



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103872727 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201410062459. 4

(22) 申请日 2014. 02. 24

(71) 申请人 奇瑞汽车股份有限公司
地址 241006 安徽省芜湖市芜湖经济技术开
发区长春路 8 号

(72) 发明人 高峰柱 吴建华

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138
代理人 江崇玉

(51) Int. Cl.
H02J 7/00 (2006. 01)

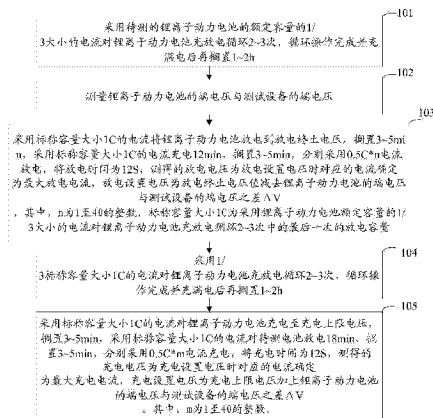
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种锂离子动力电池最大使用电流的确定方法

(57) 摘要

本发明公开了一种锂离子动力电池最大使用电流的确定方法,属于车用锂离子电池领域。所述方法包括:采用该电池额定容量的 1/3 的电流对其充放电 2~3 次,充满电后搁置 1~2h;测量该电池以及测试设备的端电压;采用标称容量大小 1C 的电流将该电池放电到放电终止电压,采用 1C 的电流充电 12min,分别采用 0.5C*n 电流放电,将放电时间为 12S,放电电压为放电设置电压时的电流确定为最大放电电流;采用 1/3C 电流对该电池充放电 2~3 次,充满电后搁置 1~2h;采用 1C 的电流对该电池充电至充电上限电压,采用 1C 的电流放电 18min,分别采用 0.5C*m 电流充电,将充电时间为 12S,充电电压为充电设置电压的电流确定为最大充电电流。本发明通过准确计算最大使用电流,避免过充电和过放电现象。



1. 一种锂离子动力电池最大使用电流的确定方法,其特征在于,所述方法包括:

采用待测的锂离子动力电池的额定容量的 1/3 大小的电流对所述锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次,循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h;

测量所述锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压;

采用标称容量大小 1C 的电流将所述锂离子动力电池放电到放电终止电压,搁置 3 ~ 5min,采用所述标称容量大小 1C 的电流充电 12min,搁置 3 ~ 5min,分别采用 $0.5C*n$ 电流放电,将放电时间为 12S,测得的放电电压为放电设置电压时对应的电流确定为最大放电电流 $I_{dis-max1}$,所述放电设置电压为放电终止电压值减去所述锂离子动力电池的端电压与所述测试设备的端电压之差 ΔV ,其中, $n \in [1, 40]$ 且为正整数,所述标称容量大小 1C 为采用所述锂离子动力电池额定容量的 1/3 大小的电流对所述锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次中的最后一次的放电容量;

采用标称容量大小 1C 的 1/3 的电流对所述锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次,循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h;

采用所述标称容量大小 1C 的电流对所述锂离子动力电池充电至充电上限电压,搁置 3 ~ 5min,采用所述标称容量大小 1C 的电流放电 18min,搁置 3 ~ 5min,分别采用 $0.5C*m$ 电流充电,将充电时间为 12S,测得的充电电压为充电设置电压时对应的电流确定为最大充电电流 $I_{charge-max1}$,所述充电设置电压为充电上限电压加上所述锂离子动力电池的端电压与所述测试设备的端电压之差 ΔV ,其中, $m \in [1, 40]$ 且为正整数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:测量当放电时间为 12S,放电电压为所述放电设置电压时的所述锂离子动力电池的正极极柱和中间位置的温度,当满足所述正极极柱与所述中间位置的温度的差值 $\Delta T1 \geq 25^\circ\text{C}$ 、所述正极极柱温度大于 50°C 、所述中间位置的温度大于 50°C 中的任一个或多个时,所述最大放电电流确定为 $I_{dis-max}$,且 $I_{dis-max} = I_{dis-max1} - 0.1C*a$,其中, a 为 1、2、3。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:测量当充电时间为 12S,充电电压为所述充电设置电压时的所述正极极柱和所述中间位置的温度,当满足所述正极极柱与所述中间位置的温度的差值 $\Delta T2 \geq 20^\circ\text{C}$ 、所述正极极柱的温度大于 45°C 、所述中间位置的温度大于 45°C 中的任一个或多个时,所述最大充电电流确定为 $I_{charge-max}$,且 $I_{charge-max} = I_{charge-max1} - 0.1C*b$,其中, b 为 1、2、3。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,所述中间位置为所述锂离子动力电池的壳体高度的 1/2 的加上所述正极极柱高度的 1/2 的位置。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h 之后,所述方法还包括:

观察所述锂离子动力电池的端电压 30min 内的变化是否为 0。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述锂离子动力电池的测试环境的温度为 $24.5 \sim 25.5^\circ\text{C}$ 。

7. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

将所述锂离子动力电池在所述测试环境的温度中搁置 4 ~ 5h。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述锂离子动力电池为金属、塑料硬壳、铝塑复合膜的软包锂离子动力电池中的一种。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述最大放电电流 $I_{dis-max}$ 与 $I_{dis-max1}$ 、所述最大充电电流 $I_{charge-max}$ 与 $I_{charge-max1}$ 均为整数,且满足小数部分 ≥ 0.8 时进位,小数部分 < 0.8 时舍去。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:利用测试导线,将所述锂离子动力电池的正负极分别与所述测试设备的正负极相连接,所述测试导线的电阻小于等于 $10m\Omega$ 。

一种锂离子动力电池最大使用电流的确定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及车用锂离子电池领域,特别涉及一种锂离子动力电池最大使用电流的确定方法。

背景技术

[0002] 锂离子动力电池由于其自身优点被广泛应用于电动车领域。但在锂离子动力电池的使用中发现,现有的软包锂离子动力电池,由于制作材料的选择、制作工艺、包装方式等不同,其单体承受电流的能力也千差万别。在实际使用中,可以采用 BMS (Battery Management System, 电池管理系统) 通过 BMC (Battery Monitoring Circuit, 电池监测回路) 和 BCU (Battery Control Unit, 电池组控制单元) 及时反馈电池的 SOC (State Of Charge, 剩余容量) 值来计算和监控该电池的真实状况。在不影响锂离子动力电池电性能的前提下,其所能承受的最大充电和放电电流可以为 BMS 管理提供准确的参考数据。

[0003] 现有技术采用瞬态脉冲法,在 0.1 ~ 1S 内对锂离子动力电池采用 5C ~ 20C 的电流进行充放电来确定其最大放电和充电电流。

[0004] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0005] 采用 5C ~ 20C 的大电流进行充放电时,会使锂离子动力电池的正极氧化物发生不可逆的反应,改变正极的结构,也会使负极的粘附能力发生改变,导致确定的最大充电和放电电流不准确,从而给电池管理系统带来监控难度,导致电池容易出现过充电或过放电现象,大大降低电池的使用寿命,进而增加新能源汽车的成本,严重影响 EV/HEV (Electric Vehicle/Hybrid Electric Vehicle, 电动汽车 / 混合动力车) 等新能源车的推广。此外,由于锂离子动力电池的最大充电和放电电流确定的不准确也会导致其充放电的电流选择不合理,如果充电电流选择太小,则充电时间长,发热量大,在造成浪费的同时整车使用不便;如果充电电流选择过大,对锂离子动力电池单体、BMS 及整车硬件要求高,投入较大,且出现安全风险的风险成倍增加。如果放电电流选择太小,在实际设计时需要的电池数量多,增加成本和整车重量,也增加了 BMC 和 BCU 的控制要求;如果放电电流选择较大,使用时导线、控制硬件容易发热和产生电磁干扰,同样在增加成本投入时,增加了控制难度和出现安全风险的可能。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术中锂离子动力电池最大充电和放电电流确定不准确的问题,本发明实施例提供了一种锂离子动力电池最大使用电流的确定方法。所述技术方案如下:

[0007] 本发明实施例提供了一种锂离子动力电池最大使用电流的确定方法,所述方法包括:

[0008] 采用待测的锂离子动力电池的额定容量的 1/3 大小的电流对所述锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次,循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h;

[0009] 测量所述锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压;

[0010] 采用标称容量大小 1C 的电流将所述锂离子动力电池放电到放电终止电压, 搁置 3 ~ 5min, 采用所述标称容量大小 1C 的电流充电 12min, 搁置 3 ~ 5min, 分别采用 $0.5C*n$ 电流放电, 将放电时间为 12S, 测得的放电电压为放电设置电压时对应的电流确定为最大放电电流 $I_{dis-max1}$, 所述放电设置电压为放电终止电压值减去所述锂离子动力电池的端电压与所述测试设备的端电压之差 ΔV , 其中, $n \in [1, 40]$ 且为正整数, 所述标称容量大小 1C 为采用所述锂离子动力电池额定容量的 $1/3$ 大小的电流对所述锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次中的最后一次的放电容量;

[0011] 采用标称容量大小 1C 的 $1/3$ 的电流对所述锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次, 循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h;

[0012] 采用所述标称容量大小 1C 的电流对所述锂离子动力电池充电至充电上限电压, 搁置 3 ~ 5min, 采用所述标称容量大小 1C 的电流放电 18min, 搁置 3 ~ 5min, 分别采用 $0.5C*m$ 电流充电, 将充电时间为 12S, 测得的充电电压为充电设置电压时对应的电流确定为最大充电电流 $I_{charge-max1}$, 所述充电设置电压为充电上限电压加上所述锂离子动力电池的端电压与所述测试设备的端电压之差 ΔV , 其中, $m \in [1, 40]$ 且为正整数。

[0013] 可选地, 所述方法还包括: 测量当放电时间为 12S, 放电电压为所述放电设置电压时的所述锂离子动力电池的正极极柱和中间位置的温度, 当满足所述正极极柱与所述中间位置的温度的差值 $\Delta T1 \geq 25^\circ\text{C}$ 、所述正极极柱温度大于 50°C 、所述中间位置的温度大于 50°C 中的任一个或多个时, 所述最大放电电流确定为 $I_{dis-max}$, 且 $I_{dis-max} = I_{dis-max1} - 0.1C*a$, 其中, a 为 1、2、3。

[0014] 可选地, 所述方法还包括: 测量当充电时间为 12S, 充电电压为所述充电设置电压时的所述正极极柱和所述中间位置的温度, 当满足所述正极极柱与所述中间位置的温度的差值 $\Delta T2 \geq 20^\circ\text{C}$ 、所述正极极柱的温度大于 45°C 、所述中间位置的温度大于 45°C 中的任一个或多个时, 所述最大充电电流确定为 $I_{charge-max}$, 且 $I_{charge-max} = I_{charge-max1} - 0.1C*b$, 其中, b 为 1、2、3。

[0015] 优选地, 所述中间位置为所述锂离子动力电池的壳体高度的 $1/2$ 的加上所述正极极柱高度的 $1/2$ 的位置。

[0016] 可选地, 在循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h 之后, 所述方法还包括:

[0017] 观察所述锂离子动力电池的端电压 30min 内的变化是否为 0。

[0018] 优选地, 所述锂离子动力电池的测试环境的温度为 $24.5 \sim 25.5^\circ\text{C}$ 。

[0019] 进一步地, 所述方法还包括:

[0020] 将所述锂离子动力电池在所述测试环境的温度中搁置 4 ~ 5h。

[0021] 可选地, 所述锂离子动力电池为金属、塑料硬壳、铝塑复合膜的软包锂离子动力电池中的一种。

[0022] 优选地, 所述最大放电电流 $I_{dis-max}$ 与 $I_{dis-max1}$ 、所述最大充电电流 $I_{charge-max}$ 与 $I_{charge-max1}$ 均为整数, 且满足小数部分 ≥ 0.8 时进位, 小数部分 < 0.8 时舍去。

[0023] 可选地, 所述方法还包括:

[0024] 利用测试导线, 将所述锂离子动力电池的正负极分别与所述测试设备的正负极相连接, 所述测试导线的电阻小于等于 $10\text{m}\Omega$ 。

[0025] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0026] 通过在锂离子动力电池的低 SOC 状态下,对其进行充电和放电,在不损坏电池电性能的前提下,通过确定多次充放电过程中,充放电时间为 12S,且放电电压和充电电压分别达到放电终止电压和充电上限电压时的电流,准确计算出电池所能承受的最大放电电流和最大充电电流,方便、快捷,数据处理简单,易掌握,有效的避免了锂离子动力电池的过充电和过放电现象,保证了电池的使用寿命,降低了新能源汽车的成本,并有利于其推广。此外,准确的最大充电和放电电流可以为锂离子动力电池实际的需要的充放电电流提供有力的参考,进而解决其充放电电流选择不合理而带来的各种问题。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图 1 是本发明实施例一提供的一种锂离子动力电池最大使用电流确定方法的流程图;

[0029] 图 2 是本发明实施例二提供的一种锂离子动力电池最大使用电流确定方法的流程图;

[0030] 图 2a 是本发明实施例二提供的确定锂离子动力电池的最大使用电流的过程中的温度传感器的布置示意图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0032] 实施例一

[0033] 本发明实施例提供了一种锂离子动力电池最大使用电流确定方法,参见图 1,方法包括:

[0034] 步骤 101:采用待测的锂离子动力电池的额定容量的 1/3 大小的电流对锂离子动力电池充放电循环 2~3 次,循环操作完成并充满电后再搁置 1~2h。

[0035] 步骤 102:测量锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压。

[0036] 步骤 103:采用标称容量大小 1C 的电流将锂离子动力电池放电到放电终止电压,搁置 3~5min,采用标称容量大小 1C 的电流充电 12min,搁置 3~5min,分别采用 $0.5C \cdot n$ 电流放电,将放电时间为 12S,测得的放电电压为放电设置电压时对应的电流确定为最大放电电流 $I_{dis-max1}$,放电设置电压为放电终止电压值减去锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压之差 ΔV ,其中, $n \in [1, 40]$ 且为正整数,标称容量大小 1C 为采用锂离子动力电池额定容量的 1/3 大小的电流对锂离子动力电池充放电循环 2~3 次中的最后一一次的放电容量。

[0037] 步骤 104:采用标称容量大小 1C 的 1/3 的电流对锂离子动力电池充放电循环 2~3 次,循环操作完成并充满电后再搁置 1~2h。

[0038] 步骤 105:采用标称容量大小 1C 的电流对锂离子动力电池充电至充电上限电压,

搁置 3 ~ 5min, 采用标称容量大小 1C 的电流对待测电池放电 18min, 搁置 3 ~ 5min, 分别采用 $0.5C \times m$ 电流充电, 将充电时间为 12S, 测得的充电电压为充电设置电压时对应的电流确定为最大充电电流 $I_{\text{charge-max1}}$, 充电设置电压为充电上限电压加上锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压之差 ΔV , 其中, $m \in [1, 40]$ 且为正整数。

[0039] 其中, 最大使用电流包括最大放电电流和最大充电电流, 放电终止电压和充电上限电压均由电池生产厂家提供, 通常锂离子动力电池的放电终止电压为 2.5V ~ 2.7V, 充电上限电压为 3.7V ~ 4.2V。

[0040] 本发明实施例通过在锂离子动力电池的低 SOC 状态下, 对其进行充电和放电, 在不损坏电池电性能的前提下, 通过确定多次充放电过程中, 充放电时间为 12S, 且放电电压和充电电压分别达到放电终止电压和充电上限电压时的电流, 准确计算出电池所能承受的最大放电电流和最大充电电流, 方便、快捷, 数据处理简单, 易掌握, 有效的避免了锂离子动力电池的过充电和过放电现象, 保证了电池的使用寿命, 降低了新能源汽车的成本, 并有利于其推广。此外, 准确的最大充电和放电电流可以为锂离子动力电池实际的需要所需的充放电电流提供有力的参考, 进而解决其充放电电流选择不合理而带来的各种问题。

[0041] 实施例二

[0042] 本发明实施例提供了一种锂离子动力电池最大使用电流确定方法, 参见图 2, 该方法包括:

[0043] 步骤 201: 利用测试导线, 将锂离子动力电池的正负极分别与测试设备的正负极相连, 并确保牢固。

[0044] 其中, 测试设备为高精度的交流电转换为直流电的锂离子动力电池测试设备。在本实施例中, 测试设备的电流分辨率 0.0001A, 电压分辨率为 0.0001V, 数据记录分辨率为 0.001S, 且测试设备的最大量程电流为锂离子动力电池实际放电容量的 15 ~ 20 倍。

[0045] 具体实现时, 还需要测试导线的电阻小于等于 $10\text{m}\Omega$, 即需要测量锂离子动力电池正极与测量导线的接触内阻以及负极与测量导线的接触内阻, 保证前述两者均在可控范围内, 以减小误差保证结果的准确性。需要说明的是, 接触内阻的具体控制范围还可能因测试设备、电池极耳等的不同而不同。

[0046] 需要说明的是, 可以采用扭力扳手, 使锂离子动力电池与测试设备的连接达到扭力值来保证连接的牢固。

[0047] 在本实施例中, 锂离子动力电池为金属、塑料硬壳、铝塑复合膜的软包锂离子动力电池中的一种。

[0048] 步骤 202: 将锂离子动力电池在测试环境的温度中搁置 4 ~ 5h。

[0049] 优选地, 锂离子动力电池的测试环境的温度为 24.5 ~ 25.5°C。开启环境温度控制电源, 并调节环境的温度, 当监测到温度为 25°C 时, 将锂离子动力电池搁置其中 4 ~ 5h, 在室温下搁置足够长的时间, 使锂离子动力电池内部和外部环境温度达到基本一致, 且稳定。

[0050] 步骤 203: 采用锂离子动力电池的额定容量的 1/3 大小的电流对锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次, 循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h。

[0051] 对锂离子动力电池先进行 2 ~ 3 次的充放电测试, 以保证待测的锂离子动力电池可以完成稳定的充放电。循环操作完成并充满电后再将锂离子动力电池搁置 1 ~ 2h, 以保证待测的电池充电后的电流、电压等已经达到稳定状态。

[0052] 该方法还可以包括：观察锂离子动力电池的电压 30min 内的变化是否为 0。该步骤在步骤 203 之后进行。当观察到 30min 内的电压变化时，可以继续延长观察时间，通常 30min 已经足够长，待测的锂离子动力电池已经稳定，即电压不再变化；当观察到电压不再变化时，可以继续进行下一步。通过观察待测的锂离子动力电池的电压的变化情况，进一步保证待测的锂离子动力电池已经达到稳定状态，进而保证测试结果的准确性。

[0053] 步骤 204：测量锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压。

[0054] 具体地，可以采用万用表（例如，五位半数万用表）测量待测的锂离子动力电池的端电压和测试设备的端电压。

[0055] 实现时，在步骤 204 之后该方法还可以包括：计算锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压之差 ΔV ，以方便后续步骤使用。 ΔV 实质是测试导线的电压损耗。

[0056] 步骤 205：采用标称容量大小 1C 的电流将锂离子动力电池放电到放电终止电压，搁置 3 ~ 5min，采用标称容量大小 1C 的电流充电 12min，搁置 3 ~ 5min，分别采用 $0.5C*n$ 电流放电，将放电时间为 12S，测得的放电电压为放电设置电压时对应的电流确定为最大放电电流 $I_{dis-max1}$ ，放电设置电压为放电终止电压值减去锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压之差 ΔV ，其中， $n \in [1, 40]$ 且为正整数。

[0057] 标称容量大小 1C 为采用锂离子动力电池额定容量的 1/3 大小的电流对锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次中的最后一次的放电容量。由于电池厂家提供的锂离子动力电池的标称容量往往小于其实际的容量值，还有测试环境和设备的不同，锂离子动力电池 1C 的值也会有所不同，为了测试结果更准确，所以在本发明中重新定义了锂离子动力电池的标称容量大小 1C。

[0058] 采用标称容量大小 1C 的电流充电 12min，使待测的锂离子动力电池的电量为 20%，而不是处于完全放电的状态，可以有效地防止再次充电时的电池极化现象。这里的充电时间为多次试验后得到的结果。

[0059] 在本实施例中，该方法还包括测量当放电时间为 12S，且放电电压为放电设置电压时的锂离子动力电池的正极极柱和中间位置的温度，当满足正极极柱与中间位置的温度的差值 $\Delta T1 \geq 25^\circ\text{C}$ 、正极极柱温度大于 50°C 、中间位置的温度大于 50°C 中的任一个或多个时，最大放电电流确定为 $I_{dis-max}$ ，且 $I_{dis-max} = I_{dis-max1} - 0.1C*a$ ，其中， a 为 1、2、3。也就是说，步骤 205 还需要满足正极极柱与中间位置的温度差值 $\Delta T1 \leq 25^\circ\text{C}$ ，且正极极柱和中间位置的温度都不大于 50°C 。

[0060] 相应地，在锂离子动力电池上安装至少 2 只温度传感器，1 只固定在电池中间位置，以采集锂离子动力电池中心表面的温度数据，另 1 只固定在正极极柱处采集正极的温度数据。

[0061] 其中，中间位置为锂离子动力电池的壳体高度的 1/2 的加上正极极柱高度的 1/2 的位置。参见图 2a，41a 和 41b 分别为正负极极柱、43 为测试导线、44 和 45 为两只温度传感器、46 为壳体，B 为锂离子动力电池的壳体高度的 1/2，C 正极极柱高度的 1/2，A 为中间位置。

[0062] 步骤 206：采用标称容量大小 1C 的 1/3 的电流对锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次，循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h。

[0063] 对锂离子动力电池充放电循环 2 ~ 3 次，循环操作完成并充满电后再搁置 1 ~ 2h，

使其内部充分平衡、材料结构恢复,消除极化造成的 SEI (Solid Electrolyte Interface, 固体电解质界面) 膜不平整,从而保证测试结果的准确性。

[0064] 同样地,在步骤 206 之后也可以采用观察到锂离子动力电池的电压 30min 内的变化是否为 0,来确定锂离子动力电池是否达到稳定状态。

[0065] 步骤 207:采用标称容量大小 1C 的电流对锂离子动力电池充电至充电上限电压,搁置 3~5min,采用标称容量大小 1C 的电流对锂离子动力电池放电 18min,搁置 3~5min,分别采用 $0.5C \times m$ 电流充电,将充电时间为 12S,测得的充电电压为充电设置电压时对应的电流确定为最大充电电流 $I_{\text{charge-max1}}$,充电设置电压为充电上限电压加上锂离子动力电池的端电压与测试设备的端电压之差 ΔV ,其中, $m \in [1, 40]$ 且为正整数。

[0066] 采用标称容量大小 1C 的电流放电 18min,使待测的锂离子动力电池的电量为 70%,以防止大电流充电时电池极化过大引起的内部副反应过多,这里的放电时间也为多次试验后得到的结果。

[0067] 在本实施例中,该方法还包括:测量当充电时间为 12S,且充电电压为充电设置电压时的正极极柱和中间位置的温度,当满足正极极柱与中间位置的温度的差值 $\Delta T2 \geq 20^\circ\text{C}$ 、正极极柱的温度大于 45°C 、中间位置的温度大于 45°C 中的任一个或多个时,最大充电电流为 $I_{\text{charge-max}}$,且 $I_{\text{charge-max}} = I_{\text{charge-max1}} - 0.1C \times b$,其中, b 为 1、2、3。也就是说,步骤 207 还应该满足正极极柱与中间位置的温度差值 $\Delta T2 \leq 20^\circ\text{C}$,且正极极柱和中间位置的温度都不大于 45°C 。

[0068] 实现时,最大放电电流 $I_{\text{dis-max}}$ 与 $I_{\text{dis-max1}}$ 、最大充电电流 $I_{\text{charge-max}}$ 与 $I_{\text{charge-max1}}$ 均为整数,且满足小数部分 ≥ 0.8 时进位,小数部分 < 0.8 时舍去。

[0069] 在步骤 205 和 207 中,搁置 3~5min,优选的为 5min。为了保证测试的结果的准确性,每次搁置的时间都应当相同,例如,均为 5min。需要说明的是,搁置的时间还会受到待测的锂离子动力电池的精确度等条件的影响,故还可以根据具体的待测的电池适当的延长或缩短搁置的时间。

[0070] 需要说明的是,在实现的过程中,一般严格要求当放电时间为 12S,放电电压和充电电压必须分别正好等于放电设置电压和充电设置电压。但是因测试环境等的影响,此时的放电电压和充电电压也可以分别在放电设置电压和充电设置电压的上下浮动。容易理解地,该浮动越小越好,通常接近率应该为 99.999%。

[0071] 下面以钢壳磷酸铁锂材料的 45Ah 锂离子动力电池的最大充电电流 $I_{\text{charge-max}}$ 和最大放电电流 $I_{\text{dis-max}}$ 确定过程为例对步骤 201~206 进行说明。其中,电池厂家提供的充电上限电压为 3.7V,放电终止电压为 2.5V。

[0072] 将该锂离子动力电池固定在测试设备的正负极导线上,确保牢固后,测试电池正、负极极柱与测量导线的接触内阻,正极与测量导线为 $3\text{m}\Omega$,负极与测量导线为 $0.8\text{m}\Omega$ 。同时将 1 只温度传感器位固定在中间位置(参见图 2a,该电池的壳体高度为 180mm,正极极柱高度为 20mm,则中间位置为高度方向的 $(180+20/2)/2=95\text{mm}$ 处),另 1 只固定在正极极柱处。

[0073] 开启环境温度控制电源,使该锂离子动力电池在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 环境下搁置 4~5h。然后,开启测试设备电源,用厂家提供的电池额定容量 45Ah 的 $1/3$ 大小的电流做 3 圈稳定充放电测试,充满电后搁置 1~2h,当观察到该电池的电压在 30min 内的变化为 0 时,用万用表测量该电池的端电压与测试设备的端电压,并计算前述两者的差值 ΔV ,得到

$\Delta V=0.003V$ 。同时测量得到标称容量大小 $1C=45.5237Ah$ 。

[0074] 采用 $1C$ 电流将该电池放电到 $2.5V$ ，搁置 $5min$ ，采用标称容量大小 $1C$ 的电流充电 $12min$ ，搁置 $5min$ ，分别采用 $0.5C*n$ （其中 $n=1、2、3、\dots、16$ ）的电流放电，此时的放电设置电压为 $2.497V$ 。测试数据见表 1：

[0075] 表 1 最大放电电流测试数据

[0076]

序号	电流	时间	对应电压	正极温度	中间温度	ΔT
1	22.7618A	12S	3.0135V	25.07℃	25.53℃	0.46℃
2	45.5237A	12S	3.0110V	25.97℃	26.74℃	0.77℃
3	68.2855A	12S	3.0091V	28.08℃	29.94℃	1.86℃
.....						
14	341.4277A	12S	2.5333V	32.41℃	38.97℃	6.56℃
15	364.1896A	12S	2.4971V	33.25℃	41.72℃	8.47℃
16	386.9514A	9.75S	2.4968V	35.22℃	44.92℃	9.7℃

[0077] 通过上述数据可以看出该 $45Ah$ 磷酸铁锂钢壳电池的最大放电电流 $I_{dis-max}=364A$ 。

[0078] 最大放电电流测试完成以后，采用标称容量大小 $1C$ 的 $1/3$ 的电流充放电循环 3 次，充满电后搁置 $1 \sim 2h$ ，当观察该电池的电压在 $30min$ 内的变化为 0 时，采用标称容量大小 $1C$ 的电流对该电池充电至 $3.7V$ ，搁置 $5min$ ，采用标称容量大小 $1C$ 的电流对电池放电 $18min$ ，搁置 $5min$ ，分别采用 $0.5C*m$ （其中 $m=1、2、3、\dots、8$ ）的电流充电，此时的充电设置电压为 $3.703V$ 。测试数据见表 2：

[0079] 表 2 最大充电电流测试结果一

[0080]

序号	电流	时间	对应电压	正极温度	中间温度	ΔT
1	22.7618A	12S	3.3933V	25.07℃	25.01℃	-0.06℃
2	45.5237A	12S	3.4532V	26.38℃	26.74℃	0.36℃
3	68.2855A	12S	3.4811V	29.99℃	29.94℃	-0.05℃
.....						
7	182.0948A	12S	3.6924V	39.75℃	41.11℃	1.36℃
8	203.5665A	12S	3.7036V	45.96℃	47.73℃	1.77℃

[0081] 从表 2 可以看出在 $I_{charge-max1}=203.5665A$ 时，电池中间温度大于 $45℃$ ，则此时，

$I_{\text{charge-max}}=203.5665-0.1C*b$, 其中, $b=1,2,3$ 。测试数据见表 3:

[0082] 表 3 最大充电电流测试结果二

[0083]

序号	电流	时间	对应电压	正极温度	中间温度	ΔT
1	199.0141A	12S	3.7003V	44.07°C	45.01°C	0.94°C
2	194.4618A	12S	3.6991V	43.33°C	44.68°C	1.35°C
3	189.9095A	12S	3.6972V	43.71°C	44.44°C	0.73°C

[0084] 由表 3 可以看出通过温度修正后的该 45Ah 磷酸铁锂电池的最大充电电流 $I_{\text{charge-max}}$ 为 194A。

[0085] 本发明实施例通过在锂离子动力电池的低 SOC 状态下, 对其进行充电和放电, 在不损坏电池电性能的前提下, 通过确定多次充放电过程中, 充放电时间为 12S, 且放电电压和充电电压分别达到放电终止电压和充电上限电压时的电流, 准确计算出电池所能承受的最大放电电流和最大充电电流, 方便、快捷, 数据处理简单, 易掌握, 有效的避免了锂离子动力电池的过充电和过放电现象, 保证了电池的使用寿命, 降低了新能源汽车的成本, 并有利于其推广。此外, 准确的最大充电和放电电流可以为锂离子动力电池实际的需要的充放电电流提供有力的参考, 进而解决其充放电电流选择不合理而带来的各种问题。

[0086] 以上所述仅为本发明的较佳实施例, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

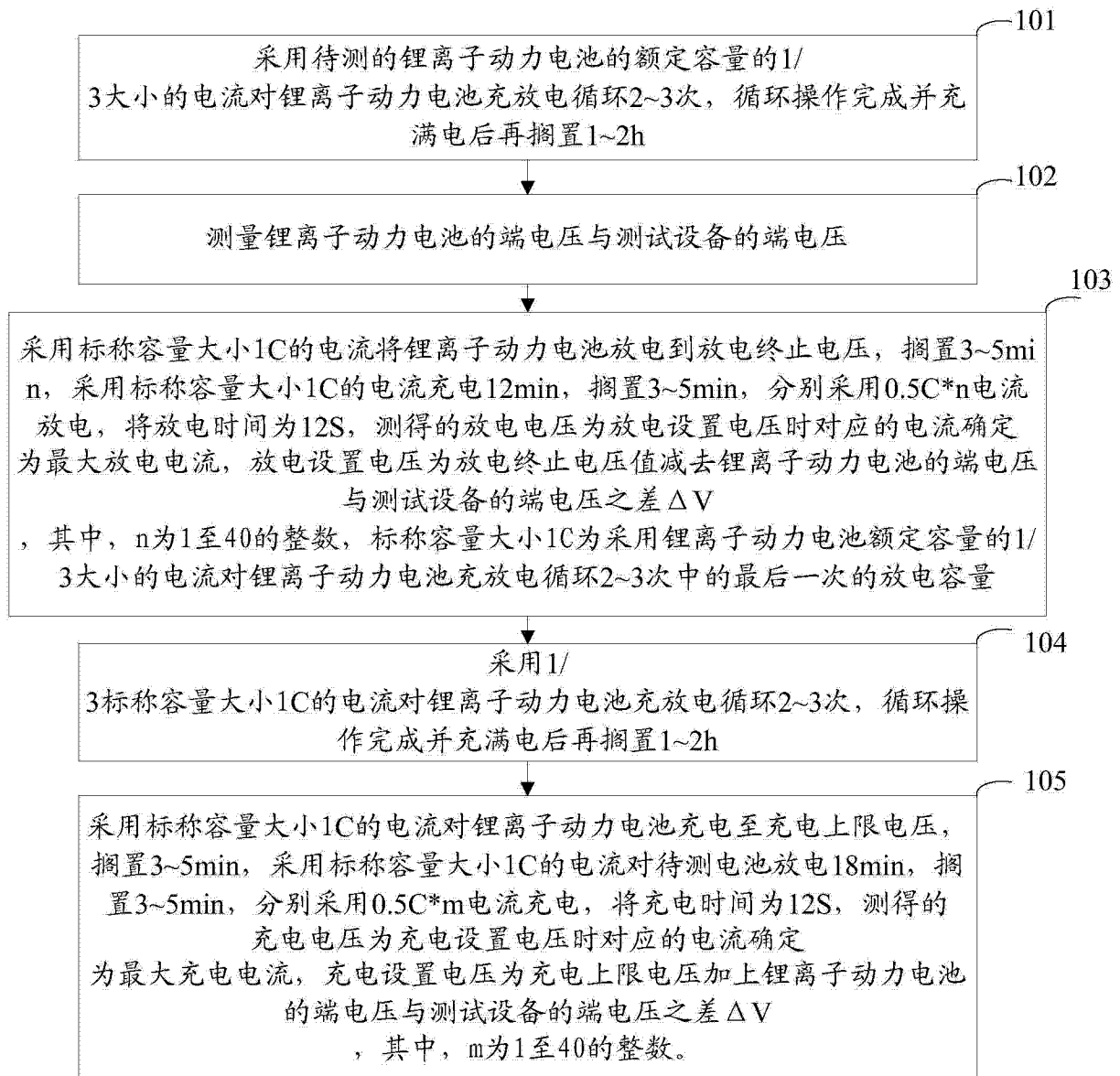


图 1

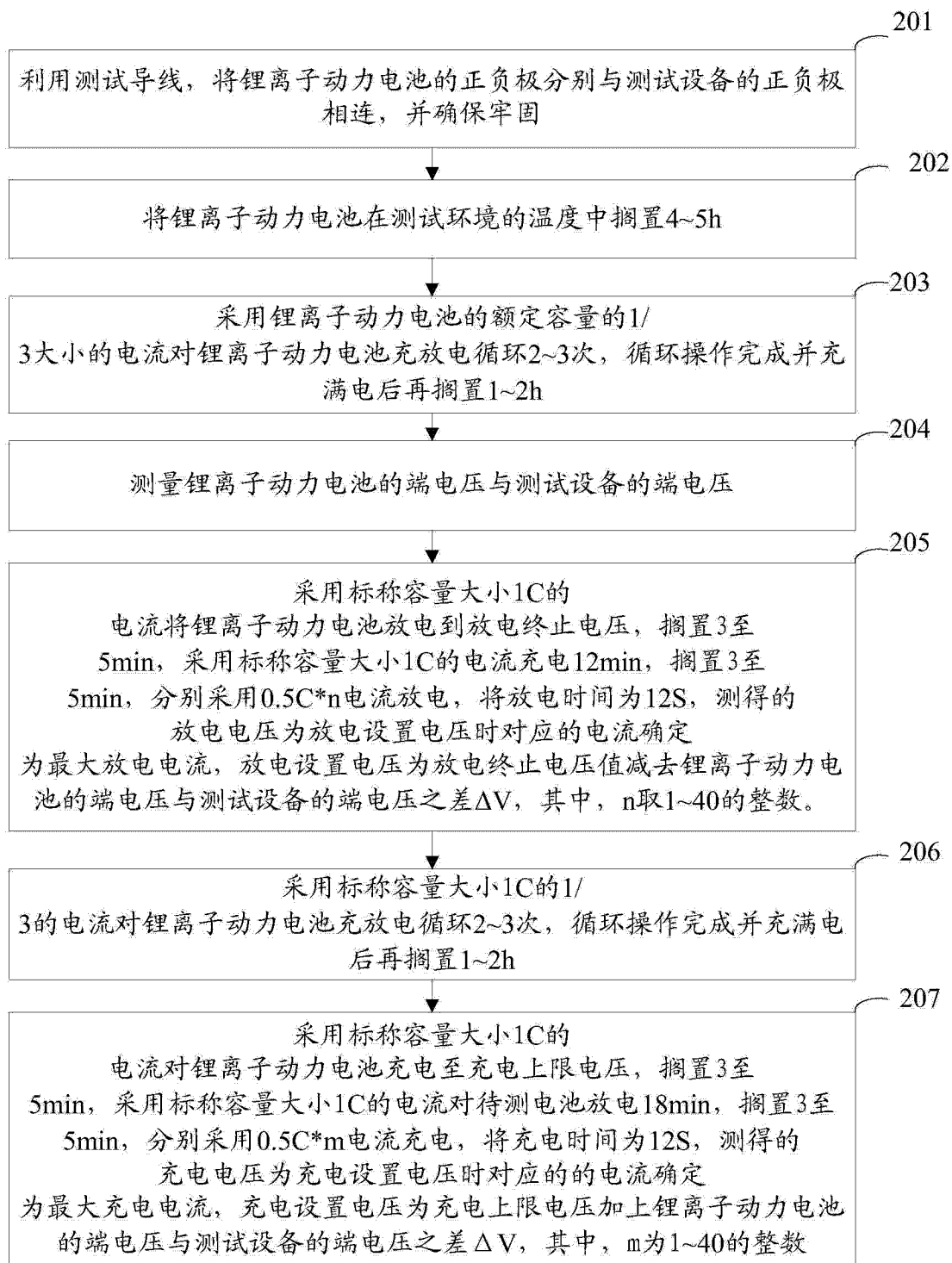


图 2

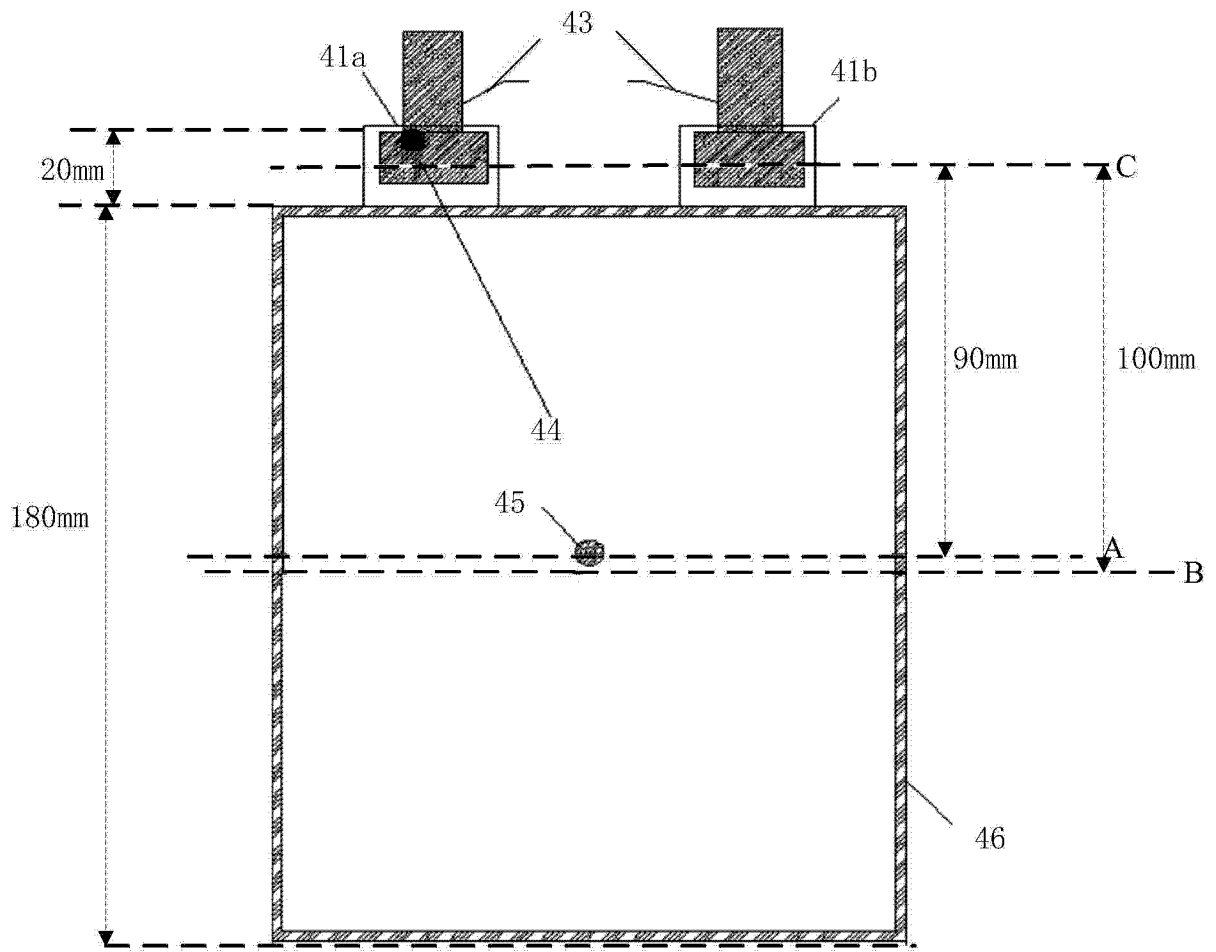


图 2a