



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109599633 B

(45) 授权公告日 2020.12.25

(21) 申请号 201710945091.X

H01M 10/63 (2014.01)

(22) 申请日 2017.09.30

H01M 10/633 (2014.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01M 10/6563 (2014.01)

申请公布号 CN 109599633 A

H01M 10/6568 (2014.01)

(43) 申请公布日 2019.04.09

H01M 10/6572 (2014.01)

H01M 10/663 (2014.01)

(73) 专利权人 比亚迪股份有限公司

(56) 对比文件

地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号

CN 102803006 A, 2012.11.28

CN 105270132 A, 2016.01.27

(72) 发明人 伍星驰 谈际刚 王洪军

CN 101520255 A, 2009.09.02

CN 104577258 A, 2015.04.29

(74) 专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理事务所(普通合伙) 11447

CN 105196828 A, 2015.12.30

CN 101551174 A, 2009.10.07

代理人 南毅宁

CN 102104181 A, 2011.06.22

US 2002043413 A1, 2002.04.18

(51) Int. Cl.

审查员 付花荣

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

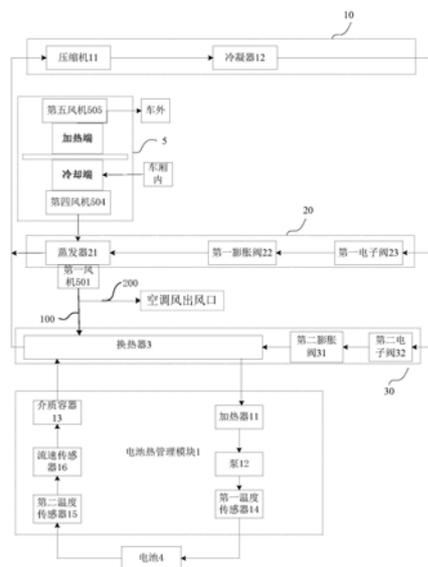
权利要求书2页 说明书42页 附图20页

(54) 发明名称

车载电池的温度调节系统

(57) 摘要

本发明公开了一种车载电池的温度调节系统,包括车载空调、车内冷却支路、电池冷却支路、半导体换热模块、电池热管理模块、控制器,车载空调用于为车内冷却支路和电池冷却支路提供制冷功率,电池冷却支路与车载空调相连,半导体换热模块用于为车内冷却支路和电池冷却支路提供制冷功率,电池热管理模块连接在电池冷却支路与电池之间,控制器用以获取电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率,并根据电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率对半导体换热模块和/或压缩机的功率进行调节。由此,可以在车载电池温度过高或过低时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度异常影响车载电池性能的情况。



CN 109599633 B

1. 一种车载电池的温度调节系统,其特征在于,包括:

电池冷却支路;

车内冷却支路,所述车内冷却支路包括蒸发器;车载空调,所述车载空调包括压缩机和冷凝器,所述压缩机与所述电池冷却支路和所述车内冷却支路相连,用以为所述电池冷却支路和所述车内冷却支路供制冷功率;

半导体换热模块,所述半导体换热模块包括冷却端、加热端以及与所述加热端和所述冷却端相连的风机,所述半导体换热模块的冷却端通过风机与所述蒸发器对应,所述半导体换热模块用以为换热器和所述车内冷却支路提供制冷功率;

电池热管理模块,所述电池热管理模块与所述换热器连接形成换热流路;

控制器,与所述半导体换热模块、所述电池热管理模块及所述车载空调连接;

所述电池热管理模块包括设置在所述换热流路上的泵、第一温度传感器、第二温度传感器和流速传感器,所述泵、第一温度传感器、第二温度传感器和流速传感器与所述控制器连接;其中:所述泵用于使所述换热流路中的介质流动;所述第一温度传感器用于检测流入所述车载电池的介质的入口温度;所述第二温度传感器用于检测流出所述车载电池的介质的出口温度;所述流速传感器用于检测所述换热流路中的介质的流速。

2. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,还包括与所述控制器电连接的电池状态检测模块,所述电池状态检测模块用于检测所述车载电池的电流。

3. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,所述电池热管理模块还包括设置在所述换热流路上的介质容器,所述介质容器用于存储及向所述换热流路提供介质。

4. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,所述电池热管理模块还包括加热器,所述加热器与所述控制器连接,用于加热所述换热流路中的介质。

5. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,还包括:

第一风机,所述第一风机对应所述蒸发器设置,所述第一风机和所述换热器之间具有第一风道,所述第一风机和空调出风口之间具有第二风道,所述第一风机通过所述空调出风口和第一风道为所述换热器提供制冷功率,并通过所述空调出风口和第二风道为车厢提供制冷功率。

6. 如权利要求5所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,还包括:设置在第二风道的第二风机,所述第二风机与车厢相通。

7. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,所述半导体换热模块的冷却端的风机与车厢相通。

8. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,所述半导体换热模块的加热端的风机与车厢外相通。

9. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,所述车内冷却支路包括串联的蒸发器、第一电子阀和第一膨胀阀,所述电池冷却支路还包括:与所述换热器串联的第二电子阀和第二膨胀阀,其中,所述车内冷却支路和所述电池冷却支路均与所述压缩机并联。

10. 如权利要求1所述的车载电池的温度调节系统,其特征在于,当所述半导体换热模块的加热端通过对应的所述风机为所述换热器提供加热功率时,所述半导体换热模块的冷

却端通过对应的风机与车厢外部相连;当所述半导体换热模块的冷却端通过对应的所述风机为所述换热器提供冷却功率时,所述半导体换热模块的加热端通过对应的风机与车厢外部相连。

## 车载电池的温度调节系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车技术领域,特别涉及一种车载电池的温度调节系统。

### 背景技术

[0002] 目前,电动汽车的车载电池的性能受气候环境影响较大,环境温度过高或者过低都会影响车载电池的性能,因此需要对车载电池的温度进行调节,以使其温度维持在预设范围内。

[0003] 然而,相关技术中,对车载电池温度的调节方法较为粗糙,无法根据车载电池的实际状况对其冷却功率进行精确控制,从而无法保证车载电池的温度维持在预设范围内。

### 发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0005] 为此,本发明的目的在于提出一种车载电池的温度调节系统,该系统可以在车载电池温度过高时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

[0006] 为达到上述目的,本发明实施例提出了一种车载电池的温度调节系统,包括:车载空调、车内冷却支路、电池冷却支路、半导体换热模块、电池热管理模块、控制器,其中,所述车载空调用于为所述车内冷却支路和所述电池冷却支路提供制冷功率,述电池冷却支路与所述车载空调相连,所述半导体换热模块用于为所述车内冷却支路和所述电池冷却支路提供制冷功率,所述电池热管理模块连接在所述电池冷却支路与电池之间,所述控制器用以获取所述电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率,并根据所述电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率对所述半导体换热模块和所述压缩机调的功率进行调节。

[0007] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,通过通过控制器获取电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率,并根据温度调节需求功率和温度调节实际功率对半导体换热模块和/或压缩机的功率进行调节。由此,可以在车载电池温度过高时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

### 附图说明

[0008] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中,

[0009] 图1a-1b是根据本发明第一个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图;

[0010] 图2是根据本发明第一个实施例的车载电池的温度调节系统的控制拓扑图;

[0011] 图3a-3b是根据本发明第二个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图;

[0012] 图4是根据本发明第三个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图;

[0013] 图5是根据本发明第四个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图;

[0014] 图6是根据本发明第五个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图;

- [0015] 图7是根据本发明第六个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图；
- [0016] 图8是根据本发明第一个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图；
- [0017] 图9是根据本发明第二个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图；
- [0018] 图10a-10b是根据本发明第七个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图；
- [0019] 图11是根据本发明第二个实施例的车载电池的温度调节系统的控制拓扑图；
- [0020] 图12a-12b是根据本发明第八个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图；
- [0021] 图13是根据本发明第三个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图；
- [0022] 图14是根据本发明第九个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图；
- [0023] 图15是根据本发明第十个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图；
- [0024] 图16是根据本发明第十一个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图；
- [0025] 图17是根据本发明第四个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图；

### 具体实施方式

[0026] 下面参考附图来描述本发明实施例提出的车载电池的温度调节方法和温度调节系统和非临时性可读存储介质。

[0027] 图1a-1b是根据本发明第一个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图。如图1a-1b所示,该系统包括:电池热管理模块1、车载空调2、换热器3、半导体换热模块5和控制器(图中未具体示出)。

[0028] 其中,车载空调2具有空调出风口,空调出风口与换热器3之间形成有第一风道100。半导体换热模块5的冷却端与第一风机501之间形成有第二风道200,半导体换热模块5的冷却端与车厢之间形成有第三风道300。电池热管理模块1与换热器3连接形成换热流路。控制器与半导体换热模块5、电池热管理模块1及车载空调2连接,控制器用于获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并根据温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对控制车载空调2和半导体换热模块5中的至少一者工作,以对电池的温度进行调节。

[0029] 更进一步地,如图1a-1b所示,车载空调2包括设置在第一风道100中的第一调节阀601和与换热器3对应的第一风机501。第一调节阀601和第一风机501均设置在第一风道100中且第一调节阀601和第一风机501连接。半导体换热模块5还包括设置在第二风道200中的与半导体换热模块5的冷却端对应设置的第三风机503和第三调节阀603,也就是说,第三风机503和第三调节阀603均设置在第二风道200中且第三风机503和第三调节阀603连接。

[0030] 并且,车载空调2通过第一风道100对换热器3进行换热。半导体换热模块5通过第二风道200对换热器进行换热。半导体换热模块5通过第三风道300对车厢进行换热。

[0031] 如图1a所示,车载空调2通过所第二风道200对半导体换热模块5进行换热后,半导体换热模块5通过第四风机504和第三风道300对车厢进行换热,第四风机504设置在第三风道300之中。

[0032] 如图1b所示,车载空调2通过第四风道400、车厢和第三风道300对半导体换热模块5进行换热后,半导体换热模块5通过第二风道200对换热器3进行换热。

[0033] 如图1b所示,车载空调2通过第一风道100对换热器进行换热,且半导体换热模块

通过第二风道200对换热器3进行换热。

[0034] 可以理解,电池4指安装在车辆上,为车辆提供动力输出以及为车辆上的其它用电设备提供电的储能设备,可进行反复充电。电池4可以为电池模组或者电池包。

[0035] 具体地,温度调节需求功率P1即将电池的温度调节至目标温度时,电池需要的温度调节功率。电池温度调节实际功率P2即当前对电池进行温度调节时,电池实际获取的温度调节功率。目标温度为设定值,可以根据车载电池的实际情况进行预设,例如,当为冬季时,室外环境温度很低,需对电池进行加热,目标温度可以设置在10℃左右,当为夏季时,需对电池进行冷却,目标温度可以设置在35℃左右。

[0036] 当电池4的温度较高时,例如高于40℃时,车载电池的温度调节系统进入冷却模式,如图1a-1b所示,车载空调2和电池热管理模块1进行工作,控制器控制第一调节阀601开启,第一风机501将车载空调2的冷却风吹向换热器3,以对换热器3中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块1对电池进行冷却。在车载电池的温度调节系统工作在冷却模式时,冷却风流向为:空调出风口—第一调节阀601—第一风机501—换热器3;介质流向为:换热器3—电池热管理模块1—电池4—电池热管理模块1—换热器3。并且,在对电池4进行冷却时,如图1b所示,控制器也可以控制半导体换热模块5工作,第三风机503将半导体冷却端的制冷功率吹向第一风机,由第一风机吹向换热器,以对换热器3中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块1对电池进行冷却。

[0037] 在对电池4进行冷却时,控制器还实时获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,其中,温度调节需求功率P1即将电池的温度调节至设定的目标温度,需要提供给电池4的功率,电池温度调节实际功率P2即当前对电池进行温度调节时,电池4得到的实际调节功率,目标温度为设定值,可以根据车载电池的实际情况进行预设,例如,当对电池进行冷却,目标温度可以设置在35℃左右。

[0038] 同时,控制器还根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2通过对车载空调的制冷功率、第一风机501的转速和对第一调节阀601的开度进行调节,和/或对半导体换热模块的功率、第三风机503的转速、第三调节阀603的开度进行调节,以调节温度调节实际功率P2。例如,如果P1大于P2,那么增大车载空调的冷却功率或者增大第一风机501的转速或者增大第一调节阀601的开度,或者增加半导体换热模块的功率或者增大第三风机503的转速或者增大第三调节阀603的开度,以增大电池4的温度调节实际功率P2,使电池4尽快完成降温。

[0039] 由此,该温度调节系统可以在车载电池温度过高时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0040] 根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,电池热管理模块1包括设置在换热流路上的泵12、第一温度传感器14、第二温度传感器15、流速传感器16;其中:泵12用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器14用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器15用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器16用于检测换热流路中的介质的流速。

[0041] 进一步地,如图1所示,电池热管理模块1还可以包括设置在换热流路上介质容器13,介质容器13用于存储及向换热流路提供介质。

[0042] 更进一步地,如图1所示,电池热管理模块1还可以包括:设置在换热流路上加热器

11,加热器11用于对换热流路中的介质进行加热。

[0043] 具体地,如图2所示,控制器可以包括电池管理控制器、电池热管理控制器、车载空调控制器。电池管理控制器采集流经电池的电流、电池本身的温度,并根据电池的目标温度、目标时间 $t$ 以及电池的比热容 $C$ 、电池的质量 $M$ 、电池的内阻 $R$ ,获取温度调节需求功率 $P_1$ ,以及控制车载空调控制器启动或停止工作。电池热管理控制器可以与第一温度传感器14、第二温度传感器15和流速传感器16电连接,与泵12和加热器11进行CAN通信,并根据介质的比热容、介质的密度、流路的横截面积,获取温度调节实际功率 $P_2$ ,并控制泵12的转速和控制加热器11的功率,并可以与车载空2调进行CAN通信。车载空调控制器可以与电池管理器和电池热管理控制器进行CAN(Controllor Area Network,控制器局域网络通信),车载空调控制器可以控制第一调节阀601的开通或者关断,且可以对第一调节阀601的开度进行调节,第一风机501受车载空调控制器的控制,且风速可调,且车载空调控制器可以与电池管理控制器和电池热管理控制器进行CAN通信,以根据电池管理控制器获取的温度调节需求功率 $P_1$ 以及电池热管理控制器获取的温度调节实际功率 $P_2$ ,对车载空调的制冷功率、调节阀、风机进行控制,达到控制换热量的目的。

[0044] 可以理解,车载电池的温度调节系统除可通过车载空调2和换热器3对电池4进行冷却,还可通过加热器11对介质进行加热,以在电池温度较低时对电池4进行温度调节。加热器11可以为PTC(Positive Temperature Coefficient,正的温度系数,泛指正温度系数很大的半导体材料或元器件)加热器,可以与电池热管理控制器进行CAN通信,为车载电池的温度调节系统提供加热功率,受电池热管理控制器控制,加热器11不直接与电池4接触,具有较高的安全性、可靠性和实用性。泵12主要用于提供动力,介质容器13主要用于存储介质和接受向温度调节系统添加的介质,当温度调节系统中的介质减少时,介质容器13中的介质可自动补充。第一温度传感器14用以检测电池流路入口介质的温度,第二温度传感器15用以检测电池流路出口介质的温度。流速传感器16用以检测温度调节系统中管道内介质的流速信息。

[0045] 根据本发明的一个实施例,控制器还用于获取电池的温度,并判断电池的温度是否大于第一温度阈值或者小于第二温度阈值,其中,当电池的温度大于第一温度阈值时,进入冷却模式;当电池的温度小于第二温度阈值时,进入加热模式,第一温度阈值大于第二温度阈值。其中,第一温度阈值和第二温度阈值可以根据实际情况进行预设,例如,第一温度阈值可以为 $40^{\circ}\text{C}$ ,第二温度阈值可以为 $0^{\circ}\text{C}$ 。

[0046] 具体地,车辆上电后,控制器实时获取电池的温度,并对电池的温度进行判断。如果判断电池的温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ ,说明此时该电池4的温度过高,为避免高温对该电池4的性能产生影响,需要对电池4进行降温处理,温度调节系统进入冷却模式,控制器控制控制第一调节阀601开启,第一风机501将车载空调2的冷却风吹向换热器3,以对换热器3中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块1对电池进行冷却。当对电池进行冷却时,第一调节阀601开启,冷却风流向为:空调出风口—第一调节阀601—第一风机501—换热器3;介质流向为:换热器3—加热器11(关闭)—泵12—第一温度传感器14—电池4—第二温度传感器—15—流速传感器16—介质容器13—换热器3。

[0047] 而如果电池4的温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,说明此时电池4的温度过低,为避免低温对电池4的性能产生影响,需要对电池4进行升温处理,温度调节系统进入加热模式,电池热管理控制

器控制加热器11开启,同时车载空调2保持第一调节阀601处于关闭状态,介质流向为:换热器3—加热器11(开启)—泵12—第一温度传感器14—电池4—第二温度传感器—15—流速传感器16—介质容器13—换热器3。通过加热器11加热冷却管道中的介质,以使介质与电池4进行热交换,完成电池的温度调节。

[0048] 下面结合具体的示例描述控制器如何获取电池4的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2。

[0049] 根据本发明的一个实施例控制器可以用于获取电池开启温度调节时的第一参数,并根据第一参数生成电池的第一温度调节需求功率,以及获取电池在温度调节时的第二参数,并根据第二参数生成电池的第二温度调节需求功率,并根据电池的第一温度调节需求功率和电池的第二温度调节需求功率生成电池的温度调节需求功率P1。

[0050] 进一步地,根据本发明的一个实施例,第一参数为电池4开启温度调节时的初始温度和目标温度以及从初始温度达到目标温度的目标时间t,获取初始温度和目标温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ ,并根据第一温度差 $\Delta T_1$ 和目标时间t生成第一温度调节需求功率。

[0051] 更进一步地,控制器通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

$$[0052] \quad \Delta T_1 * C * M / t \quad (1),$$

[0053] 其中, $\Delta T_1$ 为初始温度和目标温度之间的第一温度差,t为目标时间,C为电池4的比热容,M为电池4的质量。

[0054] 第二参数为电池4在预设时间内的平均电流I,控制器通过以下公式(2)生成第二温度调节需求功率:

$$[0055] \quad I^2 * R, \quad (2),$$

[0056] 其中,I为平均电流,R为电池4的内阻。

[0057] 具体地,可通过电流霍尔传感器检测电池4的充放电电流参数电池管理器可以根据一段时间内电池4的电流参数,估算电池4的平均电流。

[0058] 当对电池4进行冷却时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ;当对电池4进行加热时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0059] 根据本发明的一个实施例,控制器还根据第一温度传感器14检测的入口温度和第二温度传感器15检测的出口温度生成第二温度差 $\Delta T_2$ ,并根据每个电池的第二温度差 $\Delta T_2$ 和流速传感器16检测的流速v生成电池的温度调节实际功率P2。

[0060] 进一步地,根据本发明的一个实施例,根据通过以下公式(3)生成温度调节实际功率P2:

$$[0061] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0062] 其中, $\Delta T_2$ 为第二温度差,c为流路中介质的比热容,m为单位时间内流过流路的横截面积的介质质量,其中, $m = v * \rho * s$ ,v为介质的流速, $\rho$ 为介质的密度,s为流路的横截面积。

[0063] 具体地,车辆上电后,电池管理器根据电池温度判断电池4是否需要温度调节,如果判断电池4需要温度调节,则通过CAN通信向车载空调控制器发送开启温度调节功能的信息,车载空调控制器并将该信息转发至电池热管理控制器,电池热管理控制器控制泵12以默认转速(如低转速)开始工作。

[0064] 然后,电池热管理控制器获取电池4的初始温度(即当前温度)、目标温度和从初始温度达到目标温度的目标时间t,其中目标温度和目标时间t可以根据实际情况进行预设,

并根据公式(1)计算出电池4的第一温度调节需求功率。同时,电池热管理控制器获取电池4在预设时间内的平均电流I,并根据公式(2)计算电池4的第二温度调节需求功率。然后,电池热管理控制器根据电池4的第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率计算温度调节需求功率P1(即将电池4的温度在目标时间内调节至目标温度的需求功率),其中,当对电池4进行冷却时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ,当对电池4进行加热时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。并且,电池热管理控制器分别获取第一温度传感器14和第二温度传感器15检测温度信息,并获取流速传感器16检测的流速信息,根据公式(3)计算出电池4的温度调节实际功率P2。最后,电池热管理控制器根据电池4的P1、P2通过控制加热器11的功率以精确控制电池4的加热功率,车载空调通过控制车载空调的制冷功率、第一风机501转速、第一调节阀开度以精确控制电池4的冷却功率

[0065] 可以理解的是,电池4的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2可以通过上述方式获取。

[0066] 具体而言,由上述实施例可知,P1由两部分组成,当电池4需要冷却时,假如电池4的初始温度为45℃,目标温度为35℃,则电池4从45℃下降到35℃需要散发的热量是固定,通过公式(1)即 $\Delta T_1 * C * M / t$ 直接计算可以获得。同时,电池4在冷却过程中,存在放电和充电过程,此过程会产生热量,这部分的热量也可以通过检测电池4的平均电流I直接获得,通过公式(3)即 $I^2 * R$ ,直接计算出当前电池4的发热功率,即第二温度调节需求功率。本发明的冷却完成时间是基于目标时间t设定的(t可以根据用户需求或者是车辆实际设计情况改变)。在确定了冷却完成所需要的目标时间t后,就可以预估出当前电池4冷却需要的温度调节需求功率P1, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ 。而如果是加热功能启动,则温度调节需求功率 $P1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ ,即在电池4在加热过程中,电池4的放电或者充电电流越大,所需要的加热功率即温度调节需求功率P1越小。

[0067] 电池4的冷却时间受冷却效率的影响,由于冷却效率受外部环境温度和电池4当前温度的影响,在电池4冷却的过程中,温度调节系统的效率也是不断变化的,所以冷却效率不可能是100%,因此只根据P1是无法准确调节电池4的冷却的时间的,有必要检测电池4的温度调节实际功率P2。在本发明中,电池4的温度调节实际功率P2可以通过公式(3)即 $\Delta T_2 * c * m$ 计算得出。P2也可以通过电池实际冷却功率P2也就可以通过公式(4)即 $\Delta T_3 * C * m_1$ 计算得出,其中 $\Delta T_3$ 为电池4在某一时间段内的温度变化,C为电池4的比热容,m1为电池4的质量。但由于一般电池的质量较大,所以单位时间内温度变化不明显,需要较长时间才可以检测出温差,不符合实时性要求,所以一般按照公式(3)计算P2功率。

[0068] 受冷却效率的影响,P2很难完全等于P1,为了使得电池4的冷却目标时间t更准确,需要实时根据P1与P2进行调节,以确保电池4的温度调节需求功率P1与电池的温度调节实际功率P2相等。

[0069] 根据本发明的一个实施例,如图1a所示,当为冷却模式时,控制器还用于在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,获取温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2之间的功率差,并根据功率差增加制冷功率、或者增加第一风机501的转速,或者增大第一调节阀601的开度,以及在温度调节需求功率P1小于或等于温度调节实际功率P2时,减小制冷功率,或者减小第一调节阀601的开度,或者减小第一风机501的转速,或者保持车载空调的制冷功率、第一调节阀601的开度和第一风机501的转速不变。

[0070] 具体地,当工作在冷却模式时,控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的制冷功率无法在目标时间内完成电池4的降温,所以,控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加压缩机制冷功率、或者增加第一风机5的转速、或者增大第一调节阀601的开度,以减低空调出风口的温度,增加吹向换热器3的冷却风的风量,加快换热器3的热交换。其中, $P_1$ 与 $P_2$ 的功率差越大,压缩机的制冷功率、第一风机501的转速和第一调节阀601开度增加越多,以使电池4的温度在预设时间 $t$ 内降低至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则控制器可以减小压缩机的制冷功率、降低第一风机501的转速以节省电能,或保持压缩机的制冷功率不变、第一风机501的转速不变。当电池的温度低于第一设定温度,例如 $35^{\circ}\text{C}$ 时,则电池4冷却完成,控制器控制第一调节阀601和第一风机501关闭。如果温度调节系统进入冷却模式较长时间后,例如1小时后,电池4的温度仍然高于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则控制器再适当增加压缩机的制冷功率、增加第一风机501的转速,或者增大第一调节阀的开度以使电池4尽快完成降温。

[0071] 如图1a-1b所示,根据本发明的一个实施例,当为加热模式时,控制器在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,获取温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的温度差,并根据温度差增加加热器11的加热功率,以及在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ 时,降低加热器的加热功率,或者保持加热器11的加热功率不变。

[0072] 具体地,当工作在加热模式时,控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的加热功率无法在目标时间内完成电池4的升温,控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加加热器11的功率,其中, $P_1$ 与 $P_2$ 的功率差越大,加热器11的功率增加越多,以使电池4的温度在预设时间 $t$ 内升高至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小加热器11的加热功率以节省电能,或保持加热器11的功率不变。当电池的温度达到第二设定温度,例如 $10^{\circ}\text{C}$ 时,则电池4加热完成,电池管理器通过CAN通信向电池热管理控制器发送关闭温度调节功能的信息,以控制加热器11停止进行加热。如果温度调节系统进入加热模式较长时间后,例如2小时后,电池4的温度仍然低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则控制器适当增加加热器11的功率,以使电池4尽快完成升温。

[0073] 进一步,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,控制器还用于在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ 时,降低泵12的转速或者保持泵12的转速不变,并在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,提高泵12的转速。

[0074] 具体地,当温度调节系统进入加热模式或者冷却模式时,如果电池4的 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,控制器则控制泵12的转速降低,以节省电能,或者保持泵12的转速不变。而如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,除控制压缩机制冷功率、第一风机501的转速、第一调节阀601的开度增加或者加热器11的功率增加外,还可以控制泵12的转速提高,以增加单位时间内流经冷却流路横截面积的介质质量,从而提高电池4的温度调节实际功率 $P_2$ ,以在目标时间 $t$ 内实现温度调节。

[0075] 车载空调2的冷却风除可对电池进行冷却,还可以对车厢内进行冷却。

[0076] 如图1a-1b所示,空调出风口与车厢之间形成有第四风道400,车载空调2还可以包

括设置在第四风道400中的第二调节阀602和第二风机502。车载空调2通过第二风道200对车厢进行换热。并且,图1a中,车载空调2通过所第二风道200对半导体换热模块5进行换热后,半导体换热模块5通过第三风道300对车厢进行换热;图1b中,车载空调2通过第四风道400、车厢和第三风道300对半导体换热模块5进行换热后,半导体换热模块5通过第二风道200对换热器3进行换热。

[0077] 具体地,如图1a-1b所示,电池冷却分支回路通过换热器3为电池4提供制冷功率,第一调节阀601可用于控制电池冷却分支回路的冷却进风量。第二调节阀602可用于控制车内冷却回路的冷却进风量。当电池冷却功能启动时,电池冷却分支回路为:空调风出风口—第一调节阀601—第一风机401—换热器3。车内冷却回路为:空调风出风口—第二调节阀602—第二风机402—车厢。

[0078] 进一步地,控制器还用于获取车厢的车厢温度,并根据车厢温度、温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对第一调节阀601和第二调节阀602的开度进行调节。

[0079] 也就是说,控制器检测车厢内的气温,并可根据车厢气温情况,以及电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,调节各冷却回路的功率分配,从而平衡车内冷却和电池冷却的冷却需求。

[0080] 冷却端进一步地,如图1a-1b,车载电池温度调节系统还包括与半导体换热模块5的冷却端相连的第四风机504,以及与半导体换热模块5的加热端相连的第五风机505。

[0081] 具体地,半导体换模块5具有加热端和冷却端,当供电电源反接后,加热端和冷却端位置交换。半导体换热模块5的加热端和冷却端上均安装有换热风机(第四风机504和第五风机505),用以加快加热端和冷却端的热量交换。

[0082] 如图2所示,控制还可以包括:半导体控制器,半导体控制器可以与半导体换热模块5进行CAN通信,并可以控制半导体换热模块5的功率,以及可以控制第四风机504和第五风机505的转速。

[0083] 车载空调2得电后,如果车载空调控制器收到电池管理器发送的电池冷却功能启动信息,则电池冷却功能启动,车载空调控制器发送电池冷却功能启动信息给电池热管理控制器和半导体换控制器。车载空调控制器接收电池管理器发送的电池的温度调节需求功率P1,并把该信息转发给电池热管理控制器和半导体控制器。在电池冷却过程中,车载空调控制器控制第一调节阀601和第二调节阀602开启,同时控制第一风机501和第二风机502开始工作。车载空调控制器接收电池热管理控制器发送的水温信息和电池的温度调节实际功率P2,并把该信息转发给电池管理器和半导体控制器。在电池冷却过程中,车载空调控制器对比电池的温度调节需求功率P1和电池的温度实际功率P2信息,如果温度调节需求功率P1小于温度实际功率P2,则判断电池的温度是否达到45℃(较高温度),如果电池的温度达到45℃,则车载空调控制器减少第二调节阀602的开度,增大第一调节阀601的开度,减少车内冷却风流量,增加电池冷却支路的冷却风流量,以调整电池冷却和车内冷却的制冷量分配。如果电池的温度不高于45℃,则判断车厢内的温度是否达到空调设定温度,如果达到,则车载空调控制器减少第二调节阀602的开度,增大第一调节阀601的开度,如果车厢内的温度没有达到空调设定温度,则优先满足车内的制冷量需求,此时温度调节需求功率和温度调节实际功率之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块5提供。在电池冷却过程中,如果车载空调控制器接收到电池管理器发送的电池冷却完成信息,即电池的温度达到35℃,则

车载空调控制器转发电池冷却完成信息给电池热管理控制器,电池冷却完成。

[0084] 此处对电池平均温度做了分层次处理,温度控制的阈值分别为40℃、45℃和35℃。当电池温度高于40℃时,电池冷却功能启动,当电池温度达到35℃,则电池冷却完成,当电池温度达到45℃较高温度时,车载空调优先满足电池冷却的制冷量需求。另外,当P1小于P2时,如果电池温度不超过45℃,则仍然优先车厢内的制冷量需求,如果车厢内的冷却功率已经充足,并达到平衡,则车载空调再增大电池冷却功率。

[0085] 如图1a所示,车载空调可以有3个冷却回路,分别是电池冷却分支回路、车内冷却回路1和车内冷却回路2。第一调节阀601可用于控制电池冷却分支回路的冷却进风量。第二调节阀602可用于控制车内冷却回路1的冷却进风量。第三调节阀603可用于控制车内冷却回路2的冷却进风量。当电池冷却功能启动时,电池冷却分支回路为:空调风出风口—第一调节阀601—第一风机501—换热器3。车内冷却回路1为:空调风出风口—第二调节阀602—第二风机502—车厢。车内冷却分支回路2主要通过第三风机503为车厢内的空间提供冷却风,冷却风先经过半导体换热模块5冷却后,流入车厢内部。车内冷却回路2为:空调风出风口—第一调节阀601—第一风机501—第三调节阀603—第三风机503—半导体换热模块5—车厢。电池冷却功能没有启动时,第一调节阀601关闭。当电池冷却功能启动时第一调节阀601开启。电池冷却管道内的介质循环方向如下所示:换热器3—加热器11(关闭)—泵12—第一温度传感器14—电池4—第二温度传感器—15—流速传感器16—介质容器13—换热器3。当电池加热功能启动时,电池冷却管道内的介质循环方向如下所示为:换热器3—加热器11(开启)—泵12—第一温度传感器14—电池4—第二温度传感器15—流速传感器16—介质容器13—换热器3。其中,第四风机504可将冷却端的冷却风吹向车厢,第五风机可以将加热端的风吹向车外。

[0086] 如图1a所示方案,车载空调2的冷却风进过第三调节阀603和第三风机503后,经过半导体换热模块5(正向供电)的冷却端后,温度下降,再吹回车厢,起到了冷却车厢的作用,减轻了电池冷却给对车载空调车内制冷的影响。

[0087] 在冷却过程中,半导体换热模块5对比电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,如果P1小于P2,则增大半导体换热模块5的冷却功率,同时控制第四风机504和第五风机505以高转速工作,以增加半导体换热模块5的冷却功率。在电池冷却过程中,如果半导体换热模块5接收到车载空调的电池冷却完成信息,则电池冷却完成。

[0088] 总结而言,如图1a所示的系统,当温度调节系统工作在冷却模式时,电池冷却与车内冷却初始功率分配为:

[0089] 设电池的温度调节需求功率为P1,电池的温度调节实际功率为P2,P3为半导体换热模块的最大冷却功率,P6为车内冷却需求功率,P7为车载空调的压缩机最大冷却功率。

[0090] 当电池温度调节需求功率P1和车内冷却需求功率P6的功率之和 $\leq$ 压缩机总功率P7,即 $P1+P6 \leq P7$ ,则压缩机按照 $P1+P6$ 制冷功率运行。且 $P1 < P7, P6 < P7$ 。同时控制第二调节阀的开度,使得车内冷却功率为P6。控制第一调节阀和第三调节阀的开度,使得电池冷却功率为P1。

[0091] 当 $P7 < P1+P6 \leq P7+P3, P_e = P1+P6-P7, P_f = P1+P6-P3$ ,则压缩机按照最大制冷功率P7运行,半导体换热模块按照冷却功率 $P_e$ 运行。电池冷却支路的冷却功率为P1,车内冷却支路功率 $=P6$ 。又或者半导体换气模块按照最大冷却功率P3运行,压缩机按照冷却功率 $P_f$ 运

行。同时控制第一调节阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ ,控制第一调节阀的开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0092] 当 $P_1+P_6>P_7+P_3$ ,则判断电池温度是否大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,如果大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,则优先为电池冷却提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第一调节阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1$ ,减少第二调节阀的开度,使得车内冷却支路功率 $=P_7+P_3-P_1$ 。如果判定电池温度不大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,且车内温度还未达到设定温度,则优先为车内提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第二调节阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P_6$ ,减少第二调节阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率 $=P_7+P_3-P_6$ 。如果车内温度已经达到设定温度,则优先满足电池的冷却功率。

[0093] 电池冷却过程中功率分配:

[0094] 如果 $P_1>P_2$ ,且 $P_c=P_1-P_2$ , $P_1+P_6+P_c<P_7$ ,则压缩机按照增加制冷功率 $P_c$ ,同时增大第一调节阀的开度,提高泵转速,以便提高电池冷却功率。

[0095] 如果 $P_1>P_2$ ,且 $P_c=P_1-P_2$ , $P_7<P_1+P_6+P_c\leq P_7+P_3$ , $P_g=P_1+P_6+P_c-P_7$ , $P_h=P_1+P_6+P_c-P_3$ ,则压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换气模块按照冷却功率 $P_g$ 运行。或者压缩机按照制冷功率 $P_h$ 运行,半导体换气模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行。又或者压缩机按照最大冷却功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块增加冷却功率 $P_c$ 。又或者压缩机增加冷却功率 $P_c$ ,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行。又或者是压缩机冷却功率不变,半导体换热模块的冷却功率增加 $P_c$ 。又或者压缩机冷却功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的冷却功率不变。又或者压缩机冷却功率增加 $0.5*P_c$ ,半导体换热模块冷却功率增加 $0.5P_c$ 。又或者按照压缩机和半导体换热模块的最大冷却功率的比值各自按照比例增加冷却功率。同时增大第一调节阀的开度,控制泵转速提高,风机转速提高,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。

[0096] 如果 $P_1>P_2$ , $P_c=P_1-P_2$ ,且 $P_1+P_6+P_c>P_7+P_3$ ,则压缩机按照最大冷却功率 $P_7$ 运行,同时半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。此时,判断电池温度是否大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,如果大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,则优先为电池冷却提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第一调节阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1+P_c$ ,减少第二调节阀的开度,使得车内冷却支路功率 $=P_7+P_3-P_1-P_c$ ,同时控制泵转速提高,风机转速提高,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。如果判定电池温度不大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,且车内温度还未达到设定温度,则优先为车内提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第二调节阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P_6$ ,减少第一调节阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率 $=P_7+P_3-P_6$ 。如果车内温度已经达到设定温度,则优先满足电池的冷却功率。

[0097] 如果 $P_1\leq P_2$ ,且 $P_c=P_2-P_1$ ,则维持压缩机制冷功率不变,维持半导体制冷功率不变,或者降低压缩机的制冷功率,降低半导体换热模块的冷却功率,或者减少第一调节阀的开度,或者降低泵转速,使得电池冷却分支回路的冷却功率下降 $P_c$ 。

[0098] 当温度调节系统工作在加热模式时:设电池的温度调节需求功率为 $P_1$ ,电池的微博、温度调节实际功率为 $P_2$ , $P_4$ 为半导体换热模块的最大加热功率, $P_5$ 为加热器的最大加热功率。

[0099] 如果 $P1 \leq P5$ ,则PTC加热器按照加热功率 $P1$ 为电池提供加热功率。

[0100] 如果 $P1 > P5$ ,且 $P1 \leq P5 + P4$ , $P1 - P5 = P_d$ ,则加热器按照最大加热功率 $P5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照加热功率 $P_d$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。如果 $P1 > P5$ ,且 $P1 > P5 + P4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P3$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0101] 加热过程中,如果 $P1 \leq P2$ ,且 $P_c = P2 - P1$ ,则半导体换热模块减少加热功率 $P_c$ ,降低第四风机和第五风机转速,或者PTC加热器加热功率减少 $P_c$ ,同时电池热管理换热模块降低泵转速,以节省电能。或者保持当前加热功率不变。

[0102] 在加热过程中,如果 $P1 > P2$ , $P_c = P1 - P2$ ,且 $P1 + P_c \leq P5$ 时,则PTC加热器增加加热功率 $P_c$ ,同时电池热管理模块控制泵转速提高,以便提高电池加热功率。

[0103] 如果 $P1 > P2$ , $P_c = P1 - P2$ ,且 $P5 < P1 + P_c \leq P5 + P4$ , $P_i = P1 + P_c - P5$ , $P_j = P1 + P_c - P4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P5$ 运行,半导体换热模块按照加热功率 $P_i$ 运行。或者PTC加热器按照加热功率 $P_j$ 运行,半导体换热模块按照最大加热功率 $P4$ 运行。或者PTC加热器按照最大加热功率 $P5$ 为电池提供加热功率,半导体换热模块增加加热功率 $P_c$ 。又或者是加热器加热功率不变,半导体换热模块的加热功率增加 $P_c$ 。又或者加热器加热功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的加热功率不变。又或者PTC加热器加热功率增加 $0.5 * P_c$ ,半导体换热模块加热功率增加 $0.5 P_c$ ,又或者按照PTC加热器和半导体换热模块的最大加热功率的比值各自按照比例增加加热功率。同时提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率,使得电池加热功率增加 $P_c$ 。

[0104] 如果 $P1 > P2$ , $P_c = P1 - P2$ ,且 $P1 + P_c > P5 + P4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P4$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0105] 图1b与图1a的区别主要是图1b所示方案中电池冷却支路有2条,车内冷却回路为1条。电池冷却支路1为:空调风出风口—第一调节阀601—第一风机501—换热器3。电池冷却支路2为:车厢—半导体换热模块5—第三风机503—第三调节阀603—第一风机501—换热器3。车内冷却回路为:空调风出风口—第二调节阀602—第二风机502—车厢。其中电池冷却支路2的冷却风来源为车厢内的冷却风,车厢内的冷却风经过半导体换热模块5的冷却端冷却后,经过第三风机503、第三调节阀603、第一风机501后为换热器3提供冷却风。

[0106] 如图3a-3b所示,本发明还提出一种温度调节系统,与图1a相比,图3a-3b所示方案为当图3a不开启车内冷却时的冷却回路示意图。由于车内没有开启冷却的需求,所以可根据车内温度情况确定是否需要把电池冷却的冷却风经半导体换热模块5回收到车厢,或者排放到车外。如需要回收电池冷却风,就是按照图3a所示的方案,电池冷却风经过第三调节阀603和第三风机503,再经过半导体换热模块5的冷却端吹回车厢,冷却车厢。如无需回收电池冷却风,则可按照图3b所示方案,电池冷却风经第三调节阀603和第三风机503直接排到车外。

[0107] 图4为另一种温度调节系统,与图1b相比,图4所示方案为当图1b不开启车内冷却时的冷却回路示意图。此时电池冷却支路有2个。电池冷却支路1为:空调风出风口—第一调

节阀601—第一风机501—换热器3。电池冷却支路2为：车厢—半导体换热模块5第三风机503—第三调节阀603—第一风机501—换热器3。电池冷却支路2为：车厢—半导体换热模块5—第三风机503—第三调节阀603—第一风机501—换热器3。

[0108] 如图4所示,如果半导体控制器收到车载空调控制器发送的电池冷却功能启动信息,则电池冷却功能启动,半导体控制器发送电池冷却功能启动信息给电池热管理控制器。半导体换控制器接收车载空调发送的电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。半导体换控制器接收电池热管理控制器发送的水温信息和电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。在电池冷却功能开启过程中,半导体换热模块5正向供电,使得半导体换热模块5处于冷却工作状态,车内空气经过第四风机504吹向冷却端,使得空气温度下降。半导体化热模块5的冷却功率根据温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 的差值来确定。当半导体换热模块的冷却功能开启时,第四风机504和第五风机505开启工作。

[0109] 图5为另一种车载电池的温度调节系统,与图1a相比,最大区别是车载空调2和半导体换热模块5均不工作。此方案适用于车内/车外环境温度较低的时候,外部冷却空气通过第二风机502—第二调节阀602—第一调节阀601—第一风机501吹到换热器3上,为电池4提供冷却功率。

[0110] 此外,本发明还提出一种车载电池的温度调节系统,如图6所示,该车载电池温度调节系统还可以包括与半导体换热模块5的冷却端相连的第四风机504,第四风机504与车厢的第四风口相连,以及与半导体换热模块5的加热端相连的第五风机505,第五风机505与车外的第五风口相连。

[0111] 具体地,图6所示的方案与图1a相比,适用于环境温度较低,且电池发热量较高的工况,此时电池冷却支路有2个支路,电池冷却支路1为:空调风出风口—第一调节阀601—第一风机501—换热器3。电池冷却支路2为:车外—冷却端—第三风机503—第三调节阀603—第一风机501—换热器3。同时还存在一个车内加热回路,车厢内的风经过半导体换热模块5的加热端加热后,吹到车厢内,使得车厢内的温度上升。

[0112] 另外,当车载电池的温度调节系统工作在加热模式时,除可通过加热器11提供加热功率,还可通过半导体换热模块5提供加热功率。具体地,如图7所示,第三风机503与半导体换热模块5的加热端相连。

[0113] 如果半导体控制器收到车载空调控制器发送的电池加热功能启动信息,则电池加热功能启动,半导体换控制器发送电池加热功能启动信息给车载空调控制器和电池热管理控制器。半导体控制器接收车载空调控制器发送的电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。半导体控制器接收电池热管理控制器发送的水温信息和电池的温度调节实际功率。在电池加热功能开启过程中,半导体换热模块5反向供电,使得半导体换热模块5处于加热工作状态,车内空气经过第四风机504吹向加热端,使得空气温度升高。半导体换热模块5的加热功率根据电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 的差值来确定,即半导体换热模块5的加热功率等于 $P_1 - P_2$ 。当半导体换热模块5的加热功能开启时,第四风机504和第五风机505开启工作。

[0114] 如图7所示,在半导体换热模块5加热过程中,控制器对比电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 的信息,如果 $P_1$ 小于 $P_2$ ,则半导体换热模块5增大加热功率,同时控制第四风机504和第五风机505以高转速工作,增加半导体换热模块的加热功率。在电

池加热过程中,如果半导体控制器接收到车载空调控制器的电池加热完成信息,则电池加热完成。

[0115] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,可以根据车载电池的实际状态精确控制车载的电池的加热功率和冷却功率,在车载电池温度过高时或者过低时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0116] 图8是根据本发明第一个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图。其中,如图1a-1b所示,车载电池温度调节系统包括换热器;车载空调,车载空调具有空调出风口,空调出风口与换热器之间形成有第一风道;半导体换热模块,半导体换热模块的冷却端与第一风机之间形成有第二风道,半导体换热模块的冷却端与车厢之间形成有第三风道;电池热管理模块,电池热管理模块与换热器连接形成换热流路;控制器(图中未具体示出),与半导体换热模块、电池热管理模块及车载空调连接。如图8所示,车载电池的温度调节方法包括以下步骤:

[0117] S1,在电池需要进行换热时,获取电池的温度调节需求功率P1。

[0118] 进一步地,在本发明的实施例中,获取电池的温度调节需求功率具体包括:获取电池开启温度调节时的第一参数,并根据第一参数生成第一温度调节需求功率。获取电池在温度调节时的第二参数,并根据第二参数生成第二温度调节需求功率。根据第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率生成温度调节需求功率P1。

[0119] 更进一步地,根据本发明的一个实施例,第一参数为电池开启温度调节时的初始温度和目标温度以及从初始温度达到所述目标温度的目标时间t,根据第一参数生成第一温度调节需求功率具体包括:获取初始温度和目标温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ 。根据第一温度差 $\Delta T_1$ 和目标时间t生成第一温度调节需求功率P1。

[0120] 更进一步地,根据本发明的一个实施例,通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

$$[0121] \quad \Delta T_1 * C * M / t, \quad (1)$$

[0122] 其中, $\Delta T_1$ 为初始温度和目标温度之间的第一温度差,t为目标时间,C为电池的比热容,M为电池的质量。

[0123] 根据本发明的一个实施例,第二参数为电池在预设时间内的平均电流I,通过以下公式(2)生成第二温度调节需求功率:

$$[0124] \quad I^2 * R, \quad (2)$$

[0125] 其中,I为平均电流,R为电池的内阻。

[0126] S2,获取电池的温度调节实际功率P2。

[0127] 根据本发明的一个实施例,获取电池的温度调节实际功率具体包括:取用于调节电池温度的流路的入口温度和出口温度,并获取冷却液流入流路的流速v。根据入口温度和出口温度生成第二温度差 $\Delta T_2$ 。根据第二温度差 $\Delta T_2$ 和流速v生成温度调节实际功率P2。

[0128] 进一步地,根据本发明的一个实施例,进根据通过以下公式(3)生成温度调节实际功率P2:

$$[0129] \quad \Delta T_2 * C * m, \quad (3)$$

[0130] 其中, $\Delta T_2$ 为第二温度差,C为电池的比热容,m为单位时间内流过流路的横截面的冷却液质量,其中, $m = v * \rho * s$ ,v为冷却液的流速, $\rho$ 为冷却液的密度,s为流路的横截面积。

[0131] 另外,流速传感器也可由流量传感器替代, $m=Q*\rho$ , $Q$ 为流量传感器测得的单位时间内流经流路横截面积的冷却液流量。

[0132] S3,根据温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 控制车载空调和半导体换热模块中的至少一者工作以对电池的温度进行调节。

[0133] 其中,在本发明的实施例中,根据温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 在目标时间内对电池的温度进行调节,以达到目标温度。

[0134] 具体地,车辆上电后,判断电池是否需要温度调节,当电池的温度较高时,例如高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时,车载电池的温度调节系统进入冷却模式,如图1a-1b所示,车载空调2和电池热管理模块1进行工作,控制器控制第一调节阀601开启,第一风机501将车载空调2的冷却风吹向换热器3,以对换热器3中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块1对电池进行冷却。在车载电池的温度调节系统工作在冷却模式时,冷却风流向为:空调出风口—第一调节阀—第一风机—换热器;介质流向为:换热器—电池热管理模块—电池—电池热管理模块—换热器。并且,在对电池进行冷却时,如图1b所示,控制器也可以控制半导体换热模块工作,第三风机将半导体冷却端的制冷功率吹向第一风机,由第一风机吹向换热器,以对换热器中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块1对电池进行冷却。

[0135] 在电池冷却的过程中,还获取电池的初始温度(即当前温度)、目标温度和从初始温度达到目标温度的目标时间 $t$ ,其中目标温度和目标时间 $t$ 可以根据车载电池的实际情况进行预设,然后,根据公式(1)计算出第一温度调节需求功率。同时,获取电池在预设时间内的平均电流 $I$ ,并根据公式(2)计算第二温度调节需求功率。然后,根据第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率计算温度调节需求功率 $P1$ (即将电池的温度调节至目标温度的需求功率)。并且,获取电池的入口温度和出口温度,并获取流流速信息,根据公式(3)计算出温度调节实际功率 $P2$ 。最后,根据温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 对车载空调和半导体换热模块的功率进行调节,以对电池的温度进行调节。由此,该控制方法可以精确控制电池温度调节所需要的时间,且电池温度调节实际功率实时可调,可以确保在目标时间内完成车载电池的温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0136] 可以理解,电池4指安装在车辆上,为车辆提供动力输出以及为车辆上的其它用电设备供电的储能设备,可进行反复充电。

[0137] 具体地,如图1所示,车载空调可以为电池提供制冷功率,可与电池热管理模块进行CAN通信。车载空调也控制第一调节阀的开通或者关断,且可以对第一调节阀的开度进行调节。第一风机受车载空调的控制,风速可调。

[0138] 温度调节需求功率 $P1$ 即将电池的温度调节至目标温度时,电池需要的温度调节功率。电池温度调节实际功率 $P2$ 即当前对电池进行温度调节时,电池实际获取的温度调节功率。目标温度为设定值,可以根据车载电池的实际情况进行预设,例如,当为冬季时,室外环境温度很低,需对电池进行加热,目标温度可以设置在 $10^{\circ}\text{C}$ 左右,当为夏季时,需对电池进行冷却,目标温度可以设置在 $35^{\circ}\text{C}$ 左右。

[0139] 当电池的温度较高时,例如高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时,车载电池的温度调节系统进入冷却模式,车载空调和电池热管理模块进行工作,车载空调控制第一调节阀开启,第一风机将车载空

调的冷却风吹向换热器,以对换热器中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块对电池进行冷却。

[0140] 在对电池进行冷却时,获取电池的初始温度(即当前温度)、目标温度和从初始温度达到目标温度的目标时间 $t$ ,其中目标温度和目标时间 $t$ 可以根据实际情况进行预设,并根据公式(1)计算出第一温度调节需求功率。同时,获取电池在预设时间内的平均电流 $I$ ,并根据公式(2)计算电池的第二温度调节需求功率。然后,根据电池第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率,计算电池的温度调节需求功率 $P_1$ (即将电池的温度调节至目标温度的需求功率)。并且,获取电池的入口温度和出口温度,并获取流流速信息,根据公式(3)计算出电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。其中,温度调节需求功率 $P_1$ 即将电池的温度调节至设定的目标温度,需要提供给电池的功率,电池温度调节实际功率 $P_2$ 即当前对电池进行温度调节时,电池得到的实际功率,目标温度为设定值,可以根据车载电池的实际情况进行预设,例如,当对电池进行冷却,目标温度可以设置在 $35^{\circ}\text{C}$ 左右。然后,根据温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对第一风机的功率和对第一调节阀的开度进行调节。例如,如果 $P_1$ 大于 $P_2$ ,那么增大压缩机的冷却功率,增大第一风机的转速和对第一调节阀的开度,以增大电池的温度调节实际功率,使电池4尽快完成降温。由此,可以在车载电池温度过高时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0141] 根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,电池热管理模块包括设置在换热流路上的泵、第一温度传感器、第二温度传感器、流速传感器;其中:泵用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器用于检测换热流路中的介质的流速。

[0142] 进一步地,如图1a-1b所示,电池热管理模块还可以包括设置在换热流路上介质容器,介质容器用于存储及向换热流路提供介质。

[0143] 更进一步地,如图1a-1b所示,电池热管理模块还可以包括:设置在换热流路上加热器,加热器用于对换热流路中的介质进行加热。

[0144] 具体地,车载电池的温度调节系统除可通过车载空调和换热器对电池进行冷却,还可通过加热器对介质进行加热,以在电池温度较低时对电池进行温度调节。加热器可以为PTC加热器,加热器不直接与电池接触,具有较高的安全性、可靠性和实用性。泵主要用于提供动力,介质容器主要用于存储介质和接受向温度调节系统添加的介质,当温度调节系统中的介质减少时,介质容器中的介质可自动补充。第一温度传感器用以检测电池流路入口介质的温度,第二温度传感器用以检测电池流路出口介质的温度。流速传感器用以检测温度调节系统中管道内介质的流速信息。

[0145] 根据本发明的一个实施例,如图9所示,上述的温度调节方法还可以包括:获取电池的温度,并判断电池的温度是否大于第一温度阈值( $S_{10}$ - $S_{20}$ );当电池的温度大于第一温度阈值时,进入冷却模式( $S_{30}$ );当电池的温度小于或等于第一温度阈值时,继续判断电池的温度是否小于第二温度阈值( $S_{40}$ );当电池的温度小于第二温度阈值时,进入加热模式( $S_{50}$ ),其中,所述第一温度阈值大于所述第二温度阈值。第一温度阈值和第二温度阈值可以根据实际情况进行预设,例如,第一温度阈值可以为 $40^{\circ}\text{C}$ ,第二温度阈值可以为 $0^{\circ}\text{C}$ 。

[0146] 具体地,车辆上电后,实时获取电池的温度,并进行判断。如果电池的温度高于 $40$

℃,说明此时该电池的温度过高,为避免高温对该电池的性能产生影响,需要对电池进行降温处理,进入冷却模式,控制控制第一调节阀开启,第一风机将车载空调的冷却风吹向换热器,以对换热器中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块对电池进行冷却。

[0147] 而如果电池的温度低于0℃,说明此时电池的温度过低,为避免低温对电池的性能产生影响,需要对电池进行升温处理,进入加热模式,控制加热器开启,同时车载空调保持第一调节阀处于关闭状态,通过加热器加热冷却管道中的介质,以使介质与电池进行热交换,完成电池的温度调节。

[0148] 进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,车载空调包括设置在第一风道中的第一调节阀和与换热器对应的第一风机,当为冷却模式时,上述的方法还可以包括:判断温度调节需求功率P1是否大于温度调节实际功率P2;如果温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,则获取温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2之间的功率差,并根据功率差增加压缩机的冷却功率,同时提高第一风机的转速或者增大第一调节阀的开度;如果温度调节需求功率P1小于或等于温度调节实际功率P2,则减小压缩机的冷却功率、降低第一风机的转速、减少第一调节阀的开度,或保持压缩机冷却功率、第一风机的转速、第一调节阀开度不变。

[0149] 具体地,如图1a-1b所示的系统,当工作在冷却模式时,获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,并进行判断。如果电池的P1大于P2,说明如果按照当前的制冷功率无法在目标时间内完成电池的降温,所以,获取电池4的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2之间的功率差,并根据功率差增加压缩机的冷却功率、提高第一风机的转速和增大第一调节阀的开度,以增加吹向换热器的冷却风的风量,加快换热器的热交换。其中,P1与P2的功率差越大,压缩机的冷却功率、第一风机的转速和第一调节阀开度增加越多,以使电池的温度在预设时间t内降低至目标温。而如果P1小于或等于P2,则车可以减小压缩机的冷却功率、降低第一风机的转速以节省电能,或保持压缩机的冷却功率、第一风机的转速不变。当电池的温度低于35℃时,则电池冷却完成,电池管理器通过CAN通信车载空调发送关闭温度调节功能的信息,控制第一调节阀和第一风机关闭。如果温度调节系统进入冷却模式较长时间后,例如1小时后,电池的温度仍然高于35℃,则再适当增加压缩机的冷却功率、第一风机的转速、第一调节阀的开度,以使电池尽快完成降温。

[0150] 根据本发明的一个实施例,当为加热模式时,上述方法还可以包括:判断温度调节需求功率P1是否大于温度调节实际功率P2。如果温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,获取温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2之间的功率差,并根据功率差增加用于加热电池的加热器的功率;如果温度调节需求功率P1小于或等于温度调节实际功率P2,则降低加热器的功率或者保持加热器的功率不变。

[0151] 具体地,当工作在加热模式时获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,并进行判断。如果电池的P1大于P2,说明如果按照当前的加热功率无法在目标时间内完成电池的升温,获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2之间的功率差,并根据功率差增加加热器的功率,其中,P1与P2的功率差越大,加热器11的功率增加越多,以使电池的温度在预设时间t内升高至目标温。而如果P1小于或等于P2,则可以减小加热器的加热功率以节省电能,或保持加热器的功率不变。当电池的温度达到10℃时,则电池加热完成,控制加热器停止进行加热。如果温度调节系统进入加热模式较长时间后,例如小时

后,电池的温度仍然低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则适当增加加热器的功率,以使电池尽快完成升温。

[0152] 进一步,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,上述的方法还可以包括:在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ 时,降低泵的转速或者保持泵的转速不变,并在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,提高泵的转速。

[0153] 具体地,当进入加热模式或者冷却模式时,如果电池的 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则控制泵的转速降低,以节省电能,或者保持泵的转速不变。而如果电池的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,除控制压缩机的冷却功率、第一风机的转速、第一调节阀的开度增加或者加热器的功率外,还可以控制泵的转速提高,以增加单位时间内流经冷却流路横截面积的介质质量,从而提高电池的温度调节实际功率 $P_2$ ,以在目标时间 $t$ 内实现温度调节。

[0154] 根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,空调出风口与所述车厢之间形成有第四风道,车载空调包括设置在第四风道中的第二调节阀和第二风机,所述方法还包括:获取车厢的车厢温度,并根据车厢温度、温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对第一调节阀和第二调节阀的开度进行调节。

[0155] 进一步地,根据车厢温度、温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对所述第一调节阀和第二调节阀的开度进行调节,包括:判断温度调节需求功率 $P_1$ 是否小于温度调节实际功率 $P_2$ ;如果温度调节需求功率 $P_1$ 小于温度调节实际功率 $P_2$ ,则判断电池的温度是否大于第一预设温度阈值;如果电池的温度大于第一预设温度阈值,则减少第二调节阀的开度,并增加第一调节阀的开度。其中,第一预设温度阈值可以根据实际情况进行预设,例如可以为 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0156] 进一步地,如果电池的温度小于第一预设温度阈值时,则进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度;如果未达到空调设定温度,则增加第二调节阀的开度,并减小第一调节阀的开度;如果达到空调设定温度,则减小第二调节阀的开度,并增加第一调节阀的开度。

[0157] 具体地,如图1a-1b所示,电池冷却分支回路通过换热器为电池提供制冷功率,第一调节阀可用于控制电池冷却分支回路的冷却进风量。第二调节阀可用于控制车内冷却回路的冷却进风量。当电池冷却功能启动时,电池冷却分支回路为:空调风出风口—第一调节阀—第一风机—换热器。车内冷却回路为:空调风出风口—第二调节阀—第二风机—车厢。

[0158] 也就是说,通过检测车厢内的气温,并根据车厢气温情况,以及电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,调节各冷却回路的功率分配,从而平衡车内冷却和电池冷却的冷却需求。

[0159] 根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,半导体换热模块还包括设置在所述第二风道中的与半导体换热模块的冷却端对应设置的第三风机和第三调节阀。其中,半导体换热模块具有加热端及冷却端。且第三风机与半导体换热模块的冷却端对应。

[0160] 冷却端进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b,车载电池温度调节系统还可以包括与半导体换热模块的冷却端相连的第四风机,第四风机504与车厢的第四风口相连,以及以及以及半导体换热模块的加热端相连的第五风机加热端连。

[0161] 具体地,半导体换模块具有加热端和冷却端,当供电电源反接后,加热端和冷却端位置交换。半导体换热模块的加热端和冷却端上均安装有换热风机(第四风机和第五风机),用以加快加热端和冷却端的热量交换。换热风机转速的提高,可增大半导体换热模块

的冷却功率。

[0162] 在电池冷却功能启动后,获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。在电池冷却过程中,控制第一调节阀和第二调节阀开启,同时控制第一风机和第二风机开始工作。同时,获取的电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。在电池冷却过程中,对比电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和电池的温度实际功率 $P_2$ 信息,如果温度调节需求功率 $P_1$ 小于温度实际功率 $P_2$ ,则判断电池的温度是否达到 $45^{\circ}\text{C}$ (较高温度),如果电池的温度达到 $45^{\circ}\text{C}$ ,则减少第二调节阀的开度,增大第一调节阀的开度,减少车内冷却风流量,增加电池冷却支路的冷却风流量,以调整电池冷却和车内冷却的制冷量分配。如果电池的温度不高于 $45^{\circ}\text{C}$ ,则判断车厢内的温度是否达到空调设定温度,如果达到,则减少第二调节阀的开度,增大第一调节阀的开度,如果车厢内的温度没有达到空调设定温度,则优先满足车内的制冷量需求,此时温度调节需求功率和温度调节实际功率之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块提供。在电池冷却过程中,如果车载电池的温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ ,则车载空调转发电池冷却完成信息给电池热管理控制器,电池冷却完成。

[0163] 此处对电池平均温度做了分层次处理,温度控制的阈值分别为 $40^{\circ}\text{C}$ 、 $45^{\circ}\text{C}$ 和 $35^{\circ}\text{C}$ 。当电池温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时,电池冷却功能启动,当电池温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池冷却完成,当电池温度达到 $45^{\circ}\text{C}$ 较高温度时,车载空调优先满足电池冷却的制冷量需求。另外,当 $P_1$ 小于 $P_2$ 时,如果电池温度不超过 $45^{\circ}\text{C}$ ,则仍然优先车厢内的制冷量需求,如果车厢内的冷却功率已经充足,并达到平衡,则车载空调再增大电池冷却功率。

[0164] 如图1a所示,有3个冷却回路,分别是电池冷却分支回路、车内冷却回路1和车内冷却回路2。第一调节阀可用于控制电池冷却分支回路的冷却进风量。第二调节阀可用于控制车内冷却回路1的冷却进风量。第三调节阀可用于控制车内冷却回路2的冷却进风量。当电池冷却功能启动时,电池冷却分支回路为:空调风出风口—第一调节阀—第一风机—换热器。车内冷却回路1为:空调风出风口—第二调节阀—第二风机—车厢。车内冷却分支回路2主要通过第三风机为车厢内的空间提供冷却风,冷却风先经过半导体换热模块冷却后,流入车厢内部。车内冷却回路2为:空调风出风口—第一调节阀—第一风机—第三调节阀—第三风机—半导体换热模块—车厢。电池冷却功能没有启动时,第一调节阀关闭。当电池冷却功能启动时第一调节阀开启。电池冷却管道内的介质循环方向如下所示:换热器—加热器(关闭)—泵—第一温度传感器—电池—第二温度传感器—流速传感器—介质容器—换热器。当电池加热功能启动时,电池冷却管道内的介质循环方向如下所示为:换热器—加热器(开启)—泵—第一温度传感器—电池—第二温度传感器—流速传感器—介质容器—换热器。其中,第四风机可将冷却端的冷却风吹向车厢,第五风机可以将加热端的风吹向车外。

[0165] 如图1a所示方案,车载空调的冷却风进过第三调节阀和第三风机后,经过半导体换热模块(正向供电)的冷却端后,温度下降,再吹回车厢,起到了冷却车厢的作用,减轻了电池冷却给对车载空调车内制冷的影响。

[0166] 在冷却过程中,对比电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,如果 $P_1$ 小于 $P_2$ ,则增大半导体换热模块5的冷却功率,同时控制第四风机和第五风机以高转速工作,以增加半导体换热模块的冷却功率。在电池冷却过程中,如果半导体换热模块接收到车载空调的电池冷却完成信息,则电池冷却完成。

[0167] 图1b与图1a的区别主要是图1b所示方案中,电池冷却支路有2条,车内冷却回路为1条。电池冷却支路1为:空调风出风口—第一调节阀—第一风机—换热器。电池冷却支路2为:车厢—半导体换热模块—第三风机—第三调节阀—第一风机—换热器。车内冷却回路为:空调风出风口—第二调节阀—第二风机—车厢。其中电池冷却支路2的冷却风来源为车厢内的冷却风,车厢内的冷却风经过半导体换热模块的冷却端冷却后,经过第三风机、第三调节阀、第一风机后为换热器提供冷却风。

[0168] 根据本发明的一个实施例,如图6所示,车载电池温度调节系统还包括与半导体换热模块的加热端相连的第四风机,第四风机与车厢的第四风口相连,以及与半导体换热模块的冷却端相连的第五风机,第五风机与车外的第五风口相连。

[0169] 具体地,图6所示的方案与图1a相比,适用于环境温度较低,且电池发热量较高的工况,此时电池冷却支路有2个支路,电池冷却支路1为:空调风出风口—第一调节阀—第一风机—换热器。电池冷却支路2为:车外—冷却端—第三风机—第三调节阀—第一风机—换热器3。同时还存在一个车内加热回路,车厢内的风经过半导体换热模块的加热端加热后,吹到车厢内,使得车厢内的温度上升。

[0170] 另外,当车载电池的温度调节系统工作在加热模式时,除可通过加热器提供加热功率,还可通过半导体换热模块提供加热功率。具体地,如图7所示,第三风机与半导体换热模块的加热端相连。

[0171] 在电池加热功能开启过程中,半导体换热模块反向供电,使得半导体换热模块处于加热工作状态,车内空气经过第四风机吹向加热端,使得空气温度升高。半导体换热模块的加热功率根据电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 的差值来确定,即半导体换热模块的加热功率等于 $P_1 - P_2$ 。当半导体换热模块的加热功能开启时,第四风机和第五风机开启工作。

[0172] 如图7所示,在半导体换热模块加热过程中,半导体换热模块对比电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 的信息,如果 $P_1$ 小于 $P_2$ ,则半导体换热模块增大加热功率,同时控制第四风机和第五风机以高转速工作,增加半导体换热模块的加热功率。在电池加热过程中,如果半导体换热模块接收到车载空调的电池加热完成信息,则电池加热完成。

[0173] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节方法,可以根据每个电池的实际状态精确控制每个的电池的加热功率和冷却功率,在电池温度过高时或者过低时对温度进行调节,使电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0174] 本发明的实施例还提出了一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述的温度调节方法。

[0175] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,在电池需要进行换热时,获取电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率,并根据温度调节需求功率和温度调节实际功率对电池的温度进行调节,以在车载电池温度过高时对电池的温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

[0176] 图10a-10b是根据本发明第七个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图。如图10a-10b所示,该车载电池的温度调节系统包括:电池热管理模块1、半导体换热模块5、电池冷却支路30、车载空调10、车内冷却支路20和控制器(图中未具体示出)。

[0177] 其中,电池冷却支路30包括换热器3。半导体换热模块5用于为换热器3制冷。电池

热管理模块1与电池4和换热器3相连。电池热管理模块1与电池4和换热器3相连。车载空调10包括压缩机11、冷凝器12。车内冷却支路20与压缩机11和换热器3相连。控制器用于获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,并根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2控制半导体换热模块5和/或车载空调10对电池进行温度调节。

[0178] 具体地,半导体换模块5具有加热端和冷却端,当供电电源反接后,加热端和冷却端位置交换。半导体换热模块5的加热端和冷却端上均安装有换热风机(第四风机504和第五风机505),用以加快加热端和冷却端的热量交换。换热风机转速的提高,可增大半导体换热模块5的冷却/加热功率。如10a所示为半导体换热模块的电源正接,如图10b所示为导体换热模块的电源反接。

[0179] 当电池4的温度较高时,例如高于40℃时,车载电池的温度调节系统进入冷却模式,电池热管理模块1和半导体换热模块5进行工作,半导体换热模块5正向供电,冷却端开始制冷,并通过第四风机504将冷却风吹向换热器,以对换热器3中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块1对电池进行冷却,同时第五风机505将加热端的热量吹向车外。

[0180] 当电池的温度过低时,例如,低于0℃,车载电池的温度调节系统进入加热模式,电池热管理模块1和半导体换热模块5进行工作,半导体换热模块5反供电,半导体加热端开始加热,并通过第四风机504将加热风吹向换热器3,以对换热器3中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块1对电池进行冷却,同时第五风机505将冷却端的冷风吹向车外。

[0181] 如图10a-10b所示,车载空调10构成制冷支路。其中,如制冷支路包括串联的压缩机11和冷凝器12;蒸发器21、第一膨胀阀22和第一电子阀23构成车内冷却支路20;换热器3、第二膨胀阀31、第二电子阀32构成电池冷却支路30。

[0182] 换热器3可以为板式换热器,其物理位置可以位于车载空调压缩机11所在的回路,便于车载空调出厂调试,并且使车载空调可以单独供货和组装,同时,车载空调在安装过程中只需要加注一次介质。换热器11的物理位置也可以位于电池热管理模块1内。

[0183] 车载空调内部从冷凝器12开始分成2个独立的冷却支路,分别为车内冷却支路20和电池冷却支路30。车内冷却支路20主要通过蒸发器21为车厢内的空间提供制冷功率,电池冷却支路主要通过换热器3为电池4提供制冷功率。其中电池冷却支路的冷却功率主要有2个来源,其中一个为压缩机11的冷媒流进换热器3,为换热器3提供了冷却功率,另一个是半导体换热模块5的冷却端通过第四风机504向换热器3吹冷却风,为换热器提供冷却功率。

[0184] 第一电子阀23和第二电子阀32分别用于控制车内冷却支路20和电池冷却支路30的开通和关闭。第一膨胀阀22和第二膨胀阀31可分别用于控制车内冷却支路20和电池冷却支路30的冷媒流量,以分别控制车内冷却支路20和电池冷却支路30的冷却功率。

[0185] 当电池4的冷却功能启动时,冷媒存在2个流动方向,车内冷却支路20为:压缩机11—冷凝器12—第一电子阀23—第一膨胀阀22—蒸发器21—压缩机11;电池冷却支路30为:压缩机11—冷凝器12—第二电子阀32—第二膨胀阀31—换热器3—压缩机11。另外,半导体换热模块5将车厢内的冷却风经过半导体换热器的冷却端冷却后,通过第四风机504吹向换热器3。当电池冷却功能没有启动时,第二电子阀32关闭。当电池冷却功能启动时第二电子阀32开启。如果此时车内不需要制冷,则第一电子阀32关闭。若电池冷却功能没有启

动,半导体换热模块不通电。如图10a所示,车辆上电后,控制器实时获取电池的温度,并进行判断。如果电池的温度高于40℃,说明此时该电池4的温度过高,为避免高温对该电池4的性能产生影响,需要对电池4进行降温处理,温度调节系统进入冷却模式,控制器控制第二电子阀32开启,并控制半导体换热模块正向供电。当对电池进行冷却时,第一电子阀开启,冷媒流向为:压缩机11—冷凝器12—第二电子阀32—第二膨胀阀31—换热器3;介质流向为:换热器3—加热器11(关闭)—泵12—第一温度传感器14—电池4—第二温度传感器—15—流速传感器16—介质容器13—换热器3。

[0186] 如图10b所示,如果电池4的温度低于0℃,说明此时电池4的温度过低,为避免低温对电池4的性能产生影响,需要对电池4进行升温处理,温度调节系统进入加热模式,保持第二电子阀32处于关闭状态,半导体换热模块5反向供电。

[0187] 在对电池4进行冷却或加热时,控制器还实时获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,其中,温度调节需求功率P1即将电池的温度调节至设定的目标温度,需要提供给电池4的功率,电池温度调节实际功率P2即当前对电池进行温度调节时,电池4得到的实际功率,目标温度为设定值,可以根据车载电池的实际情况进行预设,例如,当对电池进行冷却,目标温度可以设置在35℃左右,当对电池进行加热,目标温度可以10℃左右。同时,控制器根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2通过对半导体换热模块5或压缩机的功率进行调节,例如,当对电池进行冷却时,如果P1大于P2,那么增大半导体换热模块5的功率,并控制第四风机504和第五风机505转速增加,或者控制压缩机11的功率增加,使电池4尽快完成降温。由此,该温度调节系统可以在车载电池温度过高或过低时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0188] 可以理解,如图11所示,各电子阀和膨胀阀受车载空调控制器的控制。如图10a-10b所示,电池热管理模块包括设置在换热流路上的泵、第一温度传感器、第二温度传感器、流速传感器;其中:泵用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器用于检测换热流路中的介质的流速。

[0189] 进一步地,如图10a-10b所示,电池热管理模块1还可以包括设置在换热流路上介质容器,介质容器用于存储及向换热流路提供介质。

[0190] 下面结合具体的示例描述如何获取电池4的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2。

[0191] 根据本发明的一个实施例,控制器可以用于获取电池开启温度调节时的第一参数,并根据第一参数生成电池的第一温度调节需求功率,以及获取电池在温度调节时的第二参数,并根据第二参数生成电池的第二温度调节需求功率,并根据电池的第一温度调节需求功率和电池的第二温度调节需求功率生成电池的温度调节需求功率P1。

[0192] 进一步地,根据本发明的一个实施例,第一参数为电池开启温度调节时的初始温度和目标温度以及从初始温度达到目标温度的目标时间t,获取初始温度和目标温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ ,并根据第一温度差 $\Delta T_1$ 和目标时间t生成第一温度调节需求功率。

[0193] 更进一步地,通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

[0194] 
$$\Delta T_1 * C * M / t \quad (1),$$

[0195] 其中,  $\Delta T_1$ 为初始温度和目标温度之间的第一温度差,  $t$ 为目标时间,  $C$ 为电池4的比热容,  $M$ 为电池4的质量。

[0196] 第二参数为电池在预设时间内的平均电流 $I$ , 过以下公式(2)生成第二温度调节需求功率:

$$[0197] \quad I^2 * R, \quad (2),$$

[0198] 其中,  $I$ 为平均电流,  $R$ 为电池4的内阻。

[0199] 具体地, 可通过电流霍尔传感器检测电池4的充放电电流参数, 电池管理器可以根据一段时间内电池4的电流参数, 估算电池4的平均电流。

[0200] 当对电池4进行冷却时,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ; 当对电池4进行加热时,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0201] 根据本发明的一个实施例, 控制器还根据第一温度传感器14检测的入口温度和第二温度传感器检测的出口温度生成第二温度差  $\Delta T_2$ , 并根据每个电池的第二温度差  $\Delta T_2$  和流速传感器检测的流速 $v$ 生成电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。

[0202] 进一步地, 根据本发明的一个实施例, 根据通过以下公式(3)生成温度调节实际功率 $P_2$ :

$$[0203] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0204] 其中,  $\Delta T_2$ 为第二温度差,  $c$ 为流路中介质的比热容,  $m$ 为单位时间内流过流路的横截面积的介质质量, 其中,  $m = v * \rho * s$ ,  $v$ 为介质的流速,  $\rho$ 为介质的密度,  $s$ 为流路的横截面积。

[0205] 根据本发明的一个实施例, 控制器还获取电池的温度; 判断电池的温度是否大于第一温度阈值; 当电池的温度大于第一温度阈值时, 进入冷却模式; 当电池的温度小于或等于第一温度阈值时, 继续判断电池的温度是否小于第二温度阈值; 当电池的温度小于第二温度阈值时, 进入加热模式, 其中, 第一温度阈值大于第二温度阈值, 第一温度阈值和第二温度阈值可以根据实际情况进行预设, 例如第一温度阈值可以为 $40^\circ\text{C}$ , 第二温度阈值为 $0^\circ\text{C}$ 。

[0206] 具体地, 车辆上电后, 实时获取电池的温度, 并进行判断。如果电池的温度高于 $40^\circ\text{C}$ , 说明此时该电池的温度过高, 为避免高温对该电池的性能产生影响, 需要对电池进行降温处理, 温度调节系统进入冷却模式。而如果电池的温度低于 $0^\circ\text{C}$ , 说明此时电池4的温度过低, 为避免低温对电池的性能产生影响, 需要对电池进行升温处理, 温度调节系统进入加热模式, 控制加热器开启, 同时保持电第二电子阀32处于关闭状态。

[0207] 根据本发明的一个实施例, 如图10a-10b所示, 当为冷却模式时, 控制器还用于在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ , 获取温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差, 以使半导体换热模块5根据功率差增加功率, 以及在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ , 则减小半导体换热模块5的功率和/或减小压缩机的制冷功率, 以节省电能, 或保持半导体换热模块5和/或压缩机的功率不变。

[0208] 具体地, 当工作在冷却模式时, 控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ , 并进行判断。如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ , 说明如果按照当前的制冷功率无法在目标时间内完成电池4的降温, 所以, 电控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差, 并根据功率差增加半导体换热模块5的功率和第四风机504、第五风机505的转速, 以使电池4的温度在预设时间 $t$ 内降低至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ , 则可以减小半导体换热模块5的冷却功率和第四风机504、第五风机505的转速、压缩机

的制冷功率以节省电能,或保持半导体换热模块5、压缩机的功率不变。当电池的温度低于 $35^{\circ}\text{C}$ 时,则电池4冷却完成,控制半导体换热模块5停止进行制冷和控制第二电子阀32关闭。如果温度调节系统进入冷却模式较长时间后,例如1小时后,电池4的温度仍然高于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则再适当增加冷却功率和第四风机504、第五风机505的转速,以使电池4尽快完成降温。

[0209] 当为冷却模式时,如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则控制器还判断电池的温度是否大于第一预设温度阈值;如果电池的温度大于或等于第一预设温度阈值,则控制器增加电池冷却支路的冷却液流量,并减小车内冷却支路的冷却液流量;如果电池的温度小于第一预设温度阈值,则控制器进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度,如果未达到空调设定温度,则增加车内冷却支路的冷却液流量,并减小电池冷却支路的冷却液流量。第一预设温度阈值可以为 $45^{\circ}\text{C}$ 。具体可通过调节第一膨胀阀的开度调节车内冷却支路的冷却液流量,通过调节第二膨胀阀的开度调节电池冷却支路的冷却液流量。

[0210] 根据本发明的一个实施例,更进一步地,如图12a-12b所示,电池热管理模块1还可以包括:设置在换热流路上加热器11,加热器11用于对换热流路中的介质进行加热。

[0211] 具体地,车载电池的温度调节系统除可通过半导体换热模块进行加热,还可通过加热器对介质进行加热,以在电池温度较低时对电池进行温度调节。加热器可以为PTC加热器,加热器不直接与电池接触,具有较高的安全性、可靠性和实用性。泵主要用于提供动力,介质容器主要用于存储介质和接受向温度调节系统添加的介质,当温度调节系统中的介质减少时,介质容器中的介质可自动补充。第一温度传感器用以检测电池流路入口介质的温度,第二温度传感器用以检测电池流路出口介质的温度。流速传感器用以检测温度调节系统中管道内介质的流速信息。

[0212] 如图12a-12b所示,当为加热模式时,控制器在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,获取温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的温度差,并根据温度差增加加热器11的加热功率,以及在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ 时,保持加热器11的加热功率不变。

[0213] 具体地,当工作在加热模式时,控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的加热功率无法在目标时间内完成电池4的升温,电池热管理模块1获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加加热器11的功率,其中, $P_1$ 与 $P_2$ 的功率差越大,加热器11的功率增加越多,以使电池4的温度在预设时间 $t$ 内升高至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小加热器11的加热功率以节省电能,或保持加热器11的功率不变。当电池的温度达到第二设定温度,例如 $10^{\circ}\text{C}$ 时,则电池4加热完成,电池管理器通过CAN通信向电池热管理控制器发送关闭温度调节功能的信息,以控制加热器11停止进行加热。如果温度调节系统进入加热模式较长时间后,例如2小时后,电池4的温度仍然低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则电池热管理控制器适当增加加热器11的功率,以使电池4尽快完成升温。

[0214] 进一步,根据本发明的一个实施例,如图10a-10b和图12a-12b所示,控制器还用于在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ 时,降低泵12的转速或者保持泵12的转速不变,并在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,提高泵12的转速。

[0215] 具体地,当温度调节系统进入加热模式或者冷却模式时,如果电池4的 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,电池热管理模块1则控制泵12的转速降低,以节省电能,或者保持泵12的转速不变。而

如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,除控制半导体换热模块5增加或者加热器11的功率外,还可以控制泵12的转速提高,以增加单位时间内流经冷却流路横截面积的介质质量,从而提高电池4的温度调节实际功率 $P_2$ ,以在目标时间 $t$ 内实现温度调节。

[0216] 总结而言,如图12a-12b所示,当车载空调不工作,只有半导体换热模块对电池进行冷却时,设电池的温度调节需求功率为 $P_1$ ,电池的温度调节实际功率为 $P_2$ , $P_3$ 为半导体换热模块的最大冷却功率。

[0217] 如果 $P_1 \leq P_3$ ,则半导体换热模块按照冷却功率 $P_1$ 为电池提供冷却功率。

[0218] 如果 $P_1 > P_3$ ,则半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 为电池提供冷却功率,提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0219] 在冷却过程中,如果 $P_1 \leq P_2$ ,且 $P_c = P_2 - P_1$ ,则半导体换热模块减少冷却功率 $P_c$ ,降低第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块降低泵转速,以节省电能。或者保持当前功率进行冷却。

[0220] 在冷却过程中,如果 $P_1 > P_2$ , $P_c = P_1 - P_2$ ,且 $P_1 + P_c \leq P_3$ 时,则半导体换热模块增加冷却功率 $P_c$ ,提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,一边提高电池冷却功率。如果 $P_1 + P_c > P_3$ ,则半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 为电池提供冷却功率,提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0221] 当对电池进行加热时,设电池的温度调节需求功率为 $P_1$ ,电池的温度调节实际功率为 $P_2$ , $P_4$ 为半导体换热模块的最大加热功率, $P_5$ 为PTC加热器的最大加热功率。

[0222] 如果 $P_1 \leq P_5$ ,则PTC加热器按照加热功率 $P_1$ 为电池提供加热功率。

[0223] 如果 $P_1 > P_5$ ,且 $P_1 \leq P_5 + P_4$ , $P_1 - P_5 = P_d$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照加热功率 $P_d$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。如果 $P_1 > P_5$ ,且 $P_1 > P_5 + P_4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_3$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0224] 加热过程中,如果 $P_1 \leq P_2$ ,且 $P_c = P_2 - P_1$ ,则半导体换热模块减少加热功率 $P_c$ ,降低第四风机和第五风机转速,或者PTC加热器加热功率减少 $P_c$ ,同时电池热管理换热模块降低泵转速,以节省电能。或者保持当前加热功率不变。

[0225] 在加热过程中,如果 $P_1 > P_2$ , $P_c = P_1 - P_2$ ,且 $P_1 + P_c \leq P_5$ 时,则PTC加热器增加加热功率 $P_c$ ,同时电池热管理模块控制泵转速提高,以便提高电池加热功率。

[0226] 如果 $P_1 > P_2$ , $P_c = P_1 - P_2$ ,且 $P_5 < P_1 + P_c \leq P_5 + P_4$ , $P_i = P_1 + P_c - P_5$ , $P_j = P_1 + P_c - P_4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 运行,半导体换热模块按照加热功率 $P_i$ 运行。或者PTC加热器按照加热功率 $P_j$ 运行,半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 运行。或者PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,半导体换热模块增加加热功率 $P_c$ 。又或者是加热器加热功率不变,半导体换热模块的加热功率增加 $P_c$ 。又或者加热器加热功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的加热功率不变。又或者PTC加热器加热功率增加 $0.5 * P_c$ ,半导体换热模块加热功率增加 $0.5 P_c$ ,又或者按照PTC加热器和半导体换热模块的最大加热功率的比值各自按照比例增加加热功率。同时提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,

以提高换热功率,使得电池加热功率增加 $P_c$ 。

[0227] 如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_1 + P_c > P_5 + P_4$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0228] 并且,当对电池进行冷却时,如果 $P_1 \leq P_3$ , 则半导体换热模块按照冷却功率 $P_1$ 为电池提供冷却功率。如果 $P_1 > P_3$ , 则半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 为电池提供冷却功率,提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0229] 在冷却过程中,如果 $P_1 \leq P_2$ , 且 $P_c = P_2 - P_1$ , 则半导体换热模块减少冷却功率 $P_c$ ,降低第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块降低泵转速,以节省电能。或者保持当前功率进行冷却。

[0230] 在冷却过程中,如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_1 + P_c \leq P_3$ 时, 则半导体换热模块增加冷却功率 $P_c$ ,提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,一边提高电池冷却功率。如果 $P_1 + P_c > P_3$ , 则半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 为电池提供冷却功率,提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0231] 在对电池进行加热时,如果 $P_1 \leq P_5$ , 则PTC加热器按照加热功率 $P_1$ 为电池提供加热功率。如果 $P_1 > P_5$ , 且 $P_1 \leq P_5 + P_4$ ,  $P_1 - P_5 = P_d$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照加热功率 $P_d$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。如果 $P_1 > P_5$ , 且 $P_1 > P_5 + P_4$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_3$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0232] 加热过程中,如果 $P_1 \leq P_2$ , 且 $P_c = P_2 - P_1$ , 则半导体换热模块减少加热功率 $P_c$ ,降低第四风机和第五风机转速,或者PTC加热器加热功率减少 $P_c$ ,同时电池热管理换热模块降低泵转速,以节省电能。或者保持当前加热功率不变。

[0233] 在加热过程中,如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_1 + P_c \leq P_5$ 时, 则PTC加热器增加加热功率 $P_c$ ,同时电池热管理模块控制泵转速提高,以便提高电池加热功率。

[0234] 如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_5 < P_1 + P_c \leq P_5 + P_4$ ,  $P_i = P_1 + P_c - P_5$ ,  $P_j = P_1 + P_c - P_4$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 运行,半导体换热模块按照加热功率 $P_i$ 运行。或者PTC加热器按照加热功率 $P_j$ 运行,半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 运行。或者PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,半导体换热模块增加加热功率 $P_c$ 。又或者是加热器加热功率不变,半导体换热模块的加热功率增加 $P_c$ 。又或者加热器加热功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的加热功率不变。又或者PTC加热器加热功率增加 $0.5 * P_c$ ,半导体换热模块加热功率增加 $0.5 P_c$ ,又或者按照PTC加热器和半导体换热模块的最大加热功率的比值各自按照比例增加加热功率。同时提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率,使得电池加热功率增加 $P_c$ 。

[0235] 如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_1 + P_c > P_5 + P_4$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 为电池提供加热功率,同时提

高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0236] 可以理解,车载空调控制器可根据车厢气温情况,以及电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,调节各冷却支路的功率分配,从而平衡车内冷却和电池冷却的冷却需求。

[0237] 如图12a-12b所示,当车载空调和半导体换热模块同时对电池进行冷却时,电池冷却与车内冷却初始功率分配:

[0238] 设电池冷却需求功率为 $P_1$ ,电池实际冷却功率为 $P_2$ , $P_3$ 为半导体换热模块的最大冷却功率, $P_6$ 为车内冷却功率, $P_7$ 为压缩机最大冷却功率。

[0239] 当电池冷却需求功率 $P_1$ 和车内冷却需求功率 $P_6$ 的功率之和 $\leq P_7$ ,即 $P_1+P_6 \leq P_7$ ,则压缩机按照 $P_1+P_6$ 制冷功率运行。且 $P_1 < P_7$ , $P_6 < P_7$ 。同时控制第一膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ 。控制第二膨胀阀开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0240] 当 $P_7 < P_1+P_6 \leq P_7+P_3$ , $P_e = P_1+P_6-P_7$ , $P_f = P_1+P_6-P_3$ ,则压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照冷却功率 $P_e$ 运行。电池冷却支路的冷却功率为 $P_1$ ,车内冷却支路功率= $P_6$ 。又或者半导体换气模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,压缩机按照冷却功率 $P_f$ 运行。同时控制第一膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ 。控制第二膨胀阀开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0241] 当 $P_1+P_6 > P_7+P_3$ ,则判断电池温度是否大于 $45^\circ\text{C}$ ,如果大于 $45^\circ\text{C}$ ,则优先为电池冷却提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1$ ,减少第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路功率= $P_7+P_3-P_1$ 。如果判定电池温度不大于 $45^\circ\text{C}$ ,且车内温度还未达到设定温度,则优先为车内提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P_6$ ,减少第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率= $P_7+P_3-P_6$ 。如果车内温度已经达到设定温度,则优先满足电池的冷却功率。

[0242] 电池冷却过程中功率分配:

[0243] 如果 $P_1 > P_2$ ,且 $P_c = P_1-P_2$ , $P_1+P_6+P_c < P_7$ ,则压缩机按照增加制冷功率 $P_c$ ,同时增大第二膨胀阀开度,提高水泵转速,以便提高电池冷却功率。

[0244] 如果 $P_1 > P_2$ ,且 $P_c = P_1-P_2$ , $P_7 < P_1+P_6+P_c \leq P_7+P_3$ , $P_g = P_1+P_6+P_c-P_7$ , $P_h = P_1+P_6+P_c-P_3$ ,则压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换气模块按照冷却功率 $P_g$ 运行。或者压缩机按照制冷功率 $P_h$ 运行,半导体换气模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行。又或者压缩机按照最大冷却功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块增加冷却功率 $P_c$ 。又或者压缩机增加冷却功率 $P_c$ ,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行。又或者是压缩机冷却功率不变,半导体换热模块的冷却功率增加 $P_c$ 。又或者压缩机冷却功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的冷却功率不变。又或者压缩机冷却功率增加 $0.5*P_c$ ,半导体换热模块冷却功率增加 $0.5P_c$ 。又或者按照压缩机和半导体换热模块的最大冷却功率的比值各自按照比例增加冷却功率。同时控制第二膨胀阀开度增大,控制泵转速提高,风机转速提高,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。

[0245] 如果 $P_1 > P_2$ , $P_c = P_1-P_2$ ,且 $P_1+P_6+P_c > P_7+P_3$ ,则压缩机按照最大冷却功率 $P_5$ 运行,同时半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。此时,判断电池温度是否大于 $45^\circ\text{C}$ ,如果大于 $45^\circ\text{C}$ ,则优先

为电池冷却提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1+P_c$ ,减少第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路功率 $=P_7+P_3-P_1-P_c$ ,同时控制泵转速提高,风机转速提高,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。如果判定电池温度不大于 $45^\circ\text{C}$ ,且车内温度还未达到设定温度,则优先为车内提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P_6$ ,减少第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率 $=P_7+P_3-P_6$ 。如果车内温度已经达到设定温度,则优先满足电池的冷却功率。

[0246] 如果 $P_1 \leq P_2$ ,且 $P_c = P_2 - P_1$ ,则维持压缩机制冷功率不变,维持半导体制冷功率不变,或者降低压缩机的制冷功率,降低半导体换热模块的冷却功率,或者减少第二膨胀阀的开度,或者降低泵转速,使得电池冷却分支回路的冷却功率下降 $P_c$ 。

[0247] 当对电池进行加热时,设电池加热需求功率为 $P_1$ ,电池实际加热功率为 $P_2$ , $P_4$ 为半导体换热模块的最大加热功率, $P_5$ 为PTC加热器的最大加热功率。

[0248] 如果 $P_1 \leq P_5$ ,则PTC加热器按照加热功率 $P_1$ 为电池提供加热功率。

[0249] 如果 $P_1 > P_5$ ,且 $P_1 \leq P_5 + P_4$ , $P_1 - P_5 = P_d$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照加热功率 $P_d$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。如果 $P_1 > P_5$ ,且 $P_1 > P_5 + P_4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_3$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0250] 加热过程中,如果 $P_1 \leq P_2$ ,且 $P_c = P_2 - P_1$ ,则半导体换热模块减少加热功率 $P_c$ ,降低第四风机和第五风机转速,或者PTC加热器加热功率减少 $P_c$ ,同时电池热管理换热模块降低泵转速,以节省电能。或者保持当前加热功率不变。

[0251] 在加热过程中,如果 $P_1 > P_2$ , $P_c = P_1 - P_2$ ,且 $P_1 + P_c \leq P_5$ 时,则PTC加热器增加加热功率 $P_c$ ,同时电池热管理模块控制泵转速提高,以便提高电池加热功率。

[0252] 如果 $P_1 > P_2$ , $P_c = P_1 - P_2$ ,且 $P_5 < P_1 + P_c \leq P_5 + P_4$ , $P_i = P_1 + P_c - P_5$ , $P_j = P_1 + P_c - P_4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 运行,半导体换热模块按照加热功率 $P_i$ 运行。或者PTC加热器按照加热功率 $P_j$ 运行,半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 运行。或者PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,半导体换热模块增加加热功率 $P_c$ 。又或者是加热器加热功率不变,半导体换热模块的加热功率增加 $P_c$ 。又或者加热器加热功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的加热功率不变。又或者PTC加热器加热功率增加 $0.5 * P_c$ ,半导体换热模块加热功率增加 $0.5 P_c$ ,又或者按照PTC加热器和半导体换热模块的最大加热功率的比值各自按照比例增加加热功率。同时提高第四风机和第五风机转速,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率,使得电池加热功率增加 $P_c$ 。

[0253] 如果 $P_1 > P_2$ , $P_c = P_1 - P_2$ ,且 $P_1 + P_c > P_5 + P_4$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0254] 加热端根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,可以根据车载电池的实际状态精确控制车载的电池的加热功率和冷却功率,在车载电池温度过高时或者过低时对温

度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0255] 图13是根据本发明第三个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图。其中,如图10a-10b所示,车载电池温度调节系统包括电池冷却支路,电池冷却支路包括换热器;半导体换热模块,半导体换热模块用于为换热器制冷;与电池和换热器相连的电池热管理模块;车载空调,车载空调包括压缩机、冷凝器;与压缩机和换热器相连的车内冷却支路;如图13所示,所述方法包括以下步骤:

[0256] S1',获取电池的温度调节需求功率P1。

[0257] 进一步地,根据本发明的一个实施例,获取电池的温度调节需求功率P1具体包括:获取电池的开启温度调节时的第一参数,并根据第一参数生成电池的第一温度调节需求功率。获取电池在温度调节时的第二参数,并根据第二参数生成电池的第二温度调节需求功率。根据电池的第一温度调节需求功率和电池的第二温度调节需求功率生成电池的温度调节需求功率P1。

[0258] 更进一步地,根据本发明的一个实施例,第一参数为电池开启温度调节时的初始温度和目标温度以及从初始温度达到所述目标温度的目标时间t,根据第一参数生成电池的第一温度调节需求功率具体包括:获取初始温度和目标温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ 。根据第一温度差 $\Delta T_1$ 和目标时间t生成第一温度调节需求功率。

[0259] 更进一步地,根据本发明的一个实施例,通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

$$[0260] \quad \Delta T_1 * C * M / t, \quad (1)$$

[0261] 其中, $\Delta T_1$ 为初始温度和目标温度之间的第一温度差,t为目标时间,C为电池的比热容,M为电池的质量。

[0262] 根据本发明的一个实施例,第二参数为电池在预设时间内的平均电流I,通过以下公式(2)生成电池的第二温度调节需求功率:

$$[0263] \quad I^2 * R, \quad (2)$$

[0264] 其中,I为平均电流,R为电池的内阻。

[0265] 其中,当对电池进行冷却时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ;当对电池进行加热时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0266] S2',获取电池的温度调节实际功率P2。

[0267] 根据本发明的一个实施例,获取电池的温度调节实际功率P2具体包括:获取用于调节电池温度的流路的入口温度和出口温度,并获取介质流入流路的流速v。根据电池的流路的入口温度和出口温度生成第二温度差 $\Delta T_2$ 。根据电池的第二温度差 $\Delta T_2$ 和流速v生成温度调节实际功率P2。

[0268] 进一步地,根据本发明的一个实施例,进根据通过以下公式(3)生成温度调节实际功率P2:

$$[0269] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0270] 其中, $\Delta T_2$ 为第二温度差,c为流路中介质的比热容,m为单位时间内流过流路的横截面积的介质质量,其中, $m = v * \rho * s$ ,v为介质的流速, $\rho$ 为介质的密度,s为流路的横截面积。

[0271] S3',根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2控制半导体换热模块和/或

车载空调对电池进行温度调节。

[0272] 进一步地,如图10a-10b所示,半导体换模块具有加热端和冷却端,当供电电源反接后,加热端和冷却端位置交换。半导体换热模块的加热端和冷却端上均安装有换热风机(第四风机和第五风机),用以加快加热端和冷却端的热量交换。换热风机转速的提高,可增大半导体换热模块的冷却/加热功率。如10a所示为半导体换热模块的电源正接,如图10b所示为导体换热模块的电源反接。

[0273] 当电池的温度较高时,例如高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时,车载电池的温度调节系统进入冷却模式,电池热管理模块和半导体换热模块进行工作,半导体换热模块正向供电,冷却端开始制冷,并通过第四风机将冷却风吹向换热器,以对换热器中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块对电池进行冷却,同时第五风机将加热端的热量吹向车外。

[0274] 当电池的温度过低时,例如,低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,车载电池的温度调节系统进入加热模式,电池热管理模块和半导体换热模5进行工作,半导体换热模块反供电,半导体加热端开始加热,并通过第四风机将加热风吹向换热器,以对换热器3中冷却管道中的介质进行冷却,介质再经电池热管理模块对电池进行冷却,同时第五风机将冷却端的冷风吹向车外。

[0275] 如图10a-10b所示,车载空调构成制冷支路。其中,如制冷支路包括串联的压缩机和冷凝器;蒸发器、第一膨胀阀和第一电子阀构成车内冷却支路;换热器、第二膨胀阀、第二电子阀构成电池冷却支路30。

[0276] 车载空调内部从冷凝器开始分成个独立的冷却支路,分别为车内冷却支路和电池冷却支路。车内冷却支路主要通过蒸发器为车厢内的空间提供制冷功率,电池冷却支路主要通过换热器为电池提供制冷功率。其中电池冷却支路的冷却功率主要有2个来源,其中一个为压缩机的冷媒流进换热器3,为换热器3提供了冷却功率,另一个是半导体换热模块的冷却端通过第四风机向换热器吹冷却风,为换热器提供冷却功率。若电池冷却功能没有启动,半导体换热模块不通电。如果电池的温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,说明此时电池的温度过低,为避免低温对电池的性能产生影响,需要对电池进行升温处理,温度调节系统进入加热模式,电控制加热开启,同时保持第二电子阀处于关闭状态,半导体换热模块反向供电。

[0277] 在对电池4进行冷却或加热时,还获取电池的初始温度(即当前温度)、目标温度和从初始温度达到目标温度的目标时间 $t$ ,其中目标温度和目标时间 $t$ 可以根据实际情况进行预设,并根据公式(1)计算出第一温度调节需求功率。同时,获取电池在预设时间内的平均电流 $I$ ,并根据公式(2)计算电池的第二温度调节需求功率。然后,根据电池第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率,计算电池的温度调节需求功率 $P_1$ (即将电池的温度调节至目标温度的需求功率)。并且,获取电池的入口温度和出口温度,并获取流流速信息,根据公式(3)计算出电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。其中,温度调节需求功率 $P_1$ 即将电池的温度调节至设定的目标温度,需要提供给电池的功率,电池温度调节实际功率 $P_2$ 即当前对电池进行温度调节时,电池得到的实际功率,目标温度为设定值,可以根据车载电池的实际情况进行预设,例如,当对电池进行冷却,目标温度可以设置在 $35^{\circ}\text{C}$ 左右。然后,根据温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对半导体换热模块和车载空调进行控制。例如,如果 $P_1$ 大于 $P_2$ ,那么半导体换热模块增大冷却功率,并控制第四风机和第五风机转速增加,使电池4尽快完成降温。由此,可以在车载电池温度过高时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0278] 根据本发明的一个实施例,车载电池的温度调节方法还可以包括:获取电池的温度;判断电池的温度是否大于第一温度阈值;当电池的温度大于第一温度阈值时,进入冷却模式;当电池的温度小于或等于第一温度阈值时,继续判断电池的温度是否小于第二温度阈值;当电池的温度小于第二温度阈值时,进入加热模式,其中,第一温度阈值大于第二温度阈值。

[0279] 具体地,车辆上电后,实时获取电池的温度,并进行判断。如果电池的温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ ,说明此时该电池的温度过高,为避免高温对该电池的性能产生影响,需要对电池进行降温处理,温度调节系统进入冷却模式。

[0280] 而如果电池的温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,说明此时电池4的温度过低,为避免低温对电池的性能产生影响,需要对电池进行升温处理,温度调节系统进入加热模式,控制加热器开启,同时保持电池冷却支路处于关闭状态。

[0281] 进一步地,如图10a-10b所示,当为冷却模式时,根据温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 控制半导体换热模块和/或车载空调对电池进行温度调节具体包括:判断温度调节需求功率 $P1$ 是否大于温度调节实际功率 $P2$ ;如果温度调节需求功率 $P1$ 大于温度调节实际功率 $P2$ ,则获取温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 之间的功率差,并根据功率差增加半导体换热模块和/或压缩机的功率;如果温度调节需求功率 $P1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P2$ ,则减小半导体换热模块的功率和/或减小压缩机的制冷功率,或保持半导体换热模块和/或压缩机的功率不变。

[0282] 具体地,当工作在冷却模式时,获取电池的温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ ,并进行判断。如果电池的 $P1$ 大于 $P2$ ,说明如果按照当前的制冷功率无法在目标时间内完成电池的降温,所以,获取电池的温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 之间的功率差,并根据功率差增加半导体换热模块却功率和第四风机、第五风机的转速,以使电池的温度在预设时间 $t$ 内降低至目标温。而如果 $P1$ 小于或等于 $P2$ ,则可以减小半导体换热模块的功率和第四风机、第五风机的转速,和/或减小压缩机的制冷功率,以节省电能,或保持半导体换热模块和或压缩机的功率不变。当电池的温度低于 $35^{\circ}\text{C}$ 时,则电池冷却完成,控制半导体换热模块停止进行制冷。如果温度调节系统进入冷却模式较长时间后,例如1小时后,电池的温度仍然高于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则半导体换热模块再适当增加冷却功率和第四风机、第五风机的转速,以使电池尽快完成降温。

[0283] 如图10a-10b所示,当为冷却模式时,如果温度调节需求功率 $P1$ 大于温度调节实际功率 $P2$ ,则判断电池的温度是否大于第一预设温度阈值;如果电池的温度大于或等于第一预设温度阈值,则增加电池冷却支路的冷却液流量,并减小车内冷却支路的冷却液流量;当如果电池的温度小于第一预设温度阈值,则进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度;如果未达到空调设定温度,则增加车内冷却支路的冷却液流量,并减小电池冷却支路的冷却液流量。具体可以通过调节第一膨胀阀的开度调节车内冷却支路的冷却液流量,通过调节第二膨胀阀的开度调节电池冷却支路的冷却液流量。

[0284] 根据本发明的一个实施例,如图12a-12b所示,电池热管理模块还包括加热器,加热器与控制器连接,用于加热换热流路中的介质,当为加热模式时,上述方法还可以包括:判断温度调节需求功率 $P1$ 是否大于温度调节实际功率 $P2$ ;如果温度调节需求功率 $P1$ 大于温度调节实际功率 $P2$ ,则获取温度调节需求功率 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 之间的功率差,并

根据功率差增加用于加热器的加热功率;如果温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ ,则保持加热器的加热功率不变。

[0285] 具体地,当工作在加热模式时,获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的加热功率无法在目标时间内完成电池的升温,获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加加热器的功率,其中, $P_1$ 与 $P_2$ 的功率差越大,加热器的功率增加越多,以使电池的温度在预设时间 $t$ 内升高至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小加热器的加热功率以节省电能,或保持加热器的功率不变。当电池的温度达到第二设定温度,例如 $10^{\circ}\text{C}$ 时,则电池加热完成,控制加热器停止进行加热。如果温度调节系统进入加热模式较长时间后,例如2小时后,电池的温度仍然低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则适当增加加热器的功率,以使电池尽快完成升温。

[0286] 进一步,根据本发明的一个实施例,如图10a-10b和如12a-12b所示,电池热管理模块包括设置在换热流路上的泵、第一温度传感器、第二温度传感器和流速传感器,泵、第一温度传感器、第二温度传感器和流速传感器与控制器连接;其中:泵用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器用于检测换热流路中的介质的流速,上述的方法还包括:如果温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ ,则降低泵的转速或者保持泵的转速不变;如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则提高泵的转速。

[0287] 具体地,当温度调节系统进入加热模式或者冷却模式时,如果电池的 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则控制泵的转速降低,以节省电能,或者保持泵的转速不变。而如果电池的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,还可以控制泵的转速提高,以增加单位时间内流经冷却流路横截面积的介质质量,从而提高电池的温度调节实际功率 $P_2$ ,以在目标时间 $t$ 内实现温度调节。

[0288] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节方法,获取电池的温度调节需求功率,并获取电池的温度调节实际功率,再根据温度调节需求功率和温度调节实际功率控制半导体换热模块和/或车载空调进行调节,可以在车载电池温度过高时或过低对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0289] 此外,本发明还提出一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述的温度调节方法。

[0290] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,获取电池的温度调节需求功率,并获取电池的温度调节实际功率,再根据温度调节需求功率和温度调节实际功率控制半导体换热模块和/或车载空调进行调节,可以在车载电池温度过高时或过低对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0291] 图14是根据本发明第九个实施例的车载电池的温度调节系统的结构示意图。如图14所示,该车载电池的温度调节系统包括:车载空调10、车内冷却支路20、电池冷却支路30、半导体换热模块5、电池热管理模块1、控制器(图中未具体示出)。

[0292] 其中,车载空调10用于为车内冷却支路20和电池冷却支路30提供制冷功率,电池

冷却支路30与车载空调10相连,半导体换热模块5用于为车内冷却支路30和电池冷却支路10提供制冷功率,电池热管理模块1连接在电池冷却支路30与电池4之间,控制器用以获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,并根据电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对半导体换热模块5和车载空调10的功率进行调节

[0293] 进一步地,如图14所示,车载电池温度调节系统还包括空调风出风口和设置在空调风出风口的第一风机501。车载空调10包括压缩机11,电池冷却支路30包括换热器3,车内冷却支路20包括蒸发器21,半导体换热模块5包括冷却端和加热端和与加热端和半导体冷却端相连的风机(第四风机504和第五风机505)。半导体换热模块5的冷却端与车内冷却支路20对应。

[0294] 具体地,如图14所示,车载空调包括压缩机11从冷凝器12。电池冷却支路30包括:换热器3、第二膨胀阀31和第二电子阀32。车内冷却支路20包括:蒸发器21、第一膨胀阀22和第一电子阀23。压缩机11从冷凝器12开始分成2个独立的冷却支路,分别为车内冷却支路20和电池冷却支路30。第一电子阀23和第二电子阀32分别用于控制车内冷却支路20和电池冷却支路30的开通和关闭。第一膨胀阀22和第二膨胀阀31可分别用于控制车内冷却支路20和电池冷却支路30的冷媒流量,以分别控制车内冷却支路20和电池冷却支路30的冷却功率。

[0295] 电池冷却支路由2个分支回路,其中一个为车载空调,车载空调的冷媒流进换热器3,电池冷却管道中的介质流经换热器3后,温度下降,从而使电池温度下降。另一个为半导体换热模块和压缩机11,车内空气经过半导体换热器冷却端,温度下降,然后通过第四风机504向蒸发器21吹冷却风,使得蒸发器21温度下降,同时压缩机11的冷媒流进蒸发器21,经过半导体换热模块5冷却的车内空气流经蒸发器21,使得空气温度再次下降,然后经过第一风机501将冷却风吹向换热器3和空调出风口,使得换热器3的温度下降,电池温度下降。可以理解,空调出风口可以对应车厢设置,以使第一风机501将冷却风吹向车厢,车内空气温度下降,半导体进一步增强空调对车内的制冷效果。

[0296] 车内冷却支路20的冷却功率主要有2个来源,一个是半导体换热模块5,另一个是压缩机11。压缩机11的冷媒流进蒸发器21,电池冷却管道中的介质流经换热器3后,温度下降,从而使电池温度下降。车内空气经过半导体换热器5冷却端,温度下降,然后通过第四风机504向蒸发器21吹冷却风,使得蒸发器21温度下降,同时冷媒流进蒸发器21,经过半导体换热模块5冷却的车内空气流经蒸发器21,使得空气温度再次下降,然后经过第一风机501,将冷却风吹向换热器3,使得换热器3的温度下降,电池温度下降。

[0297] 电池的制冷功率由车载空调和半导体换热模块提供,与车内制冷系统共用制冷量,温度调节系统的体积,制冷量的分配更为灵活,既可以满足车厢内冷却功率的需求,又可以满足电池的冷却需求。

[0298] 当然,也可以通过半导体换热模块5为电池提供加热功率,当对电池进行加热时,可控制半导体换热模块5反向供电,冷却端和加热端位置交换,第一风机501可以将加热端的功率吹向换热器,以提供加热功率。

[0299] 在对电池4进行温度调节时,控制器还实时获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,其中,温度调节需求功率P1即将电池的温度调节至设定的目标温度,需要提供给电池4的功率,电池温度调节实际功率P2即当前对电池进行温度调节时,电池4得到的实际功率,目标温度为设定值,可以根据车载电池的实际情况进行预设,例如,当对电

池进行冷却,目标温度可以设置在35℃左右。同时,控制器根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对车载空调/和或半导体换热模块的功率进行调节,例如,当对电池进行冷却时,如果P1大于P2,那么半导体换热模块5增大冷却功率,并控制第四风机504和第五风机505转速增加,使电池4尽快完成降温。由此,可以在车载电池温度过高时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况,并且,电池的制冷功率由车载空调和半导体换热模块提供,与车内制冷系统共用制冷量,温度调节系统的体积,制冷量的分配更为灵活,既可以满足车厢内冷却功率的需求,又可以满足电池的冷却需求。

[0300] 如图14所示,电池热管理模块包括设置在换热流路上的泵12、第一温度传感器14、第二温度传感器15、流速传感器16;其中:泵12用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器14用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器15用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器16用于检测换热流路中的介质的流速。

[0301] 进一步地,如图14所示,电池热管理模块1还可以包括设置在换热流路上介质容器13,介质容器13用于存储及向换热流路提供介质。

[0302] 下面结合具体的示例描述如何获取电池4的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2。

[0303] 根据本发明的一个实施例,控制器可以用于获取电池开启温度调节时的第一参数,并根据第一参数生成电池的第一温度调节需求功率,以及获取电池在温度调节时的第二参数,并根据第二参数生成电池的第二温度调节需求功率,并根据电池的第一温度调节需求功率和电池的第二温度调节需求功率生成电池的温度调节需求功率P1。

[0304] 进一步地,根据本发明的一个实施例,第一参数为电池4开启温度调节时的初始温度和目标温度以及从初始温度达到目标温度的目标时间t,获取初始温度和目标温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ ,并根据第一温度差 $\Delta T_1$ 和目标时间t生成第一温度调节需求功率。

[0305] 更进一步地,通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

$$[0306] \quad \Delta T_1 * C * M / t \quad (1),$$

[0307] 其中, $\Delta T_1$ 为初始温度和目标温度之间的第一温度差,t为目标时间,C为电池4的比热容,M为电池4的质量。

[0308] 第二参数为电池4在预设时间内的平均电流I,电池热管理模块1通过以下公式(2)生成第二温度调节需求功率:

$$[0309] \quad I^2 * R, \quad (2),$$

[0310] 其中,I为平均电流,R为电池4的内阻。

[0311] 具体地,可通过电流霍尔传感器检测电池4的充放电电流参数电池管理器可以根据一段时间内电池4的电流参数,估算电池4的平均电流。

[0312] 当对电池4进行冷却时, $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ;当对电池4进行加热时, $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0313] 根据本发明的一个实施例,控制器还根据电池的流路的入口温度和出口温度生成第二温度差 $\Delta T_2$ ,并根据电池的第二温度差 $\Delta T_2$ 和流路中介质的流速v生成电池的温度调节实际功率P2。

[0314] 进一步地,根据本发明的一个实施例,根据通过以下公式(3)生成温度调节实际功

率P2:

$$[0315] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0316] 其中,  $\Delta T_2$ 为第二温度差,  $c$ 为流路中介质的比热容,  $m$ 为单位时间内流过流路的横截面积的介质质量, 其中,  $m = v * \rho * s$ ,  $v$ 为介质的流速,  $\rho$ 为介质的密度,  $s$ 为流路的横截面积。

[0317] 具体地, 车辆上电后, 电池管理器根据电池温度判断电池是否需要温度调节, 如果判断电池需要温度调节, 则通过CAN通信向车载空调发送开启温度调节功能的信息, 车载空调将该信息转发至电池热管理控制器, 电池热管理控制器控制泵12以默认转速(如低转速)开始工作。

[0318] 然后, 电池热管理控制器获取电池4的初始温度(即当前温度)、目标温度和从初始温度达到目标温度的目标时间 $t$ , 其中目标温度和目标时间 $t$ 可以根据实际情况进行预设, 并根据公式(1)计算出电池4的第一温度调节需求功率。同时, 电池热管理控制器获取电池4在预设时间内的平均电流 $I$ , 并根据公式(2)计算电池4的第二温度调节需求功率。然后, 电池热管理控制器根据电池4的第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率计算温度调节需求功率 $P_1$ (即将电池4的温度在目标时间内调节至目标温度的需求功率), 其中, 当对电池4进行冷却时,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ , 当对电池4进行加热时,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。并且, 电池热管理控制器分别获取第一温度传感器14和第二温度传感器15检测温度信息, 并获取流速传感器16检测的流速信息, 根据公式(3)计算出电池4的温度调节实际功率 $P_2$ 。最后, 电池热管理控制器根据电池4的 $P_1$ 、 $P_2$ 通过控制半导体换热模块5或者车载空调或者加热器11的功率以精确控制电池4的加热功率/制冷功率。

[0319] 根据本发明的一个实施例, 控制器还可以用于获取电池的温度, 并判断电池的温度是否大于第一温度阈值或者小于第二温度阈值, 其中, 当电池的温度大于第一温度阈值时, 进入冷却模式; 当电池的温度小于第二温度阈值时, 进入加热模式, 第一温度阈值大于第二温度阈值。其中, 第一温度阈值和第二温度阈值可以根据实际情况进行预设, 例如, 第一温度阈值可以为 $40^\circ\text{C}$ , 第二温度阈值可以为 $0^\circ\text{C}$ 。

[0320] 具体地, 车辆上电后, 电池管理器实时获取电池的温度, 并进行判断。如果电池的温度高于 $40^\circ\text{C}$ , 说明此时该电池4的温度过高, 为避免高温对该电池4的性能产生影响, 需要对电池4进行降温处理, 温度调节系统进入冷却模式, 控制控制第二电子阀32开启, 半导体换热模块3工作。

[0321] 而如果电池4的温度低于 $0^\circ\text{C}$ , 说明此时电池4的温度过低, 为避免低温对电池4的性能产生影响, 需要对电池4进行升温处理, 温度调节系统进入加热模式, 电池热管理控制器控制加热器11开启, 同时车载空调2保持第二电子阀32处于关闭状态, 介质流向为: 换热器3—加热器11(开启)—泵12—第一温度传感器14—电池4—第二温度传感器—15—流速传感器16—介质容器13—换热器3。通过加热器11加热冷却管道中的介质, 以使介质与电池4进行热交换, 完成电池的温度调节。

[0322] 根据本发明的一个实施例, 当为冷却模式时, 控制器还用于在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ , 获取温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差, 以使半导体换热模块5根据功率差增加功率, 以及在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ , 则减小半导体换热模块5的功率和/或减小压缩机的制冷功率, 以节省电能, 或保持半导体换热模块5和/或压缩机的功率不变。

[0323] 具体地,当工作在冷却模式时,控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的制冷功率无法在目标时间内完成电池4的降温,所以,控制器根据功率差增加半导体换热模块5的功率和第四风机504、第五风机505的转速,以使电池4的温度在预设时间 $t$ 内降低至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小半导体换热模块5的冷却功率和第四风机504、第五风机505的转速、压缩机的制冷功率以节省电能,或保持半导体换热模块5、压缩机的功率不变。当电池的温度低于 $35^{\circ}\text{C}$ 时,则电池4冷却完成,控制半导体换热模块5停止进行制冷和控制第二电子阀32关闭。如果温度调节系统进入冷却模式较长时间后,例如1小时后,电池4的温度仍然高于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则再适当增加冷却功率和第四风机504、第五风机505的转速,以使电池4尽快完成降温。

[0324] 根据本发明的一个实施例,如图14所示,电池热管理模块1还可以包括:设置在换热流路上加热器11,加热器11用于对换热流路中的介质进行加热。

[0325] 具体地,可通过加热器对介质进行加热,以在电池温度较低时对电池进行温度调节。加热器可以为PTC加热器,加热器不直接与电池接触,具有较高的安全性、可靠性和实用性。泵主要用于提供动力,介质容器主要用于存储介质和接受向温度调节系统添加的介质,当温度调节系统中的介质减少时,介质容器中的介质可自动补充。第一温度传感器用以检测电池流路入口介质的温度,第二温度传感器用以检测电池流路出口介质的温度。流速传感器用以检测温度调节系统中管道内介质的流速信息。

[0326] 如图14所示,当为加热模式时,控制器在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,获取温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的温度差,并根据温度差增加加热器11的加热功率,以及在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ 时,保持加热器11的加热功率不变。

[0327] 具体地,当工作在加热模式时,控制器获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的加热功率无法在目标时间内完成电池4的升温,获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加加热器11和/或半导体换热模块5的功率,以使电池4的温度在预设时间 $t$ 内升高至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小加热器11和/或半导体换热模块5的功率以节省电能,或保持加热器11和/或半导体换热模块5的功率不变。当电池的温度达到第二设定温度,例如 $10^{\circ}\text{C}$ 时,则电池4加热完成,电池管理器通过CAN通信向电池热管理控制器发送关闭温度调节功能的信息,以控制加热器11停止进行加热。如果温度调节系统进入加热模式较长时间后,例如2小时后,电池4的温度仍然低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则电池热管理控制器适当增加加热器11的功率,以使电池4尽快完成升温。

[0328] 进一步,根据本发明的一个实施例,如图14所示,控制器还用于在温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ 时,降低泵12的转速或者保持泵12的转速不变,并在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,提高泵12的转速。

[0329] 具体地,当温度调节系统进入加热模式或者冷却模式时,如果电池4的 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,控制器则控制泵12的转速降低,以节省电能,或者保持泵12的转速不变。而如果电池4的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,除增加或者加热器11的功率外,还可以控制泵12的转速提高,以增加单位时间内流经冷却流路横截面积的介质质量,从而提高电池4的温度调节实际功率 $P_2$ ,以在目标时

间 $t$ 内实现温度调节。

[0330] 可以理解,车载空调可根据车厢气温情况,以及电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,调节各冷却支路的功率分配,从而平衡车内冷却和电池冷却的冷却需求。

[0331] 当为冷却模式时,如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则控制器还判断电池的温度是否大于第一预设温度阈值;如果电池的温度大于或等于第一预设温度阈值,则控制器增加电池冷却支路的冷却液流量,并减小车内冷却支路的冷却液流量;如果电池的温度小于第一预设温度阈值,则控制器进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度,如果未达到空调设定温度,则增加车内冷却支路的冷却液流量,并减小电池冷却支路的冷却液流量。第一预设温度阈值可以为 $45^{\circ}\text{C}$ 。具体可通过调节第一膨胀阀的开度调节车内冷却支路的冷却液流量,通过调节第二膨胀阀的开度调节电池冷却支路的冷却液流量。

[0332] 总结而言,如图14所示的系统,电池冷却功率为电池冷却支路30中的冷却功率(由压缩机提供,通过第二膨胀阀开度控制),车内冷却功率为车内冷却支路20中的冷却功率(由压缩机提供,通过第一膨胀阀开度控制)。

[0333] 1、当对电池进行冷却时,电池冷却与车内冷却初始功率分配:

[0334] 设电池冷却需求功率为 $P_1$ ,电池实际冷却功率为 $P_2$ , $P_3$ 为半导体换热模块的最大冷却功率, $P_6$ 为车内冷却功率, $P_7$ 为压缩机最大冷却功率。

[0335] 当电池冷却需求功率 $P_1$ 和车内冷却需求功率 $P_6$ 的功率之和 $\leq P_7$ ,即 $P_1+P_6 \leq P_7$ ,则压缩机按照 $P_1+P_6$ 制冷功率运行。且 $P_1 < P_7$ , $P_6 < P_7$ 。同时控制第一膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ 。控制第二膨胀阀开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0336] 当 $P_7 < P_1+P_6 \leq P_7+P_3$ , $P_e = P_1+P_6-P_7$ , $P_f = P_1+P_6-P_7$ ,则压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照冷却功率 $P_e$ 运行。电池冷却支路的冷却功率为 $P_1$ ,车内冷却支路功率 $= P_6$ 。又或者半导体换气模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,压缩机按照冷却功率 $P_f$ 运行。同时控制第一膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ 。控制第二膨胀阀开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0337] 当 $P_1+P_6 > P_7+P_3$ ,则判断电池温度是否大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,如果大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,则优先为电池冷却提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1$ ,减少第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路功率 $= P_7+P_3-P_1$ 。如果判定电池温度不大于 $45^{\circ}\text{C}$ ,且车内温度还未达到设定温度,则优先为车内提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P_6$ ,减少第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率 $= P_7+P_3-P_6$ 。如果车内温度已经达到设定温度,则优先满足电池的冷却功率。

[0338] 电池冷却过程中功率分配:

[0339] 如果 $P_1 > P_2$ ,且 $P_c = P_1-P_2$ , $P_1+P_6+P_c < P_7$ ,则压缩机按照增加制冷功率 $P_c$ ,同时增大第二膨胀阀开度,提高水泵转速,以便提高电池冷却功率。

[0340] 如果 $P_1 > P_2$ ,且 $P_c = P_1-P_2$ , $P_7 < P_1+P_6+P_c \leq P_7+P_3$ , $P_g = P_1+P_6+P_c-P_7$ , $P_h = P_1+P_6+P_c-P_3$ ,则压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换气模块按照冷却功率 $P_g$ 运行。或者压缩机按照制冷功率 $P_h$ 运行,半导体换气模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行。又或者压缩机按照

最大冷却功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块增加冷却功率 $P_c$ 。又或者压缩机增加冷却功率 $P_c$ ,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行。又或者是压缩机冷却功率不变,半导体换热模块的冷却功率增加 $P_c$ 。又或者压缩机冷却功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的冷却功率不变。又或者压缩机冷却功率增加 $0.5*P_c$ ,半导体换热模块冷却功率增加 $0.5P_c$ 。又或者按照压缩机和半导体换热模块的最大冷却功率的比值各自按照比例增加冷却功率。同时控制第二膨胀阀开度增大,控制泵转速提高,风机转速提高,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。

[0341] 如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_1 + P_6 + P_c > P_7 + P_3$ , 则压缩机按照最大冷却功率 $P_5$ 运行,同时半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速,提高泵转速,以提高换热功率。此时,判断电池温度是否大于 $45^\circ\text{C}$ ,如果大于 $45^\circ\text{C}$ ,则优先为电池冷却提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1 + P_c$ ,减少第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路功率 $= P_7 + P_3 - P_1 - P_c$ ,同时控制泵转速提高,风机转速提高,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。如果判定电池温度不大于 $45^\circ\text{C}$ ,且车内温度还未达到设定温度,则优先为车内提供冷却功率,压缩机按照最大制冷功率 $P_7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P_3$ 运行,同时提高风机转速。增大第一膨胀阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P_6$ ,减少第二膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率 $= P_7 + P_3 - P_6$ 。如果车内温度已经达到设定温度,则优先满足电池的冷却功率。

[0342] 如果 $P_1 \leq P_2$ , 且 $P_c = P_2 - P_1$ , 则维持压缩机制冷功率不变,维持半导体换热模块的制冷功率不变,或者降低压缩机的制冷功率,降低半导体换热模块的冷却功率,或者减少第二膨胀阀的开度,或者降低泵转速,使得电池冷却分支回路的冷却功率下降 $P_c$ 。

[0343] 2、当对电池进行加热时,设电池加热需求功率为 $P_1$ ,电池实际加热功率为 $P_2$ , $P_4$ 为半导体换热模块的最大加热功率, $P_5$ 为PTC加热器的最大加热功率。

[0344] 如果 $P_1 \leq P_5$ , 则PTC加热器按照加热功率 $P_1$ 为电池提供加热功率。

[0345] 如果 $P_1 > P_5$ , 且 $P_1 \leq P_5 + P_4$ ,  $P_1 - P_5 = P_d$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照加热功率 $P_d$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,提高泵转速,以提高换热功率。如果 $P_1 > P_5$ , 且 $P_1 > P_5 + P_4$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_3$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,提高泵转速,以提高换热功率。

[0346] 加热过程中,如果 $P_1 \leq P_2$ , 且 $P_c = P_2 - P_1$ , 则半导体换热模块减少加热功率 $P_c$ ,降低第四风机和第五风机转速,或者PTC加热器加热功率减少 $P_c$ ,同时降低泵转速,以节省电能。或者保持当前加热功率不变。

[0347] 在加热过程中,如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_1 + P_c \leq P_5$ 时,则PTC加热器增加加热功率 $P_c$ ,同时控制泵转速提高,以便提高电池加热功率。

[0348] 如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_5 < P_1 + P_c \leq P_5 + P_4$ ,  $P_i = P_1 + P_c - P_5$ ,  $P_j = P_1 + P_c - P_4$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 运行,半导体换热模块按照加热功率 $P_i$ 运行。或者PTC加热器按照加热功率 $P_j$ 运行,半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 运行。或者PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,半导体换热模块增加加热功率 $P_c$ 。又或者是加热器加热功率不变,半导体换热模块的加热功率增加 $P_c$ 。又或者加热器加热功率增加 $P_c$ ,半导体换热模块的加热功率不变。又或者PTC加热器加热功率增加 $0.5*P_c$ ,半导体换热模块加热功率

增加 $0.5P_c$ ,又或者按照PTC加热器和半导体换热模块的最大加热功率的比值各自按照比例增加加热功率。同时提高第四风机和第五风机转速,同时提高泵转速,以提高换热功率,使得电池加热功率增加 $P_c$ 。

[0349] 如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_1 + P_c > P_5 + P_4$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 为电池提供加热功率,同时半导体换热模块按照最大加热功率 $P_4$ 为电池提供加热功率,同时提高第四风机和第五风机转速,提高泵转速,以提高换热功率。

[0350] 此外,如图15所示,本发明还提出一种车载电池的温度调节系统,其与图14所示的方案的区别是:图15中电池冷却支路30主要通过换热器3为电池4冷却提供制冷功率。而半导体换热模块未参与电池的温度调节。

[0351] 图16为又一种车载电池的温度调节系统,压缩机11从冷凝器开始分成2个独立的冷却支路,分别为车内冷却支路20和电池冷却支路30。车内冷却支路20主要通过蒸发器21为车厢内的空间提供制冷功率,电池冷却支路30主要通过换热器3为电池冷却提供制冷功率。其中车内冷却支路的冷却功率主要有2个来源,其中一个为压缩机11,压缩机11的冷媒流进蒸发器21,车内空气流经蒸发器21使得空气温度下降,然后经过第四风机504,将冷却风吹向半导体换热模块5的冷却端,使得半导体换热模块5的冷却端温度下降;另一个为半导体换热模块5,车内空气经过蒸发器21冷却之后,温度下降,再经过半导体换热模块5的冷却端,温度再次下降,然后将冷却风吹向车内,使得车内空气温度下降。加热端通过第五风机505散热,并将热风吹向车外。

[0352] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,通可以在车载电池温度过高时或过低对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

[0353] 图17是根据本发明第四个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图。其中,如图14所示,车载空调、车内冷却支路、电池冷却支路、半导体换热模块和电池热管理模块,车载空调用于为车内冷却支路和电池冷却支路提供制冷功率,电池冷却支路与车载空调相连,电池热管理模块连接在电池冷却支路与电池之间,半导体换热模块用于为车内冷却支路和电池冷却支路提供制冷功率。如图17所示,所述方法包括以下步骤:

[0354] S1", 获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。

[0355] 进一步地,根据本发明的一个实施例,获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 具体包括:获取电池的开启温度调节时的第一参数,并根据第一参数生成电池的第一温度调节需求功率。获取电池在温度调节时的第二参数,并根据第二参数生成电池的第二温度调节需求功率。根据电池的第一温度调节需求功率和电池的第二温度调节需求功率生成电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。

[0356] 更进一步地,根据本发明的一个实施例,第一参数为电池开启温度调节时的初始温度和目标温度以及从初始温度达到所述目标温度的目标时间 $t$ ,根据第一参数生成电池的第一温度调节需求功率具体包括:获取初始温度和目标温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ 。根据第一温度差 $\Delta T_1$ 和目标时间 $t$ 生成第一温度调节需求功率。

[0357] 更进一步地,根据本发明的一个实施例,通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

$$[0358] \quad \Delta T_1 * C * M / t, \quad (1)$$

[0359] 其中,  $\Delta T_1$ 为初始温度和目标温度之间的第一温度差,  $t$ 为目标时间,  $C$ 为电池的比热容,  $M$ 为电池的质量。

[0360] 根据本发明的一个实施例, 第二参数为电池在预设时间内的平均电流  $I$ , 通过以下公式 (2) 生成电池的第二温度调节需求功率:

$$[0361] \quad I^2 * R, \quad (2)$$

[0362] 其中,  $I$ 为平均电流,  $R$ 为电池的内阻。

[0363] 其中, 当对电池进行冷却时,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ; 当对电池进行加热时,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0364]  $S_2''$ , 获取电池的温度调节实际功率  $P_2$ 。

[0365] 根据本发明的一个实施例, 获取电池的温度调节实际功率  $P_2$  具体包括: 获取用于调节电池温度的流路的入口温度和出口温度, 并获取介质流入流路的流速  $v$ 。根据电池的流路的入口温度和出口温度生成第二温度差  $\Delta T_2$ 。根据电池的第二温度差  $\Delta T_2$  和流速  $v$  生成温度调节实际功率  $P_2$ 。

[0366] 进一步地, 根据本发明的一个实施例, 进根据通过以下公式 (3) 生成温度调节实际功率  $P_2$ :

$$[0367] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0368] 其中,  $\Delta T_2$ 为第二温度差,  $c$ 为流路中介质的比热容,  $m$ 为单位时间内流过流路的横截面积的介质质量, 其中,  $m = v * \rho * s$ ,  $v$ 为介质的流速,  $\rho$ 为介质的密度,  $s$ 为流路的横截面积。

[0369]  $S_3''$ , 根据温度调节需求功率  $P_1$  和温度调节实际功率  $P_2$  对半导体换热模块和/或车载空调的功率进行调节。

[0370] 进一步地, 如图14所示, 车载电池温度调节系统还包括空调风出风口和设置在空调风出风口的第一风机。

[0371] 具体地, 当电池的温度较高时, 例如高于  $40^\circ\text{C}$  时, 车载电池的温度调节系统进入冷却模式, 电池热管理模块和半导体换热模块正向供电 (图14), 车载空调进行制冷工作。如果电池的温度低于  $0^\circ\text{C}$ , 说明此时电池的温度过低, 为避免低温对电池的性能产生影响, 需要对电池进行升温处理, 温度调节系统进入加热模式, 控制半导体换热模块反向供电, 冷却端和加热端位置交换, 第一风机可以将加热端的功率吹向换热器, 以提供加热功率。

[0372] 在对电池进行温度调节时, 还取电池的初始温度 (即当前温度)、目标温度和从初始温度达到目标温度的目标时间  $t$ , 其中目标温度和目标时间  $t$  可以根据实际情况进行预设, 并根据公式 (1) 计算出第一温度调节需求功率。同时, 获取电池在预设时间内的平均电流  $I$ , 并根据公式 (2) 计算电池的第二温度调节需求功率。然后, 根据电池第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率, 计算电池的温度调节需求功率  $P_1$  (即将电池的温度调节至目标温度的需求功率)。并且, 获取电池的入口温度和出口温度, 并获取流流速信息, 根据公式 (3) 计算出电池的温度调节实际功率  $P_2$ 。其中, 温度调节需求功率  $P_1$  即将电池的温度调节至设定的目标温度, 需要提供给电池的功率, 电池温度调节实际功率  $P_2$  即当前对电池进行温度调节时, 电池得到的实际功率, 目标温度为设定值, 可以根据车载电池的实际情况进行预设, 例如, 当对电池进行冷却, 目标温度可以设置在  $35^\circ\text{C}$  左右。然后, 根据温度调节需求功率  $P_1$  和温度调节实际功率  $P_2$  对半导体换热模块和/或车载空调的功率进行调节。例如, 当对电池进行冷却时, 如果  $P_1$  大于  $P_2$ , 那么增大半导体换热模块和/或车载空调的功率冷却功

率,并控制第四风机和第五风机转速增加,使电池尽快完成降温。由此,可以在车载电池温度过高时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。且电池热温度调节系统的制冷功率由车载空调和半导体换热模块提供,与车内制冷系统共用制冷量,温度调节系统的体积,制冷量的分配更为灵活,既可以满足车厢内冷却功率的需求,又可以满足电池的冷却需求。

[0373] 根据本发明的一个实施例,如图14所示,设置在换热流路上的泵、第一温度传感器、第二温度传感器、流速传感器;其中:泵用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器用于检测换热流路中的介质的流速。

[0374] 进一步地,如图14所示,电池热管理模块还可以包括设置在换热流路上介质容器,介质容器用于存储及向换热流路提供介质。

[0375] 根据本发明的一个实施例,上述的温度调节方法还可以包括:获取电池的温度,并判断电池的温度是否大于第一温度阈值;当电池的温度大于第一温度阈值时,进入冷却模式;当电池的温度小于或等于第一温度阈值时,继续判断电池的温度是否小于第二温度阈值;当电池的温度小于第二温度阈值时,进入加热模式,其中,所述第一温度阈值大于所述第二温度阈值。第一温度阈值和第二温度阈值可以根据实际情况进行预设,例如,第一温度阈值可以为 $40^{\circ}\text{C}$ ,第二温度阈值可以为 $0^{\circ}\text{C}$ 。

[0376] 具体地,车辆上电后,实时获取电池的温度,并进行判断。如果电池的温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ ,说明此时该电池的温度过高,为避免高温对该电池的性能产生影响,需要对电池进行降温处理,温度调节系统进入冷却模式,控制车载空调进行制冷,半导体换热模块正向供电。

[0377] 而如果电池的温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,说明此时电池4的温度过低,为避免低温对电池的性能产生影响,需要对电池进行升温处理,温度调节系统进入加热模式,控制半导体换热模块反向供电。

[0378] 进一步地,当为冷却模式时,根据温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对半导体换热模块和/或车载空调的功率进行调节具体包括具体包括:判断温度调节需求功率 $P_1$ 是否大于温度调节实际功率 $P_2$ ;如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则获取温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加半导体换热模块和/或压缩机的功率;如果温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ ,则减小半导体换热模块的功率和/或减小压缩机的制冷功率,或保持半导体换热模块和/或压缩机的功率不变。

[0379] 具体地,具体地,当工作在冷却模式时,获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的制冷功率无法在目标时间内完成电池的降温,所以,获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加半导体换热模块却功率和第四风机、第五风机的转速,以使电池的温度在预设时间 $t$ 内降低至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小半导体换热模块的功率和第四风机、第五风机的转速,和/或减小压缩机的制冷功率,以节省电能,或保持半导体换热模块和或压缩机的功率不变。当电池的温度低于 $35^{\circ}\text{C}$ 时,则电池冷却完成,控制半导体换热模块停止进行制冷。如果温度调节系统进入冷却模式较长时间后,例如1小时后,电池的温度仍然高于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则半导体换热模块再适当增加冷却功率和第四风

机、第五风机的转速,以使电池尽快完成降温。

[0380] 如图14所示,当为冷却模式时,如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则判断电池的温度是否大于第一预设温度阈值;如果电池的温度大于或等于第一预设温度阈值,则增加电池冷却支路的冷却液流量,并减小车内冷却支路的冷却液流量;当如果电池的温度小于第一预设温度阈值,则进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度;如果未达到空调设定温度,则增加车内冷却支路的冷却液流量,并减小电池冷却支路的冷却液流量。具体可以通过调节第一膨胀阀的开度调节车内冷却支路的冷却液流量,通过调节第二膨胀阀的开度调节电池冷却支路的冷却液流量。

[0381] 根据本发明的一个实施例,如图14所示,电池热管理模块还包括加热器,加热器与控制器连接,用于加热换热流路中的介质,当为加热模式时,上述方法还可以包括:判断温度调节需求功率 $P_1$ 是否大于温度调节实际功率 $P_2$ ;如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则获取温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加用于加热器的加热功率和/或半导体换热模块的功率;如果温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ ,则保持加热器的加热功率不变,或者减小加热器和/或半导体换热模块的加热功率。

[0382] 具体地,当工作在加热模式时,获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ ,并进行判断。如果电池的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,说明如果按照当前的加热功率无法在目标时间内完成电池的升温,获取电池4的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加加热器和/或半导体换热模块的功率,以使电池的温度在预设时间 $t$ 内升高至目标温。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小加热器和/或半导体换热模块的加热功率以节省电能,或保持加热器的功率不变,或保持导体换热模块的功率不变。当电池的温度达到第二设定温度,例如 $10^{\circ}\text{C}$ 时,则电池加热完成,控制加热器停止进行加热。如果温度调节系统进入加热模式较长时间后,例如2小时后,电池的温度仍然低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则适当增加加热器的功率,以使电池尽快完成升温。

[0383] 进一步,根据本发明的一个实施例,如图14所述,电池热管理模块包括设置在换热流路上的泵、第一温度传感器、第二温度传感器和流速传感器,泵、第一温度传感器、第二温度传感器和流速传感器与控制器连接;其中:泵用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器用于检测换热流路中的介质的流速,上述的方法还包括:如果温度调节需求功率 $P_1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P_2$ ,则降低泵的转速或者保持泵的转速不变;如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则提高泵的转速。

[0384] 具体地,当温度调节系统进入加热模式或者冷却模式时,如果电池的 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则控制泵的转速降低,以节省电能,或者保持泵的转速不变。而如果电池的 $P_1$ 大于 $P_2$ ,除控制半导体换热模块增加或者加热器的功率外,还可以控制泵的转速提高,以增加单位时间内流经冷却流路横截面积的介质质量,从而提高电池的温度调节实际功率 $P_2$ ,以在目标时间 $t$ 内实现温度调节。

[0385] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节方法,可以根据每个电池的实际状态精确控制每个的电池的加热功率和冷却功率,在电池温度过高时或者过低时对温度进行调节,使电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度影响车载电池性能的情况。

[0386] 此外,本发明还提出一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述的温度调节方法。

[0387] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,可以获取电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率,然后根据温度调节需求功率和温度调节实际功率对半导体换热模块和/或车载空调的功率进行调节,以在车载电池温度过高或过低时对温度进行调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

[0388] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0389] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0390] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0391] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0392] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0393] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

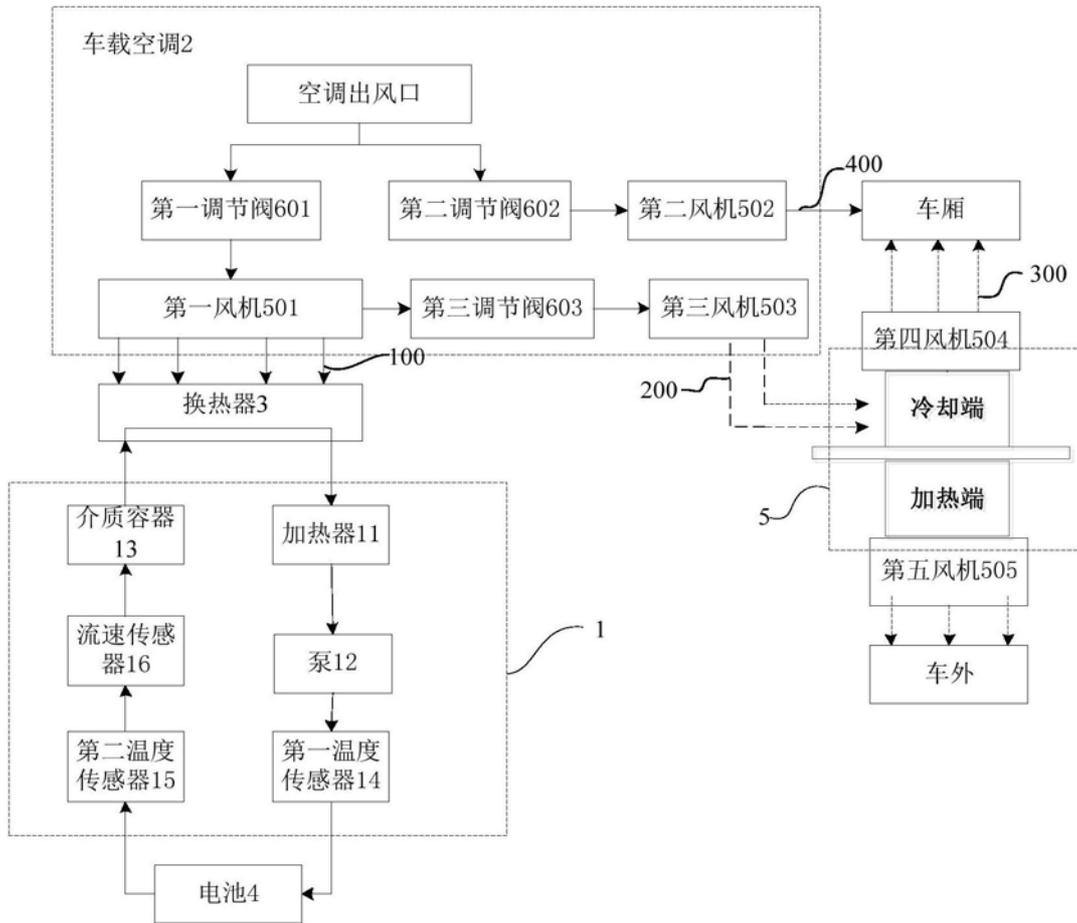


图1a

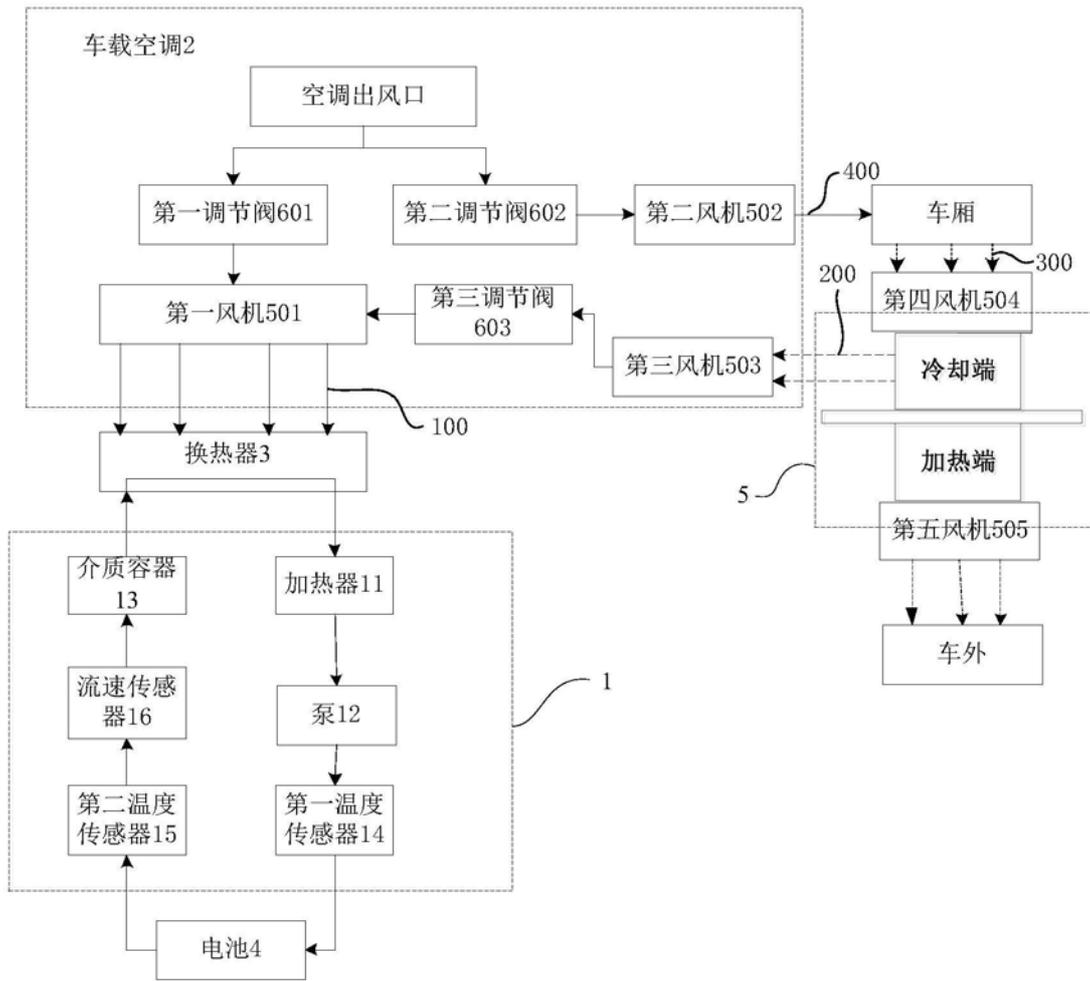


图1b

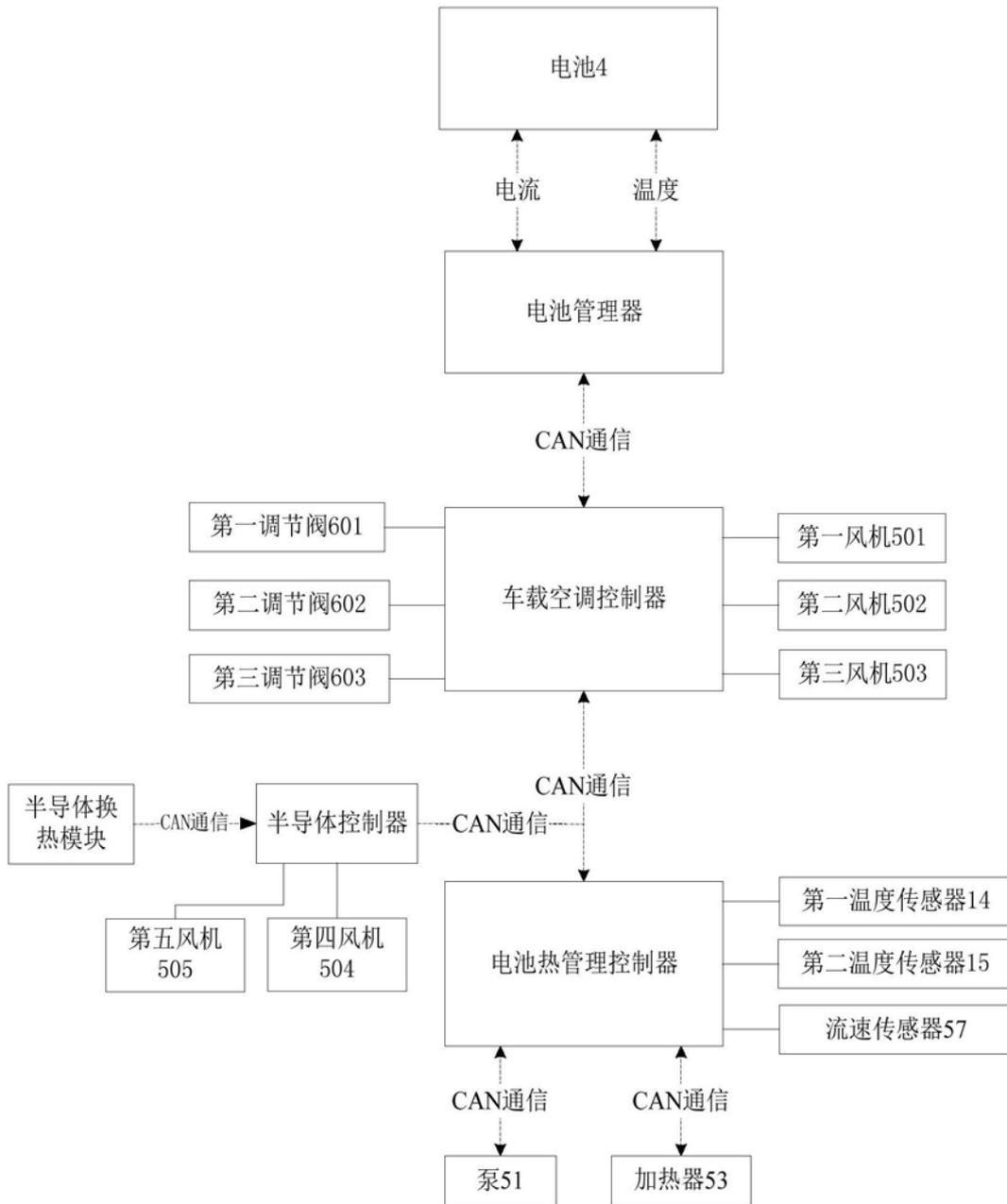


图2

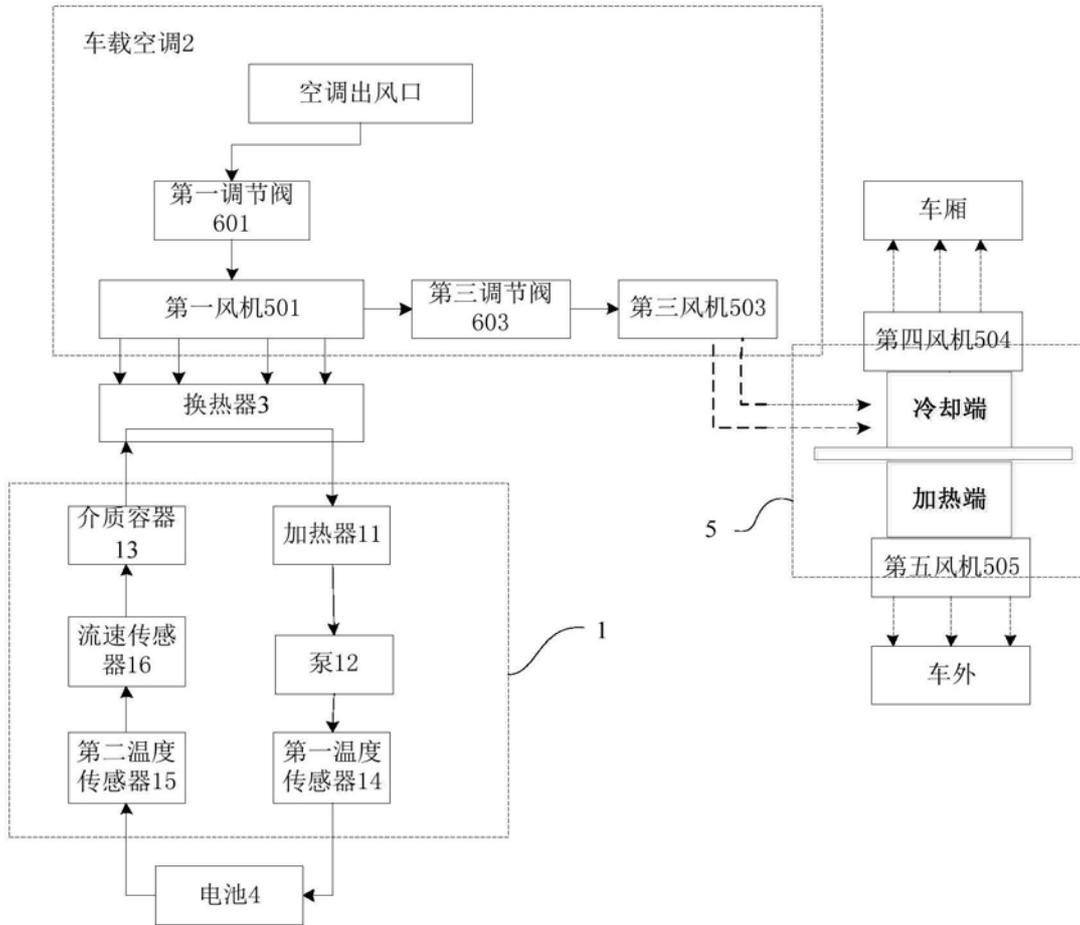


图3a

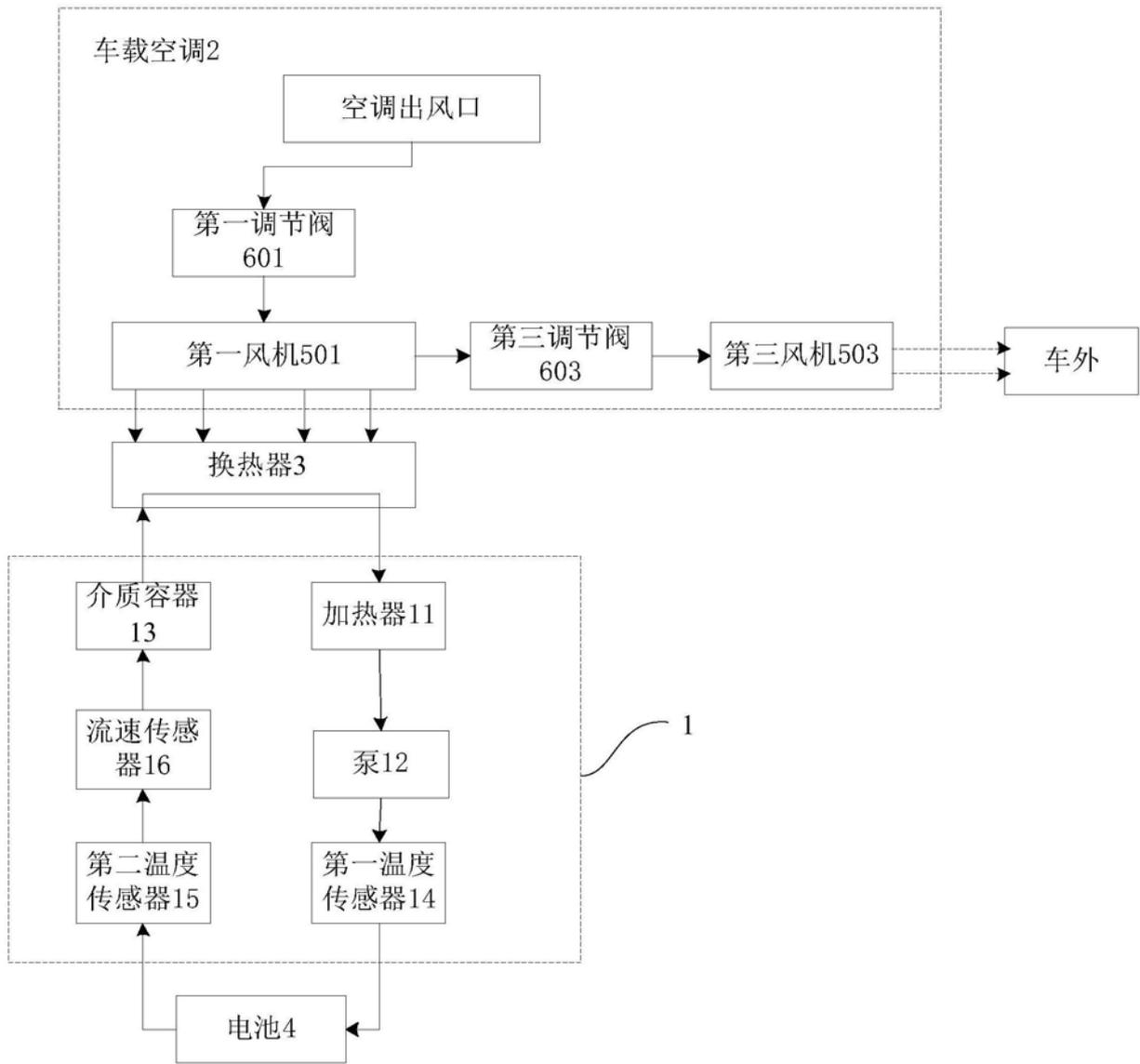


图3b

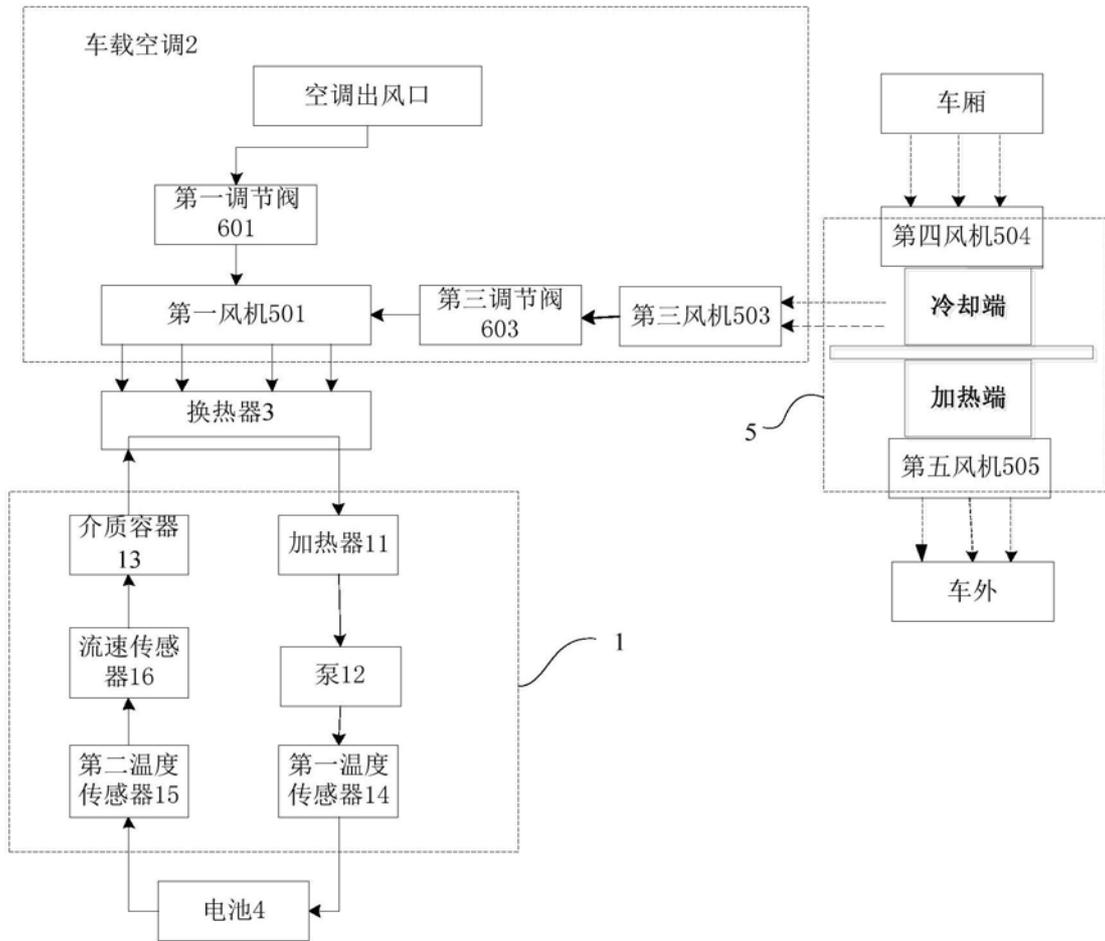


图4

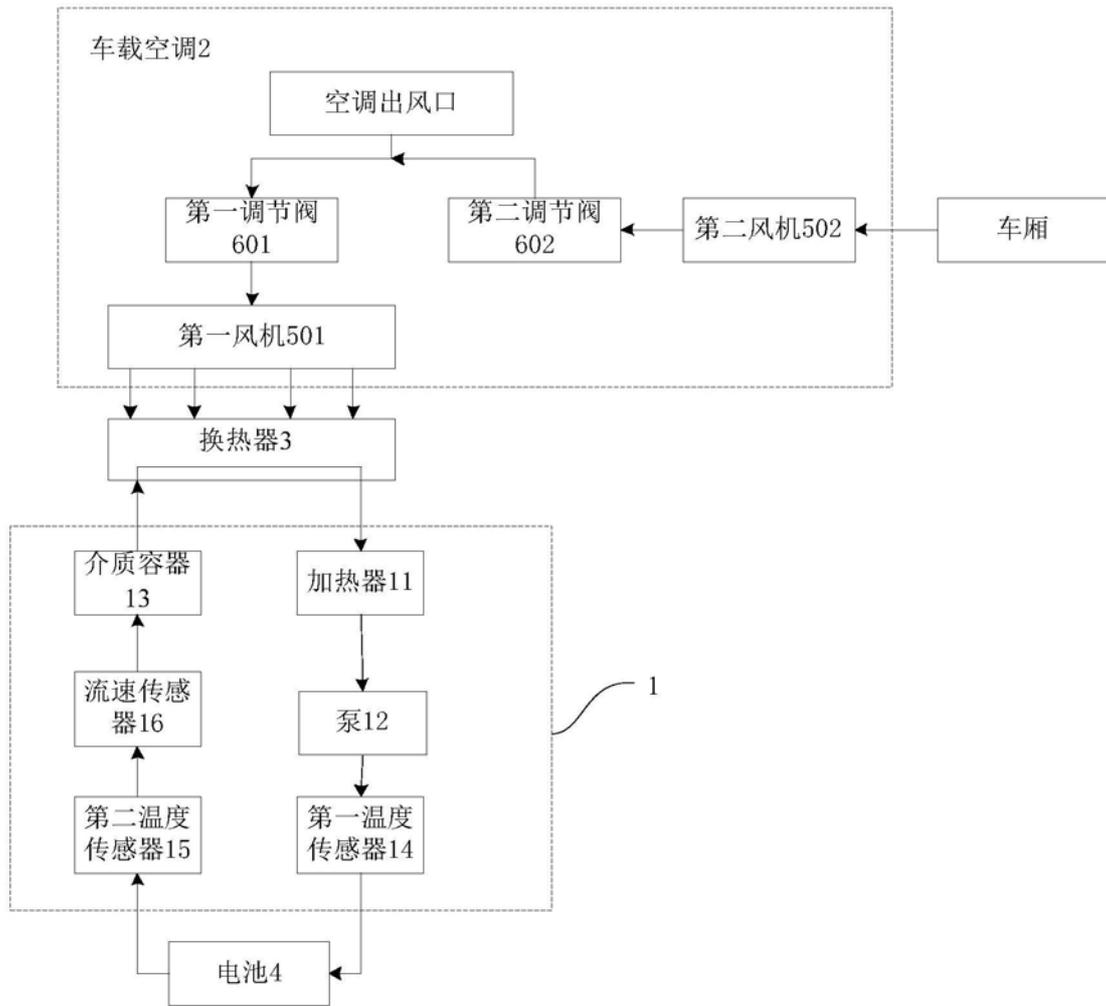


图5

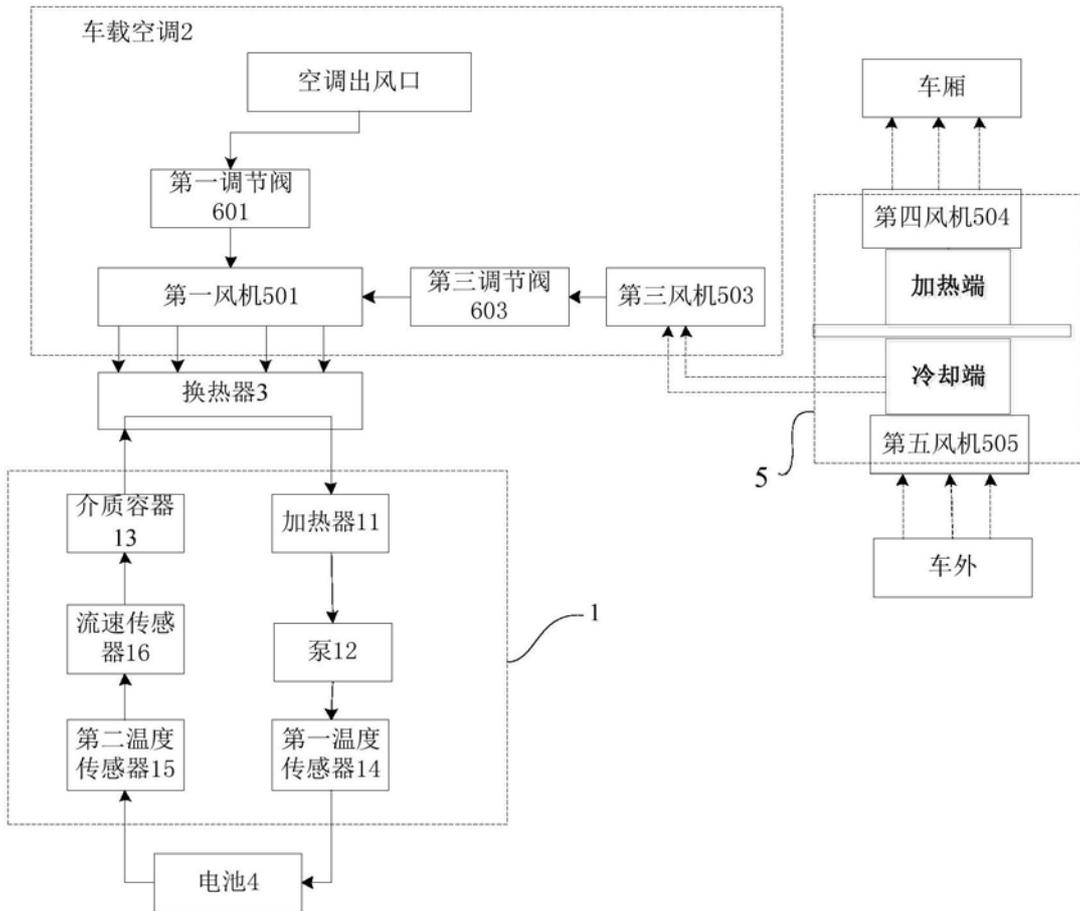


图6

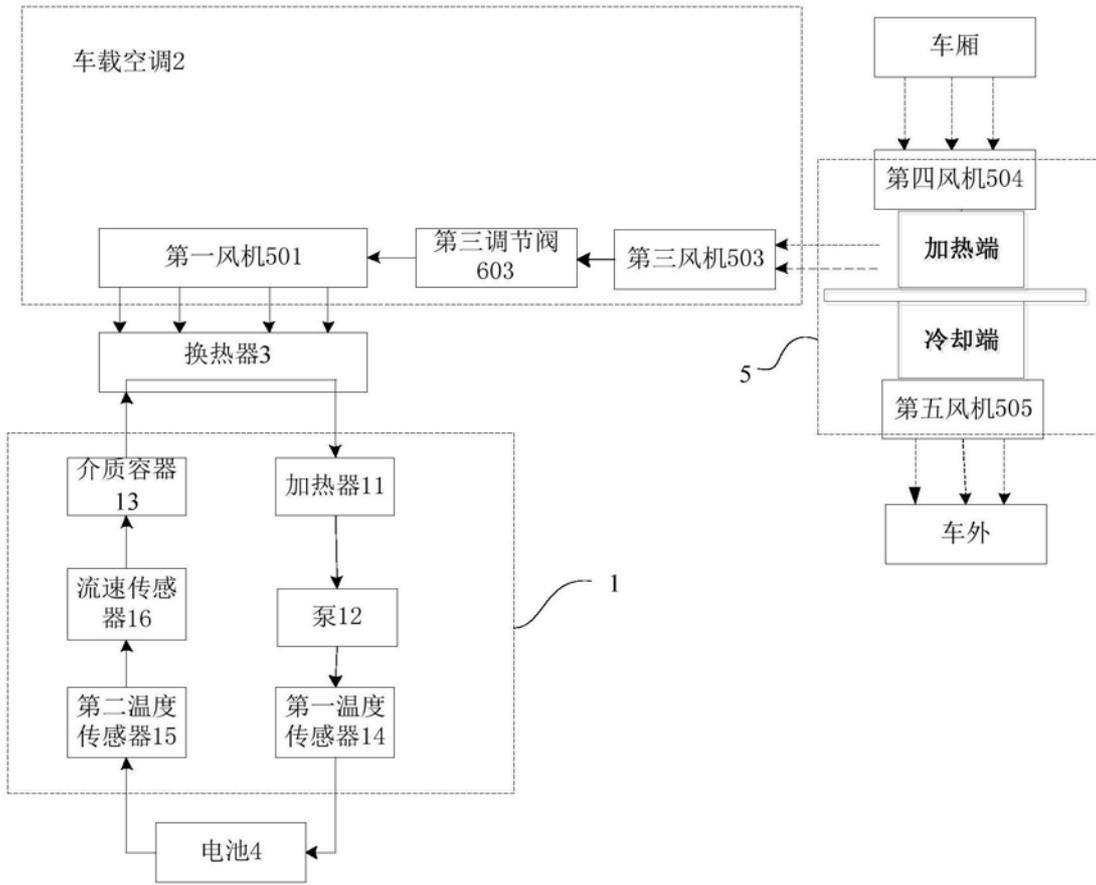


图7

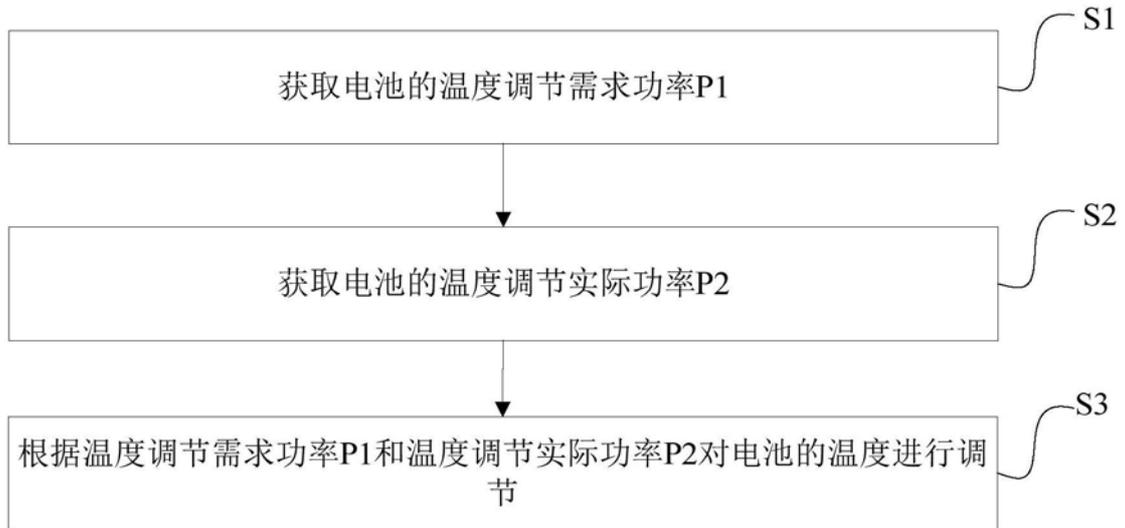


图8

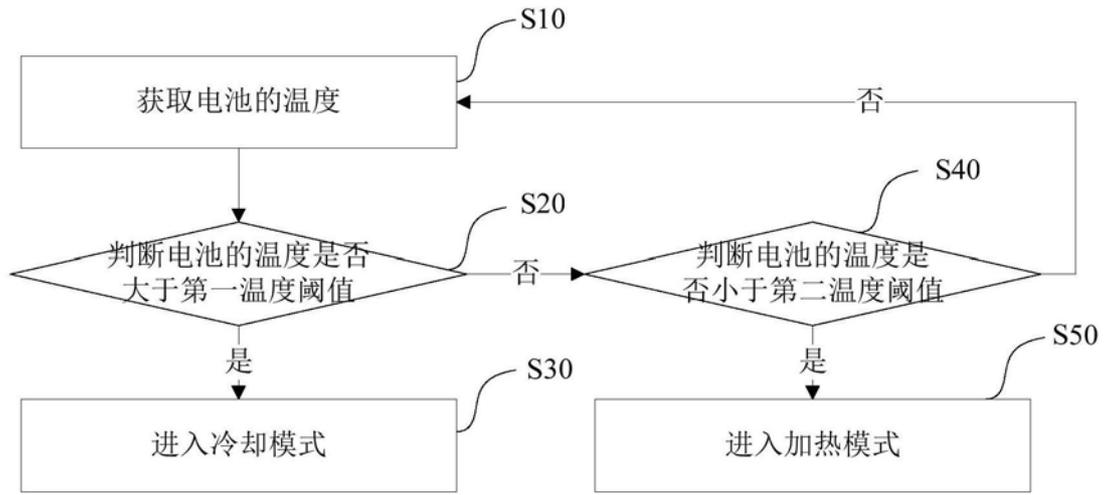


图9

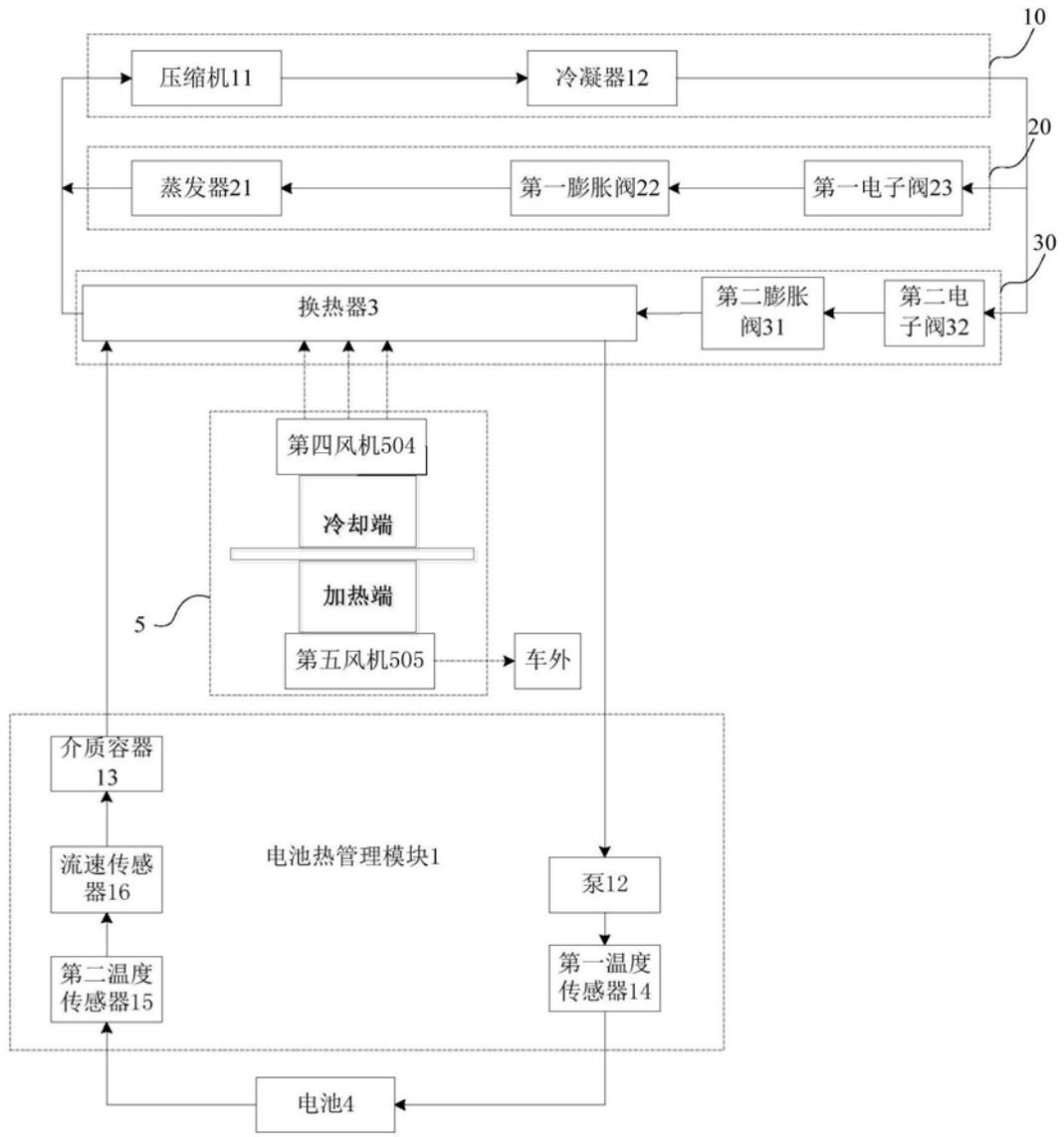


图10a

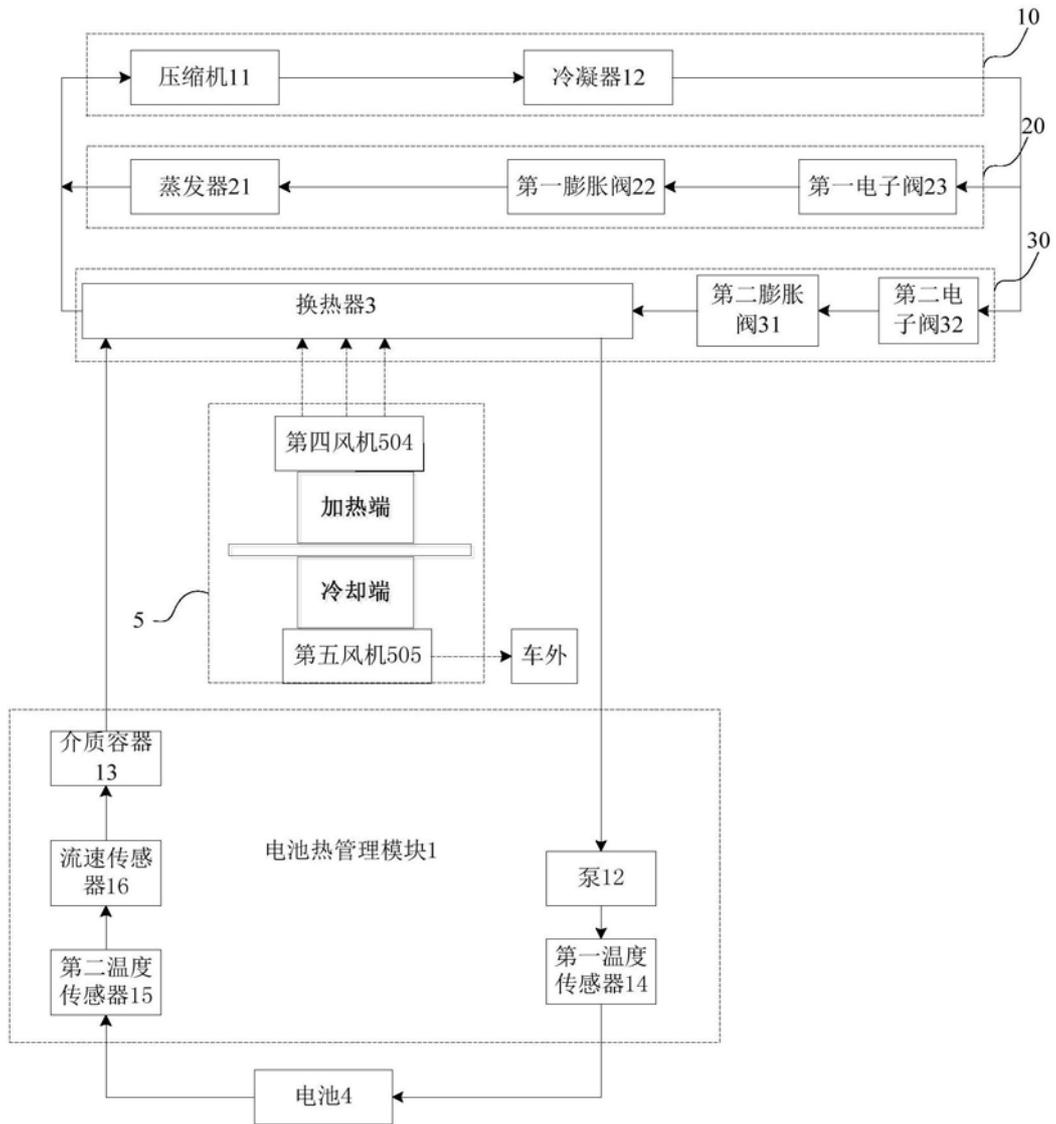


图10b

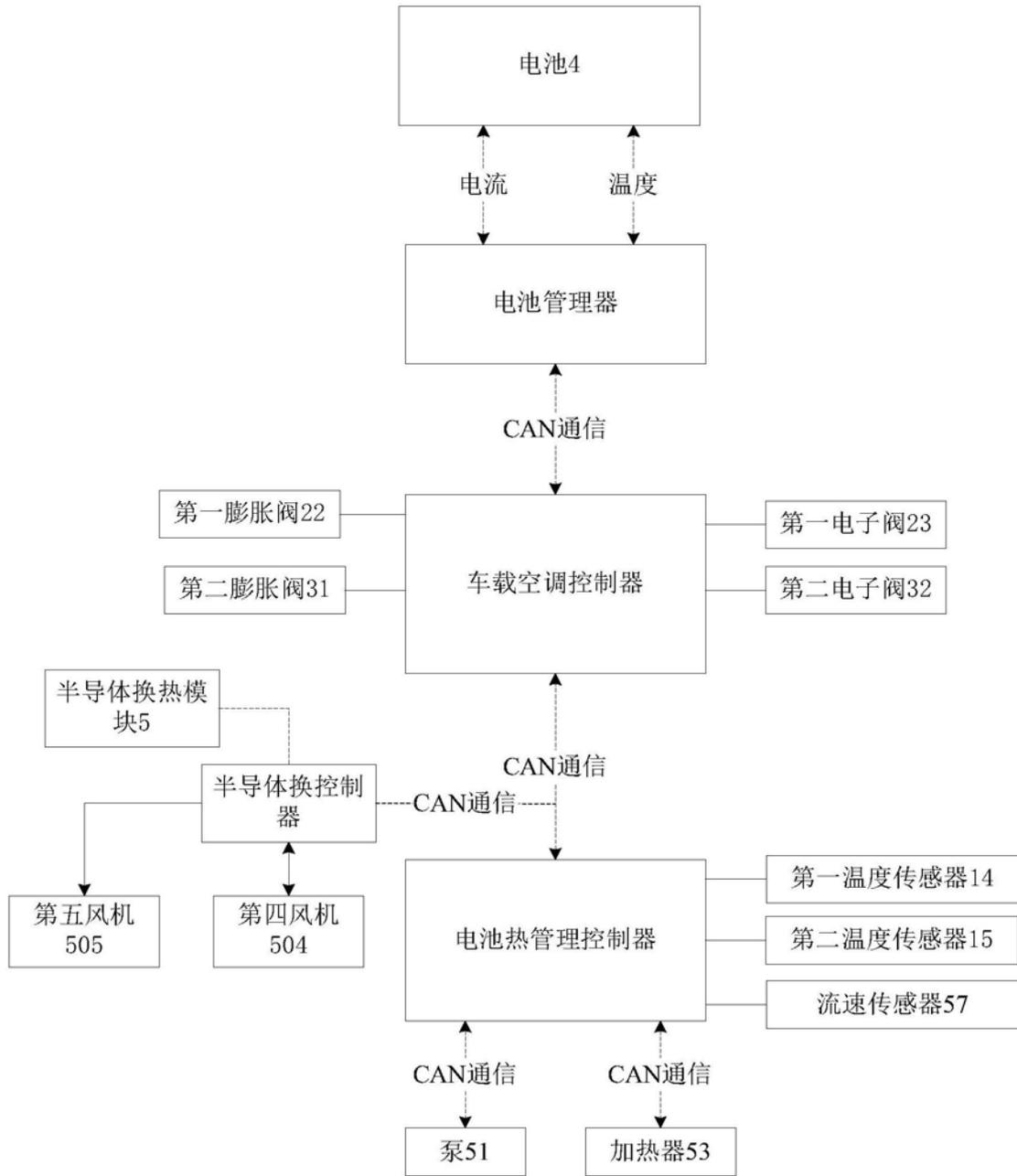


图11

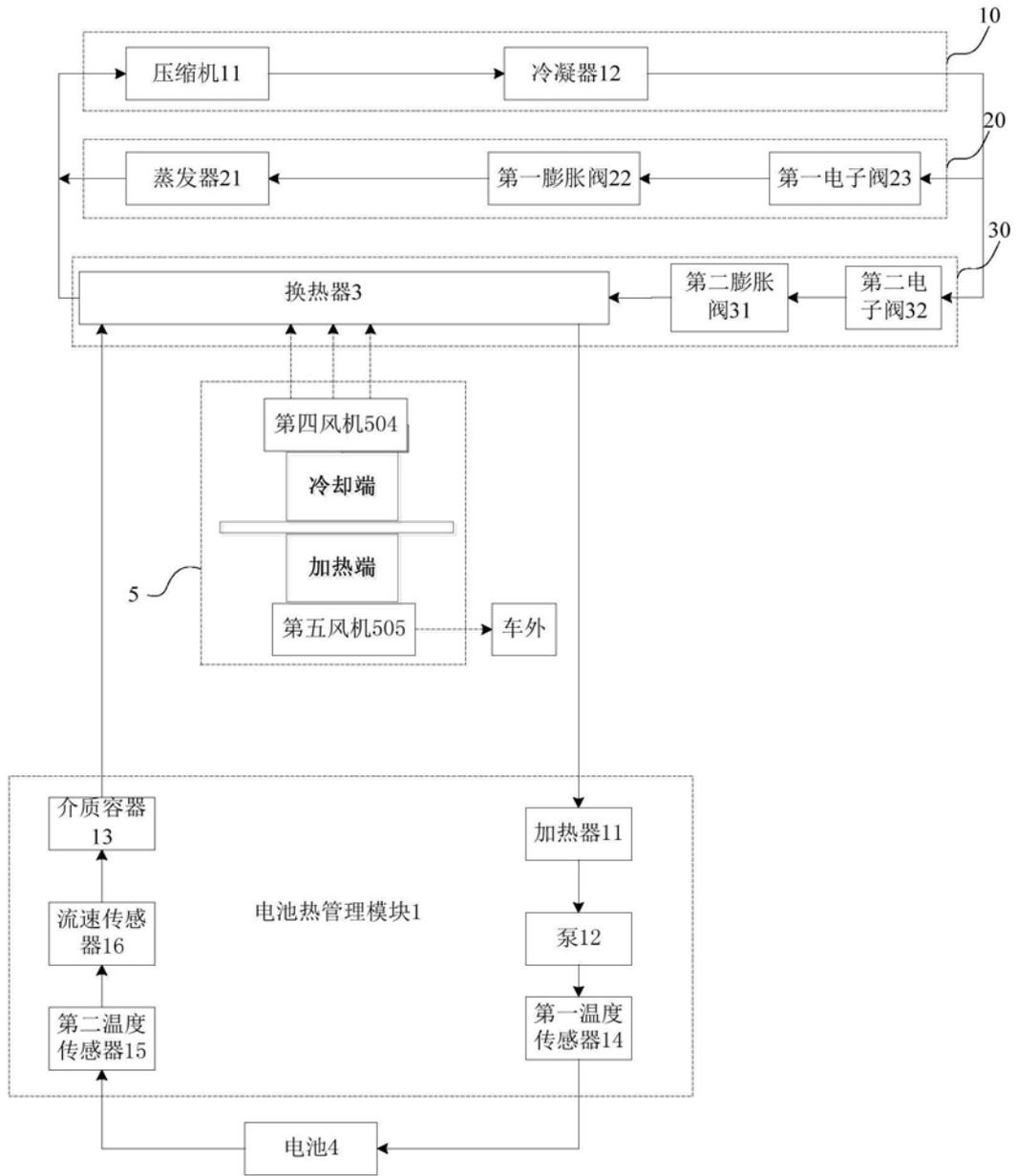


图12a

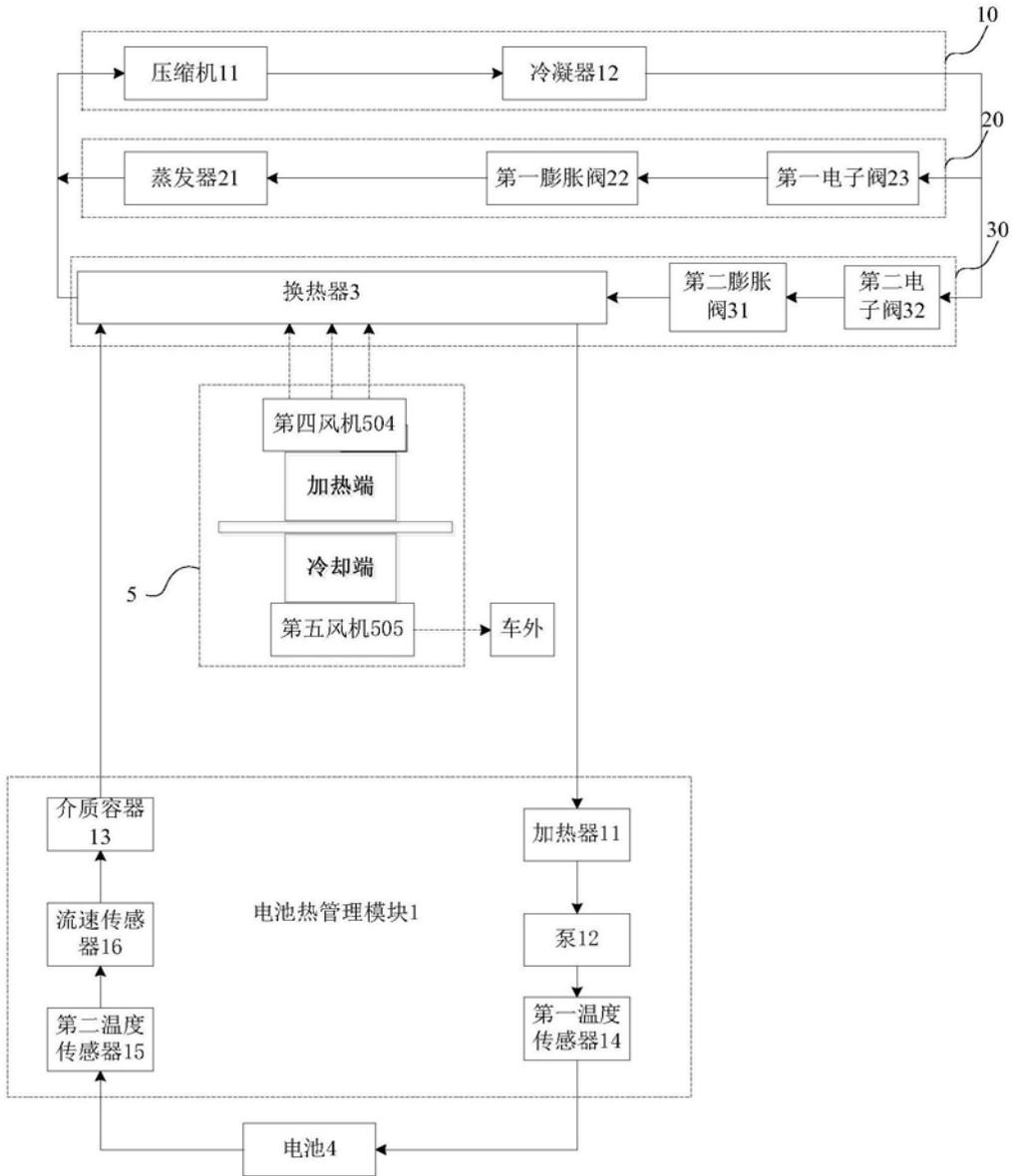


图12b

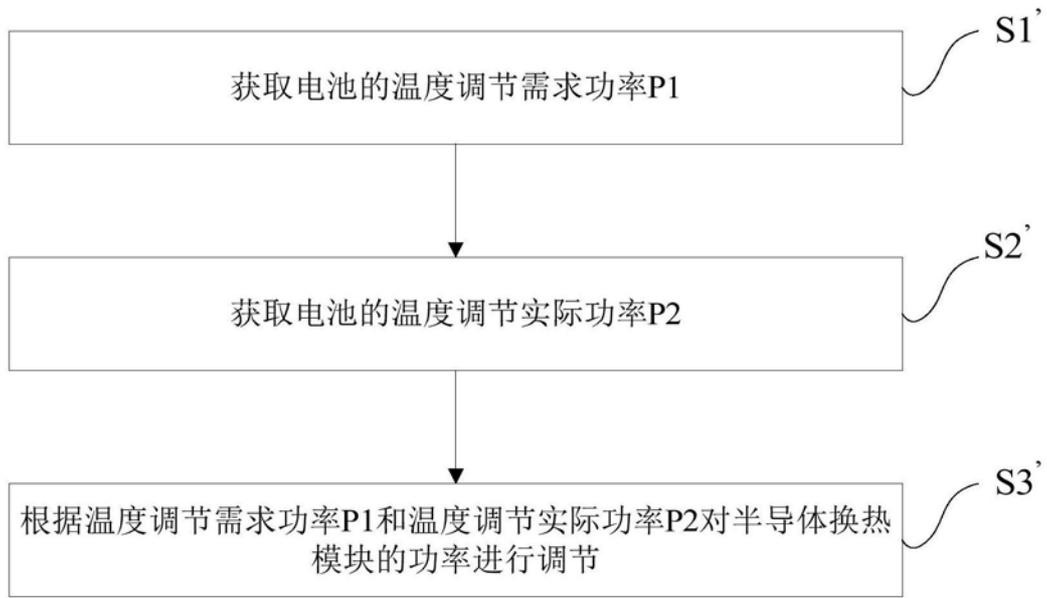


图13

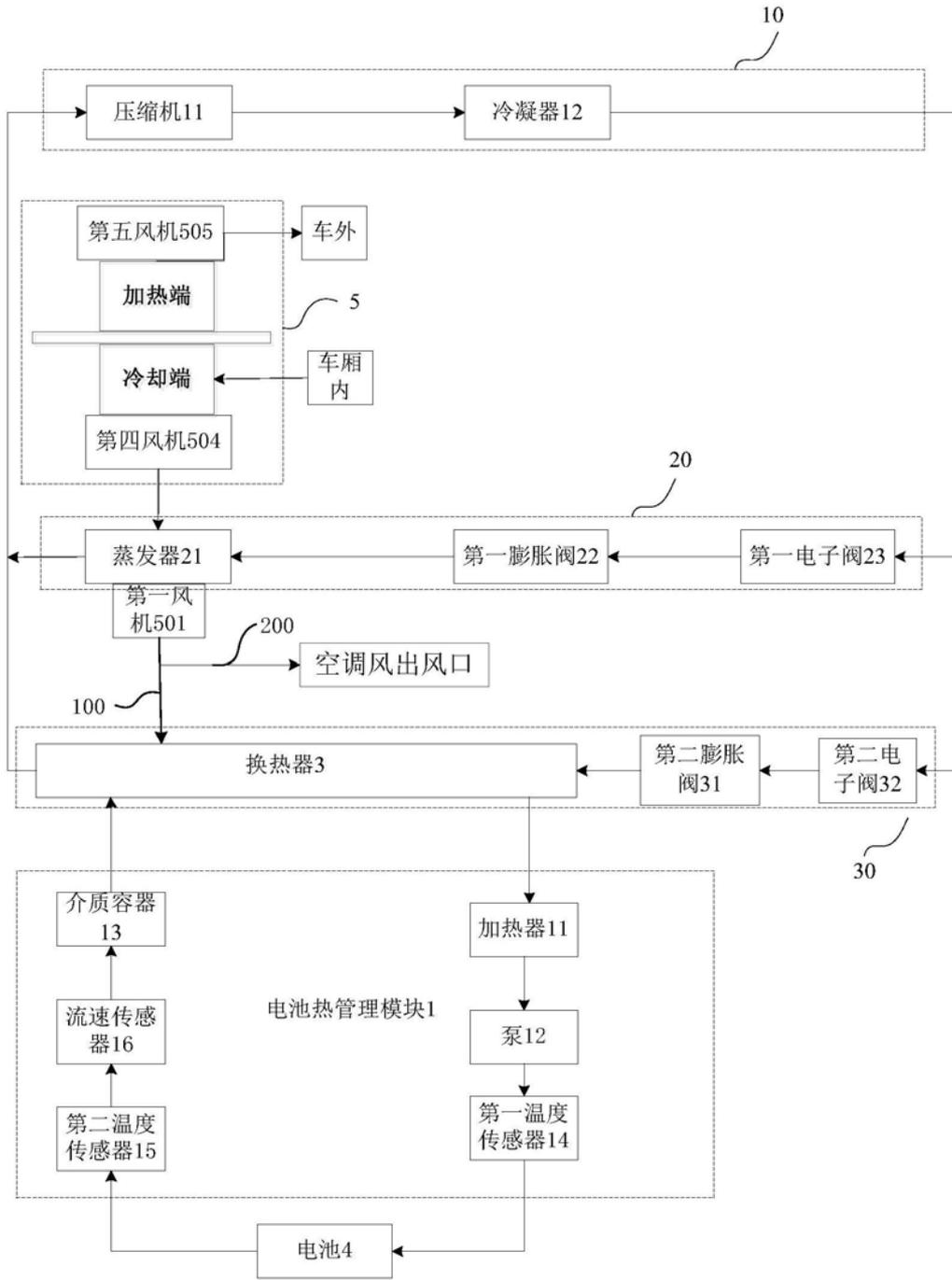


图14

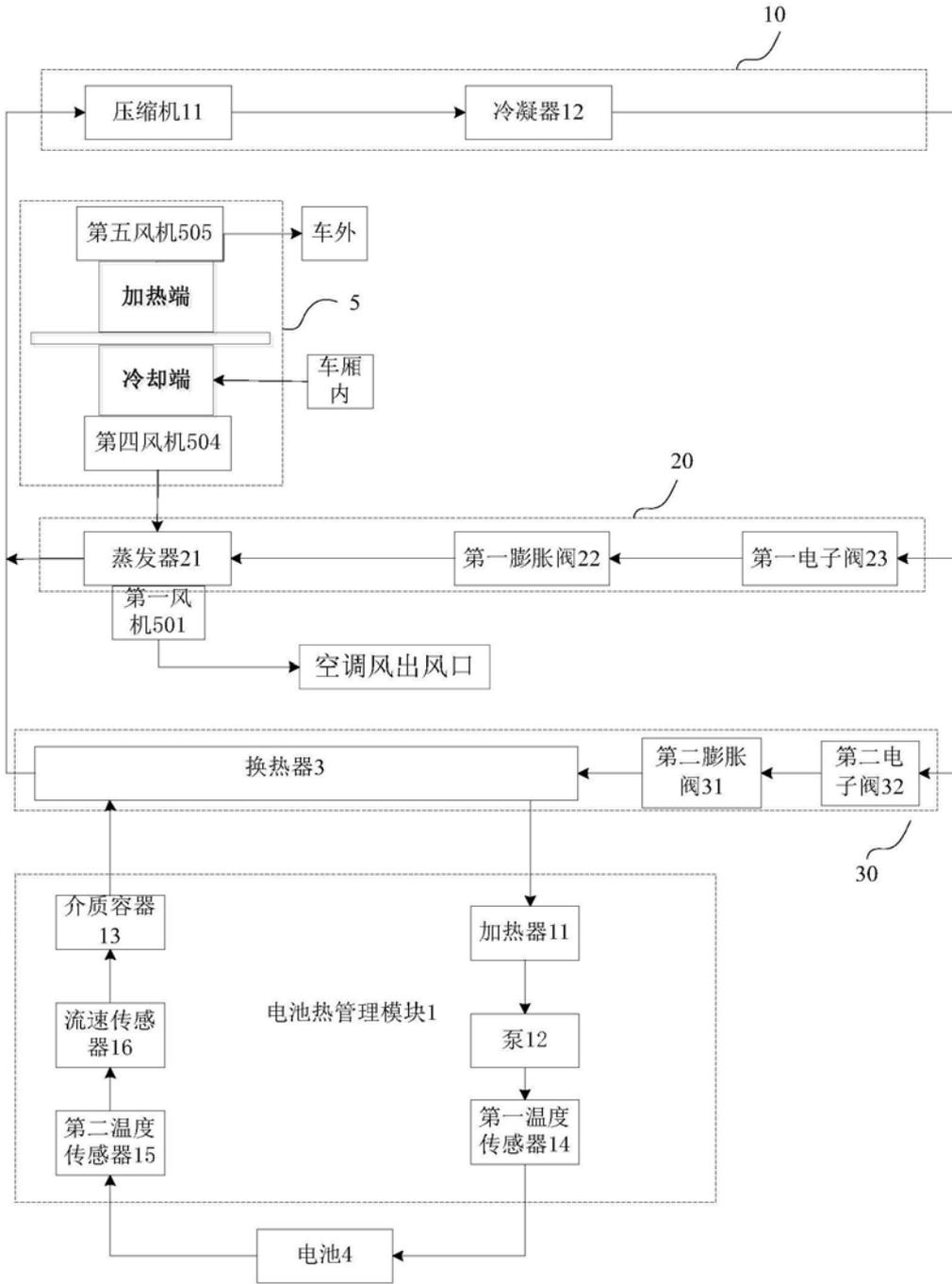


图15

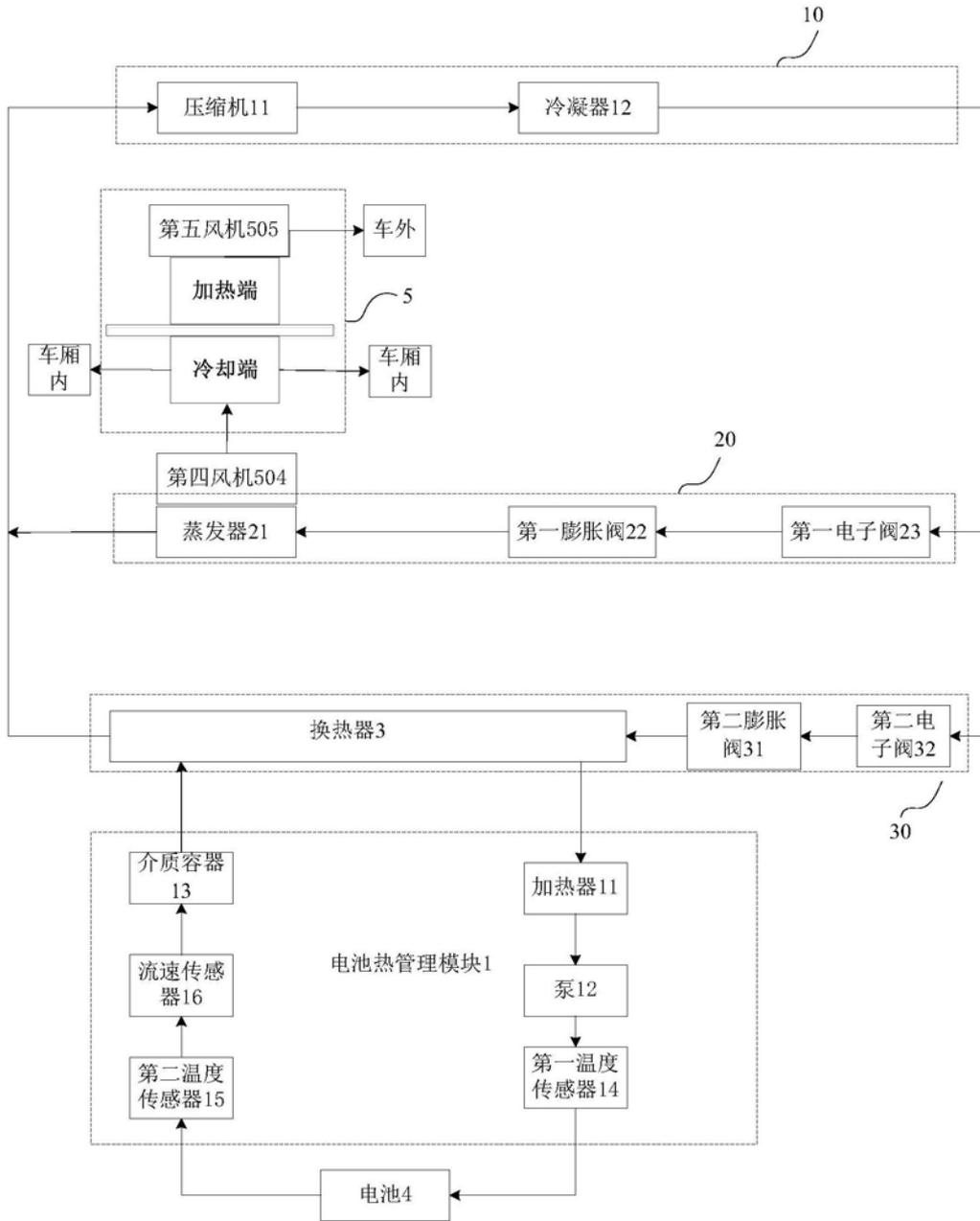


图16

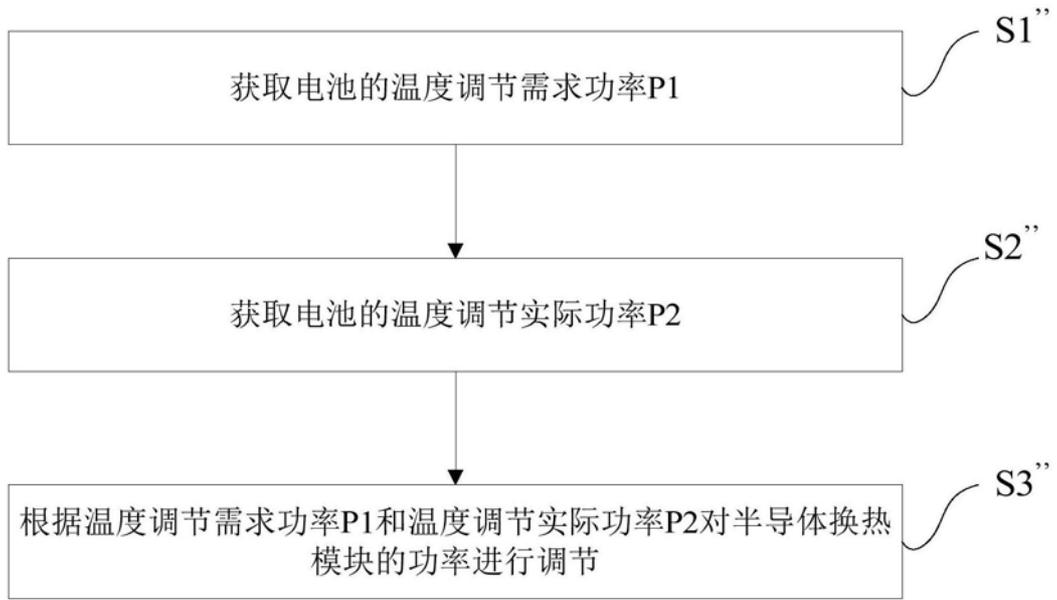


图17