

# 关于距离保护相位关系的测定

刘甲申 许昌继电器研究所 (461000)

**摘要** 本文对电力系统中使用较多的距离保护相位测定提出了一些简单易行的方法。

**关键词** 方向元件 有功 无功 负荷潮流

在电厂、变电站里所装设的带方向性的保护中,对于新安装或者运行中的定期检验,除了要装置各个元件进行调整试验以外,最后必须进行带负荷相位测定,以验证保护装置及二次回路接线是否准确,否则即使是保护装置本身性能没有问题,由于二次回路接线搞错,也往往造成保护误动或拒动,电力系统现场运行中这方面的事故与教训是屡见不鲜的。

距离保护是我们电力系统高压输电线路运用得最多的保护之一,因而相位测定也碰得最多。下面笔者就距离保护的相位测定和判别方法谈谈自己粗浅的看法,以供现场工作人员进行参考。

我们以整流型 ZJL-31x 距离保护为例分析其相位关系。

ZJL-31x 距离保护中阻抗元件为方向阻抗继电器,其动作方程是:

$$e^{-j90^\circ} \leq \frac{U_K - U_Y}{U_J} \leq e^{j90^\circ} \quad (\text{按相位比较表示})$$

$$\text{或者为 } |U_K - U_Y + U_J| = |U_K - U_Y - U_J| \quad (\text{按幅值比较表示})$$

$$\text{等式左侧 } U_1 = |U_K - U_Y + U_J| \quad \text{为动作量}$$

$$\text{右侧 } U_2 = |U_K - U_Y - U_J| \quad \text{为制动量}$$

在现场测定距离保护的相位时,我们往往把距离保护中的阻抗元件瞬时变为方向元件。其步骤是:

## 1 实现 $U_Y = 0$

当阻抗测量元件的  $U_Y = 0$  时,阻抗元件就变为方向元件,其动作量和制动量就变为:

$$U_1 = U_K + U_J \quad (1)$$

$$U_2 = U_K - U_J \quad (2)$$

这时就可以采用负荷潮流来检验方向阻抗元件动作是否正确。

具体作法使  $Y_B$  抽头调为零就可以使  $U_Y = 0$

$$\text{故 } U_1 = U_K + U_J \quad \text{动作量}$$

$$U_2 = U_K - U_J \quad \text{制动量}$$

这时阻抗继电器变为功率方向继电器,其动作边界条件为

$$|U_K + U_J| = |U_K - U_J|$$

其中  $U_J$  为极化电压,为分析问题简单起见,我们假设  $U_J$  与  $U_{AB}$  同相。

## 2 固定电压、切换电流

### 2.1 以 $Z_{AB}$ 阻抗元件为例

收稿日期:1995-10-22

如当系统的负荷潮流是从母线指向线路,且假定送有功功率 $+P = 70\text{MW}$ ,送无功功率 $+Q = 49\text{MVA}$ 时,功率因数角 $\Psi = \arctg \frac{Q}{P} = 35^\circ$ ,当分别切换通入电流 $I_{AB}$ 、 $I_{BC}$ 、 $I_{CA}$ 时,其向量关系如图1~3。

a 固定电压 $\dot{U}_{AB}$ ,通入 $I_{AB}$ 电流

以 $\dot{U}_{AB}$ 为参考向量,当阻抗元件的最大灵敏角整定为 $80^\circ$ 时,(即 $\varphi_{LM} = 80^\circ$ ),可画出最大灵敏线滞后 $\dot{U}_{AB}80^\circ$ ,作最大灵敏线的垂线,该线为动作的边界线,(即图中的影线),其右侧为动作区,左侧为制动区。

又因为 $\dot{U}_J$ 与 $\dot{U}_{AB}$ 同相,根据功率因数角 $\Psi = 35^\circ$ ,作电流 $I_{AB}$ 滞后于电压 $\dot{U}_{AB} \Psi$ 角,而 $\dot{U}_K$ 超前 $I_{AB}80^\circ$ (因 $\varphi_{LM} = 80^\circ$ ),根据1式和2式确定 $\dot{U}_1$ 和 $\dot{U}_2$ ,从向量图1中可见 $\dot{U}_1 > \dot{U}_2$ ,动作量大于制动量,继电器动作,或者说 $I_{AB}$ 在动作界线右侧,继电器动作。

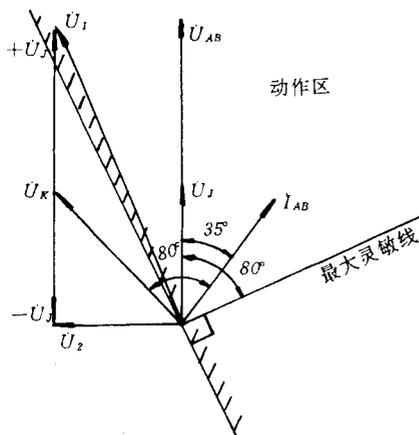


图1

b 固定电压 $\dot{U}_{AB}$ ,通入电流切换成 $I_{BC}$ 时

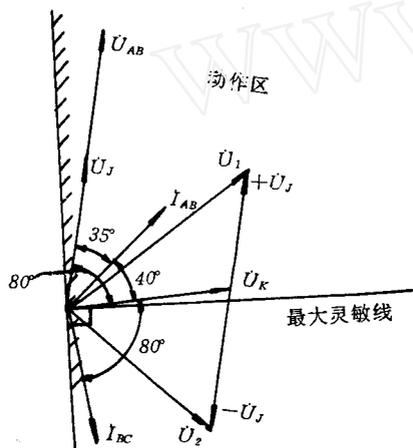


图2

电流 $I_{BC}$ 滞后于 $I_{AB}120^\circ$ ,由向量图2上可以看出, $\dot{U}_K$ 超前于 $I_{BC}80^\circ$ ,与最大灵敏线接近于重合, $\dot{U}_1$ 与 $\dot{U}_2$ 接近相等,故继电器处于动作边缘,或者说 $I_{BC}$ 在动作界线附近,即临界状态。

c 固定电压 $\dot{U}_{AB}$ ,通入电流切换成 $I_{CA}$ 时

见向量图3,此时电流 $I_{CA}$ 超前于 $I_{AB}120^\circ$ , $\dot{U}_K$ 超前于 $I_{CA}80^\circ$ , $\dot{U}_1 < \dot{U}_2$ ,继电器处于制动状态,或者说 $I_{CA}$ 在动作界线左侧,即制动。

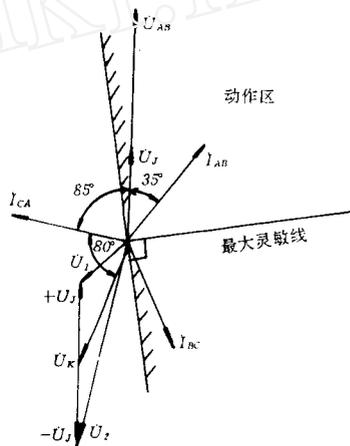


图3

用以上同样的方法,继续检查阻抗元件 $Z_{BC}$ 、 $Z_{CA}$ 的动作状态时,见表1中(+P、+Q)一列。固定电压 $\dot{U}_{AB}$ ,依次轮换电流 $I_{AB}$ 、 $I_{BC}$ 、 $I_{CA}$ 时阻抗元件的动作行为。

表 1

功率方向 接入电流	阻抗元件 $Z_{AB}$			阻抗元件 $Z_{BC}$			阻抗元件 $Z_{CA}$		
	$I_{AB}$	$I_{BC}$	$I_{CA}$	$I_{BC}$	$I_{CA}$	$I_{AB}$	$I_{CA}$	$I_{AB}$	$I_{BC}$
送有功(+P) 送无功(+Q)	动	临	制	动	临	制	动	临	制
受有功(-P) 送无功(+Q)	临	制	临	临	制	临	临	制	临
受有功(-P) 受无功(-Q)	制	临	动	制	临	动	制	临	动
送有功(+P) 受无功(-Q)	临	动	临	临	动	临	临	动	临

2.2 仍以阻抗元件  $Z_{AB}$  为例

如果通入电流  $I_{AB}$ , 固定三相电压  $\dot{U}_{ABC}$ , 根据系统送受功率的不同情况, 存在四种可能, 其动作行为见表 1, 分析如下:

a 例 1, 当输送有功 +P、送无功 +Q 时, 见向量图 1, 在动作区确定以后, 以 +Q (即  $0^\circ$ ) 为基准画出四个象限, 见图 4。

- 第 I 象限为送有功 +P, 送无功 +Q;
- 第 II 象限为受有功 -P, 送无功 +Q;
- 第 III 象限为受有功 -P, 受无功 -Q;
- 第 IV 象限为送有功 +P, 受无功 -Q。

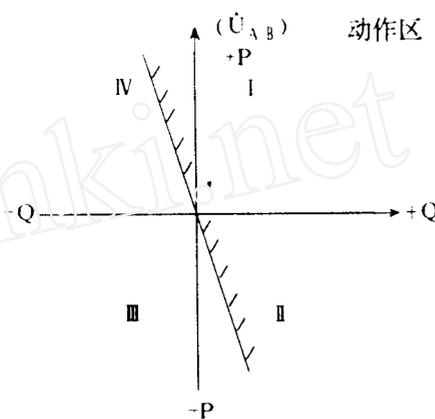


图 4

因为送有功 +P, 送无功 +Q, 电流  $I_{AB}$  滞后电压  $\dot{U}_{AB}$  为  $\Psi = 35^\circ$  角,  $I_{AB}$  落在第 I 象限内, 所以继电器动作。

b 例 2, 当系统输送有功 +P, 受无功 -Q 时, 见向量图 5, 此时电流  $I_{AB}$  超前电压  $\dot{U}_{AB}$ ,  $I_{AB}$  落在第 IV 象限内 (其位置由负荷角而定) 此时  $U_1 \cong U_2$ , 所以继电器处于动作边缘, 即临界。

c 例 3, 当系统受有功 -P, 受无功 -Q 时, 见向量图 6, 此时电流  $I_{AB}$  落在第 III 象限范围内, 因为此时  $U_1 < U_2$ , 所以继电器处于制动状态。

d 例 4, 当系统受有功 -P, 送无功 +Q 时, 见向量图 7, 此时电流  $I_{AB}$  落在第 II 象限。(其位置可能在动作区内, 也可能在制动区) 所以继电器处于边缘状态, 即临界。

e 例 5, 再看表 1 中, 如  $Z_{AB}$  阻抗元件, 加电压  $\dot{U}_{AB}$ , 电流  $I_{BC}$ , 在送有功 +P、受无功 -Q 时, 继电器的动作行为见向量图 8, 因为是送有功 +P, 受无功 -Q, 电流  $I_{AB}$  在第 IV 象, 而电流  $I_{BC}$  落后  $I_{AB} 120^\circ$ , 即电流  $I_{BC}$  是落在第 I 象限或第 II 象限, 在动作区内, 故继电器处于动作状态。

f 例 6, 当  $Z_{AB}$  元件加电压  $\dot{U}_{AB}$ 、电流  $I_{CA}$ , 在送有功 +P、受无功 -Q 时,  $I_{CA}$  将落在第 II 象限或第 III 象限, 故继电器处于动作边缘, 见图 9。

3 做距离保护的向量检查时, 也可以采用固定电流, 切换电压的方法, 其结果见表 2。

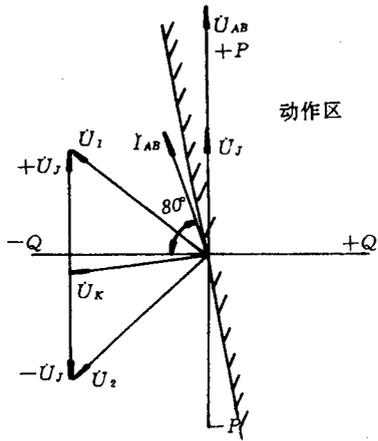


图 5  $U_1 \cong U_2$  临界状态

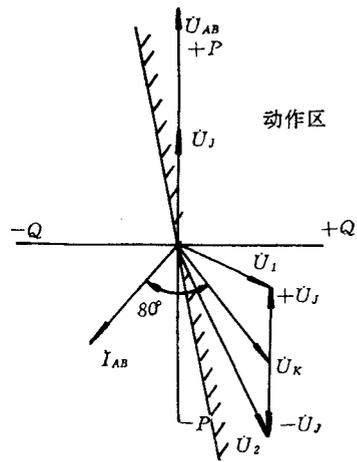


图 6  $U_1 < U_2$  制动状态

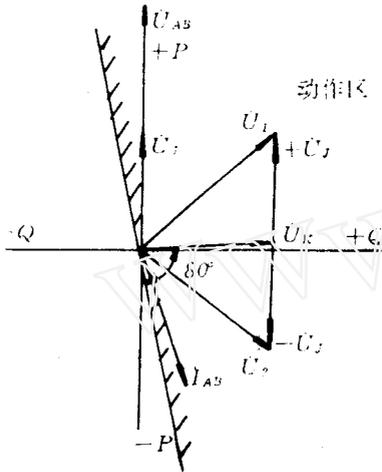


图 7  $U_1 \cong U_2$  临界状态

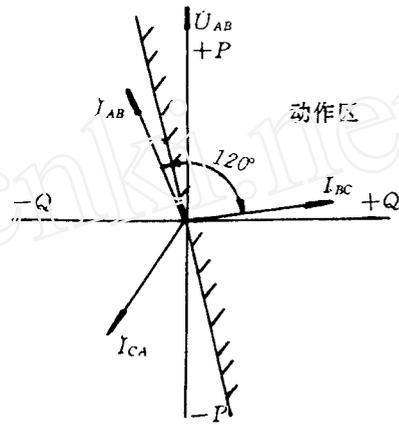


图 8

表 2

功率方向	接入电压	阻抗元件 $Z_{AB}$		
		$U_{ABC}$	$U_{BCA}$	$U_{CAB}$
+P	+Q	动	制	临
-P	+Q	临	临	制
-P	-Q	制	动	临
+P	-Q	临	临	动

下面再举几个例子分析,仍以  $Z_{AB}$  阻抗元件为例

a 例 1,当继电器通入的三相电流固定,接入电压为  $U_{AB}$ ,输送功率为 +P、+Q 时,见向量图 10。

横轴以电流  $I_{AB}$  为参考向量,  $U_K$  超前  $I_{AB}$   $80^\circ$ ,当母线电压  $U_{AB}$  与  $U_K$  重合时,继电器最灵敏,所以作垂直于  $U_K$  的直线(图 10 中影线),其上侧为动作区,下侧为制动区,当系统输送 +

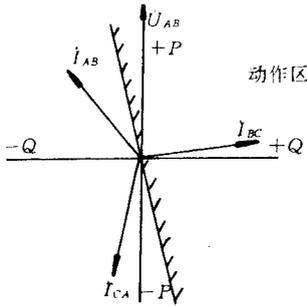


图 9

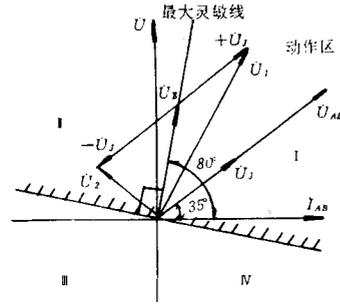


图 10

$P$ 、 $+Q$ 时,电压  $\dot{U}_{AB}$  落在动作区内,继电器动作。

b 例 2,当系统输送功率的方向不同时,判别继电器动作的方法。

以电流  $i_{AB}$  为基准画出四个象限,见图 11 所示。

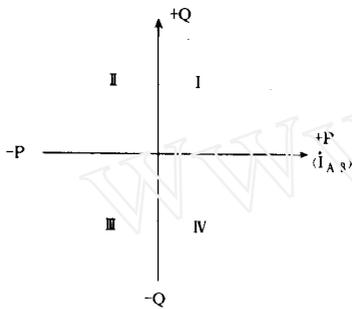


图 11

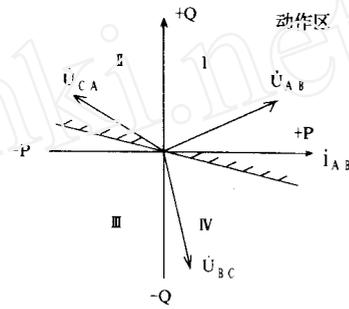


图 12

当系统的功率方向为  $-P$ 、 $+Q$ (或  $+P$ 、 $-Q$ )时,电压  $\dot{U}_{AB}$  落在第 II(或第 IV)象限,继电器处于临界状态。当系统输送的功率方向为  $-P$ 、 $-Q$ 时,电压  $\dot{U}_{AB}$  落在第 III象限,继电器制动。

c 例 3,当系统输送功率方向为  $+P$ 、 $+Q$ ,而倒换电压为  $\dot{U}_{BC}$ 时,其电压  $\dot{U}_{BC}$  落在第 III象限或第 IV象限,继电器制动。当倒换电压为  $\dot{U}_{CA}$ 时,其电压  $\dot{U}_{CA}$  落在第 II或第 III象限,继电器处于临界状态。见向量图 12。

#### 4 测试距离保护相位时应注意之点

- 测试前应检查电流互感器、电压互感器的极性是否正确。
- 电流互感器二次负荷电流应大于距离保护的精工电流。
- 测试完毕后,要把临时改接用的接线去掉,并把整定变压器(YB)的整定插头插回原来的位置并拧紧,切不可粗心,以防止电压回路开路造成距离保护失压误动。