



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104242393 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201410464670. 9

(22) 申请日 2014. 09. 12

(71) 申请人 安徽启光能源科技研究院有限公司  
地址 241200 安徽省芜湖市弋江区国家高新技术  
技术产业开发区漳河路 17 号

(72) 发明人 蔡旭 姜广宇 王琦 王海松

(74) 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限  
公司 34107

代理人 张永生

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

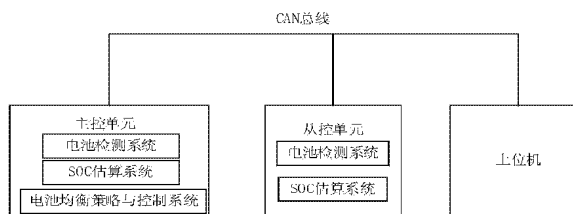
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

基于动态 SOC 估算系统的电池管理系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于动态 SOC 估算系统的电池管理系统,该系统包括主控单元、从控单元和上位机,主控单元、从控单元和上位机之间通过 CAN 总线通信,所述主控单元包括电池检测系统和 SOC 估算系统,电池均衡策略与控制系统,所述 SOC 估算系统通过电流传感器和电压传感器采集电池组中各电池的参数进行 SOC 估算。实现了基于模型的动态 SOC 估算方法对荷电状态 SOC 的动态估算,其估算结果表明动态 SOC 估算方法对系统模型噪声以及测量噪声都具有较强的抑制作用,不仅对系统模型的初始值误差具有较强的修正作用,同时还对模型参数的辨识结果具有一定的鲁棒性。



1. 一种基于动态 SOC 估算系统的电池管理系统,其特征在于:该系统包括主控单元、从控单元和上位机,主控单元、从控单元和上位机之间通过 CAN 总线通信,所述主控单元包括电池检测系统和 SOC 估算系统,电池均衡策略与控制系统,所述 SOC 估算系统通过电流传感器和电压传感器采集电池组中各电池的参数进行 SOC 估算。

2. 根据权利要求 1 所述的电池管理系统,其特征在于:所述从控单元包括单体电池检测系统和 SOC 估算系统,所述单体电池检测系统包括用于采集单体电池电压数据采集、温度数据采集。

3. 根据权利要求 1 所述的电池管理系统,其特征在于:所述的上位机包括数据显示系统、整车 CAN 网络,PC 机连接数据显示系统,数据显示系统连接 LCD 屏,整车 CAN 网络通过 CAN 借口连接到数据显示系统。

4. 根据权利要求 1 所述的电池管理系统,其特征在于:所述电池检测系统包括用于采集总电池组数据的电压数据采集单元、温度数据采集单元、热管理单元、电池包电流数据采集单元,高压电参数在线采集单元。

5. 根据权利要求 4 所述的电池管理系统,其特征在于:所述热管理单元包括电池箱冷却系统,热管理单元根据采集的温度数据管理电池箱冷却系统工作。

6. 根据权利要求 1 所述的电池管理系统,其特征在于:所述动态 SOC 估算系统通过以下步骤进行估算:

步骤一、对系统进行初始化,电池管理系统对电池参数辨识;

步骤二、在充放电初始阶段,选择开路电压法,确定状态 SOC<sub>0</sub> 的值;在电池内部反应不剧烈阶段,通过安时法计算 SOC 的值;在电池内部反应剧烈阶段,通过卡尔曼滤波法计算出 SOC 的值;

步骤三、估算出的 SOC 值反馈给电池管理系统,并在 PC 电脑上显示,电池管理系统接到反馈值存入到二维数据表,电池管理系统根据二维数据表的数据选择下一周期的 SOC 估算方法,进行下一轮的对电池参数辨识,执行步骤二。

步骤四、电池管理系统系统发出停止指令,整个过程结束。

7. 根据权利要求 6 所述的电池管理系统,其特征在于:所述步骤一初始化过程包括设定电池组容量、开路电压,折算库伦效率、BMS 采样时间、组合模型参数、设定卡尔曼滤波计算初值。

8. 根据权利要求 6 所述的电池管理系统,其特征在于:所述二维数据表包括电池参数辨识数据和 SOC 值数据。

## 基于动态 SOC 估算系统的电池管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力安全技术领域,尤其涉及一种基于动态 SOC 估系统的电池管理系统。

### 背景技术

[0002] 电池管理系统应具有以下几个功能:电池组外部参数的检测,电池状况判断和剩余电量的估算,电池组的充放电控制,电池电量均衡管理,电池组热管理,提供与外部设备通信的功能等。目前电池外部参数的检测技术已趋于成熟,现在锂离子电池管理系统研究的重点是电池剩余电量估算和电池组的均衡管理,SOC 是指剩余电量与电池总容量的比,通常把一定温度下电池充电到不能再吸收能量时的电量状态定义为  $SOC = 100\%$ ,而将电池不能再放出电量的电量状态定义为  $SOC = 0\%$ 。SOC 估算方法主要有安时法、开路电压法、内阻法、卡尔曼滤波法、神经网络和模糊推理的方法。目前采用的安时法是通过电池在充电和放电时的电量来估算电池的 SOC,并根据电池的温度和放电率对 SOC 进行补偿。这种方法简单易用、算法稳定,但随着时间的累积,误差会越来越大。开路电压法是根据电池的开路电压与电池的放电深度之间的对应关系,通过测量电池的开路电压来估算 SOC。该方法的优点:在恒流放电时负载电压法可以实时估算电池组的 SOC,而在实际运用中电流是剧烈波动的,所以单独采用负载电压法效果并不理想。实际应用时开路电压法常与安时法结合使用,用于充电初期和末期的 SOC 估算。负载电压法很少用于实际中,但常用来作为电池充放电截止的判据。内阻测量法是利用内阻与 SOC 之间的关系,通过测量内阻来估算 SOC。在实际工况下,电流的变化是很快的,因此内阻的计算十分复杂。内阻法适用于放电后期的 SOC 估算,可与安时法组合使用。由于方法复杂,内阻的计算基本是离线情况,且计算量大,因此很少用于实际。

### 发明内容

[0003] 针对相关技术领域文献和以上现有技术的不足,在大量现有文献研究和长期在相关领域研发实践的基础上,本发明提出“基于动态 SOC 估算系统的电池管理系统”,克服了现有技术中“安时法随着时间的累积,误差会越来越大”等技术难题,实现“提高 SOC 估算精度”的有益效果。

[0004] 为实现上述目的,本发明是通过以下技术方案实现的:一种基于动态 SOC 估算系统的电池管理系统,该系统包括主控单元、从控单元和上位机,主控单元、从控单元和上位机之间通过 CAN 总线通信,所述主控单元包括电池检测系统和 SOC 估算系统,电池均衡策略与控制系统,所述 SOC 估算系统通过电流传感器和电压传感器采集电池组中各电池的参数。所述从控单元包括单体电池检测系统,所述单体电池检测系统包括用于采集单体电池电压数据采集单元、温度数据采集单元。所述的上位机包括、数据显示系统、整车 CAN 网络,PC 机连接数据显示系统,数据显示系统连接 LCD 屏,整车 CAN 网络通过 CAN 借口连接到数据显示系统。所述电池检测系统包括用于采集总电池组数据的电压数据采集单元、温度数据

采集单元、热管理单元、电池包电流数据采集单元,高压电参数在线采集单元。所述热管理单元包括电池箱冷却系统,热管理单元根据采集的温度数据管理电池箱冷却系统工作。所述动态 SOC 估算系统通过以下步骤进行估算:步骤一、对系统进行初始化,电池管理系统对电池参数辨识;步骤二、在充放电初始阶段,选择开路电压法,确定状态 SOC0 的值;在电池内部反应不剧烈阶段,通过安时法计算 SOC 的值;在电池内部反应剧烈阶段,通过卡尔曼滤波法计算出 SOC1 的值,并将值反馈给电池管理系统,并在 PC 电脑上显示;步骤三、电池管理系统接到反馈值存入到二维数据表,一个周期 T 后,电池管理系统根据二维数据表的数据判断下一轮 SOC 估算方法,进行下一轮的对电池参数辨识,执行步骤二。步骤四、电池管理系统系统发出停止指令,整个过程结束。所述步骤一初始化过程包括设定电池组容量、开路电压,折算库伦效率、BMS 采样时间、组合模型参数、设定卡尔曼滤波计算初值。所述二维数据表包括电池参数辨识数据和 SOC 值数据。

[0005] 本发明的有益效果为:实现了基于模型的动态 SOC 估算方法对荷电状态 SOC 的动态估算,其估算结果表明动态 SOC 估算方法对系统模型噪声以及测量噪声都具有较强的抑制作用,不仅对系统模型的初始值误差具有较强的修正作用,同时还对模型参数的辨识结果具有一定的鲁棒性。

#### 附图说明

[0006] 图 1 为本发明具体实施例的电池管理系统结构框图;

[0007] 图 2 为本发明具体实施例的动态 SOC 估算系统结构图;

#### 具体实施方式

[0008] 下面对照附图,通过对实施例的描述,对本发明的具体实施方式如所涉及的控制系,相互间的连接关系,及实施方法,作进一步详细的说明,以帮助本领域的技术人员对本发明的发明构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解。

[0009] 电池管理系统指能够实时监测动力电池的参数信息,估算电池的荷电状态(State of Charge, SOC),有效地对电池组容量进行管理和分配,具备完善的故障检测、报警、数据处理及传输等功能的一套完整的系统。电池管理系统应具有以下几个功能:电池组外部参数的检测,电池状况判断和剩余电量的估算,电池组的充放电控制,电池电量均衡管理,电池组热管理,提供与外部设备通信的功能等。目前电池外部参数的检测技术已趋于成熟,现在锂离子电池管理系统研究的重点是电池剩余电量估算和电池组的均衡管理。

[0010] 如图 1 所示,一种基于动态 SOC 估算系统的电池管理系统,该系统包括主控单元、从控单元和上位机,主控单元、从控单元和上位机之间通过 CAN 总线通信,所述主控单元包括电池检测系统和 SOC 估算系统,电池均衡策略与控制系统,所述 SOC 估算系统通过电流传感器和电压传感器采集电池组中各电池的参数。所述从控单元包括单体电池检测系统,所述单体电池检测系统包括用于采集单体电池电压数据采集单元、温度数据采集单元。所述的上位机包括、数据显示系统、整车 CAN 网络,PC 机连接数据显示系统,数据显示系统连接 LCD 屏,整车 CAN 网络通过 CAN 借口连接到数据显示系统。所述电池检测系统包括用于采集总电池组数据的电压数据采集单元、温度数据采集单元、热管理单元、电池包电流数据采集单元,高压电参数在线采集单元。所述热管理单元包括电池箱冷却系统,热管理单元根据采

集的温度数据管理电池箱冷却系统工作。

[0011] BMS 一般由主控单元和从控单元组成拓扑结构,由 CAN 总线负责通信。主控单元功能主要功能包括总电压采样及电池包电流采样,温度监控及热管理,绝缘电阻等高压电参数在线测量,实现高压电安全控制,电池组及高压电系统故障预测诊断, SOC 等状态参数及可用容量和可用功率等的估算,总内阻测量和计算,整体电池系统的均衡策略与控制,与底层各分控单元的 CAN 通讯,与外界的高速 CAN 通讯等。从控单元功能主要包括各单体电池的电压、电流和温度采样,支持多节电芯的级联监控以及高压不共地通讯 (BMS 内部通讯),基于单体电池的均衡决策与控制,计算各单体的状态参数,与主控单元的通讯等。

[0012] 主控单元包括电池检测系统,电池检测系统包括电压数据采集单元、温度数据采集单元、热管理单元。

[0013] 电压数据采集电压采集电路通过线性光耦开关依次选择被测电池,通过采样保持电路后,经 A/D 采集电压数据。经过试验测试,电池监测系统的模块电压采集误差为  $\pm 0.05V$ 。

[0014] 温度数据采集电池监测系统使用数字式温度传感器采集温度数据,数据传输接口为 1-wire 总线。综合考虑温度测量的准确性和稳定性,在每个电池箱内各有 4 个测温点,均匀分布在电池单体上为温度传感器预留的凹坑中。温度数据的巡检周期为 500ms,采集精度为  $0.5^{\circ}C$ 。

[0015] 根据温度传感器测量的电池温度,包括电池箱温度和电池模块温度,电池管理系统通过继电器控制电池箱风冷系统的工作。风冷系统采用冷却均匀性较好的并行通风方式。

[0016] 电池荷电状态 (State of Charge, SOC) 的准确估算是动力电池充放电控制和能源优化管理的重要依据,直接影响电池的使用寿命。可见,电池剩余电量的准确测量是非常关键的问题。但电池 SOC 不能直接测量,只能通过电池端电压、充放电电流及内阻等参数来估算其大小。而这些参数还会受到电池老化、环境温度变化及汽车行驶状态等多种不确定因素的影响,因此准确的 SOC 估算已成为电电池管理系统中亟待解决的问题。卡尔曼滤波法是一个最优化自回归数据处理算法,它的核心思想是对动力系统的状态做出最小方差意义上的最优估算。用于初始 SOC 估算时,卡尔曼滤波法将电池描述成由状态方程和测量方程组成的系统,而 SOC 则是系统的一个内部状态。卡尔曼滤波的目的是在进行递推滤波的同时利用观测数据提供的信息,不断的修正状态估算,减小估算误差,适用于平稳与非平稳过程,且具有递推性。它只需记住前一步的估算结果,由此大大减少了存储器的使用量,算法上易于实现,只需在蓄电池首次使用中 SOC 进行标定,并根据开路电压预测蓄电池初始容量,完成初始化工作。该方法的精度依赖于电池模型的准确性,建立准确的模型是算法的关键,然而电池在使用过程中各参数还会受到寿命和温度变化的影响,所以参数的在线辨识是必要的。卡尔曼滤波法不仅能提供 SOC 估算值,而且能提供估算误差值;所以有相当高的精度。但是,此法的建模和实现模型的算法都比较复杂,能力要求高。这种方法可适用于任何类型的电池,尤其适合电流波动比较剧烈的混合动力电池 SOC 的估算;有很强的可操作性和实用性。本发明将卡尔曼滤波、开路电压法和安时法结合提出一种复合 SOC 估算,针对三种方法的优点,在电池处于不同状态下,采用不同的估算方法进行估算,从而提高估算精度。

[0017] 如图 2 所示动态 SOC 估算系统通过以下步骤进行估算：步骤一、对系统进行初始化，电池管理系统对电池参数辨识；步骤二、在充放电初始阶段，选择开路电压法，确定状态 SOC0 的值；在电池内部反应不剧烈阶段，通过安时法计算 SOC 的值；在电池内部反应剧烈阶段，通过卡尔曼滤波法计算出 SOC1 的值，并将值反馈给电池管理系统，并在 PC 电脑上显示；步骤三、电池管理系统接到反馈值存入到二维数据表，一个周期 T 后，电池管理系统根据二维数据表的数据判断下一轮 SOC 估算方法，进行下一轮的对电池参数辨识，执行步骤二。步骤四、电池管理系统系统发出停止指令，整个过程结束。所述步骤一初始化过程包括设定电池组容量、开路电压，折算库伦效率、BMS 采样时间、组合模型参数、设定卡尔曼滤波计算初值。所述二维数据表包括电池参数辨识数据和 SOC 值数据，最终输出的是两种方法加权得到的结果， $w$  是卡尔曼滤波法 SOC 的加权因子， $1-w$  为安时法 SOC 的加权因子， $w$  满足 SOC(k)， $0 \leq w \leq 1$ 。

[0018] 专业人员还可以进一步意识到，结合本文中所公开的实施例描述的执行步骤，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。本发明并不局限于上述特定实施例，在不脱离本发明精神及其实质情况下，本领域的普通技术人员可根据本发明做出各种相应改变和变形，这些相应对本发明进行的修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求保护的范围当中。

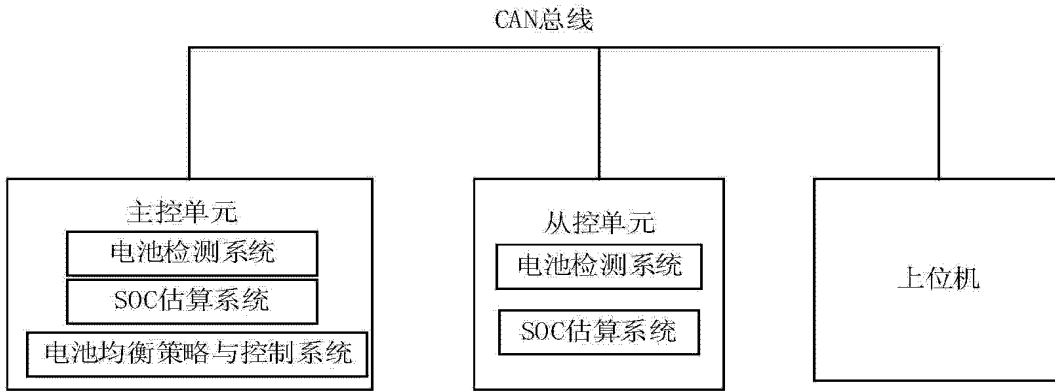


图 1

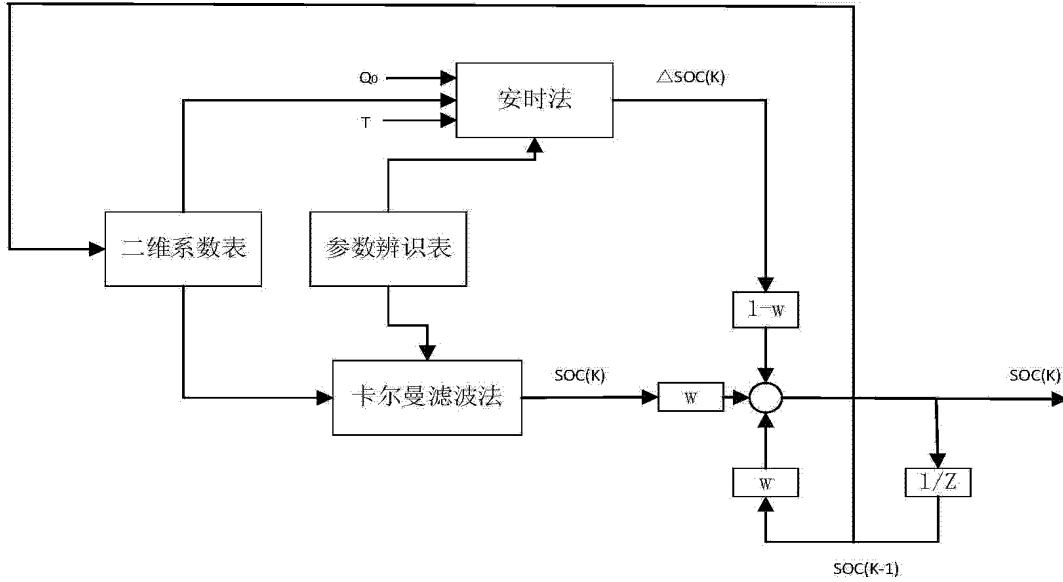


图 2