

产品介绍

ZZJ—2型振荡起动装置

许昌继电器研究所 陈爱钦

根据我国电力系统的特点，机组与线路的备用容量小，送电距离长，有的地方联系较弱，稳定储备低，所以系统振荡事故较多，为了保证系统的稳定运行，除加强电网的结构、采用合理的运行方式外，还要从继电保护和安全自动装置方面加以考虑，例如提高保护的动作用速度，发挥重合闸的作用，在永久性故障切除线路后联锁切机或切负荷等。但是一旦振荡已经发生，采取措施平息振荡的过程往往比较慢，在这种情况下，将一个系统解列为二个系统，以保证二个系统的较好供电，待二个系统各自采取措施后，消除破坏稳定的因素后，二系统可再进行并列，因此需要有能在振荡情况下可靠起动而在其它各种情况下均可靠不动作的元件，ZZJ—2型振荡起动装置即为此而研制的起动装置。

实现振荡起动装置的基本原理是根据在系统发生振荡时，其阻抗轨迹为一条与R轴有一定角度（约为 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ）的一条直线或一大圆，见图1。根据装置装设地点的不同，其阻抗轨迹变化的方向也不同，在送电侧向左移动，而在受电侧则向右移动，因此根据在系统振荡时阻抗轨迹的变化特性，即可设计出振荡起动装置的判别方式，通常是在阻抗轨迹变化范围内，设置三个阻抗区，设为I、II、III三个阻抗区，这三个阻抗区可用一个圆阻抗继电器加二个直线阻抗继电器来构成，或用三个四边形阻抗继电器来构成，见图2。根据阻抗轨迹的穿越特性，由I→II→III或由III→II→I则装置动作，而在其它情况下，例如系统发生各种故障，系统摇摆等情况均不可能按上述顺序穿越三个区。本装置就是由三个并列的四边形阻抗继电器加上顺序判别回路构成的。

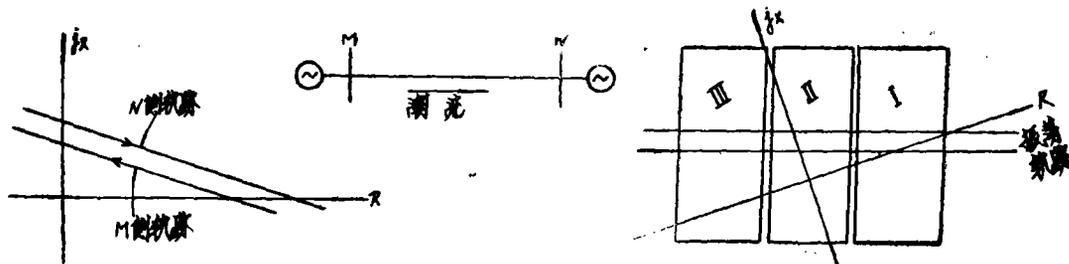


图 1

图 2

ZZJ—2型振荡起动装置的研制工作是在1975年由许昌继电器研究所和华东电机厂中试所合作进行的,考虑许昌继电器研究所已研制出四边形阻抗继电器(见文献2),用来构成振荡起动装置有许多优点,特性较为理想,实现顺序逻辑较为简单。装置的逻辑回路,采用有接点逻辑回路比较简单而可靠,因此装置中采用了小型继电器的有接点逻辑回路。首批样机在上海交通大学动模试验室进行了动模试验,试验后投入华东地区试运行,1981年对装置进行改进并投入小批生产并在1983年三季度通过厂内鉴定。

装置由插件结构方式构成,同一机芯可构成一般嵌入式A33K和拼块嵌入式A33P二种结构形式,装置的外形图及开孔图见图19。

阻抗继电器构成的基本原理基于比较多个向量的相位,设有三个向量 \dot{u}_1 、 \dot{u}_2 、 \dot{u}_3 ,如果每二个相邻向量之间的夹角都小于 180° ,则它们的波形在时间轴上是半波连续的,见图3、图4。

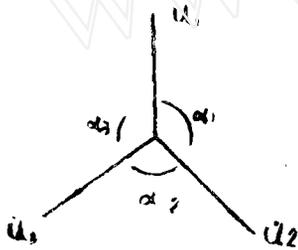


图 3

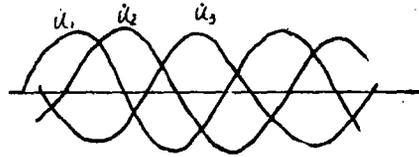


图 4

如果有三个向量 \dot{u}_1 、 \dot{u}_2 、 \dot{u}_3 其中有二个相邻向量之间的夹角大于 180° ,则它们的波形在时间轴上是半波间断的(即有一间隔内三个向量同时为正或负)见图5、图6。

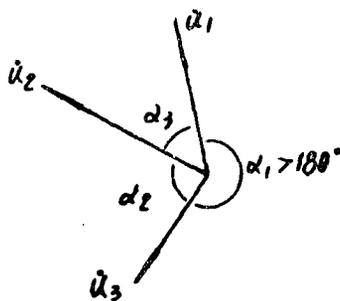


图 5

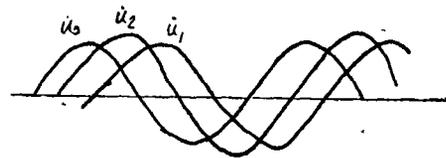


图 6

根据上述原则,可将向量数增加至三个以上,其结论不变。如果采用以下回路,即可判别多个向量是半波连续的还是间断的。

图7为执行电路简化方框图，图8为简化执行电路图。假若在 t_0 开始加交流，电容 C 开始充电，在图9中因为 D_1 、 D_2 、 D_3 组成的负向“或”回路在任何瞬间都保持 a 点电位为负，所以 T_1 一直截止， C 一直充电，当电容充电到稳压管 WY 击穿电压时， T_2 导通，就输出“0”电位，则继电器动作。在图10中因为 a 点的波形间断，在间断时间内， BG_1 导通，电容 C 放电，因此若取电容器充电到稳压管击穿的时间（即延长时间）大于 $20ms$ ，则电容器 C 始终充不到稳压管击穿的电位，所以 T_2 不导通，则继电器不动作。



图 7

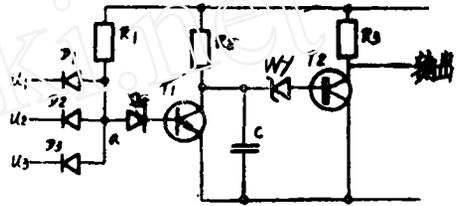


图 8

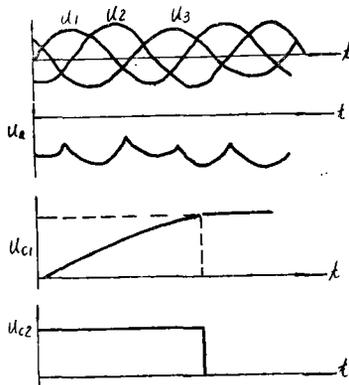


图 9

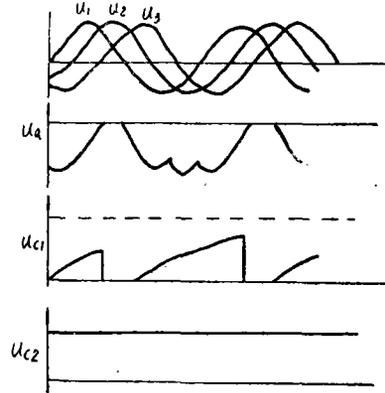


图 10

根据上述原理可以用四个向量构成一个四边形特性。设有四个向量 IZ_1 、 IZ_2 、 IZ_3 、 IZ_4 ，如果取以下向量作为相位比较器的比较量：

$$\begin{cases} u_1 = IZ_1 - Ku \\ u_2 = IZ_2 - Ku \\ u_3 = IZ_3 - Ku \\ u_4 = IZ_4 - Ku \end{cases}$$

则得到的特性为四个 IZ 向量端点之连线，见图11。

从图12中可见在四边形内满足四个向量每相邻向量之间夹角小于 180° ，在图13中，在边界上有二个向量 $IZ_1 - Ku$ 与 $IZ_2 - Ku$ 夹角

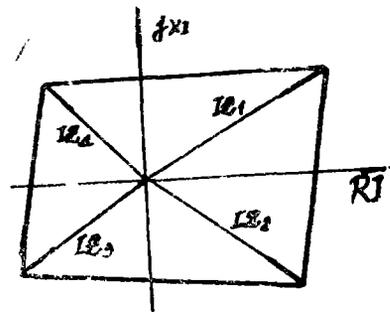


图 11

为 180° ，在图14中，在四边形外，有二向量 $IZ_1 - Ku$ 与 $IZ_2 - Ku$ 的夹角大于 180° 。

本装置中三个继电器由图15方式构成，其中 I、II、III 继电器由三个并列的特性

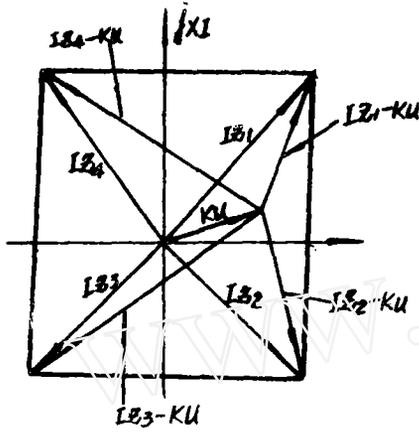


图 12

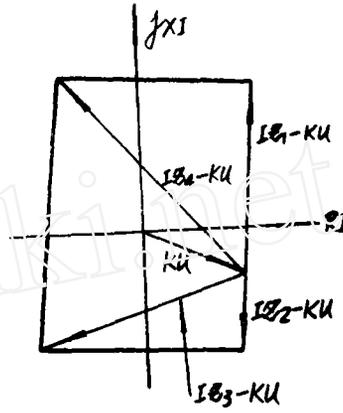


图 13

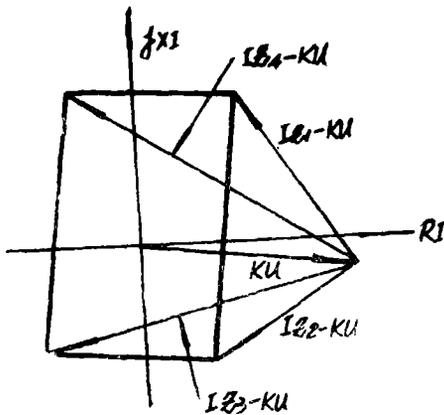


图 14

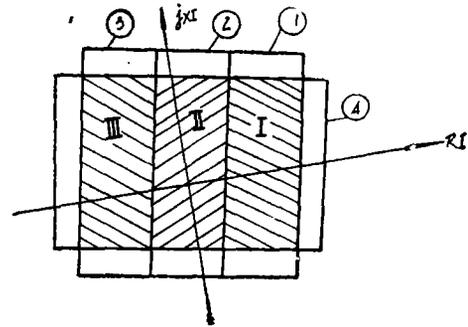


图 15

①、②、③再加特性④组成，即继电器 I 由特性①与特性④组合成，继电器 II 由特性②与特性④组合成，继电器 III 由特性③与特性④组合成，其所以要加特性④是为了使四边形特性更为理想，棱角分明。阻抗继电器的向量图见图20。

继电器所用的向量均由向量合成原理构成，每一个向量均可分解为 jXI 分量和 RI 分量， jXI 分量由电抗变压器 DKB 得到， RI 分量由电流互感器得到，为了达到所需要的与 RI 轴成一定角度的向量，在电压回路串有电阻 R_{23} 以及变压器 YB 具有一定的气隙，使 YB 次级电压超前于输入电压一个角度。电抗变压器 DKB 及电流互感器 LH 初级绕组有二个，可串联或并联使用， LH 有一次级绕组，经整定端子接入不同的电阻，作为 LH 次级负载并作为四边形宽度的阶梯式调整， DKB 次级绕组有抽头，经整定端子选择不同的抽头，可整定四边形的长度，即整定正方向的阻抗 Z_1 及反方向的阻抗 Z_2 ，在 YB 次级

绕组有头抽，经切换板 HP 可使四边形的整定值扩大一倍，即有 $X1$ 和 $X2$ 二档。

在阻抗元件执行电路中，由 $1C_2$ 、 $1D_{11}$ 构成反馈回路，保证 $1T_1$ 在导通时可靠导通，增加导通时间，以保证 $1C_4$ 充分放电， $1D_{13}$ 是提供 $1C_2$ 的放电通路， $1C_3$ 的作用是抗干扰电容，防止继电器动作后，由干扰引起继电器的误返回，由 $1R_{10}$ 、 $1R_{11}$ 、 $1C_4$ 、 $1WY$ 等构成延时回路，其延时时间可由 $1R_{10}$ 来调整，延时时间必须大于一个周波，一般可调整在 $25\sim 30ms$ ，另二个阻抗继电器执行回路相同。

AN_1 、 AN_2 、 AN_3 为试验按钮，当试验时，按下 AN_4 将出口继电器 $1CKJ$ 、 $2CKJ$ 负电源断开，并起动检测继电器 $1JJ$ 、 $2JJ$ 。 $1JJ$ 、 $2JJ$ 的常闭触点去断开中央信号回路， $1JJ_{(12-13)}$ 触点去接通 AN_1 、 AN_2 、 AN_3 按钮的试验回路，按 AN_1 使 $1ZKJ$ 动作，按 AN_2 使 $2ZKJ$ 动作，按 AN_3 使 $3ZKJ$ 动作。

直流操作回路由阻抗执行继电器 $1ZKJ$ 、 $2ZKJ$ 、 $3ZKJ$ 触点，固定继电器 $1GJ$ 、 $2GJ$ 、 $3GJ$ 、 $4GJ$ 、出口继电器 $1CKJ$ 、 $2CKJ$ 、信号继电器 $1XJ\sim 5XJ$ 以及其它辅助元件所构成。当振荡轨迹按 $I\rightarrow II\rightarrow III$ 穿越时先进入阻抗 I ， $1ZKJ$ 动作，起动 $1GJ$ ，当振荡轨迹穿过阻抗 I 进入阻抗 II 时， $1ZKJ$ 返回， $2ZKJ$ 动作， $1ZKJ_{(7-8)}$ 触点、 $2ZKJ_{(2-8)}$ 触点、 $1GJ_{(9-10)}$ 触点使 $2GJ$ 动作， $2GJ_{(6-7)}$ 触点保持 $1GJ$ ，当振荡轨迹穿过阻抗 II 进入阻抗 III 时， $2ZKJ$ 返回， $3ZKJ$ 动作， $1ZKJ_{(7-8)}$ 触点、 $2ZKJ_{(2-4)}$ 触点、 $3ZKJ_{(2-8)}$ 触点、 $2GJ_{(9-10)}$ 触点起动 $1CKJ$ ， $1CKJ$ 有四付输出触点，在 $1CKJ$ 动作时，经二极管 D_{16} 保持 $2GJ$ ，经 D_{17} 起动 $4XJ$ ， $4XJ$ 经 $4XJ_{(6-7)}$ 触点自保持， $4XD$ 灯亮。 $1GJ$ 、 $2GJ$ 、 $1CKJ$ 线圈上并联有电容 C_5 、 C_6 、 C_7 ，保证在振荡轨迹穿过二个四边形的缝隙时不致于使 $1GJ$ 、 $2GJ$ 返回，并保证在振荡周期比较小的情况下出口继电器有足够的动作保持时间，当振荡轨迹按 $III\rightarrow II\rightarrow I$ 穿越时，由 $3GJ$ 、 $4GJ$ 、 $2CKJ$ 进行，其动作顺序与前者相似。信号继电器 $1XJ\sim 3XJ$ 和信号灯 $1XD\sim 3XD$ 作为阻抗 I 和阻抗 III 的监视回路，当阻抗 I 动作时， $1GJ$ 动作， $1GJ_{(6-7)}$ 触点起动 $1XJ$ ， $1XJ$ 经 $1XJ_{(6-7)}$ 触点和 R_{43} 自保持， $1XD$ 灯亮。当阻抗 III 动作时， $3GJ$ 动作， $3GJ_{(6-7)}$ 触点起动 $3XJ$ ， $3XJ$ 经 $3XJ_{(6-7)}$ 触点和 R_{45} 自保持， $3XD$ 灯亮。当 $2ZKJ$ 动作时，由 $3ZKJ_{(7-8)}$ 触点、 $2ZKJ_{(7-11)}$ 触点、 $3GJ_{(9-8)}$ 触点或由 $1ZKJ_{(7-8)}$ 触点、 $2ZKJ_{(2-8)}$ 触点、 $1GJ_{(9-8)}$ 触点起动 $2XJ$ ， $2XJ$ 经 $2XJ_{(8-7)}$ 触点和 R_{46} 自保持， $2XD$ 灯亮。信号灯 $1XD$ 、 $2XD$ 、 $3XD$ 可作为阻抗继电器 I 、 II 、 III 动作的指示，如信号灯亮后不能复归，则表示元件损坏。此外这三个信号灯还可以表示出系统的扰动情况，如信号灯亮后能复归，则 $1XD$ 或 $3XD$ 灯亮表示系统摇摆到 I 区或 III 区， $2XD$ 灯亮表示故障发生在 II 区， $1XD$ 、 $2XD$ 灯亮表示系统摇摆到 I 、 II 区或故障发生在 II 区再摆到 I 区， $2XD$ 、 $3XD$ 灯亮表示系统摇摆到 II 、 III 区或故障发生在 II 区再摆到 III 区。

装置的整定方法首先要计算出系统在失步情况下的振荡中心，求得振荡中心距装置安装处的阻抗。图16为一个简单的系统， E_M 、 E_N 、 Z_M 、 Z_N 为 M 侧和 N 侧的等值电势和系统阻抗， Z_L 为线路阻抗，装置安装在线路 M 侧，当系统发生振荡时，可将系统解列，可将线路切除，根据系统阻抗及线路阻抗可作出系统阻抗图见图17。在原点（即装置安

装处)开始作一阻抗 Z_L 为线路阻抗,该阻抗线段与 R 轴的夹角 α 应等于线路阻抗角,再在 Z_L 末端作一阻抗线段 Z_N 等于 N 侧系统阻抗,其线段与 R 轴的倾角应等于 N 侧系统阻抗角,其端点设为 n ,在原点下面作一阻抗线段 Z_M 等于 M 侧系统阻抗角,该线段与 $-R$ 轴的倾角应等于 M 侧系统阻抗角,其端点设为 m 。连接 mn ,以 mn 为直径作一圆,并作一 mn 的中垂线交 mn 线段于 P 点,交圆于 a 点及 b 点,则 OP 即为振荡中心至装置安装处的阻抗, a 、 b 点即为功角为 90° 时的边界。由于振荡中心在装置动作的正方向,因此对于这简单的系统只要整定 $Z_1 > Z_{OP}$ 即可,为了保证装置可靠动作,可选择: $Z_1 \geq 1.5Z_{OP}$ 并取继电器整定插孔的相应值, Z_2 可整定为0或任意值。 $Z_R \approx \frac{1}{3}Pa$ 并取继电器整定插孔的相应值。

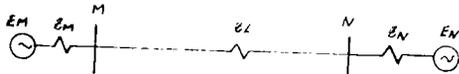


图 16

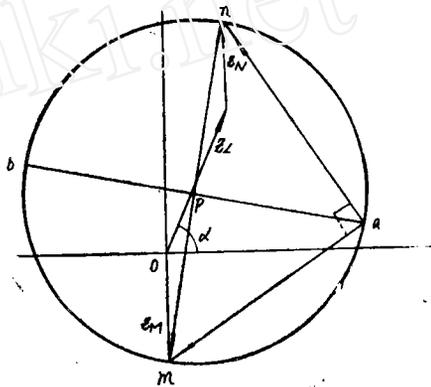


图 17

对于较为复杂的系统,例如图18所示的系统, E_1 、 Z_1 、 E_2 、 Z_2 、 E_3 、 Z_3 为各侧的等值电势及阻抗,考虑当电源1与电源3发生振荡时,用装置1将线路1解列,当电

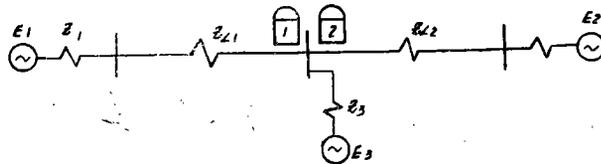


图 18

源2与电源3发生振荡时用装置2将线路2解列,在前一种情况下,可将 E_2 、 E_3 、 Z_2 、 Z_{L2} 、 Z_3 等效成一个等值系统,然后作出系统阻抗图,按同样方法确定出振荡中心及确定装置1的 Z_1 、 Z_R 整定值,由于在电源2与电源3发生振荡时,线路1不应解列,装置1不应动作,因此 Z_2 应整定为0,即在背后振荡时不动作,对于第2套装置也可用同样方法确定出 Z_1 及 Z_R 。如果第一套装置安装于线路1的左侧,则可同样作出系统阻抗图,但 Z_1 的整定值应有严格的控制,首先 Z_1 应大于装置安装处到振荡中心的阻抗值,其次在电源2和电源3发生振荡,振荡中心在线路2上,装置1不应动作,因此 Z_1 应小于在上述情况下线路2上的振荡中心与装置安置处之间的阻抗值,在计算时应考虑电源3的助增作用。选择适当的整定值使满足要求,由于装置采用阶梯式整定方式,

级差较大,不能细调,因此可能在某些情况下不能满足整定值的要求,但如果装置1安装于线路1的右侧,则不会有整定困难的问题,因此在使用时应考虑装置安装于较合适的地点。

此外,在一个复杂的系统中,由于各种运行方式的不同,发电机有开有停,某些线路也有投有停,系统等值阻抗也是个变量,因此应考虑在有可能引起系统振荡的各种运行情况下,计算出振荡中心及作出功角为 90° 的边界,由于在不同的运行方式下计算出的值可能不同,因此对于 Z_1 、 Z_2 应取最大的值,而 Z_R 应取最小的值,以保证振荡时可靠穿越及防止在最大负荷情况下误起动。

装置的主要技术数据如下:

1. 额定电流: 5A(或1A)
2. 直流电压: 220V、110V、48V
3. Z_1 、 Z_2 整定范围: (5A规格数据,1A规格应乘5)

当电流回路用并联或用单绕组及HP在X1位置时:

Z_1 为: 0 Ω 、2 Ω 、4 Ω 、6 Ω ,误差 $\pm 20\%$

Z_2 为: 0 Ω 、-2 Ω 、-4 Ω 、-6 Ω ,误差 $\pm 20\%$

当电流回路用串联及HP在X1位置时或电流回路用并联及HP在X2位置时:

Z_1 为: 0 Ω 、4 Ω 、8 Ω 、12 Ω 误差 $\pm 20\%$

Z_2 为: 0 Ω 、-4 Ω 、-8 Ω 、-12 Ω 误差 $\pm 20\%$

4. Z_R 整定范围(四边形宽度的二分之一), (5A规格数据,1A规格应乘5),

当电流回路用并联或用单绕组及HP在X1位置时:

Z_R 为: 0.7 Ω 、1 Ω 、1.5 Ω 、2 Ω 、3 Ω 误差 $\pm 20\%$

当电流回路用并联且HP在X2位置时或电流回路用串联且HP在X1位置时:

Z_R 为: 1.4 Ω 、2 Ω 、3 Ω 、4 Ω 、6 Ω 误差 $\pm 20\%$

5. 当HP在X1位置时,阻抗继电器精确工作电压不大于6V。

6. 阻抗继电器的动作时间不大于40ms。

7. 阻抗继电器的内角为 $70^\circ \sim 80^\circ$

8. 支流回路功率消耗:

当电流回路用并联时,消耗不大于1VA,当电流回路用串联时,消耗不大于2VA,电压回路消耗不大于5VA。

9. 直流回路功耗:

当电源电压为220V时,正常时不大于5W,动作时不大于30W,当电源电压为110V时,正常时不大于2W,动作时不大于15W,当电源电压为48V时,正常时不大于1W,动作时不大于10W。

参 考 文 献

1. 蒙定中: 保证系统稳定的一项技术措施“继电器”1979年第2期
2. 陈爱钦: 四边形半导体阻抗继电器“继电器”1973年第1期

结构代号	外形		安装开孔
A33K			
A33P			

端子图 (背视)

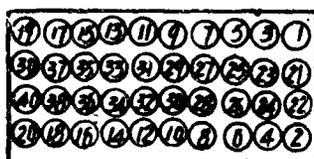


图 19

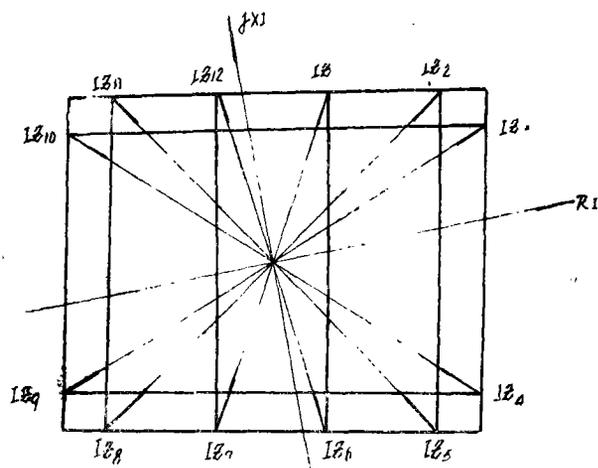
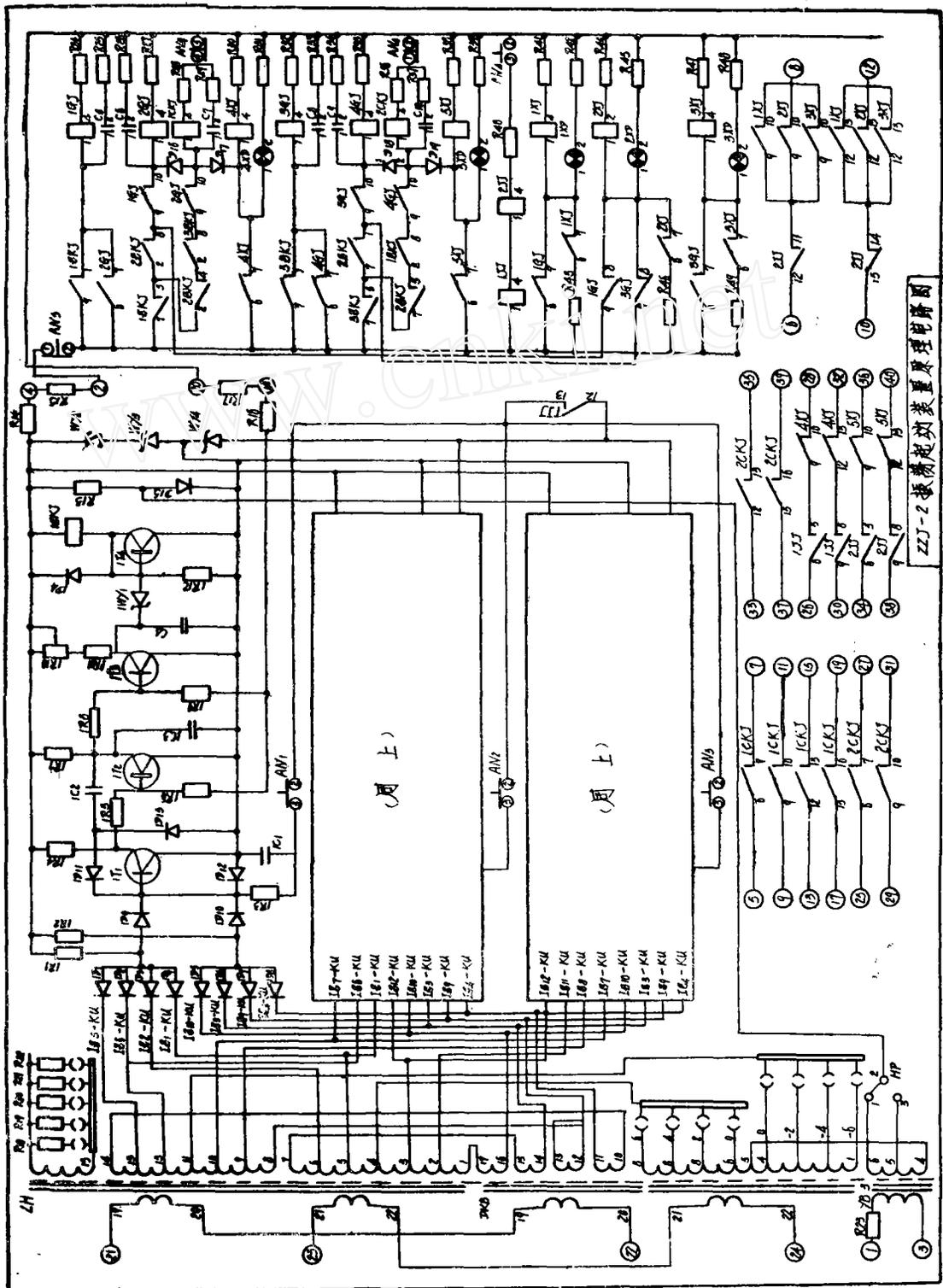


图 20



ZZJ-2 液流起功装置原理电路图