



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108550950 A

(43)申请公布日 2018.09.18

(21)申请号 201810525639.X

H01M 10/6556(2014.01)

(22)申请日 2018.05.28

H01M 10/6563(2014.01)

H01M 10/6567(2014.01)

(71)申请人 吉林大学

地址 吉林省长春市朝阳区前进大街2699号

(72)发明人 高青 刘玉彬 苑盟 李非凡

朱继琛 邓璠

(74)专利代理机构 深圳市智圈知识产权代理事

务所(普通合伙) 44351

代理人 韩绍君

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/637(2014.01)

H01M 10/663(2014.01)

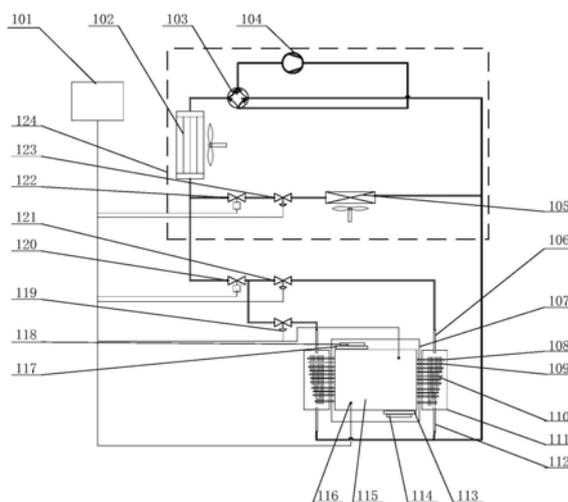
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

一种电池包超冷热管理系统及方法

## (57)摘要

本发明提供了一种电池包超冷热管理系统及方法,涉及电池包热管理领域。该系统主要包括热管、预置制冷剂流道、制冷剂换热盒、电池包、热泵空调系统、第一PTC加热器、第二PTC加热器、第一电池包内循环均热风扇、第二电池包内循环均热风扇、若干温度传感器、车载控制器,实现了电池包内无主控流体的热管理系统,该系统将热泵空调系统、热管换热、制冷剂直冷、制冷剂喷注、PTC加热耦合在一起,实现了电池包全温度范围的热管理,满足了电池包对于轻量化、安全性、能源节约型的需求。



1. 一种电池包超冷热管理系统,其特征在于,包括电池包箱体(107)、热管(108)、预置制冷剂流道(109)、制冷剂换热盒(111)、电池包(115)、热泵空调系统(124)、第一PTC加热器(113)、第二PTC加热器(117)、第一电池包内循环均热风扇(114)、第二电池包内循环均热风扇(118)、第一电磁阀(120)、第二电磁阀(122)、若干温度传感器(116)、车载控制器(101);

所述热管(108)与所述预置制冷剂流道(109)布置在相邻电池之间;

所述第一PTC加热器(113)和所述第二PTC加热器(117)分别布置在与所述热管(108)和所述预置制冷剂流道(109)相垂直的方向的电池表面用于与电动汽车的低压电源相连;

所述第一电池包内循环均热风扇(114)布置在所述第一PTC加热器(113)的一侧,所述第二电池包内循环均热风扇(118)布置在所述第二PTC加热器(117)的一侧,所述第一电池包内循环均热风扇(114)和所述第二电池包内循环均热风扇(118)设置于所述电池包箱体(107)内且与所述电池包箱体间隔设置;

所述若干温度传感器(116)分别布置在电池包的不同区域与所述车载控制器电连接,所述车载控制器(101)用于根据所述若干温度传感器(116)检测的所述电池包不同区域的温度信息控制热泵空调系统(124)及相关的所述第一电磁阀(120)、第二电磁阀(122),其中:

所述热泵空调系统(124)的制冷剂通过所述热管(108)及所述预置制冷剂流道(109)与设置在所述电池箱体(107)上的薄翅片(110)与电池包箱体内部的电池进行换热;

所述热管(108)的长度、水力直径不相同,根据布置区域电池产热的强弱而采用不同的布置方案,在产热功率大的区域布置水力直径大、长度长的热管,相邻的两根热管(108)一左一右交叉排布;

所述热管(108)与热管之间预置了制冷剂通道(109),该制冷剂通道(109)上布置有热熔塞堵住的喷注孔,带翅片(110)的热管(108)、制冷剂流道(109)被密封在制冷剂换热盒(111)中,制冷剂换热盒(111)与热管(108)带翅片(110)部分在电池包箱体(107)之外。

2. 根据权利要求1所述的电池包超冷热管理系统,其特征在于,所述制冷剂通过并联形式进入所述制冷剂换热盒(111),制冷剂先经过电池发热功率大区域的所述热管(108)及所述带翅片(110),后进入电池发热功率小区域的所述热管(108)及所述带翅片(110)。

3. 根据权利要求1所述的电池包超冷热管理系统,其特征在于,在所述电池包局部区域温度过高时,所述车载控制器(101)通过调节对应区域的第一电子膨胀阀(119)或第二电子膨胀阀(121),增加该支路的制冷剂流量。

4. 根据权利要求1所述的电池包超冷热管理系统,所述热泵空调系统(124)在制冷剂换热盒(111)中的带翅片(110)和所述热管(108)换热,够对电池包进行预热和冷却。

5. 一种电池包超冷热管理方法,其特征在于,应用于权利要求1-4任一项所述的电池包超冷热管理系统,所述方法包括:

A. 所述车载控制器(101)通过布置电池包内的若干温度传感器(116)判断电池包的最高温度 $T_b$ 及电池包内的最大温差 $T_m$ ;

B. 依次判断 $T_b$ 是否大于等于 $90^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $70^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $50^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $25^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $0^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $-15^{\circ}\text{C}$ ,判断 $T_m$ 是否大于 $5^{\circ}\text{C}$ ;

C. 根据判断结果执行相应的热管理措施:

当 $T_b \geq 90^{\circ}\text{C}$ 时,以最大功率开启热泵空调制冷模式,关闭车内蒸发器(105)支路,热熔塞熔化,制冷剂喷射;

当 $90^{\circ}\text{C} > T_b \geq 70^{\circ}\text{C}$ 时,以最大功率开启热泵空调制冷模式,关闭车内蒸发器(105)支路;

当 $70^{\circ}\text{C} > T_b \geq 50^{\circ}\text{C}$ 时,开启调制冷模式,以常规模式自动工作,开启电池包热管理支路;

当 $50^{\circ}\text{C} > T_b \geq 25^{\circ}\text{C}$ 时,关闭电池包热管理支路;

当 $25^{\circ}\text{C} > T_b \geq 0^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调低功率制热模式;

当 $0^{\circ}\text{C} > T_b \geq -15^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调高功率制热模式;

当 $T_b < -15^{\circ}\text{C}$ 时,关闭热泵空调,开启电池包内PTC加热器(113)、(117);

当 $T_m > 5^{\circ}\text{C}$ 时,开启第一、第二电池包内循环均热风扇(114)、(118);

当 $T_m \leq 5^{\circ}\text{C}$ 时,关闭第一、第二电池包内循环均热风扇(114)、(118);

D. 执行相应的热管理措施之后,经过一定的时间步长 $\Delta T$ 之后,重新依次执行步骤A、B、C、D。

6. 根据权利要求5所述的方法,所述热熔塞是由热熔性材料制成,熔点是电池即将发生热失控时的阈值温度,且热熔塞不溶于制冷剂、不腐蚀制冷剂管道、低温下不失效、不可燃。

## 一种电池包超冷热管理系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明有关一种电池包热管理系统及热安全应用技术。

### 背景技术

[0002] 随着全球能源、环境问题日益严重,世界各国都在积极寻求应对方案,电动汽车因其既符合节能减排的社会发展趋势,也符合环境保护的发展理念,现已成为世界各国汽车行业发展的重点,电池由于其高能量密度、系统简单和环境友好的特点,其被广泛应用于新能源汽车。温度是影响电池的重要因素。过低的温度会使电池的内阻增加、可充放电容量降低、减少电池的使用寿命;过高的温度则会使电池内部副反应增加、SEI膜分解、减少电池的循环寿命、甚至造成内短路,引起电池的燃烧和爆炸。为了保障新能源汽车的安全性,就需要对电池包进行安全防控,而电动汽车的电池热管理系统则是电池包安全防控的重中之重,精细化的温控系统才能保证电池的工作性能、安全性及使用寿命。

[0003] 在现在广泛使用的技术中,电池包的热管理方案通常采用风冷、冷却液液冷、制冷剂直冷等方案。通常使用的风冷热管理方案的换热能力弱,在多数较极端的使用工况下,不能有效地将电池包的温度控制在最佳温度范围内,降低了电池包的安全性;冷却液液冷换热能力较强,在少数极端的使用工况下,不能起到应有的效果,并且电池包内需要布置冷却液流道,增加了电池包的制造工艺,大大增加了电池包的体积,另外电池包还存在由冷却液泄漏而造成的更严重的危害的风险;目前,鲜有使用的制冷剂直冷热管理方案通常是在电池包内布置制冷剂流动管道,通过制冷剂直接对电池包进行换热,换热能力强,但是由于制冷剂管路布置在电池包里面,增加了电池包的制造难度,也增加了电池包的维护难度及成本。同时,由于制冷剂的强换热能力,没有合理的均热结构通常会造造成电池的温度分布不均匀。

[0004] 另外,在目前广泛应用的热管理方案中,通常只能对电池进行冷却,而不能对电池进行预热;在有对电池预热的热管理方案中,通常只使用PTC加热器对电池进行预热,而PTC加热器的发热效率低,在低温环境下,大大浪费了电池包内的有限电量。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种超冷热管理系统及方法,将热泵空调系统、热管换热、制冷剂直冷喷注、PTC加热耦合在一起,实现了电池包全温度范围的热管理,增效了电池热管理系统的应急热管理性能,延长了电池包的使用寿命,满足了电池包对于轻量化、安全性、能源节约型的需求。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供了一种电池包超冷热管理系统,包括电池包箱体(107)、热管(108)、预置制冷剂流道(109)、制冷剂换热盒(111)、电池包(115)、热泵空调系统(124)、第一PTC加热器(113)、第二PTC加热器(117)、第一电池包内循环均热风扇(114)、第二电池包内循环均热风扇(118)、第一电磁阀(120)、第二电磁阀(122)、若干温度传感器

(116)、车载控制器(101);所述热管(108)与所述预置制冷剂流道(109)布置在相邻电池之间;所述第一PTC加热器(113)和所述第二PTC加热器(117)分别布置在与所述热管(108)和所述预置制冷剂流道(109)相垂直的方向的电池表面用于与电动汽车的低压电源相连;所述第一电池包内循环均热风扇(114)布置在所述第一PTC加热器(113)的一侧,所述第二电池包内循环均热风扇(118)布置在所述第二PTC加热器(117)的一侧,所述第一电池包内循环均热风扇(114)和所述第二电池包内循环均热风扇(118)设置于所述电池包箱体(107)内且与所述电池包箱体间隔设置;所述若干温度传感器(116)分别布置在电池包的不同区域与所述车载控制器电连接,所述车载控制器(101)用于根据所述若干温度传感器(116)检测的所述电池包不同区域的温度信息控制热泵空调系统(124)及相关的所述第一电磁阀(120)、第二电磁阀(122),其中:所述热泵空调系统(124)的制冷剂通过所述热管(108)及所述预置制冷剂流道(109)与设置在所述电池箱体(107)上的薄翅片(110)与电池包箱体内部的电池进行换热;所述热管(108)的长度、水力直径不相同,根据布置区域电池产热的强弱而采用不同的布置方案,在产热功率大的区域布置水力直径大、长度长的热管,相邻的两根热管(108)一左一右交叉排布;所述热管(108)与热管之间预置了制冷剂通道(109),该制冷剂通道(109)上布置有热熔塞堵住的喷注孔,带翅片(110)的热管(108)、制冷剂流道(109)被密封在制冷剂换热盒(111)中,制冷剂换热盒(111)与热管(108)带翅片(110)部分在电池包箱体(107)之外;所述预置通道上的喷注孔布置在能够直接向电池喷注制冷剂的区域,可采用下喷上蒸发式、上喷下降蒸发式、侧喷上扬(喷孔向上仰角)下降蒸发式。

[0008] 在本发明较佳的实施例中,所述制冷剂通过并联形式进入所述制冷剂换热盒(111),制冷剂先经过电池发热功率大区域的所述热管(108)及所述带翅片(110),后进入电池发热功率小区域的所述热管(108)及所述带翅片(110)。

[0009] 在本发明较佳的实施例中,在所述电池包局部区域温度过高时,所述车载控制器(101)通过调节对应区域的第一电子膨胀阀(119)或第二电子膨胀阀(121),增加该支路的制冷剂流量。

[0010] 在本发明较佳的实施例中,所述热泵空调系统(124)在制冷剂换热盒(111)中的带翅片(110)和所述热管(108)换热,够对电池包进行预热和冷却。

[0011] 第二方面,本发明实施例提供了一种电池包超冷热管理方法,所述方法包括:

[0012] A.所述车载控制器(101)通过布置电池包内的若干温度传感器(116)判断电池包的最高温度 $T_b$ 及电池包内的最大温差 $T_m$ ;

[0013] B.依次判断 $T_b$ 是否大于等于 $90^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $70^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $50^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $25^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $0^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $-15^{\circ}\text{C}$ ,判断 $T_m$ 是否大于 $5^{\circ}\text{C}$ ;

[0014] C.根据判断结果执行相应的热管理措施:

[0015] 当 $T_b \geq 90^{\circ}\text{C}$ 时,以最大功率开启热泵空调制冷模式,关闭车内蒸发器(105)支路,热熔塞熔化,制冷剂喷射;

[0016] 当 $90^{\circ}\text{C} > T_b \geq 70^{\circ}\text{C}$ 时,以最大功率开启热泵空调制冷模式,关闭车内蒸发器(105)支路;

[0017] 当 $70^{\circ}\text{C} > T_b \geq 50^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调制冷模式,以常规模式自动工作,开启电池包热管理支路;

[0018] 当 $50^{\circ}\text{C} > T_b \geq 25^{\circ}\text{C}$ 时,关闭电池包热管理支路;

- [0019] 当 $25^{\circ}\text{C} > T_b \geq 0^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调低功率制热模式;
- [0020] 当 $0^{\circ}\text{C} > T_b \geq -15^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调高功率制热模式;
- [0021] 当 $T_b < -15^{\circ}\text{C}$ 时,关闭热泵空调,开启电池包内PTC加热器(113)、(117);
- [0022] 当 $T_m > 5^{\circ}\text{C}$ 时,开启第一、第二电池包内循环均热风扇(114)、(118);
- [0023] 当 $T_m \leq 5^{\circ}\text{C}$ 时,关闭第一、第二电池包内循环均热风扇(114)、(118);
- [0024] D.执行相应的热管理措施之后,经过一定的时间步长 $\Delta T$ 之后,重新依次执行步骤A、B、C、D。

[0025] 所述热熔塞是由热熔性材料制成,熔点是电池即将发生热失控时的阈值温度,且热熔塞不溶于制冷剂、不腐蚀制冷剂管道、低温下不失效、不可燃。

[0026] 本发明提出的热管换热结构具有封闭结构和极大的换热能力,实现了电池包内无主控流体,增强了电池包的安全性,相比于同等换热能力的电池包,大大降低了电池包的体积;热管的双向布置与电池包内循环均热风扇的布置提升了电池包的热均匀性,延长了电池包的使用寿命;在热管之间预置带热熔塞的制冷剂喷孔,能够在温度超过 $90^{\circ}\text{C}$ 时,喷射制冷剂,保证了在紧急情况下电池包安全,进一步提升了电池包的安全性,最大程度上保证了电动汽车乘员的安全。

[0027] 本发明提出的热管理控制策略涵盖了极低温度到电池包发生热失控之前的所有温度范围,针对每一个温度范围均有与之相适应的应对策略,保证了电池包能够在最佳温度区间内工作,提升了电池包的安全性、延长了电池包的寿命,在紧急情况下保证了车载乘员的安全。

## 附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0029] 图1为本发明的系统结构图;

[0030] 图2为本发明的控制流程图。

[0031] 附图1中的标号说明:

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| [0032] 101-车载控制器   | 113-第一PTC加热器     |
| [0033] 102-车外换热器   | 114-第一电池包内循环均热风扇 |
| [0034] 103-四通换向阀   | 115-电池包          |
| [0035] 104-压缩机     | 116-温度传感器        |
| [0036] 105-车内换热器   | 117-第二PTC加热器     |
| [0037] 106-制冷剂进液口  | 118-第二电池包内循环均热风扇 |
| [0038] 107-电池包箱体   | 119-第一电子膨胀阀      |
| [0039] 108-热管      | 120-第一电磁阀        |
| [0040] 109-预置制冷剂流道 | 121-第二电子膨胀阀      |
| [0041] 110-薄翅片     | 122-第二电磁阀        |
| [0042] 111-制冷剂换热盒  | 123-第三电子膨胀阀      |

[0043] 112-制冷剂出液口

### 具体实施方式

[0044] 下面将结合本发明实施例中附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0045] 如附图1.所示,电池包直冷非内流热管理系统由车载控制器(101)、车外换热器(102)、四通换向阀(103)、压缩机(104)、车内换热器(105)、制冷剂进液口(106)、电池包箱体(107)、热管(108)、预置制冷剂流道(109)、薄翅片(110)、制冷剂换热盒(111)、制冷剂出液口(112)、第一PTC加热器(113)、第一电池包内循环均热风扇(114)、电池包(115)、温度传感器(116)、第二PTC加热器(117)、第二电池包内循环均热风扇(118)、第一电子膨胀阀(119)、第一电磁阀(120)、第二电子膨胀阀(121)、第二电磁阀(122)、第三电子膨胀阀(123)构成,热泵空调系统(124)由车外换热器(102)、四通换向阀(103)、压缩机(104)、车内换热器(105)、第三电子膨胀阀(123)、第二电磁膨胀阀(122)组成,压缩机(104)通过四通换向阀(103)与其余回路相连。车外换热器(101)一端与四通换向(103)阀相连,一端分为两条支路,两条之路上均安装了第一电磁阀(120)、第二电磁阀(122),支路一在第二电磁阀(120)与之相连的是第三电子膨胀阀(121),第三电子膨胀阀(121)之后是车内蒸发器(105);支路二在第一电磁阀(120)之后又分为两条支路(支路三、支路四),支路三、支路四分别安装了第一电子膨胀阀(119)、第二电子膨胀阀,第一、第二电子膨胀阀(119)、(121)分别于电池包的两个制冷剂进口相连(106),支路三、支路四的电池包制冷剂出口(112)汇合成支路二,支路二与支路一车内换热器的出口相汇合,并与四通换向阀(103)相连,四通换向阀(103)的另外两个出口分别与压缩机(104)的进出口相连。

[0046] 电池由电池包箱体(107)、电池包(115)、热管(108)、预置制冷剂流道(109)、第一PTC加热器(113)、(117)、电池包第一电池包内循环均热风扇(114)、(118)组成,电池包(115)中电池与电池之间布置多个热管(108)、相邻的两根热管布置方向相反,在热管之间预置了制冷剂流道(109),制冷剂流道(109)的水力直径比热管(108)小,制冷剂流道(109)在电池与电池之间的部分预置了制冷剂的喷注孔,喷注孔被热熔塞堵住,热管(108)、制冷剂流道(109)在电池外的部分与薄翅片(110)钎焊在一起,带翅片(110)的热管(108)、制冷剂流道(109)被密封在制冷剂换热盒(111)中,制冷剂换热盒(111)与热管(108)带翅片(110)部分在电池包箱体(107)之外,在电池包箱体(107)之内,与热管(108)布置方向垂直的方向电池包(115)的上下两个面分别布置了第一PTC加热器(113)、第二PTC加热器(117),第一、第二PTC加热器(113)、(117)的位置错开,一个在左一个在右,在第一、第二PTC加热器(113)、(117)的外侧分别布置了第一、第二电池包内循环均热风扇(114)、(118),第一、第二均热风扇(114)、(118)紧贴第一、第二PTC加热器(113)、(117),第一、第二均热风扇(114)、(118)的另一侧与电池箱体(107)之间留有一定的间隙。电池与电池之间的热管(108)的长度不同,越靠近电池正极的热管长度越长、水力直径越大,越靠近电池底部的热管越短水力直径越小。

[0047] 如附图2.所示,当电动汽车通电时,车载控制器(101)开始工作,首先通过电池包内的若干温度传感器(116)获取电池包内的温度信息,然后判断电池包的最高温度 $T_b$ 以及计算电池包内的最大温差 $T_m$ ;依次判断 $T_b$ 是否大于等于 $90^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $70^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $50^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $25^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $0^{\circ}\text{C}$ 、大于等于 $-15^{\circ}\text{C}$ ,判断 $T_m$ 是否大于 $5^{\circ}\text{C}$ ;根据判断结果执行相应的热管理措施:

[0048] 当 $T_b \geq 90^{\circ}\text{C}$ 时,以最大功率开启热泵空调制冷模式,关闭第二电磁阀(120)以关闭车内蒸发器支路,开启第一电磁阀(120)、第一电子膨胀阀(119)、(121)以开启电池包热管理支路,由于温度高于热熔塞的熔点,热熔塞熔化,制冷剂通过预置的制冷剂流道上的喷注孔喷注进入电池包内;

[0049] 当 $90^{\circ}\text{C} > T_b \geq 70^{\circ}\text{C}$ 时,以最大功率开启热泵空调制冷模式,关闭第二电磁阀(120)以关闭车内蒸发器支路,开启第一电磁阀(120)、第一电子膨胀阀(119)、第二电子膨胀阀(121)以开启电池包热管理支路;

[0050] 当 $70^{\circ}\text{C} > T_b \geq 50^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调制冷模式,以常规模式自动工作,开启第一电磁阀(120)、第一电子膨胀阀(119)、第二电子膨胀阀(121)以开启电池包热管理支路;

[0051] 当 $50^{\circ}\text{C} > T_b \geq 25^{\circ}\text{C}$ 时,关闭第一电磁阀(120)、第一电子膨胀阀(119)、第二电子膨胀阀(121)以关闭电池包热管理支路;

[0052] 当 $25^{\circ}\text{C} > T_b \geq 0^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调低功率制热模式,开启第一电磁阀(120)、第一电子膨胀阀(119)、第二电子膨胀阀(121)以开启电池包的制热模式;

[0053] 当 $0^{\circ}\text{C} > T_b \geq -15^{\circ}\text{C}$ 时,开启热泵空调高功率制热模式,开启第一电磁阀(120)、第一电子膨胀阀(119)、第二电子膨胀阀(121)以开启电池包的制热模式;

[0054] 当 $T_b < -15^{\circ}\text{C}$ 时,关闭热泵空调,关闭第一电磁阀(120)、第一电子膨胀阀(119)、第二电子膨胀阀(121),开启电池包内PTC加热器(113)、(117);

[0055] 当 $T_m > 5^{\circ}\text{C}$ 时,开启电池包第一、第二电池包内循环均热风扇(114)、(118);

[0056] 当 $T_m \leq 5^{\circ}\text{C}$ 时,关闭电池包第一、第二电池包内循环均热风扇(114)、(118);

[0057] 执行相应的热管理措施之后,经过一定的时间步长 $\Delta T$ 之后,重新依次执行步骤上述步骤。

[0058] 其中,当压缩机(104)出口通过四通换向阀(103)先经过车外换热器(102)时,定义为制冷模式;当压缩机(104)出口通过四通换向阀(103)先经过车内换热器(105)或者电池包时,定义为制热模式。

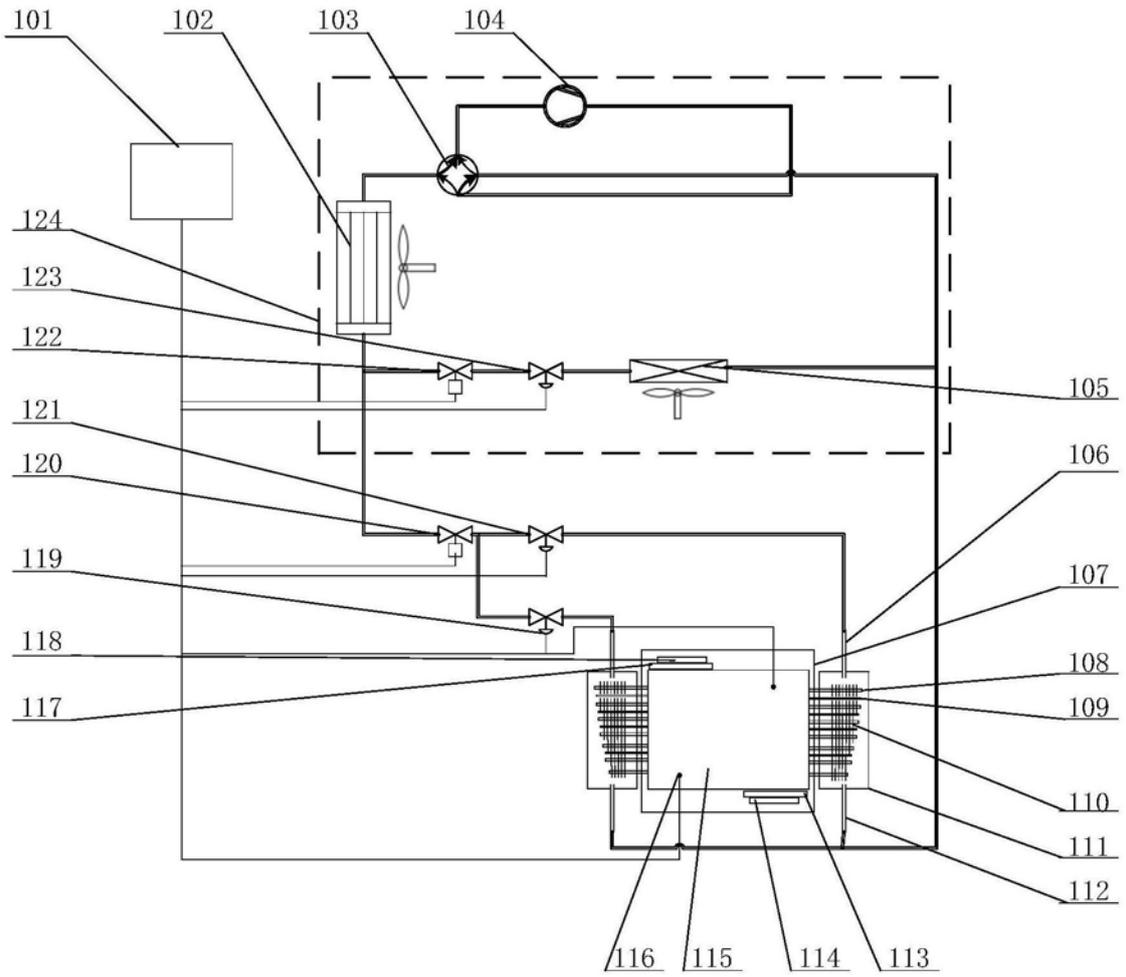


图1

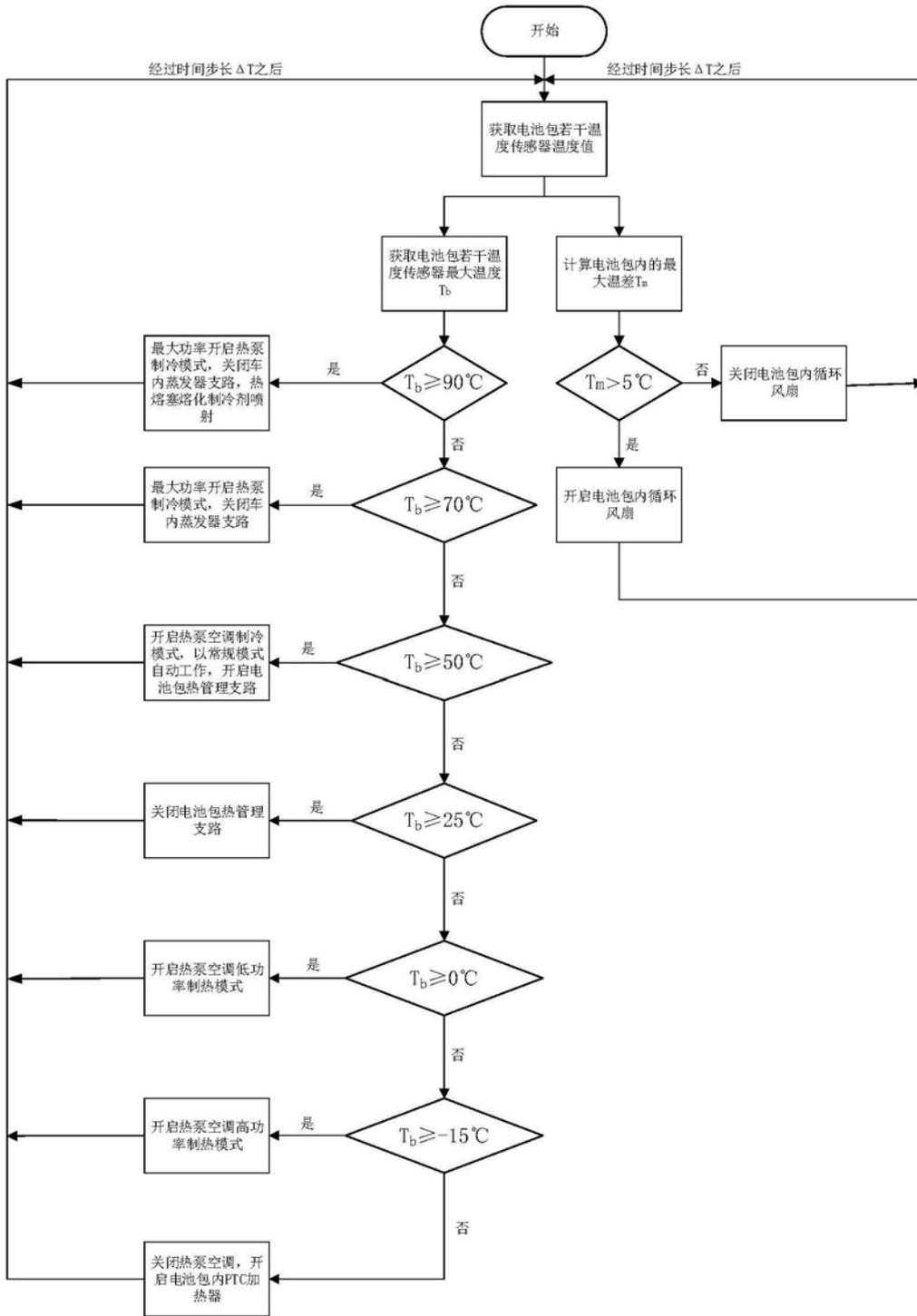


图2