

相差高频保护对调中的核相问题

胡家跃 河南电力调度通信局 (450052)

相差高频保护其原理是比较线路两侧电流的相位,因此对调中的核相试验是尤为重要的,通常核相是以被保护线路的负荷电流为试验电流进行,即线路两侧同时在装置中切入同相或不同相别的 CT 二次电流,通过观察高频通道入口处两侧的高频波,判定两侧电流回路是否正确,当切入同相电流时,高频通道上的高频波应为连续波,即两侧高频波的间断角为 0°,然而切入不同相别电流时,间断角为多大?对此本文以 ZCG-21x 型相差高频保护装置为例作一分析,供有关人员参考。

1 操作元件输出与输入的相位关系

由于相差高频保护高频收发信机发出的高频波受装置中反应电流相位的操作元件控制,因此分析上面的问题,就要搞清装置操作元件输出电压与输入电流的相位关系。ZCG-21x 型相差高频保护装置操作元件的原理接线图如图 1 所示。

图中 DKB_1, DKB_2 为电抗变压器,每个电抗变压器次极回路采用的阻容移相回路其阻抗角为 45° ,电位器 R_4 为调整操作系数 K 所用。按装置设计参数,当 $K=6$ 时,输出电压与输入电流关系如下:

$$\begin{aligned} \dot{U}_0 &= \frac{9.2}{5} I_a \angle 28^\circ + \frac{9.2}{2 \times 6.1} I_b \angle -62^\circ \\ &+ \frac{9.2}{2 \times 6.1} I_c \angle 118^\circ + \frac{9.2}{5 \times 3} I_n \angle 28^\circ \\ &= 1.84 I_a \angle 28^\circ + 0.754 I_b \angle -62^\circ \\ &+ 0.754 I_c \angle 118^\circ + 0.613 I_n \angle 28^\circ \end{aligned}$$

由上式可知:

(1) 单独输入电流 I_a 或 I_b 或 I_c 或 I_n 时,

输出电压与输入电流的相位关系仅与电抗变压器及阻容移相回路的相角特性有关,如表 1 所示。

表 1 中 $\varphi_a, \varphi_b, \varphi_c$ 分别表示输入电流为 I_a, I_b, I_c 时输出电压与输入电流的相位差,以电压超前电流角度为正。

(2) 输入电流 I_m 时, \dot{U}_0 与 I_m 的相位关系和输入 I_a 时的一致;输入电流 I_n 时, \dot{U}_0 与 I_n 的相位关系不仅与两个 DKB 及阻容移相回路的相角特性有关,而且与其幅值特性也有关,设

$$I_m = I, \text{ 即 } I_b = -I_n = I, \text{ 于是}$$

$$\dot{U}_0 = 0.754 I_b \angle -62^\circ + 0.613 I_n \angle 28^\circ = 0.972 I \angle -101^\circ$$

表 1

φ_a	φ_b	φ_c
28°	-62°	118°

表 2

φ_{a_n}	φ_n	φ_n
28°	-101°	157°

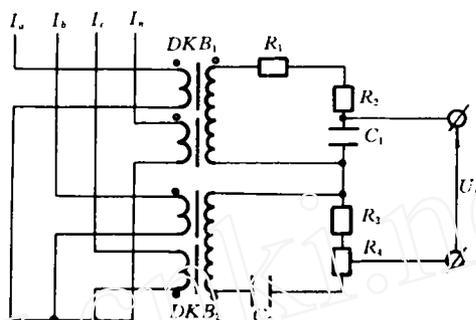


图 1 操作元件原理接线图

收稿日期:1995-08-06

即 U_0 滞后 I_{bn} 的相位为 101° , 同样可推得 U_0 超前 I_{cn} 的相位为 157° , 为便于比较, 列出表 2。

表 2 中 $\varphi_m, \varphi_n, \varphi_n$ 的含义与表 1 类同。

2 线路两侧切入不同电流时两侧操作元件输出的相位关系

设有一条如图 2 所示线路。

图 2 中 I 为流过线路 MN 的负荷电流, I_m 为 M 侧 CT 二次电流, I_n 为 N 侧 CT 二次电流。

线路一次某相流过电流 I 时, 以母线流向线路的电流为正, 那么线路两侧 CT 二次对应相电流相位差为 180° , 其三相电流矢量图如图 3 所示。

当线路 M 侧切入 I_{ma} , N 侧切入 I_{nb} 时, 两侧电流 I_{ma}, I_{nb} 及其操作元件输出电压 U_{ma}, U_{nb} 的矢量图如图 4 所示。

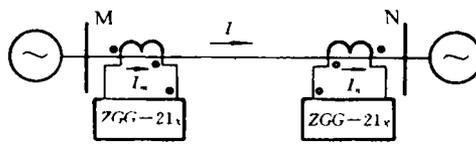


图 2 线路示意图

表 3

M 侧电流 \ N 侧电流 φ	N 侧电流					
	I_{na}	I_{nb}	I_{nc}	I_{nan}	I_{nbm}	I_{ncn}
I_{ma}	180°	30°	-30°	180°	69°	-69°
I_{mb}	-30°	180°	120°	-30°	-141°	81°
I_{mc}	30°	-120°	180°	30°	-81°	141°
I_{nan}	180°	30°	-30°	180°	69°	-69°
I_{nbm}	-60°	141°	81°	-69°	180°	42°
I_{ncn}	60°	-81°	-141°	69°	-42°	180°

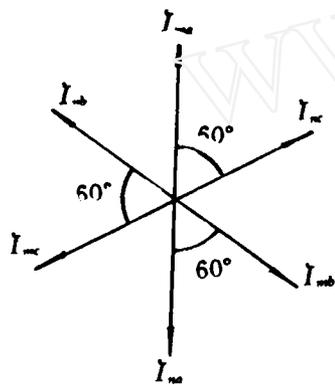


图 3 两侧 CT 二次电流矢量图

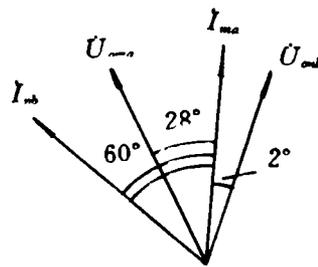


图 4 两侧切入 I_{ma}, I_{nb} 时操作元件输出电压矢量图

由图 4 可知, M 侧超前 N 侧操作元件输出电压的相位为 30° 。

同理可推得, M、N 侧切入其他不同电流时, 两侧操作元件输出电压的相位差, 如表 3 所示。

表 3 中 φ 表示两侧操作元件输出电压的相位差, 以 M 侧超前 N 侧为正。

3 线路两侧切入不同电流时高频通道上的高频波

线路两侧切入同相电流时,两侧操作元件输出电压相位为 180° ,高频通道上的高频波为连续波,对应的间断角为 0° ,线路两侧切入不同电流时,设两侧操作元件输出电压相位差的绝对值为 X ,则高频通道上的高频波对应的间断角为 $(180^\circ - X)$,如线路一侧切入 I_{an} ,另一侧切入 I_{cn} 时,高频通道上的高频波对应的间断角为 $(180^\circ - 69^\circ) = 111^\circ$,于是就可得到线路两侧切入不同电流时,高频通道上高频波的间断角,如表 4 所示。

表 4

α	N 侧电流					
	I_{ma}	I_{mb}	I_{mc}	I_{nan}	I_{mbn}	I_{ncn}
M 侧电流 I_{ma}	0°	150°	150°	0°	111°	111°
I_{mb}	150°	0°	60°	150°	39°	99°
I_{mc}	150°	60°	0°	150°	99°	39°
I_{man}	0°	150°	150°	0°	111°	111°
I_{mbn}	111°	39°	99°	111°	0°	138°
I_{mcn}	111°	99°	39°	111°	138°	0°

表 4 中 α 表示两侧高频通道上高频波的间断角。

以上分析结论是基于:

- (1) 操作元件的有关数据为标准数据;
- (2) 不考虑有关设备的误差,如线路两侧 CT 变比和相角误差、高频通道传输角误差;
- (3) 工频操作方波宽度按 180° 考虑,即高频波及其间断均为 180° 。

因此在实际对调核相试验时,应考虑上述因素的影响。

参考文献

ZCG - 21x 型高频相差保护检验规程,能源部电力司,1992 年 6 月

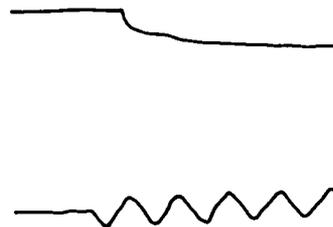
(上接 22 页)为 8 匝,短接 8 匝(占总匝数的 $1/22$),保护可靠动作。图 8c 示出了匝间短路的录波图。

由内部各种短路的示波图可以看出,当 $I_d \geq I_e$ 时,该保护的最大动作时间不会超过 $20ms$ 。

正常运行时,测得单面(按分相作)的消耗功率不超过 $0.3W$ 。

4 结论

用交点相角法构成的相角比较式变压器差动保护,与现有的差动保护比较,它的突出优点是:外部短路时,从基本原理上就已经具有很好的制动特性,因而不需要附加任何制动电路或措施。内部短路时,它具有很高的灵敏度,特别是对匝间短路反应很灵敏。同时由于它彻底消除了外部短路不平衡电流的影响,从而简化了整定计算与调试方法。可以深信,这种保护将会在电力系统中具有广泛的使用前景。



(c)

图 8