



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111122995 B

(45) 授权公告日 2021.12.03

(21) 申请号 201811289724.7

(22) 申请日 2018.10.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111122995 A

(43) 申请公布日 2020.05.08

(73) 专利权人 郑州宇通客车股份有限公司
地址 450061 河南省郑州市管城区宇通路

(72) 发明人 王岩 李龙 王印束 刘小伟
吴小岭 孙艳艳 武剑锋 周雪松
涂洪成 刘越 赵留岸 赵志刚
史亚林 纪柯

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119

代理人 吴敏

(51) Int.Cl.

G01R 31/00 (2006.01)

G01R 31/385 (2019.01)

G05B 19/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102798422 A, 2012.11.28

CN 106597289 A, 2017.04.26

CN 102121973 A, 2011.07.13

US 2008096345 A1, 2008.04.24

张佩. “车用动力电池组效率特性研究”. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 (工程科技 II 辑)》. 2013,

周彬. “基于NEC单片机的电池管理系统数据采集”. 《山东理工大学学报 (自然科学版)》. 2012,

审查员 姜浩

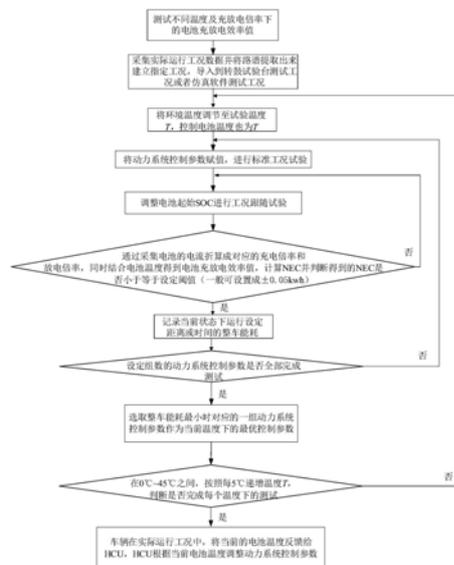
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于电池效率的NEC计算方法及控制参数确定方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于电池效率的NEC计算方法及控制参数确定方法。本发明首先在不同的电池温度下,使混合动力车辆在设定动力系统控制参数下进行指定工况试验,引入电池效率值并计算电池的NEC,根据NEC的大小判断是否记录当前混合动力车辆能耗,以及是否调整动力系统控制参数并再次进行指定工况试验,从而获取不同电池温度时对应的能够使混合动力车辆能耗最低的最优控制参数。本发明充分考虑了混合动力车辆能耗计算与动力系统控制参数之间的相互影响,在确定能耗过程中引入电池效率值计算NEC,使得测试结果能够准确的反映真实能耗。使得动力系统控制参数的确定更加精确,提高了动力系统的控制稳定性,使混合动力车辆在运行中能够保持能耗较低。



CN 111122995 B

1. 一种基于电池效率的控制参数确定方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 测试电池在设定温度以及设定充电倍率时的充电效率值,并测试电池在设定温度以及设定放电倍率时的放电效率值;

2) 使电池在第一设定温度下,进行控制参数确定试验,控制参数确定试验包括:

使混合动力车辆在第一组设定控制参数下进行指定工况试验,指定工况试验包括:根据电池的实时电流计算对应的充电倍率和放电倍率,结合检测得到的电池温度,得到电池的充电效率值和放电效率值;根据电池的充电效率值和放电效率值计算电池NEC;

判断NEC是否大于设定阈值,如果不大于则记录当前混合动力车辆行驶设定距离或者设定时间的整车能耗,然后控制混合动力车辆在第二设定控制参数下再次进行指定工况试验,直至混合动力车辆在设定组数的设定控制参数下均完成了指定工况试验;

比较混合动力车辆在每组设定的控制参数下进行指定工况试验时记录的整车能耗,选取能耗最小时对应的控制参数为当前电池温度对应的最优控制参数;

3) 使电池在第二设定温度下,再次进行控制参数确定试验,直至电池在所有设定温度下均进行了控制参数确定试验;从而得到电池每个设定温度对应的最优控制参数。

2. 根据权利要求1所述的基于电池效率的控制参数确定方法,其特征在于,混合动力车辆运行过程中,检测电池温度,根据电池温度控制混合动力车辆在对应的最优控制参数下运行。

3. 根据权利要求1或2所述的基于电池效率的控制参数确定方法,其特征在于,所述控制参数包括混合动力模式下并联发电功率、纯电到混合动力模式的切换车速。

4. 根据权利要求3所述的基于电池效率的控制参数确定方法,其特征在于,计算电池NEC的过程包括:

$$NEC = E_1 - E_2$$

$$E_1 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{充电}} \eta_1 dt$$

$$E_2 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{放电}} \eta_2 dt$$

其中, η_1 、 η_2 分别为电池的充电效率值和放电效率值, $I_{\text{充电}}$ 、 $I_{\text{放电}}$ 分别为电池充电电流和放电电流,U为电池电压。

一种基于电池效率的NEC计算方法及控制参数确定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于电池效率的NEC计算方法及控制参数确定方法。

背景技术

[0002] 插电式混合动力系统的工况测试能耗以及实际市场运行能耗与电池的SOC息息相关,由于插电式混合动力车辆存在两个能量源:发动机和电池,所以评估插电式混合动力系统的能耗表现时就需要将发动机的油耗或者气耗,以及电池的电量变化精确的测试出来,综合计算,得出动力电池净能量改变量(NEC, net energy change)变化接近于0的能耗即为混合动力车辆的实际能耗。

[0003] 现有测试方法不考虑电池的效率值,在电池的温度比较理想(25℃-40℃)且充电倍率很小的时候(小于等于1C),测试结果较接近于实际的能耗值,但是对于电池的温度以及充放电倍率都有很高的要求,这就容易导致测试结果不准确。在电池温度不理想且充放电倍率大的时候电池的NEC测试与实际值偏离较多,就会导致整车在测试能耗的时候无法精确反映真实能耗水平,进一步就会导致设置某些控制参数时偏离最佳值。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于电池效率的NEC计算方法,用以解决现有技术没有考虑电池的温度与效率值的关系导致NEC计算结果不能准确反映整车真实能耗水平的问题。本发明还提供了一种基于电池效率的控制参数确定方法,用以解决现有NEC计算不够准确导致控制参数的选取偏离最佳值的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了一种基于电池效率的NEC计算方法,包括以下步骤:

[0006] 测试电池在设定温度以及设定充电倍率时的充电效率值,并测试电池在设定温度以及设定放电倍率时的放电效率值;

[0007] 根据电池的实时电流计算对应的充电倍率和放电倍率,结合检测得到的电池温度,得到电池的充电效率值和放电效率值;根据电池的充电效率值和放电效率值计算电池NEC。

[0008] 本发明根据混合动力车辆运行过程中电池的实时电流值,计算得到对应的充放电倍率,结合电池温度得到电池的充放电效率值并代入NEC计算公式。本发明在计算电池NEC的过程中根据电池温度引入了电池效率值,使得电池NEC的计算结果更为准确,从而使得整车能耗的测试结果更加准确,能够准确的反映混合动力车辆的真实能耗值。

[0009] 进一步的,计算得到电池NEC的过程包括:

[0010] $NEC = E_1 - E_2$

[0011] $E_1 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{充电}} \eta_1 dt$

$$[0012] \quad E_2 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{放电}} \eta_2 dt$$

[0013] 其中, η_1 、 η_2 分别为电池的充电效率值和放电效率值, $I_{\text{充电}}$ 、 $I_{\text{放电}}$ 分别为电池充电电流和放电电流, U 为电池电压。

[0014] 本发明根据电池温度的不同, 将对应的电池充放电效率值引入 NEC 计算中, 使得 NEC 的计算结果更加准确, 能够有效的反映实际的整车能耗情况。

[0015] 本发明还提供了一种基于电池效率的控制参数确定方法, 包括以下步骤:

[0016] 1) 测试电池在设定温度以及设定充电倍率时的充电效率值, 并测试电池在设定温度以及设定放电倍率时的放电效率值;

[0017] 2) 使电池在第一设定温度下, 进行控制参数确定试验, 控制参数确定试验包括:

[0018] 使混合动力车辆在第一组设定控制参数下进行指定工况试验, 指定工况试验包括: 根据电池的实时电流计算对应的充电倍率和放电倍率, 结合检测得到的电池温度, 得到电池的充电效率值和放电效率值; 根据电池的充电效率值和放电效率值计算电池 NEC;

[0019] 判断 NEC 是否大于设定阈值, 如果不大于则记录当前混合动力车辆行驶设定距离或者设定时间的整车能耗, 然后控制混合动力车辆在第二设定控制参数下再次进行指定工况试验, 直至混合动力车辆在设定组数的设定控制参数下均完成了指定工况试验;

[0020] 比较混合动力车辆在每组设定的控制参数下进行指定工况试验时记录的整车能耗, 选取能耗最小时对应的控制参数为当前电池温度对应的最优控制参数;

[0021] 3) 使电池在第二设定温度下, 再次进行控制参数确定试验, 直至电池在所有设定温度下均进行了控制参数确定试验; 从而得到电池每个设定温度对应的最优控制参数。

[0022] 本发明首先在不同的电池温度下, 使混合动力车辆在设定动力系统控制参数下进行指定工况试验, 引入电池效率值并计算电池的 NEC, 根据 NEC 的大小判断是否记录当前混合动力车辆能耗, 以及是否调整动力系统控制参数并再次进行指定工况试验, 从而获取不同电池温度时对应的能够使混合动力车辆能耗最低的最优控制参数。本发明充分考虑了混合动力车辆能耗计算与动力系统控制参数之间的相互影响, 在确定能耗过程中引入电池效率值计算 NEC, 使得测试结果能够准确的反映真实能耗。使得动力系统控制参数的确定更加精确, 提高了动力系统的控制稳定性, 使混合动力车辆在运行中能够保持能耗较低。

[0023] 进一步的, 混合动力车辆运行过程中, 检测电池温度, 根据电池温度控制混合动力车辆在对应的最优控制参数下运行。

[0024] 本发明得到不同温度下对应的最优控制参数, 使得车辆在实际运行中能够根据实时温度调整控制参数, 从而使电池处于较低的能耗水平。

[0025] 进一步的, 所述控制参数包括混合动力模式下并联发电功率、纯电到混合动力模式的切换车速。

[0026] 本发明中对选取的动力系统控制参数进行调整, 从而影响能耗试验过程, 使得 NEC 的计算更加准确, 能够准确的反应不同动力系统控制参数对能耗的影响, 从而得到最优的控制参数。

[0027] 进一步的, 计算电池 NEC 的过程包括:

$$[0028] \quad NEC = E_1 - E_2$$

$$[0029] \quad E_1 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{充电}} \eta_1 dt$$

$$[0030] \quad E_2 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{放电}} \eta_2 dt$$

[0031] 其中, η_1 、 η_2 分别为电池的充电效率值和放电效率值, $I_{\text{充电}}$ 、 $I_{\text{放电}}$ 分别为电池充电电流和放电电流, U 为电池电压。

[0032] 本发明在计算电池 NEC 的过程中引入了电池效率值, 使得电池 NEC 的计算结果更为准确, 从而使得能耗的测试结果更加准确, 进一步使得动力系统控制参数的确定更加准确。

附图说明

[0033] 图1是本发明方法实施例的流程图。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明做进一步详细的说明。

[0035] 现有的技术中一般使用功率分析仪测试法计算电池 NEC, 包括:

$$[0036] \quad \text{NEC} = E_{\text{充电}} - E_{\text{放电}} \quad (1)$$

$$[0037] \quad E_{\text{充电}} = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{充电}} dt \quad (2)$$

$$[0038] \quad E_{\text{放电}} = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{放电}} dt \quad (3)$$

[0039] 其中, NEC 为电池净能量改变量, 单位为千瓦时 (kw · h); $I_{\text{充电}}$ 、 $I_{\text{放电}}$ 分别为电池充电电流、放电电流, U 为电池电压。

[0040] 这种测试方法不考虑电池的充放电效率, 在电池的温度比较理想 (25°C - 40°C) 且充电倍率很小的时候 (小于等于 1C) 较接近于实际的能耗值, 对于电池的温度以及充放电倍率都有很高的要求, 容易导致测试结果不准确。在电池温度不理想且充放电倍率大的时候电池的 NEC 测试与实际值偏离较多, 就会导致整车在测试能耗的时候无法精确测试真实能耗水平, 进一步会导致某些控制参数偏离最佳值。

[0041] 本发明提供了一种基于电池效率的 NEC 计算方法, 包括:

$$[0042] \quad \text{NEC} = E_1 - E_2 \quad (4)$$

$$[0043] \quad E_1 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{充电}} \eta_1 dt \quad (5)$$

$$[0044] \quad E_2 = \int_{\text{试验开始}}^{\text{试验结束}} UI_{\text{放电}} \eta_2 dt \quad (6)$$

[0045] 其中, η_1 、 η_2 分别为电池充电状态下的效率值和放电状态下的效率值, $I_{\text{充电}}$ 、 $I_{\text{放电}}$ 分别为电池充电电流、放电电流, U 为电池电压。

[0046] 本发明将电池按照不同的温度状态划分, 在 $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间, 按照每 5°C 递增, 充电倍率按照 $0.5\text{C} \sim 8\text{C}$, 每 0.5C 递增, 放电倍率按照 $0.5\text{C} \sim 8\text{C}$, 每 0.5C 递增, 形成两个电池效率的二维状态矩阵, 第一个二维矩阵的行和列分别对应电池温度、充电倍率, 矩阵的值对应在不同温度和充电倍率下的电池的效率值; 第二个二维矩阵的行和列分别对应电池温度、放电倍率, 矩阵的值对应在不同温度和放电倍率下的电池的效率值。在电池试验室按照划分好的电池温度测试对应的效率值。

[0047] 本发明根据电池在试验室实测的不同温度以及不同充放电倍率的效率值, 对电池的 NEC 测试方式进行修订, 更加准确的反映出电池 NEC 变化情况。

[0048] 同时本发明在准确计算 NEC 的基础上, 提供了一种基于电池效率的控制参数确定方法, 在转鼓试验台或者实际道路上按照最新的 NEC 计算方式测试不同电池温度下的能耗值。在每个电池温度下 (例如电池单体平均温度在 $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间, 按照每 5°C 递增) 计算电池 NEC, 当 NEC 小于设定阈值时, 记录整车运行一段距离或者一段时间的整车能耗, 然后调整动力系统的相关控制参数, 例如刚开始采用第一组控制参数, 调整后采用第二组控制参数, 以此类推。控制参数主要包括混合动力模式下并联发电功率、纯电到混合动力模式的切换车速等。然后得到每个电池温度下不同组的控制参数所对应的整车能耗, 整车能耗最低时所对应的那一组控制参数即为对应电池温度下的最佳控制参数, 在后续投入市场之后, 整车控制器根据电池温度自动选择最佳控制参数。

[0049] 下面给出一个基于电池效率的控制参数确定方法的具体实施例。

[0050] 控制参数确定方法实施例

[0051] 如图1所示, 第一步: 将电池按照不同的温度状态划分, 在 $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间, 按照每 5°C 递增, 充电倍率按照 $0.5\text{C} \sim 8\text{C}$, 每 0.5C 递增, 放电倍率按照 $0.5\text{C} \sim 8\text{C}$, 每 0.5C 递增, 形成两个电池效率的二维状态矩阵, 第一个二维矩阵的行和列分别对应电池温度、充电倍率, 矩阵的值对应在不同温度和充电倍率下的电池的效率值; 第二个二维矩阵的行和列分别对应电池温度、放电倍率, 矩阵的值对应在不同温度和放电倍率下的电池的效率值。

[0052] 第二步: 在电池试验室按照划分好的电池温度测试对应的效率值。

[0053] 第三步: 采集市场运行工况数据并将路谱提取出来 (或者指定工况), 导入到转鼓试验台测试工况或者仿真软件测试工况。

[0054] 第四步: 将环境温度调节至试验温度 T (T 在 $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间, 按照每 5°C 递增, 依次选取), 使电池也保持在温度 T 下, 将动力系统控制参数赋值 (动力系统控制参数主要包括混合动力模式下并联发电功率、纯电到混合动力模式的切换车速等, 可以根据需要设定控制参数的组数), 针对市场路谱或者指定工况进行工况试验。

[0055] 第五步: 通过采集电池的电流折算成对应的充电或者放电倍率, 同时针对试验温度 T 查找充放电效率, 代入 NEC 计算公式, 计算 NEC 是否小于等于设定阈值 (一般可设置成 $\pm 0.05\text{kwh}$), 如果小于等于设定阈值则记录混合动力车辆行驶一段时间或者一段距离时的整车能耗, 然后控制混合动力车辆在下一组动力系统控制参数下继续进行测试; 如果大于设定阈值则调整动力电池起始 SOC (也可以让电池自动耗电至满足要求的 SOC 值), 直至计算得到的 NEC 小于等于设定阈值; 直至把设定组数的动力系统控制参数测试完毕, 选取整车能耗

最小时对应的那一组动力系统控制参数作为温度T下最优控制参数。

[0056] 电池的充放电倍率可以根据电流计算得到,即通过电池容量(Ah)计算1C充放电(1小时电池的放电电流)电流是多少,例如如果是50Ah,那么电池的1C充放电电流是50A,实际测试如果电流是100A则充放电倍率为2C。

[0057] 调整电池初始SOC是为了工况实现NEC平衡,本发明对NEC的计算是在测试过程中进行的,因此电池初始SOC可能不能满足NEC平衡,因此需要调节电池初始SOC,如果不进行调节则需要反复进行试验,使电池自行耗电直至电池SOC下降至使NEC平衡,这样导致测试时浪费大量的时间,严重降低了测试效率。

[0058] 第六步:循环第四步、第五步,将在0℃~45℃之间,按照每5℃递增的每个温度下的最优控制参数都找出。

[0059] 第七步:混合动力车辆在实际指定工况运营以后,BMS将当前的电池的温度反馈给HCU,HCU根据之前市场工况不同电池温度下测试的能耗值,调整动力系统控制参数,达到经济性最优。

[0060] 在上述实施例中,在确定电池处于不同温度下对应的最优控制参数时,需要保持电池的温度恒定,这里的恒定可以是恒定在某一个具体的温度值,也可以是某个温度范围,上述实施例中电池温度在0℃~45℃之间,按照每5℃递增,依次选取,因此电池保持在温度T下,这里的T可以是某一具体温度值,也可以是指每5℃为一个的温度范围,电池保持在某一温度范围内寻找这一温度范围对应的最优控制参数。而为了便于调节电池温度,上述实施例中环境温度与电池温度保持一致。

[0061] 以上给出了本发明涉及的具体实施方式,但本发明不局限于所描述的实施方式,在其他实施例中,对于NEC计算公式的变形,或者设定阈值的具体数值,这样形成的技术方案是对上述实施例进行微调形成的,这种技术方案仍落入本发明的保护范围内。

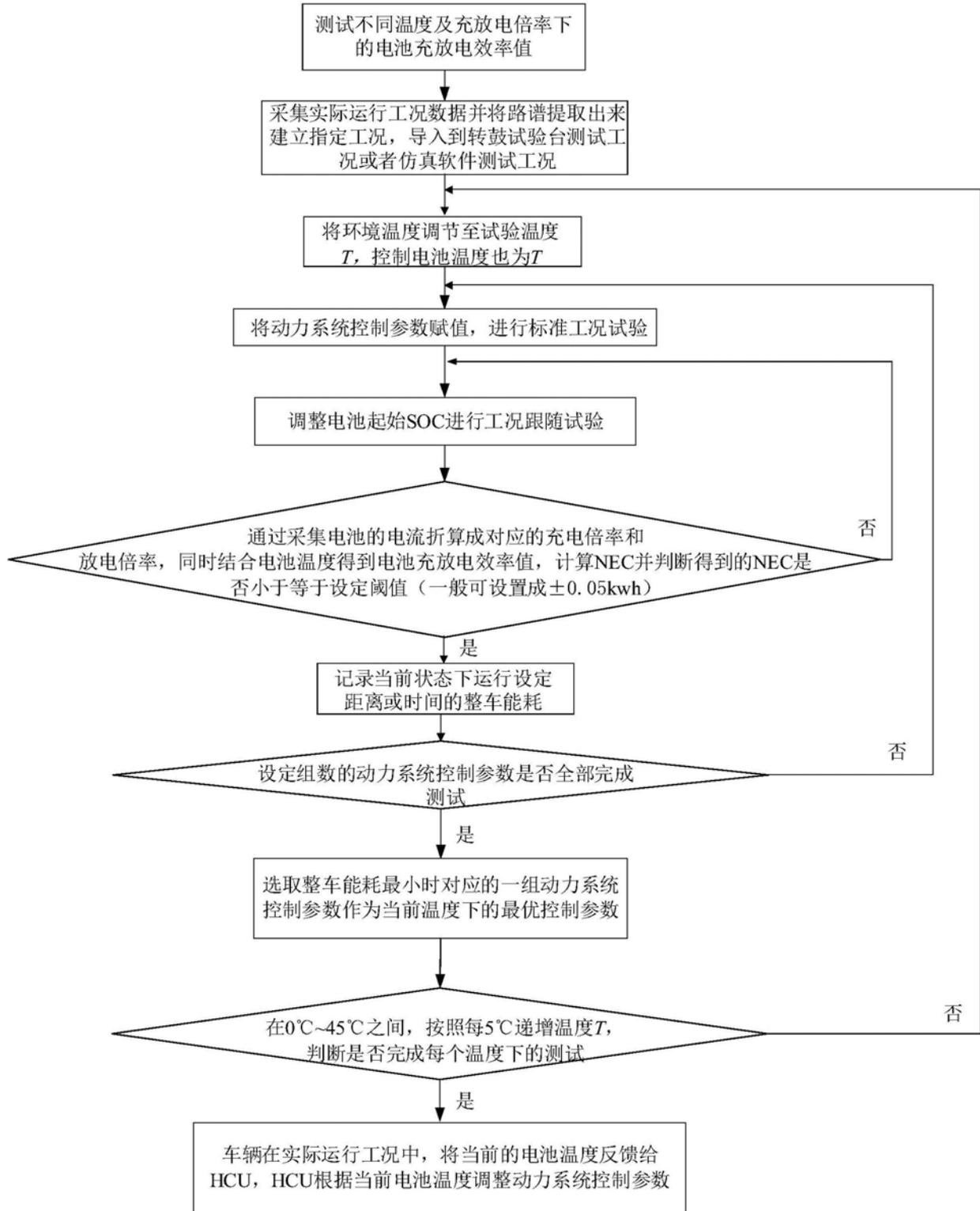


图1