



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108711659 A

(43)申请公布日 2018.10.26

(21)申请号 201810474621.1

H01M 10/6556(2014.01)

(22)申请日 2018.05.17

H01M 10/6563(2014.01)

(71)申请人 吉林大学

H01M 10/6568(2014.01)

地址 130000 吉林省长春市朝阳区前进大街2699号

H01M 10/6569(2014.01)

H01M 10/659(2014.01)

B60L 11/18(2006.01)

(72)发明人 高青 申明

F25B 5/02(2006.01)

(74)专利代理机构 西安知诚思迈知识产权代理事务所(普通合伙) 61237

F25B 41/04(2006.01)

F25B 49/02(2006.01)

代理人 麦春明

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/63(2014.01)

H01M 10/633(2014.01)

H01M 10/6554(2014.01)

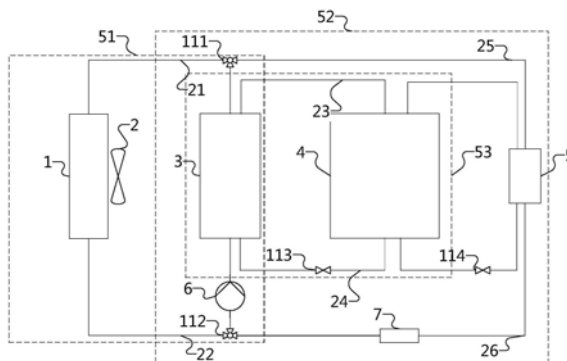
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

电动汽车电池复合冷却系统及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种电动汽车电池复合冷却系统及其控制方法,根据电池冷却工况等级的不同,利用制冷剂循环与冷却液循环使搭载于车辆的电池冷却,包括:电池包、散热器,散热风扇、冷却液循环水泵构成的散热器常温冷却回路;电池包、电池热交换器、储液罐、冷却液循环水泵、热泵系统单元以及第四阀体构成的制冷剂间接冷却回路;电池包、热泵系统单元以及第三阀体构成的制冷剂直接冷却回路。本发明实现了电池包常态冷却、中高温冷却和过热冷却的较大温度跨度、冷却等级逐渐过渡的电池冷却方式,并将多回路单元相互集成,提升了电池冷却系统的温度作业范围和效率,进而改善了整车的环境适应性、安全性以及行驶里程。



1. 电动汽车电池复合冷却系统,其特征在於,由散热器常温冷却回路(51)、制冷剂间接冷却回路(52)和制冷剂直接冷却回路(53)相互集成;

散热器常温冷却回路(51)包括旁边设置散热风扇(2)的散热器(1),散热器(1)一端通过第一电池包冷却液线(21)连接电池包内换热板冷却液入口(44),第一电池包冷却液线(21)上设置第一阀体(111);散热器(1)另一端通过第二电池包冷却液线(22)连接电池包内换热板冷却液出口(43),第二电池包冷却液线(22)上依次设置第二阀体(112)和冷却液循环水泵(6);

制冷剂间接冷却回路(52)包括电池热交换器(5),电池热交换器(5)的冷却液入口通过第三电池包冷却液制冷剂线(25)连接第二阀体(111),电池热交换器(5)的冷却液出口通过第四电池包冷却液线(26)连接第二阀体(112),与冷却液循环水泵(6)及电池包(3)连接形成回路,第四电池包冷却液线(26)上设置储液罐(7);热泵系统单元(4)位于电池包(3)与电池热交换器(5)之间,热泵系统单元(4)的制冷剂出口经第四阀体(114)与电池热交换器(5)的制冷剂入口连接,电池热交换器(5)的制冷剂出口与热泵系统单元(4)的制冷剂入口连接;

制冷剂直接冷却回路(53)包括热泵系统单元(4),热泵系统单元(4)的制冷剂出口经第三阀体(113)通过第二电池包制冷剂线(24)与电池包(3)的电池包内换热板制冷剂进口(41)连接,热泵系统单元(4)的制冷剂入口通过第一电池包制冷剂线(23)和与电池包(3)的电池包内换热板制冷剂出口(42)连接形成回路。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车电池复合冷却系统,其特征在於,所述第一阀体(111)、第二阀体(112)为三通阀体,第三阀体(113)、第四阀体(114)为电磁膨胀阀体。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车电池复合冷却系统,其特征在於,所述电池包(3)包括电池模组以及与电池模组直接接触的底置或侧置的电池包内换热板(40)。

4. 根据权利要求3所述的电动汽车电池复合冷却系统,其特征在於,所述电池包内换热板(40)包括相通的电池包内换热板制冷剂进口(41)、电池包内换热板制冷剂出口(42),相通的电池包内换热板冷却液出口(43)和电池包内换热板冷却液进口(44);

所述电池包内换热板(40)结构为上层制冷剂下层冷却液的双层换热板结构或制冷剂和冷却液并行在同层的单层换热板结构。

5. 根据权利要求1所述的电动汽车电池复合冷却系统,其特征在於,所述热泵系统单元(4)包含冷凝器(8)和压缩机(9)。

6. 根据权利要求1所述的电动汽车电池复合冷却系统,其特征在於,所述电池热交换器(5)为板式换热器结构。

7. 如权利要求1~6任意一项所述的电动汽车电池复合冷却系统的控制方法,其特征在於,采用热管理分级控制,电池低负荷态采用散热器常温冷却进行一级冷却;电池中/高负荷态采用制冷剂间接冷却进行二级冷却,电池过热态采用制冷剂直接低温快速冷却进行三级冷却。

8. 根据权利要求7所述的电动汽车电池复合冷却系统的控制方法,其特征在於,具体包括以下步骤:

步骤1,温度采集:利用数据采集模块采集环境温度和电池温度并经控制器MCU反馈至中央处理器;

步骤2,中央处理器判断电池温度是否在设定温度区间 $a\sim b^{\circ}\text{C}$ 内, a 为 20°C , b 为 35°C ,是则发送控制信号至MCU,控制电池复合冷却系统不启动,否则执行步骤3;

步骤3,中央处理器判断电池温度是否在设定温度区间 $b\sim c^{\circ}\text{C}$ 内, c 为 50°C ,是则执行步骤4,否则执行步骤5;

步骤4,中央处理器判断环境温度是否小于电池温度,是则发送控制信号至控制器MCU,控制电动汽车电池复合冷却系统的第一阀体(111)和第二阀体(112)与散热器(1)相接的阀口打开,启动一级冷却,电池包(3)与散热器(1)接通,冷却液经电池包内换热板(40)使电池冷却后流入散热器(1)与周围环境换热;否则发送控制信号至控制器MCU,控制电动汽车电池复合冷却系统的第一阀体(111)与电池热交换器(5)相接的阀口、第二阀体(112)与储液罐(7)相接的阀口及第四阀体(114)打开,启动二级冷却,冷却液经电池包内换热板(40)使电池冷却,热泵系统单元(4)与电池热交换器(5)耦合,制冷剂与冷却液换热,降低冷却液温度;

步骤5,中央处理器判断电池温度超出设定温度值 $c^{\circ}\text{C}$,是则发送控制信号至控制器MCU,控制电动汽车电池复合冷却系统的第三阀体(113)打开,启动三级冷却,电池包(3)与热泵系统单元(4)直接接通,制冷剂在电池包内换热板(40)内直接蒸发吸热来冷却电池,最后制冷剂在热泵系统单元(4)的冷凝器(8)中与外界的环境空气换热;否则进入制热控制模式;

步骤6,延迟步骤:设定延迟时间 t , t 为 1min ;

步骤7,温度采集更新,并依次循环直至水泵或压缩机停止工作。

电动汽车电池复合冷却系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车电池冷却系统领域,涉及一种电动汽车电池复合冷却系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 电动汽车以不消耗传统化石能源为前提,利用电池作为动力源,在节能环保方面具有传统车不可比拟的优势。电动汽车电池工作时都存在一个适宜的工作温度范围,一般约为15~45℃,超出该温度范围会严重影响电池的使用性能和使用寿命,甚至会出现安全隐患。然而,电动汽车电池在充放电时会产生大量的热,如不能及时散出,容易导致温度上升而超出温度区间造成电池自燃或者爆炸。

[0003] 目前,动力电池的冷却方式主要有风冷和液冷两种形式,由于空气的导热系数低,风冷形式的热管理效果并不理想;虽然传统液冷形式对电池冷却效果较好,但换热过程复杂,系统响应较慢且温度控制范围小,尤其在电池过热状态下,无法快速冷却电池,导致整车对环境的适应性差,极限温度下无法正常工作甚至发生安全事故。

[0004] 中国专利文献号CN206537158U中公开了纯电动汽车的冷却系统,包括通过冷却液依次连接的电机及电机控制器散热环路、电池包散热环路和加热暖风环路,通过设置阈值的方式,当充电机、电池包的温度大于阈值时,启动不同的冷却环路进行冷却。所述系统将不同装置的冷却环路进行整合,但仅使用一个散热器冷却单元去提供多个电器元件的冷量,在散热量需求较大时,尤其当电池处于过热态且电机等元件温度较高时,可能无法满足系统的热管理需求。并且当环境温度较高时,散热器的散热能力大幅降低。

[0005] 经过对现有技术的检索发现,中国专利文献号CN106571497A中公开了一种电动车的电池系统热管理装置,包括电池的散热装置、风冷装置、散热水箱以及由压缩机、冷凝器、膨胀阀和换热器构成的制冷组件,当环境温度较高时,通过制冷组件对电池进行散热;当环境温度较低时,通过风冷装置带动散热水箱周围的冷空气流动,散热水箱将电池的热量散入至空气中,冷却后的防冻液进入电池的散热装置进行换热,使电池降温。所述系统的电池散热装置与制冷组件中的换热器叠加使用,降低了电池热管理系统换热效果的同时,增加了系统的复杂性,并且无法应对电池过热状态的冷却需求。

[0006] 中国专利文献号CN107768768A中公开了一种动力电池冷却板及冷却装置,包括压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发板、冷却板以及电池,从冷凝器出来的液态制冷剂分成两路:一路经第一膨胀阀节流降压后进入蒸发器,在蒸发器内气化吸热,与外界的空气进行热交换,达到制冷的效果;另一路经第二膨胀阀节流降压后,直接通入冷却板,电池与冷却板贴合后紧密接触,电池工作时产生的热量传递到冷却板,制冷剂在冷却板内蒸发吸热,带走电池工作时产生的热量,从而对电池进行降温,其中冷却板设置有多个流道,使冷却剂流量分布合理,对电池均匀降温,但冷却形式单一,不同制冷工况下都要启动冷却装置,造成较大的能源消耗,且常温冷却时容易造成冷冲击。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种能解决上述问题的电动汽车电池复合冷却系统及其控制方法,尤其针对电池在过热状态下对电池进行快速冷却的问题,以及现有电动车缺乏完整的电池全温度范围、各单元相结合的冷却系统,不能很好的提升车辆环境适应性的缺陷。将多个散热等级的冷却回路复合以应对电池不同等级的冷却需求,使电池模组被高效冷却,提供一种结构合理,运行稳定,热管理高效,适应不同环境,且不因热管理保护而导致车辆性能下降的电动汽车电池复合冷却系统,并在此基础上提供一种满足上述复合系统要求的,允许流经两种不同循环工质的电池包内换热板。

[0008] 本发明所采用的技术方案是,电动汽车电池复合冷却系统,由散热器常温冷却回路、制冷剂间接冷却回路和制冷剂直接冷却回路相互集成;

[0009] 散热器常温冷却回路包括旁边设置散热风扇的散热器,散热器一端通过第一电池包冷却液线连接电池包内换热板冷却液入口,第一电池包冷却液线上设置第一阀体;散热器另一端通过第二电池包冷却液线连接电池包内换热板冷却液出口,第二电池包冷却液线上依次设置第二阀体和冷却液循环水泵;

[0010] 制冷剂间接冷却回路包括电池热交换器,电池热交换器的冷却液入口通过第三电池包冷却液制冷剂线连接第二阀体,电池热交换器的冷却液出口通过第四电池包冷却液线连接第二阀体,与冷却液循环水泵及电池包连接形成回路,第四电池包冷却液线上设置储液罐;热泵系统单元位于电池包与电池热交换器之间,热泵系统单元的制冷剂出口经第四阀体与电池热交换器的制冷剂入口连接,电池热交换器的制冷剂出口与热泵系统单元的制冷剂入口连接;

[0011] 制冷剂直接冷却回路包括热泵系统单元,热泵系统单元的制冷剂出口经第三阀体通过第二电池包制冷剂线与电池包的电池包内换热板制冷剂进口连接,热泵系统单元的制冷剂入口通过第一电池包制冷剂线和与电池包电池包内换热板制冷剂出口连接形成回路。

[0012] 所述第一阀体、第二阀体为三通阀体,第三阀体、第四阀体为电磁膨胀阀体。

[0013] 所述电池包包括电池模组以及与电池模组直接接触的底置或侧置的电池包内换热板。

[0014] 所述电池包内换热板包括相通的电池包内换热板制冷剂进口、电池包内换热板制冷剂出口,相通的电池包内换热板冷却液出口和电池包内换热板冷却液进口,所述电池包内换热板结构为上层制冷剂下层冷却液的双层换热板结构或制冷剂和冷却液并行在同层的单层换热板结构。

[0015] 所述热泵系统单元包含冷凝器和压缩机。

[0016] 所述电池热交换器为板式换热器结构。

[0017] 电动汽车电池复合冷却系统的控制方法,采用热管理分级控制,电池低负荷态采用散热器常温冷却进行一级冷却;电池中/高负荷态采用制冷剂间接冷却进行二级冷却,电池过热态采用制冷剂直接低温快速冷却进行三级冷却。

[0018] 电动汽车电池复合冷却系统的控制方法,具体包括以下步骤:

[0019] 步骤1,温度采集:利用数据采集模块采集环境温度和电池温度并经控制器MCU反馈至中央处理器;

[0020] 步骤2,中央处理器判断电池温度是否在设定温度区间 $a\sim b^{\circ}\text{C}$ 内, a 优选为 20°C , b 优选为 35°C ,是则发送控制信号至MCU,控制电池复合冷却系统不启动,否则执行步骤3;

[0021] 步骤3,中央处理器判断电池温度是否在设定温度区间 $b\sim c^{\circ}\text{C}$ 内, c 优选为 50°C ,是则执行步骤4,否则执行步骤5;

[0022] 步骤4,中央处理器判断环境温度是否小于电池温度,是则发送控制信号至控制器MCU,控制电动汽车电池复合冷却系统的第一阀体和第二阀体与散热器相接的阀口打开,启动一级冷却,电池包与散热器接通,冷却液经电池包内换热板使电池冷却后流入散热器与周围环境换热;否则发送控制信号至控制器MCU,控制电动汽车电池复合冷却系统的第一阀体与电池热交换器相接的阀口、第二阀体与储液罐相接的阀口和第四阀体打开,启动二级冷却,冷却液流经电池包冷却电池,热泵系统单元与电池热交换器耦合,制冷剂与冷却液换热,降低冷却液温度;

[0023] 步骤5,中央处理器判断电池温度超出设定温度值 $c^{\circ}\text{C}$,是则发送控制信号至控制器MCU,控制电动汽车电池复合冷却系统的第三阀体打开,启动三级冷却,电池包与热泵系统单元直接接通,制冷剂在电池包内换热板内直接蒸发吸热来冷却电池,最后制冷剂在热泵系统单元的冷凝器中与外界的环境空气换热;否则进入制热控制模式;

[0024] 步骤6,延迟步骤:设定延迟时间 t , t 优选为 1min ;

[0025] 步骤7,温度采集更新,并依次循环直至水泵或压缩机停止工作。

[0026] 本发明的有益效果是,本发明的电动汽车电池复合冷却系统及其控制方法,结合散热器常温冷却回路、制冷剂间接冷却回路和制冷剂直接接冷却回路,根据电池使用工况、冷却需求的不同,利用冷却液或制冷剂工质使各循环回路协调配合冷却电池,尤其针对电池过热状态,利用制冷剂直接在电池包内换热板中蒸发吸热使电池快速有效的降温,从而实现电动车电池冷却系统的多路整合化和温控区域扩大化。而且,电池对应于相应需求模式被高效的冷却,有效利用车内能源,发挥出电池的最佳性能,进而增加了车辆的行驶里程。另外,所述的电动汽车电池复合冷却系统的热泵系统单元反向运转,可以实现制热功能,并且利用电气单元余热,回收加热电池,可以进一步提升系统制热性能。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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的附图。

[0028] 图1是本发明的电动汽车电池复合冷却系统的结构示意图;

[0029] 图2是本发明电动汽车电池复合冷却系统的一级制冷工况的冷却液制冷回路图;

[0030] 图3是本发明的电动汽车电池复合冷却系统的二级制冷工况的冷却液制冷回路图;

[0031] 图4是本发明的电动汽车电池复合冷却系统的三级制冷工况的制冷剂制冷回路图;

[0032] 图5是本发明的电池包中电池包内换热板一种优选结构;

[0033] 图6是本发明的电池包中电池包内换热板另一种优选结构;

- [0034] 图7是本发明电动汽车电池复合冷却系统各回路的冷却效果温降图；
- [0035] 图8是本发明电动汽车电池复合冷却系统热泵系统单元结构示意图；
- [0036] 图9是本发明电动汽车电池复合冷却系统所在的电池管理系统示意图；
- [0037] 图10是本发明一种优选的电动汽车电池冷却方法的流程示意图。
- [0038] 图中,1.散热器,2.散热风扇,3.电池包,4.热泵系统单元,5.电池热换热器,6.冷却液循环水泵,7.储液罐,8.冷凝器,9.压缩机,21.第一电池包冷却液线,22.第二电池包冷却液线,23.第一电池包制冷剂线,24.第二电池包制冷剂线,25.第三电池包冷却液线,26.第四电池包冷却液线,40.电池包内换热板,41.电池包内换热板的制冷剂进口,42.电池包内换热板的制冷剂出口,43.电池包内换热板的冷却液出口,44.电池包内换热板的冷却液入口,45.上层换热板,46.下层换热板,47.单层换热板,51.散热器常温冷却回路,52.制冷剂间接冷却回路,53.制冷剂直接冷却回路,111.第一阀体,112.第二阀体,113.第三阀体,114.第四阀体。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例中的附图,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。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动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。

[0040] 电动汽车电池复合冷却系统由散热器常温冷却回路51、制冷剂间接冷却回路52和制冷剂直接冷却回路53相互集成。

[0041] 散热器常温冷却回路51包括旁边设置散热风扇2的散热器1,散热器1一端通过第一电池包冷却液线21连接电池包内换热板冷却液入口44,第一电池包冷却液线21上设置第一阀体111;散热器1另一端通过第二电池包冷却液线22连接电池包内换热板冷却液出口43,第二电池包冷却液线22上依次设置第二阀体112和冷却液循环水泵6。

[0042] 制冷剂间接冷却回路52包括电池热换热器5,电池热换热器5的冷却液入口通过第三电池包冷却液制冷剂线25连接第二阀体111,电池热换热器5的冷却液出口通过第四电池包冷却液线26连接第二阀体112,与冷却液循环水泵6及电池包3连接形成回路,第四电池包冷却液线26上设置储液罐7;热泵系统单元4位于电池包3与电池热换热器5之间,热泵系统单元4的制冷剂出口经第四阀体114与电池热换热器5的制冷剂入口连接,电池热换热器5的制冷剂出口与热泵系统单元4的制冷剂入口连接。

[0043] 制冷剂直接冷却回路53包括热泵系统单元4,热泵系统单元4的制冷剂出口经第三阀体113通过第二电池包制冷剂线24与电池包3的电池包内换热板制冷剂进口41连接,热泵系统单元4的制冷剂入口通过第一电池包制冷剂线23和与电池包3的电池包内换热板制冷剂出口42连接形成回路。

[0044] 第一阀体111、第二阀体112是根据电动汽车电池的制冷工况不同选择性地开闭的三通阀体;第三阀体113、第四阀体114是根据电动汽车电池的制冷工况的需求选择性地开闭的电磁膨胀阀体。

[0045] 散热器1通过散热风扇2将流入到散热器1内部的冷却液与周围环境进行热交换,以气-液换热形式对散热器常温冷却回路冷却液降温。

[0046] 电池包3包括电池模组以及与电池模组直接接触的底置或侧置的电池包内换热板,电池包3内分别流经制冷剂 and 冷却液。

[0047] 热泵系统单元4与电池包3或电池热交换器5相耦合,热泵系统单元4包含有压缩机和冷凝器,制冷剂存在于压缩机中,一路支持制冷剂间接冷却回路52,在电池热交换器5中与冷却液换热,一路支持制冷剂直接冷却回路53,制冷剂膨胀后在电池包3内的电池包内换热板40中蒸发吸热,直接与电池模组以固-液形式换热,加强电池冷却,最后制冷剂在冷凝器中与外界的环境空气换热后回到压缩机形成闭合的循环回路,制冷效果良好。

[0048] 电池热交换器5经第四阀体114与热泵系统单元4相耦合,对流入到电池热交换器5内部的冷却液与从热泵系统单元4流出经第四阀体膨胀的制冷剂进行热交换,以液-液换热形式对制冷剂间接冷却回路冷却液降温;电池热交换器5为板式换热器结构,体积小,重量小,交错的流通结构使得内部冷热流体产生强烈紊流而达到高换热效果;电池热交换器5的热交换能力与其换热板片层数相关,因此可依据需求调整换热板片层数,制冷剂通过电池热交换器5中的冷流体流道,冷却液通过电池热交换器5中的热流体流道,经换热板片形成热交换。

[0049] 冷却液循环水泵6经第二阀体112抽取储液罐7中储存的冷却液,为降温回路提供冷却液。

[0050] 电池包内换热板40具有双工质流程,即制冷剂独立流程和冷却液独立流程;电池包内换热板40为上层制冷剂下层冷却液的双层换热板结构或制冷剂和冷却液并行在同层的单层换热板结构。

[0051] 本发明根据汽车行驶工况动力需求和电池产热情况,采用热管理分级控制,即电池低负荷态散热器常温冷却,电池中/高负荷态制冷剂间接冷却,电池过热态制冷剂直接低温快速冷却。

[0052] 对本文三种不同冷却形式在NEDC循环工况下电池在45摄氏度初始温度时进行冷却,冷却的温降效果如说明书附图8,曲线1代表散热器常温冷却回路51降温能力,曲线2代表制冷剂间接冷却回路52却降温能力,曲线3代表制冷剂直接冷却回路53降温能力,可看出散热器常温冷却回路51降温能力相对较低,适用于电池低负荷态,制冷剂间接冷却回路52降温能力高于散热器常温冷却回路51,制冷剂直接冷却回路53降温能力最高,但却可能会对电池造成冷冲击,所以一般用在电池处于过热阶段对其降温。又电池温度越高所选的冷却模式的效果要越好,本文的三种冷却回路的换热模式分别是散热器常温冷却-气液换热形式,制冷剂间接冷却-液液换热形式,制冷剂直接冷却-液固换热形式,气液固三相的换热能力排序为气液<液液<液固,所以按照电池温度从低到高分别对应选择不同换热能力的冷却模式,因此本文在电池低负荷态采用散热器常温冷却,电池中/高负荷态采用制冷剂间接冷却,电池过热态采用制冷剂直接低温快速冷却,本文采用三种不同冷却方式协同工作利于车内能源的高效利用,发挥电池的最佳性能。

[0053] 电动车电池制冷工况包括:一级冷却,即低热负荷冷却;二级冷却,即中/高热负荷冷却;三级冷却,即高热负荷及过热冷却。

[0054] 当电池处于一级制冷工况时,根据电池系统冷却请求和冷却液温度,散热器常温冷却回路51的第一阀体111和第二阀体112开放,通过第一电池包冷却液线21和第二电池包冷却液线22,使电池包3与散热器1接通,冷却液流入散热器1与周围环境换热后,经电池包3

内换热板使电池冷却,在不运行热泵系统单元的情况下,仅通过冷却液与外界环境换热来冷却电池。

[0055] 当电池处于二级冷却工况时,根据电池系统冷却请求和冷却液温度,制冷剂间接冷却回路52的第一阀体111、第二阀体112和第四阀体114开放,通过第三电池包冷却液线25和第四电池包冷却液线26,使电池包3、电池热交换器5、储液罐7、冷却液循环水泵6接通,冷却液流经电池包3使电池冷却,并通过热泵系统单元4与电池热交换器5耦合,使制冷剂与冷却液换热,降低流经电池包3的冷却液温度。

[0056] 当电池处于三级制冷工况时,制冷剂直接冷却回路53根据电池系统冷却请求和制冷剂温度,开放第三阀体113,通过第一电池包制冷剂线23和第二电池包制冷剂线24,使电池包3与热泵系统单元4直接接通,启动热泵系统单元4使制冷剂在电池包3的电池包内换热板40内直接蒸发吸热来冷却电池。

[0057] 当一种工质经电池包内换热板40构成循环回路与电池模组进行换热时,存在另一种工质的循环回路停止运转,即存在一个冷却循环回路工作时,其他冷却循环回路不工作情况。

[0058] 本发明中,双层电池包内换热板40安装在电池模组的侧面或底面,制冷剂经电池包内换热板制冷剂进口41流经上层换热板45后由电池包内换热板制冷剂出口42流出,冷却液经电池包内换热板冷却液进口44流经下层换热板46后由电池包内换热板冷却液出口43流出,值得指出的是,两种工质在流动过程中不相互换热,而是单独地、分别地与电池模组相互换热,即当电池冷却系统处于三级制冷工况时,制冷剂流经所述上层换热板45相变蒸发,与电池模组直接换热,下层换热板46内的冷却液所在回路不运转,不参与换热过程;带有两列并行管路的单层换热板47安装在电池模组的侧面或者底面,制冷剂经电池包内换热板制冷剂进口41流经所在管路后由电池包内换热板制冷剂出口42流出,电池包内换热板冷却液经冷却液进口44流经所在管路后由电池包内换热板冷却液出口43流出,同样地,两种工质在流动过程中不相互换热,而是单独地、分别地与电池模组相互换热。

[0059] 本发明的电动汽车电池复合冷却系统将散热器常温冷却回路、制冷剂间接冷却回路、制冷剂直接冷却回路相互整合,提高了电池冷却的效率,并实现了常态冷却、中高温冷却和过热冷却的逐渐过渡化以及电池温度控制范围扩大化,尤其对于电池过热的极限状态,通过制冷剂直接在电池包内换热板内蒸发吸热快速有效的冷却电池。

[0060] 另外,当电池温度过低时,所述的电动汽车电池复合冷却系统的热泵系统单元反向运转,制冷剂在电池包内换热板内冷凝放热,可以实现制热功能,并且对所述的散热器常温冷却回路中电气单元的余热通过冷却液加以回收利用,可以加热电池进一步提升系统制热性能。

[0061] 本发明的电动汽车电池复合冷却系统被应用于电池管理系统,电池管理系统包含中央处理模块和本地测量模块,两模块经控制器MCU通过CAN总线的形式实现通信连接;中央处理模块主要是进行本地测量模块的管理,通过CAN总线通信方式,进行电池状态信息的接收和控制信息的发送;本地测量模块包括充电模块、均衡模块、电池复合冷却系统和数据采集模块,其中数据采集模块和电池复合冷却系统为本发明控制方法的实现部分,数据采集模块用来采集温度,控制器MCU通过CAN总线将温度传感器采集的电池温度数据反馈至中央处理器进行分析判断,并接收中央处理器通过CAN总线发出的控制信号,来控制本发明电

电动汽车电池复合冷却系统。

[0062] 本发明电动汽车电池复合冷却系统控制方法,具体包括如下步骤:

[0063] 步骤1,温度采集:利用数据采集模块采集环境温度、电池温度;

[0064] 步骤2,判断电池温度是否在设定温度区间 $a\sim b^{\circ}\text{C}$ 内, a 优选为 20°C , b 优选为 35°C ,是则电池复合冷却系统不启动,否则执行步骤3;

[0065] 步骤3,判断电池温度在设定温度区间 $b\sim c^{\circ}\text{C}$ 内, c 优选为 50°C ,是则执行步骤4,否则执行步骤5;

[0066] 步骤4,判断环境温度小于电池温度,是则打开电动汽车电池复合冷却系统的第一阀体111和第二阀体112与散热器1相接的阀口,启动一级冷却,使电池包3与散热器1接通,冷却液经电池包3内换热板使电池冷却后流入散热器1与周围环境换热;否则打开电动汽车电池复合冷却系统的第一阀体111与电池热交换器5相接的阀口、第二阀体112与储液罐7相接的阀口和第四阀体114,启动二级冷却,冷却液流经电池包3冷却电池,热泵系统单元4与电池热交换器5耦合,制冷剂与冷却液换热,降低冷却液温度;

[0067] 步骤5,判断电池温度超出设定温度值 $c^{\circ}\text{C}$,是则打开电动汽车电池复合冷却系统的第三阀体113,启动三级冷却,电池包3与热泵系统单元4直接接通,制冷剂在电池包3的电池包内换热板40内直接蒸发吸热来冷却电池,最后制冷剂在热泵系统单元4的冷凝器8中与外界的环境空气换热;否则进入制热控制模式,本文不详细展开;

[0068] 步骤6,延迟步骤:设定延迟时间 t , t 优选为 1min ;

[0069] 步骤7,温度采集更新,并依次循环直至水泵或压缩机停止工作。

[0070] 因热量的传输具有一定的延迟性,即温度无法跳跃性变化,而是需要时间逐渐过渡,所以对冷却模式进行时间设定,设定延迟时间,根据电池模组容量、冷却系统能力的大小,这个延迟时间要做出相应的调整,本文延迟时间优选 1min 。

[0071] 进行电池温度检测步骤后,还可以判断此次电池温度与上次控制循环检测的电池温度的大小,也可以判断此次电池温度与上次控制循环检测的电池温度升高或下降的比率与预设比率的大小;进行延迟时间步骤时,还可以进行冷却回路循环次数设定,也可以更加智能的通过电池温度与预设温度的差值预估电池模组所需散热量,计算出此时冷却液或制冷剂工质的温度下所需制冷量,即流量的多少,进行冷却回路液体工质流量设定。

[0072] 本说明书中的各个实施例均采以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均包含在本发明的保护范围内。

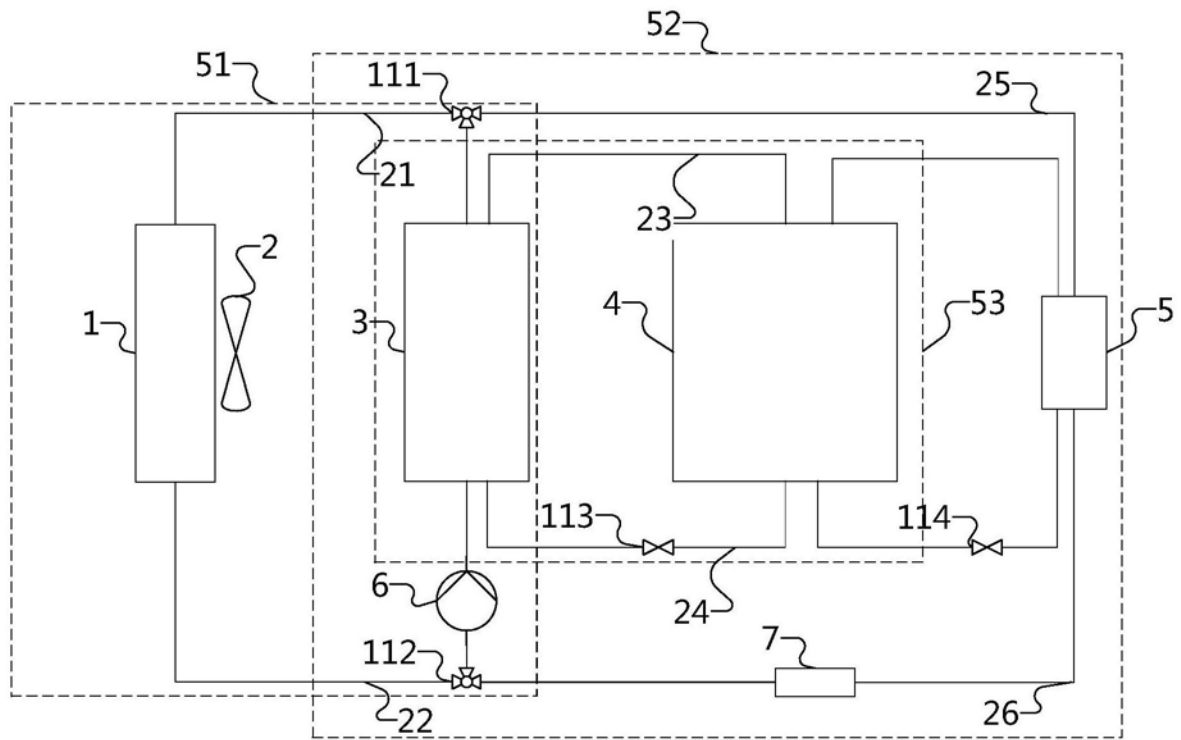


图1

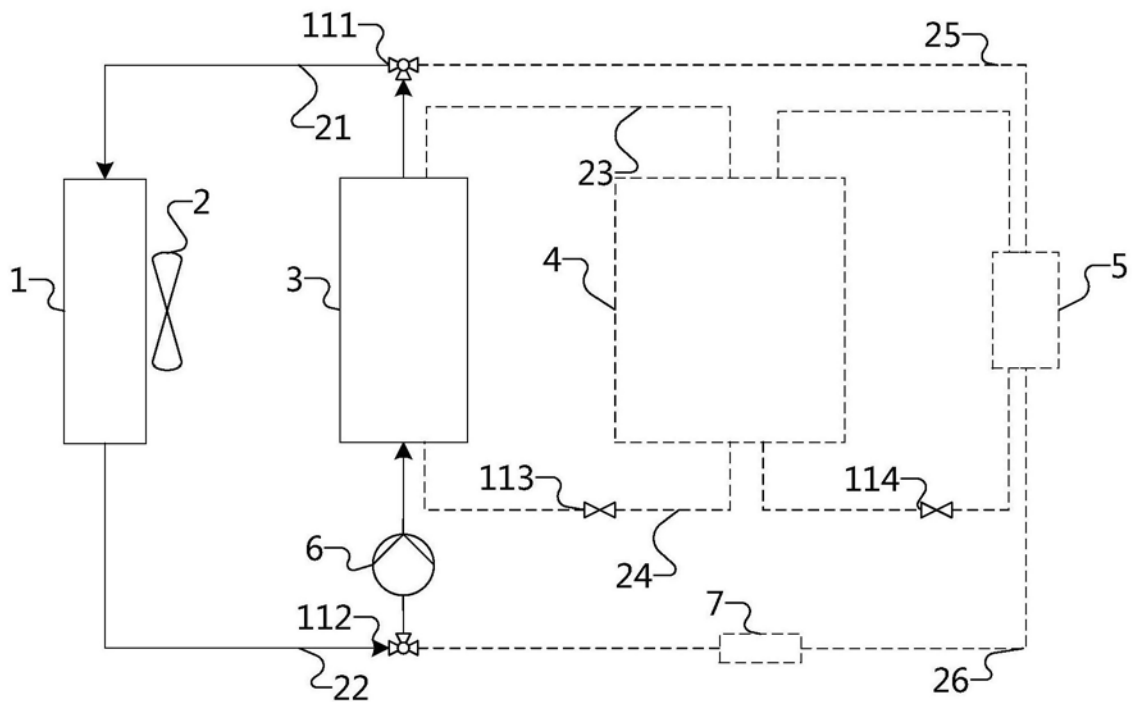


图2

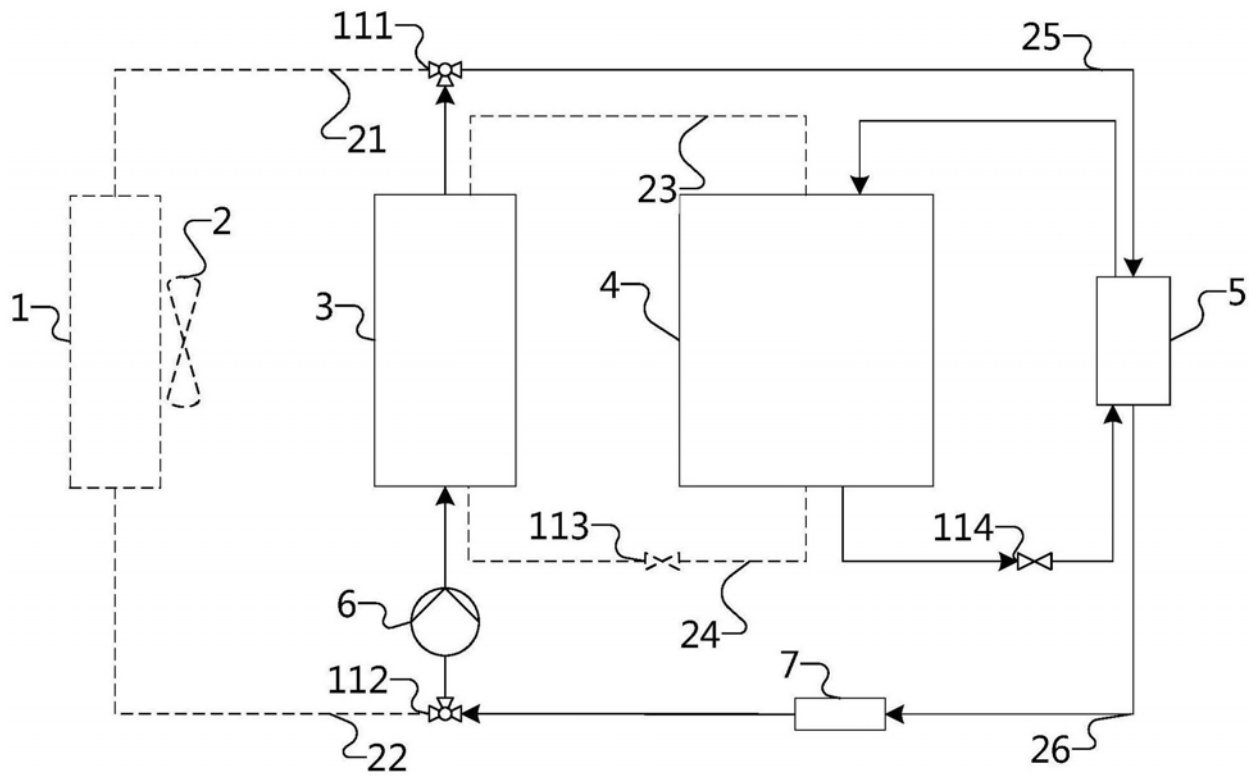


图3

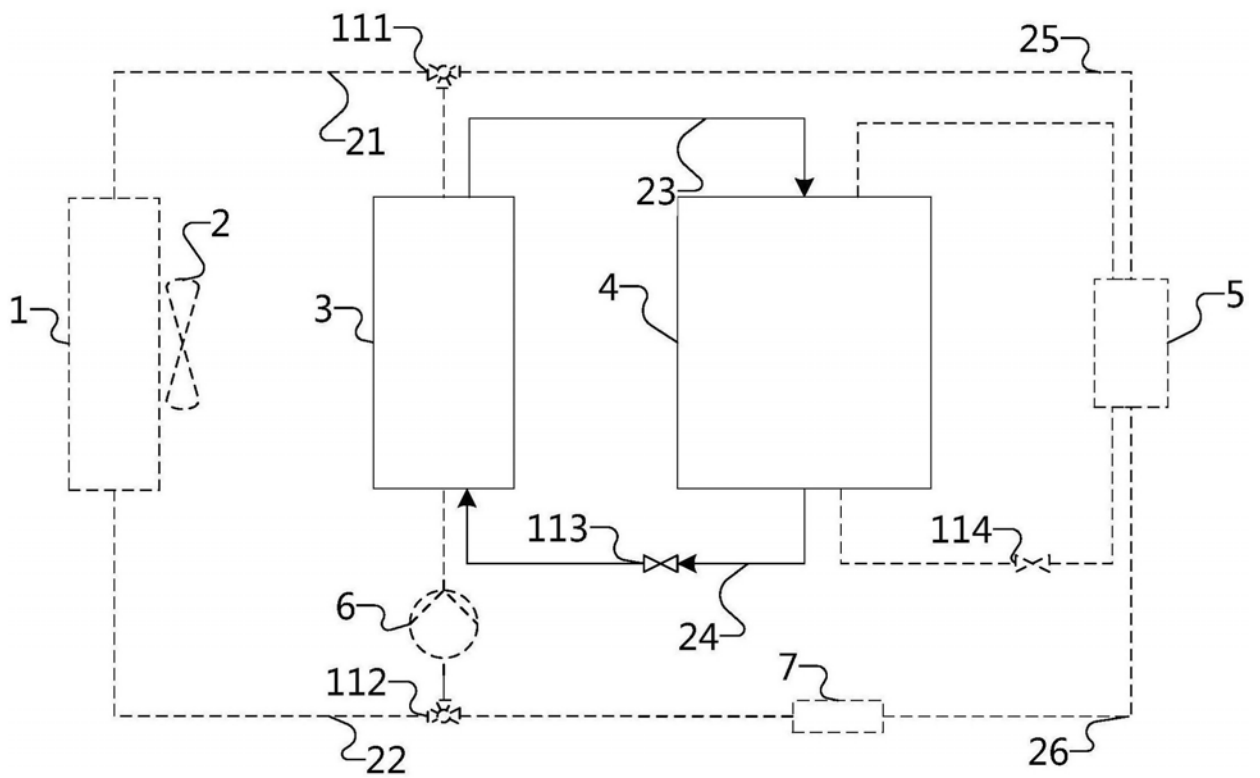


图4

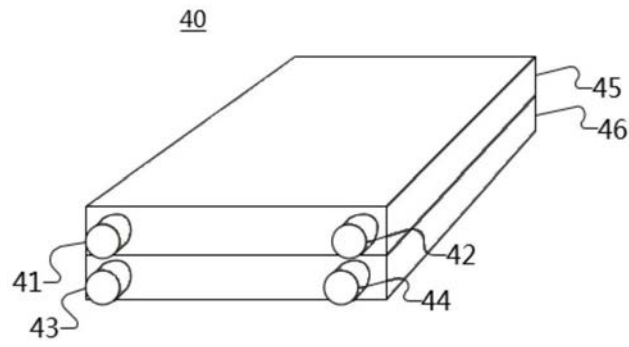


图5

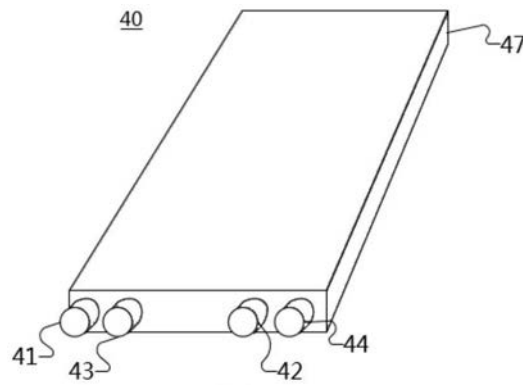


图6

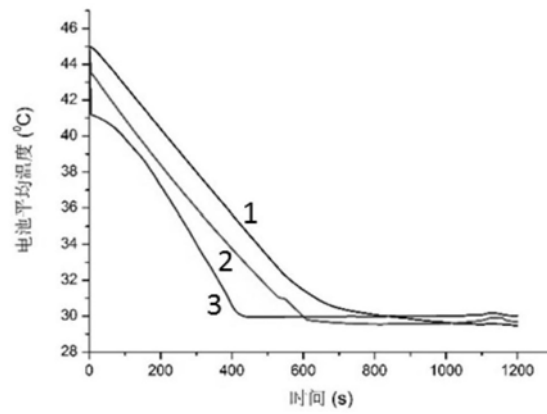


图7

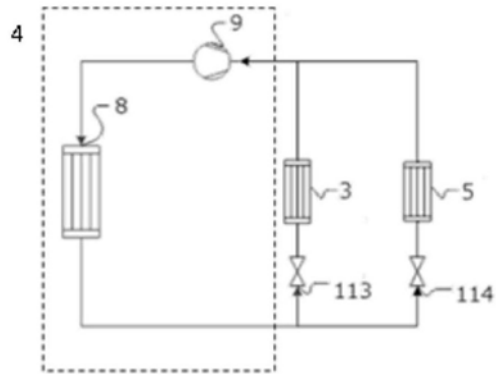


图8

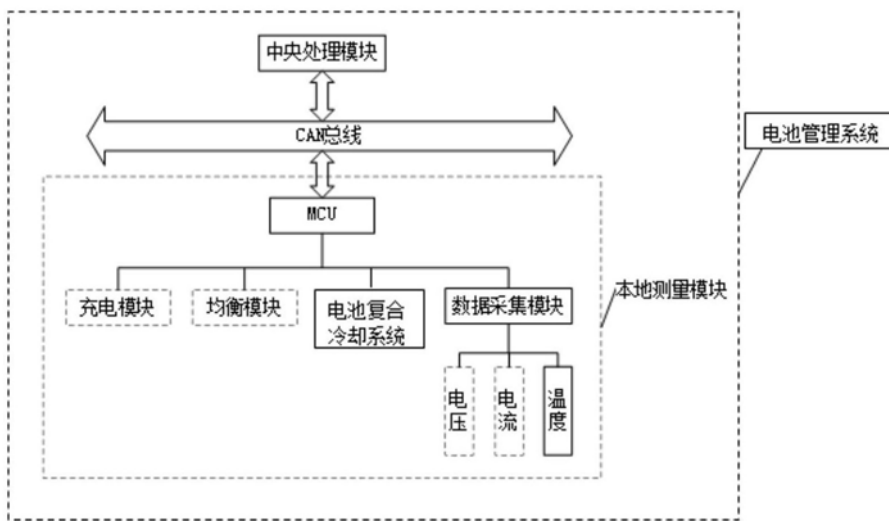


图9

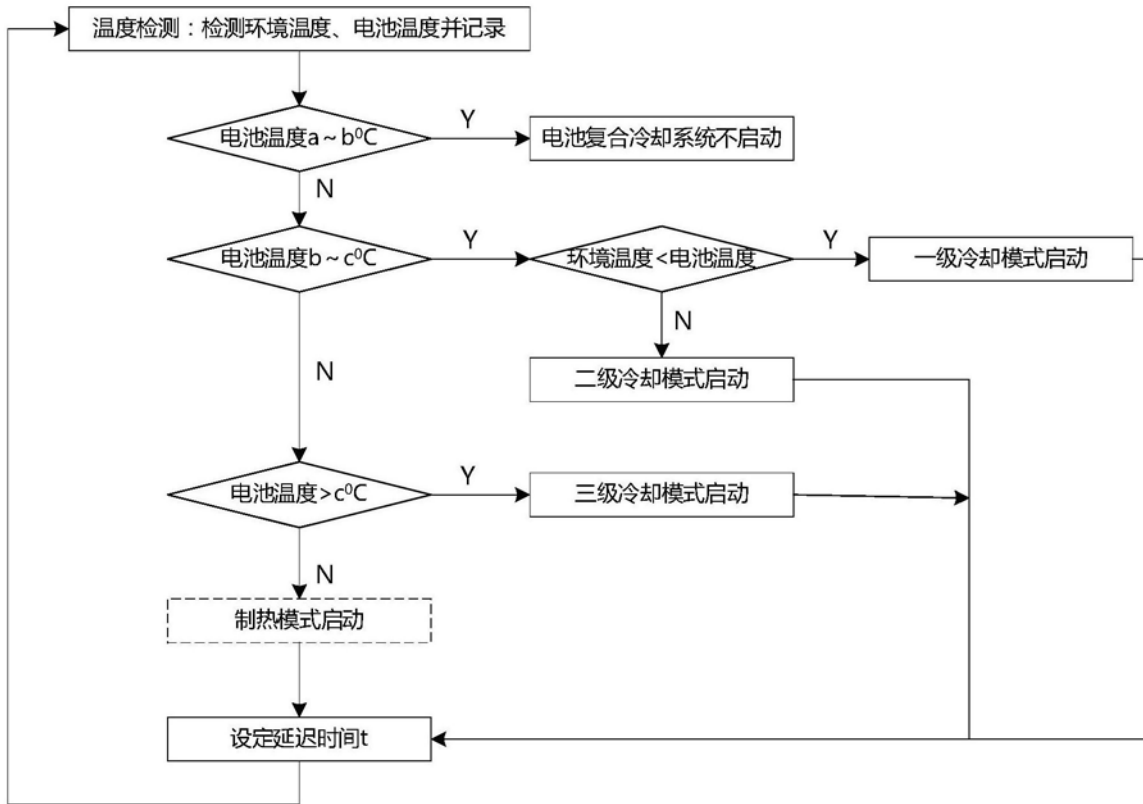


图10