



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107887892 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201711016719.4

(22)申请日 2017.10.26

(71)申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区回龙观北农路2号

(72)发明人 许建中 赵天一 俞永杰 赵坚鹏 赵成勇

(51)Int.Cl.

H02H 7/26(2006.01)

H02H 7/22(2006.01)

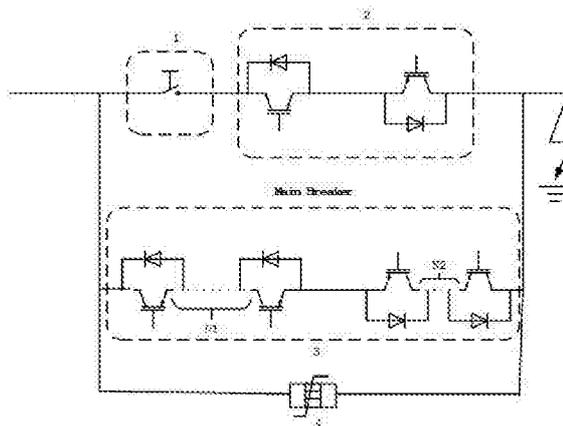
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案

(57)摘要

本发明涉及一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案,属于高压、超高压直流输电技术领域。该方案主要在直流电网的线路两侧和换流站侧配置不同类型的混合式高压直流断路器。所配置的双向高压直流断路器由超快速开关、负载换相开关、主开关和避雷器组成。超快速开关与负载换相开关为正常运行时投入,发生故障时将故障电流转移到主开关所在通路,主开关由大量的IGBT、二极管及保护均压电路组成,最后电流流入避雷器,避雷器起到消耗能量的作用。由于实际运行中高压直流断路器所需断开的正反方向的最大电流不同,可以根据高压直流断路器所在直流电网中的具体位置,增减主开关中IGBT的具体数量来达到满足关断能力并具有良好的经济性的目的。



1. 一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案,其特在于:采用混合式高压直流断路器,在保证分断容量和动作速度的前提下降低通态损耗,在柔性直流电网中拥有更好的前景。

2. 根据权利要求1所述的一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案,其特征在於:该双向高压直流断路器通过将电流转移到主开关通路来断开原来通路,故障电流进入主开关通过后断开同一方向的所有IGBT器件使故障电流转入避雷器通路,并通过接入避雷器来消耗大量能量最终达到切断电流的目的。

3. 根据权利要求1所述的一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案,其特征在於:根据直流电网各处发生最严重的双极短路后流过高压直流断路器的最大短路电流来配置高压直流断路器正反方向的最大关断电流能力,以此在保证关断能力前提下增减主开关中IGBT器件的数量。

4. 根据权利要求1所述的一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案,其特征在於:针对实际运行情况,反向短路电流往往小于正向短路电流,以此来减少主开关中反方向串联IGBT的数目,使其保证关断正负方向最大关断电流前提下降低造价。

5. 根据权利要求1所述的一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案,其特征在於:对于柔性多端直流电网,高压直流断路器正负方向流过的最大故障短路电流差别较大,负向短路电流偏小,对于实际线路上的高压直流断路器可以根据系统故障特性分析采用双向不同关断能力的混合式高压直流断路器。

6. 根据权利要求1所述的一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案,其特征在於:对于柔性多端直流电网,在换流站侧的高压直流断路器只需保护母线而不需要对换流站进行保护,可以采用单向高压直流断路器。

## 一种柔性电网中的高压直流断路器配置方案

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种限流式高压直流断路器,属于高压、特高压直流输电领域。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着储能技术的不断进步,分布式电源的快速发展,直流负荷的日益增加,以及由于具有传输容量大、线损低、可靠性高等优势,直流电网受到了人们的关注。建立直流电网,可以充分实现多种能源形式、多时间尺度、大空间跨度、多用户类型之间的互补是未来电网的重要发展方向。

[0003] 国际大电网会议(CIGRE)工作组 B4-52 的技术报告对直流电网所作的定义是:直流电网是由多个网状和辐射状联接的换流器组成的直流网络。然而建立直流电网仍然面临着几大难点,其中的一大关键技术是实现直流侧故障的隔离。由于直流侧的低阻抗特性,短路故障电流上升率比较大,将严重危及系统中的相关电气设备。为了严格防止直流故障给直流系统和换流器造成损害,理论上要求直流保护能在毫秒级的时间内完成全套动作(包括故障检测和清除故障电流)。由于半桥型 MMC 桥臂中与 IGBT 反并联的续流二极管可为故障电流提供通路,在直流侧短路时无法通过闭锁换流器来切断短路电流。因此为快速限制并切断故障电流,以维持直流电网安全稳定运行并保护关键设备,高压直流断路器成为有效甚至唯一技术手段。

[0004] 近年来的高压直流断路器主要有 3 种技术路线:

(1) 基于常规开关的传统机械式断路器。

[0005] (2) 基于电力电子器件的全固态式断路器。

[0006] (3) 基于二者结合的混合式断路器。

[0007] 混合式断路器用快速机械开关导通正常运行电流,电力电子开关分断故障电流,在保证分断容量和动作速度的前提下降低通态损耗,具有良好的研究与应用前景。缺点是关断电流取决于电力电子支路中器件数量,需要大量的电力电子器件造成高压直流断路器造价昂贵且占地面积大,对于如何减少电力电子器件并将如何该断路器配置到直流电网进行实际运行,这已经成了迫切需要。

### 发明内容

[0008] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种新型拓扑结构的高压直流断路器。

[0009] 本发明的目的在于克服当前高压直流断路器使用电力电子器件较多,造价昂贵的情况。本发明所采用的技术方案是:在本文所提到的配置方案中,把换流站一侧的断路器里 Main Breaker 部分之前含有的 N 个 IGBT 与和它放置方向相反的 N 个二极管,换成 N1 个 IGBT 和与之配对的方向二极管与 N2 个方向二极管组成,其中  $2N_1 + N_2 < 2N$ 。这么配置的原因一方面是因为:当 I 段保护因为某种原因拒动时,流过的换流器一侧的故障电流不是很大,采用这种拓扑结构可以在较短的时间内切除故障。另一方面,当发生母线故障时流过断路器的电

流为单向电流不需要配置反向的IGBT所以可以减少IGBT装置的数量。

[0010] 与现有技术相比,本发明具有的优势为:

在换流器出口处断路器Main Breaker中使用的IGBT数量远少于传统断路器使用断路器数量,可以较为明显的减少断路器造价。

### 附图说明

[0011] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0012] 图1示出了采用IGBT的一种新型混合式高压直流断路器电路示意图,具有双向关断能力,且双向关断最大电流不同。其中:1虚线框内为超快速开关,2虚线框内为负载换相开关,3虚线框内为包括N1个正向IGBT反并联二极管和N2个负向IGBT反并联二极管的主开关,4为避雷器。

[0013] 图2示出了一种以四端直流电网为例的高压直流直流断路器配置方案示意图,各断路器具有相同的正向关断最大电流,但负向关断最大电流取决于该断路器所在位置。其中:黑色端表示高压直流断路器正方向,以A端为例,A1、A2为靠近直流线路的高压直流断路器,以远离母线为正方向,A3为换流站侧高压直流断路器,以靠近母线为正方向;A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2所示的高压直流断路器主开关中N1、N2比例根据系统故障特性分析;A3、B3、C3、D3所示的高压直流断路器主开关中N2为0。

### 具体实施方式

[0014] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0015] 如图1所示,在正常情况下负载电流流过超快速开关、负载换向开关所在通路,此时超快速开关处于闭合状态,负载换向开关对应方向的IGBT处于导通状态,主开关双向IGBT都处于关断状态。

[0016] 当发生如图1正向接地故障时,并检测到电流大于设定值,主开关中N1个IGBT导通,主开关所在通路先前路径处于并联关系,2虚线框内的负载换相开关两端电压相等,此时断开负载换相开关的IGBT就不会在其两端造成过电压损坏设备或者由于电流过大而无法切断,IGBT完全关断后,故障电流通路变成主开关所在路径,先前负载换相开关所在路径无电流通过,超快速开关为一个机械开关,反应没有IGBT那么迅速,在所在通路电流降为0后动作,开关断开实现电气隔离。

[0017] 此时负载换相开关所在通路完全退出运行,故障电流都处于主开关通路上,其短路电流数值仍然很大,对于N2个反向的IGBT,电流主要通过其反并联的二极管,可以看作是导线。然后N1个IGBT同时断开,巨大故障电流被迫流经避雷器所在通路,避雷器主要用于消耗多余能量,可以看做一个大电阻,电流流过大电阻必然产生较高的电压,电压平均分配到N1个IGBT上,由于N1的值通常在1000以上,即确保每个IGBT两端电压在承受范围内,确保器件的安全。并且并入大电阻使电流快速下降,起到断开直流线路的目的。在反向发生故障与上述情况类似。

[0018] 如图2所示的高压直流断路器配置方案,对于直流线路上的高压直流断路器,在正向发生短路的电流远大于负向即母线接地产生的电流。即在K1处发生短路故障,由于母线A

仍为正常运行电压,短路点又靠近A端,导致接入线路的电阻值小而产生较大的电流,高压直流断路器所需要关断的电流较大,易在主开关的N1中的IGBT两端电压超过其最大承受电压,因此需要串联较多的IGBT来平均分配电压,使其工作在最大承受电压范围内。而当K2处即母线发生短路时,由于连接各端的线路较长,BA方向电流通路的电阻较大,短路电流相对于正向来说较小,因此可以适当减少反向IGBT的数量,即减小N2的值,降低高压直流断路器造价。对于换流站侧的高压直流断路器,由于其只需要保护母线而不用考虑反方向的换流站,因此配置的高压直流断路器主开关中可以不加入反向IGBT即N2为0。

最后应当说明的是:所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

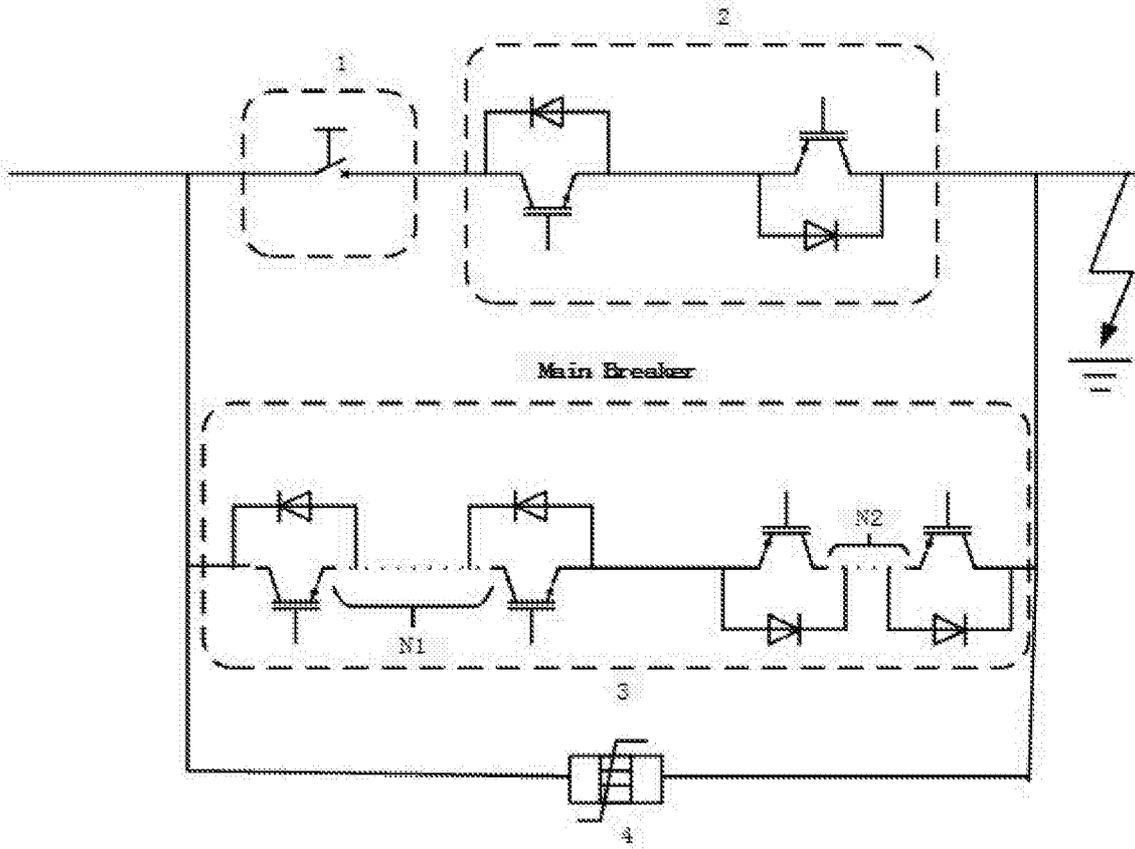


图1

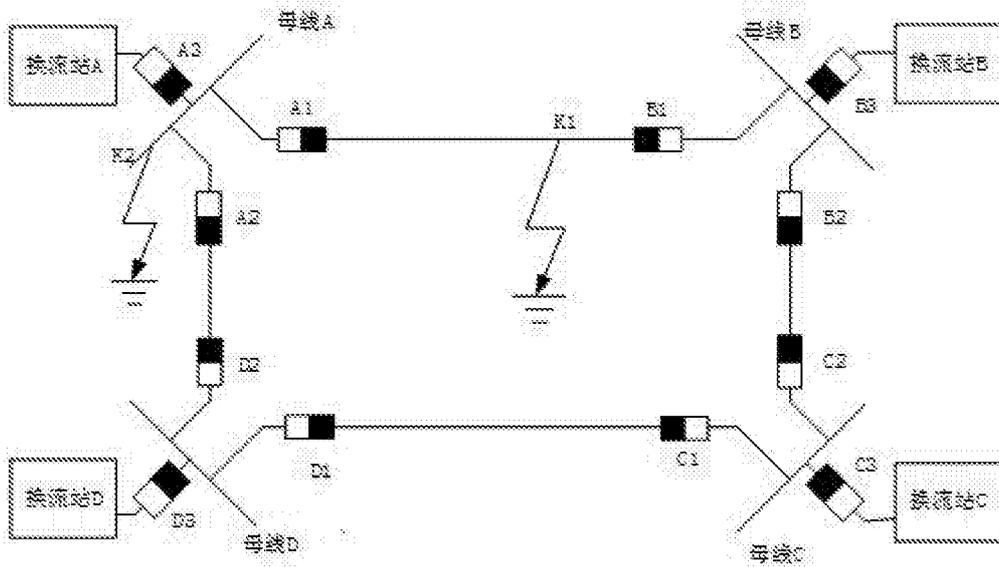


图2