

# LG—11型功率继电器

## 第一部分 检验项目和要求

验全 1. 检验执行元件(极化继电器)的动作电流及返回电流。动作电流不大于 $0.8\text{mA}$ , 返回系数不小于 $0.5$ 。

验 2. LG—11型继电器谐振回路电压分布测量。  
加电压 $100\text{V}$ , 测量 $u_c$ 及 $u_L$ 。

验 3. 潜动试验。

电压潜动试验: 应在电流线卷开路, 通入 $110\text{V}$ 电压。

电流潜动试验: 应在电压线卷经 $20\Omega$ 电阻短路, 通入额定电流或 $10$ 倍额定电流。

LG—11型继电器应无潜动, 即极化继电器线卷电压为零(小于 $0.1\text{V}$ );  
LG—12型继电器无电流潜动, 允许有不大的电压反潜, 即极化继电器线卷上有不大于 $1\text{V}$ 的制动电压。

验 4. 测定继电器动作区和最大灵敏角。

(1) 在额定电流和电压下, 动作区略小于 $180^\circ$ 。

(2) 最大灵敏角与厂家规定相差不超过 $\pm 10^\circ$ 。

验全 5. 测定继电器的动作电压。

在灵敏角(误差 $\pm 20^\circ$ )下, 通入额定电流值, 继电器最小动作电压不大于 $2\text{V}$ 。

验 6. LG—11型继电器记忆特性检查。

在灵敏角及 $0.5$ 倍以上额定电流和 $10$ 倍额定电流下, 电压自 $100\text{V}$ 突然降到零时, 继电器应可靠动作。

验 7. 在最大灵敏角(误差 $\pm 20^\circ$ )反向处突然加入 $10$ 倍额定电流, 电压自 $100\text{V}$ 突然降到零时, 继电器应无瞬变现象。

## 第二部分 工作原理和检验方法

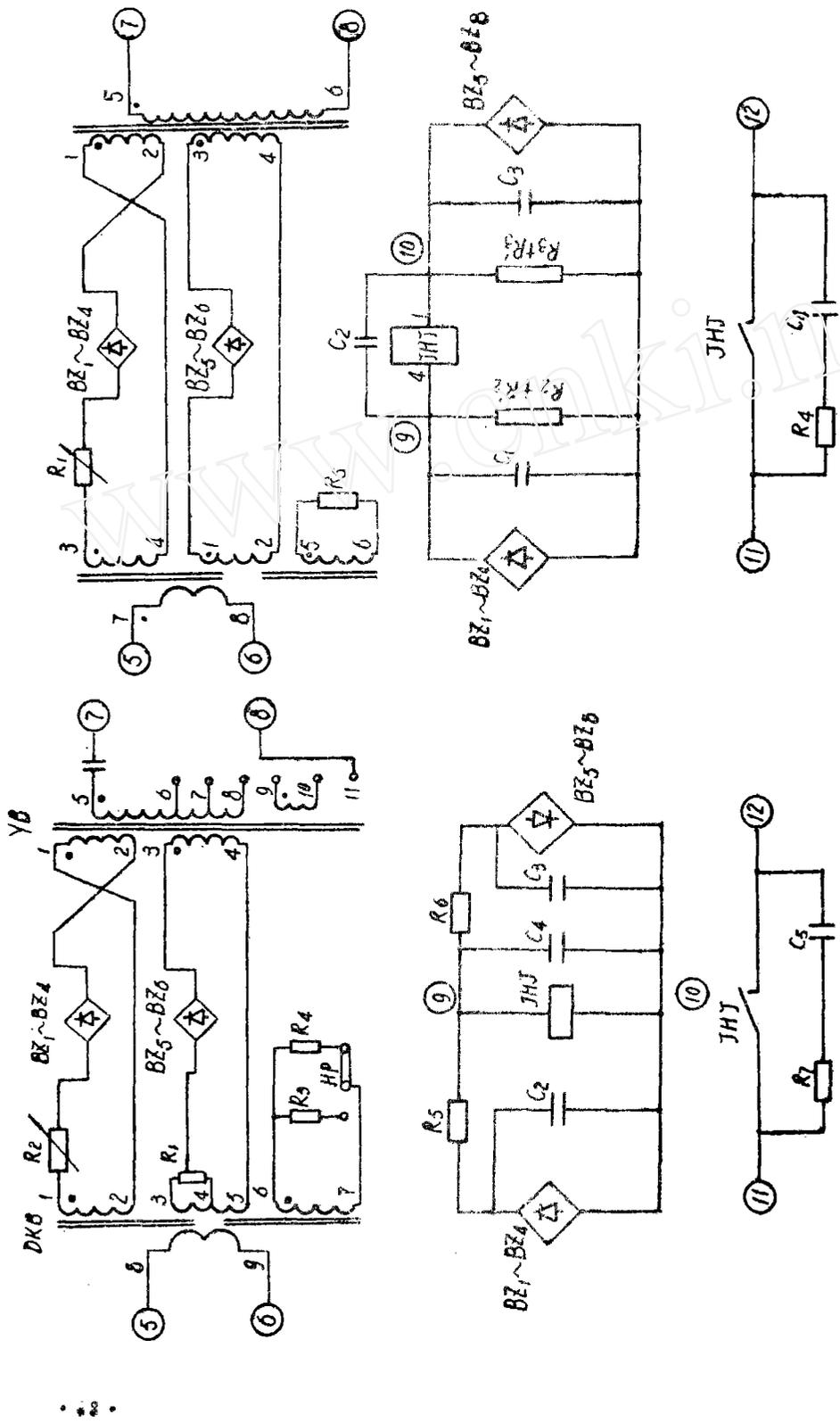
### 一、用途

LG—11型和LG—12型功率方向继电器作为电力系统方向继电器中的电力方向元件。前者用于相间短路保护; 后者用于大电流接地系统中的接地保护。

### 二、构造和动作原理

继电器系采用嵌入式结构, 全部元件安放在一个带透明盖子的金属外壳内。壳内元件分别安装在二块绝缘板上。

继电器采用整流型原理比较电流电压综合量的绝对值。继电器的原理电路图见图1。



LG-12型

LG-11型

图1 原理电路图

电流回路：电流通过电抗变压器初级线圈 $W_1$ 其次级得到电压 $I Z_y$ ，越前于电流 $\alpha$ 角。电抗变压器的铁芯具有空气隙。图3是图2的等效电路，将电流电压都归算到次级。其中有 $I' = I \cdot \frac{W_1}{W_2}$ ， $L$ 为折算到次级的电抗变压器的励磁电感，则：

$$\dot{Z}_y = \frac{j\omega L R_H}{j\omega L + R_H} \cdot \frac{W_1}{W_2} Z_y L \dot{j}^{90^\circ - \varphi} = Z_y L \dot{j}^\alpha \dots\dots\dots (1)$$

$$\alpha = 90^\circ - \phi = 90^\circ - t_\phi^{-1} \frac{\omega L}{R_H} \dots\dots\dots (2)$$

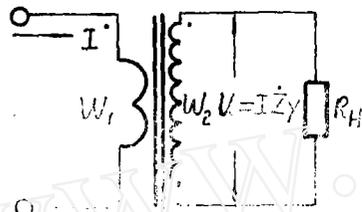


图 2

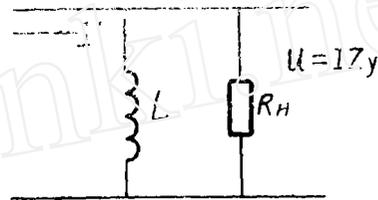


图 3

由于在参数选定的情况下 $L$ 不易改变，所以采用改变 $R_H$ 的方法来改变 $\alpha$ 角，以改变功率方向继电器的内角。电抗变压器的电压电流向量关系如图4。

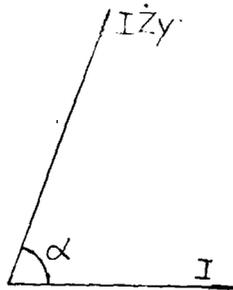


图 4

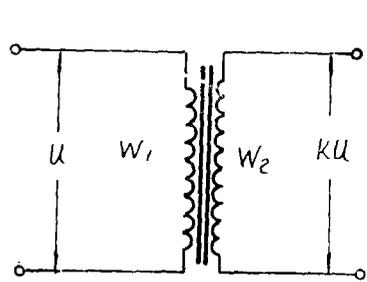


图 5

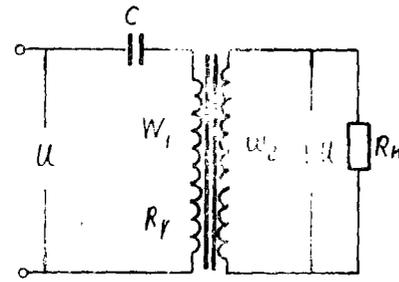


图 6

电压回路：对于LG—12型采用变压器（图5）。系统电压 $u$ 加于变压器初级绕组，其次级得到电压 $K u$ 正比于 $u$ ，其中 $K$ 为实数。

$$K = \frac{W_2}{W_1} \dots\dots\dots (3)$$

对于LG—11型经谐振变压器（图6）其次级得到电压 $\dot{K} u$ ，其中 $\dot{K}$ 值为复数。回路谐振时的向量图见图7，其中 $u_R$ 为谐振回路的等效电阻 $R_s$ 上的电压降。

$$R_s = R_r + \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 R_H + R_M \dots\dots\dots (4)$$

其中 $R_r$ 为电感线卷的导线电阻， $R_H$ 为次级线圈回路总电阻， $R_M$ 为电容器的损耗，铁芯的损耗等所折合的电阻。当回路参数达到谐振时， $I$ 和 $u$ 同相， $u_L$ 越前于 $u$

90°,  $Ku$  与  $u_L$  同相, 所以通过谐振变压器后得到的电压超前于系统电压  $u$  为 90°。

继电器动作边界条件为:

$$|IZ - Ku| = |IZ + Ku| \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中前面一项为制动电压, 后面一项为工作电压, 当工作电压大于制动电压时继电器动作。相等时为边界条件。

在图 8 中边界上 a 点满足式 (5) 条件, 由此可见继电器的动作边界为通过坐标原点垂直于向量  $IZ$  的一条直线。

LG-12 型继电器  $Ku$  与  $u$  同相, 所以动作边界与图 8 符合, LG-11 型由于  $u$  落后  $Ku$  90°, 所以动作边界也转 90° (见图 9)。

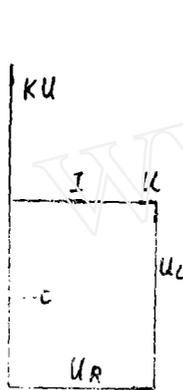


图 7

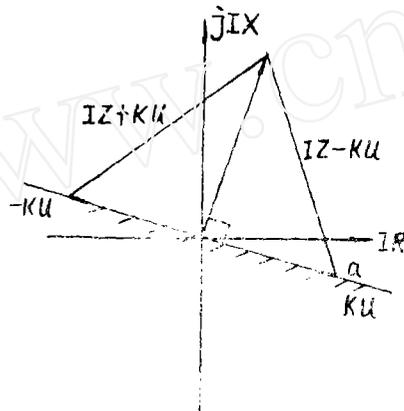


图 8

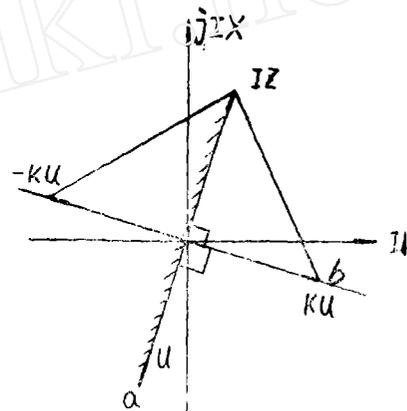


图 9

在图 9 中边界上 a 点相应  $Ku$  在 b 点, 同样符合 (5) 式条件。

在 LG-12 型继电器中, 向量  $IZ$  调在越前于  $I$  为 70°, 所以 LG-12 型继电器的最大灵敏角为 70°。LG-11 型继电器  $IZ$  向量调在越前于  $I$  为 60° 或 45°, 但由于电压  $Ku$  越前于  $u$  90°, 所以 LG-11 型继电器的最大灵敏角为 -30° 或 -45°, 可以通过改变电抗变压器的负载电阻来达到。

在 LG-11 型继电器中, 利用  $R_1$  作电流潜动调整, 用  $R_2$  作电压潜动调整, 经反复调整可完全消除电流及电压潜动, 在 LG-12 型继电器中, 利用  $R_1$  作电流潜动调整, 当只加电压时允许有不大的反潜。

整流型电平衡比较回路常用均压式与环流式二种比较方式。

在 LG-11 型继电器中, 由于电压回路经谐振输出阻抗较大, 采用了环流式比较方式, LG-12 型继电器由于电压回路经变压器是低内阻, 采用了均压式比较方式。二者均与变流回路有较佳的匹配, 则灵敏度高, 电压回路消耗较小。

分析继电器动作方程式可知, 整流型原理二个量比较其输出电压的大小只取决于二个量中较小的一个量, 这与感应型继电器有显著的不同。感应型继电器的动作力矩反应电流电压的乘积与角度, 当电流增加时, 动作电压可减少, 而整流型继电器当电流增

大时，动作电压是接近不变的。

执行元件采用极化继电器，极化继电器接点调整有0.2mm以上的间隙，并且并联有电容与电阻串联的消弧回路，以增加接点的断弧能力。

对于LG-11型继电器，电压具有记忆作用（采用了谐振变压器），当出口处发生三相短路，电压自100V突然降到零继电器可靠动作，而没有死区。所以对于某些短线路中如果第一段保护需要带方向性，则LG-11型能可靠动作。如果对于电压互感器接于线路上的，为了消除重合于三相出口处永久性故障引起的拒动，在接线方案中应考虑后加速回路应解除方向性。

### 三、技术数据

型 式	LG-11/5	LG-12/5	
额定参数	$I_E = \frac{1}{5} A$	$U_E = 100 V$ $f_E = 50 Hz$	
最大灵敏角	$-30^\circ, -45^\circ$	$70^\circ$	
动作电压	在最大灵敏角下，通入额定电流与10倍额定电流时，最低动作电压不大于2V		
功率消耗	电流回路不大于6VA，电压回路不大于20VA		
热稳定	电压回路：110V，电流回路：1.1倍额定电流		
动作时间	5倍动作电压时，继电器动作时间不大于0.04S		
返回系数	返回电压和动作电压之比不小于0.45		
接点容量	当电压不大于220V，电流不超过1A时接点能断开直流有感（时间常数不大于 $5 \times 10^{-3} S$ ）20W		
电 流 回 路	DKB	$W_1 = 1000 \pm 10$ 匝 QQ-0.17; $W_3 = 1500 \pm 10$ 匝 QQ-0.17; $W_2 = 1100 \pm 10$ 匝，在150匝处抽头 QQ-0.17 $W_4$ (1安) $150 \pm 5$ 匝 QQ-0.8 $W_4$ (5安) $30 \pm 1$ 匝 QQ-1.45 III-15	$W_1 = W_2 = 2000 \pm 10$ 匝, QQ-0.15 $W_3 = 500 \pm 10$ 匝, QQ-0.15 $W_4$ (1安) $150 \pm 5$ 匝, QQ-0.8 III-15 $W_4$ (5安) $30 \pm 1$ 匝 QQ-1.45 III-15
	灵敏角电阻	$R_3: R X y D - 8 W - 33 \sim$ $R_4: R X y D - 8 W - 250 \sim$	$R_3: R J - 2 W - 750 \sim$
	消除潜动电位器	$R_1: W X 3 - 11 - 100 \sim$ $R_2: W X 3 - 11 - 56 \sim$	$R_1: W X 3 - 11 - 220 \sim$
电 压 回 路	YB	$W_1 = W_2 = 1500 \pm 10$ 匝, QQ-0.16; $W_3 = 3000 \pm 20$ 匝, 在2700, 2850处抽头 QQ-0.18, $W_4 = 50 \pm 5$ 匝 QQ-0.18 III-15	$W_1 = W_2 = 2000 \pm 10$ 匝, QQ-0.15 III-15 $W_3 = 1200 \pm 10$ 匝, QQ-0.23
	电容器C <sub>1</sub>	CZJL-2-400V-2μf	
整 波 回 路	二极管	BZ <sub>1</sub> ~BZ <sub>3</sub> ZCP-24	
	电 容	C <sub>2</sub> ·C <sub>3</sub> ·C <sub>4</sub> CZJD-2-400V-4μf	C <sub>1</sub> ·C <sub>2</sub> ·C <sub>3</sub> CZJD-2-400V-4μf
	电 阻	$R_5, R_6, R X y D - 8 W - 250 \sim$ $R_5', R_6', R X y D - 8 W - 270 \sim$	$R_2 R_2', R_3, R_3', R X y - 8 W - 2.7 K$
执 行 元 件	极化继电器	JH-1yRG4.521.106	
	电 阻	$R_7, R J - 0.5 - 510 \sim$	$R_4: R J \sim 0.5 - 510 \sim$
	电 容	C <sub>5</sub> : CZJX-400V-0.22μf	C <sub>4</sub> : CZJX-400V-0.22μf
记忆作用	出口短路(170.5I <sub>E</sub> )记忆时间 < 50ms		

## 四、检验方法

### 1. 机械部分调顿:

同极化继电器机械部分调整。

### 2. 电气特性调整

#### (1) 电气特性检验。

①执行元件动作电流及返回系数的检验:

将极化继电器②—③短接①和④加电流(用于电池),④为正极性,要求动作电流不大于1mA,返回系数不小于0.5,接点间隙不小于0.2mm。如不符合要求,可以调整左止档螺钉,以改变动作电流值,调整右止档螺钉,以改变返回电流值。如调整止档螺钉达不到要求时,允许移动瓷座位置来调整,直到满足要求为止。

②继电器的电气特性检验按图10的接线进行。

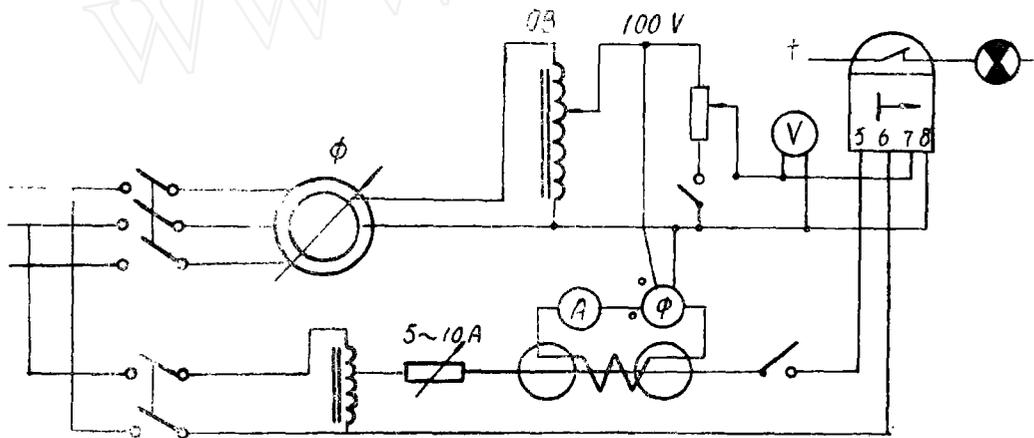


图10 LG型继电器试验接线图

在继电器端子上通入电压100V和电流5A,保持此两数值不变,用移相器改变电流和电压的相位由 $0^{\circ}$ 至 $360^{\circ}$ 。此时可读出继电器动作时在电压超前电流 $\theta_1$ 角和电压滞后电流 $\theta_2$ 角的两个角度。以电流为基准画出此两角度,即可定出继电器的动作区。如图11所示。作 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 之和的二等分角线,就得到最大灵敏角。

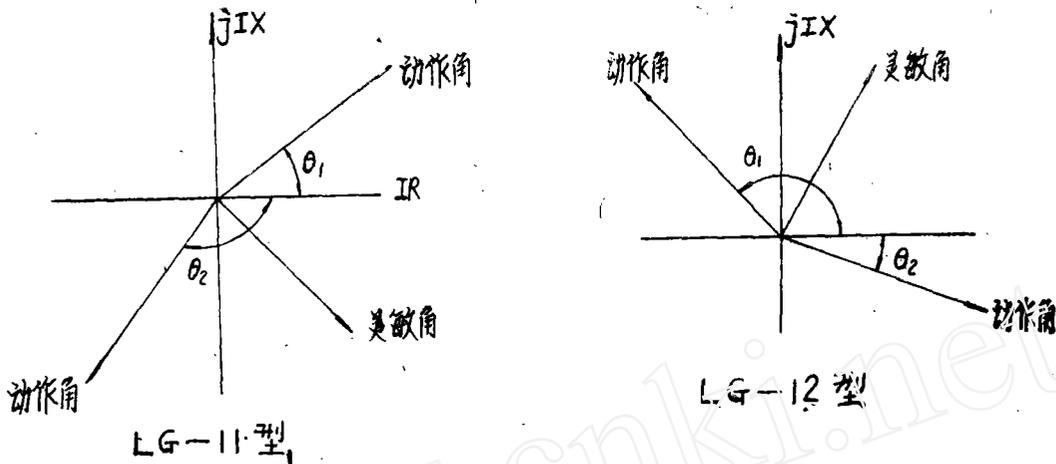


图 11 继电器相角特性

继电器动作范围从理论上讲是 $180^\circ$ 。但实际上由于执行元件反作用力矩、整流二极管正向压降等影响，继电器的动作范围小于 $180^\circ$ 。

(2) 消除潜动的调整:

潜动是仅在加入电流或加入电压时，由于回路不对称使执行元件上有使接点闭合的动作电压或制动电压。正向潜动将使保护误动作，反向潜动将增大继电器的动作电压。因此，潜动必须消除。

电压回路经 $20\Omega$ 电阻短接，电流回路通入额定电流，测量极化继电器线圈（即⑨⑩端子）上的电压，调整 $R_1$ 使电压为零（不大于 $0.1V$ ）。然后在电压回路加电压 $100V$ ，电流回路开路，测量极化继电器线圈电压，对于LG-11型调整 $R_1$ 使电压为零。反复调整电流电压潜动，使极化继电器线卷为零。对于LG-12型，加电压 $100V$ 时，允许极化继电器线卷上有不大于 $1V$ 的制动电压。然后在上述条件下突然加入及切除 $10$ 倍额定电流或 $100V$ 电压，继电器接点不应有鸟啄现象。如发现在切除大电流或 $100V$ 电压时接点有鸟啄现象，可更换比较回路电阻或电容，使制动回路电容放电时间常数不小于工作回路电容放电时间常数，更换后应重新进行潜动调整。潜动调好后将电位器制动螺母锁紧。

(4) 最大灵敏角调整:

对于LG-11型继电器如果灵敏角超差应重新检查谐振回路是否调好，对于LG-11型可改变YB的抽头及加减一小绕组来达到，对于LG-12型允许改变电阻 $R_5$ 。