BJL—11型相间接地距离保护装置整顿小结

云南电力局中调所继电保护组

一、BJL—11型保护装置运行情况：

滇东北系统220KV××线设置有BFG—1方向闭锁高频保护，BJL—11相间接地距离保护。电磁式方向另序保护，BZZ—1综合重合闸装置，其中BFG—1，BZZ未正式投入运行。

BJL—11自七〇年一月投入运行以来，动作28次，其中正确动作22次，不正确动作6次。线路故障时拒动10次，这些误动作中由于装置本身缺陷造成的有9次，这些缺陷是：

1.负序电流元件整流桥脱焊，触发回路温度补偿管BG_1虚焊造成拒动两次。

2.相间阻抗BC相元件100周滤波回路电容器击穿，系统故障时误动一次。

3.逻辑回路中BG_{18}ce极击穿，误动跳开关两次。

4.逻辑回路中出口I、BG_9误翻转造成误跳开关。

5.相间阻抗BC相整定变压器二次侧短路。

6.元件特性不稳定，造成定值变化误跳开关一次。

此外，在运行及试验中曾出现下列异常情况：

①晶体发光管不亮或误亮，系元件损坏，参数配合不当造成。

②双稳触发器在切合直流220V时多次发生误翻转。

③Z。II、ZII、3I。信号灯回路在切合直流时误亮，在试验中多次出现过上述三个信号灯保不牢。

④由于参数配合不当，否$_2$动作后不能可靠闭锁否$_1$回路。

二、BJL—11型装置整顿改造工作情况：

针对试验和运行中装置出现的异常情况和存在的缺陷，根据省电力局××参文的指示，由局中心调度所负责组织，局中试所，昆明供电局，以礼河电厂等单位参加，组成××线保护整顿工作小组。工作中结合我们的具体情况，参考富春江电厂对BJL—11

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

整顿改造的经验，经过近三个多月的工作，对××电站，××变电站两套BJL—11型装置进行了整顿改造和调试工作。现将有关整顿、改造工作情况简介如下：

1.电力元件老化筛选：

我们对两套装置的全部三极管、二极管进行了温度疲劳处理（80°C～0°C），电老化处理（满负荷24小时）。在处理前后对管子的特性参数用图示仪进行了测试，并按下列要求更换了不合格的管子。

（1）二极管：

（a）反向电压200V时漏电流小于1ma。

（b）正向电压降测定：2CP$_{18}$ 选用当I＝5ma时

$V_F \approx 0.7V$　　2CP14 选用当I＝5ma时

$V_F \approx 0.6 \sim 0.7V$

用于全波整流桥的二极管选用正向伏安特性基本上一致的管子。

（c）稳压管2CW$_{21B}$选用I＝30～150ma时，稳定电压为6V±0.2V，正向电压降选用I＝100ma时，$V_F \approx 0.75V$

（2）三极管：

本装置采用3DG6D及3DG$_{7C}$两种管子，除各反向击穿电压符合要求外，选用直流放大倍数β＝60～90范围内的管子，对信号灯回路中，选用β＝100～120的3DG$_{7C}$。

且：3DG$_{6D}$ 选用I_C＝6ma时，导通电压小于0.3V

3DG$_{7C}$ 选用I_C＝40ma时，导通电压小于0.3V

2.逻辑回路改造：

（1）提高闭锁电压：

BJL—11装置三极管的闭锁电压设计值是1.0伏，它系利用BWY$_5$（2CW$_{21B}$）的正向压降造成的，由于BWY$_5$的正向压降在工作电流范围内仅为0.75伏左右，致使一些正常时处于截止状态的管子闭锁电压较低，难以达到U_{be}＝－0.3－0.6V的要求，在干扰下这些管子容易误导通。

改造后，使用两只2CW$_{21B}$的正向压降串联代替原BWY$_5$使闭锁电压达到1.5V，提高了截止管的抗干扰能力。

由于3DG$_{6D}$及3DG$_{7C}$管子的E_{bc}技术指标要求大于4伏，实测一般均大于6伏，因此闭锁电压提高到1.5伏，对管子仍然是足够安全的。

（2）出口I回路的改造：

运行中曾出现过因BG$_9$误翻转而误跳开关的事故，试验中连续快速切合直流220V电源时亦多次出现出口I误翻转的现象，针对这些情况，对出口I回路作了如下的改造。

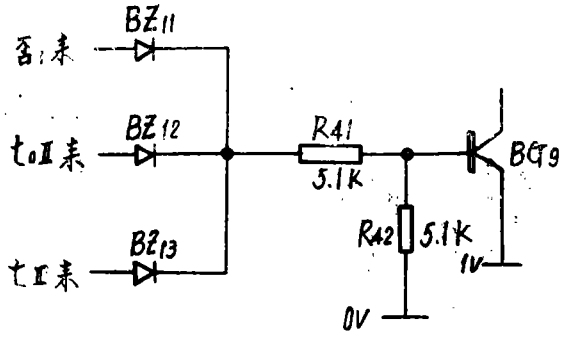
（a）在BG$_9$基极回路串接一只稳压管WY$_1$（2CW$_{12}$）R$_{41}$由原5.1K更改为3K。

（b）在BZ11—13的公共点与双稳触发器二极管BG$_{30}$集电极之间加装一只二极

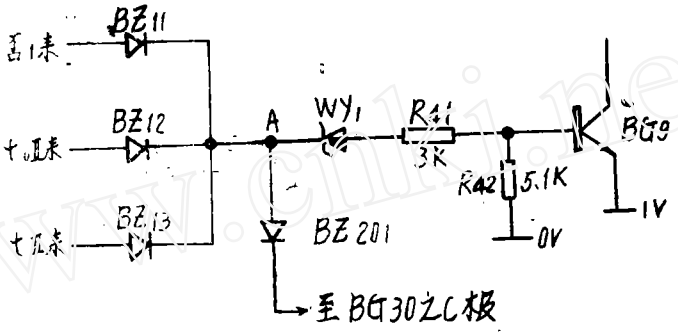
© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

管BZ_{201}（$2CP_{14}$）。

修改前后的出口Ⅰ回路如图一、图二所示。



图一　修改前出口Ⅰ回路



图二　修改后出口Ⅰ回路

修改后的好处是：

（a）提高了出口Ⅰ的抗干扰能力

由于在基极回路串接了稳压管，正常时它处在截止状态。因此使BG_9的U_{be}由原来的-0.81V提高到-1.49V。且由于稳压管的非线性特性，仅在A点电压达到WY_1的击穿电压时，才能使BG_9导通，这就提高了出口Ⅰ的抗干扰能力。

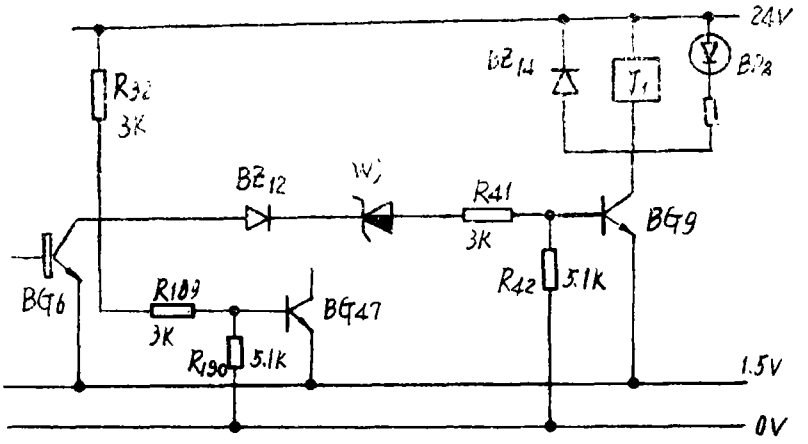
（b）修改后，利用振荡闭锁的双稳触发器作为对出口Ⅰ的闭锁环节，这就防止了由于出口Ⅰ的前级起动回路内电子元件损坏而造成的误动作。装置正确动作时，由于振荡闭锁必先动作，BG_{30}在整组复归时间内处于截止状态。因此BZ_{201}在反方向电压作用下亦处于截止状态。解除了对出口Ⅰ的闭锁作用，不影响出口Ⅰ的正常工作。

修改后的参数计算与元件选择：

（a）BG_9导通状态验算：

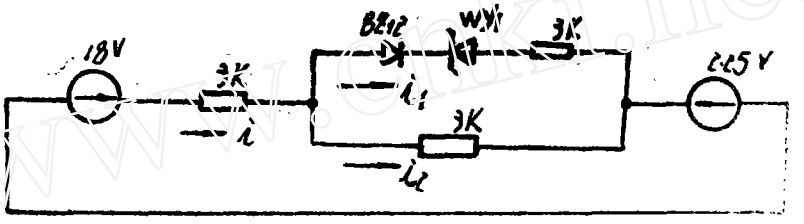
以t_0Ⅱ动作为例，这时要求BG_9及BG_{47}可靠导通，如图三所示。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



图三

设三极管导通时$U_{be}=0.75V$，BZ_{12}正向压降为0.7V，WY_1击穿电压为选用4 V，则图三的计算等效电路如下图四所示：



图四

使用等效发电机原理，可求得等值电势：

$$E_{\partial}=\frac{18-22.5}{3+3}\times 3=\frac{15.75}{6}\times 3=7.9V$$

等效内阻：

$$R_{\partial}=\frac{3\times 3}{3+3}=1.5K$$

$$\therefore i_1=\frac{E_{\partial}-0.7-4.0}{(3+1.5)K}=\frac{7.9-4.7}{4.5K}=\frac{3.2}{4.5K}=0.69ma$$

BG_9的基极电流为：

$$I_{b_{BG_9}}=i-\frac{2.25}{5.1K}=0.69-0.44=0.25ma$$

BG_9的集电极电流为：

$$I_{cBG_9}=iJ_1+i_{BD_3}$$

$$而iJ_1=\frac{24-1.5}{2.4K}=9.4ma$$

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$i_{BD3} < 1$ ma

$\therefore I_{CBG9} = 9.4 + 1 = 10.4$ ma

由于BG$_9$选用$\beta \geqslant 60$在不利情况下，取$\beta = 50$

则：$\frac{I_C}{\beta} = \frac{10.4}{50} = 0.208$ ma

可见$I_{bBG9} > \frac{I_C}{\beta}$，BG$_9$处于饱和导通。

而$i_2 = \frac{4.0 + 0.7 + 3K \times i_1}{3K} = \frac{4.7 + 0.69 \times 3K}{3K} = 2.26$ ma

$\therefore$BG47的基极电流，$I_{bBG47} = i_2 - \frac{2.25}{5.1K} = 1.82$ ma

而BG47的$I_C \leq 40$ ma

若取$\beta = 80$

则：$\frac{I_{CBG47}}{\beta} = \frac{40}{80} = 0.5$ ma

可见$I_{bBG47} > \frac{I_{cBG47}}{\beta}$　BG$_{47}$处在饱和导通状态。

（b）BG$_9$截止状态的验算：

正常时M、N、P各点电压约为：

$1.5V + 0.3V = 1.8V$

$\because$稳压管WY$_1$击穿电压为4 V

$\therefore$WY$_1$不能击穿。

B点电压为0 V

$\therefore$BG$_9$　$U_{be} = -1.5$ V可靠截止。

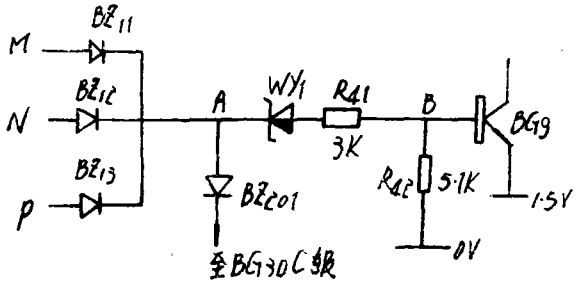
若出口I前级回路误翻转。BZ$_{201}$导通。

$\therefore U_A = 1.5 + U_{ceBG30} + U_{BZ201} = 1.5 + 0.3 + 0.7 = 2.5$ V

WY$_1$仍然不能击穿。

$\therefore U_{ceBG9} = -1.5$ V可靠截止

（C）出口I前级回路误翻转时，流经BZ$_{201}$的电流如图五，若前级回路皆误翻转，则流经BZ$_{201}$的电流为：



图五

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

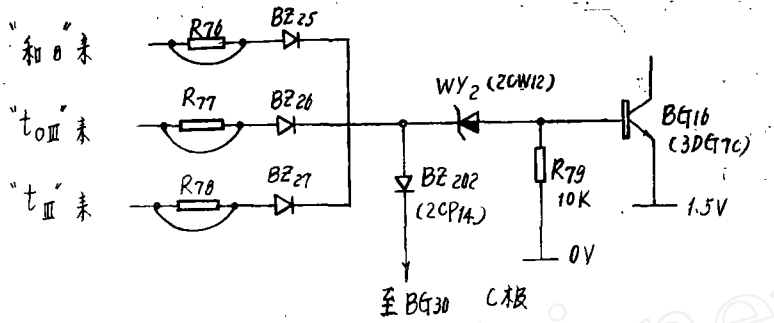
$$i=\frac{18V-1.5V-U_{eBG_{30}}-U_{BZ_{201}}}{3//3//3K}=\frac{18-1.5-0.3-0.7}{1K}=15.5ma$$

根据上述计算：WY_1选用$2CW_{11}$、BZ_{201}选用$2CP_{14}$

实际上因无$2CW_{11}$备品，而以$2CW_{12}$代用。试验表明由于通过Wy_1的电流较小，其上的压降约为4V与计算参数相近。

（3）出口Ⅱ回路的改造：

原则上与出口Ⅰ回路作相同的改造。其选用的元件及结线见图六。



图六　修改后的出口Ⅱ回路

这样修改后，为了保证另序方向Ⅲ段能正确工作，对双稳触发器的起动除了由"和4"能启动外又增加了由"和2"起动双稳的回路。这样，装置的负序电压，负序电流起动值仍按距离Ⅱ段保护范围末端故障有足够灵敏度来正定，而不必考虑另序Ⅲ段末端故障时的灵敏度，这给整定计算带来了很大方便。修改后的双稳启动回路如图七所示：

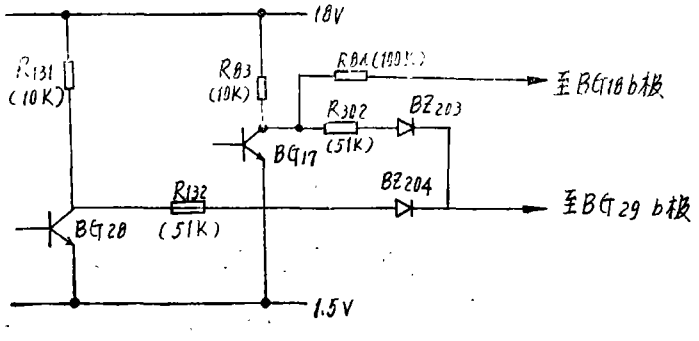
由图中可如：增加了R_{302}（51K）BZ_{203}、BZ_{204}（$2\times2CP_{14}$）

（4）双稳触发器回路的修改：

原设计的双稳触发器在拉合直流220V时，经常误翻转，为解决这个问题，我们采取了两个措施。

（a）对正常时处于导通状态的BG_{30}加了一条电容加速回路至基极。

（b）对正常时处于截止状态的BG_{29}，在其反馈回路内串接了一个稳压管（$2CW_{12}$）



图七

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

采取了这两个措施后，可以保证在合直流220V电源时BG_{30}抢先导通。

同时为了适应出口Ⅰ、Ⅱ的改造，BG_{30}换用大管子$3DG_7c$其相应的基极回路电阻参数也作了修改。如下表

电阻序号	R_{134}	R_{136}	R_{137}	R_{143}
修改前参数	10K	75K	51K	75K
修改后参数	5.1K	10K	10K	10K

修改后对双稳触发器回路如图八所示

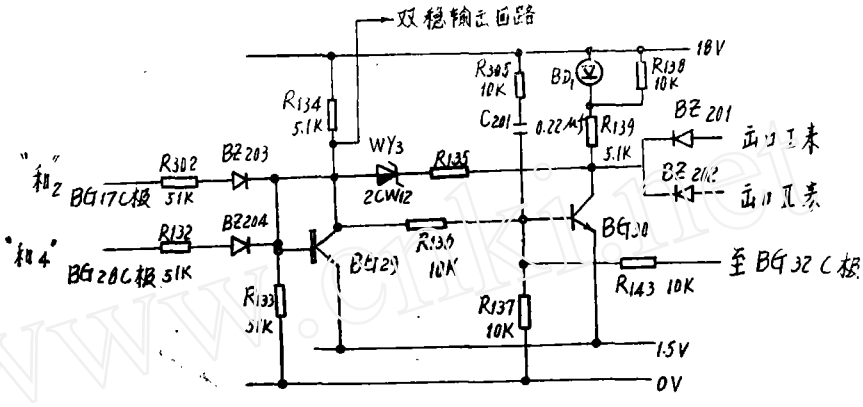
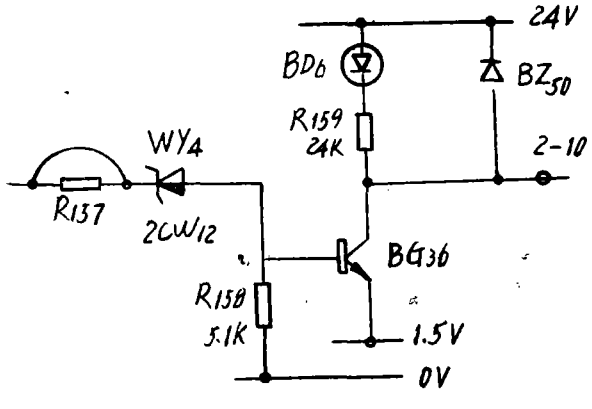


图　八

（5）切换继电器起动回路的修改：

为了提高切换继电器起动回路的BG_{36}管子的抗干扰性能，用稳压管WY_4来代替原基极电阻R_{157}修改后的回路如图九所示



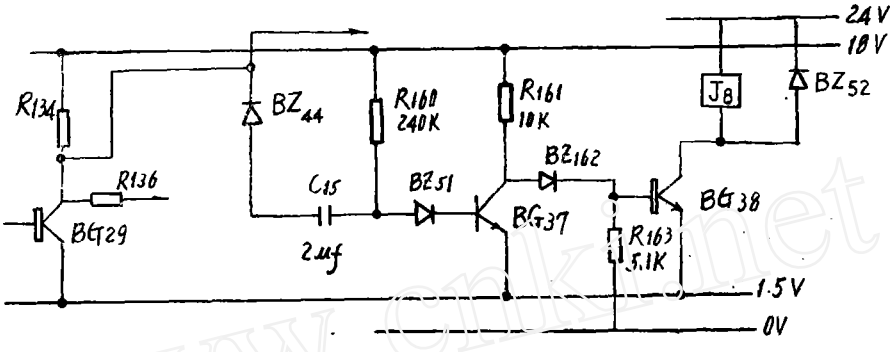
图九　修改后的启动切换继电器回路

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

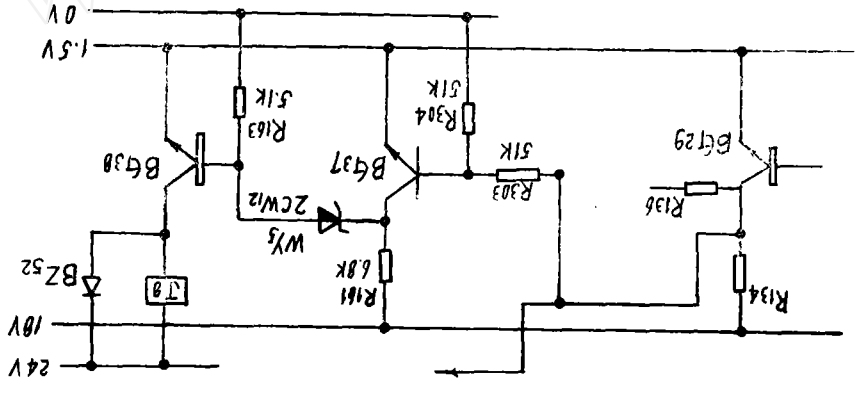
（6）对出口回路加装有接点闭锁回路：

为了防止装置出口回路的BG_9、BG_{16}管子损坏，而造成的误动作，我们对出口Ⅰ、Ⅱ加装了有接点闭锁回路，具体办法是：

（a）利用振荡闭锁输出继电器J_8的接点J_{8-2}对出口Ⅰ、Ⅱ进行闭锁，装置中J_8原来作为起动故障录波器用，故J_8仅动作0.3秒，现利用它闭锁出口Ⅰ、Ⅱ。显然仅动作0.3秒便会使装置Ⅰ、Ⅱ段保护因J_8接点提前返回而无法出口，故将J_8启动回路直接接于双稳触发器的输出上，这样在整组复归时间到达前J_8一直处于启动状态。同样，为了提高BG_{38}的抗干扰能力，其基极回路加稳压管WY_5，修改前后的J_8回路如图十所示。



图十　（a）修改前J_8起动回路



图十　（b）修改后J_8启动回路

回路中：取消R_{160}、C_{15}、BZ_{51}、BZ_{162}，

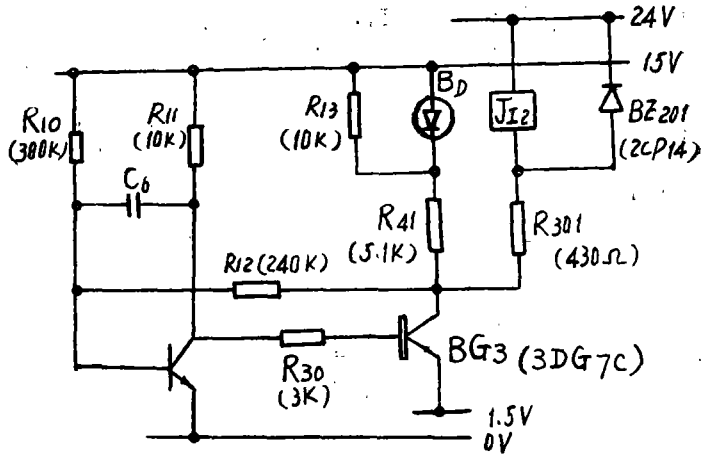
增加R_{303}（51K）、R_{304}（51K）、WY_5（$2CW_{12}$）

R_{161}换成6.8K

（b）为了防止J_8接点接触不好，使整套保护装置被解除，故新增负序电流引出继电器J_{I2}，其接点与J_8接点并联，接在出口Ⅰ、Ⅱ回路内。

新增的负序电流引出继电器J_{I2}回路如图十一所示。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



图十一　修改后的负序电流触发回路

回路中：　R_{30}改为3K，BG_3改成3DG_{7C}

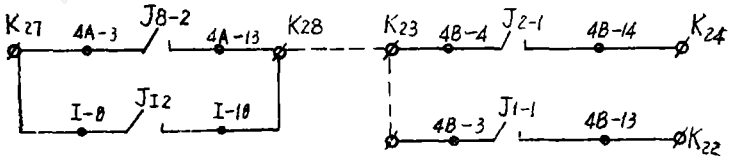
增加：J_2为3×JAG—$^2/_{12}$V　DC舌簧继电器

R_{301}为430Ω，3W

BZ_{201}为2CP14

J_{I2}安装于"I"插件面板的背后。

修改后的有接点闭锁回路及引出端子号如图十二所示。



图十二　闭锁接点引出端子号

说明：Φ装置对外联接端子号

—●—插件1及插件4的20孔插座端子号

……为控制回路内联线

（7）对逻辑元件个别参数配置不当的回路作了修改：

（a）"否$_1$"　"否$_2$"回路：

原设计的"否$_2$"动作后，闭锁"否$_1$"的回路。参数不当，R38过大，使BG_3不能导通，处在放大区又通过R_{152}使BG_{35}不完全截止，这就造成"否$_1$"　"否$_2$"两个回路不能正确工作。

按原参数计算如下：

"否$_2$"动作后，若BG_{35}完全截止，则R_{38}上的电压为：

$$\frac{18-1.5-\triangle U_{be}}{R_{156}+(R_{157}//R_{38})}\cdot\frac{R_{157}\cdot R_{38}}{R_{157}+R_{38}}$$

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$=\frac{18-1.5-0.75}{5.1+\frac{2\times39}{2+39}}\times\frac{2\times39}{2+39}=\frac{15.75}{5.1+1.9}\times1.9=4.27\text{V}$$

∴BG_8的基极电流 $I_b=\frac{4.27}{39}-\frac{1.5+0.75}{51}=0.11-0.044=0.066\text{ma}$

设 $\beta=60$，则 $\beta I_b=3.95\text{ma}$

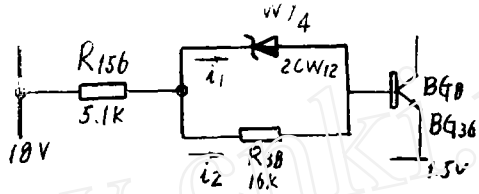
而BG_8的 $I_c=\frac{18-1.5-\triangle U_{be}}{R_{40}}=\frac{18-1.5-0.30}{3}=\frac{16.2}{3}=5.4\text{ma}$

∴ $\beta I_b<I_c$使BG_8不能完全导通

可见由于$R_{38}=39$K过大，供给BG_8的基流不够，BG_8不能完全导通，修改后，将R_{38}改为10K，通过计算及试验证明是良好的。

计算如下：

“否$_2$”动作，BG_{35}截止时，其计算等效电路如下图：



设WY_4击穿电压为 4 V

则$i_2=\frac{4}{16}=0.25\text{ma}$

$$i_1=\frac{18-(1.5+0.75)-4}{5.1}-i_2$$

$$=2.3-0.25=2.05\text{ma}$$

BG_8的基极电流：$I_b=i_2-\frac{1.5+0.75}{51}=0.25-0.044=0.206\text{ma}$

取 $\beta=40$，则 $\beta I_b=8.24\text{ma}>I_cBG_8$

BG_{36}的基极电流：$I_b=i_1-\frac{1.5+0.75}{5.1}=2.05-0.44=1.61\text{ma}$

取 $\beta=40$，则 $\beta I_b=64.5\text{ma}>I_{cBG36}$

可见BG_8，BG_{36}皆处在饱和导通状态。

（b）3 I_b信号回路BG_{51}的基极电阻R_{201}原参数为1.5K，当出口Ⅱ经上述改造后，此值嫌小，经试验，将R_{201}换成 3 K后，在t_0Ⅲ动作时，3 I_0信号及出口Ⅱ皆可动作。

（c）电压断线信号BG_{39}回路，原电阻R_{165} 2.4K过小，当U_2元件动作后，BG_{39}不能完全导通，计算如下：

原参数时BG_{39}的基极电流为：

$$I_b=\frac{18-1.5-\triangle U_{be}-\triangle U_{BZ55}}{10+5.1}-\frac{1.5+\triangle U_{be}}{2.4}$$

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

取$\triangle U_{be}=0.75V$，$\triangle U_{BZ_{55}}=0.7$

则：$I_b=\frac{18-1.5-0.75-0.7}{10+5.1}-\frac{1.5+0.75}{2.4}=0.995-0.94=0.055ma$

BG_{39}的负载$I_c=\frac{18-1.5-0.3}{R_{J9}}=\frac{18-1.5-0.3}{750\Omega}=22.2ma$

$\therefore\frac{I_c}{I_b}=\frac{22.2}{0.05}=445$远远超过管子的β值。

$\therefore BG_{39}$未能处于完全导通状态。修改后将R_{165}换成5.1K，计算和试验证明BG_{39}能正确工作。

$I_b=\frac{18-1.5-0.75-0.7}{10+5.1}-\frac{1.5+0.75}{5.1}=0.995-0.44=0.555ma$

取$\beta=50$，则$\beta I_b=50\times0.555=27.8ma>I_c$

$\therefore BG_{39}$能饱和导通

3.加装检试回路：

装置的逻辑回路进行上述改造后，增加一些闭锁环节，提高了装置的抗干扰能力，大大减少了装置误动作的可能性。但事物总是一分为二的，误动作的可能性减少了，而装置拒动的可能性却增大了。因此及时发现装置由于元件损坏可能造成的拒动，便是一个迫切需要解决的问题。

为此加装了一套检试回路，并根据××线保护配置的实际情况，这套检试回路可分别对BJL—11，BZZ—1及BFG—1三套装置进行检试。

这套检试回路设计的原则是：

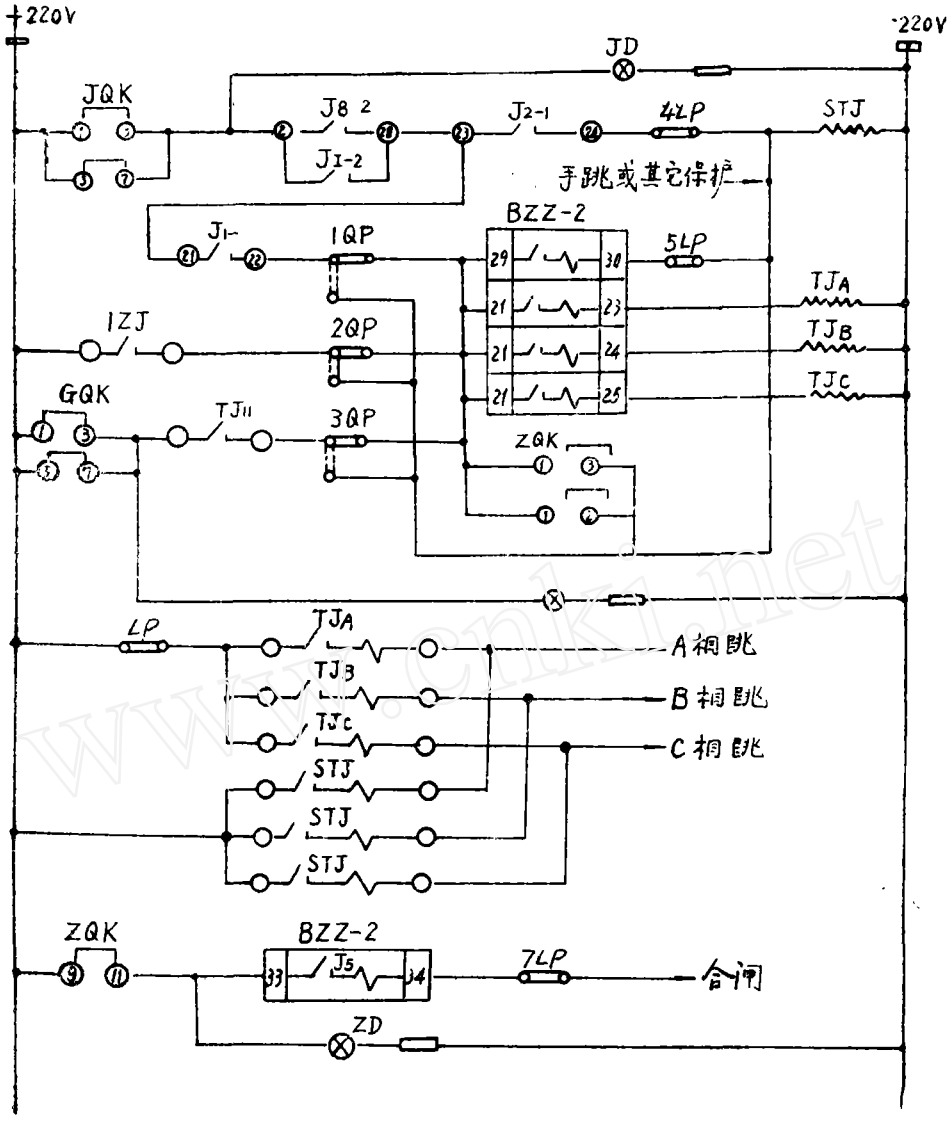
（1）检试某套装置时，除该套装置短时退出运行外，其它保护装置应能正常工作。

（2）装置从运行状态，切换到检试状态，反之由检试状态切换到运行状态的操作应简单，明确应有直观的信号标志，防止由于误操作而引起断路器误跳闸的事故。

（3）检试时，装置的主要逻辑回路应能进行动作模拟，以便及时发现保护装置存在的故障。

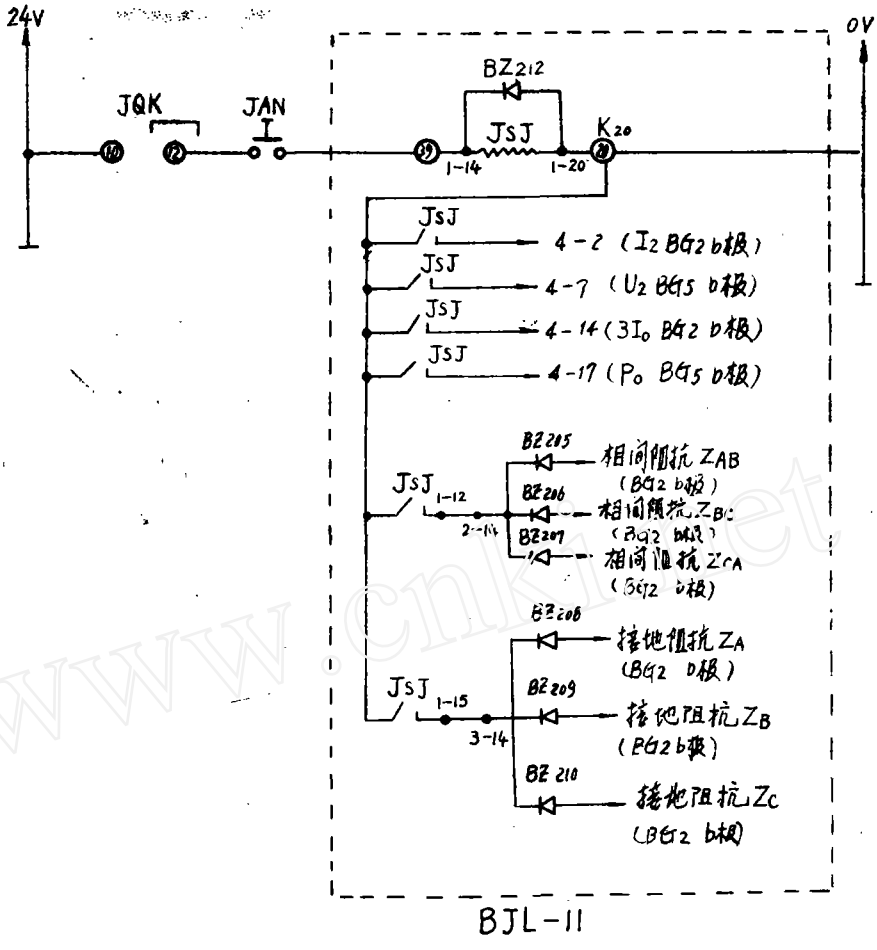
根据上述原则，我们拟订的检试回路以及有关保护回路如图十三所示。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



图十三 （a）整顿后强电回路保护原理更动部份结线图

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



图十三 （b）BJL—11A检试弱电回路结线图

切换开关位置图

（1）JQK、GQK（LW_2—1.1.1/[illegible]）

位置（正视） \ 节数	I (1)		II (1)		III (1)	
	① ③	② ④	⑤ ⑦	⑥ ⑧	⑨ ⑪	⑩ ⑫
运 行 ↑	×	—	×	—	×	—
检 试 →	—	×	—	×	—	×

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（2）ZQK（LW_2—8.8.1/F_4）

节数 / 位置（正视）	Ⅰ (8)		Ⅱ (8)		Ⅲ (1)	
	①③	①④	⑤⑦	⑤⑧	⑨⑪	
运行 ↑	—	—	—	—	×	
K_C ↗	×	—	×	—	—	
K_{AB} →	—	×	—	×	—	

现将有关BJL—11装置有关检试回路说明如下：

（1）正常运行时，JQK置于“运行”位置，①③⑤⑦⑨⑪接通，保护处于运行状态，信号灯JD燃亮，它监视了切换开关接触是否良好。当线路故障，保护动作时J_{8-2}，J_{12}闭合，若出口Ⅱ动作，则启动三相跳闸继电器STJ，使开关三相跳开。若出口Ⅰ动作，则通过J_{1-3}启动综合重合闸BZZ，同时J_{1-1}接点闭合，准备好BZZ的跳闸回路。J_{1-1}接点是闭锁BZZ装置用的，它防止BZZ误动作造成的误跳开关。

1ZJ（是电磁式另序方向Ⅰ、Ⅱ段出口继电器）。

TJ_{11}（BFG－1继电器）作用与J_{1-1}相同。

JQK①③与⑤⑦两节并联增加了可靠性，防止由于切换开关接触不良而解除跳闸回路的正电源。JD信号灯起监视此回路良好与否的作用。

当重合闸停用时，出口Ⅰ通过切换压板1QP可直接起动三跳继电器STJ。

（2）检试时，JQK切换于“检试”位置，它断开了跳闸回路，信号灯JD熄灭，并断开了起动综合重合闸BZZ的回路，准备好起动检试继电器J_{SJ}的回路。按不检试按钮J_{AN}，J_{SJ}动作。它的六对接点分别起动BJL－11中“U_2”“I_2”“$3I_0$”“P_0”及“Z_{AB}”“Z_{BC}”“Z_{CA}”“Z_A”“Z_0”“Z_1”的另指示器。装置完好时，这十个另指示器的发光管皆燃亮。并可观察逻辑回路插件面板上七只红色信号灯及DB_1～BD_7七只发光管的指示来判断逻辑回路动作是否正确。逻辑回路完好时“Z_0”“ZⅠ”“出口Ⅰ”红色信号灯立即燃亮。然后“Z_0Ⅱ”“ZⅡ”信号灯亮，俟Ⅲ段时限到后。“$3I_0$”及“出口Ⅱ”信号灯燃亮。

BD_1～BD_7晶体灯的正确动作程序应为：BD_1立即熄灭，同时BD_2、BD_7、BD_3立即亮，Ⅲ段时限到后，BD_4亮，俟整组复归时间到后，BD_6、BD_1燃亮，BD_2、BD_4又熄灭，释放J_{AN}后，BD_6、BD_2、BD_7复熄。

上述整个模拟动作完成后，释放J_{AN}，并将JQK切换到“运行”位置，这时信号灯JD应燃亮，燃后按装置面板上的复归按钮，使七只红色信号灯熄灭。

在检试时，若发现装置七只红色信号灯及七只晶体发光管的动作程序不正确时，应将装置退出运行，并由继电保护专职人员进行检查处理。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net