



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113514700 A

(43) 申请公布日 2021.10.19

(21) 申请号 202110405831.7

(22) 申请日 2021.04.15

(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 王海权

(51) Int.Cl.

G01R 27/08 (2006.01)

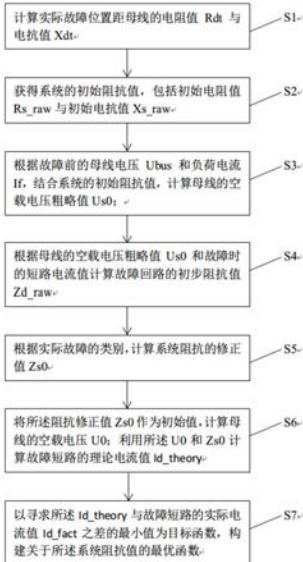
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

基于实际故障信息的系统阻抗校核方法

(57) 摘要

本发明提供了基于实际故障信息的系统阻抗校核方法,包括:计算实际故障位置距母线的电阻值与电抗值;获得系统的初始阻抗值;计算母线的空载电压粗略值;根据母线的空载电压粗略值和故障时的短路电流值计算故障回路的初步阻抗值;根据实际故障的类别,计算系统阻抗的修正值;将阻抗修正值作为初始值,计算母线的空载电压;利用和计算故障短路的理论电流值;以寻求与故障短路的实际电流值之差的最小值为目标函数,构建关于系统阻抗值的最优函数。本发明在每次故障发生后进行迭代计算以获取较为精确的系统阻抗值,具有良好的及时性和准确性,为后续的短路电流计算、保护整定以及故障定位等具体应用提供基础支撑。



1. 基于实际故障信息的系统阻抗校核方法, 其特征在于, 包括步骤:

步骤S1. 计算实际故障位置距母线的电阻值Rdt与电抗值Xdt;

步骤S2. 获得系统的初始阻抗值, 包括初始电阻值Rs_raw与初始电抗值Xs_raw;

步骤S3. 根据故障前的母线电压Ubus和负荷电流If, 结合系统的初始阻抗值, 计算母线的空载电压粗略值 $U_{s0} = |U_{s0}|$, 其中, $U_{s0} = U_{bus} + I_f * (R_{s_raw} + jX_{s_raw})$, j为虚数;

步骤S4. 根据母线的空载电压粗略值Us0和故障时的短路电流值计算故障回路的初步阻抗值Zd_raw;

步骤S5. 根据实际故障的类别, 计算系统阻抗的修正值Zs0;

步骤S6. 将所述阻抗修正值Zs0作为初始值, 计算母线的空载电压U0; 利用所述U0和Zs0计算故障短路的理论电流值Id_theory;

步骤S7. 以寻求所述Id_theory与故障短路的实际电流值Id_fact之差的最小值为目标函数, 构建关于所述系统阻抗值的最优函数。

2. 如权利要求1所述的系统阻抗校核方法, 其特征在于, 还包括步骤:

步骤S8. 每次母线发生故障后, 以上一次故障时校核的系统阻抗值为Zs0, 重复上述步骤S6-S7;

步骤S9. 以寻求所述Id_theory与故障短路的实际电流值Id_fact之差的最小值为第一目标函数, 以寻求所述系统阻抗值条件下历史故障短路的理论电流值与实际电流值之差的最小值为第二目标函数, 构建关于所述系统阻抗值的最优函数。

3. 如权利要求1所述的系统阻抗校核方法, 其特征在于, 在所述步骤S1之前还包括步骤:

对发生故障的母线信息进行采集, 所述母线信息包括该配电线路准确的拓扑结构、导线型号及长度、实际故障位置和实际故障类别。

4. 如权利要求1所述的系统阻抗校核方法, 其特征在于, 步骤S4中所述初步阻抗值Zd_raw的计算方式如下:

根据系统的短路类型, 分别计算其初步阻抗值Zd_raw;

对于两相短路, $Zd_raw = \frac{0.5 * U0}{\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$;

对于三相短路, $Zd_raw = \frac{U0}{1.732 * \max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$;

其中, $\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})$ 为寻求三相电流中最大值的函数。

5. 如权利要求1所述的系统阻抗校核方法, 其特征在于, 步骤S5中所述系统阻抗的修正值Zs0的计算方法包括:

若实际故障类别为金属故障, 则系统阻抗的粗略值Zs0的计算方式如下:

$$Zs0^2 + (Rdt^2 + Xdt^2) - 2 * Zs0 * \sqrt{Rdt^2 + Xdt^2} * \cos \Phi = Zd_raw^2$$

其中, $\Phi = 270 - (90 - \delta) - \theta$, δ 为实际故障点处的线路阻抗角, θ 为系统阻抗的初始值的相角;

若实际故障类别为弧光故障, 根据故障短路的实际电流值Id_fact计算弧光阻抗值RF:
 $RF = 1443.57 * Larc / Id_fact$, 其中, Larc为弧光长度;

计算系统阻抗的粗略值 Z_{s0} ,计算方式如下:

$$Z_{s0}^2 + ((R_{dt} + R_F)^2 + X_{dt}^2) - 2 * Z_{s0} * \sqrt{(R_{dt} + R_F)^2 + X_{dt}^2} * \cos \Phi = Z_{d_raw}^2;$$

其中, $\Phi = 270 - (90 - \delta') - \theta$, δ' 为实际故障点处的线路电阻叠加弧光电阻后,与实际故障点处的线路电抗的阻抗角。

6.如权利要求1所述的系统阻抗校核方法,其特征在于,步骤S2中所述获得系统的初始阻抗值的方法包括:由电力系统管理部门提供;或根据系统结构和参数进行计算。

基于实际故障信息的系统阻抗校核方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统继电保护技术领域,尤其涉及一种基于实际故障信息的系统阻抗校核方法。

背景技术

[0002] 在配电线路中,从电源接入点往电源侧看呈现出的阻抗叫电力系统的系统阻抗,主要是感性阻抗分量,是由发电机阻抗、线路阻抗、变压器阻抗叠加而成的,常用于短路容量计算、断路器遮断能力校验和继电保护整定计算等领域。长期以来,现有技术中的系统阻抗一般由各级电网管理机构负责计算并提供给相邻电网管理机构,或从上到下逐级提供给下级电网管理机构以及设计院、用户等其他需求方。其在计算时,一般根据各级设备参数,如发电机、变压器、输配电线路参数,并根据电网运行方式的变化进行丰枯大小方式的系统阻抗计算。由于计算所涉及参数众多,各部门和单位间的配合异常繁杂,很难达到理想的精确度,并且不能及时更新。本领域的一些文件还提出了以系统实际运行的电气参数,根据电路原理对系统阻抗进行粗略估算,但这种计算方式受电气暂态数据影响较大,导致其计算精度不高,并且同样不能根据线路的实际情况及时更新。

[0003] 上述系统阻抗的获得方法很难保证其精确性和及时性,给后续单位或用户的使用(如短路点等的计算)带来了较大印象。

发明内容

[0004] 为了解决上述现有技术中存在的问题,本发明提供了一种系统阻抗的校核方法,基于系统的实际故障信息,通过在每次故障发生后进行迭代计算以获取较为精确的系统阻抗值,具有良好的及时性,后后续的短路电流计算、保护整定以及故障定位等具体应用提供基础支撑。

[0005] 为了达到上述技术效果,本发明提供了一种基于实际故障信息的系统阻抗校核方法,包括步骤:

[0006] 步骤S1.计算实际故障位置距母线的电阻值 R_{dt} 与电抗值 X_{dt} ;

[0007] 步骤S2.获得系统的初始阻抗值,包括初始电阻值 R_{s_raw} 与初始电抗值 X_{s_raw} ;

[0008] 步骤S3.根据故障前的母线电压 U_{bus} 和负荷电流 I_f ,结合系统的初始阻抗值,计算母线的空载电压粗略值 $U_{s0} = |U_{s0}|$,其中, $U_{s0} = U_{bus} + I_f * (R_{s_raw} + jX_{s_raw})$, j 为虚数;

[0009] 步骤S4.根据母线的空载电压粗略值 U_{s0} 和故障时的短路电流值计算故障回路的初步阻抗值 Z_{d_raw} ;

[0010] 步骤S5.根据实际故障的类别,计算系统阻抗的修正值 Z_{s0} ;

[0011] 步骤S6.将所述阻抗修正值 Z_{s0} 作为初始值,计算母线的空载电压 U_0 ;利用所述 U_0 和 Z_{s0} 计算故障短路的理论电流值 I_{d_theory} ;

[0012] 步骤S7.以寻求所述 I_{d_theory} 与故障短路的实际电流值 I_{d_fact} 之差的最小值为

目标函数,构建关于所述系统阻抗值的最优函数。

[0013] 在一些较优的实施例中,还包括步骤:

[0014] 步骤S8.每次母线发生故障后,以上一次故障时校核的系统阻抗值为 Z_{s0} ,重复上述步骤S6-S7;

[0015] 步骤S9.以寻求所述 I_{d_theory} 与故障短路的实际电流值 I_{d_fact} 之差的最小值为第一目标函数,以寻求所述系统阻抗值条件下历史故障短路的理论电流值与实际电流值之差的最小值为第二目标函数,构建关于所述系统阻抗值的最优函数。

[0016] 在一些较优的实施例中,在所述步骤S1之前还包括步骤:

[0017] 对发生故障的母线信息进行采集,所述母线信息包括该配电线路准确的拓扑结构、导线型号及长度、实际故障位置和实际故障类别。

[0018] 在一些较优的实施例中,步骤S4中所述初步阻抗值 Z_{d_raw} 的计算方式如下:

[0019] 根据系统的短路类型,分别计算其初步阻抗值 Z_{d_raw} ;

[0020] 对于两相短路, $Z_{d_raw} = \frac{0.5 * U_0}{\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$;

[0021] 对于三相短路, $Z_{d_raw} = \frac{U_0}{1.732 * \max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$;

[0022] 其中, $\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})$ 为寻求三相电流中最大值的函数;

[0023] 在一些较优的实施例中,步骤S5中所述系统阻抗的修正值 Z_{s0} 的计算方法包括:

[0024] 若实际故障类别为金属故障,则系统阻抗的粗略值 Z_{s0} 的计算方式如下:

[0025] $Z_{s0}^2 + (R_{dt}^2 + X_{dt}^2) - 2 * Z_{s0} * \sqrt{R_{dt}^2 + X_{dt}^2} * \cos \Phi = Z_{d_raw}^2$

[0026] 其中, $\Phi = 270 - (90 - \delta) - \theta$, δ 为实际故障点处的线路阻抗角, θ 为系统阻抗的初始值的相角;

[0027] 若实际故障类别为弧光故障,根据故障短路的实际电流值 I_{d_fact} 计算弧光阻抗值 R_F : $R_F = 1443.57 * L_{arc} / I_{d_fact}$,其中, L_{arc} 为弧光长度;

[0028] 计算系统阻抗的粗略值 Z_{s0} ,计算方式如下:

[0029] $Z_{s0}^2 + ((R_{dt} + R_F)^2 + X_{dt}^2) - 2 * Z_{s0} * \sqrt{(R_{dt} + R_F)^2 + X_{dt}^2} * \cos \Phi = Z_{d_raw}^2$;

[0030] 其中, $\Phi = 270 - (90 - \delta') - \theta$, δ' 为实际故障点处的线路电阻叠加弧光电阻后,与实际故障点处的线路电抗的阻抗角。

[0031] 在一些较优的实施例中,步骤S2中所述获得系统的初始阻抗值的方法包括:由电力系统管理部门提供;或根据系统结构和参数进行计算。

[0032] 本发明的有益效果:

[0033] 基于系统的实际故障信息,通过在每次故障发生后进行迭代计算以获取较为精确的系统阻抗值,具有良好的及时性和准确性,为后续的短路电流计算、保护整定以及故障定位等具体应用提供基础支撑;配网运行单位在不依靠前端电网管理部门的支持下,也可得到某运行方式下的准确系统阻抗值。

附图说明

[0034] 图1为本发明一个实施例中一种基于实际故障信息的系统阻抗校核方法的流程示

意图；

[0035] 图2为本发明一个实施例中计算阻抗修正值 Z_{s0} 的方法示意图；

[0036] 图3为本发明一个实施例中根据每次母线发生故障后，针对阻抗修正值 Z_{s0} 的迭代校核方法的流程示意图。

具体实施方式

[0037] 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。

[0038] 如图1所示，本发明提供了一种基于实际故障信息的系统阻抗校核方法，包括步骤：

[0039] 步骤S1. 计算实际故障位置距母线的电阻值 R_{dt} 与电抗值 X_{dt} 。

[0040] 其中，所述实际故障位置由配网线路运维队伍对故障的巡线结果得出。电阻值 R_{dt} 与电抗值 X_{dt} 的计算本领域的基础常识，在此不再赘述。在一些较优的实施例中，在该步骤S1之前，还包括对母线和故障信息的治理和收集，具体包括：对发生故障的母线信息进行采集，所述母线信息包括该配电线路准确的拓扑结构、导线型号及长度、实际故障位置和实际故障类别。由于在实际的配电线路中，母线对应的出线不止一条，此时可以对发生故障的具体出线进行精确治理和收集，也可以提前对该母线所包含的所有出线均进行精确治理和收集，建立数据集后在故障发生后，在所述数据集中查找对应出线的的数据即可。

[0041] 步骤S2. 获得系统的初始阻抗值，包括初始电阻值 R_{s_raw} 与初始电抗值 X_{s_raw} 。

[0042] 在一些较优的实施例中，系统阻抗一般是由发电机阻抗、线路阻抗、变压器阻抗叠加而成的，在我国现有的配电网网络管理工作中，系统电阻一般由上级电网管理机构负责提供，其在计算时需要多个部门和单位配合，并根据电网运行方式的变化进行丰枯大小方式的系统阻抗计算。但是由于其及时性和准确性均较差，因此在本发明中只将首次获得的系统阻抗作为初始阻抗值，以方便后续的进一步迭代校准。

[0043] 在另一些较优的实施例中，还可以根据系统结构和参数进行计算，具体方法可以包括：

[0044] $Z_s = \Delta U_{bus} / \Delta I_f$, $Z_s = |Z_s|$, 其中， ΔU_{bus} 为两个不停时刻的母线电压相量差值， ΔI_f 为对应时刻的电流相量差值。

[0045] 应当理解的是，无论采用何种系统阻抗获得方法均不是本发明的重点，只要能获得该系统阻抗的一个粗略值作为整个方案的初始值即可。本申请对该系统阻抗初始值的获得方法和精确度不作进一步的要求。

[0046] 步骤S3. 根据故障前的母线电压 U_{bus} 和负荷电流 I_f ，结合系统的初始阻抗值，计算母线的空载电压粗略值 $U_{s0} = |U_{s0}|$ ，其中， $U_{s0} = U_{bus} + I_f * (R_{s_raw} + jX_{s_raw})$ ， j 为虚数；由于此时的系统初始阻抗值并不精确，因此只能得到一个关于母线空载电压的粗略值。

[0047] 步骤S4. 根据母线的空载电压粗略值 U_{s0} 和故障时的短路电流值计算故障回路的

初步阻抗值 Zd_raw 。由电压和电流可以算出阻抗值是本领域的常规技术手段,但是由于配电线路的短路种类较多,每种短路情况下的阻抗计算方式都不太相同,需要本领域的技术人员根据实际情况选择对应的计算方法。在一些较优的实施例中,给出了一种根据相位短路类型计算初步阻抗值 Zd_raw 的具体方法:

[0048] 对于两相短路类型,初步阻抗值 $Zd_raw=Zd2=\frac{0.5*U0}{\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$;

[0049] 对于三相短路类型,初步阻抗值 $Zd_raw=Zd3=\frac{U0}{1.732*\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$;

[0050] 其中, $\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})$ 为寻求三相电路中的电流最大值函数。

[0051] 步骤S5.根据实际故障的类别,计算系统阻抗的修正值 $Zs0$ 。

[0052] 其中,所述实际故障的类别主要包括金属故障和弧光故障。两种故障类型下的系统阻抗计算方式不同,需要本领域技术人员结合现场的实际情况和理论知识确定具体的计算方法。

[0053] 在一些较优的实施例中,如图2所示,提供了另一种阻抗的修正值 $Zs0$ 的计算方法,包括:

[0054] 若实际故障类别为金属故障,则系统阻抗的粗略值 $Zs0$ 的计算方式如下:

[0055] $Zs0^2 + (Rdt^2 + Xdt^2) - 2 * Zs0 * \sqrt{Rdt^2 + Xdt^2} * \cos \Phi = Zd_raw^2$

[0056] 其中, $\Phi = 270 - (90 - \delta) - \theta$, δ 为实际故障点处的线路阻抗角, θ 为系统阻抗的初始值的相角;

[0057] 若实际故障类别为弧光故障,根据故障短路的实际电流值 Id_fact 计算弧光阻抗值 RF : $RF = 1443.57 * Larc / Id_fact$,其中, $Larc$ 为弧光长度;

[0058] 计算系统阻抗的粗略值 $Zs0$,计算方式如下:

[0059] $Zs0^2 + ((Rdt + RF)^2 + Xdt^2) - 2 * Zs0 * \sqrt{(Rdt + RF)^2 + Xdt^2} * \cos \Phi = Zd_raw^2$;

[0060] 其中, $\Phi = 270 - (90 - \delta') - \theta$, δ' 为实际故障点处的线路电阻叠加弧光电阻后,与实际故障点处的线路电抗的阻抗角。

[0061] 在一些较优的实施例中,在计算系统阻抗的修正值 $Zs0$ 的步骤中还包括:判断所述阻抗值是否越限,若是,则结束流程。

[0062] 步骤S6.将所述阻抗修正值 $Zs0$ 作为初始值,计算母线的空载电压 $U0$;利用所述 $U0$ 和 $Zs0$ 计算故障短路的理论电流值 Id_theory 。应当理解的是,此时的阻抗修正值 $Zs0$ 是关于理论电流值 Id_theory 的自变量,因此通过考察理论电流值 Id_theory 的误差即可得到阻抗修正值 $Zs0$ 与实际阻抗值的误差。

[0063] 步骤S7.以寻求所述 Id_theory 与故障短路的实际电流值 Id_fact 之差的最小值为目标函数,构建关于所述系统阻抗值的最优函数。其中,所述最优函数可以采用梯度下降法、牛顿法和拟牛顿法、共轭梯度法等其他常用的优化函数求解算法,本领域技术人员可以根据实际情况自主选择具体的求解算法,本发明不作进一步限定。应当说明的是,如前所述,由于阻抗修正值 $Zs0$ 是关于理论电流值 Id_theory 的自变量,而故障短路的实际电流值 Id_fact 是确切的,因此,通过分析 Id_theory 与 Id_fact 的误差值,就可以求得较为精确的阻抗修正值 $Zs0$ 。在一些较优的实施例中,可以设定一个误差判断步骤,设定一个误差阈值,

处于该阈值范围以内的阈值被认为是正常的,继续进行系统阻抗的校核;若超出该阈值,则说明在前述步骤中存在出错的地方,则向系统或技术人员报错。

[0064] 在另一些较优的实施例中,如图3所示,为了对阻抗修正值 Z_{s0} 进行优化校核,并且保证其校核结果的及时性,该系统阻抗校核方法还包括根据每次母线发生故障后,针对阻抗修正值 Z_{s0} 的迭代校核的步骤,包括:

[0065] 步骤S8.每次母线发生故障后,以上一次故障时校核的系统阻抗值为 Z_{s0} ,重复上述步骤S6-S7。

[0066] 步骤S9.以寻求所述 I_{d_theory} 与故障短路的实际电流值 I_{d_fact} 之差的最小值为第一目标函数,以寻求所述系统阻抗值条件下历史故障短路的理论电流值与实际电流值之差的最小值为第二目标函数,构建关于所述系统阻抗值的最优函数。应当说明的是,设置该步骤S9的目的在于:每当该母线在某种既定运行方式下发生故障并找到准确故障位置后,就可以再次对系统阻抗的进行精确校准,直到得到某一最优系统阻抗值,在该最优系统阻抗值下,校核之前所有已经发生的短路故障后计算的历史系统阻抗总体误差最小。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

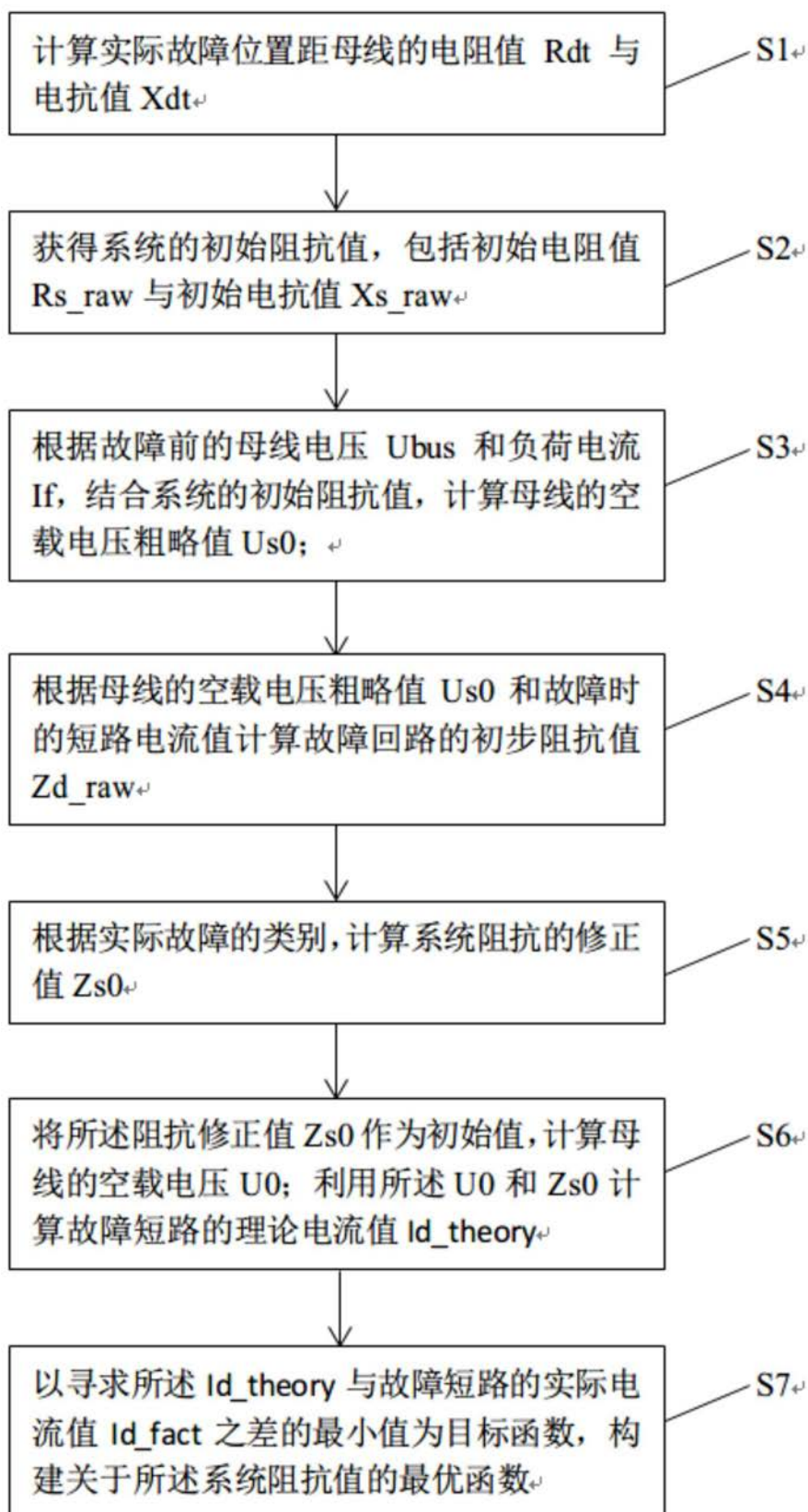


图1

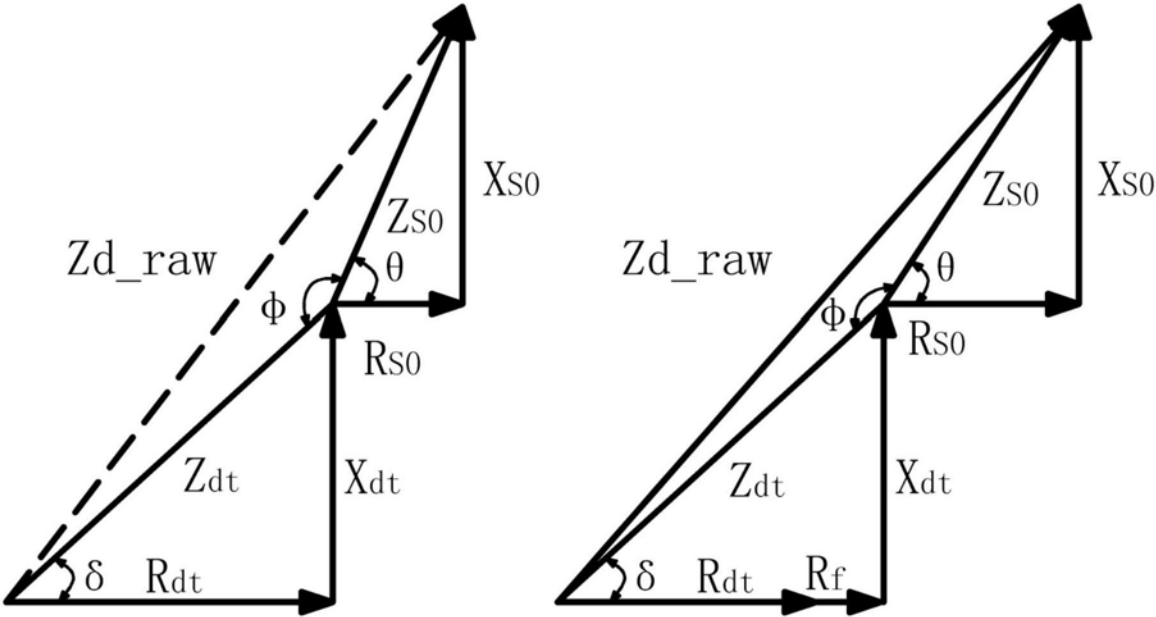


图2

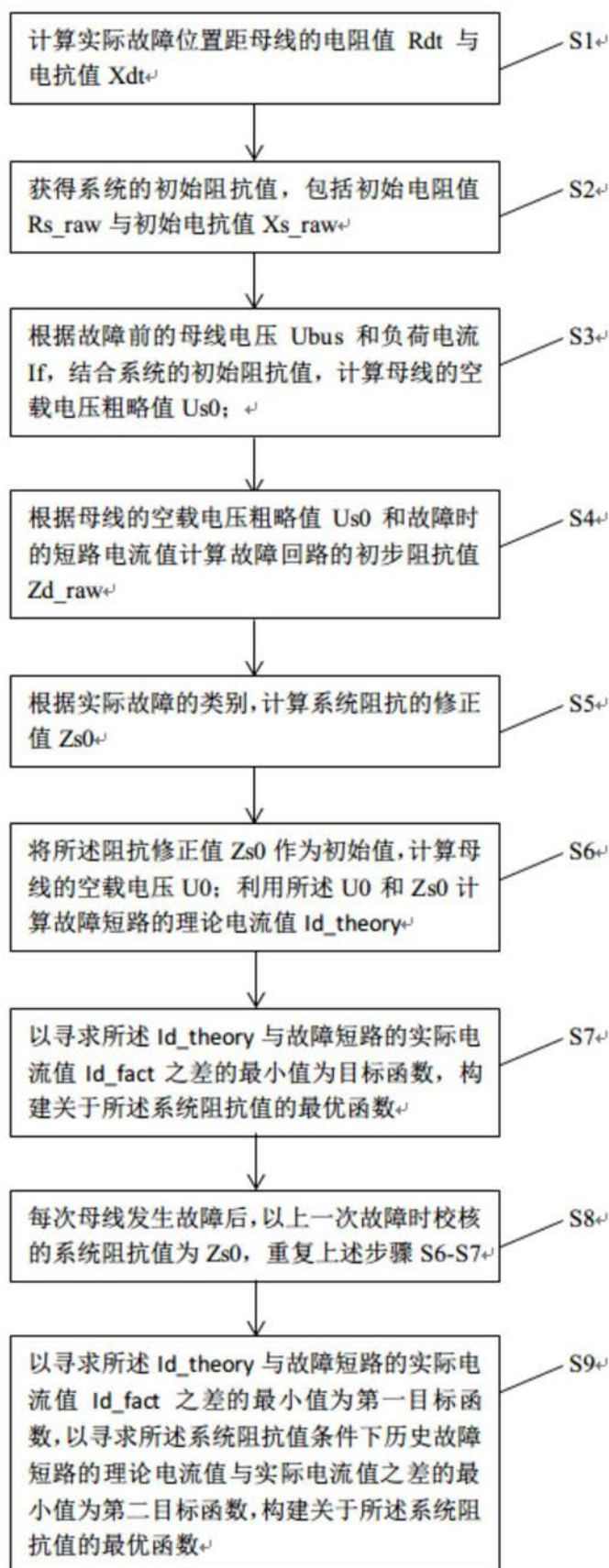


图3