

发电机负序过流保护误动作问题及其改进

焦作电厂 孙惠亭

编者按：本文作者根据现场运行情况LFL—40在该电厂多次误动，而采取了增加闭锁继电器，防止因个别元件质量问题造成保护误动。我们认为方案是可行的。对于LFL—40负序过流保护，厂家已进行了改进，改进产品型号为LFL—44，86年底已通过鉴定，并投入生产。但LFL—40产品在现场运行还比较多，请各用户根据各自情况，可参照此方案进行改进。

由于我国电力工业的迅速发展，大型同步发电机越装越多，大机组保护的重要性也越来越明显。当系统发生不对称短路或非全相运行时，将有负序电流流过发电机的定子绕组。该电流在发电机的气隙中建立负序旋转磁场，在发电机转子中产生两倍额定频率的感应电流，造成转子表面附加发热，转子端部局部高温，以致损坏发电机转子甚至整个发电机。所以，大型发电机负序过流保护是必不可少的。就我厂的20万千瓦发电机来说，均采用了许昌继电器厂生产的LFL—40型负序电流延时继电器组成的负序过流保护。近几年运行中多次动作，仅据*1、*2机组1982年至1987年的统计，共动作6次，就有四次是明显的误动作，现将误动情况简要介绍如下：

第一次误动作是1984年3月4日8点7分，当时*1发电机在小修，*1主变压器作110kV与220kV联网运行。事故原因，认为是震动引起，便采取了防震措施。

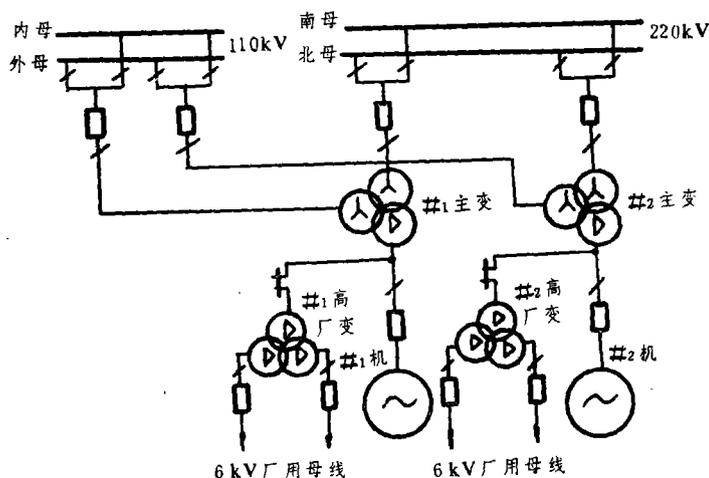


图1 1*、2*机组电气一次接线示意图

第二次误动作是1985年3月20日6点52分*2机在运行中，系统无故障，*2机负序过流保护信号部分未出信号，反时限部分动作。经事故后检验未发现问题，后送河南电力

试验研究所和我们共同查问题，也未发现确切原因。厂家认为继电器内部的微型密封中间继电器2J特性不好，进行了更换。

第三次误动作是1987年5月25日15点30分，*1机在运行中，系统无故障，*1机负序过流保护信号部分未出信号，反时限部分动作。事故后，先后对继电器本身及有关二次回路进行了检查，未发现确切原因。

第四次误动作是1987年8月23日10点4分*1机在运行中，系统无故障，负序过流保护信号部分未出信号，反时限部分动作。事故后，我们再一次对继电器进行检查者试验，继电器信号部分正常（0.31A延时9秒动作），试验记录从略。其反时限部分试验记录如下：

一、动作值校验：

方案二次正定值0.72A，用单相法试验（以下均为单相法）。

继电器端子①、③加电流，动作电流为0.84A；

继电器端子③、⑤加电流，动作电流为0.84A；

继电器端子①、⑤加电流，动作电流为0.88A；

实际动作值比整定值大0.12~0.16A。

二、反时限部分K值检验：

方案值 $k = 7$ ， $I_2 = 3.6A$ （ I_2 —发电机二次额定电流。发电机电流互感器变比为12000/5）。

模拟AC短路，继电器端子①⑤加电流为 $3.6 \times \sqrt{3} = 6.24A$ 。

实测三次，分别是7.23、7.22、7.23

实际值比方案值大0.22~0.23

三、反时限特性曲线录制

继电器端子①⑤加电流，结果如表1：

表 1

I_{2*}	0.3	0.5	0.7	1	1.5
$I (A)$	1.083	1.8	2.52	3.6	5.4
$I \times \sqrt{3} (A)$	1.87	3.12	4.4	6.24	9.35
$t (s)$		测不出		7.23	5.01
上次定检时 $t (s)$	89	28.54	13.7	6.91	2.97
上次定检时 K值	8.01	7.13	6.71	6.91	6.68

表1中， I_{2*} —负序电流有效值的标么值（以发电机的额定电流为基值）。

k —发电机允许过热的时间常数，其值与发电机的型式和冷却方式有关 $k = I_{2*}^2 \cdot t$ 。

从上述结果看，4.4A时继电器触点接触不好，已测不出时间。与上次定期检验相比，即与1986年发电机大修，继电器进行全部定期检验记录相比，时间特性明显变长变坏。

后来，我们对该继电器进一步检查，更换2J后试验如下：

一、反时限K值检验：

- ①、③加电流6.24A，实测三次为：7、6.99、6.97；
- ①、⑤加电流6.24A，实测三次为：7.4、8.5、8；
- ③、⑤加电流6.24A，实测三次为：7.7、7.78、7.75。

二、反时限特性曲线录制：

继电器端子①③加电流，结果如表 2：

表 2

I_2^*	0.3	0.5	0.7	1	1.5
I (A)	1.083	1.8	2.52	3.6	5.4
$I \times \sqrt{3}$ (A)	1.87	3.12	4.4	6.24	9.35
t (s)	112.4	32.5	14.7	7.1	3.5
K	10.1	8.13	7.2	7.1	7.8

上述试验结果表明：继电器定值变大，时间变长，会出现拒动。实际是误动。所以继电器误动原因未找到。我们更换2J后，将接下来的2J进行检查，当用1000V摇表测其触点间绝缘时，发现有一次导通，后多次测量虽然良好，但是2J的问题不能排除。

再从动作原理上分析如下：该继电器原理接线如图 2 所示。

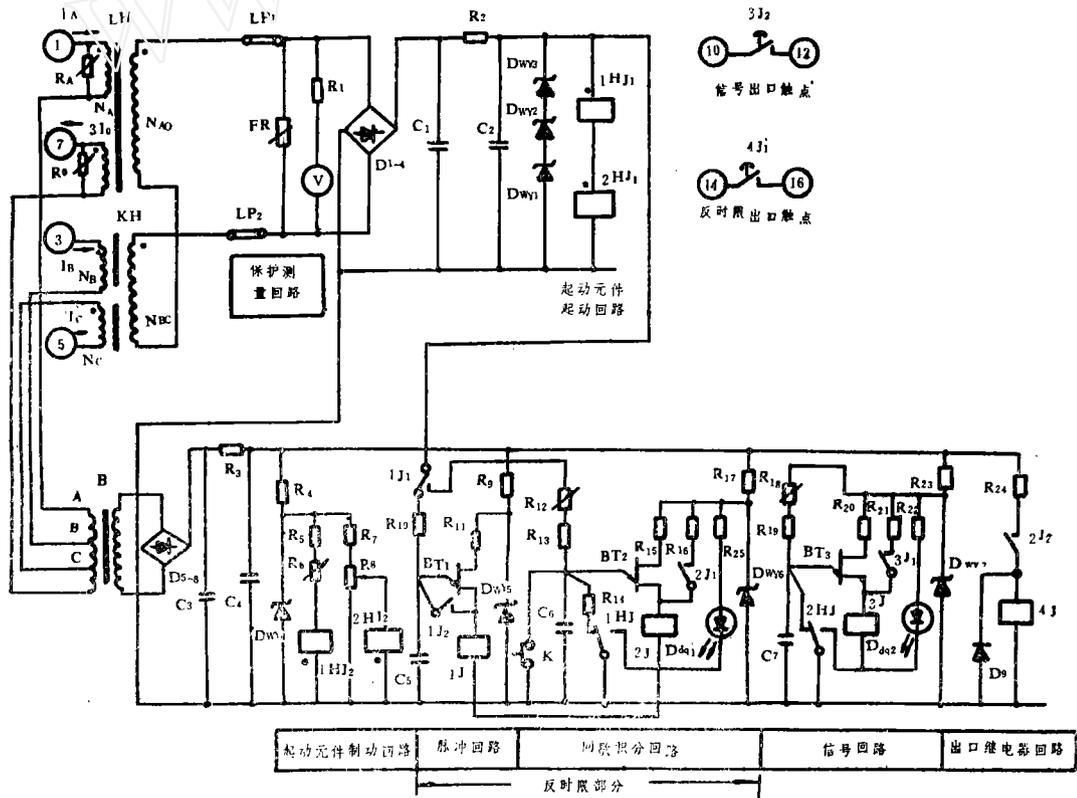


图 2 LFL—42型负序电流延时继电器原理接线图

从图2看,反时限部分由脉冲回路和间歇积分回路组成。当发生非对称故障,出现负序电流时,负序滤过器有输出电压 $U_{\text{出}}$,当 $U_{\text{出}}$ 达到一定值时,起动元件中的极化继电器1HJ起动,它在间歇积分回路中的触点1HJ动作。与此同时 $U_{\text{出}}$ 开始给脉冲回路中的电容器 C_1 充电。当 C_1 上的电压上升到单结晶体管 BT_1 的峰点电压时, BT_1 导通, C_1 开始对微型中间继电器1J放电,放电回路为: C_1 正电侧 $\rightarrow BT_1$ 发射极 $\rightarrow BT_1$ 第一基极 $\rightarrow 1J$ 线圈 \rightarrow 间歇积分回路中的1HJ动合触点(此时1HJ已动作,此触点是闭合的) $\rightarrow C_1$ 负电侧,使1J动作。1J动作后, $U_{\text{出}}$ 不再给 C_1 充电,而改为给间歇积分回路中的电容器 C_2 充电。当 C_2 放电到一定值时,1J返回, $U_{\text{出}}$ 又开始给 C_2 充电,同时对 C_1 的充电停止。因此对 C_1 的充电是间歇性的。当 C_2 上的电压积累到 BT_2 的峰点电压时, BT_2 导通, C_2 对微型中间继电器2J放电。放电回路为: C_2 正电侧 $\rightarrow BT_2$ 发射极 $\rightarrow BT_2$ 第一基极 $\rightarrow 2J$ 线圈 \rightarrow 间歇积分回路中的1HJ动合触点 $\rightarrow C_2$ 负电侧,使2J动作。2J动作后其触点2J₂闭合,使小型继电器4J动作。4J的触点接在反时限出口回路中,发出跳闸脉冲。如果负序电流很大,则 $U_{\text{出}}$ 也高,电容器 C_1 充电至 BT_1 导通,2J动作所需的时间就短,反之,负序电流较小时,使2J动作所需的时间就长,继电器具有反时限特性。从这里不难看出,仅反时限部分,就有1J、2J、4J,3只微型密封中间继电器。这些继电器触点距离极近,又不易调正,且在反时限出口回路中只有4J一对触点,运行中2J或4J触点只要瞬间导通,就会造成保护误动作。为了防止误动,在反时限出口回路中应增加闭锁回路。而闭锁触点的选用曾考虑过以下几个方案:

其一,在本继电器外部再增加一只闭锁继电器,选用DL—6型负序电流继电器,其交流电流回路与本继电器串联,其触点串接在反时限出口回路中进行闭锁。由于DL—6型继电器的体积和消耗功率都比较大,不仅不便于在保护屏上安装,而且又加大了电流互感器二次负担。同时DL—5型属于定时限负序过流保护,与本继电器的反时限特性在整定值上不好配合,所以这一方案未采用。

其二,在本继电器内部增加闭锁;经过反复考虑,用起动元件1HJ的触点进行闭锁为最好。但是,1HJ是极化继电器,只有一对切换触点,用在间歇积分回路中。为此,将其触点取出,用它起动1只小型密封中间继电器5J,用5J的一对切换触点接在间歇积分回路中,代替原1HJ切换触点的作用,用5J另一对动合触点串接在反时限出口回路中,作为闭锁触点。同时,为了监视反时限回路是否动作,又增加了反时限信号回路,现将改进后的原理接线图划出,如图3所示。

经过改进并对有关元件参数进行调正,就能满足原继电器的技术特性。*1机负序过流继电器改进后的试验记录如下:

1.信号部分负序动作电流整定

方案:0.31A。①③端子加电流,动作电流为0.31A,返回电流为0.177A,返回系数是0.57。

③⑤端子加电流,动作电流为0.31A

①⑤端子加电流,动作电流为0.32A

2.反时限部分负序动作电流整定

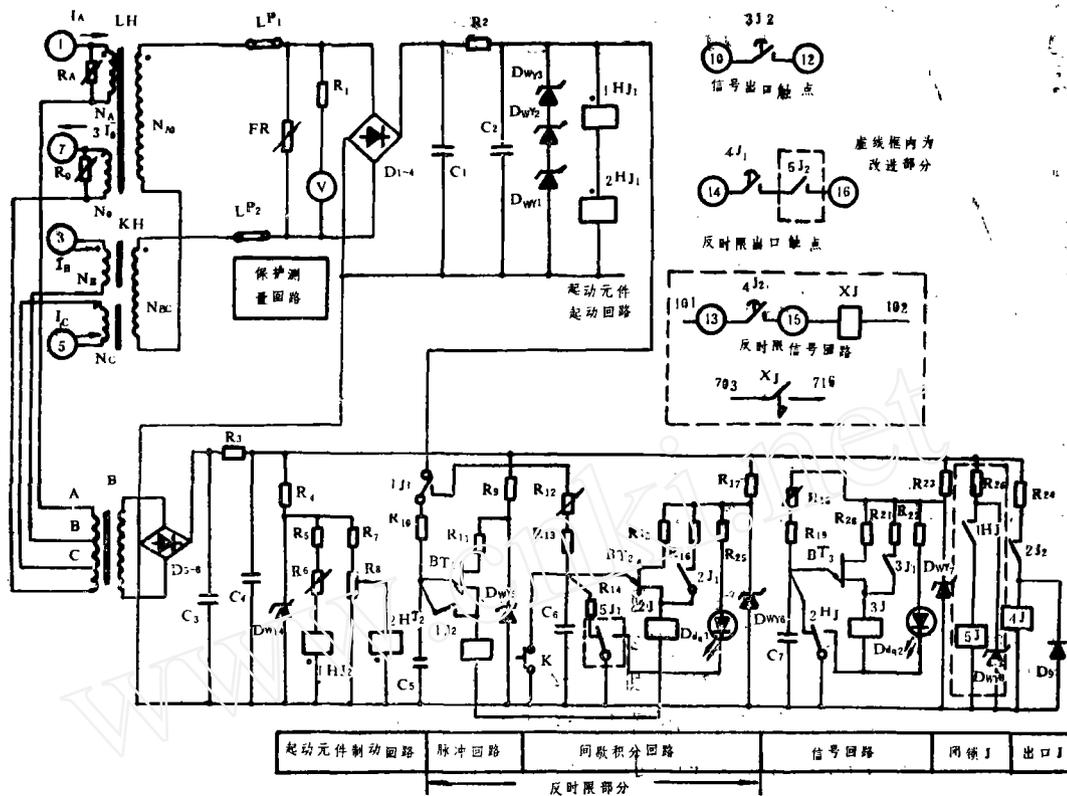


图3 LFL-42型负序电流延时继电器改进后原理接线图

方案: 0.72A

①③加电流, 动作电流为0.72A

③⑤加电流, 动作电流为0.72A

①⑤加电流, 动作电流为0.72A

3. 信号部分延时试验方案9s

①③加动作电流, 测时间为8.85, 9.4, 8.7, 平均是8.98s

4. 反时限部分k值整定方案k = 7

加电流 $3.6 \times \sqrt{3} = 6.24A$

①③加电流, 测时间为: 6.95, 6.95, 7.06, 平均6.99s。

③⑤加电流, 测时间为: 6.96, 6.86, 6.85, 平均6.89s。

①⑤加电流, 测时间为: 6.77, 6.77, 6.77, 平均6.77s。

5. 反时限特性曲线录制

①③加电流, 试验结果如表3。

