



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103560523 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 05

(21) 申请号 201310576574. 9

(22) 申请日 2013. 11. 18

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 国网新源张家口风光储示范电站有
限公司
天津理工大学

(72) 发明人 岳巍澎 马幼捷 孙兆亨 周雪松
朱斯 王婧 任巍曦 董文琦
刘志豪 杨猛 李明 翟化欣
程东霞

(74) 专利代理机构 天津天麓律师事务所 12212
代理人 王里歌

(51) Int. Cl.
H02J 3/16 (2006. 01)

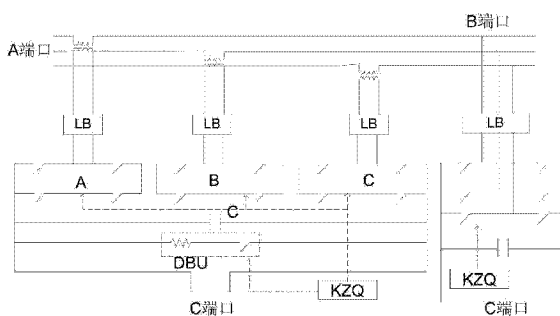
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统

(57) 摘要

一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统,其特征之处在于它包括动态电压恢复器 DVR、有功功率释放电路、网侧无功电流注入逆变器和控制器,其优越性在于:低电压穿越能力强;改造所需的成本低、可靠性高;使光伏系统具有低电压穿越的能力,还可向电网提供一定的无功功率,降低故障造成的损失,提高了电网供电的可靠性。



1. 一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统,其特征在于它包括动态电压恢复器 DVR、有功功率释放电路、网侧无功电流注入逆变器和控制器,其中,所述低电压穿越支撑系统安装在光伏系统与并网变压器之间;所述动态电压恢复器 DVR 设有 A 端口、B 端口和 C 端口, A 端口与 B 端口之间每相之间串联对应的独立工作单元,所述每个独立工作单元均含有一个滤波器和一个 H 桥逆变器;所述 DVR 的 A 端口与光伏系统输出端并网开关连接, DVR 的 B 端口与电网连接,每相 H 桥逆变器的交流输入侧经滤波器滤波串联在对应各相的 A 端口与 B 端口之间,输入滤波器主要用来滤除 H 桥逆变器的高频谐波;H 桥逆变器的直流输出侧为 C 端口,C 端中设有直流电容,其中每相 H 桥逆变器的直流输出侧可以共用一个直流电容或单独使用一个直流电容;所述无功电流注入逆变器设有 B 端口和 C 端口,与动态电压恢复器 DVR 的 B 端口并联;所述的 H 桥逆变器、无功电流注入逆变器和有功功率释放电路的输入端接收控制器发出的控制信号。

2. 根据权利要求 1 所述一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统,其特征在于所述动态电压恢复器 DVR 的 C 端口可以作为为三个 H 桥逆变器输出侧的独立端口,也可作为三个 H 桥逆变器输出侧并联后形成的一个公用端口。

3. 根据权利要求 2 所述一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统,其特征在于所述动态电压恢复器 DVR 的每相 H 桥逆变器滤波器输入侧分别以串联的方式连接在光伏逆变器输出端与电网之间,或在光伏逆变器输出端和电网之间分别串接一个隔离变压器,每相 H 桥逆变器滤波器的输入侧分别通过对应的隔离变压器串接在主回路中。

4. 根据权利要求 1 所述一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统,其特征在于所述基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统中还设有与动态电压恢复器 DVR 并联的快速开关 GK,所述快速开关 GK 含有三个独立单元,独立单元由功率双向开关 SCR 或 IGBT 或其他可控关断的功率开关器件与强制关断电路组成,它们分别与动态电压恢复器 DVR 的三个独立工作单元对应。

5. 根据权利要求 1 所述一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统,其特征在于所述有功功率释放电路为设在动态电压恢复器 DVR 中 C 端口的直流卸荷单元 DBU,C 端口与光伏系统中的 DC-DC 输出端连接。

6. 根据权利要求 1 所述一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统,其特征在于所述无功电流注入逆变器 B 端口和 C 端口的直流母线电容与动态电压恢复器 DVR 中 C 端口的直流卸荷单元 DBU 直流母线连接。

基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统

(一) 技术领域：

[0001] 本发明属于新能源发电技术领域，尤其是一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统。

(二) 背景技术：

[0002] 光伏发电是世界上增长最快的可再生能源，是未来基于可持续发展和零污染电能的一线希望，其开发利用是最终解决常规能源尤其是化石能源带来的能源短缺、环境污染以及温室效应等问题的有效途径之一，是理想的替代能源。针对中国发展光伏产业的实际情况，光伏系统与电网的协调规划和建设是当前最关键的问题。由于光伏发电的不可控性，如何将太阳能开发出来并入电网，并且保证电网的安全稳定运行，这是一个急需解决的问题。因此随着光伏发电的电网渗透率（即光伏发电占电网的比重）不断提高，世界各国在提高电网光伏发电承受能力的同时，对并网光伏发电场提出了比以往更高的技术要求，如低电压穿越（LVRT）能力、有功功率控制能力等。其中光伏发电的低电压穿越能力是光伏发电并网发电的最大挑战。低电压穿越 LVRT，指在光伏发电并网点电压跌落的时候，光伏发电能够保持并网，甚至向电网提供一定的无功功率，支持电网恢复，直到电网恢复正常，从而“穿越”这个低电压时间（区域）。若光伏发电场在电压跌落时仍采取被动保护式解列，则会增加整个系统的恢复难度，甚至可能加剧故障，最终导致系统其它机组全部解列，因此必须采取有效的 LVRT 措施，以维护光伏发电场电网的稳定。

[0003] 目前低电压穿越技术具有以下缺点：1、在电网故障发生电压跌落时现有低电压穿越技术动态响应速度慢；2、当电网电压跌落时，光伏逆变器无法均流稳定输出并网电流。由此引起在电网故障时造成巨大损失。

[0004] 动态电压恢复器 DVR（dynamicvoltage restorer 简称 DVR）是一种串联在线路中的电力电子设备，当电网发生故障，造成电压跌落时，动态电压恢复器可以在 1-2ms 内输出补偿电压，使得负荷侧电压正常。它可以看作是一个串联在负荷与电网之间的受控电压源，只有在电网电压异常时，它才会输出补偿电压保证负荷侧电压正常。

(三) 发明内容：

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统，它可以克服现有技术的不足，是一种结构简单、操作方便、可以有效提高电网供电可靠性的系统。

[0006] 本发明的技术方案：一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统，其特征在于它包括动态电压恢复器 DVR、有功功率释放电路、网侧无功电流注入逆变器和控制器，其中，所述低电压穿越支撑系统安装在光伏系统与并网变压器之间；所述动态电压恢复器 DVR 设有 A 端口、B 端口和 C 端口，A 端口与 B 端口之间每相之间串联对应的独立工作单元，所述每个独立工作单元均含有一个滤波器和一个 H 桥逆变器；所述 DVR 的 A 端口与光伏系统输出端并网开关连接，DVR 的 B 端口与电网连接，每相 H 桥逆变器的交流输入侧经滤波器

滤波串联在对应各相的 A 端口与 B 端口之间,输入滤波器主要用来滤除 H 桥逆变器的高频谐波;H 桥逆变器的直流输出侧为 C 端口,C 端中设有直流电容,其中每相 H 桥逆变器的直流输出侧可以共用一个直流电容或单独使用一个直流电容;所述无功电流注入逆变器设有 B 端口和 C 端口,与动态电压恢复器 DVR 的 B 端口并联;所述的 H 桥逆变器、无功电流注入逆变器和有功功率释放电路的输入端接收控制器发出的控制信号。

[0007] 所述动态电压恢复器 DVR 的 C 端口可以作为为三个 H 桥逆变器输出侧的独立端口,也可为三个 H 桥逆变器输出侧并联后形成的一个公用端口。

[0008] 所述动态电压恢复器 DVR 的每相 H 桥逆变器滤波器输入侧分别以串联的方式连接在光伏逆变器输出端与电网之间,或在光伏逆变器输出端和电网之间分别串接一个隔离变压器,每相 H 桥逆变器滤波器的输入侧分别通过对应的隔离变压器串接在主回路中。

[0009] 所述基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统中还设有与动态电压恢复器 DVR 并联的快速开关 GK,所述快速开关 GK 含有三个独立单元,独立单元由功率双向开关 SCR 或 IGBT 或其他可控关断的功率开关器件与强制关断电路组成,它们分别与动态电压恢复器 DVR 的三个独立工作单元对应。

[0010] 所述有功功率释放电路为设在动态电压恢复器 DVR 中 C 端口的直流卸荷单元 DBU(DCBrakeUnit),C 端口与光伏系统中的 DC-DC 输出端连接。

[0011] 所述无功电流注入逆变器 B 端口和 C 端口的直流母线电容与动态电压恢复器 DVR 中 C 端口的直流卸荷单元 DBU 直流母线连接。

[0012] 本发明的工作原理:当电网电压跌落时 DVR 将输出补偿电压使光伏逆变器端电压保持稳定不变,同时光伏系统输出的有功功率可以通过有功功率释放单元消耗,网侧无功电流注入逆变器将向电网输入一定的无功电流以帮助电网电压恢复,如图 4 所示。为了提高电网电压正常时系统工作效率,当电网正常时利用快速开关将 DVR 短路,使 DVR 工作在待机模式。在电网电压跌落时快速开关将快速分开,同时 DVR 将迅速从待机模式切换到电压补偿模式,电网电压恢复时 DVR 将退回到准备模式同时快速开关将 DVR 短接。

[0013] 本发明的优越性在于:由于采用动态电压恢复器 DVR,可以使光伏发电系统具有完美的低电压穿越能力,包含零电压跌落、电压对称及不对称、电网电压恢复时的高电压等在内的故障均能可靠穿越;电网跌落期间一直与电网保持连接,可以提供无功和有功功率的传输通道;在故障期间仍然可以给电网提供有功和无功支持;对现有光伏系统进行改造所需的成本低、可靠性高;在电网发生低电压故障的情况下,系统可快速输出补偿电压以补偿电网电压的跌落,使光伏逆变器输出端口的电压基本保持恒定,从而使得光伏系统具有低电压穿越的能力,根据需要动态电压恢复器可以采用最小能量补偿策略还可向电网提供一定的无功功率,帮助电网恢复正常,从而降低了电网发生故障时造成的损失,提高了电网供电的可靠性。

(四)附图说明:

[0014] 图 1 为本发明所涉一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统的结构示意图。

[0015] 图 2 为本发明所涉一种基于 DVR 的光伏发电机组低电压穿越支撑系统的一种动态电压恢复器 DVR 的原理结构示意图。

[0016] 图3是本发明所涉一种基于DVR的光伏发电机组低电压穿越支撑系统的另一种用于本发明的动态电压恢复器DVR的原理示意图。

[0017] 图4是本发明所涉一种基于DVR的光伏发电机组低电压穿越支撑系统的网侧无功电流注入逆变器的原理示意图。

[0018] 图5为本发明所涉一种基于DVR的光伏发电机组低电压穿越支撑系统的含有直流卸荷单元DBU电路的原理示意图。

[0019] 图6为本发明所涉一种基于DVR的光伏发电机组低电压穿越支撑系统的有功功率释放电路采用直流卸荷单元DBU的低电压穿越支撑装置结构示意图。

[0020] 图7为本发明所涉一种基于DVR的光伏发电机组低电压穿越支撑系统的另一种有功功率释放电路采用直流卸荷单元DBU的低电压穿越支撑装置结构示意图。

(五) 具体实施方式：

[0021] 实施例：一种基于DVR的光伏发电机组低电压穿越支撑系统(见图1)，其特征在于它包括动态电压恢复器DVR、有功功率释放电路、网侧无功电流注入逆变器和控制器，其中，所述低电压穿越支撑系统安装在光伏系统与并网变压器之间；所述动态电压恢复器DVR设有A端口、B端口和C端口，A端口与B端口之间每相之间串联对应的独立工作单元，所述每个独立工作单元均含有一个滤波器和一个H桥逆变器；所述DVR的A端口与光伏系统输出端并网开关连接，DVR的B端口与电网连接，每相H桥逆变器的交流输入侧经滤波器滤波串联在对应各相的A端口与B端口之间，输入滤波器主要用来滤除H桥逆变器的高频谐波；H桥逆变器的直流输出侧为C端口，C端中设有直流电容，其中每相H桥逆变器的直流输出侧可以共用一个直流电容或单独使用一个直流电容；所述无功电流注入逆变器设有B端口和C端口，与动态电压恢复器DVR的B端口并联；所述的H桥逆变器、无功电流注入逆变器和有功功率释放电路的输入端接收控制器发出的控制信号。

[0022] 所述动态电压恢复器DVR的C端口可以作为为三个H桥逆变器输出侧的独立端口，也可为三个H桥逆变器输出侧并联后形成的一个公用端口(见图2、图3)。

[0023] 所述动态电压恢复器DVR的每相H桥逆变器滤波器输入侧分别以串联的方式连接在光伏逆变器输出端与电网之间，或在光伏逆变器输出端和电网之间分别串接一个隔离变压器，每相H桥逆变器滤波器的输入侧分别通过对应的隔离变压器串接在主回路中(见图2、图3)。

[0024] 所述基于DVR的光伏发电机组低电压穿越支撑系统中还设有与动态电压恢复器DVR并联的快速开关GK，所述快速开关GK含有三个独立单元，独立单元由功率双向开关SCR或IGBT或其他可控关断的功率开关器件与强制关断电路组成，它们分别与动态电压恢复器DVR的三个独立工作单元对应。

[0025] 所述有功功率释放电路为设在动态电压恢复器DVR中C端口的直流卸荷单元DBU(DCBrakeUnit)，C端口与光伏系统中的DC-DC输出端连接(见图5)。

[0026] 所述无功电流注入逆变器B端口和C端口的直流母线电容与动态电压恢复器DVR中C端口的直流卸荷单元DBU直流母线连接(见图6、图7)。

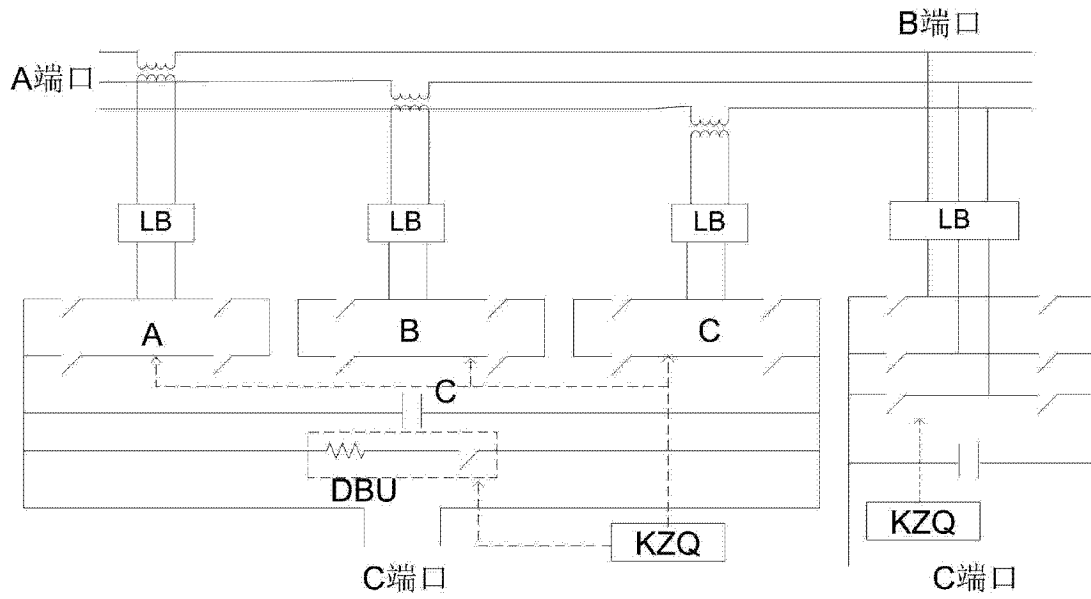


图 1

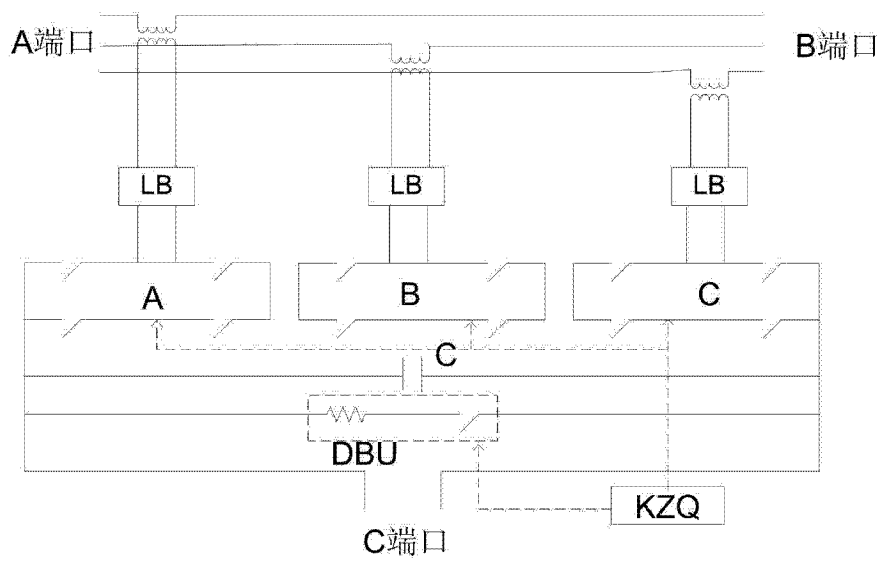


图 2

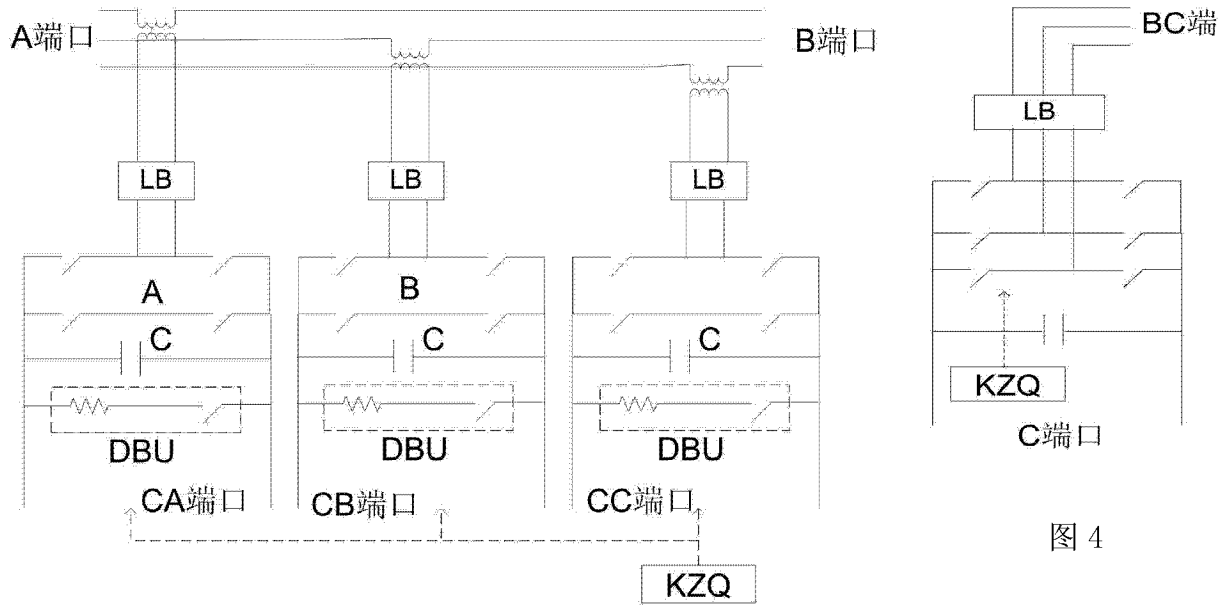


图 3

图 4

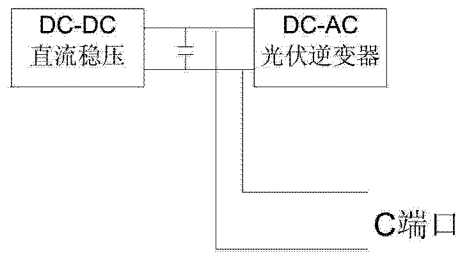


图 5

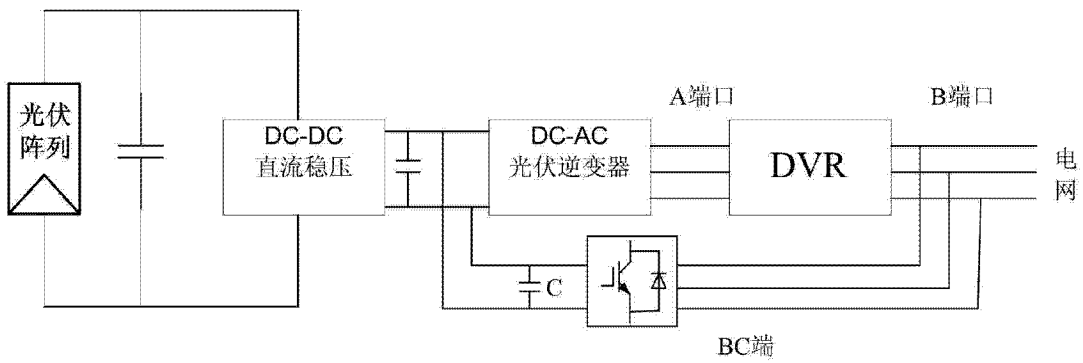


图 6

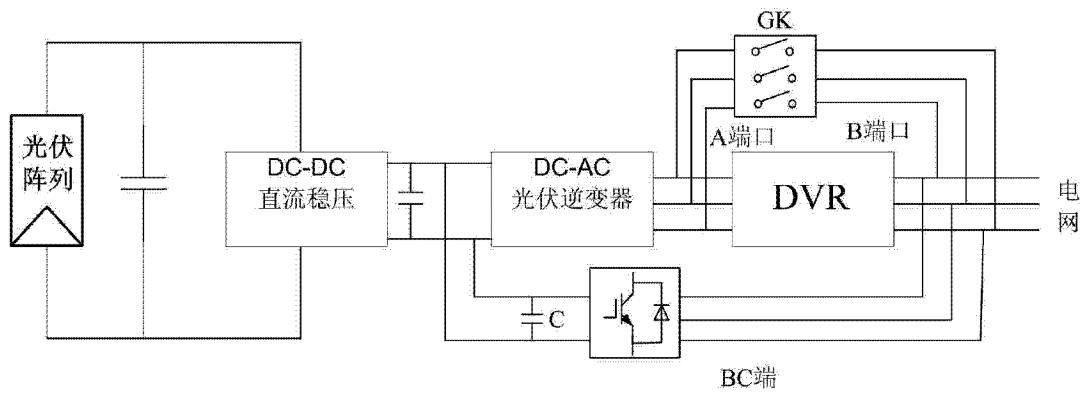


图 7