

一种具有新判据的相间距离继电器

山东工业大学 李晓明

摘 要

本文提出了一种分相式相间距离继电器新判据,并进行了定性分析。分析表明,由该判据构成的相间距离继电器能够满足系统振荡与短路同时发生时,区外(包括正向区外和反方向)短路不误动,区内短路不误动,而且不受短路处过渡电阻的影响。

一 基本原理

本文提出的距离继电器是分相设置在AB、BC、CA相的,以分别对付AB、BC、CA两相短路,故称为分相式相间距离继电器。该继电器要与选相元件配合,当发生相间短路时,选相元件只开放故障相的距离继电器,闭锁非故障相的距离继电器。

分相式相间距离继电器的动作判据比较量为:

$$\text{AB相: } U_P = U_{AB} + jI_{C2}; \quad U'_{AB} = U_{AB} - I_{AB}Z_y \quad (1)$$

$$\text{BC相: } U_P = U_{BC} + jI_{A2}; \quad U'_{BC} = U_{BC} - I_{BC}Z_y \quad (2)$$

$$\text{CA相: } U_P = U_{CA} + jI_{B2}; \quad U'_{CA} = U_{CA} - I_{CA}Z_y \quad (3)$$

式中 U_P 为继电器的极化电压; U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} 分别为测量点相间电压; j 为虚部符号,

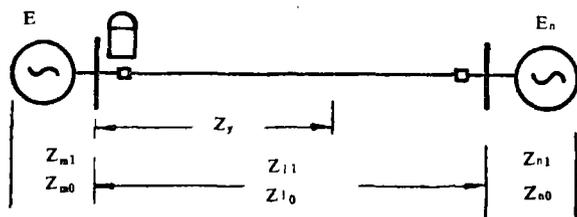


图1 电力系统示意图

I_{A2} 、 I_{B2} 、 I_{C2} 分别为测量点A、B、C相的负序电流; U'_{AB} 、 U'_{BC} 、 U'_{CA} 分别为补偿电压; I_{AB} 、 I_{BC} 、 I_{CA} 分别为测量点两相电流差; Z_y 为整定阻抗。

动作判据为极化电压 U_P 与补偿电压 U' 在向量 jI_2 的两侧时,继电器动作。

下面以BC相经过渡电阻 R_f 短路为条件,分析BC相距离继电器的性能。

电力系统如图1所示。为分析问题方便,假定系统各阻抗的阻抗角均相等。从文献[1,2]可得这样的结论:如果测量点至短路点之间没有分支线的话,不论系统两侧电势间夹角多大,总有下面等式:

$$\begin{cases} U_B = U_{fB} + I_B Z_{f1} \\ U_C = U_{fC} + I_C Z_{f1} \end{cases} \quad (4)$$

式中 U_{fB} 、 U_{fC} 分别为B、C相线路在短路点的对地电压; Z_{f1} 为测量点至短路点间线路的正序阻抗。

由式(2)、(4)可得:

$$U_{BC} = U_{fBC} + I_{BC}Z_{f1} \quad (5)$$

$$U_{fBC} = U_{fB} - U_{fC}$$

$$\begin{aligned} U'_{BC} &= U_{fBC} + I_{BC}Z_{f1} - I_{BC}Z_Y \\ &= U_{fBC} + MI_{BC}Z_{f1} \end{aligned} \quad (6)$$

$$M = (Z_{f1} - Z_Y) / Z_{f1}$$

如果整定阻抗 Z_Y 的阻抗角与 Z_{f1} 的阻抗角相等,则 M 为实数,矢量 U_{fBC} 、 U_{BC} 、 U'_{BC} 的端点在同一条直线上,当区内短路 $Z_{f1} < Z_Y$ 时, M 为负实数, U_{BC} 和 U'_{BC} 的端点分列在 U_{fBC} 的两侧(图2b);当 $Z_{f1} = Z_Y$ 时, U'_{BC} 的端点与 U_{fBC} 的端点重合在一起(图2c);当 $Z_{f1} > Z_Y$,即正向区外短路时, M 为小于1的正数, U_{BC} 、 U'_{BC} 在 U_{fBC} 的同一侧,且 U'_{BC} 的端点落在 U_{fBC} 与 U_{BC} 的端点之间(图2d);当发生反方向短路时,由于电流的参考方向改变,式(4)变换成下面形式:

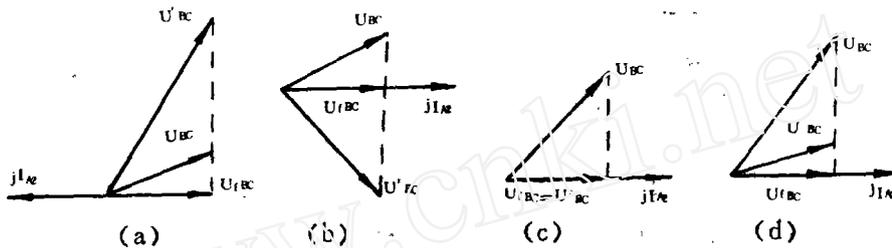


图2 BC相电压向量图

$$\left. \begin{aligned} U_B &= U_{fB} - I_B Z_{f1} \\ U_C &= U_{fC} - I_C Z_{f1} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

由式(2)、(7)可得:

$$U_{BC} = U_{fBC} - I_{BC}Z_{f1} \quad (8)$$

$$U'_{BC} = U_{fBC} - I_{BC}(Z_{f1} + Z_Y) \quad (9)$$

由式(8)、(9)可知, U'_{BC} 与 U_{BC} 也在 U_{fBC} 的同一侧,但 U'_{BC} 在 U_{fBC} 之间(图2a)。

由于已经假定BC相经过渡电阻 R_f 短路(图3),故可采用文献[1]第156页的分析方法,得到下面等式:

$$\begin{aligned} U_{fBC} &= I_{f1} R_f \\ &= (a^2 I_{fa1} + a I_{fa2}) R_f \\ &= (a - a^2) I_{fa2} R_f \\ &= j\sqrt{3} I_{fa2} R_f \\ &= j\sqrt{3} C_{m2} I_{a2} R_f \\ &= jk I_{a2} \end{aligned}$$

$$C_{m2} = \frac{Z_{f1} - Z_{f1} + Z_{n1}}{Z_{n1} + Z_{f1} + Z_{n1}}$$

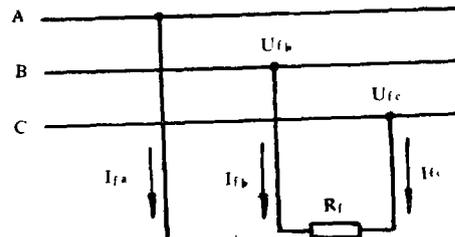


图3 BC相经过渡电阻短路时的接线图

$$(10)$$

$$k = \sqrt{3} C_{m2} R_f$$

式中 I_{fB} 为短路端口B相的短路电流， I_{fA1} 、 I_{fA2} 分别为短路端口A相短路电流的正、负序分量， Z_{l1} 、 Z_{m1} 、 Z_{n1} 分别为线路、m侧系统、n侧系统正序阻抗（图1）。 C_{m2} 为m侧负序电流分布系数。

由于已经假定系统各阻抗角均相等，故 C_{m2} 为实数。一般过渡电阻呈电阻性质，故k为实数。k的大小对相位没有影响，故 jI_{A2} 与 U_{fBC} 同相位。

从以上分析可知，只要判断 U_{BC} 与 U'_{BC} 是否分列在向量 jI_{A2} 的两侧，就能正确判定是否区内短路，且与短路处过渡电阻的大小和线路两侧电势摆开角度的大小无关。

二 几点说明

1、从以上分析可知， U_{BC} 只起到参考量的作用。在保护安装处发生BC相金属性短路时， U_{BC} 等于零，继电器不能正常比相。为防止这种情况下继电器出现死区，实际上可选与 U_{BC} 有同样作用的其他向量作极化量。常用的方法有下面三种：

- (1) U_f 为带记忆作用的BC相电压。
- (2) $U_f = U_{BC} + I_{BC}Z$ 使距离继电器有下偏移阻抗特性。
- (3) U_f 为某种交叉极化量。

2、当系统没有发生短路故障，而发生全相振荡时，三个动作判据比较量之一的 jI_{A2} 等于零，继电器不会误动作。

3、该判据由微机实现，十分方便。

4、本文只讨论了两相短路时该判据的性能，两相接地短路的情况没有讨论。这是考虑微机保护一般都有故障类型判别程序，如果线路发生两相接地短路，将由接地距离继电器来对付。

三 结论

本文提出的分相式相间距离继电器，能够正确测量继电器安装处至短路点之间的电气距离，且不受短路处过渡电阻和线路两侧电势夹角大小的影响。

参考文献

1. 电力系统故障分析 华北电力学院编 电力工业出版社 1979年12月
2. 高压电网继电保护运行技术 王梅义、蒙定中等 电力工业出版社 1981年6月