



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114280425 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 05

(21) 申请号 202210014001.6

(22) 申请日 2022.01.07

(71) 申请人 山东胜利通海集团东营天蓝节能科技有限公司

地址 257200 山东省东营市河口区和平街以南、河口二、三矿以西

(72) 发明人 韩国强 刘相龙 徐超 张延海 邢成国 于然林

(74) 专利代理机构 东营双桥专利代理有限责任公司 37107

代理人 方圆

(51) Int. Cl.

G01R 31/08 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法

(57) 摘要

本发明属于配电设备检测技术领域,尤其涉及一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法。该配电网短路故障判断方法利用负荷测量终端得到短路故障前后各负荷侧相电压幅值变化量;并根据网络拓扑结构,基于负荷侧相电压幅值变化量沿线路阻抗分布规律形成故障定位判断依据,有效判别短路故障类型并对其发生位置进行区段精确定位。一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法,包括有基于配电网拓扑结构获得各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量、对配电网拓扑结构中线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量进行测量、判断配电网短路故障为三相短路故障或两相短路故障的步骤特征。



1. 基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法, 其特征在于, 包括有如下步骤:

基于配电网拓扑结构, 获得各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量;

对配电网拓扑结构中线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量进行测量;

若线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量相同, 则判断配电网短路故障为三相短路故障;

若线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量中某一相电压故障前后的幅值变化量区别于剩余两相电压故障前后的幅值变化量, 则判断配电网短路故障为两相短路故障, 并将该一相确定为特殊相。

2. 根据权利要求1所述的基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法, 其特征在于, 当判断配电网短路故障为三相短路故障时, 横向比较各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量的数值大小;

将负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量中数值最大值所对应负荷终端节点判定为三相短路故障节点, 三相短路故障节点与其更接近电源点的前一个负荷终端节点之间区间判定为三相短路故障区间。

3. 根据权利要求2所述的基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法, 其特征在于, 统计三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点;

将三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其相对于电源点的阻抗幅值作为横坐标, 三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其任一相电压幅值变化量作为纵坐标;

基于横坐标、纵坐标生成三相短路故障拟合曲线;

将各负荷终端节点任一相电压幅值变化量中的最大值代入三相短路故障拟合曲线, 对应得到的阻抗幅值即为三相短路故障点到电源点阻抗值。

4. 根据权利要求1所述的基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法, 其特征在于, 当判断配电网短路故障为两相短路故障时, 横向比较各负荷终端故障前后负荷侧特殊相电压幅值的变化量的数值大小;

将负荷终端故障前后负荷侧特殊相电压幅值的变化量中数值最大值所对应节点判定为两相短路故障节点, 两相短路故障节点与其更接近电源点的前一个节点之间区间判定为两相短路故障区间。

5. 根据权利要求4所述的基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法, 其特征在于, 统计两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点;

将两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其相对于电源点的阻抗幅值作为横坐标, 两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点特殊相电压幅值变化量作为纵坐标;

基于横坐标、纵坐标生成两相短路故障拟合曲线;

将各负荷终端节点特殊相电压幅值变化量中的最大值代入两相短路故障拟合曲线, 对应得到的阻抗幅值即为两相短路故障点到电源点阻抗值。

基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法

技术领域

[0001] 本发明属于配电设备检测技术领域,尤其涉及一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法。

背景技术

[0002] 在电力系统运行过程中,配电线路承担着分配电能的重任。当配电线路发生故障时,需要技术人员根据线路中的故障特征迅速准确地进行故障定位,这不仅有利于线路及时修复,大大减轻巡线人员的劳动,而且对电力系统的安全稳定和经济运行还起到了至关重要的作用。其中,配电网发生故障后,及时准确地确定故障地点,迅速隔离故障区段并恢复全区段供电,可以尽可能地减少因事故停电对社会经济和群众生活带来的影响。

[0003] 现阶段,有源配电网的结构越来越复杂,分支线路众多且由于分布式电源的广泛接入,导致线路故障区段的定位愈加困难。目前,技术人员大多主要依靠馈线终端单元(feeder terminal unit,FTU)等配网自动化设备来进行故障定位。但上述故障定位方案仅适用于DG渗透率小于25%的配电网。

[0004] 而其他方法中还包括又阻抗法、行波法和人工智能算法。阻抗法是根据已测量的电压和节点阻抗计算故障电流,然后根据分布参数确定故障点到测量点的距离,此方法假设负载为稳态且对线路参数敏感。基于故障分析的阻抗法又可分为单端量法和两端量法。单端量法受过渡电阻、线路分支等因素影响,两端量法对两端时钟同步要求严格。人工智能算法通过训练遗传算法、蚁群算法、蝙蝠算法、人工神经网络(ANN)或支持向量机(SVM)等机器学习算法,从采集的数据中提取特征,容错性较高。但是,原始数据一般需通过傅立叶变换或小波变换进行数据预处理,转换后对采样率的要求会变得很高。随着电网拓扑结构的不断变化以及极端天气造成的复杂故障,实用性差。广泛应用于结构相对简单的输电线路的行波法通过测量电压、电流行波在故障点及母线之间的传播时间确定故障点的位置,但对时间同步率和采样率的高需求限制了它的使用范围,也难以适应于配电网。

[0005] 因此,综上所述,亟待本领域技术人员提供一种适用范围更广、操作更为容易、判断结果更为精确的配电网短路故障判断方法。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法,该配电网短路故障判断方法利用负荷测量终端得到短路故障前后各负荷侧相电压幅值变化量;并根据网络拓扑结构,基于负荷侧相电压幅值变化量沿线路阻抗分布规律形成故障定位判断依据,有效判别短路故障类型并对其发生位置进行区段精确定位,从而提高配电网故障定位速度和效率。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用了如下技术方案:

基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法,包括有如下步骤:

基于配电网拓扑结构,获得各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量;

对配电网拓扑结构中线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量进行测量；

若线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量相同，则判断配电网短路故障为三相短路故障；

若线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量中某一相电压故障前后的幅值变化量区别于剩余两相电压故障前后的幅值变化量，则判断配电网短路故障为两相短路故障，并将该一相确定为特殊相。

[0008] 较为优选的，当判断配电网短路故障为三相短路故障时，横向比较各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量的数值大小；

将负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量中数值最大值所对应负荷终端节点判定为三相短路故障节点，三相短路故障节点与其更接近电源点的前一个负荷终端节点之间区间判定为三相短路故障区间。

[0009] 较为优选的，统计三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点；

将三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其相对于电源点的阻抗幅值作为横坐标，三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其任一相电压幅值变化量作为纵坐标；

基于横坐标、纵坐标生成三相短路故障拟合曲线；

将各负荷终端节点任一相电压幅值变化量中的最大值代入三相短路故障拟合曲线，对应得到的阻抗幅值即为三相短路故障点到电源点阻抗值。

[0010] 较为优选的，当判断配电网短路故障为两相短路故障时，横向比较各负荷终端故障前后负荷侧特殊相电压幅值的变化量的数值大小；

将负荷终端故障前后负荷侧特殊相电压幅值的变化量中数值最大值所对应节点判定为两相短路故障节点，两相短路故障节点与其更接近电源点的前一个节点之间区间判定为两相短路故障区间。

[0011] 较为优选的，统计两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点；

将两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其相对于电源点的阻抗幅值作为横坐标，两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点特殊相电压幅值变化量作为纵坐标；

基于横坐标、纵坐标生成两相短路故障拟合曲线；

将各负荷终端节点特殊相电压幅值变化量中的最大值代入两相短路故障拟合曲线，对应得到的阻抗幅值即为两相短路故障点到电源点阻抗值。

[0012] 本发明提供了一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法，该判断方法中包括有基于配电网拓扑结构获得各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量、对配电网拓扑结构中线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量进行测量、判断配电网短路故障为三相短路故障或两相短路故障的步骤特征。具有上述步骤特征的一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法，其相比于现有技术至少具备如下优势：

本基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法不需要增加额外设备，可以节省定位成本，并且不需要进行复杂的数据处理，定位流程简化。此外，本基于负荷

端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法具备抗干扰和多环境适应性,不受线路长度影响、对于不同类型和过渡电阻故障均能实现有效定位。

附图说明

[0013] 该附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在下述附图中:

图1为本发明判断方法所依托的配电网短路故障区段定位系统的结构参考示意图;

图2为图1配电网短路故障区段定位系统的周波选取示意图;

图3为配电网拓扑示意图;

图4为发生故障1时线路末端节点相电压波形示意图;

图5为发生故障1时相电压幅值比较示意图;

图6为故障1的计算结果示意图;

图7为发生故障2时线路末端节点相电压波形图;

图8为发生故障2时相电压幅值比较图;

图9为故障2的计算结果示意图;

图10为本发明提供一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法的流程示意图。

具体实施方式

[0014] 本发明提供了一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法,该配电网短路故障判断方法利用负荷测量终端得到短路故障前后各负荷侧相电压幅值变化量;并根据网络拓扑结构,基于负荷侧相电压幅值变化量沿线路阻抗分布规律形成故障定位判断依据,有效判别短路故障类型并对其发生位置进行区段精确定位,从而提高配电网故障定位速度和效率。

[0015] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0016] 实施例一

本发明提供了一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法,包括有如下步骤:

基于配电网拓扑结构,获得各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量;

对配电网拓扑结构中线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量进行测量;

若线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量相同,则判断配电网短路故障为三相短路故障;

若线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量中某一相电压故障前后的幅值变化量区别于剩余两相电压故障前后的幅值变化量,则判断配电网短路故障为两相短路故障,并将该一相确定为特殊相。

[0017] 具体的,以10kV电压等级配电网场景为例,利用本发明提供的判断策略,进行短路故障类型判断与故障定位。

[0018] 其中,配电网短路故障区段定位系统参考如附图1所示,包括主站与低压侧监测的负荷终端。当系统发生短路故障后,以相电压突变量作为启动判据,以相电压突变量大于 U_{set} 时刻作为故障时刻,此处设置 $U_{set} = 0.1U_N$ 。同时读取故障时刻后 T_1 时刻与故障时刻前 T_2 时刻两个周波作为故障前后相电压幅值变化量计算数据。其周波选取实现过程如附图2所示。

[0019] 经过上述计算后,得到配电网拓扑结构中线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量,利用该末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量进行短路故障类型判断。若三相电压幅值变化量相同,则故障类型为三相短路故障。若存在一相电压幅值变化量区别于另外两相则故障类型为两相短路故障(通常来说,该一相电压幅值变化量明显大于另外两相),同时定义该相为特殊相;例如,当A相为特殊相时故障为CA两相短路,B相为特殊相时故障为AB两相短路时,C相为特殊相时故障为BC两相短路。

[0020] 根据变压器接线组别与相电压大小关系可以得到低压侧相电压正负序分量幅值大小;通过正负序分量的合成可以得到低压侧故障后相电压幅值大小,与线路正常运行时电压相减,通过计算故障前后负荷侧相电压幅值变化量进行故障定位,该值大小与测量节点到电源点阻抗近似呈线性关系。

[0021] 进一步的,作为本发明的一种较为优选的实施方式,当判断配电网短路故障为三相短路故障时,横向比较各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量的数值大小;

将负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量中数值最大值所对应负荷终端节点判定为三相短路故障节点,三相短路故障节点与其更接近电源点的前一个负荷终端节点之间区间判定为三相短路故障区间。

[0022] 更进一步的,统计三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点;

将三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其相对于电源点的阻抗幅值作为横坐标,三相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其任一相电压幅值变化量作为纵坐标;

基于横坐标、纵坐标生成三相短路故障拟合曲线;

将各负荷终端节点任一相电压幅值变化量中的最大值代入三相短路故障拟合曲线,对应得到的阻抗幅值即为三相短路故障点到电源点阻抗值。

[0023] 而与之相对的,当判断配电网短路故障为两相短路故障时,横向比较各负荷终端故障前后负荷侧特殊相电压幅值的变化量的数值大小;

将负荷终端故障前后负荷侧特殊相电压幅值的变化量中数值最大值所对应节点判定为两相短路故障节点,两相短路故障节点与其更接近电源点的前一个节点之间区间判定为两相短路故障区间。

[0024] 更进一步的,统计两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点;

将两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点其相对于电源点的阻抗幅值作为横坐标,两相短路故障节点到电源点之间的各负荷终端节点特殊相电压幅值变化量作为纵坐标;

基于横坐标、纵坐标生成两相短路故障拟合曲线；

将各负荷终端节点特殊相电压幅值变化量中的最大值代入两相短路故障拟合曲线,对应得到的阻抗幅值即为两相短路故障点到电源点阻抗值。

[0025] 具体的,举例参考如下:

首先提供一配电网拓扑图,如附图3所示。

[0026] 当系统5、6节点之间发生短路故障1时,线路末端低压侧监测装置得到相电压如附图4所示。图中3s时刻相电压突变量大于 U_{set} ,满足启动判据。利用线路末端节点相电压幅值变化量进行短路故障类型判断,由图可知B相电压幅值变化量远大于A、C相电压,因此故障类型为AB两相短路故障,B相为特殊相。横向比较所有节点特殊相电压变化量大小,整理结果如附图5所示。由图可知,最大值出现的节点为6节点,5节点为6节点更靠近电源点的前一个节点,因此故障发生位置为5、6节点之间。

[0027] 以1-5节点到电源点的阻抗幅值为横坐标,特殊相电压幅值变化量为纵坐标生成拟合曲线,将6节点特殊相电压幅值变化量代入拟合曲线所得故障点到电源点阻抗幅值为 $3.162\ \Omega$,整理结果如附图6所示。故障实际位置为 $3.130\ \Omega$,误差 $0.032\ \Omega$ 。

[0028] 而当系统5、6节点之间发生短路故障2时,线路末端低压侧监测装置得到相电压如附图7所示。图中3s时刻相电压突变量大于 U_{set} ,满足启动判据。利用线路末端节点相电压幅值变化量进行短路故障类型判断,由图可知三相电压幅值变化量相等,因此故障类型为三相短路故障。

[0029] 横向比较所有节点任一相电压变化量大小,此处选择B相作为计算相。整理结果如附图8所示。由图可知,最大值出现的节点为6节点,5节点为6节点更靠近电源点的前一个节点,因此故障发生位置为5、6节点之间。以1-5节点到电源点的阻抗幅值为横坐标,B相电压幅值变化量为纵坐标生成拟合曲线,将6节点B相电压幅值变化量代入拟合曲线所得故障点到电源点阻抗幅值为 $3.203\ \Omega$,整理结果如附图9所示。故障实际位置为 $3.130\ \Omega$,误差 $0.073\ \Omega$ 。

[0030] 本发明提供了一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法,该判断方法中包括有基于配电网拓扑结构获得各负荷终端故障前后负荷侧相电压幅值的变化量、对配电网拓扑结构中线路末端负荷监测点三个负荷端故障前后的相电压幅值变化量进行测量、判断配电网短路故障为三相短路故障或两相短路故障的步骤特征。具有上述步骤特征的一种基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法,其相比于现有技术至少具备如下优势:

本基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法不需要增加额外设备,可以节省定位成本,并且不需要进行复杂的数据处理,定位流程简化。此外,本基于负荷端相电压幅值变化量的配电网短路故障判断方法具备抗干扰和多环境适应性,不受线路长度影响、对于不同类型和过渡电阻故障均能有效定位。

[0031] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

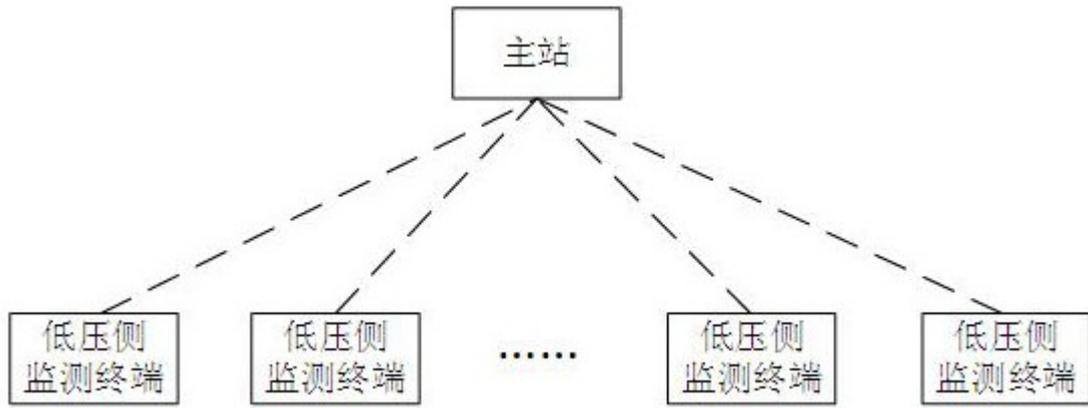


图1

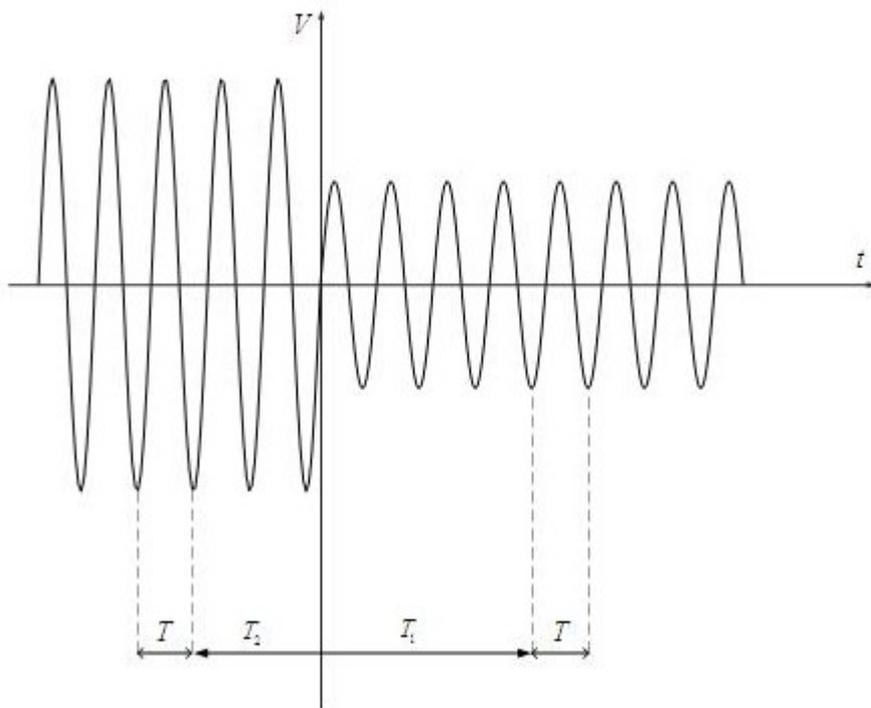


图2

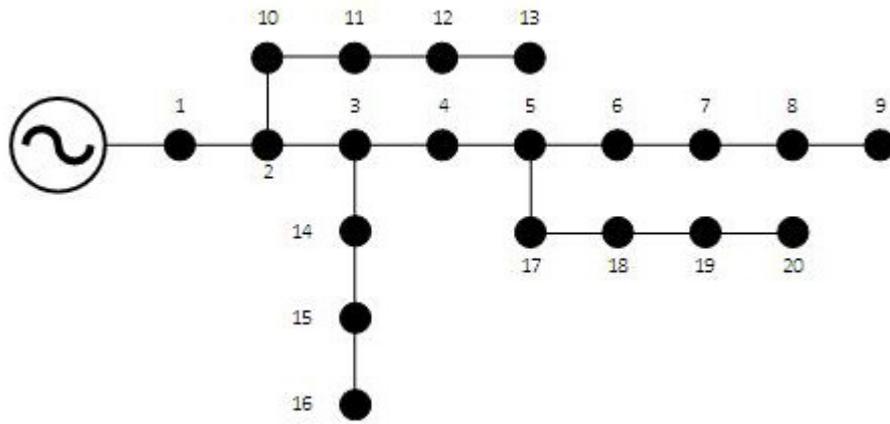


图3

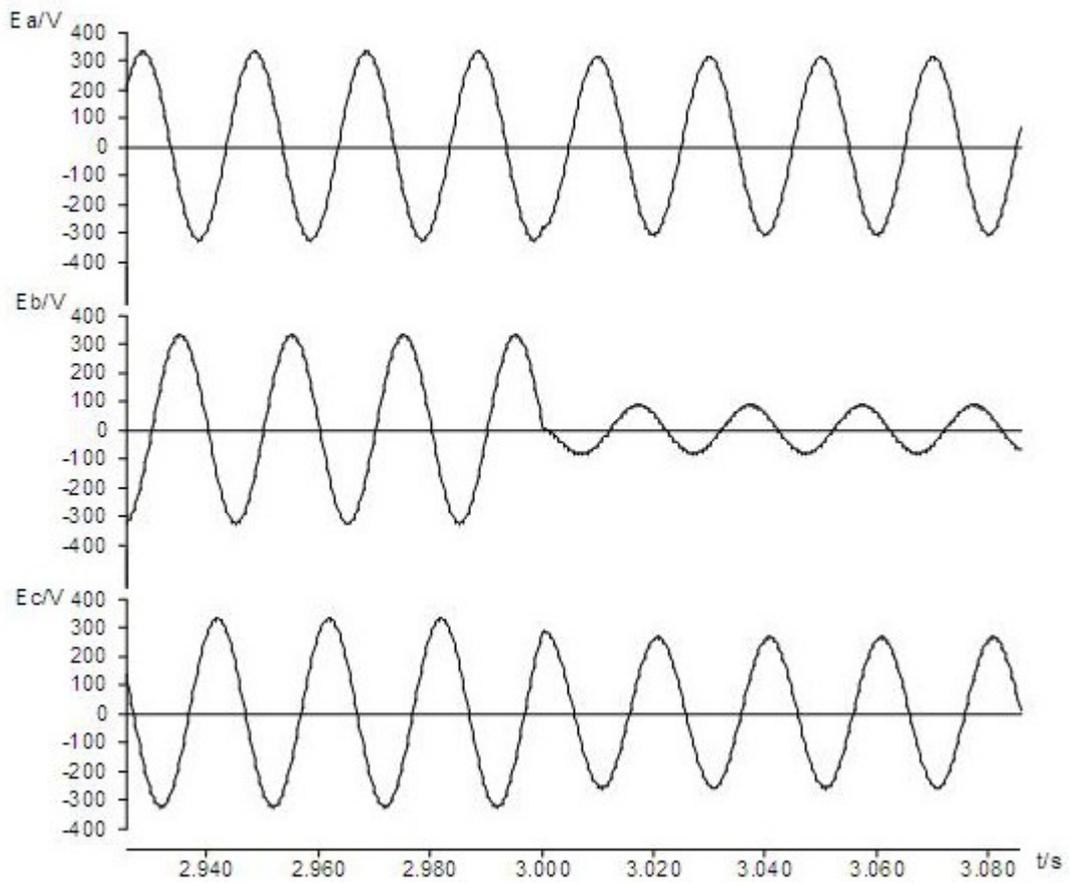


图4

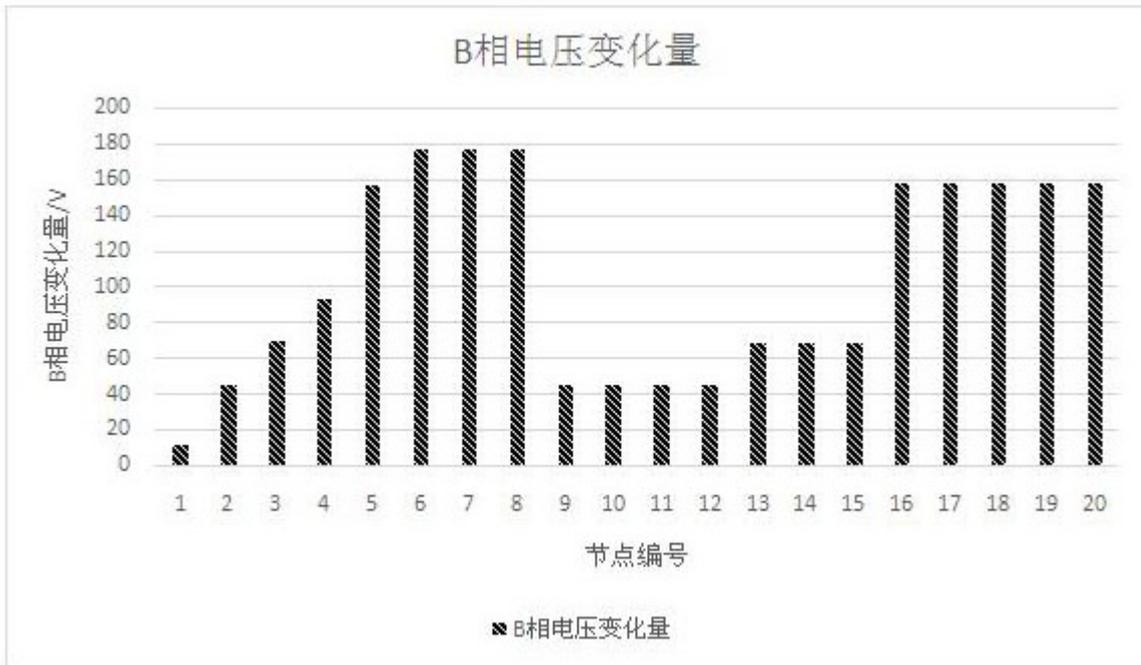


图5

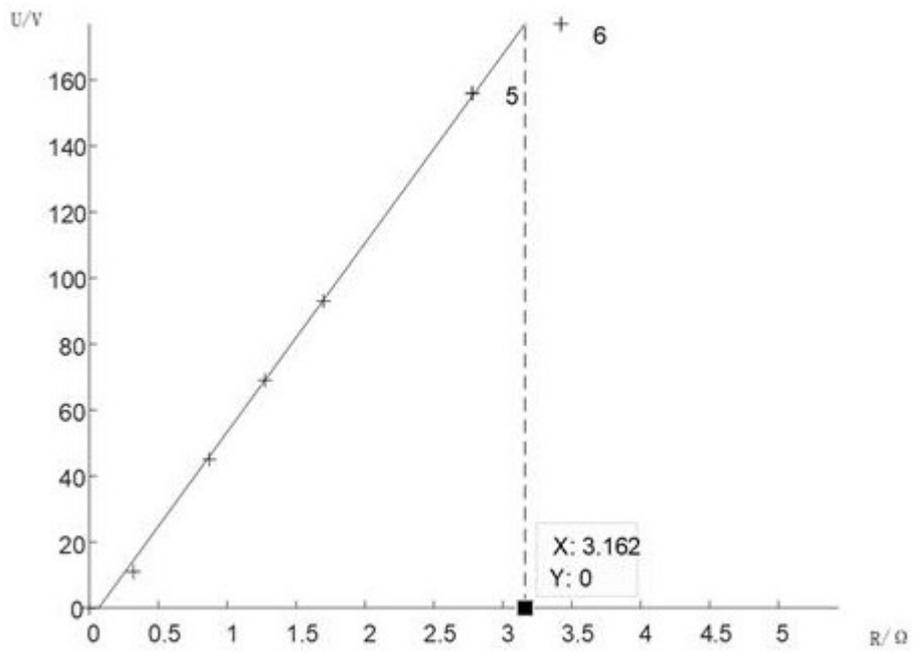


图6

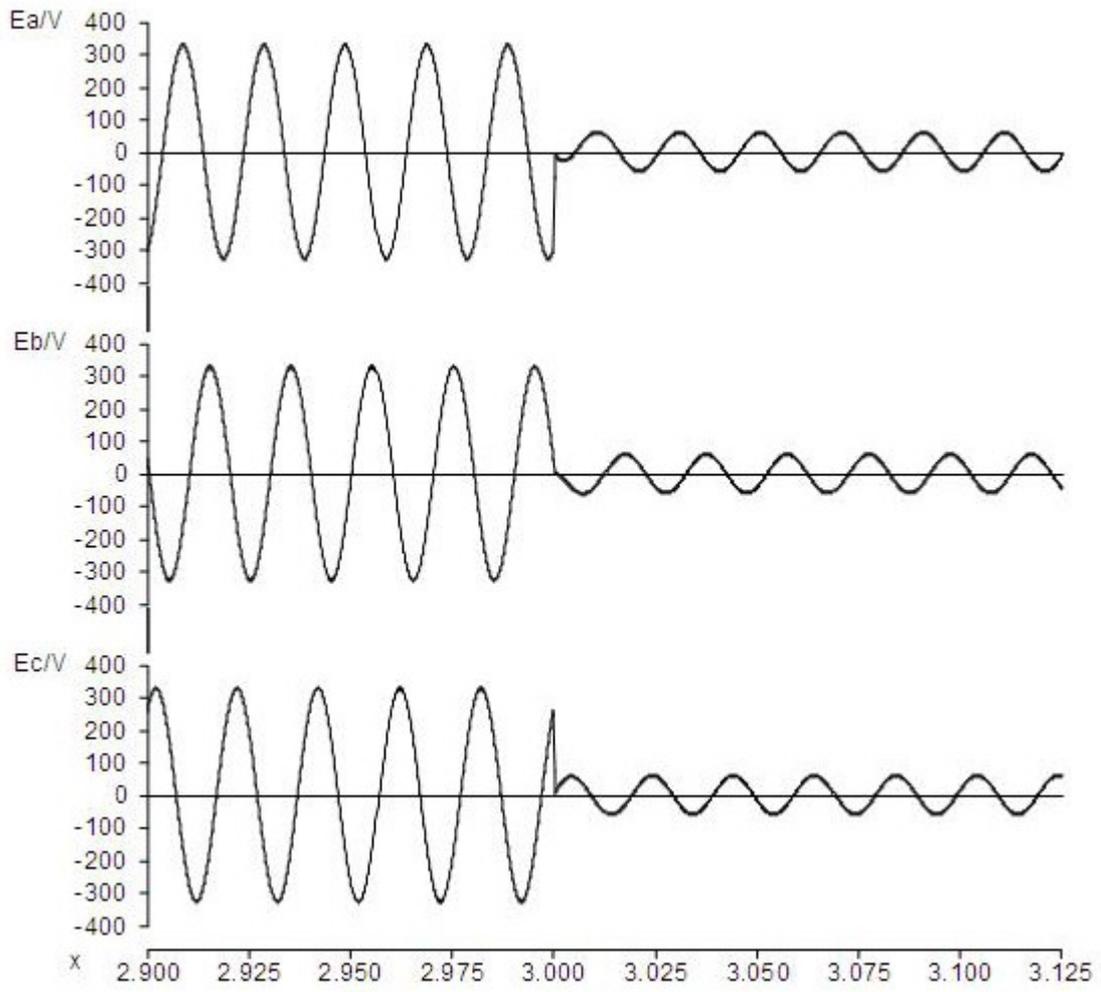


图7

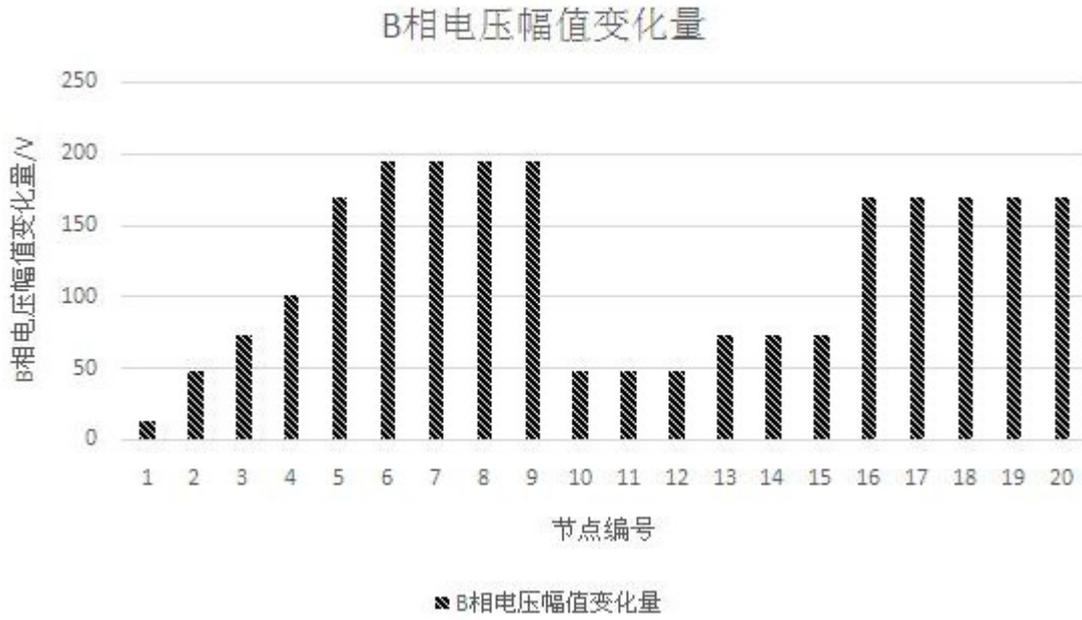


图8

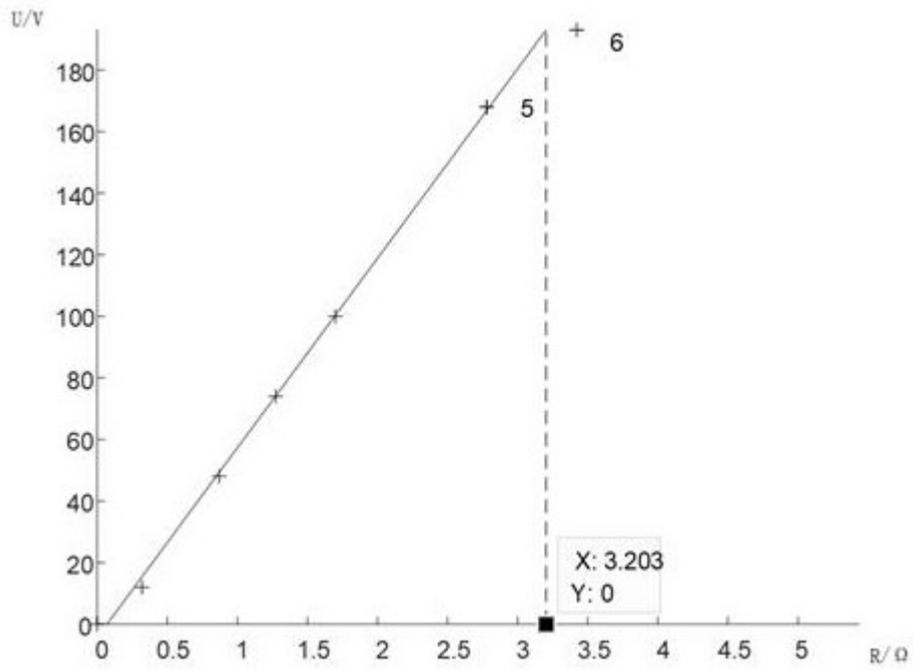


图9

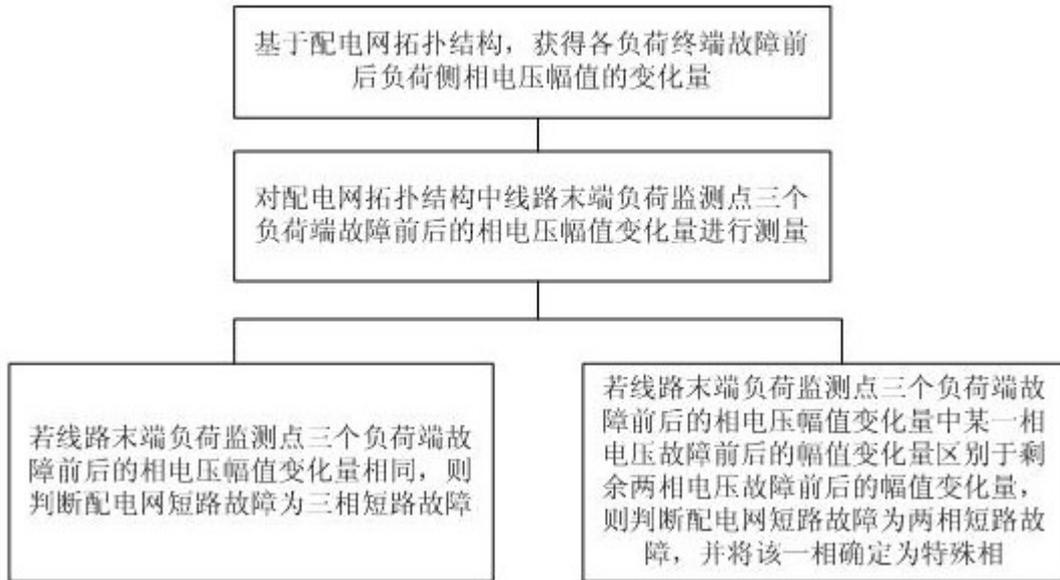


图10