



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109599631 A

(43)申请公布日 2019.04.09

(21)申请号 201710945009.3

H01M 10/6556(2014.01)

(22)申请日 2017.09.30

H01M 10/6568(2014.01)

(71)申请人 比亚迪股份有限公司

H01M 10/663(2014.01)

地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号

B60H 1/00(2006.01)

(72)发明人 伍星驰 谈际刚 王洪军

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

代理人 张润

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/637(2014.01)

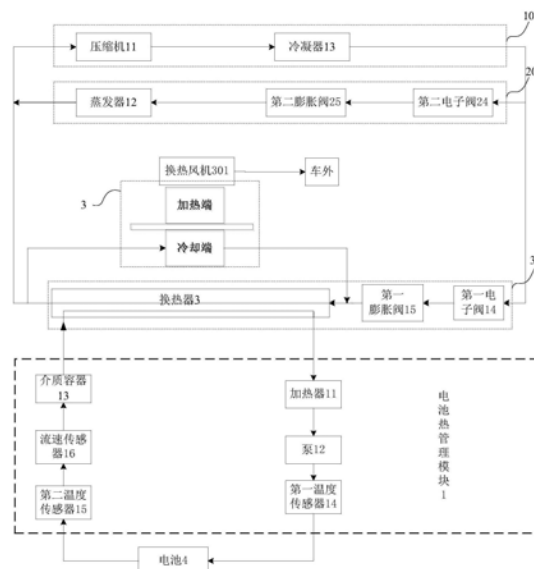
权利要求书1页 说明书53页 附图23页

(54)发明名称

车载电池的温度系统

(57)摘要

本发明公开了一种车载电池的温度调节系统,包括:压缩机;与压缩机相连的冷凝器;与压缩机相连的车内冷却支路和电池冷却支路,其中,电池冷却支路包括换热器,所内冷却支路包括蒸发器;半导体换热模块,包括冷却端、加热端,半导体换热模块的冷却端与换热器相连,半导体换热模块用以所述换热器提供冷却功率;电池热管理模块,电池热管理模块与换热器连接形成换热回路;控制器,所述控制器分别于与所述半导体换热模块、所述电池热管理模块连接。该系统可以在车载电池温度过高时,对电池温度进行调节,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。



1. 一种车载电池的温度调节系统,其特征在于,包括:  
压缩机;  
与所述压缩机相连的冷凝器;  
与所述压缩机相连的车内冷却支路和电池冷却支路,其中,所述电池冷却支路包括换热器,所述车内冷却支路包括蒸发器,且所述压缩机与所述换热器和蒸发器均相连;  
半导体换热模块,所述半导体换热模块包括冷却端、加热端,所述半导体换热模块的冷却端与所述换热器相连,所述半导体换热模块用以为所述换热器提供冷却功率;  
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,所述控制器分别于与所述半导体换热模块、所述电池热管理模块连接。
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,所述半导体换热模块的冷却端与所述换热器并联连接在所述电池冷却支路上,其中,所述冷端的入口与所述换热器的第一端相连,所述冷却端的出口与所述换热器的第二端相连。
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,所述半导体换热模块的冷却端和所述换热器串联连接所述电池冷却支路上,其中,所述半导体换热模块的冷却端的入口与第一膨胀阀的出口相连,所述半导体换热模块的冷却端的出口与所述换热器的第二端相连,或者,所述半导体换热模块的冷却端的入口与换热器的第一端相连,所述半导体换热模块的冷却端的出口与所述压缩机的入口相连。
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,所述半导体换热模块还包括与所加热端相连的换热风机,所述换热风机用以向车厢外排风。
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,所述电池冷却支路包括:与所述换热器串联的第一电子阀和膨胀阀。
6. 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,所述车内冷却支路还包括:与所述蒸发器串联的第二膨胀阀和第二电子阀。
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。
8. 如权利要求7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。
9. 如权利要求7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。
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,还包括用于检测所述车载电池的电流的电池状态检测模块,所述控制器还与所述电池状态检测模块相连。

## 车载电池的温度系统

### 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] 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加热功率和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,对电池温度进行调节,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,本发明的实施例提出了一种车载电池的温度调节系统,包括压缩机;与所述压缩机相连的冷凝器;与所述压缩机相连的车内冷却支路和电池冷却支路,其中,所述电池冷却支路包括换热器,所述车内冷却支路包括蒸发器,且所述压缩机与所述换热器和蒸发器均关联;半导体换热模块,所述半导体换热模块包括冷却端、加热端,所述半导体换热模块的冷却端与所述换热器相连,所述半导体换热模块用以为所述换热器提供冷却功率;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,所述控制器分别于与所述半导体换热模块、所述电池热管理模块连接。

[0007] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,可以在车载电池温度过高时,对电池温度进行调节,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2a-2b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;

[0011] 图3是根据本发明一个实施例的的车载电池的温度调节系统的控制拓扑图;

[0012] 图4a-4b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是根据本发明第一个实施例的载电池的温度调节方法的流程图;

- [0015] 图7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；
- [0016] 图8a-8b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；
- [0017] 图9是根据本发明另一个实施例的的车载电池的温度调节系统的控制拓扑图；
- [0018] 图10是根据本发明第五个实施例的载电池的温度调节方法的流程图；
- [0019] 图11a-11b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；
- [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是根据本发明第七个实施例的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15a-15b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是根据本发明第九个实施例的载电池的温度调节方法的流程图。

### 具体实施方式

[0025] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[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。

[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、换热器2、与换热器2半导体换热模块3、车载空调和控制器(图中为具体示出)。

[0028] 其中,车载空调具有空调出风口,空调出风口与换热器2之间形成有第一风道100,车载空调通过所述第一风道100为换热器2提供制冷功率。电池热管理模块1与换热器2连接形成换热流路。半导体换热模块3包括冷却端、加热端和换热风机501,加热端和冷却端的其中一者与换热器2相连,用以提供加热功率/冷却功率,换热风机501对应冷却端或加热端中的另一者设置。控制器分别与半导体换热模块3、电池热管理模块1及车载空调连接,控制器用于获取电池4的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,并根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对半导体换热模块和/或车载空调的功率进行调节。

[0029] 进一步地,在本发明的实施例中,如图1a-1b所示,半导体换热模块3可以与换热器2和电池4并联冷却端加热端;如图2a-ab所示,半导体换热模块3也可以串联在换热器2和电池4之间。半导体换热模块3还包括与冷却端或加热端相连的换热风机301,换热风机301用以向车厢外排风。

[0030] 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。

[0031] 具体地,半导体换模块3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3的加热端或冷却端安装有换热风机301,用以向车厢外排风。

[0032] 如图1a-1b所示,半导体换热模块3与换热器2和电池4并联时,如果当电池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,控制器控制半导体换热模块3和电池热管理模块1开始工作,半导体换热模块3正向供电,如图1a所示,冷却端接入冷却管道,冷却端开始制冷,以对冷却管道中的介质进行冷却,以对电池4进行冷却,同时换热风机301将加热端的热量吹向车外。而如果电池的温度较低,例如低于0℃,车载电池的温度调节系统进入加热模式,半导体换热模块3和电池热管理模块1开始工作,半导体换热模块3反向供电,如图1b所示,加热端接入冷却管道,加热端开始加热,以对冷却管道中的介质进行加热,以对电池4进行加热,同时换热风机301将冷却端的制冷量吹向车外。

[0033] 如图2a-2b所示,当半导体换热模块3串联在换热器2和电池4之间时,通过控制半导体换热模块3的供电方向,即可完成对电池的冷却/加热。图2a为半导体换热模块3正向供电,图2b为半导体换热模块3反向供电。

[0034] 在对电池进行冷却/或加热过程中,控制器还实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 $P_2$ ,其中,温度调节需求功率 $P_1$ 即在目标时间内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 $P_2$ 即当前对电池进行温度调节时,电池4得到的实际温度调节功率,目标温度和目标时间为设定值,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,当对电池进行加热时,目标温度可以设置为10℃,目标时间可以设定为1小时。控制器可以根据 $P_1$ 和 $P_2$ 对半导体换热模块3和/或车载空调的功率进行调节,以使电池4可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0035] 进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b和图2a-2b所示,车载空调包括设置在第一风道100中的第一调节阀501和与换热器2对应的第一风机501,第一风机501用于对换热器2提供制冷功率。

[0036] 具体地,除可通过半导体换热模块3为电池冷却提供制冷功率,也可通过车载空调为电池提供冷却功率,第一风机501可将空调出风口的冷却风吹向换热器2,以为换热器2提供冷却功率,进而对换热流路中的介质进行冷却,达到冷却电池4的目的。控制器也可以控制第一调节阀51的开通或者关断,且可以对第一调节阀51的开度进行调节。第一风机501受控制器的控制,且风速可调。控制器可通过调节第一调节阀51的开度调节用于冷却电池的冷却功率。

[0037] 进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b和图2a-2b所示,空调出风口与车厢之间形成有第二风道200,车载空调还包括设置在第二风道中的第二调节阀52和第二风机502,第二风机502用于对车厢进行制冷。

[0038] 车载空调通过第一风道100为换热器2提供制冷功率,车载空调通过第二风道200为车厢提供制冷功率。

[0039] 具体地,控制器也可以控制第二调节阀52的开通或者关断,且可以对第二调节阀52的开度进行调节。第二风机502受控制器的控制,且风速可调。当车厢需要制冷时,控制器控制第二调节阀52开启,第二风机502工作,第二风机502可将空调出风口的冷却风吹向车厢,以对车厢进行制冷。

[0040] 在本发明的实施例中,如图1a-1b和图2a-2b所示,电池热管理模块1可以包括: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和流速传感器16,泵12、第一温度传感器14、第二温度传感器15和流速传感器16与控制器连接;其中:泵12用于提供动力以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,电池热管理模块1还可以包括设置在换热流路上的介质容器13,介质容器13用于存储及向换热流路提供介质。电池热管理模块1还可以包括:加热器11,加热器11与控制器连接,用于加热换热流路中的介质。

[0042] 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,以在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。

[0043] 如图3所示,控制器可以包括电池管理器、电池热管理控制器和半导体控制器、车载空调控制器,电池热管理控制器与第一温度传感器14、第二温度传感器15和流速传感器16电连接,与泵12进行CAN通信,以根据介质的比热容、介质的密度,获取温度调节实际功率 $P_2$ 、并控制泵31的转速和监控介质温度和介质流速。半导体控制器可以对半导体换热模块3和换热风机301进行控制。电池管理器可以对电池4进行管理,获取电池4的电压、电流和温度信息,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 $R$ ,以计算温度调节需求功率 $P_1$ 。车载空调控制器与第一调节阀51、第二调节阀52、第一风机501和第二风机502电联接,并对第一调节阀51、第二调节阀52的开闭、第一风机501和第二风机502的转速以及车载空调的制冷功率进行控制。车载空调控制器与电池管理器和电池热管理器进行CAN通信,以根据电池管理器获取的温度调节需求功率 $P_1$ 和电池热管理控制器获取的温度调节实际功率 $P_2$ 对第一风机501、第二风机502的风速和对第一调节阀51和第二调节阀52的开度进行调节。半导体控制器与电池管理器和电池热管理器进行CAN通信,以根据电池管理器获取的温度调节需求功率 $P_1$ 和电池热管理控制器获取的温度调节实际功率 $P_2$ 对半导体换热模块的供电方向及功率进行控制。

[0044] 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 $0^{\circ}\text{C}$ 。

[0045] 具体地,车辆上电后,电池管理器实时获取电池的温度,并发送至车载空调控制器并进行判断,车载空调控制器也可将电池的温度信息转发给电池热管理控制器。

[0046] 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,车载空调控制器控制第一调节阀51开启,第一风机501将车载空调的冷却风吹向换热器2,以对换热器2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4进行冷却。当对电池进行冷却时,第一调节阀51开启,冷却风流向为:空调出风口—第一调节阀51—第一风机501—换热器2。车内冷却支路为:空调出风口—第二调节阀52—第二风机502—车厢。

[0047] 图1a所示的中有两个电池冷却支路,电池冷却分支回路1:换热器2—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2;电池冷却分支回路2:半导体换热模块(冷却端)—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—半导体换热模块(冷却端)。

[0048] 图2a所示的中有一个电池冷却支路:换热器2—半导体换热模块3(冷却端)—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2。

[0049] 而如果电池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,电池热管理控制器控制加热器11开启,半导体控制器控制半导体换热模块3反向供电,同时车载空调控制器保持第一调节阀51处于关闭状态,图1b所示的方案中,介质流向为: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—半导体换热模块(加热端加热端)—加热器11(开启)。图2b所示的方案中,介质流向为:换热器2—半导体换热模块3(加热端)—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2。

[0050] 在本发明的实施例中,车载电池的温度调节系统还包括:用于检测车载电池的电流的电池状态检测模块,控制器还与电池状态检测模块相连。

[0051] 下面结合具体的实施例描述如何获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2。

[0052] 根据本发明的一个实施例,控制器可以用于分别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。

[0053] 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。

[0054] 更进一步地,电池热管理模块1通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

$$[0055] \quad \Delta T_1 * C * M / t \quad (1),$$

[0056] 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。

[0057] 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:

$$[0058] \quad I^2 * R, \quad (2),$$

[0059] 其中,I为平均电流,R为电池4的内阻。

[0060] 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。

[0061] 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, $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0062] 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 $P_2$ 。

[0063] 进一步地,根据本发明的一个实施例,通过以下公式(3)生成温度调节实际功率 $P_2$ :

$$[0064] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 然后,电池管理器获取电池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,电池管理器获取电池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,电池管理器根据电池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,控制器根据电池4的 $P_1$ 、 $P_2$ 通过控制半导体换热模块3或者加热器11或者车载空调的功率进行调节以精确控制电池4的加热功率/制冷功率。

[0068] 由上述实施例可知, $P_1$ 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 $45^\circ\text{C}$ ,目标温度为 $35^\circ\text{C}$ ,则电池4从 $45^\circ\text{C}$ 下降到 $35^\circ\text{C}$ 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 $P_1$ , $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ 。而如果是加热功能启动,则温度调节需求功率 $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ ,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 $P_1$ 越小。

[0069] 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 $P_1$ 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 $P_2$ 。在本发明中,电池4的温度调节实际功率 $P_2$ 可以通过公式(3)即 $\Delta T_2 * c * m$ 计算得出。 $P_2$ 也可以通过电池实际冷却功率 $P_2$ 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, $m_1$ 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。

[0070] 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。

[0071] 下面结合具体的实施例描述控制器如何根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对半导体换热模块和/或车载空调的功率进行调节。

[0072] 根据本发明的一个实施例,当为冷却模式时,控制器在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2时,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3和/或车载空调的制冷功率,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,减小半导体换热模块3和/或车载空调的制冷功率或保持半导体换热模块3和/或车载空调的制冷功率不变。

[0073] 进一步地,控制器在所述温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,控制半导体换热模块3以全制冷功率运行。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℃。

[0074] 而如果温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的温度小于第一预设温度阈值,控制器还在车厢内温度未达到空调设定温度时增加半导体换热模块3的制冷功率。

[0075] 在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,控制器还增大所述第一调节阀51的开度,同时减小第二调节阀52的开度。

[0076] 具体地,在电池冷却功能启动后(温度调节系统进入冷却模式),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51和第二调节阀52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大于温度实际功率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52的开度,增大第一调节阀61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,同时,半导体控制器控制半导体换热模块3以全制冷功率运行,即最大制冷功率运行,以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响,并控制换热风机以高转速工作。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P1和温度调节实际功率P2之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块3提供。在电池冷却功能开启过程中,车载空调控制器实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息,并根据车内冷却功率需求和电池组冷却功率需求信息,确定第一调节阀51和第二调节阀52之间的开度,以便调节电池冷却和车内冷

却回路的冷却风量分配,使得车载空调提供的电池冷却风回路的制冷功率加上半导体换热模块3的冷却功率等于电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。在电池冷却过程中,如果车载空调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 $35^{\circ}\text{C}$ ,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。

[0077] 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 $P_1$ 大于 $P_2$ 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。

[0078] 而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减少车载空调的制冷功率,减少第一调节阀的开度,或者减小半导体换热模块3的制冷功率减小,以节省电能,或者保持车载空调的制冷功率、第一调节阀开度不变,半导体换热模块3的制冷功率不变。

[0079] 可以理解,如果车内冷却未开启,则第二调节阀51关闭,第二风机502不工作。

[0080] 进一步地,电池热管理模块还包括加热器,加热器用于加热换热流路中的介质,在为加热模式时,通过半导体加热模块3和加热器11对电池4进行加热。

[0081] 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,获取所述温度调节需求功率 $P_1$ 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电池的加热器11和/或半导体换热模块3的功率,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和/或半导体换热模块3的功率不变。

[0082] 具体地,当工作在加热模式时,控制器获取电池4的 $P_1$ 和 $P_2$ ,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 $P_1$ 和 $P_2$ 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3的功率,其中, $P_1$ 与 $P_2$ 的功率差越大,加热器11和/或半导体换热模块3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和/或半导体换热模块3的加热功率以节省电能,或保持加热器11和/或半导体换热模块3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和/或半导体换热模块3的功率,以使电池4尽快完成升温。

[0083] 在本发明的实施例中,控制器还在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,增加换热风机的转速。

[0084] 进一步,根据本发明的一个实施例,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。

[0085] 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 $P_2$ ,和/或半导体换热模块3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 $P_2$ ,除控制空调制冷功率增加、第一调节阀61的开度增加、半导体

换热模块3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。

[0086] 下面结合具体示例描述图1a-1b和2a-2b所示的系统的调节过程。

[0087] 1、当对电池4冷却时：

[0088] 在电池冷却功能开启时,半导体换热模块正向供电,半导体换热模块冷却端接入电池冷却回路。

[0089] 电池冷却支路的冷却功率为经过第一调节阀吹过换热器2的空调冷却风的冷却功率加上流过半导体换热模块冷却端而使得冷却液温度降低的冷却功率。车内冷却支路的冷却功率为经过第二调节阀吹向车厢的空调冷却风的冷却功率。

[0090] (1) 电池冷却与车内冷却初始功率分配：

[0091] 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。

[0092] 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 $\leq$ 压缩机最大冷却功率 $P_7$ ,即 $P_1+P_6 \leq P_7$ ,且 $P_1 < P_7$ , $P_6 < P_7$ ,则压缩机按照 $P_1+P_6$ 制冷功率运行。同时控制第二调节阀的开度,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 $P_1$ 。

[0093] 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 $=P_6$ 。同时控制第二调节阀的开度,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 $P_1$ 。

[0094] 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,同时提高换热风机转速。增大第一调节阀的开度,提高第一风机的转速,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,同时提高换热风机转速。增大第二调节阀的开度,提高第二风机的转速,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。同时还可以提高电池冷却回路中的泵转速,提高换热功率。

[0095] (2) 电池冷却过程中功率分配：

[0096] 如果 $P_1 > P_2$ ,且 $P_c = P_1-P_2$ , $P_1+P_6+P_c < P_7$ ,则压缩机增加制冷功率 $P_c$ ,同时增大第一调节阀的开度,提高第一风机、换热风机和泵的转速,以便提高电池冷却功率。

[0097] 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,提高第一风机、换热风机和泵的转速,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。

[0098] 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,提高第一风机的转速,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,提高第二风机的转速,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,换热风机转速提高,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,同时提高换热风机转速。增大第二调节阀的开度,提高第二风机的转速,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。

[0099] 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,或者降低第一风机、换热风机和泵的转速,使得电池冷却分支回路的冷却功率下降 $P_c$ 。

[0100] 2、当对电池进行加热时:

[0101] 在电池加热功能开启时,半导体换热模块反向供电,半导体换热模块加热端加热端接入电池加热回路。

[0102] 电池加热回路的加热功率为流经PTC加热器而使得冷却液温度升高的加热功率加上流经半导体换热模块加热端加热端而使得冷却液温度升高的加热功率。

[0103] (1) 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。

[0104] 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。

[0105] 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,同时提高换热风机转速,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,同时提高换热风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0106] (2) 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 $P_c$ ,降低换热风机转速,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。

[0107] 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。

[0108] 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 $0.5P_c$ ,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。同时提高换热风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率,使得电池加热功率增加 $P_c$ 。

[0109] 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,同时提高换热风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0110] 图4a-4b所示的方案为车载空调未开启时的电池的温度调节系统的结构示意图。图4a中,电池冷却功率由半导体换热模块3供,此方案一般应用于车内气温较低,空调未开启,但是电池组需要冷却的工况下。因为外部环境温度较低,所以电池温度调节需求功率较低,通过半导体换热模块3进行冷却,有利于减少空调能耗。图4b中的方案与图4a中的差异在于半导体换热模块3与换热器2为串联关系。

[0111] 图5为另一种电池热管理系统,与图1a-1b相比,最大区别是车载空调和半导体换热模块3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52—第一调节阀51—第一风机501吹到换热器2上,为电池冷却提供冷却风。此方案无需额外提供制冷功率,可充分利用外部环境空气,可节省电量。

[0112] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,通过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/或车载空调的功率进行调节。由此,可以在车载电池温度过高或过低时,根据车载电池的实际状况对电池温度进行调节,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。

[0113] 图6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,半导体换热模块包括冷却端、加热端和换热风机,加热端和冷却端的其中一者与换热器相连,用以提供加热功率/冷却功率,换热风机对应冷却端或加热端中的另一者设置;如图6所示,车载电池的温度调节方法包括以下步骤:

[0114] S1,获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。

[0115] 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 $P_1$ 。

[0116] 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。

[0117] 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:

$$[0118] \quad \Delta T_1 * C * M / t, \quad (1)$$

[0119] 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。

[0120] 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:

$$[0121] \quad I^2 * R, \quad (2)$$

[0122] 其中, $I$ 为平均电流, $R$ 为电池的内阻。

[0123] 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, $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0124] S2,获取电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。

[0125] 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 $P_2$ 。

[0126] 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 $P_2$ :

$$[0127] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0128] 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。

[0129] S3,根据温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对半导体换热模块的和/车载空调功率进行调节。

[0130] 进一步地,在本发明的实施例中,如图1a-1b所示,半导体换热模块包括冷却端和加热端,半导体换热模块与换热器和电池并联;如图2a-ab所示,半导体换热模块也可以串联在换热器和电池之间。半导体换热模块还包括与冷却端或加热端相连的换热风机,换热风机用以向车厢外排风。

[0131] 具体地,半导体换模块具有加热端加热端和冷却端,当供电电源反接后,加热端加热端和冷却端位置交换。半导体换热模块的加热端加热端或冷却端安装有换热风机,用以向车厢外排风。

[0132] 半导体换热模块与换热器和电池并联时,如果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,半导体换热模块和电池热管理模块开始工作,半导体换热模块正向供电,如图1a所示,冷却端接入换热流路,冷却端开始制冷,以对换热流路中的介质进行冷却,以对电池进行冷却,同时换热风机将加热端加热端的热量吹向车外。而如果电池的温度较低,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,半导体换热模块和电池热管理模块开始工作,半导体换热模块反向供电,如图1b所示,加热端接入冷却管道,加热端开始加热,以对冷却管道中的介质进行加热,以对电池进行加热,同时

换热风机将冷却端的制冷量吹向车外。

[0133] 如图2a-2b所示,当半导体换热模块串联在换热器和电池之间时,通过控制半导体换热模块的供电方向,即可完成对电池的冷却/加热。图2a为半导体换热模块正向供电,图2b为半导体换热模块反向供电。

[0134] 在对电池进行冷却/或加热过程中,还实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 $P_2$ ,其中,温度调节需求功率 $P_1$ 即在目标时间内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,目标温度和目标时间为设定值,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,当对电池进行加热时,目标温度可以设置为 $10^{\circ}\text{C}$ ,目标时间可以设定为1小时。然后,根据 $P_1$ 和 $P_2$ 对半导体换热模块的功率进行调节,以使电池可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0135] 进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b和图2a-2b所示,车载电池温度调节系统还可以包括与空调出风口相连的第一调节阀51以及与第一调节阀相连的第一风机,第一风机用于对换热器进行制冷。

[0136] 具体地,除可通过半导体换热模块为电池冷却提供制冷功率,也可通过车载空调为电池提供冷却功率。当对电池进行冷却时,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。可通过调节第一阀的开度调节用于冷却电池的冷却功率。在冷却过程中还根据 $P_1$ 和 $P_2$ 对车载空调的功率进行调节。以使电池可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0137] 进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b和图2a-2b所示,车载电池温度调节系统还包括与空调出风口相连的第二调节阀以及与第二调节阀相连的第二风机,第二风机用于对车厢进行制冷。

[0138] 具体地,当车厢需要制冷时,控制第二调节阀开启,第二风机工作,第二风机可将空调出风口的冷却风吹向车厢,以对车厢进行制冷。

[0139] 在本发明的实施例中,如图1a-1b和图2a-2b所示,电池热管理模块包括相互串联的加热器、泵和介质容器,其中,泵连接在换热器的第一端和电池的第一端之间,介质容器连接在换热器的第二端和电池的第二端之间,电池热管理模块还包括设置在电池的第一端的第一温度传感器,以及设置在电池的第二端的第二温度传感器和流速传感器。

[0140] 具体地,除可通过半导体换热模块对介质进行加热,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,为电池提供加热功率,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,当冷却管道中的介质减少时,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。

[0141] 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,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。

[0142] 具体地，车辆上电后，实时获取电池的温度，并进行判断。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51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，并控制半导体换热模块正向供电，以对换热流路中的介质进行冷却，介质再经电池热管理模块对电池进行冷却。

[0143] 而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4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11开启，半导体换热模块反向供电，同时车载空调保持第一调节阀处于关闭状态。

[0144] 根据本发明的一个实施例，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：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/或车载空调的功率；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和/或车载空调的制冷功率，或保持半导体换热模块和/或车载空调的制冷功率不变。

[0145] 进一步地，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的功率具体包括：当温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ，且电池的温度大于第一预设温度阈值，则控制半导体换热模块以全制冷功率运行。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 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0146] 当温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ，且电池的温度小于第一预设温度阈值时，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，则增加半导体换热模块的制冷功率，和换热风机的转速。

[0147] 在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功 $P_2$ ，且电池的温度大于第一预设温度阈值时，还增大所述第一调节阀的开度，同时减小第二调节阀的开度。

[0148] 具体地，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 $P_1$ 大于温度实际功率 $P_2$ ，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，同时控制半导体换热模块以全制冷功率运行，即最大制冷功率运行，以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响，并控制换热风机以高转速工作。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，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 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的差值部分冷却功率，由半导体换热模块提供。在电池冷却功能开启过程中，车载空调实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息，并根据车内冷却功率需求和电



池组冷却功率需求信息,确定第一调节阀和第二调节阀之间的开度,以便调节电池冷却和车内冷却回路的冷却风量分配,使得车载空调提供的电池冷却风回路的制冷功率加上半导体换热模块的冷却功率等于电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。在电池冷却过程中,如果电池的温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池冷却完成。

[0149] 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 $P_1$ 大于 $P_2$ 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。

[0150] 而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则可以减小车载空调的制冷功率、半导体换热模块的制冷功率,以节省电能,或者保持车载空调的制冷功率、半导体换热模块的制冷功率不变。

[0151] 可以理解,如果车内冷却未开启,则第二调节阀关闭,第二风机不工作。

[0152] 根据本发明的一个实施例,当为加热模式时,根据温度调节需求功率和所述温度调节实际功率对半导体换热模块的加热功率进行调节具体包括: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,并根据功率差增加用于半导体换热模块的加热功率;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 $P_2$ ,则保持半导体换热模块的加热功率不变。

[0153] 根据本发明的一个实施例,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,所述方法还包括:如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则增加泵的转速。

[0154] 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 $P_2$ ,除控制车载空调的制冷功率、第一调节阀的开度增加、半导体换热模块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。

[0155] 进一步地,如图1a-1b和图2a-2b所示,电池热管理模块还包括加热器,加热器用于加热换热流路中的介质,在为加热模式时,通过半导体加热模块3和加热器11对电池4进行加热。

[0156] 具体地,当工作在加热模式时,获取电池的 $P_1$ 和 $P_2$ ,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,获取电池的 $P_1$ 和 $P_2$ 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,其中, $P_1$ 与 $P_2$ 的功率差越大,加热器和/或半导体换热模块的功率增加越多,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,或保持加热器和/或半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。

[0157] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节方法,通过获取电池的温度调节需求功率,再获取电池的温度调节实际功率,最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。由此,该方法可以在车载电池温度过高时,根据车载电池的实际状况对电池温度进行调节,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。

[0158] 本发明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。

[0159] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,通过获取电池的温度调节需求功率,再获取电池的温度调节实际功率,最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,从而可以在车载电池温度过高时,根据车载电池的实际状况对电池温度进行调节,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。

[0160] 图7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。如图7所示,该系统包括:压缩机11、蒸发器12、电池热管理模块1、换热器2和半导体换热模块3和控制器(图中未具体示出)。

[0161] 其中,换热器2与空调出风口之间具有第一风道100,第一风道100包括第一调节阀51和第一风机501。

[0162] 蒸发器12与压缩机11相连。电池热管理模块1与电池4相连。换热器2与电池热管理模块1相连,换热器2通过第一调节阀51和第一风机501与空调风出风口对应设置。半导体换热模块3用于为蒸发器12制冷。电池热管理模块1与换热器2连接形成换热流路。半导体换热模块3包括冷却端和加热端,冷却端与蒸发器12连接,用于为蒸发器12制冷。控制器用于获取电池的溫度调节需求功率 $P_1$ 和溫度调节实际功率 $P_2$ ,并根据溫度调节需求功率 $P_1$ 和溫度调节实际功率 $P_2$ 对半导体换热模块3和/或压缩机11的制冷功率进行调节。

[0163] 如图7所示,半导体换热模块的3的冷却端通过管路和蒸发器12连接,蒸发器12出口连冷却端的入口,蒸发器12入口连冷却端的出口,如图8a-8b所示,半导体换热模块的3的冷却端也可与蒸发器12串联。

[0164] 如图7和图8a-8b所示,车载电池溫度调节系统还包括与蒸发器12对应设置的第三风机503,第三风机503与空调出风口之间具有第三风道300。车载电池溫度调节系统还可以包括与半导体换热模块的加热端相连的换热风机301,换热风机301向车厢外排风。

[0165] 具体地,半导体换模块3具有加热端和冷却端,半导体换热模块3的加热端安装有换热风机301,用以向车厢外排风。

[0166] 如图7所示,当冷却端设置在蒸发器12之上时,车载空调制冷功率来源主要由压缩机11和半导体换热模块3提供,其中压缩机制冷回路为:压缩机11—冷凝器13—第一电子阀14—第一膨胀阀15—蒸发器12—压缩机11,冷媒流经蒸发器12后,蒸发器12温度下降,冷媒温度上升。半导体换热模块制冷回路为:半导体换热模块3(冷却端)—蒸发器12—半导体换热模块(冷却端),冷媒流过蒸发器12之后,温度有所升高,半导体换热模块的冷却端将部分冷媒冷却之后,重新流过蒸发器12,使得蒸发器12温度下降。

[0167] 车内空气经过蒸发器12后,温度降低,冷却风经过第三风机503吹向空调出风口,再由第一风机501吹向换热器2,以对冷却管道中的介质进行冷却,从而对电池4进行冷却,同时换热风机301将加热端的热量吹向车外。电池冷却功能没有启动时,第一调节阀51关闭。当电池冷却功能启动时第一调节阀51开启。第一膨胀阀15可用于控制流入蒸发器的冷媒的流量,第一电子阀14可用于控制压缩机制冷回路的开闭。

[0168] 在本发明的一个实施例中,半导体换热模块的冷却端与所述换热器并联连接在所述电池冷却支路上,其中,所述蒸发器出口连接所述冷却端的入口,所述蒸发器入口连接所述冷却端的出口。半导体换热模块的冷却端和所述换热器串联连接所述电池冷却支路上,其中,所述半导体换热模块的冷却端的入口与第一膨胀阀的出口相连,所述半导体换热模块的冷却端的出口与所述蒸发器的入口相连,或者,所述半导体换热模块的冷却端的入口与蒸发器的出口相连,所述半导体换热模块的冷却端的出口与所述压缩机的入口相连。

[0169] 如图8a-8b所示,当冷却端与蒸发器12串联时,如图8a所示,半导体换热模块3可以串联在第一膨胀阀15和蒸发器12之间,半导体换热模块3的冷却端直接接入到冷媒回路中,冷媒先经过冷却端冷却后,温度下降,再经过蒸发器12,使得压缩机制冷回路的冷却功率更高。如图8b所示,半导体换热模块3也可串联的蒸发器12和压缩机11之间,冷却端直接接入到冷媒回路中,冷媒先经过蒸发器12,使得冷媒温度升高,然后在流经冷却端,使得冷媒温度下降,提高了空调系统的制冷功率。

[0170] 在对电池进行冷却过程中,控制器还实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 $P_2$ ,其中,温度调节需求功率 $P_1$ 即在目标时间内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 $P_2$ 即当前对电池进行温度调节时,电池4得到的实际功率,目标温度和目标时间为设定值,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,目标时间可以设定为1小时。控制器可以根据 $P_1$ 和 $P_2$ 对半导体换热模块3和或压缩机11的功率进行调节,以使电池4可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

[0171] 车载空调和半导体换热模块3除可为电池冷却提供制冷功率,还可以为车厢提供制冷功率。

[0172] 根据本发明的一个实施例,如图7和图8a-8b所示,空调风出风口与车厢之间具体第二风道200,第二风道200包括的第二调节阀52以及与第二调节阀52相连的第二风机502,第二风机502用于对车厢进行制冷。

[0173] 具体地,第一调节阀51可用于控制电池冷却支路的冷却进风量。第二调节阀52可用于控制车内冷却支路的冷却进风量。当电池冷却功能启动时,第一调节阀51开启,车内空气经过蒸发器12后,温度降低,冷却风经过第三风机503吹向空调出风口,再由第一风机501吹向换热器2,以对化热流路中的介质进行冷却,从而对电池4进行冷却,同时换热风机301将加热端的热量吹向车外。当车厢内需要制冷时,第二调节阀52开启,第二风机502将空调出风口的冷却风吹向车厢,以为车厢提供制冷功率。

[0174] 在本发明的实施例中,如图7和图8a-8b所示,电池热管理模块1可以包括: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和流速传感器16,泵12、第一温度传感器14、第二温度传感器15和流速传感器16与控制器连接;其中:泵12用于提供动力以

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。

[0175] 进一步地,电池热管理模块1还可以包括设置在换热流路上的介质容器13,介质容器13用于存储及向换热流路提供介质。电池热管理模块1还可以包括:加热器11,加热器11与控制器连接,用于加热换热流路中的介质。

[0176] 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,以在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。

[0177] 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℃,第二温度阈值可以为0℃。

[0178] 车辆上电后,电池管理器实时获取电池的温度,并发送至车载空调控制器并进行判断,车载空调控制器也可将电池的温度信息转发给电池热管理控制器。

[0179] 如果判断电池的温度高于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,车载空调控制器控制第一调节阀51开启,换热流路内的介质流向为:换热器2—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2;

[0180] 而如果电池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,电池热管理控制器控制加热器11开启,同时车载空调控制器保持第一调节阀51处于关闭状态,介质流向为: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2—加热器11(开启)。

[0181] 下面结合具体的实施例描述控制器如何获取电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2。

[0182] 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。

[0183] 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。

[0184] 更进一步地,通过以下公式(1)生成第一温度调节需求功率:

$$[0185] \quad \Delta T_1 * C * M / t \quad (1),$$

[0186] 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。

[0187] 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:

$$[0188] \quad I^2 * R, \quad (2),$$

[0189] 其中,  $I$ 为平均电流,  $R$ 为电池4的内阻。

[0190] 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。

[0191] 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,  $P1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0192] 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  $P2$ 。

[0193] 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  $P2$ :

$$[0194] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0195] 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。

[0196] 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通信向车载空调开工之气发送开启温度调节功能的信息, 车载空调控制器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。

[0197] 然后, 电池管理器获取电池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, 电池管理器获取电池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, 电池管理器根据电池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, 控制器可以根据电池4的  $P1$ 、 $P2$  通过控制半导体换热模块3或者加热器11或者车载空调 (压缩机) 的功率进行调节以精确控制电池4的加热功率/制冷功率。

[0198] 可以理解, 如图9所示, 车载空调控制器还与压缩机电连接, 以对压缩机进行控制, 并且, 车载空调控制器可以对第一至第三风机501-503的转速、各调节阀、电子阀和膨胀阀进行控制。

[0199] 下面结合具体的实施例描述如何根据温度调节需求功率  $P1$  和温度调节实际功率  $P2$  对半导体换热模块和/或压缩机的功率进行调节。

[0200] 根据本发明的一个实施例, 根据本发明的一个实施例, 当为冷却模式时, 控制器在温度调节需求功率  $P1$  大于温度调节实际功率  $P2$  时, 获取温度调节需求功率  $P1$  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3和/或压缩机11的制冷功率,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,减小半导体换热模块3和/或压缩机11的制冷功率,或保持半导体换热模块3和/或压缩机11的制冷功率不变。

[0201] 进一步地,控制器在所述温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,控制半导体换热模块3以全制冷功率运行。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 $45^{\circ}\text{C}$ 。而如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度小于第一预设温度阈值,控制器还在车厢内温度未达到空调设定温度时增加半导体换热模块3制冷功率。

[0202] 在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,控制器还增大第一调节阀51的开度,同时减小第二调节阀52的开度。具体地,以图7所示的方案为例,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 $P_1$ ,并把该信息转发给电池热管理控制器和半导体换控制器同时控制第一调节阀51开启。在电池冷却过程中,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 $P_2$ ,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 $P_1$ 和电池的温度实际功率 $P_2$ 信息,如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度实际功率 $P_2$ ,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 $45^{\circ}\text{C}$ ,则车载空调减少第二调节阀52的开度,增大第一调节阀51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,同时,半导体控制器控制半导体换热模块3以全制冷功率运行,即最大制冷功率运行,以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响,并且控制换热风机以高转速工作。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,则车载空调控制器减少第二调节阀52的开度,增大第一调节阀51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 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块3提供。在电池冷却功能开启过程中,车载空调控制器实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息,并根据车内冷却功率需求和电池组冷却功率需求信息,确定第一调节阀51和第二调节阀52之间的开度,以便调节电池冷却和车内冷却支路的冷却风量分配,使得车载空调提供的电池冷却风回路的制冷功率加上半导体换热模块3的冷却功率等于电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。在电池冷却过程中,如果车载空调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 $35^{\circ}\text{C}$ ,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。

[0203] 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 $P_1$ 大于 $P_2$ 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。

[0204] 而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ,则车载空调可以减小压缩机的冷却功率,或者半导体换

热模块3降低制冷功率,以节省电能,或者保持压缩机和半导体换热模块3的制冷功率不变。

[0205] 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 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加用于加热电池的加热器11的功率,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的功率不变。

[0206] 进一步地,在为加热模式时,通过加热器11对电池4进行加热。

[0207] 具体地,当工作在加热模式时,控制器获取电池4的 $P_1$ 和 $P_2$ ,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 $P_1$ 和 $P_2$ 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,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 $10^{\circ}\text{C}$ ,则适当增加加热器11的功率,以使电池4尽快完成升温。

[0208] 进一步,根据本发明的一个实施例,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。

[0209] 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 $P_2$ ,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。

[0210] 下面结合具体地实施例描述图7和图8a-8b所示的系统的电池温度的具体调节过程。

[0211] 1、当对电池进行冷却时冷却时

[0212] 冷却功率由空调压缩机提供的冷却功率以及半导体换热模块提供的冷却功率。压缩机和半导体换热模块通过对冷媒进行冷却,冷媒经过蒸发器后使得蒸发器温度下降,并通过第三风机将空调冷却风吹向换热器2或者车厢内,分别对电池和车厢进行冷却。

[0213] 电池冷却支路的冷却功率为经过第一调节阀吹过换热器2的空调冷却风的冷却功率,车内冷却支路的冷却功率为经过第二调节阀吹向车厢的空调冷却风的冷却功率。

[0214] (1) 电池冷却与车内冷却初始功率分配

[0215] 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。

[0216] 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 $\leq$ 压缩机最大冷却功率 $P_7$ ,即 $P_1+P_6 \leq P_7$ ,且 $P_1 < P_7$ , $P_6 < P_7$ ,则压缩机按照 $P_1+P_6$ 制冷功率运行。同时控制第二调节阀的开度,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 $P_1$ 。

[0217] 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 $= P_6$ 。又或者半导体换热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。同时控制第二调节阀的开度,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 $P_1$ 。

[0218] 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,同时提高换热风机转速。增大第一调节阀的开度,提高第一风机的转速,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,同时提高换热风机转速。增大第二调节阀的开度,提高第二风机的转速,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。同时还可以提高电池冷却回路中的泵转速,提高换热功率。

[0219] (2) 电池冷却过程中功率分配

[0220] 如果 $P_1>P_2$ ,且 $P_c=P_1-P_2$ , $P_1+P_6+P_c<P_7$ ,则压缩机增加制冷功率 $P_c$ ,同时增大第一调节阀的开度,提高第一风机、换热风机和泵的转速,以便提高电池冷却功率。

[0221] 如果 $P_1>P_2$ ,且 $P_c=P_1-P_2$ , $P_7<P_1+P_6+P_c\leq P_7+P_3$ , $P_g=P_1+P_6+P_c-P_7$ , $P_h=$

[0222]  $P_1+P_6+P_c-P_3$ ,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,提高第一风机、换热风机和泵的转速,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。

[0223] 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,提高第一风机的转速,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,提高第二风机的转速,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,换热风机转速提高,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,同时提高换热风机转速。增大第二调节阀的开度,提高第二风机的转速,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。

[0224] 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,或者降低第一风机、换热风机和泵的转速,使得电池冷却分支回路的冷却功率下降



Pc。

[0225] 2、当对电池进行加热时

[0226] 在电池加热功能开启时,半导体换热模块不工作。

[0227] 电池加热回路的加热功率为经过流经PTC加热器而使得介质温度升高的加热功率。

[0228] (1) 设电池加热需求功率为P1,电池实际加热功率为P2,P5为PTC加热器的最大加热功率。

[0229] 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。

[0230] 如果 $P1 > P5$ ,则PTC加热器按照最大加热功率P5为电池提供加热功率,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0231] (2) 加热过程中,如果 $P1 \leq P2$ ,且 $Pc = P2 - P1$ ,则PTC加热器加热功率减少Pc,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。

[0232] 在加热过程中,如果 $P1 > P2$ , $Pc = P1 - P2$ ,且 $P1 + Pc \leq P5$ 时,则PTC加热器增加加热功率Pc,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。

[0233] 如果 $P1 > P2$ , $Pc = P1 - P2$ ,且 $P5 < P1 + Pc$ ,则PTC加热器按照最大加热功率P5运行,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0234] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,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或过低时,根据车载电池的实际状况对电池温度进行调节,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。

[0235] 图10是根据本发明第五个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图。其中,如图7所示,车载电池温度调节系统包括换热器,换热器与空调出风口之间具有第一风道,第一风道包括第一调节阀和第一风机;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;压缩机和蒸发器;半导体换热模块,所述半导体换热模块包括冷却端和加热端,冷却端与蒸发器连接,用于为蒸发器制冷;如图10所示,车载电池的温度调节方法包括以下步骤:

[0236] S1',获取电池的温度调节需求功率P1。

[0237] 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。

[0238] 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。

[0239] 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:

[0240]  $\Delta T_1 * C * M / t$ , (1)

[0241] 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。

[0242] 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:

[0243]  $I^2 * R$ , (2)

[0244] 其中,  $I$ 为平均电流,  $R$ 为电池的内阻。

[0245] 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,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0246]  $S_2'$ , 获取电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。

[0247] 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 $P_2$ 。

[0248] 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 $P_2$ :

[0249]  $\Delta T_2 * c * m$ , (3)

[0250] 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。

[0251]  $S_3'$ , 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/或压缩机的功率进行调节。

[0252] 进一步地, 在本发明的实施例中, 如图7所示, 半导体换热模块包括冷却端和加热端, 冷却端设置在蒸发器之上, 如图8a-8b所示, 冷却端也可与蒸发器串联。

[0253] 如图7和图8a-8b所示, 车载电池温度调节系统还包括与蒸发器相连的第三风机, 第三风机设置在空调风出风口内。车载电池温度调节系统还可以包括与加热端相连的换热风机, 换热风机向车厢外排风。

[0254] 具体地, 半导体换模块具有加热端和冷却端。半导体换热模块的加热端安装有换热风机, 用以向车厢外排风。

[0255] 如图7所示, 当冷却端设置在蒸发器之上时, 车载空调制冷功率来源主要由压缩机和半导体换热模块提供, 其中压缩机制冷回路为: 压缩机—冷凝器—第一电子阀—第一膨胀阀—蒸发器—压缩机, 冷媒流经蒸发器后, 蒸发器温度下降, 冷媒温度上升。半导体换热模块制冷回路为: 半导体换热模块(冷却端)—蒸发器—半导体换热模块(冷却端), 冷媒流过蒸发器之后, 温度有所升高, 半导体换热模块的冷却端将部分冷媒冷却之后, 重新流过蒸发器, 使得蒸发器温度下降。

[0256] 车内空气经过蒸发器后, 温度降低, 冷却风经过第三风机吹向空调出风口, 再由第一风机吹向换热器, 以对冷却管道中的介质进行冷却, 从而对电池进行冷却, 同时换热风机将加热端的热量吹向车外。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。第一膨胀阀可用于控制流入蒸发器的冷媒的流量, 第一电子阀可用于控制压缩机制冷回路的开闭。

[0257] 如图8a-8b所示,当冷却端与蒸发器串联时,如图8a所示,半导体换热模块可以串联在第一膨胀阀和蒸发器之间,半导体换热模块的冷却端直接接入到冷媒回路中,冷媒先经过冷却端冷却后,温度下降,再经过蒸发器,使得压缩机制冷回路的冷却功率更高。如图8b所示,半导体换热模块也可串联的蒸发器和压缩机之间,冷却端直接接入到冷媒回路中,冷媒先经过蒸发器,使得冷媒温度升高,然后在流经冷却端,使得冷媒温度下降,提高了空调系统的制冷功率。

[0258] 在对电池进行冷却过程中,还实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 $P_2$ ,其中,温度调节需求功率 $P_1$ 即在目标时间内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,目标温度和目标时间为设定值,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,目标时间可以设定为1小时。然后,可以根据 $P_1$ 和 $P_2$ 对半导体换热模块和/或压缩机的功率进行调节,以使电池可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

[0259] 车载空调和半导体换热模块除可为电池冷却提供制冷功率,还可以为车厢提供制冷功率。

[0260] 根据本发明的一个实施例,如图7和图8a-8b所示,车载电池温度调节系统还可以包括与空调风出风口相连的第二调节阀以及与第二调节阀相连的第二风机,第二风机用于对车厢进行制冷。

[0261] 具体地,第一调节阀可用于控制电池冷却支路的冷却进风量。第二调节阀52可用于控制车内冷却支路的冷却进风量。当电池冷却功能启动时,第一调节阀开启,车内空气经过蒸发器后,温度降低,冷却风经过第三风机吹向空调出风口,再由第一风机吹向换热器,以对冷却管道中的介质进行冷却,从而对电池4进行冷却,同时换热风机将加热端的热量吹向车外。当车厢内需要制冷时,第二调节阀开启,第二风机将空调出风口的冷却风吹向车厢,以为车厢提供制冷功率。

[0262] 在本发明的实施例中,如图7和图8a-8b所示,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,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。

[0263] 进一步地,电池热管理模块还可以包括设置在换热流路上的介质容器述介质容器用于存储及向换热流路提供介质。电池热管理模块还可以包括加热器,用于加热换热流路中的介质。

[0264] 具体地,图7和图8a-8b所示所示,除可通过半导体换热模块对介质进行冷却,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,为电池提供加热功率,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,当冷却管道中的介质减少时,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。

[0265] 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,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。

[0266] 具体地,车辆上电后,实时获取电池的温度,并进行判断。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,控制第一调节阀51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。

[0267] 而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4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11开启,同时车载空调保持第一调节阀处于关闭状态。

[0268] 根据本发明的一个实施例,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/或压缩机的功率进行调节具体包括: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和/或压缩机的功率或保持半导体换热模块和/或压缩机的功率不变。

[0269] 进一步地,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的功率具体包括:当温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值,则控制半导体换热模块以全制冷功率运行。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 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0270] 当温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度小于第一预设温度阈值时,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,则增加半导体换热模块的制冷功率。

[0271] 如图7和图8a-8b所示,空调风出风口与车厢之间具体第二风道,第二风道包括第二调节阀以及与第二调节阀相连的第二风机,第二风机用于对车厢进行制冷,所述方法还包括:在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,还增大第一调节阀的开度,同时减小第二调节阀的开度。

[0272] 具体地,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 $P_1$ 大于温度实际功率 $P_2$ ,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,同时控制半导体换热模块以全制冷功率运行,即最大制冷功率运行,以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响,并控制换热风机以高转速工作。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,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 $P1$ 和温度调节实际功率 $P2$ 之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块提供。在电池冷却功能开启过程中,实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息,并根据车内冷却功率需求和电池组冷却功率需求信息,确定第一调节阀和第二调节阀之间的开度,以便调节电池冷却和车内冷却回路的冷却风量分配,使得车载空调提供的电池冷却风回路的制冷功率加上半导体换热模块的冷却功率等于电池的温度调节需求功率 $P1$ 。在电池冷却过程中,如果电池的温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池冷却完成。

[0273] 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 $45^{\circ}\text{C}$ ,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。

[0274] 而如果 $P1$ 小于或等于 $P2$ ,则可以减小半导体换热模块的制冷功率,以节省电能,或者保持半导体换热模块的制冷功率不变。

[0275] 可以理解,如果车内冷却未开启,则第二调节阀关闭,第二风机不工作。

[0276] 根据本发明的一个实施例,根据温度调节需求功率和所述温度调节实际功率对半导体换热模块的加热功率进行调节具体包括: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,并根据功率差增加用于半导体换热模块的加热功率;如果温度调节需求功率 $P1$ 小于或等于温度调节实际功率 $P2$ ,则保持半导体换热模块的加热功率不变。

[0277] 进一步地,电池热管理模块包括加热器,用于加热换热流路中的介质,当为加热模式时,在为加热模式时,通过半导体加热模块和加热器对电池进行加热。

[0278] 具体地,当工作在加热模式时,获取电池的 $P1$ 和 $P2$ ,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 $P1$ 和 $P2$ 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 $P1$ 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。

[0279] 在本发明的实施例中,在温度调节需求功率 $P1$ 大于温度调节实际功率 $P2$ 时,增加换热风机的转速。

[0280] 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 $P1$ 小于或等于 $P2$ ,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 $P1$ 大于 $P2$ ,除控制车载空调压缩机冷却功率增加、第一调节阀的开度增加、半导体换热模块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 $P2$ ,以在目标时间 $t$ 内实现温度调节。

[0281] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节方法,首先获取电池的温度调节需求功率,再获取电池的温度调节实际功率,最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/或压缩机的功率进行调节。由此,该方法可以在车载电池温度过高或过低时,根据车载电池的实际状况对电池温度进行调节,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。

[0282] 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。

[0283] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,首先获取电池的温度调节需求功率,再获取电池的温度调节实际功率,最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/或压缩机的功率进行调节,从而可以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。

[0284] 图11a-11b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11a-11b所示,该车载电池的温度调节系统包括:换热器2、压缩机11、冷凝器13、电池热管理模块1、半导体换热模块3、控制器(图中未具体示出)。

[0285] 其中,压缩机11与换热器2连接。冷凝器13与压缩机11相连。电池热管理模块1与换热器2连接形成换热流路。半导体换热模块3包括冷却端、加热端和换热风机301,冷却端或加热端的其中一者与换热器连接,用于为所述换热器加热功率/制冷功率,换热风机301与冷却端或加热端的另一者相连,换热风机301用以向车厢外排风。控制器分别与半导体换热模块3、压缩机11和电池热管路模块1连接,用于获取电池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/或压缩机的功率进行调节。

[0286] 进一步地,在本发明的实施例中,如图11a-11b所示,半导体换热模块3可以与与换热器并联;如图12a-12b所示,半导体换热模块3也可以串联在换热器2和电池热管理模块1之间。半导体换热模块3还包括与冷却端或加热端相连的换热风机301。

[0287] 当对电池进行冷却时,如图11a所示,冷却端可以与换热器2并联,如图12a所示,冷却端也可串联在换热器2和电池4之间。当对电池进行加热时,如图11b所示,加热端可以与换热器2和电池4并联,如图12b所示,加热端也可串联在换热器2和电池热管理模块1之间。

[0288] 具体地,半导体换热模块3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3的加热端或冷却端安装有换热风机301,用以向车厢外排风。换热器2可以为板式换热器,如图11a-11b和12a-12b所示,换热器2具有两个道,其中第一管道与压缩机11相连,第二管道与电池热管理模块1相连,第一管道中流的是冷媒,第二管道中流的是介质。

[0289] 如图11a-11b所示,当半导体换热模块3与换热器2并联时,如果当电池4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,半导体换热模块3、电池热管理模块1和车载空调开始工作,半导体换热模块3正向供电(图11a),其中电池冷却回路的冷却功率主要有2个来源,其中一个为车载空调的压缩机11,压缩机11冷媒流经换热器2,为换热器2提供了冷却功率,冷却管道中介质流经换热器2后,介质温度下降;另一个是半导体换热模块3,半导体换热模块3正向供电,冷却端接入冷却管道,直接对介质进行冷却,为电池冷却提供冷却功率,同时换热风机301将加热端的热量吹向车外。

[0290] 而如果电池的温度较低,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,半导体换热模块3和电池热管理模块1开始工作,半导体换热模块3反向供电,如图11b所示,加热端接入冷却管道,加热端开始加热,以对冷却管道中的介质进行加热,以对电池4进行加热,同时换热风机301将冷却端的制冷量吹向车外。

[0291] 如图12a-12b,半导体换热模块3也可以串联在换热器2和电池4之间,通过控制半导体换热模块3的供电方向,即可完成对介质的冷却/加热,以为提供加制冷功率/加热功率,完成电池的冷却/加热。

[0292] 在对电池进行冷却/或加热过程中,控制器还实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 $P_2$ ,其中,温度调节需求功率 $P_1$ 即在目标时间内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 $P_2$ 即当前对电池进行温度调节时,电池4得到的实际功率,目标温度和目标时间为设定值,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,当对电池进行加热时,目标温度可以设置为 $10^{\circ}\text{C}$ ,目标时间可以设定为1小时。控制器可以根据 $P_1$ 和 $P_2$ 对半导体换热模块3和/或压缩机11的功率进行调节,以使电池4可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0293] 压缩机11除可以为电池4提供冷却功率,还可以为车厢提供制冷功率。

[0294] 根据本发明的一个实施例,如图11a-11b和图12a-12b所示,车载电池温度调节系统还包括与压缩机11相连的车内冷却支路20,车内冷却支路20包括蒸发器21,蒸发器21与压缩机11相连。

[0295] 具体地,压缩机11和冷凝器12构成空调制冷支路10。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2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的冷媒流经换热器2,为换热器2提供了冷却功率,另一个为半导体换热模块3的冷却端进行制冷为电池冷却支路提供冷却功率。

[0296] 第一电子阀14和第二电子阀24分别用于控制电池冷却支路30和车内冷却支路20的开通和关闭。第一膨胀阀15和第二膨胀阀25可分别用于控制电池冷却支路30和车内冷却支路20和冷媒流量,以分别控制电池冷却支路30和车内冷却支路20的冷却功率。

[0297] 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13—第二电子阀24—第二膨胀阀25—蒸发器21—压缩机11;电池冷却支路30为:压缩机11—冷凝器13—第一电子阀14—第一膨胀阀15—换热器2—压缩机11。当电池冷却功能没有启动时,第一电子阀14关闭。当电池冷却功能启动时第一电子阀14开启。如果此时车内不需要制冷,则第二电子阀24关闭。

[0298] 在本发明的实施例中,如图11a-11b和图12a-12b所示,电池热管理模块1可以包括: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和流速传感器16,泵12、第一温度传感器14、第二温度传感器15和流速传感器16与控制器连接;其中:泵12用于提供动力以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。

[0299] 进一步地,电池热管理模块1还可以包括设置在换热流路上的介质容器13,介质容器13用于存储及向换热流路提供介质。电池热管理模块1还可以包括:加热器11,加热器11与控制器连接,用于加热换热流路中的介质。

[0300] 可以理解,车载电池的温度调节系统除可通过半导体换热模块3的加热端对介质进行加热,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加热器,以在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。

[0301] 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。

[0302] 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。

[0303] 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。

[0304] 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:

$$[0305] \quad \Delta T_1 * C * M / t \quad (1),$$

[0306] 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。

[0307] 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:

$$[0308] \quad I^2 * R, \quad (2),$$

[0309] 其中,I为平均电流,R为电池4的内阻。

[0310] 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。

[0311] 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, $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0312] 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。

[0313] 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:



[0314]  $\Delta T_2 * c * m$ , (3)

[0315] 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。

[0316] 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, 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。

[0317] 然后, 电池管理器获取电池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, 电池管理器获取电池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, 电池管理器根据电池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, 控制器根据电池4的 $P_1$ 、 $P_2$ 通过控制半导体换热模块3或者加热器11或者压缩机11的功率以及膨胀阀的开度以精确控制电池4的加热功率/制冷功率。

[0318] 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 $0^\circ\text{C}$ 。

[0319] 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, 车载空调控制器控制第一电子阀14开启。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13—第一电子阀14—第一膨胀阀15—换热器2—压缩机11; 图11a中介质流向为2个, 分别为: 换热器2—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2; 冷却端—换热器2—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—冷却端。图12a中介质流向为一个, 即: 换热器2—冷却端—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2。通过换热器2和冷却端冷却管道中的介质, 以使介质与电池4进行热交换, 完成电池的温度调节。

[0320] 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, 同时车载空调控制器保持第一电子阀14处于关闭状态, 图11b中介质流向为2个, 分别为: 换热器2—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2; 加热端—换热器2—加热器11(关开启)—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—加热端。图12b中介质流向为一个,即:换热器2—加热端—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2。通过加热器11和加热端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。

[0321] 下面结合具体的实施例描述控制器如何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/或压缩机的功率进行调节。

[0322] 根据本发明的一个实施例,当为冷却模式时,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 $P_2$ 之间的功率差,并根据功率差增加半导体换热模块3和/或压缩机11的功率,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,减小半导体换热模块3和/或压缩机11的功率,或保持半导体换热模块3和/或压缩机11的功率不变。

[0323] 进一步地,控制器在所述温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,控制半导体换热模块3以全制冷功率运行。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 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0324] 而如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度小于第一预设温度阈值,控制器还在车厢内温度未达到空调设定温度时增加半导体换热模块3的功率。

[0325] 在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,控制器还增大所述第一膨胀阀15的开度,同时减小第二膨胀阀25的开度。

[0326] 具体地,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 $P_1$ ,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电子阀14开启。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 $P_2$ ,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 $P_1$ 和电池的温度实际功率 $P_2$ 信息,如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度实际功率 $P_2$ ,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 $45^{\circ}\text{C}$ ,则车载空调控制器减少第二膨胀阀15的开度,增大第一膨胀阀25的开度,以减少车内冷媒流量,增加电池冷却支路的冷媒流量,以调整电池冷却和车内冷却的制冷量分配,同时,半导体控制器控制半导体换热模块3以全制冷功率运行,即最大制冷功率运行,以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响,并控制换热风机以高转速工作。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,则车载空调控制器减少第二膨胀阀25的开度,增大第一膨胀阀15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 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块3提供。在电池冷却功能开启过程中,车载空调控制器实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息,并根据车内冷却功率需求和电池组冷却功率需求信息,确定第一膨胀阀15和第二膨胀阀25之间的开度,以便调节电池冷却和车内冷却回路的冷媒分配,使得车载空调提供的电池冷却支路的制冷功率加上半导体换热模块3提供的制冷功率等于电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。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 $35^{\circ}\text{C}$ ,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。

[0327] 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 $P1$ 大于 $P2$ 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。

[0328] 而如果 $P1$ 小于或等于 $P2$ ,则控制器可以减小压缩机11的冷却功率,减小或者半导体换热模块3降低制冷功率,以节省电能,或者保持压缩机11和半导体换热模块3的制冷功率不变。

[0329] 可以理解,如果车内冷却未开启,则第二调节阀51关闭,第二风机502不工作。

[0330] 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 $P1$ 大于温度调节实际功率 $P2$ 时,获取所述温度调节需求功率 $P1$ 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11的功率,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,保持加热器11的功率不变。

[0331] 进一步地,在为加热模式时,通过半导体加热模块3和加热器11对电池4进行加热。

[0332] 具体地,当工作在加热模式时,电池热管理模块1获取电池4的 $P1$ 和 $P2$ ,并进行判断。如果电池4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4的升温,控制器获取电池4的 $P1$ 和 $P2$ 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3的功率,其中, $P1$ 与 $P2$ 的功率差越大,加热器11和/或半导体换热模块3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 $P1$ 小于或等于 $P2$ ,则可以减小加热器11和/或半导体换热模块3的加热功率以节省电能,或保持加热器11和/或半导体换热模块3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。

[0333] 在本发明的实施例中,控制器还在温度调节需求功率 $P1$ 大于温度调节实际功率 $P2$ 时,增加换热风机的转速。

[0334] 进一步,根据本发明的一个实施例,控制器还用于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,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 $P1$ 大于温度调节实际功率 $P2$ 时,提高泵12的转速。

[0335] 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 $P1$ 小于或等于 $P2$ ,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 $P1$ 大于 $P2$ ,除控制空调压缩机冷却功率增加、第一膨胀阀15的开度增加、半导体换热模块3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回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 $P2$ ,以在目标时间 $t$ 内实现温度调节。

[0336] 下面结合具体的实施例描述图11a-11b和图12a-12b所示的系统的电池温度调节

的具体过程。

[0337] 1、在电池冷却功能开启时,半导体换热模块正向供电,半导体换热模块冷却端接入电池冷却回路。

[0338] 电池冷却支路的冷却功率为经过第一膨胀阀流过换热器2的冷媒的冷却功率加上流过半导体换热模块冷却端而使得介质温度降低的冷却功率。车内冷却支路的冷却功率为经过第二膨胀阀的冷媒流经蒸发器,空气经过蒸发器吹向车厢的空调冷却风的冷却功率。

[0339] (1) 电池冷却与车内冷却初始功率分配

[0340] 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。

[0341] 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 $\leq$ 压缩机最大冷却功率 $P_7$ ,即 $P_1+P_6 \leq P_7$ ,且 $P_1 < P_7$ , $P_6 < P_7$ ,则压缩机按照 $P_1+P_6$ 制冷功率运行。同时控制第二膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ 。控制第一膨胀阀的开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0342] 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 $=P_6$ 。又或者半导体换热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。同时控制第二膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ ,控制第一膨胀阀的开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0343] 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,同时提高换热风机转速。增大第一膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1$ ,减少第二膨胀阀的开度,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,同时提高换热风机转速。增大第二膨胀阀的开度,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。同时还可以提高电池冷却回路中的泵转速,提高换热功率。

[0344] (2) 电池冷却过程中功率分配

[0345] 如果 $P_1 > P_2$ ,且 $P_c = P_1-P_2$ , $P_1+P_6+P_c < P_7$ ,则压缩机增加制冷功率 $P_c$ ,同时增大第一膨胀阀的开度,提高换热风机和泵的转速,以便提高电池冷却功率。

[0346] 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。同时增大第一膨胀阀的开度,提高换热风机和泵的转速,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $P_c$ 。

[0347] 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 $P_1+P_c$ ,减少第二膨胀阀的开度,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,换热风机转速提高,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,同时提高换热风机转速。增大第二膨胀阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P_6$ ,减少第一膨胀阀的开度,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。

[0348] 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,或者减少第一膨胀阀的开度,或者降低换热风机和泵的转速,使得电池冷却分支回路的冷却功率下降 $P_c$ 。

[0349] 2在电池加热功能开启时,半导体换热模块反向供电,半导体换热模块加热端接入电池加热回路。

[0350] 电池加热回路的加热功率为流经PTC加热器而使得介质温度升高的加热功率加上流经半导体换热模块加热端而使得介质温度升高的加热功率。

[0351] (1) 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。

[0352] 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。

[0353] 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,同时提高换热风机转速,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,同时提高换热风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0354] (2) 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 $P_c$ ,降低换热风机转速,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。

[0355] 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。

[0356] 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。同时提高换热风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功

率,使得电池加热功率增加 $P_c$ 。

[0357] 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,同时提高换热风机转速,电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0358] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,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或过低时,根据车载电池的实际状况对电池温度进行调节,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。

[0359] 图13是根据本发明第七个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图。其中,如图11a-11b所示,车载电池温度调节系统包括换热器;压缩机,压缩机与换热器连接;与压缩机相连的冷凝器;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;半导体换热模块,半导体换热模块包括冷却端、加热端和换热风机,冷却端或加热端的其中一者与换热器连接,用于为换热器加热功率/制冷功率,换热风机与冷却端或加热端的另一者相连,所热风机用以向车厢外排风;如图13所示,车载电池的温度调节方法包括以下步骤:

[0360] S1",获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。

[0361] 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 $P_1$ 。

[0362] 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。

[0363] 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:

$$[0364] \quad \Delta T_1 * C * M / t, \quad (1)$$

[0365] 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。

[0366] 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:

$$[0367] \quad I^2 * R, \quad (2)$$

[0368] 其中, $I$ 为平均电流, $R$ 为电池的内阻。

[0369] 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, $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0370] S2",获取电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。

[0371] 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  $P_2$ 。

[0372] 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  $P_2$ :

$$[0373] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0374] 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。

[0375]  $S_3$ , 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/或压缩机的功率进行调节。

[0376] 具体地, 当对电池进行冷却时, 如图 11a 所示, 冷却端可以与换热器和电池并联, 如图 12a 所示, 冷却端也可串联在换热器和电池之间。当对电池进行加热时, 如图 11b 所示, 加热端可以与换热器和电池并联, 如图 12b 所示, 加热端也可串联在换热器和电池之间。

[0377] 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或冷却端安装有换热风机, 用以向车厢外排风。换热器可以为板式换热器, 如图 11a-11b 和 12a-12b 所示, 换热器具有两个道, 其中第一管道与压缩机相连, 第二管道与电池热管理模块相连, 第一管道中流的是冷媒, 第二管道中流的是介质。

[0378] 如图 11a-11b 所示, 当半导体换热模块与换热器并联时, 如果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, 半导体换热模块、电池热管理模块和车载空调开始工作, 其中电池冷却回路的冷却功率主要有 2 个来源, 其中一个为车载空调的压缩机, 压缩机冷媒流进换热器, 为换热器提供了冷却功率, 冷却管道中介质流经换热器后, 介质温度下降; 另一个是半导体换热模块, 半导体换热模块正向供电, 冷却端接入冷却管道, 直接对介质进行冷却, 为电池冷却提供冷却功率, 同时换热风机将加热端的热量吹向车外。而如果电池的温度较低, 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, 半导体换热模块和电池热管理模块开始工作, 半导体换热模块反向供电, 如图 11b 所示, 加热端接入冷却管道, 加热端开始加热, 以对冷却管道中的介质进行加热, 以对电池进行加热, 同时换热风机将冷却端的制冷量吹向车外。

[0379] 如图 12a-12b, 半导体换热模块也可以串联在换热器和电池之间, 通过控制半导体换热模块的供电方向, 即可完成对介质的冷却/加热, 以为提供加制冷功率/加热功率, 完成电池的冷却/加热。

[0380] 在对电池进行冷却/或加热过程中, 还实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  $P_2$ , 其中, 温度调节需求功率  $P_1$  即在目标时间内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, 目标温度和目标时间为设定值, 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, 当对电池进行加热时, 目标温度可以设置为  $10^\circ\text{C}$ , 目标时间可以设定为 1 小时。然后, 根据  $P_1$  和  $P_2$  对半导体换热模块的功率进行调节, 以使电池可以在目标时间内完成温度调节, 使车载电池的温度维持在预设范围, 避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0381] 压缩机除可以为电池提供冷却功率, 还可以为车厢提供制冷功率。

[0382] 根据本发明的一个实施例,如图11a-11b和图12a-12b所示,车载电池温度调节系统还包括与压缩机相连的车内冷却支路。当温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的平均温度大于第一预设温度阈值时,上述的方法还包括:减少车内冷却支路的制冷功率,同时增大电池冷却支路的制冷功率开度。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 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0383] 具体地,压缩机和冷凝器构成空调制冷支路。车载空调内部从冷凝器开始分成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经换热器,为换热器提供了冷却功率,另一个为半导体换热模块的冷却端进行制冷为电池冷却支路提供冷却功率。

[0384] 第一电子阀和第二电子阀分别用于控制电池冷却支路和车内冷却支路的开通和关闭。第一膨胀阀和第二膨胀阀可分别用于控制电池冷却支路和车内冷却支路和冷媒流量,以分别控制电池冷却支路和车内冷却支路的冷却功率。

[0385] 当电池的冷却功能启动时,冷媒存在个流动方向,车内冷却支路为:压缩机—冷凝器—第二电子阀—第二膨胀阀—蒸发器—压缩机;电池冷却支路30为:压缩机—冷凝器—第一电子阀—第一膨胀阀—换热器—压缩机。当电池冷却功能没有启动时,第一电子阀关闭。当电池冷却功能启动时第一电子阀开启。如果此时车内不需要制冷,则第二电子阀关闭。

[0386] 在本发明的实施例中,如图11a-11b和图12a-12b所示,电池热管理模块包括相互串联的加热器、泵和介质容器,其中,连接在换热器的第一端和电池的第一端之间,介质容器连接在换热器的第二端和电池的第二端之间,电池热管理模块还包括设置在电池的第一端的第一温度传感器,以及设置在电池的第二端的第二温度传感器和流速传感器。

[0387] 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3的加热端对介质进行加热,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4进行温度调节。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,为电池提供加热功率,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,当冷却管道中的介质减少时,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。

[0388] 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,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。

[0389] 具体地,车辆上电后,实时获取电池的温度,并进行判断。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。控制控制第一电子阀开启,半导体换热模块正向供电,冷却端接



入冷却管道。当对电池进行冷却时,第一电子阀开启,通过换热器和冷却端冷却管道中的介质,以使介质与电池进行热交换,完成电池的温度调节。

[0390] 而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,控制加热器开启,半导体换热模块反向供电,加热端接入冷却管道,同时保持第一电子阀处于关闭状态,通过加热器和加热端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。

[0391] 根据本发明的一个实施例,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 $P_2$ 对半导体换热模块的制冷功率进行调节具体包括: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和/或压缩机的功率,或保持半导体换热模块和/或压缩机的功率不变。

[0392] 进一步地,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的功率具体包括:当温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值,则控制半导体换热模块以全制冷功率运行。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 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0393] 当温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,且电池的温度小于第一预设温度阈值时,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,则增加半导体换热模块的制冷功率。

[0394] 在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功 $P_2$ ,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,还增大所述第一膨胀阀的开度,同时减小第二膨胀阀的开度。

[0395] 具体地,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 $P_1$ 大于温度实际功率 $P_2$ ,则判断电池的温度是否达到 $45^{\circ}\text{C}$ (较高温),如果电池的温度达到 $45^{\circ}\text{C}$ ,则减少第二膨胀阀的开度,增大第一膨胀阀的开度,以减少车内冷媒流量,增加电池冷却支路的冷媒流量,以调整电池冷却和车内冷却的制冷量分配,同时,控制半导体换热模块以全制冷功率运行,即最大制冷功率运行,以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响,并控制换热风机以高转速工作。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,则减少第二膨胀阀的开度,增大第一膨胀阀的开度,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 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块提供。在电池冷却功能开启过程中,实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息,并根据车内冷却功率需求和电池组冷却功率需求信息,确定第一膨胀阀和第二膨胀阀之间的开度,以便调节电池冷却和车内冷却回路的冷媒分配,使得车载空调提供的电池冷却支路的制冷功率加上半导体换热模块提供的制冷功率等于电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。在电池冷却过程中,如果电池的温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池冷却完成。

[0396] 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℃较高温度时,优先满足电池冷却的制冷量需求。另外,当P1大于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。

[0397] 而如果P1小于或等于P2,则可以减小半导体换热模块的制冷功率,以节省电能,或者保持半导体换热模块的制冷功率不变。

[0398] 根据本发明的一个实施例,在电池冷却过程中,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,并根据功率差增加空调压缩机的冷却功率;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,则减少空调压缩机的冷却功率,或者保持空调压缩机的冷却功率不变。

[0399] 根据本发明的一个实施例,当为加热模式时,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的加热功率进行调节具体包括: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,并根据功率差增加用于半导体换热模块的加热功率;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,则保持半导体换热模块的加热功率不变。

[0400] 进一步地,在为加热模式时,通过半导体加热模块和加热器对电池进行加热。

[0401] 具体地,当工作在加热模式时,获取电池的P1和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P1和P2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,其中,P1与P2的功率差越大,加热器和/或半导体换热模块的功率增加越多,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,或保持加热器和/或半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℃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℃,则适当增加加热器的功率,以使电池尽快完成升温。

[0402] 在本发明的实施例中,半导体换热模块还在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2时,增加换热风机的转速。

[0403] 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P1小于或等于P2,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P1大于P2,除控制空调压缩机的冷却功率增加、第一调节阀的开度增加、半导体换热模块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P2,以在目标时间t内实现温度调节。

[0404] 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。

[0405] 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。

[0406] 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/或压缩机的功率进行调节,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。

[0407] 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方框示意图。如图14所示,该系统包括:压缩机11、冷凝器13、与压缩机11相连的车内冷却支路20和电池冷却支路30、半导体换热模块3、控制器(图中未具体示出)。

[0408] 其中,冷凝器13与压缩机11相连。电池冷却支路30包括换热器2,车内冷却支路20包括蒸发器21,且压缩机11与所换热器2和蒸发器21均相连。半导体换热模块3包括冷却端、加热端述半导体换热模块3的冷却端与换热器2相连,半导体换热模块3用以为换热器2提供冷却功率。电池热管理模块1与换热器2连接形成换热流路。控制器分别于与半导体换热模块3、电池热管理模块1和压缩机11连接,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对半导体换热模块3和/或压缩机11的制冷功率进行调节。

[0409] 进一步地,在本发明的实施例中,如图14所示,半导体换热模块的冷却端与换热器2并联连接在电池冷却支路30上,其中,冷端的入口与换热器2的第一端相连,冷却端的出口与换热器2的第二端相连;如图15a-15b所示,半导体换热模块3的冷却端和换热器2串联连接电池冷却支路30上,其中,半导体换热模块3的冷却端的入口与第一膨胀阀15的出口相连,半导体换热模块3的冷却端的出口与换热器的第二端相连,或者,半导体换热模块3的冷却端的入口与换热器2的第一端相连,半导体换热模块的冷却端的出口与压缩机11的入口相连。

[0410] 半导体换热模块3还包括加热端相连的换热风机301,换热风机301用以向车厢外排风。

[0411] 具体地,半导体换模块3具有加热端和冷却端。半导体换热模块3的加热端安装有换热风机301,用以向车厢外排风。换热器2可以为板式换热器,如图14和15a-15b所示,换热器2具有两个道,其中第一管道与压缩机11相连,第二管道与电池热管理模块1相连,第一管道中流的是冷媒,第二管道中流的是介质。

[0412] 压缩机11和冷凝器12构成空调制冷支路10,蒸发器12、第二膨胀阀25、第二电子阀24构成车内冷却支路20,换热器2、第一膨胀阀15、第一电子阀14构成电池冷却支路30。

[0413] 当对电池进行冷却时,如图14所示,冷却端可以与换热器并联,如图15a所示,冷却端也可串联在换热器2和第一膨胀阀15之间,如图15b所示,冷却端也可串联在换热器2和压缩机11之间。

[0414] 车载空调内部(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。车内冷却支路20主要通过蒸发器12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2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2,为换热器2提供了冷却功率,另一个为半导体换热模块3的冷却端进行制冷为换热器2提供冷却功率。第一电子阀14和第二电子阀24分别用于控制电池冷却支路30和车内冷却支路20的开通和关闭。第一膨胀阀15和第二膨胀阀25可分别用于控制电池冷却支路30和车内冷却支路20和冷媒流量,以分别控制电池冷却支路30和车内冷却支路20的冷却功率。

[0415] 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13—第二电子阀24—第二膨胀阀25—蒸发器12—压缩机11;图14中,电池冷却支路30为:压缩机11—冷凝器13—第一电子阀14—第一膨胀阀15—换热器2—压缩机11。冷媒经过换热器2后,温度下降,电池介质流经换热器2后,温度下降,为电池冷却提供冷却功率。同时,冷却端也可以为电池提供冷却功率,半导体冷却支路中冷媒的流向为:冷却端—换热器2—冷却端。冷媒流过换热器2之后,换热器2温度下降,冷媒温度有所升高,半导体换热模块3将部分温度较高的冷媒冷却之后,重新流过换热器2,使得换热器2温度下降,电池介质流经换热器2时,介质温度下降。由此可以,半导体换热模块提高了电池冷却回路的制冷功率。

[0416] 而图15a-15b所示的方案是将冷却端直接接入电池冷却支路30的中,且半导体换热模块3与换热器2为串联连接。图15a中,冷媒先经过半导体换热模块3的冷却端后,温度下降,再经过换热器2,使得电池冷却支路30的冷却功率更高。图15b中,冷媒先经过换热器2,使得冷媒温度升高,然后在流经冷却端,使得冷媒温度下降,提高了空调系统的制冷功率,减轻了车载空调的制冷负担。

[0417] 在对电池进行冷却/或加热过程中,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即在目标时间内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,目标温度和目标时间为设定值,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,当对电池进行加热时,目标温度可以设置为10℃,目标时间可以设定为1小时。控制器可以根据P1和P2对半导体换热模块3和/或压缩机11的制冷功率进行调节,以使电池4可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高影响车载电池性能的情况。

[0418] 在本发明的实施例中,如图14和图15a-15b所示,电池热管理模块1可以包括: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和流速传感器16,泵12、第一温度传感器14、第二温度传感器15和流速传感器16与控制器连接;其中:泵12用于提供动力以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。

[0419] 进一步地,电池热管理模块1还可以包括设置在换热流路上的介质容器13,介质容器13用于存储及向换热流路提供介质。电池热管理模块1还可以包括:加热器11,加热器11与控制器连接,用于加热换热流路中的介质。

[0420] 可以理解,如图14和图15a-15b所示,车载电池的温度调节系统除可通过加热器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加热器,以在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。

[0421] 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。

[0422] 根据本发明的一个实施例,控制器可以用于分别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。

[0423] 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。

[0424] 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:

$$[0425] \quad \Delta T_1 * C * M / t \quad (1),$$

[0426] 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。

[0427] 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:

$$[0428] \quad I^2 * R, \quad (2),$$

[0429] 其中,I为平均电流,R为电池4的内阻。

[0430] 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。

[0431] 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, $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0432] 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。

[0433] 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:

$$[0434] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0435] 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。

[0436] 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。

[0437] 然后,电池管理器获取电池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,其中目标温度和从初始温度达到目标温度的目标时间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,电池管理器获取电池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,电池管理器根据电池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。

[0438] 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℃,第二温度阈值可以为0℃。

[0439] 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℃,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,车载空调控制器控制控制第一电子阀14开启。图14和图15a-15b中介质的流向为:换热器2—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2。通过换热器2和冷却端冷却管道中的介质,以使介质与电池4进行热交换,完成电池的温度调节。

[0440] 而如果电池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,电池热管理控制器控制加热器11开启,同时车载空调控制器保持第一电子阀14处于关闭状态,图14和图15a-15b介质流向为:换热器2—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2。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。

[0441] 下面结合具体的实施例描述控制器如何根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对半导体换热模块和/或车载空调的制冷功率进行调节。

[0442] 根据本发明的一个实施例,当为冷却模式时,控制器在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2时,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3和/或车载空调的制冷功率,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,减小半导体换热模块3和/或车载空调的制冷功率,或保持半导体换热模块3和/或车载空调的制冷功率不变。

[0443] 进一步地,控制器在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,控制半导体换热模块3以全制冷功率运行。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℃。

[0444] 而如果温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的温度小于第一预设温度阈值,控制器还在车厢内温度未达到空调设定温度时增加半导体换热模块3的制冷功率。

[0445] 在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功P2,且电池的温度大于第一预设温度阈值时,车载空调控制器还增大第一膨胀阀15的开度,同时减小第二膨胀阀25的开度,以减少车内冷却支路20的制冷功率,同时增大电池冷却支路30的制冷功率开度。

[0446] 具体地,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

热模块3。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 $P_1$ ，并把该信息转发给电池热管理控制器和半导体换热模块3。在电池冷却过程中，车载空调控制器控制第一电子阀14开启。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 $P_2$ ，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 $P_1$ 和电池的温度实际功率 $P_2$ 信息，如果温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度实际功率 $P_2$ ，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 $45^{\circ}\text{C}$ ，则车载空调减少第二膨胀阀15的开度，增大第一膨胀阀25的开度，以减少车内冷媒流量，增加电池冷却支路的冷媒流量，以调整电池冷却和车内冷却的制冷量分配，同时，半导体控制器控制半导体换热模块3以全制冷功率运行，即最大制冷功率运行，以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响，并控制换热风机以高转速工作。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，则车载空调控制器减少第二膨胀阀25的开度，增大第一膨胀阀15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 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的差值部分冷却功率，由半导体换热模块3提供。在电池冷却功能开启过程中，车载空调控制器实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息，并根据车内冷却功率需求和电池组冷却功率需求信息，确定第一膨胀阀15和第二膨胀阀25之间的开度，以便调节电池冷却和车内冷却回路的冷媒分配，使得车载空调提供的电池冷却支路的制冷功率加上半导体换热模块3提供的制冷功率等于电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。在电池冷却过程中，如果车载空调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 $35^{\circ}\text{C}$ ，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。

[0447] 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 $P_1$ 大于 $P_2$ 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。而如果 $P_1$ 小于或等于 $P_2$ ，则车载空调可以减小压缩机的冷却功率，或者半导体换热模块3降低制冷功率，以节省电能，或者保持压缩机和半导体换热模块3的制冷功率不变。

[0448] 可以理解，如果车内冷却未开启，则第二调节阀51关闭，第二风机502不工作。

[0449] 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 $P_2$ 之间的功率差，并根据功率差增加用于加热电池的加热器11的功率，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的功率不变。

[0450] 具体地，当工作在加热模式时，电池热管理模块1获取电池4的 $P_1$ 和 $P_2$ ，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 $P_1$ 和 $P_2$ 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。

[0451] 在本发明的实施例中,控制器还在温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ 时,增加换热风机的转速。

[0452] 进一步,根据本发明的一个实施例,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。

[0453] 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 $P_2$ ,除控制空调压缩机的冷却功率增加、第一膨胀阀15的开度增加、半导体换热模块3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。

[0454] 下面结合具体地实施例描述图14和图15a-15b所示的系统的电池温度调节的具体过程。

[0455] 1、对电池进行冷却,冷却功率由空调压缩机提供的冷却功率以及半导体换热模块提供的冷却功率。压缩机和半导体换热模块通过对冷媒进行冷却。冷媒经过换热器使得换热器温度下降。

[0456] 电池冷却回路的介质经过换热器的后温度下降,为电池提供冷却功率。

[0457] (1) 电池冷却与车内冷却初始功率分配

[0458] 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。

[0459] 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 $\leq$ 压缩机最大冷却功率 $P_7$ ,即 $P_1+P_6 \leq P_7$ ,且 $P_1 < P_7$ , $P_6 < P_7$ ,则压缩机按照 $P_1+P_6$ 制冷功率运行。同时控制第二膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ 。控制第一膨胀阀的开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0460] 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 $= P_6$ 。又或者半导体换热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。同时控制第二膨胀阀的开度,使得车内冷却功率为 $P_6$ ,控制第一膨胀阀的开度,使得电池冷却功率为 $P_1$ 。

[0461] 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,同时提高换热风机转速。增大第一膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P_1$ ,减少第二膨胀阀的开度,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,同时提高换热风机转速。增大第二膨胀阀的开度,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 $=P7+P3-P6$ 。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。同时还可以提高电池冷却回路中的泵转速,提高换热功率。

[0462] (2) 电池冷却过程中功率分配

[0463] 如果 $P1 > P2$ ,且 $Pc = P1 - P2$ , $P1 + P6 + Pc < P7$ ,则压缩机增加制冷功率 $Pc$ ,同时增大第一膨胀阀的开度,提高换热风机和泵的转速,以便提高电池冷却功率。

[0464] 如果 $P1 > P2$ ,且 $Pc = P1 - P2$ , $P7 < P1 + P6 + Pc \leq P7 + P3$ , $Pg = P1 + P6 + Pc - P7$ , $Ph = P1 + P6 + Pc - P3$ ,则压缩机按照最大制冷功率 $P7$ 运行,半导体换气模块按照冷却功率 $Pg$ 运行。或者压缩机按照制冷功率 $Ph$ 运行,半导体换气模块按照最大冷却功率 $P3$ 运行。又或者压缩机按照最大冷却功率 $P7$ 运行,半导体换热模块增加冷却功率 $Pc$ 。又或者压缩机增加冷却功率 $Pc$ ,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P3$ 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 $Pc$ 。又或者压缩机冷却功率增加 $Pc$ ,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 $0.5 * Pc$ ,半导体换热模块冷却功率增加 $0.5 Pc$ 。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。同时增大第一膨胀阀的开度,提高换热风机和泵的转速,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $Pc$ 。

[0465] 如果 $P1 > P2$ , $Pc = P1 - P2$ ,且 $P1 + P6 + Pc > P7 + P3$ ,则压缩机按照最大冷却功率 $P7$ 运行,同时半导体换热模块按照最大冷却功率 $P3$ 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 $P7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P3$ 运行,同时提高风机转速。增大第一膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率为 $P1 + Pc$ ,减少第二膨胀阀的开度,使得车内冷却支路功率 $=P7 + P3 - P1 - Pc$ ,同时控制泵转速提高,换热风机转速提高,使得电池冷却支路的冷却功率增加 $Pc$ 。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 $P7$ 运行,半导体换热模块按照最大冷却功率 $P3$ 运行,同时提高换热风机转速。增大第二膨胀阀的开度,使得车内冷却支路的冷却功率为 $P6$ ,减少第一膨胀阀的开度,使得电池冷却支路的冷却功率 $=P7 + P3 - P6$ 。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。

[0466] 如果 $P1 \leq P2$ ,且 $Pc = P2 - P1$ ,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,或者减少第一膨胀阀的开度,或者降低换热风机和泵的转速,使得电池冷却分支回路的冷却功率下降 $Pc$ 。

[0467] 2、在电池加热功能开启时,半导体换热模块不工作。

[0468] 电池加热回路的加热功率为经过流经PTC加热器而使得介质温度升高的加热功率。

[0469] (1) 设电池加热需求功率为 $P1$ ,电池实际加热功率为 $P2$ , $P5$ 为PTC加热器的最大加热功率。

[0470] 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。

[0471] 如果 $P1 > P5$ ,则PTC加热器按照最大加热功率 $P5$ 为电池提供加热功率,同时电池热管理换热模块提高泵转速,以提高换热功率。

[0472] (2) 加热过程中,如果 $P1 \leq P2$ ,且 $Pc = P2 - P1$ ,则PTC加热器加热功率减少 $Pc$ ,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。

[0473] 在加热过程中,如果 $P1 > P2$ , $Pc = P1 - P2$ ,且 $P1 + Pc \leq P5$ 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。

[0474] 如果 $P_1 > P_2$ ,  $P_c = P_1 - P_2$ , 且 $P_5 < P_1 + P_c$ , 则PTC加热器按照最大加热功率 $P_5$ 运行, 电池热管理换热模块提高泵转速, 以提高换热功率。

[0475] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统, 通过电池热管理模块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的制冷功率或加热器的制热功率进行调节。由此, 可以在车载电池温度过高或过低时, 根据车载电池的实际状况对电池温度进行调节, 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。

[0476] 图16是根据本发明第九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, 车载电池温度调节系统包括压缩机; 与压缩机相连的冷凝器; 与压缩机相连的车内冷却支路和电池冷却支路, 其中, 电池冷却支路包括换热器, 车内冷却支路包括蒸发器; 半导体换热模块, 半导体换热模块包括冷却端、加热端, 半导体换热模块的冷却端与换热器相连, 半导体换热模块用以为换热器提供冷却功率; 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。如图16所示, 车载电池的温度调节方法包括以下步骤:

[0477] S1'', 获取电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。

[0478] 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 $P_1$ 。

[0479] 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。

[0480] 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:

$$[0481] \quad \Delta T_1 * C * M / t, \quad (1)$$

[0482] 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。

[0483] 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:

$$[0484] \quad I^2 * R, \quad (2)$$

[0485] 其中,  $I$ 为平均电流,  $R$ 为电池的内阻。

[0486] 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,  $P_1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0487] S2'', 获取电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。

[0488] 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P2。

[0489] 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:

$$[0490] \quad \Delta T_2 * c * m, \quad (3)$$

[0491] 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。

[0492] S3”,根据温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对半导体换热模块和/或压缩机的制冷功率进行调节。

[0493] 进一步地,在本发明的实施例中,如图14所示,半导体换热模块3包括冷却端和加热端,半导体换热模块的冷却端可以与换热器并联;如图15a-15b所示,半导体换热模块也可以与换热器串联。半导体换热模块还包括与冷却端或加热端相连的换热风机301,换热风机用以向车厢外排风。

[0494] 具体地,半导体换模块具有加热端和冷却端。半导体换热模块的加热端或冷却端安装有换热风机,用以向车厢外排风。换热器可以为板式换热器,如图14和15a-15b所示,换热器具有两个道,其中第一管道与压缩机相连,第二管道与电池热管理模块相连,第一管道中流的是冷媒,第二管道中流的是介质。

[0495] 压缩机和冷凝器构成空调制冷支路,蒸发器、第二膨胀阀、第二电子阀构成车内冷却支路,换热器、第一膨胀阀、第一电子阀构成电池冷却支路。

[0496] 当对电池进行冷却时,如图14所示,冷却端可以与换热器并联,如图15a所示,冷却端也可串联在换热器和第一膨胀阀之间,如图15b所示,冷却端也可串联在换热器和压缩机之间。

[0497] 车载空调内部从冷凝器开始分成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,为换热器提供了冷却功率,另一个为半导体换热模块的冷却端进行制冷为换热器2供冷却功率。第一电子阀和第二电子阀分别用于控制电池冷却支路和车内冷却支路的开通和关闭。第一膨胀阀和第二膨胀阀可分别用于控制电池冷却支路和车内冷却支路和冷媒流量,以分别控制电池冷却支路和车内冷却支路的冷却功率。

[0498] 当电池的冷却功能启动时,冷媒存在个流动方向,车内冷却支路为:压缩机—冷凝器—第二电子阀—第二膨胀阀—蒸发器—压缩机;图14中,电池冷却支路为:压缩机—冷凝器—第一电子阀—第一膨胀阀—换热器—压缩机。冷媒经过换热器后,温度下降,电池介质流经换热器后,温度下降,为电池冷却提供冷却功率。同时,冷却端也可以为电池提供冷却功率,半导体冷却支路中冷媒的流向为:冷却端—换热器—冷却端。冷媒流过换热器之后,换热器温度下降,冷媒温度有所升高,半导体换热模块将部分温度较高的冷媒冷却之后,重新流过换热器,使得换热器温度下降,电池介质流经换热器时,介质温度下降。由此可以,半导体换热模块提高了电池冷却回路的制冷功率。

[0499] 而图15a-15b所示的方案是将冷却端直接接入电池冷却支路的中,且半导体换热模块与换热器2为串联连接。图15a中,冷媒先经过半导体换热模块的冷却端后,温度下降,再经过换热器,使得电池冷却支路的冷却功率更高。图15b中,冷媒先经过换热器,使得冷媒

温度升高,然后在流经冷却端,使得冷媒温度下降,提高了空调系统的制冷功率,减轻了车载空调的制冷负担。

[0500] 在对电池进行冷却/或加热过程中,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即在目标时间内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P2即当前对电池进行温度调节时,电池得到的实际功率,目标温度和目标时间为设定值,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,当对电池进行加热时,目标温度可以设置为10℃,目标时间可以设定为1小时。然后,根据P1和P2对半导体换热模块的制冷功率进行调节,以使电池可以在目标时间内完成温度调节,使车载电池的温度维持在预设范围,避免发生由于温度过高或过低影响车载电池性能的情况。

[0501] 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,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。

[0502] 具体地,车辆上电后,实时获取电池的温度,并进行判断。如果判断电池的温度高于40℃,说明此时该电池温度过高,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。控制控制第一电子阀开启,半导体冷却模块正向供电,通过冷却端对流经换热器的冷媒进行冷却。当对电池进行冷却时,第一电子阀开启,通过换热器冷却管道中的介质,以使介质与电池进行热交换,完成电池的温度调节。

[0503] 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,温度调节系统进入加热模式,控制加热器开启,同时保持第一电子阀处于关闭状态,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。

[0504] 根据本发明的一个实施例,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对半导体换热模块和/或压缩机的制冷功率进行调节具体包括: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/或压缩机的制冷功率;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和/或压缩机的制冷功率,或保持半导体换热模块和/或压缩机的制冷功率不变。

[0505] 进一步地,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的制冷功率具体包括:当温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的温度大于第一预设温度阈值,则控制半导体换热模块以全制冷功率运行。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℃。

[0506] 当温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的温度小于第一预设温度阈值时,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,则增加半导体换热模块的制冷功率。

[0507] 当温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,且电池的平均温度大于第一预

设温度阈值时,上述的方法还包括:减少车内冷却支路的制冷功率,同时增大电池冷却支路的制冷功率开度。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℃。可以通过增大第一膨胀阀的开度,同时减小第二膨胀阀的开度以减少车内冷却支路的制冷功率,同时增大电池冷却支路的制冷功率开度。

[0508] 具体地,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 $P_1$ 大于温度实际功率 $P_2$ ,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℃,则减少第二膨胀阀的开度,增大第一膨胀阀的开度,以减少车内冷媒流量,增加电池冷却支路的冷媒流量,以调整电池冷却和车内冷却的制冷量分配,同时,控制半导体换热模块以全制冷功率运行,即最大制冷功率运行,以缓解车内冷却冷媒量减少所导致的车内冷却效果降低的影响,并控制换热风机以高转速工作。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,则减少第二膨胀阀的开度,增大第一膨胀阀的开度,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 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 之间的差值部分冷却功率,由半导体换热模块提供。在电池冷却功能开启过程中,实时监控电池组实际冷却功率和半导体换热模块的实时冷却功率信息,并根据车内冷却功率需求和电池组冷却功率需求信息,确定第一膨胀阀和第二膨胀阀之间的开度,以便调节电池冷却和车内冷却回路的冷媒分配,使得车载空调提供的电池冷却支路的制冷功率加上半导体换热模块提供的制冷功率等于电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。在电池冷却过程中,如果电池的温度达到35℃,则电池冷却完成。

[0509] 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,优先满足电池冷却的制冷量需求。另外,当 $P_1$ 大于 $P_2$ 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。

[0510] 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制冷功率,以节省电能,或者保持半导体换热模块的制冷功率不变。

[0511] 根据本发明的一个实施例,在电池冷却过程中,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,并根据功率差增加空调压缩机的冷却功率;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 $P_2$ ,则减少空调压缩机的冷却功率,或者保持空调压缩机的冷却功率不变。

[0512] 根据本发明的一个实施例,如图14和15a-15b所示,电池热管理模块包括加热器,用于加热换热流路中的介质。当为加热模式时,通过控制加热器对换热流路中的介质进行加热。

[0513] 当为加热模式时,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的加热功率进行调节具体包括: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。

[0514] 具体地,当工作在加热模式时,获取电池的P1和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P1和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,则可以减小加热器和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°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°C,则适当增加加热器的功率,以使电池尽快完成升温。

[0515] 在本发明的实施例中,半导体换热模块还在温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2时,增加换热风机的转速。

[0516] 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P1小于或等于P2,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P1大于P2,除控制压缩机的冷却功率增加、第一调节阀的开度增加、半导体换热模块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P2,以在目标时间t内实现温度调节。

[0517] 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。

[0518] 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。

[0519] 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/或压缩机的制冷功率进行控制,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。

[0520] 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。

[0521] 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。

[0522] 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。

[0523] 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。

[0524] 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。

[0525] 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。

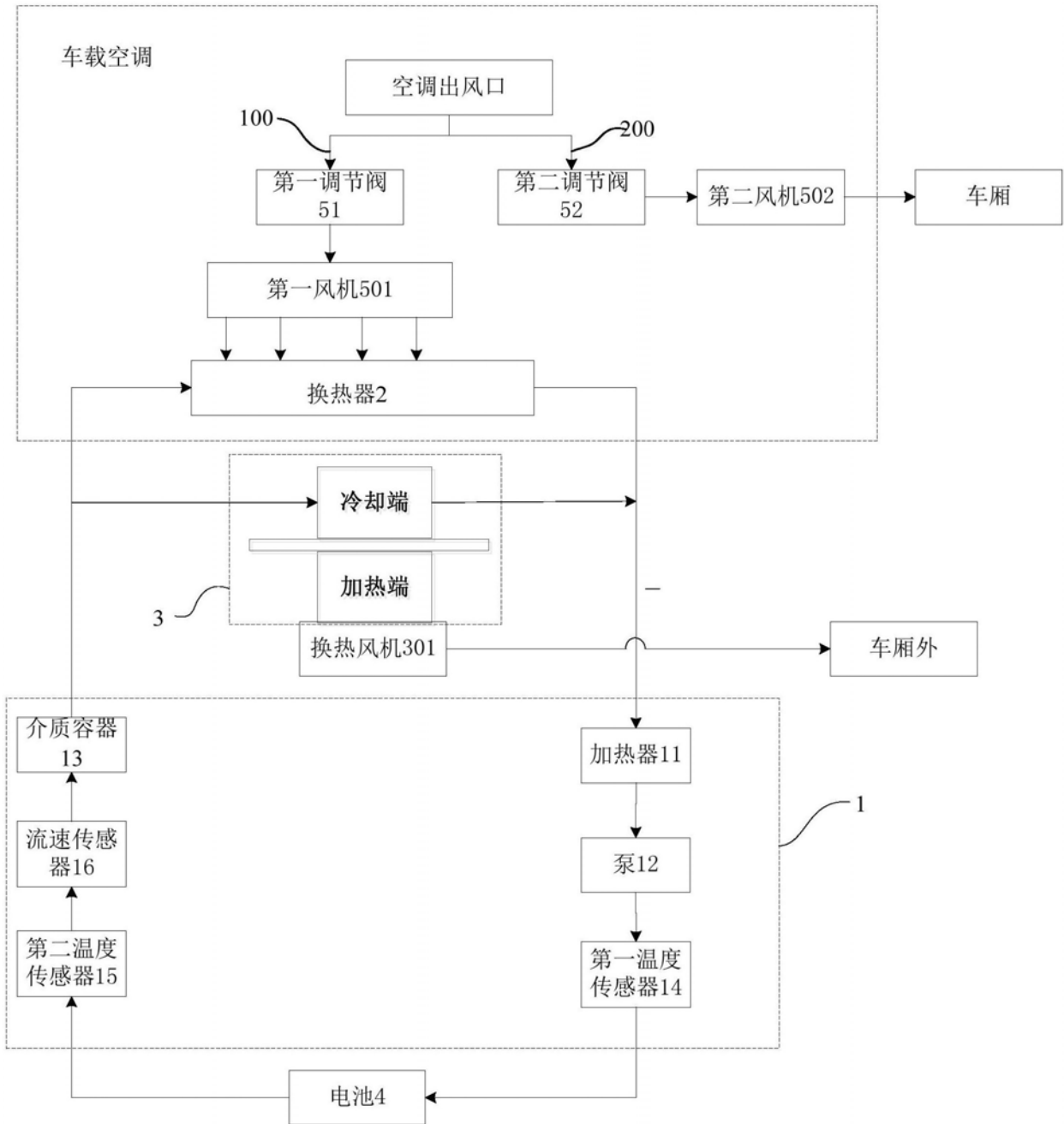


图1a



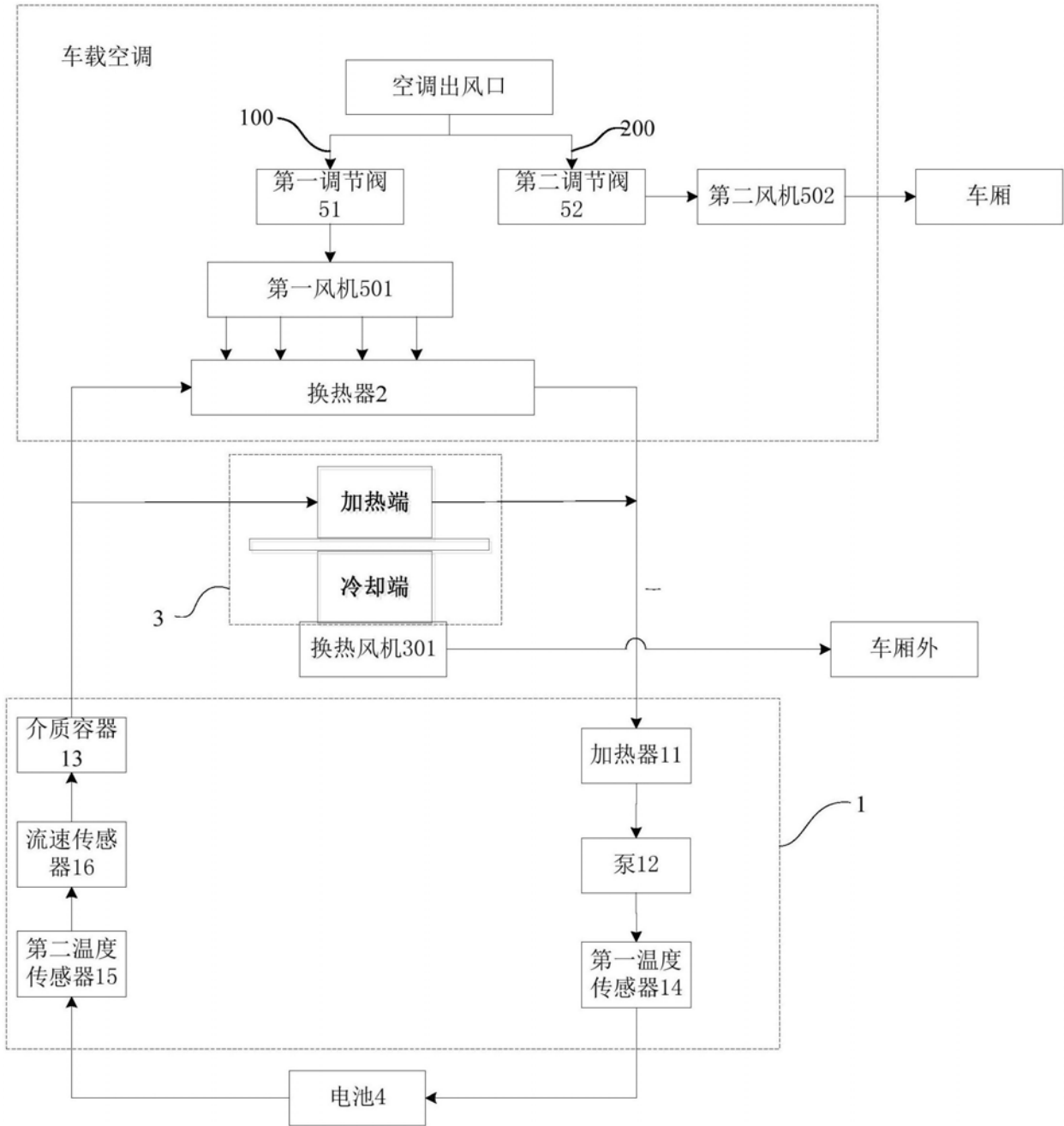


图1b

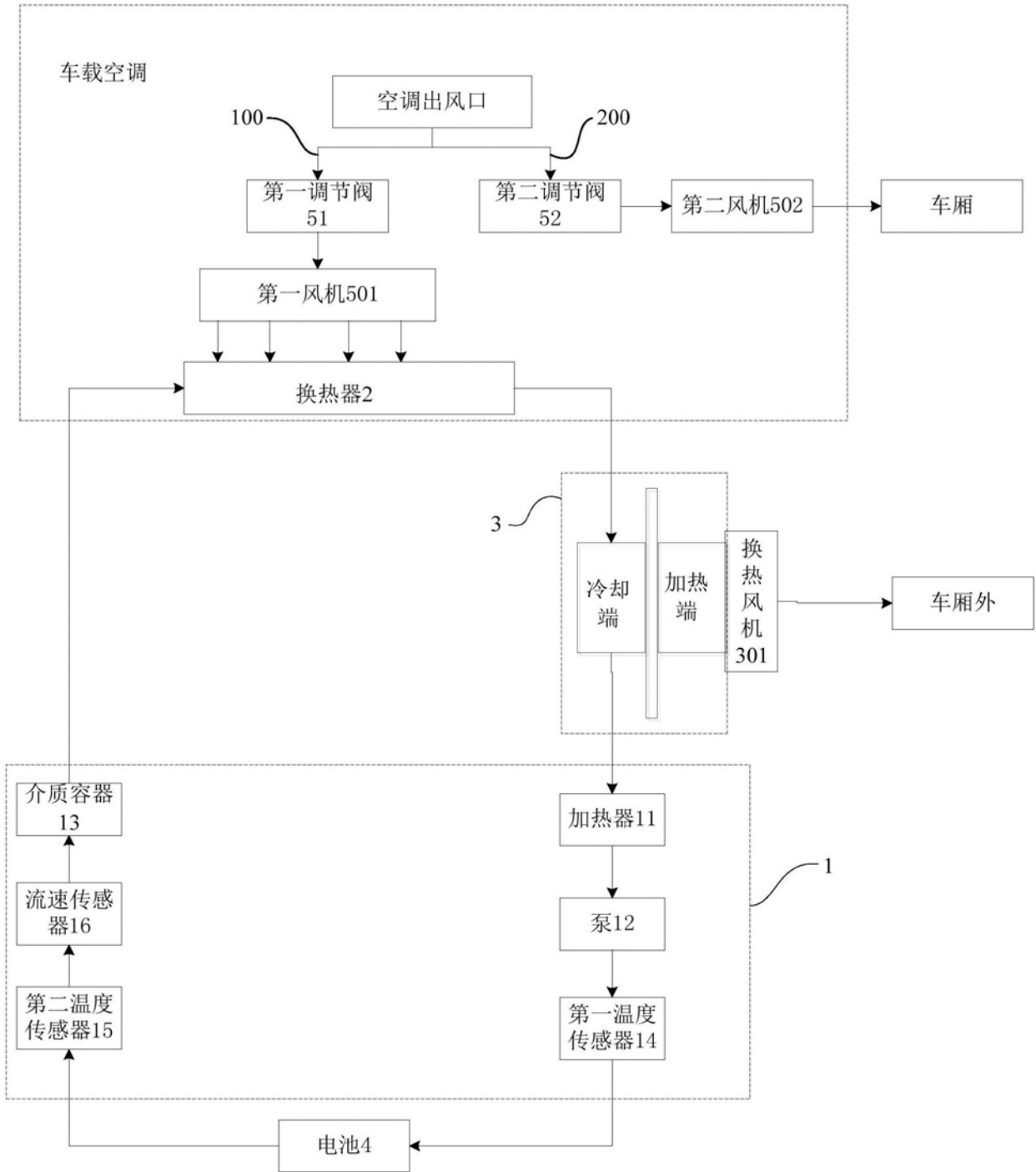


图2a

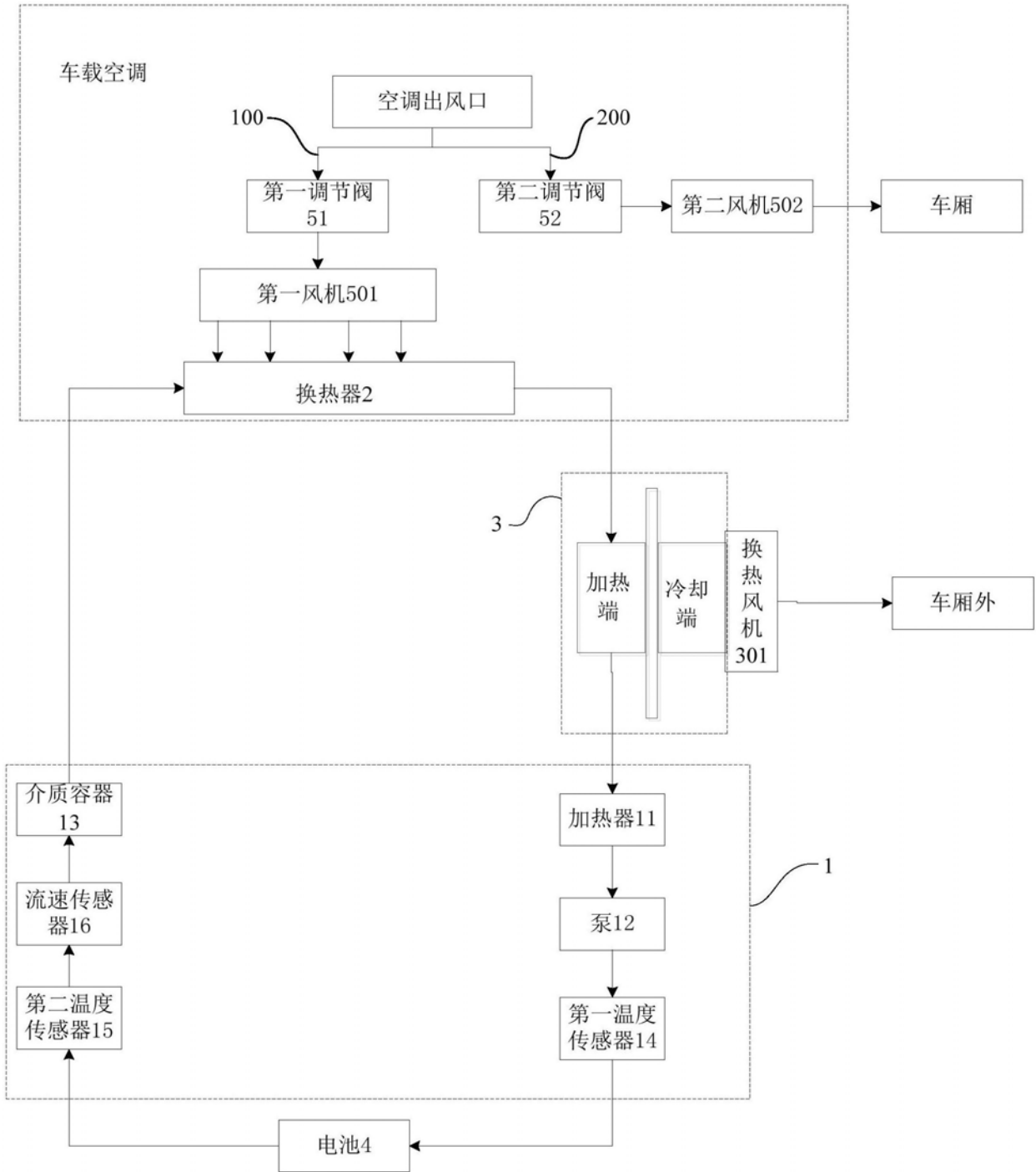


图2b

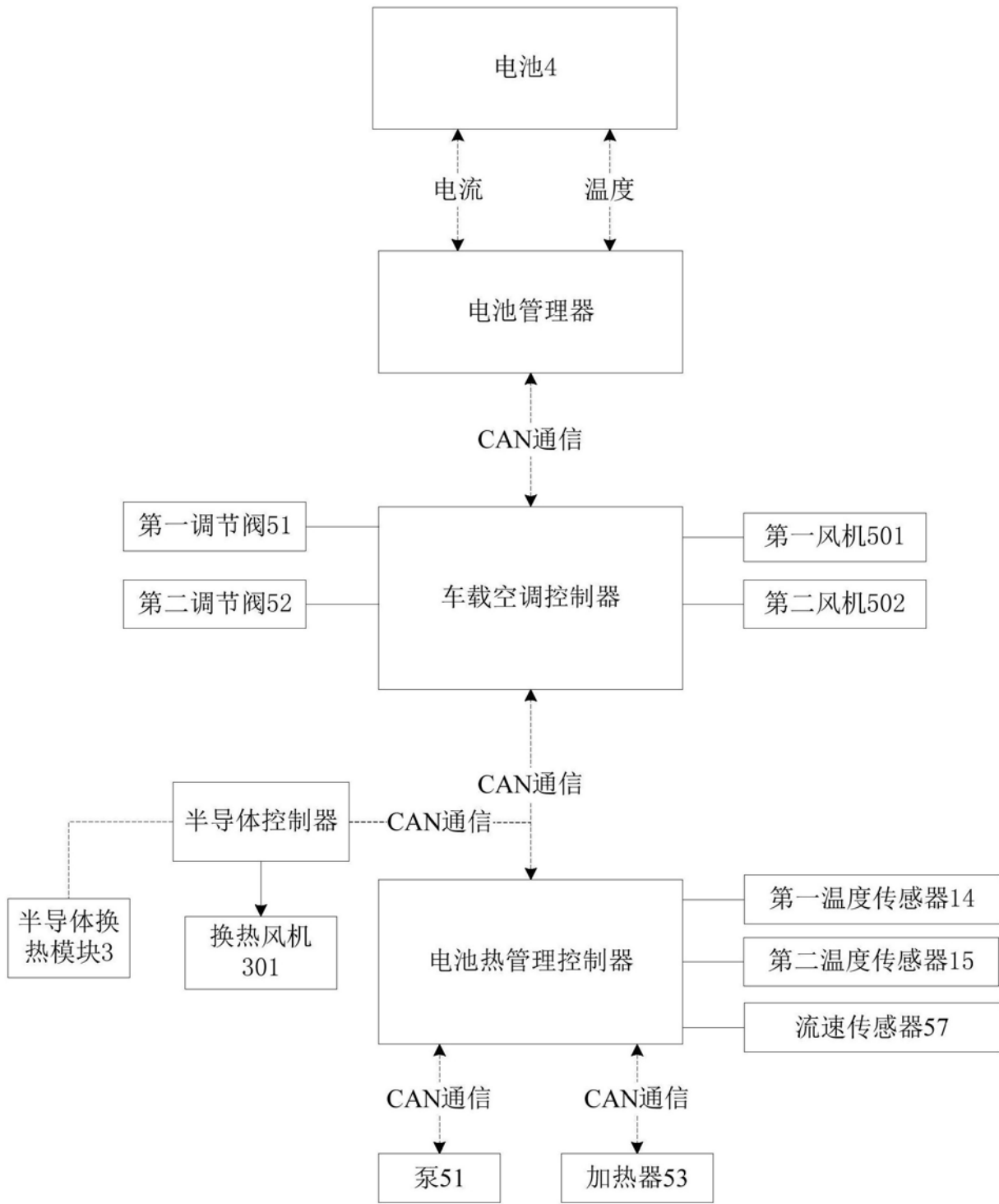


图3

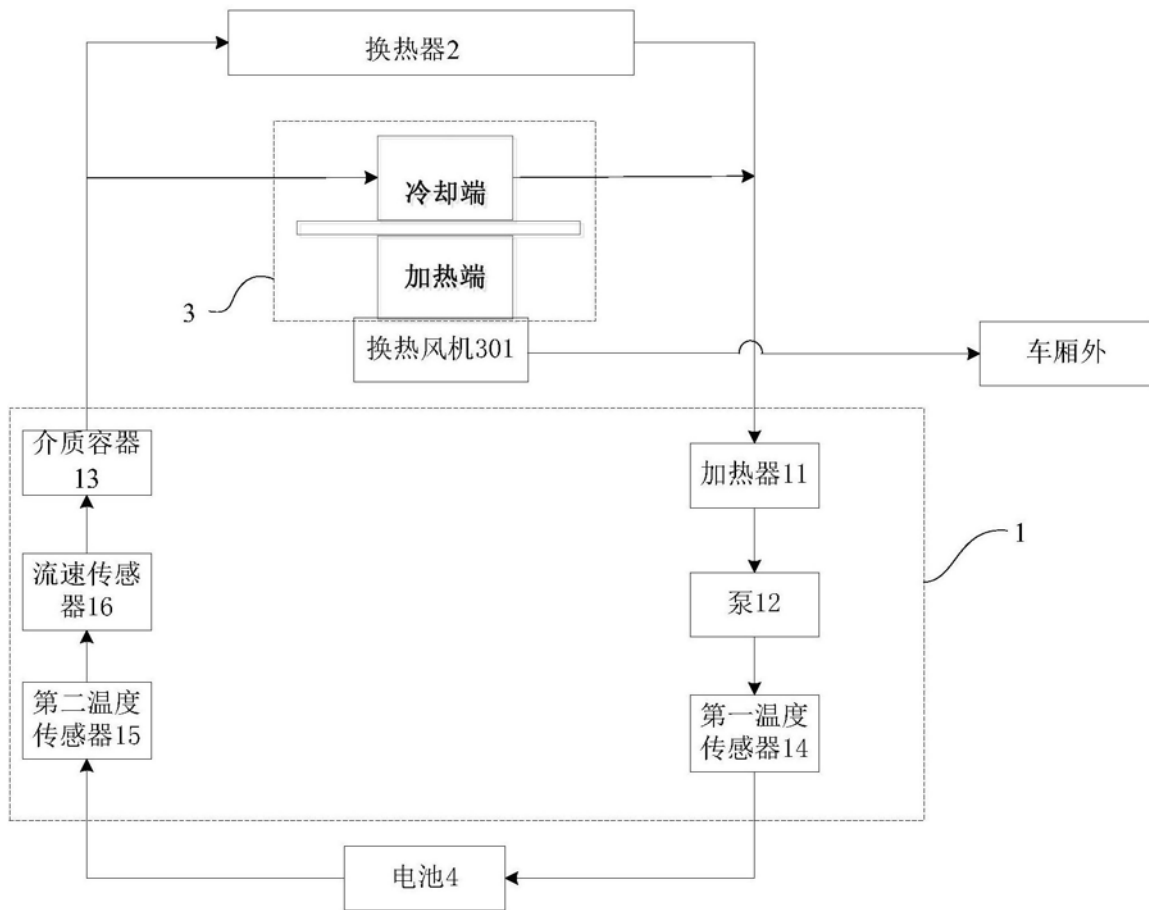


图4a

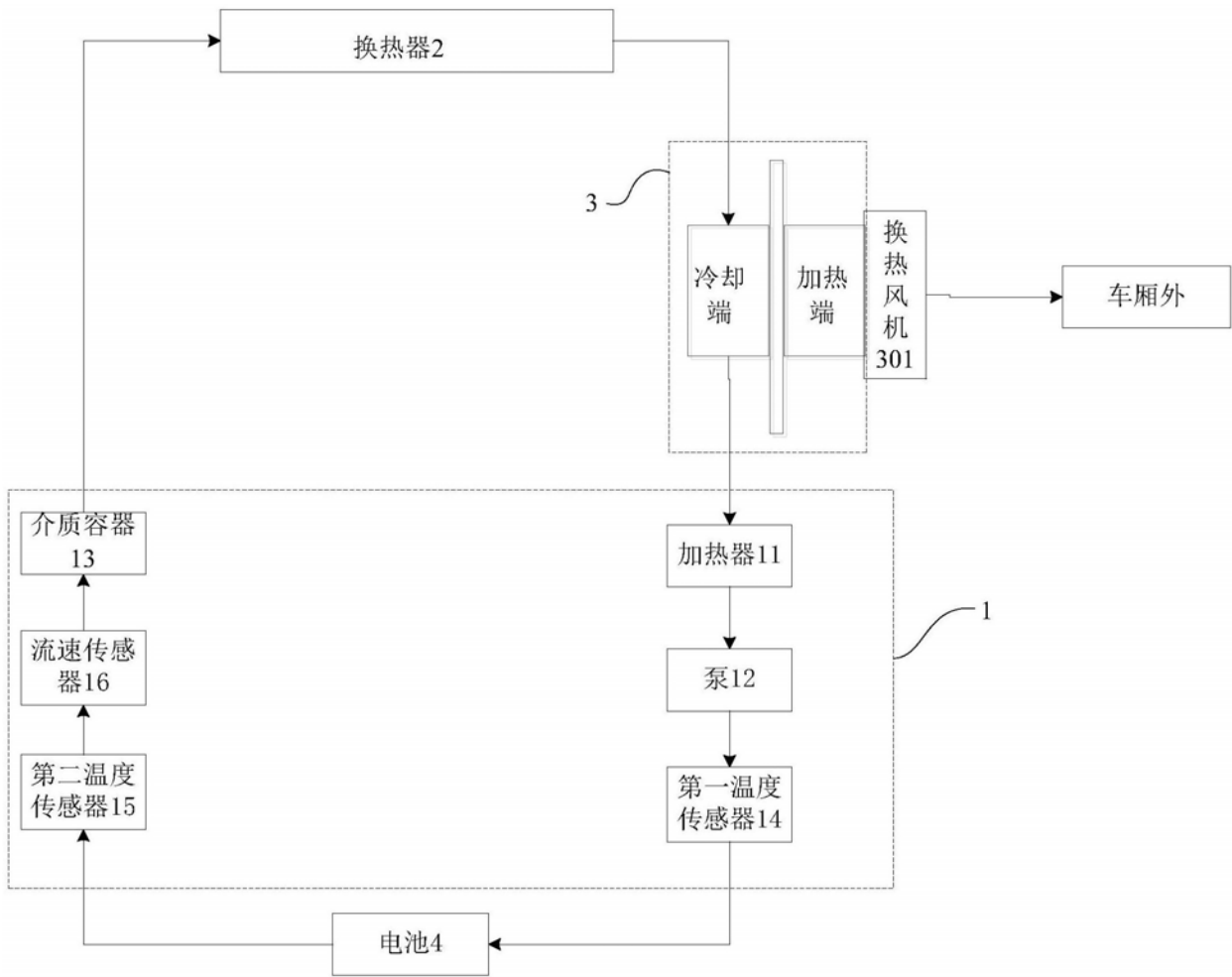


图4b

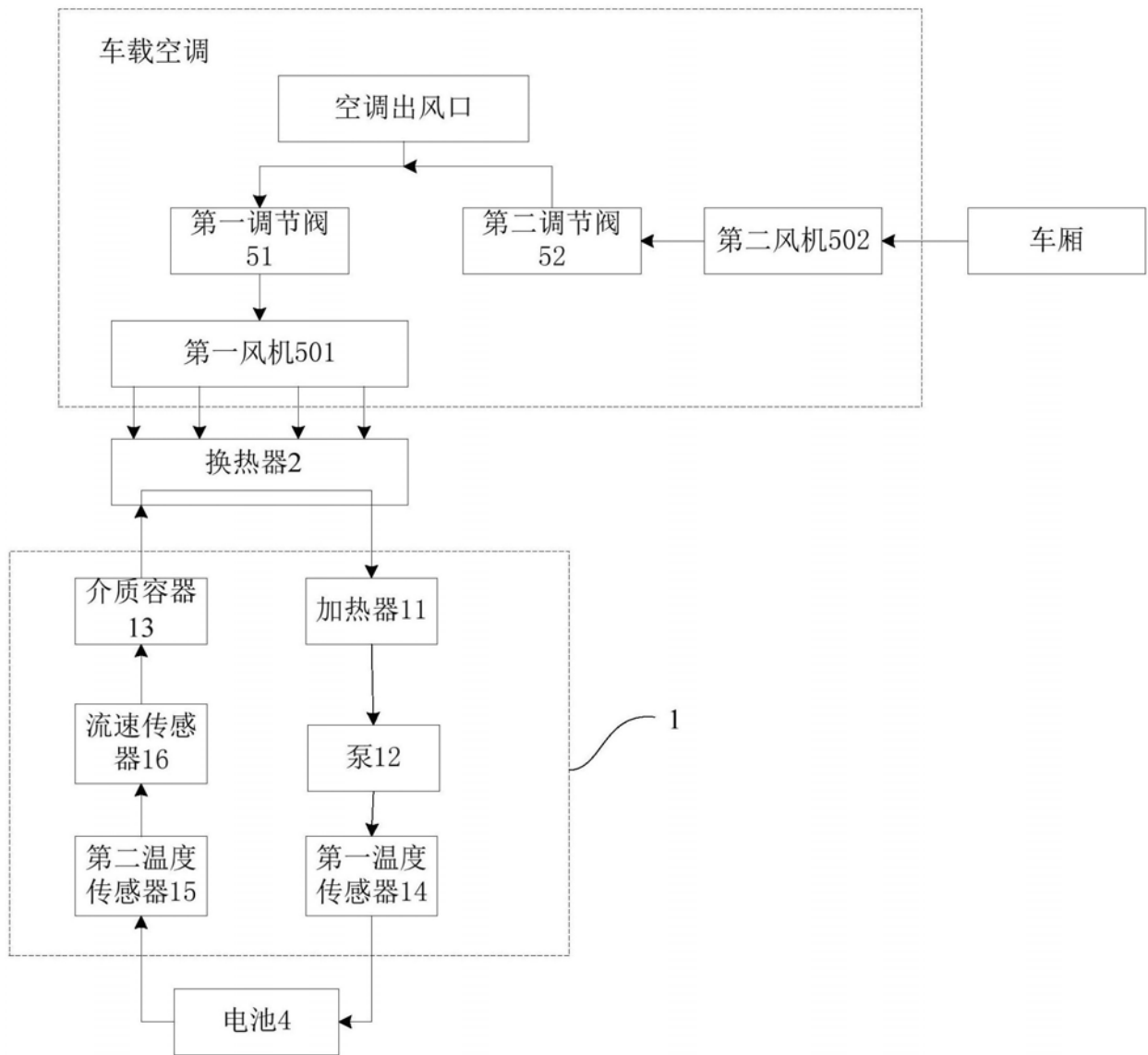


图5

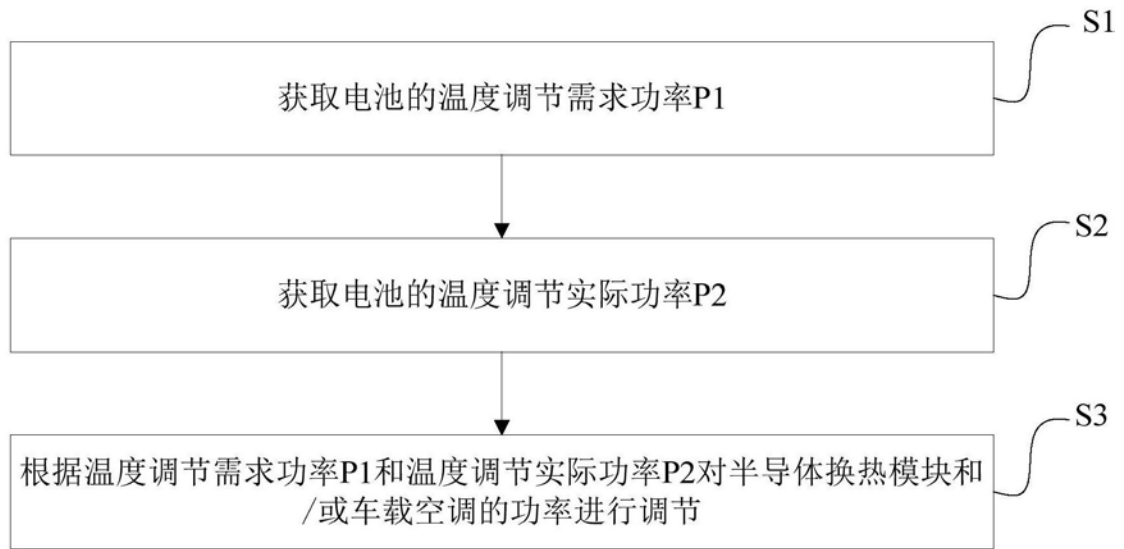


图6



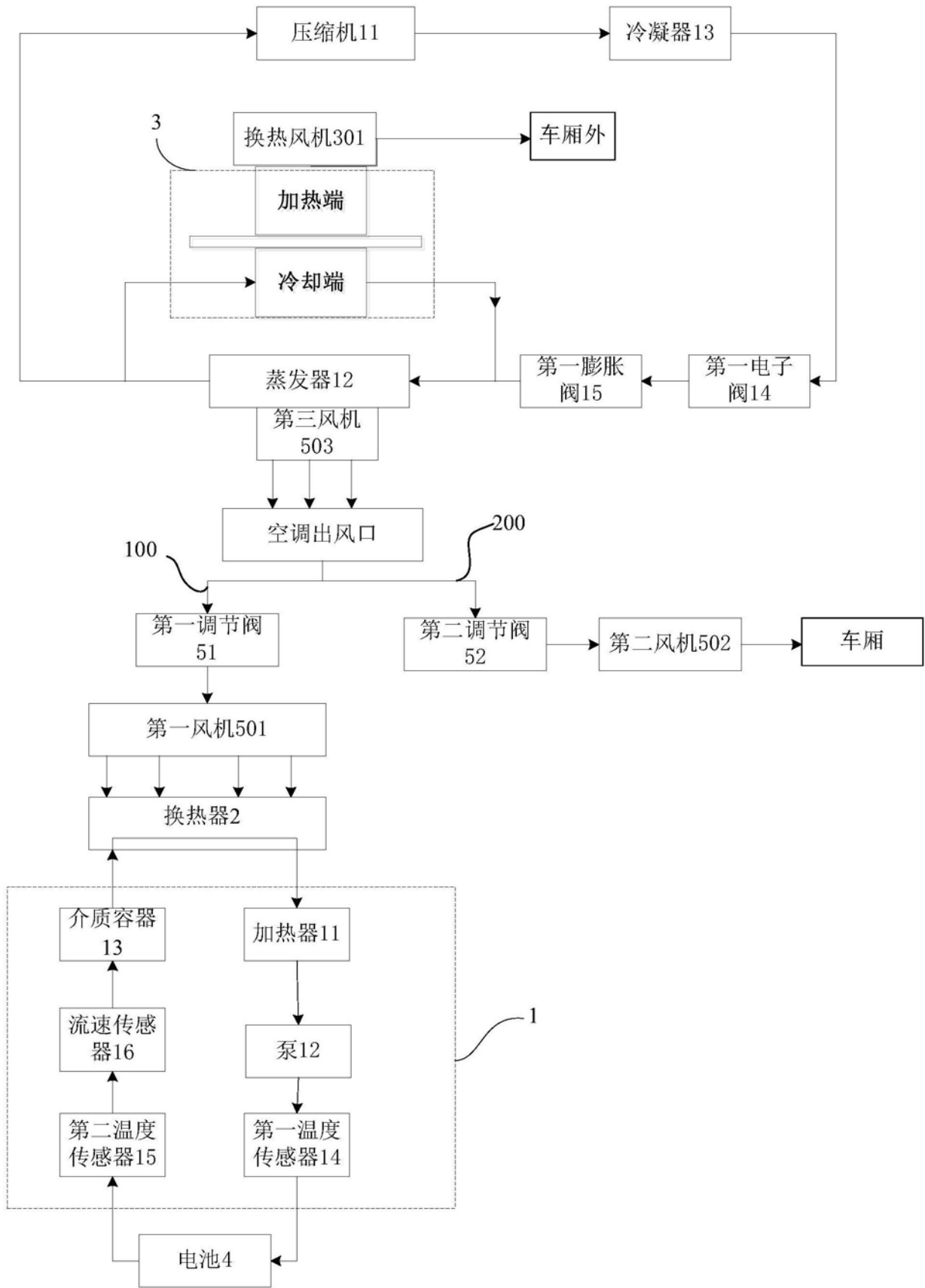


图7

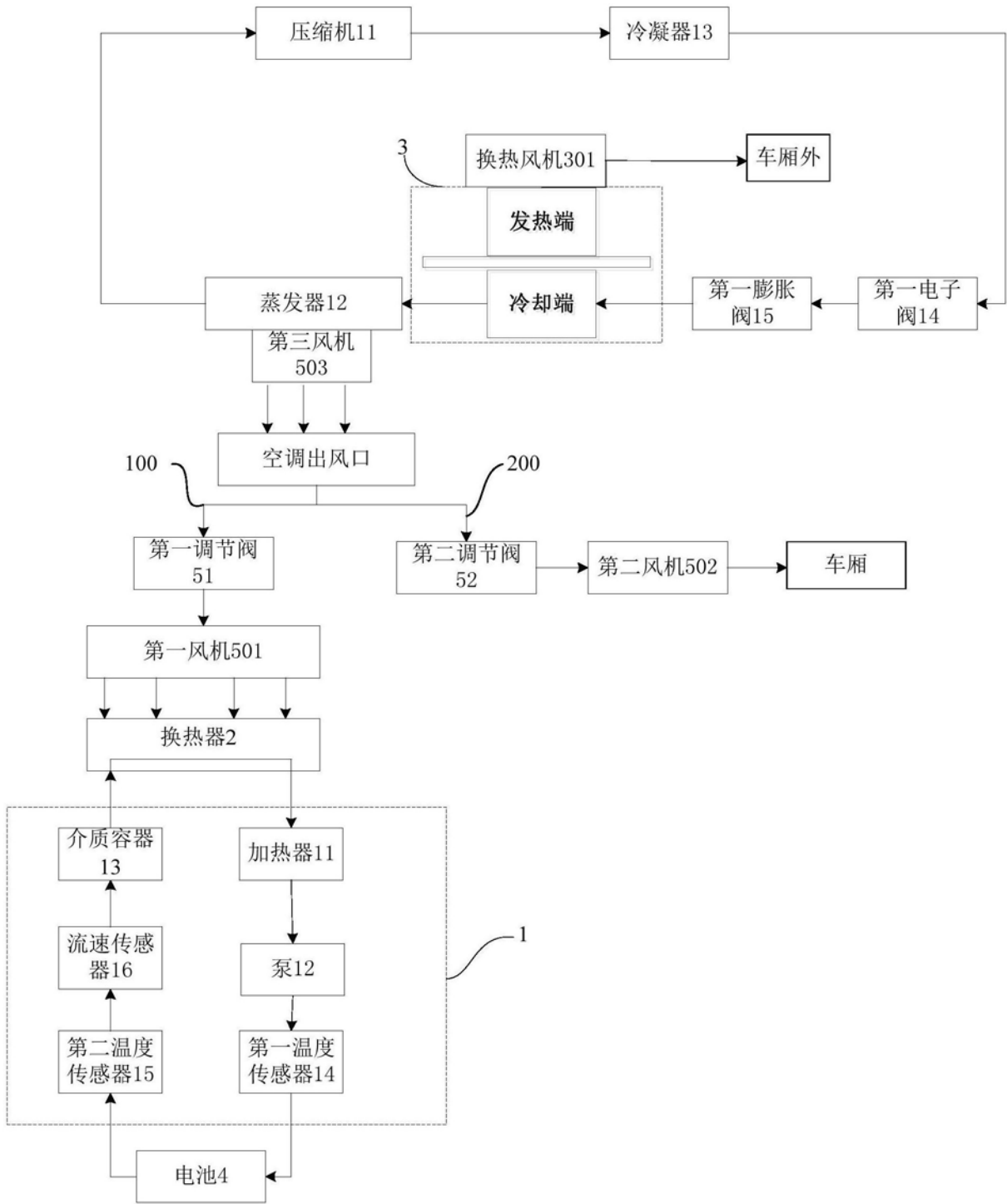


图8a

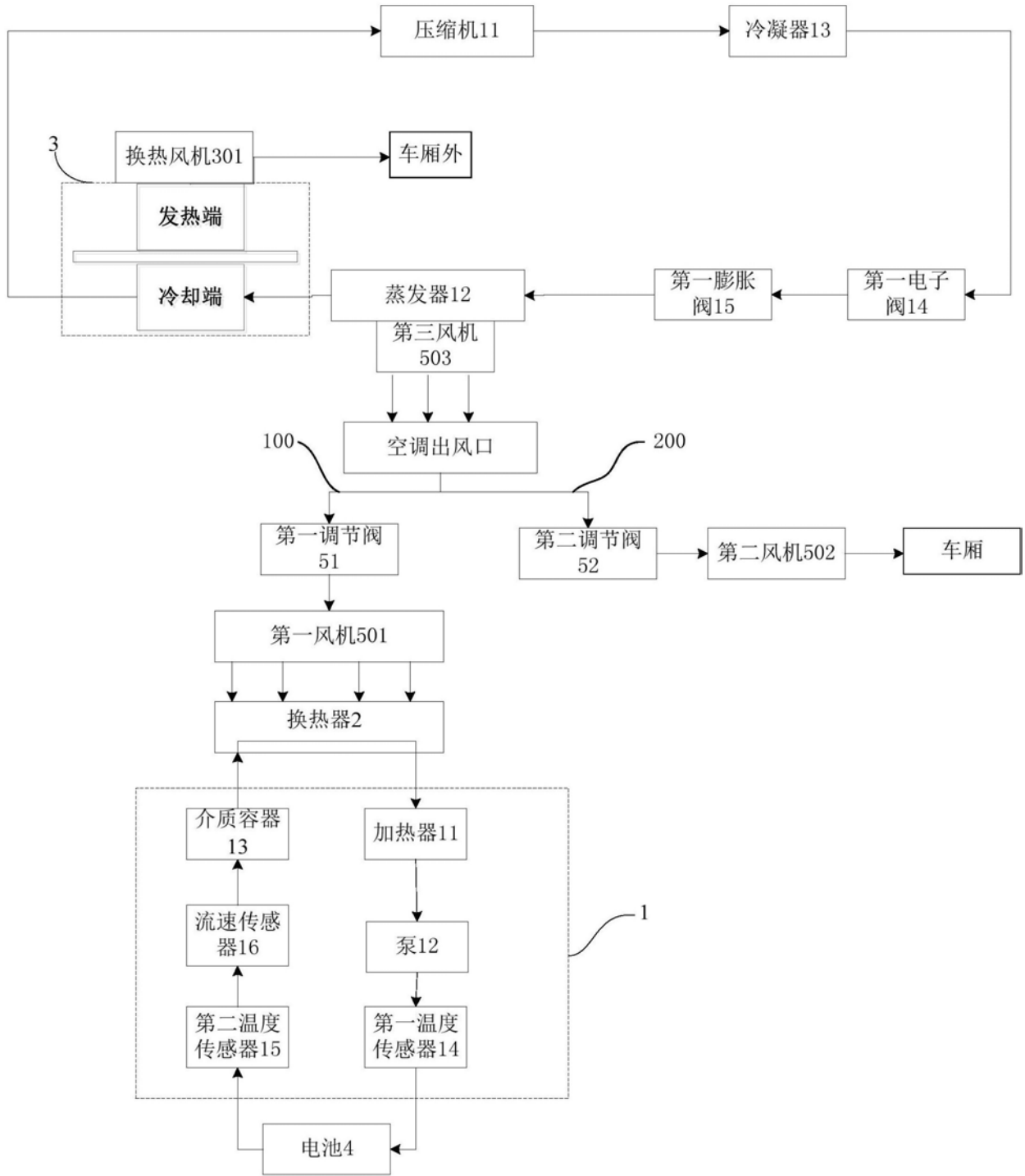


图8b

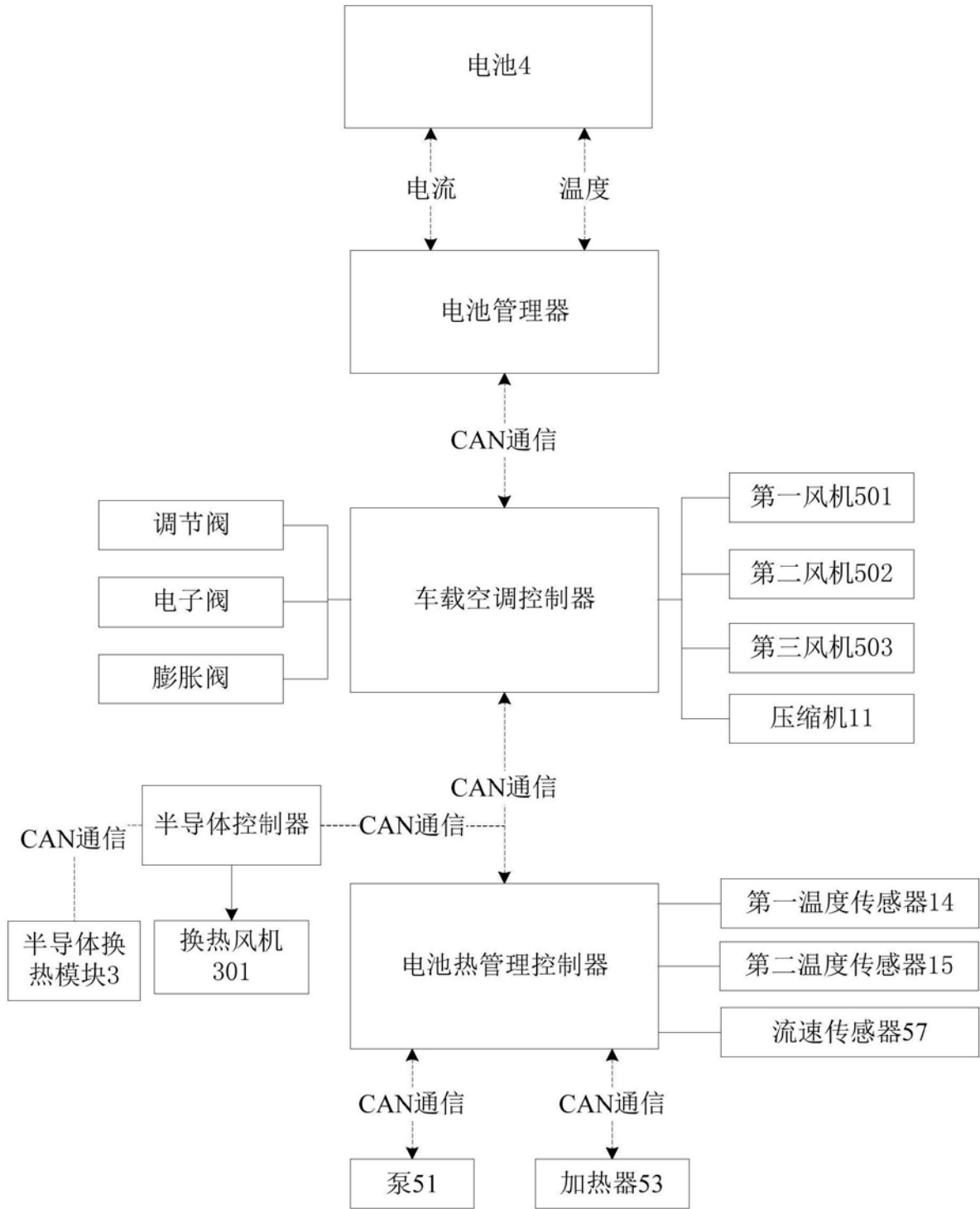


图9

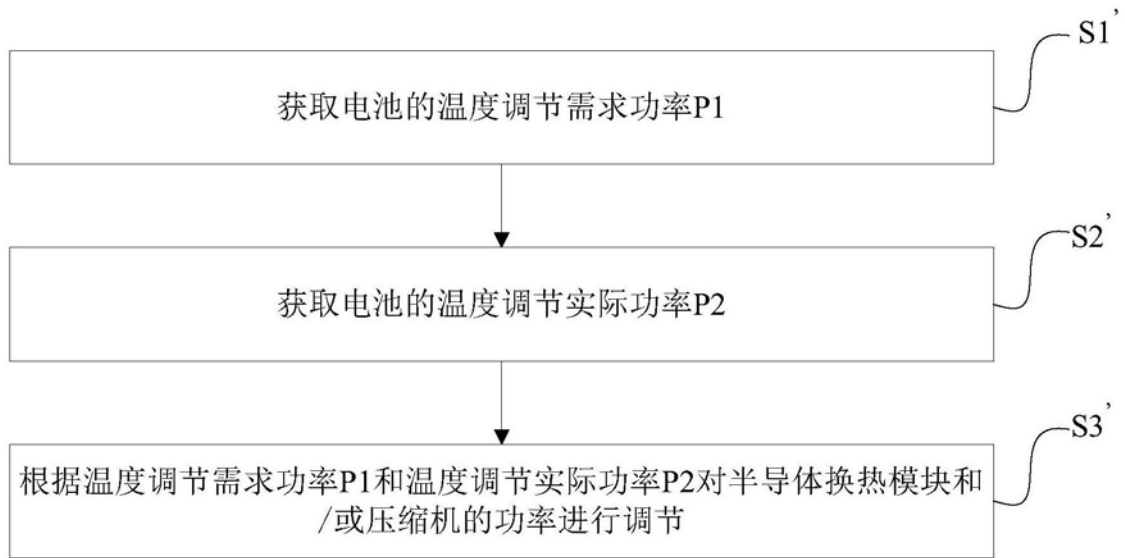


图10

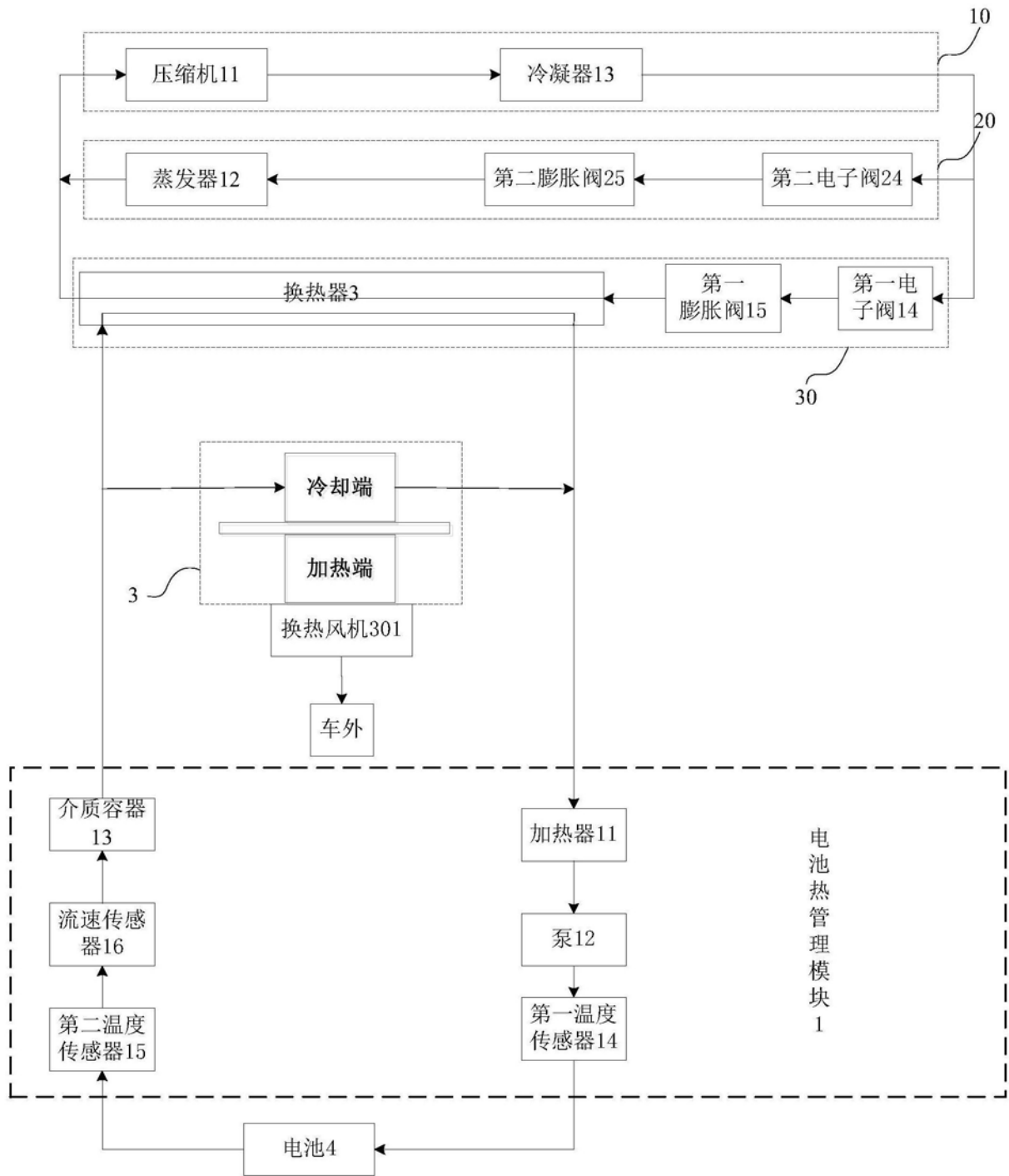


图11a

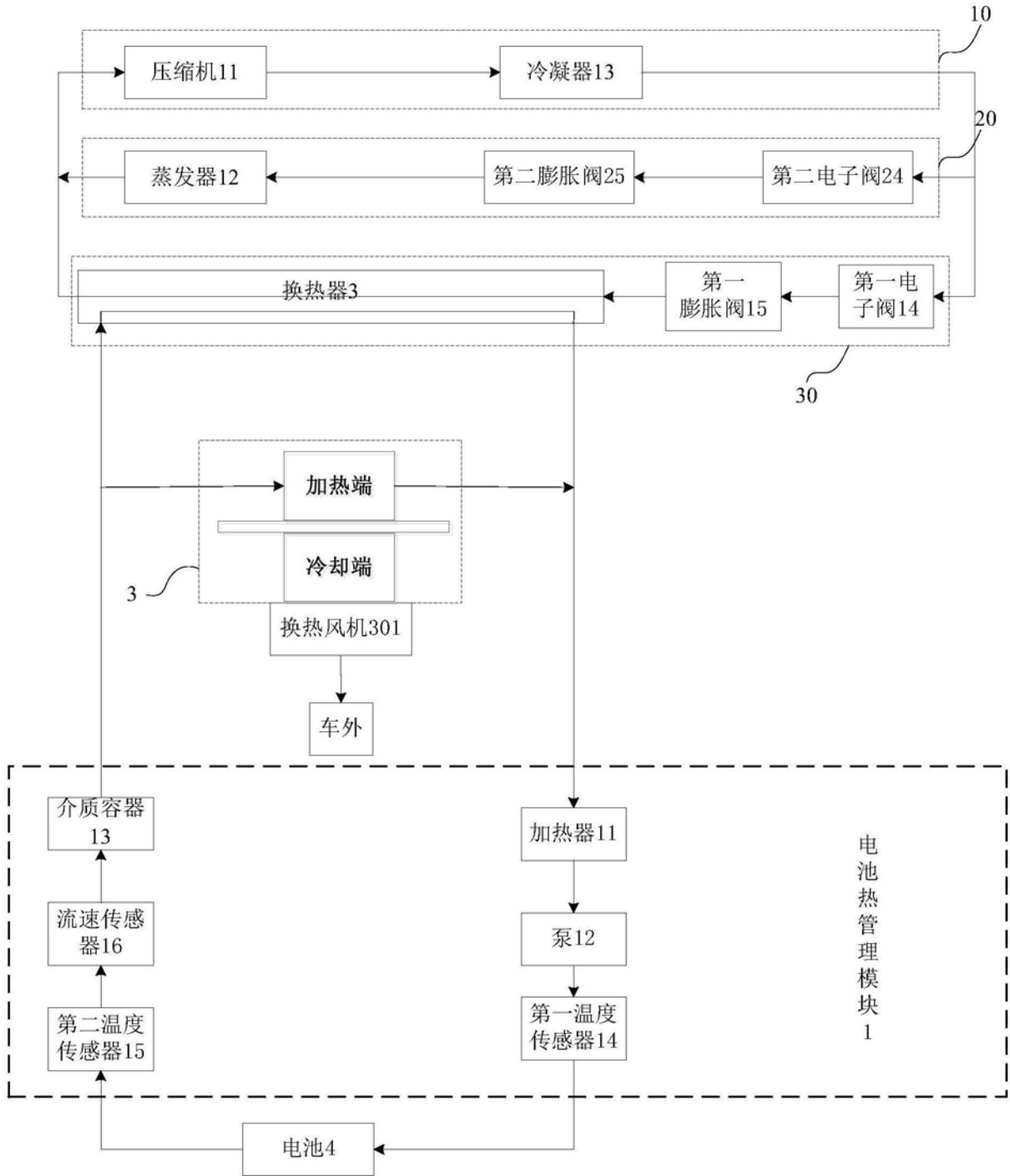


图11b

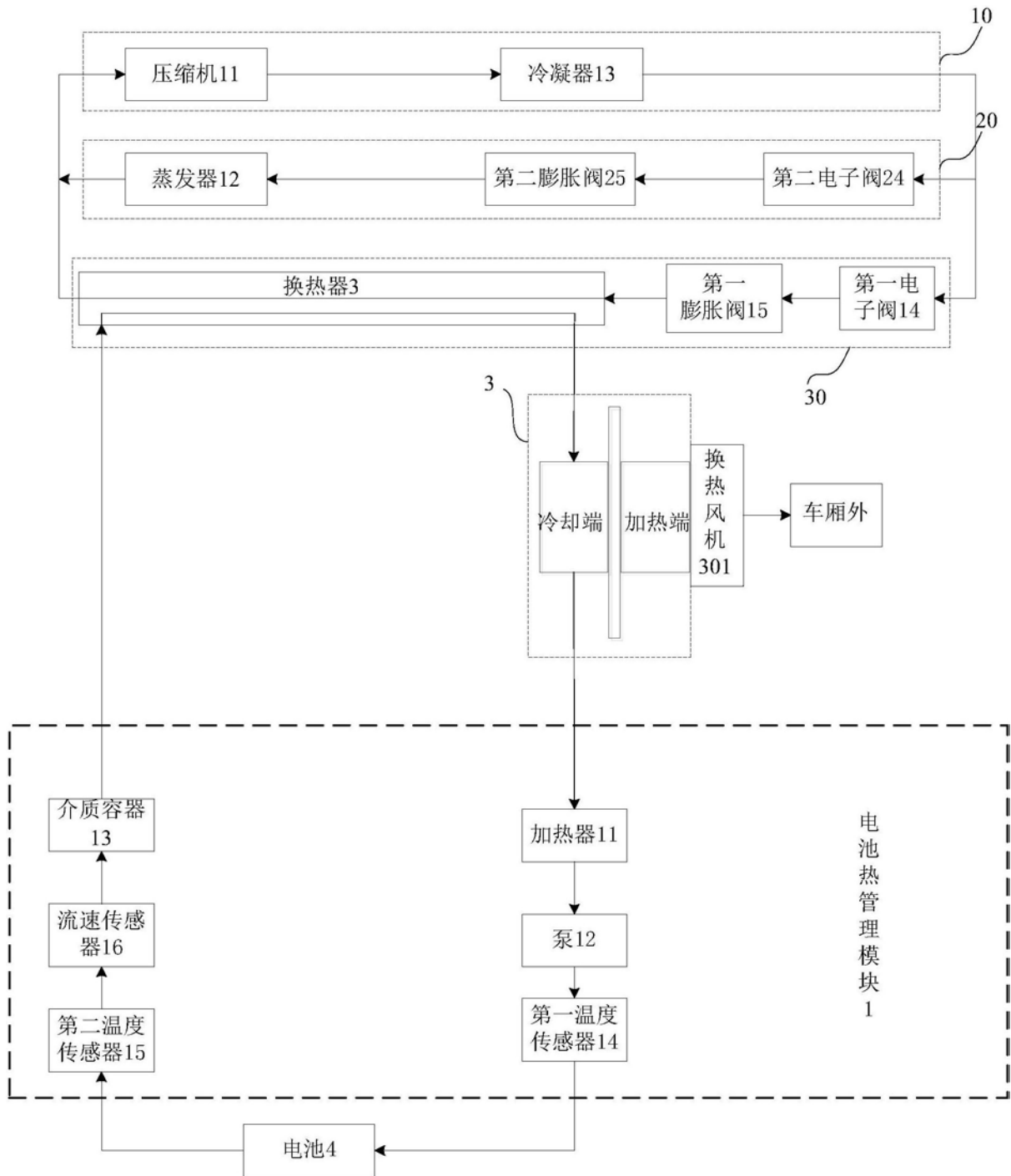


图12a



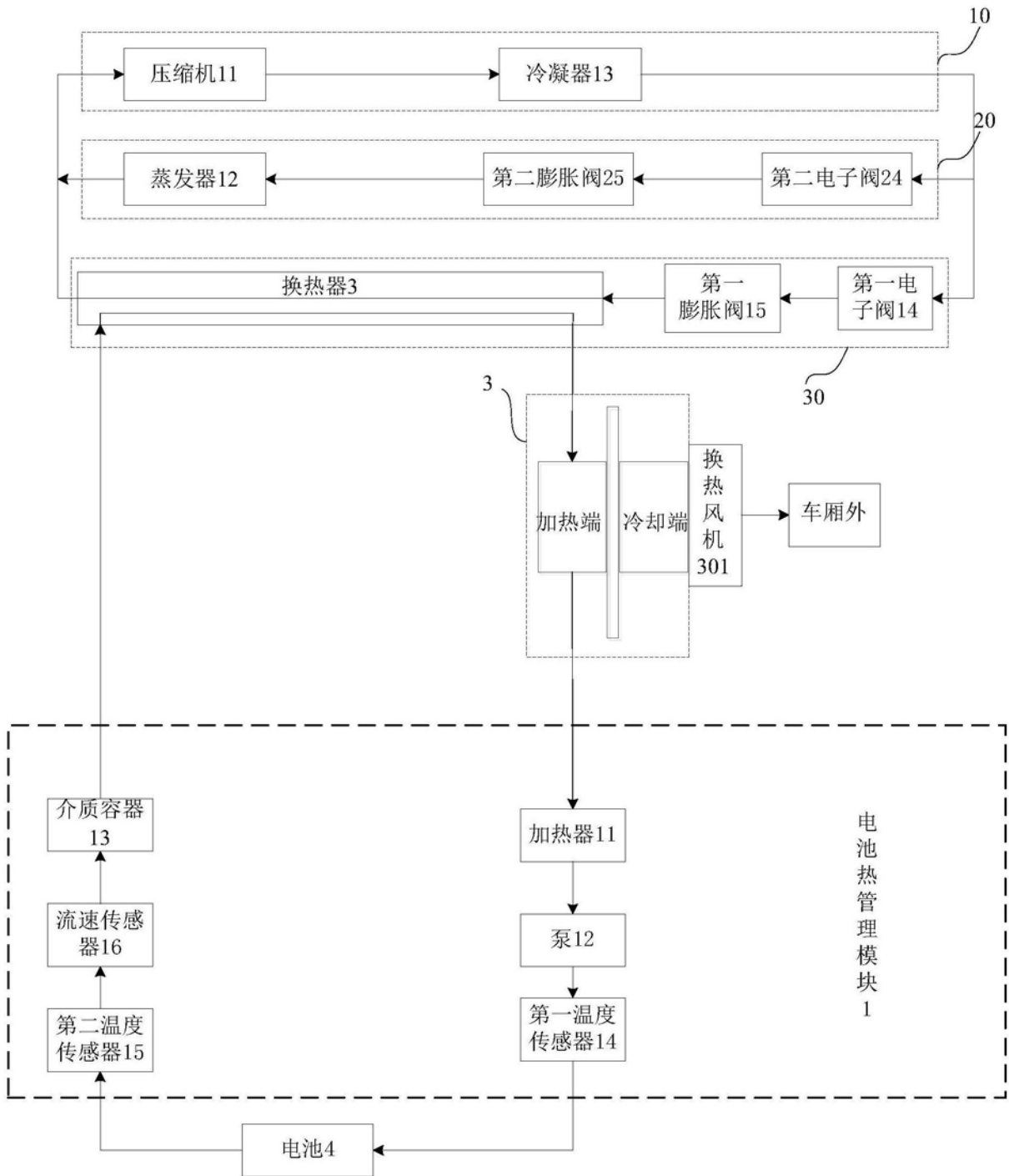


图12b

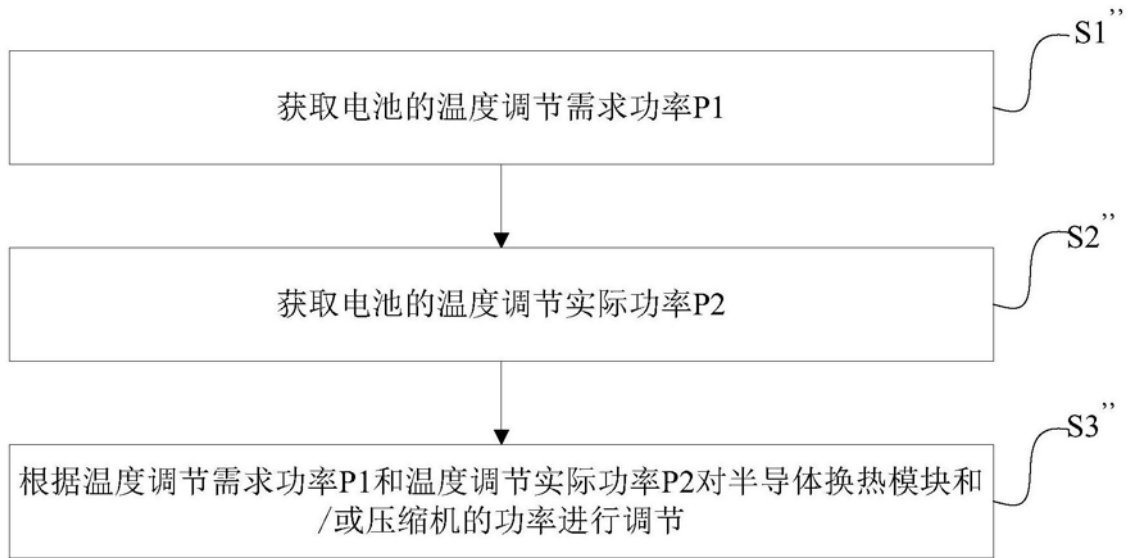


图13

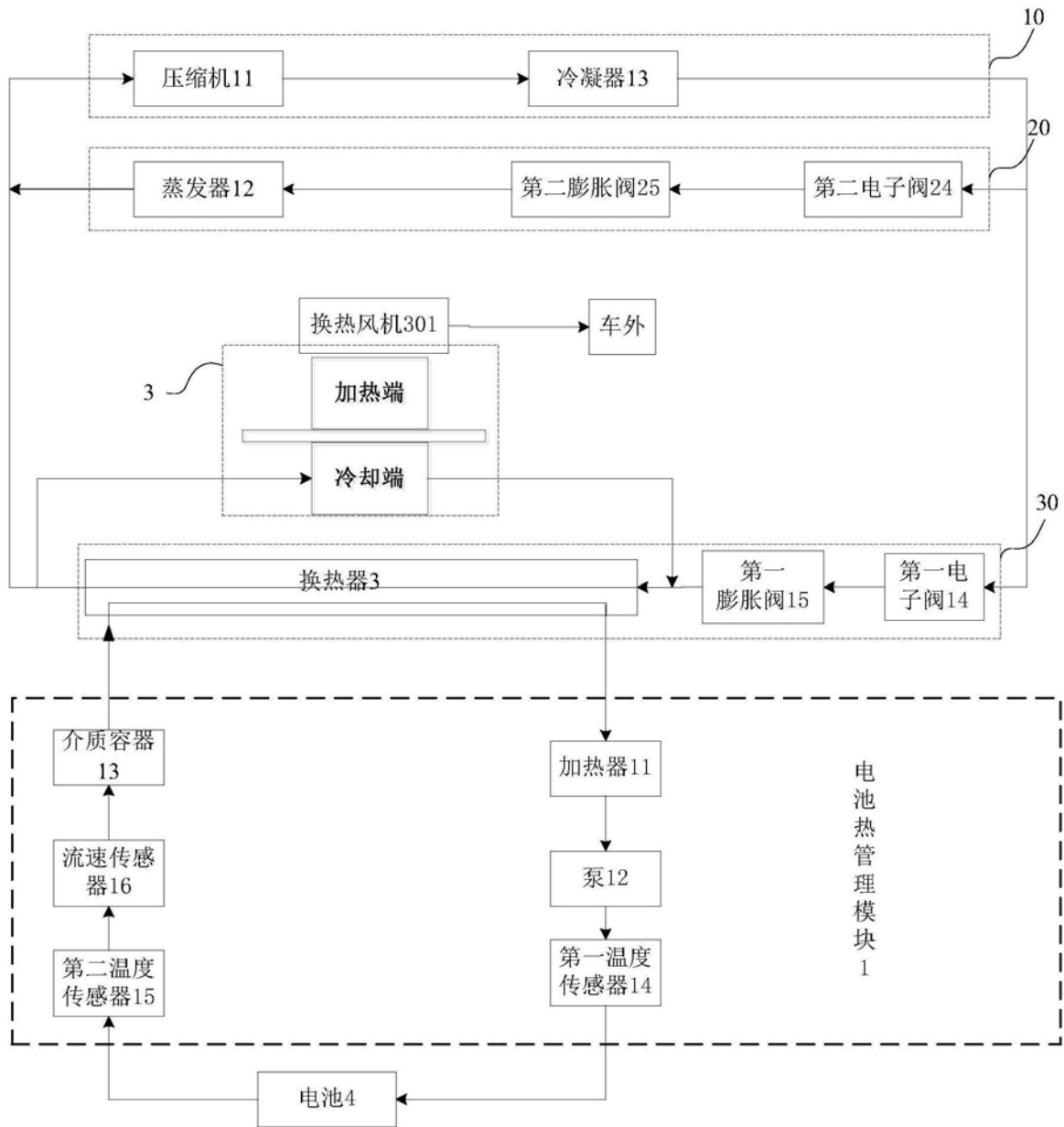


图14

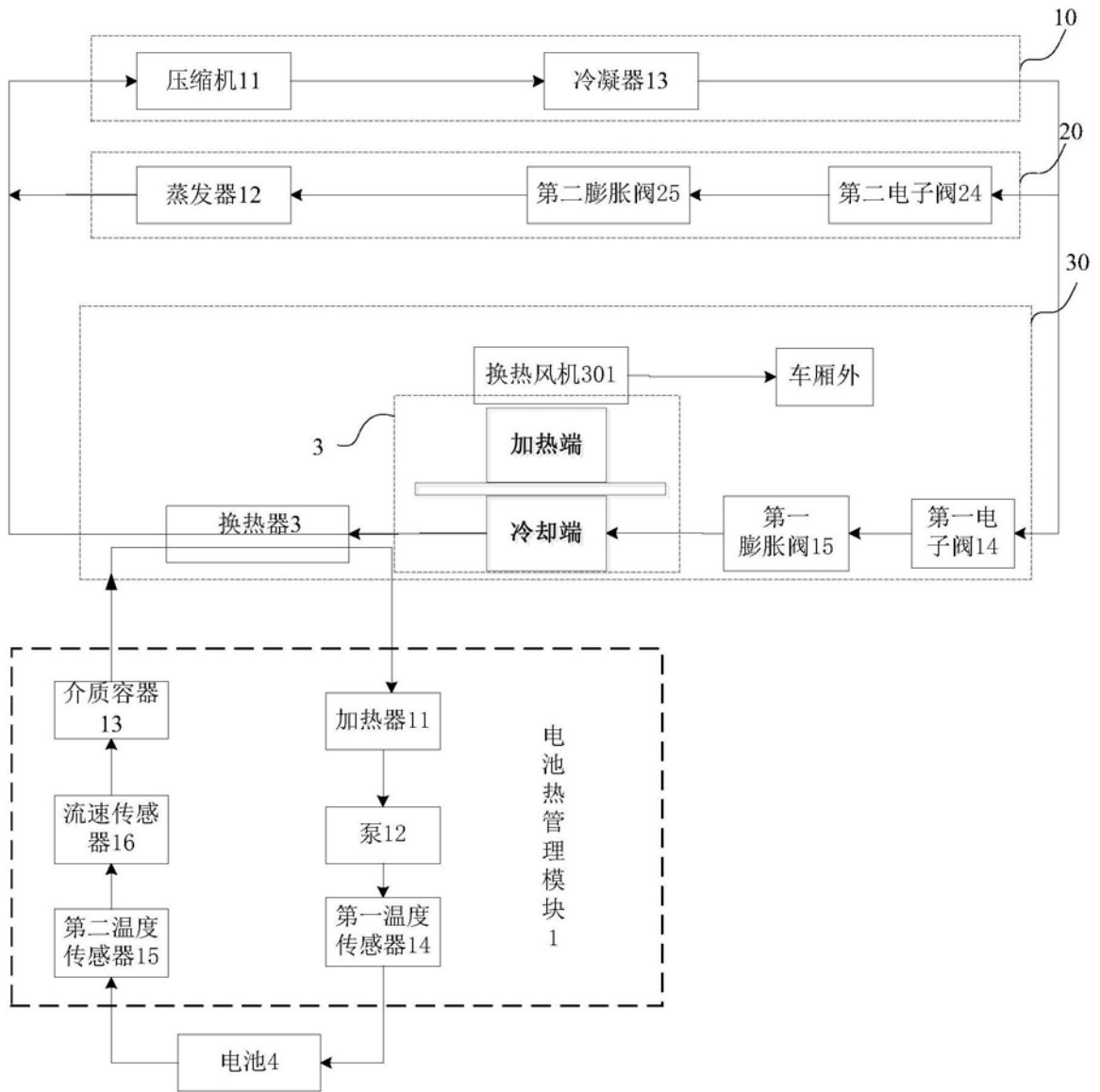
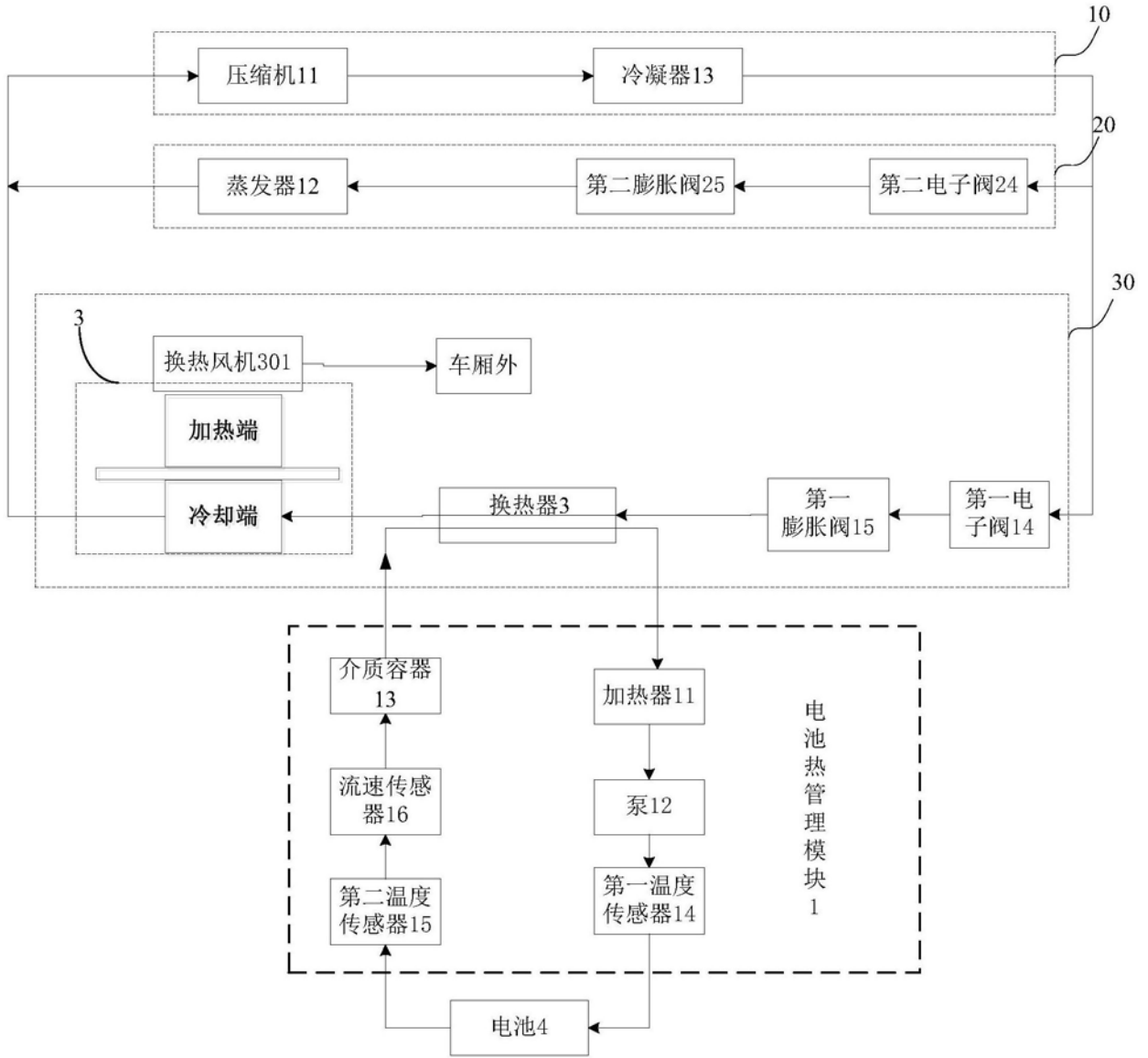


图15a



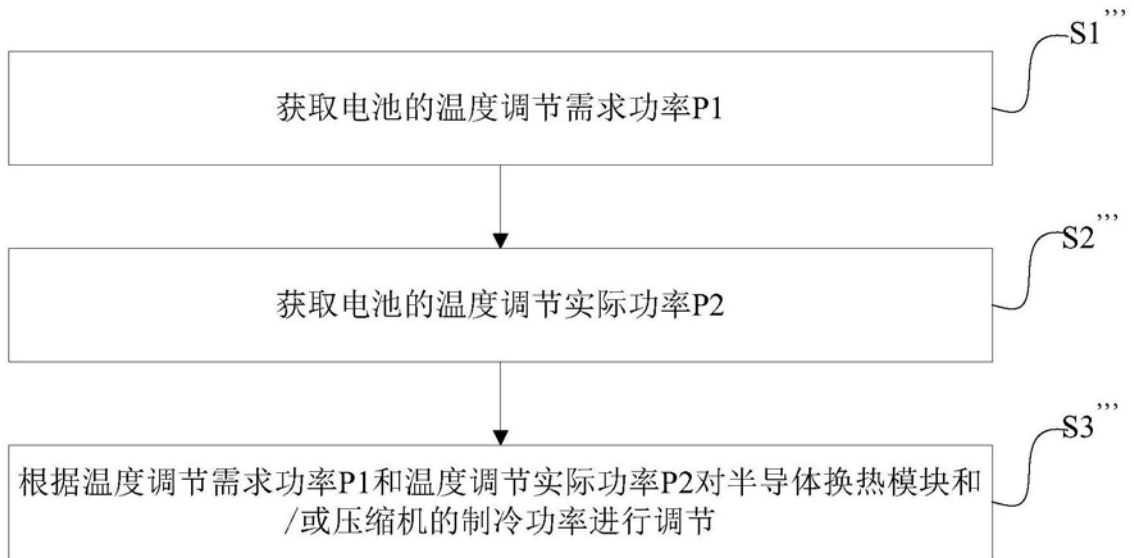


图16