

# 变压器一次接线对微机型主变差动保护的影响

陈昕, 刘江涛

(吴忠供电局, 宁夏 吴忠 751100)

**摘要:** 针对一起 35kV 变电站主变差动保护异常情况, 通过对本变电站一次接线和二次回路检查及保护装置相应校验, 对带负荷测相量的数据进行认真分析, 确认变压器一次接线的变化是引起差动保护异常的根本原因, 改变变压器一次接线并重新进行了带负荷测相量工作, 确认相量无误后投入差动保护, 主变微机型差动保护装置正常运行; 并由此引出对各种一次接线引起 Y/ $\Delta$ -11 变压器接线组别变化的相量分析, 可以根据所测差动保护相量快速判断故障。

**关键词:** 一次接线; 接线组别; 主变差动; 相量分析

## Impact of transformer primary wiring on microcomputer-based main transformer differential protection

CHEN Xin, LIU Jiang-tao

(Wuzhong Power Supply Bureau, Wuzhong 751100, China)

**Abstract:** For an anomaly of main transformer differential protection in a 35 kV substation, based on inspection of primary wiring and secondary circuit, calibration of corresponding protection device, and analysis of phasor data measured with load, this paper confirms that the change of primary wiring of transformer is the fundamental reason for causing anomaly of differential protection. Then, we change the wiring in transformer and re-measure the phasor with load. After the confirmation of unmistakable phasor, we put it into differential protection to find main-transformer microcomputer based differential protection devices normally run. Through phasor analysis of wiring category change in Y/ $\Delta$ -11 transformer caused by different primary wiring, we can rapidly judge the fault according to differential protection phasor measured.

**Key words:** primary wiring; wiring category; main-transformer differential; phasor analysis

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)20-0125-05

## 0 引言

变压器是电力系统重要的主设备之一, 它的故障将对供电可靠性和系统安全运行带来严重的影响。差动保护经常被用作变压器的主保护, 当其内部发生故障时, 差动保护能够快速、可靠动作切除故障, 但是, 在实际运行中, 如果变压器的一次接线发生变化, 将会对微机型主变差动保护产生相应的影响, 给变压器正常运行带来了隐患。

在实际运行中, 时常会遇到由于电源进线接成负序 (A、C 相反接), 导致出现变压器差动保护异常的情况, 一些用户变电站, 还会出现变压器一次接线不正确的情况, 致使变压器差动保护异常。当一次设备带电时由于不能逐个核对, 故障原因就不能快速确定, 但一次设备的停用又会给用户带来很大的经济损失, 例如本文中的用户, 停电一天的损失接近 60 万元, 这就要求快速准确地判断故障原因, 减少停电次数。本文针对一次异常情况进行了

故障原因分析, 并对各种一次接线变化造成差动保护异常的情况进行深入分析, 希望能给现场分析带来一些帮助。

## 1 问题的提出

吴忠电网某用户 35 kV 变电站投运时, 随着负荷的逐渐增长, 主变差动保护装置报出“差流越限告警”信号, 初步怀疑是由于主变两侧 CT 极性接错所致, 之后在带负荷相量测试工作中, 发现变压器低压侧电流相位有差异, 从相量图中分析, 极性正确, 可能是变压器高压侧 A、C 相相反所致, 但保护装置采样中并没有负序电压。

## 2 原因分析

在保护改造过程中, CT 极性试验、CT 一次升流试验, 保护装置功能试验均正确。

相量分析, 现场相量测试结果如下:

①相量测试 (变压器接线组别为 Y/ $\Delta$ -11)

以 10 kV 侧  $U_{AN}$  二次电压为基准, 两侧 CT 的差

动绕组极性均以各侧母线参考为正极性。

表 1 相量测试数据一

Tab.1 Phasor diagram of test data (one)

电压等级	回路编号	二次电流幅值/A	二次电流相位 / (°)
35 kV 侧	A421	1.7	345
	B421	1.71	104
	C421	1.72	224
	N421	0	0
10 kV 侧	A4211	2.3	192
	B4211	2.4	312
	C4211	2.3	72
	N4211	0	0

②相量图绘制 (定性分析)

对于 Y/Δ-11 变压器来说, 变压器差动保护正确接线时, 在理想情况下, 低压侧电流反相 180° 后应超前于高压侧同名相电流 30°, 如图 2 所示, 这样才认为是正确的, 但图 1 中, 低压侧电流反相 180° 后却滞后于高压侧同名相电流 30°, 并且高低压侧电流相位为正序, 相角相差 120°。由此分析, 极性正确。

由图 1 分析, 引起差动保护异常的可能有以下两种: ①变压器接线组别为 Y/Δ-1。如果变压器接

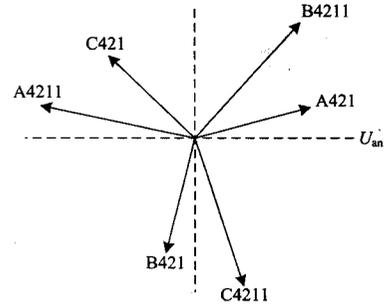


图 1 变压器差动保护接线相量图

Fig.1 Phasor diagram of wiring for transformer differential protection

线组别为 Y/Δ-1, 则所测得的相量完全符合图 1, 经核对变压器铭牌参数, 变压器的接线组别的确是 Y/Δ-11。②变压器高压侧 A、C 相接反。如果是 A、C 相反接, 这种情况也会将变压器的接线组别由 Y/Δ-11 人为改变为 Y/Δ-1, 高压侧应为负相序, 则应产生负序电压, 但装置显示为正序, 无负序电压。以上两种可能都是基于变压器接线组别为 Y/Δ-1 型考虑, 如图 3 所示。

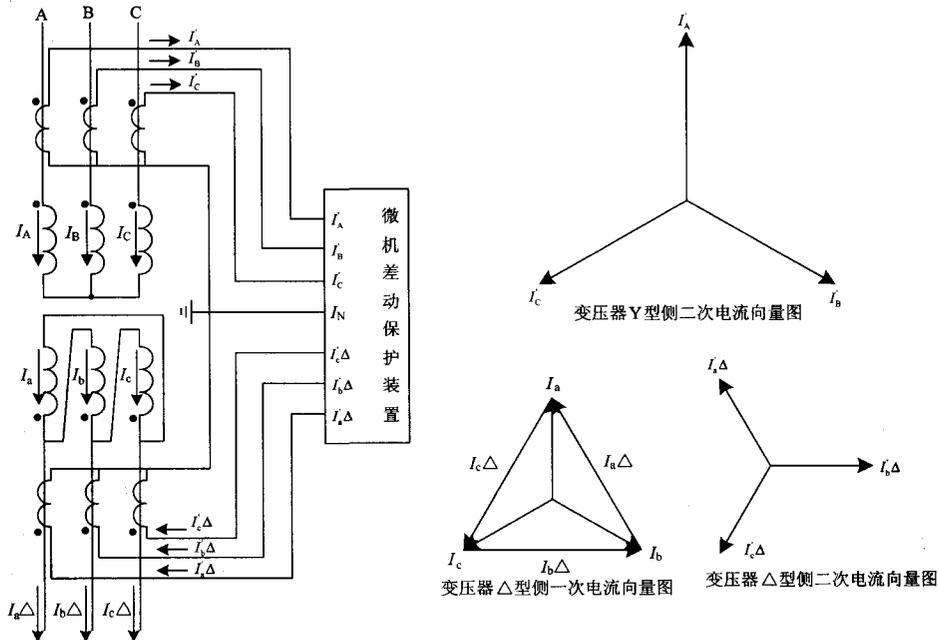


图 2 Y/Δ-11 变压器差动保护接线相量图

Fig.2 Phasor diagram of wiring Y/Δ-11 for transformer differential protection

通过以上分析, 基本可以确定是变压器接线组别的问题造成差动保护低压侧电流相位存在差异。变压器作为电力系统的主要元件, 出厂时应有严格的校验。基本不会出现接线组别与铭牌参数不一致

的情况。而变压器高压侧 A、C 相反接的可能性较大, 例如电源进线接为负序或变压器安装方向摆反都会导致 A、C 相反接, 至于并未产生负序电压, 则应是高、低压侧母线为正序, 电压互感器也是按正序接

于母线, 如果实际情况如此, 则以上的分析完全吻合。

### 3 查找问题

首先通过观察发现, 变压器的一次接线不符合电力系统通用的左手法则, 即面向受电侧从左向右一次接线依次为 A、B、C 相, 而现场变压器的一次接线恰恰与此相反。

在停电检查时, 确认进线、母线等一次接线相

序均正确, 而变压器的一次接线却由于变压器摆反接成了负序。

至此, 问题的原因已查清, 造成此次差动保护低压侧电流相位产生差异的原因是变压器 A、C 相反接, 从而将 Y/Δ-11 接线的变压器人为改接为 Y/Δ-1, 理论分析与实际情况完全吻合, 因此判断变压器一次接线的变化是引起差动保护异常的根本原因。

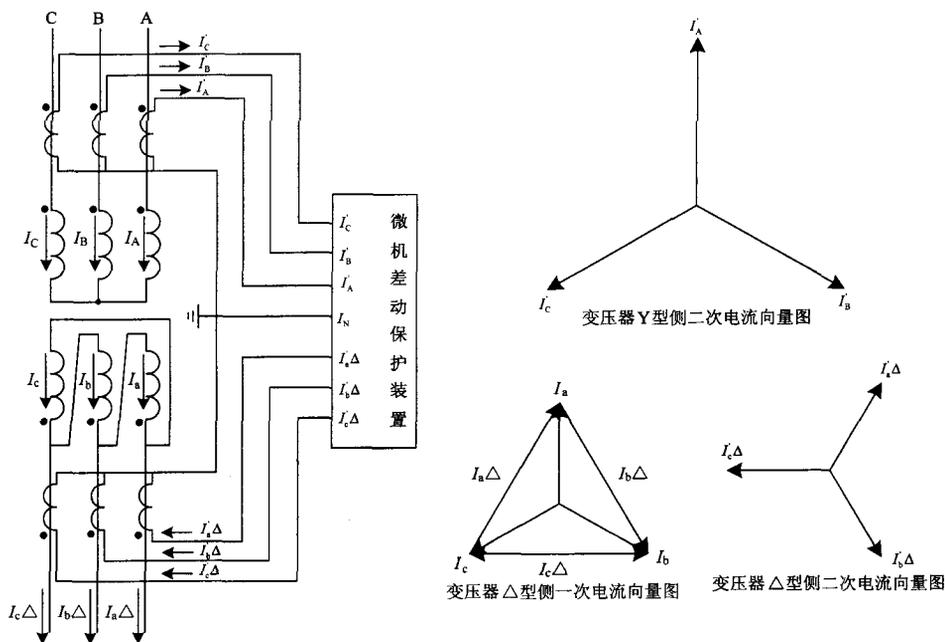


图 3 Y/Δ-1 变压器差动保护接线相量图

Fig.3 Phasor diagram of wiring Y/Δ-1 for transformer differential protection

### 4 解决方法

#### 4.1 方法 1

依据左手法则更改变压器的一次接线, 将变压器的高、低压侧 A、C 相引流互换, 从根源上解决差动保护异常的问题。

#### 4.2 方法 2

保持变压器的一次接线, 修改微机保护算法, 设立专用的变压器接线方式 Y/Δ-1, 当变压器接线方式整定为 Y/Δ-1 时, 高压侧差动电流计算值应改为:

$$I_A \text{ 计算} = (I_A' - I_C') / \sqrt{3}$$

$$I_B \text{ 计算} = (I_B' - I_A') / \sqrt{3}$$

$$I_C \text{ 计算} = (I_C' - I_B') / \sqrt{3}$$

式中:  $I_A'$ 、 $I_B'$ 、 $I_C'$  为 Y 侧 CT 二次电流,  $I_A$  计算、 $I_B$  计算、 $I_C$  计算为 Y 侧校正后的各相电流值。

两种方法综合比较后, 用户决定改接变压器高、低压侧一次引流接线, 从源头消除差动保护误动的

可能, 改接后向量测试及分析如下:

#### ① 相量测试 (变压器接线组别为 Y/Δ-11)

以 10 kV 侧  $U_{AN}$  二次电压为基准, 两侧 CT 的差动绕组极性均以各侧母线参考为正极性。

表 2 相量测试数据二

Tab.2 Phasor diagram of test data (two)

电压等级	回路编号	二次电流幅值 /A	二次电流相位 / (°)
35 kV 侧	A421	1.91	45
	B421	1.9	165
	C421	1.9	285
	N421	0	0
10 kV 侧	A4211	2.58	193
	B4211	2.6	314
	C4211	2.5	72.8
	N4211	0	0

#### ② 相量图绘制 (定性分析)

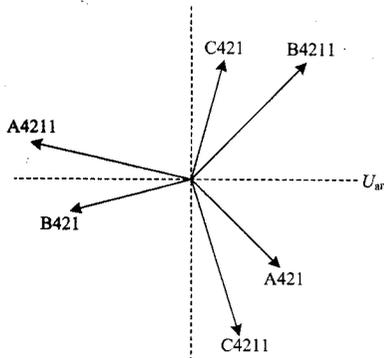


图4 变压器差动保护接线相量图

Fig.4 Phasor diagram of wiring for transformer differential protection

由图4分析得出低压侧电流反相180°后超前于高压侧同名相电流30°，与Y/Δ-11变压器完全吻合，差动保护投入后运行正常。

以上是此次差动保护异常的分析及解决方法，下面针对各种一次接线变化引起变压器接线组别改变、引起差动保护异常的情况作出分析，以供现场参考。

### 5 变压器一次接线引起的组别变化、差动保护异常

变压器一次接线的改变，能够改变原变压器的接线组别，在现场最常遇到的是A、C相反接，在电力系统中，一次设备接线比较清晰，一般不会发生这种情况，但对于电力用户，由于需要配合车间现

场供电，一次设备接线较电力系统来讲并不是很清晰，容易造成变压器一次接线的改变，并且这种接线也不会影响用户的用电，却会造成差动保护误动，使用户不能可靠用电。

双绕组变压器的联结组别主要有：YNy、YNd、Dd及Dd-d。理论分析表明，联结组别为Yy的变压器，运行时某侧电压波形要发生畸变，从而使变压器的损耗增加，进而使变压器过热。因此，为避免油箱壁局部过热，三相铁芯变压器按Yy联结的方式，只适用于容量为1800kVA以下的小容量变压器。而超高压大容量的变压器均采用Ynd的联结组别。在实际运行中，Ynd接线联结组别的变压器，以Ynd11为最多，Ynd1及Ynd5的也有，而对于35kV及以下电压等级的小电流接地系统用户，最为常见的是Yd11，本文主要针对Yd11联结方式的变压器进行分析，其他联结方式也可以参照分析，图5所示为一次接线变化引起Y/Δ-11变压器联结组别变化图。(变压器各绕组之间的相对极性用减极性表示法)

当变压器接线组别被改变，而差动保护接线正确时，会导致差动保护电流相量的异常，当带负荷运行时就会造成差动保护误动。在现场相量测试工作中，如果相量图与图6分析内容相同(除Y/Δ-11外)，即可快速判断是由于一次接线原因造成的。图6所示为一次接线变化引起Y/Δ-11变压器差动保护电流相位变化的分析。

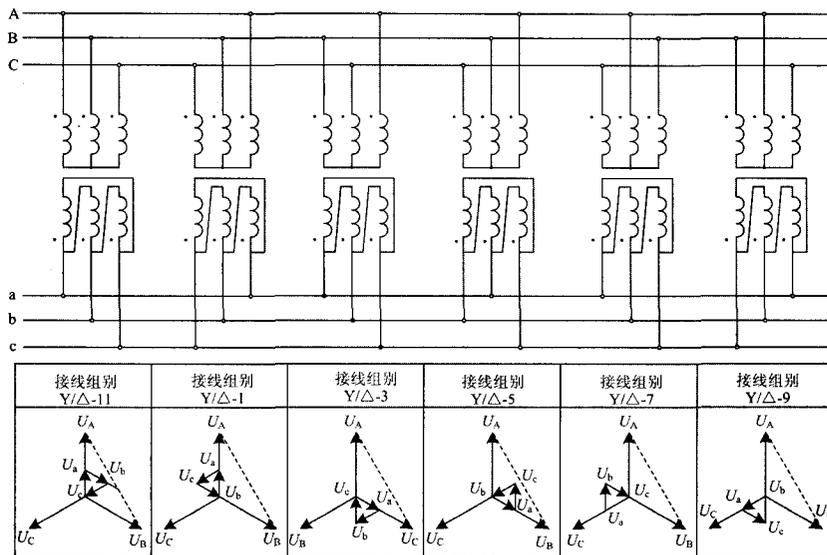


图5 一次接线引起Y/Δ-11变压器接线组别变化图

Fig.5 Change diagram of transformer wiring category Y/Δ-11 caused by primary wiring

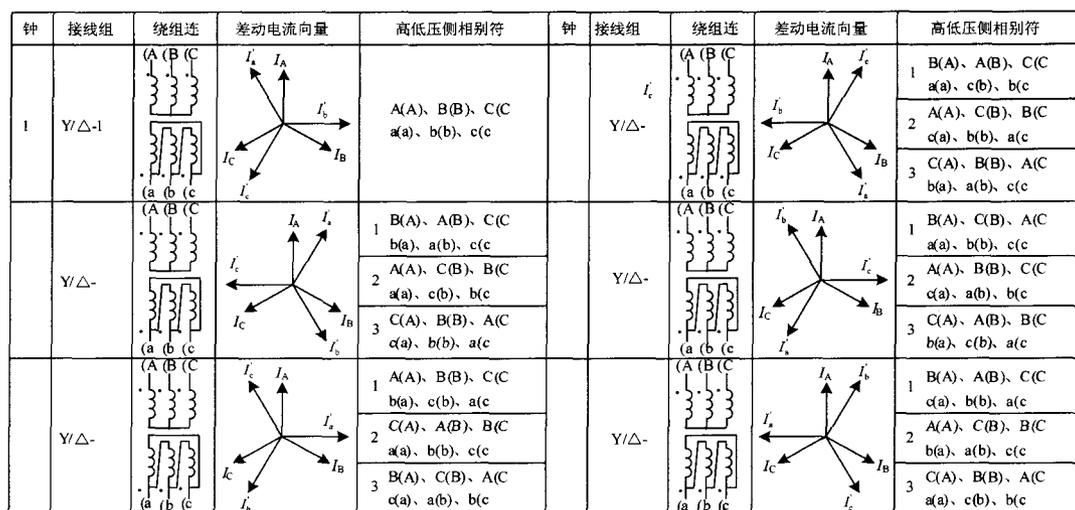


图6 一次接线引起 Y/Δ-11 变压器差动保护电流相位变化图

Fig.6 Change diagram of current phase of transformer Y/Δ-11 differential protection caused by primary wiring

## 6 结论

影响主变差动保护的原因是多方面的,虽然很多保护装置厂家都提供了适用于多种接线组别的变压器接线控制字,但在差动保护投运前的带负荷相量测试工作中,由于不了解一次接线情况,会造成误判断,本文针对这种情况,并对各种一次接线引起变压器接线组别变化进行相应的相量分析,希望可以为现场分析提供参考,快速判断故障。

## 参考文献

- [1] 肖开进,鲁庭瑞. 电力系统继电保护原理与实用技术[M].

北京:中国电力出版社,2006.

- [2] 毛锦庆. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,1999.  
[3] 马永翔,王世荣. 电力系统继电保护[M]. 北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2006.

收稿日期:2008-11-07; 修回日期:2008-12-05

## 作者简介:

陈昕(1972-),男,本科,工程师,主要从事电力系统及其自动化安装、调试工作;E-mail:nxchenxing@163.com

刘江涛(1982-),男,本科,主要从事电力系统及其自动化安装、调试工作。

(上接第124页 continued from page 124)

## 4 结论

1) 目前 SID-2V 自动准同期装置在定值清单中,只有频差和导前时间,对于压差并未在定值中给出,压差值的整定值,随调试人员的实际工作经验和技术水平所决定,有些人误认为只要压差满足  $-10\% \sim +10\%$  即可,往往忽视对于一次压差的计算。自动准同期装置压差定值缺少技术把关。今后应将压差定值经论证和实际计算,经保护部门以文件形式下发定值通知单,以保证压差定值的正确性和权威性。

2) 准同期装置压差定值的设定必须考虑到变压器变比与 PT 变比不一致所造成的误差。在系统中 PT 变比一般为标准变比,变压器的分接头是根据系统的无功容量和系统的电压中枢点电压要求来调整的,只有考虑了两者之间变比的误差,才能使

压差值设定的更为合理。

3) 加强对自动准同期装置的定检,对于 SID-2V 装置来讲,压差值的设定依靠可调电位器实现,在长期运行后,电位器的状态会发生变化,做好自动准同期装置的定期检验,可以及时发现该现象,保证自动准同期装置的可靠。

## 参考文献

- [1] Kennedy J, Eberhart R C. Particle Swarm Optimization[A]. in: Proceedings of IEEE International Conference on Neutral Networks[C]. Perth(Australia):1995.1942-1948.

收稿日期:2008-11-03; 修回日期:2008-12-19

## 作者简介:

席小军(1975-),男,注册安全工程师,从事发电厂电气运行工作;E-mail:xixiaojun96@163.com

连亚丽(1975-),女,高级技师,从事继电保护检修工作。