



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104669998 A

(43) 申请公布日 2015.06.03

(21) 申请号 201510112144.0

(22) 申请日 2015.03.16

(71) 申请人 山东交通学院

地址 250357 山东省济南市天桥区交校路5号山东交通学院

(72) 发明人 衣丰艳 何仁 赵长利 张竹林
刘永辉 周长峰

(51) Int. Cl.

B60K 6/36(2007.01)

B60K 11/02(2006.01)

B60W 20/00(2006.01)

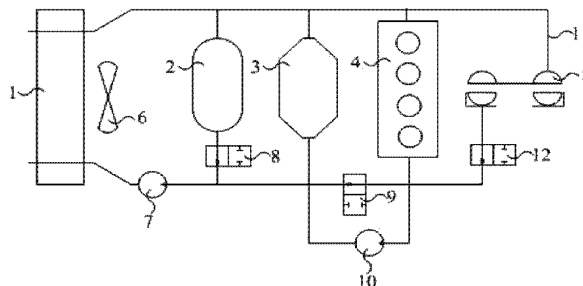
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于水缓速器的混合动力汽车及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于水缓速器的混合动力汽车及其控制方法,其驱动系统包括驱动电机、动力电池、发动机、水缓速器、离合器、动力耦合器、变速器、车桥等。其中,发动机输出轴与水缓速器的动轮输入轴连接,水缓速器的动轮输出轴通过离合器与动力耦合器的第一输入轴相连接。相应的热管理系统由散热器、冷却风扇、主路水泵、第二开关阀、第一开关阀、旁路水泵、冷却管路、水缓速器控制阀组成。其中,驱动电机、动力电池、发动机的冷却水套以及水缓速器的工作腔与散热器的连接方式均为并联连接。



1. 一种基于水缓速器的混合动力汽车,其特征是:驱动系统包括驱动电机(2)、动力电池(3)、发动机(4)、水缓速器(5)、离合器(13)、动力耦合器(14)、变速器(15)、车桥(16);热管理系统包括散热器(1)、冷却风扇(6)、主路水泵(7)、第二开关阀(8)、第一开关阀(9)、旁路水泵(10)、冷却管路(11)、水缓速器控制阀(12)。

2. 根据权利要求1所述的基于水缓速器的混合动力汽车,其特征是:混合动力汽车动力的驱动系统包括驱动电机(2)、动力电池(3)、发动机(4)、水缓速器(5)、离合器(13)、动力耦合器(14)、变速器(15)、车桥(16);发动机(4)与水缓速器(5)串联连接,发动机(4)输出轴与水缓速器(5)的动轮输入轴连接,同时水缓速器(5)的动轮输出轴通过离合器(13)与动力耦合器(14)的第一输入轴相连接;驱动电机(2)的输出轴与动力耦合器(14)的第二输入轴连接;动力耦合器(14)的输出轴与变速器(15)的输入轴连接,同时变速器(15)的输出轴与车桥(16)连接。

3. 根据权利要求1所述的基于水缓速器的混合动力汽车,其特征是:驱动电机(2)、动力电池(3)、发动机(4)的冷却水套以及水缓速器(5)的工作腔与散热器(1)的连接方式均为并联连接;散热器(1)的出水口分别通过冷却管路(11)与驱动电机(2)、动力电池(3)、发动机(4)冷却水套以及水缓速器(5)工作腔的进水口连接;在散热器(1)的进水口通过冷却管路(11)与主路水泵(7)出口相连;冷却风扇(6)安装在散热器(1)内侧;水缓速器(5)工作腔的出水口通过水缓速器控制阀(12)与发动机(4)的冷却水套出水口相连;发动机(4)的冷却水套出水口通过第一开关阀(9)与动力电池(3)的冷却水套出水口连接;动力电池(3)的冷却水套出水口通过冷却管路(11)直接与主路水泵(7)进口连接;驱动电机(2)的冷却水套出水口通过第二开关阀(8)与主路水泵(7)进口连接;旁路水泵(10)进口通过冷却管路(11)与发动机(4)的冷却水套出水口连接,旁路水泵(10)出口通过冷却管路(11)与动力电池(3)的冷却水套出水口连接。

4. 如权利要求1所述的基于水缓速器的混合动力汽车的控制方法,其特征是:

混合动力汽车主要工作模式可以划分为有低温起步模式、纯电动模式、纯发动机模式、混合驱动模式、制动能量回收模式以及复合制动模式;在初始状态下,冷却风扇(6)、主路水泵(7)、第二开关阀(8)、第一开关阀(9)、旁路水泵(10)、水缓速器控制阀(12)均处于关闭状态;

当混合动力汽车在严寒环境中起步时,进入低温起步模式;首先进入低温起步模式第一阶段,启动发动机(4),关闭离合器(13),发动机(4)开始热机;开启旁路水泵(10)和水缓速器控制阀(12),循环冷却水进入水缓速器(5)工作腔,水缓速器(5)启动;通过控制水缓速器控制阀(12)的占空比,以控制流经水缓速器(5)工作腔的冷却液流量,最终获得需求的水缓速器(5)输出制动力矩;利用水缓速器(5)的输出力矩模拟发动机(4)的负载,使发动机(4)工作在高效区间内;此时发动机(4)冷却水套和水缓速器(5)工作腔中的高温冷却水流经动力电池(3)冷却水套,开始给动力电池(3)预热;

当动力电池(3)的温度达到使用要求后,开始给驱动电机(2)预热;进入低温起步模式第二阶段,第二开关阀(8)开启,此时发动机(4)冷却水套和水缓速器(5)工作腔中的高温冷却水流经动力电池(3)和驱动电机(2)的冷却水套,开始给驱动电机(2)预热;当驱动电机(2)的温度也达到使用要求后,关闭发动机(4);旁路水泵(10)将水缓速器(5)中的冷却水全部抽尽后,关闭旁路水泵(10)和水缓速器控制阀(12),水缓速器(5)停止工作;

当混合动力汽车进入纯电动模式或制动能量回收模式时,驱动电机(2)、动力电池(3)工作;开启主路水泵(7)、冷却风扇(6)和第二开关阀(8),驱动电机(2)和动力电池(3)冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵(7)加压进入散热器(1)中;高温冷却水在散热器(1)中被冷却风扇(6)降温,然后重新流入驱动电机(2)和动力电池(3)冷却水套中;

当混合动力汽车进入纯发动机模式时,离合器(13)结合,发动机(4)工作;开启主路水泵(7)、冷却风扇(6)和第一开关阀(9),发动机(4)冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵(7)加压进入散热器(1)中;高温冷却水在散热器(1)中被冷却风扇(6)降温,然后重新流入发动机(4)冷却水套中;

当混合动力汽车进入混合驱动模式时,离合器(13)结合,驱动电机(2)、动力电池(3)、发动机(4)工作;开启主路水泵(7)、冷却风扇(6)、第二开关阀(8)和第一开关阀(9),驱动电机(2)、动力电池(3)及发动机(4)冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵(7)加压进入散热器(1)中;高温冷却水在散热器(1)中被冷却风扇(6)降温,然后重新流入驱动电机(2)、动力电池(3)及发动机(4)冷却水套中;

当驱动电机在发电状态下的输出功率大于动力电池的最大充电功率,或动力电池 SOC 接近上限,而驱动电机在发电状态下的输出功率过大,会使动力电池 SOC 超过上限值时,混合动力汽车进入复合制动模式时,离合器(13)结合,驱动电机(2)、动力电池(3)、水缓速器(5)工作;驱动电机(2)输出的制动功率等于在动力电池(3)允许的最大充电功率,而剩余的制动功率由水缓速器(5)提供;

开启主路水泵(7)、冷却风扇(6)、第二开关阀(8)、第一开关阀(9)和水缓速器控制阀(12),驱动电机(2)、动力电池(3)冷却水套及水缓速器(5)工作腔中的高温冷却水,被主路水泵(7)加压进入散热器(1)中;高温冷却水在散热器(1)中被冷却风扇(6)降温,然后重新流入驱动电机(2)、动力电池(3)冷却水套及水缓速器(5)工作腔中。

一种基于水缓速器的混合动力汽车及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明专利涉及混合动力汽车能量管理与热管理技术领域,特指一种基于水缓速器的混合动力汽车及其控制方法。

背景技术

[0002] 环境温度对动力电池的性能和寿命有重要影响。动力电池环境温度过高时,动力电池内部不可逆物质生成加快,这些不可逆的物质生成会减少电池的使用循环次数;环境温度过低时,也会加速不可逆物质的生成,从而影响电池的使用寿命。动力电池环境温度过低不仅影响其使用寿命,而且会影响动力电池的充放电容量,甚至导致混合动力汽车启动困难。电池在低温条件下工作时,电池的可充入容量和可放出的容量均降低,影响混合动力汽车的续航里程。现有的动力电池热管理系统主要是利用 PTC 加热器对动力电池进行加热,使其适应低温环境的使用,但 PTC 加热器加热能力较差,导致混合动力汽车在严寒气候下启动困难。

[0003] 同时,动力电池固有工作特性对混合动力汽车制动能量回收性能也产生重要影响。当驱动电机对动力电池进行充电时,需要选择合理的充电区间,即控制驱动电机在发电状态下的输出功率,避免因充电电流过大或充电时间过长而损害动力电池;在混合动力汽车制动能量回收过程必须在动力电池合理的 SOC 区间内,当动力电池 SOC 接近上限时,通常关闭驱动电机的发电功能,防止动力电池 SOC 超过上限值。

[0004] 综上所述,目前混合动力汽车性能的提升存在两个主要问题:1. 在严寒气候下,由于对动力电池加热困难,此时工作对动力电池损害较大,会导致混合动力汽车起步困难;2. 由于动力电池固有工作特性的限制,导致混合动力汽车回收制动能量的效率较低。

发明内容

[0005] 本发明的目的为了解决现有的混合动力汽车在严寒气候下起步困难,以及由于动力电池固有工作特性的限制导致混合动力汽车回收制动能量的效率较低的问题,提供一种基于水缓速器的混合动力汽车及其控制方法,能够使得混合动力汽车在严寒环境下顺利起步,同时在行驶过程中显著提高混合动力汽车制动能量回收的效率。

[0006] 本发明涉及的基于水缓速器的混合动力汽车采用的技术方案是:

混合动力汽车的动力驱动系统包括驱动电机 2、动力电池 3、发动机 4、水缓速器 5、离合器 13、动力耦合器 14、变速器 15、车桥 16。发动机 4 与水缓速器 5 串联连接,发动机 4 输出轴与水缓速器 5 的动轮输入轴连接,同时水缓速器 5 的动轮输出轴通过离合器 13 与动力耦合器 14 的第一输入轴相连接。驱动电机 2 的输出轴与动力耦合器 14 的第二输入轴连接。动力耦合器 14 的输出轴与变速器 15 的输入轴连接,同时变速器 15 的输出轴与车桥 16 连接。

[0007] 混合动力汽车的热管理系统包括散热器 1、冷却风扇 6、主路水泵 7、第二开关阀 8、第一开关阀 9、旁路水泵 10、冷却管路 11、水缓速器控制阀 12。驱动电机 2、动力电池 3、发

动机 4 的冷却水套以及水缓速器 5 的工作腔与散热器 1 的连接方式为并联连接。散热器 1 的出水口分别通过冷却管路 11 与驱动电机 2、动力电池 3、发动机 4 冷却水套以及水缓速器 5 工作腔的进水口连接。在散热器 1 的进水口通过冷却管路 11 与主路水泵 7 出口相连。冷却风扇 6 安装在散热器 1 内侧。水缓速器 5 工作腔的出水口通过水缓速器控制阀 12 与发动机 4 的冷却水套出水口相连。发动机 4 的冷却水套出水口通过第一开关阀 9 与动力电池 3 的冷却水套出水口连接。动力电池 3 的冷却水套出水口通过冷却管路 11 直接与主路水泵 7 进口连接。驱动电机 2 的冷却水套出水口通过第二开关阀 8 与主路水泵 7 进口连接。旁路水泵 10 进口通过冷却管路 11 与发动机 4 的冷却水套出水口连接,旁路水泵 10 出口通过冷却管路 11 与动力电池 3 的冷却水套出水口连接。

[0008] 本发明涉及的基于水缓速器的混合动力汽车的控制方法采用的技术方案是包括如下步骤:

当混合动力汽车在严寒环境中起步时,进入低温起步模式。首先进入低温起步模式第一阶段,启动发动机 4,关闭离合器 13,发动机 4 开始热机。开启旁路水泵 10 和水缓速器控制阀 12,循环冷却水进入水缓速器 5 工作腔,水缓速器 5 启动。通过控制水缓速器控制阀 12 的占空比,以控制流经水缓速器 5 工作腔的冷却液流量,最终获得需求的水缓速器 5 输出制动力矩。利用水缓速器 5 的输出力矩模拟发动机 4 的负载,使发动机 4 工作在高效区间内。此时发动机 4 冷却水套和水缓速器 5 工作腔中的高温冷却水流经动力电池 3 冷却水套,开始给动力电池 3 预热。

[0009] 当动力电池 3 的温度达到使用要求后,开始给驱动电机 2 预热。进入低温起步模式第二阶段,第二开关阀 8 开启,此时发动机 4 冷却水套和水缓速器 5 工作腔中的高温冷却水流经动力电池 3 和驱动电机 2 的冷却水套,开始给驱动电机 2 预热。当驱动电机 2 的温度也达到使用要求后,关闭发动机 4;旁路水泵 10 将水缓速器 5 中的冷却水全部抽尽后,关闭旁路水泵 10 和水缓速器控制阀 12,水缓速器 5 停止工作。

[0010] 当混合动力汽车进入纯电动模式或制动能量回收模式时,驱动电机 2、动力电池 3 工作。开启主路水泵 7、冷却风扇 6 和第二开关阀 8,驱动电机 2 和动力电池 3 冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1 中。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入驱动电机 2 和动力电池 3 冷却水套中。

[0011] 当混合动力汽车进入纯发动机模式时,离合器 13 结合,发动机 4 工作。开启主路水泵 7、冷却风扇 6 和第一开关阀 9,发动机 4 冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1 中。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入发动机 4 冷却水套中。

[0012] 当混合动力汽车进入混合驱动模式时,离合器 13 结合,驱动电机 2、动力电池 3、发动机 4 工作。开启主路水泵 7、冷却风扇 6、第二开关阀 8 和第一开关阀 9,驱动电机 2、动力电池 3 及发动机 4 冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1 中。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入驱动电机 2、动力电池 3 及发动机 4 冷却水套中。

[0013] 当驱动电机在发电状态下的输出功率大于动力电池的最大充电功率,或动力电池 SOC 接近上限,而驱动电机在发电状态下的输出功率过大,会使动力电池 SOC 超过上限值时,混合动力汽车进入复合制动模式时,离合器 13 结合,驱动电机 2、动力电池 3、水缓速器 5

工作。驱动电机 2 输出的制动功率等于在动力电池 3 允许的最大充电功率,而剩余的制动功率由水缓速器 5 提供。

[0014] 开启主路水泵 7、冷却风扇 6、第二开关阀 8、第一开关阀 9 和水缓速器控制阀 12,驱动电机 2、动力电池 3 冷却水套及水缓速器 5 工作腔中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1 中。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入驱动电机 2、动力电池 3 冷却水套及水缓速器 5 工作腔中。

[0015] 本发明采用上述技术方案后,与现有技术相比,具有以下优点:

1. 通过发动机与水缓速器加热冷却水,并利用冷却水循环将热量传递给对动力电池和驱动电机,使得混合动力汽车在严寒气候下能够顺利起步,提高动力电池的使用性能和寿命;

2. 在低温起步模式下使用水缓速器模拟发动机负载,不仅可以加速动力电池和驱动电机的加热,同时也提高发动机的燃油经济性;

3. 利用水缓速器分担一部分驱动电机的制动功率,使得驱动电机回收制动能量不再受动力电池固有工作特性的限制,显著提高混合动力汽车的制动能量回收效率。

[0016]

附图说明

[0017] 图 1:混合动力汽车驱动系统结构示意图

图 2:混合动力汽车热管理系统结构示意图

图 3:低温起步模式第一阶段混合动力汽车热管理系统工作状态图

图 4:低温起步模式第二阶段混合动力汽车热管理系统工作状态图

图 5:纯电动模式或制动能量回收模式下混合动力汽车热管理系统工作状态图

图 6:纯发动机模式下混合动力汽车热管理系统工作状态图

图 7:混合驱动模式下混合动力汽车热管理系统工作状态图

图 8:复合制动模式下混合动力汽车热管理系统工作状态图

附图标注说明:1-散热器;2-驱动电机;3-动力电池;4-发动机;5-水缓速器;6-冷却风扇;7-主路水泵;8-第二开关阀;9-第一开关阀;10-旁路水泵;11-冷却管路;12-水缓速器控制阀;13-离合器;14-动力耦合器;15-变速器;16-车桥。

具体实施方式

下面结合附图对本发明所述的基于水缓速器的混合动力汽车具体结构作进一步说明:

如图 1 所示,混合动力汽车的动力驱动系统包括驱动电机 2、动力电池 3、发动机 4、水缓速器 5、离合器 13、动力耦合器 14、变速器 15、车桥 16。

[0018] 发动机 4 与水缓速器 5 串联连接,发动机 4 输出轴与水缓速器 5 的动轮输入轴连接,同时水缓速器 5 的动轮输出轴通过离合器 13 与动力耦合器 14 的第一输入轴相连接。驱动电机 2 的输出轴与动力耦合器 14 的第二输入轴连接。动力耦合器 14 的输出轴与变速器 15 的输入轴连接,同时变速器 15 的输出轴与车桥 16 连接。

[0019] 如图 2 所示,混合动力汽车的热管理系统包括散热器 1、冷却风扇 6、主路水泵 7、第二开关阀 8、第一开关阀 9、旁路水泵 10、冷却管路 11、水缓速器控制阀 12。

[0020] 驱动电机 2、动力电池 3、发动机 4 的冷却水套以及水缓速器 5 的工作腔与散热器 1 的连接方式均为并联连接。散热器 1 的出水口分别通过冷却管路 11 与驱动电机 2、动力电池 3、发动机 4 冷却水套以及水缓速器 5 工作腔的进水口连接。在散热器 1 的进水口通过冷却管路 11 与主路水泵 7 出口相连。冷却风扇 6 安装在散热器 1 内侧。

[0021] 水缓速器 5 工作腔的出水口通过水缓速器控制阀 12 与发动机 4 的冷却水套出水口相连。发动机 4 的冷却水套出水口通过第一开关阀 9 与动力电池 3 的冷却水套出水口连接。动力电池 3 的冷却水套出水口通过冷却管路 11 直接与主路水泵 7 进口连接。驱动电机 2 的冷却水套出水口通过第二开关阀 8 与主路水泵 7 进口连接。旁路水泵 10 进口通过冷却管路 11 与发动机 4 的冷却水套出水口连接,旁路水泵 10 出口通过冷却管路 11 与动力电池 3 的冷却水套出水口连接。

[0022] 下面结合附图来具体描述本发明所述的基于水缓速器的混合动力汽车的控制方法。

[0023] 汽车的主要运行工况有起步、加速、巡航、爬坡、制动、怠速、停车等,本发明涉及的混合动力汽车主要工作模式划分为有低温起步模式、纯电动模式、纯发动机模式、混合驱动模式、制动能量回收模式以及复合制动模式。在初始状态下,冷却风扇 6、主路水泵 7、第二开关阀 8、第一开关阀 9、旁路水泵 10、水缓速器控制阀 12 均处于关闭状态。

[0024] 当混合动力汽车在严寒环境中起步时,进入低温起步模式。如图 3 所示,首先进入低温起步模式第一阶段,启动发动机 4,关闭离合器 13,发动机 4 开始热机。开启旁路水泵 10 和水缓速器控制阀 12,循环冷却水进入水缓速器 5 工作腔,水缓速器 5 启动。通过控制水缓速器控制阀 12 的占空比,以控制流经水缓速器 5 工作腔的冷却液流量,最终获得需求的水缓速器 5 输出制动力矩。利用水缓速器 5 的输出力矩模拟发动机 4 的负载,使发动机 4 工作在高效区间内。此时发动机 4 冷却水套和水缓速器 5 工作腔中的高温冷却水流经动力电池 3 冷却水套,开始给动力电池 3 预热。

[0025] 当动力电池 3 的温度达到使用要求后,开始给驱动电机 2 预热。如图 4 所示,进入低温起步模式第二阶段,第二开关阀 8 开启,此时发动机 4 冷却水套和水缓速器 5 工作腔中的高温冷却水流经动力电池 3 和驱动电机 2 的冷却水套,开始给驱动电机 2 预热。当驱动电机 2 的温度也达到使用要求后,关闭发动机 4;旁路水泵 10 将水缓速器 5 中的冷却水全部抽尽后,关闭旁路水泵 10 和水缓速器控制阀 12,水缓速器 5 停止工作。

[0026] 如 5 所示,当混合动力汽车进入纯电动模式或制动能量回收模式时,驱动电机 2、动力电池 3 工作。开启主路水泵 7、冷却风扇 6 和第二开关阀 8,驱动电机 2 和动力电池 3 冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1 中。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入驱动电机 2 和动力电池 3 冷却水套中。

[0027] 如图 6 所示,当混合动力汽车进入纯发动机模式时,离合器 13 结合,发动机 4 工作。开启主路水泵 7、冷却风扇 6 和第一开关阀 9,发动机 4 冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1 中。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入发动机 4 冷却水套中。

[0028] 如 7 所示,当混合动力汽车进入混合驱动模式时,离合器 13 结合,驱动电机 2、动力电池 3、发动机 4 工作。开启主路水泵 7、冷却风扇 6、第二开关阀 8 和第一开关阀 9。驱动电机 2、动力电池 3 及发动机 4 冷却水套中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1

中。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入驱动电机 2、动力电池 3 及发动机 4 冷却水套中。

[0029] 当驱动电机在发电状态下的输出功率大于动力电池的最大充电功率,或动力电池 SOC 接近上限,而驱动电机在发电状态下的输出功率过大,会使动力电池 SOC 超过上限值时,混合动力汽车进入复合制动模式时,离合器 13 结合,驱动电机 2、动力电池 3、水缓速器 5 工作。驱动电机 2 输出的制动功率等于在动力电池 3 允许的最大充电功率,而剩余的制动功率由水缓速器 5 提供。

[0030] 如图 8 所示,开启主路水泵 7、冷却风扇 6、第二开关阀 8、第一开关阀 9 和水缓速器控制阀 12,驱动电机 2、动力电池 3 冷却水套及水缓速器 5 工作腔中的高温冷却水,被主路水泵 7 加压进入散热器 1 中。由于发动机 4 安装有节温器,此时冷却水并不流经发动机 4。高温冷却水在散热器 1 中被冷却风扇 6 降温,然后重新流入驱动电机 2、动力电池 3 冷却水套及水缓速器 5 工作腔中。

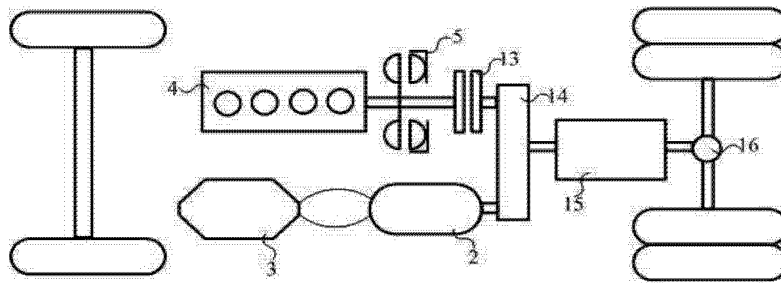


图 1

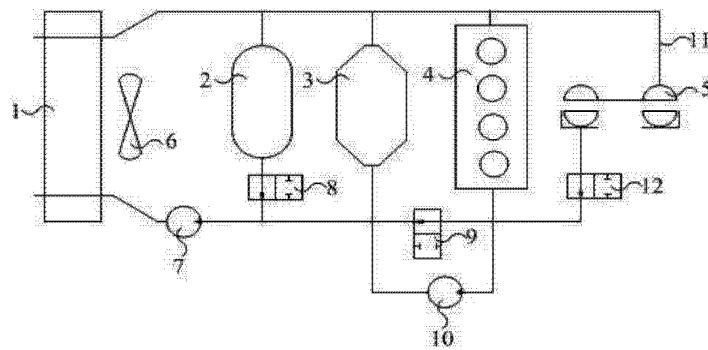


图 2

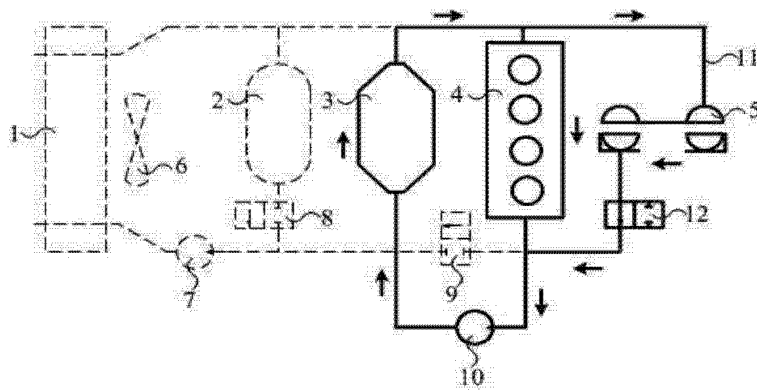


图 3

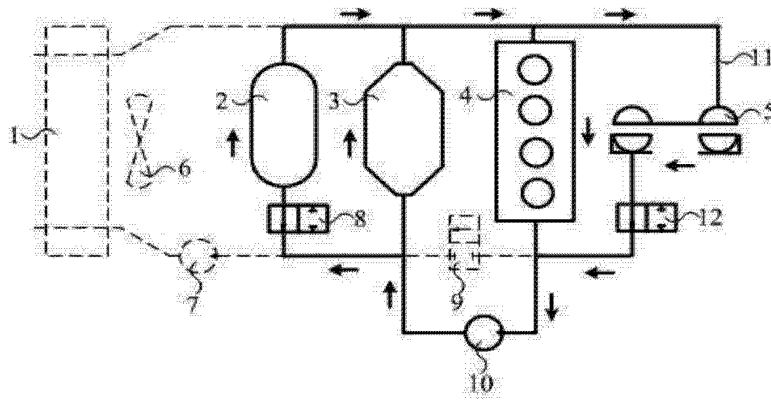


图 4

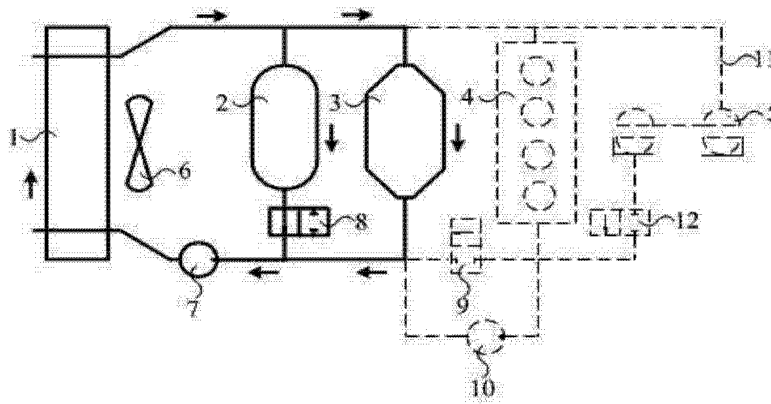


图 5

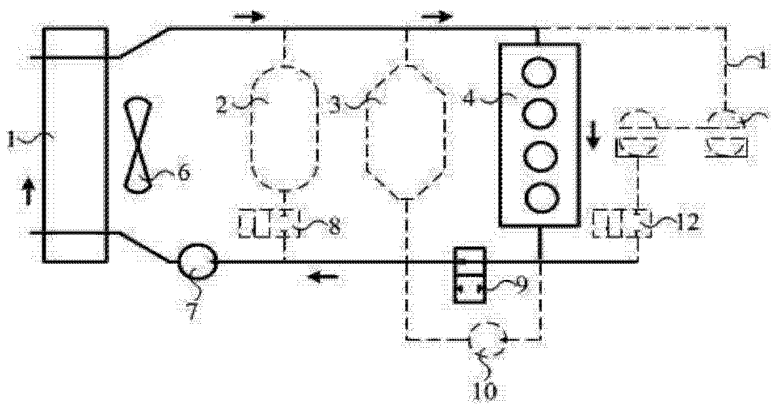


图 6

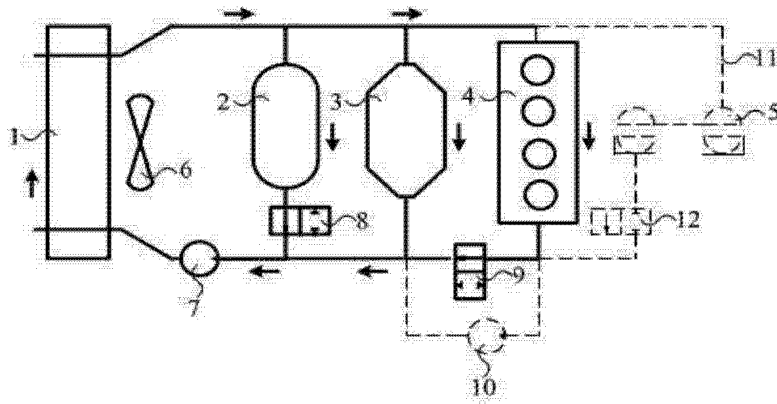


图 7

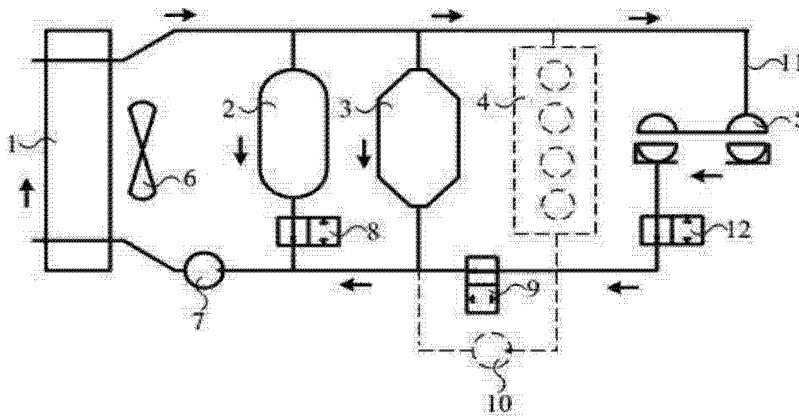


图 8