



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106712091 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201710048175.3

H02J 3/32(2006.01)

(22)申请日 2017.01.20

H02J 1/10(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 郭丽雅

申请公布号 CN 106712091 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(73)专利权人 厦门大学

地址 361000 福建省厦门市思明南路422号

(72)发明人 孟超 陈颖 张风燕 魏闻

刘成运

(74)专利代理机构 厦门市首创君合专利事务所

有限公司 35204

代理人 张松亭

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)

H02J 3/02(2006.01)

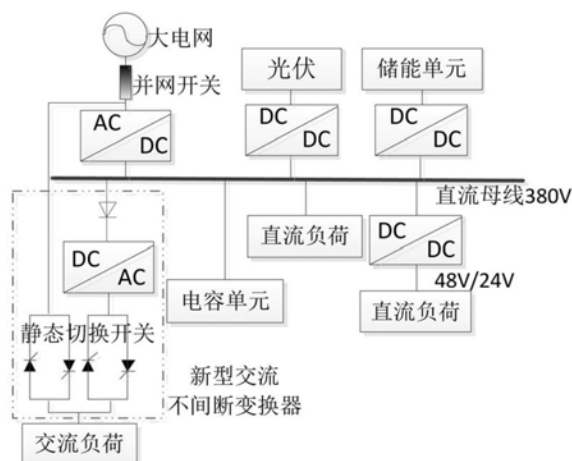
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

直交流混合微电网系统及其控制策略

(57)摘要

本发明涉及一种新型直交流混合微电网系统及其控制策略,包括光伏发电单元、市电电网、储能单元、新型交流不间断变换器、电容单元、直流负载、交流负载和监控单元,所述光伏发电单元通过一第一单向DC/DC变换器连接至直流母线;所述市电电网通过一双向AC/DC变换器连接至直流母线;所述储能单元通过一双向DC/DC变换器连接至直流母线;所述直流负载通过一第二单向DC/DC变换器连接至直流母线;所述新型交流不间断变换器输入端连接至直流母线和市电电网,输出端连接所述交流负载;所述电容单元连接至直流母线;所述监控单元通信连接双向AC/DC变换器,实现上级电网对微电网的调度;通过新型交流不间断变换器维持交流负载长时间不间断运行。



1. 直交流混合微电网控制策略,其特征在于:包括直交流混合微电网系统,所述直交流混合微电网系统包括光伏发电单元、市电电网、储能单元、交流不间断变换器、电容单元、直流负载、交流负载和监控单元,所述光伏发电单元通过一第一单向DC/DC变换器连接至直流母线,所述市电电网通过一双向AC/DC变换器连接至直流母线,所述储能单元通过一双向DC/DC变换器连接至直流母线,所述直流负载通过一第二单向DC/DC变换器连接至直流母线,所述交流负载通过所述交流不间断变换器连接至直流母线及所述市电电网,所述电容单元作为能量缓冲单元连接至直流母线,所述监控单元通信连接所述双向AC/DC变换器,实现上级电网对微电网的调度;所述直交流混合微电网系统的各个单元的运行状态由直流母线电压值确定,其微电网协调控制策略包括以下步骤:

1) 设定直流母线电压对应的五个电压阈值 U_{H2} 、 U_{H1} 、 U_{dcn} 、 U_{L1} 、 U_{L2} , U_{dcn} 为直流母线电压标准参考值:

2) 当 $U_{L1} < U_{dc} < U_{H1}$ 时, U_{dc} 为直流母线电压实际值,采用工作模式1,系统孤岛运行,光伏变换器工作在MPPT模式,持续为负荷供电,光伏所发功率与负荷消耗功率达平衡,由于没有恒压控制环节,当光伏最大输出功率受环境影响发生变化时,直流母线电压会在允许范围内出现波动,依靠能量缓冲单元可以实现母线电压比较大范围的稳定;

3) 当 $U_{H1} < U_{dc} < U_{H2}$ 或者 $U_{L2} < U_{dc} < U_{L1}$ 时,采用工作模式2,直流母线电压持续上升或降低,系统能量无法实现稳定安全的孤岛运行,双向DC/AC变换器通过逆变或者整流恒定直流母线电压,系统中光伏继续运行在MPPT模式下,并网接口变换器的容量设置基本满足系统内负载容量,在光伏发电与负载所需功率不匹配且差额较大时,系统可以长期运行在该模式下并网运行;

4) 当 $U_{H2} < U_{dc}$ 或者 $U_{dc} < U_{L2}$ 时,采用工作模式3,此时针对市电断电或夜间光伏无法出力的情况,直流母线电压下降至 U_{L2} 以下时,蓄电池单元恒压放电模式带负载运行,蓄电池SOC下降到一定参考值时,切除部分非重要负载以保持必要的负载运行;直流母线电压上升至 U_{H2} 以上时,蓄电池单元恒压充电,若蓄电池充电至SOC上升至最大极限值时,蓄电池单元切换至停机,光伏发电系统由MPPT模式切换至恒压控制模式,由光伏变换器控制母线电压稳定。

2. 根据权利要求1所述的直交流混合微电网控制策略,其特征在于:所述交流不间断变换器包括逆变器、静态切换开关和防反二极管,所述交流不间断变换器的输入端连接至直流母线和所述市电电网,其输出端连接所述交流负载,所述交流不间断变换器用于维持交流负载长时间不间断运行。

3. 根据权利要求2所述的直交流混合微电网控制策略,其特征在于:所述防反二极管的截止端对应连接所述逆变器的直流端。

4. 根据权利要求1所述的直交流混合微电网控制策略,其特征在于:所述双向AC/DC变换器采用三相全桥拓扑结构。

5. 根据权利要求1所述的直交流混合微电网控制策略,其特征在于:所述双向DC/DC变换器采用双向半桥拓扑结构用于控制所述储能单元的充放电。

6. 根据权利要求1所述的直交流混合微电网控制策略,其特征在于:所述第一单向DC/DC变换器中设置有一MPPT控制器。

7. 根据权利要求1所述的直交流混合微电网控制策略,其特征在于:所述储能单元中设

置有蓄电池组。

直交流混合微电网系统及其控制策略

技术领域

[0001] 本发明涉及微电网系统领域,具体涉及一种直交流混合微电网系统及其控制策略。

背景技术

[0002] 随着国民经济的快速增长,电力需求飞快增长,在能源需求不环境保护的双重压力下,国际上已将更多的目光投向了即可提高传统能源利用效率又能充分利用各种可再生能源的分布式发电相关技术领域,但是分布式发电技术有电压不稳、功率波动大等弊端,会对居民用电、上级电网的安全和调峰产生严重的影响。

[0003] 微电网技术很好地解决了分布式发电技术弊端,微电网是指由分布式电源、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等汇集而成的小型发配电系统,是一个能够实现自我控制和管理自治系统,微电网技术代表了未来分布式能源供应系统发展趋势,是未来智能配用电系统的重要组成部分,对于推进节能减排和实现能源可持续发展具有重要意义。

[0004] 微电网从网架结构和供电方式上可分为交流微电网、直流微电网和交直流混合微电网。目前,交流微电网仍然是微电网的主要形式,分布式电源、储能装置等均连接至交流母线,通过并网开关连接至大电网,随着微电网的不断发展,交流微电网存在的不足越发明显,这就促进了直流微电网的研究与发展。直流微电网不需要对电压的相位和频率进行跟踪,更加适合微源与负载的接入,随着数字社会的发展,直流用电设备越来越多,未来将会出现直流与交流设备共享市场的格局,为了降低单纯的交流/直流微电网在应用中因多重AC/DC或DC/AC变换带来的功率损耗、谐波电流及控制难度,也为了可再生能源和用电设备更好地接入微电网,交直流混合微电网得到了国内外的重视。

[0005] 交直流混合微电网既含有交流母线又含有直流母线,既可以直接向交流负荷供电又可以直接向直流负荷供电,但从整体结构上来分析,传统的交直流混合微电网本质上仍属于交流微电网,直流微电网只是看作一个独特的电源通过电力电子逆变器接入交流母线。

[0006] 因此,有必要提出一种直交流混合微电网系统的方案,它是以直流微电网系统为基础,扩展为直交流混合微电网系统,既具有直流微电网可控性高、效率高等优势为直流负载提供必要的电能,又能保证交流重要负载的不间断运行,而这也极大推动分布式光伏发电技术及直流微电网技术的推广应用。

发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于针对上述问题,提供一种直交流混合微电网系统及其控制策略。

[0008] 为解决上述问题,本发明所采用的技术方案是:一种直交流混合微电网系统,包括光伏发电单元、市电电网、储能单元、交流不间断变换器、电容单元、直流负载、交流负载和监控单元,所述光伏发电单元通过一第一单向DC/DC变换器连接至直流母线,所述市电电网

通过一双向AC/DC变换器连接至直流母线,所述储能单元通过一双向DC/DC变换器连接至直流母线,所述直流负载通过一第二单向DC/DC变换器连接至直流母线,所述交流负载通过所述交流不间断变换器连接至直流母线及所述市电电网,所述电容单元作为能量缓冲单元连接至直流母线,所述监控单元通信连接所述双向AC/DC变换器,实现上级电网对微电网的调度。

[0009] 在本发明的较佳实施例中,所述交流不间断变换器包括逆变器、静态切换开关和防反二极管,所述交流不间断变换器的输入端连接至直流母线和所述市电电网,其输出端连接所述交流负载,所述交流不间断变换器用于维持交流负载长时间不间断运行。

[0010] 在本发明的较佳实施例中,所述防反二极管的截止端对应连接所述逆变器的直流端。

[0011] 在本发明的较佳实施例中,所述双向AC/DC变换器采用三相全桥拓扑结构。

[0012] 在本发明的较佳实施例中,所述双向DC/DC变换器采用双向半桥拓扑结构用于控制所述储能单元的充放电。

[0013] 在本发明的较佳实施例中,所述第一单向DC/DC变换器中设置有一MPPT控制器。

[0014] 在本发明的较佳实施例中,所述储能单元中设置有蓄电池组。

[0015] 一种直交流混合微电网控制策略,包括上述的直交流混合微电网系统,所述直交流混合微电网系统的各个单元的运行状态由直流母线电压值确定,其微电网协调控制策略包括以下步骤:

[0016] 1) 设定直流母线电压对应的五个电压阈值 U_{H2} 、 U_{H1} 、 U_{dcn} 、 U_{L1} 、 U_{L2} , U_{dcn} 为直流母线电压标准参考值:

[0017] 2) 当 $U_{L1} < U_{dc} < U_{H1}$ 时, U_{dc} 为直流母线电压实际值,采用工作模式1,系统孤岛运行,光伏变换器工作在MPPT模式,持续为负荷供电,光伏所发功率与负荷消耗功率达平衡,由于没有恒压控制环节,当光伏最大输出功率受环境影响发生变化时,直流母线电压会在允许范围内出现波动,依靠能量缓冲单元可以实现母线电压比较大范围的稳定;

[0018] 3) 当 $U_{H1} < U_{dc} < U_{H2}$ 或者 $U_{L2} < U_{dc} < U_{L1}$ 时,采用工作模式2,直流母线电压持续上升或降低,系统能量无法实现稳定安全的孤岛运行,双向DC/AC变换器通过逆变或者整流恒定直流母线电压,系统中光伏继续运行在MPPT模式下,并网接口变换器的容量设置基本满足系统内负载容量,在光伏发电与负载所需功率不匹配且差额较大时,系统可以长期运行在该模式下并网运行;

[0019] 4) 当 $U_{H2} < U_{dc}$ 或者 $U_{dc} < U_{L2}$ 时,采用工作模式3,此时针对市电断电或夜间光伏无法出力的情况,直流母线电压下降至 U_{L2} 以下时,蓄电池单元恒压放电模式带负载运行,蓄电池SOC下降到一定参考值时,切除部分非重要负载以保持必要的负载运行;直流母线电压上升至 U_{H2} 以上时,蓄电池单元恒压充电,若蓄电池充电至SOC上升至最大极限值时,蓄电池单元切换至停机,光伏发电系统由MPPT模式切换至恒压控制模式,由光伏变换器控制母线电压稳定;

[0020] 本发明中的直交流混合微电网系统及其控制策略,具有以下优点:

[0021] 1) 该直交流混合微电网系统布局合理,包括光伏发电单元、市电电网、储能单元、电容单元、直流负载、交流负载以及监控单元,可根据实际情况的需要,根据上级电网调度控制系统上网电量或者从大电网吸收的电量;

[0022] 2) 该直交流混合微电网系统在直流微电网的基础上提出一种全新的直交流混合微电网架构,在保留原有直流微电网没有无功、相位问题,系统结构简单,供电可靠性高等优点的同时,利用交流不间断变换器为重要交流负荷提供高质量的不间断电能;

[0023] 3) 该直交流混合微电网系统因为交流负载的接入考虑到增加微源后造成的输入与输出瞬时功率的不匹配问题,因此在直流母线上并联一个合适容量的电解电容,保证输出的交流电不发生畸变以及防止电容电压波动对系统造成的不利影响;

[0024] 4) 该直交流混合微电网系统将蓄电池作为后备电源,通过双向DC/DC接入直流母线,避免了储能单元的长期浮充,增加了电池寿命。

[0025] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

附图说明

[0026] 图1为本发明实施例中直交流混合微电网系统的系统示意图;

[0027] 图2为本发明实施例中直交流混合微电网系统运行控制方法的控制模式示意图。

具体实施方式

[0028] 参照图1,一种直交流混合微电网系统,包括10kW的光伏发电系统及第一单向DC/DC变换器,以及市电电网及其容量为10kW的并网双向AC/DC变换器,光伏发电系统是利用清洁能源进行发电,起到节能环保的效果,缓解能源和环境的双重压力,并网双向AC/DC变换器,采用三相全桥拓扑结构,在并网状态下,双向AC/DC变换器正常工作,实现市电电网和微电网间的能量流动;在孤岛情况下,双向AC/DC变换器处于待机状态;还包括90Ah的蓄电池组储能单元及其储能双向DC/DC变换器,储能单元作为后备电源,通过蓄电池组的充电和放电满足系统能量的平衡,储能双向DC/DC变换器采用双向Buck-Boost半桥拓扑结构,用于控制储能单元的充放电;还包括7000uF的电容单元,容量为1kW的交流不间断变换器,负载包括6kW的直流负载及500W的交流负载,直流负载通过一第二单向DC/DC变换器连接至直流母线,并网双向AC/DC变换器交流侧与市电电网连接,直流侧与直流母线连接,储能双向DC/DC变换器一侧与储能单元连接,另一侧与直流母线连接,光伏第一单向DC/DC变换器一侧与光伏发电系统连接,另一侧与直流母线连接,第二单向DC/DC变换器一侧与直流母线连接,另一侧与直流负载连接,交流不间断变换器输入端与市电电网及直流母线分别连接,输出端与交流负载连接;直流负载通过第二单向DC/DC变换器连接至直流母线,交流负载通过交流不间断变换器连接至市电电网及直流母线,光伏第一单向DC/DC变换器,具有最大功率跟踪(MPPT)变换器,提高太阳能利用率;还包括监控单元,其通过CAN总线与并网双向AC/DC变换器连接,实现上级电网对微电网的调度,底层控制无集中控制器,微电网中任一单元根据直流母线电压平滑切换其接口变流器的控制模式,为此依托直流母线电压的大小,设置4个临界值:373V和387V为网侧变换器工作的临界电压;365V和395V为储能变换器工作的临界电压。

[0029] 具体的协调控制策略模式如图2,当直流母线电压处于373V与387V之间时,处于工作模式1,系统孤岛运行,光伏变换器工作在MPPT模式,持续为负荷供电,光伏所发功率与负荷消耗功率达平衡。由于没有恒压控制环节,当光伏最大输出功率受环境影响发生变化时,直流母线电压会在允许范围内出现波动,依靠能量缓冲单元可以实现母线电压比较大范围

的稳定；

[0030] 当直流母线电压持续上升至387V以上或者降低至373V以下时，处于工作模式2，表明系统能量严重剩余或者不足，系统已无法实现稳定安全的孤岛运行。此时，网侧双向DC/AC变换器通过逆变或者整流恒定直流母线电压。系统中光伏继续运行在MPPT模式下，并网接口变换器的容量设置基本满足系统内负载容量，所以在光伏发电与负载所需功率不匹配且差额较大时，系统可以长期运行在该模式下并网运行；

[0031] 在特殊条件如市电断电、夜间光伏无法出力等情况下导致的其他微源无法满足负载的功率，此时处于工作模式3，母线电压下降至365V以下时，蓄电池单元恒压放电模式带负载运行，若蓄电池SOC下降到一定参考值，切除部分非重要负载，以保持必要的负载运行；若母线电压上升至395V以上时，蓄电池单元恒压充电，若蓄电池充电至SOC上升至最大极限值时，蓄电池单元切换至停机，光伏发电系统由MPPT模式切换至恒压控制模式，由光伏变换器控制母线电压稳定。

[0032] 表1是本发明系统在不同工作模式下，各单元的运行状态：

[0033]

工作模式	储能变换器状态	光伏变换器状态	网测变换器状态
1	等待	MPPT	等待
2	等待	MPPT	等待整流或逆变

[0034]

3	先调压后等待	先 MPPT 后恒压	等待
---	--------	------------	----

[0035] 表1

[0036] 综上所述，本发明中的直交流混合微电网系统及其控制策略，具有以下优点：

[0037] 1) 该直交流混合微电网系统布局合理，包括光伏发电单元、市电网、储能单元、电容单元、直流负载、交流负载以及监控单元，可根据实际情况的需要，根据上级电网调度控制系统上网电量或者从大电网吸收的电量；

[0038] 2) 该直交流混合微电网系统在直流微电网的基础上提出一种全新的直交流混合微电网架构，在保留原有直流微电网没有无功、相位问题，系统结构简单，供电可靠性高等优点的同时，利用交流不间断变换器为重要交流负荷提供高质量的不间断电能；

[0039] 3) 该直交流混合微电网系统因为交流负载的接入考虑到增加微源后造成的输入与输出瞬时功率的不匹配问题，因此在直流母线上并联一个合适容量的电解电容，保证输出的交流电不发生畸变以及防止电容电压波动对系统造成的不利影响；

[0040] 4) 该直交流混合微电网系统将蓄电池作为后备电源，通过双向DC/DC接入直流母线，避免了储能单元的长期浮充，增加了电池寿命。

[0041] 上述仅为本发明的具体实施方式，但本发明的设计构思并不局限于此，凡利用此构思对本发明进行非实质性的改动，均应属于侵犯本发明保护范围的行为。

[0042] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、

“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0043] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接或可以相互通讯;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0044] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本发明。此外,本发明可以在不同例子中重复参考数字

[0045] 和/或参考字母,这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。此外,本发明提供了的各种特定的工艺和材料的例子,但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的应用和/或其他材料的使用。

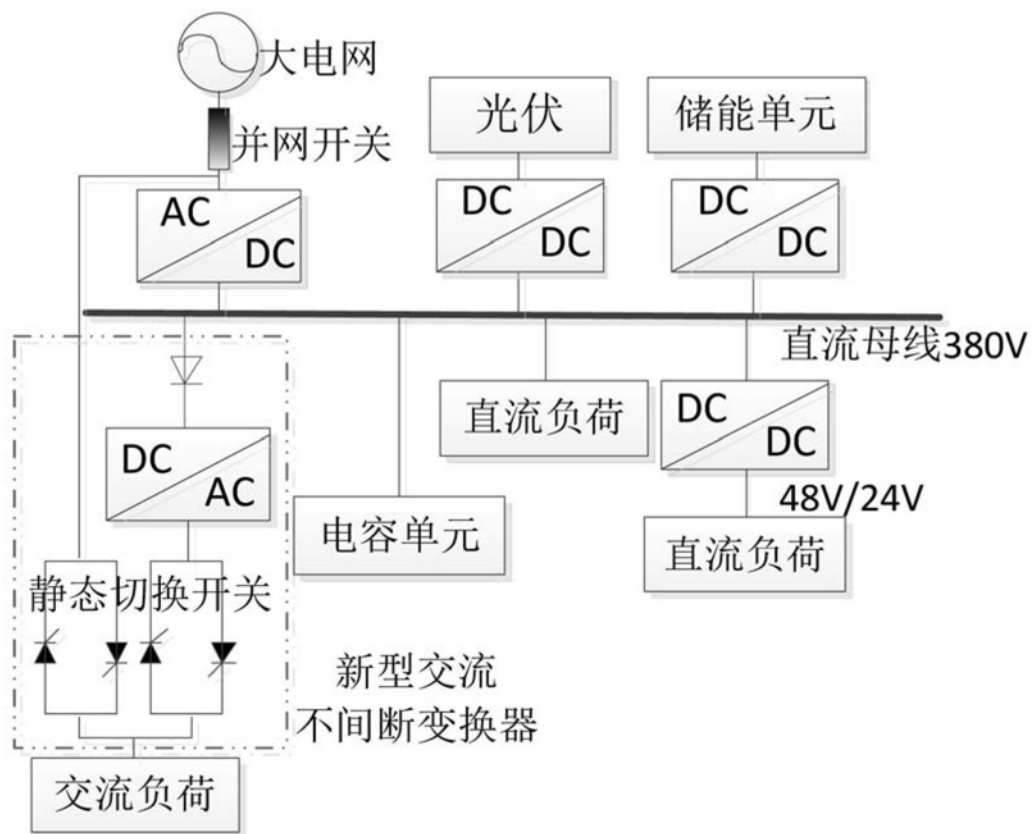


图1

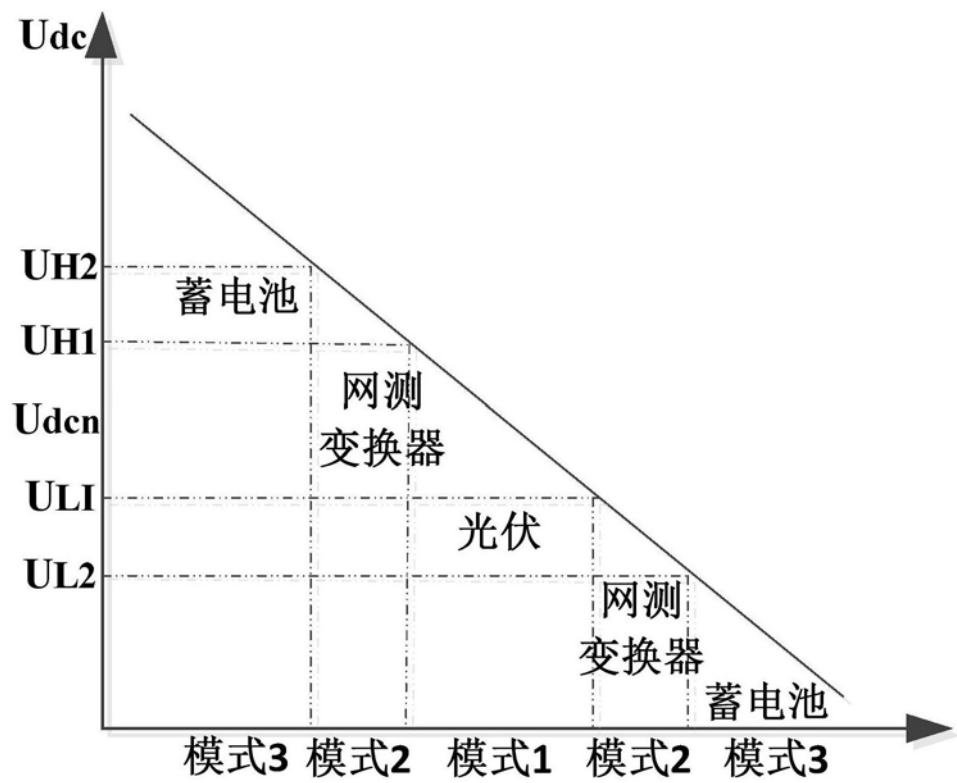


图2