

# 10 kV 系统电压互感器防止铁磁谐振过电压的二次接线改进

杨学昭, 刘苡玮

(中原工学院, 河南 郑州 450007)

摘要: 电压互感器运行中会因单相接地诱发铁磁谐振使电压互感器烧毁, 分析了引起铁磁谐振的原因, 指出了几种常用的消除谐振的方法以及存在的一些不足。通过实验分析提出了一种改进的互感器回路二次侧接线方法, 并有效地消除了互感器回路中的三次谐波, 这样不仅很好地保护了互感器, 也使系统的控制和保护更稳定可靠。该方法应用在 10 kV 供电系统中, 有效地消除了电压互感器的铁磁谐振, 起到了很好的应用效果。

关键词: 电压互感器; 消谐; 二次接线

中图分类号: TM86 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897 (2006) 23-0072-02

## 0 引言

在 10 kV 系统中电压互感器 (PT) 大多是用电磁式电压互感器, 由于 10 kV 系统是中点不接地系统, 在系统发生单相接地时还允许继续运行 2 h, 不立刻跳闸切除故障点。系统参数发生改变接地相电压降低, 非故障相电压升高, PT 铁芯可能出现饱和而感抗下降与电网容抗满足谐振条件, 发生在某个频率下的铁磁谐振产生过电压。另外单相接地点的间歇性电弧在熄灭瞬间系统电压恢复正常, 电弧重燃后系统电压再次变化, 这样电压忽高忽低的变化也是引发系统谐振的原因。铁磁谐振和过电压将引起 PT 一次高压熔丝熔断, 甚至造成 PT 过热烧毁或绝缘击穿损坏。为防止 PT 铁磁谐振, 人们在生产实践中提出了许多方法, 主要体现在对 PT 的二次接线方式的变化。

## 1 限制铁磁谐振常用的措施

### 1.1 利用并联灯泡实现限制铁磁谐振

早期使用的 PT 多为油浸式三相五柱 PT, 其防止铁磁谐振的方法是在 PT 二次开口三角形 L 线和 N 线间接一个 200 ~ 500 W 的灯泡或一个消谐装置 (接线如图 1 所示), 用此办法改变 PT 参数以减少发生谐振的因素。

### 1.2 串接 PT 限制铁磁谐振措施

由于上述方法的效果不理想, 人们又开始用在油浸式三相五柱 PT 中性点再串接一个单相干式 PT, 或直接用四只单相干式 PT, 其接线方法是三只 PT 一次侧接成星形后再在中性点串接一只 PT (接线如图 2)。

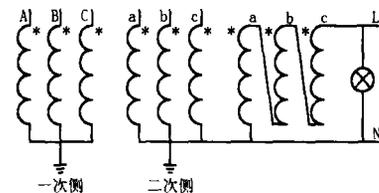


图 1 利用灯泡实现的消谐装置接线图

Fig 1 Circuit of using the light to avoid magnetic resonance of the voltage transformer

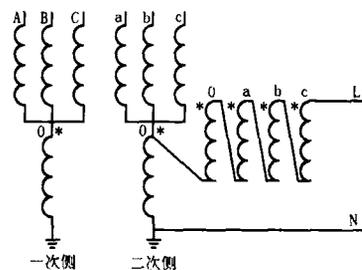


图 2 串接 PT 限制铁磁谐振接线图

Fig 2 Circuit of using PT series connection to limit the magnetic resonance

采用这样的接线后, 系统发生单相接地时加在 PT 一次星形的电压不会有太大的变化, 系统产生的零序电压主要是加在中性线上所接的零序 PT 上, 而每相 PT 所承受的电压都不会升高, 激磁电流不会增大, PT 不会饱和, 消除了铁磁谐振的诱发因素, 从而限制了铁磁谐振。

## 2 改进的二次侧接线方式

### 2.1 简化 PT 二次接线

采用四只单相 PT 接线后, PT 烧毁的事件基本上得到控制, 为适应一次接线的改变二次接线也在逐步改进。起初人们对四只 PT 接线的工作原理了

解不深,二次接线只是被动地接成图 2 的形式,后来我们对四只 PT 接线的工作原理进行认真的研究,发现在系统单相接地时,由于星形接线的一次绕组所承受的电压不变化仍然是对称电压,其二次星形绕组和三角形绕组的电压都不变化,零序电压只加在中性线的零序 PT 上,二次侧反应零序电压的绕组也只有零序 PT 的两个二次绕组,开口三角形不起作用,是虚设,于是就将其去掉(接线如图 3),同时将零序 PT 的变比改为  $10/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}:100$ 。将 100 V 的二次绕组单独引出作为  $3U_0$  使用。

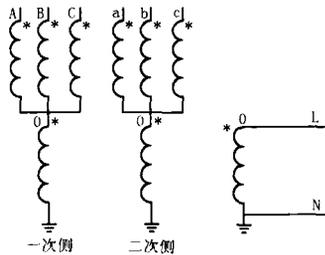


图 3 改进 PT 二次接线的接线图

Fig 3 Improved circuit of TV secondary connection

实际运行时发现,在正常运行无接地故障的情况下  $3U_0$  有较大的输出,约 30 V 左右。

### 2.2 PT 二次接线的改进限制 $3U_0$ 的方法

大家都知道系统正常运行时 PT 输出的  $3U_0$  将造成测量错误,使值班员对系统误判断采取错误行动,也可能使继电保护误动作。分析上述  $3U_0$  输出电压的原因为三次谐波的作用使星形接法的 PT 绕组上电压波形发生了畸变,产生三次谐波电压不对称,在零序 PT 上产生了较高的三次谐波电压呈现

出  $3U_0$  的输出。为此我们提出改进方法,PT 二次接线如图 4 所示,将开口三角形接成封闭的三角形来消除三次谐波,这样问题就得到解决。这样,既能消除铁磁谐振的发生,还能消除  $3U_0$ 。正常运行时  $3U_0$  的输出约为 0 V。

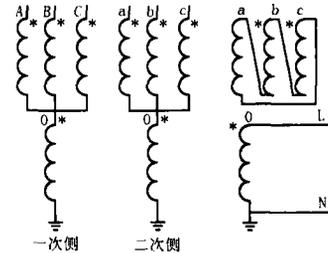


图 4 改进 PT 二次接线的消除  $3U_0$  的接线图

Fig 4 Improved circuit of TV secondary connection which can remove  $3U_0$

## 3 结束语

为了使电压互感器防止铁磁谐振的发生,主要通过二次接线的研究与改进,我们提出的最终的接线方式,在实际运行中效果良好,该接线方式连续运行 2 年,电压互感器没有损坏。因其接线简单,已在 10 kV 系统中逐步推广使用。

收稿日期: 2006-07-18; 修回日期: 2006-07-31

作者简介:

杨学昭 (1966 - ),男,副教授,主要从事自动控制理论与应用方面的科研与教学工作; E-mail: yangxz@zzti.edu.cn

刘苡玮 (1979 - ),男,助教,主要从事自动控制理论与应用方面的科研与教学工作。

## Improvement on secondary connection of the voltage transformer to avoid magnetic resonance in 10 kV power supply system

YANG Xue-zhao, LU Yi-wei

(Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** Voltage transformer can be destroyed easily when single phase grounding produces magnetic resonance in operation. The paper analyzes the reason of magnetic resonance and points out the shortages of existing methods to avoid magnetic resonance. It offers a method of improving secondary connection of the voltage transformer to eliminate the tri-sine wave in the circuit with experiments, which can not only protect the voltage transformer, but also make the power supply system stable. The method has been used in 10kV power supply system, and has a good effect in the application to avoid magnetic resonance of the voltage transformer.

**Key words:** voltage transformer; resonance elimination; secondary connection