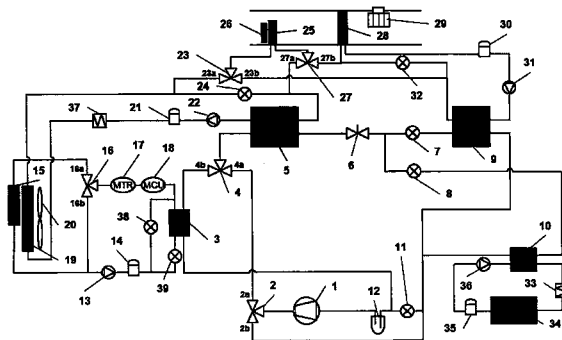
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种电动汽车热泵空调系统和电动汽车

(57)摘要

本发明公开了一种电动汽车热泵空调系统和电动汽车,包括:蒸汽压缩制冷热泵循环单元;第一换热器水循环单元能在第一换热器处与蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换,第二换热器水循环单元能在第二换热器处与蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换;电驱动余热回收循环单元能在第三换热器处与蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换;动力电池加热冷却循环单元能在第四换热器处与蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换。本发明可以实现制冷,电池加热冷却,车内除湿,制热,电驱动系统热回收,除冰等多种电动汽车热管理功能;并且将蒸汽压缩制冷热泵循环单元隔离在乘员舱之外,可采用低沸点的制冷剂,提高系统低温能效值。



1. 一种电动汽车热泵空调系统,其特征在于:包括:

蒸汽压缩制冷热泵循环单元,包括电动压缩机(1)、第一三通阀(2)、第三换热器(3)、第二三通阀(4)、第一换热器(5)、膨胀节流装置(6)、第二两通阀(7)、第二换热器(9)、第三两通阀(8)、第四换热器(10)、第一两通阀(11)和气液分离器(12);

第一换热器水循环单元,包括第一换热器(5)、第一水泵(22)、第一膨胀壶(21)、车外换热器(19)、车内加热器(25)和第四两通阀(24),所述第一换热器水循环单元能在所述第一换热器(5)处与所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换;

第二换热器水循环单元,包括第二换热器(9)、第五两通阀(32)、第四三通阀(23)、车内加热器(25)、车内换热器(28)、第二膨胀壶(30)、第二水泵(31),所述第二换热器水循环单元能在所述第二换热器(9)处与所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换;

电驱动余热回收循环单元,包括第三换热器(3)、第七两通阀(39)、第三膨胀壶(14)、第三水泵(13)、驱动电机(17)、电机控制单元(18),所述电驱动余热回收循环单元能在所述第三换热器(3)处与所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换;

动力电池加热冷却循环单元,包括第四换热器(10)、动力电池(34)、第四膨胀壶(35)、第四水泵(36),所述动力电池加热冷却循环单元能在所述第四换热器(10)处与所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元之间进行热交换。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元位于汽车的乘员舱外部,制冷剂仅在所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元内循环;和/或所述电动汽车热泵空调系统采用低沸点的碳氢制冷剂做制冷剂。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,所述第一换热器(5)、所述第二换热器(9)、所述第三换热器(3)和所述第四换热器(10)均为水冷换热器。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,所述电驱动余热回收循环单元还包括低温散热器(15)以及用于调节循环载冷剂流向的第三三通阀(16);所述电驱动余热回收循环单元还包括第六两通阀(38)及第七两通阀(39),用于调节循环载冷剂是否流经第三换热器(3)。

5. 根据权利要求4所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,所述电驱动余热回收循环单元在系统制冷/除湿模式时第三三通阀(16)处于第一阀口(16a),第六两通阀(38)打开,第七两通阀(39)关闭,通过低温散热器(15)带走驱动电机(17)和电机控制单元(18)工作中产生的热量;在热泵模式时,第三三通阀(16)处于第二阀口(16b),第六两通阀(38)关闭,第七两通阀(39)打开,通过第三换热器(3)回收驱动电机(17)和电机控制单元(18)工作中产生的热量,达到增强热泵系统制热性能的目的。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,还包括第四三通阀(23)和第五三通阀(27),用于切换车内加热器(25)处于第一换热器水循环单元中还是处于第二换热器水循环单元中;所述第一换热器水循环单元中还设置有第一液体加热器(37),用于热泵系统除冰模式时加热单元内载冷剂温度。

7. 根据权利要求6所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,当系统处于制冷/除湿模式时,第四三通阀(23)处于第三阀口(23a),第五三通阀(27)处于第五阀口(27a),第四两通阀(24)关闭,此时第一换热器水循环单元内载冷剂依次流经第一换热器(5)、第一水泵(22)、第一膨胀壶(21)、第一液体加热器(37)、车外换热器(19)、车内加热器(25),使车外换

热器冷却后的中温载冷剂流经车内加热器,用于平衡乘员舱内温度舒适性需求。

8. 根据权利要求6所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,当系统处于热泵模式时,第四三通阀(23)处于第四阀口(23b),第五三通阀(27)处于第六阀口(27b),第五两通阀(32)关闭,此时第二换热器水循环单元载冷剂依次流经第二换热器(9)、车内加热器(25)、车内换热器(28)、第二膨胀壶(30)、第二水泵(31),增加车内换热器换热面积,提升低温热泵模式下乘员舱内热舒适性。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的电动汽车热泵空调系统,其特征在于,所述动力电池加热冷却循环单元包括第二液体加热器(33),通过所述第二液体加热器(33)能对所述动力电池加热冷却循环单元中的载冷剂进行加热。

10. 一种电动汽车,其特征在于,包括车用热泵空调系统,其中所述车用热泵空调系统为权利要求1至9中任一项所述的电动汽车热泵空调系统。

一种电动汽车热泵空调系统和电动汽车

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车技术领域,具体涉及一种电动汽车热泵空调系统和电动汽车。

背景技术

[0002] 随着汽车排放法规越来越严格,同时人们对汽车智能化的需求越来越高,汽车电动化成为大趋势。热泵空调系统作为电动汽车热管理综合性能最优的解决方案,已经成为行业内的普遍共识。

[0003] 现阶段制约汽车热泵技术广泛应用最大的掣肘在于现有制冷剂在低温工况的效率不甚理想,如何提升热泵系统在低温工况的能效比,缓解电动汽车在低温环境下的里程焦虑,是热泵系统继续推广的关键。

[0004] 与此同时,由于现有制冷剂存在温室效应系数过高的问题,寻找更环保的制冷剂替代方案将会是不久的将来汽车空调行业面临的共同问题。

[0005] 因此,需要设计一种热泵空调系统方案,尽可能同时解决热泵系统低温效率低的问题,同时兼顾环保和制冷剂替代的未来趋势。

[0006] 由于现有技术中的电动汽车热泵空调系统在低温工况下能效较低,且低温环境下存在里程受限,影响电动汽车续航等技术问题,因此本发明研究设计出一种电动汽车热泵空调系统和电动汽车。

发明内容

[0007] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的电动汽车热泵空调系统在低温工况下能效较低影响电动汽车续航的缺陷,从而提供一种电动汽车热泵空调系统和电动汽车。

[0008] 本发明提供一种电动汽车热泵空调系统,其包括:

[0009] 蒸汽压缩制冷热泵循环单元,包括电动压缩机、第一三通阀、第三换热器、第二三通阀、第一换热器、膨胀节流装置、第二两通阀、第二换热器、第三两通阀、第四换热器、第一两通阀和气液分离器;

[0010] 第一换热器水循环单元,包括第一换热器、第一水泵、第一膨胀壶、车外换热器、车内加热器和第四两通阀;

[0011] 第二换热器水循环单元,包括第二换热器、第四三通阀、车内加热器、第五三通阀、车内换热器、第二膨胀壶、第二水泵;

[0012] 电驱动余热回收循环单元,包括第三换热器、第七两通阀、第三膨胀壶、第三水泵、驱动电机、电机控制单元;

[0013] 动力电池加热冷却循环单元,包括第四换热器、第二液体加热器、动力电池、第四膨胀壶、第四水泵。

[0014] 优选地,所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元位于汽车的乘员舱外部,制冷剂仅在所

述蒸汽压缩制冷热泵循环单元内循环;和/或所述电动汽车热泵空调系统采用低沸点的碳氢制冷剂做制冷剂。

[0015] 优选地,所述第一换热器、所述第二换热器、所述第三换热器和所述第四换热器均为水冷换热器。

[0016] 优选地,所述电驱动余热回收循环单元还包括低温散热器以及用于调节循环载冷剂流向的第三三通阀;所述电驱动余热回收循环单元还包括第六两通阀及第七两通阀,用于调节循环载冷剂是否流经第三换热器。

[0017] 优选地,所述电驱动余热回收循环单元在系统制冷/除湿模式时第三三通阀处于第一阀口,第六两通阀打开,第七两通阀关闭,通过低温散热器带走驱动电机和电机控制单元工作中产生的热量;在热泵模式时,第三三通阀处于第二阀口,第六两通阀关闭,第七两通阀打开,通过第三换热器回收驱动电机和电机控制单元工作中产生的热量,达到增强热泵系统制热性能的目的。

[0018] 优选地,还包括第四三通阀和第五三通阀,用于切换车内加热器处于第一换热器水循环单元中还是处于第二换热器水循环单元中;所述第一换热器水循环单元中还设置有第一液体加热器,用于热泵系统除冰模式时加热单元内载冷剂温度。

[0019] 优选地,当系统处于制冷/除湿模式时,第四三通阀处于第三阀口,第五三通阀处于第五阀口,第四两通阀关闭,此时第一换热器水循环单元内载冷剂依次流经第一换热器、第一水泵、第一膨胀壶、第一液体加热器、车外换热器、车内加热器,使车外换热器冷却后的中温载冷剂流经车内加热器,用于平衡乘员舱内温度舒适性需求。

[0020] 优选地,当系统处于热泵模式时,第四三通阀处于第四阀口,第五三通阀处于第六阀口,第五两通阀关闭,此时第二换热器水循环单元载冷剂依次流经第二换热器、车内加热器、车内换热器、第二膨胀壶、第二水泵,增加车内换热器换热面积,提升低温热泵模式下乘员舱内热舒适性。

[0021] 优选地,所述动力电池加热冷却循环单元包括第二液体加热器(33),通过所述第二液体加热器(33)能对所述动力电池加热冷却循环单元中的载冷剂进行加热。

[0022] 本发明还提供一种电动汽车,其包括前一项所述的电动汽车热泵空调系统。

[0023] 本发明提供的一种电动汽车热泵空调系统和电动汽车具有如下有益效果:

[0024] 本发明通过设置蒸汽压缩制冷热泵循环单元以及分别与蒸汽压缩制冷热泵循环单元中的第一换热器、第二换热器、第三换热器和第四换热器进行热交换的第一换热器水循环单元、第二换热器水循环单元、电驱动余热回收循环单元和动力电池加热冷却循环单元,能够对车内、车外、电池和电驱动进行综合热管理,实现制冷,电池加热冷却,车内除湿,热泵制热,电驱动系统热回收,车外换热器除冰等多种电动汽车热管理功能需求;同时,本发明在结构设计上充分考虑到目前困扰汽车热泵空调系统设计的制冷剂环保替代以及常用制冷剂在低温热泵工况下由于压缩机压比过大导致效率下降的问题,相对于原有的直接通过制冷剂循环单元对车内进行换热、车外进行换热以及对电池等结构进行换热而言,有效地利用了四个不同的水循环单元,使得蒸汽压缩制冷热泵循环单元始终被隔离在乘员舱之外,有效地保证了乘员的安全,同时可以有效地利用低沸点的碳氢制冷剂做制冷剂,可以考虑采用更环保、低温热泵工况效率更优但存在燃爆风险的制冷剂如R290等,能够有效提高低温工况下热泵系统的能效,提高电动车延续续航能力,为汽车热泵系统设计提供新的

研究方向。

附图说明

[0025] 图1是本发明的电动汽车热泵空调系统总体结构示意图；

[0026] 图2是本发明的电动汽车热泵空调系统在制冷/除湿模式下的原理示意图；

[0027] 图3是本发明的电动汽车热泵空调系统在热泵模式下的原理示意图；

[0028] 图4是本发明的电动汽车热泵空调系统在除冰模式下的原理示意图；

[0029] 图5是本发明的电动汽车热泵空调系统在电池加热模式下的原理示意图；

[0030] 图6是本发明本发明的电动汽车热泵空调系统的变形结构示意图。

[0031] 图中附图标记表示为：

[0032] 1、电动压缩机；2、第一三通阀；2a、第七阀口；2b、第八阀口；3、第三换热器；4、第二三通阀；4a、第九阀口；4b、第十阀口；5、第一换热器；6、膨胀节流装置(优选膨胀节流管)；7、第二两通阀；8、第三两通阀；9、第二换热器；10、第四换热器；11、第一两通阀；12、气液分离器；13、第三水泵(优选电子水泵)；14、第三膨胀壶；15、低温散热器；16、第三三通阀；16a、第一阀口；16b、第二阀口；17、驱动电机；18、电机控制单元；19、车外换热器；20、电子风扇；21、第一膨胀壶；22、第一水泵(优选电子水泵)；23、第四三通阀；23a、第三阀口；23b、第四阀口；24、第四两通阀；25、车内加热器；26、辅助空气加热器；27、第五三通阀；27a、第五阀口；27b、第六阀口；28、车内换热器；29、循环风机；30、第二膨胀壶；31、第二水泵(优选电子水泵)；32、第五两通阀；33、第二液体加热器；34、动力电池；35、第四膨胀壶；36、第四水泵(优选电子水泵)；37、第一液体加热器；38、第六两通阀；39、第七两通阀；40、四通阀。

具体实施方式

[0033] 如图1-6所示,本发明提供了一种电动汽车热泵空调系统,包括蒸汽压缩制冷热泵单元,第一换热器水循环单元,第二换热器水循环单元,电驱动余热回收循环单元,动力电池加热冷却循环单元。

[0034] 蒸汽压缩制冷热泵循环单元由电动压缩机1、第一三通阀2、第三换热器3、第二三通阀4、第一换热器5、膨胀节流装置6、第二两通阀7、第二换热器9、第三两通阀8、第四换热器10、第一两通阀11和气液分离器12组成；

[0035] 第一换热器水循环单元由第一换热器5、第一水泵22、第一膨胀壶21、第一液体加热器37、车外换热器19、车内加热器25、第五三通阀27和第四两通阀24组成；

[0036] 第二换热器水循环单元由第二换热器9、第五两通阀32、第四三通阀23、车内加热器25、车内换热器28、第二膨胀壶30、第二水泵31组成；

[0037] 电驱动余热回收循环单元由第三换热器3、第七两通阀39、第三膨胀壶14、第三水泵13、低温散热器15、第三三通阀16、驱动电机17、电机控制单元18、第六两通阀38组成；

[0038] 动力电池加热冷却循环单元由第四换热器10、第二液体加热器33、动力电池34、第四膨胀壶35、第四水泵36组成。

[0039] 其中第一换热器水循环单元通过第一换热器5,第二换热器水循环单元通过第二换热器9分别与蒸汽压缩制冷热泵循环单元进行热量交换。

[0040] 通过第四三通阀23和第五三通阀27的流向切换,车内加热器25可以存在于第一换

热器水循环单元或第二换热器水循环单元。

[0041] 本发明通过设置蒸汽压缩制冷热泵循环单元以及分别与蒸汽压缩制冷热泵循环单元中的第一换热器、第二换热器、第三换热器和第四换热器进行热交换的第一换热器水循环单元、第二换热器水循环单元、电驱动余热回收循环单元和动力电池加热冷却循环单元,能够对车内、车外、电池和电驱动进行综合热管理,实现制冷,电池加热冷却,车内除湿,热泵制热,电驱动系统热回收,车外换热器除冰等多种电动汽车热管理功能需求;同时,本发明在结构设计上充分考虑到目前困扰汽车热泵空调系统设计的制冷剂环保替代以及常用制冷剂在低温热泵工况下由于压缩机压比过大导致效率下降的问题,相对于原有的直接通过制冷剂循环单元对车内进行换热、车外进行换热以及对电池等结构进行换热而言,有效地利用了四个不同的水循环单元,使得蒸汽压缩制冷热泵循环单元始终被隔离在乘员舱之外,有效地保证了乘员的安全,同时可以有效地利用低沸点的碳氢制冷剂做制冷剂,可以考虑采用更环保、低温热泵工况效率更优但存在燃爆风险的制冷剂如R290等,能够有效提高低温工况下热泵系统的能效,提高电动车延续续航能力,为汽车热泵系统设计提供新的研究方向。

[0042] 优选地,所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元在设计上隔离在乘员舱外,制冷剂仅在所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元内循环,而不会进入乘员舱内,进而规避了制冷剂渗漏至乘员舱内可能引发的风险,进而使采用更环保、低温效率更高但存在燃爆风险的碳氢制冷剂成为可能。

[0043] 优选地,所述乘员舱内温湿度舒适性调节通过第一换热器水循环单元和第二换热器水循环单元组合完成,均为水冷换热循环。

[0044] 优选地,所述第一换热器5、第二换热器9、第三换热器3,第四换热器10均为水冷换热器。

[0045] 优选地,所述电动压缩机排气口处设置了第一三通阀2,气液分离器前设置了第一两通阀11,用于控制蒸汽压缩制冷热泵循环中制冷剂流向,进而控制整个系统处于制冷/除湿模式还是热泵模式。

[0046] 优选地,所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元采用膨胀节流装置6,通过对系统运行参数的监测,智能控制电动压缩机转速以控制系统制冷剂流量,进而简化因采用多个热力膨胀阀和两通阀导致系统结构和控制过于复杂的问题。

[0047] 优选地,所述第三换热器3为热泵模式增强制热专用水冷换热器,用于热泵模式时回收电驱动系统余热,提高热泵系统制热量。

[0048] 优选地,所述电驱动余热回收循环单元还设置有低温散热器15以及用于调节循环载冷剂流向的第三三通阀16。

[0049] 优选地,所述电驱动余热回收循环单元还设置有第六两通阀38及第七两通阀39,用于调节循环载冷剂是否流经第三换热器3。

[0050] 优选地,所述电驱动余热回收循环单元在系统制冷/除湿模式时第三三通阀16处于第一阀口16a,第六两通阀38打开,第七两通阀39关闭,通过低温散热器15带走驱动电机17和电机控制单元18工作中产生的热量;相应地,在热泵模式时,第三三通阀16处于第二阀口16b,第六两通阀38关闭,第七两通阀39打开,通过第三换热器3回收驱动电机17和电机控制单元18工作中产生的热量,达到增强热泵系统制热性能的目的。

[0051] 电驱动余热回收循环单元通过第三三通阀16切换电驱动系统热量散发方向,在制冷模式下第三三通阀16切换至第一阀口16a,电驱动系统热量通过低温散热器15散发至室外空气中,在热泵模式下第三三通阀切换至第二阀口16b,电驱动系统余热通过第三换热器3交换至制冷剂循环中,用于提升热泵系统性能。

[0052] 优选地,所述第一换热器水循环单元中设置了第四三通阀23和第五三通阀27,用于切换车内加热器25处于第一换热器水循环单元还是第二换热器水循环单元。

[0053] 优选地,所述第一换热器水循环单元中还设置了第一液体加热器37,用于热泵系统除冰模式时加热单元内载冷剂温度,达到更快去除车外换热器结冰的目的。

[0054] 第一液体加热器37布置在第一换热器水循环单元中,仅在热泵模式下车外换热器除冰工况时开启,帮助车外换热器尽快除冰。

[0055] 优选地,辅助空气加热器26用于低温工况热泵系统制热不足时保持乘员舱舒适性,同时在热泵系统除冰模式时保持开启,维持乘员舱温度。

[0056] 如图2,优选地,所述系统处于制冷/除湿模式时,第四三通阀23处于第三阀口23a,第五三通阀27处于第五阀口27a,第四两通阀24关闭,此时第一换热器水循环单元内载冷剂依次流经第一换热器5、第一水泵22、第一膨胀壶21、第一液体加热器37(关闭状态)、车外换热器19、车内加热器25,使车外换热器冷却后的中温载冷剂流经车内加热器,用于平衡乘员舱内温度舒适性需求。

[0057] 具体地,如图2所示,上述热泵空调系统在制冷及除湿模式中,所述第一三通阀2切换至第七阀口2a,第二三通阀4切换至第九阀口4a,第二两通阀7和第三两通阀8均打开,第一两通阀11打开。此时电动压缩机排出的制冷剂顺序流经第一三通阀2a阀口,第二三通阀4a阀口,第一换热器5,膨胀节流装置6、第二换热器9及第四换热器10、第一两通阀11和气流分离器12实现循环。此时第一换热器5为冷凝器,第二换热器9及第四换热器10为蒸发器。

[0058] 此时第一液体加热器37关闭,第四三通阀23切换至第三阀口23a,第四两通阀24关闭,第五三通阀27切换至第五阀口27a。第一换热器水循环单元通过第一换热器5吸收制冷剂热量,顺序经过第一水泵22,第一膨胀壶21,第一液体加热器37(关闭状态),车外换热器19,第四三通阀23a阀口,车内加热器25,第五三通阀27a阀口实现散热循环。

[0059] 此时第五两通阀32打开,第二换热器水循环单元通过第二换热器9吸收制冷剂冷量,顺序经过第五两通阀32,车内换热器28,第二膨胀壶30,第二水泵31实现循环,冷量由乘员舱循环风机29强制通风实现与车内换热器28之间的换热。相应地,热泵空调控制单元可以通过车内情况,调节空调箱温度风门位置,以达到乘员舱最佳的温湿度舒适性。

[0060] 此时第三三通阀16切换至第一阀口16a,第六两通阀38打开,第七两通阀39关闭,电驱动余热回收循环单元热量通过低温散热器15散放至车外空气中。

[0061] 此时第二液体加热器33关闭,动力电池加热冷却循环单元通过第四换热器10吸收制冷剂冷量,实现动力电池温度控制和平衡。

[0062] 如图3,优选地,所述系统处于热泵模式时,第四三通阀23处于第四阀口23b,第五三通阀27处于第六阀口27b,第五两通阀32关闭,此时第二换热器水循环单元载冷剂依次流经第二换热器9、车内加热器25、车内换热器28、第二膨胀壶30、第二水泵31,增加车内换热器换热面积,提升低温热泵模式下乘员舱内热舒适性。

[0063] 如图3所示,上述热泵空调系统在热泵模式中,所述第一三通阀2切换至第八阀口

2b,第二三通阀4切换至第十阀口4b,第二两通阀7和第三两通阀8均打开,第一两通阀11关闭。此时电动压缩机排出的制冷剂顺序流经第一三通阀2b阀口,第二换热器9及第四换热器10、膨胀节流装置6、第一换热器5,第二三通阀4b阀口,第三换热器3,气液分离器12实现循环。此时第二换热器9及第四换热器10为冷凝器,第一换热器5为蒸发器。

[0064] 此时第一液体加热器37关闭,第四三通阀23切换至第四阀口23b,第四两通阀24打开,第五三通阀27切换至第六阀口27b。第一换热器水循环单元通过第一换热器5吸收制冷剂冷量,顺序经过第一水泵22,第一膨胀壶21,第一液体加热器37(关闭状态),车外换热器19,第四两通阀24实现循环。

[0065] 此时第五两通阀32关闭,第二换热器水循环单元通过第二换热器9吸收制冷剂热量,顺序经过第四三通阀23b阀口,车内加热器25,第五三通阀27b阀口,车内换热器28,第二膨胀壶30,第二水泵31实现循环。乘员舱循环风机29强制通风依次与车内换热器28和车内加热器25进行热量交换,增大了热泵工况时的车内换热面积。相应地,热泵空调控制单元可通过乘员舱内温度情况,选择辅助空气加热器26的工作状态,以达到乘员舱最佳的舒适性。

[0066] 此时第三三通阀16切换至第二阀口16b,第六两通阀38关闭,第七两通阀39打开,电驱动余热回收循环单元通过第三换热器3将余热释放至制冷剂循环中,以提升热泵循环制热量。

[0067] 此时动力电池加热冷却循环单元通过第四换热器10吸收制冷剂热量,实现动力电池温度控制和平衡。相应地,电池管理模块可以通过监测动力电池系统运行温度工况,选择是否关闭第三两通阀8,进入动力电池自平衡工况,或是开启第二液体加热器33,以使动力电池温度尽快达到最佳工作温度。

[0068] 如图4所示,上述热泵空调系统在除冰模式中,所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元停止工作,单元内各组件维持在热泵循环状态不变。

[0069] 此时第一液体加热器37开启,第四三通阀23切换至第四阀口23b,第四两通阀24打开,第五三通阀27切换至第六阀口27b。第一换热器水循环单元第一水泵22开启,载冷剂顺序经过第一水泵22,第一膨胀壶21,第一液体加热器37(开启状态),车外换热器19,第四两通阀24,第一换热器5实现循环,通过第一液体加热器37提供的热量以及电子风扇20强制对流换热,实现对车外换热器的除冰。

[0070] 此时第五两通阀32关闭,辅助空气加热器26开启,第二换热器水循环单元第二水泵31开启,载冷剂顺序经过第二换热器9,第四三通阀23b阀口,车内加热器25,第五三通阀27b阀口,车内换热器28,第二膨胀壶30实现循环。乘员舱循环风机29强制通风依次与车内换热器28,车内加热器25和辅助空气加热器26进行热量交换,维持乘员舱内温度舒适性。

[0071] 此时第三三通阀16切换至第一阀口16a,第六两通阀38打开,第七两通阀39关闭,电驱动余热回收循环单元热量通过低温散热器15散放至车外空气中,再经过电子风扇20强制对流,将热量用于车外换热器19除冰。

[0072] 此时电池管理模块可以通过监测动力电池系统运行温度工况,选择是否开启第二液体加热器33,以使动力电池温度维持在最佳工作温度。

[0073] 如图5,所述系统设置有动力电池加热冷却循环单元,通过第四换热器10与蒸汽压缩制冷热泵循环单元进行热量交换,以实现电池冷却,电池内部温度平衡,电池低温冷启动工况热泵循环加热,第二液体加热器33辅助加热等功能。第二液体加热器33布置于动力电

池加热冷却循环单元中,用于热泵系统制热不足时辅助加热以维持电池温度在适宜范围,也可用于低温冷启动时电池快速加热。

[0074] 优选地,所述蒸汽压缩制冷热泵循环单元采用膨胀节流装置6,通过对系统运行参数的监测,智能控制电动压缩机转速以控制系统制冷剂流量,进而简化因采用多个热力膨胀阀和两通阀导致系统结构和控制过于复杂的问题。

[0075] 如图5所示,上述热泵空调系统在动力电池加热模式中,所述第一三通阀2切换至第八阀口2b,第二三通阀4切换至第十阀口4b,第二两通阀7关闭,第三两通阀8打开,第一两通阀11关闭。此时电动压缩机排出的制冷剂顺序流经第一三通阀2b阀口,第四换热器10、膨胀节流装置6、第一换热器5,第二三通阀4b阀口,第三换热器3,气液分离器12实现循环。此时第四换热器10为冷凝器,第一换热器5为蒸发器。

[0076] 此时第一换热器水循环单元工作状态同热泵模式,第二换热器水循环单元及电驱动余热回收循环单元处于关闭状态。

[0077] 此时动力电池加热冷却循环单元通过第四换热器10吸收制冷剂热量,实现对动力电池加热。相应地,电池管理模块可以通过监测动力电池系统运行温度工况,选择是否开启第二液体加热器33,以使动力电池温度尽快达到最佳工作温度。

[0078] 如图6所示为本发明的一个主要变形实施例,与上述较佳实施例之间的差别在于:

[0079] 采用四通阀40替代较佳实施例中第一三通阀2和第一两通阀11组合实现的制冷剂流向切换功能。

[0080] 采用多个热力膨胀阀和两通阀组合的形式,替代较佳实施例中膨胀节流装置6实现的双向膨胀节流功能。

[0081] 同样地,在零件加工制造可行的情况下,所述热泵空调系统中第三换热器3与气液分离器12可以合并为带热回收功能的气液分离器。

[0082] 同样地,在技术条件可行的情况下,为更好地改善热泵循环效率,所述热泵空调系统中电动压缩机可以采用带补气增焓功能的电动压缩机。

[0083] 优选地,所述系统适用于常规HFC制冷剂以及存在燃爆风险的环保碳氢制冷剂,且同时适用于CO₂跨临界制冷循环。

[0084] 本发明提供的汽车热泵空调系统解决方案,结构和控制方式简单,可以实现制冷,电池加热冷却,车内除湿,热泵制热,电驱动系统热回收,车外换热器除冰等多种电动汽车热管理功能需求。同时,本发明在结构设计上充分考虑到目前困扰汽车热泵空调系统设计的制冷剂环保替代以及常用制冷剂在低温热泵工况下由于压缩机压比过大导致效率下降的问题,将蒸汽压缩制冷热泵循环单元隔离在乘员舱之外,减小系统尺寸和制冷剂充注量,进而可以考虑采用更环保、低温热泵工况效率更优但存在燃爆风险的制冷剂如R290等,为汽车热泵系统设计提供新的研究方向。

[0085] 以本发明为基础,提供了一种电动汽车,采用的车用热泵空调系统为所述热泵空调系统解决方案。本发明的电动汽车能够对车内、车外、电池和电驱动进行综合热管理,实现制冷,电池加热冷却,车内除湿,热泵制热,电驱动系统热回收,车外换热器除冰等多种电动汽车热管理功能需求;同时,本发明在结构设计上充分考虑到目前困扰汽车热泵空调系统设计的制冷剂环保替代以及常用制冷剂在低温热泵工况下由于压缩机压比过大导致效率下降的问题,相对于原有的直接通过制冷剂循环单元对车内进行换热、车外进行换热以

及对电池等结构进行换热而言, 有效地利用了四个不同的水循环单元, 使得蒸汽压缩制冷热泵循环单元始终被隔离在乘员舱之外, 有效地保证了乘员的安全, 同时可以有效地利用低沸点的碳氢制冷剂做制冷剂, 可以考虑采用更环保、低温热泵工况效率更优但存在燃爆风险的制冷剂如R290等, 能够有效提高低温工况下热泵系统的能效, 提高电动车延续续航能力, 为汽车热泵系统设计提供新的研究方向。

[0086] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 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。以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和变型, 这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

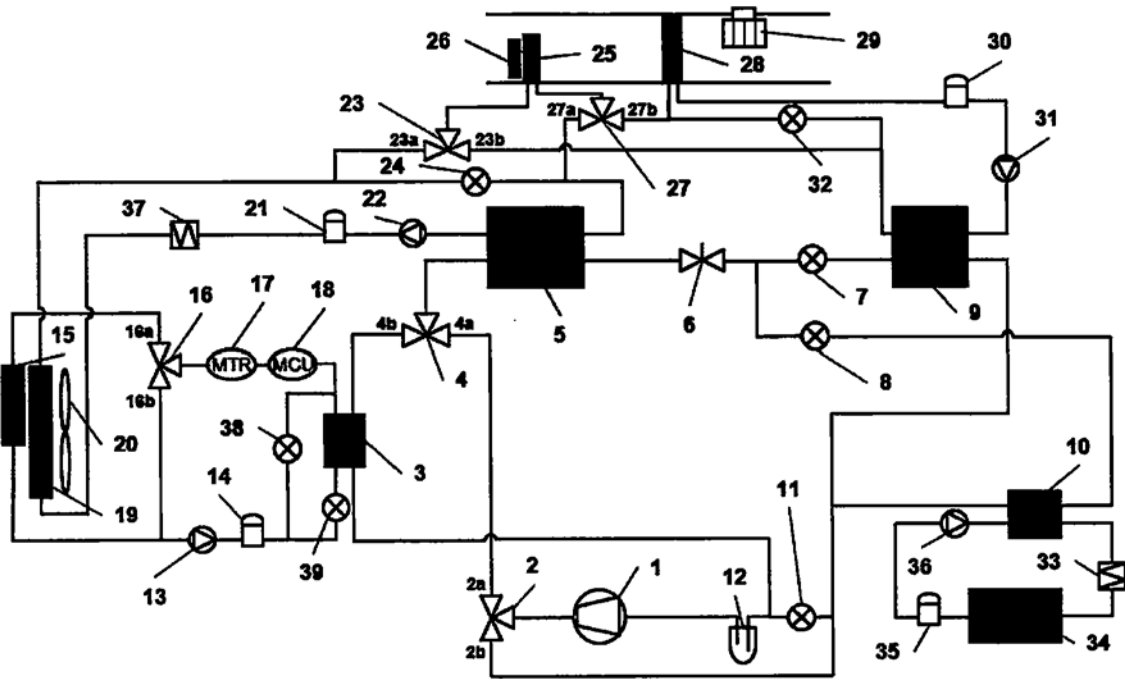


图1

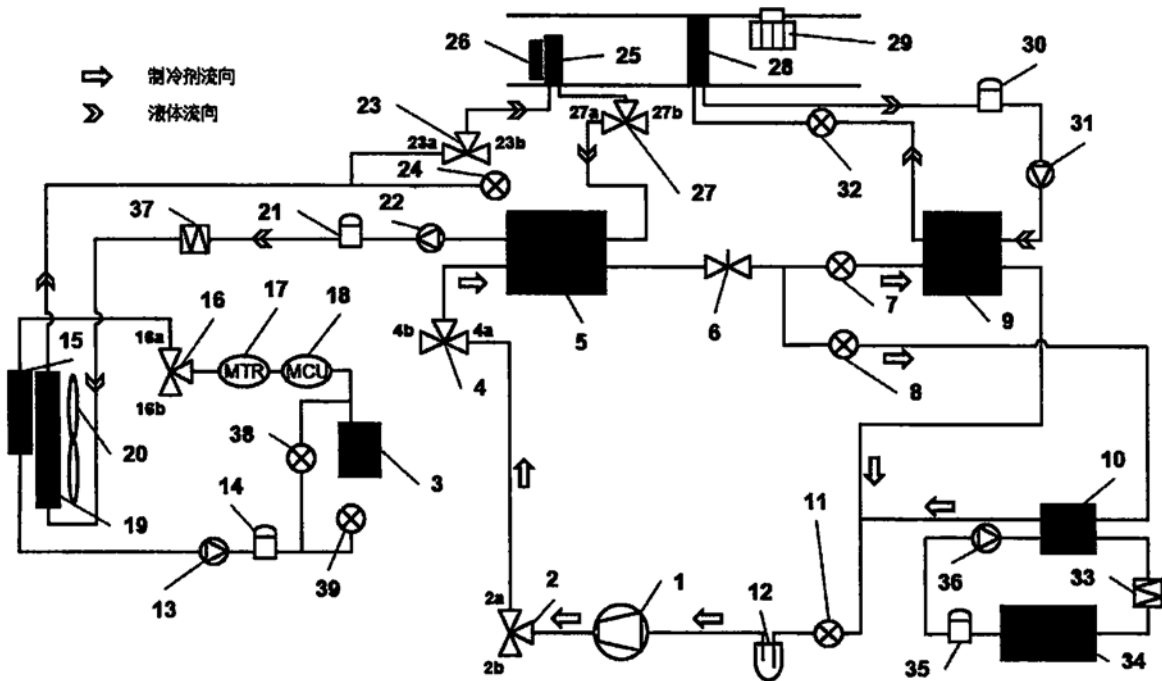


图2

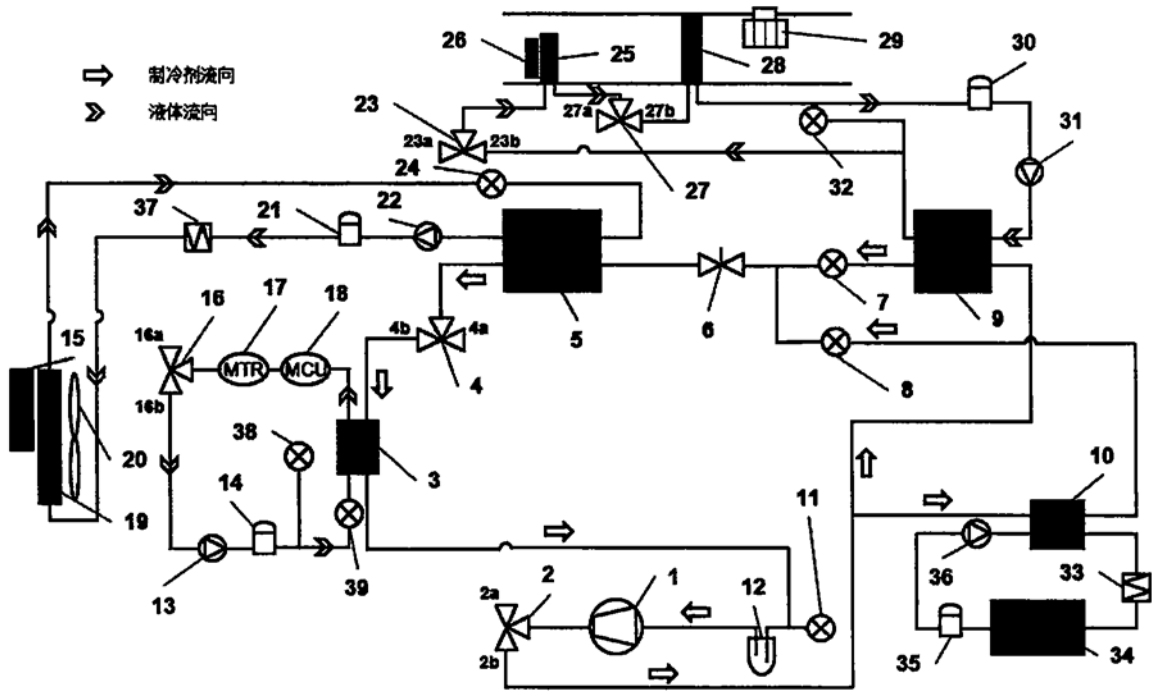


图3

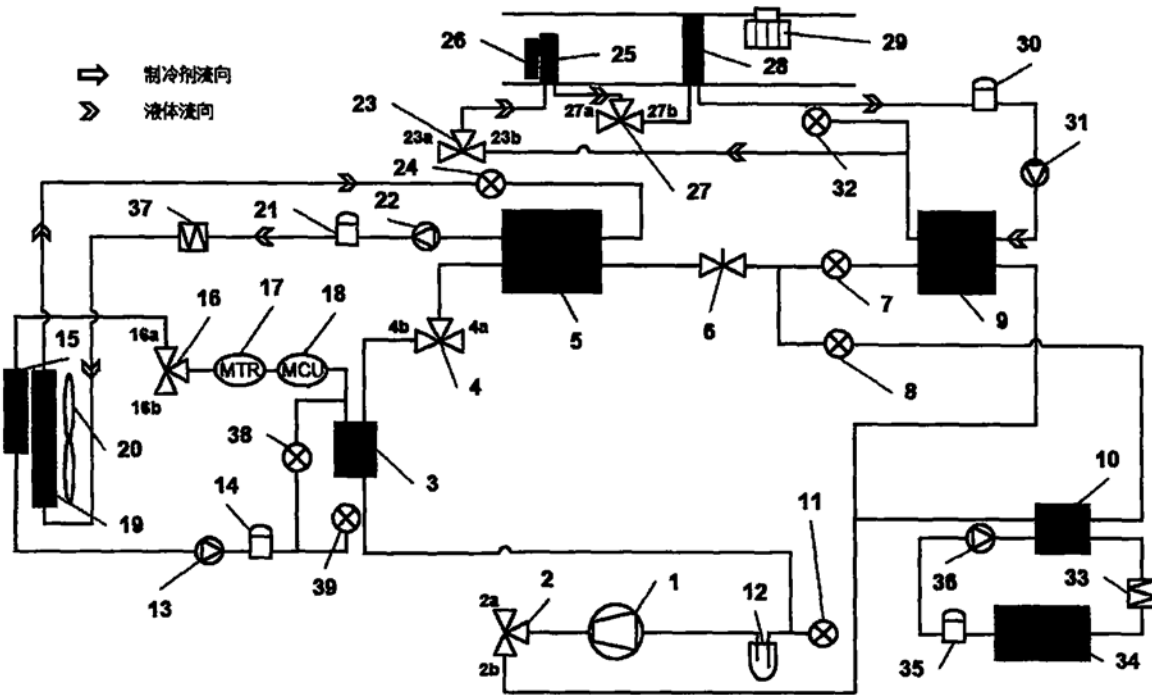


图4

