

高频相差保护带负荷对调中的核相问题

安徽送变电公司 杨刚

高频相差保护多年来,作为220kV及以上电力线路主保护投入跳闸运行,对保护电力系统的稳定占举足轻重的地位,以往系统内220kV主网几次大事故引起系统瓦解就是由于种种原因未投高频相差快速保护而引起的,因此投产前精心调试高频保护是必须重视的。

这里就投入运行前高频保护诸种调试项目中的一项,即利用负荷电流进行两端保护核相试验时模拟区内故障二次电流的切换方法讨论一下。首先看图1的高频保护区外故障时线路两侧高频通道上的波形,两侧均应是连续的高频方块波,低的部分是对侧发的经过通道衰减的高频方块波,高频保护发信控制采用正半周发讯,负半周停讯,如图1所示。

当两侧电流在模拟区内故障时,一侧通 I_A ,另一侧通 I_B ,这时两侧均应出现图2所示的 60° 间隔的高频方块波,波形重叠部分为 120° 。复习以上这些普通常识以后,下面谈谈模拟区内故障时,二次回路CT电流应该怎样正确的切换。(高频保护用来操作发讯机发出的高频波的复式操作滤波器的接线见图4)。CT、端子排和复式操作滤波器的接线见图3。(这里以JGX-11D型保护为例)。

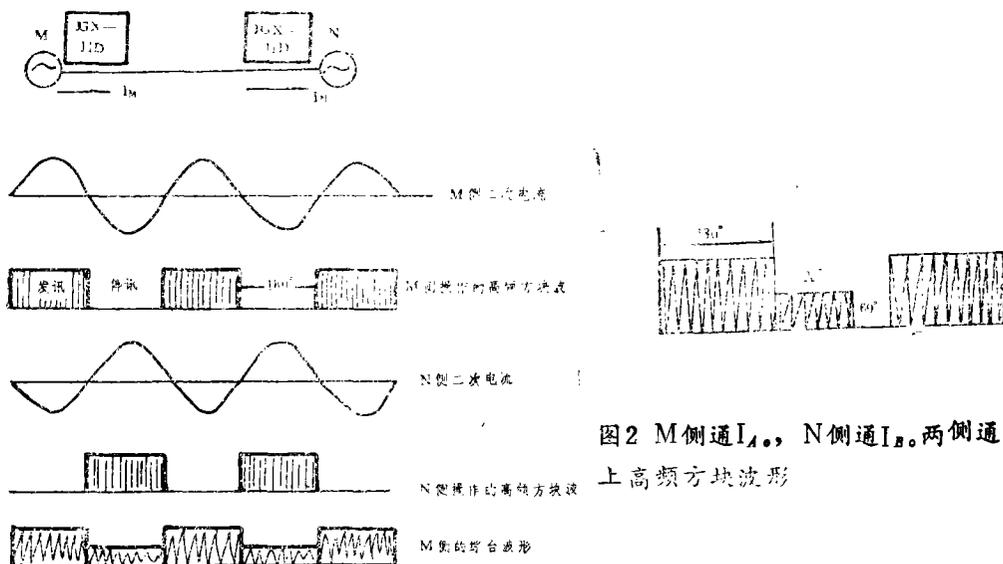


图1 区外故障两侧高频通道上波形

图2 M侧通 I_A , N侧通 I_B 。两侧通道上高频方块波形

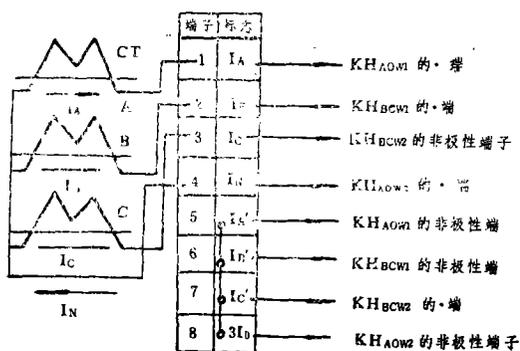


图3 高频相差用CT, 端子排和 $I_1 + KI_2$ 之间的连接

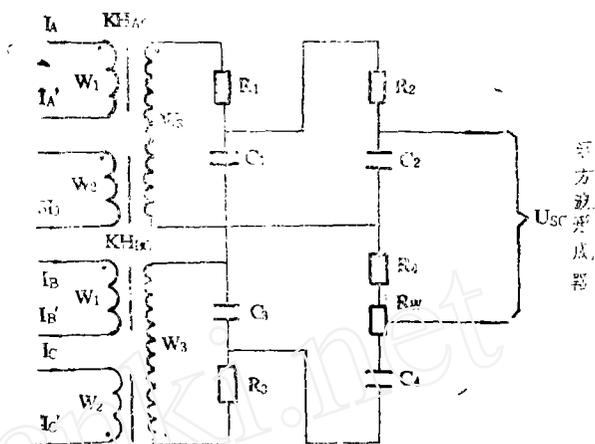
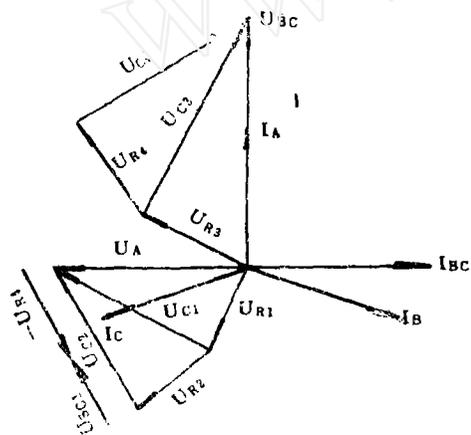
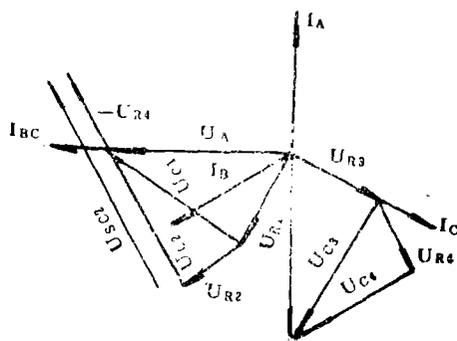


图4 $I_1 + KI_2$ 极性连接图



(a) 正序电流作用下



(b) 负序电流作用下

图5 $I_1 + KI_2$ 操作过滤器向量图

为了得到模拟内部故障时高频通道上应有 180° 间隔的高频方块波, 以下对实际工作中通道两侧(M和N)出现的几种切换二次电流(只通进C相电流)的方法以及在 $I_1 + KI_2$ 中产生的操作电压相位变化用向量图直观的分析一下, 对于图4, 每个支路的参数均按 $X_c = \sqrt{3} \cdot R$ 来选择, KH_{A0} 和 KH_{B0} 为电抗互感器, 其副边电压领前原边电流 90° , $I_1 + KI_2$ 输出电压 U_{sc} 按反极性连接于 KH_{A0} 和 KH_{B0} 的二次电压 U_{C2} 加 $-U_{R4}$ 上, 根据这个原则, 画出图5(a)及(b)的向量图, 图5为操作过滤器 $I_1 + KI_2$ 在三相正序和负序电流作用下的向量图。由图5(a)及(b)可见, 无论在三相正序和三相负序电流作用下 $I_1 + KI_2$ 输出电压 U_{sc} 中均无零序分量, 看图4, 因为 KH_{A0} 的 $W_2 = 1/3 W_1$, \dot{I}_A 中的零序分量在 KH_{A0} 相抵消了, 对于 KH_{B0} , \dot{I}_B 从 W_1 端进, \dot{I}_C 从 W_2 非极性端进, $\dot{I}_B - \dot{I}_C$ 零序电流也没有了。

以下按表1所列四种通 I_c 电流方式模拟区内故障来看M侧和N侧 $I_1 + KI_2$ 过滤器输出

电压 U_{s1} 相位变化。其中 I_{c0} 对M侧来讲为母线流向线路，对N侧来讲为线路流向母线两者相差 180° 。 $-I_{c0}$ 对N侧为内部故障时C相故障电流从母线流向线路，对操作滤波器来讲，表1内的 $-I_{c0}$ 为 $-I_{cKHBC}$ 和 $-I_{cKHA0}$ 是同一电流， $-I_{cKHBC}$ 从 $KH_{BC}W_2$ 的端子（即极性标志端子以下同）流过 KH_{Bc} ， $-I_{cKHA0}$ 从 $KH_{A0}W_2$ 的端子流过 KH_{Ac} ， I_{c0} 为 I_{cKHBC} 和 I_{cKHA0} 也同样的，只不过流过 KH_{BC} 和 KH_{A0} 的方向与 $-I_{c0}$ 时正相反。

表 1

次数	M侧加电	N侧加电	U_{sC1} 和 U_{sCN} 角差	两侧高频通道波形
1	I_{c0} I_{cKHBC} 串 I_{cKHA0}	I_{c0} I_{cKHBC} 串 I_{cKHA0}	180°	连续波
2	I_{c0}	$-I_{c0}$ $-I_{cKHBC}$ 串 $-I_{cKHA0}$	0°	间隔 180° 的间断波
3	I_{c0}	$(-I_{c0} + I_{c0})$ $-I_{cKHBC}$ 串 I_{cKHA0}	约 120°	60° 间隔的间断波
4	I_{cc}	$-I_{cc}$ $-I_{cKHBC}$	约 140°	40° 间隔的间断波

模拟内部故障C相电流切换表图3中（AB相电流1及2号端子排互连与4号端子排左边相连，即A、B相电流直接回CT中线）。在表1的第1种情况下为正常及区外故障时加C相负荷电流，极性连接按图3的标示，向量图示如图6（a）和（b）。

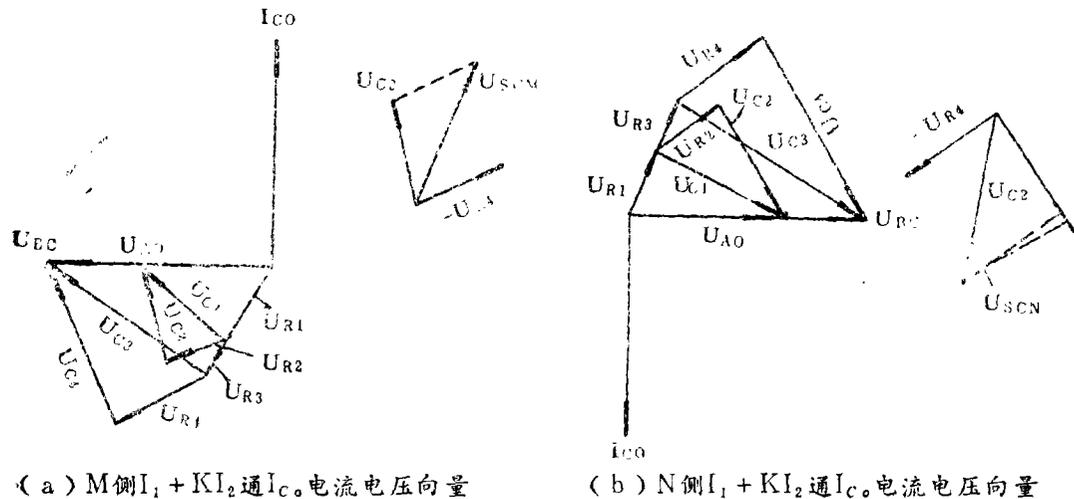


图 6

由图6可见，M侧和N侧正常或区外故障时 $I_1 + KI_2$ 输出电压 U_{sCM} 和 U_{sCN} 相角为

180°，高频通道波形如图1所示为受50周工频操作的高频连续方块波，比相回路不动作。对于表1第2种情况，N侧加 $-I_c$ ，无须画图，可知与N侧加 I_c 时 U_{scN} 正相反，和 U_{scM} 正好同相，因此区内故障时两侧高频通道波形是具有180°间隔的受50周操作的高频方块波，比相回路有输出，相差保护动作。对表1的第3种情况，是N侧模拟区内C相故障时，仅把通过 KH_{Bc} 的电流方向反了一下，通过 KH_{A0} 的电流方向没有反，同通 I_c 时是一样方向，这是在切换二次C相电流时往往不注意所造成，这时N侧 $I_1 + KI_2$ 的输出电压 U_{scN} 相位见图7，由图7可见 U_{scN} 和 U_{scM} 相角约差120°。因此两侧通道上出现图2所示的波形，间隔60°，相差保护比相回路有可能动作。对于表1的第4种情况，N侧通 $-I_c$ 电流，这电流仅流过 KH_{Bc} 不流过 KH_{A0} ，这时N侧 U_{scN} 向量示于图8。

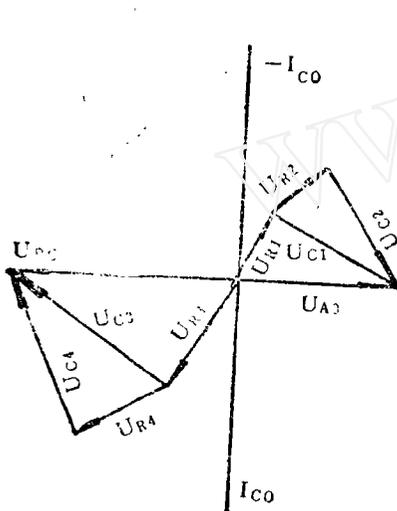


图7 N侧 $I_1 + KI_2$ 的 KH_{Bc} 通 $-I_c$ KH_{A0} 通 I_c 电流电压向量

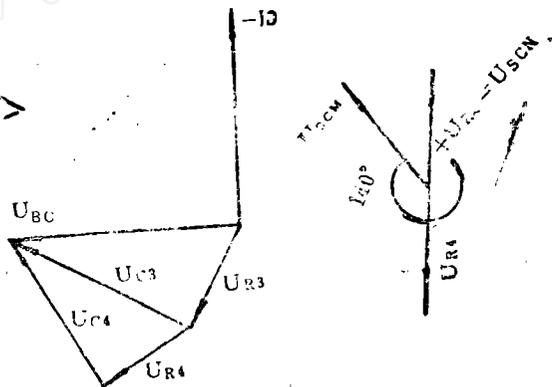


图8 N侧 $I_1 + KI_2$ 通 $-I_c$ 时电流电压向量

由图8可见， U_{scM} 和 U_{scN} 相角差140°左右，高频通道上将出现40°间隔的高频方块波，相差保护比相回路有可能误开放，这是不应该出现的波形。

综上所述，表1的4种情况加C相负荷电流模拟区内故障两侧 U_{scM} 和 U_{scN} 之间相角差和这两个电压操作的高频通道波形性质也列于表1的末尾，可以看出，为了利用负荷电流模拟区内故障，以得到于表1第二种情况的波形，M侧加 I_c ，N侧加 $-I_c$ ，按图3端子排的极性标志，对N侧应这样连接：首先，解开3号端子排左右两根线，解开7号端子排右边 I'_c 的一根线，解开4号端子排右边 I_N 的线，将3号端子排左边线 I_c 接到7号端子排右边的 I'_c ，将3号端子排右边的线 I_c 与4号端子排右边或 I_N 相连，再解开8号端子排右边的线 $3I_0$ 将中线与4号端子排左边的线 I_N 相连即行，表1的第3第4种切换电流的方法均不能得到正确的波形，错误的波形引起错误的判断，这是由于 $I_1 + KI_2$ 复式滤波器的构造所引起的，以上向量图已做出分析。