

# 浅析带负荷测试零序功率方向

吴凤婷<sup>1</sup>, 孙昭军<sup>2</sup>

(1. 广东阳江供电局运行部, 广东 阳江 529500; 2. 广东江门电力局调度所, 广东 江门 529030)

中图分类号: TM77

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)08-0064-03

带负荷测试保护交流量极性以及零序功率方向一直是检查现场接线及保护零序功率方向正确与否的最重要环节和最直接手段。但是,在实际工作中,我们发现,即使我们按照有关规程步骤带负荷测得有关数据,完全符合理论分析的结果,也不能确定现场接线完全正确。也就是说,带负荷测试零序功率方向不是检查现场接线正确与否的一个必要条件。下面结合我的工作实际对以上论点加以论证。

## 1 带负荷测交流量极性及其零序功率方向有关方法和步骤

按照有关微机保护检验规程以及厂家资料说明,带负荷测试极性与零序功率方向一般分两大部分内容:(1) 交流电压、电流相位、相序的检验。按以下步骤进行: 打印微机保护采样值,如每周采样12个点,则  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  由正到负过零点时间应依次超前4个采样点(采样点间隔对应  $30^\circ$ ,  $4 \times 30^\circ = 120^\circ$ ), 电流  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  同理由正到负过零点时间依次超前4个采样点; 利用实际负荷中的  $P$ 、 $Q$  值计算出的电流有效值以及各相电压(超前或落后)同各相电流的角度应与采样值中的结果一致。(2) 检验  $3U_0$ 、 $3I_0$  回路正确性(具体步骤下面实例中详细介绍)。

## 2 实例分析

根据以上方法步骤,对我局2000年新投产的一个220kV变电站中110kV线路系统带负荷测试极性和零序功率方向工作分三步进行:

(1) 检验交流电压电流相位相序

该站110kV系统采用CSL-162型微机保护,CT变比300/5,带负荷测试其中一条线路时,当时负荷潮流:受有功  $P = -22\text{MW}$ ,受无功  $Q = 5.1\text{Mvar}$ ,负荷电流  $I = 120\text{A}$ 。

微机保护采样值打印如下:

Relay 2A:

No.	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$3I_0$	$U_A$	$U_B$	$U_C$	$3U_0$	$U_X$
-12	2.9	-1.9	0.1	0.4	-81.1	54.0	27.5	0.6	-141.1
-11	2.8	-0.9	-0.9	0.3	-80.7	17.6	63.2	0.5	-140.6
-10	2.7	0.6	-2.1	0.5	-53.6	-27.9	82.4	0.3	-92.8
-9	1.5	1.3	-2.1	0.4	-16.8	-63.4	81.4	0.0	-28.3
-8	0.1	2.8	-1.9	0.4	27.7	-81.3	54.7	0.2	48.8
-7	-0.9	2.6	-0.9	0.4	63.6	-80.5	17.5	0.2	110.7
-6	-2.2	2.3	0.6	0.4	81.5	-53.7	-27.2	0.0	141.9
-5	-1.9	1.5	1.7	0.6	81.2	-17.1	-62.9	0.2	141.4
-4	-1.9	-0.3	2.7	0.3	53.9	28.4	-81.9	0.3	93.2
-3	-0.8	-1.0	2.8	0.4	17.0	63.8	-80.9	0.5	28.6
-2	0.8	-2.2	2.6	0.4	-27.4	81.6	-53.9	0.5	-48.4
-1	1.6	-2.3	1.6	0.4	-63.2	80.7	-16.9	0.4	-110.3
0	2.9	-1.9	0.0	0.3	-81.2	53.7	27.7	0.5	-141.2
1	2.8	-0.9	-0.9	0.4	-80.6	17.4	63.5	0.5	-140.5
2	2.6	0.5	-2.2	0.4	-53.4	28.3	82.3	0.2	-92.4
3	1.6	1.4	-2.1	0.4	-16.6	63.5	81.4	0.2	-27.7
4	0.1	2.9	-1.8	0.5	28.6	81.4	54.5	0.2	49.4
5	-0.9	2.6	-0.9	0.4	63.6	-80.4	17.3	0.2	111.2
6	-2.1	2.4	0.7	0.5	81.6	-53.4	-27.5	0.0	141.9
7	-2.1	1.3	1.6	0.3	80.9	-17.0	-63.0	0.0	141.0
8	-1.8	-0.2	2.9	0.4	53.7	28.8	-82.0	0.4	93.0
9	-0.9	-1.1	2.7	0.4	16.8	63.9	-80.9	0.5	28.1
10	0.8	-2.3	2.6	0.4	-27.7	81.6	-53.8	0.4	-48.9
11	1.6	-2.2	1.5	0.4	-63.4	80.6	-16.7	0.4	-110.5
12	2.9	-1.9	0.1	0.4	-81.2	53.6	28.1	0.6	-141.3
13	2.9	-0.9	-0.9	0.5	-80.5	17.2	63.6	0.7	-140.2
14	2.6	0.5	-2.2	0.4	-53.2	-28.7	82.4	0.1	-92.1

根据通用公式  $\theta = \text{tg}^{-1} \frac{Q}{P} = \text{tg}^{-1} (5.1/22) = 13^\circ$ , 即各相电压超前同名相电流  $180^\circ + 13^\circ = 193^\circ$ 。如图1。

由采样报告可以看出,  $U_A$  超前  $U_B$ ,  $U_B$  超前  $U_C$ ,  $U_C$  超前  $U_A$   $120^\circ$  (4个采样点),  $I_A$  超前  $I_B$ ,  $I_B$  超前  $I_C$ ,  $I_C$  超前  $I_A$   $120^\circ$ 。电压超前同名相电流约  $210^\circ$  (7个采样点), 二次电压有效值约58V, 二次电流有

效值约 2A。

$$P = 3 * 58 * 110/0.1 * 2 * 300/5 * \cos 193^\circ = 22\text{MW}$$

$$Q = 3 * 58 * 110/0.1 * 2 * 300/5 * \sin 193^\circ = 5\text{Mvar}$$

以上采样值数据与潮流负荷计算结果基本相符。显示电压电流极性、相序接线正确。

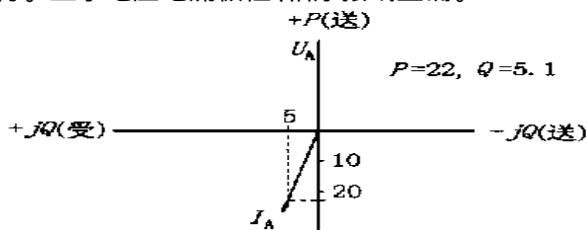


图 1

(2) 检验  $3U_0$  回路接线

该站 110kV PT 与保护屏接线原设计如图 2。

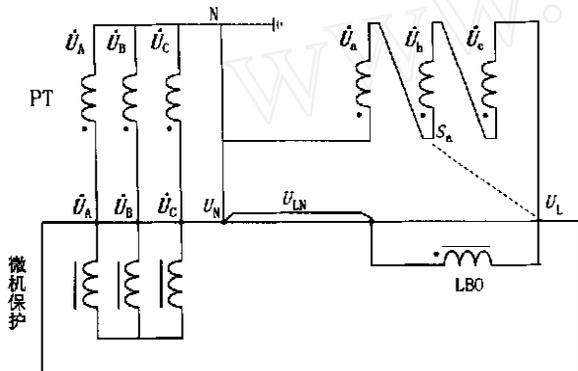


图 2

我们在控制室保护屏将  $U_L$  原接线断开,在中信保护屏将试验电压  $S_a$  引至  $U_L$  处(如图 2 中虚线所示),然后在保护屏端子排测得:

$$U_A - S_a = 160\text{V}$$

$$U_B - S_a = 90\text{V}$$

$$U_C - S_a = 90\text{V}$$

分析:按图 2 接线,作出相电流电压相量图(如图 3)。

理论计算结果应为:

$$U_A - S_a = 158\text{V}$$

$$U_B - S_a = 87\text{V}$$

$$U_C - S_a = 87\text{V}$$

计算结果与实测值基本吻合。再起保护采样值,  $U_A$  与  $3U_0$  相位相同,幅值  $3U_0 = \sqrt{3} U_A$ ,因此我们判断  $3U_0$  回路接线正确。

(3) 检验  $3I_0$  回路接线

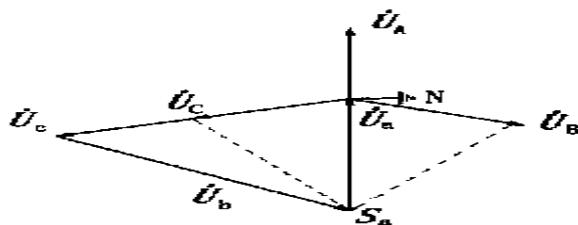


图 3

在保护屏端子排处,将  $I_B, I_C, I_N$  短接(如图 4)。此时打印微机保护采样值: $3I_0$  与  $I_A$  采样值大小相等,相位相同,由此判断  $3I_0$  接线正确。

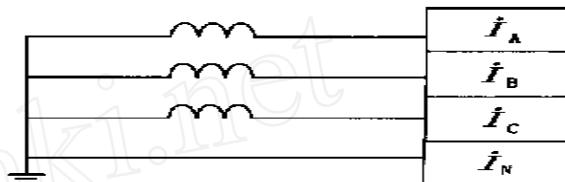


图 4

在所有测试完毕后,我们将保护装置全部恢复正常后,投入正常运行。约 3 个月后,该 110kV 系统中某条线路发生接地故障,该站 110kV 所有线路保护均打出  $3U_0$  ERR 信息( $3U_0$  极性接反错误,该种保护在每次保护起动时,都对  $3U_0$  极性检测,如果发生错误,便打印  $3U_0$  ERR 信息)。为此,我们对该站 110kV 线路重新带负荷测试,结果分析仍然正确,最后,只得采取导通对线方法对整个  $3U_0$  回路查线,结果发现 PT 开口三角接线和原设计不符,实际接线如图 5。

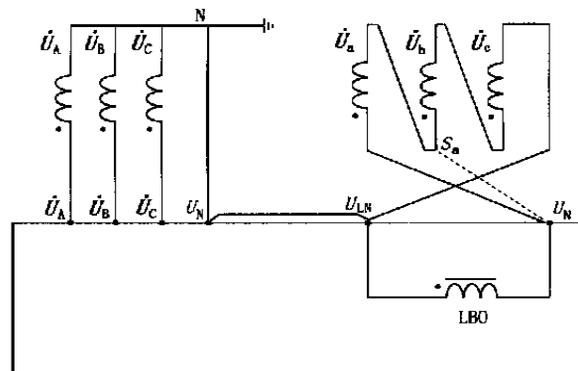


图 5

由图 5 可看出:开口三角极性端接入微机保护  $3U_0$  非极性端(保护极性接反错误)。为什么现场两种不同接线,带负荷测试时会有完全相同的结果呢?只要对图 5 和图 2 两种接线作出相应电压向量图作比较,情况就清楚了,其实,两种接线的向量图是完全一样的(如图 3)。所以测得  $U_A, U_B, U_C$  与  $S_a$  之

间电压相等。另外,实测时将  $S_a$  试验电压加至  $U_L$  端子上(如图5虚线所示),实际是将  $-(U_b + U_c)$  加入到微机保护  $3U_0$  回路上,  $-(U_b + U_c) = U_a = \sqrt{3}U_A$ ,所以采样值中同样符合  $3U_0$  和  $U_A$  同相,幅值相差  $\sqrt{3}$  倍。

### 3 结论

由以上实例中我们得出结论:带负荷测零序功率方向结果不是与现场接线一一对应的,即使带负

荷测试结果与我们假定接线理论分析完全相符,也不能保证整个  $3U_0$  回路接线完全正确,只有对 PT 开口三角 L、N 线在导通核对正确的基础上,再作带负荷测试,结果才具有判别意义。将带负荷测试看作检查现场接线的充分条件,是我们认识上的误区,会造成实际工作的失误。

收稿日期: 2001-04-17

作者简介: 吴凤婷(1970-),女,大专,主要负责电力系统继电保护运行管理工作。

#### Analysis of testing the direction of zero - sequence power in loading

WU Feng-ting<sup>1</sup>, SUN Zhao-jun<sup>2</sup>

(1. Yangjiang Power Supply Bureau of Guangdong, Yangjiang 529500, China;

2. Jiangmen Power Bureau of Guangdong, Jiangmen 529030, China)

(上接第48页)

[3] 沈美明,温冬德. IBM PC 汇编语言程序设计. 北京:清华大学出版社,1991. 123 ~ 138.

收稿日期: 2000-11-22

作者简介: 王新超(1962-),男,讲师,硕士,长期从事电气检测、继电保护装置的研究; 王葵(1966-),女,讲师,硕士,长期从事继电保护装置的研究工作。

#### Power cable junctions temperature monitored on line

WANG Xir-chao, WANG Kui

(Shandong University, Jinan 250061, China)

**Abstract:** In this paper, We do some instructive analysis on the fault of electrical power cable junctions, and give out the idea of converting the juncture point temperature into the juncture resistance and the idea of evaluating the aging of the insulation by the accumulating temperature-raising time in which the direct juncture resistance measurement and the direct survey of the insulation aging are avoided. A monitor system with industrial computer is given, which has the functions of alarming and printing when the temperature overstep the boundary. By practice the reliability and the credence of the principle and the idea has been confirmed.

**Key words:** cable fault; microcomputer monitor; power cable junctions

(上接第63页) 采用合理的判别 CT 断线的方法是完全可以, 可将 CT 断线闭锁差动保护的功能投入的, 这对电网比较薄弱的地区尤其重要, 否则差动保护的电流互感器二次回路断线, 引起变压器差动保护动作, 将造成大面积停电。

收稿日期: 2001-04-09;

作者简介: 蔡桂龙(1952-),男,高工,从事电力工程技术管理工作; 唐云(1964-),女,工程师,主要从事继电保护的运行管理工作。

#### Analysis of the second circuit breaking blocking operation of a CT of differential protection for transformer

CAI Gui - long, TANG Yun

( Yancheng Power Supply Bureau, Yancheng 224002, China)

**Abstract:** By calculating the operating current of various differential protections of transformers and analyzing the performance of the differential protection of transformer that escaping from the second circuit breaking of CT, it shows that in case of the sufficient criteria, the function of the differential protection output for CT breaking blocking of transformer differential protection should be workable.

**Key words:** transformer; differential protection; CT; breaking blocking