



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110808622 A

(43)申请公布日 2020.02.18

(21)申请号 201911094153.6

(22)申请日 2019.11.11

(71)申请人 上海科技大学

地址 201210 上海市浦东新区华夏中路393号

(72)发明人 王浩宇 韦峥祺

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司 31001

代理人 徐俊 柏子雯

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006.01)

H02J 7/10(2006.01)

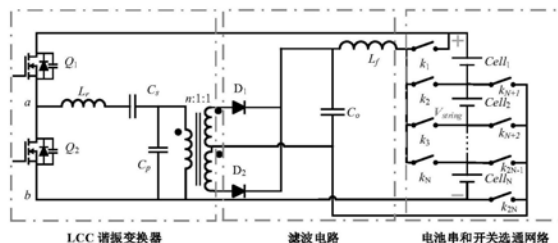
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

基于LCC谐振变换器的电池均衡电路及方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于LCC谐振变换器的电池均衡电路,其特征在于,包括电池组、开关选通网络、LCC谐振电路、半桥整流电路、全波整流电路、变压器、控制单元及采集单元。本发明的另一个技术方案是提供了一种基于LCC谐振变换器的电池均衡方法。本发明通过实时监测每个单体电池的电压,判断需要均衡的电池,再通过选通开关以及均衡电路实现电池组到单体电池的能量转移,从而实现电池均衡。本发明提出的电池均衡系统拓扑结构简单,均衡速度快,控制复杂度低。



1. 一种基于LCC谐振变换器的电池均衡电路,其特征在于,包括电池组、开关选通网络、LCC谐振电路、半桥整流电路、全波整流电路、变压器、控制单元及采集单元,其中:

电池组由N个电池单体串联形成,将N个电池单体分别定义为电池单体Cell₁、Cell₂、...、Cell_N;

采集单元,用于采集电池组中N个电池单体的参数信息,将采集到的参数信息发送给控制单元

开关选通网络在控制单元的控制下对电池组中需要进行均衡的电池单体进行选择,使得需要进行均衡的电池单体与全波整流电路导通,并保持不需要进行均衡的电池单体与全波整流电路断开;

全波整流电路连接在变压器的副边上,变压器的原边与LCC谐振电路相连,LCC谐振电路连接由控制单元控制的半桥整流电路。

2. 如权利要求1所述的一种基于LCC谐振变换器的电池均衡电路,其特征在于,所述开关选通网络包括2N个由所述控制单元控制打开、闭合的开关,分别定义为开关k₁、k₂、...、k_N、...、k_{2N},电池单体Cell_i的正极与开关k_i的一端相连,电池单体Cell_i的负极与开关k_{N+i}的一端相连,i=1,2,...,N,开关k_i的另一端及开关k_{N+i}的另一端连接所述全波整流电路。

3. 如权利要求2所述的一种基于LCC谐振变换器的电池均衡电路,其特征在于,所述变压器为多绕组变压器,所述变压器的副边线圈分为第一绕组和第二绕组,则所述全波整流电路包括整流二极管D₁、整流二极管D₂、滤波电容C_o和滤波电感L_f,整流二极管D₁的正极与变压器副边的第一绕组上端相连,整流二极管D₂的正极与变压器副边的第二绕组下端相连;整流二极管D₁及整流二极管D₂的负极均与滤波电容C_o上端相连,且与滤波电感L_f左端相连;滤波电感L_f右端与所述开关k₁、k₂、...、k_N的另一端相连;变压器副边的中间抽头及所述开关k_{N+1}、k_{N+2}、...、k_{2N}的另一端均与滤波电容C_o下端相连。

4. 如权利要求3所述的一种基于LCC谐振变换器的电池均衡电路,其特征在于,所述LCC谐振电路包括串联电感L_r、串联电容C_s和并联电容C_p,串联电感L_r的一端与所述半桥整流电路相连,串联电感L_r的另一端与串联电容C_s串联后连接所述变压器的原边上端,并联电容C_p与所述变压器的原边并联。

5. 如权利要求4所述的一种基于LCC谐振变换器的电池均衡电路,其特征在于,所述半桥整流电路包括N型MOSFET管Q₁和N型MOSFET管Q₂,N型MOSFET管Q₁和N型MOSFET管Q₂的门极均与所述控制单元相连;N型MOSFET管Q₁的漏极与所述电池单体Cell₁的正极相连,N型MOSFET管Q₁源极与所述串联电感L_r的一端相连;N型MOSFET管Q₂的漏极与所述串联电感L_r的一端相连,N型MOSFET管Q₂的源极与所述电池单体Cell_N的负极相连。

6. 一种基于LCC谐振变换器的电池均衡方法,其特征在于,基于如权利要求1所述的电池均衡电路,包括以下步骤:

由所述采集单元测量每一所述电池单体的端电压,由所述控制单元计算所述电池组的平均电压,并根据每一所述电池单体的端电压判断电压值是否在所设定的范围,若不在所设定的范围则启动由所述LCC谐振电路、半桥整流电路、全波整流电路及变压器组成的均衡电路,并控制所述开关选通网络选通相应开关,并产生PWM信号进行均衡,当被均衡的所述电池单体的端电压满足所设定的电压范围时,均衡过程结束。

基于LCC谐振变换器的电池均衡电路及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电池均衡电路及均衡方法。

背景技术

[0002] 由于电池能量和端电压的限制,实际应用中通常需要采用多个电池进行串、并联组合来达到较高的电压和较大的功率输出。而由于电池特性的高度非线性,并且在工作过程中因为温度、内阻和老化的影响,电池的不一致性也将会越来越严重,造成电池组的电压不均衡。这在充放电的过程中会引起过充和过放等问题,并最终将影响电池组的循环使用寿命,严重的甚至可能导致爆炸和火灾。因此,在电池的串并联使用中,需要对一起使用的各单个电池进行均衡。

[0003] 目前,现有的对电池组中各单个电池进行均衡主要采用以下做法:将电阻并联在电池两端,通过电阻来耗散过充电的能量。这种方法具有成本低、易于操作的优点。但是这种方法发热量大、散热成本高,无法实现大电流的快速均衡。

发明内容

[0004] 本发明的目的是:提供一种能够实现快速均衡的电池均衡电路及采用该电池均衡电路的电池均衡方法。

[0005] 为了达到上述目的,本发明的技术方案是提供了一种基于LCC谐振变换器的电池均衡电路,其特征在于,包括电池组、开关选通网络、LCC谐振电路、半桥整流电路、全波整流电路、变压器、控制单元及采集单元,其中:

[0006] 电池组由N个电池单体串联形成,将N个电池单体分别定义为电池单体Cell₁、Cell₂、...、Cell_N;

[0007] 采集单元,用于采集电池组中N个电池单体的参数信息,将采集到的参数信息发送给控制单元。

[0008] 开关选通网络在控制单元的控制下对电池组中需要进行均衡的电池单体进行选择,使得需要进行均衡的电池单体与全波整流电路导通,并保持不需要进行均衡的电池单体与全波整流电路断开;

[0009] 全波整流电路连接在变压器的副边上,变压器的原边与LCC谐振电路相连,LCC谐振电路连接由控制单元控制的半桥整流电路。

[0010] 优选地,所述开关选通网络包括2N个由所述控制单元控制打开、闭合的开关,分别定义为开关k₁、k₂、...、k_N、...、k_{2N},电池单体Cell₁的正极与开关k₁的一端相连,电池单体Cell_i的负极与开关k_{N+i}的一端相连,i=1,2,...,N,开关k_i的另一端及开关k_{N+i}的另一端连接所述全波整流电路。

[0011] 优选地,所述变压器为多绕组变压器,所述变压器的副边线圈分为第一绕组和第二绕组,则所述全波整流电路包括整流二极管D₁、整流二极管D₂、滤波电容C_o和滤波电感L_f,整流二极管D₁的正极与变压器副边的第一绕组上端相连,整流二极管D₂的正极与变压器副

边的第二绕组下端相连；整流二极管 D_1 及整流二极管 D_2 的负极均与滤波电容 C_0 上端相连，且与滤波电感 L_f 左端相连；滤波电感 L_f 右端与所述开关 k_1 、 k_2 、 \dots 、 k_N 的另一端相连；变压器副边的中间抽头及所述开关 k_{N+1} 、 k_{N+2} 、 \dots 、 k_{2N} 的另一端均与滤波电容 C_0 下端相连。

[0012] 优选地，所述LCC谐振电路包括串联电感 L_r 、串联电容 C_s 和并联电容 C_p ，串联电感 L_r 的一端与所述半桥整流电路相连，串联电感 L_r 的另一端与串联电容 C_s 串联后连接所述变压器的原边上端，并联电容 C_p 与所述变压器的原边并联。

[0013] 优选地，所述半桥整流电路包括N型MOSFET管 Q_1 和N型MOSFET管 Q_2 ，N型MOSFET管 Q_1 和N型MOSFET管 Q_2 的门极均与所述控制单元相连；N型MOSFET管 Q_1 的漏极与所述电池单体 $Cell_1$ 的正极相连，N型MOSFET管 Q_1 源极与所述串联电感 L_r 的一端相连；N型MOSFET管 Q_2 的漏极与所述串联电感 L_r 的一端相连，N型MOSFET管 Q_2 的源极与所述电池单体 $Cell_N$ 的负极相连。

[0014] 本发明的另一个技术方案是提供了一种基于LCC谐振变换器的电池均衡方法，其特征在于，基于上述的电池均衡电路，包括以下步骤：

[0015] 由所述采集单元测量每一所述电池单体的端电压，由所述控制单元计算所述电池组的平均电压，并根据每一所述电池单体的端电压判断电压值是否在所设定的范围，若不在所设定的范围则启动由所述LCC谐振电路、半桥整流电路、全波整流电路及变压器组成的均衡电路，并控制所述开关选通网络选通相应开关，并产生PWM信号进行均衡，当被均衡的所述电池单体的端电压满足所设定的电压范围时，均衡过程结束。

[0016] 本发明具有如下有益效果：

[0017] 本发明通过实时监测每个单体电池的电压，判断需要均衡的电池，再通过选通开关以及均衡电路实现电池组到单体电池的能量转移，从而实现电池均衡。本发明提出的电池均衡系统拓扑结构简单，均衡速度快，控制复杂度低。

附图说明

[0018] 图1为本发明提出的电池均衡电路；

[0019] 图2为实施实例图；

[0020] 图3(a)至图3(d)为四节电池均衡电路的模式图；

[0021] 图4为均衡电路电流增益与工作频率的对应关系；

[0022] 图5为均衡电路的输出电流与输出电压的对应关系；

[0023] 图6为均衡控制逻辑框图。

具体实施方式

[0024] 下面结合具体实施例，进一步阐述本发明。应理解，这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。此外应理解，在阅读了本发明讲授的内容之后，本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改，这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0025] 如图1所示，本发明提供的一种电池均衡电路包括由N个电池单体 $Cell_1$ 、 $Cell_2$ 、 \dots 、 $Cell_N$ 串联连接所形成的电池组；开关选通网络，用于对所需均衡的电池单体进行选择；均衡电路，包括LCC谐振电路、半桥整流电路、全波整流电路；采集单元，用于采集电池组中各电池单体的参数信息；变压器；控制单元。

[0026] 开关选通网络包括 $2N$ 个由控制单元控制打开、闭合的开关 k_1 、 k_2 、 \dots 、 k_N 、 \dots 、 k_{2N} 。开关 k_1 、 k_2 、 \dots 、 k_N 的左端相连后连接全波整流电路；开关 k_{N+1} 、 k_{N+2} 、 \dots 、 k_{2N} 的右端相连后连接全波整流电路。开关 k_1 的右端与电池单体 $Cell_1$ 的正极相连，开关 k_2 的右端与电池单体 $Cell_2$ 的正极相连， \dots ，开关 k_N 的右端与电池 $Cell_N$ 的正极相连。开关 k_{N+1} 的左端与电池 $Cell_1$ 的负极相连，开关 k_{N+2} 的左端与 $Cell_2$ 的负极相连， \dots ，开关 k_{2N} 的左端与电池 $Cell_N$ 的负极相连。

[0027] LCC谐振电路包括串联电感 L_r 、串联电容 C_s 和并联电容 C_p 。串联电感 L_r 左端连接如图1所示的a端，串联电感 L_r 右端与串联电容 C_s 左端相连，串联电容 C_s 右端与变压器原边上端口相连，且与并联电容 C_p 上端相连。并联电容 C_p 下端与变压器原边下端相连。

[0028] 半桥整流电路由上下两个N型MOSFET管 Q_1 和 Q_2 构成。N型MOSFET管 Q_1 的漏极与电池单体 $Cell_1$ 的正极相连，N型MOSFET管 Q_1 的源极与如图1所示a端相连。如图1所示a端与N型MOSFET管 Q_2 漏极相连，N型MOSFET管 Q_2 源极与图1中b端相连，b端连接电池单体 $Cell_N$ 的负极。N型MOSFET管 Q_1 和 Q_2 的门极均与控制单元的输出端相连。

[0029] 本实施例中，变压器为多绕组变压器，副边线圈分为第一绕组和第二绕组。全波整流电路包括两个整流二极管 D_1 和 D_2 、滤波电容 C_o 和滤波电感 L_f 。二极管 D_1 的正极与变压器副边第一绕组上端相连，二极管 D_2 的正极与变压器副边第二绕组的下端相连。两个整流二极管 D_1 和 D_2 的负极均与滤波电容 C_o 上端相连，且与滤波电感 L_f 左端相连。滤波电感 L_f 右端与开关 k_1 、 k_2 、 \dots 、 k_N 左端相连。变压器副边的中间抽头及开关 k_{N+1} 、 k_{N+2} 、 \dots 、 k_{2N} 右端均与滤波电容 C_o 下端相连。

[0030] 本发明的另一个技术方案是提供了一种基于LCC谐振变换器的电池均衡方法，包括以下步骤：

[0031] 由采集单元测量每一电池单体的端电压，由控制单元计算电池组的平均电压，并根据每一电池单体的端电压判断电压值是否在所设定的范围，若不在所设定的范围则启动由LCC谐振电路、半桥整流电路、全波整流电路及变压器组成的均衡电路，并控制开关选通网络选通相应开关，并产生PWM信号进行均衡，当被均衡的电池单体的端电压满足所设定的电压范围时，均衡过程结束。

[0032] 实例的具体电路链接关系见图2，其中电池组的电池单体个数为4，谐振频率设为200kHz，控制器产生的PWM控制信号频率也为200kHz，控制逻辑见图6。由采集单元测量四节电池单体的端电压，并计算平均电压，判断每节电池单体的端电压是否在所设定的范围，若某单体电池不在范围，则控制器控制选通开关，同时产生PWM信号，启动均衡。当被均衡电池端电压满足所设定的电压范围时，均衡过程结束。

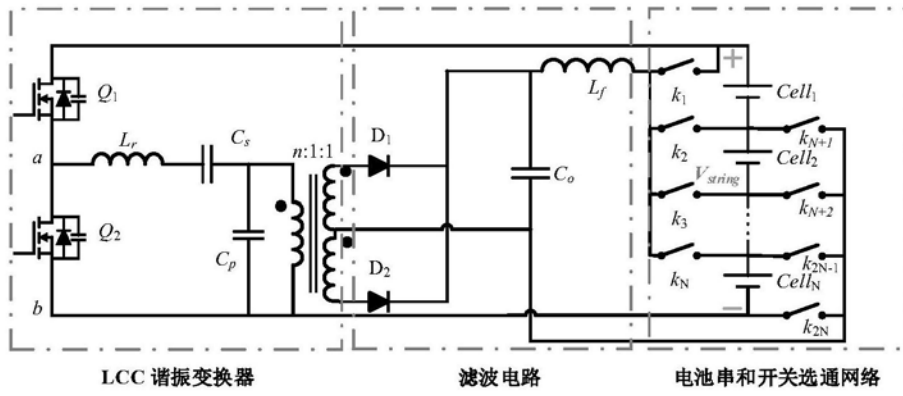


图1

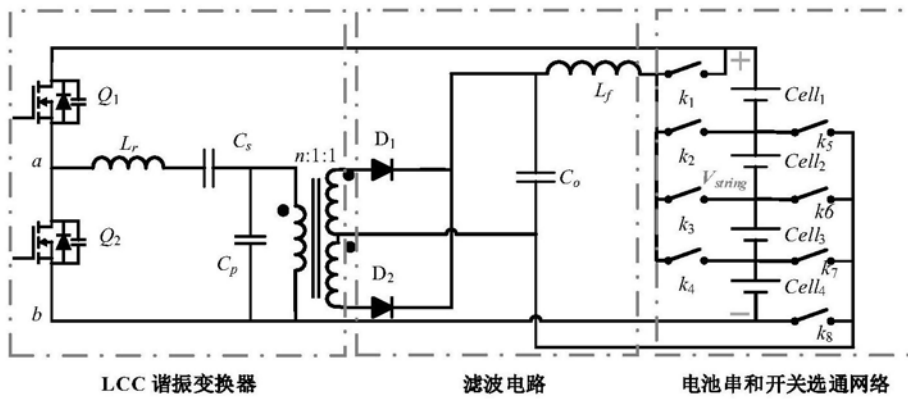


图2

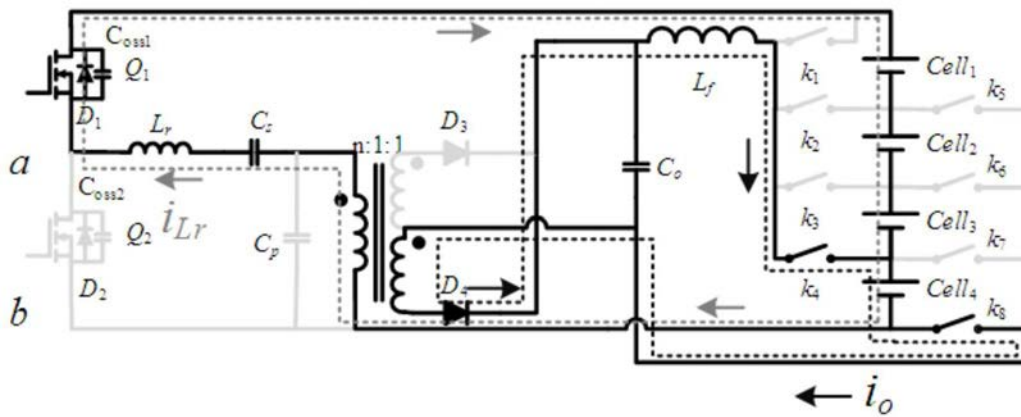


图3 (a)

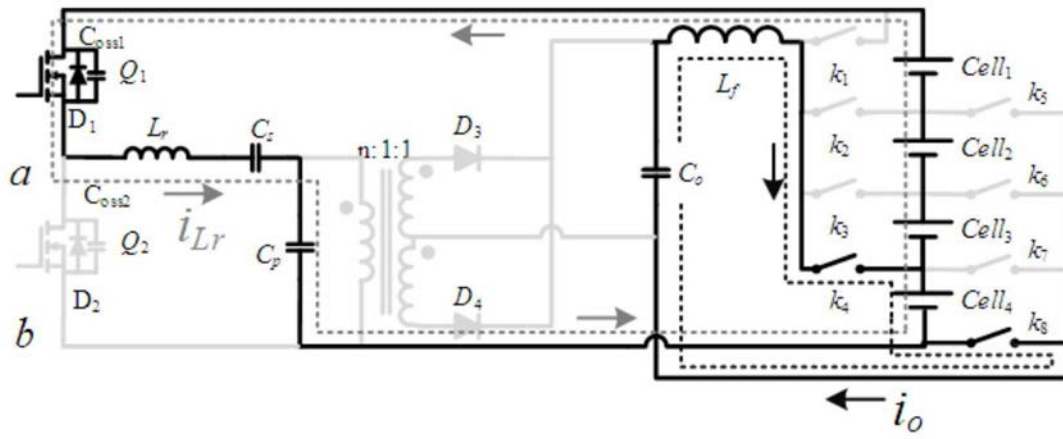


图3 (b)

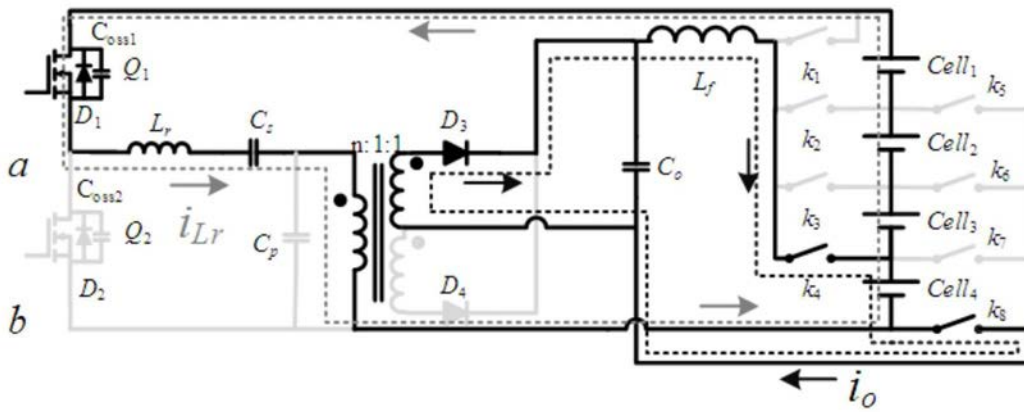


图3 (c)

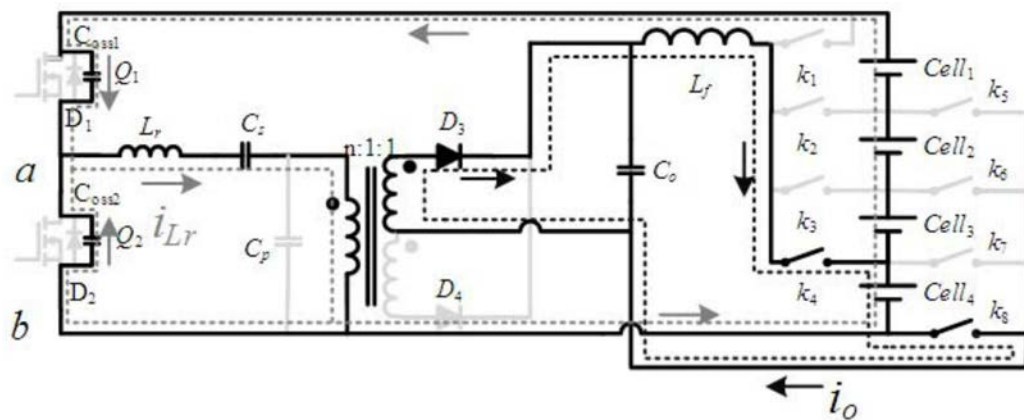


图3 (d)

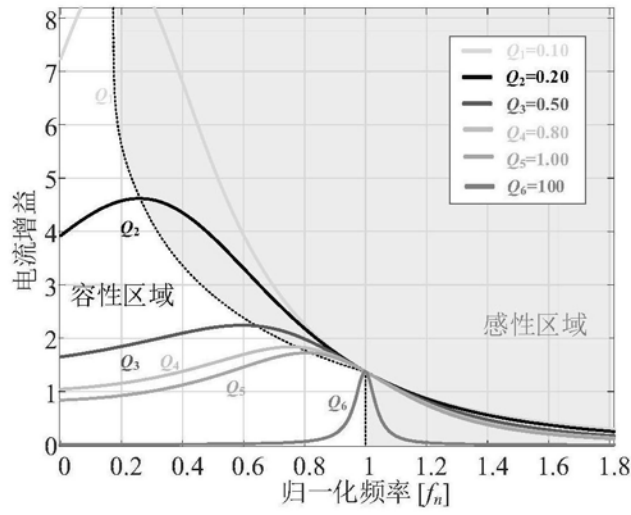


图4

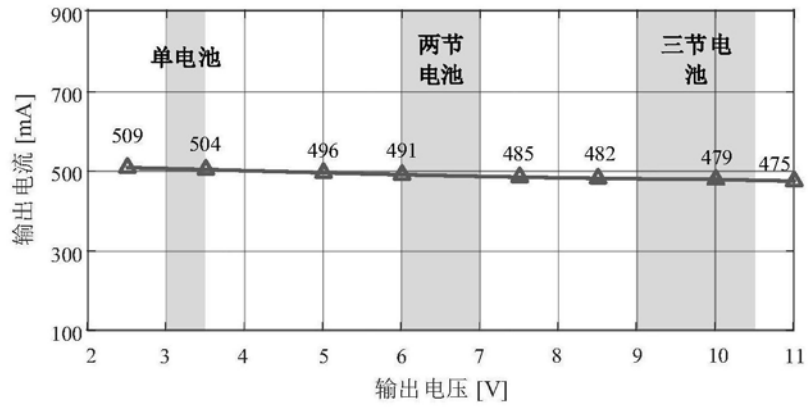


图5

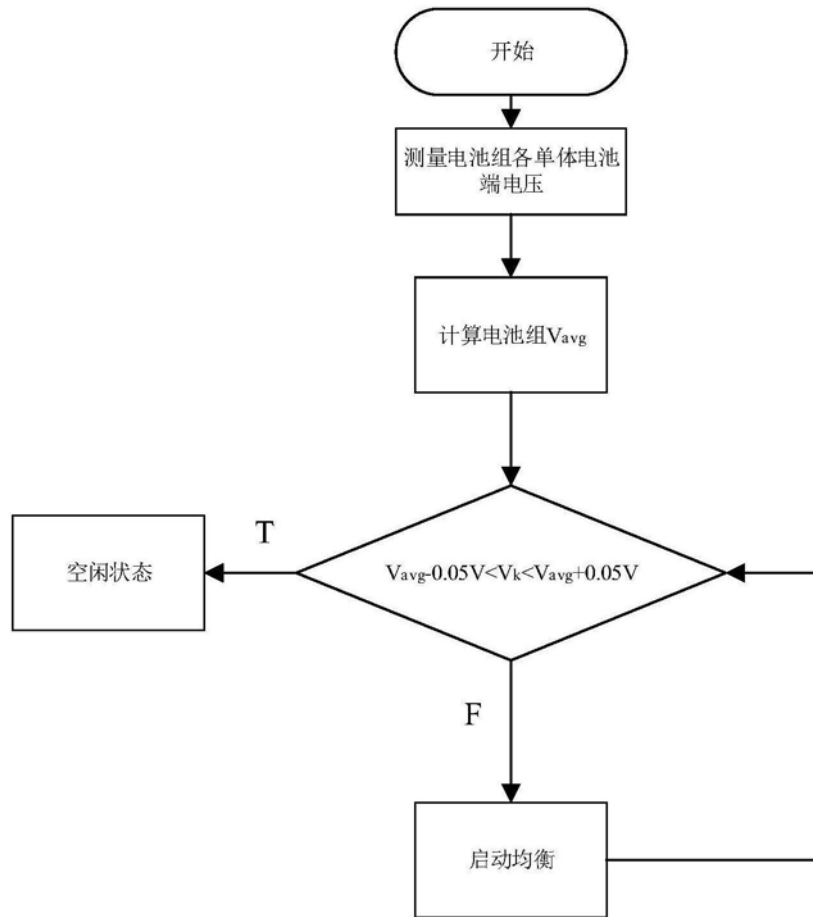


图6