

综合重合闸差电压选相元件试制

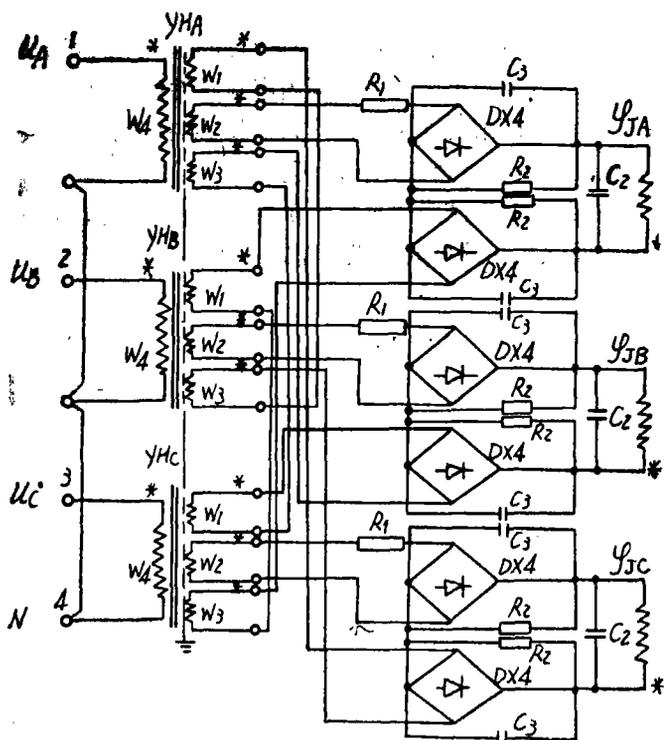
鞍山电业局 顾宝富

前言

目前综合重合闸装置采用各种形式和选相元件：如接地方向阻抗继电器，低电压继电器等，在500KV线路保护中采用了相电流差突变量作为选相元件，今研制了一种差电压带方向的选相元件，并在500KV模拟线路上进行了试验。结果如下：

在线路出口、中点、末端单相接地，接地电阻 $0\sim 17\Omega$ ，故障相选相元件均正确动作，非故障相元件不动作。两相短路接地，弧光电阻 $0\sim 17\Omega$ ，在线路62.5%范围内，两个故障相选相元件均动作，线路62.5%范围以外，只有超前相一个元件动作。此时可用相间保护跳开三相。试验表明该元件可用作中短线路的选相元件。现对元件的接线与试验作一介绍，不当之处请予指正。

一、差电压选相元件交流回路接线：

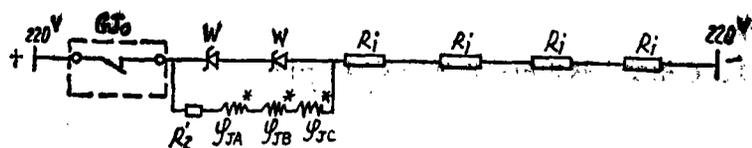


1. $YHA=YHB=YHC = \text{m}15 \times 30 \delta = 0 W_1=W_3=865$
 $QQ-0.17\% W_2=1500$
 $QQ-0.17\% W_4=700$
 $QQ-0.2\%$
2. $R_1=50\Omega \quad 8W$ (可不用)
3. $R_2=5.1K \quad 12W$
4. $C_2=10\mu f/160V$
5. $C_3=2\mu f/400V$
6. $D=2Cp24 \quad 400V/300ma$
7. $\varphi JA=\varphi JB=\varphi JC=1500 \times 4$
 (极化继电器)

图(一) 交流回路接线

注： U_A, U_B, U_C 接在电压互感器二次相电压、58伏

二、选相元件制动回路接线：



图(二) 直流制动回路接线

1. GJ_0 零序方向功率继电器
2. W 硅稳压管 2CW22B 10.5V
3. R_i 电阻 $1.5k\Omega$ $12W \times 4$
4. R_i 电阻 390Ω $8W$
5. ϕJA 、 ϕJB 、 ϕJC 极化继电器制动绕组。

三、差电压选相元件原理说明：

按图一、 YHA 、 YHB 、 YHC 参数均相同， W_1 700匝为原边， W_2 为1500匝， $W_1 = W_3 = W_2 / \sqrt{3} = 1500 / 1.73 = 865$ 匝，以A相单相接地短路为例，对 ϕJA 差电压

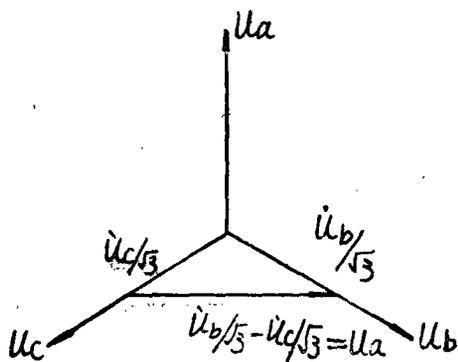
$$\text{是 } \dot{U}_A / \dot{U}_A - \dot{U}_C = 1500 / 2 \times 865 \frac{\sqrt{3}}{2} = 1$$

如图三、三相对称向量图

$$\phi J_A = K_A = \frac{U_{\phi}}{(\dot{U}_B - \dot{U}_C) / \sqrt{3}} = 1$$

$$\phi J_B = K_B = \frac{\dot{U}_B}{(\dot{U}_C - \dot{U}_A) / \sqrt{3}} = 1$$

$$\phi J_C = K_C = \frac{\dot{U}_C}{(\dot{U}_A - \dot{U}_B) / \sqrt{3}} = 1$$



图三 三相对称向量图以A相为例

如线路A相发出单相接地短路时，向量图如图四、

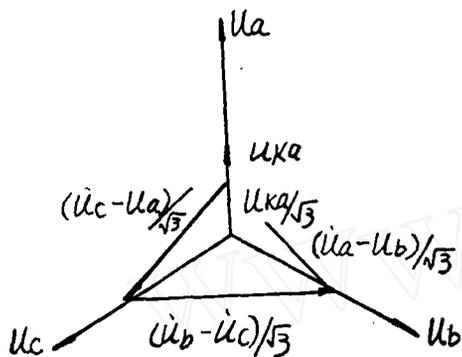
$$\phi J_A = K_A = \frac{\dot{U}_{K0}}{(\dot{U}_B - \dot{U}_C) / \sqrt{3}} = \frac{\downarrow}{\rightarrow} < 1$$

$$\phi J_B = K_B = \frac{\dot{U}_B}{(\dot{U}_C - \dot{U}_{K0}) / \sqrt{3}} = \frac{\rightarrow}{\downarrow} > 1$$

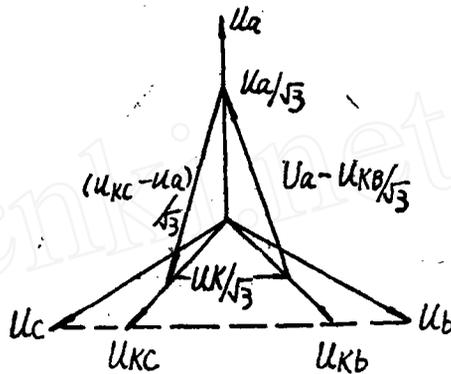
$$\varphi J_c = K_c = \frac{\dot{U}_c}{(\dot{U}_{K_a} - \dot{U}_b) / \sqrt{3}} = \frac{\downarrow}{\rightarrow} > 1$$

故障相 $\varphi J_A K_a < 1$ 按图一结线为动作量，对 B、C、非故障相 $K_B = K_C > 1$ ，为制动量不动作。

如线路 B、C 相发出两相短路接地向量图如图五



图四 A 相单相接地向量图



图五 B、C 两相短路接地相量图

$$\varphi J_A = K_A = \frac{\dot{U}_a}{(\dot{U}_{K_b} - \dot{U}_{K_c}) / \sqrt{3}} = \frac{\rightarrow}{\downarrow} > 1$$

$$\varphi J_B = K_B = \frac{\dot{U}_{K_b}}{(\dot{U}_{K_c} - \dot{U}_a)} = \frac{\downarrow}{\rightarrow} < 1$$

$$\varphi J_C = K_C = \frac{\dot{U}_{K_c}}{(\dot{U}_a - \dot{U}_{K_b}) / \sqrt{3}} = \frac{\downarrow}{\rightarrow} < 1$$

故障相 B、C $\varphi J_B = \varphi J_C = K_B = K_C < 1$ 按图一结线为动作量，非故障相 $\varphi J_A K_A > 1$ 为制动量不动作。

如线路 BC 相间两相短路，B、C 两相短路向量与图五相似，但相间故障无零序分量，因此零序功率方向继电器不动作，使 φJ_A 、 φJ_B 、 φJ_C 均处于制动量 6 所以不动作，故靠相间保护切除三相开关。

如线路 ABC 三相短路是对称的 $K_A = K_B = K_C = 1$

所以均不动作另外无零序分量，零序功率方向继电器不动作仍使 φJ_A 、 φJ_B 、 φJ_C 处于制动量。

四、 差电压选相元件制动回路原理说明：

1. 当背后发生接地短路故障时 $G I_0$ 零序功率继电器是反方向处于不动作，因此 φJ_A 、 φJ_B 、 φJ_C 处于制动量 $I_T = 1.5 I_P$ 、 I_P 为单相线路出口短路时 φJ 最大

动作电流。所以背后接地故障选相元件不动作是带有方向性。

2. 为了提高选相元件动作灵敏度,防止系统在正常进行时不平衡分量使选相元件误动作,所以用 $G I_0$ 闭锁。

五、电气特性试验:

1. 极化继电器制动线圈稳压电流测量

$E_c (V)$	160	180	200	220	250
$I_T (Ma)$	22	22.5	22.5	22.5	22.5

2. 差电压选相元件动作电压(不加制动)

a. 三相对称性

$U_A = U_B = U_C = 60V$ 三相均不动作。

b. 动作电压

A相	$u_B = u_C = 58V$	动作 $54V$	返回 $56V$
B相	$u_C = u_A = 58V$	动作 $54V$	返回 $56V$
C相	$u_A = u_B = 58V$	动作 $54V$	返回 $56V$

c. 模拟两相短路接地

Ab相	$u_C = 58V$	$u_A = u_B$	动作 $54V$	返回 $56V$
Bc相	$u_A = 58V$	$u_B = u_C$	动作 $54V$	返回 $56V$
Ca相	$u_B = 58V$	$u_C = u_A$	动作 $54V$	返回 $56V$

d. 动作时间测量:

故障相电压			$52V$	$50V$	$45V$	$40V$
A相	$u_B = u_C = 58V$	时间 (ms)	18.93	14.6	11.15	9.93
B相	$u_A = u_C = 58V$	时间	17.05	13.45	11.22	9.91
C相	$u_C = u_A = 58V$	时间	15.57	12.35	9.95	8.89

注: 去掉制动电流取10次平均值

c. 模拟反方向背后单相接地短路检查继电器。

$$I_x = 22.5 \text{ A}$$

A相	$u_b = u_c = 58 \text{ V}$	$u_a = 0 \text{ V}$	不动作
B相	$u_c = u_a = 58 \text{ V}$	$u_b = 0 \text{ V}$	不动作
C相	$u_a = u_b = 58 \text{ V}$	$u_c = 0 \text{ V}$	不动作

注：当去掉制动电流时按相动作，均无抖动。

3. 差电压元件整流桥直流电压测量

相	A	B	C
u_P	117V	118V	117V
u_T	117V	118V	117V

4. 差电压元件直流消耗功率计算

相	A	B	C
功率W	$117 \text{ V} / 5.1 \text{ k}\Omega = 2.7$	$118 \text{ V} / 5.1 \text{ k}\Omega = 2.73$	$117 \text{ V} / 5.1 \text{ k}\Omega = 2.7$