



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104577254 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201410809272. 6

(22) 申请日 2014. 12. 23

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 闵海涛 孙维毅 于远彬 王鹏宇

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 杜森垚

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014. 01)

H01M 10/625(2014. 01)

H01M 10/6568(2014. 01)

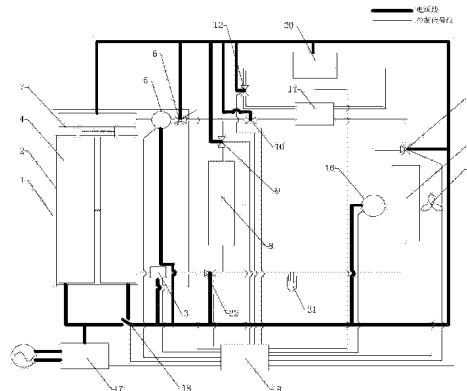
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

一种电动汽车电池组热管理系统及其工作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种纯电动汽车电池组热管理系统及其工作方法,包括位于电池箱体内部的箱内液体循环路径和位于电池箱体外部的箱外液体循环路径;箱内液体循环路径包括加热单元A、热交换器A、液压泵A、三通阀A及流量分配单元;箱外液体循环路径包括燃料加热器、开关阀、开关阀C、热交换器B、开关阀A、三通阀B、散热器、空调系统、储液罐及开关阀D。使电池系统在充电状态以及不同的行驶状态下始终保持在良好的工作温度下,保证各电池单体之间的温度均衡以及降低电池系统的热管理能耗,从而保证在不同的车辆状态下都能够采用合理的热管理方式对电池系统进行热管理,延长电池系统的使用寿命,降低电动车电池的使用成本以及整车能耗。



1. 一种电动汽车电池组热管理系统,包括电池箱体(1)、电池组(2)、控制单元(19),电池组(2)安装在电池箱体(1)内,电池组(2)由至少两个电池模块组成,每个电池模块包括至少两个电池单体;其特征在于,该系统包括位于电池箱体(1)内部的箱内液体循环路径和位于电池箱体(1)外部的箱外液体循环路径;

其中,箱内液体循环路径包括加热单元A(3)、热交换器A(4)、液压泵A(5)、三通阀A(6)及流量分配单元(7);加热单元A(3)与热交换器A(4)连接,热交换器A(4)与电池组(2)的电池单体紧密贴合,并将流过其中的热交换流体的热量与电池单体的热量进行交换;三通阀A(6)入口与液压泵A(5)相连,一个出口与加热单元A(3)连接,另一个出口通向电池箱体(1)的箱外液体循环路径;流量分配单元(7)对流过其中的热交换流体进行流量分配,流量分配单元(7)入口与液压泵A(5)相连接,出口与热交换器A(4)相连接;

箱外液体循环路径包括燃料加热器(8)、开关阀B(9)、开关阀C(10)、热交换器B(11)、开关阀A(12)、三通阀B(13)、散热器(14)、空调系统(20)及储液罐(21);开关阀B(9)和开关阀C(10)均与三通阀A(6)的同一个出口相连,开关阀B(9)另一端与燃料加热器(8)相连,开关阀C(10)另一端与热交换器B(11)相连;开关阀A(12)连接在空调系统(20)与热交换器B(11)之间,构成空调系统(20)的液体回路;热交换器B(11)同时与三通阀B(13)的入口连接,三通阀B(13)的两个出口分别连接散热器(14)和液压泵B(16);开关阀D(22)一端与加热单元A(3)连接,另一端与储液罐(21)和燃料加热器(8)相连;储液罐(21)分别连接燃料加热器(8)、液压泵B(16)和散热器(14);散热器(14)配套有风扇(15);

在电池箱体(1)、箱内液体循环路径和箱外液体循环路径内均分布有温度传感器;

该系统还包括充电器(17),通过电磁开关(18)实现热管理系统电能的来源,当充电器(17)与电网连接时,电磁开关(18)与充电器(17)连接,通过电网侧电能为电池热管理系统供电,当充电器(17)不与电网连接时,电磁开关(18)与电池组(2)连接,通过电池组(2)为电池热管理系统供电。

2. 按照权利要求1所述的一种电动汽车电池组热管理系统,其特征在于,所述热交换器A(4)由多个热交换模块组成,每个热交换模块对应一个电池模块,各交换模块之间独立工作,为对应的电池模块进行热管理。

3. 按照权利要求2所述的一种电动汽车电池组热管理系统,其特征在于,所述流量分配单元(7)设有一个入口和多个出口,每个出口与热交换器A(4)的一个热交换模块对应连接,流量分配单元(7)对其各出口的流量进行分配。

4. 按照权利要求1所述的一种电动汽车电池组热管理系统,其特征在于,所述加热单元采用电加热。

5. 按照权利要求1所述的一种电动汽车电池组热管理系统的工作方法,其特征在于,其包括并行的热管理过程和电池温度平衡控制过程;

其中,热管理过程包括以下步骤:

步骤一、判断系统的环境温度:预设四个温度阈值,四个温度阈值的温度值从低到高依次为第二温度阈值、第一温度阈值、第三温度阈值、第四温度阈值,将电池组(2)的温度与四个温度阈值进行实时比较;

步骤二、当电池组(2)温度低于第一温度阈值时,需要对电池组(2)进行加热:

1) 首先检测电动车是否处于充电状态;

1. 1) 如果电动车处于充电状态：

启用第一循环系统：此时三通阀 A(6) 出口与加热单元 A(3) 联通，通过加热单元 A(3) 对热交换流体进行加热，并通过液压泵 A(5) 驱动热交换流体在电池箱内部循环，完成对电池组 (2) 的加热；

1. 2) 如果电动车不处于充电状态：

1. 2. 1) 如果电池组 (2) 温度高于第二温度阈值，启动第一循环系统：通过加热单元 A(3) 对热交换流体进行加热，并通过液压泵 A(5) 驱动热交换流体在电池箱内部循环，完成对电池组 (2) 的加热；

1. 2. 2) 如果电池组 (2) 的温度低于第二温度阈值，启动第二循环系统：此时三通阀 A(6) 出口连通至开关阀 B 和开关阀 C(10)，而开关阀 B 开启，开关阀 C(10) 关闭，开关阀 D(22) 开启，通过燃料加热器 (8) 对热交换流体进行加热，加热单元 A(3) 不工作，液压泵 A(5) 驱动热交换流体流过燃料加热器 (8)，经过加热的热交换流体在流经热交换器 A(4) 的过程中对电池组 (2) 进行加热；

步骤三、当电池组 (2) 温度高于第三温度阈值时，对电池组 (2) 进行冷却：

1) 如果电池组 (2) 温度高于第三温度阈值而低于第四温度阈值，启动第三循环系统：三通阀 A(6) 出口联通至开关阀 B(9) 和开关阀 C(10)，而开关阀 B(9) 关闭，开关阀 C(10) 开启，开关阀 D(22) 开启，三通阀 B(13) 入口与热交换器 B(11) 联通，三通阀 B(13) 出口联通至散热器 (14)，开关阀 A(12) 关闭；液压泵 A(5) 驱动热交换流体流过散热器 (14)，实现对电池组 (2) 的降温；

2) 如果电池组 (2) 温度高于第四温度阈值，启动第四循环系统：在所述第三循环系统的基础上，开关阀 A(12) 处于开启状态且空调系统 (20) 的制冷工况开启；控制器控制空调系统 (20) 制冷，开关阀 A(12) 打开，制冷剂在空调系统 (20) 的驱动下流经热交换器 B(11)；同时，热交换流体在液压泵 A(5) 的驱动下从热交换器 A(4) 中流出，然后经过散热器 (14) 进行初步散热，再流过热交换器 B(11)，并与空调系统 (20) 中的制冷剂实现热交换，从而实现对电池组 (2) 的冷却。

6. 按照权利要求 5 所述的一种电动汽车电池组热管理系统的工作方法，其特征在于，所述热管理过程中，当需要对车厢内部加热时，启动第五循环系统：三通阀 A(6) 不与开关阀 B(9) 和开关阀 C(10) 连接，而开关阀 A(12)、开关阀 B、开关阀 C(10) 均开启，开关阀 D(22) 关闭，三通阀 B(13) 联通至液压泵 B(16)；热交换流体在液压泵 B(16) 的驱动下，流过燃料加热器 (8) 而被加热，进而通过开关阀 B(9) 和开关阀 C(10) 流入热交换器 B(11)；同时，空调系统 (20) 驱动制冷剂经过开关阀 A(12) 流入热交换器 B，使热交换流体和制冷剂在热交换器 B(9) 中实现热交换。

7. 按照权利要求 5 所述的一种电动汽车电池组热管理系统的工作方法，其特征在于，所述电池温度平衡控制过程是指：控制单元 (19) 对电池组 (2) 各电池模块的平均温度与整个电池组 (2) 的平均温度进行比较，根据比较结果对流量分配单元 (7) 进行控制，调整流入各电池模块的热交换流体的流量，以实现电池组 (2) 中各电池模块间的温度均衡。

一种电动汽车电池组热管理系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车电池热管理领域,更具体涉及一种电动汽车电池组热管理系统,适用于动力电池在充电放电过程中的热管理。

背景技术

[0002] 电池是电动汽车的关键部件,直接影响到电动汽车的性能。而电池的工作温度对于电池的使用寿命和电池的性能有着至关重要的影响。温度过低会使电池放电功率和容量受到影响,导致整车性能大幅降低;温度过高,电池循环寿命将受到影响,因此对电池进行热管理是非常必要的。

[0003] 中国专利文献公开了申请号为 201110210364.9 的电池热管理系统,该系统由电池包、水箱、水泵和散热器构成的第一液循环回路,在水泵和电池包之间依次连接冷却结构和加热器以构成第二液循环回路,在第一液循环回路和第二液循环回路上设有只控制各自液循环回路的电磁阀,在电池包上设有温度传感器,电池管理单元、温度传感器、水泵、第一电磁阀、第二电磁阀、冷却结构和加热器均与整车控制器连接,整车控制器接收温度传感器的检测信号并控制水泵、两个电磁阀、冷却结构、加热器和电池管理单元工作,从而使电池包在合理的温度工作。但是该发明存在以下不足:1、该发明采用电加热方式作为电池组加热的唯一加热方式,在冷启动的情况下,没有详细解释加热装置的能量来源;2、该发明将加热装置与制冷器装置串联在同一回路中并且没有采取保温措施,同时,整个循环管路较长,因此,在外界环境温度较低的情况下,由于冷却装置和循环管路的散热效果会造成能量的损失,降低系统的工作效率;3、该系统在同时启用空调制冷冷却和散热器冷却的情况下,冷却装置和散热器处于并联的位置关系,而在该发明中没有对流经冷却装置和散热器的液体流量进行控制,导致对冷却过程的控制不完善。

[0004] 目前,大多数热管理系统的加热装置为电加热方式,而在低温环境下,电加热装置的能量来源有很大的问题,如果采用电池组自身的电量对其加热的话,由于电池组一开始达不到适宜的工作温度,因此会对电池组产生较大的伤害,同时由于电量的消耗,也降低了电动车的续航能力。

[0005] 同时,不同电池单体之间的温度差异对整个电池组的工作寿命也有很大的影响,虽然已经有一些方法去解决这一问题,但是电池单体间的温度均衡问题仍有待于进一步得到解决。另外,对于低温环境下如何快速使电池达到合适的工作温度从而满足电动汽车的行驶条件也是一个需要解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种电动汽车电池组热管理系统及其工作方法,使电池系统在充电状态以及不同的行驶状态下始终保持在良好的工作温度下,保证各电池单体之间的温度均衡以及降低电池系统的热管理能耗,从而保证在不同的车辆状态下都能够采用合理的热管理方式对电池系统进行热管理,延长电池系统的使用寿命,降低电

动车电池的使用成本以及整车能耗。

[0007] 为解决上述问题,本文所采用的电动车电池热管理系统的技术方案是,结合附图:

[0008] 一种电动汽车电池组热管理系统,包括电池箱体 1、电池组 2、控制单元 19,电池组 2 安装在电池箱体 1 内,电池组 2 由至少两个电池模块组成,每个电池模块包括至少两个电池单体;该系统包括位于电池箱体 1 内部的箱内液体循环路径和位于电池箱体 1 外部的箱外液体循环路径;

[0009] 其中,箱内液体循环路径包括加热单元 A3、热交换器 A4、液压泵 A5、三通阀 A6 及流量分配单元 7;加热单元 A3 与热交换器 A4 连接,热交换器 A4 与电池组 2 的电池单体紧密贴合,并将流过其中的热交换流体的热量与电池单体的热量进行交换;三通阀 A6 入口与液压泵 A5 相连,一个出口与加热单元 A3 连接,另一个出口通向电池箱体 1 的箱外液体循环路径;流量分配单元 7 对流过其中的热交换流体进行流量分配,流量分配单元 7 入口与液压泵 A5 相连接,出口与热交换器 A4 相连接;

[0010] 箱外液体循环路径包括燃料加热器 8、开关阀 B9、开关阀 C10、热交换器 B11、开关阀 A12、三通阀 B13、散热器 14、空调系统 20、储液罐 21 及开关阀 D22;开关阀 B9 和开关阀 C10 均与三通阀 A 的同一个出口相连,开关阀 B9 另一端与燃料加热器 8 相连,开关阀 C10 另一端与热交换器 B11 相连;开关阀 A12 连接在空调系统 20 与热交换器 B11 之间,构成空调系统 20 的液体回路;热交换器 B11 同时与三通阀 B13 的入口连接,三通阀 B13 的两个出口分别连接散热器 14 和液压泵 B16;开关阀 D22 一端与加热单元 A3 连接,另一端与储液罐 21 和燃料加热器 8 相连;储液罐 21 分别连接燃料加热器 8、液压泵 B16 和散热器 14;散热器 14 配套有风扇 15;

[0011] 在电池箱体 1、箱内液体循环路径和箱外液体循环路径内均分布有温度传感器;

[0012] 该系统还包括充电机 17,通过电磁开关 18 实现热管理系统电能的来源,当充电机 17 与电网连接时,电磁开关 18 与充电机 17 连接,通过电网侧电能为电池热管理系统供电,当充电机 17 不与电网连接时,电磁开关 18 与电池组 2 连接,通过电池组 2 为电池热管理系统供电。

[0013] 所述的一种电动汽车电池组热管理系统的改进方案,所述热交换器 A4 由多个热交换模块组成,每个热交换模块对应一个电池模块,各交换模块之间独立工作,为对应的电池模块进行热管理。

[0014] 所述的一种电动汽车电池组热管理系统的改进方案,所述流量分配单元 7 设有一个入口和多个出口,每个出口与热交换器 A4 的一个热交换模块对应连接,流量分配单元 7 对其各出口的流量进行分配。

[0015] 所述的一种电动汽车电池组热管理系统的改进方案,所述加热单元采用电加热。

[0016] 本发明同时提供一种电动汽车电池组热管理系统的工作方法,其包括并行的热管理过程和电池温度平衡控制过程;

[0017] 其中,热管理过程包括以下步骤:

[0018] 步骤一、判断系统的环境温度:预设四个温度阈值,四个温度阈值的温度值从低到高依次为第二温度阈值、第一温度阈值、第三温度阈值、第四温度阈值,将电池组 2 的温度与四个温度阈值进行实时比较;

[0019] 步骤二、当电池组 2 温度低于第一温度阈值时,需要对电池组 2 进行加热:

[0020] 1) 首先检测电动车是否处于充电状态;

[0021] 1.1) 如果电动车处于充电状态:

[0022] 启用第一循环系统:此时三通阀 A6 出口与加热单元 A3 联通,通过加热单元 A3 对热交换流体进行加热,并通过液压泵 A5 驱动热交换流体在电池箱内部循环,完成对电池组 2 的加热;

[0023] 1.2) 如果电动车不处于充电状态:

[0024] 1.2.1) 如果电池组 2 温度高于第二温度阈值,启动第一循环系统:通过加热单元 A3 对热交换流体进行加热,并通过液压泵 A5 驱动热交换流体在电池箱内部循环,完成对电池组 2 的加热;

[0025] 1.2.2) 如果电池组 2 的温度低于第二温度阈值,启动第二循环系统:此时三通阀 A6 出口连通至开关阀 B9 和开关阀 C10,而开关阀 B 开启,开关阀 C10 关闭,开关阀 D22 开启,通过燃料加热器 8 对热交换流体进行加热,加热单元 A3 不工作,液压泵 A5 驱动热交换流体流过燃料加热器 8,经过加热的热交换流体在流经热交换器 A4 的过程中对电池组 2 进行加热;

[0026] 步骤三、当电池组 2 温度高于第三温度阈值时,对电池组 2 进行冷却:

[0027] 1) 如果电池组 2 温度高于第三温度阈值而低于第四温度阈值,启动第三循环系统:三通阀 A6 出口联通至开关阀 B9 和开关阀 C10,而开关阀 B9 关闭,开关阀 C10 开启,开关阀 D22 开启,三通阀 B13 入口与热交换器 B11 联通,三通阀 B13 出口联通至散热器 14,开关阀 A12 关闭;液压泵 A5 驱动热交换流体流过散热器 14,实现对电池组 2 的降温;

[0028] 2) 如果电池组 2 温度高于第四温度阈值,启动第四循环系统:在所述第三循环系统的基础上,开关阀 A12 处于开启状态且空调系统 20 的制冷工况开启;控制器控制空调系统 20 制冷,开关阀 A12 打开,制冷剂在空调系统 20 的驱动下流经热交换器 B11;同时,热交换流体在液压泵 A5 的驱动下从热交换器 A4 中流出,然后经过散热器 14 进行初步散热,再流过热交换器 B,并与空调系统 20 中的制冷剂实现热交换,从而实现了对电池组 2 的冷却。

[0029] 所述的一种电动汽车电池组热管理系统的工作方法的改进方案,所述热管理过程中,当需要对车厢内部加热时,启动第五循环系统:此时三通阀 A6 不与开关阀 B9 和开关阀 C10 连接,而开关阀 A12、开关阀 B9、开关阀 C10 均开启,开关阀 D22 关闭,三通阀 B13 联通至液压泵 B16;热交换流体在液压泵 B16 的驱动下,流过燃料加热器 8 而被加热,进而通过开关阀 B 和开关阀 C10 流入热交换器 B11;同时,空调系统 20 驱动制冷剂经过开关阀 A12 流入热交换器 B11,使热交换流体和制冷剂在热交换器 B11 中实现热交换。

[0030] 所述的一种电动汽车电池组热管理系统的工作方法的改进方案,所述电池温度平衡控制过程是指:控制单元 19 对电池组 2 各电池模块的平均温度与整个电池组 2 的平均温度进行比较,根据比较结果对流量分配单元 7 进行控制,调整流入各电池模块的热交换流体的流量,以实现电池组 2 中各电池模块间的温度均衡。

[0031] 本发明提供一种电动汽车电池组热管理系统及其工作方法,使电池系统在充电状态以及不同的行驶状态下始终保持在良好的工作温度下,保证各电池单体之间的温度均衡以及降低电池系统的热管理能耗,从而保证在不同的车辆状态下都能够采用合理的热管理方式对电池系统进行热管理,延长电池系统的使用寿命,降低电动车电池的使用成本以及

整车能耗。

附图说明

- [0032] 图 1 为一种电动汽车电池组热管理系统结构示意图；
[0033] 图 2 为一种电动汽车电池组热管理系统第一循环系统原理图；
[0034] 图 3 为一种电动汽车电池组热管理系统第二循环系统原理图；
[0035] 图 4 为一种电动汽车电池组热管理系统第三循环系统原理图；
[0036] 图 5 为一种电动汽车电池组热管理系统第四循环系统原理图；
[0037] 图 6 为一种电动汽车电池组热管理系统第五循环系统原理图；
[0038] 图 7 为一种电动汽车电池组热管理系统热管理过程流程图；
[0039] 图 8 为一种电动汽车电池组热管理系统流量分配系统结构示意图；
[0040] 图 9 为一种电动汽车电池组热管理系统流量分配控制示意图。
[0041] 图中：

[0042] 1- 电池箱体, 2- 电池组, 3- 加热单元 A, 4- 热交换器 A, 5- 液压泵 A, 6- 三通阀 A, 7- 流量分配单元, 8- 燃料加热器, 9- 开关阀 B, 10- 开关阀 C, 11- 热交换器 B, 12- 开关阀 A, 13- 三通阀 B, 14- 散热器, 15- 风扇, 16- 液压泵 B, 17- 充电机, 18- 电磁开关, 19- 控制单元, 20- 空调系统, 21- 储液罐, 22- 开关阀 D

具体实施方式

- [0043] 下面结合附图详细说明本发明的技术方案。
- [0044] 一种电动汽车电池组热管理系统, 如附图 1 所示, 整个系统主要由以下部分组成, 包括:
- [0045] 电池箱体 1, 电池箱体 1 内壁涂有绝热材料, 以使电池箱体 1 具有热隔离效果;
- [0046] 电池组 2, 安装在电池箱体 1 内, 电池组 2 由至少两个电池模块 A、B 组成, 每个电池模块包括至少两个电池单体;
- [0047] 位于电池箱体 1 内部的箱内液体循环路径, 主要包括:
- [0048] 加热单元 A3, 其与热交换器 A4 连接, 加热单元 A3 采用电加热方式, 比如电阻丝、电热膜等;
- [0049] 热交换器 A4, 与电池组 2 的电池单体紧密贴合, 并将流过其中的热交换流体的热量与电池单体的热量进行交换, 从而对电池单体进行加热或者冷却。热交换器 A4 分成不同的热交换模块 A-A、A-B, 各热交换模块之间独立工作, 每个热交换模块对应着一个电池模块, 并负责为该电池模块进行热管理, 这样一来, 对不同电池模块的热管理可以单独进行。
- [0050] 液压泵 A5, 位于电池箱体 1 的内部, 与流量分配单元 7;
- [0051] 三通阀 A, 其入口与液压泵 A 相连, 一个出口与加热单元 A 连接, 另一个出口通向电池箱体 1 的外部, 用于连接箱外液体循环路径。
- [0052] 流量分配单元 7, 对流过其中的热交换流体进行流量分配。如图 7 所示, 流量分配单元 7 有一个入口和多个出口, 入口与液压泵 A5 相连接, 每个出口与热交换器 A4 的一个热交换模块相连接; 流量分配单元 7 可以实现对各出口的流量进行分配, 从而控制流入热交换器 A4 的各热交换模块的热交换流体的流量, 进而对各电池模块进行有针对性的热管理。

[0053] 位于电池箱体 1 外部的箱外液体循环路径,主要包括:

[0054] 燃料加热器 8,该加热单元采用燃料加热方式对流经其中的热交换流体进行加热,采用的燃料通常为酒精或者汽油等。

[0055] 开关阀 B9,一端与三通阀 A 的一个出口相连,一端与燃料加热器 8 相连;

[0056] 开关阀 C10,一端与三通阀 A 的一个出口相连,且开关阀 B9 和开关阀 C10 与三通阀 A 的同一个出口相连,另一端与热交换器 B11 相连;

[0057] 热交换器 B11,与空调系统 20 的液体回路连接,同时与电池热管理系统的液体回路连接,从而起到在空调系统 20 与电池热管理系统之间进行热交换的作用;

[0058] 开关阀 A12,连接在空调系统 20 与热交换器 B11 之间,控制空调系统 20 中的制冷剂在热交换器 B11 中的流通;

[0059] 三通阀 B13,入口与热交换器 B11 连接,出口分别与散热器 14 和液压泵 B16 连接;

[0060] 散热器 14,具有翅片结构,对流过其中的热交换流体进行散热;与散热器 14 配套有风扇 15,以加速散热器 14 的散热速度;

[0061] 储液罐 21,其分别连接燃料加热器 8、液压泵 B16 和散热器 14;

[0062] 开关阀 D22,其一端与加热单元 A3 连接,一端与储液罐 21 和燃料加热器 8 相连;

[0063] 同时,在各电池单体表面、热交换器 A 中的若干位置、电池箱体 1 外的合适位置布置有若干个温度传感器,分别对各电池单体的表面温度、热交换器 A 中的热交换液体的温度分布情况以及环境温度等温度信息进行检测;为了使图 1 更简洁易懂,在图 1 中没有标出各温度传感器的具体位置。

[0064] 除了上述的两个液体回路外,本发明的电池热管理系统还包括一个控制回路和一个供电回路;

[0065] 控制回路主要由控制单元 19 与液压泵 A、三通阀 A、加热单元 A、流量分配单元 7、开关阀 A12、开关阀 B9、开关阀 C10、燃料加热器 8、空调系统 20、液压泵 B、三通阀 B13、电磁开关 18、充电器 17、各温度传感器以及风扇 15 等相连接而组成,通过控制单元 19 对上述各元件进行控制。

[0066] 供电回路有两种供电方式,一种是通过充电器 17 由电网侧电能进行供电,另一种是采用电池组 2 供电,这两种供电方式的切换由控制单元 19 控制电磁开关 18 的切换来完成。当充电器 17 与电网连接时,电磁开关 18 与充电器 17 连接,通过电网侧电能为电池热管理系统供电,当充电器 17 不与电网连接时,电磁开关 18 与电池组 2 连接,通过电池组 2 为电池热管理系统供电。控制单元 19 本身一直由电池组 2 供电。液压泵 A、三通阀 A、加热单元 A、流量分配单元 7、开关阀 A、开关阀 B9、开关阀 C10、空调系统 20、液压泵 B、三通阀 B、电磁开关 18、充电器 17、各温度传感器以及风扇 15 等装置都与该供电回路电连接。

[0067] 下面详细介绍本发明一种电动汽车电池组热管理系统的工作模式。

[0068] 通过对三通阀 A6、开关阀 A12、开关阀 B、开关阀 C10、三通阀 B13、液压泵 A5 以及液压泵 B16 的控制,本发明的电池热管理系统有 5 种工作模式:

[0069] 第一循环系统模式:此时三通阀 A6 入口与液压泵 A5 联通,三通阀 A6 出口与加热单元 A3 联通;液压泵 A5、三通阀 A6、加热单元 A3、热交换器 A4 以及流量分配单元 7 构成了热管理系统的内循环系统,称之为第一循环系统,如图 2 所示。第一循环系统主要用于对电池组 2 的加热。该液体循环系统完全位于电池箱体 1 内部,具有不易受到外部环境温度影

响的特点。

[0070] 第二循环系统模式：此时三通阀 A6 入口与液压泵 A5 联通，三通阀 A6 出口连通至开关阀 B9 和开关阀 C10，而开关阀 B 开启，开关阀 C10 关闭，开关阀 D22 开启；液压泵 A5、三通阀 A6，开关阀 B、燃料加热器 8、加热单元 A3、热交换器 A4 以及流量分配单元 7 构成了第二循环系统，如图 3 所示。第二循环系统主要用于对电池组 2 的加热。在该模式下，燃料加热器 8 并联在电池箱体 1 外部并非常靠近电池箱体 1，这种布置方式的优点在于缩短了整个液体循环的长度，减少了热量损失，同时由于管路较短，因此存在于管路中的热交换流体较少，可以提高对热交换流体的加热速度，实现对电池组 2 的快速加热。

[0071] 第三循环系统模式：此时三通阀 A6 入口与液压泵 A5 联通，三通阀 A6 出口联通至开关阀 B9 和开关阀 C10，而开关阀 B9 关闭，开关阀 C10 开启，开关阀 D22 开启，三通阀 B13 入口与热交换器 B11 联通，三通阀 B13 出口联通至散热器 14，开关阀 A12 关闭；液压泵 A5、三通阀 A6、开关阀 C10、三通阀 B13、散热器 14、储液罐 21、加热单元 A3、热交换器 A4 以及流量分配单元 7 构成了第三循环系统，如图 4 所示。第三循环系统主要用于对电池组 2 的冷却，在该模式下，加热单元 A3 不工作。此时，电池组 2 产生的热量在经过热交换器 A4 的交换后，通过散热器 14 散发到环境中，风扇 15 起到加强散热器 14 散热效果的作用。同时，由于整个系统的管路较长且有储液罐 21 的存在，因此，在第三液体循环工况下，液体回路中的热交换流体较多，在一定程度上可以起到缓冲电池组 2 温度变化的作用，有利于电池组 2 温度的稳定。

[0072] 第四循环系统模式：在第三循环系统的基础上，开关阀 A12 处于开启状态且空调系统 20 的制冷工况开启，则为本发明的电池热管理系统的第四循环系统，如图 5 所示。该工况用于对电池组 2 进行快速冷却。此时，电池组 2 产生的热量一方面经由散热器 14 散发到环境中，另一方面，当热交换流体经过换热器 B 中时，热管理回路中的热交换流体与空调系统 20 的制冷剂产生热交换，温度降低，起到制冷效果，以加强对电池组 2 的冷却效果。

[0073] 第五循环系统模式：此时三通阀 A6 不与开关阀 B9 和开关阀 C10 连接，而开关阀 A12、开关阀 B9、开关阀 C10 均开启，开关阀 D22 关闭，三通阀 B13 联通至液压泵 B16；燃料加热器 8、开关阀 B、开关阀 C10、热交换器 B11、三通阀 B13、液压泵 B16、储液罐 21、开关阀 A12 以及空调系统 20 构成了第五循环系统，如图 6 所示。该工况用于对空调系统 20 中的制冷剂进行加热，进而为车厢的取暖提供热量。在该工况下，液压泵 B16 驱动热交换流体流动，当热交换流体经过燃料加热器 8 时被加热，进而在流过热交换器 B11 时与空调系统 20 中的制冷剂产生热交换，为空调系统 20 提供热量，从而为车厢内提供热量。

[0074] 下面结合工作模式详细说明本发明一种电动汽车电池组热管理系统的工作方法。

[0075] 一种电动汽车电池组热管理系统的工作过程包括并行的热管理过程和电池温度平衡控制过程。

[0076] 如图 7 所示，热管理过程包括以下步骤：

[0077] 步骤一、首先判断系统的环境温度，当环境温度较低时，需要对电池组 2 进行加热处理，而当环境温度较高时，需要对电池组 2 进行冷却处理。在判断环境温度时，预设了四个温度阈值，第一阈值和第二阈值温度较低，用于判断电池组 2 是否需要加热，且第二温度阈值低于第二温度阈值；第三温度阈值和第四温度阈值温度较高，用于判断电池组 2 是否需要冷却，且第四温度阈值高于第三温度阈值；将电池组 2 的温度与温度阈值实时比较。

[0078] 步骤二、当检测出电池组 2 的温度低于第一温度阈值时,需要对电池组 2 进行加热:

[0079] 1) 首先检测电动车是否处于充电状态:

[0080] 1.1) 如果电动车处于充电状态:

[0081] 启用第一循环系统,通过加热单元 A3 对热交换流体进行加热,并通过液压泵 A5 驱动热交换流体在电池箱内部循环,完成对电池组 2 的加热。

[0082] 1.2) 如果电动车不处于充电状态:

[0083] 1.2.1) 如果电池组 2 温度高于第二温度阈值,则启动第一循环系统,通过加热单元 A3 对热交换流体进行加热,并通过液压泵 A5 驱动热交换流体在电池箱内部循环,完成对电池组 2 的加热。所述第二温度阈值低于第一温度阈值。

[0084] 1.2.2) 如果电池组 2 的温度低于第二温度阈值,则启动第二循环系统,通过燃料加热器 8 对热交换流体进行加热。此时,加热单元 A3 不工作,液压泵 A5 驱动热交换流体流过燃料加热器 8,经过加热的热交换流体在流经热交换器 A4 的过程中对电池组 2 进行加热。由于燃料加热器 8 紧邻电池箱体 1,整个第二循环系统的循环路径较短,加热速度快,能量损失小,可以实现对电池组 2 的快速加热。

[0085] 步骤三、当环境温度较高或者电动车大功率行驶时,需要对电池组 2 进行冷却:

[0086] 当检测出电池组 2 温度高于第三温度阈值时,对电池组 2 进行冷却:

[0087] 1) 如果电池组 2 温度高于第三温度阈值而低于第四温度阈值,启动第三循环系统,液压泵 A5 驱动热交换流体流过散热器 14,并在风扇 15 的作用下对热交换流体进行冷却,实现对电池组 2 的降温;所述第四温度阈值高于第三温度阈值。

[0088] 在一些极端高温天气下或者电动车持续的大功率行驶等工况下,散热器 14 的散热功率不能完全实现对电池组 2 的冷却,此时,启动第四循环系统。

[0089] 2) 如果电池组 2 温度高于第四温度阈值,启动第四循环系统。在第四循环系统工况下,控制器控制空调系统 20 制冷,开关阀 A12 打开,制冷剂在空调系统 20 的驱动下流经热交换器 B。同时,热交换流体在液压泵 A5 的驱动下从热交换器 A4 中流出,然后经过散热器 14 进行初步散热,然后流过热交换器 B,并与空调系统 20 中的制冷剂实现热交换,从而实现对电池组 2 的冷却。

[0090] 在环境温度比较低的情况下,如果需要对车厢内部加热,可以利用电池热管理系统中的燃料加热器 8 辅助空调系统 20 实现对车厢内部的加热。此时,启动第五循环系统。热交换流体在液压泵 B16 的驱动下,流过燃料加热器 8 而被加热,进而通过开关阀 B 和开关阀 C10 流入热交换器 B11。同时,空调系统 20 驱动制冷剂经过开关阀 A12 流入热交换器 B11,这样热交换流体和制冷剂在热交换器 B11 中实现热交换,从而实现了通过燃料加热器 8 为空调系统 20 提供热量,以提高空调系统 20 的制热速率,提升乘员的舒适性。

[0091] 对于第一、第二、第三以及第四循环系统的循环工况,在整个热管理系统的工作过程中,实时进行电池组 2 温度平衡控制:

[0092] 控制单元 19 对电池组 2 各电池模块的平均温度与整个电池组 2 的平均温度进行比较,根据比较结果对流量分配单元 7 进行控制,调整流入各电池模块的热交换流体的流量,以实现电池组 2 中各电池模块间的温度均衡。电池组 2 温度平衡控制与上述的热管理过程是并行进行并贯穿于整个热管理过程中的。

[0093] 如图 8 所示,流量分配单元 7、电池组 2 和热交换器 A4 构成流量分配系统,流量分配单元 7 工作过程的一个实施方式如图 9 所示,在开启第一循环系统对电池组 2 进行加热时,如果电池模块 A 的平均温度低于电池组 2 的平均温度,电池模块 B 的平均温度高于电池组 2 的平均温度,则通过控制单元 19 控制流量分配单元 7,增加流入与电池模块 A 相对应的热交换器 A4 的相应模块 A-A 的热交换流体的流量,同时减少流入与电池模块 B 相对应的热交换 A 的相应模块 A-B 的热交换流体的流量。流量控制单元 19 的设计可以采用流量阀实现连续的流量控制或者采用开关阀通过开关阀的开启和关断来实现调流作用。

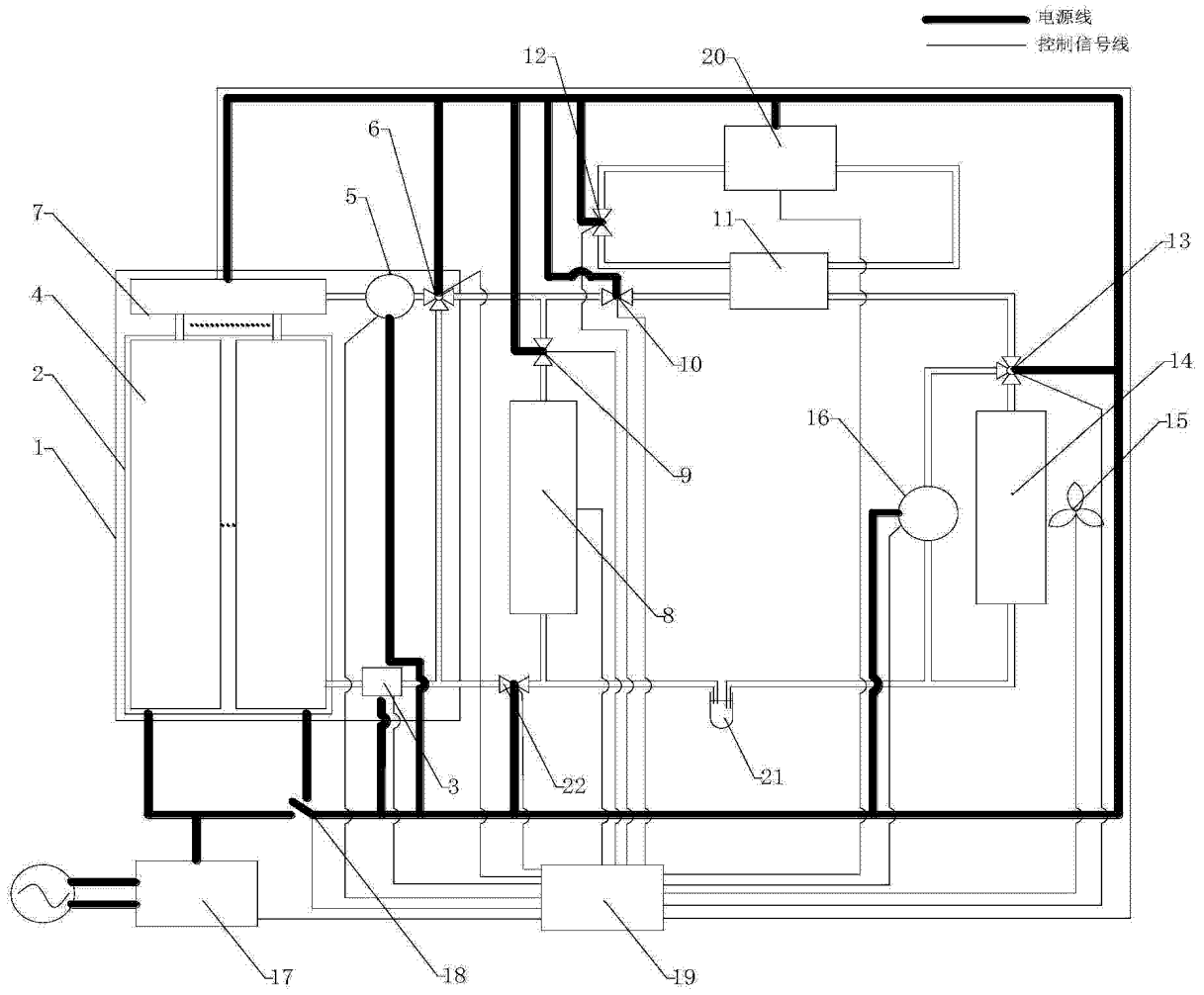


图 1

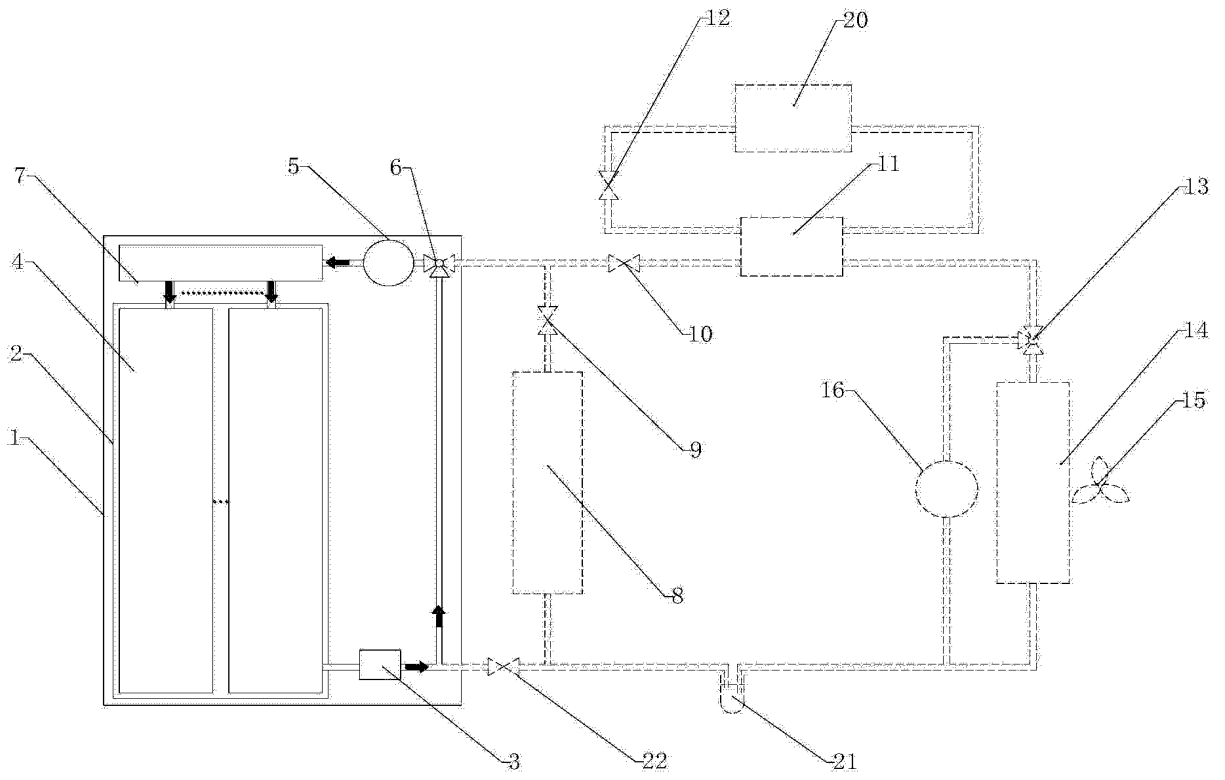


图 2

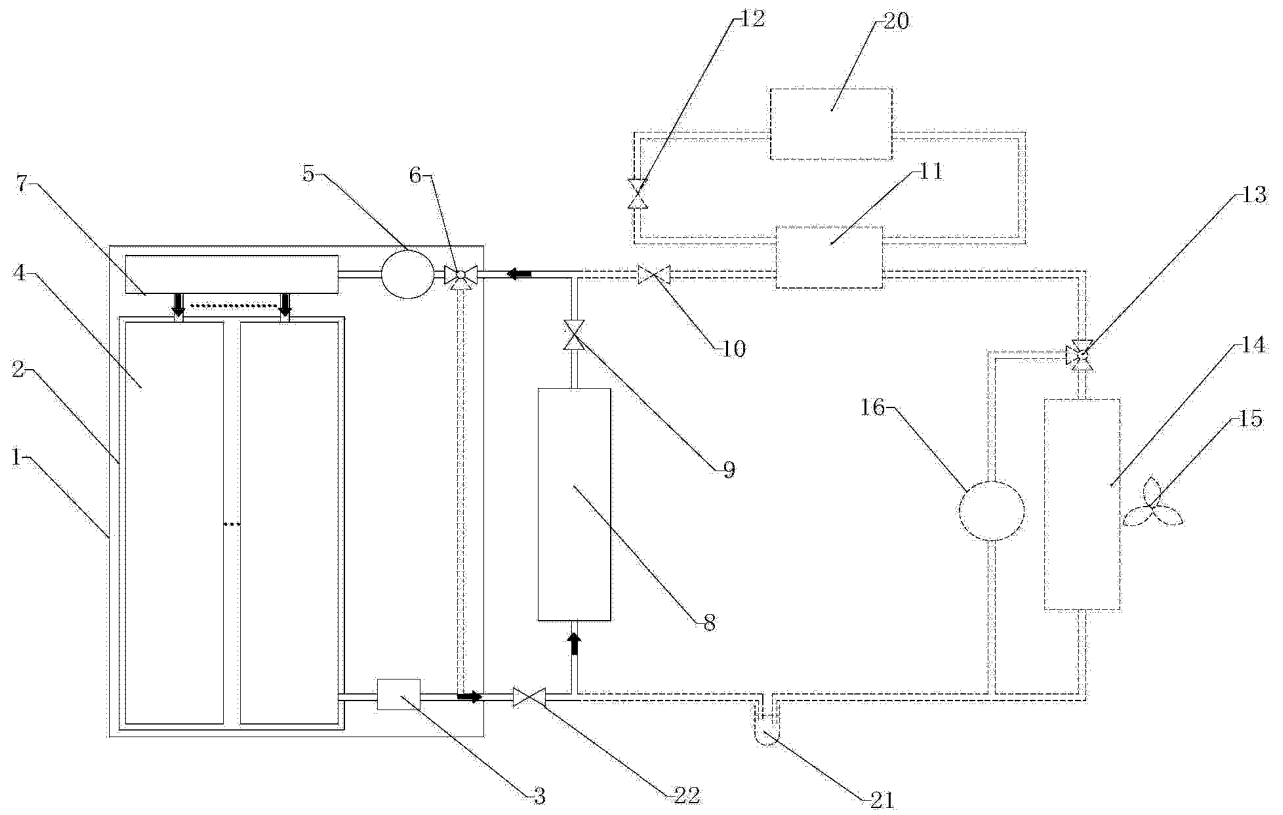


图 3

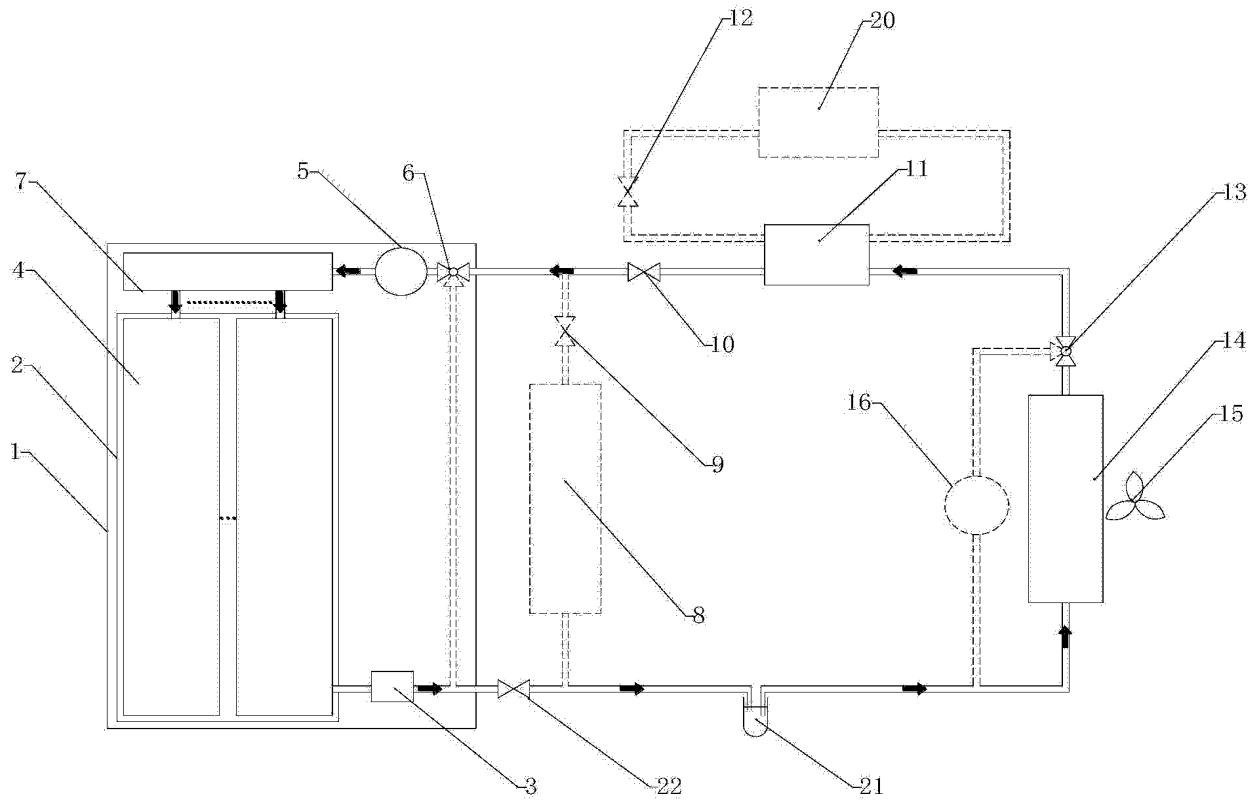


图 4

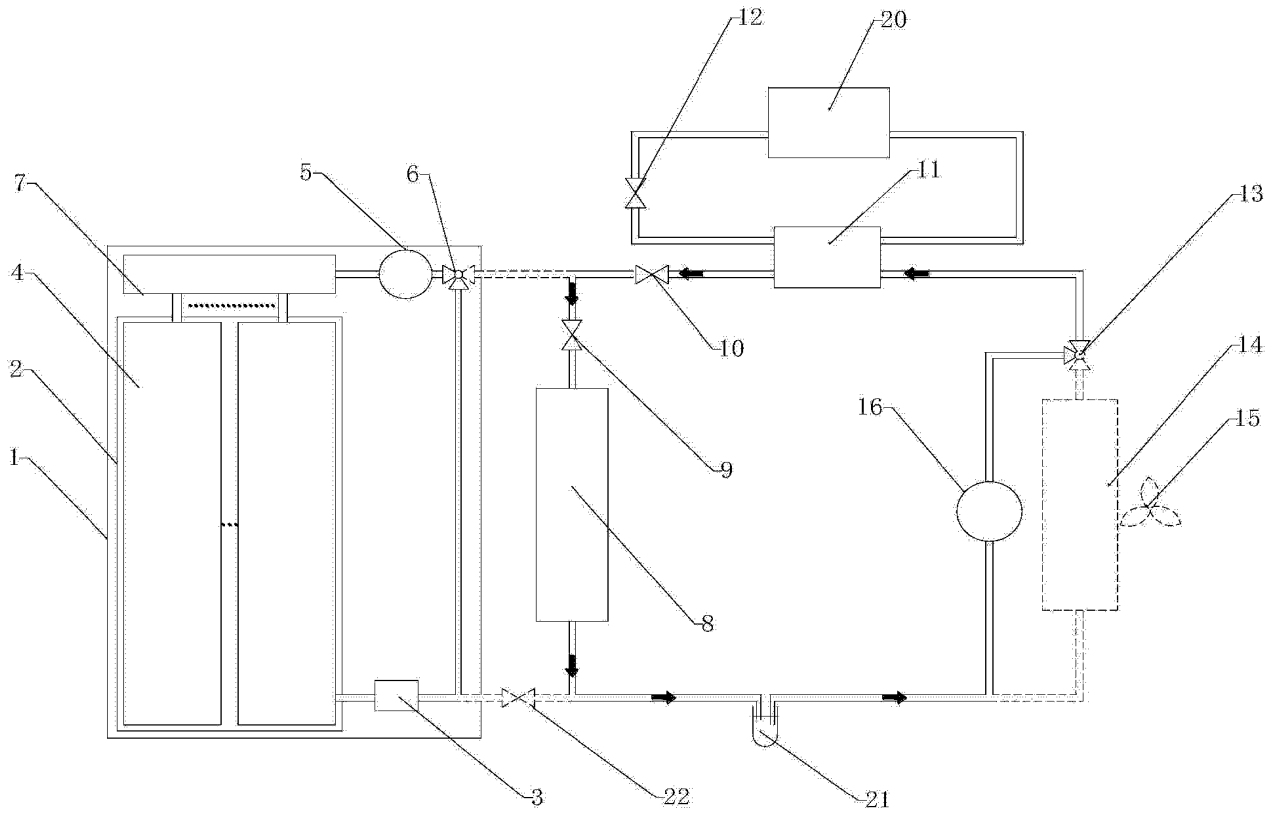


图 5

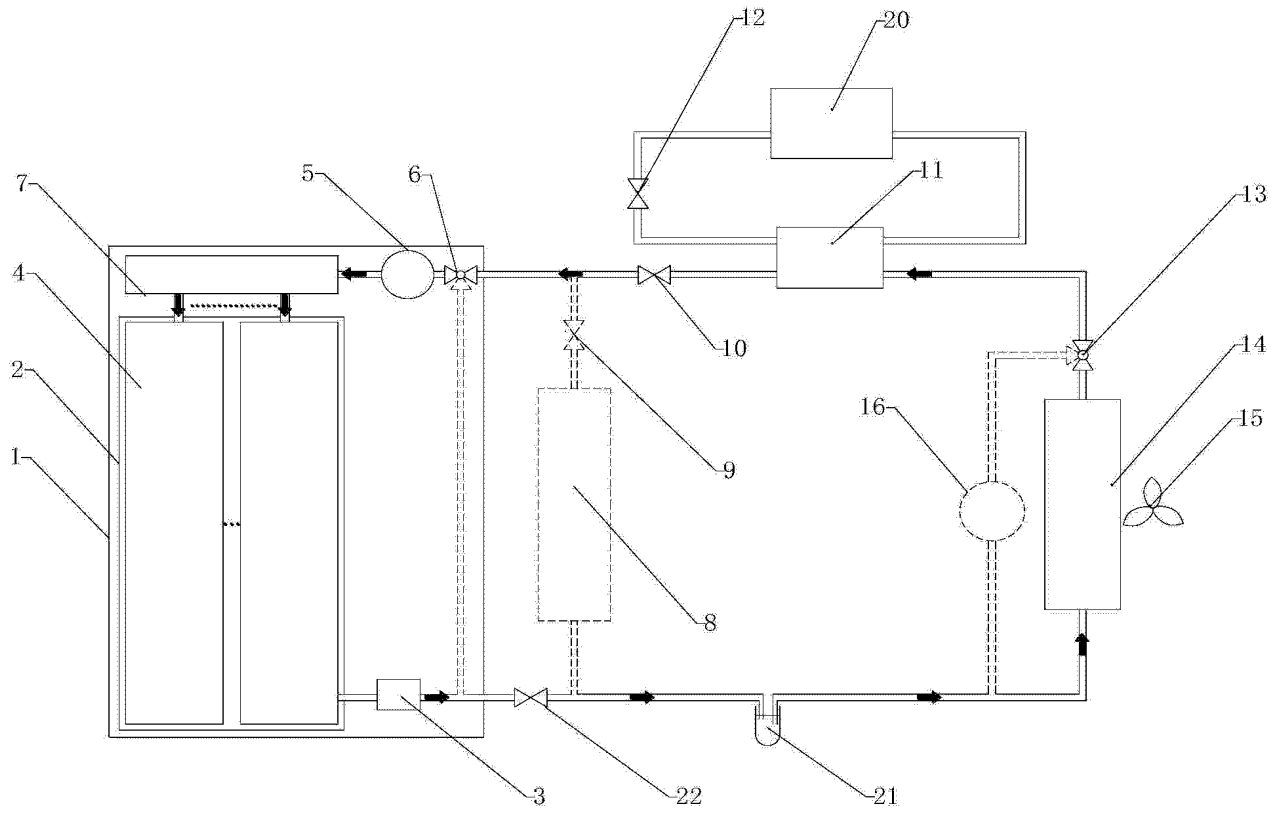


图 6

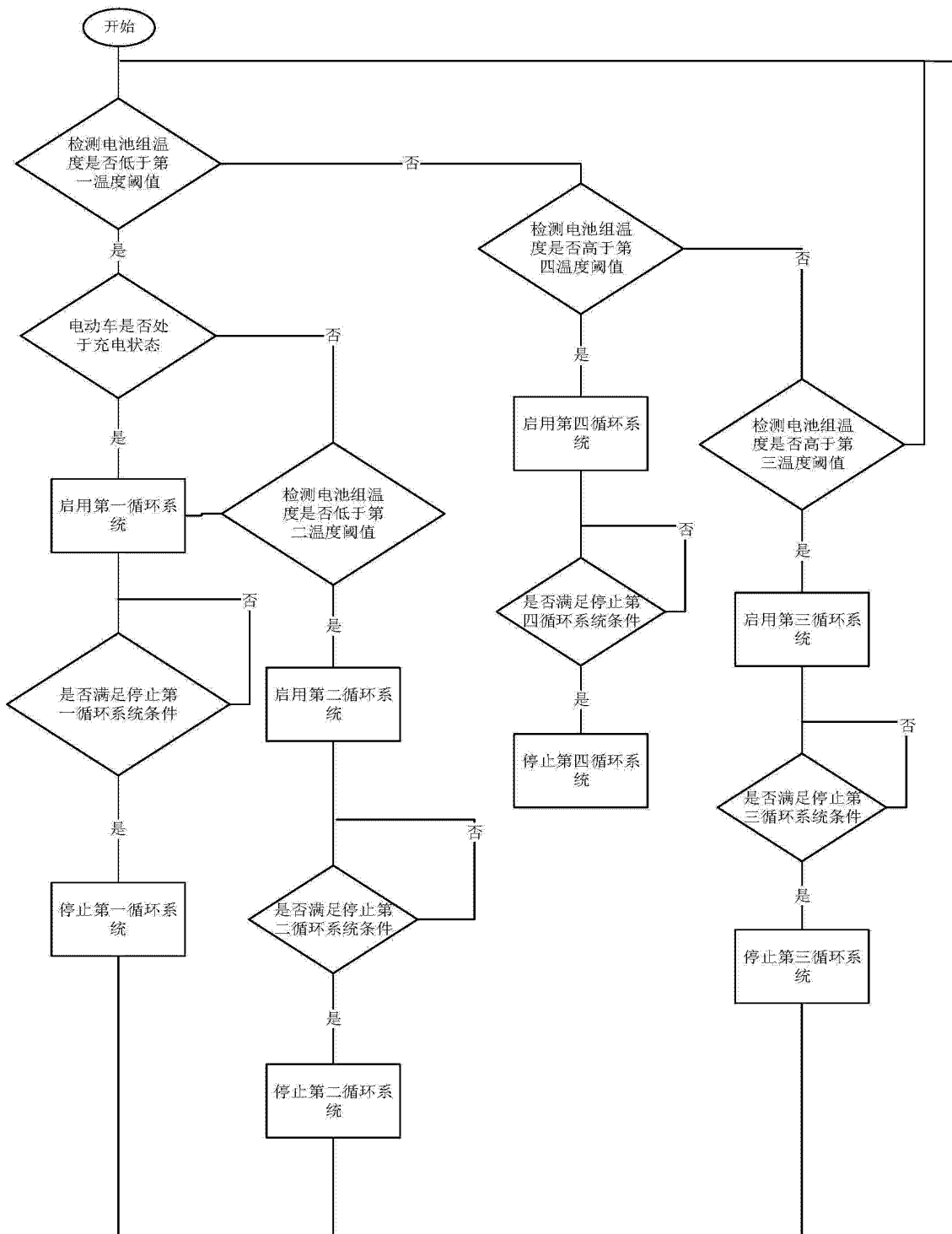


图 7

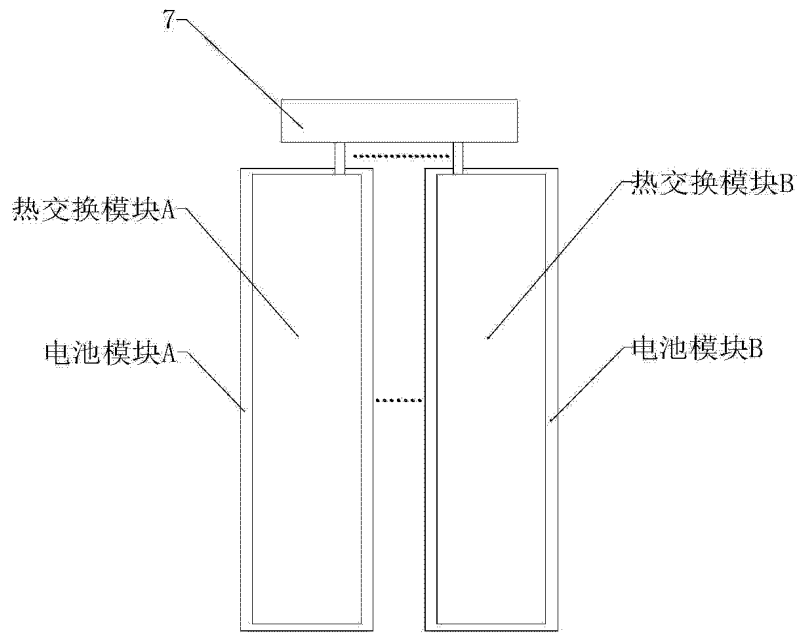


图 8

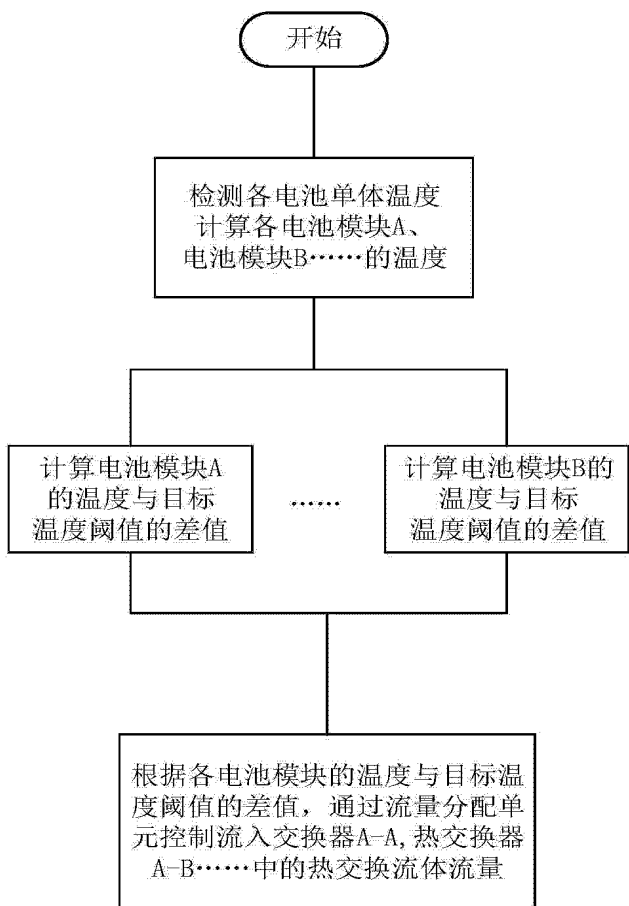


图 9