

一种新的接地多相补偿阻抗继电器

山东工业大学 李晓明

提 要

本文介绍一种新的接地多相补偿阻抗继电器,给出了新的动作判据表达式,并分析了这种继电器的特性,说明其性能优于以往的接地多相补偿阻抗继电器。

一、引言

许多文献对接地多相补偿阻抗继电器作了大量的研究和分析 [1] [2],指出了优点和不足。由于接地多相补偿阻抗继电器有以下缺陷:(1)双侧电源系统,正向弧光电阻短路有超越问题。(2)背后两相经弧光电阻接地短路,在继电器整定阻抗较小情况下,会失去方向性。(3)系统振荡又发生短路,继电器动作不正确。(4)继电器相位判别总是在恶劣的条件下进行。因此,对继电器的精度和调试技术要求高。等等。因此实际应用不是很广泛。怎样解决以上缺陷是继电保护工作者考虑的问题。为此,相继提出了多种解决途径 [2] [3],有的方面解决的较好,有的方面解决的还不令人满意。本文通过对以(1)式为判据的接地多相补偿阻抗继电器(以下称继电器(1))的分析,提出了新的解决办法,给出以(2)式为新判据的接地多相补偿阻抗继电器(以下称继电器(2)),从而使缺陷(2)获得根本解决,其他缺陷有非常乐观的改善。

二、比较分析

一般接地多相补偿阻抗继电器的输入量表达式为

$$\left. \begin{aligned} U'_A &= U_A - (I_A + KI_0)Z_Y = |U'_A| / \theta_A \\ U'_B &= U_B - (I_B + KI_0)Z_Y = |U'_B| / \theta_B \\ U'_C &= U_C - (I_C + KI_0)Z_Y = |U'_C| / \theta_C \\ -I_0 &= |I_0| / \theta_0 \end{aligned} \right\} (1)$$

动作条件为

$$M_{ax} \left\{ |\theta_A - \theta_B|, |\theta_A - \theta_C|, |\theta_A - \theta_0|, |\theta_B - \theta_C|, |\theta_B - \theta_0|, |\theta_C - \theta_0| \right\} < 180^\circ$$

或

$$\text{Min}\{|\theta_A - \theta_B|, |\theta_A - \theta_C|, |\theta_A - \theta_O|, |\theta_B - \theta_C|, |\theta_B - \theta_O|, |\theta_C - \theta_O|\} > 180^\circ$$

用文字叙述, 当四个矢量 U'_A 、 U'_B 、 U'_C 、 $-I_0$ 落在半个平面内时继电器动作。

本文提出的接地多相补偿阻抗继电器的输入量表达式为:

$$\left. \begin{aligned} U'_A &= U_A - (I_A + kI_0)Z_Y + k_0 U_0 / -\alpha = |U'_A| / \theta_A \\ U'_B &= U_B - (I_B + kI_0)Z_Y + k_0 U_0 / -\alpha = |U'_B| / \theta_B \\ U'_C &= U_C - (I_C + kI_0)Z_Y + k_0 U_0 / -\alpha = |U'_C| / \theta_C \\ -I_0 &= |I_0| / \theta_0 \end{aligned} \right\} (2)$$

动作条件为

$$M_{A,B} \{|\theta_A - \theta_B|, |\theta_A - \theta_C|, |\theta_A - \theta_O|, |\theta_B - \theta_C|, |\theta_B - \theta_O|, |\theta_C - \theta_O|\} < 180^\circ$$

或

$$\text{Min}\{|\theta_A - \theta_B|, |\theta_A - \theta_C|, |\theta_A - \theta_O|, |\theta_B - \theta_C|, |\theta_B - \theta_O|, |\theta_C - \theta_O|\} > 180^\circ$$

式中 k_0 ——待定系数

α ——系统至保护线路末端零序阻抗的阻抗角, 即: $Z_{S0} + Z_{Y0} - |Z_{S0} + Z_{Y0}| / \alpha$

从上两式可以看到, 新的动作判据矢量与一般的动作判据矢量的不同仅在各补偿电压增加了一项 $k_0 U_0 / -\alpha$ 。即:

$$U'_A = U'_A + U'_0$$

$$U'_B = U'_B + U'_0$$

$$U'_C = U'_C + U'_0$$

$$\text{其中 } U'_0 = k'_0 U_0 / -\alpha$$

因此, 对继电器(2)特性的分析, 可以通过与继电器(1)——对比的方式进行。

为分析方便起见, 作以下假设

- (1) 系统负荷电流等于零。
- (2) 系统各处的各序阻抗的阻抗角相等。

这样, 如图1所示的电力系统在 K_1 点发生区内不对称接地短路时的向量图如图2所示。

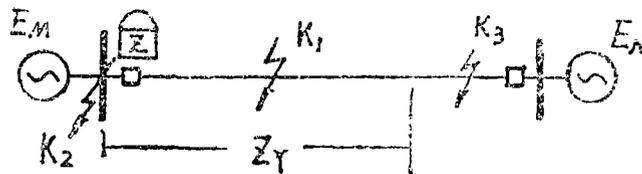


图1 电力系统示意图

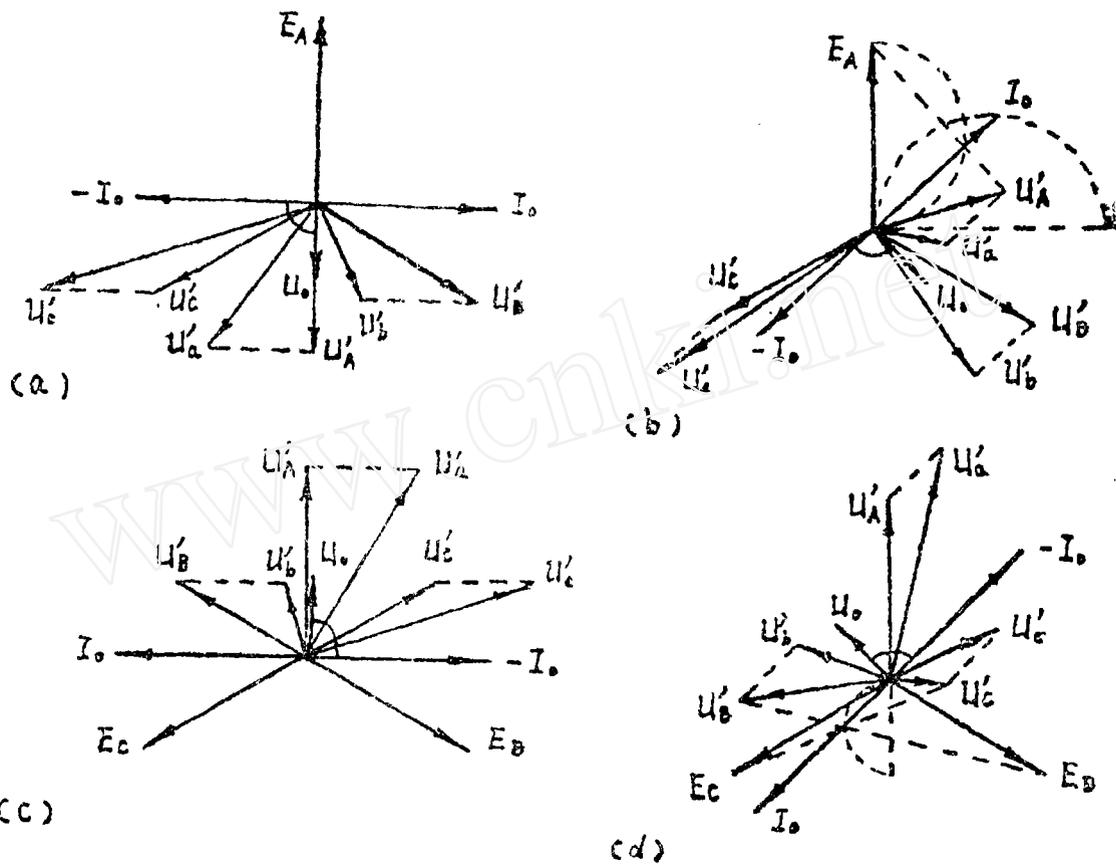


图2 K_1 点不对称接地短路向量图

(a) A相金属性接地短路

(b) A相经弧光电阻接地短路

(c) BC相金属性接地短路

(d) BC相经弧光电阻接地短路

如图2四个向量图所示,当正方向发生不对称接地短路, U_0 (以虚线段表示)总是与 $-I_0$ 同方向。因此,当继电器(1)的四个矢量 U_A' 、 U_B' 、 U_C' 、 $-I_0$ 落在半个平面内时,继电器(2)的四个矢量 U_A' 、 U_B' 、 U_C' 、 $-I_0$ 也一定落在半个平面内,且比相条件得到很大改善。以图2(a)为例,继电器(1)的四个矢量的最大夹角是 U_A' 与 U_C' 的夹角,只略小于 180° ,而继电器(2)的四个矢量的最大夹角是 U_A' 与 U_C' 的夹角,明显地变小了,继电器(2)动作灵敏。一般说来, U_0 大点会更好些。当弧光电阻增大时,继电器(1)不能动作了,而继电器(2)还有可能动作。换句话说,继电器(2)的保护弧光电阻能力增强。以图2(d)为例,继电器(1)的四个矢量 U_A' 、 U_B' 、 U_C' 、 $-I_0$ 落在大于半个平面,继电器拒动;而继电器(2)的四个矢量 U_A' 、 U_B' 、 U_C' 、 $-I_0$ 仍落在半个平面内,能够正确动作。

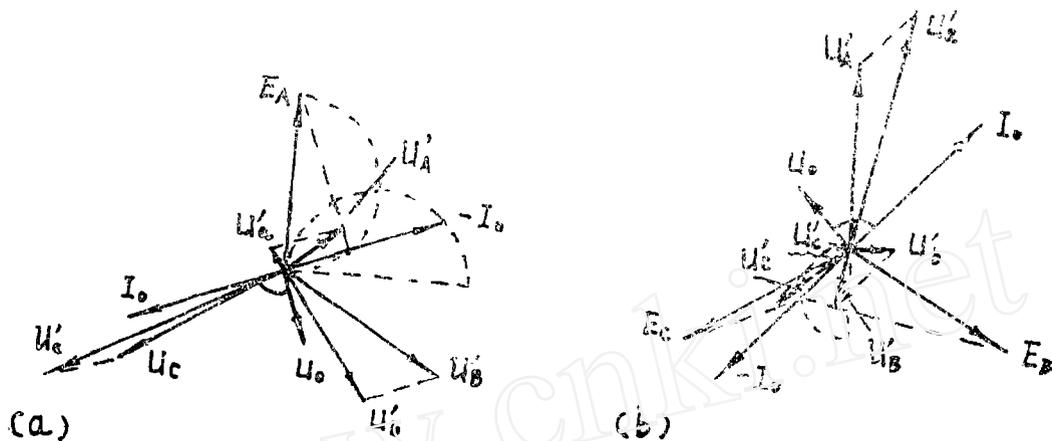


图3 K_2 点不对称接地短路向量图

(a) A相经小弧光电阻接地短路

(b) BC相经弧光电阻接地短路

当 K_2 点发生后母线不对称接地短路时的向量图如图3所示。可以看到， U_0 总是与 I_0 同方向，使 U_A' 、 U_B' 、 U_C' 、 $-I_0$ 向大于半个平面的方向变化。以图3(a)为例，如果继电器整定阻抗 Z_R 比较小时， U_A' 有可能落后于 $-U_C'$ ，继电器(1)将误动，而继电器(2)只要选取 k_0 大于某一定值 $k_{0(1)}$ ， U_0 足够大，使 U_A' 超前于 $-U_C'$ ，四个矢量 U_A' 、 U_B' 、 U_C' 、 $-I_0$ 的位置就大于半个平面，有效地防止误动，保证继电器的动作方向性。同理，从图3(b)可以看到，当发生背后两相经弧光电阻接地短路，继电器整定阻抗 Z_R 比较小时，继电器(1)的误动更严重，而继电器(2)只要选取 k_0 大于某一定值 $k_{0(1)}$ ，使 U_A' 超前 $-U_C'$ ，就可以防止误动。一般 $k_{0(1)}^{(2)} > k_{0(1)}^{(1)}$ 。因此，要保证继电器(2)有明确的方向性，求出 $k_{0(1)}^{(2)}$ 的大小是关键。

如图4(b)(d)所示，当发生区外经弧光电阻不对称短路， U_0 又不是太大时，继电器(1)和继电器(2)都能保证不动作。如果 k_0 的大小选择适当，继电器(2)的四个矢量 U_A' 、 U_B' 、 U_C' 、 $-I_0$ 的比相条件比继电器(1)有利。如果流经保护安装处的零序电流 I_0 与流经弧光电阻的电流 $I_{0\Sigma}$ 不同相的话，继电器(1)有稳态超越，继电器(2)则会减小这种超越。也就是 U_0 分量抵消了一部份弧光电阻产生的作用，好象系统弧光电阻变小了似的。但是，如果 U_0 太大，弧光电阻又比较小，则继电器(2)有可能误动。从图4(a)(c)可以看到，在正方向区外金属性不对称接地短路，继电器(1)工作良好，继电器(2)由于 U_0 分量的影响，将产生稳态超越。超越范围大小是受 U_0 的大小影响的，随 U_0 的增大而增大，为减小这种超越，又希望 U_0 尽可能小。 U_0 的大小不仅与待定系数 k_0 值的整定有关，还与系统结构和短路点位置有关。短路点愈远， $|U_0|$ 愈小。尤其是对侧系统零序阻抗较小时， $|U_0|$ 会很快减小。但保护安装处背后母

线短路时的 $|U_0|$ 比较大, 使我们能够在不必选用太大的 k_0 值条件下, 就可以保证继电器 (2) 的动作方向性。 U_0 的这种变化规律正是我们所欢迎的。 另外说明一点, 金属性不对称接地短路而引起的这种超越, 可以在保护整定计算中加以消除。

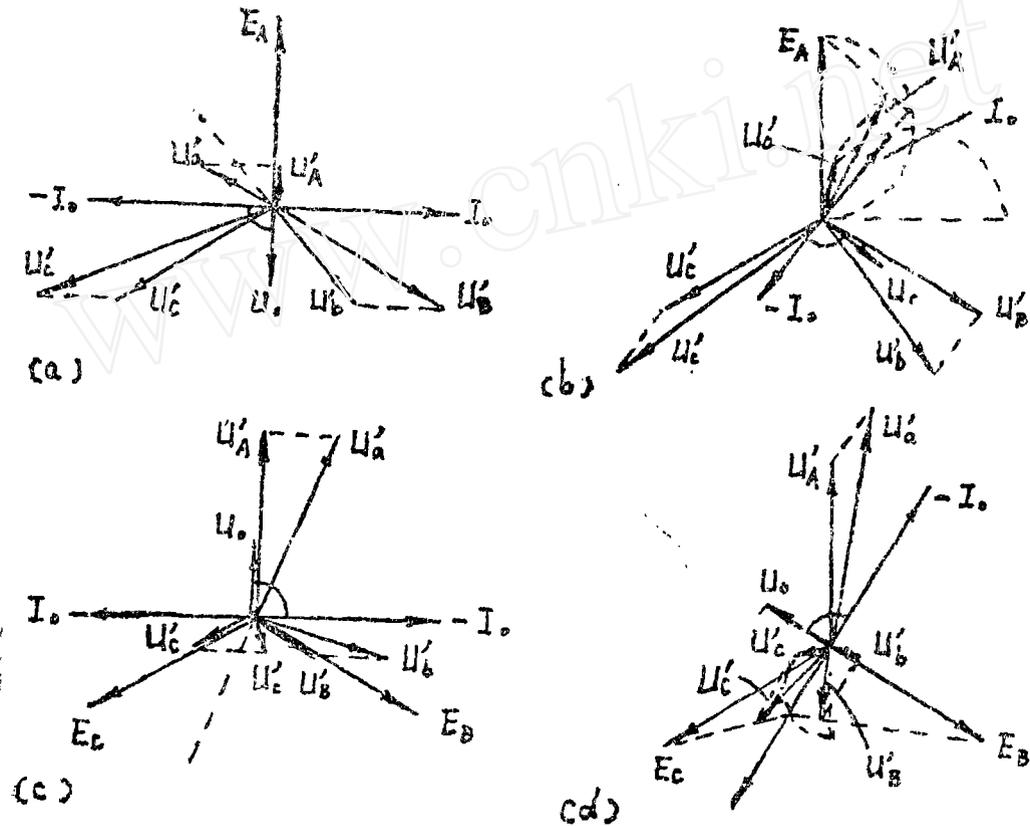


图4 K3点不对称接地短路向量图

- (a) A相金属性接地短路 (b) A相经弧光电阻接地短路
(c) BC相金属性接地短路 (d) BC相经弧光电阻接地短路

当然, 要获得使继电器 (2) 在背后母线两相经弧光电阻接地短路不误动的 k_0 的精确值是件很复杂的计算。他与系统结构、系统参数和继电器整定阻抗 Z_Y 有关, 而线路保护整定阻抗的整定, 反过来又受到 k_0 的影响。如果能够根据现场经验, 给出 k_0 的取值范围, 通过对系统进行估计或进行简单的计算, 选择出合适的 k_0 值, 使保护整定工作简化, 这是期望的。

高精度数字式时间继电器

许昌继电器研究所 郭冬生 姜荷英

提 要

本文阐述了高精度数字式时间继电器所必须解决的小定位的整定精度问题。提出了具有时间补偿的高精度数字式时间继电器的新型方案。着重阐明了时间补偿原理及实用线路。用这一新型原理构成的SS-31时间继电器其各性能指标均达到了国际同类先进产品的要求。

一、概 述

时间继电器广泛应用于继电保护及自动控制装置中,它是必不可少的基础元件。近年来随着电力工业的发展,各种超高压保护装置的出现。对时间继电器的精度要求也愈来愈高。高精度时间继电器可使得保护的整定级差大为缩小,从而在尽可能短的时间内作用于跳闸,这对减轻设备的损坏、提高电力系统的稳定性大有好处。目前,传统的钟表机构的机电型产品已远远满足不了新型保护及各种自动控制装置的要求,产品的更新换代势在必行。

三、结论

(1) 在系统不振荡情况下,继电器(2)基本上包含了继电器(1)的优点,解决了继电器(1)反向误动的缺陷。

(2) 由于补偿电压中增加了 U_0 分量,使继电器(2)在区内接地短路时的比相条件大为改善,继电器灵敏度提高,动作速度加快;抗弧光电阻能力增强。

(3) 正向区外金属性不对称接地短路有稳态超越。

本文的完成,得到王广延老师和许多其他老师及同志的指导和帮助,在此致谢。

参 考 文 献

- [1] 多相补偿接地阻抗继电器动作特性分析,华东电力设计院,1978.2
- [2] 朱声石:高压电网继电保护原理与技术,电力工业出版社,1981.3
- [3] 王梅义,蒙定中等:高压电网继电保护运行技术,电力工业出版社,1981.6
- [4] 电力系统故障分析,华北电力学院,电力工业出版社,1979.12