

# 不同接法变压器保护灵敏度分析

冯巧玲, 牛月兰

(郑州轻工业学院信息与控制系, 河南 郑州 450002)

摘要: 分析了几种常用的不同接法变压器二次侧发生不对称短路时, 流过一次侧各相电流的大小和方向, 以便确定装在变压器一次侧的电流互感器和继电器的接线方式, 确保过流或电流速断保护的灵敏度满足要求。

关键词: 变压器保护; 灵敏度保护

中图分类号: TM668 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2003)09-0084-02

## 1 引言

电力变压器是供电系统中的重要设备, 为了防止变压器故障时电流流过变压器使绕组烧坏, 必须根据变压器的容量不同装设不同的保护装置。其中最常用、最重要的是过电流保护。不同接线方法变压器二次侧发生不对称短路, 流过变压器一次侧绕组的电流的大小和方向均不一样。对于单端供电的系统, 过流或电流速断保护一般装设在变压器的高压侧, 如果电流互感器的接线方式不恰当, 就会造成灵敏度不能满足要求, 短路电流流过时, 保护装置不动作的现象。因此弄清楚变压器二次侧不对称短路时, 流过变压器一次侧各相电流的大小和方向, 对变压器保护非常重要。

老式的小容量变压器一般采用 Y/Y-12 接线方式, 这种接法变压器的缺点是不能限制三次谐波流入电网。新型的中、小容量变压器一般采用 /Y-11 接线, 大容量变压器一般采用 Y/ - 11 接线。所以, 我们主要分析后两种接线方式变压器二次侧两相短路时, 穿过变压器一次侧各相的电流大小和方向, 据此决定电流互感器和继电器的接线方式, 使过电流保护和电流速断保护灵敏度满足要求。

## 2 /Y-11 接线方式

如图 1 所示变压器为接线方式 /Y-11, 不妨先设变压器变比  $K_T$  为 1, 变压器一次侧线电流

$$I_A = I_a - I_c$$

对于正序电流, 在相位上  $I_{A1}$  超前  $I_{a1}$   $30^\circ$ 。也就是说  $I_{A1}$  与  $I_{a1}$  相比要顺时针转  $30^\circ$ 。同理对于负序电流  $I_{A2}$  滞后  $I_{a2}$   $30^\circ$ , 也就是说  $I_{A2}$  与  $I_{a2}$  相比要逆时针转  $30^\circ$ 。

当变压器二次侧 a、b 两相短路时, 如图 2 所示, 由对称分量法知, 两相短路电流由正序和负序电流

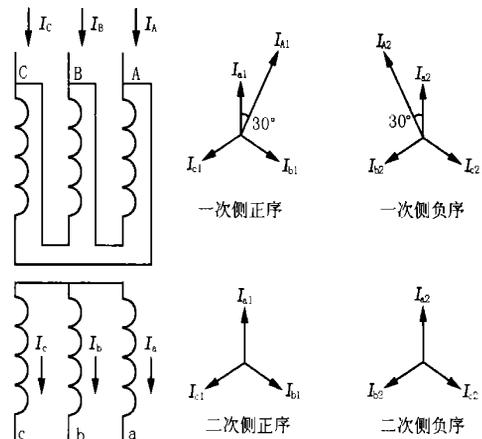


图 1 /Y-11 接线变压器

Fig. 1 Transformer of /Y-11 connected mode

组成, 没有零序电流。正序和负序电流反映到变压器高压侧, 正序电流顺时针转  $30^\circ$ , 负序电流逆时针转  $30^\circ$ , 然后正序、负序合成后就得到高压侧各相线电流的大小和方向。

根据图 2 可知 B 相线电流

$$I_B = I_{B1} + I_{B2} = 2 I_{B1}$$

由于  $I_{B1} = I_{b1} / K_T = I_Z^{(2)} / (\sqrt{3} K_T)$

所以  $I_B = 2 I_{B1} = 2 I_Z^{(2)} / (\sqrt{3} K_T)$

其中  $I_Z^{(2)}$  为变压器二次侧短路电流,  $K_T$  为变压器变比。

A 相或 C 线电流

$$I_A = I_{A1} + I_{A2} = - I_{B1}$$

$$I_C = I_{C1} + I_{C2} = - I_{B1}$$

或  $I_A = I_C = I_{B1} = I_Z^{(2)} / (\sqrt{3} K_T)$

由以上分析可知, 高压侧 A 相和 C 相线电流是 B 相线电流的一半, 并且方向与 B 相相反。因此, 高压侧过流保护或电流速断保护的电流互感器与继电器的接线方式, 只能采取不完全星形接法的两相两

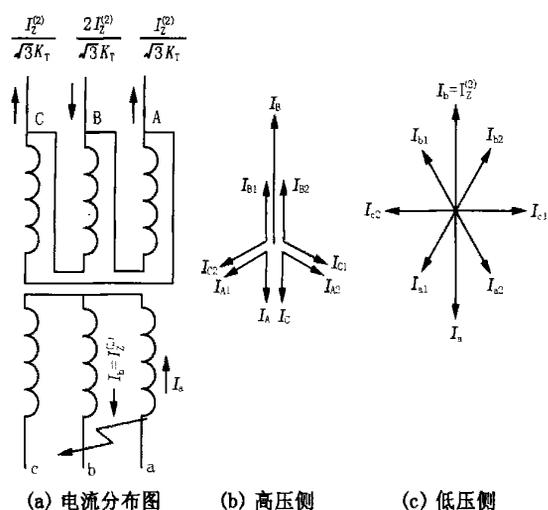


图 2 变压器低压侧两相短路时电流分布及向量图

Fig. 2 Current distribution and vector diagram of transformer when two-phase short-circuit at Y side

继电器或两相三继电器接法,不能采用差接。若采用差接,则二次侧两相短路时,流入继电器的电流

$I_K = \frac{I_C}{K_{TA}} - \frac{I_A}{K_{TA}} = 0$ ,如图 3 所示。其中  $K_{TA}$  为电流互感器变比。

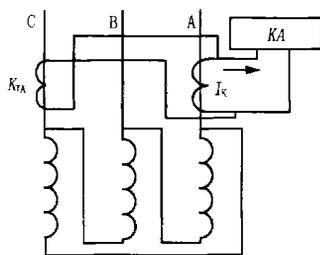


图 3 差接过流保护接线

Fig. 3 Over-current protection of cross wiring

### 3 Y/ - 11 接线方式

大容量变压器,或总降压变压器一般采用 Y/ - 11 接线方式,如图 4 所示。若二次侧发生两相短路(设为 a、b 两相短路),流过变压器一次侧 A、C 两相的短路电流大小相等、方向相同;流过一次侧 B 相的电流与 A、C 相电流相比,方向相反,大小是 A、C 相电流的两倍。由图 4 可知

$$I_B = 2 I_Z^{(2)} / (3 K_T)$$

$$I_A = I_C = I_Z^{(2)} / (3 K_T)$$

其中,  $I_Z^{(2)}$  是变压器二次侧两相短路电流,它是二次侧三相短路电流的  $\sqrt{3}/2$  倍。由于变压器一次侧 A、C 电流大小相等、方向相同,所以装在变压器

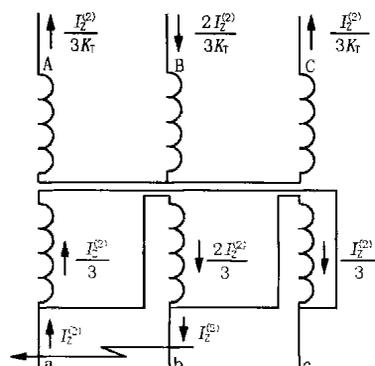


图 4 Y/ - 11 接线二次侧两相短路时的电流分布

Fig. 4 Current distribution of transformer when two-phase short-circuit at side

一次侧的过电流保护和电流速断保护,若只在 A、C 相上装电流互感器,不能采用差接形式,否则二次两相短路时流入继电器的电流为零。为了提高保护的灵敏度,最好采用全星形接线,或两台电流互感器三台电流继电器的接线方式,如图 5 所示。这时流入继电器的最大电流为

$$I_K = \frac{I_A}{K_{TA}} + \frac{I_C}{K_{TA}} = \frac{2 I_A}{K_{TA}} = \frac{2 I_Z^{(2)}}{3 K_{TA} K_T}$$

其中,  $K_{TA}$  为电流互感器的变比。

$$I_K = \frac{I_A}{K_{TA}} + \frac{I_C}{K_{TA}} = \frac{2 I_A}{K_{TA}} = \frac{2 I_Z^{(2)}}{3 K_{TA} K_T}$$

其中,  $K_{TA}$  为电流互感器的变比。

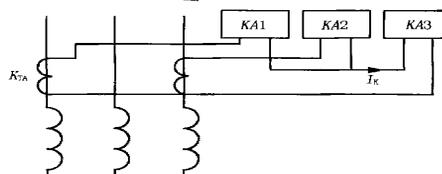


图 5 两互感器三继电器的接线方式

Fig. 5 Wiring with two transformers and three relays

对于 Y/ Y- 12 接法的变压器,二次侧两相短路时,穿越变压器一次侧各相的电流与二次侧短路电流相比,只差变压器的变比。

### 4 结束语

综上所述:若变压器保护用电流继电器采用非全星形接线,则由于 A、C 相都流过较小的故障电流,因此灵敏度较低;若电流互感器采用全星形接线或两相三继电器接线,则总有一个继电器流过较大的故障电流,因此灵敏度较高;若电流互感器采用两相电流差接线,则通过继电器的电流为零,保护装置不动作。

(下转第 87 页)

当加速时间大于 2 min 时,变频器功率选择应放大些。

(3) 制动单元的选择:当电动机处于反接制动或再生制动状态,变频器内直流电路储能电容两端的电压将升高,为避免电压过高而使直流过压保护动作,必须将这部分能量回馈至电网或增设制动单元及制动电阻以释放这部分能量。艾默生系列产品中 22 kW 以下规格有内置制动单元,大于 22 kW 时,厂商已提供与变频器容量相配套的标准外接制动单元。

#### 4 安装调试中注意事项

(1) 安装时控制柜应注意柜内元件散热,采取强制换气时,在吸入口应设空气过滤器,电缆进线、出线处应密封好。

(2) 在选择进线断路器时,应考虑到无进线电抗器时变频器内电容器充电电流的影响,断路器容

量应为变频器额定电流的 1.3~1.4 倍。

(3) 加减速时间的设定,应考虑避免加速电流过大导致变频器跳闸,减速时间过小造成变频器内部直流过电压动作。

(4) 在设置制动状态时,为了安全,起重机所有运动机构必须设置机械制动器。

#### 5 结语

以上介绍了神马公司桥式起重机变频调速改造的有关情况,通过改造,不仅提高了设备安全运行时间,也使工人劳动强度大幅降低。桥式起重机的变频调速的改造,使变频器应用有了新的内涵。

收稿日期: 2003-03-26

作者简介:

时新建(1966-),男,工程师,负责电气工作;

桓宝军(1973-),男,工程师,负责电气工作;

于文斌(1967-),男,助理工程师,负责电气工作。

#### The VVVF project of the derrick of coal transmission system in power plant

SHI Xirjian<sup>1</sup>, HUAN Baojun<sup>1</sup>, YU Wenbin<sup>2</sup>

(1. XI Group Coporation, Xuchang 461000, China; 2. NYLON 66 Salt Co., Ltd, SHENMA Group, Pingdingshan 467013, China)

**Abstract:** The system structure, selection of frequency convertor and some attentions in installation and debugging are introduced for VVVF(variable-voltage & variable-frequency) reform of bridge-type derrick in power plant.

**Key words:** bridge type derrick; VVVF; reform

(上接第 85 页)

#### 参考文献:

[1] 余健明,等. 供电技术(第 3 版)[M]. 北京:机械工业出版社,1998.

收稿日期: 2003-07-23

作者简介:

冯巧玲(1960-),女,讲师,硕士,研究方向为供电系统及自动化;

牛月兰(1955-),女,高级实验师,大学本科,研究方向为电气自动化。

#### The sensitivity analysis of protector in transformer system connected in different mode

FENG Qiao-ling, NIU Yue-lan

(Department of Information and Control of Zhengzhou Institute of Light Industry, Zhengzhou 450002 China)

**Abstract:** Generally, in power transformer system there are three kinds of connection mode such as Y/ Y-12, / Y-11 and Y/ -11. This paper analyzes the size and direction of current in primary side of transformer system asymmetric short-circuit happened at secondary side of the transformer so as to decide the connection mode of CT<sub>r</sub> and relays at primary side of the transformer and ensure that sensitivity of overcurrent relay and current fast-break protection can meet requirement.

**Key words:** transformer; sensitivity; protector