

浅谈高电压多功能相序仪的改进

曹树祥

在发电厂中,三相母线的相序是用黄(A)、绿(B)、红(C)三种颜色标明的,但用户端的电源往往没有标志。高压输电线路并网或低压线路加负载前,要弄清楚三相电源的相序,否则,就可能造成设备和人身事故或大面积停电。因此,在接三相电源之前,必须搞清楚电源的相序。

传统的高压相序测定设备笨重,测定程序复杂,不仅费时、费力,且操作危险。

中国科学院力学研究所研制开发的多功能数字相序仪较好地解决了这个问题。

一、基本原理

此多功能相序仪是利用三相负载不平衡原理研制的一种高压带电直测式仪器,实测示意图见图1。

在三相电路中,当施加的电动势或电压不对称,或者电路的参数不对称,电路中的电流也不对称时,称之为不对称三相电路。

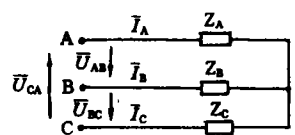


图1

已知线电压 \bar{U}_{AB} 、 \bar{U}_{BC} 、 \bar{U}_{CA} 作用于无中线的星形负载(图2),由于三个线电压不是独立向量,故只需知道其中两个或三个线电压的数值,用下列

公式即可求出其它未知值。

$$\bar{U}_{BO} = \frac{\bar{U}_{BC}Y_C - \bar{U}_{AB}Y_A}{Y_A + Y_B + Y_C} \quad (1)$$

式中: $Y_A = \frac{1}{Z_A}$ $Y_B = \frac{1}{Z_B}$ $Y_C = \frac{1}{Z_C}$ 为各路的导纳。

$$\bar{U}_{CO} = \frac{\bar{U}_{CA}Y_A - \bar{U}_{BC}Y_B}{Y_A + Y_B + Y_C} \quad (2)$$

$$\bar{U}_{AO} = \frac{\bar{U}_{AB}Y_B - \bar{U}_{CA}Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C} \quad (3)$$

可以选线电压中的任意两个,如 \bar{U}_{AB} 与 \bar{U}_{BC} , 用电动势代替,然后根据结点电压法用(1)式求出 B 相相电压,其余两个相电压可以根据一般有电源支路的欧姆定律计算,或根据下标轮换原则参考(1)式写成(2)、(3)式。

不对称星形负载电路无中线时,其中性点电位与电源中性点电位是有区别的,如图3中 ΔABC 电源中性点位于正三角形的中心 O(重心),但负载中性点却在 O' 点,这称为中性点位移。

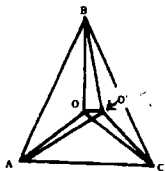


图3

移。两点间的电位差以复数 $\bar{U}_{OO'}$ 表示,其程度与负载的不对称程度有关。当负载严重不对称时,中性点在位形图上的位置不但可以移到电压 ΔABC 内的任何位置,还可以重合到各边或顶点之上,甚至到 ΔABC 之外。在特殊情况下,例如一相为电容,其它两相为大电感负载时,则中性点可能移到 ΔABC 内角的对顶角之内(见图4),负载的相电压 \bar{U}_{AO} 滞后于 \bar{U}_{BC} , \bar{U}_{CO} 滞后于 \bar{U}_{AO} , 故相序为 B-A-C。

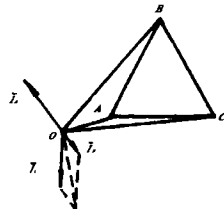


图4

高压相序仪即根据该原理设计而成。

仪器采用不带中线的三相星形接法,一相为纯电容 C, 另两相为相同的电阻 R, 电路见图5。

图5

当电容 $C=0$ (开路)时, $\bar{I}_A=0$, B、C 两相的电阻为串联,故中性点 O' 在位形图上 BC 的中点 D, 见图6; 当电容 $C=\infty$ (短路)时, $\bar{U}_{AO}=0$, 即 O' 在位形图上移到 A 点; 当电容为其它数值时, 中性点 O' 将在位形图上沿着以 AD 为直径的下方半圆 $\widehat{AO'D}$ 移动。从位形图上可以明显地看出, 若电源电压的相序为 A-B-C, A 相接电容, 则不论电容的大小如何, 中性点位移的结果恒使 B 相相电压高于 C 相, 图6即可显示这种结果。

二、仪表用法及操作注意事项

1. 按照组装图, 以仪表和相序仪附杆本为中心, 按顺序装上加长杆、过渡接头、钩式高压触头和两节安全操作杆。

2. 把两根连接线以附杆为中心分别接在两只高压表上。

3. 打开仪表开关拨至交流。

4. 首先将附杆搭在要测量的三相高压中的任一根上, 再将另两只高压表搭在各自的相线上, 停留 5 秒钟后, 把数据锁定, 取下观察, 数值大的那条被测线即为 B, 高压附杆总是 A, 数值小的为 C。

5. 由于是高电压带电直测, 所以一定要严格按照规程操作, 在看懂说明书及装配图以后再测。

三、结论

基于三相不平衡电路原理设计的高电压数字多功能相序仪, 完全可以取代传统的相序测定设备, 使测定工作省时、省力、安全。该仪表除可测定相序外, 每只高压表还可单独使用, 带电测量交、直流的相、线电压。

(作者单位: 中国科学院力学研究所)

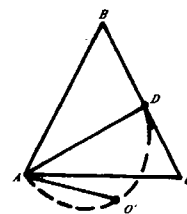


图6