



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105242215 B

(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201510712771.8

(22)申请日 2015.10.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105242215 A

(43)申请公布日 2016.01.13

(73)专利权人 四川长虹电器股份有限公司  
地址 621000 四川省绵阳市高新区绵兴东  
路35号

(72)发明人 李珣

(74)专利代理机构 四川省成都市天策商标专利  
事务所 51213

代理人 秦华云

(51)Int.Cl.

H01M 10/48(2006.01)

(56)对比文件

- CN 101312293 A, 2008.11.26,
- CN 103728566 A, 2014.04.16,
- KR 20140100086 A, 2014.08.14,
- US 5631540 A, 1997.05.20,
- CN 103499794 A, 2014.01.08,

审查员 张晓玲

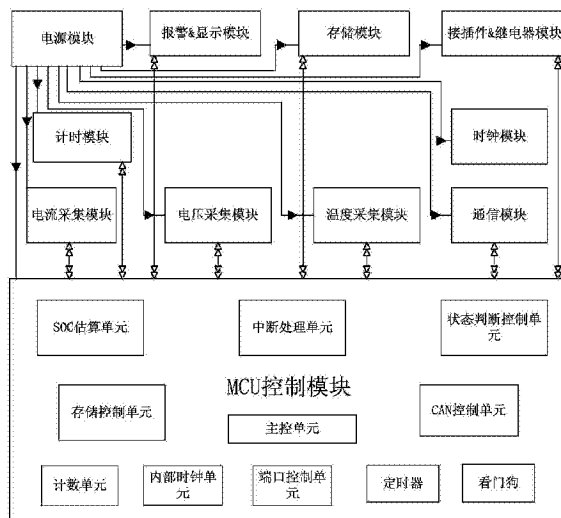
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

一种电池剩余容量估算管理方法

(57)摘要

本发明公开了一种电池剩余容量估算管理方法,本发明充分考虑到开路电压估算容量的适用条件,在满足使用条件的情况下,利用细致的多温度区间下OCV数据的准确性,来弥补长时间安时积分造成的误差,从而提高了估算精度;同时本发明在不满足OCV条件的情况下,引入平台期和突变期的判断,平台期内采用安时积分进行估算;突变期内采用插值法进行估算,并做出相应的预警处理,从而有效避免对电池的过充过放,延长了循环使用寿命,并降低了事故风险。在以上两种情况下,均通过试验实测,获得不同温度、老化因子的影响,对估算值做出相对应的校正处理,进一步提高了估算精度。



1. 一种电池剩余容量估算管理方法,其特征在于:包括电池剩余容量估算管理系统,电池剩余容量估算管理系统包括电源模块、采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块、接插件和继电器模块以及MCU控制模块;所述采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块、接插件和继电器模块以及MCU控制模块分别与电源模块电连接;所述采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块分别与MCU控制模块电连接;

所述电源模块用于在输入电源的基础上产生稳定可靠的多路直流电源;

所述采集模块由电压采集模块、电流采集模块、温度采集模块组成,电压采集模块用于采集单体电池端电压及发电机总电压,电流采集模块用于采集电池组充放电电流,温度采集模块用于采集电池极柱表体温度和环境温度;

所述计时模块用于记录电池组处于开路状态的延续时间;

所述存储模块用于存储读写多个查找表数据,以及N个估算周期中获得的电压、电流、温度、剩余容量历史数据;

所述通信模块用于实现本系统与车辆上位机控制单元之间的指令和数据传输;

所述报警显示模块用于提供单个估算周期的电压、电流、温度、荷电状态的数据显示,以及分级预警的判断结果显示;

所述时钟模块用于提供系统时钟,所述接插件和继电器模块用于通断功率器件的作用;

所述MCU控制模块包括主控单元、SOC估算单元、中断响应单元、状态判断单元、CAN控制单元、存储控制单元、计数单元、定时器和看门狗;

所述MCU控制模块还包括内部时钟单元、端口管理单元;

其方法步骤如下:

第一步、完成电池剩余容量估算管理系统初始化后,由采集模块按照数据采集周期“T<sub>COL</sub>”,经中断响应单元获得单体电池的电压数组U[n]、温度数组Tem[n],然后经存储控制单元存入存储模块;由SOC估算周期“T<sub>SOC</sub>”,获取电池组总电流数组I<sub>pack</sub>[c]、环境温度数组Tem<sub>envi</sub>[c],存入存储模块;

其中,T<sub>COL</sub>与T<sub>SOC</sub>成倍数关系,即

$T_{SOC} = c \times T_{COL}$ ,c为倍数;

第二步、将U[n]、Tem[n]经“最值”处理,获得c批次的单个T<sub>COL</sub>内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、最小值Tem<sub>min</sub>[c],将c批次的单个T<sub>COL</sub>内的单体电压经最值处理后得到单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、单体电压最小值U<sub>min</sub>[c],将c批次的单个T<sub>COL</sub>内的单体温度经最值处理后得到单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、单体温度最小值Tem<sub>min</sub>[c],其中c为正整数,并将U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]存入存储模块中;

第三步、根据预置的分级报警阈值,对单个T<sub>COL</sub>内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、单体电压最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、单体温度最小值Tem<sub>min</sub>[c],以及各接插件和继电器状态进行自检和状态判断,若均处正常范围则进行后续步骤;否则启动相应的报警处理并上报;

第四步、将U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]、I<sub>pack</sub>[c]、Tem<sub>envi</sub>[c]经滤

波处理后,获得本次T\_SOC内的U\_max\_soc、U\_min\_soc、Tem\_max\_soc、Tem\_min\_soc、Ipack\_soc、Tem\_envi\_soc,提供给后续步骤使用;

第五步、读取存储模块,获得相邻的上一个T\_SOC存入的历史数据,包括上次容值Q\_last、上次剩余容比SOC\_last、上次单体电压最小值U\_min\_last、上次单体电压最大值U\_max\_last;

第六步、通过计时模块,获得由上次电池组停机到本次开机之间的时长Time\_stop;

第七步、若Time\_stop大于设定的阈值,说明电池组已处于相对稳定状态,满足OCV使用条件;此处的OCV是采用事先预存在存储单元中的由试验获得的多段温度区间的开路电压--容量对应表数据来完成;具体过程为:依据本次Tem\_envi\_soc值,通过查到对应温度的OCV表,获得此时与U\_min\_soc相对应的容量值Q0;

若Time\_stop小于阈值,或本次估算周期非初开机状态,则直接将上一个相邻周期的结果Q\_last,作为初始容量Q0;

第八步、计算本次周期内的容量变化值:

$Q_{temp} = CO \times I_{pack} \times T\_SOC$ 其中,CO为电池的库伦效率;

第九步、计算本次周期的容量值:

$Q_t = Q_0 \pm Q_{temp}$ ; 充时为加,放时为减;

第十步、根据第四步中的Ipack\_soc、Tem\_envi\_soc、U\_max\_soc、U\_min\_soc来判断此时的电池容值状态,具体步骤如下:

由充放状态、Ipack\_soc、Tem\_envi\_soc查到与此电流、温度对应的电压和SOC阈值:充电电压拐点下限值U\_CHA\_BRE\_LOW、充电电压拐点上限值U\_CHA\_BRE\_HIGH、拐点处SOC充电下限值SOC\_CHA\_BRE\_LOW、拐点处SOC充电上限值SOC\_CHA\_BRE\_HIGH、放电电压拐点下限值U\_DIS\_BRE\_LOW、放电电压拐点上限值U\_DIS\_BRE\_HIGH、拐点处SOC放电下限值SOC\_DIS\_BRE\_LOW、拐点处SOC放电上限值SOC\_DIS\_BRE\_HIGH;

充电时,若U\_max\_soc在[U\_CHA\_BRE\_HIGH,U\_CHA\_BRE\_LOW]区间内,则说明电池处于充电或放电平台期,否则处于突变期;

放电时,若U\_min\_soc在[U\_DIS\_BRE\_HIGH,U\_DIS\_BRE\_HIGH]区间内,则说明电池处于充电或放电平台期,否则处于突变期;

第十一步、若电池组处于平台期,则直接由下式计算本周期的SOC:

$SOC_t = (Q_t / Q_N) \times 100\%$ ,QN为额度容量值;

若电池组处于电压突变期,则采用插值法计算本周期的SOC:

充电状态下两种情况如下:

低压突变期: $SOC_t = SOC\_CHA\_BRE\_LOW - (U\_CHA\_BRE\_LOW - U\_min\_soc) \times (SOC\_CHA\_BRE\_LOW - SOC\_last) / (U\_CHA\_BRE\_LOW - U\_min\_last)$ ;

高压突变期: $SOC_t = [SOC\_CHA\_BRE\_HIGH \times (U\_min\_soc - U\_min\_last) - SOC\_last \times (U\_min\_soc - U\_CHA\_BRE\_HIGH)] / (U\_CHA\_BRE\_HIGH - U\_min\_last)$ ;

放电状态下两种情况如下:

低压突变期: $SOC_t = SOC\_DIS\_BRE\_LOW + (SOC\_last - SOC\_DIS\_BRE\_LOW) \times (U\_DIS\_BRE\_LOW - U\_min\_soc) / (U\_DIS\_BRE\_LOW - U\_min\_last)$ ;

高压突变期: $SOC_t = SOC\_last + (U\_min\_last - U\_min\_soc) \times (SOC\_DIS\_BRE\_HIGH -$

$SOC\_last)/(U\_min\_last-U\_DIS\_BRE\_HIGH)$ ;

第十二步、对估算结果进行温度、老化校正:根据 $Tem\_envi\_soc$ ,通过查找表获取对应的单周期偏移量,完成温度校正;由计数单元提供目前电池组已充放电的次数 $N$ ,通过查找表获取 $N$ 对应的单周期偏移量,完成老化校正;

第十三步、将最终的计算结果 $SOCt$ 、 $Ipack\_soc$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 与各变量对应的分级报警阈值相比较,若在正常范围则进行后续步骤,否则送报警显示模块进行处理;

第十四步、将 $SOCt$ 、 $U\_max\_soc$ 、 $U\_min\_soc$ 、 $Ipack\_soc$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 存入存储模块并送显示单元,经CAN控制单元完成数据上报;

第十五步、将以上各步所用的计数器完成归零复位后,回到第一步,开始下一个估算周期。

2.按照权利要求1所述的一种电池剩余容量估算管理方法,其特征在于:所述第十步中根据 $Ipack\_sock$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 、 $U\_max\_soc$ 、 $U\_min\_soc$ 来判断此时的电池容值状态,还可以如下方式进行判断:

通过由 $U\_min\_last$ 与 $U\_min\_soc$ 之间的差值与判断阈值 $U\_DIFF$ 进行比较,若电压变量未超过阈值,则说明电池处于充电或放电平台期;否则处于突变期。

## 一种电池剩余容量估算管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电池的荷电状态判断和剩余容量估算系统和方法,尤其涉及一种电池剩余容量估算管理方法。

### 背景技术

[0002] 日益严峻的环境污染和能源危机,加速了电动车的普及和发展。

[0003] 在电动车的使用过程中,需要对其电池组的荷电状态(State Of Charge,简称SOC)进行实时监测,准确估测出电池的剩余容量,这不仅是保证车辆能可靠续航的基本条件,也是确保人员和车辆安全的重要因素。

[0004] 从电池的充放电特性曲线中可以看到,在充、放电的初期和末期,都分别有一段电池电压迅速上升和下降的阶段,除此外的其它阶段则电压变化很小,较为平稳。我们通常把出现电压突变的点称为“拐点”,把中间的平稳部分称为充放电的“平台期”。

[0005] 电池的拐点现象是不可避免的,拐点过后的电压突变说明,电池已处于将要充满或耗尽的状态,若继续充放,势必对电池的使用寿命造成影响。若电池长期处于过充过放的疲劳状态,则其内部不断增加的结晶物可能会刺破隔膜层而引发爆炸燃烧事故。

[0006] 目前,常用的SOC估算方法包括开路电压法、安时积分法、卡尔曼滤波法等。它们各有其适用范围和优缺点:开路电压法简单方便,但只能在电池组未带负载时使用,无法适用于充放电过程;安时积分法被广泛采用,但每次电流的采集过程都会引入测量误差,且会随着时间的推移而越来越大,从而造成估算偏差也越来越大;卡尔曼滤波法准确度高,但由于需要事先针对具体的电池产品建立真实的状态模型和测量方程,所以实现的难度大,算法复杂。

[0007] 电池的荷电状态除了与充放电电流相关外,还与电池的充放电特性、内阻、所处的环境温度、电池的循环使用寿命也即老化程度密切相关,若在SOC估算过程中未考虑到这些因素的影响,必将导致较大的误差。

[0008] 针对以上问题,本发明提供了一种电池的荷电状态判断和估算系统及方法,对电池所处充放阶段进行判断,并结合不同方法进行估算,同时综合考虑温度、老化程度的影响,对结果进行二次校正。这样一方面提升了估算精度,另一方面有效避免了电池长时间的过充过放,降低了危险,延长了寿命。经测试,该方法和系统可适用于多种充放特点的动力电池在不同环境下的使用和监控。

### 发明内容

[0009] 针对现有技术存在的不足之处,本发明的目的在于提供一种电池剩余容量估算管理方法,充分考虑到开路电压估算容量的适用条件,在满足使用条件的情况下,利用细致的多温度区间下OCV数据的准确性,来弥补长时间安时积分造成的误差,从而提高了估算精度。

[0010] 本发明的目的通过下述技术方案实现:

[0011] 一种电池剩余容量估算管理系统,包括电源模块、采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块、接插件和继电器模块以及MCU控制模块;所述采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块、接插件和继电器模块以及MCU控制模块分别与电源模块电连接;所述采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块分别与MCU控制模块电连接;

[0012] 所述电源模块用于在输入电源的基础上产生稳定可靠的多路直流电源;

[0013] 所述采集模块由电压采集模块、电流采集模块、温度采集模块组成,电压采集模块用于采集单体电池端电压及发电机总电压,电流采集模块用于采集电池组充放电电流,温度采集模块用于采集电池极柱表体温度和环境温度;

[0014] 所述计时模块用于记录电池组处于开路状态的延续时间;

[0015] 所述存储模块用于存储读写多个查找表数据,以及N个估算周期中获得的电压、电流、温度、剩余容量历史数据;

[0016] 所述通信模块用于实现本系统与车辆上位机控制单元之间的指令和数据传输;

[0017] 所述报警显示模块用于提供单个估算周期的电压、电流、温度、荷电状态的数据显示,以及分级预警的判断结果显示;

[0018] 所述时钟模块用于提供系统时钟,所述接插件和继电器模块用于通断功率器件的作用;

[0019] 所述MCU控制模块包括主控单元、SOC估算单元、中断响应单元、状态判断单元、CAN控制单元、存储控制单元、计数单元、定时器和看门狗。所述MCU控制模块还包括内部时钟单元、端口管理单元。

[0020] 一种电池剩余容量估算管理方法,其方法步骤如下:

[0021] 第一步、完成电池剩余容量估算管理系统初始化后,由采集模块按照数据采集周期“T\_COL”,经中断响应单元获得单体电池的电压数组U[n]、温度数组Tem[n],然后经存储控制单元存入存储模块;由SOC估算周期“T\_SOC”,获取电池组总电流数组I<sub>pack</sub>[c]、环境温度数组Tem<sub>envi</sub>[c],存入存储模块;

[0022] 其中,T\_COL与T\_SOC成倍数关系,即

[0023]  $T\_SOC = c \times T\_COL$ ,c为倍数;

[0024] 第二步、将U[n]、Tem[n]经“最值”处理,获得c批次的单个T\_COL内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、最小值Tem<sub>min</sub>[c],将c批次的单个T\_COL内的单体电压经最值处理后得到单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、单体电压最小值U<sub>min</sub>[c],将c批次的单个T\_COL内的单体温度经最值处理后得到单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、单体温度最小值Tem<sub>min</sub>[c],其中c为正整数,并将U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]存入存储模块中;

[0025] 第三步、根据预置的分级报警阈值,对单个T\_COL内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、单体电压最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、单体温度最小值Tem<sub>min</sub>[c],以及各接插件和继电器状态进行自检和状态判断,若均处正常范围则进行后续步骤;否则启动相应的报警处理并上报;

[0026] 第四步、将U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]、I<sub>pack</sub>[c]、Tem<sub>envi</sub>[c]经滤波处理后,获得本次T\_SOC内的U<sub>max\_soc</sub>、U<sub>min\_soc</sub>、Tem<sub>max\_soc</sub>、Tem<sub>min\_soc</sub>、

$I_{pack\_soc}$ 、 $Tem\_envi\_soc$ , 提供给后续步骤使用;

[0027] 第五步、读取存储模块, 获得相邻的上一个T\_SOC存入的历史数据, 包括上次容值 $Q\_last$ 、上次剩余容比 $SOC\_last$ 、上次单体电压最小值 $U\_min\_last$ 、上次单体电压最大值 $U\_max\_last$ ;

[0028] 第六步、通过计时模块, 获得由上次电池组停机到本次开机之间的时长 $Time\_stop$ ;

[0029] 第七步、若 $Time\_stop$ 大于设定的阈值, 说明电池组已处于相对稳定状态, 满足OCV使用条件; 此处的OCV是采用事先预存在存储单元中的由试验获得的多段温度区间的开路电压—容量对应表数据来完成; 具体过程为: 依据本次 $Tem\_envi\_soc$ 值, 通过查到对应温度的OCV表, 获得此时与 $U\_min\_soc$ 相对应的容量值 $Q_0$ ;

[0030] 若 $Time\_stop$ 小于阈值, 或本次估算周期非初开机状态, 则直接将上一个相邻周期的结果 $Q\_last$ , 作为初始容量 $Q_0$ ;

[0031] 第八步、计算本次周期内的容量变化值:

[0032]  $Q_{temp} = CO \times I_{pack} \times T\_SOC$  其中,  $CO$ 为电池的库伦效率;

[0033] 第九步、计算本次周期的容量值:

[0034]  $Q_t = Q_0 \pm Q_{temp}$ ; 充时为加, 放时为减;

[0035] 第十步、

[0036] 根据第四步中的 $I_{pack\_soc}$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 、 $U\_max\_soc$ 、 $U\_min\_soc$ 来判断此时的电池容值状态, 具体步骤如下:

[0037] 由充放状态、 $I_{pack\_soc}$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 查到与此电流、温度对应的电压和SOC阈值: 充电电压拐点下限值 $U\_CHA\_BRE\_LOW$ 、充电电压拐点上限值 $U\_CHA\_BRE\_HIGH$ 、拐点处SOC充电下限值 $SOC\_CHA\_BRE\_LOW$ 、拐点处SOC充电上限值 $SOC\_CHA\_BRE\_HIGH$ 、放电电压拐点下限值 $U\_DIS\_BRE\_LOW$ 、放电电压拐点上限值 $U\_DIS\_BRE\_HIGH$ 、拐点处SOC放电下限值 $SOC\_DIS\_BRE\_LOW$ 、拐点处SOC放电上限值 $SOC\_DIS\_BRE\_HIGH$ ;

[0038] 充电时, 若 $U\_max\_soc$ 在 $[U\_CHA\_BRE\_HIGH, U\_CHA\_BRE\_LOW]$ 区间内, 则说明电池处于充电或放电平台期, 否则处于突变期;

[0039] 放电时, 若 $U\_min\_soc$ 在 $[U\_DIS\_BRE\_HIGH, U\_DIS\_BRE\_HIGH]$ 区间内, 则说明电池处于充电或放电平台期, 否则处于突变期;

[0040] 第十一步、若电池组处于平台期, 则直接由下式计算本周期的SOC:

[0041]  $SOC_t = (Q_t / Q_N) \times 100\%$ ,  $Q_N$ 为额度容量值;

[0042] 若电池组处于电压突变期, 则采用插值法计算本周期的SOC:

[0043] 充电状态下两种情况如下:

[0044] 低压突变期:  $SOC_t = SOC\_CHA\_BRE\_LOW - (U\_CHA\_BRE\_LOW - U\_min\_soc) \times (SOC\_CHA\_BRE\_LOW - SOC\_last) / (U\_CHA\_BRE\_LOW - U\_min\_last)$ ;

[0045] 高压突变期:  $SOC_t = [SOC\_CHA\_BRE\_HIGH \times (U\_min\_soc - U\_min\_last) - SOC\_last \times (U\_min\_soc - U\_CHA\_BRE\_HIGH)] / (U\_CHA\_BRE\_HIGH - U\_min\_last)$ ;

[0046] 放电状态下两种情况如下:

[0047] 低压突变期:  $SOC_t = SOC\_DIS\_BRE\_LOW + (SOC\_last - SOC\_DIS\_BRE\_LOW) \times (U\_DIS\_BRE\_LOW - U\_min\_soc) / (U\_DIS\_BRE\_LOW - U\_min\_last)$ ;

[0048] 高压突变期： $SOC_t = SOC_{last} + (U_{min\_last} - U_{min\_soc}) \times (SOC\_DIS\_BRE\_HIGH - SOC_{last}) / (U_{min\_last} - U_{DIS\_BRE\_HIGH})$ ；

[0049] 第十二步、对估算结果进行温度、老化校正：根据 $Tem\_envi\_soc$ ，通过查找表获取对应的单周期偏移量，完成温度校正；由计数单元提供目前电池组已充放电的次数 $N$ ，通过查找表获取 $N$ 对应的单周期偏移量，完成老化校正；

[0050] 第十二步、对估算结果进行温度、老化校正：根据 $Tem\_envi\_soc$ ，通过查找表获取对应的单周期偏移量，完成温度校正；由计数单元提供目前电池组已充放电的次数 $N$ ，通过查找表获取 $N$ 对应的单周期偏移量，完成老化校正；

[0051] 第十三步、将最终的计算结果 $SOC_t$ 、 $I_{pack\_soc}$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 与各变量对应的分级报警阈值相比较，若在正常范围则进行后续步骤，否则送报警显示模块进行处理；

[0052] 第十四步、将 $SOC_t$ 、 $U_{max\_soc}$ 、 $U_{min\_soc}$ 、 $I_{pack\_soc}$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 存入存储模块并送显示单元，经CAN控制单元完成数据上报；

[0053] 第十五步、将以上各步所用的计数器完成归零复位后，回到第一步，开始下一个估算周期。为了更好地实现本电池剩余容量估算管理方法，

[0054] 所述第十步中根据 $I_{pack\_soc}$ 、 $Tem\_envi\_soc$ 、 $U_{max\_soc}$ 、 $U_{min\_soc}$ 来判断此时的电池容值状态，还可以如下方式进行判断：

[0055] 通过由 $U_{min\_last}$ 与 $U_{min\_soc}$ 之间的差值与判断阈值 $U\_DIFF$ 进行比较，若电压变量未超过阈值，则说明电池处于充电或放电平台期；否则处于突变期。本发明较现有技术相比，具有以下优点及有益效果：

[0056] (1) 本发明充分考虑到开路电压估算容量的适用条件，在满足使用条件的情况下，利用细致的多温度区间下OCV数据的准确性，来弥补长时间安时积分造成的误差，从而提高了估算精度。

[0057] (2) 本发明在不满足OCV条件的情况下，引入平台期和突变期的判断，平台期内采用安时积分进行估算；突变期内采用插值法进行估算，并做出相应的预警处理，从而有效避免对电池的过充过放，延长了循环使用寿命，并降低了事故风险。

## 附图说明

[0058] 图1是本发明的系统框图；

[0059] 图2是本发明的算法流程图；

[0060] 图3是本发明的实例中充电、放电曲线图。

## 具体实施方式

[0061] 下面结合实施例对本发明作进一步地详细说明：

[0062] 实施例一

[0063] 如图1~图3所示，一种电池剩余容量估算管理系统，包括电池剩余容量估算管理系统，电池剩余容量估算管理系统包括电源模块、采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块、接插件和继电器模块以及MCU控制模块；所述采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、时钟模块、接插件和继电器模块以及MCU控制模块分别与电源模块电连接；所述采集模块、存储模块、计时模块、通信模块、报警显示模块、



时钟模块分别与MCU控制模块电连接；

[0064] 所述电源模块用于在输入电源的基础上产生稳定可靠的多路直流电源；

[0065] 所述采集模块由电压采集模块、电流采集模块、温度采集模块组成，电压采集模块用于采集单体电池端电压及发电机总电压，电流采集模块用于采集电池组充放电电流，温度采集模块用于采集电池极柱表体温度和环境温度；

[0066] 所述计时模块用于记录电池组处于开路状态的延续时间；

[0067] 所述存储模块用于存储读写多个查找表数据，以及N个估算周期中获得的电压、电流、温度、剩余容量历史数据；

[0068] 所述通信模块用于实现本系统与车辆上位机控制单元之间的指令和数据传输；

[0069] 所述报警显示模块用于提供单个估算周期的电压、电流、温度、荷电状态的数据显示，以及分级预警的判断结果显示；

[0070] 所述时钟模块用于提供系统时钟，所述接插件和继电器模块用于通断功率器件的作用；

[0071] 所述MCU控制模块包括主控单元、SOC估算单元、中断响应单元、状态控制单元、CAN控制单元、存储控制单元、计数单元、定时器和看门狗。所述MCU控制单元还包括内部时钟单元、端口管理单元。

[0072] 一种电池剩余容量估算管理方法，其方法步骤如下：

[0073] 第一步、完成电池剩余容量估算管理系统初始化后，由采集模块按照数据采集周期“T\_COL”，获得单体电池的电压数组U[n]、温度数组Tem[n]，然后经存储控制单元存入存储模块；由SOC估算周期“T\_SOC”，获取电池组总电流数组I<sub>pack</sub>[c]、环境温度数组Tem<sub>envi</sub>[c]，存入存储模块；

[0074] 其中，T\_COL与T\_SOC成倍数关系，即

[0075]  $T\_SOC = c \times T\_COL$ ，c为倍数；

[0076] 第二步、将U[n]、Tem[n]经“最值”处理，获得c批次的单个T\_COL内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、最小值Tem<sub>min</sub>[c]，将c批次的单个T\_COL内的单体电压经最值处理后得到单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、单体电压最小值U<sub>min</sub>[c]，将c批次的单个T\_COL内的单体温度经最值处理后得到单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、单体温度最小值Tem<sub>min</sub>[c]，其中c为正整数，并将U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]存入存储模块中；

[0077] 第三步、根据预置的分级报警阈值，对单个T\_COL内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、单体电压最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、单体温度最小值Tem<sub>min</sub>[c]，以及各接插件和继电器状态进行自检和状态判断，若均处正常范围则进行后续步骤；否则启动相应的报警处理并上报；

[0078] 第四步、将U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]、I<sub>pack</sub>[c]、Tem<sub>envi</sub>[c]经滤波处理后，获得本次T\_SOC内的U<sub>max\_soc</sub>、U<sub>min\_soc</sub>、Tem<sub>max\_soc</sub>、Tem<sub>min\_soc</sub>、I<sub>pack\_soc</sub>、Tem<sub>envi\_soc</sub>，提供给后续步骤使用；

[0079] 第五步、读取存储模块，获得相邻的上一个T\_SOC存入的历史数据，包括上次容值Q<sub>last</sub>、上次剩余容比SOC<sub>last</sub>、上次单体电压最小值U<sub>min\_last</sub>、上次单体电压最大值U<sub>max\_last</sub>；

[0080] 第六步、通过计时模块,获得由上次电池组停机到本次开机之间的时长Time\_stop;

[0081] 第七步、若Time\_stop大于设定的阈值,说明电池组已处于相对稳定状态,满足OCV使用条件;此处的OCV是采用事先预存在存储单元中的由试验获得的多段温度区间的开路电压—容量对应表数据来完成;具体过程为:依据本次Tem\_envi\_soc值,通过查到对应温度的OCV表,获得此时与U\_min\_soc相对应的容量值Q<sub>0</sub>;

[0082] 若Time\_stop小于阈值,或本次估算周期非初开机状态,则直接将上一个相邻周期的结果Q\_last,作为初始容量Q<sub>0</sub>;

[0083] 第八步、计算本次周期内的容量变化值:

[0084]  $Q_{temp} = C_0 \times I_{pack} \times T_{SOC}$ 其中,C<sub>0</sub>为电池的库伦效率;

[0085] 第九步、计算本次周期的容量值:

[0086]  $Q_t = Q_0 \pm Q_{temp}$ ;充时为加,放时为减;

[0087] 第十步、根据第四步中的I<sub>pack\_soc</sub>、Tem\_envi\_soc、U\_max\_soc、U\_min\_soc来判断此时的电池容值状态,具体步骤如下:

[0088] 由充放状态、I<sub>pack\_soc</sub>、Tem\_envi\_soc查到与此电流、温度对应的电压和SOC阈值:充电电压拐点下限值U\_CHA\_BRE\_LOW、充电电压拐点上限值U\_CHA\_BRE\_HIGH、拐点处SOC充电下限值SOC\_CHA\_BRE\_LOW、拐点处SOC充电上限值SOC\_CHA\_BRE\_HIGH、放电电压拐点下限值U\_DIS\_BRE\_LOW、放电电压拐点上限值U\_DIS\_BRE\_HIGH、拐点处SOC放电下限值SOC\_DIS\_BRE\_LOW、拐点处SOC放电上限值SOC\_DIS\_BRE\_HIGH;

[0089] 充电时,若U\_max\_soc在[U\_CHA\_BRE\_HIGH,U\_CHA\_BRE\_LOW]区间内,则说明电池处于充电或放电平台期,否则处于突变期;

[0090] 放电时,若U\_min\_soc在[U\_DIS\_BRE\_HIGH,U\_DIS\_BRE\_LOW]区间内,则说明电池处于充电或放电平台期,否则处于突变期;

[0091] 第十一步、若电池组处于平台期,则直接由下式计算本周期的SOC:

[0092]  $SOC_t = (Q_t / Q_N) \times 100\%$ ,Q<sub>N</sub>为额度容量值;

[0093] 若电池组处于电压突变期,则采用插值法计算本周期的SOC:

[0094] 充电状态下两种情况如下:

[0095] 低压突变期: $SOC_t = SOC_{CHA\_BRE\_LOW} - (U_{CHA\_BRE\_LOW} - U_{min\_soc}) \times (SOC_{CHA\_BRE\_LOW} - SOC_{last}) / (U_{CHA\_BRE\_LOW} - U_{min\_last})$ ;

[0096] 高压突变期: $SOC_t = [SOC_{CHA\_BRE\_HIGH} \times (U_{min\_soc} - U_{min\_last}) - SOC_{last} \times (U_{min\_soc} - U_{CHA\_BRE\_HIGH})] / (U_{CHA\_BRE\_HIGH} - U_{min\_last})$ ;

[0097] 放电状态下两种情况如下:

[0098] 低压突变期: $SOC_t = SOC_{DIS\_BRE\_LOW} + (SOC_{last} - SOC_{DIS\_BRE\_LOW}) \times (U_{DIS\_BRE\_LOW} - U_{min\_soc}) / (U_{DIS\_BRE\_LOW} - U_{min\_last})$ ;

[0099] 高压突变期: $SOC_t = SOC_{last} + (U_{min\_last} - U_{min\_soc}) \times (SOC_{DIS\_BRE\_HIGH} - SOC_{last}) / (U_{min\_last} - U_{DIS\_BRE\_HIGH})$ ;

[0100] 第十二步、对估算结果进行温度、老化校正:根据Tem\_envi\_soc,通过查找表获取对应的单周期偏移量,完成温度校正;由计数单元提供目前电池组已充放电的次数N,通过查找表获取N对应的单周期偏移量,完成老化校正;

[0101] 第十三步、将最终的计算结果SOC<sub>t</sub>、I<sub>pack\_soc</sub>、Tem<sub>envi\_soc</sub>与各变量对应的分级报警阈值相比较,若在正常范围则进行后续步骤,否则送报警显示模块进行处理;

[0102] 第十四步、将SOC<sub>t</sub>、U<sub>max\_soc</sub>、U<sub>min\_soc</sub>、I<sub>pack\_soc</sub>、Tem<sub>envi\_soc</sub>存入存储模块并送显示单元,经CAN控制单元完成数据上报;

[0103] 第十五步、将以上各步所用的计数器完成归零复位后,回到第一步,开始下一个估算周期。

[0104] 本电池剩余容量估算方法中优选的一个实施例,

[0105] 所述第十步中根据I<sub>pack\_sock</sub>、Tem<sub>envi\_soc</sub>、U<sub>max\_soc</sub>、U<sub>min\_soc</sub>来判断此时的电池容值状态,还可以如下方式进行判断:

[0106] 通过由U<sub>min\_last</sub>与U<sub>min\_soc</sub>之间的差值与判断阈值U<sub>DIFF</sub>进行比较,若电压变量未超过阈值,则说明电池处于充电或放电平台期;否则处于突变期。

[0107] 本发明的特点为:

[0108] 1、充分考虑到开路电压估算容量的适用条件,在满足使用条件的情况下,利用细致的多温度区间下OCV数据的准确性,来弥补长时间安时积分造成的误差,从而提高了估算精度。

[0109] 2、在不满足OCV条件的情况下,引入平台期和突变期的判断,平台期内采用安时积分进行估算;突变期内采用插值法进行估算,并做出相应的预警处理,从而有效避免对电池的过充过放,延长了循环使用寿命,并降低了事故风险。

[0110] 3、在以上两种情况下,均通过试验实测,获得不同温度、老化因子的影响,对估算值做出相对应的校正处理,进一步提高了估算精度。

[0111] 实施例二

[0112] 如图1~图3所示,一种电池剩余容量估算方法,其中电池剩余容量估算方法中包括电池剩余容量估算管理系统,本实施例的电池剩余容量估算管理系统与实施例一的系统相同,在此不再累述。

[0113] 如图1~图3所示,一种电池剩余容量估算方法,其方法步骤如下:

[0114] 1) 初始化后,由采集模块按照数据采集周期“T<sub>COL</sub>”,获得单体电池的电压数组U[n] (“n”为电池组内包含的单体电池数)、温度数组Tem[n],存入存储模块;由SOC估算周期“T<sub>SOC</sub>”,获取电池组总电流数组I<sub>pack</sub>[c]、环境温度数组Tem<sub>envi</sub>[c],存入存储模块。

[0115] 其中,T<sub>COL</sub>与T<sub>SOC</sub>成倍数关系,即T<sub>SOC</sub>=c×T<sub>COL</sub>,c为倍数。

[0116] 2) 将U[n]、Tem[n]经“最值”处理,获得c批次的单个T<sub>COL</sub>内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、最小值Tem<sub>min</sub>[c],并存入U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]。

[0117] 3) 根据预置的分级报警阈值,对单个T<sub>COL</sub>内的单体电压最大值U<sub>max</sub>[c]、最小值U<sub>min</sub>[c]、单体温度最大值Tem<sub>max</sub>[c]、最小值Tem<sub>min</sub>[c],以及各接插件、继电器状态进行自检和状态判断,均处正常范围则进行后续步骤;否则启动相应的报警处理并上报。

[0118] 4) 将U<sub>max</sub>[c]、U<sub>min</sub>[c]、Tem<sub>max</sub>[c]、Tem<sub>min</sub>[c]、I<sub>pack</sub>[c]、Tem<sub>envi</sub>[c]经“滤波”处理,获得本次T<sub>SOC</sub>内的U<sub>max</sub>、U<sub>min</sub>、Tem<sub>max</sub>、Tem<sub>min</sub>、I<sub>pack</sub>、Tem<sub>envi</sub>,提供给后续步骤使用。

[0119] 5) 读取存储模块,获得相邻的上一个T<sub>SOC</sub>存入的历史数据,包括Q<sub>last</sub>(上次容

值)、SOC\_last(上次剩余容比)、U\_min\_last(上次单体电压最小值)等。

[0120] 6) 通过计时模块,获得由上次电池组停机到本次开机之间的时长Time\_stop。

[0121] 7) 若本周期系统处于初次开机状态,则进行开路电压法(OCV)条件判断,否则直接进入步骤8):

[0122] 若Time\_stop大于设定阈值,则满足OCV使用条件。

[0123] 此处的OCV,是采用事先预存的由试验获得的多段温度区间的开路电压-容量对应表数据(预存在存储单元)来完成。具体过程为:依据本次Tem\_envi值,通过查到对应温度的OCV表,获得此时与U\_min相对应的容量值Q<sub>0</sub>。

[0124] 若Time\_stop小于阈值,或本次估算周期非初开机状态,则直接将上一个相邻周期的结果Q\_last,作为初始容量Q<sub>0</sub>。

[0125] 8) 计算本周期内的容量变化值:

[0126]  $Q_{temp} = CO \cdot I_{pack} \cdot T_{SOC}$ ,其中,CO:库伦效率。

[0127] 9) 计算本次周期的容量值:

[0128]  $Q_t = Q_0 \pm Q_{temp}$ ; 充时为加,放时为减。

[0129] 10) 根据I<sub>pack</sub>、Tem\_envi、U\_max、U\_min来判断此时的电池容值状态,有以下两种方式,实际情况下可任选一种或二者结合使用:

[0130] 第一种方式:由充放状态、I<sub>pack</sub>、Tem\_envi查到与此电流、温度对应的电压和SOC阈值:U\_CHA\_BRE\_LOW(电压拐点下限值)、U\_CHA\_BRE\_HIGH(电压拐点上限值)、SOC\_CHA\_BRE\_LOW(拐点处SOC充电下限值)、SOC\_CHA\_BRE\_HIGH(拐点处SOC充电上限值)、U\_DIS\_BRE\_LOW(电压拐点下限值)、U\_DIS\_BRE\_HIGH(电压拐点上限值)、SOC\_DIS\_BRE\_LOW(拐点处SOC放电下限值)、SOC\_DIS\_BRE\_HIGH(拐点处SOC放电上限值)。

[0131] 充电时,若U\_max在[U\_CHA\_BRE\_HIGH,U\_CHA\_BRE\_LOW]区间内,则说明电池处于充电或放电平台期,否则处于突变期。

[0132] 放电时,若U\_min在[U\_DIS\_BRE\_HIGH,U\_DIS\_BRE\_HIGH]区间内,则说明电池处于充电或放电平台期,否则处于突变期。

[0133] 第二种方式:由U\_min\_last与U\_min之间的差值与判断阈值U\_DIFF进行比较,若电压变量未超过阈值,则说明电池处于充电或放电平台期,否则处于突变期。

[0134] 11) 若电池组处于平台期,则直接由下式计算本周期的SOC:

[0135]  $SOC_t = (Q_t / Q_N) \times 100\%$ ,Q<sub>N</sub>为额定容量值。

[0136] 若电池组处于电压突变期,则采用插值法计算本周期的SOC:

[0137] 充电状态下两种情况,

[0138] 低压突变期: $SOC_t = SOC_{CHA\_BRE\_LOW} - (U_{CHA\_BRE\_LOW} - U_{min}) \times (SOC_{CHA\_BRE\_LOW} - SOC_{last}) / (U_{CHA\_BRE\_LOW} - U_{min\_last})$ ;

[0139] 高压突变期: $SOC_t = [SOC_{CHA\_BRE\_HIGH} \times (U_{min} - U_{min\_last}) - SOC_{last} \times (U_{min} - U_{CHA\_BRE\_HIGH})] / (U_{CHA\_BRE\_HIGH} - U_{min\_last})$ ;

[0140] 放电状态下两种情况,

[0141] 低压突变期: $SOC_t = SOC_{DIS\_BRE\_LOW} + (SOC_{last} - SOC_{DIS\_BRE\_LOW}) \times (U_{DIS\_BRE\_LOW} - U_{min}) / (U_{DIS\_BRE\_LOW} - U_{min\_last})$ ;

[0142] 高压突变期: $SOC_t = SOC_{last} + (U_{min\_last} - U_{min}) \times (SOC_{DIS\_BRE\_HIGH} -$

SOC\_last)/(U\_min\_last-U\_DIS\_BRE\_HIGH)。

[0143] 12) 对估算结果进行温度、老化校正:根据Tem\_envi,通过查找表获取对应的单周期偏移量,完成温度校正;由计数单元提供目前电池组已充放电的次数N,通过查找表获取N对应的单周期偏移量,完成老化校正。

[0144] 13) 将最终的计算结果SOC<sub>t</sub>、I<sub>pack</sub>、Tem\_envi与各变量对应的分级报警阈值相比较,若在正常范围则进行后续步骤,否则送报警显示模块进行处理。

[0145] 14) 最后将SOC<sub>t</sub>、I<sub>pack</sub>、Tem\_envi存入存储模块并送显示单元,经CAN控制单元完成数据上报。

[0146] 15) 各控制寄存器完成归零复位后,回到步骤1),开始下一个估算周期。

[0147] 实施例三

[0148] 如图1~图3所示,一种电池剩余容量估算管理方法,其中电池剩余容量估算管理方法中包括电池剩余容量估算管理系统,本实施例的电池剩余容量估算管理系统与实施例一的系统相同,在此不再累述。

[0149] 如图1~图3所示,一种电池剩余容量估算管理方法,其方法步骤如下:

[0150] 以下针对某电动汽车所用磷酸铁锂电池(48V\50AH),对本发明涉及的系统和方法进行详细说明(环境温度25℃,每组含15只单体电池串联,数据采集周期设为500ms,SOC估算周期设为36s,以放电状态下的非初次开机的估算周期为例):

[0151] 1、电源模块由符合功率、精度等要求的DC-DC、开关稳压器、降压器电路组成,由+24V输入电源产生+5V、+4.096V、+3.3V工作电源;

[0152] 电压采集由光耦继电器、差分放大器、运算放大器组成,电流采集由精密运算放大电路组成;温度采集由负温系数的热敏电阻电路组成;

[0153] 采集信号以+4.096V为基准电压,通过片内AD转换单元获得所需的采集数据;

[0154] 存储读写模块由64M闪存及外围的移位寄存器和电平转换器组成;

[0155] 通信模块采用独立CAN控制器、CAN总线隔离收发器电路组成;

[0156] 报警&显示模块由发光二极管、液晶显示模块电路组成;

[0157] 时钟模块由实时时钟芯片电路组成;

[0158] MCU采用16位RL78系列单片机。

[0159] 2、采集数据:按照设定的数据采集周期( $T_{SOC}=72 \times T_{COL}$ ),获得U[15]、Tem[15],以及I<sub>pack</sub>、Tem\_envi。

[0160] 3、将U[15]、Tem[15]经过“最值”处理,获得T<sub>COL</sub>内的U<sub>max</sub>、U<sub>min</sub>、Tem<sub>max</sub>、Tem<sub>min</sub>,存入U<sub>max</sub>[72]、U<sub>min</sub>[72]、Tem<sub>max</sub>[72]、Tem<sub>min</sub>[72];将电流、环境温度值存入I<sub>pack</sub>[72]、Tem\_envi[72]。

[0161] 4、根据预置的分级报警值,对U<sub>max</sub> U<sub>min</sub> Tem<sub>max</sub> Tem<sub>min</sub>以及各接插件状态进行自检和状态判断,确认均为正常范围。

[0162] 5、滤波处理:将U<sub>max</sub>[72]、U<sub>min</sub>[72]、Tem<sub>max</sub>[72]、Tem<sub>min</sub>[72]、I<sub>pack</sub>[72]、Tem\_envi[72]经过“均值滤波”处理,获得本估算周期内的U<sub>max</sub>、U<sub>min</sub>、Tem<sub>max</sub>、Tem<sub>min</sub>、I<sub>pack</sub>、Tem\_envi。

[0163] 6、通过存储读写,获得所需历史数据Q<sub>last</sub>、SOC<sub>last</sub>、U<sub>min</sub><sub>last</sub>。

[0164] 7、由于本次估算周期为非初开机状态,不需要进行OCV条件判断,直接将上一个相

邻周期的结果 $Q_{last}$ ,作为初始容量 $Q_0$ 。

[0165] 8、计算本周期内的容量变化值 $Q_{temp} = NC \times I_{pack} \times TC$ 。

[0166] 9、计算本周期的容量值 $Q_t = Q_0 - Q_{temp}$ 。

[0167] 10、根据 $I_{pack}$ 、 $Tem_{envi}$ 查表获得拐点阈值和对应的SOC值： $U_{DIS\_BRE\_LOW}$ 、 $U_{DIS\_BRE\_HIGH}$ 、 $SOC_{DIS\_BRE\_LOW}$ 、 $SOC_{DIS\_BRE\_HIGH}$ 。

[0168] 11、将 $U_{min}$ 与拐点阈值相比较,判断电池位于平台期,则不必进行插值计算,直接由下式获得SOC值： $SOC_t = (Q_t / Q_N) \times 100\%$ 。

[0169] 12、温度、老化校正:根据 $Tem_{envi}$ ,通过查找表获取对应的单周期偏移量,完成温度校正;由计数单元提供目前电池组已充放电的次数 $N$ ,通过查找表获取 $N$ 对应的单周期偏移量,完成老化校正。

[0170] 13、数据存储、上报:将 $SOC_t$ 、 $U[n]$ 、 $Tem[n]$ 、 $I_{pack}$ 、 $Tem_{envi}$ 、 $U_{max}$ 、 $U_{min}$ 、 $Tem_{max}$ 、 $Tem_{min}$ ,存入存储模块;并依照设定的通信协议上报给上位机。

[0171] 14、各步所用的计数器完成归零复位后,返回步骤2,开始下一个估算周期。以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,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、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

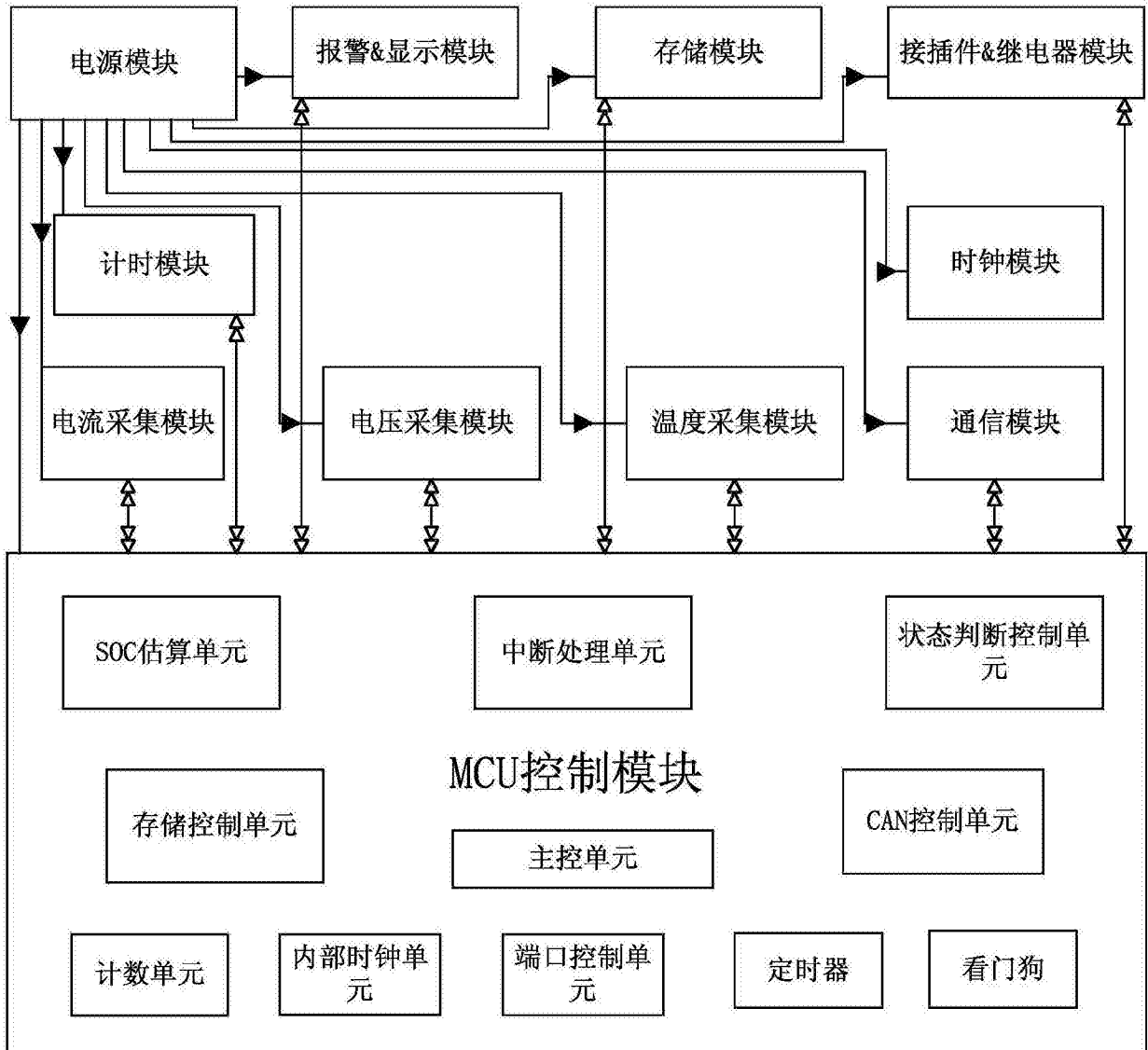


图1

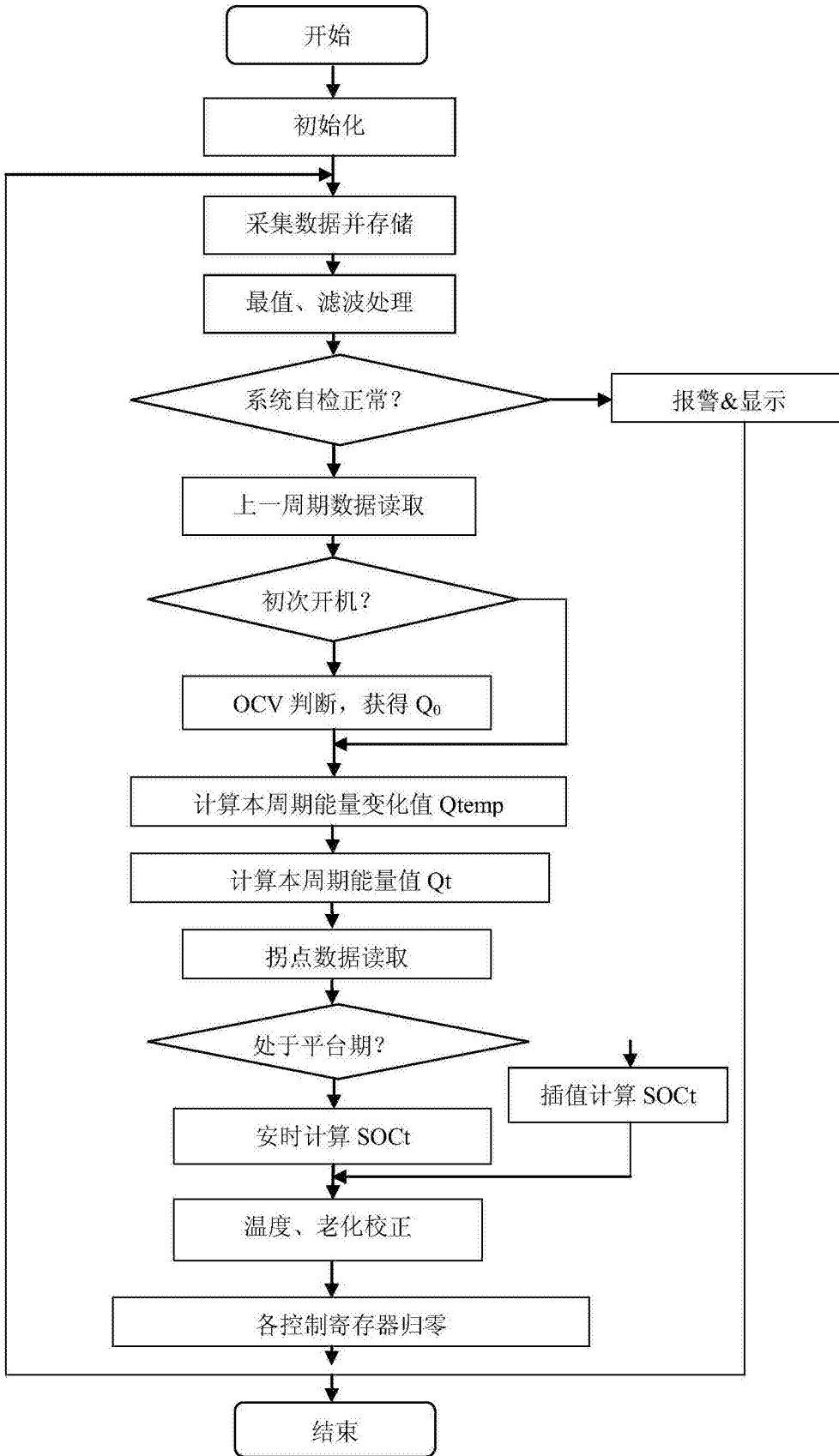


图2



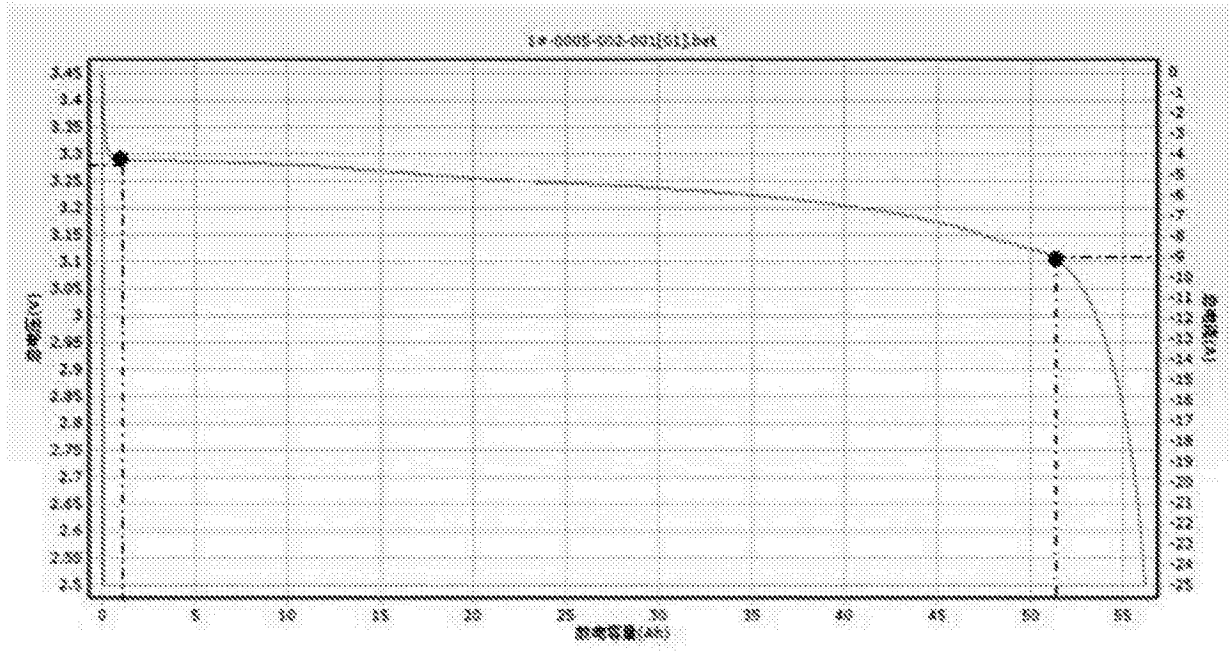
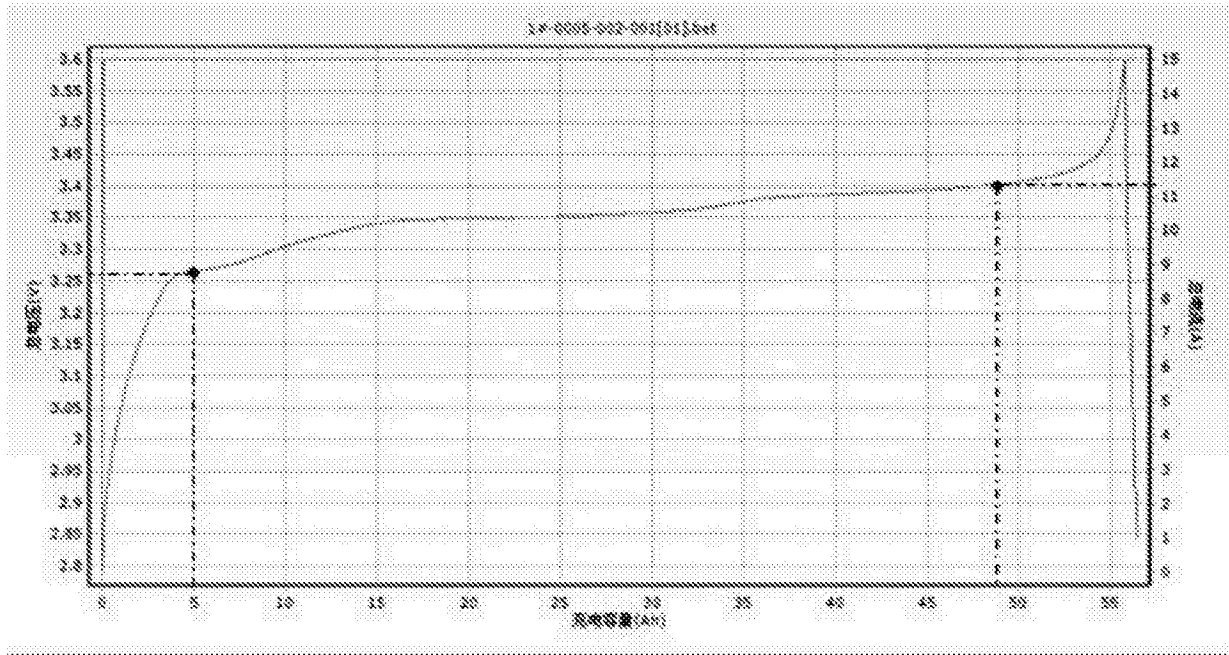


图3