



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104578164 B

(45)授权公告日 2016. 11. 16

(21)申请号 201510045646.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.01.29

H02J 3/38(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H02J 3/28(2006.01)

申请公布号 CN 104578164 A

H02J 9/06(2006.01)

(43)申请公布日 2015.04.29

审查员 于盈盈

(73)专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

专利权人 国网福建省电力有限公司

国网福建省电力有限公司电力科学
研究院

(72)发明人 范元亮 陈彬

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限
公司 35100

代理人 蔡学俊

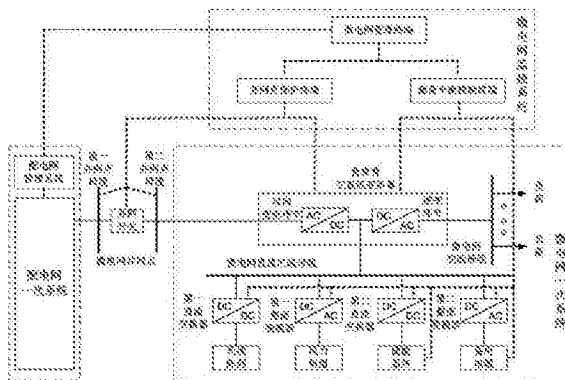
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

基于背靠背交直流变换器的微电网结构及
控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构及控制方法,采用并网保护终端实现并网点异常保护,控制并网点开关,提供并离网切换指令,采用源荷平衡控制终端实现微电网在并离网运行时分布式发电单元的出力、储能系统功率、备用电源的出力与负荷的有功功率的总体平衡,本发明还采用背靠背交直流变换器,当微电网外部发生异常时,能够实现不断电进行并离网平滑切换、在失去配电网供电的情形下,微电网可平滑过渡到离网运行,有效保障针对微电网内负荷的供电可靠性。



1. 一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构,包括微电网管理终端、配电网管理系统以及与其相连的配电网一次系统,其特征在于:还包括一光伏阵列、一风力机组、一储能系统以及一备用电源,所述的光伏阵列、风力机组、储能系统以及备用电源分别经第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器连接至微电网直流汇流母线,所述的微电网直流汇流母线连接至一背靠背交直流变换器;所述背靠背交直流变换器的逆变环节连接至微电网交流母线,所述的微电网交流母线还连接有微电网负荷;所述背靠背交直流变换器的双向变流环节经第二并网点母线与并网开关的一端相连,所述的并网开关的另一端经第一并网点母线与所述的配电网一次系统相连;所述的微电网管理终端连接有一并网点保护终端、源荷平衡控制终端以及所述的配电网管理系统,所述的并网点保护终端与所述的第一并网点母线、所述的第二并网点母线、所述的并网开关、所述的背靠背交直流变换器相连,所述的源荷平衡控制终端与所述的背靠背交直流变换器、所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器、第二整流变换器、所述的储能系统以及所述的备用电源相连接;

所述的并网点保护终端包括一DSP以及与其相连的MCU、并离网控制单元、电压异常保护单元、电流异常保护单元、频率异常保护单元、电气量检测单元、开关状态检测单元以及开关动作控制单元;所述的并离网控制单元连接至所述的背靠背交直流变换器,所述的MCU与所述的微电网管理终端相连,所述的电气量测量单元连接至所述第一并网点母线与所述第二并网点母线,所述的开关状态检测单元以及开关动作控制单元均与所述的并网开关相连;

所述的源荷平衡控制终端包括DSP以及与其相连的MCU、发电出力预测单元、微电网负荷预测单元、并离网状态检测单元、运行模式控制单元、启停及功率给定单元、荷电状态检测单元以及电气量检测单元;所述的MCU连接至所述的微电网管理终端,所述的并离网状态检测单元与所述背靠背交直流变换器相连,所述的启停及功率给定单元连接至所述的备用电源,所述的荷电状态检测单元连接至所述的储能系统,所述的电气量检测单元分别与所述背靠背交直流变换器、第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器相连,所述的运行模式控制单元分别与所述的第一直流变换器、第一整流变换器以及第二直流变换器相连;

所述的并网开关为低压断路器。

2. 一种如权利要求1所述的基于背靠背交直流变换器的微电网结构的控制方法,其特征在于包括以下三种情况:

当非计划性并网切换至离网时,具体步骤如下:

步骤S11:所述并网点保护终端检测所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压幅值、频率和电流,判断是否有异常现象,如果异常,所述并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关断开,同时控制所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式;

步骤S12:所述背靠背交直流变换器换至离网运行模式,所述的背靠背交直流变换器通知所述的源荷平衡控制终端进入离网运行模式,所述源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至离网运行模式,同时控制所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出并网运行;

当计划性并网切换至离网时,具体步骤如下:

步骤S21:当所述的微电网管理终端接收到计划性并网切换至离网的指令,所述的微电网管理终端将所述计划性并网切换至离网的指令发送至所述的并网点保护终端;

步骤S22:所述的并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关断开,同时控制所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式;

步骤S23:所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式,所述的背靠背交直流变换器通知源荷平衡控制终端进入离网运行模式,所述源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至离网运行模式,同时控制所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出并网运行;

当离网切换至并网时,具体步骤如下:

步骤S31:当所述的微电网管理终端接收到离网切换至并网的指令,所述的微电网管理终端将所述离网切换至并网的指令发送至所述的并网点保护终端;

步骤S32:所述并网点保护终端检测所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压幅值、频率和电流,判断是否有异常现象,如果正常,所述并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关闭合,在所述并网开关闭合后,所述并网点保护终端通知所述背靠背交直流变换器的双向变流环节启动并网;

步骤S33:所述背靠背交直流变换器的双向变流环节启动后,所述的双向变流环节跟踪所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压的频率和相角,进入稳定微电网直流汇流母线电压的控制模式,同时所述的双向变流环节通知源荷平衡控制终端进入微电网并网运行模式;

步骤S34:在所述的源荷平衡控制终端接到所述背靠背变流器的双向变流环节通知后,所述的源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至并网运行模式。

3.根据权利要求2所述的一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构的控制方法,其特征在于:所述的源荷平衡控制终端进入并网运行模式的具体包括以下步骤:

步骤S41:在微电网并网运行时,所述源荷平衡控制终端将第一直流变换器与第一整流变换器的运行模式设置为最大功率点跟踪模式,所述背靠背交直流变换器的逆变环节维持微电网交流母线电压在设定值;

步骤S42:所述背靠背交直流变换器的双向变流环节维持微电网直流汇流母线电压在设定值,以此维持所述光伏阵列的出力、所述风力机组的出力、所述备用电源的出力、所述第一并网点母线的有功功率、所述第二并网点母线的有功功率、所述储能系统的有功功率以及微电网负荷消耗的有功功率之间的平衡,实现并网源荷平衡。

4.根据权利要求3所述的一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构的控制方法,其特征在于:所述的源荷平衡控制终端进入离网运行模式的具体包括以下步骤:

步骤S51:在微电网离网运行时,所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出运行,所述的源荷平衡控制终端将所述第一直流变换器与所述第一整流变换器的运行模式设置为最大功率点跟踪模式或降功率运行模式;

步骤S52:在当前时段,所述源荷平衡控制终端预测下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力以及微电网负荷的有功功率;

步骤S53:若下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力预测值之和大于所述微电

网负荷的有功功率的预测值并且所述的储能系统无足够的存储电能空间,则所述的光伏阵列和风力机组在下一时段运行于降功率运行模式,用以维持光伏阵列和风力机组在下一时段出力预测值与负荷功率基本平衡;

步骤S54:若下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力预测值之和不大于所述微电网负荷的有功功率的预测值,或者所述光伏阵列和风力机组的出力预测值之和大于所述微电网负荷的有功功率的预测值且所述储能系统在下一时段有足够的存储电能空间,则所述光伏阵列和风力机组在下一时段运行于最大功率点跟踪模式;

步骤S55:所述的源荷平衡控制终端控制所述的第二直流变换器维持直流汇流母线电压在设定值,所述储能系统平衡所述光伏阵列和风力机组的实际出力与负荷的实际有功功率之间的差值部分,用以实现离网源荷平衡控制。

5.根据权利要求2所述的一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构的控制方法,其特征在于:所述背靠背交直流变换器的逆变环节在微电网运行于并网模式或离网模式时均工作于电压源模式,用以维持微电网交流母线电压在设定值。

6.根据权利要求2所述的一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构的控制方法,其特征在于:在微电网并网运行时,所述的第二整流变换器处于热备用状态;在微电网离网运行并且所述的储能系统的荷电状态低于阈值时,所述的源荷控制终端发出指令启动所述的备用电源,所述的第二整流变换器工作于功率给定模式。

基于背靠背交直流变换器的微电网结构及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及分布式发电领域,特别是一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构及控制方法。

背景技术

[0002] 典型的微电网由多种分布式发电单元、储能系统以及负荷组成,微电网是一种新型供配电技术,是一个能够实现自我控制、保护和管理的自治系统,既可以与外部电网并网运行,也可以孤立运行。在2001年,美国R.H.Lasseter等学者提出了微电网的概念,目前微电网技术正朝着实用化阶段发展。微电网可综合管理出力具有波动性、间歇性的分布式发电单元,诸如风电、太阳能光伏发电等类型的分布式发电,提供一种友好接入方式,抑制分布式发电对电网的冲击和负面影响,充分发挥分布式发电的效益和价值。

[0003] 采用逆变器直接并网的微电网结构,微电网的主电源需进行并离网运行模式切换,微电网的控制策略相应较为复杂。采用基于背靠背交直流变换器并网的微电网结构,当微电网外部发生电气量异常时,可不断电平滑过渡到离网运行,相对于采用逆变器直接并网的微电网结构,此结构需增加一个交变直整流环节,但微电网控制策略明显简化,并网开关采用一般断路器即可,有效保障针对微电网内负荷的供电可靠性。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构及控制方法,能够实现微电网并离网运行时源荷功率的平衡以及微电网并离网运行模式的不断电平滑切换问题。

[0005] 本发明的结构采用以下方案实现:一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构,包括微电网管理终端、配电网管理系统以及与其相连的配电网一次系统,还包括一光伏阵列、一风力机组、一储能系统以及一备用电源,所述的光伏阵列、风力机组、储能系统以及备用电源分别经第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器连接至微电网直流汇流母线,所述的微电网直流汇流母线连接至一背靠背交直流变换器;所述背靠背交直流变换器的逆变环节连接至微电网交流母线,所述的微电网交流母线还连接有微电网负荷;所述背靠背交直流变换器的双向变流环节经第二并网点母线与并网开关的一端相连,所述的并网开关的另一端经第一并网点母线与所述的配电网一次系统相连;所述的微电网管理终端连接有一并网点保护终端、一源荷平衡控制终端以及所述的配电网管理系统,所述的并网点保护终端与所述的第一并网点母线、所述的第二并网点母线、所述的并网开关、所述的背靠背交直流变换器相连,所述的源荷平衡控制终端与所述的背靠背交直流变换器、所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器、第二整流变换器、所述的储能系统以及所述的备用电源相连接。

[0006] 进一步地,所述的并网点保护终端包括一DSP以及与其相连的MCU、并离网控制单元、电压异常保护单元、电流异常保护单元、频率异常保护单元、电气量检测单元、开关状态

检测单元以及开关动作控制单元;所述的并离网控制单元连接至所述的背靠背交直流变换器,所述的MCU与所述的微电网管理终端相连,所述的电气量测量单元连接至所述第一并网点母线与所述第二并网点母线,所述的开关状态检测单元以及开关动作控制单元均与所述的并网开关相连。

[0007] 进一步地,所述的源荷平衡控制终端包括DSP以及与其相连的MCU、发电出力预测单元、微电网负荷预测单元、并离网状态检测单元、运行模式控制单元、启停及功率给定单元、荷电状态检测单元以及电气量检测单元;所述的MCU连接至所述的微电网管理终端,所述的并离网状态检测单元与所述的背靠背交直流变换器相连,所述的启停及功率给定单元连接至所述的备用电源,所述的荷电状态检测单元连接至所述的储能系统,所述的电气量检测单元分别与所述的背靠背交直流变换器、第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器相连,所述的运行模式控制单元分别与所述的第一直流变换器、第一整流变换器以及第二直流变换器相连。

[0008] 本发明的控制方法采用以下方案实现:一种如上文所述的基于背靠背交直流变换器的微电网结构的控制方法,主要包括以下三种情况:

[0009] (a) 当非计划性并网切换至离网时,具体步骤如下:

[0010] 步骤S11:所述并网点保护终端检测所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压幅值、频率和电流,判断是否有异常现象,如果异常,所述并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关断开,同时控制所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式;

[0011] 步骤S12:所述背靠背交直流变换器换至离网运行模式,所述的背靠背交直流变换器通知所述的源荷平衡控制终端进入离网运行模式,所述源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至离网运行模式,同时控制所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出并网运行;

[0012] (b) 当计划性并网切换至离网时,具体步骤如下:

[0013] 步骤S21:当所述的微电网管理终端接收到计划性并网切换至离网的指令,所述的微电网管理终端将所述计划性并网切换至离网的指令发送至所述的并网点保护终端;

[0014] 步骤S22:所述的并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关断开,同时控制所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式;

[0015] 步骤S23:所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式,所述的背靠背交直流变换器通知源荷平衡控制终端进入离网运行模式,所述源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至离网运行模式,同时控制所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出并网运行;

[0016] (c) 当离网切换至并网时,具体步骤如下:

[0017] 步骤S31:当所述的微电网管理终端接收到离网切换至并网的指令,所述的微电网管理终端将所述离网切换至并网的指令发送至所述的并网点保护终端;

[0018] 步骤S32:所述并网点保护终端检测所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压幅值、频率和电流,判断是否有异常现象,如果正常,所述并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关闭合,在所述并网开关闭合后,所述并网点保护终端通知所述背靠背交直流变换器的双向变流环节启动并网;

[0019] 步骤S33:所述背靠背交变流变换器的双向变流环节启动后,所述的双向变流环节

跟踪所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压的频率和相角,进入稳定微电网直流汇流母线电压的控制模式,同时所述的双向变流环节通知源荷平衡控制终端进入微电网并网运行模式;

[0020] 步骤S34:在所述的源荷平衡控制终端接到所述背靠背变流器的双向变流环节通知后,所述的源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至并网运行模式。

[0021] 进一步地,所述的源荷平衡控制终端进入并网运行模式的具体包括以下步骤:

[0022] 步骤S41:在微电网并网运行时,所述源荷平衡控制终端将第一直流变换器与第一整流变换器的运行模式设置为最大功率点跟踪模式,所述背靠背交直流变换器的逆变环节维持微电网交流母线电压在设定值;

[0023] 步骤S42:所述背靠背交直流变换器的双向变流环节维持微电网直流汇流母线电压在设定值,以此维持所述光伏阵列的出力、所述风力机组的出力、所述备用电源的出力、所述第一并网点母线的有功功率、所述第二并网点母线的有功功率、所述储能系统的有功功率以及微电网负荷消耗的有功功率之间的平衡,实现并网源荷平衡。

[0024] 进一步地,所述的源荷平衡控制终端进入离网运行模式的具体包括以下步骤:

[0025] 步骤S51:在微电网离网运行时,所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出运行,所述的源荷平衡控制终端将所述第一直流变换器与所述第一整流变换器的运行模式设置为最大功率点跟踪模式或降功率运行模式;

[0026] 步骤S52:在当前时段,所述源荷平衡控制终端预测下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力以及微电网负荷的有功功率;

[0027] 步骤S53:若下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力预测值之和大于所述微电网负荷的有功功率的预测值并且所述的储能系统无足够的存储电能空间,则所述的光伏阵列和风力机组在下一时段运行于降功率运行模式,用以维持光伏阵列和风力机组在下一时段出力预测值与负荷功率基本平衡;

[0028] 步骤S54:若下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力预测值之和不大于所述微电网负荷的有功功率的预测值,或者所述光伏阵列和风力机组的出力预测值之和大于所述微电网负荷的有功功率的预测值且所述储能系统在下一时段有足够的存储电能空间,则所述光伏阵列和风力机组在下一时段运行于最大功率点跟踪模式;

[0029] 步骤S55:所述的源荷平衡控制终端控制所述的第二直流变换器维持直流汇流母线电压在设定值,所述储能系统平衡所述光伏阵列和风力机组的实际出力与负荷的实际有功功率之间的差值部分,用以实现离网源荷平衡控制。

[0030] 进一步地,所述背靠背交直流变换器的逆变环节在微电网运行于并网模式或离网模式时均工作于电压源模式,用以维持微电网交流母线电压在设定值。

[0031] 进一步地,在微电网并网运行时,所述的第二整流变换器处于热备用状态;在微电网离网运行并且所述的储能系统的荷电状态低于阈值时,所述的源荷控制终端发出指令启动所述的备用电源,所述的第二整流变换器工作于功率给定模式。

[0032] 较佳地,本发明通过背靠背交直流变换器并网的目的是隔离微电网与配电网之间的一次交流连接关系,配电网的异常事件仅能影响到背靠背交直流变换器的直流侧,微电网交流母线电压基本不受影响。背靠背交直流变换器的逆变环节一直工作于电压源模式,

在微电网进行并离网运行模式切换时,背靠背交直流变换器的逆变环节不存在工作模式切换问题,仅存在双向变流环节是否并网运行或离网退出的问题,整体看来,对于微电网交流母线来说,微电网并离网运行模式切换是无缝完成的。

[0033] 特别的,本发明基于背靠背交直流变换器提高供电可靠性的微电网结构配备了并网保护终端和源荷平衡控制终端。并网保护终端的作用是提供并网点异常保护,控制并网点开关,提供并离网切换指令。源荷平衡控制终端的作用是使微电网在并离网运行时分布式发电单元的出力、储能系统功率、备用电源的出力与负荷的有功功率的总体平衡。其中,源指的是储能系统、分布式发电单元以及备用电源,荷指的是负荷,分布式发电单元为光伏阵列和风力机组。

[0034] 进一步地,本发明采用基于背靠背交直流变换器并网的微电网,当微电网外部发生异常时,实现不断电进行并离网平滑切换、采用源荷平衡控制实现微电网在并离网运行源荷功率的平衡等,在失去配电网供电的情形下,微电网可平滑过渡到离网运行,有效保障针对微电网内负荷的供电可靠性。

附图说明

[0035] 图1为本发明的微电网结构示意图。

[0036] 图2为本发明的并网点保护终端功能结构示意图。

[0037] 图3为本发明的源荷平衡控制终端功能结构示意图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步说明。

[0039] 实施例一。

[0040] 如图1、图2以及图3所示,本实施例提供一种基于背靠背交直流变换器的微电网结构,包括微电网管理终端、配电网管理系统以及与其相连的配电网一次系统,还包括一光伏阵列、一风力机组、一储能系统以及一备用电源,所述的光伏阵列、风力机组、储能系统以及备用电源分别经第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器连接至微电网直流汇流母线,所述的微电网直流汇流母线连接至一背靠背交直流变换器;所述背靠背交直流变换器的逆变环节连接至微电网交流母线,所述的微电网交流母线还连接有微电网负荷;所述背靠背交直流变换器的双向变流环节经第二并网点母线与并网开关的一端相连,所述的并网开关的另一端经第一并网点母线与所述的配电网一次系统相连;所述的微电网管理终端连接有一并网点保护终端、一源荷平衡控制终端以及所述的配电网管理系统,所述的并网点保护终端与所述的第一并网点母线、所述的第二并网点母线、所述的并网开关、所述的背靠背交直流变换器相连,所述的源荷平衡控制终端与所述的背靠背交直流变换器、所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器、第二整流变换器、所述的储能系统以及所述的备用电源相连接。

[0041] 在本实施例中,所述的并网点保护终端包括一DSP以及与其相连的MCU、并离网控制单元、电压异常保护单元、电流异常保护单元、频率异常保护单元、电气量检测单元、开关状态检测单元以及开关动作控制单元;所述的并离网控制单元连接至所述的背靠背交直流变换器,所述的MCU与所述的微电网管理终端相连,所述的电气量测量单元连接至所述第一

并网点母线与所述第二并网点母线,所述的开关状态检测单元以及开关动作控制单元均与所述的并网开关相连。

[0042] 在本实施例中,所述的源荷平衡控制终端包括DSP以及与其相连的MCU、发电出力预测单元、微电网负荷预测单元、并离网状态检测单元、运行模式控制单元、启停及功率给定单元、荷电状态检测单元以及电气量检测单元;所述的MCU连接至所述的微电网管理终端,所述的并离网状态检测单元与所述背靠背交直流变换器相连,所述的启停及功率给定单元连接至所述的备用电源,所述的荷电状态检测单元连接至所述的储能系统,所述的电气量检测单元分别与所述的背靠背交直流变换器、第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器相连,所述的运行模式控制单元分别与所述的第一直流变换器、第一整流变换器以及第二直流变换器相连。

[0043] 实施例二。

[0044] 本实施例提供一种如上文所述的基于背靠背交直流变换器的微电网结构的控制方法,主要包括以下三种情况:

[0045] (a) 当非计划性并网切换至离网时,具体步骤如下:

[0046] 步骤S11:所述并网点保护终端检测所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压幅值、频率和电流,判断是否有异常现象,如果异常,所述并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关断开,同时控制所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式;

[0047] 步骤S12:所述背靠背交直流变换器换至离网运行模式,所述的背靠背交直流变换器通知所述的源荷平衡控制终端进入离网运行模式,所述源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至离网运行模式,同时控制所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出并网运行;

[0048] (b) 当计划性并网切换至离网时,具体步骤如下:

[0049] 步骤S21:当所述的微电网管理终端接收到计划性并网切换至离网的指令,所述的微电网管理终端将所述计划性并网切换至离网的指令发送至所述的并网点保护终端;

[0050] 步骤S22:所述的并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关断开,同时控制所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式;

[0051] 步骤S23:所述的背靠背交直流变换器切换至离网运行模式,所述的背靠背交直流变换器通知源荷平衡控制终端进入离网运行模式,所述源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至离网运行模式,同时控制所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出并网运行;

[0052] (c) 当离网切换至并网时,具体步骤如下:

[0053] 步骤S31:当所述的微电网管理终端接收到离网切换至并网的指令,所述的微电网管理终端将所述离网切换至并网的指令发送至所述的并网点保护终端;

[0054] 步骤S32:所述并网点保护终端检测所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压幅值、频率和电流,判断是否有异常现象,如果正常,所述并网点保护终端发出指令控制所述的并网开关闭合,在所述并网开关闭合后,所述并网点保护终端通知所述背靠背交直流变换器的双向变流环节启动并网;

[0055] 步骤S33:所述背靠背交直流变换器的双向变流环节启动后,所述的双向变流环节跟踪所述第一并网点母线与所述第二并网点母线的电压的频率和相角,进入稳定微电网直

流汇流母线电压的控制模式,同时所述的双向变流环节通知源荷平衡控制终端进入微电网并网运行模式;

[0056] 步骤S34:在所述的源荷平衡控制终端接到所述背靠背变流器的双向变流环节通知后,所述的源荷平衡控制终端将所述的第一直流变换器、第一整流变换器、第二直流变换器以及第二整流变换器调整至并网运行模式。

[0057] 在本实施例中,所述的源荷平衡控制终端进入并网运行模式的具体包括以下步骤:

[0058] 步骤S41:在微电网并网运行时,所述源荷平衡控制终端将第一直流变换器与第一整流变换器的运行模式设置为最大功率点跟踪模式,所述背靠背交直流变换器的逆变环节维持微电网交流母线电压在设定值;

[0059] 步骤S42:所述背靠背交直流变换器的双向变流环节维持微电网直流汇流母线电压在设定值,以此维持所述光伏阵列的出力、所述风力机组的出力、所述备用电源的出力、所述第一并网点母线的有功功率、所述第二并网点母线的有功功率、所述储能系统的有功功率以及微电网负荷消耗的有功功率之间的平衡,实现并网源荷平衡。

[0060] 在本实施例中,所述的源荷平衡控制终端进入离网运行模式的具体包括以下步骤:

[0061] 步骤S51:在微电网离网运行时,所述背靠背交直流变换器的双向变流环节退出运行,所述的源荷平衡控制终端将所述第一直流变换器与所述第一整流变换器的运行模式设置为最大功率点跟踪模式或降功率运行模式;

[0062] 步骤S52:在当前时段,所述源荷平衡控制终端预测下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力以及微电网负荷的有功功率;

[0063] 步骤S53:若下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力预测值之和大于所述微电网负荷的有功功率的预测值并且所述的储能系统无足够的存储电能空间,则所述的光伏阵列和风力机组在下一时段运行于降功率运行模式,用以维持光伏阵列和风力机组在下一时段出力预测值与负荷功率基本平衡;

[0064] 步骤S54:若下一时段所述光伏阵列和所述风力机组的出力预测值之和不大于所述微电网负荷的有功功率的预测值,或者所述光伏阵列和风力机组的出力预测值之和大于所述微电网负荷的有功功率的预测值且所述储能系统在下一时段有足够的存储电能空间,则所述光伏阵列和风力机组在下一时段运行于最大功率点跟踪模式;

[0065] 步骤S55:所述的源荷平衡控制终端控制所述的第二直流变换器维持直流汇流母线电压在设定值,所述储能系统平衡所述光伏阵列和风力机组的实际出力与负荷的实际有功功率之间的差值部分,用以实现离网源荷平衡控制。

[0066] 在本实施例中,所述背靠背交直流变换器的逆变环节在微电网运行于并网模式或离网模式时均工作于电压源模式,用以维持微电网交流母线电压在设定值。

[0067] 在本实施例中,在微电网并网运行时,所述的第二整流变换器处于热备用状态;在微电网离网运行并且所述的储能系统的荷电状态低于阈值时,所述的源荷控制终端发出指令启动所述的备用电源,所述的第二整流变换器工作于功率给定模式。

[0068] 本发明采用并网点保护终端检测微电网并网点处的电气量信息,实现电流异常保护、电压异常保护和频率异常保护功能,发出指令分断或闭合并网开关,转发并网点处电气

量信息、开关状态至微电网管理终端,控制背靠背交直流变换器进行并离网运行模式切换以及接受微电网管理终端的控制信息。另外,源荷平衡控制终端预测光伏阵列、风力机组的出力以及微电网负荷的有功功率,根据微电网运行状态以及储能系统荷电状态,控制光伏阵列的直流变换器和风力机组的整流变换器的运行模式以及启停备用电源。

[0069] 综上所述,本发明中的微电网采用三层控制结构,背靠背交直流变换器、光伏阵列的直流变换器、风力机组的整流变换器、储能系统的直流变换器以及备用电源的整流变换器构成就地控制层,并网点保护终端和源荷平衡控制终端构成中间控制层,微电网管理终端为站控层,其中微电网管理终端具备运行监控、相关电气量的实时和历史信息展示以及存储的功能。本发明能够实现微电网并离网运行时源荷功率的平衡以及微电网并离网运行模式的不断电平滑切换问题。

[0070] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所做的均等变化与修饰,皆应属本发明的涵盖范围。

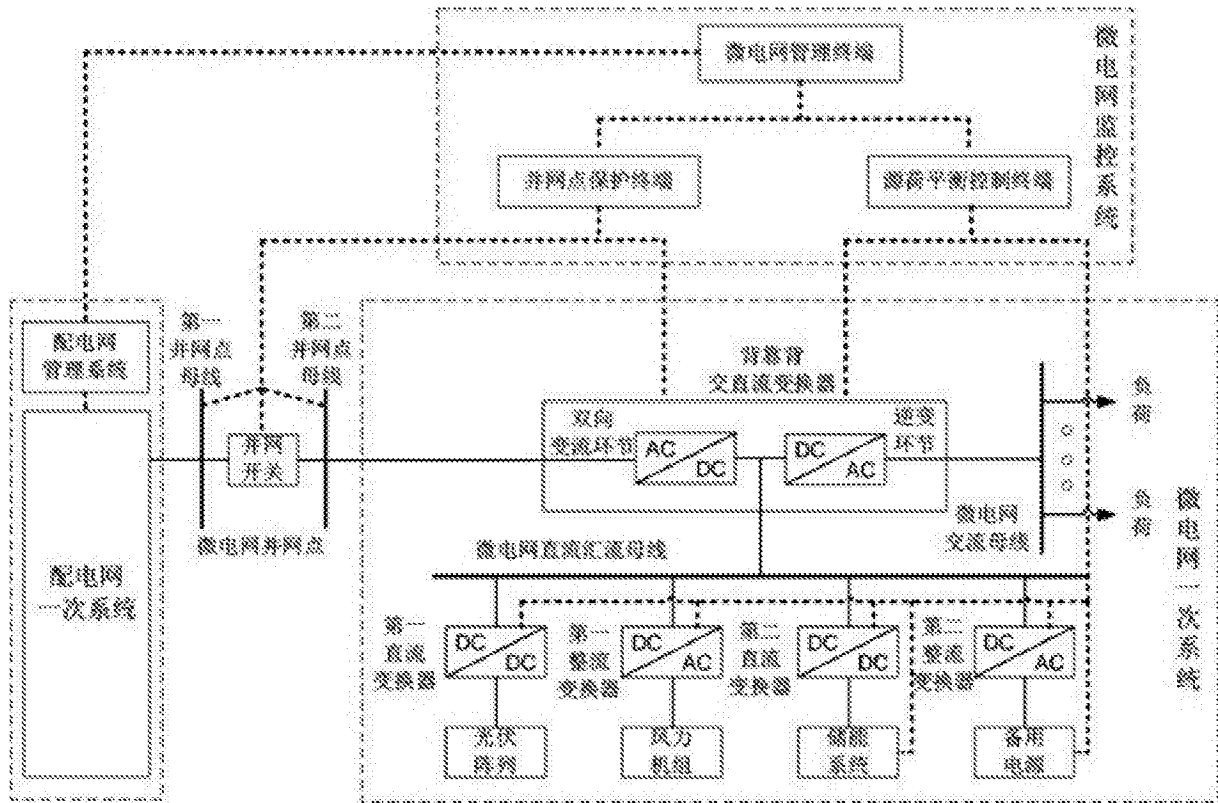


图1

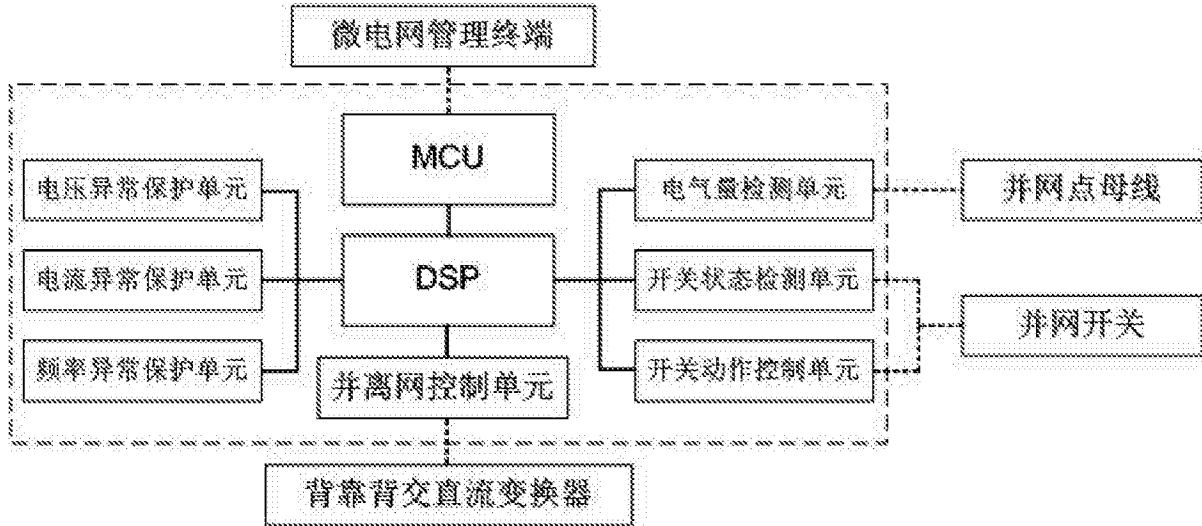


图2

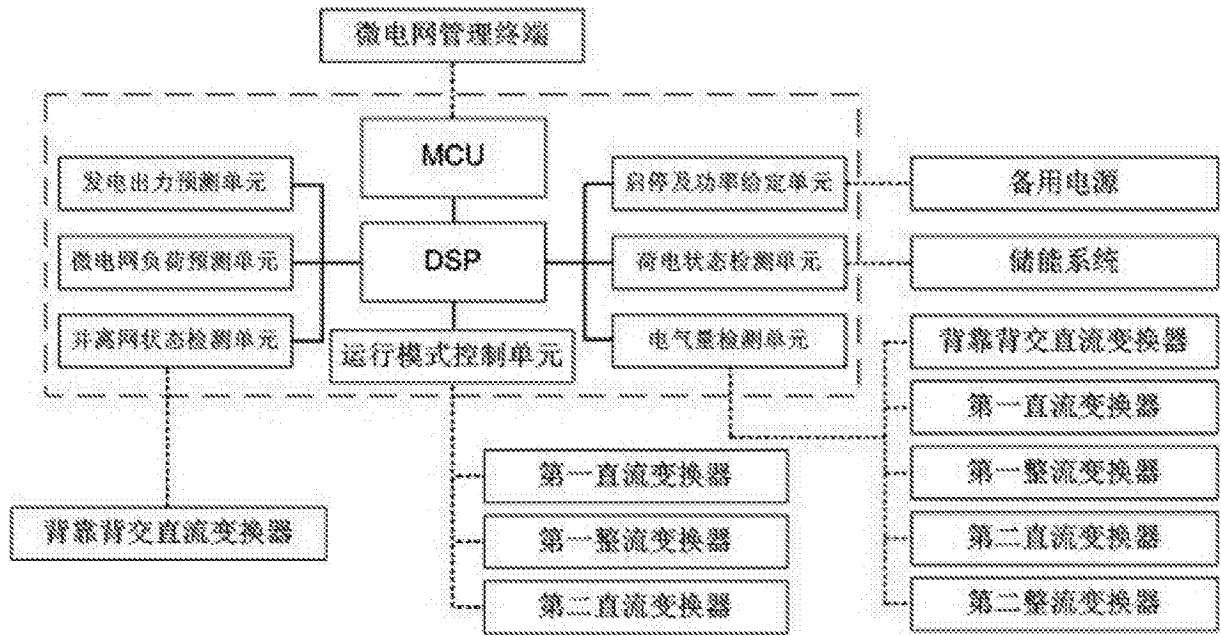


图3