



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111416397 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201910013378.8

B60L 58/20 (2019.01)

(22) 申请日 2019.01.07

H01M 10/44 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111416397 A

(56) 对比文件

CN 106627225 A, 2017.05.10

CN 104659434 A, 2015.05.27

(43) 申请公布日 2020.07.14

CN 106627225 A, 2017.05.10

CN 108110336 A, 2018.06.01

(73) 专利权人 广州汽车集团股份有限公司

地址 510030 广东省广州市越秀区东风中路448-458号成悦大厦23楼

审查员 闫朝

(72) 发明人 张九才 梅骛 王军 李志 刘超 郭思超

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 麦小婵 郝传鑫

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

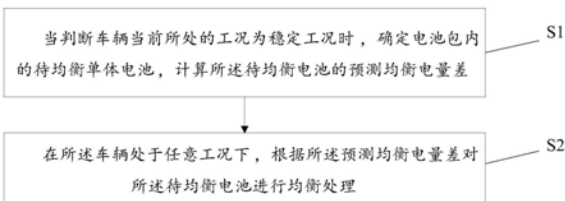
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

电池均衡方法及装置、控制设备、计算机可读存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种电池均衡方法及装置、控制设备、计算机可读存储介质，所述电池均衡方法包括：当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时，确定电池包内的待均衡单体电池，计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差；在所述车辆处于任意工况下，根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理。本发明的均衡控制不受工况的限制，当车辆长期处于行车工况时，仍然能进行均衡处理，则可实现单体电池的充分均衡，避免现有技术均衡工况不充裕而无法满足均衡要求的问题；另一方面，本发明无需周期性地均衡测量，仅需要一个预测值作为目标对待均衡单体电池进行均衡处理，均衡过程和测量过程实现解耦，提高均衡预测和控制的鲁棒性。



1. 一种电池均衡方法,其特征在于,包括步骤:

当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

在所述车辆处于任意工况下,根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理;

所述确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差具体为:

当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,获取每一单体电池的SOC值,并根据每一所述单体电池的SOC值计算目标SOC值;

当任一所述单体电池的SOC值和目标SOC值的差值大于预设的第三阈值时,确定所述单体电池为待均衡单体电池;

根据所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

所述根据所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差具体为:

获取所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值的SOC差值;

根据标准单体电池的总容量与所述SOC差值的乘积,获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;其中,所述标准单体电池的总容量对应同一温度下的总容量。

2. 如权利要求1所述的电池均衡方法,其特征在于,所述车辆的工况包括所述稳定工况和非稳定工况;其中,所述稳定工况包括充电工况和停车工况,所述非稳定工况包括行车工况。

3. 根据权利要求1所述的电池均衡方法,其特征在于,所述根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理具体为:

在对所述待均衡单体电池进行均衡处理的过程中,实时获取所述待均衡单体电池的均衡电流;

将所述待均衡单体电池的均衡电流对时间进行积分处理获得已均衡电量,根据所述已均衡电量和所述预测均衡电量差获得剩余均衡电量;

当判断所述剩余均衡电量大于预设的第一阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡电量小于或等于所述第一阈值时,停止对所述待均衡单体电池继续进行均衡处理。

4. 根据权利要求3所述的电池均衡方法,其特征在于,所述根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理具体为:

根据所述预测均衡电量差和参考均衡电流获取预测均衡时间;

在对所述待均衡单体电池进行均衡处理的过程中,实时获取所述待均衡单体电池的均衡电流;

根据所述待均衡单体电池的均衡电流和所述参考均衡电流的比例关系获取已均衡时间,根据所述已均衡时间和所述预测均衡时间获得剩余均衡时间;

当判断所述剩余均衡时间大于预设的第二阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡时间小于或等于所述第二阈值时,停止对所述待均衡单体电

池继续进行均衡处理。

5. 根据权利要求4所述的电池均衡方法,其特征在于,所述方法还包括:

若所述车辆处于所述稳定工况,获取所述待均衡单体电池的当前均衡电量差;

根据所述待均衡单体电池的当前均衡电量差,对所述剩余均衡电量或所述剩余均衡时间进行修正。

6. 根据权利要求5中所述的电池均衡方法,其特征在于,所述获取所述待均衡单体电池的当前均衡电量差具体包括:

根据所述车辆当前所处的稳定工况的持续时间以及与上一次测量均衡电量差的间隔时间获取置信度系数,根据所述置信度系数对所述当前均衡电量差进行修正。

7. 根据权利要求1所述的电池均衡方法,其特征在于,所述获取每一单体电池的SOC值具体为:

根据预设的等效电路模型,获得所述单体电池的开路电压;

根据预设的SOC值和开路电压的对应关系,获取所述单体电池的预估SOC值;

根据所述单体电池的温度对所述预估SOC值进行修正获取所述单体电池的SOC值。

8. 根据权利要求1所述的电池均衡方法,其特征在于,所述根据每一所述单体电池的SOC值计算目标SOC值具体为:

当判断所述电池包采用被动均衡模式时,获取所述电池包内所有单体电池的最小SOC值作为所述目标SOC值;

当判断所述电池包采用主动均衡模式时,获取所述电池内所有单体电池的平均SOC值作为所述目标SOC值。

9. 根据权利要求7所述的电池均衡方法,其特征在于,所述等效电路模型包括串联连接的电源模块、欧姆内阻、第一RC并联电路和第二RC并联电路;其中,所述第一RC并联电路包括并联连接的第一极化内阻和第一极化电容,所述第二RC并联电路包括并联连接的第二极化内阻和第二极化电容;

所述根据预设的等效电路模型,获得所述单体电池的开路电压具体为:

通过以下的公式计算所述单体电池的开路电压:

$$\begin{cases} U_t = U_{oc} - U_1 - U_2 - IR_0 \\ \dot{U}_1 = \frac{I}{C_1} - \frac{U_1}{C_1 R_1} \\ \dot{U}_2 = \frac{I}{C_2} - \frac{U_2}{C_2 R_2} \end{cases}$$

其中, U_t 为所述单体电池测量得到的外部电压; U_1 为所述第一极化内阻两端的电压; U_2 为所述第二极化内阻两端的电压; C_1 为所述第一极化电容的电容值; C_2 为所述第二极化电容的电容值; I 为流过所述单体电池的电流; R_1 为所述第一极化内阻的电阻值; R_2 为所述第二极化内阻的电阻值; R_0 为所述欧姆内阻的电阻值; U_{oc} 为所述单体电池的开路电压,即所述电源模块两端的电压值; $\dot{U}_1$ 为所述第一极化电容的电压变化率; $\dot{U}_2$ 为所述第二极化电容的电压变化率。

10. 一种电池均衡装置,其特征在于,包括:

预测均衡电量差计算模块,用于当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

均衡处理模块,用于在所述车辆处于任意工况下,根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理;

其中,所述预测均衡电量差计算模块,还用于当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,获取每一单体电池的SOC值,并根据每一所述单体电池的SOC值计算目标SOC值;当任一所述单体电池的SOC值和目标SOC值的差值大于预设的第三阈值时,确定所述单体电池为待均衡单体电池;根据所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

所述预测均衡电量差计算模块,还用于获取所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值的SOC差值;根据标准单体电池的总容量与所述SOC差值的乘积,获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;其中,所述标准单体电池的总容量对应同一温度下的总容量。

11. 一种控制设备,包括处理器、存储器以及存储在该存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至9中任意一项所述的电池均衡方法。

12. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序,其中,在所述计算机程序运行时控制所述计算机可读存储介质所在设备执行如权利要求1至9中任意一项所述的电池均衡方法。

电池均衡方法及装置、控制设备、计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及电池领域,尤其涉及一种电池均衡方法及装置、控制设备、计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 电池由于其生产、使用环境及自放电等差异性,在随机动态工况运行过程中,各单体电芯之间会产生不一致性问题。电池差异性会导致过充、过放、状态性能预测不准确,从而降低性能,使电池管理难度加大。因此电池管理系统(BMS:BATTERY MANAGEMENT SYSTEM)需要具备均衡功能,从而保证每个单体电池在正常的使用时保持相同状态。

[0003] 现有的电池均衡方法主要包括电压均衡方法和基于SOC(State of Charge)均衡方法;如图1所示,电压均衡方法通过比较充电或停车期间电池之间的电压差异来决策(例如,最大电压和最小电压之间的差异)是否接通平衡电路,该方法通常利用同一阶段同步均衡测量和均衡控制,并通过周期性同步均衡测量和控制(例如,周期为10分钟)来形成闭环均衡系统以实现充电和停车工况下;SOC均衡方法比较电池中的电池SOC差异以使所有电池对齐到相同的SOC上。

[0004] 在实现本发明的过程中,发明人发现以上方法存在以下问题:

[0005] 1、电压均衡方法和基于SOC均衡方法仅在充电和停车期间进行电池均衡,其有效性取决于充电和停车过程的持续时间,如果车辆长期处于行车工况,用于均衡的工况不够充裕,会导致以上均衡算法无法满足均衡要求;

[0006] 2、利用以上动态的电压检测或SOC估计方法,使得电池在工况复杂的条件下时,估计严重不准,导致均衡的时间不准确,引起均衡无效、误均衡、过均衡等。

发明内容

[0007] 针对上述问题,本发明的目的在于提供一种电池均衡方法及装置、控制设备、计算机可读存储介质,以解决现有的均衡方法仅限于充电工况和停车工况而导致无法满足均衡要求的问题,使得均衡控制过程不受工况的限制,能消除均衡过程对充电和停车工况的依赖性,并有效避免复杂工况下的均衡无效和过均衡的情况。

[0008] 本发明实施例提供了一种电池均衡方法,包括步骤:

[0009] 当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

[0010] 在所述车辆处于任意工况下,根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理。

[0011] 与现有技术相比,本发明实施例通过当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;在在所述车辆处于任意工况下,根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理,本发明的均衡控制适用于所有工况,不受工况的限制,消除均衡控制对停车和充电工况的依

赖,当车辆长期处于行车工况时,仍然能进行均衡处理,则可实现单体电池的充分均衡,避免现有技术均衡工况不充裕而无法满足均衡要求的问题;另一方面,本发明无需周期性地均衡测量,仅需要一个预测值作为目标对待均衡单体电池进行均衡处理,均衡过程和测量过程实现解耦,无需在工况复杂(例如,行车工况)的条件下进行动态的电压检测和SOC估计,从而避免均衡时间估计不准确而导致均衡无效、误均衡和过均衡,提高均衡预测和控制的鲁棒性。

[0012] 作为上述方案的改进,所述车辆的工况包括所述稳定工况和非稳定工况;其中,所述稳定工况包括充电工况和停车工况,所述非稳定工况包括行车工况。

[0013] 作为上述方案的改进,所述根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理具体为:

[0014] 在对所述待均衡单体电池进行均衡处理的过程中,实时获取所述待均衡单体电池的均衡电流;

[0015] 将所述待均衡单体电池的均衡电流对时间进行积分处理获得已均衡电量,根据所述已均衡电量和所述预测均衡电量差获得剩余均衡电量;

[0016] 当判断所述剩余均衡电量大于预设的第一阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡电量小于或等于所述第一阈值时,停止对所述待均衡单体电池继续进行均衡处理。

[0017] 作为上述方案的改进,所述根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理具体为:

[0018] 根据所述预测均衡电量差和参考均衡电流获取预测均衡时间;

[0019] 在对所述待均衡单体电池进行均衡处理的过程中,实时获取所述待均衡单体电池的均衡电流;

[0020] 根据所述待均衡单体电池的均衡电流和所述参考均衡电流的比例关系获取已均衡时间,根据所述已均衡时间和所述预测均衡时间获得剩余均衡时间;

[0021] 当判断所述剩余均衡时间大于预设的第二阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡时间小于或等于所述第二阈值时,停止对所述待均衡单体电池继续进行均衡处理。

[0022] 作为上述方案的改进,所述方法还包括:

[0023] 若所述车辆处于所述稳定工况,获取所述待均衡单体电池的当前均衡电量差;

[0024] 根据所述待均衡单体电池的当前均衡电量差,对所述剩余均衡电量或所述剩余均衡时间进行修正。

[0025] 作为上述方案的改进,所述获取所述待均衡单体电池的当前均衡电量差具体包括:

[0026] 根据所述车辆当前所处的稳定工况的持续时间以及与上一次测量均衡电量差的间隔时间获取置信度系数,根据所述置信度系数对所述当前均衡电量差进行修正。

[0027] 作为上述方案的改进,所述确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差具体为:

[0028] 当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,获取每一单体电池的SOC值,并根据每一所述单体电池的SOC值计算目标SOC值;

[0029] 当任一所述单体电池的SOC值和目标SOC值的差值大于预设的第三阈值时,确定所述单体电池为待均衡单体电池;

[0030] 根据所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差。

[0031] 作为上述方案的改进,所述获取电池包内每一单体电池的SOC值具体为:

[0032] 根据预设的等效电路模型,获得所述单体电池的开路电压;

[0033] 根据预设的SOC值和开路电压的对应关系,获取所述单体电池的预估SOC值;

[0034] 根据所述单体电池的温度对所述预估SOC值进行修正获取所述单体电池的SOC值。

[0035] 作为上述方案的改进,所述根据每一所述单体电池的SOC值计算目标SOC值具体为:

[0036] 当判断所述电池包采用被动均衡模式时,获取所述电池包内所有单体电池的最小SOC值作为所述目标SOC值;

[0037] 当判断所述电池包采用主动均衡模式时,获取所述电池内所有单体电池的平均SOC值作为所述目标SOC值。

[0038] 作为上述方案的改进,所述根据所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差具体为:

[0039] 获取所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值的SOC差值;

[0040] 根据标准单体电池的总容量与所述SOC差值的乘积,获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;其中,所述标准单体电池的总容量对应同一温度下的总容量。

[0041] 作为上述方案的改进,所述等效电路模型包括串联连接的电源模块、欧姆内阻、第一RC并联电路和第二RC并联电路;其中,所述第一RC并联电路包括并联连接的第一极化内阻和第一极化电容,所述第二RC并联电路包括并联连接的第二极化内阻和第二极化电容;

[0042] 所述根据预设的等效电路模型,获得所述单体电池的开路电压具体为:

[0043] 通过以下的公式计算所述单体电池的开路电压:

$$[0044] \quad \begin{cases} U_t = U_{oc} - U_1 - U_2 - IR_0 \\ \dot{U}_1 = \frac{I}{C_1} - \frac{U_1}{C_1 R_1} \\ \dot{U}_2 = \frac{I}{C_2} - \frac{U_2}{C_2 R_2} \end{cases}$$

[0045] 其中, U_t 为所述单体电池测量得到的外部电压; U_1 为所述第一极化内阻两端的电压; U_2 为所述第二极化内阻两端的电压; C_1 为所述第一极化电容的电容值; C_2 为所述第二极化电容的电容值; I 为流过所述单体电池的电流; R_1 为所述第一极化内阻的电阻值; R_2 为所述第二极化内阻的电阻值; R_0 为所述欧姆内阻的电阻值; U_{oc} 为所述单体电池的开路电压,即所述电源模块两端的电压值; $\dot{U}_1$ 为所述第一极化电容的电压变化率; $\dot{U}_2$ 为所述第二极化电容的电压变化率。

[0046] 本发明实施例还对应提供了一种电池均衡装置,包括:

[0047] 预测均衡电量差计算模块,用于当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,确定

电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

[0048] 均衡处理模块,用于在所述车辆处于任意工况下,根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理。

[0049] 本发明实施例还对应提供了一种控制设备,包括处理器、存储器以及存储在所述存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现以上任意一项所述的电池均衡方法。

[0050] 本发明实施例还对应提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序,其中,在所述计算机程序运行时控制所述计算机可读存储介质所在设备执行以上任意一项所述的电池均衡方法

附图说明

[0051] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施方式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方式,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。

[0052] 图1为现有技术采用的周期性同步均衡测量和控制来形成闭环均衡系统的电压均衡方法示意图。

[0053] 图2是本发明其中一实施例提供的电池均衡方法的流程示意图。

[0054] 图3是本发明其中一实施例提供的电池单体的二阶电池模型示意图。

[0055] 图4是本发明其中一实施例提供的实时均衡电流随时间的变化图。

[0056] 图5是本发明其中一实施例提供的电池均衡装置的结构示意图。

[0057] 图6是本发明其中一实施例提供的控制设备的结构示意图。

具体实施方式

[0058] 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。

[0059] 请参照图2,本发明其中一实施例提供了一种电池均衡方法,包括步骤:

[0060] S1、当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

[0061] 在步骤S1中,计算待均衡单体电池的预测均衡电量差可以基于电压或基于SOC值,在本发明实施例中,仅以SOC值进行具体说明。具体地,通过以下方式确定待均衡单体电池和计算相应的预测均衡电量差。

[0062] S11、当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,获取每一单体电池的SOC值,并根据每一所述单体电池的SOC值计算目标SOC值;

[0063] 需要说明的是,车辆所处的工况包括所述稳定工况和非稳定工况;其中,所述稳定工况为电流波动较小的工况,例如,停车工况和充电工况,这时候的SOC值和开路电压具有一对一的对应关系,可以由开路电压获得较为真实的SOC值,测量该阶段的SOC值对于后续的均衡控制具有参考意义,避免以出现均衡无效、误均衡和过均衡的问题;相反,若在非稳

定工况(电流波动较大的工况)测量SOC值,例如,行车工况,这时候的电流波动非常大,SOC值和开路电压并非具有一对一的对应关系,一个SOC值可能对应多个开路电压,测量该阶段的SOC值对于均衡控制无实质意义,容易出现均衡无效、误均衡和过均衡的问题。

[0064] S12、当任一所述单体电池的SOC值和目标SOC值的差值大于预设的第三阈值时,确定所述单体电池为待均衡单体电池;

[0065] 其中,所述预设的第三阈值可为零。可以理解的,只有当单体电池的SOC值和目标SOC值存在一定量的差值时,才判定这种差异不属于正常可接受的范围,需要通过特定的均衡手段进行调整,以避免其在多次放电和充电后,进入恶性循环,进而导致电池包容量的损失和寿命降低。

[0066] S13、根据所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差。

[0067] 可以理解的,由于温度对电池的容量具有影响,则根据开路电压获取到的预估SOC值还需经过各个单体电池的温度进行修正后,才能获取实际的SOC值。另外,上述等效电路模型是根据对一标准单体电池进行多次实验测试后得到,如开路电压测试、HPPC测试、容量测试等,从根据实验过程中对单体电池的开路电压、内阻和动态特性的估计,从而提取各类电信参数,例如,欧姆内阻、极化内阻和极化电容等。另外,通过上述等效电路模型,还可以获取单体电池的开路电压、SOC值和电池温度的关系。进一步地,根据单体电池的开路电压和SOC值还可制成SOV-OCV曲线。通过实验测试建立精确的等效电路模型对电池单体电池的开路电压进行预测,可以获得较为精确的电池单体开路电压,并由此获得较为精确的电池单体的SOC值,利于后续进行精确的均衡控制。

[0068] 步骤S13具体实施时,先获取所述待均衡单体电池的SOC值和目标SOC值的SOC差值;根据标准单体电池的总容量与所述SOC差值的乘积,获取所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;其中,所述标准单体电池的总容量对应同一温度下的总容量。考虑到均衡测量阶段(即预测均衡电量差测量阶段)和均衡控制阶段的温度差异,而电容量跟温度相关,则需要将所述SOC温度归一化到同一温度下进行计算,具体为,获取一预设温度下标准单体电池的总容量,将该总容量与待均衡单体电池的SOC差值相乘则可获得预测均衡电量差。

[0069] 示例性地,如图3所示,所述等效电路模型为二阶电池模型,其包括串联连接的电源模块 U_{oc} 、欧姆内阻 R_0 、第一RC并联电路和第二RC并联电路;其中,所述第一RC并联电路包括并联连接的第一极化内阻 R_1 和第一极化电容 C_1 ,所述第二RC并联电路包括并联连接的第二极化内阻 R_2 和第二极化电容 C_2 ;

[0070] 所述根据预设的等效电路模型,获得所述单体电池的开路电压具体为:

[0071] 通过以下的公式计算所述单体电池的开路电压:

$$[0072] \quad \begin{cases} U_t = U_{oc} - U_1 - U_2 - IR_0 \\ \dot{U}_1 = \frac{I}{C_1} - \frac{U_1}{C_1 R_1} \\ \dot{U}_2 = \frac{I}{C_2} - \frac{U_2}{C_2 R_2} \end{cases}$$

[0073] 其中, U_t 为所述单体电池测量得到的外部电压; U_1 为所述第一极化内阻 R_1 两端的电

压; U_2 所述第二极化内阻 R_2 两端的电压; C_1 为所述第一极化电容 C_1 的电容值; C_2 为所述第二极化电容 C_2 的电容值; I 为流过所述单体电池的电流; R_1 为所述第一极化内阻 R_1 的电阻值; R_2 为所述第二极化内阻 R_2 的电阻值; R_0 为所述欧姆内阻 R_0 的电阻值; U_{oc} 为所述单体电池的开路电压,即所述电源模块 U_{oc} 两端的电压值; $\dot{U}_1$ 为所述第一极化电容 C_1 的电压变化率; $\dot{U}_2$ 为所述第二极化电容 C_2 的电压变化率。

[0074] 上述等效电路模型仅作为示例性说明,其他一阶或者二阶电路模型,例如Rint模型、Thevenin模型、PNGV模型等也在本发明的保护范围内。

[0075] 优选地,所述根据每一所述单体电池的SOC值计算目标SOC值具体为:

[0076] 当判断所述电池包采用被动均衡模式时,获取所述电池包内所有单体电池的最小SOC值作为所述目标SOC值;

[0077] 当判断所述电池包采用主动均衡模式时,获取所述电池内所有单体电池的平均SOC值作为所述目标SOC值。

[0078] 需要说明的是,被动均衡,也称为耗散型均衡,其主要是运用电阻器,将容量多的电池中多余的能量消耗掉,实现整组电池电压的均衡,例如,通过开关回路将电阻并联在单体电池两端,开关由管理系统信号触发,当系统判断哪个电芯电压或者SOC高时,连接其并联电阻,消耗其能量;而主动均衡,也称为无损均衡,将单体电池中能量较高的转移到能量较低的单体电池,从而实现能量的转移,在实施过程中需要一个储能元件,使得能量通过该储能元件重新进行分配,例如,将一只电容并联在高能量单体电池的两端,部分能量,以充电的形式转移到电容上,待到单体电池与电容电压平衡,开关断开,并将电容转接到低能量单体电池的两端,待到单体电池与电容电压平衡,再去重复以上的过程。

[0079] S2、在所述车辆处于任意工况下,根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理;

[0080] 在步骤S2中,需要说明的是,“在所述车辆处于任意工况下”并不意味着控制器需要对车辆所述的工况进行判断,在优选方案中,当生成预测均衡电量差后可立即对待均衡单体电池进行均衡处理,无需进行工况的判断,实现在任意工况下进行均衡处理。

[0081] 优选地,所述根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理包括以下两种方式:

[0082] 第一种为测量已均衡电量的方式,具体为:

[0083] 在对所述待均衡单体电池进行均衡处理的过程中,实时获取所述待均衡单体电池的均衡电流;

[0084] 将所述待均衡单体电池的均衡电流对时间进行积分处理获得已均衡电量,根据所述已均衡电量和所述预测均衡电量差获得剩余均衡电量;

[0085] 当判断所述剩余均衡电量大于预设的第一阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡电量小于或等于所述第一阈值时,停止对所述待均衡单体电池继续进行均衡处理。

[0086] 第二种为测量已均衡时间的方式,具体为:

[0087] 根据所述预测均衡电量差和参考均衡电流获取预测均衡时间;

[0088] 在对所述待均衡单体电池进行均衡处理的过程中,实时获取所述待均衡单体电池的均衡电流;

[0089] 根据所述待均衡单体电池的均衡电流和所述参考均衡电流的比例关系获取已均衡时间,根据所述已均衡时间和所述预测均衡时间获得剩余均衡时间;

[0090] 当判断所述剩余均衡时间大于预设的第二阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡时间小于或等于所述第二阈值时,停止对所述待均衡单体电池继续进行均衡处理。

[0091] 例如,设定一个参考均衡电流为1A,计算得到的待均衡电量差为 $10\text{A} \cdot \text{h}$,则计算得到的预测均衡时间为10h。如图4所示,实时测得的均衡电流为2A、1A和0.5A,每一个均衡的持续时间分别为2h、1h和2h,对于2A的均衡电流的时间段,将其换算成已均衡时间为 $(2\text{A}/1\text{A}) * 2 = 4\text{h}$,则经过2A的均衡电流处理后的剩余均衡时间为 $10\text{h} - 4\text{h} = 6\text{h}$ 。同理,1A的均衡电流所对应的已均衡时间为 $(1\text{A}/1\text{A}) * 1 = 1\text{h}$,则经过1A的均衡电流处理后的剩余均衡时间为 $6\text{h} - 1\text{h} = 5\text{h}$;0.5A的均衡电流所对应的已均衡时间为 $(0.5\text{A}/1\text{A}) * 2 = 1\text{h}$,则经过1A的均衡电流处理后的剩余均衡时间为 $5\text{h} - 1\text{h} = 4\text{h}$ 。

[0092] 为了提高均衡算法的鲁棒性,需要对均衡参数进行修正。预测均衡电量差的准确度跟车辆所处的稳定工况的时间有关,例如,当车辆处于充电工况时,启动预测均衡电量差的测量,并以测量得到的预测均衡电量差开启均衡控制,但是在车辆处于充电工况的初期,电池包的状态还未稳定,需要经过一段时间后才能逐渐稳定下来,因此,在处于充电工况的过程中,还可多次测量待均衡单体电池的当前均衡电量差,对需要进行均衡的电量进行修正处理。针对以上基于测量已均衡电量和已均衡时间的方式分别进行说明。

[0093] 当采用测量已均衡电量的均衡方式时,根据所述待均衡单体电池的当前均衡电量差,对所述剩余均衡电量进行修正。具体实施时,以当前均衡电量差作为剩余均衡电量进行均衡处理,当判断所述剩余均衡电量大于预设的第一阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡电量小于或等于所述第一阈值时,停止对所述待均衡单体电池继续进行均衡处理。

[0094] 当采用测量已均衡时间的均衡方式时,根据所述待均衡单体电池的当前均衡电量差,对所述剩余均衡电量进行修正。具体实施时,将所述待均衡单体电池的当前均衡电量差和所述参考均衡电流相除获取当前均衡时间,以当前均衡时间作为剩余均衡时间进行均衡处理,当判断所述剩余均衡时间大于预设的第二阈值时,继续对所述待均衡单体电池进行均衡处理;当判断所述剩余均衡时间小于或等于所述第二阈值时,停止对所述待均衡单体电池继续进行均衡处理。

[0095] 另外,除了以上利用多次测量值进行闭环修正的方式外,还可利用置信度系数对测量得到的当前均衡电量差进行修正,该置信度系数根据当前所处的稳定工况的持续时间以及与上一次测量均衡电量差的间隔时间进行设置,具体地,该置信度系数和当前所处的稳定工况的持续时间呈正相关关系(即稳定性越高,置信度系数越高),和与上一次测量均衡电量差的间隔时间成负相关关系(即与上一次测量均衡电量差的间隔时间约长,置信度系数就越低)。进一步地,该置信度系数还可根据等效电路模型对当前工况的鲁棒性进行设置,即具有高鲁棒性的等效电路模型具有较高的置信度系数。优选地,当前均衡电量差通过以下公式进行修正:

$$[0096] \quad a' = \frac{c_a \cdot a + c_b \cdot b}{c_a + c_b}$$

[0097] 其中,a为测量到的当前均衡电量差,b为上一次测量得到的均衡电量差, c_a 为当前均衡电量差对应的置信度系数, c_b 为上一次测量得到的均衡电量差对应的置信度系数, a' 为修正后的当前均衡电量差。

[0098] 在实际应用过程中,置信度系数在工程中选用较为保守的值,以避免发生过均衡的情况。通过设置置信度系数,可降低均衡时间预测对模型精度的要求,提高均衡预测和控制的鲁棒性。

[0099] 与现有技术相区别的,本发明无需进行图1所示的预测-均衡-预测-均衡...的循环过程,均衡控制仅需依赖一个预测均衡电量差进行,实现了均衡处理和均衡测量的解耦,可以充分利用稳定工况下所测得的预测均衡电量差实现所有工况的均衡处理,具有以下效果:

[0100] (1) 利用稳定工况下测得的预测均衡电量差进行均衡处理,具有准确性和参考意义,无需在行车工况等复杂工况期间对单体电池的电压和SOC值进行周期性的动态监测,避免参照复杂工况下的电压和SOC值存在估计不准确的问题,进而避免均衡无效、误均衡和过均衡的问题,提高均衡预测和控制的鲁棒性;

[0101] (2) 利用一个预测均衡电量差对均衡电量差进行均衡处理,无需周期性地对均衡测量,均衡控制和均衡测量实现解耦,在电池稳定的条件下(即稳定工况)下进行的均衡时间预测,而在其他情况下进行均衡的开闭控制,则均衡控制适用于所有工况,不受工况的限制,消除均衡控制对停车和充电工况的依赖,当车辆长期处于行车工况时,仍然能进行均衡处理,则可实现单体电池的充分均衡,避免现有技术均衡工况不充裕而无法达到均衡要求的问题,避免电池长期处于非均衡状态而导致电池包性能下降。

[0102] 综合以上描述,本发明实施例提供的电池均衡方法,可实现行车等多种工况下的均衡控制,对电池包中电池单体一致性、电池性能的发挥以及电池包寿命等具有积极的影响,除了能保证充分的均衡过程外,还能避免由于工况复杂导致均衡时间预测错误,进而产生无效均衡和过均衡等问题。另外,本发明实施例的电池均衡方法可用于解决移动设备电池组、动力电池组、储能电池组等的多芯电池单体之间的电芯性能的不一致性。

[0103] 参见图5,为本发明其中一实施例提供的一种电池均衡装置的结构示意图,包括:

[0104] 预测均衡电量差计算模块101,用于当判断车辆当前所处的工况为稳定工况时,确定电池包内的待均衡单体电池,计算所述待均衡单体电池的预测均衡电量差;

[0105] 均衡处理模块102,用于在所述车辆处于任意工况下,根据所述预测均衡电量差对所述待均衡单体电池进行均衡处理。

[0106] 参见图6,是本发明其中一实施例提供的控制设备的示意图。如图4所示,所述控制设备包括:至少一个处理器11,例如CPU,至少一个网络接口14或者其他用户接口13,存储器15,至少一个通信总线12,通信总线12用于实现这些组件之间的连接通信。其中,用户接口13可选的可以包括USB接口以及其他标准接口、有线接口。网络接口14可选的可以包括Wi-Fi接口以及其他无线接口。存储器15可能包含高速RAM存储器,也可能还包括非不稳定的存储器(non-volatile memory),例如至少一个磁盘存储器。存储器15可选的可以包含至少一

个位于远离前述处理器11的存储装置。

[0107] 在一些实施方式中,存储器15存储了如下的元素,可执行模块或者数据结构,或者他们的子集,或者他们的扩展集:

[0108] 操作系统151,包含各种系统程序,如电池管理系统等等,用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务;

[0109] 程序152。

[0110] 具体地,处理器11用于调用存储器15中存储的程序152,执行上述实施例所述电池均衡方法,例如图1所示的步骤S11。或者,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述各装置实施例中各模块/单元的功能,例如均衡处理模块102。

[0111] 示例性的,所述计算机程序可以被分割成一个或多个模块/单元,所述一个或者多个模块/单元被存储在所述存储器中,并由所述处理器执行,以完成本发明。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述所述计算机程序在所述控制设备中的执行过程。

[0112] 所述控制设备可包括,但不仅限于,处理器11、存储器15。本领域技术人员可以理解,所述示意图仅仅是控制设备的示例,并不构成对控制设备的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件,例如所述控制设备还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0113] 所称处理器11可以是中央处理单元 (Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array,FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等,所述处理器11是所述控制设备的控制中心,利用各种接口和线路连接整个控制设备的各个部分。

[0114] 所述存储器15可用于存储所述计算机程序和/或模块,所述处理器11通过运行或执行存储在所述存储器15内的计算机程序和/或模块,以及调用存储在存储器内的数据,实现所述控制设备的各种功能。所述存储器可主要包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序等;存储数据区可存储根据手机的使用所创建的数据等。此外,存储器可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如硬盘、内存、插接式硬盘,智能存储卡 (Smart Media Card,SMC),安全数字 (Secure Digital,SD) 卡,闪存卡 (Flash Card)、至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。

[0115] 其中,所述控制设备集成的模块/单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U

盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。需要说明的是,所述计算机可读介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减,例如在某些司法管辖区,根据立法和专利实践,计算机可读介质不包括电载波信号和电信信号。

[0116] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

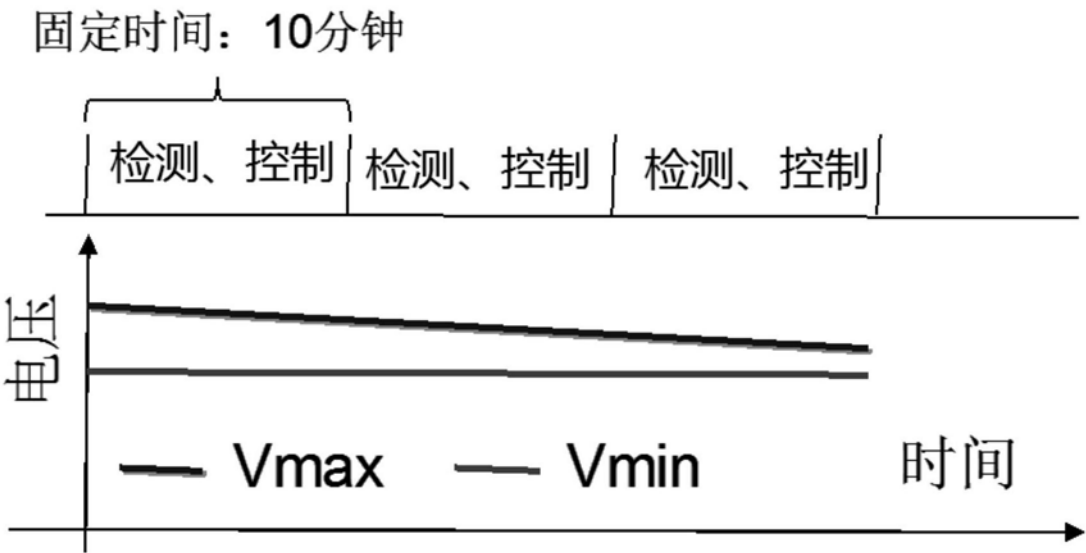


图1

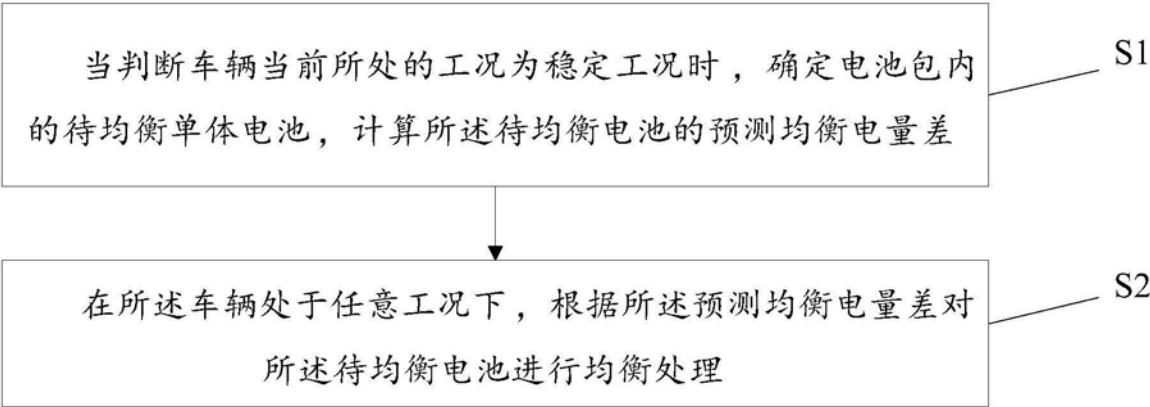


图2

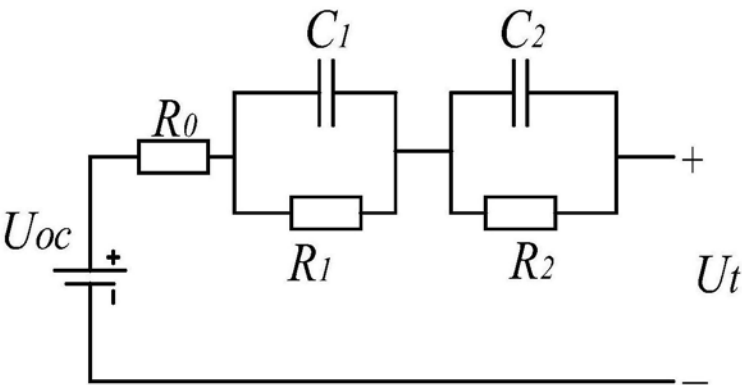


图3

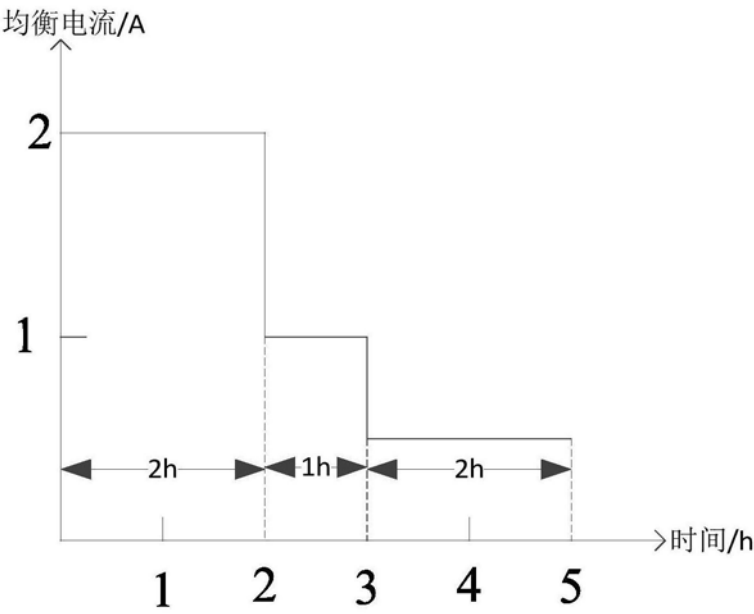


图4

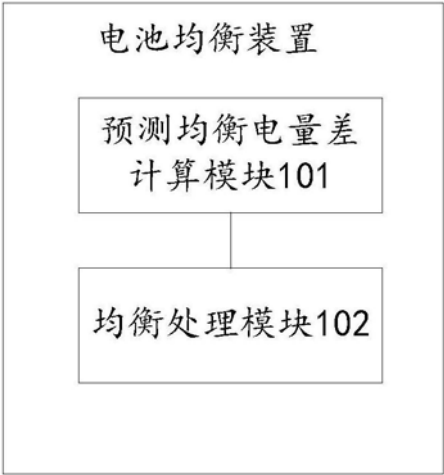


图5

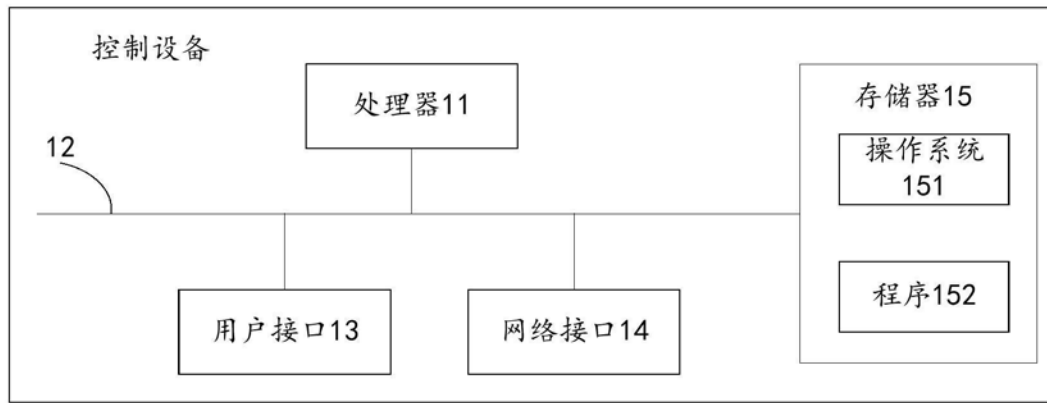


图6