



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104900935 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201510297547. 7

(22) 申请日 2015. 06. 02

(71) 申请人 安徽江淮汽车股份有限公司

地址 230601 安徽省合肥市桃花工业园始信路 669 号

(72) 发明人 丁更新 韩金池

(74) 专利代理机构 北京维澳专利代理有限公司

11252

代理人 党丽 江怀勤

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014. 01)

H01M 10/615(2014. 01)

H01M 10/625(2014. 01)

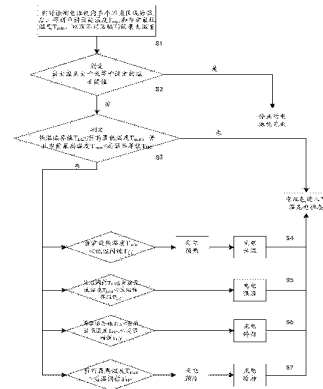
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种电池包的充电热管理控制方法

(57) 摘要

本发明通过设置充电预热过程、充电保温过程、常温充电状态、充电预冷过程、充电冷却过程五种过程(状态)并在相邻过程或状态之间设置跃变温度的方法来对电池包进行热管理,降低了电池热管理系统的控制组件进行状态变换的频率,提高了电池的寿命和工作性能。



1. 一种电池包的充电热管理控制方法,其特征在于,包括:

在进入电池包充电模式后,实时检测电池包内多个不同区域的温度,得到当前最高温度  $T_{\max}$  和当前最低温度  $T_{\min}$ 、以及不同区域间的最大温差;

如果最大温差大于或等于设定的温差阈值,则停止对电池包充电;

否则,判断是否低温临界值  $T_{LC} \leq$  当前最低温度  $T_{\min}$ , 并且当前最高温度  $T_{\max} \leq$  高温临界值  $T_{HC}$ ;

如果是,则使电池包进入常温充电状态;

否则,根据当前最高温度  $T_{\max}$  和当前最低温度  $T_{\min}$  对电池包进行热管理控制,具体包括:

如果当前最低温度  $T_{\min} <$  低温阈值  $T_{LT}$ , 则通过充电预热过程及充电保温过程后使电池包进入常温充电状态,在充电预热过程中停止对电池包充电并对电池包进行快速加热,在充电保温过程中同时对电池包进行充电及低速加热;

如果低温阈值  $T_{LT} \leq$  当前最低温度  $T_{\min} <$  低温临界值  $T_{LC}$ , 则通过充电保温过程后使电池包进入常温充电状态。

2. 根据权利要求 1 所述的控制方法,其特征在于,所述通过充电预热过程及充电保温过程后使电池包进入常温充电状态,包括:

在充电预热过程中,如果当前最低温度  $T_{\min}$  上升第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1}$ , 则进入充电保温过程;

在充电保温过程中,如果当前最低温度  $T_{\min}$  上升第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1}$ , 则进入常温充电状态。

3. 根据权利要求 2 所述的控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

在常温充电状态,如果当前最低温度  $T_{\min}$  下降第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ , 则进入充电保温过程;

在充电保温过程,如果当前最低温度  $T_{\min}$  下降第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$ , 则进入充电预热过程。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一项所述的控制方法,其特征在于,所述根据当前最高温度  $T_{\max}$  和当前最低温度  $T_{\min}$  对电池包进行热管理控制,具体还包括:

如果当前最高温度  $T_{\max} \geq$  高温阈值  $T_{HT}$ , 则通过充电预冷过程及充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态,在充电预冷过程中停止对电池包充电并对电池包进行快速散热,在充电冷却过程中同时对电池包进行充电及低速散热;

如果高温临界值  $T_{HC} <$  当前最高温度  $T_{\max} <$  高温阈值  $T_{HT}$ , 则通过充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态。

5. 根据权利要求 4 所述的控制方法,其特征在于,所述通过充电预冷过程及充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态,包括:

在充电预冷过程中,如果当前最高温度  $T_{\max}$  下降第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1}$ , 则进入充电冷却过程;

在充电冷却过程中,如果当前最高温度  $T_{\max}$  下降第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3}$ , 则进入常温充电状态。

6. 根据权利要求 5 所述的控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

在常温充电状态,如果当前最高温度  $T_{\max}$  上升第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ ,则进入充电冷却过程;

在充电冷却过程,如果当前最高温度  $T_{\max}$  上升第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ ,则进入充电预冷过程。

7. 根据权利要求 6 所述的控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

在进入充电预热过程、或者进入充电保温过程、或者进入常温充电状态、或者进入充电预冷过程、或者进入充电冷却过程之前,检测最大温差是否大于或等于设定的温差阈值;

如果是,则停止对电池包充电;否则执行进入对应过程或状态的步骤。

8. 根据权利要求 6 所述的控制方法,其特征在于,所述方法包括:

所述快速加热的加热功率大于所述低速加热的加热功率;

所述快速散热的散热功率大于所述低速散热的散热功率;

所述常温充电状态的充电电流大于充电保温过程的充电电流;

所述常温充电状态的充电电流大于充电冷却过程的充电电流。

9. 根据权利要求 6 所述的控制方法,其特征在于,所述方法包括:

所述第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1} \geq$  所述第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$ ;

所述第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1} \geq$  所述第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ ;

所述第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3} \geq$  所述第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ ;

所述第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1} \geq$  所述第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ 。

10. 根据权利要求 6 所述的控制方法,其特征在于,所述电池为镍钴锰酸锂电池,所述低温临界值  $T_{LC} = 0^{\circ}\text{C}$ 、高温临界值  $T_{HC} = 40^{\circ}\text{C}$ 、低温阈值  $T_{LT} = -8^{\circ}\text{C}$ 、第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1} = 5^{\circ}\text{C}$ 、第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第二保冷却变温度  $\Delta T_{D2} = 2^{\circ}\text{C}$ 。

## 一种电池包的充电热管理控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池热管理技术领域,具体涉及一种电池包的热管理控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着能源危机和环境污染的日益严重,电动汽车的发展越来越引起人们的重视,动力电池作为纯电动汽车唯一的动力能源,其工作性能和寿命受环境温度的影响很大,尤其是锂离子电池。当锂离子电池所处的温度过高或过低时,将造成电池单体的可充放电功率下降甚至造成电池单体的损坏。因此,对电动汽车动力电池的热管理系统的开发具有重要的意义。

[0003] 目前,通常以温度为判断依据来实现对电池包的热管理。当电池包温度高于某一阈值时,开始对电池包进行冷却直至冷却到中止冷却温度值;当电池包温度低于某一阈值,开始对电池包进行加热直至加热到中止加热温度值。但是,在环境温度很低或很高情况下,当中止电池包冷却或加热时,电池包的温度会快速地恢复到阈值状态,这就要求热管理系统的控制组件进行快速的反复变换,以实现了对电池包进行加热或冷却,这样不但会损坏控制组件,还会对加热组件或散热组件造成损坏,同时也会对电池的工作性能和寿命产生影响。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种电池包的充电热管理控制方法,降低了电池热管理系统的控制组件反复变换的频率,提高了电池的寿命和工作性能。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 一种电池包的充电热管理控制方法,其特征在于,包括:

[0007] 在进入电池包充电模式后,实时检测电池包内多个不同区域的温度,得到当前最高温度  $T_{\max}$  和当前最低温度  $T_{\min}$ 、以及不同区域间的最大温差;

[0008] 如果最大温差大于或等于设定的温差阈值,则停止对电池包充电;

[0009] 否则,判断是否低温临界值  $T_{LC} \leq$  当前最低温度  $T_{\min}$ ,并且当前最高温度  $T_{\max} \leq$  高温临界值  $T_{HC}$ ;

[0010] 如果是,则使电池包进入常温充电状态;

[0011] 否则,根据当前最高温度  $T_{\max}$  和当前最低温度  $T_{\min}$  对电池包进行热管理控制,具体包括:

[0012] 如果当前最低温度  $T_{\min} <$  低温阈值  $T_{LT}$ ,则通过充电预热过程及充电保温过程后使电池包进入常温充电状态,在充电预热过程中停止对电池包充电并对电池包进行快速加热,在充电保温过程中同时对电池包进行充电及低速加热;

[0013] 如果低温阈值  $T_{LT} \leq$  当前最低温度  $T_{\min} <$  低温临界值  $T_{LC}$ ,则通过充电保温过程后使电池包进入常温充电状态。

[0014] 优选地,所述通过充电预热过程及充电保温过程后使电池包进入常温充电状态,

包括：

[0015] 在充电预热过程中，如果当前最低温度  $T_{\min}$  上升第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1}$ ，则进入充电保温过程；

[0016] 在充电保温过程中，如果当前最低温度  $T_{\min}$  上升第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1}$ ，则进入常温充电状态。

[0017] 进一步，所述方法还包括：

[0018] 在常温充电状态，如果当前最低温度  $T_{\min}$  下降第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ ，则进入充电保温过程；

[0019] 在充电保温过程，如果当前最低温度  $T_{\min}$  下降第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$ ，则进入充电预热过程。

[0020] 另外，所述根据当前最高温度  $T_{\max}$  和当前最低温度  $T_{\min}$  对电池包进行热管理控制，具体还包括：

[0021] 如果当前最高温度  $T_{\max} \geq$  高温阈值  $T_{HT}$ ，则通过充电预冷过程及充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态，在充电预冷过程中停止对电池包充电并对电池包进行快速散热，在充电冷却过程中同时对电池包进行充电及低速散热；

[0022] 如果高温临界值  $T_{HC} <$  当前最高温度  $T_{\max} <$  高温阈值  $T_{HT}$ ，则通过充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态。

[0023] 优选地，所述通过充电预冷过程及充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态，包括：

[0024] 在充电预冷过程中，如果当前最高温度  $T_{\max}$  下降第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1}$ ，则进入充电冷却过程；

[0025] 在充电冷却过程中，如果当前最高温度  $T_{\max}$  下降第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3}$ ，则进入常温充电状态。

[0026] 进一步，所述方法还包括：

[0027] 在常温充电状态，如果当前最高温度  $T_{\max}$  上升第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ ，则进入充电冷却过程；

[0028] 在充电冷却过程，如果当前最高温度  $T_{\max}$  上升第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ ，则进入充电预冷过程。

[0029] 优选地，所述方法还包括：

[0030] 在进入充电预热过程、或者进入充电保温过程、或者进入常温充电状态、或者进入充电预冷过程、或者进入充电冷却过程之前，检测最大温差是否大于或等于设定的温差阈值；

[0031] 如果是，则停止对电池包充电；否则执行进入对应过程或状态的步骤。

[0032] 优选地，所述方法包括：快速加热的加热功率大于低速加热的加热功率；快速散热的散热功率大于低速散热的散热功率；常温充电状态的充电电流大于充电保温过程的充电电流；常温充电状态的充电电流大于充电冷却过程的充电电流。

[0033] 优选地，所述方法包括：第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1} \geq$  第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$ ；第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1} \geq$  第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ ；第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3} \geq$  第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ ；第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1} \geq$  第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ 。

[0034] 优选地,所述电池为镍钴锰酸锂电池,低温临界值  $T_{LC} = 0^{\circ}\text{C}$ 、高温临界值  $T_{HC} = 40^{\circ}\text{C}$ 、低温阈值  $T_{LT} = -8^{\circ}\text{C}$ 、第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1} = 5^{\circ}\text{C}$ 、第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1} = 2^{\circ}\text{C}$ 、第二保冷却变温度  $\Delta T_{D2} = 2^{\circ}\text{C}$ 。

[0035] 本发明的有益效果在于,本发明通过设置充电预热过程、充电保温过程、常温充电状态、充电预冷过程、充电冷却过程五种过程(状态)并在相邻过程或状态之间设置跃变温度的方法来对电池包进行热管理,降低了电池热管理系统的控制组件进行状态变换的频率,提高了电池的寿命和工作性能。

## 附图说明

[0036] 图1为本发明的电池包充电热管理控制流程示意图。

## 具体实施方式

[0037] 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,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0038] 此外,术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”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。在本发明的描述中,“多次”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0039] 实施例1

[0040] 参考图1所示,本发明提供一种电池包的充电热管理控制方法,包括如下步骤:

[0041] 步骤S1:在进入电池包充电模式后,实时检测电池包内多个不同区域的温度,得到当前最高温度  $T_{max}$  和当前最低温度  $T_{min}$ 、以及不同区域间的最大温差。

[0042] 所述当前最高温度  $T_{max}$  为实时检测到的电池包内部最高温度,所述当前最低温度  $T_{min}$  为实时检测到的电池包内部最低温度,所述不同区域间的最大温差等于所述当前最高温度  $T_{max}$  减去所述当前最低温度  $T_{min}$  所得到的差值。

[0043] 所述实时检测,包括:将电池包封箱后,放入高低温可调节的试验箱中,并在电池包的内部布置尽可能多的热电偶用于检测电池包内部的温度分布,得到电池包的当前最高温度  $T_{max}$  和当前最低温度  $T_{min}$ ,然后,即可计算得到电池包不同区域间的最大温差。

[0044] 步骤S2:判断当前最大温差与设定的温差阈值的大小关系,如果最大温差大于或等于设定的温差阈值,则停止对电池包充电;否则,执行步骤S3。

[0045] 所述设定的温差阈值是为了保证电池包能够高效安全工作而设定的最大温差。基于此,本领域技术人员应当理解的是,对于不同结构或不同类型的电池包,设定的温差阈值可以是不同的。通常电动汽车的电池包内温度保持比较均匀,如果最大温差大于或等于设定的温差阈值,可能是电池包内的电池单体出现损坏或其他故障,则应当停止对电池包充电并进行检修。

[0046] 步骤S3:判断是否低温临界值  $T_{LC} \leq$  当前最低温度  $T_{min}$  并且当前最高温度  $T_{max} \leq$  高温临界值  $T_{HC}$ ,如果是,则使电池包进入常温充电状态;否则,根据当前最高温度  $T_{max}$  和当前

最低温度  $T_{\min}$  对电池包进行热管理控制, 执行步骤 S4 和步骤 S5。

[0047] 所谓常温充电状态包括: 为保证电池包能够正常充电工作, 电池包具有一定的正常充电温度范围, 当电池包温度处于该正常充电温度范围时, 电池包进入常温充电状态。当电池包进入所述常温充电状态时, 充电机以最大充电电流对电池包充电, 而不对电池包加热或散热, 并且所述常温充电状态也是电池包热管理的目标所在。基于此, 本领域技术人员应当理解的是, 对于不同结构或不同类型的电池包, 所述正常充电温度范围是不同的。

[0048] 所述低温临界值  $T_{LC}$  为该正常充电温度范围的最低温度值, 所述高温临界值  $T_{HC}$  为该正常充电温度范围的最高温度值。这样, 当低温临界值  $T_{LC} \leq$  当前最低温度  $T_{\min}$  且当前最高温度  $T_{\max} \leq$  高温临界值  $T_{HC}$  时, 电池包进入常温充电状态。

[0049] 步骤 S4: 如果当前最低温度  $T_{\min} <$  低温阈值  $T_{LT}$ , 则通过充电预热过程及充电保温过程后使电池包进入常温充电状态, 在充电预热过程中停止对电池包充电并对电池包进行快速加热, 在充电保温过程中同时对电池包进行充电及低速加热。

[0050] 所述低温阈值  $T_{LT}$  为界定充电预热过程的最高温度值。

[0051] 所述充电预热过程为在当前最低温度  $T_{\min} <$  低温阈值  $T_{LT}$  的状态下对电池包充电热管理的过程, 在该充电预热过程中充电机对电池包进行快速加热, 但是充电电流为零。所述充电保温过程为在低温阈值  $T_{LT} \leq$  当前最低温度  $T_{\min} <$  低温临界值  $T_{LC}$  的状态下对电池包充电热管理的过程, 在该充电保温过程中充电机同时对电池包进行充电及低速加热。

[0052] 当所述当前最低温度  $T_{\min} <$  所述低温阈值  $T_{LT}$  时, 先要使电池包进入充电预热过程, 对电池包进行快速加热; 随着电池包温度的快速上升, 使得电池包进入充电保温过程, 同时对电池包进行充电及低速加热; 随着电池包温度的慢速上升, 使得电池包进入所述常温充电状态。为了达到最好的加热和充电效果, 本发明中所述快速加热的加热功率大于所述低速加热的加热功率, 所述常温充电状态的充电电流大于所述充电保温过程的充电电流。

[0053] 步骤 S5: 如果低温阈值  $T_{LT} \leq$  当前最低温度  $T_{\min} <$  低温临界值  $T_{LC}$ , 则通过充电保温过程后使电池包进入常温充电状态。

[0054] 上述步骤 S4 中, 通过充电预热过程及充电保温过程后使电池包进入常温充电状态, 还包括:

[0055] 在充电预热过程中, 如果当前最低温度  $T_{\min}$  上升第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1}$ , 则进入充电保温过程;

[0056] 在充电保温过程中, 如果当前最低温度  $T_{\min}$  上升第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1}$ , 则进入常温充电状态。

[0057] 所述第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1}$  为从充电预热过程进入充电保温过程时, 在低温阈值  $T_{LT}$  的基础上的还可以上升的温度, 因此可以计算出从充电预热过程进入充电保温过程的触发温度等于低温阈值  $T_{LT}$  加上第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1}$ 。

[0058] 所述第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1}$  为从充电保温过程进入常温充电状态时, 在低温临界值  $T_{LC}$  的基础上的还可以上升的温度, 因此可以计算出从充电保温过程进入常温充电状态的触发温度等于低温临界值  $T_{LC}$  加上第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1}$ 。

[0059] 进一步, 上述步骤还包括:

[0060] 在常温充电状态, 如果当前最低温度  $T_{\min}$  下降第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ , 则进入充

电保温过程；

[0061] 在充电保温过程,如果当前最低温度  $T_{\min}$  下降第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$ ,则进入充电预热过程。

[0062] 所述第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$  为从充电保温过程进入充电预热过程时,在低温阈值  $T_{LT}$  的基础上的还可以下降的温度,因此可以计算出从充电保温过程进入充电预热的触发温度等于低温阈值  $T_{LT}$  减去第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$ 。

[0063] 所述第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$  为从常温充电状态进入充电保温过程时,在低温临界值  $T_{LC}$  的基础上的还可以下降的温度,因此可以计算出从常温充电状态进入充电保温过程的触发温度等于低温临界值  $T_{LC}$  减去第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ 。

[0064] 接下来,由于从充电预热过程进入充电保温过程是正的转换过程,而从充电保温过程进入充电预热过程是受外部环境、充电效率等因素影响而进行的逆的转换过程,因此可以设定所述第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1} \geq$  所述第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$  充电预热过程。从充电保温过程进入常温充电状态是正的转换过程,而从常温充电状态进入充电保温过程是受外部环境、充电效率等因素影响而进行的逆的转换过程,因此可以设定所述第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1} \geq$  所述第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ 。

[0065] 在实际应用中,使充电预热过程与充电保温过程之间进行转换时存在状态触发温度差等于第一保温跃变温度  $\Delta T_{S1}$  加上第二保温跃变温度  $\Delta T_{S2}$ ,而不是在低温阈值  $T_{LT}$  附近进行状态转换;充电保温过程与常温充电状态之间进行转换时存在状态触发温度差等于第一充电跃变温度  $\Delta T_{C1}$  加上第二充电跃变温度  $\Delta T_{C2}$ ,而不是在低温临界值  $T_{LC}$  附近进行状态转换。可以降低电池热管理系统的控制组件进行状态变换的频率,提高了电池的寿命和工作性能。

[0066] 进一步,上述步骤 S3 中根据当前最高温度  $T_{\max}$  和当前最低温度  $T_{\min}$  对电池包进行热管理控制,还可包括步骤 S6 和步骤 S7。

[0067] 步骤 S6:如果当前最高温度  $T_{\max} \geq$  高温阈值  $T_{HT}$ ,则通过充电预冷过程及充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态,在充电预冷过程中停止对电池包充电并对电池包进行快速散热,在充电冷却过程中同时对电池包进行充电及低速散热。

[0068] 所述高温阈值  $T_{HT}$  为界定充电预冷过程的最低温度值。

[0069] 所述充电预冷过程为在当前最高温度  $T_{\max} \geq$  高温阈值  $T_{HT}$  的状态下对电池包充电热管理的过程,在该充电预冷过程中充电机对电池包进行快速散热,充电电流为零。所述充电冷却过程为在高温临界值  $T_{HC} <$  当前最高温度  $T_{\max} <$  高温阈的状态下对电池包充电热管理的过程,在该充电冷却过程中充电机同时对电池包进行充电及低速散热。

[0070] 当所述当前最高温度  $T_{\max} \geq$  高温阈值  $T_{HT}$  时,先要使电池包进入充电预冷过程,对电池包进行快速散热;随着电池包温度的快速下降,使得电池包进入充电冷却过程,同时对电池包进行充电及低速散热;随着电池包温度的慢速下降,使得电池包进入所述常温充电状态。为了达到最好的散热和充电效果,本发明中所述快速散热的散热功率大于所述低速散热的散热功率,所述常温充电状态的充电电流大于所述充电冷却过程的充电电流。

[0071] 步骤 S7:如果高温临界值  $T_{HC} <$  当前最高温度  $T_{\max} <$  高温阈值  $T_{HT}$ ,则通过充电冷却过程后使电池包进入常温充电状态。

[0072] 上述步骤 S6 中,通过充电预冷过程及充电冷却过程后使电池包进入常温充电状



态,还包括:

[0073] 在充电预冷过程中,如果当前最高温度  $T_{\max}$  下降第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1}$ ,则进入充电冷却过程;

[0074] 在充电冷却过程中,如果当前最高温度  $T_{\max}$  下降第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3}$ ,则进入常温充电状态。

[0075] 所述第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1}$ 为从充电预冷过程进入充电冷却过程时,在高温阈值  $T_{HT}$ 的基础上的还可以下降的温度,因此可以计算出从充电预冷过程进入充电冷却过程的触发温度等于高温阈值  $T_{HT}$ 减去第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1}$ 。

[0076] 所述第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3}$ 为从充电冷却过程进入常温充电状态时,在高温临界值  $T_{HC}$ 的基础上的还可以下降的温度,因此可以计算出从充电冷却过程进入常温充电状态的触发温度等于高温临界值  $T_{HC}$ 减去第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3}$ 。

[0077] 进一步,上述步骤还包括:

[0078] 在常温充电状态,如果当前最高温度  $T_{\max}$ 上升第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ ,则进入充电冷却过程;

[0079] 在充电冷却过程,如果当前最高温度  $T_{\max}$ 上升第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ ,则进入充电预冷过程。

[0080] 所述第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ 为从常温充电状态进入充电冷却过程时,在高温临界值  $T_{HC}$ 的基础上的还可以上升的温度,因此可以计算出从常温充电状态进入充电冷却过程的触发温度等于高温临界值  $T_{HC}$ 加上第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ 。

[0081] 所述第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ 为从充电冷却过程进入充电预冷过程时,在高温临界值  $T_{HC}$ 的基础上的还可以上升的温度,因此可以计算出从充电冷却过程进入充电预冷过程的触发温度等于高温临界值  $T_{HC}$ 加上第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ 。

[0082] 接下来,由于从充电预冷过程进入充电冷却过程是正的转换过程,而从充电冷却过程进入充电预冷过程是受外部环境、充电效率等因素影响而进行的逆的转换过程,因此可以设定所述第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1} \geq$  所述第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ 。从充电冷却过程进入常温充电状态是正的转换过程,而常温充电状态进入充电冷却过程是受外部环境、充电效率等因素影响而进行的逆的转换过程,因此可以设定所述第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3} \geq$  所述第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ 。

[0083] 在实际应用中,使充电预冷过程与充电冷却过程进行转换时存在状态触发温度差等于第一冷却跃变温度  $\Delta T_{D1}$ 加上第二冷却跃变温度  $\Delta T_{D2}$ ,而不是在高温阈值  $T_{HT}$ 附近进行状态转换;充电冷却过程与常温充电状态进行转换时存在触发温度差等于第三充电跃变温度  $\Delta T_{C3}$ 加上第四充电跃变温度  $\Delta T_{C4}$ ,而不是高温临界值  $T_{HC}$ 附近进行状态转换。也可以降低电池热管理系统的控制组件进行状态变换的频率,提高了电池的寿命和工作性能。

[0084] 由此可见,本发明的电池包充电热管理的控制方法是通过设置充电预热过程、充电保温过程、常温充电状态、充电预冷过程、充电冷却过程五种过程或状态和在相邻过程或状态之间设置跃变温度的方法来对电池包进行热管理,降低了电池热管理系统的控制组件进行状态变换的频率,提高了电池的寿命和工作性能。

[0085] 进一步,所述电池包充电热管理的控制方法,还包括:

[0086] 进入充电预热过程、或者进入充电保温过程、或者进入常温充电状态、或者进入充

电预冷过程、或者进入充电冷却过程之前,检测最大温差是否大于或等于设定的温差阈值;如果是,则停止对电池包充电;否则执行进入对应过程或状态的步骤。

[0087] 为了保证进入充电预热过程、或者进入充电保温过程、或者进入常温充电状态、或者进入充电预冷过程、或者进入充电冷却过程之前,对应过程或状态的电池包处于正常的充电工作状态,可以检测电池包对应过程或状态的最大温差,如果对应过程或状态的最大温差大于或等于设定的温差阈值,则对应过程或状态的电池包内的电池单体出现损坏或其他故障,应当停止对电池包充电并进行检修,否则进入对应过程或状态并执行对应的电池包充电热管理步骤。进行所述最大温差与设定的温差阈值大小的判定,避免了对损坏或有故障电池包强行充电,可以提高电池的寿命和电池的安全性。

[0088] 实施例 2

[0089] 本实施例中,对本发明采用的第五代纯电动车电池包的进行充电热管理控制,所选用的电池为镍钴锰酸锂电池。本实施例中,通过对电池包进行 100 次实验检测,并进行归纳分析,得到如下的数据结果:低温临界值  $T_{LC} = 0^{\circ}\text{C}$ 、高温临界值  $T_{HC} = 40^{\circ}\text{C}$ 、低温阈值  $T_{LT} = -8^{\circ}\text{C}$ 、第一保温跃变温度  $\Delta TS1 = 5^{\circ}\text{C}$ 、第二保温跃变温度  $\Delta TS2 = 2^{\circ}\text{C}$ 、第一充电跃变温度  $\Delta TC1 = 2^{\circ}\text{C}$ 、第二充电跃变温度  $\Delta TC2 = 2^{\circ}\text{C}$ 、第三充电跃变温度  $\Delta TC3 = 2^{\circ}\text{C}$ 、第四充电跃变温度  $\Delta TC4 = 2^{\circ}\text{C}$ 、第一冷却跃变温度  $\Delta TD1 = 2^{\circ}\text{C}$ 、第二保冷却变温度  $\Delta TD2 = 2^{\circ}\text{C}$ 。可以将上述的数据应用到实施例 1 中的控制方法中,则可以完成对本实施例中的电池包充电热管理控制。

[0090] 以上只通过说明的方式描述了本发明的某些示范性实施例,毋庸置疑,对于本领域的普通技术人员,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以用各种不同的方式对所描述的实施例进行修正。因此,上述附图和描述在本质上是说明性的,不应理解为对本发明权利要求保护范围的限制。

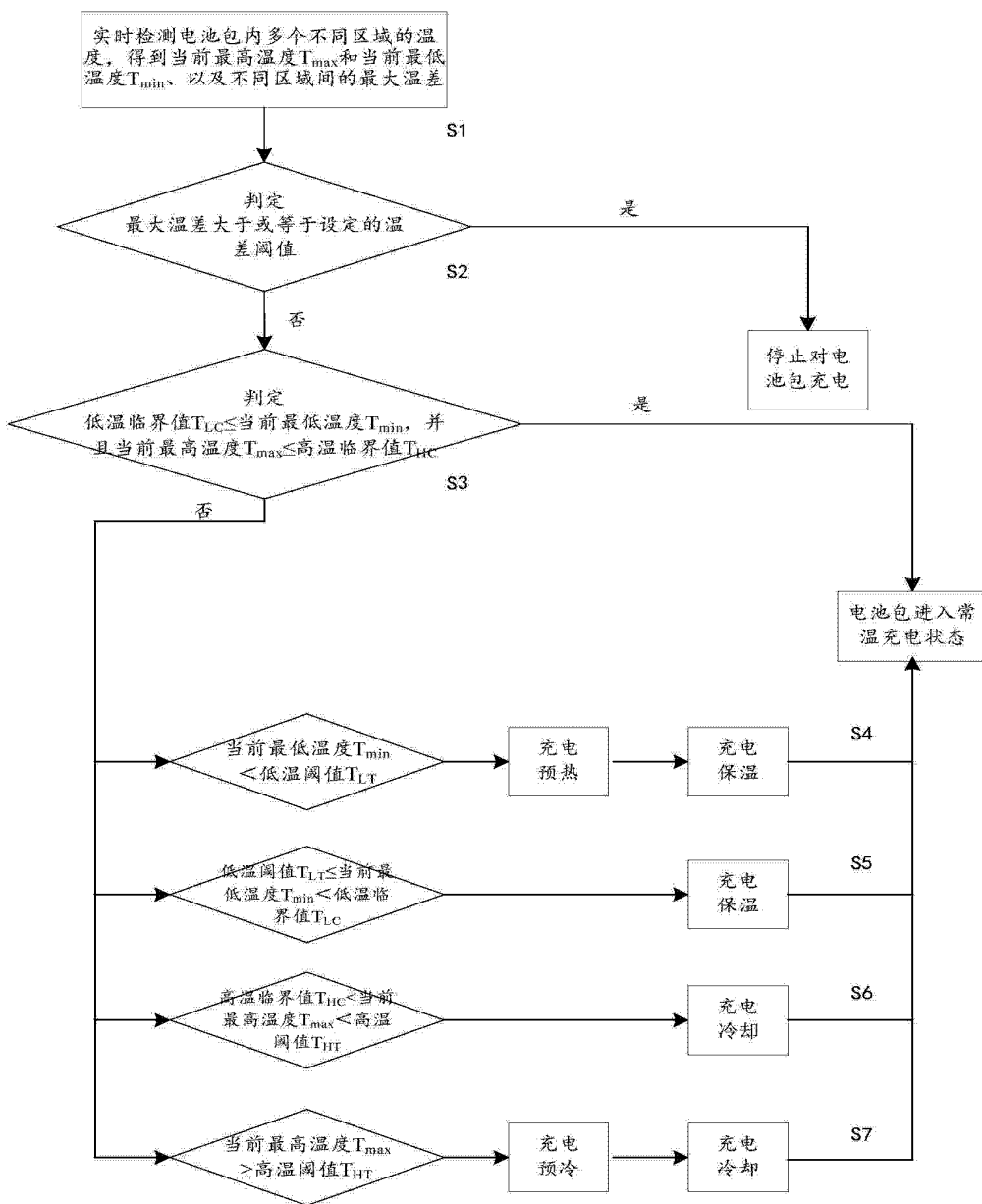


图 1