



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109461986 A

(43)申请公布日 2019.03.12

(21)申请号 201811118003.X

(22)申请日 2018.09.26

(71)申请人 铠龙东方汽车有限公司

地址 214000 江苏省无锡市惠山工业转型  
集聚区北惠路

(72)发明人 漆利国 沈峰 张佳林 季悦

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/633(2014.01)

H01M 10/48(2006.01)

B60L 58/24(2019.01)

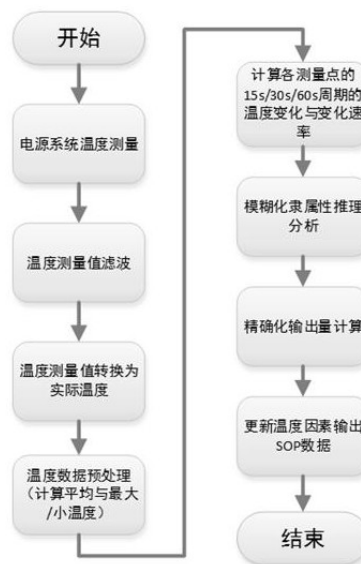
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种新能源汽车动力电源系统热管理方法

(57)摘要

本发明属于新能源纯电动汽车和混合动力汽车动力电池技术领域,具体涉及一种新能源汽车动力电源系统热管理方法。该新能源汽车动力电源系统热管理方法,包括以下步骤:(1)电源系统温度测量;(2)温度数据分析;(3)温度数据模糊化处理;(4)电源系统工作状态自动控制处理:将分析得到的输出量与控制量结果进行输出,控制动力电源系统的工作状态;(5)重复以上步骤(1)~(4)。其有益效果是:可以实时监测动力电源系统在多个特定时间周期的热变化趋势、动态特性,对温度及其变化情况提前作出响应控制,使动力电池组的热管理多维输入特性的控制简单有效。



1. 一种新能源汽车动力电源系统热管理方法,包括以下步骤:

(1) 电源系统温度测量:电池管理系统周期测量电源系统中各部分电池温度,并进行转换与滤波处理,得到各测量点的温度数据;

(2) 温度数据分析:分别以15s、30s、60s作为时间周期,计算并记录各自时间段内的实时温度、温度变化值、温度变化速率的有关数据;

(3) 温度数据模糊化处理:将温度数据分析所得的温度状态数据进行模糊化处理;

(4) 电源系统工作状态自动控制处理:将分析得到的输出量与控制量结果进行输出,控制动力电源系统的工作状态;

(5) 重复以上步骤(1)~(4),达到实施监测自动控制的目的。

2. 根据权利要求1所述的一种新能源汽车动力电源系统热管理方法,其特征在于:所述温度数据模糊化处理包括温度数据在所设计的隶属函数下的隶属性推理分析,再按预先所设计的控制规则进行精确化计算得出控制量。

3. 根据权利要求1所述的一种新能源汽车动力电源系统热管理方法,其特征在于:所述控制量主要有电池组的输入/输出功率控制,辅助热管理部件——加热/散热部件的输出功率控制。

## 一种新能源汽车动力电源系统热管理方法

[0001]

### 技术领域

[0002] 本发明属于新能源纯电动汽车和混合动力汽车动力电池技术领域,具体涉及一种新能源汽车动力电源系统热管理方法。

### 背景技术

[0003] 动力电池组在新能源纯电动汽车、混合动力汽车等领域中广泛应用。车载动力电池在使用过程中需要进行有效的管理,以使车载动力电池工作于安全、高效状态,延长或保证其使用循环寿命的目的的同时,从而在保证整车与人员安全的前提下和好的驾乘体验。

[0004] 动力电池组通过电池管理系统对其工作状态进行实时监测与管理,电池管理系统是使用二次电池作为行驶能量来源之一的新能源汽车核心电控系统之一。热管理是电池管理系统的核心功能之一,传统的热管理策略是直接以当前测量温度作为管理控制条件:测量电池温度过高或过低时直接禁止或限制电池组的动力输出,无法提前预判其动态趋势,虽然具有热管理功能,但仍然容易造成热失控。用该策略不仅可对动力电源系统中的电池工作状态进行管控,还可对电源系统中诸如辅助热管理部件进行控制,据此结合控制电源系统的工作状态。

### 发明内容

[0005] 本发明为了弥补现有技术的缺陷,提供了一种可以实时监测动力电源系统在多个特定时间周期的热变化趋势、动态特性,对温度及其变化情况提前作出响应控制的新能源汽车动力电源系统热管理方法。

[0006] 本发明是通过如下技术方案实现的:

一种新能源汽车动力电源系统热管理方法,包括以下步骤:

(1) 电源系统温度测量:电池管理系统周期测量电源系统中各部分电池温度,并进行必要的转换与滤波处理,得到各测量点的温度数据;

(2) 温度数据分析:分别以15s、30s、60s作为时间周期,计算并记录各自时间段内的实时温度、温度变化值、温度变化速率等温度有关数据;

(3) 温度数据模糊化处理:将温度数据分析所得的温度状态数据进行模糊化处理;

(4) 电源系统工作状态自动控制处理:将分析得到的输出量与控制量结果进行输出,控制动力电源系统的工作状态;

(5) 重复以上步骤(1)~(4),达到实施监测自动控制的目的。

[0007] 进一步,所述温度数据模糊化处理包括温度数据在所设计的隶属函数下的隶属性推理分析,再按预先所设计的控制规则进行精确化计算得出控制量。

[0008] 进一步,所述控制量主要有电池组的输入/输出功率控制,辅助热管理部件——加热/散热部件的输出功率控制。

[0009] 本发明的有益效果是：

(1)可以实时监测动力电源系统在多个特定时间周期的热变化趋势、动态特性,对温度及其变化情况提前作出响应控制；

(2)实时动态模糊推理分析调整电源系统的热影响工作参数,提前对其作出响应调整,使电源系统工作于最适宜状态；

(3)采用模糊控制算法具有适用于多输入多输出(MIMO)控制系统特性,使动力电池组的热管理多维输入特性的控制简单有效。

### 附图说明

[0010] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0011] 附图1为动力电池组热管理流程示意图；

附图2为辅助热管理部件工作状态控制流程示意图；

附图3为电池组的输出SOP与温度趋势关系曲线；

附图4为电池组的输出SOP与温度动态变化情况关系图；

附图5为电池组的温度与辅助热管理部件关系图。

### 具体实施方式

[0012] 下面结合实施例对本发明一种新能源汽车动力电源系统热管理方法进行进一步说明。

[0013] 该发明一种新能源汽车动力电源系统热管理方法,包括以下步骤：

(1)电源系统温度测量:电池管理系统实时在线周期测量电源系统中各电池部分温度输入信号幅值,根据该值先进行适当的滤波处理,避免干扰等无效和不合理信号的影响,得到有效的测量信号后,再结合温度传感器特性参数进行计算,转换为实际的温度值,得到各测量点的温度数据——电池组各点温度及其均值、最大最小值；

(2)温度数据分析:分别以15s、30s、60s作为时间周期,进行模糊化计算并记录各自时间段内的实时温度、温度变化值、温度变化速率等温度有关数据,并分析各温度数据的最大、最小以及均值；

表一 不同周期温度数据预处理分析表

	15s 周期	30s 周期	60s 周期
当前温度	Tc15	Tc30	Tc60
温度变化	Te15	Te30	Te60
温度变化速率	Ta15	Ta30	Ta60

(3)温度数据模糊化处理:将温度数据分析所得的温度状态数据进行模糊化处理；

对各周期温度分析数据的数据隶属性进行推理分析,得出其数据的隶属性:

表二 不同周期下电池温度数据隶属性表

	15s 周期	30s 周期	60s 周期
当前温度 隶属性: 依次为平 均/最大/ 最小	$\mu$ $E_{ave}(Tc15)$	—	—
	$\mu$ $E_{max}(Tc15)$	—	—
	$\mu$ $E_{min}(Tc15)$	—	—
温度变化 隶属性: 依次为平 均/最大/ 最小	$\mu$ $E_{ave}(Te15)$	$\mu$ $E_{ave}(Te30)$	$\mu$ $E_{ave}(Te60)$
	$\mu$ $E_{max}(Te15)$	$\mu$ $E_{max}(Te30)$	$\mu$ $E_{max}(Te60)$
	$\mu$ $E_{min}(Te15)$	$\mu$ $E_{min}(Te30)$	$\mu$ $E_{min}(Te60)$
温度变化 速率隶属 性: 依次 为平均/最 大/最小	$\mu$ $E_{ave}(Ta15)$	$\mu$ $E_{ave}(Ta30)$	$\mu$ $E_{ave}(Ta60)$
	$\mu$ $E_{max}(Ta15)$	$\mu$ $E_{max}(Ta30)$	$\mu$ $E_{max}(Ta60)$
	$\mu$ $E_{min}(Ta15)$	$\mu$ $E_{min}(Ta30)$	$\mu$ $E_{min}(Ta60)$

表三 不同周期下电池温度数据隶属性表(辅助热管理部件控制)

	15s 周期	30s 周期	60s 周期
当前温度隶属性: 依次为平均/最大/最小	$\mu$ <b>Aave(Tc15)</b>	—	—
	$\mu$ <b>Amax(Tc15)</b>	—	—
	$\mu$ <b>Amin(Tc15)</b>	—	—
温度变化隶属性: 依次为平均/最大/最小	$\mu$ <b>Aave(Te15)</b>	$\mu$ <b>Aave(Te30)</b>	$\mu$ <b>Aave(Te60)</b>
	$\mu$ <b>Amax(Te15)</b>	$\mu$ <b>Amax(Te30)</b>	$\mu$ <b>Amax(Te60)</b>
	$\mu$ <b>Amin(Te15)</b>	$\mu$ <b>Amin(Te30)</b>	$\mu$ <b>Amin(Te60)</b>
温度变化速率隶属性: 依次为平均/最大/最小	$\mu$ <b>Aave(Ta15)</b>	$\mu$ <b>Aave(Ta30)</b>	$\mu$ <b>Aave(Ta60)</b>
	$\mu$ <b>Amax(Ta15)</b>	$\mu$ <b>Amax(Ta30)</b>	$\mu$ <b>Amax(Ta60)</b>
	$\mu$ <b>Amin(Ta15)</b>	$\mu$ <b>Amin(Ta30)</b>	$\mu$ <b>Amin(Ta60)</b>

再按预先所设计的电池组控制规则进行精确化计算得出输出量, 电池组的温度点的输入/输出功率控制温度影响输出量如下:

I、电池组当前温度输出量:

$$SOP_B(Tc) = \mu_{Bave}(Tc15) * MB_{ave}(Tc15) + \mu_{Bmax}(Tc15) * MB_{max}(Tc15) + \mu_{Bmin}(Tc15) * MB_{min}(Tc15)$$

其中:  $SOP_B(Tc)$  为根据15s周期的当前温度计算所得的输出量;

$MB_{ave}(Tc15)$  为15s周期的当前温度平均值的输出量因子;

$MB_{max}(Tc15)$  为15s周期的当前温度最大值的输出量因子;

$MB_{min}(Tc15)$  为15s周期的当前温度最小值的输出量因子;

**II、电池组温度变化输出量：**

$$SOP_B(Te15) = \mu_{Bave}(Te15) * MB_{ave}(Te15) + \mu_{Bmax}(Te15) * MB_{max}(Te15) + \mu_{Bmin}(Te15) * MB_{min}(Te15)$$

$$SOP_B(Te30) = \mu_{Bave}(Te30) * MB_{ave}(Te30) + \mu_{Bmax}(Te30) * MB_{max}(Te30) + \mu_{Bmin}(Te30) * MB_{min}(Te30)$$

$$SOP_B(Te60) = \mu_{Bave}(Te60) * MB_{ave}(Te60) + \mu_{Bmax}(Te60) * MB_{max}(Te60) + \mu_{Bmin}(Te60) * MB_{min}(Te60)$$

$$SOP_B(Te) = SOP_B(Te15) * MB(Te15) + SOP_B(Te30) * MB(Te30) + SOP_B(Te60) * MB(Te60)$$

其中： $MB_{ave}(Te15)$ 、 $MB_{max}(Te15)$ 、 $MB_{min}(Te15)$  为15s周期的温度变化输出量因子；

$MB_{ave}(Te30)$ 、 $MB_{max}(Te30)$ 、 $MB_{min}(Te30)$  为30s周期的温度变化输出量因子；

$MB_{ave}(Te60)$ 、 $MB_{max}(Te60)$ 、 $MB_{min}(Te60)$  为60s周期的温度变化输出量因子；

$MB(Te15)$ 、 $MB(Te30)$ 、 $MB(Te60)$  为温度变化输出量在不同周期下的输出量因子；

$SOP_B(Te15)$  为根据15s周期的温度变化计算所得的输出量；

$SOP_B(Te30)$  为根据30s周期的温度变化计算所得的输出量；

$SOP_B(Te60)$  为根据60s周期的温度变化计算所得的输出量；

$SOP_B(Te)$  为温度变化计算所得的总输出量；

**III、电池组温度变化速率输出量：**

$$SOP_B(Ta15) = \mu_{Bave}(Ta15) * MB_{ave}(Ta15) + \mu_{Bmax}(Ta15) * MB_{max}(Ta15) + \mu_{Bmin}(Ta15) * MB_{min}(Ta15)$$

$$SOP_B(Ta30) = \mu_{Bave}(Ta30) * MB_{ave}(Ta30) + \mu_{Bmax}(Ta30) * MB_{max}(Ta30) + \mu_{Bmin}(Ta30) * MB_{min}(Ta30)$$

$$SOP_B(Ta60) = \mu_{Bave}(Ta60) * MB_{ave}(Ta60) + \mu_{Bmax}(Ta60) * MB_{max}(Ta60) + \mu_{Bmin}(Ta60) * MB_{min}(Ta60)$$

$$SOP_B(Ta) = SOP_B(Ta15) * MB(Ta15) + SOP_B(Ta30) * MB(Ta30) + SOP_B(Ta60) * MB(Ta60)$$

其中： $MB_{ave}(Ta15)$ 、 $MB_{max}(Ta15)$ 、 $MB_{min}(Ta15)$  为15s周期的温度变化速率输出量因子；

$MB_{ave}(Ta30)$ 、 $MB_{max}(Ta30)$ 、 $MB_{min}(Ta30)$  为30s周期的温度变化速率输出量因子；

$MB_{ave}(Ta60)$ 、 $MB_{max}(Ta60)$ 、 $MB_{min}(Ta60)$  为60s周期的温度变化速率输出量因子；

$MB(Te15)$ 、 $MB(Te30)$ 、 $MB(Te60)$  为温度变化速率输出量在不同周期下的输出量因子；

$SOP_B(Ta15)$  为根据15s周期的温度变化速率计算所得的输出量；

$SOP_B(Ta30)$  为根据30s周期的温度变化速率计算所得的输出量；

$SOP_B(Ta60)$  为根据60s周期的温度变化速率计算所得的输出量；

$SOP_B(Ta)$  为温度变化速率计算所得的总输出量；

**IV、电池组的综合温度输出量：**

$$SOP_B(T) = SOP_B(Tc) + SOP_B(Te) + SOP_B(Ta)$$

其中： $SOP_B(T)$  为动力电源系统电池组的温度因素计算所得的总输出量；

加热/制冷(或散热)部件的输出功率控制,结合当前温度、温度变化、温度变化速率的精确化计算控制量如下：

**I、电池组当前温度控制量：**

$$P_A(Tc) = \mu_{Ave}(Tc15) * MA_{Ave}(Tc15) + \mu_{Amax}(Tc15) * MA_{max}(Tc15) + \mu_{Amin}(Tc15) * MA_{min}(Tc15)$$

其中： $P_A(Tc)$  为根据15s周期的当前温度计算所得的功率控制量；

$MA_{Ave}(Tc15)$  为15s周期的当前温度平均值的控制量因子；

$MA_{max}(Tc15)$  为15s周期的当前温度最大值的控制量因子；

$MA_{min}(Tc15)$  为15s周期的当前温度最小值的控制量因子；

II、电池组温度变化控制量：

$$P_A(Te15) = \mu_{Ave}(Te15) * MA_{Ave}(Te15) + \mu_{Amax}(Te15) * MA_{max}(Te15) + \mu_{Amin}(Te15) * MA_{min}(Te15)$$

$$P_A(Te30) = \mu_{Ave}(Te30) * MA_{Ave}(Te30) + \mu_{Amax}(Te30) * MA_{max}(Te30) + \mu_{Amin}(Te30) * MA_{min}(Te30)$$

$$P_A(Te60) = \mu_{Ave}(Te60) * MA_{Ave}(Te60) + \mu_{Amax}(Te60) * MA_{max}(Te60) + \mu_{Amin}(Te60) * MA_{min}(Te60)$$

$$P_A(Te) = P_A(Te15) * MA(Te15) + P_A(Te30) * MA(Te30) + P_A(Te60) * MA(Te60)$$

其中： $MA_{Ave}(Te15)$ 、 $MA_{max}(Te15)$ 、 $MA_{min}(Te15)$  为15s周期的温度变化控制量因子；

$MA_{Ave}(Te30)$ 、 $MA_{max}(Te30)$ 、 $MA_{min}(Te30)$  为30s周期的温度变化控制量因子；

$MA_{Ave}(Te60)$ 、 $MA_{max}(Te60)$ 、 $MA_{min}(Te60)$  为60s周期的温度变化控制量因子；

$MA(Te15)$ 、 $MA(Te30)$ 、 $MA(Te60)$  为温度变化控制量在不同周期下的控制量因子；

$P_A(Te15)$  为根据15s周期的温度变化计算所得的功率控制量；

$P_A(Te30)$  为根据30s周期的温度变化计算所得的功率控制量；

$P_A(Te60)$  为根据60s周期的温度变化计算所得的功率控制量；

$P_A(Te)$  为温度变化计算所得的总功率控制量；

III、电池组温度变化速率控制量：

$$P_A(Ta15) = \mu_{Ave}(Ta15) * MA_{Ave}(Ta15) + \mu_{Amax}(Ta15) * MA_{max}(Ta15) + \mu_{Amin}(Ta15) * MA_{min}(Ta15)$$

$$P_A(Ta30) = \mu_{Ave}(Ta30) * MA_{Ave}(Ta30) + \mu_{Amax}(Ta30) * MA_{max}(Ta30) + \mu_{Amin}(Ta30) * MA_{min}(Ta30)$$

$$P_A(Ta60) = \mu_{Ave}(Ta60) * MA_{Ave}(Ta60) + \mu_{Amax}(Ta60) * MA_{max}(Ta60) + \mu_{Amin}(Ta60) * MA_{min}(Ta60)$$

$$P_A(Ta) = P_A(Ta15) * MA(Ta15) + P_A(Ta30) * MA(Ta30) + P_A(Ta60) * MA(Ta60)$$

其中： $MA_{Ave}(Ta15)$ 、 $MA_{max}(Ta15)$ 、 $MA_{min}(Ta15)$  为15s周期的温度变化速率控制量因子；

$MA_{Ave}(Ta30)$ 、 $MA_{max}(Ta30)$ 、 $MA_{min}(Ta30)$  为30s周期的温度变化速率控制量因子；

$MA_{Ave}(Ta60)$ 、 $MA_{max}(Ta60)$ 、 $MA_{min}(Ta60)$  为60s周期的温度变化速率控制量因子；

$MA(Te15)$ 、 $MA(Te30)$ 、 $MA(Te60)$  为温度变化速率控制量在不同周期下的控制量因子；

$PA(Ta15)$  为根据15s周期的温度变化速率计算所得的功率控制量；

$PA(Ta30)$  为根据30s周期的温度变化速率计算所得的功率控制量；

$PA(Ta60)$  为根据60s周期的温度变化速率计算所得的功率控制量；

$PA(Ta)$  为温度变化速率计算所得的总功率控制量；



IV、电池组的综合温度控制量：

$$P_A(T) = P_A(T_c) + P_A(T_e) + P_A(T_a)$$

其中： $P_A(T)$  为动力电源系统电池组辅助热管理部件的总功率控制量，负值为散热控制，正值为加热控制；

(4) 电源系统工作状态自动控制处理：将分析得到的输出量与控制量结果进行输出控制动力电源系统的工作状态；

(5) 重复以上步骤(1)~(4)，达到实施监测自动控制的目的。

[0014] 实施例一：

图3是电池组的输出SOP与温度趋势关系曲线，在温度为 $-20^{\circ}\text{C}$  ~  $20^{\circ}\text{C}$  时，电池组的输出SOP随温度的上升而逐渐增大，在温度升高到 $20^{\circ}\text{C}$  ~  $35^{\circ}\text{C}$  时，电池组输出满功率(SOP=100%)，温度超过 $35^{\circ}\text{C}$  后输出功率开始下降， $60^{\circ}\text{C}$  及以上时降为0。

[0015] 实施例二：

图4是电池组的输出SOP与温度动态变化情况关系图，从图中曲线可见，在 $30^{\circ}\text{C}$  及其以下温度，SOP逐渐增大直至100%，达到 $30^{\circ}\text{C}$  后但温度仍然继续上升，则SOP开始波动呈现下降趋势。在温度开始快速下降时，SOP则逐步回升，最后在130min后温度与SOP出现在小范围的波动整体处于稳定状态。

[0016] 实施例三：

图5是电池组的温度与辅助热管理部件(加热与散热部件)关系图，从图中曲线可见，在 $0^{\circ}\text{C}$  及其以下温度，加热部件满负荷工作，达到 $0^{\circ}\text{C}$  后加热功率逐步下降，而温度仍然继续上升但趋于缓慢；当温度上升到 $5^{\circ}\text{C}$  时加热部件输出功率为0，关闭加热部件，此过程中时散热部件不工作，在温度上升至 $30^{\circ}\text{C}$  且仍然在升高时，散热部件开始启动，直至 $35^{\circ}\text{C}$  散热部件开始满功率工作，100min后温度呈现下降趋势，散热功率也开始下降，112min后开始趋于稳定状态。

[0017] 本发明不局限于上述实施方式，任何人应得知在本发明的启示下作出的与本发明具有相同或相近的技术方案，均落入本发明的保护范围之内。

[0018] 本发明未详细描述的技术、形状、构造部分均为公知技术。

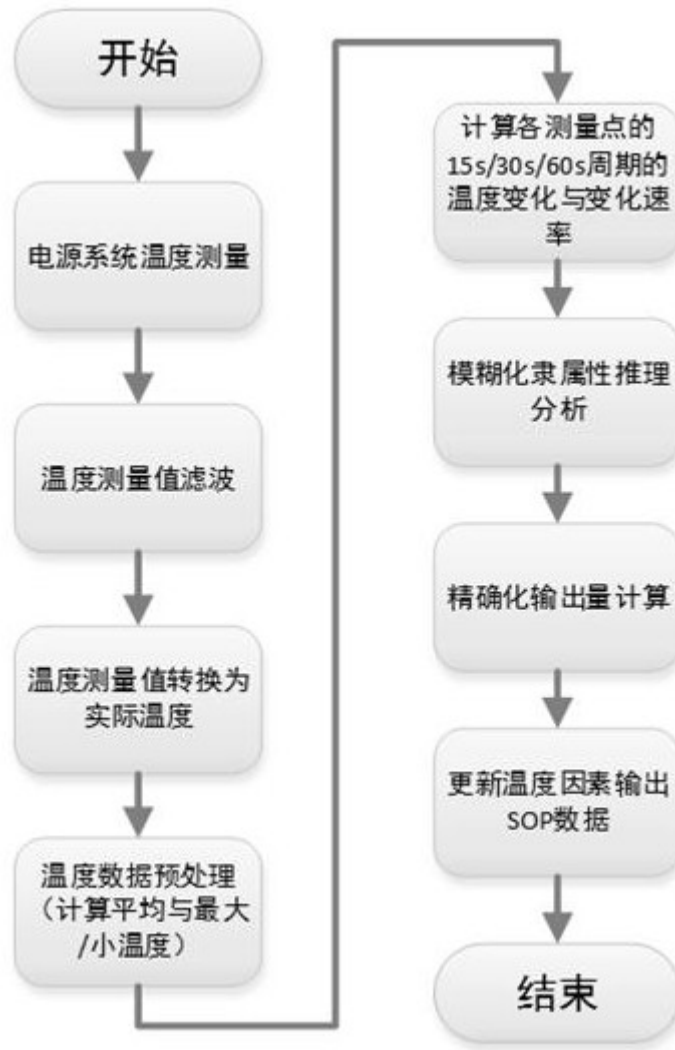


图1

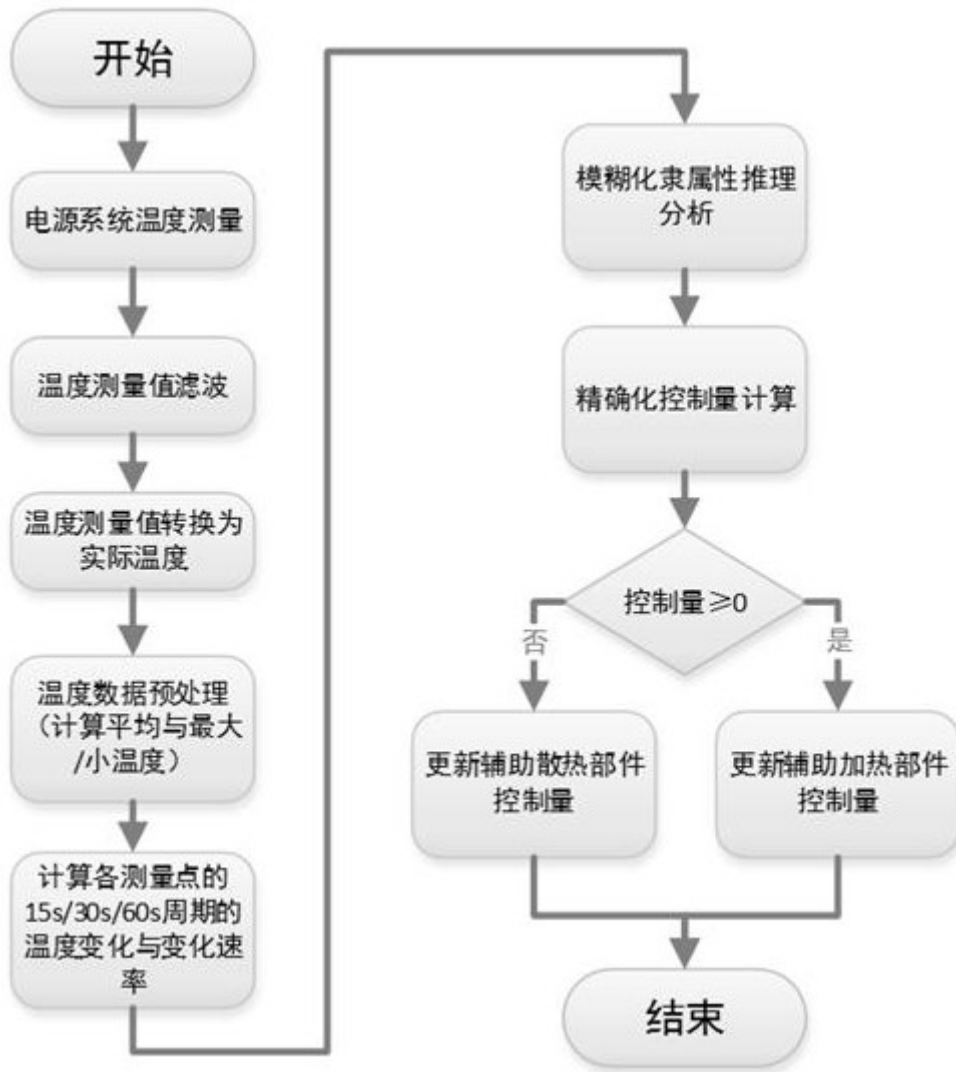


图2

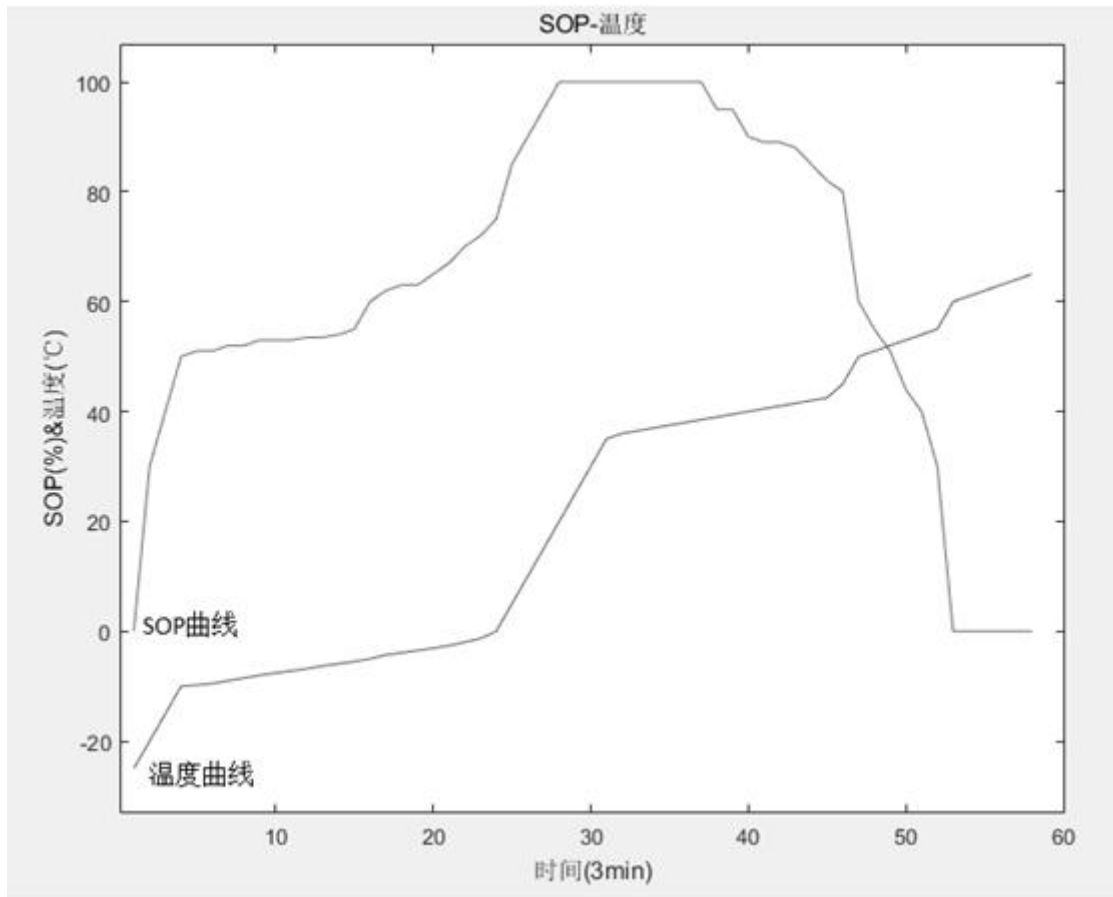


图3

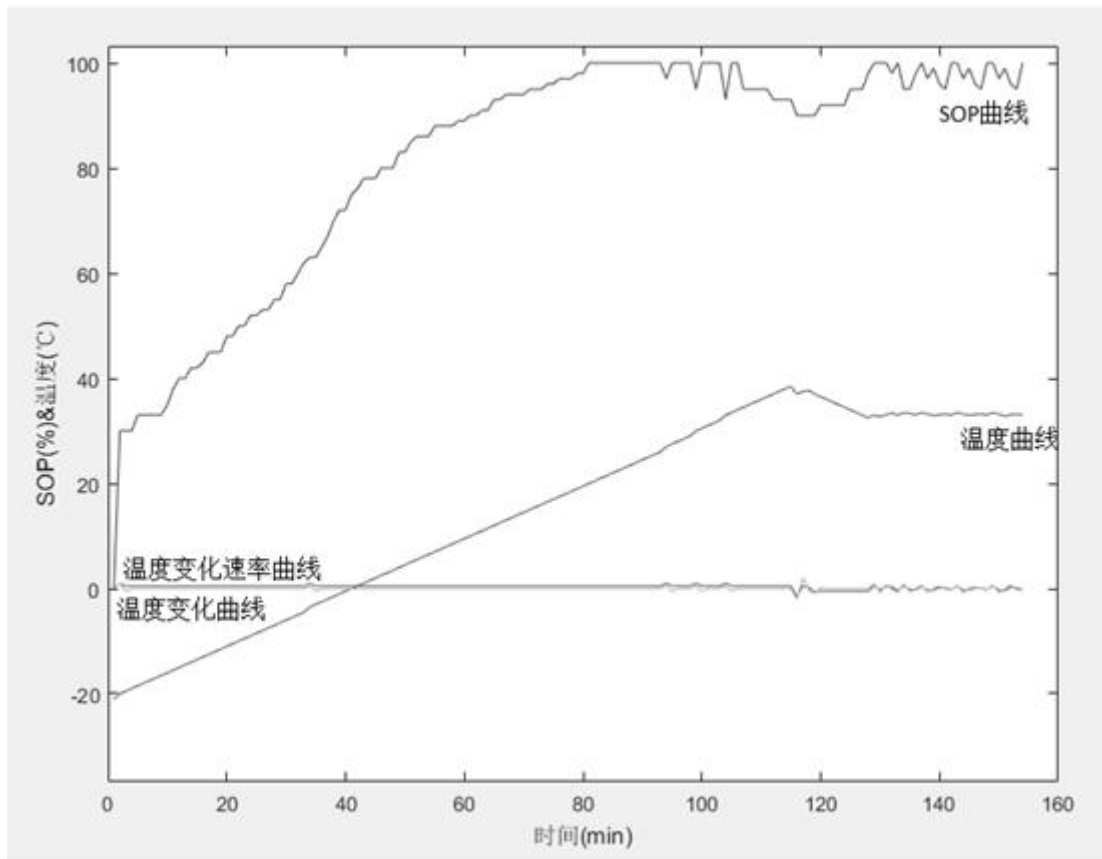


图4

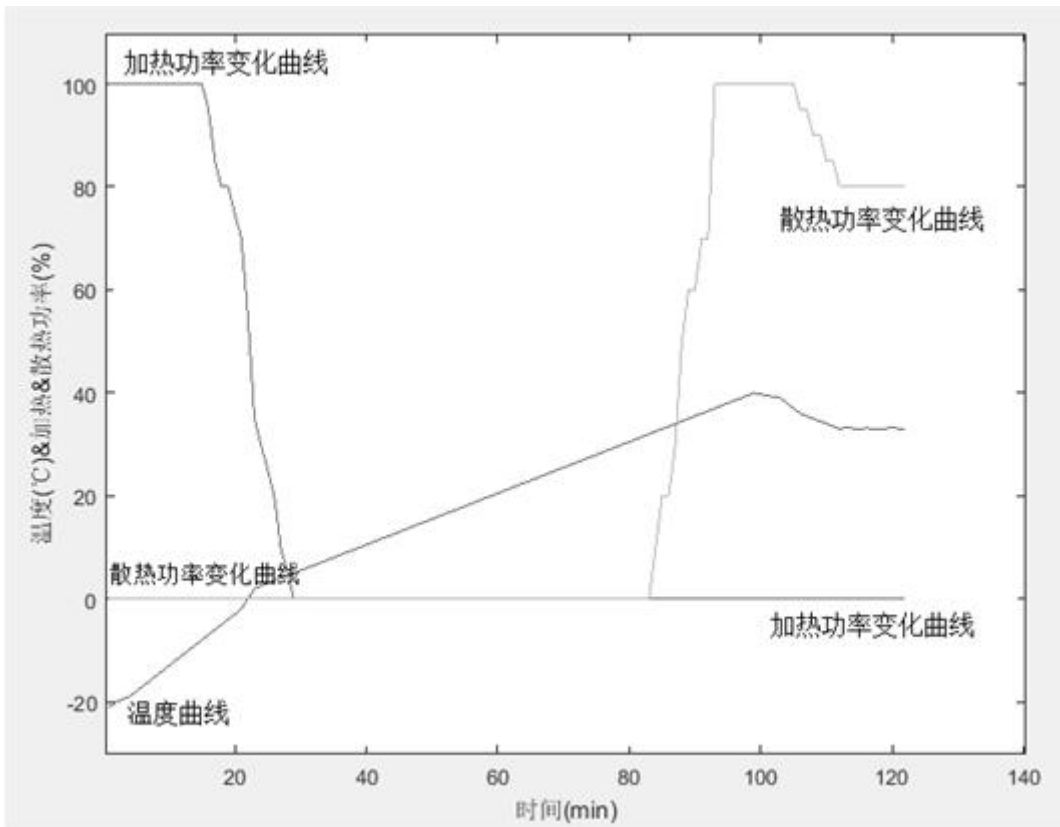


图5