



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116125297 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 16

(21) 申请号 202111342746.7

(22) 申请日 2021.11.12

(71) 申请人 比亚迪股份有限公司

地址 518118 广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号

(72) 发明人 熊师 冯天宇 邓林旺 贺将韬

(74) 专利代理机构 北京市磐华律师事务所
11336

专利代理师 高伟

(51) Int. Cl.

G01R 31/382 (2019.01)

G01R 31/367 (2019.01)

权利要求书3页 说明书10页 附图7页

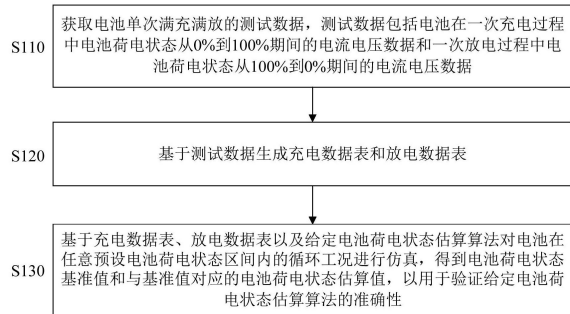
(54) 发明名称

电池循环工况的仿真方法和装置

(57) 摘要

一种电池循环工况的仿真方法和装置,该方法包括:获取电池单次满充满放的测试数据;基于测试数据生成充电数据表和放电数据表;基于充电数据表、放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与基准值对应的电池荷电状态估算值,以用于验证给定电池荷电状态估算算法的准确性。根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法和装置仅获取一次电池实测数据,即可对任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真而验证给定电池荷电状态估算算法的准确性,无需对每个选定的电池荷电状态区间单独获取测试数据,能够大幅减少测试需求,提升算法验证效率。

100



1. 一种电池循环工况的仿真方法,其特征在于,所述仿真方法包括:

获取电池单次充满放电的测试数据,所述测试数据包括所述电池在一次充电过程中电池荷电状态从0%到100%期间的电流电压数据和一次放电过程中电池荷电状态从100%到0%期间的电流电压数据;

基于所述测试数据生成充电数据表和放电数据表;

基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值,以用于验证所述给定电池荷电状态估算算法的准确性。

2. 根据权利要求1所述的仿真方法,其特征在于,所述充电数据表和所述放电数据表均包括多个数据行,每个所述数据行包括彼此对应的电流值、电压值和电池荷电状态值。

3. 根据权利要求2所述的仿真方法,其特征在于,

所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态基准值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:

根据给定的电池荷电状态初始值查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;

确定所述基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内;

当所述基准值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

当所述基准值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

确定所述下一个电池荷电状态基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

4. 根据权利要求2所述的仿真方法,其特征在于,所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态基准值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:

根据给定的电池荷电状态初始值查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;

确定所述基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内;

当所述基准值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

当所述基准值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

确定所述下一个电池荷电状态基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

5. 根据权利要求2所述的仿真方法,其特征在于,所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态估算值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:

根据给定的电池荷电状态初始值查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;

确定所述估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内;

当所述估算值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

当所述估算值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

确定所述下一个电池荷电状态估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

6. 根据权利要求2所述的仿真方法,其特征在于,所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态估算值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:

根据给定的电池荷电状态初始值查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;

确定所述估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内;

当所述估算值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

当所述估算值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;

确定所述下一个电池荷电状态估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循

环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

7.根据权利要求3-6中的任一项所述的仿真方法,其特征在于,所述根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,包括:将所述数据行中的电流值进行安时积分,以得到电池荷电状态基准值;

所述根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值,包括:将所述数据行中的电流值和电压值作为所述给定电池荷电状态估算算法的输入,以得到电池荷电状态估算值。

8.根据权利要求3-6中的任一项所述的仿真方法,其特征在于,在查找所述放电数据表或者所述充电数据表中,当表中数据行中不存在与所述基准值对应的数据行时,通过将表中数据进行插值来得到与所述基准值对应的数据行。

9.根据权利要求3-6中的任一项所述的仿真方法,其特征在于,所述预设仿真结束条件包括所述电池荷电状态基准值与所述对应的电池荷电状态估算值这两者之间的误差已收敛或者已发散。

10.根据权利要求3-6中的任一项所述的仿真方法,其特征在于,所述电池荷电状态初始值是默认值或者是用户可设置的,所述预设电池荷电状态区间是用户可设置的。

11.根据权利要求3-6中的任一项所述的仿真方法,其特征在于,所述仿真结果包括以下中的至少一项:

每个所述电池荷电状态基准值及其对应的电池荷电状态估算值;

每个所述电池荷电状态基准值与其对应的电池荷电状态估算值之间的差值;

所有所述电池荷电状态基准值与其各自对应的电池荷电状态估算值之间的差值随时间的波形。

12.一种电池循环工况的仿真装置,其特征在于,所述装置包括存储器和处理器,所述存储器上存储有由所述处理器运行的计算机程序,所述计算机程序在由所述处理器运行时,使得所述处理器执行权利要求1-11中的任一项所述的电池循环工况的仿真方法。

电池循环工况的仿真方法和装置

技术领域

[0001] 本申请涉及电池充放电技术领域,更具体地涉及一种电池循环工况的仿真方法和装置。

背景技术

[0002] 在以电池为动力的车辆运行时,电池荷电状态(State of Charge,简称为SOC)是电池管理系统向整车管理系统(Vehicle Management System,简称为VMS)传输的重要信息之一,VMS根据当前电池的SOC来决定从电池中获得多少能量,或者向电池反馈多少能量。同时,对于电池本身来说,电池的一些电特性也与SOC密切相关,比如电池的内阻在中等SOC下较小,但当SOC接近于0%或100%时有较大幅度的增加。因此,SOC的准确估计将影响到车辆的动力表现,甚至安全性的好坏,意义十分重大。

[0003] 目前存在诸多SOC估算算法以估算SOC,任何SOC估算算法在被应用之前均需要进行准确性验证。目前,SOC估算算法的准确性一般通过测试所得的SOC测量数据与仿真所得的SOC估算数据对比得到。为了确保对比的有效性,测试过程的电流电压数据与仿真所用的电流电压数据必须相同。想要验证电池在特定SOC区间内循环工作时SOC估算算法的准确性,需要相应循环工况的电流电压数据。

[0004] 例如,想要验证电池在30%到80%的SOC区间内循环工作时SOC估算算法的准确性时,需要实测电池在30%到80%的SOC区间内循环工作时的电流电压数据,基于此得到SOC测量数据,并获得待验证的SOC估算算法根据该电流电压数据估算出来的SOC估算数据,然后将SOC测量数据与SOC估算数据这两者进行对比,来验证SOC估算算法的准确性。同理,想要验证电池在20%到90%的SOC区间内循环工作时SOC估算算法的准确性时,需要实测电池在20%到90%的SOC区间内循环工作时的电流电压数据,基于此得到SOC测量数据,并获得待验证的SOC估算算法根据该电流电压数据估算出来的SOC估算数据,然后将SOC测量数据与SOC估算数据这两者进行对比,来验证SOC估算算法的准确性。

[0005] 因此,现有验证SOC估算算法准确性的方法通过实测循环工况获得数据,不同的SOC区间需要做独立的测试。然而,通过实测获得循环工况的数据需要较长的时间和较高的成本,因为想要分析循环工况下算法的准确性所需要循环的次数较多,而每个选定的SOC区间又都需要单独做测试以获得数据,这导致想要在有限的开发周期内实现覆盖度较高的循环工况仿真验证成为不可能完成的任务。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题中的至少一个而提出了本申请。根据本申请一方面,提供了一种获取电池单次满充满放的测试数据,所述测试数据包括所述电池在一次充电过程中电池荷电状态从0%到100%期间的电流电压数据和一次放电过程中电池荷电状态从100%到0%期间的电流电压数据;基于所述测试数据生成充电数据表和放电数据表;基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电

状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值,以用于验证所述给定电池荷电状态估算算法的准确性。

[0007] 在本申请的一个实施例中,所述充电数据表和所述放电数据表均包括多个数据行,每个所述数据行包括彼此对应的电流值、电压值和电池荷电状态值。

[0008] 在本申请的一个实施例中,所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态基准值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:根据给定的电池荷电状态初始值查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;确定所述基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内;当所述基准值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;当所述基准值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;确定所述下一个电池荷电状态基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

[0009] 在本申请的一个实施例中,所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态基准值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:根据给定的电池荷电状态初始值查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;确定所述基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内;当所述基准值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;当所述基准值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;确定所述下一个电池荷电状态基准值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

[0010] 在本申请的一个实施例中,所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态估算值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:根据给定的电池荷电状态初始值查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数

据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;确定所述估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内;当所述估算值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;当所述估算值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;确定所述下一个电池荷电状态估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

[0011] 在本申请的一个实施例中,所述预设电池荷电状态区间为电池荷电状态估算值区间,所述基于所述充电数据表、所述放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对所述电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与所述基准值对应的电池荷电状态估算值包括:根据给定的电池荷电状态初始值查找所述充电数据表,以获取所述充电数据表中与所述初始值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值;确定所述估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内;当所述估算值在所述预设电池荷电状态区间内时,根据所述数据行的下一个数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述下一个数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;当所述估算值不在所述预设电池荷电状态区间内时,查找所述放电数据表,以获取所述放电数据表中与所述基准值对应的数据行,并根据所述数据行中的数据得到下一个电池荷电状态基准值,根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到下一个电池荷电状态估算值;确定所述下一个电池荷电状态估算值是否在所述预设电池荷电状态区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

[0012] 在本申请的一个实施例中,所述根据所述数据行中的数据得到电池荷电状态基准值,包括:将所述数据行中的电流值进行安时积分,以得到电池荷电状态基准值;所述根据所述数据行中的数据以及所述给定电池荷电状态估算算法得到电池荷电状态估算值,包括:将所述数据行中的电流值和电压值作为所述给定电池荷电状态估算算法的输入,以得到电池荷电状态估算值。

[0013] 在本申请的一个实施例中,在查找所述放电数据表或者所述充电数据表中,当表中数据行中不存在与所述基准值对应的数据行时,通过将表中数据进行插值来得到与所述基准值对应的数据行。

[0014] 在本申请的一个实施例中,所述预设仿真结束条件包括所述电池荷电状态基准值与所述对应的电池荷电状态估算值这两者之间的误差已收敛或者已发散。

[0015] 在本申请的一个实施例中,所述电池荷电状态初始值是默认值或者是用户可设置的,所述预设电池荷电状态区间是用户可设置的。

[0016] 在本申请的一个实施例中,所述仿真结果包括以下中的至少一项:每个所述电池荷电状态基准值及其对应的电池荷电状态估算值;每个所述电池荷电状态基准值与其对应

的电池荷电状态估算值之间的差值；所有所述电池荷电状态基准值与其各自对应的电池荷电状态估算值之间的差值随时间的波形。

[0017] 根据本申请另一方面，提供了一种电池循环工况的仿真装置，所述装置包括存储器和处理器，所述存储器上存储有由所述处理器运行的计算机程序，所述计算机程序在由所述处理器运行时，使得所述处理器执行上述电池循环工况的仿真方法。

[0018] 根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法和装置仅获取一次电池实测数据，即可对任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真而验证给定SOC估算算法的准确性，无需对每个选定的SOC区间单独获取测试数据，能够大幅减少测试需求，提升算法验证效率。

附图说明

[0019] 通过结合附图对本申请实施例进行更详细的描述，本申请的上述以及其他目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本申请实施例的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本申请实施例一起用于解释本申请，并不构成对本申请的限制。在附图中，相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

[0020] 图1示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法的示意性流程图。

[0021] 图2示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中采用的充电数据表的示意图。

[0022] 图3示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中采用的放电数据表的示意图。

[0023] 图4示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的一个示例的示意性流程框图。

[0024] 图5示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中最终输出的仿真结果的一个示例的示意图。

[0025] 图6示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的另一个示例的示意性流程框图。

[0026] 图7示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的再一个示例的示意性流程框图。

[0027] 图8示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的又一个示例的示意性流程框图。

[0028] 图9示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真装置的示意性框图。

具体实施方式

[0029] 为了使得本申请的目的、技术方案和优点更为明显，下面将参照附图详细描述根据本申请的示例实施例。显然，所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例，而不是本申请的全部实施例，应理解，本申请不受这里描述的示例实施例的限制。基于本申请中描述的本申请实施例，本领域技术人员在没有付出创造性劳动的情况下所得到的所有其他实施例都应落入本申请的保护范围之内。

[0030] 首先，参照图1描述根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法。图1示出了根

据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法100的示意性流程图。如图1所示,根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法100可以包括如下步骤:

[0031] 在步骤S110,获取电池单次满充满放的测试数据,测试数据包括电池在一次充电过程中电池荷电状态从0%到100%期间的电流电压数据和一次放电过程中电池荷电状态从100%到0%期间的电流电压数据。

[0032] 在步骤S120,基于测试数据生成充电数据表和放电数据表。

[0033] 在步骤S130,基于充电数据表、放电数据表以及给定电池荷电状态估算算法对电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真,得到电池荷电状态基准值和与基准值对应的电池荷电状态估算值,以用于验证给定电池荷电状态估算算法的准确性。

[0034] 在本申请的实施例中,首先获取电池单次满充满放的测试数据,即获取电池在一次充电过程中SOC从0%到100%期间的电流电压数据和一次放电过程中SOC从100%到0%期间的电流电压数据。根据电池在一次充电过程中SOC从0%到100%期间的电流电压数据,可生成充电数据表。根据电池一次放电过程中SOC从100%到0%期间的电流电压数据,可生成放电数据表。由于该充电数据表和放电数据表中各自包括了电池一次从零到满充的数据和一次从满电到满放的数据,使得能够对电池在任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真。无论得到怎样的SOC基准值和SOC估算值,均能通过再查数据表的方式继续仿真(因为数据表中包含各种SOC数据),直到满足仿真结束条件而结束仿真。最终,仿真结果能够用于验证给定SOC估算算法(可以是任何SOC估算算法)的准确性。因此,根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法仅获取一次电池实测数据,即可对任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真而验证给定SOC估算算法的准确性,无需对每个选定的SOC区间单独获取测试数据,能够大幅减少测试需求,提升算法验证效率。

[0035] 在本申请的实施例中,在获取电池单次满充满放的测试数据之后,可以通过对测试数据进行处理以生成充电数据表和放电数据表。具体地,可以对一次充电过程中电池荷电状态从0%到100%期间的每个电流值进行安时积分,以得到对应的SOC值。这样,可生成包括多个数据行的充电数据表,每个数据行包括彼此对应的电流值、电压值和SOC值,如图2所示的。类似地,可以对一次放电过程中电池荷电状态从100%到0%期间的每个电流值进行安时积分,以得到对应的SOC值。这样,可生成包括多个数据行的放电数据表,每个数据行包括彼此对应的电流值、电压值和SOC值,如图3所示的。

[0036] 在本申请的实施例中,步骤S130的仿真过程可以包括:根据给定的SOC初始值查找充电数据表和放电数据表这两者中的一个数据表(例如称为第一数据表),以获取该第一数据表中与给定的SOC初始值对应的数据行,并根据该数据行中的数据得到SOC基准值,根据该数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到SOC估算值;确定基准值是否在预设SOC区间内;当基准值(或者估算值)在预设SOC区间内时,继续查询该第一数据表,根据该数据行的下一个数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据下一个数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;当基准值(或者估算值)不在预设SOC区间内时,查找充电数据表和放电数据表这两者中的一个数据表(例如称为第二数据表),以获取充电数据表中与基准值对应的数据行,并根据该数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;确定下一个SOC基准值(或者估算值)是否在预设SOC区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。

[0037] 在本申请的实施例中,根据给定的SOC初始值查找充电数据表还是放电数据表可以取决于给定的SOC初始值的大小。例如,当给定的SOC初始值为100%时,电池无需充电,必然处于放电状态,因此可以查找放电数据表以进行电池循环工况的仿真。再如,当给定的SOC初始值为0%时,电池无法放电,必然处于充电状态,因此可以查找充电数据表以进行电池循环工况的仿真。又如,当给定的SOC初始值为0%到100%之间的值时,电池既可以充电也可以放电,因此可以查找放电数据表,也可以查找充电数据表。一般地,当给定的SOC初始值为较大时(例如大于50%),相对于充电状态,电池处于放电状态的时间更长,因此可以先查找放电数据表。当给定的SOC初始值为较小时(例如小于50%),相对于充电状态,电池处于充电状态的时间更长,因此可以先查找充电数据表。

[0038] 在本申请的实施例中,预设SOC区间可以是SOC基准值区间,也可以是SOC估算值区间,这可以取决于用户需求。例如,当用户需求是想确定当电池的真实SOC在某区间内循环时算法估算的SOC值的偏差的情况,则可以采用SOC基准值区间(此时确定基准值是否在预设SOC区间内);当用户需求是想确定估算的电池SOC在某区间内循环时电池真实SOC的表现,则可以采用SOC估算值区间确定估算值是否在预设SOC区间内。下文将结合图4和图6描述预设SOC区间可为SOC基准值区间的实施例,并结合图7和图8描述预设SOC区间可为SOC估算值区间的实施例。

[0039] 图4示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的一个示例的示意性流程框图。图4所示是预设SOC区间为SOC基准值区间(例如30%到80%,该区间可以是用户根据需求任意设置的),且给定的SOC初始值较大(例如80%,该初始值可以是默认值,也可以是用户自行设置的)的情况下的实施例。该实施例能够使得用户确定当电池的真实SOC在某区间内循环时算法估算的SOC值的偏差的情况。

[0040] 如图4所示的,在该实施例中,仿真过程可以包括:

[0041] 首先,根据给定的SOC初始值查找放电数据表,以获取放电数据表中与初始值对应的数据行(即查找放电数据表中SOC值为80%所在的那一个数据行,可记录数据行所在位置为flag)。

[0042] 然后,根据数据行中的数据得到SOC基准值(一般地,数据表中通常存在与SOC初始值相同的SOC值,该SOC值即为SOC基准值,它也是由数据行中该SOC值对应的电流值安时积分而得到的,该SOC值即为SOC基准值,它也是由数据行中该SOC值对应的电流值安时积分而得到的,为了与下文中的基准值区分,此处可称为第一基准值),并根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到SOC估算值(一般是将该数据行中的电流值和电压值输入给定SOC估算算法,得到SOC估算值,为了与下文中的估算值区分,此处可称为第一估算值)。

[0043] 接着,确定第一基准值是否在预设SOC区间内(主要是确定第一基准值是否低于30%,因为当前是放电状态)。

[0044] 当第一基准值在预设SOC区间内(即不低于30%,位于30%到80%之间)时,根据数据行(该数据行的位置可以记录flag)的下一个数据行(即flag+1)中的数据得到下一个SOC基准值(第二基准值),根据下一个数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值(第二估算值)。

[0045] 当第一基准值不在预设SOC区间内时,发生状态切换,查找充电数据表(因为SOC低于30%,已经不在预设区间,但规定电池要工作在预设区间,因此此时该开始充电,即查找

充电数据表),以获取充电数据表中与第一基准值对应的数据行(即查找充电数据表中与当前基准值相等的SOC值所在的那一个数据行,可记录数据行所在位置为flag'),并根据数据行中的数据得到下一个SOC基准值(第二基准值),根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值(第二估算值)。此处,应注意,如果充电数据表中不存在与当前基准值相等的SOC值,则可从充电数据表中找到与第一基准值最为相近的两个SOC值所在的数据行,基于这两个数据行各自的数据进行插值而得到新的数据行,在新的数据行中的SOC值与第一基准值相等。然后,下一个SOC基准值(第二基准值)和SOC估算值(第二估算值)均根据该新的数据行中的数据进行计算。通过插值的方法可以使得数据表中不存在与当前基准值相等的SOC值时亦能够实现根据数据表中的数据得到新的可供查表的数据。

[0046] 稍后,确定第二基准值是否在预设SOC区间内(主要是确定是否高于80%,因为当前是充电状态):如果在预设SOC区间内,则与前文所述类似,继续采用充电数据表的下一个数据行(flag'+1)中的数据得到第三基准值和第三估算值;反之,如果不在预设SOC区间内,则与前文所述类似,发生状态切换,查找放电数据表中与前述的第二基准值对应的数据行,以计算第三基准值和第三估算值。

[0047] 如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。其中,预设仿真结束条件可以是SOC基准值与SOC估算值之间的误差已收敛(例如在预设时间内这两者之间的差值总是在预设范围内),也可以是SOC基准值与SOC估算值之间的误差已发散(例如这两者之间的差值总是超出了预设范围)。该仿真结果可以是N个基准值和N个估算值(N为大于1的自然数),也可以是N个基准值中的每一个与其对应的估算值的差值,还可以是N个基准值中的每一个与其对应的估算值的差值随时间形成的波形。

[0048] 图5示出了上述实施例中SOC基准值、SOC估算值随时间的波形图(上图),以及这两者之间的差值随时间的波形图(下图)。图中结果显示在 $SOC \in (30\%, 80\%)$ 时,给定SOC估算算法的估算结果与SOC基准值误差收敛,且保持在2%以内,因此可以验证出该算法有较好的准确性。

[0049] 下面继续结合图6到图8描述其他实施例中的仿真过程,它们与图4所示实施例大体上类似,只是预设SOC区间和/或先查找的数据表与图4所示实施例不同,为了简洁,下文的描述仅描述主要内容,不再赘述细节。

[0050] 图6示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的另一个示例的示意性流程框图。图6所示是预设SOC区间为SOC基准值区间,且给定的SOC初始值较小的情况下的实施例。如图6所示的,在该实施例中,仿真过程可以包括:根据给定的SOC初始值查找充电数据表,以获取充电数据表中与初始值对应的数据行,并根据数据行中的数据得到SOC基准值,根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到SOC估算值;确定基准值是否在预设SOC区间内;当基准值在预设SOC区间内时,根据数据行的下一个数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据下一个数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;当基准值不在预设SOC区间内时,查找放电数据表,以获取放电数据表中与基准值对应的数据行,并根据数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;确定下一个SOC基准值是否在预设SOC区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。该实施例能够使得用户确定当电池的真实SOC在某区间内循环时算法估算的SOC值的偏差的情况。

[0051] 图7示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的再一个示例的示意性流程框图。图7所示是预设SOC区间为SOC估算值区间,且给定的SOC初始值较大的情况下的实施例。如图7所示的,在该实施例中,仿真过程可以包括:根据给定的SOC初始值查找放电数据表,以获取放电数据表中与初始值对应的数据行,并根据数据行中的数据得到SOC基准值,根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到SOC估算值;确定估算值是否在预设SOC区间内;当估算值在预设SOC区间内时,根据数据行的下一个数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据下一个数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;当估算值不在预设SOC区间内时,查找充电数据表,以获取充电数据表中与基准值对应的数据行,并根据数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;确定下一个SOC估算值是否在预设SOC区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。该实施例中能够使得用户确定估算的电池SOC在某区间内循环时电池真实SOC的表现。

[0052] 图8示出根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法中仿真过程的又一个示例的示意性流程框图。图8所示是预设SOC区间为SOC估算值区间,且给定的SOC初始值较小的情况下的实施例。如图8所示的,在该实施例中,仿真过程可以包括:根据给定的SOC初始值查找充电数据表,以获取充电数据表中与初始值对应的数据行,并根据数据行中的数据得到SOC基准值,根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到SOC估算值;当估算值在预设SOC区间内时,根据数据行的下一个数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据下一个数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;当估算值不在预设SOC区间内时,查找放电数据表,以获取放电数据表中与基准值对应的数据行,并根据数据行中的数据得到下一个SOC基准值,根据数据行中的数据以及给定SOC估算算法得到下一个SOC估算值;确定下一个SOC估算值是否在预设SOC区间内,如此循环,当满足预设仿真结束条件时仿真结束,输出仿真结果。该实施例中能够使得用户确定估算的电池SOC在某区间内循环时电池真实SOC的表现。

[0053] 以上示例性地描述了根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法。基于上面的描述,根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法仅获取一次电池实测数据,即可对任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真而验证给定SOC估算算法的准确性,无需对每个选定的SOC区间单独获取测试数据,能够大幅减少测试需求,提升算法验证效率。

[0054] 下面结合图9描述根据本申请另一方面提供的电池循环工况的仿真装置900。如图9所示,根据本申请实施例的电池循环工况的仿真装置900包括存储器910和处理器920。其中,存储器910上存储有由处理器920运行的计算机程序,计算机程序在由处理器920运行时,使得处理器920执行前文所述的根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法100。本领域技术人员可以结合前文所述的内容理解根据本申请实施例的电池循环工况的仿真装置900中各模块的结构和具体操作,为了简洁,此处不再赘述。

[0055] 基于上面的描述,根据本申请实施例的电池循环工况的仿真方法和装置仅获取一次电池实测数据,即可对任意预设电池荷电状态区间内的循环工况进行仿真而验证给定SOC估算算法的准确性,无需对每个选定的SOC区间单独获取测试数据,能够大幅减少测试需求,提升算法验证效率。

[0056] 尽管这里已经参考附图描述了示例实施例,应理解上述示例实施例仅仅是示例性

的,并且不意图将本申请的范围限制于此。本领域普通技术人员可以在其中进行各种改变和修改,而不偏离本申请的范围和精神。所有这些改变和修改意在被包括在所附权利要求所要求的本申请的范围之内。

[0057] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0058] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备和方法,可以通过其他的方式实现。例如,以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个设备,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0059] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本申请的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0060] 类似地,应当理解,为了精简本申请并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在对本申请的示例性实施例的描述中,本申请的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该本申请的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本申请要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多的特征。更确切地说,如相应的权利要求书所反映的那样,其发明点在于可以用少于某个公开的单个实施例的所有特征的特征来解决相应的技术问题。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要求本身都作为本申请的单独实施例。

[0061] 本领域的技术人员可以理解,除了特征之间相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0062] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其他实施例中所述的某些特征而不是其他特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本申请的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0063] 本申请的各个部件实施例可以以硬件实现,或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现,或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解,可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器(DSP)来实现根据本申请实施例的一些模块的一些或者全部功能。本申请还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的装置程序(例如,计算机程序和计算机程序产品)。这样的实现本申请的程序可以存储在计算机可读介质上,或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下载得到,或者在载体信号上提供,或者以任何其他形式提供。

[0064] 应该注意的是上述实施例对本申请进行说明而不是对本申请进行限制,并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。在权利要求中,

不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本申请可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中,这些装置中的若干个可以是通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

[0065] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式或对具体实施方式的说明,本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

100

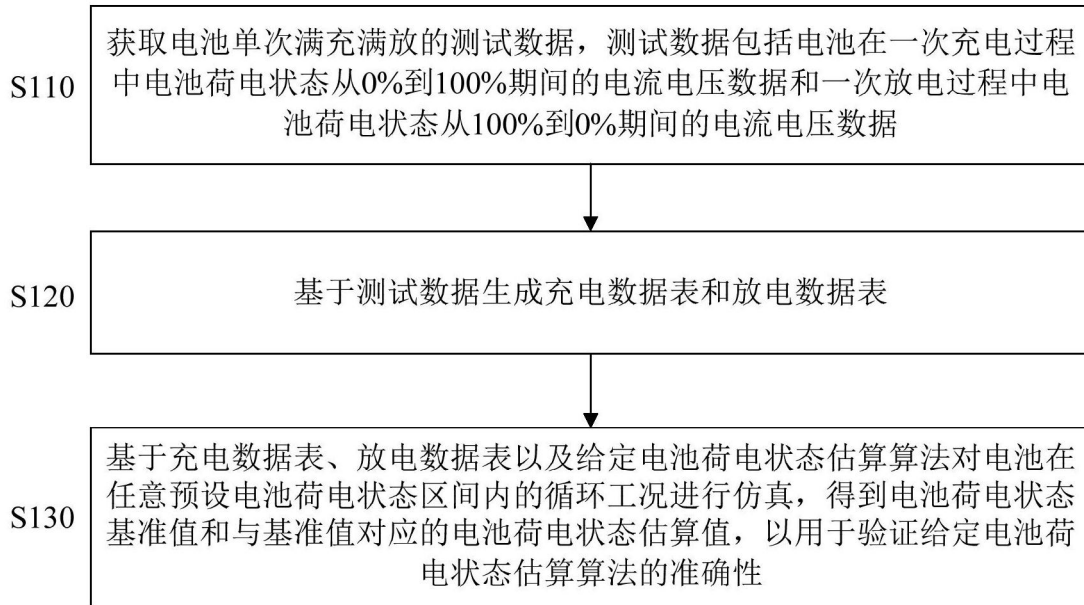


图1

V	I	SOC
.	.	.
.	.	.
.	.	.

图2

V'	I'	SOC'
.	.	.
.	.	.
.	.	.

图3

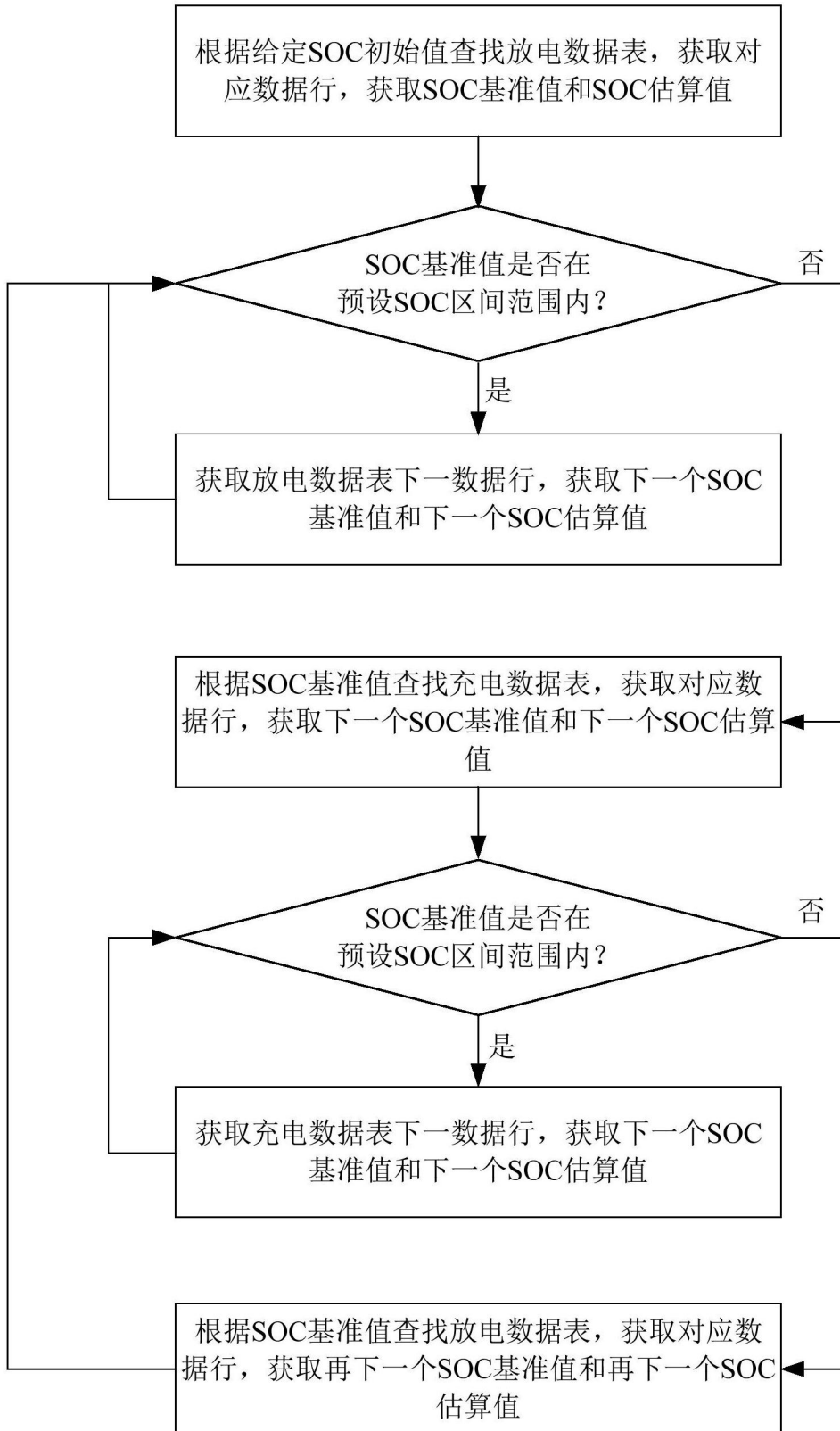


图4

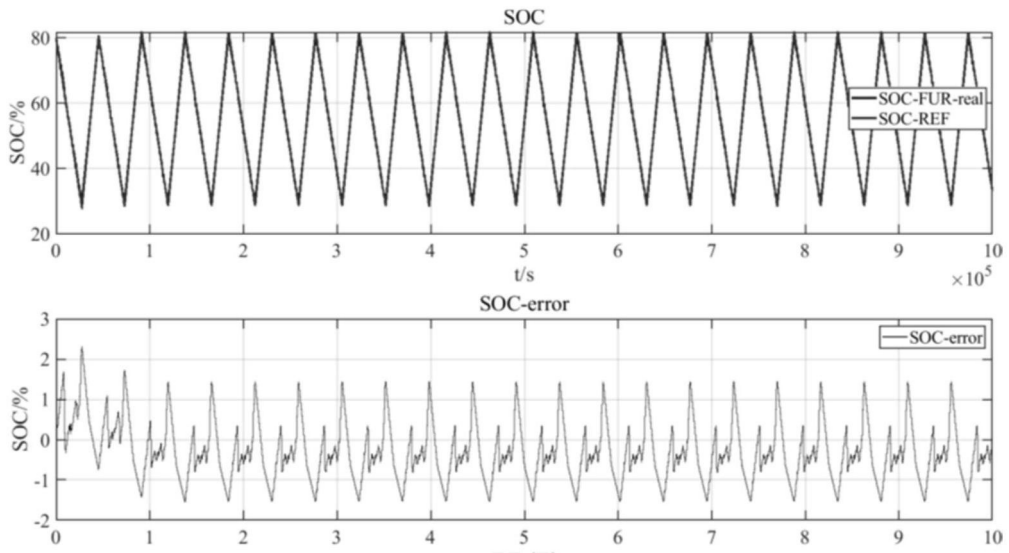


图5

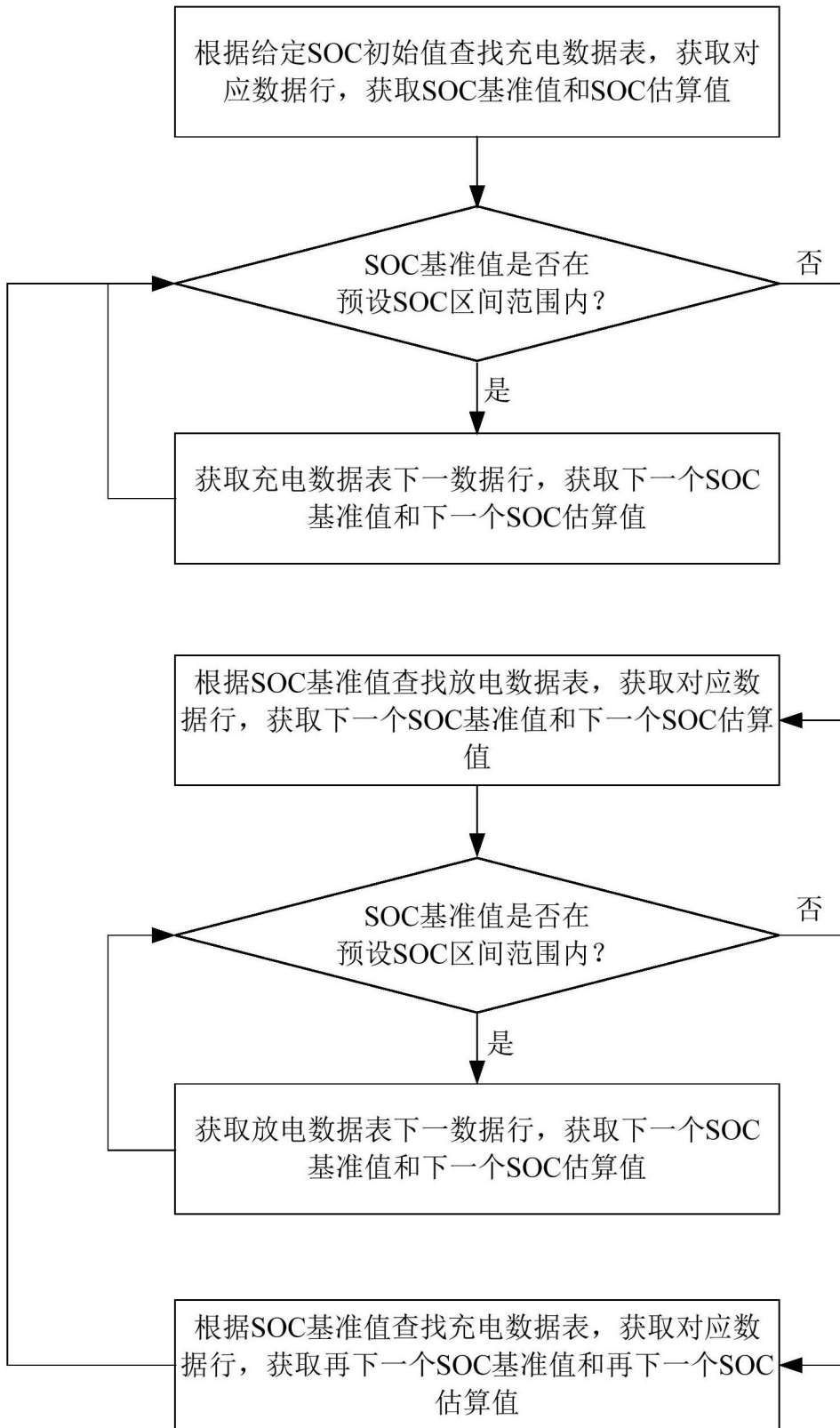


图6

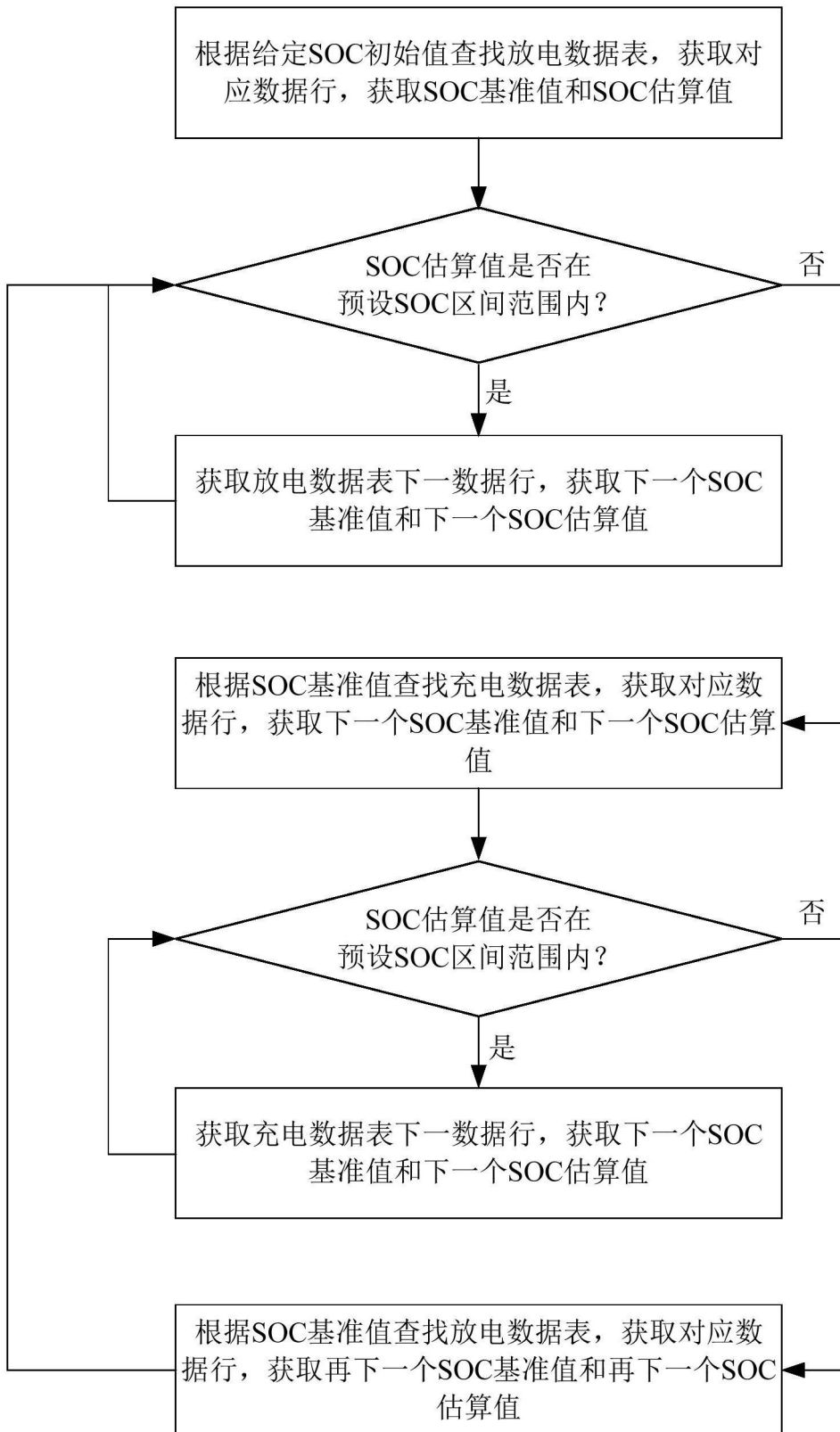


图7

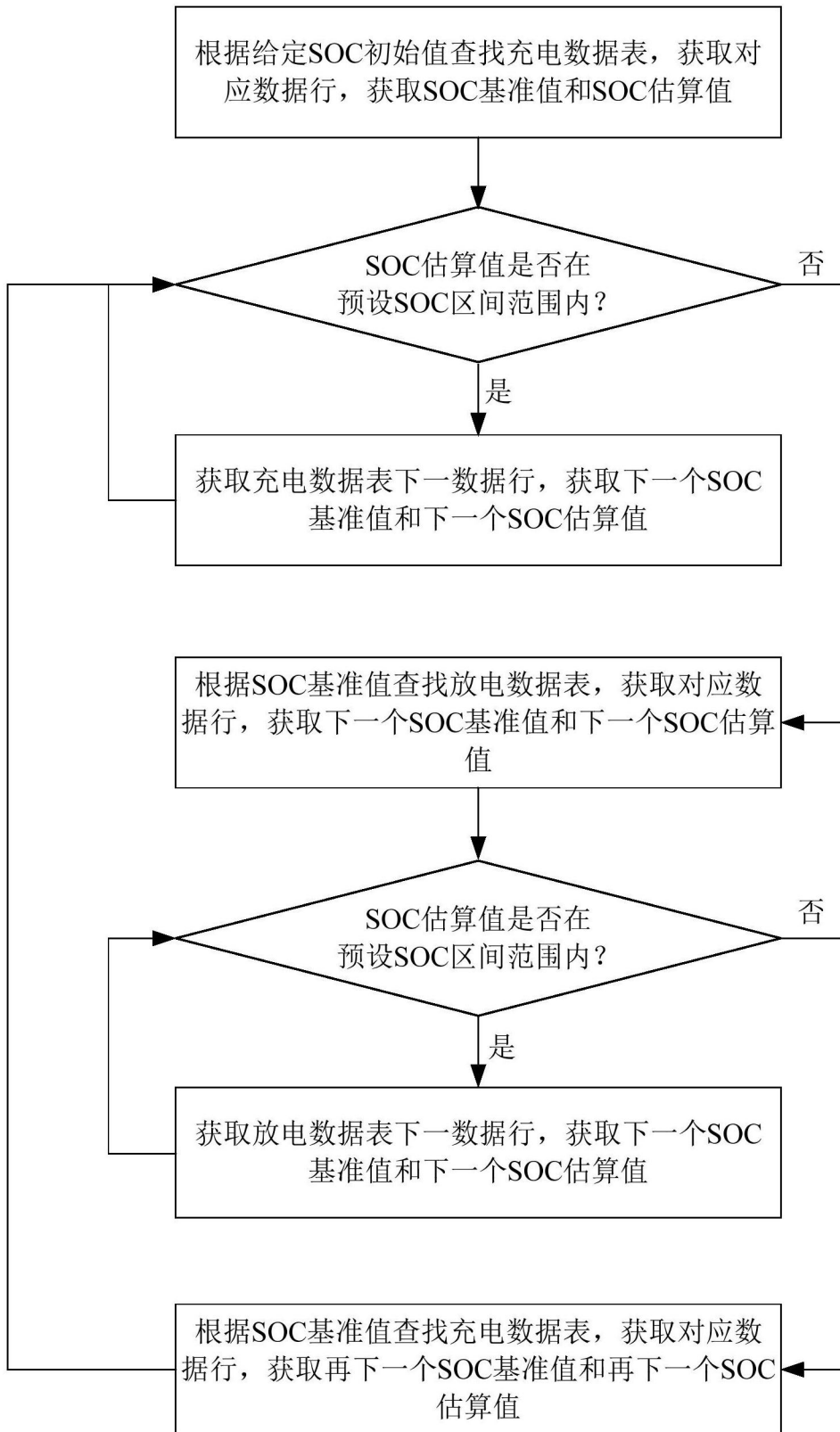


图8

900

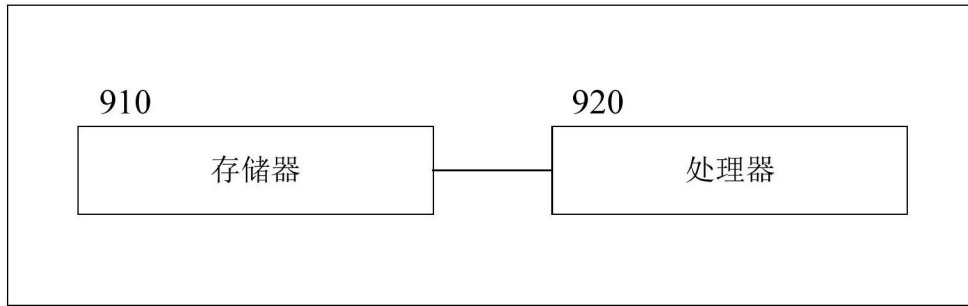


图9