



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112051504 A

(43) 申请公布日 2020.12.08

(21) 申请号 202010813986.X

(22) 申请日 2020.08.13

(71) 申请人 联合汽车电子有限公司

地址 201206 上海市浦东新区榕桥路555号

(72) 发明人 肖鹏飞 程思 底翔

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所(普通合伙) 31237

代理人 曹廷廷

(51) Int. Cl.

G01R 31/367 (2019.01)

G01R 31/388 (2019.01)

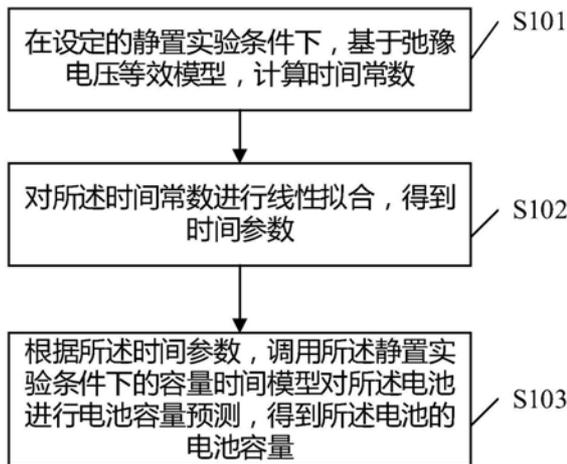
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

电池容量的预测方法、装置、终端及计算机可读存储介质

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种电池容量的预测方法、装置、终端及计算机可读存储介质,其中所述电池容量的预测方法包括:在设定的静置实验条件下,基于弛豫电压等效模型,计算所述电池的时间常数,对时间常数进行线性拟合,得到时间参数;根据时间参数调用设定的静置实验条件下的容量时间模型度电池进行电池容量预测,得到电池的电池容量。通过实施本申请,能解决现有电池容量的预测方法中存在的预测时长较长、预测精度较低等问题。



1. 一种电池容量的预测方法,其特征在于,所述电池容量的预测方法包括:

在设定的静置实验条件下,基于弛豫电压等效模型,计算所述电池的时间常数,所述弛豫电压等效模型用于指示在开路状态下所述电池的等效电路图,所述时间常数用于反映所述电池从电流卸载瞬间到达开路状态的过程中的电压变化速率;

对所述时间常数进行线性拟合,得到时间参数;

根据所述时间参数,调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

2. 根据权利要求1所述的电池容量的预测方法,其特征在于,所述容量时间模型为预先存储的,或者,为根据所述设定的静置实验条件下的实验数据建立的模型。

3. 根据权利要求1所述的电池容量的预测方法,其特征在于,所述时间参数包括斜率,所述容量时间模型为容量斜率模型,所述根据所述时间参数,调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量包括:

根据所述斜率,调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

4. 根据权利要求1所述的电池容量的预测方法,其特征在于,所述时间参数包括截距,所述容量时间模型为容量截距模型,所述根据所述时间参数,调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量包括:

根据所述截距,调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

5. 根据权利要求1所述的电池容量的预测方法,其特征在于,所述时间参数包括斜率和截距,所述根据所述时间参数,调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量包括:

根据所述斜率,调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测,得到第一预测量;

根据所述截距,调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测,得到第二预测量;

对所述第一预测量和所述第二预测量求平均,得到所述电池的电池容量。

6. 根据权利要求1所述的电池容量的预测方法,其特征在于,所述基于弛豫电压等效模型,计算所述电池的时间常数包括:

基于弛豫电压等效模型,计算第k个开路时间点的扩散过电势 $\eta_{d,k}$,k为正整数;

根据所述 $\eta_{d,k}$,计算所述第k个开路时间点的时间常数 $\tau_{d,k}$ 。

7. 根据权利要求6所述的电池容量的预测方法,其特征在于,所述 $\tau_{d,k}$ 为:

$$\tau_{d,k} = \frac{t_k - t_{k-1}}{\ln|U_{RLX,k-1} - OCV| - \ln|U_{RLX,k} - OCV|}, \quad T_{ct} < t_k \leq T_d;$$

t_k 为第k个开路时间点, t_{k-1} 为第k-1个开路时间点,OCV为所述电池的开路电压, $U_{RLX,k-1}$ 为 t_{k-1} 时所述电池的弛豫电压, $U_{RLX,k}$ 为 t_k 时所述电池的弛豫电压, T_{ct} 为电荷转移过电势 η_{ct} 对应的弛豫时间, T_d 为扩散过电势 η_d 对应的弛豫时间。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的电池容量的预测方法,其特征在于,所述设定的静置实验条件包括设定的电池荷电状态、温度、充放电工况及倍率中的至少一种。

9. 一种电池容量的预测装置,其特征在于,包括计算单元、拟合单元和预测单元,其中,所述计算单元,用于在设定的静置实验条件下,基于弛豫电压等效模型,计算所述电池的时间常数,所述弛豫电压等效模型用于指示在开路状态下所述电池的等效电路图,所述时间常数用于反映所述电池从电流卸载瞬间到达开路状态的过程中的电压变化速率;

所述拟合单元,用于对所述时间常数进行线性拟合,得到时间参数;

所述预测单元,用于根据所述时间参数,调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

10. 一种终端,其特征在于,包括处理器以及与所述处理器连接的存储器,所述存储器包括计算机可读指令,所述处理器用于执行所述存储器中的计算机可读指令,用以实现如上权利要求1~8任一项所述的方法。

11. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述程序指令被处理器执行时使所述处理器执行如权利要求1~8一项所述的方法。

电池容量的预测方法、装置、终端及计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及终端技术领域,尤其涉及一种电池容量的预测方法、装置、终端及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 以锂离子动力电池作为主要动力的电动汽车在全球范围得到广泛应用。与传统内燃机的汽车相比,电动汽车的一个关键缺点是商用锂离子电池会随着运行时间的增加而出现明显的老化现象,从而导致汽车能量和功率性能的衰减。考虑到锂离子老化现象主要表现在能量和功率性能的衰减,大多数电池寿命估算方法均选择电池容量作为锂离子电池寿命的表征参数。电池容量是电池的外部特性,表示存储在电池中的可用电量。通常在电池完全充电后,使用恒定电流放电的方法来获得电池容量。

[0003] 目前,电池容量在线预测方法通常有直接法和间接法。其中,直接法是基于按时积分法,它利用电池充电或放电过程中的累计电量和荷电状态(SOC)变化值,直接计算出电池容量。间接法是研究端电压的曲线变化和容量之间的关系,利用它们之间的关系进行电池容量的间接估算。在实践中发现,无论直接法还是间接法对电池容量的预测时长较长,且预测精度不够高。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种电池容量的预测方法、装置及终端,以解决现有电池容量估算方法中存在的预测时长较长、预测精度不够高等问题。

[0005] 第一方面,提供了一种电池容量的预测方法,包括:在设定的静置实验条件下,基于弛豫电压等效模型计算所述电池的时间常数,所述弛豫电压等效模型用于指示在开路状态下所述电池的等效电路图,所述时间常数用于反映所述电池从电流卸载瞬间到达开路状态的过程中的电压变化速率。对所述时间常数进行线性拟合,得到时间参数;根据时间参数调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

[0006] 在一些实施例中,所述容量时间模型为预先存储的,或者为根据所述设定的静置实验条件下的实验数据建立的模型。

[0007] 在一些实施例中,所述时间参数包括斜率,所述容量时间模型为容量斜率模型,则终端可根据斜率调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

[0008] 在一些实施例中,所述时间参数包括截距,所述容量时间模型为容量截距模型,则终端根据所述截距调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

[0009] 在一些实施例中,所述时间参数包括斜率和截距,则终端可根据所述斜率调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测,得到第一预测

量;根据所述截距调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测,得到第二预测量,对第一预测量和第二预测量求平均,得到所述电池的电池容量。

[0010] 在一些实施例中,所述基于弛豫电压等效模型,计算所述电池的时间常数包括:基于弛豫电压等效模型,计算第k个开路时间点的扩散过电势 $\eta_{d,k}$,k为正整数;根据所述 $\eta_{d,k}$,计算所述第k个开路时间点的时间常数 $\tau_{d,k}$ 。

[0011] 在一些实施例中,所述 $\tau_{d,k}$ 为:

$$[0012] \quad \tau_{d,k} = \frac{t_k - t_{k-1}}{\ln|U_{RLX,k-1} - OCV| - \ln|U_{RLX,k} - OCV|}, \quad T_{ct} < t_k \leq T_d;$$

[0013] t_k 为第k个开路时间点, t_{k-1} 为第k-1个开路时间点,OCV为所述电池的开路电压, $U_{RLX,k-1}$ 为 t_{k-1} 时所述电池的弛豫电压, $U_{RLX,k}$ 为 t_k 时所述电池的弛豫电压, T_{ct} 为电荷转移过电势 η_{ct} 对应的弛豫时间, T_d 为扩散过电势 η_d 对应的弛豫时间。

[0014] 在一些实施例中,所述设定的静置实验条件包括以下中的至少一种:设定的电池荷电状态、温度、充放电工况及倍率。

[0015] 第二方面,提供了一种电池容量的预测装置,可执行上述第一方面或第一方面的任意一种可选的实施方式中的方法。该功能可以通过硬件实现,也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的单元。该单元可以是软件和/或硬件。

[0016] 第三方面,提供了一种终端,该终端包括:处理器以及和处理器相连的存储器;其中,该存储器包括计算机可读指令;该处理器用于执行该存储器中的计算机可读指令,从而使得该汽车执行上述第一方面或第一方面的任意一种可选的实施方式中的方案。

[0017] 第四方面,提供了一种计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述第一方面或第一方面的任意一种可选的实施方式中的方法。

[0018] 第五方面,提供了一种芯片产品,执行上述第一方面或第一方面的任意一种可选的实施方式中的方法。

[0019] 第六方面,提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有指令,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述第一方面或第一方面的任意一种可选的实施方式中的方法。

附图说明

[0020] 图1是本申请实施例提供的一种电池的弛豫电压的等效电路图。

[0021] 图2是本申请实施例提供的一种弛豫电压的组成示意图。

[0022] 图3是本申请实施例提供的一种电池容量的预测方法的流程示意图。

[0023] 图4是本申请实施例提供的一种时间系数随时间变化的示意图。

[0024] 图5(a)和图5(b)是本申请实施例提供的两种电池容量与时间参数的变化示意图。

[0025] 图6是本申请实施例提供的一种电池容量的预测装置的结构示意图。

[0026] 图7是本申请实施例提供的一种终端的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本申请具体实施例作进一步的详细描述。

[0028] 申请人发现,当锂离子电池从工作状态切换为开路状态,即电流卸载后,电池内部的各物理化学过程并不会随着电流的切换而立即结束。因而电池外部电压将经历一个长时间的端电压变化过程才能进入稳定状态。电流从电流卸载的瞬间(即开路状态)达到开路稳定状态的电压变化,即是电池的弛豫电压,它是电池内部平衡过程的外在表现,受电池老化循环次数、荷电状态SOC、充放电过程及充放电工况以及温度等因素的影响。本申请利用电池充电或放电后的一小段静置(即开路电压OCV静置)过程,即弛豫电压过程来预测电池容量。这样能够简单、快速、准确地预测电池的电池容量。

[0029] 请参见图1,图1是本申请实施例提供的一种电池的弛豫电压的等效电路图。如图1所示的电路图中,电池的弛豫电压由四部分组成,即开路电压OCV、欧姆过电势 η_0 、电荷转移过电势 η_{ct} 和扩散过电势 η_d 。即电池的弛豫电压的表达式为: $U_{bat} = OCV + \eta_{ct} + \eta_d + \eta_0$ 。

[0030] 其中,电池中的欧姆过电势 η_0 释放速度较快,可认为在电池外电路断开瞬间便会消失,即 η_0 为0。随着开路时间的增加,电荷转移电势 η_{ct} 逐渐衰减,其所对应的弛豫时间 T_{ct} 一般为几秒或几十秒。扩散过电势 η_d 缓慢衰减,其所对应的弛豫时间 T_d 通常会长达数小时,贯穿整个电池电压的弛豫阶段。 T_{ct} 相比于 T_d 而言可忽略不计,因此扩散过电势 η_d 及其对应弛豫时间 T_d 是影响电池开路电压稳定的主要原因。

[0031] 基于上述分析,请参见图2是电池的弛豫电压的组成示意图。以电池的开路时间点 t_k 为分段依据,电池的弛豫电压还可表示为以下离散分段函数表达式:

$$[0032] \quad U_{bat,k} = U_{RLX,k} = \begin{cases} OCV + \eta_{d,k} + \eta_{ct,k}, & 0 < t_k \leq T_{ct} \\ OCV + \eta_{d,k}, & T_{ct} < t_k \leq T_d \\ OCV, & T_d < t_k \end{cases} \quad \text{公式 (1)}$$

[0033] 其中, t_k 为第k个开路时间点,k为正整数。OCV为所述电池的开路电压。 $\eta_{d,k}$ 为 t_k 时的扩散过电势。 t_k 为第k个开路时间点。 $\eta_{ct,k}$ 为 t_k 时的电荷转移过电势。 T_{ct} 为电荷转移过电势 η_{ct} 对应的弛豫时间。 T_d 为扩散过电势 η_d 对应的弛豫时间。 $U_{RLX,k}$ 为 t_k 时所述电池的弛豫电压。其中,弛豫时间 $T_{ct} < t_k \leq T_d$ 是影响电路开路电压稳定的主要时段。

[0034] 请参见图3,图3是本申请实施例提供的一种电池容量的预测方法的流程示意图。如图3所示的方法包括:

[0035] S101、在设定的静置实验条件下,基于弛豫电压等效模型,计算电池的时间常数。该弛豫电压等效模型用于指示在开路状态下电池的等效电路图,时间常数用于反映电池从电流卸载瞬间到达开路状态的过程中的电压变化速率。

[0036] 本申请静置实验条件为用户设置或系统自定义设置。该静置实验条件包括但不限于以下中的任一项或多项的组合:电池荷电状态、温度、充放电工况以及倍率。在不同的静置实验条件下,电池的时间常数不相同。

[0037] 本申请涉及的电池为在设定的静置实验条件下进行预设时长的开路电压(OCV)静置后的电池。具体的,当电池从工作状态切换为开路状态,即电流卸载后,电池内部的各物理化学过程并不随着电流的切断而立即结束,因而电池外部电压需经历一个长时间的端电压变化过程才能进入稳定状态。电池在电流卸载瞬间到达稳定开路状态的电压变化成为电池的弛豫电压。它主要受到电池老化循环次数、SOC状态、充放电工况及温度等因素的影响。

[0038] 基于图1所示弛豫电压的等效电路图可知:扩散过电势 η_d 符合一阶RC等效电路的

阶跃响应, C_d 电容上的电荷释放在电阻 R_d 上, 具体的:

$$\begin{aligned} \eta_d &= \frac{1}{C_d} \int i_d dt; \\ i_d &= \frac{\eta_d}{R_d}; \end{aligned} \quad \text{公式 (2)}$$

[0040] 可以得到: $d\eta_d = \frac{\eta_d \times dt}{R_d \times C_d}$ 。

[0041] 定义RC电路的时间常数 $\tau_d = R_d \times C_d$ 。由于电池内部锂扩散特性, 该时间常数 τ_d 随时间的变化而变化。求解上式并进行离散化处理, 可计算 t_k 时的扩散过电势 $\eta_{d,k}$, 具体为:

$$\eta_{d,k} = \eta_{d,k-1} \times \exp\left[\frac{-(t_k - t_{k-1})}{\tau_{d,k}}\right] \quad \text{公式 (3)}$$

[0043] 公式 (3) 结合公式 (1), 可推导出 t_k 时的时间系数 $\tau_{d,k}$, 具体为:

$$\tau_{d,k} = \frac{t_k - t_{k-1}}{\ln|U_{RLX,k-1} - OCV| - \ln|U_{RLX,k} - OCV|}, \quad T_{cl} < t_k \leq T_d \quad \text{公式 (4)}$$

[0045] S102、终端对时间常数进行线性拟合, 得到时间参数。

[0046] 申请人发现, 电池在经历了不同静置实验条件后的电压释放行为, 对应的时间系数 $\tau_{d,k}$ 都体现了随着开路时间增长而不断增大的趋势, 且呈明显的线性关系。则终端可对各个开路时间点的时间系数 $\tau_{d,k}$ 进行线性拟合, 其可表示为开路时间点的线性函数, 具体为: $\tau_{d,k} = \alpha t_k + \beta$ 。由此得到了时间参数, 斜率 α 和/或截距 β 。举例来说, 某电池在 80% SOC 至 85% SOC 内, 在 25°C 进行 1 库伦 (C) 充电后, 基于电池的弛豫电压得到的时间系数 τ 随时间的变化曲线图如图 4 所示。终端对图 4 所示的变化曲线进行线性拟合, 可求得时间参数, 即斜率 $\alpha = 0.8337$, 截距 $\beta = 31.4675$ 。可理解的, 不同静置实验条件下的斜率和/或截距均可不相同。

[0047] S103、根据时间参数, 调用设定的静置实验条件下的容量时间模型对电池进行电池容量预测, 得到电池的电池容量。

[0048] 作为一种可能的实施方式, 当时间参数包括斜率 α , 则终端可调用设定的静置实验条件下的容量斜率模型对电池进行电池容量预测, 得到电池的电池容量。该容量斜率模型可为预先存储于终端中的, 也可为根据设定静置实验条件下的实验数据建立的模型。

[0049] 作为一种可能的实施方式, 当时间参数包括截距 β , 则终端可调用设定的静置实验条件下的容量截距模型对电池进行电池容量预测, 得到电池的电池容量。该容量截距模型可为预先存储于终端中的, 也可为根据设定的静置实验条件下的实验数据建立的模型。

[0050] 具体的, 在多次试验中发现, 电池在设定的静置实验条件下 (例如特定 SOC、温度、充放电工况及倍速下), 时间系数中的斜率 α 和截距 β , 都随电池容量的增加而成减小趋势。此外, 时间参数 α 和 β 与电池容量都成线性关系。根据以上规律, 终端可建立一阶电池容量-时间参数模型并保存。请参见图 5 (a) 和图 5 (b), 是本申请实施例提供的两种特定试验条件下电池容量与时间参数的变化曲线图。如图 5 (a), 其中电池容量与时间参数 α 形成的模型表达式为 $Q_\alpha = -0.2154\alpha + 2.7010$ 。如图 5 (b), 电池容量与时间参数 β 形成的模型表达式为 $Q_\beta = -0.0122\beta + 2.7568$ 。

[0051] 作为另一种可能的实施方式, 时间参数包括斜率 α 和截距 β , 则终端根据斜率调用

容量斜率模型对电池进行电池容量预测,得到第一预测量 Q_α 。即终端将斜率 α 带入容量斜率模型中计算可获得第一预测量 Q_α 。该容量斜率模型具体可为线性函数,其用于反映电池容量随斜率的变化而变化。终端根据截距调用容量截距模型对电池进行电池容量预测,得到第二预测量 Q_β 。即终端将截距 β 带入容量截距模型中可计算获得第二预测量 Q_β 。可选地,该容量截距模型可为线性函数,其用于反映电池容量随截距的变化而变化。

[0052] 然后终端对 Q_α 和 Q_β 进行指定运算,预测得到电池的电池容量。该指定运算的运算法则具体由系统设置,例如求平均、取最大值、取最小值等。以指定运算为求平均为例,电池的

$$\text{电池容量 } Q = \frac{Q_\alpha + Q_\beta}{2}。$$

[0053] 需要说明的,本申请涉及的终端为包含电池的设备,其可包括但不限于汽车、手机、笔记本、个人电脑、掌上电脑或其他具备通信功能的设备。

[0054] 通过实施本申请,在特定条件下,通过OCV静置过程,能简单、准确、快速地预测电池的电池容量。具体实现时,终端可获取电池的弛豫电压,对弛豫电压进行分析,得到时间系数;根据时间系数对电池的电池容量进行预测。这样能解决技术中存在的预测时长较长、预测精度不高等问题。

[0055] 为帮助更好地理解本申请方案,下面以一个实际例子进行阐述。首先在设定的静置实验条件(即25℃、70%SOC、1C充电工况下),对不同老化程度的10个电池做OCV静置实验,基于电池弛豫电压等效模型,可计算各个电池的时间常数,然后再线性化求得各个电池的时间参数:斜率 α 和/或截距 β 。在设定的静置实验条件下,由于 α 和 β 与电池容量呈线性关系,则可建立容量时间模型。其中,根据容量时间模型有三种电池容量的预测方法:(1)基于斜率 α 的电池容量预测方法。(2)基于截距 β 的电池容量预测方法。(3)基于斜率 α 和截距 β 的电池容量预测方法。

[0056] 下面以4个电池单体(电池11~14)为例,计算4个电池单体的预测电池容量。该预测电池容量和实验标定的实际电池容量进行比对,发现容量预测误差均在3%以内,预测方法简单、预测速度较快、精度较高。请参见如下表1示出在设定的静置实验条件(25℃、70%SOC、1C充电工况)下,基于斜率 α 的电池容量预测结果和误差的示意表格。

电池编号	斜率	实际电池容量(Ah)	预测电池容量(Ah)	绝对误差(Ah)	相对误差(%)
11	1.240	2.479	2.434	0.045	1.81
12	1.376	2.430	2.405	0.025	1.03
13	1.415	2.385	2.396	0.011	0.47
14	1.718	2.336	2.331	0.005	0.22

[0058] 请参见表2示出在设定的静置实验条件下,基于截距 β 的电池容量预测结果和误差示意表格。

[0059] 表2

电池编号	截距	实际电池容量(Ah)	预测电池容量(Ah)	绝对误差(Ah)	相对误差(%)
11	24.609	2.479	2.456	0.023	0.93
12	23.857	2.430	2.465	0.035	1.46
13	29.850	2.385	2.392	0.007	0.27
14	34.119	2.336	2.340	0.003	0.14

[0062] 请参见图3示出在设定的静置实验条件下,基于斜率 α 和截距 β 的电池容量预测结

果和误差示意图。

[0063] 表3

电池编号	斜率	截距	实际电池容量 (Ah)	预测电池容量 (Ah)	联合估计 绝对误差(Ah)	联合估计 相对误差(%)
[0064] 11	1.240	24.609	2.479	2.445	0.034	1.37
12	1.376	23.857	2.430	2.435	0.005	0.22
13	1.415	29.850	2.385	2.394	0.009	0.37
14	1.718	34.119	2.336	2.335	0.001	0.04

[0065] 由上述三个表格可知：基于斜率 α 的电池容量预测方法、基于截距 β 的电池容量预测方法、基于斜率 α 和截距 β 的电池容量预测方法，这三种电池容量预测方法的误差均在3%以内，预测精度较高、且预测速度也有所提升。从而能解决现有容量预测方法中的预测时间较长、预测精度较低等问题。

[0066] 请参见图6，图6是本申请实施例提供的一种电池电量的预测装置的结构示意图。如图6所示的装置600包括计算单元601、拟合单元602和预测单元603。其中，

[0067] 所述计算单元601，用于在设定的静置实验条件下，基于弛豫电压等效模型，计算所述电池的时间常数，所述弛豫电压等效模型用于指示在开路状态下所述电池的等效电路图，所述时间常数用于反映所述电池从电流卸载瞬间到达开路状态的过程中的电压变化速率；

[0068] 所述拟合单元602，用于对所述时间常数进行线性拟合，得到时间参数；

[0069] 所述预测单元603，用于根据所述时间参数，调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测，得到所述电池的电池容量。

[0070] 在一些实施例中，所述容量时间模型为预先存储的，或者为根据所述设定的静置实验条件下的实验数据建立的模型。

[0071] 在一些实施例中，所述时间参数包括斜率，所述容量时间模型为容量斜率模型，所述预测单元603具体用于根据所述斜率，调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测，得到所述电池的电池容量。

[0072] 在一些实施例中，所述时间参数包括截距，所述容量时间模型为容量截距模型，所述预测单元603具体用于根据所述截距，调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测，得到所述电池的电池容量。

[0073] 在一些实施例中，所述时间参数包括斜率和截距，所述预测单元603具体用于根据所述斜率，调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测，得到第一预测量；根据所述截距，调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测，得到第二预测量；对所述第一预测量和所述第二预测量求平均，得到所述电池的电池容量。

[0074] 在一些实施例中，所述计算单元601具体用于基于弛豫电压等效模型，计算第 k 个开路时间点的扩散过电势 $\eta_{d,k}$ ， k 为正整数；根据所述 $\eta_{d,k}$ ，计算所述第 k 个开路时间点的时间常数 $\tau_{d,k}$ 。

[0075] 在一些实施例中，所述 $\tau_{d,k}$ 为：

$$[0076] \quad \tau_{d,k} = \frac{t_k - t_{k-1}}{\ln|U_{RLX,k-1} - OCV| - \ln|U_{RLX,k} - OCV|}, \quad T_{ct} < t_k \leq T_d;$$

[0077] t_k 为第 k 个开路时间点， t_{k-1} 为第 $k-1$ 个开路时间点，OCV为所述电池的开路电压，

$U_{RLX,k-1}$ 为 t_{k-1} 时所述电池的弛豫电压, $U_{RLX,k}$ 为 t_k 时所述电池的弛豫电压, T_{ct} 为电荷转移过电势 η_{ct} 对应的弛豫时间, T_d 为扩散过电势 η_d 对应的弛豫时间。

[0078] 在一些实施例中,所述设定的静置实验条件包括设定的电池荷电状态、温度、充放电工况及倍率中的至少一种。

[0079] 通过实施本申请,在设定的静置实验条件下基于弛豫电压等效模型计算电池的时间常数,该弛豫电压等效模型用于指示在开路状态下电池的等效电路图;对时间常数进行线性拟合,得到时间参数,最后根据时间参数,调用所述设定的静置条件下的容量时间模型对电池进行电池容量预测,得到电池的电池容量。相比于现有电池容量预测方法而言,本申请方案预测速度较快、精度较高。

[0080] 请参见图7,是本申请实施例提供的一种终端的结构示意图。如图7所示的终端700包括:至少一个输入设备701;至少一个输出设备702;至少一个处理器703,例如CPU;和存储器704,上述输入设备701、输出设备702、处理器703和存储器704通过总线705连接。

[0081] 其中,上述输入设备701具体可为移动终端的触控面板,包括触摸屏和触控屏,用于检测终端触控面板上的操作指令。

[0082] 上述输出设备702具体可为移动终端的显示屏,用于输出、显示信息。

[0083] 上述存储器704可以是高速RAM存储器,也可为非不稳定的存储器(non-volatile memory),例如磁盘存储器。上述存储器704用于存储一组程序代码,上述输入设备701、输出设备702和处理器703用于调用存储器704中存储的程序代码,执行如下操作:

[0084] 处理器703用于在设定的静置实验条件下,基于弛豫电压等效模型,计算所述电池的时间常数,所述弛豫电压等效模型用于指示在开路状态下所述电池的等效电路图,所述时间常数用于反映所述电池从电流卸载瞬间到达开路状态的过程中的电压变化速率;

[0085] 处理器703还用于对所述时间常数进行线性拟合,得到时间参数;

[0086] 处理器703还用于根据所述时间参数,调用所述设定的静置实验条件下的容量时间模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

[0087] 在一些实施例中,所述容量时间模型为预先存储的,或者,为根据所述设定的静置实验条件下的实验数据建立的模型。

[0088] 在一些实施例中,所述时间参数包括斜率,所述容量时间模型为容量斜率模型,处理器703具体用于根据所述斜率,调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

[0089] 在一些实施例中,所述时间参数包括截距,所述容量时间模型为容量截距模型,处理器703具体用于根据所述截距,调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测,得到所述电池的电池容量。

[0090] 在一些实施例中,所述时间参数包括斜率和截距,处理器703具体用于根据所述斜率,调用所述设定的静置实验条件下的容量斜率模型对所述电池进行电池容量预测,得到第一预测量;根据所述截距,调用所述设定的静置实验条件下的容量截距模型对所述电池进行电池容量预测,得到第二预测量;对所述第一预测量和所述第二预测量求平均,得到所述电池的电池容量。

[0091] 在一些实施例中,处理器703具体用于基于弛豫电压等效模型,计算第 k 个开路时间点的扩散过电势 $\eta_{d,k}$, k 为正整数;根据所述 $\eta_{d,k}$,计算所述第 k 个开路时间点的时间常数

$\tau_{d,k}$ 。

[0092] 在一些实施例中,所述 $\tau_{d,k}$ 为:

$$[0093] \quad \tau_{d,k} = \frac{t_k - t_{k-1}}{\ln|U_{RLX,k-1} - OCV| - \ln|U_{RLX,k} - OCV|}, \quad T_{ct} < t_k \leq T_d;$$

[0094] t_k 为第 k 个开路时间点, t_{k-1} 为第 $k-1$ 个开路时间点, OCV 为所述电池的开路电压, $U_{RLX,k-1}$ 为 t_{k-1} 时所述电池的弛豫电压, $U_{RLX,k}$ 为 t_k 时所述电池的弛豫电压, T_{ct} 为电荷转移过电势 η_{ct} 对应的弛豫时间, T_d 为扩散过电势 η_d 对应的弛豫时间。

[0095] 在一些实施例中,所述设定的静置实验条件包括设定的电池荷电状态、温度、充放电工况及倍率中的至少一种。

[0096] 基于同一发明构思,本申请实施例中提供的终端解决问题的原理与本申请方法实施例中终端解决问题的原理相似,因此各设备的实施可以参见方法的实施,为简洁描述,在这里不再赘述。

[0097] 需要说明的是,在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中并没有详细描述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0098] 本发明实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。

[0099] 本发明实施例终端设备中的模块可以根据实际需要进行合并、划分和删减。

[0100] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

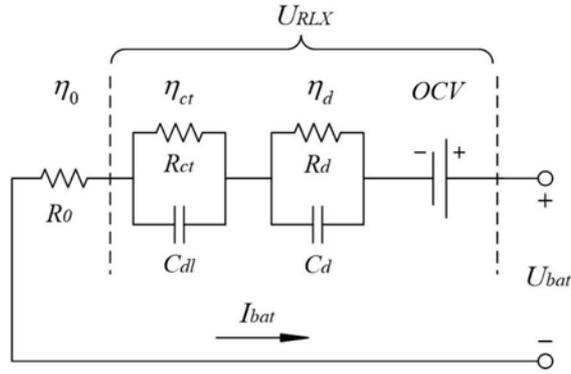


图1



图2

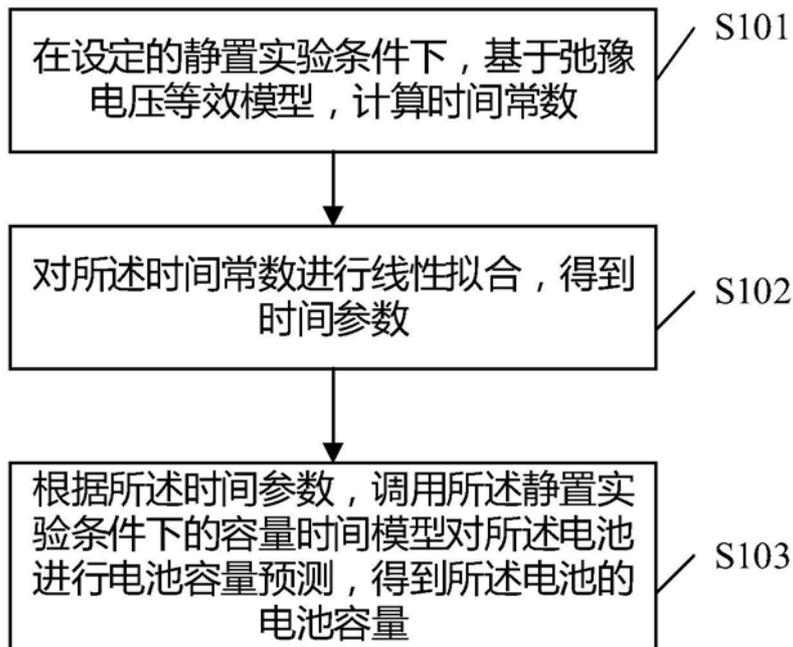


图3

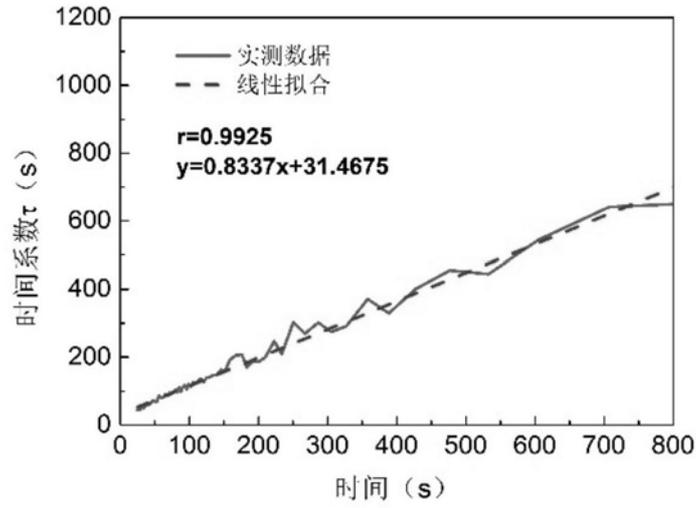


图4

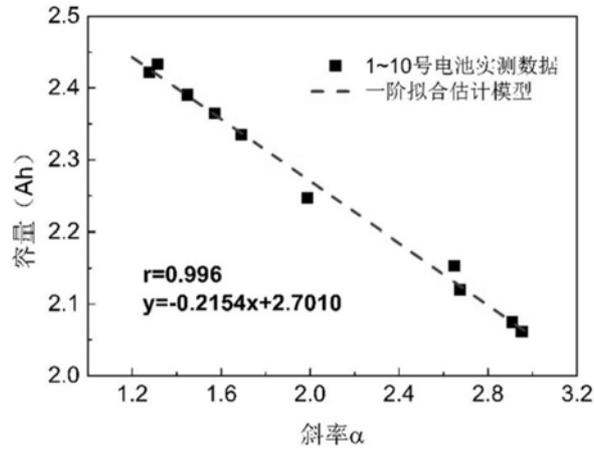


图5 (a)

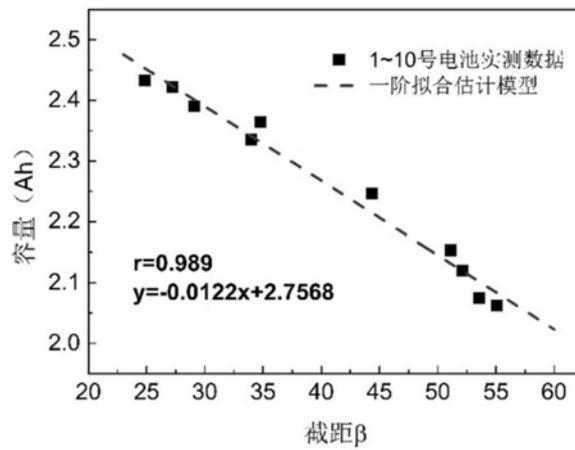


图5 (b)

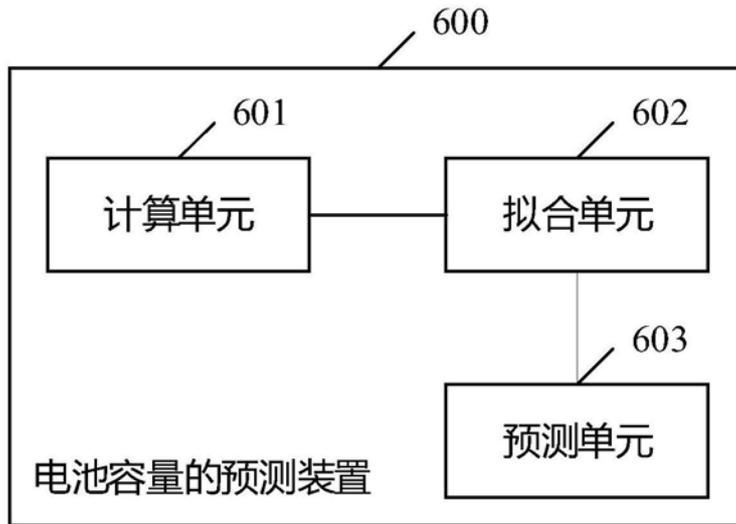


图6

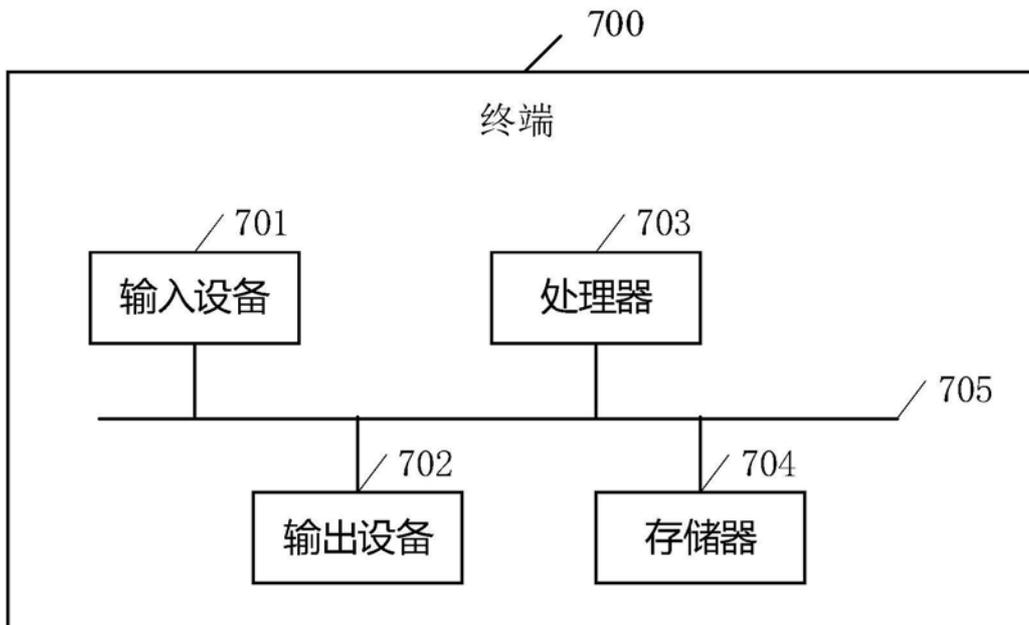


图7