

(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



(10) 国际公布号
WO 2014/201809 A1

(43) 国际公布日
2014年12月24日 (24.12.2014)

- (51) 国际专利分类号:
H02G 7/16 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/088474
- (22) 国际申请日: 2013年12月4日 (04.12.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310241450.5 2013年6月18日 (18.06.2013) CN
- (71) 申请人: 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)。 国网智能电网研究院 (STATE GRID SMART GRID RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。 国网福建省电力有限公司 (STATE GRID FUJIAN ELECTRIC POWER CO., LTD.) [CN/CN]; 中国福建省福州市五四路257号, Fujian 350003 (CN)。
- (72) 发明人: 荆平 (JING, Ping); 中国北京市昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。 周飞 (ZHOU, Fei); 中国北京

昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。 宋洁莹 (SONG, Jieying); 中国北京市昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。 邱宇峰 (QIU, Yufeng); 中国北京市昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。 苏雪源 (SU, Xueyuan); 中国北京市昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。 詹建荣 (ZHAN, Jianrong); 中国北京市昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。 陈颖 (CHEN, Ying); 中国北京市昌平区小汤山镇大东流村顺沙路270号(未来科技城), Beijing 102211 (CN)。

(74) 代理人: 北京安博达知识产权代理有限公司 (AMBOYNA INTELLECTUAL PROPERTY AGENT CO., LTD.); 中国北京市海淀区大钟寺13号院1号楼华杰大厦B215号, Beijing 100098 (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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,

[见续页]

(54) Title: UNINTERRUPTED DIRECT CURRENT DEICING DEVICE

(54) 发明名称: 一种不停电直流融冰装置

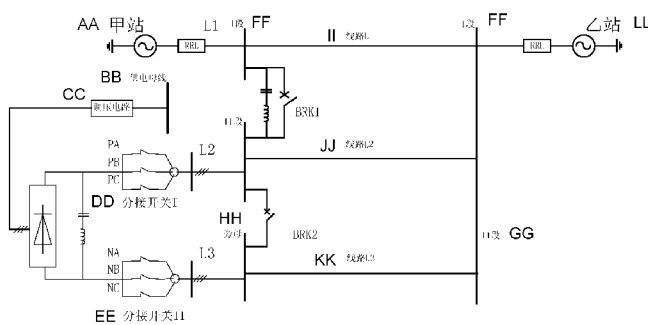


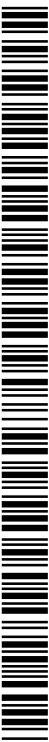
图1 / Fig. 1

- AA Substation A
- BB Power supply bus
- CC Voltage regulation circuit
- DD Tapping switch I
- EE Tapping switch II
- FF Section I
- GG Section II
- HH By-pass bus
- II Line L1
- JJ Line L2
- KK Line L3
- LL Substation B

(57) Abstract: An uninterrupted direct current deicing device. The deicing device is mounted inside a substation at one side of a line, and all operations can be implemented for the deicing device inside the substation. The deicing device comprises a voltage regulation circuit, an alternating current/direct current conversion circuit, a first resonant circuit, and a second resonant circuit. One end of the voltage regulation circuit is connected to a power supply bus in the substation, and the other end is connected to the alternating current/direct current conversion circuit and the first resonant circuit successively; the second resonant circuit is configured between a sectionalized bus where a non-deicing line resides and a sectionalized bus where a deicing line resides in the substation. In the deicing device, without affecting normal power supply, a direct current deicing current is superposed on a deicing line, and the deicing current is made to circulate only in the deicing line and does not interfere with an important device such as a main transformer inside the substation. The deicing device achieves high deicing efficiency and has a small capacity.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/201809 A1



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。

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)。

- (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, 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,

根据细则 4.17 的声明:

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种不停电的直流融冰装置, 该融冰装置安装在线路一侧变电站内, 在该变电站内可完成对该融冰装置的所有操作。该融冰装置包括调压电路、交直流变换电路、第一谐振电路和第二谐振电路; 调压电路一端与变电站站内供电母线连接, 另一端依次与交直流变换电路和第一谐振电路连接; 第二谐振电路设置在变电站站内非融冰线路所在分段母线与融冰线路所在分段母线之间。该融冰装置在不影响正常供电的基础上, 在融冰线路叠加直流融冰电流, 并使融冰电流仅在融冰线路中循环, 不干扰变电站内主变压器等重要设备。该融冰装置具有融冰效率高、装置容量小的优点。

一种不停电直流融冰装置

技术领域

本发明属于电力电子技术领域，具体涉及一种不停电直流融冰装置。

背景技术

一些地区冬季常现电力线路覆冰问题，给电网带来严重灾害。解决覆冰问题的方法分为机械除冰或热力融冰，其中热力融冰又分为停电融冰和不停电融冰两类。

停电热力融冰已在电网中应用，实施方式包括交流短路升流融冰和直流电流融冰。前者将 2~3 条待融冰线路通过刀闸操作串接，一端人工短路，另一端接入交流电源进行短路融冰。其优点在于无需专用设备，生产现场实用。缺点在于需要对串联线路的条数进行计算、选定，投切电源时对电网冲击较大，短路升流过程要消耗大量无功，对电网电压影响大，不适用于 500kV 及以上线路。另一种停电融冰方式是利用 SVC 兼作为融冰装置，当线路发生覆冰后将线路停运，线路末端人工短路，先在首段的两相上加入经 SVC 型无功静补装置整流输出的直流电压，对线路的两相进行直流短路融冰，结束后再对第三相融冰。其优点在于装置输出的直流电压可调，可适应于任何长度和电压等级的线路。不消耗系统无功。覆冰时作为融冰设备，平时作为无功静止补偿装置，设备利用率高。缺点是一次只能融两相，融冰时间长，刀闸操作及人工设置短路线工作量大，且要停电进行。

目前使用的不停电热力融冰方法为：在线路中部建设融冰站，给每相双分裂导线加上融冰环流，和负荷电流共同发生的热效应叠加实现不停电融冰。但每条线路上都要建一座融冰站，投入大，设备利用率低，使用对象必须是双分裂导线，局限性大，且融冰站建在线路中部，维护困难，难以推广应用。

不停电融冰的其他方式尚未在电网中实践，其中一种为基于电力变压器的高压架空线自助式不停电融冰技术，该种方式会引发变压器的偏磁问题。另外的设计思路为加大融冰线路负荷，利用交流电流融冰。实施方式包括通过调度切除线路，将多条线路的负荷转移到一条线路使其融冰，此方法对于截面较小的 110kV 及以下线路有一定的可行性，对于 220kV 及以上电压等级的线路而言，由于导

线截面大，加之系统容量和运行方式的限制，且所有电压等级线路都存在系统稳定问题。增加负荷融冰的方式也包括采用背靠背电压源换流器，在有融冰需求时构成统一潮流控制器接线形式，通过变压器串入融冰线路，拉大所在线路的潮流。由于线路电抗远大于线路电阻，融冰电流又远大于线路正常负荷电流，融冰功率基本全部由电压源换流器提供。随着线路输电线路长度增加，对融冰装置的容量需求猛增。目前，基于全控器件的大容量电压源换流器成本很高，因此该方法现实可行性不高。

综上所述，现有融冰技术中，停电融冰方式影响线路正常供电，且人工挂接短路线及停电操作工作量大，时间长；现有不停电方式下的融冰技术现阶段尚不具有普遍推广条件，需要寻求性价比较高的新型不停电融冰技术。

发明内容

针对现有技术的不足，本发明提出一种不停电直流融冰装置，实现了不停电状态下的线路融冰，融冰过程不影响潮流正常传输。

本发明提供的一种不停电直流融冰装置，其改进之处在于，所述装置包括调压电路、交-直流变换电路、谐振电路 I 和 谐振电路 II；所述调压电路一端与变电站站内供电母线连接，另一端依次与所述交-直流变换电路和 谐振电路 I 连接；

所述谐振电路 II 设置在站内非融冰线路所在分段母线与融冰线路所在分段母线，其包括串联的电感和电容。

其中，所述调压电路为有载调压变压器；

所述有载调压变压器的原边与所述站内供电母线连接，其副边与所述交-直流变换电路连接。

其中，所述调压电路包括依次连接的变压器 I、电力电子变换装置和 变压器 II；

所述变压器 I 的原边与所述站内供电母线连接，其副边与所述电力电子变换装置的一端连接；所述电力电子变换装置的另一端与所述变压器 II 原边连接，所述变压器 II 的副边与所述交-直流变换电路连接。

其中，所述电力电子变换装置为：

由依次并联的不可控整流、电容和电压源换流器 I 构成；或

由依次并联的电压源换流器 II、电容和电压源换流器 III 构成。

其中，所述交-直流变换电路包括不可控整流电路或可控整流电路；

所述不可控整流电路或可控整流电路的交流端与所述调压电路连接，其直流端与所述电网分段母线和旁路母线连接。

其中，在所述交-直流变换电路的直流端的正负极之间连接有谐振电路 I；

所述谐振电路 I 包括串联的电感和电容。

其中，所述装置包括分接开关；

所述分接开关包括开关 I、开关 II；开关 I 包括单相开关 PA、单相开关 PB 和单相开关 PC；开关 II 包括单相开关 NA、单相开关 NB 和单相开关 NC；

所述交-直流变换电路的直流端的正负极分别通过分接开关 I 与分接开关 II 与站内分段母线和旁路母线连接；其正极与所述分段母线连接时，通过所述开关 I 中的单相开关 PA、单相开关 PB 和单相开关 PC 分别与所述分段母线的三相相连；其负极与所述旁路母线连接时，通过所述开关 II 中的单相开关 NA、单相开关 NB 和单相开关 NC 分别与所述旁路母线的三相对应相连。

与现有技术比，本发明的有益效果为：

本发明实现了不停电状态下的线路融冰，融冰过程不影响潮流正常传输。

本发明实现了直流融冰，显著降低融冰装置容量，具备应用可行性。

本发明融冰电流通路仅限于融冰线路，不对变电站内重要设备、站内电源或负荷造成干扰，融冰过程中系统安全稳定运行。

本发明的控制方法相对简单，可靠性高，融冰针对性强，对系统的干扰小，适用于 220kV 及以上电网，并且适用于单电源线路的融冰。

附图说明

图 1 为本发明提供的不停电融冰装置电路接线图。

图 2 为本发明提供的 A 相融冰直流电流通路图。

图 3 为本发明提供的系统各处输电线路电流波形图。

图 4 为本发明提供的系统各处电源及负荷电流波形图。

图 5 为本发明提供的系统各处母线电压波形图。

图 6 为本发明提供的基于有载调压变压器的融冰装置主电路结构图。

图 7 为本发明提供的基于电力电子调压电路的融冰装置主电路结构图 1。

图 8 为本发明提供的基于电力电子调压电路的融冰装置主电路结构图 2。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

在形成环路的输电线路两端叠加电压源，形成环流电流使待融冰线路电流显著增大是热力融冰的基本思路。由于线路电阻远小于线路电抗，在不改变线路参数的前提下，采用直流电压源融冰的效率远高于交流电压源融冰。但直流电流会导致电力变压器等设备出现严重的偏磁现象，使系统无法安全稳定运行，必须采取有效措施。

如附图 1 所示，图中左侧为甲站，右侧为乙站，不停电融冰装置安装在甲站。系统电源为甲站所接输电系统的等值模型，甲站系统电源接 I 段母线，母联开关 BRK1 和 BRK2 处于合闸状态。乙站的两段母线可以合环，也可以开环，不作要求，即未装设融冰装置的变电站不需要改变母线分段状态，所有的不停电融冰操作都在甲站进行。

首先，通过倒闸，将融冰线路 L2 接 II 段母线，融冰线路 L3 接旁母，系统正常供电。然后将母联开关 BRK1 三相分闸，与其并联的三相交流电流通过三相 50Hz 串联谐振支路，不影响正常供电。之后在 II 段母线 A 相和旁母 A 相之间跨接一个 50Hz 串联谐振支路，再将母联开关 BRK2 的 A 相分闸，A 相交流电流通过 50Hz 串联谐振支路，不影响正常供电。

50Hz 串联谐振支路两端并联一个可调直流电压源，可以根据需要向融冰线路的 A 相注入直流电流，直流电流从融冰线路 L2 的 A 相进，从融冰线路 L3 的 A 相出，不影响电源和负载的正常供电。

三相 50Hz 串联谐振支路的主要作用是隔离直流，避免其流入电源和负载，同时不影响线路正常供电。支路电流等于融冰线路 L2 和 L3 的正常供电电流之和。

单相 50Hz 串联谐振支路的主要作用是旁路工频电流，避免其流入整流电路，同时不会影响线路正常供电。支路电流等于融冰线路 L3 的正常供电电流。

以 A 相融冰为例，直流电流通路如附图 2 所示。融冰装置向 II 段母线和旁路母线的 A 相注入直流电压，直流电流通过融冰线路 L2 的 A 相和融冰线路 L3 的 A 相线路构成闭合回路。由于 LC 谐振电路隔离了直流分量，直流电流不会流向电源和负荷，可以保证系统正常供电。

对上述步骤进行仿真验证，观测到非融冰线路 L1 和融冰线路 L2、L3，以及两侧等值系统电源的电流波形，如附图 3 所示，其中第一个波形为非融冰线路电流波形，不含直流分量；第二个波形为融冰线路 1 的波形，A 相含有下偏直流分量；第三个波形为融冰线路 2 的电流波形，A 相含有向上偏的直流分量。观测到非融冰线路 L1 和融冰线路 L2、L3 的负荷的电流波形，如附图 4 所示，这三个波形分别为两侧电源和负载变压器电流波形，不含直流分量。可以看出，直流电流仅在融冰线路 L2 和 L3 之间构成回路，直流分量的大小可根据线路融冰需要在线调节。

相关母线和谐振支路的电压仿真波形如附图 5 所示，甲站 I 段母线和乙站 I 段和 II 段母线电压都正常，不含直流分量。甲站二段母线 A 相电压和旁路母线 A 相电压含有大小相同、方向相反的直流偏置，大小为直流融冰电压的一半。由于线路电阻较小，因此几千伏的融冰直流电压不会影响变电站母线正常操作。

通过倒闸操作，本方案可以在保证不停电的条件下，分别实现 A 相、B 相和 C 相的融冰。如果同时在站内装设三台融冰装置，则可实现对 A 相、B 相和 C 相线路的同时融冰。

融冰装置可采用不同的主电路结构，下面结合具体实施例进行详细说明。

实施例 1

基于有载调压变压器的不停电直流融冰装置，如附图 6 所示。该装置包括调压电路、交-直流变换电路、谐振电路 I 和谐振电路 II；该调压电路为有载调压变压器；其原边与站内供电母线连接，如典型 220kV 变电站内的 35kV 母线，其副边依次与交-直流变换电路和谐振电路 I 连接。

交-直流变换电路包括不可控整流电路或可控整流电路，本实施例采用二极管不可控整流电路，其交流端与调压电路连接，其直流端与电网母线和旁路母线连接，依据导线参数和融冰电流需求向线路注入直流电压，获得融冰电流。

在交-直流变换电路的直流端的正负极之间连接有谐振电路 I，在装置对两条

线路的 A 相、B 相或 C 相线路注入直流电流时，用来为该相的交流电流提供通路，并隔离直流分量，不影响系统正常供电，并防止输电线路的交流电流流入交-直流变换电路，实现不停电融冰的目的。其包括串联的电感和电容。

为了隔离直流，避免其流入电源和负载，同时不影响线路正常供电，本实施例设置的谐振电路 II（即三相串联谐振电路）设置在站内非融冰线路所在分段母线与融冰线路所在分段母线，防止直流融冰电流流入非融冰线路、站内主变或输电系统，同时为三相交流电流提供通路，不影响系统正常供电。谐振电路 II 包括串联的电感和电容。

本实施例在上述的基础上，为了方便控制，为了融冰电流选择通路，还添加了分接开关；分接开关包括开关 I、开关 II；交-直流变换电路的直流端的正负极分别通过分接开关 I 和 II 与站内分段母线和旁路母线连接；其正极与所述分段母线连接时，通过开关 I 中的单相开关 PA、PB 和 PC 分别与分段母线的三相相连；其负极与所述旁路母线连接时，通过开关 II 中的单相开关 NA、NB 和 NC 与旁路母线的三相对应相连（即 A 相连接 PA 和 NA、B 相连接 PB 和 NB、C 相连接 PC 和 NC）。通过分接开关投切，轮流在 II 段母线和旁路母线间分相注入直流电压。该直流电压叠加在融冰线路电阻两端，向回路注入直流电流。可依据融冰需求改变调压器输出的电压，获得所期望的直流电流。这种主电路结构的优点是成本较低，适用于 220kV 或 500kV 变电站不同融冰线路长度差别并非极其显著的情况。

实施例 2

本实施例基本与实施例 1 相同，但区别在于该种主电路结构基于电力电子调压电路，如附图 7 所示。整流变压器将供电母线隔离、降压后通过二极管整流，之后经过 VSC 将直流电压逆变为交流电压。再通过升压变压器和二极管整流桥串联接入融冰线路中。通过二极管不控整流和 VSC 有源逆变，利用 VSC 交流输出电压灵活、快速可调的特点，获取能够较大范围变化的交流电压，进而通过变压器升压、不控整流电路交-直流变换，获取融冰所需的直流电压。

设调压电路的输入电压为 U_{v1} ，第一级变压器变比为 k_1 ，第一级直流电压为 U_{dc1} ，VSC 的调制度为 m ，第二级变压器的变比为 k_2 ，输出电压为 U_{v2} ，则调压电路有如下关系成立：

$$\begin{cases} U_{dc1} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_{v1} = \frac{1.35U_{v1}}{k_1} \\ U_{v2} = \frac{\frac{m\sqrt{3}U_{dc1}}{2\sqrt{2}}}{k_2} = \frac{\frac{3\sqrt{3}}{2\pi} mU_{v1}}{k_1 k_2} \end{cases} \quad (1)$$

直流融冰电压：

$$U_{dc0} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_{v2} = \frac{9\sqrt{6}}{2\pi^2} \frac{m}{k_1 k_2} U_{v1} \quad (2)$$

这种拓扑结构的优点在于直流电压可以通过 VSC 的调制度灵活控制，获得大范围的连续直流电压输出，不需要系统提供无功补偿。适用于 220kV 或 500kV 变电站不同融冰线路长度或线形差别的场合。

实施例 3

本实施例基本与实施例 1 相同，但区别在于，该种主电路结构基于电力电子调压电路，采用背靠背连接的电压源换流器，并增设了分接开关，如附图 8 所示。有融冰需求时，整流变压器将供电母线隔离、降压后通过电压源换流器 VSC1 整流，之后经过 VSC2 将直流电压逆变为交流电压。再通过升压变压器和二极管整流桥串联接入融冰线路中。通过二极管不控整流和 VSC 有源逆变，利用 VSC 交流输出电压灵活、快速可调的特点，获取能够较大范围变化的交流电压，进而通过变压器升压、不控整流电路交-直流变换，获取融冰所需的直流电压。

分接开关包括开关 V 和开关 VI；开关 V 连接在交-直流变换电路的交流端和分段母线之间；开关 VI 连接在交-直流变换电路的交流端和旁路母线之间。无融冰需求时，通过断开所有分接开关，闭合开关 BRKU1、BRKU2，将逆变变压器串联接入到 II 段母线和旁路母线中，此时融冰装置调压电路中的背靠背电压源换流器构成 UPFC 结构，可以发挥无功补偿、潮流调节等作用。使装置功能更加强大。

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范围当中。

权 利 要 求

1、一种不停电直流融冰装置，其特征在于，所述装置包括调压电路、交 - 直流变换电路、谐振电路 I 和谐振电路 II；所述调压电路一端与变电站站内供电母线连接，另一端依次与所述交 - 直流变换电路和谐振电路 I 连接；

所述谐振电路 II 设置在站内非融冰线路所在分段母线与融冰线路所在分段母线。

2、如权利要求 1 所述的不停电直流融冰装置，其特征在于，所述调压电路为有载调压变压器；

所述有载调压变压器的原边与所述站内供电母线连接，其副边与所述交-直流变换电路连接。

3、如权利要求 1 所述的不停电直流融冰装置，其特征在于，所述调压电路包括依次连接的变压器 I、电力电子变换装置和变压器 II；

所述变压器 I 的原边与所述站内供电母线连接，其副边与所述电力电子变换装置的一端连接；所述电力电子变换装置的另一端与所述变压器 II 原边连接，所述变压器 II 的副边与所述交-直流变换电路连接。

4、如权利要求 3 所述的不停电直流融冰装置，其特征在于，所述电力电子变换装置为：

由依次并联的不可控整流、电容和电压源换流器 I 构成；或

由依次并联的电压源换流器 II、电容和电压源换流器 III 构成。

5、如权利要求 2 - 4 任一所述的不停电直流融冰装置，其特征在于，所述交 - 直流变换电路包括不可控整流电路或可控整流电路；

所述不可控整流电路或可控整流电路的交流端与所述调压电路连接，其直流端与所述电网分段母线和旁路母线连接。

6、如权利要求 5 所述的不停电直流融冰装置，其特征在于，在所述交-直流变换电路的直流端的正负极之间连接有所述谐振电路 I；

所述谐振电路 I 包括串联的电感和电容。

7、如权利要求 1 所述的不停电直流融冰装置，其特征在于，所述装置包括分接开关；

所述分接开关包括开关 I、开关 II；开关 I 包括单相开关 PA、单相开关 PB

和单相开关 PC；开关 II 包括单相开关 NA、单相开关 NB 和单相开关 NC；

所述交-直流变换电路的直流端的正负极分别通过分接开关 I 与分接开关 II 与站内分段母线和旁路母线连接；其正极与所述分段母线连接时，通过所述开关 I 中的单相开关 PA、单相开关 PB 和单相开关 PC 分别与所述分段母线的三相相连；其负极与所述旁路母线连接时，通过所述开关 II 中的单相开关 NA、单相开关 NB 和单相开关 NC 分别与所述旁路母线的三相对应相连。

8、如权利要求 1 所述的不停电直流融冰装置，其特征在于，所述谐振电路 II 包括串联的电感和电容。

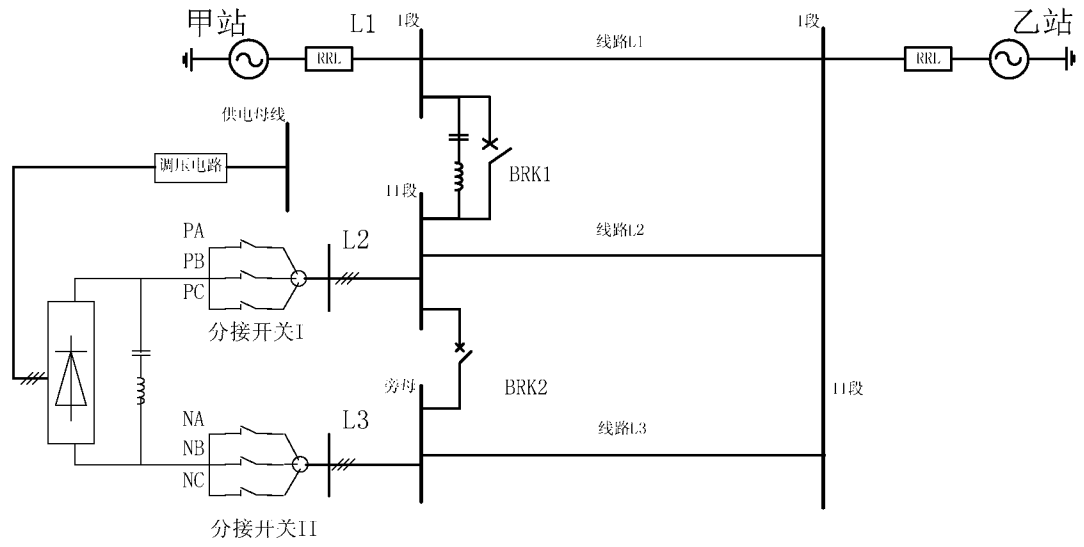


图 1

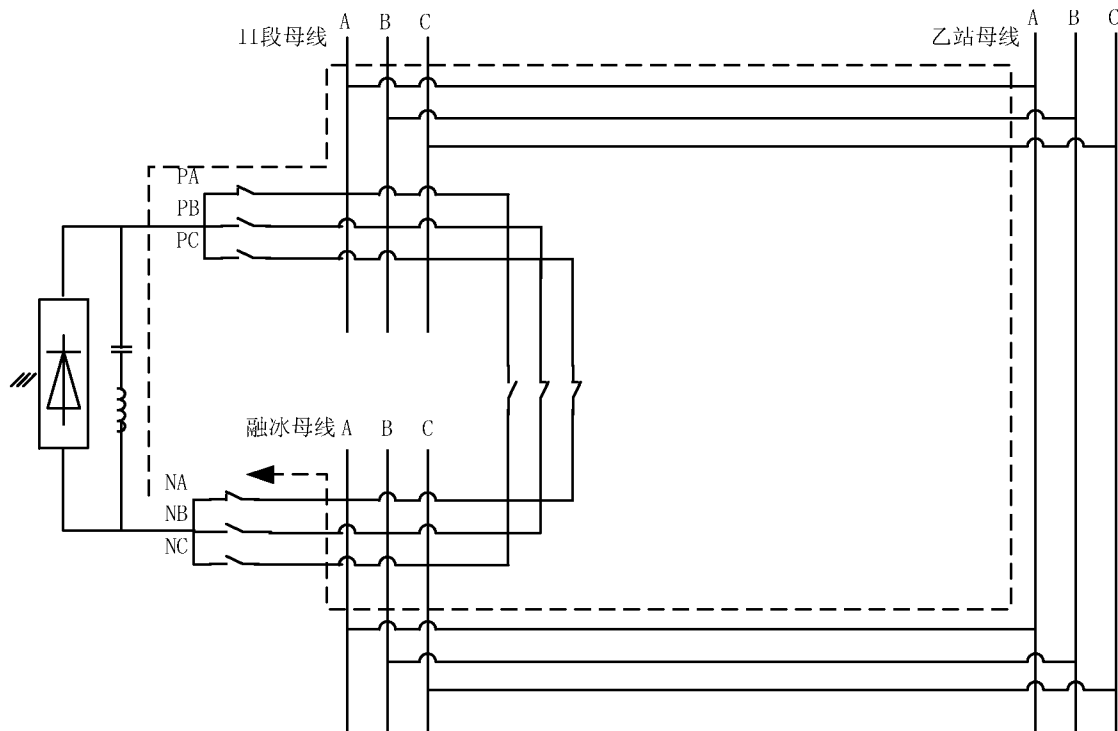


图 2

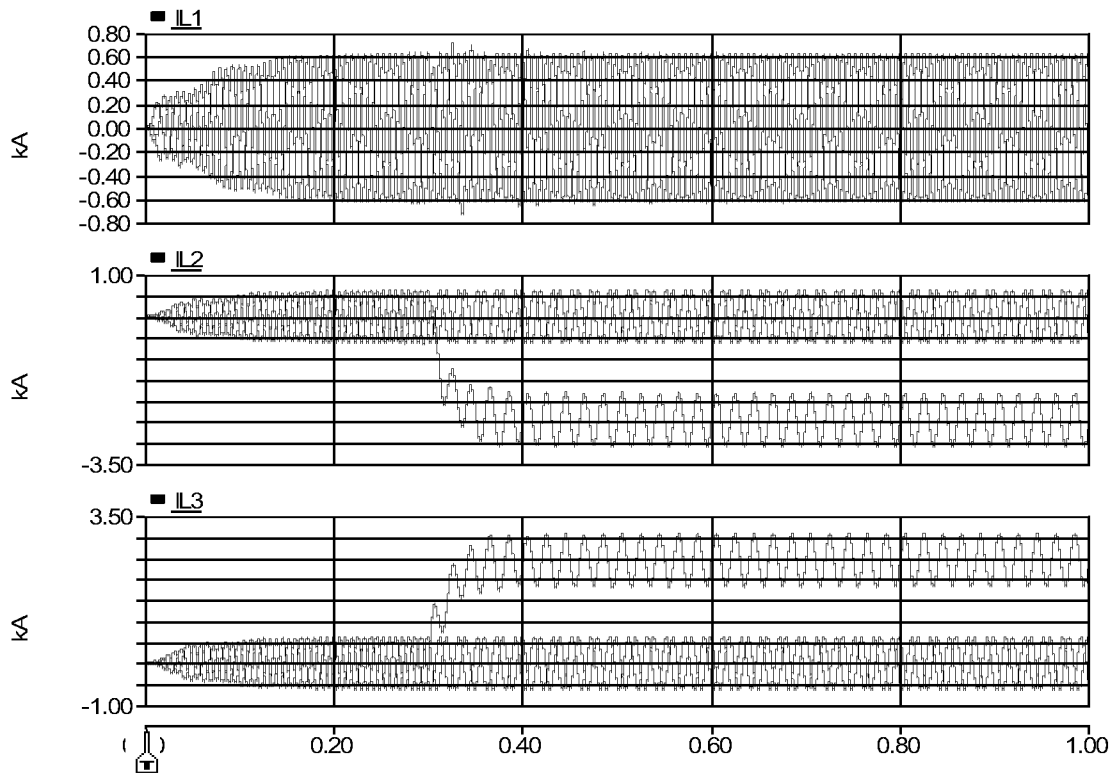


图 3

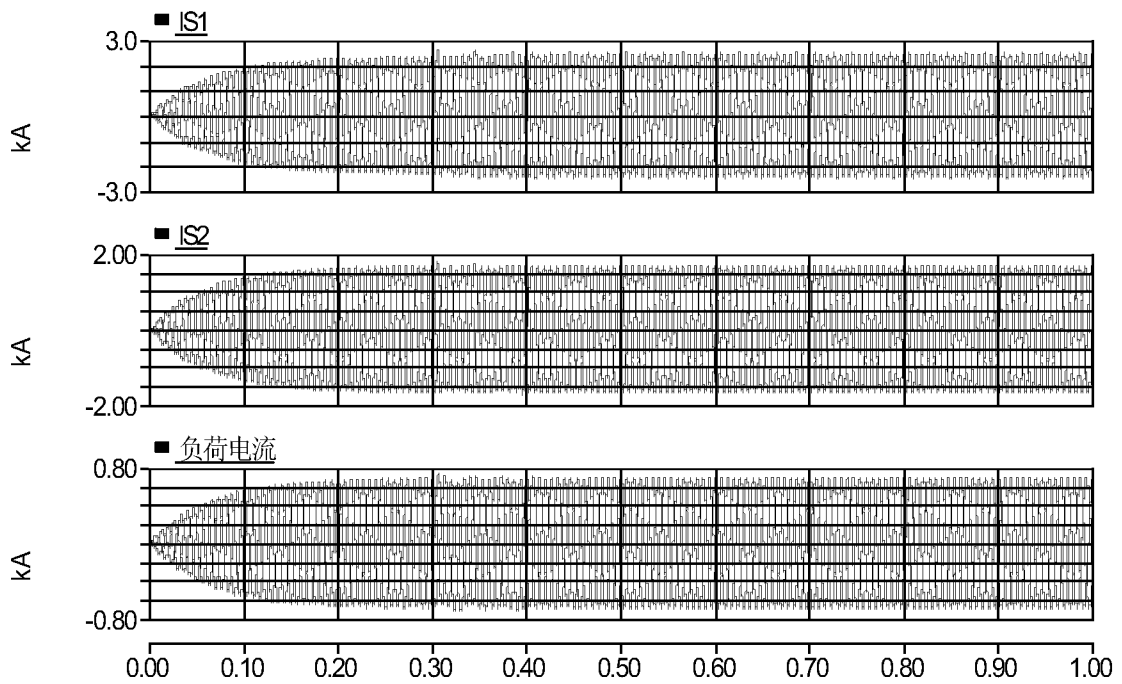


图 4

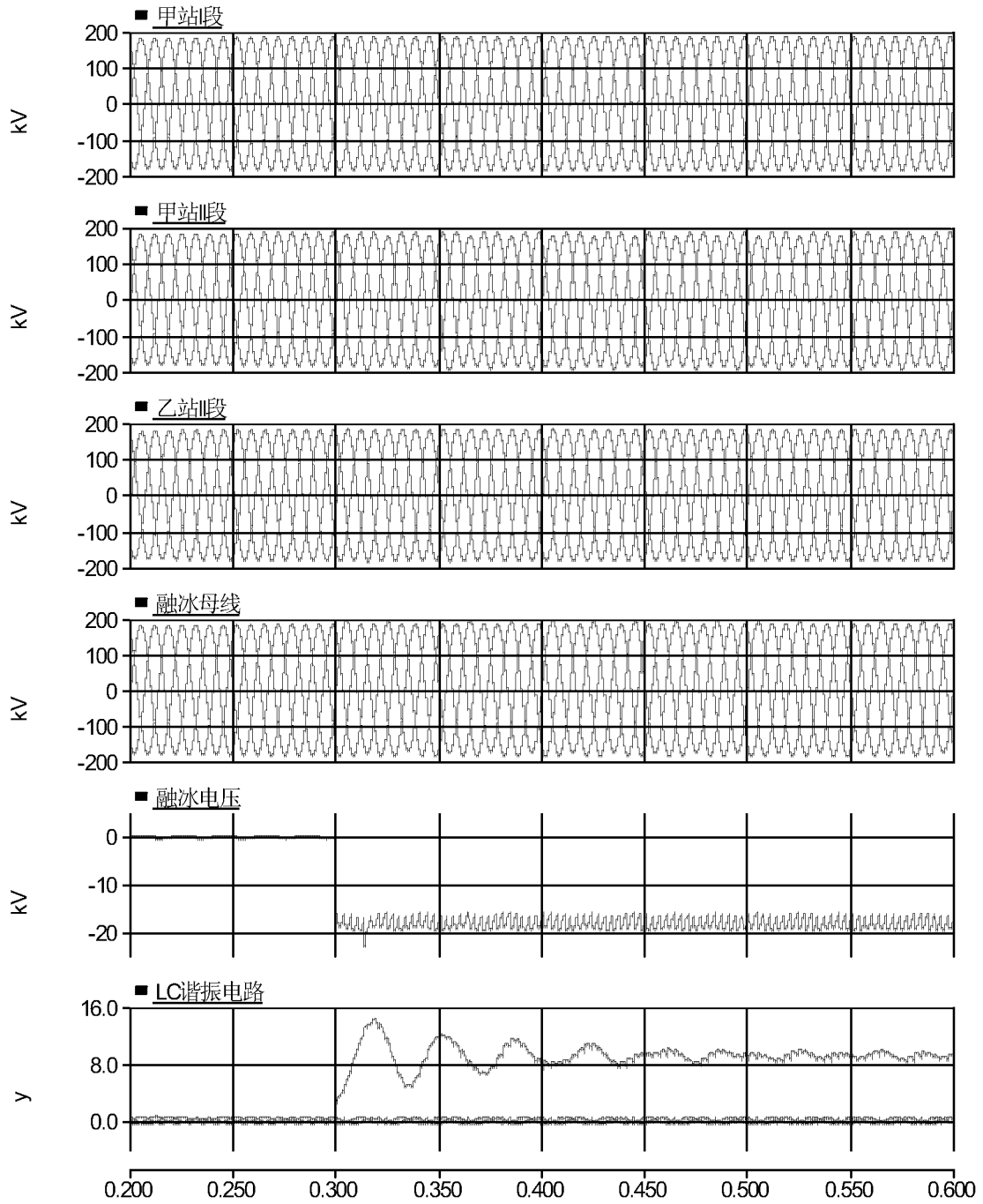


图 5

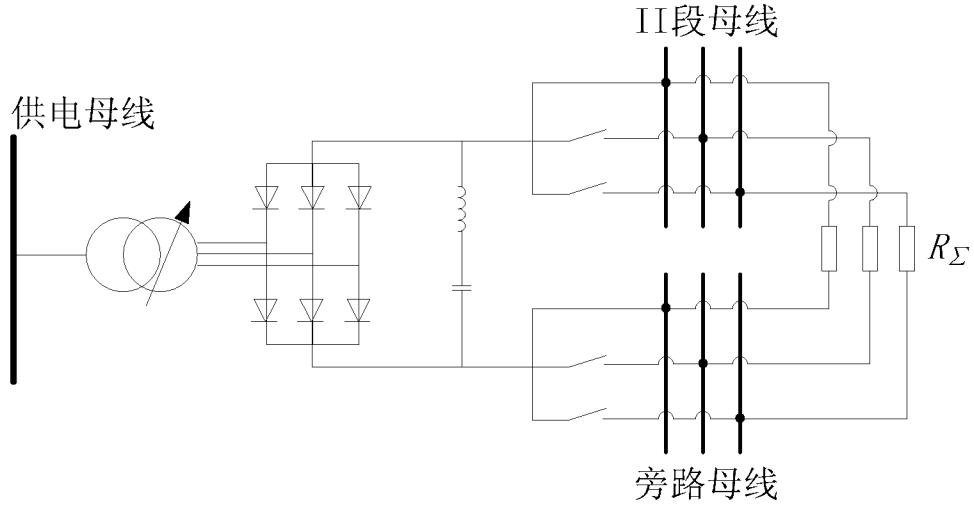


图 6

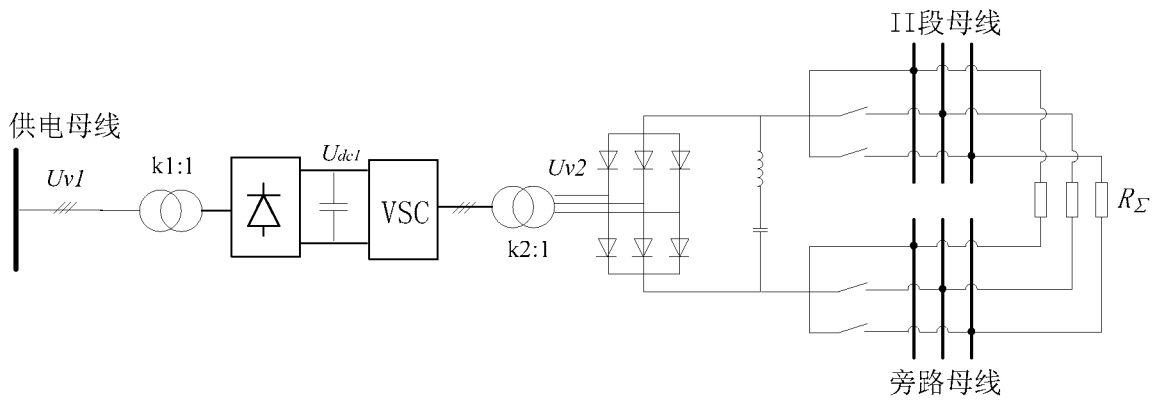


图 7

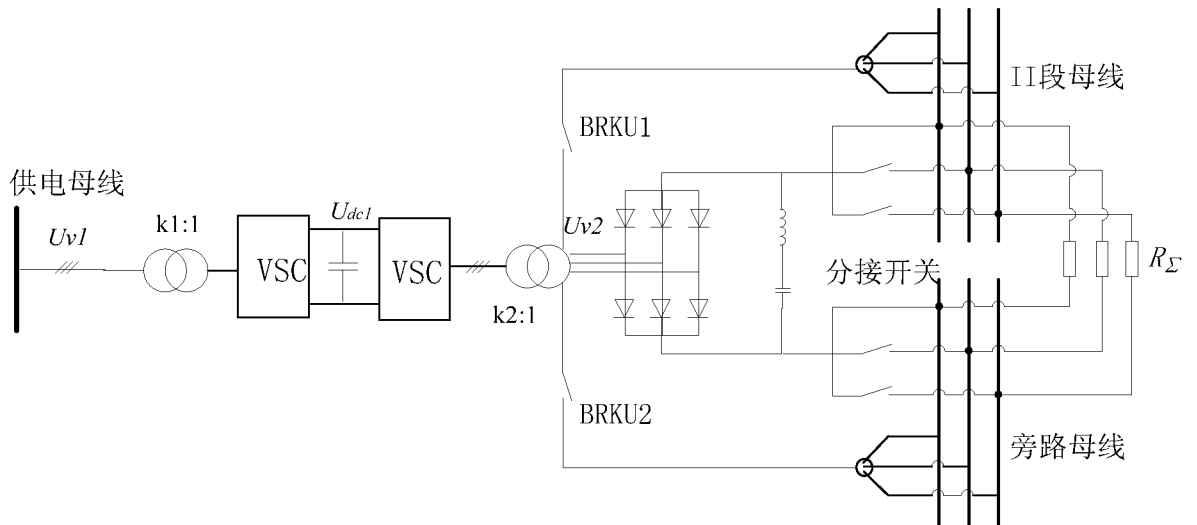


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/088474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02G 7/16 (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)

IPC: H02G

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: DC, direct current, ice, resona+, filter+, substation, bus

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103326300 A (STATE GRID CORP CHINA et al.) 25 September 2013 (25.09.2013) claims 1-8	1-8
A	CN 101540491 A (NANFANG GRID TECHNOLOGY RES CT et al.) 23 September 2009 (23.09.2009) description, page 2, the fourth paragraph from the bottom to page 5, the fifth paragraph, and figures 1-5	1-8
A	RU 2009119607 A (HIGH VOLTAGE DC POWER TRANSMISSION INST) 10 December 2010 (10.12.2010) the whole document	1-8
A	US 4119866 A (GENRIKH G A et al.) 10 October 1978 (10.10.1978) the whole document	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&”document member of the same patent family</p>
---	--

Date of the actual completion of the international search
17 March 2014 (17.03.2014)

Date of mailing of the international search report
03 April 2014 (03.04.2014)

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

FU, Qi
Telephone No. (86-10) 62411772

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/088474

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103326300 A	25.09.2013	None	
CN 101540491 A	23.09.2009	CN 101540491 B	26.01.2011
RU 2009119607 A	10.12.2010	RU 2422963 C2	27.06.2011
US 4119866 A	10.10.1978	CA 1084570 A1	26.08.1980
		SE 7701325 A	04.09.1978

A. 主题的分类		
H02G 7/16 (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)		
IPC: H02G		
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))		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 直流, 融冰, 谐振, 滤波, 变电站, 母线, DC, direct current, ice, resona+, filter+, substation, bus		
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
PX	CN 103326300 A (国家电网公司 等) 25.9 月 2013 (25.09.2013) 权利要求 1-8	1-8
A	CN 101540491 A (南方电网技术研究中心 等) 23.9 月 2009 (23.09.2009) 说明书第 2 页倒数第 4 段-第 4 页第 5 段、附图 1-5	1-8
A	RU 2009119607 A (HIGH VOLTAGE DC POWER TRANSMISSION INST) 10.12 月 2010 (10.12.2010) 全文	1-8
A	US 4119866 A (GENRIKH G A 等) 10.10 月 1978 (10.10.1978) 全文	1-8
<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 17.3 月 2014 (17.03.2014)		国际检索报告邮寄日期 03.4 月 2014 (03.04.2014)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 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 傅琦 电话号码: (86-10) 6241 1772

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/088474

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 103326300 A	25.09.2013	无	
CN 101540491 A	23.09.2009	CN 101540491 B	26.01.2011
RU 2009119607 A	10.12.2010	RU 2422963 C2	27.06.2011
US 4119866 A	10.10.1978	CA 1084570 A1	26.08.1980
		SE 7701325 A	04.09.1978