

浅谈主变差动保护的两种相位补偿方式

戴绍勇

(沐阳县供电公司, 江苏 宿迁 223600)

摘要: 实现变压器纵差保护, 首要解决的技术问题就是在正常工况下, 使差动保护各侧电流的相位相同或反相, 使由变压器各侧电流互感器二次流入差动保护的电流产生的效果相同。通过对国电南自变压器保护装置 PST-1202 和南京南瑞变压器保护装置 RCS-978 采用的相位补偿方法进行了详细分析比较, 对两种补偿方法有了更清晰的认识。

关键词: 变压器; 相位; 补偿; 分析

Protection of the main variation of the two-phase compensation

DAI Shao-yong

(Shuyang Power Supply Company, Suqian 223600, China)

Abstract: To implement transformer differential protection, first it needs to solve the technical problem in normal condition, that each side current differential protection should be the same or reversed so that the transformer from each side into the secondary differential current transformer to protection are the same. The phase compensations of protection device PST-1202 of Nanzi and protection devices RCS-978 of Nari are compared in detail. The two methods of compensation can be understood clear.

Key words: transformer; phase; compensation; analysis

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)20-0072-03

0 引言

理论分析表明^[1], 接线组别为 Y, y 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 Y, y 联接的方式, 只适用于容量为 1800 kVA 以下的小容量变压器。而超高压大容量的变压器均采用 Y_N, d 的接线组别。在电力系统 110 kV 及以上输变电工程中, 变压器联接组别大都采用 Y/Y/Δ-11, 那么在纵差保护中就要解决一个相位补偿的问题。这是由于主变 Δ 侧超前 Y 侧 30° 的原因, 在过去的传统的模拟量保护中, 我们是通过改变主变纵差电流二次回路接线的方式来实现补偿的, 即对于 Y, d11 联接的变压器, 高压绕组 Y 连接, CT 二次绕组 Δ 连接; 变压器低压绕组 Δ 连接, CT 二次绕组 Y 连接。运行实践表明: 通过改变变压器高压侧差动 CT 接线方式进行相位补偿的方法, 有许多优点, 但也有缺点。其主要缺点是: 第一次投运的变压器, 若某相差动 CT 极性接错, 分析和处理相对麻烦。另外, 实现差动元件的 CT 断线闭锁也比较困难。

现在的微机保护中, 已不再使用上述方法了, 不管变压器的高低电压绕组怎样的连接方式, 各侧 CT 都是 Y 连接, 高低压侧的二次电流相位差是由软件来补偿的, 目前国内继电保护厂家采用: 高压侧 (Y 侧) 线电流向低压侧 (Δ 侧) 线电流逆时针转 30° 和低压侧 (Δ 侧) 线电流向高压侧 (Y 侧) 线电流顺时针转 30° 两种补偿方法。

1 电流相位差产生的原因

见图 1 所示, 在变压器理想状况下, 高压侧电流 I_{AY} 、 I_{BY} 、 I_{CY} 分别与低压侧 $I_{a\Delta'}$ 、 $I_{b\Delta'}$ 、 $I_{c\Delta'}$ 同相位。根据基尔霍夫电流定律, 变压器低压侧 (Δ 侧) 就有:

$$\begin{aligned} I_{a\Delta} &= I_{a\Delta'} - I_{b\Delta'} \\ I_{b\Delta} &= I_{b\Delta'} - I_{c\Delta'} \\ I_{c\Delta} &= I_{c\Delta'} - I_{a\Delta'} \end{aligned} \quad (1)$$

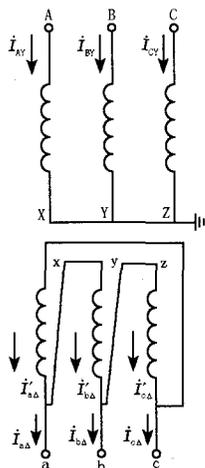


图1 Y/Δ-11 接线图

Fig. 1 Y/Δ-11 wiring diagram

从高低压侧电流的关系及向量图 2 中可见, 低压侧线电流超前高压侧线电流 30° , 即 $I_{a\Delta}$ 超前 I_{AY} 角度 30° 、 $I_{b\Delta}$ 超前 I_{BY} 角度 30° 、 $I_{c\Delta}$ 超前 I_{CY} 角度 30° 。所以主变高低压侧差动回路中出现了 30° 相位差问题, 若不进行补偿, 在重载或区外故障时, 差动电流就可能超过定值, 发生差动保护误动问题。

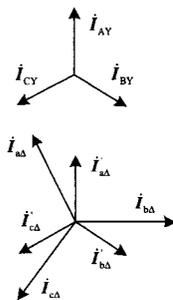


图2 高低压侧电流的关系及向量图

Fig.2 High-low pressure side of the relationship between the current and vector map

2 国内主变保护厂家采用的补偿方法分析^[2]

2.1 南自 PST-1202: Y 侧 → Δ 侧补偿

南自厂对 Y/Δ-11 或 Y/Y/Δ-11 接线的变压器采用 Y 侧 → Δ 侧相位补偿方法, 其原理是这种接线的变压器由于 Δ 侧接线作了一个顺相序的两相电流相减的运算, 导致两侧电流产生相位差, 详见公式 (1)。只要设法把 Y 侧电流也作一个顺相序的两相电流之差的运算, 即可实现相位补偿。

由软件按式 (2) 可求得用作差动计算的高压侧三相电流:

$$\begin{aligned} I_{AH} &= (I_{ah} - I_{bh}) / \sqrt{3} \\ I_{BH} &= (I_{bh} - I_{ch}) / \sqrt{3} \\ I_{CH} &= (I_{ch} - I_{ah}) / \sqrt{3} \end{aligned} \quad (2)$$

由向量图 3 见, I_{AH} 与 $I_{a\Delta}$ 同相, 实现了相位补偿。

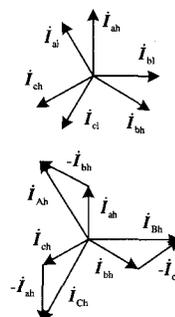


图3 Y → Δ 向量图

Fig.3 Y → Δ vector map

这种补偿方法实际上是在 Y 侧和 Δ 侧都做了两相电流差的运算, 在空投变压器时如果两相都有涌流, 两相电流相减后可能成为涌流特征 (谐波等) 不明显但是有有很大幅值的电流。为了避免差动保护的误动, 采用了任一相差电流出现涌流特征时闭锁三相的方法。但这样将造成空投在故障变压器时差动保护同时闭锁三相 (当一相有涌流, 另一相同时有故障存在), 只有等到涌流逐步衰减, 二次谐波闭锁返回时才能跳闸切除故障。如果这样就延长了故障切除时间, 与继电保护要求的快速性相违背, 这是 Y 侧向 Δ 侧进行相位补偿方法的不足之处。

2.2 南瑞 RCS-978: Δ 侧 → Y 侧补偿

南瑞公司对 Y/Δ-11 或 Y/Y/Δ-11 接线的变压器采用 Δ 侧 → Y 侧相位补偿方法, 在软件中将 Δ 侧电流做一个反相序的两相电流差的计算, 即可求得用作差动计算的低压侧三相电流:

$$\begin{aligned} I_{AL} &= (I_{al} - I_{cl}) / \sqrt{3} \\ I_{BL} &= (I_{bl} - I_{al}) / \sqrt{3} \\ I_{CL} &= (I_{cl} - I_{bl}) / \sqrt{3} \end{aligned} \quad (3)$$

由向量图 4 可见: I_{AL} 与 $I_{a\Delta}$ 同相, 实现了相位补偿。

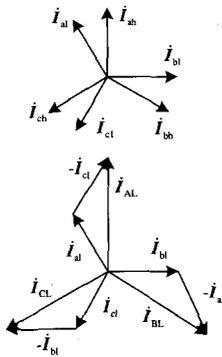


图4 Δ→Y 向量图
Fig.4 Δ→Y vector map

同时为了防止区外发生接地故障，差动保护误动，在计算程序中高压侧每相电流还应减去零序电流，即：

$$I_{AH} = I_{ah} - I_0$$

$$I_{BH} = I_{bh} - I_0$$

$$I_{CH} = I_{ch} - I_0$$

采用Δ侧→Y 侧进行相位补偿^[3]，由于 Y 侧电流仅和零序电流相减计算，变压器空载合闸时各相涌流特征明显，有涌流时闭锁保护更加可靠，又由于装置判别出涌流特征后可实行分相闭锁，这样当空投在故障变压器上时因为故障相肯定没有涌流特征而使得故障相的差动保护没有被闭锁可以快速跳闸，动作时间小于 40 ms。

3 结论

目前国内电网 220 kV 系统中主变保护大多采用上述两个厂家的保护设备，通过相位补偿方法原理分析，我们发现第一种方法即：Y 侧→Δ侧相位补偿方法虽然解决了相位补偿、二次接线简单化等问题，但它由于失去了对涌流特征判别不明显的功能而造成差动保护误动或一相有涌流同时闭锁三相，当空投在故障相变压器上时延长了故障切除时间，不利于继电保护的快速性，该方法存在一定的不足之处。

第二种方法采用Δ侧→Y 侧相位补偿方法能够解决上述的问题，同时还引入了高压侧零序电流平衡，充分考虑到了主变高压侧铁芯接地当发生不平衡故障时产生的零序电流，而且还能实现励磁涌流闭锁判据可以分相制动，是较为完善的一种补偿方法，也是目前国内外比较先进的补偿方法。

参考文献

[1] 江苏省电力公司.《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] 江苏省电力公司.《单元制高级工培训讲义》（二）[Z].2006.
[3] 高中德.《RCS-978 变压器保护用户培训教材》[Z].2005.

收稿日期：2008-07-10； 修回日期：2008-07-16

作者简介：

戴绍勇（1970-），男，学士，工程师，继电保护技师，从事电力设备检修及运行管理工作，并兼任江苏电力公司培训中心部分继电保护培训工作。E-mail:dasy1050@163.com

（上接第 71 页 continued from page 71）

[2] 张延.电压互感器切换回路改进[J].继电器，2003,31(2):61-63.
ZHANG Yan. Improvement on Switch Circuit of the Potential Transformer [J].Relay, 2003,31(2):61-63.
[3] 国家电力调度通信中心.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.
State Power Dispatch Communication Center of China.The Applied Technology of Power System Relay Protection[M]. Beijing:China Electric Power Press,1999.
[4] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护典型事故分析[M].北京：中国电力出版社，2003.
State Power Dispatch Communication Center of China.Typical Fault Analysis of Power System Relay Protection [M]. Beijing:China Electric Power Press,2003.

[5] 广东省电力调度中心文件：广电调[2007]55号[Z].
Power Dispatch Center File of Guangdong Province[Z]. 2007.

收稿日期：2008-01-16； 修回日期：2008-01-24

作者简介：

宗秀红（1978-）：女，博士，工程师，从事电力系统稳定性研究以及电力系统继电保护方面的工作； E-mail: xhzong2006@163.com
王 炼（1979-）：男，工程师，从事电力系统继电保护方面的工作；
王世祥（1970-）：男，工程师，从事电力系统继电保护方面的工作。