



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109802425 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 22

(21) 申请号 201711147212.2

(22) 申请日 2017.11.17

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109802425 A

(43) 申请公布日 2019.05.24

(73) 专利权人 中国电力科学研究院有限公司
地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15号

专利权人 国家电网公司

(72) 发明人 赵兵 王姗姗 王铁柱 马士聪
卜广全 郭剑波 李英彪 吴广禄

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有
限公司 11271

专利代理师 徐国文

(51) Int.Cl.

H02J 3/38 (2006.01)

H02H 9/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106058826 A, 2016.10.26

CN 107181274 A, 2017.09.19

CN 102403886 A, 2012.04.04

CN 105162155 A, 2015.12.16

WO 2015131602 A1, 2015.09.11

郭敬梅等. 基于辅助电路的MMC-HVDC直流故障处理策略.《电力系统自动化》.2016,第40卷(第40期),第90-97页.

戴金水;朱淼.VSC-MTDC联网风电场的交流故障穿越控制.电气自动化.2016,(01),第26-30页.

审查员 马俊杰

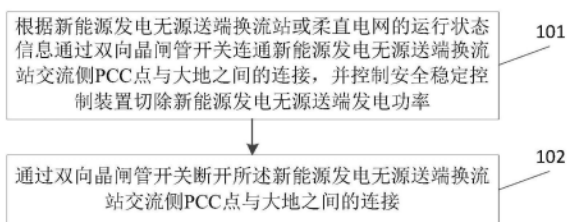
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法和装置,方法包括:根据新能源发电无源送端换流站或柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行,使连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;控制双向晶闸管开关,断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接;本发明提供的技术方案,提出了基于并联晶闸管开关、安全稳定控制装置和无源交流电网保护之间的相互协调配合控制方法,能够在柔直电网无源送端换流站、受端换流站及受端交流电网发生扰动事故过程中有效限制流入无源送端换流站的有功功率,实现柔直电网对这些故障的安全高效穿越。



1. 一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法,其特征在于,所述方法包括:

根据新能源发电无源送端换流站或柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行,使新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

控制双向晶闸管开关,断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接;

其中,所述双向晶闸管开关一端与所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点连接,另一端接地;

所述根据新能源发电无源送端换流站的运行状态信息通过双向晶闸管开关连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接,并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率,包括:

当所述新能源发电无源送端换流站发生单极故障且 $P > P_{i-max}$ 时,控制双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

当所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通时,控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率;

所述根据柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行,使新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率,包括:

当所述柔直电网发生导致直流电网电压升高的故障且该直流电网电压高于直流电网电压的门槛值 U_{DC-ref} 时,控制所述双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

若所述导致直流电网电压升高的故障达到安全稳定控制装置的设防标准,则控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述导致直流电网电压升高的故障包括:直流电网受端交流N-1/N-2故障、受端换流站单极闭锁故障和受端换流站双极闭锁故障。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率的最小切除量 $P_{cut-min} \geq (P - P_{i-max})$,其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接的时间小于无源交流电网保护动作时间。

5. 一种柔直电网无源送出系统故障穿越的装置,其特征在于,所述装置包括:

第一控制单元,用于根据新能源发电无源送端换流站或柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行,使新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

第二控制单元,用于控制双向晶闸管开关,断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接;

其中,所述双向晶闸管开关一端与所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点连接,另一端接地;

所述第一控制单元,包括:

第一控制模块,用于当所述新能源发电无源送端换流站发生单极故障且 $P > P_{i-max}$ 时,控制双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

第二控制模块,用于当所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通时,控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率;

所述第一控制单元,包括:

第三控制模块,用于当所述柔直电网发生导致直流电网电压升高的故障且该直流电网电压高于直流电网电压的门槛值 U_{DC-ref} 时,控制所述双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

第四控制模块,用于若所述导致直流电网电压升高的故障达到安全稳定控制装置的设防标准,则控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率。

6.如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述导致直流电网电压升高的故障包括:直流电网受端交流N-1/N-2故障、受端换流站单极闭锁故障和受端换流站双极闭锁故障。

7.如权利要求5或6所述的装置,其特征在于,所述控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率的最小切除量 $P_{cut-min} \geq (P - P_{i-max})$,其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

8.如权利要求5所述的装置,其特征在于,通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接的时间小于无源交流电网保护动作时间。

一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及家电控制领域,具体涉及一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法和装置。

背景技术

[0002] 化石能源的日益枯竭迫切需要中国乃至世界进行能源结构的战略性调整。利用大规模新能源发电深度替代化石能源是能源转型的根本途径,也是新一代电力系统的重要特征。

[0003] 目前,风电并网主要存在交流输电、常规直流输电和柔性直流输电三种联网方式。交流并网在短距离输电时具有成本低的优点,但是,在系统发生故障时会直接影响风电场的稳定运行。常规直流输电技术换流站占地面积大,需要装设大量的无功补偿与滤波装置,增加了建造成本,并且需要有交流电网支撑,无法工作在无源方式下。柔性直流输电技术因为其控制灵活、能连接无源电网、不需要装设无功补偿和滤波装置等优点,在风电并网领域受到了越来越多的应用。

[0004] 中国内陆风电资源丰富,风电场多分布在西部和北部地区,存在大容量新能源孤岛方式并网远距离传输的工况,风电功率直接通过柔直并网传输时,送端换流站将采取无源控制的控制方式,为新能源机组提供稳定的电压和频率。柔直电网在为新能源发电无源并网提供电压支撑的同时,其限制因素也较为突出,连接新能源无源交流系统的换流站无法同时控制交流电压频率及其受入的新能源功率,故障引起的不平衡功率(短时或永久)将导致源端换流站过流或柔直电网过压。制约新能源柔直电网无源送出系统安全可靠输送大规模新能源发电的故障主要有以下3种类型:

[0005] (1)无源送端换流站单极闭锁故障后,另一极在10毫秒左右过流,导致整个换流站闭锁,所连接的风电场将全部停运;

[0006] (2)受端换流站发生单极或双极闭锁后,整个柔直电网在故障后30毫秒左右由于过电压而整体停运,所连接的风电场将全部停运;

[0007] (3)受端交流系统发生短路故障后,整个柔直电网由于过电压而整体停运,所连接的风电场将全部停运。

[0008] 针对这三类故障,目前的可行方案是加装耗能装置,该方案也是目前所有新能源经柔性直流无源送出示范工程综合考虑各种方案并折衷后的普遍选择。但是,加装耗能装置方案的经济性严重制约了柔性直流及柔直电网在新能源无源送出场景中的应用。

发明内容

[0009] 本发明提供一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法和装置,其目的是提出了基于并联晶闸管开关、安全稳定控制装置和无源交流电网保护之间的相互协调配合控制方法,能够在柔直电网无源送端换流站、受端换流站及受端交流电网发生扰动事故过程中有效限制流入无源送端换流站的有功功率,防止无源换流站过流、柔直电网过压而闭锁,实现

柔直电网对这些故障的安全高效穿越。

[0010] 本发明的目的是采用下述技术方案实现的：

[0011] 一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法，其改进之处在于，所述方法包括：

[0012] 根据新能源发电无源送端换流站或柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行，使连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率；

[0013] 控制双向晶闸管开关，断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接；

[0014] 其中，所述双向晶闸管开关一端与所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点连接，另一端接地。

[0015] 优选的，所述根据新能源发电无源送端换流站的运行状态信息通过双向晶闸管开关连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接，并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率，包括：

[0016] 当所述新能源发电无源送端换流站发生单极故障且 $P > P_{i-max}$ 时，控制双向晶闸管开关投入运行，使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通；

[0017] 当所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通时，控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率；

[0018] 其中， P 为故障前无源送端换流站双极总功率， P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

[0019] 优选的，所述根据柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行，使连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率，包括：

[0020] 当所述柔直电网发生导致直流电网电压升高的故障且该直流电网电压高于直流电网电压的门槛值 U_{DC-ref} 时，控制所述双向晶闸管开关投入运行，使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通；

[0021] 若所述导致直流电网电压升高的故障达到安全稳定控制装置的设防标准，则控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率。

[0022] 优选的，所述导致直流电网电压升高的故障包括：直流电网受端交流N-1/N-2故障、受端换流站单极闭锁故障和受端换流站双极闭锁故障。

[0023] 进一步的，所述控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率的最小切除量 $P_{cut-min} \geq (P - P_{i-max})$ ，其中， P 为故障前无源送端换流站双极总功率， P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

[0024] 优选的，通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接的时间小于无源交流电网保护动作时间。

[0025] 一种柔直电网无源送出系统故障穿越的装置，其改进之处在于，所述装置包括：

[0026] 第一控制单元，用于根据新能源发电无源送端换流站或柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行，使连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率；

[0027] 第二控制单元，用于控制双向晶闸管开关，断开所述新能源发电无源送端换流站

交流侧PCC点与大地之间的连接；

[0028] 其中,所述双向晶闸管开关一端与所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点连接,另一端接地。

[0029] 优选的,所述第一控制单元,包括:

[0030] 第一控制模块,用于当所述新能源发电无源送端换流站发生单极故障且 $P > P_{i-max}$ 时,控制双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

[0031] 第二控制模块,用于当所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通时,控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

[0032] 其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

[0033] 优选的,所述第一控制单元,包括:

[0034] 第三控制模块,用于当所述柔直电网发生导致直流电网电压升高的故障且该直流电网电压高于直流电网电压的门槛值 U_{DC-ref} 时,控制所述双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

[0035] 第四控制模块,用于若所述导致直流电网电压升高的故障达到安全稳定控制装置的设防标准,则控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率。

[0036] 优选的,所述导致直流电网电压升高的故障包括:直流电网受端交流N-1/N-2故障、受端换流站单极闭锁故障和受端换流站双极闭锁故障。

[0037] 进一步的,所述控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率的最小切除量 $P_{cut-min} \geq (P - P_{i-max})$,其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

[0038] 优选的,通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接的时间小于无源交流电网保护动作时间。

[0039] 本发明的有益效果:

[0040] 本发明提供的技术方案,通过双向晶闸管开关连通和断开新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接,并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率,实现了双向晶闸管开关、安全稳定控制装置和无源交流电网保护动作的时序配合,进一步实现了柔直电网大规模无源新能源发电系统对各种交直流故障的安全穿越,解决因交直流故障引起无源送端换流站过流闭锁、柔直电网过压而整体停运的问题;同时,可应用于所有新能源发电柔直电网无源送出系统,覆盖范围广;具有成本低,使用方便灵活,效果显著的优点。

附图说明

[0041] 图1是本发明一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法的流程图;

[0042] 图2是本发明实施例中一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法的应用场景示意图;

[0043] 图3是本发明一种柔直电网无源送出系统故障穿越的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作详细说明。

[0045] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 本发明针对目前由柔直电网进行大规模新能源发电无源送出时由于无法实现送受端交直流故障无法穿越而导致整个无源送端换流站闭锁或整个直流电网闭锁的问题,提出了一种柔直电网无源送出系统故障穿越的方法,对新能源发电无源送端换流站和直流电网的运行状态进行监测,将无源送端换流站的极故障信息和直流电网的电压状态信息作为输入量;当新能源发电无源送端换流站因发生单极闭锁故障而将导致健全极过流闭锁时,换流站极控系统给安装于PCC点的并联晶闸管开关装置发送控制指令,强制让新能源发电进入低压穿越过程,并通过安全稳定控制装置切除盈余功率,实现该故障可靠穿越;当新能源发电无源送端换流站检测到直流电网电压升高时,无源送端换流站极控系统给并联晶闸管开关装置发送控制指令,通过短暂限制流入无源送端换流站的功率而实现对直流电网电压升高的抑制;安装于PCC点的并联晶闸管开关投入运行后,其退出时间需要与安全稳定控制装置的切机时间、送端无源交流电网的保护时间进行匹配,保证投入期间安控装置可靠动作、交流保护不误动。本发明提供的方法能够在直流电网及其接入交流电网发生扰动事故过程中有效降控制直流电网功率平衡,保证直流电网无源送出大规模新能源发电的安全性,如图1所示,包括:

[0047] 101.根据新能源发电无源送端换流站或柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行,使连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

[0048] 102.控制双向晶闸管开关,断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接;

[0049] 其中,所述双向晶闸管开关一端与所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点连接,另一端接地。

[0050] 所述步骤101,包括:

[0051] 当所述新能源发电无源送端换流站发生单极故障且 $P > P_{i-max}$ 时,控制双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

[0052] 当所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通时,控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

[0053] 其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

[0054] 进一步的,所述根据柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行,使连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率,包括:

[0055] 当所述柔直电网发生导致直流电网电压升高的故障且该直流电网电压高于直流电网电压的门槛值 U_{DC-ref} 时,控制所述双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源

送端换流站交流侧PCC点与大地连通；

[0056] 若所述导致直流电网电压升高的故障达到安全稳定控制装置的设防标准，则控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率。

[0057] 进一步的，所述导致直流电网电压升高的故障包括：直流电网受端交流N-1/N-2故障、受端换流站单极闭锁故障和受端换流站双极闭锁故障。

[0058] 进一步的，所述控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率的最小切除量 $P_{\text{cut-min}} \geq (P - P_{i-\text{max}})$ ，其中，P为故障前无源送端换流站双极总功率， $P_{i-\text{max}}$ 为健全极所能承受的最大功率。

[0059] 其中，通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接的时间小于无源交流电网保护动作时间。

[0060] 例如，如图2所示，在柔直电网无源送端换流站交流侧设有双向晶闸管开关。其中，晶闸管双向开关一端(W)直接T接在风电机组出口线路或母线上，另一端(S)直接与大地直接相连接；无源送端换流站与双向晶闸管开关S端和G端连接构成控制回路，实现低压电抗器的投入和退出；双向晶闸管开关与无源送端换流站极控系统通过通信通道实现连接，由极控给发送控制指令。

[0061] 其中，晶闸管双向开关与大地连接的导通速度不大于5毫秒、晶闸管双向开关断开与大地之间的连接的时间不大于10毫秒。

[0062] 充分利用双向晶闸管开关的高速开断能力，与安全稳定控制装置协调配合实现对流入无源送端换流站功率的有效控制。

[0063] 步骤S1.当所述新能源发电无源送端换流站发生单极故障且 $P > P_{i-\text{max}}$ 时，控制双向晶闸管开关投入运行，使无源送端新能源发电快速进入低压穿越阶段，同时使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通，此时流入无源送端换流站的功率接近为0；

[0064] 当所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通时，控制安全稳定控制装置快速切除新能源发电无源送端发电功率；

[0065] 所述控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率的最小切除量 $P_{\text{cut-min}} \geq (P - P_{i-\text{max}})$ ；

[0066] 其中，P为故障前无源送端换流站双极总功率， $P_{i-\text{max}}$ 为健全极所能承受的最大功率。

[0067] 步骤S2.当所述柔直电网发生导致直流电网电压升高的故障且该直流电网电压高于直流电网电压的门槛值 $U_{\text{DC-ref}}$ 时，控制所述双向晶闸管开关投入运行，使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通；

[0068] 若所述导致直流电网电压升高的故障达到安全稳定控制装置的设防标准，则控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率。

[0069] 步骤S3.通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接；

[0070] 进一步的，通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接的时间小于无源交流电网保护动作时间。

[0071] 其中，双向晶闸管开关的投入时间、断开时间需要与安全稳定控制装置的控制时

间、无源交流电网的保护动作时间在时序上进行配合,保证在双向晶闸管开关投入期间安全稳定控制装置能可靠切除盈余的新能源发电无源送端发电功率及无源交流保护不误动。

[0072] 具体注意事项为:

[0073] (1)对并联的双向晶闸管开关与无源送端换流站之间的通信是通过专用直联光纤通道实现的,从极控出口到并联晶闸管开关收到控制指令所需要的时间延迟不超过2毫秒,整个控制过程不超过5毫秒;

[0074] (2)针对并联的双向晶闸管开关控制系统,采用双向晶闸管投切开关与电抗器串联的结构形式,并联在无源送端换流站交流侧的母线处,晶闸管开关对地进行快速的投入和切除,投切速度不大于3毫秒。

[0075] 本发明还提供一种柔直电网无源送出系统故障穿越的装置,如图3所示,所述装置包括:

[0076] 第一控制单元,用于根据新能源发电无源送端换流站或柔直电网的运行状态信息控制双向晶闸管开关投入运行,使连通新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间连通并控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

[0077] 第二控制单元,用于控制双向晶闸管开关,断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接;

[0078] 其中,所述双向晶闸管开关一端与所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点连接,另一端接地。

[0079] 所述第一控制单元,包括:

[0080] 第一控制模块,用于当所述新能源发电无源送端换流站发生单极故障且 $P > P_{i-max}$ 时,控制双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

[0081] 第二控制模块,用于当所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通时,控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率;

[0082] 其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

[0083] 所述第一控制单元,还包括:

[0084] 第三控制模块,用于当所述柔直电网发生导致直流电网电压升高的故障且该直流电网电压高于直流电网电压的阈值 U_{DC-ref} 时,控制所述双向晶闸管开关投入运行,使得所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地连通;

[0085] 第四控制模块,用于若所述导致直流电网电压升高的故障达到安全稳定控制装置的设防标准,则控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率。

[0086] 进一步的,所述导致直流电网电压升高的故障包括:直流电网受端交流N-1/N-2故障、受端换流站单极闭锁故障和受端换流站双极闭锁故障。

[0087] 其中,所述控制安全稳定控制装置切除新能源发电无源送端发电功率的最小切除量 $P_{cut-min} \geq (P - P_{i-max})$,其中, P 为故障前无源送端换流站双极总功率, P_{i-max} 为健全极所能承受的最大功率。

[0088] 通过双向晶闸管开关断开所述新能源发电无源送端换流站交流侧PCC点与大地之间的连接的时间小于无源交流电网保护动作时间。

[0089] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0090] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0091] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0092] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0093] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

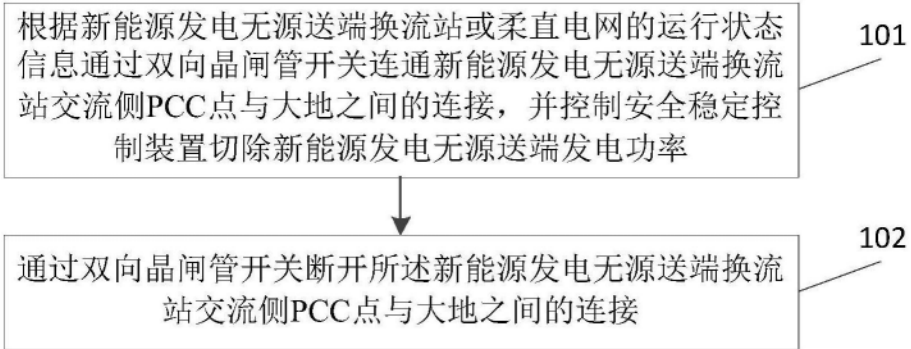


图1

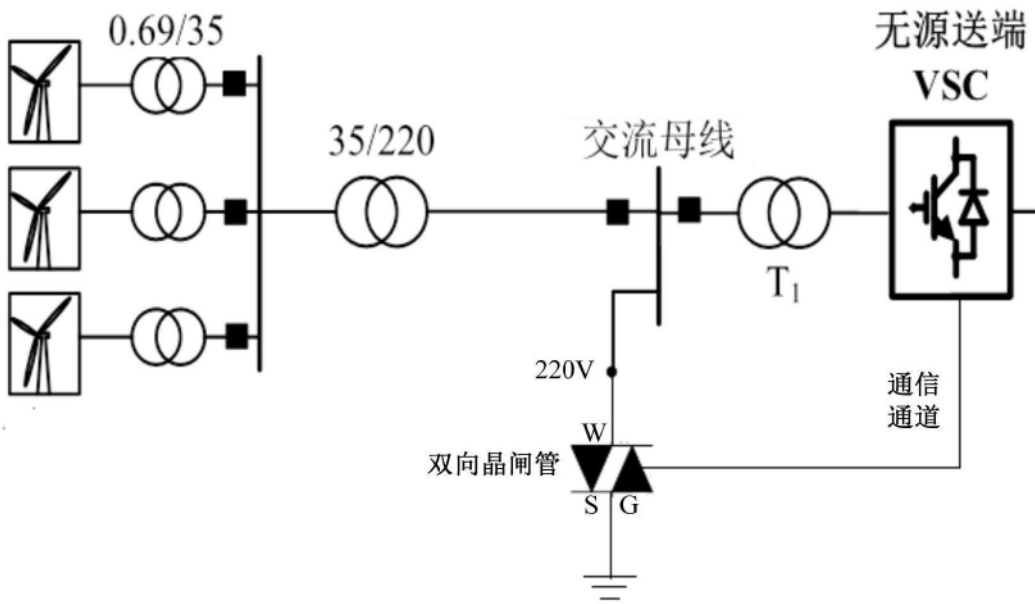


图2



图3