

## DGT801B-704 发电机变压器组保护的调试方法

--2008年4月14日 广州昂立公司

## 一. 发电机失步保护

## 1, 保护原理

DGT801 系列装置中提供的失步保护，反应电机机端测量阻抗的变化轨迹，动作特性为双遮挡器。见图6-14-1 所示。

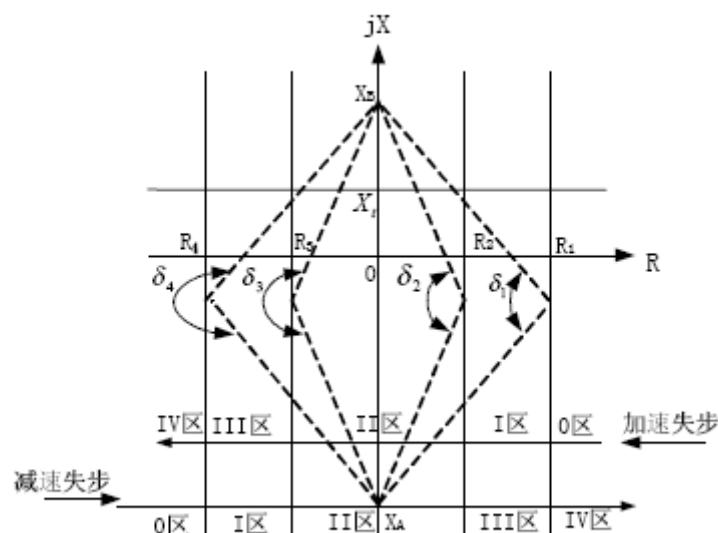


图 6-14-1 发电机失步保护动作特性及过程图

在图6-14-1中

$X_t$  ——电抗整定值；

$R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ ——电阻整定值；

$X_B = X_S + X_T$  ( $X_S$  ——系统电抗；  $X_T$  ——主变电抗)；

$X_A = -X'_d$  ( $X'_d$ ——发电机暂态电抗)。

由图6-14-1可以看出：电阻线 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 及电抗线 $X_t$  将阻抗复平面分成0~4 共5个区。发电机失步后，当机端测量阻抗较缓慢地从+R 向-R 方向变化，且依次由0 区→I 区→II 区→III 区→IV 区穿过时，判断为加速失步；而当测量阻抗由-R方向向+R方向变化，且依次穿过各区时，就判断为减速失步。

如上所述，测量阻抗依次穿过五个区后记录一次滑极。当滑极次数累计达到整定值时，便发出跳闸命令。

双遮挡器原理的失步保护逻辑框图如图6-14-2所示。

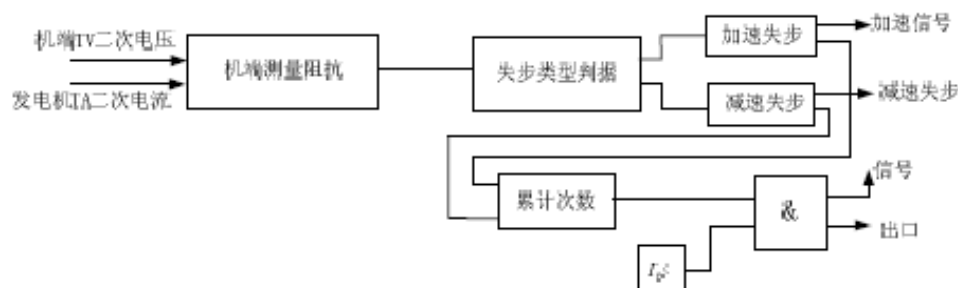


图 6-14-2 失步保护逻辑框图

## 2, 接线方式

(1) 三相电压接至保护的机端TV 三相电压，三相电流接至保护的发电机TA 三相电流，

(2) 开入接点 A 接至失步保护跳闸出口接点。

### 3, 保护设置

(1) 定值清单

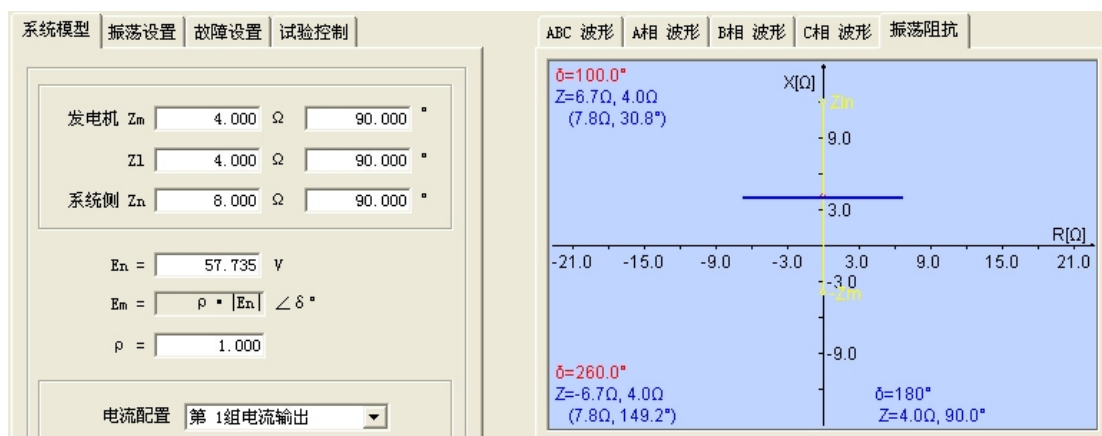
名称	电抗值	各区边界电阻值				各区停留时间				滑极次数
符号	$X_t$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	N
数值	5	4	2	-2	-4	0.1	0.1	0.1	0.1	1
单位	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	S	S	S	S	次

(2) 把“失磁和失步”保护投入

### 4, 测试仪设置

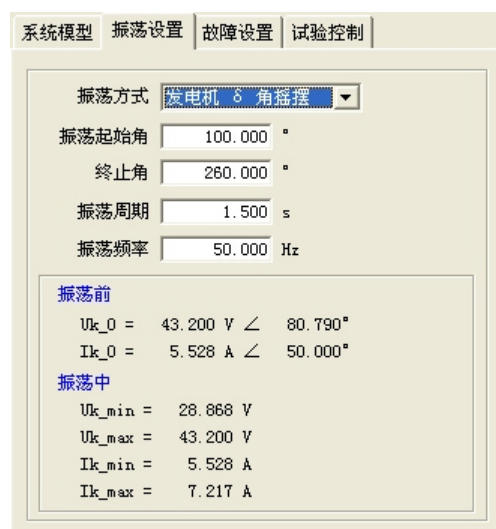
(1) 进入“功率振荡”菜单；

(2) 功率振荡菜单设置如下：



设置说明：

① 设置系统模型中阻抗  $Z_m$ ,  $Z_l$ ,  $Z_n$  的幅值（相角均为  $90^\circ$ ），以保证计算出的振荡中心阻抗  $Z < \text{电抗定值 } X_t$  ( $5 \Omega$ )，根据以上设置，计算出的振荡中心阻抗  $Z = 4.0 \Omega$ ,  $90^\circ$  ( $\delta = 180^\circ$ )。



设置说明：

① 设置振荡的起始角和终止角，以保证发电机失步后，当机端测量阻抗较缓慢地从+R向-R方向变化，且依次由0区→I区→II区→III区→IV区穿过。根据以上设置：当振荡起始角  $\delta = 100^\circ$  时，对应的振荡阻抗  $Z = 6.7 \Omega + j4.0 \Omega$  ( $7.8 \Omega$ ,  $30.8^\circ$ )，大于

电阻定值  $R1=4\ \Omega$ ；当振荡起始角  $\delta=260^\circ$  时，对应的振荡阻抗  $Z=-6.7\ \Omega+j4.0\ \Omega$  ( $7.8\ \Omega$ ,  $149.2^\circ$ )，小于电阻定值  $R4=-4\ \Omega$ ；

- ② 设置好振荡周期，为保证测量阻抗在各个区所停留的时间大于各时间定值，一般设置为振荡周期  $t>2*\text{总时间定值}$  ( $T1+T2+T3+T4$ )；
- ③ 振荡频率设为 50Hz。

设置说明：

- ① 根据实际的开入量接线方式，设置开入接点A为“跳A接点”；
- ② 总试验限时根据滑极次数及振荡周期进行设置，以保证能满足滑极次数。一般可以按以下方程进行整定： $T(\text{总试验限时})=N(\text{滑极次数}) * t(\text{振荡周期})$ 。

## 5. 测试结果：

根据以上设置，保护报“发电机失步-加速失步”“发电机失步-跳闸”。

注：只调换振荡的起始角和终止角设置值，其他参数不变，重新开始试验，保护报“发电机失步-减速失步”“发电机失步-跳闸”。

## 二、发电机失磁保护（阻抗原理）

### 1. 保护原理

阻抗型失磁保护，通常由阻抗判据 ( $Z_g<$ )、转子低电压判据 ( $V_{fd}<$ )、机端低电压判据 ( $U_g<$ )、系统低电压判据 ( $U_n<$ ) 及过功率判据 ( $P>$ ) 构成。

(a) 阻抗判据

在DGT801 系列装置中，阻抗判据动作特性见图6-12-1。可知，根据需要整定不同的阻抗圆圆心和半径可以获得静稳边界阻抗园(图中1 边界)，或异步边界阻抗园(图中3 边界)，或过原点的下抛阻抗园(图中2 边界)，或用过原点的两根切线切去一部分阻抗以满足进相运行，或用进相无功切线切去一部分阻抗以满足进相要求。

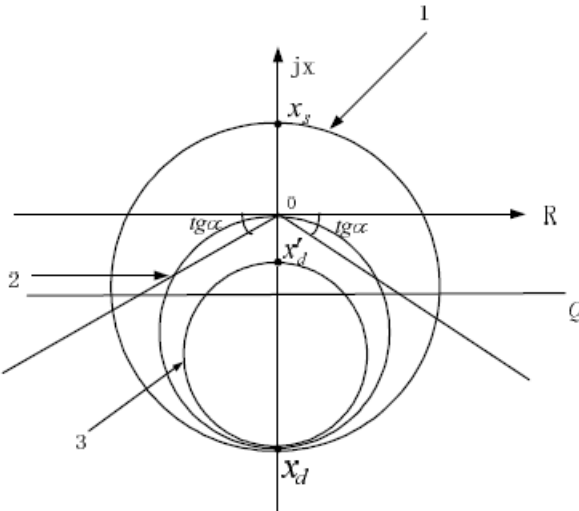


图 6-12-1 失磁保护阻抗园特性

在图 6-12-1 中

- $x_s$ ——系统阻抗；
- $x_d$ 、 $x_d'$ ——发电机同步电抗和暂态电抗；
- $Q$ 、 $tg\alpha$ ——失磁保护整定值，见表 6-12。

阻抗型失磁保护的逻辑框图如图 6-12-3 所示

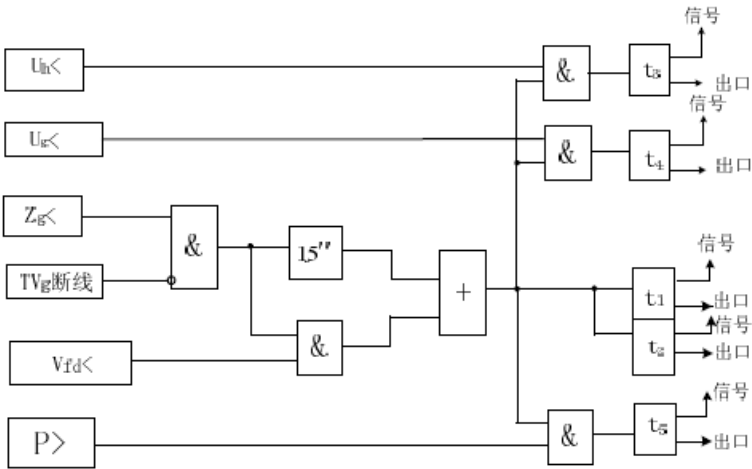


图 6-12-3 阻抗型失磁保护框图

2、接线方式

- (1) 将测试仪的 A、B、C 三相电压接至保护装置的机端侧 TV 三相电压端子；将测试仪的 A、B、C 三相电流接至保护装置的机端侧 TA 三相电流端子；
- (2) 将失磁保护的跳闸动作接点接至测试仪的开入接点 A；

3、保护设置

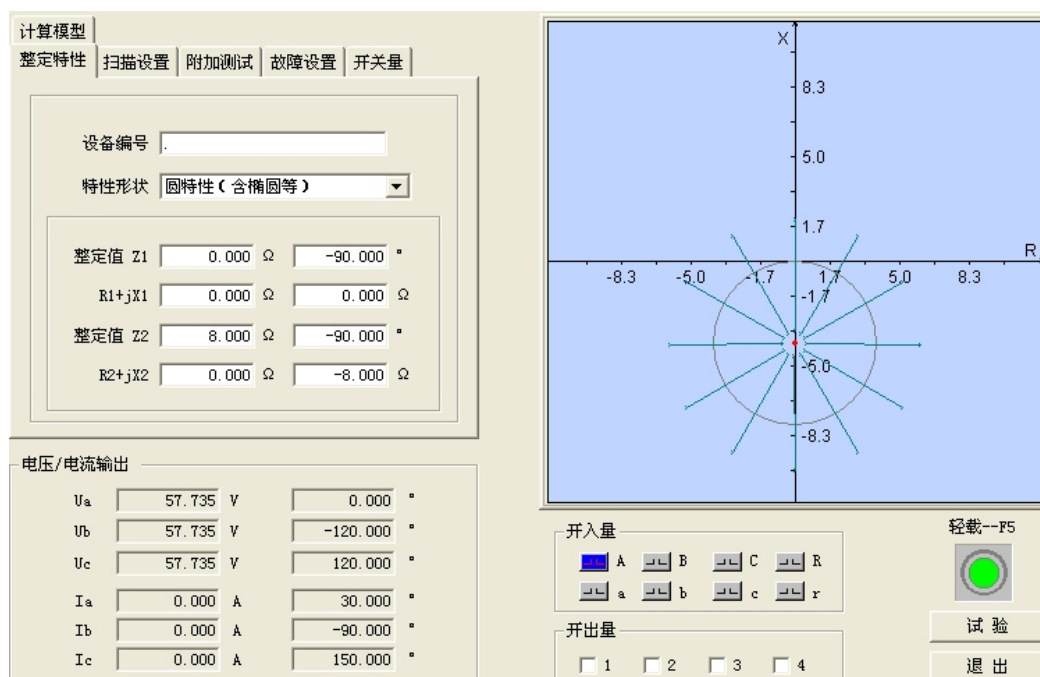
(1) 整定值：

定值名称	定值符号	定值	单位
阻抗园园心（负值）	$-X_c$	-4	$\Omega$
阻抗园半径	$X_r$	4	$\Omega$
动作时间	$t_1$	0.1	S

(2) 把“失磁失步保护”投入

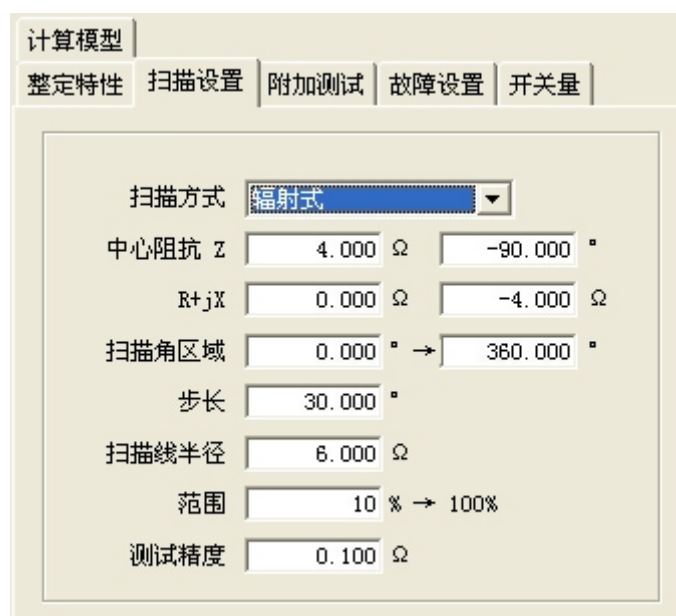
#### 4，测试仪设置

- (1) 进入“阻抗/方向继电器”菜单，选择“阻抗特性（动作边界特性）”；
- (2) “阻抗特性（动作边界特性）”菜单设置如下：



设置说明：

- ① 特性形状：选为“园特性（含椭圆等）”；
- ② 根据阻抗园园心（ $-4 \Omega$ ），设置整定值  $Z1=0 \angle -90^\circ$ ， $Z2=8 \angle -90^\circ$ ，计算出的中心阻抗为  $4 \angle -90^\circ$ 。



设置说明：

- ① 扫描方式：选为“辐射式”；
- ② 扫描角区域为  $0.000^\circ$  至  $360.00^\circ$ ；
- ③ 步长为  $30.000^\circ$ ；
- ④ 扫描线半径为  $6.000 \Omega$ ；

- ⑤ 范围为 10%至 100%;
- ⑥ 测试精度为 0.100  $\Omega$ 。

计算模型 | 整定特性 | 扫描设置 | 附加测试 | 故障设置 | 开关量

故障前时间 5.000 s

故障时间 0.300 s

间断时间 0.000 s

故障类型 三相短路

故障方向 ☒ 正向 ☐ 反向

负荷电流 0.000 A

角度 -30.000 °

设置说明:

- ① 故障前时间: 设为 5.0s, 大于保护的复归时间;
- ② 故障时间: 设为 0.3s, 大于保护的动作时间;
- ③ 间断时间: 设为 0.0s;
- ④ 故障类型: 选为“三相短路”;
- ⑤ 故障方向: 选为“正向”;
- ⑥ 负荷电流, 角度: 暂不考虑。

计算模型 | 整定特性 | 扫描设置 | 附加测试 | 故障设置 | 开关量

动作接点 A 接点

电流配置 第 1 组电流输出

辅助直流 Uyz 220.000 V ☐ 有效?

设置说明:

- ① 动作接点: 根据实际的开入量接线方式, 选为“A 接点”;
- ② 电流配置: 根据实际的电流接线方式, 选为“第 1 组电流输出”;

整定特性

扫描设置

附加测试

故障设置

开关量

计算模型

测试特性

静态特性

额定电压

57.735

V

频率

50.000

Hz

短路电流

5.000

A

电源阻抗  $Z_s$

1.000

$\Omega$

90.000

$^\circ$

补偿系数  $K_s$

0.670

$\angle$

0.000

补偿系数  $K_L$

设置方式

$(Z_0 - Z_1) / 3Z_1$

幅值 =

0.670

角度 =

0.000

- 设置说明：
- ① 额定电压：57.735V，频率为 50Hz；
  - ② 短路电流：设为 5.0A；
  - ③ 补偿系数  $K_L$ ：暂不考虑。
- 注：在该试验中，暂不考虑“附加测试点”的设置。

5. 试验结果

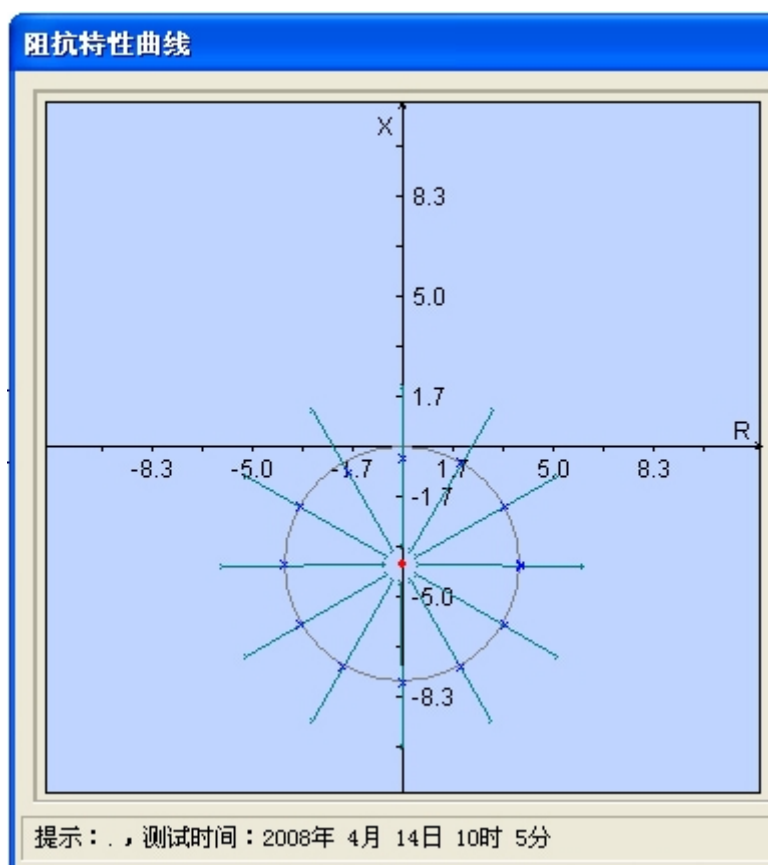
根据以上设置，保护报“失磁保护”动作。  
试验结果参看以下试验报告：

a) 测试报告(文本方式)

设备编号：.  
测试菜单：x/φ阻抗特性  
测试时间：2008年 4月 14日 10时 5分  
整定特性：圆特性（含椭圆等）  
整定阻抗：Z1 = 0.000 $\angle$ -90.000 欧  
              Z2 = 8.000 $\angle$ -90.000 欧  
故障类型：三相短路（正向故障）

序 号	边界阻抗	角 度
1	5.639 欧	-45.180 度
2	3.988 欧	-30.311 度
3	2.064 欧	-15.670 度
4	0.447 欧	-90.000 度
5	2.002 欧	-152.549 度
6	3.946 欧	-148.625 度
7	5.580 欧	-134.206 度
8	6.834 欧	-119.541 度
9	7.622 欧	-104.787 度
10	7.891 欧	-90.000 度
11	7.622 欧	-75.213 度
12	6.907 欧	-60.104 度
13	5.639 欧	-45.180 度

## b) 测试报告(图形方式)



## 三. 发电机定子匝间保护

## 1, 保护原理

该保护反映的是发电机纵向零序电压的基波分量，并用其三次谐波增量作为制动量。

纵向零序电压取自机端专用TV的开口三角输出端。

保护采用两段式：I段为次灵敏段，II段为灵敏段。动作方程

$$3U_0 > 3U_{0h} \quad \dots\dots\dots (6-6-1)$$

$$\begin{cases} 3U_0 > 3U_{0r} \\ (3U_0 - 3U_{0r}) > K_z (U_{03op} - U_{03on}) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (6-6-2)$$

式中

$3U_0$ 、 $3U_{03o}$  ——零序电压基波和三次谐波计算值；

$3U_{0h}$ 、 $3U_{0h}$ 、 $K_z$ 、 $U_{03on}$  ——纵向零序电压式匝间保护整定值，见表 6-6。



保护的逻辑框图如图 6-6-2 所示。

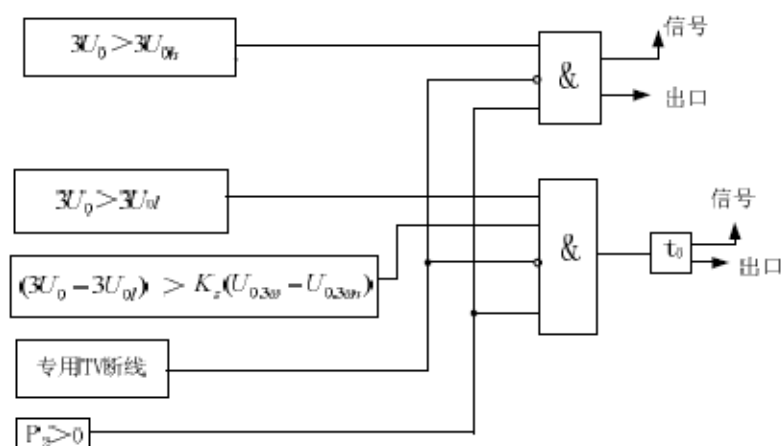


图 6-6-2 纵向零序电压式匝间保护逻辑框图

在图 6-6-2 中  $P_2$ ——负序功率方向判据；

$t_0$ ——短延时；

## 2, 接线方式

- (1) 将测试仪的 A、B、C 三相电压同时接至保护装置的机端侧 TV 和专用 TV 的三相电压端子；将测试仪的 A、B、C 三相电流接至保护装置的机端侧 TA 三相电流端子；将测试仪的第四相电压  $U_x$  接至专用 TV 的零序电压端子；
- (2) 将定子匝间 P2 保护的跳闸动作接点接至测试仪的开入接点 A；

## 3, 保护设置

- (1) 整定值：

名称	动作电压		压差	三次谐波额定值	三次谐波制动系数	延时	功率动作方向
	高定值	低定值					
符号	$3U_{0h}$	$3U_{0l}$	$\Delta U$	$U_{03wn}$	$K_z$	$t_0$	$P_{ZF}$
数值	5	2	8	0.5	0.5	0.1	0
单位	V	V	V	V	/	S	控制字

- (2) 把“定子匝间 P2”保护投入

## 4, 测试仪设置及试验结果

### (一)：次灵敏电压保护

- (1) 进入“电压/电流（交流）”菜单；
- (2) “电压/电流（交流）”菜单参数设置如下：

$U_A=8.0V \angle 0^\circ$ ， $U_B=57.735V \angle -120^\circ$ ， $U_C=57.735V \angle 120^\circ$ ，

$I_A=5A \angle -90^\circ$ ， $I_B=0A$ ， $I_C=0A$ ，

$U_x$  设为 4V，

开始试验：在“电压电流”菜单中，按 START 按钮，确认输出后， $U_x$  以 0.1V 的步长增加输出，直至保护动作出口。

### (二)：灵敏段电压保护

- (1) 进入“谐波试验”菜单；
- (2) “谐波试验”菜单参数设置如下：

$U_A=8.0V \angle 0^\circ$ ， $U_B=57.735V \angle -120^\circ$ ， $U_C=57.735V \angle 120^\circ$ ，

$I_A=5A \angle -90^\circ$ ， $I_B=0A$ ， $I_C=0A$ ，

$U_x$  设为 4V， $U_x$  中叠加三次谐波量为：6V。

开始试验：在“谐波试验”菜单中，按START按钮，确认输出后，U<sub>x</sub>中的三次谐波以0.1V的步长减小输出，直到保护动作。

#### 四. 过激磁保护（包括发电机、变压器）

##### 1, 保护原理

过激磁保护反映的是过激磁倍数，而过激磁倍数等于电压与频率之比。发电机或变压器的电压升高或频率降低，可能产生过激磁。即

$$U_f = U/f = \frac{B}{B_e} = \frac{U_*}{f_*} \quad \dots\dots\dots (6-17-1)$$

式中  $U_f$  ——过激磁倍数；

$B$ 、 $B_e$  ——分别为铁芯工作磁密及额定磁密；

$U$ 、 $f$ 、 $U_*$ 、 $f_*$  ——电压、频率及其以额定电压及额定频率为基准的标么值。

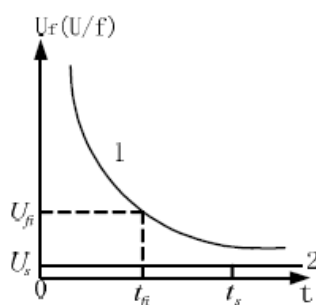


图 6-17-1 过激磁保护动作特性

过激磁保护构成的逻辑框图，如图 6-17-2 所示。

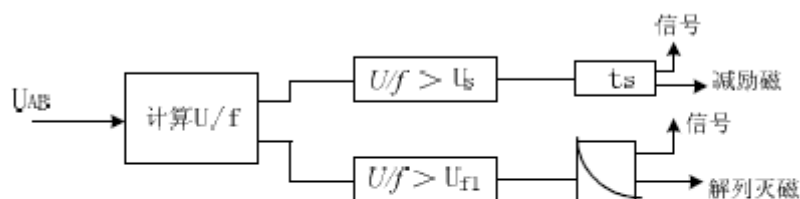


图 6-17-2 发电机或变压器过激磁保护逻辑框图

图中  $U_{AB}$  ——发电机或变压器相间电压（TV 二次值）；

$U_s$ 、 $t_s$ 、 $U_{f1}$  ——保护整定值，见过激磁保护定值表 6-17。

##### 2, 接线方式

- (1) 将测试仪的 A、B 相电压接至保护装置的机端侧 TV 的 A、B 相电压端子；
- (2) 将过激磁保护的跳闸动作接点接至测试仪的开入接点 A；

##### 3, 保护设置

(1) 整定值：

序号	定值名称	数值	序号	定值名称	数值
01	倍数U <sub>f1</sub>	1.1	02	时间t <sub>f1</sub>	2.0 s
03	倍数U <sub>f2</sub>	1.2	04	时间t <sub>f2</sub>	1.0 s
05	倍数U <sub>f3</sub>	1.3	06	时间t <sub>f3</sub>	0.5 s

07	倍数Uf4	1.4	08	时间tf4	0.1 s
09	倍数Uf5	1.5	10	时间tf5	0.0 s

(2) 把“过激磁”保护投入

#### 4, 测试仪设置

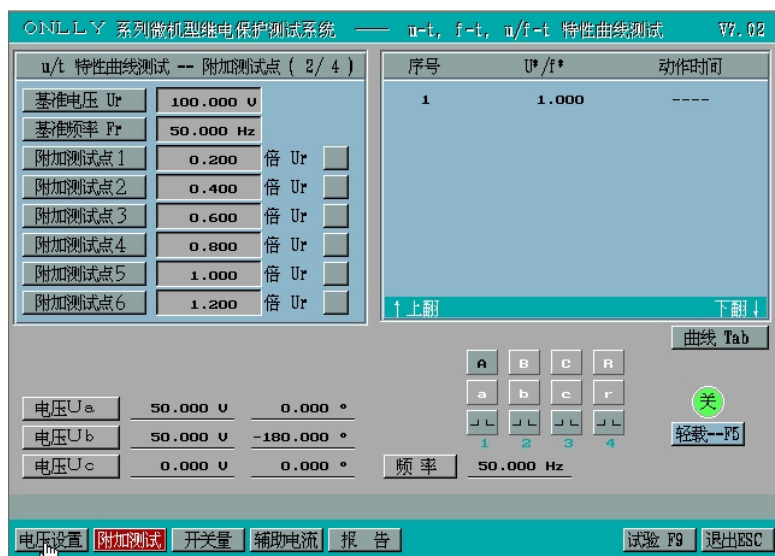
(1) 进入“反时限继电器特性”菜单，选择“u-t, f-t, u/f-t 特性”

(2) “u-t, f-t, u/f-t 特性”菜单设置如下：



设置说明：

- ① 变量选择：变量选择为“电压 U”，即试验过程中，固定频率 F，改变电压 U；
- ② U 输出方式：选择试验过程中，电压 U 的输出方式。程序提供了 8 种输出方式，由于过激磁保护原理中采用的是电压 Uab，故选择为“电压 Uab”；
- ③ 相角：试验过程中，电压输出的相位角（绝对相位），默认值为 0°；
- ④ U 变化范围：设定试验时所需要的测试电压的变化范围（起点，终点），根据整定值中的倍数 Uf，设定起点为“100.000V”，终点为“160.000V”；
- ⑤ 步长：电压的变化步长。试验时，测试电压从起点出发，以所设定的步长逐点变化，测试各电压点下过激磁保护的動作时间，设定为“5.000V”；
- ⑥ 每步时间：测试电压变化过程中，每一电压点所保持的最大测试时间。“每步时间”应大于过激磁保护整定值中所设定的最长延时（2.0s），故设为“2.500s”；
- ⑦ 故障前电压：测试仪在故障前时间内所输出的电压大小。一般此电压应能保证保护可靠返回，设为额定电压“100V”；
- ⑧ 故障前时间：为了保证下一个电压测试点测试之前保护可靠返回，每一个测试点输出之前均设置了一个故障前时间。故障前时间内，测试仪输出所设置的“故障前电压”，故障前时间一般应大于保护的复归时间，由于该保护无复归时间，故设为“1.000s”；
- ⑨ 频率：测试仪在整个试验过程中所输出的交流电压、电流频率，设为额定值 50Hz；



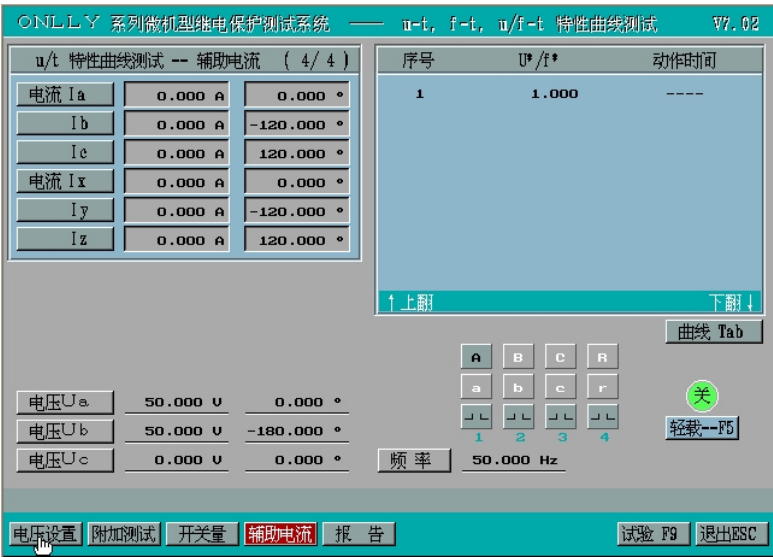
设置说明:

- ① 变量选择: 变量选择为“电压U”, 即试验过程中, 固定频率F, 改变电压U;
- ② U输出方式: 基准电压 $U_r$ 、基准频率 $F_r$ : 附加测试点的基准电压 $U_r$ 、基准频率 $F_r$ , 一般取保护的额定电压和额定频率。此处虽暂不设置附加测试点, 但由于计算公式 $B=U^*/f^*$ 中的 $U$ 、 $f$ 标幺值 $U^*$ 、 $f^*$ 是以额定电压、额定频率为基准计算出来的, 故基准电压 $U_r$ 设为“100.000V”, 基准频率 $F_r$ 设为“50.000Hz”;
- ③ 附加测试点1、2、3、4、5、6: 6个附加测试点, 必须选中(打“√”者)方进行测试, 此处暂不设置附加测试点;



设置说明:

- ① 动作接点: 根据实际的开入量接线方式, 选择为“A接点”。



设置说明：

① 电流：测试仪在整个试验过程中所保持的 6 相电流输出，此处暂不考虑；

5，试验结果

根据以上设置，保护报“过激磁保护”动作。

试验结果参看以下试验报告：

a) 测试报告(文本方式)

\*\*\*\*\* ONLY 系列继电保护测试系统测试报告 \*\*\*\*\*

设备编号：DGT801  
测试菜单：u-t, f-t, u/f-t 特性曲线测试  
测试时间：2007-12-24, 14:55:05  
测试项目：u/f-t 特性，变量选择：电压 U

序 号	U*/f*	动作时间 t
1	1.000	-----
2	1.050	-----
3	1.100	-----
4	1.150	1642.3 ms
5	1.200	1124.8 ms
6	1.250	822.3 ms
7	1.300	570.5 ms
8	1.350	367.9 ms
9	1.400	182.7 ms
10	1.450	99.3 ms
11	1.500	66.8 ms
12	1.550	59.1 ms
13	1.600	48.2 ms

b) 测试报告(图形方式)

