

# DY—4 型 负 序 电 压 继 电 器

## 第一部分 检验项目和要求

验 1. 检验执行元件的动作电流和返回电流。

执行元件最小正定点的动作电压为10伏。

最大整定点的动作电压为20伏。

返回系数不小于0.8。

验 2. 负序电压滤过器回路平衡试验。

分别在A臂和C臂加电压100伏，测量 $R_A$ 和 $X_C$ 上电压，均为86.6伏，同时还应测量 $X_A$ 和 $R_C$ 上的电压，均为50伏。

验全 3. 负序电压继电器正确性检查。

模拟两相短路于A—B，C； B—C，A； C—A，B相分别通入一次电压，使继电器动作，则其动作电压的离散值不超过5%。

验全 4. 检验整定点的负序电压动作值和返回值。

返回系数应不小于0.8。

整定点动作值测量重复三次，每次测量值与定值误差不超过 $\pm 3\%$ 。

验全 5. 检验接点工作可靠性。

接点带适当的负荷，模拟两相短路通入100伏电压进行冲击试验，检查接点工作的可靠性，接点应无振动、火花和鸟啄现象。

验全 6. 测量不平衡电压。

在系统工作电压下测量执行元件上的不平衡电压，其值不大于1.5伏。

## 第二部分 工作原理和检验方法

### 一、用 途

DY—4型负序电压继电器用于发电机和变压器的继电保护线路中，作为电压闭锁元件，它反应不对称故障时线路电压的负序分量。

### 二、构造和动作原理

DY—4型负序电压继电器系利用电阻电容式双臂负序滤过器及执行元件电压继电器组合而成。

由于相间电压不存在零序分量，因此负序电压滤波器串接在相间电压上，不反应零序电压。

电阻电容式双臂负序滤波器内部接线如图1所示。

滤波器参数关系分析如下：

图2 (a)(b)分别划出A臂和C臂的电压向量图，同一臂上电容上电压滞后电阻上电压为90度。每臂电阻电容上的电压降的几何和应与外施电压相等，即：

$$\dot{U}_{AB} = \dot{I}_{AB}R_A + (-j\dot{I}_{AB}X_A)$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{I}_{BC}R_C + (-j\dot{I}_{BC}X_C)$$

因此每臂上两阻抗元件的电压向量构成一直角三角形，三角形顶点 mn 随各臂电阻与电容数值不同，将在相应外施相间电压为直径的半圆周上移动，滤波器输出端电压为：

$$\dot{U}_{mn} = \dot{I}_{AB}R_A + \dot{I}_{BC}X_C$$

1. 当通过正序电压时滤波器空载输出电压

$$\begin{aligned} \dot{U}_{mn} &= \dot{I}_{AB(1)}R_A + \dot{I}_{BC(1)}X_C \\ &= \frac{\dot{U}_{AB(1)}}{R_A - jX_A} R_A + \frac{\dot{U}_{BC(1)}}{R_C - jX_C} \\ &\quad (-jX_C) \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

欲使其不反应正序电压则令(1)式  $u_{mn} = 0$

并将  $\dot{U}_{BC(1)} = u_{AB(1)}e^{-j120^\circ}$ ,

$jX_C = X_C e^{j90^\circ}$  代入化简得：

$$\begin{aligned} R_A R_C - \frac{\sqrt{3}}{2} R_A X_C + \frac{1}{2} X_A X_C \\ + j \left( \frac{\sqrt{3}}{2} X_A X_C - \frac{1}{2} R_A X_C \right) = 0 \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

若使(2)式成立则复数的实部和虚部需同时为零即

$$R_A R_C - \frac{\sqrt{3}}{2} R_A X_C + \frac{1}{2} X_A X_C = 0 \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} X_A X_C - \frac{1}{2} R_A X_C = 0 \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{由(4)式得 } R_A = \sqrt{3} X_A \dots \dots \dots (5)$$

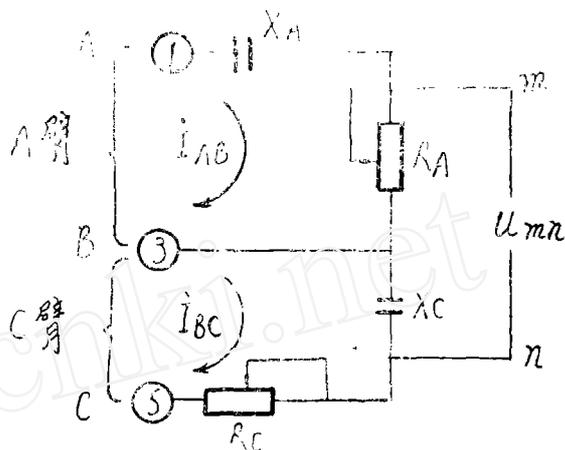


图1 负序电压滤波器接线图

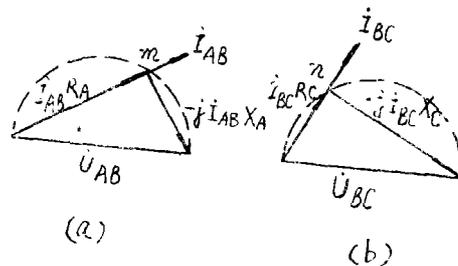


图2 电压向量图

将(5)式代入(3)刚得  $X_C = \sqrt{3} R_C$

按以上分析, 过滤器A和C两臂的阻抗彼此无关,  $X_A$ 与 $X_C$ 可以是不同数值。过滤器参数如下:

$$R_A = \sqrt{3} X_A, \quad R_C = \frac{1}{\sqrt{3}} X_C$$

这时过滤器两臂的复数阻抗分别为:

$$Z_A = R_A - jX_A = \sqrt{3} X_A - jX_A = 2X_A e^{-j30^\circ} \text{ 欧姆}$$

$$Z_C = R_C - jX_C = \frac{1}{\sqrt{3}} X_A - jX_A = \frac{2}{\sqrt{3}} X_A e^{-j60^\circ} \text{ 欧姆}$$

空载时过滤器向量如图3所示mn点重合输出电压为零。

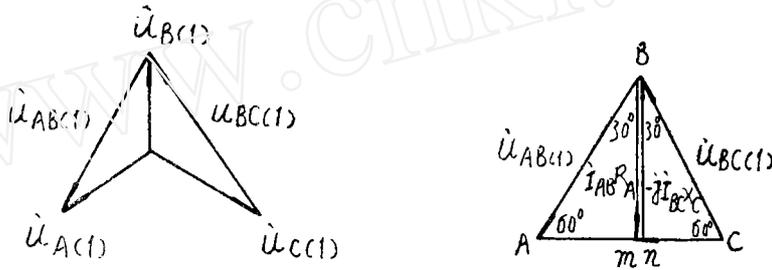


图3 过滤器空载正序时向量图

2. 当通过负序电压时过滤器空载输出电压  $u_{mn}$  为

$$\begin{aligned} \dot{U}_{mn} &= \dot{I}_{AB(2)} R_A + \dot{I}_{BC(2)} X_C \\ &= \frac{\dot{U}_{AB(2)}}{Z_A} R_A + \frac{\dot{U}_{BC(2)}}{Z_C} (-jX_C) \\ &= \frac{\dot{U}_{AB(2)}}{2X_A e^{-j30^\circ}} \sqrt{3} X_A + \frac{\dot{U}_{BC(2)} e^{j120^\circ}}{\frac{2}{\sqrt{3}} X_A e^{-j60^\circ}} X_A e^{-j90^\circ} \\ &= 1.5 u_{AB(2)} e^{j60^\circ} \end{aligned}$$

向量如图4所示

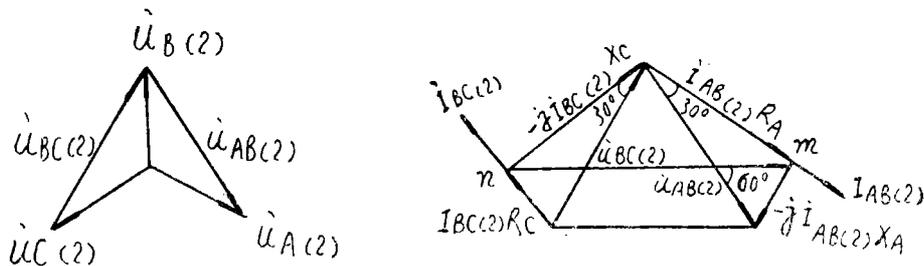


图4 过滤器空载负序时向量图

所以滤过器只反应负序电压

由于负序电压继电器不反应对称短路故障，因此在实现保护结线中，往往和一块低压继电器共同组成复合电压闭锁元件，这样在Y/△结线的变压器后而发生两相短路时，可以提高保护装置的灵敏度。

当负序滤过器电压回路断线时，其输入端电压随断线相别而异，与电压互感器总负荷的结线亦有关，但由于负序电压继电器的整定值一般在6~12伏，因此在运行中发现电压回路断线时，均能使负序电压继电器动作。

### 三、技术数据

1. 额定值：线电压100伏、50周。
2. 负序动作线电压整定范围6~12伏。
3. 继电器综合技术数据见表1。

表 1

| 刻 度<br>误 差    | 动 作 值<br>变 差 | 返 回<br>系 数   | 功 率<br>消 耗<br>(伏安) | 长 期<br>正 序<br>额 定 电<br>压 倍 数 | 动 作 时 间 (秒)    |               | 1.1倍正序<br>额 定 电<br>压 下 返 回<br>可 靠 系 数 | 接 点 遮<br>断 容 量<br>(瓦) |
|---------------|--------------|--------------|--------------------|------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------------|-----------------------|
|               |              |              |                    |                              | 1.2 倍<br>整 定 值 | 3 倍<br>整 定 值  |                                       |                       |
| 不 大 于<br>±10% | 不 大 于<br>6%  | 不 小 于<br>0.8 | 不 大 于<br>25        | 1.1                          | 不 大 于<br>0.15  | 不 大 于<br>0.03 | 不 小 于<br>2                            | 50                    |

4. 继电器所有电路对于外壳的绝缘应能耐受交流50周/秒、电压2000伏历时1分钟的试验。
5. 继电器耐受500次动作之后其基本性能仍应满足本技术条件的要求。
6. 正序额定电压下输出端空载不平衡电势不大于1.5伏。
7. 滤过器的电阻、电容的标称值和执行元件的绕组数据列于表2

表 2

| 接线图上的元件符号      | 元 件 名 称 | 数 据                                  |
|----------------|---------|--------------------------------------|
| R <sub>A</sub> | 电 阻 器   | 1380Ω                                |
| R <sub>C</sub> | "       | 920Ω                                 |
| X <sub>A</sub> | 电 容 器   | 4 微 法 400 伏                          |
| X <sub>C</sub> | "       | 2 微 法 400 伏                          |
| J              | 执 行 元 件 | 每 个 线 卷 W = 3000 圈<br>0.18—Q Q 漆 包 线 |

8. 继电器内部接线如图 5

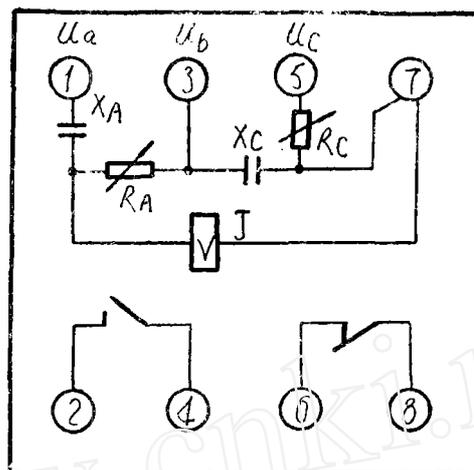


图 5 继电器内部接线图

#### 四、检验方法

##### 1. 机械部分检查:

- (1) 检查所有螺钉、螺母是否紧固, 焊接是否牢靠, 有无假焊及脱焊等现象。
- (2) 执行元件按 D Y-30 系列电压继电器项目进行检查。

##### 2. 电气特性试验

###### (1) 执行元件动作值检验。

断开端子⑦, 在执行元件线卷上加交流正弦电压, 调正继电器弹簧和舌片位置使最小正定点上动作电压为 10 伏, 最大正定点上为 20 伏。

###### (2) 负序电压滤过器回路平衡试验。

负序电压滤过器的参数应符合关系式

$$R_A = \sqrt{3} X_A$$

$$R_C = \frac{1}{\sqrt{3}} X_C$$

① 在额定周率 50 周/秒下且电压波形为正弦波时进行调正。

② 断开端子(7), 在滤过器输入端(1)、(3)、(5)加入 A、B、C 三相对称正序 100 伏电压, 若参数已调正确, 则输出端上的不平衡电压达到最小值, 不超过 1.5 伏。

用三相电源试验是最直接的方法, 但由于三相正序电压调正比较困难, 因此现场通常采用单相电源试验, 由(3)-(1)、(5)〔即(1)(5)端子短接〕通入 100 伏电压, 用高内阻电压表分别测量  $R_A$  和  $X_C$  上电压, 该两电压均为  $87 \pm 1$  伏。如不满足该电压值, 则应调正  $R_A$  和  $R_C$  的电阻值, 使  $R_A$  上的电压为 86.6 伏,  $R_C$  上的电压为 50 伏, 然后再测量  $R_A$  和  $R_C$  上电压。若仍不满足要求时, 则应测量电容值, 否则更换。

用50周/秒的正弦电源测量电容值为

$$C = 3.18 \frac{I(\text{毫安})}{u(\text{伏})} (\text{微法})$$

(3) 负序电压正确性检查。

模拟两相短路于AB; BC; CA相分别从端子(5)-(1)、(3); (1)-(3)、(5); (3)-(5)、(1)通入电压,使继电器动作。

执行元件的刻度值系指通入三相对称的负序相间电压值。

由图6试验接线和向量图可知两相短路时,负序相电压分量为外加试验电压的 $\frac{1}{3}$ ,

因此

$$u_{X(2)} = \frac{1}{3} u$$

$$\text{负序相间电压 } u(2) = \frac{1}{\sqrt{3}} u$$

$$\text{其离散值} = \frac{u_{\max} - u_{\min}}{(u_{\max} + u_{\min})/2} \times 100\%$$

若离散值超过5%,则应检查内部接线和参数是否正确。

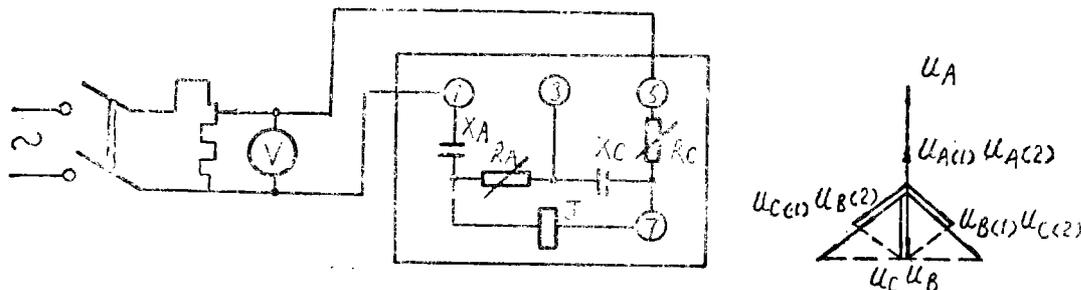


图6 负序电压继电器试验接线图  
(图中(3)、(5)端子短接)

(4) 用系统工作电压检验。

①投入系统三相工作电压后,测量滤过器输出端的不平衡电压,其值应不大于1.5伏。

若不平衡电压较大时,则应用示波器分析不平衡电压中是否具有五次谐波分量,同时用电流表测量执行元件通过的电流值,若是五次谐波分量则由于继电器感抗增大五倍,故其值应甚少,对执行元件的動作值影响不大。

②模拟动作试验。

将负序电压滤过器输入端电压回路任意两相互换,对继电器相当于通入三相负序电压,测量输出端负序电压当断开执行元件即空载情况,其值为1.5倍的输入相间电压。

③模拟电压互感器二次回路断线试验。

由于一般断线均可能是电压互感器二次熔断器熔断,这样电压互感器的二次负荷大小和结线均能影响负序电压滤过器输出端的电压值,因此宜在现场实际情况下,模拟各相断线,测量输出端负序电压值。