

文章编号:1001-1609(2005)06-0423-02

# 500 kV 变电站隔离开关操作 PT 二次侧干扰信号的研究

刘家芳<sup>1,2</sup>, 李敏<sup>2</sup>, 饶章权<sup>2,3</sup>, 王建国<sup>2</sup>, 周文俊<sup>2</sup>, 张磊<sup>2</sup>

(1. 邵阳学院电气信息工程学院, 湖南 邵阳 422004; 2. 武汉大学, 湖北 武汉 430072;  
3. 广东省电力试验研究所, 广东 广州 510600)

## Research on Disturbance in the Secondary Side of PT During Disconnecter Switching in 500 kV Substation

LIU Jia-fang<sup>1</sup>, LI Min<sup>2</sup>, RAO Zhang-quan<sup>2,3</sup>, WANG Jian-guo<sup>2</sup>, ZHOU Wen-jun<sup>2</sup>, ZHANG Lei<sup>2</sup>

(1. School of Electrical Engineering Information, Shaoyang University, Shaoyang 422004, China;  
2. Wuhan University, Wuhan 430072, China; 3. Guangdong Power Test Research Institute, Guangzhou 510600, China)

**摘要:** 为得到 PT 二次侧干扰信号峰值、单次干扰个数和单次干扰之间的间隔时间等时域特征及干扰信号的频谱(频域特征), 现场实测了变电站 500 kV 隔离开关动作时, 电压互感器二次侧的干扰信号。结果表明, 隔离开关动作时 PT 二次侧单次干扰波形是衰减振荡的, 干扰主频段 0.1~2MHz; 在一次隔离开关开或合过程中, 有多个脉冲出现, 干扰电压峰值近 400 V。

**关键词:** 隔离开关; 电压互感器; 二次侧; 干扰信号

**中图分类号:** TM451.3

**文献标识码:** A

**Abstract:** In order to study the transient disturbance signal of the secondary side of PT, which is generated by disconnecter switching in 500 kV substation, a test is made in the field and the time and frequency domain character in details, such as the pulse peak, the number and the interval time of the pulses and the spectrum of signals are obtained. The results show that the single disturbance signal is attenuating and oscillating, and the dominant frequency band is between 0.1~2 MHz. There are a lot of pulses with the peak reaching near 400 V in one switching of opening or closing.

**Key words:** disconnecter; PT; secondary side; transient disturbance signal

## 1 前言

电压互感器是 500 kV 变电站极为重要的一个设备。其二次侧工作电压很低(一般不大于 100 V)<sup>[1]</sup>, 对各种电磁干扰很敏感。隔离开关操作时因触头间的电弧重燃及在线路上的暂态过程, 沿一次线路传导或辐射, 经 PT 转换为二次侧的大幅值、高频、长时间的电磁干扰, 导致如信号波动、保护误动甚至设备损坏等。国内外对隔离开关动作时的二次设备所受的干扰有过研究<sup>[2-3]</sup>, 但干扰信号具体特征没有涉及。为了

解隔离开关动作时 PT 二次侧出口处的干扰信号特征, 基于一座 500 kV 变电站的相关测试, 进行时域和频域特征分析, 得到干扰信号详细特征。

## 2 测试过程

在该变电站的春季检修期间, 为配合试验, 该变电站进行了多次 500 kV 线路的停电送电操作。实测变电站一对半接线的两母线电压互感器的二次侧出现的干扰信号。以高采样速率(5 GS/s)的数字存储示波器 TDS744A, TDS684B, 记录单次干扰波形, 10 MS/s 采样速率的 DL708e 记录整个操作过程的干扰信号。图 1 是一回 500 kV 出线(HL1)相关的接线图, 文中列举了分合隔离开关 50332 时母线 PT 单次干扰波形和整个操作过程的波形。

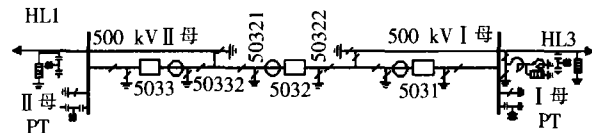


图 1 500 kV 开关区部分接线

## 3 干扰信号的频域特征

该次测试中的示波器的采样频率很高, 可认为记录了干扰信号的绝大部分频率分量。借助 MATLAB 软件, 对干扰信号进行频域分析(对一个振荡周期的时域信号傅立叶变换), 得到 500 kV 两母线 PT 二次侧单次脉冲的时域及频谱特征, 以开合隔离开关 50332 时母线 PT 单次干扰波形为例, 见图 2, 图 3。

对比分合隔离开关时所测 PT 二次侧的干扰

收稿日期:2005-07-20; 修回日期:2005-09-25

作者简介:刘家芳(1965-),男,湖南隆回人,讲师,研究方向为电气控制与运行和高电压技术应用。

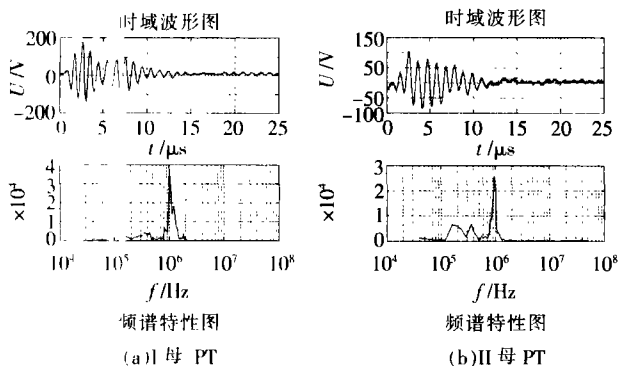


图2 合隔离开关 50332

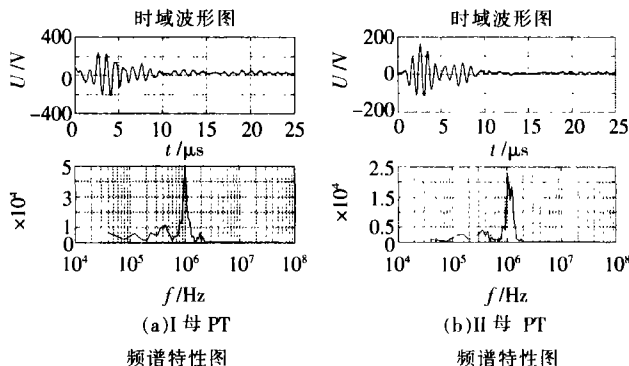


图3 分隔离开关 50332

信号:单次干扰波形均为振荡衰减;隔离开关切合空母和空短线,干扰的主要频率分量集中在0.1~2 MHz;分合同一个隔离开关,I母PT和II母PT二次侧的干扰信号在频谱特征上差别不大,频带相同,频率分量相近,如0.12,0.35,0.47,1.0,1.2 MHz。

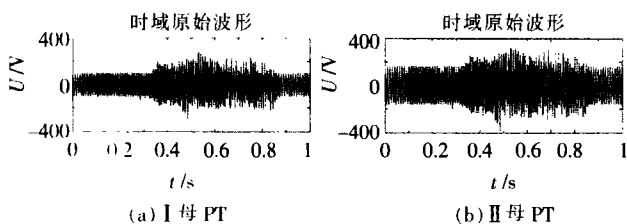


图4 分隔离开关 50332 母线 PT 二次侧的干扰信号

### 4 干扰信号的时域特征

整个操作过程的测试结果给出了干扰波形的时域全局特征:单次干扰个数,单次干扰之间的间隔,干扰电压峰值等,以开合隔离开关 50332 时母线 PT 单次干扰波形为例,见图 4,图 5。

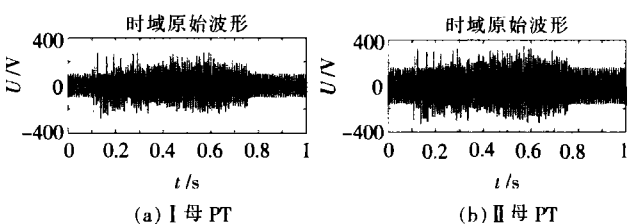


图5 合隔离开关 50332 母线 PT 二次侧的干扰信号

隔离开关的整个操作过程中,电压互感器二次侧的干扰信号无论波形、幅值都有较大的分散性,见图 6,可以用隔离开关机械运动的动静触头间电弧产生的分散性及其出现在工频电压的不同时间位置解释。干扰信号的出现与隔离开关动静触头间电弧重燃的规律相同:合闸初期和分闸末期,触头间的距离大,电弧重燃次数少,此时干扰信号也相应的不多;相反合闸末期和分闸初期,触头间距离小,电弧重燃次数多,干扰信号也更多地出现。

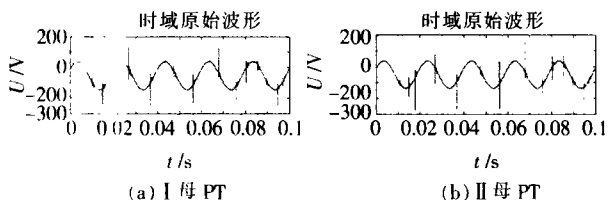


图6 合隔离开关 50332 母线 PT 二次侧的干扰信号局部放大

隔离开关操作时 I 母 PT 二次侧的干扰幅值最大为 299.43 V,最小 98.13 V,单次干扰幅值的平均值分布在 103.35~155.61 V 范围内;II 母 PT 二次侧的干扰幅值最大为 382.97 V,最小 159.2 V,单次干扰幅值的平均值分布在 167.70~223.96 V 范围内。隔离开关操作 I 母 PT 二次侧的单次干扰出现次数分布在 104~330 范围之内,II 母 PT 则分布在 81~275 范围之内。

### 5 结语

隔离开关动作时,相应的 PT 二次侧有干扰信号,整个操作过程的干扰是一组振荡衰减的脉冲序列,最大峰值近 400 V。单次干扰在操作过程中出现有近 100 次,其主要频率成份在 0.1~2 MHz。分合同一隔离开关,其干扰信号频带接近,主要频率成份相同。

通过以上时域频域分析,可为 PT 二次侧的干扰信号抑制提供参考,如从滤波角度,只需抑制 2 MHz 以下的几个分量;从限压角度,各种限压措施的限值选取要有适当裕度。另外,实测得到在隔离开关动作时,PT 二次侧出现的干扰信号特征可供 PT 及其二次侧所连控保设备做抗扰度测试<sup>[4-5]</sup>时参考。

### 参考文献:

- [1] 周文俊. 电气设备实用手册[K]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
- [2] 李清泉, 李彦明, 牛亚民. 变电站开关操作引起的瞬变电磁场及其防护[J]. 高电压技术, 2001(4): 35-37.
- [3] Manfred Zimmermann, Klaus Dostert. Analysis and Modeling of Impulsive Noise in Broad-band Powerline Communications [J]. IEEE. Trans. on EMC. February 2002, 44(1): 249-258.
- [4] DL/Z713-2000. 500 kV 变电所保护设备和控制设备抗扰度要求[S].
- [5] GB/T17626.4-1998. 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验[S].