



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106405421 A

(43) 申请公布日 2017. 02. 15

(21) 申请号 201510446190. 4

(22) 申请日 2015. 07. 27

(71) 申请人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区科技南路
55 号

(72) 发明人 叶彦宏

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 江舟 李灵洁

(51) Int. Cl.

G01R 31/36(2006. 01)

权利要求书3页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

电池荷电状态 SOC 值的估算方法及装置

(57) 摘要

本发明提供了一种电池荷电状态 SOC 值的估算方法及装置,其中,该方法包括:检测电池是否处于充电状态或者放电状态;在电池处于充电状态或者放电状态的情况下,通过安时积分法确定电池的荷电状态 SOC 值;在电池不处于充电状态和放电状态,且在电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下,根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值;通过本发明,解决了电池 SOC 估算方法估算的 SOC 准确度不高的问题,提高了 SOC 的估算精度。



1. 一种电池荷电状态 SOC 值的估算方法,其特征在于,包括:

检测电池是否处于充电状态或者放电状态;

在所述电池处于所述充电状态或者所述放电状态的情况下,通过安时积分法确定所述电池的荷电状态 SOC 值;

在所述电池不处于所述充电状态和所述放电状态,且在所述电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下,根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,通过以下方式确定电池是否处于充电状态或者放电状态:

检测所述电池的电流是否大于预定阈值;

在所述电流大于所述预定阈值的情况下,所述电池处于所述充电状态或者所述放电状态。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在所述电池的充电回路断开的情况下,所述对应关系为用于指示所述电池的充电开路电压和所述 SOC 值的对应关系的充电开路电压曲线;在所述电池的放电回路断开的情况下,所述对应关系为用于指示所述电池的放电开路电压和所述 SOC 值的对应关系的放电开路电压曲线。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述充电开路电压曲线通过以下方式获取:在所述电池的充电过程中,每隔第一预定时间段记录一组所述 SOC 值和所述电池的充电开路电压值,其中,两个相邻的所述预定时间段之间设置有停止对所述电池进行充电的静置时间段;根据记录的多组所述 SOC 值和所述电池的充电开路电压值拟合成所述充电开路电压曲线;

所述放电开路电压曲线通过以下方式获取:在所述电池的完放电过程中,每隔第二预定时间段记录一组所述 SOC 值和所述电池的放电开路电压值,其中,两个相邻的所述预定时间段之间设置有停止对所述电池进行放电的静置时间段;根据记录的多组所述 SOC 值和所述电池的放电开路电压值拟合成所述放电开路电压曲线。

5. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:按照以下方式对所述充电开路电压曲线或放电开路电压曲线进行修正:

根据所述电池所接入设备的功耗对所述充电开路电压曲线进行修正或者对所述放电开路电压曲线进行修正。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法,其特征在于,

在所述电池的充电回路断开的情况下,根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值包括:查找所述电池的当前电压值落入的所述充电开路电压曲线上的第一取值区间;对所述第一取值区间所对应的两点所对应的两组所述 SOC 值和所述电池的充电开路电压采用线性差值算法计算所述当前电压值对应的 SOC 值;

在所述电池的放电回路断开的情况下,根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值包括:查找所述电池的当前电压值落入的所述放电开路电压曲线上的第二取值区间;对所述第二取值区间所对应的两点所对应的两组所述 SOC 值和所述电池的放电开路电压采用线性差值算法计算所述当前电压值对应的 SOC 值。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法,其特征在于,

根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值之后,所述方法还包括:在第三预定时间之后,若所述充电回路仍然断开,则根据充电开路电压曲线每隔第四预定时间对所述 SOC 值进行修正;或者,在第五预定时间之后,若所述放电回路仍然断开,则根据所述放电开路电压曲线每隔第六预定时间对所述 SOC 值进行修正。

8. 一种电池荷电状态 SOC 值的估算装置,其特征在于,包括:

检测模块,用于检测电池是否处于充电状态或者放电状态;

第一确定模块,用于在所述电池处于所述充电状态或者所述放电状态的情况下,通过安时积分法确定所述电池的荷电状态 SOC 值;

第二确定模块,用于在所述电池不处于所述充电状态和所述放电状态,且在所述电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下,根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,检测模块还用于通过以下方式确定电池是否处于充电状态或者放电状态:

检测所述电池的电流是否大于预定阈值;

在所述电流大于所述预定阈值的情况下,所述电池处于所述充电状态或者所述放电状态。

10. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,在所述电池的充电回路断开的情况下,所述对应关系为用于指示所述电池的充电开路电压和所述 SOC 值的对应关系的充电开路电压曲线;在所述电池的放电回路断开的情况下,所述对应关系为用于指示所述电池的放电开路电压和所述 SOC 值的对应关系的放电开路电压曲线。

11. 根据权利要求 10 所述的装置,其特征在于,所述充电开路电压曲线通过以下方式获取:在所述电池的充电过程中,每隔第一预定时间段记录一组所述 SOC 值和所述电池的充电开路电压值,其中,两个相邻的所述预定时间段之间设置有停止对所述电池进行充电的静置时间段;根据记录的多组所述 SOC 值和所述电池的充电开路电压值拟合成所述充电开路电压曲线;

所述放电开路电压曲线通过以下方式获取:在所述电池的完放电过程中,每隔第二预定时间段记录一组所述 SOC 值和所述电池的放电开路电压值,其中,两个相邻的所述预定时间段之间设置有停止对所述电池进行放电的静置时间段;根据记录的多组所述 SOC 值和所述电池的放电开路电压值拟合成所述放电开路电压曲线。

12. 根据权利要求 10 所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:修正模块,用于按照以下方式对所述充电开路电压曲线或放电开路电压曲线进行修正:

根据所述电池所接入设备的功耗对所述充电开路电压曲线进行修正或者对所述放电开路电压曲线进行修正。

13. 根据权利要求 8 至 12 中任一项所述的装置,其特征在于,

所述第二确定模块包括:第一查找单元,用于在所述电池的充电回路断开的情况下,查找所述电池的当前电压值落入的所述充电开路电压曲线上的第一取值区间;第一计算单元,用于对所述第一取值区间所对应的两点所对应的两组所述 SOC 值和所述电池的充电开路电压采用线性差值算法计算所述当前电压值对应的 SOC 值;

所述第二确定模块还包括:第二查找单元,用于在所述电池的放电回路断开的情况下,

查找所述电池的当前电压值落入的所述放电开路电压曲线上的第二取值区间;第二计算单元,用于对所述第二取值区间所对应的两点所对应的两组所述 SOC 值和所述电池的放电开路电压采用线性差值算法计算所述当前电压值对应的 SOC 值。

14. 根据权利要求 8 至 13 中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括修正模块,用于根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值之后,在第三预定时间之后,若所述充电回路仍然断开,则根据充电开路电压曲线每隔第四预定时间对所述 SOC 值进行修正;或者,在第五预定时间之后,若所述放电回路仍然断开,则根据所述放电开路电压曲线每隔第六预定时间对所述 SOC 值进行修正。

电池荷电状态 SOC 值的估算方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,具体而言,涉及一种电池荷电状态 SOC 值的估算方法及装置。

背景技术

[0002] 通信电源是为通信基站或者通信机房等通讯设备提供能量的设备,而蓄电池是通信电源的重要组成部分,能够为通信设备提供备用电源。近年来,随着各个国家对节能减排和发展低碳经济越来越重视,磷酸铁锂 (LiFeP04) 电池以其独特的优点得到了越来越广泛的应用。磷酸铁锂电池相比之前一直广泛应用的铅酸电池,具有循环寿命长、高温性能好、大容量、无记忆效应、重量轻、环保等优势,因此在多个领域得到快速的推广和良好使用,例如通信电源储能设备、新能源储能设备、大型电动车、医疗仪器等。

[0003] 随着磷酸铁锂电池应用的推广,电池管理系统也得到了广泛的应用,为了充分发挥电池的动力性能、提高其使用的安全性、防止电池过充和过放,延长电池的使用寿命,提高其作为储能设备的使用性能,电池管理系统需要对电池的荷电状态 (State-of-Charge, 简称 SOC) 进行准确估算, SOC 是用来描述电池使用过程中可充入和放出容量的重要参考因素。电池的 SOC 和很多因素有关,如温度、电流、寿命、电化学反应等,且具有很强的非线性关系,给 SOC 实时在线估算带来很大的困难。

[0004] 相关技术中的电池 SOC 的估算方法主要有:安时积分法、开路电压法、卡尔曼滤波、内阻法、人工神经网络等。其中人工神经网络法、卡尔曼滤波法由于系统设置复杂,而且在电池管理系统中对硬件配置要求较高,并未得到广泛的应用;内阻法存在着估算内阻的困难,在硬件上难以实现;开路电压法需要使用到开路电压,需要电池组的长时间静置,一般系统不具备静置条件。相比较而言,安时积分法由于简单有效而常被采用,但安时积分法由于可能只考虑电流对时间的积分,或者可能结合动态放电曲线对容量进行修正,但动态曲线受到温度、电流、寿命等因素的影响,因此预估出来的电池 SOC 也不准确。

[0005] 针对相关技术中的电池 SOC 估算方法估算的 SOC 准确度不高的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种电池荷电状态 SOC 值的估算方法及装置,以至少解决相关技术中电池 SOC 估算方法估算的 SOC 准确度不高的问题。

[0007] 根据本发明的一个实施例,提供了一种电池荷电状态 SOC 值的估算方法,包括:检测电池是否处于充电状态或者放电状态;在电池处于充电状态或者放电状态的情况下,通过安时积分法确定电池的荷电状态 SOC 值;在电池不处于充电状态和放电状态,且在电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下,根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值。

[0008] 在本发明实施例中,通过以下方式确定电池是否处于充电状态或者放电状态:检

测电池的电流是否大于预定阈值；在电流大于预定阈值的情况下，电池处于充电状态或者放电状态。

[0009] 在本发明实施例中，在电池的充电回路断开的情况下，对应关系为用于指示电池的充电开路电压和 SOC 值的对应关系的充电开路电压曲线；在电池的放电回路断开的情况下，对应关系为用于指示电池的放电开路电压和 SOC 值的对应关系的放电开路电压曲线。

[0010] 在本发明实施例中，充电开路电压曲线通过以下方式获取：在电池的充电过程中，每隔第一预定时间段记录一组 SOC 值和电池的充电开路电压值，其中，两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行充电的静置时间段；根据记录的多组 SOC 值和电池的充电开路电压值拟合充电开路电压曲线；放电开路电压曲线通过以下方式获取：在电池的完放电过程中，每隔第二预定时间段记录一组 SOC 值和电池的放电开路电压值，其中，两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行放电的静置时间段；根据记录的多组 SOC 值和电池的放电开路电压值拟合放电开路电压曲线。

[0011] 在本发明实施例中，该方法还包括：按照以下方式对充电开路电压曲线或放电开路电压曲线进行修正：根据电池所接入设备的功耗对充电开路电压曲线进行修正或者对放电开路电压曲线进行修正。

[0012] 在本发明实施例中，在电池的充电回路断开的情况下，根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值包括：查找电池的当前电压值落入的充电开路电压曲线上的第一取值区间；对第一取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的充电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值；在电池的放电回路断开的情况下，根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值包括：查找电池的当前电压值落入的放电开路电压曲线上的第二取值区间；对第二取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的放电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值。

[0013] 在本发明实施例中，根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值之后，该方法还包括：在第三预定时间之后，若充电回路仍然断开，则根据充电开路电压曲线每隔第四预定时间对 SOC 值进行修正；或者，在第五预定时间之后，若放电回路仍然断开，则根据放电开路电压曲线每隔第六预定时间对 SOC 值进行修正。

[0014] 根据本发明的另一实施例，提供了一种电池荷电状态 SOC 值的估算装置，包括：检测模块，用于检测电池是否处于充电状态或者放电状态；第一确定模块，用于在所述电池处于充电状态或者放电状态的情况下，通过安时积分法确定电池的荷电状态 SOC 值；第二确定模块，用于在电池不处于充电状态和放电状态，且在电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下，根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值。

[0015] 在本发明实施例中，检测模块还用于通过以下方式确定电池是否处于充电状态或者放电状态：检测电池的电流是否大于预定阈值；在电流大于预定阈值的情况下，电池处于充电状态或者放电状态。

[0016] 在本发明实施例中，在电池的充电回路断开的情况下，对应关系为用于指示电池的充电开路电压和 SOC 值的对应关系的充电开路电压曲线；在电池的放电回路断开的情况下，对应关系为用于指示电池的放电开路电压和 SOC 值的对应关系的放电开路电压曲线。

[0017] 在本发明实施例中，充电开路电压曲线通过以下方式获取：在电池的充电过程中，

每隔第一预定时间段记录一组 SOC 值和电池的充电开路电压值,其中,两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行充电的静置时间段;根据记录的多组 SOC 值和电池的充电开路电压值拟合成充电开路电压曲线;放电开路电压曲线通过以下方式获取:在电池的完放电过程中,每隔第二预定时间段记录一组 SOC 值和电池的放电开路电压值,其中,两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行放电的静置时间段;根据记录的多组 SOC 值和电池的放电开路电压值拟合成放电开路电压曲线。

[0018] 在本发明实施例中,该装置还包括:修正模块,用于按照以下方式对充电开路电压曲线或放电开路电压曲线进行修正:根据电池所接入设备的功耗对充电开路电压曲线进行修正或者对放电开路电压曲线进行修正。

[0019] 在本发明实施例中,第二确定模块包括:第一查找单元,用于在电池的充电回路断开的情况下,查找电池的当前电压值落入的充电开路电压曲线上的第一取值区间;第一计算单元,用于对第一取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的充电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值;第二确定模块还包括:第二查找单元,用于在电池的放电回路断开的情况下,查找电池的当前电压值落入的放电开路电压曲线上的第二取值区间;第二计算单元,用于对第二取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的放电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值。

[0020] 在本发明实施例中,该装置还包括修正模块,用于根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值之后,在第三预定时间之后,若所述充电回路仍然断开,则根据充电开路电压曲线每隔第四预定时间对所述 SOC 值进行修正;或者,在第五预定时间之后,若所述放电回路仍然断开,则根据所述放电开路电压曲线每隔第六预定时间对所述 SOC 值进行修正。

[0021] 通过本发明,采用在电池处于所述充电状态或者所述放电状态的情况下,通过安时积分法确定所述电池的荷电状态 SOC 值,在所述电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下,根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值,即将安时积分法和开路电压法进行结合对 SOC 进行确定,增加了 SOC 的修正机会,解决了电池 SOC 估算方法估算的 SOC 准确度不高的问题,提高了 SOC 的估算精度。

附图说明

[0022] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0023] 图 1 是根据本发明实施例的电池荷电状态 SOC 值的估算方法的流程图;

[0024] 图 2 是根据本发明实施例的电池荷电状态 SOC 值的估算装置的结构框图一;

[0025] 图 3 是根据本发明实施例的电池荷电状态 SOC 值的估算装置的结构框图二;

[0026] 图 4a 是根据本发明优选实施例的放电开路曲线 $OCV-SOC_{dischg}^1$ 的示意图;

[0027] 图 4b 是根据本发明优选实施例的充电开路曲线 $OCV-SOC_{chg}^1$ 的示意图;

[0028] 图 5a 是根据本发明优选实施例的放电开路曲线 $OCV-SOC_{dischg}$ 的示意图;

[0029] 图 5b 是根据本发明优选实施例的充电开路曲线 $OCV-SOC_{chg}$ 的示意图;

[0030] 图 6 是根据本发明优选实施例的 FBMS 对磷酸铁锂电池的 SOC 估算流程图。

具体实施方式

[0031] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0032] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

[0033] 在本实施例中提供了一种电池荷电状态 SOC 值的估算方法,图 1 是根据本发明实施例的电池荷电状态 SOC 值的估算方法的流程图,如图 1 所示,该流程包括如下步骤:

[0034] 步骤 S102,检测电池是否处于充电状态或者放电状态;

[0035] 步骤 S104,在电池处于充电状态或者放电状态的情况下,通过安时积分法确定电池的荷电状态 SOC 值;

[0036] 步骤 S106,在电池不处于充电状态和放电状态,且在电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下,根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值。

[0037] 通过上述步骤,采用在电池处于所述充电状态或者所述放电状态的情况下,通过安时积分法确定所述电池的荷电状态 SOC 值,在所述电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下,根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值,即将安时积分法和开路电压法进行结合对 SOC 进行确定,增加了 SOC 的修正机会,解决了电池 SOC 估算方法估算的 SOC 准确度不高的问题,提高了 SOC 的估算精度。

[0038] 需要说明的是,上述方法的执行主体可以是电池的管理系统,可以是电池和电池的管理系统之外的一个第三方设备。

[0039] 在本发明实施例中,可以通过以下方式确定电池是否处于充电状态或者放电状态:检测电池的电流是否大于预定阈值;在电流大于预定阈值的情况下,电池处于充电状态或者放电状态。也可以通过其他方式判断电池是否处于充电状态或者放电状态,比如,检测电池的电压来判断。需要说明的是,在本实施例中通过检测电池的电流是否大于预定阈值来确实电池是否处于正常的充放电状态,以便判断是否采用安时积分法来估算 SOC 值,该判断条件并不区分电池是处于正常的充电状态还是正常的放电状态。

[0040] 在本发明实施例中,上述对应关系可以是电池开路电压和 SOC 值的对应关系表,也可以是表示电池开路电压和 SOC 值对应关系的曲线,在本发明实施例中,当上述对应关系为电池开路电压和 SOC 值对应关系的曲线时,在电池的充电回路断开的情况下,对应关系为用于指示电池的充电开路电压和 SOC 值的对应关系的充电开路电压曲线;在电池的放电回路断开的情况下,对应关系为用于指示电池的放电开路电压和 SOC 值的对应关系的放电开路电压曲线。

[0041] 在本发明实施例中,充电开路电压曲线通过以下方式获取:在电池的充电过程中,每隔第一预定时间段记录一组 SOC 值和电池的充电开路电压值,其中,两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行充电的静置时间段;根据记录的多组 SOC 值和电池的充电开路电压值拟合充电开路电压曲线;放电开路电压曲线通过以下方式获取:在电池的完放电过程中,每隔第二预定时间段记录一组 SOC 值和电池的放电开路电压值,其中,两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行放电的静置时间段;根据记录的多组 SOC 值和电池的放电开路电压值拟合放电开路电压曲线。

[0042] 在本发明实施例中,考虑的是电池静置后 SOC 值和电池的充电开路电压值的对应

关系来获取的充电开路电压曲线,以及电池静置后 SOC 值和电池的充电开路电压值的对应关系来获取的放电开路电压曲线,而由于静置后电池的内部反应趋于稳定状态,因而相对于现有技术中的动态方式获取的曲线,干扰因子较少,因而获取的充电开路电压曲线或者放电开路电压曲线相对比较准确,进而提高了 SOC 估算的准确度。

[0043] 为了更加接近于实际应用情况,使得 SOC 估算更加准确,在本发明实施例中,该方法还包括:按照以下方式对充电开路电压曲线或放电开路电压曲线进行修正:根据电池所接入设备的功耗对充电开路电压曲线进行修正或者对放电开路电压曲线进行修正。在开路电压法中考虑了接入设备的损耗,比如电池管理系统的单板或者保护电路的耗电情况,得到更加符合实际工况的充电开路电压曲线或放电开路电压曲线,进而提高了 SOC 估算的准确度。

[0044] 在本发明实施例中,在电池的充电回路断开的情况下,根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值包括:查找电池的当前电压值落入的充电开路电压曲线上的第一取值区间;对第一取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的充电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值;在电池的放电回路断开的情况下,根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值包括:查找电池的当前电压值落入的放电开路电压曲线上的第二取值区间;对第二取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的放电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值。

[0045] 在本发明上述实施例中,可以按照一定的顺序比如时间顺序或者按照电压值从小到大的顺序等查找当前电压落入到充电开路电压曲线或者放电开路电压曲线上的哪个区间中,对该区间内的两点进行线性差值,计算该当前电压值对应的 SOC 值。需要说明的是,该区间内的两点可以取该区间的两个端点,也可以按照一定的规则取区间内的两个点,也可以是随机取该区间的两个点。

[0046] 在本发明实施例中,根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值之后,该方法还包括:在第三预定时间之后,若充电回路仍然断开,则根据充电开路电压曲线每隔第四预定时间对 SOC 值进行修正;或者,在第五预定时间之后,若放电回路仍然断开,则根据放电开路电压曲线每隔第六预定时间对 SOC 值进行修正。在确定荷电状态 SOC 值之后,经过第三预定时间或者第五预订时间之后回路仍然断开,则之后每隔第四预订时间或者第六预订时间进行一次 SOC 的修订,通过对确定的 SOC 值的修正次数的增加,使得估算的 SOC 更加准确。

[0047] 需要说明的是,上述第三预定时间和上述第五预定时间可以相同,也可以不相同;上述第四预定时间和上述第六预定时间可以相同,也可以不相同。

[0048] 在本实施例中还提供了一种电池荷电状态 SOC 值的估算装置,该装置用于实现上述实施例及优选实施方式,已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的,术语“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

[0049] 图 2 是根据本发明实施例的电池荷电状态 SOC 值的估算装置的结构框图一,如图 2 所示,该装置包括:

[0050] 检测模块 22,用于检测电池是否处于充电状态或者放电状态;

[0051] 第一确定模块 24, 与检测模块 22 连接, 用于在所述电池处于充电状态或者放电状态的情况下, 通过安时积分法确定电池的荷电状态 SOC 值;

[0052] 第二确定模块 26, 与检测模块 22 连接, 用于在电池不处于充电状态和放电状态, 且在电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下, 根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值。

[0053] 通过上述装置, 采用在电池处于所述充电状态或者所述放电状态的情况下, 通过安时积分法确定所述电池的荷电状态 SOC 值, 在所述电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下, 根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值, 即该装置将安时积分法和开路电压法进行结合对 SOC 进行确定, 增加了 SOC 的修正机会, 解决了电池 SOC 估算方法估算的 SOC 准确度不高的问题, 提高了 SOC 的估算精度。

[0054] 在本发明实施例中, 检测模块 22 还用于通过以下方式确定电池是否处于充电状态或者放电状态: 检测电池的电流是否大于预定阈值; 在电流大于预定阈值的情况下, 电池处于充电状态或者放电状态。需要说明的是, 在本实施例中检测模块 22 通过检测电池的电流是否大于预定阈值来确实电池是否处于正常的充放电状态, 以便判断是否采用安时积分法来估算 SOC 值, 该判断条件并不区分电池是处于正常的充电状态还是正常的放电状态。

[0055] 在本发明实施例中, 上述对应关系可以是电池开路电压和 SOC 值的对应关系表, 也可以是表示电池开路电压和 SOC 值对应关系的曲线, 在本发明实施例中, 当上述对应关系为电池开路电压和 SOC 值对应关系的曲线时, 在电池的充电回路断开的情况下, 对应关系为用于指示电池的充电开路电压和 SOC 值的对应关系的充电开路电压曲线; 在电池的放电回路断开的情况下, 对应关系为用于指示电池的放电开路电压和 SOC 值的对应关系的放电开路电压曲线。

[0056] 在本发明实施例中, 充电开路电压曲线通过以下方式获取: 在电池的充电过程中, 每隔第一预定时间段记录一组 SOC 值和电池的充电开路电压值, 其中, 两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行充电的静置时间段; 根据记录的多组 SOC 值和电池的充电开路电压值拟合充电开路电压曲线; 放电开路电压曲线通过以下方式获取: 在电池的完放电过程中, 每隔第二预定时间段记录一组 SOC 值和电池的放电开路电压值, 其中, 两个相邻的预定时间段之间设置有停止对电池进行放电的静置时间段; 根据记录的多组 SOC 值和电池的放电开路电压值拟合放电开路电压曲线。

[0057] 在本发明实施例中, 考虑的是电池静置后 SOC 值和电池的充电开路电压值的对应关系来获取的充电开路电压曲线, 以及电池静置后 SOC 值和电池的充电开路电压值的对应关系来获取的放电开路电压曲线, 而由于静置后电池的内部反应趋于稳定状态, 因而相对于现有技术中的动态方式获取的曲线, 干扰因子较少, 因而获取的充电开路电压曲线或者放电开路电压曲线相对比较准确, 进而提高了 SOC 估算的准确度。

[0058] 为了更加接近于实际应用情况, 使得 SOC 估算更加准确, 图 3 是根据本发明实施例的电池荷电状态 SOC 值的估算装置的结构框图二, 如图 3 所示, 该装置除包括图 2 所示的所有模块外, 还包括: 第一修正模块 32, 用于按照以下方式对充电开路电压曲线或放电开路电压曲线进行修正: 根据电池所接入设备的功耗对充电开路电压曲线进行修正或者对放电开路电压曲线进行修正。在开路电压法中考虑了接入设备的损耗, 比如电池管理系统的单

板或者保护电路的耗电情况,得到更加符合实际工况的充电开路电压曲线或放电开路电压曲线,进而提高了 SOC 估算的准确度。

[0059] 在本发明实施例中,第二确定模块 26 包括:第一查找单元,用于在电池的充电回路断开的情况下,查找电池的当前电压值落入的充电开路电压曲线上的第一取值区间;第一计算单元,用于对第一取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的充电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值;第二确定模块 26 还包括:第二查找单元,用于在电池的放电回路断开的情况下,查找电池的当前电压值落入的放电开路电压曲线上的第二取值区间;第二计算单元,用于对第二取值区间所对应的两点所对应的两组 SOC 值和电池的放电开路电压采用线性差值算法计算当前电压值对应的 SOC 值。需要说明的是,在本发明实施例中,上述第一查找单元和上述第二查找单元可以是同一个查找单元,也可以是不同的查找单元,上述第一计算单元和上述第二计算单元可以是同一个计算单元,也可以是不同的计算单元。

[0060] 在本发明上述实施例中,可以按照一定的顺序比如时间顺序或者按照电压值从小到大的顺序等查找当前电压落入到充电开路电压曲线或者放电开路电压曲线上的哪个区间中,对该区间内的两点进行线性差值,计算该当前电压值对应的 SOC 值。需要说明的是,该区间内的两点可以取该区间的两个端点,也可以按照一定的规则取区间内的两个点,也可以是随机取该区间的两个点。

[0061] 在本发明实施例中,该装置还包括第二修正模块,用于根据所述电池的电池开路电压和所述 SOC 值的对应关系确定所述荷电状态 SOC 值之后,在第三预定时间之后,若所述充电回路仍然断开,则根据充电开路电压曲线每隔第四预定时间对所述 SOC 值进行修正;或者,在第五预定时间之后,若所述放电回路仍然断开,则根据所述放电开路电压曲线每隔第六预定时间对所述 SOC 值进行修正。在确定荷电状态 SOC 值之后,经过第三预定时间或者第五预定时间之后回路仍然断开,则之后每隔第四预定时间或者第六预定时间进行一次 SOC 的修订,通过对确定的 SOC 值的修正次数的增加,使得估算的 SOC 更加准确。

[0062] 需要说明的是,上述第三预定时间和上述第五预定时间可以相同,也可以不相同;上述第四预定时间和上述第六预定时间可以相同,也可以不相同。

[0063] 需要说明的是,上述各个模块是可以通过软件或硬件来实现的,对于后者,可以通过以下方式实现,但不限于此:上述模块均位于同一处理器中;或者,上述模块分别位于多个处理器中。

[0064] 为了更好的理解本发明,以下结合具体的实施例对本发明做进一步的解释。

[0065] 本发明实施例提供了一种优选的电池荷电状态 SOC 值的估算方法,步骤如下:

[0066] (1) 当 FBMS 监测到电池在动态充放电时,采用安时积分法进行 SOC 的估算;

[0067] (2) 当充电回路断开或者放电回路断开时,则采用充放电独立考虑的开路电压法。

[0068] 当充电开关断开时,磷酸铁锂电池便相当于处于充电开路状态,根据相应的充电开路电压曲线,经过查表拟合法便可得到充电开路状态时对应的磷酸铁锂电池的 SOC 预估值;同理,当放电开关断开时,磷酸铁锂电池便相当于处于放电开路状态,根据相应的放电开路电压曲线,便可得到放电开路状态时对应的磷酸铁锂电池的 SOC 预估值。从而实现 SOC 在开路状态时的修正,使容量的估算更加准确。

[0069] 本发明优选实施例是基于一种磷酸铁锂电池管理系统 (FBMS) 的,FBMS 主要是实

现对磷酸铁锂电池的精细化管理,对电池的单体信息进行实时监测,通过相应的控制防止电池过充或者过放,达到保护电池的目的。现在电池管理系统已经得到了越来越多的应用,由于电池管理系统因素比如单板或者保护电路等的耗电情况,这些是常规开路电压法使用中未考虑进入的因素,本发明优选实施例之所以充放电单独考虑开路电压,均是因为考虑到系统实际应用时的用电损耗对电池开路电压曲线的影响,从而对开路电压曲线进行加权处理,得到更加符合实际工况的充电和放电开路电压曲线,因此本发明更加接近于实际应用情况,从而 SOC 估算的更加准确,也为其它的电池管理系统提供一种更加准确的 SOC 修正方法。

[0070] 上述 FBMS 需要具备以下条件:(1)能够实时监测磷酸铁锂电池的单体信息;(2)能够对磷酸铁锂电池实现充电或者放电保护;

[0071] 上述 FBMS 并非特指某种用途的系统,适用于所有磷酸铁锂电池的管理单元。FBMS 能够对磷酸铁锂电池实现充电或者放电保护,当充电保护时,充电开关切断,充电回路处于断开状态,电池停止充电;当放电保护时,放电开关切断,放电回路处于断开状态,电池停止放电,从而起到保护电池的作用。而充电回路断开或者放电开关切断时,电池处于开路状态,无电流经过,此时电池相当于开路状态,因此 FBMS 具备电池组的静置条件,从而为本发明优选实施例所述的采用充放电独立考虑的开路电压法对磷酸铁锂电池 SOC 的修正方法奠定基础。

[0072] 本发明实施例提供了另一种优选的电池荷电状态 SOC 值的估算方法,具体步骤如下:

[0073] (1)通过对磷酸铁锂电池进行完整的充电和放电过程,并在过程中进行分段静置记录,然后通过加权拟合得到对应的充电开路曲线和放电开路曲线,这两个曲线包含了磷酸铁锂电池 SOC 和电池开路电压的对应关系,然后将此关系表存入 FBMS 中;

[0074] (2)初始化 SOC。根据电池的电压值进行初始容量的估算,依据电池电压值,通过查表线性插值算法得到对应的磷酸铁锂电池 SOC 初始值 SOC_{ini} 。

[0075] (3)判断若电池电流绝对值超出 I_{min} (电流的最小值,根据硬件检测误差来定),此时认为电池在正常的充电或者放电,采用安时积分法来估算 $SOC = SOC_{ini} + \int_0^t Idt$, 否则进入下一步;

[0076] (4)判断 FBMS 的充电回路是否断开,若断开则进入步骤 (5),否则进入步骤 (6);

[0077] (5)启动计时器,当计时时间到达一小时,则根据充电开路电压曲线 $OCV-SOC_{chg}$ 进行 SOC 的修正,主要是根据静置后的电池组电压值,采用递增式查找法,查找到当前电压值落入 $OCV-SOC_{chg}$ 的哪个区间中,然后对该区间的两点进行线性拟合,计算出当前电压值对应的 SOC 值。若充电回路状态变成闭合,则计时器清零,退出此次修正过程;

[0078] (6)判断放电回路是否断开,若断开则启动计时器,当计时时间达到一小时,则根据放电开路电压曲线 $OCV-SOC_{dischg}$ 进行 SOC 的修正,主要是根据静置后的电池组电压值,采用递增式查找法,查找到当前电压值落入 $OCV-SOC_{dischg}$ 的哪个区间中,然后对该区间的两点进行线性拟合,计算出当前电压值对应的 SOC 值。若放电回路状态变成闭合,则计时器清零,退出此次修正过程;

[0079] (7)上述 (5) 和 (6) 步骤若一小时后回路仍然断开,则之后每隔 15 分钟进行一次 SOC 的修正,使修正次数增加,从而使容量估算更加准确。

[0080] 上述步骤中的 (5)、(6)、(7) 便是通过充放电独立的 OCV-SOC 曲线进行 SOC 的修正, 步骤 (3) 体现了正常充放电时采用安时积分法进行 SOC 的估算, 这两者结合, 尤其是充放电独立考虑的 OCV-SOC 曲线修正法使容量的估算更加准确。下面详细介绍如何获取充电 OCV-SOC 曲线和放电 OCV-SOC 曲线:

[0081] (1) 将电池充电至最高电压, 待充电电流接近 0 时, 且维持一段时间, 认为电池充满, 此时静置一个小时, 记录对应的电池电压值和 SOC 值。然后电池端接入负载, 使电池较小电流放电至一个新的 SOC 值, 静置一个小时, 记录对应的电池电压值, 依此类推, 直至电池放完电, 记录最终的 SOC 值和静置电压值。在此过程中记录的所有 (SOC, U_{ocv}) 点拟合成放电开路曲线 $OCV-SOC_{dischg}^1$, 如图 4a 所示, 该曲线的横坐标为 SOC 值, 纵坐标为电池组开路电压值 U_{ocv} ;

[0082] (2) 在步骤 (1) 的基础上, 将电池进行较小电流充电, 采样记录的间隔以放电开路曲线中的 SOC 值为准, 分别进行充电静置一个小时, 记录对应的电池电压值, 直至电池充满电。在此过程中记录的所有 (U_{ocv}, SOC) 点拟合成充电开路曲线 $OCV-SOC_{chg}^1$, 如图 4b 所示;

[0083] (3) 以上过程均只对电池本身进行测试, 考虑 FBMS 系统接入后, 单板或者保护电路等的耗电情况, 对上述得到的 $OCV-SOC_{dischg}^1$ 和 $OCV-SOC_{chg}^1$ 两组数据进行加权拟合, 由于单板或者保护电路会有一些电量损耗, 因此把 $OCV-SOC_{dischg}^1$ 和 $OCV-SOC_{chg}^1$ 两组曲线进行向下偏移, 即将电压值 - 偏移电压值得到 $OCV-SOC_{dischg}$ 和 $OCV-SOC_{chg}$ 曲线。

[0084] (4) 对修正之后的 $OCV-SOC_{dischg}$ 和 $OCV-SOC_{chg}$ 曲线进行实际应用的验证, 偏移电压值根据各个系统的单板或者保护电路的损耗情况来确定, 通过实际应用的验证, 取得合理的偏移电压值, 从而得到最终的 $OCV-SOC_{dischg}$ 曲线, 如图 5a 所示和 $OCV-SOC_{chg}$ 曲线, 如图 5b 所示, 保证 SOC 修正更加准确。

[0085] 本发明的优选实施例将充放电独立考虑的开路电压法和安时积分法结合进行磷酸铁锂电池 SOC 的估算, 尤其是采用充放电独立考虑的开路电压法对磷酸铁锂电池 SOC 进行修正, 大大增加了 SOC 的修正机会, 提高了 SOC 的估算精度, 易于实现和推广。由于本发明提出了充放电独立考虑的开路电压法, 在充电保护或者放电保护的情况下, 均可以对 SOC 进行修正, 提高了此工况下的 SOC 估算精度。

[0086] 本发明实施例提供了又一种优选的电池荷电状态 SOC 值的估算方法, 具体步骤如下:

[0087] 磷酸铁锂电池管理系统 FBMS 能够采集电池单体电压、温度及电池电流等模拟量和状态量的采集, 对磷酸铁锂电池可以实现充电或者放电保护, 当充电保护时, 充电开关切断, 充电回路处于断开状态, 电池停止充电; 当放电保护时, 放电开关切断, 放电回路处于断开状态, 电池停止放电。

[0088] 结合上述实施例中图 5a 所示的充电开路曲线 $OCV-SOC_{chg}$ 和图 5b 所示的放电开路电压曲线 $OCV-SOC_{dischg}$ 对本发明优选实施例做进一步解释, 这两组曲线通过采集点 (U_{ocv}, SOC) 的坐标方式 (每个曲线包含 13 个坐标点) 映射成二维数组的方式写入 FBMS 中待使用。

[0089] 图 6 是根据本发明优选实施例的 FBMS 对磷酸铁锂电池的 SOC 估算流程图, 结合该流程图说明 SOC 估算的具体实施步骤如下:

[0090] 步骤 S602, 估算 SOC 的初始值。FBMS 启动工作后, 根据采集到的实时数据得到电

池组电压值 U_{ini} ，然后通过查表，查看 U_{ini} 电压若小于充电开路曲线 $OCV-SOC_{chg}$ 中的某个点 i 的电压，则认为该电压点落入 (U_i, SOC_i) 和 (U_{i-1}, SOC_{i-1}) 区间内，然后根据线性插值算法得到对应的磷酸铁锂电池 SOC 初始值 SOC_{ini} ：

$$[0091] \quad SOC_{ini} = SOC_{i-1} + \frac{SOC_i - SOC_{i-1}}{U_i - U_{i-1}} \times (U_{ini} - U_{i-1}) \quad (a)$$

[0092] 步骤 S604，周期性的判断若电池电流绝对值超出 I_{min} (2A)，此时认为电流在正常的充电或者放电，采用安时积分法来估算 $SOC = SOC_{ini} + \int_0^t Idt$ ，否则进入下一步；

[0093] 步骤 S606，判断 FBMS 的充电回路是否断开，若断开则进入步骤 S608，否则进入步骤 S610；

[0094] 步骤 S608，启动计时器（即 wBatCutTime1），当计时时间到达一小时，则根据充电开路电压曲线 $OCV-SOC_{chg}$ 进行 SOC 的修正，主要是根据静置后的电池组电压值，采用递增式查找法，查找到当前电压值落入 $OCV-SOC_{chg}$ 的哪个区间中，然后对该区间的两点进行线性插值，计算出当前电压值对应的 SOC 值。计算方法参考步骤 S602 中的公式 (a)。若充电回路状态变成闭合，则计时器清零，退出此次修正过程；

[0095] 步骤 S610，判断放电回路是否断开，若断开则启动计时器，当计时时间达到一小时，则根据放电开路电压曲线 $OCV-SOC_{dischg}$ 进行 SOC 的修正，主要是根据静置后的电池组电压值，采用递增式查找法，查找到当前电压值落入 $OCV-SOC_{dischg}$ 的哪个区间中，然后对该区间的两点进行线性插值，计算出当前电压值对应的 SOC 值。计算方法参考步骤 S602 中的公式 (a)。若放电回路状态变成闭合，则计时器清零，退出此次修正过程；

[0096] 上述步骤 S608 和步骤 S610 若一小时后回路仍然断开，则之后每隔 15 分钟进行一次 SOC 的修正，使修正次数增加，从而使容量估算更加准确。

[0097] 周期循环执行步骤 S602 ~ 步骤 S612。

[0098] 本发明的实施例还提供了一种存储介质。可选地，在本实施例中，上述存储介质可以被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码：

[0099] S1，检测电池是否处于充电状态或者放电状态；

[0100] S2，在电池处于充电状态或者放电状态的情况下，通过安时积分法确定电池的荷电状态 SOC 值；

[0101] S3，在电池不处于充电状态和放电状态，且在电池的充电回路断开或者放电回路断开的情况下，根据电池的电池开路电压和 SOC 值的对应关系确定荷电状态 SOC 值。

[0102] 可选地，在本实施例中，上述存储介质可以包括但不限于：U 盘、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0103] 可选地，本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例，本实施例在此不再赘述。

[0104] 显然，本领域的技术人员应该明白，上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现，它们可以集中在单个的计算装置上，或者分布在多个计算装置所组成的网络上，可选地，它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现，从而，可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行，并且在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤，或者将它们分别制作成各个集成电路模块，或者将它们中的多个模块或

步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0105] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

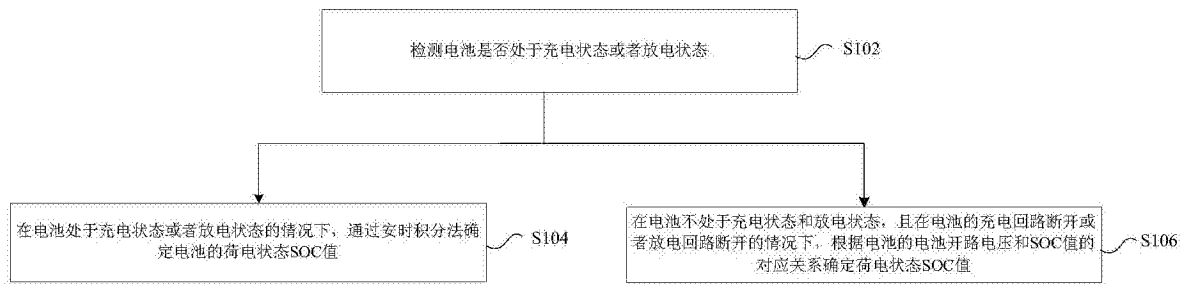


图 1



图 2

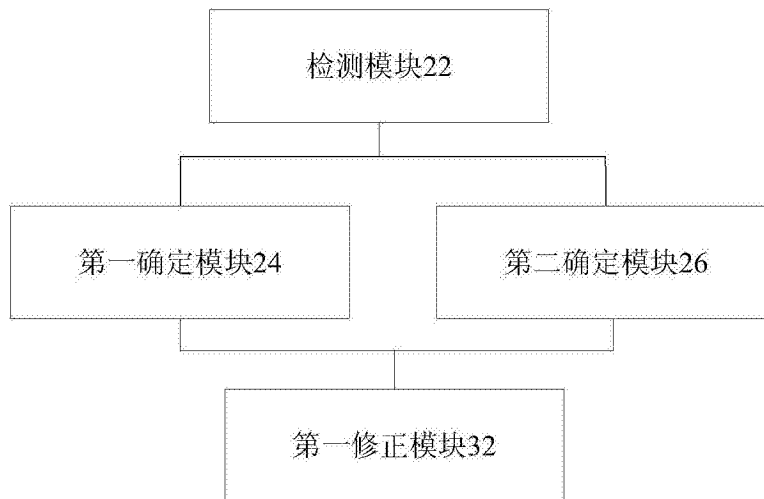


图 3

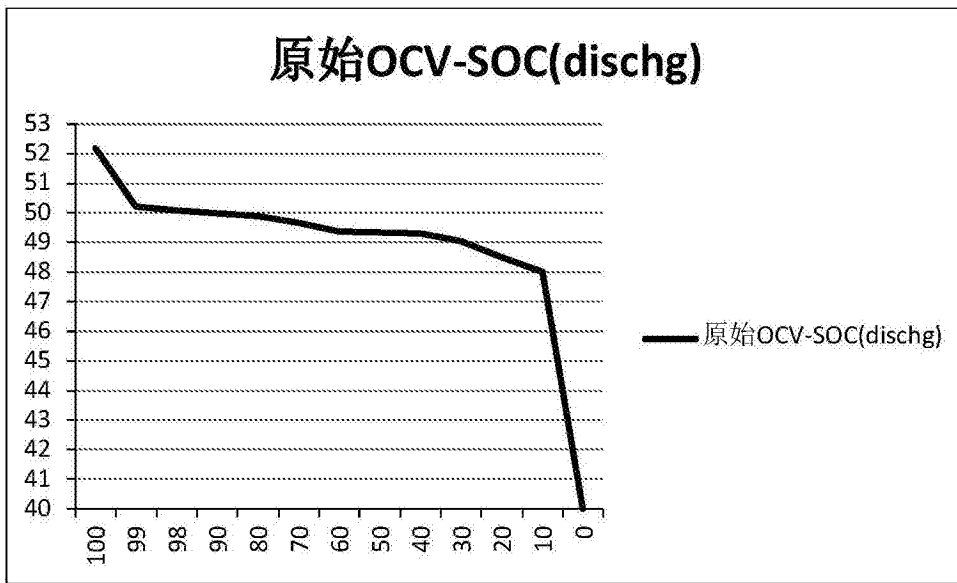


图 4a

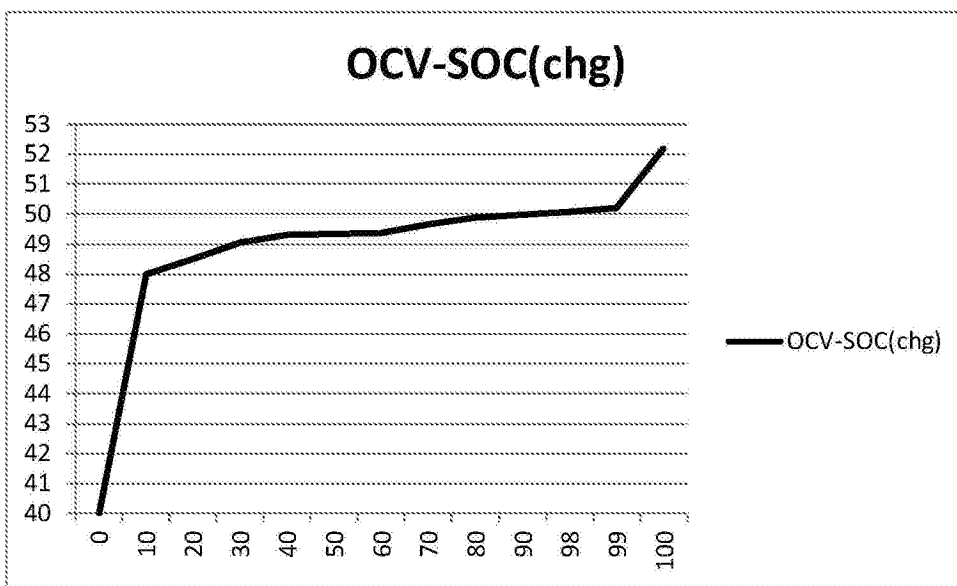


图 4b

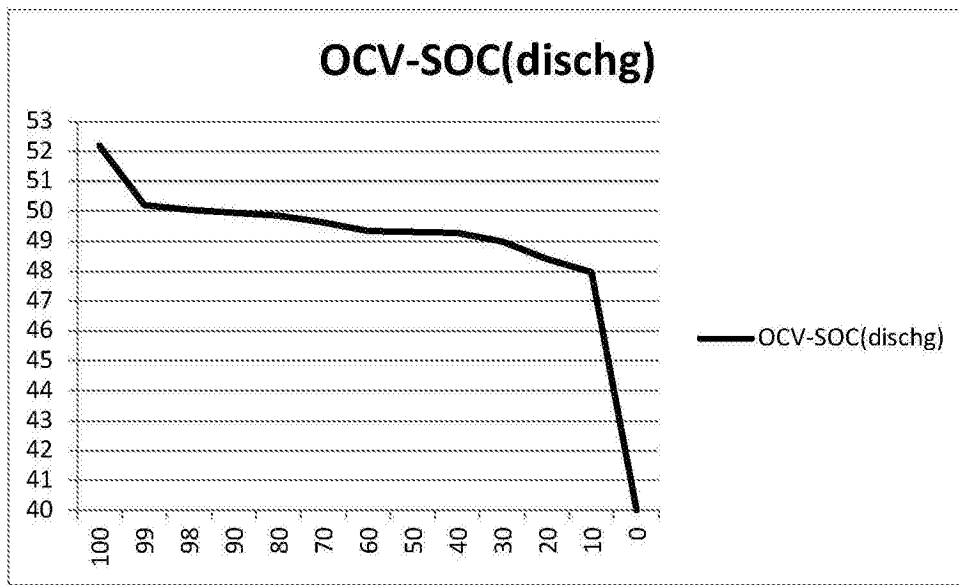


图 5a

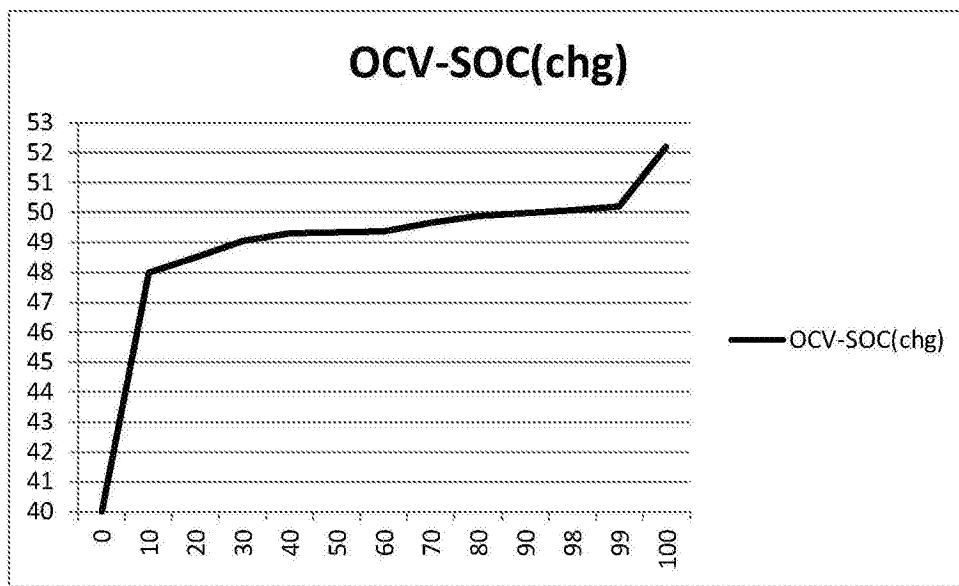


图 5b

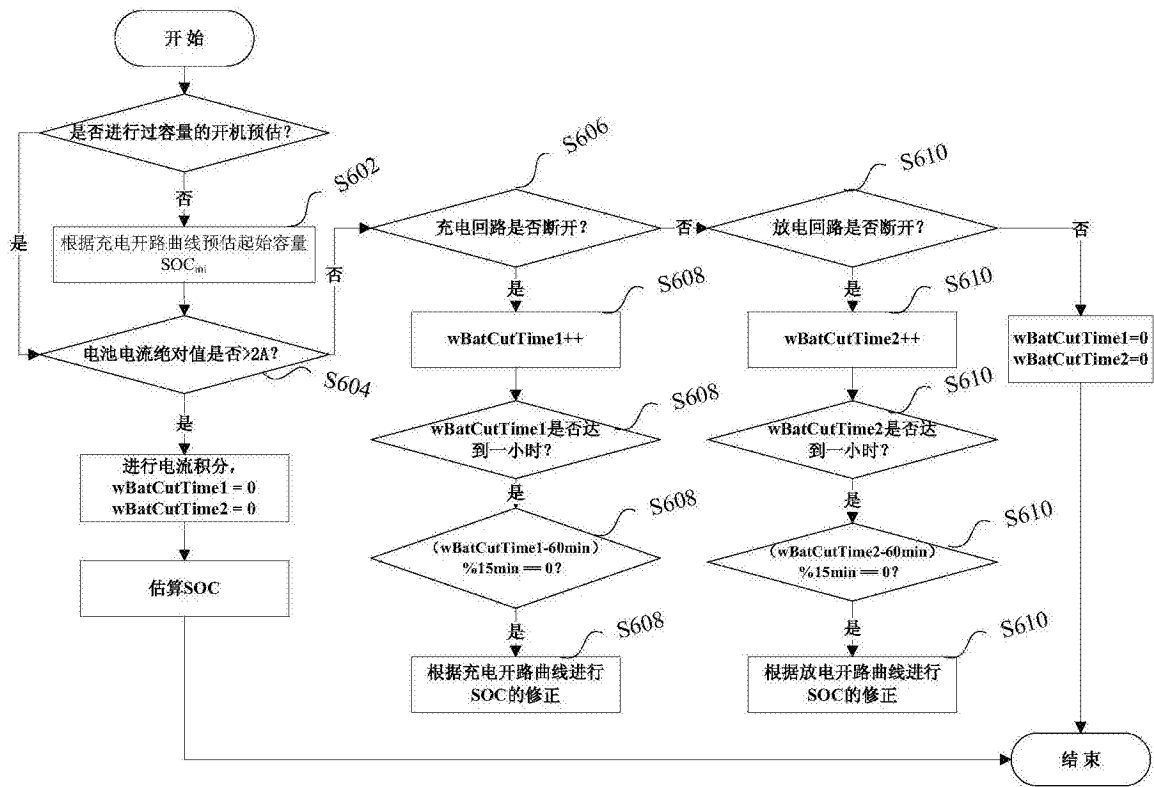


图 6