



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111231603 A

(43)申请公布日 2020.06.05

(21)申请号 202010040917.X

F01N 5/02(2006.01)

(22)申请日 2020.01.15

F01P 11/00(2006.01)

(71)申请人 西安交通大学

F01K 27/00(2006.01)

F01K 7/00(2006.01)

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 席奂 王美维 郝艺伟

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215

代理人 段俊涛

(51)Int.Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60K 1/00(2006.01)

B60K 11/00(2006.01)

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

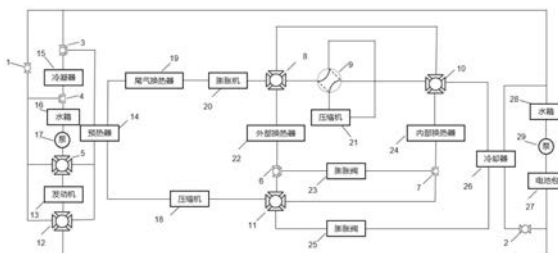
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

基于混合动力汽车的整车热管理系统与方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于混合动力汽车的整车热管理系统与方法,系统包括压缩机、膨胀机、换热器、水箱、泵、散热器、发动机、阀门等部件,通过控制阀门的通断,可以调节不同的运行模式,实现了电池管理、余热回收、以及空调/热泵系统的结合,满足空调制冷、制热以及发动机和电池的散热与预热需求,各个工况不相互影响,能够单独完成,本发明同时通过耦合余热回收系统和空调/热泵系统、空调/热泵系统和电池管理系统,满足余热回收并且可以同时实现制冷/制热的需求、空调/热泵系统制冷冷却电池包的需求,满足混合动力汽车不同行驶工况下的热管理需求。整套系统集成度高,并且适用多种工况,可有效提升整车能源利用效率。



1. 一种基于混合动力汽车的整车热管理系统,其特征在于,包括四通换向阀(9),四通换向阀(9)的D端口接压缩机(21)的出口,A端口接压缩机(21)的入口,C端口接四通阀一(10)的B端口,B端口接四通阀二(8)的C端口,四通阀二(8)的D端口接外部换热器(22)的入口,四通阀二(8)的B端口接膨胀机(20)的出口,四通阀二(8)的A端口接四通阀一(10)的A端口,外部换热器(22)的出口接三通阀一(6)的B端口,三通阀一(6)的A端口接膨胀阀一(23)的入口,膨胀阀一(23)的出口接三通阀二(7)的A端口,三通阀二(7)的C端口接内部换热器(24)的入口,内部换热器(24)的出口接四通阀一(10)的D端口,三通阀一(6)的C端口接四通阀三(11)的A端口,四通阀三(11)的C端口接三通阀二(7)的B端口,四通阀三(11)的D端口接膨胀阀二(25)的入口,膨胀阀二(25)的出口接冷却器(26)一侧的入口,冷却器(26)一侧的出口接四通阀一(10)的C端口,冷却器(26)另一侧的入口通过阀二(2)接电池包(27)的出口,冷却器(26)另一侧的出口接水箱一(28)的入口,水箱一(28)的出口接泵一(29)的入口,泵一(29)的出口接电池包(27)的入口,四通阀三(11)的B端口接压缩机(18)的入口;压缩机(18)的出口接预热器(14)一侧的入口,预热器(14)一侧的出口接尾气换热器(19)的入口,尾气换热器(19)的出口接膨胀机(20)的入口,预热器(14)另一侧入口接四通阀四(12)的C端口和四通阀五(5)的C端口,四通阀四(12)的A端口接发动机(13)的出口,四通阀四(12)的D端口接电池包(27)的出口,四通阀四(12)的B端口接三通阀四(4)的A端口和四通阀五(5)的B端口,并通过阀一(1)接水箱一(28)的入口,预热器(14)另一侧出口接三通阀三(3)的A端口,三通阀三(3)的B端口接水箱一(28)的入口,三通阀三(3)的C端口接冷凝器(15)的入口,冷凝器(15)的出口接三通阀四(4)的C端口,三通阀四(4)的B端口接水箱二(16)的入口,水箱二(16)的出口接泵二(17)的入口,泵二(17)的出口接四通阀五(5)的A端口,四通阀五(5)的D端口接发动机(13)的入口。

2. 根据权利要求1所述基于混合动力汽车的整车热管理系统,其特征在于,所述外部换热器(22)采用风冷换热器,置于车辆前部风道。

3. 根据权利要求1所述基于混合动力汽车的整车热管理系统,其特征在于,所述外部换热器(24)置于乘员舱内。

4. 根据权利要求1所述基于混合动力汽车的整车热管理系统,其特征在于,所述冷凝器(15)置于汽车前段,采用风冷换热器。

5. 利用权利要求1所述基于混合动力汽车的整车热管理系统的整车热管理方法,通过调整各阀的通断,实现发动机单独散热和余热回收发电模式、电池包单独散热模式、发动机与电池包共同散热和余热回收发电模式模式、电池包与发动机相互预热模式、余热回收发电与空调制冷耦合模式、余热回收发电与空调制热耦合模式和空调制冷冷却电池模式共计七种工作模式。

6. 根据权利要求5所述混合动力汽车的整车热管理方法,其特征在于:

当发动机工作,排放尾气,电池不工作,不需要制冷或制热时,发动机冷却回路、尾气余热回收回路运行,空调/热泵系统关闭,余热品位满足回收发电时,启动发动机单独散热和余热回收发电模式;

当需要电池工作,发动机不工作,不需要制冷或制热时,电池包冷却回路运行,发动机冷却回路不运行,空调/热泵系统关闭,启动电池包单独散热模式;

当发动机和电池都工作,不需要制冷或制热时,发动机和电池包都需要冷却,空调/热

泵系统关闭,余热回收回路运行,启动发动机与电池包共同散热和余热回收发电模式;

当环境温度低于预设低温值时,需要给发动机和电池包预热,发动机启动时给电池包预热,电池包启动时给发动机预热,启动电池包与发动机相互预热模式;

当驾驶舱需要制冷时,空调/热泵系统处在制冷模式下,余热品味满足回收发电,启动余热回收发电与空调制冷耦合模式;

当驾驶舱需要制热时,空调/热泵系统处在制热模式下,余热品味满足回收发电,启动余热回收发电与空调制热耦合模式;

当发动机运行中电池包温度不在安全范围内,需要冷却时,启动空调制冷冷却电池模式。

7. 根据权利要求5或6所述整车热管理方法,其特征在于:

所述发动机单独散热和余热回收发电模式下,三通阀三(3) AC通路,三通阀四(4) BC通路,四通阀五(5) AD通路,四通阀四(12) AC通路,四通阀二(8) BD通路以及四通阀三(11)的BD通路,发动机(13)冷却并对尾气余热回收动力循环预热的循环回路为:发动机(13)一四通阀四(12)一预热器(14)一三通阀三(3)一冷凝器(15)一三通阀四(4)一水箱二(16)一泵二(17)一四通阀五(5)一发动机(13),尾气预热回收发电的循环回路为:压缩机(18)一预热器(14)一尾气换热器(19)一膨胀机(20)一四通阀二(8)一外部换热器(22)一三通阀一(6)一四通阀三(11)一压缩机(18);

所述电池包单独散热模式下,关闭阀一(1)和阀二(2),四通阀四(12) BD通路,四通阀五(5) B端口关闭,三通阀四(4) AC通路,三通阀三(3) BC通路,仅利用冷凝器(15)对电池包(27)进行散热,电池包(27)的散热回路为:电池包(27)一四通阀四(12)一三通阀四(4)一冷凝器(15)一三通阀三(3)一水箱一(28)一泵一(29)一电池包(27);

所述发动机与电池包共同散热和余热回收发电模式模式下,打开阀一(1),关闭阀二(2),四通阀四(12) AD通路,四通阀五(5) CD通路,三通阀三(3) AC通路,三通阀四(4) AC通路,仅利用空冷散热模式的冷凝器(15)对发动机(13)和电池包(27)同时进行散热,发动机(13)和电池包(27)的散热回路为:电池包(27)一四通阀四(12)一发动机(13)一四通阀五(5)一预热器(14)一三通阀三(3)一冷凝器(15)一三通阀四(4)一阀一(1)一水箱一(28)一泵一(29)一电池包(27);

所述电池包与发动机相互预热模式下,阀一(1)打开,阀二(2)关闭,四通阀五(5)的BD通路,三通阀四(4) A端口关闭,四通阀四(12)的AD通路,利用发动机(13)的余热加热电池包(27)或利用电池包(27)的余热加热发动机(13),相互预热的回路为:电池包(27)一四通阀四(12)一发动机(13)一四通阀五(5)一阀一(1)一水箱一(28)一泵一(29)一电池包(27);

所述余热回收发电与空调制冷耦合模式下,四通阀二(8)的BD、CD通路,四通阀三(11)的AC通路,三通阀一(6) BA、BC通路,三通阀二(7) AC通路,四通阀一(10)的BD通路,其中制冷的循环回路为:压缩机(21)一四通阀(9)一四通阀二(8)一外部换热器(22)一三通阀一(6)一膨胀阀一(23)一三通阀二(7)一外部换热器(24)一四通阀一(10)一四通换向阀(9)一压缩机(21);尾气余热回收发电的循环回路为:压缩机(18)一预热器(14)一尾气换热器(19)一膨胀机(20)一四通阀二(8)一外部换热器(22)一三通阀一(6)一四通阀三(11)一压缩机(18);

所述余热回收发电与空调制热耦合模式下,如果发动机(13)的负荷小于预设范围值下

限,需要空调额外制热的情况下,四通阀二(8)的AB、CD通路,四通阀一(10)的AD、BD通路,三通阀AC、BC通路,四通阀三(11)的BC通路,三通阀一(6)的AB通路,其中制热的循环回路为:压缩机(21)—四通阀(9)—四通阀一(10)—内部换热器(24)—膨胀阀一(23)—三通阀一(6)—外部换热器(22)—四通阀二(8)—四通阀(9)—压缩机(21);尾气余热回收发电的循环回路为:压缩机(18)—预热器(14)—尾气换热器(19)—膨胀机(20)—四通阀二(8)—四通阀一(10)—内部换热器(24)—三通阀二(7)—四通阀三(11)—压缩机(18);如果发动机的负荷满足要求,此时四通阀二(8)的AB通路,四通阀一(10)的AD通路,四通阀三(11)的BD通路,尾气余热回收并供暖的循环回路为:压缩机(18)—预热器(14)—尾气换热器(19)—膨胀机(20)—四通阀二(8)—四通阀一(10)—内部换热器(24)—三通阀二(7)—四通阀三(11)—压缩机(18);如果发动机负荷大于预设范围值上限,此时四通阀二(8)的AB、BD通路,四通阀一(10)的AD通路,四通阀三(11)的BD通路,其中尾气回收并供暖的循环回路一条支路为:压缩机(18)—预热器(14)—尾气换热器(19)—膨胀机(20)—四通阀二(8)—四通阀一(10)—内部换热器(24)—三通阀二(7)—四通阀三(11)—压缩机(18),另一条支路为:压缩机(18)—预热器(14)—尾气换热器(19)—膨胀机(20)—四通阀二(8)—外部换热器(22)—四通阀三(11)—压缩机(18);

所述空调制冷冷却电池模式下,打开阀二(2),四通阀四(12)的D端口关闭,四通阀二(8)CD通路,三通阀一(6)的BC通路,四通阀三(11)AD通路,四通阀一(10)BD、BC通路,电池包的散热回路为:电池包(27)—阀二(2)—冷却器(26)—水箱一(28)—泵一(29)—电池包(27);空调制冷回路为:压缩机(21)—四通换向阀(9)—四通阀二(8)—外部换热器(22)—三通阀一(6)—四通阀三(11)—膨胀阀二(25)—冷却器(26)—四通阀一(10)—四通阀(9)—压缩机(21)。

8. 根据权利要求5或6所述整车热管理方法,其特征在于,在余热回收系统与空调/热泵系统的耦合中,由于共用了外部换热器/内部换热器,使用适合两个系统的CO₂工质。

基于混合动力汽车的整车热管理系统与方法

技术领域

[0001] 本发明属于混合动力汽车热管理技术领域,特别涉及一种基于混合动力汽车的整车热管理系统与方法。

背景技术

[0002] 近年来,世界各国对环境保护的要求越来越严格,混合动力车由于其节能、低排放等优点成为汽车开发与研究的一个重点,并且已经开始走向商业化。该技术的核心是通过电池与发动机之间取长补短,在应对不同工况下相互匹配,使得汽车可以长期运行在高效率区间,同时发挥了发动机持续工作长时间,动力性好的优点和电动机无污染低噪声的优点。发动机余热回收技术也在不断的完善,不仅可以有效的提高能源的利用率,提高汽车经济性,环境也得到了较好的改善。对汽车整车热管理系统的合理设计,以及运用合理的管理方法,是进一步提高混合动力车能源利用效率的办法,在经济性和环境保护上也是具有很大的潜力。

[0003] 传统燃油汽车热管理的重点是在发动机的热管理上,相比之下,混合动力汽车的热管理系统需要从整体出发,从集成的角度考虑,统筹热量与动力总成及整车之间的关系,采用综合手段控制系统在不同模式下的运行状况以及优化热量传递。其可根据行车工况和环境条件,调节系统运行模式对发动机以及电池包进行冷却使其处在正常的工作范围内,保证汽车行使的安全性,并且空调/热泵系统的优化也能使驾驶舱的舒适性得到提高。汽车热管理系统主要用于发动机和电池的冷却以及其温度的控制,包括驾驶舱热管理(空调/热泵系统)、等。因此相对于传统燃油汽车,混合动力汽车的整车热管理系统会显得更为复杂、改善空间也更大,并且在如今环境严峻的形势下有很高的价值。

[0004] 目前,现有的大多数混合动力汽车未将电池热管理系统、发动机热管理系统以及空调/热泵系统集成在一起,各个系统单独运行,工作独立,使得系统在汽车空间利用上以及经济适用上都没有得到很好的提高,热量也没有得到合理的分配和利用,造成能源利用率低、集成度低、经济性低等短板。虽然某些研究就这些问题提出热管理系统,但问题并没有得到很好的解决,系统未能使得在满足各种工况的前提下解决集成度等问题,在混合动力汽车的整车热管理研究上还有很大的改进空间。热管理系统的集成度是十分重要的,在考虑汽车运行工况的前提下提高集成度是降低成本、改善重量和尺寸的一个途径。将空调/热泵系统,发动机冷却,余热回收系统以及电池管理等集成统一进行热管理是降低成本,改善空间利用情况的一个途径。

发明内容

[0005] 应对现有的在混合动力汽车整车热管理技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种基于混合动力汽车的整车热管理系统与方法,可以有效的解决目前大多数混合动力汽车整车热管理系统集成度低,汽车空间利用率低,满足的工况有限,热量未能得到很好的分配和利用等问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0007] 一种基于混合动力汽车的整车热管理系统,包括四通换向阀9,四通换向阀9的D端口接压缩机21的出口,A端口接压缩机21的入口,C端口接四通阀一10的B端口,B端口接四通阀二8的C端口,四通阀二8的D端口接外部换热器22的入口,四通阀二8的B端口接膨胀机20的出口,四通阀二8的A端口接四通阀一10的A端口,外部换热器22的出口接三通阀一6的B端口,三通阀一6的A端口接膨胀阀一23的入口,膨胀阀一23的出口接三通阀二7的A端口,三通阀二7的C端口接内部换热器24的入口,内部换热器24的出口接四通阀一10的D端口,三通阀一6的C端口接四通阀三11的A端口,四通阀三11的C端口接三通阀二7的B端口,四通阀三11的D端口接膨胀阀二25的入口,膨胀阀二25的出口接冷却器26一侧的入口,冷却器26一侧的出口接四通阀一10的C端口,冷却器26另一侧的入口通过阀二2接电池包27的出口,冷却器26另一侧的出口接水箱一28的入口,水箱一28的出口接泵一29的入口,泵一29的出口接电池包27的入口,四通阀三11的B端口接压缩机18的入口;压缩机18的出口接预热器14一侧的入口,预热器14一侧的出口接尾气换热器19的入口,尾气换热器19的出口接膨胀机20的入口,预热器14另一侧入口接四通阀四12的C端口和四通阀五5的C端口,四通阀四12的A端口接发动机13的出口,四通阀四12的D端口接电池包27的出口,四通阀四12的B端口接三通阀四4的A端口和四通阀五5的B端口,并通过阀一1接水箱一28的入口,预热器14另一侧出口接三通阀三3的A端口,三通阀三3的B端口接水箱一28的入口,三通阀三3的C端口接冷凝器15的入口,冷凝器15的出口接三通阀四4的C端口,三通阀四4的B端口接水箱二16的入口,水箱二16的出口接泵二17的入口,泵二17的出口接四通阀五5的A端口,四通阀五5的D端口接发动机13的入口。

[0008] 所述外部换热器22采用风冷换热器,置于车辆前部风道。

[0009] 所述外部换热器24置于乘员舱内。

[0010] 所述冷凝器15置于汽车前段,采用风冷换热器。

[0011] 本发明还提供了利用所述基于混合动力汽车的整车热管理系统的整车热管理方法,通过调整各阀的通断,实现发动机单独散热和余热回收发电模式、电池包单独散热模式、发动机与电池包共同散热和余热回收发电模式模式、电池包与发动机相互预热模式、余热回收发电与空调制冷耦合模式、余热回收发电与空调制热耦合模式和空调制冷冷却电池模式共计七种工作模式。

[0012] 具体地:

[0013] 当发动机工作,排放尾气,电池不工作,不需要制冷或制热时,发动机冷却回路、尾气余热回收回路运行,空调/热泵系统关闭,余热品位满足回收发电时,启动发动机单独散热和余热回收发电模式;

[0014] 当需要电池工作,发动机不工作,不需要制冷或制热时,电池包冷却回路运行,发动机冷却回路不运行,空调/热泵系统关闭,启动电池包单独散热模式;

[0015] 当发动机和电池都工作,不需要制冷或制热时,发动机和电池包都需要冷却,空调/热泵系统关闭,余热回收回路运行,启动发动机与电池包共同散热和余热回收发电模式;

[0016] 当环境温度低于预设低温值时,需要给发动机和电池包预热,发动机启动时给电池包预热,电池包启动时给发动机预热,启动电池包与发动机相互预热模式;

[0017] 当驾驶舱需要制冷时,空调/热泵系统处在制冷模式下,余热品味满足回收发电,启动余热回收发电与空调制冷耦合模式;

[0018] 当驾驶舱需要制热时,空调/热泵系统处在制热模式下,余热品味满足回收发电,启动余热回收发电与空调制热耦合模式;

[0019] 当发动机运行中电池包温度不在安全范围内,需要冷却时,启动空调制冷冷却电池模式。

[0020] 在余热回收系统与空调/热泵系统的耦合中,由于共用了外部换热器/内部换热器,因此使用适合两个系统的工质,如CO₂。

[0021] 与现有技术相比,本发明通过阀门开度及通断的控制,可以实现动力部件间的单独散热、共同散热和相互预热,并可以实现空调制冷过程冷却电池包。本发明通过预热器、尾气热交换器及膨胀机,可以实现对动力部件的余热进行回收发电。本发明通过共用内部换热器/外部换热器部件实现空调/热泵系统与余热回收发电系统的耦合,实现余热回收利用以及空调制冷/制热。本发明通过四通阀、三通阀、单向阀的合理布置,实现简单操控,满足多种不同需求工况。

附图说明

[0022] 图1为本发明的一种混合动力汽车整车热管理系统。

[0023] 图2为本发明所述的发动机散热和余热回收发电回路。

[0024] 图3为本发明所述的电池包单独散热回路。

[0025] 图4为本发明所述的发动机与电池包共同散热和余热回收发电回路。

[0026] 图5为本发明所述的发动机与电池包相互预热回路。

[0027] 图6为本发明所述的余热回收发电系统与空调制冷系统耦合回路。

[0028] 图7为本发明所述的发动机负荷较小时余热回收发电系统与空调制热系统耦合回路。

[0029] 图8为本发明所述的发动机负荷适中时余热回收发电并制热回路。

[0030] 图9为本发明所述的发动机负荷较大时余热回收发电并制热回路。

[0031] 图10为本发明所述的空调制冷冷却电池包回路。

[0032] 图11为本发明所述的三通阀及端口设置。

[0033] 图12为本发明所述的四通阀及端口设置。

[0034] 图13为本发明所述的四通换向阀及端口设置。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0036] 如图1、图11、图12和图13所示,本发明一种基于混合动力汽车的整车热管理系统,包括四通换向阀9,四通换向阀9的D端口接压缩机21的出口,A端口接压缩机21的入口,C端口接四通阀一10的B端口,B端口接四通阀二8的C端口,四通阀二8的D端口接外部换热器22的入口,四通阀二8的B端口接膨胀机20的出口,四通阀二8的A端口接四通阀一10的A端口,外部换热器22的出口接三通阀一6的B端口,三通阀一6的A端口接膨胀阀一23的入口,膨胀阀一23的出口接三通阀二7的A端口,三通阀二7的C端口接内部换热器24的入口,内部换热

器24的出口接四通阀一10的D端口,三通阀一6的C端口接四通阀三11的A端口,四通阀三11的C端口接三通阀二7的B端口,四通阀三11的D端口接膨胀阀二25的入口,膨胀阀二25的出口接冷却器26一侧的入口,冷却器26一侧的出口接四通阀一10的C端口,冷却器26另一侧的入口通过阀二2接电池包27的出口,冷却器26另一侧的出口接水箱一28的入口,水箱一28的出口接泵一29的入口,泵一29的出口接电池包27的入口,四通阀三11的B端口接压缩机18的入口;压缩机18的出口接预热器14一侧的入口,预热器14一侧的出口接尾气换热器19的入口,尾气换热器19的出口接膨胀机20的入口,预热器14另一侧入口接四通阀四12的C端口和四通阀五5的C端口,四通阀四12的A端口接发动机13的出口,四通阀四12的D端口接电池包27的出口,四通阀四12的B端口接三通阀四4和四通阀五5的B端口,并通过阀一1接水箱一28的入口,预热器14另一侧出口接三通阀三3的A端口,三通阀三3的B端口接水箱一28的入口,三通阀三3的C端口接冷凝器15的入口,冷凝器15的出口接三通阀四4的C端口,三通阀四4的B端口接水箱二16的入口,水箱二16的出口接泵二17的入口,泵二17的出口接四通阀五5的A端口,四通阀五5的D端口接发动机13的入口。

[0037] 根据不同工况需求,本发明整车热管理方法,可实现共计七种工作模式,分别为:

[0038] 1、发动机散热和余热回收单独发电模式:此模式适用于发动机冷却回路、尾气余热回收回路运行,空调/热泵系统关闭,即,当发动机工作,排放尾气,电池不工作,不需要制冷或制热时,余热品位满足回收发电时启动该模式。三通阀三3的AC通路,三通阀四4和四通阀五5的AD通路,四通阀四12的AC通路,四通阀二8的BD通路以及四通阀三11的BD通路,可以回收发电。

[0039] 其具体循环过程为:冷工质经过泵二17后经四通阀五5的AD通路经过发动机13,吸收热量冷却发动机,经四通阀四12的AC通路流经预热器14给压缩机18出来的工质预热,经过三通阀三3的AC通路进入冷凝器15散热,随后经三通阀四4的BC通路经过水箱二16,再回到泵进行下一次循环;压缩机18压缩工质后首先经过预热器14预热,进入尾气换热器19吸收高温尾气热量后,进入膨胀机20做功输出电力,做功后通过四通阀二8的BD通路经过外部换热器22冷凝,再经过三通阀一6的BC通路、四通阀三11的AB通路回到压缩机18进行下一次循环。其循环图参阅图2:发动机冷却并对尾气余热回收动力循环预热的循环回路为:发动机13—四通阀四12—预热器14—三通阀三3—冷凝器15—三通阀四4—水箱二16—泵二17—四通阀五5—发动机13;尾气余热回收发电的循环回路为:压缩机18—预热器14—尾气换热器19—膨胀机20—四通阀二8—外部换热器22—三通阀一6—四通阀三11—压缩机18。

[0040] 其循环原理为:液体工质由泵二17带动,发动机冷却循环中饱和液态工质从水箱出发,经过泵后变为过冷液态。随后过冷液态工质经过发动机13吸收热载荷散发的热量并冷却发动机,后经冷凝器15散去多余热量回到水箱,完成一个循环。余热回收动力循环中工质经压缩机18压缩后,先经过预热器14余热,再通过尾气换热器19吸收高温尾气热量,进入膨胀机20做功输出电力,最后通过外部换热器22冷凝回到压缩机18,完成一个循环。

[0041] 2、电池包单独散热模式:此模式适用于空调系统和发动机系统不运行,仅电池运行,对电池包单独冷却时。即,当需要电池工作,发动机不工作,不需要制冷或制热时,电池包冷却回路运行,发动机冷却回路不运行,空调/热泵系统关闭时,启动该模式。此时关闭阀一1和阀二2,四通阀四12的BD通路,四通阀五5的B端口关闭,三通阀四4的AC通路,三通阀三3的BC通路,仅利用空冷散热模式的冷凝器15对电池包进行散热。

[0042] 其具体循环过程为:冷工质经过泵一29流经电池包27吸收热量冷却电池包,通过四通阀四12的BD通路,随后经过三通阀四4的AC通路经过冷凝器15散热,再经过三通阀三3的BC通路流入水箱一28,回到泵一29进行下一次循环。其循环回路参阅图3:电池包27—四通阀四12—三通阀四4—冷凝器15—三通阀三3—水箱一28—泵一29—电池包27。

[0043] 其循环原理为:液态工质由泵一29带动,经过电池包27吸收热量冷却电池包,流入冷凝器15散热随后回到水箱一28完成一个循环。

[0044] 3、发动机与电池包共同散热和余热回收发电模式:此模式适用于空调系统不运行,发动机和电池包都运行,需要对发动机和电池包同时散热并启动余热回收系统的情况下。即,当发动机和电池都工作,不需要制冷或制热时,发动机和电池包都需要冷却,空调/热泵系统关闭,启动该模式。此时打开阀一1,关闭阀二2,四通阀四12AD通路,四通阀五5CD通路,三通阀三3AC通路,三通阀四4AC通路,仅利用空冷散热模式的冷凝器15对发动机13和电池包27同时进行散热。

[0045] 其具体循环过程为:冷工质经过泵一29流经电池包27吸收热量并冷却却电池包,通过四通阀四12的AD通路,流经发动机13吸收热量冷并却发动机,通过四通阀五5的CD通路、流入预热器14预热,然后通过三通阀三3的AC通路进入冷凝器15散热,最后通过三通阀四4的AC通路、阀一1流入水箱一28,回到泵一29进行下一次循环;压缩机18压缩工质后首先经过预热器14预热,进入尾气换热器19吸收高温尾气热量后,进入膨胀机20做功输出电力,做功后通过四通阀二8的BD通路经过外部换热器22冷凝,再经过三通阀一6的BC通路、四通阀三11的AB通路回到压缩机18进行下一次循环。其循环回路参阅图4:发动机与电池包共同散热的循环回路为:电池包27—四通阀四12—发动机13—四通阀五5—预热器14—三通阀三3—冷凝器15—三通阀四4—阀一1—水箱一28—泵一29—电池包27。尾气余热回收发电的循环回路为:压缩机18—预热器14—尾气换热器19—膨胀机20—四通阀二8—外部换热器22—三通阀一6—四通阀三11—压缩机18。

[0046] 其循环原理为:液态工质由泵一29带动,先后经过电池包27和发动机13吸收热量并冷却电池包27和发动机13,经预热器预热回收发电系统后流入冷凝器15散热随后回到水箱一28完成一个循环。余热回收动力循环中工质经压缩机18压缩后,先经过预热器14余热,再通过尾气换热器19吸收高温尾气热量,进入膨胀机20做功输出电力,最后通过外部换热器22冷凝回到压缩机18,完成一个循环。

[0047] 4、发动机与电池包相互预热模式:此模式适用于当发动机或电池包在运行时,在温度较低的环境中,需要对电池包或者发动机进行预热。即,当环境温度低于预设低温值时,需要给发动机和电池包预热,发动机启动时给电池包预热,电池包启动时给发动机预热,启动该模式。此时阀一1打开,阀二2关闭,四通阀五5的BD通路,三通阀四4的A端口关闭,四通阀四12的AD通路,利用发动机的余热加热电池包或利用电池包余热加热发动机。

[0048] 其具体循环过程为:工质经过泵一29流经电池包27,通过四通阀四12的AD通路流经发动机13,通过四通阀五5的BD通路和阀一1流入水箱一28,回到泵一29进行下一次循环。其循环回路参阅图5:电池包27—四通阀四12—发动机13—四通阀五5—阀一1—水箱一28—泵一29—电池包27。

[0049] 其循环原理为:工质由泵一29带动,先后流经电池包27,发动机13中再回到水箱一28完成一个循环。若仅电池包在运行,则工质先在电池包27中吸收电池、散热量,再流经发

动机13放热,达到暖缸效果。若仅发动机在运行,则工质先在发动机13处吸收热量,随后进入泵一29中由其带动进入电池包,发动机冷却13散发热量,达到电池包的预热效果。

[0050] 5、余热回收发电系统与空调制冷系统耦合模式:此模式适用于当发动机运行排出高温尾气时,空调系统处在制冷模式下,此时通过共用外部换热器冷凝工质将两个系统耦合。即,当驾驶舱需要制冷时,空调/热泵系统处在制冷模式下,余热品味满足回收发电,启动该模式。此时四通阀二8的BD、CD通路,四通阀三11的AC通路,三通阀一6的BA、BC通路,三通阀二7的AC通路,四通阀一10的BD通路,达到空调制冷与余热回收的集成。

[0051] 其具体循环过程为:压缩机18压缩工质后首先经过预热器14预热,进入尾气换热器19吸收高温尾气热量后,进入膨胀机20做功输出电力,做功后通过四通阀二8的BD通路与空调系统中从四通阀二8的CD通路流出的工质汇合,经过外部换热器22冷凝,经过三通阀一6的BC通路分流、再通过四通阀三11的AB通路回到压缩机18进行下一次循环;压缩机21压缩后的工质经四通换向阀9的BD通路、四通阀二8的CD通路与余热回收系统中从四通阀二8的BD通路流出的工质汇合,经过外部换热器22冷凝,经过三通阀一6的AB通路分流后流经膨胀阀一23,通过三通阀二7的AC通路流入内部换热器24,再通过四通阀一10的BD通路、四通换向阀9的AC通路回到压缩机21进行下一次循环。其循环回路参阅图6:其中为乘员舱制冷的循环回路为:压缩机21—四通阀9—四通阀二8—外部换热器22—三通阀一6—膨胀阀一23—三通阀二7—外部换热器24—四通阀一10—四通换向阀9—压缩机21。尾气预热回收发电的循环回路为:压缩机18—预热器14—尾气换热器19—膨胀机20—四通阀二8—外部换热器22—三通阀一6—四通阀三11—压缩机18。

[0052] 其循环原理为:余热回收动力循环中工质经压缩机18压缩后,先经过预热器14余热,再通过尾气换热器19吸收高温尾气热量,进入膨胀机20做功输出电力,最后通过外部换热器22冷凝回到压缩机18,完成一个循环。工质在内部换热器24中吸收乘员舱环境热量,之后进入压缩机21中,工质在经过压缩机压缩后进入外部换热器22冷凝,随后工质进入膨胀阀一23减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0053] 6、余热回收发电系统与空调制热系统耦合模式:此模式适用于当发动机运行排出高温尾气时,此时有三种情况,当发动机负荷较小时,空调系统开启制热模式下,此时通过共用内部换热器冷凝工质将两个系统耦合。即,驾驶舱需要制热时,空调/热泵系统处在制热模式下,余热品味满足回收发电,启动该模式。此时四通阀二8的AB、CD通路,四通阀一10的AD、BD通路,三通阀二7的AC、BC通路,四通阀三11的BC通路,三通阀一6的AB通路,达到空调制热与余热回收的集成;当发动机负荷适中时,此时空调不需要开启,直接利用余热回收系统中在内部换热器24放出的热量给乘员舱供暖,此时四通阀二8的AB通路,四通阀一10的AD通路,三通阀二7的BC通路,四通阀三11的BC通路,达到余热回收利用的同时给乘员舱供暖;当发动机负荷较大时,在内部换热器24放出的热量超过所需热量,需要同时用内部换热器和外部换热器冷凝,此时四通阀二8的AB、BD通路,四通阀一10的AD通路,三通阀二7的BC通路,三通阀一6的BC通路,四通阀三11的BC、AC通路,到余热回收利用的同时给乘员舱供暖。

[0054] 其具体循环过程为:当发动机负荷较小时,余热回收系统和空调制热系统耦合,此时压缩机18压缩工质后首先经过预热器14预热,进入尾气换热器19吸收高温尾气热量后,进入膨胀机20做功输出电力,做功后通过四通阀二8的AB通路、四通阀一10的AD通路与空调

制热系统从四通阀一10的BD通路流出的工质汇合,通过内部换热器24冷凝,通过三通阀二7的BC通路分流,再通过四通阀三11的BC通路回到压缩机18进行下一次循环。压缩机21压缩后的工质经四通换向阀9的CD通路、四通阀一10的BD通路与余热回收系统中从四通阀一10的AD通路流出的工质汇合,经过内部换热器22冷凝,经过三通阀二7的AB通路分流后流经膨胀阀一23,通过三通阀一6的AB通路流入外部换热器24,再通过四通阀二8的CD通路、四通换向阀9的AB通路回到压缩机21进行下一次循环。其循环回路参阅图7:其中为乘员舱制热的循环回路为:压缩机21—四通换向阀9—四通阀一10—内部换热器24—膨胀阀一23—三通阀一6—外部换热器22—四通阀二8—四通换向阀9—压缩机21。尾气预热回收发电的循环回路为:压缩机18—预热器14—尾气换热器19—膨胀机20—四通阀二8—四通阀一10—内部换热器24—三通阀二7—四通阀三11—压缩机18。

[0055] 当发动机负荷适中时,空调不需要开启,直接利用余热回收系统中在内部换热器24放出的热量给乘员舱供暖,此时压缩机18压缩工质后首先经过预热器14预热,进入尾气换热器19吸收高温尾气热量后,进入膨胀机20做功输出电力,做功后通过四通阀二8的AB通路、四通阀一10的AD通路流入内部换热器24冷凝,通过三通阀二7的BC通路、四通阀三11的BC通路回到压缩机18进行下一次循环。其循环回路参阅图8:压缩机18—预热器14—尾气换热器19—膨胀机20—四通阀二8—四通阀一10—内部换热器24—三通阀二7—四通阀三11—压缩机18。

[0056] 当发动机负荷较大时,在内部换热器24放出的热量超过所需热量,需要同时用内部换热器24和外部换热器22冷凝,此时压缩机18压缩工质后首先经过预热器14预热,进入尾气换热器19吸收高温尾气热量后,进入膨胀机20做功输出电力,做功后通过四通阀二8的AB、BD通路分为两条支路,一条经过四通阀一10的AD通路,流入内部换热器24,通过三通阀二7的BC通路、四通阀三11的BC通路回到压缩机18进行下一次循环,另一条流入外部换热器22,通过三通阀一6的BC通路、四通阀三11的AD通路回到压缩机18进行下一次循环。其循环回路参阅图9:一条支路为:压缩机18—预热器14—尾气换热器19—膨胀机20—四通阀二8—四通阀一10—内部换热器24—三通阀二7—四通阀三11—压缩机18,另一条支路为:压缩机18—预热器14—尾气换热器19—膨胀机20—四通阀二8—外部换热器22—三通阀一6—四通阀三11—压缩机18。

[0057] 其循环原理为:当发动机负荷较小时,余热回收动力循环中工质经压缩机18压缩后,先经过预热器14预热,再通过尾气换热器19吸收高温尾气热量,进入膨胀机20做功输出电力,最后通过内部换热器24冷凝并放热提供一部分热量给乘员舱,最后回到压缩机18,完成一个循环。工质在外部换热器22中吸收外界环境热量,之后进入压缩机21中,工质在经过压缩机压缩后进入内部换热器24,提供一部分热量给乘员舱环境中,随后工质进入膨胀阀一23减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0058] 当发动机负荷适中时,热回收动力循环中工质经压缩机18压缩后,先经过预热器14预热,再通过尾气换热器19吸收高温尾气热量,进入膨胀机20做功输出电力,最后通过内部换热器24冷凝并放热提供足够的热量给乘员舱,最后回到压缩机18,完成一个循环。

[0059] 当发动机负荷较大时,热回收动力循环中工质经压缩机18压缩后,先经过预热器14预热,再通过尾气换热器19吸收高温尾气热量,进入膨胀机20做功输出电力,后分为两条支路,一条通过内部换热器24冷凝并放热提供足够的热量给乘员舱,最后回到压缩机18,完

成一个循环,另一条通过外部换热器22冷凝散热,最后回到压缩机18,完成一个循环。

[0060] 7、空调制冷冷却电池包模式,此模式适用于当发动机运行中电池包温度不在安全范围内时,可以通过开启空调另一条路径利用冷却器冷却电池包路径中的液体工质。即,当发动机运行中电池包温度不在安全范围内,需要冷却时,启动该模式。此时打开阀二2,四通阀四12的D端口关闭,四通阀二8的CD通路,三通阀的AB、BC通路,四通阀三11的AD通路,四通阀一10的BD、BC通路,完成空调制冷冷却电池包模式。

[0061] 其具体循环过程为:压缩机21压缩后的工质经四通换向阀9的BD通路、四通阀二8的CD通路,经过外部换热器22冷凝,通过三通阀一6的BC通路、四通阀三11的AD通路流经膨胀阀二25,流入冷却器26吸收热量,再通过四通阀一10的BC通路、四通换向阀9的AC通路回到压缩机进行下一次循环;工质经过泵一29流经电池包27,通过阀二2流入冷却器26放出热量,再流入水箱一28随后回到泵进行下一次循环。其循环回路参阅图10:电池包的散热回路为:电池包27—阀二2—冷却器26—水箱一28—泵一29—电池包27;空调制冷回路为:压缩机21—四通阀九—四通阀二8—外部换热器22—三通阀一6—四通阀三11—膨胀阀二25—冷却器26—四通阀一10—四通阀九—压缩机21。

[0062] 其循环原理为:工质在冷却器26中吸收热量,之后进入压缩机21中,工质在经过压缩机压缩后进入外部换热器22冷凝,随后工质进入膨胀阀二25减压降温至循环初态,完成一个循环。液态工质由泵一29带动,经过电池包27吸收热量冷却电池包,流入冷却器26散热随后回到水箱一28完成一个循环。

[0063] 综上,本发明整车热管理回路中,可以通过控制阀门的通断,实现了电池包、发动机和空调系统的集成热管理,可以调节不同的运行模式,满足单独散热,共同散热以及相互预热的需求,通过余热回收系统与空调/热泵系统的耦合满足制冷/制热的同时实现余热回收,并且通过空调制冷系统与电池包热管理的耦合,实现在特殊条件下空调制冷冷却电池包的需求。本发明通过压缩机、预热器、膨胀机等部件与空调系统的耦合在不运行空调或制冷/制热情况下共用外部换热器/内部换热器来实现余热回收,实现空调/热泵系统与余热回收系统的集成热管理。整套系统具有较高的集成度,可以有效利用汽车空间,并且多种工作模式应对多种工况,可有效提高混合动力汽车的能源利用效率,提高经济性,改善环境。

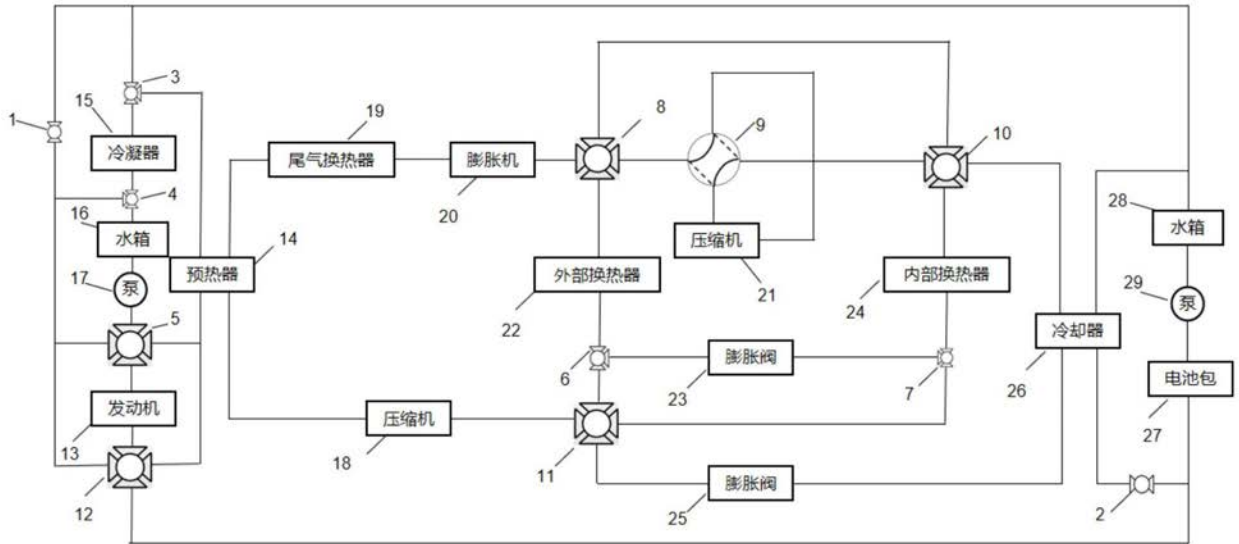


图1

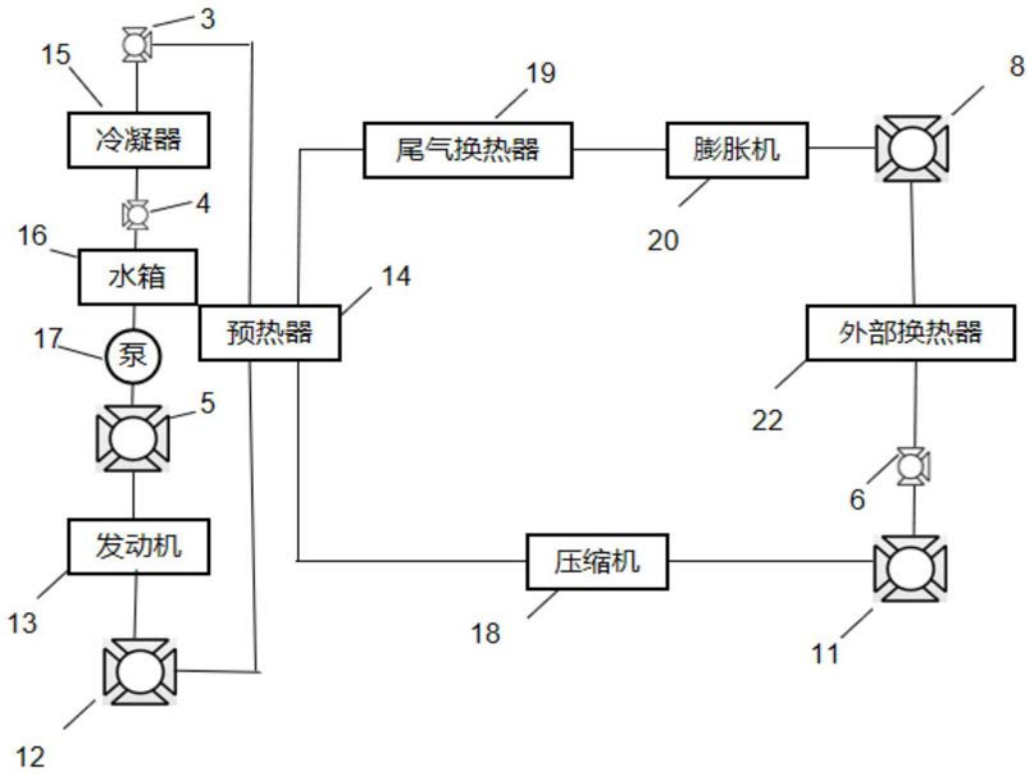


图2

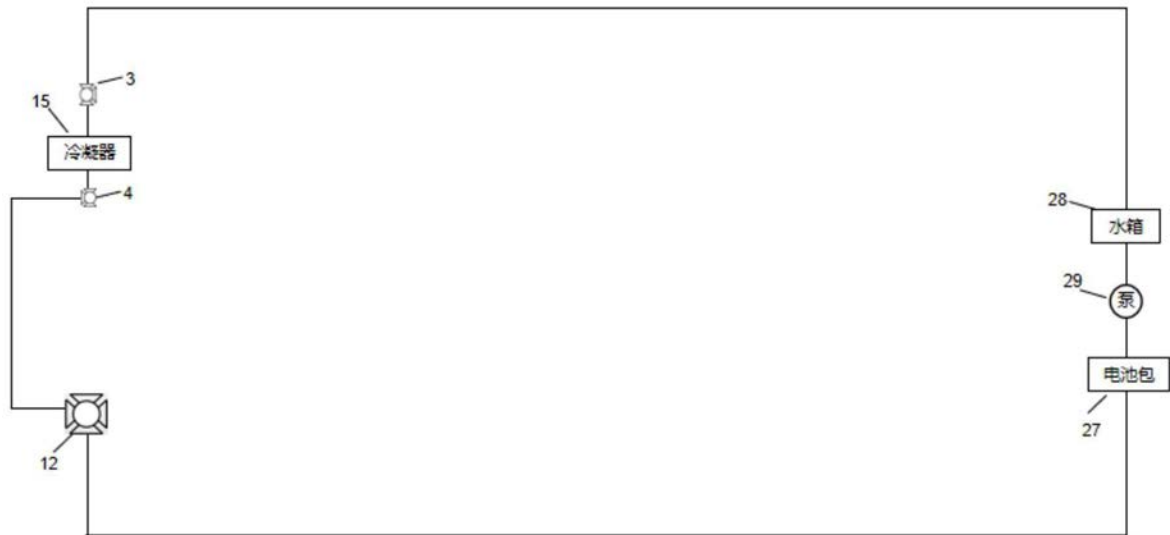


图3

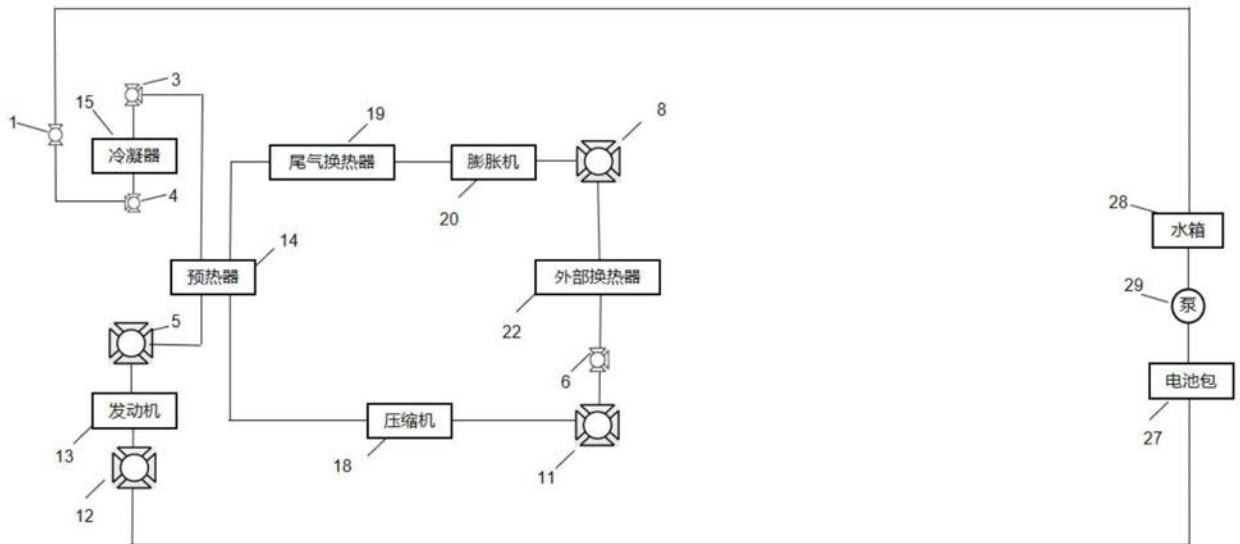


图4



图5

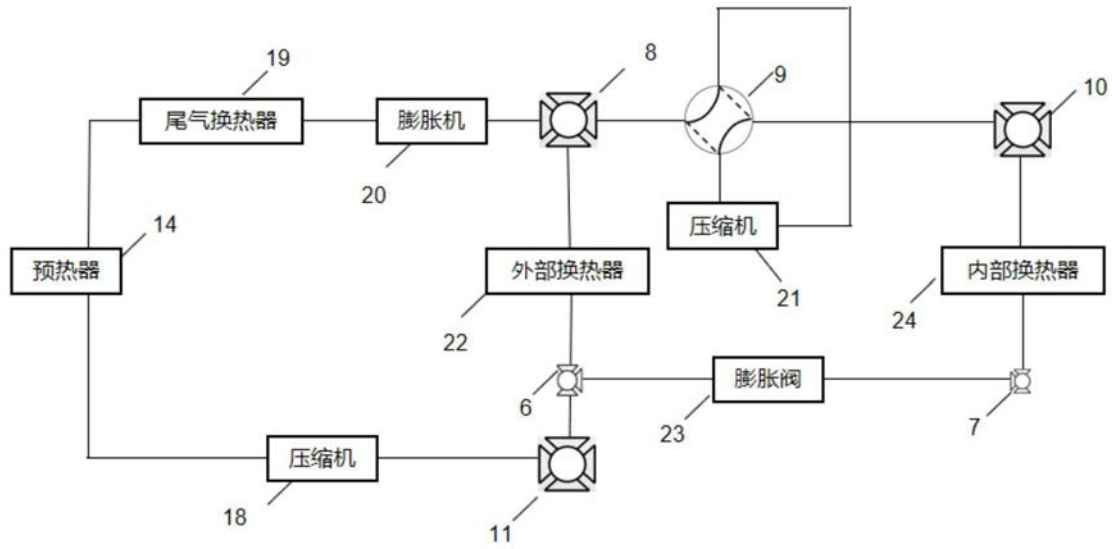


图6

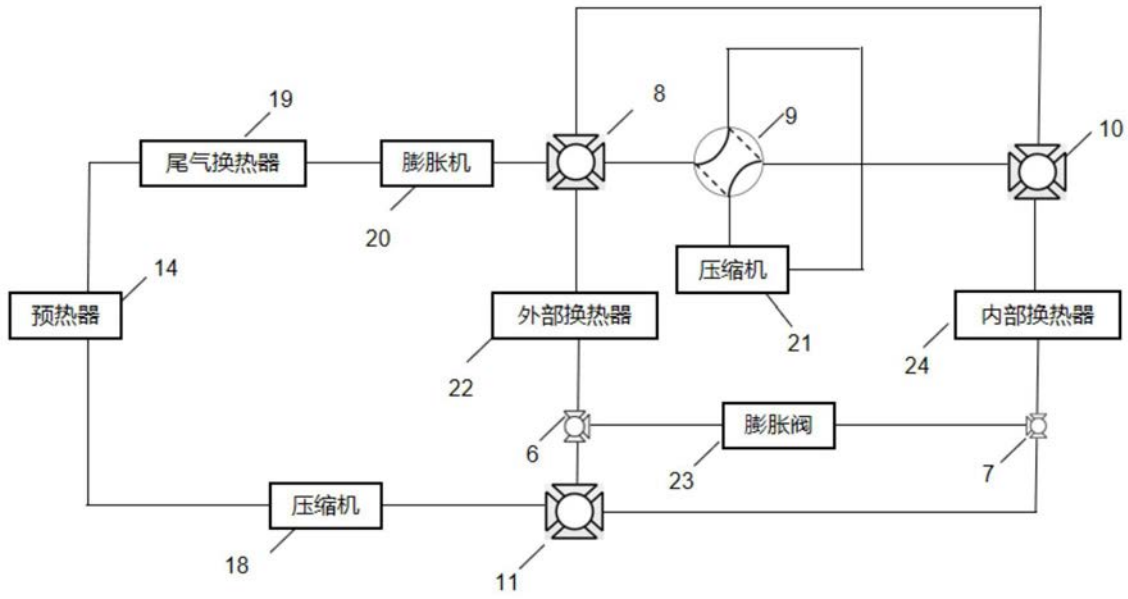


图7

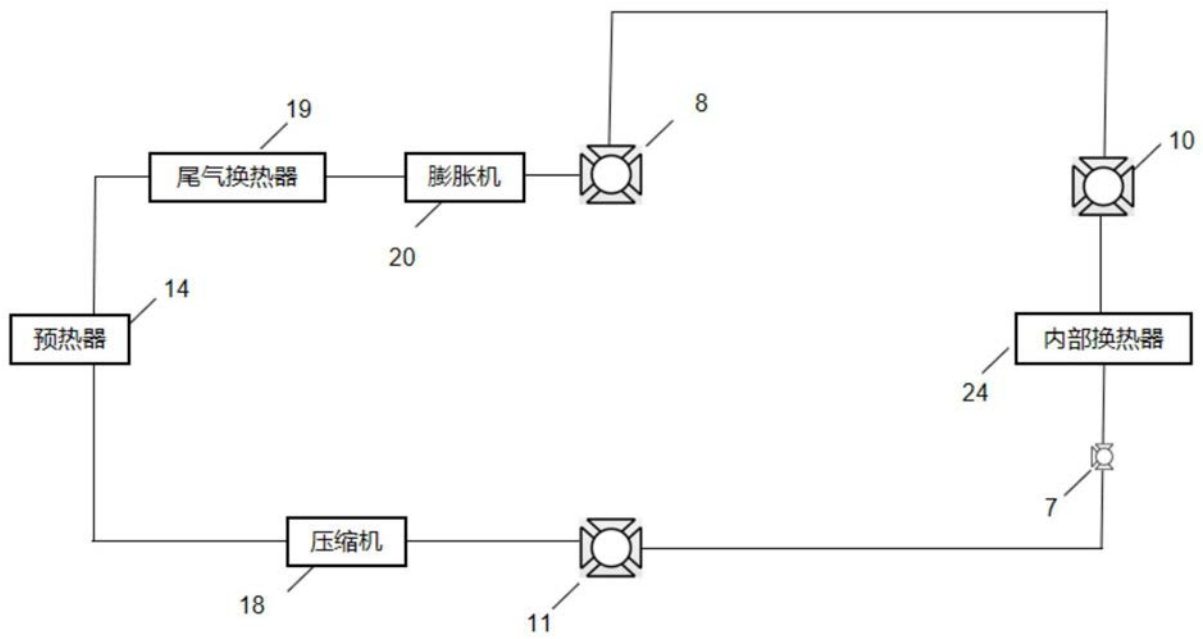


图8

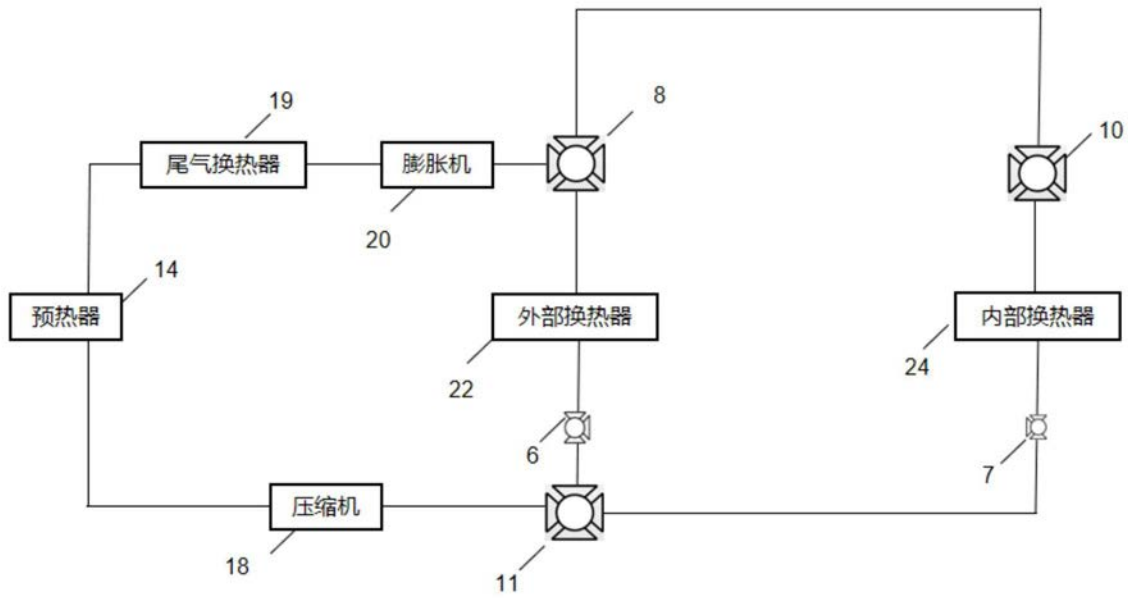


图9

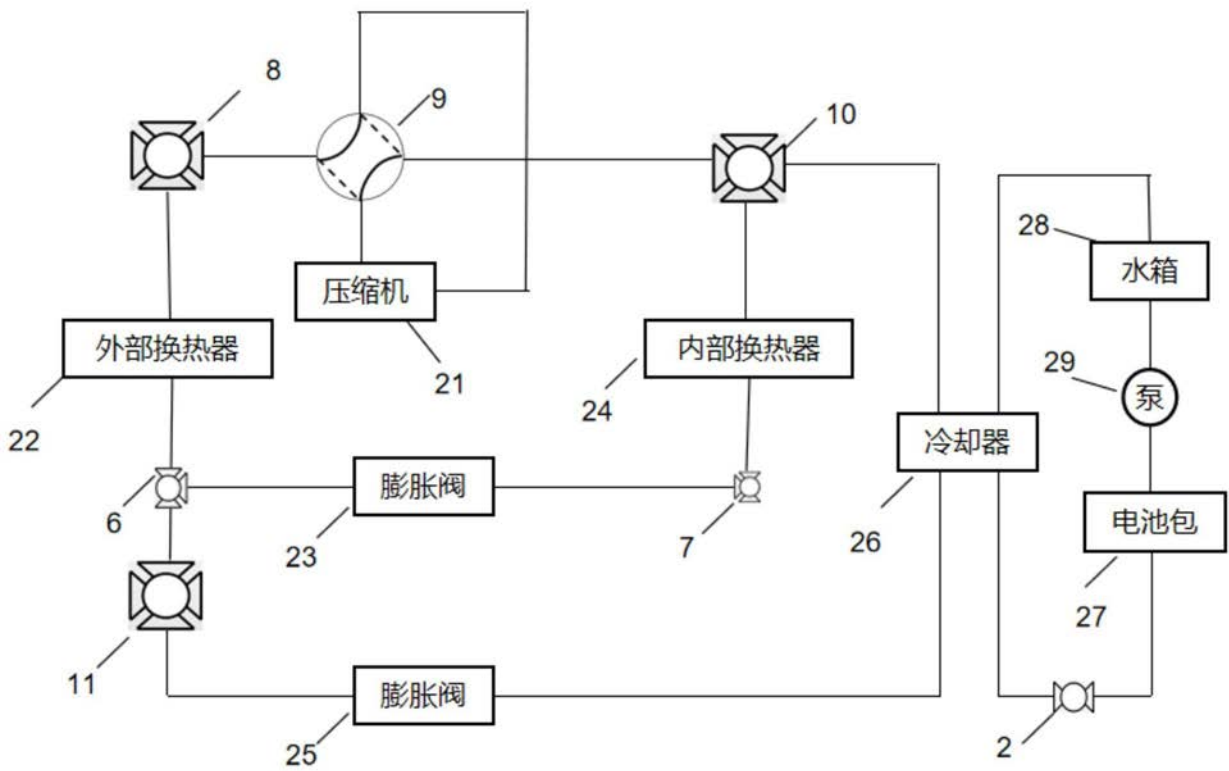


图10

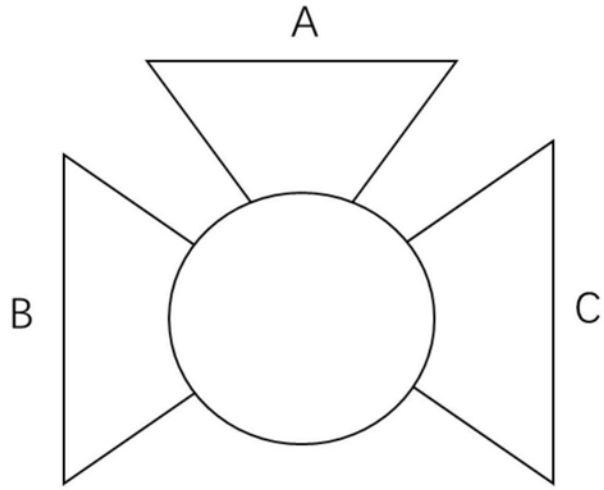


图11

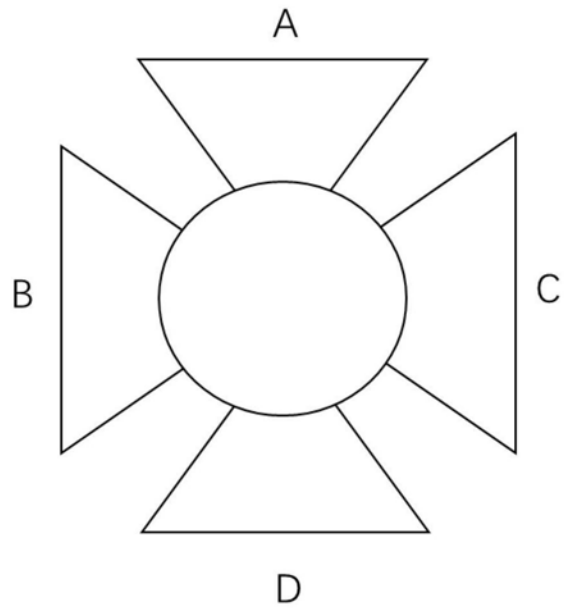


图12

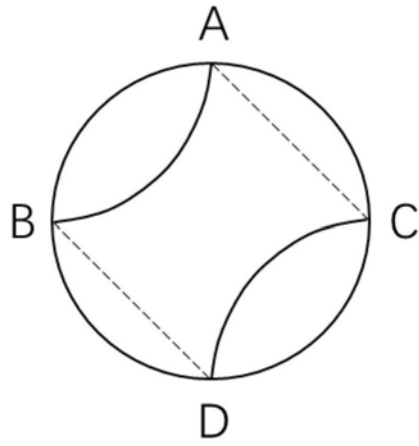


图13