(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110011344 A
(43)申请公布日 2019.07.12

(21)申请号 201910321496.5

(22)申请日 2019.04.22

(71)申请人 中国电建集团江西省电力建设有限公司
地址 330001 江西省南昌市青云谱区广州路69号

(72)发明人 吴昌垣 谌守禄 肖伟超 程凌星 熊建英

(74)专利代理机构 苏州中合知识产权代理事务所(普通合伙) 32266
代理人 李中华

(51)Int.Cl.
H02J 3/32(2006.01)
H02J 3/24(2006.01)
H02J 3/16(2006.01)
H02J 7/00(2006.01)
H02J 15/00(2006.01)

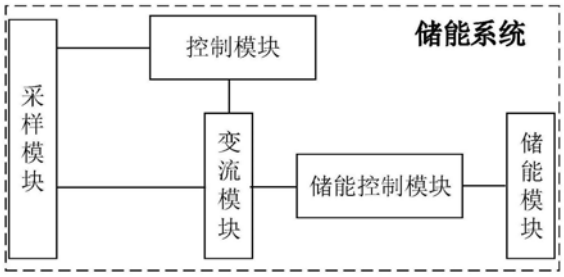
权利要求书1页 说明书14页 附图5页

(54)发明名称

一种储能系统及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种储能系统,包括:采样模块,连接变流模块,用于获取采样信号;控制模块,连接采样模块,用于根据反馈和采样信号发送充电信号或放电信号;变流模块,连接控制模块,用于根据充电信号将交流转换为直流后降压,或根据放电信号将直流升压后转换为交流;储能控制模块,连接变流模块,用于均衡控制直流的分配;储能模块,连接储能控制模块,用于储存或提供直流。本发明将铁锌液流电池的直流电压放大后逆变成交流电压信号后并入电网;可根据不同的使用场景合理地选取控制策略,在很大程度上平滑新能源发电的输出,改善电网的供电质量,保障系统安全可靠运行,提高电网运行的经济性和安全性。



CN 110011344 A

1.一种储能系统,其特征在于,包括:

采样模块,连接变流模块,用于获取采样信号;

控制模块,连接所述采样模块,用于根据反馈和所述采样信号发送充电信号或放电信号;

变流模块,连接所述控制模块,用于根据所述充电信号将交流转换为直流后降压,或根据所述放电信号将直流升压后转换为交流;

储能控制模块,连接所述变流模块,用于均衡控制直流的分配;

储能模块,连接所述储能控制模块,用于储存或提供直流。

2.根据权利要求1所述的储能系统,其特征在于,所述采样信号包括电流采样信号和电压采样信号。

3.根据权利要求1所述的储能系统,其特征在于,所述控制模块包括:至少一个EIA-485通讯接口,至少一个RJ-45以太网接口,至少一个CAN接口,至少一个光纤接口,至少一个RS-232打印接口和至少一个RS-485对时接口。

4.根据权利要求1所述的储能系统,其特征在于,所述反馈包括有功功率跟踪、削峰填谷、计划曲线、调频调压、平抑波动、功率分配及SOC调整中的一种或多种。

5.根据权利要求1所述的储能系统,其特征在于,所述变流模块包括:

直流滤波电路,连接所述储能控制模块,用于减少直流共模干扰;

升压电路,连接所述直流滤波电路,用于提高直流电压;

CL滤波电路,连接所述升压电路,用于滤除直流中的高频成分;

转换电路,连接所述CL滤波电路,用于将交流转换为直流后降压,或将直流升压后转换为交流;

LCL滤波电路,连接所述转换电路,用于降低交流中的高频谐波;

交流滤波电路,连接所述LCL滤波电路,用于抑制交流中的高频干扰。

6.根据权利要求5所述的储能系统,其特征在于,所述变流模块还包括:多组旁路开关,连接在所述直流滤波电路与所述储能控制模块之间;以及,所述LCL滤波电路和所述交流滤波电路之间;以及,所述交流滤波电路的输出端。

7.根据权利要求5所述的储能系统,其特征在于,所述直流升压电路为非隔离型Buck电路或隔离型Buck电路。

8.根据权利要求5所述的储能系统,其特征在于,所述转换电路为三相全桥IGBT转换电路。

9.根据权利要求1所述的储能系统,其特征在于,所述储能模块为锌铁液流电池。

10.一种储能系统的控制方法,其特征在于,包括:

获取采样信号;

根据反馈和所述采样信号发送充电信号或放电信号;

根据所述充电信号将交流转换为直流后降压,或根据所述放电信号将直流升压后转换为交流;

均衡控制直流的分配;

储存或提供直流。

一种储能系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于储能技术领域，具体涉及一种储能系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 储能技术是分布式发电技术、微电网和智能电网等能源系统的关键核心技术。常见的储能技术有抽水电站、压缩空气、超导磁、电池和液流电池等。其中，液流电池是一种新型的大容量氧化还原电化学储能装置，与常规电池不同，液流电池的活性物质不在电极上，而是溶解在电解液中，是电解液的组成成分，其特点是容量高、使用领域广、循环使用寿命长，是一种新能源产品。

[0003] 在电网中，锌铁液流电池储能技术具有成本低、安全性高、环境友好等特点，具有很好的应用前景。为了将锌铁液流电池平稳地接入电网，需要保证锌铁液流电池的输出电压信号和电流信号稳定，但现有锌铁液流电池的输入输出电压信号较低，且电流较大，无法平稳地接入电网，导致供电质量降低，电网运行的经济性和安全性较差。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术中存在的技术缺陷和不足，本申请实施例提供了一种储能系统及其控制方法。本发明要解决的技术问题通过以下技术方案实现：

[0005] 本发明实施例提供了一种储能系统，包括：

[0006] 采样模块，连接变流模块，用于获取采样信号；

[0007] 控制模块，连接所述采样模块，用于根据反馈和所述采样信号发送充电信号或放电信号；

[0008] 变流模块，连接所述控制模块，用于根据所述充电信号将交流转换为直流后降压，或根据所述放电信号将直流升压后转换为交流；

[0009] 储能控制模块，连接所述变流模块，用于均衡控制直流的分配；

[0010] 储能模块，连接所述储能控制模块，用于储存或提供直流。

[0011] 在本发明的一个实施例中，所述采样信号包括电流采样信号和电压采样信号。

[0012] 在本发明的一个实施例中，所述控制模块包括：至少一个EIA-485通讯接口，至少一个RJ-45以太网接口，至少一个CAN接口，至少一个光纤接口，至少一个RS-232打印接口和至少一个RS-485对时接口。

[0013] 在本发明的一个实施例中，所述反馈包括有功功率跟踪、削峰填谷、计划曲线、调频调压、平抑波动、功率分配及SOC调整中的一种或多种。

[0014] 在本发明的一个实施例中，所述变流模块包括：

[0015] 直流滤波电路，连接所述储能控制模块，用于减少直流共模干扰；

[0016] 升压电路，连接所述直流滤波电路，用于提高直流电压；

[0017] CL滤波电路，连接所述升压电路，用于滤除直流中的高频成分；

[0018] 转换电路，连接所述CL滤波电路，用于将交流转换为直流后降压，或将直流升压后

转换为交流；

[0019] LCL滤波电路，连接所述转换电路，用于降低交流中的高频谐波；

[0020] 交流滤波电路，连接所述LCL滤波电路，用于抑制交流中的高频干扰。

[0021] 在本发明的一个实施例中，所述变流模块还包括：多组旁路开关，连接在所述直流滤波电路与所述储能控制模块之间；以及，所述LCL滤波电路和所述交流滤波电路之间；以及，所述交流滤波电路的输出端。

[0022] 在本发明的一个实施例中，所述直流升压电路为非隔离型Buck电路或隔离型Buck电路。

[0023] 在本发明的一个实施例中，所述转换电路为三相全桥IGBT转换电路。

[0024] 在本发明的一个实施例中，所述储能模块为锌铁液流电池。

[0025] 本发明另一个实施例提供了一种储能系统的控制方法，包括：

[0026] 获取采样信号；

[0027] 根据反馈和所述采样信号发送充电信号或放电信号；

[0028] 根据所述充电信号将交流转换为直流后降压，或根据所述放电信号将直流升压后转换为交流；

[0029] 均衡控制直流的分配；

[0030] 储存或提供直流。

[0031] 由上可知，本申请实施例提出的储能系统，利用变流模块对锌铁液流电池的直流电压进行放大，再将放大后的直流电压逆变成交流电压后并入电网；通过控制模块可根据不同的使用场景合理地选取控制策略，在很大程度上平滑新能源发电的输出，改善电网的供电质量，保障系统安全可靠运行，提高电网运行的经济性和安全性。

[0032] 通过以下参考附图的详细说明，本发明的其它方面和特征变得明显。但是应当知道，该附图仅仅为解释目的而设计，而不是作为本发明的范围的限定，这是因为其应当参考附加的权利要求。还应当知道，除非另外指出，不必要依比例绘制附图，它们仅仅力图概念地说明此处描述的结构和流程。

附图说明

[0033] 图1为本申请实施例提供的一种储能系统的结构示意图；

[0034] 图2为本申请实施例提供的一种储能系统中削峰填谷的示意图；

[0035] 图3为本申请实施例提供的一种储能系统中计划曲线的示意图；

[0036] 图4为本申请实施例提供的一种储能系统中辅助调频的示意图；

[0037] 图5为本申请实施例提供的一种储能系统中辅助调压的示意图；

[0038] 图6为本申请实施例提供的一种储能系统中平抑波动的示意图；

[0039] 图7为本申请实施例提供的一种储能系统中充电时功率分配的示意图；

[0040] 图8为本申请实施例提供的一种储能系统中放电时功率分配的示意图；

[0041] 图9为本申请实施例提供的一种储能系统中SOC调整的示意图；

[0042] 图10为本申请实施例提供的一种储能系统中变流模块的电路图；

[0043] 图11为本申请实施例提供的一种储能系统的控制方法的流程示意图。

具体实施方式

[0044] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0045] 请参见图1，图1为本申请实施例提供的一种储能系统的结构示意图。

[0046] 本实施例提供的一种储能系统，包括：

[0047] 采样模块，连接变流模块，用于获取采样信号；

[0048] 控制模块，连接采样模块，用于根据反馈和采样信号发送充电信号或放电信号；

[0049] 变流模块，连接控制模块，用于根据充电信号将交流转换为直流后降压，或根据放电信号将直流升压后转换为交流；

[0050] 储能控制模块，连接变流模块，用于均衡控制直流的分配；

[0051] 储能模块，连接储能控制模块，用于储存或提供直流。

[0052] 具体地，本申请实施例提供的储能系统，应用于电网中，可将夜间或平日电网上富余的交流电能转换为直流电能后降压储存至储能模块，并在电网电能不足时回馈给电网以平衡电网峰谷，控制模块可根据不同的使用场景即不同的反馈合理地选取控制策略，从而实现对储能模块的充/放电管理、交流侧负荷功率平滑、孤岛运行等功能。同时，将本申请提出储能系统应用于风能、太阳能、潮汐等具有间歇性的新能源发电系统中，可以在很大程度上平滑新能源发电的输出，改善微电网供电质量，使大规模可再生能源系统安全可靠地并入电网，真正体现了“绿色电能变换”。

[0053] 在一个具体实施方式中，采样信号包括电流采样信号和电压采样信号。

[0054] 具体地，采样模块连接变流模块和控制模块，用于实时获取变流模块和电网中的电流采样信号和电压采样信号，并将上述采样信号传送到控制模块。控制模块会根据不同的使用场景即不同的反馈，包括上述有功功率跟踪、削峰填谷、计划曲线、调频调压、平抑波动、功率分配及SOC调整中的一种或多种，再结合上述电压采样信号和电流采样信号，合理地选取控制策略，发送充电信号或放电信号到变流模块，变流模块会根据放电信号将交流电能转换为直流电能后降压储存到储能模块，或根据充电信号将直流电能升压后转换为交流电能，通过变压器输送到电网中去。

[0055] 在一个具体实施方式中，控制模块还包括：至少一个EIA-485通讯接口，至少一个RJ-45以太网接口，至少一个CAN接口，至少一个光纤接口，至少一个RS-232打印接口和至少一个RS-485对时接口。

[0056] 具体地，控制模块采用具备强大测控、通讯和能量管理功能的PCS-9567C，标准4U机箱架构，其特点是：高性能高可靠性的UAPC硬件平台，友好的人机界面；功能强大的选配插件能够满足现场各种需要；全封闭机箱，强、弱电严格分开，取消了传统的背板配线方式，同时在软件设计上也采取相应的抗干扰措施，大大提高了装置的抗干扰能力，对外的电磁辐射也满足相关标准；灵活的后台通信方式，配有RJ-45以太网接口、EIA-485、CAN等通讯接口(也可选超五类线或光纤)，便于各种通信方式实现，方便与采样模块、变流模块、储能控制模块及其他辅助设备的通讯接入；适应高海拔应用<6000米；具有采用内部高速总线和智能I/O，装置硬件配置灵活，具有通用、易于扩展、易于维护。具备方便的现场装置测试功能，包括遥信试验，出口传动试验和遥测信号试验等。可选多种对时方式：对时接口可支持多种GPS对时方式，包括IRIG-B、SNTP等对时方式以及IEEE1588V2高精度网络同步对时方式；完

善的事件记录功能，可记录64次报警报告，64个故障录波波形，1024次自检报告，1024次变位报告，1024次最新遥控报告。

[0057] 具体电器参数如下表所示：

[0058] 1)交流电流

[0059]

相序	ABC	
额定频率	50Hz	
额定电流（In）	1A	5A
线性范围	0.05In~40In	
连续过载能力 10s 过载能力 1s 过载能力 动稳定电流（半波值）	4In 30In 100In 250In	
额定电流下的功耗	< 0.15VA/相	< 0.25VA/相

[0060] 2)交流电压

[0061]

相序	ABC

[0062]

额定频率	50Hz	
额定相电压（Un）	50~120V	100~220V（开口三角电压）
线性范围	1~170V	2V~233V
连续过载能力 10s 过载能力 1s 过载能力	200V 260V 300V	220V 380V 420V
额定电压下的功耗	< 0.2VA/相	< 0.8VA/相

[0063] 3)交直流采样

[0064]

输入	±15V	±600mA
允许最大输入	-35V～35V	-2A～2A
采样精度	0.5%(7.5V)	0.5%(200mA)
输入阻抗	19.02kΩ	0.5Ω

[0065] 4)直流采样

[0066]

输入	0～5V	0～20mA
采样精度	0.5%(5V)	0.5%(20mA)
输入阻抗	20kΩ	235Ω

[0067] 5)装置电源

[0068]

采用标准	GB/T 8367-1987(idt IEC 60255-11:2008)
额定电压	110Vdc,220Vdc,220VAC
输入范围	88～264Vdc,88～264VAC
纹波	≤额定电压的15%

[0069]

静态功耗	< 35W
动作时功耗	< 40W

[0070] 6)开关量输入

[0071]

采用标准	IEC 60255-1:2009				
额定电压	24Vdc	30Vdc	48Vdc	110Vdc	220Vdc
起动电压	13V~17V	17V~21V	26V~34V	60.5V~77V	121V~154V
额定电流	1.2mA	1.5mA	2.4mA	1.1mA	2.2mA
最大允许电压	100Vdc			300Vdc	
耐压水平	2000Vac，2800Vdc				

[0072] 7)开关量输出

[0073]

输出接点分类	跳闸	信号
输出形式	无源接点	
最高工作电压	380Vac 250Vdc	380Vac 250Vdc
开触点耐压 连续载流能力	1000V RMS，1分钟 5A@380Vac 5A@250Vdc	1200V RMS，1分钟 8A@380Vac 8A@250Vdc
冲击过流能力	6A@3s 15A@0.5s 30A@0.2s	10A@3s 20A@0.5s 30A@0.2s
动作时间	<8ms	<10ms
返回时间	<5ms	<10ms
断弧能力 （L/R=40ms）	0.65A@48Vdc 0.30A@110Vdc 0.15A@220Vdc	1.2A@48Vdc 0.5A@110Vdc 0.25A@220Vdc
电气寿命	10000次	10000次

[0074] 8)机械结构

[0075]

机械尺寸（宽×高×深）	参见4.1节

[0076]

开孔尺寸（宽×高）	参见 4.1 节，M6 螺丝
颜色	银灰
装置重量	12kg
污染等级	二级
防护等级	前面板IP40、箱体侧面IP50（不开散热孔机箱）、箱体侧面IP30（开散热孔机箱）、后面板IP30 （GB 4208-2008）

[0077] 9)环境条件参数

[0078]

采用标准	GB/T 14047-1993(idt IEC 60225-1:2009)
工作温度范围	-20℃～+55℃
贮存温度范围	-40℃～+70℃
运输温度范围	-40℃～+70℃
相对湿度	5%～95%,设备内部不凝露,不结冰

[0079] 10)通讯方式及端口

[0080] a)通讯方式

[0081]

显示	液晶
标准通讯方式	RS485,RJ45以太网,CAN,LC光纤,RS232打印,对时

[0082] b)EIA-485接口

[0083]

波特率	4.8kbit/s、9.6kbit/s、19.2kbit/s、38.4kbit/s、57.6kbit/s、115.2kbit/s
通讯规约	DL/T 667-1999（idt IEC 60870-5-103:1997）or Modbus
最大负载	32
传输距离	<500 米
接线形式	屏蔽双绞线

[0084] c)以太网接口

[0085]

接口形式	RJ-45
传输速率	100Mbits/s，自适应
传输标准	10Base-T/100Base-TX
传输距离	<100 米
通讯规约	IEC 60870-5-103:1997 or IEC 61850 or ModbusTCP or IEC104
接线形式	五类屏蔽网络线

[0086] d)CAN接口

[0087]

传输速率	1Mbps
传输标准	IS011898
传输距离	＜40米
通讯协议	CAN总线协议
接线形式	屏蔽双绞线

[0088] e)光纤接口

[0089]

特性	玻璃光纤
端子	SC
光缆类型	多模
典型传输距离	＜2km

[0090] f)打印接口

[0091]

端口个数	1
波特率	4.8kbit/s、9.6kbit/s、19.2kbit/s、38.4kbit/s、57.6kbit/s、115.2kbit/s
打印机型号	串口针式打印机

[0092] g)对时接口

[0093]

传输距离	<500m
最大负载容量	32

[0094]

对时标准	秒脉冲，分脉冲，IRIG-B
接口形式	RS-485

[0095] PCS-9567C在应用时可实现以下功能：

[0096] 测控功能：

[0097] 1)具备6路交流电压和6路交流电流(1A或5A可选)采样输入；

[0098] 2)具备6路交直流3路±15V电压输入及3路±600mA电流采样输入；

[0099] 3)具备12路直流0-20mA或0-5V(可通过跳线选择)采样输入；

[0100] 4)具备25路自定义遥信开入；

[0101] 5)具备11路遥控独立控制的分/合开出节点；

[0102] 6)事件及SOE记录；

[0103] 通讯功能：

[0104] 1)对下通讯

[0105] a)支持Modbus、DLT645、GOOSE、CAN等多种规约；

[0106] b)支持与PCS,BMS,电表及其他辅助设备通讯；

[0107] c)具备12路RJ-45网口(每个网口根据需要可替换成LC光纤接口)支持ModbusTCP/GOOSE协议；

[0108] d)具备5路EIA-485/RS-232串口(可通过跳线选择),支持串口Modbus、DLT645等串口规约；

[0109] e)具备4路标准CAN接口,支持标准CAN总线协议。

[0110] 2)对上通讯

[0111] a)支持IEC104、IEC61850、IEC103、Modbus等规约,支持与EMS及监控后台的网络通讯，

[0112] b)具备3路R-J45网口；

[0113] c)具备2路EIA-485通讯接口；

[0114] d)具备1路RS232打印接口；

[0115] e)具备1路RS485对时接口；

[0116] f)采用大容量数据库,最多支持5万点,可在液晶查看相关的数据。

[0117] g)转发信息的编辑与合成。

[0118] 能量管理功能：

[0119] 1)有功功率跟踪

[0120] 储能模块能够快速响应调度指令,实现辅助功率调节的作用。本控制器功率跟踪控制可通过定值控制字进行选择支持远方模式或本地模式。远方模式是指本控制器按照主站端(SCADA监控系统)发送的有功指令值控制储能充放电功率;本地控制是指按照本控制器内通过定值设定的有功指令值控制储能充放电功率。协调控制装置通过实时检测当前输出的有功功率和接收的功率指令,来控制储能系统的有功输出,从而快速、精确响应调度指令。

[0121] 2)削峰填谷

[0122] 储能模块因其快速响应特性，具有优越的调峰性能，可在用电高峰期作为电源释放电能，在用电低谷期作为负荷吸收电能，提高电网运行的经济性和安全性。

[0123] 如图2所示，本控制器削峰填谷控制可通过定值控制字进行选择支持远方模式或本地模式。远方模式是指本控制器按照主站端(SCADA监控系统)发送的峰、谷值控制储能充放电功率；本地控制是指按照本控制器内通过定值设定的峰、谷值控制储能充放电功率。当输出功率大于峰值功率时，储能系统充电，吸收峰值功率；当输出功率小于谷值功率时，储能系统放电，填补谷值功率。

[0124] 3)计划曲线

[0125] 计划曲线功能是控制储能系统的输出，使其按照预定的计划曲线安排充、放电计划。如图3所示，本控制器计划曲线控制可通过定值控制字进行选择支持远方模式或本地模式。远方模式是指本控制器按照主站端(SCADA监控系统)发送的计划曲线功率值控制储能充、放电功率；本地控制是指按照本控制器内通过定值设定的计划曲线功率值控制储能充、放电功率。

[0126] 4)调频调压

[0127] 储能可辅助电网调频，利用其快速响应特性改善调频效果。同时储能系统还能输出无功，起到辅助调压的作用。

[0128] 如图4所示，电网的频率取决于发电有功功率与负荷有功功率之间的平衡关系，当发电有功功率大于负荷有功功率时，系统频率上升；当发电有功功率小于负荷有功功率时，系统频率下降。储能系统通过有功-频率(P-F)下垂控制来辅助调节发电有功功率，使其与负荷有功功率实时平衡，从而稳定系统频率。当系统频率下降时，储能系统放电增加有功输出；当系统频率上升时，储能系统充电减小有功输出。

[0129] 如图5所示，电网的电压取决于发电无功功率与负荷无功功率之间的平衡关系，当发电无功功率大于负荷无功功率时，系统电压上升；当发电无功功率小于负荷无功功率时，系统电压下降。储能系统通过无功-电压(Q-V)下垂控制来辅助调节发电无功功率，使其与负荷无功功率实时平衡，从而稳定系统电压。当系统电压下降时，储能系统发出无功功率；当系统电压上升时，储能系统吸收无功功率。

[0130] 5)平抑波动

[0131] 光伏、风电等新能源发电具有较大的间歇性、波动性，严重影响了其并网发电的性能。越来越多的研究利用储能电池的能量存储能力，通过电池的充、放电，来平抑新能源发电的功率波动。

[0132] 如图6所示，平抑波动控制根据算法分为一阶滤波控制方式和功率波动限制控制方式，可通过控制字整定。一阶滤波控制策略是根据电源端的输出功率进行一阶低通滤波，对于变化快速且不满足波动限制要求的功率分量，利用储能系统来消除，因此剩下的就是波动小的平滑功率分量了。功率波动限制控制策略是实时检测电源端的输出功率，统计其在一定时间周期内的波动量，若功率波动分量超出装置设定的波动限制值，则储能系统进行充、放电，抑制波动量。装置内可通过定值整定，使得控制目标满足不同时间尺度的功率波动限制。

[0133] 6)功率分配及SOC调整

[0134] 对于容量较大的储能单元，各电池组间的充、放电特性不尽相同，其SOC值也不完

全一样。为了保证各电池组均衡充、放电，延长电池寿命，协调控制装置设置了功率均衡分配策略和SOC调整控制策略。

[0135] 如图7所示和图8所示，本控制器获取各电池组的SOC状态，对于每次充、放电功率，根据各电池组的SOC按比例分配给各电池组。充电时，SOC小的电池组优先充电，充电功率大；放电时，SOC大的电池组优先放电，放电功率大。

[0136] 为了使储能系统各个电池组均有一个合适的SOC值，每次充、放电指令均能响应，如图9所示，在不影响其他各功能模块运行的前提下进行SOC调整控制，利用缓充、缓放的控制策略将SOC控制在一个合理的范围之内。

[0137] 具体地，采样模块会实时监测变流模块电路中的电流信号和电压信号，获取电压采样信号和电流采样信号并及时传送给控制模块，控制模块会根据该储能系统具体的使用场景即根据不同的反馈，包括上述有功功率跟踪、削峰填谷、计划曲线、调频调压、平抑波动、功率分配及SOC调整中的一种或多种，再结合上述电压采样信号和电流采样信号发送充电信号或放电信号到变流模块，变流模块会根据放电信号将交流电能转换为直流电能后降压储存到储能模块，或根据充电信号将直流电能升压后转换为交流电能，通过变压器输送到电网中去。

[0138] 在一个具体实施方式中，变流模块包括：

[0139] 直流滤波电路，连接储能控制模块，用于减少直流共模干扰；

[0140] 升压电路，连接直流滤波电路，用于提高直流电压；

[0141] CL滤波电路，连接升压电路，用于滤除直流中的高频成分；

[0142] 转换电路，连接CL滤波电路，用于将交流转换为直流后降压，或将直流升压后转换为交流；

[0143] LCL滤波电路，连接转换电路，用于降低交流中的高频谐波；

[0144] 交流滤波电路，连接LCL滤波电路，用于抑制交流中的高频干扰。

[0145] 在一个具体的实施方式中，变流模块还包括：多组旁路开关，连接在直流滤波电路与储能控制模块之间；以及，LCL滤波电路和交流滤波电路之间；以及，交流滤波电路的输出端。

[0146] 在一个具体的实施方式中，直流升压电路为非隔离型Buck电路或隔离型Buck电路。

[0147] 在一个具体的实施方式中，转换电路为三相全桥IGBT转换电路。

[0148] 具体地，如图10所示，变流模块采用PCS储能变流器，其主电路包括一路DC/AC转换电路和三路DC/DC直流升压(反向为降压)电路。DC/AC转换电路由单个三相全桥IGBT转换电路组成，交流侧连接电网或变压器，直流侧连接三路DC/DC升压电路的高压侧。三路DC/DC升压电路的低压侧连接锌铁液流电池。在DC/AC转换电路的交流侧设有交流滤波电路即交流EMI滤波器，用于抑制交流电能中的高频干扰；在每路DC/DC升压电路的低压侧设有直流滤波电路即直流EMI滤波器，用于减少锌铁液流电池产生的直流共模干扰。在每路DC/DC升压电路的高压侧设有CL滤波电路即CL滤波器，可以滤除每个模块产生的直流电流中的高频，减小输出电流和电压的稳定；在DC/AC转换电路直流侧也设有CL滤波器，可以滤除锌铁液流电池充电时DC/AC转换电路产生的直流电流中高频，从而提高锌铁液流电池的寿命；在DC/AC转换电路的交流侧每相各连接一个LCL滤波器，每组LCL滤波器共用一组电容和一组电

感,可以降低交流侧高频谐波电流,同时减少电网不稳定参数的干扰。

[0149] 在每路DC/DC升压电路的低压侧和低压侧的汇流处设有电压采样电路;在每路DC/DC升压电路高压侧的汇流处设有电流采样电路。在DC/AC转换电路的直流侧也设有电压、电流采样电路;在DC/AC转换电路的交流侧设有电压采样电路;同时,在每路IGBT电路中设有电流电路。以上采样电路用于实现储能模块跟储能控制模块和控制模块之间互联,以保证储能模块产生及变流模块的稳定运行。

[0150] 本申请实施例的变流模块采用三路100kW DC/DC升压电路以适应大容量锌铁液流电池电压低、电流大的特点,产品升级方便。每路DC/DC升压电路的低压端可接受138V-228V电压的输出(或充电)储能电池,通过三路DC/DC升压电路并联可接受2391A的电流。从而实现低电压高电流大容量储能的锌铁液流电池的变流。三路DC/DC升压电路将储能电池端的直流低压升至650V的直流高压,再通过DC/AC转换电路变流成315V的三相交流电,再通过315/400V的隔离变以实现给负载供电或用市电充电。

[0151] 交流侧的LCL滤波器可以大大降低交流侧高频谐波,同时还可以减少电网的不稳定因素的影响,提高了设备的稳定性。交流侧EMI滤波器不仅可以抑制电网中的高频干扰对设备的影响,还可以抑制设备对电网的干扰。直流侧CL滤波器可以滤除直流电流中的高频成分,减少输出电流和电压的波纹,提高储能电池的寿命。直流侧EMI滤波器可以减少直流侧的共模干扰,提高设备的稳定性。

[0152] 本申请实施例中的采样电路可以友好地与控制模块和变流模块互联。可实现稳态控制功能,保障系统安全可靠运行,同时根据不同的场景,制定相应的控制策略。并具有快速响应的特性,有优越的调峰性能,可在用电高峰期作为电源释放电能,在用电低谷期作为负荷吸收电能,提高电网运行的经济性和安全性。

[0153] 下面将详细介绍储能系统的工作过程:

[0154] (1)充电过程

[0155] 当控制模块检测到电网中有多余电能时,将储能系统切换至充电模式。在充电模式下,DC/DC升压电路的高压侧为输入端,低压侧为输出端。电能应用系统输出电能经过DC/DC升压电路进行降压,再由DC/AC转换电路进行交流-直流转换后传输至锌铁液流电池,实现对锌铁液流电池充电。

[0156] 在对锌铁液流电池充电的过程中,储能控制模块即电池管理单元会根据自身管理锌铁液流电池的状态情况进行热管理、电量均衡和充电管理;同时,DC/DC升压电路根据自身所在储能模块内的锌铁液流电池状态情况,调整低压侧的电压,使得锌铁液流电池的充电电压稳定;以及,协同储能系统中其它DC/DC升压电路确保储能系统的传输电压及传输功率稳定。

[0157] (2)放电过程

[0158] 当控制模块检测到电网中需要锌铁液流电池提供电能且储能系统有电能可以放出时,将储能系统切换至放电模式。在放电模式下,DC/DC升压电路的低压侧为输入端,高压侧为输出端;锌铁液流电池内存储的电能传输至DC/DC升压电路,经过DC/DC升压电路升压处理后,由DC/AC转换电路进行直流-交流转换后传输至电网,实现锌铁液流电池放电过程。

[0159] 在锌铁液流电池放电过程中,储能控制模块即电池管理单元根据监测到的电池组的状态,对电池组进行热管理、电量均衡和放电管理;同时,DC/DC升压电路根据自身所在储

能模块内锌铁液流电池的状态调整高压侧输出的电压,DC/DC升压电路的高压侧的电压越高,输出能量越大;反之,DC/DC升压电路高压侧的电压越小,输出能量越小。以及,与储能系统中其它DC/DC升压电路一起确保储能系统的传输电压及传输功率稳定。

[0160] 在一个具体的实施方式中,变流模块PCS在运行过程中,具有可靠全面的保护方法,一旦检测到故障及异常,PCS会停止工作,并发出报警信号,保护分为硬件保护和软件保护,其中硬件保护有IGBT过温过流保护,直流母线电压保护。软件保护包含以下几个内容。

[0161] (1)直流过欠压保护:PCS允许直流侧最大输入电压为350V,当变流器检测到输入电压高于此限定值时,变流器会在0.2-1s内将储能装置同电网断开,并发出相应的报警信息;PCS检测到直流电压低于设定的欠压定值时,变流器会保护停机,并发出相应的报警信息。

[0162] (2)直流过流保护:PCS能够实时监测直流侧电流,当电流值超过整定定值时,变流器会在0.2-1s内将储能装置同电网断开,并发出相应的报警信息。其定值整定需要与电池充放电限制电流相配合。

[0163] (3)直流反接保护:PCS实时检测变流模块直流进线电压,当变流器检测到进线正负反接时,将自动跳开并网接触器,直流断路器脱扣。极性正接后,变流器能正常工作。

[0164] (4)交流过/欠压保护:变流器并网运行过程中,电网接口处的电网电压允许偏差为额定值的±10%,当电网电压超出规定范围时,变流器停止工作,并在控制装置液晶显示屏上显示相应的报警信息。

[0165] (5)交流过/欠频保护:变流器并网运行过程中,电网频率允许范围为48.5Hz-51.5Hz,当电网频率超出规定范围时,变流器停止工作,并在控制装置液晶显示屏上显示相应的报警信息。

[0166] (6)交流过流保护:变流器并网运行过程中,电网发生短路时,变流器可限制交流输出电流为额定值的120%之内,同时在60s内将储能装置同电网断开,并发出相应的报警信息。

[0167] 在一个具体的实施方式中,储能模块可以是锌铁液流电池。

[0168] 具体地,锌铁液流电池由于具有电解液成本低、安全性高、环境友好等特点,在大规模液流电池中具有较好的应用前景。目前典型的储能逆变器多应用于锂电池,因此研发一种与锌铁液流电池相适应的储能变流器是非常重要的。

[0169] 如图11所示,本发明在上述实施例的基础上提供了一种储能系统的控制方法,包括:

[0170] 根据反馈发送充电信号或放电信号至变流模块;

[0171] 根据放电信号将交流电能转换为直流电能后降压,或根据充电信号将直流电能升压后转换为交流电能;

[0172] 储存或提供直流电能;

[0173] 均衡控制直流电能。

[0174] 本申请实施例提出的储能系统,利用变流模块对锌铁液流电池的直流电压信号进行放大,再将放大后的直流电压信号逆变成交流电压信号后并入电网;通过控制模块根据不同的使用场景合理地选取控制策略,可以在很大程度上平滑新能源发电的输出,改善电网的供电质量,保障系统安全可靠运行,提高电网运行的经济性和安全性。

[0175] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换，都应当视为属于本发明的保护范围。

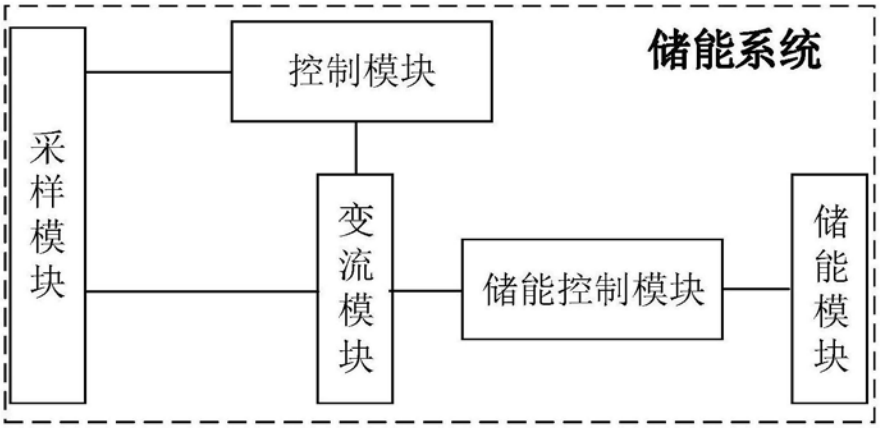

储能系统
控制模块
采样模块
变流模块
储能控制模块
储能模块

图1

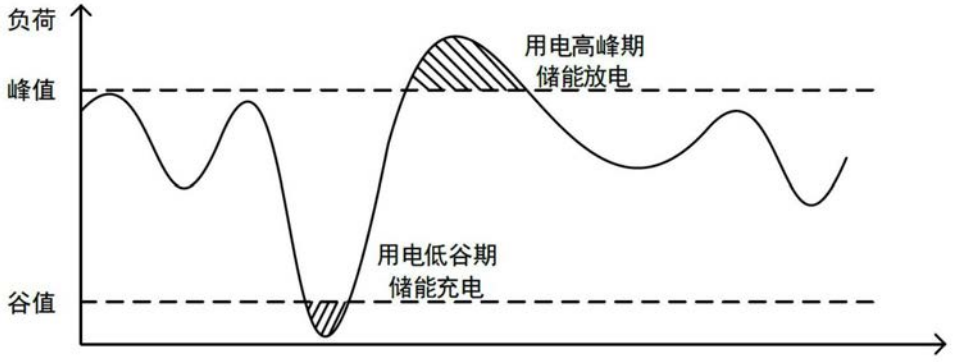

负荷
峰值
谷值
用电高峰期
储能放电
用电低谷期
储能充电

图2

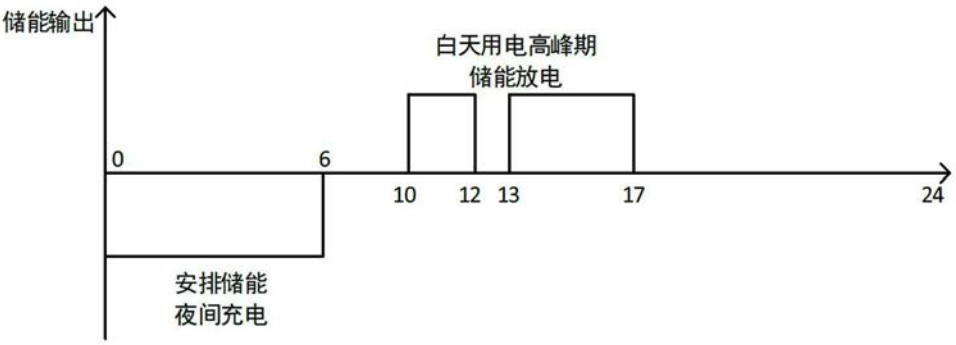

储能输出
白天用电高峰期
储能放电
0
6
10
12
13
17
24
安排储能
夜间充电

图3

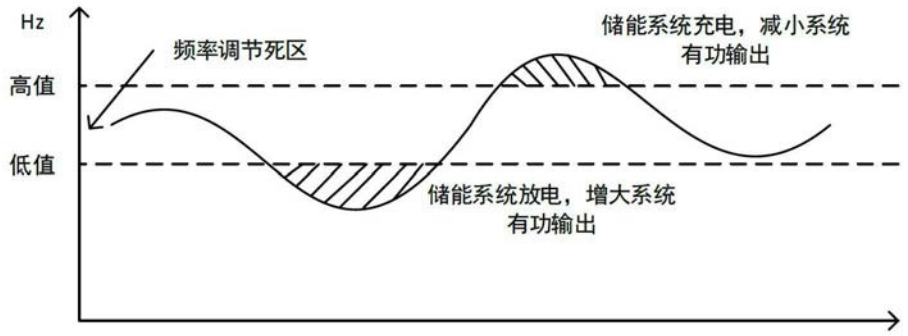

Hz
频率调节死区
储能系统充电，减小系统
有功输出
高值
低值
储能系统放电，增大系统
有功输出

图4

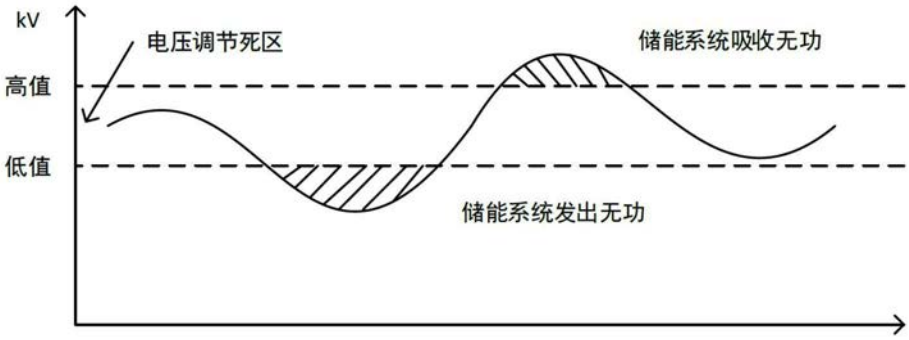

kV
电压调节死区
储能系统吸收无功
高值
低值
储能系统发出无功

图5

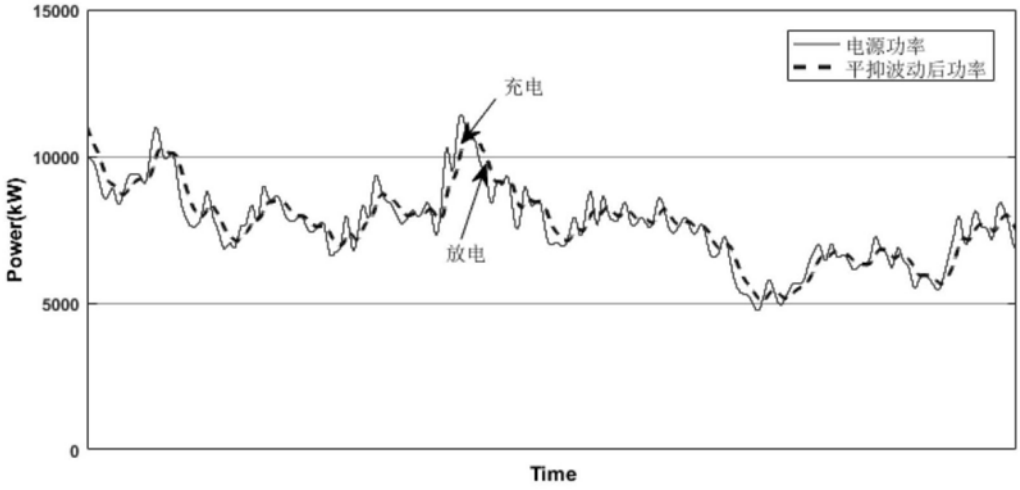

15000
10000
5000
0
Power(kW)
Time
电源功率
平抑波动后功率
充电
放电

图6

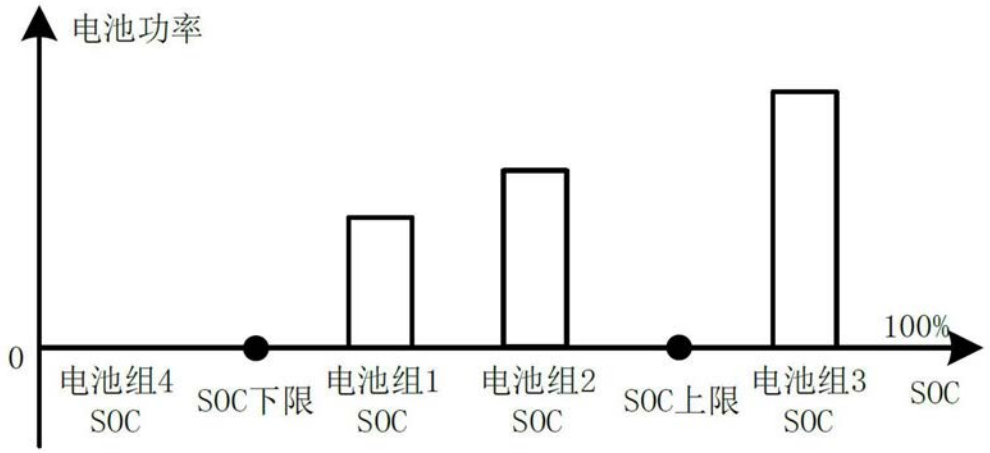

电池功率
0
电池组4
SOC
SOC下限
电池组1
SOC
电池组2
SOC
SOC上限
电池组3
SOC
100%
SOC

图7

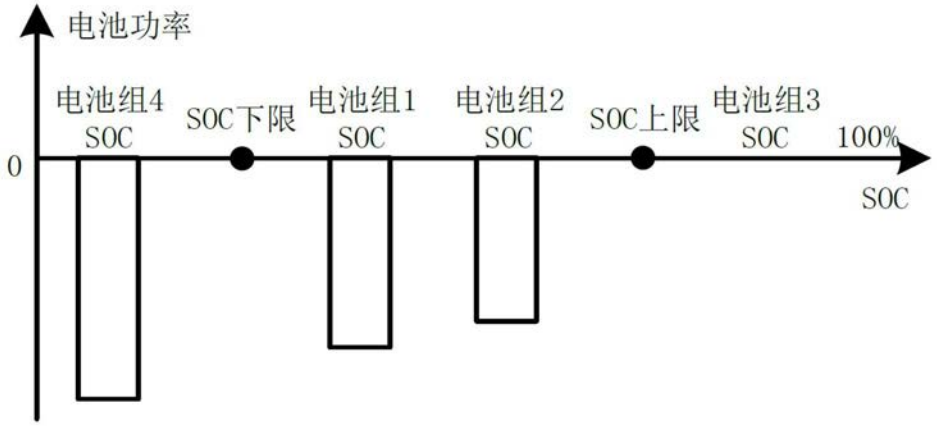

电池功率
电池组4
SOC
SOC下限
电池组1
SOC
电池组2
SOC
SOC上限
电池组3
SOC
100%
SOC
0

图8

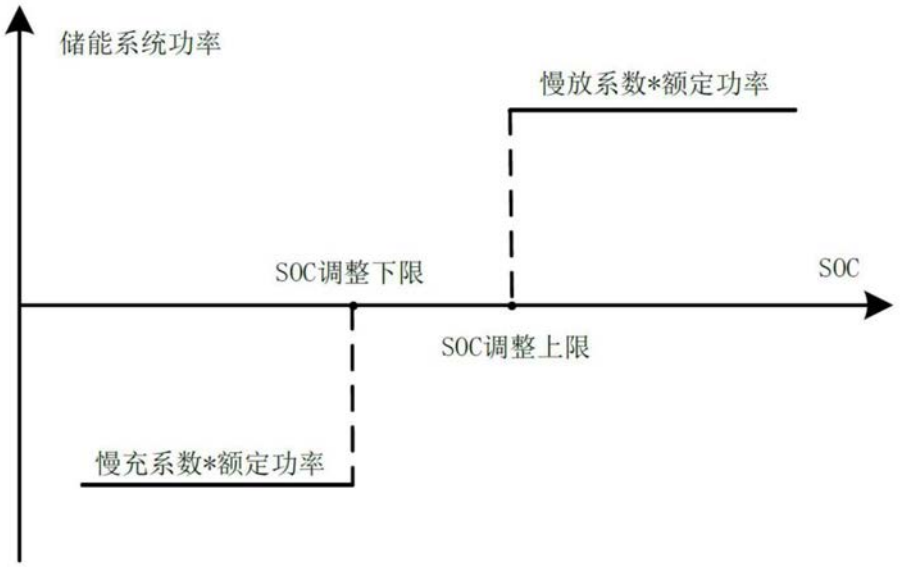

储能系统功率
慢放系数*额定功率
SOC调整下限
SOC
SOC调整上限
慢充系数*额定功率

图9

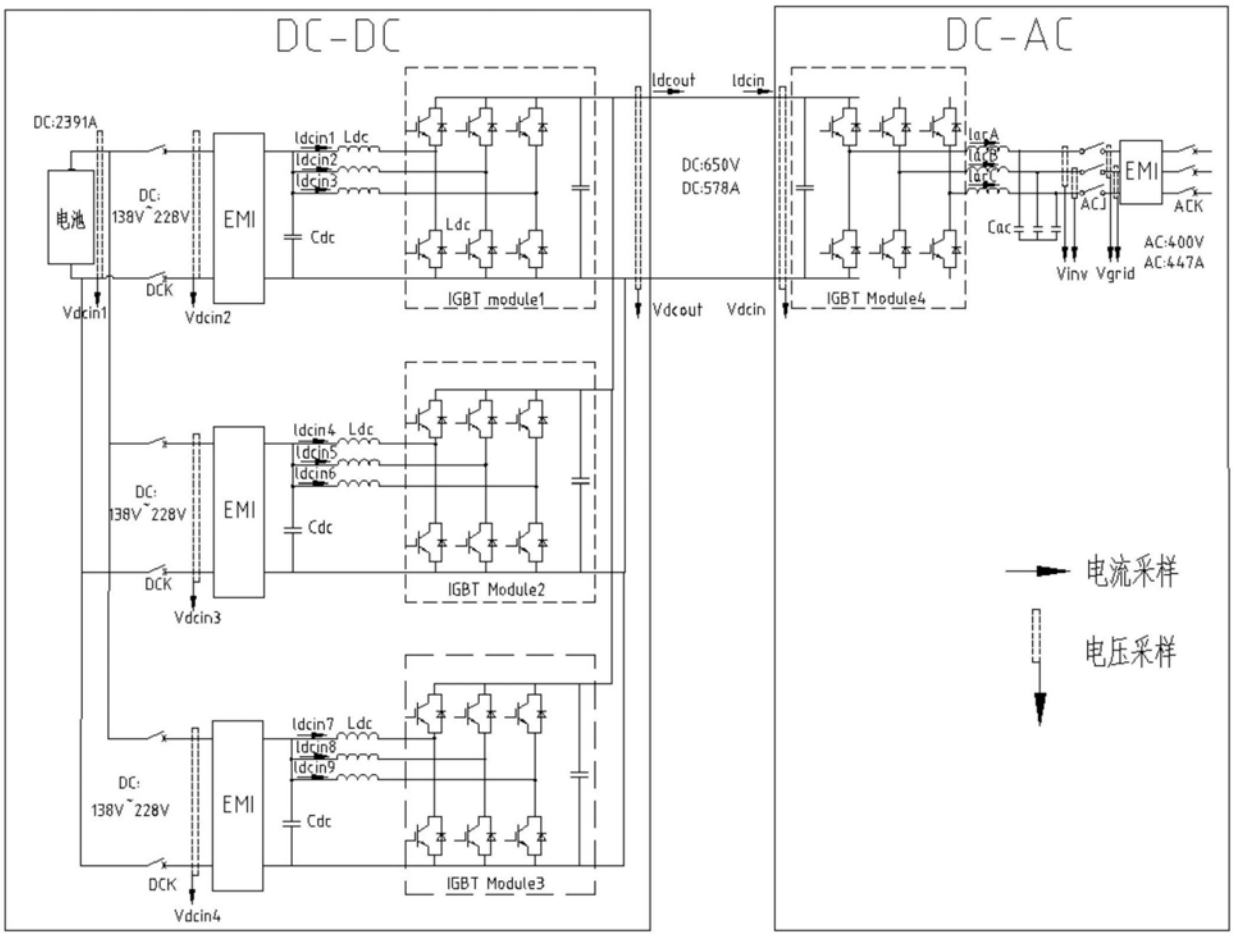

DC-DC
DC-AC
DC:2391A
电池
DC:
138V~228V
EMI
DCK
Vdcin1
Vdcin2
Idcin1 Ldc
Idcin2
Idcin3
Cdc
Ldc
IGBT module1
Idcout
Idcin
DC:650V
DC:578A
Vdcout
Vdcin
IGBT Module4
IacA
IacB
Iac
EMI
ACJ
ACK
Cac
Vinv
Vgrid
AC:400V
AC:447A
Idcin4 Ldc
Idcin5
Idcin6
Cdc
IGBT Module2
Vdcin3
Idcin7 Ldc
Idcin8
Idcin9
Cdc
IGBT Module3
Vdcin4
电流采样
电压采样

图10

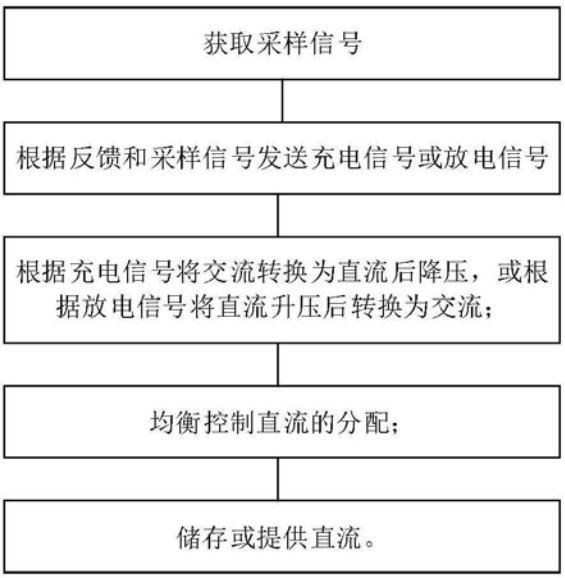

获取采样信号
根据反馈和采样信号发送充电信号或放电信号
根据充电信号将交流转换为直流后降压，或根据放电信号将直流升压后转换为交流；
均衡控制直流的分配；
储存或提供直流。

图11