



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111002782 A

(43)申请公布日 2020.04.14

(21)申请号 201911163394.1

(22)申请日 2019.11.25

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 席奂 郝艺伟 李明佳 王金华 马卓

(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)

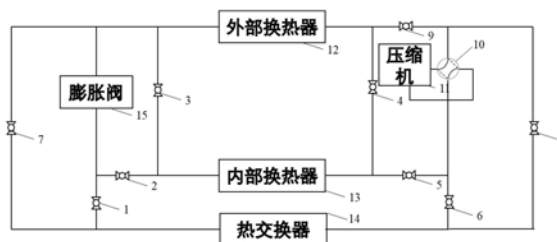
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种新能源汽车的空调/热泵系统及基于该系统的热管理方法

(57)摘要

本发明公开了一种新能源汽车热泵/空调系统。其热源可随意组合变换,具有多种运行工况,可适用于混合动力汽车、电动汽车、燃料电池汽车或任意冷热源需组合变换、工况多样复杂的情形。通过阀门调节,其内部换热器、外部换热器及热交换器可相互组合充当热源或冷源,在满足乘员舱内的制热、制冷需求的同时,不影响其对动力系统进行散热/余热回收或加热等功能,并可以合理分配车内的热管理需求。整套热泵/空调系统可调控为6种运行模式,满足12种使用工况,其灵活性、集成度、适应工况以及热量调控分配能力相比于现有系统更强,使得车辆能够随意调控热管理系统以适应多变的工况,提升整车能量利用效率,具有较大的应用价值。



1. 一种新能源汽车的空调/热泵系统,其特征在于,包括四通换向阀(10),四通换向阀(10)的B端口接压缩机(11)的出口,D端口接压缩机(11)的入口,A端口通过阀八(8)接热交换器(14)的一侧入口,通过阀九(9)接外部换热器(12)的入口,D端口通过阀五(5)接内部换热器(13)的入口,通过阀六(6)接热交换器(14)的一侧入口,内部换热器(13)的入口通过阀四(4)接外部换热器(12)的入口,内部换热器(13)的出口通过阀三(3)接外部换热器(12)的出口,通过阀二(2)接膨胀阀(15)的出口,热交换器(14)的一侧出口通过阀七(7)接外部换热器(12)的出口,通过阀一(1)接膨胀阀(15)的出口,膨胀阀(15)的入口接外部换热器(12)的出口。

2. 根据权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统,其特征在于,所述外部换热器(12)采用风冷换热器,置于车辆前部风道。

3. 根据权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统,其特征在于,所述内部换热器(13)置于乘员舱内。

4. 根据权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统,其特征在于,所述热交换器(14)另一侧入口/出口与车辆热载荷流通工质相连通,用于对动力载荷进行额外热管理。

5. 基于权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统的热管理方法,其特征在于,内部换热器(13)与热交换器(14)使用同一热源,从而满足两种车辆运行工况:

当热载荷回路及乘员舱内皆需制冷时,从热载荷回路及乘员舱内吸收热量,并放热至环境中,循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀九(9)—外部换热器(12)—膨胀阀(15)—分流于阀一(1)、阀二(2)—内部换热器(13)、热交换器(14)—阀五(5)、阀六(6)—合流于四通换向阀(10)—压缩机(11);

当热载荷回路及乘员舱内皆需制热时,吸收环境热量,放给动力载荷及乘员舱,循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—分流于阀五(5)、阀六(6)—内部换热器(13)、热交换器(14)—阀一(1)、阀二(2)—膨胀阀(15)—外部换热器(12)—阀九(9)—合流于四通换向阀(10)—压缩机(11)。

6. 基于权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统的热管理方法,其特征在于,外部换热器(12)与热交换器(14)使用同一热源,从而满足两种车辆运行工况:

当热载荷回路需要制热而乘员舱内需要制冷时,将乘员舱内热量向热载荷回路转移,若此时乘员舱内热量大于热载荷所需热量,则通过外部换热器回路分流一部分热量,循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—分流于阀九(9)、阀八(8)—外部换热器(12)、热交换器(14)与阀七(7)—膨胀阀(15)—阀二(2)—内部换热器(13)—阀五(5)—合流于四通换向阀(10)—压缩机(11);

当热载荷需要制冷而乘员舱需要制热时,将热载荷热量传递至乘员舱,若此时热载荷散热量不足以满足乘员舱所需热量,则通过外部换热器使用外部环境作为热源,提供额外热量,循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀五(5)—内部换热器(13)—阀二(2)—膨胀阀(15)—分流于外部换热器(12)、阀七(7)—阀九(9)、热交换器(14)与阀八(8)—合流于四通换向阀(10)—压缩机(11)。

7. 基于权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统的热管理方法,其特征在于,内部换热器(13)与外部换热器(12)使用同一热源,从而满足两种车辆运行工况:

当乘员舱需要制热而热载荷需要制冷时,将热载荷散热量转移至乘员舱内,若热载荷

散热量大于乘员舱所需热量,使用外部换热器(12)分流一部分热载荷散热量,循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀九(9)—分流于阀四(4)与内部换热器(13)与阀三(3)、外部换热器(12)—合流于膨胀阀(15)—阀一(1)—热交换器(14)—阀六(6)—四通换向阀(10)—压缩机(11);

当乘员舱需要制冷而热载荷需要加热时,将乘员舱热量向热载荷转移,若此时乘员舱内热量不足以满足热载荷所需加热量,通过外部换热器(12)从外部环境获取额外热量,循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀六(6)—热交换器(14)—阀一(1)—膨胀阀(15)—分流于阀三(3)与内部换热器(13)与阀四(4)、外部换热器(12)—合流于阀九(9)—四通换向阀(10)—压缩机(11)。

8.基于权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统的热管理方法,其特征在于,当乘员舱无热管理需求,仅热载荷有热管理需求,使用外部环境对热载荷进行加热或散热。其中对热载荷进行散热的循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀九(9)—外部换热器(12)—膨胀阀(15)—阀一(1)—热交换器(14)—阀六(6)—四通换向阀(10)—压缩机(11)。对热载荷进行预加热的循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀六(6)—热交换器(14)—阀一(1)—膨胀阀(15)—外部换热器(12)—阀九(9)—四通换向阀(10)—压缩机(11)。

9.基于权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统的热管理方法,其特征在于,当热载荷无额外热管理需求,仅乘员舱有热管理需求,使用外部环境为热源对乘员舱制热或制冷。其中为乘员舱制冷的循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀九(9)—外部换热器(12)—膨胀阀(15)—阀二(2)—内部换热器(13)—阀五(5)—四通换向阀(10)—压缩机(11)。为乘员舱供暖的循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀五(5)—内部换热器(13)—阀二(2)—膨胀阀(15)—外部换热器(12)—阀九(9)—四通换向阀(10)—压缩机(11)。

10.基于权利要求1所述新能源汽车的空调/热泵系统的热管理方法,其特征在于,当乘员舱热管理需求刚好与热载荷的热管理需求互补,则直接利用热载荷热量为乘员舱供暖或利用乘员舱热量为动力载荷预热。其中利用热载荷热量为乘员舱供暖循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀五(5)—内部换热器(13)—阀二(2)—膨胀阀(15)—阀七(7)—热交换器(14)—阀八(8)—四通换向阀(10)—压缩机(11)。利用乘员舱热量为动力载荷预热循环回路为:压缩机(11)—四通换向阀(10)—阀八(8)—热交换器(14)—阀七(7)—膨胀阀(15)—阀二(2)—内部换热器(13)—阀五(5)—四通换向阀(10)—压缩机(11)。

一种新能源汽车的空调/热泵系统及基于该系统的热管理方法

技术领域

[0001] 本发明属于新能源汽车热管理技术领域,特别涉及一种新能源汽车的空调/热泵系统及基于该系统的热管理方法。

背景技术

[0002] 交通运输产业蓬勃发展的同时,必然带来大量化石能源的消耗及燃料燃烧排放。汽车发动机热效率、汽车能源利用体系与能源消耗量及污染物排放量直接挂钩。为了提高能源利用率,转变能源利用体系,实现电动化、新能源化和清洁化交通,新能源汽车近些年来受到高度的关注,是一种极具优势的交通问题解决方案。

[0003] 目前,现有的大多数新能源汽车整车热管理系统其各个热管理支路相互独立,未将动力载荷热管理系统与空调等热管理系统集成在一起,造成车内空间利用率低下,热量也未能得到合理的分配与配合。少数研究即便考虑到此方面,但其系统形式相对简单、集成度低,满足工况有限,对能量的利用方式也较为传统和简单,亦有改进余地。合理的空调/热泵系统不仅可以满足动力载荷的热管理需求,加强热管理效果,而且可以大幅降低车辆的能源利用率,解决现有新能源汽车里程焦虑等问题。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种新能源汽车的空调/热泵系统及基于该系统的热管理方法,将空调/热泵系统与动力部件热管理系统集总为一个整体,整套系统可切换为6种模式,满足12种运行工况,使得能量利用率更高,解决新能源汽车里程焦虑等问题。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 一种新能源汽车的空调/热泵系统,包括四通换向阀10,四通换向阀10的B端口接压缩机11的出口,D端口接压缩机11的入口,A端口通过阀八8接热交换器14的一侧入口,通过阀九9接外部换热器12的入口,D端口通过阀五5接内部换热器13的入口,通过阀六6接热交换器14的一侧入口,内部换热器13的入口通过阀四4接外部换热器12的入口,内部换热器13的出口通过阀三3接外部换热器12的出口,通过阀二2接膨胀阀15的出口,热交换器14的一侧出口通过阀七7接外部换热器12的出口,通过阀一1接膨胀阀15的出口,膨胀阀15的入口接外部换热器12的出口。

[0007] 所述外部换热器12采用风冷换热器,置于车辆前部风道。

[0008] 所述内部换热器13置于乘员舱内。

[0009] 所述热交换器14另一侧入口/出口与车辆热载荷流通工质相连通,用于对动力载荷进行额外热管理。

[0010] 本发明还提供了基于所述新能源汽车的空调/热泵系统的热管理方法,根据车辆实时运行情况,通过控制阀门通断切换成6种运行模式,满足12种车辆运行工况。其中内部

换热器13用以满足乘员舱热管理需求,热交换器14用于满足热载荷热管理需求,外部换热器12使用外部环境作为热源。

[0011] 与现有技术相比,本发明热源可随意组合变换,具有多种运行工况,可适用于混合动力汽车、电动汽车、燃料电池汽车或任意冷热源需组合变换、工况多样复杂的情形。通过阀门调节,其内部换热器、外部换热器及热交换器可相互组合充当热源或冷源,在满足乘员舱内的制热、制冷需求的同时,不影响其对动力系统进行散热/余热回收或加热等功能,并可以合理分配车内的热管理需求。整套热泵/空调系统可调控为6种运行模式,满足12种使用工况,其灵活性、集成度、适应工况以及热量调控分配能力相比于现有系统更强,使得车辆能够随意调控热管理系统以适应多变的工况,提升整车能量利用效率,具有较大的应用价值。

附图说明

- [0012] 图1为本发明的一种新能源汽车空调/热泵系统。
[0013] 图2为本发明所述空调/热泵系统第一种循环回路图。
[0014] 图3为本发明所述空调/热泵系统第二种循环回路图。
[0015] 图4为本发明所述空调/热泵系统第三种循环回路图。
[0016] 图5为本发明所述空调/热泵系统第四种循环回路图。
[0017] 图6为本发明所述空调/热泵系统第五种循环回路图。
[0018] 图7为本发明所述空调/热泵系统第六种循环回路图。
[0019] 图8为本发明所述四通换向阀及其端口设置。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0021] 如图1和图8所示,一种新能源汽车的空调/热泵系统,包括四通换向阀10,四通换向阀10的B端口接压缩机11的出口,D端口接压缩机11的入口,A端口通过阀八8接热交换器14的一侧入口,通过阀九9接外部换热器12的入口,D端口通过阀五5接内部换热器13的入口,通过阀六6接热交换器14的另一侧入口,内部换热器13的入口通过阀四4接外部换热器12的入口,内部换热器13的出口通过阀三3接外部换热器12的出口,通过阀二2接膨胀阀15的出口,热交换器14的另一侧出口通过阀七7接外部换热器12的出口,通过阀一1接膨胀阀15的出口,膨胀阀15的入口接外部换热器12的出口。热交换器14另一侧入口/出口与车辆热载荷流通工质相连通,用于对动力载荷进行额外热管理。

[0022] 根据以上结构,外部换热器12入口可通过阀四4与内部换热器13入口并联连接,或通过阀八8与热交换器14入口并联连接;外部换热器12出口可通过阀三3与内部换热器13出口并联连接,或通过阀七7与热交换器14出口并联连接;内部换热器13入口可通过阀四4与外部换热器12入口并联连接,也可以通过阀五5与热交换器14入口并联连接;内部换热器13的出口可通过阀三3与外部换热器12出口并联连接,也可以通过阀一1与热交换器14出口并联连接;热交换器14入口可通过阀六6与内部换热器13入口并联连接,也可以通过阀八8与外部换热器12入口并联连接;热交换器14出口可通过阀一1与内部换热器13的出口并联连接,也可以通过阀七7与外部换热器12出口并联连接;膨胀阀15入口可选择性的与外部换

器12出口、热交换器14出口、内部换热器13出口相连接；膨胀阀15出口可选择性的与外部换热器12出口、热交换器14出口、内部换热器13出口相连接。

[0023] 本发明新能源汽车空调/热泵系统,通过控制阀门通断,可根据车辆实时运行情况切换成6种运行模式如图2~7所示,满足12种车辆运行工况具体工况如下详述。其中内部换热器13用以满足乘员舱热管理需求,热交换器14用于满足热载荷热管理需求,外部换热器12使用外部环境作为热源。

[0024] 图2为本发明空调/热泵系统第一种循环回路图,此时内部换热器13与热交换器14使用同一热源。第一种循环回路具体可满足两种车辆运行工况:

[0025] 当热载荷回路及乘员舱内皆需制冷时,从热载荷回路及乘员舱内吸收热量,并放热至环境中,其具体循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—阀九9—外部换热器12—膨胀阀15—分流于阀一1、阀二2—内部换热器13、热交换器14—阀五5、阀六6—合流于四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质分两路在内部换热器13、热交换器14分别吸收乘员舱内、热载荷散发的热量并成为干饱和气态或过热气态,之后两分路汇合后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入外部换热器12,将热量放出至大气环境中变为饱和液态,随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0026] 当热载荷回路及乘员舱内皆需制热时,吸收环境热量,放给动力载荷及乘员舱环境,其具体循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—分流于阀五5、阀六6—内部换热器13、热交换器14—阀一1、阀二2—膨胀阀15—外部换热器12—阀九9—合流于四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质在外部换热器12中吸收大气环境热量并成为干饱和气态或过热气态,之后进入压缩机11中。工质在经过压缩机压缩后以过热气态分流进入内部换热器13、热交换器14向乘员舱内、热载荷换热器提供热量并变为饱和液态。随后工质进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0027] 图3为本发明空调/热泵系统第二种循环回路图,此时外部换热器12与热交换器14使用同一热源。第二种循环回路具体可满足两种车辆运行工况:

[0028] 当热载荷回路需要制热而乘员舱内需要制冷时,将乘员舱内热量向热载荷回路转移,若此时乘员舱内热量大于热载荷所需热量,则通过外部换热器回路分流一部分热量,循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—分流于阀九9、阀八8—外部换热器12、热交换器14与阀七7—膨胀阀15—阀二2—内部换热器13—阀五5—合流于四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质在内部换热器13中吸收乘员舱环境热量并成为干饱和气态或过热气态,之后进入压缩机11中。工质在经过压缩机压缩后以过热气态分流进入外部换热器12、热交换器14向大气环境、热载荷换热器提供热量并变为饱和液态。随后工质进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0029] 当热载荷需要制冷而乘员舱需要制热时,将热载荷热量传递至乘员舱,若此时热载荷散热量不足以满足乘员舱所需热量,则通过外部换热器使用外部环境作为热源,提供额外热量,循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—阀五5—内部换热器13—阀二2—膨胀阀15—分流于外部换热器12、阀七7—阀九9、热交换器14与阀八8—合流于四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质分两路在外部换热器12、热交换器14分别吸收大气环境内、热载荷散发的热量并成为干饱和气态或过热气态,之后两分路汇合后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入内部换热器13,将热量放出至乘员舱环境中变为饱

和液态,随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0030] 图4为本发明空调/热泵系统第三种循环回路图,此时内部换热器与外部换热器使用同一热源。第三种循环回路具体可满足两种车辆运行工况:

[0031] 当乘员舱需要制热而热载荷需要制冷,可将热载荷散热量转移至乘员舱内,但热载荷散热量大于乘员舱所需热量时,可使用外部换热器分流一部分热载荷散热量。具体循环回路:压缩机11—四通换向阀10—阀九9—分流于阀四4与内部换热器13与阀三3、外部换热器12—合流于膨胀阀15—阀一1—热交换器14—阀六6—四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质在热交换器14中吸热载荷散发的热量并成为干饱和气态或过热气态,之后进入压缩机11中。工质在经过压缩机压缩后以过热气态分流进入外部换热器12、内部换热器13向大气环境、乘员舱环境提供热量并变为饱和液态。随后工质进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0032] 当乘员舱需要制冷而热载荷需要加热时,可将乘员舱热量向热载荷转移,但若此时乘员舱内热量不足以满足热载荷所需加热量,可通过外部换热器从外部环境获取额外热量。具体循环回路:压缩机11—四通换向阀10—阀六6—热交换器14—阀一1—膨胀阀15—分流于阀三3与内部换热器13与阀四4、外部换热器12—合流于阀九9—四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质分两路在外部换热器12、内部换热器13分别吸收大气环境内、乘员舱环境散发的热量并成为干饱和气态或过热气态,之后两分路汇合后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入热交换器14,将热量放出给热载荷并变为饱和液态,随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0033] 图5为本发明空调/热泵系统第四种循环回路图,此时乘员舱无热管理需求,仅热载荷有热管理需求,使用外部环境对热载荷进行加热或散热。

[0034] 其中对热载荷进行散热的循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—阀九9—外部换热器12—膨胀阀15—阀一1—热交换器14—阀六6—四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质在热交换器14中吸收热载荷散发的热量并成为干饱和气态或过热气态,之后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入外部换热器12,将热量放出给大气环境并变为饱和液态,随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0035] 其中对热载荷进行预加热的循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—阀六6—热交换器14—阀一1—膨胀阀15—外部换热器12—阀九9—四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质在外部换热器12中吸收大气环境的热量并成为干饱和气态或过热气态,之后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入热交换器14,将热量放出给热载荷并变为饱和液态,随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0036] 图6为本发明空调/热泵系统第五种循环回路图,此时热载荷无额外热管理需求,仅乘员舱有热管理需求,使用外部环境为热源对乘员舱制热或制冷。

[0037] 其中为乘员舱制冷的循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—阀九9—外部换热器12—膨胀阀15—阀二2—内部换热器13—阀五5—四通换向阀10—压缩机11。循环原理为:饱和液态工质在内部换热器13中吸收大气环境的热量并成为干饱和气态或过热气态,之后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入外部换热器12,将热量放出给大气环境并变为饱和液态,随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态,完成一个循环。

[0038] 其中为乘员舱供暖的循环回路为:压缩机11—四通换向阀10—阀五5—内部换热

器13—阀二2—膨胀阀15—外部换热器12—阀九9—四通换向阀10—压缩机11。循环原理为：饱和液态工质在外部换热器12中吸收大气环境的热量并成为干饱和气态或过热气态，之后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入内部换热器13，将热量放出给乘员舱环境并变为饱和液态，随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态，完成一个循环。

[0039] 图7为本发明空调/热泵系统第六种循环回路图，此时乘员舱热管理需求刚好与热载荷的热管理需求互补。则可直接利用热载荷热量为乘员舱供暖或利用乘员舱热量为动力载荷预热。

[0040] 其中利用热载荷热量为乘员舱供暖循环回路为：压缩机11—四通换向阀10—阀五5—内部换热器13—阀二2—膨胀阀15—阀七7—热交换器14—阀八8—四通换向阀10—压缩机11。饱和液态工质在热交换器14中吸收热载荷的热量并成为干饱和气态或过热气态，之后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩后以过热气态进入内部换热器13，将热量放出给热载荷并变为饱和液态，随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态，完成一个循环。

[0041] 其中利用乘员舱热量为动力载荷预热循环回路为：压缩机11—四通换向阀10—阀八8—热交换器14—阀七7—膨胀阀15—阀二2—内部换热器13—阀五5—四通换向阀10—压缩机11。循环原理为：饱和液态工质在内部换热器13中吸收大气环境的热量并成为干饱和气态或过热气态，之后进入压缩机11。工质在经过压缩机压缩以过热气态进入热交换器14，将热量放出给热载荷并变为饱和液态，随后进入膨胀阀15减压降温至循环初态，完成一个循环。

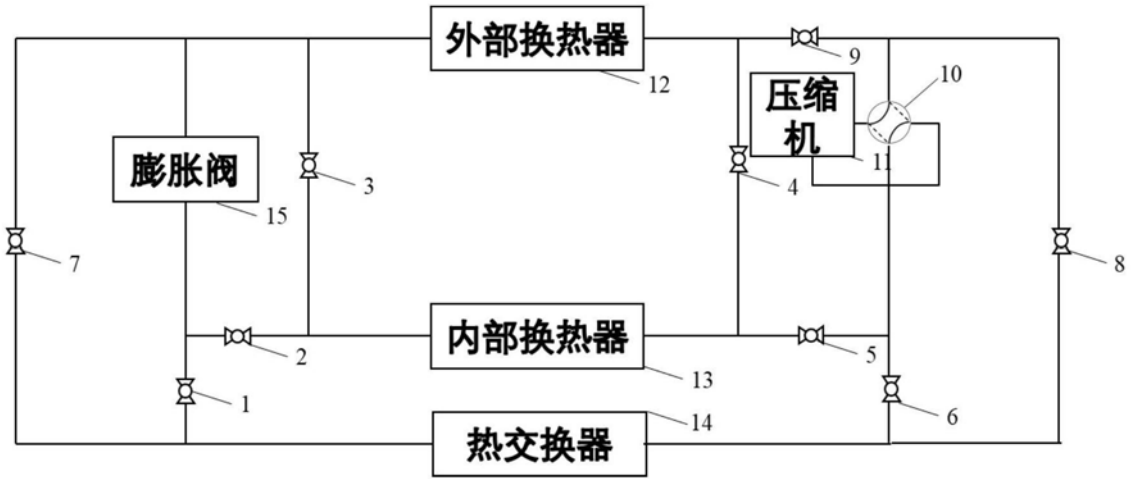


图1

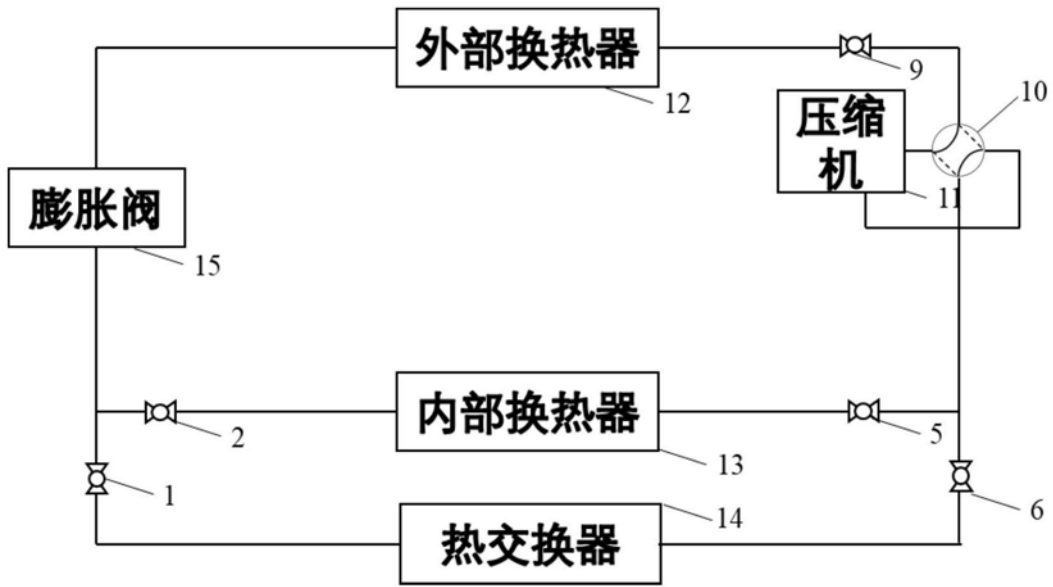


图2

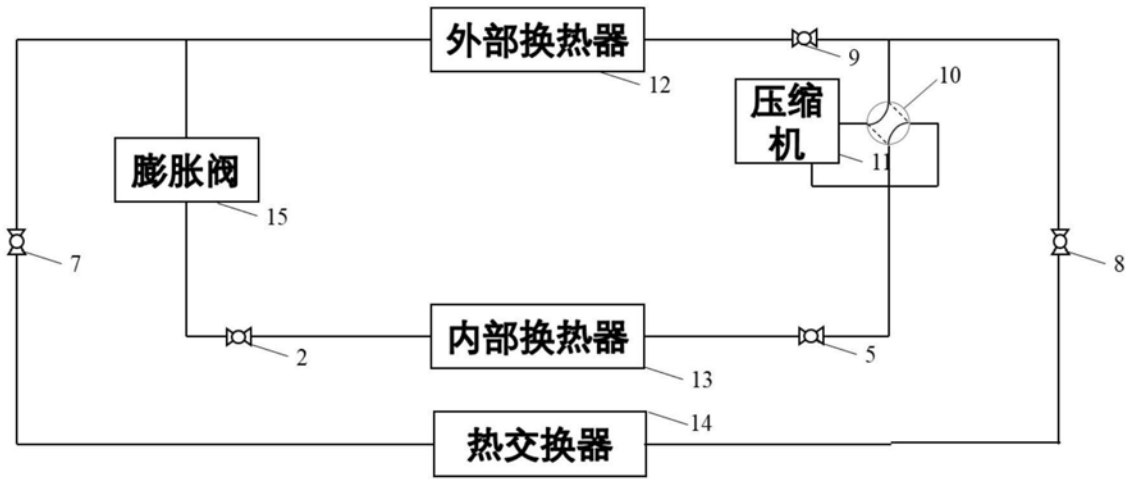


图3

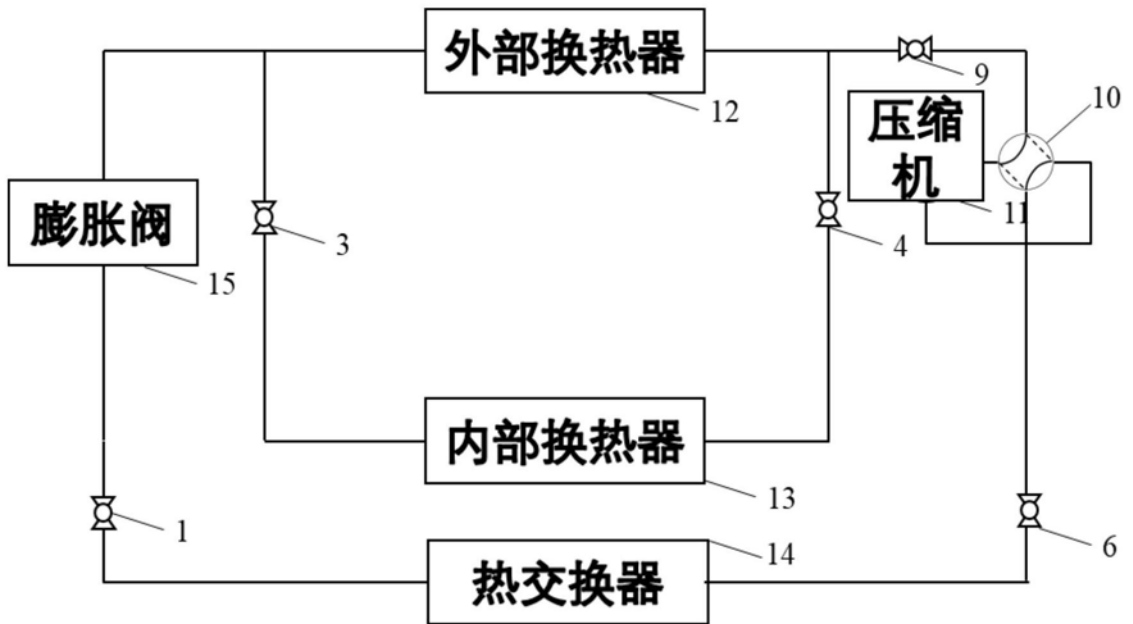


图4

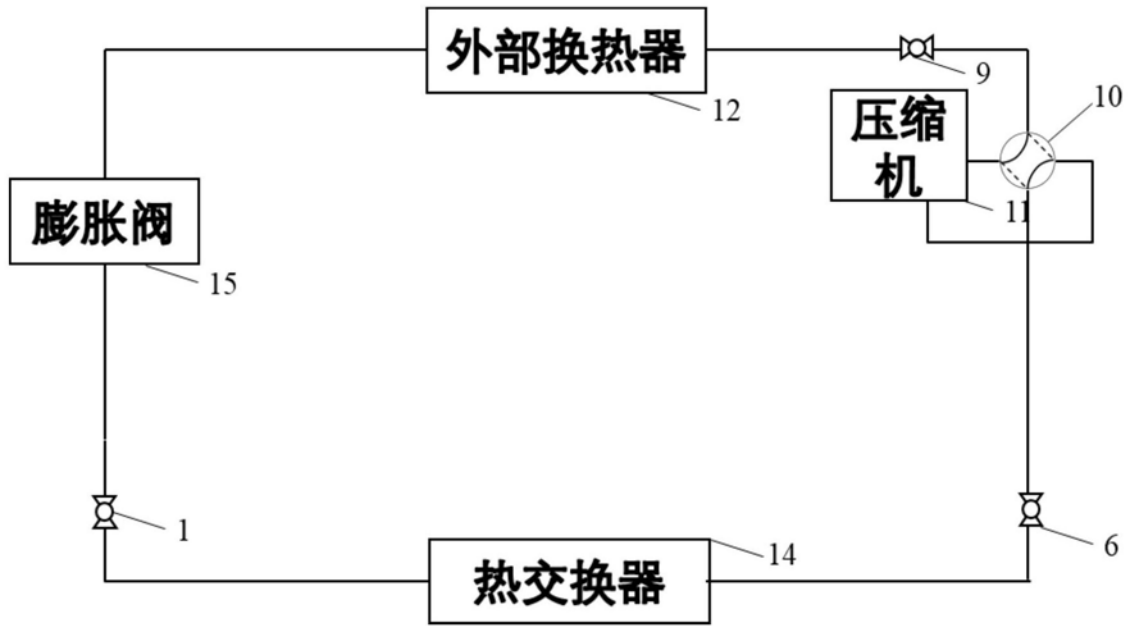


图5

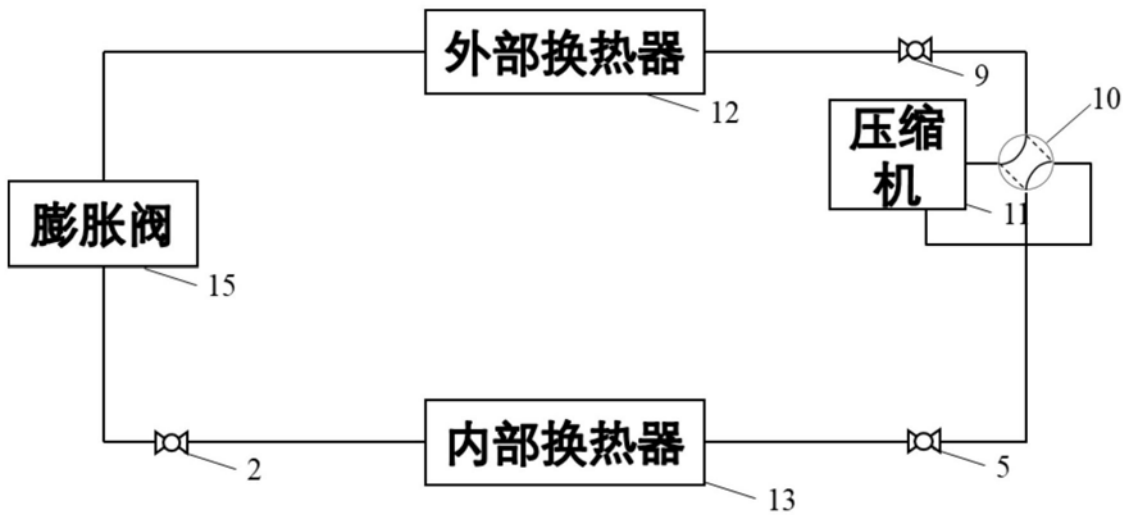


图6

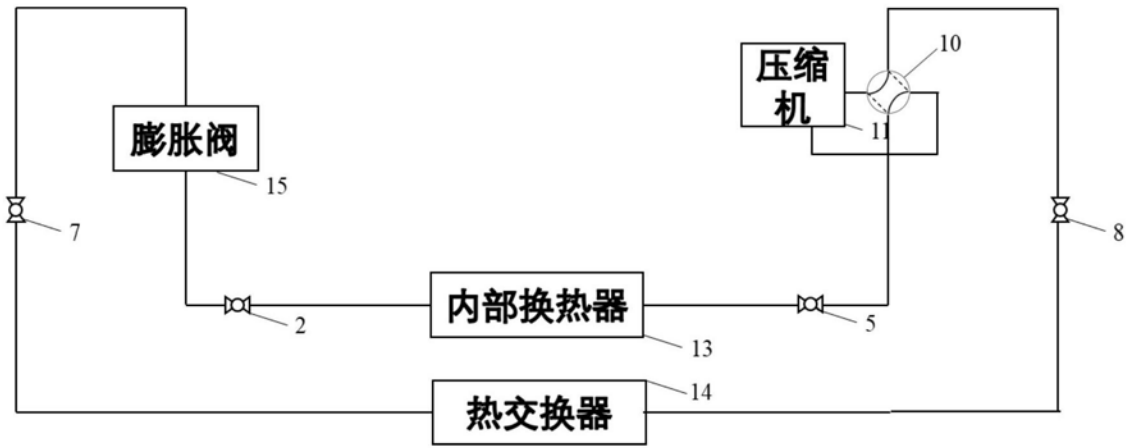


图7

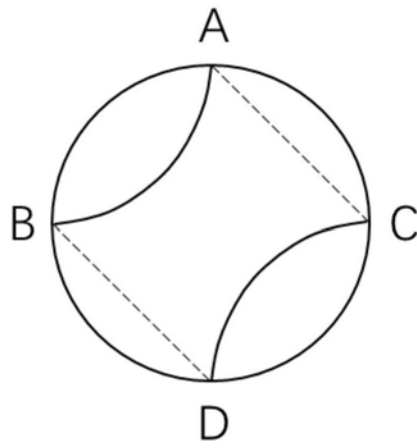


图8