



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114113875 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 01

(21) 申请号 202110189038.8

(22) 申请日 2021.02.19

(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 31/08 (2006.01)

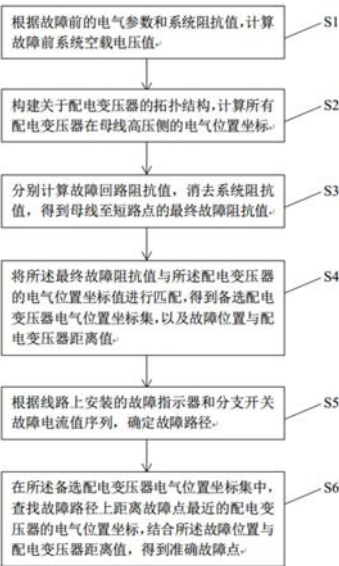
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种配电线路故障定位方法

(57) 摘要

本发明提供了一种配电线路故障定位方法,包括:计算故障前系统空载电压值;构建拓扑结构,计算所有配电变压器在高压侧的电气位置坐标;计算故障回路阻抗值,得到母线至短路点的最终故障阻抗值;将最终故障阻抗值与配电变压器的电气位置坐标值进行匹配,得到备选配电变压器电气位置坐标集以及故障位置与配电变压器距离值;根据线路上安装的故障指示器和分支开关故障电流值序列,确定故障路径;查找故障路径上距离故障点最近的配电变压器的电气位置坐标,结合所述故障位置与配电变压器距离值,得到准确故障点。本发明能够降低故障排查难度和成本,提高故障查找效率,减小故障时间及由此造成的经济损失,提高供电安全性和可靠性。



1. 一种配电线路故障定位方法,其特征在于,包括:

步骤S1.根据故障前的电气参数和系统阻抗值,计算故障前系统空载电压值;

步骤S2.构建关于配电变压器的拓扑结构,计算所有配电变压器在高压侧的电气位置坐标;

步骤S3.分别计算故障回路阻抗值,减去系统阻抗值,得到母线至短路点的最终故障阻抗值;

步骤S4.将所述最终故障阻抗值与所述配电变压器的电气位置坐标值进行匹配,得到备选配电变压器电气位置坐标集,以及故障位置与配电变压器距离值;

步骤S5.根据线路上安装的故障指示器和分支开关故障电流值序列,确定故障路径;

步骤S6.在所述备选配电变压器电气位置坐标集中,查找故障路径上距离故障点最近的配电变压器的电气位置坐标,结合所述故障位置与配电变压器距离值,得到准确故障点。

2.如权利要求1所述的配电线路故障定位方法,其特征在于,步骤S2还包括:

步骤S201.计算配电线路所接母线的系统阻抗值;

步骤S202.以分形原理为基础,根据电气元件构建关于配电变压器的拓扑结构;

步骤S203.以母线为原点,计算母线至每一台配电变压器高压侧拓扑路径上的阻抗值,得到配电变压器在高压侧的电气位置坐标,即配电变压器距离母线的电气距离坐标值(R_t , X_t);其中, R_t 为配电变压器在母线高压侧的电阻值, X_t 为配电变压器在母线高压侧的电抗值。

3.如权利要求1所述的配电线路故障定位方法,其特征在于,所述步骤S3还包括:判断所述短路回路阻抗值是否越限,若是,则结束流程。

4.如权利要求1所述的配电线路故障定位方法,其特征在于,步骤S3中所述故障阻抗值包括:金属短路故障阻抗值和弧光短路故障阻抗值。

5.如权利要求4所述的配电线路故障定位方法,其特征在于,所述弧光短路阻抗值的计算方法包括:

步骤S301.根据故障跳闸时的短路电流和在运助增机组参数,计算故障处弧光阻抗初值;

步骤S302.用所述故障回路阻抗值减去所述系统阻抗值以及故障处弧光阻抗初值,得到母线至故障点的弧光短路故障阻抗初值;

步骤S303.根据导线单位长度阻抗值和所述弧光短路阻抗初值,得到弧光短路故障处的粗略位置;

步骤S304.对所述弧光短路故障阻抗初值和弧光短路故障处的粗略位置进行修正,得到弧光阻抗修正值和故障位置修正值;

步骤S305.用所述故障回路阻抗值减去系统阻抗以及弧光阻抗修正值,得到母线至短路点的最终短路阻抗值。

6.如权利要求5所述的配电线路故障定位方法,其特征在于,步骤S304中所述对弧光短路阻抗初值进行修正的方法包括:

步骤S3041.根据故障前的负荷电流值,将负荷阻抗等效在所述弧光短路故障处的粗略位置上;

步骤S3042.将所述负荷阻抗与弧光短路阻抗初值并联后,得到弧光阻抗修正值。

7.如权利要求6所述的配电线路故障定位方法,其特征在于,步骤S304中所述对弧光短路故障处的粗略位置进行修正的方法包括:

步骤S3043.利用所述故障前系统空载电压、弧光阻抗修正值、系统阻抗值以及故障回路阻抗,计算理论短路电流值;

步骤S3044.利用寻优函数迭代计算弧光短路故障处的粗略位置,直到理论计算的短路电流值与实际故障电流值差值小于预设误差,则此时的弧光短路故障处的粗略位置为故障位置修正值。

8.如权利要求1所述的配电线路故障定位方法,其特征在于,还包括步骤:对故障的类别,即发生金属短路或弧光短路的类型进行判别,筛除误差较大的故障类型。

一种配电线路故障定位方法

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故障定位方法。

背景技术

[0002] 配网线路因其线路长,分支多,元器件多,网络结构复杂,易受外力及自然环境影响等原因,成为最容易发生故障的系统之一。由于我国中低压配电网络结构庞大复杂,用电信息不健全,网络拓扑关系不完整,导致现有故障诊断方法对配电网络通信设备和测量设备要求较高,且对故障定位和停电范围判定精度不高,配电线路故障跳闸后,其故障位置的定位难以达到及时准确计算和发布,使得供电部门需要配置大量的线路巡视与故障排查人员,增加了电力企业的维护与运检成本。

[0003] 目前配网线路故障定位存在以下几种方法及不足:

[0004] 1.传统阻抗法,其不足之处在于:1)母线系统阻抗不精确,影响故障测距精度;2)弧光等过渡阻抗测量或计算不精确,影响故障类型区别和测距精度;3)配网支线众多,接线复杂,传统阻抗法用于测距会导致出现部分伪故障点。4)负荷大小和分布影响故障测距精度,缺乏较好的解决办法。

[0005] 2.故障指示器法,其不足之处在于:1)故障指示器仅能定位故障区段,无法有效确定故障点的精确位置;2)故障定位准确性取决于故障指示器的安装密度以及维护质量,难以满足配网线路维护的要求;3)故障指示器总投资较大,运行维护,升级换代代价较高。

[0006] 3.配网行波测距法,其不足之处在于:1)新增行波装置多,投资费用大;2)配电网结构复杂,混合线路接头处,线路分支处和负荷处均为波阻抗不连续点,折射和反射造成行波波形特别复杂,很难正确识别;3)配网负荷复杂,操作频繁,干扰较大。

发明内容

[0007] 为了解决上述现有技术中存在的问题,本发明提供了一种高压侧配电线路故障定位方法,通过变电站端的电气故障量,结合少量支线开关和故障指示器,达到精确定位配电网各种相间短路类型故障点精确区段,以便迅速准确找到故障点,降低故障排查难度和成本,提高故障查找效率,减小故障时间及由此造成的经济损失,提高供电安全性和可靠性。

[0008] 为了达到上述技术效果,本发明提供了一种高压侧配电线路故障定位方法,包括:

[0009] 步骤S1.根据故障前的电气参数和系统阻抗值,计算故障前系统空载电压值;

[0010] 步骤S2.构建关于配电变压器的拓扑结构,计算所有配电变压器在高压侧的电气位置坐标;

[0011] 步骤S3.分别计算故障回路阻抗值,减去系统阻抗值,得到母线至短路点的最终故障阻抗值;

[0012] 步骤S4.将所述最终故障阻抗值与所述配电变压器的电气位置坐标值进行匹配,得到备选配电变压器电气位置坐标集,以及故障位置与配电变压器距离值;

[0013] 步骤S5.根据线路上安装的故障指示器和分支开关故障电流值序列,确定故障路

径;

[0014] 步骤S6.在所述备选配电变压器电气位置坐标集中,查找故障路径上距离故障点最近的配电变压器的电气位置坐标,结合所述故障位置与配电变压器距离值,得到准确故障点。

[0015] 在一些较优的实施例中,步骤S2还包括:

[0016] 步骤S201.计算配电线路所接母线的系统阻抗值;

[0017] 步骤S202.以分形原理为基础,根据电气元件构建关于配电变压器的拓扑结构;

[0018] 步骤S203.以母线为原点,计算母线至每一台配电变压器高压侧拓扑路径上的阻抗值,得到配电变压器在高压侧的电气位置坐标,即配电变压器距离母线的电气距离坐标值(R_t , X_t);其中, R_t 为配电变压器在母线高压侧的电阻值, X_t 为配电变压器在母线高压侧的电抗值。

[0019] 在一些较优的实施例中,所述步骤S3还包括:判断所述短路回路阻抗值是否越限,若是,则结束流程。

[0020] 在一些较优的实施例中,步骤S3中所述故障阻抗值包括:金属短路故障阻抗值和弧光短路故障阻抗值。

[0021] 在一些较优的实施例中,所述弧光短路阻抗值的计算方法包括:

[0022] 步骤S301.根据故障跳闸时的短路电流和在运助增机组参数,计算故障处弧光阻抗初值;

[0023] 步骤S302.用所述故障回路阻抗值减去所述系统阻抗值以及故障处弧光阻抗初值,得到母线至故障点的弧光短路故障阻抗初值;

[0024] 步骤S303.根据导线单位长度阻抗值和所述弧光短路阻抗初值,得到弧光短路故障处的粗略位置;

[0025] 步骤S304.对所述弧光短路故障阻抗初值和弧光短路故障处的粗略位置进行修正,得到弧光阻抗修正值和故障位置修正值;

[0026] 步骤S305.用所述故障回路阻抗值减去系统阻抗以及弧光阻抗修正值,得到母线至短路点的最终短路阻抗值。

[0027] 在一些较优的实施例中,步骤S304中所述对弧光短路阻抗初值进行修正的方法包括:

[0028] 步骤S3041.根据故障前的负荷电流值,将负荷阻抗等效在所述弧光短路故障处的粗略位置上;

[0029] 步骤S3042.将所述负荷阻抗与弧光短路阻抗初值并联后,得到弧光阻抗修正值。

[0030] 在一些较优的实施例中,步骤S304中所述对弧光短路故障处的粗略位置进行修正的方法包括:

[0031] 步骤S3043.利用所述故障前系统空载电压、弧光阻抗修正值、系统阻抗值以及故障回路阻抗,计算理论短路电流值;

[0032] 步骤S3044.利用寻优函数迭代计算弧光短路故障处的粗略位置,直到理论计算的短路电流值与实际故障电流值差值小于预设误差,则此时的弧光短路故障处的粗略位置为故障位置修正值。

[0033] 在一些较优的实施例中,还包括步骤:对故障的类别,即发生金属短路或弧光短路

的类型进行判别,筛除误差较大的故障类型。

[0034] 本发明的有益效果:

[0035] 通过变电站端的电气故障量,结合少量支线开关和故障指示器,达到精确定位配电网各种相间短路类型故障点精确区段,然后以距离配电变压器长度的方式给出易于查找的故障准确位置,降低故障排查难度和成本,提高故障查找效率,减小故障时间及由此造成的经济损失,提高供电安全性和可靠性。

附图说明

[0036] 图1为本发明一个实施例中一种配电线路故障定位方法的流程示意图;

[0037] 图2为本发明一个实施例中计算故障前系统的空载电压值 U_0 的方法示意图;

[0038] 图3为本发明一个实施例中构建关于配电变压器的拓扑结构的示意图;

[0039] 图4为本发明一个实施例中得到准确故障点的方法示意图。

具体实施方式

[0040] 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。

[0041] 如图1所示,本发明提供了一种配电线路故障定位方法,包括:

[0042] 步骤S1.根据故障前的电气参数和系统阻抗值,计算故障前系统空载电压值。应当说明的是,本申请针对的是3~66kV的配电网,所述故障前的电气参数包括但不限于:线路负荷电流值、线路负荷功率因数、母线电压值、主变负荷电流值、主变负荷功率因数。所述系统阻抗值包括系统电阻,系统电抗和系统阻抗参数,上述参数的获取和计算方式为本领域的常规技术,本发明不作过多解释。根据上述参数中的一些参数,可以计算出故障前系统的空载电压值 U_0 。在一些较优的实施例中,如图2所示,给出了一种计算故障前系统的空载电压值 U_0 的具体方法,即故障前母线电压 U_{bus} 加上负荷电流 I 在系统阻抗 (R, X) 上的电压降相量 $RI + jXI$ 后,得到故障前系统的空载电压 U_0 值。

[0043] 步骤S2.构建关于配电变压器的拓扑结构,计算所有配电变压器在高压侧的电气位置坐标。

[0044] 其中,所述关于配电变压器的拓扑结构是根据配电电气元件的连接关系,把整个配电网络看成线与点结合的拓扑图,然后根据电源结点、开关结点等进行整个网络的拓扑连线分析,它是配电网络进行状态估计、潮流计算、故障定位、隔离及供电恢复、网络重构等其它分析的基础。配电网的拓扑结构构建方法有很多,如关联表矩阵表示法、网基矩阵表示法、结点消去法、树搜索表示法、离散处理法等,在本发明中,无论采用何种拓扑构建方法,只要能清楚的表达电源结点、开关结点等的关系,能清楚的查找到配电变压器的拓扑结构坐标即可,因此本发明不作进一步的要求。

[0045] 在一些较优的实施例中,给出了一种构建关于配电变压器的拓扑结构的具体方法,包括:

[0046] 如图3所示,以分形原理为基础,根据电杆杆号、分支箱和环网柜等电气元件连接拓扑结构,形成易于查找的配电变压器的拓扑结构坐标,即确定主线路径并进行顺序编号,各级支线以其T接点为起始点,按主线路径编号原则进行顺序编号,直至编号完毕。以小数点分隔,每台配变位置按照从主线T节点编号至各级T接点编号直至配变高压侧编号为止,形成其拓扑结构坐标,例如,6.4.2(表示配变接入主线6号电杆T接出线的4号电杆T接出线的2号电杆处,如图3所示,以此类推)。

[0047] 另一方面,所述配电变压器在母线高压侧的电气位置坐标是指:以坐标的形式,根据准确的电气参数对配电变压器在母线高压侧的位置进行表示的方法。一般的,采用二维坐标形式即可达到目的。具体采用何种参数作为表示位置的坐标,可由本领域技术人员根据实际情况确定。

[0048] 在另一些较优的实施例中,步骤S2还包括:

[0049] 步骤S201.计算配电线路所接母线的系统阻抗值;

[0050] 步骤S202.以分形原理为基础,根据电气元件构建关于配电变压器的拓扑结构;其中,所述电气元件包括电杆杆号、分支箱和环网柜等电气设备;

[0051] 步骤S203.以母线为原点,计算母线至每一台配电变压器高压侧拓扑路径上的阻抗值,得到配电变压器在母线高压侧的电气位置坐标,即配电变压器距离母线的电气距离坐标值(R_t, X_t);其中, R_t 为配电变压器在母线高压侧的电阻值, X_t 为配电变压器在母线高压侧的电抗值。

[0052] 步骤S3.分别计算故障回路阻抗值,减去系统阻抗值,得到母线至短路点的最终故障阻抗值。应当理解的是,此处的故障回路为可能的所有故障回路。回路中的故障的类型可分为两相短路故障或三相短路故障,本实施例给出了一种分别计算两种短路类型阻抗的方法:

[0053] 两相短路的回路阻抗值 $Z_{d2} = \frac{0.5 \cdot U_0}{\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$; 三相短路的回路阻抗值

$Z_{d3} = \frac{U_0}{1.732 \cdot \max(I_{da}, I_{db}, I_{dc})}$ 其中, I_{da} 、 I_{db} 、 I_{dc} 为三相各自的故障时的电流值。

[0054] 所述故障阻抗是指在故障点、故障相导线与地间或者与几个故障相导线间发生的非正常连接的阻抗。在一些较优的实施例中,所述故障阻抗具体包括:金属短路故障阻抗值和弧光短路故障阻抗值。其中,金属短路故障阻抗值的计算较为简单,本领域已有很多的相关研究,本发明不再赘述。在一种较优的实施例中,给出了一种计算弧光短路阻抗值的方法,包括:

[0055] 步骤S301.根据故障跳闸时的短路电流和在运助增机组参数,计算故障处弧光阻抗初值;其中,所述在运助增机组参数包括机组容量 S_g 和暂态电抗 $X_{d'}$ 等参数,根据上述参数可以计算出故障处的工频电流有效值 I_f 。在一些较优的实施例中,弧光阻抗初值 $RF1$ 的计算公式为:

$RF1 = \frac{1443.57 \cdot L_{arc}}{I_f}$ 其中, L_{arc} 为弧光长度。

[0056] 步骤S302.用所述故障回路阻抗值减去所述系统阻抗值以及故障处弧光阻抗初值,得到母线至故障点的弧光短路故障阻抗初值;

[0057] 步骤S303.根据导线(或等效导线)单位长度阻抗值和所述弧光短路阻抗初值,得到弧光短路故障处的粗略位置;

[0058] 步骤S304.对所述弧光短路故障阻抗初值和弧光短路故障处的粗略位置进行修正,得到弧光阻抗修正值和故障位置修正值;

[0059] 步骤S305.用所述故障回路阻抗值减去系统阻抗以及弧光阻抗修正值,得到母线至短路点的最终短路阻抗值。

[0060] 对于上述步骤S304中的,在一种较优的实施例中,给出了一种弧光阻抗修正值的获得方法,包括:

[0061] 步骤S3041.根据故障前的负荷电流值 I_{load} ,将负荷阻抗等效 Z_{load} 在所述弧光短路故障处的粗略位置上;其计算公式为: $Z_{load} = \frac{U_{sf}}{I_{load}} - Ld_arc0 \times Z_L$,其中, Ld_arc0 为弧光短路故障处的粗略位置, U_{sf} 为故障前母线相电压值, Z_L 为线路单位阻抗值。

[0062] 步骤S3042.将所述负荷阻抗与弧光短路阻抗初值并联后,得到弧光阻抗修正值。

[0063] 在另一种较优的实施例中,给出了一种故障位置修正值的获得方法,包括:

[0064] 步骤S3043.利用所述故障前系统空载电压、弧光阻抗修正值、系统阻抗值以及故障回路阻抗,计算理论短路电流值;

[0065] 步骤S3044.利用寻优函数迭代计算弧光短路故障处的粗略位置,直到理论计算短路电流值与实际故障电流值差值小于预设误差,则此时的弧光短路故障处的粗略位置为故障位置修正值。

[0066] 步骤S4.将所述最终故障阻抗值与所述配电变压器的电气位置坐标值进行匹配,得到备选配电变压器电气位置坐标集,以及故障位置与配电变压器距离值。应当理解的是,在一些较优的实施例中,所述最终故障阻抗值包括金属短路故障阻抗值 Zd_metal 和弧光短路故障阻抗值 Zd_arc 。其中,所述匹配具体是指:以金属短路故障阻抗值 Zd_metal 和弧光短路故障阻抗值 Zd_arc 为基准,搜索并匹配与两个故障阻抗值绝对差值最小的配电变压器的电气位置坐标值,同时到阻抗差值。此时,由于实际的故障路径并未判断,因此得到的可能是包含多个配电变压器的电气位置坐标的坐标集。并且所述故障位置与配电变压器距离值也需要根据两种故障类型分别给出。

[0067] 步骤S5.根据线路上安装的故障指示器和分支开关故障电流值序列,确定故障路径。

[0068] 步骤S6.在所述备选配电变压器电气位置坐标集中,查找故障路径上的配电变压器电气位置坐标,结合所述故障位置与配电变压器距离值,得到准确故障点。

[0069] 上述步骤S5和S6的过程如图4所示。其中,所述查找故障路径上距离故障点最近的配电变压器的电气位置坐标的方法包括:根据母线至短路点的最终故障阻抗值减去故障路径上的配电变压器在高压侧的电气位置坐标,差值最小的电气位置坐标即为距离故障点最近的配电变压器。

[0070] 此时,由于所述最终故障阻抗值为两个值,则理论上的故障位置也为两个。因此,还需要对发生故障的类型,即金属短路故障和弧光短路故障,进行具体的判别。应当理解的是,对于故障类型的判别可以在得出可能的准确故障点之后进行,也可以在得到故障时的暂态量(即本方案的起始步骤)时进行,因此本发明对故障类别判断的具体实施顺序不作要

求。

[0071] 进一步的是,现有技术中关于故障类别的判断方法有很多,例如利用故障电弧探测器来判断线路中是否发生电弧故障,其原理是根据电弧发生时的电流幅值和电流的波形斜率的特性来进行判断。在一些较优的实施例中,还可以通过故障期间的电气暂态量,即利用金属和弧光短路形成的短路阻抗角不同的特点,进行金属短路和弧光短路类型的判别,筛除误差较大的故障类型。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。

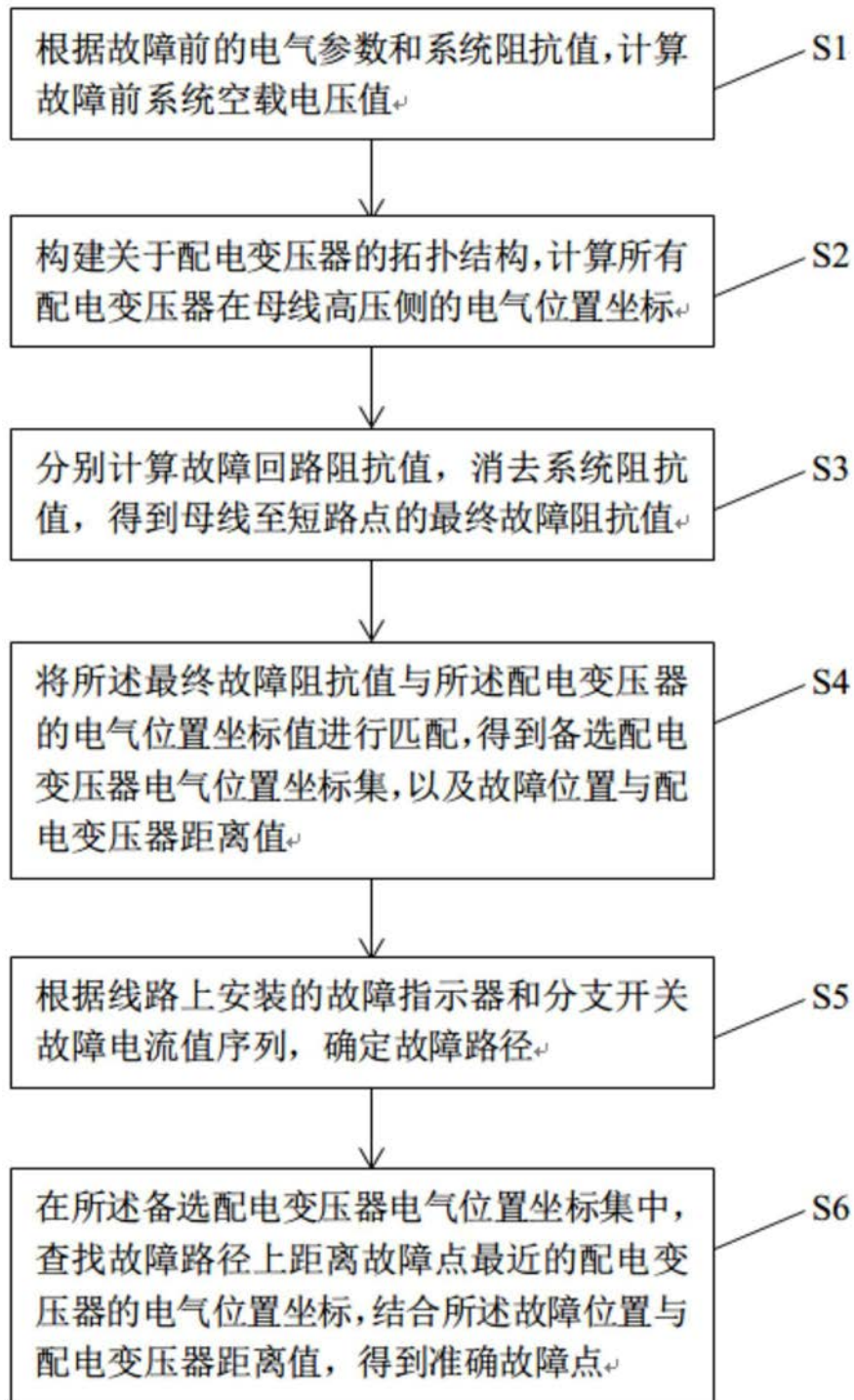


图1

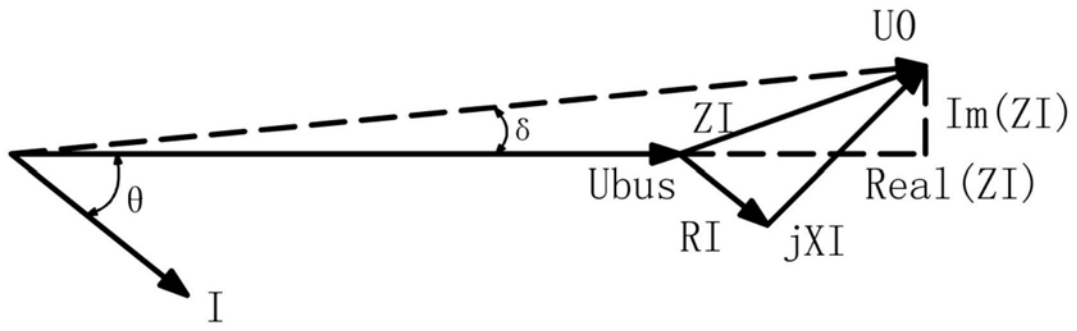


图2

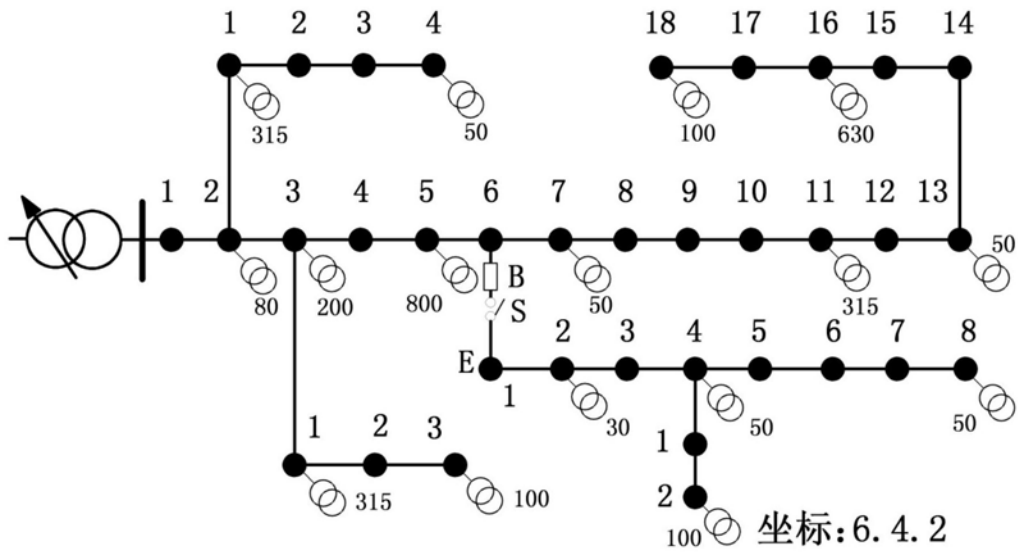


图3

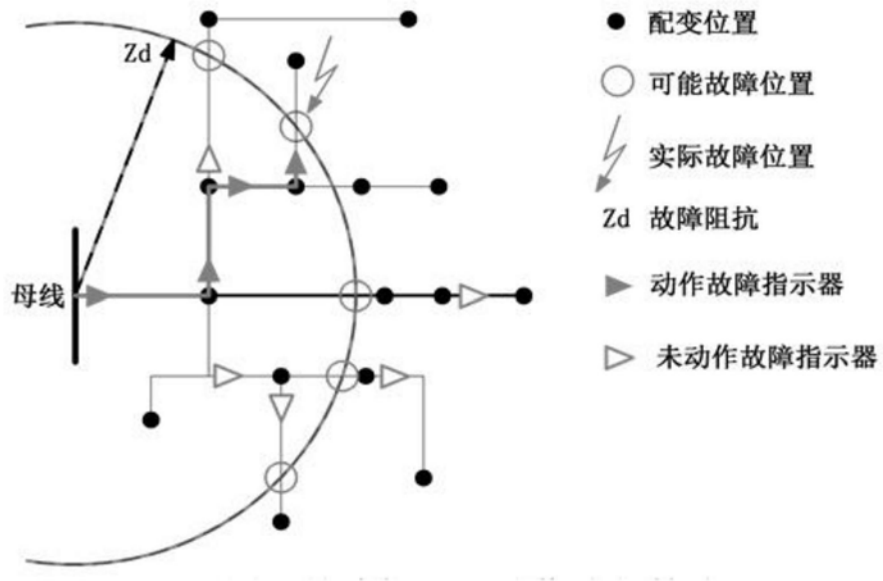


图4