

对于南瑞RCS978，如果使用三相法，即高压侧和低压侧的A相加故障电流，高压侧B相加与A相大小相等方向相反的补偿电流，那么高压侧平衡系数采用装置中的直接读数，低压侧的平衡系数要将装置的读数除以1.732来进行幅值补偿，若加六相电流，那么平衡系数就是装置里的读数，低压侧相角为210度。对于平衡系数，只是一个两侧折算后的CT变比不同造成的，所以平衡系数只要保证比例相同即可。

目 录

第一章 概述

1.1 保护型号 1

1.2 应用范围 1

1.3 保护配置 1

第二章 保护功能测试

2.1 注意事项 2

2.2 稳态比率差动保护 2

2.3 谐波制动 9

2.4 工频变化量比率差动.....12

2.5 零序比率差动.....14

2.6 复合电压闭锁方向过流.....18

2.7 零序方向过流保护.....24

2.8 间隙零序过流过压保护.....28

附录一

1.系统参数定值样单.....30

2.主保护定值样单.....30

3. I 侧后备保护定值样单.....31

4. 差动计算定值 32

第一章 概述

1.1 保护型号

RCS—978E 变压器成套保护装置

1.2 应用范围

RCS-978 系列数字式变压器保护适用于 220kV 及以上电压等级，需要提供双套主保护、双套后备保护的各种接线方式的变压器。

1.3 保护配置

RCS—978 装置中可提供一台变压器所需要的全部电量保护，主保护和后备保护可共用同一 TA。

主保护包括：

- 稳态比率差动
- 差动速断
- 工频变化量比率差动
- 零序比率差动

后备保护包括：

- 复合电压闭锁方向过流
- 零序方向过流
- 零序过压
- 间隙零序过流

后备保护可以根据需要灵活配置于各侧。

另外还包括以下异常告警功能：

- 过负荷报警
- 起动冷却器
- 过载闭锁有载调压
- 零序电压报警
- 公共绕组零序电流报警
- 差流异常报警
- 零序差流异常报警
- 差动回路 TA 断线
- TA 异常报警和 TV 异常报警

本次测试主要包括以下保护功能：

序号	保护类型		序号	保护类型	
01	主 保 护	稳态比率差动（差动速断）	05	后 备 保 护	复合电压闭锁方向过流
02		谐波制动	06		零序方向过流
03		工频变化量比率差动	07		间隙零序过流
04		零序比率差动	08		

- 注：电流互感器（TA）二次额定电流 $I_n=1A$ ，变压器接线方式： $Y_{12}/Y_{12}/\Delta_{11}/\Delta_{11}$

第二章 保护功能测试

2.1 注意事项（试验前准备工作）

1. 确保保护装置外接二次电压电流回路已可靠断开，相关保护跳闸软硬压板均已在退出状态；
2. 测试仪必须可靠接地；
3. 绝对禁止将外部的交直流电源引入到测试仪的电压、电流输出插孔；
4. 对保护装置进行交流回路校验（即采样）
 - (2)目的：检查接线的正确性和装置的精度；
 - (3)按使用说明书方法进入装置菜单中的“保护状态”项，查看“交流量采样”中的值与输入值的误差应符合技术参数要求。

2.2 稳态比率差动保护

一. 保护工作原理

稳态比率差动动作方程如下：

$$\left\{ \begin{array}{ll} I_d > 0.2I_r + I_{cdqd} & I_r \leq 0.5I_e \\ I_d > K_{b1}[I_r - 0.5I_e] + 0.1I_e + I_{cdqd} & 0.5I_e \leq I_r \leq 6I_e \\ I_d > 0.75[I_r - 6I_e] + K_{b1}[5.5I_e] + 0.1I_e + I_{cdqd} & I_r > 6I_e \end{array} \right. \quad (2-2-1)$$

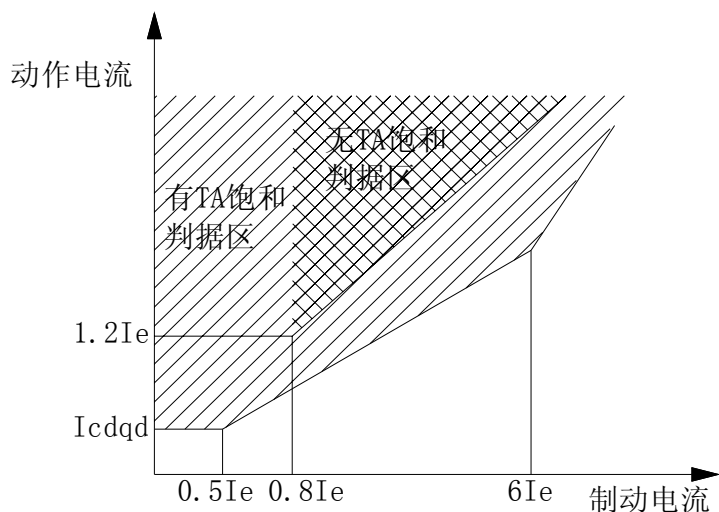
$$\left\{ \begin{array}{l} I_r = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m |I_i| \\ I_d = \left| \sum_{i=1}^m I_i \right| \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_d > 0.6[I_r - 0.8I_e] + 1.2I_e \\ I_r > 0.8I_e \end{array} \right. \quad (2-2-2)$$

其中 I_e 为变压器额定电流， $I_1, \dots, I_m$ 分别为变压器各侧电流， I_{cdqd} 为稳态比率差动启动电流， I_d 为差动电流， I_r 为制动电流， K_{b1} 为比率制动系数整定定值。

稳态比率差动保护按相判别，满足以上条件时动作。式 2-1-1 描述的比率差动保护经过 TA 饱和判别，TA 断线判别（可选择），励磁涌流判别后出口。它可以保证灵敏度，同时由于 TA 饱和判据的引入，区外故障引起的 TA 饱和不会造成误动作。式 2-2-2 所描述的比率差动保护只经过 TA 断线判别（可选择），励磁涌流判别后出口。它利用其比率制动特性抗区外故障时 TA 的暂态和稳态饱和，而在区内故障 TA 饱和时能正确动作。

稳态比率差动保护的动作特性如下图：



二. 试验举例:

(一) 高压侧[Y]—低压侧[△] 两侧测试

1. 试验接线

RCS—978E 保护装置与昂立测试仪（A460）的接线示意图如图 1—1:

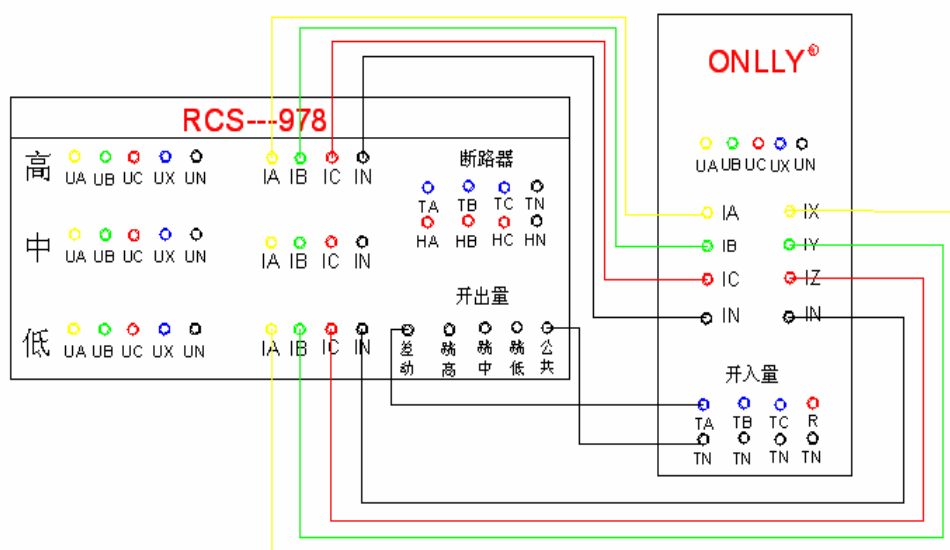


图 1—1

- (1)根据示意图，将测试仪的两组电流分别接至保护装置的高、低压侧三相电流端子；
- (2)差动保护的动作用接点接入测试仪的开入接点 A（TA）。

2. 保护装置的设置

(1)相关保护参数定值:

序号	定值名称	数值	序号	定值名称	数值
01	差动起动电流	0.5Ie	04	TA 断线闭锁差动控制字	0
02	比例差动制动系数	0.5	05	I 侧二次额定电流	0.787
03	差动速断电流	5Ie	06	III 侧二次额定电流	0.989

注:

- 各侧二次额定电流的数值是由保护装置自动计算出来的

(2)在“整定定值”里，把系统参数定值中的“主保护投入”和主保护定值中的“差动速断投入”、“比率差动投入”运行控制字都置“1”，其它运行控制字都置“0”（‘1’表示投入，‘0’表示退出）；

(3)在保护屏上，仅投“差动保护硬压板”。

3. 测试仪的参数设置

打开测试仪，进入“差动保护”菜单下的“扩展三相差动”，并进行如下设置：

(1) “Id,r 定义”页面设置如下图所示：

其中：

- 1) “测试项目”为比例制动；
- 2) “Id,r定义”中的计算公式的选择应与保护装置一致，根据公式 2-1-1 可知，保护装置

$$\text{的 } I_d = \left| \sum_{i=1}^m I_i \right|, I_r = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m |I_i|, \text{ 故 } I_d = |K1 * I1 + K2 * I2|, I_r = (|K1 * I1| + |K2 * I2|), K=2;$$

- 3) K1、K2 为高、低压侧的补偿系数，由于该保护的平衡系数采用标么值的方式计算，故每一侧的补偿系数为该侧二次额定电流的倒数。（K1=1/0.787=1.2706，K2=1/0.989=1.0111）

(2) “I1,2 定义”页面设置如下图所示：

The screenshot shows the 'I1,2 定义' tab with the following settings:

- 变压器接线方式: Y/Δ-11接线
- I1 输出方式: Ia1, Ib1, Ic1三相对称
- 频率: 基波
- 相位: 0.000 °
- I2 输出方式: Ia2, Ib2, Ic2三相对称
- 频率: 基波
- 相位: 210.000 °

其中:

- 1) “变压器接线方式”与保护装置的变压器接线方式一致,故设置为 Y/Δ-11 接线;
- 2) I1, I2 输出均为基波。
- (3) “固定 Ir” 页面设置如下图所示:

The screenshot shows the '固定 Ir' tab with the following settings:

- Ir 变化范围: 0.000 A → 8.000 A
- 步长: 0.500 A
- 附加测试点1: 0.000 A ☐
- 附加测试点2: 0.000 A ☐
- 附加测试点3: 0.000 A ☐
- 附加测试点4: 0.000 A ☐
- 附加测试点5: 0.000 A ☐
- 附加测试点6: 0.000 A ☐

其中:

- 1) 根据需要设置待测试的制动点 Ir 的变化范围和步长;
- 2) “附加测试点”的设置: 如果设置的 Ir 扫描线不包括所需的制动点 Ir (如: 拐点电流), 则可以把附加测试点的电流值改为所需的制动电流 (如: 拐点电流), 并打“√”选中。
- (4) “搜索 Id” 页面设置如下图所示:

其中:

- 1) “Id 搜索起点和终点”的设置应包含差动保护的動作区和不动作区;
- 2) “动作门槛 ICD”的设置值就等于定值单中的“差动起动电流 $0.5I_e$ ”;
- 3) “每步时间”为 0.1s,只要大于差动保护的動作时间即可;
- 4) “间断时间”为 1s,因为该保护不需要复归时间,但对于有些需要一定复归时间的保护,则应设置“间断时间”大于复归时间。

注:

- 如果继电器无法长时间通过大电流,建议在保证保护動作时延的前提下,尽可能地减小每步时间,延长间断时间。

(5) “开关量”页面设置如下图所示:

其中:

- 1) “动作接点”的设置与实际差动保护的動作接点接入测试仪的开关接点一致,为 A 接点。

4. 试验过程

按“start”开始试验。试验过程中,根据设置的動作和制动方程的定义,结合当前制动

电流 I_r 和正在搜索的动作电流 I_d 大小，测试仪将自动计算出高、低压侧电流，由 I_1 , I_2 输出，同时接收保护的信号，按照二分法在比例制动特性曲线两侧进行扫描，逐渐逼近确定出动作边界。

5. 试验结果

1) 文本方式:

***** ONLY 系列继电保护测试系统测试报告 *****

设备编号: RCS-978E

测试菜单: 差动试验 (三相)

测试时间: 2007年 4月 13日 14时 57分

测试项目: 比例制动

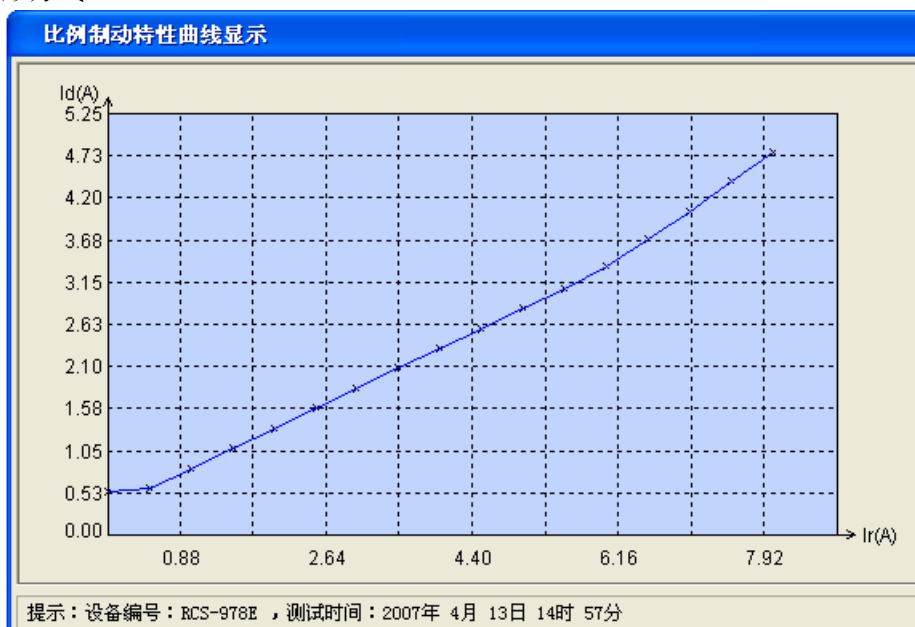
动作方程: $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = (|K_1 I_1| + |K_2 I_2|)/K$

式中: $K_1 = 1.2706$, $K_2 = 1.0111$, $K = 2.0000$

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	0.000 A	0.541 A	-----
2	0.500 A	0.585 A	0.088
3	1.000 A	0.831 A	0.493
4	1.500 A	1.081 A	0.498
5	2.000 A	1.329 A	0.496
6	2.500 A	1.580 A	0.502
7	3.000 A	1.827 A	0.495
8	3.500 A	2.079 A	0.502
9	4.000 A	2.327 A	0.496
10	4.500 A	2.575 A	0.496
11	5.000 A	2.821 A	0.493
12	5.500 A	3.071 A	0.500
13	6.000 A	3.357 A	0.572
14	6.500 A	3.697 A	0.679
15	7.000 A	4.025 A	0.658
16	7.500 A	4.406 A	0.762
17	8.000 A	4.775 A	0.738

2) 图形方式:



(二) 高压侧[Y]—中压侧[Y] 两侧测试

与（一）相比只有以下两处需要做修改：

1. 试验接线：测试仪的第二组电流接至保护装置的中压侧的三相电流端子；
2. 测试仪的参数设置：在“Id,r 定义”页面设置中， $K2 = 1/II$ 侧二次额定电流 $= 1/0.787 = 1.2706$ ；
在“I1,2 定义”页面设置中，把“变压器接线方式”设置为 Y/Y-12 接线。

试验结果：

1) 文本方式：

***** ONLY 系列继电保护测试系统测试报告 *****

设备编号：RCS-978E

测试菜单：差动试验（三相）

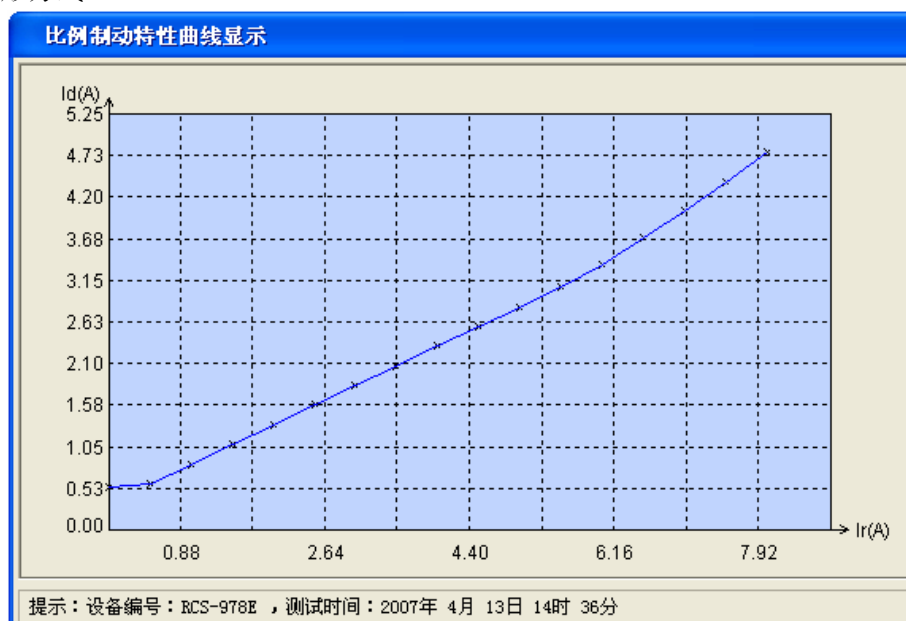
测试时间：2007年 4月 13日 14时 36分

测试项目：比例制动

动作方程： $I_d = |K1 \cdot I1 + K2 \cdot I2|$ ； $I_r = (|K1 \cdot I1| + |K2 \cdot I2|) / K$ 式中： $K1 = 1.2706$, $K2 = 1.2706$, $K = 2.0000$ 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	0.000 A	0.543 A	-----
2	0.500 A	0.586 A	0.086
3	1.000 A	0.830 A	0.489
4	1.500 A	1.080 A	0.498
5	2.000 A	1.329 A	0.498
6	2.500 A	1.578 A	0.498
7	3.000 A	1.825 A	0.495
8	3.500 A	2.074 A	0.496
9	4.000 A	2.320 A	0.493
10	4.500 A	2.572 A	0.504
11	5.000 A	2.815 A	0.487
12	5.500 A	3.069 A	0.506
13	6.000 A	3.349 A	0.561
14	6.500 A	3.697 A	0.695
15	7.000 A	4.025 A	0.656
16	7.500 A	4.395 A	0.739
17	8.000 A	4.774 A	0.759

2) 图形方式：



2.3 谐波制动

一. 保护原理

变压器空载合闸时，由于铁芯内的磁通不能突变，所以会产生一个很大的暂态直流磁通分量叠加在稳态磁通上，从而导致变压器铁芯的严重饱和，在变压器的合闸侧形成一个很大的励磁涌流。由于励磁涌流只存在于变压器的一侧，所以巨大的涌流成为巨大的不平衡电流，可能会导致比率制动保护误动。

励磁涌流一般具有如下特征：

- ◆ 内含大量的非周期分量；
- ◆ 内含大量的高次谐波分量，尤以二次谐波最为显著；
- ◆ 波形偏离时间轴的一侧，并且出现间断；

RCS-978 系列变压器成套保护装置采用三相差动电流中二次谐波、三次谐波的含量来识别励磁涌流。当谐波的大小超过一定的差流基波含量时，判别为励磁涌流。当三相中某一相被判别为励磁涌流，只闭锁该相比率差动元件。

判别方程如下：

$$\begin{cases} I_{2nd} > K_{2xb} * I_{1st} \\ I_{3nd} > K_{3xb} * I_{1st} \end{cases} \quad (2-3-1)$$

其中 I_{2nd} 、 I_{3nd} 分别为每相差动电流中的二次谐波和三次谐波， I_{1st} 为对应相的差流基波， K_{2xb} 、 K_{3xb} 分别为二次谐波和三次谐波制动系数整定值。

二. 试验举例（以二次谐波为例）

(一) 高压侧[Y]—低压侧[△] 两侧测试

1. 试验接线

RCS—978E 保护装置与昂立测试仪（A460）的接线示意图如图 1—2

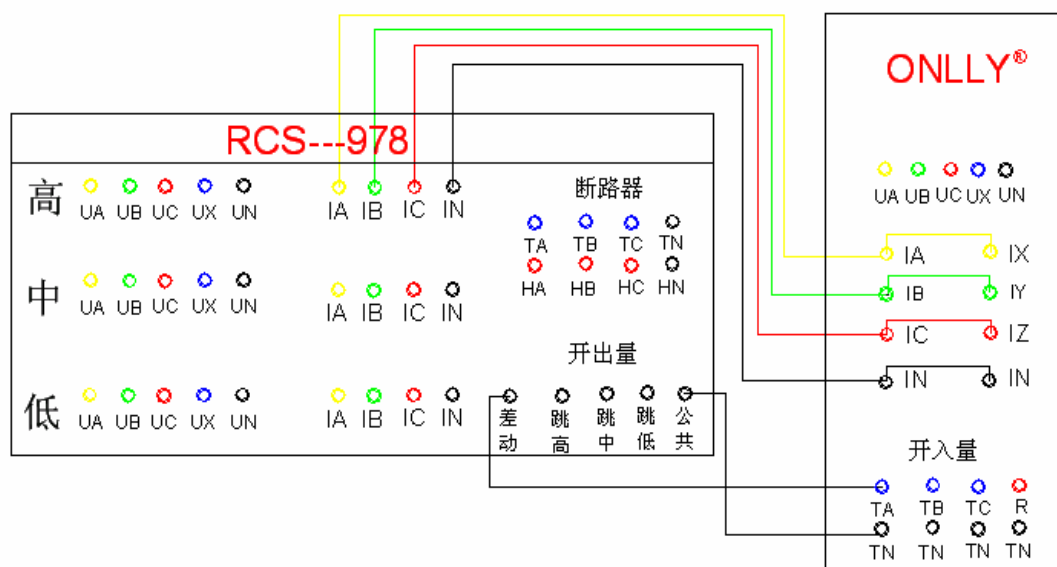


图 1—2

- (1)根据示意图，将测试仪的两组电流短接后接至保护装置的高压侧三相电流端子；
- (2)差动保护的動作接点接入测试仪的開入接点 A（TA）。

2. 保护装置的设置

- (1)相关保护参数定值：

序号	定值名称	数值	序号	定值名称	数值
01	差动起动电流	0.5Ie	03	差动速断电流	5Ie
02	二次谐波制动系数	0.15	04	TA 断线闭锁差动控制字	0

- (2)在“整定定值”里，把系统参数定值中的“主保护投入”和主保护定值中的“差动速断投入”、“比率差动投入”运行控制字都置“1”，其它运行控制字都置“0”（‘1’表示投入，‘0’表示退出）；
- (3)在保护屏上，仅投“差动保护硬压板”。

3. 测试仪的参数设置

打开测试仪，进入“差动保护”菜单下的“扩展三相差动”，并进行如下设置：

- (1)“Id,r 定义”页面设置如下图所示：

其中：

- 1) “测试项目”为谐波制动；
 - 2) 其他的参数都不需要修改。
- (2)“I1,2 定义”页面设置如下图所示：

其中：

- 1) “变压器接线方式”与保护装置的变压器接线方式一致,故设置为 Y/Δ-11 接线；
- 2) I1 输出为二次谐波，I2 输出为基波。
- (3) “搜索 Id” 页面设置如下图所示：

其中：

- 1) 为确保搜索精度，把误差值尽量设小，如 0.001A。
- (4) 其它界面设置同“稳态比率差动”试验的界面设置。

4. 试验过程

按“start”开始试验。试验过程中，根据设置的动作和制动方程的定义，结合当前制动电流 I_r 和正在搜索的动作电流 I_d 大小，测试仪将自动计算出高、低压侧电流，由 I1, I2 输出，同时接收保护的信号，按照二分法在比例制动特性曲线两侧进行扫描，逐渐逼近确定出动作边界。

5. 试验结果

- 1) 文本方式：

***** ONLY 系列继电保护测试系统测试报告 *****

设备编号：RCS-978E

测试菜单：差动试验（三相）

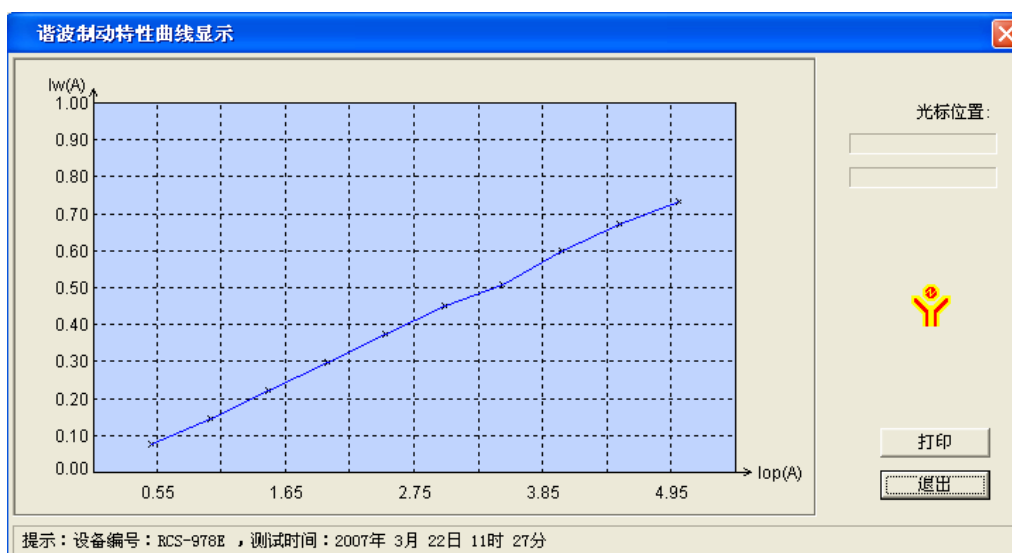
测试时间：2007年 3月 22日 11时 27分

测试项目：谐波制动，（2次谐波）

制动系数：Kzd,w = Iw / Iop

序 号	动作电流 Iop	谐波制动 Iw	制动系数 Kzd,w
1	0.000 A	-----	-----
2	0.500 A	0.075 A	0.151
3	1.000 A	0.147 A	0.147
4	1.500 A	0.220 A	0.147
5	2.000 A	0.298 A	0.149
6	2.500 A	0.374 A	0.150
7	3.000 A	0.450 A	0.150
8	3.500 A	0.506 A	0.145
9	4.000 A	0.599 A	0.150
10	4.500 A	0.671 A	0.149
11	5.000 A	0.734 A	0.147

2) 图形方式：



2.4 工频变化量比率差动

一. 保护原理

工频变化量比率差动的动作方程如下：

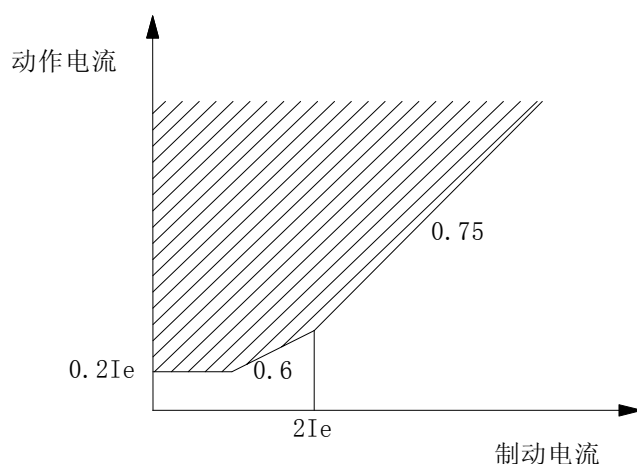
$$\begin{cases} \Delta I_d > 1.25 * \Delta I_{dt} + I_{dth} \\ \Delta I_d > 0.6 * \Delta I_r & \Delta I_r < 2I_e \\ \Delta I_d > 0.75 * \Delta I_r - 0.3I_e & \Delta I_r > 2I_e \end{cases}$$

$$\Delta I_r = \max\{|\Delta I_{1\phi}| + |\Delta I_{2\phi}| + \dots + |\Delta I_{m\phi}|\} \quad (2-4-1)$$

$$\Delta I_d = |\Delta \dot{I}_1 + \Delta \dot{I}_2 + \dots + \Delta \dot{I}_m|$$

其中： ΔI_{dt} 为浮动门槛，随着变化量输出增大而逐步自动提高。取 1.25 倍可保证门槛电压始终略高于不平衡输出，保证在系统振荡或频率偏移的情况下，保护不误动。 $\Delta \dot{I}_{1\dots m}$ 分别为变压器各侧电流的工频变化量。 ΔI_d 为差动电流的工频变化量。 I_{dth} 为固定门槛。 ΔI_r 为制动电流的工频变化量，取最大相制动。

工频变化量比率差动保护的动作特性如下图：



装置中依次按相判别，当满足以上条件时，工频变化量比率差动动作。工频变化量比率差动保护经过涌流判别元件，过激磁闭锁元件闭锁后出口。

注：

- 工频变化量比率差动保护的制动电流计算方法与稳态比率差动保护不同。

二. 试验举例

1. 试验接线

接线示意图同“稳态比率差动保护”，如图 1—1

2. 保护装置的设置

(1) 相关保护参数定值：

序号	定值名称	数值	序号	定值名称	数值
01	工频变化量比率差动启动电流	0.2Ie	04	涌流闭锁方式控制字	0
02	工频变化量比率差动制动系数 1	0.6	05	I 侧二次额定电流	0.787
03	工频变化量比率差动制动系数 2	0.7	06	III 侧二次额定电流	0.989

注：

- 工频变化量比率差动定值勿需用户整定；
 - 各侧二次额定电流的数值是由保护装置自动计算出来的。
- (2) 在“整定定值”里，把系统参数定值中的“主保护投入”和主保护定值中的“工频变化量差动保护投入”运行控制字都置“1”，其余运行控制字都置“0”（‘1’表示投入，

‘0’表示退出);

(3)在保护屏上, 仅投“差动保护硬压板”。

3. 测试仪的参数设置

打开测试仪, 进入“差动保护”菜单下的“扩展三相差动”, 并进行如下设置:

(1) “Id,r 定义”页面设置如下图所示:

其中:

1) “Id,r 定义”中的计算公式的选择与保护装置一致, 根据公式 2-4-1 可知, 保护装置的

$$\Delta I_d = \left| \Delta \dot{I}_1 + \Delta \dot{I}_2 + \cdots + \Delta \dot{I}_m \right|, \quad \Delta I_r = \max \left\{ \left| \Delta I_{1\Phi} \right| + \left| \Delta I_{2\Phi} \right| + \cdots + \left| \Delta I_{m\Phi} \right| \right\}, \quad \text{故}$$

$$I_d = |K1 * I1 + K2 * I2|, \quad I_r = \max(|K1 * I1|, |K2 * I2|);$$

2) 其它的参数设置说明同“稳态比率差动”试验的设置说明。

(2) 其它的界面设置同“稳态比率差动”试验的界面设置。

4. 试验过程

按“start”开始试验。试验过程中, 根据设置的动作和制动方程的定义, 结合当前制动电流 Ir 和正在搜索的动作电流 Id 大小, 测试仪将自动计算出高、低压侧电流, 由 I1, I2 输出, 同时接收保护的信号, 按照二分法在比例制动特性曲线两侧进行扫描, 逐渐逼近确定出动作边界。

2.5 零序比率差动

一. 保护原理

零序比率差动保护主要应用于自耦变压器。其动作方程如下:

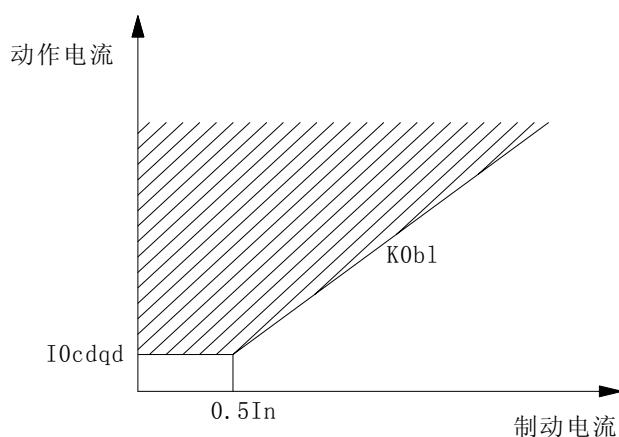
$$\left\{ \begin{array}{l} I_{0d} > I_{0cdqd} \\ I_{0d} > K_{0b1} [I_{0r} - 0.5I_n] + I_{0cdqd} \\ I_{0r} = \max\{|I_{01}|, |I_{02}|, |I_{0cw}|\} \end{array} \right. \quad I_{0r} \leq 0.5I_n \quad (2-5-1)$$

$$I_{0d} = |\dot{I}_{01} + \dot{I}_{02} + \dot{I}_{0cw}|$$

其中 I_{01}, I_{02}, I_{0cw} 分别为 I 侧、II 侧和公共绕组侧零序电流, I_{0cdqd} 为零序比率差动起动定值, I_{0d} 为零序差动电流, I_{0r} 为零序差动制动电流, K_{0b1} 为零序差动比率制动系数整定值, I_n 为 TA 二次额定电流。

当满足以上条件时, 零序比率差动动作。

零序比率差动保护的动作特性如下图:



由于单相故障时的故障电流就是零序电流, 则测试仪输出给保护的电流, 在高压侧和低压侧都只接 A (x) 相电流。

二. 试验举例

1. 试验接线

RCS—978E 保护装置与昂立测试仪 (A460) 的接线示意图如图 1—3:

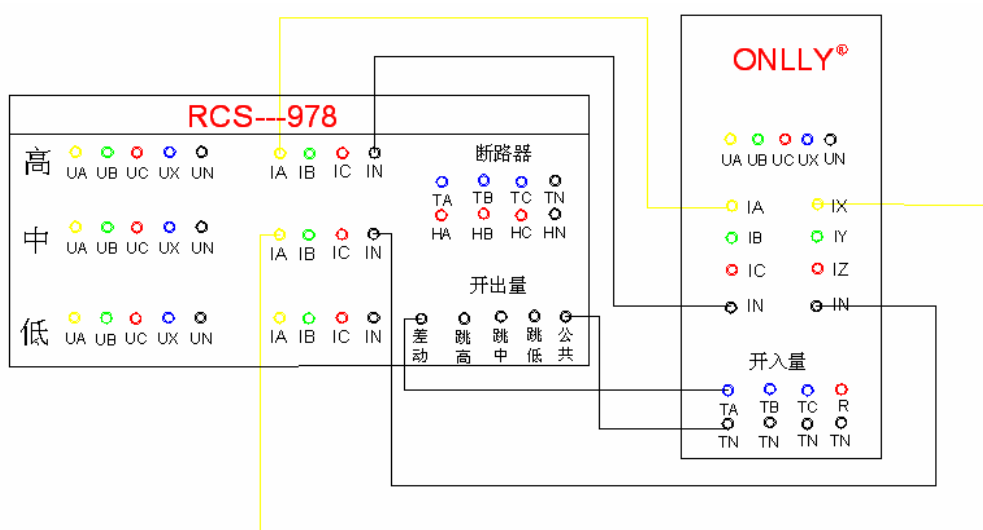


图 1—3

(1) 根据示意图, 将测试仪的两组电流分别接至保护装置的高、中压侧三相电流端子;

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/478045013062006041>