



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106033113 A

(43) 申请公布日 2016. 10. 19

(21) 申请号 201510121048. 2

(22) 申请日 2015. 03. 19

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 中国电力科学研究院

国网福建省电力有限公司

国网福建省电力有限公司电力科学

研究院

(72) 发明人 高飞 杨凯 贾鹏飞 赵录兴

胡晨 李大贺 刘皓 王丽娜

惠东 来小康

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有

限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

G01R 31/36(2006. 01)

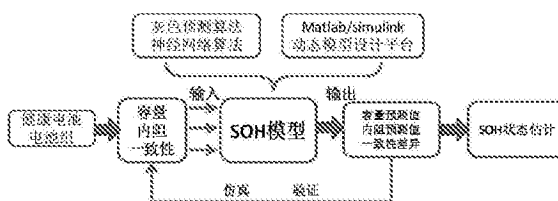
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种储能电池组健康状态评估方法

(57) 摘要

本发明提供了一种储能电池组健康状态评估方法,包括以下步骤:I、获取所述储能电池组的容量历史数据;II、运用灰色预测算法建立所述储能电池组当前容量的预测模型;III、预测所述储能电池组的当前容量;IV、训练神经网络算法形成电池组健康状态模型;V、将估测的当前容量输入所述电池组健康状态模型,获得估测的内阻一致性系数;VI、根据内阻一致性系数判断所述储能电池组是否健康。本发明的方法能够充分适应电池电化学体系的高度非线性特征,具有数据运算量小、需求样本数据少、预测精度高等优点。



1. 一种储能电池组健康状态评估方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

I、获取所述储能电池组的容量历史数据;

II、运用灰色预测算法建立所述储能电池组当前容量的预测模型;

III、预测所述储能电池组的当前容量;

IV、训练神经网络算法形成电池组健康状态模型;

V、将估测的当前容量输入所述电池组健康状态模型,获得估测的内阻一致性系数;

VI、根据内阻一致性系数判断所述储能电池组是否健康。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤 I 中,包括以下步骤:

S101、对所述储能电池组的电池进行电化学交流阻抗测试,获得电池欧姆阻抗和电化学阻抗,以能表征电池欧姆阻抗和电化学阻抗对应的频率点作为特征频率,确定所述特征频率对应的时间尺度作为电池内阻测量的时间段;

S102、以所述时间段内测量的储能电池组中各电池内阻为基础,确定各电池内阻的均方差作为电池组内阻一致性系数;

S103、确定所述内阻一致性系数与循环次数的曲线,获得曲线拐点,电池组的内阻一致性系数小于所述曲线拐点的内阻一致性系数的电池组为测量电池组,确定电池组的容量数据为所述储能电池组的容量历史数据。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤 II 中,根据所述容量历史数据,运用灰色预测算法建立评估储能电池组当前容量的预测模型。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤 IV 中,读取一组同类型的正常退役电池组的容量与内阻一致性系数的历史数据作为训练样本,训练神经网络算法形成所述电池组健康状态模型。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤 V 中,将预测获得的所述电池组当前容量和当前循环次数输入到所述电池组健康状态模型中,通过模型计算输出在所述当前循环次数的所述储能电池组的内阻一致性系数。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述步骤 VI 中,判断实测的内阻一致性系数和估测的内阻一致性系数是否一致,若一致,则判定所述储能电池组健康,否则判定为不健康。

一种储能电池组健康状态评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种二次电池储能技术领域的方法,具体讲涉及一种储能电池组健康状态评估方法。

背景技术

[0002] 电池储能是当今储能技术发展的重要分支,锂离子二次电池技术则是电池储能中最具潜力的技术之一,具有能量密度大、循环寿命长、自放电率低等诸多优点。然而,它的安全性始终没有很好的解决,近年来由于电动车用动力电池引起的多起安全事故,引发了人们对于锂离子二次电池储能的安全顾虑。为了防止锂离子二次电池储能系统出现安全性事故,在电池组集成、系统监测和安全防护等方面投入了大量的人力、物力,希望通过这些措施在锂离子二次电池储能系统出现安全性事故时能够及时发现、有效控制。但是这些均属于被动性的预防措施,在锂离子二次电池储能系统出现事故之前,是无法做到有效预判的,因为以电压、温度、气体传感器等手段为主的监测预防体系,无法预知锂离子二次电池是否处于安全事故发生前的“准安全”临界状态。另外,电池成组后,由于电池之间的一致性差别造成锂离子电池组寿命明显缩短,电池组的特性与电池单体特性差异较大。

[0003] 以上这些均不利于电池储能系统的运行管理、维护以及以安全为主要目的的检测,因此,出现了电池或电池组的健康状态评估技术,主要是以电池或电池组为考察对象,评估电池或电池组的当前运行状态,通过与初始状态对比,判断电池或电池组的健康程度,为电池储能系统的运行管理、维护及检修提供依据和判断标准。

[0004] 对于电池技术而言,健康状态评估分成两类,一类是针对电池单体的健康状态评估,另一类是针对电池组的健康状态评估。对于前一类评估技术,目前研究较多,技术成熟度相对较高,不仅评估参量明确、健康状态定义明确,而且有多种技术路线,目前已知的评估模型有电化学模型、电路模型、经验模型等。对于后一类评估技术,则研究相对较少,技术成熟度相对较低,但是具有相对较高的实用价值。

[0005] 现有技术中,电池组健康状态评估多数是以电池组的容量保持率作为评估参数,通过当前电池组容量与初始电池组容量的百分比数值作为电池组的健康状态,这种健康状态的定义能够通过容量比值表现出电池性能的衰退状态,不足之处在于难以有效反映出电池组的长期循环的动态变化趋势和特征。

[0006] 因此,需要提供一种改进的储能电池组健康状态评估方法。

发明内容

[0007] 为克服上述现有技术的不足,本发明提供一种储能电池组健康状态评估方法。

[0008] 实现上述目的所采用的解决方案为:

[0009] 一种储能电池组健康状态评估方法,所述方法包括以下步骤:

[0010] I、获取所述储能电池组的容量历史数据;

[0011] II、运用灰色预测算法建立所述储能电池组当前容量的预测模型;

- [0012] III、预测所述储能电池组的当前容量；
- [0013] IV、训练神经网络算法形成电池组健康状态模型；
- [0014] V、将估测的当前容量输入所述电池组健康状态模型，获得估测的内阻一致性系数；
- [0015] VI、根据内阻一致性系数判断所述储能电池组是否健康。
- [0016] 优选的，所述步骤 I 中，包括以下步骤：
- [0017] S101、对所述储能电池组的电池进行电化学交流阻抗测试，获得电池欧姆阻抗和电化学阻抗，以能表征电池欧姆阻抗和电化学阻抗对应的频率点作为特征频率，确定所述特征频率对应的时间尺度作为电池内阻测量的时间段；
- [0018] S102、以所述时间段内测量的储能电池组中各电池内阻为基础，确定各电池内阻的均方差作为电池组内阻一致性系数；
- [0019] S103、确定所述内阻一致性系数与循环次数的曲线，获得曲线拐点，电池组的内阻一致性系数小于所述曲线拐点的内阻一致性系数的电池组为测量电池组，确定电池组的容量数据为所述储能电池组的容量历史数据。
- [0020] 优选的，所述步骤 II 中，根据所述容量历史数据，运用灰色预测算法建立评估储能电池组当前容量的预测模型。
- [0021] 优选的，所述步骤 IV 中，读取一组同类型的正常退役电池组的容量与内阻一致性系数的历史数据作为训练样本，训练神经网络算法形成所述电池组健康状态模型。
- [0022] 优选的，所述步骤 V 中，将预测获得的所述电池组当前容量和当前循环次数输入到所述电池组健康状态模型中，通过模型计算输出在所述当前循环次数的所述储能电池组的内阻一致性系数。
- [0023] 优选的，所述步骤 VI 中，判断实测的内阻一致性系数和估测的内阻一致性系数是否一致，若一致，则判定所述储能电池组健康，否则判定为不健康。
- [0024] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：
- [0025] 1、与现有技术中对于电池组健康状态进行估计的方法均存在估计的电池组当前状态无法反映电池组的长期循环的动态变化趋势和特征，仅是静态估计的问题；本发明提供的方法是从电池组长期循环动态变化趋势出发来估计电池组健康状态，一方面是通过趋势的判断，另一方面是通过建立电池组容量与成组一致性差异的耦合关系，即健康状态模型，这两方面来判断电池组健康状态，能够真实反映电池组的实际健康情况，为电池组管理和日常维护提供依据。
- [0026] 2、本发明的技术方案基于电池组长期运行的数据特征，采取灰色预测和神经网络两种算法，以灰色预测算法估计当前电池组容量，以健康电池组历史数据训练神经网络，充分发挥了灰色预测算法短期预测精度高、运算简单的特点以及神经网络的映射逼近能力和自学习能力，能够充分适应电池电化学体系的高度非线性特征，具有数据运算量小、需求样本数据少、预测精度高等优点。

附图说明

- [0027] 图 1 为电池 / 电池组健康参数变化趋势示意图；
- [0028] 图 2 为本发明中电池健康状态评估方法说明示意图；

- [0029] 图 3 为本发明中电池健康状态评估流程图；
- [0030] 图 4 为本发明电池的 Nyquist 曲线实施例一示意图；
- [0031] 图 5 为本发明中电池组内阻差异系数曲线实施例一示意图；
- [0032] 图 6 为本发明中电池组实测容量曲线和预测容量曲线实施例一示意图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做进一步的详细说明。

[0034] 如图 1 所示,图 1 为电池 / 电池组健康参数变化趋势示意图;根据图 1 可以看出,在使用期限内电池总体呈连续的、平缓的下降趋势,且处于相对较窄的一个波动区间内变化,而有问题的电池 / 电池组,在寿命前期可能外在表现与健康电池没有差别,即有安全隐患的电池不会通过前期的外特性测试检测出来,而是通过使用一段时间后以突变的形式体现出来,如图中的异常变化所示,上述突变情况就是电池在使用期间健康参数的突然较大幅度的改变所导致。

[0035] 如图 2 所示,图 2 为本发明中电池健康状态评估方法说明示意图。

[0036] 本发明提出的方法中,对于建立 SOH 模型的输入变量,来自于健康电池的前期循环寿命实验数据,包括健康电池的容量、内阻和内阻一致性参数。

[0037] 在电池循环寿命实验期间周期性的进行标准容量测试、电化学交流阻抗谱 (EIS) 测试,采集历史数据(容量数据、EIS 数据及从中引申出的其他参量),以此作为衡量电池健康状态的依据。

[0038] 利用统计学方法把测试电池单体之间历史数据的一致性差异加以量化,根据一致性差异量化结果确定 SOH(电池健康状态)模型预测值的正常变化范围。

[0039] 本发明中对于 SOH 模型的建立,采取两种典型的现代智能优化算法:灰色预测算法和神经网络算法。

[0040] 本发明采用这两种智能优化算法,模拟储能电池因反复充放电过程中电化学活性逐渐老化引起的容量与内阻等参量的非线性状态变化,对电池健康状态做出识别和估计。

[0041] 具体的,本发明提供一种储能电池组健康状态评估方法,具体包括以下步骤:

[0042] 步骤一、获取所述储能电池组的容量历史数据;

[0043] 步骤二、运用灰色预测算法建立所述储能电池组当前容量的预测模型;

[0044] 步骤三、预测所述储能电池组的当前容量;

[0045] 步骤四、训练神经网络算法形成电池组健康状态模型;

[0046] 步骤五、将估测的当前容量输入所述电池组健康状态模型,获得估测的内阻一致性系数;

[0047] 步骤六、根据内阻一致性系数判断所述储能电池组是否健康。

[0048] 步骤一、包括以下步骤:

[0049] S101、对所述储能电池组的电池进行电化学交流阻抗测试,获得电池欧姆阻抗和电化学阻抗,以能表征电池欧姆阻抗和电化学阻抗对应的频率点作为特征频率,确定所述特征频率对应的时间尺度作为电池内阻测量的时间段。

[0050] 如图 4 所示,图 4 为本发明电池的 Nyquist 曲线实施例一示意图;图中,5HZ 所指处即为频率点。

[0051] S102、以所述时间段内测量的储能电池组中各电池内阻为基础,确定各电池内阻的均方差作为电池组内阻一致性系数。

[0052] S103、确定所述内阻一致性系数与循环次数的曲线,获得曲线拐点,电池组的内阻一致性系数小于所述曲线拐点的内阻一致性系数的电池组为测量电池组,确定电池组的容量数据为所述储能电池组的容量历史数据。

[0053] 如图 5 所示,图 5 为本发明中电池组内阻差异系数曲线实施例一示意图;图中,虚线与曲线的交汇处即为拐点;通过该拐点判断电池是否健康,若电池的内阻一致性系数小于该拐点的内阻一致性系数,则认为该电池健康,采用其数据,可继续进行下一步骤,若高于,则认为该电池不健康,不采用其数据。

[0054] 图中,即虚线以下的为健康,即可采用,虚线以上的为不健康,则不采用。

[0055] 步骤二中,根据所述容量历史数据,运用灰色预测算法建立评估储能电池组当前容量的预测模型。

[0056] 步骤三中,选取一同类型的正常退役的电池组作为对象,读取该电池组的容量与内阻一致性系数的历史数据作为训练样本,训练神经网络算法形成所述电池组健康状态模型。

[0057] 步骤五中,将预测获得的所述电池组当前容量和当前循环次数输入到所述电池组健康状态模型中,通过模型计算输出当前循环次数的所述储能电池组的内阻一致性系数。

[0058] 步骤六中,通过比对实际测量获得的内阻一致性系数和步骤五中估算获得的内阻一致性系数是否一致判断储能电池组是否健康。

[0059] 若一致,则认为储能电池组健康,若不符合,则认为储能电池组不健康。

[0060] 通过对比计算得出的电池组内阻一致性系数与实际测量值,如果符合,则认为电池组健康,如果不符合,则认为电池组不健康,

[0061] 如图 6 所示,图 6 为本发明中电池组实测容量曲线和预测容量曲线实施例一示意图;图中,黑色点为实测值,黑色线为预测值,两者符合得很好,说明此电池组状态健康。

[0062] 最后应当说明的是:以上实施例仅用于说明本申请的技术方案而非对其保护范围的限制,尽管参照上述实施例对本申请进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:本领域技术人员阅读本申请后依然可对申请的具体实施方式进行种种变更、修改或者等同替换,但这些变更、修改或者等同替换,均在申请待批的权利要求保护范围之内。

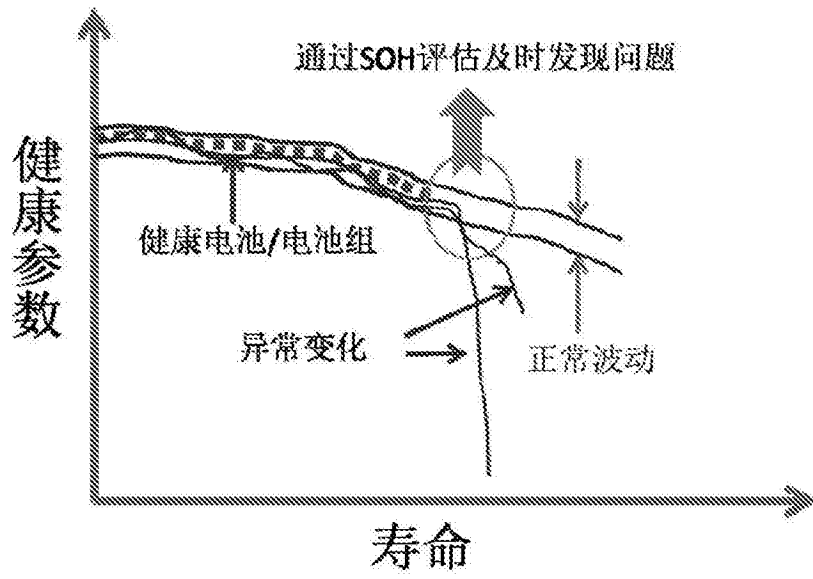


图 1

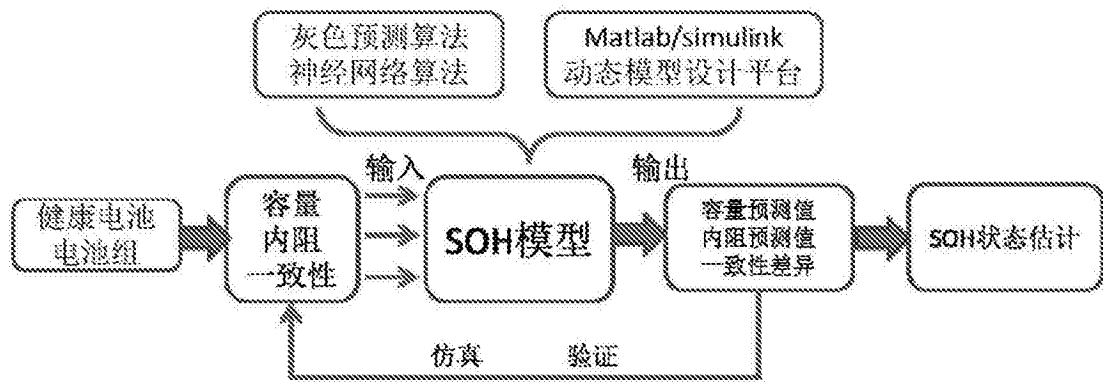


图 2

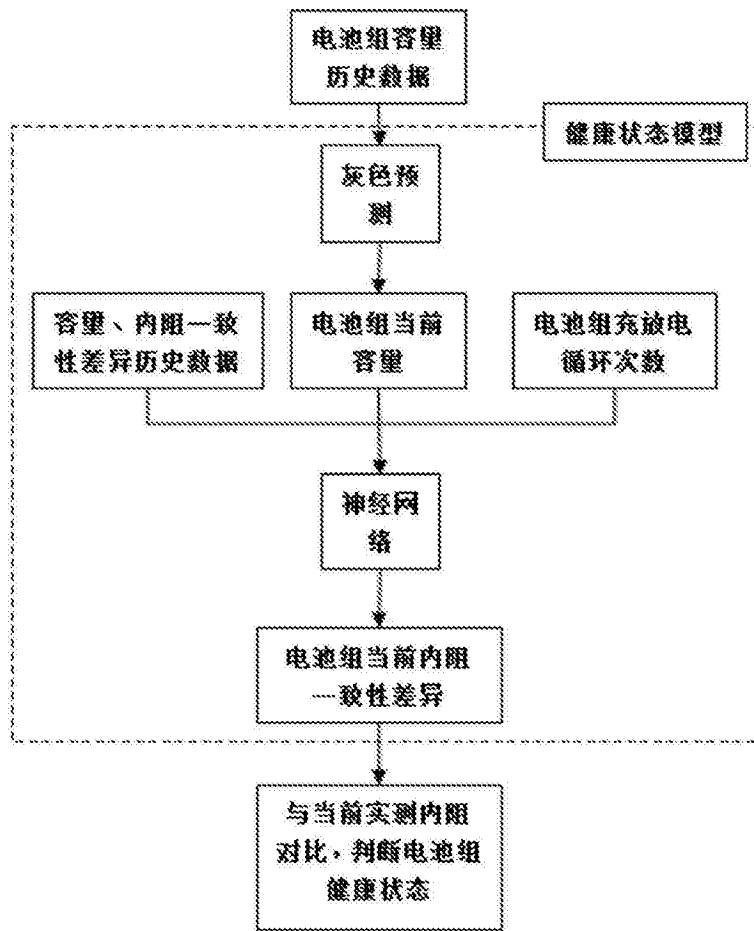


图 3

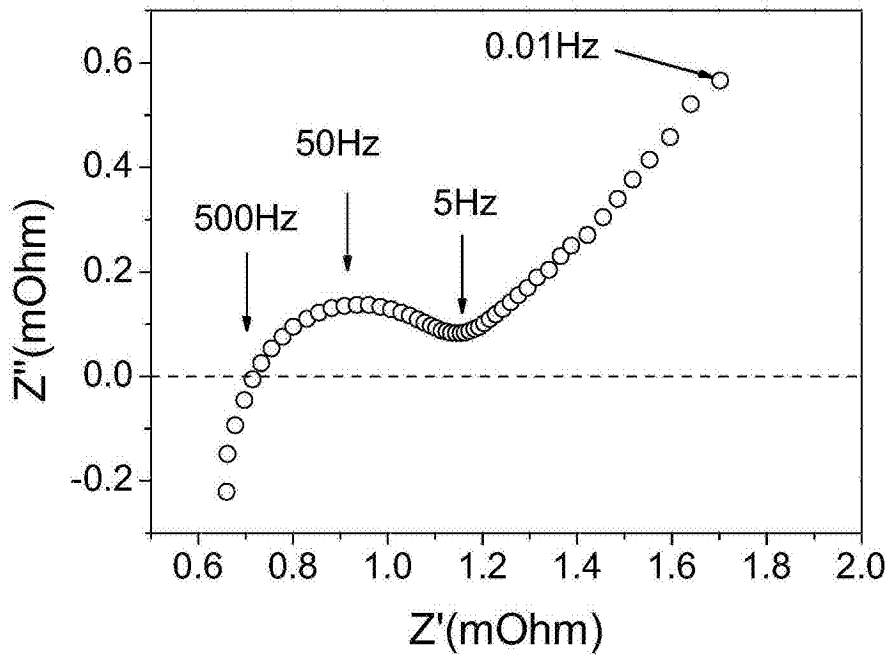


图 4

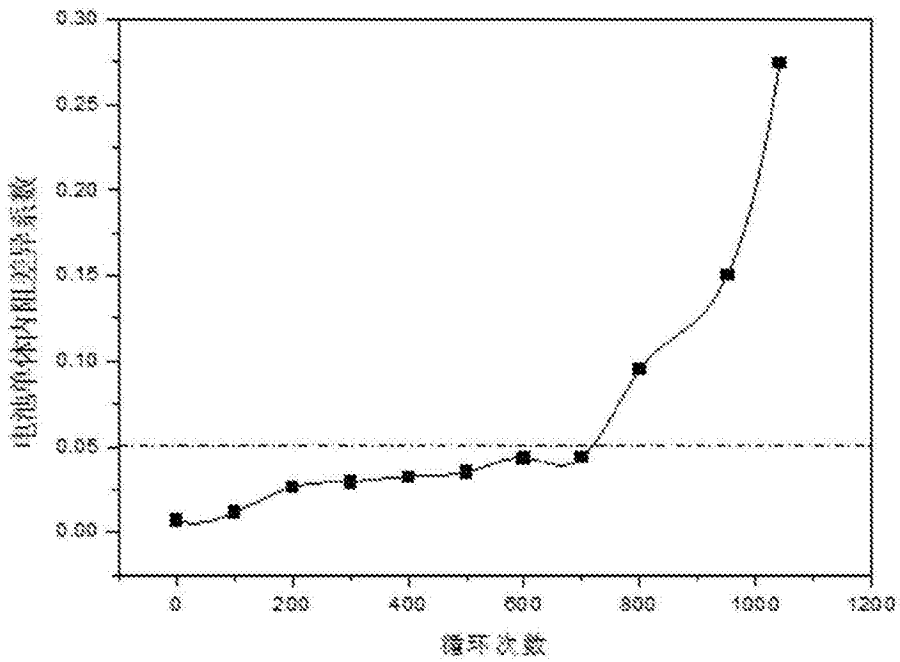


图 5

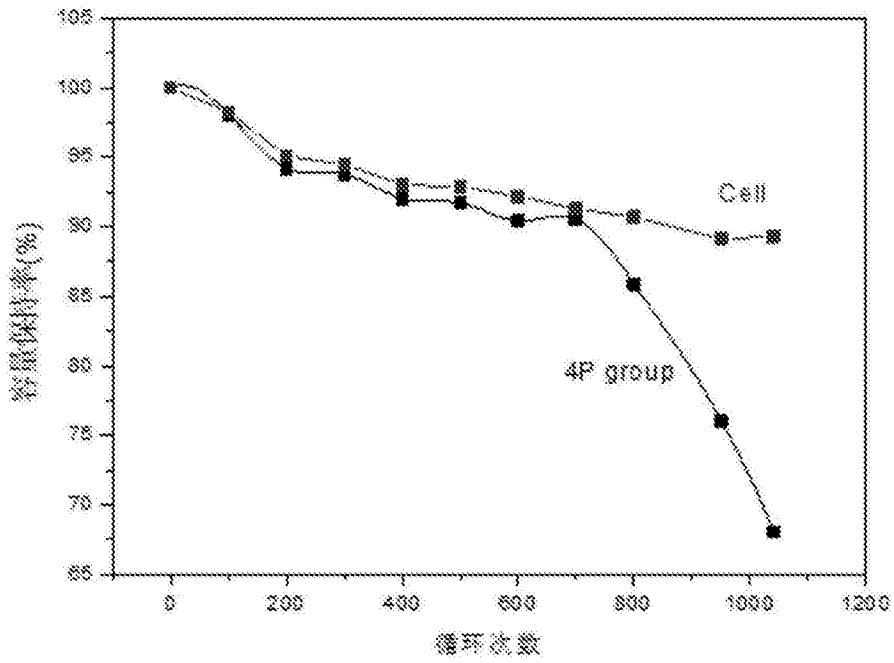


图 6