

一种直流配电方法、装置及系统

交叉援引

本公开基于申请号为201810858698.9、申请日为2018-07-31的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本公开作为参考。

技术领域

本公开涉及能源技术领域，具体而言，涉及一种直流配电方法、装置及系统。

背景技术

目前，随着太阳能分布式光伏发电和新能源利用的普及和推广，在新能源微网系统中，对减少交流转换环节，直接利用直流电的低压直流配电的需求越来越强烈。但是针对直流低压配电的应用尚处于定制阶段。即针对设备规格和形式进行定制化开发，缺少统一的标准。给低压直流配电的应用和设计带来不便。

针对相关技术中低压直流配电的定制化设计较为不便，影响低压直流配电的普及这一问题，目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

本公开至少部分实施例提供了一种直流配电方法、装置及系统。以至少部分地解决相关技术中低压直流配电的定制化设计较为不便，影响低压直流配电的普及的问题。

在本公开其中一实施例中，提供了一种直流配电方法，所述直流配电方法应用于直流配电系统中，所述方法包括：

确定所述直流配电系统的工作模式；

在不同工作模式下，相应获取所述直流配电系统的工作参数；

根据所述工作参数调控所述直流配电系统的运行，以使得所述直流配电系统的用电侧、电网发电侧以及储能侧之间达到电能平衡。

在一个可选实施例中，根据所述工作参数调控所述直流配电系统的运行包括：

根据所述工作参数调控所述直流配电系统中直流变频柜、智能变流器以及储能装置的运行。

在一个可选实施例中，确定所述直流配电系统的工作模式包括：

确定所述工作模式为智能变流器优先输出功率模式、智能变流器恒定功率输出模式。

在一个可选实施例中，在不同工作模式下，相应获取所述直流配电系统的工作参数包括：

在所述智能变流器优先输出功率模式下或者，获取所述智能变流器的输出功率、所述储能装置的SoC值；

在所述智能变流器恒定功率输出模式下，获取所述直流变频柜的频率变化情况、所述智能变流器的输出功率以及所述储能装置的SoC值。

在一个可选实施例中，根据所述工作参数调控所述直流配电系统的运行，包括：

当所述工作模式为智能变流器优先输出功率模式时，且确定所述智能变流器的输出功率大于或等于第一预设功率值，控制所述储能装置进行放电；或者，

当确定所述智能变流器的输出功率小于第二预设功率值时，控制所述储能装置进行放电；

其中，所述第二预设功率值小于所述第一预设功率值。

在一个可选实施例中，当确定所述智能变流器的输出功率大于或等于第一预设功率值，控制所述储能装置进行放电包括：

当确定所述SoC值大于第一预设SoC值时，控制所述储能装置以第一预设功率增加值逐次增大放电输出功率，直至达到最大放电输出功率阈值；

当确定所述SoC值小于第二预设SoC值，则控制所述储能装置不启动放电功能，或者，控制所述储能装置以第一预设功率减小值逐次减小放电输出功率，直至减小至零，或者，接收到用户输入的停止放电指令时停止放电。

其中，所述第一预设SoC值大于所述第二预设SoC值，所述第一预设功率增加值等于所述第一预设功率减小值。

在一个可选实施例中，当确定所述智能变流器的输出功率小于所述第二预设功率值时，控制所述储能装置进行放电包括：

控制所述储能装置以所述第一预设功率减小值逐次减小放电输出功率，直至减小至零后，停止放电。

在一个可选实施例中，所述方法还包括：

当所述储能装置处于停止放电状态，且确定所述智能变流器的输出功率小于或等于第三预设功率值时，根据电价状态与所述SoC值来控制所述储能装置进行充电。

在一个可选实施例中，根据电价状态与所述SoC值来控制所述储能装置进行充电包括：

当所述电价为谷电价，且所述SoC值小于第三预设SoC值时，控制所述储能装置进行充电；

当所述电价为平电价，且所述SoC值小于第四预设SoC值时，控制所述储能装置进行充电；

在对所述储能装置进行充电时，控制所述储能装置的充电功率从零开始按第一预设功率增加值逐次增大，直至监测到所述智能变流器的输出功率大于或等于第四预设功率值时，停止增大所述充电功率；

其中，所述第三预设SoC值大于所述第四预设SoC值。

在一个可选实施例中，所述方法还包括：

当所述储能装置处于充电状态下，且确定所述智能变流器的输出功率大于或等于第五预设功率值时，则根据电价状态与所述SoC值来控制所述储能装置进行充电。

在一个可选实施例中，根据电价状态与所述SoC值来控制所述储能装置进行充电包括：

当所述电价为谷电价，且所述SoC值大于第五预设SoC值时，控制

所述储能装置进行充电；

当所述电价为平电价，且所述SoC值大于第六预设SoC值时，控制所述储能装置进行充电；

在对所述储能装置进行充电时，控制所述储能装置的充电功率按照第二预设功率减小值逐次减小，直至为零时停止充电；

其中，所述第二预设功率减小值大于所述第一预设功率减小值。

在一个可选实施例中，所述方法还包括：

当所述储能装置处于强制充电模式，则控制所述智能变流器的功率降低至第六预设功率值时，控制所述储能装置进行充电，且控制所述储能装置的充电功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到最大充电功率阈值；

当监测到所述SoC值大于或等于第七预设SoC值时，控制所述储能装置的充电功率以第二预设功率减小值逐次减小，直至为零，停止充电。

在一个可选实施例中，所述方法还包括：

当所述储能装置处于强制放电模式，则控制所述智能变流器的功率升高至第七预设功率值时，控制所述储能装置进行放电，且控制所述储能装置的放电功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到最大放电功率阈值；

当监测到所述SoC值小于或等于第二预设SoC值时，控制所述储能装置的放电功率以第二预设功率减小值逐次减小，直至为零时，停止放电。

在一个可选实施例中，所述方法还包括：

当监测到所述直流变频柜以预设速率逐次提升频率时，控制所述智能变流器提升输出功率，以满足所述直流变频柜所接负载的实际功率需求；

当监测到所述智能变流器的输出功率值大于或等于第八预设功率值时，控制所属直流变频柜停止增大频率，其中，所述直流变频柜的输出功率在所述系统处于储能装置放电模式时，为第一预设功率阈值，当处于储能放电模式和电网供电模式时，为第二预设功率阈值。

在一个可选实施例中，根据所述工作参数调控所述直流配电系统

的运行包括：

控制所述直流变频柜自动调整频率直至监测到所述智能变流器小于预设恒定功率，且与所述预设恒定功率的差值小于预设差值，按照预设恒功率运行；此时，控制所述储能装置不工作。

在一个可选实施例中，根据所述工作参数调控所述直流配电系统的运行，包括：

当所述工作模式为智能变流器恒功率输出模式，且确定所述直流变频柜需要增加频率时，查询所述储能装置的放电功率裕量PFY；

若PFY大于或等于预设PFY值，则控制所述直流变频柜以预设速率逐次提升频率；

若PFY小于预设PFY值，则禁止所述直流变频柜的频率提升，此时，所述直流变频柜的功率达到最大预设功率值；其中，所述PFY为在所述储能装置的SoC值大于第一预设SoC值时，根据所述储能装置的当前放电功率确定的。

在一个可选实施例中，根据所述工作参数调整所述直流配电系统的运行，包括：

当所述工作模式为智能变流器恒功率输出模式，确定所述直流变频柜的频率正在逐次降低且所述储能装置处于放电状态，且监测到所述智能变流器的输出功率小于预设恒定功率时，控制所述储能装置以第一预设功率减小值逐次减小放电输出功率，直至减小至零，停止放电。

在一个可选实施例中，当所述储能装置处于停止放电状态，所述方法包括：

若确定所述智能变流器的输出功率小于预设恒定功率，且与所述预设恒定功率的差值大于预设差值时，控制所述储能装置进行充电，且控制充电功率以第一预设功率增加值逐次增大；

若确定所述输出功率大于所述预设恒定功率，且与所述预设恒定功率的差值大于预设差值时，则停止增加充电功率，其中，充电功率不大于最大预设充电功率值，对应地，所述智能变流器的功率不小于功率临界值；

若所述SoC值大于SoC临界值，则控制充电功率以第二预设功率减

小值逐次减小，直至停止充电；

若所述储能装置满电，则控制所述直流变频柜自动调节频率，以使得所述智能变流器的输出功率小于预设恒定功率，且与所述预设恒定功率的差值小于预设差值；

若所述SoC值小于第二预设SoC值，则进行充电，控制所述充电功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到预设充电功率临界值；同时，控制所述智能变流器的功率逐次降低，直至小于预设恒定功率，且与所述预设恒定功率的差值小于预设差值；当SoC值大于第二预设SoC值时，停止充电。

在一个可选实施例中，所述方法包括：

当所述储能装置处于强制充电模式，则控制所述智能变流器的功率逐次调整到功率临界值，控制所述充电功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到充电功率临界值；

当所述SoC值大于SoC临界值时，停止充电，逐次恢复初始默认状态。

在一个可选实施例中，所述方法包括：

当所述储能装置处于强制放电模式，则控制所述智能变流器的功率逐次调整到最大功率临界值，且控制所述放电功率调整至最大临界值；

当所述SoC值小于第二预设SoC值时，停止放电，逐次恢复初始默认状态。

在本公开其中一实施例中，还提供了一种直流配电系统，所述系统用于执行上述直流配电方法，所述系统包括：系统控制柜、智能变流器、直流变频柜以及储能装置，

所述智能变流器，与所述直流变频柜连接，设置为向所述直流变频柜提供电能；

所述直流变频柜，设置为接入用电侧的负载；

所述系统控制柜，与所述智能变流器、所述直流变频柜以及所述储能装置分别连接，设置为获取所述智能变流器、所述直流变频柜以及所述储能装置的工作参数，并根据所述工作参数调控所述直流配电系统的运行，以实现所述用电侧、电网侧以及所述储能装置侧的电能

平衡。

在一个可选实施例中，所述系统还包括：交流配电柜，

所述交流配电柜与电网系统、所述智能变流器以及所述系统控制柜分别连接，设置为将所述电网系统的电能输送至所述直流配电系统；向所述智能变流器提供交流电；还能够接入交流负载并为接入的交流负载提供电能；

设置为监测从所述电网系统输入的电能以及各支路负载的用电情况，并将监测结果发送至所述系统控制柜；以使得所述系统控制柜根据所述监测结果进行分析；

所述交流配电柜具有电能输入隔离开关以及电能输出隔离开关，且所述交流配电柜的内部元器件采用分层布局的方式。

在一个可选实施例中，所述系统还包括：直流配电柜，

所述直流配电柜，与所述系统控制柜、所述直流变频柜以及所述智能变流器分别连接，设置为接收所述智能变流器提供的电能，能够接入直流发电系统和/或直流负载，设置为向所述直流变频柜和/或所述直流负载提供电能；

设置为为所述直流配电系统提供双路供电能力；

所述直流配电柜的内部配置有直流断路器、保险管，且具有过流、过压保护功能。

在一个可选实施例中，所述直流配电柜，还设置为通过直流母线接入直流发电系统，通过所述智能变流器的DC/DC转换模式输出第一预设直流电压、第二预设直流电压以及预设隔离安全电压值；还设置为监测从所述直流母线上获取的电能情况以及各支路直流负载的用电情况，并将监测结果发送至所述系统控制柜，以使得控制柜根据所述监测结果进行分析。

在一个可选实施例中，所述智能变流器，还能够接入直流发电系统、所述电网系统以及交/直流负载，设置为进行功率传递。

在一个可选实施例中，所述直流发电系统为光伏发电系统。

在一个可选实施例中，所述直流变频柜，与所述智能变流器以及交流负载连接，设置为向所连接的交流负载输出变频电压；还能够与直流母线连接，且具有多个用电接口，能够在所接负载的总功率小于

或等于所述直流变频柜的功率阈值的情况下，驱动所述负载的变频运行。

在一个可选实施例中，所述负载为电机。

在一个可选实施例中，所述系统控制柜，设置为通过通讯接口采集所述交流配电柜、所述智能变流器、所述直流配电柜、所述直流变频柜以及所述储能装置的运行数据信息，设置为生成运行策略并根据所述运行策略下发控制指令以控制所述交流配电柜、所述智能变流器、所述直流配电柜、所述直流变频柜以及所述储能装置的协调工作。

在一个可选实施例中，所述储能装置，设置为在所述控制指令下，进行充电或放电。

在一个可选实施例中，所述系统控制柜、所述直流变频柜、所述直流配电柜以及所述交流配电柜均采用铝塑柜设计。

在本公开其中一实施例中，还提供了一种直流配电装置，所述装置设置为执行上述直流配电方法，所述装置包括：

确定模块，设置为确定所述直流配电系统的工作模式；

获取模块，设置为在不同工作模式下，相应获取所述直流配电系统的工作参数；

调控模块，设置为根据所述工作参数调控所述直流配电系统的运行，以使得所述直流配电系统在用电侧、电网发电侧以及储能侧之间达到平衡。

在一个可选实施例中，所述调控模块，设置为根据所述工作参数调控所述直流配电系统中直流变频柜、智能变流器以及储能装置的运行。

在一个可选实施例中，所述确定模块，设置为确定所述工作模式为智能变流器优先输出功率模式、智能变流器恒定功率输出模式。

在一个可选实施例中，所述获取模块，设置为在所述智能变流器优先输出功率模式下或者，获取所述智能变流器的输出功率、所述储能装置的SoC值；

在所述智能变流器恒定功率输出模式下，获取所述直流变频柜的频率变化情况、所述智能变流器的输出功率以及所述储能装置的SoC值。

应用本公开实施例所提供的技术方案，针对于直流配电系统来说，直流配电系统包括不同的模块，可分别拆卸并搭配使用，方便设计和选型，且方便安装和使用，储能装置的设置减小了电网系统的容量设计，且系统控制柜可以对其余模块进行统一控制，实现了系统的安全稳定运行，提高了能源利用效率。针对于直流配电方法来说，综合考虑了直流变频柜、储能装置以及智能变流器的状态，以实现用电侧负载与电源供给之间的联动，在正常为负载提供电能的情况下，延长了储能装置的使用寿命、节约了电能。

附图说明

图1是根据本公开可选实施例一的一种直流配电方法的流程图。

图2是根据本公开可选实施例二的一种直流配电方法的流程图。

图3是根据本公开可选实施例三的一种直流配电方法的流程图。

图4是根据本公开可选实施例四的一种直流配电方法的流程图。

图5是根据本公开可选实施例五的一种直流配电方法的流程图。

图6是根据本公开可选实施例六的一种直流配电方法的流程图。

图7是根据本公开可选实施例七的一种直流配电方法的流程图。

图8是根据本公开可选实施例一的一种直流配电系统的结构框图。

图9是根据本公开可选实施例二的一种直流配电系统的结构框图。

图10是根据本公开可选实施例三的一种直流配电系统的结构框图。

图11是根据本公开可选实施例四的一种直流配电装置的结构框图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本公开作进一步详细描述，应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本公开，并不用于限定本公开。

在后续的描述中，使用用于表示元件的诸如“模块”、“部件”或

“单元”的后缀仅为了有利于本公开的说明，其本身没有特定的意义。因此，“模块”、“部件”或“单元”可以混合地使用。

为了解决相关技术中低压直流配电的定制化设计较为不便，影响低压直流配电的普及的问题。本公开其中一实施例提供了一种直流配电方法，直流配电方法应用于直流配电系统中，如图 1 所示，该方法包括：

步骤 S101、确定直流配电系统的工作模式；

步骤 S102、在不同工作模式下，相应获取直流配电系统的工作参数；

步骤 S103、根据工作参数调控直流配电系统的运行，以使得直流配电系统的用电侧、电网发电侧以及储能侧之间达到电能平衡。

由此，综合考虑了直流变频柜、储能装置以及智能变流器的状态，以实现用电侧负载与电源供给之间的联动，在正常为负载提供电能的情况下，延长了储能装置的使用寿命、节约了电能。

其中，确定直流配电系统的工作模式包括：确定工作模式为智能变流器优先输出功率模式、智能变流器恒定功率输出模式。

在一种可能的实现方式中，如图 2 所示，步骤 S103、根据工作参数调控直流配电系统的运行包括：步骤 S1031、根据工作参数调控直流配电系统中直流变频柜、智能变流器以及储能装置的运行。

在一种可能的实现方式中，如图 3 所示，步骤 S102、在不同工作模式下，相应获取直流配电系统的工作参数包括：

步骤 S1021、在智能变流器优先输出功率模式下或者，获取智能变流器的输出功率、储能装置的 SoC 值；

步骤 S1022、在智能变流器恒定功率输出模式下，获取直流变频柜的频率变化情况、智能变流器的输出功率以及储能装置的 SoC 值。

其中，根据工作参数调控直流配电系统的运行，包括：当工作模式为智能变流器优先输出功率模式时，且确定智能变流器的输出功率大于或等于第一预设功率值，控制储能装置进行放电；或者，当确定智能变流器的输出功率小于第二预设功率值时，控制储能装置进行放电；其中，第二预设功率值小于第一预设功率值。

具体地，在第一种情况下，当确定智能变流器的输出功率大于或

等于第一预设功率值，控制储能装置进行放电包括：当确定 SoC 值大于第一预设 SoC 值时，控制储能装置以第一预设功率增加值逐次增大放电输出功率，直至达到最大放电输出功率阈值；当确定 SoC 值小于第二预设 SoC 值，则控制储能装置不启动放电功能，或者，控制储能装置以第一预设功率减小值逐次减小放电输出功率，直至减小至零，或者，接收到用户输入的停止放电指令时停止放电。其中，第一预设 SoC 值大于第二预设 SoC 值，第一预设功率增加值等于第一预设功率减小值。在第二种情况下，当确定智能变流器的输出功率小于第二预设功率值时，控制储能装置进行放电包括：控制储能装置以第一预设功率减小值逐次减小放电输出功率，直至减小至零后，停止放电。

需要说明的是，当工作模式为智能变流器优先输出功率模式时，直流配电系统综合考虑智能变流器的输出功率、直流变频柜以及储能装置。主要原理为：当储能装置的 SoC 值即储电量较低时，为了避免对储能装置造成损害，则储能装置进入充电模式，当储能装置的储电量较高时，储能装置不需要充电，则可控制储能装置进入放电模式；当直流变频柜侧所接负载较多，导致直流变频柜的频率较高，智能变流器的功率也随之升高时，会增加电网侧的电费，则可控制储能装置在此种情况下进行放电，以为智能变流器提供电能，以保证其功率。但是，当放电到一定程度，即应考虑到防止储能装置的电能过低而对其造成损害，则停止放电。

在一种可能的实现方式中，方法还包括：当储能装置处于停止放电状态，且确定智能变流器的输出功率小于或等于第三预设功率值时，根据电价状态与 SoC 值来控制储能装置进行充电。

其中，如图 4 所示，根据电价状态与 SoC 值来控制储能装置进行充电包括：

步骤 S401、当电价为谷电价，且 SoC 值小于第三预设 SoC 值时，控制储能装置进行充电；

步骤 S402、当电价为平电价，且 SoC 值小于第四预设 SoC 值时，控制储能装置进行充电。

可以理解的是，在对储能装置进行充电时，控制储能装置的充电功率从零开始按第一预设功率增加值逐次增大，直至监测到智能变流

器的输出功率大于或等于第四预设功率值时，停止增大充电功率；其中，第三预设 SoC 值大于第四预设 SoC 值。且当储能装置处于充电状态下，且确定智能变流器的输出功率大于或等于第五预设功率值时，则根据电价状态与 SoC 值来控制储能装置进行充电。具体地，根据电价状态与 SoC 值来控制储能装置进行充电包括：当电价为谷电价，且 SoC 值大于第五预设 SoC 值时，控制储能装置进行充电；当电价为平电价，且 SoC 值大于第六预设 SoC 值时，控制储能装置进行充电；在对储能装置进行充电时，控制储能装置的充电功率按照第二预设功率减小值逐次减小，直至为零时停止充电；其中，第二预设功率减小值大于第一预设功率减小值。

当工作模式为智能变流器优先输出功率模式时，直流配电系统综合考虑智能变流器的输出功率、直流变频柜以及储能装置。主要原理为：当储能装置的 SoC 值即储电量较低时，为了避免对储能装置造成损害，则储能装置进入充电模式，当储能装置的储电量较高时，储能装置不需要充电，则可控制储能装置进入放电模式；当直流变频柜侧所接负载较多，导致直流变频柜的频率较高，智能变流器的功率也随之升高时，会增加电网侧的电费，则可控制储能装置在此种情况下进行放电，以为智能变流器提供电能，以保证其功率。但是，当放电到一定程度，即应考虑到防止储能装置的电能过低而对其造成损害，则停止放电。

当电网状态为谷电价时，说明此时电网电量资源较为丰富，且电价较低，则可以控制储能装置在电量不高的情况下进行充电，以储存电能。且需要说明的是，因为电网电量较为丰富，因此，储能装置进行充电也不会对智能变流器和直流变频柜的运行造成影响，不会影响到负载的正常使用。

而当电网状态为平电价时，说明此时电网电量资源并不丰富，且电价较高，则可以控制储能装置在电量很低的情况下再进行充电，以为用户节省资金。

可以理解的是，储能装置还可以处于强制充电模式和强制放电模式，当储能装置处于强制充电模式，则控制智能变流器的功率降低至第六预设功率值时，控制储能装置进行充电，且控制储能装置的充电

功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到最大充电功率阈值；当监测到 SoC 值大于或等于第七预设 SoC 值时，控制储能装置的充电功率以第二预设功率减小值逐次减小，直至为零，停止充电。当储能装置处于强制放电模式，则控制智能变流器的功率升高至第七预设功率值时，控制储能装置进行放电，且控制储能装置的放电功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到最大放电功率阈值；当监测到 SoC 值小于或等于第二预设 SoC 值时，控制储能装置的放电功率以第二预设功率减小值逐次减小，直至为零时，停止放电。

可以理解的是，当监测到直流变频柜以预设速率逐次提升频率时，控制智能变流器提升输出功率，以满足直流变频柜所接负载的实际功率需求；当监测到智能变流器的输出功率值大于或等于第八预设功率值时，控制所属直流变频柜停止增大频率，其中，直流变频柜的输出功率在系统处于储能装置放电模式时，为第一预设功率阈值，当处于储能放电模式和电网供电模式时，为第二预设功率阈值。

需要说明的是，当工作模式为智能变流器优先输出功率模式时，直流配电系统综合考虑智能变流器的输出功率、直流变频柜以及储能装置。主要原理为：当储能装置的 SoC 值即储电量较低时，为了避免对储能装置造成损害，则储能装置进入充电模式，当储能装置的储电量较高时，储能装置不需要充电，则可控制储能装置进入放电模式；当直流变频柜侧所接负载较多，导致直流变频柜的频率较高，智能变流器的功率也随之升高时，会增加电网侧的电费，则可控制储能装置在此种情况下进行放电，以为智能变流器提供电能，以保证其功率。但是，当放电到一定程度，即应考虑到防止储能装置的电能过低而对其造成损害，则停止放电。

在一种可能的实现方式中，根据工作参数调控直流配电系统的运行包括：控制直流变频柜自动调整频率直至监测到智能变流器小于预设恒定功率，且与预设恒定功率的差值小于预设差值，按照预设恒功率运行；此时，控制储能装置不工作。

由此，综合考虑了直流变频柜、储能装置以及智能变流器的状态，以实现用电侧负载与电源供给之间的联动，在正常为负载提供电能的情况下，延长了储能装置的使用寿命、节约了电能。

在一种可能的实现方式中，如图 5 所示，根据工作参数调控直流配电系统的运行，包括：

步骤 S501、当工作模式为智能变流器恒功率输出模式，且确定直流变频柜需要增加频率时，查询储能装置的放电功率裕量 PFY；

步骤 S502、若 PFY 大于或等于预设 PFY 值，则控制直流变频柜以预设速率逐次提升频率；

步骤 S503、若 PFY 小于预设 PFY 值，则禁止直流变频柜的频率提升，此时，直流变频柜的功率达到最大预设功率值；

其中，PFY 为在储能装置的 SoC 值大于第一预设 SoC 值时，根据储能装置的当前放电功率确定的。

由此，当放电功率裕量足够时，再提升直流变频柜的功率，防止对储能装置造成损害。

在一种可能的实现方式中，根据工作参数调整直流配电系统的运行，包括：当工作模式为智能变流器恒功率输出模式，确定直流变频柜的频率正在逐次降低且储能装置处于放电状态，且监测到智能变流器的输出功率小于预设恒定功率时，控制储能装置以第一预设功率减小值逐次减小放电输出功率，直至减小至零，停止放电。

在一种可能的实现方式中，当储能装置处于停止放电状态，方法包括：若确定智能变流器的输出功率小于预设恒定功率，且与预设恒定功率的差值大于预设差值时，控制储能装置进行充电，且控制充电功率以第一预设功率增加值逐次增大；若确定输出功率大于预设恒定功率，且与预设恒定功率的差值大于预设差值时，则停止增加充电功率，其中，充电功率不大于最大预设充电功率值，对应地，智能变流器的功率不小于功率临界值；若 SoC 值大于 SoC 临界值，则控制充电功率以第二预设功率减小值逐次减小，直至停止充电；若储能装置满电，则控制直流变频柜自动调节频率，以使得智能变流器的输出功率小于预设恒定功率，且与预设恒定功率的差值小于预设差值；若 SoC 值小于第二预设 SoC 值，则进行充电，控制充电功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到预设充电功率临界值；同时，控制智能变流器的功率逐次降低，直至小于预设恒定功率，且与预设恒定功率的差值小于预设差值；当 SoC 值大于第二预设 SoC 值时，停止充电。

可以理解的是，直流配电系统综合考虑智能变流器的输出功率、直流变频柜以及储能装置。主要原理为：当储能装置的 SoC 值即储电量较低时，为了避免对储能装置造成损害，则储能装置进入充电模式，当储能装置的储电量较高时，储能装置不需要充电，则可控制储能装置进入放电模式；当直流变频柜侧所接负载较多，导致直流变频柜的频率较高，智能变流器的功率也随之升高时，会增加电网侧的电费，则可控制储能装置在此种情况下进行放电，以为智能变流器提供电能，以保证其功率。但是，当放电到一定程度，即应考虑到防止储能装置的电能过低而对其造成损害，则停止放电。

在一种可能的实现方式中，如图 6 所示，所述方法还包括：

步骤 S601、当储能装置处于强制充电模式，则控制智能变流器的功率逐次调整到功率临界值，控制充电功率以第一预设功率增加值逐次增加，直至达到充电功率临界值；

步骤 S602、当 SoC 值大于 SoC 临界值时，停止充电，逐次恢复初始默认状态。

由此，在强制充电模式，则应控制智能变流器的功率足够低，但不影响负载运行为准。

在一种可能的实现方式中，如图 7 所示，所述方法还包括：

步骤 S701、当储能装置处于强制放电模式，则控制智能变流器的功率逐次调整到最大功率临界值，且控制放电功率调整至最大临界值；

步骤 S702、当 SoC 值小于第二预设 SoC 值时，停止放电，逐次恢复初始默认状态。

由此，为了实现最大程度的放电，则应控制智能变流器的放电功率在其所能达到的范围内足够大，以实现放电。

下面以一具体的应用性示例对上述两种模式下的调控方式进行说明。其中，智能变流器可以为三相智能变流器，功率为 20KW，储能装置为储能柜，最大功率为 10KW，直流变频柜的功率记为 30KW。也就是说，上述三个器件的功率比例按 2:1:3 配置。其中，直流变频柜按限制功率运行，常规运行最高时达到 20KW；极端工况下，例如：在储能放电工况加电网供电工况下可以到 30KW；如果存在储能放电时则为 10KW 功率下工作 0.5 小时。

其中，储能装置的作用为补充峰值功率，且应急运行。

当工作模式为智能变流器优先输出功率模式时，下述储能 DC 即指上文中的储能装置。

智能变流器能够用于实时稳定直流母线的电压，其功率可自动调节，最大功率为 20KW。用电侧直流变频柜功率通常限制在 20KW 以内运行；在储能放电情况下，峰值功率可以运行在 30KW。直流变频柜在增加功率时，以 1Hz/s 的速率逐次提升频率；智能变流器自动实时响应直流变频柜的频率，以提升功率输出满足实际功率需求。储能 DC 通过通讯数据监测到智能变流器的输出功率 $P_b \geq 20\text{KW}$ 时，如果此时 $\text{SoC} > 25\%$ 时，则储能 DC 逐次增加放电输出功率 0.5KW，直到最大达到 10KW；如果此时 $\text{SoC} < 20\%$ ，则储能 DC 不启动放电，或者逐次减小放电输出功率 0.5KW，直到关闭放电。

直流变频柜在监测到智能变流器输出功率如果继续增加到 $P_b \geq 21\text{KW}$ 时，表明储能 DC 已经不能补充功率，则直流变频柜不能再继续加大频率。

储能 DC 通过通讯监测到智能变流器的输出功率 $P_b < 19\text{KW}$ 时，则储能 DC 逐次减小放电输出功率 0.5KW，直到 0，停止放电。

如果储能 DC 在停止放电状态时，储能 DC 通过通讯监测到智能变流器的输出功率 $P_b \leq 16\text{KW}$ 时：(a) 如果属于谷电价，同时 $\text{SoC} < 85\%$ ，则开启充电；(b) 如果属于平电价，同时 $\text{SoC} < 45\%$ ，则开启充电；充电功率从 0 开始按逐次增大，满足 $P_b < 17$ ，每次增加 0.5KW。当 $P_b \geq 17\text{KW}$ 时停止增加充电功率。

充电状态下，如果储能 DC 通过通讯监测到智能变流器的输出功率 $\geq 18\text{KW}$ （包括此时用电负载的增加），则充电功率逐次减小 1KW，直到为 0，停止充电。

如果属于谷电价，则在 $\text{SoC} > 95\%$ 后逐次减小充电功率 1KW，直到为 0，停止充电。

如果属于平电价，则在 $\text{SoC} > 70\%$ 后逐次减小充电功率 1KW，直到为 0，停止充电。

如果设置了储能 DC 强制充电，则先降低负载运行功率至 10KW，开启充电；逐次增大 0.5KW，直到最大充电功率 10KW； $\text{SoC} \geq 95\%$ 后逐

次减小充电功率 1KW，直到为 0，停止充电。

如果设置了储能 DC 强制放电,则先将负载运行功率至 15KW,开启放电；逐次增大 0.5KW,直到最大放电功率 10KW；SoC<20%后逐次减小放电功率 1KW，直到为 0，停止充电。

当工作模式为智能变流器恒功率输出模式时，下述储能 DC 即指上文中的储能装置。

假如设定智能变流器按 15KW 恒定功率输出。此时默认负载直流变频柜自动调整频率到满足 $14.5\text{KW} < P_b < 15\text{KW}$ 运行,默认储能不工作。

直流变频柜在需要增加功率前，查询储能 DC 的可增加的放电功率裕量 P_{fy} ,确定可增加的功率为 P_{fy} ， P_{fy} 由储能 DC 根据当前储能容量 $\text{SOC} > 25\%$,以及当前放电功率确定。如果 $P_{fy} \geq 1$,则直流变频柜以 1Hz/s 的速率逐次提升频率；如果 $P_{fy} < 1$,则停止直流变频柜的功率提升，并且不允许提升。即默认直流变频柜最大运行功率 24KW。

直流变频柜在逐次降低频率时，如果储能 DC 处于放电状态，则储能 DC 通过通讯监测到智能变流器的输出功率 $P_b < 15\text{KW}$ 时，则储能 DC 逐次减小放电输出功率 0.5KW，直到 0，停止放电。

储能 DC 处于停止状态，储能 DC 在 $\text{SoC} < 85\%$ ，监测到智能变流器的输出功率 $P_b < 14.5\text{KW}$ 则储能 DC 开启充电。充电功率控制逐次增加 0.5KW；如果 $P_b \geq 15.5\text{KW}$,则停止增加充电功率。充电功率最大 10KW,即负载功率不能低于 5KW。如果 $\text{SoC} > 95\%$,则逐次减小 1KW 直到停止充电。储能满电不能再充电的情况下，直流变频柜自动调节提升功率运行，满足 $14.5\text{KW} < P_b < 15\text{KW}$ 。

如果储能 $\text{SoC} < 20\%$ ，则开启充电。逐次增加充电功率 0.5KW,直到 5KW。同时风机功率逐次降低，直到满足 $14.5\text{KW} < P_b < 15\text{KW}$ 。直到 $\text{SoC} > 20\%$,退出当前模式。

如果设置了储能强制充电，则将变频风机的输出功率逐次调到 5KW,同时调节充电逐次增加 0.5KW,直到最大功率 10KW,直到 $\text{SoC} > 95\%$ 停止充电，则逐次恢复默认状态。

如果设置了储能强制放电，则将变频风机的输出功率逐次调到 25KW,同时调节放电功率 10KW,直到 $\text{SoC} < 20\%$ 停止放电，则逐次恢复

默认状态。

由此，综合考虑了直流变频柜、储能装置以及智能变流器的状态，以实现用电侧负载与电源供给之间的联动，在正常为负载提供电能的情况下，延长了储能装置的使用寿命、节约了电能。

图8是根据本公开可选实施例一的一种直流配电系统的结构框图，该系统用于执行上述实施例的直流配电方法，系统包括：系统控制柜5、智能变流器2、直流变频柜4以及储能装置6，

智能变流器2，与直流变频柜4连接，设置为向直流变频柜4提供电能；

直流变频柜4，设置为接入用电侧的负载；

系统控制柜5，与智能变流器2、直流变频柜4以及储能装置6分别连接，设置为获取智能变流器2、直流变频柜4以及储能装置6的工作参数，并根据工作参数调控直流配电系统的运行，以实现用电侧、电网侧以及储能装置6侧的电能平衡。

由此，可通过直流配电系统的调控，实现用电侧、电网发电侧以及储能侧之间的电能平衡。且直流配电系统可方便用户的设计和选型，方便安装和使用；储能装置的设置减小了电网系统的容量设计，且系统控制柜可以对其余模块进行控制，从而提高了能源利用效率。

在一种可能的实现方式中，如图9所示，上述系统还包括：交流配电柜1，交流配电柜1与电网系统、智能变流器2以及系统控制柜5分别连接，设置为将电网系统的电能输送至直流配电系统；向智能变流器2提供交流电；还能够接入交流负载并为接入的交流负载提供电能；设置为监测从电网系统输入的电能以及各支路负载的用电情况，并将监测结果发送至系统控制柜5；以使得系统控制柜5根据监测结果进行分析；交流配电柜1具有电能输入隔离开关以及电能输出隔离开关，且交流配电柜1的内部元器件采用分层布局的方式。

其中，交流配电柜作为公共电网的接口，具有输入隔离开关和输出隔离开关，同时对输入和输出电能进行能源数据采集。且采用铝塑箱作为本体，设计高功能密度紧凑的器件布局，采用分层布局，充分利用空间。具有能源监测模块，能够实现输入电能，输出的各支路的电源的电压、电流、功率、电量的实时数据监测和分析，并将结果上

传至能源管理平台，实现能源数据的透明化。该配电柜采用了标准铝塑箱，具有良好的散热性，同时密封防护。

在一种可能的实现方式中，如图 9 所示，上述系统还包括：直流配电柜 3，直流配电柜 3，与系统控制柜 5、直流变频柜 4 以及智能变流器 2 分别连接，设置为接收智能变流器 2 提供的电能，能够接入直流发电系统和/或直流负载，设置为向直流变频柜 4 和/或直流负载提供电能；设置为为直流配电系统提供双路供电能力；直流配电柜 3 的内部配置有直流断路器、保险管，且具有过流、过压保护功能。

直流配电柜 3，还设置为通过直流母线接入直流发电系统，通过智能变流器 2 的 DC/DC 转换模式输出第一预设直流电压、第二预设直流电压以及预设隔离安全电压值；还设置为监测从直流母线上获取的电能情况以及各支路直流负载的用电情况，并将监测结果发送至系统控制柜 5，以使得控制柜根据监测结果进行分析。

其中，直流配电柜输入直流母线 650V，通过 DC/DC 变换输出配电 400V 直流，200V 直流，以及隔离安全电压 48V 直流。对各路直流输出，除了控制方面具有相应的过流、过压等保护措施外，还配置有直流断路器以及保险管等器件，保障各路配电安全，同时具有直流能源监测模块，实现能源的透明和安全管理。提供单路最大 5KW,双路 10KW 的直流配电能力。

在一种可能的实现方式中，智能变流器 2，还能够接入直流发电系统、电网系统以及交/直流负载，设置为进行功率传递。

需要说明的是，直流发电系统为光伏发电系统。

在一种可能的实现方式中，直流变频柜 4，与智能变流器 2 以及交流负载连接，设置为向所连接的交流负载输出变频电压；还能够与直流母线连接，且具有多个用电接口，能够在所接负载的总功率小于或等于直流变频柜 4 的功率阈值的情况下，驱动负载的变频运行。其中，负载为电机。

其中，直流变频柜输入高压直流母线 650V，输出变频电源，驱动空调系统的风机的变频运行调节。直流变频柜可以直接利用直流电源。可以实现多台驱动，例如，当直流变频柜的功率阈值为 30KW。则一个直流变频柜可实现 3 台分别为 10KW 的空调送风机驱动调节运行。

通过铝塑箱的密封防护结构性能提升，以及散热问题解决。通讯端口与控制中心配合通讯，接收控制指令。

在一种可能的实现方式中，系统控制柜 5，设置为通过通讯接口采集交流配电柜 1、智能变流器 2、直流配电柜 3、直流变频柜 4 以及储能装置 6 的运行数据信息，设置为生成运行策略并根据运行策略下发控制指令以控制交流配电柜 1、智能变流器 2、直流配电柜 3、直流变频柜 4 以及储能装置 6 的协调工作。

在一种可能的实现方式中，储能装置 6，设置为在控制指令下，进行充电或放电。

在一种可能的实现方式中，系统控制柜 5、直流变频柜 4、直流配电柜 3 以及交流配电柜 1 均采用铝塑柜设计，具有良好的散热性，并能保护内部元器件，且外观整齐统一，方便设计和选用。模块化设计方便选型，且图 9 示出了六个模块位于槽钢底座上，更为稳定。

图 10 是根据本公开可选实施例三的一种直流配电系统的结构框图，从左到右分别为公共电网 8、智能变流器 2、储能装置 6、直流变频柜 4 以及负载 7，连接这些元器件的线路可以理解为直流母线。

本公开实施例提供了一种直流配电装置，设置为执行上述实施例所示的方法，如图 11 所示，装置包括：

确定模块 901，设置为确定直流配电系统的工作模式；

获取模块 902，设置为在不同工作模式下，相应获取直流配电系统的工作参数；

调控模块 903，设置为根据工作参数调控直流配电系统的运行，以使得直流配电系统在用电侧、电网发电侧以及储能侧之间达到平衡。

在一种可能的实现方式中，调控模块 903，设置为根据工作参数调控直流配电系统中直流变频柜、智能变流器以及储能装置的运行。

在一种可能的实现方式中，确定模块 901，设置为确定工作模式为智能变流器优先输出功率模式、智能变流器恒定功率输出模式。

在一种可能的实现方式中，获取模块 902，设置为在智能变流器优先输出功率模式下或者，获取智能变流器的输出功率、储能装置的 SoC 值；在智能变流器恒定功率输出模式下，获取直流变频柜的频率变化情况、智能变流器的输出功率以及储能装置的 SoC 值。

由此，综合考虑了直流变频柜、储能装置以及智能变流器的状态，以实现用电侧负载与电源供给之间的联动，在正常为负载提供电能的情况下，延长了储能装置的使用寿命、节约了电能。

需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

上述本公开实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对相关技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质（如 ROM/RAM、磁碟、光盘）中，包括若干指令用以使得一台移动终端（可以是手机，计算机，服务器，空调器，或者网络设备等）执行本公开各个实施例所述的方法。

上面结合图对本公开的实施例进行了描述，但是本公开并不局限于上述的具体实施方式，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，而不是限制性的，本领域的普通技术人员在本公开的启示下，在不脱离本公开宗旨和权利要求所保护的范围情况下，还可做出很多形式，这些均属于本公开的保护之内。