

# 断线时相间保护阻抗继电器动作行为分析

许建安

(福建水利电力学校, 福建 永安 366000)

**摘要:** 被保护线路发生三相和两相短路时,通过分析方向阻抗继电器、全阻抗继电器的动作行为,得出发生短路且电压互感器二次回路断线时保护将可能发生拒动或误动的现象。

**关键词:** 断线; 拒动; 误动; 阻抗继电器

中图分类号: TM588.3; TM773 文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)07-0045-03

电压互感器二次回路熔断器熔断或二次回路断线时,加入阻抗继电器的电压以及相位发生了变化,对阻抗保护将产生影响,下面针对几种情况加以分析。

通常相间短路保护作为测量元件的阻抗继电器采用0接线,所谓0接线就是指当 $\cos\theta = 1$ 时,加入继电器的电压与电流的相位相同。为了能正确测量保护安装处到短路点间的距离,电压采用相间电压,电流采用两相电流差。0接线的阻抗继电器接线方式如表1所示,电压回路接线图如图1(a)所示。

表1 阻抗继电器接线表

继电器	$\dot{U}_r$	$\dot{I}_r$
1	$\dot{U}_{AB}$	$\dot{I}_A - \dot{I}_B$
2	$\dot{U}_{BC}$	$\dot{I}_B - \dot{I}_C$
3	$\dot{U}_{CA}$	$\dot{I}_C - \dot{I}_A$

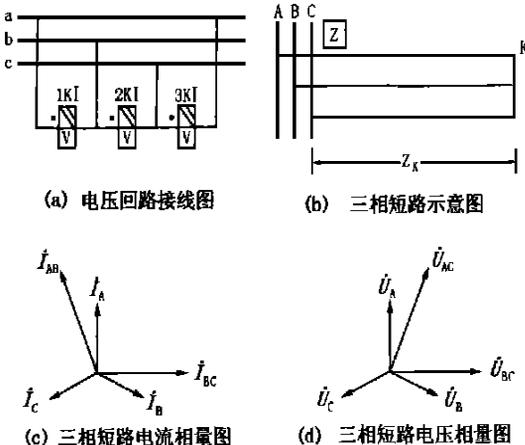


图1 B相断线且三相短路时的相量图

## 1 三相短路且B相断线

三相短路一次电路仍成三相对称,此时,若B相断线时加入1KI、2KI阻抗继电器的电压均为 $0.5 \dot{U}_{AC}$ ,与非断线时的电压数值及相位都不同。继电

器1KI的测量阻抗为:

$$Z_{r1} = \frac{\dot{U}_{AB}}{\dot{I}_A - \dot{I}_B} = \frac{0.5 \dot{U}_{AC}}{\dot{I}_A - \dot{I}_B} = \frac{0.5 Z_k (\dot{I}_A - \dot{I}_C)}{\dot{I}_A - \dot{I}_B} = \frac{0.5 Z_k \times \sqrt{3} \dot{I}_A e^{-j30^\circ}}{\sqrt{3} \dot{I}_A e^{j30^\circ}} = 0.5 Z_k e^{-j60^\circ}$$

继电器2KI的测量阻抗为:

$$Z_{r2} = \frac{\dot{U}_{BC}}{\dot{I}_B - \dot{I}_C} = \frac{0.5 \dot{U}_{AC}}{\dot{I}_B - \dot{I}_C} = \frac{0.5 Z_k (\dot{I}_A - \dot{I}_C)}{\dot{I}_B - \dot{I}_C} = \frac{0.5 Z_k \times \sqrt{3} \dot{I}_A e^{-j30^\circ}}{\sqrt{3} \dot{I}_A e^{-j90^\circ}} = 0.5 Z_k e^{j60^\circ}$$

继电器3KI的测量阻抗为:

$$Z_{r3} = \frac{\dot{U}_{CA}}{\dot{I}_C - \dot{I}_A} = Z_k$$

如果测量元件采用全阻抗继电器,1、2KI的测量阻抗变小,保护区将伸长,保护可能出现误动作。

若测量元件采用方向阻抗继电器,且假设阻抗继电器的整定阻抗角与短路阻抗角相等,同时短路发生在保护区末端。因 $\cos 60^\circ = 0.5$ ,虽然1、2KI测量阻抗只有短路阻抗的0.5倍,但方向旋转了 $60^\circ$ ,超前或滞后整定阻抗 $60^\circ$ 方向上的继电器动作阻抗刚好等于 $0.5 Z_{set}$ ,所以测量元件采用方向阻抗继电器在B相断线时,保护不会产生误动和拒动。

## 2 两相短路且B相断线

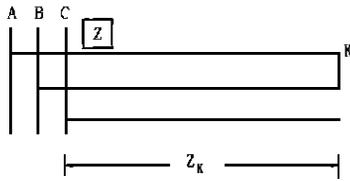
系统网络接线图如图2所示,图中 $Z_s$ 为电源等值阻抗, $Z_k$ 为保护安装处到短路点的阻抗(分析时假设 $Z_s$ 和 $Z_k$ 阻抗角相等)。

AB两相短路的电流、电压相量图如图3所示。

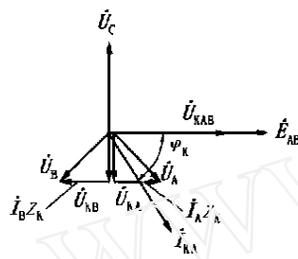
图3中的 $\dot{U}_{AC}$ 是AB两相近处短路时的电压相量,其值等于 $1.5 U_C$ , $\dot{U}_{AC}$ 是AB两相远处短路时的电压相量,最大值等于 $\sqrt{3} U_C$ 。加入1KI阻抗继电器的电压为:



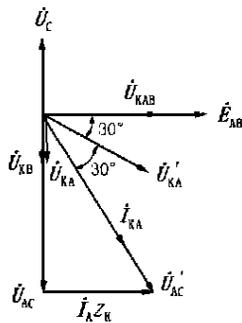
图 2



(a) 一次系统接线图



(b) 短路电流、电压相量图



(c) 短路电压相量图

图 3

$$\dot{U}_{AC} = \dot{U}_A - \dot{U}_C = \dot{U}_{KA} + \dot{I}_A Z_k - \dot{U}_C = -1.5 \dot{U}_C + \dot{I}_A Z_k$$

若以电势  $\dot{E}_{AB}$  作为参考相量, 则

$$\dot{U}_{AC} = 1.5 U_C e^{-j90^\circ} + \dot{I}_A Z_k$$

加入阻抗继电器 1KI 的电流为:

$$\dot{I}_A - \dot{I}_B = 2 \dot{I}_A = 2 I_A e^{-j\varphi_k}$$

阻抗继电器 1KI 的测量阻抗为:

$$Z_{r1} = \frac{0.5 \dot{U}_{AC}}{\dot{I}_A - \dot{I}_B} = \frac{0.5(1.5 U_C e^{-j90^\circ} + \dot{I}_A Z_k)}{2 I_A e^{-j\varphi_k}} = \frac{1.5 U_C e^{-j90^\circ}}{4 I_A e^{-j\varphi_k}} + 0.25 Z_k$$

加入阻抗继电器 2KI 的电压与 1KI 相同, 加入继电器 2KI 的电流为:

$$\dot{I}_B - \dot{I}_C = -\dot{I}_A$$

阻抗继电器 2KI 的测量阻抗为:

$$Z_{r2} = \frac{0.5 \dot{U}_{AC}}{-\dot{I}_A e^{-j\varphi_k}} = \frac{1.5 U_C e^{-j90^\circ} + \dot{I}_A Z_k}{-2 I_A e^{-j\varphi_k}} = \frac{1.5 U_C e^{-j90^\circ}}{-2 I_A e^{-j\varphi_k}} - 0.5 Z_k$$

从图 3 的 (b)、(c) 相量图中可知,  $\dot{U}_{AC}$  与  $\dot{E}_{AB}$  的夹角在  $90^\circ \sim 60^\circ$  之间变化, 若短路阻抗角  $\varphi_k = 60^\circ$ , 则  $\dot{U}_{AC}$  与  $\dot{E}_{AB}$  的夹角为  $60^\circ$  时, 加入方向阻抗继电器 1KI 的电压与电流同相位, 测量阻抗为电阻分量且动作阻抗值为整定阻抗的一半, 也就是说保护区将缩短。结果可用图 4 表示。

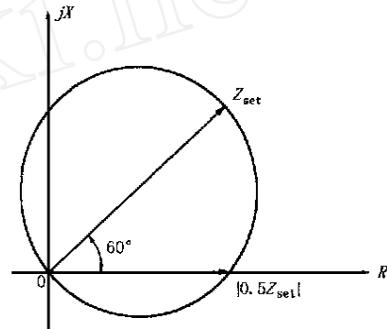


图 4 方向阻抗继电器动作阻抗示意图

从图 3 的相量图可以知道, 即使说短路阻抗角不为  $60^\circ$ , 一般情况下大于  $60^\circ$ , 继电器的动作阻抗在 R 轴的上方, 但接近 R 轴, 实际的保护区也将缩短。如果短路阻抗角小于  $60^\circ$ , 则测量阻抗落在第四象限, 动作阻抗将会更小, 即保护区更加缩短。对于阻抗继电器 2KI 加入继电器的电流与电压近似反向, 测量阻抗将落在动作区外部, 继电器不动作, 即将会出现拒动, 这一点也可以从 2KI 测量阻抗的表达式中清楚地看出。

如果故障发生在近处, 则阻抗继电器 1KI 测量到的阻抗为:

$$Z_{r1} = \frac{0.5 \dot{U}_{AC}}{\dot{I}_A - \dot{I}_B} = \frac{0.5 \dot{U}_{AC}}{2 \dot{I}_A}$$

从图 3(c) 中知道, 断线后加入阻抗继电器 1KI 的  $\dot{U}_{AC}$  比电压互感器二次回路正常时加入阻抗继电器的电压  $\dot{U}_{KAB}$  滞后  $90^\circ$ , 测量阻抗按整定阻抗方向顺时针旋转  $90^\circ$ , 测量阻抗落在第四象限, 比 R 轴滞后  $30^\circ$  (假设整定阻抗角等于  $60^\circ$ ), 即在动作区外, 保护将发生拒动。

阻抗继电器 2KI 测量到的阻抗为:

$$Z_{r2} = \frac{0.5 \dot{U}_{AC}}{-\dot{I}_A}$$

阻抗继电器 2KI 测量阻抗与 1KI 进行比较可以

得出,测量阻抗落在第二象限,且在动作区外部,保护不动作。

从上面分析结果可知,方向阻抗继电器 1KI 将发生拒动,方向阻抗继电器 2KI 也不会反应近处两相短路且 B 相断线时的短路故障。如果采用全阻抗继电器受断线的影响相对会小些。

### 3 结论

通过上面的分析可知,相间短路距离保护采用 0 接线方式,在发生三相或两相短路且断线的情况下,阻抗继电器将发生误动或拒动现象,并不是总是发生误动,这一点在保护发生误动或拒动时应引起

重视。如果系统的阻抗角与被保护线路的阻抗角不同,电压相量图与图 3 中的电压相量图有些不同,但分析的结果仍然适用。

### 参考文献:

- [1] 李俊年. 电力系统继电保护. 北京: 电力出版社, 1993.
- [2] 许正亚. 电力系统继电保护. 北京: 电力出版社, 1996.
- [3] 华北电力学院. 电力系统故障分析. 北京: 电力出版社, 1990.

收稿日期: 2000-10-23

作者简介: 许建安(1950-), 男, 副校长, 高级讲师, 从事电力继电保护及自动装置的教学与研究。

### Analysis of the performances of the impedance relay for phase to phase protection on line breaking

XU Jian-an

(Fujian School of Hydraulic & Electric Engineering, Yong'an 366000, China)

**Abstract:** For a three-phase and two-phase short circuited fault on the protected line, the protections may have unwarranted trip or failure to trip known by analyzing the performances of directional impedance relay and full impedance relay while there are short circuited faults and secondary circuit of PT is broken.

**Keywords:** line breaking; failure to trip; unwarranted trip; impedance relay

(上接第 45 页)足要求,可以不变。

现有的标准功率为 10W, YBX-1 型和 GSF-6A 型收发信机的高频通道检波回路不能满足要求,收发信机检波回路按图 6 改进,接在线滤与功放之间,引出专用端子,则输出的直流高频录波信号应当满足要求。按上述原理图接线并带 4.3k $\Omega$  负载进行了试验,结果如图 7 所示,试验证明完全可以满足 YS-8A 和 CLQ3 型录波装置的要求。

此检波回路与 LFX-912 型检波回路基本相同,只是把 2K 电阻换成 1K 电阻,在输出端加了个 10V 的稳压管,这是为了提高小信号的幅值,提高对小信号的灵敏度,对大信号进行限幅。

### 5 小结

要大幅度地提高高频录波完好率,必须从根本

上解决“标准”问题。我们无权制定标准,但我们从本省收发信机与录波装置的实际配置情况出发,对相关的制造厂提出适合本省实际情况的要求和改进建议还是必要的,也是有可能实现的。改造的原则应该是简单经济,以应对以后可能出现的问题。

### 参考文献:

- [1] 江晓安. 模拟电子技术. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.

收稿日期: 2000-11-30;

作者简介: 王澎(1970-), 女, 大学本科, 工程师, 从事继电保护工作。

### Analysis and improvement on DC wave recording in HF channel

WANG Peng

(Liaoning Power Dispatch & Communication Center, Shenyang 110006, China)

**Abstract:** For some system faults, the HF wave recorder can not work properly sometimes. In this paper, it analyses the coordination between the HF DC wave recording circuit in transceiver and wave recorder which are now running in Liaoning China power networks. The existing problems in them are pointed out and the improvement solutions are proposed.

**Keywords:** HF channel; wave detecting circuit; wave recorder; transceiver