



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108819656 B

(45) 授权公告日 2020. 11. 03

(21) 申请号 201810608191.8

(22) 申请日 2018.06.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108819656 A

(43) 申请公布日 2018.11.16

(73) 专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72) 发明人 冯能莲 丰收 董士康 李德壮

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 刘萍

(51) Int. Cl.

B60H 1/00 (2006.01)

审查员 詹伟浩

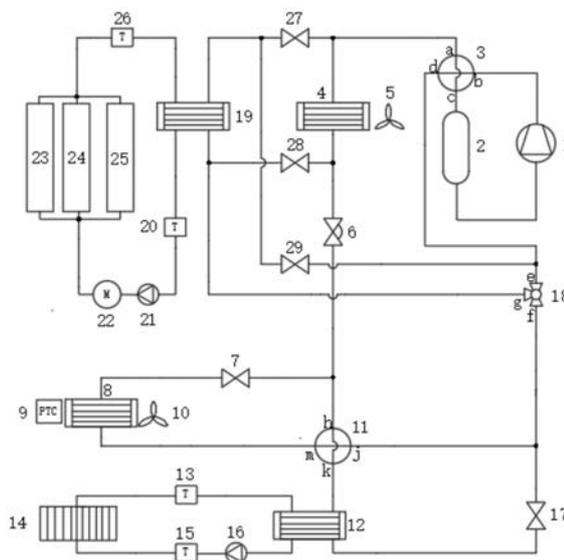
权利要求书3页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种电动汽车综合热管理系统与方法

(57) 摘要

本发明提出了一种电动汽车综合热管理系统与方法,包括压缩机、四通换向阀、车外换热器、双向电子膨胀阀、车内换热器、PTC辅助加热装置和储液干燥器组成的热泵循环,以及电池包循环和电机及其控制系统循环。电池包循环包括电池包换热器、电池包循环泵、温度传感器和电池包,电机及其控制系统循环包括电机及其控制系统换热器(间接式循环中)、电机及其控制系统循环泵、电机及其控制系统温度传感器、电机、电机控制器、DC/DC模块、充电装置及其附件。本发明实现工质的能量梯次利用,在设计时确定工质流经各循环的先后顺序,同时也可以对某一循环进行单独控制。在制热工况下高效节能,有效增加电动汽车的续航里程。



CN 108819656 B

1. 一种电动汽车综合热管理方法,其特征在于,所应用的系统包括热泵循环、电池包循环和电机及其控制系统循环;

所述热泵循环,由压缩机(1)、储液干燥器(2)、第一四通换向阀(3)、电磁三通阀(18)、第二四通换向阀(11)、车内换热器(8)、双向电子膨胀阀(6)、车外换热器(4)组成;所述第一四通换向阀的a端口和车外换热器与第一截止阀相连、b端口和压缩机出口相连、c端口和储液干燥器入口相连、d端口和第三截止阀与电磁三通阀e端口相连;所述电磁三通阀的e端口和第一四通换向阀的d端口与第三截止阀相连、f端口和第二四通换向阀的j端口与第五截止阀相连、g端口和电机及其控制系统换热器与第二截止阀相连;所述第二四通换向阀的h端口和双向电子膨胀阀与第四截止阀相连、j端口和电磁三通阀f端口与第五截止阀相连、k端口和电池包换热器相连、m端口和车内换热器相连;所述车内换热器与双向电子膨胀阀之间靠近车内换热器的一端设有第四截止阀(7);所述车内换热器左侧设有PTC辅助加热装置(9)、右侧设有车内换热器电子风扇(10);所述车外换热器右侧设有车外换热器电子风扇(5);

所述电池包循环,由电池包换热器(12)、电池包循环泵(16)、电池包进口温度传感器(15)、电池包出口温度传感器(13)以及电池包(14)连接而成;在电池包换热器与电磁三通阀之间的管路上设有第五截止阀(17);

所述电机及其控制系统循环,由电机及其控制系统换热器(19)、电机及其控制系统循环泵(21)、电机及其控制系统进口温度传感器(20)、电机及其控制系统出口温度传感器(26)、电机(22)、电机控制器(23)、DC/DC模块(24)、充电装置及其附件(25)和他们内部的温度传感器连接而成,其中电机控制器、DC/DC模块、充电装置及其附件三者并联;所述电机及其控制系统换热器与车外换热器两端连接的管路上设有第一截止阀(27)和第二截止阀(28),在第一截止阀左侧端口与电磁三通阀e端口之间的管路上设有第三截止阀(29);

其特征在于:

(1) 单独控制车内环境制冷:当车内环境温度高于 27°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-a端口连通、d端口-c端口连通,第二四通换向阀m端口-j端口连通,电磁三通阀f端口-e端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀关闭;通过监测车内环境的温度,随时控制调节阀开度和压缩机的启停,将车内环境最高温度控制在 25°C ;

(2) 单独控制电池包冷却:当电池包温度高于 42°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-a端口连通、d端口-c端口连通,第二四通换向阀h端口-k端口连通,电磁三通阀f端口-e端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀关闭,第五截止阀开启;通过监测电池包的温度,随时控制调节阀开度、压缩机和电池包循环泵的启停,将电池包最高温度控制在 40°C ;

(3) 单独控制电机及其控制系统冷却:当电机温度超过 62°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-a端口连通、d端口-c端口连通,第二四通换向阀h端口-j端口连通,电磁三通阀f端口-g端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀关闭,第五截止阀关闭;通过监测电机及其控制系统的温度,随时控制调节阀开度、压缩机和电机及其控制系统循环泵的启停,将电机及其控制系统最高温度控制在 60°C ;

(4) 控制车内环境与电池包共同冷却:当车内环境高于 27°C 且电池包温度高于 42°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-a端口连通、d端口-c端口连通,第二四通换向阀m端口-k端口连通,电磁三通阀f端口-e端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀开启;通过监测车内环境和电池包的温度,进行协调控制;若电池包温度高于 47°C ,冷负荷变大,则接着将第二四通换向阀h端口-k端口连通,使工质并行流过车内换热器与电池包换热器,达到冷却电池包的目的;

(5) 控制车内环境与电机及其控制系统共同冷却:当车内环境温度高于 27°C 且电机温度高于 62°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-a端口连通、d端口-c端口连通,第二四通换向阀m端口-j端口连通,电磁三通阀f端口-g端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀开启,第五截止阀关闭;通过监测车内环境和电机及其控制系统的温度,随时控制调节阀开度、压缩机和电机及其控制系统循环泵的启停;

(6) 电池包与电机及其控制系统共同冷却:当电池包温度高于 42°C 且电机温度高于 62°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-a端口连通、d端口-c端口连通,第二四通换向阀h端口-k端口连通,电磁三通阀f端口-g端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀关闭,第五截止阀开启;若电池包温度高于 47°C ,冷负荷变大,则接着将第二四通换向阀h端口-k端口连通,使工质并行流过车内换热器与电池包换热器,达到冷却电池包的目的;

(7) 控制车内环境、电池包与电机及其控制系统共同冷却:当车内环境温度高于 27°C 、电池包温度高于 42°C 且电机温度高于 62°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-a端口连通、d端口-c端口连通,第二四通换向阀m端口-k端口连通,电磁三通阀f端口-g端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀开启,第五截止阀开启;若电池包温度高于 47°C ,冷负荷变大,则接着将第二四通换向阀h端口-k端口连通,使工质并行流过车内换热器与电池包换热器,达到冷却电池包;

(8) 单独控制车内环境制热:当车内环境低于 0°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-d端口连通、a端口-c端口连通,第二四通换向阀j端口-m端口连通,电磁三通阀e端口-f端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀关闭;若只使用热泵不足以满足制热要求,则接着开启第一截止阀和第二截止阀,回收电机及其控制系统的热量,提高热泵效率;若仍不能满足制热要求,则再启动PTC辅助加热装置;将车内环境最低温度控制在 10°C ;

(9) 单独控制电池包加热:当电池包温度低于 -5°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-d端口连通、a端口-c端口连通,第二四通换向阀k端口-h端口连通,电磁三通阀e端口-f端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀关闭,第五截止阀开启;通过监测电池包的温度,随时控制调节阀开度;若只使用热泵不足以满足制热要求,则接着开启第一截止阀和第二截止阀,回收电机及其控制系统的热量,提高热泵效率;将电池包的最低温度控制在 0°C ;

(10) 控制车内环境与电池包共同加热:当车内环境低于 0°C 且电池包温度低于 -5°C 时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b端口-d端口连通、a端口-c端口连通,第二四通换向阀k端口-m端口连通,电磁三通阀e端口-f端口连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀开启;通过监测车内环境和电池包的温度,进行协调控制;若只使用热泵不足以满足制热要求,则接着开启第一截止阀和第二截止阀,回收电机及其控制系统的热量,提高热泵效率;若仍不能满足车内环境制热要求,则再启动PTC辅助加热装置;若电池包温度还是低于 -5°C ,则接着将第二四通换向阀k端口-h端口连通,达到加热电池包的目的。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:

制冷模式下,工质的能量梯次利用过程为车内环境→电池包→电机及其控制系统;制热模式下,工质的能量梯次利用过程为电池包→车内环境。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:

在所述电池包循环和电机及其控制系统循环中,可以有直接冷却和间接冷却两种方式;直接冷却是让工质直接流入电池包和电机及其控制系统各部件内进行冷却或加热;间接冷却是在电池包循环和电机及其控制系统循环中分别设置一台换热器,用冷却液与工质进行热量交换,然后再对电池包和电机及其控制系统各部件进行冷却或加热。

一种电动汽车综合热管理系统与方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车领域,具体地,涉及到一种电动汽车综合热管理系统及工质的能量梯次利用方法。

背景技术

[0002] 在电动汽车倍受关注的大前提下,还有许多亟待解决的问题导致其不能大规模应用到实际生活中。首先,在冬季,尤其是北方寒冷地区,需要对电池和车内环境进行加热以保证电动汽车的正常运行和车内人员的舒适性要求。目前,大多数电动汽车仍采用PTC作为采暖装置,其效率低,耗电量大,对电动汽车的续航里程有非常不利的影响,因此,如何将热泵技术应用到电动汽车上成为了研究的热点。

[0003] 现有的电动汽车热泵技术没有充分利用电机产生的热量。在北方寒冷地区,冬季室外气温很低,热泵的COP较低,并且易结霜,如果能将电机及其控制系统的热量进行回收利用,可以大大降低热泵的负荷,提高效率。

[0004] 现有的电动汽车热管理系统相互独立,没有进行有效集成,不能根据电动汽车各部分的冷却或加热要求进行设计,没有达到将工质中的能量梯次利用的目的。

[0005] 综上所述,在保证电动汽车续航里程的前提下,充分考虑各部分的工作特性,将工质中的能量梯次利用,开发一种既能单独控制某一部分加热或冷却,又能对某几个部分共同加热或冷却的综合热管理方法具有很大的现实意义。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提出一套电动汽车综合热管理系统,并且通过合理的设计实现让系统中工质的能量梯次利用,具有高效节能、控制灵活、可靠性高的特点。

[0007] 本发明的目的可通过以下技术方案得以实现:

[0008] 一种电动汽车综合热管理方法包括热泵循环、电池包循环和电机及其控制系统循环。

[0009] 所述热泵循环,由压缩机1、储液干燥器2、第一四通换向阀3、电磁三通阀18、第二四通换向阀11、车内换热器8、双向电子膨胀阀6、车外换热器4组成;所述第一四通换向阀的a端口和车外换热器与第一截止阀相连、b端口和压缩机出口相连、c端口和储液干燥器入口相连、d端口和第三截止阀与电磁三通阀e端口相连;所述电磁三通阀的e端口和第一四通换向阀的d端口与第三截止阀相连、f端口和第二四通换向阀的j端口与第五截止阀相连、g端口和电机及其控制系统换热器与第二截止阀相连;所述第二四通换向阀的h端口和双向电子膨胀阀与第四截止阀相连、j端口和电磁三通阀f端口与第五截止阀相连、k端口和电池包换热器相连、m端口和车内换热器相连;所述车内换热器与双向电子膨胀阀之间靠近车内换热器的一端设有第四截止阀7;所述车内换热器左侧设有PTC辅助加热装置9、右侧设有车内换热器电子风扇10。所述车外换热器右侧设有车外换热器电子风扇5。

[0010] 所述电池包循环,由电池包换热器12(间接式循环中)、电池包循环泵16、电池包进

口温度传感器15、电池包出口温度传感器13以及电池包14连接而成；在电池包换热器与电磁三通阀之间的管路上设有第五截止阀17。

[0011] 所述电机及其控制系统循环，由电机及其控制系统换热器19（间接式循环中）、电机及其控制系统循环泵21、电机及其控制系统进口温度传感器20、电机及其控制系统出口温度传感器26、电机22、电机控制器23、DC/DC模块24、充电装置及其附件25和他们内部的温度传感器连接而成，其中电机控制器、DC/DC模块、充电装置及其附件三者并联；所述电机及其控制系统换热器与车外换热器两端连接的管路上设有第一截止阀27和第二截止阀28，在第一截止阀左侧端口与电磁三通阀e端口之间的管路上设有第三截止阀29。

[0012] 所述电动汽车综合热管理方法，既能对某一部分进行单独控制，又能对某几部分共同控制，是一种智能化、多模式的控制方法。通过设计每个循环和整个系统的控制策略，根据外界环境温度和汽车运行工况的变化，跟踪各部件的实时温度，在多种工作模式中进行切换，生成执行命令，最后进行综合协调控制，从而控制调节阀、循环泵、压缩机的工作状态。

[0013] 所述电动汽车综合热管理方法，车内环境所要求的最高控制温度为 T_{CE_H} ，最低控制温度为 T_{CE_L} ，热泵循环需要将车内环境的温度控制在这一范围内；电池包所要求的最高控制温度为 T_{DF_H} ，最低控制温度为 T_{DF_L} ，电池包循环需要将电池包的温度控制在这一范围内；电机及其控制系统所要求的最高控制温度为 T_{MC_H} ，最低控制温度为 T_{MC_L} ，电机及其控制系统循环需要将电机及其控制系统的温度控制在这一范围内。根据各循环内部件的特性，其最高控制温度和最低控制温度都有一个 2°C 的延迟控制，以避免因重复循环而造成设备损坏，具体的最低控制温度和最高控制温度会针对实施例进行设置。

[0014] 所述电动汽车综合热管理方法，根据各部分的工作特性以及所要求的不同冷却或加热温度，能够实现工质能量的梯次利用。制冷模式下，工质的能量梯次利用过程为车内环境→电池包→电机及其控制系统；制热模式下，工质的能量梯次利用过程为电池包→车内环境。

[0015] 在所述电池包循环和电机及其控制系统循环中，可以有直接冷却和间接冷却两种方式。直接冷却是让工质直接流入电池包和电机及其控制系统各部件内进行冷却或加热；间接冷却是在电池包循环和电机及其控制系统循环中分别设置一台换热器，用冷却液与工质进行热量交换，然后再对电池包和电机及其控制系统各部件进行冷却或加热。

附图说明

[0016] 为了使本发明更加利于理解，通过以下附图对非限制性实施例进行详细叙述。

[0017] 图1为本发明实施例中所述的电动汽车综合热管理系统结构示意图；

[0018] 图2为本发明实施例中所述的电动汽车综合热管理系统关系图；

[0019] 图3为本发明实施例中所述的各子系统控制温度轴；

[0020] 图4为本发明实施例中所述的单独控制车内环境制冷的流程图；

[0021] 图5为本发明实施例中所述的单独控制电池包冷却的流程图；

[0022] 图6为本发明实施例中所述的单独控制电机及其控制系统冷却的流程图；

[0023] 图7为本发明实施例中所述的控制车内环境与电池包公共冷却的流程图；

[0024] 图8为本发明实施例中所述的控制车内环境与电机及其控制系统公共冷却的流程

图；

[0025] 图9为本发明实施例中所述的控制电池包与电机及其控制系统公共冷却的流程图；

[0026] 图10为本发明实施例中所述的控制车内环境、电池包与电机及其控制系统公共冷却的流程图；

[0027] 图11为本发明实施例中所述的单独控制车内环境制热的流程图；

[0028] 图12为本发明实施例中所述的单独控制电池包加热的流程图；

[0029] 图13为本发明实施例中所述的控制车内环境与电池包公共加热的流程图。

[0030] 图1中标号名称：1-压缩机，2-储液干燥器，3-第一四通换向阀，4-车外换热器，5-车外换热器电子风扇，6-双向电子膨胀阀，7-第四截止阀，8-车内换热器，9-PTC辅助加热装置，10-车内换热器电子风扇，11-第二四通换向阀，12-电池包换热器，13-电池包出口温度传感器，14-电池包，15-电池包进口温度传感器，16-电池包循环泵，17-第五截止阀，18-电磁三通阀，19-电机及其控制系统换热器，20-电机及其控制系统进口温度传感器，21-电机及其控制系统循环泵，22-电机，23-控制器，24-DC/DC模块，25-充电装置及其附件，26-电机及其控制系统进口温度传感器，27-第一截止阀，28-第二截止阀，29-第三截止阀。

[0031] 图2中实线表示工质管线，虚线箭头表示控制信号的线路，双点划线箭头表示系统制冷模式下工质流向，实线箭头表示系统制热模式下工质流向。

[0032] 图4~图13中实线框表示需要主动控制的器件，双点划线框表示被动工作的器件。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图与实施例，对本发明作进一步说明。

[0034] 图1所示的为本实施例的一种电动汽车综合热管理系统，包括热泵循环、电池包循环和电机及其控制系统循环。所述热泵循环连接有压缩机、储液干燥器、第一四通换向阀、车外换热器、车外换热器电子风扇、双向电子膨胀阀、第四截止阀、车内换热器、PTC辅助加热装置、车内换热器电子风扇、第二四通换向阀和电磁三通阀。所述电池包循环连接有电池包换热器、电池包循环泵、电池包进口温度传感器、电池包、电池包出口温度传感器、第五截止阀。所述电机及其控制系统循环连接有第一截止阀、第二截止阀、第三截止阀、电机及其控制系统换热器、电机及其控制系统循环泵、电机及其控制系统进口温度传感器、电机、控制器、DC/DC模块、充电装置及其附件、电机及其控制系统出口温度传感器。

[0035] 根据电动汽车的运行状态和环境变化，本系统有几种不同的工作模式。各模式下压缩机、循环泵以及调节阀的控制矩阵如下表：

[0036] 压缩机、循环泵、调节阀的控制矩阵

工作模式	部件	CO	BPC	MCCP	FW	FW	TWM	SV	SV	SV	SV	SV	PT
		M	P		V1	V2	V	1	2	3	4	5	C
单独 CE 冷却模式		+			+	+	+					+	
单独 BP 冷却模式		+	+		+	+	+						+
单独 MC 冷却模式		+		+	+	+	+			+			
CE+BP 冷却模式		+	+		+	+	+				+	+	
CE+MC 冷却模式		+		+	+	+	+			+	+		
BP+MC 冷却模式		+	+	+	+	+	+			+		+	
[0037] CE+BP+MC 冷却模式		+	+	+	+	+	+			+	+	+	
单独 CE 加热模式 1		+			+	+	+					+	
单独 CE 加热模式 2		+		+	+	+	+	+	+			+	
单独 CE 加热模式 3		+		+	+	+	+	+	+			+	+
单独 BP 加热模式 1		+	+		+	+	+						+
单独 BP 加热模式 2		+	+	+	+	+	+	+	+				+
CE+BP 加热模式 1		+	+		+	+	+					+	+
CE+BP 加热模式 2		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
CE+BP 加热模式 3		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+

[0038] 表中字母所代表的意义:CE—车内环境,BP—电池包,MC—电机及其控制系统,COM—压缩机,BPCP—电池包循环泵,MCCP—电机及其控制系统循环泵,FWV—四通换向阀,TWMV—电磁三通阀,SV—截止阀,PTC—热敏电阻。

[0039] 下面详细叙述各模式的控制方法:

[0040] (1) 单独控制车内环境制冷:工质循环如图4所示,当车内环境温度高于27℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-a连通、d-c连通,第二四通换向阀m-j连通,电磁三通阀f-e连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀关闭。通过监测车内环境的温度,可以随时控制调节阀开度和压缩机的启停,将车内环境最高温度控制在25℃。

[0041] (2) 单独控制电池包冷却:工质循环如图5所示,当电池包温度高于42℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-a连通、d-c连通,第二四通换向阀h-k连通,电磁三通阀f-e连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀关闭,第五截止阀开启。通过监测电池包的温度,可以随时控制调节阀开度、压缩机和电池包循环泵的启停,将电池包最高温度控制在40℃。

[0042] (3) 单独控制电机及其控制系统冷却:工质循环如图6所示,当电机温度超过62℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-a连通、d-c连通,第二四通换向阀h-j连通,电磁三通阀f-g连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀关闭,第五截止阀关闭。通过监测电机及其控制系统的温度,可以随时控制调节阀开度、压缩机和电机及其控制系统循环泵的启停,将电机及其控制系统最高温度控制在60℃。

[0043] (4) 控制车内环境与电池包共同冷却:工质循环如图7所示,当车内环境高于27℃且电池包温度高于42℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向

阀b-a连通、d-c连通,第二四通换向阀m-k连通,电磁三通阀f-e连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀开启。通过监测车内环境和电池包的温度,进行协调控制。若电池包温度高于47℃,冷负荷变大,则接着将第二四通换向阀h-k连通,使工质并行流过车内换热器与电池包换热器,达到快速冷却电池包的目的。

[0044] (5) 控制车内环境与电机及其控制系统共同冷却:工质循环如图8所示,当车内环境温度高于27℃且电机温度高于62℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-a连通、d-c连通,第二四通换向阀m-j连通,电磁三通阀f-g连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀开启,第五截止阀关闭。通过监测车内环境和电机及其控制系统的温度,可以随时控制调节阀开度、压缩机和电机及其控制系统循环泵的启停。

[0045] (6) 电池包与电机及其控制系统共同冷却:工质循环如图9所示,当电池包温度高于42℃且电机温度高于62℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-a连通、d-c连通,第二四通换向阀h-k连通,电磁三通阀f-g连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀关闭,第五截止阀开启。若电池包温度高于47℃,冷负荷变大,则接着将第二四通换向阀h-k连通,使工质并行流过车内换热器与电池包换热器,达到快速冷却电池包的目的。

[0046] (7) 控制车内环境、电池包与电机及其控制系统共同冷却:工质循环如图10所示,当车内环境温度高于27℃、电池包温度高于42℃且电机温度高于62℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-a连通、d-c连通,第二四通换向阀m-k连通,电磁三通阀f-g连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀开启,第四截止阀开启,第五截止阀开启。通过监测车内环境、电池包和电机及其控制系统的温度,进行协调控制。若电池包温度高于47℃,冷负荷变大,则接着将第二四通换向阀h-k连通,使工质并行流过车内换热器与电池包换热器,达到快速冷却电池包的目的。

[0047] (8) 单独控制车内环境制热:工质循环如图11所示,当车内环境低于0℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-d连通、a-c连通,第二四通换向阀j-m连通,电磁三通阀e-f连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀关闭。通过监测车内环境的温度,可以随时控制调节阀开度。若只使用热泵不足以满足制热要求,则接着开启第一截止阀和第二截止阀,回收电机及其控制系统的热量,提高热泵效率。若仍不能满足制热要求,则再启动PTC辅助加热装置。将车内环境最低温度控制在10℃

[0048] (9) 单独控制电池包加热:工质循环如图12所示,当电池包温度低于-5℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向阀b-d连通、a-c连通,第二四通换向阀k-h连通,电磁三通阀e-f连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀关闭,第五截止阀开启。通过监测电池包的温度,可以随时控制调节阀开度。若只使用热泵不足以满足制热要求,则接着开启第一截止阀和第二截止阀,回收电机及其控制系统的热量,提高热泵效率。将电池包的最低温度控制在0℃。

[0049] (10) 控制车内环境与电池包共同加热:工质循环如图13所示,当车内环境低于0℃且电池包温度低于-5℃时,启动压缩机,通过控制将各调节阀的状态调整为:第一四通换向

阀b-d连通、a-c连通,第二四通换向阀k-m连通,电磁三通阀e-f连通,双向电子膨胀阀启动,第一截止阀关闭,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀开启,第五截止阀开启。通过监测车内环境和电池包的温度,进行协调控制。若只使用热泵不足以满足制热要求,则接着开启第一截止阀和第二截止阀,回收电机及其控制系统的热量,提高热泵效率。若仍不能满足车内环境制热要求,则再启动PTC辅助加热装置。若电池包温度过低,热负荷很大,则接着将第二四通换向阀k-h连通,达到快速加热电池包的目的。

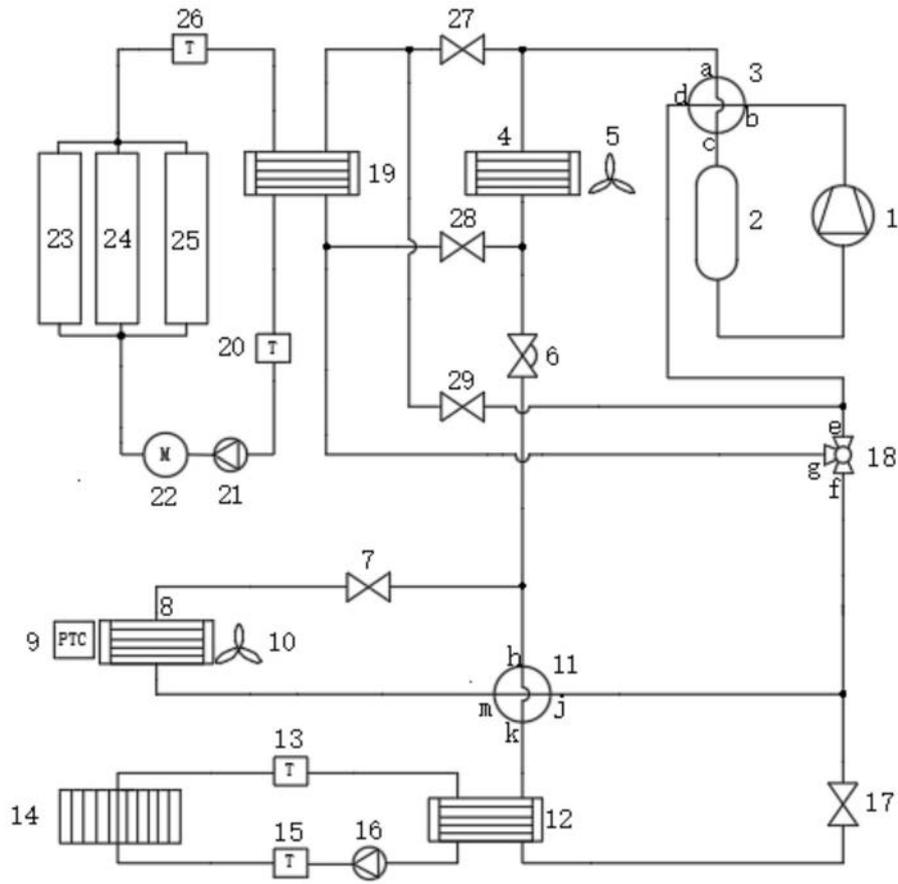


图1

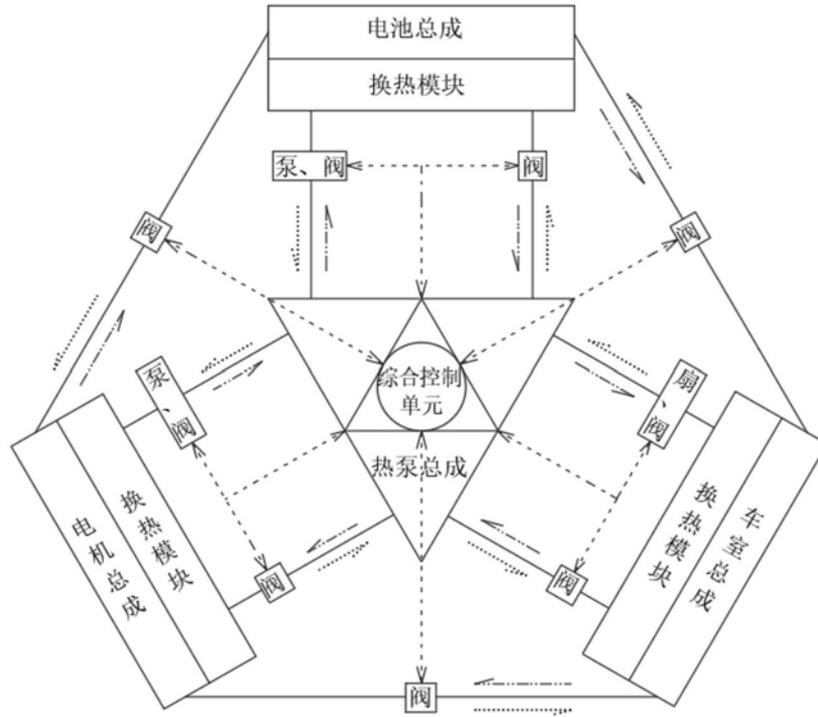


图2

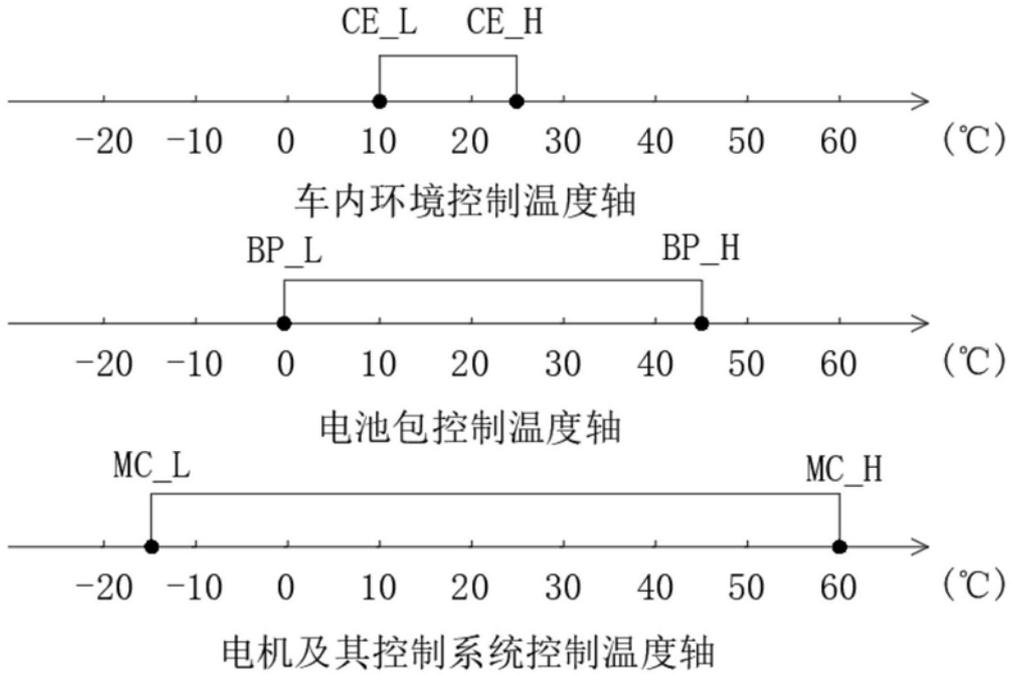


图3

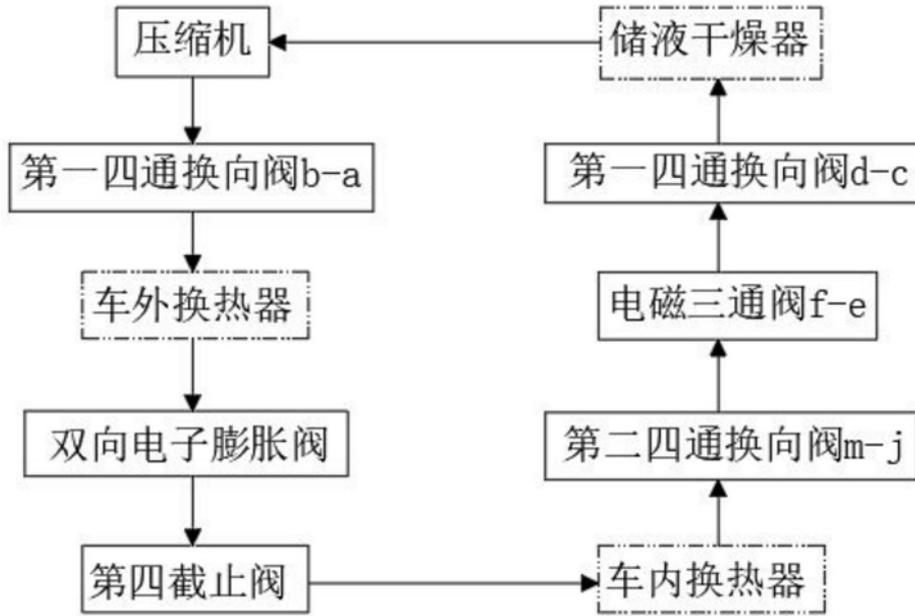


图4

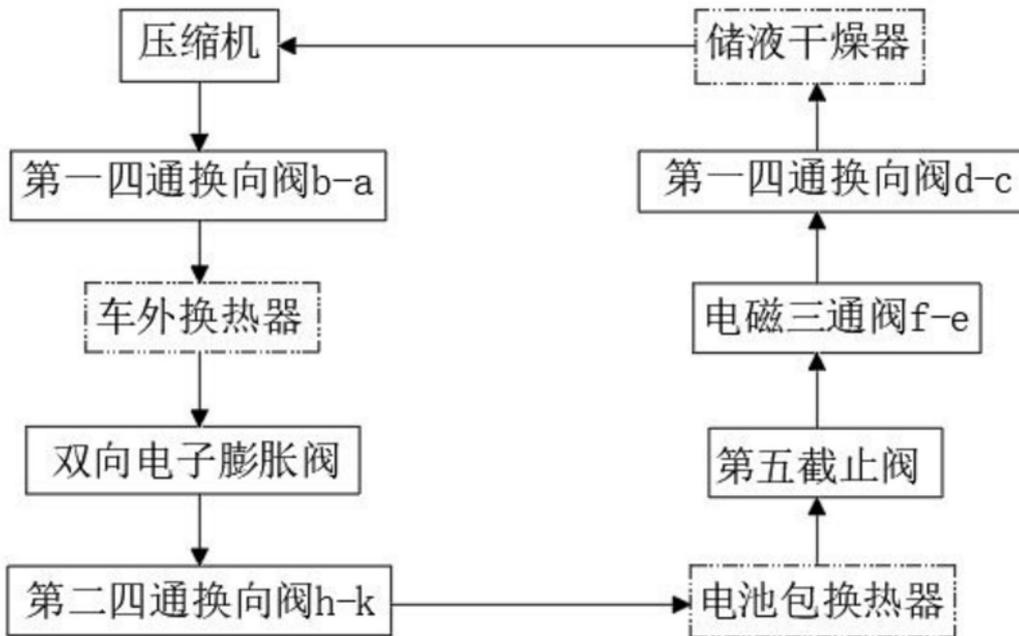


图5

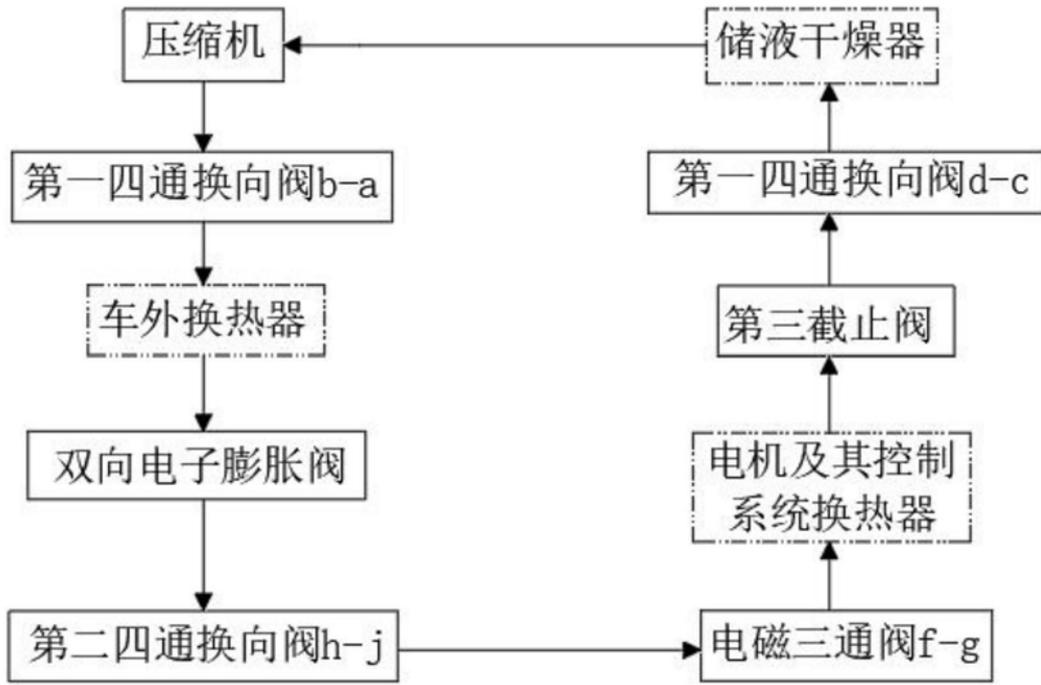


图6

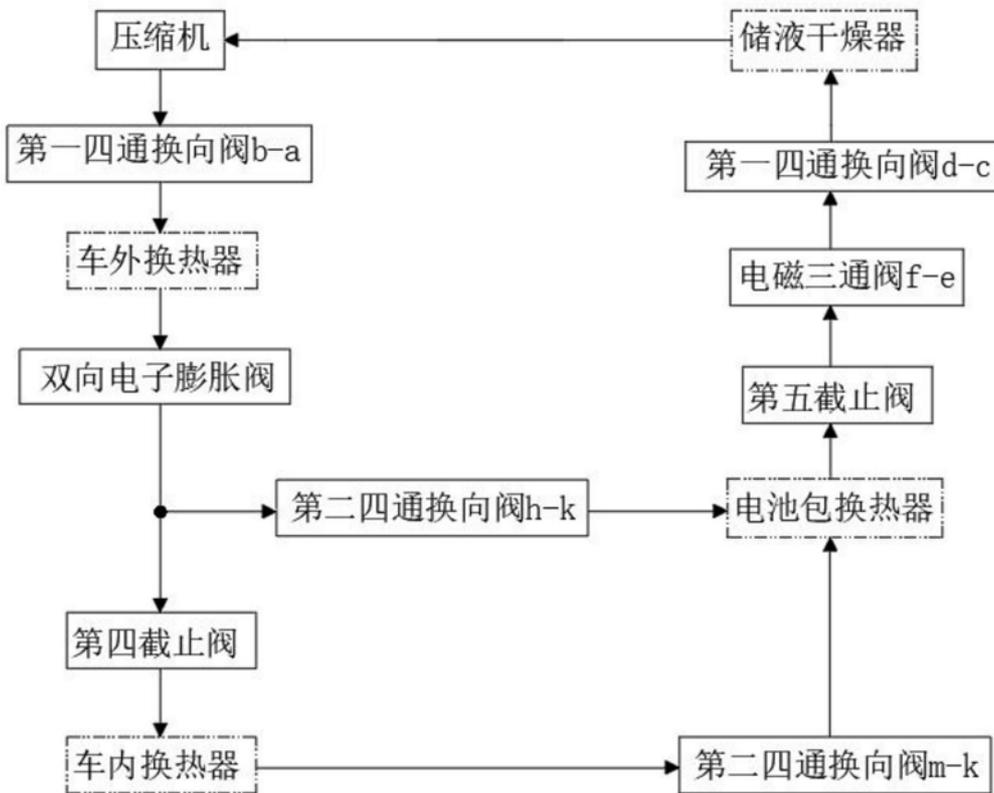


图7

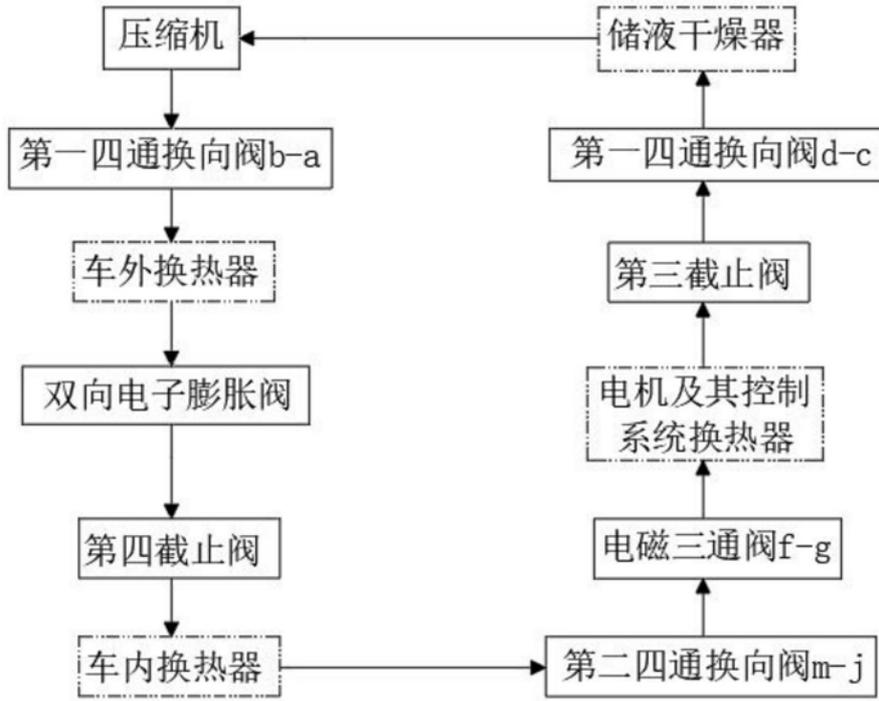


图8

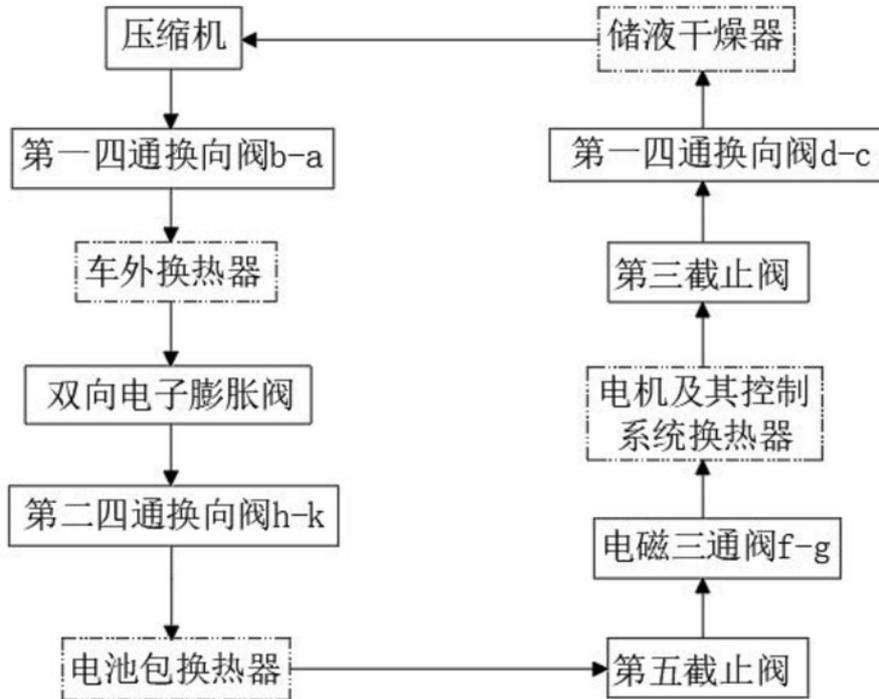


图9

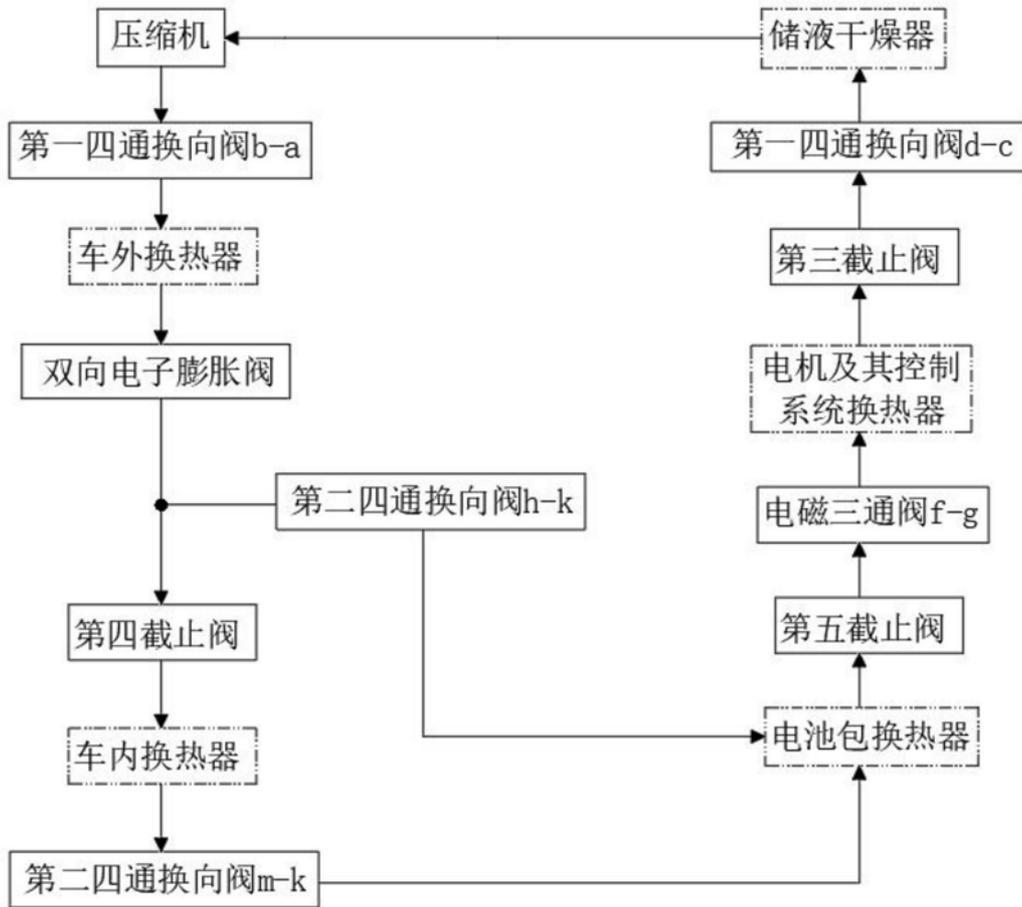


图10

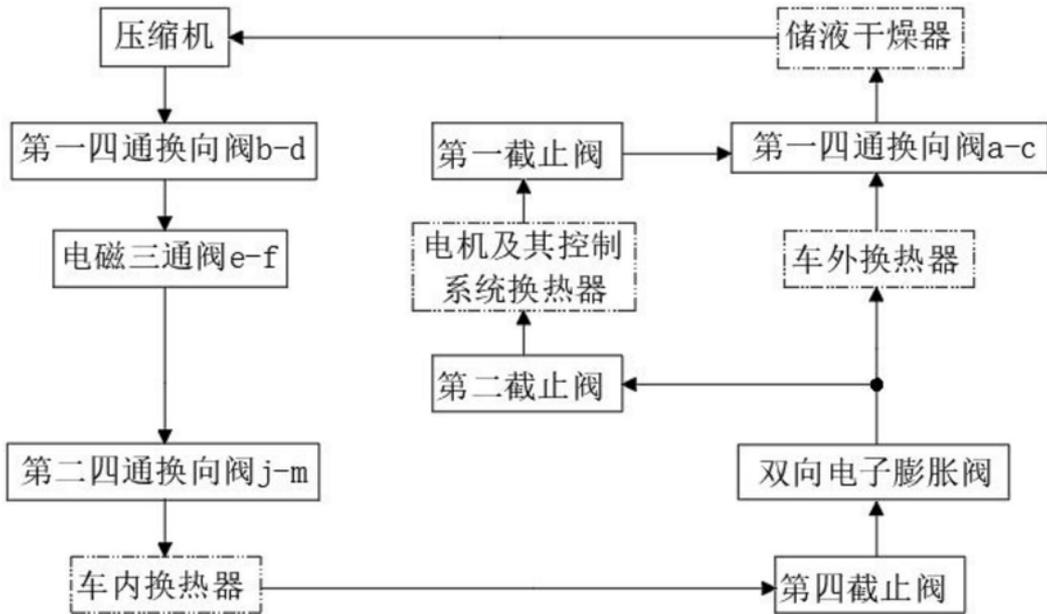


图11

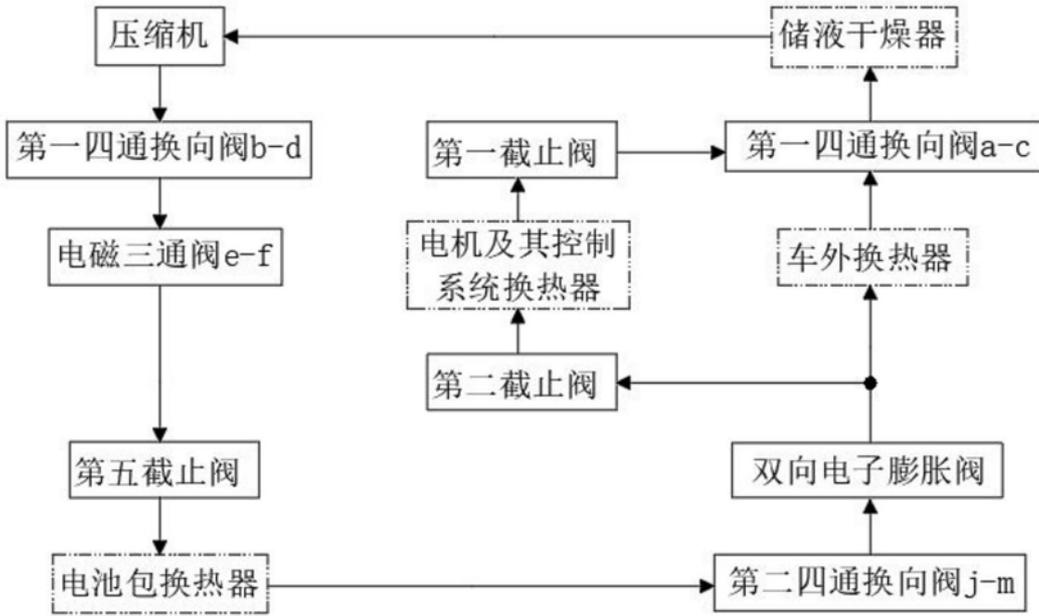


图12

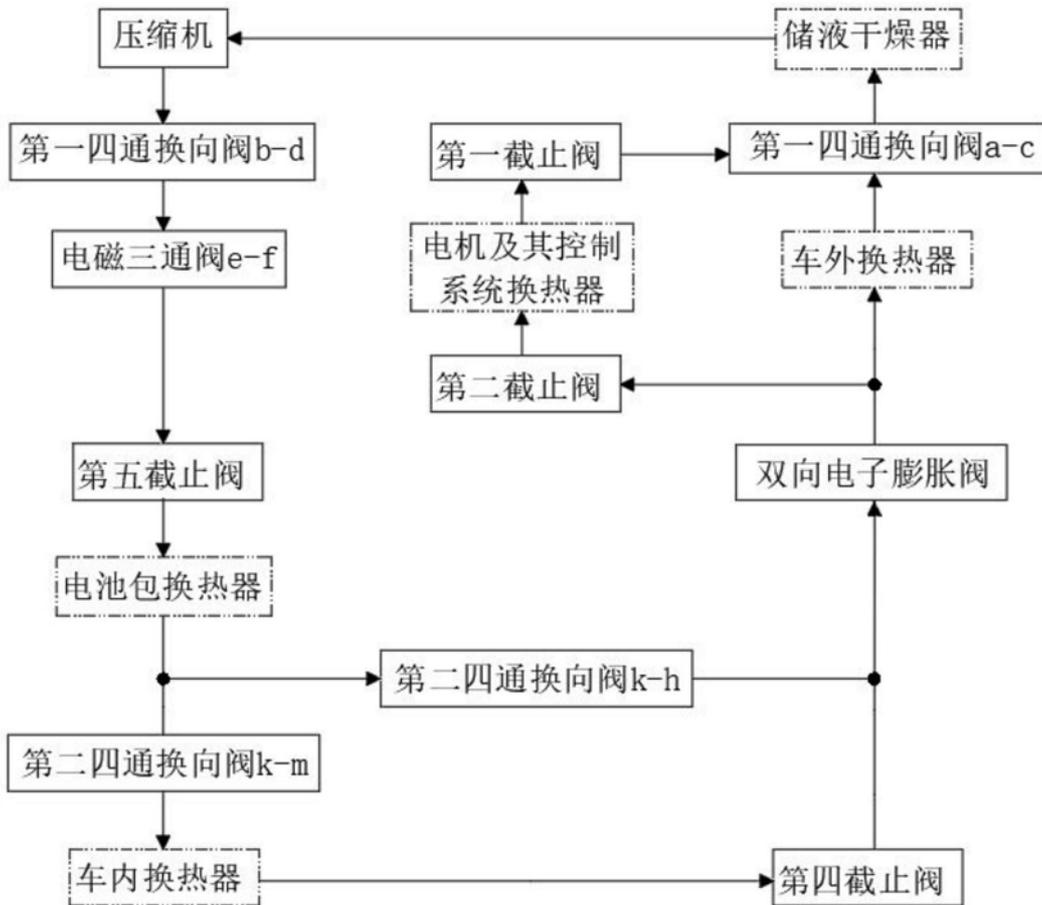


图13