



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110880628 A

(43)申请公布日 2020.03.13

(21)申请号 201911076254.0

H01M 10/633(2014.01)

(22)申请日 2019.11.06

H01M 10/6567(2014.01)

(71)申请人 东风航盛(武汉)汽车控制系统有限公司

H01M 10/66(2014.01)

地址 430056 湖北省武汉市武汉经济技术开发区沌阳大道339号五号厂房

B60L 3/00(2019.01)

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

(72)发明人 严加育 刘振

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 俞鸿 刘代乐

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

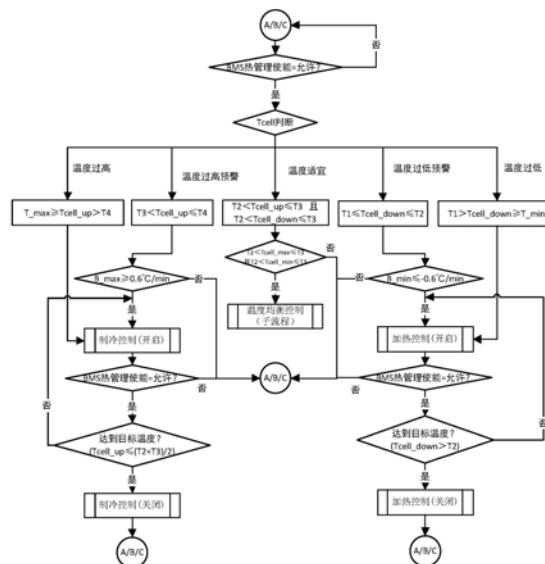
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

基于温度变化率的电池温度预处理及电池热管理方法

(57)摘要

本发明涉及电池热管理技术领域,具体涉及一种基于温度变化率的电池温度预处理及电池热管理方法。设定电池电芯的温度限值,确定一个不超过电池电芯温度限值的预警温度区间;当电池电芯的温度在预警温度区间时,获取电池电芯温度的变化率,当电池电芯温度的变化率达到或超过设定的电池电芯温度的变化率时,启动对电池温度的控制。利用温度值结合温度变化率预判电池系统温度变化趋势,实现温度预处理,防止滞后处理而造成电池性能受损,防止过早处理而造成效率低下且浪费电池能量。



CN 110880628 A

1. 一种基于温度变化率的电池温度预处理方法,其特征在于:设定电池电芯的温度限值,确定一个不超过电池电芯温度限值的预警温度区间;当电池电芯的温度在预警温度区间时,获取电池电芯温度的变化率,当电池电芯温度的变化率达到或超过设定的电池电芯温度的变化率时,启动对电池温度的控制。

2. 如权利要求1所述基于温度变化率的电池温度预处理方法,其特征在于:所述预警温度区间靠近温度限值端的温度不等于温度限值。

3. 如权利要求1所述基于温度变化率的电池温度预处理方法,其特征在于:所述电池电芯温度的变化率是单位时间内,电池包内单体电芯中的最高温度的变化率或最低温度变化率。

4. 如权利要求1所述基于温度变化率的电池温度预处理方法,其特征在于:当电池电芯温度超过预警温度区间,启动对电池温度的控制。

5. 一种电池热管理控制方法,其特征在于:

设定高温报警区间、高温预警区间、温度适宜区;

采集有效电芯单体最高温度 $T_{cell\_max}$ ,获取用于控制模块逻辑判断的电芯单体最高温度 $T_{cell\_up}$ ,以及有效电芯单体最高温度的温度变化率 $B_{max}$ ,所述 $B_{max}$ 基于 $T_{cell\_max}$ 进行计算;

基于 $T_{cell\_up}$ 和 $B_{max}$ 进行热管理,所述热管理为;

当 $T_{cell\_up}$ 落入高温预警区间且 $B_{max}$ 不小于标定值,或 $T_{cell\_up}$ 落入高温报警区间时,对电池进行制冷处理;

所述高温报警区间的温度高于高温预警区间的温度。

6. 根据权利要求5所述的电池热管理控制方法,其特征在于:它还包括设定的低温预警区和低温报警区,所述低温报警区的温度低于低温预警区的温度;

采集有效电芯单体最低温度 $T_{cell\_min}$ ,获取用于控制模块逻辑判断的电芯单体最低温度 $T_{cell\_down}$ ,以及有效电芯单体最低温度的温度变化率 $B_{min}$ ,所述 $B_{min}$ 基于 $T_{cell\_min}$ 进行计算;

基于 $T_{cell\_down}$ 及 $B_{min}$ 进行热管理,所述热管理为;

当 $T_{cell\_down}$ 落入低温预警区间且 $B_{min}$ 不大于标定值,或 $T_{cell\_down}$ 落入低温报警区间时,对电池进行制热处理。

7. 根据权利要求6所述的电池热管理控制方法,其特征在于:所述 $T_{cell\_down}$ 、 $T_{cell\_up}$ 均落入温度适宜区间时,还对电池的 $T_{cell\_max}$ 、 $T_{cell\_min}$ 、 $T_{cell\_diff}$ 进行判断;

当 $T_{cell\_max}$ 、 $T_{cell\_min}$ 均落入温度适宜区间,且 $T_{cell\_diff}$ 大于标定值时,对电池进行温度均衡控制;

其中, $T_{cell\_max}$ 为有效电芯单体最高温度, $T_{cell\_min}$ 为有效电芯单体最低温度;

$T_{cell\_diff}$ 为有效电芯单体温度最大温差,所述 $T_{cell\_diff} = |T_{cell\_max} - T_{cell\_min}|$ 。

8. 根据权利要求6所述的电池热管理控制方法,其特征在于:所述高温报警区间为 $[T_{max}, T_4]$ ,所述高温预警区间为 $(T_3, T_4]$ ,所述温度适宜区间为 $(T_2, T_3]$ ,所述低温预警区间为 $[T_1, T_2]$ ,所述低温报警区间为 $(T_1, T_{min}]$ ;

电池在DC充电状态下的 $T_1 >$  电池在放电状态下的 $T_1 >$  电池在AC充电状态下的 $T_1$ ;

电池在DC充电状态下的 $T_2 >$  电池在放电状态下的 $T_2 >$  电池在AC充电状态下的 $T_2$ ;  
电池在DC充电状态下的 $T_3 =$  电池在放电状态下的 $T_3 =$  电池在AC充电状态下的 $T_3$ ;  
电池在DC充电状态下的 $T_4 =$  电池在放电状态下的 $T_4 >$  电池在AC充电状态下的 $T_4$ ;  
电池在DC充电状态下的 $T_{max} =$  电池在放电状态下的 $T_{max} =$  电池在AC充电状态下的 $T_{max}$ ;

电池在DC充电状态下的 $T_{min} =$  电池在AC充电状态下的 $T_{min} >$  电池在放电状态下的 $T_{min}$ ;

其中,所述 $T_{max}$ 为电芯最大允许充放电温度, $T_{min}$ 为电芯最小允许充放电温度。

9. 根据权利要求7所述的电池热管理控制方法,其特征在于:所述温度均衡控制为控制冷却水泵开启,使冷却液在特定回路自循环。

10. 根据权利要求6所述的电池热管理控制方法,其特征在于:若电池温度过低导致无法充放电时,通过以下方式控制电池进行DC充电:

判断 $T_{min}$ 是否不小于 $T_{cell\_down}$ ;

若 $T_{min}$ 不小于 $T_{cell\_down}$ ,则使用独立设置的高压电气回路连接充电设备单独对设置在电池附近的加热器供电,直至电池的 $T_{cell\_down}$ 落入温度适宜区间;

其中,所述 $T_{min}$ 为电芯最小允许充放电温度。

11. 根据权利要求6所述的电池热管理控制方法,其特征在于:若电池温度过低导致无法充放电时,通过以下方式控制电池进行AC充电:

判断 $T_{min}$ 是否不小于 $T_{cell\_down}$ ;

若 $T_{min}$ 不小于 $T_{cell\_down}$ ,则使用独立设置的高压电气回路连接充电设备单独对设置在电池附近的加热器供电,直至电池的 $T_{cell\_down}$ 落入温度适宜区间;

其中,所述 $T_{min}$ 为电芯最小允许充放电温度。

12. 根据权利要求5或6所述的电池热管理控制方法,其特征在于:在进行所述热管理前,优先判断车辆是否存在热管理故障,并根据热管理故障列表判断车辆是否使能热管理;

所述热管理故障列表中不同故障状况下,电池不同充放电状态对应的使能或禁止信息如下:

当电池处于放电模式时,若出现冷却超时、加热超时、制冷/加热部件故障、BMS硬件故障、高压互锁故障、继电器粘连故障、内部CAN通信故障、整车CAN通信故障、绝缘故障二级、SOC过低二级、温差过大三级、温度过低三级、温度过高三级、总电压过低三级、总电压过低二级、单体压差过大三级、单体电压过低三级、单体电压过低二级中的任意一种或多种故障,则禁止热管理;

当电池处于充电模式时,若出现冷却超时、加热超时、制冷/加热部件故障、BMS硬件故障、高压互锁故障、继电器粘连故障、内部CAN通信故障、整车CAN通信故障、充电故障、绝缘故障二级、温差过大三级、温度过高三级中的任意一种或多种故障,则禁止热管理。

13. 根据权利要求6所述的电池热管理控制方法,其特征在于:所述制热处理包括

当整车某一子部件温度高于电池系统且超过设定值时,控制该子部件的热管理回路与电池系统热管理回路进行热交换。

14. 根据权利要求5所述的电池热管理控制方法,其特征在于:所述制冷处理包括

当整车某一子部件温度低于电池系统且超过设定值时,控制该子部件的热管理回路与

电池系统热管理回路进行热交换。

## 基于温度变化率的电池温度预处理及电池热管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池热管理技术领域,具体涉及一种基于温度变化率的电池温度预处理及电池热管理方法。

### 背景技术

[0002] 为缓解生态环境危机以及能源危机,各国政府都把新能源汽车作为重点发展方向,并加以扶持和推广。据工信部2017年1月16日发布的《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》给出的定义可知新能源汽车包括插电式混合动力(含增程式)汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车等。

[0003] 其中混合动力汽车和纯电动汽车的动力由动力电池提供。由于动力电池特性限制,电池性能和自身温度强相关,在电池温度超过或低于特定值时,电池充放电性能将下降,影响整车动力性能和续航里程。而且,在高低温区域,不合理的充放电,将会损坏电池,严重时可能引起热失控,导致安全事故发生。

[0004] 动力电池温度不仅关系着电池能量供给能力,更是电池系统重要的安全相关参数。通过有效的热管理手段,能够最大化发挥电池性能,提升产品环境适应能力,更能有效提升电池安全系数。

[0005] 目前热管理方案虽然能够一定程度上保护动力电池,但仍存在如下缺陷:

[0006] 1. 仅将温度值作为监测标准,且在温度过高发生时开始热管理动作,属于滞后处理,未能预判温度变化趋势,无法有效控制动力电池的性能下降趋势;

[0007] 2. 未能和整车热管理系统实现良好的结合,导致热管理能耗较高;

[0008] 3. 缺少温差过大的处理机制,在温差过大出现时导致热管理效率低下;

[0009] 3. 在电池处于无法充放电的低温时,无法实现对电池的加热;

[0010] 4. 故障处理机制不够完善,容易遗漏关键故障参数,误进行热管理而造成负面影响。

### 发明内容

[0011] 本发明的目的就是针对现有技术的缺陷,提供一种基于温度变化率的电池温度预处理及电池热管理方法,该方法可预判温度变化趋势、在电池温度过低无法充放电时能够借助外部充电设备电能加热电池包、热管理效率高且具有节约能源的特点。

[0012] 本发明一种基于温度变化率的电池温度预处理方法,其技术方案为:设定电池电芯的温度限值,确定一个不超过电池电芯温度限值的预警温度区间;当电池电芯的温度在预警温度区间时,获取电池电芯温度的变化率,当电池电芯温度的变化率达到或超过设定的电池电芯温度的变化率时,启动对电池温度的控制。

[0013] 较为优选的,所述预警温度区间靠近温度限值端的温度不等于温度限值。

[0014] 较为优选的,所述电池电芯温度的变化率是单位时间内,电池包内单体电芯中的最高温度的变化率或最低温度变化率。

- [0015] 较为优选的,当电池电芯温度超过预警温度区间,启动对电池温度的控制。
- [0016] 本发明一种电池热管理控制方法,其技术方案为:
- [0017] 设定高温报警区间、高温预警区间、温度适宜区;
- [0018] 采集有效电芯单体最高温度 $T_{cell\_max}$ ,获取用于控制模块逻辑判断的电芯单体最高温度 $T_{cell\_up}$ ,以及有效电芯单体最高温度的温度变化率 $B_{max}$ ,所述 $B_{max}$ 基于 $T_{cell\_max}$ 进行计算;
- [0019] 基于 $T_{cell\_up}$ 和 $B_{max}$ 进行热管理,所述热管理为;
- [0020] 当 $T_{cell\_up}$ 落入高温预警区间且 $B_{max}$ 不小于标定值,或 $T_{cell\_up}$ 落入高温报警区间时,对电池进行制冷处理;
- [0021] 所述高温报警区间的温度高于高温预警区间的温度。
- [0022] 较为优选的,它还包括设定的低温预警区和低温报警区,所述低温报警区的温度低于低温预警区的温度;
- [0023] 采集有效电芯单体最低温度 $T_{cell\_min}$ ,获取用于控制模块逻辑判断的电芯单体最低温度 $T_{cell\_down}$ ,以及有效电芯单体最低温度的温度变化率 $B_{min}$ ,所述 $B_{min}$ 基于 $T_{cell\_min}$ 进行计算;
- [0024] 基于 $T_{cell\_down}$ 及 $B_{min}$ 进行热管理,所述热管理为;
- [0025] 当 $T_{cell\_down}$ 落入低温预警区间且 $B_{min}$ 不大于标定值,或 $T_{cell\_down}$ 落入低温报警区间时,对电池进行制热处理;
- [0026] 较为优选的,所述 $T_{cell\_down}$ 、 $T_{cell\_up}$ 均落入温度适宜区间时,还对电池的 $T_{cell\_max}$ 、 $T_{cell\_min}$ 、 $T_{cell\_diff}$ 进行判断;
- [0027] 当 $T_{cell\_max}$ 、 $T_{cell\_min}$ 均落入温度适宜区间,且 $T_{cell\_diff}$ 大于标定值时,对电池进行温度均衡控制;
- [0028] 其中, $T_{cell\_max}$ 为有效电芯单体最高温度, $T_{cell\_min}$ 为有效电芯单体最低温度;
- [0029]  $T_{cell\_diff}$ 为有效电芯单体温度最大温差,所述 $T_{cell\_diff}=|T_{cell\_max}-T_{cell\_min}|$ 。
- [0030] 较为优选的,所述高温报警区间为 $[T_{max},T_4)$ ,所述高温预警区间为 $(T_3,T_4]$ ,所述温度适宜区间为 $(T_2,T_3]$ ,所述低温预警区间为 $[T_1,T_2]$ ,所述低温报警区间为 $(T_1,T_{min}]$ ;
- [0031] 电池在DC充电状态下的 $T_1>$ 电池在放电状态下的 $T_1>$ 电池在AC充电状态下的 $T_1$ ;
- [0032] 电池在DC充电状态下的 $T_2>$ 电池在放电状态下的 $T_2>$ 电池在AC充电状态下的 $T_2$ ;
- [0033] 电池在DC充电状态下的 $T_3=$ 电池在放电状态下的 $T_3=$ 电池在AC充电状态下的 $T_3$ ;
- [0034] 电池在DC充电状态下的 $T_4=$ 电池在放电状态下的 $T_4>$ 电池在AC充电状态下的 $T_4$ ;
- [0035] 电池在DC充电状态下的 $T_{max}=$ 电池在放电状态下的 $T_{max}=$ 电池在AC充电状态下的 $T_{max}$ ;
- [0036] 电池在DC充电状态下的 $T_{min}=$ 电池在AC充电状态下的 $T_{min}>$ 电池在放电状态下的 $T_{min}$ ;
- [0037] 其中,所述 $T_{max}$ 为电芯最大允许充放电温度, $T_{min}$ 为电芯最小允许充放电温度。
- [0038] 较为优选的,所述温度均衡控制为控制冷却水泵开启,使冷却液在特定回路自循环。

[0039] 较为优选的,若电池温度过低导致无法充放电时,通过以下方式控制电池进行DC充电:

[0040] 判断 $T_{min}$ 是否不小于 $T_{cell\_down}$ ;

[0041] 若 $T_{min}$ 不小于 $T_{cell\_down}$ ,则使用独立设置的高压电气回路连接充电设备单独对设置在电池附近的加热器供电,直至电池的 $T_{cell\_down}$ 落入温度适宜区间;

[0042] 其中,所述 $T_{min}$ 为电芯最小允许充放电温度。

[0043] 较为优选的,若电池温度过低导致无法充放电时,通过以下方式控制电池进行AC充电:

[0044] 判断 $T_{min}$ 是否不小于 $T_{cell\_down}$ ;

[0045] 若 $T_{min}$ 不小于 $T_{cell\_down}$ ,则使用独立设置的高压电气回路连接充电设备单独对设置在电池附近的加热器供电,直至电池的 $T_{cell\_down}$ 落入温度适宜区间;

[0046] 其中,所述 $T_{min}$ 为电芯最小允许充放电温度。

[0047] 较为优选的,在进行所述热管理前,优先判断车辆是否存在热管理故障,并根据热管理故障列表判断车辆是否使能热管理;

[0048] 所述热管理故障列表中不同故障状况下,电池不同充放电状态对应的使能或禁止信息如下:

[0049] 当电池处于放电模式时,若出现冷却超时、加热超时、制冷/加热部件故障、BMS硬件故障、高压互锁故障、继电器粘连故障、内部CAN通信故障、整车CAN通信故障、绝缘故障二级、SOC过低二级、温差过大三级、温度过低三级、温度过高三级、总电压过低三级、总电压过低二级、单体压差过大三级、单体电压过低三级、单体电压过低二级中的任意一种或多种故障,则禁止热管理;

[0050] 当电池处于充电模式时,若出现冷却超时、加热超时、制冷/加热部件故障、BMS硬件故障、高压互锁故障、继电器粘连故障、内部CAN通信故障、整车CAN通信故障、充电故障、绝缘故障二级、温差过大三级、温度过高三级中的任意一种或多种故障,则禁止热管理。

[0051] 较为优选的,所述制热处理包括

[0052] 当整车某一子部件温度高于电池系统且超过设定值时,控制该子部件的热管理回路与电池系统热管理回路进行热交换。

[0053] 较为优选的,所述制冷处理包括

[0054] 当整车某一子部件温度低于电池系统且超过设定值时,控制该子部件的热管理回路与电池系统热管理回路进行热交换。

[0055] 本发明的有益效果为:

[0056] 1、利用温度值结合温度变化率预判断电池系统温度变化趋势,实现温度预处理,防止滞后处理而造成电池性能受损,防止过早处理而造成效率低下且浪费电池能量;

[0057] 2、在电池温度过低无法充放电时借助外部充电设备电能加热电池包,而实现电池的正常充放电;

[0058] 3、能够与整车热管理系统相契合,与其他整车部件进行热交换,实现节能;

[0059] 4、有效识别各种对热管理存在影响的故障,有效防止误进行热处理而造成负面影响;

[0060] 5、在温差过大时,通过温度均衡处理,保障电池优越的工作性能。

## 附图说明

- [0061] 图1是用于实施本发明一种基于温度变化率的电池温度预处理及电池热管理方法的电池热管理系统架构简图；
- [0062] 图2是本发明根据电池工作模式进行不同的热管理流程示意图；
- [0063] 图3本发明温度数据采集示意图；
- [0064] 图4是温度变化率获取流程示意图；
- [0065] 图5是本发明故障处理流程示意图；
- [0066] 图6是本发明温度均衡流程示意图；
- [0067] 图7是本发明热管理下的热管理流程示意图；
- [0068] 图8是本发明低温DC充电流程；
- [0069] 图9是本发明低温AC充电流程；
- [0070] 图10是本发明高压电气回路架构示意图；
- [0071] 图11是本发明整车热管理系统架构示意图。
- [0072] 图中：1-电池包，2-加热器，3-水泵，4-冷却器，5-电机热管理回路，6-驾驶室暖风回路，7-热交换器，8-电子阀门。

## 具体实施方式

[0073] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明，便于清楚地了解本发明，但它们不对本发明构成限定。

[0074] 如图1所示，一种基于温度变化率的电池温度预处理及电池热管理方法的电池热管理系统包括：数据采集模块、数据处理模块、故障处理模块、控制模块、执行模块。

[0075] 数据采集模块与被检测单元电路连接，用于实时监测被检测单元的状态参数。数据采集模块按照预设周期对被检测单元的状态参数进行采集；状态参数包括：动力电池温度、动力电池单体电压、执行机构关键部件温度。执行机构关键部件温度，如：加热器件温度、热循环机构不同位置实时温度等。

[0076] 数据处理模块与数据采集模块网络连接，处理采集的数据获取所需变量参数，如：按照预定周期进行温度数据处理。数据处理模块对采样数据进行处理，获得动力电池实时温度状态，实时温度状态包括：温度极值、温度平均值、最低/高温度温升变化率。

[0077] 数据处理模块、控制模块以及故障处理模块同处于一个ECU，数据处理模块的变量参数可以直接被控制模块和故障处理模块调用；控制模块调用数据处理模块以及故障处理模块变量参数用于逻辑判断，然后输出控制指令给到执行机构。控制模块的控制方式包括：温度过高预警时预处理、温度过低预警时预处理、温度过高报警时冷却处理、温度过低报警时加热处理、温差过大时温度均衡处理。所述的温度均衡处理是指缩小温差的一种控制方式。

[0078] 故障处理模块调用数据处理模块以及控制模块数据用于故障的判断。并根据故障结果判断系统当前是否具备进行热管理的条件，具体为根据当前判断结果反馈热管理许可指令到控制模块。执行模块与控制模块所处ECU电路连接，接收ECU输出的控制信号，并及时向ECU反馈自身状态信息。控制模块具有模式识别功能，通过识别动力电池目前所处的工作状态，来调整不同的参数阈值以及控制逻辑，使得参数阈值更细化，热管理效率更高；工作

状态包括：放电状态、AC充电状态、DC充电状态。放电状态、AC充电状态、DC充电状态在热管理下具有相同的处理流程，仅是参数阈值存在区别。

[0079] 本发明一种电池热管理控制方法，包括如下步骤：

[0080] 第一步，车辆低压上电后，ECU的控制模块进行模式判断，对应进行不同的逻辑处理流程；

[0081] 第二步，ECU的数据处理模块通过获取数据采集模块的当前数据参数，来进行处理，获得其它模块所需的数据变量；

[0082] 第三步，ECU的控制模块通过获取故障处理模块的当前故障参数，来判断当前是否具备进行热管理的条件；

[0083] 第四步，ECU的控制模块通过获取数据处理模块的当前温度参数，来判断当前需要执行哪种热管理动作；

[0084] 第五步，ECU发出控制信号给到执行模块，进行热管理动作；

[0085] 第六步，ECU的控制模块实时监控热管理执行状态，一旦满足停止条件，立即控制执行模块停止热管理动作。

[0086] 第一步的判断流程如图2所示，车辆低压上电后，ECU的控制模块进行模式判断，对应进行不同的逻辑处理流程。该模式判断即判断BMS工作模式，该工作模式为放电状态、AC充电状态、DC充电状态三种。其中，放电状态对应的热管理处理流程为A，AC充电状态对应的热管理处理流程为B，DC充电状态的热管理处理流程为C。

[0087] 如图3和4所示，第二步具体为，采集Tcell\_max、Tcell\_min、Tcell\_avg，根据Tcell\_max、Tcell\_min计算出Tcell\_diff、B\_max、B\_min以及Tcell\_down、Tcell\_up。

[0088] 其中， $Tcell\_diff = |Tcell\_max - Tcell\_min|$ 。

[0089] 以上数据按照200ms的周期实时更新。

[0090] Tcell\_down和Tcell\_up的求解时，满足：

[0091] 当电池处于较大温差（但未触发故障报警）并需求进行热管理时，改用单体平均温度做判断（参见图3），避免误处理，加剧温差。具体的：

[0092] 当Tcell\_diff大于标定值（本实施例中，该标定值取5℃）时， $Tcell\_up = Tcell\_avg$ ， $Tcell\_down = Tcell\_avg$ ；当Tcell\_diff不大于标定值（本实施例中，该标定值取5℃）时， $Tcell\_up = Tcell\_max$ ， $Tcell\_down = Tcell\_min$ 。

[0093] 以上数据中：

[0094] Tcell\_max：动力电池系统的有效电芯单体最高温度；

[0095] Tcell\_min：动力电池系统的有效电芯单体最低温度；

[0096] Tcell\_avg：动力电池系统的有效电芯单体平均温度；

[0097] Tcell\_diff：动力电池系统的有效电芯单体温度最大温差；

[0098] Tcell\_down：用于控制模块逻辑判断的电芯单体最低温度；

[0099] Tcell\_up：用于控制模块逻辑判断的电芯单体最高温度；

[0100] B\_max：有效电芯单体最高温度的温度变化率；

[0101] B\_min：有效电芯单体最低温度的温度变化率

[0102] 其中，B\_min和B\_max是每次均对电池包所有电芯温度全部采集，每次采集的数据中最低温度和最高温度的变化率。

[0103] 温度变化率的获取方式为：系统上电B初始值为0，之后每5min一个时间节拍进行计算( $B = \Delta T / 5$ )，单位 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

[0104] 第三步的故障判断如图5所示，ECU的控制模块通过获取故障处理模块的当前故障参数，来判断当前是否具备进行热管理的条件。当BMS热管理使能为“禁止”时，不论系统当前处于热管理的何种阶段，强制将BMS热管理请求置为“请求停止”，强制将BMS热管理执行状态置为“故障停止”，同时使能“加热控制(关闭)”和“制冷控制(关闭)”。

[0105] 当电池处于放电模式时，若出现冷却超时、加热超时、制冷/加热部件故障、BMS硬件故障、高压互锁故障、继电器粘连故障、内部CAN通信故障、整车CAN通信故障、绝缘故障二级、SOC过低二级、温差过大三级、温度过低三级、温度过高三级、总电压过低三级、总电压过低二级、单体压差过大三级、单体电压过低三级、单体电压过低二级中的任意一种或多种故障，则禁止热管理；

[0106] 当电池处于充电模式(包含DC充电和AC充电)时，若出现冷却超时、加热超时、制冷/加热部件故障、BMS硬件故障、高压互锁故障、继电器粘连故障、内部CAN通信故障、整车CAN通信故障、充电故障、绝缘故障二级、温差过大三级、温度过高三级中的任意一种或多种故障，则禁止热管理。具体故障处理如下表所示：

热管理故障列表处理			
故障名称	处理方式（热管理使能：允许/禁止）		备注
	充电模式 (DC 充电和 AC 充电)	放电模式	
单体电压过低二级	允许	禁止	
单体电压过低三级	允许	禁止	
单体压差过大三级	允许	禁止	
总电压过低二级	允许	禁止	
总电压过低三级	允许	禁止	
温度过高三级	禁止	禁止	对应允许充放电电流为 0 的故障
[0107] 温度过低三级	允许	禁止	1、对应允许充放电电流为 0 的故障； 2、充电模式下的允许热管理，但是电池包不参与充电，仅为加热器件供电
温差过大三级	禁止	禁止	
SOC 过低二级	允许	禁止	
绝缘故障二级	禁止	禁止	
充电故障	禁止	允许	
整车 CAN 通信故障	禁止	禁止	
内部 CAN 通信故障	禁止	禁止	
继电器粘连故障	禁止	禁止	
高压互锁故障	禁止	禁止	
BMS 硬件故障	禁止	禁止	
制冷/加热部件故障	禁止	禁止	
加热超时	禁止	禁止	
冷却超时	禁止	禁止	

[0108] 第四步如图7所示：设定高温报警区间 $[T_{max}, T4]$ 、高温预警区间 $(T3, T4]$ 、温度适宜区间 $(T2, T3]$ 、低温预警区间 $[T1, T2]$ 和低温报警区间 $(T1, T_{min}]$ ；

[0109] 判断BMS使能信号是否为允许状态，当该信号为允许状态时，进一步判断电池的工作模式（放电状态、AC充电状态、DC充电状态），并根据该工作模式进入对应的热管理流程，该热管理流程为A/B/C，热管理流程A/B/C的过程如下：

[0110] 当Tcell\_up落入高温预警区间且B\_max不小于标定值(本实施例取0.6°C/min),或Tcell\_up落入高温报警区间时,对电池进行制冷处理;

[0111] 当Tcell\_down落入低温预警区间且B\_min不大于标定值(本实施例取0.6°C/min),或Tcell\_down落入低温报警区间时,对电池进行制热处理;

[0112] 当Tcell\_down、Tcell\_up均落入温度适宜区间时,不进行制热或制冷处理。

[0113] 热管理流程A/B/C仅具有阈值的区别,该区别为:

[0114] 电池在DC充电状态下的T1>电池在放电状态下的T1>电池在AC充电状态下的T1;

[0115] 电池在DC充电状态下的T2>电池在放电状态下的T2>电池在AC充电状态下的T2;

[0116] 电池在DC充电状态下的T3=电池在放电状态下的T3=电池在AC充电状态下的T3;

[0117] 电池在DC充电状态下的T4=电池在放电状态下的T4>电池在AC充电状态下的T4;

[0118] 电池在DC充电状态下的T\_max=电池在放电状态下的T\_max=电池在AC充电状态下的T\_max;

[0119] 电池在DC充电状态下的T\_min=电池在AC充电状态下的T\_min>电池在放电状态下的T\_min。

[0120] 本实施例中,放电状态下:

[0121] [T1,T2]=[5°C,15°C];

[0122] (T2,T3)=(15°C,35°C);

[0123] (T3,T4)=(35°C,45°C);

[0124] 电芯最大允许充放电温度T\_max=52°C;

[0125] 电芯最小允许充放电温度T\_min=-30°C;

[0126] AC充电状态下:

[0127] [T1,T2]=[-10°C,0°C];

[0128] (T2,T3)=(0°C,35°C);

[0129] (T3,T4)=(35°C,50°C);

[0130] 电芯最大允许充放电温度T\_max=52°C;

[0131] 电芯最小允许充放电温度T\_min=-20°C;

[0132] DC充电状态下:

[0133] [T1,T2]=[10°C,25°C];

[0134] (T2,T3)=(25°C,35°C);

[0135] (T3,T4)=(35°C,45°C);

[0136] 电芯最大允许充放电温度T\_max=52°C;

[0137] 电芯最小允许充放电温度T\_min=-20°C。

[0138] 如图6所示,当Tcell\_down、Tcell\_up均落入温度适宜区间时,还对电池的Tcell\_max、Tcell\_min、Tcell\_diff进行判断;

[0139] 当Tcell\_max、Tcell\_min均落入温度适宜区间,且Tcell\_diff大于标定值(本实施例中,该标定值取5°C)时,对电池进行温度均衡控制。该温度均衡控制方式为:控制冷却水泵开启,使冷却液在特定回路自循环,实现温度的均衡。

[0140] 本方法在电池无法充放电的低温环境下借助外部电源为电池升温,主要体现在:当车辆长时间静置于北方极低温度环境下导致电池温度无法进行充放电动作时,可使用特

定高压电气回路连接充电设备单独对加热器供电,且不对电池进行充放电,使电池温度回升到适宜区间,再对电池执行充放电动作。

[0141] 对于图8和图9中所描述的策略基于图10所示的高压电气架构来实现。图10中接触器名称对照表如表8所示:

[0142]	接触器代号	接触器名称
	K1	充电设备正极接触器
	K2	充电设备负极接触器
	K3	车辆放电回路正极接触器
	K4	车辆放电回路负极接触器
	K5	车辆充电回路正极接触器
	K6	车辆充电回路负极接触器
	K7	车辆加热回路接触器

[0143] 如图8所示,若电池温度过低导致无法充放电时,通过以下方式控制电池进行DC充电:

[0144] 判断 $T_{min}$ 是否不小于 $T_{cell\_down}$ ;

[0145] 若 $T_{min}$ 不小于 $T_{cell\_down}$ ,则闭合K7,断开K3、K4,使用独立设置的高压电气回路连接充电设备单独对设置在电池附近的加热器供电,直至电池的 $T_{cell\_down}$ 落入温度适宜区间;在该充电过程中,根据加热器功率需求来请求充电电流。

[0146] 如图9所示,若电池温度过低导致无法充放电时,通过以下方式控制电池进行AC充电:

[0147] 判断 $T_{min}$ 是否不小于 $T_{cell\_down}$ ;

[0148] 若 $T_{min}$ 不小于 $T_{cell\_down}$ ,则闭合K7,断开K3、K4,使用独立设置的高压电气回路连接充电设备单独对设置在电池附近的加热器供电,直至电池的 $T_{cell\_down}$ 落入温度适宜区间;在该充电过程中,根据加热器功率需求来请求充电电流。

[0149] 在热管理过程中,为了节约能源,可以利用与车辆部件热交换的方式实现降温或升温,如:

[0150] 当电池系统处于低温预警区间某特定子区间时,如果整车其他子部件温度高于电池系统一定值,ECU控制电子阀门动作,将该部件的热管理回路与电池系统热管理回路进行热交换,以达到高温部件降温,同时低温度部件升温的目的。

[0151] 当电池系统处于高温预警区间某特定子区间时,如果整车其他子部件温度低于电池系统一定值,ECU控制电子阀门动作,将该部件的热管理回路与电池系统热管理回路进行热交换,以达到高温部件降温,同时低温度部件升温的目的。

[0152] 图11中展示的是一种车辆热管理回路的部分架构图,该回路包括:电池包1,加热器2,水泵3,冷却器4,电机热管理回路5,驾驶室暖风回路6,热交换器7,电子阀门8。当电池系统处于电芯低温预警区间中的适宜子区间且电机热管理回路温度较高时,ECU将控制电子阀门动作,将电池系统热管理回路与电机热管理回路进行热交换,给电芯加热,同时给电机降温。

[0153] 当电池系统处于电芯高温预警区间中的适宜子区间且驾驶室暖风请求需求温度与电池温度接近时,ECU将控制电子阀门动作,将电池系统热管理回路与驾驶室热管理回路

连接进行热交换,给电芯降温,同时给驾驶室暖风系统提供热能。

[0154] 本说明书未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

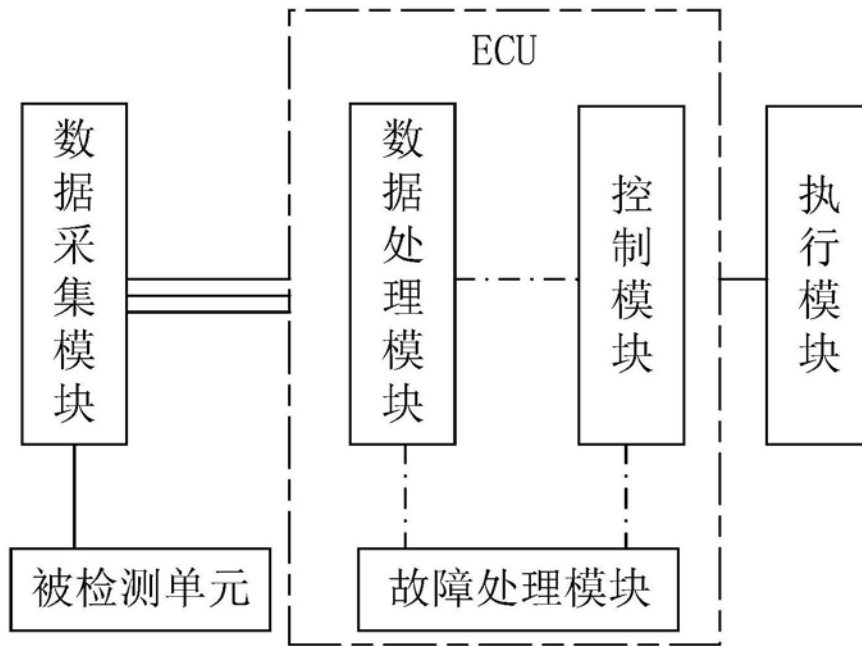


图1

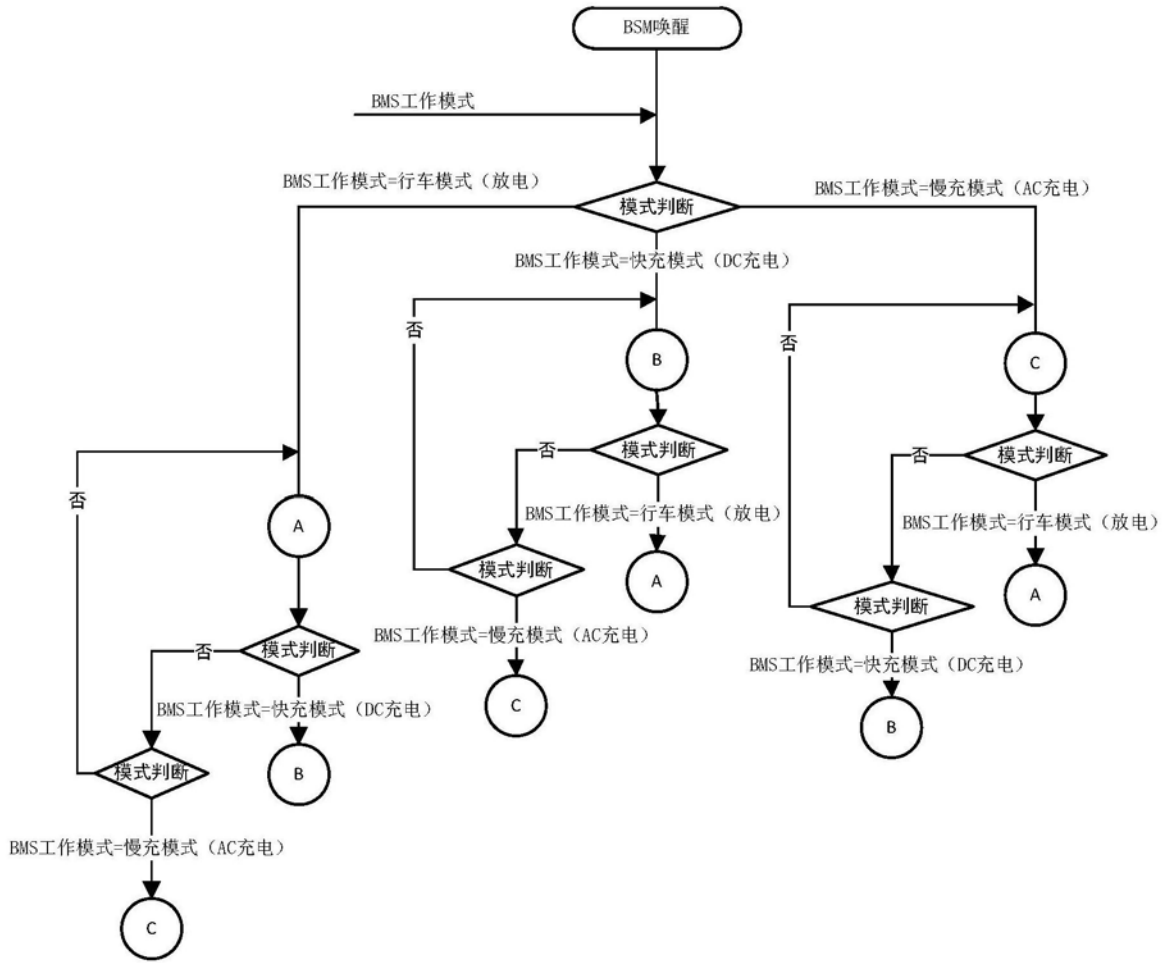


图2

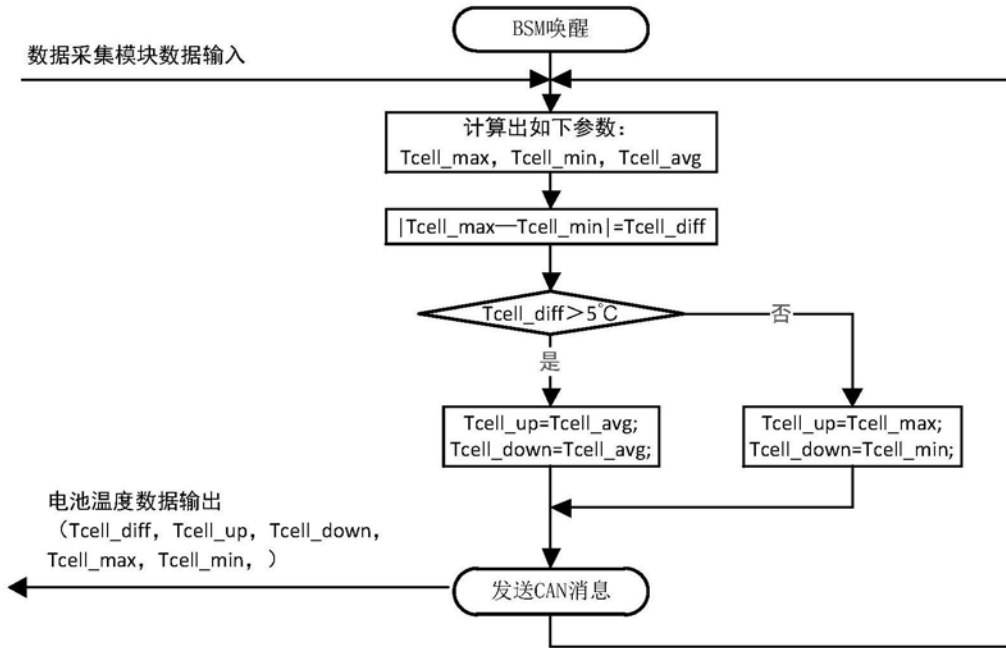


图3

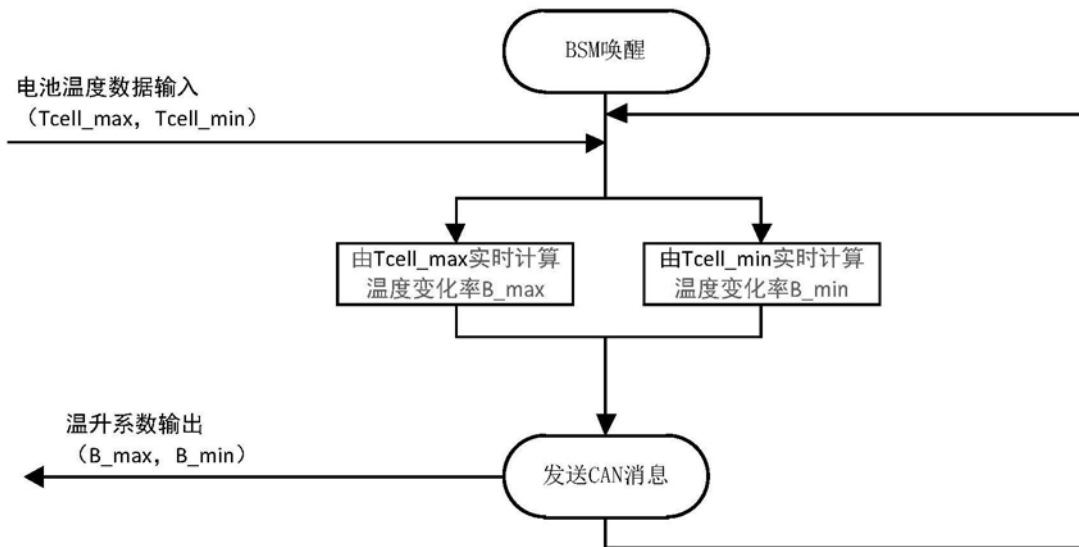


图4

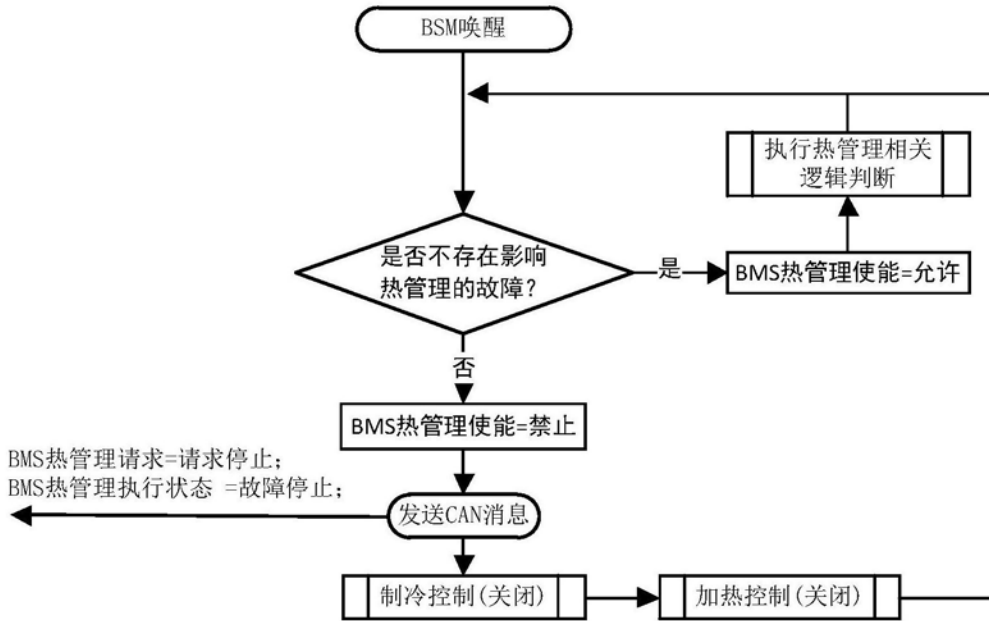


图5

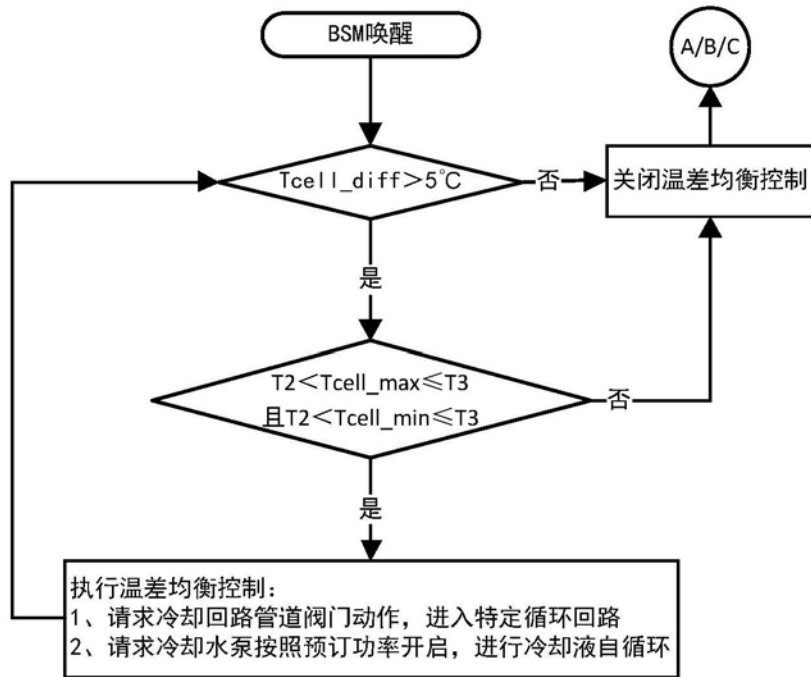


图6

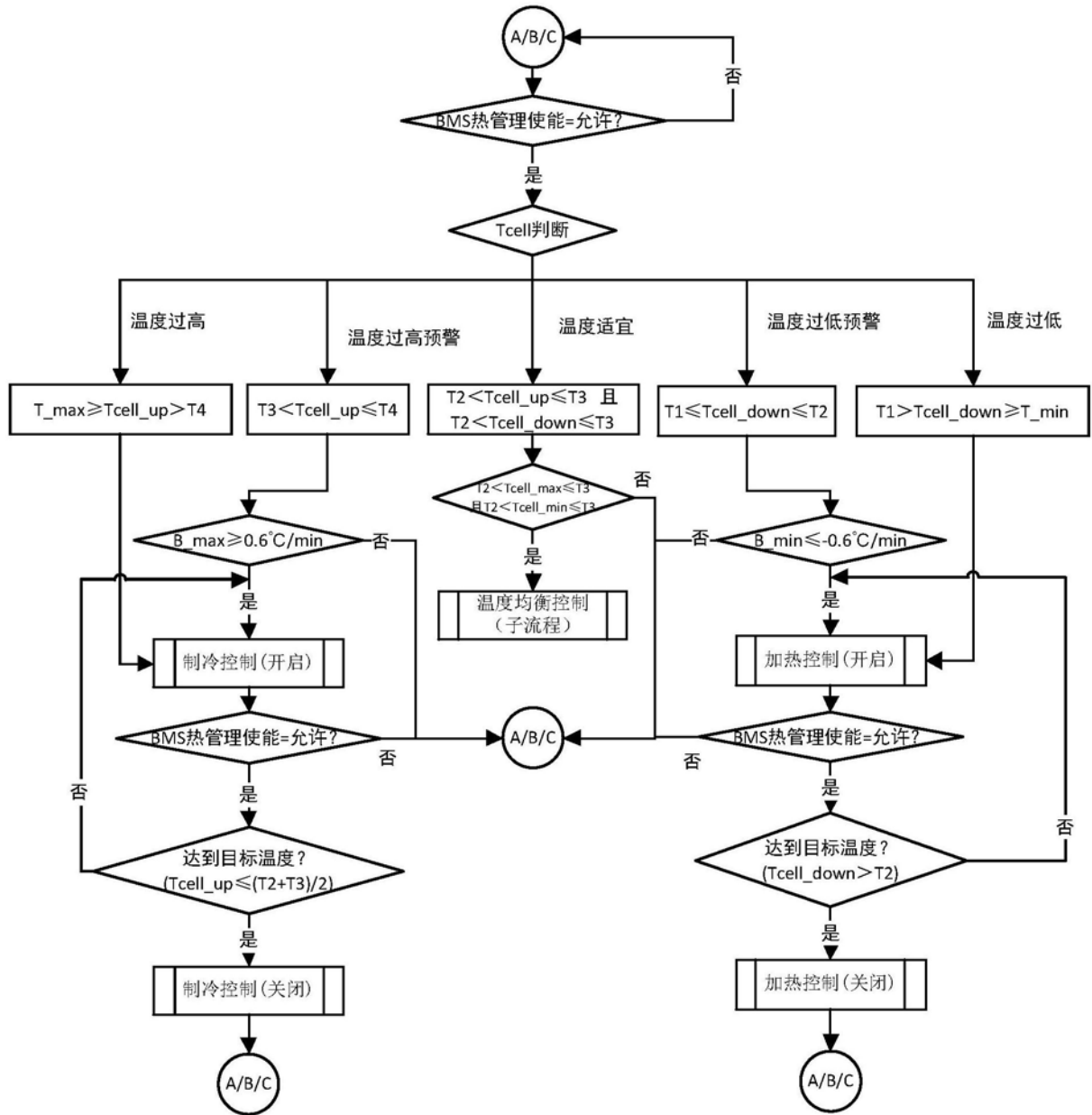


图7

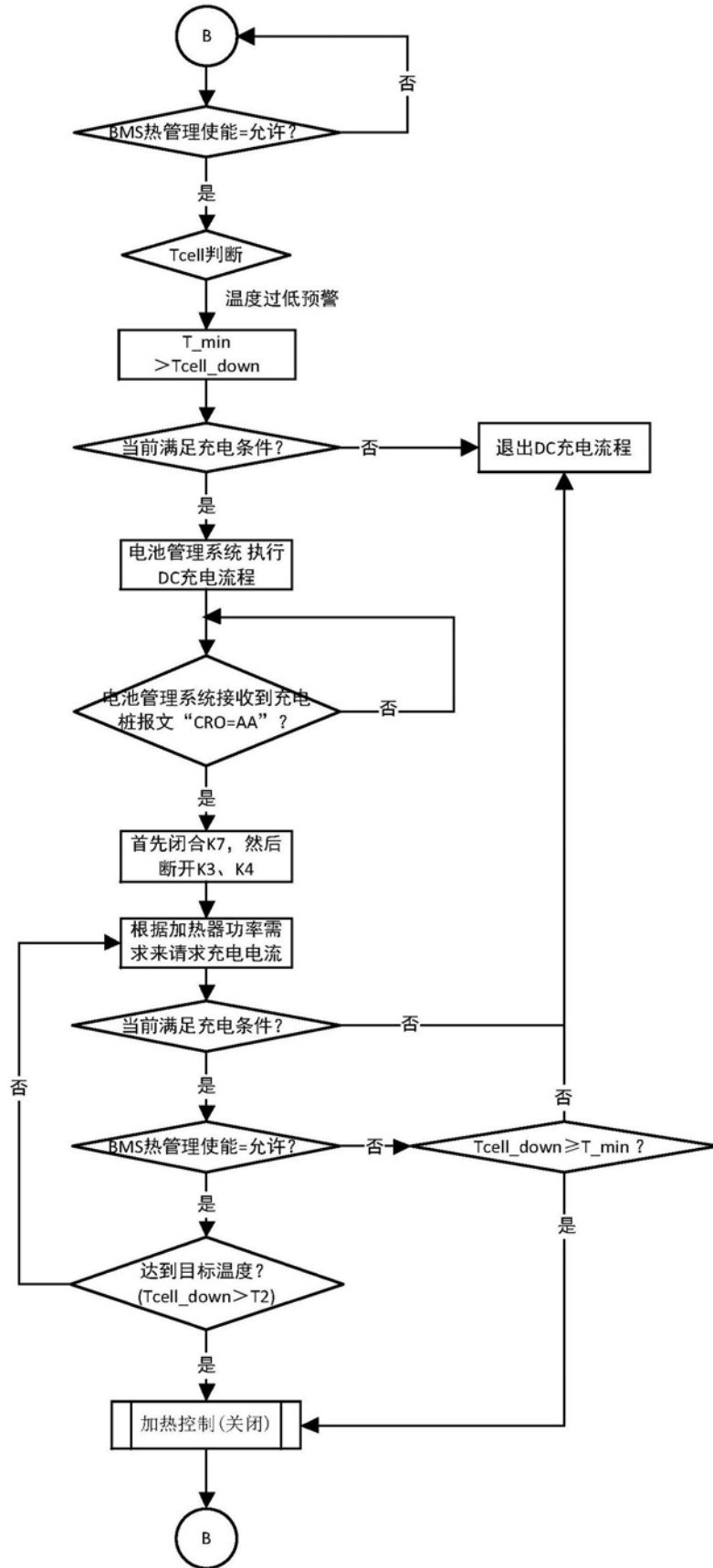


图8

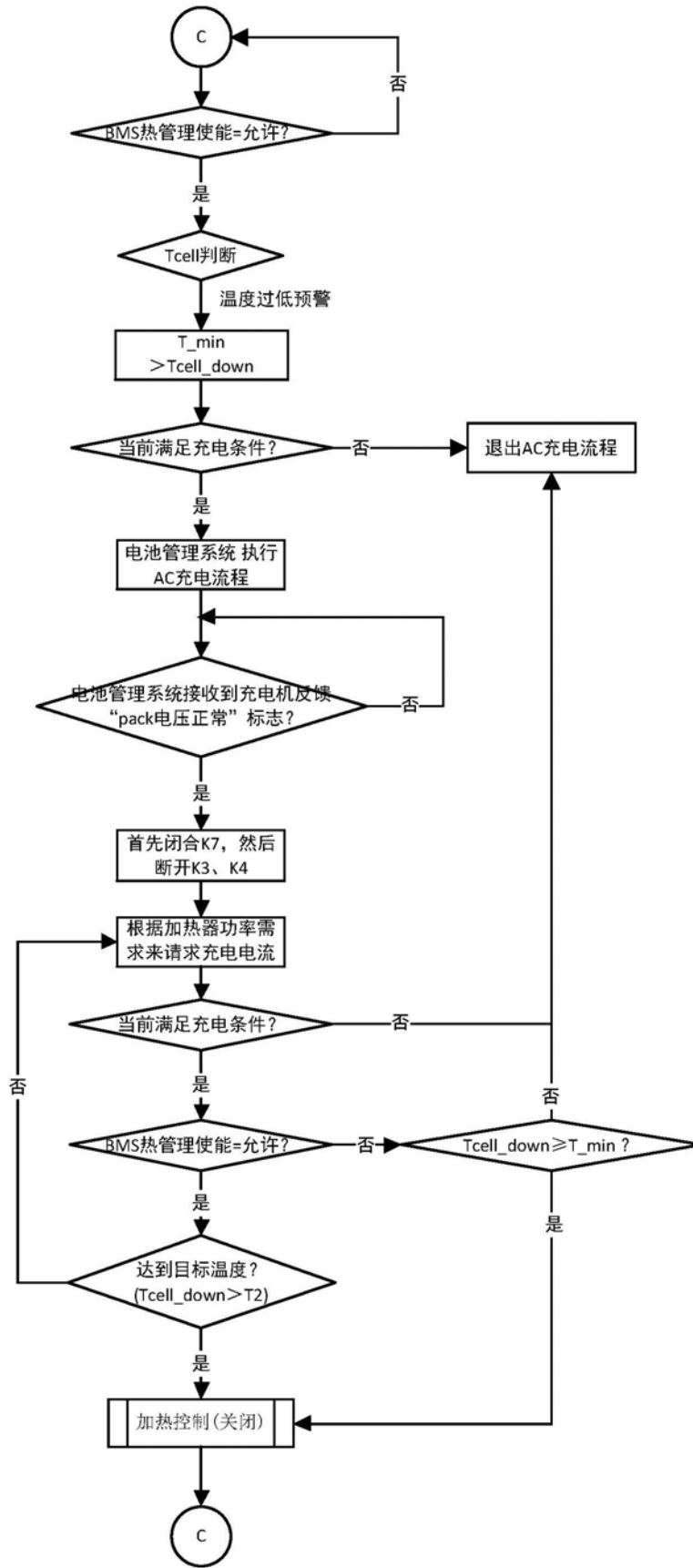


图9

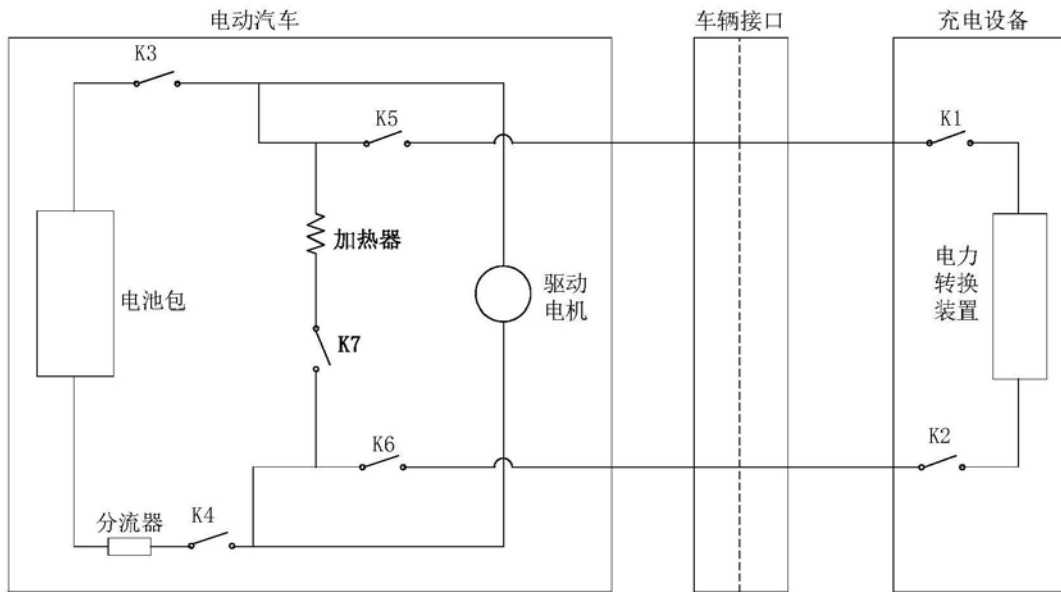


图10

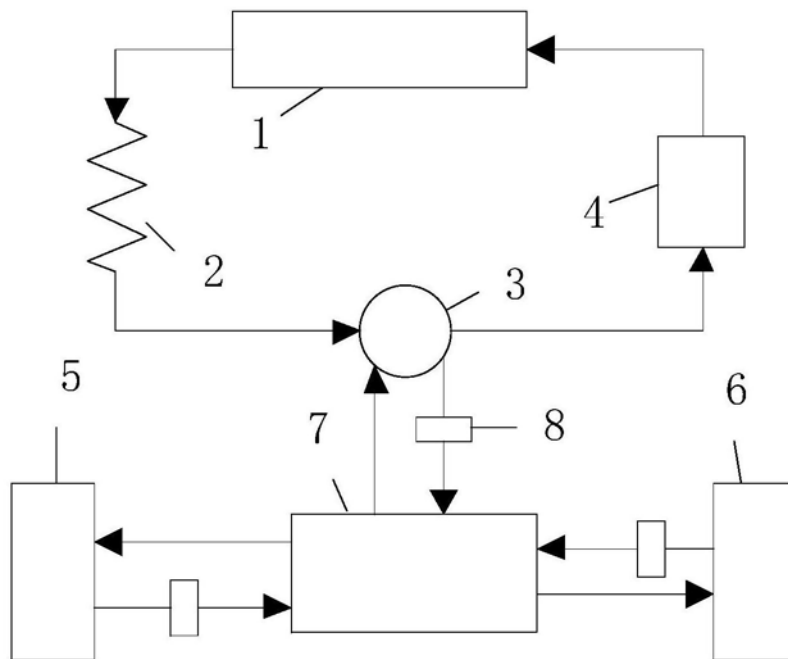


图11