



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110015192 A
(43)申请公布日 2019.07.16

(21)申请号 201710814218.4

(22)申请日 2017.09.11

(71)申请人 郑州宇通客车股份有限公司
地址 450016 河南省郑州市十八里河宇通
工业园区

(72)发明人 位跃辉 苏常军 王辉 程晓龙
陈炳酉

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限
公司 41119
代理人 崔旭东

(51)Int.Cl.
B60L 58/24(2019.01)

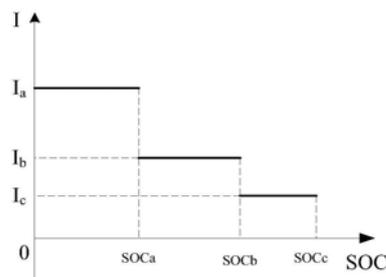
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种燃料电池混合动力系统、供电单元及充电控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种燃料电池混合动力系统、供电单元及充电控制方法,该方法首先检测动力电池的荷电状态值,然后判断是否大于设定荷电状态值;若大于设定荷电状态值,则控制燃料电池与动力电池之间的DC/DC,使燃料电池不向动力电池充电;否则,控制燃料电池与动力电池之间的DC/DC,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。本发明的控制方法简单、可靠、有效,使燃料电池无需跟随整车功率变化,从而延长了燃料电池的使用寿命,保证了动力电池的使用寿命,同时,使得整车能量管理策略简单可靠。



1. 一种燃料电池混合动力系统的供电单元的充电控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

检测动力电池的荷电状态值,判断是否大于设定荷电状态值:

若大于设定荷电状态值,则控制燃料电池与动力电池之间的DC/DC变换器,使燃料电池不向动力电池充电;

否则,控制燃料电池与动力电池之间的DC/DC变换器,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池混合动力系统的供电单元的充电控制方法,其特征在于,阶段按照动力电池荷电状态值划分成三个阶段。

3. 根据权利要求2所述的燃料电池混合动力系统的供电单元的充电控制方法,其特征在于,三个阶段分别为第一阶段、第二阶段和第三阶段,且充电电流依次减小,则每个阶段的充电电流与每个阶段的最大充电电流的关系为:

$$I_{dc} = \begin{cases} \alpha(t) * I_a, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t) * I_b, & SOC_a < SOC \leq SOC_b \\ \alpha(t) * I_c, & SOC_b < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

且

$$\alpha(t) = \begin{cases} 1, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t-1), & SOC_a < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

其中, I_a 为第一阶段的最大充电电流, I_b 为第二阶段的最大充电电流, I_c 为第三阶段的最大充电电流, $\alpha(t)$ 为t时刻的充电电流的系数, $\alpha(t-1)$ 为t-1时刻的充电电流的系数。

4. 根据权利要求1所述的燃料电池混合动力系统的供电单元的充电控制方法,其特征在于,当处于制动和滑行状态时,控制制动和滑行的回馈能量不进入燃料电池和动力电池。

5. 一种燃料电池混合动力系统的供电单元,包括燃料电池和动力电池,燃料电池供电连接动力电池,且燃料电池和动力电池之间连接有DC/DC变换器,其特征在于,所述DC/DC变换器用于在动力电池荷电状态值大于设定荷电状态值时,使燃料电池不向动力电池充电;否则,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

6. 根据权利要求5所述的燃料电池混合动力系统的供电单元,其特征在于,阶段按照动力电池荷电状态值划分成三个阶段。

7. 根据权利要求6所述的燃料电池混合动力系统的供电单元,其特征在于,三个阶段分别为第一阶段、第二阶段和第三阶段,且充电电流依次减小,则每个阶段的充电电流与每个阶段的最大充电电流的关系为:

$$I_{dc} = \begin{cases} \alpha(t) * I_a, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t) * I_b, & SOC_a < SOC \leq SOC_b \\ \alpha(t) * I_c, & SOC_b < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

且

$$\alpha(t)=\begin{cases} 1 & , \text{SOC} \leq \text{SOC}_a \\ \alpha(t-1) & , \text{SOC}_a < \text{SOC} \leq \text{SOC}_c \end{cases}$$

其中, I_a 为第一阶段的最大充电电流, I_b 为第二阶段的最大充电电流, I_c 为第三阶段的最大充电电流, $\alpha(t)$ 为 t 时刻的充电电流的系数, $\alpha(t-1)$ 为 $t-1$ 时刻的充电电流的系数。

8. 根据权利要求5所述的燃料电池混合动力系统的供电单元, 其特征在于, 还包括设置动力电池供电线路上的二极管, 二极管的阴极用于与电机逆变器相连, 阳极用于与燃料电池和动力电池相连。

9. 一种燃料电池混合动力系统, 包括用于与电机逆变器相连的燃料电池混合动力系统的供电单元, 所述供电单元包括燃料电池和动力电池, 燃料电池供电连接动力电池, 且燃料电池和动力电池之间连接有DC/DC变换器, 其特征在于, 所述DC/DC变换器用于在动力电池荷电状态值大于设定荷电状态值时, 使燃料电池不向动力电池充电; 否则, 使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电; 阶段按照动力电池荷电状态值进行划分, 每个阶段的充电电流不同, 且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

10. 根据权利要求9所述的燃料电池混合动力系统, 其特征在于, 阶段按照动力电池荷电状态值划分成三个阶段。

一种燃料电池混合动力系统、供电单元及充电控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于燃料电池汽车技术领域,具体涉及一种燃料电池混合动力系统、供电单元及充电控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,环境污染问题日益严重。为了应对全球能源短缺和环境污染等问题,开始提倡大力发展新能源汽车,越来越多的人将目光投送到了零排放的燃料电池车辆上。

[0003] 燃料电池汽车的动力系统是燃料电池汽车区别于其他类型车辆(包括内燃机汽车、蓄电池电动汽车以及油-电混合动力汽车)的主要标志。而通常情况下,燃料电池的动态特性很难满足车辆负载的频繁变动,故燃料电池并非该系统唯一的动力源,往往需要一些辅助的动力源装置在功率输出方面对它加以补充和改善,从而构成燃料电池混合动力系统,这些辅助动力装置包括蓄电池和超级电容。料电池对辅助电源系统进行充电,进而延长燃料电池的使用寿命成为竞相追逐的热点。

[0004] 燃料电池汽车的混合动力系统有多重结构型式。

[0005] 型式1,燃料电池和辅助动力装置均直接并接在电机控制器的入口,如图1-1所示。

[0006] 型式2,在型式1的基础上,在燃料电池和电机控制器之间使用了一个升压DC/DC变换器,可如图1-2所示。

[0007] 型式1可称为直接燃料电池混合动力系统,型式2可称为间接燃料电池混合动力系统。

[0008] 申请号为200310103253.3的中国专利文件公开了一种燃料电池混合动力系统的功率分配方法,该方法通过功率分配优化算法充分利用燃料电池的稳态特性和动力电池瞬态特性,但是燃料电池功率跟随整车功率变化,燃料电池的使用寿命难以保证和延长,同时能量管理策略也变的复杂和困难。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种燃料电池混合动力系统、供电单元及充电控制方法,用以解决现有技术中燃料电池功率需跟随整车功率变化时导致燃料电池寿命缩短的问题。

[0010] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案为:

[0011] 本发明提供了一种燃料电池混合动力系统的供电单元的充电控制方法,包括如下方法方案:

[0012] 方法方案一,包括如下步骤:

[0013] 检测动力电池的荷电状态值,判断是否大于设定荷电状态值:

[0014] 若大于设定荷电状态值,则控制燃料电池与动力电池之间的DC/DC变换器,使燃料电池不向动力电池充电;

[0015] 否则,控制燃料电池与动力电池之间的DC/DC变换器,使燃料电池向动力电池分段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电

池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

[0016] 方法方案二,在方法方案一的基础上,阶段按照动力电池荷电状态值划分成三个阶段。

[0017] 方法方案三,在方法方案二的基础上,三个阶段分别为第一阶段、第二阶段和第三阶段,且充电电流依次减小,则每个阶段的充电电流与每个阶段的最大充电电流的关系为:

$$[0018] \quad I_{dc} = \begin{cases} \alpha(t) * I_a, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t) * I_b, & SOC_a < SOC \leq SOC_b \\ \alpha(t) * I_c, & SOC_b < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

[0019] 且

$$[0020] \quad \alpha(t) = \begin{cases} 1, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t-1), & SOC_a < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

[0021] 其中, I_a 为第一阶段的最大充电电流, I_b 为第二阶段的最大充电电流, I_c 为第三阶段的最大充电电流, $\alpha(t)$ 为t时刻的充电电流的系数, $\alpha(t-1)$ 为t-1时刻的充电电流的系数。

[0022] 方法方案四,在方法方案一的基础上,当处于制动和滑行状态时,控制制动和滑行的回馈能量不进入燃料电池和动力电池。

[0023] 本发明还提供了一种燃料电池混合动力系统的供电单元,包括如下供电单元方案:

[0024] 供电单元方案一,包括燃料电池和动力电池,燃料电池供电连接动力电池,且燃料电池和动力电池之间连接有DC/DC变换器,所述DC/DC变换器用于在动力电池荷电状态值大于设定荷电状态值时,使燃料电池不向动力电池充电;否则,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

[0025] 供电单元方案二,在供电单元方案一的基础上,阶段按照动力电池荷电状态值划分成三个阶段。

[0026] 供电单元方案三,在供电单元方案二的基础上,三个阶段分别为第一阶段、第二阶段和第三阶段,且充电电流依次减小,则每个阶段的充电电流与每个阶段的最大充电电流的关系为:

$$[0027] \quad I_{dc} = \begin{cases} \alpha(t) * I_a, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t) * I_b, & SOC_a < SOC \leq SOC_b \\ \alpha(t) * I_c, & SOC_b < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

[0028] 且

$$[0029] \quad \alpha(t) = \begin{cases} 1, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t-1), & SOC_a < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

[0030] 其中, I_a 为第一阶段的最大充电电流, I_b 为第二阶段的最大充电电流, I_c 为第三阶段的最大充电电流, $\alpha(t)$ 为t时刻的充电电流的系数, $\alpha(t-1)$ 为t-1时刻的充电电流的系数。

[0031] 供电单元方案四,在供电单元方案一的基础上,还包括设置动力电池供电线路上的二极管,二极管的阴极用于与电机逆变器相连,阳极用于与燃料电池和动力电池相连。

[0032] 本发明还提供了一种燃料电池混合动力系统,包括如下系统方案:

[0033] 系统方案一,包括用于与电机逆变器相连的燃料电池混合动力系统的供电单元,所述供电单元包括燃料电池和动力电池,燃料电池供电连接动力电池,且燃料电池和动力电池之间连接有DC/DC变换器,所述DC/DC变换器用于在动力电池荷电状态值大于设定荷电状态值时,使燃料电池不向动力电池充电;否则,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

[0034] 系统方案二,在系统方案一的基础上,阶段按照动力电池荷电状态值划分成三个阶段。

[0035] 系统方案三,在系统方案二的基础上,三个阶段分别为第一阶段、第二阶段和第三阶段,且充电电流依次减小,则每个阶段的充电电流与每个阶段的最大充电电流的关系为:

$$[0036] \quad I_{dc} = \begin{cases} \alpha(t) * I_a, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t) * I_b, & SOC_a < SOC \leq SOC_b \\ \alpha(t) * I_c, & SOC_b < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

[0037] 且

$$[0038] \quad \alpha(t) = \begin{cases} 1, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t-1), & SOC_a < SOC \leq SOC_c \end{cases}$$

[0039] 其中, I_a 为第一阶段的最大充电电流, I_b 为第二阶段的最大充电电流, I_c 为第三阶段的最大充电电流, $\alpha(t)$ 为t时刻的充电电流的系数, $\alpha(t-1)$ 为t-1时刻的充电电流的系数。

[0040] 系统方案四,在系统方案一的基础上,还包括设置动力电池供电线路上的二极管,二极管的阴极用于与电机逆变器相连,阳极用于与燃料电池和动力电池相连。

[0041] 本发明的有益效果:

[0042] 本发明的燃料电池混合动力系统的供电单元的充电控制方法,在动力电池的荷电状态值低于设定荷电状态值时,控制燃料电池与动力电池之间的DC/DC,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;否则,使燃料电池不向动力电池充电。该控制方法简单、可靠、有效,使燃料电池功率无需跟随整车功率变化,从而延长了燃料电池的使用寿命,保证了动力电池的使用寿命,同时,使得整车能量管理策略简单可靠。

[0043] 本发明的燃料电池混合动力系统的供电单元,采用上述方法来控制燃料电池的工作模式,使得燃料电池的寿命得到延长,进而使得基于该供电单元的燃料电池混合动力系统的整车能量管理策略简单可靠。

[0044] 本发明的燃料电池混合动力系统,采用上述介绍的燃料电池混合动力系统的供电单元来供电,基于上述介绍的方法来控制燃料电池向动力电池充电,使燃料电池功率无需跟随整车功率变化,从而延长了燃料电池的使用寿命,进而保证了燃料电池混合动力系统的可靠性。

附图说明

[0045] 图1-1是型式1式的燃料电池混合动力系统图;

[0046] 图1-2是型式2式的燃料电池混合动力系统图;

[0047] 图2是动力电池的分段允许充电电流图；

[0048] 图3是恒温器的控制逻辑图。

具体实施方式

[0049] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚，下面结合附图及实施例，对本发明作进一步的详细说明。

[0050] 现将本发明的方法应用于如图1-2所示为间接燃料电池混合动力系统。

[0051] 辅助动力装置包括动力电池组和超级电容组。燃料电池通过电力主接线连接一个升压DC/DC变换器，该升压DC/DC变换器的输出端连接一个二极管的阳极，二极管的阴极连接电机逆变器，电机逆变器的输出端连接驱动电机。在升压DC/DC变换器与二极管之间的电力主线上并接有动力电池组。在二极管阴极与电机逆变器之间的电力主线上并接有超级电容组。

[0052] 燃料电池的端电压通过升压DC/DC变换器的升压来与系统直流母线的电压等级进行匹配，系统直流母线的电压与燃料电池功率输出能力之间不再有耦合关系，升压DC/DC变换器将直流母线的电压维持在最适宜电机系统工作的电压点或范围。

[0053] 该系统中由于单向二极管的存在，使得制动和滑行回馈能量仅进入超级电池。

[0054] 基于上述的混合动力系统，采用如图2所示的控制逻辑。

[0055] 检测动力电池组的SOC，判断该值是否大于设定值SOC_c：

[0056] 若动力电池组的SOC大于SOC_c，则控制升压DC/DC变换器，使燃料电池停止输出，即充电电流I=0；

[0057] 若动力电池组的SOC小于等于SOC_c，则控制升压DC/DC变换器，使燃料电池向动力电池组分阶段恒流充电，阶段按照动力电池组荷电状态值进行划分，每个阶段的充电电流不同，且动力电池组荷电状态值大的阶段的充电电流大于动力电池组荷电状态值小的阶段的充电电流。

[0058] 如图2所示为动力电池组的分段允许充电电流图。在该实施例中，将阶段设置为3个，具体的：

[0059] 1) 当动力电池组的SOC小于等于SOC_a时，最大充电电流I=I_a；

[0060] 2) 当动力电池组的SOC大于SOC_a且小于等于SOC_b时，最大充电电流I=I_b；

[0061] 3) 当动力电池组的SOC大于SOC_b且小于等于SOC_c时，最大充电电流I=I_c。

[0062] 如图3所示，设置恒温器控制逻辑。具体为：

[0063] 1) 当动力电池组的SOC小于等于SOC_a时，恒温器控制系数α(t)=1；

[0064] 2) 当动力电池组的SOC大于SOC_a且小于等于SOC_c时，恒温器控制系数α(t)=α(t-1)；

[0065] 3) 当动力电池组的SOC大于SOC_c时，恒温器控制系数α(t)=0。

[0066] 即为：

$$[0067] \quad \alpha(t) = \begin{cases} 1 & , \text{SOC} \leq \text{SOC}_a \\ \alpha(t-1) & , \text{SOC}_a < \text{SOC} \leq \text{SOC}_c \\ 0 & , \text{SOC} > \text{SOC}_c \end{cases}$$

[0068] 通过上述恒温控制逻辑的设置,在抽取燃料电池发动机的电能对动力电池组进行充电,升压DC/DC变换器对动力电池组的充电电流 $I_{dc}=I*\alpha(t)$,具体函数表达式如下:

$$[0069] \quad I_{dc} = \begin{cases} \alpha(t)*I_a, & SOC \leq SOC_a \\ \alpha(t)*I_b, & SOC_a < SOC \leq SOC_b \\ \alpha(t)*I_c, & SOC_b < SOC \leq SOC_c \\ 0, & SOC > SOC_c \end{cases}$$

[0070] 采用上述方法来对动力电池组进行充电,简单可靠,燃料电池无需跟随整车功率变化,只需要通过升压DC/DC变换器分阶段恒流工作,延长燃料电池的使用寿命。

[0071] 对 $\alpha(t)$ 而言,实际是置回区间控制方式,即 $\alpha(t)$ 由0变成1或者由1变0都有回差区间,目的是避免0和1震荡。

[0072] 本发明还提供了一种燃料电池混合动力系统的供电单元,包括燃料电池和动力电池,燃料电池供电连接动力电池,且燃料电池和动力电池之间连接有DC/DC变换器,所述DC/DC变换器用于在动力电池荷电状态值大于设定荷电状态值时,使燃料电池不向动力电池充电;否则,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

[0073] 本发明还提供了一种燃料电池混合动力系统,包括用于与电机逆变器相连的燃料电池混合动力系统的供电单元,所述供电单元包括燃料电池和动力电池,燃料电池供电连接动力电池,且燃料电池和动力电池之间连接有DC/DC变换器,所述DC/DC变换器用于在动力电池荷电状态值大于设定荷电状态值时,使燃料电池不向动力电池充电;否则,使燃料电池向动力电池分阶段恒流充电;阶段按照动力电池荷电状态值进行划分,每个阶段的充电电流不同,且动力电池荷电状态值小的阶段的充电电流大于动力电池荷电状态值大的阶段的充电电流。

[0074] 该燃料电池混合动力系统及其供电系统,其实质在于采用了上述介绍的方法,由于对该方法已做详细介绍,故对该供电单元及系统不再赘述。

[0075] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

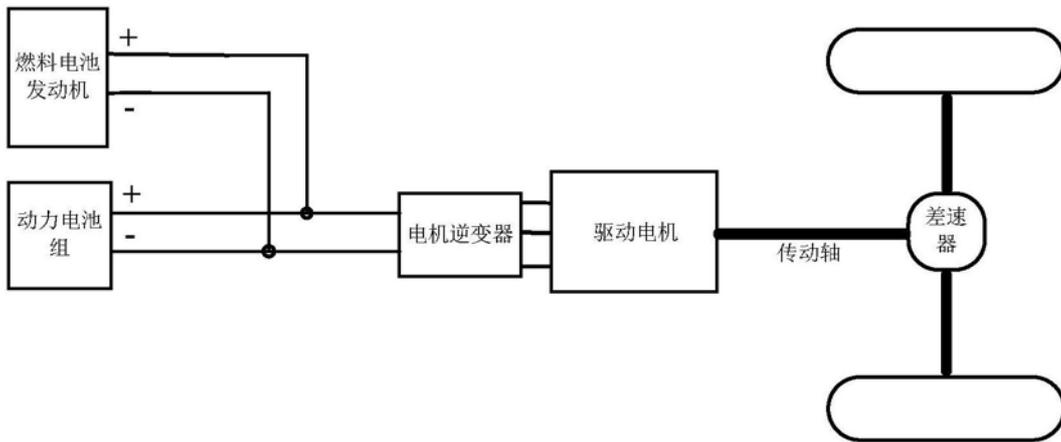


图1-1

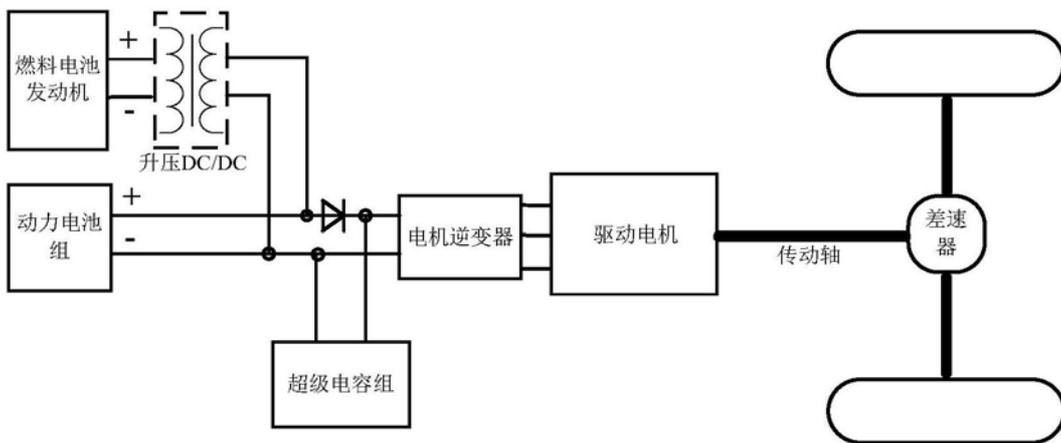


图1-2

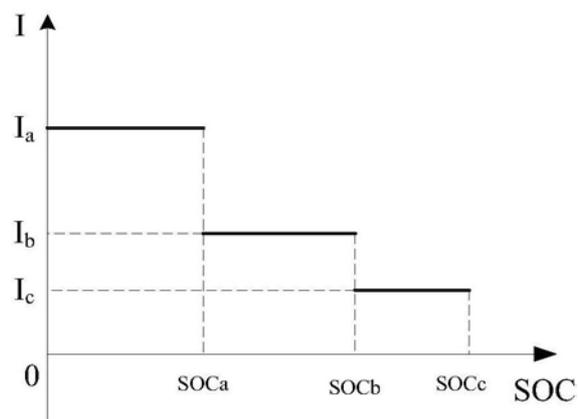


图2

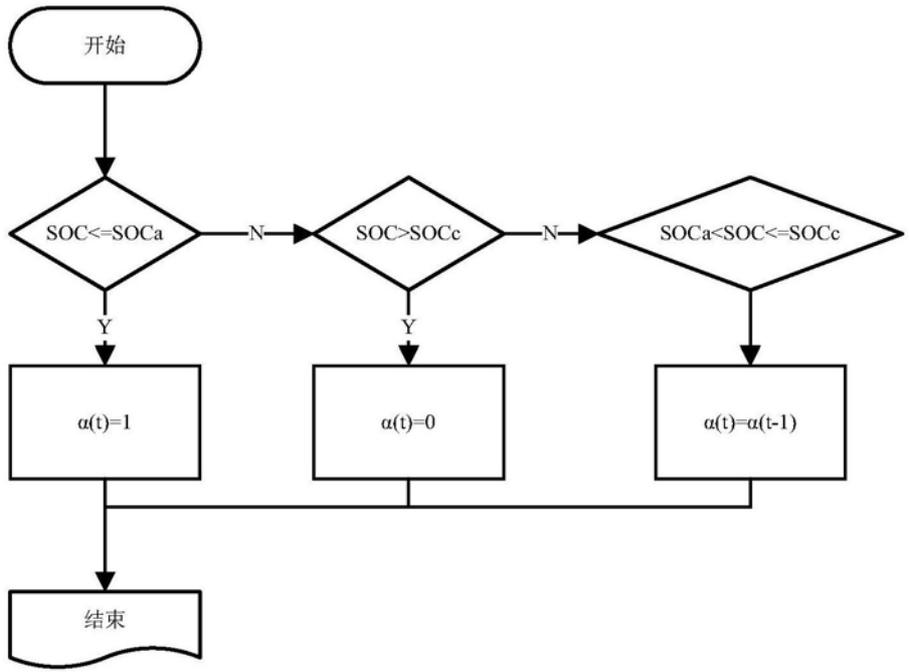


图3