



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109599634 B

(45) 授权公告日 2021.01.01

(21) 申请号 201710945133.X

(22) 申请日 2017.09.30

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109599634 A

(43) 申请公布日 2019.04.09

(73) 专利权人 比亚迪股份有限公司  
地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚  
迪路3009号

(72) 发明人 伍星驰 谈际刚 王洪军

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

代理人 南毅宁

(51) Int. Cl.

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/617 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

H01M 10/63 (2014.01)

H01M 10/633 (2014.01)

H01M 10/6563 (2014.01)

H01M 10/6568 (2014.01)

H01M 10/6572 (2014.01)

H01M 10/663 (2014.01)

(56) 对比文件

US 2010243017 A1, 2010.09.30

US 2013288089 A1, 2013.10.31

CN 104393368 A, 2015.03.04

US 2016159196 A1, 2016.06.09

US 2012305662 A1, 2012.12.06

张洁琼. 高性能的电池管理系统.《工程科技  
II 辑》. 2013, (第02期), C042-548.

审查员 袁佳伟

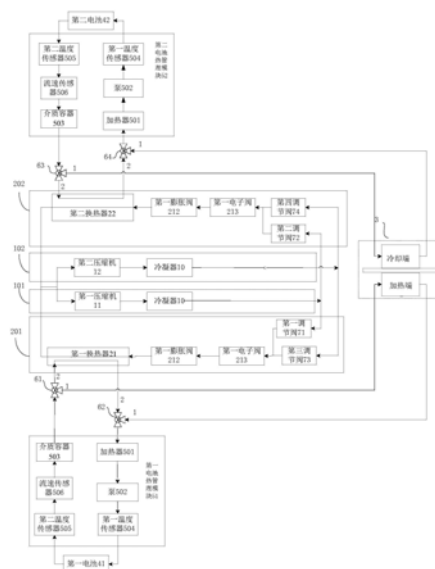
权利要求书5页 说明书25页 附图8页

(54) 发明名称

车载电池的温度调节方法和温度调节系统

(57) 摘要

本发明公开了一种车载电池的温度调节方法和温度调节系统,车载电池温度调节系统包括车载空调模块、电池热管理模块和控制器,车载空调模块包括第一制冷支路、第二制冷支路、第一电池冷却支路和第二电池冷却支路;电池热管理模块包括第一电池热管理模块和第二电池热管理模块;半导体换热模块包括第一端和第二端。控制器用于获取多个电池的温度,并判断多个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,并在多个电池之间的温度差大于预设温度阈值时,对多个电池的温度进行均衡,从而可以提高电池的循环寿命。



1. 一种车载电池的温度调节系统,其特征在于,包括:

车载空调模块,所述车载空调模块包括第一制冷支路、第二制冷支路、第一电池冷却支路和第二电池冷却支路,其中,第一制冷支路包括第一压缩机,第二制冷支路包括第二压缩机,第一电池冷却支路包括第一换热器,第二电池冷却支路包括第二换热器,其中,第一压缩机通过第一流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路,第二压缩机通过第二流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路;

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,其中,第一电池的换热支路和第一电池热管理模块可选择性与第一换热器和所述半导体换热模块的冷却端中的至少一者导通形成换热流路,第二电池的换热支路和第二电池热管理模块可选择性与第二换热器和所述半导体换热模块的加热端中的至少一者导通形成换热流路;

电池热管理模块,所述电池热管理模块包括第一电池热管理模块和第二电池热管理模块,所述第一电池热管理模块的第一端通过第一三通阀分别与所述第一换热器的第一端和所述半导体换热模块中加热端的第一端相连,所述第一电池热管理模块的第二端通过第二三通阀分别与所述第一换热器的第二端和所述半导体换热模块中加热端的第二端相连,所述第二电池热管理模块的第一端通过第三三通阀分别与所述第二换热器的第一端和所述半导体换热模块中冷却端的第一端相连,所述第二电池热管理模块的第二端通过第四三通阀分别与所述第二换热器的第二端和所述半导体换热模块中冷却端的第二端相连;

控制器,所述控制器与所述车载空调模块、电池热管理模块及半导体换热模块连接,其中,

所述控制器,用于获取第一电池和第二电池的温度;判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值;如果所述温度差大于所述预设温度阈值,则控制所述半导体换热模块的供电方向以将温度低的电池与所述半导体换热模块中的加热端相连,并将温度高的电池与所述半导体换热模块中的冷却端相连;根据所述两个电池之间的温度差和目标时间生成均衡需求功率,所述均衡需求功率包括加热需求功率和冷却需求功率,在所述第一电池的温度低于所述第二电池的温度的情况下,所述根据所述两个电池之间的温度差和目标时间生成均衡需求功率包括:

根据所述温度差和所述目标时间,根据第一公式,得到所述加热需求功率;

所述第一公式包括:

$$P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} * I_1^2 * R_1;$$

根据所述温度差和所述目标时间,根据第二公式,得到所述冷却需求功率;

所述第二公式包括:

$$P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} + I_2^2 * R_2;$$

其中,  $\Delta T_1$  为所述两个电池之间的温度差,  $t$  为所述目标时间,  $C$  为所述电池的比热容,  $M_1$  为所述第一电池的质量,  $M_2$  为所述第二电池的质量,  $I_1$  为所述第一电池的电流,  $I_2$  为所述第二电池的电流,  $R_1$  为所述第一电池的内阻,  $R_2$  为所述第二电池的内阻;

所述半导体换热模块,用于根据所述均衡需求功率控制对两个电池的温度进行均衡。

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,所述第一流量调节件包

括第一调节阀和第二调节阀,所述第二流量调节件包括第三调节阀和第四调节阀,所述第一压缩机通过所述第一调节阀与所述第一换热器连接形成回路,所述第一压缩机通过所述第二调节阀与所述第二换热器连接形成回路,所述第二压缩机通过所述第三调节阀与所述第一换热器连接形成回路,所述第二压缩机通过所述第四调节阀与所述第二换热器连接形成回路。

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,所述第一压缩机和所述第二压缩机的冷媒入口相连。

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。

5.如权利要求4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。

6.如权利要求4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。

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,还包括车内冷却支路,所述车内冷却支路包括第一车内冷却支路和第二车内冷却支路。

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,所述第一车内冷却支路与车厢中的第一出风口和第二出风口对应设置,所述第二车内冷却支路与车厢中的第三出风口和第四出风口对应设置。

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,所述第一车内冷却支路和所述第二车内冷却支路均包括:蒸发器,每个蒸发器31分别与每个换热器并联连接后再分别与所述每个压缩机串联连。

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,还包括与所述控制器电连接的电池状态检测模块,所述电池状态检测模块用于检测所述车载电池的电流。

11.一种车载电池的温度调节方法,其特征在于,车载电池温度调节系统包括:车载空调模块,所述车载空调模块包括第一制冷支路、第二制冷支路、第一电池冷却支路和第二电池冷却支路,其中,第一制冷支路包括第一压缩机,第二制冷支路包括第二压缩机,第一电池冷却支路包括第一换热器,第二电池冷却支路包括第二换热器,其中,第一压缩机通过第一流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路,第二压缩机通过第二流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路;电池热管理模块,所述电池热管理模块包括第一电池热管理模块和第二电池热管理模块;半导体换热模块,所述半导体换热模块包括第一端和第二端,其中,第一电池的换热支路和第一电池热管理模块可选择性与第一换热器和所述半导体换热模块的第一端中的至少一者导通形成换热流路;第二电池的换热支路和第二电池热管理模块可选择性与第二换热器和所述半导体换热模块的第二端中

的至少一者导通形成换热流路,所述第一电池热管理模块的第一端通过第一三通阀分别与  
所述第一换热器的第一端和所述半导体换热模块中加热端的第一端相连,所述第一电池热  
管理模块的第二端通过第二三通阀分别与所述第一换热器的第二端和所述半导体换热模  
块中加热端的第二端相连,所述第二电池热管理模块的第一端通过第三三通阀分别与所  
述第二换热器的第一端和所述半导体换热模块中冷却端的第一端相连,所述第二电池热管  
理模块的第二端通过第四三通阀分别与所述第二换热器的第二端和所述半导体换热模块  
中冷却端的第二端相连,所述方法包括以下步骤:

获取第一电池和第二电池的温度;

判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值;

如果所述温度差大于所述预设温度阈值,则控制所述半导体换热模块的供电方向以将  
温度低的电池与所述半导体换热模块中的加热端相连,并将温度高的电池与所述半导体换  
热模块中的冷却端相连;

根据所述两个电池之间的温度差和目标时间生成均衡需求功率,所述均衡需求功率包  
括加热需求功率和冷却需求功率,在所述第一电池的温度低于所述第二电池的温度的情况  
下,所述根据所述两个电池之间的温度差和目标时间生成均衡需求功率包括:

根据所述温度差和所述目标时间,根据第一公式,得到所述加热需求功率;

所述第一公式包括:

$$P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} - I_1^2 R_1;$$

根据所述温度差和所述目标时间,根据第二公式,得到所述冷却需求功率;

所述第二公式包括:

$$P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} + I_2^2 R_2;$$

其中,  $\Delta T_1$ 为所述两个电池之间的温度差,  $t$ 为所述目标时间,  $C$ 为所述电池的比热容,  $M_1$   
为所述第一电池的质量,  $M_2$ 为所述第二电池的质量,  $I_1$ 为所述第一电池的电流,  $I_2$ 为所述第  
二电池的电流,  $R_1$ 为所述第一电池的内阻,  $R_2$ 为所述第二电池的内阻;

所述半导体换热模块根据所述均衡需求功率控制对两个电池的温度进行均衡。

12. 如权利要求11所述的车载电池的温度调节方法,其特征在于,还包括:

获取所述两个电池的温度;

当任一个电池的温度大于第一温度阈值时,控制车载空调工作,进入冷却模式;

当任一个电池的温度小于第二温度阈值时,控制加热器工作,进入加热模式,其中所述  
第一温度阈值大于第二温度阈值。

13. 如权利要求11所述的车载电池的温度调节方法,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、流速传感器、加热器  
和介质容器;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;所述介质容  
器用于存储及向所述换热流路提供介质;所述加热器用于对换热流路中的介质进行加热,  
所述方法还包括:

获取所述电池的温度调节实际功率；

获取所述电池的温度调节需求功率；

根据所述电池的温度调节实际功率和所述温度调节需求功率对所述两个电池的温度进行调节；所述温度调节需求功率为在目标时间内将所述电池的温度调节至目标温度时，需要提供给所述电池的功率，所述温度调节实际功率为当前对所述电池进行温度调节时，所述电池得到的实际功率。

14. 如权利要求13所述的车载电池的温度调节方法，其特征在于，所述根据所述电池的温度调节实际功率和所述温度调节需求功率对所述两个电池的温度进行调节，具体包括：

判断每个电池的所述温度调节需求功率是否大于所述温度调节实际功率；

当为冷却模式时，如果某个电池的所述温度调节需求功率大于所述温度调节实际功率，则增加所述压缩机的功率；

当为加热模式时，如果某个电池的所述温度调节需求功率大于所述温度调节实际功率，则增加所述加热器的加热功率。

15. 如权利要求14所述的车载电池的温度调节方法，其特征在于，所述方法还包括：

当为冷却模式，且所述第一电池的温度大于所述第二电池的温度时，增大所述第一电池冷却支路的开度并减小所述第二电池冷却支路的开度；

当为冷却模式，且所述第二电池的温度大于所述第一电池的温度时，增大所述第二电池冷却支路的开度并减小所述第一电池冷却支路的开度。

16. 如权利要求14所述的车载电池的温度调节方法，其特征在于，

当为冷却模式，且所述第一电池的温度大于所述第二电池的温度时，控制半导体换热模块的供电方向和所述第一至第四三通阀的通道的开/闭使所述半导体换热模块的冷却端与所述第一换热器相连；

当为冷却模式，且在所述第二电池的温度大于所述第一电池的温度时，控制所述半导体换热模块的供电方向和所述第一至第四三通阀的通道的开/闭使所述半导体换热模块的冷却端与所述第二换热器相连。

17. 如权利要求14所述的车载电池的温度调节方法，其特征在于，还包括：

当为加热模式，且所述第一电池的温度小于所述第二电池的温度时，控制所述半导体换热模块的供电方向和所述第一至第四三通阀的通道的开/闭使所述半导体换热模块的加热端与所述第一换热器相连；

当为加热模式，且在所述第二电池的温度小于所述第一电池的温度时，控制所述半导体换热模块的供电方向和所述第一至第四三通阀的通道的开/闭使所述半导体换热模块的加热端与所述第二换热器相连。

18. 如权利要求11所述的车载电池的温度调节方法，其特征在于，还包括：所述车载电池的温度调节系统还包括车内冷却支路，每个所述车内冷却支路均包括蒸发器，两个所述蒸发器分别与两个所述换热器并联连接后再分别于两个所述压缩机串联连，所述车内冷却支路包括第一车内冷却支路和第二车内冷却支路，所述方法还包括：

判断所述电池的温度是否达到第三预设温度；

如果达到所述第三预设温度，则减少所述第一车内冷却支路和第二车内冷却支路的开度，同时增加所述第一电池冷却支路和第二电池冷却支路的开度；

如果未达到所述第三预设温度,则进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度;

如果达到所述空调设定温度,则减少所述第一车内冷却支路和第二车内冷却支路的开度,同时增加所述第一电池冷却支路和第二电池冷却支路的开度。

19. 如权利要求18所述的车载电池的温度调节方法,其特征在于,所述第一车内冷却支路对应车厢中的第一出风口和第二出风口,所述第二车内冷却支路对应车厢中的第三出风口和第四出风口,所述方法还包括:

当所述第一出风口和第二出风口的温度大于所述第三出风口和第四出风口的温度时,增加所述第一车内冷却支路的开度并减小所述第二车内冷却支路的开度;

当所述第一出风口和第二出风口的温度小于所述第三出风口和第四出风口的温度时,增加所述第二车内冷却支路的开度并减小所述第一车内冷却支路的开度。

20. 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,其特征在于,该程序被处理器执行时实现如权利要求11-19中任一项所述的车载电池的温度调节方法。

## 车载电池的温度调节方法和温度调节系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车技术领域,特别涉及一种车载电池的温度调节方法、一种非临时性计算机可读存储介质和一种车载电池的温度调节系统。

### 背景技术

[0002] 目前,电动汽车中车载电池系统可能包括多个电池,各个电池之间由于布置位置不同,或者是由于电池的温度调节系统提供给每个电池的加热/冷功率却不均,导致各个电池之间的温度存在较大差异,电池的温度一致性较差,进而会导致电池循环寿命降低。

### 发明内容

[0003] 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。

[0004] 为此,本发明的第一个目的在于提出一种车载电池的温度调节系统,该系统可以在多个电池之间的温度差较大时,通过半导体换热模块对多个电池的温度进行均衡,从而提高电池的循环寿命。

[0005] 本发明的第二个目的在于提出一种车载电池的温度调节方法。

[0006] 本发明的第三个目的在于提出一种非临时性计算机可读存储介质。

[0007] 为达到上述目的,本发明第一方面实施例提出了一种车载电池的温度调节系统,包括:车载空调模块,所述车载空调模块包括第一制冷支路101、第二制冷支路、第一电池冷却支路和第二电池冷却支路,其中,第一制冷支路包括第一压缩机,第二制冷支路包括第二压缩机,第一电池冷却支路包括第一换热器,第二电池冷却支路包括第二换热器,其中,第一压缩机通过第一流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路,第二压缩机通过第二流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路;电池热管理模块,所述电池热管理模块包括第一电池热管理模块和第二电池热管理模块;半导体换热模块,所述半导体换热模块包括第一端和第二端,其中,第一电池的换热支路和第一电池热管理模块可选择性与第一换热器和所述半导体换热模块的第一端中的至少一者导通形成换热流路,第二电池的换热支路和第二电池热管理模块可选择性与第二换热器和所述半导体换热模块的第二端中的至少一者导通形成换热流路;控制器,所述控制器用于获取所述两个电池的温度,并判断所述两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,并在所述两个电池之间的温度差大于预设温度阈值时,对所述两个电池的温度进行均衡。根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,通过控制器获取两个电池的温度,并判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值并在两个电池之间的温度差大于预设温度阈值时,对两个电池的温度进行均衡。由此,该系统可以在两个电池之间的温度差较大时,对两个电池的温度进行均衡,从而提高电池的循环寿命。

[0008] 为达到上述目的,本发明第二方面实施例提出了一种车载电池的温度调节方法,包括以下步骤:获取所述两个电池的温度;判断所述两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值;如果大于所述预设温度阈值,则对所述两个电池的温度进行均衡。

[0009] 根据本发明实施例的车载电池的温度调节方法,首先获取获取两个电池的温度,然后判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,如果大于预设温度阈值,则对两个电池的温度进行均衡,从而可以提高电池的循环寿命。

[0010] 为达到上述目的,本发明第三方面实施例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。

[0011] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,首先获取两个电池的温度,然后判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,如果大于预设温度阈值,则对两个电池的温度进行均衡,从而可以提高电池的循环寿命。

## 附图说明

[0012] 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,

[0013] 图1a-1b是根据本发明一个实施例的车载电池的温度调节系统的方框示意图;

[0014] 图2是根据本发明一个实施例的车载电池的温度调节系统的控制拓扑图;

[0015] 图3a-3b是根据本发明另一个实施例的车载电池的温度调节系统的方框示意图;

[0016] 图4a-4b是根据本发明又一个实施例的车载电池的温度调节系统的方框示意图

[0017] 图5是根据本发明一个实施例的出风口的示意图;

[0018] 图6是根据本发明一个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图;

[0019] 图7是根据本发明又一个实施例的车载电池的温度调节方法的流程图。

## 具体实施方式

[0020] 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。

[0021] 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、非临时性计算机可读存储介质和温度调节系统。

[0022] 图1a-1b是根据本发明一个实施例的车载电池的温度调节系统的方框示意图。如图1a-1b所示,该系统包括:车载空调模块、电池热管理模块、半导体换热模块3和控制器(图中未具体示出)。

[0023] 其中,车载空调模块包括第一制冷支路101、第二制冷支路102、第一电池冷却支路201和第二电池冷却支路202,其中,第一制冷支路101包括第一压缩机11,第二制冷支路102包括第二压缩机12,第一电池冷却支路201包括第一换热器21,第二电池冷却支路202包括第二换热器22,其中,第一压缩机11通过第一流量调节件分别与第一换热器21和第二换热器22连接形成回路,第二压缩机21通过第二流量调节件分别与第一换热器21和第二换热器22连接形成回路。电池热管理模块包括第一电池热管理模块51和第二电池热管理模块52。半导体换热模块3包括第一端和第二端,其中,第一电池的换热支路和第一电池热管理模块51可选择性与第一换热器21和半导体换热模块3的第一端中的至少一者导通形成换热流路,第二电池的换热支路和第一电池热管理模块52可选择性与第二换热器和半导体换热模块的3第二端中的至少一者导通形成换热流路。控制器用于获取两个电池的温度,并判断两



个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,并在两个电池之间的温度差大于预设温度阈值时,对两个电池的温度进行均衡。

[0024] 进一步地,第一电池热管理模块51的第二端通过第二三通阀72分别与第一换热器21的第二端和半导体换热模块3中加热端的第二端相连。第二电池热管理模块52的第一端通过第三三通阀73分别与第二换热器22的第一端和半导体换热模块3中冷却端的第一端相连,第二电池热管理模块52的第二端通过第四三通阀74分别与第二换热器22的第二端和半导体换热模块3中冷却端的第二端相连。

[0025] 控制器通过控制供电方向以将温度低的电池与半导体换热模块3中的加热端相连,并将温度高的电池与半导体换热模块3中的冷却端相连,电池管理器还用以根据两个电池之间的温度差和目标时间 $t$ 生成均衡需求功率,半导体换热模块3还用于根据均衡需求功率对两个电池的温度进行均衡。目标时间 $t$ 可以根据实际情况进行预设,例如,可以为1小时。

[0026] 可以理解,电池指安装在车辆上,为车辆提供动力输出以及为车辆上的其它用电设备提供电的储能设备,可进行反复充电。电池可以为电池包或者电池模组。

[0027] 具体地,均衡需求功率即将两个电池之间的温度差调节至预设范围内,例如 $3^{\circ}\text{C}$ 以内时,需要得到的加热功率/冷却功率。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。图1a为半导体换热模块3正向供电温度调节系统的示意图,图1b为半导体换热模块反向供电温度调节系统的示意图。

[0028] 如图2所示,控制器可以包括电池管理器、电池热管理控制器、车载空调控制器和半导体控制器。电池管理器可以与半导体控制器进行CAN(Controller Area Network,控制器局域网络)通信。电池管理器用于对电池进行管理,可以检测每个电池的电压、电流、温度等信息,当电池之间的温度差异超过预设温度阈值时,电池管理器发送电池温度均衡功能启动信息至车载空调控制器,当电池之间的温度差异满足要求,例如电池之间的温度差异小于 $3^{\circ}\text{C}$ 时,发出电池温度均衡完成信息。电池管理器还可以根据当前电池温度和电流参数,并根据一段时间之内的平均电流估算动力电池的发热参数,同时可以根据当前两个电池之间的温度差以及目标时间,估算均衡需求功率 $P_3$ ,并把均衡需求功率 $P_3$ 发送给车载空调控制器。车载空调控制器可以与半导体控制器和电池热管理控制器进行CAN通信,车载空调控制器可以在接收到电池管理器发送电池温度均衡功能启动信息和均衡需求功率 $P_3$ 转发给半导体控制器和电池热管理控制器。

[0029] 半导体控制器可以与车载空调控制器和电池热管理控制器进行进行CAN通信,以便确定是否需要开启电池温度均衡功能,半导体控制器可以对半导体换热模块3的供电方向和功率进行控制。当两个电池之间存在较大温差时,例如温差超过 $8^{\circ}\text{C}$ ,那么,半导体控制器控制半导体换热模块3进入电池温度均衡工作模式。半导体换热模块3的冷却端接入温度较高的电池的换热流路,加热端接入到温度较低的电池的换热流路中,以对温度较高的电池进行冷却,对温度较低的电池进行加热,使得温度较高的电池与温度较低电池之间进行热量交换,半导体换热模块3提高了电池之间的换热速率。例如,图1a所示为第一电池41的温度较低,第二电池42的温度较高;图1b所示为第一电池41的温度较高,第二电池42的温度较低。通过改变半导体换热模块3的供电方向,即可完成电池的温度均衡。电池冷却液直接流入半导体换热模块3,也可提高电池的换热效率。在对电池进行加热/冷却的过程中,半导

体换热模块3还实时根据均衡需求功率调节加热功率/冷却功率,以在目标时间内完成电池的温度均衡。均衡需求功率P3包括加热需求功率P3a和冷却需求功率P3b,两个电池之间的质量、内阻和电流相同时,当对电池进行冷却时,电池管理器可以根据公式:

$P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M}{2} - I^2 R$ ,生成均冷却需求功率P3b;当对电池进行加热时,电池管理器可以根据公式:

$P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M}{2} - I^2 R$ ,生成加热需求功率P3a。其中,  $\Delta T_1$ 为两个电池之间的温度差值,t为目标时间,C为电池的比热容,M为电池的质量,I为电池的电流,R为电池的内阻。

[0030] 当两个电池的质量、电流和内阻不相等时,以第一电池温度较低,第二电池温度较高,第一电池需要加热,第二电池需要冷却为例,电池管理器可以根据以下公式(1)计算加热需求功率P3a和并根据公式(2)计算冷却需求功率P3b:

$$[0031] \quad P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} - I_1^2 R_1 \quad (1)$$

$$[0032] \quad P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} + I_2^2 R_2 \quad (2)$$

[0033] 其中,  $\Delta T_1$ 为两个电池之间的温度差值,t为目标时间,C为电池的比热容, $M_1$ 为第一电池的质量, $M_2$ 为第二电池的质量, $I_1$ 为第一电池的电流, $I_2$ 为第二电池的电流, $R_1$ 为第一电

池的内阻, $R_2$ 为第二电池的内阻,第一电池41的温度变化为 $\frac{(\Delta T_1 - 3) * M_2}{(M_1 + M_2)}$ ,第二电池42的温度

变化为: $\frac{(\Delta T_1 - 3) * M_1}{(M_1 + M_2)}$ 。

[0034] 上述公式的控制方法中把电池的电流产热完全抵消,所以在整个电池温度均衡过程中,温度较高的电池温度不会上升,但是均衡的需求功率更高。

[0035] 下面的介绍另一种调节方式,即只考虑尽快减少电池之间的温度差异,并不保证电池的温度是否会上升。这种情况适用于电池温度不是很高,且电池之间的温度差异较大时,没有必要限制电池的温度不升高。具体的计算公式如下:

[0036] 假设第一电池41的温度高于电第二电池42时,第一电池41需要冷却,第二电池42需要加热,则两个电池之间的电流不同导致的发热功率相差为 $|I_1^2 R_1 - I_2^2 R_2|$ ,电池管理器可以根据以下公式(3)计算加热需求功率P3a和并根据公式(4)计算冷却需求功率P3b:

$$[0037] \quad P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} + \frac{|I_1^2 R_1 - I_2^2 R_2|}{2} \quad (3)$$

$$[0038] \quad P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} + \frac{|I_1^2 R_1 - I_2^2 R_2|}{2} \quad (4)$$

[0039] 即 $P_{3a} = P_{3b}$

[0040] 其中,  $\Delta T_1$ 为两个电池之间的温度差值,t为目标时间,C为电池的比热容, $M_1$ 为第一电池的质量, $M_2$ 为第二电池的质量, $I_1$ 为第一电池的电流, $I_2$ 为第二电池的电流, $R_1$ 为第一电池的内阻, $R_2$ 为第二电池的内阻。

[0041] 当进入电池温度均衡工作模式后,控制器可以根据加热需求功率P3a和冷却需求

功率 $P_{3b}$ 中的较大值对半导体换热模块3的功率进行调节。例如 $P_{3a} \geq P_{3b}$ ,则半导体换热模块3按照加热需求功率 $P_{3a}$ 运行;如果 $P_{3a} < P_{3b}$ ,则半导体换热模块3按照冷却需求功率 $P_{3b}$ 运行。又或者半导体换热模块调整工作功率,如果 $P_{1a} \geq P_{3b}$ ,使得半导体换热模块3可以按照大于加热需求功率 $P_{3a}$ 的功率运行;如果 $P_{3a} < P_{3b}$ ,半导体换热模块3按照大于冷却需求功率 $P_{3b}$ 运行。同时,在电池温度均衡过程中,确保半导体换热模块加热端的加热功率 $\geq P_{3a}$ ,冷却端的冷却功率 $\geq P_{3b}$ ,使得加热端和冷却端均满足温度均衡功率需求。

[0042] 可以理解,在本发明中,半导体换热模块3功率增大时,可同时增大冷却端的冷却功率和加热端的加热功率。

[0043] 如图1a-1b所示,如图1a-1b所示,每个电池热管理模块包括设置在换热流路上的泵502、第一温度传感器504、第二温度传感器505和流速传感器506、加热器501和介质容器503;其中:泵502用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器504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505用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器506用于检测换热流路中的介质的流速;介质容器503用于存储及向换热流路提供介质;加热器501用于对换热流路中的介质进行加热。

[0044] 进一步地,根据本发明的一个实施例,控制器还用于:获取两个电池的温度,并在任一个电池的温度大于第一温度阈值时,控制温度调节系统进入冷却模式,以及在任一个电池的温度小于第二温度阈值时,控制温度调节系统进入加热模式。其中第一温度阈值大于第二温度阈值,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] 控制器还用于获取两个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ ,并根据两个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ 对两个电池的温度进行调节。

[0046] 具体地,如图1a-1b所示,车载空调包括电池冷却支路和制冷支路,每个电池对应一个制冷支路,即第一制冷支路101和第二制冷支路102,每个制冷支路包括压缩机和冷凝器10,用以提供制冷功率。每个换热器包括两个管道,第一管道与第二管道相互独立的临近设置,以使得管道中的介质(冷媒、水、油、空气等流动介质或相变材料等介质或其他化学制品)相互独立,第一管道和第二管道中的介质可相互换热,第一管道与压缩机相连,第二管道与电池热管理模块相连,其中,第一管道中流的是冷媒,第二管道中流的是冷却液。每个电池冷却支路都包括电子阀和膨胀阀,通过控制电子阀的开闭控制每个电池冷却支路的开闭,通过控制膨胀阀的开度以控制电池冷却支路的冷却液流量,以控制相应的电池冷却支路的冷却功率。

[0047] 如图1a-1b所示,第一流量调节件可以包括第一调节阀71和第二调节阀72,第二流量调节件可以包括第三调节阀73和第四调节阀74。即第一电池冷却支路201还可以包括第一调节阀71和第三调节阀73;第二电池冷却支路202还可以包括第二调节阀72和第四调节阀74,第一压缩机11通过第一调节阀71与第一换热器21连接形成回路,第一压缩机11通过第二调节阀72与第二换热器22连接形成回路,第二压缩机12通过第三调节阀73与第一换热器21连接形成回路,第二压缩机12通过第四调节阀74与第二换热器11连接形成回路。

[0048] 如图1a-1b所示,如图1a-1b所示,第一压缩机11和第二压缩机12的冷媒入口相连,两个压缩机关联。每个压缩机的制冷量都可以通过调节第一至第四调节阀71-74分配给第一电池冷却支路201或者第二电池冷却支路202。例如第一制冷支路101的压缩机11,可以通过第一调节阀71将冷媒分配给第一电池冷却支路201,通过第二调节阀72将冷媒分配给第

二电池冷却支路202。第二制冷支路102中的压缩机12,可以通过第三调节阀73将冷媒分配给第一电池冷却支路201,通过第四调节阀74将冷媒分配给第二电池冷却支路202。第一至第四调节阀71-74的开度受控制器控制。

[0049] 控制器可以通过调节第一至第四调节阀71-74的开度,同时控制第一电池41和第二电池42两个冷却分支回路的冷却液流量,从而使均衡两个电池的温度。当温度调节系统工作在冷却模式时,如图1a-1b所示,控制器可以分别计算出第一电池41和第二电池42的温度调节需求功率 $P_1$ ,然后分别根据每个电池的 $P_1$ 和压缩机的最大制冷功率 $P$ 调节相应的第二膨胀阀的开度。在冷却过程中,控制器还分别根据每个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 继续调整第二膨胀阀的开度。同时,控制器根据第一电池41和第二电池42之间的温度情况,通过调节第一至第四调节阀71-74的开度,调节第一电池冷却支路201和第二电池冷却支路202的冷却液流量分配,从而达到控制第一电池41和第二电池42温度的均衡。其中,当第一电池41的温度比第二电池42的温度高且差值超过设定值时,可增大第一调节阀71和第三调节阀73的开度,减少第二调节阀72和第四调节阀74的开度,以增大第一电池41的冷却功率;当第一电池41和第二电池42的温度相等时,可控制第一至第四调节阀71-74的开度相同。而当温度调节系统工作在加热模式时,当第一电池41的温度比第二电池42的温度低且差值超过设定值时,则控制器增大第一电池41对应的加热器501的加热功率。由此,可以保持两个电池之间的温度均衡。

[0050] 第一流量调节件和第二流量调节件还可以由三通阀代替,具体不再赘述。

[0051] 在电池的温度过高时,车载空调制冷功能开启,电池冷却功能启动,第一管道中冷媒与第二管道中冷却液的流动方向分别为:压缩机—冷凝器—调节阀—电子阀—膨胀阀—换热器—压缩机;换热器—电池热管理模块—电池—电池热管理模块—换热器。当然,在电池的温度较低时,电池加热功能开启,加热器开启,同时保持电子阀关闭,加热器对冷却液进行加热,以提供加热功率。

[0052] 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,需要提供给电池的温度调节功率,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。控制器可以根据电池的温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对压缩机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。

[0053] 根据本发明的一个实例,的车载电池温度调节系统还包括与控制器电连接的电池状态检测模块,电池状态检测模块用于检测车载电池的电流。电池状态检测模块可以为电流霍尔传感器。

[0054] 下面结合具体地实施例描述如何获取电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ 。

[0055] 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。

[0056] 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標温度以及从初始温度达到目標温度的目標时间t,控制器获取初始温度和目標温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ ,并根据第一温度差 $\Delta T_1$ 和目標时间t生成第一温度调节需求功率。

[0057] 更进一步地,控制器通过以下公式(7)生成第一温度调节需求功率:

$$[0058] \quad \Delta T_1 * C * M / t \quad (7),$$

[0059] 其中, $\Delta T_1$ 为初始温度和目標温度之间的第一温度差,t为目標时间,C为电池4的比热容,M为电池4的质量。

[0060] 第二参数为电池4在预设时间内的平均电流I,控制器通过以下公式(8)生成第二温度调节需求功率:

$$[0061] \quad I^2 * R, (8),$$

[0062] 其中,I为平均电流,R为电池的内阻。

[0063] 具体地,可通过电流霍尔传感器检测电池的充放电电流参数,控制器可以根据一段时间内电池的电流参数,估算电池的平均电流。

[0064] 当对电池进行冷却时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ;当对电池进行加热时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0065] 根据本发明的一个实施例,控制器分别根据第一温度传感器504检测的入口温度和第二温度传感器505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506检测的流速v生成电池的温度调节实际功率P2。

[0066] 进一步地,根据本发明的一个实施例,通过以下公式生成温度调节实际功率P2: $P2 = \Delta T_2 * c * m$ ,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。

[0067] 具体地,车辆上电后,控制器判断电池是否需要温度调节,如果某个电池的温度过高或过低,开启温度调节功能,并发送低转速信息给泵,泵以默认转速(如低转速)开始工作。然后,控制器通过获取每个电池的初始温度(即当前温度)、目標温度和从初始温度达到目標温度的目標时间t,其中目標温度和目標时间t可以根据实际情况进行预设,并根据公式(7)可以计算出每个电池的第一温度调节需求功率。同时,控制器获取每个电池在预设时间内的平均电流I,并根据公式(8)可以计算出每个电池的第二温度调节需求功率。然后,控制器根据每个电池的第一温度调节需求功率和第二温度调节需求功率可以计算出温度调节需求功率P1(即将电池的温度在目標时间内调节至目標温度的需求功率),其中,当对电池进行冷却时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ,当对电池进行加热时, $P1 = \Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。并且,控制器分别获取第一温度传感器和第二温度传感器检测温度信息,并获取流速传感器检测的流速信息,根据公式 $P2 = \Delta T_2 * c * m$ 可以计算出每个电池的温度调节实际功率P2。

[0068] 具体地,如图2所示,车载电池的温度调节系统中的控制器可以包括:电池热管理控制器、车载空调控制器和、电池管理器和半导体控制器,电池热管理控制器可以与第一温度传感器504、第二温度传感器505和流速传感器506电连接,与泵502和加热器501进行CAN通信,并根据介质的比热容、介质的密度、流路的横截面积,获取温度调节实际功率P2,

并控制泵502的转速和控制加热器501的功率,并可以与车载空调控制器进行CAN通信。电池管理器用于对电池进行管理,可以检测电池的电压、电流、温度等信息,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 $R$ 和电流 $I$ ,获取温度调节需求功率 $P_1$ ,并可与车载空调控制器进行CAN通信,以使车载空调控制器可以根据温度调节需求功率 $P_1$ 和温度调节实际功率 $P_2$ 对压缩机的功率和对膨胀阀的开度进行调节。

[0069] 冷却液从流路的入口流入电池的內部,从流路的出口流出,从而实现电池与冷却液之间的热交换。泵502主要用于提供动力,介质容器503主要用于存储冷却液和接受向温度调节系统添加的冷却液,当温度调节系统中的冷却液减少时,介质容器503中的冷却液可自动补充。第一温度传感器504用以检测流路入口冷却液的温度,第二温度传感器505用以检测流路出口冷却液的温度。流速传感器506用以检测温度调节系统中管道内冷却液的流速信息。也就是说,电池热管理控制器根据第一温度传感器504检测的流路入口冷却液的温度、第二温度传感器505检测的流路出口冷却液的温度、流速传感器506检测的温度调节系统中管道内冷却液的流速信息,根据公式 $P_2 = \Delta T_2 * c * m$ ,即可计算出每个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。

[0070] 下面结合具体地实施例说明车载空调如何根据电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ 对电池的温度进行调节。

[0071] 根据本发明的一个实施例,当温度调节系统工作在冷却模式时,控制器还用于在某个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池温度调节需求功率 $P_1$ 时,增加压缩机的制冷功率;当温度调节系统工作在加热模式时,控制器还用于在某个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池温度调节需求功率 $P_1$ 时,增加加热器的加热功率。

[0072] 也就是说,在对电池进行冷却时,如果任一个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池温度调节需求功率 $P_1$ ,那么控制器可以增加相应压缩机的制冷功率,同时增加膨胀阀的开度,以增加电池冷却支路的开度,从而增加温度调节实际功率 $P_2$ ,以使电池可以在目标时间内完成温度调节。对电池进行加热时,如果任一个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池温度调节需求功率 $P_1$ ,那么控制器可以增加相应加热器501的加热功率,从而增加温度调节实际功率 $P_2$ ,以使电池可以在目标时间内完成温度调节。

[0073] 根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,控制器还可以用于:当温度调节系统工作在冷却模式,且第一电池41的温度大于第二电池42的温度时,为实现第一电池和第二电池的温度均衡,可以增加第一电池冷却支路201的开度并减小第二电池冷却支路202的开度,以及当温度调节系统工作在冷却模式,且在第二电池42的温度大于第一电池41的温度时,为实现第一电池和第二电池的温度均衡还可以,可以增加第二电池冷却支路202的开度并减小第一电池冷却支路201的开度。

[0074] 具体地,如果有一个电池的温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ ,则温度调节系统冷却功能启动,电池管理器发送电池冷却功能启动信息给车载空调控制器。电池管理器采集当前电池温度和电流参数,并根据一段时间之内的平均电流估算电池的发热参数,根据电池组当前平均温度与电池目标温度之间的差值,以及电池的平均电流估算电池的温度调节需求功率 $P_1$ ,并把电池冷却需求功率发送给车载空调控制器。同时电池管理器发送需要进行冷却的电池的编号。

[0075] 如果电池管理器检测到第一电池41的温度低于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器发送第一电池

41冷却完成信息。如果电池管理器检测到第二电池42的温度低于35℃,则电池管理器发送第二电池42的冷却完成信息。如果检测到第一电池41的温度比第二电池42的温度高3℃以上,则电池管理器发送增加第一电池41的冷却功率报文信息。如果第二电池42的温度比第一电池41的温度高3℃以上,则电池管理器发送增加第二电池42的电池冷却功率报文信息。

[0076] 如果电池管理器检测到2个电池的温度均低于35℃,则电池冷却完成,电池管理器发送电池冷却完成信息给车载空调。如果冷却功能开启1个小时之后,电池的温度仍然高于35℃,则电池管理器增大电池冷却功率需求。

[0077] 如果有一个电池的温度低于0℃,则温度调节系统车载电池的温度调节系统的加热功能启动。电池管理器采集当前电池温度和电流参数,并根据一段时间之内的平均电流估算电池的发热参数,根据电池实际温度与电池目标温度之间的差值,以及电池的平均电流估算动力电池的温度调节需求功率P1,并将温度调节需求功率P1发送至电池热管理控制器,以使电池热管理控制器根据温度调节需求功率P1控制加热器501进行加热工作。

[0078] 如果电池管理器检测到第一电池41的温度高于10℃,则电池管理器发送第一电池41加热完成信息。如果电池管理器检测到第二电池42的温度高于10℃,则电池管理器发送第二电池42加热完成信息。如果检测到第一电池41的温度比第二电池42的温度低3℃以上,则电池管理器发送增加第一电池41的电池加热功率报文信息。如果检测到第二电池42的温度比第一电池41的电温度低3℃以上,则电池管理器发送增加第二电池42的加热功率报文信息。

[0079] 如果电池管理器检测到2个电池的温度均高于10℃,则电池加热完成,电池管理器发送电池加热完成信息给电池管理控制器。如果加热功能开启2个小时之后,仍有电池的温度仍然低于10℃,则电池管理器增大加热器的加热功率。

[0080] 如果电池的温度在0℃到40℃之间,且第一电池和第二电池42的温度相差超过8℃,则电池管理器发送电池温度均衡功能启动信息。电池管理器采集当前电池之间的温度差异和目标均衡时间,估算电池组所需温度均衡功率,发送电池温度均衡功率需求信息,以使半导体控制器控制半导体换热模块根据电池温度均衡功率需求信息对电池进行温度均衡。在电池温度均衡功能启动过程中,如果电池管理器检测到满足电池加热功能启动条件,则电池管理器退出温度均衡功能,进入电池加热功能。如果电池管理器检测到满足电池冷却功能启动条件,则电池管理器退出温度均衡功能,进入电池冷却功能。如果第一电池41和第二电池42电池平均温度相差小于3℃,则电池管理器发送电池温度均衡功能完成信息。

[0081] 车载空调得电后,如果车载空调控制器收到电池管理器发送的电池冷却功能启动信息,则电池冷却功能启动,车载空调控制器发送电池冷却功能启动信息给电池热管理控制器。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。在电池冷却过程中,车载空调控制器控制第一电子阀213和第一膨胀阀212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P2,并把该信息转发给电池管理器和半导体换热模块3。在电池冷却过程中,车载空调控制器对比电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2,如果电池的温度调节实际功率P2小于温度调节需求功率P1,则车载空调控制器控制增大制冷功率。如果电池管理器检测到第一电池41的温度比第二电池42的温度高3℃以上,则电池管理器发送增加第一电池41的冷却功率报文信息至车载空调,则车载空调控制器根据增加第一电池41的冷



却功率报文信息增大第一电池冷却支路201的第一膨胀阀212的开度并减小第二电池冷却支路202的第一膨胀阀212的开度,使得第一电池41的冷却功率增大,第二电池42的冷却功率减少,从而缩小电池之间的电池温度差异。如果第二电池42的温度比第一电池41的温度高3℃以上,则电池管理器发送增加第二电池42的电池冷却功率报文信息,车载空调控制器根据增加第二电池42的电池冷却功率报文信息增大第二电池冷却支路202的第一膨胀阀212的开度第二并减小大第一电池冷却支路201的第一膨胀阀212的开度,使得第一电池41的冷却功率减小,第二电池42的冷却功率增加,从而缩小电池之间的电池温度差异。

[0082] 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第一电池41冷却完成信息,则控制第一电池冷却支路201的第一电子阀213关闭。如果车载空调控制器接收到电池管理器发送的第二电池冷却完成信息,则控制第二电池冷却支路202的第一电子阀213关闭。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,则转发电池冷却完成信息给电池热管理控制器和半导体换热模块,电池冷却完成。

[0083] 除可通过车载空调为电池提供冷却功率,还可通过半导体换热模块为电池提供冷却功率。

[0084] 根据本发明的一个实施例,当温度调节系统工作在冷却模式,且第一电池的温度大于第二电池的温度时,控制器还用于控制半导体换热模块的供电方向和第一至第四三通阀71-74的通道的开/闭使半导体换热模块的冷却端与第一换热器21相连,使半导体换热模块的加热端与第二换热器22相连,如图1b所示;当温度调节系统工作在冷却模式,且在第二电池的温度大于第一电池的温度时,控制器还用于控制半导体换热模块的供电方向和第一至第四三通阀71-74的通道的开/闭使半导体换热模块的冷却端与第二换热器22相连,使半导体换热模块的加热端与第一换热器21相连,如图1a所示。

[0085] 具体地,如图1a-1b所示,如果半导体控制器收到车载空调控制器发送的电池冷却功能启动信息,则电池冷却功能启动,半导体控制器发送电池冷却功能启动信息给电池热管理控制器。半导体控制器接收车载空调发送的各个电池的温度调节需求功率P1。半导体控制器接收电池热管理控制器发送的水温信息和各个电池的温度调节实际功率。在电池冷却功能开启过程中,如果半导体控制器接收到电池管理器发送的增加第一电池41的电池冷却功率报文信息,即第一电池41的温度比第二电池42的温度高3℃以上,则半导体控制器控制半导体换热模块3反向供电,电池热管理控制器控制第一三通阀71和第二三通阀72的通道1和通道2开启,且控制第三三通阀73和第四三通阀74的通道1开启,通道2开启,使得冷却端接入第一电池41的循环回路,加热端接入第二电池42的循环回路。如果半导体控制器接收到电池管理器发送增加第二电池42的冷却功率报文信息,即第二电池42的温度比第一电池41的温度高3℃以上,则半导体控制器控制半导体换热模块3正向供电,电池热管理控制器控制第一三通阀71和第二三通阀72的通道1开启、通道2开启,且控制第三三通阀73和第四三通阀74的通道1和通道2开启,使得冷却端接入第二电池42的循环回路,加热端接入第一电池41的循环回路。如果半导体控制器没有收到上述信息,则切断半导体换热模块的电源。

[0086] 如果有一个电池的温度低于0℃,则温度调节系统加热功能启动。在对电池进行加热时,除可通过加热器501提供加热功率,还可通过半导体换热模块提供加热功率。

[0087] 根据本发明的一个实施例,当温度调节系统工作在加热模式,且第一电池的温度



小于第二电池的温度时,控制器还用于控制半导体换热模块的供电方向和第一至第四三通阀71-74的通道的开/闭使半导体换热模块的加热端与第一换热器21相连,半导体换热模块的冷却端与第二换热器22相连。当温度调节系统工作在加热模式,且在第二电池的温度小于第一电池的温度时,控制器还用于控制半导体换热模块的供电方向和第一至第四三通阀71-74的通道的开/闭使半导体换热模块的加热端与第二换热器22相连,半导体换热模块的冷却端与第一换热器21相连。

[0088] 具体地,如果半导体控制器收到车载空调发送的电池加热功能启动信息,则电池加热功能启动,半导体控制器发送电池加热功能启动信息给电池热管理控制器。半导体换热控制器接收车载空调发送的电池的温度调节需求功率P1。半导体控制器接收电池热管理控制器发送的水温信息和各个动力电池的温度调节实际功率P2等信息。在电池加热功能开启过程中,如果半导体控制器接收到电池管理器发送增加第一电池41加热功率报文信息,即第一电池41的温度比第二电池42的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制器控制半导体换热模块3正向供电,第一三通阀71和第二三通阀72的通道1开启、通道2关闭,第三三通阀73和第四三通阀74的通道1开启、通道2关闭,使得半导体换热模块加热端接入第一电池41的循环回路,半导体换热模块冷却端接入第二电池42的循环回路。如果半导体控制器接收到电池管理器发送增加第二电池42加热功率报文信息,则控制器控制半导体换热模块3反向供电,第一三通阀71和第二三通阀72的通道1开启、通道2关闭,第三三通阀73和第四三通阀74的通道1开启、通道2关闭使得半导体换热模块的加热端接入第二电池42的循环回路,半导体换热模块冷却端接入第一电池41的循环回路。如果半导体控制器没有收到上述信息,则切断半导体换热模块电源。

[0089] 在半导体加热器加热过程中,如果电池的温度调节需求功率P1大于温度调节实际功率P2,则半导体换热模块增大加热功率。

[0090] 可以理解,在冷却功能启动时,加热器501关闭。在加热功能启动时,加热器501开启,第一电子阀213关闭,第一至第四三通阀71-74的通道2关闭。

[0091] 电池温度调节系统也可以如图3a-3b所示,当对电池进行冷却,且第一电池的温度大于第二电池的温度时,控制器还用于改变半导体换热模块3供电电源,控制第一至第四三通阀71-74使半导体换热模块的冷却端与第一换热器21相连,同时控制第四风机工作,如图3b所示;当对电池进行冷却,且在第二电池的温度大于第一电池的温度时,控制器还用于改变半导体换热模块3供电电源,控制第一至第四三通阀71-74使半导体换热模块的冷却端与第二换热器22相连,同时控制第三风机工作,如图3a所示。

[0092] 图1a-1b和图3a-3b的主要区别在于,图3a-3b中增加了换热风机,图1a-1b中的方案,两个电池之间需要同时接入半导体换热模块的其中一端的循环回路中,才可以实现温度均衡,即必须一个电池加热,另一个电池冷却同时进行,图1a-1b可以快速实现电池之间的温度均衡。而图3a-3b所示方案,则可以只通过控制其中一个电池接入到温度均衡回路,另一端通过风机和外部环境进行热交换,即如果第一电池的温度较高,则可以单独将第一电池41接入冷却端,而不必将第二电池42接入到加热回路,图3a-3b的方案可以使得第二电池42更快完成冷却。

[0093] 具体地,如图3a-3b所示,半导体换热模块得电后,如果半导体控制器收到车载空调控制器发送的电池冷却功能启动信息,则电池冷却功能启动,半导体换控制器发送电池

冷却功能启动信息给电池热管理控制器。半导体控制器接收车载空调控制器发送的各个电池的温度调节需求功率 $P_1$ 。半导体控制器接收电池热管理控制器发送的水温信息和各个电池的温度调节实际功率。在电池冷却功能开启过程中,如果半导体控制器接收到电池管理器发送的增加第一电池41的电池冷却功率报文信息,即第一电池41的温度比第二电池42的温度高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制半导体换热模块3反向供电,控制第一三通阀71和第二三通阀72的通道1和通道2开启,且控制第三三通阀73和第四三通阀74的通道1关闭,通道2开启,使得冷却端接入第一电池41的循环回路,同时控制第四风机开始工作。如果半导体控制器接收到电池管理器发送增加第二电池42的冷却功率报文信息,即第二电池42的温度比第一电池41的温度高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制半导体换热模块3正向供电,第一三通阀71和第二三通阀72的通道1关闭、通道2开启,且控制第三三通阀73和第四三通阀74的通道1和通道2开启,使得冷却端接入第二电池42的循环回路,同时控制第三风机开始工作。如果半导体热管理模块没有收到上述信息,则切断半导体换热模块的电源。

[0094] 具体地,如图3a-3b所示,在电池加热功能开启过程中,如果第一电池的温度比第二电池的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制半导体换热模块正向供电,控制第一三通阀71和第二三通阀72的通道1开启,通道2关闭,且控制第三三通阀73和第四三通阀74的通道1关闭,通道2关闭,使得加热端接入第一电池41的循环回路,同时控制第四风机开始工作(图3a)。如果第二电池42的温度比第一电池41的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制半导体换热模块3反向供电,第一三通阀71和第二三通阀72的通道1关闭、通道2关闭,且控制第三三通阀73和第四三通阀74的通道1开启,通道2关闭,使得加热端接入第二电池42的循环回路,同时控制第三风机开始工作(图3b)。如果半导体热管理模块没有收到上述信息,则切断半导体换热模块的电源。

[0095] 根据本发明的一个实施例,如图4a-4b所示,上述的系统还可以包括车内冷却支路,每个车内冷却支路均包括蒸发器31,每个蒸发器31分别与每个换热器并联连接后再分别与每个压缩机串联连。

[0096] 车内冷却支路包括第一车内冷却支路301和第二车内冷却支路302,控制器还用于在电池的温度达到第三预设温度时,减少第一车内冷却支路301和第二车内冷却支路302的开度,同时增加第一电池冷却支路201和第二电池冷却支路202的开度,以及在电池的温度达到第三预设温度时,进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度,其中,如果达到空调设定温度,则减少第一车内冷却支路301和第二车内冷却支路302的开度,同时增加第一电池冷却支路201和第二电池冷却支路202的开度。其中,第三预设温度温度可以根据实际情况进行预设,例如可以为 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0097] 进一步地,如图5所示,第一车内冷却支路301对应车厢中的第一出风口100和第二出风口200,第二车内冷却支路302对应车厢中的第三出风口300和第四出风口400,控制器还用于:在第一出风口100和第二出风口200的温度大于第三出风口300和第四出风口400的温度时,增加第一车内冷却支路301的开度并减小第二车内冷却支路302的开度,以及在第一出风口100和第二出风口200的温度小于第三出风口300和第四出风口400的温度时,增加第二车内冷却支路302的开度并减小第一车内冷却支路301的开度。

[0098] 具体地,如图4a-4b所示,每个车内冷却支路包括:相互串联的蒸发器31、第二电子阀32和第二膨胀阀33,车内冷却支路与相应的制冷支路相连。其中,第二电子阀32用以控制相应的车内制冷支路的开闭,第二膨胀阀33用以控制相应的车内冷却支路的开度。当车厢

内需要制冷时,控制器控制第二电子阀32开启。

[0099] 车载空调得电后,如果车载空调控制器收到电池管理器发送的电池冷却功能启动信息,则电池冷却功能启动,车载空调发送电池冷却功能启动信息给电池热管理控制器。车载空调控制器接收电池管理器发送的电池冷却功率需求信息(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。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动力电池组实际冷却功率信息(温度调节实际功率 $P_2$ ),并把该信息转发给电池管理器。在电池冷却过程中,车载空调控制器对比电池冷却需求功率和电池实际冷却功率信息,如果电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池的温度调节需求功率 $P_1$ ,则判断电池的温度是否达到 $45^{\circ}\text{C}$ (较高温度),如果有电池的温度达到 $45^{\circ}\text{C}$ ,则车载空调控制器减少第二膨胀阀33的开度,增大第一膨胀阀212的开度,以减少车内冷却支路的冷媒流量,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。并且,车载空调控制器实时比较第一池冷却支路201和第二池冷却支路202的温度调节实际功率,如果某个冷却支路的温度调节实际功率 $P_2$ 之和小于两个电池的温度调节需求功率 $P_1$ 之和,则减少第二膨胀阀33的开度,增大第一膨胀阀212的开度,如果两个冷却分支回路的温度调节实际功率 $P_2$ 之和大于等于两个电池的温度调节需求功率 $P_1$ 之和,则减少第一膨胀阀212的开度,或者保持当前膨胀阀开度不变。

[0100] 如果所有电池的温度都不高于 $45^{\circ}\text{C}$ ,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33的开度,增大第一膨胀阀212的开度,调整车内冷却支路和电池冷却支路的冷媒流量。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。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,则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。

[0101] 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 $35^{\circ}\text{C}$ 。当任一个电池的温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时,对应电池的电池冷却功能启动,当所有电池的温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池冷却完成,当任一个电池的温度达到 $45^{\circ}\text{C}$ 较高温度时,优先满足电池冷却的制冷量需求。另外,当电池的温度调节实际功率之和小于电池的温度调节需求功率之和时,如果电池平均温度不超过 $45^{\circ}\text{C}$ ,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,则再增大电池冷却功率。

[0102] 在电池冷却功能启动过程中,如果车箱内部需要开启空调,则需要对车厢内的环境温度进行监测和控制,使得车内各处的环境温度保持均衡,同时由能满足电池冷却的要求。如图2所示,当车载空调控制器检测到第一出风口100和第二出风口200处附近区域气温比第三出风口300和第四出风口400处附近区域气温高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上时,车载空调控制器控制第一池冷却支路201中的第一膨胀阀212开度减少,第一车内冷却支路301中的第二膨胀阀33开度增大,使得第一车内冷却支路301的冷却功率增加,车载空调控制器控制第二车内冷却支路302中的第二膨胀阀33开度减少,第二池冷却支路202中的第一膨胀阀212开度增大,使得第二车内冷却支路302的冷却功率减少,总体保持电池冷却支路的冷却功率不变,同时又使得车厢各处出风口附近区域气温均衡。

[0103] 当车载空调控制器检测到第三出风口300和第四出风口400处附近区域气温比出第一出风口100和第二出风口200处附近区域气温高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上时,车载空调控制器控制第二池冷却支路202中第一膨胀阀212的开度减少,第二车内冷却支路302中第二膨胀阀33

的开度增大,使得第二车内冷却支路302冷却功率增加,并且,车载空调控制器控制第一车内冷却支路301中的第二膨胀阀33的开度减少,第一电池冷却支路201中的第一膨胀阀212的开度增大,使得第一车内冷却支路301冷却功率减少。当车载空调控制器检测到第一出风口100和第二出风口200处附近区域气温和第三出风口300和第四出风口400处附近区域气温差异在 $3^{\circ}\text{C}$ 以内时,则保持第一车内冷却支路301和第二车内冷却支路302中的第二膨胀阀33的开度不变。

[0104] 总结而言,如图3a-3b所示,在温度调节系统进入冷却模式时,分别获取每个电池的温度调节需求功率 $P_1$ 、每个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和单个压缩机的最大制冷功率 $P$ ,并将每个电池的 $P_1$ 相加可计算出整个温度调节系统的总温度调节需求功率 $P_z$ ,将每个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 相加得到总温度调节实际功率 $P_f$ ,将每个压缩机的最大制冷功率相加可计算出所有压缩机的最大制冷功率之和 $P_5$ 。其中,第一电池的温度调节需求功率为 $P_{11}$ ,第二电池的温度调节需求功率为 $P_{12}$ 。第一电池的温度调节实际功率为 $P_{21}$ ,第二电池的温度调节实际功率为 $P_{22}$ 。 $P_{51}$ 为第一压缩机11最大制冷功率, $P_{52}$ 为第二压缩机12的最大制冷功率。

[0105] 如果 $P_z \leq P_5$ ,那么只需要控制一个压缩机工作,提供制冷功率,也可以控制两个压缩机一同工作。如果 $P_{51} < P_z \leq P_5$ ,则需要两个压缩机一起工作,每个压缩机的初始制冷功率为 $P_z/2$ ,或者其他的功率组合形式,使得2个压缩机的制冷功率之和为 $P_z$ 。如果 $P_z > P_5$ ,则每个压缩机按照最大制冷功率运行。

[0106] 在车内冷却和电池冷却同时开启时,假设第一出风口100、第二出风口200区域的温度为 $T_{51}$ ,第三出风口300和第四出风口400区域温度为 $T_{52}$ ,则进行如下判断:

[0107] 如果 $T_{51} - T_{52} \geq T_c$ , $T_c$ 为 $3^{\circ}\text{C}$ ,则进行如下处理:

[0108] 如果 $P_z + P_4 \leq P_5$ ,则控制第一压缩机11的制冷功率提高,或者控制第一电池冷却支路201的膨胀阀开度减小,控制车内冷却支路的膨胀阀开度增大,或者同时控制第二电池冷却支路202的膨胀阀增加,控制车内冷却支路的膨胀阀开度减少,使得 $T_{51}$ 温度加快下降,同时又满足电池的冷却功率需求,实现车内环境温度均衡。

[0109] 如果 $P_z + P_4 > P_5$ ,则控制第一压缩机11和第二压缩机12以最大制冷功率运行,同时控制第一电池冷却支路201的膨胀阀开度减小,控制车内冷却支路的膨胀阀开度增大,或者同时第二电池冷却支路202的膨胀阀增加,控制车内冷却支路的膨胀阀开度减少,使得 $T_{51}$ 温度加快下降,同时又满足电池的冷却功率需求,实现车内环境温度均衡。

[0110] 如果 $T_{51} - T_{52} \geq T_c$ , $T_c$ 为 $3^{\circ}\text{C}$ ,也可以进行如下处理:

[0111] 控制第一电池冷却支路201的关闭,控制车内冷却支路的膨胀阀开度增大,使得第一压缩机11的所有制冷功率都用于车内冷却。同时控制第二电池冷却支路202中的电池冷却回路的膨胀阀增加,控制车内冷却回路的膨胀阀开度减少,增大对电池冷却功率,使得 $T_{51}$ 温度加快下降,同时又满足电池的冷却功率需求,实现车内环境温度均衡。

[0112] 综上所述,根据本发明实施例的车载电池的温度调节系统,通过电池管理器获取两个电池的温度,并判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,以使半导体换热模块在两个电池之间的温度差大于预设温度阈值时,对两个电池的温度进行均衡。由此,该系统可以在多个电池之间的温度差较大时,通过半导体换热模块对多个电池的温度进行均衡,从而可以提高电池的循环寿命。并且,还可以根据各个电池的温度调节需求功率和温度

调节实际功率对电池进行温度调节,从而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是根据本发明一个实施实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,车载空调模块,车载空调模块包括第一制冷支路、第二制冷支路、第一电池冷却支路和第二电池冷却支路,其中,第一制冷支路包括第一压缩机,第二制冷支路包括第二压缩机,第一电池冷却支路包括第一换热器,第二电池冷却支路包括第二换热器,其中,第一压缩机通过第一流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路,第二压缩机通过第二流量调节件分别与第一换热器和第二换热器连接形成回路;电池热管理模块,电池热管理模块包括第一电池热管理模块和第二电池热管理模块;半导体换热模块,半导体换热模块包括第一端和第二端,其中,第一电池的换热支路和第一电池热管理模块可选择性与第一换热器和半导体换热模块的第一端中的至少一者导通形成换热流路;第二电池的换热支路和第二电池热管理模块可选择性与第二换热器和半导体换热模块的第二端中的至少一者导通形成换热流路。如图6所示,温度调节方法包括以下步骤:

[0114] S1,获取两个电池的温度。

[0115] S2,判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值。其中,预设温度阈值可以根据实际情况进行预设,例如,可以为 $8^{\circ}\text{C}$ 。

[0116] S3,如果温度差大于预设温度阈值,则对两个电池的温度进行均衡。

[0117] 进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示第一电池热管理模块的第一端通过第一三通阀分别与第一换热器的第一端和半导体换热模块中加热端的第一端相连,第一电池热管理模块的第二端通过第二三通阀分别与第一换热器的第二端和半导体换热模块中加热端的第二端相连,第二电池热管理模块的第一端通过第三三通阀分别与第二换热器的第一端和半导体换热模块中冷却端的第一端相连,第二电池热管理模块的第二端通过第四三通阀分别与第二换热器的第二端和半导体换热模块中冷却端的第二端相连。其中,对两个电池的温度进行均衡具体包括:

[0118] 控制半导体换热模块的供电方向以将温度低的电池与半导体换热模块中的加热端相连,并将温度高的电池与半导体换热模块中的冷却端相连;根据两个电池之间的温度差和目标时间生成均衡需求功率;根据均衡需求功率控制对两个电池的温度进行均衡。目标时间 $t$ 可以根据实际情况进行预设,例如,可以为1小时。

[0119] 具体地,均衡需求功率即将两个电池之间的温度差调节至预设范围内,例如 $3^{\circ}\text{C}$ 以内时,需要得到的加热功率/冷却功率。半导体换热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。图1a为半导体换热模块正向供电温度调节系统的示意图,图1b为半导体换热模块反向供电温度调节系统的示意图。

[0120] 当两个电池之间存在较大温差时,例如温差超过 $8^{\circ}\text{C}$ ,那么,进入电池温度均衡工作模式。半导体换热模块的冷却端接入温度较高的电池的换热流路,加热端接入到温度较低的电池的换热流路中,以对温度较高的电池进行冷却,对温度较低的电池进行加热,使得温度较高的电池与温度较低电池之间进行热量交换,半导体换热模块提高了电池之间的换热速率。例如,图1a所示为第一电池的温度较低,第二电池的温度较高;图1b所示为第一电池的温度较高,第二电池的温度较低。半导体换热模块通过改变供电方向,即可完成电池的

温度均衡。电池冷却液直接流入半导体换热模块,也可提高电池的换热效率。在对电池进行加热/冷却的过程中,半导体换热模块还实时根据均衡需求功率调节加热功率/冷却功率,以在目标时间内完成电池的温度均衡。

[0121] 均衡需求功率P3包括加热需求功率P3a和冷却需求功率P3b,两个电池之间的质量、内阻和电流相同时,当对电池进行冷却时,可以根据公式: $P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M}{2t}$ ,生成均冷却需求功率P3b;当对电池进行加热时,电池管理器可以根据公式: $P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M}{2t} - I^2 R$ ,生成加热需求功率P3a。其中,  $\Delta T_1$ 为两个电池之间的温度差值,t为目标时间,C为电池的比热容,M为电池的质量,I为电池的电流,R为电池的内阻。

[0122] 当两个电池的质量、电流和内阻不相等时,以第一电池温度较低,第二电池温度较高,第一电池需要加热,第二电池需要冷却为例,可以根据以下公式(1)计算加热需求功率P3a和并根据公式(2)计算冷却需求功率P3b:

$$[0123] \quad P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} - I_1^2 R_1 \quad (1)$$

$$[0124] \quad P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} + I_2^2 R_2 \quad (2)$$

[0125] 其中,  $\Delta T_1$ 为两个电池之间的温度差值,t为目标时间,C为电池的比热容, $M_1$ 为第一电池的质量, $M_2$ 为第二电池的质量, $I_1$ 为第一电池的电流, $I_2$ 为第二电池的电流, $R_1$ 为第一电池的内阻, $R_2$ 为第二电池的内阻,第一电池41的温度变化为 $\frac{(\Delta T_1 - 3) * M_2}{(M_1 + M_2)}$ ,第二电池42的温度变化为: $\frac{(\Delta T_1 - 3) * M_1}{(M_1 + M_2)}$ 。

[0126] 上述公式的控制方法中把电池的电流产热完全抵消,所以在整个电池温度均衡过程中,温度较高的电池温度不会上升,但是均衡的需求功率更高。

[0127] 下面的介绍另一种调节方式,即只考虑尽快减少电池之间的温度差异,并不保证电池的温度是否会上升。这种情况适用于电池温度不是很高,且电池之间的温度差异较大时,没有必要限制电池的温度不升高。具体的计算公式如下:

[0128] 假设第一电池的温度高于电第二电池时,第一电池需要冷却,第二电池需要加热,则两个电池之间的电流不同导致的发热功率相差为 $|I_1^2 R_1 - I_2^2 R_2|$ ,可以根据以下公式(3)计算加热需求功率P3a和并根据公式(4)计算冷却需求功率P3b:

$$[0129] \quad P_{3a} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} + \frac{|I_1^2 R_1 - I_2^2 R_2|}{2} \quad (3)$$

$$[0130] \quad P_{3b} = \frac{(\Delta T_1 - 3) * C * M_1 * M_2}{t * (M_1 + M_2)} - \frac{|I_1^2 R_1 - I_2^2 R_2|}{2} \quad (4)$$

[0131] 即 $P_{3a} = P_{3b}$

[0132] 其中,  $\Delta T_1$ 为两个电池之间的温度差值,t为目标时间,C为电池的比热容, $M_1$ 为第一电池的质量, $M_2$ 为第二电池的质量, $I_1$ 为第一电池的电流, $I_2$ 为第二电池的电流, $R_1$ 为第一电

池的内阻,  $R_2$ 为第二电池的内阻。

[0133] 当进入电池温度均衡工作模式后,控制半导体换热模块根据加热需求功率 $P_{3a}$ 和冷却需求功率 $P_{3b}$ 中的较大值进行温度均衡调节。例如 $P_{3a} \geq P_{3b}$ ,则控制半导体换热模块按照加热需求功率 $P_{3a}$ 运行;如果 $P_{3a} < P_{3b}$ ,则半导体换热模块按照冷却需求功率 $P_{3b}$ 运行。又或者半导体换热模块调整工作功率,如果 $P_{3a} \geq P_{3b}$ ,使得半导体换热模块可以按照大于加热需求功率 $P_{3a}$ 的功率运行;如果 $P_{3a} < P_{3b}$ ,半导体换热模块按照大于冷却需求功率 $P_{3b}$ 运行。同时,在电池温度均衡过程中,确保半导体换热模块加热端的加热功率 $\geq P_{3a}$ ,冷却端的冷却功率 $\geq P_{3b}$ ,使得加热端和冷却端均满足温度均衡功率需求。

[0134] 可以理解,在本发明中,半导体换热模块功率增大时,可同时增大冷却端的冷却功率和加热端的加热功率。

[0135] 根据本发明的一个实施例,如图7所示,车载电池的温度调节方法还可以包括:

[0136] S10,获取两个电池的温度。

[0137] S20,判断是否存在某个电池的温度大于第一温度阈值。

[0138] S30,如果任一个电池的温度大于第一温度阈值,控制车载空调工作,进入冷却模式。

[0139] S40,如果所有电池的温度都小于或等于第一预设阈值,则进一步判断是否存在某个电池的温度小于第二温度阈值。

[0140] S50,如果任一个电池的温度小于第二温度阈值,控制加热器工作,进入加热模式。其中第一温度阈值大于第二温度阈值,例如,第一温度阈值可以为 $40^\circ\text{C}$ ,第二温度阈值可以为 $0^\circ\text{C}$ 。

[0141] S60,如果所有电池的温度都大于或等于第二温度阈值且小于或等于第一温度阈值,则判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值。

[0142] S70,如果两个电池之间的温度差大于预设温度阈值,则进入温度均衡模式。

[0143] 具体地,当某个电池的温度较高时,例如高于 $40^\circ\text{C}$ ,那么车载电池的温度调节系统进入冷却模式,车载空调、电池热管理模块开始工作。控制相应的电子开启,例如第一电池的温度高于 $40^\circ\text{C}$ ,那么控制第一电池冷却支路的第一电子阀开启。当某个电池的温度较低时,那么车载电池的温度调节系统进入加热模式,电池热管理模块开始工作,加热器开启,以对换热流路中的介质进行加热。

[0144] 进一步地,根据本发明的一个实施例,如图1a-1b所示,每个电池热管理模块包括设置在换热流路上的泵、第一温度传感器、第二温度传感器、流速传感器、介质容器和加热器;其中:泵用于使换热流路中的介质流动;第一温度传感器用于检测流入车载电池的介质的入口温度;第二温度传感器用于检测流出车载电池的介质的出口温度;流速传感器用于检测换热流路中的介质的流速。介质容器用于存储及向换热流路提供介质。加热器用以对冷却管道中的介质进行加热,以提供加热功率,在电池温度较低时对电池的温度进行调节。上述的方法还可以包括:获取电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ ,根据温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ 对电池的温度进行调节。

[0145] 具体地,在对电池进行冷却的过程中,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℃左右,目标时间可以设定为1小时。还可以根据电池的温度调节需求功率P1和温度调节实际功率P2对制冷功率进行调节,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。

[0146] 如图1a-1b所示,第一流量调节件可以包括第一调节阀和第二调节阀,第二流量调节件可以包括第三调节阀和第四调节阀。即第一电池冷却支路还可以包括第一调节阀和第三调节阀;第二电池冷却支路202还可以包括第二调节阀和第四调节阀,各调节阀的连接方式具体可参照图1a-1b,此处不做赘述。如图1a-1b所示,每个压缩机的制冷量都可以通过调节第一至第四调节阀分配给第一电池冷却支路或者第二电池冷却支路。例如第一制冷支路的压缩机,可以通过第一调节阀将冷媒分配给第一电池冷却支路,通过第二调节阀将冷媒分配给第二电池冷却支路。第二制冷支路中的压缩机,可以通过第三调节阀3将冷媒分配给第一电池冷却支路,通过第四调节阀将冷媒分配给第二电池冷却支路202。

[0147] 还可以通过调节第一至第四调节阀的开度,同时控制第一电池和第二电池两个冷却分支回路的冷却液流量,从而使均衡两个电池的温度。

[0148] 当温度调节系统工作在冷却模式时,如图1a-1b所示,可以分别计算出第一电池和第二电池的温度调节需求功率P1,然后分别根据每个电池的P1和压缩机的最大制冷功率P调节相应的第二膨胀阀的开度。在冷却过程中,控制器还分别根据每个电池的温度调节实际功率P2继续调整第二膨胀阀的开度。同时,控制器根据第一电池和第二电池之间的温度情况,通过调节第一至第四调节阀的开度,调节第一电池冷却支路和第二电池冷却支路的冷却液流量分配,从而达到控制第一电池和第二电池温度的均衡。其中,当第一电池41的温度比第二电池的温度高且差值超过设定值时,可增大第一调节阀和第三调节阀的开度,减少第二调节阀和第四调节阀的开度,以增大第一电池的冷却功率;当第一电池和第二电池的温度相等时,可控制第一至第四调节阀的开度相同。而当温度调节系统工作在加热模式时,当第一电池的温度比第二电池的温度低且差值超过设定值时,则增大第一电池对应的加热器的加热功率。由此,可以保持两个电池之间的温度均衡。

[0149] 第一流量调节件和第二流量调节件还可以由三通阀代替,具体不再赘述。

[0150] 下面结合具体地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。

[0151] 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:获取每个电池的开启温度调节时的第一参数,并根据第一参数生成每个电池的第一温度调节需求功率。获取每个电池在温度调节时的第二参数,并根据每个第二参数生成每个电池的第二温度调节需求功率。根据每个电池的第一温度调节需求功率和电池的每个第二温度调节需求功率生成每个电池的温度调节需求功率P1。

[0152] 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。

[0153] 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:

$$[0154] \quad \Delta T_1 * C * M / t, (1)$$

[0155] 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。

[0156] 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:

$$[0157] \quad I^2 * R, (2)$$

[0158] 其中,  $I$ 为平均电流,  $R$ 为电池的内阻。可以通过电流霍尔传感器检测每个电池的电流,以获取电池在一段时间内的平均电流 $I$ 。

[0159] 其中,当对电池进行冷却时,每个电池的温度调节需求功率等于  $\Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ ;当对电池进行加热时,每个电池的温度调节需求功率等于  $\Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ 。

[0160] 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:获取用于调节每个电池温度的流路的入口温度和出口温度,并分别获取冷却液流入流路的流速 $v$ 。分别根据电池的流路的入口温度和出口温度生成第二温度差 $\Delta T_2$ 。根据每个电池的第二温度差 $\Delta T_2$ 和流速 $v$ 生成每个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 。

[0161] 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:

$$[0162] \quad \Delta T_2 * c * m, (3)$$

[0163] 其中,  $\Delta T_2$ 为第二温度差,  $c$ 为流路中冷却液的比热容,  $m$ 为单位时间内流过流路的横截面积的冷却液质量,其中,  $m = v * \rho * s$ ,  $v$ 为冷却液的流速,  $\rho$ 为冷却液的密度,  $s$ 为流路的横截面积。

[0164] 具体地,冷却液从流路的入口流入电池的內部,从流路的出口流出,从而实现电池与冷却液之间的热交换。通过检测流路入口冷却液的温度、流路出口冷却液的温度、管道内冷却液的流速信息,根据公式  $\Delta T_2 * c * m$ ,即可计算出每个电池的温度调节实际功率。根据电池的初始温度和目标温度之间的第一温度差 $\Delta T_1$ 、电池冷却的目标时间 $t$ 、电池的比热容 $C$ 、电池的质量 $M$ 、电池平均电流 $I$ ,电池的内阻 $R$ ,根据公式  $\Delta T_1 * C * M / t + I^2 * R$ 或  $\Delta T_1 * C * M / t - I^2 * R$ ,即可计算出每个电池的温度调节需求功率。

[0165] 下面结合具体地实施例说明如何根据电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ 对电池的温度进行调节。

[0166] 根据电池的温度调节实际功率 $P_2$ 和温度调节需求功率 $P_1$ 对电池的温度进行调节,具体包括:判断每个电池的温度调节需求功率 $P_1$ 是否大于温度调节实际功率 $P_2$ ;当为冷却模式时,如果某个电池的温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则增加压缩机的功率。当为加热模式时,如果某个电池的温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则增加加热器的加热功率。

[0167] 也就是说,在对电池进行冷却时,如果任一个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池温度调节需求功率 $P_1$ ,那么可以增加相应压缩机的制冷功率,同时增加膨胀阀的开度,以增加电池冷却支路的开度,从而增加温度调节实际功率 $P_2$ ,以使电池可以在目标时间内完成温度调节。对电池进行加热时,如果任一个电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池温度调节需求功率 $P_1$ ,那么可以增加相应加热器的加热功率,从而增加温度调节实际功率 $P_2$ ,以使

电池可以在目标时间内完成温度调节。

[0168] 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:当为冷却模式,且第一电池的温度大于第二电池的温度时,增大第一电池冷却支路的开度并减小第二电池冷却支路的开度;当为冷却模式,且第二电池的温度大于第一电池的温度时,增发第二电池冷却支路的开度并减小第一电池冷却支路的开度。

[0169] 具体地,如果有一个电池的温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ ,则电池热管理系统冷却功能启动,电池管理器发送电池冷却功能启动信息给车载空调。电池管理器采集当前电池温度和电流参数,并根据一段时间之内的平均电流估算电池的发热参数,根据电池组当前平均温度与电池目标温度之间的差值,以及电池的平均电流估算电池的温度调节需求功率 $P_1$ ,并把电池冷却需求功率发送给车载空调控制器。同时电池管理器发送需要进行冷却的电池的编号。

[0170] 如果电池管理器检测到第一电池的温度低于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器发送第一电池冷却完成信息。如果电池管理器检测到第二电池的温度低于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器发送第二电池的冷却完成信息。如果检测到第一电池的温度比第二电池的温度高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则电池管理器发送增加第一电池的冷却功率报文信息。如果第二电池的温度比第一电池的温度高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则电池管理器发送增加第二电池的电池冷却功率报文信息。

[0171] 如果电池管理器检测到个电池的温度均低于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池冷却完成,电池管理器发送电池冷却完成信息给车载空调。如果冷却功能开启1个小时之后,电池的温度仍然高于 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器增大电池冷却功率需求。

[0172] 如果有一个电池的温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,则温度调节系统加热功能启动。电池管理器采集当前电池温度和电流参数,并根据一段时间之内的平均电流估算电池的发热参数,根据电池实际温度与电池目标温度之间的差值,以及电池的平均电流估算动力电池的温度调节需求功率 $P_1$ ,并将温度调节需求功率 $P_1$ 发送至电池热管理控制器,以根据温度调节需求功率 $P_1$ 控制加热器进行加热工作。

[0173] 如果电池管理器检测到第一电池的温度高于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器发送第一电池加热完成信息。如果电池管理器检测到第二电池的温度高于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器发送第二电池加热完成信息。如果检测到第一电池的温度比第二电池的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则电池管理器发送增加第一电池的电池加热功率报文信息。如果检测到第二电池的温度比第一电池的电池温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则电池管理器发送增加第二电池的加热功率报文信息。

[0174] 如果电池管理器检测到个电池的温度均高于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则电池加热完成,电池管理器发送电池加热完成信息给电池管理控制器。如果加热功能开启2个小时之后,仍有电池的温度仍然低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器增大加热器的加热功率。

[0175] 如果电池的温度在 $0^{\circ}\text{C}$ 到 $40^{\circ}\text{C}$ 之间,且第一电池和第二电的温度相差超过 $8^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器发送电池温度均衡功能启动信息。电池管理器采集当前电池之间的温度差异和目标均衡时间,估算电池组所需温度均衡功率,发送电池温度均衡功率需求信息,以使半导体换热模块根据电池温度均衡功率需求信息对电池进行温度均衡。在电池温度均衡功能启动过程中,如果电池管理器检测到满足电池加热功能启动条件,则电池管理器退出温度均衡功能,进入电池加热功能。如果电池管理器检测到满足电池冷却功能启动条件,则电池管理器退出温度均衡功能,进入电池冷却功能。如果第一电池和第二电池电池平均温度相差小于 $3^{\circ}\text{C}$ ,则电池管理器发送电池温度均衡功能完成信息。

[0176] 车载空调得电后,如果车载空调控制器收到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。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。在电池冷却过程中,车载空调控制器控制第一电子阀和第一膨胀阀开启。车载空调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。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和温度调节实际功率P2,如果某个电池的电池的温度调节实际功率P2小于温度调节需求功率P1,则车载空调控制器控制增大相应的压缩机的制冷功率。如果检测到第一电池的温度比第二电池的温度高3℃以上,则增加增大第一电池冷却支路的第一膨胀阀的开度并减小第二电池冷却支路的第一膨胀阀的开度,使得第一电池的冷却功率增大,第二电池的冷却功率减少,从而缩小电池之间的电池温度差异。如果第二电池的温度比第一电池的温度高3℃以上,增大第二电池冷却支路的第一膨胀阀的开度第二并减小大第一电池冷却支路的第一膨胀阀的开度,使得第一电池的冷却功率减小,第二电池的冷却功率增加,从而缩小电池之间的电池温度差异。

[0177] 在电池冷却过程中,如果车载空调控制器接收到第一电池冷却完成信息,则控制第一电池冷却支路的第一电子阀关闭。如果车载空调控制器接收到电池管理器发送的第二电池冷却完成信息,则控制第二电池冷却支路的第一电子阀关闭。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,则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。

[0178] 除可通过车载空调为电池提供冷却功率,还可通过半导体换热模块为电池提供冷却功率。

[0179] 根据本发明的一个实施例,当为冷却模式,且第一电池的温度大于第二电池的温度时,控制半导体换热模块的供电方向和第一至第四三通阀的通道的开/闭使半导体换热模块的冷却端与第一换热器相连;当为冷却模式,且在第二电池的温度大于第一电池的温度时,控制半导体换热模块的供电方向和第一至第四三通阀的通道的开/闭使半导体换热模块的冷却端与第二换热器相连。

[0180] 具体地,如图1a-1b所示,在电池冷却功能开启过程中,如果第一电池的温度比第二电池的温度高3℃以上,则半导体换热模块反向供电,并控制第一三通阀和第二三通阀的通道1和通道2开启,以及控制第三三通阀和第四三通阀的通道1开启,通道2开启,使得冷却端接入第一电池的循环回路,加热端接入第二电池的循环回路。如果第二电池的温度比第一电池的温度高3℃以上,则半导体换热模块正向供电,并控制第一三通阀和第二三通阀的通道1开启、通道2开启以及控制第三三通阀和第四三通阀的通道1和通道2开启,使得冷却端接入第二电池的循环回路,加热端接入第二电池的循环回路。如果有一个电池的温度低于0℃,则温度调节系统加热功能启动。在对电池进行加热时,除可通过加热器提供加热功率,还可通过半导体换热模块提供加热功率。

[0181] 根据本发明的一个实施例,为加热模式,且第一电池的温度小于第二电池的温度时,控制半导体换热模块的供电方向和第一至第四三通阀的通道的开/闭使半导体换热模块的加热端与第一换热器相连,半导体换热模块的冷却端与第二换热器相连。为加热模式,且在第二电池的温度小于第一电池的温度时,控制半导体换热模块的供电方向和第一至第

四三通阀的通道的开/闭使半导体换热模块的加热端与第二换热器相连半导体换热模块的冷却端与第一换热器21相连。

[0182] 具体地,如图1a-1b所示,在电池加热功能开启过程中,如果第一电池的温度比第二电池的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则半导体换热模块正向供电,第一三通阀和第三三通阀的通道1开启、通道2关闭,第二三通阀和第四三通阀的通道1开启、通道2关闭,使得半导体换热器加热端接入第一电池的循环回路,半导体换热模块冷却端接入第二电池42的循环回路。如果第二电池的温度比第一电池的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上则半导体换热模块反向供电,第一三通阀和第三三通阀的通道1开启、通道2关闭,第二三通阀和第四三通阀的通道1开启、通道2关闭使得半导体换热器加热端接入第二电池的循环回路,半导体换热模块冷却端接入第一电池的循环回路。如果半导体热管理模块没有收到上述信息,则切断半导体换热模块电源。在加热过程中,如果电池的温度调节需求功率 $P_1$ 大于温度调节实际功率 $P_2$ ,则增发半导体换热模块的加热功率。

[0183] 可以理解,在冷却功能启动时,加热器关闭。在加热功能启动时,加热器开启,第一调节阀和第二调节阀关闭。

[0184] 当电池温度调节系统如图3a-3b所示时,当对电池进行冷却,且第一电池的温度大于第二电池的温度时,改变半导体换热模块供电电源,控制第一至第四三通阀使半导体换热模块的冷却端与第一换热器相连,同时控制第四风机工作,如图3b所示;当对电池进行冷却,且在第二电池的温度大于第一电池的温度时,改变半导体换热模块供电电源,控制第一至第四三通阀使半导体换热模块的冷却端与第二换热器相连,同时控制第三风机工作,如图3a所示。

[0185] 图1a-1b和图3a-3b的主要区别在于,图3a-3b中增加了换热风机,图1a-1b中的方案,两个电池之间需要同时接入半导体换热模块的其中一端的循环回路中,才可以实现温度均衡,即必须一个电池加热,另一个电池冷却同时进行,图1a-1b可以快速实现电池之间的温度均衡。而图3a-3b所示方案,则可以只通过控制其中一个电池接入到温度均衡回路,另一端通过风机和外部环境进行热交换,即如果第一电池的温度较高,则可以单独将第一电池接入冷却端,而不必将第二电池接入到加热回路,图3a-3b的方案可以使得第二电池更快完成冷却。

[0186] 具体地,如图3a-3b所示,在电池冷却功能开启过程中,如果第一电池的温度比第二电池的温度高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制半导体换热模块反向供电,控制第一三通阀和第三三通阀的通道1和通道2开启,且控制第二三通阀和第四三通阀的通道1关闭,通道2开启,使得冷却端接入第一电池的循环回路,同时控制第四风机开始工作。如果第二电池的温度比第一电池的温度高 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制半导体换热模块正向供电,第一三通阀和第三三通阀72的通道1关闭、通道2开启,且控制第二三通阀73和第四三通阀的通道1和通道2开启,使得冷却端接入第二电池的循环回路,同时控制第三风机开始工作。如果半导体热管理模块没有收到上述信息,则切断半导体换热模块的电源。

[0187] 具体地,如图3a-3b所示,在电池加热功能开启过程中,如果第一电池的温度比第二电池的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,则控制半导体换热模块正向供电,控制第一三通阀和第三三通阀的通道1开启,通道2关闭,且控制第二三通阀和第四三通阀的通道1关闭,通道2关闭,使得加热端接入第一电池的循环回路,同时控制第四风机开始工作。如果第二电池的温度比第

一电池的温度低 $3^{\circ}\text{C}$ 以上,如图3b所示,则控制半导体换热模块3反向供电,第一三通阀和第二三通阀的通道1关闭、通道2关闭,且控制第三三通阀和第四三通阀的通道1开启,通道2关闭,使得加热端接入第二电池的循环回路,同时控制第三风机开始工作。如果半导体热管理模块没有收到上述信息,则切断半导体换热模块的电源。

[0188] 根据本发明的一个实施例,如图4a-4b所示,车载电池的温度调节系统还包括车内冷却支路,每个车内冷却支路均包括蒸发器,两个蒸发器分别与两个换热器并联连接后再分别于多述压缩机串联连。车内冷却支路包括第一车内冷却支路和第二车内冷却支路,上述方法还可以包括:判断电池的温度是否达到第三预设温度;如果达到第三预设温度,则减少第一车内冷却支路和第二车内冷却支路的开度,同时增加第一电池冷却支路和第二电池冷却支路的开度;如果未达到第三预设温度,则进一步判断车厢内温度是否达到空调设定温度;如果达到空调设定温度,则减少第一车内冷却支路和第二车内冷却支路的开度,同时增加第一电池冷却支路和第二电池冷却支路的开度。其中,第三预设温度温度可以根据实际情况进行预设,例如可以为 $45^{\circ}\text{C}$ 。

[0189] 具体地,进一步地,如图5所示,第一车内冷却支路对应车厢中的第一出风口和第二出风口,第二车内冷却支路对应车厢中的第三出风口和第四出风口,上述的方法还可以包括:当第一出风口和第二出风口的温度大于第三出风口和第四出风口的温度时,增加第一车内冷却支路的开度并减小第二车内冷却支路的开度;以当第一出风口和第二出风口的温度小于第三出风口和第四出风口的温度时,增加第二车内冷却支路的开度并减小第一车内冷却支路的开度。

[0190] 具体地,如图4a-4b所示,每个车内冷却支路包括:相互串联的蒸发器、第二电子阀和第二膨胀阀,车内冷却支路与相应的制冷支路相连。其中,第二电子阀用以控制相应的车内制冷支路的开闭,第二膨胀阀用以控制相应的车内冷却支路的开度。当车厢内需要制冷时,控制第二电子阀开启。

[0191] 在电池冷却过程中,如果电池的温度调节实际功率 $P_2$ 小于电池的温度调节需求功率 $P_1$ ,则判断电池的温度是否达到 $45^{\circ}\text{C}$ (较高温度),如果有电池的温度达到 $45^{\circ}\text{C}$ ,则减少第二膨胀阀的开度,增大第一膨胀阀的开度,以减少车内冷却支路的冷媒流量,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。并且,实时比较第一池冷却支路和第二池冷却支路的温度调节实际功率,如果这两个冷却支路的温度调节实际功率之和小于两个电池的温度调节需求功率之和,则减少第二膨胀阀的开度,增大第一膨胀阀的开度,如果两个冷却分支回路的温度调节实际功率之和等于两个电池的温度调节需求功率之和,则保持当前膨胀阀开度不变。

[0192] 如果所有电池的温度都不高于 $45^{\circ}\text{C}$ ,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,调整车内冷却支路和电池冷却支路的冷媒流量。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。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,则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。

[0193] 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 $35^{\circ}\text{C}$ 。当任一个电池的温度高于 $40^{\circ}\text{C}$ 时,电池冷却功能启动,当所有电池的温度达到 $35^{\circ}\text{C}$ ,则电池冷却完成,当任一个电池的温度达到 $45^{\circ}\text{C}$ 较高温度时,优先满足电池冷却的制冷量需求。另

外,当电池的温度调节实际功率之和小于电池的温度调节需求功率之和时,如果电池平均温度不超过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,则再增大电池冷却功率。

[0194] 在电池冷却功能启动过程中,如果车箱内部需要开启空调,则需要对车厢内的环境温度进行监测和控制,使得车内各处的环境温度保持均衡,同时由能满足电池冷却的要求。如图5所示,当检测到第一出风口和第二出风口处附近区域气温比第三出风口和第四出风口处附近区域气温高3℃以上时,控制第一电池冷却支路中的开度减少,第一车内冷却支路301中的开度增大,使得第一车内冷却支路的冷却功率增加,车载空调控制第二车内冷却支路的开度减少,第二电池冷却支路的开度增大,使得第二车内冷却支路的冷却功率减少,总体保持电池冷却支路的冷却功率不变,同时又使得车厢各处出风口附近区域气温均衡。

[0195] 当检测到第三出风口和第四出风口处附近区域气温比出第一出风口100和第二出风口处附近区域气温高3℃以上时,控制第二电池冷却支路202的开度减少,第二车内冷却支路的开度增大,使得第二车内冷却支路的冷却功率增加,并且,车载空调控制第一车内冷却支路的开度减少,第一电池冷却支路的开度增大,使得第一车内冷却支路301冷却功率减少。当检测到第一出风口和第二出风口处附近区域气温和第三出风口和第四出风口处附近区域气温差异在3℃以内时,控制第一电池冷却支路和第二电池冷却支路的开度相同,第一车内冷却支路和第二车内冷却支路中的开度相同,以保证车厢内第一车内冷却支路和第二车内冷却支路的的冷却功率相同。

[0196] 综上所述,根据本发明实施例的车载电池的温度调节方法,首先获取获取两个电池的温度,然后判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,如果大于预设温度阈值,则对两个电池的温度进行均衡,从而可以提高电池的循环寿命。并且,还可以根据各个电池的温度调节需求功率和温度调节实际功率对电池进行温度调节,从而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。

[0197] 此外,本发明的实施例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。

[0198] 本发明实施例的非临时性计算机可读存储介质,首先获取两个电池的温度,然后判断两个电池之间的温度差是否大于预设温度阈值,如果大于预设温度阈值,则通过半导体换热模块对两个电池的温度进行均衡,从而可以在两个电池之间的温度差较大时,通过半导体换热模块对两个电池的温度进行均,从而可以提高电池的循环寿命。

[0199] 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。

[0200] 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。

[0201] 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。

[0202] 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。

[0203] 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。

[0204] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

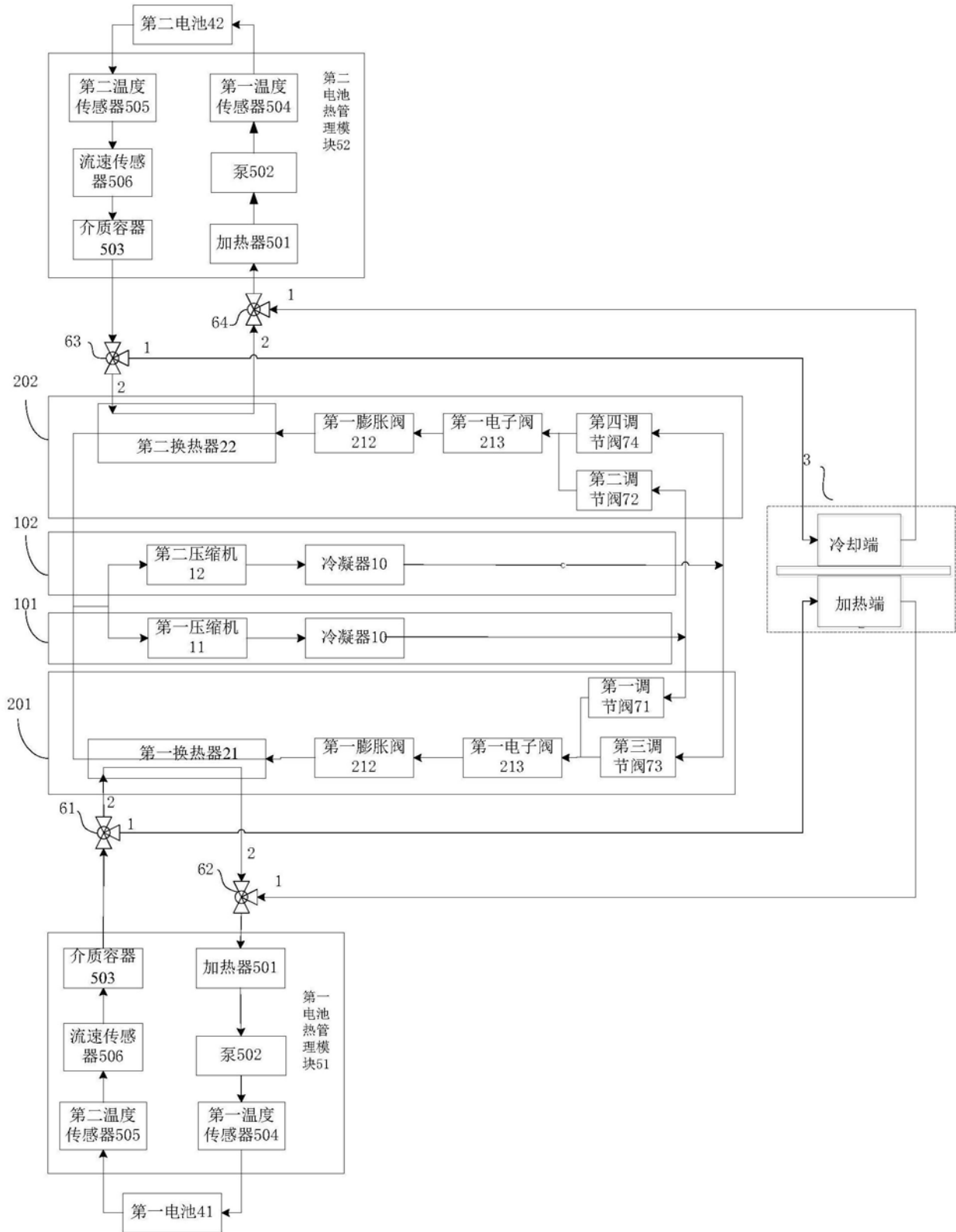


图1a



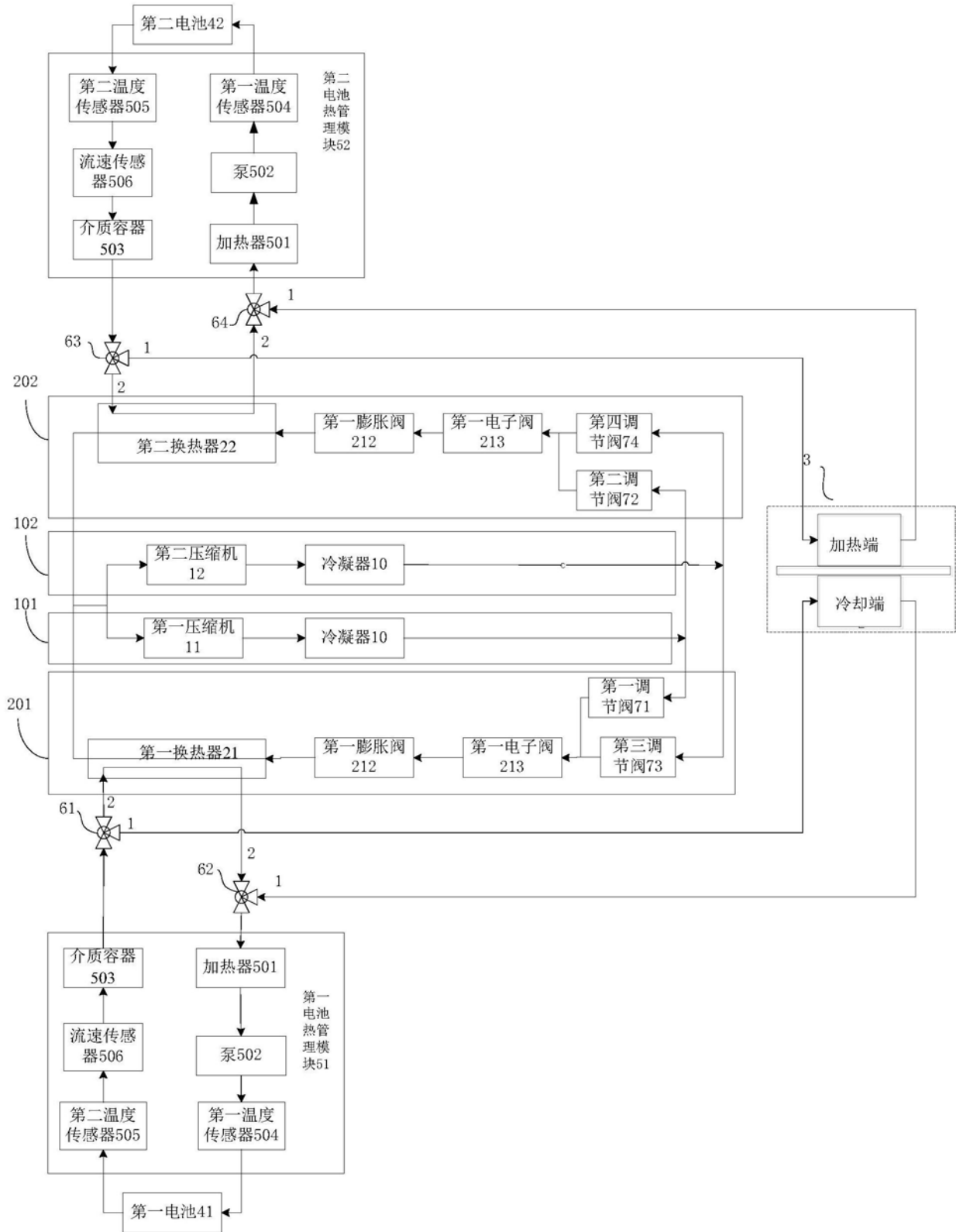


图1b

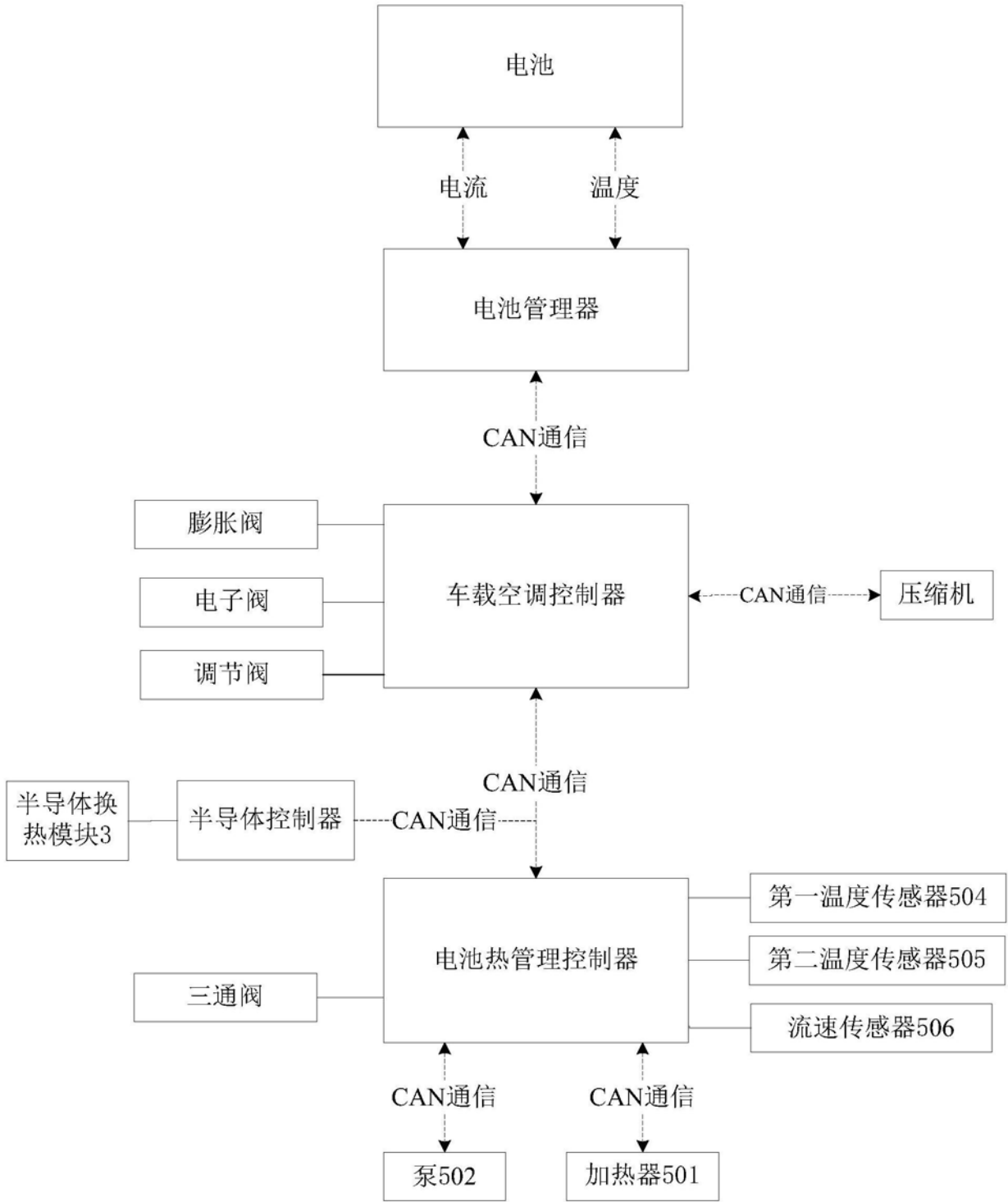


图2

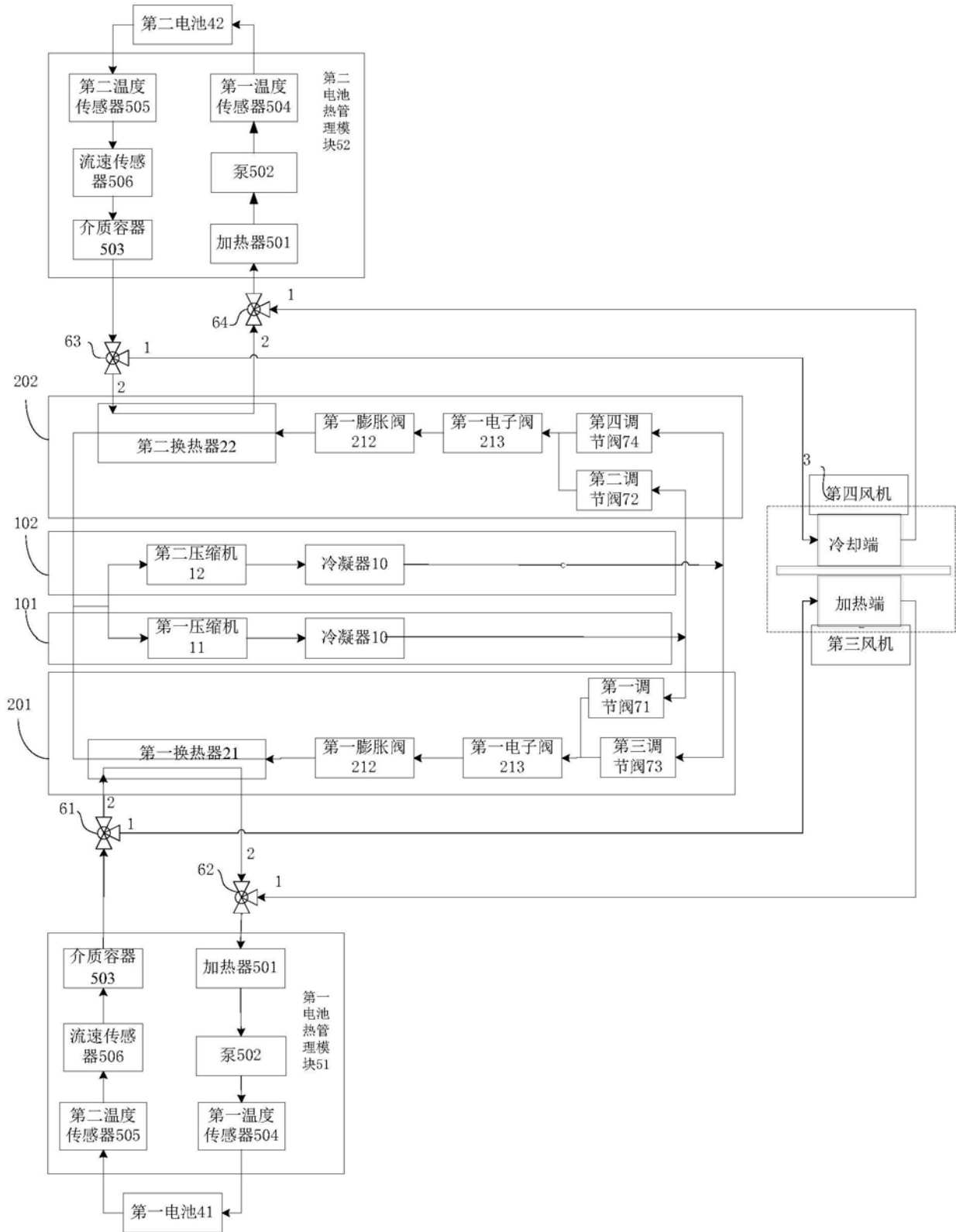


图3a

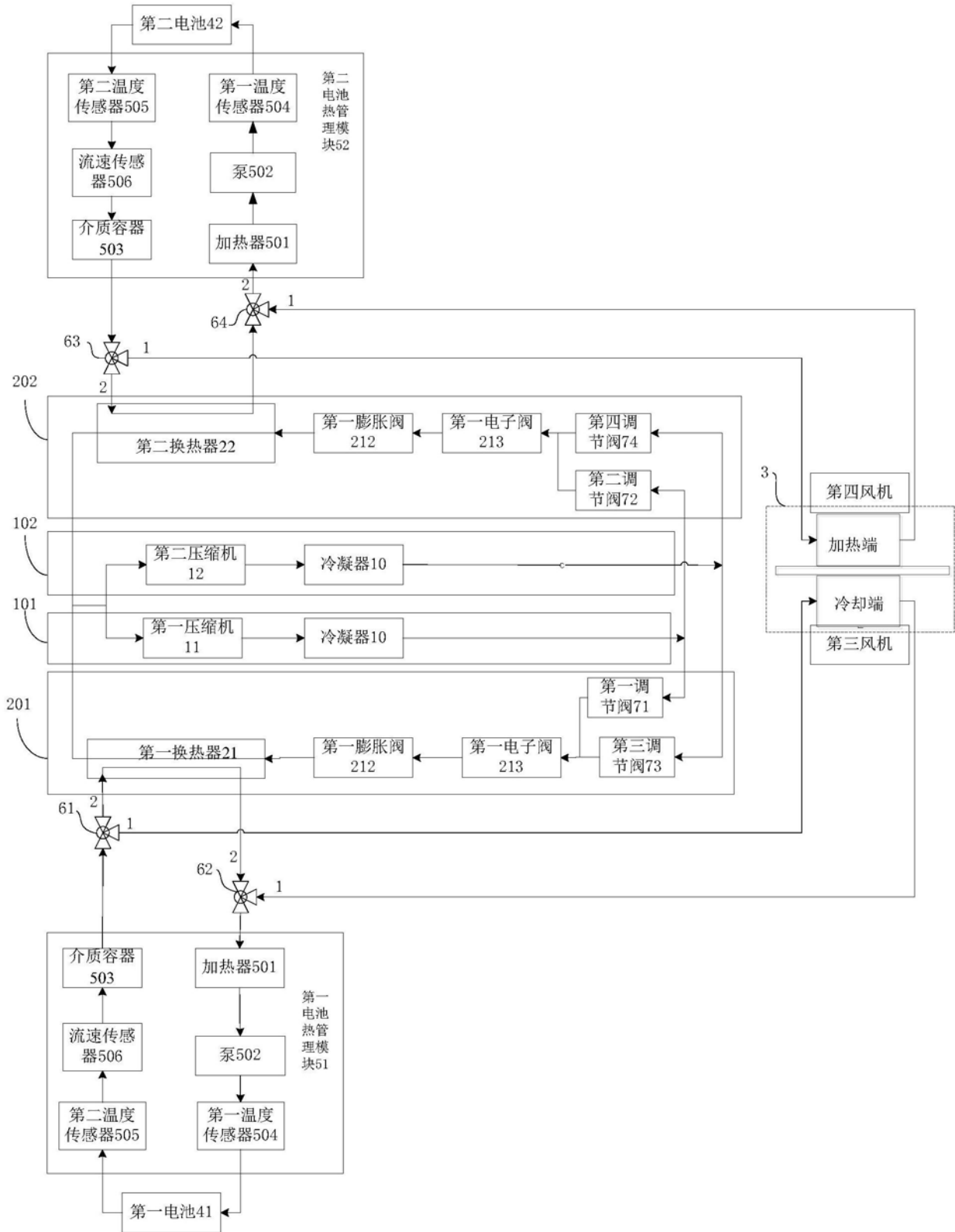


图3b

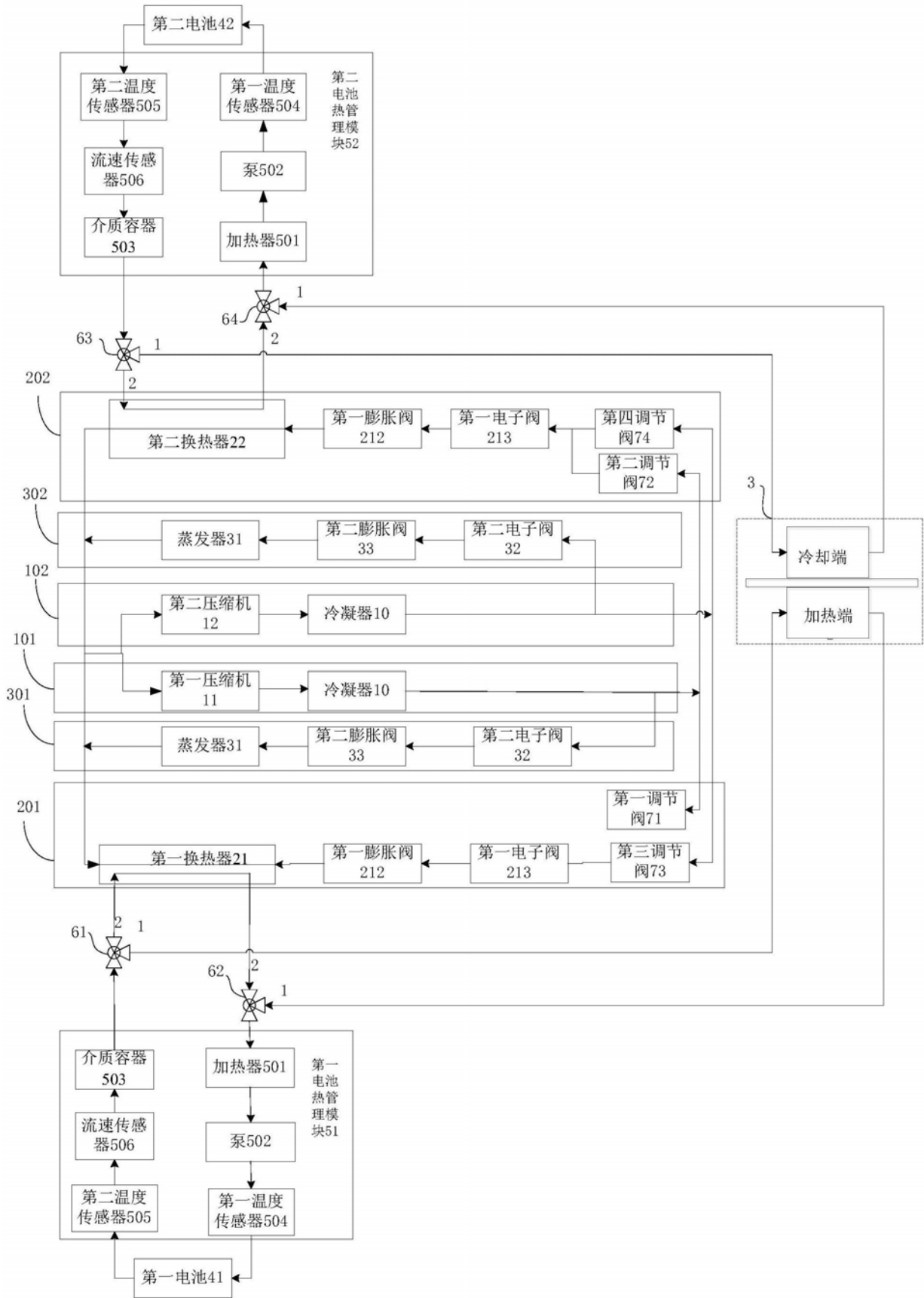


图4a

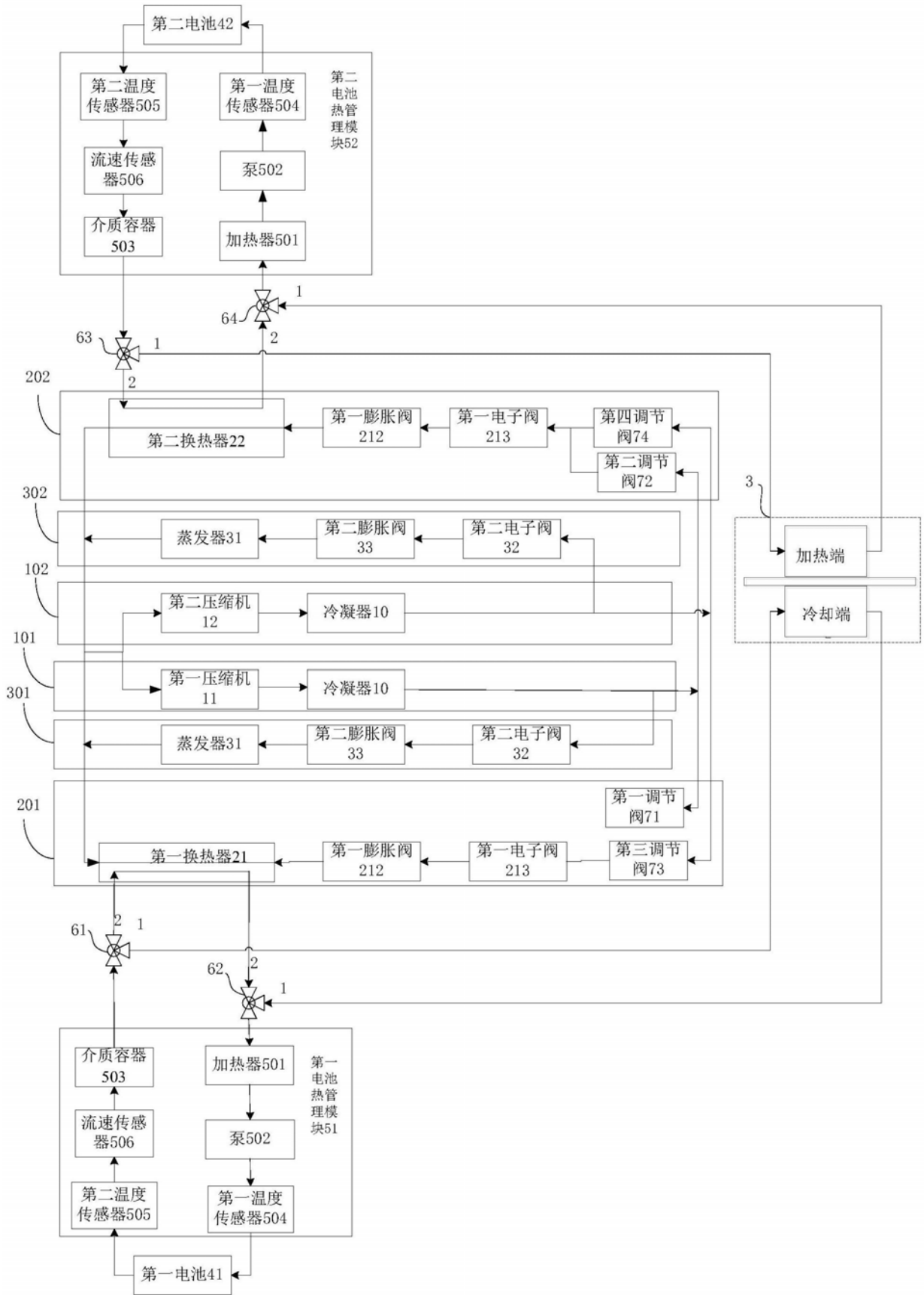


图4b



图5

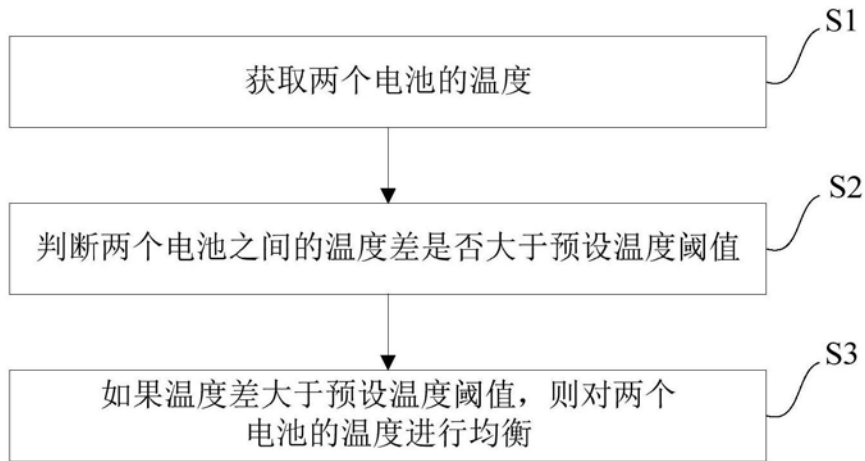


图6

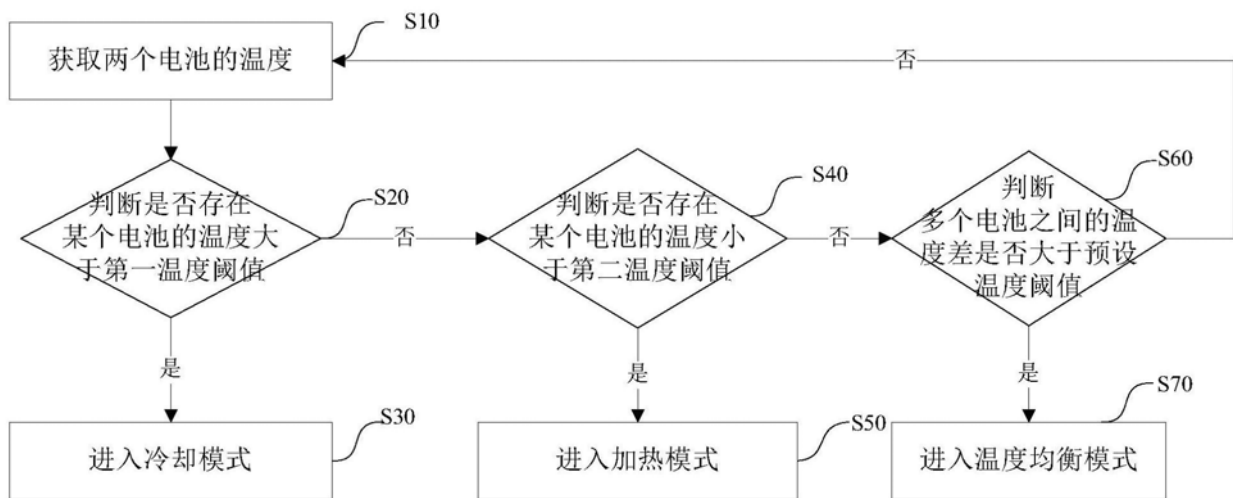


图7