

# 零序功率方向保护的极性接线和带负荷检查

柏 旭 四川省广元电业局(628000)

零序功率方向作为大电流接地系统,线路接地短路的主保护。具有灵敏度高,保护接线简单等优点。但是在极性测试、安装接线和检查确定方向的过程中,往往出现误判断,使保护误动或拒动,造成大面积停电,其危害极大。为使现场工作作到心中有数,准确地对功率方向作出判定,本文打算从几个方面加以叙述。

## 1 极性接线和模拟电压

1.1 功率方向继电器的校验,首先要严格按照 1977 年 12 月 8 日水利电力部生产司编《保护继电器校验》一书的已知试验接线的极性,

(如图 1),和校验项目进行校验(见本书 131

页),核实确定继电器的电流线圈和电压线圈

极性,并与原理安装图相符。零序功率方向继电器的动作区按试验接线,极性如图 1,在相

位表上指示应是从负容经负感到发容,如与

图 2 相符,则继电器的电流、电压两线圈的极

性标注是正确的。摇移相器 YX,看 GJ<sub>0</sub> 指示

灯的亮熄,在相位表  $\varphi$  中反应的动作区应小

于  $180^\circ$ ,最大灵敏角  $\varphi_{LM}$  调整到  $70^\circ$ ,在调

试中特别要注意消除正、反向电流、电压潜动,排除带

负荷侧方向时的干扰因素。

1.2 电流互感器 LH,电压互感器 YH 的极性测定

与接线按照图 3。用直流法测极性,均以一次侧母

线侧 A、B、C 为电池正。电流互感器 LH 二次线圈的

三个极性端相连,三个非极性端相连,构成零序电

流滤序器,  $3I_0$  的极性端去接功率方向继电器 GJ<sub>0</sub> 的

电流线圈的极性端,  $3I_0$  的非极性端去接 GJ<sub>0</sub> 电

流线圈的非极性端,如图 7 所示。

电压互感器 YH 的二次侧的两组绕组,同样可

用直流法获得极性端和非极性端,一组的三个线圈

非极性端并连接地作零相 N(0)引出,为 Y 形接

线。

另一组的三个线圈, a 的尾非极性端与 b 的头极

性端相连, b 的尾非极性端与 c 的头极性端相

连,组成开口三角形,构成零序电压滤序器,可获

得  $3U_0$ 。开口三角形  $3U_0$  的 L 为极性端,去接

功率方向继电器 GJ<sub>0</sub> 电压线圈的极性端(见图 7)

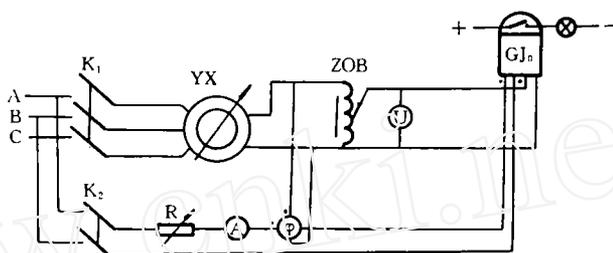


图 1

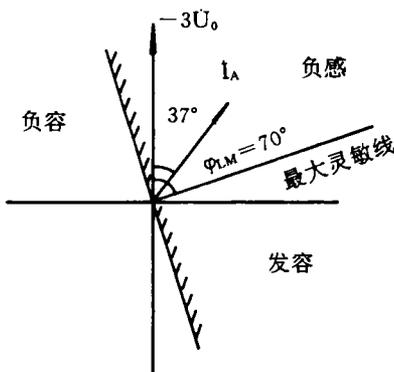


图 2

收稿日期:1995 年—04—18

以备确定带负荷测定功率方向继电器的模拟试验电压为  $L_A$ 。

当单相 A 相接地时,  $I_A = I_{k0}, I_B = I_C = 0, U_A = 0$ , 此时从零序电流滤序器流出的电流为  $I_{k0} = 3I_0$ , 电压互感器开口三角形输出电压  $U_D = U_{k0} = U_A + U_B + U_C = U_B + U_C = 3U_0$ , 因为线路大致可认为是感性的, 故  $3I_0$  落后于  $-3U_0$ , 接近于  $90^\circ$ 。为使功率方向继电器能可靠动作, 故应接入  $3I_0$  和  $-3U_0$  或  $-3I_0$  和  $3U_0$ , 上述极性实际接线, 从理论上合乎这一要求。

1.3 前叙 1.1~1.2 虽然对功率方向保护的接线给予了保证, 但功率方向继电器的动作行为, 还待进一步用系统电压和负荷电流进行检查, 因为电网在正常运行时, 零序电流回路中只有极小的不平衡电流流过。在零序电压滤序器的开口三角形也是只有很小的不平衡电压存在。这两种不平衡电气量, 在正常情况下不会使零序功率方向继电器动作。为了

检查继电器的本身, 和  $3U_0, 3I_0$  的构成及接入继电器的接线是否正确, 常用的简单方法是模拟保护正方向单相接地短路故障。

零序电压回路接线正确性的检查, 和模拟试验电压的确定。设电压互感器 YH 的变比为  $\frac{220}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}} / 100V$ , 按表 1 的要求及图 3 的接线方式。如虚线所示, 用 0.5 级交流电压表测量, 计入表 1 内。

表 1

电压回路中性点接地	电压回路 B 相接地
$U_{A \cdot LA}$ 158V	$U_{A \cdot LA}$ 193V
$U_{B \cdot LA}$ 87V	$U_{B \cdot LA} (U_{LA \cdot 0})$ 100V
$U_{C \cdot LA}$ 87V	$U_{C \cdot LA}$ 142V
$U_{LA \cdot 0}$ 100V	$U_{LAN}$ 138V

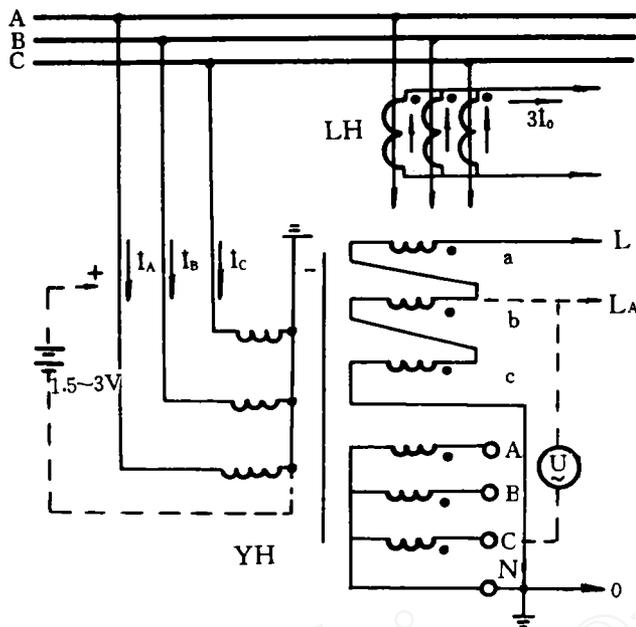


图 3

1) 测量开口三角形的输出电压应接近于零伏。0 端对地为零伏, L 端对地接近零伏, 从而确定 L 端和 0 端。

2) 用电压表的一端接开口三角形 b 相首端端子  $L_A$  上, 即 1SaYM (a603) 或 2SaYM (a604), 电压表的另一端依次接于星形接线的

各相和 N 点上, 其值如表 1, 星形线圈不分零点接地或 B 相接地, 相电压均为 57V。

以  $U_A, U_B, U_C, U_N$  为圆心, 再以  $U_{A \cdot LA}, U_{B \cdot LA}, U_{C \cdot LA}, U_{LA \cdot N}$  之值, 分别为半径划弧应相交近似于一点  $U_{LA \cdot 0}$ , (即是带负荷检测的模拟电压) 就是 A 相短路接地时的实际零序电压, 应与表 1 相符。否则应检查电压互感器副边各线圈的极性和线圈连接方式。电压向量图如图 4、图 5 所示。

## 2 零序功率方向保护带负荷检查

2.1 在控制屏上准确地读出欲测线路的有、无功电力表指示的数值和方向。为判其功率方向的正确无误, 再观察该路的有、无功电度表转动方向, 要和有、无功电力表的正反方向一致, 用作图法或计算法和相位表  $\varphi$  实测得出的结果应相同。当线路的输、送功率的数值和方向确定

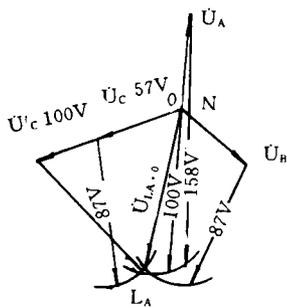


图4 星形线圈中点O接地时模拟电压  $\dot{U}_{LA.0}$  的向量图

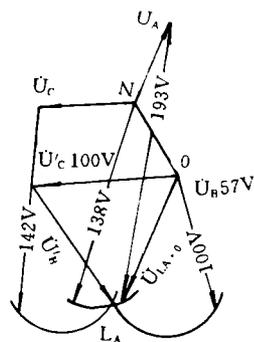


图5 星形线圈B相接地时模拟电压  $\dot{U}_{LA.0}$  的向量图

后,如送有功功率为  $P=40$  兆瓦,送无功功率  $Q=30$  兆乏时,可算出线路传输负荷阻抗角  $\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{Q}{P} = \text{tg}^{-1} \frac{30}{40} = 36.8^\circ$ ,据此可在图6中作出负荷电流  $I_A, I_B, I_C$  的向量和相位。

2.2 将保护接线临时改接如图7,电压线圈上的电压固定,电流线圈依次通入  $I_A, I_B, I_C$  三相电流(二次负荷电流不应小于  $0.5A$ ),根据功率送受方向,继电器的动作情况如表2。倘不符合应认真查出原因。未通入继电器的相的电流,不应开路,也不应有分流流入继电器,电压回路  $U_{LA}$  与0点不得短路。表2中“不定”,是指继电器动作情况由线路传输负荷角而定,  $I_B$  相是落在动作区和制动区的边界上(如图6),可以说成可动可不动,即为“不定”。  $I_C$  落在制动区,即为“制动”,  $I_A$  相落在动作区内即为“动作”。

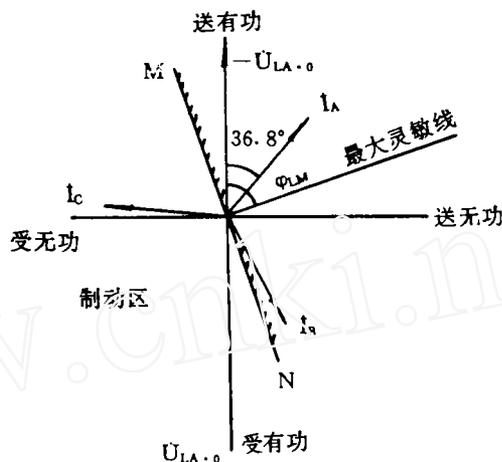


图6 零序功率方向继电器动作分析图

表2

功率送受方向	送有功送无功			受有功送无功		
	A	B	C	A	B	C
动作情况	动作	不定	制动	不定	制动	不定
功率送受方向	受有功受无功			送有功受无功		
	A	B	C	A	B	C
动作情况	制动	不定	动作	不定	动作	不定

### 3 尾声

由于功率送、受情况不同,如  $I_A$  相可在  $0^\circ \sim 360^\circ$  范围内变化,对双侧或多侧电源的输电线路,传输负荷的情况有四种,为了醒目便于理解和帮助记忆,把表2的内容归结到复平面上,自然分成四个象限如图8。

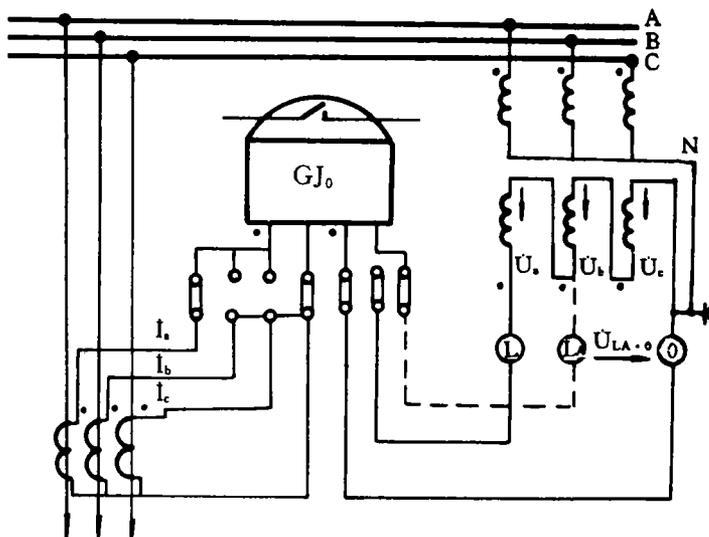


图7 带负荷检验零序功率方向继电器试验接线图

从保护安装处看,电流  $I_A$  是由母线流向线路为送有功和送无功,根据有、无功的大小,可根据计算或作图或用相位表  $\varphi$  实测法,能确定  $I_A$  向量在 I 象限的相位及  $I_B$ 、 $I_C$  在其他象限的相位,参阅图 6 和表 2,可清楚地知道 A 相“动作”、B 相“不定”、C 相“制动”。与图 8 内的 I 象限相同,其对应的第 III 象限为受有功、受无功,其负荷电流由线路流向母线,动作情况刚好与 I 象限相反,A 相由“动作”变成“制动”,C 相由“制动”变成“动作”(输送电流刚好反了  $180^\circ$ ),B 相相同,都是“不定”;在送有功、受无功的 II 象限,B 相“动作”,而 A、C 两相“不定”,与之对应的送无功、受有功的第 IV 象限,则刚好是 B 相“制动”,A、C 两相也是“不定”。只要记着复平面实轴或虚轴的任一侧 A、B、C 的动作情况,其余的两个对应象限内的动作行为,可很方便的推出。将测定动作情况与图 8 对照,可准确无误地判定功率方向的动作行为是否正确,但特别要注意功率的送受方向。

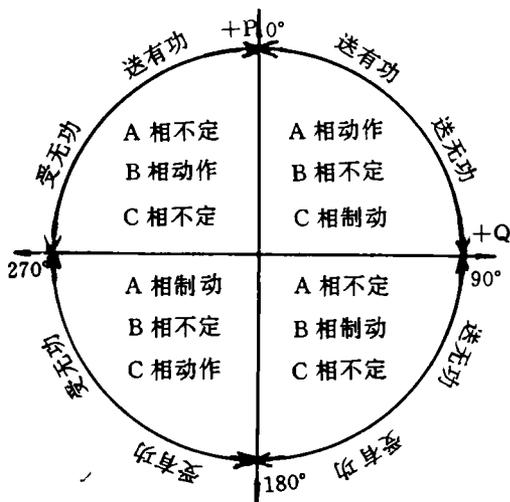


图 8 有功功率 P 和无功功率 Q 的复平面

(上接 68 页)

下面以一个实例介绍其使用方法

例:零序功率方向元件动作方向指向线路,负荷潮流由线路指向变压器,负荷角  $\varphi = 30^\circ$ 。

(1)将  $U_A$  旋转至  $0^\circ$  位置。

(2)将  $I_A$  将旋转至  $-30^\circ$  位置,即  $I_A$  滞后  $U_A 30^\circ$ 。

(3)将最灵敏动作线旋转至  $-70^\circ$  位置,即最灵敏动作线滞后  $U_A 70^\circ$ 。

(4)如图 6 所示,可见  $I_A$ 、 $I_B$  在动作区内,  $I_C$  在动作区外。

所以,当按 1.2 中步骤进行实际操作时,由测试仪明显看出,通  $I_A$ 、 $I_B$  时应动,通  $I_C$  时应不动,如不符,则判明零序功率方向元件接线错误。

### 3 结束语

用工作电压、负荷电流检查零序功率方向元件接线的正确性,在诸多试验方法中,以模拟单相接地短路故障接线比较简单,再加上使用“手旋式零序功率继电器判断仪”,使正确判断零序功率方向元件的接线更加方便。

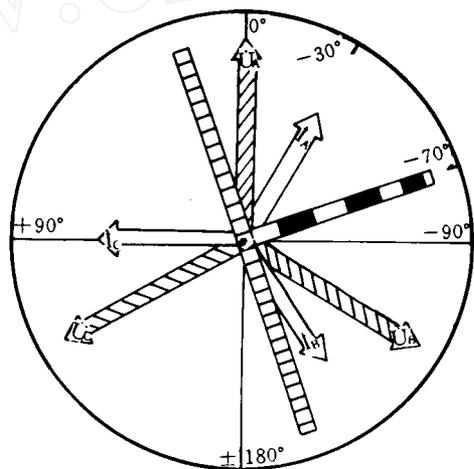


图 6 判断仪的实际应用