

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025 年 1 月 2 日 (02.01.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/001040 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 7/00 (2006.01) **H01M 10/42** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/070528

(22) 国际申请日: 2024 年 3 月 1 日 (01.03.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202321712965.4 2023年6月30日 (30.06.2023) CN
202310802285.X 2023年6月30日 (30.06.2023) CN
202321701876.X 2023年6月30日 (30.06.2023) CN
202310795655.1 2023年6月30日 (30.06.2023) CN

(71) 申请人:惠州亿纬锂能股份有限公司(EVE ENERGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省惠州市仲恺高新区惠风七路38号, Guangdong 516006 (CN)。

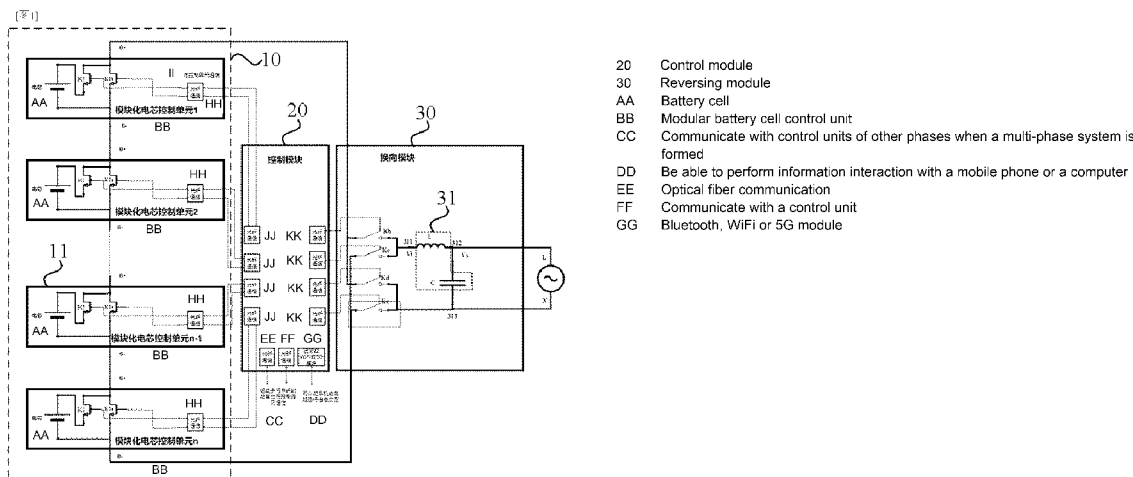
(72) 发明人:肖文兵(XIAO, Wenbing); 中国广东省惠州市仲恺高新区惠风七路38号, Guangdong 516006 (CN)。刘振(LIU, Zhen); 中国广东省惠州市仲恺高新区惠风七路38号, Guangdong 516006 (CN)。万里平(WAN Liping); 中国广东省惠州市仲恺高新区惠风七路38号, Guangdong 516006 (CN)。谢绍伟(XIE Shaowei); 中国广东省惠州市仲恺高新区惠风七路38号, Guangdong 516006 (CN)。蔡恒(CAI, Heng); 中国广东省惠州市仲恺高新区惠风七路38号, Guangdong 516006 (CN)。

(74) 代理人: 北京金诚同达律师事务所(JINCHENG TONGDA & NEAL LAW FIRM); 中国广东省深圳市福田区鹏程一路9号广电金融中心42层, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: CONTROL CIRCUIT AND METHOD FOR ENERGY STORAGE SYSTEM, AND ENERGY STORAGE SYSTEM

(54) 发明名称: 一种储能系统的控制电路、方法及储能系统



(57) Abstract: Disclosed in the present application are a control circuit and method for an energy storage system. The control circuit for an energy storage system comprises a battery cell module, a control module and a reversing module, wherein the battery cell module, the control module and the reversing module are sequentially connected; the battery cell module comprises n modular battery cell control units, each modular battery cell control unit comprising a battery cell, a first switch and a second switch; the battery cell and the first switch are connected in series and are then connected in parallel to the second switch; n is a positive integer; the first one of the first switches and the first one of the second switches are connected to serve as a first end of the battery cell module, and an n-th one of the battery cells and an n-th one of the second switches are connected to serve as a second end of the battery cell module; and the control module is in communication connection with the modular battery cell control units and the reversing module, and the control module is used for controlling the switching on or off of a first reversing switch, a second reversing switch, a third reversing switch

[见续页]

CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。
- 不含根据细则20.5之二(b)或(c)从申请中移除的错误提交的项目或部分(细则48.2(b)(viii))

and a fourth reversing switch.

(57) 摘要: 本申请公开了一种储能系统的控制电路及方法。储能系统的控制电路包括电芯模组、控制模块和换向模块, 电芯模组、控制模块与换向模块依次连接; 电芯模组包括 n 个模块化电芯控制单元, 模块化电芯控制单元包括电芯, 第一开关和第二开关; 电芯和第一开关串联后与第二开关并联; n 为正整数; 第一个第一开关和第一个第二开关连接后作为电芯模组的第一端, 第 n 个电芯和第 n 个第二开关连接后作为电芯模组的第二端; 控制模块与模块化电芯控制单元以及换向模块通信连接, 控制模块用于控制第一换向开关、第二换向开关、第三换向开关以及第四换向开关的开通或关断。

说明书

发明名称: 一种储能系统的控制电路、方法及储能系统

[0001] 本申请要求在2023年6月30日提交中国专利局、申请号为202310802285.X、202321712965.4、202310795655.1及202321701876.X的中国专利申请的优先权，以上申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本申请实施例涉及电源电路技术领域，尤其涉及一种储能系统的控制电路、方法及储能系统。

背景技术

[0003] 相关技术中，锂电池储能系统主要由电池系统和储能逆变器（Power Conversion System，PCS）组成，PCS主要是通过电力电子技术实现电池直流电压与电网交流电压之间的相互转换。PCS可控制电池系统的充电和放电，进行交直流的变换，在无电网情况下可以直接为交流负荷供电。其中，电池系统都是通过15s或16s电芯串联成模块，再由模块串联成Pack（组合电池），再多个pack串联成电池簇，直到串成所需要的高电压后通过PCS与交流电网进行能量交互，并且电池模块或Pack里面有电池管理系统（Battery Management System，BMS）的从控单元，电池簇里面有BMS的主控单元对电池系统进行管理。

[0004] 但是随着电芯容量和尺寸越来越大，单个电芯尺寸大，重量重，如果再串联成模块，模块的尺寸很大，重量会达几百斤，不方便组装操作。另外，由于BMS和PCS成本较高，存在PCS体积较大，储能系统成本高，新旧电芯无法混用的缺陷。

发明概述

技术问题

[0005] 本申请提供一种储能系统的控制电路、方法及储能系统，可以减小储能逆变器的体积，降低成本，提高储能系统的利用率，增加收益。

技术解决方案

- [0006] 第一方面，本申请实施例提供了一种储能系统的控制电路，该储能系统的控制电路包括：电芯模组、控制模块和换向模块，所述电芯模组、所述控制模块与所述换向模块依次连接；
- [0007] 所述电芯模组包括 n 个模块化电芯控制单元，所述模块化电芯控制单元包括电芯，第一开关和第二开关；所述电芯和所述第一开关串联后与所述第二开关并联；其中，所述 n 为正整数；
- [0008] 第一个第一开关和第一个第二开关连接后作为所述电芯模组的第一端，第 n 个电芯和第 n 个第二开关连接后作为所述电芯模组的第二端；
- [0009] 所述换向模块包括第一换向开关、第二换向开关、第三换向开关、第四换向开关和滤波单元，所述滤波单元包括第一端、第二端和第三端，所述电芯模组的第一端分别与所述第一换向开关和所述第三换向开关的第一端连接，所述第一换向开关的第二端与所述滤波单元的第一端连接，所述第三换向开关的第二端与所述滤波单元的第三端连接；所述电芯模组的第二端分别与所述第二换向开关和所述第四换向开关的第一端连接，所述第二换向开关与所述滤波单元的第一端连接，所述第四换向开关的第二端与所述滤波单元的第三端连接，交流电网连接于所述滤波单元的第二端和所述滤波单元的第三端之间；
- [0010] 所述控制模块与所述模块化电芯控制单元以及所述换向模块通信连接，所述控制模块用于控制所述第一换向开关、所述第二换向开关、所述第三换向开关以及所述第四换向开关的开通或关断。
- [0011] 第二方面，本申请实施例提供了一种储能系统的控制方法，该储能系统的控制方法包括：
- [0012] 检测交流电网电压；
- [0013] 根据所述交流电网电压和电芯串联回路电压计算电网电压和回路电压之间的相位角；
- [0014] 确定所述储能系统的工作模式，所述工作模式包括放电模式和充电模式；
- [0015] 所述储能系统处于充电模式且所述电网电压和所述相位角符合预设条件，所述控制模块按照第一预设控制策略进行投切；

[0016] 所述储能系统处于放电模式且所述电网电压和所述相位角符合预设条件，所述控制模块按照第二预设控制策略进行投切。

有益效果

[0017] 第三方面，本申请实施例提供一种储能系统，包括：串联连接的n级模块化电芯控制单元，所述模块化电芯控制单元包括外接连接端、电芯、温度检测电路、电芯微控制模块、电芯电压检测电路、通信电路和开关切换模块；所述n为正整数；

附图说明

[0018] 其中，所述电芯通过所述开关切换模块与所述外接连接端电连接；所述开关切换模块用于控制所述电芯是否接入所述储能系统；

[0019] 所述温度检测电路分别与所述电芯和所述电芯微控制模块电连接，所述温度检测电路用于对所述电芯进行温度检测，并发送电芯的温度信息至所述电芯微控制模块；

[0020] 所述电芯电压检测电路串联于所述电芯和所述电芯微控制模块之间，所述电芯电压检测电路用于对所述电芯进行电压检测，并发送电芯的电压信息至所述电芯微控制模块；

[0021] 所述通信电路与所述电芯微控制模块通信连接，所述通信电路用于所述模块化电芯控制单元与上级控制单元之间的信息交互；

[0022] 所述电芯微控制模块还与所述开关切换模块电连接，所述电芯微控制模块用于根据所述电芯的温度信息、和/或电压信息和/或所述上级控制单元的交互信息对所述开关切换模块进行控制。

[0023] 本申请实施例通过把控制电路与电芯集成为一个单独的模块，从而构成储能系统，产品模块化、标准化，使得组装及接线方便。不需要单独的BMS和PCS即可组成储能系统，组装更方便，由于无需单独的BMS和PCS，体积变小使得整个储能系统的整体成本会很低。省掉了传统储能逆变器中的母线电容，可以体积很小；滤波器件不需要像传统储能逆变器那样选很大，也可以降低成本和体积；控制电路可以将故障电芯旁路掉，不影响储能系统的正常运行，有利于提高储能系统利用率，收益增加。由于放电时优先使用电压高的电芯，充电时优先使

用电压低的电芯，故无需额外的BMS对电芯进行控制，减少了BMS的成本，电芯可以根据一定的算法串联到系统回路中，并且新旧电芯可以混用，提高储能系统的利用率，增加收益。

[0024] 另外，本申请实施例的技术方案通过设置模块化电芯控制单元，利用其中的温度检测电路和电芯电压检测电路检测电芯的温度和电压信息，将其发送至电芯微控制模块。电芯微控制模块通过通信电路将该信息上传至上级控制单元。上级控制单元根据各模块的信息下发指令给电芯微控制模块。电芯微控制模块根据指令信号控制开关切换模块，控制电芯接入储能系统或从储能系统中断开。本申请实施例提供的技术方案可以将电芯控制单元模块化，无需电池管理系统和储能变流器即可组成储能系统，方便组装和操作，并可以降低成本。综上所述，本申请解决了现有技术中存在储能逆变器体积大、储能系统成本高、新旧电芯无法混用的问题。

[0025] 图1是根据本申请实施例提供的一种储能系统的控制电路的电路原理图；

[0026] 图2是根据本申请实施例提供的又一种储能系统的控制电路的电路原理图；

[0027] 图3是根据本申请实施例提供的一种交直流变换的原理图；

[0028] 图4是根据本申请实施例提供的一种电芯投切算法逻辑的流程图；

[0029] 图5是根据本申请实施例提供的一种电压波形变化的示意图；

[0030] 图6是根据本申请实施例提供的一种感性无功和容性无功的波形图；

[0031] 图7是根据本申请实施例提供的又一种感性无功和容性无功的波形图；

本发明的实施方式

[0032] 图8是根据本申请实施例提供的又一种感性无功和容性无功的波形图；

[0033] 图9是根据本申请实施例提供的又一种感性无功和容性无功的波形图；

[0034] 图10是根据本申请实施例提供的一种三相储能系统的拓扑图；

[0035] 图11是根据本申请实施例提供的一种三相储能系统电压波形变化的示意图；

[0036] 图12是根据本申请实施例提供的一种模块化电芯控制单元的结构示意图；

[0037] 图13是根据本申请实施例提供的一种模块化电芯控制单元电路原理图；

[0038] 图14是根据本申请实施例提供的一种储能系统的控制方法的流程图；

[0039] 图15为本申请实施例提供的一种储能系统的结构示意图；

[0040] 图16为本申请实施例提供的又一种储能系统的结构示意图。

[0041] 图1是根据本申请实施例提供的一种储能系统的控制电路的电路原理图，参考图1，本申请实施例提供了一种储能系统的控制电路，该储能系统的控制电路包括：电芯模组10、控制模块20和换向模块30，电芯模组10、控制模块20与换向模块30依次连接；电芯模组10包括n个模块化电芯控制单元11，模块化电芯控制单元11包括电芯，第一开关和第二开关；电芯和第一开关串联后与第二开关并联；其中，n为正整数；第一个第一开关和第一个第二开关连接后作为电芯模组10的第一端，第n个电芯和第n个第二开关连接后作为电芯模组10的第二端；换向模块30包括第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd、第四换向开关Ke和滤波单元31，滤波单元31包括第一端311、第二端312和第三端313，电芯模组10的第一端分别与第一换向开关Kb和第三换向开关Kd的第一端连接，第一换向开关Kb的第二端与滤波单元31的第一端311连接，第三换向开关Kd的第二端与滤波单元31的第三端313连接；电芯模组10的第二端分别与第二换向开关Kc和第四换向开关Ke的第一端连接，第二换向开关Kc与滤波单元31的第一端311连接，第四换向开关Ke的第二端与滤波单元31的第三端313连接，交流电网连接于滤波单元31的第二端312和滤波单元31的第三端313之间；控制模块20与模块化电芯控制单元11以及换向模块30通信连接，控制模块20用于控制第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd以及第四换向开关Ke的开通或关断。

[0042] 具体的，电芯模组10由n个模块化电芯控制单元11构成，储能逆变器可以为滤波单元31，电芯可以由任意电芯组合的模组替代。模块化电芯控制单元11的B-接下面单元的B+，B+接上面单元的B-，最上面的单元B+接换向单元，最下面单元的B-接换向模块30。如果组成储能系统并网到电网上，模块化电芯的数量受电网电压限制。以230V电网为例进行说明，模块化电芯串联数= $230V \times 1.1 \times 1.414 / 2.5V = 144$ 个，故230V电网系统至少需要144个模块化电芯控制单元11串联组成。

[0043] 控制模块20通过光纤通信与模块化电芯控制单元11进行信息交互。控制模块20通过光纤驱动第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd以及第四换向开关Ke的开通和关断。控制模块20之间也可以通过光纤进行通信。可选地，

控制模块20可以通过蓝牙、5G或WIFI模块与手机和电脑等外部移动设备进行信息交互。

- [0044] 换向模块30由换向控制单元和滤波单元31构成，换向控制单元用于将半波正弦电压进行换向处理，滤波单元31用于将电芯的阶梯波进行平滑滤波。换向控制单元可以由4个功率开关管组成，滤波单元31可以由LC滤波器件组成。滤波单元31可以根据实际情况选用LC，LCL等滤波电路任意组合。图1示例性的示出了滤波单元31由电感L，电容C构成，电感L，电容C组成交流输出滤波电路，使交流输出电压更平滑。第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd、第四换向开关Ke、n个第一开关和n个第二开关均为相同型号的大功率开关器件，大功率开关器件可以承受较高的电压，通过隔离驱动实现关断和导通。例如，大功率开关器件可以为MOSFET、IGBT、SCR、SiC、GaN中的任何一种。
- [0045] 系统基本原理具体为：模块化电芯控制单元11采集电芯的温度和电压，将其数据通过光纤通信上传给外部控制板，外部控制板根据采集到的各电芯的信息和电网状态，根据一定的算法通过光纤通信发送指令给模块化电芯控制单元11，通过控制相应的第一开关K1和第二开关K1a的通断，来决定该电芯是否串联在整个储能系统中。
- [0046] 电芯故障旁路原理具体为：当其中一个电芯出现故障时，只需要通过模块化电芯控制单元11一直断开该电芯串联的第一开关K1，闭合其并联的第二开关K1a，即可旁路掉该电芯，从而不影响系统正常运行。此时，模块化电芯控制单元11通过LED灯快闪的方式告诉工作人员此电芯存在故障，便于及时更换掉故障电芯。
- [0047] 本申请实施例通过把控制电路与电芯集成为一个单独的模块，从而构成储能系统，产品模块化、标准化，使得组装及接线方便。不需要单独的BMS和PCS即可组成储能系统，组装更方便，由于无需单独的BMS和PCS，体积变小使得整个储能系统的整体成本会很低。省掉了传统储能逆变器中的母线电容，可以体积很小；滤波器件不需要像传统储能逆变器那样选很大，也可以降低成本和体积；控制电路可以将故障电芯旁路掉，不影响储能系统的正常运行，有利于提高储能系统利用率，收益增加。由于放电时优先使用电压高的电芯，充电时优先使

用电压低的电芯，故无需额外的BMS对电芯进行控制，减少了BMS的成本，电芯可以根据一定的算法串联到系统回路中，并且新旧电芯可以混用，提高储能系统的利用率，增加收益。综上所述，本申请解决了现有技术中存在储能逆变器体积大、储能系统成本高、新旧电芯无法混用的问题。

[0048] 图2是根据本申请实施例提供的又一种储能系统的控制电路的电路原理图，参考图2，可选地，模块化电芯控制单元11还包括电芯采样芯片111，控制模块20还包括主控制器21；电芯采样芯片111分别与n个电芯以及主控制器21通信连接，电芯采样芯片111用于采集n个电芯的电压和温度并发送给主控制器21；主控制器21与第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd和第四换向开关Ke通信连接，主控制器21用于对接收到的电压和温度进行分析计算，并控制n个第一开关、n个第二开关、第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd和第四换向开关Ke的开通或关断。

[0049] 具体的，电芯采样芯片111可以为微控制单元（Microcontroller Unit，MCU），MCU主要用来采集电芯的电压和温度等。主控制器21采集电芯模组10的总电压，实现对电芯模组10总电压的动态监控，主控制器21根据总电压的数据生成一定的控制时序通过控制开关器件的关断来实现交流变直流以及直流变交流。主控制器21用来控制n个第一开关、n个第二开关的通断及数据分析和算法计算，可以由单一MCU组成，单一MCU有利于简化电路结构，降低成本；也可以由多MCU组成，多MCU可以提高数据处理速度，提高效率。

[0050] 继续参考图2，可选地，换向模块30还包括电压采样单元32和电流检测单元33；电压采样单元32的第一端和第二端分别与主控制器21的第十一端和第十端连接，电压采样单元32的第三端和第四端分别与滤波单元31的第二端312和滤波单元31的第三端313连接；电流检测单元33的第一端与主控制器21的第十二端12连接，电流检测单元33的第二端与滤波单元31的第二端312连接。

[0051] 图3是根据本申请实施例提供的一种交直流变换的原理图，参考图3，储能系统的控制电路的详细工作原理如下：

[0052] 1) 接受用户功率需求指令，功率需求指令可以为有功功率P&无功功率Q或者为有功功率P&功率因数。

- [0053] 2) 模块化电芯控制单元检测电芯的电压值和温度值并上传给控制模块。
- [0054] 3) 检测电网电压 V_s ，并计算其幅值和相位。
- [0055] 4) 根据 $P=3V_s \times V_i \times \sin \delta / jWL$ ； $Q=3V_s \times (V_s - V_i \times \cos \delta) / jWL$ 计算出电芯串联回路电压 V_i 的幅值和相位角 δ 值。其中，相位角 δ 是指电网电压 V_s 和电芯串联回路电压 V_i 之间的夹角。
- [0056] 5) 将 V_i 正弦半波分成288等分， nT 时刻的电压峰值为 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ 。
- [0057] 6) 在电网电压 V_s 和相位角 δ 符合预设条件时，开始投切模块化电芯控制单元。投切的模块化电压单元相加的电压总和需接近于 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ 。
- [0058] 需要说明的是模块化电芯投切逻辑算法可以有很多种，以充电时先给电芯电压低的电芯充电，放电时优先给电压高的电芯放电的投切思想为例进行说明：例如：在充电模式下，在 $144T$ 时刻，电压峰值为 $V_i \times \sin 90 = V_i$ ，将电芯电压从低到高相加，一直加到约等于 V_i ，然后通过控制单元发送指令给这些模块电芯单元关闭 $K1$ ，断开 $K1a$ ，则这些电芯就都串联到系统回路中去了，剩余电芯关闭 $K1a$ ，断开 $K1$ 。则此时整个系统回路电压约等于 V_i 。这样在 $1T \sim 288T$ 之间则形成了1个阶梯的正弦半波，将第2个正弦半波进行换向处理就变成了阶梯的正弦波，然后经过LC滤波则变成了平滑的正弦波。
- [0059] 图4是根据本申请实施例提供的一种电芯投切算法逻辑的流程图，参考图4，电芯投切思想：充电时，先给电芯电压低的电芯充电；放电时，优先给电压高的电芯放电。
- [0060] 储能系统为充电模式时，控制模块20将模块化电芯控制单元中电芯的电压值由低到高进行排序。在电网电压 V_s 和相位角 δ 符合预设条件时，开始投切模块化电芯单元，将电芯依次从低到高进行相加，一直加到约等于 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ ，然后将这些模块化电芯投切到回路中。
- [0061] 储能系统为放电模式时，控制模块20将模块化电芯控制单元中电芯的电压值由高到低进行排序。在电网电压 V_s 和相位角 δ 符合预设条件时，开始投切模块化电芯单元，将电芯依次从高到低进行相加，一直加到约等于 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ ，然后将这些模块化电芯投切到回路中。

- [0062] 图5是根据本申请实施例提供的一种电压波形变化的示意图，参考图5，图5示例性的示出了单相储能系统电芯投切控制时的电压波形变化。
- [0063] 图6是根据本申请实施例提供的一种感性无功和容性无功的波形图，图7是根据本申请实施例提供的又一种感性无功和容性无功的波形图，图8是根据本申请实施例提供的又一种感性无功和容性无功的波形图，图9是根据本申请实施例提供的又一种感性无功和容性无功的波形图，参考图6、图7、图8和图9，储能系统是工作在整流模式还是逆变模式，是感性无功还是容性无功是根据用户的需求指令来的，最终控制模块20根据指令计算出 V_i 和 δ 值，整流模式和逆变模式，感性无功和容性无功的波形图如图6、图7、图8和图9所示。图10是根据本申请实施例提供的一种三相储能系统的拓扑图，图11是根据本申请实施例提供的一种三相储能系统电压波形变化的示意图，参考图10和图11，三相储能系统的工作原理：由A相单元、B相单元和C相单元3个单元组成，将每相单元的N线相连，每相单元的火线对应到三相电网的三相火线R，S，T。A相单元作为主控单元，其控制模块20通过光纤通信与其他两相进行通信。主控单元控制B相和C相依次相差120度的相位角，每相按照单相储能系统的原理串联对应的电芯进回路即可。
- [0064] 图12是根据本申请实施例提供的一种模块化电芯控制单元的结构示意图，参考图12，可选地，模块化电芯控制单元还包括：温度检测电路112、电源电路113、电芯电压检测电路114、指示电路115以及通信电路116；温度检测电路112的第一端与电源电路113连接，温度检测电路112的第二端与电芯采样芯片111的第一端1连接，温度检测电路112的第三端与电芯采样芯片111的第二端2连接，温度检测电路112的第四端与电芯采样芯片111的第三端3连接，温度检测电路112的第五端接地GND；电源电路113的第一端与电芯的正极连接，电源电路113的第二端与电芯电压检测电路114连接；电芯电压检测电路114的第一端与电芯采样芯片111的第九端9连接，电芯电压检测电路114的第二端与电芯的正极连接，电芯电压检测电路114的第三端与电芯的负极连接；指示电路115的第一端与电芯采样芯片111的第八端8连接，指示电路115的第二端与电芯采样芯片111的第四端4连接；通信电路116的第一端与电芯采样芯片111的第六端6和第七端7连接，通信电路116的第二端与外部控制单元通信连接。

- [0065] 具体的，电芯为大容量电芯，特点为尺寸大，重量重。电芯采样芯片111可以为MCU，第一开关K1与电芯串联，通过MCU的控制进行开通和关断。电芯和第一开关K1串联后再与第二开关K1a并联，通过MCU控制其开通和关断。MCU用来接收温度检测电路112采集的电芯温度和电芯电压检测电路114检测到的电芯电压，将其数据通过光纤通信上传给电芯级控制板，电芯级控制板可以与控制模块20通信连接，进行数据的上传以及指令的接收，以及根据电芯级控制板接收到的指令控制第一开关K1和第二开关K1a的通断。MCU根据电芯电压的温度和电压值控制指示电路115的亮灭。
- [0066] 温度检测电路112用于采集电芯的温度并发送给MCU。电源电路113直接从电芯取电然后转化为MCU和其他电路所需的5V或者3.3V。电芯电压检测电路114采集电芯的电压并传输至MCU。指示电路115用来指示模块化电芯控制单元的运行状态，当指示电路115常亮时，模块化电芯控制单元运行正常，当指示电路115闪烁时，模块化电芯控制单元发生故障。通信电路116由光纤端子和光纤通信芯片组成，用来与控制模块20进行信息交互。电芯级控制板可以在电芯侧面也可以在电极正面，依实际情况与电芯在结构上做成一体实现模块化。
- [0067] 图13是根据本申请实施例提供的一种模块化电芯控制单元电路原理图，参考图13，可选地，温度检测电路包括：NTC热敏电阻、第一电阻R1、第二电阻R2和第一电容C1；NTC热敏电阻的第一端与第一电阻R1以及第二电阻R2的第一端连接，第一电阻R1的第二端与电源电路113连接，第二电阻R2的第二端与电芯采样芯片111的第一端1连接，第一电容C1连接在电芯采样芯片111的第二端2和第三端3之间，NTC热敏电阻的第二端与第一电容C1的第二端连接后接地GND。
- [0068] 具体的，NTC热敏电阻贴在电芯上，NTC热敏电阻与第一电阻R1，第二电阻R2，第一电容C1和电源组成温度检测电路，采集电芯的温度并发送给MCU。
- [0069] NTC（Negative Temperature Coefficient）热敏电阻的电阻值随温度的升高而下降。
- [0070] 继续参考图13，可选地，电芯电压检测电路包括：运算放大器U4、第五电阻R5、第六电阻R6和第七电阻R7；运算放大器U4的第一端与第七电阻R7的第一

端连接，第七电阻R7的第二端与电芯采样芯片111的第九端9连接，运算放大器U4的第二端与第五电阻R5的第一端连接，第五电阻R5的第二端与电芯的正极连接，运算放大器U4的第三端3与第六电阻R6的第一端连接，第六电阻R6的第二端与电芯的负极连接。

[0071] 具体的，运算放大器U4与第五电阻R5，第六电阻R6，第七电阻R7组成电芯电压检测电路，采集电芯的电压并传输至MCU。

[0072] 继续参考图13，可选地，指示电路包括：第八电阻R8和发光二极管D1，第八电阻R8的第一端与电芯采样芯片111的第八端8连接，第八电阻R2的第二端与发光二极管D1的阳极连接，发光二极管D1的阴极与电芯采样芯片111的第四端4连接。

[0073] 具体的，发光二极管D1用来指示模块化电芯控制单元的运行状态，当发光二极管D1常亮时，说明模块化电芯控制单元正常运行，发光二极管D1闪烁时，说明模块化电芯控制单元发生故障。

[0074] 继续参考图13，可选地，模块化电芯控制单元还包括：隔离驱动、第三电阻R3和第四电阻R4；隔离驱动的第一端与第一开关K1的控制端连接，隔离驱动的第二端与第四电阻R4的第一端连接，第四电阻R4的第二端与电芯采样芯片111的第三端3连接，第三电阻R3的第一端与第二开关K1a的控制端连接，第三电阻R3的第二端与电芯采样芯片111的第二端2连接。

[0075] 可选地，隔离驱动包括变压器或者光耦。

[0076] 具体的，电路中高压部分包括电芯，低压部分包括电芯采样芯片，因此，高压部分与低压部分之间需要设置隔离驱动。变压器或者光耦用于电路的控制部分和主回路隔离，避免主回路中的强电干扰控制回路中的弱电信号。光耦隔离主要是防止因有电的连接而引起的干扰，特别是低压的控制电路与外部高压电路之间。变压隔离主要用于隔离危险电压，确保电路的安全运行。

[0077] 图14是根据本申请实施例提供的一种储能系统的控制方法的流程图，参考图14，本申请实施例还提供了一种储能系统的控制方法，该储能系统的控制方法包括以下步骤：

[0078] S110、检测交流电网电压。

- [0079] S120、根据交流电网电压和电芯串联回路电压计算电网电压和回路电压之间的相位角。
- [0080] S130、确定储能系统的工作模式，工作模式包括放电模式和充电模式。
- [0081] S140、储能系统处于充电模式且电网电压和相位角符合预设条件，控制模块按照第一预设控制策略进行投切。
- [0082] S150、储能系统处于放电模式且电网电压和相位角符合预设条件，控制模块按照第二预设控制策略进行投切。
- [0083] 具体的，接受用户功率需求指令，功率需求指令可以为有功功率 P & 无功功率 Q 或者为有功功率 P & 功率因数。模块化电芯控制单元检测电芯的电压值和温度值并上传给控制模块。检测电网电压 V_s ，并计算其幅值和相位。根据 $P=3V_s \times V_i \times \sin \delta / jWL$ ； $Q=3V_s \times (V_s - V_i \times \cos \delta / jWL)$ 计算出电芯串联回路电压 V_i 的幅值和相位角 δ 值。其中，相位角 δ 是指电网电压 V_s 和电芯串联回路电压 V_i 之间的夹角。将 V_i 正弦半波分成288等分， nT 时刻的电压峰值为 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ 。在电网电压 V_s 和相位角 δ 符合预设条件时，开始投切模块化电芯控制单元。投切的模块化电压单元相加的电压总和需接近于 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ 。
- [0084] 储能系统为充电模式时，控制模块将模块化电芯控制单元电压值由低到高进行排序。在电网电压 V_s 和相位角 δ 符合预设条件时，开始投切模块化电芯单元，将电芯依次从低到高进行相加，一直加到约等于 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ ，然后将这些模块化电芯投切到回路中。
- [0085] 储能系统为放电模式时，控制模块将模块化电芯控制单元电压值由高到低进行排序。在电网电压 V_s 和相位角 δ 符合预设条件时，开始投切模块化电芯单元，将电芯依次从高到低进行相加，一直加到约等于 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ ，然后将这些模块化电芯投切到回路中。
- [0086] 本申请实施例提供的储能系统的控制方法应用于储能系统的控制电路，其技术原理和产生的效果类似，这里不再赘述。
- [0087] 图15为本申请实施例提供的一种储能系统的结构示意图。参见图15，该储能系统包括：串联连接的 n 级模块化电芯控制单元51，模块化电芯控制单元51包括外

接连接端511、电芯512、温度检测电路112、电芯微控制模块514、电芯电压检测电路114、通信电路116和开关切换模块517， n 为正整数。

[0088] 其中，电芯512通过开关切换模块517与外接连接端511电连接；开关切换模块517用于控制电芯512是否接入储能系统。

[0089] 温度检测电路112与电芯微控制模块514电连接，温度检测电路112用于对电芯512进行温度检测，并发送至电芯微控制模块514。

[0090] 电芯电压检测电路114串联于电芯512和电芯微控制模块514之间，电芯电压检测电路114用于对电芯512进行电压检测，并发送至电芯微控制模块514。

[0091] 通信电路116与电芯微控制模块514通信连接，通信电路116用于模块化电芯控制单元51与上级控制单元之间的信息交互。电芯微控制模块514还与开关切换模块517电连接，电芯微控制模块514用于根据电芯512的温度信息、电压信息和/或上级控制单元的交互信息对开关切换模块517进行控制。

[0092] 其中，通信电路116可以包括光纤端子和光纤通信芯片。具体地，模块化电芯控制单元51的工作原理为：温度检测电路112检测得到电芯512的温度信息，将其发送至电芯微控制模块514。电芯电压检测电路114检测得到电芯512的电压信息，将其发送至电芯微控制模块514。电芯微控制模块514将接收到的电芯512的温度和电压信息，通过通信电路116上传至上级控制单元。上级控制单元根据各模块的信息和电网状态，并根据预设的控制策略，通过通信电路116下发指令给电芯微控制模块514。电芯微控制模块514接收到指令信号后，根据指令控制开关切换模块517执行相应的动作，控制电芯512串联在储能系统中或者从储能系统中断开。

[0093] 本实施例的技术方案通过设置模块化电芯控制单元51，利用其中的温度检测电路112和电芯电压检测电路114检测电芯512的温度和电压信息，将其发送至电芯微控制模块514。电芯微控制模块514通过通信电路116将该信息上传至上级控制单元。上级控制单元根据各模块的信息下发指令给电芯微控制模块514。电芯微控制模块514根据指令信号控制开关切换模块517，控制电芯512接入储能系统或从储能系统中断开。本实施例提供的技术方案可以将电芯512控制单元模块化，

无需电池管理系统和储能变流器即可组成储能系统，方便组装和操作，并可以降低成本。

[0094] 参见图13，在上述各实施例的基础上，可选地，外接连接端511包括正极连接端B+和负极连接端B-，负极连接端B-与电芯512的负极电连接。

[0095] 开关切换模块517包括第一开关K1和第二开关K1a，第一开关K1串联于电芯512的正极和正极连接端B+之间，第二开关K1a串联于正极连接端B+和负极连接端B-之间。

[0096] 继续参见图13，在上述各实施例的基础上，可选地，第一开关K1和/或第二开关K1a包括MOS管。

[0097] 具体地，电芯微控制模块514根据上级控制单元的指令发出驱动信号，驱动第一开关K1和第二开关K1a中的MOS管闭合或断开，以控制电芯512是否接入储能系统中。例如，第一开关K1中的MOS管闭合，正极连接端B+与电芯512正极连接；第二开关K1a中的MOS管断开，负极连接端B-与电芯512的负极连接，此时电芯512接入储能系统。又如第一开关K1中的MOS管断开，正极连接端B+与电芯512正极断开；第二开关K1a中的MOS管闭合，负极连接端B-与正极连接端B+连接，则电芯512从储能系统中断开。

[0098] 在本实施例中，通过在开关切换模块517设置第一开关K1和第二开关K1a，通过其中的MOS管闭合或断开，能够使外接连接端511与电芯512的正、负极连接或断开，从而控制电芯512是否接入储能系统，使储能系统更加方便操作。

[0099] 参见图13，供电电压源17通过第一电阻R1向NTC电阻NTC1提供电压，NTC电阻NTC1检测电芯的温度并将温度信息通过第二电阻R2传输给电芯微控制模块。第一电容C1用于滤除来自电源的或者电路板感应而来的高频干扰信号。

[0100] 在本实施例中，通过在温度检测电路112中设置NTC电阻NTC1、第一电阻R1和第二电阻R2，检测电芯的温度并将温度信息传输给电芯微控制模块。这样设置，有利于电芯微控制模块及上级控制单元根据温度信息对电芯进行控制。其中，第一电阻R1和第二电阻R2可以防止电路中电流过大，提升储能系统的安全性。

[0101] 继续参见图13，在上述各实施例的基础上，可选地，储能系统还包括：

[0102] 电源电路113，电源电路113与电芯电连接；电源电路113用于提供模块化电芯控制单元的供电电压源。

[0103] 具体地，电源电路113直接从电芯取电，将其转化为模块化电芯控制单元所需要的电压。示例性地，该电压可以是5V或3.3V。

[0104] 在本实施例中，通过设置电源电路113，为模块化电芯控制单元供电。这样设置，由于电源电路113结构简单，设计灵活，所以对模块化电芯控制单元进行组装和操作时比较方便。

[0105] 继续参见图13，在上述各实施例的基础上，可选地，电芯微控制模块包括微控制芯片U2、隔离驱动电路U3、第三电阻R3和第四电阻R4。在本申请的一实施例中，微控制芯片U2与前述的电芯采样芯片111相同。

[0106] 微控制芯片U2包括第一驱动信号引脚和第二驱动信号引脚，第三电阻R3串联于第一驱动信号引脚和第二开关K1a的控制端之间，隔离驱动电路U3和第四电阻R4串联于第二驱动信号引脚和第一开关K1的控制端之间。

[0107] 具体地，微控制芯片U2通过第一驱动信号引脚输出第一驱动信号，驱动第二开关K1a闭合或断开；通过第二驱动信号引脚输出第二驱动信号，驱动第一开关K1闭合或断开。由于第一开关K1和第二开关K1a中的MOS管的工作频率及输入阻抗高，容易被干扰，故设置隔离驱动电路U3，以实现主电路与控制电路之间的隔离，使之具有较强的抗干扰能力，避免功率级电路对控制信号的干扰。其中，第三电阻R3和第四电阻R4用于防止电流过大，损坏电路。

[0108] 在本实施例中，通过在电芯微控制模块中设置微控制芯片U2、隔离驱动电路U3、第三电阻R3和第四电阻R4，实现对第一开关K1和第二开关K1a的控制。这样设置，可以安全有效地控制芯片是否接入储能系统，方便组装和操作。

[0109] 参见图13，电芯电压检测电路包括运算放大器U4、第五电阻R5、第六电阻R6和第七电阻R7。电芯正极的电压信号通过第五电阻R5输入运算放大器U4，同时电芯负极的电压信号通过第六电阻R6输入运算放大器U4，产生电压差，即为电芯两端的电压。该电压经过运算放大器U4放大后，通过第七电阻R7输入电芯微控制模块。

- [0110] 在本实施例中，通过在电芯电压检测电路114中设置运算放大器U4、第五电阻R5、第六电阻R6和第七电阻R7，检测得到电芯的电压信息并将其传输给电芯微控制模块。这样设置，有利于电芯微控制模块及上级控制单元根据电压信息对电芯进行控制。其中，第五电阻R5、第六电阻R6和第七电阻R7可以防止电路中电流过大，损坏运算放大器U4，从而提升储能系统的安全性。
- [0111] 继续参见图13，在上述各实施例的基础上，可选地，储能系统还包括：第八电阻R8和指示灯模块D1，第八电阻R8和指示灯模块D1串联于电芯微控制模块和接地端之间；指示灯模块D1用于指示模块化电芯控制单元的状态。
- [0112] 其中，指示灯模块D1可以包括发光二极管或白炽灯等。
- [0113] 具体地，电芯微控制模块根据电芯的温度和电压信息控制指示灯模块D1，指示模块化电芯控制单元的运行状态。示例性地，指示灯常亮时，模块化电芯控制单元运行正常；指示灯闪烁时，模块化电芯控制单元运行故障。其中，第八电阻R8用于防止电流过大。
- [0114] 在本实施例中，通过设置第八电阻R8和指示灯模块D1，指示模块化电芯控制单元的运行状态，结构简单，便于用户了解各个模块化电芯控制单元的运行状态。在故障发生时，能够使用户及时发现故障点，便于故障的排查。
- [0115] 在上述各实施例的基础上，温度检测电路112、电芯微控制模块514、电芯电压检测电路114、通信电路116和开关切换模块517均设置于电芯级控制板10上。
- [0116] 具体地，温度检测电路112、电芯微控制模块514、电芯电压检测电路114、通信电路116和开关切换模块517集成于电芯级控制板10上，可以简化电路设计，减小电路体积，降低成本。其中，根据实际情况，电芯级控制板10可以设置在电芯侧面或正面，与电芯组成一体式结构，实现电芯控制单元模块化。
- [0117] 在本实施例中，通过设置电芯级控制板10，将温度检测电路112、电芯微控制模块514、电芯电压检测电路114、通信电路116和开关切换模块517集成于电芯级控制板10上，可以减少电路体积，有效降低成本。并且电芯级控制板10与电芯组成一体式结构，更加方便储能系统组装和操作。
- [0118] 图16为本申请实施例提供的又一种储能系统的结构示意图。参见图16，在上述各实施例的基础上，可选地，储能系统还包括：

- [0119] 上级控制单元2;
- [0120] 换向模块3, 包括第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd、第四换向开关Ke和滤波单元30; 其中, 滤波单元30包括滤波输入端、滤波输出端和公共端; 第一换向开关Kb串联于第1级模块化电芯控制单元1的正极和滤波输入端之间; 第二换向开关Kc串联于第n级模块化电芯控制单元1的负极和滤波输入端之间; 第三换向开关Kd串联于第1级模块化电芯控制单元1的正极和公共端之间; 第四换向开关Ke串联于第n级模块化电芯控制单元1的负极和公共端之间; 滤波输出端和公共端作为换向模块3的输出端;
- [0121] 上级控制单元2用于控制第一换向开关Kb、第二换向开关Kc、第三换向开关Kd和第四换向开关Ke的状态, 以将模块化电芯控制单元1的直流电换向为交流电。
- [0122] 在一实施例中, 上级控制单元2与前述的控制模块20相同。
- [0123] 继续参见图16, 可选地, 滤波单元30包括第一滤波电感L和第一滤波电容C。
- [0124] 继续参见图16, 可选地, n级模块化电芯控制单元串联成模块化电芯单元。其中, 第1级模块化电芯控制单元的正极连接端B+与换向模块3电连接, 第一级模块化电芯控制单元的负极连接端B-与第2级模块化电芯控制单元的正极连接端B+电连接, 其余模块化电芯控制单元按顺序依次将正极连接端B+与上一级模块化电芯控制单元的负极连接端B-电连接, 第n级模块化电芯控制单元的负极连接端B-与换向模块3电连接。
- [0125] 继续参见图16, 可选地, 上级控制单元2包括主控芯片20、第一通信单元21和第二通信单元22。
- [0126] 具体地, 上级控制单元2通过第一通信单元21与模块化电芯控制单元1进行交互; 通过第二通信单元22驱动换向模块3中的开关开通或关断。换向模块3用于将半波正弦电压进行换向处理。滤波单元30用于将电芯的阶梯波进行平滑滤波。上级控制单元2还可以通过蓝牙或5G或WIFI模块与移动设备进行信息交互。示例性地, 移动设备可以为手机或电脑等。
- [0127] 当储能电网并网时, 模块化电芯控制单元数量受到电网电压的限制。以230V电网为例, 模块化电芯控制单元数量为 $n=230 \times 1.1 \times 1.414 / 2.5=144$ 个, 故230V电网系统至少需要144个模块化电芯控制单元1串联组成。

- [0128] 继续参见图16，在上述各实施例的基础上，可选地，储能系统还包括：
- [0129] 电流检测单元4，电流检测单元4与上级控制单元2电连接，电流检测单元4用于检测滤波输出端的电流，并发送至上级控制单元2；
- [0130] 电压采样单元5，电压采样单元5与上级控制单元2电连接，电压采样单元5用于检测换向模块3的输出端的电压，并发送至上级控制单元2。
- [0131] 具体地，电压采样单元5用于对电网电压进行锁相。电流检测单元4用于检测系统电流，当电流超过预设阈值时断开换向模块3中的开关。
- [0132] 本申请实施例储能系统的工作原理为：
- [0133] S110、系统上电。
- [0134] S120、接收用户功率需求指令。其中，用户功率需求指令包括有功功率指令和无功功率指令或者有功功率指令和功率因数指令。
- [0135] S130、模块化电芯控制单元1检测电芯的电压和温度并上传给上级控制单元2。
- [0136] S140、检测电网电压 V_s ，并计算其幅值和相位。
- [0137] S150、计算n级模块化电芯控制单元1串联回路电压 V_i 的幅值和相位角 δ 值。其计算公式为：
- [0138]
$$P=3V_s \times V_i \times \sin \delta / j \omega L$$
- [0139]
$$Q=3V_s \times (V_s - V_i \times \cos \delta) / j \omega L$$
- [0140] 其中，P表示有功功率，Q表示无功功率，L表示滤波电感。
- [0141] S160、将n级模块化电芯控制单元1串联回路电压 V_i 正弦半波分成288等分，nT时刻的电压峰值为 $V_i \times \sin(180 \times nT/288)$ 。
- [0142] S170、在电网电压相位角 δ 时开始投切模块化电芯控制单元1。投切的模块化电芯控制单元1相加的电压总和需接近于电压峰值。
- [0143] 在本实施例中，通过设置电流检测单元4和电压采样单元5，对电网电压和滤波端输出电流进行检测，有利于投切模块化电芯控制单元1时的电压计算以及提升系统电路的安全性。
- [0144] 本实施例的技术方案通过设置上级控制单元2和换向模块3，以将模块化电芯控制单元的直流电换向为交流电。本实施例的技术方案无需加装储能逆变器，即可以降低系统的成本和体积。

- [0145] 需要说明的是，模块化电芯控制单元投切的逻辑算法有多种，下面以充电时先给电芯电压低的电芯充电，放电时优先给电压高的电芯放电的投切逻辑算法为例进行具体说明，但不作为对本申请的限定。
- [0146] 在上述各实施例的基础上，参见上述图5，电压波形经过换向处理成完整的正弦波。
- [0147] 示例性地，在充电模式下，144T时刻的电压峰值 V_p 为 $V_p = V_i \times \sin 90^\circ = V_i$ ，将n级模块化电芯控制单元1的电芯电压从低到高依次相加，直至m个电芯电压之和约等于电压峰值。通过上级控制单元2向参与计算的m个模块化电芯控制单元1发送指令，使其中的第一开关K1闭合，第二开关K1a断开，则m个电芯串联接入储能系统。同时通过上级控制单元2向其余n-m个模块化电芯控制单元1发送指令，使其中的第一开关K1断开，第二开关K1a关闭，则该n-m个电芯从储能系统中断开。此时，整个系统回路电压约等于电压峰值。电压在1T~288T之间则形成了1个阶梯的正弦半波，将第2个正弦半波进行换向处理就变成了阶梯的正弦波，然后经过滤波单元30则变成了平滑的正弦波。
- [0148] 参见上述图6，当电网电压相位角 $\delta = 0$ ，n级模块化电芯控制单元1串联回路电压 V_i 大于电网电压 V_s 时，系统处于放电模式，系统输出为纯有功输出。参见上述图7，当电网电压相位角 $\delta = 0$ ，n级模块化电芯控制单元1串联回路电压 V_i 小于电网电压 V_s 时，系统处于充电模式，系统输出为纯有功输出。参见上述图8，当电网电压相位角 $\delta < 0$ ，n级模块化电芯控制单元1串联回路电压 V_i 大于电网电压 V_s 时，系统处于放电模式，系统输出为有功和感性无功输出。参见上述图9，当电网电压相位角 $\delta > 0$ ，n级模块化电芯控制单元1串联回路电压 V_i 大于电网电压 V_s 时，系统处于放电模式，系统输出为有功和容性无功输出。
- [0149] 需要说明的是，储能系统的工作模式以及输出的无功功率类型可以根据用户的需求进行选择。其中，储能系统的工作模式包括整流模式和逆变模式。储能系统输出的无功功率类型包括感性无功功率和容性无功功率。
- [0150] 电芯故障旁路原理：当其中一个电芯出现故障时，只需要通过电芯微控制模块14一直断开该模块化电芯控制单元1的第一开关K1，闭合其第二开关K1a即可旁

路掉该电芯，从而不影响系统的正常运行。此时通过电芯微控制模块14控制指示灯模块D1闪烁，表示此模块化电芯控制单元1出现故障。

[0151] 本实施例的技术方案通过充电时先给电芯电压低的电芯充电，放电时优先给电压高的电芯放电的投切逻辑算法，无需额外的电池管理系统对电芯进行控制，即可以降低储能系统的成本。以及在单个电芯故障时，通过电芯微控制模块14控制该模块化电芯控制单元1的第一开关K1断开，第二开关K1a闭合可旁路掉该电芯，并且控制指示灯模块D1向用户发出提示，从而不影响系统的正常运行，有利于快速排查系统故障。

[0152] 参见上述图10，储能系统输出三相交流电；

[0153] 串联连接的n级模块化电芯控制单元1、上级控制单元2和换向模块3组成储能系统的一相交流电输出模组；

[0154] 三相交流电输出模组输出的交流电依次相差120度相位角。

[0155] 继续参见图10，可选地，上级控制单元2还包括第三通信单元23。

[0156] 其中，三相交流电输出模组分别为A相交流电输出模组、B相交流电输出模组和C相交流电输出模组。

[0157] 具体地，将每一相交流电输出模组的零线N相连，每一相交流电输出模组的火线L对应连接到三相电网的三相火线（包括R线、S线、T线）。A相交流电输出模组中的上级控制单元2作为主控单元，通过第三通信单元23与其他两相交流电输出模组进行通信，控制其他两相交流电输出模组输出的交流电依次相差120度相位角。

[0158] 本实施例的技术方案通过串联连接的n级模块化电芯控制单元1、上级控制单元2和换向模块3组成储能系统的一相交流电输出模组，储能系统输出三相交流电，与电网对接。本实施例的技术方案无需电池管理系统和储能变流器即可组成输出三相储能系统，方便组装和操作，并可以降低成本。

权利要求书

[权利要求 1]

一种储能系统的控制电路，包括：电芯模组、控制模块和换向模块，所述电芯模组、所述控制模块与所述换向模块依次连接；

所述电芯模组包括 n 个模块化电芯控制单元，所述模块化电芯控制单元包括电芯，第一开关和第二开关；所述电芯和所述第一开关串联后与所述第二开关并联；其中，所述 n 为正整数；

第一个第一开关和第一个第二开关连接后作为所述电芯模组的第一端，第 n 个电芯和第 n 个第二开关连接后作为所述电芯模组的第二端；

所述换向模块包括第一换向开关、第二换向开关、第三换向开关、第四换向开关和滤波单元，所述滤波单元包括第一端、第二端和第三端，所述电芯模组的第一端分别与所述第一换向开关和所述第三换向开关的第一端连接，所述第一换向开关的第二端与所述滤波单元的第一端连接，所述第三换向开关的第二端与所述滤波单元的第三端连接；所述电芯模组的第二端分别与所述第二换向开关和所述第四换向开关的第一端连接，所述第二换向开关与所述滤波单元的第一端连接，所述第四换向开关的第二端与所述滤波单元的第三端连接，交流电网连接于所述滤波单元的第二端和所述滤波单元的第三端之间；

所述控制模块与所述模块化电芯控制单元以及所述换向模块通信连接，所述控制模块用于控制所述第一换向开关、所述第二换向开关、所述第三换向开关以及所述第四换向开关的开通或关断。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的控制电路，其中，所述模块化电芯控制单元还包括电芯采样芯片，所述控制模块还包括主控制器；

所述电芯采样芯片分别与 n 个电芯以及所述主控制器通信连接，所述电芯采样芯片用于采集 n 个电芯的电压和温度并发送给所述主控制器；

所述主控制器与所述第一换向开关、所述第二换向开关、所述第三换向开关以及所述第四换向开关通信连接，所述主控制器用于对接收到的所述电压和温度进行分析计算，并控制所述 n 个第一开关、所述 n 个第二开关、所述第一换向开关、所述第二换向开关、所述第三换向开关和所述第四换向开关的开通或关断。

[权利要求 3]

根据权利要求2所述的控制电路，其中，所述换向模块还包括电压采样单元和电流检测单元；

所述电压采样单元的第一端和第二端分别与主控制器的第十一段和第十端连接，所述电压采样单元的第三端和第四端分别与所述滤波单元的第二端和所述滤波单元的第三端连接；

所述电流检测单元的第一端与所述主控制器的第十二端连接，所述电流检测单元的第二端与所述滤波单元的第二端连接。

[权利要求 4]

根据权利要求2所述的控制电路，其中，所述模块化电芯控制单元还包括：温度检测电路、电源电路、电芯电压检测电路、指示电路以及通信电路；

所述温度检测电路的第一端与所述电源电路连接，所述温度检测电路的第二端与所述电芯采样芯片的第一端连接，所述温度检测电路的第三端与所述电芯采样芯片的第二端连接，所述温度检测电路的第四端与所述电芯采样芯片的第三端连接，所述温度检测电路的第五端接地；

所述电源电路的第一端与所述电芯的正极连接，所述电源电路的第二端与所述电芯电压检测电路连接；

所述电芯电压检测电路的第一端与所述电芯采样芯片的第九端连接，所述电芯电压检测电路的第二端与所述电芯的正极连接，所述电芯电压检测电路的第三端与所述电芯的负极连接；

所述指示电路的第一端与所述电芯采样芯片的第八端连接，所述指示电路的第二端与所述电芯采样芯片的第四端连接；

所述通信电路的第一端与所述电芯采样芯片的第六端和第七端连接，所述通信电路的第二端与外部控制单元通信连接。

[权利要求 5]

根据权利要求4所述的控制电路，其中，所述温度检测电路包括：NTC热敏电阻、第一电阻、第二电阻和第一电容；

所述NTC热敏电阻的第一端与所述第一电阻以及所述第二电阻的第一端连接，所述第一电阻的第二端与所述电源电路连接，所述第二电阻的第二端与所述电芯采样芯片的第一端连接，所述第一电容连接在所述电芯采样芯片的第二端和第三端之间，所述NTC热敏电阻的第二端与所述第一电容的第二端连接后接地。

[权利要求 6]

根据权利要求4所述的控制电路，其中，所述电芯电压检测电路包括：运算放大器、第五电阻、第六电阻和第七电阻；

所述运算放大器的第一端与所述第七电阻的第一端连接，所述第七电阻的第二端与所述电芯采样芯片的第九端连接，所述运算放大器的第二端与所述第五电阻的第一端连接，所述第五电阻的第二端与所述电芯的正极连接，所述运算放大器的第三端与所述第六电阻的第一端连接，所述第六电阻的第二端与所述电芯的负极连接。

[权利要求 7]

根据权利要求4所述的控制电路，其中，所述指示电路包括：第八电阻和发光二极管，所述第八电阻的第一端与所述电芯采样芯片的第八端连接，所述第八电阻的第二端与所述发光二极管的阳极连接，所述发光二极管的阴极与所述电芯采样芯片的第四端连接。

[权利要求 8]

根据权利要求4至7中任一项所述的控制电路，其中，所述模块化电芯控制单元还包括：隔离驱动、第三电阻和第四电阻；
所述隔离驱动的第一端与所述第一开关的控制端连接，所述隔离驱动的第二端与所述第四电阻的第一端连接，所述第四电阻的第二端与所述电芯采样芯片的第三端连接，所述第三电阻的第一端与所述第二开关的控制端连接，所述第三电阻的第二端与所述电芯采样芯片的第二端连接。

[权利要求 9]

根据权利要求8所述的控制电路，其中，所述隔离驱动包括变压器或者光耦。

[权利要求 10]

根据权利要求1至7中任一项所述的控制电路，其中，所述控制模块通过蓝牙、5G或WIFI的方式与外部移动设备进行信息交互。

[权利要求 11]

一种储能系统的控制方法，包括：
检测交流电网电压；
根据所述交流电网电压和电芯串联回路电压计算电网电压和回路电压间的相位角；
确定所述储能系统的工作模式，所述工作模式包括放电模式和充电模式；
所述储能系统处于充电模式且所述电网电压和所述相位角符合预设条件，控制模块按照第一预设控制策略进行投切；
所述储能系统处于放电模式且所述电网电压和所述相位角符合预设条件，控制模块按照第二预设控制策略进行投切。

[权利要求 12]

一种储能系统，包括：

串联连接的 n 级模块化电芯控制单元，所述模块化电芯控制单元包括外接连接端、电芯、温度检测电路、电芯微控制模块、电芯电压检测电路、通信电路和开关切换模块；所述 n 为正整数；

其中，所述电芯通过所述开关切换模块与所述外接连接端电连接；

所述开关切换模块用于控制所述电芯是否接入所述储能系统；

所述温度检测电路分别与所述电芯和所述电芯微控制模块电连接，所述温度检测电路用于对所述电芯进行温度检测，并发送电芯的温度信息至所述电芯微控制模块；

所述电芯电压检测电路串联于所述电芯和所述电芯微控制模块之间，所述电芯电压检测电路用于对所述电芯进行电压检测，并发送电芯的电压信息至所述电芯微控制模块；

所述通信电路与所述电芯微控制模块通信连接，所述通信电路用于所述模块化电芯控制单元与上级控制单元之间的信息交互；

所述电芯微控制模块还与所述开关切换模块电连接，所述电芯微控制模块用于根据所述电芯的温度信息、和/或电压信息和/或所述上级控制单元的交互信息对所述开关切换模块进行控制。

[权利要求 13]

根据权利要求 12所述的储能系统，其中，所述外接连接端包括正极连接端和负极连接端，所述负极连接端与所述电芯的负极电连接；

所述开关切换模块包括第一开关和第二开关，所述第一开关串联于所述电芯的正极和所述正极连接端之间，所述第二开关串联于所述正极连接端和所述负极连接端之间。

[权利要求 14]

根据权利要求 13所述的储能系统，其特征在于，所述第一开关和/或所述第二开关包括 MOS 管。

[权利要求 15]

根据权利要求 12 所述的储能系统，其特征在于，所述温度检测电路包括 NTC 电阻、第一电阻、第二电阻和第一电容；所述 NTC 电阻的第一端与所述第一电阻的第一端电连接，所述第一电阻的第二端与供电电压源电连接；

所述第二电阻的第一端与所述第一电阻的第一端电连接，所述第二电阻的第二端与所述电芯微控制模块电连接；所述第一电容与所述第一电阻的第一端电连接，所述第一电容与所述 NTC 电阻的第二端电连接；所述 NTC 电阻的第二端接地。

[权利要求 16]

根据权利要求 15 所述的储能系统，其特征在于，所述储能系统还包括：

电源电路，所述电源电路与所述电芯电连接；所述电源电路用于提供所述模块化电芯控制单元的所述供电电压源。

[权利要求 17]

根据权利要求 13 所述的储能系统，其中，所述电芯微控制模块包括微控制芯片、隔离驱动电路、第三电阻和第四电阻；

所述微控制芯片包括第一驱动信号引脚和第二驱动信号引脚，所述第三电阻串联于所述第一驱动信号引脚和所述第二开关的控制端之间，所述隔离驱动电路和所述第四电阻串联于所述第二驱动信号引脚和所述第一开关的控制端之间。

[权利要求 18]

根据权利要求 13 所述的储能系统，其特征在于，所述电芯电压检测电路包括运算放大器、第五电阻、第六电阻和第七电阻；

所述第五电阻串联于所述电芯的正极和所述运算放大器的第一输入端之间，所述第六电阻串联于所述电芯的负极和所述运算放大器的第二输入端之间，所述第七电阻串联于所述运算放大器的输出端和所述电芯微控制模块之间。

[权利要求 19]

根据权利要求 12所述的储能系统，其中，所述储能系统还包括：
第八电阻和指示灯模块，所述第八电阻和所述指示灯模块串联于所述电芯微控制模块和接地端之间；所述指示灯模块用于指示所述模块化电芯控制单元的状态。

[权利要求 20]

根据权利要求 12-19任一所述的储能系统，其中，所述储能系统包括：电芯级控制板；
所述温度检测电路、所述电芯微控制模块、所述电芯电压检测电路、所述通信电路和所述开关切换模块均设置于所述电芯级控制板上。

[权利要求 21]

根据权利要求12-19任一所述的储能系统，其中，所述储能系统还包括：
所述上级控制单元；
换向模块，包括第一换向开关、第二换向开关、第三换向开关、第四换向开关和滤波单元；其中，所述滤波单元包括滤波输入端、滤波输出端和公共端；所述第一换向开关串联于第 1 级所述模块化电芯控制单元的正极和所述滤波输入端之间；所述第二换向开关串联于第 n 级所述模块化电芯控制单元的负极和所述滤波输入端之间；所述第三换向开关串联于第 1 级所述模块化电芯控制单元的正极和所述公共端之间；所述第四换向开关串联于第 n 级所述模块化电芯控制单元的负极和所述公共端之间；所述滤波输出端和公共端作为所述换向模块的输出端；
所述上级控制单元用于控制所述第一换向开关、所述第二换向开关、所述第三换向开关和所述第四换向开关的状态，以将所述模块化电芯控制单元的直流电换向为交流电。

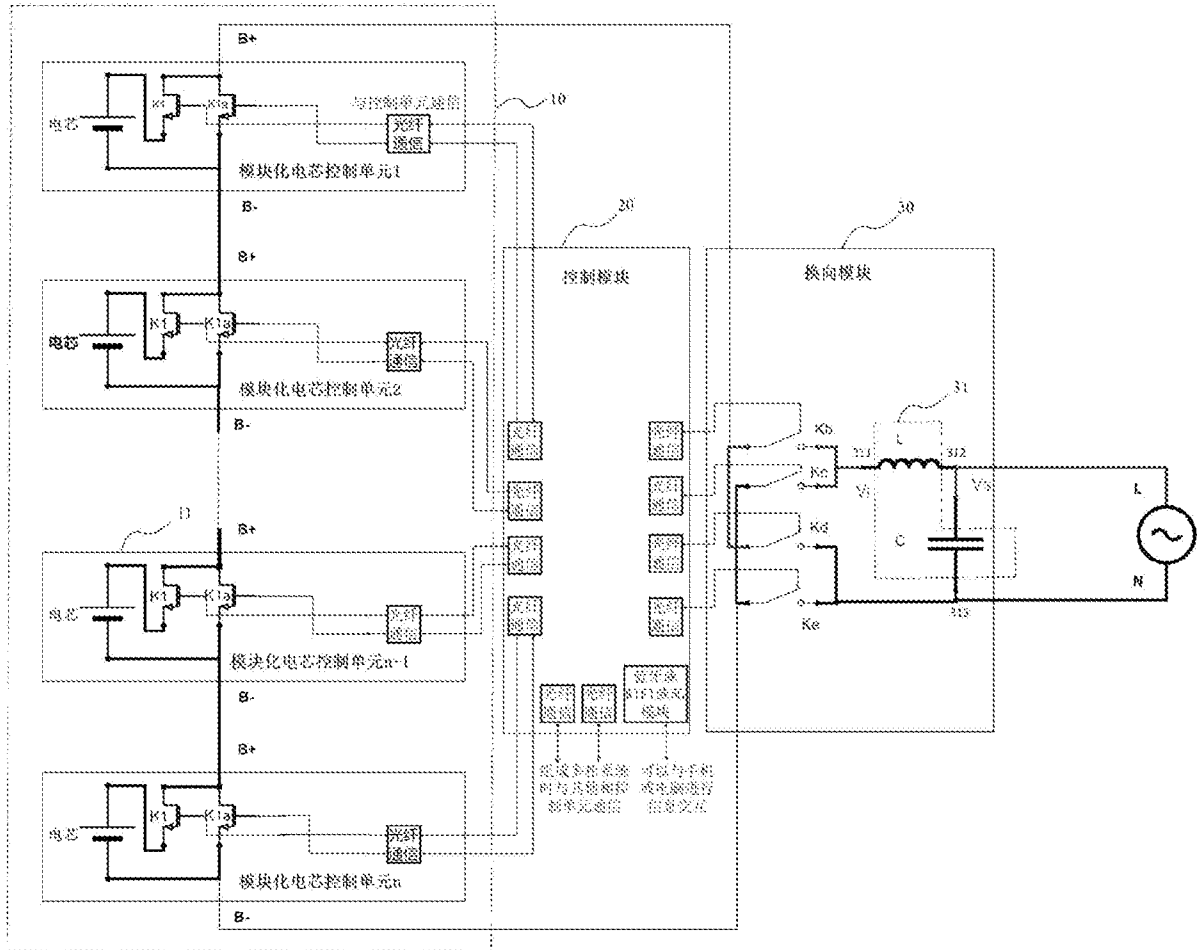
[权利要求 22]

根据权利要求 21所述的储能系统，其中，所述储能系统还包括：
电流检测单元，所述电流检测单元与所述上级控制单元电连接，所述电流检测单元用于检测所述滤波输出端的电流，并发送至所述上级控制单元；
电压采样单元，所述电压采样单元与所述上级控制单元电连接，所述电压采样单元用于检测所述换向模块的输出端的电压，并发送至所述上级控制单元。

[权利要求 23]

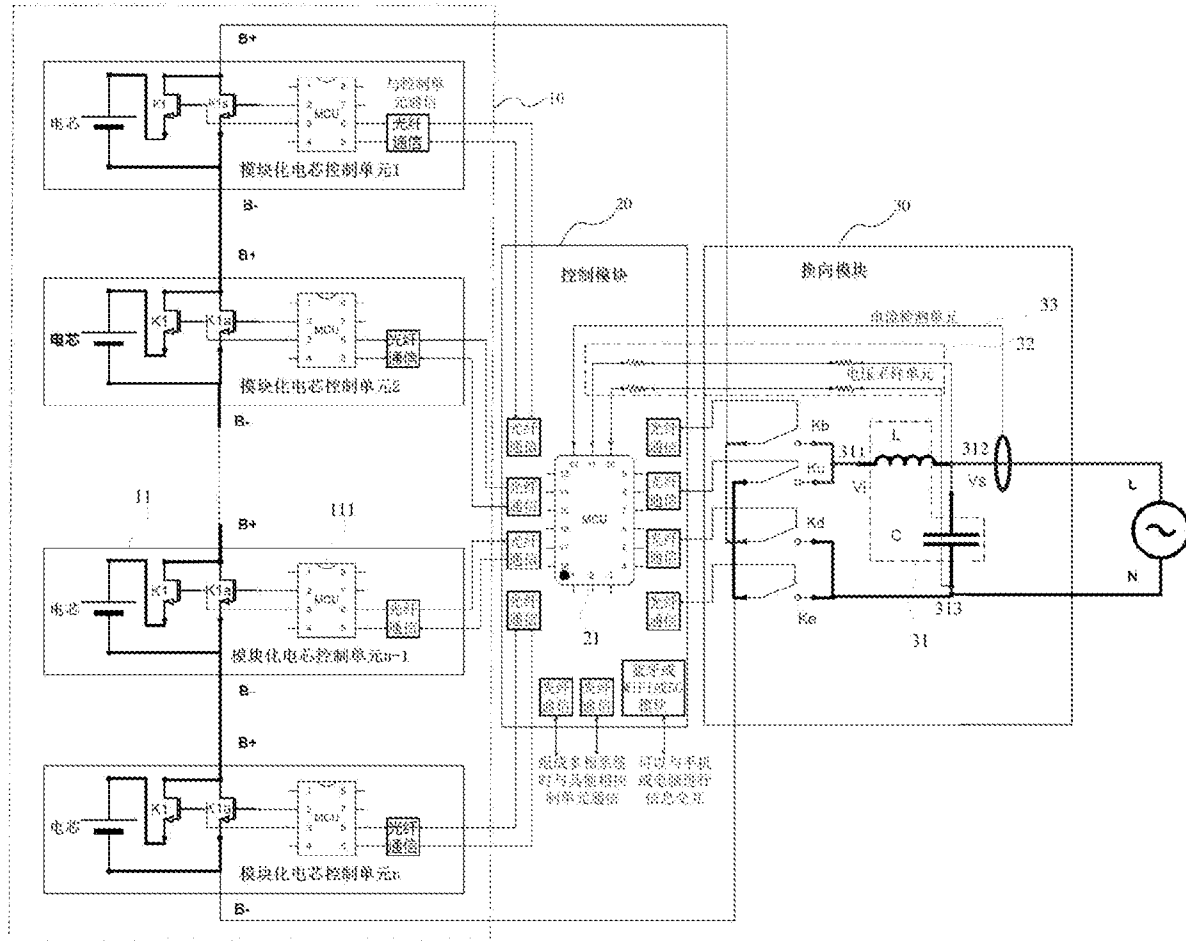
根据权利要求 21所述的储能系统，其中，所述储能系统输出三相交流电；
所述串联连接的 n 级模块化电芯控制单元、所述上级控制单元和所述换向模块组成所述储能系统的一相交流电输出模组；
三相所述交流电输出模组输出的交流电依次相差 120 度相位角。

[图 1]

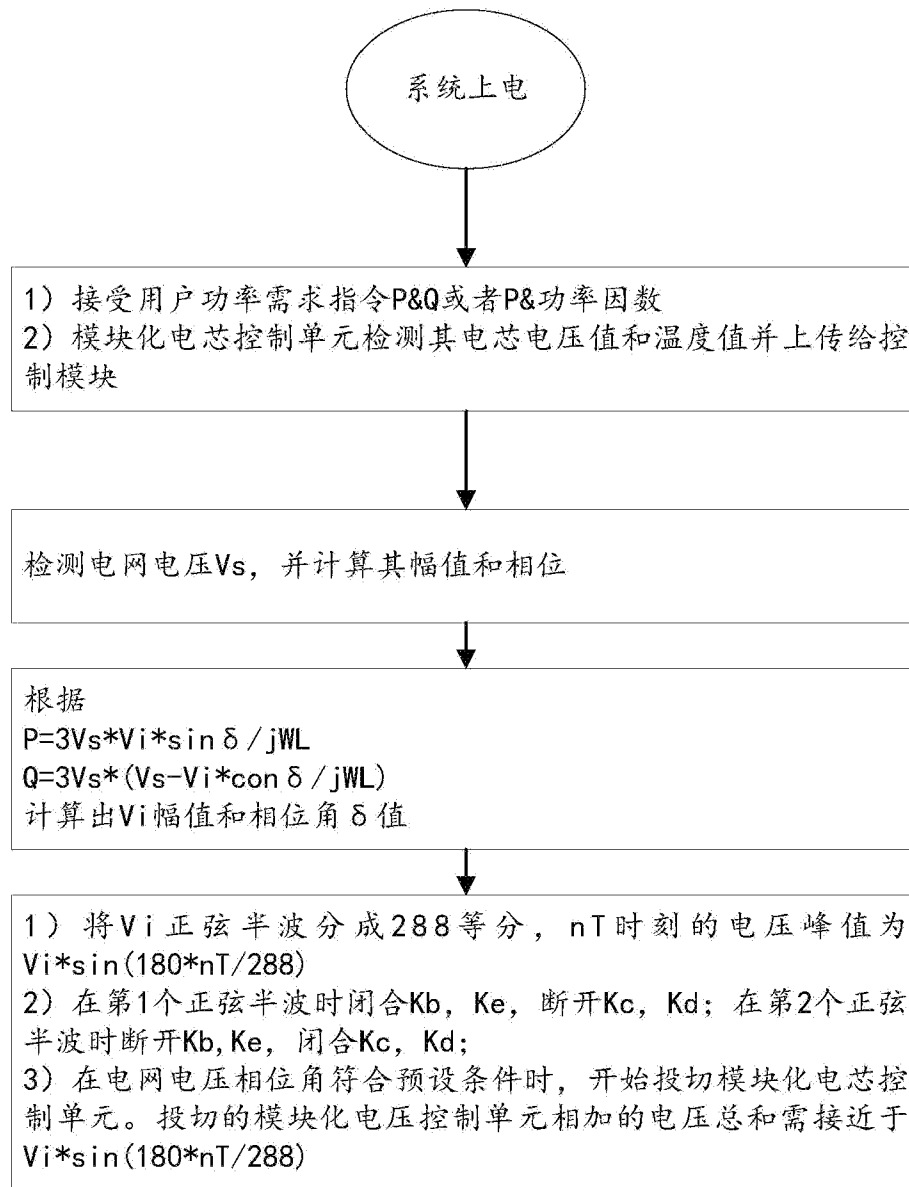


细则 26,
23.05.2024
细则 26,
16.01.2024

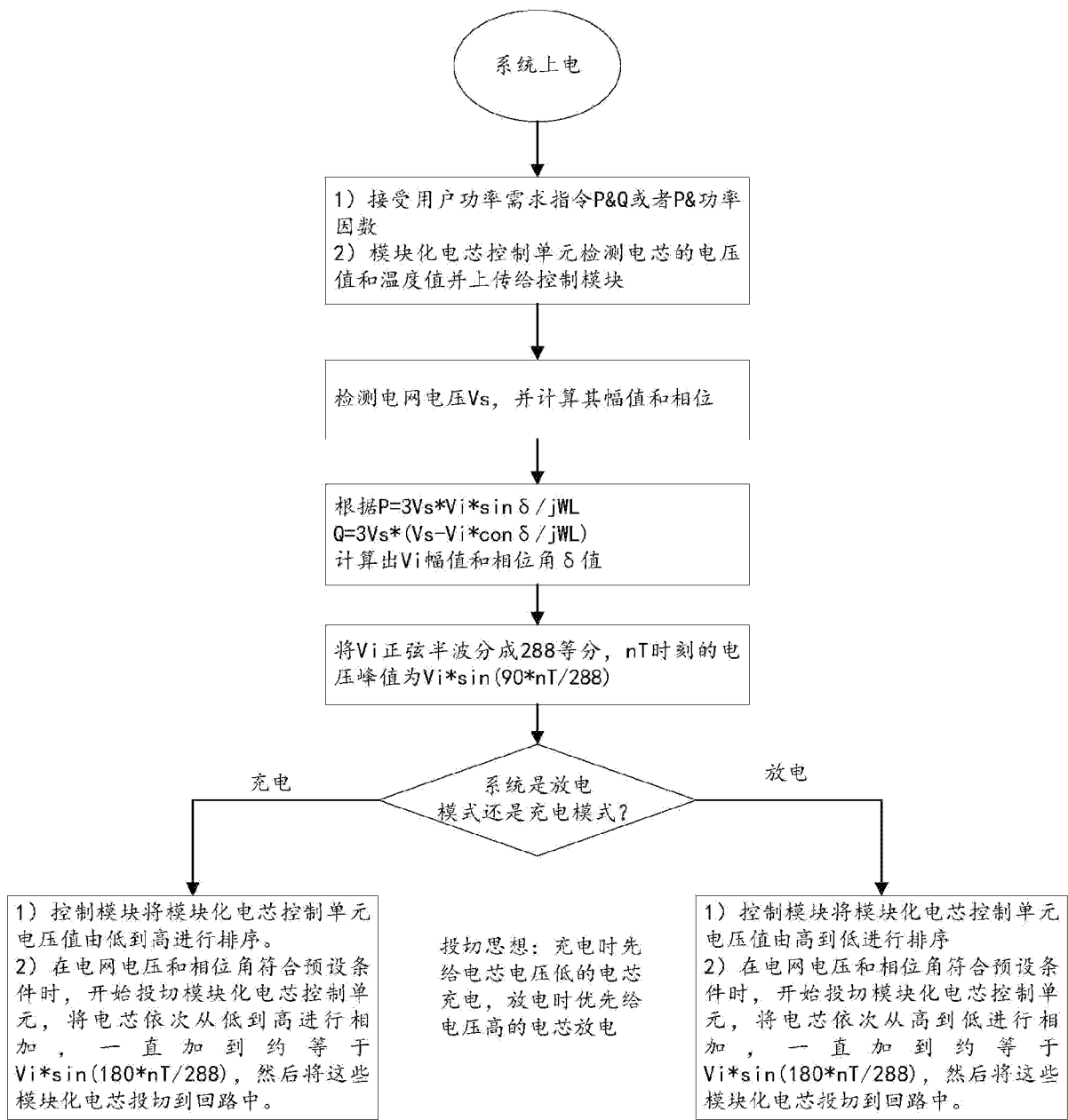
[图 2]



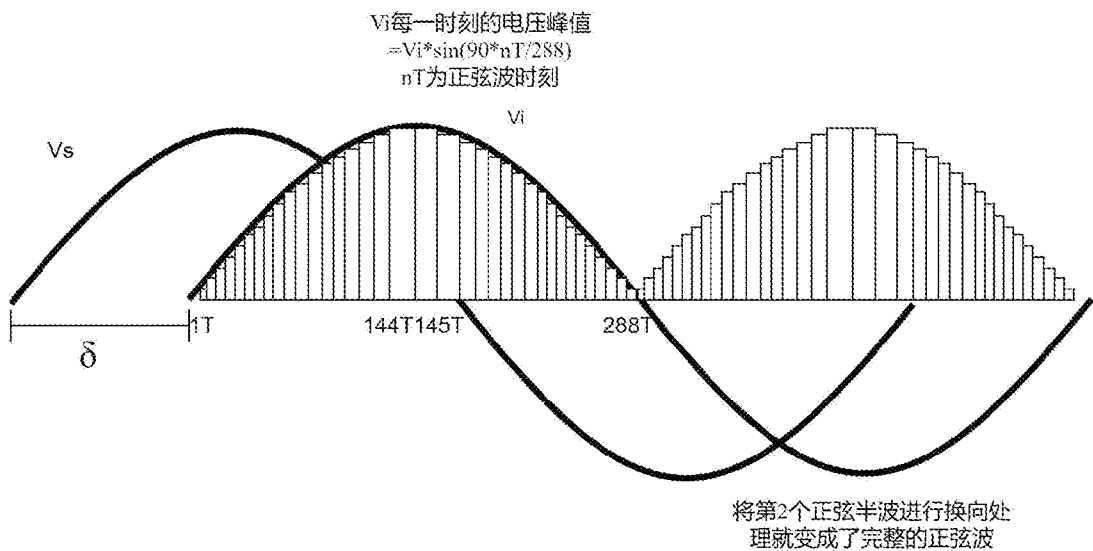
[图 3]



[图 4]



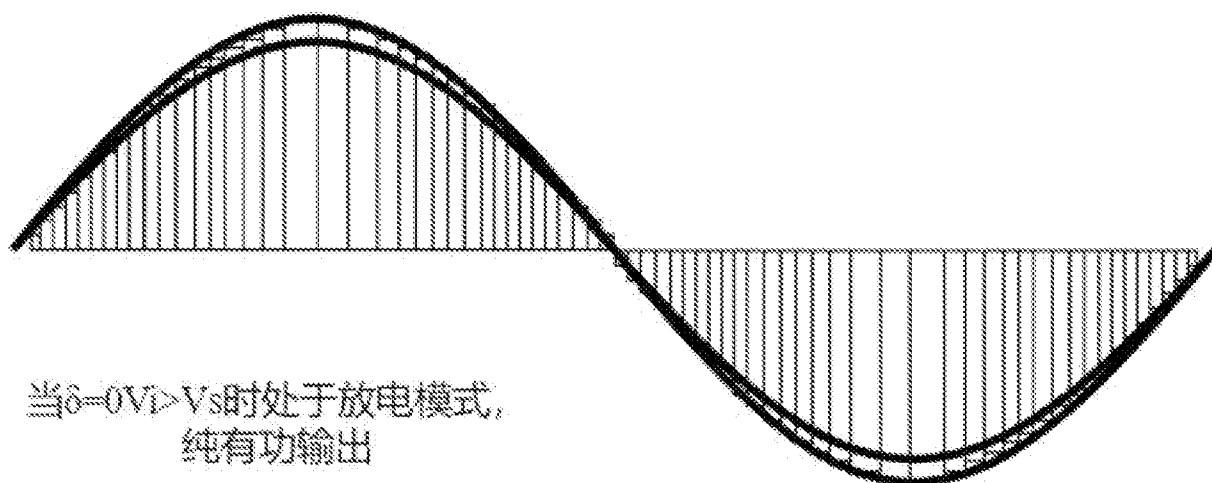
[图 5]



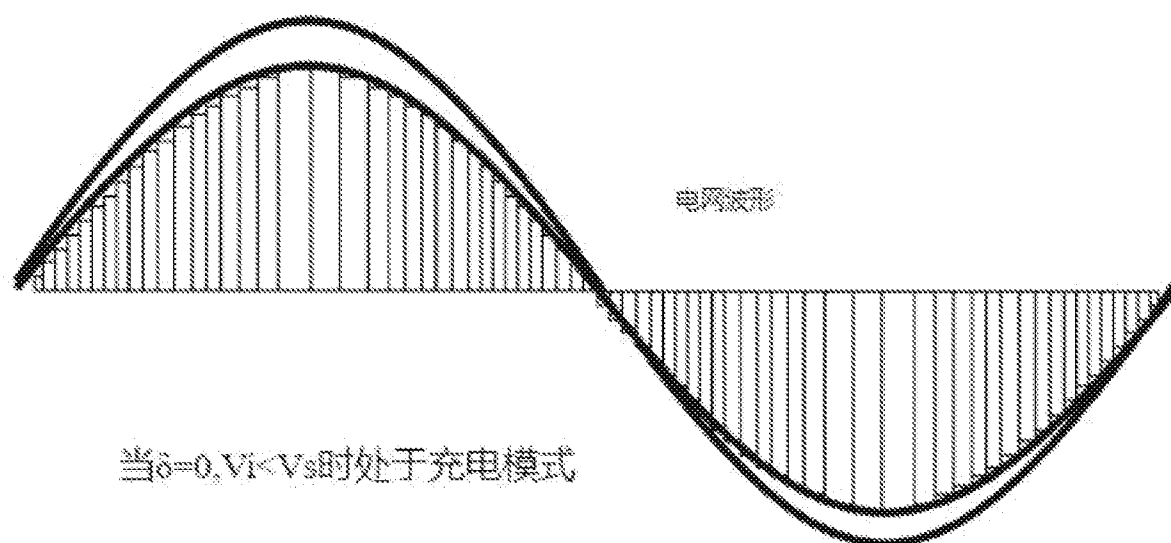
细则 26,
23.05.2024
细则 26,
16.01.2024

细则 26,
18.04.2024
细则 26,
16.01.2024

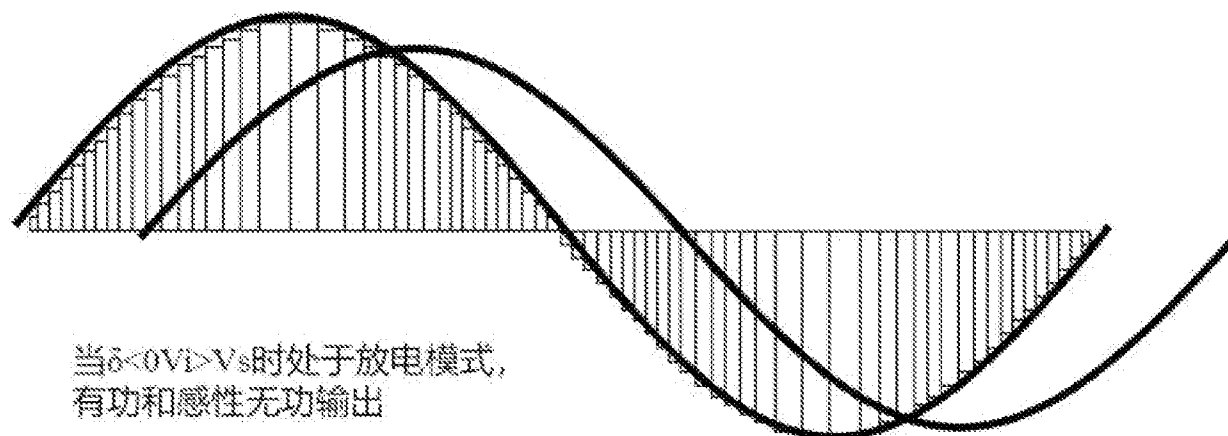
[图 6]



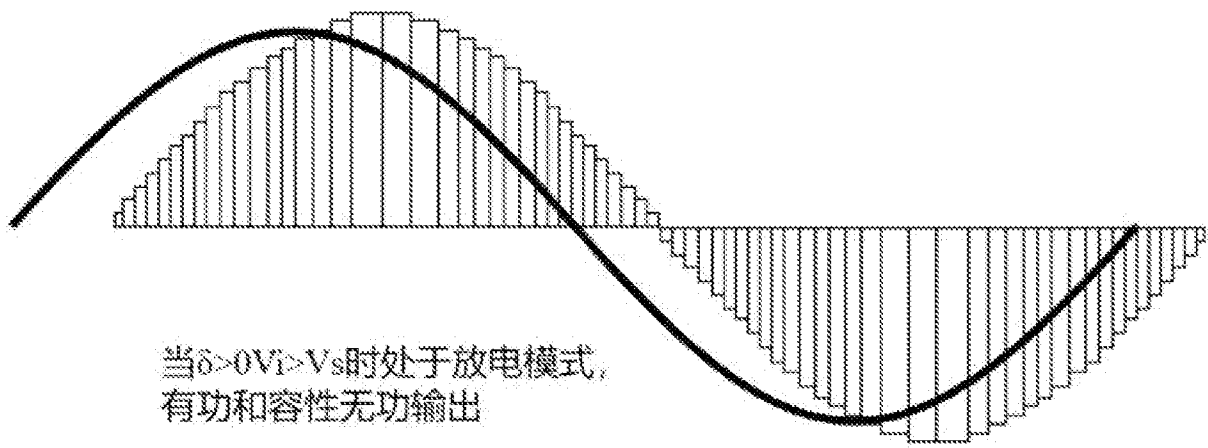
[图 7]



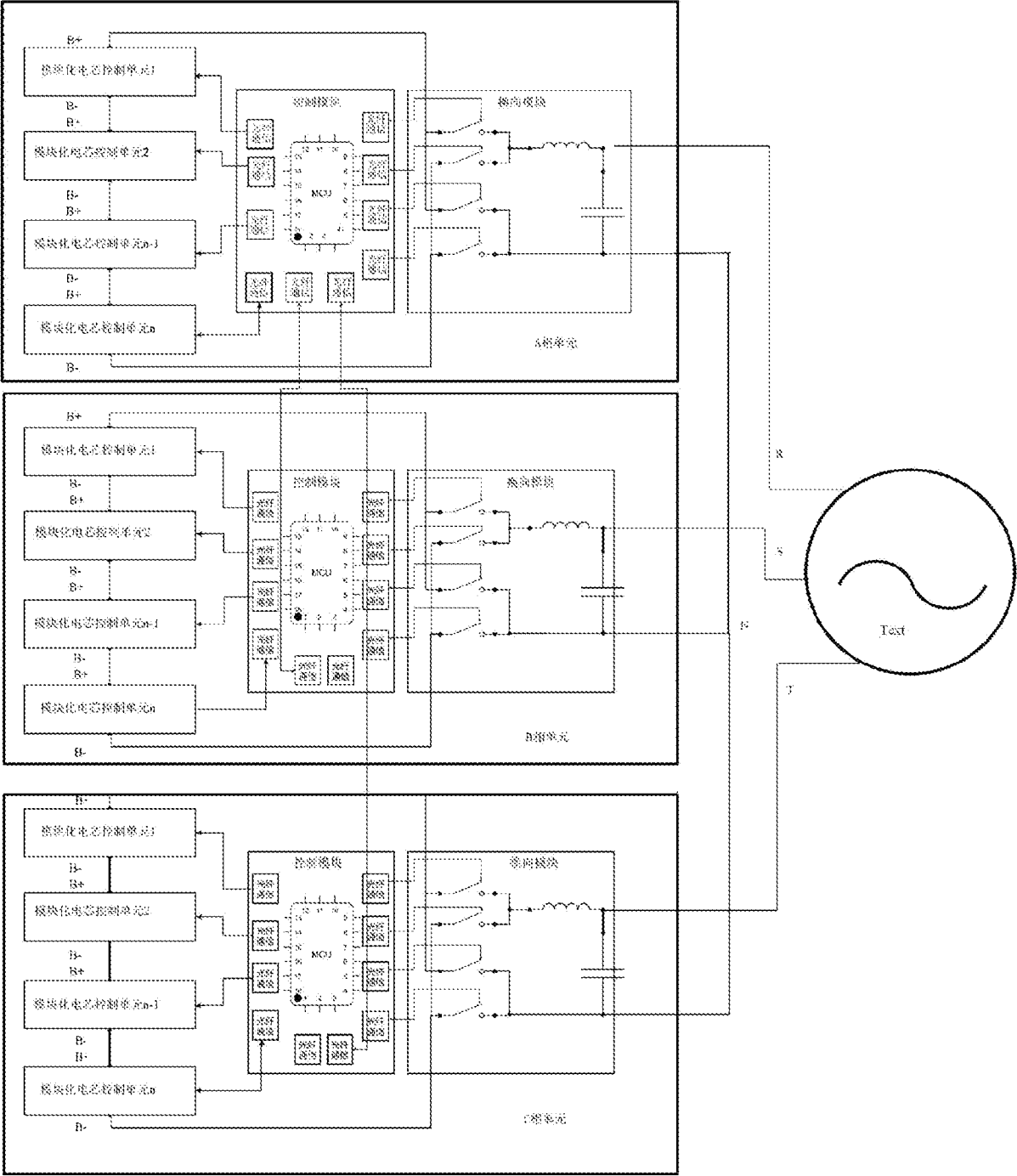
[图 8]



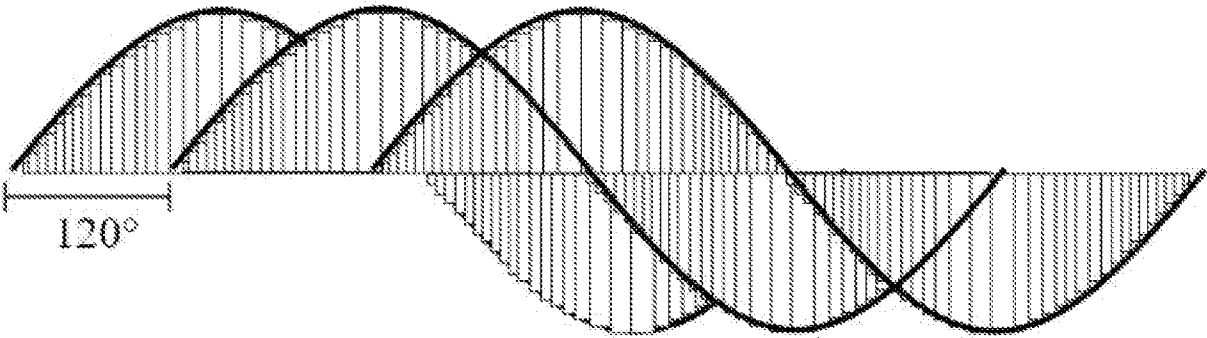
[图 9]



[图 10]

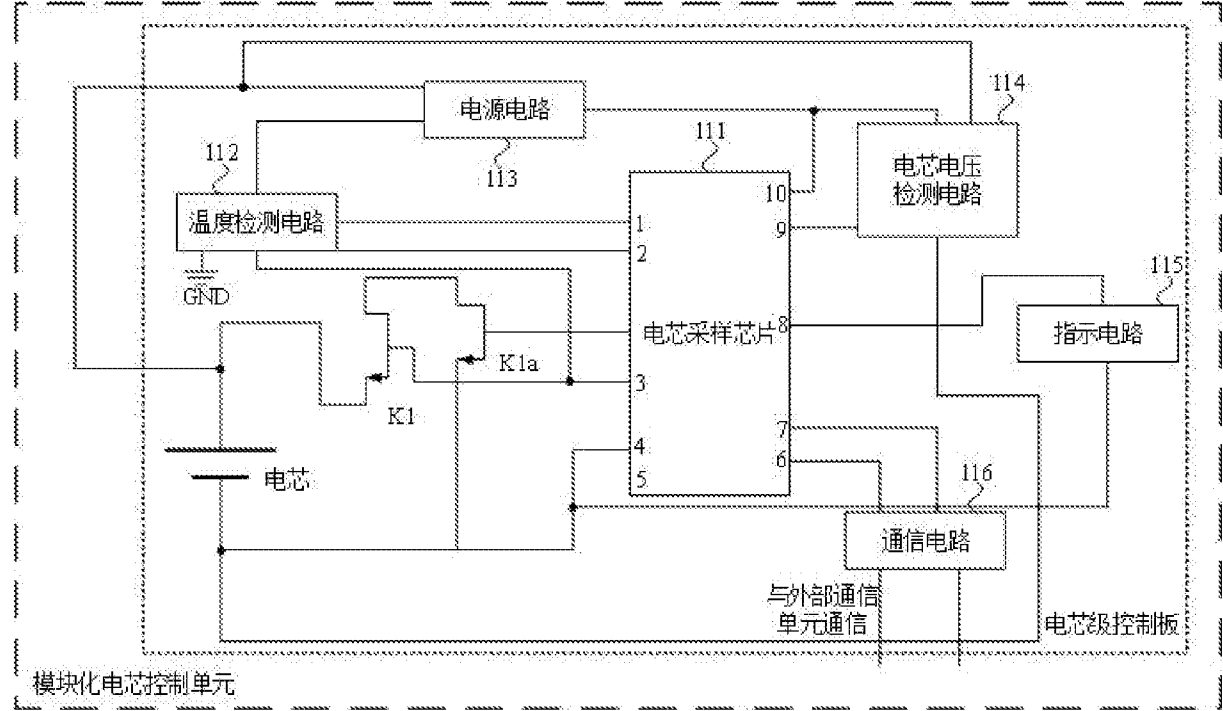


[图 11]

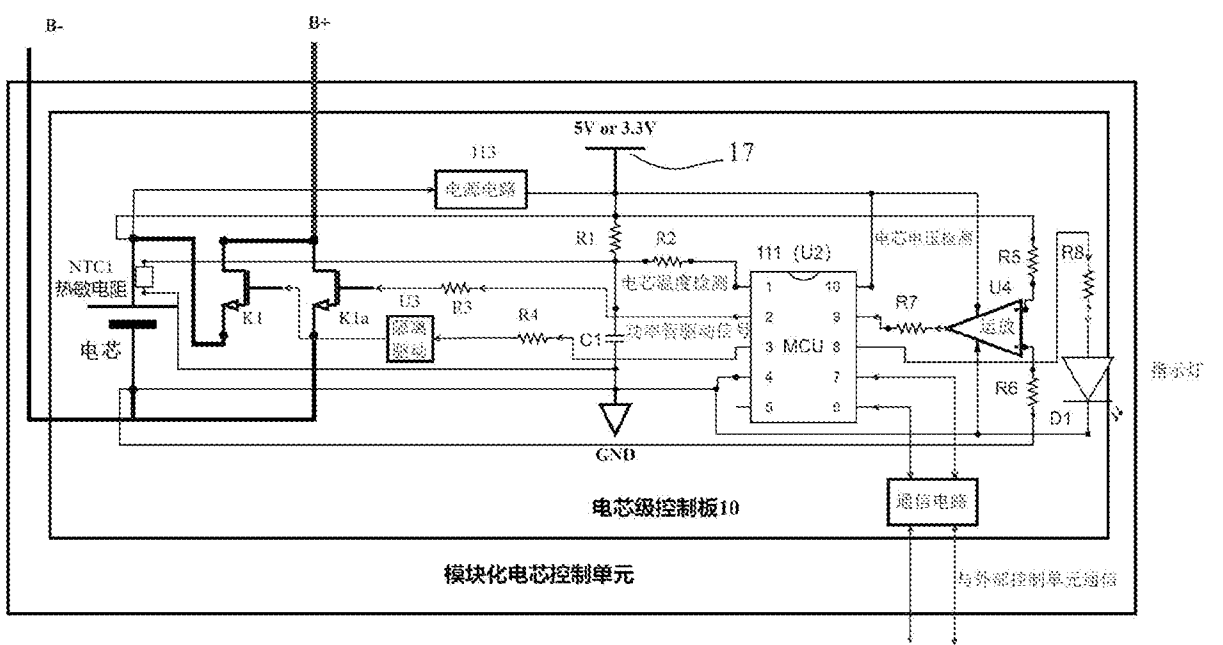


细则 26,
23.05.2024
细则 26,
16.01.2024

[图 12]

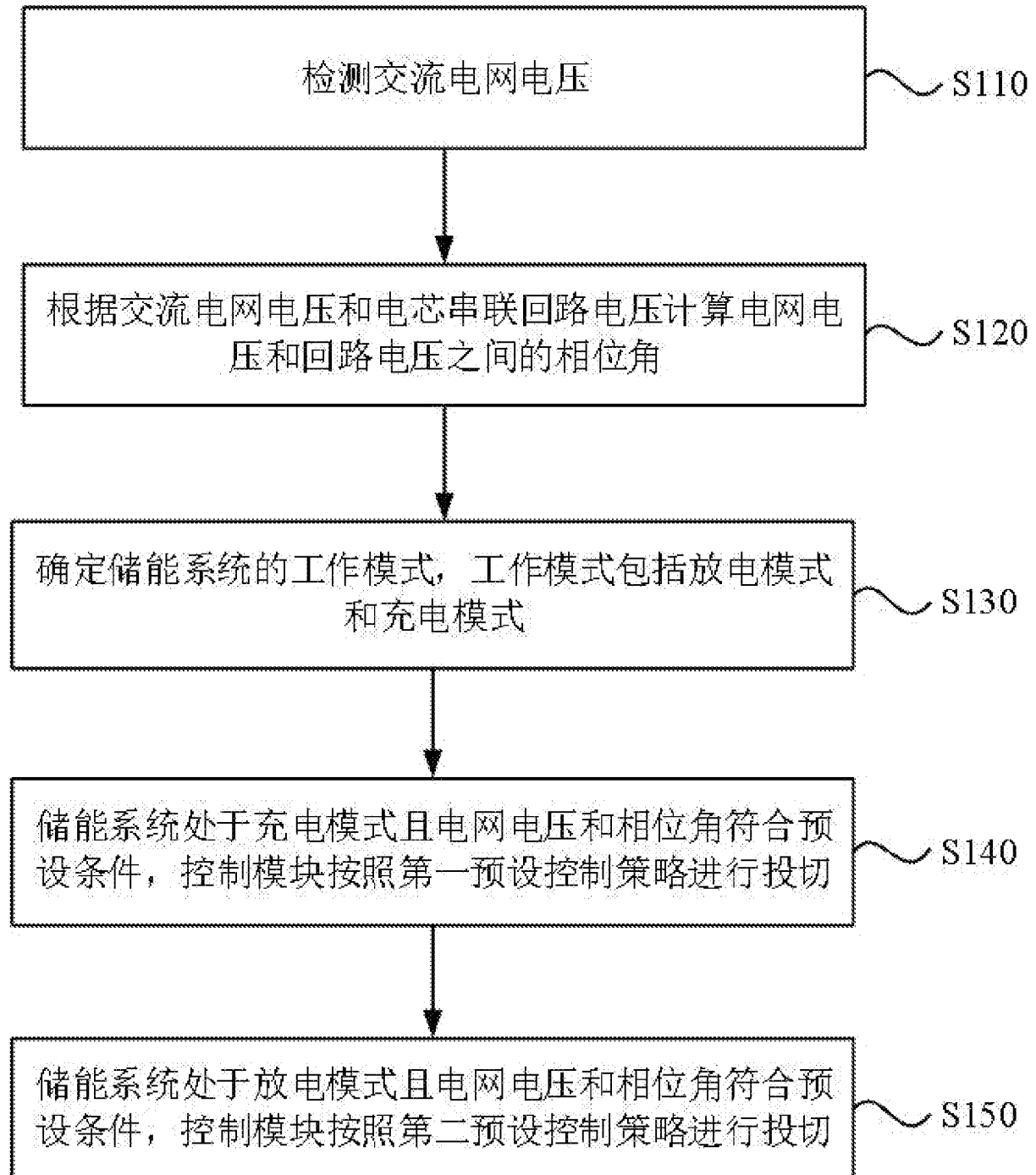


[图 13]

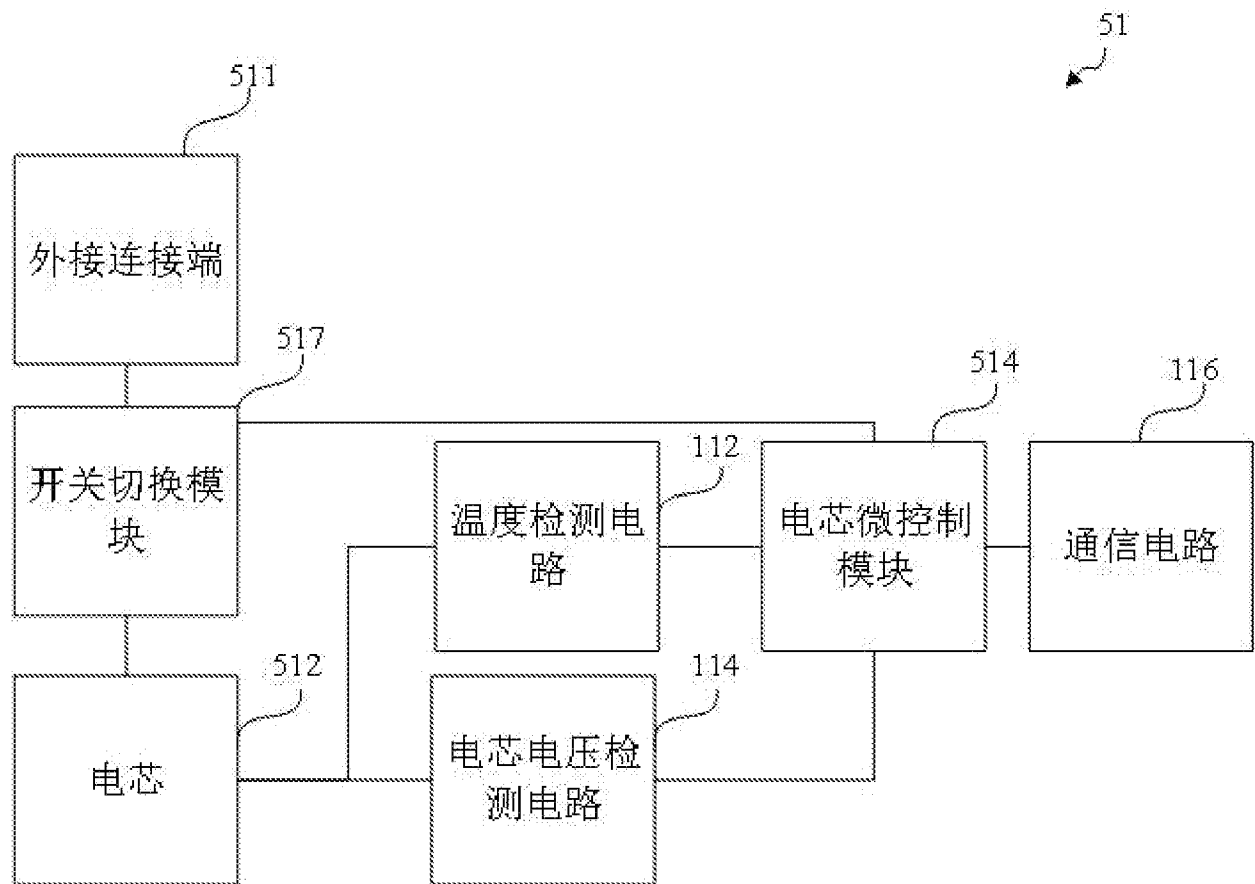


细则 26,
23.05.2024
细则 26,
16.01.2024

[图 14]



[图 15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/070528

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J7/00(2006.01)i; H01M10/42(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: H02J, H01M Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, VEN, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 储能系统, 控制电路, 电芯, 换向, 控制, 逆变器, energy, storage, controlling, circuit, core, revers+, module		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116885809 A (HUIZHOU EVE ENERGY CO., LTD.) 13 October 2023 (2023-10-13) description, paragraphs 53-101, and figures 1-14	1-11
X	CN 115693869 A (EVE ENERGY CO., LTD.) 03 February 2023 (2023-02-03) description, paragraphs 28-60, and figures 1-7	1-10
Y	CN 115693869 A (EVE ENERGY CO., LTD.) 03 February 2023 (2023-02-03) description, paragraphs 28-60, and figures 1-7	11-23
Y	CN 110932315 A (BEIJING CORONA SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 March 2020 (2020-03-27) description, paragraphs 18-28, and figures 1-3	11, 23
Y	CN 216161790 U (XIAMEN HAICHEN NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 April 2022 (2022-04-01) description, paragraphs 44-64, and figures 1-2	12-23
A	CN 219214779 U (HUIZHOU EVE ENERGY CO., LTD.) 20 June 2023 (2023-06-20) entire document	1-23
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 March 2024		Date of mailing of the international search report 18 April 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/070528

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015117515 A1 (ZTE CORP.) 13 August 2015 (2015-08-13) entire document	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/070528

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116885809	A	13 October 2023	None			
CN	115693869	A	03 February 2023	CN	218976371	U	05 May 2023
CN	110932315	A	27 March 2020	None			
CN	216161790	U	01 April 2022	None			
CN	219214779	U	20 June 2023	None			
WO	2015117515	A1	13 August 2015	CN	105471001	A	06 April 2016

A. 主题的分类

H02J7/00(2006.01)i; H01M10/42(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H02J, H01M

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS、CNTXT、VEN、WOTXT、EPTXT、USTXT、CNKI、IEEE: 储能系统, 控制电路, 电芯, 换向, 控制, 逆变器, energy, storage, controlling, circuit, core, revers+, module

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116885809 A (惠州亿纬锂能股份有限公司) 2023年10月13日 (2023 - 10 - 13) 说明书第53-101段, 附图1-14	1-11
X	CN 115693869 A (湖北亿纬动力有限公司) 2023年2月3日 (2023 - 02 - 03) 说明书第28-60段, 附图1-7	1-10
Y	CN 115693869 A (湖北亿纬动力有限公司) 2023年2月3日 (2023 - 02 - 03) 说明书第28-60段, 附图1-7	11-23
Y	CN 110932315 A (北京科诺伟业科技股份有限公司) 2020年3月27日 (2020 - 03 - 27) 说明书第18-28段, 附图1-3	11, 23
Y	CN 216161790 U (厦门海辰新能源科技有限公司) 2022年4月1日 (2022 - 04 - 01) 说明书第44-64段, 附图1-2	12-23
A	CN 219214779 U (惠州亿纬锂能股份有限公司) 2023年6月20日 (2023 - 06 - 20) 全文	1-23
A	WO 2015117515 A1 (ZTE CORP.) 2015年8月13日 (2015 - 08 - 13) 全文	1-23

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

★ 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年3月18日

国际检索报告邮寄日期

2024年4月18日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

杨瑞昆

电话号码 (+86) 010-53961243

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/070528

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	116885809	A	2023年10月13日	无	
CN	115693869	A	2023年2月3日	CN	218976371 U 2023年5月5日
CN	110932315	A	2020年3月27日	无	
CN	216161790	U	2022年4月1日	无	
CN	219214779	U	2023年6月20日	无	
WO	2015117515	A1	2015年8月13日	CN	105471001 A 2016年4月6日