



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104330636 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201410665490. 7

(22) 申请日 2014. 11. 19

(71) 申请人 天津力神电池股份有限公司

地址 300384 天津市西青区滨海高新技术产业  
业开发区(环外)海泰南道 38 号

(72) 发明人 秦红莲 刁志中 高飞 张娜

(74) 专利代理机构 天津市三利专利商标代理有  
限公司 12107

代理人 韩新城

(51) Int. Cl.

G01R 27/02(2006. 01)

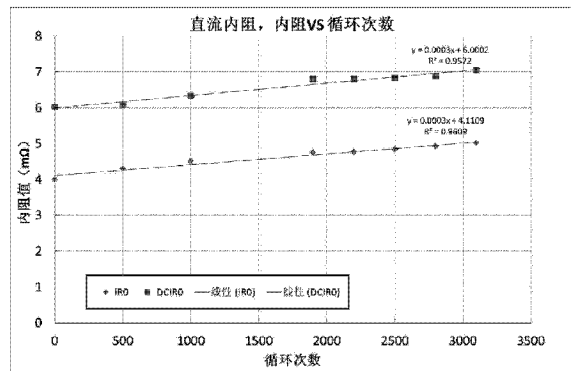
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种锂离子电池直流内阻推测方法

(57) 摘要

本发明公开一种锂离子电池直流内阻推测方法,包括:将采样电池在一定的温湿度环境下进行循环测试,每循环一定次数测试一定 SOC 状态下的交流内阻  $IR_0$ 和直流内阻  $DCIR_0$ ;根据交流内阻值  $IR_0$ 与直流内阻值  $DCIR_0$ 建立  $IR-DCIR$  线性关系;推测与采样电池为同款电池直流内阻时,按采样电池交流内阻测量时的 SOC 状态及温湿度条件,以相同频率测量待测电池的交流内阻  $IR$ ;将测得的交流内阻  $IR$  对照建立的  $IR-DCIR$  线性关系,并对交流内阻进行比例换算,即可推测得到电池的直流内阻。本发明依据交流内阻与直流内阻间的线性关系,对直流内阻进行推测,避免了多次大电流放电测试直流内阻对电池造成的损害,且可以获得较高检测速度与精度。



1. 一种锂离子电池直流内阻的推测方法,其特征在于,包括以下步骤:
  - 1) 对采样电池在一定温湿度环境下进行循环测试,每循环一定次数测试一定 SOC 状态下的交流内阻  $IR_0$  和直流内阻  $DCIR_0$ ;
  - 2) 根据测得的交流内阻值  $IR_0$  与直流内阻值  $DCIR_0$ ,建立 IR-DCIR 的线性关系: $DCIR_0 = IR_0 + A$ ,其中, A 为常数;
  - 3) 按采样电池交流内阻测量时的 SOC 状态及温湿度条件,以相同频率测量与采样电池同款的待测电池的交流内阻 IR;
  - 4) 将测得的交流内阻 IR 对照所述 IR-DCIR 线性关系,并对交流内阻进行比例换算,得到相应线性关系,即可推测得到待测电池的直流内阻 DCIR,该线性关系为: $DCIR = IR + IR / IR_0 * A$ 。
2. 根据权利要求 1 所述锂离子电池直流内阻的推测方法,其特征在于,测试交流内阻采用 3560 交流电阻测试仪,测量频率为 1kHz。
3. 根据权利要求 1 所述锂离子电池直流内阻的推测方法,其特征在于,测试采样电池直流电阻  $DCR_0$  的方式为:先以放电电流  $I_1 = 1/3C$  的电流放电 2s,记录放电截止电压  $V_1$ ,再以放电电流  $I_2 = 3C$  的电流放电 2s,记录放电截止电压  $V_2$ ,采样电池直流电阻  $DCIR_0 = (V_1 - V_2) / (I_2 - I_1)$ 。
4. 根据权利要求 1 所述锂离子电池直流内阻的推测方法,其特征在于,所述锂离子电池为方形锂离子电池。
5. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池的直流内阻推测方法,其特征在于,所述待测电池包括未使用过的电池以及使用过的电池。

## 一种锂离子电池直流内阻推测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于锂离子电池直流内阻检测技术领域,具体涉及一种锂离子电池直流内阻的推测方法。

### 背景技术

[0002] 电池的内阻对电池放电性能的影响很大,尤其是放电电流增大的情况下。一般情况下测得的都是电池的交流内阻,即用交流测试仪在一定的频率下测得的,交流内阻的测试不会对电池产生太大的损害。而一些正规和专业的客户往往会要求电池的直流内阻,电池的交流内阻常称为欧姆内阻。与交流内阻相比较,直流内阻则包含了欧姆内阻和活化阻抗。因此,直流内阻的测定具有很重要的意义。

[0003] 直流内阻测试原理是通过对电池或电池组施加较大的电流,持续较短的时间,在电池内部还没达到完全极化的情况下,根据施加电流前后的电压变化和施加的电流,计算电池的直流内阻。当电池通过大电流时,电池内部的电极会发生极化现象,对电池内部的电极有一定损伤,因此,重复对电池进行直流内阻测试会有损电池的寿命。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决上述的技术问题而提供一种锂离子电池直流内阻的推测方法,其不需要通过重复的大电流充放电来推测电池直流内阻,不会对电池产生损害,且实施便利、检测速度快。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种锂离子电池直流内阻的推测方法,包括以下步骤:

[0007] 1) 对采样电池在一定温湿度环境下进行循环测试,每循环一定次数测试一定 SOC 状态下的交流内阻  $IR_0$  和直流内阻  $DCIR_0$ ;

[0008] 2) 根据测得的交流内阻值  $IR_0$  与直流内阻值  $DCIR_0$ ,建立  $IR-DCIR$  的线性关系: $DCIR_0 = IR_0 + A$ ,其中,  $A$  为常数;

[0009] 3) 按采样电池交流内阻测量时的 SOC 状态及温湿度条件,以相同频率测量与采样电池同款的待测电池的交流内阻;

[0010] 4) 将测得的交流内阻  $IR$  对照所述  $IR-DCIR$  线性关系,并对交流内阻进行比例换算,得到相应线性关系,即可推测得到待测电池的直流内阻  $DCIR$ ,该线性关系为: $DCIR = IR + IR/IR_0 * A$ 。

[0011] 测试交流内阻采用 3560 交流电阻测试仪,测量频率为 1kHz。

[0012] 测试采样电池直流电阻  $DCIR_0$  的方式为:先以放电电流  $I_1 = 1/3C$  的电流放电 2s,记录放电截止电压  $V_1$ ,再以放电电流  $I_2 = 3C$  的电流放电 2s,记录放电截止电压  $V_2$ ,采样电池直流电阻  $DCIR_0 = (V_1 - V_2) / (I_2 - I_1)$ 。

[0013] 所述锂离子电池为方形锂离子电池。

[0014] 所述待测电池包括未使用过的电池以及使用过的电池。

[0015] 本发明通过先测量锂离子电池的交流内阻以及直流内阻建立交流内阻与直流内阻的线性关系,然后在保证与测量采样电池交流电阻相同的测量环境及条件下,直接测量与采样电池为同一款的待测电池的交流内阻后,根据该线性关系进行比例换算,来推测出待测电池的直流内阻,避免了大电流放电对电池造成的损害,而且能够节约能源和资源,具有较高的检测速度与精度。

#### 附图说明

[0016] 图 1 所示所示为实施例 1 中根据循环次数及内阻值拟合出的线性曲线;

[0017] 图 2 所示为实施例 2 中根据循环次数及内阻值拟合出的线性曲线。

#### 具体实施方式

[0018] 下面,结合实例对本发明的实质性特点和优势作进一步的说明,但本发明并不局限于所列的实施例。

[0019] 本发明所述锂离子电池直流内阻的推测方法,包括以下步骤,

[0020] 1) 将采样电池在一定的温度、湿度环境下进行循环测试,每循环一定的次数测试一定 SOC 状态下的采样电池的交流内阻  $IR_0$  和直流内阻  $DCIR_0$ ;

[0021] 2) 将测得的采样电池的交流内阻值  $IR_0$  与直流内阻值  $DCIR_0$  录入电脑中,通过数据处理软件,建立  $IR-DCIR$  的线性关系; $DCIR_0 = IR_0 + A$ ,  $A$  为常数;

[0022] 3) 在日后的使用过程中,需要推测同一款电池的直流内阻  $DCIR$  时,只需测量与之前采集采样电池交流内阻  $IR_0$  时相同 SOC 状态、相同温度湿度时,以相同频率测量待测电池的交流内阻  $IR$ ,即保证交流电池测试时的测试条件与环境与采样电池测试交流电池的测试条件及环境相同的情况下,以相同的测量频率对待测电池的交流内阻进行测量;

[0023] 4) 将测得的待测电池的交流内阻  $IR$  对照之前建立的  $IR-DCIR$  线性关系,并对交流内阻进行比例换算,即可推测得到电池的直流内阻:

[0024]  $DCIR = IR + IR/IR_0 * A$ ,  $A$  为常数。

[0025] 本发明测试交流内阻  $IR$  用的是 3560 表,在频率为 1kHz 测得的交流阻抗;测试  $DCIR_0$  的方式为:以  $I_1 = 1/3C$  的电流放电 2s,记录放电截止电压  $V_1$ ,以  $I_2 = 3C$  的电流放电 2s,记录放电截止电压  $V_2$ ,则  $DCIR_0 = (V_1 - V_2) / (I_2 - I_1)$ 。

[0026] 实施例 1

[0027] 选用标称容量为 16.5Ah 的锂离子电池 1#(即  $1C = 16.5A$ )。在常温条件下进行 1C 充放电循环,测试流程:

[0028] 1、1C 恒流充电至截止电压 3.65V,再恒压充电至电流减小到 0.05C(即 0.825A);

[0029] 2、休眠 10min;

[0030] 3、使用 1C 电流放电至 2.0V,放电截止;

[0031] 4、休眠 10min。

[0032] 重复步骤 1-4 进行多次循环。

[0033] 本实施例的电池在循环测试过程的中途,分别在第 0 次(即循环前)、500 次、1000 次、1900 次、2200 次、2500 次……循环后,在常温条件下,测量并记录了当时电池的交流内阻  $IR_1$  和直流内阻  $DCIR_1$ 。

[0034] 取 X 轴为循环次数, Y 轴为内阻值, 做散点图, 并通过数据处理软件, 如采用 Excel 与 MiniTab, 拟合出线性曲线。

[0035] 测量值与散点图如表 1 所示, 根据散点图可以得到一个与循环次数无关的线性关系:  $DCIR_1 = IR_1 + 1.8893$  (1)

[0036] 表中, “实测 DCIR” 为实际测试得到的 DCIR 值, “推测 DCIR” 为根据线性关系式 (1) 推测得到的 DCIR 值。“偏差” 为二者差值与实际 DCIR 值的比值。

[0037]

循环次数	IR/mΩ	实测 DCIR/mΩ	推测 DCIR/mΩ	偏差
0	3.993	6.031	5.882	-2.46%
500	4.302	6.065	6.191	2.09%
1000	4.512	6.34	6.401	0.97%
1900	4.754	6.802	6.643	-2.34%
2200	4.764	6.804	6.653	-2.22%
2500	4.838	6.837	6.727	-1.61%
2800	4.925	6.869	6.814	-0.79%
3100	5.018	7.048	6.907	-1.99%

[0038] 表 1

[0039] 另取一颗同种型号的电池 2#, 在相同条件下做与 1# 电池相同的测试, 并记录  $IR_2$  和  $DCIR_2$ , 同时根据线性关系 (1) 将 2# 的初始内阻  $IR_2$  与 1# 的初始内阻  $IR_1$  进行比例换算, 得到线性关系:

[0040]  $DCIR = IR_2(1 + 1/(IR_1 * 1.8893))$  (2)

[0041] 根据线性关系 (2) 对 2# 电池的直流内阻进行推测, 并与实测值进行比较, 结果如下表 2:

[0042]

循环次数	IR/mΩ	实测 DCIR/mΩ	推测 DCIR/mΩ	偏差
0	6.090	6.090	5.935	-2.53%
500	6.156	6.156	6.134	-0.35%
1000	6.3	6.3	6.381	1.29%
1900	6.801	6.801	6.808	0.11%
2200	6.907	6.907	6.832	-1.08%
2500	6.964	6.964	6.901	-0.91%

[0043] 从以上表 2 及附图 1, 可以看到, 根据线性关系 (1) 和 (2) 推测的直流内阻值与实测的直流内阻值偏差较小, 在内阻测试可以接受的偏差范围内 (一般为 5%), 可以用于同型号电池初始直流内阻以及使用一定时间后直流内阻值的推测。

[0044] 实施例 2

[0045] 本实施例中的电池实验步骤如下:

[0046] 1. 取两只标称容量为 20Ah 的电池 (即  $1C = 20A$ ), 分别标记为 1# 和 2#. 在常温条件下进行  $1C$  充放电循环, 测试流程:

[0047] ①  $1C$  恒流充电至截止电压 3.65V, 再恒压充电至电流减小到  $0.05C$  (即 1A);

[0048] ② 休眠 10min;

[0049] ③ 使用  $1C$  电流放电至 2.0V, 放电截止;

[0050] ④ 休眠 10min。

[0051] 重复步骤 1-4 进行多次循环。

[0052] 2. 电池在循环测试过程的中途, 分别在第 0 次 (即循环前)、500 次、1000 次、1500 次、2000 次循环后, 在常温条件下, 测量并记录电池的交流内阻  $IR_0$  和直流内阻  $DCIR_0$ 。取 X 轴为循环次数, Y 轴为内阻值, 根据 1# 的 IR 和 DCIR 数据做散点图并通过数据处理软件 (如采用 Excel) 拟合出 IR-DCIR 线性关系曲线:  $DCIR_0 = IR_0 + A$ , A 为常数; (3)

[0053] 3. 将 2# 的初始交流内阻  $IR_1$  与 1# 的初始交流内阻  $IR_0$  进行比值换算, 得出线性关系:  $DCIR = IR_1 (1 + 1 / (IR_0 * A))$ , A 为常数; (4)

[0054] 4. 根据线性关系 (4) 推测 2# 的直流内阻, 并与实测值进行比较。

[0055] 1# 电池的 IR 和 DCIR 测量值与散点图如下所示:

[0056]

循环次数	IR/mΩ	实测 DCIR/mΩ	推测 DCIR/mΩ	偏差
0	3.634	5.284	5.935	-2.53%
500	3.966	5.465	6.134	-0.35%
1000	4.148	5.739	6.381	1.29%
1500	4.269	6.072	6.808	0.11%
2000	4.386	6.007	6.832	-1.08%

[0057] 根据散点图, 可以得知线性关系 (3) 中的常数  $A = 1.5842$ , 将 1# 的初始内阻  $IR_0 = 3.634$  和常数  $A = 1.5842$  代入线性关系式 (4), 根据 2# 的交流内阻值  $IR_1$  推测 2# 的直流内阻 DCIR, 并与实测值进行比较, 得到结果如下表 3:

[0058]

循环次数	IR/mΩ	实测 DCIR/mΩ	推测 DCIR/mΩ	偏差
0	3.762	5.229	5.402	3.31%
500	4.088	5.81	5.728	-1.41%
1000	4.266	5.848	5.906	0.99%
1500	4.423	6.104	6.063	-0.67%

[0059] 表 3

[0060] 由上述图表可知, 测定交流内阻后, 根据拟合的 IR-DCIR 线性关系曲线推测出的直流内阻值与实测值偏差较小, 可以用于同型号电池初始直流内阻以及使用一定时间后直流内阻值的推测。同时, 对于不同型号的电池, 根据该原理建立合理的线性关系曲线, 也可以得到比较精确的推测结果。

[0061] 本发明通过先测量锂离子电池的交流内阻以及直流内阻建立交流内阻与直流内阻的线性关系, 然后在保证与测量采样电池交流电阻相同的测量环境及条件下, 直接测量与采样电池为同一款的待测电池的交流内阻后, 根据该线性关系进行比例换算, 来推测出待测电池的直流内阻, 避免了大电流放电对电池造成的损害, 而且能够节约能源和资源, 具有较高的检测速度与精度。

[0062] 以上所述实例仅仅是本发明的优选实施方式进行描述, 并非对本发明的范围进行限定, 在不脱离本发明设计精神的前提下, 对于本技术领域的普通技术人员对本发明的技术方案的各种改进和润饰, 均应视为本发明权利要求书确定的保护范围内。

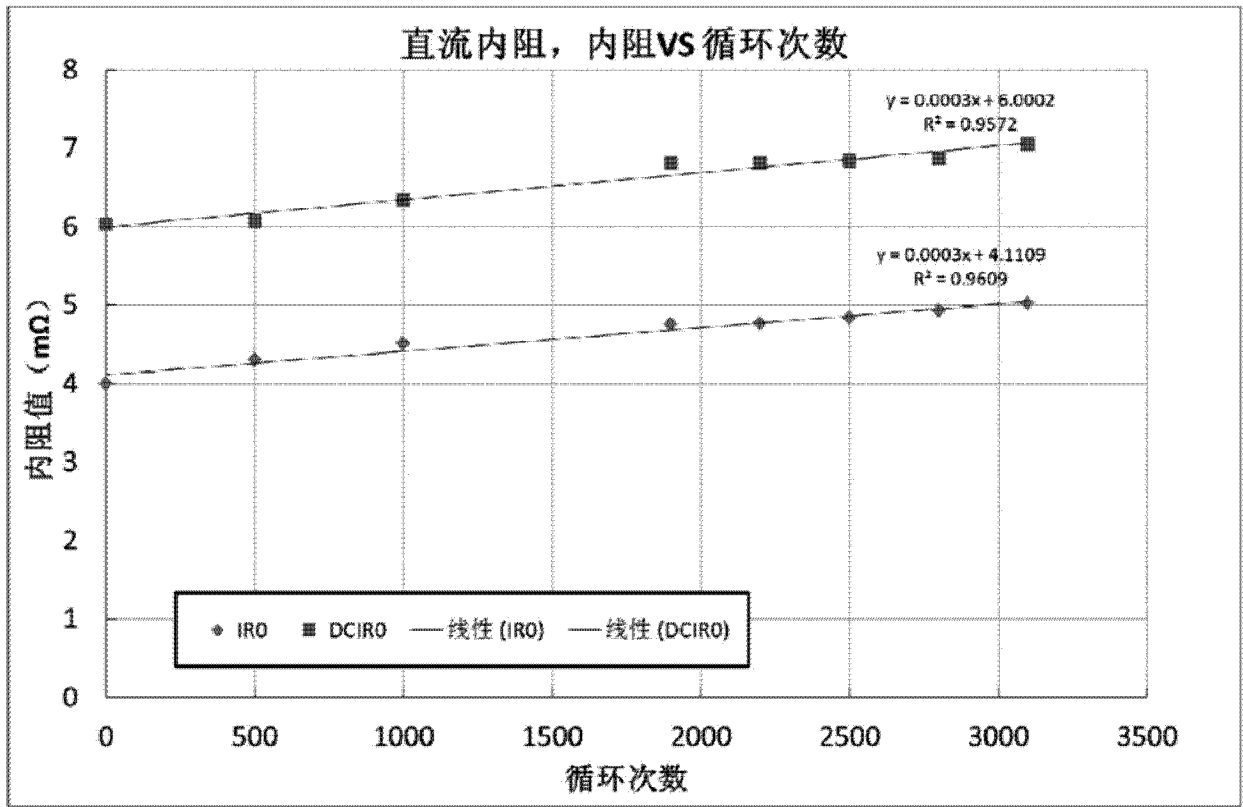


图 1

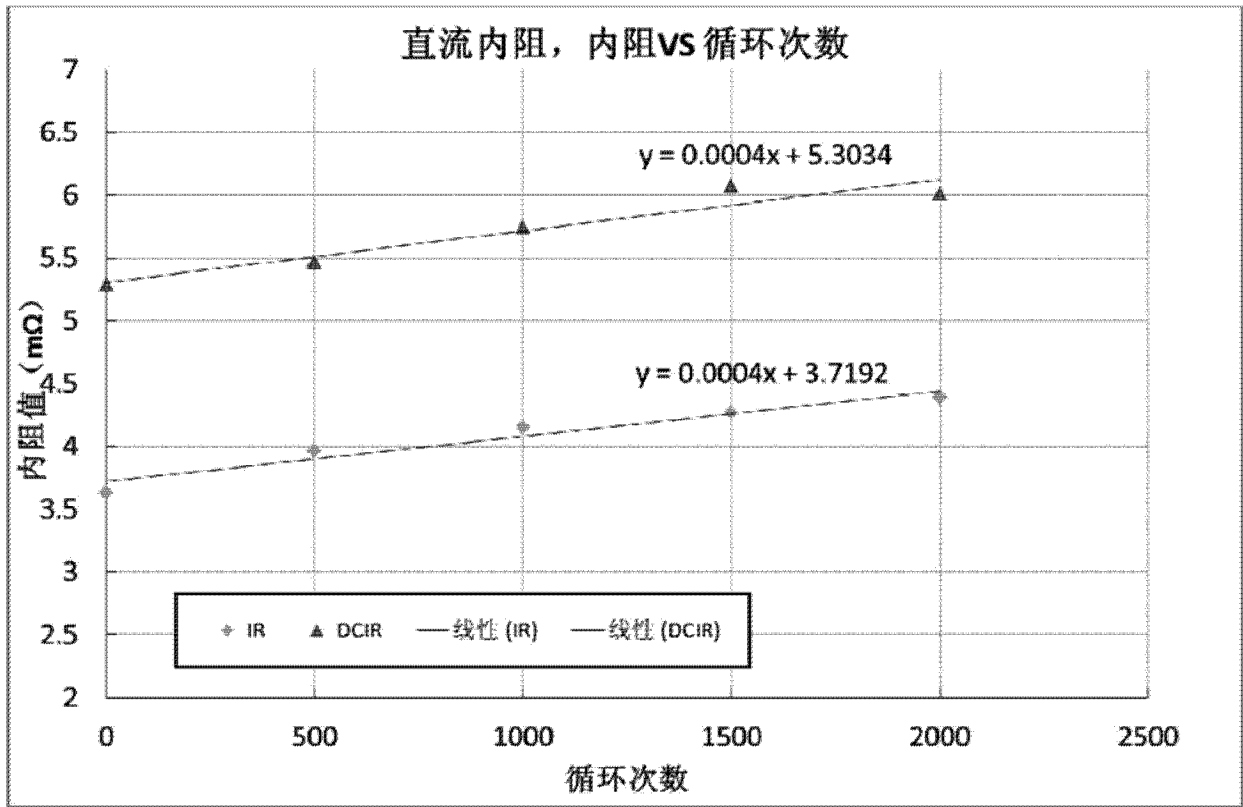


图 2