



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102355031 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 14

(21) 申请号 201110334376. 2

(22) 申请日 2011. 10. 29

(73) 专利权人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

专利权人 重庆百转电动汽车电控系统有限公司

(72) 发明人 刘和平 胡银全 郭军 余阳

郑群英 邓力 郭强 袁闪闪

邱斌斌 徐巧巧 徐伟

(74) 专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司

公司 50212

代理人 张先芸 钟继莲

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102203626 A, 2011. 09. 28, 权利要求 2、

3、12、16 ;说明书第 9、31-38、65-68、71-74、80、86、89-103 段 ;附图 1.

CN 102203626 A, 2011. 09. 28, 权利要求 2、3、12、16 ;说明书第 9、31-38、65-68、71-74、80、86、89-103 段 ;附图 1.

CN 102044718 A, 2011. 05. 04, 摘要 .

CN 101777784 A, 2010. 07. 14, 全文 .

US 2010/0052614 A1, 2010. 03. 04, 全文 .

审查员 韩静静

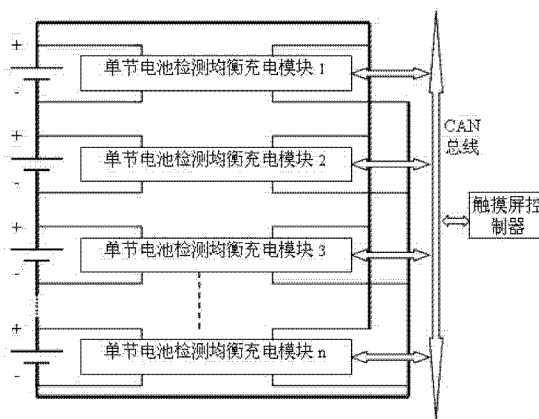
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法

(57) 摘要

本发明提供一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法,包括以下步骤:实时检测单节电池的参数,并根据检测的参数计算单节电池的荷电状态,根据所获取的单节电池荷电状态实时计算并更新电池组的平均荷电状态;将各单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较;当单节电池的荷电状态小于电池组平均荷电状态时,对该单节电池进行均衡充电;单节电池的荷电状态接近电池组平均荷电状态阈值时,该单节电池均衡充电结束;当所有已启动均衡充电的单节电池都充电结束时,整个电池组的均衡充电结束,此时所有电池荷电状态基本达到一致;然后再重复以上步骤,进行新一轮循环;当电池组中各节电池的荷电状态都接近电池组平均荷电状态时,便不再需要均衡充电。



CN 102355031 B

1. 一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 电池组中单节电池每个并联一个单节电池检测均衡充电模块,各单节电池检测均衡充电模块之间相互独立工作;

所述单节电池检测均衡模块包括单节电池检测单元和均衡充电单元;单节电池检测单元用于检测单节电池的参数,并计算单节电池的荷电状态;均衡充电单元将电池组能量转换成低电压的输出向低荷电状态的单节电池充电;所述均衡充电是电池组通过 DC/DC 变换器向单节电池充电;

2) 将各单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较;荷电状态的比较是通过整车控制器实现,由整车控制器发出指令控制单节电池检测均衡模块工作;其中,所述整车控制器与各单节电池检测均衡模块采用隔离的 CAN 总线进行信息交换;

当单节电池荷电状态低于电池组平均荷电状态时,单节电池检测均衡充电模块将启动对该单节电池进行均衡充电;所述均衡充电所用的能量来源于所述电池组;

当该单节电池荷电状态接近于电池组平均荷电状态阈值时,单节电池检测均衡充电模块将关闭对该单节电池均衡充电;

3) 当所有已启动均衡充电的单节电池都充电结束时,整个电池组的均衡充电结束,此时所有电池荷电状态基本达到一致;然后再重复以上步骤,进行新一轮循环;

当电池组中各节电池的荷电状态都接近电池组平均荷电状态时,便不再需要均衡充电;

所述电池组的平均荷电状态的计算按如下公式进行:

$$\overline{SOC} = \frac{SOC_1 + SOC_2 + \dots + SOC_n}{n}$$

其中, $n$  是电池组中电池个数; $SOC_1, SOC_2, \dots, SOC_n$  是各个单节电池的荷电状态;

所述单节电池的参数包括电压、温度和充放电电流;

所述电池是 200Ah 的磷酸铁锂动力电池。

2. 根据权利要求 1 所述磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法,其特征在于:所述单节电池检测均衡充电模块采用小电流恒流充电方式对单节电池进行均衡充电。

## 一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池充电技术领域,具体涉及一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法及均衡充电装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,由于汽车尾气排放造成的城市空气污染问题,已受到各国政府的高度重视,电动汽车的推广使用被认为是最终解决这一问题的最佳途径。电动汽车具有能源利用率高、可以综合利用各种不同能源的特点,对于全球性节能和能源形式的更新换代有着十分重要的意义。

[0003] 动力电池是电动汽车中必不可少的重要组成部分,动力电池供电质量直接关系到电动汽车能否正常可靠的运行。由于单节动力电池的电压和容量达不到电动汽车使用要求,因此需要将单节动力电池串联组成电池组使用。单节动力电池循环寿命能达到 2000 次,但是串联后的动力电池组其循环寿命却远远低于 2000 次。这是由于电池的制作工艺、初始充电的状态不一致、散热条件不同、环境气温的变化等因素导致了电池参数的分散性、自放电率增大、多次放电循环产生差异导致电池荷电状态不一致。当电池荷电状态差异较大时,为了防止过充电和过放电,电池组将不能达到接近 100% 的充电和不能达到接近 0% 的放电,影响电池组提供电能的范围,不能有效使用电池组存储的能量,如果某一节电池的荷电状态较低,则电池的有效能量使用范围将大打折扣,唯一解决此问题的办法就是采用电池容量均衡的方法,否则就必须更换其电池,更换电池需要重新匹配电池组,这将又带来重新再匹配等问题。

[0004] 磷酸铁锂动力电池具有超长寿命、使用安全、功率密度大、循环寿命长、绿色环保等优点,是电动汽车动力电源的最佳选择,但是这些优势都是在电池管理系统有效工作的前提下。动力电池组在电动汽车上使用时,其性能指标往往达不到单节电池原有水平,使用寿命将大大缩短,并严重影响在其电动汽车上的推广应用。

[0005] 目前对磷酸铁锂动力电池组的管理以及均衡充电方法的研究刚刚起步。为了有效改善磷酸铁锂动力电池组的不一致性,提高动力电池组的可用容量和延长动力电池组的循环使用寿命,对磷酸铁锂动力电池组的均衡充电方法进行研究十分必要。

[0006] 目前锂离子电池组均衡充电的方法主要分为能量耗散型和能量非耗散型两大类:

[0007] 1、能量耗散型:这种方法通过给电池组中每节电池并联一个功率电阻进行放电,从而实现均衡。这种电路结构简单,当单节电池电压偏高时,用功率电阻对电池进行放电,以达到所有电池都充满电量的目的;但是电阻大小的选取不好控制,而且存在能量浪费和电阻发热的问题,尤其在大容量动力电池充电过程中,能量浪费和电阻发热问题尤为突出。

[0008] 2、能量非耗散型:这种方法主要是利用电感或电容等储能元件,在充电过程中将电荷从电压高的电池传送到电压低的电池,以达到均衡的目的。这种电路的耗能比能量耗散型要小,在小容量锂离子电池均衡充电中应用较多,但在大容量锂离子电池均衡充电中

还存在较多问题：(1) 电路结构相对复杂；(2) 不能实现很精确的均衡；(3) 均衡的时间很长。电动汽车用磷酸铁锂动力电池组由于具有电池数量多、容量大等特点，因此，需要一种更为方便、简单的均衡充电方法对磷酸铁锂动力电池组进行均衡充电。

[0009] 中国专利号为 201010213210 公开的“动力电池组均衡控制方法采用的是电阻放电式均衡”，是一种能量损耗型均衡，对于大容量的电池来说是不适用的，均衡需消耗大量的能量，只适用于小容量电池。又如中国专利号为 201010213210 公开的“动力电池组进行充电时的均衡控制方法”充电过程中当某一单体达到充满条件即结束充电，采集各个电池单体电压，如有电池单体电压未处于设定的“充满区间”之内，则记录该电池单体；再次对电池组充电时，同时对记录的电池单体进行均衡操作，往复均衡、充电直至电池组内各电池单体同时达到充满条件。它针对 20Ah 磷酸亚铁锂电池。

### 发明内容

[0010] 针对现有技术存在的上述不足，本发明的目的是提供一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法，该方法采用电池荷电状态作为均衡充电判据，能够对电动汽车车载磷酸铁锂动力电池组进行均衡充电，控制方法简单，转换效率高，均衡速度快，均衡精度高。

[0011] 本发明的另一个目的是提供一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电装置。

[0012] 实现上述目的，本发明采用的技术方案是：一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法，其特征在于，包括以下步骤：

[0013] 实时检测单节电池的参数，并根据检测的参数计算单节电池的荷电状态，根据所获取的单节电池荷电状态实时计算并更新电池组的平均荷电状态；将各单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较；

[0014] 当单节电池的荷电状态小于电池组平均荷电状态时，对该单节电池进行均衡充电；单节电池的荷电状态接近电池组平均荷电状态阈值时，该单节电池均衡充电结束；

[0015] 当所有已启动均衡充电的单节电池都充电结束时，整个电池组的均衡充电结束，此时所有电池荷电状态基本达到一致；然后再重复以上步骤，进行新一轮循环；当电池组中各节电池的荷电状态都接近电池组平均荷电状态时，便不再需要均衡充电；

[0016] 所述电池组的平均荷电状态的计算按如下公式进行：

[0017]

$$\overline{SOC} = \frac{SOC_1 + SOC_2 + \dots + SOC_n}{n}$$

[0018] 其中， $n$  是电池组中电池个数； $SOC_1, SOC_2, \dots, SOC_n$  是各个单节电池的荷电状态；

[0019] 所述单节电池的参数包括电压、温度和充放电电流。

[0020] 本发明还提供一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电装置，其特征在于：电池组中单节电池每个并联一个单节电池检测均衡充电模块，该模块包括单节电池检测单元和均衡充电单元，各单节电池检测均衡充电模块之间相互独立工作；单节电池检测均衡模块用于检测单节电池的参数，并计算单节电池的荷电状态，且控制均衡充电单元将电池组能量变换成低电压的输出向低荷电状态的单节电池充电。

[0021] 所述均衡充电是电池组通过 DC/DC 变换器向单节电池充电；荷电状态的比较是通

过整车控制器实现,由整车控制器发出指令控制单节电池检测均衡模块工作;当单节电池荷电状态低于电池组平均荷电状态时,单节电池检测均衡充电模块将启动对该单节电池进行均衡充电;当该单节电池荷电状态接近于电池组平均荷电状态阈值时,单节电池检测均衡充电模块将关闭对该单节电池均衡充电。

[0022] 所述整车控制器与各单节电池检测均衡模块采用隔离的CAN总线进行信息交换。

[0023] 所述单节电池检测均衡充电模块采用小电流恒流充电方式对单节电池进行均衡充电。

[0024] 相比现有技术,本发明具有如下有益效果:

[0025] 1、克服了传动均衡充电方法只能通过电池电压来启动和控制均衡充电过程的缺陷,采用单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较来控制动力电池组均衡充电启动和停止过程,当动力电池组均衡充电结束时,电池组中每个单节电池荷电状态基本保持一致,均衡效果较好。

[0026] 2、在保证充电速度和提高均衡充电模块功率的同时,减小均衡充电模块体积和降低成本。本发明与传统方法相比,既有控制方法简单,转换效率高的优点,又具备均衡速度快、均衡精度高的优点。

[0027] 3、本发明利用自身电池组给各均衡充电模块提供能量输入,既能在电池组处于充电状态时实现单节电池均衡充电;又能在电池组处于放电和搁置状态时实现单节电池的均衡充电;也可以选择同时对多个单节电池进行均衡充电;在电池组处于充电、放电和搁置状态时均可实现均衡充电;在快速充电模式时,还可以将所有均衡充电模块开启,加快电池组的充电速度。

[0028] 4、本发明针对的电池是200Ah的磷酸铁锂动力电池,该电池容量是20Ah磷酸亚铁锂电池容量的10倍,本发明采用的是非损耗型均衡方式,对小容量电池和大容量电池均适用。

## 附图说明

[0029] 图1是本发明均衡充电装置的结构示意图。

[0030] 图2是本发明单节电池检测均衡充电模块的结构示意图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案作进一步说明:

[0032] 本发明提供的磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电方法,采用电池荷电状态(SOC, SOC是state of charge的缩写,指荷电状态。当蓄电池使用一段时间或长期搁置不用后的剩余容量与其完全充满电状态的容量的比值,常用百分数表示。SOC=1即表示为电池充满状态)作为均衡充电判据,能够对电动汽车车载磷酸铁锂动力电池组进行均衡充电,控制方法简单,转换效率高,均衡速度快,均衡精度高。

[0033] 本发明主要用于对动力电池组进行均衡充电,动力电池组为大容量的磷酸铁锂动力电池组。电池组中每个单节电池配置一个单节电池检测均衡充电模块,各单节电池检测均衡充电模块之间相互独立,利用电池组提供给各节电池检测均衡充电模块能量,电池检测均衡充电模块向对应的单节电池进行小电流均衡充电,不再需要外电源。本发明的均

衡充电是电池组通过 DC/DC 变换器向单节电池均衡充电。首先电池组向单节电池检测均衡充电模块中的 DC/DC 变换器供电,然后 DC/DC 变换器将电池组高电压小电流的输入变换成低电压大电流(2A ~ 3A)的输出对单节电池均衡充电。

[0034] 整车控制器经过隔离的 CAN 总线与各单节电池检测均衡模块相通信,根据接收到的各单节电池检测均衡模块检测出的单节电池荷电状态计算出电池组的平均荷电状态,然后将各单节电池荷电状态与所述电池组平均荷电状态进行比较,整车控制器根据荷电状态情况向单节电池检测均衡充电模块发送启动或关闭均衡充电指令,单节电池检测均衡充电模块启动或关闭本模块的均衡充电单元。

[0035] 如图 1 所示,磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电装置,包括单节电池检测单元和均衡充电单元,电池组中每个单节电池并联一个单节电池检测均衡充电模块(参见图 2),各单节电池检测均衡充电模块之间相互独立工作。单节电池检测均衡模块用于实时检测单节电池的参数,包括电压、温度和电流,并根据所获得的参数计算单节电池的荷电状态(SOC)。

[0036] 整车控制器与各个单节电池检测均衡模块进行通信连接,整车控制器根据单节电池检测均衡模块获得的单节电池的荷电状态计算电池组的平均荷电状态,然后将各单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较,向单节电池检测模块发送启动或关闭均衡充电指令,单节电池检测模块接收到命令后,控制单节电池均衡充电单元启动或关闭均衡充电工作方式。

[0037] 假设有  $n$  个电池,则电池组中各个单节电池的 SOC 为,  $SOC_1, SOC_2, \dots, SOC_n$ 。

[0038] 电池组平均荷电状态为:

$$[0039] \quad \overline{SOC} = \frac{SOC_1 + SOC_2 + \dots + SOC_n}{n} \quad (1)$$

[0040] 其中,  $n$  是电池组中电池个数;  $SOC_1, SOC_2, \dots, SOC_n$  是各个单节电池的 SOC。

[0041] 然后,把各单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较,荷电状态差值为:

$$[0042] \quad \Delta SOC_i = SOC_i - \overline{SOC} \quad (2)$$

[0043] 其中,  $SOC_i$  是第  $i$  个单节电池荷电状态,  $1 \leq i \leq n$ 。

[0044] 当  $\Delta SOC_i$  小于零时,整车控制器向单节电池检测均衡充电模块发送启动均衡充电指令,单节电池检测均衡充电模块启动均衡充电操作。单节电池检测均衡充电模块采用恒流充电方法对单节电池进行均衡充电。

[0045] 整车控制器再不断继续计算电池组平均荷电状态,然后将各单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较。当已进行均衡充电的单节电池的荷电状态大于电池组平均荷电状态时,整车控制器向该单节电池检测均衡充电模块发出关闭均衡充电指令,该单节电池均衡充电即结束。

[0046] 当所有已启动均衡充电的单节电池都均衡充电完成时,整个电池组的均衡充电结束,此时所有电池荷电状态基本一致。然后再重复不断地将各单节电池荷电状态与电池组平均荷电状态进行比较。当整车控制器向荷电状态差值小于零的单节电池检测均衡充电模块发送启动均衡充电指令,单节电池检测均衡充电模块启动均衡充电操作,进入下一次新一轮循环状态。

[0047] 单节电池检测均衡充电模块与整车控制器通过 CAN 通信交换数据信息。单节电池检测均衡充电模块对相应的单节电池电压、温度进行检测,估算单节电池荷电状态,接收整车控制器通过 CAN 通信传送来的均衡启动 / 停止命令,整车控制器接收单节电池检测均衡充电模块传送来的单节电池的电压、温度、SOC。

[0048] 电池组中每个单节电池将通过采样电路测量的参数和历史记录来计算单节电池的 SOC。对 SOC 的算法有很多,传统的有密度法、开路电压法、内阻法和安时法,随着技术的发展,近年来又相继研发出许多新型算法,例如自适应神经模糊推断模型、模糊逻辑算法模型、线性模型法、阻抗光谱法和卡尔曼滤波估计模型算法,本发明采用卡尔曼滤波估计模型算法。

[0049] 以上内容在以本发明方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于上述的这些说明。对于本发明所属领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术方案的宗旨和范围内所作的改进,其均应涵盖在本发明的权利要求范围之内。

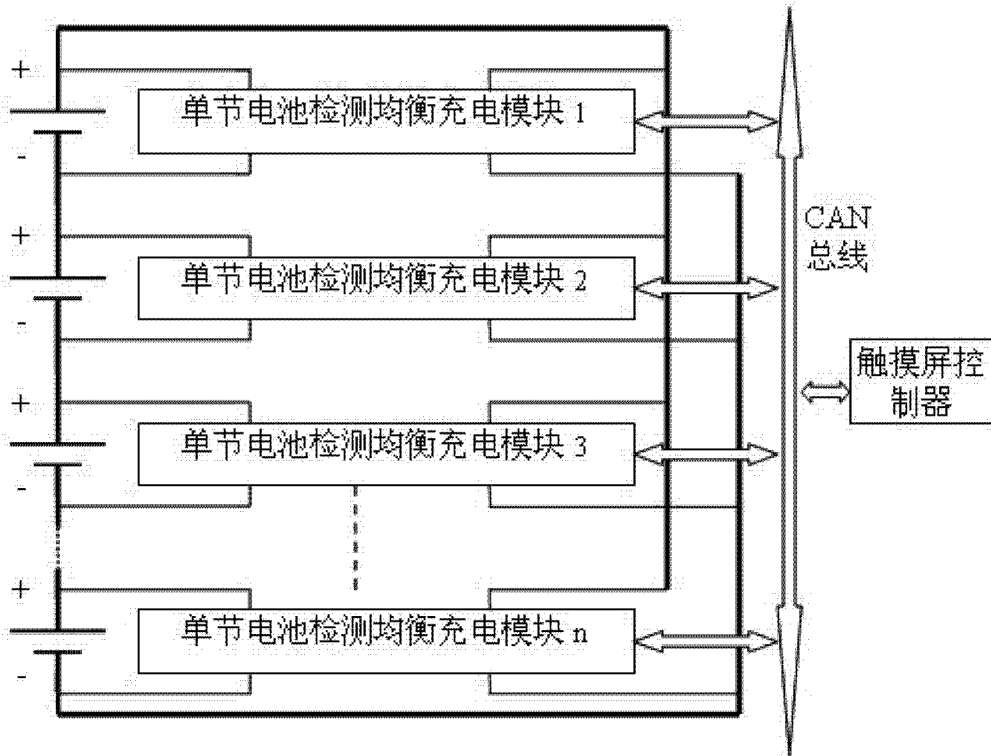


图 1

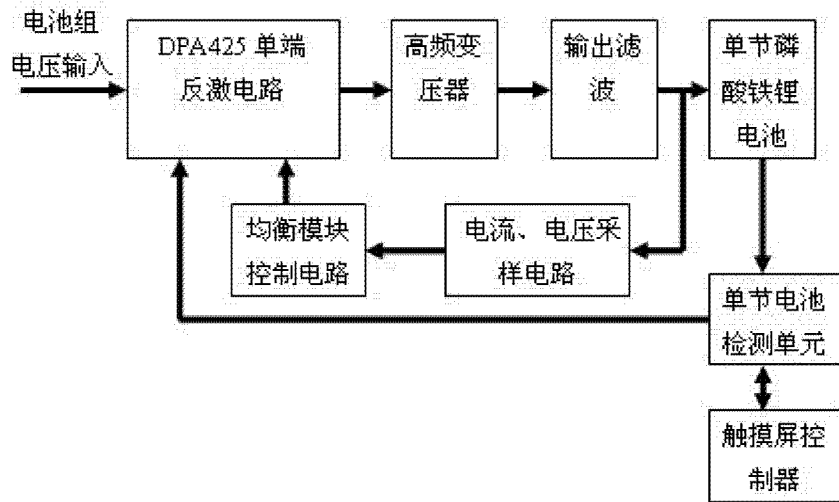


图 2