

# A New Method of Fault Diagnosis on CVT

Kai Chen, Jing Gong, Yongming Mao, Sibin Zhang, Xuwei Su

Maintenance Section, State Grid Ningbo Maintenance Company, Ningbo  
Email: [123gongjing@163.com](mailto:123gongjing@163.com)

Received: Oct. 29<sup>th</sup>, 2014; revised: Dec. 2<sup>nd</sup>, 2014; accepted: Dec. 10<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Capacitor voltage transformer (CVT) is widely used in power system in recent years. Two CVT secondary voltage fault cases have been analyzed in this paper and the results show that common field test method cannot accurately cover these failure causes. To solve this problem, a new accurate method of fault diagnosis on CVT has been given. Furthermore, design and manufacture requirement of CVT has been proposed.

## Keywords

Capacitor Voltage Transformer, Secondary Voltage Fault, Fault Analysis, New Test Method, Improvement

---

# 电容式电压互感器故障诊断新思路

陈 凯, 巩 晶, 毛永铭, 张思宾, 苏许玮

国家电网宁波检修分公司检修室, 宁波  
Email: [123gongjing@163.com](mailto:123gongjing@163.com)

收稿日期: 2014年10月29日; 修回日期: 2014年12月2日; 录用日期: 2014年12月10日

---

## 摘 要

电容式电压互感器(CVT)近年来在电力系统中得到大量应用, 对两个电压互感器二次电压异常故障实例分析发现, 按常规现场试验方法无法对故障设备的故障原因进行准确判断。针对这一问题, 本文提出了

一种高压电容式电压互感器变比故障的准确测试法，可在现场预试时对电磁单元的特性和绝缘状态准确分析，并提出了电容式电压互感器的设计制造要求。

## 关键词

电容式电压互感器，二次电压异常，故障分析，新试验方法，改进方案

## 1. 引言

电容式电压互感器(Capacitor Voltage Transformer, CVT)是一种由电容分压器和电磁单元组成的电压互感器，其设计和内部接线使电磁单元的二次电压实质上与施加到电容分压器上的一次电压成正比，且在连接方法正确时其相位差接近于零。和常规的电磁式电压互感器相比，电容式电压互感器除可防止因电压互感器铁芯饱和引起铁磁谐振外，在经济性和安全性上也有很多优越之处[1] [2]。因此，电容式电压互感器近几年在电力系统中得到大量应用，不仅在变电站线路出口上使用，而且常常用于在母线和变压器出口上代替电磁式电压互感器。

电容式电压互感器投运后一旦发生故障，就会影响整个电网的安全运行。CVT 的内部机构包括电容分压器和中间变压器，补偿电抗器及过电压限幅器(避雷器)等设备[3]。这些设备组装在一起构成整体式结构，在现场无法轻易分解，这就使现场绝缘试验很难进行。特别是在设备故障状态下，由于受停电范围的限制，各种电磁干扰严重，通过常规电气试验方法准确判断故障部位就更加困难[4]。本文通过对 110 kV 电容式电压互感器在运行中二次失压后，在现场对故障进行分析判断，提出了一种新的更为有效的电容式电压互感器的故障定位方法。

## 2. 电容式电压互感器原理

电容式电压互感器总体上可分为电容分压器和电磁单元两大部分。电容分压器由高压电容  $C_1$  及中压电容  $C_2$  组成，电磁单元则由中间变压器、补偿电抗器及限压装置、阻尼电阻等组成。电容分压器  $C_1$  和  $C_2$  都装在瓷套内，从外形上看是一个单节或多节带瓷套的耦合电容器[5] [6]。如图 1 所示。

图中， $L$ ——补偿电抗，可补偿电容分压器的内阻抗。 $TV$ ——中间变压器，将测量仪表经中间变压器  $TV$  后与分压器连接，减小分压器的输出电流以减少误差。 $R_d$ ——阻尼电阻，在  $TV$  付边单独设置一只线圈，接入阻尼电阻  $R_d$ ，用以抑制铁磁谐振过电压。 $C_k$ ——补偿电容器，用来补偿电磁式电压互感器  $TV$  的磁化电流和付边负荷电流的无功分量，亦能减小测量装置的误差。 $P_1$ ——放电间隙，用以保护  $TV$  的原绕组和补偿电抗器  $L$ ，防止因受二次侧短路所产生的过电压而造成的损坏。

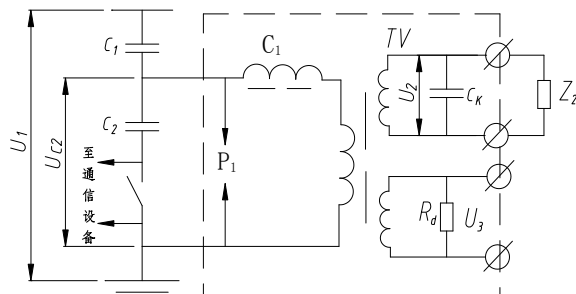


Figure 1. Schematic of CVT

图 1. 电容式电压互感器原理简图

### 3. 故障过程及传统试验数据分析

#### 3.1. 案例一

2012年9月,宁波北仑220kV变电站110kV线路A相电容式电压互感器在电网正常运行条件下故障报警,压变二次线圈DaDn运行情况下电压为200V(正常应为 $110/\sqrt{3}$ kV/100V)。该电容式电压互感器型号为TYD110/ $\sqrt{3}$ -0.01H,西安电力电容器厂制造。为检测故障,对该设备进行的试验过程及试验数据如下:

1) 解剖前试验

a. 电容分压器试验

试验时从辅助绕组DaDn加压,反复试验数次,结果均为介损测试仪无法升压。

b. 中间压变试验

中间压变试验测试结果如表1所示。

2) 解剖后试验

先对压变进行放油,然后将电容套管拆卸下来,露出一次绕组。对设备进行变比试验,试验结果如表2所示。

基于目前的检测手段,无法测得辅助线圈的变比数据。初步判断该压变辅助绕组xf,af存在缺陷,需对该设备进行进一步的故障分析。

#### 3.2. 案例二

2013年9月宁波镇海220kV变电站,110kV线路A相电容式电压互感器在电网正常运行条件下,故障报警,线路压变二次线圈DaDn运行情况下电压为60V(正常情况为 $110/\sqrt{3}$ kV/100V)。该电容式电压互感器型号为TYD110/ $\sqrt{3}$ -0.01H,锦州电力电容器厂制造。现场对该设备进行试验,试验数据如下:

1) 解剖前试验

a. 电容分压器试验

试验时从辅助绕组DaDn加压,对C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>进行电容量和介损进行测试。试验结果如表3所示。

b. 中间压变试验

中间压变试验测试结果如表4所示。

Table 1. The intermediate transformation test data

表 1. 中间压变试验测试结果

试验项目	端子名称	1a1n	DaDn
直流电阻(Ω)		0.125	9.01
绝缘电阻(MΩ)		10000	60000

注:测量时将阻尼电阻断开。

Table 2. Transformation ratio test data

表 2. 变比试验测试结果

试验项目	端子名称	1a1n	DaDn
铭牌变比		$110/\sqrt{3}$ kV/100/ $\sqrt{3}$ V	$110/\sqrt{3}$ kV/100 V
实测变比		1105	无法测得

## 2) 解剖后试验

按照与案例一相同的方法对电容式电压互感器进行拆解，并进行变比试验，试验结果如表 5 所示。

以上几项试验数据全部正常，无法判断出故障原因，初步判断该压变在高电压下引起二次绕组变比变化，但需进一步确诊。

近年来类似的故障偶有发生，但由于现场条件和试验方法的制约，用传统的测试方法很难对故障设备的故障原因进行准确判断。下面介绍一种新的试验方法。

## 4. 高压电容式压变变比故障准确测试法

### 4.1. 测试原理

如图 2，在电容式电压互感器上  $C_1$  上加压，并测量二次线圈  $al$   $x_1$  及  $af$   $xf$  两端电压，就可以精确判断电容器是否正常。

Table 3. The capacity voltage divider test data

表 3. 电容分压器试验结果

相别	位置	容量(nf)	tgδ (%)
A	C <sub>1</sub>	15.87	0.335
	C <sub>2</sub>	33.28	0.193

Table 4. The intermediate transformation test data

表 4. 中间压变试验结果

试验项目	端子名称	1a1n	DaDn
直流电阻(Ω)		0.015	0.109
绝缘电阻(MΩ)		3000	2240

Table 5. Transformation ratio test data

表 5. 变比试验测试结果

试验项目	端子名称	1a1n	DaDn
铭牌变比		$110/\sqrt{3}$ kV/ $100/\sqrt{3}$ V	$110/\sqrt{3}$ kV/ $100$ V
实测变比		1098.3	634.7

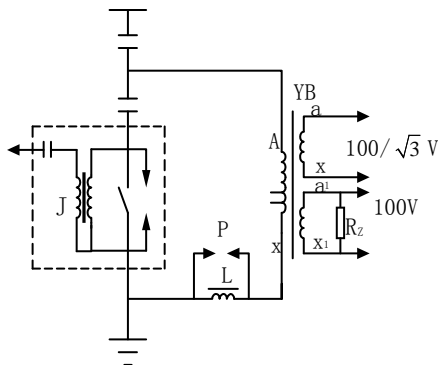


Figure 2. Test schematic diagram

图 2. 测试原理简图

假设电容式电压互感器中最末一个电容器的电容为  $C_2$ ，其他电容器的等效电容为  $C_1$ ，则当  $C_1$  上的外加铭牌的额定一次电压  $U_1$  时，若二次线圈  $al\ xl$  及  $af\ xf$  上应分别得到  $100/\sqrt{3}$  V 的电压，说明在电容式电压互感器的电容单元正常，反之则认为其电容单元异常。

同样，在  $C_1$  上外加额定一次电压，也可以判断电容单元是否正常。

另外，在电容式电压互感器上端 H 点接地状态下，从二次线圈  $al\ xl$  反向加压，在  $C_1$ 、 $C_2$  瓷套端直接测量一次电压(可用测量变压器 T，电容式分压器或周围停电的其它相电容式电压互感器)，若测得的数据与标准铭牌变比计算的数值一样，则证明电容器的电容单元和电磁单元都正常。

我们选用在  $C_1$  上外加额定一次电压的方法对案例一和案例二中的两台电容式电压互感器进行了变比准确测量，试验结果表 6 和表 7 所示。

通过表 6 我们可以判断电容器的电磁单元异常。

通过表 7 我们判断结果为电容器的电容单元和电磁单元都正常。

#### 4.2. 对电容式电压互感器的设计制造要求

1) 调压设备以及与它配套的升压变压器(或谐振装置)，可通过匹配电源、励磁变、固定电抗器、补偿电容来组成一次高电压输出，根据不同的电压要求，进行配置。升压器的输出电压应能达到被检电压互感器的 120% 额定一次电压，使电压互感器能够正常地进行工作，额定电压、额定容量选择是关键。

2) 二次负荷则由相应的电压负荷箱模拟，可选取负荷箱分为阻抗元件式和互感器式两种结构型式，关键是额定负荷和功率因数的选取。

3) 精确计算电容单元在额定电压下的经过变比分压以后所承受的实际电压值和用高精度的电压表测试二次电压的变化。

### 5. 结论

受现场试验项目和试验条件限制，目前国内外对运行中或现场试验条件下的电容式电压互感器故障判断仅能够通过外观检查和诸如极间绝缘、末屏绝缘、中间变一次绕组绝缘、电容器电容量、介损等常规试验方法试验，对电磁单元变压器一次引线断线或接地，分压电容器  $C_2$  短路，和中电磁单元变压器并联的氧化锌避雷器击穿导通及油箱电磁单元烧坏、进水受潮等简单外部故障进行初步判断。在预防性试验和故障分析时，无法直接对电磁单元的特性和绝缘状态进行分析检测。

随着电容式电压互感器的大规模运用，出现故障的情况越来越多，其中二次电压输出异常故障尤为

Table 6. CVT transformation ratio test data of case 1

表 6. 案例一中电容式电压互感器变比试验测试结果

端子名称 试验项目	1a1n	DaDn
铭牌变比	$110/\sqrt{3}$ kV/100/ $\sqrt{3}$ V	$110/\sqrt{3}$ kV/100 V
$C_1$ 加压 63.5 kV	1100 V	23 V~45 V (不稳定)

Table 7. CVT transformation ratio test data of case 2

表 7. 案例二中电容式电压互感器变比试验测试结果

端子名称 试验项目	1a1n	DaDn
铭牌变比	$110/\sqrt{3}$ kV/100/ $\sqrt{3}$ V	$110/\sqrt{3}$ kV/100 V
$C_1$ 加压 63.5kV	1100 V	635 V (稳定)

常见。在预防性试验和故障分析时，无法直接对电磁单元的特性和绝缘状态进行分析检测，在对产品有怀疑时，可参照上述高压电容式压变变比故障准确测试法进行进一步确诊。

### 参考文献 (References)

- [1] 刘宏亮, 刘海峰, 岳国良, 等 (2011) 电容式电压互感器的运行故障检测. *电力电容器与无功补偿*, **3**, 62-65.
- [2] George, G. (1999) Advanced technologies lift the industry to a higher level. *Transmission and Distribution World*, **51**, 36-49.
- [3] 苏胜新, 咸日常 (2002) 运行中的电容式电压互感器二次失压故障和分析方法. *变压器*, **5**, 38-41.
- [4] 李寅忠, 魏伟明 (2007) 电容式电压互感器的日常运行检测分析. *电力设备*, **8**, 59-61.
- [5] Chen, Q., Li, H.-B., Zhang, M.-M., et al. (2006) Design and characteristics of two Rogowski coils based on printed circuit board. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, **55**, 939-943.
- [6] 杨新春, 李化, 杨红权, 等 (2010) 一起 110 kV 电容式电压互感器故障诊断与处理. *电力电容器与无功补偿*, **6**, 57-60.