

(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 11 月 8 日 (08.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/201708 A1

(51) 国际专利分类号:
H02H 7/12 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/113210

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 27 日 (27.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710301865.5 2017 年 5 月 2 日 (02.05.2017) 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: 范雪峰 (FAN, Xuefeng); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。王柏恒 (WANG, Baiheng); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。曹森 (CAO, Sen); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。郝俊芳 (HAO, Junfang); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。黄金海 (HUANG, Jinhai); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。吴庆范 (WU, Qingfan); 中国河南省许昌市许继大道 1298

(54) Title: OVERCURRENT PROTECTION METHOD, CONTROL SYSTEM AND STORAGE MEDIUM FOR BRIDGE ARM CURRENT

(54) 发明名称: 桥臂电流过流保护方法、控制系统及存储介质

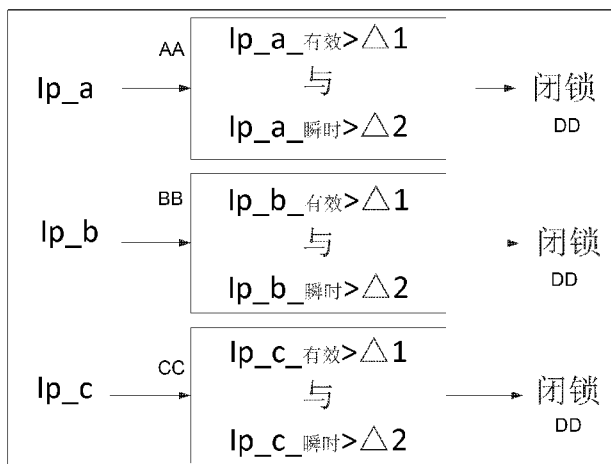


图 6

AA $lp_a_effective > \Delta 1$ and $lp_a_instantaneous > \Delta 2$
BB $lp_b_effective > \Delta 1$ and $lp_b_instantaneous > \Delta 2$
CC $lp_c_effective > \Delta 1$ and $lp_c_instantaneous > \Delta 2$
DD Latch-up

(57) Abstract: An overcurrent protection method, control system and storage medium for bridge arm current of a flexible direct current transmission system. The method comprises: acquiring a bridge arm current (S101); processing the bridge arm current to obtain a current effective value and a current instantaneous value (S102); and protecting the bridge arm current when the current effective value is greater than a first set threshold and the current instantaneous value is greater than a second set threshold (S103).

(57) 摘要: 一种柔性直流输电系统的桥臂电流过流保护方法、控制系统及存储介质, 该方法包括获取桥臂电流 (S101); 对桥臂电流进行处理, 得到电流有效值和电流瞬时值 (S102); 当电流有效值大于第一设定阈值, 且电流瞬时值大于第二设定阈值时, 对桥臂电流进行保护 (S103)。

号, Henan 461000 (CN)。 付艳 (FU, Yan); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 王瑶 (WANG, Yao); 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, JO, 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))。

桥臂电流过流保护方法、控制系统及存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201710301865.5、申请日为 2017 年 05 月 02 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的
5 全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本发明涉及电流保护技术领域，尤其涉及一种桥臂电流过流保护方法、控制系统及存储介质。

背景技术

10 相对于传统的基于绝缘栅双极型晶体管（Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT）串联技术的柔性直流输电系统，基于模块化多电平换流器(modular multilevel converter, MMC)的柔性直流输电系统由于具有结构简单，易于工程实施等特点，在近年来引起了国内外专家学者的广泛关注。如图 1 所示，该模块化多电平换流器由三相六个桥臂构成，每个桥臂由耦
15 合或者非耦合的电感和若干个完全相同的 MMC 子模块级联构成。其中，子模块可以是半桥子模块、全桥子模块以及箝位双子模块。就以半桥子模块为例，每个子模块包含两个 IGBT，两个反向二极管和一个直流电容。

MMC 拓扑结构中一个重要的特点是将储能电容放到了串联的子模块当中。这带来了一系列的问题，比如由于桥臂电流的存在，使得各个子模
20 块的电容电压时刻在变化，由于发生桥臂短路时桥臂电流迅速变大，几个毫秒后达到最大，如图 2 所示。如何快速的检测桥臂过流及对故障清除成为一个技术难点。

目前，常规的桥臂过流保护方法过程较为繁琐，过流保护可靠性较低。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供一种桥臂电流过流保护方，用以解决现有的桥臂电流过流保护方式可靠性较低的问题。本发明同时提供一种桥臂
5 电流过流保护控制系统及存储介质。

为实现上述目的，本发明实施例提供一种桥臂电流过流保护方法，包括以下步骤：

获取桥臂电流；

对所述桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值；

10 当所述电流有效值大于第一设定阈值，且所述电流瞬时值大于第二设定阈值时，对所述桥臂电流进行保护。

上述方案中，对所述桥臂电流进行保护

上述方案中，将所述桥臂电流进行处理，包括：

对所述桥臂电流进行分解，得到直流分量和交流分量；

15 计算所述直流分量和所述交流分量的均方根，得到所述电流有效值

上述方案中，所述对所述桥臂电流进行处理，包括：

基于所述直流母线电流和所述桥臂电流幅值，确定所述电流瞬时值。

上述方案中，所述对所述桥臂电流进行分解，得到直流分量和交流分量，包括：

20 利用如下公式获得所述直流分量， $I_{DC} = \frac{1}{t} * \int_0^t [I_p(t) * d\theta + A]$ ；

并通过如下公式获得所述交流分量， $I_{AC} = \sum_{n=1}^1 (a_n \cos \pi x + b_n \sin \pi x)$ ；

其中， $I_p(t)$ 为电流瞬时值，A为常数。

本发明实施例还提供一种桥臂电流过流保护控制系统，包括：

采集模块，配置为获取桥臂电流；

计算模块，配置为对所述桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值；

保护动作控制模块，配置为当所述电流有效值大于第一设定阈值，且所述电流瞬时值大于第二设定阈值时，对所述桥臂电流进行保护。

- 5 上述方案中，所述采集模块，配置为采集阀侧出口电流及直流母线电流；

基于所述阀侧出口电流及所述直流母线电流，获取桥臂电流。

上述方案中，所述计算模块，配置为对所述桥臂电流进行分解，得到直流分量和交流分量；

- 10 计算所述直流分量和所述交流分量的均方根，得到所述电流有效值。

上述方案中，所述计算模块，配置为基于所述直流母线电流和所述桥臂电流幅值，确定所述电流瞬时值。

上述方案中，所述计算模块还配置为通过如下公式获得所述直流分量，

$$I_{DC} = \frac{1}{t} * \int_0^t [I_p(t) * d\theta + A];$$

- 15 并通过如下公式获得所述交流分量，

$$I_{AC} = \sum_{n=1}^1 (a_n \cos \pi x + b_n \sin \pi x);$$

其中， $I_p(t)$ 为电流瞬时值，A为常数。

本发明实施例还提供一种桥臂电流的过流保护控制系统，包括：

存储器，配置为存储可执行程序；

- 20 处理器，配置为通过执行所述存储器中存储的可执行程序时，实现上述的桥臂电流的过流保护方法。

本发明实施例还提供一种存储介质，存储有可执行程序，所述可执行程序被处理器执行时，实现上述的桥臂电流的过流保护方法。

本发明实施例提供的桥臂电流过流保护方法、控制系统及存储介质，

对采集到的桥臂电流进行处理，得到电流有效值和瞬时值，根据电流有效值和瞬时值满足的条件来进行过流判断，当电流有效值和瞬时值均大于对应的设定阈值时，表示桥臂的实际电流出现了过流现象，那么控制保护动作，保护出口。本发明实施例所提供的桥臂电流过流保护方法、控制系统及存储介质，实现过程简单，所涉及到的判断参量较少，保护可靠性较高，相应地，判断快速有效。在发生故障时，桥臂电流对各子模块的冲击大大减小，快速地保护子模块不受故障电流影响。

附图说明

图 1 是相关技术中 MMC 基本拓扑结构图；

图 2 是相关技术中桥臂电流在桥臂短路时的电流变化示意图；

图 3 是本发明实施例桥臂电流过流保护方法所适用的拓扑结构示意图；

图 4 是本发明实施例桥臂电流过流保护方法的处理流程示意图；

图 5 是本发明实施例根据交流分量和直流分量计算有效值的示意图；

图 6 是桥臂电流保护出口逻辑图；

图 7 是本发明实施例桥臂电流过流保护控制系统的组成结构示意图。

图 8 是本发明另一实施例的桥臂电流的过流保护控制系统的硬件结构示意图。

具体实施方式

本发明实施例中，桥臂电流过流保护方法适用于柔性直流输电系统，如图 3 所示，是本发明实施例提供的桥臂电流过流保护方法所适用的拓扑结构示意图，该结构只是针对其中一条桥臂而言，因此，该方法本质上适用于图 1 所示的 MMC 结构，进一步适用于对称伪双极结构。

MMC 中的各桥臂上的电流、直流线路上的电流以及上下桥臂电流流向如图 1 所示。桥臂电流为 I_{p_j} 和 I_{n_j} ，其中 $j=a, b, c$ ，分别代表 abc 三相；

p 表示上桥臂，n 表示下桥臂。那么，a 相上桥臂的桥臂电流为 I_{p_a} ，a 相下桥臂的桥臂电流为 I_{n_b} ；b 相上桥臂的桥臂电流为 I_{p_b} ，b 相下桥臂的桥臂电流为 I_{n_b} ；c 相上桥臂的桥臂电流为 I_{p_c} ，c 相下桥臂的桥臂电流为 I_{n_c} 。

- 5 本发明实施例提供的桥臂电流过流保护方法的处理流程，如图 4 所示，包括：

步骤 S101，获取桥臂电流。

为了实施该保护方法，输电系统中就要有相应的硬件设备，比如电流检测设备、控制设备以及保护设备，利用电流检测设备采集该桥臂的桥臂
10 电流。各桥臂上均设置有电流检测设备。由于这些设备属于常规技术，这里就不再对其进行详述。由于各桥臂的过流保护方法的实现过程相同，那么，以下以其中一个桥臂为例进行说明。

电流检测设备采集该桥臂的桥臂电流后，将检测得到的桥臂电流传输到控制设备中。

- 15 步骤 S102，对桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值。

在一可选实施例中，控制设备对桥臂电流进行处理和分析，得到电流有效值和电流瞬时值：

其中，电流瞬时值可以按照现有中的求取方式进行求取，本实施例给出以下一种实施方式：

- 20 首先，桥臂电流的获取公式为：

$$I_p = \frac{I_{DP}}{3} + \frac{I_{VC}}{2} \quad (1)$$

然后，根据桥臂电流得到电流瞬时值，计算公式为：

$$I_p(t) = \frac{1}{3}I_{DP} + \frac{1}{2}a \sin(\omega t + \theta) \quad (2)$$

其中， I_p 为桥臂电流， $I_p(t)$ 为电流瞬时值， I_{DP} 为直流母线电流， I_{VC} 是

阀侧出口电流，a 为桥臂电流幅值。

本实施例给出一种电流有效值的计算方法，具体为：对桥臂电流进行分解处理，得到电流的直流分量和交流分量。并且，利用以下两个计算公式得到电流的直流分量和交流分量。

5 直流分量的计算公式为：

$$I_{DC} = \frac{1}{t} * \int_0^t [I_p(t) * d\theta + A] \quad (3)$$

交流分量的计算公式为：

$$I_{AC} = \sum_{n=1}^1 (a_n \cos \pi x + b_n \sin \pi x) \quad (4)$$

其中，A 为常数，根据实际要求进行设定，比如 1488。

10 对一个周期内正弦函数求和，其和为 0；对一个直流量一个周期求和为 $n * A$ ，所以对桥臂电流计算平均值后 $n * A / n$ 只剩下直流分量，即可以提取其直流分量。这种分解方法快速、简单、有效，无需运用低通滤波等环节。

然后，根据直流分量和交流分量计算电流有效值，如图 5 所示，计算方式为：求取直流分量和交流分量的均方根，得到的均方根值就是电流有

15 效值 $I_{有效}$ 。计算公式为：

$$I_{有效} = \sqrt{I_{AC}^2 + I_{DC}^2} ;$$

其中， I_{AC} 是桥臂电流的交流分量， I_{DC} 为桥臂电流的直流分量。

步骤 S103，当电流有效值大于第一设定阈值，且电流瞬时值大于第二设定阈值时，对所述桥臂电流进行保护。

20 在一可选实施方式中，控制设备根据得到的电流有效值和瞬时值做出保护动作的判断；即判断电流有效值是否大于第一设定阈值，电流瞬时值是否大于第二设定阈；其中，第一设定阈值和第二设定阈值均可以根据实际控制需要进行设定。

以 abc 三相的上桥臂为例，保护逻辑判断如图 6 所示。例如：当 $I_{p_a_}$

有效大于设定阈值 $\Delta 1$ ，且 I_{p_a} 瞬时大于设定阈值 $\Delta 2$ ，那么，a 相上桥臂过流，保护动作。

另外，通过降低桥臂电流的采集周期，能够进一步保证后续动作的快速性。

5 本发明实施例中，桥臂电流过流保护控制系统的组成结构，如图 7 所示，包括三个模块，分别是：

采集模块 11，配置为对于获取桥臂电流；

计算模块 12，配置为对桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值；

10 保护动作控制模块 13，配置为当电流有效值大于第一设定阈值，且电流瞬时值大于第二设定阈值时，保护动作。

所以，该控制系统的三个模块为功能块，其中，采集模块 11 可以是硬件模块，其他两个模块通过加载在控制设备中实现对应的功能，那么，该过流保护控制系统的保护范围是过流保护方法。由于在上述方法实施例中
15 已对该方法做出了详细地描述，这里就不再具体说明。

本发明实施例还提供一种参数配置装置，所述参数配置装置的硬件组成结构，包括：存储器，配置为存储可执行程序；

处理器，配置为运行所述存储器中存储的可执行程序时，执行：

获取桥臂电流；

20 对所述桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值；

当所述电流有效值大于第一设定阈值，且所述电流瞬时值大于第二设定阈值时，对所述桥臂电流进行保护。

在一实施例中，所述处理器用于运行所述计算机程序时，执行：

采集阀侧出口电流及直流母线电流；

25 基于所述阀侧出口电流及所述直流母线电流，获取桥臂电流。

在一实施例中，所述处理器用于运行所述计算机程序时，执行：

对所述桥臂电流进行分解，得到直流分量和交流分量；

计算所述直流分量和所述交流分量的均方根，得到所述电流有效值。

在一实施例中，所述处理器用于运行所述计算机程序时，执行：

5 基于所述直流母线电流和所述桥臂电流幅值，确定所述电流瞬时值。

在一实施例中，所述处理器用于运行所述计算机程序时，执行：

利用如下公式获得所述直流分量，

$$I_{DC} = \frac{1}{t} * \int_0^t [Ip(t) * d\theta + A];$$

利用如下公式获得所述交流分量，

$$10 \quad I_{AC} = \sum_{n=1}^1 (a_n \cos \pi x + b_n \sin \pi x);$$

其中， $Ip(t)$ 为电流瞬时值，A 为常数。

图 8 是本发明另一实施例的桥臂电流的过流保护控制系统的硬件结构示意图，桥臂电流的过流保护控制系统 700 包括：至少一个处理器 701、存储器 702、至少一个通信接口 704。桥臂电流的过流保护控制系统 700 中的
15 各个组件通过总线系统 705 耦合在一起。可理解，总线系统 705 用于实现这些组件之间的连接通信。总线系统 705 除包括数据总线之外，还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见，在图 8 中将各种总线都标为总线系统 705。

可以理解，存储器 702 可以是易失性存储器或非易失性存储器，也可
20 包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器 (ROM, Read Only Memory)、可编程只读存储器 (PROM, Programmable Read-Only Memory)、可擦除可编程只读存储器 (EPROM, Erasable Programmable Read-Only Memory)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM, Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、磁性随机存取存储

器 (FRAM, ferromagnetic random access memory)、快闪存储器 (Flash Memory)、磁表面存储器、光盘、或只读光盘 (CD-ROM, Compact Disc Read-Only Memory); 磁表面存储器可以是磁盘存储器或磁带存储器。易失性存储器可以是随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory), 其用作
5 外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明, 许多形式的 RAM 可用, 例如静态随机存取存储器 (SRAM, Static Random Access Memory)、同步静态随机存取存储器 (SSRAM, Synchronous Static Random Access Memory)、动态随机存取存储器 (DRAM, Dynamic Random Access Memory)、同步动态随机存取存储器 (SDRAM, Synchronous Dynamic Random Access
10 Memory)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器 (DDRSDRAM, Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory)、增强型同步动态随机存取存储器 (ESDRAM, Enhanced Synchronous Dynamic Random Access Memory)、同步连接动态随机存取存储器 (SLDRAM, SyncLink Dynamic Random Access Memory)、直接内存总线随机存取存储器 (DRRAM, Direct
15 Rambus Random Access Memory)。本发明实施例描述的存储器 702 旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

本发明实施例中的存储器 702 用于存储各种类型的数据以支持桥臂电流的过流保护控制系统 700 的操作。这些数据的示例包括: 用于在参数配置装置 700 上操作的任何计算机程序, 如操作系统 7021 和应用程序 7022;
20 联系人数据; 电话簿数据; 消息; 图片; 视频等。其中, 操作系统 7021 包含各种系统程序, 例如框架层、核心库层、驱动层等, 用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。应用程序 7022 可以包含各种应用程序, 用于实现各种应用业务。实现本发明实施例方法的程序可以包含在应用程序 7022 中。

25 上述本发明实施例揭示的方法可以应用于处理器 701 中, 或者由处理

器 701 实现。处理器 701 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器 701 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 701 可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP，Digital Signal Processor），或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。处理器 701 可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤，可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于存储介质中，该存储介质位于存储器 702，处理器 701 读取存储器 702 中的信息，结合其硬件完成前述方法的步骤。

在示例性实施例中，桥臂电流的过流保护控制系统 700 可以被一个或多个应用专用集成电路（ASIC，Application Specific Integrated Circuit）、DSP、可编程逻辑器件（PLD，Programmable Logic Device）、复杂可编程逻辑器件（CPLD，Complex Programmable Logic Device）、现场可编程门阵列（FPGA，Field-Programmable Gate Array）、通用处理器、控制器、微控制器（MCU，Micro Controller Unit）、微处理器（Microprocessor）、或其他电子元件实现，用于执行前述方法。

本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器运行时，执行：

获取桥臂电流；

对所述桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值；

当所述电流有效值大于第一设定阈值，且所述电流瞬时值大于第二设定阈值时，对所述桥臂电流进行保护。

在一实施例中，所述计算机程序被处理器运行时，执行：

采集阀侧出口电流及直流母线电流;

基于所述阀侧出口电流及所述直流母线电流, 获取桥臂电流。

在一实施例中, 所述计算机程序被处理器运行时, 执行:

对所述桥臂电流进行分解, 得到直流分量和交流分量;

5 计算所述直流分量和所述交流分量的均方根, 得到所述电流有效值。

在一实施例中, 所述计算机程序被处理器运行时, 执行:

基于所述直流母线电流和所述桥臂电流幅值, 确定所述电流瞬时值。

在一实施例中, 所述计算机程序被处理器运行时, 执行:

利用如下公式获得所述直流分量,

$$10 \quad I_{DC} = \frac{1}{t} * \int_0^t [Ip(t) * d\theta + A];$$

利用如下公式获得所述交流分量,

$$I_{AC} = \sum_{n=1}^1 (a_n \cos \pi x + b_n \sin \pi x);$$

其中, $Ip(t)$ 为电流瞬时值, A 为常数。

以上给出了具体的实施方式, 但本发明不局限于所描述的实施方式。

15 本发明的基本思路在于柔性直流输电系统的桥臂电流过流保护方法, 对于各实现步骤的具体实现手段并不做限定, 在不脱离本发明的原理和精神的情况下对实施方式进行的变化、修改、替换和变型仍落入本发明的保护范围内。

工业实用性

20 本发明实施例提供的桥臂电流过流保护方法、控制系统及存储介质, 获取桥臂电流; 对所述桥臂电流进行处理, 得到电流有效值和电流瞬时值; 当所述电流有效值大于第一设定阈值, 且所述电流瞬时值大于第二设定阈值时, 对所述桥臂电流进行保护。该方案实现过程简单, 所涉及

到的判断参量较少，保护可靠性较高，相应地，判断快速有效。在发生故障时，桥臂电流对各子模块的冲击大大减小，快速地保护子模块不受故障电流影响。

权利要求书

1、一种桥臂电流的过流保护方法，包括：

获取桥臂电流；

对所述桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值；

5 当所述电流有效值大于第一设定阈值，且所述电流瞬时值大于第二设定阈值时，对所述桥臂电流进行保护。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述获取桥臂电流，包括：

采集阀侧出口电流及直流母线电流；

基于所述阀侧出口电流及所述直流母线电流，获取桥臂电流。

10 3、根据权利要求1所述的方法，其中，所述对所述桥臂电流进行处理，包括：

对所述桥臂电流进行分解，得到直流分量和交流分量；

计算所述直流分量和所述交流分量的均方根，得到所述电流有效值。

15 4、根据权利要求2所述方法，其中，所述对所述桥臂电流进行处理，包括：

基于所述直流母线电流和所述桥臂电流幅值，确定所述电流瞬时值。

5、根据权利要求3所述的方法，其中，所述对所述桥臂电流进行分解，得到直流分量和交流分量，包括：

利用如下公式获得所述直流分量，

$$20 \quad I_{DC} = \frac{1}{t} * \int_0^t [Ip(t) * d\theta + A] ;$$

利用如下公式获得所述交流分量，

$$I_{AC} = \sum_{n=1}^1 (a_n \cos \pi x + b_n \sin \pi x) ;$$

其中， $Ip(t)$ 为电流瞬时值，A为常数。

6、一种桥臂电流的过流保护控制系统，包括：

采集模块，配置为获取桥臂电流；

计算模块，配置为对所述桥臂电流进行处理，得到电流有效值和电流瞬时值；

5 保护动作控制模块，配置为当所述电流有效值大于第一设定阈值，且所述电流瞬时值大于第二设定阈值时，对所述桥臂电流进行保护。

7、根据权利要求 6 所述的桥臂电流的过流保护控制系统，其中，所述采集模块，配置为采集阀侧出口电流及直流母线电流；

基于所述阀侧出口电流及所述直流母线电流，获取桥臂电流。

10 8、根据权利要求 6 所述的桥臂电流的过流保护控制系统，其中，所述计算模块，配置为对所述桥臂电流进行分解，得到直流分量和交流分量；

计算所述直流分量和所述交流分量的均方根，得到所述电流有效值。

15 9、根据权利要求 7 所述的柔性直流输电系统的桥臂电流过流保护控制系统，计算模块，配置为基于所述直流母线电流和所述桥臂电流幅值，确定所述电流瞬时值。

10、根据权利要求 8 所述的桥臂电流的过流保护控制系统，其中，所述计算模块还配置为通过如下公式获得所述直流分量，

$$I_{DC} = \frac{1}{t} * \int_0^t [I_p(t) * d\theta + A];$$

20 并通过如下公式获得所述交流分量，

$$I_{AC} = \sum_{n=1}^1 (a_n \cos \pi x + b_n \sin \pi x);$$

其中， $I_p(t)$ 为电流瞬时值，A 为常数。

11、一种桥臂电流的过流保护控制系统，包括：

存储器，配置为存储可执行程序；

处理器，配置为通过执行所述存储器中存储的可执行程序时，实现权利要求 1 至 5 任一项所述的桥臂电流的过流保护方法。

12、一种存储介质，存储有可执行程序，所述可执行程序被处理器执行时，实现权利要求 1 至 5 任一项所述的桥臂电流的过流保护方法。

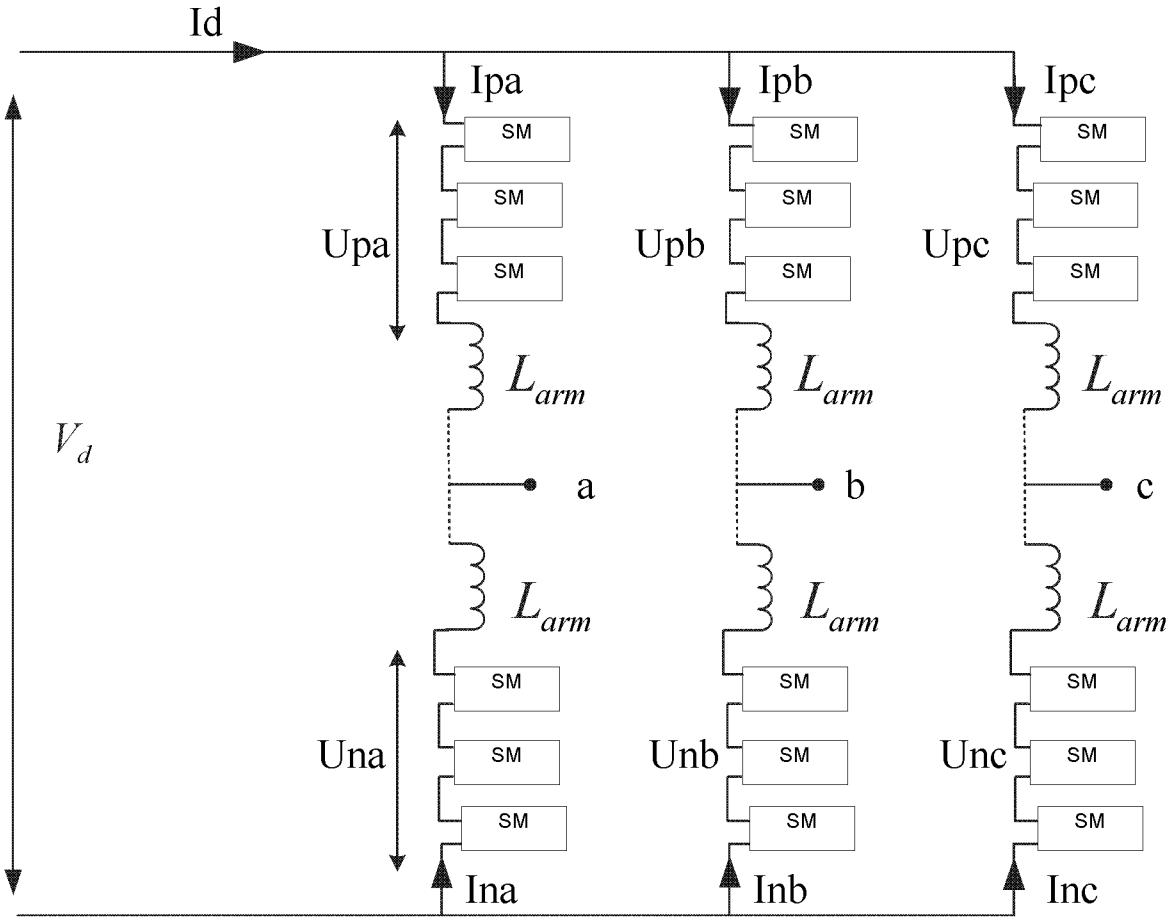


图 1

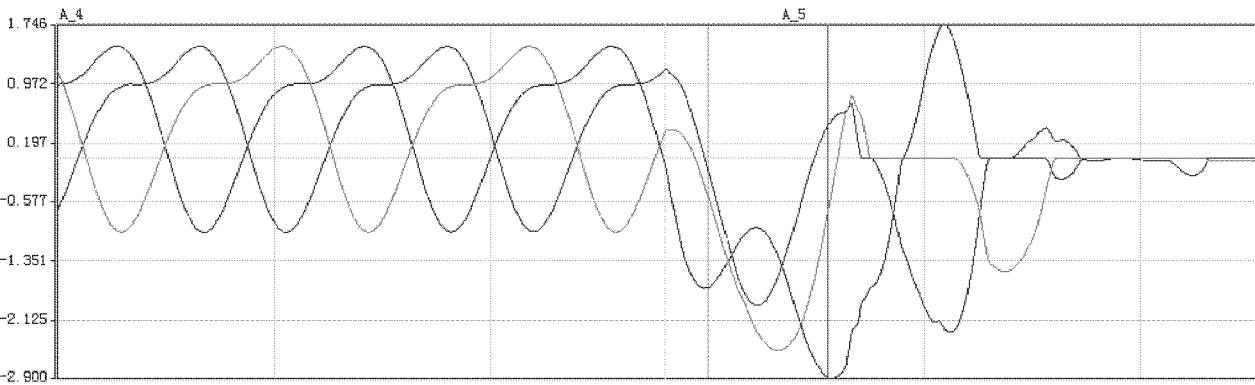


图 2

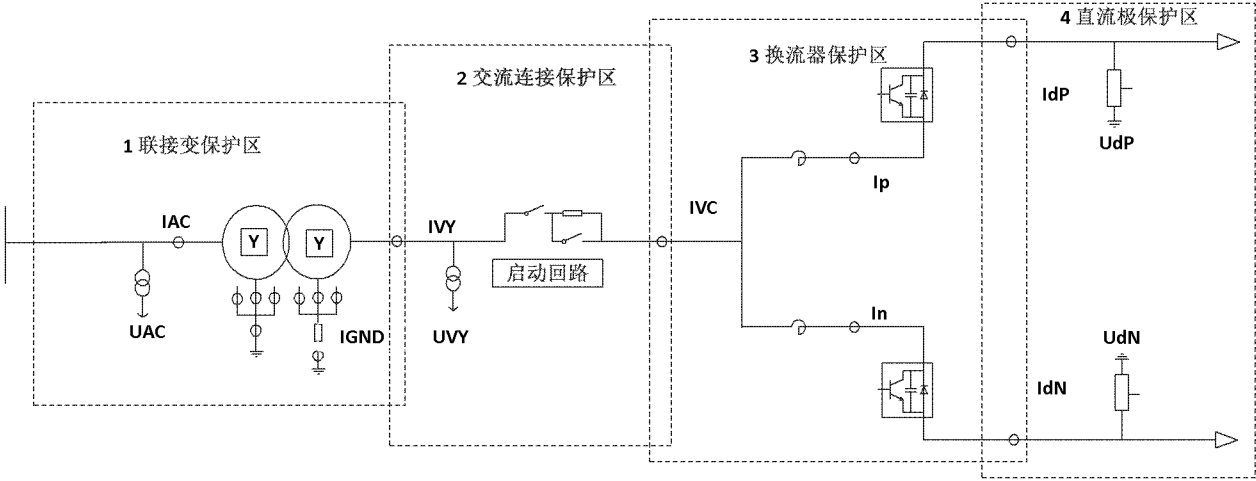


图 3

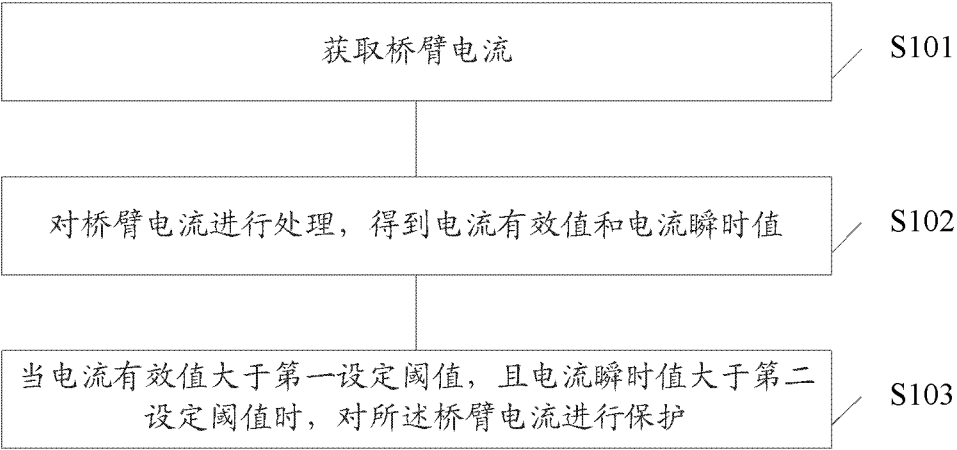


图 4

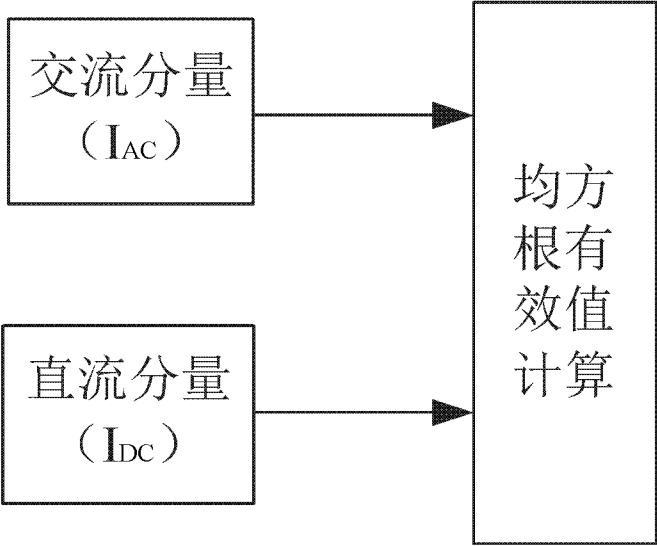


图 5

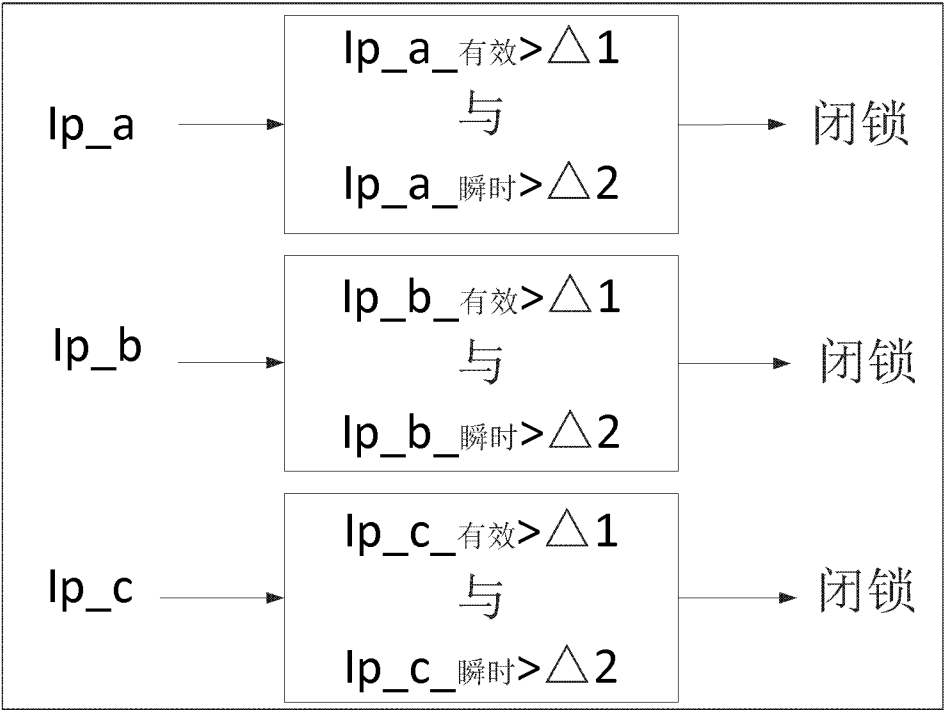


图 6

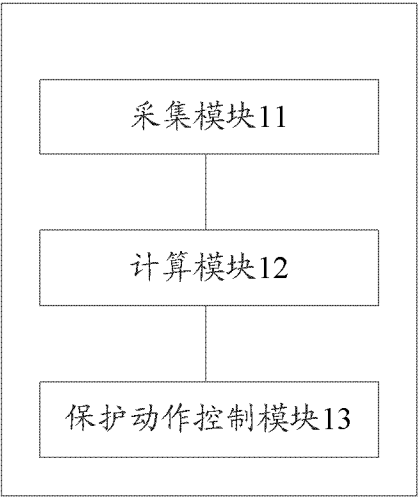


图 7

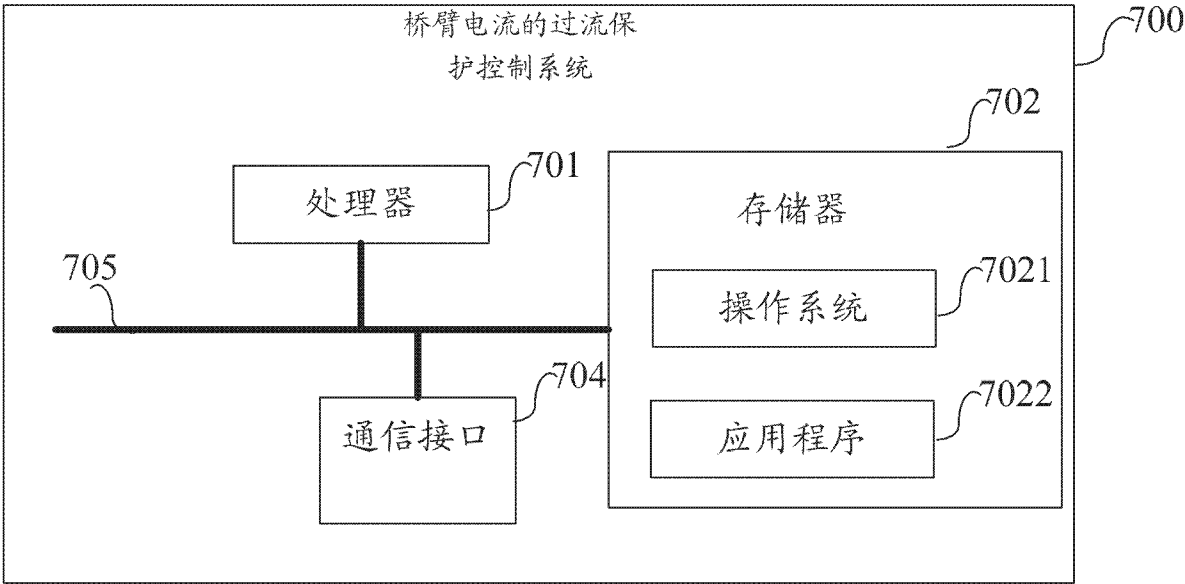


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/113210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 7/12 (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)

H02M; H02J; H02H

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)

CNABS, CPRSABS, DWPI, SIPOABS, CNKI: 过流, 过电流, 保护, 故障, 电流, 有效, 均方根, 瞬, 桥臂, 柔性, 模块化, 级联, 链式, 多电平, MMC, modula+, arm?, cascad+, overcurrent, over current, protect+, fault, short+, effective value?, root mean square, "r. m. s", virtual value?, current, momentary, instant+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105680421 A (NARI-RELAYS ELECTRIC CO., LTD. et al.), 15 June 2016 (15.06.2016), description, paragraphs 24-31, and figures 1-3	1-12
A	CN 106571620 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, CHINA SOUTHERN POWER GRID et al.), 19 April 2017 (19.04.2017), entire document	1-12
A	CN 101242096 A (NANJING INTELLIGENT DISTRIBUTION AUTOMATION EQUIPMENT CO., LTD.), 13 August 2008 (13.08.2008), entire document	1-12
A	JP 2016163513 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.), 05 September 2016 (05.09.2016), entire document	1-12
PX	CN 106992500 A (XJ GROUP CORPORATION et al.), 28 July 2017 (28.07.2017), description, paragraphs 48-78, and figures 1-5	1-12

☐ 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	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"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 23 January 2018	Date of mailing of the international search report 23 February 2018
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 HUANG, Jun Telephone No. (86-10) 62411799

International application No.
PCT/CN2017/113210

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/113210

A. 主题的分类

H02H 7/12 (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)

H02M; H02J; H02H

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))

CNABS, CPRSABS, DWPI, SIPOABS, CNKI: 过流, 过电流, 保护, 故障, 电流, 有效, 均方根, 瞬, 桥臂, 柔性, 模块化, 级联, 链式, 多电平, MMC, modula+, arm?, cascada+, overcurrent, over current, protect+, fault, short+, effective value?, root mean square, "r.m.s", virtual value?, current, momentary, instant+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 105680421 A (南京南瑞继保电气有限公司等) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 说明书第24-31段, 附图1-3	1-12
A	CN 106571620 A (南方电网科学研究院有限责任公司等) 2017年 4月 19日 (2017 - 04 - 19) 全文	1-12
A	CN 101242096 A (南京因泰莱配电自动化设备有限公司) 2008年 8月 13日 (2008 - 08 - 13) 全文	1-12
A	JP 2016163513 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2016年 9月 5日 (2016 - 09 - 05) 全文	1-12
PX	CN 106992500 A (许继集团有限公司等) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 说明书第48-78段, 附图1-5	1-12

☐ 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

2018年 1月 23日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 23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

受权官员

黄君

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 (86-10) 62411799

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/113210

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	105680421	A	2016年 6月 15日	无	
CN	106571620	A	2017年 4月 19日	无	
CN	101242096	A	2008年 8月 13日	无	
JP	2016163513	A	2016年 9月 5日	无	
CN	106992500	A	2017年 7月 28日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)