



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107706940 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(21)申请号 201710913207.1

(22)申请日 2017.09.30

(71)申请人 北京空间飞行器总体设计部
地址 100094 北京市海淀区友谊路104号

(72)发明人 张晓峰 刘治钢 石海平 王飞
张文佳 赵长江 马亮 朱立颖

(74)专利代理机构 北京理工大学专利中心
11120

代理人 郭德忠 仇蕾安

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006.01)

H02J 7/00(2006.01)

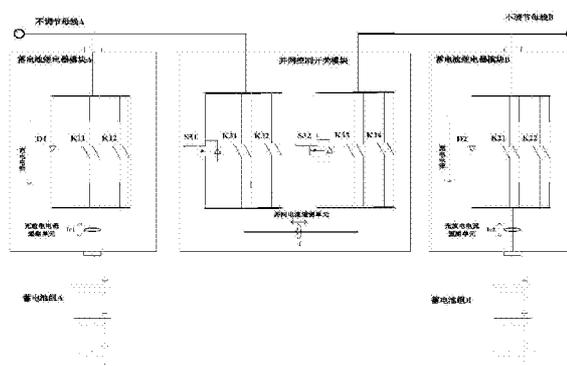
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统

(57)摘要

本发明公开了一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,属于航天器不调节母线电源系统技术领域,用于实现两个以上不调节母线电源系统的并网,每个不调节母线电源系统均由不调节母线和蓄电池组组成,所述柔性并网系统包括:与不调节母线电源系统一一对应的蓄电池继电器模块、一个并网控制开关模块及一个控制单元;所述并网控制开关模块包括:与不调节母线电源系统一一对应的开关单元,两个相邻的开关单元间通过并网电流遥测单元串联;所述不调节母线分别和与之对应的蓄电池继电器模块中的充电开关及并网控制开关模块中的开关单元电性连接;本发明能够实现两个不调节母线电源系统间进行柔性并网连接,使得两个不调节母线电源系统的电位相等。



CN 107706940 A

1. 一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,用于实现两个以上不调节母线电源系统的并网,每个不调节母线电源系统均包括:不调节母线和蓄电池组,其特征在于,所述柔性并网系统包括:与不调节母线电源系统一一对应的蓄电池继电器模块、一个并网控制开关模块及一个控制单元;

所述蓄电池继电器模块包括:由并联的二极管、第一继电器和第二继电器组成的充电开关及与所述充电开关串联的充放电电流遥测单元;其中,二极管的阴极与充放电电流遥测单元连接;

所述并网控制开关模块包括:与不调节母线电源系统一一对应的开关单元,两个相邻的开关单元间通过并网电流遥测单元串联;所述开关单元由并联的第三继电器、第四继电器和MOSFET半导体开关组成;

整体连接关系如下:所述不调节母线分别和与之对应的蓄电池继电器模块中的充电开关及并网控制开关模块中的开关单元电性连接,其中蓄电池继电器模块中的二极管的阳极与不调节母线电性连接;所述蓄电池继电器模块中的充放电电流遥测单元和与之对应的不调节母线电源系统中的蓄电池组的正极电性连接;

所述控制单元分别与蓄电池继电器模块中的第一继电器、第二继电器、充放电电流遥测单元及并网控制开关模块中的第三继电器、第四继电器、并网电流遥测单元及MOSFET半导体开关电性连接。

2. 如权利要求1所述的一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,其特征在于,所述并网控制开关模块包括两个开关单元,两个开关单元间通过并网电流遥测单元串联;每两个不调节母线电源系统共用一个并网控制开关模块,两个不调节母线电源系统分别与并网控制开关模块中的两个开关单元连接。

3. 如权利要求1所述的一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,其特征在于,所述控制单元控制并网的操作步骤如下:

初始状态为:蓄电池继电器模块中的继电器均为闭合状态,并网控制开关模块中的继电器和MOSFET半导体开关均为断开状态;

第一步,使需要并网的不调节母线电源系统中蓄电池组处于充电状态,并通过充放电电流遥测单元判断与之相连的蓄电池组的充电电流是否在设定范围;如不在设定范围内,调节其充电电流使其在设定范围内;若均在设定范围内,则执行第二步;

第二步,控制单元发送指令断开蓄电池继电器模块中的继电器,此时,蓄电池组均进入放电通路隔离状态并持续处于充电状态;

第三步,对不调节母线电源系统及并网系统进行常规安全检测,若检测结果正常,则执行第四步,若检测结果不正常,则终止操作并发出系统告警;

第四步,控制单元发送指令接通并网控制开关模块中的MOSFET半导体开关,建立初始并网通路;

第五步,控制单元发送指令接通并网控制开关模块中的继电器,建立不调节母线电源系统间的并网主功率通路;

第六步,控制单元分别检测各个蓄电池继电器模块中充放电电流遥测单元的电流,若大于零,则表明与之对应的蓄电池组处于充电状态,闭合该蓄电池继电器模块中的继电器;若等于零,则表明与之对应的蓄电池组处于既不充电也不放电的状态,继续等待并轮询检

测,直到充放电电流遥测单元的电流大于零后,闭合该蓄电池继电器模块中的继电器;

当各个蓄电池继电器模块中的继电器均闭合后即完成不调节母线电源系统间的柔性并网过程。

4.如权利要求3所述的一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,其特征在于,在第四步中,建立初始并网通路后,通过并网电流遥测单元检测是否存在并网电流:

若并网电流遥测单元检测到的电流为零,表明不存在并网电流,系统故障,终止操作并发出系统告警;若并网电流遥测单元检测到的电流不为零,表明存在并网电流,则继续执行第五步的并网操作。

一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统

技术领域

[0001] 本发明属于航天器不调节母线电源系统技术领域,具体涉及一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统。

背景技术

[0002] 航天器不调节母线电源系统能够提供低阻抗、高动态响应的母线(即系统中公共的电源正线),广泛应用于大峰值功率负载航天器,其太阳能电池阵功率输出、电源控制器和大容量蓄电池组直接并联形成大功率不调节母线。参见附图3,由于大功率不调节母线直接与蓄电池组连接,两个不调节母线电源系统并网运行就需要将两个蓄电池组并联。两个不等电位的蓄电池组在运行过程中直接并联相当于两个不等电位的电压源并联,会产生非常大的短路电流,造成灾难性后果。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,能够实现两个不调节母线电源系统间进行柔性并网连接,使得两个不调节母线电源系统的电位相等,保证并网过程的安全性。

[0004] 本发明是通过下述技术方案实现的:

[0005] 一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,用于实现两个以上不调节母线电源系统的并网,每个不调节母线电源系统均包括:不调节母线和蓄电池组,所述柔性并网系统包括:与不调节母线电源系统一一对应的蓄电池继电器模块、一个并网控制开关模块及一个控制单元;

[0006] 所述蓄电池继电器模块包括:由并联的二极管、第一继电器和第二继电器组成的充电开关及与所述充电开关串联的充放电电流遥测单元;其中,二极管的阴极与充放电电流遥测单元连接;

[0007] 所述并网控制开关模块包括:与不调节母线电源系统一一对应的开关单元,两个相邻的开关单元间通过并网电流遥测单元串联;所述开关单元由并联的第三继电器、第四继电器和MOSFET半导体开关组成;

[0008] 整体连接关系如下:所述不调节母线分别和与之对应的蓄电池继电器模块中的充电开关及并网控制开关模块中的开关单元电性连接,其中蓄电池继电器模块中的二极管的阳极与不调节母线电性连接;所述蓄电池继电器模块中的充放电电流遥测单元和与之对应的不调节母线电源系统中的蓄电池组的正极电性连接;

[0009] 所述控制单元分别与蓄电池继电器模块中的第一继电器、第二继电器、充放电电流遥测单元及并网控制开关模块中的第三继电器、第四继电器、并网电流遥测单元及MOSFET半导体开关电性连接。

[0010] 进一步的,所述并网控制开关模块包括两个开关单元,两个开关单元间通过并网电流遥测单元串联;每两个不调节母线电源系统共用一个并网控制开关模块,两个不调节

母线电源系统分别与并网控制开关模块中的两个开关单元连接。

[0011] 进一步的,所述控制单元控制并网的操作步骤如下:

[0012] 初始状态为:蓄电池继电器模块中的继电器均为闭合状态,并网控制开关模块中的继电器和MOSFET半导体开关均为断开状态;

[0013] 第一步,使需要并网的不调节母线电源系统中蓄电池组处于充电状态,并通过充放电电流遥测单元判断与之相连的蓄电池组的充电电流是否在设定范围;如不在设定范围内,调节其充电电流使其在设定范围内;若均在设定范围内,则执行第二步;

[0014] 第二步,控制单元发送指令断开蓄电池继电器模块中的继电器,此时,蓄电池组均进入放电通路隔离状态并持续处于充电状态;

[0015] 第三步,对不调节母线电源系统及并网系统进行常规安全检测,若检测结果正常,则执行第四步,若检测结果不正常,则终止操作并发出系统告警;

[0016] 第四步,控制单元发送指令接通并网控制开关模块中的MOSFET半导体开关,建立初始并网通路;

[0017] 第五步,控制单元发送指令接通并网控制开关模块中的继电器,建立不调节母线电源系统间的并网主功率通路;

[0018] 第六步,控制单元分别检测各个蓄电池继电器模块中充放电电流遥测单元的电流,若大于零,则表明与之对应的蓄电池组处于充电状态,闭合该蓄电池继电器模块中的继电器;若等于零,则表明与之对应的蓄电池组处于既不充电也不放电的状态,继续等待并轮流检测,直到充放电电流遥测单元的电流大于零后,闭合该蓄电池继电器模块中的继电器;

[0019] 当各个蓄电池继电器模块中的继电器均闭合后即完成不调节母线电源系统间的柔性并网过程。

[0020] 进一步的,在第四步中,建立初始并网通路后,通过并网电流遥测单元检测是否存在并网电流:

[0021] 若并网电流遥测单元检测到的电流为零,表明不存在并网电流,系统故障,终止操作并发出系统告警;若并网电流遥测单元检测到的电流不为零,表明存在并网电流,则继续执行第五步的并网操作。

[0022] 有益效果:(1)本发明能够解决两个不调节母线电源系统并网过程中在两组蓄电池组间发生直接并联造成短路,引起系统灾难性故障的问题,通过两个蓄电池继电器模块、并网控制开关模块及控制单元可以实现不调节母线电源系统间的柔性并网,使得两个不调节母线电源系统的电位相等,保证相关设备的安全性,性能可靠、操作简单。

[0023] (2)本发明的蓄电池继电器模块能够隔离蓄电池组的放电通路的同时保持其充电通路通畅,并在充电状态下实现两个蓄电池组间的并网操作后,再恢复两个蓄电池组的放电通路,按照控制单元的控制步骤实现柔性并网过程。

[0024] (3)本发明在并网操作时采用先接通耐电流应力冲击的MOSFET半导体开关,再接通继电器K31-K34的方法,能够消除并网瞬间继电器K31-K34的电流冲击,同时两组开关单元串联防止继电器K31-K34或MOSFET半导体开关自身短路导致误并网故障。

[0025] (4)本发明的控制单元设置了可自动化执行的并网操作程序,根据蓄电池继电器模块和并网控制开关模块的电路设计与不调节母线电源系统之间的通路设计,按照严格的时序控制,实现了不调节电源系统间柔性并网的自动化操作。

附图说明

- [0026] 图1为本发明的结构组成图；
[0027] 图2为本发明的控制步骤图；
[0028] 图3为航天器不调节母线电源系统拓扑图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图并举实施例,对本发明进行详细描述。

[0030] 本实施例提供了一种航天器不调节母线电源系统间的柔性并网系统,以两个不调节母线电源系统的并网为例,分别为由不调节母线A、蓄电池组A及其他零部件形成的不调节母线电源系统A和由不调节母线B、蓄电池组B及其他零部件形成的不调节母线电源系统B,该柔性并网系统包括:蓄电池继电器模块A、蓄电池继电器模块B、并网控制开关模块及控制单元;

[0031] 所述蓄电池继电器模块A包括:由并联的二极管D1、继电器K11和继电器K12组成的充电开关A及与所述充电开关A串联的充放电电流遥测单元A;其中,继电器K11和继电器K12能够实现蓄电池组A的正常充放电;二极管D1的阴极与充放电电流遥测单元A连接,用于在继电器K11和继电器K12断开时,隔断蓄电池组A的放电通路、保持蓄电池组A的充电通路;

[0032] 所述蓄电池继电器模块B与蓄电池继电器模块A的结构组成相同,包括:由并联的二极管D2、继电器K21和继电器K22组成的充电开关B及与所述充电开关B串联的充放电电流遥测单元B;其中,继电器K21和继电器K22能够实现蓄电池组B的正常充放电;二极管D2的阴极与充放电电流遥测单元B连接,用于在继电器K21和继电器K22断开时,隔断蓄电池组B的放电通路、保持蓄电池组B的充电通路;

[0033] 所述并网控制开关模块包括:由并联的继电器K31、继电器K32和MOSFET半导体开关S31组成的开关单元A、由并联的继电器K33、继电器K34和MOSFET半导体开关S32组成的开关单元B及串联在开关单元A和开关单元B之间的并网电流遥测单元;其中,MOSFET半导体开关S31和MOSFET半导体开关S32为反向串联(即同向并联);继电器K31、继电器K32、继电器K33、继电器K34为并网运行时的主功率开关,MOSFET半导体开关S31、MOSFET半导体开关S32为并网瞬间预接通开关;

[0034] 整体连接关系如下:不调节母线A分别与蓄电池继电器模块A的充电开关A及并网控制开关模块的开关单元A电性连接;其中,蓄电池继电器模块A的二极管D1的阳极与不调节母线A电性连接,蓄电池继电器模块A的充放电电流遥测单元A与蓄电池组A的正极电性连接;当继电器K11和继电器K12均断开时,二极管D1使得电流只能由不调节母线A向蓄电池组A流入,给蓄电池组A充电;

[0035] 不调节母线B分别与蓄电池继电器模块B的充电开关B及并网控制开关模块的开关单元B电性连接;其中,蓄电池继电器模块B的二极管D2的阳极与不调节母线B电性连接,蓄电池继电器模块B的充放电电流遥测单元B与蓄电池组B的正极电性连接;当继电器K21和继电器K22均断开时,二极管D2使得电流只能由不调节母线B向蓄电池组B流入,给蓄电池组B充电;

[0036] 控制单元分别与继电器K11、继电器K12、充放电电流遥测单元A、继电器K21、继电

器K22、充放电电流遥测单元B、继电器K31、继电器K32、MOSFET半导体开关S31、继电器K33、继电器K34及MOSFET半导体开关S32电性连接。

[0037] 控制单元控制并网的操作步骤如下：

[0038] 初始状态为：继电器K11、继电器K12、继电器K21、继电器K22为闭合状态，继电器K31、继电器K32、继电器K33、继电器K34、MOSFET半导体开关S31和MOSFET半导体开关S32为断开状态；

[0039] 第一步，通过设置外部的整星负载单机加电或断电使得蓄电池组A和蓄电池组B处于充电状态，并通过充放电电流遥测单元A判断蓄电池组A的充电电流 I_{c1} 是否在设定范围（ I_{c1} 大于零的情况下），通过充放电电流遥测单元B判断蓄电池组B的充电电流 I_{c2} 是否在设定范围；如其中一个不在设定范围内，则继续对整星负载单机加电或断电直至其充电电流在设定范围内；若均在设定范围内，则继续执行第二步；

[0040] 第二步，控制单元发送指令断开继电器K11、继电器K12、继电器K21、继电器K22；此时，蓄电池组A和蓄电池组B均进入放电通路隔离状态并处于充电状态，即由于二极管D1和二极管D2的单向导通作用，只能对蓄电池组A和蓄电池组B充电，蓄电池组A和蓄电池组B不能放电；

[0041] 第三步，对不调节母线电源系统及并网系统进行常规安全检测，若检测结果正常，则继续执行第四步，若检测结果不正常，则终止操作并发出系统告警；

[0042] 第四步，控制单元发送指令接通MOSFET半导体开关S31和MOSFET半导体开关S32，建立初始并网通路，此时，开始出现并网电流，并通过并网电流遥测单元检测是否存在并网电流 I ，若并网电流 $I=0$ ，则不存在并网电流，系统故障，终止操作并发出系统告警；若并网电流 $I \neq 0$ ，则存在并网电流，则继续执行第五步的并网操作。

[0043] 接通MOSFET半导体开关S31和MOSFET半导体开关S32的作用是防止直接接通继电器K31、继电器K32、继电器K33、继电器K34时，电流过大，对继电器K31、继电器K32、继电器K33、继电器K34造成伤害；

[0044] 第五步，控制单元发送指令接通主功率开关，即接通继电器K31、继电器K32、继电器K33、继电器K34，建立不调节母线电源系统间的并网主功率通路；

[0045] 第六步，控制单元检测充放电电流遥测单元A中的电流 I_{c1} 为大于零或等于零（没有小于零的情况），若大于零，则蓄电池组A处于充电状态，闭合继电器K11和继电器K12；若等于零，则蓄电池组A处于既不充电也不放电的状态，继续等待并轮询检测，直到充放电电流遥测单元A检测到的电流 I_{c1} 大于零后，闭合继电器K11和继电器K12；

[0046] 同时，对充放电电流遥测单元B进行同样的检测，直到充放电电流遥测单元B中检测到的电流 I_{c2} 大于零，闭合继电器K21和继电器K22；

[0047] 当继电器K11、继电器K12、继电器K21、继电器K22均闭合后即完成不调节母线电源系统间的柔性并网过程。

[0048] 综上所述，以上仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。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。

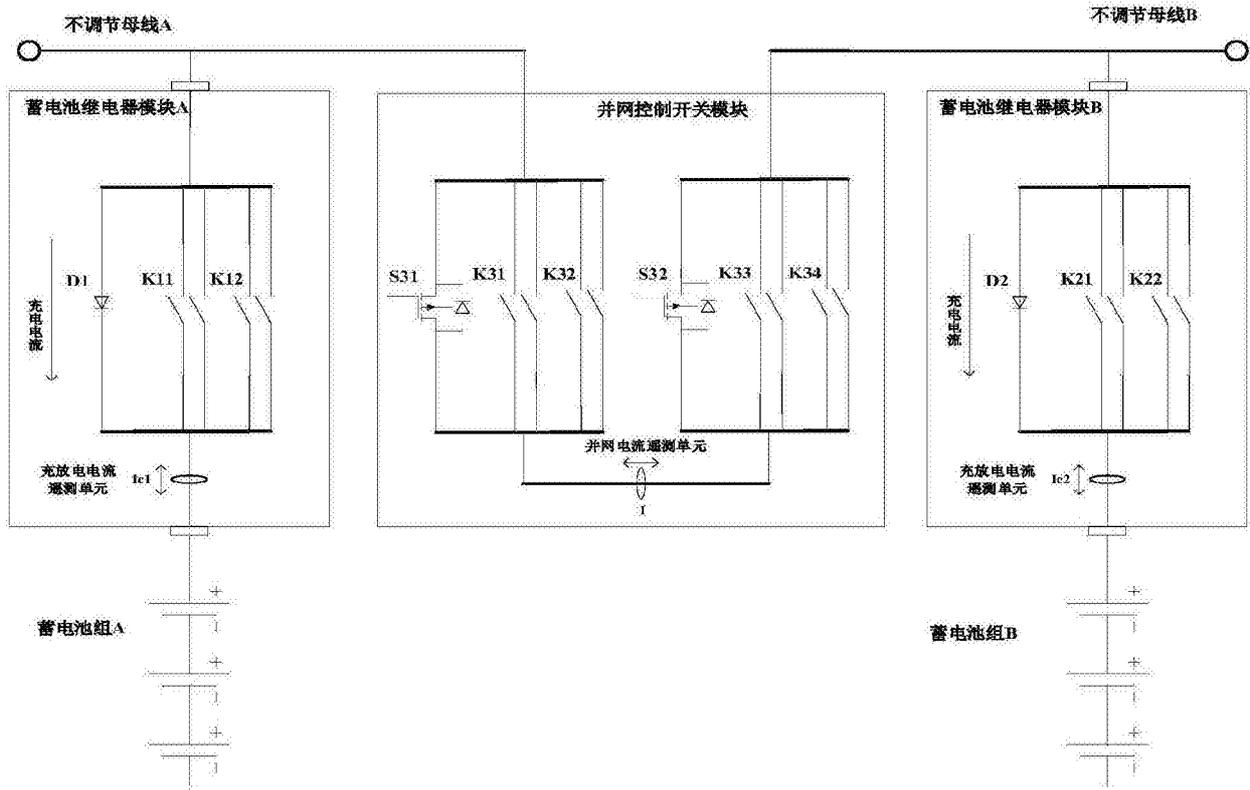


图1

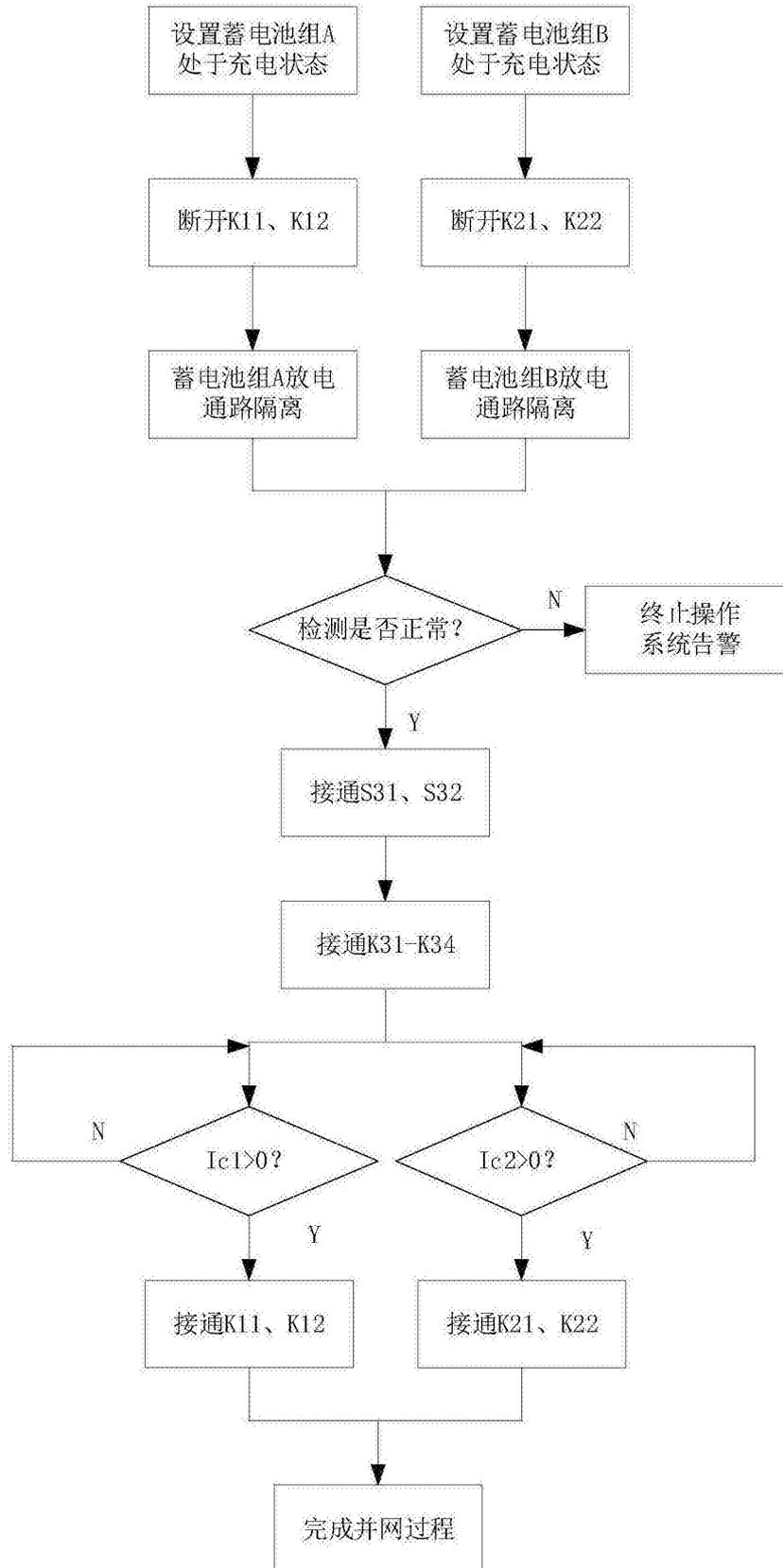


图2

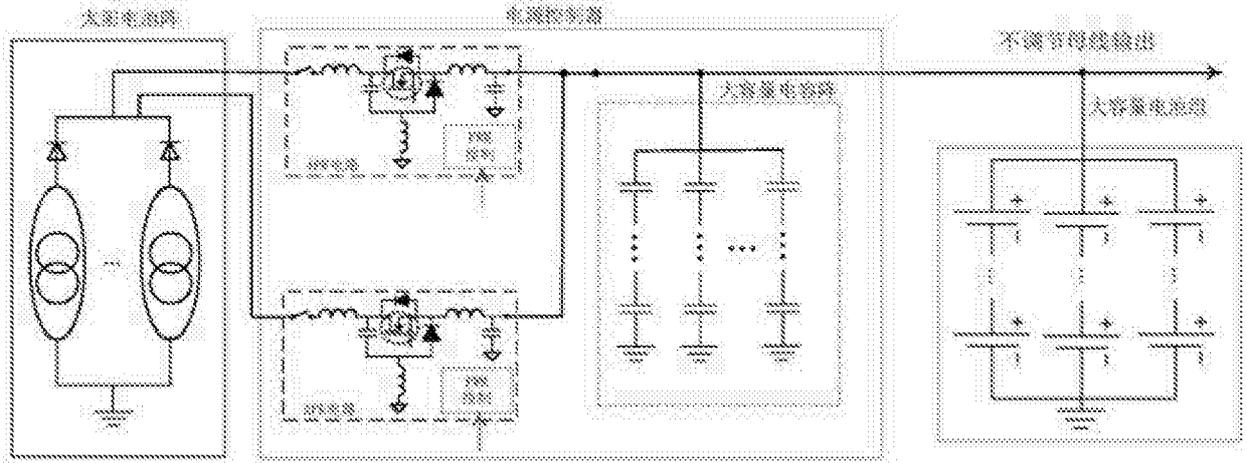


图3