

(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
2022 年 1 月 27 日 (27.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/016595 A1

(51) 国际专利分类号:
H01H 1/00 (2006.01) **G01R 31/327** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/105600

(22) 国际申请日: 2020 年 7 月 29 日 (29.07.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010700564.1 2020 年 7 月 20 日 (20.07.2020) CN

(71) 申请人: 西安热工研究院有限公司(XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.)
[CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。

(72) 发明人: 杨沛豪(YANG, Peihao); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。
孙钢虎(SUN, Ganghu); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。
兀鹏越(WU, Pengyue); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。
柴琦(CHAI, Qi); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。
王小辉(WANG, Xiaohui); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。
寇水潮(KOU, Shuichao); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。
高峰(GAO, Feng); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。

(74) 代理人: 西安通大专利代理有限责任公司(XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.);

(54) Title: METHOD FOR INSPECTING ELECTRICAL WEAR STATE OF CIRCUIT BREAKER CONTACT USING ARC POWER

(54) 发明名称: 一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法

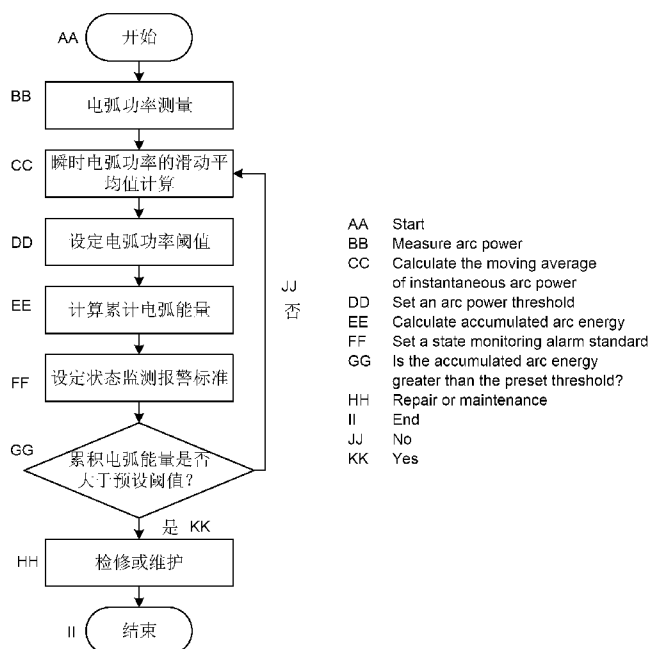


图 1

(57) Abstract: A method for inspecting an electrical wear state of a circuit breaker contact using arc power, the method comprising the steps of: 1) performing arc power measurement to obtain arc power; 2) by means of the arc power obtained in step 1), calculating the moving average of instantaneous arc power to obtain an output sequence; 3) setting an arc power threshold by means of the output sequence obtained in step 2); 4) calculating accumulated arc energy by means of the arc power obtained in step 1); and 5) setting a state monitoring alarm standard by means of the accumulated arc energy obtained in step 4) and the arc power threshold that is set in

中国陕西省西安市高新区锦业路 32 号, Shaanxi 710075 (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

step 3). Calculating the accumulated arc energy by means of the instantaneous arc power and arc energy of a circuit breaker to evaluate the degree of degradation of an arcing contact of the circuit breaker can accurately evaluate the electrical wear condition of the arcing contact, thereby providing a determination basis for the repair and maintenance time of the arcing contact of the circuit breaker.

(57) 摘要: 一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法, 包括步骤: 1) 电弧功率测量, 得到电弧功率; 2) 利用步骤 1) 得到的电弧功率, 进行瞬时电弧功率的滑动平均值计算, 得到输出序列; 3) 利用步骤 2) 得到的输出序列, 设定电弧功率阈值; 4) 利用步骤 1) 得到的电弧功率, 计算累计电弧能量; 5) 利用步骤 4) 得到的累计电弧能量和步骤 3) 设定的电弧功率阈值, 设定状态监测报警标准。通过利用断路器的瞬时电弧功率和电弧能量来计算累积电弧能量, 评估断路器弧触头的退化程度, 可以准确地评估弧触头的电气磨损情况, 从而为断路器的弧触头的检修和维护时间提供判断依据。

一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法

【技术领域】

本发明涉及一种评估断路器弧触头电气磨损程度的方法，具体涉及一种利用
5 电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法。

【背景技术】

断路器作为电气开关设备，主要用于可靠和及时地隔离电气设备，保护设备
免受异常事故影响。断路器工作时往往会受到电磁力、机械力和热应力的作用，
从而产生一定程度的电气磨损，这会导致断路器的工作性能下降，运行状态受到
10 影响。因此，要保证断路器的稳定工作，就需要实时检测断路器的运行状况。断
路器状态监测方法可以分为离线监测、在线监测和实时监测。

研究结果表明，断路器电弧电压和电流与断路器喷嘴和弧触头的退化程度有
关，因此，电弧功率和电弧能量会在一定程度上影响断路器弧触头的电磨损程度。
而目前基于功率的状态检测算法已成功地用于电网供电损耗、磁极滑动和发电机
15 不对称故障的检测。

【发明内容】

本发明提出一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法，该方法
能够适用于任何类型的断路器，具有较好的实时性。具体是通过在电弧放电时测
量断路器的端子上的瞬时电压和通过断路器的瞬时电流，从而对电弧放电功率和
20 能量进行相应的计算，采用断路器的累积电弧能量作为弧触头退化水平的评价指
标，对断路器触头的电气磨损情况进行评估。通过仿真和实验验证了该方法能够
较为准确的评估断路器触头的电气磨损情况，实现对断路器的状态监测。

本发明采取如下技术方案来实现的：

一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法，包括以下步骤：

- 25 1) 电弧功率测量，得到电弧功率；
- 2) 利用步骤 1) 得到的电弧功率，进行瞬时电弧功率的滑动平均值计算，得到输出序列；
- 3) 利用步骤 2) 得到的输出序列，设定电弧功率阈值；
- 4) 利用步骤 1) 得到的电弧功率，计算累计电弧能量；
- 30 5) 利用步骤 4) 得到的累计电弧能量和步骤 3) 设定的电弧功率阈值，设定状态监测报警标准。

本发明进一步的改进在于，步骤 1) 中，对断路器端子的瞬时电压和瞬时电流信号进行采样得到相应采样信号，计算电弧功率。

- 本发明进一步的改进在于，步骤 2) 中，根据步骤 1) 计算得到的电弧功率，
- 35 利用滑动平均值滤波器对被测功率中的样本进行处理，产生相应输出序列。

本发明进一步的改进在于，步骤 3) 中，根据步骤 2) 计算得到的输出序列，确定基于电弧功率的阈值。

本发明进一步的改进在于，步骤 4) 中，根据步骤 1) 计算得到的电弧功率，进行积分或累加即可计算得到累积电弧能量。

- 40 本发明进一步的改进在于，步骤 5) 中，根据步骤 4) 得到的累计电弧能量与步骤 3) 基于电弧功率的阈值相比较，确定状态监测算法的报警标准；当累积电弧能量大于预设阈值时，检修或维护断路器。

与现有技术相比，本发明至少具有如下有益的技术效果：

- 1、本发明所提出的基于电弧功率的状态检测方法，该方法能够适用于任何

45 类型的断路器，具有较好的实时性。

2、本发明利用断路器的瞬时电弧功率和电弧能量来计算累积电弧能量，评估断路器弧触头的退化程度，可以准确地评估弧触头的电气磨损情况，从而为断路器的弧触头的检修和维护时间提供判断依据。

【附图说明】

50 图 1 为本发明提出的断路器触头状态监测算法流程图；

图 2 为断路器模型等效电路图；

图 3 为 6kV 短线路故障模型仿真电路图；

图 4 为断路器额定电流中断的响应曲线图；

图 5 为断路器额定开断电流中断的响应；

55 图 6 为具有磨损触头的断路器发生电弧重燃中断 16kA 短路电流的响应。

【具体实施方式】

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，不是全部的实施例，而并非要限制本发明公开的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要的混淆本发明公开的概念。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范

60 围。

在附图中示出了根据本发明公开实施例的各种结构示意图。这些图并非是按

65 比例绘制的，其中为了清楚表达的目的，放大了某些细节，并且可能省略了某些细节。图中所示出的各种区域、层的形状及它们之间的相对大小、位置关系仅是

示例性的，实际中可能由于制造公差或技术限制而有所偏差，并且本领域技术人员根据实际所需可以另外设计具有不同形状、大小、相对位置的区域/层。

本发明公开的上下文中，当将一层/元件称作位于另一层/元件“上”时，该层/元件可以直接位于该另一层/元件上，或者它们之间可以存在居中层/元件。另外，如果在一种朝向中一层/元件位于另一层/元件“上”，那么当调转朝向时，该层/元件可以位于该另一层/元件“下”。

需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

如图 1 所示，本发明所提的断路器触头状态监测算法需要确定断路器输入端和输出端瞬时功率的差值，该差值可由端子上的瞬时电压 $v_{CB}(t)$ 和通过断路器的瞬时电流 $i_{CB}(t)$ 计算得到，其计算公式如下所示：

$$\Delta p(t) = v_{CB}(t) \cdot i_{CB}(t) \quad (1)$$

断路器完全关闭和打开时瞬时功率差值为：

$$\begin{cases} v_{CB}(t) = 0, i_{CB}(t) \neq 0 \\ v_{CB}(t) \neq 0, i_{CB}(t) = 0 \end{cases} \Rightarrow \Delta p(t) = 0 \quad (2)$$

断路器产生电弧时的瞬时功率差值为：

$$v_{CB}(t) \neq 0, i_{CB}(t) \neq 0 \Rightarrow \Delta p(t) = 0 \quad (3)$$

在断路器输入端测得的瞬时功率等于在断路器输出端测得的瞬时功率，因此只要断路器完全闭合或打开，两者差值总是为 0，如式（1）和（2）所示。然而，由于产生电弧时断路器的功率损耗以光和热的形式存在，因此功率始终差不为 0，
 90 如式（3）所示。断路器产生电弧时的功率损耗等于断路器两端之间的功率差，这一功率差就是电弧功率。由于只有断路器产生电弧才会出现电弧功率，因此测量电弧功率无需与电网频率同步。

进一步的在图 1 中，本发明所提出的算法步骤如下：

（1）电弧功率测量

95 对断路器端子的瞬时电压和瞬时电流信号进行采样得到相应采样信号，计算电弧功率：

$$\Delta p(sT_s) = v_{CB}(sT_s) \cdot i_{CB}(sT_s) \quad (4)$$

式中： v_{CB} 和 i_{CB} 分别为断路器端电压和通过断路器的电流瞬时值， s 为示采样指数， T_s 表示采样周期。

（2）计算瞬时电弧功率的滑动平均值

100 测量电弧功率后，利用滑动平均值滤波器对被测功率中的样本进行处理，产生相应输出序列：

$$p_{MA}(sT_s) = \frac{1}{N} \sum_{j=N-1}^0 \Delta p(sT_s + jT_s) \quad (5)$$

式中： Δp 为输入数据序列，表示瞬时电弧功率； p_{MA} 为输出数据序列，表示瞬时电弧功率的滑动平均值； j 为采样时刻的瞬时电弧功率； N 为滑动平均滤波周期长度。滑动平均值滤波器产生的输出数据序列可以产生平滑的电弧功率，有
 105 效地抑制高频振荡。

(3) 设定电弧功率阈值

对于各类型断路器，算法可初步确定基于电弧功率的阈值，其计算方法如下所示：

$$E_{\text{thre}} = n_{\text{br}} \times \left(\sum_{s=0}^{n-1} |p_{\text{MAr}}(sT_s)| \right)^k \quad (6)$$

式中： n_{br} 是制造厂商规定的断路器额定电流允许中断的次数； k 表示中断电
110 流指数，由断路器绝缘介电强度决定，其数值通常为 1~2 之间； n 是瞬时电弧功
率的样本数； p_{MAr} 是与断路器额定功率有关的瞬时电弧功率。

研究表明，方程（6）可近似用于不同类型的断路器，如式（7）所示：

$$E_{\text{thre}} \cong n_{\text{br}} \times (P_r \times t_{\text{arc}} \times \frac{V_{\text{arc}}}{V_r})^k \quad (7)$$

式中： P_r 和 V_r 分别表示断路器的额定功率和额定电压的均方根值； t_{arc} 是电弧
放电时间； V_{arc} 是电弧电压的峰值，与断路器弧柱触头额定功率有关。这意味着任
115 何类型的断路器的阈值实际上取决于断路器断开次数、额定功率、电弧放电时间
以及电弧电压峰值与额定电压均方根值之比。

(4) 计算累计电弧能量

将每次断路器启动操作后测得的电弧放电功率进行积分或累加即可计算得
到累积电弧能量，其计算公式如下所示：

$$E_{\text{sum}} = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{s=0}^{n-1} |p_{\text{MA(j)}}(sT_s)| \right)^k \quad (8)$$

120 式中： m 是断路器启动操作次数。

$$E_{\text{sum}} > E_{\text{thre}} \quad (9)$$

(5) 设定状态监测报警标准

通过比较每一次断开过程中累积电弧能量与状态监测阈值，可以确定状态监

测算法的报警标准，如式（9）所示。当断路器任一相的累积电弧能量超出预设的阈值时，系统就会发出报警信号，通知系统操作员。此时断路器弧触头的电磨损达到最大，需要进行检查或维护。若累积电弧能量未超出预设阈值，则算法继续计算断路器累积电弧能量。

如图 2 所示，本发明将两种著名的电弧模型进行结合从而得到相应的断路器模型。第一种电弧模型是由 a.m. Cassie 于 1939 年提出的，该模型考虑了电弧通道的温度、电场强度和电流等固定参数，该模型解释了电流较大时的电弧行为。O. Mayr 在 1943 年提出了第二种电弧模型，在这一模型中，电弧温度变化较大，但电弧柱的大小和形状是固定的。它可以模拟电流较小时的电弧特性。Habedank 在 1993 年提出了一种广义电弧模型，该模型是由 Cassie 电弧模型和 Mayr 电弧模型串联得到。本发明利用 Matlab 仿真软件在 Simulink 中搭建该广义电弧模型，并用该广义电弧模型来表示断路器分闸操作过程中的瞬态行为，同时将暂态恢复电压调节支路与电弧电导并联模拟电弧消弧后的暂态振荡。

如图 3 所示，本发明通过建立短线路故障仿真模型对断路器产生的电弧情况进行分析。在单相系统对短线路故障进行模拟，该系统包括 20.78kV 的交流电压源，并将其作为相电压，此时线电压为 36kV，同时在系统中加设工频电抗、暂态恢复电压控制支路和电源侧时延电容。针对电源侧与断路器之间连接的母线建立工频母线联络线模型。该断路器模型采用与暂态恢复电压调整支路并联的 Cassi-Mayr 组合电弧模型。利用时延电容和工频联络线模型对负荷侧进行了模拟。

仿真采用的断路器规格参数如表 1 所示。表 2 给出了短线故障电路模型中使用的电路元件参数。使用常数参数线路模块对联络线电路（Line1 和 Line2）进行建模，相关参数如表 3 所示。此外，表 4 给出了用于断路器建模的 Cassi-Mayr

145 组合模型相应的黑盒电弧参数。这些黑盒电弧参数适用于本发明仿真时采用的气体绝缘中压断路器。若改变断路器型号规格，则状态监测阈值和报警标准也会改变，但对不影响本发明提出的算法性能。

表 1 断路器规格参数

规格参数	参数值
断路器类型	HD4 气体绝缘中压断路器
额定电压	36kV
额定电流	1250A
额定功率	45MVA
额定断开容量	1247MVA
额定频率	50/60Hz
额定开断电流（均方根）	20kA
额定关合电流（峰值）	50kA

表 2 短线路故障模型电路的电路元件参数

电阻	电阻值	电容	电容值	电感	电感值
R_1	0.1Ω	C_1	$0.5\mu\text{F}$	L_1	11.2mH
R_2	90Ω	C_2	$0.022\mu\text{F}$	L_2	$1\mu\text{H}$
R_3	0.1Ω	C_3	1.6nF	-	-
R_4	0.5Ω	C_4	1.1nF	-	-
R_5	[0,额定负载]	-	-	-	-

150 表 3 仿真线路常数参数

线路参数	Line1	Line2
线路长度	105m	700m
阻抗	$0.0003\Omega/\text{m}$	$0.0003\Omega/\text{m}$
波阻抗	260Ω	450Ω
波速	$2.9\times 10^8\text{m/s}$	$2.9\times 10^8\text{m/s}$

表 4 断路器的电弧模型仿真参数

电弧模型参数	Cassie 模型	Mayr 模型
时间常数	$12\mu\text{s}$	$4\mu\text{s}$
恒定功率损耗	-	2MW
恒定电压	5kV	-
初始电导	1000S	1000S

仿真时将采样频率设置为 10MHz，仿真周期为 100ms。断路器在 40ms 时开始工作，断开短线路故障电流。滑动平均值滤波窗口的长度预先设定为 1ms，考

考虑到采样频率,则总计可以得到 10000 个样本。当断路器为气体绝缘型时,式(6)
155 和式(8)中与断路器绝缘介质有关的指数 k 为 1.5。设定断路器在额定电流或额定功率工作条件下允许开断的次数最大为 10000 次,在达到设定的开断次数后必须对电弧触头进行检查或维护。断路器额定电流是对断路器触头造成最小电气磨损的电流值。额定电流越大,断路器触头的电气磨损越严重,此时所能允许的开断次数也相应减少。本发明所提出的基于电弧功率的断路器触头状态监测算法中,
160 触头的电气磨损可以由式(8)计算得到。根据式(6)可以计算得到本发明采用的气体绝缘中压断路器的触头状态监测阈值为 17200 (p.u./ms)。

如图 4 所示,断路器开断起弧时间为 5ms,断路器触头断开次数达到 10000 次的累积电弧能量为 1.4355 (p.u./ms)。

如图 5 所示,断路器开断起弧时间为 9ms,电弧能量为 31.980 (pu.ms)。与
165 图 4 相比,此时电弧能量显著增加,这是由于此时断路器中断的短路电流幅值较大。随着被中断的电流的幅值增大,电弧形成的时间也相应增加。

如图 6 所示,电弧放电时间增加到 13ms,大于同型号规格的断路器在中断其额定开断电流时触头电弧的放电时间。在电网以工频运行的前半周期内,断路器第一次灭弧未能成功,此时电弧能量为 35.166 (p.u./ms)。因此,在后半个
170 周期内断路器仍会存在电弧。尽管中断电流低于额定开断电流,但与之前的情况相比,电弧能量有所增加,原因在于断路器触头磨损引发了电弧重燃。而在没有电弧重燃的情况下,中断相同电流水平时,电弧能量约为 25.233(p.u./ms),比重燃时的电弧能量低 28%。

以上内容仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡
175 是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发

明权利要求书的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法，其特征在于，包括以下步骤：

1) 电弧功率测量，得到电弧功率；

2) 利用步骤 1) 得到的电弧功率，进行瞬时电弧功率的滑动平均值计算，得到输出序列；

3) 利用步骤 2) 得到的输出序列，设定电弧功率阈值；

4) 利用步骤 1) 得到的电弧功率，计算累计电弧能量；

5) 利用步骤 4) 得到的累计电弧能量和步骤 3) 设定的电弧功率阈值，设定状态监测报警标准。

2. 根据权利要求 1 所述的一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法，其特征在于，步骤 1) 中，对断路器端子的瞬时电压和瞬时电流信号进行采样得到相应采样信号，计算电弧功率。

3. 根据权利要求 2 所述的一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法，其特征在于，步骤 2) 中，根据步骤 1) 计算得到的电弧功率，利用滑动平均值滤波器对被测功率中的样本进行处理，产生相应输出序列。

4. 根据权利要求 3 所述的一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法，其特征在于，步骤 3) 中，根据步骤 2) 计算得到的输出序列，确定基于电弧功率的阈值。

5. 根据权利要求 1 所述的一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态的方法，其特征在于，步骤 4) 中，根据步骤 1) 计算得到的电弧功率，进行积分或累加即可计算得到累积电弧能量。

6. 根据权利要求 5 所述的一种利用电弧功率检测断路器触头电气磨损状态

的方法，其特征在于，步骤 5) 中，根据步骤 4) 得到的累计电弧能量与步骤 3) 基于电弧功率的阈值相比较，确定状态监测算法的报警标准；当累积电弧能量大
25 于预设阈值时，检修或维护断路器。

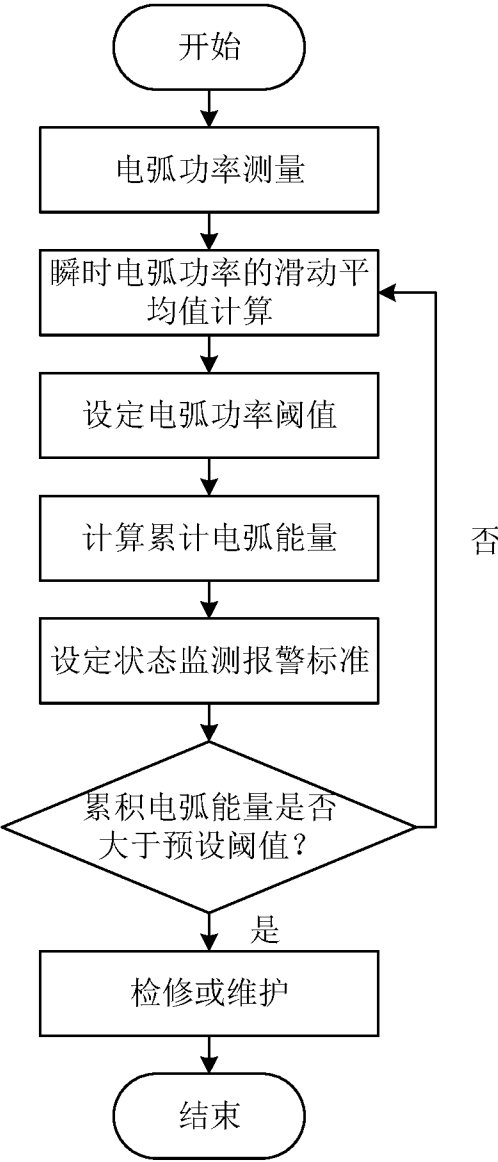


图 1

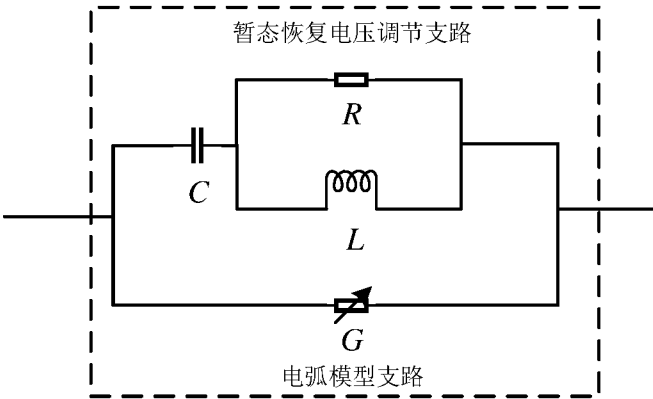


图 2

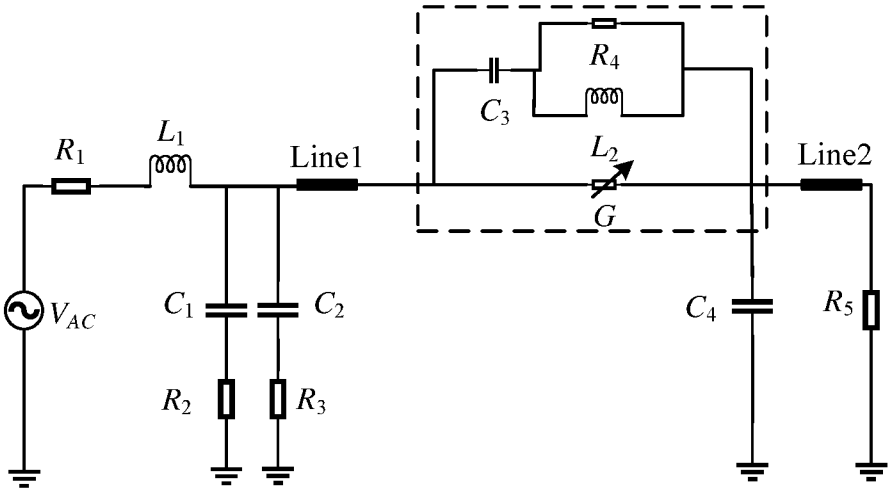


图 3

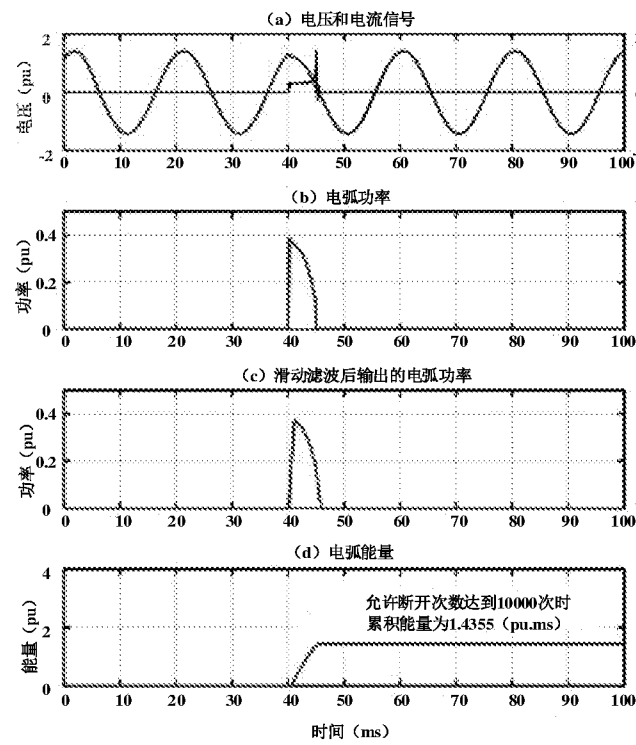


图 4

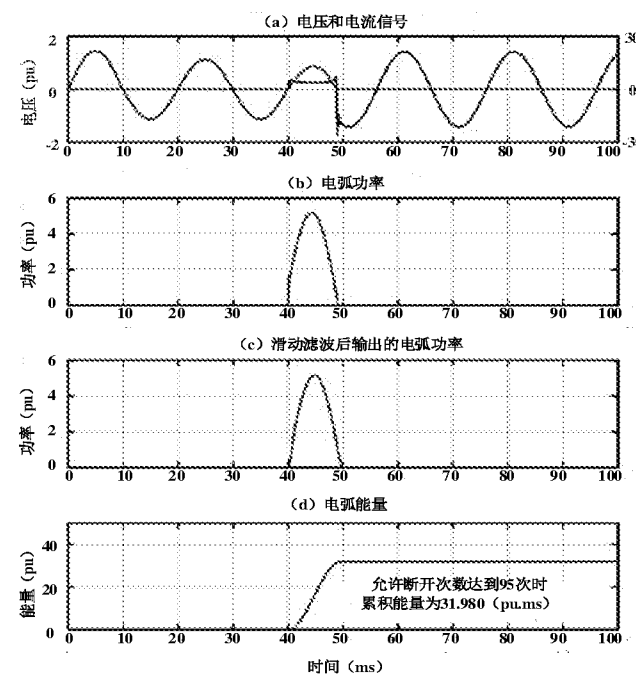


图 5

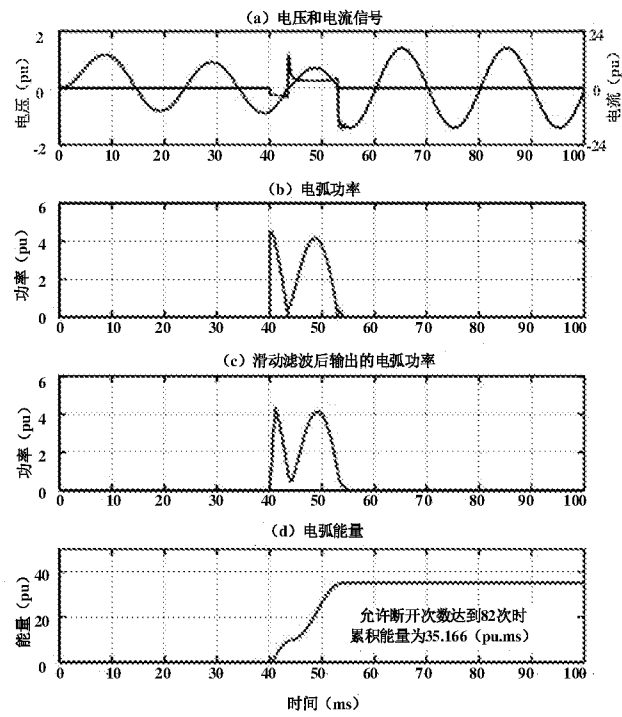


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/105600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01H 1/00(2006.01)i; G01R 31/327(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)

H01H; G01R

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: 西安热工研究院有限公司, 杨沛豪, 李志鹏, 寻志伟, 郭志军, 贾树旺, 高占平, 寇水潮, 高峰, 孙梦瑶, 郭新宇, 柴琦, 断路器, 触头, 触点, 磨损, 损耗, 损坏, 功率, 电压, 电流, 阈值, 门限, 限制, 设定值, 门槛, 监控, 监测, 检测, breaker, contact, wear+, power, voltage, current, threshold+, monitor, detect

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102714101 A (ABB CORPORATE RESEARCH LTD.) 03 October 2012 (2012-10-03) claims 1-15, description paragraphs 0012-0065, figures 1-4	1-6
Y	CN 110954812 A (GUANGDONG POWER GRID COMPANY et al.) 03 April 2020 (2020-04-03) description, paragraphs 0040-0065, figures 1-2	1-6
A	CN 110556254 A (SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS) 10 December 2019 (2019-12-10) entire document	1-6
A	CN 106249141 A (TORLEO MONITORING & CONTROL TECH CO., LTD.) 21 December 2016 (2016-12-21) entire document	1-6
A	CN 110571070 A (SOUTHERN POWER GRID SCIENCE RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 13 December 2019 (2019-12-13) entire document	1-6
A	CN 1202979 A (SIEMENS AG.) 23 December 1998 (1998-12-23) entire document	1-6



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

08 April 2021

Date of mailing of the international search report

19 April 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/105600

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008000105 A1 (ABB TECHNOLOGY AG.) 03 January 2008 (2008-01-03) entire document	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/105600

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102714101	A	03 October 2012	RU	2012126118	A	27 December 2013
				US	9406451	B2	02 August 2016
				WO	2011064064	A1	03 June 2011
				EP	2328159	A1	01 June 2011
				BR	112012012543	A2	11 August 2020
				RU	2551645	C2	27 May 2015
				ES	2380182	T3	09 May 2012
				CN	102714101	B	08 April 2015
				AT	540415	T	15 January 2012
				EP	2328159	B1	04 January 2012
				BR	112012012543	B1	12 January 2021
				US	2012253695	A1	04 October 2012
				None			
CN	110954812	A	03 April 2020	None			
CN	110556254	A	10 December 2019	FR	3082005	B1	27 November 2020
				US	2019371551	A1	05 December 2019
				EP	3575808	A1	04 December 2019
				JP	2020012813	A	23 January 2020
				FR	3082005	A1	06 December 2019
CN	106249141	A	21 December 2016	None			
CN	110571070	A	13 December 2019	None			
CN	1202979	A	23 December 1998	DE	59610120	D1	13 March 2003
				DE	19544926	C1	30 April 1997
				EP	0864168	B1	05 February 2003
				WO	9721234	A3	14 August 1997
				WO	9721234	A2	12 June 1997
				JP	2000501228	A	02 February 2000
				CN	1068955	C	25 July 2001
				EP	0864168	A2	16 September 1998
				JP	3650127	B2	18 May 2005
				None			
WO	2008000105	A1	03 January 2008	CN	201302605	Y	02 September 2009
				RU	85742	U1	10 August 2009
				DE	202007018709	U1	26 March 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/105600

A. 主题的分类 H01H 1/00 (2006.01) i; G01R 31/327 (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) H01H; G01R 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: 西安热工研究院有限公司, 杨沛豪, 李志鹏, 寻志伟, 郭志军, 贾树旺, 高占平, 寇水潮, 高峰, 孙梦瑶, 郭新宇, 柴琦, 断路器, 触头, 触点, 磨损, 损耗, 损坏, 功率, 电压, 电流, 阈值, 门限, 限制, 设定值, 门槛, 监控, 监测, 检测, breaker, contact, wear+, power, voltage, current, threshold+, monitor, detect		
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
Y	CN 102714101 A (ABB 研究有限公司) 2012 年 10 月 3 日 (2012 - 10 - 03) 权利要求 1-15、说明书第 0012-0065 段、图 1-4	1-6
Y	CN 110954812 A (广东电网有限责任公司 等) 2020 年 4 月 3 日 (2020 - 04 - 03) 说明书第 0040-0065 段、图 1-2	1-6
A	CN 110556254 A (施耐德电器工业公司) 2019 年 12 月 10 日 (2019 - 12 - 10) 全文	1-6
A	CN 106249141 A (武汉拓优测控科技有限公司) 2016 年 12 月 21 日 (2016 - 12 - 21) 全文	1-6
A	CN 110571070 A (南方电网科学研究院有限责任公司) 2019 年 12 月 13 日 (2019 - 12 - 13) 全文	1-6
A	CN 1202979 A (西门子公司) 1998 年 12 月 23 日 (1998 - 12 - 23) 全文	1-6
A	WO 2008000105 A1 (ABB TECHNOLOGY AG) 2008 年 1 月 3 日 (2008 - 01 - 03) 全文	1-6
☐ 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 2021 年 4 月 8 日		国际检索报告邮寄日期 2021 年 4 月 19 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 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 库德强 电话号码 86-(10)-53961486

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/105600

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	102714101	A	2012年 10月 3日	RU	2012126118	A	2013年 12月 27日
				US	9406451	B2	2016年 8月 2日
				WO	2011064064	A1	2011年 6月 3日
				EP	2328159	A1	2011年 6月 1日
				BR	112012012543	A2	2020年 8月 11日
				RU	2551645	C2	2015年 5月 27日
				ES	2380182	T3	2012年 5月 9日
				CN	102714101	B	2015年 4月 8日
				AT	540415	T	2012年 1月 15日
				EP	2328159	B1	2012年 1月 4日
				BR	112012012543	B1	2021年 1月 12日
				US	2012253695	A1	2012年 10月 4日
CN	110954812	A	2020年 4月 3日	无			
CN	110556254	A	2019年 12月 10日	FR	3082005	B1	2020年 11月 27日
				US	2019371551	A1	2019年 12月 5日
				EP	3575808	A1	2019年 12月 4日
				JP	2020012813	A	2020年 1月 23日
				FR	3082005	A1	2019年 12月 6日
CN	106249141	A	2016年 12月 21日	无			
CN	110571070	A	2019年 12月 13日	无			
CN	1202979	A	1998年 12月 23日	DE	59610120	D1	2003年 3月 13日
				DE	19544926	C1	1997年 4月 30日
				EP	0864168	B1	2003年 2月 5日
				WO	9721234	A3	1997年 8月 14日
				WO	9721234	A2	1997年 6月 12日
				JP	2000501228	A	2000年 2月 2日
				CN	1068955	C	2001年 7月 25日
				EP	0864168	A2	1998年 9月 16日
				JP	3650127	B2	2005年 5月 18日
WO	2008000105	A1	2008年 1月 3日	CN	201302605	Y	2009年 9月 2日
				RU	85742	U1	2009年 8月 10日
				DE	202007018709	U1	2009年 3月 26日