



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111397238 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010174555.3

B60H 1/00(2006.01)

(22)申请日 2020.03.13

(71)申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市迎泽西大街79号

(72)发明人 赵震 王铁 王戎 李蒙 乔天佑 蔡龙

(74)专利代理机构 太原科卫专利事务所(普通合伙) 14100

代理人 朱源

(51)Int.Cl.

F25B 13/00(2006.01)

F25B 41/04(2006.01)

F25B 41/06(2006.01)

F25B 47/02(2006.01)

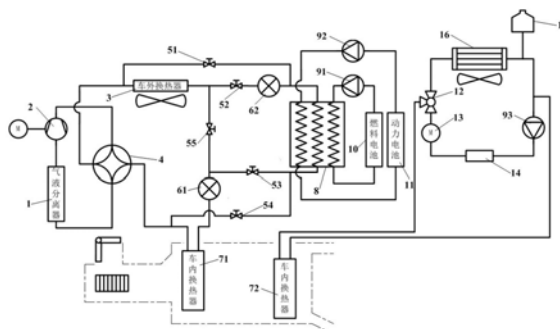
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

## (54)发明名称

一种集成式燃料电池汽车热管理系统

## (57)摘要

本发明公开了一种集成式燃料电池汽车热管理系统,系统结合了热泵空调技术,能够保证燃料电池热管理、动力电池热管理、驾驶室热管理以及电机电气热管理各子系统之间协同工作和对各子系统的热量进行协同管理。在考虑燃料电池和动力电池系统温度需求的同时,根据驾驶室的温度要求,对系统的工况模式进行分类。本发明能够有效地利用可用余热,在保证各个子系统可靠性与安全性的前提下,提高整车能源利用率,对燃料电池汽车的应用发展具有重要意义。



1. 一种集成式燃料电池汽车热管理系统,其特征在于:包括燃料电池热管理系统、动力电池热管理系统、驾驶室热管理系统以及电机电气热管理系统;其中燃料电池热管理系统包括燃料电池(10)、第一水泵(91)和热泵换热器(8),燃料电池(10)、第一水泵(91)和热泵换热器(8)形成冷却剂循环回路,动力电池热管理系统包括动力电池(11)和第二水泵(92),动力电池(11)、第二水泵(92)和热泵换热器(8)形成冷却剂循环回路,电机电气热管理系统包括三通电磁阀(12)、电机(13)、电子元件(14)、冷却液膨胀罐(15)、散热器(16)和第三水泵(93);三通电磁阀(12)、电机(13)、电子元件(14)、散热器(16)和第三水泵(93)形成冷却剂循环回路,冷却液膨胀罐(15)通过管路接入到冷却剂循环回路中;驾驶室热管理系统包括第一车内换热器(71)、第二车内换热器(72),还包括气液分离器(1)、电动压缩机(2)、车外换热器(3)、四通换向阀(4);电动压缩机(2)和四通换向阀(4)的第一端口连接,四通换向阀(4)的第三端口和气液分离器(1)连接,气液分离器(1)和电动压缩机(2)连接,车外换热器(3)的一端和四通换向阀(4)的第四端口连接,车外换热器(3)的另一端通过第二电磁阀(52)、第二电子膨胀阀(62)和热泵换热器(8)的一端口连接,车外换热器(3)的另一端还通过第五电磁阀(55)和第一电子膨胀阀(61)的一端连接,四通换向阀(4)的第四端口还通过第一电磁阀(51)和热泵换热器(8)的一端口连接,热泵换热器(8)的另一端口通过第三电磁阀(53)和第一电子膨胀阀(61)的一端连接,热泵换热器(8)的另一端口还通过第四电磁阀(54)和四通换向阀(4)的第二端口连接,第一电子膨胀阀(61)的另一端和第一车内换热器(71)一端连接,第一车内换热器(71)另一端和四通换向阀(4)的第二端口连接,第二车内换热器(72)的一端接入到电机电气热管理系统的冷却剂循环回路中,第二车内换热器(72)的另一端和三通电磁阀(12)的自由端连接,第二车内换热器(72)和三通电磁阀(12)、电机(13)、电子元件(14)、第三水泵(93)形成循环回路。

2. 根据权利要求1所述的一种集成式燃料电池汽车热管理系统,其特征在于:根据驾驶室的温度要求确定制冷工况,同时考虑燃料电池系统和动力电池系统的温度需求,将制冷工况模式分为两种:模式一,驾驶室、燃料电池和动力电池系统均需要降温制冷;模式二,驾驶室需要降温制冷,燃料电池和动力电池系统需要制热;

在制冷工况下,三通电磁阀(12)的自由端关闭,电机电气热管理系统通过第三水泵(93)将电机(13)和电子元件(14)产生的热量经过三通电磁阀(12)运送至散热器(16)处进行散热,实现电机电气热管理系统的制冷;

制冷模式一,第一电磁阀(51)和第三电磁阀(53)关闭,四通换向阀(4)的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机(2)将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀(4)流入车外换热器(3),在车外换热器(3)处完成放热,一部分制冷剂经过第五电磁阀(55)和第一电子膨胀阀(61),在第一车内换热器(71)吸热,完成热量交换,然后经四通换向阀(4),流经气液分离器(1)返回到电动压缩机(2),整个循环实现了降低驾驶室内温度的目的;流出车外换热器(3)的另一部分制冷剂,经过第二电磁阀(52)和第二电子膨胀阀(62)流入热泵换热器(8)中,在热泵换热器(8)中进行吸热,流出的制冷剂经第四电磁阀(54)与流出第一车内换热器(71)的制冷剂汇集;燃料电池(10)和动力电池(11)在工作过程中,产生的多余热量被冷却剂携带,冷却剂在第一水泵(91)和第二水泵(92)的作用下在热泵散热器(8)处进行热量交换,释放多余的热量达到降低系统温度的目的;

制冷模式二,第二电磁阀(52)和第四电磁阀(54)关闭,四通换向阀(4)的第一端口和第

四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机(2)将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀(4)分别流入车外换热器(3)和热泵换热器(8)并完成放热;此时,在热泵换热器(8)处散发的热量会被电机电气热管理系统中的冷却剂吸收,实现电机电气热管理系统的制热;流出车外散热器(3)和热泵换热器(8)的制冷剂,分别经过第五电磁阀(55)和第三电磁阀(53)汇集,然后流经第一电磁膨胀阀(61)进入第一车内换热器(71)完成吸热过程,进而实现驾驶室系统的制冷;最后制冷剂经过四通换向阀(4)和气液分离器(1)回到电动压缩机(2)处,完成制冷模式二。

3. 根据权利要求2所述的一种集成式燃料电池汽车热管理系统,其特征在于:根据驾驶室的温度要求确定制热工况,同时考虑燃料电池系统和动力电池系统的温度需求,将制热工况模式分为两种模式:模式一,驾驶室、燃料电池和动力电池系统均需要升温制热;模式二,驾驶室需要升温制热,燃料电池和动力电池系统需要降温制冷;

在制热工况下,若电机电气元件的实际温度升高时,将三通电磁阀(12)调节至第二车内换热器支路,利用电机余热为驾驶室制热,通过第三水泵(93)将电机(13)和电子元件(14)产生的热量经过三通电磁阀(12)运送至第二车内换热器(72)处,实现驾驶室的制热,此时电机电气热管理系统的冷却剂循环回路关闭;

制热模式一,第一电磁阀(51)和第三电磁阀(53)关闭,四通换向阀(4)的第一端口和第二端口内部连通,第四端口和第三端口内部连通,高温高压制冷剂在电动压缩机(2)的作用下,流经四通换向阀(4)后,制冷剂分成两部分:经过四通换向阀(4)的制冷剂一部分直接流入第一车内换热器(71)对驾驶室进行制热;另一部分经第四电磁阀(54)流入到热泵换热器(8)进行换热,经过燃料电池系统和动力电池系统冷却剂的流动实现两系统的制热;流出第一车内换热器(71)和热泵换热器(8)的制冷剂分别经过第一电子膨胀阀(61)、第五电磁阀(55)和第二电子膨胀阀(62)、第二电磁阀(52)汇集流入车外换热器(3),此时以车外环境为热源进行吸热,最终制冷剂通过四通换向阀(4)和气液分离器(1)回到电动压缩机(2)处,完成制热模式一的整个工作循环;

制热模式二,当燃料电池长时间工作时,燃料电池和动力电池系统持续工作产生的多余热量能够完全满足驾驶室制热需求的热量,此时,关闭第二电磁阀(52)、第四电磁阀(54)和第五电磁阀(55),四通换向阀(4)的第一端口和第二端口内部连通,第四端口和第三端口内部连通,电动压缩机(2)将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀(4)流入第一车内换热器(71)中进行放热,经过第一电子膨胀阀(61)、第三电磁阀(53)在热泵换热器(8)吸热,完成热量交换,此时以燃料电池和动力电池系统余热为热源,制冷剂最后经第一电磁阀(51)、四通换向阀(4)、气液分离器(1)返回到电动压缩机(2),完成制热模式二工作循环。

4. 根据权利要求3所述的一种集成式燃料电池汽车热管理系统,其特征在于:在进行车外散热器除霜模式时,根据热源的不同可分为两种模式:模式一,利用燃料电池和动力电池系统产生的多余热量进行除霜;模式二,利用驾驶室的热量来除霜,同时为燃料电池和动力电池系统制热;

在除霜工况下,利用电机电气元件产生的多余热量来对驾驶室进行加热,将三通电磁阀(12)调节至第二车内换热器(72)支路;通过第三水泵(93)将电机(13)和电子元件(14)产生的热量经过三通电磁阀(12)运送至第二车内换热器(72)处,实现电机余热为驾驶室制热,此时电机电气热管理系统的冷却剂循环回路关闭;

除霜模式一,开启第二电磁阀(52)和第四电磁阀(54),四通换向阀(4)的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机(2)将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀(4)流入车外换热器(3)进行放热,实现对车外散热器的除霜;然后经过第二电磁阀(52)、第二电子膨胀阀(62)在热泵换热器(8)内吸热,完成热量交换,随后经过第四电磁阀(54)和四通换向阀(4)流回电动压缩机(2),完成除霜模式一整个工作循环;

除霜模式二,关闭第二电磁阀(52)和第四电磁阀(54),四通换向阀(4)的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,来自电动压缩机(2)的高温高压制冷剂经过四通换向阀(4)分为两个部分,一部分经过第一电磁阀(51)流入热泵换热器(8)实现换热,达到为燃料电池和动力电池系统制热的目的;另一部分经过车外换热器(3)并进行放热,实现对车外换热器的有效除霜,两部分制冷剂分别经过第三电磁阀(53)和第五电磁阀(55)汇集后经第一电子膨胀阀(61)进入到第一车内换热器(71),并在车内换热器吸收热量,完成热量交换,后经四通换向阀(4)和气液分离器(1)返回到电动压缩机(2),完成了除霜模式二的全过程。

## 一种集成式燃料电池汽车热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池汽车技术领域,尤其涉及一种集成式燃料电池汽车热管理系统。

### 背景技术

[0002] 燃料电池是一种将化学能转化为电能的发电装置,在不使用化石燃料的情况下,以氢气为燃料、空气/氧气为氧化剂,能够连续稳定地输出电能,产生水和热。伴随着燃料电池技术的发展,燃料电池汽车也得到了越来越广泛的关注,燃料电池汽车能够实现零污染、零排放,解决了纯电动汽车续航里程短等问题。

[0003] 现有的燃料电池汽车热管理系统技术中,在对整车进行低温冷启动和冬季制热时,会出现能耗过大,燃料电池和动力电池易出现温度分布不均匀等问题;在整车正常工作过程中,不能很好地利用燃料电池电化学反应产生的放热,使产生的热量直接散发到空气中,造成余热浪费,整车能源利用率不高。

### 发明内容

[0004] 综上所述,本发明设计了一种集成式燃料电池汽车热管理系统,系统结合了热泵空调技术,在保证燃料电池热管理、动力电池热管理、驾驶室热管理以及电机电气热管理各子系统之间协同工作的前提下,实现各子系统热量的协同管理。有效地利用可用余热,保证了各个子系统的可靠性与安全性,提高了整车能源利用率,对燃料电池汽车的应用发展具有重要的意义。

[0005] 一种集成式燃料电池汽车热管理系统,包括燃料电池热管理系统、动力电池热管理系统、驾驶室热量管理系统以及电机电气热管理系统四个部分。整车热管理系统具体包括:气液分离器、电动压缩机、车外换热器、四通换向阀、电磁阀、电子膨胀阀、车内换热器、热泵换热器、水泵、燃料电池、动力电池、三通电磁阀、电机、电子元件、冷却液膨胀罐和散热器。根据四个子系统的工作状态和对温度的需求,将整个热管理系统可以分为制冷工况模式、制热工况模式和除霜工况模式,保证各子系统能够协同工作,同时对各子系统的热量进行协同管理,在保证各个工况模式基本性能的前提下,提高整车能量利用率。

[0006] 根据驾驶室的温度要求确定制冷工况,同时考虑燃料电池系统和动力电池系统的温度需求,将制冷工况模式分为两种:模式一,驾驶室、燃料电池和动力电池系统均需要降温制冷;模式二,驾驶室需要降温制冷,燃料电池和动力电池系统需要制热。考虑燃料电池相较于动力电池对冷却剂的要求高,冷却剂污染会严重影响燃料电池性能、使用寿命及使用安全性,所以燃料电池和动力电池的冷却系统分开设计,两个系统的冷却剂不存在交叉混合的情况。

[0007] 在制冷工况下,三通电磁阀的自由端关闭,电机电气热管理系统通过第三水泵将电机和电子元件产生的热量经过三通电磁阀运送至散热器处进行散热,实现电机电气系统的制冷。

[0008] 制冷模式一,第一电磁阀和第三电磁阀关闭,四通换向阀的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀流入车外换热器,在车外换热器处完成放热,一部分制冷剂经过第五电磁阀和第一电磁膨胀阀,在第一车内换热器吸热,完成热量交换,然后经四通换向阀,流经气液分离器返回到压缩机,整个工况循环实现了降低驾驶室内温度的目的。流出车外换热器的另一部分制冷剂,经过第二电磁阀和第二电子膨胀阀流入热泵换热器中,在热泵换热器中进行吸热,流出的制冷剂经第四电磁阀与流出第一车内换热器的制冷剂汇集。燃料电池和动力电池在工作过程中,产生的多余热量被冷却剂携带,冷却剂在第一水泵和第二水泵的作用下在热泵散热器处进行热量交换,释放多余的热量达到降低系统温度的目的。

[0009] 制冷模式二,第二电磁阀和第四电磁阀关闭,四通换向阀的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀分别流入车外换热器和热泵换热器并完成放热。此时,在热泵散热器处散发的热量会被电机电气系统中的制冷剂吸收,实现电机电气系统的制热。流出车外散热器和热泵换热器的制冷剂,分别经过第五电磁阀和第三电磁阀汇流,然后流经第一电子磁膨胀阀进入第一车内换热器完成吸热过程,进而实现驾驶室系统的制冷。最后,制冷剂经过四通换向阀和气液分离器回到电动压缩机处,完成制冷模式二。

[0010] 根据驾驶室的温度要求确定制热工况,同时考虑燃料电池系统和动力电池系统的温度需求,将制热工况模式分为两种模式:模式一,驾驶室、燃料电池和动力电池系统均需要升温制热;模式二,驾驶室需要升温制热,燃料电池和动力电池系统需要降温制冷。

[0011] 在制热工况下,若电机电气元件的实际温度升高时,可将三通电磁阀调节至第二车内换热器支路,利用电机电气元件的余热为驾驶室制热。通过第三水泵将电机和电子元件产生的热量经过三通电磁阀运送至第二车内换热器处,实现驾驶室的制热,此时电机电气热管理系统的冷却剂循环回路关闭。

[0012] 制热模式一,第一电磁阀和第三电磁阀关闭,四通换向阀的第一端口和第二端口内部连通,第四端口和第三端口内部连通,高温高压制冷剂在电动压缩机的作用下,流经四通换向阀后,制冷剂分成两部分:一部分制冷剂直接流入第一车内换热器对驾驶室进行制热;另一部分经第四电磁阀流入到热泵换热器进行换热,经过燃料电池系统和动力电池系统冷却剂的流动,实现对两系统的制热。流出第一车内换热器和热泵换热器的制冷剂分别经过第一电子膨胀阀、第五电磁阀和第二电子膨胀阀、第二电磁阀汇集流入车外换热器,此时以车外环境为热源进行吸热,最终制冷剂通过四通换向阀和气液分离器回到电动压缩机处,完成制热模式一整个工作循环。

[0013] 制热模式二,当燃料电池长时间工作时,燃料电池和动力电池系统持续工作产生的多余热量能够完全满足驾驶室制热需求的热量。此时,关闭第二电磁阀、第四电磁阀和第五电磁阀,四通换向阀的第一端口和第二端口内部连通,第四端口和第三端口内部连通,电动压缩机将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀流入第一车内换热器中进行放热,经过第一电子磁膨胀阀和第三电磁阀,流入热泵换热器,在热泵换热器吸热,完成热量交换,此时,以燃料电池和动力电池系统的余热为热源,制冷剂最后经第一电磁阀、四通换向阀和气液分离器返回到电动压缩机,完成制热模式二整个工作循环。在对驾驶室制热的过程选择燃料电池和动力电池系统散发的高温预热作为热源,有效的实现了余热回收利用,降低了整

车能耗,提高了整车氢能利用率。

[0014] 在进行车外散热器除霜模式时,根据热源的不同可分为两种模式:模式一,利用燃料电池和动力电池系统产生的多余热量进行除霜;模式二,利用驾驶室的热量来除霜,同时为燃料电池和动力电池系统制热。

[0015] 在除霜工况下,可利用电机电气元件产生的多余热量来对驾驶室进行加热,将三通电磁阀调节至第二车内换热器支路。通过第三水泵将电机和电子元件产生的热量经过三通电磁阀运送至车内换热器处,实现利用电机余热为驾驶室制热,此时电机电气热管理系统的冷却剂循环回路关闭。

[0016] 除霜模式一,开启第二电磁阀和第四电磁阀,四通换向阀的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀流入车外换热器进行放热,实现对车外散热器的除霜。然后经过第二电磁阀、第二电子膨胀阀,在热泵换热器内吸热,完成热量交换,随后经过第四电磁阀和四通换向阀流回电动压缩机,完成除霜模式一整个循环。

[0017] 除霜模式二,关闭第二电磁阀和第四电磁阀,四通换向阀的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,来自电动压缩机的高温高压制冷剂经过四通换向阀分为两个部分,一部分经过第一电磁阀流入热泵换热器实现换热,达到为燃料电池和动力电池系统制热的目的。另一部分经过车外换热器并进行放热,实现对车外换热器的有效除霜。两部分制冷剂汇集后经第一电子膨胀阀进入到第一车内换热器,并在车内换热器吸收热量,完成热量交换,后经四通换向阀和气液分离器返回到电动压缩机,完成了除霜模式二的全部工作过程。

[0018] 与现有技术相比,本发明有以下有益效果:

1. 结合热泵空调技术设计了集成式燃料电池汽车热管理系统,在保证燃料电池热管理、动力电池热管理、驾驶室热管理以及电机电气热管理各子系统之间协同工作的前提下,实现对各子系统热量的协同管理。

[0019] 2. 能够有效避免燃料电池低温冷启动和驾驶室制热时,出现能量消耗过大,充分利用可用余热,保证各个子系统的可靠性与安全性,提高动力电池和燃料电池的使用寿命。

[0020] 3. 根据四个子系统的工作状态和温度需求,将整个热管理系统分为制冷工况模式、制热工况模式和除霜工况模式,在保证各个工况模式基本性能的前提下,提高了整车能量利用率。

## 附图说明

[0021] 图 1为本发明实施例中,集成式燃料电池汽车整车热管理系统方案示意图。

[0022] 图2为本发明实施例中,集成式燃料电池汽车热管理系统制冷模式一示意图。

[0023] 图 3为本发明实施例中,集成式燃料电池汽车热管理系统制冷模式二示意图。

[0024] 图 4 为本发明实施例中,集成式燃料电池汽车热管理系统制热模式一示意图。

[0025] 图 5 为本发明实施例中,集成式燃料电池汽车热管理系统制热模式二示意图。

[0026] 图 6 为本发明实施例中,集成式燃料电池汽车热管理系统除霜模式一示意图。

[0027] 图 7 为本发明实施例中,集成式燃料电池汽车热管理系统除霜模式二示意图。

[0028] 附图标记分别表示为:

1-气液分离器、2-电动压缩机、3-车外换热器、4-四通换向阀、51-第一电磁阀、52-第二电磁阀、53-第三电磁阀、54-第四电磁阀、55-第五电磁阀、61-第一电子膨胀阀、62-第二电子膨胀阀、71-第一车内换热器1、72-第二车内换热器、8-热泵换热器、91-第一水泵、92-第二水泵、93-第三水泵、10-燃料电池、11-动力电池、12-三通电磁阀、13-电机、14-电子元件、15-冷却液膨胀罐、16-散热器。

### 具体实施方式

[0029] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行详细、完整的描述,所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0030] 本发明实施例中提出了一种集成式燃料电池汽车热管理系统,具体方案示意图如图1所示,系统包括燃料电池热管理系统、动力电池热管理系统、驾驶室热量管理系统以及电机电气热管理系统四个部分。

[0031] 其中燃料电池热管理系统包括燃料电池10、第一水泵91和热泵换热器8,燃料电池10、第一水泵91和热泵换热器8形成冷却剂循环回路,动力电池热管理系统包括动力电池11和第二水泵92,动力电池11、第二水泵92和热泵换热器8形成冷却剂循环回路。

[0032] 电机电气热管理系统包括三通电磁阀12、电机13、电子元件14、冷却液膨胀罐15、散热器16和第三水泵93;三通电磁阀12、电机13、电子元件14、散热器16和第三水泵93形成冷却剂循环回路,冷却液膨胀罐15通过管路接入到冷却剂循环回路中。

[0033] 驾驶室热管理系统包括第一车内换热器71、第二车内换热器72。

[0034] 还包括气液分离器1、电动压缩机2、车外换热器3、四通换向阀4;电动压缩机2和四通换向阀4的第一端口连接,四通换向阀4的第三端口和气液分离器1连接,气液分离器1和电动压缩机2连接。

[0035] 车外换热器3的一端和四通换向阀4的第四端口连接,车外换热器3的另一端通过第二电磁阀52、第二电子膨胀阀62和热泵换热器8的一端口连接,车外换热器3的另一端还通过第五电磁阀55和第一电子膨胀阀61的一端连接,四通换向阀4的第四端口还通过第一电磁阀51和热泵换热器8的一端口连接,热泵换热器8的另一端口通过第三电磁阀53和第一电子膨胀阀61的一端,热泵换热器8的另一端口还通过第四电磁阀54和四通换向阀4的第二端口连接,第一电子膨胀阀61的另一端和第一车内换热器71一端连接,第一车内换热器71另一端和四通换向阀4的第二端口连接,第二车内换热器72的一端接入到电机电气热管理系统的冷却剂循环回路中,第二车内换热器72的另一端和三通电磁阀12的自由端连接,第二车内换热器72和三通电磁阀12、电机13、电子元件14、第三水泵93形成循环回路。

[0036] 根据四个子系统的工作状态和对温度的需求,将整个热管理系统可以分为制冷工况模式、制热工况模式和除霜工况模式。

[0037] 根据驾驶室的温度要求确定制冷工况,同时考虑燃料电池系统和动力电池系统的温度需求,将制冷工况模式分为两种:模式一,驾驶室、燃料电池和动力电池系统均需要降温制冷,如图2所示;模式二,驾驶室需要降温制冷,燃料电池和动力电池系统需要制热,如图3所示。考虑燃料电池和动力电池系统对冷却剂的要求的不同,将两种系统的冷却回路进



行分开设计,避免两种冷却剂相互污染,对燃料电池的使用性能、使用寿命和安全性产生不利影响。

[0038] 在制冷工况下,三通电磁阀12的自由端关闭,即第二车内换热器72的循环回路关闭,电机电气热管理系统通过第三水泵93将电机13和电子元件14产生的热量经过三通电磁阀12运送至散热器16处进行散热,实现电机电气系统的制冷。

[0039] 制冷模式一,如图2,第一电磁阀51和第二电磁阀53关闭,四通换向阀4的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机2将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀4流入车外换热器3,在车外换热器3完成放热,一部分制冷剂经过第五电磁阀55和第一电磁膨胀阀61,在第一车内换热器71吸热,完成热量交换,然后经四通换向阀4,流经气液分离器1返回到电动压缩机2,整个循环实现了降低驾驶室内温度的目的。流出车外换热器3的另一部分制冷剂,经过第二电磁阀52和第二电子膨胀阀62流入热泵换热器8中,在热泵换热器8中进行吸热,流出的制冷剂经第四电磁阀54与流出第一车内换热器71的制冷剂汇集。燃料电池10和动力电池11在工作过程中,产生的多余热量被冷却剂携带,冷却剂在第一水泵91和第二水泵92的作用下,在热泵散热器8处进行热量交换,释放多余的热量达到降低系统温度的目的。

[0040] 制冷模式二,如图3,第二电磁阀52和第四电磁阀54关闭,四通换向阀4的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,电动压缩机2将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀4分别流入车外换热器3和热泵换热器8并完成放热。此时,在热泵换热器8处散发的热量会被电机电气系统中的制冷剂吸收,实现电机电气系统的制热。流出车外散热器3和热泵换热器8的制冷剂,分别经过第五电磁阀55和第三电磁阀53汇集,然后流经第一电磁膨胀阀61进入第一车内换热器71完成吸热过程,进而实现驾驶室的制冷。最后制冷剂经过四通换向阀4和气液分离器1回到电动压缩机2处,完成制冷模式二。

[0041] 根据驾驶室的温度要求确定制热工况,同时考虑燃料电池系统和动力电池系统的温度需求,将制热工况模式分为两种模式:模式一,驾驶室、燃料电池和动力电池系统均需要升温制热,如图4所示;模式二,驾驶室需要升温制热,燃料电池和动力电池系统需要降温制冷,如图5所示。

[0042] 在制热工况下,若电机电气元件的温度实际温度升高时,可将三通电磁阀12调节至车内换热器支路,利用电机余热为驾驶室制热。通过第三水泵93将电机13和电子元件14产生的热量经过三通电磁阀12运送至第二车内换热器72处,实现驾驶室的制热。此时电机电气热管理系统的冷却剂循环回路关闭。

[0043] 制热模式一,如图4,第一电磁阀51和第三电磁阀53关闭,四通换向阀4的第一端口和第二端口内部连通,第四端口和第三端口内部连通,高温高压制冷剂在电动压缩机2的作用下,流经四通换向阀4后,制冷剂分成两部分:一部分制冷剂直接流入第一车内换热器71对驾驶室进行制热;另一部分经第四电磁阀54流入到热泵换热器8进行换热,经过燃料电池系统和动力电池系统冷却剂的流动实现两系统的制热。流出第一车内换热器71和热泵换热器8的制冷剂分别经过第一电子膨胀阀61、第五电磁阀55和第二电子膨胀阀62、第二电磁阀52汇集流入车外换热器3,此时以车外环境为热源进行吸热,最终制冷剂通过四通换向阀4和气液分离器1回到电动压缩机2处,完成制热模式一整个工作循环。

[0044] 制热模式二,如图5,当燃料电池长时间工作时,燃料电池和动力电池系统持续工

作产生的多余热量能够完全满足驾驶室制热需求的热量。此时,关闭第二电磁阀52、第四电磁阀54和第五电磁阀55,四通换向阀4的第一端口和第二端口内部连通,第四端口和第三端口内部连通,电动压缩机2将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀4流入第一车内换热器71中进行放热,经过第一电磁膨胀阀61、第三电磁阀53在热泵换热器8吸热,完成热量交换,此时以燃料电池和动力电池系统的余热为热源,制冷剂最后经第一电磁阀51、四通换向阀4、气液分离器1返回到电动压缩机2,完成制热模式二整个工作循环。在对驾驶室制热的过程,以燃料电池和动力电池系统散发的高温预热作为热源,能够有效的实现余热的回收利用,降低整车能耗,提高整车氢能利用率。

[0045] 在进行车外散热器除霜模式时,根据热源的不同分为两种模式:模式一,利用燃料电池和动力电池系统产生的多余热量进行除霜,如图6所示;模式二,利用驾驶室的热量来除霜,同时为燃料电池和动力电池系统制热,如图7所示。

[0046] 在除霜工况下,可利用电机电气元件产生的多余热量来对驾驶室进行加热,将三通电磁阀12调节至车内换热器支路。通过第三水泵93将电机13和电子元件14产生的热量经过三通电磁阀12运送至第二车内换热器72处,实现电机余热为驾驶室制热,此时电机电气热管理系统的冷却剂循环回路关闭。

[0047] 除霜模式一,如图6,开启第二电磁阀52和第四电磁阀54,关闭第一电磁阀51、第三电磁阀53和第五电磁阀55,电动压缩机2将高温高压制冷剂气体经过四通换向阀4流入车外换热器3进行放热,实现对车外散热器的除霜。然后经过第二电磁阀52、第二电子膨胀阀62在热泵换热器8内吸热,完成热量交换,随后经过第四电磁阀54和四通换向阀4流回电动压缩机2,完成除霜模式一的整个循环工况。

[0048] 除霜模式二,如图7,关闭第二电磁阀52和第四电磁阀54,四通换向阀4的第一端口和第四端口内部连通,第二端口和第三端口内部连通,来自电动压缩机2的高温高压制冷剂经过四通换向阀4分为两个部分,一部分经过第一电磁阀51流入热泵换热器8实现换热,达到为燃料电池和动力电池系统制热的目的。另一部分经过车外换热器3并进行放热,实现对车外换热器的有效除霜。两部分制冷剂分别经过第三电磁阀53和第五电磁阀55汇集后经第一电子膨胀阀61进入到第一车内换热器71,并在车内换热器吸收热量,完成热量交换,后经四通换向阀4和气液分离器1返回到电动压缩机2,完成除霜模式二的全过程。

[0049] 本发明涉及一种集成式燃料电池汽车热管理系统,结合了热泵空调技术,在保证燃料电池热管理、动力电池热管理、驾驶室热管理以及电机电气热管理各子系统之间协同工作的前提下,实现对各个子系统热量的协同管理。能够有效地利用可用余热,保证各个子系统可靠性与安全性,提高整车能源利用率,对燃料电池汽车的应用发展具有重要的意义。

[0050] 以上所述仅为本申请的优选实施例,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

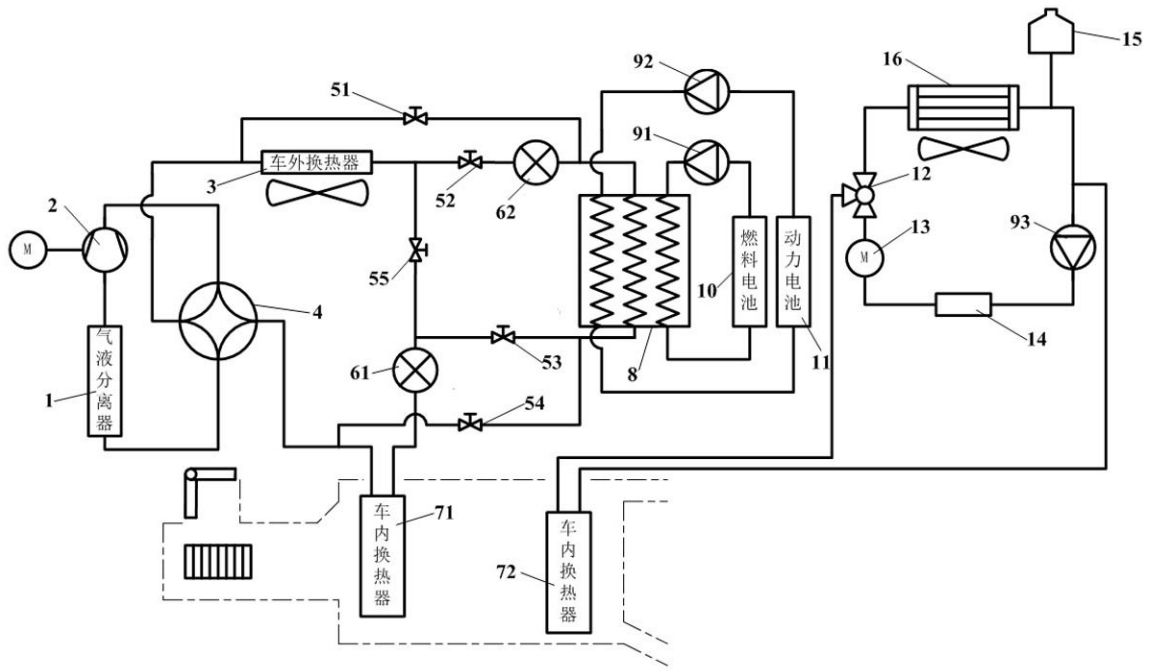


图1

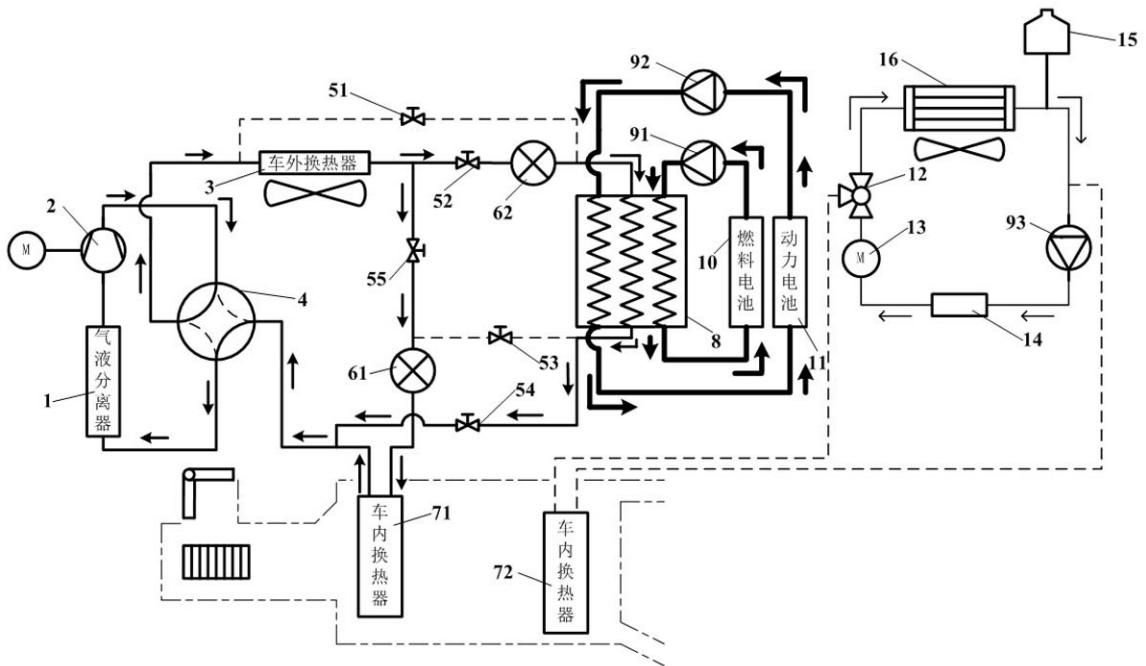


图2

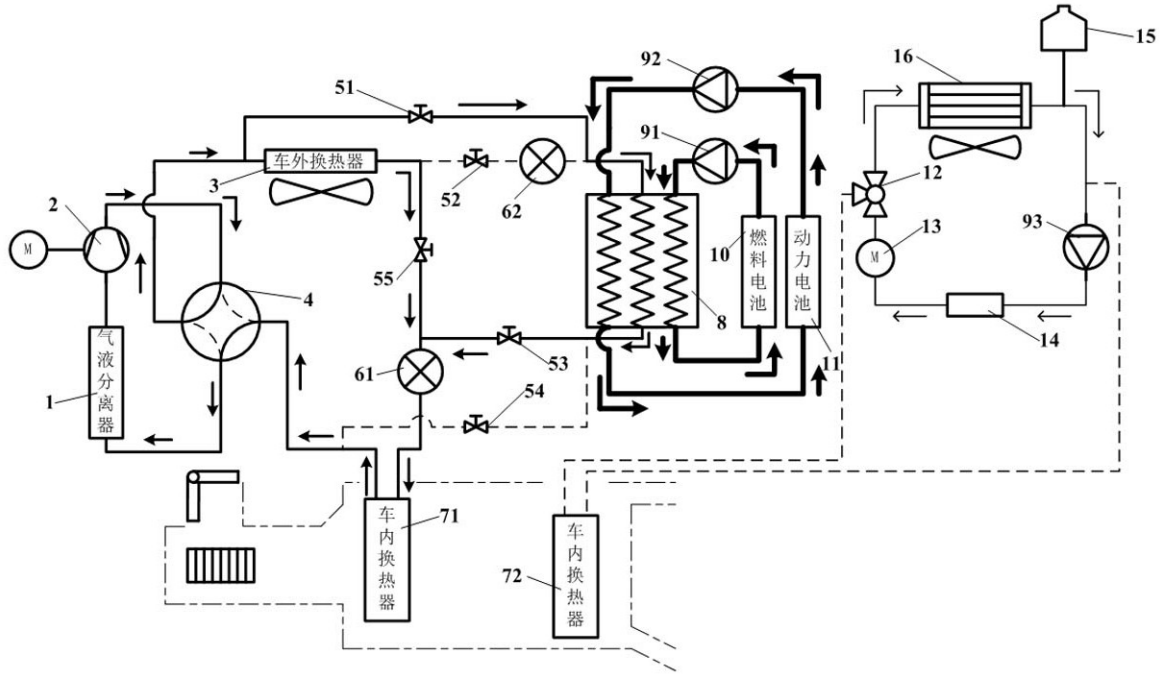


图3

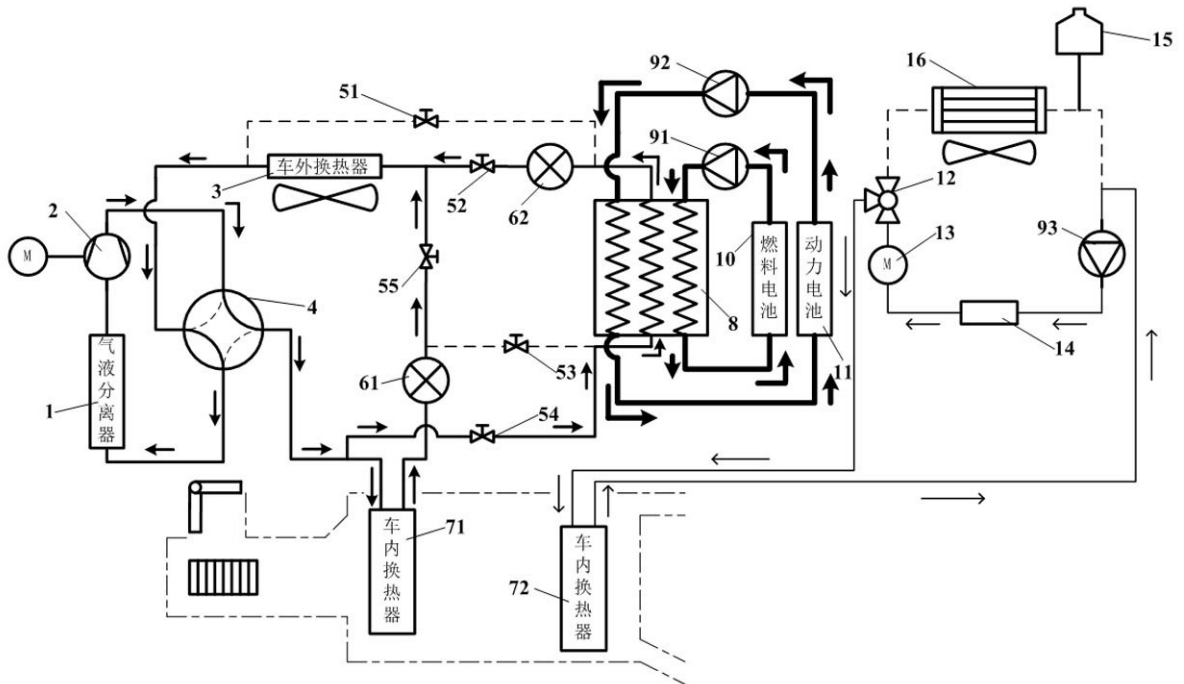


图4

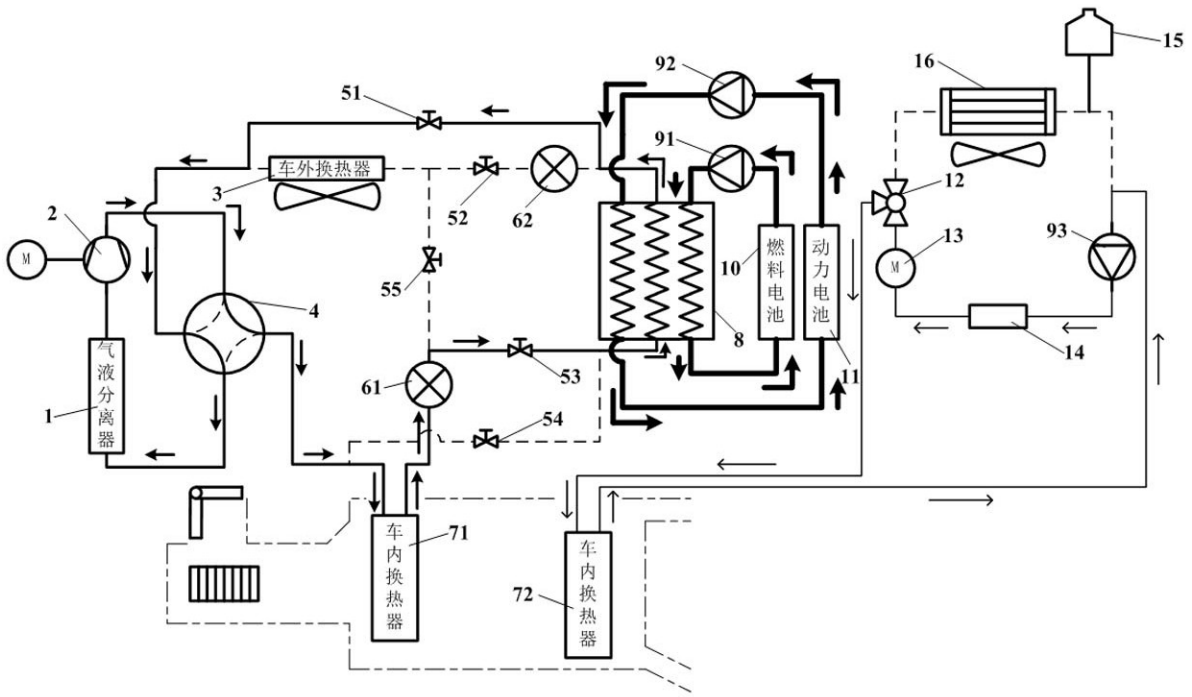


图5

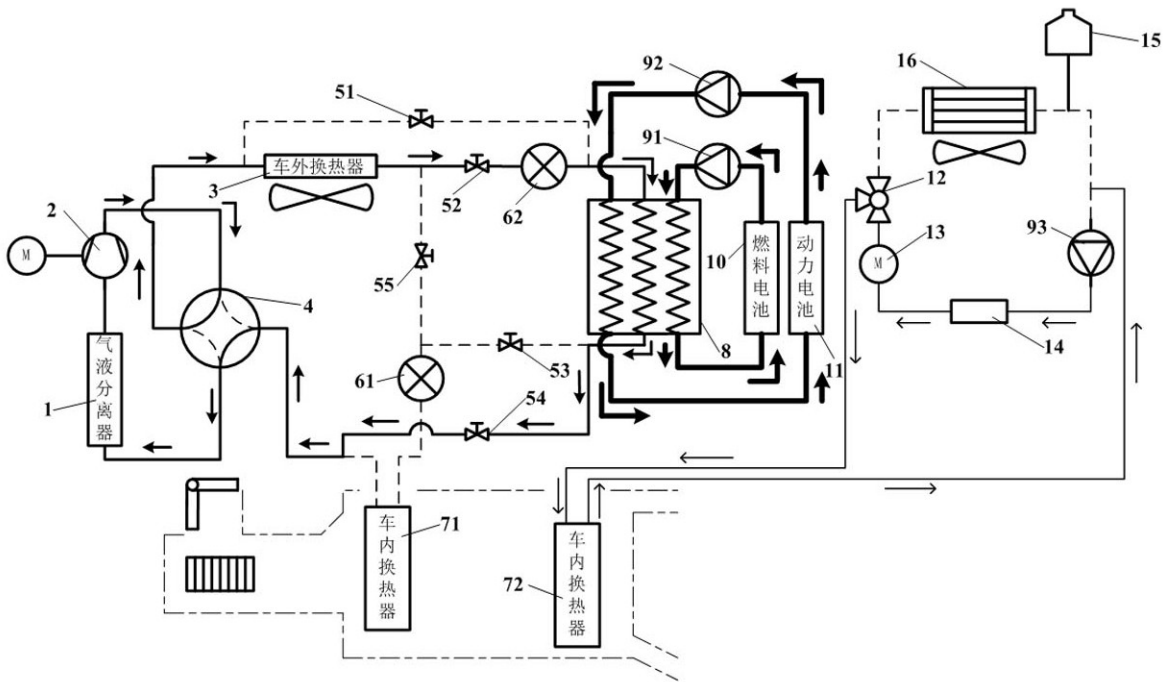


图6

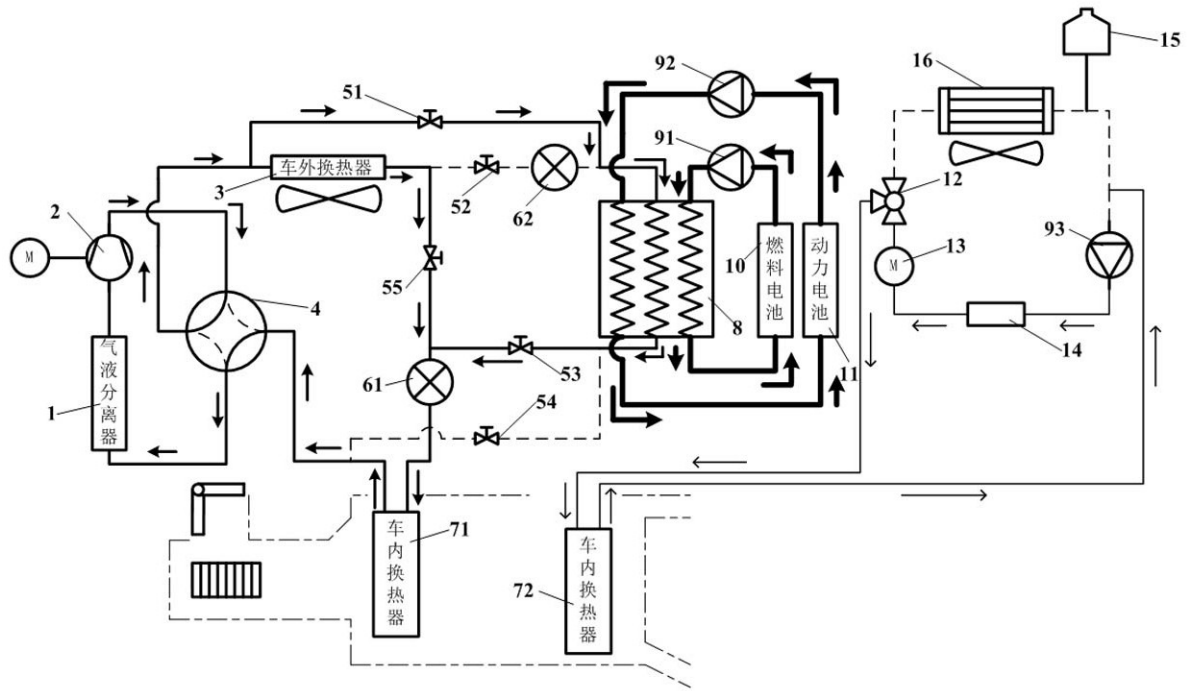


图7