



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103823188 B

(45) 授权公告日 2016.06.08

(21) 申请号 201410063213.9

(22) 申请日 2014.02.25

(73) 专利权人 宁德时代新能源科技股份有限公司

地址 352100 福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号

(72) 发明人 李春青 庄铭军

(74) 专利代理机构 北京五洲洋和知识产权代理有限公司 (普通合伙) 11387

代理人 张向琨

(51) Int. Cl.

G01R 31/36(2006.01)

(56) 对比文件

US 2001/0022518 A1, 2001.09.20,

CN 101706556 A, 2010.05.12,

CN 102445665 A, 2012.05.09,

CN 102790408 A, 2012.11.21,

李勃等. 蓄电池剩余放电时间综合分析模型研究. 《煤炭技术》. 2011, 第30卷(第12期), 第51-53页.

杨浩等. 基于统计模型的燃料电池发动机健康状态估计. 《佳木斯大学学报(自然科学版)》. 2013, 第31卷(第4期), 第496-500页.

审查员 张丽萍

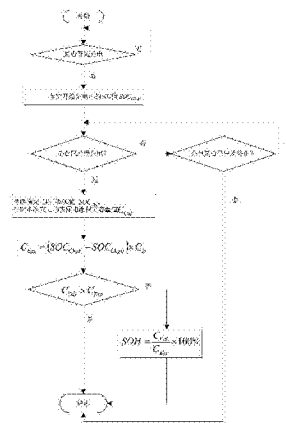
权利要求书2页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

锂离子电池组健康状态的评估方法

(57) 摘要

本发明提供了一种锂离子电池组健康状态的评估方法,其中,在充放电机上对带有电池管理系统的锂离子电池组进行充电并基于开始充电到满充电截止过程进行锂离子电池组健康状态的计算,SOH按下式计算,SOH = C<sub>Cal</sub>/C<sub>Exp</sub> × 100%, C<sub>Cal</sub>为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组的实际电流积分容量值, C<sub>Cal</sub> = ∫<sub>t<sub>0</sub></sub><sup>t<sub>n</sub></sup> Idt, I为充电电流, t<sub>0</sub>为充电起始时间, t<sub>n</sub>为充电截止时间; C<sub>Exp</sub>为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组应该具有的容量值, C<sub>Exp</sub> = (SOC<sub>ChgF</sub> - SOC<sub>Chg0</sub>) × C<sub>R</sub>, C<sub>R</sub>为锂离子电池组的标称容量值; SOC<sub>ChgF</sub>为满充电截止时的SOC值, SOC<sub>Chg0</sub>为启动充电时刻的SOC值; 满充电截止的判断标准为: 锂电池组充电电压达到 V<sub>reated</sub> × N 且 I ≤ 0.1C, 其中 V<sub>reated</sub>为锂电池组中的各个电池的满充电电压, N为锂电池组中串联的电池的个数; 如果 C<sub>Cal</sub> > C<sub>Exp</sub>, 则这次值舍去不用. 由此, 提高了SOH的估算的准确性以及真实性.



1. 一种锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于,

在充放电机上对带有电池管理系统的锂电池组进行充电并基于开始充电到满充电截止过程进行锂离子电池组健康状态的计算,其中SOH按下式计算,

$$SOH = \frac{C_{Cal}}{C_{Exp}} \times 100\%$$

其中,

$C_{Cal}$ 为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组的实际电流积分容量值,  $C_{Cal} = \int_{t_0}^{t_n} I dt$ ,

其中,I为充电电流, $t_0$ 为充电起始时间, $t_n$ 为充电截止时间;

$C_{Exp}$ 为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组应该具有的容量值,  $C_{Exp} = (SOC_{ChgF} - SOC_{Chg0}) \times C_R$ ,  $C_R$ 为锂离子电池组的标称容量值;

其中, $SOC_{ChgF}$ 为满充电截止时的SOC值, $SOC_{Chg0}$ 为启动充电时刻的SOC值;

满充电截止的判断标准为:锂电池组充电电压达到 $V_{reated} \times N$ 且 $I \leq 0.1C$ ,其中 $V_{reated}$ 为锂电池组中的各个电池的满充电电压, $N$ 为锂电池组中串联的电池的个数;

如果 $C_{Cal} > C_{Exp}$ ,则这次值舍去不用;

$SOC_{ChgF}$ 以及 $SOC_{Chg0}$ 的计算过程为:

针对在充放电机上对带有电池管理系统的锂离子电池组进行充电以及开始充电到满充电截止过程:

(1)由充放电机的上位机读取充放电机的充电累积容量积分值 $C_{Bench\_c}$ 以及由电池管理系统的CAN报文读取电池管理系统的充电累积容量积分值 $C_{BMS\_c}$ ;

(2)确定充电修正系数 $K_c$ ,其中,

$$K_c = \frac{C_{Bench\_c}}{C_{BMS\_c}}$$

(3)确定电池组中电池的剩余容量:

当电池组处于充电状态时,经过 $\Delta t$ 时间后的电池容量的变化值为 $\Delta C_c = K_c \times I \times \Delta t$ ,其中 $I$ 为流经电池组的充电电流值,计算得出电池组的剩余容量为 $C_t = C_0 + \Delta C_c$ ;

(4)当 $\Delta t = 0$ 时 $C_t = C_0$ , $SOC_{Chg0}$ 的计算过程为:

$$SOC_{Chg0} = \frac{C_t}{C_R} = \frac{C_0}{C_R}$$

当 $\Delta t$ 为满充截止时的时间时, $SOC_{ChgF}$ 的计算过程为:

$$SOC_{ChgF} = \frac{C_t}{C_R}$$

2. 根据权利要求1所述的锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于,取 $n$ 次SOH的平均值最为最终的SOH值。

3. 根据权利要求2所述的锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于, $n$ 为4。

4. 根据权利要求1所述的锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于,锂电池组的电池为磷酸铁锂电池,磷酸铁锂电池的满充电电压为3.65V。

5. 根据权利要求1所述的锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于,锂电池组的

电池为锰酸锂电池,锰酸锂电池的满充电电压为4.2V。

6.根据权利要求1所述的锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于,充放电机的电流为0C~1C。

7.根据权利要求1所述的锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于, $K_c$ 值为0.8~1.2。

8.根据权利要求7所述的锂离子电池组健康状态的评估方法,其特征在于,当 $K_c$ 值不在0.8~1.2的范围内时,使 $K_c$ 的值默认为1。

## 锂离子电池组健康状态的评估方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及锂离子电池领域,尤其涉及一种锂离子电池组健康状态的评估方法。

### 背景技术

[0002] 现有技术中对锂离子电池组健康状态的评估主要采用计算直流内阻的方式来评估电池组的健康状态,用电池组出厂时的直流内阻除以电池组当前的直流内阻的百分比来表示SOH(state of health):

$$[0003] \quad SOH = \frac{R_{DCR}}{R_{DCC}} \times 100\%$$

[0004] 其中, $R_{DCR}$ 为电池组出厂时的直流内阻, $R_{DCC}$ 为电池组当前的直流内阻。

[0005] 依据电池组的直流内阻会随着电池组的电池的老化而逐渐增加, $R_{DCC}$ 的计算采用两次电流激励测量电流激励时刻的电压值:

$$[0006] \quad R_{DCC} = \frac{|U_1 - U_2|}{|I_1 - I_2|}$$

[0007] 其中, $I_1$ 、 $I_2$ 为两次电流激励的电流值, $U_1$ 、 $U_2$ 为两次电流激励时对应的电压值。

[0008] 但是上述方法的误差来源于两个方面:电池组的 $R_{DCC}$ 在不同SOC(电池组的荷电状态,State of Charge)状态下会有变化,SOC越高 $R_{DCC}$ 越小,SOC越低 $R_{DCC}$ 越大;此外 $R_{DCC}$ 值在不同的温度也会有变化,温度越高 $R_{DCC}$ 越小,温度越低 $R_{DCC}$ 越大。

### 发明内容

[0009] 鉴于背景技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种锂离子电池组健康状态的评估方法,其避免现有技术中由于SOC值及温度变化所带来的不准确性。

[0010] 为了实现上述目的,本发明提供了一种锂离子电池组健康状态的评估方法,其中,在充放电机上对带有电池管理系统的锂电池组进行充电并基于开始充电到满充电截止过程进行锂离子电池组健康状态的计算,SOH按下式计算,

$$[0011] \quad SOH = \frac{C_{Cal}}{C_{Exp}} \times 100\%$$

[0012] 其中,

[0013]  $C_{Cal}$ 为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组的实际电流积分容量值,

$C_{Cal} = \int_{t_0}^{t_n} I dt$ ,其中, $I$ 为充电电流, $t_0$ 为充电起始时间, $t_n$ 为充电截止时间;

[0014]  $C_{Exp}$ 为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组应该具有的容量值, $C_{Exp} = (SOC_{ChgF} - SOC_{Chg0}) \times C_R$ , $C_R$ 为锂离子电池组的标称容量值;

[0015] 其中, $SOC_{ChgF}$ 为满充电截止时的SOC值, $SOC_{Chg0}$ 为启动充电时刻的SOC值;

[0016] 满充电截止的判断标准为:锂电池组充电电压达到 $V_{reated} \times N$ 且 $I \leq 0.1C$ ,其中 $V_{reated}$ 为锂电池组中的各个电池的满充电电压, $N$ 为锂电池组中串联的电池的个数;

[0017] 如果 $C_{Ca1} > C_{Exp}$ ,则这次值舍去不用。

[0018] 本发明的有益效果如下:

[0019] 本发明避免了现有技术中直流内阻估算SOH时由于电池组自身使用而造成内阻的增加、从而导致激励电压值的变化、进而直接影响SOH的估算的准确性的缺陷,从而本发明提高了SOH的估算的准确性;基于充电过程SOC值、电流积分容量、电池组的标称容量,能够避免现有技术中由于SOC值及温度变化所带来的不准确性,从而在提高估算SOH的真实性。

#### 附图说明

[0020] 图1为根据本发明的锂离子电池组健康状态的评估方法的流程图。

[0021] 图2为依据本发明的锂离子电池组健康状态的评估方法中的电池组的剩余容量的计算方法的流程图。

#### 具体实施方式

[0022] 下面参照附图来详细说明根据本发明的锂离子电池组健康状态的评估方法。

[0023] 参照图1,根据本发明的锂离子电池组健康状态的评估方法,其中,在充放电机上对带有电池管理系统的锂电池组进行充电并基于开始充电到满充电截止过程进行锂离子电池组健康状态的计算,SOH按下式计算,

$$[0024] \quad SOH = \frac{C_{Cat}}{C_{Exp}} \times 100\%$$

[0025] 其中,

[0026]  $C_{Ca1}$ 为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组的实际电流积分容量值,  
 $C_{Cat} = \int_{t_0}^{t_n} Idt$ ,其中,I为充电电流, $t_0$ 为充电起始时间, $t_n$ 为充电截止时间;

[0027]  $C_{Exp}$ 为从开始充电到满充电截止时锂离子电池组应该具有的容量值, $C_{Exp} = (SOC_{ChgF} - SOC_{Chg0}) \times C_R$ , $C_R$ 为锂离子电池组的标称容量值;

[0028] 其中, $SOC_{ChgF}$ 为满充电截止时的SOC值, $SOC_{Chg0}$ 为启动充电时刻的SOC值;

[0029] 满充电截止的判断标准为:锂电池组充电电压达到 $V_{reated} \times N$ 且 $I \leq 0.1C$ ,其中 $V_{reated}$ 为锂电池组中的各个电池的满充电电压, $N$ 为锂电池组中串联的电池的个数;

[0030] 如果 $C_{Ca1} > C_{Exp}$ ,则这次值舍去不用。

[0031] 在根据本发明所述的锂离子电池组健康状态的评估方法中,取n次SOH的平均值最为最终的SOH值。优选地,n为4。

[0032] 在根据本发明所述的锂离子电池组健康状态的评估方法中,锂电池组的电池可为磷酸铁锂电池,磷酸铁锂电池的满充电电压可为3.65V。

[0033] 在根据本发明所述的锂离子电池组健康状态的评估方法中,锂电池组的电池可为锰酸锂电池,锰酸锂电池的满充电电压可为4.2V。

[0034] 在根据本发明所述的锂离子电池组健康状态的评估方法中,在一实施例中,参照图2, $SOC_{ChgF}$ 以及 $SOC_{Chg0}$ 的计算过程可为:

[0035] 针对在充放电机上对带有电池管理系统的锂离子电池组进行充电以及开始充电到满充电截止过程:

[0036] (1)由充放电机的上位机读取充放电机的充电累积容量积分值 $C_{Bench\_c}$ 以及由电池管理系统的CAN报文读取电池管理系统的充电累积容量积分值 $C_{BMS\_c}$ ;

[0037] (2)确定充电修正系数 $K_c$ ,其中,

[0038] 充电修正系数 $K_c$ 为: 
$$K_c = \frac{C_{Bench\_c}}{C_{BMS\_c}}$$

[0039] (3)确定电池组中电池的剩余容量:

[0040] 当电池组处于充电状态时,经过 $\Delta t$ 时间后的电池容量的变化值为 $\Delta C_c = K_c \times I \times \Delta t$ ,其中 $I$ 为流经电池组的充电电流值,计算得出电池组的剩余容量为 $C_t = C_0 + \Delta C_c$ );

[0041] (4)当 $\Delta t = 0$ 时 $C_t = C_0$ , $SOC_{Chg0}$ 的计算过程为:

[0042] 
$$SOC_{Chg0} = \frac{C_t}{C_R} = \frac{C_0}{C_R}$$

[0043] 当 $\Delta t$ 为满充截止时的时间时, $SOC_{ChgF}$ 的计算过程为:

[0044] 
$$SOC_{ChgF} = \frac{C_t}{C_R}$$

[0045] 在根据本发明所述的锂离子电池组健康状态的评估方法中,充放电机的电流可为 $0C \sim 1C$ 。充放电机可为AV900充放电机。电池管理系统可为派司德BSB-1XX。

[0046] 在根据本发明所述的锂离子电池组健康状态的评估方法中, $K_c$ 值可为 $0.8 \sim 1.2$ 。优选地,当 $K_c$ 值不在 $0.8 \sim 1.2$ 的范围内时,使 $K_c$ 的值默认为1。

[0047] 本发明的有益效果如下:本发明避免了现有技术中直流内阻估算SOH时由于电池组自身使用而造成内阻的增加、从而导致激励电压值的变化、进而直接影响SOH的估算的准确性的缺陷,从而本发明提高了SOH的估算的准确性;基于充电过程SOC值、电流积分容量、电池组的标称容量,能够避免现有技术中由于SOC值及温度变化所带来的不准确性,从而在提高估算SOH的真实性。

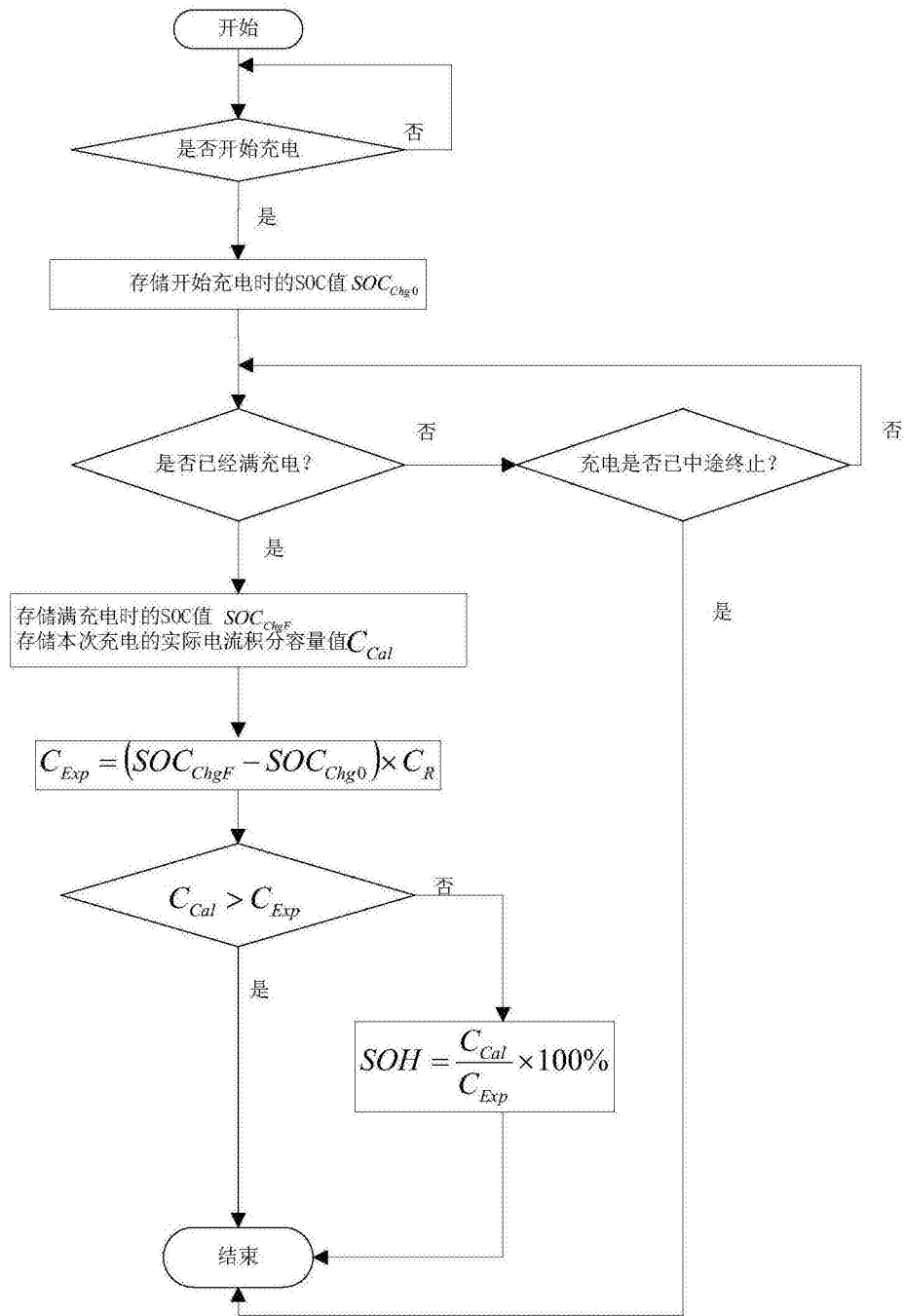


图1

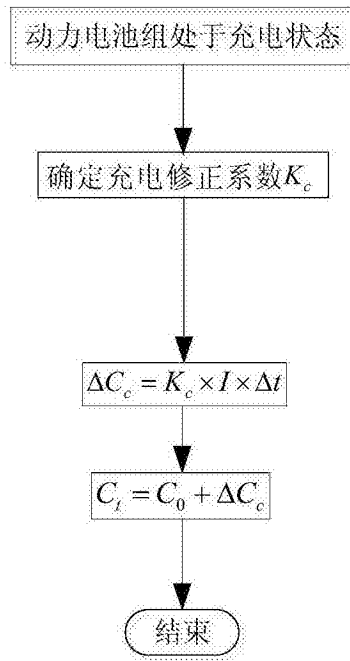


图2