

GE-T35变压器差动保护的调试方法

差动保护是利用基尔霍夫电流定理工作的，当变压器正常工作或区外故障时，将其看作理想变压器，则流入变压器的电流和流出电流（折算后的电流）相等，差动继电器不动作。当变压器内部故障时，两侧（或三侧）向故障点提供短路电流，差动保护感受到的二次电流的和正比于故障点电流，差动继电器动作。

差动保护原理简单、使用电气量单纯、保护范围明确、动作不需延时，一直用于变压器做主保护。另外变压器保护还有线路差动保护、母线差动保护等等。

变压器差动保护是防止变压器内部故障的主保护。其接线方式，按回路电流法原理，把变压器两侧电流互感器二次线圈接成环流，变压器正常运行或外部故障，如果忽略不平衡电流，在两个互感器的二次回路臂上没有差电流流入继电器，即： $i_J = i_{bp} = i_I - i_{II} = 0$ 。如果内部故障，流入继电器的电流等于短路点的总电流。即： $i_J = i_{bp} = i_{II2} + i_{III2}$ 。当流入继电器的电流大于动作电流，保护动作断路器跳闸。

下面以ONLLY-A系列继电保护测试仪对GE-T35变压器差动保护进行校验。

原始资料：

(1) 差动保护方程：

差动电流是经幅值和相角补偿后各绕组电流的矢量之和：

$$I_d = \overrightarrow{I_{1comp}} + \dots + \overrightarrow{I_{6comp}} \quad (\text{等式 5.5})$$

制动电流是相同的内部补偿后各绕组中最大电流：

$$I_r = \max(|\overrightarrow{I_{1comp}}|, \dots, |\overrightarrow{I_{6comp}}|) \quad (\text{等式 5.6})$$

(2) 差动保护特性曲线图：

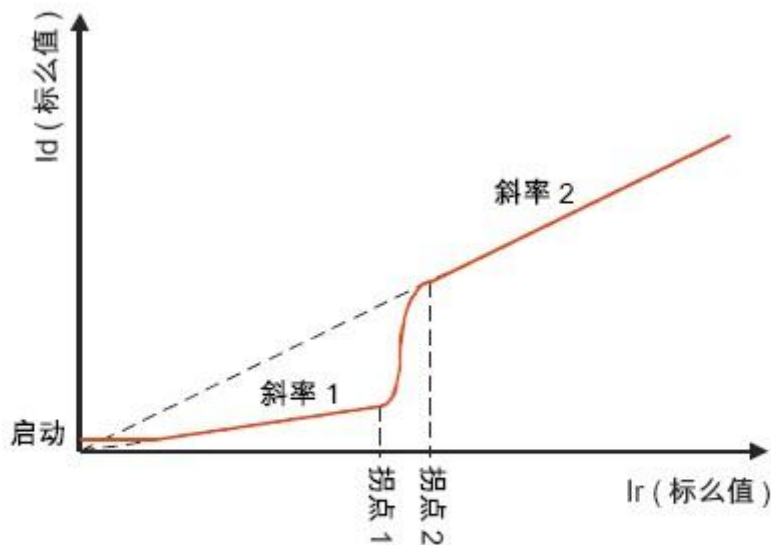


图 8-1: 差动制动特性曲线

(3) 差动保护定值：

变压器容量16000KVA 变比35/6.3 接线Y.d/11

变压器高压侧CT 300/1 低压侧CT2000/1

差动速断6 (PU) 比率差动启动值0.3 (PU)

比率制动斜率1 0.3 拐点1 2 (PU)

比率制动斜率2 0.8 拐点2 5 (PU)

二次谐波制动系数 0.2

下面以 ONLLY-A (LAN) 测试软件的差动菜单来介绍如何自动测试 GE-T35 的比率制动曲线。

(1) “保护设置” 设置界面：



其中：

- 1) 保护类别：选为变压器保护。
- 2) 变压器绕组数：设为双绕组。
- 3) 变压器接线：根据保护装置的变压器接线方式，设为 Y/Δ-11。

- 4) 相位校正方式：根据保护装置说明书，设为“保护内部 Y 侧校正”。
- 5) 参与试验绕组：根据实际接线，设为高压侧→低压侧。
- 6) 动作方程 I_d ：计算公式的选择一定要与保护装置的一致，根据（式 3-1）可知，动作方程 $I_d = |I_1 + I_2|$ 。
- 7) 制动方程 I_r ：计算公式的选择也一定要与保护装置的一致，根据（式 3-2）可知，制动方程 $I_r = \text{Max}(|I_1|, |I_2|) * K$ ， $K=1$ 。
- 8) I_1 侧系数 KP_1 ：即 Y 侧的补偿系数； I_2 侧系数 KP_2 ：即 Δ 侧的补偿系数。根据该保护说明书，选用“根据额定电压 U_n 和 CT 变比归算至高压侧”公式进行计算。计算结果为 $KP_1=1.0000$ ， $KP_2=1.2000$ 。

具体设置见下图：

保护各侧电流补偿系数辅助计算

保护类型：变压器保护

变压器接线：双绕组 Y/Δ-11

补偿系数 KP 计算方法：根据额定电压 U_n 和 CT 变比归算至高压侧

注： $KP_i = (U_{ni} / U_{nH}) * (CT_H / CT_i)$

额定容量 S_n ：16.000000 MVA

	高压侧 (H)	中压侧 (M)	低压侧 (L)
额定电压 U_n	35.000 KV	115.000 KV	6.300 KV
CT 变比	300.000	250.000	2000.000
额定电流 I_n'	0.880 A	0.321 A	0.733 A
补偿系数 KP	1.0000	2.7381	1.2000

参与本次试验的绕组：高→低

重新计算 确定 取消

（注意：该保护说明书上说补偿系数采用标么值算法，实质上经过换算，是采用“根据额定电压 U_n 和 CT 变比进行归算”，归算到二次额定电流大的那一侧。即如果高压侧二次额定电流大，则可直接选择 KP 计算公式为“根据额定电压 U_n 和 CT 变比归算至高压侧”；如果是低压侧二次额定电流大，KP 计算公式仍为“根据额定电压 U_n 和 CT 变比归算至高压侧”，然后把低压侧补偿系数 KP 手动修改为 1.0000，高压侧补偿系数 KP 根据比例关系，自动进

行修改。)

9) 根据界面中的提示, 进行两侧电流的试验接线。

(2) “测试项目” 设置界面:

保护设置 | 测试项目 | 试验控制 | 电流跟踪

测试项目: 比率差动 | 边界扫描

测试相别: 三相差动

测试点

选择	序号	状态	制动电流 Ir	动作边界(整定)
✓	1		0.000 A	0.300 A
✓	2		0.500 A	0.300 A
✓	3		1.000 A	0.300 A
✓	4		1.500 A	0.450 A
✓	5		2.000 A	0.600 A
✓	6		2.500 A	1.167 A
✓	7		3.000 A	1.733 A

添加 | 删除当前点 | 清空

保护定值

动作门槛: 0.300 A

速断: 6.000 A

制动系数 $Kzd = Id / Ir$

动作电流 Id 搜索范围

自动调整

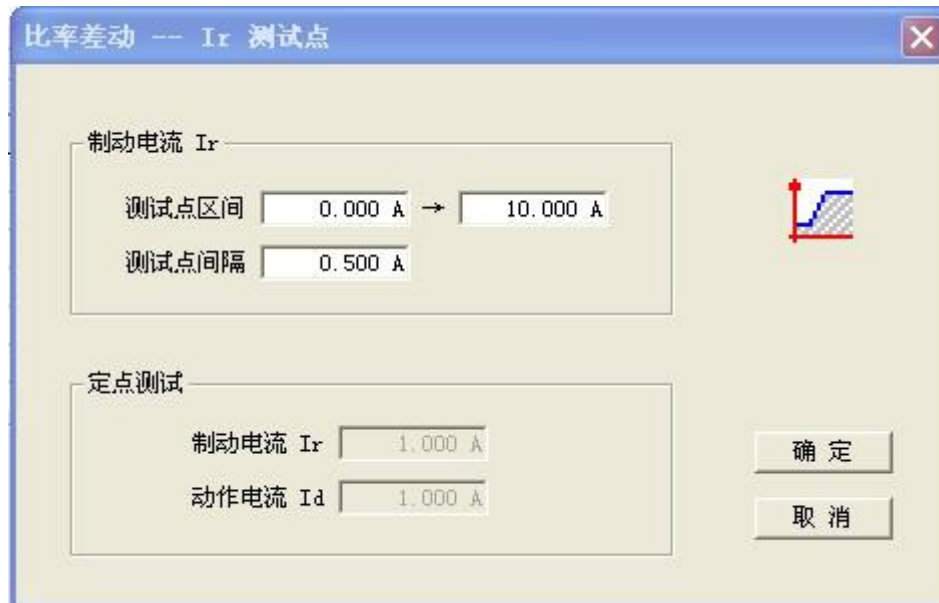
起点: 0.000 % * Ir

终点: 100.000 % * Ir

搜索精度: 0.001 A

其中:

- 1) 测试项目: 选为比率差动, 边界扫描。
- 2) 测试相别: 设为三相差动, 也可设为单相差动、两相差动。
- 3) 点击“添加”, 进行 Ir 测试点的设置。



测试点区间：根据需要设定 I_r 的起点和终点，一般应把拐点包含在内。故 I_r 的变化范围设为 $0.0A \rightarrow 10.0A$ 。

测试点间隔：即 I_r 从起点出发，每隔一个间隔选择一个制动点进行测试，即寻找该制动点下的动作电流，设为 $0.5A$ 。

4) I_d 动作门槛：取“比率差动启动值 $0.3A$ ”。

5) I_d 速断定值：取“差动速断电流 $6.0A$ ”。

6) “搜索起点、终点”：一般默认为 $0\%I_r \sim 100\%I_r$ 。

7) 搜索精度：设为 $0.001A$ ，可根据测试精度的需求进行修改。

8) K_{zd} ：选择比率制动系数 K 的计算公式，程序根据该公式，计算比率制动系数。由于该保护的比率制动特性曲线过原点，所以选为 I_d/I_r 。

(3) “试验控制”设置界面：

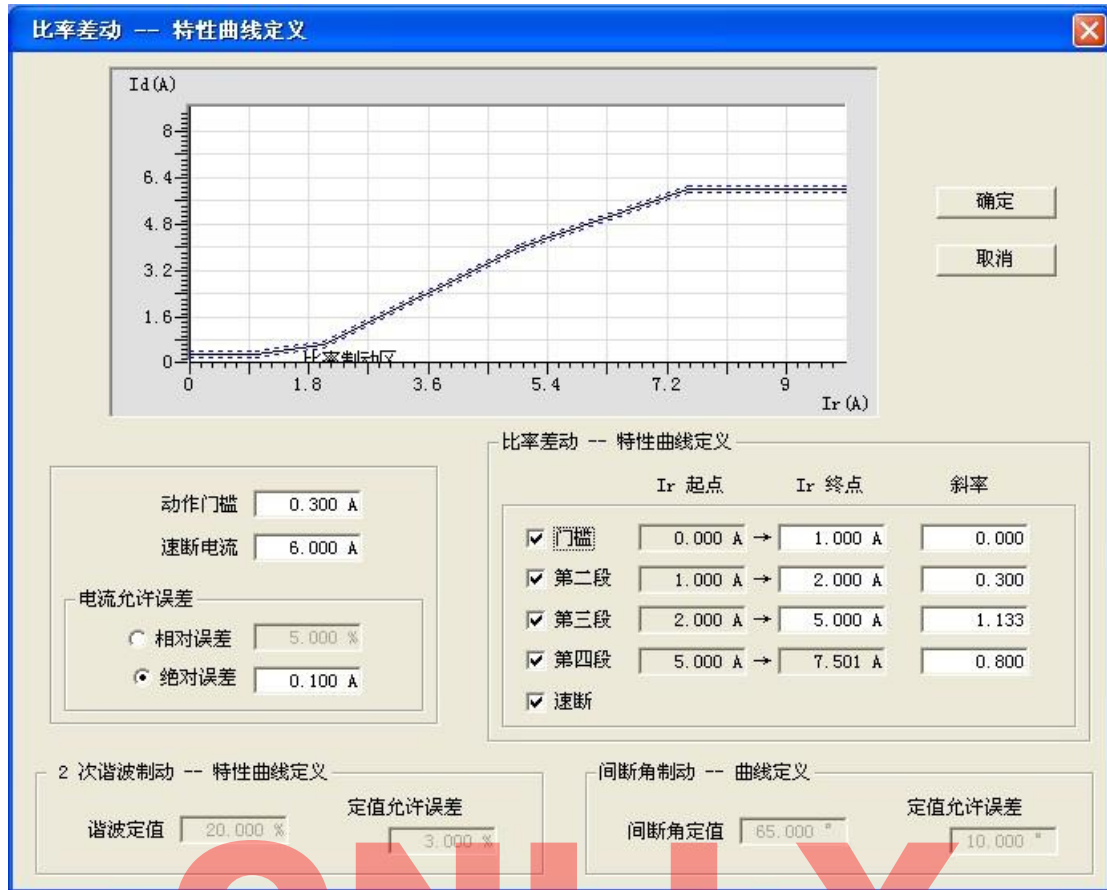


(4) 电流跟踪:

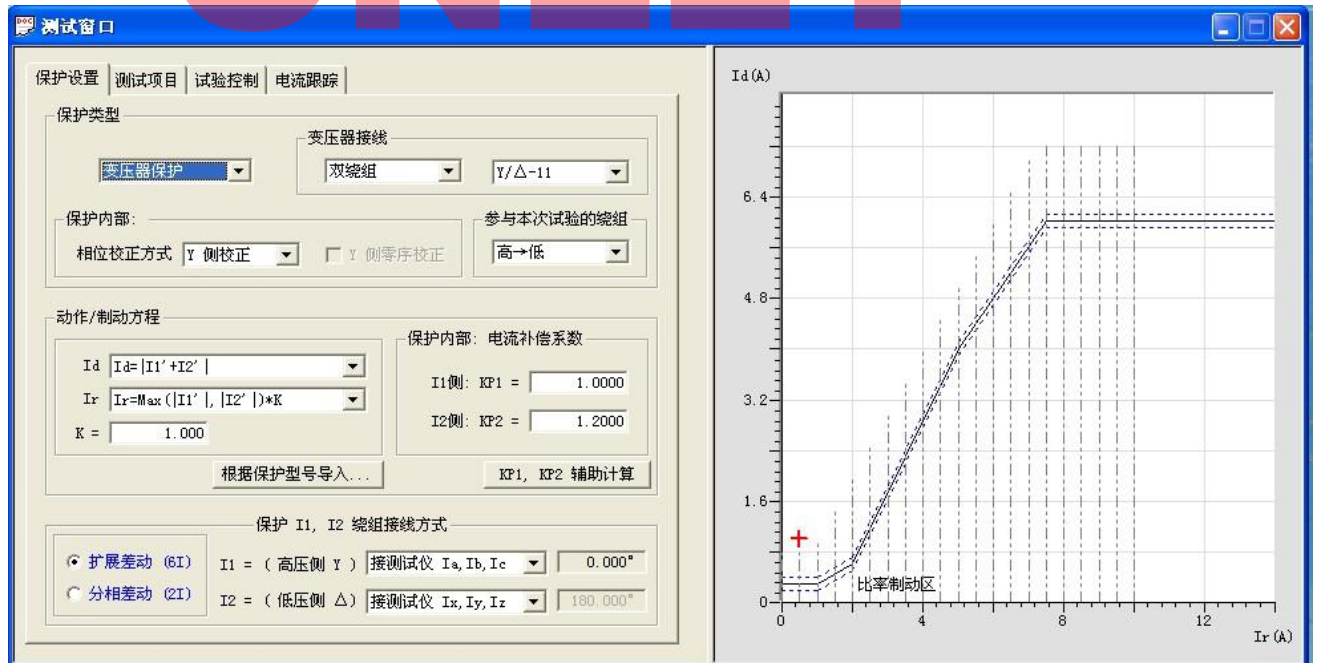
此界面实时显示试验过程中 6 路电流的输出情况, 以及对应的制动电流 I_r 和差动电流 I_d 值。

(5) “比率制动特性曲线”设置界面

在测试窗口右边图形区, 单击鼠标右键, 选择“曲线定义”, 进行比率制动曲线的设置:



(6) 所有设置完成后，界面如下：



(7) 测试结果（来自内蒙古某变电站的现场测试报告）

设备编号：31
 测试菜单：差动保护 — 扩展差动测试（6路电流）
 测试时间：
 保护配置：变压器保护，双绕组，Y/Δ-11 (D/Y-1)，
 相位补偿方式：保护内部Y侧校正
 动作方程： $I_d = |I_1 + I_2|$ ； $I_r = \text{Max}(|I_1|, |I_2|) * K$, $K = 1.0000$
 式中：补偿系数 $KP1 = 1.0000$, $KP2 = 1.2000$
 测试项目：比率差动（三相差动）
 制动系数： $K_{zd} = \Delta I_d / \Delta I_r$

序号	制动电流 I_r	动作电流 I_d	制动系数 K_{zd}
1	0.500 A	0.305 A	-----
2	1.000 A	0.305 A	0.000
3	1.500 A	0.451 A	0.293
4	2.000 A	0.602 A	0.301
5	2.500 A	0.850 A	0.496
6	3.000 A	1.418 A	1.137
7	3.500 A	2.099 A	1.361
8	4.000 A	2.719 A	1.240
9	4.500 A	3.463 A	1.488
10	5.000 A	3.936 A	0.945
11	5.500 A	4.399 A	0.927
12	6.000 A	4.799 A	0.800
13	6.500 A	5.199 A	0.800
14	7.000 A	5.599 A	0.800
15	7.500 A	5.998 A	0.798
16	8.000 A	5.962 A	-0.070
17	8.500 A	6.005 A	0.084
18	9.000 A	5.998 A	-0.014
19	9.500 A	6.005 A	0.014
20	10.000 A	6.005 A	0.000

