



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116190835 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 30

(21) 申请号 202310240121.2

H01M 50/531 (2021. 01)

(22) 申请日 2023. 03. 13

H01M 10/0525 (2010. 01)

(71) 申请人 电子科技大学

地址 610000 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72) 发明人 向勇 郝杰 张晓琨 冯雪松

(74) 专利代理机构 深圳市智享知识产权代理有限公司 44361

专利代理师 冯彬彬

(51) Int. Cl.

H01M 10/48 (2006. 01)

G01R 27/02 (2006. 01)

G01R 31/3842 (2019. 01)

G01R 31/389 (2019. 01)

H01M 4/13 (2010. 01)

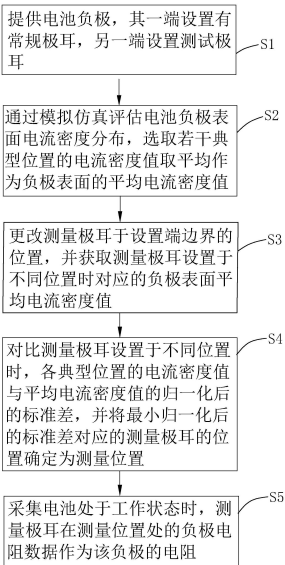
权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

负极电阻测量方法、负极结构、荷电状态估计方法、电池及电池系统

(57) 摘要

本发明涉及负极电阻测量方法、负极结构、荷电状态估计方法、电池及电池系统:包括负极极片,常规极耳以及测量极耳,常规极耳设置在负极极片一端,测量极耳设置在负极极片上与常规极耳相对的另一端的测量位置,测量位置为测量极耳在工作状态下的测定的负极电流密度与工作状态下的电池负极表面平均电流密度下的电流密度归一化后标准差的位置。通过给常规极耳与测试极耳一定的电流激励以实时测量负极电阻;由于在电池充放电过程中,电池负极随着嵌锂量的不同,其电阻也会规律性的变化,与电池的荷电状态息息相关,因此将所测负极电阻与数据驱动法结合进行SOC估计,为现有数据驱动SOC估计法增加了与SOC强相关的特征维度,进一步提升了SOC估计精度。



1. 一种负极结构,其特征在于:包括负极极片,常规极耳以及测量极耳,所述常规极耳设置在负极极片一端,所述测量极耳设置在负极极片上与常规极耳相对的另一端的测量位置,所述测量位置为测量极耳在工作状态下的测定的负极电流密度与工作状态下电池负极表面平均电流密度下的电流密度归一化后标准差最小的位置。

2. 一种负极电阻测量方法,负极表面一端设置有常规极耳,其特征在于:包括以下步骤:

提供电池负极,其一端设置有常规极耳,另一端设置测试极耳;

通过模拟仿真评估电池负极表面电流密度分布,选取若干典型位置的电流密度值取平均作为负极表面的平均电流密度值;

更改测量极耳于设置端边界的位置,并获取测量极耳设置于不同位置时对应的负极表面平均电流密度值;

对比测量极耳设置于不同位置时,各典型位置的电流密度值与平均电流密度值的归一化后的标准差,并将最小归一化后的标准差对应的测量极耳的位置确定为测量位置;

采集电池处于工作状态时,测量极耳在测量位置处的负极电阻数据作为该负极的电阻。

3. 如权利要求2所述的一种负极电阻测量方法,其特征在于:为所述负极电阻数据设置第一范围;当所述负极电阻数据处于第一范围内时为判定其为稳定状态,此时的所述负极电阻数据处于可测量状态。

4. 一种荷电状态估计方法,其特征在于,包括以下步骤:

提供初始数据以训练构建数据驱动模型,所述初始数据包括电流、电压参数和电极电阻数据;

从待测电池上实时获取检测数据,把所述检测数据作为数据驱动模型的输入,并输出SOC的估计值,所述检测数据包括电流参数、电压参数及使用权利要求2-3中的任意一项所述的负极电阻测量方法测得的负极电阻参数。

5. 如权利要求4所述的一种荷电状态估计方法,其特征在于:所述数据驱动模型包括但不限于集成决策树模型、支持向量回归以及神经网络中的至少一种。

6. 一种电池,其特征在于:包括如权利要求1所述的一种负极结构。

7. 如权利要求6所述的一种电池,其特征在于:所述负极极片包括层叠设置的第一集流体层和活性材料层,所述常规极耳和测量极耳分别连接所述第一集流体层和活性材料层。

8. 如权利要求7所述的一种电池,其特征在于:所述第一集流体层包括活性材料连接区和极耳连接区;所述活性材料层设置于所述活性材料连接区上,所述常规极耳设置于极耳连接区,所述测量极耳连接设置于活性材料层上;所述活性材料连接区上层叠设置包括但不限于石墨、硅碳、合金、钛酸锂以及各类氧化物等负极材料中的至少一种。

9. 如权利要求6所述的一种电池,其特征在于:进一步包括与负极结构相对设置的正极结构以及设置在正负极结构之间的隔膜。

10. 一种电池系统,其特征在于:包括如权利要求1所述的一种负极结构或权利要求6所述的一种电池。

负极电阻测量方法、负极结构、荷电状态估计方法、电池及电池系统

【技术领域】

[0001] 本发明涉及锂离子电池与电池管理技术领域,特别涉及负极电阻测量方法、负极结构、荷电状态估计方法、电池及电池系统。

【背景技术】

[0002] 近年来,电动汽车的大量普及带动了锂离子电池行业的快速发展。然而,受限于电池材料和电芯的生产制造工艺,锂离子电池产品难以保障绝对的一致性,进而影响电池系统的服役寿命及安全可靠性。因此,为了使电池系统能够安全高效的运行,需要对其采取诸如电量均衡、热管控等管理控制手段。电池的荷电状态是电池能量管理与运行控制的基础,准确的S O C(荷电状态)估计能够防止锂离子电池的过充或过放,不仅可以延长电池的寿命,而且可以保障电池系统安全运行。现有的S O C估计方法,主要通过监测电流、电压、温度这些电池数据,采用开路电压法、安时积分法、电池等效电路模型结合自适应滤波法或者数据驱动法对电池的S O C进行估计。但是,现有的S O C估计方法中传统的开路电压法需要电池的长时间静置以获取准确的开路电压,无法应用到S O C的在线估计中;安时积分法在电池长循环的过程中其估计精度会越来越低,难以满足电池需要长时间运行的工作场景;基于电池等效电路模型的方法受限于电池系统本身的复杂特性,很难建立电池运行全周期的准确电池模型;数据驱动法一方面受限于数据采集的质量,另一方面受限于目前电池可直接测量的参数有限,只有电流、电压、温度等。还有一些与电池充放电状态密切相关的参数本可以用来拓宽S O C估计的特征维度,提高估计S O C精度,但由于难以实时监测,无法应用到数据驱动法对S O C的在线估计中。

【发明内容】

[0003] 为解决现有数据驱动法估计S O C中的问题,本发明提供了负极电阻测量方法、负极结构、荷电状态估计方法、电池及电池系统。

[0004] 本发明为解决上述技术问题,提供如下的技术方案:一种负极结构,包括负极极片,常规极耳以及测量极耳,所述常规极耳设置在负极极片一端,所述测量极耳设置在负极极片上与常规极耳相对的另一端的测量位置,所述测量位置为测量极耳在工作状态下的测定的负极电流密度与工作状态下电池负极表面平均电流密度下的电流密度归一化后标准差最小的位置。

[0005] 本发明为解决上述技术问题,提供又一技术方案如下:一种负极电阻测量方法,包括以下步骤:提供电池负极,其一端设置有常规极耳,另一端设置测试极耳;通过模拟仿真评估电池负极表面电流密度分布,选取若干典型位置的电流密度值取平均作为负极表面的平均电流密度值;更改测量极耳于设置端边界的位置,并获取测量极耳设置于不同位置时对应的负极表面平均电流密度值;对比测量极耳设置于不同位置时,各典型位置的电流密度值与平均电流密度值的归一化后的标准差,并将最小归一化后的标准差对应的测量极耳

的位置确定为测量位置；采集电池处于工作状态时，测量极耳在测量位置处的负极电阻数据作为该负极的电阻。

[0006] 优选地，为所述负极电阻数据设置第一范围；当所述负极电阻数据处于第一范围内时为判定其为稳定状态，此时的所述负极电阻数据处于可测量状态。

[0007] 本发明为解决上述技术问题，提供又一技术方案如下：一种荷电状态估计方法，提供初始数据以训练构建数据驱动模型，所述初始数据包括电流、电压参数和电极电阻数据；

[0008] 从待测电池上实时获取检测数据，把所述检测数据作为数据驱动模型的输入，并输出SOC的估计值，所述检测数据包括电流参数、电压参数及使用如上述的负极电阻测量方法测得的负极电阻参数。

[0009] 优选地，所述数据驱动模型包括但不限于集成决策树模型、支持向量回归以及神经网络算法中的至少一种。

[0010] 本发明为解决上述技术问题，提供又一技术方案如下：一种电池，包括如上述的负极结构。

[0011] 优选地，负极极片包括层叠设置的第一集流体层和活性材料层，所述常规极耳和测量极耳分别连接所述第一集流体层和活性材料层，所述正极极片上设有第二集流体，所述正极极耳与所述第二集流体固定连接；所述活性材料连接区上层叠设置包括但不限于石墨、硅碳、合金、钛酸锂以及各类氧化物等负极材料中的至少一种。

[0012] 优选地，电池进一步包括与负极结构相对设置的正极结构以及设置在正负极结构之间的隔膜。

[0013] 本发明为解决上述技术问题，提供又一技术方案如下：一种电池系统，包括如上述的一种负极结构或一种电池。

[0014] 与现有技术相比，本发明所提供的负极电阻测量方法、负极结构、荷电状态估计方法、电池及电池系统，具有如下的有益效果：

[0015] 1. 本发明实施例还提供一种负极结构，用于如上述中的负极电阻测量方法，包括负极极片，常规极耳以及测量极耳，所述常规极耳设置在负极极片一端，所述测量极耳设置在负极极片上与常规极耳相对的另一端的测量位置，所述测量位置为测量极耳在工作状态下的测定的负极电流密度与工作状态下电池负极表面平均电流密度下的电流密度归一化后标准差最小的位置。

[0016] 2. 本发明实施例提供一种负极电阻测量方法，包括以下步骤：提供电池负极，其一端设置有常规极耳，另一端设置测试极耳；通过模拟仿真评估电池负极表面电流密度分布，选取若干典型位置的电流密度值取平均作为负极表面的平均电流密度值；更改测量极耳于设置端边界的位置，并获取测量极耳设置于不同位置时对应的负极表面平均电流密度值；对比测量极耳设置于不同位置时，各典型位置的电流密度值与平均电流密度值的归一化后的标准差，并将最小归一化后的标准差对应的测量极耳的位置确定为测量位置；采集电池处于工作状态时，测量极耳在测量位置处的负极电阻数据作为该负极的电阻。

[0017] 通过对比各典型位置的电流密度值与平均电流密度值的归一化后的标准差，由此选出的测量位置对后续步骤影响最小。

[0018] 3. 本发明实施例的为负极电阻数据设置第一范围；当负极电阻数据处于第一范围内时为判定其为稳定状态，此时的负极电阻数据处于可测量状态。通过将采集的数据进行

分析,处于第一范围内的负极电阻数据被判断为稳定状态。

[0019] 4.本发明实施例提供一种荷电状态估计方法,提供初始数据以训练构建数据驱动模型,所述初始数据包括电流、电压参数和电极电阻数据;

[0020] 从待测电池上实时获取检测数据,把所述检测数据作为数据驱动模型的输入,并输出S O C的估计值,所述检测数据包括电流参数、电压参数及使用如上述的负极电阻测量方法测得的负极电阻参数。

[0021] 通过将负极电阻数据引入数据驱动模型以提高S O C数据的精度,更高的S O C精度有利于用于判断电池状态,给用户带来更好的使用体验。

[0022] 5.本发明实施例的数据驱动模型包括但不限于集成决策树模型、支持向量回归以及神经网络中的至少一种。利用数据驱动模型寻找负极电阻数据与S O C之间的潜在数学关系,以提高估计S O C的精度。

[0023] 6.本发明实施例还提供一种电池,包括如上述的锂离子负极结构。

[0024] 7.本发明实施例的一种电池,负极极片包括层叠设置的第一集流体层和活性材料层,所述常规极耳和测量极耳分别连接所述第一集流体层和活性材料层。通过设置第一集流体层和活性材料层可更方便常规极耳和测量极耳的连接。

[0025] 8.本发明实施例的第一集流体层包括活性材料连接区和极耳连接区;所述活性材料层设置于所述活性材料连接区上,所述常规极耳设置于极耳连接区,所述测量极耳连接设置于活性材料层上;所述活性材料连接区上层叠设置包括但不限于石墨、硅碳、合金、钛酸锂以及各类氧化物等负极材料中的至少一种。通过与电池包直接连接的测量极耳方便了电池测量,传统测量需在电池外附加极耳,使得测量过程繁琐。

[0026] 9.本发明实施例的一种电池包括与负极结构相对设置的正极结构以及设置在正负极结构之间的隔膜。本实施例提供的电池进行S O C估计时,精度更高误差更小,大大提高了用户对电池状态判断的准确度,提高了使用体验。

[0027] 10.本发明实施例还提供一种电池系统,包括如上述的一种负极结构或一种电池。使用上述的一种负极结构或一种电池的电池系统可以实时测量电池电阻数据,并以此估计电池SOC,提高了电池系统的精确性和用户使用体验。

【附图说明】

[0028] 图1是本发明实施例提供的一种基于电池的负极电阻测量方法流程图。

[0029] 图2是本发明实施例提供的第一边界距第三边界2mm试验图。

[0030] 图3是本发明实施例提供的第一边界距第三边界21mm试验图。

[0031] 图4是本发明实施例提供的第一边界距第三边界38mm试验图。

[0032] 图5是本发明实施例提供的负极表面电流均匀分布程度散点图。

[0033] 图6是本发明实施例提供的负极电阻数据曲线图。

[0034] 图7是本发明实施例提供的输入特征电压及电流的预测结果图。

[0035] 图8是本发明实施例提供的输入特征电压及电流的误差图。

[0036] 图9是本发明实施例提供的输入特征电压、电流及负极电阻的预测结果图。

[0037] 图10是本发明实施例提供的输入特征电压、电流及负极电阻的误差图。

[0038] 图11是本发明实施例提供的负极极片结构示意图。

[0039] 图12是本发明实施例提供的电池结构示意图。

[0040] 附图标识说明：

[0041] 1、负极极片；2、正极极片；3、隔膜；4、密封膜；

[0042] 11、常规极耳；12、测量极耳；13、第一集流体层；14、第一边界；15、第二边界；16、第三边界；17、第四边界；21、正极极耳；22、第二集流体。

[0043] 131、活性材料连接区；132、极耳连接区。

【具体实施方式】

[0044] 为了使本发明的目的，技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施实例，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仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0045] 在本发明所提供的实施例中，应理解，“与A对应的B”表示B与A相关联，根据A可以确定B。但还应理解，根据A确定B并不意味着仅仅根据A确定B，还可以根据A和/或其他信息确定B。

[0046] 应理解，说明书通篇中提到的“一个实施例”或“一实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此，在整个说明书各处出现的“在一个实施例中”或“在一实施例中”未必一定指相同的实施例。此外，这些特定特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于可选实施例，所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

[0047] 在本发明的各种实施例中，应理解，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的必然先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0048] 在本发明的附图中的流程图和框图，图示了按照本申请各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上，流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段、或代码的一部分，该模块、程序段、或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意，在有些作为替换的实现方案中，方框中所标注的功能也可以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个接连地表示的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，在此基于涉及的功能而确定。需要特别注意的是，框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或操作的专用的基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0049] 请参阅图1和图12，本发明实施例提供一种负极电阻测量方法，包括以下步骤：

[0050] S 1:提供电池负极，其一端设置有常规极耳11，

[0051] 另一端设置测试极耳12；

[0052] S 2:通过模拟仿真评估电池负极表面电流密度分布，选取若干典型位置的电流密度值取平均作为负极表面的平均电流密度值；

[0053] S 3:更改测量极耳12于设置端边界的位置，并获取测量极耳12设置于不同位置时对应的负极表面平均电流密度值；

[0054] S4:对比测量极耳12设置于不同位置时,各典型位置的电流密度值与平均电流密度值的归一化后的标准差,并将最小归一化后的标准差对应的测量极耳12的位置确定为测量位置;

[0055] S 5:采集电池处于工作状态时,测量极耳12在测量位置处的负极电阻数据作为该负极的电阻。

[0056] 具体的,步骤S1:在电池两端分别设置常规极耳11和测量极耳12,本申请主要利用测量极耳12达到采集电阻的技术效果。

[0057] 步骤S 2:通过模拟仿真评估电池负极表面电流密度分布,选取若干典型位置的电流密度值取平均作为负极表面的平均电流密度值,测得和/或直接预设平均电流密度是为了提高极耳连接后的测试效果。

[0058] 需要说明的是,在引入测量极耳12后再一次根据典型位置距离测量电流分布情况,使用测量极耳12测量负极电阻时,负极表面的电流分布不均匀会与电池实际运行过程中负极表面电流的不均匀累加,由此会导致电池的局部加速老化,影响电池的使用寿命。

[0059] 步骤S 3:常规测量方法在电池正负极各接入一个常规极耳对电池进行测量,本申请在负极处额外增加一个测量极耳12,测量极耳12在连接电池负极的不同位置时,会产生不同的电流分布数据,测量过程中由测量极耳12产生的电流分布会与电池本身的电流分布叠加,当两者分布越均匀时对电池的影响最小,同时测得的数据也越准确。

[0060] 在使用模拟仿真软件对测量极耳12的不同连接位置分别进行了试验,试验结果如图2至图4所示,图2至图4为不同位置下的电流密度分布图,分别对测量极耳12连接于设置端距边界的不同位置进行试验。

[0061] 具体的,测量极耳12距离设置端的左边界的距离范围选择2mm—38mm,经过试验得出当距离为2mm时,连接测量极耳12后的电流分布数据与电池本身的电流分布数据最接近,当测量极耳12选择2mm的位置进行连接时,对电池寿命的影响最小且测得数据的准确度最高。

[0062] 步骤S4:将得出的各个试验电流分布采样数据与平均电流密度数据进行归一化后标准差,标准差的数值越小,说明测量极耳12与电池包连接后对电池寿命的影响越小,同时进行后续步骤测得的数据也更加稳定和精确。

[0063] 步骤S 5:采集电池处于工作状态时,测量极耳12在测量位置处的负极电阻数据作为该负极的电阻,可以理解,通过引入负极电阻来提高对电池的其他测量精度,如S 0 C估计,引入负极电阻数据后提升了S 0 C的测量精度。

[0064] 请参阅图5和图6,图5为测量极耳12处于不同位置时,负极表面电流分布均匀程度散点图,通过试验可以得出,测试极耳的位置由距离左边界2mm开始到38mm,其负极表面电流分布均匀度逐步下降;

[0065] 可选地,为负极电阻数据设置第一范围;当负极电阻数据处于第一范围内时为判定其为稳定状态,此时的负极电阻数据处于可测量状态。

[0066] 具体的,第一范围通过负极电阻数据曲线的每个波峰值与波峰平均值作差,再将差值除以平均值获得,波谷及曲线其他位置同理。第一范围的预设值小于百分之5,判定负极电阻数据曲线的峰值是否基本处于第一范围内,处于第一范围内的负极电阻数据是稳定的,处于稳定状态的负极电阻数据用于估计S 0 C值。

[0067] 图6为基于散点图最大值获得的负极电阻数据,可以看出随着时间变化,负极电阻变化稳定,曲线各处数据基本处于第一范围内。为确定负极电阻与电池充放电的关系,进一步验证充放电与负极电阻的关联性,做出电流采样的散点图后可以直观的看到不同位置对平均电流密度的影响。

[0068] 可选地,请参阅图11,进行试验包括:设定测量极耳12一边为第一边界14,其相对边为第二边界15,界定电池的一边为第三边界16,其相对一边为第四边界17,调整测量极耳12第一边界14与第三边界16之间的距离,和/或调整第一边界14至第二边界15的距离,并基于调整的距离进行试验以获取不同距离的数据,基于试验结果确认电流分布归一化后标准差最小值所对应的预设位置。

[0069] 可以理解的,主要考量因素是测量极耳12的第一边界14与电池包的第三边界16之间的距离,本申请利用测量极耳12实现对电池包的测量,因此在测量负极电阻时负极表面的电流分布不均会使电池局部位置加速老化,进而影响电池的整体寿命,为减慢电池老化,提高电池的使用寿命,需要确定电流密度分布均匀程度的最大值,减少不必要的电池老化,提高电池耐用率,进而提高用户的使用体验。

[0070] 本发明实施例中还提供一种电池荷电状态估计方法,包括:提供初始数据以训练构建数据驱动模型,初始数据包括电流、电压参数和电阻数据;

[0071] 从待测电池上实时获取检测数据,把所述检测数据作为数据驱动模型的输入,并输出S O C的估计值,所述检测数据包括电流参数、电压参数及使用如上述的负极电阻测量方法测得的负极电阻参数。

[0072] 具体的,数据驱动模型会将大量实验电池样本的放电电流值、放电电压值及电阻值作为输入,并将实际测试后它们的S O C值作为数据驱动模型评判的根据。

[0073] 具体的,数据驱动模型包括但不限于:集成决策树模型、支持向量回归以及神经网络等各类数据驱动模型中的至少一种,本申请采用的是随机森林模型,这里对数据驱动模型的具体类型不做限制,可以达到所需的效果即可。数据驱动模型通过反复的迭代计算寻找输入电压、电流与S O C之间的潜在数学关系。当数据驱动模型通过不停地迭代运算,使得输入与输出结果的误差精度低于所预设的值时,该数据驱动模型的模型算法就已经完成了,本方案中误差精度的预设值是小于百分之5。

[0074] 数据驱动模型的模型算法训练完成后,我们将电池的放电电压、电流以及负极电阻值输入模型算法,数据驱动模型根据以往的训练经验,预测出这块电池的S O C值。

[0075] 可选地,利用负极电阻数据绘制出负极电阻与S O C的关系曲线,通过关系曲线验证负极电阻与电池充放电的状态关联性,关系曲线成正相关时为相关状态。

[0076] 相关状态表明设置测量极耳12能较为稳定可靠的测量出负极电阻数据。

[0077] 具体的,在random forest(随机森林)机器学习算法的特征输入中加入IR(负极电阻),与没有IR的常规电池对照组进行对比,考虑到实际生活应用中,诸如电动汽车,智能终端等中的BMS管理系统,在测量电流电压时都会存在误差,因此对循环数据加入高斯噪声,以模拟测量误差,加入方差为0.025的高斯噪声;将只输入特征为电压、电流时的数据与输入负极电阻后的结果进对比。

[0078] 请参阅图7至图10,图7和图8为未引入负极电阻时进S O C预测的结果,其中图7为电池容量随时间减小,此时预测值与实际值的曲线数据对比,图8为此状态下的误差图,可

以发现随着时间的增加,误差有逐步增大再到逐步减小的过程;图9和图10为引入负极电阻时的对照结果。

[0079] 在输入特征引入负极电阻后,rms e (均方根误差)与mae (均方误差)均减小了一半,最大估计误差也由0.08减小的0.04。加入负极电阻作为特征的估计精度较没加入之前有了显著的提升。

[0080] 可选地,设定测量极耳12一边为第一边界14,其相对边为第二边界15,界定所述电池的一边为第三边界16,其相对一边为第四边界17,第一边界14与第三边界15的距离采用负极表面电流分布均匀程度的归一化后标准差最小值所对应的位置。

[0081] 具体的,本发明实际采用第一边界14与第三边界16距离2mm、21mm及38mm的方案,通过试验模拟得出,当第一边界14与第三边界16距离2mm时负极结构1的电流分布与预设的平均电流分布密度的归一化后标准差最小。同时,采用该距离可以减少因测量极耳12连接电池造成的与电池运行时叠加的电流分布不均,长时间电流分布不均会导致电池局部老化,影响电池的使用周期。

[0082] 进一步地,第一边界14与第三边界16的距离这里不做限制,根据不同的电池做试验得出电流分布均匀程度的归一化后标准差最小值所对应的位置也不同,该位置能达到相应的技术效果即可。

[0083] 本发明实施例中还提供一种锂电池负极结构,包括负极结构1,常规极耳11以及测量极耳12,所述常规极耳11设置在负极结构1一端,所述测量极耳12设置在负极结构1上与常规极耳11相对的另一端的测量位置,所述测量位置为测量极耳12在工作状态下的测定的负极电流密度与工作状态下电池负极表面平均电流密度下的电流密度归一化后标准差最小值的位置。

[0084] 可选地,第一集流体层13包括活性材料连接区131和极耳连接区132,活性材料连接区131与极耳连接区132连接;活性材料层设置于活性材料连接区131上,常规极耳11设置于极耳连接区132,测量极耳12连接设置于活性材料层上。

[0085] 可以理解,测量极耳12与活性材料连接区131直接连接可以更好的测量负极结构1上的电阻数据,同时免去测量极耳12的拆卸,方便用于持续对电池进行检测。

[0086] 可选地,第一集流体层13包括活性材料连接区131和极耳连接区132;所述活性材料层设置于所述活性材料连接区131上,所述常规极耳11设置于极耳连接区132,所述测量极耳12连接设置于活性材料层上。

[0087] 进一步地,活性材料连接区131上层叠设置包括但不限于石墨、硅碳、合金、钛酸锂以及各类氧化物等负极材料中的至少一种。

[0088] 本实施例提供的锂离子电池包括与负极结构相1对设置的正极结构2以及设置在正负极结构1之间的隔膜。正极结构2上设有第二集流体22,正极极耳21与第二集流体22固定连接。

[0089] 本发明实施例中还提供一种电池系统,包括上述的负极结构或一种电池,电池系统包括交流配电单元、整流模块、直流配电单元、电池、监控系统,通过对电池系统的电池部分进行改进,可以提高电池系统估计S O C的精度,以此增加系统可用参数,并且可以提高用户的使用体验。

[0090] 与现有技术相比,本发明所提供的负极电阻测量方法、负极结构、荷电状态估计方

法、电池及电池系统具有如下的有益效果：

[0091] 1. 本发明实施例还提供一种锂电池负极结构，用于如上述中的负极电阻测量方法，包括负极极片，常规极耳以及测量极耳，所述常规极耳设置在负极极片一端，所述测量极耳设置在负极极片上与常规极耳相对的另一端的测量位置，所述测量位置为测量极耳在工作状态下的测定的负极电流密度与工作状态下电池负极表面平均电流密度下的电流密度归一化后标准差最小的位置。

[0092] 2. 本发明实施例提供的一种负极电阻测量方法，包括以下步骤：提供电池负极，其一端设置有常规极耳，另一端设置测试极耳；通过模拟仿真评估电池负极表面电流密度分布，选取若干典型位置的电流密度值取平均作为负极表面的平均电流密度值；更改测量极耳于设置端边界的位置，并获取测量极耳设置于不同位置时对应的负极表面平均电流密度值；对比测量极耳设置于不同位置时，各典型位置的电流密度值与平均电流密度值的归一化后的标准差，并将最小归一化后的标准差对应的测量极耳的位置确定为测量位置；采集电池处于工作状态时，测量极耳在测量位置处的负极电阻数据作为该负极的电阻。

[0093] 通过对比各典型位置的电流密度值与平均电流密度值的归一化后的标准差，由此选出的测量位置对后续步骤影响最小。

[0094] 3. 本发明实施例的为负极电阻数据设置第一范围；当负极电阻数据处于第一范围内时为判定其为稳定状态，此时的负极电阻数据处于可测量状态。通过将采集的数据进行分析，处于第一范围内的负极电阻数据被判断为稳定状态。

[0095] 4. 本发明实施例提供的一种荷电状态估计方法，提供初始数据以训练构建数据驱动模型，所述初始数据包括电流、电压参数和电极电阻数据；

[0096] 从待测电池上实时获取检测数据，把所述检测数据作为数据驱动模型的输入，并输出S O C的估计值，所述检测数据包括电流参数、电压参数及使用如上述的负极电阻测量方法测得的负极电阻参数。

[0097] 通过将负极电阻数据引入数据驱动模型以提高S O C数据的精度，更高的S O C精度有利于用于判断电池状态，给用户带来更好的使用体验。

[0098] 5. 本发明实施例的数据驱动模型包括但不限于集成决策树模型、支持向量回归以及神经网络中的至少一种。利用数据驱动模型寻找负极电阻数据与S O C之间的潜在数学关系，以提高估计S O C的精度。

[0099] 6. 本发明实施例还提供一种电池，包括如上述的锂离子负极结构。

[0100] 7. 本发明实施例的一种电池，负极极片包括层叠设置的第一集流体层和活性材料层，所述常规极耳和测量极耳分别连接所述第一集流体层和活性材料层。通过设置第一集流体层和活性材料层可更方便常规极耳和测量极耳的连接。

[0101] 8. 本发明实施例的第一集流体层包括活性材料连接区和极耳连接区；所述活性材料层设置于所述活性材料连接区上，所述常规极耳设置于极耳连接区，所述测量极耳连接设置于活性材料层上；所述活性材料连接区上层叠设置包括但不限于石墨、硅碳、合金、钛酸锂以及各类氧化物等负极材料中的至少一种。通过与电池包直接连接的测量极耳方便了电池测量，传统测量需在电池外附加极耳，使得测量过程繁琐。

[0102] 9. 本发明实施例的一种电池包括与负极结构相对设置的正极结构以及设置在正负极结构之间的隔膜。本实施例提供的电池进行S O C估计时，精度更高误差更小，大大提

高了用户对电池状态判断的准确度,提高了使用体验。

[0103] 10. 本发明实施例还提供一种电池系统,包括如上述的一种负极结构或一种电池。使用上述的一种负极结构或一种电池的电池系统可以实时测量电池电阻数据,并以此估计电池S O C,提高了电池系统的精确性和用户使用体验。

[0104] 以上对本发明实施例公开的负极电阻测量方法、电池负极结构、电池及电池估计方法进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制,凡在本发明的原则之内所作的任何修改,等同替换和改进等均应包含本发明的保护范围之内。

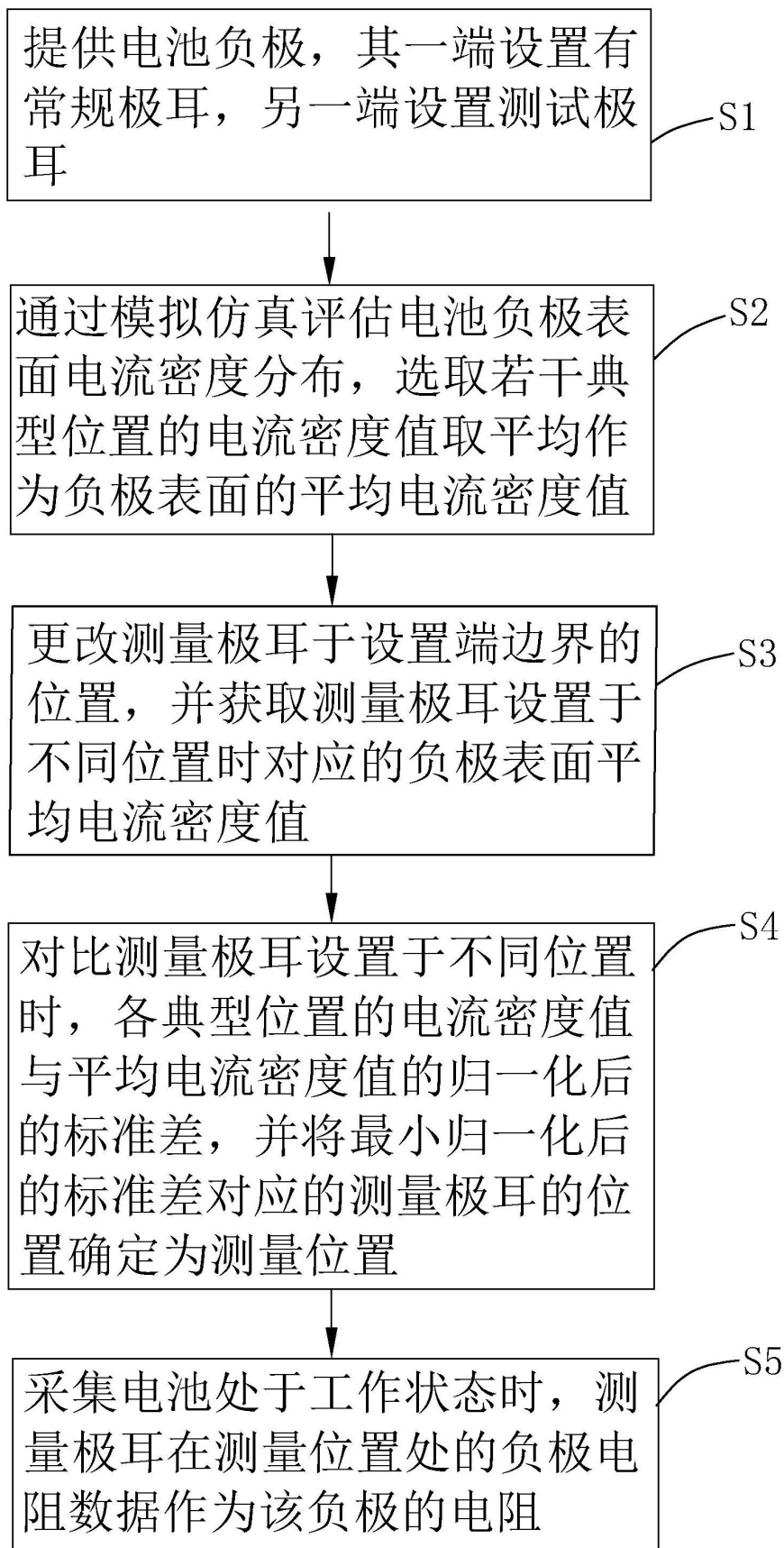


图1

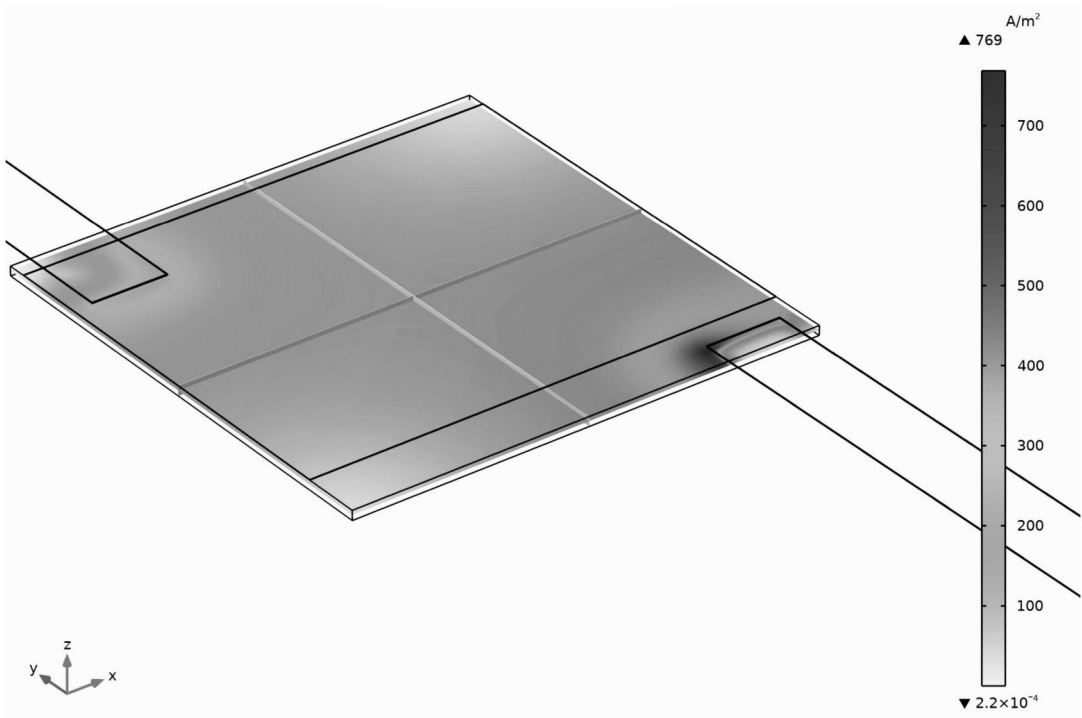


图2

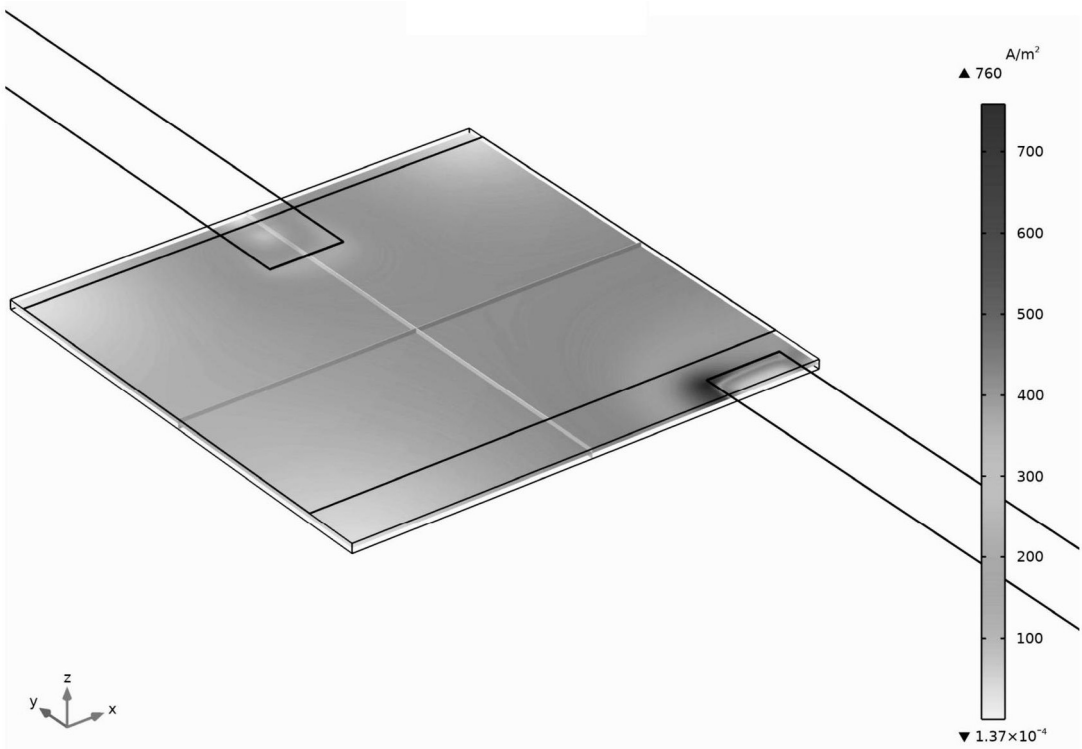


图3

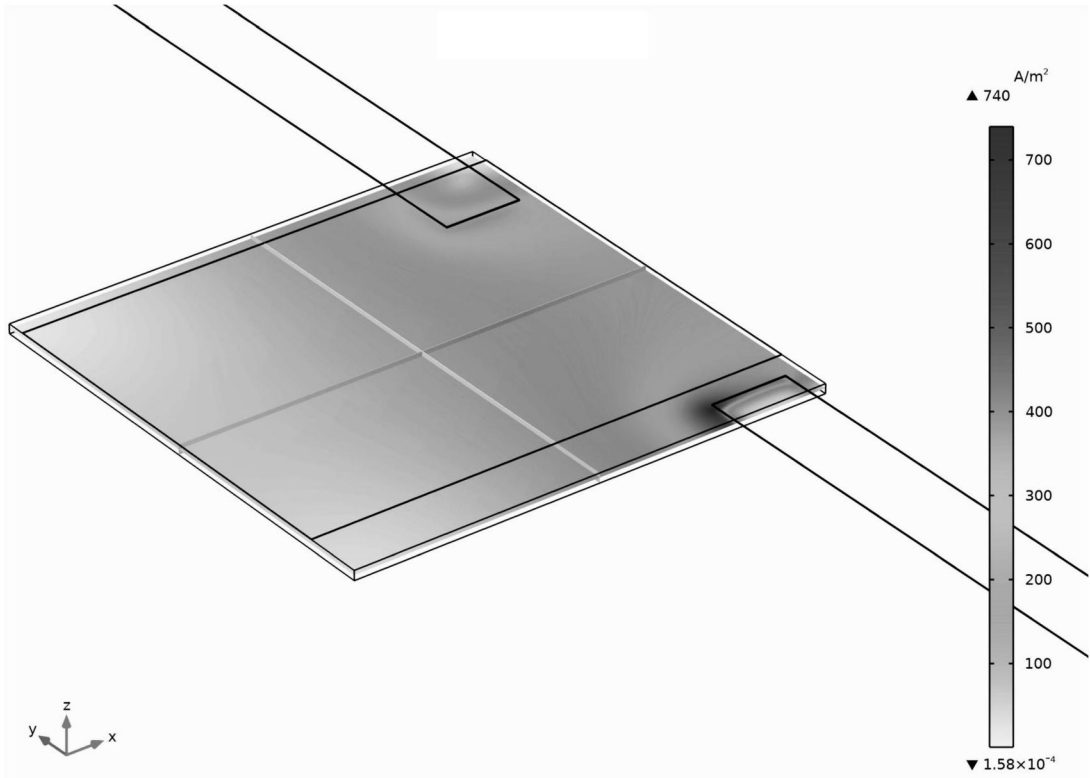


图4

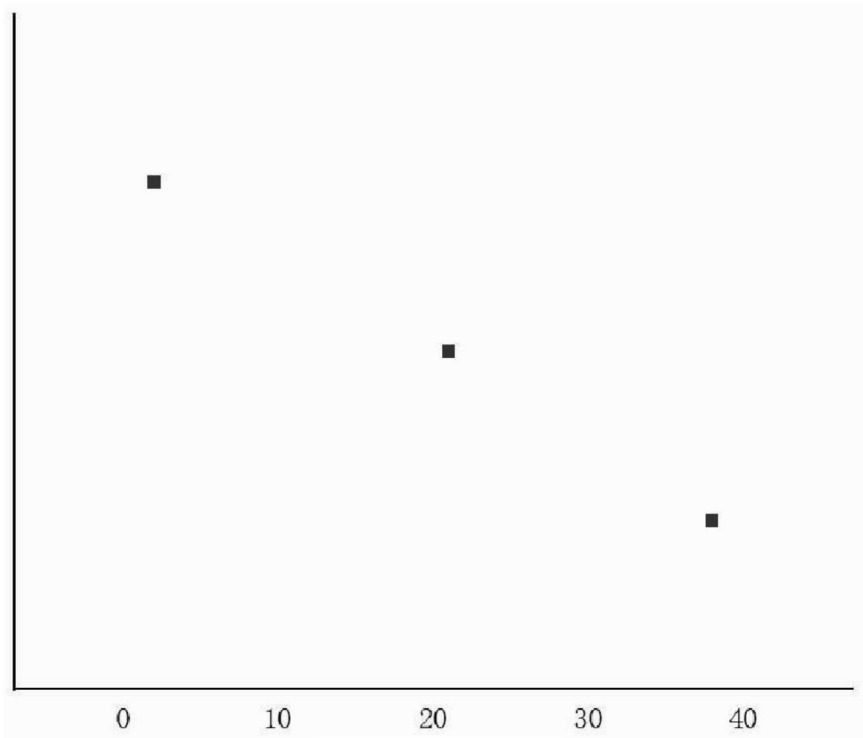


图5

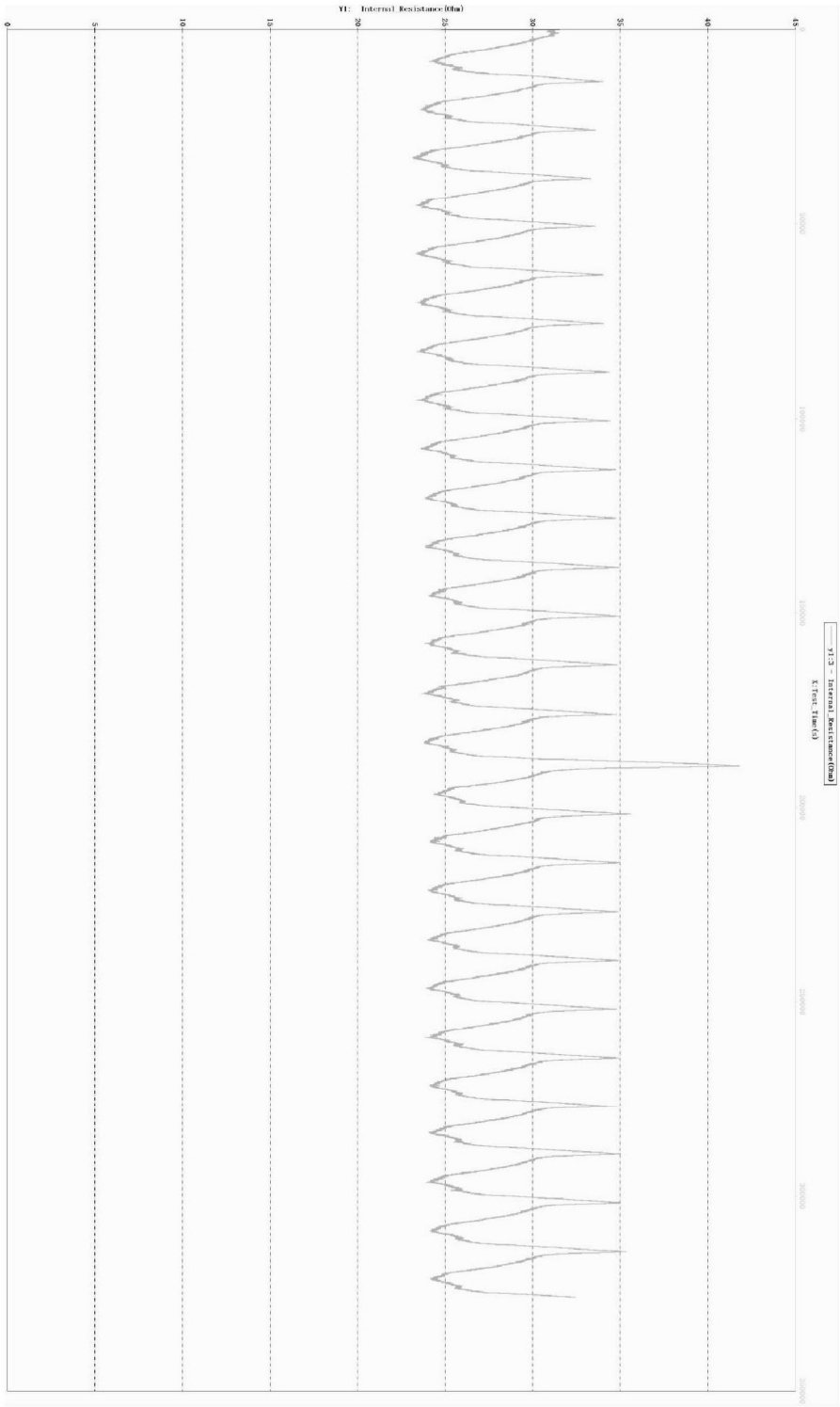


图6

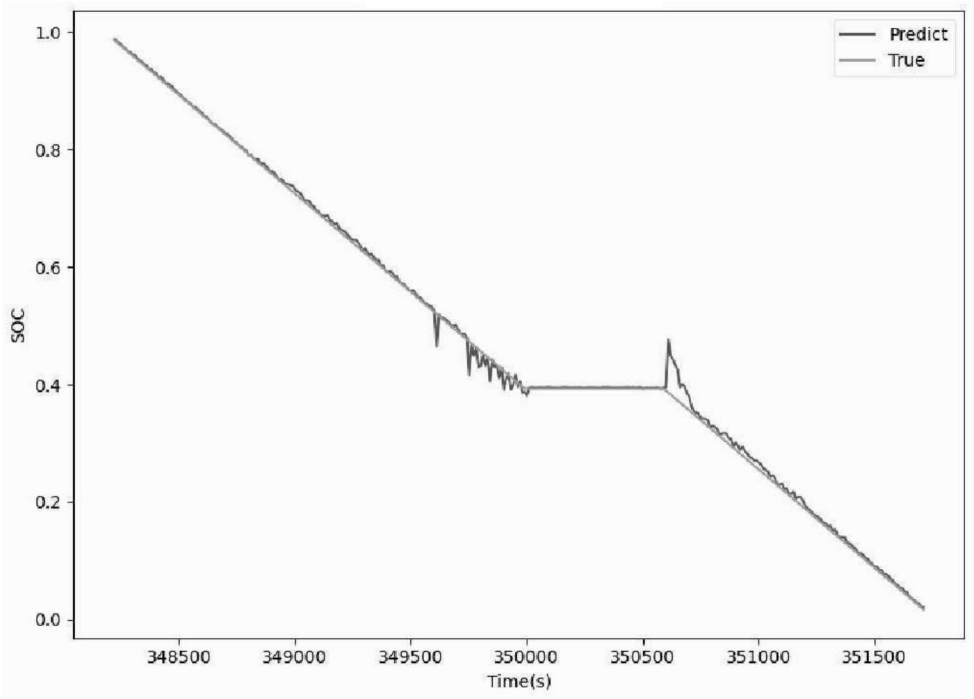


图7

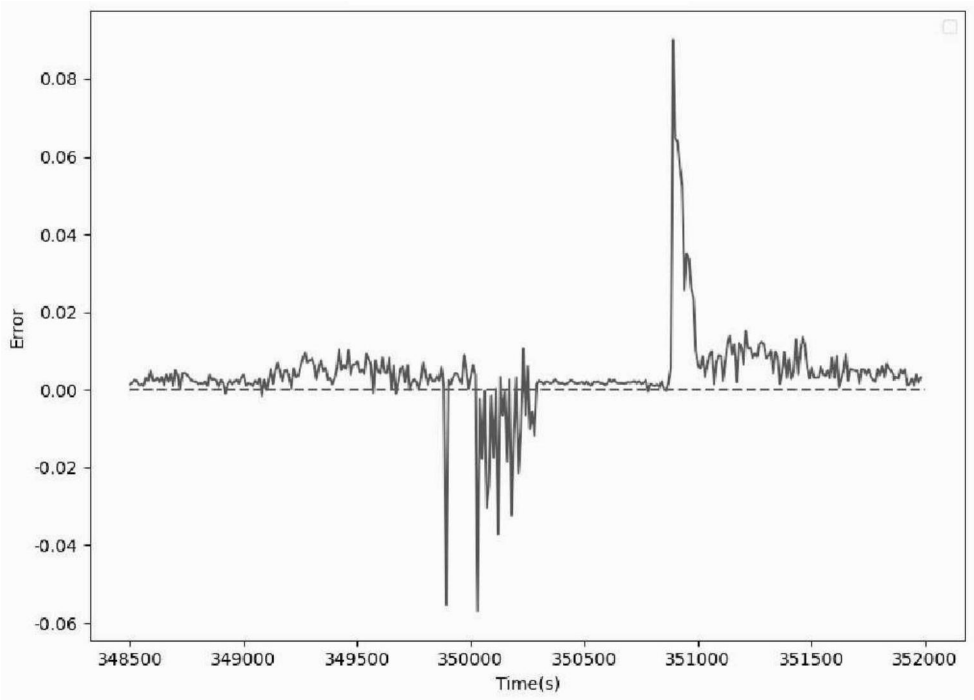


图8

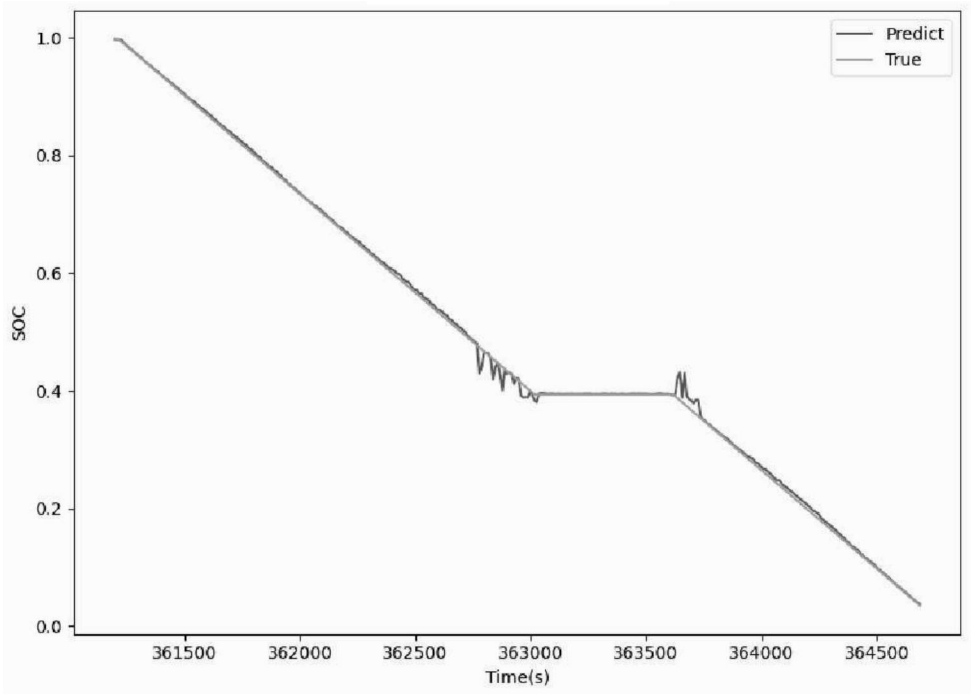


图9

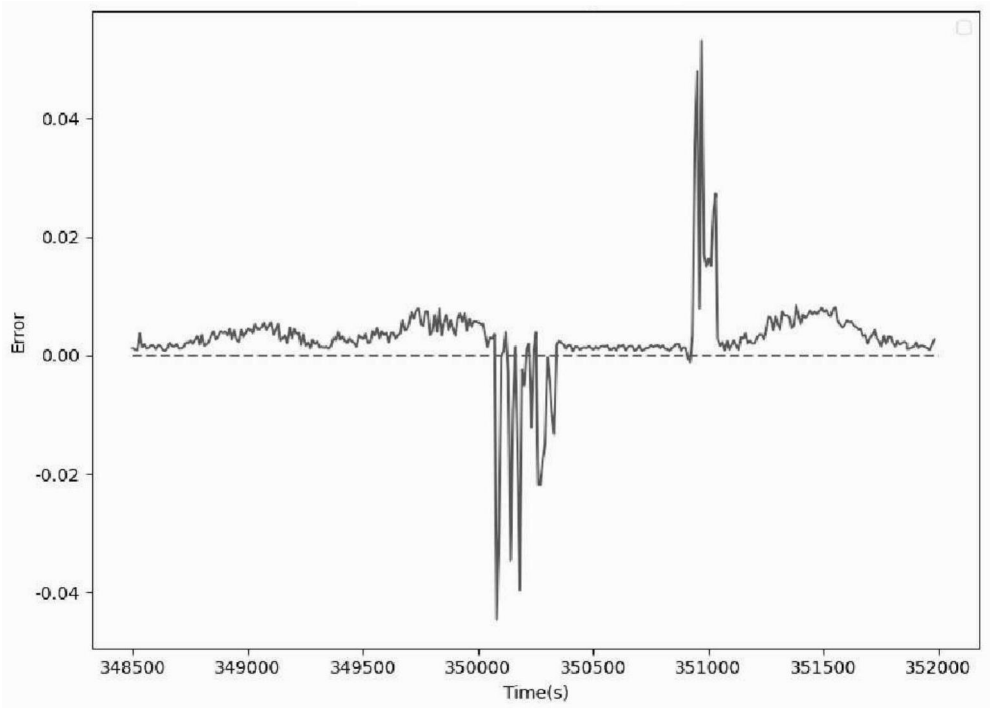


图10

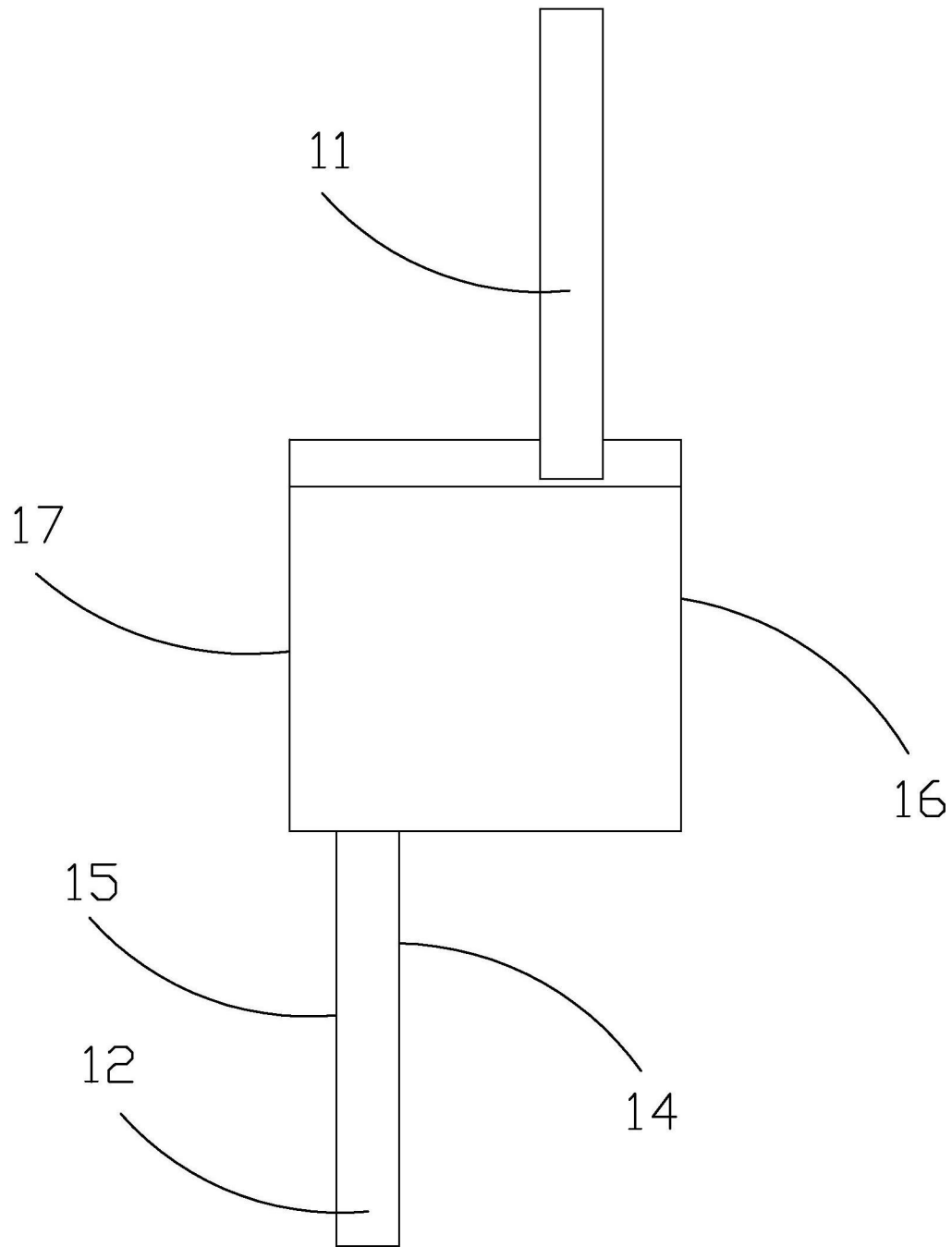


图11

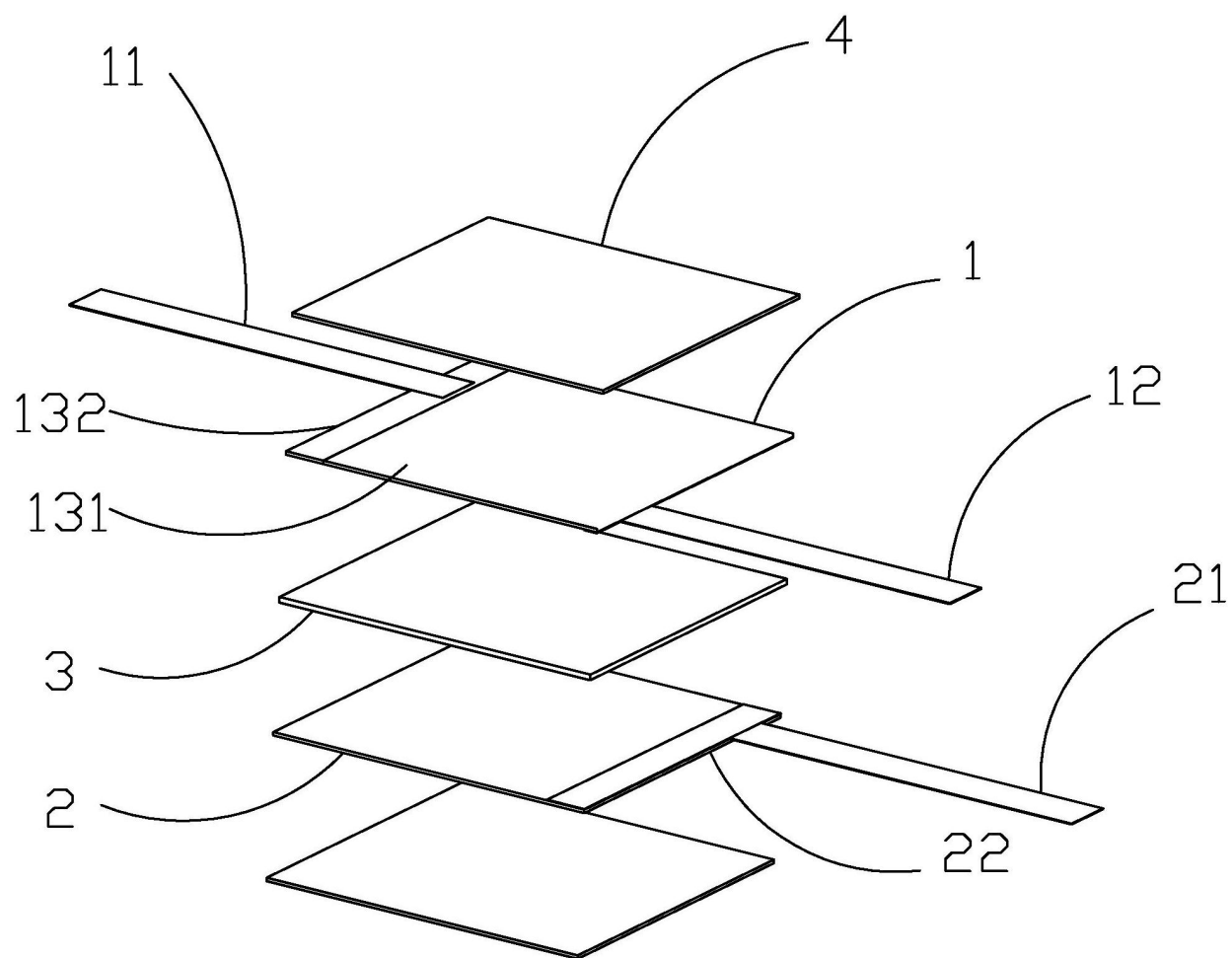


图12