



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110525271 A

(43)申请公布日 2019. 12. 03

(21)申请号 201910793554.4

B60K 11/04(2006.01)

(22)申请日 2019.08.27

(71)申请人 奇瑞商用车(安徽)有限公司  
地址 241000 安徽省芜湖市弋江区中山南路717号科技产业园8号楼

(72)发明人 安明玉 周定华 代立宏 蒋兵  
彭超 汪涛 赵刚 程云云  
梁学森 李悦 杨德宽

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107  
代理人 朱顺利

(51)Int.Cl.

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

B60H 1/00(2006.01)

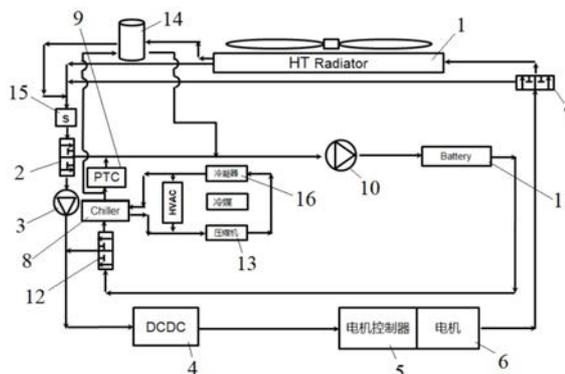
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

新能源车热管理系统及纯电动车

(57)摘要

本发明公开了一种新能源车热管理系统,包括第一冷却回路、第二冷却回路、第三冷却回路、第四冷却回路和第五冷却回路。本发明的新能源车热管理系统,具有五循环模式,可以满足三元锂电池的有效冷却和加热,以供最大性能的发挥,提高热管理效率,简化系统结构。本发明还公开了一种纯电动车。



1. 新能源车热管理系统,其特征在于,包括:

第一冷却回路,其被配置成使得冷却液按散热器、第一阀门、第一水泵、发热组件和第二阀门的顺序流动;

第二冷却回路,其被配置成当采集的动力电池的温度值不低于第一预设值时,使冷却液按电池冷却器、PTC水加热器、第二水泵、动力电池和第三阀门的顺序流动;

第三冷却回路,其被配置成当采集的动力电池的温度值不高于第二预设值时,使冷却液按电池冷却器、PTC水加热器、第二水泵、动力电池和第三阀门的顺序,PTC水加热器对冷却液进行加热;

第四冷却回路,其被配置成使得冷却液按第一阀门、第二水泵、动力电池、第三阀门、发热组件和第二阀门的顺序流动;以及

第五冷却回路,其被配置成使得冷却液按第一阀门、第二水泵、动力电池、第三阀门、发热组件、第二阀门和散热器的顺序流动。

2. 根据权利要求1所述的新能源车热管理系统,其特征在于,所述发热组件包括DC/DC转换器、电机控制器和电机减速器,所述第一阀门、第二阀门和第三阀门均为三通阀。

3. 根据权利要求1所述的新能源车热管理系统,其特征在于,所述第二冷却回路中,所述PTC水加热器不工作,冷却液流经所述PTC水加热器时,PTC水加热器不对冷却液进行加热。

4. 根据权利要求1至3任一所述的新能源车热管理系统,其特征在于,所述第一预设值为35度。

5. 根据权利要求1至4任一所述的新能源车热管理系统,其特征在于,所述第二冷却回路中,空调系统并联在电池冷却器的冷却液入口和冷却液出口之间,空调系统对冷却液进行降温。

6. 根据权利要求1至4任一所述的新能源车热管理系统,其特征在于,所述第三冷却回路中,所述电池冷却器不工作,所述PTC水加热器对冷却液进行加热,直至动力电池的温度值达到第三预设值,动力电池处于边加热边充电状态。

7. 根据权利要求6所述的新能源车热管理系统,其特征在于,所述第三冷却回路中,当动力电池的温度值达到第四预设值时,所述PTC水加热器停止工作,动力电池处于完全充电状态。

8. 根据权利要求7所述的新能源车热管理系统,其特征在于,所述第二预设值为4度,所述第三预设值 $\geq$ 5度,所述第四预设值 $\geq$ 15度。

9. 根据权利要求1至8任一所述的新能源车热管理系统,其特征在于,当动力电池的出水口处的冷却液温度值与动力电池的电池芯体的温度值之间的差值达到第五预设值且动力电池的出水口处的冷却液温度值小于第六预设值时,冷却液沿第四冷却回路进行流动;当动力电池的出水口处的冷却液温度值与动力电池的电池芯体的温度值之间的差值达到第五预设值且动力电池的出水口处的冷却液温度值大于第七预设值时,冷却液沿第五冷却回路进行流动。

10. 纯电动车,其特征在于,包括权利要求1至9任一所述的新能源车热管理系统。

## 新能源车热管理系统及纯电动车

### 技术领域

[0001] 本发明属于新能源车辆技术领域,具体地说,本发明涉及一种新能源车热管理系统及纯电动车。

### 背景技术

[0002] 随着国家政策法规对环境保护越来越严格,国家鼓励各汽车企业开发新能源汽车,并且有相应的补贴,反之甚至会面临处罚。纯电动乘用车作为新能源汽车的一种,由于其零排放,使用成本低,市场前景好,受到众多企业青睐。

[0003] 随着客户对电动车的要求越来越高,尤为突出的是对电动车续航的要求越来越高,为了满足高更续航的电动车开发,目前市场上主流趋势是采用三元锂电池作为动力电池,且由于电池芯体充电时的高热量释放及低温冷启动的要求,就急需一套高效的热管理冷却循环系统。

[0004] 尽管现有技术公开了多种用于冷却电动车辆中的电机和动力电池的技术,并且在一些实例中将这种冷却系统与车辆的乘客车厢HVAC系统(HVAC为Heating, Ventilation and Air Conditioning的缩写)组合,但是该组合系统还较为复杂,热管理效率较低,实际设计时还期望进一步简化系统和提高系统效率。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明所要解决的技术问题是提供一种新能源车热管理系统,目的是提高热管理效率。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:新能源车热管理系统,包括:

[0007] 第一冷却回路,其被配置成使得冷却液按散热器、第一阀门、第一水泵、发热组件和第二阀门的顺序流动;

[0008] 第二冷却回路,其被配置成当采集的动力电池的温度值不低于第一预设值时,使冷却液按电池冷却器、PTC水加热器、第二水泵、动力电池和第三阀门的顺序流动;

[0009] 第三冷却回路,其被配置成当采集的动力电池的温度值不高于第二预设值时,使冷却液按电池冷却器、PTC水加热器、第二水泵、动力电池和第三阀门的顺序,PTC水加热器对冷却液进行加热;

[0010] 第四冷却回路,其被配置成使得冷却液按第一阀门、第二水泵、动力电池、第三阀门、发热组件和第二阀门的顺序流动;以及

[0011] 第五冷却回路,其被配置成使得冷却液按第一阀门、第二水泵、动力电池、第三阀门、发热组件、第二阀门和散热器的顺序流动。

[0012] 所述发热组件包括DC/DC转换器、电机控制器和电机减速器,所述第一阀门、第二阀门和第三阀门均为三通阀。

[0013] 所述第二冷却回路中,所述PTC水加热器不工作,冷却液流经所述PTC水加热器时,

PTC水加热器不对冷却液进行加热。

[0014] 所述第一预设值为35度。

[0015] 所述第二冷却回路中,空调系统并联在电池冷却器的冷却液入口和冷却液出口之间,空调系统对冷却液进行降温。

[0016] 所述第三冷却回路中,所述电池冷却器不工作,所述PTC水加热器对冷却液进行加热,直至动力电池的温度值达到第三预设值,动力电池处于边加热边充电状态。

[0017] 所述第三冷却回路中,当动力电池的温度值达到第四预设值时,所述PTC水加热器停止工作,动力电池处于完全充电状态。

[0018] 所述第二预设值为4度,所述第三预设值 $\geq 5$ 度,所述第四预设值 $\geq 15$ 度。

[0019] 当动力电池的出水口处的冷却液温度值与动力电池的电池芯体的温度值之间的差值达到第五预设值且动力电池的出水口处的冷却液温度值小于第六预设值时,冷却液沿第四冷却回路进行流动;当动力电池的出水口处的冷却液温度值与动力电池的电池芯体的温度值之间的差值达到第五预设值且动力电池的出水口处的冷却液温度值大于第七预设值时,冷却液沿第五冷却回路进行流动。

[0020] 本发明还提供了一种纯电动车,包括上述的新能源车热管理系统。

[0021] 本发明的新能源车热管理系统,具有五循环模式,可以满足三元锂电池的有效冷却和加热,以供最大性能的发挥,提高热管理效率,简化系统结构。

## 附图说明

[0022] 图1是本发明新能源车热管理系统的结构示意图;

[0023] 图2是第一冷却回路循环图;

[0024] 图3是第二、三冷却回路循环图;

[0025] 图4是第四冷却回路循环图;

[0026] 图5是第五冷却回路循环图;

[0027] 上述图中的标记均为:1、散热器;2、第一阀门;3、第一水泵;4、DC/DC转换器;5、电机控制器;6、电机;7、第二阀门;8、电池冷却器;9、PTC水加热器;10、第二水泵;11、动力电池;12、第三阀门;13、压缩机;14、膨胀壶;15、水温传感器;16、冷凝器。

## 具体实施方式

[0028] 下面对照附图,通过对实施例的描述,对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明,目的是帮助本领域的技术人员对本发明的构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解,并有助于其实施。

[0029] 需要说明的是,在下述的实施方式中,所述的“第一”、“第二”、“第三”、“第四”、“第五”、“第六”和“第七”并不代表结构和/或功能上的绝对区分关系,也不代表先后的执行顺序,而仅仅是为了描述的方便。

[0030] 如图1至图5所示,本发明提供了一种新能源车热管理系统,包括第一冷却回路、第二冷却回路、第三冷却回路、第四冷却回路和第五冷却回路。第一冷却回路被配置成使得冷却液按散热器1、第一阀门2、第一水泵3、发热组件和第二阀门7的顺序流动;第二冷却回路被配置成当采集的动力电池的温度值不低于第一预设值时,使冷却液按电池冷却器8

(Chiller)、PTC水加热器9、第二水泵10、动力电池和第三阀门12的顺序流动；第三冷却回路被配置成当采集的动力电池的温度值不高于第二预设值时，使冷却液按电池冷却器8、PTC水加热器9、第二水泵10、动力电池和第三阀门12的顺序，PTC水加热器9对冷却液进行加热；第四冷却回路被配置成使得冷却液按第一阀门2、第二水泵10、动力电池、第三阀门12、发热组件和第二阀门7的顺序流动；第五冷却回路被配置成使得冷却液按第一阀门2、第二水泵10、动力电池、第三阀门12、发热组件、第二阀门7和散热器1的顺序流动。

[0031] 具体地说，如图1至图5所示，第一阀门2、第二阀门7和第三阀门12均为三通阀门，第一阀门2与第一水泵3、第二水泵10、第二阀门7、散热器1连接，第二阀门7与散热器1、第一阀门2、发热组件连接，第三阀门12与电池冷却器8、第一水泵3和动力电池连接，动力电池为三元锂电池。第一阀门2具有一个进水口和两个出水口，第一阀门2的进水口与第二阀门7的一个出水口和散热器1的出水口连接，第一阀门2的一个出水口与第一水泵3的进水口连接，第一阀门2的另一个出水口与第二水泵10的进水口连接。第二阀门7具有一个进水口和两个出水口，第二阀门7的进水口与发热组件的一个出水口的连接，第二阀门7的一个出水口与第一水泵3的进水口连接，第二阀门7的另一个出水口与散热器1的进水口连接。第三阀门12具有一个进水口和两个出水口，第三阀门12的进水口与动力电池的出水口连接，第三阀门12的一个出水口与电池冷却器8的进水口连接，第三阀门12的另一个出水口与发热组件的进水口连接。PTC水加热器9的进水口与电池冷却器8的冷却液出口连接，PTC水加热器9的出水口与第二水泵10的进水口连接，第二水泵10的出水口与动力电池的进水口连接，电池冷却器8的冷却液入口与第三阀门12的出水口连接。

[0032] 如图1至图5所示，发热组件包括DC/DC转换器4、电机控制器5和电机减速器，DC/DC转换器4、电机减速器和电机控制器5三者集成一体，形成发热组件。

[0033] VCU(整车控制器)根据读取的发热组件的温度数据，决定第一冷却回路是否开通。如图1和图2所示，当VCU读取的发热组件的温度数据大于设定值时，第一冷却回路需开通，也即新能源车热管理系统工作于第一冷却循环模式，冷却液沿第一冷却回路进行流动，第一水泵3运转，从散热器1流出的冷却液依次流经第一阀门2、第一水泵3、发热组件和第二阀门7，冷却液最后流入散热器1中。冷却液流经发热组件时，对发热组件的DC/DC转换器4、电机控制器5和电机减速器进行降温冷却，经过换热的温度升高的冷却液，经过第二阀门7回到散热器1，散热器1对冷却液进行降温冷却，此循环是较为单一的循环，根据采集的温度，由VCU发布命令，以达到本循环的热交换，直至发热组件的温度数据降低至设定温度范围内。在这个过程中，第一阀门2的与第二水泵10连接的出水口处于关闭状态，第二阀门7的与第一阀门2连接的出水口处于关闭状态。第一冷却回路因是单一循环，控制简单，易于实现，且流经路线是由低耐温到高耐温，在起到节能的前提下可以满足冷却性能要求。

[0034] 如图1和图3所示，当电池管理系统(BMS)采集的动力电池的温度值不低于第一预设值时，需对动力电池进行降温，新能源车热管理系统工作于第二冷却循环模式，冷却液沿第二冷却回路进行流动，第二水泵10运转，冷却液依次流经电池冷却器8、PTC水加热器9、第二水泵10、动力电池和第三阀门12，冷却液最后流入电池冷却器8中，进行下一循环。在这个过程中，PTC水加热器9不工作，冷却液流经PTC水加热器9时，PTC水加热器9不对冷却液进行加热，而且第二阀门7的与发热组件的进水口连接的出水口处于关闭状态。

[0035] 如图1和图3所示，第二冷却回路中，空调系统并联在电池冷却器8的冷却液入口和

冷却液出口之间,空调系统对冷却液进行降温,空调系统的压缩机13的制冷剂入口与电池冷却器8的制冷剂出口连接,压缩机13的制冷剂出口与空调系统的冷凝器16的制冷剂入口连接,冷凝器16的制冷剂出口与电池冷却器8的制冷剂入口连接。HVAC总成并联在冷凝器16和电池冷却器8之间,HVAC总成的制冷剂入口与冷凝器16的制冷剂出口连接,HVAC总成的制冷剂出口与压缩机13的制冷剂入口连接。在此第二冷却回路中,电池冷却器8介入工作,通过设置电池冷却器8与HVAC总成并联的结构,借用空调系统的制冷效果,将冷却液降温,降温后的冷却液通过只作为通路但不工作的PTC水加热器9后,由第二水泵10泵送到动力电池内部进行循环,经过循环的冷却液,将热量带走,经过第二阀门7后,进入下一个单一循环,此循环不停工作,为动力电池内部起到冷却降温效果。空调系统与电池冷却器8之间形成制冷剂换热回路,使得冷却液流经电池冷却器8时温度能够得到降低,进而能够对动力电池进行降温冷却。

[0036] 电池管理系统(BMS)采集的动力电池的温度值是指动力电池内部电池芯体的温度值,在本实施例中,第一预设值为35度。当BMS采集的电池芯体的温度值 $T \geq 35$ 度时,新能源车热管理系统工作于第二冷却循环模式,冷却液沿第二冷却回路进行流动,对动力电池进行降温冷却,直至电池芯体的温度值 $T$ 小于第一预设值时,停止对动力电池进行降温冷却,此循环不需要开展工作,此第二冷却回路经过VCU控制为断开状态。

[0037] 如图1和图3所示,当电池管理系统采集的动力电池的温度值不高于第二预设值时,需对动力电池进行加热,新能源车热管理系统工作于第三冷却循环模式,冷却液沿第三冷却回路进行流动,第二水泵10运转,冷却液依次流经电池冷却器8、PTC水加热器9、第二水泵10、动力电池和第三阀门12,冷却液最后流入电池冷却器8中,进行下一循环。在这个过程中,PTC水加热器9处于工作状态,PTC水加热器9对冷却液进行加热,冷却液流过PTC水加热器9后,冷却液的温度升高,电池冷却器8不工作,电池冷却器8不对流经的冷却液进行降温,而且第三阀门12的与发热组件的进水口连接的出水口处于关闭状态。

[0038] 如图1和图3所示,第三冷却回路中,电池冷却器8不工作,PTC水加热器9对冷却液进行加热,直至动力电池的温度值达到第三预设值,动力电池处于边加热边充电状态。电池管理系统采集的动力电池的温度值是指动力电池内部电池芯体的温度值,在本实施例中,第二预设值为4度。在气温较低时,当BMS采集的电池芯体的温度值 $T \leq 4$ 时,动力电池处于充电状态下,新能源车热管理系统工作于第三冷却循环模式,冷却液沿第三冷却回路进行流动,此时PTC水加热器9开始工作,将流过的低温冷却液进行加热,通过第二水泵10传递到动力电池内部进行加热芯体的热交换工作,冷却液经过第二阀门7,并流经仅作为通路而不工作的电池冷却器8,传递到PTC水加热器9中,反复循环,直至电池芯体的温度值达到第三预设值,第三预设值 $\geq 5$ 度,此时PTC水加热器9仍然正常工作,动力电池处于边加热边充电状态,通过加热及电池芯体充电散发的热量,电池芯体温度不断上升,当动力电池的温度值 $T$ 达到第四预设值时,PTC水加热器9停止工作,动力电池处于完全充电状态,PTC水加热器9也不再消耗电量;在此第二、三冷却回路循环中需要注意的是,此循环单独工作时是封闭的循环,需要将膨胀壶与此循环进行联通,以便及时补水和除气。

[0039] 在本实施例中,第二预设值为4度,第三预设值 $\geq 5$ 度,第四预设值 $\geq 15$ 度。

[0040] 第二冷却回路和第三冷却回路的设置,能保证电池在温度过低或是过高时,在单循环中,通过PTC水加热器或是空调系统的直接介入,迅速的对电池进行升温或是降温,以

保证电池在较短的时间内,能恢复成正常连接或是正常运行。

[0041] 如图1和图4所示,当电池管理系统采集的动力电池的出水口处的冷却液温度值与动力电池的电池芯体的温度值(动力电池的出水口处的冷却液温度值大于动力电池的电池芯体的温度值)之间的差值达到第五预设值且动力电池的出水口处的冷却液温度值小于第六预设值时,冷却液沿第四冷却回路进行流动,对发热组件进行降温,并对动力电池进行加热,此时新能源车热管理系统工作于第四冷却循环模式,冷却液沿第四冷却回路进行流动,第二水泵10运转,冷却液依次流经第一阀门2、第二水泵10、动力电池、第三阀门12、发热组件和第二阀门7,冷却液最后流入第一阀门2中,进行下一循环。此循环为整车三电(电池、电机、电控系统)工作状态下,动力电池需要加热时的冷却(DC/DC转换器4、电机控制器5和电机减速器)加热(动力电池)串行循环模式,当动力电池出水温度大于电池芯体温度达到一定值且冷却液的温度小于设定值时,此循环开始工作,工作循环如下:冷却液流经发热组件之后,将发热组件的热量带走,发热组件的部件降温,冷却液温度升高,当冷却液的温度小于设定值,且冷却液温度与电池芯体温度温差大于设定值时,冷却液经过第一阀门2的出水口(不经过散热器1),经过第二水泵10,流动至动力电池,为动力电池带来加热水,使动力电池温度升高,最后经过动力电池降温的冷却液经第三阀门12的出水口,流至发热组件进行加热,形成冷却加热闭环循环,此第四冷却回路循环中需要注意的是,此循环单独工作时是封闭的循环,需要将膨胀壶与此循环进行联通,以便及时补水。而且在这个循环过程中,第一阀门2的与第一水泵3连接的出水口处于关闭状态,第二阀门7的与散热器1连接的出水口处于关闭状态,第三阀门12的与电池冷却器8连接的出水口处于关闭状态。

[0042] 在本实施例中,第五预设值为5度,第六预设值为45度。

[0043] 第四冷却回路的设置,可以有效利用发热组件产生的热量为电池做加热服务,同时避免了使用高功率电器(即PTC水加热器),可以有效增加此电动车的续航。

[0044] 如图1和图5所示,当电池管理系统采集的动力电池的出水口处的冷却液温度值与动力电池的电池芯体的温度值之间的差值达到第五预设值且动力电池的出水口处的冷却液温度值大于第七预设值时,冷却液沿第五冷却回路进行流动,冷却液沿第五冷却回路进行流动,对发热组件进行降温,并对动力电池进行加热,此时新能源车热管理系统工作于第五冷却循环模式,冷却液沿第五冷却回路进行流动,第二水泵10运转,冷却液依次流经第一阀门2、第二水泵10、动力电池、第三阀门12、发热组件、第二阀门7和散热器1,冷却液最后流入第一阀门2中,进行下一循环。此循环同样为整车三电(电池、电机、电控系统)工作状态下,动力电池需要加热时的冷却(DC/DC转换器4、电机控制器5和电机减速器)加热(动力电池)串行循环模式,当动力电池出水温度大于电池芯体温度达到一定值且冷却液的温度小于设定值时,此循环开始工作,工作循环如下:冷却液流经发热组件之后,将发热组件的热量带走,发热组件的部件降温,冷却液温度升高,当冷却液的温度大于设定值,且冷却液温度与电池芯体温度温差大于设定值时,冷却液经过第二阀门7的出水口,流入散热器1,散热器1对冷却液进行降温,经散热器1降温后的冷却液流入第一阀门2,冷却液经第一阀门2的出水口,经过第二水泵10,流动至动力电池,为动力电池带来加热水,使动力电池温度升高,最后经过动力电池降温的冷却液经第三阀门12的出水口,流至发热组件进行加热,形成冷却加热闭环循环。而且在这个循环过程中,第一阀门2的与第一水泵3连接的出水口处于关闭状态,第二阀门7的与第一阀门2连接的出水口处于关闭状态,第三阀门12的与电池冷却

器8连接的出水口处于关闭状态。

[0045] 在本实施例中,第五预设值为5度,第七预设值为45度。

[0046] 第五冷却回路的设置,基于第四回路的优点,即可以有效利用发热组件产生的热量为电池做加热服务,同时避免了使用高功率电器(即PTC水加热器),可以有效增加此电动车的续航,还可以有效实现发热组件的冷却,实时控制散热器介入,保证发热组件冷却性能达标。

[0047] 如图1至图5所示,上述结构的新能源车热管理系统,在第四冷却回路、第五冷却回路与第一冷却回路存在通过三通阀进行并联和串行回路操作的选择模式。通过设置三个三通阀,第一阀门2被配置为使得在第一冷却循环模式下,第一阀门2的与第一水泵3连接的出水口打开,第三阀门12所在的冷却回路关闭,第三阀门12不工作,第二阀门7的与散热器1连接的出水口打开,形成第一冷却系统外循环串行回路。第二、三冷却回路模式下,为一个单独循环,通过第三阀门12的出水口将电池冷却系统或是电池充电加热系统形成单独循环的串行回路,其中电池冷却模式工作时,PTC水加热器9仅为让冷却液流通的通路而不工作,电池充电加热模式工作时,电池加热器仅为让冷却液流通的通路而不工作;第四冷却回路模式下,第一阀门2的与第二水泵10连接的出水口打开,第三阀门12的与发热组件连接的出水口打开,第二阀门7的与第一阀门2连接的出水口打开,形成由发热组件的热量产生供电池加热的串行回路。第五冷却回路模式下,第一阀门2的与第二水泵10连接的出水口打开,第三阀门12的与发热组件连接的出水口打开,并且通过散热器1出水水管中温度传感器采集温度,第二阀门7的与散热器1连接的出水口打开,形成电池工作模式下的第一冷却回路热量交换供电池加热的串行回路;其中,第一冷却回路与第四、五冷却回路形成串、并联回路。

[0048] 因此,上述结构的新能源车热管理系统,低温充电时可以为动力电池加热,高温时可以借助空调系统为动力电池快速降温,可以使用发热组件产生的热量为动力电池加热,起到节约能源的目的。

[0049] 本发明还提供了一种纯电动车,包括上述结构的新能源车热管理系统。此新能源车热管理系统的具体结构可参照图1至图5,在此不再赘述。由于本发明的纯电动车包括上述实施例中的新能源车热管理系统,所以其具有上述新能源车热管理系统的所有优点。

[0050] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。



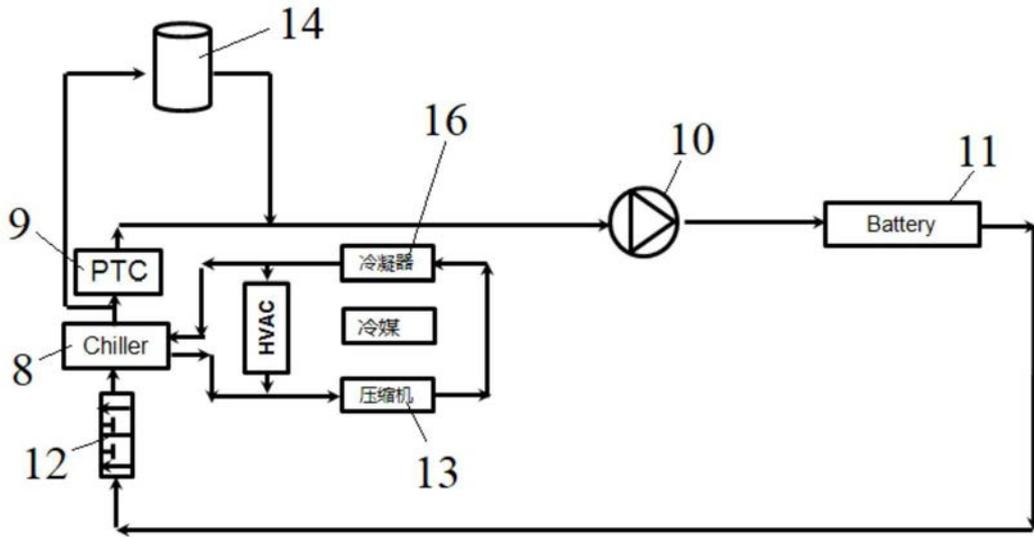


图3

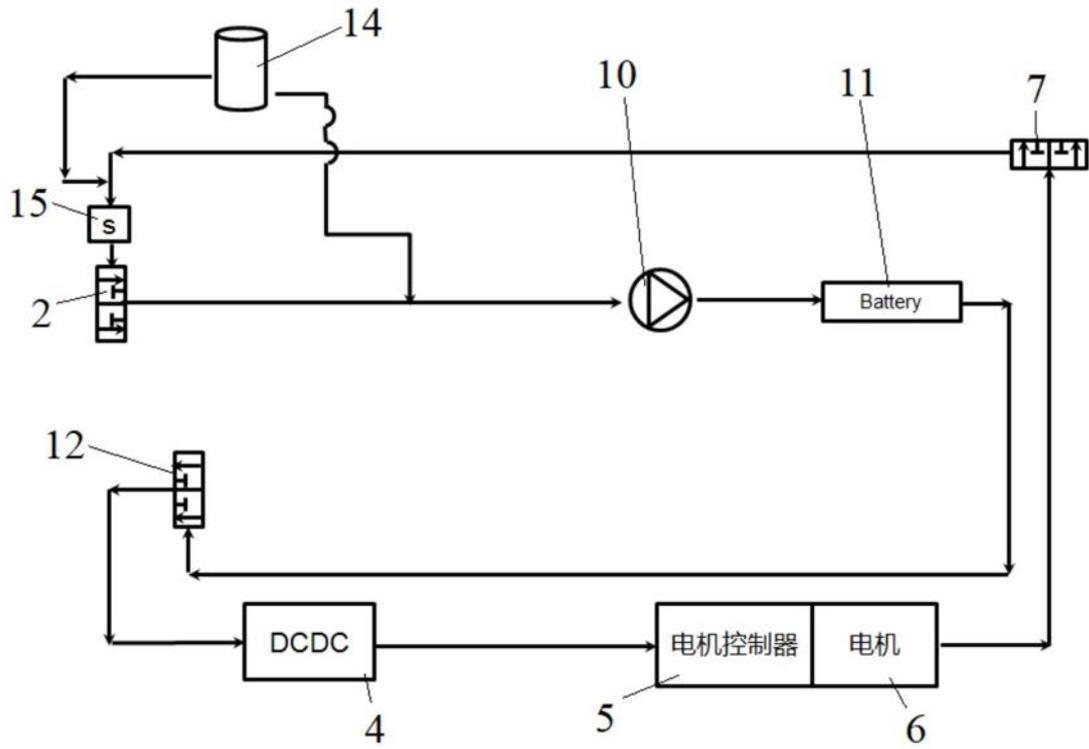


图4

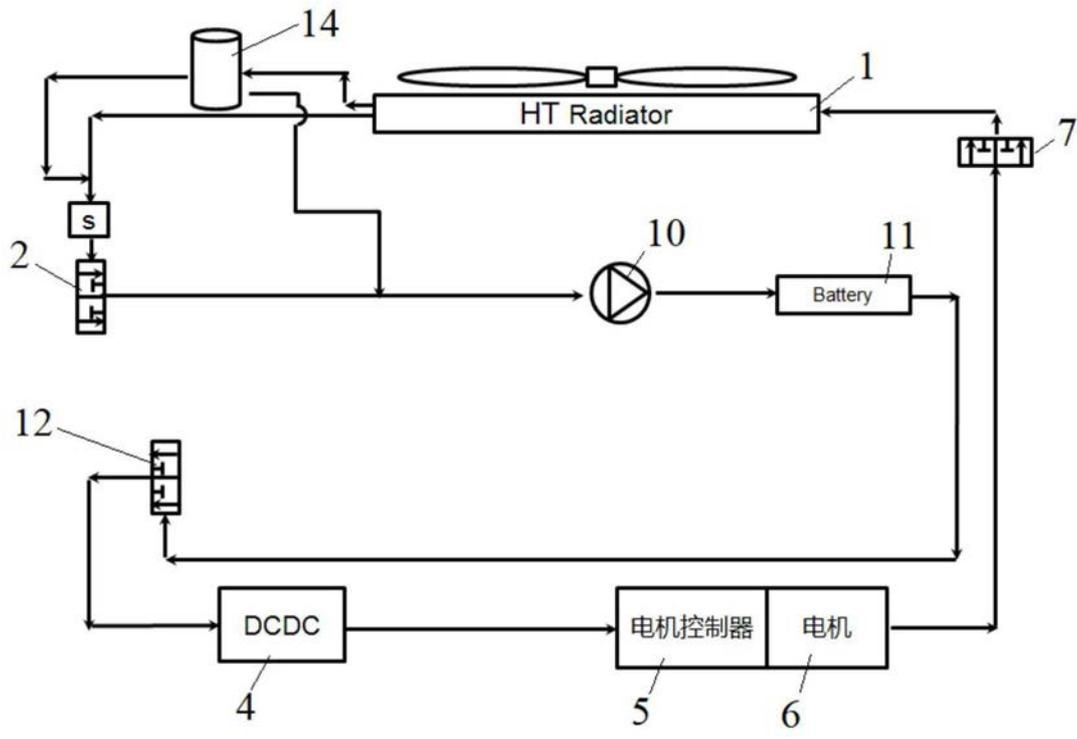


图5