



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113281675 A

(43) 申请公布日 2021.08.20

(21) 申请号 202110527708.2

(22) 申请日 2021.05.14

(71) 申请人 李冰鑫

地址 610021 四川省成都市锦江区宏济新  
路49号外滩小区

(72) 发明人 罗小春

(74) 专利代理机构 成都玖和知识产权代理事务  
所(普通合伙) 51238

代理人 胡琳梅

(51) Int.Cl.

G01R 31/52 (2020.01)

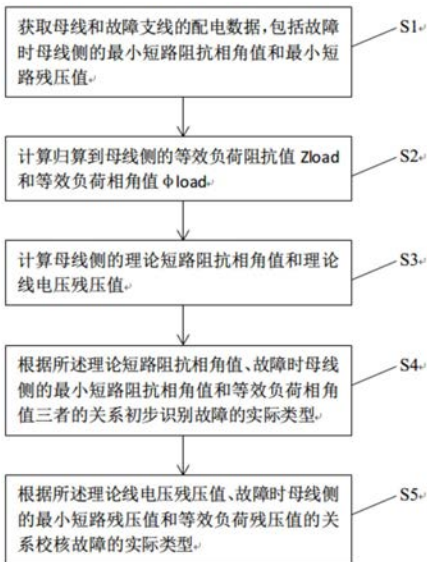
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种配电线路相间短路故障类型的识别方法

(57) 摘要

本发明提供了一种配电线路相间短路故障类型的识别方法,包括:获取母线和故障支线的配电数据,包括故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和最小短路残压值;计算归算到母线侧的等效负荷阻抗值 $Z_{load}$ 和等效负荷相角值 $\phi_{load}$ ;计算母线侧的理论短路阻抗相角值和理论线电压残压值;根据理论短路阻抗相角值、故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和等效负荷相角值三者的关系初步识别故障的实际类型;根据理论线电压残压值、故障时母线侧的最小短路残压值和等效负荷残压值的关系校核故障的实际类型。本发明实现了对相间短路故障类型的准确识别,大幅减少了故障指示器或配电自动化二次设备的密集型配置和投资规模,为配网故障定位等系统提供故障类型识别的有效支撑。



1. 一种配电线路相间短路故障类型的识别方法,其特征在于,包括:

步骤S1. 获取母线和故障支线的配电数据,包括故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和最小短路残压值;

步骤S2. 计算归算到母线侧的等效负荷阻抗值 $Z_{load}$ 和等效负荷相角值 $\phi_{load}$ ;

步骤S3. 计算母线侧的理论短路阻抗相角值和理论线电压残压值;

步骤S4. 根据所述理论短路阻抗相角值、故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和等效负荷相角值三者的关系初步识别故障的实际类型;

步骤S5. 根据所述理论线电压残压值、故障时母线侧的最小短路残压值和等效负荷残压值的关系校核故障的实际类型。

2. 如权利要求1所述的配电线路相间短路故障类型的识别方法,其特征在于,步骤S1中所述配电数据还包括系统阻抗、短路回路阻抗值、故障前母线暂态数据、故障前负荷电流及功率因数。

3. 如权利要求2所述的配电线路相间短路故障类型的识别方法,其特征在于,步骤S1中所述故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和最小短路残压值的获取方法包括:

获取故障跳闸时的母线电压值作为实际最小短路残压值 $U_d$ ;

获取故障跳闸时的母线短路阻抗相角值作为实际最小短路阻抗相角值 $\phi_{dmin}$ 。

4. 如权利要求3所述的配电线路相间短路故障类型的识别方法,其特征在于,步骤S2还包括:根据所述故障前母线暂态数据和负荷电流及功率因数,计算得到归算到母线侧的等效负荷阻抗值 $Z_{load}$ 以及等效负荷相角值 $\phi_{load}$ :  $Z_{load} = U_{bus} / I_{load}$ ;其中, $U_{bus}$ 为故障前母线电压值, $I_{load}$ 为故障前线路的负荷电流值。

5. 如权利要求4所述的配电线路相间短路故障类型的识别方法,其特征在于,步骤S3中还包括:

步骤S301. 分别计算金属短路和弧光短路的短路阻抗值,其中,所述金属短路的短路阻抗值计算方法为:用所述短路回路阻抗值减去系统阻抗;所述弧光短路的短路阻抗值计算方法为:用所述短路回路阻抗值依次减去系统阻抗和弧光阻抗值;

步骤S302. 根据等效导线单位长度阻抗值,分别得到金属短路和弧光短路的故障位置 $L_{d\_metal0}$ 和 $L_{d\_arc0}$ ;

步骤S303. 根据所述 $L_{d\_metal0}$ 和配电数据,分别计算在母线侧的金属短路理论阻抗相角值 $\phi_{metal}$ 和理论线电压残压值 $U_{d\_metal}$ ;

步骤S304. 根据所述 $L_{d\_arc0}$ 和配电数据,计算在母线侧的弧光短路理论阻抗相角值 $\phi_{arc}$ 和理论线电压残压值 $U_{d\_arc}$ ;

6. 如权利要求5所述的配电线路相间短路故障类型的识别方法,其特征在于,步骤S4具体包括:

分别计算所述实际最小短路阻抗相角值 $\phi_{dmin}$ 与金属短路理论阻抗相角值 $\phi_{metal}$ 、弧光短路理论阻抗相角值 $\phi_{arc}$ 和等效负荷相角值 $\phi_{load}$ 的差值,最小差值对应的故障类型即为初步识别故障的实际类型。

7. 如权利要求6所述的配电线路相间短路故障类型的识别方法,其特征在于,步骤S5具体包括:

分别计算所述实际最小短路残压值 $U_d$ 与金属短路理论线电压残压值 $U_{d\_metal}$ 、弧光短路理论线电压残压值 $U_{d\_arc}$ 和等效负荷电压值 $U_{d\_load}$ 的差值,最小差值对应的故障类型即为再次识别故障的实际类型;

比较两次故障类型的识别结果,若相同,则将该故障类型作为实际故障类型输出。

## 一种配电线路相间短路故障类型的识别方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统继电保护技术领域,尤其涉及一种配电线路相间短路故障类型的识别方法。

### 背景技术

[0002] 我国目前的电力系统大多数采用中性点不接地或经消弧线圈接地的运行方式,即为小电流接地系统。该类型配电网系统在发生短路故障时,主要有金属性、弧光性、接地性(含高阻接地)三种故障类型。金属短路是电路中不同电压下的两点或几个点之间发生金属性连接,使线路处于严重的过电流状态。弧光短路是在短路点形成断续性电弧。一般来说,由于配电网的复杂性,配网故障的准确分析和定位异常困难,伪故障点众多,为了准确地识别故障类型和故障点需要配备大量的配电自动化设备,该类装备投资巨大,维护困难。

### 发明内容

[0003] 为了解决上述现有技术中存在的问题,本发明提供了一种通过变电站端故障前后的电气故障量,以准确的配网线路拓扑结构和参数,对配电线路相间短路的故障类型进行有效识别,从而减少伪故障点,为配网故障准确定位提供强有力支撑的配电线路相间短路故障类型识别方法。

[0004] 为了达到上述技术效果,本发明提供了一种配电线路相间短路故障类型的识别方法,包括:

[0005] 步骤S1.获取母线和故障支线的配电数据,包括故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和最小短路残压值;

[0006] 步骤S2.计算归算到母线侧的等效负荷阻抗值 $Z_{load}$ 和等效负荷相角值 $\phi_{load}$ ;

[0007] 步骤S3.计算母线侧的理论短路阻抗相角值和理论线电压残压值;

[0008] 步骤S4.根据所述理论短路阻抗相角值、故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和等效负荷阻抗相角值三者的关系初步识别故障的实际类型;

[0009] 步骤S5.根据所述理论线电压残压值、故障时母线侧的最小短路残压值和等效阻抗相角值三者的关系校核故障的实际类型。

[0010] 在一些较优的实施例中,步骤S1中所述配电数据还包括系统阻抗、短路回路阻抗值、故障前母线暂态数据、故障前支线负荷电流及功率因数。

[0011] 在一些较优的实施例中,步骤S1中所述故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和最小短路残压值的获取方法包括:

[0012] 获取故障跳闸时的母线电压值作为实际最小短路残压值 $U_d$ ;

[0013] 获取故障跳闸时的母线阻抗相角值作为实际最小短路阻抗相角值 $\phi_{dmin}$ 。

[0014] 在一些较优的实施例中,步骤S2还包括:根据所述故障前母线暂态数据和负荷电流及功率因数,计算得到归算到母线侧的等效负荷阻抗值 $Z_{load}$ 以及等效负荷相角值 $\phi_{load}$ : $Z_{load} = U_{bus}/I_{load}$ ;其中, $U_{bus}$ 为故障前母线电压值, $I_{load}$ 为故障前线路的负荷电

流值。

[0015] 在一些较优的实施例中,步骤S3中还包括:

[0016] 步骤S301.分别计算金属短路和弧光短路的等效负荷阻抗值,其中,所述金属短路的短路阻抗值计算方法为:用所述短路回路阻抗值减去系统阻抗;所述弧光短路的短路阻抗值计算方法为:用所述短路回路阻抗值依次减去系统阻抗和弧光阻抗值;

[0017] 步骤S302.根据等效导线单位长度阻抗值,分别得到金属短路和弧光短路的故障位置 $Ld\_metal0$ 和 $Ld\_arc0$ ;

[0018] 步骤S303.根据所述 $Ld\_metal0$ 和配电数据,分别计算在母线侧的金属短路理论阻抗相角值 $\phi\_metal$ 和理论线电压残压值 $Ud\_metal$ ;

[0019] 步骤S304.根据所述 $Ld\_arc0$ 和配电数据,计算在母线侧的弧光短路理论阻抗相角值 $\phi\_arc$ 和理论线电压残压值 $Ud\_arc$ ;

[0020] 在一些较优的实施例中,步骤S4具体包括:

[0021] 分别计算所述实际最小短路阻抗相角值 $\phi\_dmin$ 与金属短路理论阻抗相角值 $\phi\_metal$ 、弧光短路理论阻抗相角值 $\phi\_arc$ 和等效负荷相角值 $\phi\_load$ 的差值,最小差值对应的故障类型即为初步识别故障的实际类型。

[0022] 在一些较优的实施例中,步骤S5具体包括:

[0023] 分别计算所述实际最小短路残压值 $Ud$ 与金属短路理论线电压残压值 $Ud\_metal$ 、弧光短路理论线电压残压值 $Ud\_arc$ 和等效负荷残压值 $Ud\_load$ 的差值,最小差值对应的故障类型即为再次识别故障的实际类型;

[0024] 比较两次故障类型的识别结果,若相同,则将该故障类型作为实际故障类型输出。  
本发明的有益效果:

[0025] 本发明根据变电站站端测量数据和配电线路基础数据,实现对相间短路故障类型的准确识别,避免了大量伪故障点的产生,大幅减少了故障指示器和配电自动化设备的密集型配置和投资规模,并且为配网故障定位等系统提供故障类型识别的有效支撑。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明中一个较优实施例的流程示意图。

## 具体实施方式

[0027] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图对本发明作进一步阐述。在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0028] 如图1所示,本发明提供了一种配电线路相间短路故障类型的识别方法,包括:

[0029] 步骤S1.获取母线和故障支线的配电数据,包括故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和最小短路残压值。

[0030] 其中,所述母线及故障支线的配电数据是指在变电站站端和实际故障点通过测量或查找就可获得的基础电气数据,还包括在本领域的公知常识范围内,通过对测量数据进

行简单的运算即可得到的基础电气数据。由于本领域关于电气量的计算方式有很多,因此,本领域技术人员可根据自己所用计算方式的要求来确定所需选择的基础电气数据。

[0031] 在一些较优的实施例中,所述配电数据具体还包括系统阻抗、短路回路阻抗值、故障前母线暂态数据、故障前负荷电流及功率因数。

[0032] 在另一些较优的实施例中,还给出了所述故障时母线侧的最小短路阻抗相角值和最小短路残压值的获取方法:

[0033] 获取故障跳闸时的母线电压值作为实际最小短路残压值 $U_d$ ;

[0034] 获取故障跳闸时的母线阻抗相角值作为实际最小短路阻抗相角值 $\phi_{dmin}$ 。

[0035] 步骤S2.计算归算到母线侧的等效负荷阻抗值 $Z_{load}$ 和等效负荷相角值 $\phi_{load}$ ;

[0036] 其中,所述等效是指将故障线路的负荷等效到母线侧进行计算。在一些较优的实施例中,给出了一种具体的计算方法,包括:根据所述故障前母线暂态数据和负荷电流及功率因数,计算得到归算到母线侧的等效负荷阻抗值 $Z_{load}$ 以及等效负荷相角值 $\phi_{load}$ : $Z_{load} = U_{bus}/I_{load}$ ;其中, $U_{bus}$ 为故障前母线电压值, $I_{load}$ 为故障前线路的负荷电流值。

[0037] 步骤S3.计算母线侧的理论短路阻抗相角值和理论线电压残压值。

[0038] 由于此时支线发生短路故障的具体类型还未明确,因此需要分别计算金属短路和弧光短路两者故障类型的理论短路阻抗相角值和理论线电压残压值。本领域技术人员应当知晓,所述阻抗相角值(也叫阻抗角)与阻抗为对应关系,因此在求取阻抗相位角之前必然需要先求得阻抗值,对应不类型的短路故障,其阻抗求取方式也不尽相同。

[0039] 在一些较优的实施例中,给出了一种具体的方法,包括:

[0040] 步骤S301.分别计算金属短路和弧光短路的等效负荷阻抗值,其中,所述金属短路的短路阻抗值计算方法为:用所述短路回路阻抗值减去系统阻抗;所述弧光短路的短路阻抗值计算方法为:用所述短路回路阻抗值依次减去系统阻抗和弧光阻抗值。

[0041] 其中,所述弧光阻抗 $R_F$ 可以根据故障时的短路电流,较为准确的计算得出,计算公式为 $R_F = 1443.57 * L_{arc} / I_f$ ,其中 $L_{arc}$ 为弧光长度, $I_f$ 为弧光处工频电流有效值。而短路阻抗采用本领域的常规技术方法即可得出。在此给出一种计算短路阻抗的方法:

[0042] 根据故障前的母线电压、线路负荷以及主变负荷,结合已有系统阻抗值,计算出故障前的系统空载电压值 $U_0$ ;

[0043] 用系统空载电压和故障电流,计算出短路回路的阻抗值,对两相短路有:

$$Z_{d2} = \frac{0.5 * U_0}{\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}, \text{ 对三相短路有: } Z_{d3} = \frac{U_0}{1.732 * \max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}。$$

[0044] 在另一些较优的实施例中,为了简化整个流程的步骤,还可以设置一个阻抗超限报错步骤,即在短路回路阻抗越限时,发配变低压故障越级或过负荷信息,并直接结束流程。

[0045] 步骤S302.根据等效导线单位长度阻抗值,分别得到金属短路和弧光短路的故障位置 $L_{d\_metal0}$ 和 $L_{d\_arc0}$ ;

[0046] 步骤S303.根据所述 $L_{d\_metal0}$ 和配电数据,分别计算在母线侧的金属短路理论阻抗相角值 $\phi_{metal}$ 和理论线电压残压值 $U_{d\_metal}$ ;

[0047] 步骤S304.根据所述 $L_{d\_arc0}$ 和配电数据,计算在母线侧的弧光短路理论阻抗相角值 $\phi_{arc}$ 和理论线电压残压值 $U_{d\_arc}$ 。

[0048] 步骤S4.根据所述理论短路阻抗相角值、故障时母线侧的最小短路阻抗相角值 $\phi_{dmin}$ 和等效负荷相角值 $\phi_{load}$ 三者的关系初步识别故障的实际类型。其中所述理论短路阻抗相角值包括金属故障和弧光故障两种故障下的值,即金属短路理论阻抗相角值 $\phi_{metal}$ 、弧光短路理论阻抗相角值 $\phi_{arc}$ 。

[0049] 本领域的技术人员应当知晓,对于特定的一条配电线路,在某固定位置发生金属/弧光短路或接入等效负荷时,由于在该位置上有弧光电阻以及负荷电阻的叠加,而该位置距母线的电抗保持不变,按电路理论分析应有 $\phi_{metal} > \phi_{arc} > \phi_{load}$ 。进一步的,通过考察理论值与实际值的误差大小,即可判断理论类型与实际类型是否相符。在一些较优的实施例中,给出了具体的故障类型初步识别判断方法,包括:

[0050] 分别计算所述实际最小短路阻抗相角值 $\phi_{dmin}$ 与金属短路理论阻抗相角值 $\phi_{metal}$ 、弧光短路理论阻抗相角值 $\phi_{arc}$ 和等效负荷相角值 $\phi_{load}$ 的差值,最小差值对应的故障类型即为初步识别故障的实际类型。应当理解的是,差值越小即可认为其所对应的故障类别与实际故障类别越接近。

[0051] 进一步的,若 $\phi_{metal}$ 与 $\phi_{dmin}$ 的差值为最小差值,则对应的故障类型为金属故障;若 $\phi_{arc}$ 与 $\phi_{dmin}$ 的差值为最小差值,则对应的故障类型为弧光故障;若 $\phi_{load}$ 与 $\phi_{dmin}$ 的差值为最小差值,则对应的故障类型为过负荷故障。

[0052] 至此,完成了对故障类型的初步判断,为了对故障类别进行进一步的校核,本发明还设置了校核步骤,包括:

[0053] 步骤S5.根据所述理论线电压残压值、故障时母线侧的最小短路残压值 $U_d$ 和等效负荷残压值 $U_{d\_load}$ 三者的关系校核故障的实际类型。其中,所述理论线电压残压值包括金属短路理论线电压残压值 $U_{d\_metal}$ 和弧光短路理论线电压残压值 $U_{d\_arc}$ 。

[0054] 本领域的技术人员应当知晓,对于特定的一条配电线路,在某固定位置发生金属/弧光短路时,由于有弧光电阻的叠加,对同样的短路电流而言,弧光故障在弧光阻抗上的残压将大于金属故障的残压,因此应有 $U_{d\_metal} < U_{d\_arc} < U_{d\_load}$ 。进一步的,通过考察理论值与实际值的误差大小,即可判断理论类型与实际类型是否相符。在一些较优的实施例中,给出了具体的故障类型初步识别判断方法,包括:

[0055] 分别计算所述实际最小短路残压值 $U_d$ 与金属短路理论线电压残压值 $U_{d\_metal}$ 、弧光短路理论线电压残压值 $U_{d\_arc}$ 和等效负荷残压值 $U_{d\_load}$ 的差值,最小差值对应的故障类型即为再次识别故障的实际类型。

[0056] 进一步的是,若 $U_d$ 与 $U_{d\_metal}$ 的差值为最小值,则对应的故障类型为金属故障;若 $U_d$ 与 $U_{d\_arc}$ 的差值为最小差值,则对应的故障类型为弧光故障;若 $U_d$ 与 $U_{d\_load}$ 的差值最小,则对应的故障类型为过负荷故障。

[0057] 至此,可以将两次的识别结果进行对比,若相同,则将该故障类型作为实际故障类型输出。若不相同,则重新执行该方法。应当理解的是,两次识别实质上为独立的判断过程,因此其执行的先后顺序可以互换。

[0058] 此外,可按任何合适的顺序来执行本文描述的过程的操作,除非本文另外指示或以其他方式明显地与上下文矛盾。本文描述的过程(或变型和/或其组合)可在配置有可执行指令的一个或多个计算机系统的控制下执行,并且可作为共同地在一个或多个处理器上执行的代码(例如,可执行指令、一个或多个计算机程序或一个或多个应用)、由硬件或其组

合来实现。所述计算机程序包括可由一个或多个处理器执行的多个指令。

[0059] 进一步的是,所述方法可以在可操作地连接至合适的任何类型的计算平台中实现,包括但不限于个人电脑、迷你计算机、主框架、工作站、网络或分布式计算环境、单独的或集成的计算机平台、或者与带电粒子工具或其它成像装置通信等等。本发明的各方面可以以存储在非暂时性存储介质或设备上的机器可读代码来实现,无论是可移动的还是集成至计算平台,如硬盘、光学读取和/或写入存储介质、RAM、ROM等,使得其可由可编程计算机读取,当存储介质或设备由计算机读取时可用于配置和操作计算机以执行在此所描述的过程。此外,机器可读代码,或其部分可以通过有线或无线网络传输。当此类媒体包括结合微处理器或其他数据处理器实现上文所述步骤的指令或程序时,本文所述的发明包括这些和其他不同类型的非暂时性计算机可读存储介质。当根据本发明所述的方法和技术编程时,本发明还包括计算机本身。

[0060] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。



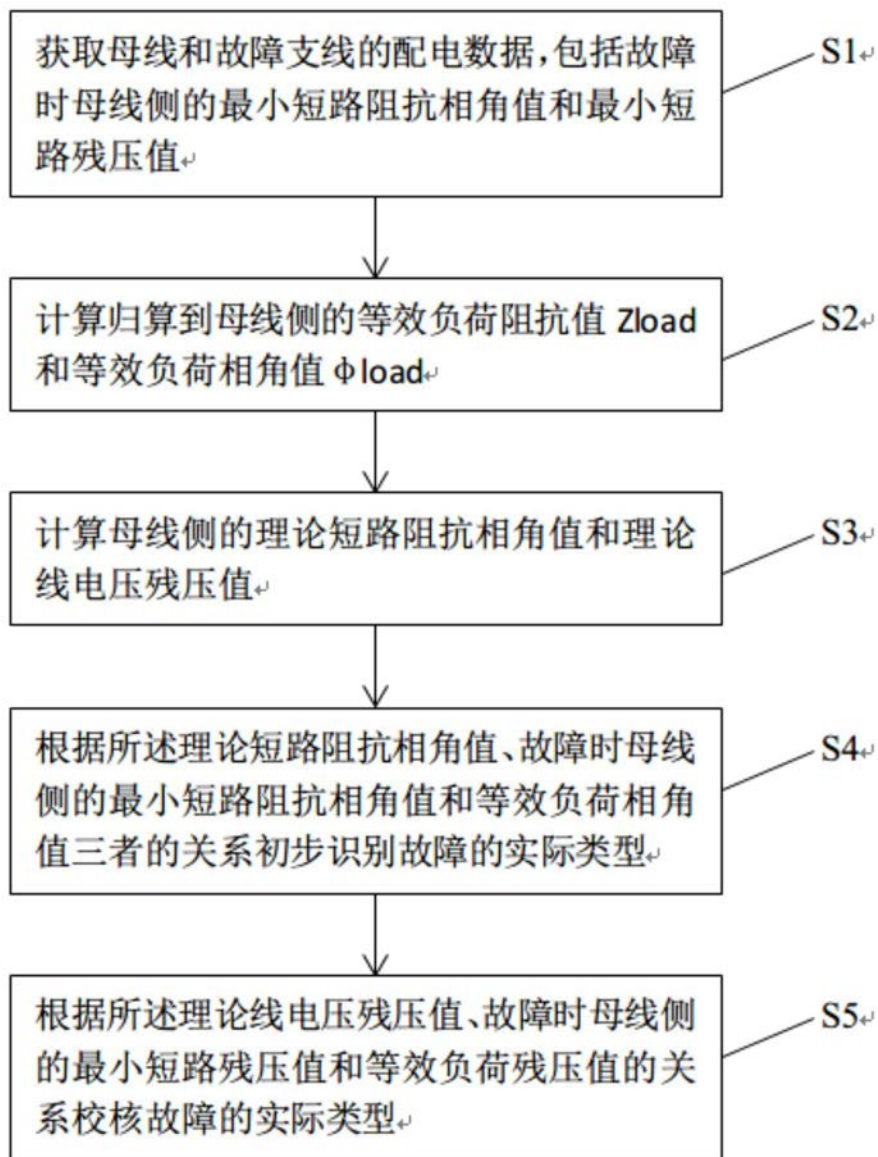


图1