

# 过功率减负荷装置

重庆供电公司 赵步奇

在电力系统日益扩大的情况下,输电线路输送功率也日益扩大,但是不能超过自然极限功率,否则静稳定就要遭到破坏,为了解决这个问题,国内有些系统和制造厂已经研制出过功率继电器,作为输电线输送功率的判别元件,经我们研究在原理及正定上都还有待进一步完善。为此我们利用仪表工业的已有成果,经适当改进,构成一种过功率减负荷装置,经现场安装调试已于78年11月投入系统某线路上使用,现介绍如后:

## 一、动作原理

为了正确判别故障与过功率,我们采用了负序电流闭锁的,低压过功率串联接线,如图一所示。

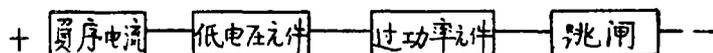


图 一

在图中我们选用了一般的负序电流元件及低电压继电器,其原理这里从略,仅就其中过功率元件介绍一下,它分为测量元件及延时元件两部分:

## 二、测量元件

测量元件我们采用上海市计划用电办公室搞的ZJZ—1型负荷自动控制器,额定电压100伏,额定电流5安,将定时开关取消,长延时元件不用,仅用它的功率测量部分及小延时元件,取名为测量元件及延时元件。

测量元件由功率表及电子振荡器组成。功率表系用1毫安直流表头经三相功率转换器来测量电力负荷。转换器原理如图二。

转换器主要利用磁加法器制成。MP1次级感应电压经平方器后其值 $I_1$ 正比于 $\dot{U}_{ab} + K_1 \dot{I}_c$ ,即正比于

$$U_{ab}^2 + (K_1 I)^2 - 2 U_{ab} K_1 I_a \cos [180^\circ - (30^\circ + \phi)]$$

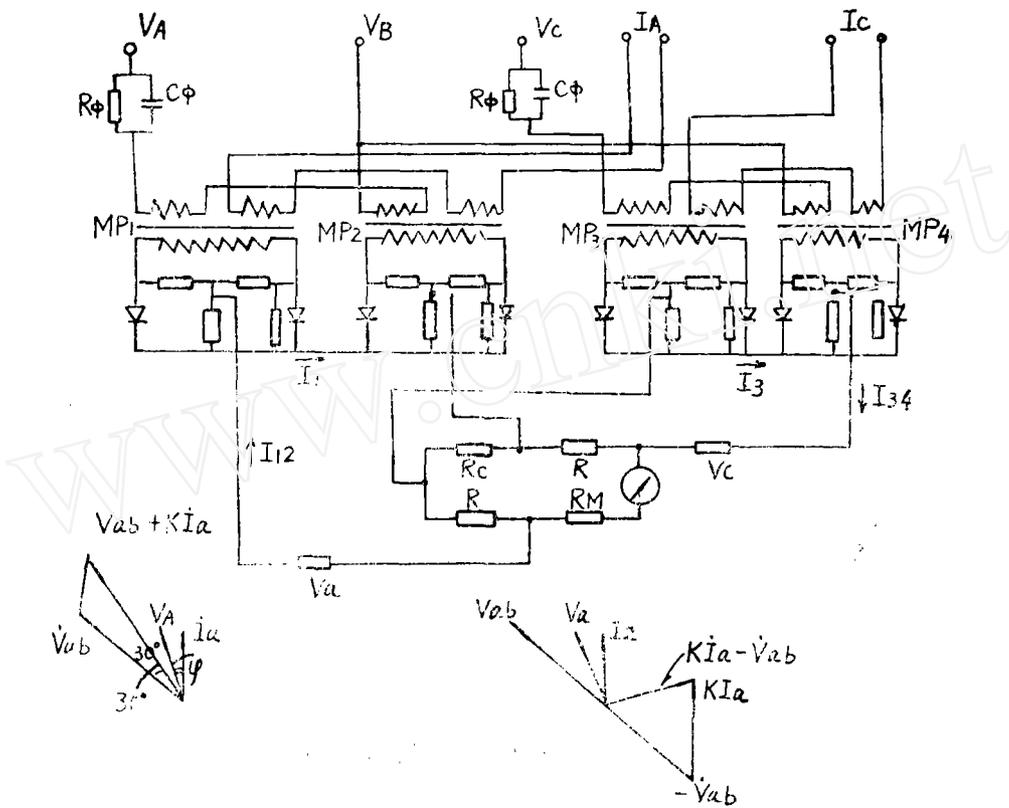


图 二

$$= U_{ab}^2 + (K_1 I)^2 + 2 U_{ab} K_1 I_a [\cos(30^\circ + \phi)]$$

MP<sub>2</sub> 次级感应电压经平方器后其值 I<sub>2</sub> 正比于 K<sub>2</sub>  $\dot{I}_a - \dot{U}_{ab}$  即正比于

$$U_{ab}^2 + (K_2 I_a)^2 - 2 U_{ab} K_2 I_a \cos(30^\circ + \phi)$$

二者之差即为流过表头电流，为 I<sub>12</sub>

$$I_{12} = I_1 - I_2 = 4 U_{ab} K_3 I_a \cos(30^\circ + \phi)$$

$$= K U_{ab} I_a \cos(30^\circ + \phi)$$

式中  $K_3 = K_1 + K_2$

$$K = 4 K_3$$

同理  $I_{34} = K U_{bc} I_c \cos(30^\circ - \phi)$

调正电阻 r<sub>a</sub> 或 r<sub>c</sub> 使流过直流表头的电流为

$$I_{总} = K [U_{ab} I_a \cos(30^\circ + \phi) + U_{bc} I_c \cos(30^\circ - \phi)]$$

令  $|U_{ab}| = |U_{bc}| = U$

$$|I_a| = |I_c| = I$$

得:  $I_{总} = KUI [\cos(30^\circ + \phi) + \cos(30^\circ - \phi)]$

调正回路参数得

$$I_{\text{总}} = \sqrt{3}UI\cos\phi$$

即能测量三相功率。在功率表内安装有两付可移动位置的线圈  $L_2$  及  $L_3$ ，根据整定需要，固定在相应的位置上，表的指针上有一薄铝片，当负荷超过指标，铝片就被带到线圈中间。平时因线圈  $L_2$  接在晶体管回路内，产生振荡，当铝片插入  $L_2$  线圈中间后，改变线卷电感，振荡即停止，即达到测量功率的目的，本元件与继电器相比在电压断线及电流回路开路时不会误动作，在事故情况下因阻抗角增大，所反应的动作功率也相应大大增大或者根本不反应。

振荡及放大工作原理如图三A，由  $G_1$  及  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $C_4$ 、 $C_5$  等元件构成高频振荡器。 $R_4$ 、 $R_5$  与  $R_6$  分压后供  $G_1$  基极偏压， $R_5$  是  $1K\Omega$  负温度系数热敏电阻，以补偿  $G_1$  温度特性， $L_1$ 、 $L_2$  是一个中间有抽头的振荡线卷。

$L_1:L_2 = 10:5$ 。 $R_7$ 、 $C_8$  用来确定和稳定振荡和停振时的工作点， $C_7$  为隔直流用。振荡器等值电路如图三B所示。

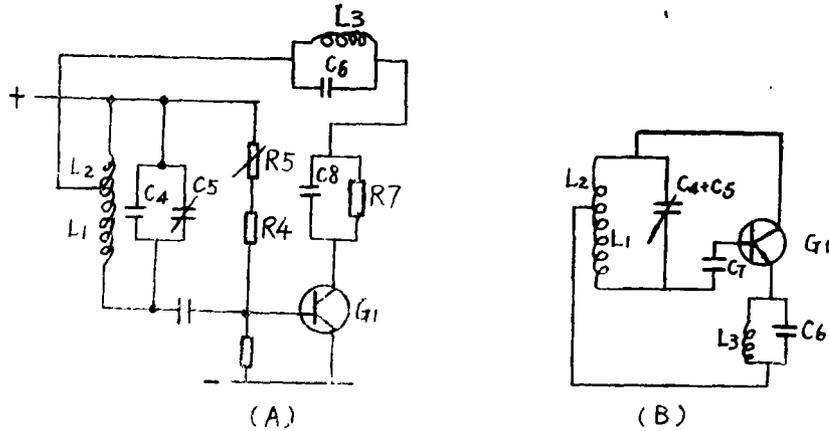


图 三

$L_3$ 、 $C_6$  的作用是当振荡器频率由小到大变化时  $L_3$ 、 $C_6$  并联网络的阻抗也随着变化。

当振荡频率  $f = f_P = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\pi\sqrt{L_3C_6}}$  时， $L_3$ 、 $C_6$  呈现阻抗最大，如图四A所示。

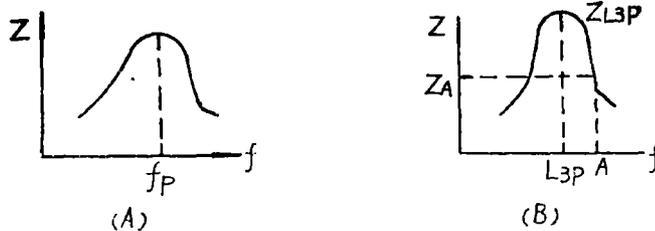


图 四



当输送功率超过指标定值，瓦特表指针带动铝片插入检测线圈中间，使振荡停止，无直流电压输出，因此 $BG_3$ 截止， $BG_4$ 导通， $BG_5$ 经0.2秒立即截止， $BG_6$ 导通，继电器 $J$ 动作，可以切除预定负荷，保证电力系统静态工作可靠。

动作过程为 $BG_4$ 导通，电容器 $C_{10}$ 通过 $BG_4$ 放电，（原设计 $C_{10}$ 为 $100\mu f$ ）我们改为 $0.1\mu f$ 。 $C_9$ 则开始经 $R_{16}$ 、 $BG_4$ 充电，（原设计 $C_9$ 为 $200\mu f$ ， $R_{16}$ 为 $30K$ ，时间常数为12—18秒，我们将 $C_9$ 改为 $1000P$ ， $R_{16}$ 改为 $75K$ 。所以动作时间经测试约为0.2秒），充电电流在 $a$ 点产生正电压，由12V按指数曲线下降，使 $D_7$ 暂时为反偏置，即 $D_7$ 截止，所以 $BG_6$ 仍然导通，直到 $a$ 点电位降到2.5V时， $D_7$ 开始导通， $R_{16}$ 成为 $BG_5$ 基极分压电阻，使 $BG_5$ 基极电位低于发射极电位（发射极接在 $R_{16}$ 与 $D_{7-11}$ 组成的稳压器上，对地为2.15V） $BG_5$ 截止， $BG_6$ 导通，继电器动作（ $t = 0.2''$ ）。

当输送功率由于切除一部分预定负荷后，输送功率为正常值，振荡恢复， $BG_3$ 导通， $BG_4$ 截止，但 $BG_5$ 不能立即导通，因 $C_9$ 、 $C_{10}$ 上电压不能突变，要使 $a$ 点电压大于2.5V后 $BG_5$ 才能导通，因 $D_8$ 将 $R_{16}$ 短路， $C_{10}$ 经 $R_{15}$ 充电， $C_9$ 经 $R_{16}$ 和 $D_8$ 放电，（原 $C_9$ 为 $100\mu f$ 经2秒左右， $a$ 点电位上升可达2.5V以上，现 $C_9$ 改为 $0.1\mu f$ ），经0.1秒左右， $a$ 点电位升到2.5V以上， $D_7$ 反偏置， $BG_5$ 导通， $BG_6$ 截止，继电器 $J$ 失电，电路恢复原来状态。 $C_{10}$ 的作用还可以当投入装置时， $BG_4$ 误反转。

#### 四、过功率减负荷装置

由图六可见，正常时 $I_2$ 常闭接点闭合， $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_c$ 、 $T_1$ 打开， $ZJ$ 线圈无电， $I_2$ 为负序电流继电器，它的作用是区别事故之用。 $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_c$ 分别接在相电压上，整定于电力系统静态稳定工作点上， $J_1$ 为 $J$ 之接点， $J$ 为功率测量元件，整定于电力系统功率静态稳定工作点上。

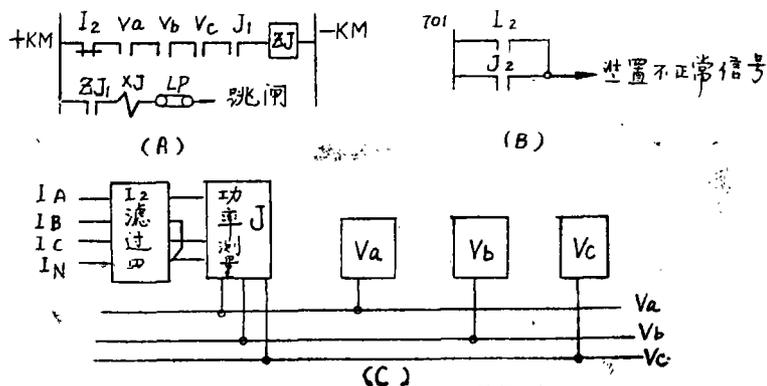


图 六

当电力系统内某一机组甩负荷后，本输电线输送功率增加，母线电压下降，此时系统并无故障，当功率超过正整定值，电压低于整定值时， $I_2$ 不动， $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_c$ 、 $J_1$ 均接

通, +KM经 $I_2$ 常闭接点,  $V_0$ 常开,  $V_1$ 常开,  $V_2$ 常开,  $J_1$ 常开启动ZJ继电器到—KM。  
ZJ<sub>1</sub>经信号继电器XJ, 及压板LP去跳闸, 切除预定负荷。

## 五、现场检验记录

对于负序电流元件及电压元件因为已有专著介绍这里不介绍调试, 只对J功率测量元件记录报告如下:

(1) 加三相对称电压及电流

$$U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 92 \text{伏}$$

$$I_A = I_B = I_C$$

角 度	0°	30°	60°	90°	120°	-30°	-60°	-90°	-120°
电 流	4.4°	7.7°	10°	10°以上	10°以上	7.7°	10°	10°以上	10°以上
指 针	正向	正向	正向	不动	负向	正向	正向	不动	负向
动作情况	动	动	动	不动	不动	动	动	不动	不动

(2) 动作时间

角度为0度, 电压=92伏, 电流为5°时  
测得时间=0.15秒

(3) 潜动试验

甲: 加对称电压110伏 不动作

乙: 加对称电流10安 不动作

丙: 加单相电流 $I_A$ 或 $I_C$ 10安不动作

J, 加 $I_A$ 减 $I_C$ 10安 不动作

(4) 突增电压和电流由0值至90%功率不动作。

## 六、结 论

本装置利用仪表工业的现有成果, 它有指针表示, 动针可以告诉我们装置运行情况, 同时可以与主控制室盘式仪表相校核。定针可以按刻度整定功率, 使用极为方便。反回系数达0.98, 动作灵活可靠。

另外为保证可靠起见在接线上又考虑了低压元件及负序电流元件闭锁。