

## 应用脉冲技术改造 Z C—21 A 型冲击继电器

四川维尼纶厂 冉启钧 韦中禄 李其林

近年来生产的 Z C—21 A 型冲击继电器广泛应用于厂矿企业的供配电及自动控制装置中，作为中央报警的重要心脏元件。我厂系由多个专业设计院联合设计（除法国，日本成套进口设备外），变配电所的中央音响系统几乎都是选用 Z C—21 A 型冲击继电器。

但是实践证明，Z C—21 A 型冲击继电器不能很好适应运行的要求。主要表现是动作不可靠、性能不稳定、寿命短。特别是在直流信号电源的直流波形不好时（如由整流器直接供电而滤波又不好的情况下），继电器性能更差。而近年来的设计为了克服使用蓄电池投资大、维护麻烦的缺点，又恰恰广泛采用了由整流器直接供电的方式。由此，Z C—21 A 继电器越更显得不能适用，有时一只新换上的 Z C—21 A 继电器，用不了多久就不灵了，不是不动作就是不能复归（喇叭或电铃不响或一直响）。坏了又无法修理，造成浪费。这主要是内部电磁式干簧继电器性能不好的原因。我们同意安徽变电队对 Z C—21 A 冲击继电器的批评和分析（详见本刊 79 年第一期“Z C—21 A 型冲击继电器的改进”一文）。由此对 Z C—21 A 继电器的更详细分析不再论述，本文着重介绍我们对 Z C—21 A 继电器的改造情况。

我们的改法是将 Z C—21 A 继电器内原有的电磁式干簧继电器全部去掉不要，电气上只取用那只微分变压器，应用晶体管脉冲电路，重新设计改制而成。这样改制的新型晶体管冲击继电器，经调试和使用证明，性能完全能满足原继电器的要求。最小冲击动作电流从 0.1 A—0.2 A 可调；并新增加了抗干扰措施，对直流波形的要求不必很严格，能适用于由整流器直接供电的信号电源，由此扩大了继电器的应用范围；由于晶体管脉冲电路的应用，继电器内的机械接点显著减少，使继电器动作更加可靠，并且寿命大大增长；继电器冲击动作后，不需要任何返回电流或电压，便能自动返回，并且返回可靠；新晶体管冲击继电器拆装容易，便于维修，投资一只可用多年。

在脉冲电路的设计中，还注意了线路结构简单，元件采集不困难，自己改装容易等特点。自装一只晶体管冲击继电器新增加零部件费用二十多元，因此成本很低。

在结构上，仍然利用了原继电器的外壳、底座和内部框架。

我们新改制的两只晶体管冲击继电器已于今年 4 月份在我厂某电控室投入运行，就是在盛夏时期，电控室温度已达 +35°C，也没有异常现象发现。

现将新改制的晶体管冲击继电器线路原理图分析如下：见图 1

整个电路主要由检测部分、延时部分、放大部分和电源部分组成。

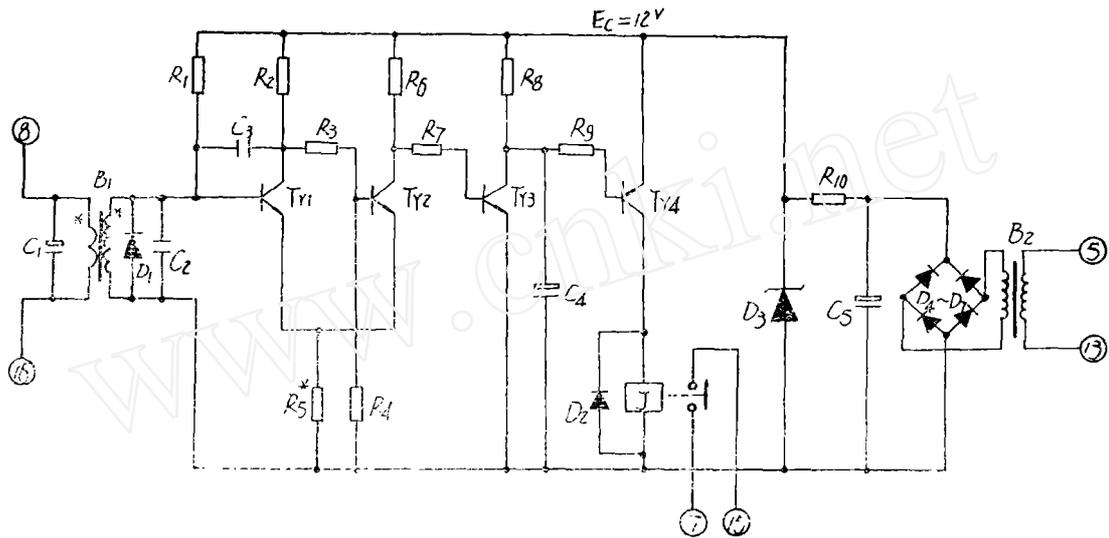


图 1

## 一、检测部分

检测部分主要由微分变压器  $B_1$ 、晶体管  $Tr_1$ 、 $Tr_2$  组成。

在中央信号装置的典型设计中，当被控对象，如电动机、变压器等，发生异常情况时，在  $B_1$  原边，即端子⑧、⑩侧将有一直流电流  $\Delta i$  突然增加，见图 2（一般设计中  $\Delta i$  为  $0.2 \sim 0.3$  A，总是大于冲击继电器的最小冲击动作电流），此刻在  $B_1$  的付边将感应一个微分脉冲电势  $U$ ，此脉冲电势加至晶体管  $Tr_1$  的基极。

晶体管  $Tr_1$  和  $Tr_2$  组成发射极耦合单稳态触发器，又名施密特触发器。当  $Tr_1$  基极无脉冲输入时，触发器处于稳态，这时  $Tr_1$  截止， $Tr_2$  饱和导通。 $R_5$  为两管共发射极公共电阻，稳态时  $R_5$  上只有  $Tr_2$  的发射极电流流过，并产生一发射极压降  $U_E$ ， $U_E = I_{E2} \cdot R_5$ ， $I_{E2}$  为  $Tr_2$  饱和导通时的发射极电流， $R_5$  本例选为  $56 \Omega$ ，从设计看出：

$$U_E > \frac{E_C \cdot R_B}{R_B + R_1}$$

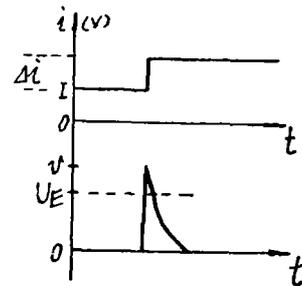


图 2

$I$  —  $B_1$  原边稳定电流

$U_E$  —  $R_5$  上  $Tr_2$  发射极压降

$E_c$ ——晶体管直流工作电压 $12V$ 。

$R_B$ ——微分变压器次级绕组的直流电阻，实测得 $580\Omega$ 。

由于上式成立，所以 $Tr_1$ 的基极在稳态时处于负偏置，即 $Tr_1$ 可靠截止。

当 $B_1$ 付边有正脉冲产生，并且幅值大于 $U_E$ 时， $Tr_1$ 将进入放大区工作。但是由于发射极耦合单稳态触发器有强烈的正反馈特性， $Tr_1$ 不会停留在放大区工作，必然要迅速演化，致使 $Tr_1$ 达到饱和导通， $Tr_2$ 进入截止。当 $Tr_2$ 截止时，在 $Tr_2$ 的集电极有约等于 $E_c$ 的正脉冲电位输出，此正脉冲将加至下一级的基极。

改变 $R_s$ 的大小亦可改变冲击继电器最小冲击动作电流的大小。 $R_s$ 越小，最小冲击动作电流就越小，但太小会影响抗干扰能力，其值应根据直流信号电源的波形在生产现场实际调试而定，一般可在 $20\sim 200\Omega$ 内选择。

电容器 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 均对直流信号电源的交流成分各次谐波具有抗干扰能力。所以该继电器不但能适用于由蓄电池供电的信号电源，也适用于由整流器直接供电的滤波不太好的信号电源，由此扩大了继电器的适用范围。

二极管 $D_1$ 的作用是当微分变压器原边减少一个 $\Delta i$ 时，将其付边产生的负脉冲旁路，由此保护了 $Tr_1$ 不被反向冲击电势击穿，见图3。

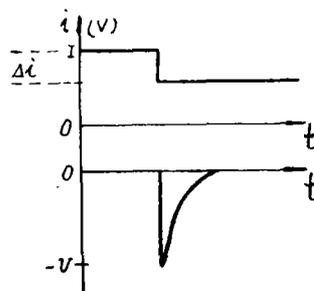


图3

## 二、延时部分

该部分主要由晶体管 $Tr_3$ 和电容器 $C_4$ 组成。

从上述 $Tr_2$ 集电极输出的正脉冲，通过 $R_7$ 加至 $Tr_3$ 的基极，使 $Tr_3$ 饱和导通， $Tr_3$ 集电极电位立刻由 $E_c$ （约 $12V$ ）下降致 $0$ ， $C_4$ 通过 $Tr_3$ 集电极—发射极也迅速放电约为 $0$ ，同时 $Tr_4$ 基极有足够的电流流过，使 $Tr_4$ 饱和导通，这时出口中间继电器 $J$ 动作。当 $Tr_2$ 集电极输出的短暂的正脉冲瞬间完结的时候，虽然 $Tr_3$ 立即截止，但是由于电容器两端的电压不能突变，所以集电极电位还不能立即上升至截止值 $E_c$ ，而是随 $C_4$ 充电电压的逐渐上升而上升。 $Tr_4$ 基极电流随 $C_4$ 电压的上升而逐渐减小，流过出口中间继电器 $J$ 线圈的集电极电流也随之逐渐减小，待经 $0.5\sim 1$ 秒后， $Tr_4$ 集电极电流减小至 $J$ 的返回电流， $J$ 便自动返回。所以 $Tr_3$ 和 $C_4$ 使 $J$ 实现了延时返回的作用，即是说脉冲使 $J$ 动作后， $J$ 能保持 $0.5\sim 1$ 秒的时间，以便出口接点⑦、⑮能可靠闭合。

$J$ 保持时间的长短由 $R_8$ 、 $R_9$ 和 $C_4$ 的值来决定，一般选 $C_4$ 为 $10\mu F$ 亦能满足要求。

### 三、放大部分

晶体管 $Tr_3$ 和 $Tr_4$ 为 $NPN$ — $PNP$ 耦合的饱和型脉冲放大电路。经过这样放大后的电流能满足 $DZ_{100}$ 型出口中间继电器 $J$ 的动作要求。以 $DZ_{122}$ （直流 $12V$ 型）为例，其线圈直流电阻 $R_J$ 为 $185\Omega$ ， $Tr_4$ 的放大倍数 $\beta = (2 \sim 3) \frac{R_B}{R_C}$ ，即 $\beta = (2 \sim 3) \frac{R_B}{R_J} = (2 \sim 3) \frac{3700}{185} = (2 \sim 3) \times 20 \geq 40$ ，所以 $Tr_4$ 管的放大倍数应大于40方能满足要求，并注意管子穿透电流 $I_{CEO}$ 应符合产品规定。

二极管 $D_2$ 对出口中间继电器 $J$ 的线圈自感电势起旁路作用，从而保护了在 $Tr_4$ 截止时， $Tr_4$ 不被 $J$ 的线圈自感电势击穿。

### 四、电源部分

新改制的晶体管冲击继电器需增加一个晶体管直流工作电源，本设计选为 $12V$ ，是由交流 $220V$ 电源经变压、整流、滤波、稳压而获得的。变压器 $B_2$ 变比为 $220V/20V$ ，容量 $2VA$ ，可用废旧小变压器自己绕制，也可用现成的小型指示灯变压器代用，但是如果付边电压不为 $20V$ 时， $R_{10}$ 应根据稳压电流的设计重新计算。

应着重指出的是 $B_2$ 原边的交流 $220V$ 电源应十分可靠，在冲击继电器动作时该电源不应中断。如果该电源不可靠，那末直流 $12V$ 电源还可直接从直流信号母线 $xM$ 上引至，再经稳压为 $12V$ ，见图4。 $R_{10}$ 需重新计算，例如 $xM$ 为直流 $110V$ ，则：

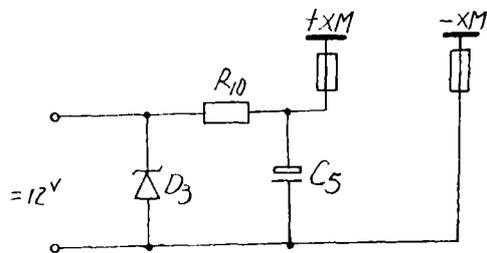


图 4

$$R_{10} = \frac{U_{xM} - 12}{I_J + I_W}$$

$U_{xM}$ ——直流信号母线电压 $110V$

$I_j$  ——出口中间继电器额定动作电流，选用  $DZ_{122}$  时， $I_j$  为  $70mA$

$I_w$  ——取  $10mA$

所以  $R_{10} = \frac{110 - 12}{70 + 10} = 1.2K$

$R_{10}$  所耗功率： $W = I_2^2 R = 0.08^2 \times 1200 = 7.68W$  取标准值  $10W$

不难看出，从直流信号母线取得  $12V$  电源的缺点是  $R_{10}$  日常耗电较大，不利节约电能。

### 整组应用接线实例

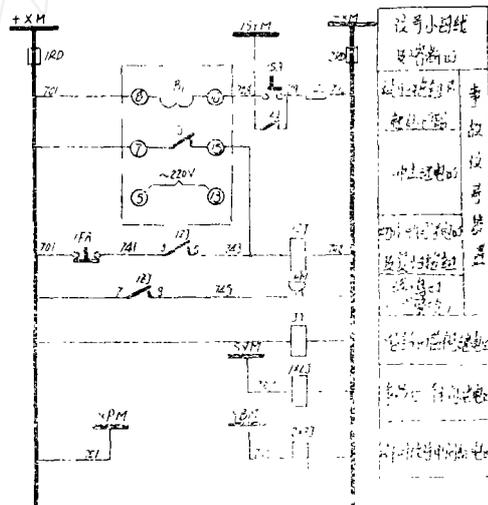


图 5

图 5 是改制后的晶体管冲击继电器在典型中央信号装置中的应用实例。图中先设冲击继电器⑤⑬端的  $\sim 220V$  电源已经送上，直流信号电源母线  $xM$  上电压正常。按下信号试验按钮  $1SA$ ，即有一电流突然增加通过冲击继电器⑧、⑯端，此电流的大小由直流信号电源电压和  $1R$  的值来决定，这时冲击继电器便动作，其常开接点  $J$  闭合接通中间继电器  $1ZJ$ 。  $1ZJ$  常开接点  $7, 9$  起动蜂鸣器（或电铃）。其另一对常开接点  $3, 5$  使  $1ZJ$  自保持，因为冲击继电器的常开接点  $J$  只闭合  $0.5 - 1$  秒就自动返回了。

按下解除按钮  $1FA$ ，  $1ZJ$  立即返回，蜂鸣器（或电铃）音响解除。

如果配电装置或其它被控电气设备发生某种事故，那末事故信号小母线  $SYM$  带正信号电源，中间继电器  $1xZJ$  动作，其一常开接点（与试验按钮  $1SA$  并连）接通，使冲击继电器动作，重复上述音响信号过程。同理也可以从另一信号小母线  $1SYM$  导入一动作电流，使冲击继电器动作。即使原有若干动作电流未得解除，这时虽然流过冲击继电器有一稳定电流，但是新的动作电流的到来仍然可使冲击继电器动作。对于最大稳定电流，在信号电源  $xM$  的直流波形很好时能达  $3.2$  安，在由整流器直接供电滤波不太好时，可达

2.0安。

新改制的晶体管冲击继电器的调试接线和方法与原ZC—21A继电器一样，但要注意微分变压器B1的接线极性，见图1、B1的“\*”。如果极性接反了，突然增加动作电流时冲击继电器不动作，减少动作电流时继电器反而动作。如发生这种情况，只需将微分变压器的原边或付边的两根接线对换位置即可。其它调试内容已在分部电路分析中谈到，不再重复。

新改制的晶体管冲击继电器元件材料表：

序号	符号	名称	规格及型号	序号	符号	名称	规格及型号	序号	符号	名称	规格及型号
1	B <sub>1</sub>	脉冲 变压器	取用原ZC— 21A成品	11	R <sub>4</sub>	电阻	420 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	21	D <sub>4</sub> ~D <sub>7</sub>	整流二极管	2CP31A
2	B <sub>2</sub>	整流 变压器	~220 <sup>V</sup> /20 <sup>V</sup> · 2VA	12	R <sub>5</sub>	电阻	56 <sup>Ω</sup> 1/4 <sup>W</sup>	22	Tr <sub>1</sub>	三极管	3DG8B
3	C <sub>1</sub>	电介电容	CD10μF300 <sup>V</sup>	13	R <sub>6</sub>	电阻	4.7 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	23	Tr <sub>2</sub>	三极管	3DG8B
4	C <sub>2</sub>	电介电容	CD 5 μF 25 <sup>V</sup>	14	R <sub>7</sub>	电阻	68 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	24	Tr <sub>3</sub>	三极管	3DG8B
5	C <sub>3</sub>	电介电容	CD 1 μF 25 <sup>V</sup>	15	R <sub>8</sub>	电阻	4.7 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	25	Tr <sub>4</sub>	三极管	3Ax81B
6	C <sub>4</sub>	电介电容	CD 10μF 25 <sup>V</sup>	16	R <sub>9</sub>	电阻	3.7 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	26	J	中间继电器	DZ <sub>122</sub> -12 <sup>V</sup>
7	C <sub>5</sub>	电介电容	CD100μF50 <sup>V</sup>	17	R <sub>10</sub>	电阻	160 <sup>Ω</sup> 2 <sup>W</sup>				
8	R <sub>1</sub>	电 阻	120 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	18	D <sub>1</sub>	二极管	2CP <sub>41</sub>				
9	R <sub>2</sub>	电 阻	9.1 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	19	D <sub>2</sub>	二极管	2CP <sub>41</sub>				
10	R <sub>3</sub>	电 阻	68 <sup>K</sup> 1/4 <sup>W</sup>	20	D <sub>3</sub>	稳压管	2CW22H				