

(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
2020 年 4 月 30 日 (30.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/083396 A1

(51) 国际专利分类号:

H02J 3/26 (2006.01)

[CN/CN]; 中国山东省济南市高新开发区崇
华路16号, Shandong 250101 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/113437

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 25 日 (25.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201821741462.9 2018年10月25日 (25.10.2018) CN

(71) 申请人: 山东电工电气集团新能科技有限公司(SHANDONG ELECTRICAL ENGINEERING & EQUIPMENT GROUP NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省济南市高新区凤凰路3617号, Shandong 250101 (CN)。 山东电工电气集团有限公司(SHANDONG ELECTRICAL ENGINEERING&EQUIPMENT GROUP CO., LTD.)

(72) 发明人: 张孝云(ZHANG, Xiaoyun); 中国山东省济南市高新区凤凰路3617号, Shandong 250101 (CN)。 张洪波(ZHANG, Hongbo); 中国山东省济南市高新区凤凰路3617号, Shandong 250101 (CN)。 刘鼎立(LIU, Dingli); 中国山东省济南市高新区凤凰路3617号, Shandong 250101 (CN)。 单冠华(SHAN, Guanhua); 中国山东省济南市高新区凤凰路3617号, Shandong 250101 (CN)。 李建(LI, Jian); 中国山东省济南市高新区凤凰路3617号, Shandong 250101 (CN)。 刘宗振(LIU, Zongzhen); 中国山东省济南市高新区凤凰路3617号, Shandong 250101 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司(CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY

(54) Title: COMMUTATION TYPE AUTOMATIC ADJUSTING DEVICE FOR THREE-PHASE CURRENT IMBALANCE

(54) 发明名称: 一种换相式三相电流不平衡自动调节装置

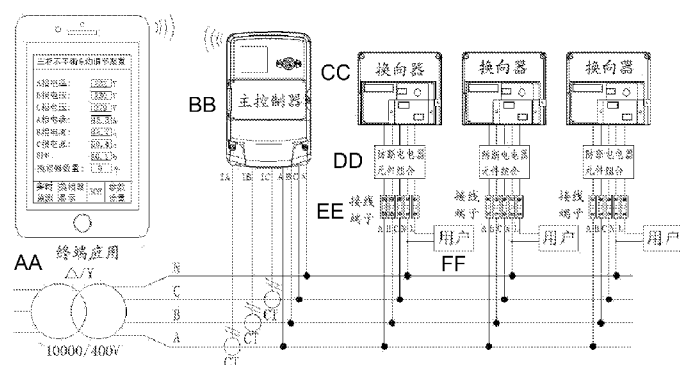


图 1

AA Terminal application program
BB Main controller
CC Commutator
DD Anti-power-off electrical appliance element combination
EE Wiring terminal
FF User

(57) Abstract: A commutation type automatic adjusting device for three-phase current imbalance, comprising: a main controller, a commutator, a first current transformer and an anti-power-off electrical appliance element combination. The first current transformer is configured to measure a bus current on the outgoing side of a distribution transformer and send a measured current signal to the main controller; the main controller is configured to collect and calculate a three-phase line current in the bus current on the outgoing side of the distribution transformer, calculate three-phase current imbalance according to the three-phase line current, generate a commutation strategy by means of a commutation algorithm on the basis of the three-phase current imbalance, and send a commutation command corresponding to the commutation strategy to a target commutator; and the commutator is electrically connected to a three-phase branch line and a user load by means of the anti-power-off electrical appliance element combination, is configured to receive a query command and/or a commutation command from the main controller, send a phase sequence in which a load is currently located and a load current to the main controller, and/or perform a commutation action on the basis of the commutation command.

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))。

(57) 摘要: 一种换相式三相电流不平衡自动调节装置, 包括: 主控制器、换相器、第一电流互感器和防断电电器元件组合; 第一电流互感器, 配置为测量配电变压器出线侧母线电流并将测量到的电流信号发送至所述主控制器; 主控制器, 配置为采集并计算出配电变压器出线侧母线电流中的三相线电流, 根据三相线电流计算出三相电流不平衡度, 基于三相电流不平衡度通过换相算法生成换相策略, 向目标换相器发送换相策略对应的换相命令; 换相器, 通过防断电电器元件组合与三相支路下户线 and 用户负载电连接, 配置为接收主控制器发送的查询命令和/或换相命令, 向主控制器发送负载当前所在相序及负载电流, 和/或基于所述换相命令执行换相动作。

一种换相式三相电流不平衡自动调节装置

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201821741462.9、申请日为 2018 年 10 月 25 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此以引入方式并入本申请。

技术领域

本申请涉及配网三相电流不平衡治理领域，具体涉及一种换相式三相电流不平衡自动调节装置。

背景技术

10 低压配电网是末级供电网络的重要一环，直接为各类用户提供电力。低压配电网通常采用三相四线制供电模式，单相用电和三相用电现象并存。单相用电特征复杂，如用户习惯差异大、用电随机性强、用电同时率低，时空分布离散性大等。单相用电的以上特征造成三相电流不平衡现象在低压配电网中长期存在。三相电流不平衡对低压配网安全经济运行带来的危害有：使变压器处于不平衡运行状态，导致变压器损耗增大，重负荷相也存在长时间过载运行的危险；使低压线路损耗增加，严重影响低压配网经济运行；导致各负荷节点电压及电压偏差平衡，负荷不平衡严重、负债率高时可导致线路后端用户电压偏低，直接影响用户正常的生产生活用电；负荷节点电压不平衡度高时，所含的负序电压分量严重超标，可造成电机
15 输出功率明显减少和电动机效率降低等不良影响。
20

采用自动换相技术，通过改变负荷接入的相序来平均分配各相承担的负荷容量是解决三相电流不平衡问题最直接和根本的方法。目前，部分区

域已经开始试点基于自动换相技术的三相电流不平衡治理装置，但在实际运行中也暴露出了诸多问题，如：现场安装调试时，调试人员需要通过登杆才能操作；装置投运后，无法在不開箱的情况下获知装置的运行状态、治理效果，智能化程度低；主控制器与换相器通信不可靠，换相成功率低，治理效果不明显；开关投切时间过长，造成用户短则数秒、长则数分钟的停电；换相不可靠，相间短路现象频发；换相器出现故障时，无法保证用户供电不中断。

发明内容

本申请实施例期望提供一种换相式三相电流不平衡自动调节装置，能够避免负荷切除瞬间产生的拉弧，避免负荷投入瞬间产生的涌流，避免磁保持继电器投切不可靠引起的相间短路。

本申请实施例采取的技术方案为：

本申请实施例提供了一种换相式三相电流不平衡自动调节装置，包括：主控制器、换相器、设于配电变压器出线侧母线上的第一电流互感器和防断电器元件组合；其中，所述主控制器与配电变压器出线侧母线电连接；所述主控制器以电力载波或无线方式与所述换相器进行通信；

所述第一电流互感器，配置为测量所述配电变压器出线侧母线电流并将测量到的电流信号发送至所述主控制器；

所述主控制器，配置为采集并计算出所述配电变压器出线侧母线电流中的三相线电流，根据所述三相线电流计算出三相电流不平衡度，基于所述三相电流不平衡度通过换相算法生成换相策略，向目标换相器发送所述换相策略对应的换相命令；

所述换相器，通过所述防断电器元件组合与三相支路下户线和用户负载电连接，配置为接收所述主控制器发送的查询命令和/或换相命令，向所述主控制器发送负载当前所在相序及负载电流，和/或基于所述换相命令

执行换相动作；

所述防断电电器元件组合，包括三相断路器、辅助触点开关和交流接触器；所述三相断路器的进线端分别与配电变压器出线侧母线的三相线路连接，所述三相断路器的出线端分别与对应的换相器的三相进线连接；所述辅助触点开关的进线端与三相线路中的一相线路连接，所述辅助触点开关的出线端与所述交流接触器线圈进线端连接；所述交流接触器线圈的出线端与中性线连接，所述交流接触器的触点进线端与三相线路中的一相线路连接，所述交流接触器的触点出线端与负载连接。

在本申请的一种可选实施例中，所述装置还包括终端应用（APP），所述终端应用通过无线通信方式与所述主控制器进行数据通讯。

在本申请的一种可选实施例中，所述的换相器包括：第一微控制器及与其连接的第一电力载波和无线通信模块、四个第一电压互感器、一个负载电流互感器和磁保持继电器及其驱动电路；其中，

所述第一电力载波和无线通信模块，配置为通过电力载波或无线数据传输方式与所述主控制器进行通信；

所述四个第一电压互感器，配置为分别将三相线电压和负载电压转换成三相线电压信号模拟量和负载电压信号模拟量并发送至所述第一微控制器；

所述负载电流互感器，配置为采集负载电流并转换成负载电流模拟量，发送所述负载电流模拟量至所述第一微控制器；

所述磁保持继电器及其驱动电路，配置为接收所述第一微控制器的换相命令，基于所述换相命令执行换相动作；

所述第一微控制器，配置为比较负载电压信号模拟量与三相线电压信号模拟量，识别出负载当前所在的相序；根据所述负载电流模拟量信号获得负载电流；还配置为通过所述电力载波和无线通信模块接收所述主控制

器发送的查询命令和/或换相命令，根据要求上报换相器的当前状态信息或根据所述主控制器发送的换相命令向所述磁保持继电器发出换相命令。

在本申请的一种可选实施例中，所述换相器还包括：旋转开关、拨码开关和状态指示灯；其中，

5 所述旋转开关，配置为基于用户的操作调整所述换相器的目标相序；

 所述拨码开关，配置为基于用户的操作设置所述换相器的地址码；

 所述第一微控制器，还配置为根据所述拨码开关的状态位，确定所述换相器的地址码；还配置为根据所述旋转开关的位置，确定所述换相器的目标相序，基于所述目标相序向所述磁保持继电器发出换相投切命令；

10 所述状态指示灯，配置为指示换相器的运行状态、故障状态及当前所在的相序。

 在本申请的一种可选实施例中，所述主控制器包括：第二微控制器及与其连接的第二电力载波和无线通信模块、三个第二电压互感器和三个第二电流互感器；其中，

15 所述第二电力载波和无线通信模块，配置为通过电力载波或无线数据传输方式与所述换相器进行通信；

 所述三个第二电压互感器，配置为分别将三相线电压转换成电压信号模拟量并发送给所述第二微控制器；

 所述三个第二电流互感器，配置为分别将经三个第一电流互感器的电
20 流信号转换为电流信号模拟量，发送所述电流信号模拟量至所述第二微控制器；

 所述第二微控制器，配置为根据对应于三个第二电压互感器的电压信号模拟量，确定三相线电压值；根据对应于三个第二电流互感器的电流信号模拟量，确定三相线电流值，根据所述三相线电流值确定三相电流不平衡度。
25

在本申请的一种可选实施例中，所述主控制器还包括：无线通信模块、存储器、按键和显示屏；其中，

所述无线通信模块，配置为与终端应用之间进行数据通讯；

所述存储器，配置为记录所述主控制器运行过程中产生的相关数据及
5 时间信息；

所述按键，配置为接收输入命令；所述输入命令用于以下至少之一：
状态信息查询、参数修改、命令下发；

所述显示屏，配置为显示所述主控制器和所述换相器的状态数据；

所述第二微控制器，还配置为接收所述按键的输入命令；将要显示的
10 主控制器和各换相器的状态数据传输给所述显示屏进行显示；将需要记录的数据传输给所述存储器进行存储；还配置为通过所述无线通信模块与终端应用进行数据通讯。

在本申请的一种可选实施例中，所述磁保持继电器及其驱动电路设有三个带投切状态反馈信号输出端的磁保持继电器；所述第一微控制器，配
15 置为在磁保持继电器执行投或切命令后，通过所述磁保持继电器的投切状态反馈信号输出端检查所述磁保持继电器执行投或切命令是否执行到位；在所述磁保持继电器执行投或切动作不到位时，则不会再向其他磁保持继电器发送投或切命令。

在本申请的一种可选实施例中，所述第一微控制器，还配置为向所述
20 主控制器发送换相器的状态信息，所述状态信息包括以下至少之一：地址码、所在相序、负载电流、故障状态。

在本申请的一种可选实施例中，所述主控制器和所述换相器均设有电源模块；所述电源模块，配置为将交流电源转换为特定的直流电源，特定的直流电源用于为所述主控制器或所述换相器供电。

25 本申请实施例能够避免负荷切除瞬间产生的拉弧，避免负荷投入瞬间

产生的涌流，避免磁保持继电器投切不可靠引起的相间短路。从技术上保证换相时间控制在 10 毫秒（ms）以内，保证在换相器因某种意外原因出现短路故障时能够及时将换相器从电路中切除，并在同一时刻将用户负载接在某一相上继续供电。此外，通过使用配套开发的终端应用（APP），无需登杆即可现场调试装置，省时省力。装置投运后的电压数据、电流数据、三相电流不平衡度、各个换相器所在相序、负载电流、故障状态等信息都可以在终端应用（APP）上查看。

本申请实施例具有的优点和积极效果包括：

1. 采用继电器电流过零切除、电压过零投入技术，确保切除瞬间无拉弧、投入瞬间无涌流，延长继电器的使用寿命、提升继电器运行可靠性；

2. 采用带投切状态反馈信号输出端的磁保持继电器，避免因磁保持继电器投切动作执行不到位而引发的相间短路问题；

3. 换相迅速，可在 10 毫秒（ms）内完成换相动作，不会影响用电设备正常工作；

4. 当换相器因某种意外原因出现短路故障时，防断电电器元件组合能在第一时间将换相器从电路中切除同时确保用户供电不中断；

5. 用终端应用来管理装置，操作简便、运维工作量小、效率高。

附图说明

图 1 是本申请实施例的换相式三相电流不平衡自动调节装置的使用状态图；

图 2 是本申请实施例的换相式三相电流不平衡自动调节装置主控制器功能电路组成框图；

图 3 是本申请实施例的换相式三相电流不平衡自动调节装置换相器功能电路组成框图；

图 4 是本申请实施例的换相式三相电流不平衡自动调节装置防断电电

器元件组合示意图；

图 5 是申请实施例的终端应用（APP）的显示界面示意图。

具体实施方式

为了进一步了解本申请实施例的内容、特点及功效，兹列举以下实施
5 例，并配合附图详细说明如下。

本申请实施例提供了一种换相式三相电流不平衡自动调节装置，如图 1
所示，包括：主控制器、换相器、设于配电变压器出线侧母线上的第一电
流互感器、防断电电器元件组合；其中，所述主控制器与配电变压器出线
侧母线电连接；所述主控制器以电力载波或无线方式与所述换相器进行通
10 信；

所述第一电流互感器，配置为测量所述配电变压器出线侧母线电流并
将测量到的电流信号发送至所述主控制器；

所述主控制器，为一套装置的控制终端，与所述配电变压器出线侧母
线电连接；配置为采集并计算出所述配电变压器出线侧母线电流中的三相
15 线电流，根据所述三相线电流计算出三相电流不平衡度，基于所述三相电
流不平衡度通过换相算法生成换相策略，向目标换相器发送所述换相策略
对应的换相命令；

所述换相器，为一套装置的执行终端，通过所述防断电电器元件组合
与三相支路下户线和用户负载电连接，配置为接收所述主控制器发送的查
20 询命令和/或换相命令，向所述主控制器发送负载当前所在相序及负载电流，
和/或基于所述换相命令执行换相动作；

所述防断电电器元件组合，包括三相断路器、辅助触点开关和交流接
触器；所述三相断路器的进线端分别与配电变压器出线侧母线的三相线路
连接，所述三相断路器的出线端分别与对应的换相器的三相进线连接；所
25 述辅助触点开关的进线端与三相线路中的一相线路连接，所述辅助触点开

关的出线端与所述交流接触器线圈进线端连接；所述交流接触器线圈的出线端与中性线连接，所述交流接触器的触点进线端与三相线路中的一相线路连接，所述交流接触器的触点出线端与负载连接。

本实施例中，主控制器可依据三相电流不平衡度的计算方法（ $((I_{\text{最大}} - I_{\text{平均}}) / I_{\text{平均}}) \times 100\%$ ），计算出三相电流不平衡度。

本实施例中，当发生相间短路时，短路电流迫使三相断路器跳闸，三相断路器联动辅助触点闭合，辅助触点有电流流通，交流接触器内的线圈通电，产生的磁场使触电闭合，可从某一相继续为用户供电。

在本申请的一种可选实施例中，所述装置还包括终端应用（APP），所述终端应用通过无线通信方式与所述主控制器进行数据通讯。其中，作为一种实施方式，所述无线通信方式可以是以下至少之一：无线保真（Wi-Fi）、蓝牙、近场通信（NFC，Near Field Communication）等等，当然，本申请实施例中不限于手机应用与主控制器之间的通信方式。

本实施例中，终端应用可帮助维护管理人员方便、快捷地调试装置、修改参数、查看运行状态、在线升级程序等，是装置的智慧中枢。作为一种示例，所述终端应用可包括以下显示界面：

1）实时监测界面：显示三相电压、三相电流、三相电流不平衡度和换相器数量；

2）换相器界面：记录换相器产生的具体投切动作及对应时间；

3）事件顺序记录（SOE）界面，显示全部换相器的地址、所在相序、负载电流和故障代码；

4）参数设置界面：进行 IP 地址和端口号设置，提供修改电流互感器（CT，Current Transformer）变比、主控制器的换相命令下发时间间隔、对目标换相器进行遥控换相操作，此外，还提供连接网络、断开网络和网络对时等操作选项。

在本申请的一种可选实施例中，如图 2 所示，所述主控制器包括：第二微控制器及与其连接的第二电力载波和无线通信模块、三个第二电压互感器和三个第二电流互感器；其中，

所述第二电力载波和无线通信模块，配置为通过电力载波或无线数据传输方式与
5 所述换相器进行通信；

所述三个第二电压互感器，配置为分别将三相线电压转换成电压信号模拟量并发送给所述第二微控制器；

所述三个第二电流互感器，配置为分别将经三个第一电流互感器的电流信号转换为电流信号模拟量，发送所述电流信号模拟量至所述第二微控
10 制器；

所述第二微控制器，配置为根据对应于三个第二电压互感器变换的三相电压信号模拟量，确定三相线电压值；根据对应于三个第二电流互感器的电流信号模拟量，确定三相线电流值，根据所述三相线电流值确定三相电流不平衡度。

15 本实施例中，第二电压互感器测得的是变压器低压出线侧三相电压，第一电压互感器测得的是用户侧三相电压，经一定长度的输电线路传输后，数值会相对低一些。第一电流互感器用于测量大电流，第二电流互感器用于测量小电流，主控制器上的第二电流互感器不能直接用于测量大电流，测量大电流由第一电流互感器完成，然后由第二电流互感器对第一电流互
20 感器的电流输出信号进行二次变换；三个第一电流互感器的电流信号输出端子与主控制器上的三个第二电流互感器输入端子电连接。

在本申请的一种可选实施例中，所述主控制器还包括：无线通信模块、存储器、按键和显示屏；其中，作为一种示例，所述无线通信模块可以通过 Wi-Fi 模块实现；所述存储器可以是 FLASH 存储器；所述显示屏可通过
25 液晶显示屏实现；

所述无线通信模块，配置为与终端应用之间进行数据通讯；

所述存储器，配置为记录所述主控制器运行过程中产生的相关数据及时间信息；

所述按键，配置为接收输入命令；所述输入命令用于以下至少之一：

5 状态信息查询、参数修改、命令下发；

所述显示屏，有主控开关状态界面、全部的换相器状态界面、参数设置界面、命令序列界面；配置为显示所述主控制器和所述换相器的状态数据；

10 所述第二微控制器，还配置为接收所述按键的输入命令；将要显示的主控制器和各换相器的状态数据传输给所述显示屏进行显示；将需要记录的数据传输给所述存储器进行存储；还配置为通过所述无线通信模块与终端应用进行数据通讯。

本实施例中，显示屏可具有主控开关状态界面、全部的换相器状态界面、参数设置界面、命令序列界面；主控开关状态界面显示三相相电压、三相相电流、中性线电流和三相电流不平衡度；全部的换相器状态界面显示换相器所在相序、负载电流和错误状态；参数设置界面包括 CT 变比设置、换相器最大数量设置、中性线电流显示、短时间间隔时间设置、长时间间隔时间设置、手动操作某个换相器设置、校准设置；命令序列界面显示主控制器给各个换相器下发过的换相命令及对应时间点。

20 在本申请的一种可选实施例中，如图 3 所示，所述换相器包括：第一微控制器及与其连接的第一电力载波和无线通信模块、四个第一电压互感器、一个负载电流互感器和磁保持继电器及其驱动电路；其中，

所述第一电力载波和无线通信模块，配置为通过窄波电力载波或无线数据传输方式使所述第一微控制器与所述主控制器进行通信；

25 所述四个第一电压互感器，配置为分别将三相线电压和负载电压转换

成三相线电压信号模拟量和负载电压信号模拟量并发送至所述第一微控制器；

所述负载电流互感器，配置为采集负载电流并转换成负载电流模拟量，发送所述负载电流模拟量至所述第一微控制器；

- 5 所述磁保持继电器及其驱动电路，配置为接收所述第一微控制器的换相命令，基于所述换相命令执行换相动作；

所述第一微控制器，配置为比较负载电压信号模拟量与三相线电压信号模拟量，识别出负载当前所在的相序；根据所述负载电流模拟量信号获得负载电流；还配置为通过所述电力载波和无线通信模块接收所述主控制器
10 器发送的查询命令和/或换相命令，根据要求上报换相器的当前状态信息（例如地址码、所在相序、负载电流、故障状态）或根据所述主控制器发送的换相命令向所述磁保持继电器发出命令。

其中，所述的磁保持继电器及其驱动电路设有三个带投切状态反馈信号输出端的磁保持继电器；三个磁保持继电器输入端分别与 A、B、C 三相
15 进出线端连接，3 个磁保持继电器输出端用铜排短接在一起后接负载端子；所述第一微控制器，配置为在磁保持继电器执行投或切命令后，通过所述磁保持继电器的投切状态反馈信号输出端检查所述磁保持继电器执行投或切命令是否执行到位；在所述磁保持继电器执行投或切动作不到位时，则不会再向其他磁保持继电器发送投或切命令，从而避免因磁保持继电器投
20 或切执行不到位而引发的相间短路问题。

在本申请的一种可选实施例中，所述换相器还包括：旋转开关、拨码开关和状态指示灯；其中，

所述旋转开关，配置为基于用户的操作调整所述换相器的目标相序；

所述拨码开关，配置为基于用户的操作设置所述换相器的地址码；

25 所述第一微控制器，还配置为根据所述拨码开关的状态位，确定所述

换相器的地址码；还配置为根据所述旋转开关的位置，确定所述换相器的目标相序，基于所述目标相序向所述磁保持继电器发出换相投切命令；

所述状态指示灯，配置为指示换相器的运行状态、故障状态及当前所在的相序。

5 其中，所述状态指示灯可以是发光二极管（LED, Light Emitting Diode）指示灯。

在本申请的一种可选实施例中，所述第一微控制器，还配置为向所述主控制器发送换相器的状态信息，所述状态信息包括以下至少之一：地址码、所在相序、负载电流、故障状态。

10 在本申请的一种可选实施例中，如图 4 所示，所述防断电电器元件组合，包括三相断路器、辅助触点开关和交流接触器；所述三相断路器的进线端分别与三相线路连接，所述三相断路器的出线端分别与所述换相器的三相进线连接；所述辅助触点开关与三相断路器联动动作，所述辅助触点开关的进线端与三相线路中的 A 相连接，所述辅助触点开关的出线端与交流接触器线圈的进线端连接；所述交流接触器线圈的出线端与三相线路中的中性线连接，交流接触器触点的进线端与三相线路中的 A 相连接，交流接触器触点的出线端与负载连接。

20 在本申请的一种可选实施例中，如图 5 所示，终端应用（APP）为一套装置的客户管理终端，可通过无线通信方式（例如 Wi-Fi 方式）与所述主控制器进行数据通讯。

在本申请的一种可选实施例中，所述主控制器和所述换相器均设有电源模块；所述电源模块，配置为将交流电源转换为特定的直流电源，特定的直流电源用于为所述主控制器或所述换相器供电。作为一种示例，电源模块负责将 AC220V 交流电源转换成合适的直流电源，并给所述主控制器及换相器上的各个功能电路供电。

本申请实施例的换相式三相电流不平衡自动调节装置对三相电流不平衡的治理过程可包括:

①主控制器上电,与终端(终端例如手机)建立 Wi-Fi 连接,根据终端应用(APP)的设置参数,完成初始化配置;

5 ②换相器上电,完成初始化配置后,扫描旋转开关的状态,将负载切换到旋转开关所指示的相序(初始相序);

③主控制器,采集配电变压器出线侧三相母线电流数据,分析三相电流不平衡度是否超过预设阈值,若超过,则进行步骤④;若没超过,则间隔一定时间后重复步骤③,再次分析三相电流不平衡度是否超过预设阈值;

10 ④主控制器通过电力线载波或无线方式,依次给各个换相器发送查询命令,指示各个换相器将所在相序代码和负载电流数据上报给主控制器;

⑤主控制器收到各个换相器发来的相序代码和负载电流数据后,根据三相电流不平衡度和各个换相器的负载分布情况,根据预设算法生成控制策略,并给需要进行换相的目标换相器发送换相命令;

15 ⑥换相器收到主控制器发来的换相命令后,进行相应的换相操作,完成换相;

⑦一定时间后,进入步骤③。

实际实施时,准备一套本实用新型所论述的换相式三相电流不平衡自动调节装置,可包括:一个主控制器、若干个换相器、三个第一电流互感器、若干个防断电电器元件组合、终端(包括对应于换相式三相电流不平衡自动调节装置的 APP),此外,必要的连接线缆和工具也要备齐。

按图 1 所示,在一个供电台区安装一套本装置,其中换相器的数量可按台区配电变压器的容量、三相负荷分布情况综合确定。安装完成后,按如下步骤进行操作:

25 第一步,利用换相器上的旋转开关将各个换相器的初始相位打到未装

换相器之前负荷所在的相位。

第二步，用终端在现场搜索装置发出的 Wi-Fi 无线信号并进行无线连接。

第三步，建立 Wi-Fi 连接后，打开 APP，在参数设置界面设置 CT 变
5 比、换相控制短时间间隔和长时间间隔，并进行时间对时。

第四步，切换到实时监测界面，观察装置对台区三相电流不平衡的治理效果。

以上所述，仅为本申请的可选实施方式，但本申请的保护范围并不局
限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可
10 轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请
的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种换相式三相电流不平衡自动调节装置，包括：主控制器、换相器、设于配电变压器出线侧母线上的第一电流互感器和防断电电器元件组合；其中，所述主控制器与配电变压器出线侧母线电连接；所述主控制器
5 以电力载波或无线方式与所述换相器进行通信；

所述第一电流互感器，配置为测量所述配电变压器出线侧母线电流并将测量到的电流信号发送至所述主控制器；

所述主控制器，配置为采集并计算出所述配电变压器出线侧母线电流中的三相线电流，根据所述三相线电流计算出三相电流不平衡度，基于所
10 述三相电流不平衡度通过换相算法生成换相策略，向目标换相器发送所述换相策略对应的换相命令；

所述换相器，通过所述防断电电器元件组合与三相支路下户线和用户负载电连接，配置为接收所述主控制器发送的查询命令和/或换相命令，向所述主控制器发送负载当前所在相序及负载电流，和/或基于所述换相命令
15 执行换相动作；

所述防断电电器元件组合，包括三相断路器、辅助触点开关和交流接触器；所述三相断路器的进线端分别与配电变压器出线侧母线的三相线路连接，所述三相断路器的出线端分别与对应的换相器的三相进线连接；所述辅助触点开关的进线端与三相线路中的一相线路连接，所述辅助触点开关的出线端与
20 所述交流接触器线圈进线端连接；所述交流接触器线圈的出线端与中性线连接，所述交流接触器的触点进线端与三相线路中的一相线路连接，所述交流接触器的触点出线端与负载连接。

2、根据权利要求1所述的换相式三相电流不平衡自动调节装置，所述装置还包括终端应用，所述终端应用通过无线通信方式与所述主控制器进
25 行数据通讯。

3、根据权利要求1所述的换相式三相电流不平衡自动调节装置，其中，所述换相器包括：第一微控制器及与其连接的第一电力载波和无线通信模块、四个第一电压互感器、一个负载电流互感器和磁保持继电器及其驱动电路；其中，

5 所述第一电力载波和无线通信模块，配置为通过电力载波或无线数据传输方式与所述主控制器进行通信；

所述四个第一电压互感器，配置为分别将三相线电压和负载电压转换成三相线电压信号模拟量和负载电压信号模拟量并发送至所述第一微控制器；

10 所述负载电流互感器，配置为采集负载电流并转换成负载电流模拟量，发送所述负载电流模拟量至所述第一微控制器；

所述磁保持继电器及其驱动电路，配置为接收所述第一微控制器的换相命令，基于所述换相命令执行换相动作；

15 所述第一微控制器，配置为比较负载电压信号模拟量与三相线电压信号模拟量，识别出负载当前所在的相序；根据所述负载电流模拟量信号获得负载电流；还配置为通过所述电力载波和无线通信模块接收所述主控制器发送的查询命令和/或换相命令，根据要求上报换相器的当前状态信息或根据所述主控制器发送的换相命令向所述磁保持继电器发出换相命令。

4、根据权利要求3所述的换相式三相电流不平衡自动调节装置，其中，
20 所述换相器还包括：旋转开关、拨码开关和状态指示灯；其中，

所述旋转开关，配置为基于用户的操作调整所述换相器的目标相序；

所述拨码开关，配置为基于用户的操作设置所述换相器的地址码；

25 所述第一微控制器，还配置为根据所述拨码开关的状态位，确定所述换相器的地址码；还配置为根据所述旋转开关的位置，确定所述换相器的目标相序，基于所述目标相序向所述磁保持继电器发出换相投切命令；

所述状态指示灯，配置为指示换相器的运行状态、故障状态及当前所在的相序。

5 5、根据权利要求3所述的换相式三相电流不平衡自动调节装置，其中，所述主控制器包括：第二微控制器及与其连接的第二电力载波和无线通信模块、三个第二电压互感器和三个第二电流互感器；其中，

所述第二电力载波和无线通信模块，配置为通过电力载波或无线数据传输方式与所述换相器进行通信；

所述三个第二电压互感器，配置为分别将三相线电压转换成电压信号模拟量并发送给所述第二微控制器；

10 所述三个第二电流互感器，配置为分别将经三个第一电流互感器的电流信号转换为电流信号模拟量，发送所述电流信号模拟量至所述第二微控制器；

15 所述第二微控制器，配置为根据对应于三个第二电压互感器的电压信号模拟量，确定三相线电压值；根据对应于三个第二电流互感器的电流信号模拟量，确定三相线电流值，根据所述三相线电流值确定三相电流不平衡度。

6、根据权利要求5所述的换相式三相电流不平衡自动调节装置，其中，所述主控制器还包括：无线通信模块、存储器、按键和显示屏；其中，

所述无线通信模块，配置为与终端应用之间进行数据通讯；

20 所述存储器，配置为记录所述主控制器运行过程中产生的相关数据及时间信息；

所述按键，配置为接收输入命令；所述输入命令用于以下至少之一：状态信息查询、参数修改、命令下发；

所述显示屏，配置为显示所述主控制器和所述换相器的状态数据；

25 所述第二微控制器，还配置为接收所述按键的输入命令；将要显示的

主控制器和各换相器的状态数据传输给所述显示屏进行显示；将需要记录的数据传输给所述存储器进行存储；还配置为通过所述无线通信模块与终端应用进行数据通讯。

- 7、根据权利要求 3 所述的换相式三相电流不平衡自动调节装置，其中，
5 所述磁保持继电器及其驱动电路设有三个带投切状态反馈信号输出端的磁保持继电器；

所述第一微控制器，配置为在磁保持继电器执行投或切命令后，通过所述磁保持继电器的投切状态反馈信号输出端检查所述磁保持继电器执行投或切命令是否执行到位；在所述磁保持继电器执行投或切动作不到位时，
10 则不会再向其他磁保持继电器发送投或切命令。

8、根据权利要求 3 所述的换相式三相电流不平衡自动调节装置，其中，所述第一微控制器，还配置为向所述主控制器发送换相器的状态信息，所述状态信息包括以下至少之一：地址码、所在相序、负载电流、故障状态。

- 9、根据权利要求 1 至 8 任一项所述的换相式三相电流不平衡自动调节
15 装置，其中，所述主控制器和所述换相器均设有电源模块；所述电源模块，配置为将交流电源转换为特定的直流电源，特定的直流电源用于为所述主控制器或所述换相器供电。

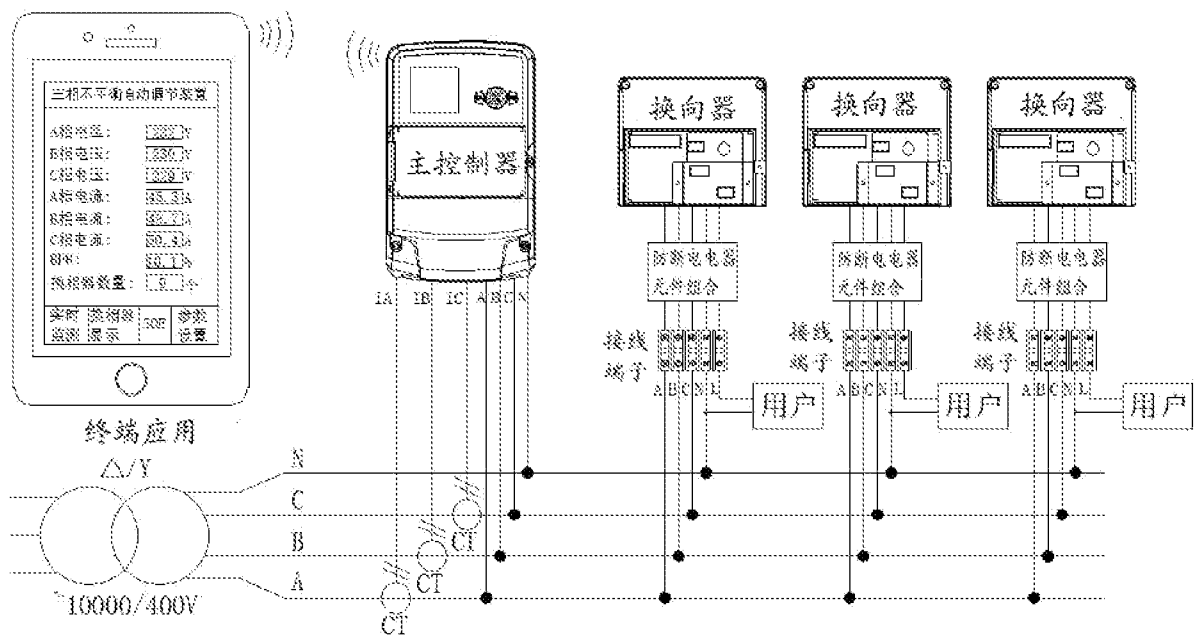


图 1

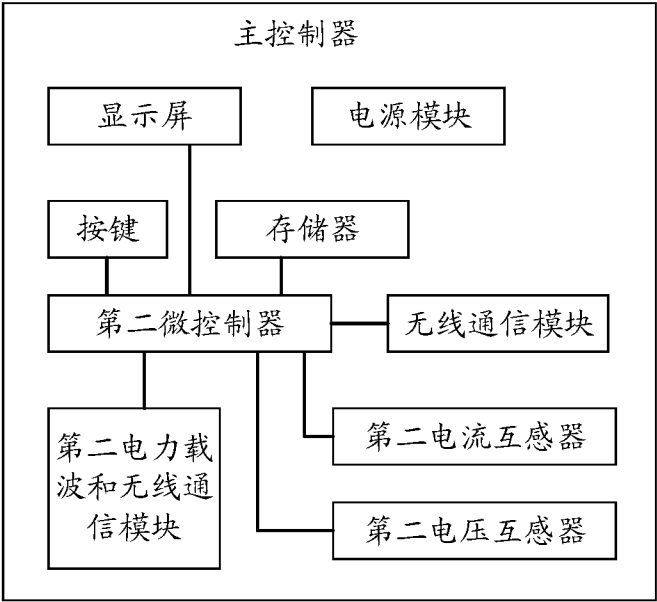


图 2

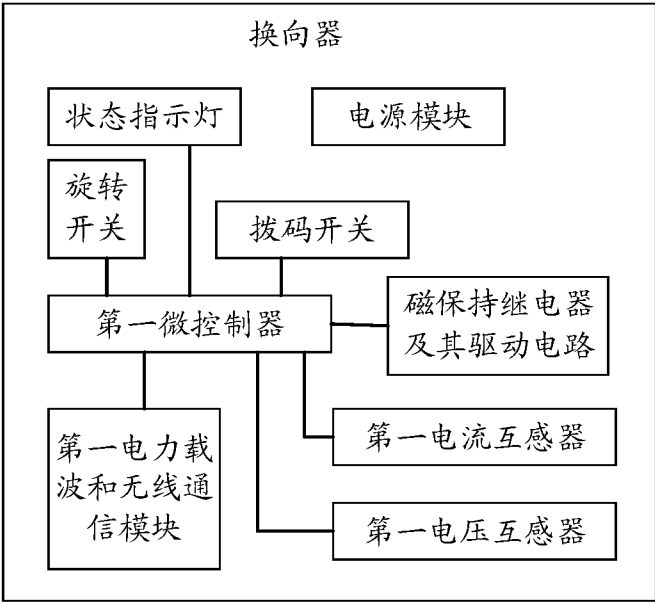


图 3

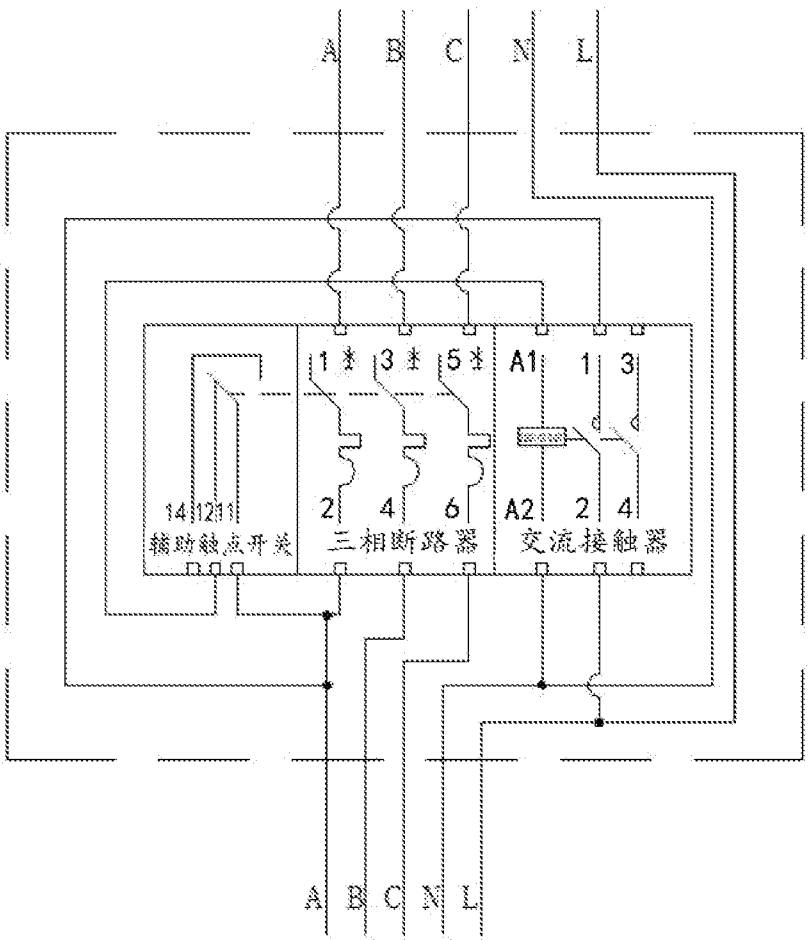


图 4



图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/113437

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02J 3/26(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, CNKI, EPODOC, WPI: 不平衡, 平衡, 电流, 换相, 换向, 相序, 断电, 防断电, balance, current, phase, switch, changer, power failure, order		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 209016718 U (SHANDONG ELECTRICAL ENGINEERING & EQUIPMENT GROUP XINNENG TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 June 2019 (2019-06-21) description, paragraphs [0049]-[0082], and figures 1-5	1-9
PX	CN 109347126 A (SHANDONG ELECTRICAL ENGINEERING & EQUIPMENT GROUP XINNENG TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 February 2019 (2019-02-15) description, paragraphs [0049]-[0082], and figures 1-5	1-9
Y	张二超 (ZHANG, Erchao). "基于智能换相开关的三相不平衡控制研究 (Research on the Control of Three Phase Unbalance Based on Intelligent Switching-phase Switch)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑 (Chinese Master's Theses Full-text Database, Engineering Science & Technology II), No. 09, 15 September 2018 (2018-09-15), ISSN: 1674-0246, pp. 16-18, 31-41, 47, 48, and 54	1-9
Y	CN 108418232 A (NANJING XINLIAN ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 August 2018 (2018-08-17) description, paragraphs [0009]-[0012], and figure 1	1-9
Y	CN 107069779 A (ANHUI TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING CO., LTD.) 18 August 2017 (2017-08-18) description, paragraphs [0020]-[0029], and figures 1-3	1-9
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "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 "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
07 January 2020		31 January 2020
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/113437**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 207069595 U (GUANGZHOU BAIDE AUTOMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 March 2018 (2018-03-02) entire document	1-9
A	KR 100725809 B1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 06 August 2007 (2007-08-06) entire document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/113437

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	209016718	U	21 June 2019	None	
CN	109347126	A	15 February 2019	None	
CN	108418232	A	17 August 2018	None	
CN	107069779	A	18 August 2017	None	
CN	207069595	U	02 March 2018	None	
KR	100725809	B1	08 June 2007	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/113437

A. 主题的分类 H02J 3/26 (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, CNKI, EPDOC, WPI: 不平衡, 平衡, 电流, 换相, 换向, 相序, 断电, 防断电, balance, current, phase, switch, changer, power failure, order																							
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>PX</td> <td>CN 209016718 U (山东电工电气集团新能科技有限公司) 2019年 6月 21日 (2019 - 06 - 21) 说明书第[0049]-[0082]段及图1-5</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109347126 A (山东电工电气集团新能科技有限公司) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15) 说明书第[0049]-[0082]段及图1-5</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>张二超. "基于智能换相开关的三相不平衡控制研究" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 II 辑, 第09期, 2018年 9月 15日 (2018 - 09 - 15), ISSN: 1674-0246, 第16-18, 31-41, 47-48, 54页</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 108418232 A (南京新联能源技术有限责任公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 说明书第[0009]-[0012]段及图1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 107069779 A (安徽电信工程有限责任公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 说明书第[0020]-[0029]段及图1-3</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 207069595 U (广州百德自动化技术有限公司) 2018年 3月 2日 (2018 - 03 - 02) 全文</td> <td>1-9</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	PX	CN 209016718 U (山东电工电气集团新能科技有限公司) 2019年 6月 21日 (2019 - 06 - 21) 说明书第[0049]-[0082]段及图1-5	1-9	PX	CN 109347126 A (山东电工电气集团新能科技有限公司) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15) 说明书第[0049]-[0082]段及图1-5	1-9	Y	张二超. "基于智能换相开关的三相不平衡控制研究" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 II 辑, 第09期, 2018年 9月 15日 (2018 - 09 - 15), ISSN: 1674-0246, 第16-18, 31-41, 47-48, 54页	1-9	Y	CN 108418232 A (南京新联能源技术有限责任公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 说明书第[0009]-[0012]段及图1	1-9	Y	CN 107069779 A (安徽电信工程有限责任公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 说明书第[0020]-[0029]段及图1-3	1-9	A	CN 207069595 U (广州百德自动化技术有限公司) 2018年 3月 2日 (2018 - 03 - 02) 全文	1-9
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 209016718 U (山东电工电气集团新能科技有限公司) 2019年 6月 21日 (2019 - 06 - 21) 说明书第[0049]-[0082]段及图1-5	1-9																					
PX	CN 109347126 A (山东电工电气集团新能科技有限公司) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15) 说明书第[0049]-[0082]段及图1-5	1-9																					
Y	张二超. "基于智能换相开关的三相不平衡控制研究" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 II 辑, 第09期, 2018年 9月 15日 (2018 - 09 - 15), ISSN: 1674-0246, 第16-18, 31-41, 47-48, 54页	1-9																					
Y	CN 108418232 A (南京新联能源技术有限责任公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 说明书第[0009]-[0012]段及图1	1-9																					
Y	CN 107069779 A (安徽电信工程有限责任公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 说明书第[0020]-[0029]段及图1-3	1-9																					
A	CN 207069595 U (广州百德自动化技术有限公司) 2018年 3月 2日 (2018 - 03 - 02) 全文	1-9																					
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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																			
* 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		国际检索报告邮寄日期																					
2020年 1月 7日		2020年 1月 31日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																					
中国国家知识产权局 (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		韩菲 电话号码 86-(10)-53961241																					

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	KR 100725809 B1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2007年 8月 6日 (2007 - 08 - 06) 全文	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/113437

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	209016718	U	2019年 6月 21日	无	
CN	109347126	A	2019年 2月 15日	无	
CN	108418232	A	2018年 8月 17日	无	
CN	107069779	A	2017年 8月 18日	无	
CN	207069595	U	2018年 3月 2日	无	
KR	100725809	B1	2007年 6月 8日	无	