



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104917224 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201510151652. X

(22) 申请日 2015. 03. 31

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381 号

(72) 发明人 吴玉香 邸健 文尚胜

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有  
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006. 01)

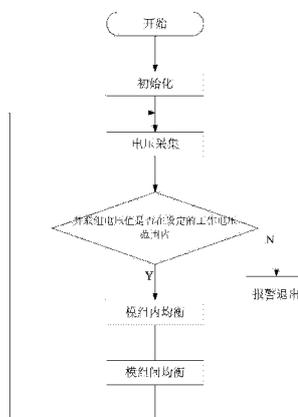
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种电池组的两级均衡装置及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电池组的两级均衡装置,包括:电压采集模块、控制模块、均衡模块和电源模块;所述均衡模块包括第一级均衡单元和第二级均衡单元,所述第一级均衡单元采用无源均衡电路,所述第二级均衡单元采用类 Buck-Boost 均衡电路;本发明还公开了一种控制电池组的两级均衡装置的控制方法,包括以下步骤:1、电压采集模块采集电池单体并联成的并联组电压值;2、判断步骤 1 中采集到的并联组电压值是否在设定的工作电压范围内;如果是,则执行步骤 3,否则,报警退出;3、第一级均衡单元进行模组内均衡,然后第二级均衡单元进行模组间均衡,最后返回步骤 1。本发明具有电路复杂程度低、控制难度小和成本低廉等优点。



1. 一种电池组的两级均衡装置,包括:电压采集模块、控制模块、均衡模块和电源模块;其特征在于,所述均衡模块包括第一级均衡单元和第二级均衡单元,所述第一级均衡单元采用无源均衡电路,所述第二级均衡单元采用类 Buck-Boost 均衡电路;所述无源均衡电路用于模组内均衡,所述类 Buck-Boost 均衡电路用于模组间均衡;所述电压采集模块、控制模块和均衡模块依次连接,电源模块用于为控制模块供电;

所述无源均衡电路包括电池单体、电力电子开关和电阻,所述电力电子开关与电阻串联后的电路再与电池单体并联;

所述类 Buck-Boost 均衡电路具有开关管、二极管和一个储能电感,每个模组两端均装有二极管和开关管以形成均衡电流的单向通路,模组的一端与储能电感的一侧相连,模组的另一端与储能电感的另一侧相连,模组两端的均衡支路均只有一个开关管和一个二极管;所述类 Buck-Boost 均衡电路中的每一个开关既是一个模组的放电回路的同时又是另一个模组的充电回路。

2. 根据权利要求 1 所述的电池组的两级均衡装置,其特征在于,还包括通信模块,所述通信模块用于与 CAN 总线进行通讯。

3. 根据权利要求 1 所述的电池组的两级均衡装置,其特征是,所述电压采集模块包括:电压传感器、A/D 转换器,所述电压传感器对各模组内的电池单体并联组电压进行采集,所述 A/D 转换器将采集到的模拟信号转化为数字信号并传送到控制模块。

4. 根据权利要求 1 所述的电池组的两级均衡装置,其特征是,所述控制模块包括:驱动电路、MCU 和其外围电路,所述驱动电路用于驱动电力电子开关的通断。

5. 一种控制权利要求 1 所述的电池组的两级均衡装置的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤 1、电压采集模块采集电池单体并联成的并联组电压值;

步骤 2、判断步骤 1 中采集到的并联组电压值是否在设定的工作电压范围内;如果是,则执行步骤 3,否则,报警退出;

步骤 3、第一级均衡单元进行模组内均衡,然后第二级均衡单元进行模组间均衡,最后返回步骤 1。

6. 根据权利要求 5 所述的控制方法,其特征在于,在步骤 3 中,所述模组内均衡包括以下步骤:

步骤 A、控制模块根据测量所得的并联组电压值,设置每个模组的均衡阈值;

步骤 B、根据模组内的均衡阈值判断当前模组内的每个并联组电压是否在阈值范围内,如果全部落在阈值范围内则跳过当前模组,并转向下一模组去进行判断,否则,确定需要均衡的模组内的并联组的编号,并打开需要均衡的模组内的并联组的电力电子开关以进行放电降压,当前模组的模组内均衡完成后转向下一模组;

步骤 C、返回步骤 A,直到当完成所有模组内的均衡为止。

7. 根据权利要求 5 所述的控制方法,其特征在于,在步骤 3 中,所述模组间均衡包括以下步骤:

步骤①、控制模块根据测得的并联组电压值,计算各模组电压,再计算所有模组的平均电压,然后在模组平均电压的基础上以 1.5% 的均衡平衡度设置均衡阈值;

步骤②、控制模块判断各个模组电压是否都在阈值范围内,如果是则退出模组间均衡,

否则执行下一步骤；

步骤③、利用第二级均衡单元将能量从电压最高的模块转移到电压最低的模块,判断当前均衡是否完成,是则执行下一步骤,否则持续执行当前步骤；

步骤④、刷新均衡过的模組的电压值,返回步骤②。

## 一种电池组的两级均衡装置及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池均衡管理技术领域,具体涉及一种基于类 Buck-Boost 的电池组两级均衡装置。

### 背景技术

[0002] 电动汽车拥有节能环保、低排放等方面的优势,现已成为汽车行业中最有发展前景的一个领域。作为电动汽车的关键组成部分,动力电池组的性能决定了电动汽车众多方面的表现。然而由于现有的电池单体电压低、容量小,无法满足电动汽车的驱动功率要求,因而一般先将一定数量的电池单体串并联组成一个模组,然后再将多个模组串联起来进行使用。但是,在电池单体的制作过程中,由于电池厂的制作工艺等方面的原因,造成了即使是同一批次的电池单体都会出现明显的容量、内阻等方面的差异。同时在电池的使用过程中,电池单体自放电率的不同、使用环境的差异等,也都会导致电池单体的容量等出现不平衡。在充电过程中,电池容量小的电池会被率先充满,若此时电池组仍在充电,则容量小的电池会被过充,产生析气或发生不可逆的结构性损坏,电池容量进一步减小。在放电过程中,电池容量小的电池电压下降最快,当电池能量耗尽时,电池两端甚至会出现反极性,相当于被其它电池反充电,导致整组电池的放电能力减弱,同时过放也会使电池内部发生不可逆的化学反应,减小电池容量。因而在使用过程中必须对电池组进行均衡管理。

[0003] 现有的均衡技术主要有能量耗散型和非能量耗散型。能量耗散型是通过并联电阻来实现的,此方法结构简单对控制系统要求低,但是能量浪费严重,且耗能电阻发热会对电池造成不利影响,均衡电流大小也会受到限制。非能量耗散型方法中主要包括开关电容型,变压器型,转换器型。电容型开关阵列复杂,均衡速度慢。变压器型,成本高、体积大、效率低、系统变更困难。传统的变换器型以 Buck、Boost、Buck-Boost 或者 C<sub>uk</sub> 变换器等成熟的变换器电路为基础构建均衡电路,能量只能在相邻电池间传递,且元器件数量众多,成本高昂。

### 发明内容

[0004] 本发明的首要目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种电池组的两级均衡装置。

[0005] 本发明的另一目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种控制电池组的两级均衡装置的控制方法。

[0006] 本发明的首要目的通过以下技术方案实现:一种电池组的两级均衡装置,包括:电压采集模块、控制模块、均衡模块和电源模块;还包括通信模块,所述通信模块用于与 CAN 总线进行通讯;所述均衡模块包括第一级均衡单元和第二级均衡单元,所述第一级均衡单元采用无源均衡电路,所述第二级均衡单元采用类 Buck-Boost 均衡电路;所述无源均衡电路用于模组内均衡,所述类 Buck-Boost 均衡电路用于模组间均衡;所述电压采集模块、控制模块和均衡模块依次连接,电源模块用于控制模块供电;

[0007] 所述无源均衡电路包括电池单体、电力电子开关和电阻,所述电力电子开关与电阻串联后的电路再与电池单体并联;

[0008] 所述类 Buck-Boost 均衡电路具有开关管、二极管和一个储能电感,每个模组两端均装有二极管和开关管以行成均衡电流的单向通路,模组的一端与储能电感的一侧相连,模组的另一端与储能电感的另一侧相连,模组两端的均衡支路均只有一个开关管和一个二极管;所述类 Buck-Boost 均衡电路中的每一个开关既是一个模组的放电回路的同时又是另一个模组的充电回路。

[0009] 所述电压采集模块包括:电压传感器、A/D 转换器,所述电压传感器对各模组内的电池单体并联组电压进行采集,所述 A/D 转换器将采集到的模拟信号转化为数字信号并传送到控制模块。

[0010] 所述控制模块包括:驱动电路、MCU 和其外围电路,所述驱动电路用于驱动电力电子开关的通断。

[0011] 本发明的另一目的通过以下技术方案实现:一种控制电池组的两级均衡装置的控制方法,包括以下步骤:

[0012] 步骤 1、电压采集模块采集电池单体并联成的并联组电压值;

[0013] 步骤 2、判断步骤 1 中采集到的并联组电压值是否在设定的工作电压范围内;如果是,则执行步骤 3,否则,报警退出;

[0014] 步骤 3、第一级均衡单元进行模组内均衡,然后第二级均衡单元进行模组间均衡,最后返回步骤 1。

[0015] 在步骤 3 中,所述模组内均衡包括以下步骤:

[0016] 步骤 A、控制模块根据测量所得的并联组电压值,设置每个模组的均衡阈值;

[0017] 步骤 B、根据模组内的均衡阈值判断当前模组内的每个并联组电压是否在阈值范围内,如果全部落在阈值范围内则跳过当前模组,并转向下一模组去进行判断,否则,确定需要均衡的模组内的并联组的编号,并打开需要均衡的模组内的并联组的电力电子开关以进行放电降压,当前模组的模组内均衡完成后转向下一模组;

[0018] 步骤 C、返回步骤 A,直到当完成所有模组内的均衡为止。

[0019] 在步骤 3 中,所述模组间均衡包括以下步骤:

[0020] 步骤①、控制模块根据测得的并联组电压值,计算各模组电压,再计算所有模组的平均电压,然后在模组平均电压的基础上以 1.5% 的均衡平衡度设置均衡阈值;

[0021] 步骤②、控制模块判断各个模组电压是否都在阈值范围内,如果是则退出模组间均衡,否则执行下一步骤;

[0022] 步骤③、利用第二级均衡单元将能量从电压最高的模块转移到电压最低的模块,判断当前均衡是否完成,是则执行下一步骤,否则持续执行当前步骤;

[0023] 步骤④、刷新均衡过的模组的电压值,返回步骤②。

[0024] 本发明所采用的技术方案也可以是:一种电池组的两级均衡装置及其控制方法,包括电压采集模块,控制模块、通信模块、均衡模块、电源模块以及相应的控制方法。一般情况下先把一定数量的电池单体串并联组成一个模组,然后再将多个模组串联起来进行使用,所述电压采集模块对各模组内电池单体并联组进行电压采集,并把采集得到的电压信号变换以后传给控制模块,所述控制模块根据所述电压信号进行计算、判断后控制均衡模

块的均衡电路实现所需的均衡。

[0025] 所述无源均衡电路包括电池单体、电力电子开关和电阻,所述电力电子开关与电阻串联后的电路再与电池单体并联;

[0026] 所述类 Buck-Boost 均衡电路,包括开关管、二极管和储能电感 L,每个模组两端均装有二极管和开关管,构成均衡电流的单向通路,模组的一端与储能电感一侧的 A 点相连,模组的另一端与储能电感另一侧的 B 点相连,为了减少开关器件,模组中处于最两端位置的均衡支路只有一个开关管和一个二极管。该电路中每一个开关可以同时是一个模组的放电回路和另一个模组的充电回路。本发明电路原理类似 buck-boost 电路,但本发明的类 Buck-Boost 均衡电路只使用了一个储能电感 L。

[0027] 所述电压采集模块包含电压传感器、A/D 转换器。所述电压传感器针对各模组内的各电池单体并联组电压进行采集。所述 A/D 转换器将采集到的模拟信号转化为数字信号并传送到控制模块。

[0028] 所述控制模块包括驱动电路、MCU 及其必备的外围电路。所述控制模块接收电压采集模块传过来的数字信号,处理以后依据控制策略通过驱动电路控制均衡模块完成均衡任务。

[0029] 所述控制模块中 MCU 所使用的控制程序包括主程序部分,子程序部分和中断服务程序部分。

[0030] 所述主程序部分控制程序整体进程,程序初始化后,先调用电压采集子程序,依据采集来的电池单体并联组电压是否都在设定的工作范围内来决定是否退出报警,如果超出范围则退出报警,否则开始调用模组内均衡子程序,模组间均衡子程序,然后程序返回,开始新一轮的电压采集与电池均衡,如此循环执行,同时使用看门狗避免程序陷入某个局部循环而导致整个系统崩溃。

[0031] 所述中断服务程序部分完成通信等任务。

[0032] 所述子程序部分包括电压采集子程序、模组内均衡子程序、模组间均衡子程序。

[0033] 所述子程序部分的电压采集子程序配合电压采集模块的需要完成数据采集任务。

[0034] 所述子程序部分的模组内均衡子程序,用来控制第一级均衡单元利用其无源均衡电路完成模组内均衡的任务,调用该子程序后,首先根据测量所得的电压值设置相应模组的均衡阈值,然后根据该模组内的均衡阈值判断模组内的每个并联组电压是否在阈值范围内,如果全部落在阈值范围内则跳过该模组转向下一模组去进行判断,如果有并联组电压不在阈值范围内,则确定需要进行均衡的并联组编号,再打开相应的电力电子开关进行放电降压,完成该模组的均衡后,转向下一模组去进行判断,当完成所有模组的模组内均衡以后,退出该子程序。

[0035] 所述子程序部分的模组间均衡子程序,用来控制第二级均衡单元利用其类 Buck-Boost 均衡电路来完成模组间均衡的任务,调用该子程序后,首先由测得的数据计算出各模组电压,模组平均电压,再在模组平均电压的基础上以 1.5% 的均衡平衡度设置均衡阈值,判断各模组电压是否都落在阈值范围内,如果是则不进行模组间均衡,直接退出该子程序,如果否,则按一定时序开通和关断相应的开关管,把能量从电压最高的模组向电压最低的模组转移,判断本次均衡是否完成,如果没有则等待完成,如果完成则程序继续向下,然后刷新均衡过的模组的电压值,返回判断环节重新判断各模组电压是否都落在阈值范围

内。

[0036] 所述均衡模块包括第一级均衡单元和第二级均衡单元,所述第一级均衡单元采用无源均衡电路,所述第二级均衡单元采用类 Buck-Boost 均衡电路;所述无源均衡电路用于模组内均衡,所述类 Buck-Boost 均衡电路用于模组间均衡;

[0037] 所述无源均衡电路的电路由电池单体并联组通过电力电子开关与耗能电阻并联而成,用于模组内均衡。

[0038] 所述类 Buck-Boost 均衡电路,包括开关管、二极管、储能电感,每个模组两端都分别装有二极管和开关管,构成均衡电流的单向通路,模组的一端与储能电感一侧的 A 点相连,另一端与电感另一侧的 B 点相连,为了减少开关器件,处于最两端的均衡支路只有一个开关管和一个二极管。该电路中每一个开关可以同时是一个模组的放电回路和另一个模组的充电回路。本电路原理类似 buck-boost 电路,但只使用一个储能电感,用于模组间均衡。

[0039] 所述电压模块为本装置供电,所述电源模块通过 DC-DC 变换将车载 24V 电源变换为本装置所需的标准电压。

[0040] 本发明的原理:本发明第一级均衡单元中利用了无源均衡电路,把模组内电压过高的电池单体并联组通过其并联电阻进行放电降压,实现模组内均衡;本发明第二级均衡单元中利用类 Buck-Boost 电路把能量从电压过高的模组先转移到储能电感,再从储能电感转移到电压过低的模组,实现了模组间均衡。

[0041] 相对于现有技术,本发明具有如下的优点与有益效果:

[0042] 本发明在模组内均衡时使用了第一级均衡单元中的无源均衡电路,充分利用了其结构简单与成本低廉的优点;在模组间均衡时使用了第二级均衡单元的类 Buck-Boost 电路,充分利用了其能量利用率高,均衡速度快的优点,避免了大量能量的浪费,同时由于类 Buck-Boost 电路只是针对模组搭建的,电路的复杂程度降低,元器件的数量大大减少,降低了成本。综上所述,本装置在充分利用两种均衡方式优点的同时也尽可能回避了其缺点,可以在控制成本的同时很好的完成均衡任务。本发明充分利用了无源均衡电路和类 Buck-Boost 均衡的优点将电池均衡问题进行了分级解决,具有电路复杂程度低、控制难度小、成本低廉的优点。

## 附图说明

[0043] 图 1 为本发明的结构框图。

[0044] 图 2 为所述无源均衡电路。

[0045] 图 3 为所述类 Buck-Boost 均衡电路。

[0046] 图 4 为类 Buck-Boost 均衡电路工作时的充电回路。

[0047] 图 5 为类 Buck-Boost 均衡电路工作时的放电回路。

[0048] 图 6 为主程序流程图。

[0049] 图 7 为模组内均衡子程序流程图。

[0050] 图 8 为模组间均衡子程序流程图。

## 具体实施方式

[0051] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限

于此。

#### [0052] 实施例

[0053] 如图 1 所示,基于类 Buck-Boost 的电池组两级均衡装置包括电压采集模块 1、控制模块 2、通信模块 3、均衡模块 4 和电源模块 5。所述电压采集模块 1 采集模组内的电池单体并联组电压并通过 A/D 转换器将采集到的模拟信号转化为数字信号传送到控制模块 2。所述控制模块 2 接收所述电压采集模块 1 的数字信号,对电压数据进行处理,然后依据控制策略通过驱动电路控制均衡模块 4 完成均衡任务。当需要进行模组内均衡时,均衡模块 4 的第一级均衡单元通过如图 2 所示的无源均衡电路实现模组内均衡,均衡模块 4 在控制模块 2 作用下打开相应的电力电子开关,电压偏高的并联组的耗能电阻接通,放电降压。当需要进行模组间均衡时,均衡模块 4 的第二级均衡单元通过如图 3 所示的类 Buck-Boost 均衡电路实现模组间均衡,如当模组 1 电压最高,模组 2 电压最低时。首先使第一开关管 S1 和第二开关管 S2 导通,电感充电,充电回路如图 4 所示,电流从模组 1 的正极经第一开关管 S1 到电感 A 端,从电感 B 端经第二开关管 S2 过二极管后到模组 1 负极。转移到电感中的能量多少以及充电电流的最大值由充电时间决定;模组 1 电压降到设定值后,关断第一开关管 S1,打开 S5,保持第二开关管 S2 导通。储能电感向模组 2 放电,放电回路如图 5 所示,电流从模组 2 的负极经过二极管和开关管 S5 到达电感的 A 端,从电感的 B 端经过开关管 S2 和二极管后到达模组 2 的正极。如此即可把模组 1 的能量转移到模组 2 中,实现均衡。

[0054] 在实施均衡策略的控制模块的程序设计上,包括主程序、子程序、中断服务程序。主程序如图 6 所示,控制程序整体进程,程序初始化后,先调用电压采集子程序,依据采集来的电池单体并联组电压是否都在设定的工作范围内来决定是否退出报警,如果超出范围则退出报警,否则开始调用模组内均衡子程序,模组间均衡子程序,然后程序返回,开始新一轮的电压采集与电池均衡,如此循环执行,同时使用看门狗避免程序陷入某个局部循环而导致整个系统崩溃。子程序中包含电压采集子程序、模组内均衡子程序、模组间均衡子程序。电压采集子程序配合电压采集模块完成数据采集任务。模组内均衡子程序如图 7 所示,调用该子程序后首先根据测量所得的电压值设置相应模组的均衡阈值,然后根据该模组内的均衡阈值判断模组内的每个并联组电压是否在阈值范围内,如果全部落在阈值范围内则跳过该模组转向下一模组去进行判断,如果有并联组电压不在阈值范围内,则确定需要进行均衡的并联组编号,再打开相应的电力电子开关进行放电降压,完成该模组的均衡后,转向下一模组去进行判断,当完成所有模组的模组内均衡以后,退出该子程序。模组间均衡子程序如图 8 所示,调用该子程序后,首先由测得的数据计算出各模组电压,模组平均电压,再在平均电压的基础上以 1.5% 的均衡平衡度设置均衡阈值,判断各模组电压是否都落在阈值范围内,如果是,则不进行模组间均衡,直接退出该子程序,如果否,则按一定时序开通和关断相应的开关管,把能量从电压最高的模组向电压最低的模组转移,判断本次均衡是否完成,如果没有则等待完成,如果完成则程序继续向下,然后刷新均衡过的模组的电压值,返回判断环节重新判断各模组电压是否都落在阈值范围内。

[0055] 藉此,我们在模组内均衡时使用了第一级均衡单元的无源均衡电路,充分利用了其结构简单与成本低廉的优点。在模组间均衡时使用了第二级均衡的类 Buck-Boost 均衡电路,充分利用了其能量利用率高,均衡速度快的优点,避免大量能量的浪费同时由于类 Buck-Boost 电路只是针对模组搭建的,电路的复杂程度降低,元器件的数量大大减少,降低

了成本。综上,本方案在避免大量能量浪费、节约成本的同时,很好的完成了动力电池组的均衡。

[0056] 上述实施例为本发明的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

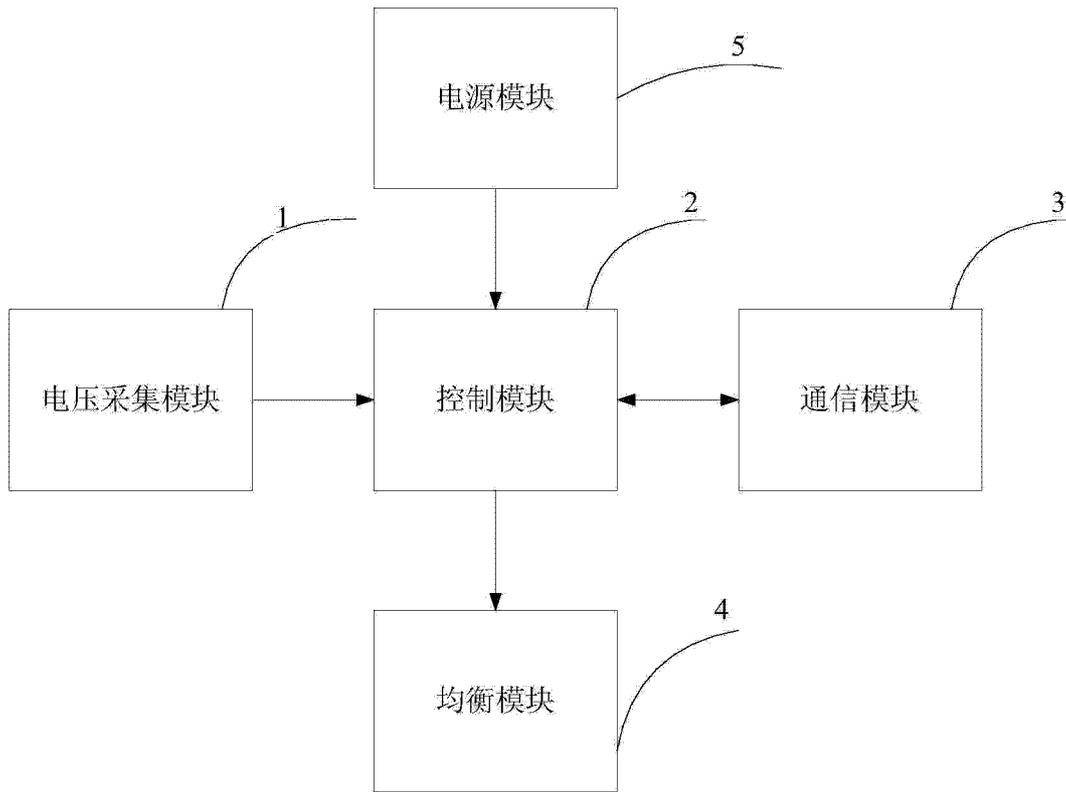


图 1

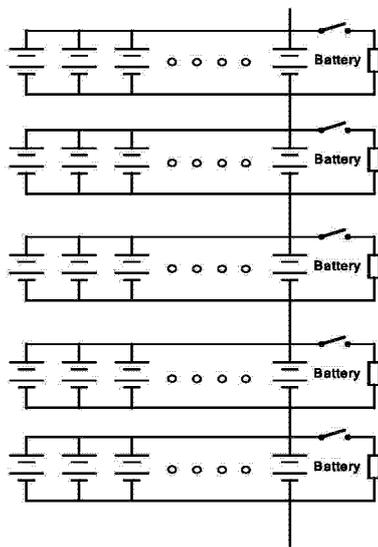


图 2

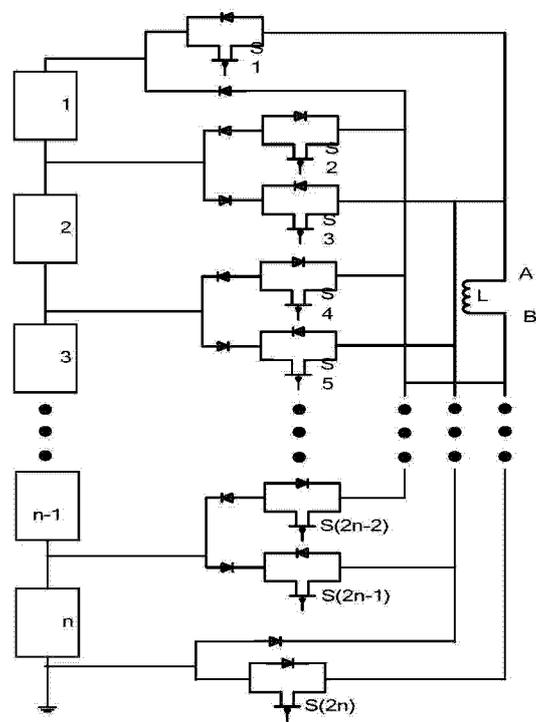


图 3

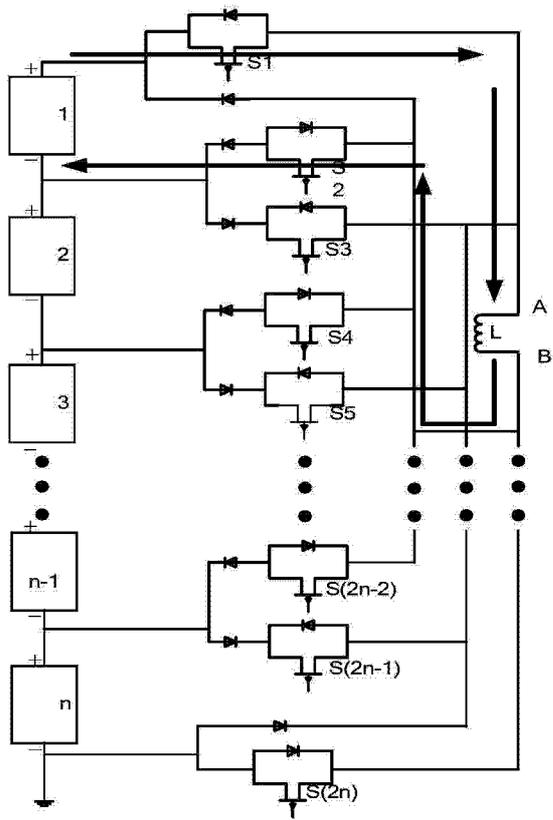


图 4

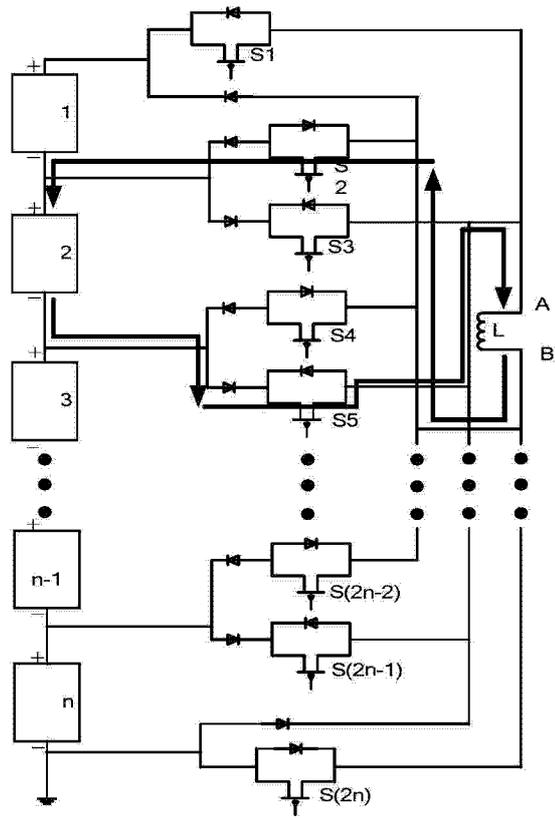


图 5

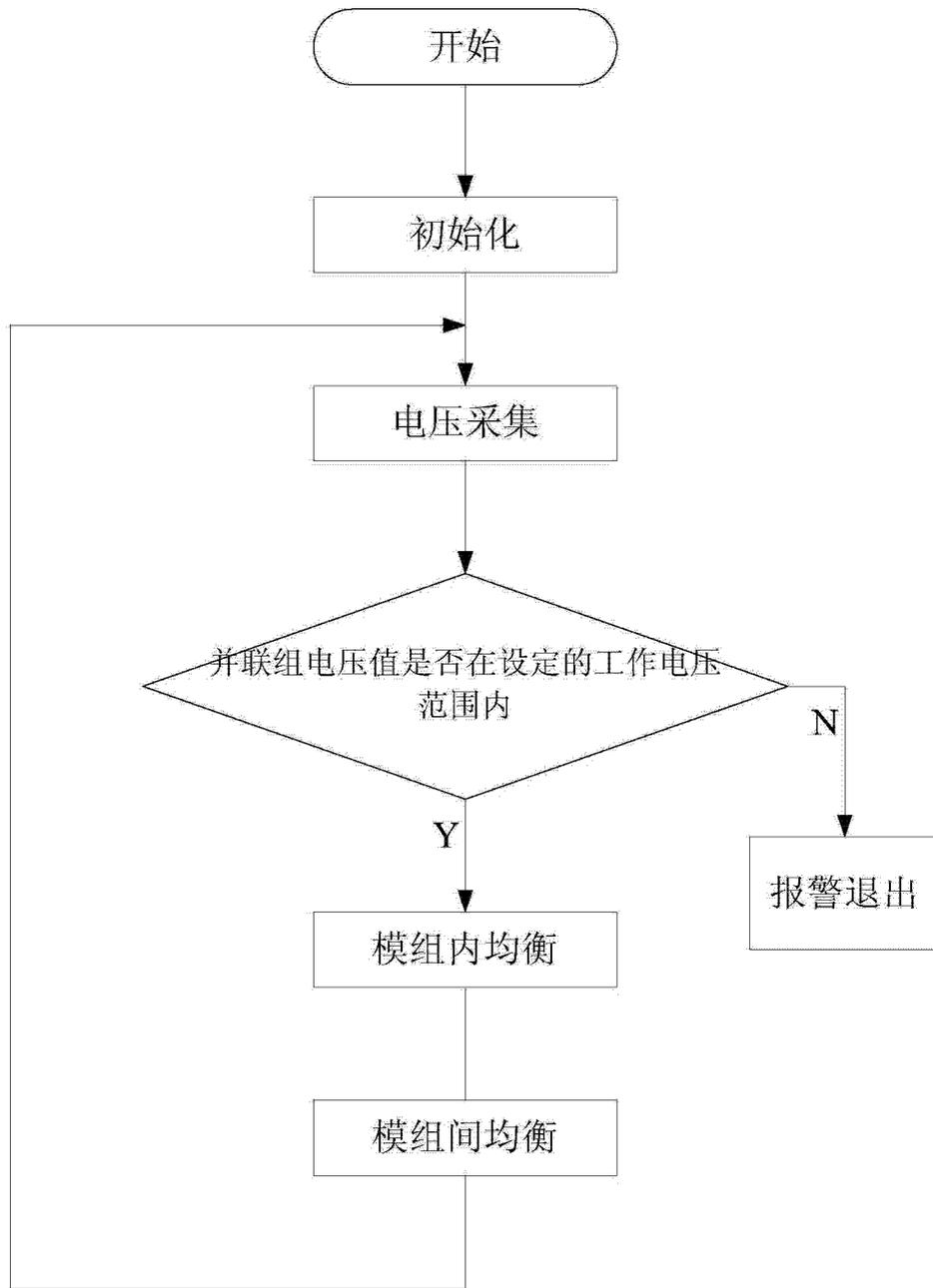


图 6

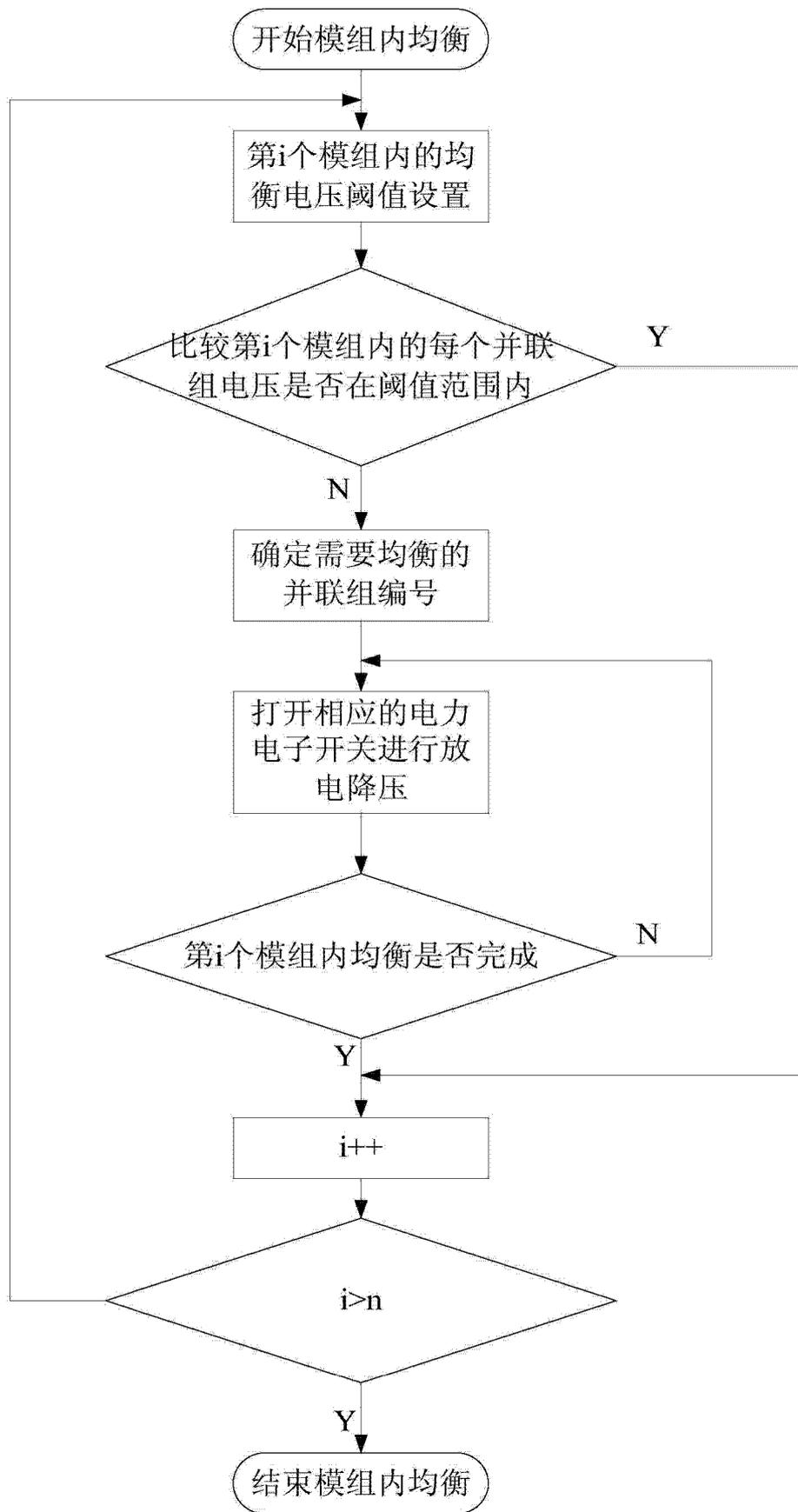


图 7

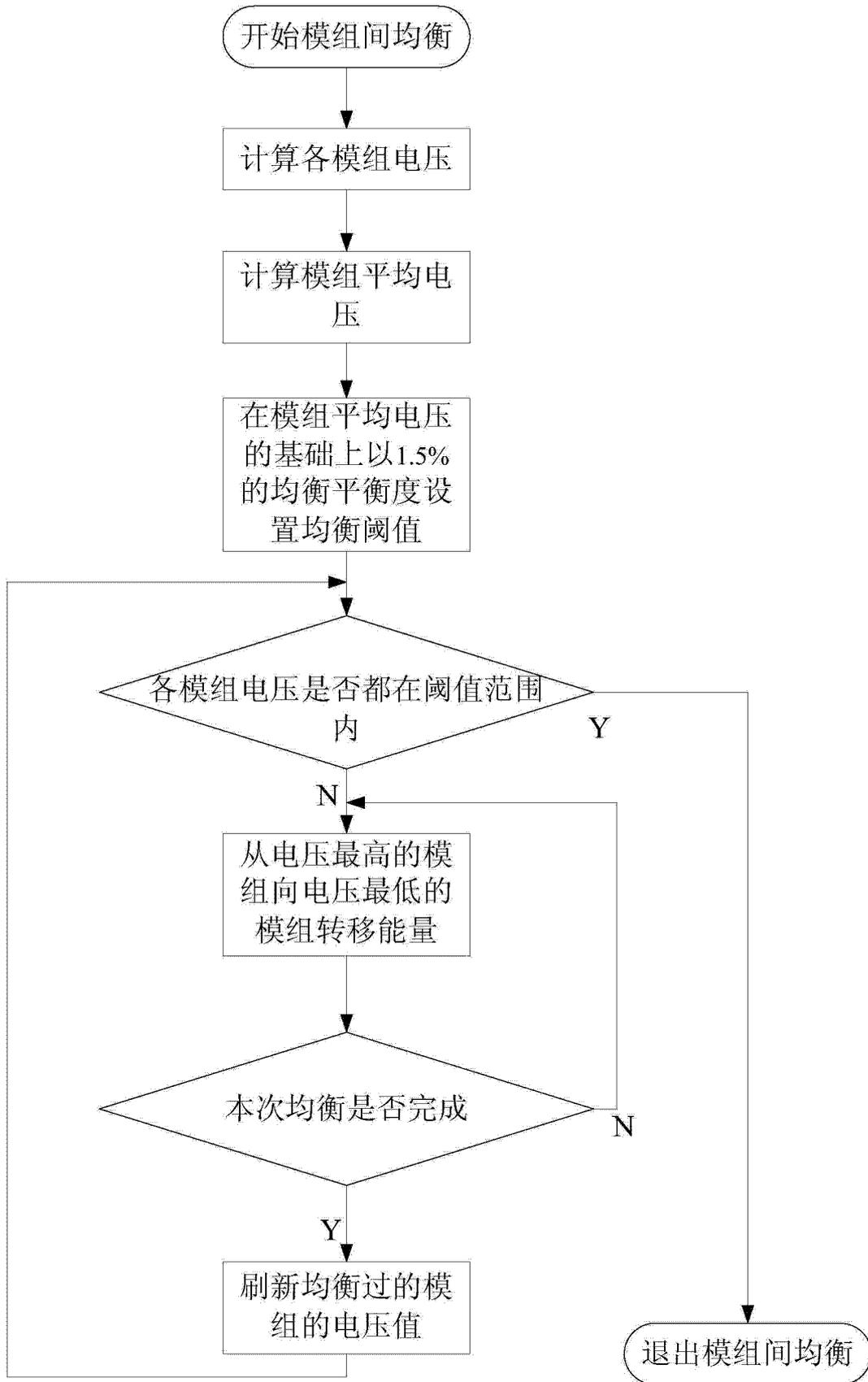


图 8