



(21) 申请号 201710979675.9

(22) 申请日 2017.10.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109683091 A

(43) 申请公布日 2019.04.26

(73) 专利权人 沈慕仲

地址 210094 江苏省南京市玄武区孝陵卫
街200号,16栋601室

(72) 发明人 沈慕仲 姚景行 高健 李广玉

(74) 专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283

专利代理师 薛琦 罗朗

(51) Int.Cl.

G01R 31/367 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 106292291 A, 2017.01.04

CN 102684201 A, 2012.09.19

US 2012310568 A1, 2012.12.06

CN 104297717 A, 2015.01.21

CN 102998623 A, 2013.03.27

EP 2071345 A1, 2009.06.17

CN 104849675 A, 2015.08.19

审查员 徐红

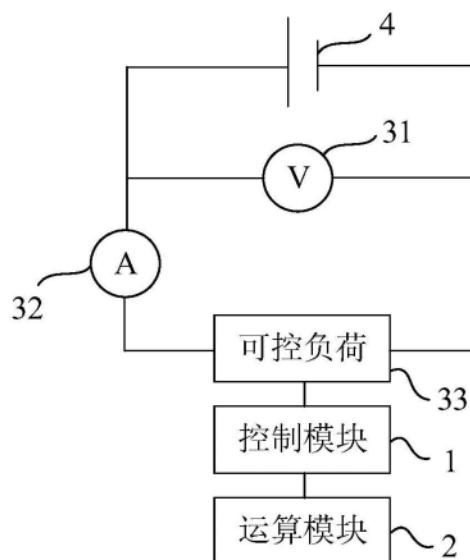
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

电池的性能参数的检测方法和系统及电池
性能评估方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电池的性能参数的检测方法和系统及电池性能评估方法。所述性能参数包括电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K ,所述检测方法包括以下步骤: S_1 、测量电池的电动势 E_0 ; S_2 、测量不同负荷下所述电池的两组以上的工作电流 I 和输出电压 U ; S_3 、根据计算公式及所述两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 计算内阻 r 和电功转化系数 K ,所述计算公式如下: $K = (IU + I^2r) / (E_0 - U - Ir)^2$ 。通过本发明获得的电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K ,具有相应的稳定性,通过性能参数可定量标识电池的性能和品质。



1. 一种电池的性能参数的检测方法,其特征在于,所述性能参数包括电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K ,所述检测方法包括以下步骤:

S_1 、测量电池的电动势 E_0 ;

S_2 、测量不同负荷下所述电池的两组以上的工作电流 I 和输出电压 U ;

S_3 、根据计算公式及所述两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 计算内阻 r 和电功转化系数 K ,所述计算公式如下:

$$K = (IU + I^2 r) / (E_0 - U - Ir)^2;$$

步骤 S_3 具体包括:

S_{31} 、预设内阻 r 的数值为 r' ;

S_{32} 、根据 r' 以及所述两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 分别计算 $(IU + I^2 r)$ 和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值,并以 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值作为横坐标、 $(IU + I^2 r)$ 的数值作为纵坐标作图;

S_{33} 、在判断图像为曲线时,调节 r' 的大小,并返回步骤 S_{32} ;

在判断图像为直线时,将当前 r' 确定为内阻 r ,直线的斜率确定为电功转化系数 K 。

2. 如权利要求1所述的检测方法,其特征在于,当步骤 S_2 中获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数为两组时;

步骤 S_3 具体包括:

将两组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述计算公式计算得到内阻 r 和电功转化系数 K 。

3. 如权利要求1所述的检测方法,其特征在于,当步骤 S_2 中获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数大于两组时;

步骤 S_3 具体包括:

S_{31} 、根据所述计算公式获得拟合函数;

S_{32} 、将每组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述拟合函数进行非线性拟合,以计算内阻 r 和电功转化系数 K ;

所述拟合函数如下:

$$U = E_0 - Ir - \frac{\sqrt{I^2 + 4KI E_0} - I}{2K}。$$

4. 如权利要求1所述的检测方法,其特征在于,步骤 S_{33} 中,若所述曲线的二次导数大于0,则调节 r' 的大小的步骤,具体包括:

减小 r' ;

若所述曲线的二次导数小于0,则调节 r' 的大小的步骤,具体包括:

增大 r' 。

5. 如权利要求1所述的检测方法,其特征在于,步骤 S_1 中,基于对消法测量电池的电动势 E_0 ;

或,采用数字电压表测量电池的开路电压来表示电动势 E_0 。

6. 一种电池性能的评估方法,其特征在于,所述评估方法包括以下步骤:

利用权利要求1-5中任意一项所述的检测方法获取所述电动势 E_0 、所述内阻 r 和所述电功转化系数 K ;

分别判断所述电动势 E_0 、所述内阻 r 和所述电功转化系数 K 是否在各自的阈值范围内,根据判断结果生成评估报告。

7. 一种电池的性能参数的检测系统,其特征在于,所述检测系统包括:

检测电路;所述检测电路包括电压表、电流表和可控负荷,电池与所述电流表和所述可控负荷串联,所述电压表与所述电池并联;

所述电压表用于测量所述电池的电动势 E_0 ;

控制模块,用于调节所述可控负荷的电阻值;

所述电压表还用于测量不同负荷下所述电池的两组以上的输出电压 U ,并发送至运算模块;

所述电流表用于测量不同负荷下所述电池的两组以上的工作电流 I ,并发送至所述运算模块;

所述运算模块,用于根据计算公式及两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 计算内阻 r 和电功转化系数 K ,所述计算公式如下:

$$K = (IU + I^2 r) / (E_0 - U - Ir)^2;$$

所述运算模块包括:

阻值设置单元,用于将内阻 r 的数值预设为 r' ;

第三运算单元,用于根据 r' 以及所述两组以上工作电流 I 和输出电压 U 分别计算 $(IU + I^2 r)$ 和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值;

作图单元,用于以 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值作为横坐标、 $(IU + I^2 r)$ 的数值作为纵坐标作图;

所述第三运算单元还用于在判断图像为曲线时,发送调节指令至所述阻值设置单元,在判断图像为直线时,将当前 r' 确定为内阻 r ,直线的斜率确定为电功转化系数 K ;

所述阻值设置单元还用于在接收到所述调节指令时调节 r' 的大小,并调用所述第三运算单元以根据调节后的 r' 计算 $(IU + I^2 r)$ 和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值。

8. 如权利要求7所述的检测系统,其特征在于,所述运算模块包括第一运算单元;

当获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数为两组时,所述第一运算单元用于将两组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述计算公式计算得到内阻 r 和电功转化系数 K 。

9. 如权利要求7所述的检测系统,其特征在于,所述运算模块包括第二运算单元;

当获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数大于两组,所述第二运算单元用于根据所述计算公式获得拟合函数,并将每组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述拟合函数进行非线性拟合,以计算内阻 r 和电功转化系数 K ;

所述拟合函数如下:

$$U = E_0 - Ir - \frac{\sqrt{I^2 + 4KI E_0} - I}{2K}。$$

10. 如权利要求7所述的检测系统,其特征在于,所述调节指令包括所述曲线的二次导数;

若所述二次导数大于0,则所述阻值设置单元具体还用于减小 r' ;

若所述二次导数小于0,则所述阻值设置单元具体还用于增大 r' 。

电池的性能参数的检测方法和系统及电池性能评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电池技术领域,特别涉及一种电池的性能参数的检测方法和系统及电池性能评估方法。

背景技术

[0002] 电化学电池是一种将化学能转化成电能电化学装置,其基本结构由阳极、阴极和电解质层所组成。由于电化学电池具有高效率、低排放等优点,目前在可移动电源及备份电源领域正获得广泛的应用,特别是作为动力电池,在电动汽车行业有着广阔的应用前景。随着动力电池作为一种商业产品进入商品市场,电池的性能参数的测量和表达也尤为迫切和重要。目前市场上的电池商品往往只有开路电压和电池容量(安培小时数)来标示电池性能,但是这两个参数并不能反映电池的放电和做功能力。要全面了解电池的放电性能,理论上可以通过测量电池的电压-电流曲线来判断,也就是通过测量不同工作电流时电池的输出电压,获得电池的电压-电流曲线,该曲线被称为电池的工作曲线,也称为电池的极化曲线。通过比对电池的工作曲线可以判断不同电池的放电和做功能力。然而用这一方法描述电池的发电性能往往不够简洁,在商业过程中不能以明确的数值来表达电池性能。常用的方法是采用某一特定工作电流下的输出电压值来评价电池性能的优劣,然而这一方法并不能全面反映整个电池工作曲线的电池特性。比如对于内电阻较大的电池,虽然在较小的工作电流下具有较高的输出电压,但是随着工作电流增大,输出电压会很快的衰减,这说明电池内电阻是影响电池发电性能的重要因素之一。

[0003] 电池内阻值的大小,目前采用直流法和交流法两种方法来测量。其中直流法是通过测量电池的直流电压和直流电流信号来计算电池内阻。其具体方法是测量不同工作电流时电池的输出电压,通过计算电池电压与电流的变化率求得电池的内电阻值。由于电池工作曲线是一个非线性的曲线,其斜率值在不同工作电流时互不相同,用这种方法测量的电池内阻随工作电流大小而变化,因此无法获得一个具体单一的数值。而交流法的基本原理是将一已知的交流信号通过电池,通过测量该交流信号强度和相位的变化来推算电池内阻的大小。采用交流法测量电池内阻,所用的交流信号强度不宜过大以免影响电池内部的电化学反应,当电池内阻很小时,精确测量交流信号强度的变化量就很困难,电池内阻的测量误差也会随之增大。此外交流信号的频率也会影响所测电池内阻值的大小和精度。虽然交流法所测量的电池内阻值在一定程度上能够反映出电池内电阻的大小信息,但数值并不能等同于电池在某一实际工作状态下的电池内阻值。电池内阻值在检测方法上所表现出的不统一性及在不同工作电流时所表现出的不一致性,使商品电池难以标示电池内电阻这一重要的电池性能参数。

[0004] 电池内部的导电性能决定了电池内电阻大小,会影响电池的放电性能;而电池内部的电化学反应特性同样也会影响电池的放电性能。具有良好的电化学反应特性的电池,反映在电池工作曲线上表现出较高的电池输出电压。相反,具有较差的电化学反应特性的电池,则会表现出较低的电池输出电压。然而目前这种影响电池放电性能的电化学反应特

性同样缺少一种简洁明了的表达方式和性能参数用以说明和标示电池的不同放电和做功能力。在电池商品市场上,缺少适当的性能参数,既不方便用户选用合适的电池产品,又不利于产品生产企业提高产品质量提升市场竞争力,最终影响了电池行业的总体效益。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术中不能通过定量的性能参数评估电池的缺陷,提供一种电池的性能参数的检测方法和系统及电池性能评估方法。

[0006] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题:

[0007] 一种电池的性能参数的检测方法,所述性能参数包括电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K ,所述检测方法包括以下步骤:

[0008] S_1 、测量电池的电动势 E_0 ;

[0009] S_2 、测量不同负荷下所述电池的两组以上的工作电流 I 和输出电压 U ;

[0010] S_3 、根据计算公式及所述两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 计算内阻 r 和电功转化系数 K ,所述计算公式如下:

[0011] $K = (IU + I^2 r) / (E_0 - U - Ir)^2$ 。

[0012] 较佳地,当步骤 S_2 中获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数为两组时;

[0013] 步骤 S_3 具体包括:

[0014] 将两组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述计算公式计算得到内阻 r 和电功转化系数 K 。

[0015] 较佳地,当步骤 S_2 中获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数大于两组;

[0016] 步骤 S_3 具体包括:

[0017] S_{31} 、根据所述计算公式获得拟合函数;

[0018] S_{32} 、将每组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述拟合函数进行非线性拟合,以计算内阻 r 和电功转化系数 K ;

[0019] 所述拟合函数如下:

[0020]
$$U = E_0 - Ir - \frac{\sqrt{I^2 + 4KIE_0} - I}{2K}。$$

[0021] 较佳地,步骤 S_3 具体包括;

[0022] S_{31}' 、预设内阻 r 的数值为 r' ;

[0023] S_{32}' 、根据 r' 以及所述两组以上工作电流 I 和输出电压 U 分别计算 $(IU + I^2 r)$ 和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值,并以 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值作为横坐标、 $(IU + I^2 r)$ 的数值作为纵坐标作图;

[0024] S_{33}' 、在判断图像为曲线时,调节 r' 的大小,并返回步骤 S_{32}' ;

[0025] 在判断图像为直线时,将当前 r' 确定为内阻 r ,直线的斜率确定为电功转化系数 K 。

[0026] 较佳地,步骤 S_{33}' 中,若所述曲线的二次导数大于0,则调节 r' 的大小的步骤,具体包括:

[0027] 减小 r' ;

[0028] 若所述曲线的二次导数小于0,则调节 r' 的大小的步骤,具体包括:

[0029] 增大 r' 。

[0030] 较佳地,步骤 S_1 中,基于对消法测量电池的电动势 E_0 ;

[0031] 或,采用数字电压表测量电池的开路电压来近似表示电动势 E_0 。

[0032] 本方案中,当数字电压表的内阻非常大时,采用数字电压表测量电池的开路电压与电池电动势值非常接近,将电池的开路电压近似表示电池的电动势,其误差在允许误差范围之内,准确度可以得到保障。

[0033] 本发明还提供一种电池性能的评估方法,所述评估方法包括以下步骤:

[0034] 利用上述所述的检测方法获取所述电动势 E_0 、所述内阻 r 和所述电功转化系数 K ;

[0035] 分别判断所述电动势 E_0 、所述内阻 r 和所述电功转化系数 K 是否在各自的阈值范围内,根据判断结果生成评估报告。

[0036] 本发明还提供一种电池的性能参数的检测系统,所述检测系统包括:

[0037] 检测电路;所述检测电路包括电压表、电流表和可控负荷,电池与所述电流表和所述可控负荷串联,所述电压表与所述电池并联;

[0038] 所述电压表用于测量所述电池的电动势 E_0 ;

[0039] 控制模块,用于调节所述可控负荷的电阻值;

[0040] 所述电压表还用于测量不同负荷下所述电池的两组以上的输出电压 U ,并发送至运算模块;

[0041] 所述电流表用于测量不同负荷下所述电池的两组以上的工作电流 I ,并发送至所述运算模块;

[0042] 所述运算模块,用于根据计算公式及两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 计算内阻 r 和电功转化系数 K ,所述计算公式如下:

$$[0043] \quad K = (IU + I^2 r) / (E_0 - U - Ir)^2。$$

[0044] 本方案中,电压表还用于测量电池的工作电压。

[0045] 较佳地,所述运算模块包括第一运算单元;

[0046] 当获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数为两组时,所述第一运算单元用于将两组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述计算公式计算得到内阻 r 和电功转化系数 K 。

[0047] 较佳地,所述运算模块包括第二运算单元;

[0048] 当获取的工作电流 I 和输出电压 U 的组数大于两组,所述第二运算单元用于根据所述计算公式获得拟合函数,并将每组工作电流 I 和输出电压 U 代入所述拟合函数进行非线性拟合,以计算内阻 r 和电功转化系数 K ;

[0049] 所述拟合函数如下:

$$[0050] \quad U = E_0 - Ir - \frac{\sqrt{I^2 + 4KIE_0} - I}{2K}。$$

[0051] 较佳地,所述运算模块包括:

[0052] 阻值设置单元,用于将内阻 r 的数值预设为 r' ;

[0053] 第三运算单元,用于根据 r' 以及所述两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 分别计算 $(IU + I^2 r)$ 和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值;

[0054] 作图单元,用于以 $(E_0 - U - Ir)^2$ 的数值作为横坐标、 $(IU + I^2 r)$ 的数值作为纵坐标作图;

[0055] 所述第三运算单元还用于在判断图像为曲线时,发送调节指令至所述阻值设置单元,在判断图像为直线时,将当前 r' 确定为内阻 r ,直线的斜率确定为电功转化系数 K ;

[0056] 所述阻值设置单元还用于在接收到所述调节指令时调节 r' 的大小,并调用所述第三运算单元以根据调节后的 r' 计算 $(IU+I^2r)$ 和 $(E_0-U-Ir)^2$ 的数值。

[0057] 较佳地,所述调节指令包括所述曲线的二次导数;

[0058] 若所述二次导数大于0,则所述阻值设置单元具体还用于减小 r' ;

[0059] 若所述二次导数小于0,则所述阻值设置单元具体还用于增大 r' 。

[0060] 本发明的积极进步效果在于:通过本发明获得的电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K ,具有相应的稳定性,即使工作负荷不同,这三个性能参数也能够保持相对稳定不变的数值,也即其不随电池的工作负荷大小而变化,能够全面地反映电池放电特性,实现了定量标识电池的性能和品质,从而消费者通过性能参数即可选择合适的电池产品。

附图说明

[0061] 图1为本发明实施例1的电池的性能参数的检测系统的结构示意图。

[0062] 图2为本发明实施例2的电池的性能参数的检测系统的结构示意图。

[0063] 图3为本发明实施例3的电池的性能参数的检测系统的结构示意图。

[0064] 图4为本发明实施例4的电池的性能参数的检测系统的结构示意图。

[0065] 图5为本发明实施例4的电池的性能参数的检测系统中作图单元在不同负荷下绘制的曲线、直线示意图。

[0066] 图6为利用本发明实施例4的电池的性能参数的检测系统中作图单元绘制的电池的工作曲线示意图。

[0067] 图7为本发明实施例5的电池的性能参数的检测方法的流程图。

[0068] 图8为本发明实施例7的电池的性能参数的检测方法的流程图。

[0069] 图9为本发明实施例8的电池的性能参数的检测方法的流程图。

具体实施方式

[0070] 下面通过实施例的方式进一步说明本发明,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0071] 实施例1

[0072] 本实施例的电池的性能参数的检测系统用于检测电池的电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K 这三个性能参数,通过这三个性能参数来标识电池的性能。

[0073] 电动势 E_0 ,又称电池平衡电势是指电池在输出电流为零时的电池电压值。

[0074] 内阻 r ,为电池内部的电极材料电阻值、接触电阻值和离子导体电阻值的总和。由于本实施例中的内阻 r 的测量或计算方法不同于通常采用的直流法或交流法,其在稳定的工作条件下,比如稳定的工作温度下,电池内阻具有相应的稳定值,该值基本不随电池负荷或者输出电流的变化而变化。可以用来表达电池的电阻属性。

[0075] 电功转化系数 K ,是电池的电化学动力学属性,反映了电池将化学能转化为电能的能力。电池电功转化系数可表达为,在具体工作电流下,电池所产生的总电功与电池平衡电势和工作电势的差平方的比值。

[0076] 具体的,如图1所示,本实施例的检测系统包括:检测电路、控制模块1和运算模块2。检测电路包括电压表31、电流表32和可控负荷33。进行检测前,将待测的电池4与电流表

32和可控负荷33串联,电压表31与电池4并联。

[0077] 检测电池的性能参数首先需要用电压表测量电池的电动势 E_0 。准确测量电池电动势一般采用对消法测量,用对消法测量电池电动势时,可以实现测量零电流通过电池时的电池电压值。本实施例中也可选用测量电流非常小的数字电压表,其内阻非常大时,测量电流可降到微安培的量级,因此可通过测量电池的开路电压(可通过控制模块将可控负荷处于电路断开状态)来近似表示电池电动势,此时电池的开路电压值与电池电动势相当接近,在误差可接受的范围内。

[0078] 在电池的电动势 E_0 已知的情况下,通过电压表和电流表测量不同负荷下的电池的两组以上的工作电流 I 和输出电压 U ,根据计算公式及测量得到的两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 即可计算内阻 r 和电功转化系数 K ,计算公式如下:

$$[0079] \quad K = (IU + I^2 r) / (E_0 - U - Ir)^2 \quad (1)$$

[0080] 具体的,测量两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 的过程如下:通过控制模块调节可控负荷在不同的电阻值,且电阻值大于0,电池则为不同负荷供电,电压表测量每个负荷下电池的输出电压 U ,电流表测量每个负荷下电池的工作电流 I ,以得到两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 。

[0081] 本实施例中,获得的电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K ,具有相应的稳定性,即使工作负荷不同,这三个性能参数也能够保持相对稳定不变的数值,也即其不随电池的工作负荷大小而变化,能够全面地反应电池放电特性,实现了定量标识电池的性能和品质,从而消费者参考性能参数即可选择合适的电池产品。

[0082] 实施例2

[0083] 理论上测量两组工作电流 I 和输出电压 U 即可通过计算公式(1),计算得到内阻 r 和电功转化系数 K 。在实施例1的基础上,如图2所示,本实施例中,运算模块2包括第一运算单元21。第一运算单元21将电压表31和电流表32获得的两组工作电流 I 和输出电压 U 代入计算公式(1),也即将电池在第一负荷下获得的工作电流 I_1 和输出电压 U_1 ,以及在第二负荷下获得的工作电流 I_2 和输出电压 U_2 代入计算公式(1)可得:

$$[0084] \quad K = (I_1 U_1 + I_1^2 r) / (E_0 - U_1 - I_1 r)^2 \quad (2)$$

$$[0085] \quad K = (I_2 U_2 + I_2^2 r) / (E_0 - U_2 - I_2 r)^2 \quad (3)$$

[0086] 联列上述两个方程式,由于 E_0 、 I_1 、 U_1 、 I_2 和 U_2 均是已知量,求得上述方程组的解,也即内阻 r 和电功转化系数 K 。

[0087] 以下通过具体实例说明本实施中第一运算单元计算内阻 r 和电功转化系数 K 的方法:

[0088] 将氢燃料电池作为待测电池,测得该电池的开路电压 $E_0 = 1.19V$,测量该电池在第一负荷状态时,电池工作电流为0.5安培,输出电压为0.873伏特;在第二负荷状态时,电池工作电流为4安培,输出电压为0.474伏特;将这两种不同负荷状态时的工作电流和输出电压代入公式(2)和(3),并联立可得:

$$[0089] \quad K = \frac{0.5 \times 0.873 + 0.5^2 r}{(1.19 - 0.873 - 0.5r)^2} = \frac{(4 \times 0.474 + 4^2 r)}{(1.19 - 0.474 - 4r)^2} \quad (4)$$

[0090] 求解上述方程,即能得到该电池的内阻 r 为0.01欧姆,电功转化系数 K 为4.51。

[0091] 本实施例中,获得电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K 的方式较简便,计算量小。

[0092] 实施例3

[0093] 实施例3与实施例2基本相同,如图3所示,不同之处在于,本实施例的运算模块包括第二运算单元22,第二运算单元22通过将多组工作电流I和输出电压U代入拟合函数进行非线性拟合,计算得到内阻r和电功转化系数K。该计算方式可以降低工作电流I和输出电压U测量过程中的误差。

[0094] 其中,拟合函数根据计算公式(1)推导获得。拟合函数如下:

$$[0095] \quad U = E_0 - Ir - \frac{\sqrt{I^2 + 4KI E_0} - I}{2K} \quad (5)$$

[0096] 本实施例中,需要通过控制模块、电压表和电流表获取多组工作电流I和输出电压U。当然,将越多的工作电流I和输出电压U的数据进行拟合,拟合的结果越精确。

[0097] 以下通过具体实例说明本实施中第二运算单元计算内阻r和电功转化系数K的方法:

[0098] 同样以上述氢燃料电池作为待测电池,测量得到不同负荷状态下的电池的工作电流I和输出电压U的数据见表1。

[0099] 表1

[0100]	电流 (安培)	0	0.1	0.2	0.5	1	2	4	6	8
	电压 (伏特)	1.19	1.04	0.98	0.87	0.77	0.63	0.47	0.37	0.29

[0101] 将表1中的数据代入拟合函数,通过非线性拟合求解拟合函数中的系数,即得到内阻r和电功转化系数K分别为0.01欧姆和4.46。

[0102] 实施例4

[0103] 实施例4与实施例3基本相同,如图4所示,不同之处在于,本实施例中运算模块包括:阻值设置单元23、第三运算单元24和作图单元25。

[0104] 阻值设置单元23用于将内阻r的数值预设为 r' 。第三运算单元24用于根据 r' 以及两组以上工作电流I和输出电压U分别计算 $(IU + I^2 r')$ 和 $(E_0 - U - Ir')^2$ 的数值。作图单元25则将 $(E_0 - U - Ir')^2$ 的数值作为横坐标、 $(IU + I^2 r')$ 的数值作为纵坐标作图。第三运算单元24还用于判断作图单元绘制的图像是曲线还是直线,并在判断图像为曲线时,发送调节指令至阻值设置单元23,阻值设置单元23在接收到调节指令时调节 r' 的大小,并调用第三运算单元24以根据调节后的 r' 以及工作电流I和输出电压U重新计算 $(IU + I^2 r')$ 和 $(E_0 - U - Ir')^2$ 的数值,重新作图。第三运算单元24在判断图像为直线时,则将当前 r' 确定为内阻r,直线的斜率确定为电功转化系数K。

[0105] 本实施例中,调节指令包括曲线的二次导数。若阻值设置单元判断二次导数大于0,此时曲线上凹,说明当前 r' 大于内阻r的实际数值,则阻值设置单元通过减小 r' 完成 r' 的大小调节,并重新计算 $(IU + I^2 r')$ 和 $(E_0 - U - Ir')^2$ 的数值,重新作图,直至得到的图像为直线。若阻值设置单元判断二次导数小于0,此时曲线下凹,说明当前 r' 小于内阻r的实际数值,则阻值设置单元通过增大 r' 完成 r' 的大小调节,并重新计算 $(IU + I^2 r')$ 和 $(E_0 - U - Ir')^2$ 的数值,

重新作图,直至得到的图像为直线。

[0106] 为了提高计算效率,本实施例中,可预设步长,并通过预设的步长减小或增大 r' 。当然,步长设置的越小,得到的结果会越精确。

[0107] 需要说明的是,本实施例中的第三运算单元与实施例2中的第一运算单元以及实施例3中的第二运算单元可以通过一个运算单元实现,在该运算单元中存储三种计算方式,用户可根据实际需求自行选择计算方式。

[0108] 以下通过具体实例说明本实施中运算模块计算内阻 r 和电功转化系数 K 的方法:

[0109] 还是以上述氢燃料电池作为待测电池,首先假设电池的内阻为0.015欧姆时,也即阻值预设单元设置 $r' = 0.015$,第三运算单元通过 $r' = 0.015$ 以及表1中的工作电流和输出电压,计算该电池在不同负荷状态下的 $(IU + I^2r)$ 值和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 值见表2。作图单元采用表2中 $(IU + I^2r)$ 的数据为纵坐标,对应的 $(E_0 - U - Ir)^2$ 数据为横坐标作图,获得一条曲线参见图5中的曲线a,该曲线上凹(二次导数大于0),说明该假设 $r' = 0.015$ 大于电池内阻的实际数值,此时应该减小 r' 。

[0110] 表2

[0111]

$(IU + I^2r)$	0	0.1	0.2	0.44	0.79	1.32	2.12	2.76	3.28
$(E_0 - U - Ir)^2$	0	0.022	0.043	0.098	0.164	0.281	0.436	0.37	0.29

[0112] 再假设电池内电阻为0.005欧姆,阻值预设单元调节内阻 r 的数值为 $r' = 0.005$,第三运算单元通过 $r' = 0.005$ 以及表1的工作电流和输出电压,计算得到 $(IU + I^2r)$ 值和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 值见表3,作图单元采用表3中的 $(IU + I^2r)$ 的数据为纵坐标,对应的 $(E_0 - U - Ir)^2$ 数据为横坐标作图,获得一条曲线参见图5中的曲线b,该曲线下凹(二次导数小于0),说明该假设 $r' = 0.005$ 小于电池的实际数值,此时应该增大 r' 。

[0113] 表3

[0114]

$(IU + I^2r)$	0	0.1	0.2	0.44	0.78	1.28	1.96	2.4	2.64
$(E_0 - U - Ir)^2$	0	0.022	0.044	0.101	0.172	0.303	0.49	0.624	0.74

[0115] 再假设电池的内阻为0.01欧姆,也即阻值预设单元调节内阻 r 的数值为 $r' = 0.01$,第三运算单元通过 $r' = 0.01$ 以及表1的工作电流和输出电压,计算得到 $(IU + I^2r)$ 值和 $(E_0 - U - Ir)^2$ 值见表4,作图单元采用表4中的 $(IU + I^2r)$ 的数据为纵坐标,对应的 $(E_0 - U - Ir)^2$ 数据为横坐标作图,获得参见图5中直线c,第三运算单元将当前 $r' = 0.01$ 确定为内阻 r 的数值,也即该电池的实际内阻为0.01欧姆,并将该直线的斜率4.43确定为电池的电功转化系数 K 。

[0116] 表4

[0117]

$(IU + I^2r)$	0	0.1	0.2	0.44	0.78	1.3	2.04	2.58	2.96
$(E_0 - U - Ir)^2$	0	0.022	0.043	0.099	0.168	0.292	0.462	0.578	0.672

[0118] 通过本实施例的检测系统获得的性能参数即电池的电动势 E_0 ,内阻 r 和电功转化系数 K 即可清晰地表达电池的放电特性。例如,若本实施例中测得四组电池的电池参数 (E_0, r, K) 分别为:电池(i) (1.19, 0.05, 2), 电池(j) (1.19, 0.05, 4), 电池(k) (1.19, 0.05, 8) 和电池(l) (1.19, 0.01, 4)。从电池内阻及电功转化系数的大小就可以定量地表达电池放电能力的强弱,分别将电池参数代入拟合函数就可以获得各个电池的工作性能曲线,参见图6中4组电池的工作曲线图,比较电池(i), 电池(j) 和电池(k), 可知当电池具有相同的电池电动

势 E_0 和内阻 r 时,电功转化系数 K 越大放电性能越强。比较电池(k)和电池(j)的工作曲线,可知当电池具有相同的电池电动势 E_0 和电功转化系数 K 时,内阻 r 越小放电性能越强。比较电池(k)和电池(l)的工作曲线,可知当电池具有较大的电功转化系数 K 时,电池具有较强的放电性能。但是随着工作电流增大,参见图6,电池内阻对放电性能的影响也逐渐增强,当工作电流足够大时,具有较小内阻的电池的放电性能也会优于电功转化系数较大但电池内阻也大的电池。

[0119] 实施例5

[0120] 如图7所示,本实施例的电池的性能参数的检测方法包括以下步骤:

[0121] 步骤110、测量电池的电动势 E_0 。

[0122] 具体的,基于对消法测量电池的电动势 E_0 ,或采用数字电压表测量电池开路时的电压值来近似表示电池电动势。

[0123] 步骤120、测量不同负荷下电池的两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 。

[0124] 步骤130、根据实施例1中的计算公式(1)及两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 计算内阻 r 和电功转化系数 K 。

[0125] 本实施例中,通过计算公式获得的 r 和 K 具有相应的稳定性,其不随电池的工作负荷大小而变化,能够全面地反应电池放电特性,特别适用于标识电池的性能和品质。

[0126] 实施例6

[0127] 在实施例5的基础上,本实施例中,步骤130具体包括:

[0128] 将步骤120获得的两组工作电流 I 和输出电压 U 代入计算公式(1)计算得到内阻 r 和电功转化系数 K 。

[0129] 具体的,若电池在第一负荷下获得的工作电流和输出电压分别为 I_1 和 U_1 ,在第二负荷下获得的工作电流和输出电压分别为 I_2 和 U_2 ,则将 I_1 和 U_1 以及 I_2 和 U_2 代入计算公式(1),联立两个方程式,由于 E_0 、 I_1 、 U_1 、 I_2 和 U_2 均是已知量,求得方程组的解,也即内阻 r 和电功转化系数 K 。

[0130] 实施例7

[0131] 实施例7与实施例6基本相同,不同之处在于,本实施例中,采用非线性拟合的方法计算内阻 r 和电功转化系数 K ,此时步骤120需要测量多组不同负荷下的工作电流 I 和输出电压 U 。需要说明的是,工作电流 I 和输出电压 U 的数量可根据实际需求自行获取,当然数量越多得到的结果越精确。

[0132] 如图8所示,步骤130具体包括:

[0133] 步骤131、根据计算公式获得拟合函数。

[0134] 步骤132、将每组工作电流 I 和输出电压 U 代入拟合函数进行非线性拟合,以计算内阻 r 和电功转化系数 K 。

[0135] 通过本实施例的检测方法获得的内阻 r 和电功转化系数 K 降低了工作电流 I 和输出电压 U 测量过程中的误差,使得到的结果更精确,更能准确标识电池的性能。

[0136] 实施例8

[0137] 实施例8与实施例7基本相同,不同之处在于,本实施例中,采用图解法获得内阻 r 和电功转化系数 K ,如图9所示,步骤130具体包括:

[0138] 步骤131'、预设内阻 r 的数值为 r' 。

[0139] 步骤132'、通过 r' 以及两组以上的工作电流 I 和输出电压 U 分别计算 $(IU+I^2r)$ 和 $(E_0-U-Ir)^2$ 的数值,并以 $(E_0-U-Ir)^2$ 的数值作为横坐标、 $(IU+I^2r)$ 的数值作为纵坐标作图。

[0140] 步骤133'、判断图像为曲线还是直线。

[0141] 若图像为曲线,则执行步骤134'。

[0142] 步骤134'、调节 r' 的大小,并返回步骤132'。

[0143] 为了提高计算效率,本实施例中,还可进一步判断曲线的二次导数大于0还是小于0。若曲线的二次导数大于0,则减小 r' ;若曲线的二次导数小于0,则增大 r' 。本实施例中,还可预设步长,并通过预设的步长减小或增大 r' 。需要说明的是,步长设置的越小,得到的结果会越精确。

[0144] 若图像为直线,则执行步骤134''。

[0145] 134''、将当前 r' 确定为内阻 r ,直线的斜率确定为电功转化系数 K 。

[0146] 实施例9

[0147] 本实施例提供一种电池性能的评估方法,该评估方法包括以下步骤:

[0148] 利用上述任意一项实施例的检测方法获取电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K ;

[0149] 分别判断电动势 E_0 、内阻 r 和电功转化系数 K 是否在各自的阈值范围内,根据判断结果生成评估报告。

[0150] 该评估报告中通过定量的方式准确地对电池的性能进行了评价。

[0151] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这仅是举例说明,本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下,可以对这些实施方式做出多种变更或修改,但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

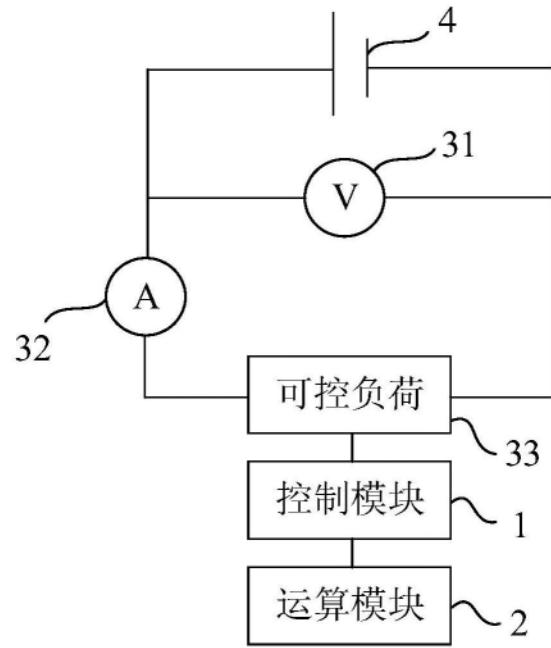


图1

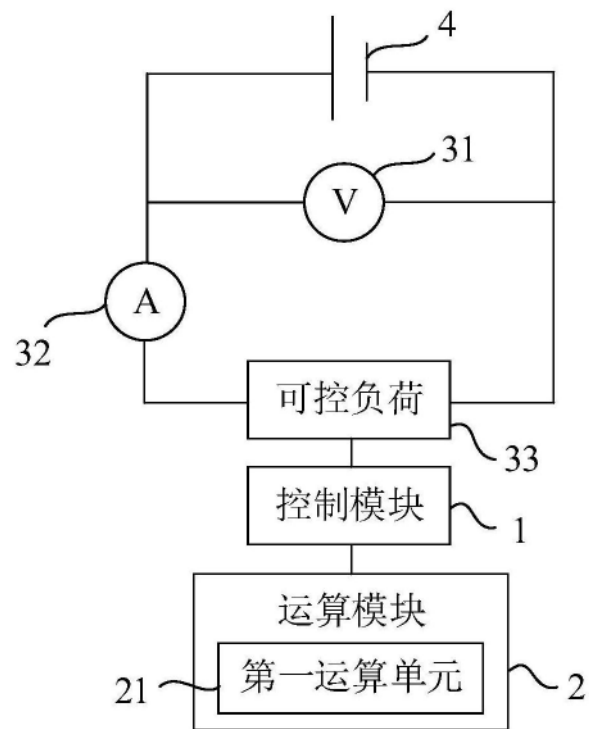


图2

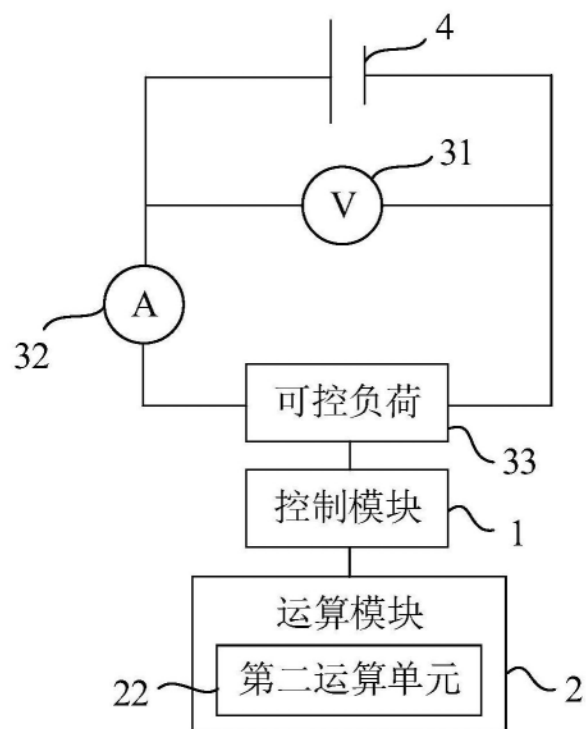


图3

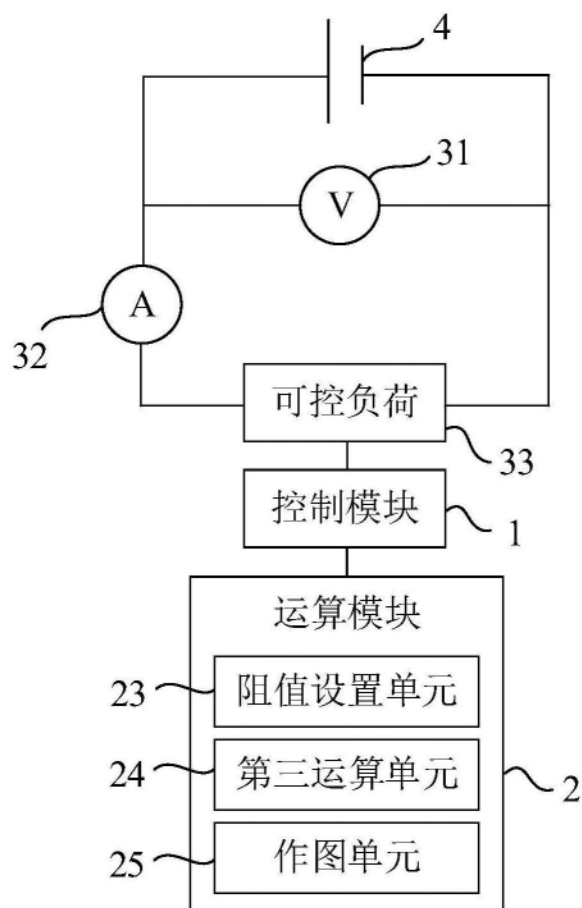


图4

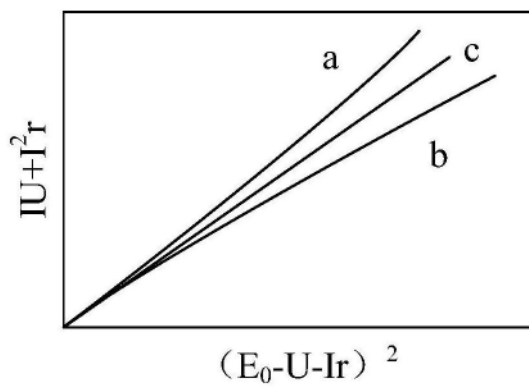


图5

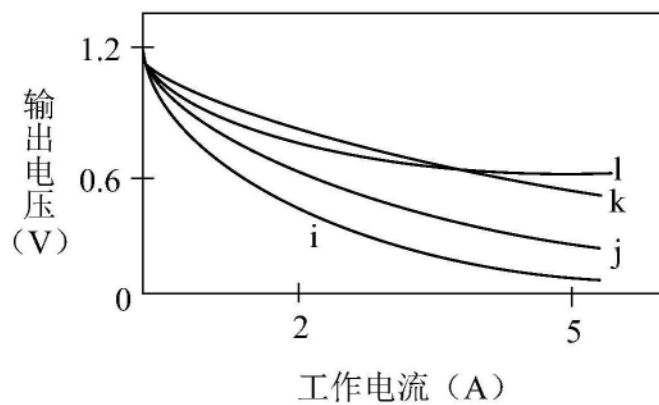


图6

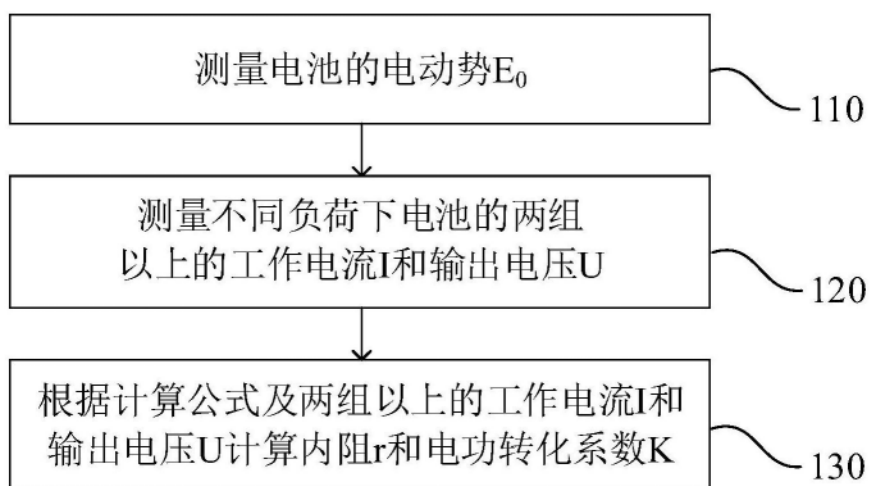


图7

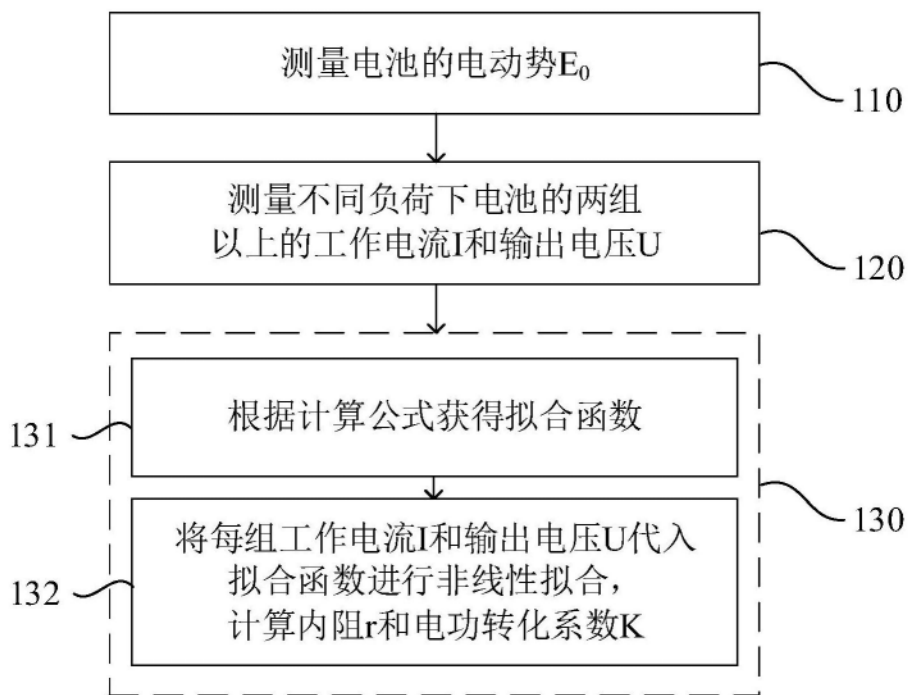


图8

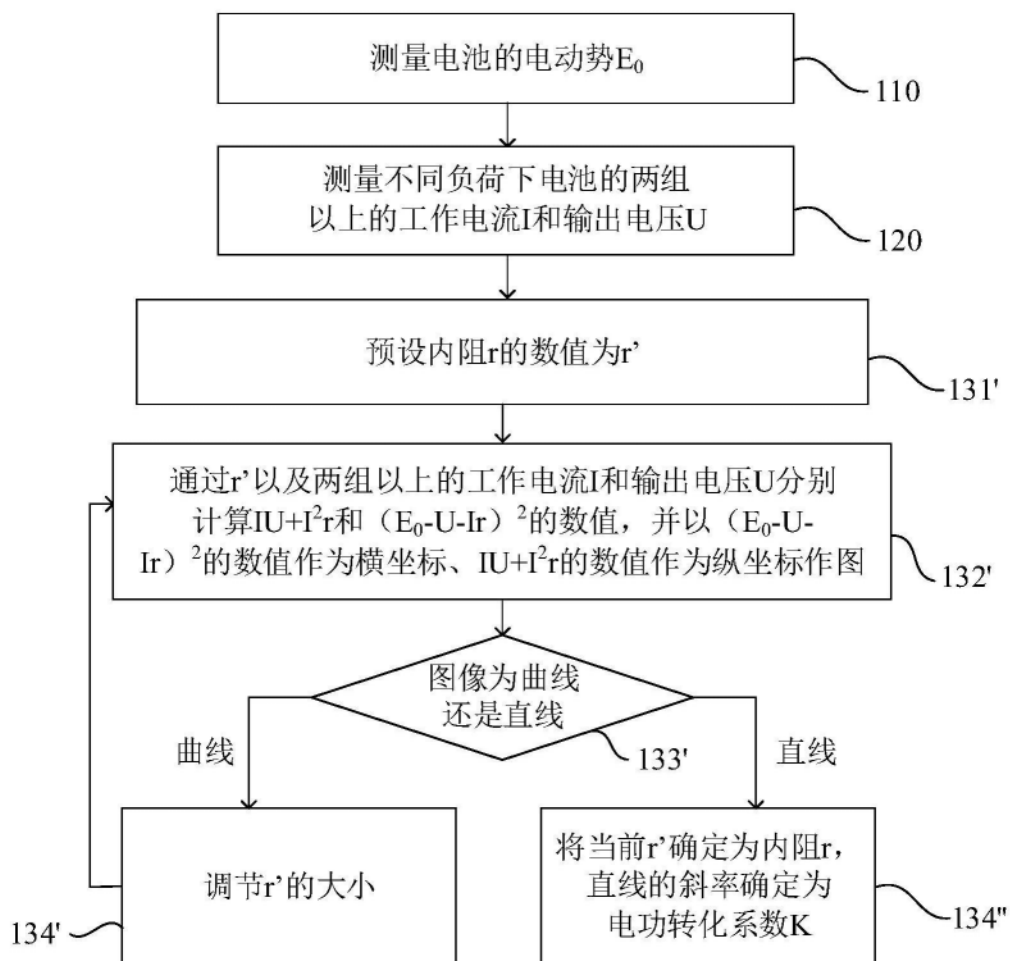


图9