

裂相回路调试的一点体会

遵义市长征电器八厂 谢敬毅

随着电力工业的发展, 高频保护在110kV以上超高压线路中作为主保护得到了越来越广泛的应用, 这是因为高频保护可以快速地切除全线范围内的各种短路故障, 对提高线路输送功率和保证系统稳定运行都有着重要的作用。

本文就晶体管相差高频装置中裂相回路的调试问题提出以下意见, 仅供参考, 不足之处请指正。

一、裂相原理及参数选择

由于晶体管触发器对输入电压波形很敏感, 如果整流波形不好将直接影响开关特性, 因此采用三相全波整流方式。为此就需要一个三相对称电压输入到整流桥。如图1所示, 采用由 R_1, C_1, R_2, C_2 所组成的裂相回路, 就能将单相交流信号裂成对称的三相电压, 然后再经整流桥去实现三相全波整流。

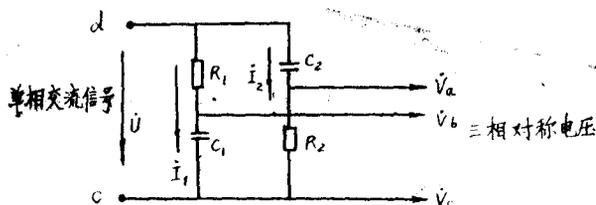


图1 裂相回路

问题是怎样选择 R_1, C_1, R_2, C_2 的参数才使输出为对称三相电压? 这方面有关书籍是采用矢量图直观地表示出来。这里提出一个用公式推导的方法。

如图1, 设流过 R_1, C_1 支路的电流为 \dot{I}_1 , 流过 C_2, R_2 支路的电流为 \dot{I}_2 , 单相交流电压为 \dot{U} , 输出分别为 $\dot{U}_a, \dot{U}_b, \dot{U}_c$ 。

我们有:

$$\dot{U} = \dot{U} \frac{R_2}{R_2 - jX_{C2}} \quad \text{即: } U_{ac} = U \sqrt{\frac{1}{1 + (\frac{X_{C2}}{R_2})^2}} \quad \dots\dots (1)$$

$$\dot{U}_{bc} = \dot{U} \frac{-jX_{C1}}{R_1 - jX_{C1}} \quad \text{即: } U_{bc} = U \sqrt{\frac{1}{1 + (\frac{R_1}{X_{C1}})^2}} \quad \dots\dots (2)$$

$$\begin{aligned}
 U_{ab} &= \dot{U}_{ac} - \dot{U}_{bc} = \dot{U} \left(\frac{R_2}{R_2 - jX_{c2}} - \frac{-jX_{c1}}{R_1 - jX_{c1}} \right) \\
 &= \dot{U} \frac{R_1 R_2 + X_{c1} X_{c2}}{(R_1 R_2 - X_{c1} X_{c2}) - j(R_1 X_{c2} + R_2 X_{c1})} \\
 \text{即) } U_{ab} &= U \frac{R_1 R_2 + X_{c1} X_{c2}}{\sqrt{(R_1 R_2 - X_{c1} X_{c2})^2 + (R_1 X_{c2} + R_2 X_{c1})^2}} \\
 &= U \frac{R_1 R_2 + X_{c1} X_{c2}}{\sqrt{(R_1^2 + X_{c1}^2)(R_2^2 + X_{c2}^2)}} \dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

由于要裂成对称三相电压，所以

$$U_{ab} = U_{bc} = U_{ca}$$

从(1)、(2)得： $\frac{X_{c2}}{R_2} = \frac{R_1}{X_{c1}}$ 即： $R_1 R_2 = X_{c1} X_{c2} \dots\dots (4)$

将(4)代入(3)，且利用 $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca}$ 可得下式：

$$X_{c1}^4 - 2R_1^2 X_{c1}^2 - 3R_1^4 = 0$$

即： $(X_{c1}^2 - 3R_1^2)(X_{c1}^2 + R_1^2) = 0$

故： $X_{c1} = \sqrt{3}R_1$ 由(4)得： $R_2 = \sqrt{3}X_{c2}$

这样裂相回路的参数即按下式选择：

$$\begin{cases} R_1 R_2 = X_{c1} X_{c2} \\ X_{c1} = \sqrt{3}R_1 \quad (R_2 = \sqrt{3}X_{c2}) \end{cases}$$

二、调试中的问题

在实际调试中，一般是以改变电阻 R_1, R_2 的阻值来达到要求。因此，研究 R_1, R_2 对三相电压值的影响，在调试中就能做到心中有数，提高工作效率。

R_1, R_2 对三相电压值的影响可以从前面的表达式中看出，但不很直观。为此，用矢量图可以直观地观察到这种影响。

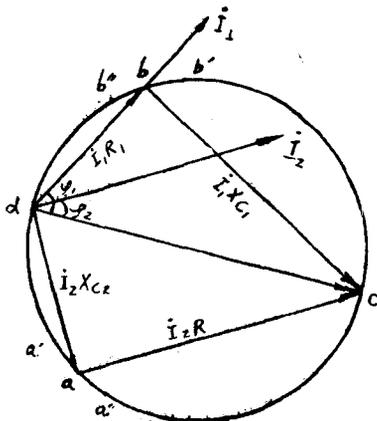


图2 矢量图

(下转30页)

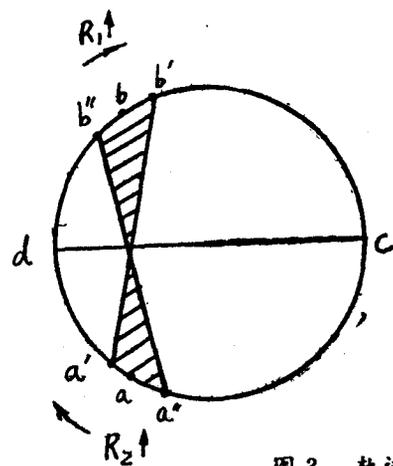


图3 轨迹图

选择性。人们过去普遍担心由于消弧线圈把故障电流限制得很小，从而使继电保护带来困难，主要是指当发电机带有直流配线时的小电流讯号问题，而在这儿我们所讨论的单元机组来说，这种担心是没有必要的

(四)从经济上，虽然目前还没有具体的有关产品价格资料，但可以预计，由于配电干式变压器的要求甚高，特别要求有较高的冲击耐压水平，所以估计低电阻接地装置的总价格要低于配电变压器接地方式。

一般认为消弧线圈的价格最高[3]。

综上所述，这三种接地方式都各有其优缺点，绝不可一概而论或用一种去否定另一种。

一般来说，在机组容量比较大，在系统容量中所占的比例也比较大时，即当机组的安全成为主导的因素时，宜采用动作于解列灭磁的保护，而适应于这种方式的主要的有配电变压器接地方式及低电阻接地方式。而如果机组的容量相对小些，运行上的要求希望确保系统的安全时，则宜采用消弧线圈接地的方式，保护动作于信号。

至于配电变压器与低电阻二种接地方式，从技术经济的全面比较来看，并不见得低电阻接地方式就显得低劣，特别是在接入系统的电压较低时，(例如110、220千伏)，接地电流还不很大，此时有可能使它在各方面来说都是最优的，因而我们认为不应该排斥低电阻接地方式在我国大机组上的应用。

参 考 文 献

- [1] 发电机中性点接地方式 《电力技术》 1982年第7期
- [2] 关于单元接线发电机中性点接地方式的商榷 《电力技术》1983年第12期
- [3] 发电机中性点接地方式的比较 宝山电厂初步设计书
- [4] 发电机中性点接地方式应用导则S50—101依巴斯公司
- [5] 电力系统继电保护 下册 山东工学院 第十四章 P.616
- [6] 姚孟* 3、4机组工程国内外设计电气部分介绍(二次线部分) 河南省电力勘测设计院·84.3

(上接37页)

在理想状况下， $X_{c1} = \sqrt{3}R_1$ ， $R_2 = \sqrt{3}X_{c2}$

即： \dot{I}_1 超前 $\dot{U}60^\circ$ ，($\varphi_1 = 60^\circ$)， \dot{I}_2 超前 $\dot{U}30^\circ$ ($\varphi_2 = 30^\circ$)，其矢量图如图2：

但是，实际上电阻值、电容值的实测值不等于标称值，并且电源频率也不是绝对的50Hz。因此，实际上b点在 \widehat{dbc} 上的一点，而a点在 \widehat{dac} 上的一点。当 R_1 比理论值大时， φ_1 变小，b点位于 b' ，反之位于 b'' 。同样当 R_2 比理论值大时， φ_2 变小，a点位于 a' ，反之位于 a'' 。

因此，在调试过程中，我们就可以根据以上讨论的结果，采取相应的措施，以达到要求。比如我们测得 $U_{ab} > U_{bc} > U_{ca}$ ，根据变化的轨迹图3，我们就可以适当地增大 R_2 的阻值。