

(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 3 月 19 日 (19.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/052663 A1

(51) 国际专利分类号:
H02H 3/087 (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/CN2019/105746

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 12 日 (12.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811064915.3 2018年9月12日 (12.09.2018) CN

(71) 申请人: 山东电力设备有限公司 (SHANDONG
POWER EQUIPMENT CO., LTD.) [CN/CN]; 中国
山东省济南市市中区机一西厂路
3 号, Shandong 250022 (CN)。 山东电工电
气集团有限公司 (SHANDONG ELECTRICAL
ENGINEERING&EQUIPMENT GROUP CO., LTD.)

(72) 发明人: 王坤 (WANG, Kun); 中国山东省济南市
市中区机一西厂路3号, Shandong 250022 (CN)。
谈舫 (TAN, Chong); 中国山东省济南市市中
区机一西厂路3号, Shandong 250022 (CN)。 于
建斌 (YU, Jianbin); 中国山东省济南市市中
区机一西厂路3号, Shandong 250022 (CN)。 薛继
印 (XUE, Jiyin); 中国山东省济南市市中区机
一西厂路3号, Shandong 250022 (CN)。 颜世凯
(YAN, Shikai); 中国山东省济南市市中区机
一西厂路3号, Shandong 250022 (CN)。 张玉舒
(ZHANG, Yushu); 中国山东省济南市市中区机
一西厂路3号, Shandong 250022 (CN)。 白长玉
(BAI, Changyu); 中国山东省济南市市中区机
一西厂路3号, Shandong 250022 (CN)。 张曼玉

(54) Title: CONTROL AND PROTECTION SYSTEM FOR MECHANICAL HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT CIRCUIT
BREAKER, AND CONTROL METHOD FOR SAME

(54) 发明名称: 机械式高压直流断路器控制与保护系统及其控制方法

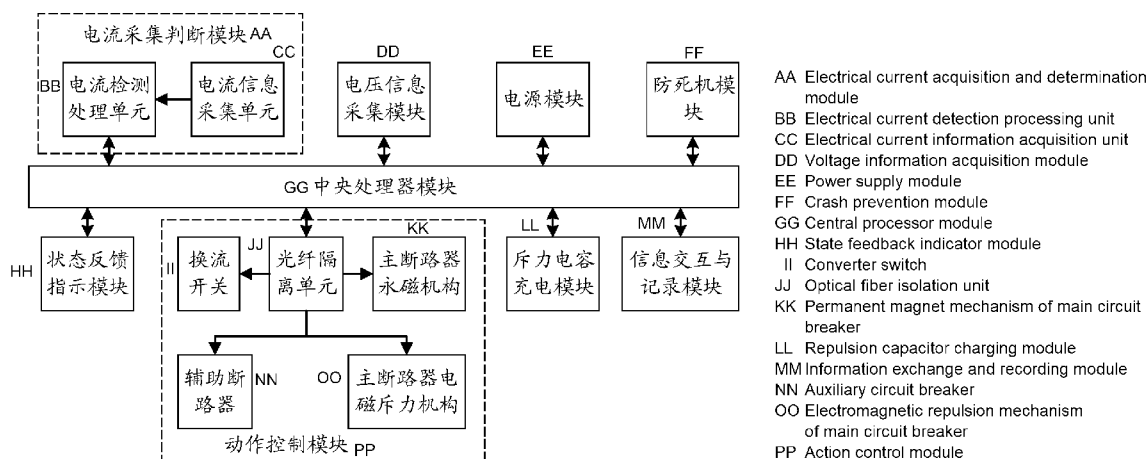


图 2

(57) Abstract: Embodiments of the present application disclose a control and protection system for a mechanical high-voltage direct current circuit breaker, and a control method for the same. The system comprises: an electrical current acquisition and determination module configured to acquire an electrical current parameter in a topological structure of a mechanical high-voltage direct current circuit breaker, and determine, according to the electrical current parameter, whether there is a short-circuit, and feed back a determination result and the electrical current parameter to a central processor module; a voltage information acquisition module configured to acquire a voltage parameter of a converter capacitor in the topological structure of the mechanical high-voltage direct current circuit breaker, and send the voltage parameter to the central processor module; the central processor module configured to send a control instruction to an action control module according to the determination result sent by the electrical current acquisition and determination module and/or the voltage parameter sent by the voltage information acquisition module; and the action control module configured to perform a corresponding action according to the control instruction sent by the central processor module.

(ZHANG, Manyu); 中国山东省济南市市中区机
一西厂路3号, Shandong 250022 (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))。

(57) 摘要: 本申请实施例公开了一种机械式高压直流断路器控制与保护系统及其控制方法, 该系统包括: 电流采集判断模块, 配置为采集机械式高压直流断路器拓扑结构中的电流参数, 根据所述电流参数判定是否发生短路, 向所述中央处理器模块反馈判定结果和所述电流参数; 电压信息采集模块, 配置为采集所述机械式高压直流断路器拓扑结构中的换流电容的电压参数, 将所述电压参数发送至所述中央处理器模块; 中央处理器模块, 配置为根据所述电流采集判断模块发送的判定结果和/或所述电压信息采集模块发送的电压参数, 向所述动作控制模块发送控制指令; 动作控制模块, 配置为根据所述中央处理器模块发送的控制指令, 执行相应动作。

机械式高压直流断路器控制与保护系统及其控制方法

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201811064915.3、申请日为 2018 年 09 月 12 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

本申请涉及直流配电技术领域，具体涉及一种机械式高压直流断路器控制与保护系统及其控制方法。

背景技术

随着传统化石能源短缺与环境问题的不断加剧，能够实现间歇式可再生能源大规模接入的多端高压直流输电技术得到了快速的发展，也在一定程度上激励了柔性直流技术在配电侧的延伸，促进了直流配电网应用的增强。直流电网的发展对可靠性与稳定性提出了更高的要求，其中面临的巨大挑战就是短路电流的开断问题。迫切的需求与巨大的挑战促进了高压直流断路器的研究与发展。

直流断路器可分为三种类型：固态直流断路器、机械式直流断路器和混合式直流断路器。其中，机械式直流断路器由于成本低、损耗小、分断能力强等优势有着良好的研究和应用背景。

机械式高压直流断路器的控制与保护系统涉及到短路电流的快速识别、电磁斥力机构的快速动作、系统状态反馈指示、信息交互传输等方面，对机械式高压直流断路器控制与保护系统的可靠性与稳定性提出了较高的要求。近年来对机械式高压直流断路器控制与保护系统虽有研究，但存在

整体功能不完善，性能可靠性低，不能直接应用到产品中，无法满足挂网使用的需求。

发明内容

5 本申请实施例期望提供一种机械式高压直流断路器控制与保护系统及其控制方法。

本申请实施例提供的技术方案如下：

本申请实施例提供了一种机械式高压直流断路器控制与保护系统，所述系统包括中央处理器模块以及与其连接的电流采集判断模块、电压信息采集模块和动作控制模块；其中，

10 所述电流采集判断模块，配置为采集机械式高压直流断路器拓扑结构中的电流参数，根据所述电流参数判定是否发生短路，向所述中央处理器模块反馈判定结果和所述电流参数；

所述电压信息采集模块，配置为采集所述机械式高压直流断路器拓扑结构中的换流电容的电压参数，将所述电压参数发送至所述中央处理器模
15 块；

所述中央处理器模块，配置为根据所述电流采集判断模块发送的判定结果和/或所述电压信息采集模块发送的电压参数，向所述动作控制模块发送控制指令；

20 所述动作控制模块，配置为根据所述中央处理器模块发送的控制指令，执行以下动作的至少之一：主断路器永磁机构的分合闸、主断路器电磁斥力机构的分闸、辅助断路器的分合闸和换流开关的导通或关断。

在本申请的一种可选实施例中，所述电流采集判断模块包括电流信息采集单元和电流检测处理单元；其中，

25 所述电流采集判断模块，配置为采集机械式高压直流断路器拓扑结构中的电流参数，所述电流参数包括电流变化率和/或电流幅值；

所述电流检测处理单元，配置为根据所述电流参数判定是否发生短路，向所述中央处理器模块反馈判定结果。

在本申请的一种可选实施例中，所述动作控制模块包括光纤隔离单元及与其连接的主断路器永磁机构、主断路器电磁斥力机构、辅助断路器和换流开关；

所述光纤隔离单元，配置为获得所述中央处理器模块发送的控制指令，将所述控制指令发送至主断路器永磁机构、主断路器电磁斥力机构、辅助断路器和换流开关中的至少一个组件，由相应的组件执行与控制指令对应的动作。

10 在本申请的一种可选实施例中，所述系统还包括：斥力电容充电模块，配置为为斥力电容充电；所述斥力电容与所述主断路器电磁斥力机构适配；所述斥力电容为所述主断路器电磁斥力机构中的斥力线圈供电；

所述中央处理器模块，还配置为控制所述斥力电容充电模块为所述斥力电容充电；还配置为获取所述斥力电容的电压信息。

15 在本申请的一种可选实施例中，所述系统还包括：状态反馈指示模块、电源模块、信息交互与记录模块和防死机模块；其中，

所述状态反馈指示模块，配置为显示以下信息的至少之一：主断路器分合闸状态、辅助断路器的分合闸状态、温湿度、斥力电容电压信息、换流电容电压信息；还配置为检测输入操作，将所述输入操作发送至所述中央处理器模块；所述输入操作包括以下至少之一：用于控制主断路器分合闸的操作、用于控制辅助断路器分合闸的操作；

所述电源模块，配置为为系统提供电源；

所述信息交互与记录模块，配置为实现与外部设备的通信以及系统运行信息的记录；

25 所述防死机模块，配置为防止中央处理器模块进入死机状态。

在本申请的一种可选实施例中，所述机械式高压直流断路器拓扑结构包括用于切断剩余电流的辅助断路器及三条并联连接的支路；第一条支路包括用于导通系统正常工作电流的主断路器，所述主断路器的出线端与所述辅助断路器的进线端连接；第二条支路为换流支路，包括换流电抗、换流开关、充电电阻和换流电容，所述换流电抗的一端与所述主断路器的进线端连接，所述换流电抗的另一端与所述换流开关的一端连接，所述换流开关的另一端分别与所述流电容正极和所述充电电阻的一端连接，所述充电电阻的另一端接地，所述换流电容的负极与所述辅助断路器的进线端连接；第三条支路为能量释放支路，包括避雷器，所述避雷器的一端与所述主断路器的进线端连接，所述避雷器的另一端与所述辅助断路器的进线端连接。

在本申请的一种可选实施例中，所述主断路器采用真空断路器。

在本申请的一种可选实施例中，所述避雷器采用系统电压等级相配合的金属氧化物避雷器。

在本申请的一种可选实施例中，配置为基于所述电流参数确定电流上升率和电流增量；在所述电流上升率高于第一阈值的情况下，启动短路电流检测；在规定的延时时间内，若检测到所述电流上升率始终高于所述第一阈值，向所述中央处理器模块发送短路电流保护信号；若所述电流上升率低于所述第一阈值但高于第二阈值，且所述电流增量大于第三阈值，向所述中央处理器模块发送短路电流保护信号；所述第二阈值小于所述第一阈值；若所述电流上升率低于所述第二阈值，退出短路电流检测保护。

本申请实施例还提供了一种机械式高压直流断路器控制与保护系统的控制方法，所述方法包括：

判断是否检测到系统出现短路的反馈判定结果；

在检测到系统出现短路的反馈判定结果的情况下，中央处理器模块发

送分闸信号至主断路器电磁斥力机构;

在主断路器触头达到特定开距的情况下,所述中央处理器模块发送导通信号给换流开关;

所述中央处理器模块按照预设时序发送分闸信号至辅助断路器进行关断,切断剩余电流;

检测主断路器是否分闸,在检测到所述主断路器分闸的情况下,检测辅助断路器是否分闸,在检测到所述辅助断路器分闸的情况下,确定短路电流开断成功;在检测到所述主断路器未分闸或者所述辅助断路器未分闸的情况下、确定短路电流开断失败。

本申请实施例的有益效果是:

1.本申请实施例提供的技术方案为了保证短路电流的快速检测与判断,设计了电流采集判断模块,保障了短路电流检测判断的可靠性。

2.在多个方面增加系统整体工作的可靠性。软件采用分层架构,增强了软件的简洁性与维护性,并支持工作模式与调试模式;硬件上系统使用双电源供电,保证电源供应稳定性,增加防死机模块防止系统出现死机。

3.机械式高压直流断路器不同工作状态的动作流程清晰合理,便于控制。

附图说明

图 1 是本申请实施例中一种机械式高压直流断路器拓扑结构简要图;

图 2 是本申请实施例中机械式高压直流断路器控制与保护系统方案设计框图;

图 3 是本申请实施例中机械式高压直流断路器控制与保护系统中电流检测处理单元短路电流检测流程示意图;

图 4 是本申请实施例中机械式高压直流断路器控制与保护系统中央处理器的软件架构图;

图 5 是本申请实施例中机械式高压直流断路器控制与保护系统短路电流开断流程图。

具体实施方式

为使相关人员更好的理解本发明，下面会结合附图对本发明进行更加详细的阐释与说明，从而更好的应用到相关领域。

直流断路器是为了保证直流电网运行的稳定性，能够切断短路电流的重要设备。机械式高压直流断路器控制与保护系统就是根据设计流程合理控制断路器拓扑结构中各部件的状态。机械式高压直流断路器主要由主断路器支路、换流支路、避雷器支路和辅助断路器组成。

如图 1 所示，本申请实施例中的机械式高压直流断路器拓扑结构包括用于切断剩余电流的辅助断路器（BCB）及三条并联连接的支路，第一条支路包括用于导通系统正常工作电流的主断路器（MCB），主断路器采用真空断路器（VCB，Vacuum Circuit Breaker）。主断路器采用电磁斥力和永磁相耦合的操动机构，主断路器的出线端与辅助断路器的进线端相连；第二条支路为换流支路，包括换流电抗 L_c 、换流开关 S_c 、充电电阻 R_c 、换流电容 C_c ，换流电抗 L_c 的一端与主断路器的进线端连接，换流电抗 L_c 另一端与换流开关 S_c 的一端相连接，换流开关 S_c 的另一端分别与换流电容 C_c 的正极和充电电阻 R_c 的一端连接，充电电阻 R_c 的另一端接地，换流电容 C_c 的负极与辅助断路器的进线端相连接；第三条支路为能量释放支路，包括避雷器 MOV，避雷器 MOV 一端与主断路器的进线端相连接，避雷器 MOV 另一端与辅助断路器的进线端相连接。本实施例中，避雷器 MOV 采用系统电压等级相配合的金属氧化物避雷器。

如图 2 所示，为申请实施例中一种机械式高压直流断路器控制与保护系统，所述包括中央处理器模块以及与其连接的电流采集判断模块、电压信息采集模块和动作控制模块；其中，

所述电流采集判断模块，配置为采集机械式高压直流断路器拓扑结构中的电流参数，根据所述电流参数判定是否发生短路，向所述中央处理器模块反馈判定结果；

5 所述电压信息采集模块，配置为采集所述机械式高压直流断路器拓扑结构中的换流电容 C_c 的电压参数，将所述电压参数发送至所述中央处理器模块；

所述中央处理器模块，配置为根据所述电流采集判断模块发送的判定结果和/或所述电压信息采集模块发送的电压参数，向所述动作控制模块发送控制指令；

10 所述动作控制模块，配置为根据所述中央处理器模块发送的控制指令，执行以下动作的至少之一：主断路器永磁机构的分合闸、主断路器电磁斥力机构的分闸、辅助断路器的分合闸和换流开关的导通或关断。

本实施例中，中央处理器模块负责信息的统一处理与相关动作指令的发出。

15 在本申请的一种可选实施例中，所述电流采集判断模块包括电流信息采集单元和电流检测处理单元；其中，所述电流采集判断模块，配置为采集机械式高压直流断路器拓扑结构中的电流参数，所述电流参数包括电流变化率和/或电流幅值；

20 所述电流检测处理单元，配置为根据所述电流参数判定是否发生短路，向所述中央处理器模块反馈判定结果。

本实施例中，作为一种示例，所述电流信息采集单元可包括罗氏线圈和霍尔电流传感器及其对应的信号调理电路。其中，罗氏线圈负责采集电流变化率，霍尔电流传感器负责采集电流幅值；罗氏线圈和霍尔电流传感器采集的参数可通过信号调理电路后传输至电流检测处理单元。电流检测
25 处理单元综合电流变化率与电流幅值判断是否发生短路并将相应的判定结

果和电流参数发送至所述中央处理器模块。

本实施例中，所述动作控制模块，包括光纤隔离单元及与其连接的主断路器永磁机构、主断路器电磁斥力机构、辅助断路器和换流开关，所述光纤隔离单元，配置为获得所述中央处理器模块发送的控制指令，将所述控制指令发送至主断路器永磁机构、主断路器电磁斥力机构、辅助断路器和换流开关中的至少一个组件，由相应的组件执行与控制指令对应的动作。其中，主断路器电磁斥力机构负责故障电流下的分闸；主断路器永磁机构负责合闸和额定电流下的分闸。本实施例通过光纤隔离单元向各组件输出相应指令，实现良好的电气隔离，保障系统安全。

在本申请的一种可选实施例中，所述系统还包括斥力电容充电模块，配置为为斥力电容充电；所述斥力电容与所述主断路器电磁斥力机构适配，所述斥力电容为所述主断路器电磁斥力机构中的斥力线圈供电；所述中央处理器模块，还配置为控制所述斥力电容充电模块为所述斥力电容充电；还配置为获取所述斥力电容的电压信息。

本实施例中，所述斥力电容充电模块可通过充电机为斥力电容充电。所述中央处理器模块可通过串口通信的方式与斥力电容充电模块进行信息交互，可以理解，中央处理器模块可通过串口通信的方式向斥力电容充电模块发送控制指令；通过串口通信的方式获取斥力电容的电压信息。

在本申请的一种可选实施例中，所述系统还包括：状态反馈指示模块、电源模块、信息交互与记录模块和防死机模块；其中，

所述状态反馈指示模块，配置为显示以下信息的至少之一：主断路器分合闸状态、辅助断路器的分合闸状态、温湿度、斥力电容电压信息、换流电容电压信息；还配置为检测输入操作，将所述输入操作发送至所述中央处理器模块；所述输入操作包括以下至少之一：用于控制主断路器分合闸的操作、用于控制辅助断路器分合闸的操作；

所述电源模块，配置为为系统提供电源；

所述信息交互与记录模块，配置为实现与外部设备的通信以及系统运行信息的记录；

所述防死机模块，配置为防止中央处理器模块进入死机状态。

5 本实施例中，所述状态反馈指示模块可设置有对应的按键，用户触发按键，使得状态反馈指示模块检测到输入操作。

本实施例中，电源模块可包括工作电源单元、备用电源单元和电源转换单元，为所述电源模块可机械式高压直流断路器控制与保护系统提供电源；并在工作电源工作异常的情况下提供备用电源。

10 如图 3 所示，为申请实施例中一种机械式高压直流断路器控制与保护系统中电流检测处理单元短路电流检测流程示意图；所述电流检测处理单元，配置为基于所述电流参数确定电流上升率和电流增量；在所述电流上升率高于第一阈值的情况下，启动短路电流检测；在规定的延时时间内，若检测到所述电流上升率始终高于所述第一阈值，向所述中央处理器模块
15 发送短路电流保护信号；若所述电流上升率低于所述第一阈值但高于第二阈值，且所述电流增量大于第三阈值，向所述中央处理器模块发送短路电流保护信号；所述第二阈值小于所述第一阈值；若所述电流上升率低于所述第二阈值，退出短路电流检测保护。其中，所述电流上升率可通过 dI/dt 得到； I 表示电流值。

20 本实施例中，如图 3 所示，在电流上升率 dI/dt 大于第一阈值的情况下，启动短路保护；在启动短路保护后，若检测到电流上升率 dI/dt 低于所述第二阈值，退出短路电流检测保护；若检测到电流上升率 dI/dt 在规定的延时间内始终高于所述第一阈值，则发送短路电流保护信号；若检测到电
25 流上升率 dI/dt 低于所述第一阈值但高于第二阈值，且所述电流增量大于第三阈值，发送短路电流保护信号。

如图 4 所示, 为本申请实施例在断路器的软件设计上采用了分层的思想, 整个软件架构从上到下依次为应用层、基础层和驱动层。驱动层负责对底层硬件电路和芯片的访问以及不同的读写驱动。驱动层主要包括: 系统参数配置串口驱动、电流采集判断模块接口驱动、光耦接口模块驱动、
5 光纤接口模块驱动、换流电容电压 AD 转换驱动、充电机通信串口驱动和底层读写驱动。基础层主要包括: 系统参数配置程序、电平判断程序、接口模块配置程序、换流电容电压检测程序、通信数据处理程序等; 基础层位于驱动层的上层, 主要负责将相对应的驱动层封装成程序服务单元, 给顶层的应用层提供简单灵活的接口, 便于实现不同功能。应用层主要用于:
10 信息交互程序、信息判断、状态显示、反馈与动作执行、斥力电容充电执行、信息记录程序等等。

为了保证系统的安全性和后期维护的便利性, 在机械式高压直流断路器控制与保护系统的软件架构支持使用工作模式和调试模式两种工作模式, 在工作模式下系统支持多种功能的实现, 而在调试模式下可快速有效的
15 的获取机械式高压直流断路器的工作参数与状态, 并进行相关的测试, 便于后期的维护与升级。

断路器(可包括主断路器和辅助断路器)根据功能可分为四种工作状态: 额定工作状态、短路电流开断过程、额定电流开断过程和充电过程。在上述四种工作状态中, 短路电流开断过程是非常关键的。

20 如图 5 所示, 为本申请实施例中机械式高压直流断路器控制与保护系统短路电流开断流程图。根据上述的机械式高压直流断路器控制与保护系统, 本申请实施例的控制方法包括:

判断是否检测到系统出现短路的反馈判定结果;

在检测到系统出现短路的反馈判定结果的情况下, 中央处理器模块发
25 送分闸信号至主断路器电磁斥力机构;

在主断路器触头达到特定开距的情况下，所述中央处理器模块发送导通信号给换流开关；

所述中央处理器模块按照预设时序发送分闸信号至辅助断路器进行关断，切断剩余电流；

- 5 检测主断路器是否分闸，在检测到所述主断路器分闸的情况下，检测辅助断路器是否分闸，在检测到所述辅助断路器分闸的情况下，确定短路电流开断成功；在检测到所述主断路器未分闸或者所述辅助断路器未分闸的情况下、确定短路电流开断失败

10 本实施例中，通过电流采集判断模块检测系统是否出现短路；在检测到系统出现短路的情况下，电流采集判断模块向中央处理模块发送反馈判定结果和电流参数。

本实施例中，主断路器触头达到特定开距指主断路器触头间隙达到能够承受瞬态开断电压（TIV，Transient Interruption Voltage）的合适开距。

- 15 本实施例中，所述中央处理器模块按照预设时序发送分闸信号至辅助断路器进行关断，切断剩余电流，具体包括：换流开关触发导通，换流电容开始放电，电流逐渐从主断路器转移至换流支路中；在这个阶段，换流电容持续放电，其电压不断降低，这是第一个换流过程。第一个换流过程结束后电流完全转移至换流支路中，主断路器中的电弧在电流过零点熄灭，主断路器两端 TIV 将迅速增加至第一个负向峰值。换流电容持续放电，其
20 两端电压逐渐减小至零。此后，换流电容继续充电，换流电容的电压开始正向增加，同时，主断路器两端也伴随着换流电容两端电压的增加而增加。另外，由于断路器杂散换流充电电容的原因，主断路器两端电压会发生振荡，振荡幅值会逐渐减小。换流电容两端电压达到避雷器 MOV 参考电压，避雷器 MOV 开始动作，系统电流开始从换流电容转移至避雷器 MOV。
25 电流逐渐从换流电容和换流开关中转移至避雷器 MOV 中，这是第二个换

流过程。电流完全转移至避雷器 MOV 支路，这时流过换流电容和换流开关中的电流过零。避雷器 MOV 中的电流逐渐衰减，此后避雷器 MOV 因电流过零而关断。辅助断路器开始动作，当系统电流过零时，辅助断路器触头间隙达到一定的开距从而可以承受其两端的恢复电压，最终关断电路，
5 完成整个开断过程。

为了保证机械式高压直流断路器的可靠性与稳定性，本申请实施例的机械式高压直流断路器控制与保护系统采用双电源模块进行供电，当工作电源异常时，会切换到备用电源进行供电；增加防死机模块监控处理器运行状态，防止出现死机现象；可获取系统的运行的重要参数与状态，便于
10 对系统的运行状态进行评估，并采取相应的保护措施。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统和方法，可以通过其它的方式实现。以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，如：多个单元或组件可以结合，或可以集成到另一个系统，
15 或一些特征可以忽略，或不执行。另外，所显示或讨论的各组成部分相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口，设备或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性的、机械的或其它形式的。

上述作为分离部件说明的单元可以是、或也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是、或也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，也可以分布到多个网络单元上；可以根据实际的需要选择其中的部分
20 或全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明各实施例中的各功能单元可以全部集成在一个处理单元中，也可以是各单元分别单独作为一个单元，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中；上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以
25 以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

以上仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均包含在申请待批的本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

1、一种机械式高压直流断路器控制与保护系统，所述系统包括：中央处理器模块以及与其连接的电流采集判断模块、电压信息采集模块和动作控制模块；

5 所述电流采集判断模块，配置为采集机械式高压直流断路器拓扑结构中的电流参数，根据所述电流参数判定是否发生短路，向所述中央处理器模块反馈判定结果和所述电流参数；

 所述电压信息采集模块，配置为采集所述机械式高压直流断路器拓扑结构中的换流电容的电压参数，将所述电压参数发送至所述中央处理器模
10 块；

 所述中央处理器模块，配置为根据所述电流采集判断模块发送的判定结果和/或所述电压信息采集模块发送的电压参数，向所述动作控制模块发送控制指令；

 所述动作控制模块，配置为根据所述中央处理器模块发送的控制指令，
15 执行以下动作的至少之一：主断路器永磁机构的分合闸、主断路电磁斥力机构的分闸、辅助断路器的分合闸和换流开关的导通或关断。

2、根据权利要求1所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其中，所述电流采集判断模块包括电流信息采集单元和电流检测处理单元；其中，

20 所述电流采集判断模块，配置为采集机械式高压直流断路器拓扑结构中的电流参数，所述电流参数包括电流变化率和/或电流幅值；

 所述电流检测处理单元，配置为根据所述电流参数判定是否发生短路，向所述中央处理器模块反馈判定结果。

3、根据权利要求1所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其
25 中，所述动作控制模块包括光纤隔离单元及与其连接的主断路器永磁机构、

主断路器电磁斥力机构、辅助断路器和换流开关；

所述光纤隔离单元，配置为获得所述中央处理器模块发送的控制指令，将所述控制指令发送至主断路器永磁机构、主断路器电磁斥力机构、辅助断路器和换流开关中的至少一个组件，由相应的组件执行与控制指令对应的动作。

4、根据权利要求3所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其中，所述系统还包括：斥力电容充电模块，配置为为斥力电容充电；所述斥力电容与所述主断路器电磁斥力机构适配；所述斥力电容为所述主断路器电磁斥力机构中的斥力线圈供电；

10 所述中央处理器模块，还配置为控制所述斥力电容充电模块为所述斥力电容充电；还配置为获取所述斥力电容的电压信息。

5、根据权利要求1至4任一项所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其中，所述系统还包括：状态反馈指示模块、电源模块、信息交互与记录模块和防死机模块；其中，

15 所述状态反馈指示模块，配置为显示以下信息的至少之一：主断路器分合闸状态、辅助断路器的分合闸状态、温湿度、斥力电容电压信息、换流电容电压信息；还配置为检测输入操作，将所述输入操作发送至所述中央处理器模块；所述输入操作包括以下至少之一：用于控制主断路器分合闸的操作、用于控制辅助断路器分合闸的操作；

20 所述电源模块，配置为为系统提供电源；

所述信息交互与记录模块，配置为实现与外部设备的通信以及系统运行信息的记录；

所述防死机模块，配置为防止中央处理器模块进入死机状态。

6、根据权利要求1所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其中，所述机械式高压直流断路器拓扑结构包括用于切断剩余电流的辅助断

25

路器及三条并联连接的支路；

第一条支路包括用于导通系统正常工作电流的主断路器，所述主断路器的出线端与所述辅助断路器的进线端连接；

5 第二条支路为换流支路，包括换流电抗、换流开关、充电电阻和换流电容，所述换流电抗的一端与所述主断路器的进线端连接，所述换流电抗的另一端与所述换流开关的一端相连，所述换流开关的另一端分别与所述换流电容正极和所述充电电阻的一端连接，所述充电电阻的另一端接地，所述换流电容的负极与所述辅助断路器的进线端连接；

10 第三条支路为能量释放支路，包括避雷器，所述避雷器的一端与所述主断路器进线端连接，所述避雷器另一端与辅助断路器的进线端连接。

7、根据权利要求6所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其中，所述主断路器为真空断路器。

8、根据权利要求6所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其中，避雷器采用系统电压等级相配合的金属氧化物避雷器。

15 9、根据权利要求2所述的机械式高压直流断路器控制与保护系统，其中，所述电流检测处理单元，配置为基于所述电流参数确定电流上升率和电流增量；在所述电流上升率高于第一阈值的情况下，启动短路电流检测；在规定的延时时间内，若检测到所述电流上升率始终高于所述第一阈值，向所述中央处理器模块发送短路电流保护信号；若所述电流上升率低于所述第一阈值但高于第二阈值，且所述电流增量大于第三阈值，向所述中央
20 处理器模块发送短路电流保护信号；所述第二阈值小于所述第一阈值；若所述电流上升率低于所述第二阈值，退出短路电流检测保护。

10、一种机械式高压直流断路器控制与保护系统的控制方法，所述方法包括：

25 判断是否检测到系统出现短路的反馈判定结果；

在检测到系统出现短路的反馈判定结果的情况下，中央处理器模块发送分闸信号至主断路器电磁斥力机构；

在主断路器触头达到特定开距的情况下，所述中央处理器模块发送导通信号给换流开关；

- 5 所述中央处理器模块按照预设时序发送分闸信号至辅助断路器进行关断，切断剩余电流；

检测主断路器是否分闸，在检测到所述主断路器分闸的情况下，检测辅助断路器是否分闸，在检测到所述辅助断路器分闸的情况下，确定短路电流开断成功；在检测到所述主断路器未分闸或者所述辅助断路器未分闸

- 10 的情况下、确定短路电流开断失败。

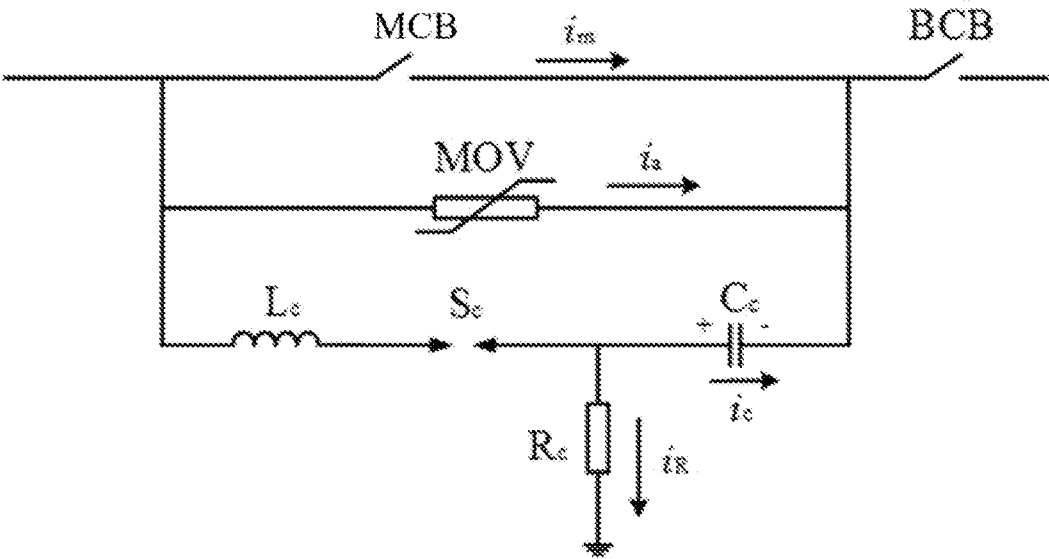


图 1

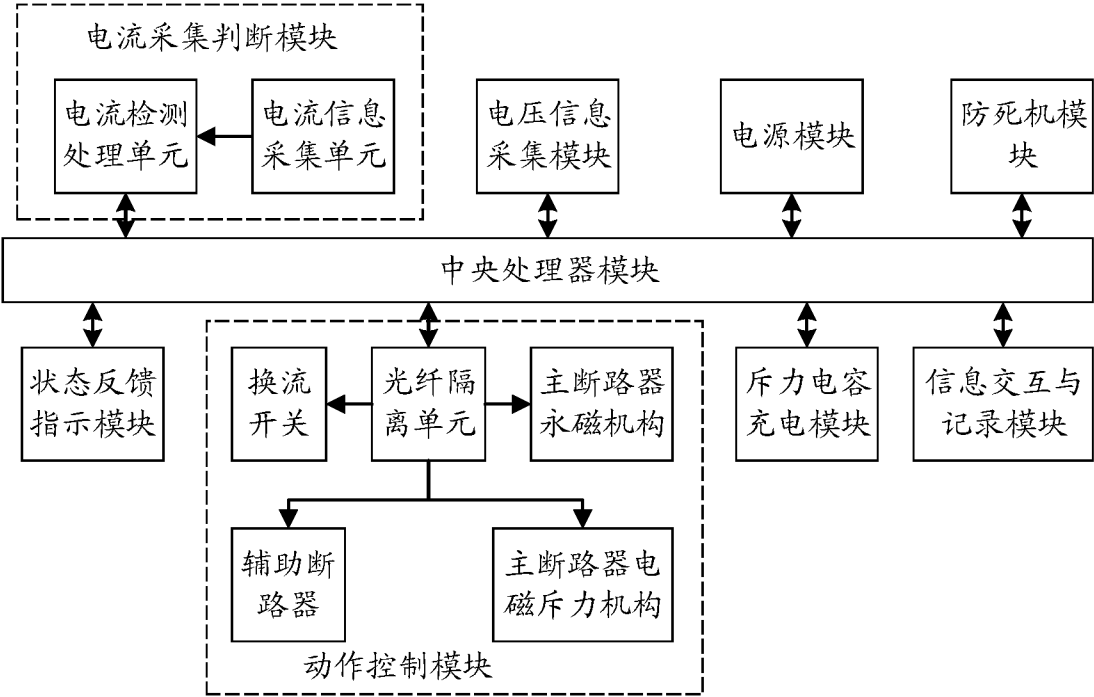


图 2

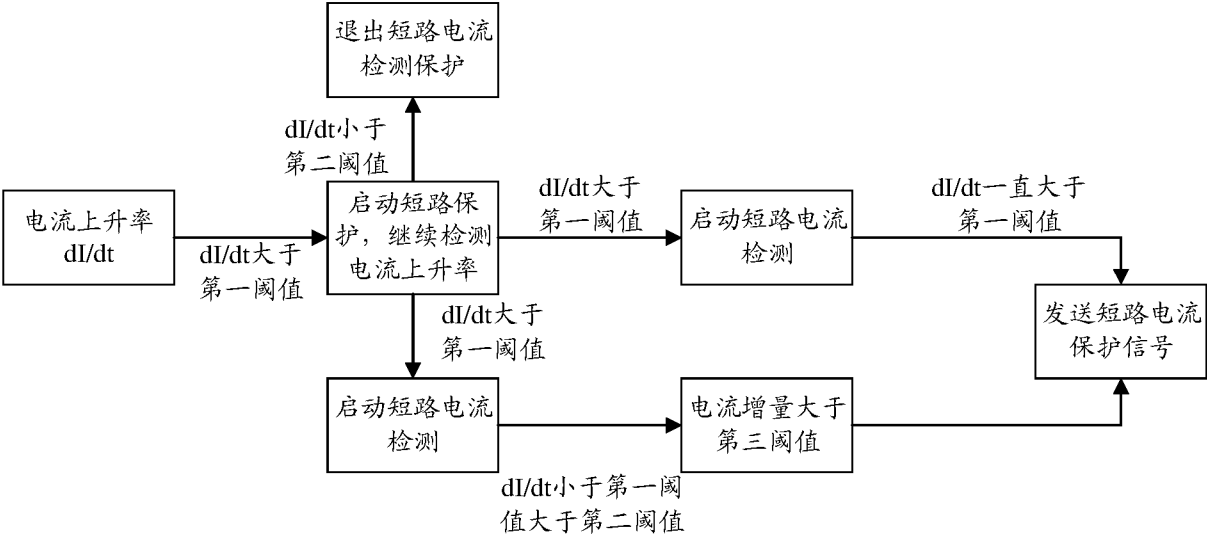


图 3

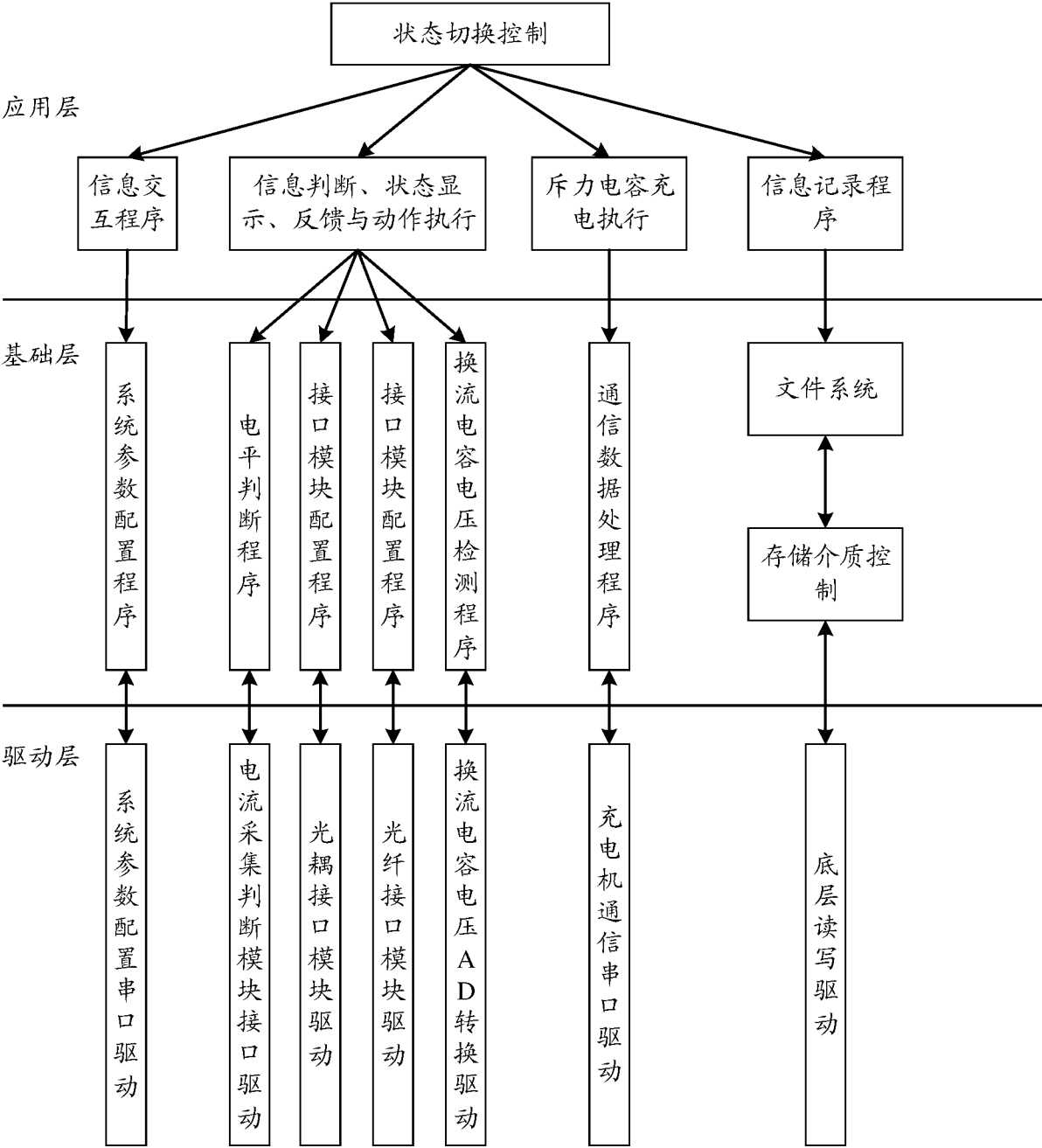


图 4

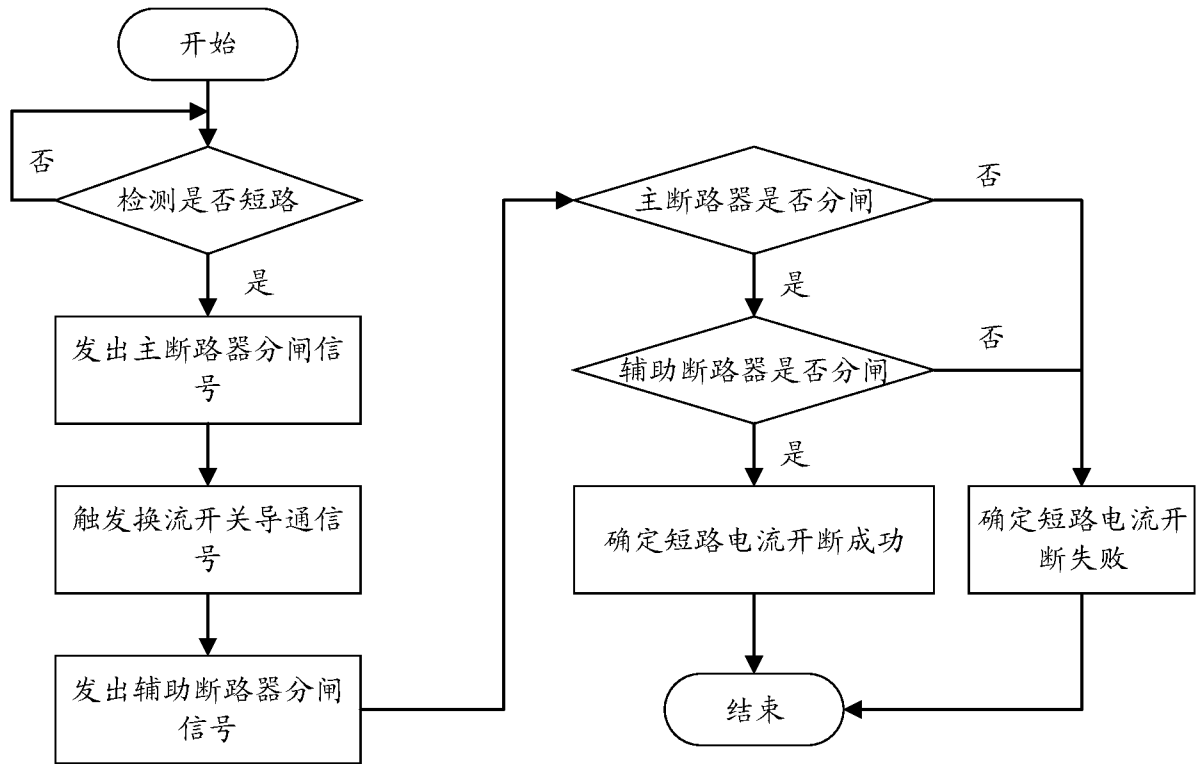


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/105746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 3/087(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)

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, CNTXT, DWPI, SIPOABS, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, CNKI: 直流, 主, 辅, 断路器, 电流, 电压, 采集, 短路, 中央处理器, 分合闸, 换流, 开关, DC, main, auxiliary, breaker, current, voltage, sample, short circuit, CPU, divide-shut brake, conversion, switch

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109245034 A (SHANDONG POWER EQUIPMENT CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) entire document	1-10
X	CN 103779828 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 07 May 2014 (2014-05-07) description, paragraphs 8-49 and 62-107, and figure 3	10
Y	CN 103779828 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 07 May 2014 (2014-05-07) description, paragraphs 8-49 and 62-107, and figure 3	1-9
Y	CN 203444081 U (BEIJING DIANYAN HUAYUAN POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 February 2014 (2014-02-19) description, paragraphs 3-23 and 34-63, and figures 1-2	1-9
Y	CN 102590587 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 18 July 2012 (2012-07-18) description, paragraphs 5-11	2, 9
A	KR 20180050886 A (UNIV YONSEI IACF) 16 May 2018 (2018-05-16) entire document	1-10



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

05 November 2019

Date of mailing of the international search report

23 December 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/105746

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109245034	A	18 January 2019	None			
CN	103779828	A	07 May 2014	CN	103779828	B	29 June 2016
CN	203444081	U	19 February 2014	None			
CN	102590587	A	18 July 2012	None			
KR	20180050886	A	16 May 2018	KR	101872869	B1	02 August 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/105746

A. 主题的分类

H02H 3/087(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)

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, CNTXT, DWPI, SIPOABS, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, CNKI:直流, 主, 辅, 断路器, 电流, 电压, 采集, 短路, 中央处理器, 分合闸, 换流, 开关, DC, main, auxiliary, breaker, current, voltage, sample, short circuit, CPU, divide-shut brake, conversion, switch

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 109245034 A (山东电力设备有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文	1-10
X	CN 103779828 A (西安交通大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 说明书第8-49, 62-107段, 图3	10
Y	CN 103779828 A (西安交通大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 说明书第8-49, 62-107段, 图3	1-9
Y	CN 203444081 U (北京电研华源电力技术有限公司) 2014年 2月 19日 (2014 - 02 - 19) 说明书第3-23、34-63段, 图1-2	1-9
Y	CN 102590587 A (西安交通大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 说明书第5-11段	2、9
A	KR 20180050886 A (UNIV YONSEI IACF) 2018年 5月 16日 (2018 - 05 - 16) 全文	1-10

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2019年 11月 5日

国际检索报告邮寄日期

2019年 12月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

受权官员

周容

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86-(20)-28950410

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/105746

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	109245034	A	2019年 1月 18日	无			
CN	103779828	A	2014年 5月 7日	CN	103779828	B	2016年 6月 29日
CN	203444081	U	2014年 2月 19日	无			
CN	102590587	A	2012年 7月 18日	无			
KR	20180050886	A	2018年 5月 16日	KR	101872869	B1	2018年 8月 2日