

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 3 月 8 日 (08.03.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/040466 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 3/36 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/070423

(22) 国际申请日: 2017 年 1 月 6 日 (06.01.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610736009.8 2016 年 8 月 27 日 (27.08.2016) CN

(71) 申请人: 许继集团有限公司 (XJ GROUP CORPORATION) [CN/CN]; 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。许继电气股份有限公司 (XJ ELECTRIC CO., LTD) [CN/CN]; 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan

461000 (CN)。国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。

(72) 发明人: 彭忠 (PENG, Zhong); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。李少华 (LI, Shaohua); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。李泰 (LI, Tai); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。荆雪记 (JING, Xueji); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。苏匀 (SU, Yun); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。周金萍 (ZHOU, Jinping); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。赵静 (ZHAO, Jing); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。

(54) Title: DIRECT-CURRENT FAULT RIDE-THROUGH METHOD AND COMPUTER STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种直流故障穿越方法和计算机存储介质

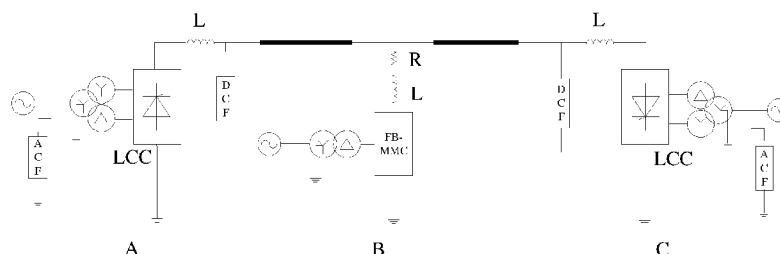


图 1

(57) Abstract: A direct-current fault ride-through method, wherein same is applied to a hybrid multi-terminal high-voltage direct-current transmission system. The hybrid multi-terminal high-voltage direct-current transmission system comprises at least two line commutated converter (LCC) type converter stations and at least one full-bridge modular multilevel converter (FB-MMC) type converter station. The method comprises: when a direct-current fault signal is detected, forcing an LCC type rectifier to perform a phase shift, so as to rapidly inhibit a fault current, with the LCC type rectifier being a converter in the LCC type converter stations for rectification; switching an FB-MMC type converter to a direct-current control mode, the FB-MMC type converter being a converter in the FB-MMC type converter station; after it is detected that the direct-current fault signal disappears, detecting a stable running signal of the LCC type rectifier; and after the stable running signal is detected, switching the FB-MMC type converter to be in an active power mode.

(57) 摘要: 一种直流故障穿越方法, 应用于混合多端高压直流输电系统中; 所述混合多端高压直流输电系统包括至少两个电网换相换流器(LCC)型换流站和至少一个全桥模块化多电平换流器(FB-MMC)型换流站; 所述方法包括: 检测到直流故障信号时, 控制LCC型整流器强制移相, 以快速抑制故障电流; 所述的LCC型整流器为用于整流的LCC型换流站中的换流器; 控制将FB-MMC型换流器切换为直流电流控制模式; 所述FB-MMC型换流器为FB-MMC型换流站中的换流器; 检测到直流故障信号消失后, 检测所述LCC型整流器的稳定运行信号, 当检测到所述稳定运行信号后, 将所述FB-MMC型换流器切换为有功功率模式。

苏进国(SU, Jinguo); 中国河南省许昌市许继大道1298号, Henan 461000 (CN)。 胡永昌(HU, Yongchang); 中国河南省许昌市许继大道1298号, Henan 461000 (CN)。 李艳梅(LI, Yanmei); 中国河南省许昌市许继大道1298号, Henan 461000 (CN)。 徐留杰(XU, Liujie); 中国河南省许昌市许继大道1298号, Henan 461000 (CN)。 陈晓民(CHEN, Xiaomin); 中国河南省许昌市许继大道1298号, Henan 461000 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司(CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路21号中关村知识产权大厦B座2层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种直流故障穿越方法和计算机存储介质

技术领域

本发明属于电力电子技术与直流输电领域，特别涉及一种直流故障穿越方法和计算机存储介质。

5 背景技术

目前高压直流输电系统普遍使用两端拓扑结构，即一个整流站和一个
10 逆变站，分别接入两个交流电网。但很多场合更适合采用多端高压直流输电系统结构，比如：从能源基地输送大量电力到远方的几个负荷中心、直流输电线路中间分支接入负荷或电源、几个孤立的交流系统用直流线路实现非同期联络。随着直流输电可靠性的提高和成本的降低，以及直流断路器制造技术的发展，多端直流输电系统的研究也得到了广泛关注和研究。

目前，在已投运的多端常规高压直流输电工程中，若采用电网换相的全控桥换流器，该换流器运行于逆变状态时易发生换相失败，运行于大熄
15 弧角工况下时，需要消耗大量的无功功率；若采用半桥型模块化多电平换流器，在发生直流故障时，只能通过闭锁并跳开交流断路器，造成换流站的停运；若采用全桥型模块化多电平换流器，在发生直流故障时，闭锁换流器，利用交流系统对子模块电容充电，使电容电压达到交流电压的峰值，阻断了故障回路，从而抑制了故障电流，但闭锁会致使子模块电容电压高
20 于稳定值，且无法继续补偿无功功率，这样不仅容易使得换流器自身的电力电子器件受损，而且严重影响高压直流输电系统的运行效率。

发明内容

本发明实施例期望提供一种直流故障穿越方法和计算机存储介质，以

解决在多端混合高压直流输电系统发生直流故障时，系统不能够有效地正常运行的问题。

本发明实施例提出的技术解决方案应用于混合多端高压直流输电系统中；所述混合多端高压直流输电系统包括至少两个电网换相换流器（LCC）型换流站和至少一个全桥模块化多电平换流器（FB-MMC）型换流站；所述方法包括：

检测到直流故障信号时，控制 LCC 型整流器强制移相，以快速抑制故障电流；所述的 LCC 型整流器为用于整流的 LCC 型换流站中的换流器；

控制将 FB-MMC 型换流器切换为直流电流控制模式；所述 FB-MMC 型换流器为 FB-MMC 型换流站中的换流器；

检测到直流故障信号消失后，检测所述 LCC 型整流换流器的稳定运行信号，当检测到所述稳定运行信号后，将所述 FB-MMC 型换流器切换为有功功率模式。

作为一种实施方式，所述 LCC 型整流器强制移相至 120 度；所述 LCC 型整流器的稳定运行信号为控制的直流电流大于 0.9pu。

作为一种实施方式，所述 FB-MMC 型换流器包括直流电流控制器和子模块电容电压平衡控制器，所述直流电流控制器输出 $U_{dcref}/2$ 作为直流电压指令，所述子模块电容电压平衡控制器输出 P_{ref} 作为有功功率指令；

检测到直流故障信号后，所述直流电流控制器输入包括：直流电流和直流电流参考值，所述直流电流和直流电流参考值作差得到误差值，所述误差值经过 PI 控制产生直流电压指令，输出上限值为 $U_{dcref}/2$ ，输出下限值为 $U_{dcmin}/2$ ；所述子模块电容电压平衡控制器包括：子模块电容电压参考值和子模块电容电压平均值，所述子模块电容电压参考值和子模块电容电压平均值作差得出误差值，所述误差值经过 PI 控制产生有功功率指令，输出

上限值为 $P_{\max}$ ，输出下限值为 $P_{\min}$ 。

本发明实施例还提供了一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行本发明实施例所述的直流故障穿越方法。

- 5 本发明实施例提供的直流故障穿越方法和计算机存储介质；所述方法应用于混合多端高压直流输电系统中；所述混合多端直流输电系统包括至少两个 LCC 型换流站和至少一个 FB-MMC 型换流站，所述方法包括：当检测到直流故障信号时，控制 LCC 型整流器强制移相，使 LCC 型换流器运行于逆变状态，从而快速释放直流储存的能量，进而限制直流故障电流；
- 10 控制 FB-MMC 换流器在直流故障期间不闭锁，但能抑制故障电流并正常补偿无功功率。当故障消失后，常规 LCC 型整流器恢复为直流电流控制模式，控制 FB-MMC 换流器恢复为有功功率控制模式，直流输电系统可快速恢复正常运行。所以，该直流故障穿越方法能够实现多端高压直流输电系统快速阻断直流故障电流，穿越直流故障，及时恢复系统的正常运行状态。

15 附图说明

图 1 为本实施例中的混合三端高压直流输电系统拓扑结构图；

图 2 为全桥模块化多电平换流器控制框图；

图 3 为混合多端高压直流输电系统直流故障穿越的流程图。

具体实施方式

- 20 下面结合附图对本发明的技术方案进行详细说明。

本实施例中提出一种混合三端高压直流输电系统，其拓扑结构如图 1 所示，该系统包含三个换流站，即换流站 A、换流站 B、换流站 C，三个换流站分别连接三个交流系统，其中换流站 B 连接一个弱交流电网系统。连接弱交流电网的换流站 B 中采用了全桥模块化多电平换流器（FB-MMC），

称为 FB-MMC 换流站,换流站 A 和换流站 B 采用了电网换相换流器(LCC),称为 LCC 型换流站, LCC 型的换流站为大容量站, FB-MMC 为小容量站。该系统为分支型结构,三个换流站都连接在同一条直流输电线上,系统两端分别为 LCC 型换流站 A 和 LCC 型换流站 C,分别通过一个直流输电线
5 路连接到分支节点上,系统中间为 FB-MMC 换流站 B,通过串联一个分压电阻 R 接入分支节点。三个换流站都需要配置平波电抗器 L,其中两个 LCC 型换流站还需要配置交流滤波器 ACF 和直流滤波器 DCF。

图 2 所示的是换流站 B (FB-MMC 型换流站) 的控制系统结构,该换流站控制系统包含直流电流控制器、子模块电容电压平衡控制器、外环功率控制器、内环电流控制器、环流抑制器、阀控制器等。
10

外环功率控制器根据有功功率参考值 P_{ref} 、无功功率参考值 Q_{ref} 和阀侧电压 u_{dq} 计算出有功电流参考值和无功电流参考值;内环电流控制器根据有功电流参考值、无功电流参考值、阀侧电压 u_{dq} 和阀侧电流 i_{dq} 计算出 FB-MMC 内部电压;环流抑制器根据直流电流 I_{dc} 和 FB-MMC 三相上下桥臂的电流计
15 算出 FB-MMC 内部不平衡压降。

正常情况下,直流电流控制器输入包括:直流电流参考值 $I_{dc ref}$ 和直流电流 I_{dc} ,此时使能信号 $I_{dc en}=0$,则直流电流参考值 $I_{dc ref}$ 和直流电流 I_{dc} 作差得到误差,误差经过 PI 控制器输出桥臂电压直流分量参考值 $U_{dc ref}/2$;出现直流故障后,直流电流控制器输入中直流电流参考值 $I_{dc ref}=0$,此时使能信号
20 $I_{dc en}=1$,则直流电流 I_{dc} 经过 PI 控制器之后产生直流电压指令,则直流电流控制器的输出上限值保持为 $U_{dc ref}/2$,下限值切换为 $U_{dc min}/2$,实现控制器的平稳切换。

正常情况下,子模块电容电压平衡控制器输入包括:子模块电容电压参考值 V_{cref} 和子模块电容电压平均值的直流分量 V_{cavg} ,此时使能信号 $vcen=0$,

则子模块电容电压平衡控制器输出有功功率参考值 P_{ref} 至外环功率控制器；

出现直流故障时，子模块电容电压平衡控制器输入包括：子模块电容电压参考值 V_{cref} 和子模块电容电压平均值的直流分量 V_{cavg} ，此时使能信号 $vcen=1$ ，

子模块电容电压参考值 V_{cref} 和子模块电容电压平均值的直流分量 V_{cavg} 作差产

生误差，该误差经过 PI 控制器之后产生有功功率指令，则控制器输出的上限值为 P_{max} ，下限值为 P_{min} ，实现控制器的平稳切换。

所以，在稳态工况下，FB-MMC 换流器为有功功率控制和无功功率控

制模式，当直流故障期间，切换为直流电流控制和无功功率控制模式，直

流电流控制模式时，需要启动子模块电压平衡控制器控制子模块电容电压

直流分量的稳定。

LCC 型换流站的控制系统已经非常成熟，因此这里不再详细介绍。

本发明实施例的直流故障穿越方法包括：检测到直流故障信号时，控制 LCC 型整流器强制移相，以快速抑制故障电流；所述的 LCC 型整流器为用于整流的 LCC 型换流站中的换流器；

将 FB-MMC 型换流器切换为直流电流控制模式；所述 FB-MMC 型换流器为 FB-MMC 型换流站中的换流器；

检测到直流故障信号消失后，检测所述 LCC 型整流器的稳定运行信号，当检测到所述稳定运行信号后，将所述 FB-MMC 型换流器切换为有功功率模式。

具体的，检测到直流故障信号时，控制 LCC 型整流器强制移相至 120 度，以快速抑制 LCC 型换流站的故障电流。现结合图 3 具体介绍混合三端高压直流输电系统直流故障穿越全桥模块化多电平换流器控制流程：

当控制系统检测到直流故障信号后，换流站 B 的直流故障保护信号置位，设置展宽为 100ms，并迅速将全桥模块化多电平换流器的控制模式切

换为直流电流控制模式，控制直流电流参考值为 0，启动子模块电容电压平

衡控制器；当控制系统检测到直流故障信号消失后，等待 LCC 型整流器恢复稳定，即检测所述 LCC 型整流器的稳定运行信号，所述 LCC 型整流器的稳定运行信号为控制的直流电流大于 0.9pu 时，检测到所述 LCC 型整流器输出稳定运行信号；全桥模块化多电平换流器接收到该稳定运行信号后，

5 将其控制模式切换为有功功率控制模式，在此过程中，无功功率参考值始终保持稳定。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成，前述的程序可以存储于计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，执行包括上述方法实施例的步骤；而

10 前述的存储介质包括：移动存储设备、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

或者，本发明实施例上述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用，也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机、服务器、或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分。而前述的存储介质包括：移动存储设备、ROM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

15

20 本发明实施例中记载的信息传输方法、装置只以实施例为例，但不仅限于此，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

25 以上所述仅为本发明的实施例而已，并不限制本发明，对于本领域的

技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

工业实用性

- 5 本发明实施例的技术方案在检测到直流故障信号时，控制 LCC 型整流器强制移相，使 LCC 型换流器运行于逆变状态，从而快速释放直流储存的能量，进而限制直流故障电流；控制 FB-MMC 换流器在直流故障期间不闭锁，但能抑制故障电流并正常补偿无功功率。当故障消失后，常规 LCC 型整流器恢复为直流电流控制模式，控制 FB-MMC 换流器恢复为有功功率控制模式，直流输电系统可快速恢复正常运行。所以，该直流故障穿越方法
- 10 能够实现多端高压直流输电系统快速阻断直流故障电流，穿越直流故障，及时恢复系统的正常运行状态。

权利要求书

1、一种直流故障穿越方法，应用于混合多端高压直流输电系统中；所述混合多端高压直流输电系统包括至少两个电网换相换流器 LCC 型换流站和至少一个全桥模块化多电平换流器 FB-MMC 型换流站；所述方法包括：

5 检测到直流故障信号时，控制 LCC 型整流器强制移相，以快速抑制故障电流；所述的 LCC 型整流器为用于整流的 LCC 型换流站中的换流器；

控制将 FB-MMC 型换流器切换为直流电流控制模式；所述 FB-MMC 型换流器为 FB-MMC 型换流站中的换流器；

10 检测到直流故障信号消失后，检测所述 LCC 型整流器的稳定运行信号，当检测到所述稳定运行信号后，将所述 FB-MMC 型换流器切换为有功功率模式。

2、根据权利要求 1 所述的直流故障穿越方法，其中，所述 LCC 型整流器强制移相至 120 度；所述 LCC 型整流器的稳定运行信号为控制的直流电流大于 0.9pu。

15 3、根据权利要求 1 所述的直流故障穿越方法，其中，所述 FB-MMC 型换流器包括直流电流控制器和子模块电容电压平衡控制器，所述直流电流控制器输出 $U_{dcref}/2$ 作为直流电压指令，所述子模块电容电压平衡控制器输出 P_{ref} 作为有功功率指令；

20 检测到直流故障信号后，所述直流电流控制器输入包括：直流电流和直流电流参考值，所述直流电流和直流电流参考值作差得到误差值，所述误差值经过 PI 控制产生直流电压指令，输出上限值为 $U_{dcref}/2$ ，输出下限值为 $U_{dcmin}/2$ ；所述子模块电容电压平衡控制器输入包括：子模块电容电压参考值和子模块电容电压平均值，所述子模块电容电压参考值和子模块电容电压平均值作差得出误差值，所述误差值经过 PI 控制产生有功功率指令，

输出上限值为 $P_{\max}$ ，输出下限值为 $P_{\min}$ 。

4、一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行权利要求 1 至 3 任一项所述的直流故障穿越方法。

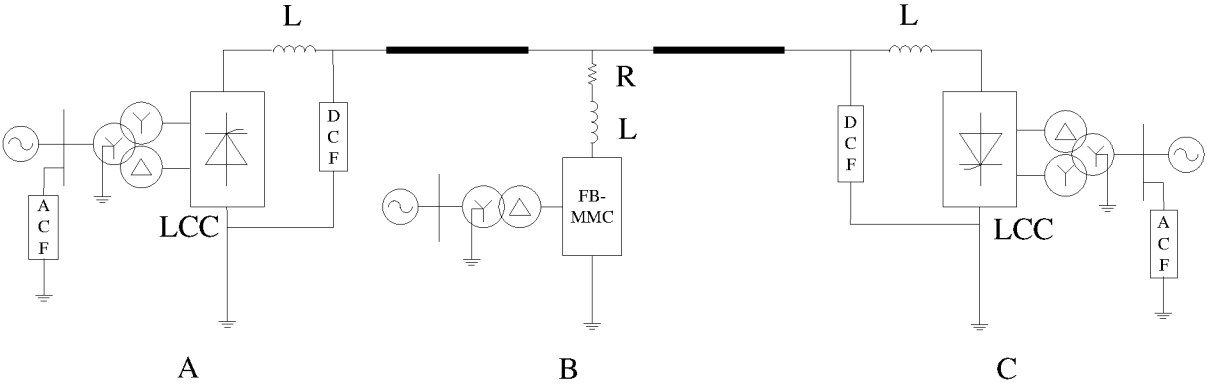


图 1

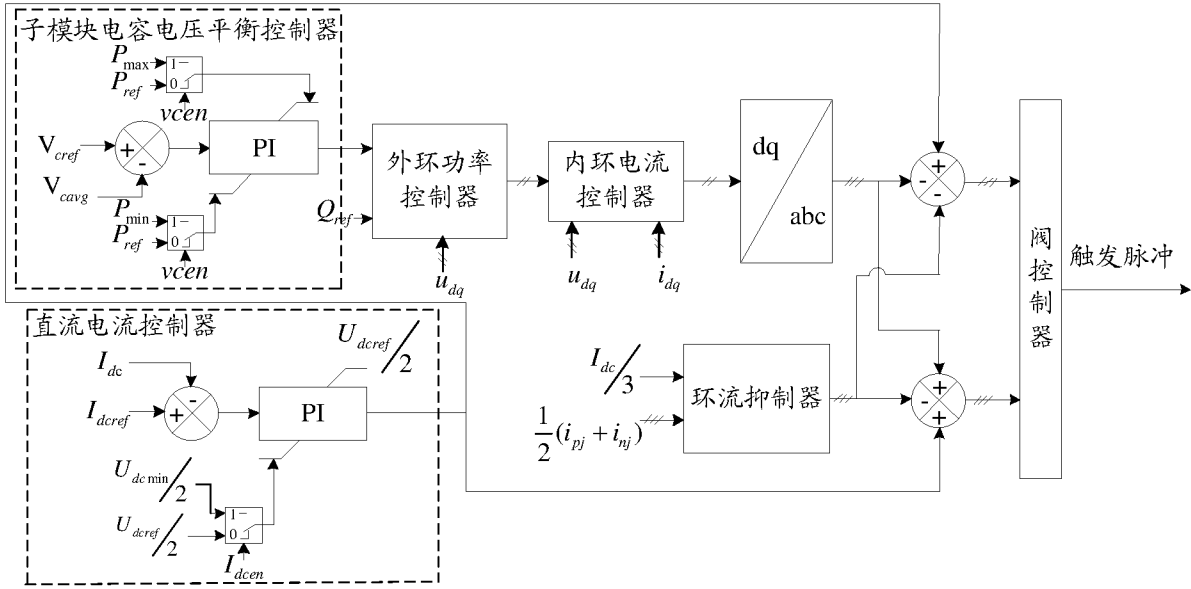


图 2

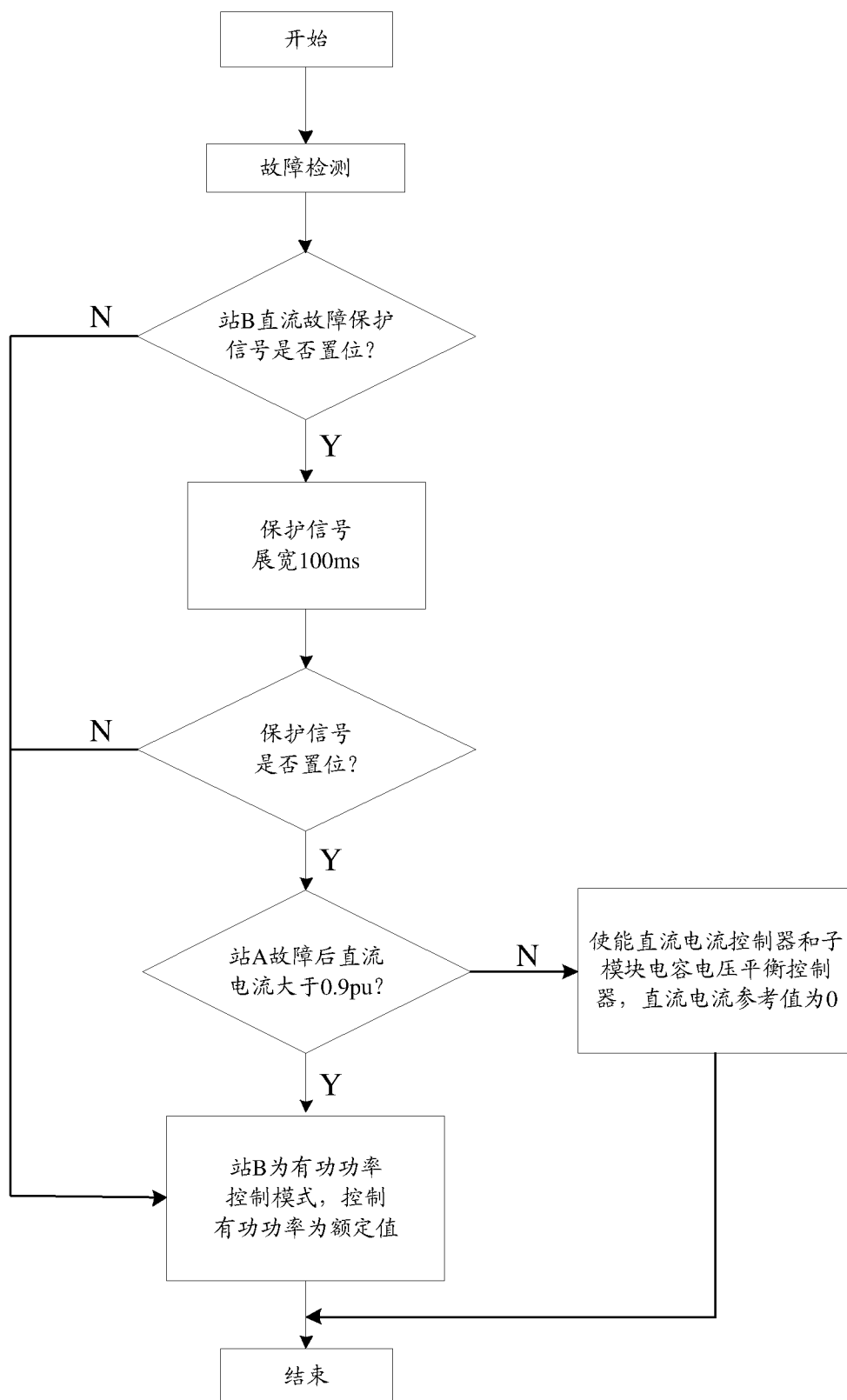


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/070423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/36 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 直流输电, 故障, 穿越, 整流, 逆变, 不闭锁, 移相, LCC, MMC, VSC, hybrid, DC, direct w current, fault, transmission, rectification, inversion, converter

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103997033 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY) 20 August 2014 (20.08.2014), description, paragraphs [0038]-[0066], and figures 1-8	1, 2, 4
A	CN 104362616 A (XUJI ELECTRIC CO., LTD.) 18 February 2015 (18.02.2015), entire document	1-4
A	CN 105071425 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 18 November 2015 (18.11.2015), entire document	1-4
A	US 2015035371 A1 (AHMED SHEHAB et al.) 05 February 2015 (05.02.2015), entire document	1-4
A	US 2015256094 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 10 September 2015 (10.09.2015), entire document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 12 May 2017	Date of mailing of the international search report 31 May 2017
--	---

Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer QI, Shaojie Telephone No. (86-10) 62413087
---	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/070423

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103997033 A	20 August 2014	CN 103997033 B	29 June 2016
CN 104362616 A	18 February 2015	CN 104362616 B	01 February 2017
CN 105071425 A	18 November 2015	None	
US 2015035371 A1	05 February 2015	US 9236743 B2	12 January 2016
		WO 2015017682 A1	05 February 2015
US 2015256094 A1	10 September 2015	TW 201603439 A	16 January 2016
		CA 2940812 A1	11 September 2015
		WO 2015134320 A1	11 September 2015
		US 9602021 B2	21 March 2017
		EP 3114744 A1	11 January 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/070423

A. 主题的分类 H02J 3/36 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H02J 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 直流输电, 故障, 穿越, 整流, 逆变, 不闭锁, 移相, LCC, MMC, VSC, hybrid, DC, direct w current, fault, transmission, rectification, inversion, converter																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 103997033 A (华北电力大学) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20) 说明书第[0038]-[0066]段、图1-8</td> <td>1-2, 4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104362616 A (许继电气股份有限公司) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105071425 A (国家电网公司 等) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015035371 A1 (AHMED SHEHAB 等) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015256094 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2015年 9月 10日 (2015 - 09 - 10) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 103997033 A (华北电力大学) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20) 说明书第[0038]-[0066]段、图1-8	1-2, 4	A	CN 104362616 A (许继电气股份有限公司) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18) 全文	1-4	A	CN 105071425 A (国家电网公司 等) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 全文	1-4	A	US 2015035371 A1 (AHMED SHEHAB 等) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文	1-4	A	US 2015256094 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2015年 9月 10日 (2015 - 09 - 10) 全文	1-4
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	CN 103997033 A (华北电力大学) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20) 说明书第[0038]-[0066]段、图1-8	1-2, 4																		
A	CN 104362616 A (许继电气股份有限公司) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18) 全文	1-4																		
A	CN 105071425 A (国家电网公司 等) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 全文	1-4																		
A	US 2015035371 A1 (AHMED SHEHAB 等) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文	1-4																		
A	US 2015256094 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2015年 9月 10日 (2015 - 09 - 10) 全文	1-4																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																				
国际检索实际完成的日期 2017年 5月 12日		国际检索报告邮寄日期 2017年 5月 31日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		受权官员 祁少杰 电话号码 (86-10) 010-62413087																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/070423

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103997033	A	2014年 8月 20日	CN 103997033 B	2016年 6月 29日
CN	104362616	A	2015年 2月 18日	CN 104362616 B	2017年 2月 1日
CN	105071425	A	2015年 11月 18日	无	
US	2015035371	A1	2015年 2月 5日	US 9236743 B2	2016年 1月 12日
				WO 2015017682 A1	2015年 2月 5日
US	2015256094	A1	2015年 9月 10日	TW 201603439 A	2016年 1月 16日
				CA 2940812 A1	2015年 9月 11日
				WO 2015134320 A1	2015年 9月 11日
				US 9602021 B2	2017年 3月 21日
				EP 3114744 A1	2017年 1月 11日