

· 故障诊断与检修策略 ·

## 一起电容式电压互感器二次回路故障诊断分析

冯骏<sup>1</sup>,徐钢<sup>2</sup>

(1.国电泰州发电有限公司,江苏泰州 225327;2.江苏方天电力技术有限公司,江苏南京 211102)

**摘要:**介绍了一起500 kV 升压站电容式电压互感器二次回路故障,分析了该故障原因并提出了整改措施,根据该升压站的实际短路电流水平计算了放电间隙或氧化锌阀片整定电压,并对日常维护提出了建议。

**关键词:**电容式电压互感器;二次回路;诊断分析;整定电压

**中图分类号:**TM451+.2

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2011)05-0008-03

电压互感器是电力系统重要的一次设备,负责将高电压转换为较低的标准电压,提供给系统中的电气测量装置、电能计量装置、继电保护装置和自动装置。由于传统电磁式电压互感器(PT)易产生铁磁谐振,而电容式电压互感器(CVT)不会与外部元件(开关断口电容)形成铁磁谐振,且具有结构简单、造价较低、耐绝缘冲击强度高、绝缘裕度大等优点,在220 kV及以上的高压系统中广泛使用。CVT虽与电磁式相比有许多优点,但故障率较高,常见的有电容器受潮、部分电容击穿造成二次电压异常、油箱异音等。文中将探讨由于CVT二次接地不良导致的一起故障,提出了加强保护柜等二次安全接地的措施及采取的对策。

## 1 故障情况

2010年7月20日下午,某发电有限公司1号机组有功功率795 MW,运行于500 kV I 母线;2号机组有功功率770 MW,运行于500 kV II 母线;500 kV 双母线正常运行方式。17时28分,NCS上“公用测控屏同步测量柜PT/CT断线”;“公用测控屏光字牌总动作”,“500 kV 故障录波1,2柜及网控同步相量测量柜录波启动”等报警发出。

## 2 故障分析与处理

现场检查。NCS上第1套母线保护柜复合电压保护动作;江港5245线、都港5246线、高泰5259线、港兴5260线RCS931D保护启动;高泰5259线ABB561保护接地选相元件动作;高泰5259线、港兴5260线零流保护正方向启动等报警发出,后均复归。

检查港兴5260线5052开关汇控箱时,发现就地汇控箱中部端子排1个固定螺栓发热烧红,周边多个螺栓有放电现象,临时将螺栓紧固则放电现象

消失;测量5260线CVT二次三相对地电压,第一绕组A,B,C三相分别为8.9 V,90.1 V,89.9 V,第二绕组A,B,C三相分别为9.0 V,89.9 V,89.7 V,第三绕组A,B,C三相分别为1.1 V,98.8 V,99.0 V;3只CVT二次小空开均未跳闸。

进一步检查发现,故障时已发生CVT二次A相单相接地,港兴5260线就地汇控箱内固定二次电缆槽盒的螺栓有明显的间隙放电,且该线路CVT A相二次电缆绝缘严重受损(如图1所示),并有进一步恶化趋势。为防止CVT二次电缆短路造成CVT损坏,立即申请线路转为检修处理。经省调同意下令1号、2号机组解列AGC,减负荷至560 MW;汇报省调控制高泰5259线及港兴5260线潮流;汇报网调逐步将港兴线5052开关转为检修,将港兴5260线转为检修。



图1 现场被放电烧灼的导线和槽板

现场初步分析认为,由于故障时已发生CVT二次A相单相接地,但CVT二次空开未跳闸,且B,C相对地二次电压升高较多,因此可以判定CVT二次中性线 $U_n$ 未能有效接地,可能存在松动等问题。该线路采用无锡日新电机有限公司生产的CVT,根据厂家提供的CVT内部电气连接示意图(如图2所示)可知,经高压电容 $C_1$ 分压后,CVT的一次侧对地电压可达13 000 V左右,若 $U_n$ 不接地或接地不可靠,则CVT通过一次、二次之间的耦合电容,可以在二次侧感应出高电压(最高可达约1 000 V至2 000 V),该工频耦合电压会在绝缘薄弱环节产生对地放电现象。现场的故障现象与此分析一致。

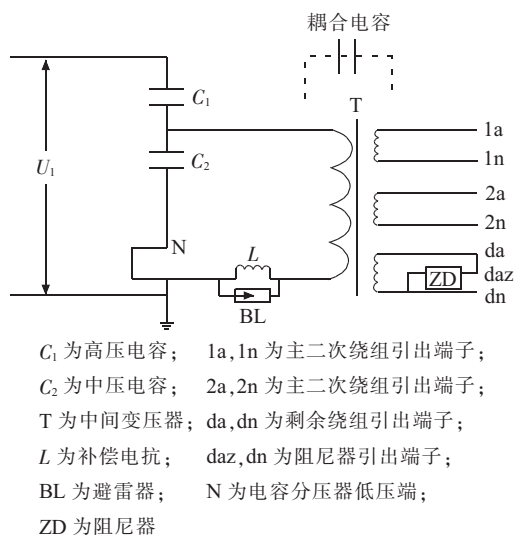


图2 CVT 内部电气连接示意图

另外,由于港兴 5260 线 CVT 二次 A 相的电缆与紧固二次电缆槽盒的螺栓接触紧密,存在挤压,从而造成 A 相电缆绝缘薄弱,在高压作用下发生击穿,而螺栓与涂刷油漆的支撑钢架接触不良,因此在间隙中产生放电现象,且周边有多个松动的小螺栓与带电的支撑钢架间发生间隙放电。进而造成该紧固二次电缆槽盒的螺栓过热,引起与螺栓直接接触的 CVT 二次电缆绝缘进一步受损,导致故障现象恶化。

在将线路转为检修后,拆除了故障螺栓,将绝缘受损的相关 CVT 二次电缆进行包扎及加强绝缘处理,检测绝缘合格,同时将所有螺栓及箱体内部端子排有关接线和连接片都进行了紧固,处理完毕后报网调申请将港兴 5260 线转为运行。港兴 5260 线投运后,未再发现螺栓放电现象。

### 3 故障引发的建议及思考

#### 3.1 几点建议

(1) 进一步加强监测,并对其他同类型端子箱进行排查,消除安全隐患。

(2) 结合检修,检查线路有关箱体、保护柜等二次接地状况,确保可靠连接。

(3) 该厂 CVT 二次小空开型号为 C65N/32A,额定电流偏大,所以在二次回路发生 A 相单相接地故障时没有跳闸。根据该厂的实际情况,选择额定电流为 6 A 或 10 A 的空开即可。很多时候,由于设计院过分考虑了小空开电流的层级配合,导致选型过大,不利于故障时小空开及时跳闸。

#### 3.2 关于电压互感器二次回路接地问题的思考

(1) 根据 GB 14285—2006<sup>[1]</sup>和国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)继电保护专业重点实施要求的相关规定,电压互感器的二次回路

只允许有一点接地,接地点宜设在控制室内。如果是独立的,与其他互感器无电联系的电压互感器可以在开关场,靠近一次设备的地方一点接地。为保证接地可靠,各电压互感器的中性线不得接有可能断开的开关或熔断器等。而如果是多回路(2个以上,如母线 PT)公用 PT,宜在控制室内的公用柜一点接地,必要时,就地的中性点可加装放电间隙或氧化锌阀片,但这也是双刃剑,应经常维护检查,防止发生电压二次回路多点接地的现象。

(2) 击穿保险有机械式和电子式 2 种,机械式简单有效,但击穿后无法实现报警功能,而电子式可以实现报警功能,且整定便捷,是今后的发展方向。

### 4 相关的参数计算

首先,要计算放电间隙或氧化锌阀片的击穿电压峰值,根据文献[2]该电压应大于  $30I_{\max} V$  ( $I_{\max}$  为电网接地故障时通过变电站的可能最大接地电流有效值, kA),国际大电网会议工作组报告规定:对于格网式接地系统,当回路完全置于变电站地网范围内时,最大的期望横向电压(由导线及地网引入回路的电压)为每 1 kA 故障电流 10 V,即横向电位差值  $10 V/1 kA$ ,其击穿电压峰值应大于  $30I_{\max} V$ ,即  $10 \times 2\sqrt{2} \times I_{\max} \approx 30I_{\max}$ ,式中的  $\sqrt{2}$  考虑短路电流中的直流分量(冲击系数取 2),放电间隙两端产生的电位差值如图 3 所示。

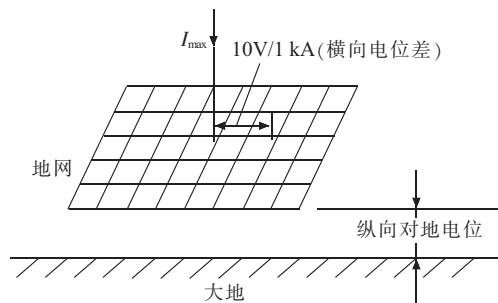


图3 CVT 中性点接入放电间隙后所承受的横向电位差说明

当电网发生接地故障时,通过变电站接地网的最大短路电流为  $I_{\max}$  时,产生的横向电位差值作用于放电间隙的两端,因为放电间隙和 N600 的接地点都在升压站的接地网上,故放电间隙的两端承受的是横向电位差值而不是纵向对地电位。

该厂升压站位于华东电网 500 kV 主通道上,根据华东电网 2009 年度 220~500 kV 继电保护整定方案及调度运行说明中的数据进行计算:

$$\text{取 } S_B = 1\,000 \text{ MV} \cdot \text{A}, U_B = 525 \text{ kV}, \text{ 则 } I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \times U_B} = \frac{1\,000}{\sqrt{3} \times 525} = 1.1 \text{ kA}$$

式中: $S_B$ 为系统容量基准; $U_B$ 为系统电压基准, $I_B$ 为系统电流基准。

查得该电厂升压站的三相短路电流的标幺值为 $I_K^{(3)}=45.0479$ (系统大方式下)。

综上所述,当该升压站发生三相直接金属性接地时最大故障电流 $I_{max}$ 为: $1.1 \times 45.0479=49.55$  kA,代入计算式得峰值电压为: $30 \times 49.55=1486.5$  V。

按上述 10 V/1 kA 进行估算,该升压站最大两点间的地电位差值约为 500 V,而一般的电气设备和二次绕组的耐压值按 2 kV、1 min 设计,这样也不难取到整定击穿电压的配合,即放电间隙或氧化锌阀片的击穿电压可直接按该峰值电压选型。

另外,根据 DL/T 995—2006<sup>[3]</sup>的规定:对采用金属氧化物避雷器接地的电压互感器的二次回路,需检查其接线的正确性及金属氧化物避雷器的工频放电电压。定期检查时可用兆欧表检验金属氧化物避雷器的工作状态是否正常。一般用 1 000 V 兆欧表时,金属氧化物避雷器不应击穿;而用 2 500 V 兆欧表时,则应可靠击穿。建议该厂将此项检查工作列

入日常定期任务之中。

## 5 结束语

通过对该故障处理分析,提出在 500 kV 升压站的日常维护中,应充分重视继电保护二次回路的接地问题,并定期检查这些接地点的可靠性和有效性,防止因接地问题造成电压互感器的二次回路故障,保障电网安全、稳定运行。

### 参考文献:

- [1] GB 14285—2006,继电保护和安全自动装置技术规程[S].
- [2] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护典型故障分析[M].北京:中国电力出版社,2001.
- [3] DL/T 995—2006,继电保护和电网安全自动装置检验规程[S].

### 作者简介:

冯 骏(1975-),男,江苏扬州人,硕士,从事电气二次维护与检验工作;

徐 钢(1967-),男,江苏仪征人,高级工程师,长期从事继电保护工作。

## Diagnosis and Analysis on an Accident of Capacitor Voltage Transformer's Secondary Loop Fault

FENG Jun<sup>1</sup>, XU Gang<sup>2</sup>

(1.Guodian Taizhou Generation Co. Ltd., Taizhou 225327,China;

2.Jiangsu Frontier Electric Power Technology Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** Based on the analysis on an accident of capacitor voltage transformer's secondary loop fault in 500kV substation, the paper summarized the fault reasons and put forward the countermeasures. According to the short circuit current of the substation, the paper also calculated discharging gap or zinc oxide arrester's setting voltage. And suggestions were also proposed for daily maintenances.

**Key words:** capacitor voltage transformer;secondary loop; diagnosis and analysis; setting voltage

## 下 期 要 目

- 组合预测方法在电力负荷预测中的应用
- 低碳经济下的微电网电源规划研究
- 配变三相不平衡全电容调节补偿的研究
- 燃煤电站锅炉运行过程中 NO<sub>x</sub> 排放的预测方法
- 大机组非热电联产供热比指标及简捷计算的方法
- 超超临界锅炉末级过热器 T92/HR3C 异种钢接头断裂原因的分析
- 某 600 MW 汽轮发电机组振动故障分析与处理
- 带跳闸回路监视的断路器操作回路设计与实现
- 变压器分接头实时数据库系统开发