

# 基于两起故障实例的 500 kV CVT 故障原因对比分析

杨 洋 覃 伟 许 强 郭 锐 张智勇

(四川省电力公司超(特)高压运行检修公司 四川 成都 610041)

摘 要:介绍两起 500 kV 电容式电压互感器因电容分压器中部分电容元件被击穿导致二次电压升高的故障实例,并基于这两起实例,对密封不良导致电容芯子受潮以及电容局部绝缘缺陷这两种不同的故障原因进行了分析,并对不同故障原因下的不同试验结果进行了对比和讨论。

关键词:电容式电压互感器;故障;绝缘缺陷;介损;电容元件

Abstract: Two cases of 500 kV capacitor voltage transformers in which the breakdown of part of the capacitance elements leads to the arising of secondary voltage are introduced, the causes of faults including poor sealing and partial insulation defects are analyzed based on these two cases, and the different test results under different causes of faults are compared and discussed.

Key words: capacitor voltage transformer; fault; insulation defect; dielectric loss; capacitance element

中图分类号:TM451 文献标志码:A 文章编号:1003-6954(2012)01-0083-02

500 kV 电容式电压互感器(CVT)主要由两部分组成,即电容分压器和电磁单元,兼顾电压互感器和电力线路载波耦合装置中的耦合电容器两种设备的功能,目前已在电力系统中得到了非常广泛的应用<sup>[1-8]</sup>。近年来,因 CVT 电容分压器中高压电容  $C_1$  有部分电容元件被击穿导致 CVT 二次电压升高的故障时有发生<sup>[1-8]</sup>。从两起电容分压器  $C_1$  中的部分电容元件击穿导致二次电压升高的故障实例出发,对两种不同的故障原因进行了分析,并就不同故障原因下的不同试验结果进行了对比、讨论。

## 1 油浸式电流互感器缺陷实例

### 1.1 实例 1

2011 年 5 月,四川超(特)高压运检公司所辖某 500 kV 变电站内某线路 CVT 的某相出现二次电压升高,引起保护动作的事故<sup>[8]</sup>。对此故障相 CVT 进行停电状态诊断试验,测试结果如表 1,发现其上节的介损、绝缘电阻及电容值测得结果均严重不合格<sup>[8]</sup>。对故障相 CVT 上节耦合电容器进行吊芯检查。通过吊芯发现<sup>[8]</sup>,装配时密封胶圈与密封面间夹有一次端子的引出线,从而导致上端密封盖的密封不良,上端密封盖上有许多水珠,在密封胶圈附近有很明显的一次端子引出线的压痕;靠近金属膨胀器的上部电容器芯子有放电痕迹,放电中产生了糊状的黑色产物。

表 1 CVT 故障相停电状态诊断高压试验结果<sup>[8]</sup>

位 置	tgδ 测 得值 /%	C <sub>x</sub> 测得 值 /nF	标准值 /nF	C <sub>x</sub> 初值 差 /%	绝缘电阻 /MΩ
上节	14.39	20.52 ↑	14.98	36.98	70 ↓
中节	0.051	15.12	15.15	-0.19	5 000
下节	0.049	15.02	15.13	-0.73	5 000

注:测试仪器为济南泛华 AI-6000F 自动介损测试仪,试验电压 10 kV;厂家标准为  $\text{tg}\delta(\%) \leq 0.12$ ,  $C_x$  初值差介于  $\pm 5\%$  之间。

### 1.2 实例 2

2009 年,在对某 500 kV CVT 进行预试前,其某相二次电压较另外两相约高出 2 V。预试中发现虽然此相 CVT 中节的绝缘电阻值合格,但是其介损和电容值测得结果不合格,介损测得值略大于 0.25%,电容的初值差为 10.70%,试验数据如表 2。

对此故障相 CVT 中节进行高压介损试验,试验装置及原理参见文献 [9-10],试验数据如表 3。从表 3 可以看出,在 80 kV 测试电压下,介损测得值远远低于 10 kV 测试电压下的测试结果,变为合格,而电容值却比 10 kV 测试电压下增加了 600 pF。

从对此故障相 CVT 进行解体的情况来看,中节密封良好,内部并没有出现任何因渗水引起的受潮情况。但电容器油已呈黑色,有部分电容元件严重烧损,铝箔间绝缘被击穿,被击穿的电容元件上有明显的击穿点。

表2 CVT故障相中节预试结果

位置	tgδ测得值 /%	Cx测得值 /nF	标准值 /nF	Cx初值差 /%	绝缘电阻 /MΩ
中节	0.315	17.27 ↑	15.60	10.70	10000

注:测试仪器为济南泛华 AI-6000F 自动介损测试仪,试验电压 10 kV;厂家标准为 tgδ(%) ≤ 0.25, Cx 初值差介于 ±5% 之间。

表3 CVT故障相中节高压介损试验结果

位置	tgδ测得值 /%	Cx测得值 /nF	标准值 /nF	Cx初值差 /%
中节	0.085	17.87 ↑	15.60	14.55

注:测试仪器为上海思创高压介损测试仪,试验电压 80 kV;厂家标准为 tgδ(%) ≤ 0.25, Cx 初值差介于 ±5% 之间。

## 2 故障原因分析

对于实例1的故障<sup>[8]</sup>,CVT上节装配不良,密封不严,在运行中,有雨水渗进,产生受潮,水逐渐从顶部渗透到底部,从而产生部分贯穿性放电通道<sup>[8]</sup>,导致介损测试结果高达 14.39%,绝缘电阻测试结果低至 70 MΩ,因受潮产生的放电使得部分电容元件被短接或击穿。上节部分电容元件发生了击穿或被短接,使得分压比变小,在变化后的分压比下,二次电压有所增加,当高于保护的设定值时,保护发生动作<sup>[8]</sup>。

对于实例2的故障,元件内部在制造过程中受到杂质污染或材质的局部位置存在缺陷<sup>[1,11]</sup>,这些绝缘薄弱点使电场分布不均匀,绝缘强度下降,在长时间运行电压的作用下,薄弱点承受过高的电场强度,薄弱点进一步恶化<sup>[1,11]</sup>,最终导致部分电容元件被击穿。有部分电容元件被击穿后,其他电容元件会承受更高的电压<sup>[1,11]</sup>,从而加速绝缘缺陷的发展,使得更多的电容元件绝缘逐渐劣化、击穿<sup>[1,11]</sup>。

## 3 不同故障原因试验结果对比讨论

如果故障原因是 CVT 装配不良,密封不严导致有水渗进,那么这极易发展成贯穿性受潮,并在介损和电容测试中得到反映。在 10 kV 测试电压下,不但电容测得值较出厂值会有所增加,而且介损值将远远超标,达到百分之几甚至百分之十几,绝缘电阻值会低至只有几十或几百个兆欧。

如果故障原因不是装配不良导致的受潮,而是绝缘缺陷导致部分电容元件击穿,那么这极难发展成贯穿性放电,只是局部的放电击穿,在 10 kV 测试电压

下,虽然介损值可能超标,但超标并不会太严重,只可能略有超标,绝缘电阻测试结果可能依然处于合格范围之内,因而也难以反映缺陷的真实情况,但电容初值差会明显超标。对于此类故障的 CVT,如果进行高压介损试验,在接近额定电压的测试电压下,介损值可能会远远低于 10 kV 测试电压下的介损值,甚至处于合格范围之内,而电容值会更高于 10 kV 测试电压下的电容测得值。

## 4 结 语

CVT 电容分压器中 C<sub>1</sub> 有部分电容元件被击穿会导致 CVT 二次电压升高。部分电容元件被击穿,可能有两个原因:一是因为装配不良导致的受潮,二是因为部分电容元件的绝缘缺陷导致。介绍了两个故障实例,对两种故障原因进行了分析,并对这两种不同故障原因、类型下产生的不同试验结果进行了对比和讨论。

### 参考文献

- [1] 陈化钢. 电力设备预防性试验方法及诊断技术 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.
- [2] 陈化钢. 电力设备异常运行及事故处理 [M]. 北京: 中国水利电力出版社, 1999.
- [3] 国家电网人力资源部. 电气试验 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [4] 杨香泽. 变电检修 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [5] 上海超高压输变电公司. 变电设备检修 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [6] 李建明, 朱康. 高压电器设备试验方法 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [7] 郭丽娟. 500 kV 电容式电压互感器介损超标原因分析及处理 [J]. 广西电力, 2009 (1): 27-28.
- [8] 杨洋, 许强, 覃伟, 等. 对某 500 kV CVT 的故障原因诊断及分析 [J]. 电力电容器与无功补偿, 2011, 32(4): 68-71.
- [9] 谢超. 均压电容器介损现场试验的改进措施 [J]. 电力电容器与无功补偿, 2010, 31(5): 58-61.
- [10] 杨洋, 许强, 陈安明, 等. 对某 500 kV 开关断口间并联电容的高压介损诊断及分析 [J]. 电力电容器与无功补偿, 2011, 32(5): 64-67.
- [11] 王世阁. 国产 500 kV 输变电设备运行及事故分析 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

(收稿日期: 2011-10-17)