



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112510774 B

(45) 授权公告日 2022.06.03

(21) 申请号 202011330638.3

H01M 10/42 (2006.01)

(22) 申请日 2020.11.24

H01M 10/44 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112510774 A

(56) 对比文件

CN 107733007 A, 2018.02.23

CN 109687548 A, 2019.04.26

(43) 申请公布日 2021.03.16

JP 2012057998 A, 2012.03.22

(73) 专利权人 东风汽车集团有限公司  
地址 430000 湖北省武汉市武汉经济技术  
开发区东风大道特1号

US 2016009194 A1, 2016.01.14

CN 111398836 A, 2020.07.10

审查员 郭楨

(72) 发明人 张旭 李康 万应兵 宋庆国  
窦雅盛

(74) 专利代理机构 武汉智权专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 42225  
专利代理师 李斯

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

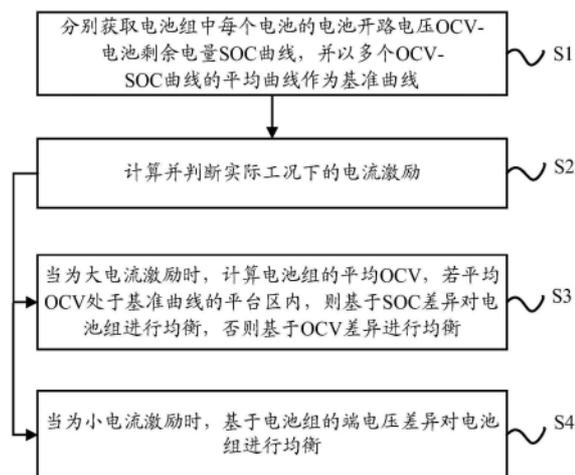
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种电池组的均衡方法

(57) 摘要

本申请公开了一种电池组的均衡方法,涉及电池管理技术领域,该种电池组的均衡方法包括步骤:分别获取电池组中每个电池的开路电压OCV-剩余电量SOC曲线,并以多个OCV-SOC曲线的平均曲线作为基准曲线;计算并判断实际工况下的电流激励;当为大电流激励时,计算电池组的平均OCV,若平均OCV处于基准曲线的平台区内,则基于SOC差异对电池组进行均衡,否则基于OCV差异进行均衡;当为小电流激励时,基于电池组的端电压差异对电池组进行均衡。本申请的均衡方法,实现了在电池不同SOC阶段进行分段均衡控制,使电池充分有效均衡,进而实现最大程度利用电池容量;同时,可准确确定均衡切换测量和边界,减少均衡测量负荷和运算能力需求,提升均衡效率。



1. 一种电池组的均衡方法,其特征在于,其包括步骤:

分别获取电池组中每个电池的开路电压OCV-剩余电量SOC曲线,并以多个OCV-SOC曲线的平均曲线作为基准曲线;根据该电池组的基准曲线中各区域的斜率大小,将该基准曲线划分为位于中部的平台区和位于平台区两侧的非平台区;以该平台区小端值为放电末期分界值,以该平台区的大端值为充电末期分界值;

计算并判断实际工况下的电流激励;

当为大电流激励时,计算电池组的平均OCV,若所述平均OCV处于所述基准曲线的平台区内,则基于SOC差异对电池组进行均衡,否则基于OCV差异进行均衡;当平均OCV不大于充电末期分界值、且不小于放电末期分界值时,判断该平均OCV处于上述基准曲线的平台区;

当为小电流激励时,基于所述电池组的端电压差异对电池组进行均衡;

计算并判断实际工况下的电流激励,具体包括:

计算一定时间内电流的方差和绝对值平均数;

当所述电流的方差大于方差阈值,且绝对值平均数大于平均数阈值时,判断为大电流激励;否则,判断为小电流激励。

2. 如权利要求1所述的电池组的均衡方法,其特征在于,获取所述OCV差异具体包括:

获取所述电池组的平均电压值和最低电压值;

通过所述平均电压值和电流辨识得到所述电池组的平均OCV;

通过所述最低电压值和电流辨识得到所述电池组的最低OCV;

以所述平均OCV与最低OCV的差值作为所述OCV差异。

3. 如权利要求2所述的电池组的均衡方法,其特征在于,获取所述SOC差异具体包括:

基于所述基准曲线,查找所述平均OCV对应的SOC作为平均SOC,查找所述最低OCV对应的SOC作为最低SOC;

以所述平均SOC与最低SOC的差值作为所述SOC差异。

4. 如权利要求3所述的电池组的均衡方法,其特征在于:

当基于SOC差异对电池组进行均衡时,判断所述SOC差异是否大于或等于第一阈值,若是,则对电池组进行均衡至所述SOC差异小于第一阈值,关闭均衡;

当基于OCV差异对电池组进行均衡时,判断所述OCV差异是否大于或等于第二阈值,若是,则对电池组进行均衡至所述SOC差异小于第二阈值,关闭均衡。

5. 如权利要求2所述的电池组的均衡方法,其特征在于,获取所述端电压差异具体包括:

计算所述平均电压值与最低电压值的差值,并以所述差值为端电压差异。

6. 如权利要求5所述的电池组的均衡方法,其特征在于:

基于端电压差异对电池组进行均衡时,判断所述端电压差异是否大于或等于第三阈值,若是,则对电池组进行均衡至所述端电压差异小于第三阈值,关闭均衡。

7. 如权利要求2所述的电池组的均衡方法,其特征在于,获取所述电池组的最低电压值,具体包括:

分别获取所述电池组中每个电池的端电压,以最小端电压作为所述电池组的最低电压值。

8. 如权利要求7所述的电池组的均衡方法,其特征在于,获取所述电池组的平均电压

值,具体包括:

以去除最小端电压后的剩余端电压的平均值作为所述平均电压值;或者

以去除最大端电压和最小端电压后的剩余端电压的平均值作为所述平均电压值。

9. 如权利要求1所述的电池组的均衡方法,其特征在于,获取电池组中每个电池的OCV-SOC曲线,具体包括:

对任一电池进行混合动力脉冲能力特性测试,获得每间隔一定SOC状态下的开路电压信息,绘制SOC-OCV曲线;每个SOC间隔区间内的各点的OCV由线性插值获得;所述SOC间隔区间的长度不超过5%;

所述电池组中的多个电池均为同一批次。

## 一种电池组的均衡方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电池管理技术领域,具体涉及一种电池组的均衡方法。

### 背景技术

[0002] 电池组系统是由许多电池单体组成,多个电池在成组前,由于单个电池制造过程中的材料不均匀、工艺存在缺陷等原因,导致各电池内部存在各种微小的差异,天生具有不一致性,比如:OCV (Open Circuit Voltage,开路电压)不一致、电压不一致、容量不一致、内阻不一致、电容不一致、初始SOC (State of charge,剩余容量)不一致、自放电速率不一致等。

[0003] 目前,多个电池在成组以后,电流的波动激励和所处的工况具有很大的差异,且温度、自放电、电池特性等也存在差异,这些差异必然会使电池组在使用过程中向电池组不一致性增大的趋势发展。电池成组的不一致性限制着电池组的充电能力和放电效率。在充电状态时,电压高的电池首先被充满,此时其它电池不能再充,否则会导致过充问题;在放电状态时,电压最低的电池最先达到截止电压,此时其它电池不能继续放电,否则会导致过放问题。此时电池的不一致性会不断的积累,导致电池包的容量不能充分利用。

[0004] 相关技术中,根据每个电芯的实际容量和荷电状态得到可充电容量,进而获取该电芯的均衡容量。理论上,采用容量差异去启动均衡是可行的,基于容量差异可以充分均衡,以充分释放电池组的能量。但是,计算当前电池的最大可用容量,需要实时在线估算,会产生巨大的计算量,且估计精度难以保证。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的缺陷,本申请的目的在于提供一种电池组的均衡方法,以解决相关技术中启动均衡时估算量大、及估计精度难以保证的问题。

[0006] 为达到以上目的,本申请采取的技术方案是:一种电池组的均衡方法,其包括步骤:

[0007] 分别获取电池组中每个电池的开路电压OCV-剩余电量SOC曲线,并以多个OCV-SOC曲线的平均曲线作为基准曲线;

[0008] 计算并判断实际工况下的电流激励;

[0009] 当为大电流激励时,计算电池组的平均OCV,若上述平均OCV处于上述基准曲线的平台区内,则基于SOC差异对电池组进行均衡,否则基于OCV差异进行均衡;

[0010] 当为小电流激励时,基于上述电池组的端电压差异对电池组进行均衡。

[0011] 一些实施例中,获取上述OCV差异具体包括:

[0012] 获取上述电池组的平均电压值和最低电压值;

[0013] 通过上述平均电压值和电流辨识得到上述电池组的平均OCV;

[0014] 通过上述最低电压值和电流辨识得到上述电池组的最低OCV;

[0015] 以上述平均OCV与最低OCV的差值作为上述OCV差异。

- [0016] 一些实施例中,获取上述SOC差异具体包括:
- [0017] 基于上述基准曲线,查找上述平均OCV对应的SOC作为平均SOC,查找上述最低OCV对应的SOC作为最低SOC;
- [0018] 以上述平均SOC与最低SOC的差值作为上述SOC差异。
- [0019] 一些实施例中,当基于SOC差异对电池组进行均衡时,判断上述SOC差异是否大于或等于第一阈值,若是,则对电池组进行均衡至上述SOC差异小于第一阈值,关闭均衡;
- [0020] 当基于OCV差异对电池组进行均衡时,判断上述OCV差异是否大于或等于第二阈值,若是,则对电池组进行均衡至上述SOC差异小于第二阈值,关闭均衡。
- [0021] 一些实施例中,获取上述端电压差异具体包括:
- [0022] 计算上述平均电压值与最低电压值的差值,并以上述差值为端电压差异。
- [0023] 一些实施例中,基于端电压差异对电池组进行均衡时,判断上述端电压差异是否大于或等于第三阈值,若是,则对电池组进行均衡至上述端电压差异小于第三阈值,关闭均衡。
- [0024] 一些实施例中,获取上述电池组的最低电压值,具体包括:
- [0025] 分别获取上述电池组中每个电池的端电压,以最小端电压作为上述电池组的最低电压值。
- [0026] 一些实施例中,获取上述电池组的平均电压值,具体包括:
- [0027] 以去除最小端电压后的剩余端电压的平均值作为上述平均电压值;或者
- [0028] 以去除最大端电压和最小端电压后的剩余端电压的平均值作为上述平均电压值。
- [0029] 一些实施例中,获取电池组中每个电池的OCV-SOC曲线,具体包括:
- [0030] 对任一电池进行HPPC测试,获得每间隔一定SOC状态下的开路电压信息,绘制SOC-OCV曲线;每个SOC间隔区间内的各点的OCV由线性插值获得;上述SOC间隔区间的长度不超过5%;
- [0031] 上述电池组中的多个电池均为同一批次。
- [0032] 一些实施例中,计算并判断实际工况下的电流激励,具体包括:
- [0033] 计算一定时间内电流的方差和绝对值平均数;
- [0034] 当上述电流的方差大于方差阈值,且绝对值平均数大于平均数阈值时,判断为大电流激励;否则,判断为小电流激励。
- [0035] 本申请提供的技术方案带来的有益效果包括:
- [0036] 本申请的电池组的均衡方法,由于以电池组中每个电池的OCV-SOC曲线的平均曲线作为基准曲线,在计算实际工况下的电流激励后,当判断为大电流激励时,计算电池组的平均OCV,若平均OCV处于所述基准曲线的平台区内,则基于SOC差异对电池组进行均衡,否则基于OCV差异进行均衡;当判断为小电流激励时,基于电池组的端电压差异对电池组进行均衡,因此,实现了在电池不同SOC阶段进行分段均衡控制,使电池充分有效均衡,进而实现最大程度利用电池容量;同时,可准确确定均衡切换测量和边界,减少均衡测量负荷和运算能力需求,提升均衡效率。

## 附图说明

- [0037] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使

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申请的一些实施例,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。

[0038] 图1为本申请实施例中均衡方法的第一种流程图;

[0039] 图2为本申请实施例中均衡方法的第二种流程图。

### 具体实施方式

[0040] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0041] 本申请实施例提供了一种电池组的均衡方法,其能够解决相关技术中启动均衡时估算量大、及估计精度难以保证的问题。

[0042] 如图1所示,本申请的电池组的均衡方法,其包括步骤:

[0043] S1. 分别获取电池组中每个电池的电池开路电压OCV-电池剩余电量SOC曲线,并以多个OCV-SOC曲线的平均曲线作为基准曲线。

[0044] 本实施例中,每个电池的OCV-SOC曲线均通过实验获得。该电池组中,不同电池的OCV-SOC曲线在SOC的中间阶段重合度较好,因此,不同电池中间阶段的OCV可利用OCV-SOC基准曲线得到准确的SOC。

[0045] 其中,根据该电池组的基准曲线中各区域的斜率大小,可将该基准曲线划分为位于中部的平台区和位于平台区两侧的非平台区。以该平台区小端值为放电末期分界值,以该平台区的大端值为充电末期分界值。

[0046] S2. 计算并判断实际工况下的电流激励,以完成对不同的工况的识别。

[0047] S3. 当为大电流激励时,计算电池组的平均OCV,若上述平均OCV处于上述基准曲线的平台区内,则基于SOC差异对电池组进行均衡,否则基于OCV差异进行均衡。

[0048] 其中,当平均OCV不大于充电末期分界值、且不小于放电末期分界值时,判断该平均OCV处于上述基准曲线的平台区。

[0049] S4. 当为小电流激励时,表明此时处于待机或静置等工况,可直接基于上述电池组的端电压差异对电池组进行均衡。

[0050] 本实施例中,电池的开路电压和电池活性材料内部锂离子的利用程度有关,或者说开路电压和电池的容量密切相关,在低SOC区间或高SOC区间即充放电末期,电池容量的不一致性较大,各电池的OCV-SOC曲线不一致性较大,此时,可充分表征电池内部特征的OCV更能反映电池容量和特性的差异。因此,此时可使用OCV差异去控制均衡,以更有效反应电池的容量不均衡。而在OCV-SOC的基准曲线中,在平台区即使容量有一定的差异,但对应的OCV差异较小,因此,此时利用SOC差异进行均衡更为精确。

[0051] 本申请实施例的电池组的均衡方法,实现了在电池不同SOC阶段进行分段均衡控制,使电池充分有效均衡,进而实现最大程度利用电池容量;同时,可准确确定均衡切换测量和边界,减少均衡测量负荷和运算能力需求,提升均衡效率。

[0052] 本实施例中,电池组中的多个电池均为同一批次,采用的同一批次不同电池的OCV

辨识,具有相同的电流激励,进而使辨识的OCV结果具有一些相同的特征。

[0053] 进一步地,上述步骤S3中,获取OCV差异具体包括:

[0054] 首先,获取上述电池组的平均电压值和最低电压值。

[0055] 然后,通过上述平均电压值和电流辨识得到上述电池组的平均OCV,并通过上述最低电压值和电流辨识得到上述电池组的最低OCV。

[0056] 最后,以上述平均OCV与最低OCV的差值作为OCV差异  $\Delta E$ 。

[0057] 本实施例中,采用在线辨识方法如带遗忘因子的递归最小二乘法或带遗忘因子的偏差补偿递归最小二乘法得到相应的OCV。其中,可基于Rint模型,也可以基于一阶RC模型。

[0058] 本实施例中,上述步骤S3中,获取SOC差异具体包括:

[0059] 首先,基于上述基准曲线,查找上述平均OCV对应的SOC作为平均SOC,并查找上述最低OCV对应的SOC作为最低SOC。

[0060] 然后,以上述平均SOC与最低SOC的差值,作为上述SOC差异  $\Delta SOC$ 。

[0061] 在其他实施例中,还可直接采用BMS自带算法计算得到SOC差异  $\Delta SOC$ ,比如卡尔曼滤波算法或安时积分法。

[0062] 进一步地,当基于SOC差异对电池组进行均衡时,判断上述SOC差异是否大于或等于第一阈值,若是,则对电池组进行均衡至上述SOC差异小于第一阈值,并关闭均衡;否则,无需启动均衡。

[0063] 本实施例中,第一阈值与电池组特性有关,根据电池组特性和对不一致性的容忍程度设定。

[0064] 当基于OCV差异对电池组进行均衡时,判断上述OCV差异是否大于或等于第二阈值,若是,则对电池组进行均衡至上述SOC差异小于第二阈值,并关闭均衡;否则,无需启动均衡。

[0065] 本实施例中,第二阈值根据与电池组特性有关,根据电池组特性和对不一致性的容忍程度设定。

[0066] 本实施例中,上述步骤S4中,获取上述端电压差异具体包括:

[0067] 计算电池组的平均电压值与最低电压值的差值,并以上述差值为端电压差异  $\Delta U$ 。

[0068] 具体地,基于端电压差异对电池组进行均衡时,判断上述端电压差异是否大于或等于第三阈值,若是,则对电池组进行均衡至上述端电压差异小于第三阈值,并关闭均衡;否则,无需启动均衡。

[0069] 本实施例中,第三阈值根据与电池组特性有关,根据电池组特性和对不一致性的容忍程度设定。

[0070] 进一步地,获取上述电池组的最低电压值,具体包括:

[0071] 分别获取上述电池组中每个电池的端电压,以其中的最小端电压作为上述电池组的最低电压值。

[0072] 本实施例中,每个电池的端电压均为通过滤波后的端电压,该过程可采用各种滤波方式。可选地,上述滤波方式为非线性扩散滤波,工程上常用一阶低通滤波。

[0073] 本实施例中,获取上述电池组的平均电压值,具体包括:

[0074] 去除电池组中每个电池的端电压中的最大端电压和最小端电压后,将剩余的端电压的平均值作为上述平均电压值。

[0075] 在其他实施例中,获取上述电池组的平均电压值,具体包括:

[0076] 去除电池组中每个电池的端电压中的最小端电压后,将剩余的端电压的平均值作为上述平均电压值。

[0077] 可选地,上述步骤S1中,获取该电池组中每个电池的OCV-SOC曲线,具体包括:

[0078] 对任一电池进行HPPC (Hybrid Pulse Power Characteristic,混合动力脉冲能力特性) 测试,获得每间隔一定SOC状态下的开路电压信息即电池开路电压OCV,通过SOC-OCV对应关系,绘制相应地SOC-OCV曲线。其中,每充电或放电一个SOC区间,就需要电池静置3-4h,以实现充分静置,使得到的OCV更准确。

[0079] 本实施例中,每个SOC间隔区间内的各点的OCV由线性插值获得。上述SOC间隔区间的长度不超过5%。可选地,SOC间隔区间为3%、4%或5%。

[0080] 本实施例中,上述步骤S2的计算并判断实际工况下的电流激励,具体包括:

[0081] 首先,计算一定时间内电流的方差和绝对值平均数。

[0082] 然后,当上述电流的方差大于方差阈值,且绝对值平均数大于平均数阈值时,判断为大电流激励;否则,判断为小电流激励。

[0083] 具体地,时间T内,电流的方差D为:

$$[0084] \quad D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2$$

[0085] 时间T内,电流的绝对值平均数M为:

$$[0086] \quad M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |I_i|$$

[0087] 其中,n为时间段T内的电流采集次数, $\bar{I}$ 为T时间段内电流的平均值。

[0088] 不同容量和材料体系的电池的方差阈值和平均数阈值不同。本实施例中,上述方差阈值为25,平均数阈值为3。当上述电流的方差大于25,且绝对值平均数大于3时,判断为大电流激励,否则为小电流激励。

[0089] 可选地,本实施例的方差阈值和平均数阈值均基于实际工况和辨识结果进行测试。该方差阈值和平均数阈值均不宜过小,以便于提高后续OCV辨识结果的准确性。

[0090] 在其他实施例中,还可通过后续OCV辨识结果的准确性来判断方差阈值和平均数阈值是否正确,以调整方差阈值和平均数阈值。

[0091] 如图2所示,本实施例的均衡方法,具体包括:

[0092] A1. 获取同一批次的多个电池单体组成电池组;

[0093] A2. 采集每个电池的端电压和电流;其中,每个电池的电流均相同;

[0094] A3. 以去除最大端电压和最小端电压后,剩余端电压的平均值作为平均电压值,以最小端电压为最低电压值;

[0095] A4. 分别获取电池组中每个电池的OCV-SOC曲线,并以多个OCV-SOC曲线的平均曲线作为基准曲线;

[0096] A5. 计算实际工况下的电流激励,并判断是否为大电流激励,若是,则转向A6;否则,转向A10。

- [0097] A6.通过平均电压值和电流辨识得到电池组的平均OCV;
- [0098] A7.判断平均OCV是否处于基准曲线的平台区,若是,则转向A8;否则,转向A9。
- [0099] A8.基于基准曲线,查找平均OCV对应的平均SOC、以及最低OCV对应的最低SOC,以平均SOC和最低SOC的差值作为SOC差异,并基于SOC差异对电池组进行均衡。
- [0100] A9.通过最低电压值和电流辨识得到电池组的最低OCV,以平均OCV与最低OCV的差值作为OCV差异,并基于OCV差异进行均衡。
- [0101] A10.以平均电压值与最低电压值的差值作为端电压差异,并基于端电压差异进行均衡。
- [0102] 在其他实施例中,还可对电池组使用不同的电压和电流辨识得到多个不同的OCV,然后去掉最高值和最低值后取平均值作为平均OCV。
- [0103] 本实施例的均衡方式,在大电流激励的情况下,若电池组的平均OCV处于基准曲线的平台区内,则选择SOC差异对电池组进行均衡,否则,选择能直接反应电池本身特性的OCV差异进行均衡;在小电流激励的情况下,由于电池端电压的波动较小,因此可直接采用端电压差异控制均衡;针对不同情况,可选择不同均衡策略,以提高均衡策略的适用性、鲁棒性、可靠性。
- [0104] 本申请不局限于上述实施方式,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之内。

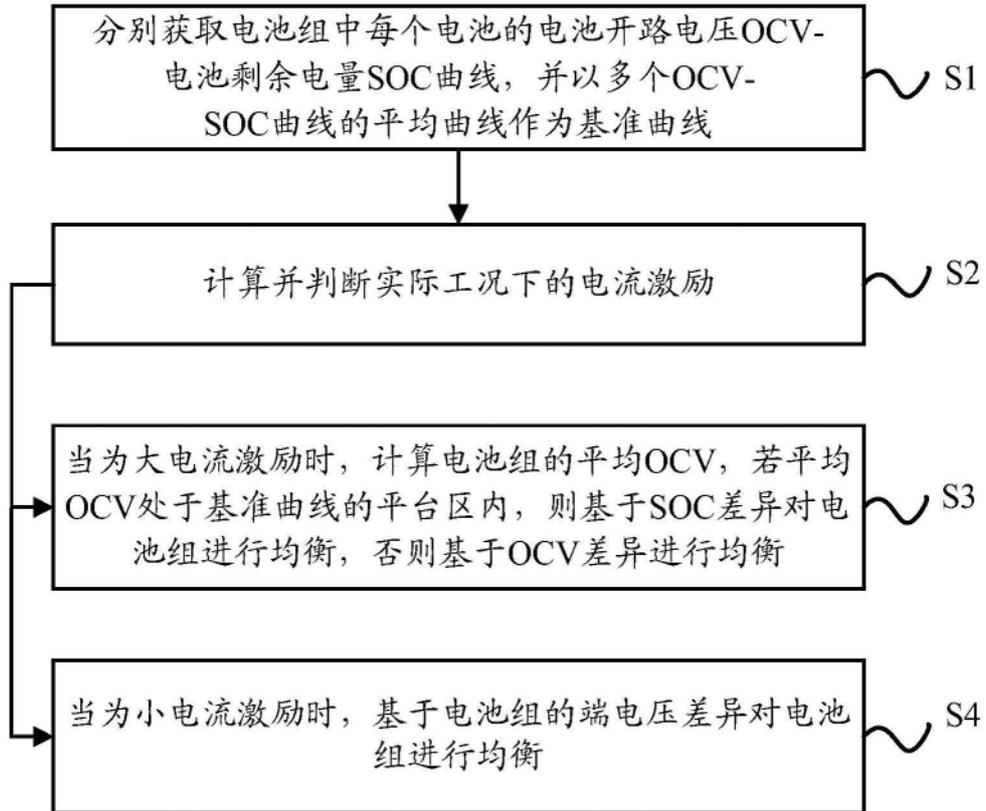


图1

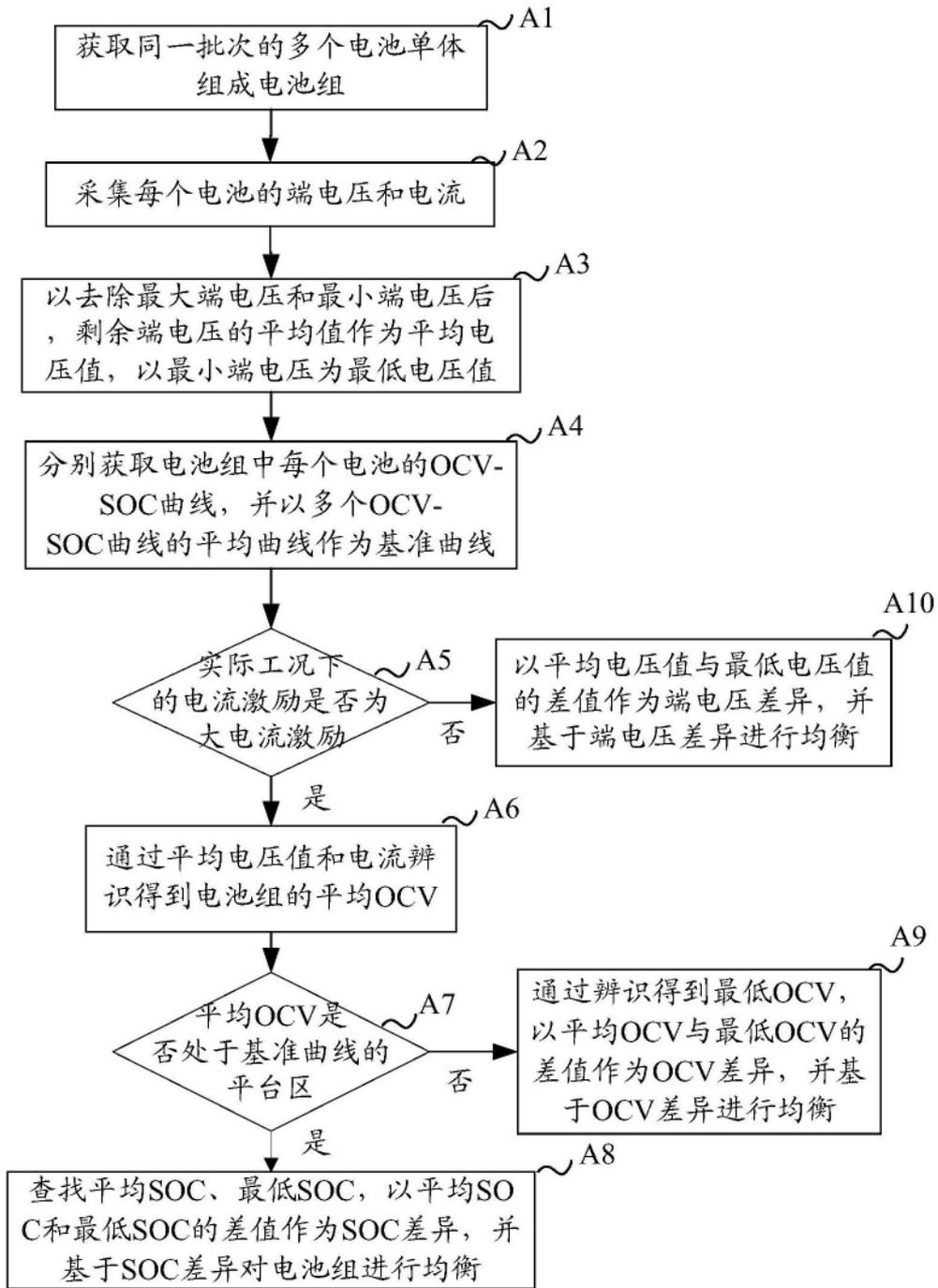


图2