



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103316852 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201310199605. 3

(22) 申请日 2013. 05. 24

(73) 专利权人 上海中聚佳华电池科技有限公司
地址 200240 上海市闵行区紫月路 1299 号

(72) 发明人 赵青松 马紫峰 赵政威

(74) 专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283
代理人 朱水平 王婧荷

(51) Int. Cl.
B07C 5/344(2006. 01)

审查员 程晓蕾

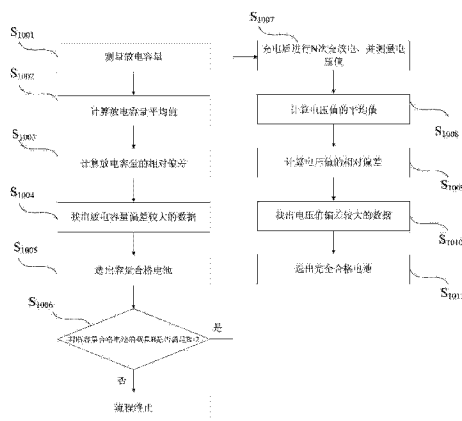
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

电池筛选方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电池筛选方法。该电池筛选方法包括以下步骤：进行完全充放电循环测量多个电池的容量；计算电池容量的平均值并计算相对偏差；筛除放电容量偏差较大的电池；进行充放电过程并测量过程中的电压值；计算电压值的平均值并计算相对偏差；筛选出一致性较好的电池。本发明的电池筛选方法，通过先根据电池的放电容量进行筛选，然后对电池进行接近实际使用工况的充放电测试并测量电压值，能够快速准确地筛选出一致性较高的电池，从而提高了筛选电池的准确性，提高了电池组的安全性和电池的寿命。



1. 一种电池筛选方法,其特征在于,包括以下步骤:

S₁₀₀₁、对 A 个电池分别进行 M 次完全充放电循环,测量并记录每个电池在每一次完全充放电循环中的放电容量,第 a 个电池在第 m 次完全充放电循环的放电容量记为 H_{am},其中 A>2、M>0,且 a 遍历满足 0<a ≤ A 的整数、m 遍历满足 0<m ≤ M 的整数;

S₁₀₀₂、计算第 m 次完全充放电循环中该 A 个电池的放电容量的平均值作为 H_m;

S₁₀₀₃、根据公式 $y_{am} = |H_{am} - H_m| / H_m$ 计算第 a 个电池在第 m 次完全充放电循环的放电容量的相对偏差 y_{am};

S₁₀₀₄、判断 y_{am} 是否大于一第一阈值,并将判断结果为是的所有放电容量的相对偏差 y_{am} 记为放电容量大偏差数据;

S₁₀₀₅、判断第 a 个电池在 M 次完全充放电循环中的放电容量大偏差数据的数量是否小于一第二阈值,在判断结果为是的情况下,将第 a 个电池记为容量合格电池;

S₁₀₀₆、判断容量合格电池的数量 B 是否满足 B>2,在判断结果为否的情况下流程终止,在判断结果为是的情况下,对所有容量合格电池充电;

S₁₀₀₇、对所有容量合格电池进行 N 次放电或充电,其中第一次为定量放电、且对所有容量合格电池的放电倍率相同,使得所有容量合格电池的剩余电量占其电池容量的比例相同、且该比例在 10% -90% 之间,在除第一次外的任意一次放电或充电中所有容量合格电池放电或充电的倍率和持续时间均相同,测量并记录每个容量合格电池在每一次放电或充电后的电压值,第 b 个容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值记为 U_{bn},其中 b 遍历满足 0<b ≤ B 的整数、n 遍历满足 0<n ≤ N 的整数;

S₁₀₀₈、计算所有容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值的平均值作为 U_n;

S₁₀₀₉、根据公式 $z_{bn} = |U_{bn} - U_n| / U_n$ 计算第 b 个容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值的相对偏差 z_{bn};

S₁₀₁₀、判断 z_{bn} 是否大于一第三阈值,并将判断结果为是的所有电压值的相对偏差 z_{bn} 记为电压值大偏差数据;

S₁₀₁₁、判断第 b 个容量合格电池在 N 次放电或充电后的电压值大偏差数据的数量是否小于一第四阈值,在判断结果为是的情况下,将第 b 个电池记为完全合格电池。

2. 如权利要求 1 所述的电池筛选方法,其特征在于, M>1 且 m 遍历满足 1<m ≤ M 的整数。

3. 如权利要求 1 所述的电池筛选方法,其特征在于,该 N 次放电或充电至少包括 2 次放电和 1 次充电。

4. 如权利要求 3 所述的电池筛选方法,其特征在于,该第一次定量放电的倍率为 C₁,该 N 次放电或充电至少还包括一次放电倍率为 C₂ 且放电时间为 t₂ 的放电和一次充电倍率为 C₃ 且充电时间为 t₃ 的充电,其中 C₁、C₂、t₂、C₃ 和 t₃ 满足 0.05C<C₁<3C、0.5C<C₂<20C、50ms<t₂<5min、0.3C<C₃<15C 且 50ms<t₃<5min。

5. 如权利要求 4 所述的电池筛选方法,其特征在于,该 A 个电池均为锂离子电池。

6. 如权利要求 5 所述的电池筛选方法,其特征在于, A>3。

7. 如权利要求 6 所述的电池筛选方法,其特征在于,该第一阈值大于 0.2% 且小于 10%,该第三阈值大于 0.1% 且小于 5%,该第二阈值为 1 或 2,该第四阈值为 1 或 2。

电池筛选方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电池筛选方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着传统化石能源危机的进一步加剧以及新能源产业的飞速发展,动力电池的应用取得了巨大进步,特别是在电动汽车等领域。由于电池的原材料、制造工艺、零部件及使用微环境的差别,单体电池间不可避免的会有一定的差异,组合在一起使用的电池数量越多,电池间的差异就越明显,对于电池组的使用寿命及安全性能影响也就越大。因此通过合适的筛选方法,提高组合电池的一致性就变得相当重要。

[0003] 在电池的一致性中,电池的容量差别较大会使得配组后使用过程中,不同电池的放电深度有较大差异,对电池寿命影响较大,同时也会增加安全隐患。电压也是影响电池一致性的关键因素之一,电压差异过大,会造成个别电池的过充或过放,影响电池组使用寿命,造成安全隐患。传统的单体电池的筛选方法,主要是考虑单体电池的容量差、静态压差或交流内阻差,这样的筛选方法由于考虑因素不全面并且和实际使用过程差别较大,因而无法快速准确地对电池进行筛选。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术中的电池筛选方法仅仅通过静态参数比如静态压差、静态容量差或交流内阻值,对电池进行筛选,因而无法快速准确地对不同的单体电池进行筛选的缺陷,提出一种电池筛选方法。

[0005] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题的:

[0006] 本发明提供了一种电池筛选方法,其特点在于,包括以下步骤:

[0007] S₁₀₀₁、对 A 个电池分别进行 M 次完全充放电循环,测量并记录每个电池在每一次完全充放电循环中的放电容量,第 a 个电池在第 m 次完全充放电循环的放电容量记为 H_{am},其中 A>2、M>0,且 a 遍历满足 0<a ≤ A 的整数、m 遍历满足 0<m ≤ M 的整数;

[0008] S₁₀₀₂、计算第 m 次完全充放电循环中该 A 个电池的放电容量的平均值作为 H_m;

[0009] S₁₀₀₃、根据公式 $y_{am} = |H_{am} - H_m| / H_m$ 计算第 a 个电池在第 m 次完全充放电循环的放电容量的相对偏差 y_{am};

[0010] S₁₀₀₄、判断 y_{am} 是否大于一第一阈值,并将判断结果为是的所有放电容量的相对偏差 y_{am} 记为放电容量大偏差数据;

[0011] S₁₀₀₅、判断第 a 个电池在 M 次完全充放电循环中的放电容量大偏差数据的数量是否小于一第二阈值,在判断结果为是的情况下,将第 a 个电池记为容量合格电池;

[0012] S₁₀₀₆、判断容量合格电池的数量 B 是否满足 B>2,在判断结果为否的情况下流程终止,在判断结果为是的情况下,对所有容量合格电池充电;

[0013] S₁₀₀₇、对所有容量合格电池进行 N 次放电或充电,其中第一次为定量放电、且对所有容量合格电池的放电倍率相同,使得所有容量合格电池的剩余电量占其电池容量的比例

相同、且该比例在 10% -90% 之间,在除第一次外的任意一次放电或充电中所有容量合格电池放电或充电的倍率和持续时间均相同,测量并记录每个容量合格电池在每一次放电或充电后的电压值,第 b 个容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值记为 U_{bn} ,其中 b 遍历满足 $0 < b \leq B$ 的整数、n 遍历满足 $0 < n \leq N$ 的整数;

[0014] S_{1008} 、计算所有容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值的平均值作为 U_n ;

[0015] S_{1009} 、根据公式 $z_{bn} = |U_{bn} - U_n| / U_n$ 计算第 b 个容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值的相对偏差 z_{bn} ;

[0016] S_{1010} 、对应于所有容量合格电池第 n 次放电或充电后的电压值预设有一第 n 子阈值 w_n ,判断 $z_{bn} > w_n$ 是否成立,并将判断结果为是的所有电压值的相对偏差 z_{bn} 记为电压值大偏差数据;

[0017] S_{1011} 、判断第 b 个容量合格电池在 N 次放电或充电后的电压值大偏差数据的数量是否小于一第四阈值,在判断结果为是的情况下,将第 b 个电池记为完全合格电池。

[0018] 在完全合格电池的数量大于一个的情况下,可将至少两个完全合格电池通过串联、并联或混联方式组成一电池组。

[0019] 本领域技术人员应当理解,在所有上述步骤中,电池充放电后需要静置一段时间,再进行测量,以避免电池电压值不稳定造成测量数据不准确。并且该步骤 S_{1007} 中对所有容量合格电池进行 N 次放电或充电,仅限定了放电和充电的总次数为 N 次,在此限制下可以结合采用任意次数的充电和放电,比如 2 次充电和 4 次放电。

[0020] 在上述步骤中,先对电池进行 M 次完全充放电循环,以检测电池的容量,首先排除容量不一致的电池。本领域技术人员应当理解,上述放电容量是完全充电后的电池一次完全放电的容量。对于容量一致的电池,即所有容量合格电池进行 N 次放电或充电,其中第一次为定量放电、在除第一次外的任意一次放电或充电中所有容量合格电池放电或充电的倍率和持续时间均相同,测量并记录每个容量合格电池在每一次放电或充电后的电压值。这样的电压测量和电池的实际使用的工作状态较为接近,更能体现出电池的内部差异,从而排除使用过程中电压值会出现不一致的电池。这样最终得到的完全合格电池,在使用过程中的容量、电压都差异较小,因而将这些完全合格电池配组使用,能够提高电池使用的安全性、可靠性以及电池的使用寿命。

[0021] 较佳地, $M > 1$ 且 m 遍历满足 $1 < m \leq M$ 的整数。

[0022] 在 M 次完全充放电循环中,第一次将不作测量记录,第一次完全充放电循环起到了保证电池进入正常工作状态的作用。

[0023] 较佳地,该步骤 S_{1010} 为:判断 z_{bn} 是否大于一第三阈值,并将判断结果为是的所有电压值的相对偏差 z_{bn} 记为电压值大偏差数据。

[0024] 较佳地,该 N 次放电或充电至少包括 2 次放电和 1 次充电。

[0025] 对于电池的使用,特别是对于汽车电池而言,实际使用过程并非是一个均匀的放电过程,其中可能包括了短时充放电过程。因此在该 N 次放电或充电中,除了第一次的定量放电外,还包括至少 1 次短时放电和 1 次短时充电,能够更接近地模拟电池的实际使用过程,使得测量得到的结果更加符合实际使用的电池工作状态。

[0026] 较佳地,该次定量放电的倍率为 C_1 ,该 N 次放电或充电至少还包括一次放电倍率为 C_2 且放电时间为 t_2 的放电和一次充电倍率为 C_3 且充电时间为 t_3 的充电,其中 C_1 、 C_2 、 t_2 、 C_3

和 t_3 满足 $0.05C < C_1 < 3C$ 、 $0.5C < C_2 < 20C$ 、 $50\text{ms} < t_2 < 5\text{min}$ 、 $0.3C < C_3 < 15C$ 且 $50\text{ms} < t_3 < 5\text{min}$ 。

[0027] 上述参数设置能够更接近地模拟电动汽车中的电池使用过程。电动汽车在加速或超车过程中,电池会有一个短时间的大电流放电(即对应于上述放电倍率为 C_2 且放电时间为 t_2 的放电过程);在加速或超车后会有一段不耗费电力的高速滑行,此时电池相当于静置状态;此外,电动汽车可能会出现减速,即刹车过程,此时会有能量回收,即短时的电池充电过程(对应于上述充电倍率为 C_3 且充电时间为 t_3 的充电)。其中,倍率 C 用来表示电池充放电时电流大小的比率,比如对于 24Ah 的电池而言,1C 即为 24A。

[0028] 较佳地,该 A 个电池均为锂离子电池。

[0029] 较佳地, $A > 3$ 。

[0030] 较佳地,该第一阈值大于 0.2% 且小于 10%,该第三阈值大于 0.1% 且小于 5%,该第二阈值为 1 或 2,该第四阈值为 1 或 2。

[0031] 本领域技术人员应当理解,该第一阈值和该第三阈值的大小可以根据实际需要设置,设置的较小就提高了对于筛选出的电池的一致性要求。该第二阈值和该第四阈值可由本领域技术人员根据需要以及筛选中测量数据的次数多少来选定。在测量数据的次数较少时,该第二阈值和该第四阈值可取为 1 或 2。

[0032] 在符合本领域常识的基础上,上述各优选条件,可任意组合,即得本发明各较佳实例。

[0033] 本发明的积极进步效果在于:

[0034] 本发明的电池筛选方法,通过先根据电池的放电容量进行筛选,然后对电池进行接近实际使用工况的充放电测试并测量电压值,能够快速准确地筛选出一致性较高的电池进行配组,从而提高了电池组的安全性和电池的寿命。

附图说明

[0035] 图 1 为本发明一较佳实施例的电池筛选方法的流程图。

[0036] 图 2 为采用本发明一较佳实施例的电池筛选方法的实际测试后筛选出的完全合格电池的放电曲线对比图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图给出本发明较佳实施例,以详细说明本发明的技术方案,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之内。

[0038] 如图 1 所示,本发明一较佳实施例的电池筛选方法包括以下步骤:

[0039] S_{1001} 、对 A 个电池分别进行 M 次完全充放电循环,测量并记录每个电池在每一次完全充放电循环中的放电容量,第 a 个电池在第 m 次完全充放电循环的放电容量记为 H_{am} ,其中 $A > 2$ 、 $M > 0$,且 a 遍历满足 $0 < a \leq A$ 的整数、 m 遍历满足 $0 < m \leq M$ 的整数;

[0040] S_{1002} 、计算第 m 次完全充放电循环中该 A 个电池的放电容量的平均值作为 H_m ;

[0041] S_{1003} 、根据公式 $y_{am} = |H_{am} - H_m| / H_m$ 计算第 a 个电池在第 m 次完全充放电循环的放电容量的相对偏差 y_{am} ;

[0042] S_{1004} 、判断 y_{am} 是否大于一第一阈值,并将判断结果为是的所有放电容量的相对偏差 y_{am} 记为放电容量大偏差数据;

[0043] S_{1005} 、判断第 a 个电池在 M 次完全充放电循环中的放电容量大偏差数据的数量是否小于一第二阈值,在判断结果为是的情况下,将第 a 个电池记为容量合格电池;

[0044] S_{1006} 、判断容量合格电池的数量 B 是否满足 $B > 2$,在判断结果为否的情况下流程终止,在判断结果为是的情况下,对所有容量合格电池充电;

[0045] S_{1007} 、对所有容量合格电池进行 N 次放电或充电,其中第一次为定量放电、且对所有容量合格电池的放电倍率相同,使得所有容量合格电池的剩余电量占其电池容量的比例相同、且该比例在 10% -90% 之间,在除第一次外的任意一次放电或充电中所有容量合格电池放电或充电的倍率和持续时间均相同,测量并记录每个容量合格电池在每一次放电或充电后的电压值,第 b 个容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值记为 U_{bn} ,其中 b 遍历满足 $0 < b \leq B$ 的整数、n 遍历满足 $0 < n \leq N$ 的整数;

[0046] S_{1008} 、计算所有容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值的平均值作为 U_n ;

[0047] S_{1009} 、根据公式 $z_{bn} = |U_{bn} - U_n| / U_n$ 计算第 b 个容量合格电池在第 n 次放电或充电后的电压值的相对偏差 z_{bn} ;

[0048] S_{1010} 、对应于所有容量合格电池第 n 次放电或充电后的电压值预设有一第 n 子阈值 w_n ,判断 $z_{bn} > w_n$ 是否成立,并将判断结果为是的所有电压值的相对偏差 z_{bn} 记为电压值大偏差数据;

[0049] S_{1011} 、判断第 b 个容量合格电池在 N 次放电或充电后的电压值大偏差数据的数量是否小于一第四阈值,在判断结果为是的情况下,将第 b 个电池记为完全合格电池。

[0050] 其中,该 A 个电池均为锂离子电池, $A = 16$ 、 $M = 3$ 、 $N = 3$,且 m 遍历满足 $1 < m \leq M$ 的整数。即 3 次完全充放电循环中的第一次将不作测量记录,以保证电池进入正常工作状态,从而使得后面 2 次完全充放电循环中测得的放电容量准确无误。3 次放电或充电中包括 2 次放电和 1 次充电,通过第一次的定量放电和一次短时放点和一次短时充电来模拟电池的实际使用工况,从而使得测量结果很贴近电池的实际使用。

[0051] 在一优选实施例中,该步骤 S_{1010} 为:判断 z_{bn} 是否大于一第三阈值,并将判断结果为是的所有电压值的相对偏差 z_{bn} 记为电压值大偏差数据。并且,该第一阈值取为 2.5%、该第三阈值取为 0.5%,该第二阈值和该第四阈值分别为 1。

[0052] 本领域技术人员应当理解,此处取值仅为较佳示例,并不因此限制阈值的取值范围,本领域技术人员可以根据实际需要进行设置。将该第一阈值和该第三阈值设置的较小能够提高了对于筛选出的电池的一致性要求。

[0053] 优选地,该次定量放电的倍率为 C_1 ,该 N 次放电或充电至少还包括一次放电倍率为 C_2 且放电时间为 t_2 的放电和一次充电倍率为 C_3 且充电时间为 t_3 的充电,其中 C_1 、 C_2 、 t_2 、 C_3 和 t_3 满足 $0.05C < C_1 < 3C$ 、 $0.5C < C_2 < 20C$ 、 $50ms < t_2 < 5min$ 、 $0.3C < C_3 < 15C$ 且 $50ms < t_3 < 5min$ 。

[0054] 上述参数设置包括了一个短时间的大电流放电和一个短时充电,分别模拟了电动汽车的加速过程中的电池使用和电动汽车减速过程的电池使用。

[0055] 下面对采用本实施例的电池筛选方法的一电池测试的实际测试进行举例说明。进行测试的为 15 个锂离子动力电池,其标称容量均为 55Ah (安培小时),分别编号 1-15 号。表 1 中记录了 15 个电池在 2 次完全充放电循环中测得的放电容量,以及根据上述方法计算出的放电容量的相对偏差。

[0056] 表 1

[0057]

编号	第一次的放电容量(Ah)	容量相对偏差(%)	第二次的放电容量(Ah)	容量相对偏差(%)	是否容量合格
1号	61.071	1.88678	60.357	1.34846	Y
2号	60.334	0.65721	59.539	0.02508	Y
3号	59.876	0.10687	59.199	0.59599	Y
4号	59.666	0.45722	58.908	1.08462	Y
5号	59.682	0.43053	58.765	1.32474	Y

[0058]

6号	60.595	1.09265	59.892	0.56766	Y
7号	59.721	0.36546	59.045	0.85458	Y
8号	61.203	2.10700	60.676	1.88411	Y
9号	59.859	0.13523	59.299	0.42808	Y
10号	59.593	0.57901	59.961	0.68352	Y
11号	59.331	1.01612	59.808	0.42661	Y
12号	57.841	3.50194	57.801	2.94345	N
13号	59.797	0.23868	60.202	1.08819	Y
14号	61.154	2.02525	60.555	1.68093	Y
15号	59.692	0.41385	59.802	0.41653	Y

[0059] 在本次测试中设定的第一阈值为 2.5%、第二阈值为 1。由表 1 中的数据可以看出,15 个电池中只有 12 号电池的放电容量的相对偏差超过该第一阈值,因此经过放电容量测试,筛除了 12 号电池,其余 14 个电池为容量合格电池。对 14 个容量合格电池进行 3 次充电或放电,测量静置后的电压值。

[0060] 首先在常温条件下将 14 个容量合格电池充满电,以 0.33C 倍率恒流放电,放电 50%后,停止放电,静置 2h,记录静置后电压 U_1 。然后对容量合格电池以 1C 恒流放电,放电时间 5s,记录放电后的电压 U_2 。静置 1min 后,对电池进行 1C 恒流充电,充电时间 5s,记录充电后的电压 U_3 。记录的电压数据以及计算出的电压相对偏差如表 2 所示。对任意一个容量合格电池,在测得的三个电压中,有任意一次相对偏差大于 0.5%时,即剔除该容量合格电池。因此,根据表 2 中的数据,剔除 6 号和 13 号电池。

[0061] 表 2

[0062]

编号	$U_1(V)$	电压相对 偏差 (%)	$U_2(V)$	电压相对 偏差 (%)	$U_3(V)$	电压相对偏差 (%)	是否完全 合格
1号	3.29	0.01824	3.153	0.35606	3.396	0.40406	Y
2号	3.289	0.01216	3.174	0.30760	3.374	0.246378	Y

[0063]

3号	3.29	0.01824	3.171	0.21279	3.369	0.394205	Y
4号	3.286	0.10336	3.172	0.24439	3.377	0.157682	Y
5号	3.291	0.0486	3.166	0.05478	3.378	0.128117	Y
6号	3.288	0.04256	3.128	1.14613	3.421	1.143195	N
7号	3.29	0.01824	3.16	0.13484	3.386	0.108406	Y
8号	3.29	0.01824	3.172	0.24439	3.378	0.128117	Y
9号	3.29	0.01824	3.176	0.37081	3.372	0.305509	Y
10号	3.286	0.10336	3.169	0.14959	3.375	0.216813	Y
11号	3.291	0.04864	3.164	0.00843	3.383	0.01971	Y
13号	3.289	0.01216	3.151	0.41926	3.401	0.551887	N
14号	3.29	0.01824	3.172	0.24439	3.375	0.216813	Y
15号	3.291	0.04864	3.17	0.18119	3.376	0.187247	Y

[0064] 最终筛选得到的 12 个电池 (1、2、3、4、5、7、8、9、10、11、14、15 号电池) 为完全合格电池。将这 12 个完全合格电池串联组成电池组进行充放电循环性能测试。充电方式: 0.5C 恒流充电, 截止电压为 43.8V; 恒流充电后, 43.8V 恒压充电, 截止电流 0.05C。放电方式: 0.5C 恒流放电, 截止电压为 33.6V。上述充放电循环进行 50 次后, 测得的 12 个完全合格电池的放电曲线如图 2 所示, 从图 2 中的曲线可以看出 12 个完全合格电池的放电曲线非常接近, 这说明电池的一致性非常好。12 个完全合格电池在 SOC < 90% 时, 单体放电压差在 30mV 以内, 末端放电压差在 80mV 以内, 可见单体电池保持了很高的一致性。这证明了本实施例的电池筛选方法筛选出的电池能够保证高度的一致性。

[0065] 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, 这些仅是举例说明, 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。

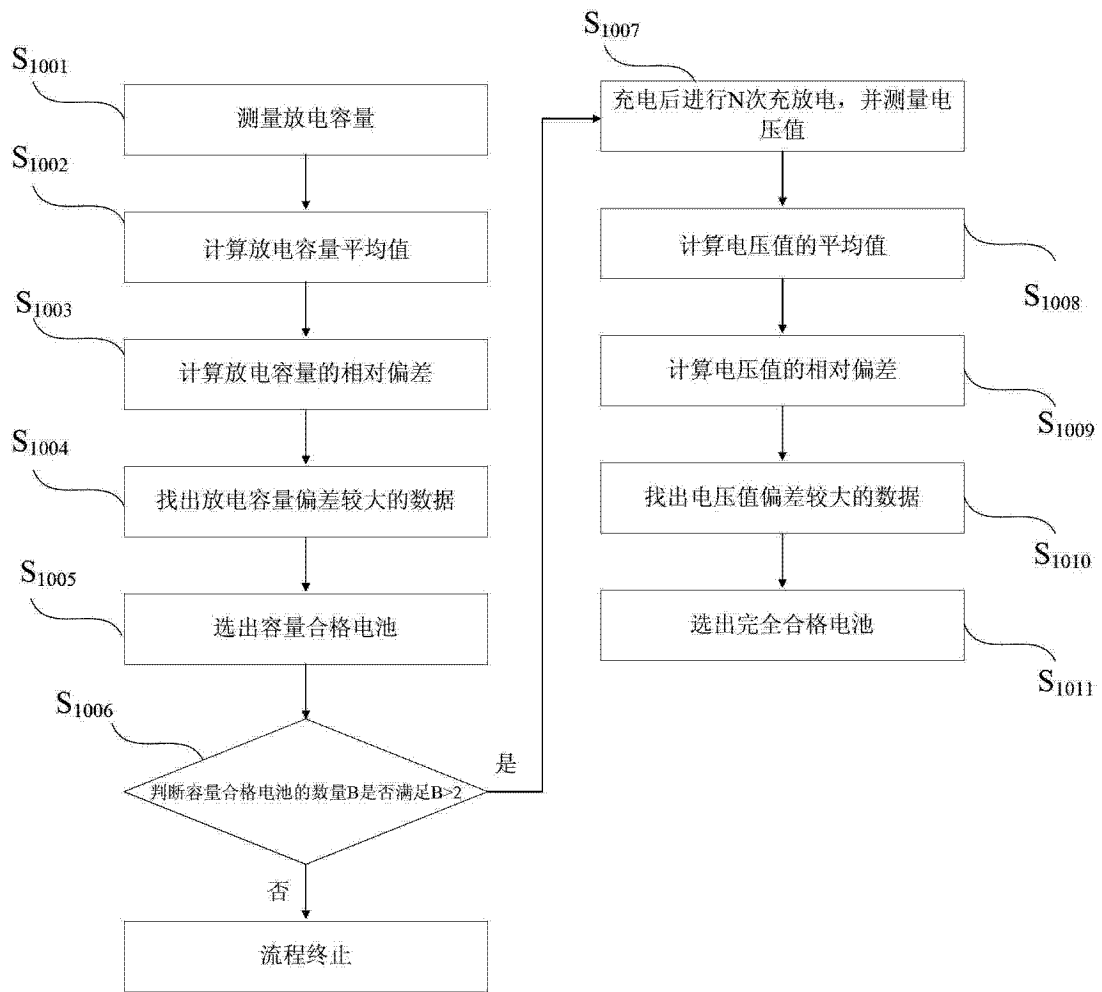


图 1

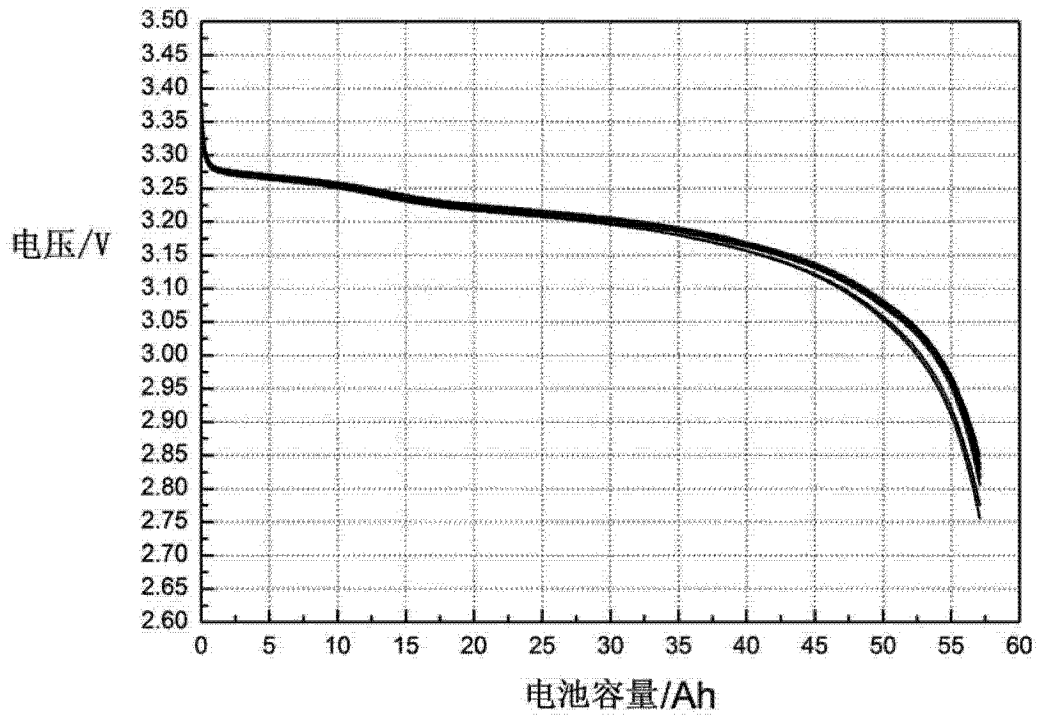


图 2