



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106953138 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(21)申请号 201710330957.6

F25B 49/02(2006.01)

(22)申请日 2017.05.11

(71)申请人 厦门金龙联合汽车工业有限公司

地址 361000 福建省厦门市集美区金龙路9号

(72)发明人 杨福清 徐一凡 宋光吉 洪少阳  
陈伟 李理 林浩群

(74)专利代理机构 泉州市博一专利事务所  
35213

代理人 方传榜 庄俊佳

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6567(2014.01)

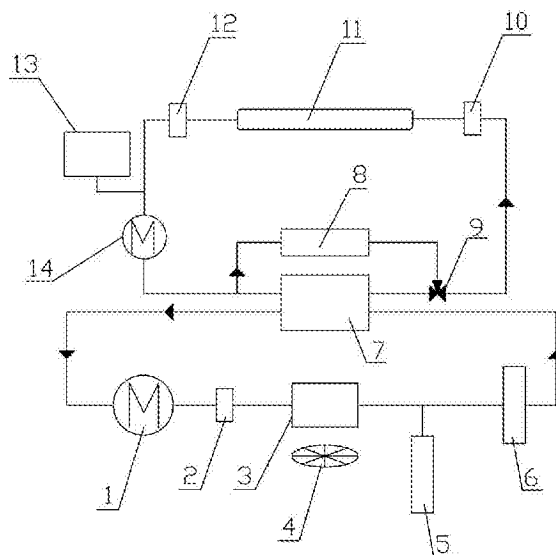
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

### (54)发明名称

一种动力电池水冷机组系统及其温差智能控制方法

### (57)摘要

本发明公开的是一种动力电池水冷机组系统及其温差智能控制方法,包括水冷机组和水冷机组控制器,水冷机组包括压缩机、压力开关、冷凝器、冷凝风扇、储液干燥罐、膨胀阀、板式换热器、PTC加热器、三通阀、进水温度传感器、动力电池箱体、出水温度传感器、水箱、电子水泵,压缩机、压力开关、冷凝器、冷凝风扇、储液干燥罐、膨胀阀、板式换热器串联接设置。本发明不仅提高动力电池水冷机组控制的自动化程度,而且该控制系统、根据判断电池平均温度与水冷机组出水温度的差值,通过智能控制算法,实时自适应调整压缩机、电子水泵和冷凝风扇工作转速,间接控制、电池工作在最佳温度范围和温差范围内,并通过安时积分提前预知电池温度走势。



1. 一种动力电池水冷机组系统,其特征在于:包括水冷机组和水冷机组控制器,所述水冷机组包括压缩机、压力开关、冷凝器、冷凝风扇、储液干燥罐、膨胀阀、板式换热器、PTC加热器、三通阀、进水温度传感器、动力电池箱体、出水温度传感器、水箱、电子水泵,所述压缩机、压力开关、冷凝器、冷凝风扇、储液干燥罐、膨胀阀、板式换热器串联接设置;所述PTC加热器、三通阀、进水温度传感器、动力电池箱体、出水温度传感器、水箱、电子水泵串联接设置,并通过所述三通阀与所述板式换热器相并联接设置,所述水冷机组控制器通过CAN总线与所述水冷机组建立数据通信连接,该水冷机组控制器设有一定时期,定时周期为W,该水冷机组设有四个工作模式,分别为等待模式、循环模式、制冷模式和制热模式;

所述的动力电池水冷机组系统的温差智能控制方法,包括以下具体步骤:

步骤一:所述水冷机组低压上电后,系统自检无故障进入等待模式,所述压缩机、电子水泵和冷凝风扇停止工作;

步骤二:所述水冷机组控制器接收所述动力电池箱体中电池单体最低温度 $T_1$ 、电池单体最高温度 $T_2$ 和每个电池模组的温度,并计算整套电池平均温度 $T_3$ ,同时该水冷机组控制器分别采集所述出水温度传感器的出水温度 $T_4$ 和进水温度传感器的进水温度 $T_5$ ,计算电池平均温度 $T_3$ 与水冷机组出水温度 $T_4$ 的系统温差为 $T_6$ ,设定系统温差范围 $[T_7, T_8]$ ,并划分为四级温差阶跃,分别为 $[T_7, (3T_7+T_8)/4]$ 、 $[(3T_7+T_8)/4, (T_7+T_8)/2]$ 、 $[(T_7+T_8)/2, (T_7+4T_8)/4]$ 、 $[(3T_7+T_8)/4, T_8]$ ;设置目标制冷开启温度 $T_9$ 、极限制冷温度 $T_{10}$ 、目标加热开启温度 $T_{11}$ 、极限制热温度 $T_{12}$ ;

步骤三:当满足动力电池平均温度 $T_3$ 高于目标制冷开启温度 $T_9$ 或低于目标加热开启温度 $T_{11}$ 或电池单体温差超过设定值,所述水冷机组进入循环模式,控制系统开启电子水泵,运行转速为初始设定转速 $n_{10}$ ,控制动力电池冷却介质的流量;

步骤四:进入循环模式后,当满足电池平均温度 $T_3$ 高于目标制冷开启温度 $T_9$ 时,由循环模式切入到制冷模式;

步骤五:进入循环模式后,当满足电池平均温度 $T_3$ 低于目标加热开启温度 $T_{11}$ 时,由循环模式切入到制热模式;

步骤六:进入循环模式后,当满足进水温度传感器的进水温度 $T_5$ 和出水温度传感器的出水温度 $T_4$ 达到设定温度,或动力电池箱体中电池单体温差范围超过设定温度,由循环模式切入到所述电子水泵和冷凝风扇全部高速运转;

步骤七:进入循环模式后,当满足动力电池箱体中电池剩余电量低于30%或整车高压下电时,水冷机组跳出循环模式并停止工作。

2. 根据权利要求1所述的动力电池水冷机组系统的温差智能控制方法,其特征在于:所述步骤四的制冷模式包括以下具体步骤:

(1) 进入制冷模式后,关闭三通阀,然后先后开启所述冷凝风扇和压缩机,该冷凝风扇与压缩机的初始运行转速分别为 $n_{20}$ 和 $n_{30}$ ;

(2) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[T_7, (3T_7+T_8)/4]$ 条件,所述压缩机每隔10个定时周期W增加转速,每次转速递增量为200r/min,直至达到最高工作转速运行,而冷凝风扇和电子水泵分别工作在中等转速工况;

(3) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, (T_7+T_8)/2]$ 条件,压缩机每隔10个定时周期W增加压缩机转速,每次转速递增量为100r/min,直至达到最高工作转速运行,而冷凝

风扇和电子水泵每隔20个定时周期W增大转速,每次转速递增量为50r/min,直至达到各部件最高工作转速运行;

(4) 当系统温差T6满足温差阶跃  $[(T7+T8)/2, (T7+4T8)/4]$  条件,压缩机每隔10个定时周期W减小转速,每次转速递减量为100r/min,直至降到初始运行转速,而冷凝风扇和电子水泵每隔10个定时周期W增大转速,每次转速递增量为50r/min,直至达到各部件最高工作转速运行;

(5) 当系统温差T6满足温差阶跃  $[(3T7+T8)/4, T8]$  条件,压缩机每隔5个定时周期W减小转速,每次转速递减量为200r/min,直至降到各部件初始运行转速,而冷凝风扇和电子水泵每隔10个定时周期W增大转速,每次转速递增量为100r/min,直至达到各部件最高工作转速运行;

(6) 当进水温度传感器的进水温度T5低于极限制冷温度T10时,系统退出制冷模式,所述压缩机和冷凝风扇运行初始转速分别为n30和n20持续20个定时周期后停止工作,系统回到循环模式。

3. 根据权利要求1所述的动力电池水冷机组系统的温差智能控制方法,其特征在于:所述步骤五的制热模式包括以下具体步骤:

(1) 进入制热模式后,打开三通阀,然后开启PTC加热器,水冷机组利用PTC陶瓷加热技术,根据电池热管理系统方案,系统设计四个加热功率分别为P1、P2、P3和P4,并满足  $P1 > P2 > P3 > P4 > 0$ ;

(2) 若系统温差T6满足温差阶跃  $[(3T7+T8)/4, T8]$  条件,PTC加热功率为P1,电子水泵工作在中等转速工况;

(3) 若系统温差T6满足温差阶跃  $[(T7+T8)/2, (T7+4T8)/4]$  条件,PTC加热功率为P2,电子水泵每隔20个定时周期W增加转速,每次转速递增量为50r/min,直至达到最高工作转速运行;

(4) 若系统温差T6满足温差阶跃  $[(3T7+T8)/4, (T7+T8)/2]$  条件,PTC加热功率为P3,电子水泵每隔10个定时周期W增加转速,每次转速递增量为100r/min,直至达到最高工作转速运行;

(5) 若系统温差T6满足温差阶跃  $[T7, (3T7+T8)/4]$  条件,PTC加热功率为P4,且电子水泵每隔5个定时周期W增加转速,每次转速递增量为200r/min,直至达到最高工作转速运行;

(6) 若进水温度传感器的进水温度T5低于高于极限制热温度T12时,系统退出制热模式,关闭PTC加热器,关闭三通阀,系统回到循环模式。

4. 根据权利要求1所述的动力电池水冷机组系统的温差智能控制方法,其特征在于:所述水冷机组采集CAN总线上电池工作电流,并采用安时积分方法计算电池当前的热量交换能力,提前预知电池温度走势。

## 一种动力电池水冷机组系统及其温差智能控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是新能源汽车动力电池技术的应用领域,更具体地说是一种动力电池水冷机组系统及其温差智能控制方法。

### 背景技术

[0002] 在电动汽车行驶过程中,动力电池在充放电中发生复杂的化学反应,容易在电池内部积累大量的热量,导致电池温度上升,造成转换效率、循环寿命等电池性能指标下降,而传统动力电池冷却系统采用自然风冷和水冷,而大功率动力电池均采用水冷方案。

[0003] 在传统动力电池水冷机组控制中,一般采用开关法控制,将设定温度与电池温度比较,当电池温度高于设定制冷温度时,水冷机组开始制冷,压缩机、电子水泵和冷凝风扇以固定转速运转;当电池温度低于设定制冷温度,压缩机、电子水泵和冷凝风扇停止工作,如此循环控制电池温度的变化。这种控制方法简单,但往往存在以下缺点:

一、压缩机、电子水泵和冷凝风扇频繁启动与停止,极易导致电池内部温差较大,温度均衡性较差,而且没有充分发挥压缩机的变频作用,导致产品使用寿命降低,整车百公里耗电量增加,从而影响整车使用性能。

[0004] 二、水冷机组停止工作后,水泵立即停止工作,造成冷却管路温度过低,无法得到循环冷却,导致制冷器件容易损坏。

### 发明内容

[0005] 本发明公开的是一种动力电池水冷机组系统及其温差智能控制方法,其主要目的在于克服现有技术存在的上述不足和缺点,提供一种电池水冷机组系统的温差智能控制方法,它不仅有效提高动力电池水冷机组控制的自动化程度,而且该控制系统可以根据判断电池平均温度与水冷机组出水温度的差值,通过智能控制算法,实时自适应调整压缩机、电子水泵和冷凝风扇工作转速,从而间接控制动力电池工作在最佳温度范围和温差范围内,并且通过安时积分提前预知电池温度走势,增加修正因子可以有效解决温度采集的迟滞性,更加有效控制动力电池的温度均衡性,延长动力电池使用寿命,而且有效减小水冷机组运行功耗。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

一种动力电池水冷机组系统,所述水冷机组和水冷机组控制器,所述水冷机组包括压缩机、压力开关、冷凝器、冷凝风扇、储液干燥罐、膨胀阀、板式换热器、PTC加热器、三通阀、进水温度传感器、动力电池箱体、出水温度传感器、水箱、电子水泵,所述压缩机、压力开关、冷凝器、冷凝风扇、储液干燥罐、膨胀阀、板式换热器串联接设置;所述PTC加热器、三通阀、进水温度传感器、动力电池箱体、出水温度传感器、水箱、电子水泵串联接设置,并通过所述三通阀与所述板式换热器相并联接设置,所述水冷机组控制器通过CAN总线与所述水冷机组建立数据通信连接,该水冷机组控制器设有一定时期,定时周期为W,该水冷机组设有四个工作模式,分别为等待模式、循环模式、制冷模式和制热模式;

所述的动力电池水冷机组系统的温差智能控制方法,包括以下具体步骤:

步骤一:所述水冷机组低压上电后,系统自检无故障进入等待模式,所述压缩机、电子水泵和冷凝风扇停止工作;

步骤二:所述水冷机组控制器接收所述动力电池箱体中电池单体最低温度 $T_1$ 、电池单体最高温度 $T_2$ 和每个电池模组的温度,并计算整套电池平均温度 $T_3$ ,同时该水冷机组控制器分别采集所述出水温度传感器的出水温度 $T_4$ 和进水温度传感器的进水温度 $T_5$ ,计算电池平均温度 $T_3$ 与水冷机组出水温度 $T_4$ 的系统温差为 $T_6$ ,设定系统温差范围 $[T_7, T_8]$ ,并划分为四级温差阶跃,分别为 $[T_7, (3T_7+T_8)/4]$ 、 $[(3T_7+T_8)/4, (T_7+T_8)/2]$ 、 $[(T_7+T_8)/2, (T_7+4T_8)/4]$ 、 $[(3T_7+T_8)/4, T_8]$ ;设置目标制冷开启温度 $T_9$ 、极限制冷温度 $T_{10}$ 、目标加热开启温度 $T_{11}$ 、极限制热温度 $T_{12}$ ;

步骤三:当满足动力电池平均温度 $T_3$ 高于目标制冷开启温度 $T_9$ 或低于目标加热开启温度 $T_{11}$ 或电池单体温差超过设定值,所述水冷机组进入循环模式,控制系统开启电子水泵,运行转速为初始设定转速 $n_{10}$ ,控制动力电池冷却介质的流量;

步骤四:进入循环模式后,当满足电池平均温度 $T_3$ 高于目标制冷开启温度 $T_9$ 时,由循环模式切入到制冷模式;

步骤五:进入循环模式后,当满足电池平均温度 $T_3$ 低于目标加热开启温度 $T_{11}$ 时,由循环模式切入到制热模式;

步骤六:进入循环模式后,当满足进水温度传感器的进水温度 $T_5$ 和出水温度传感器的出水温度 $T_4$ 达到设定温度,或动力电池箱体中电池单体温差范围超过设定温度,由循环模式切入到所述电子水泵和冷凝风扇全部高速运转;

步骤七:进入循环模式后,当满足动力电池箱体中电池剩余电量低于30%或整车高压下电时,水冷机组跳出循环模式并停止工作。

[0007] 更进一步,所述步骤四的制冷模式包括以下具体步骤:

(1) 进入制冷模式后,关闭三通阀,然后先后开启所述冷凝风扇和压缩机,该冷凝风扇与压缩机的初始运行转速分别为 $n_{20}$ 和 $n_{30}$ ;

(2) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[T_7, (3T_7+T_8)/4]$ 条件,所述压缩机每隔10个定时周期 $W$ 增加转速,每次转速递增量为 $200\text{r/min}$ ,直至达到最高工作转速运行,而冷凝风扇和电子水泵分别工作在中等转速工况;

(3) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, (T_7+T_8)/2]$ 条件,压缩机每隔10个定时周期 $W$ 增加压缩机转速,每次转速递增量为 $100\text{r/min}$ ,直至达到最高工作转速运行,而冷凝风扇和电子水泵每隔20个定时周期 $W$ 增大转速,每次转速递增量为 $50\text{r/min}$ ,直至达到各部件最高工作转速运行;

(4) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(T_7+T_8)/2, (T_7+4T_8)/4]$ 条件,压缩机每隔10个定时周期 $W$ 减小转速,每次转速递减量为 $100\text{r/min}$ ,直至降到初始运行转速,而冷凝风扇和电子水泵每隔10个定时周期 $W$ 增大转速,每次转速递增量为 $50\text{r/min}$ ,直至达到各部件最高工作转速运行;

(5) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, T_8]$ 条件,压缩机每隔5个定时周期 $W$ 减小转速,每次转速递减量为 $200\text{r/min}$ ,直至降到各部件初始运行转速,而冷凝风扇和电子水泵每隔10个定时周期 $W$ 增大转速,每次转速递增量为 $100\text{r/min}$ ,直至达到各部件最高工作转速

运行；

(6) 当进水温度传感器的进水温度 $T_5$ 低于极限制冷温度 $T_{10}$ 时，系统退出制冷模式，所述压缩机和冷凝风扇运行初始转速分别为 $n_{30}$ 和 $n_{20}$ 持续20个定时周期后停止工作，系统回到循环模式。

[0008] 更进一步，所述步骤五的制热模式包括以下具体步骤：

(1) 进入制热模式后，打开三通阀，然后开启PTC加热器，水冷机组利用PTC陶瓷加热技术，根据电池热管理系统方案，系统设计四个加热功率分别为 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 和 $P_4$ ，并满足 $P_1 > P_2 > P_3 > P_4 > 0$ ；

(2) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, T_8]$ 条件，PTC加热功率为 $P_1$ ，电子水泵工作在中等转速工况；

(3) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(T_7+T_8)/2, (T_7+4T_8)/4]$ 条件，PTC加热功率为 $P_2$ ，电子水泵每隔20个定时周期 $W$ 增加转速，每次转速递增量为 $50\text{r/min}$ ，直至达到最高工作转速运行；

(4) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, (T_7+T_8)/2]$ 条件，PTC加热功率为 $P_3$ ，电子水泵每隔10个定时周期 $W$ 增加转速，每次转速递增量为 $100\text{r/min}$ ，直至达到最高工作转速运行；

(5) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[T_7, (3T_7+T_8)/4]$ 条件，PTC加热功率为 $P_4$ ，且电子水泵每隔5个定时周期 $W$ 增加转速，每次转速递增量为 $200\text{r/min}$ ，直至达到最高工作转速运行；

(6) 若进水温度传感器的进水温度 $T_5$ 高于极限制热温度 $T_{12}$ 时，系统退出制热模式，关闭PTC加热器，关闭三通阀，系统回到循环模式。

[0009] 更进一步，所述水冷机组采集CAN总线上电池工作电流，并采用安时积分方法计算电池当前的热量交换能力，提前预知电池温度走势。

[0010] 通过上述对本发明的描述可知，和现有技术相比，本发明的优点在于：

本发明不仅能有效地提高动力电池水冷机组控制的自动化程度，而且该控制系统可自适应调整压缩机、电子水泵和冷凝风扇工作转速，维持动力电池工作在最佳温度范围和温差范围内，并且通过安时积分提前预知电池温度走势，增加修正因子可以有效解决温度采集的迟滞性，更加有效控制动力电池的温度均衡性，延长动力电池使用寿命，而且有效减小水冷机组运行功耗。

## 附图说明

[0011] 图1是发明中动力电池水冷机组的系统架构图。

[0012] 图2 为水冷机组控制方法原理图。

[0013] 图3为本发明制冷模式控制方法原理图。

[0014] 图4为本发明制热模式控制方法原理图。

## 具体实施方式

[0015] 下面参照附图说明来进一步地说明本发明的具体实施方式。

[0016] 如图1至图4所示，一种动力电池水冷机组系统，所述水冷机组和水冷机组控制器，所述水冷机组包括压缩机1、压力开关2、冷凝器3、冷凝风扇4、储液干燥罐5、膨胀阀6、板式

换热器7、PTC加热器8、三通阀9、进水温度传感器10、动力电池箱体11、出水温度传感器12、水箱13、电子水泵14,所述压缩机1、压力开关2、冷凝器3、冷凝风扇4、储液干燥罐5、膨胀阀6、板式换热器7串联接设置;所述PTC加热器8、三通阀9、进水温度传感器10、动力电池箱体11、出水温度传感器12、水箱13、电子水泵14串联接设置,并通过所述三通阀9与所述板式换热器7相并联接设置,所述水冷机组控制器通过CAN总线与所述水冷机组建立数据通信连接,该水冷机组控制器设有一定时期,定时周期为W,该水冷机组设有四个工作模式,分别为等待模式、循环模式、制冷模式和制热模式;

所述的动力电池水冷机组系统的温差智能控制方法,包括以下具体步骤:

步骤一:所述水冷机组低压上电后,系统自检无故障进入等待模式,所述压缩机、电子水泵和冷凝风扇停止工作;

步骤二:所述水冷机组控制器接收所述动力电池箱体中电池单体最低温度T1、电池单体最高温度T2和每个电池模组的温度,并计算整套电池平均温度T3,同时该水冷机组控制器分别采集所述出水温度传感器的出水温度T4和进水温度传感器的进水温度T5,计算电池平均温度T3与水冷机组出水温度T4的系统温差为T6,设定系统温差范围[T7,T8],并划分为四级温差阶跃,分别为[T7, (3T7+T8)/4]、[(3T7+T8)/4, (T7+T8)/2]、[(T7+T8)/2, (T7+4T8)/4]、[(3T7+T8)/4,T8];设置目标制冷开启温度T9、极限制冷温度T10、目标加热开启温度T11、极限制热温度T12;

步骤三:当满足动力电池平均温度T3高于目标制冷开启温度T9或低于目标加热开启温度T11或电池单体温差超过设定值,所述水冷机组进入循环模式,控制系统开启电子水泵,运行转速为初始设定转速n10,控制动力电池冷却介质的流量;

步骤四:进入循环模式后,当满足电池平均温度T3高于目标制冷开启温度T9时,由循环模式切入到制冷模式;

步骤五:进入循环模式后,当满足电池平均温度T3低于目标加热开启温度T11时,由循环模式切入到制热模式;

步骤六:进入循环模式后,当满足进水温度传感器的进水温度T5和出水温度传感器的出水温度T4达到设定温度,或动力电池箱体中电池单体温差范围超过设定温度,由循环模式切入到所述电子水泵和冷凝风扇全部高速运转;

步骤七:进入循环模式后,当满足动力电池箱体中电池剩余电量低于30%或整车高压下电时,水冷机组跳出循环模式并停止工作。

[0017] 更进一步,所述步骤四的制冷模式包括以下具体步骤:

(1) 进入制冷模式后,关闭三通阀,然后先后开启所述冷凝风扇和压缩机,该冷凝风扇与压缩机的初始运行转速分别为n20和n30;

(2) 当系统温差 T 6满足温差阶跃[T7, (3T7+T8)/4]条件,所述压缩机每隔10个定时周期W增加转速,每次转速递增值为200r/min,直至达到最高工作转速运行,而冷凝风扇和电子水泵分别工作在中等转速工况;

(3) 当系统温差 T 6满足温差阶跃[(3T7+T8)/4, (T7+T8)/2]条件,压缩机每隔10个定时周期W增加压缩机转速,每次转速递增值为100r/min,直至达到最高工作转速运行,而冷凝风扇和电子水泵每隔20个定时周期W增大转速,每次转速递增值为50r/min,直至达到各部件最高工作转速运行;

(4) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(T_7+T_8)/2, (T_7+4T_8)/4]$ 条件, 压缩机每隔10个定时周期 $W$ 减小转速, 每次转速递减量为 $100\text{r/min}$ , 直至降到初始运行转速, 而冷凝风扇和电子水泵每隔10个定时周期 $W$ 增大转速, 每次转速递增量为 $50\text{r/min}$ , 直至达到各部件最高工作转速运行;

(5) 当系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, T_8]$ 条件, 压缩机每隔5个定时周期 $W$ 减小转速, 每次转速递减量为 $200\text{r/min}$ , 直至降到各部件初始运行转速, 而冷凝风扇和电子水泵每隔10个定时周期 $W$ 增大转速, 每次转速递增量为 $100\text{r/min}$ , 直至达到各部件最高工作转速运行;

(6) 当进水温度传感器的进水温度 $T_5$ 低于极限制冷温度 $T_{10}$ 时, 系统退出制冷模式, 所述压缩机和冷凝风扇运行初始转速分别为 $n_{30}$ 和 $n_{20}$ 持续20个定时周期后停止工作, 系统回到循环模式。

[0018] 更进一步, 所述步骤五的制热模式包括以下具体步骤:

(1) 进入制热模式后, 打开三通阀, 然后开启PTC加热器, 水冷机组利用PTC陶瓷加热技术, 根据电池热管理系统方案, 系统设计四个加热功率分别为 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 和 $P_4$ , 并满足 $P_1 > P_2 > P_3 > P_4 > 0$ ;

(2) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, T_8]$ 条件, PTC加热功率为 $P_1$ , 电子水泵工作在中等转速工况;

(3) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(T_7+T_8)/2, (T_7+4T_8)/4]$ 条件, PTC加热功率为 $P_2$ , 电子水泵每隔20个定时周期 $W$ 增加转速, 每次转速递增量为 $50\text{r/min}$ , 直至达到最高工作转速运行;

(4) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[(3T_7+T_8)/4, (T_7+T_8)/2]$ 条件, PTC加热功率为 $P_3$ , 电子水泵每隔10个定时周期 $W$ 增加转速, 每次转速递增量为 $100\text{r/min}$ , 直至达到最高工作转速运行;

(5) 若系统温差 $T_6$ 满足温差阶跃 $[T_7, (3T_7+T_8)/4]$ 条件, PTC加热功率为 $P_4$ , 且电子水泵每隔5个定时周期 $W$ 增加转速, 每次转速递增量为 $200\text{r/min}$ , 直至达到最高工作转速运行;

(6) 若进水温度传感器的进水温度 $T_5$ 高于极限制热温度 $T_{12}$ 时, 系统退出制热模式, 关闭PTC加热器, 关闭三通阀, 系统回到循环模式。

[0019] 更进一步, 所述水冷机组采集CAN总线上电池工作电流, 并采用安时积分方法计算电池当前的热量交换能力, 提前预知电池温度走势。

[0020] 本发明不仅能有效地提高动力电池水冷机组控制的自动化程度, 而且该控制系统可自适应调整压缩机、电子水泵和冷凝风扇工作转速, 维持动力电池工作在最佳温度范围和温差范围内, 并且通过安时积分提前预知电池温度走势, 增加修正因子可以有效解决温度采集的迟滞性, 更加有效控制动力电池的温度均衡性, 延长动力电池使用寿命, 而且有效减小水冷机组运行功耗。

[0021] 上述仅为本发明的具体实施方式, 但本发明的设计构思并不仅局限于此, 凡是利用此构思对本发明进行非实质性地改进, 均应该属于侵犯本发明保护范围的行为。

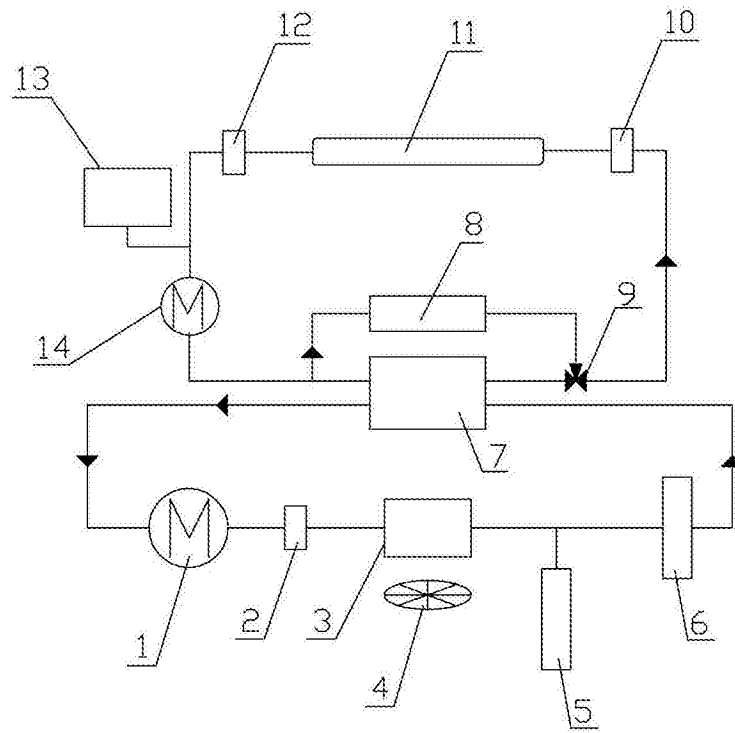


图1

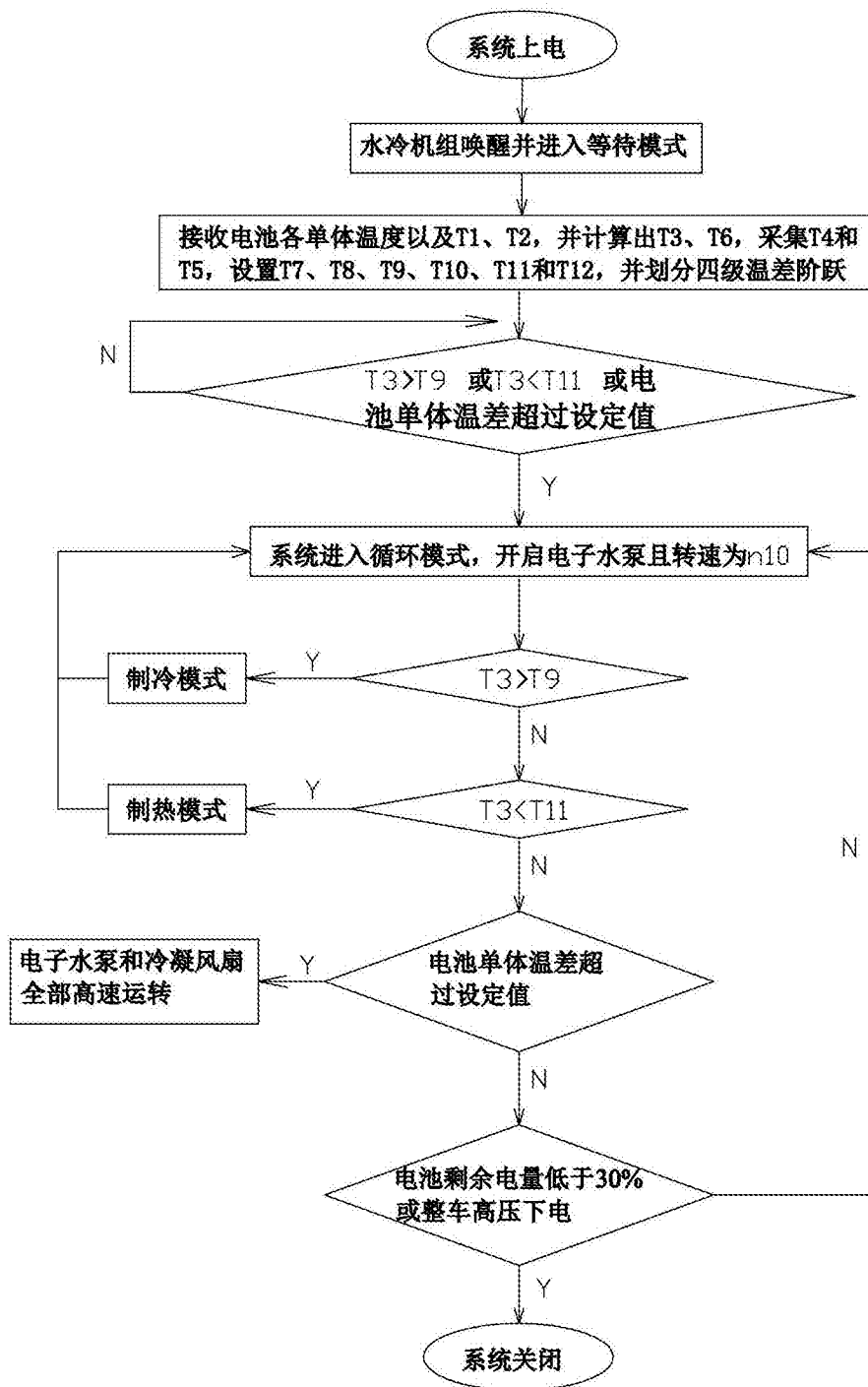


图2

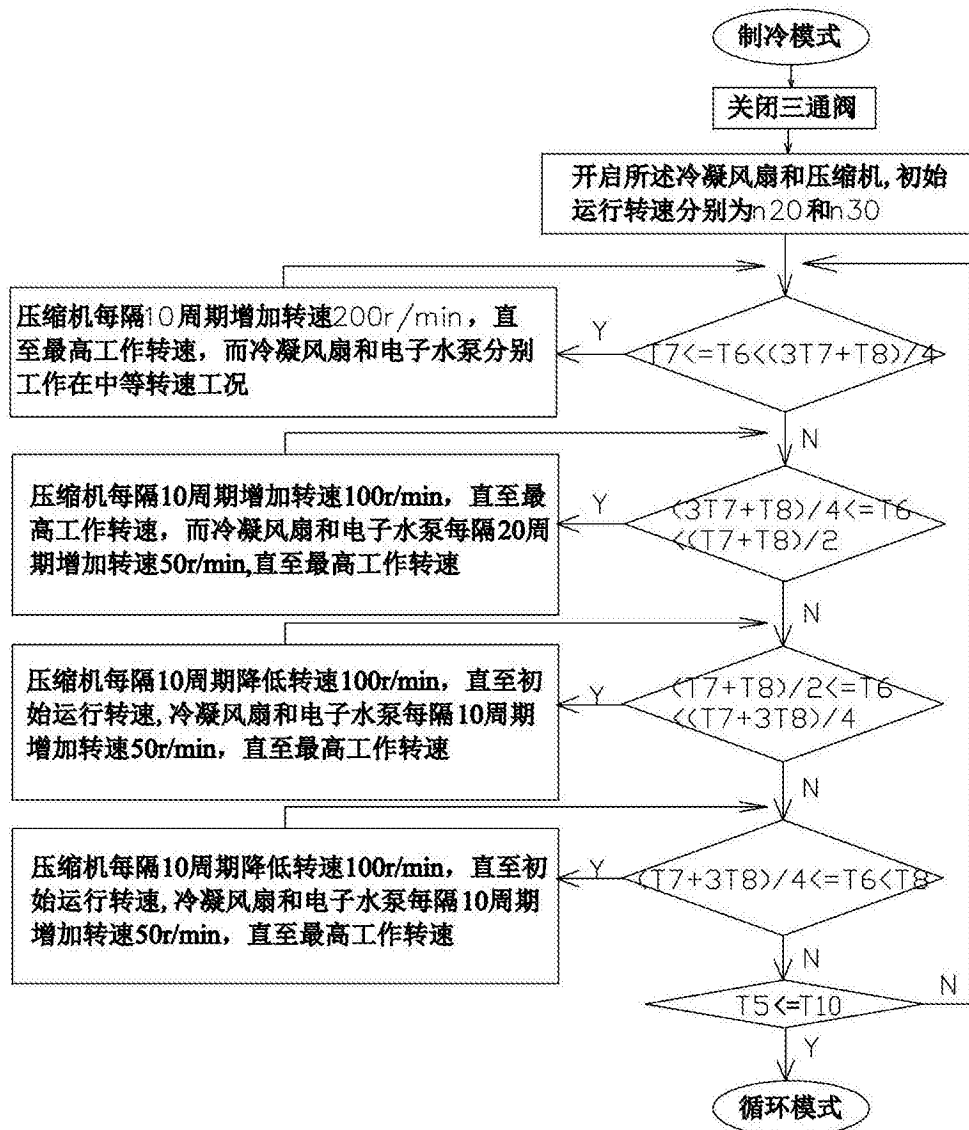


图3

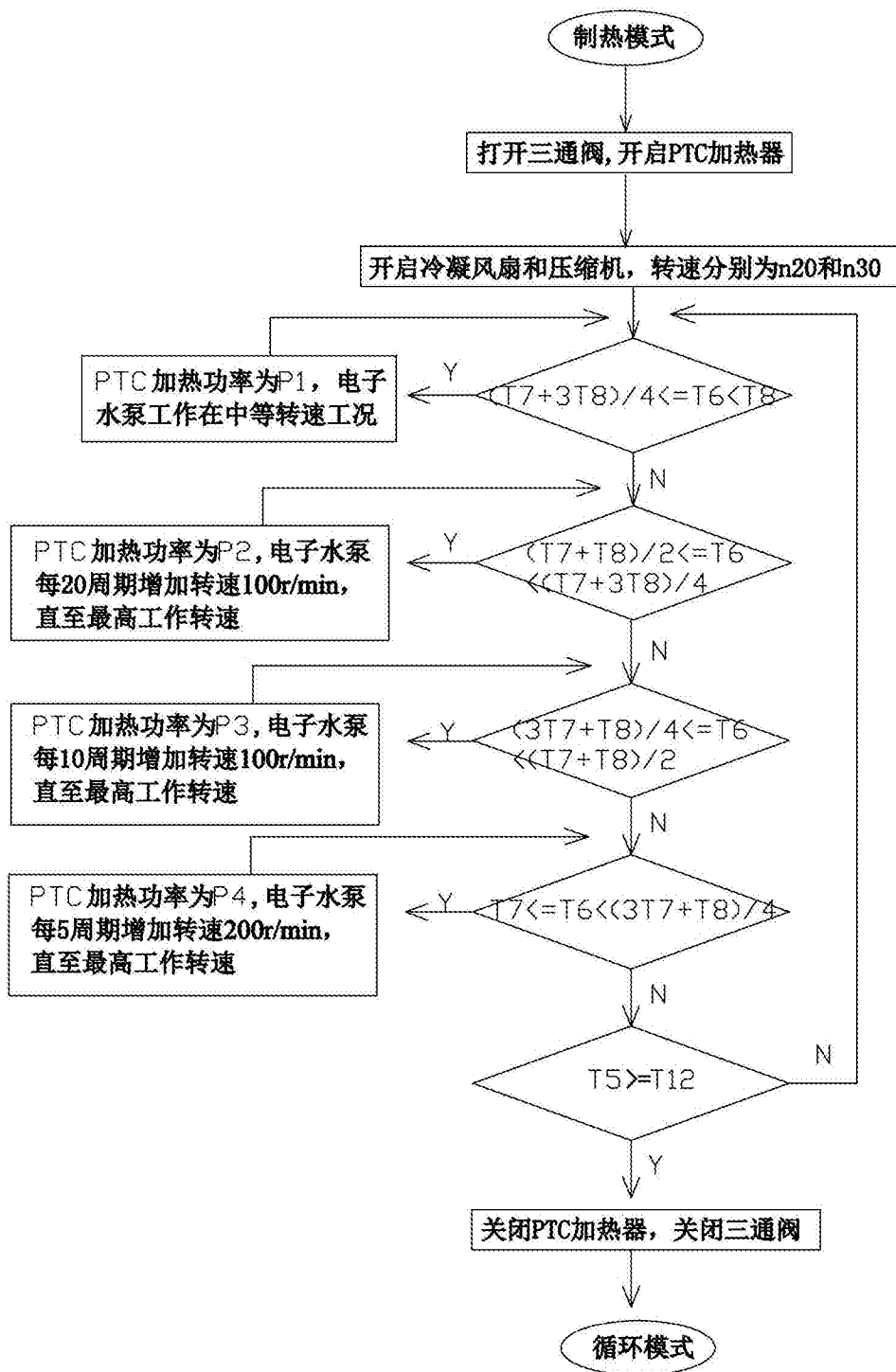


图4