



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109870631 A

(43)申请公布日 2019.06.11

(21)申请号 201910165111.0

(22)申请日 2019.03.05

(71)申请人 贵州电网有限责任公司

地址 550000 贵州省贵阳市南明区滨河路
17号

(72)发明人 廖清阳

(74)专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有
限公司 11275

代理人 王海权

(51) Int. Cl.

G01R 31/08(2006.01)

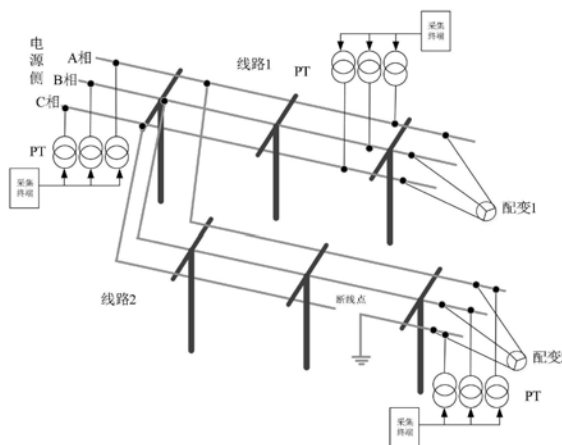
权利要求书5页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法,属于电力电网领域。该方法为:根据电源侧和负荷侧的相位、幅值和电压关系判断故障相位以及判断电源侧和负荷侧的接地情况。常规方法采集电流,故障时电流较小,不能精准的动作,若采用放大器,在负荷等微小变化时,则容易会造成误判为故障。本发明利用各类故障时电压相位及幅值变化较大,电源侧与负荷侧差异较大,利于相互比较,通过电压特性进行判别故障类型。



1. 一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法,其特征在于:

该方法为:根据电源侧和负荷侧的相位、幅值和电压关系判断故障相位以及判断电源侧和负荷侧的接地情况。

2. 根据权利要求1所述的一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法,其特征在于:所述方法具体为:

假设A相故障:

(1) 两侧断线不接地时,电源侧电压相位及幅值不变、负荷侧断线相电压变小且相位与故障前反相,判断线路发生断线不接地故障;

(2) 断线后电源侧接地,负荷侧不接地时,电源侧电压故障相变为0,其余两相电压幅值为原值1.732倍,相位偏移30度,零序电压与原A相电压相位相反,幅值相同,负荷侧断线相电压变小且相位与故障前反相,判断为断线电源侧接地,负荷侧不接地;

(3) 断线后电源侧不接地,负荷侧接地时:电源侧电压相位偏移,幅值增大,偏移角度及幅值增加幅度与负荷侧变压器绕组阻抗有关系,负荷侧故障相电压为0;

(4) 两侧断线接地或不断线单相接地时:电源侧与负荷侧故障相电压为0,其余相电压相位偏移30度,幅值为原幅值1.732倍。

3. 根据权利要求1所述的一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法,其特征在于:所述方法具体为:

假设C相故障:

(1) C相断线,电源侧不接地,负荷侧接地

电源侧:

电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,三相电压为对称三相电压,相位及幅值关系如下:

$$\bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_b = U \angle 240^\circ, \text{无负序及零序分量,其中:}\bar{U}_a \text{为A相电压,}\bar{U}_b \text{为B相电压,}\bar{U}_c \text{为C相电压,}$$

$$\bar{U}_c = U \angle 120^\circ$$

U为电压标准幅值,无;

负荷侧:

负荷侧因C相断线,造成三相不对称,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

相电压相位关系:

$$\bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_b = U \angle 240^\circ$$

$$\bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$\begin{aligned} \text{零序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 240^\circ) \\ &= \frac{1}{3}U\angle 300^\circ \end{aligned}$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$\begin{aligned} \text{正序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 120^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ &= \frac{2}{3}U\angle 0^\circ \end{aligned}$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c)$$

$$\begin{aligned} \text{负序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 240^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 120^\circ) \\ &= \frac{1}{3}U\angle 60^\circ \end{aligned}$$

其中： \bar{U}_a 为A相电压， \bar{U}_b 为B相电压， \bar{U}_c 为C相电压，U为电压标准幅值， \bar{U}_{c0} 为C相故障时零序电压， \bar{U}_{c1} 为C相故障时正序电压， \bar{U}_{c2} 为C相故障时负序电压；

通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线，电源侧不接地，负荷侧接地；

(2) C相断线，电源侧不接地，负荷侧不接地

电源侧：

电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值，三相电压为对称三相电压，相位及幅值关系如下：

$$\bar{U}_a = U\angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_b = U\angle 240^\circ, \text{无负序及零序分量；}$$

$$\bar{U}_c = U\angle 120^\circ$$

负荷侧：

负荷侧因C相断线，造成三相不对称，用对称分量法分解为正序、负序、零序分量，相位及幅值关系如下：

相电压相位关系：

$$\bar{U}_{a'} = \sqrt{3}U\angle 330^\circ$$

$$\bar{U}_{b'} = \sqrt{3}U\angle 270^\circ$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + \bar{U}_{b'} + \bar{U}_{c'})$$

$$\begin{aligned} \text{零序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= U\angle 300^\circ \end{aligned}$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a \times \bar{U}_{b'} + a^2 \times \bar{U}_{c'})$$

$$\begin{aligned} \text{正序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 120^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 30^\circ) \\ &= U\angle 0^\circ \end{aligned}$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a^2 \times \bar{U}_{b'} + a \times \bar{U}_{c'})$$

$$\begin{aligned} \text{负序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 240^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 150^\circ) \\ &= 0 \end{aligned}$$

通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线,电源侧及负荷侧不接地;

(3) C相断线,电源侧接地,负荷侧不接地

电源侧:

电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,因电源侧接地C相为零,三相电压为不对称三相电压,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

相电压相位关系:

$$\bar{U}_a = U\angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_b = U\angle 240^\circ$$

$$\bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$\begin{aligned} \text{零序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 240^\circ) \\ &= \frac{1}{3}U\angle 300^\circ \end{aligned}$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$\begin{aligned} \text{正序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 120^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ &= \frac{2}{3}U\angle 0^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{U}_{c2} &= \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c) \\ &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 240^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ \text{负序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 120^\circ) \\ &= \frac{1}{3}U\angle 60^\circ\end{aligned}$$

负荷侧:

负荷侧因C相断线,造成三相不对称,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

相电压相位关系:

$$\bar{U}_{a'} = \sqrt{3}U\angle 330^\circ$$

$$\bar{U}_{b'} = \sqrt{3}U\angle 270^\circ$$

$$\begin{aligned}\bar{U}_{c0} &= \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + \bar{U}_{b'} + \bar{U}_{c'}) \\ \text{零序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= U\angle 300^\circ \\ \bar{U}_{c1} &= \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a \times \bar{U}_{b'} + a^2 \times \bar{U}_{c'}) \\ \text{正序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 120^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 30^\circ) \\ &= U\angle 0^\circ \\ \bar{U}_{c2} &= \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a^2 \times \bar{U}_{b'} + a \times \bar{U}_{c'}) \\ \text{负序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 240^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 150^\circ) \\ &= 0\end{aligned}$$

通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线,电源侧及负荷侧不接地;

(4) C相断线,电源侧接地,负荷侧接地

电源侧与负荷侧相同:

电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,因接地C相为零,三相电压为不对称三相电压,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

相电压相位关系:

$$\bar{U}_a = U\angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_b = U\angle 240^\circ$$

$$\bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$\text{零序分量: } = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 240^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}U\angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$\text{正序分量: } = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 120^\circ \times U\angle 240^\circ)$$

$$= \frac{2}{3}U\angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c)$$

$$= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 240^\circ \times U\angle 240^\circ)$$

$$\text{负序分量: } = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 120^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}U\angle 60^\circ$$

通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相源侧及负荷侧接地。

一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力电网领域,涉及一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法。

背景技术

[0002] 由于10kV配网架空线路建设高度原因,容易受到外力破坏造成线路断线,或者其他外物搭接在线路上导电造成人畜触电。

[0003] 由于通信技术的不断发展,终端数据采集及交互分析应用技术的成熟应用,可通过线路首末端电压相位及幅值关系对比分析线路故障类型,为故障处理提供技术支持。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法。

[0005] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 一种基于电压关系对比的配网线路故障性质确认方法,该方法为:根据电源侧和负荷侧的相位、幅值和电压关系判断故障相位以及判断电源侧和负荷侧的接地情况。

[0007] 进一步,所述方法具体为:

[0008] 假设A相故障:

[0009] (1) 两侧断线不接地时,电源侧电压相位及幅值不变、负荷侧断线相电压变小且相位与故障前反相,判断线路发生断线不接地故障;

[0010] (2) 断线后电源侧接地,负荷侧不接地时,电源侧电压故障相变为0,其余两相电压幅值为原值1.732倍,相位偏移30度,零序电压与原A相电压相位相反,幅值相同,负荷侧断线相电压变小且相位与故障前反相,判断为断线电源侧接地,负荷侧不接地;

[0011] (3) 断线后电源侧不接地,负荷侧接地时:电源侧电压相位偏移,幅值增大,偏移角度及幅值增加幅度与负荷侧变压器绕组阻抗有关系,负荷侧故障相电压为0;

[0012] (4) 两侧断线接地或不断线单相接地时:电源侧与负荷侧故障相电压为0,其余相电压相位偏移30度,幅值为原幅值1.732倍。

[0013] 进一步,所述方法具体为:

[0014] 假设C相故障:

[0015] (1) C相断线,电源侧不接地,负荷侧接地

[0016] 电源侧:

[0017] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,三相电压为对称三相电压,相位及幅值关系如下:

$$\bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

[0018] $\bar{U}_b = U \angle 240^\circ$, 无负序及零序分量,其中: \bar{U}_a 为A相电压, \bar{U}_b 为B相电压, \bar{U}_c 为C相
 $\bar{U}_c = U \angle 120^\circ$

电压, U 为电压标准幅值, 无;

[0019] 负荷侧:

[0020] 负荷侧因C相断线, 造成三相不对称, 用对称分量法分解为正序、负序、零序分量, 相位及幅值关系如下:

[0021] 相电压相位关系:

$$[0022] \quad \bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

$$[0023] \quad \bar{U}_b = U \angle 240^\circ$$

$$[0024] \quad \bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$[0025] \quad \text{零序分量: } = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + U \angle 240^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}U \angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$[0026] \quad \text{正序分量: } = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + 1 \angle 120^\circ \times U \angle 240^\circ)$$

$$= \frac{2}{3}U \angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c)$$

$$[0027] \quad \text{负序分量: } = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + 1 \angle 240^\circ \times U \angle 240^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + U \angle 120^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}U \angle 60^\circ$$

[0028] 其中: \bar{U}_a 为A相电压, \bar{U}_b 为B相电压, \bar{U}_c 为C相电压, U 为电压标准幅值, \bar{U}_{c0} 为C相故障时零序电压, \bar{U}_{c1} 为C相故障时正序电压, \bar{U}_{c2} 为C相故障时负序电压;

[0029] 通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线, 电源侧不接地, 负荷侧接地;

[0030] (2) C相断线, 电源侧不接地, 负荷侧不接地

[0031] 电源侧:

[0032] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值, 三相电压为对称三相电压, 相位及幅值关系如下:

$$\bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

$$[0033] \quad \bar{U}_b = U \angle 240^\circ, \text{ 无负序及零序分量;}$$

$$\bar{U}_c = U \angle 120^\circ$$

[0034] 负荷侧:

[0035] 负荷侧因C相断线,造成三相不对称,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

[0036] 相电压相位关系:

$$[0037] \quad \bar{U}_{a'} = \sqrt{3}U \angle 330^\circ$$

$$[0038] \quad \bar{U}_{b'} = \sqrt{3}U \angle 270^\circ$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + \bar{U}_{b'} + \bar{U}_{c'})$$

$$[0039] \quad \text{零序分量:} = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U \angle 330^\circ + \sqrt{3}U \angle 270^\circ) \\ = U \angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a \times \bar{U}_{b'} + a^2 \times \bar{U}_{c'})$$

$$[0040] \quad \text{正序分量:} = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U \angle 330^\circ + 1 \angle 120^\circ \times \sqrt{3}U \angle 270^\circ) \\ = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U \angle 330^\circ + \sqrt{3}U \angle 30^\circ) \\ = U \angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a^2 \times \bar{U}_{b'} + a \times \bar{U}_{c'})$$

$$[0041] \quad \text{负序分量:} = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U \angle 330^\circ + 1 \angle 240^\circ \times \sqrt{3}U \angle 270^\circ) \\ = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U \angle 330^\circ + \sqrt{3}U \angle 150^\circ) \\ = 0$$

[0042] 通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线,电源侧及负荷侧不接地;

[0043] (3) C相断线,电源侧接地,负荷侧不接地

[0044] 电源侧:

[0045] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,因电源侧接地C相为零,三相电压为不对称三相电压,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

[0046] 相电压相位关系:

$$[0047] \quad \bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

$$[0048] \quad \bar{U}_b = U \angle 240^\circ$$

$$[0049] \quad \bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$[0050] \quad \text{零序分量:} = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + U \angle 240^\circ) \\ = \frac{1}{3}U \angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

[0051] 正序分量: $= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 120^\circ \times U\angle 240^\circ)$
 $= \frac{2}{3}U\angle 0^\circ$

[0052] 负序分量: $\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c)$
 $= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 240^\circ \times U\angle 240^\circ)$
 $= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 120^\circ)$
 $= \frac{1}{3}U\angle 60^\circ$

[0053] 负荷侧:

[0054] 负荷侧因C相断线,造成三相不对称,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

[0055] 相电压相位关系:

[0056] $\bar{U}_{a'} = \sqrt{3}U\angle 330^\circ$

[0057] $\bar{U}_{b'} = \sqrt{3}U\angle 270^\circ$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + \bar{U}_{b'} + \bar{U}_{c'})$$

[0058] 零序分量: $= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 270^\circ)$
 $= U\angle 300^\circ$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a \times \bar{U}_{b'} + a^2 \times \bar{U}_{c'})$$

[0059] 正序分量: $= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 120^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ)$
 $= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 30^\circ)$
 $= U\angle 0^\circ$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a^2 \times \bar{U}_{b'} + a \times \bar{U}_{c'})$$

[0060] 负序分量: $= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 240^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ)$
 $= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 150^\circ)$
 $= 0$

[0061] 通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线,电源侧及负荷侧不接地;

[0062] (4) C相断线,电源侧接地,负荷侧接地

[0063] 电源侧与负荷侧相同:

[0064] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,因接地C相为零,三相电压为不对称三相电压,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

[0065] 相电压相位关系:

$$[0066] \quad \bar{U}_a = U\angle 0^\circ$$

$$[0067] \quad \bar{U}_b = U\angle 240^\circ$$

$$[0068] \quad \bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$[0069] \quad \text{零序分量:} = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 240^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}U\angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$[0070] \quad \text{正序分量:} = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 120^\circ \times U\angle 240^\circ)$$

$$= \frac{2}{3}U\angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c)$$

$$[0071] \quad \text{负序分量:} = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 240^\circ \times U\angle 240^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 120^\circ)$$

$$= \frac{1}{3}U\angle 60^\circ$$

[0072] 通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相源侧及负荷侧接地。

[0073] 本发明的有益效果在于:常规方法采集电流,故障时电流较小,不能精准的动作,若采用放大器,在负荷等微小变化时,则容易造成误判为故障。本发明利用各类故障时电压相位及幅值变化较大,电源侧与负荷侧差异较大,利于相互比较,通过电压特性进行判别故障类型。

附图说明

[0074] 为了使本发明的目的、技术方案和有益效果更加清楚,本发明提供如下附图进行说明:

[0075] 图1为A相故障两侧断线不接地时相位关系;

[0076] 图2为A相故障断线后电源侧接地,负荷侧不接地相位关系;

- [0077] 图3为A相故障断线后电源侧不接地,负荷侧接地相位关系;
- [0078] 图4为A相故障两侧断线接地或不断线单相接地相位关系;
- [0079] 图5为C相故障示意图;
- [0080] 图6为C相断线,电源侧不接地,负荷侧接地电源侧向量图;
- [0081] 图7为C相断线,电源侧不接地,负荷侧接地负荷侧向量图;
- [0082] 图8为C相断线,电源侧不接地,负荷侧不接地电源侧向量图;
- [0083] 图9为C相断线,电源侧不接地,负荷侧不接地负荷侧向量图;
- [0084] 图10为C相断线,电源侧接地,负荷侧不接地电源侧向量图;
- [0085] 图11为C相断线,电源侧接地,负荷侧不接地负荷侧向量图;
- [0086] 图12为C相断线,电源侧接地,负荷侧接地电源侧与负荷侧向量图。

具体实施方式

[0087] 下面将结合附图,对本发明的优选实施例进行详细的描述。

[0088] 以A相故障时为例:

[0089] (1) 两侧断线不接地时:电源侧电压相位及幅值不变,负荷侧断线相电压变小且相位与故障前反相,可判断线路发生断线不接地故障,相位关系见图1。

[0090] (2) 断线后电源侧接地,负荷侧不接地:电源侧电压故障相变为0,其余两相电压幅值为原值1.732倍,相位偏移30度,零序电压与原A相电压相位相反,幅值相同,如图2 $U_{a'}$, $U_{b'}$, U_0 , 负荷侧断线相电压变小且相位与故障前反相,可判断为断线电源侧接地,负荷侧不接地,相位关系见图2。

[0091] (3) 断线后电源侧不接地,负荷侧接地:电源侧电压相位偏移,幅值增大,偏移角度及幅值增加幅度与负荷侧变压器绕组阻抗有关系,负荷侧故障相电压为0;相位关系见图3。

[0092] (4) 两侧断线接地或不断线单相接地:电源侧与负荷侧故障相电压为0,其余相电压相位偏移30度,幅值为原幅值1.732倍,相位关系见图4。

[0093] 以C相故障为例,如图5所示线路中C相断线:

[0094] 1、C相断线,电源侧不接地,负荷侧接地

[0095] 电源侧:

[0096] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,三相电压为对称三相电压,相位及幅值关系如下:

$$\bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

[0097] $\bar{U}_b = U \angle 240^\circ$, 无负序及零序分量,其中: \bar{U}_a 为A相电压, \bar{U}_b 为B相电压, \bar{U}_c 为C相

$$\bar{U}_c = U \angle 120^\circ$$

电压,U为电压标准幅值,无。向量图如图6所示。

[0098] 负荷侧:

[0099] 负荷侧因C相断线,造成三相不对称,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

[0100] 相电压相位关系:

$$[0101] \quad \bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

$$[0102] \quad \bar{U}_b = U\angle 240^\circ$$

$$[0103] \quad \bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$[0104] \quad \text{零序分量:} = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 240^\circ) \\ = \frac{1}{3}U\angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$[0105] \quad \text{正序分量:} = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 120^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ = \frac{2}{3}U\angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c)$$

$$[0106] \quad \text{负序分量:} = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 240^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 120^\circ) \\ = \frac{1}{3}U\angle 60^\circ$$

[0107] 其中： \bar{U}_a 为A相电压， \bar{U}_b 为B相电压， \bar{U}_c 为C相电压，U为电压标准幅值， \bar{U}_{c0} 为C相故障时零序电压， \bar{U}_{c1} 为C相故障时正序电压， \bar{U}_{c2} 为C相故障时负序电压。分解后的向量图如图7所示。

[0108] 可以通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线，电源侧不接地，负荷侧接地。

[0109] 2、C相断线，电源侧不接地，负荷侧不接地

[0110] 电源侧：

[0111] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值，三相电压为对称三相电压，相位及幅值关系如下：

$$\bar{U}_a = U\angle 0^\circ$$

[0112] $\bar{U}_b = U\angle 240^\circ$ ，无负序及零序分量。向量图如图8所示。

$$\bar{U}_c = U\angle 120^\circ$$

[0113] 负荷侧：

[0114] 负荷侧因C相断线，造成三相不对称，用对称分量法分解为正序、负序、零序分量，相位及幅值关系如下：

[0115] 相电压相位关系：

$$[0116] \quad \bar{U}_{a'} = \sqrt{3}U\angle 330^\circ$$

$$[0117] \quad \bar{U}_{b'} = \sqrt{3}U\angle 270^\circ$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + \bar{U}_{b'} + \bar{U}_{c'})$$

$$[0118] \quad \text{零序分量:} = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ = U\angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a \times \bar{U}_{b'} + a^2 \times \bar{U}_{c'})$$

$$[0119] \quad \text{正序分量:} = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 120^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 30^\circ) \\ = U\angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a^2 \times \bar{U}_{b'} + a \times \bar{U}_{c'})$$

$$[0120] \quad \text{负序分量:} = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 240^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ = \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 150^\circ) \\ = 0$$

[0121] 分解后的向量图如图9所示。

[0122] 可以通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线,电源侧及负荷侧不接地。

[0123] 3、C相断线,电源侧接地,负荷侧不接地

[0124] 电源侧:

[0125] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,因电源侧接地C相为零,三相电压为不对称三相电压,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

[0126] 相电压相位关系:

$$[0127] \quad \bar{U}_a = U\angle 0^\circ$$

$$[0128] \quad \bar{U}_b = U\angle 240^\circ$$

$$[0129] \quad \bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$[0130] \quad \text{零序分量:} = \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 240^\circ) \\ = \frac{1}{3}U\angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$\begin{aligned} [0131] \quad \text{正序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 120^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ &= \frac{2}{3}U\angle 0^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{U}_{c2} &= \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c) \\ &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + 1\angle 240^\circ \times U\angle 240^\circ) \\ [0132] \quad \text{负序分量:} &= \frac{1}{3}(U\angle 0^\circ + U\angle 120^\circ) \\ &= \frac{1}{3}U\angle 60^\circ \end{aligned}$$

[0133] 分解后的向量图如图10所示。

[0134] 负荷侧：

[0135] 负荷侧因C相断线，造成三相不对称，用对称分量法分解为正序、负序、零序分量，相位及幅值关系如下：

[0136] 相电压相位关系：

$$[0137] \quad \bar{U}_{a'} = \sqrt{3}U\angle 330^\circ$$

$$[0138] \quad \bar{U}_{b'} = \sqrt{3}U\angle 270^\circ$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + \bar{U}_{b'} + \bar{U}_{c'})$$

$$\begin{aligned} [0139] \quad \text{零序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= U\angle 300^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{U}_{c1} &= \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a \times \bar{U}_{b'} + a^2 \times \bar{U}_{c'}) \\ &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 120^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ [0140] \quad \text{正序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 30^\circ) \\ &= U\angle 0^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{U}_{c2} &= \frac{1}{3}(\bar{U}_{a'} + a^2 \times \bar{U}_{b'} + a \times \bar{U}_{c'}) \\ [0141] \quad \text{负序分量:} &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + 1\angle 240^\circ \times \sqrt{3}U\angle 270^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(\sqrt{3}U\angle 330^\circ + \sqrt{3}U\angle 150^\circ) \\ &= 0 \end{aligned}$$

[0142] 分解后的向量图如图11所示。

[0143] 可以通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相断线,电源侧及负荷侧不接地。

[0144] 4、C相断线,电源侧接地,负荷侧接地

[0145] 电源侧与负荷侧相同:

[0146] 电源侧电压采集终端采集电源侧相位及幅值,因接地C相为零,三相电压为不对称三相电压,用对称分量法分解为正序、负序、零序分量,相位及幅值关系如下:

[0147] 相电压相位关系:

$$[0148] \quad \bar{U}_a = U \angle 0^\circ$$

$$[0149] \quad \bar{U}_b = U \angle 240^\circ$$

$$[0150] \quad \bar{U}_c = 0$$

$$\bar{U}_{c0} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c)$$

$$[0151] \quad \text{零序分量:} = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + U \angle 240^\circ) \\ = \frac{1}{3}U \angle 300^\circ$$

$$\bar{U}_{c1} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a \times \bar{U}_b + a^2 \times \bar{U}_c)$$

$$[0152] \quad \text{正序分量:} = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + 1 \angle 120^\circ \times U \angle 240^\circ) \\ = \frac{2}{3}U \angle 0^\circ$$

$$\bar{U}_{c2} = \frac{1}{3}(\bar{U}_a + a^2 \times \bar{U}_b + a \times \bar{U}_c) \\ = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + 1 \angle 240^\circ \times U \angle 240^\circ)$$

$$[0153] \quad \text{负序分量:} = \frac{1}{3}(U \angle 0^\circ + U \angle 120^\circ) \\ = \frac{1}{3}U \angle 60^\circ$$

[0154] 分解后的向量图如图12所示。

[0155] 可以通过比较电源侧及负荷侧电压关系判断出C相源侧及负荷侧接地。

[0156] 最后说明的是,以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述,但本领域技术人员应当理解,可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变,而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。

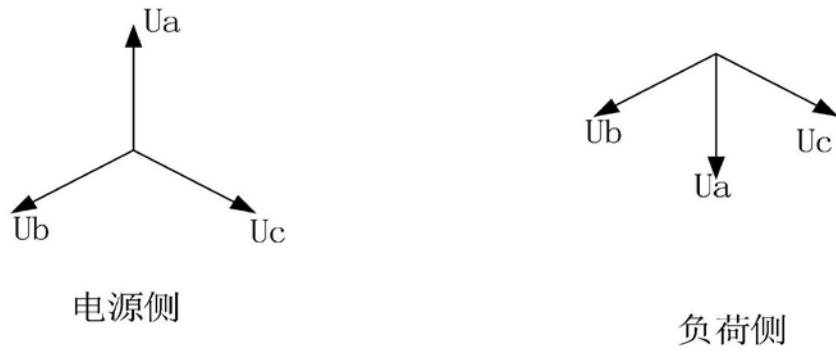


图1

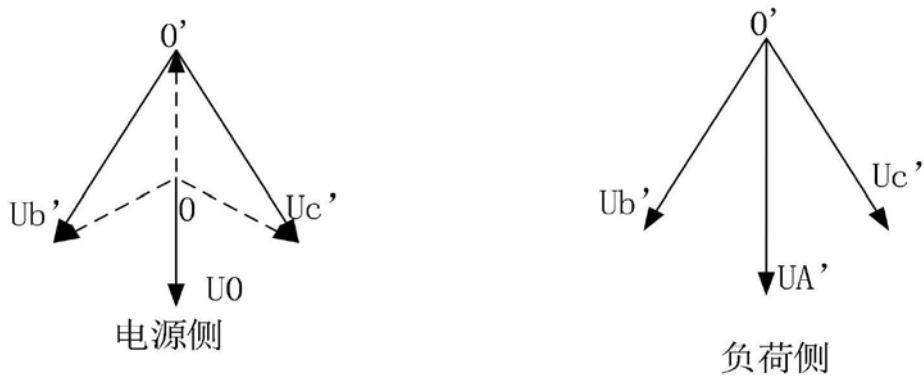


图2

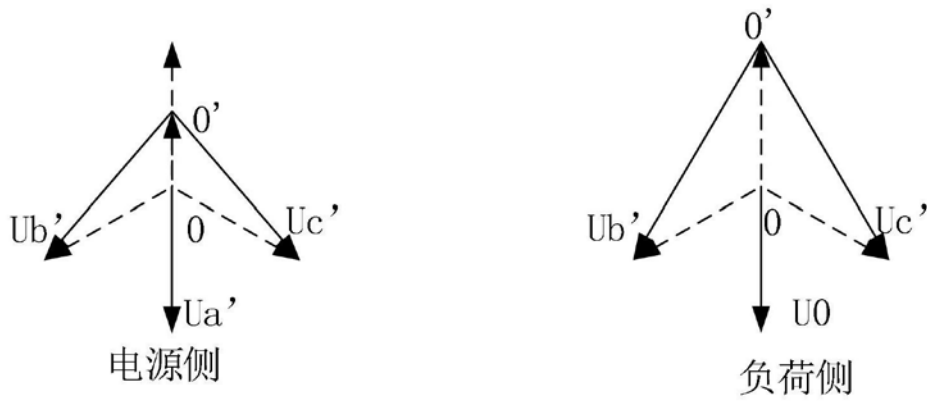


图3

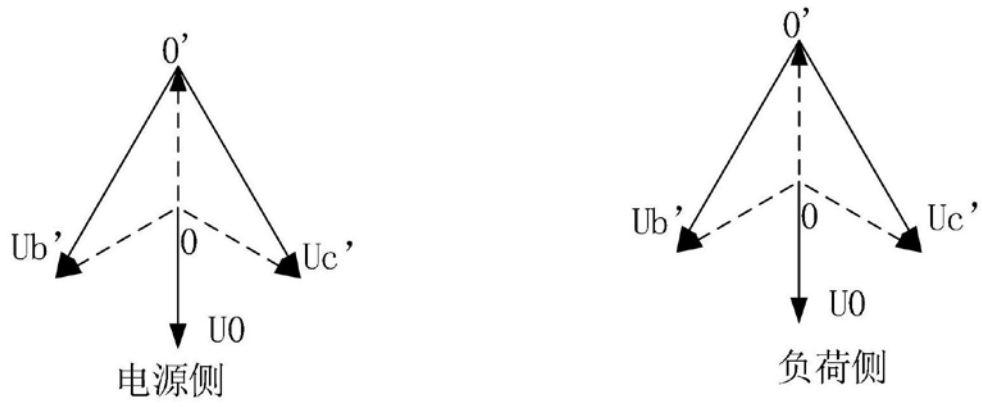


图4

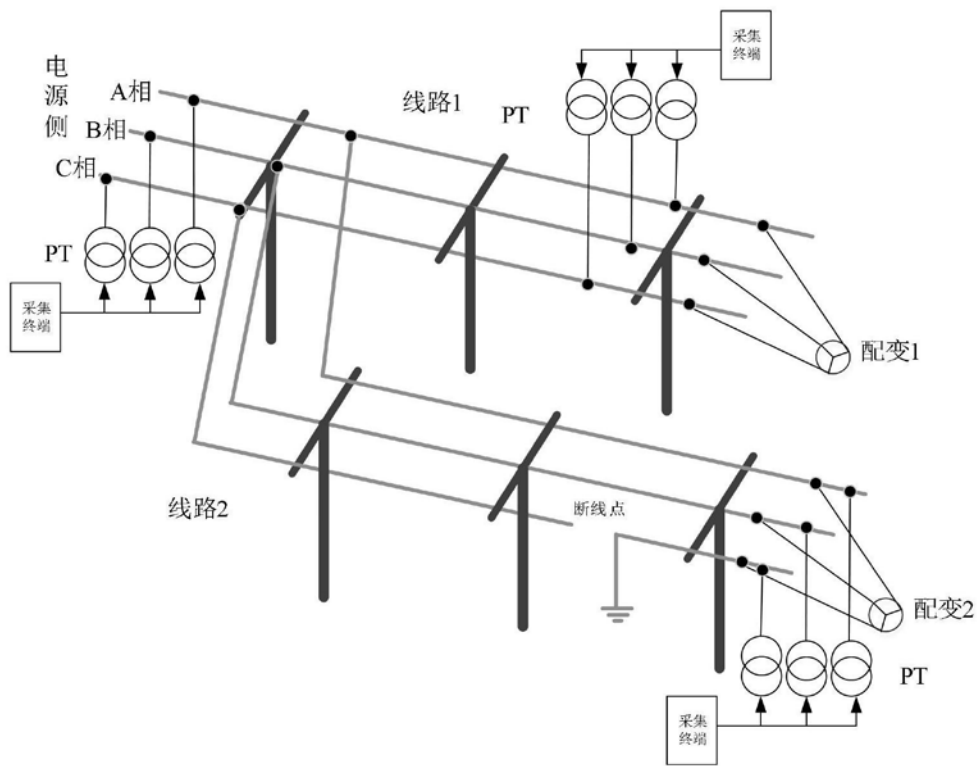
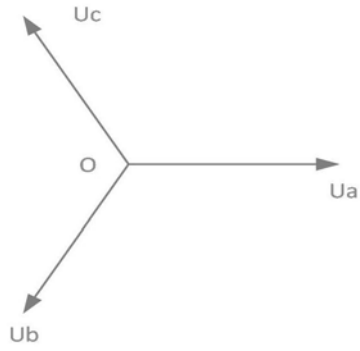
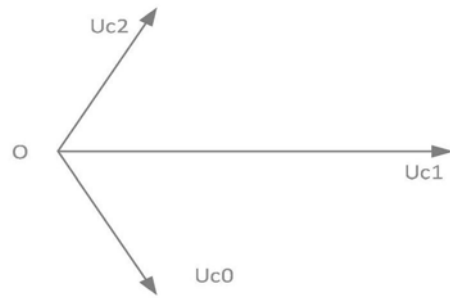


图5



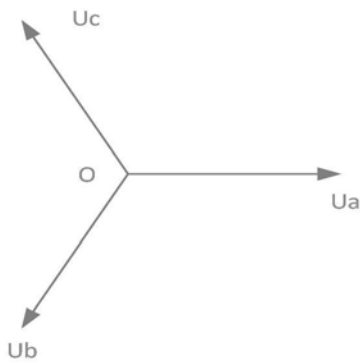
电源侧

图6



负荷侧

图7



电源侧

图8

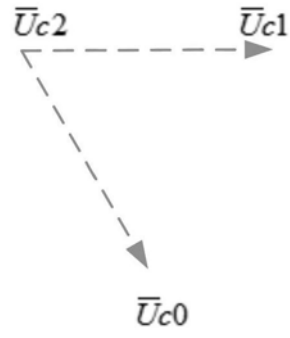


图9

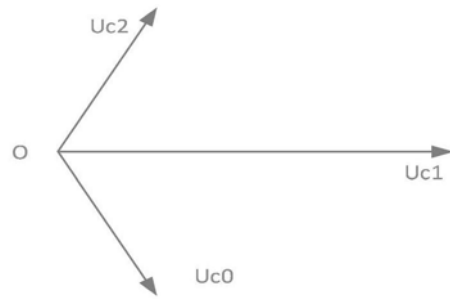


图10

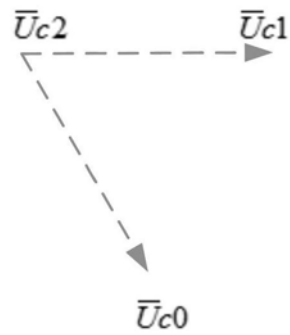


图11

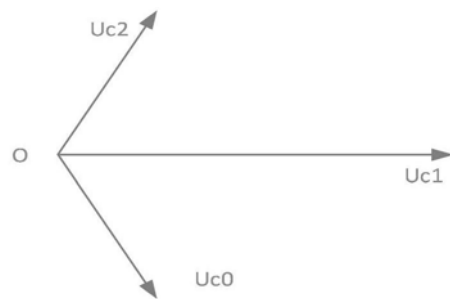


图12