



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106532757 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(21)申请号 201611027960.2

(22)申请日 2016.11.17

(71)申请人 南方电网科学研究院有限责任公司

地址 510080 广东省广州市越秀区东风东
路水均岗6、8号西塔13-20楼

申请人 中国南方电网有限责任公司电网技
术研究中心

(72)发明人 邱伟 黄莹 赵晓斌 周诗嘉

徐迪臻 李凌飞

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理
有限公司 11274

代理人 申健

(51)Int.Cl.

H02J 3/36(2006.01)

H02H 9/02(2006.01)

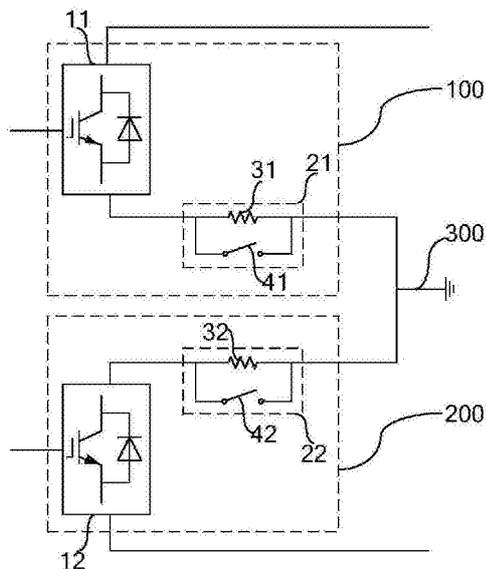
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

双极柔性直流输电系统及其换流站、换流站
的控制方法

(57)摘要

本发明的实施例提供一种双极柔性直流输
电系统及其换流站、换流站的控制方法,涉及电
子技术领域,可以抑制双极柔性直流输电系统直
流侧发生故障时产生的短路电流。所述换流站包
括正极性换流部分和负极性换流部分;正极性换
流部分包括第一换流器和第一限流模块;负极性
换流部分包括第二换流器和第二限流模块;第一
限流模块包括第一限流电阻器;第一限流电阻器
的一端与第一换流器的低压端连接,另一端与中
性母线连接;第一限流模块还包括与第一限流电
阻器并联的第一旁路开关;第二限流模块包括第
二限流电阻器;第二限流电阻器的一端与第二换
流器的低压端连接,另一端与中性母线连接;第
二限流模块还包括与第二限流电阻器并联的第
二旁路开关。



1. 一种用于双极柔性直流输电系统的换流站,其特征在于,包括正极性换流部分和负极性换流部分;所述正极性换流部分包括第一换流器和第一限流模块;所述负极性换流部分包括第二换流器和第二限流模块;

所述第一限流模块包括第一限流电阻器,所述第一限流电阻器的一端与所述第一换流器的低压端连接,另一端与中性母线连接;所述第一限流模块还包括与所述第一限流电阻器并联的第一旁路开关;

所述第二限流模块包括第二限流电阻器,所述第二限流电阻器的一端与所述第二换流器的低压端连接,另一端与中性母线连接;所述第二限流模块还包括与所述第二限流电阻器并联的第二旁路开关。

2. 根据权利要求1所述的换流站,其特征在于,所述第一限流模块还包括第一避雷器,所述第一避雷器的一端与所述第一换流器的低压端连接,另一端接地;和/或,

所述第二限流模块还包括第二避雷器,所述第二避雷器的一端与所述第二换流器的低压端连接,另一端接地。

3. 根据权利要求1或2所述的换流站,其特征在于,所述第一限流电阻器包括至少一个第一子限流电阻器;其中,当所述第一限流电阻器包括至少两个第一子限流电阻器时,至少两个第一子限流电阻器以串联和/或并联方式设置;和/或,

所述第二限流电阻器包括至少一个第二子限流电阻器;其中,当所述第二限流电阻器包括至少两个第二子限流电阻器时,至少两个第二子限流电阻器以串联和/或并联方式设置。

4. 一种用于双极柔性直流输电系统的换流站,其特征在于,包括正极性换流部分和负极性换流部分;所述正极性换流部分包括第一换流器;所述负极性换流部分包括第二换流器;

所述换流站还包括第三限流模块;所述第三限流模块包括第三限流电阻器,所述第三限流电阻器串联在中性母线上;所述第三限流模块还包括与所述第三限流电阻器并联的第三旁路开关。

5. 根据权利要求4所述的换流站,其特征在于,所述第三限流模块还包括一个第三避雷器;所述第三避雷器的一端与所述中性母线连接,另一端接地;其中,所述第三避雷器设置在换流器的低压端与所述第三限流电阻器之间。

6. 根据权利要求4所述的换流站,其特征在于,所述第三限流模块包括两个第三避雷器;其中一个所述第三避雷器的一端与所述第一换流器的低压端连接,另一端接地;另一个所述第三避雷器的一端与所述第二换流器的低压端连接,另一端接地。

7. 根据权利要求4所述的换流站,其特征在于,所述第三限流电阻器包括至少一个第三子限流电阻器;其中,当所述第三限流电阻器包括至少两个第三子限流电阻器时,至少两个第三子限流电阻器以串联和/或并联方式设置。

8. 一种双极柔性直流输电系统,其特征在于,包括送电端换流站和受电端换流站;

所述送电端换流站和/或所述受电端换流站为权利要求1-3任一项或权利要求4-7所述的换流站。

9. 根据权利要求8所述的输电系统,其特征在于,所述送电端换流站和所述受电端换流站均为所述换流站。

10. 一种如权利要求1-3任一项或权利要求4-7任一项所述的换流站的控制方法,其特征在于,包括:

当发生直流短路时,控制旁路开关打开;否则,控制旁路开关关闭。

双极柔性直流输电系统及其换流站、换流站的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子技术领域,尤其涉及一种双极柔性直流输电系统及其换流站、换流站的控制方法。

背景技术

[0002] 柔性直流输电技术是一种新型直流输电技术,合理的控制保护策略决定了柔性直流输电系统安全稳定运行。它的灵活应用性能使其在城市电网互联、清洁能源并网以及孤岛供电等领域有着广阔的应用前景。

[0003] 为了实现大容量功率输送的要求,需要增加子模块数量以提高其电压等级,但过多子模块级联,使阀控设备控制难度增加,因此采用双极结构形式,在减少单个换流单元子模块级联数目的同时,达到同样的传输功率成为一种可行选择。

[0004] 由于雷击、接地、山火等造成的直流侧短路故障是目前双极柔性直流输电技术所面对的主要问题之一。当双极柔性直流输电系统直流侧发生故障时,由于其特殊的拓扑结构,将产生非常大的短路电流。该短路电流流过换流器,使得换流阀的电流应力增大,甚至造成换流器的损坏,同时也严重威胁了故障线路中相关设备的安全。

发明内容

[0005] 本发明的实施例提供一种双极柔性直流输电系统及其换流站、换流站的控制方法,可以抑制双极柔性直流输电系统直流侧发生故障时产生的短路电流。

[0006] 为达到上述目的,本发明的实施例采用如下技术方案:

[0007] 第一方面,提供一种用于双极柔性直流输电系统的换流站,包括正极性换流部分和负极性换流部分;所述正极性换流部分包括第一换流器和第一限流模块;所述负极性换流部分包括第二换流器和第二限流模块。

[0008] 所述第一限流模块包括第一限流电阻器,所述第一限流电阻器的一端与所述第一换流器的低压端连接,另一端与中性母线连接;所述第一限流模块还包括与所述第一限流电阻器并联的第一旁路开关。

[0009] 所述第二限流模块包括第二限流电阻器,所述第二限流电阻器的一端与所述第二换流器的低压端连接,另一端与中性母线连接;所述第二限流模块还包括与所述第二限流电阻器并联的第二旁路开关。

[0010] 优选的,所述第一限流模块还包括第一避雷器,所述第一避雷器的一端与所述第一换流器的低压端连接,另一端接地;和/或,所述第二限流模块还包括第二避雷器,所述第二避雷器的一端与所述第二换流器的低压端连接,另一端接地。

[0011] 优选的,所述第一限流电阻器包括至少一个第一子限流电阻器;其中,当所述第一限流电阻器包括至少两个第一子限流电阻器时,至少两个第一子限流电阻器以串联和/或并联方式设置;和/或,所述第二限流电阻器包括至少一个第二子限流电阻器;其中,当所述第二限流电阻器包括至少两个第二子限流电阻器时,至少两个第二子限流电阻器以串联

和/或并联方式设置。

[0012] 第二方面,提供一种用于双极柔性直流输电系统的换流站,包括正极性换流部分和负极性换流部分;所述正极性换流部分包括第一换流器;所述负极性换流部分包括第二换流器;所述换流站还包括第三限流模块;所述第三限流模块包括第三限流电阻器,所述第三限流电阻器串联在中性母线上;所述第三限流模块还包括与所述第三限流电阻器并联的第三旁路开关。

[0013] 优选的,所述第三限流模块还包括一个第三避雷器;所述第三避雷器的一端与所述中性母线连接,另一端接地;其中,所述第三避雷器设置在换流器的低压端与所述第三限流电阻器之间。

[0014] 优选的,所述第三限流模块包括两个第三避雷器;其中一个所述第三避雷器的一端与所述第一换流器的低压端连接,另一端接地;另一个所述第三避雷器的一端与所述第二换流器的低压端连接,另一端接地。

[0015] 优选的,所述第三限流电阻器包括至少一个第三子限流电阻器;其中,当所述第三限流电阻器包括至少两个第三子限流电阻器时,至少两个第三子限流电阻器以串联和/或并联方式设置。

[0016] 第三方面,提供一种双极柔性直流输电系统,包括送电端换流站和/或受电端换流站;所述送电端换流站和/或所述受电端换流站为第一方面或第二方面所述的换流站。

[0017] 优选的,所述送电端换流站和所述受电端换流站均为所述换流站。

[0018] 第四方面,提供一种如第一方面或第二方面所述的换流站的控制方法,包括:当发生直流短路时,控制旁路开关打开;否则,控制旁路开关关闭。

[0019] 本发明实施例提供一种双极柔性直流输电系统及其换流站、换流站的控制方法,通过在换流站中设置限流模块,并使限流模块包括限流电阻器和与其并联的旁路开关,当所述换流站的正极性换流部分或负极性换流部分发生直流侧短路故障时,通过打开发生故障的换流部分的旁路开关,使得短路电流可流过发生故障的换流部分的限流电阻器,因而可抑制短路回路中的电流,保证了换流站中的换流器以及故障线路上的相关设备的安全性。在此基础上,由于所述换流站的工作电流非常大,当所述换流站正常工作,或者短路回路中的电流值降低到正常范围内时,通过闭合发生故障的换流部分的旁路开关,可避免限流模块中各器件长时间在大电流下运行而被损坏。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本发明实施例提供的一种换流站的拓扑示意图一;

[0022] 图2为本发明实施例提供的一种换流站的拓扑示意图二;

[0023] 图3(a)为本发明实施例提供的一种限流电阻器的拓扑示意图一;

[0024] 图3(b)为本发明实施例提供的一种限流电阻器的拓扑示意图二;

[0025] 图4为本发明实施例提供的一种换流站的拓扑示意图三;

- [0026] 图5为本发明实施例提供的一种换流站的拓扑示意图四；
[0027] 图6为本发明实施例提供的一种换流站的拓扑示意图五；
[0028] 图7为本发明实施例提供的一种限流电阻器的拓扑示意图三；
[0029] 图8为本发明实施例提供的一种双极柔性直流输电系统的拓扑示意图。
[0030] 附图标记：

[0031] 01-送电端换流站；02-受电端换流站；11-第一换流器；12-第二换流器；21-第一限流模块；22-第二限流模块；23-第三限流模块；31-第一限流电阻器；301-第一子限流电阻器；32-第二限流电阻器；302-第二子限流电阻器；33-第三限流电阻器；303-第三子限流电阻器；41-第一旁路开关；42-第二旁路开关；43-第三旁路开关；51-第一避雷器；52-第二避雷器；53-第三避雷器；100-正极性换流部分；200-负极性换流部分；300-中性母线。

具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 本发明实施例提供一种用于双极柔性直流输电系统的换流站，如图1所示，包括正极性换流部分100和负极性换流部分200；正极性换流部分100包括第一换流器11和第一限流模块21；负极性换流部分200包括第二换流器12和第二限流模块22。

[0034] 第一限流模块21包括第一限流电阻器31，第一限流电阻器31的一端与第一换流器11的低压端连接，另一端与中性母线300连接；第一限流模块21还包括与第一限流电阻器31并联的第一旁路开关41。

[0035] 第二限流模块22包括第二限流电阻器32，第二限流电阻器32的一端与第二换流器12的低压端连接，另一端与中性母线300连接；第二限流模块22还包括与第二限流电阻器32并联的第二旁路开关42。

[0036] 其中，第一限流模块21的工作原理为：当正极性换流部分100正常工作时，第一旁路开关41闭合；当正极性换流部分100发生直流侧短路故障时，第一旁路开关41打开，第一限流电阻器31用于抑制正极性短路回路中的短路电流；当正极性短路回路中的电流降低到正常范围内时，第一旁路开关41闭合。

[0037] 第二限流模块22的工作原理为：当负极性换流部分200正常工作时，第二旁路开关42闭合；当负极性换流部分200发生直流侧短路故障时，第二旁路开关42打开，第二限流电阻器32用于抑制负极性短路回路中的短路电流；当负极性短路回路中的电流值降低到正常范围内时，第二旁路开关42闭合。

[0038] 对于限流电阻器（包括第一限流电阻器31和第二限流电阻器32）的工作原理，本领域技术人员应该知道，当限流电阻器串联于电路中时，用以限制所在支路电流的大小，以防止电流过大烧坏电路中的元器件。

[0039] 需要说明的是，第一，所述换流站直流侧的短路故障程度不同，所述换流站的工作方式不同。

[0040] 示例的，当正极性换流部分100发生直流侧短路故障时，第一限流电阻器31使短路

回路中的电流值降低到正常范围内,在此基础上,若正极性换流部分100直流侧短路故障不可恢复,系统将正极性换流部分100闭锁,所述换流站通过负极性换流部分200进行单极运行;若正极性换流部分100直流侧短路故障可以恢复,则不影响双极柔性直流输电系统的正常工作。

[0041] 当负极性换流部分200发生直流侧短路故障时,第二限流电阻器32使短路回路中的电流值降低到正常范围内,在此基础上,若负极性换流部分200直流侧短路故障不可恢复,系统将负极性换流部分200闭锁,所述换流站通过正极性换流部分100进行单极运行;若负极性换流部分200直流侧短路故障可以恢复,则不影响双极柔性直流输电系统的正常工作。

[0042] 第二,第一换流器11和第二换流器12均包括多个绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor,简称IGBT)换流阀,每个IGBT换流阀由若干个阀组件构成。

[0043] 第三,第一换流器11和第二换流器12可用于将交流电转换为直流电,也可用于将直流电转换为交流电。

[0044] 不管第一换流器11和第二换流器12用于将交流电转换为直流电,还是将直流电转换为交流电,第一换流器11的高压端和第二换流器12的高压端都是分别连接正高压直流输电线和负高压直流输电线。

[0045] 第四,第一限流电阻器31和第二限流电阻器32的具体参数可根据其所应用的具体换流站进行设定,只要保证在发生直流侧短路时,换流站中的换流器以及故障线路上的相关设备不被破坏即可。

[0046] 本发明实施例提供一种换流站,通过在正极性换流部分100设置第一限流模块21,在负极性换流部分200设置第二限流模块22,并使第一限流模块21包括第一限流电阻器31和与第一限流电阻器31并联的第一旁路开关41,使第二限流模块22包括第二限流电阻器32和与第二限流电阻器32并联的第二旁路开关42,当所述换流站的正极性换流部分100或负极性换流部分200发生直流侧短路故障时,通过打开发生故障的换流部分的旁路开关,使得短路电流可流过发生故障的换流部分的限流电阻器,因而可抑制短路回路中的电流,保证了换流站中的换流器以及故障线路上的相关设备的安全性。在此基础上,由于所述换流站的工作电流非常大,当所述换流站正常工作,或者短路回路中的电流值降低到正常范围内时,通过闭合发生故障的换流部分的旁路开关,可避免第一限流模块21和第二限流模块22中各器件长时间在大电流下运行而被损坏。

[0047] 此外,由于第一限流模块21和第二限流模块22独立设置,可以在所述换流站的故障只发生在正极性换流部分100或负极性换流部分200其中一极时,可保证另一极不发生明显变化,即,对正常工作极的影响较小。

[0048] 优选的,如图2所示,第一限流模块21还包括第一避雷器51,第一避雷器51的一端与第一换流器11的低压端连接,另一端接地。和/或,第二限流模块22还包括第二避雷器52,第二避雷器52的一端与第二换流器12的低压端连接,另一端接地。

[0049] 需要说明的是,第一,图2以第一限流模块21和第二限流模块22均包括避雷器为例进行示意,但本发明实施例并不限于此,可以仅使第一限流模块21包括第一避雷器51,或者仅使第二限流模块22包括第二避雷器52。

[0050] 第二,本领域技术人员应该知道,避雷器可以降低线路中的电压和电流,保护电器

设备免受高瞬态过电压的危害。

[0051] 本发明实施例中,通过在第一限流模块21中设置第一避雷器51,当所述换流站的正极性换流部分100发生直流侧短路故障,且当第一换流器11低压端的电压升至第一避雷器51的保护电压水平时,第一避雷器51工作,使短路回路中的部分电流通过第一避雷器51流入大地,从而降低了第一限流电阻器31的电流应力,也可以降低第一换流器11低压端的过电压水平,保护故障线路中的换流器及其他相关设备免受电流过高而被损坏。通过在第二限流模块22中设置第二避雷器52,当所述换流站的负极性换流部分200发生直流侧短路故障,且当第二换流器12低压端的电压升至第二避雷器52的保护电压水平时,第二避雷器52工作,使短路回路中的部分电流通过第二避雷器52流入大地,从而降低了第二限流电阻器32的电流应力,同时也可以降低第二换流器12低压端的过电压水平,保护故障线路中的换流器及其他相关设备免受电流过高而被损坏。

[0052] 此外,相对采用更大开断能力的直流断路器及其相应设备,由于高压电、大容量的直流断路器仍处于研制阶段,暂时无法直接应用于工程中,且其制作成本高昂,因此限制了其在直流工程中的实际应用;或者,相对采用传统的限流器设备,但是传统的限流器设备在发生故障后需要断开线路,影响系统的潮流分布和稳定性;或者相对采用基于载流隔离器的快速故障电流限制器,发生故障后不需要断开线路,故障结束后电流可从旁路开关继续流通,不影响系统正常运行下的潮流分布,但是其设备复杂,制造成本较高。本发明实施例由于第一限流模块21最多包括第一限流电阻器31、第一旁路开关41和第一避雷器51,第二限流模块22最多包括第二限流电阻器32、第二旁路开关42和第二避雷器52,使得所述换流站的拓扑不含大功率电力电子开关器件,造价相对低廉,体积较小,实现简单且性能优异,因而易于实际应用推广。

[0053] 优选的,如图3(a)所示,第一限流电阻器31包括至少一个第一子限流电阻器301;其中,当第一限流电阻器31包括至少两个第一子限流电阻器301时,至少两个第一子限流电阻器301以串联和/或并联方式设置;和/或,如图3(b)所示,第二限流电阻器32包括至少一个第二子限流电阻器302;其中,当第二限流电阻器32包括至少两个第二子限流电阻器302时,至少两个第二子限流电阻器302以串联和/或并联方式设置。

[0054] 本发明实施例中,由于相较于参数值较小的限流电阻器,参数值较大的限流电阻器成本更高,通过将至少两个第一子限流电阻器301以串联和/或并联方式设置,将至少两个第二子限流电阻器302以串联和/或并联方式设置,可以减小限流电阻器所需的参数值,从而容易得到需要的限流电阻器,其成本相对较低。

[0055] 本发明实施例还提供一种用于双极柔性直流输电系统的换流站,如图4所示,包括正极性换流部分100和负极性换流部分200;正极性换流部分100包括第一换流器11;负极性换流部分200包括第二换流器12;所述换流站还包括第三限流模块23;第三限流模块23包括第三限流电阻器33,第三限流电阻器33串联在中性母线300上;第三限流模块23还包括与第三限流电阻器33并联的第三旁路开关43。

[0056] 第三限流模块23的工作原理为:当正极性换流部分100和负极性换流部分200正常工作时,第三旁路开关43闭合;当正极性换流部分100或负极性换流部分200发生直流侧短路故障时,第三旁路开关43打开,第三限流电阻器33用于抑制短路回路中的短路电流;当短路回路中的电流降低到正常范围内时,第三旁路开关43闭合。

[0057] 本发明实施例提供一种换流站,通过在所述换流站设置第三限流模块23,并使第三限流模块23包括第三限流电阻器33和与第三限流电阻器33并联的第三旁路开关43,当所述换流站的正极性换流部分100或负极性换流部分200发生直流侧短路故障时,打开第三旁路开关43,使得短路电流可流过第三限流电阻器33,因而可抑制短路回路中的电流,保证了换流站中的换流器以及故障线路上的相关设备的安全性。在此基础上,由于所述换流站的工作电流非常大,当所述换流站正常工作,或者短路回路中的电流值降低到正常范围内时,通过闭合第三旁路开关43,避免第三限流模块23中各器件长时间在大电流下运行而被损坏。

[0058] 优选的,如图5所示,第三限流模块23还包括一个第三避雷器53;第三避雷器53的一端与中性母线300连接,另一端接地;其中,第三避雷器53设置在换流器的低压端与第三限流电阻器33之间。

[0059] 或者,优选的,如图6所示,第三限流模块23包括两个第三避雷器53;其中一个第三避雷器53的一端与第一换流器11的低压端连接,另一端接地;另一个第三避雷器53的一端与第二换流器12的低压端连接,另一端接地。

[0060] 本发明实施例中,通过在第三限流模块23中设置第三避雷器53,当所述换流站的正极性换流部分100或负极性换流部分200发生直流侧短路故障,且当第一换流器11或第二换流器12低压端的电压升至第三避雷器53的保护电压水平时,第三避雷器53工作,使短路回路中的部分电流通过第三避雷器53流入大地,从而降低了第三限流电阻器33的电流应力,同时也可以降低第一换流器11或第二换流器12低压端的过电压水平,保护故障线路中的换流器及其他相关设备免受电流过高而被损坏。此外,由于第三限流模块23最多包括第三限流电阻器33、第三旁路开关43和第三避雷器53,使得所述换流站的拓扑不含大功率电力电子开关器件,造价相对低廉,体积较小,实现简单且性能优异,易于实际应用推广。

[0061] 优选的,如图7所示,第三限流电阻器33包括至少一个第三子限流电阻器303;其中,当第三限流电阻器33包括至少两个第三子限流电阻器303时,至少两个第三子限流电阻器303以串联和/或并联方式设置。

[0062] 本发明实施例中,由于相较于参数值较小的限流电阻器,参数值较大的限流电阻器成本更高,通过将至少两个第三子限流电阻器303以串联和/或并联方式设置,可以减小限流电阻器所需的参数值,从而容易得到需要的限流电阻器,其成本相对较低。

[0063] 本发明实施例还提供一种双极柔性直流输电系统,如图8所示,所述双极柔性直流输电系统包括送电端换流站01和/或受电端换流站02;送电端换流站01和/或受电端换流站02为本发明前述任一实施例的换流站。

[0064] 其中,送电端换流站01用于将交流电压经第一换流器11和第二换流器12整流为线路输电能力强、损耗小的直流电压,并传送到受电端换流站02;受电端换流站02用于将第一换流器11和第二换流器12接收到的直流电压转化为可大面积输电的交流电压。

[0065] 此外,所述双极柔性直流输电系统还包括交流系统、换流变压器、以及换相电抗器等。

[0066] 换流变压器的一端与交流系统连接,另一端通过换相电抗器与第一换流器11、第二换流器12的交流端连接,一方面,可实现交流电网与直流电网之间的连接;另一方面,可以实现电压的变换,使送电端换流站01直流侧电压或受电端换流站02的交流侧电压符合其

额定电压及容许电压偏移。

[0067] 换相电抗器的一端与换流变压器连接,另一端与第一换流器11、第二换流器12的交流端连接。

[0068] 基于此,第一换流器11和第二换流器12的交流端可与换流变压器及换相电抗器连接;送电端换流站01中正极性换流部分100的第一换流器11的高压端与受电端换流站02中正极性换流部分100的第一换流器11的高压端、送电端换流站01中负极性换流部分200的第二换流器12的高压端与受电端换流站02中负极性换流部分200的第二换流器12的高压端通过双极性高压直流输电线连接。

[0069] 本发明实施例通过在所述双极柔性直流输电系统的换流站中设置限流模块,并使限流模块包括限流电阻器和与其并联的旁路开关,当所述换流站的正极性换流部分100或负极性换流部分200发生直流侧短路故障时,通过打开发生故障的换流部分的旁路开关,使得短路电流可流过发生故障的换流部分的限流电阻器,因而可抑制短路回路中的电流,保证了换流站中的换流器以及故障线路上的相关设备的安全性。在此基础上,由于所述换流站的工作电流非常大,当所述换流站正常工作,或者短路回路中的电流值降低到正常范围内时,通过闭合发生故障的换流部分的旁路开关,可避免限流模块中各器件长时间在大电流下运行而被损坏。

[0070] 优选的,送电端换流站01和受电端换流站02均为本发明前述任一实施例的所述换流站。

[0071] 本发明实施例使所述双极柔性输电系统的送电端换流站01和受电端换流站02均为本发明前述任一实施例的换流站,可以保证当所述双极柔性输电系统的直流侧出现故障发生短路时,送电端换流站01和受电端换流站02的正极性换流部分100和负极性换流部分200的线路中的短路电流均被抑制,从而保护线路中的元器件不被损坏。

[0072] 本发明实施例还提供一种如本发明前述任一实施例的换流站的控制方法,当发生直流短路时,控制旁路开关打开;否则,控制旁路开关关闭。

[0073] 需要说明的是,所述双极柔性直流输电系统中的自动控制保护装置可以根据逻辑判断发出信号,从而控制旁路开关的状态。

[0074] 此外,当所述换流站中的正极性换流部分100或负极性换流部分200直流侧短路故障不可恢复时,也可以通过所述双极柔性直流输电系统中的自动控制保护装置自动控制正极性换流部分100或负极性换流部分200闭锁。

[0075] 本发明实施例中,当所述换流站出现直流侧短路故障时,自动打开旁路开关,能更快速地抑制短路回路中的电流,保证了换流站中的换流器以及故障线路上的相关设备的安全性。当所述换流站正常工作,或者短路回路中的电流值降低到正常范围内时,自动闭合旁路开关,避免限流模块中各器件长时间在大电流下运行而被损坏。

[0076] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

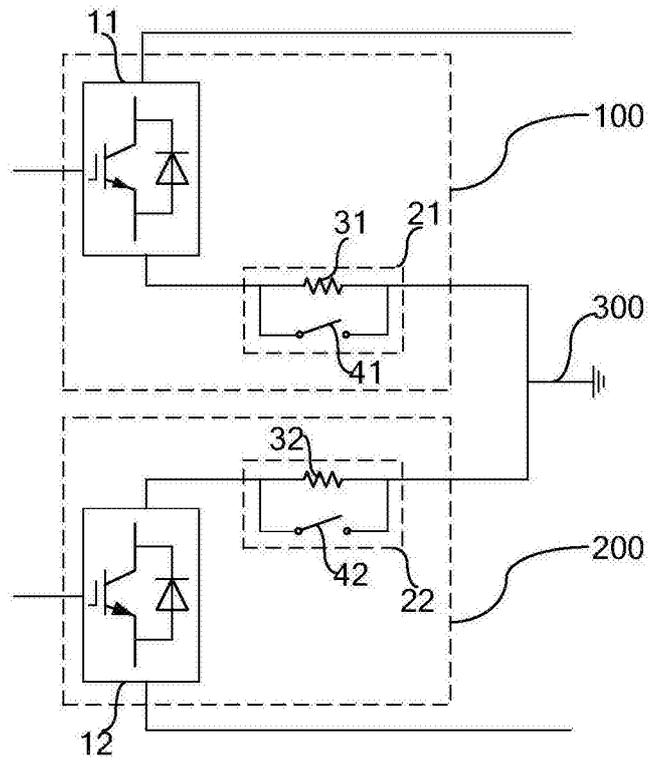


图1

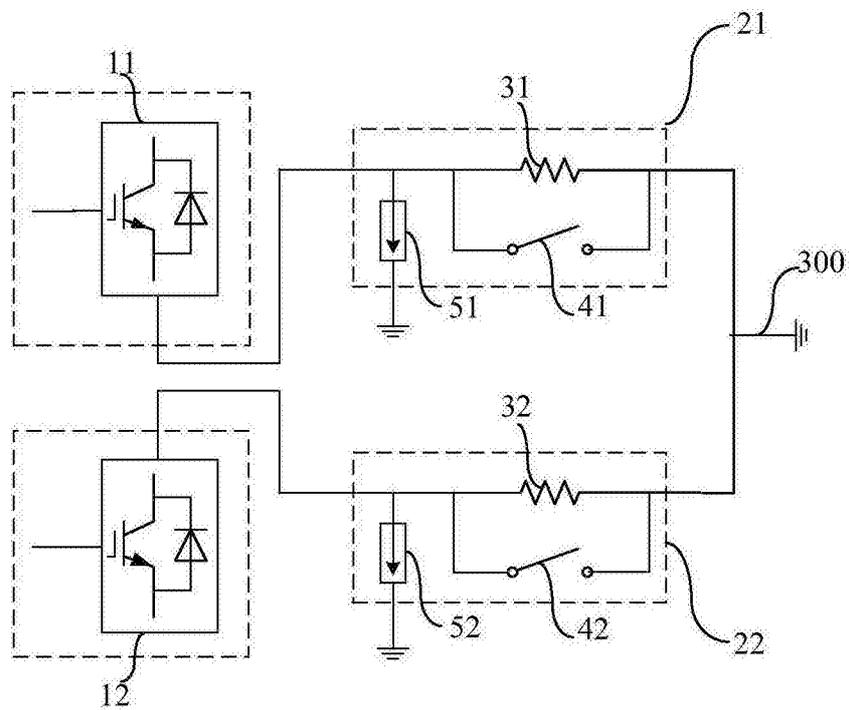


图2

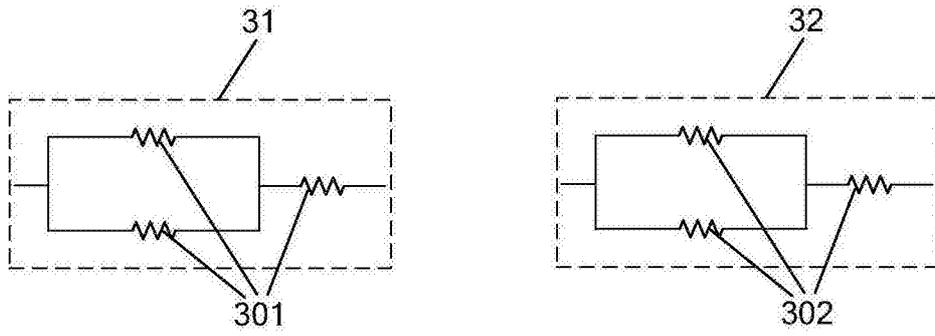


图3(a)

图3(b)

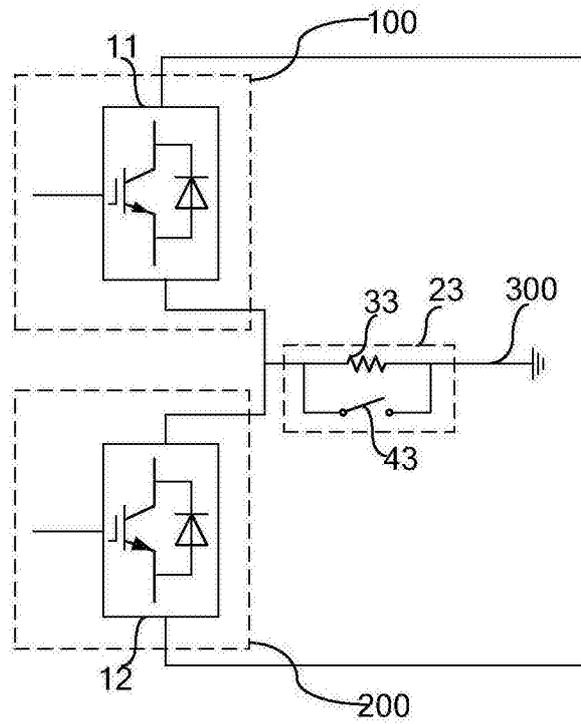


图4

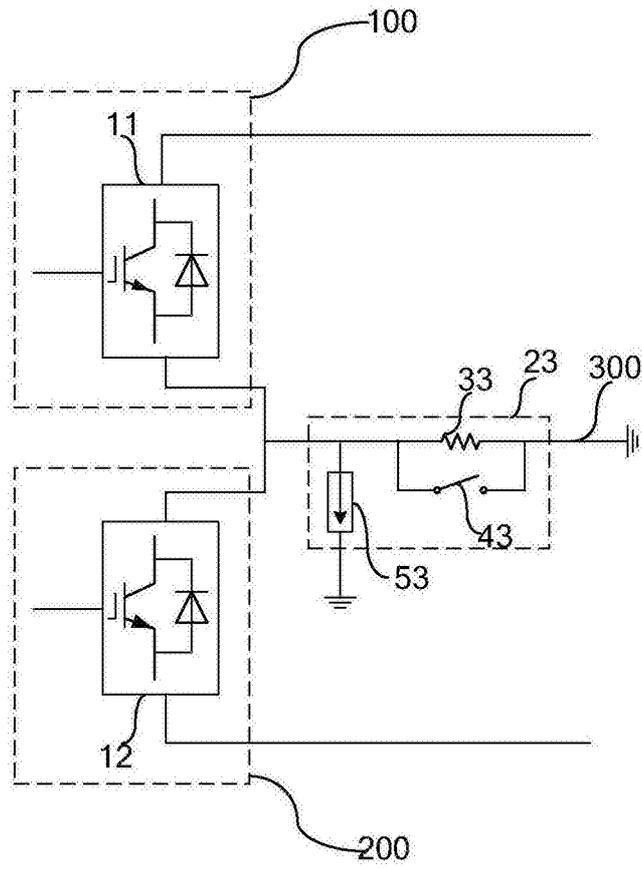


图5

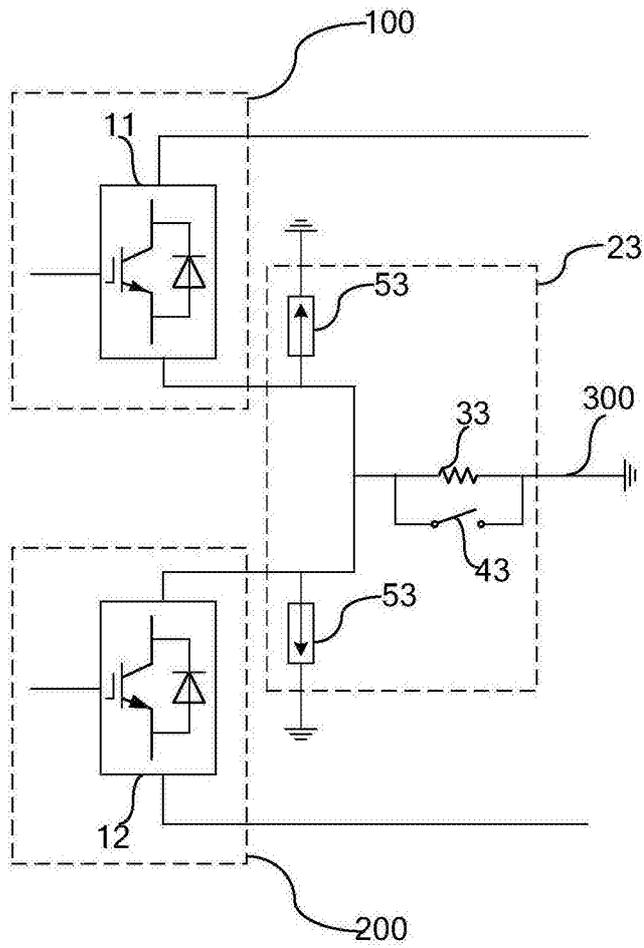


图6

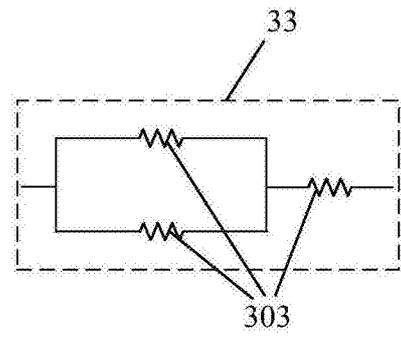


图7

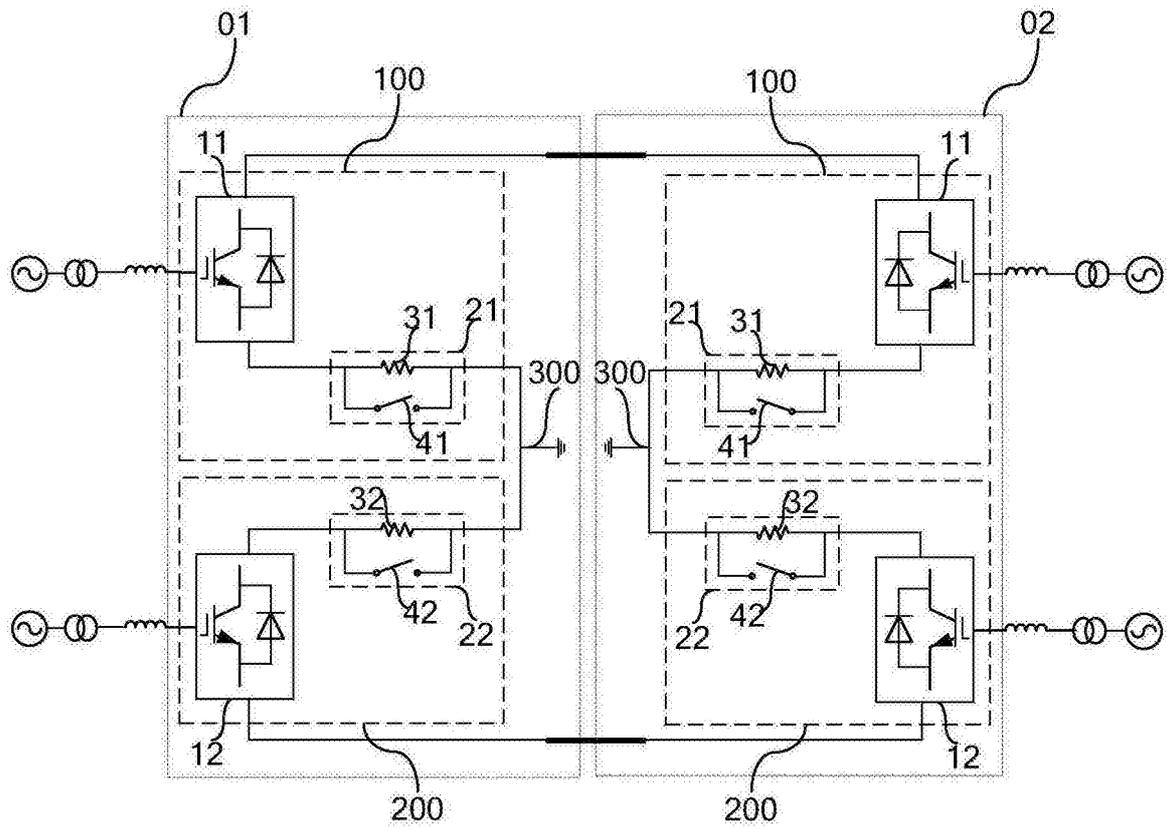


图8