

变压器差动保护相位补偿分析

谢珍贵¹, 黄兴平², 朱文强¹

(1. 福建水利电力职业技术学院, 福建 永安, 366000; 2. 厦门大学机电系, 福建 厦门, 361000)

[摘要] 分析了接线双绕组变压器微机差动保护相位补偿采用角接与算法相位补偿关系, 变压器差动保护内部两相短路故障灵敏度与相位补偿关系, 得出无论变压器中性点是否接地, 相位补偿选择低压侧的方案对差动保护灵敏度有利。

[关键词] 相位补偿; 角线补偿; 算法补偿; 灵敏度

[中图分类号] TM773 [文献标识码] A [文章编号] 1671-5004 (2013) 04-0008-02

Analysis on the Current Phase Compensation in Differential Protection for Transformer

XIE Zheng-gui, HUANG Xing-ping, ZHU Wen-qiang

(1. Fujian Water Conservancy and Power Professional Technical College, Yong'an 366000, Fujian;

2. Mechatronic Department of Xiamen University, Xiamen, 361000, Fujian)

[Abstract] This paper analyzes the relationship between angle-connection phase compensation and the algorithm phase compensation using in the current phase compensation in differential protection for wiring two-winding transformer microcomputer, and the relationship between the two phase short circuit fault sensitivity and phase compensation in differential protection for transformer, and then concludes that whether the transformer neutral point grounds or not, phase compensation choosing the plan of low voltage is good for the differential protection sensitivity.

[Key words] current phase compensation; horn line compensation; algorithm compensation; sensitivity

差动保护是电力变压器相间短路主保护, 接线的变压器两侧的相位不同, 需要进行相位补偿。微机变压器差动保护相位补偿方法灵活, 可以采用传统的接线方式进行补偿, 也可以用算法进行相位补偿^[1-2]。本文 Yd 就接线双绕组变压器相位补偿与差动保护灵敏度展开讨论。

1 中性点不接地系统相位补偿

中性点不接地系统 Yd 变压器相位补偿选择高压侧和低压侧都能达到相位补偿目的, 相间短路差动保护回路不存在零序电流。

1.1 Yd 接线星形侧相位补偿

国内广泛应用的变压器常用 Yd 接线, 微机差动保护相位补偿比较灵活。当采用传统接线方式补偿时, 相位补偿原理接线如图 1(a), 相量图如图 1(b) 所示。

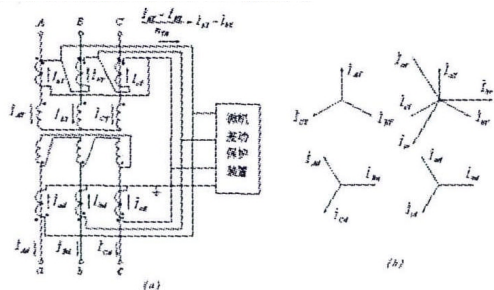


图 1 星形侧相位补偿接线

以 A 相为例, 角接加入差动回路 A 相电流 $\dot{I}_{AY} - \dot{I}_{BY}$ 满足了相位补偿的要求, 但数值增大了 $\sqrt{3}$ 倍, 变压器高压侧电流互感器变比 n_{TA} 按增大 $\sqrt{3}$ 倍选择^[3-4]。

采用算法相位补偿计算式为

$$\dot{I}_{Ar} = \frac{\dot{I}_{AY} - \dot{I}_{BY}}{\sqrt{3}n_{TA}} = \frac{\dot{I}_{AY}}{n_{TA}} e^{j3\theta} \quad (1)$$

式中: \dot{I}_{AY} 、 \dot{I}_{BY} 变压器高压侧电流; \dot{I}_{Ar} 加入 A 相回路差动电流; n_{TA} 电流互感器变比, 按变压器额定电流选择。

(1) 式在相位补偿的同时进行了数值平衡, n_{TA} 按变压器额定电流选择。

1.2 三角形侧相位补偿

中性点不接地系统的 Yd 接线变压器, 从原理讲在任一侧进行相位补偿均可。当在三角形侧相位补偿, 以 a 相为例, 相位补偿计算式为

$$\dot{I}_{ar} = \frac{\dot{I}_{ad} - \dot{I}_{cd}}{\sqrt{3}n_{TA}} = \frac{\dot{I}_{ad}}{n_{TA}} e^{-j3\theta} \quad (2)$$

式中: \dot{I}_{ad} 、 \dot{I}_{cd} 变压器低压侧电流; \dot{I}_{ar} 加入 a 相回路差动电流; n_{TA} 电流互感器变比。

1.3 差动保护灵敏度分析

变压器相间短路差动保护灵敏度按两相短路校验, 变压器高压侧低压侧 ab 两相短路电流分布如图 2(a), 变压器高压侧 AB 两相短路电流分布如图 2(a)。变压器高压侧三角接线、星形

[收稿日期] 2013-5-2

[作者简介] 谢珍贵 (1965-) 男, 福建仙游人, 福建水利电力职业技术学院副教授, 研究方向: 电力系统故障分析教学与研究。

黄兴平 (1992-) 男, 福建尤溪人, 厦门大学电气工程及其自动化专业。

朱文强 (1977-) 男, 福建古田人, 福建水利电力职业技术学院副教授, 研究方向: 电力系统继电保护教学与研究。

接线算法补偿两相短路时加入变压器差动保护最大相电流如表 1 所示。

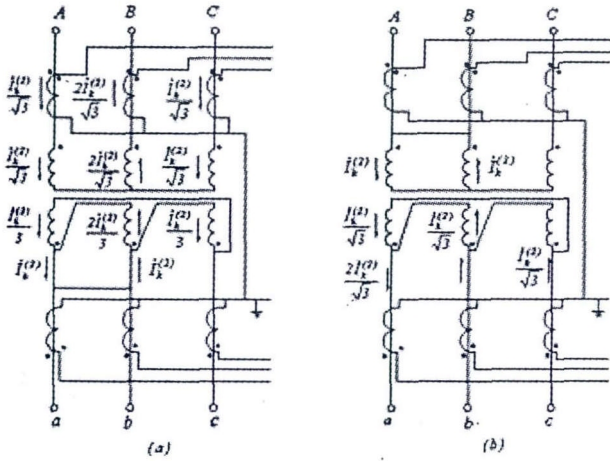


图 2 变压器两相短路电流分布

表 1 两相短路差动保护灵敏度

| 故障相 | 相位补偿侧 | 补偿方式 | 短路点 | 差动回路最大相电流 |
|-------------|-------|---|-----|--|
| 低压侧 ab 相 | 高压侧 | 角接 B 相 $\dot{I}_{Br} = \frac{\dot{I}_{Bf} - \dot{I}_{Cf}}{n_{rA}}$ | 低压侧 | 高压侧 $\sqrt{3} \dot{I}_k^{(2)} / n_{rA}$ |
| | 高压侧 | 星接 B 相 $\dot{I}_{Br} = \frac{\dot{I}_{Bf} - \dot{I}_{Cf}}{\sqrt{3} n_{rA}}$ | | 高压侧 $\dot{I}_k^{(2)} / n_{rA}$ |
| | 低压侧 | 星接 a 相 $\dot{I}_{ar} = \frac{\dot{I}_{af} - \dot{I}_{df}}{\sqrt{3} n_{rA}}$ | | 高压侧 $\frac{2\dot{I}_k^{(2)}}{\sqrt{3} n_{rA}}$ |
| 高压侧 AB 相 | 高压侧 | 角接 B 相 $\dot{I}_{Br} = \frac{\dot{I}_{Bf} - \dot{I}_{Cf}}{n_{rA}}$ | 高压侧 | 低压侧 $\frac{2\dot{I}_k^{(2)}}{\sqrt{3} n_{rA}}$ |
| | 高压侧 | 星接 B 相 $\dot{I}_{Br} = \frac{\dot{I}_{Bf} - \dot{I}_{Cf}}{\sqrt{3} n_{rA}}$ | | 低压侧 $\frac{2\dot{I}_k^{(2)}}{\sqrt{3} n_{rA}}$ |
| | 低压侧 | 星接 a 相 $\dot{I}_{ar} = \frac{\dot{I}_{af} - \dot{I}_{df}}{\sqrt{3} n_{rA}}$ | | 低压侧 $\frac{\sqrt{3}\dot{I}_k^{(2)}}{n_{rA}}$ |

单电源降压变压器差动保护灵敏度校验点选择变压器低压侧两相短路,由表 1 得,高压侧两种相位补偿差动保护灵敏度相同(按额定电流倍选择)相位补偿选择低压侧差动保护灵敏度比高压侧高;升压变压器有相同结论。双侧电源的变压器新投运、大修后投运时断路器一侧先合,若发生短路故障,差动保护灵敏度应按最不利条件校验,相当于单侧电源。

2 中性点接地系统相位补偿

为消除零序电流对变压器差动保护影响,在高压侧角接或算法进行相位补偿时,相当于加入差动回路的电流为两相电流差,零序分量被消除。但保护区内接地短路故障差动保护灵敏度将降低,为提高接地短路灵敏度,可采用带中性点零序电流补偿^[5]。

消除零序电流对差动保护的影响,当采用下式补偿时:

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_{Ar} \\ \dot{I}_{Br} \\ \dot{I}_{Cr} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_{ah} \\ \dot{I}_{bh} \\ \dot{I}_{ch} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中 \dot{I}_{Ar} 、 \dot{I}_{Br} 、 \dot{I}_{Cr} 是变压器高压侧加入差动继电器电流; \dot{I}_{ah} 、 \dot{I}_{bh} 、 \dot{I}_{ch} 高压侧电流互感器二次侧电流。

(3)式消除了差动回路中的零序电流,相位补偿选择低压侧,相位补偿见(2)式。当降压变压器在低压侧发生 ab 两相金属性短路时,高压侧加入 B 相差动回路最大相电流为

$$\dot{I}_{Br} = \frac{(\dot{I}_{Bh} - \dot{I}_{Ah}) + (\dot{I}_{Bh} - \dot{I}_{Ch})}{3n_{rA}} = \frac{2\dot{I}_k^{(2)}}{\sqrt{3}n_{rA}}$$

差动保护灵敏度与高压侧相位补偿相同;同理,对于升压变压器,高压侧发生两相短路时,相位补偿选择低压侧差动保护灵敏度比高压侧高。

中性点直接接地变压器,高压侧采用带零序电流补偿,相位补偿仍在低压侧,接地短路差动保护灵敏度得到提高,相间短路故障差动保护灵敏度与中性点不接地系统相同。

3 结语

Yd 接线的双绕组变压器采用数字化就可消除相位差与数值平衡的问题,微机变压器差动保护电流互感器应选用星形接线,相位补偿在低压侧,对提高差动保护区内接地故障的灵敏度有利。

[参考文献]

- [1] 许正亚. 变压器及中低压网络数字式保护[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [2] 许建安. 变压器比率制动式差动保护灵敏度分析[J]. 水电能源科学, 2009,27(1): 194-196
- [3] 许建安. 电力系统微机继电保护[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008
- [4] 许建安, 王风华. 电力系统继电保护整定计算[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [5] 许建安. 提高变压器差动保护单相接地短路灵敏度的探讨 [J]. 继电器, 2002,(6):54-55.