

串补电容不对称击穿对接地距离的影响

喻伟军 葛洲坝水电工程学院 901211 班 (443002)

摘要 本文利用对称分量法计算出串补电容不对称击穿时各相阻抗继电器的测量阻抗然后定性地说明了串补电容不对称击穿对接地距离保护的影响。为自动重合闸选相元件和距离保护提供了一些参考

关键词 对称分量法 测量阻抗

前言

随着电压等级的不断提高,负荷的逐渐增大,串补电容和自动重合闸(ZCH)装置对提高电力系统的稳定性都有着举足轻重的作用,同时,它们给继电保护带来的影响也很大,下面从数学角度,分析串补电容不对称击穿对接地距离保护的影响。在推导过程中,只计及线路的电抗。

1 A 相串补电容击穿

本推导过程中,所采用的电力系统是一个简单的两端电源系统,参数和接线情况见图 1。

A 相电容击穿的复合序网如下图 2:

图中: $X_1 = x'_{dM} + X_{L1} + x'_{dN}$

$X_2 = X_{M2} + X_{L2} + X_{N2}$

$X_0 = X_{M0} + X_{L0} + X_{N0}$

$$I_1 = \frac{\frac{E_M - E_N}{jX_1} \frac{jX_1 j(-X_C)}{j(X_1 - X_C)}}{\frac{-jX_1 jX_C}{j(X_1 - X_C)} + \frac{-jX_2 jX_C}{j(X_2 - X_C)} + \frac{-jX_0 jX_C}{j(X_0 - X_C)}}$$

$$= \frac{(E_M - E_N) \frac{1}{X_1 - X_C}}{j\left(\frac{X_1}{X_1 - X_C} + \frac{X_2}{X_2 - X_C} + \frac{X_0}{X_0 - X_C}\right)}$$

$$U_{C1} = \frac{E_M - E_N}{X_1 - X_C} (-X_C) - \frac{-jX_C X_1 I_1}{X_1 - X_C}$$

$$I_{C1} =$$

$$\left[\frac{E_M - E_N}{X_1 - X_C} (-X_C) + \frac{jX_C X_1}{X_1 - X_C} I_1 \right] / (-jX_C)$$

$$= \frac{E_M - E_N}{j(X_1 - X_C)} - \frac{X_1}{X_1 - X_C} I_1$$

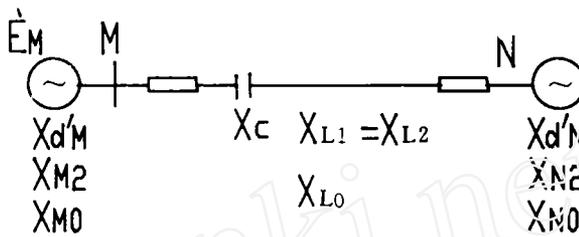


图 1

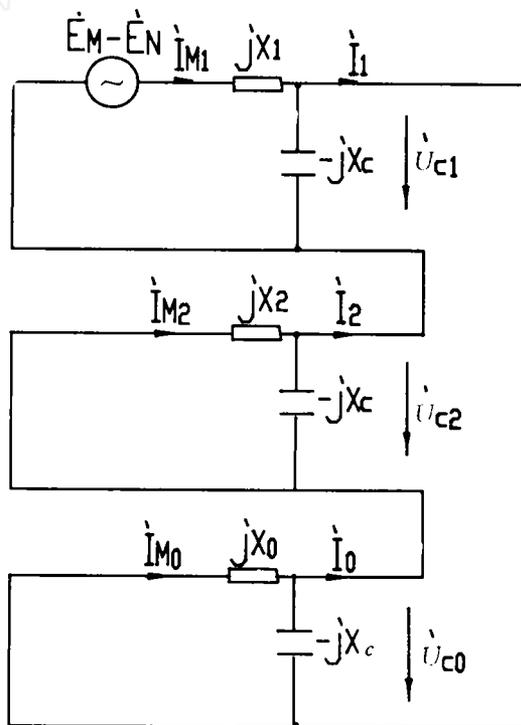


图 2

本文 1994 年 7 月 13 日收稿

$$I_{M1} = I_1 + I_{C1}$$

$$= I_1 + I_1 \left(\frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right)$$

$$I_{M2} = I_1 \frac{-x_C}{x_2 - x_C}$$

$$I_{M0} = I_1 \frac{-x_C}{x_0 - x_C}$$

各相阻抗继电器的测量阻抗为:

$$Z_A = \frac{\dot{U}_{MA}}{I_{MA} + 3KI_{M0}}$$

$$= \frac{\dot{E}_M - jx'_{dM}I_{M1} - jx_{M2}I_{M2} - jx_{M0}I_{M0}}{I_{MA} + 3KI_{M0}}$$

$$= \vec{A} - \vec{B}$$

其中: $K = \frac{Z_0 - Z_1}{3Z_1}$

$$\vec{A} = \frac{\dot{E}_M}{I_{MA} + 3KI_{M0}}$$

$$= \frac{\dot{E}_M}{\left[I_1 + I_1 \left(\frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right) \right] + I_1 \frac{-x_C}{x_2 - x_C} + I_1 \frac{-x_C}{x_0 - x_C} (1 + 3K)}$$

$$= \frac{\dot{E}_M}{\dot{E}_M - \dot{E}_N} \frac{j(x_1 - x_C) \left(\frac{x_1}{x_1 - x_C} + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right)}{3 + 3K \frac{-x_C}{x_0 - x_C}}$$

$$\vec{B} = \frac{jx'_{dM}I_{M1} + jx_{M2}I_{M2} + jx_{M0}I_{M0}}{I_{M1} + I_{M2} + I_{M0}(3K + 1)}$$

$$= \frac{jx'_{dM} \left[I_1 + I_1 \left(\frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right) \right] + jx_{M2}I_1 \frac{-x_C}{x_2 - x_C} + jx_{M0}I_1 \frac{-x_C}{x_0 - x_C}}{3I_1 + 3KI_1 \frac{-x_C}{x_0 - x_C}}$$

$$= \frac{jx'_{dM} \left(1 + \frac{x_2}{x_2 - x_C} - \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right) + jx_{M2} \frac{-x_C}{x_2 - x_C} + jx_{M0} \frac{-x_C}{x_0 - x_C}}{3 + 3k \frac{-x_C}{x_0 - x_C}}$$

$$Z_B = \frac{a^2(\dot{E}_M - jI_{M1}x'_{dM}) - jaX_{M2}I_{M2} - jx_{M0}I_{M0}}{a^2I_{M1} + aI_{M2} + I_{M0} + 3kI_{M0}}$$

$$= \vec{A}' - \vec{B}'$$

其中: $\vec{A}' = \frac{a^2\dot{E}_M}{a^2 \left[I_1 + I_1 \left(\frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right) \right] + aI_1 \frac{-x_C}{x_2 - x_C} + I_1 \frac{-x_C}{x_0 - x_C} (1 + 3k)}$

$$= \frac{\dot{E}_M}{\dot{E}_M - \dot{E}_N} \frac{j \left(\frac{x_1}{x_1 - x_C} + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right) (x_1 - x_C)}{1 + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} + a^2 \frac{-x_C}{x_0 - x_C} + a \frac{-x_C}{x_0 - x_C} (1 + 3k)}$$

$$\vec{B}' = \frac{ja^2I_{M1}x'_{dM} + jaX_{M2}I_{M2} + jx_{M0}I_{M0}}{a^2I_{M1} + aI_{M2} + (1 + 3k)I_{M0}}$$

$$= \frac{ja^2x'_{dM} \left(1 + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right) + jaX_{M2} \frac{-x_C}{x_2 - x_C} + jx_{M0} \frac{-x_C}{x_0 - x_C}}{a^2 \left(1 + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} \right) + a \frac{-x_C}{x_2 - x_C} + (1 + 3k) \frac{-x_C}{x_0 - x_C}}$$

$$Z_C = \frac{a(\dot{E}_M - jx'_{dM}\dot{I}_{M1}) - a^2jx_{M2}\dot{I}_{M2} - jX_{M0}\dot{I}_{M0}}{a\dot{I}_{M1} + a^2\dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0}(1 + 3K)}$$

$$= \vec{A}'' - \vec{B}''$$

其中 $\vec{A}'' = \frac{a\dot{E}_M}{a\dot{I}_{M1} + a^2\dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0}(1 + 3k)}$

$$= \frac{\dot{E}_M}{\dot{E}_M - \dot{E}_N} \frac{j(\frac{x_1}{x_1 - x_C} + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C})(x_1 - x_C)}{1 + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C} + a\frac{-x_C}{x_2 - x_C} + a^2\frac{-x_C}{x_0 - x_C}(1 + 3k)}$$

$$\vec{B}'' = \frac{jax'_{dM}\dot{I}_{M1} + ja^2x_{M2}\dot{I}_{M2} + jX_{M0}\dot{I}_{M0}}{a\dot{I}_{M1} + a^2\dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0}(1 + 3k)}$$

$$= \frac{jax'_{dM}(1 + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C}) + ja^2X_{M2}\frac{-x_C}{x_2 - x_C} + jX_{M0}\frac{-x_C}{x_0 - x_C}}{a(1 + \frac{x_2}{x_2 - x_C} + \frac{x_0}{x_0 - x_C}) + a^2\frac{-x_C}{x_2 - x_C} + (1 + 3k)\frac{-x_C}{x_0 - x_C}}$$

2 BC 两相串补电容击穿

BC 两相串补电容击穿的复合序网如下图 3。

$$\dot{I}_{M1} = \frac{\dot{E}_M - \dot{E}_N}{j(x_1 + \frac{1}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_0} - \frac{3}{x_C}})}$$

$$= \frac{\dot{E}_M - \dot{E}_N}{j(x_1 + x_2x_0x_C/\Delta)}$$

$$(\Delta = x_2x_C + x_0x_C - 3x_1x_2)$$

$$\dot{I}_{M2} = -\dot{I}_{M1} \frac{\frac{x_2}{\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_0} - \frac{3}{x_C}}}{\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_0} - \frac{3}{x_C}} = -\dot{I}_{M1} \frac{x_0x_C}{\Delta}$$

$$\dot{I}_{M0} = -\dot{I}_{M1} \frac{\frac{x_0}{\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_0} - \frac{3}{x_C}}}{\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_0} - \frac{3}{x_C}} = -\dot{I}_{M1} \frac{x_2x_C}{\Delta}$$

各相阻抗继电器的测量阻抗为:

$$Z_A = \frac{\dot{E}_M - jx'_{dM}\dot{I}_{M1} - jx_{M2}\dot{I}_{M2} - jX_{M0}\dot{I}_{M0}}{(\dot{I}_{M1} + \dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0}) + 3K\dot{I}_{M0}}$$

$$= \vec{A} - \vec{B}$$

其中 $\vec{A} = \frac{\dot{E}_M}{\dot{I}_{M1} + \dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0} + 3K\dot{I}_{M0}}$

$$= \frac{\dot{E}_M}{\dot{E}_M - \dot{E}_N} \frac{jx_1x_0x_C + jx_1x_2x_C - j3x_1x_2x_0 + jx_2x_0x_C}{-3x_0x_2 - 3x_2x_Ck}$$

$$\vec{B} = \frac{jx'_{dM}\dot{I}_{M1} + jX_{M2}\dot{I}_{M2} + jX_{M0}\dot{I}_{M0}}{(\dot{I}_{M1} + \dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0}) + 3K\dot{I}_{M0}}$$

$$= \frac{jx'_{dM}\Delta - jX_{M2}x_0x_C - jX_{M0}x_2x_C}{-3x_0x_2 - 3Kx_2x_C}$$

$$Z_B = \frac{a^2(\dot{E}_M - jx'_{dM}\dot{I}_{M1}) - jx_{M2}\dot{I}_{M2} - jX_{M0}\dot{I}_{M0}}{a^2\dot{I}_{M1} + a\dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0} + 3K\dot{I}_{M0}}$$

$$= \vec{A}' - \vec{B}'$$

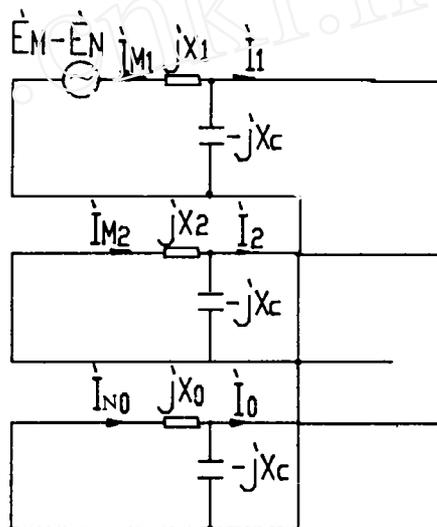


图 3

$$\begin{aligned} \text{其中 } \vec{A}' &= \frac{a^2 \dot{E}_M}{a^2 \dot{I}_{M1} + a \dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0} + 3K \dot{I}_{M0}} \\ &= \frac{\dot{E}_M}{\dot{E}_M - \dot{E}_N} \frac{jx_1 + jx_0 x_2 x_C / \Delta}{1 - a^2 x_0 x_C / \Delta - a(1+3k)x^2 x_C / \Delta} \\ \vec{B}' &= \frac{j a x_{M2} \dot{I}_{M2} + j x'_{dM} \dot{I}_{M1} a^2 + j x_{M0} \dot{I}_{M0}}{a^2 \dot{I}_{M1} + a \dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0} (1+3k)} \\ &= \frac{j a^2 x'_{dM} \Delta - j a x_{M2} x_0 x_C - j X_{M0} x_2 x_C}{a^2 \Delta - a x_0 x_C - (1+3k)x_2 x_C} \\ Z_C &= \frac{a(\dot{E}_M - j x'_{dM} \dot{I}_{M1}) - j a^2 x_{M2} \dot{I}_{M2} - j x_{M0} \dot{I}_{M0}}{a \dot{I}_{M1} + a^2 \dot{I}_{M2} + (1+3k) \dot{I}_{M0}} \\ &= \vec{A}'' - \vec{B}'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{其中 } \vec{A}'' &= \frac{a \dot{E}_M}{a \dot{I}_{M1} + a^2 \dot{I}_{M2} + (1+3k) \dot{I}_{M0}} \\ &= \frac{\dot{E}_M}{\dot{E}_M - \dot{E}_N} \frac{jx_1 + jx_2 x_0 x_C / \Delta}{1 - a x_0 x_C / \Delta - (1+3k)a^2 x_2 x_C / \Delta} \\ \vec{B}'' &= \frac{j a x'_{dM} \dot{I}_{M1} + j a^2 x_{M2} \dot{I}_{M2} + j x_{M0} \dot{I}_{M0}}{a \dot{I}_{M1} + a^2 \dot{I}_{M2} + \dot{I}_{M0} (1+3k)} \\ &= \frac{j a x'_{dM} \Delta - j a^2 x_{M2} x_0 x_C - j x_{M0} x_2 x_C}{a \Delta - a^2 x_0 x_C - (1+3k)x_2 x_C} \end{aligned}$$

3 结论

- (1) 串补电容不对称击穿对接地距离保护一般不产生太大的影响,不会使接地距离保护误动。
- (2) 电容击穿前,负荷越大,误动的可能性越大,反之,则误动的可能性越小
- (3) 与系统的参数有关,当系统容量很大,即 x'_{dM} 很小时,误动的可能性越大;反之,则误动的可能性越小。极限情况下,即系统为无穷大电源($x'_{dM}=0$),接地距离 I 段会误动。
- (4) 与串补电容的补偿度大小有关
- (5) 送电端受其影响大,受电端一般不受串补电容不对称击穿的影响。

参考文献

马长贵. 高压电网继电保护原理. 北京: 水力电力出版社.

新产品信息

SYB—3 型直流接地检测仪

该检测仪是许继电器设备公司深圳分公司(深圳深继电子科技有限公司)研制及生产的产品,用于查找发电厂及变电站直流系统一点接地的仪器。使用该仪器,可在不拉开直流负荷的情况下,准确、快速地找到现场直流系统的接地点,很好地解决了查找接地点难的问题,大量节约了时间和人力。该仪器在许多电厂、电站使用,效果良好,深受运行检修部门的欢迎。

该仪器外型美观,工艺先进,性能良好,灵敏度高。分便携式和屏装式,供用户和设计部门选择,欢迎到本公司洽谈联系。

单 位:深圳深继电子科技有限公司 地址:深圳市福田区福星路福群楼 C 座 304 号
联系人:周若刚 电话:0755—3604975 邮编:518033