



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110920465 A

(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201911168673.7

(22)申请日 2019.11.25

(71)申请人 武汉大学

地址 430081 湖北省武汉市青山区和平大道947号武汉大学

(72)发明人 王家欣 郭健忠 毛永 杜新宝

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 徐琪琦

(51) Int. Cl.

B60L 58/30(2019.01)

B60L 58/32(2019.01)

B60H 1/00(2006.01)

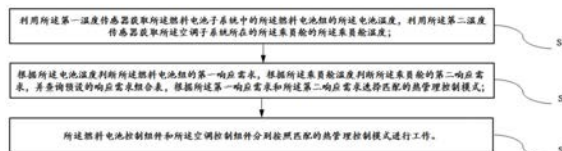
权利要求书4页 说明书13页 附图9页

(54)发明名称

一种燃料电池组和空调联合热管理系统及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种燃料电池组和空调联合热管理系统及其控制方法,方法包括利用第一温度传感器获取燃料电池子系统中的燃料电池组的电池温度,利用第二温度传感器获取空调子系统所在的乘员舱的乘员舱温度;根据电池温度判断燃料电池组的第一响应需求,根据乘员舱温度判断乘员舱的第二响应需求,并查询预设的响应需求组合表,根据第一响应需求和第二响应需求选择匹配的热管理控制模式;燃料电池控制组件和空调控制组件分别按照匹配的热管理控制模式进行工作。本发明建立了燃料电池子系统和空调子系统的热管理互联的方案,能够对燃料电池组进行有效热管理,有效避免燃料电池组短时高温的现象发生,大大提升了能量利用率与热管理效率。



CN 110920465 A

1. 一种燃料电池组和空调联合热管理系统,应用于电动汽车上,包括燃料电池子系统(1)和空调子系统(2),所述燃料电池子系统(1)和所述空调子系统(2)电连接,且所述燃料电池子系统(1)和所述空调子系统(2)通过管道连通,其特征在于,所述燃料电池子系统(1)包括燃料电池组(11)、燃料电池控制组件(13)和用于检测所述燃料电池组(11)的电池温度的第一温度传感器(12),所述燃料电池组(11)分别与所述第一温度传感器(12)和所述燃料电池控制组件(13)电连接,且所述燃料电池组(11)通过管道与所述燃料电池控制组件(13)连通;

所述空调子系统(2)包括空调控制组件(22)和用于检测所述空调子系统(2)所在的乘员舱的乘员舱温度的第二温度传感器(21),所述空调控制组件(22)与所述第二温度传感器(21)电连接,所述第二温度传感器(21)和所述空调控制组件(22)均分别与所述燃料电池组(11)电连接,且所述空调控制组件(22)通过管道与所述燃料电池控制组件(13)连通。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池组和空调联合热管理系统,其特征在于,所述燃料电池控制组件(13)包括散热器(131)、第一热敏电阻(132)、三通阀(133)和电池热交换器(134),所述散热器(131)、所述第一热敏电阻(132)和所述电池热交换器(134)均分别与所述燃料电池组(11)电连接;

所述三通阀(133)包括两个进口端和一个出口端,所述三通阀(133)的两个进口端均通过管道分别与所述燃料电池组(11)的出口端连通,所述三通阀(133)的出口端通过管道与所述燃料电池组(11)的进口端连通,所述散热器(131)设置在所述三通阀(133)的其中一个进口端与所述燃料电池组(11)的出口端之间的管道上,所述第一热敏电阻(132)设置在所述三通阀(133)的另一个进口端与所述燃料电池组(11)的出口端之间的管道上,所述电池热交换器(134)设置在所述三通阀(133)的出口端与所述燃料电池组(11)的进口端之间的管道上;

所述电池热交换器(134)包括一个冷端入口、一个冷端出口、一个热端入口和一个热端出口;所述电池热交换器(134)的冷端入口和热端入口均通过管道分别与所述三通阀(133)的出口端连通,所述电池热交换器(134)的冷端出口和热端出口均通过管道分别与所述燃料电池组(11)的进口端连通;所述电池热交换器(134)的冷端入口、冷端出口、热端入口和热端出口均通过管道分别与所述空调控制组件(22)连通。

3. 根据权利要求2所述的燃料电池组和空调联合热管理系统,其特征在于,所述燃料电池子系统(1)还包括电池组冷却液供给箱(14)、冷却液水泵(15)和用于检测冷却液温度的第三温度传感器(16),冷却液水泵(15)和所述第三温度传感器(16)均分别与所述燃料电池组(11)电连接;

所述燃料电池组(11)的进口端与所述电池热交换器(134)的冷端出口之间的管道上和所述燃料电池组(11)的进口端与所述电池热交换器(134)的热端出口之间的管道上设有第一公共联接点,所述电池组冷却液供给箱(14)设置在所述第一公共联接点处,所述散热器(131)与所述燃料电池组(11)的出口端之间的管道上和所述第一热敏电阻(132)与所述燃料电池组(11)的出口端之间的管道上设有第二公共联接点,所述冷却液水泵(15)设置在所述第二公共联接点与所述燃料电池组(11)的出口端之间的管道上,所述第三温度传感器(16)设置在所述第二公共联接点与所述冷却液水泵(15)之间的管道上。

4. 根据权利要求2所述的燃料电池组和空调联合热管理系统,其特征在于,所述空调子

系统(2)还包括电动压缩机(23)和气液分离器(24),所述电动压缩机(23)和所述气液分离器(24)均分别与与所述燃料电池组(11)电连接;

所述电动压缩机(23)通过管道依次与所述空调控制组件(22)和所述气液分离器(24)连通。

5.根据权利要求4所述的燃料电池组和空调联合热管理系统,其特征在于,所述空调控制组件(22)包括第一车内换热器(220)、第二车内换热器(221)、车外换热器(222)、第一电子膨胀阀(223)、第二电子膨胀阀(224)、第三电子膨胀阀(225)、第四电子膨胀阀(226)、第五电子膨胀阀(227)、第一截止阀(228)、第二截止阀(229)、第三截止阀(2210)、第四截止阀(2211)、第五截止阀(2212)和第二热敏电阻(2213);所述第一车内换热器(220)、所述第二车内换热器(221)、所述车外换热器(222)、所述第一电子膨胀阀(223)、所述第二电子膨胀阀(224)、所述第三电子膨胀阀(225)、所述第四电子膨胀阀(226)、所述第五电子膨胀阀(227)、所述第一截止阀(228)、所述第二截止阀(229)、所述第三截止阀(2210)、所述第四截止阀(2211)、所述第五截止阀(2212)和所述第二热敏电阻(2213)均分别与与所述燃料电池组(11)电连接;

所述第一车内换热器(220)的进口端通过管道分别与所述电动压缩机(23)的出口端和所述乘员舱连通,所述第一电子膨胀阀(223)设置在所述第一车内换热器(220)的进口端与所述电动压缩机(23)的出口端之间的管道上,所述第二热敏电阻(2213)设置在所述第一车内换热器(220)的进口端与所述乘员舱之间的管道上;所述第一车内换热器(220)的出口端通过管道分别与所述车外换热器(222)的进口端、所述电池热交换器(134)的冷端出口和所述电池热交换器(134)的热端出口连通,所述第二电子膨胀阀(224)设置在所述第一车内换热器(220)的出口端与所述车外换热器(222)的进口端之间的管道上,所述第一车内换热器(220)的出口端与所述电池热交换器(134)的冷端出口之间的管道上和所述第一车内换热器(220)的出口端与所述电池热交换器(134)的热端出口之间的管道上设有第三公共联接点,所述第三电子膨胀阀(225)设置在所述第一车内换热器(220)的出口端与所述第三公共联接点之间的管道上;所述车外换热器(222)的进口端还通过管道与所述电动压缩机(23)的出口端连通,且所述第一截止阀(228)设置在所述车外换热器(222)的进口端与所述电动压缩机(23)的出口端之间的管道上;所述车外换热器(222)的出口端通过管道分别与所述电池热交换器(134)的冷端入口和所述电池热交换器(134)的热端入口连通,所述车外换热器(222)的出口端与所述电池热交换器(134)的冷端入口之间的管道上和所述车外换热器(222)的出口端与所述电池热交换器(134)的热端入口之间的管道上设有第四公共联接点,所述第三截止阀(2210)和所述第四电子膨胀阀(226)均设置在所述车外换热器(222)的出口端与所述第四公共联接点之间的管道上;所述车外换热器(222)的出口端还通过管道分别与所述第二车内换热器(221)的进口端和所述气液分离器(24)的进口端连通,所述第五电子膨胀阀(227)设置在所述车外换热器(222)的出口端与所述第二车内换热器(221)的进口端之间的管道上,所述第五截止阀(2212)设置在所述车外换热器(222)的出口端与所述气液分离器(24)的进口端之间的管道上;所述第二车内换热器(221)的出口端通过管道与所述气液分离器(24)的进口端连通;所述第三公共联接点还通过管道与所述气液分离器(24)的进口端连通,且所述第四截止阀(2211)设置在所述第三公共联接点与所述气液分离器(24)的进口端之间的管道上,所述第四公共联接点还通过管道与所述电动压缩机(23)的

出口端连通,且所述第二截止阀(229)设置在所述第四公共联接点与所述电动压缩机(23)的出口端之间的管道上。

6.一种燃料电池组和空调联合热管理控制方法,其特征在于,应用于权利要求5所述的燃料电池组和空调联合热管理系统中,包括以下步骤:

步骤1:利用所述第一温度传感器(12)获取所述燃料电池子系统(1)中的所述燃料电池组(11)的所述电池温度,利用所述第二温度传感器(21)获取所述空调子系统(2)所在的所述乘员舱的所述乘员舱温度;

步骤2:根据所述电池温度判断所述燃料电池组(11)的第一响应需求,根据所述乘员舱温度判断所述乘员舱的第二响应需求,并查询预设的响应需求组合表,在所述响应需求组合表中根据所述第一响应需求和所述第二响应需求选择匹配的热管理控制模式;

步骤3:所述燃料电池控制组件(13)和所述空调控制组件(22)分别按照匹配的热管理控制模式进行工作。

7.根据权利要求6所述的燃料电池组和空调联合热管理控制方法,其特征在于,所述第一响应需求包括电池组无需求、电池组加热和电池组散热,所述第二响应需求包括乘员舱无需求、乘员舱制热和乘员舱制冷;

在所述步骤2中,查询预设的所述响应需求组合表之前还包括以下步骤:

步骤21:获取所述第一响应需求和所述第二响应需求之间的多个响应需求组合;

步骤22:根据所有响应需求组合,配置预设的所述响应需求组合表;

其中,所述响应需求组合表中包括每个热管理控制模式与每个响应需求组合之间一一对应的匹配关系;

热管理控制模式包括第一控制模式、第二控制模式、第三控制模式、第四控制模式、第五控制模式、第六控制模式和第七控制模式。

8.根据权利要求7所述的燃料电池组和空调联合热管理控制方法,其特征在于,所述第一控制模式对应的响应需求组合为电池组散热和乘员舱无需求,则所述第一控制模式具体为:

控制所述第一截止阀(228)、所述第二电子膨胀阀(224)、所述第三截止阀(2210)、所述第四电子膨胀阀(226)和所述第四截止阀(2211)打开;

所述第二控制模式对应的响应需求组合为电池组散热和乘员舱制热,则所述第二控制模式具体为:

控制所述第一电子膨胀阀(223)、所述第三电子膨胀阀(225)、所述第四电子膨胀阀(226)、所述第三截止阀(2210)和所述第五截止阀(2212)打开;

所述第三控制模式对应的响应需求组合为电池组散热和乘员舱制冷,则所述第三控制模式具体为:

控制所述第一截止阀(228)、所述第二电子膨胀阀(224)、所述第五电子膨胀阀(227)、所述第三截止阀(2210)、所述第四电子膨胀阀(226)和所述第四截止阀(2211)打开。

9.根据权利要求7所述的燃料电池组和空调联合热管理控制方法,其特征在于,所述第四控制模式对应的响应需求组合为电池组加热和乘员舱无需求,则所述第四控制模式具体为:

控制所述第二截止阀(229)、所述第四电子膨胀阀(226)、所述第三电子膨胀阀(225)、

所述第二电子膨胀阀 (224) 和所述第五截止阀 (2212) 打开;

所述第五控制模式对应的响应需求组合为电池组加热和乘员舱制热,则所述第五控制模式具体为:

控制所述第一电子膨胀阀 (223)、所述第二截止阀 (229)、所述第四电子膨胀阀 (226)、所述第三电子膨胀阀 (225)、所述第二电子膨胀阀 (224) 和所述第五截止阀 (2212) 打开。

10. 根据权利要求7所述的燃料电池组和空调联合热管理控制方法,其特征在于,所述第六控制模式对应的响应需求组合为电池组无需求和乘员舱制冷,则所述第六控制模式具体为:

控制所述第一截止阀 (228)、所述第二电子膨胀阀 (224) 和所述第五电子膨胀阀 (227) 打开;

所述第七控制模式对应的响应需求组合为电池组无需求和乘员舱制热,则所述第七控制模式具体为:

控制所述第一电子膨胀阀 (223)、所述第二电子膨胀阀 (224) 和所述第五截止阀 (2212) 打开。

一种燃料电池组和空调联合热管理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车技术领域,尤其涉及一种燃料电池组和空调联合热管理系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 燃料电池是一种将氢和氧的化学能通过电极反应直接转换成电能的装置。与传统能源相比,燃料电池最大的特点是在反应过程中不涉及燃烧,因而能量转换效率不受卡诺循环的限制,其能量转换效率高达60%–80%,具有高效、清洁的显著特点,被认为是21世纪首选的洁净高效发电技术。随着新能源汽车的发展,新能源汽车的动力来源也具有更多可能,世界各国及企业在研究和开发燃料电池汽车的领域也取得了重大的成果和进展。

[0003] 燃料电池的效率一般在50%左右,即燃料电池对外输出功率和排出的热量是相等的,因此燃料电池发动机排出的热量很大,约为内燃机排出热量的2~3倍。质子交换膜燃料电池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)的温度特性主要由质子交换膜特性决定,以最常用的Nafion膜为例,其最佳工作温度不宜超出80℃,超过该温度时膜的稳定性和质子传导性能会严重下降。由于质子交换膜对温度的敏感性,而且电池排热温度不高,因此对质子交换膜燃料电池的散热系统的热管理提出了很高的要求。热管理的主要任务是维持燃料电池稳定工作的温度,本身内部热源会增大燃料电池的工作温度,提高PEM电池输出性能和催化剂活性,但是温度过高又会造成膜“脱水”以及系统衰减加剧。因此,为了保证燃料电池持续稳定运行且具有优异的性能和耐久性,燃料电池热管理系统必不可少。

[0004] 由于电动汽车空调系统的动力来源全部来自于动力电池,因此对于燃料电池电动汽车,为保证燃料电池持续稳定运行,在保证乘员舱舒适性的前提下去减少空调系统的电能消耗成为了当前研究的重要目标。

[0005] 然而,目前还没有一种有效的热管理系统和控制方法,将空调系统与燃料电池联结起来,能在保证乘员舱舒适性的前提下去减少空调系统的电能消耗,实现燃料电池的持续稳定运行。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,提供一种燃料电池组和空调联合热管理系统及其控制方法,将空调系统与燃料电池组联结起来,能在保证乘员舱舒适性的前提下去减少空调系统的电能消耗,实现燃料电池组的持续稳定运行,并大大提升了燃料电池组的能量利用率和热管理效率。

[0007] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:

[0008] 一种燃料电池组和空调联合热管理系统,应用于电动汽车上,包括燃料电池子系统和空调子系统,所述燃料电池子系统和所述空调子系统电连接,且所述燃料电池子系统和所述空调子系统通过管道连通,所述燃料电池子系统包括燃料电池组、燃料电池控制组件和用于检测所述燃料电池组的电池温度的第一温度传感器,所述燃料电池组分别与所述

第一温度传感器和所述燃料电池控制组件电连接,且所述燃料电池组通过管道与所述燃料电池控制组件连通;

[0009] 所述空调子系统包括空调控制组件和用于检测所述空调子系统所在的乘员舱的乘员舱温度的第二温度传感器,所述空调控制组件与所述第二温度传感器电连接,所述第二温度传感器和所述空调控制组件均分别与所述燃料电池组电连接,且所述空调控制组件通过管道与所述燃料电池控制组件连通。

[0010] 本发明的有益效果是:燃料电池子系统与空调子系统电连接,且通过管道连通,其中,燃料电池子系统包括燃料电池组,既可以实现对整个燃料电池子系统的电能提供,还可以实现对空调子系统的电能提供,从而实现空调子系统所在的乘员舱的舒适性,空调子系统包括空调控制组件和第二温度传感器,可以实时掌握乘员舱温度,并通过空调控制组件来调节乘员舱温度,保证乘员舱的舒适性,燃料电池子系统还包括燃料电池控制组件和第一温度传感器,可以实时掌握燃料电池组的电池温度,并结合实时掌握的乘员舱温度,在保证乘员舱的舒适性的前提下,减少空调子系统的电能消耗,从而保证燃料电池组稳定的电池温度,实现燃料电池组的持续稳定运行,并大大提升了燃料电池组的能量利用率和热管理效率;

[0011] 本发明的燃料电池组和空调联合热管理系统将燃料电池组和空调子系统联结起来,建立了燃料电池组和空调子系统的热管理互联的方案,能够根据电池温度结合乘员舱温度对燃料电池组进行热管理,有效避免燃料电池组短时高温的现象发生,大大提升了能量利用率与热管理效率,并能够有效地降低氢能的消耗,达到节能减排、增长续航里程的效果;同时,燃料电池子系统和空调子系统可以独立运行、互不影响,从而可以满足驾乘人员与燃料电池组对于环境温度参变量的不同需求。

[0012] 依据本发明的另一方面,提供了一种燃料电池组和空调联合热管理控制方法,应用于本发明中的燃料电池组和空调联合热管理系统中,包括以下步骤:

[0013] 步骤1:利用所述第一温度传感器获取所述燃料电池子系统内的所述燃料电池组的所述电池温度,利用所述第二温度传感器获取所述空调子系统所在的所述乘员舱的所述乘员舱温度;

[0014] 步骤2:根据所述电池温度判断所述燃料电池组的第一响应需求,根据所述乘员舱温度判断所述乘员舱的第二响应需求,并查询预设的响应需求组合表,在所述响应需求组合表中根据所述第一响应需求和所述第二响应需求选择匹配的热管理控制模式;

[0015] 步骤3:所述燃料电池控制组件和所述空调控制组件分别按照匹配的热管理控制模式进行工作;

[0016] 本发明的有益效果是:本发明的燃料电池组和空调联合热管理控制方法将燃料电池组和空调子系统联结起来,建立了燃料电池组和空调子系统的热管理互联的方案,利用第一温度传感器获取电池温度,利用第二温度传感器获取乘员舱温度,能够根据电池温度结合乘员舱温度对燃料电池组进行热管理,有效避免燃料电池组短时高温的现象发生,大大提升了能量利用率与热管理效率,并能够有效地降低氢能的消耗,达到节能减排、增长续航里程的效果;同时,燃料电池子系统和空调子系统可以独立运行、互不影响,从而可以满足驾乘人员与燃料电池组对于环境温度参变量的不同需求。

附图说明

- [0017] 图1为本发明实施例一中一种燃料电池组和空调联合热管理系统的结构示意图；
- [0018] 图2为本发明实施例一中另一种燃料电池组和空调联合热管理系统的结构示意图；
- [0019] 图3为本发明实施例二中一种燃料电池组和空调联合热管理控制方法的流程示意图；
- [0020] 图4为本发明实施例二中获取预设的响应需求组合表的流程示意图；
- [0021] 图5为本发明实施例二中第一控制模式下的热循环示意图；
- [0022] 图6为本发明实施例二中第二控制模式下的热循环示意图；
- [0023] 图7为本发明实施例二中第三控制模式下的热循环示意图；
- [0024] 图8为本发明实施例二中第四控制模式下的热循环示意图；
- [0025] 图9为本发明实施例二中第五控制模式下的热循环示意图；
- [0026] 图10为本发明实施例二中第六控制模式下的热循环示意图；
- [0027] 图11为本发明实施例二中第七控制模式下的热循环示意图；
- [0028] 图12为本发明实施例二中另一种燃料电池组和空调联合热管理控制方法的流程示意图。

[0029] 附图中,各标号所代表的部件列表如下:

[0030] 1、燃料电池子系统,2、空调子系统,11、燃料电池组,12、第一温度传感器件,13、燃料电池控制组件,14、电池组冷却液供给箱,15、冷却液水泵,16、第三温度传感器,21、第二温度传感器,22、空调控制组件,23、电动压缩机,24、气液分离器,131、散热器,132、第一热敏电阻,133、三通阀,134、电池热交换器,220、第一车内换热器,221、第二车内换热器,222、车外换热器,223、第一电子膨胀阀,224、第二电子膨胀阀,225、第三电子膨胀阀,226、第四电子膨胀阀,227、第五电子膨胀阀,228、第一截止阀,229、第二截止阀,2210、第三截止阀,2211、第四截止阀,2212、第五截止阀,2213、第二热敏电阻。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0032] 下面结合附图,对本发明进行说明。

[0033] 实施例一、如图1所示,燃料电池组和空调联合热管理系统,应用于电动汽车上,包括燃料电池子系统1和空调子系统2,所述燃料电池子系统1和所述空调子系统2电连接,且所述燃料电池子系统1和所述空调子系统2通过管道连通,所述燃料电池子系统1包括燃料电池组11、燃料电池控制组件13和用于检测所述燃料电池组11的电池温度的第一温度传感器12,所述燃料电池组11分别与所述第一温度传感器12和所述燃料电池控制组件13电连接,且所述燃料电池组11通过管道与所述燃料电池控制组件13连通;

[0034] 所述空调子系统2包括空调控制组件22和用于检测所述空调子系统2所在的乘员舱的乘员舱温度的第二温度传感器21,所述空调控制组件22与所述第二温度传感器21电连接,所述第二温度传感器21和所述空调控制组件22均分别与所述燃料电池组11电连接,且所述空调控制组件22通过管道与所述燃料电池控制组件13连通。

[0035] 燃料电池子系统与空调子系统电连接,且通过管道连通,其中,燃料电池子系统包括燃料电池组,既可以实现对整个燃料电池子系统的电能提供,还可以实现对空调子系统的电能提供,从而实现空调子系统所在的乘员舱的舒适性,空调子系统包括空调控制组件和第二温度传感器,可以实时掌握乘员舱温度,并通过空调控制组件来调节乘员舱温度,保证乘员舱的舒适性,燃料电池子系统还包括燃料电池控制组件和第一温度传感器,可以实时掌握燃料电池组的电池温度,并结合实时掌握的乘员舱温度,在保证乘员舱的舒适性的前提下,减少空调子系统的电能消耗,从而保证燃料电池组稳定的电池温度,实现燃料电池组的持续稳定运行,并大大提升了燃料电池组的能量利用率和热管理效率;

[0036] 本实施例的燃料电池组和空调联合热管理系统将燃料电池组和空调子系统联结起来,建立了燃料电池组和空调子系统的热管理互联的方案,能够根据电池温度结合乘员舱温度对燃料电池组进行热管理,有效避免燃料电池组短时高温的现象发生,大大提升了能量利用率与热管理效率,并能够有效地降低氢能的消耗,达到节能减排、增长续航里程的效果;同时,燃料电池子系统和空调子系统可以独立运行、互不影响,从而可以满足驾乘人员与燃料电池组对于环境温度参变量的不同需求。

[0037] 优选地,如图2所示,所述燃料电池控制组件13包括散热器131、第一热敏电阻132、三通阀133和电池热交换器134,所述散热器131、所述第一热敏电阻132和所述电池热交换器134均分别与所述燃料电池组11电连接;

[0038] 所述三通阀(133)包括两个进口端和一个出口端,所述三通阀133的两个进口端均通过管道分别与所述燃料电池组11的一端连通,所述三通阀133的第三个端口通过管道与所述燃料电池组11的出口端连通,所述散热器131设置在所述三通阀133的其中一个进口端与所述燃料电池组11的出口端之间的管道上,所述第一热敏电阻132设置在所述三通阀133的另一个进口端与所述燃料电池组11的出口端之间的管道上,所述电池热交换器134设置在所述三通阀133的出口端与所述燃料电池组11的进口端之间的管道上;

[0039] 所述电池热交换器134包括一个冷端入口、一个冷端出口、一个热端入口和一个热端出口;所述电池热交换器134的冷端入口和热端入口均通过管道分别与所述三通阀133的出口端连通,所述电池热交换器134的冷端出口和热端出口均通过管道分别与所述燃料电池组11的进口端连通;所述电池热交换器134的冷端入口、冷端出口、热端入口和热端出口均通过管道分别与所述空调控制组件22连通。

[0040] 由于燃料电池电动汽车的燃料电池组会配置电池冷却液,电池冷却液可以降低燃料电池组的温度,同时还可以通过散热器可以散发电池冷却液的温度达到对燃料电池组散热的目的;而当燃料电池组的温度过低时,需要对燃料电池组进行加热,因此通过第一热敏电阻可以达到对燃料电池组加热的目的,通过包含散热器、第一热敏电阻和三通阀的燃料电池控制组件,可以实现根据电池温度对燃料电池组进行热管理,有效避免燃料电池组短时高温的现象发生;燃料电池控制组件中还包括电池热交换器,通过三通阀和该电池热交换器可以将空调循环与燃料电池的水循环联结起来,有效地实现多能级互补,保证燃料电池组的持续稳定运行,提升能量利用率与热管理效率。

[0041] 具体地,本实施例的电池热交换器内包含冷凝器和蒸发器,对应地,包含一个冷端入口、一个冷端出口、一个热端入口和一个热端出口;可以将液态制冷剂蒸发,通过蒸发吸热带走燃料电池组中电池冷却液的热量,还可以将其他制冷剂液化放热,为燃料电池组加

热。

[0042] 具体地,本实施例的散热器中包括风扇,还可以调节风扇的转动频率来调节散热器的散热程度;另外,当燃料电池组需要不同程度的加热时,可以通过调节第一热敏电阻的功率,来实现不同的加热程度,满足了不同的需求。

[0043] 优选地,如图2所示,所述燃料电池子系统1还包括电池组冷却液供给箱14、冷却液水泵15和用于检测冷却液温度的第三温度传感器16,冷却液水泵15和所述第三温度传感器16均分别与所述燃料电池组11电连接;

[0044] 所述燃料电池组11的进口端与所述电池热交换器134的冷端出口之间的管道上和所述燃料电池组11的进口端与所述电池热交换器134的热端出口之间的管道上设有第一公共联接点,所述电池组冷却液供给箱14设置在所述第一公共联接点处,所述散热器131与所述燃料电池组11的出口端之间的管道上和所述第一热敏电阻132与所述燃料电池组11的出口端之间的管道上设有第二公共联接点,所述冷却液水泵15设置在所述第二公共联接点与所述燃料电池组11的出口端之间的管道上,所述第三温度传感器16设置在所述第二公共联接点与所述冷却液水泵15之间的管道上。

[0045] 通过电池组冷却液供给箱和冷却液水泵,方便为整个燃料电池子系统提供电池冷却液,以实现整个燃料电池子系统的循环,进而实现对燃料电池组的温度的控制,保证燃料电池组的持续稳定运行;通过第三温度传感器来检测管道上的电池冷却液的温度,可以进一步掌握燃料电池组的温度状态,方便进一步对燃料电池组的温度的精确控制,提高热管理效率和能量利用率。

[0046] 优选地,如图2所示,所述空调子系统2还包括电动压缩机23和气液分离器24,所述电动压缩机23和所述气液分离器24均分别与所述燃料电池组11电连接;

[0047] 所述电动压缩机23通过管道依次与所述空调控制组件22和所述气液分离器24连通。

[0048] 通过电动压缩机可以为整个空调子系统提供气态制冷剂,一方面方便利用空调控制组件将气态制冷剂进行液化,达到液化放热的目的,另一方面还方便利用空调控制组件将液态制冷剂进行蒸发,达到蒸发吸热的目的,从而达到为乘员舱进行制冷或制冷的目的;而气液分离器可以将空调子系统整个热循环过程的气态制冷剂和液态制冷剂进行分离,然后再循环到电动压缩机,完成了整个空调子系统的热循环回路,实现整个空调子系统的温度的有效控制,为乘员舱提供舒适的环境。

[0049] 优选地,如图2所示,所述空调控制组件22包括第一车内换热器220、第二车内换热器221、车外换热器222、第一电子膨胀阀223、第二电子膨胀阀224、第三电子膨胀阀225、第四电子膨胀阀226、第五电子膨胀阀227、第一截止阀228、第二截止阀229、第三截止阀2210、第四截止阀2211、第五截止阀2212和第二热敏电阻2213;所述第一车内换热器220、所述第二车内换热器221、所述车外换热器222、所述第一电子膨胀阀223、所述第二电子膨胀阀224、所述第三电子膨胀阀225、所述第四电子膨胀阀226、所述第五电子膨胀阀227、所述第一截止阀228、所述第二截止阀229、所述第三截止阀2210、所述第四截止阀2211、所述第五截止阀2212和所述第二热敏电阻2213均分别与所述燃料电池组11电连接;

[0050] 所述第一车内换热器220的进口端通过管道分别与所述电动压缩机23的出口端和所述乘员舱连通,所述第一电子膨胀阀223设置在所述第一车内换热器220的进口端与所

电动压缩机23的出口端之间的管道上,所述第二热敏电阻2213设置在所述第一车内换热器220的进口端与所述乘员舱之间的管道上;所述第一车内换热器220的出口端通过管道分别与所述车外换热器222的进口端、所述电池热交换器134的冷端出口和所述电池热交换器134的热端出口连通,所述第二电子膨胀阀224设置在所述第一车内换热器220的出口端与所述车外换热器222的进口端之间的管道上,所述第一车内换热器220的出口端与所述电池热交换器134的冷端出口之间的管道上和所述第一车内换热器220的出口端与所述电池热交换器134的热端出口之间的管道上设有第三公共联接点,所述第三电子膨胀阀225设置在所述第一车内换热器220的出口端与所述第三公共联接点之间的管道上;所述车外换热器222的进口端还通过管道与所述电动压缩机23的出口端连通,且所述第一截止阀228设置在所述车外换热器222进口端与所述电动压缩机23的出口端之间的管道上;所述车外换热器222的出口端通过管道与所述电池热交换器134的冷端入口和所述电池热交换器134的热端入口连通,所述车外换热器222的出口端与所述电池热交换器134的冷端入口之间的管道上和所述车外换热器222的出口端与所述电池热交换器134的热端入口之间的管道上设有第四公共联接点,所述第三截止阀2210和所述第四电子膨胀阀226均设置在所述车外换热器222的出口端与所述第四公共联接点之间的管道上;所述车外换热器222的出口端还通过管道分别与所述第二车内换热器221的进口端和所述气液分离器24的进口端连通,所述第五电子膨胀阀227设置在所述车外换热器222的出口端与所述第二车内换热器221进口端之间的管道上,所述第五截止阀2212设置在所述车外换热器222的出口端与所述气液分离器24的进口端之间的管道上;所述第二车内换热器221的出口端通过管道与所述气液分离器24的进口端连通;所述第三公共联接点还通过管道与所述气液分离器24的进口端连通,且所述第四截止阀2211设置在所述第三公共联接点与所述气液分离器24的进口端之间的管道上,所述第四公共联接点还通过管道与所述电动压缩机23的出口端连通,且所述第二截止阀229设置在所述第四公共联接点与所述电动压缩机23的出口端之间的管道上。

[0051] 通过上述配置的空调控制组件,可以根据电池温度结合乘员舱温度,通过不同的回路对燃料电池组进行热管理,能够有效避免燃料电池组短时高温的现象发生;空调的热循环与燃料电池的水循环联结,有效地实现多能级互补,基于多级回路,大大提升了能量利用率与热管理效率,能够有效降低氢能的消耗,达到节能减排、增长续驶里程的效果;同时,乘员舱的制冷、制热与燃料电池组的热管理两个子系统可以独立运行、互不影响,可以满足多种工况下,驾乘人员与电池组对于环境温度参变量的不同需求;例如,当电池温度过高、乘员舱温度过高时,需要对燃料电池组进行散热并对乘员舱制冷,此时可以开启第一电子膨胀阀、第三膨胀阀、第四膨胀阀、第三截止阀和第五截止阀,开启散热器,并让散热器内部的风扇工作,当上述电路元件开启后,高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出,依次经过第一截止阀和第二电子膨胀阀到达车外换热器(气态制冷剂液化放热),变成低温低压的液态制冷剂,然后分流一部分经过第五电子膨胀阀到达第二车内换热器,液态制冷剂蒸发吸热,吸收周围热量,第二车内换热器中的风扇将冷风吹向乘员舱,达到乘员舱制冷的效果,另一部分液态制冷剂依次经过第三截止阀和第四电子膨胀阀到达电池热交换器蒸发吸热,带走电池冷却液的热量,经过第四截止阀与从第二车内换热器流出的低温低压的气态制冷剂汇合,然后经过气液分离器,回到电动压缩机完成一个乘员舱制冷和燃料电池组散热的循环。

[0052] 具体地,本实施例的第一车内换热器和和第二车内换热器是由冷凝器和蒸发器两部分组成,既可以通过冷凝器将电动压缩机中提供的气态制冷剂液化,还可以通过蒸发器将液态制冷剂蒸发,同时,本实施例的第一车内换热器和和第二车内换热器还均包括风扇,当将气态制冷剂液化时,通过液化放热利用风扇向乘员舱内释放暖风,达到乘员舱制热的目的;当将液态制冷剂蒸发时,通过蒸发吸热并利用风扇向乘员舱内释放冷风,达到乘员舱制冷的目的。基于上述第一车内换热器、第二车内换热器以及电池热交换器,可以实现多级回路,并基于多级回路,对燃料电池组进行热管理,且在不同的回路中,随着空调制冷剂的流通,电池热交换器的冷端入口和冷端出口可以实现双向流通,即冷端入口变成冷端出口,冷端出口变成冷端入口,同理热端入口和热端出口可以实现双向流通,即热端入口变成热端出口,热端出口变成热端入口,功能更加多样化。

[0053] 具体地,本实施例中的截止阀用于阻断介质(本实施例中为制冷剂)流通,当截止阀打开时,制冷剂在该截止阀所在的通道内可以流通,当截止阀关闭时,制冷剂在该截止阀所在的通道内不能流通;本实施例中的电子膨胀阀设置在换热器(包括第一车内换热器、第二车内换热器、车外换热器和电池热交换器)附近,可以按照预设程序调节上述换热器内部的蒸发器的供液量,通过阀门开度的大小来实现调节供液量的大小,便于实现本实施例的燃料电池组和空调联合热管理系统的智能化控制。

[0054] 具体地,本实施例的第一热敏电阻和第二热敏电阻均为PTC,具体的正温度系数根据实际情况选择。

[0055] 实施例二、如图3所示,一种燃料电池组和空调联合热管理控制方法,应用于实施例一中的燃料电池组和空调联合热管理系统中,包括以下步骤:

[0056] S1:利用所述第一温度传感器12获取所述燃料电池子系统1中的所述燃料电池组11的所述电池温度,利用所述第二温度传感器21获取所述空调子系统2所在的所述乘员舱的所述乘员舱温度;

[0057] S2:根据所述电池温度判断所述燃料电池组11的第一响应需求,根据所述乘员舱温度判断所述乘员舱的第二响应需求,并查询预设的响应需求组合表,根据所述第一响应需求和所述第二响应需求选择匹配的热管理控制模式;

[0058] S3:所述燃料电池控制组件13和所述空调控制组件22分别按照匹配的热管理控制模式进行工作;

[0059] 本实施例的燃料电池组和空调联合热管理控制方法将燃料电池组和空调子系统联结起来,建立了燃料电池组和空调子系统的热管理互联的方案,利用第一温度传感器获取电池温度,利用第二温度传感器获取乘员舱温度,能够根据电池温度结合乘员舱温度对燃料电池组进行热管理,有效避免燃料电池组短时高温的现象发生,大大提升了能量利用率与热管理效率,并能够有效地降低氢能的消耗,达到节能减排、增长续驶里程的效果;同时,燃料电池子系统和空调子系统可以独立运行、互不影响,从而可以满足驾乘人员与燃料电池组对于环境温度参变量的不同需求。

[0060] 具体地,本实施例中预先设置电池温度阈值和乘员舱温度阈值,根据电池温度与预设的电池温度阈值进行对比,判断出燃料电池组的第一响应需求;根据乘员舱温度与预设的乘员舱温度阈值进行对比,判断出乘员舱的第二响应需求。

[0061] 优选地,在S2中,查询预设的所述响应需求组合表之前还包括以下步骤:

[0062] 获取预设的所述响应需求组合表。

[0063] 优选地,所述第一响应需求包括电池组无需求、电池组加热和电池组散热,所述第二响应需求包括乘员舱无需求、乘员舱制热和乘员舱制冷;

[0064] 如图4所示,获取预设的所述响应需求组合表的具体步骤包括:

[0065] S21:获取所述第一响应需求和所述第二响应需求之间的多个响应需求组合;

[0066] S22:根据所有响应需求组合,配置预设的所述响应需求组合表;

[0067] 其中,所述响应需求组合表中包括每个热管理控制模式与每个响应需求组合之间一一对应的匹配关系;

[0068] 热管理控制模式包括第一控制模式、第二控制模式、第三控制模式、第四控制模式、第五控制模式、第六控制模式和第七控制模式。

[0069] 利用第一温度传感器获取的电池组温度,可以根据电池组温度判断出燃料电池组的第一响应需求,即燃料电池组是无需求,还是需要加热或散热,同理,利用第二温度传感器获取的乘员舱温度,可以根据乘员舱温度判断出乘员舱的第二响应需求,即乘员舱是无需求,还是需要制热或制冷,上述第一响应需求和第二响应需求可以组合出多种需求,即可以得到多个响应需求组合;具体地,三种第一响应需求和三种第二响应需求,可以组合出9种响应需求组合,其中,电池组无需求和乘员舱无需求这种响应需求组合,由于燃料电池组和乘员舱均无需求,整个联合热管理系统无需工作,因此无需配套的热管理控制模式,即为无效响应需求组合;而电池组加热和乘员舱制冷这种响应需求组合,由于不符合工况实际情况,也为无效响应需求组合,因此共有7种响应需求组合;根据该7种响应需求组合,可以配置预设的响应需求组合表,该响应需求组合表中包括7种响应需求组合一一对应匹配的7种热管理控制模式,即分别为第一控制模式、第二控制模式、第三控制模式、第四控制模式、第五控制模式、第六控制模式和第七控制模式;通过上述预设的响应需求组合表,可以匹配到不同工况下的热管理控制模式,从而方便燃料电池控制组件和空调控制组件分别按照匹配的热管理控制模式进行工作,实现将空调系统与燃料电池组联结起来,能在保证乘员舱舒适性的前提下去减少空调系统的电能消耗,实现燃料电池组的持续稳定运行,并大大提升了燃料电池组的能量利用率和热管理效率。

[0070] 具体地,本实施例中的响应需求组合表如表1所示。

[0071] 表1 本实施例中的响应需求组合表

[0072]

热管理控制模式	第一响应需求	电池组温度情况	第二响应需求	乘员舱温度情况
第一控制模式	电池组散热	高温	乘员舱无需求	正常
第二控制模式	电池组散热	高温	乘员舱制热	低温
第三控制模式	电池组散热	高温	乘员舱制冷	高温
第四控制模式	电池组加热	低温	乘员舱无需求	正常
第五控制模式	电池组加热	低温	乘员舱制热	低温
第六控制模式	电池组无需求	正常	乘员舱制热	低温
第七控制模式	电池组无需求	正常	乘员舱制冷	高温

[0073] 优选地,所述第一控制模式对应的响应需求组合为电池组散热和乘员舱无需求,则所述第一控制模式具体为:

[0074] 控制所述第一截止阀228、所述第二电子膨胀阀224、所述第三截止阀2210、所述第

四电子膨胀阀226和所述第四截止阀2211打开；

[0075] 所述第二控制模式对应的响应需求组合为电池组散热和乘员舱制热，则所述第二控制模式具体为：

[0076] 控制所述第一电子膨胀阀223、所述第三电子膨胀阀225、所述第四电子膨胀阀226、所述第三截止阀2210和所述第五截止阀2212打开；

[0077] 所述第三控制模式对应的响应需求组合为电池组散热和乘员舱制冷，则所述第三控制模式具体为：

[0078] 控制所述第一截止阀228、所述第二电子膨胀阀224、所述第五电子膨胀阀227、所述第三截止阀2210、所述第四电子膨胀阀226和所述第四截止阀2211打开。

[0079] 通过上述开启的第一截止阀、第二电子膨胀阀、第三截止阀、第四电子膨胀阀和第四截止阀所构成的第一控制模式，其余的电子膨胀阀和截止阀为关闭状态，可以有效实现燃料电池组的单独散热要求（即电池组散热和乘员舱无需求）；其中，由于电池温度可能有不同的温度范围，需要对其进行一级散热、二级散热和三级散热，可根据实际情况选择散热器内部风扇的工作情况和电池热交换器的工作功率，例如，当电池温度为一级高温（68℃～72℃）时，散热器的风扇不工作，直接依靠电池组冷却液进行散热即可；当电池温度为二级高温（72℃～78℃）时，散热器的风扇工作，同时依靠电池组冷却液和散热器进行散热；当电池温度为三级高温（>78℃）时，散热器的风扇工作，电池热交换器以较高功率工作，同时依靠电池组冷却液、散热器和电池热交换器进行散热；

[0080] 同理，通过第二控制模式可以有效实现燃料电池组散热和乘员舱制热，同时根据实际情况选择散热器内部风扇的工作情况和和电池热交换器的工作功率来达到不同程度的散热，对于乘员舱不同程度的制热，可以根据实际情况选择第二热敏电阻的工作情况来调整；通过第三控制模式可以有效实现燃料电池组散热和乘员舱制冷，并根据实际情况选择散热器内部风扇的工作情况和和电池热交换器的工作功率来达到不同程度的散热；

[0081] 通过上述第一控制模式、第二控制模式和第三控制模式，满足了在电池组需要散热时，乘员舱不同需求的工况，实现了将空调系统与燃料电池组联结起来，能在保证乘员舱舒适性的前提下去减少空调系统的电能消耗，实现燃料电池组的持续稳定运行。

[0082] 具体地，在本实施例中，将处于高温状态下的电池温度分为三级，即一级高温（68℃～72℃）、二级高温（72℃～78℃）和三级高温（>78℃），高温状态下对应的第一响应需求为电池组散热，也对应分为三级，分别为一级散热、二级散热和三级散热。

[0083] 当电池温度为一级高温时（68℃<T<72℃），通过燃料电池子系统进行电池组一级散热，电池组冷却液经冷却液水泵、第三温度传感器、散热器（向外散发冷却液的热量，此时散热器风扇不工作，即三通阀与冷却液水泵之间的管道流通，但散热器内部的风扇不工作）、三通阀和不工作的电池热交换器（或极低功率工作）到达燃料电池组，带走燃料电池组产生的热量，完成一个燃料电池组的热管理回路；此时乘员舱可实现制冷、制热或者无需求。

[0084] 当乘员舱无需求时，对应为第一控制模式，且第一控制模式对应的热循环过程如下：高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出，经过第一截止阀、第二电子膨胀阀到达车外换热器（制冷剂液化放热），变成低温低压的液态制冷剂，再经过第三截止阀、第四电子膨胀阀到达燃料电池热交换器，低温低压液态制冷剂在电池热交换器发生蒸发吸热，带走电池

组冷却液的热量,此时低温低压的气态制冷剂经过第四截止阀到达气液分离器、回到电动压缩机完成一个电池组的散热循环;即在上述过程中,第一截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第二电子膨胀阀和第四电子膨胀阀打开;第二截止阀、第五截止阀、第一电子膨胀阀、第三电子膨胀阀和第五电子膨胀阀关闭,如图5所示。

[0085] 当乘员舱制热时,对应为第二控制模式,且第二控制模式对应的热循环过程如下:高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出,经过第一电子膨胀阀,到达第一车内换热器,高温高压的气体制冷剂液化成低温低压的液态制冷剂,放出大量的热量,经过第一车内换热器风扇将暖风吹向乘员舱,如果电动压缩机停转,需要乘员舱内第二散热电阻工作,由风扇将暖风送向乘员舱;低温低压的液态制冷剂依次经过第三电子膨胀阀,到电池热交换器,液态制冷剂发生蒸发物理变化,吸收电池组冷却液的热量,达到降低电池组温度的目的,低温低压的气态制冷剂再依次经过第四电子膨胀阀、第三截止阀和第五截止阀到达气液分离器后到达电动压缩机,完成乘员舱的制热以及电池组的散热需求;即在上述过程中,第三截止阀、第五截止阀、第一电子膨胀阀、第三电子膨胀阀和第四电子膨胀阀打开,第一截止阀、第二截止阀、第四截止阀、第二电子膨胀阀和第五电子膨胀阀等关闭),如图6所示。

[0086] 当乘员舱制冷时,对应为第三控制模式,且第三控制模式对应的热循环过程如下:高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出,经过第一截止阀、第二电子膨胀阀到达车外换热器(制冷剂液化放热),变成低温低压的液态制冷剂,然后分流一部分经过第五电子膨胀阀到达第二车内换热器,液态制冷剂蒸发吸热,吸收周围热量,第二车内换热器风扇将冷风吹向乘员舱,达到乘员舱制冷的效果,另一部分液态制冷剂经过第三截止阀和第四电子膨胀阀到达电池热交换器蒸发吸热,带走电池组冷却液的热量,经过第四截止阀与从第二车内换热器流出的低温低压的气态制冷剂汇合,然后经过气液分离器,回到电动压缩机完成一个乘员舱制冷电池组散热的循环;即在上述过程中,第一截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第二电子膨胀阀、第四电子膨胀阀和第五电子膨胀阀打开,第二截止阀、第五截止阀、第一电子膨胀阀和第三电子膨胀阀关闭,如图7所示。

[0087] 具体地,当电池组温度为二级高温时($72^{\circ}\text{C}<T<78^{\circ}\text{C}$),通过燃料电池组子系统进行二级散热,电池组冷却液经冷却液水泵、第三温度传感器、散热器(向外散发冷却液的热量),此时散热器内部的风扇工作,加速了冷却液热量的耗散,然后经过三通阀和不工作的电池热交换器(或以极低功率工作)后到达电池组,带走燃料电池组产生的热量,完成一个电池组的二级散热管理回路,此时乘员舱可实现制冷(同样为第三控制模式)、制热(同样为第二控制模式)或者无需求(同样为第一控制模式),第一控制模式、第二控制模式和第三控制模式的具体热循环过程以及各阀门的启闭状态与电池组一级级散热的情况一致。当电池组三级高温时($78^{\circ}\text{C}<T$),此时电池组温度非常高,即将达到放电效率低于80%的温度节点,单一的经过一级或二级散热不能满足要求,此时需要通过空调子系统介入来冷却电池组冷却液,继而达到冷却电池组的目的,有效避免了电池组内部的短时高温;此时电池组冷却液经冷却液水泵、第三温度传感器、散热器以及散热器风扇降低冷却液温度,再经过三通阀,经电池热交换器利用空调制冷剂蒸发吸热再次降低电池组冷却液温度,然后流向燃料电池组,带走燃料电池组产生的热量,完成一个电池组三级散热循环;同理,乘员舱可实现制冷(同样为第三控制模式)、制热(同样为第二控制模式)或者无需求(同样为第一控制模式),且第一控制模式、第二控制模式和第三控制模式的具体热循环过程以及各阀门的启闭状态

与电池组一级级散热的情况一致。

[0088] 优选地,所述第四控制模式对应的响应需求组合为电池组加热和乘员舱无需求,则所述第四控制模式具体为:

[0089] 控制所述第二截止阀229、所述第四电子膨胀阀226、所述第三电子膨胀阀225、所述第二电子膨胀阀224和所述第五截止阀2212打开;

[0090] 所述第五控制模式对应的响应需求组合为电池组加热和乘员舱制热,则所述第五控制模式具体为:

[0091] 控制所述第一电子膨胀阀223、所述第二截止阀229、所述第四电子膨胀阀226、所述第三电子膨胀阀225、所述第二电子膨胀阀224和所述第五截止阀2212打开。

[0092] 通过上述第四控制模式可有效实现燃料电池组的单独加热要求(即电池组加热和乘员舱无需求),其中,由于电池温度可能有不同的温度范围,需要对其进行一级加热、二级加热和三级加热,可根据实际情况选择第一热敏电阻的工作功率,例如,当电池温度为一级低温($-4^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$)时,第一热敏电阻不工作,直接依靠电池组热交换器通过热交换进行加热即可;当电池温度为二级低温($-8^{\circ}\text{C}\sim -4^{\circ}\text{C}$)时,第一热敏电阻以较低功率工作,同时依靠电池组热交换器的热交换和第一热敏电阻较低功率的制热进行加热;当电池温度为三级低温($<-8^{\circ}\text{C}$)时,第一热敏电阻以较高功率工作,电池热交换器以较高功率工作,同时依靠电池组热交换器的热交换和第一热敏电阻较低功率的制热进行加热;同理,通过上述第五控制模式有效实现燃料电池组加热和乘员舱制热;上述第四控制模块和第五控制模式满足了在电池组需要加热时,乘员舱不同需求的工况,实现了将空调系统与燃料电池组联结起来,能在保证乘员舱舒适性的前提下去减少空调系统的电能消耗,实现燃料电池组的持续稳定运行。

[0093] 具体地,在本实施例中,将处于低温状态下的电池温度分为三级,即一级低温($-4^{\circ}\text{C}<T<0^{\circ}\text{C}$)、二级低温($-8^{\circ}\text{C}<T<-4^{\circ}\text{C}$)和三级低温($T<-8^{\circ}\text{C}$),低温状态下对应的第一响应需求为电池组加热,也对应分为三级,分别为一级加热、二级加热和三级加热。

[0094] 当电池组一级低温时,通过燃料电池组子系统进行一级级加热,电池冷却液经冷却液水泵、第三温度传感器、不工作的第一热敏电阻和电池热交换器,流向燃料电池组,给燃料电池组加热,由于此时温度较低,空调子系统处在制热状态或不工作状态,即乘员舱制热或者乘员舱无需求。

[0095] 当乘员舱无需求、电池组加热时,对应为第四控制模式,具体的热循环过程如下:高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出,经过第二截止阀和第四电子膨胀阀到达电池热交换器,气态制冷剂在电池热交换器里液化放出热量,加热电池冷却液,经过第三电子膨胀阀流出,低温低压的液态制冷剂,经过第二电子膨胀阀到车外换热器,再依次经过第五截止阀和汽液分离器到达电动压缩机,完成电池组加热需求;即在上述过程中,第二截止阀、第五截止阀、第二电子膨胀阀、第三电子膨胀阀和第四电子膨胀阀打开,第一截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第一电子膨胀阀和第五电子膨胀阀关闭,如图8所示;

[0096] 当乘员舱制热、电池组加热时,对应为第五控制模式,具体的热循环过程如下:高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出,分流一部分经过第一电子膨胀阀,到达第一车内换热器,高温高压的气体制冷剂液化成低温低压的液态制冷剂,放出大量的热量,经过第一车内换热器风扇将暖风吹向乘员舱,由风扇将暖风送向乘员舱;另一部分经过第二截止阀

和第四电子膨胀阀到达电池热交换器,制冷剂在电池热交换器里液化放出热量,加热电池冷却液,经过第三电子膨胀阀流出,然后与第一车内换热器流出的低温低压的液态制冷剂会合,经过第二电子膨胀阀到车外换热器,再依次经过第五截止阀和气液分离器到达电动压缩机,完成乘员舱的制热以及电池组的加热需求;即在上述过程中,第二截止阀、第五截止阀、第一电子膨胀阀、第二电子膨胀阀、第三电子膨胀阀、第四电子膨胀阀打开,第一截止阀、第三截止阀、第四截止阀和第五电子膨胀阀关闭,如图9所示。

[0097] 具体地,当电池组二级低温时,此时空调的工作状况不稳定,不能完全加热电池组冷却液,进行二级加热回路,电池冷却液经冷却液水泵、第三传感器和以较低功率工作的第一热敏电阻,对冷却液轻微地加热,经过三通阀再到达电池组热交换器,流向电池组,给电池组加热,完成燃料电池组的一个加热循环;此时温度较低,空调子系统处于制热或无需求状态,即乘员舱制热(为第五控制模式)或者无需求(为第四控制模式);当电池组三级低温时,热泵空调由于结霜问题将会停止工作,电池冷却液经冷却液水泵、第三温度传感器和以高功率工作的第一热敏电阻,对冷却液加热,经过三通阀、没有热量交换的电池热交换器,最后到达电池组给其加热,完成一个加热循环,此时空调子系统处于制热或无需求状态,即乘员舱制热(为第五控制模式)或者无需求(为第四控制模式);其中,电池组二级加热和三级加热情况下的第四控制模式和第五控制模式具体过程以及各阀门的启闭状态均与一级加热情况下一致,此处不再赘述。

[0098] 优选地,所述第六控制模式对应的响应需求组合为电池组无需求和乘员舱制冷,则所述第六控制模式具体为:

[0099] 控制所述第一截止阀228、所述第二电子膨胀阀224和所述第五电子膨胀阀227打开;

[0100] 所述第七控制模式对应的响应需求组合为电池组无需求和乘员舱制热,则所述第七控制模式具体为:

[0101] 控制所述第一电子膨胀阀223、所述第二电子膨胀阀224和所述第五截止阀2212打开。

[0102] 上述第六控制模式和第七控制模式分别满足了乘员舱单独制冷和单独制热的工况,实现了将空调系统与燃料电池组联结起来,能在保证乘员舱舒适性的前提下去减少空调系统的电能消耗,实现燃料电池组的持续稳定运行。

[0103] 具体地,在本实施例中,当需要乘员舱单独制冷(即电池组无需求)时,对应的热管理控制模式为第六控制模式,具体的热循环过程如下:高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出,经过第一截止阀和第二电子膨胀阀,到达车外换热器,液化放热,变成低温低压的液态制冷剂,再经过第五电子膨胀阀,到达第二车内换热器,蒸发吸热,第二车内换热器风扇将冷风吹向乘员舱,达到乘员舱制冷的效果,低温低压的气态制冷剂经过气液分离器,回到电动压缩机完成一个制冷循环;即在上述过程中,第一截止阀、第二电子膨胀阀和第五电子膨胀阀打开,第二截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第五截止阀、第一电子膨胀阀、第三电子膨胀阀和第四电子膨胀阀关闭,如图10所示。

[0104] 具体地,在本实施例中,当需要乘员舱单独制热(即电池组无需求)时,对应的热管理控制模式为第七控制模式,具体的热循环过程如下:高温高压的气态制冷剂从电动压缩机流出,经过第一电子膨胀阀,到达第一车内换热器,高温高压的气态制冷剂液化成低温低

压的液态制冷剂,放出大量的热量,经过第一车内换热器风扇将暖风吹向乘员舱,如果电动压缩机停转,需要乘员舱内的第二热敏电阻工作,由风扇将暖风送向乘员舱;低温低压的液态制冷剂依次经过第二电子膨胀阀到车外换热器,变成低温低压的气态制冷剂,经过第五截止阀和气液分离器到达电动压缩机,完成乘员舱的制热需求;在上述过程中,第一电子膨胀阀、第二电子膨胀阀和第五截止阀打开,第一截止阀、第二截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第三电子膨胀阀、第四电子膨胀阀和第五电子膨胀阀关闭,如图11所示。

[0105] 具体地,本实施例燃料电池组和空调联合热管理控制方法的完整流程如图12所示。

[0106] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,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、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

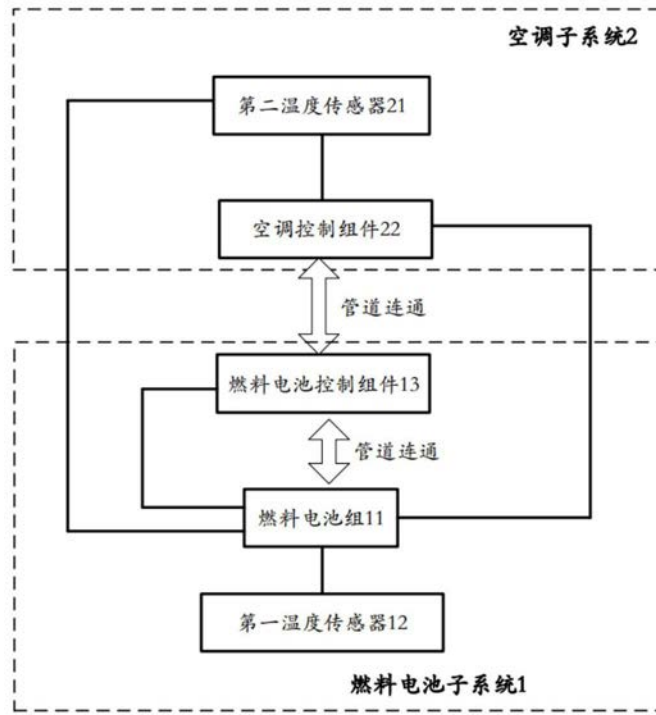


图1

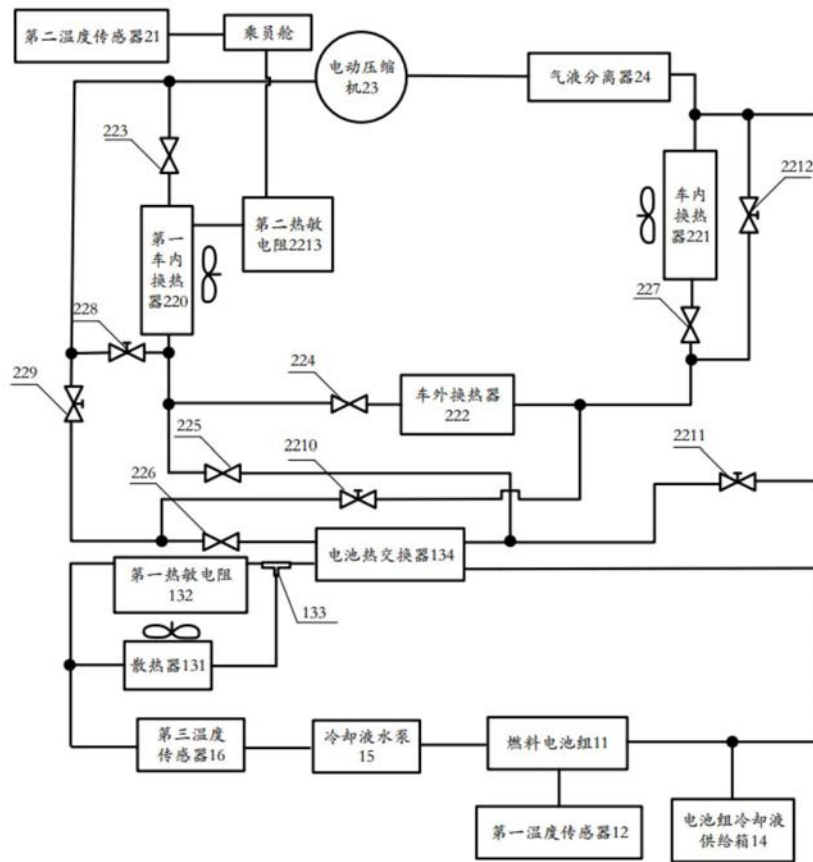


图2

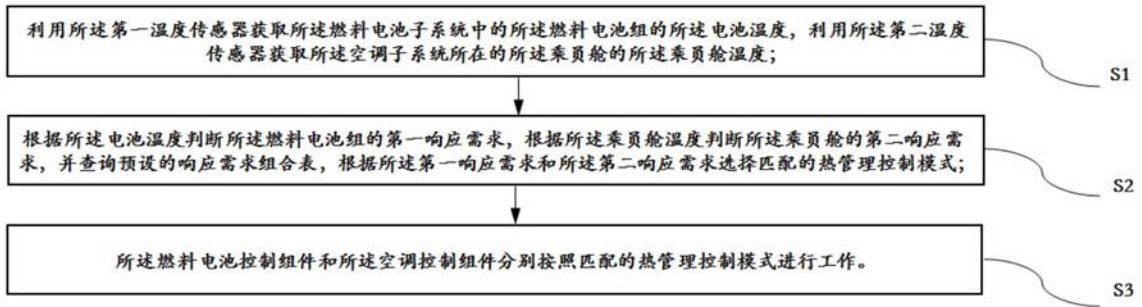


图3

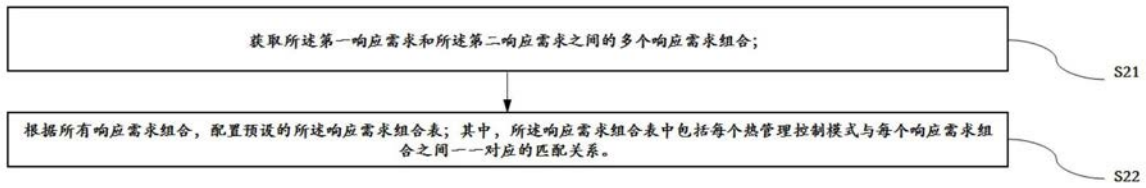


图4

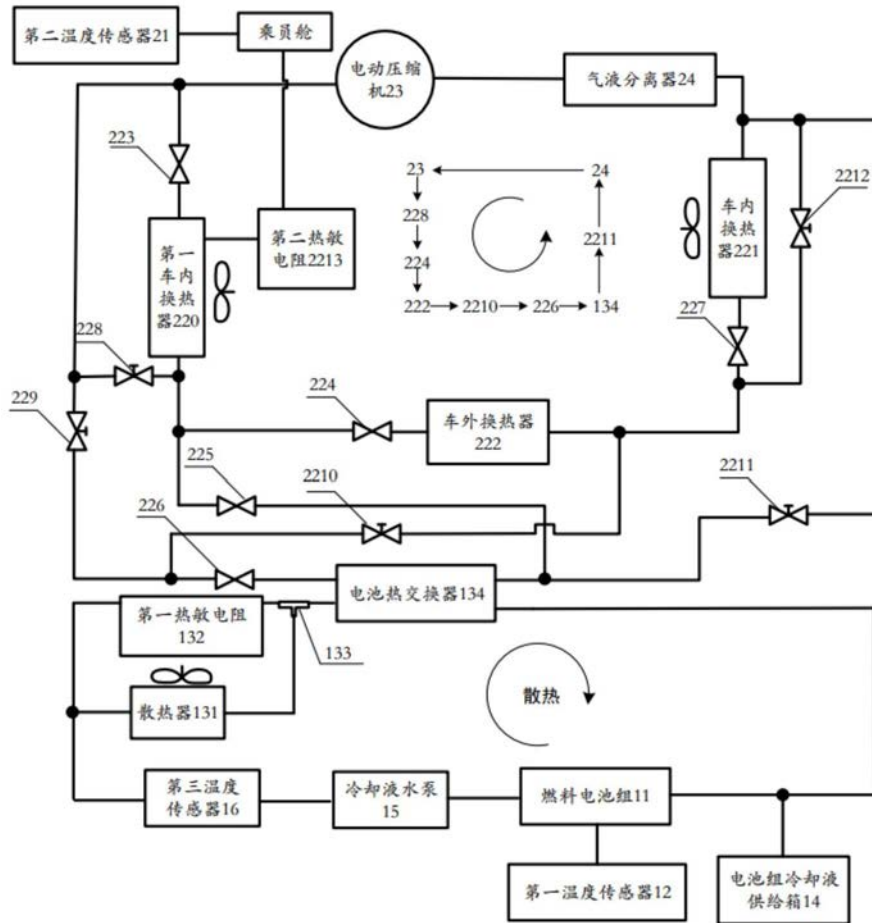


图5

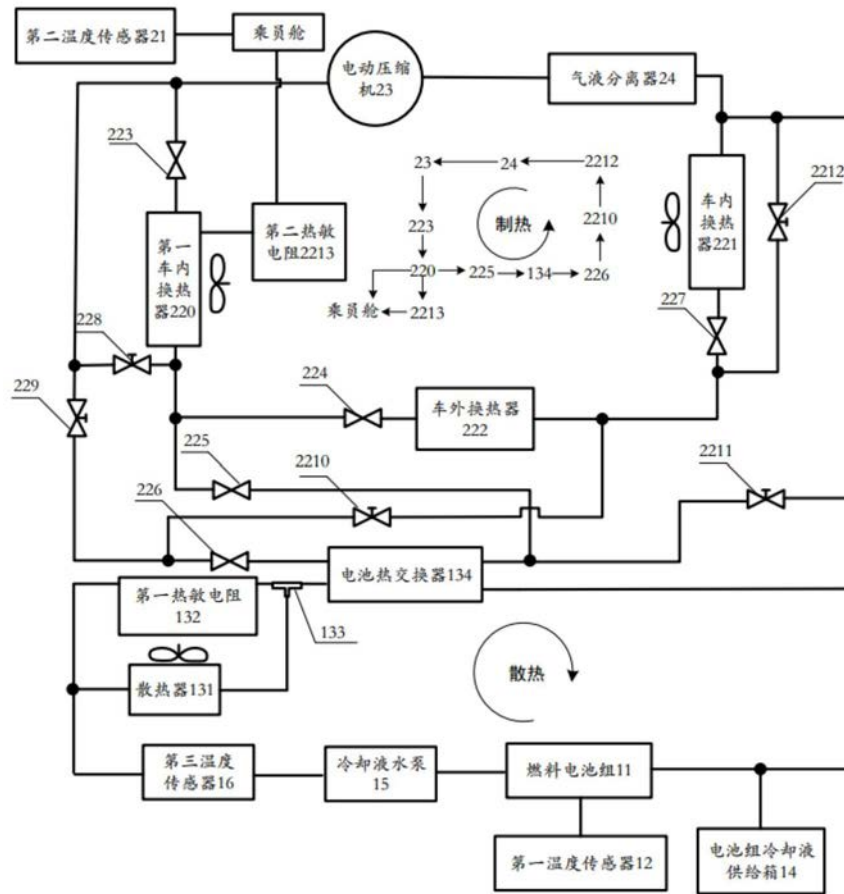


图6

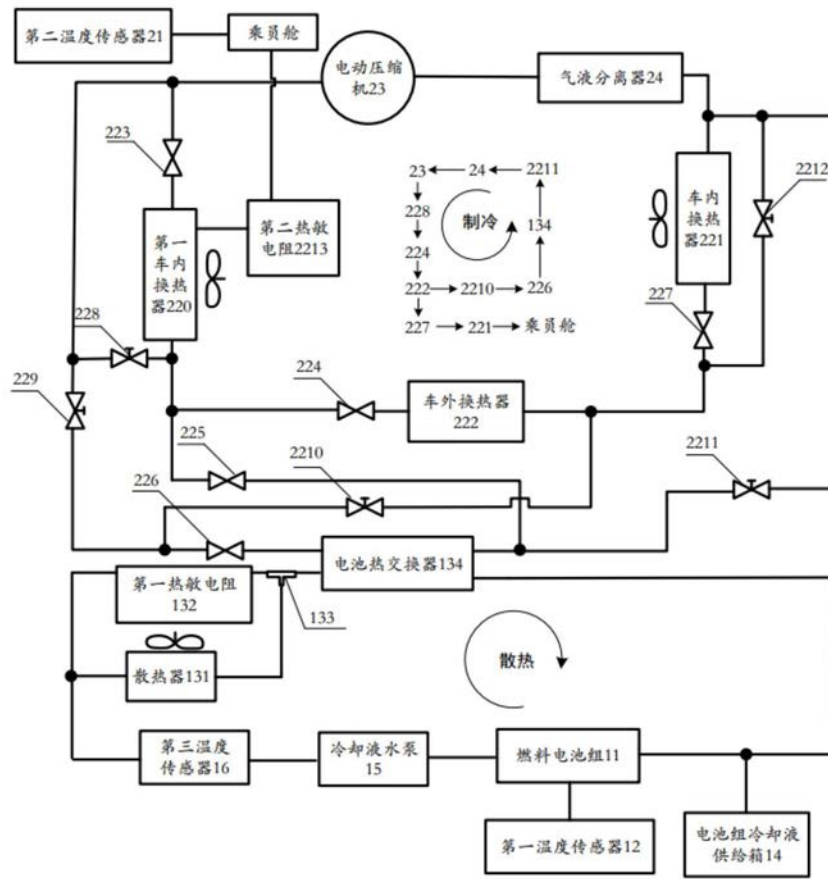


图7

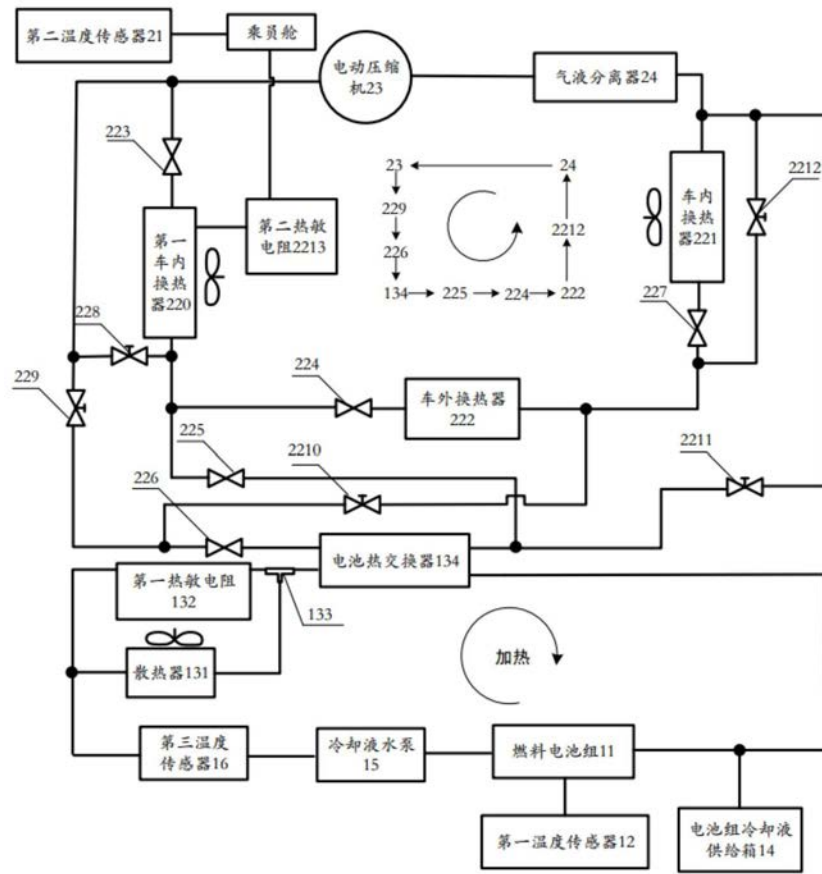


图8

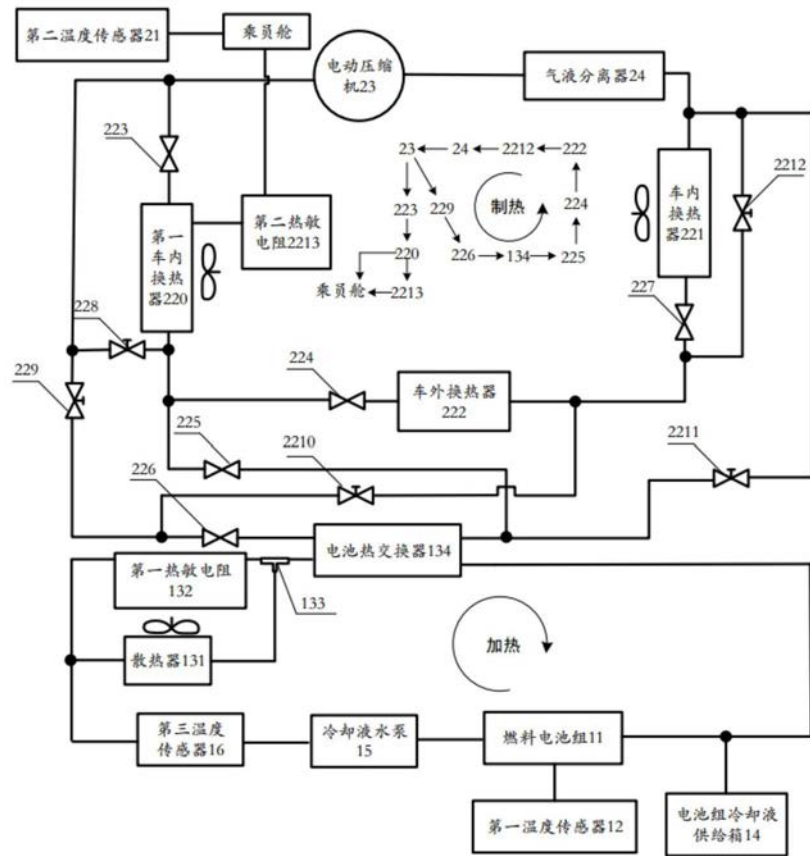


图9

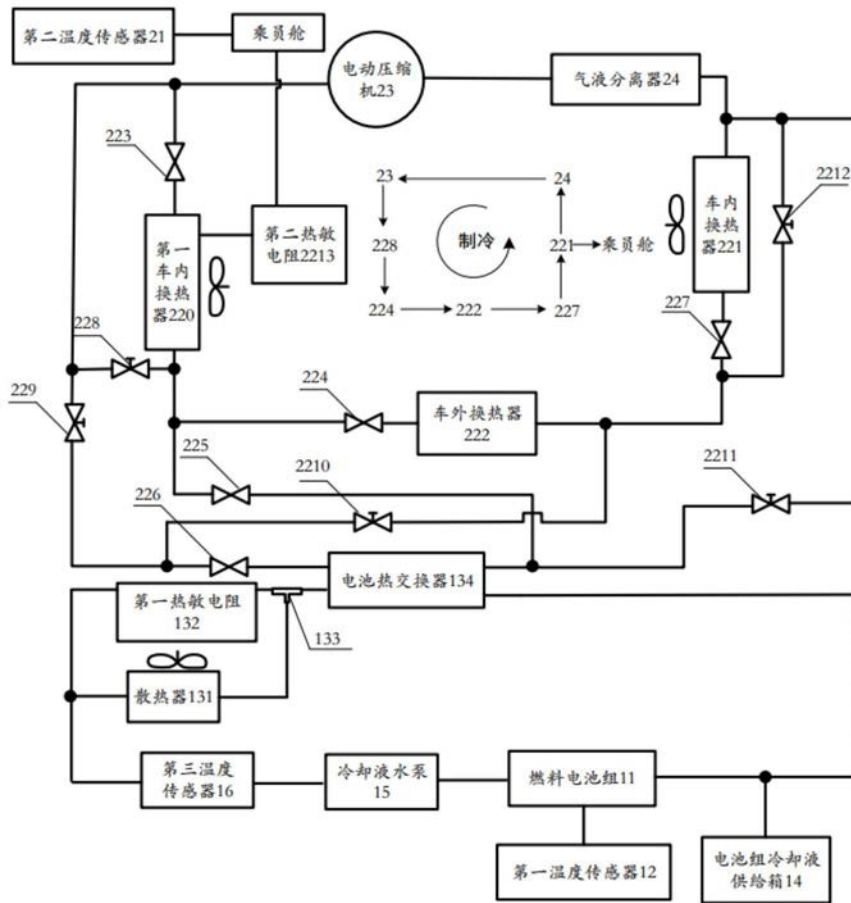


图10

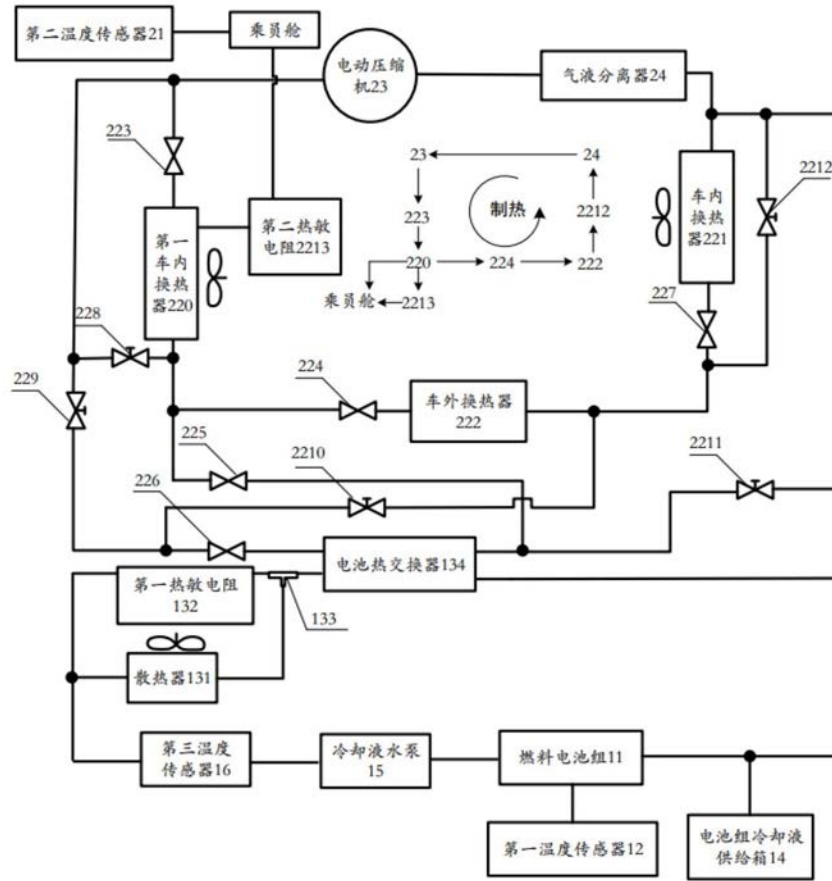


图11

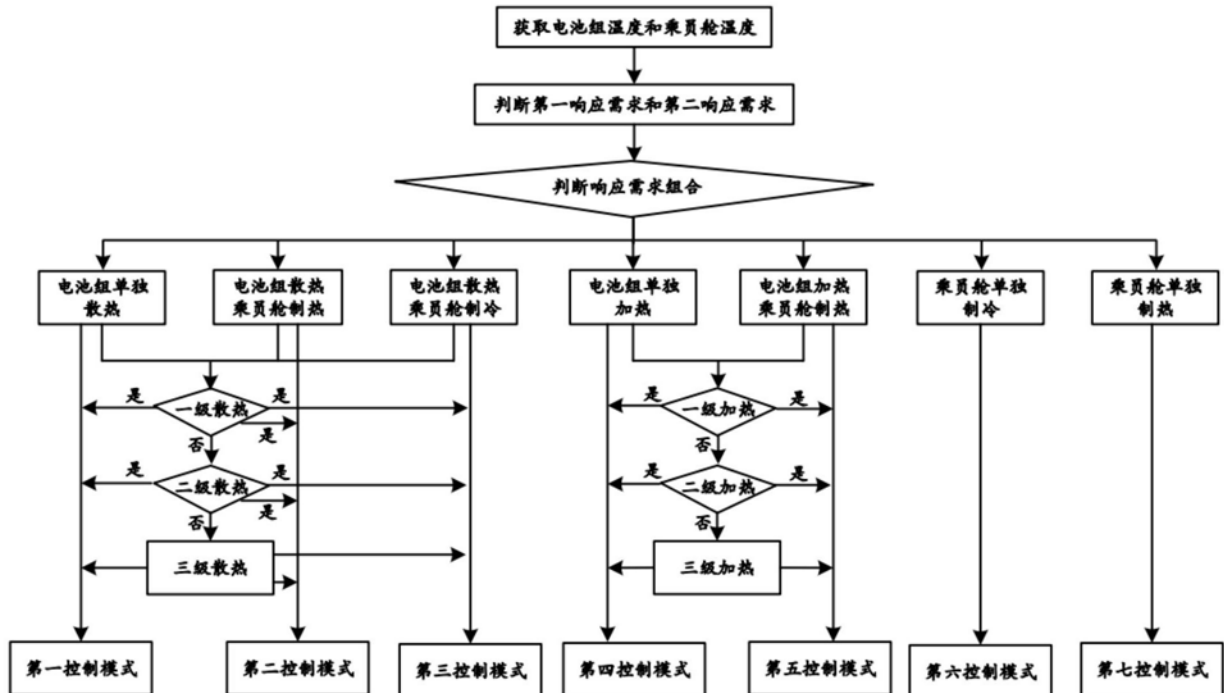


图12