

# 互感器故障排除案例

互感器故障排除案例

互感器故障排除案例

## （一）电压互感器的故障排除案例

### 1. 电磁式电压互感器铁磁谐振引起的事故

某厂自备发电机（10kV、1.5MW）与系统并网运行，三次发生电压互感器一次侧熔断器熔丝熔断事件，其中两次为 A 相熔断，一次为 B 相熔断。熔断器熔断使电压互感器开口三角形绝缘监察继电器动作，接地光字牌、断线光字牌亮，同时引起低电压减载保护、低频率保护动作，使两台变压器断路器和母联断路器跳闸。在退出保护拉出电压互感器柜小车之后换上熔断器，一切恢复正常。110kV 变电所停电、约 3h 后恢复送电，送电时又发生电铃报警，同时中央控制屏系统接地、系统断线光字牌亮，以及公共设备继电器屏低压减载保护、低频率保护动作发出信号。立即到高压室检查，开门即闻到胶木、绝缘漆糊味，同时从进线电压互感器柜发出“嘶嘶”燃烧声和间断电弧光。随即联系 110kV 变电所停电。全厂停产 12h，检查后发现进线电源电压互感器柜 A 相严重烧毁，陶瓷骨架爆裂。

四次事故情况类似，说明存在共性问题。发生第四次事故后，分析有以下四种可能：

- (1) 电磁式电压互感器励磁特性不良。
- (2) 室内潮湿引起电压互感器绝缘击穿、匝间短路。
- (3) 电压互感器二次侧负荷过大或短路。
- (4) 电磁式电压互感器引起铁磁谐振过电压。

经过一系列认真试验，电压互感器本身不存在质量问题。经过计算，电压互感器二次侧负荷并未超过额定容量，同时也判断二次回路无短路点。由此推测最大可能是铁磁谐振引起的。但铁磁谐振存在很大随机性，很难明确判断。于是先恢复生产，进一步观察、分析。

此后一段时间操作人员时常反映拉出电压互感器柜检查时，发现某一相或两相一次侧熔断器温很高（一次侧熔断器阻值约 $100\ \Omega$ 左右，电流大时发热严重），推测电压互感器一次电流较大，仍存在隐患。要求值班人员监视系统电压和绝缘监察装置。后又发现发电机频率曾在短时间内（约持续 $5\text{min}$ ）达到表盘最大值（ $55\text{Hz}$ ），绝缘监视三相相电压均达到 $8500\text{V}$ ，远远高于正常值。在此期间发电机与系统并网进行，转速稳定，励磁电流稳定。与上级供电单位 $110\text{kV}$ 变电所联系，得知大系统未出现异常。

根据上述一系列的情况，经仔细分析，推断为电磁式电压互感器引起铁磁谐振过电压所致。

由于该厂自备电站共有发电机、进线电源、I段和II母线四个电压互感器柜，与 $110\text{kV}$ 变电所所有电压互感器相并联，其并

联电感与导线对地电容组成一个接近谐振回路。当系统突然送电或避雷器对地放电时，有可能满足谐振条件而出现谐振过电压。如果谐振时间较短，会使电压互感器一次侧熔断器发热甚至熔断；如果谐振自保持时间较长，则可能会使电压互感器燃烧爆炸。

### 互感器故障排除案例

该厂在主控室装设了两台微型电脑多功能消谐装置。该装置能在电网谐振时使零序回路短接，而向电网施加阻尼达到消谐目的。谐振消除后自动复位。装设消谐装置后，该厂未再出现类似故障。

## 2. 电压互感器烧毁故障

新建的 35kV 变电所有两段 10kV 母线，每段都装有由三台电压互感器组成的电压互感器组。将 10kV 母线分段投入试运行时，遇到了一些奇怪现象：第 I 段母线送电后，该段母线上的电压互感器二次侧电压值很不平衡，而且开口三角处出现很高的电压。立即停电对 10kV 母线及电压互感器等作了全面的检查和测试，没有发现任何问题。再次投入运行时，三相电压仍然很不平衡，而且使该组互感器中的两相很快烧损。于是换上不同厂家生产的、经全面试验合格的互感器进行几次试投，但二次侧电压值有时正常，有时又不正常，而且每次投入的电压数值也不相同，并伴有接地信号。

这种现象实际上就是供电系统中偶然发生的铁磁谐振。当供电线路各相对地电容形成的容抗与线路上，所接入的电压互感器

各相的综合感抗数值相近或相等时；就发生铁磁谐振。因为在10kV母线段试送电时，各相的容抗 $XC$ 较大。单组电压互感器的各相的感抗 $XL$ 值也较大，两者数值接近。

出现各相电压不平衡，而且每次投入时电压数值又不断变化，由于各相母线对地的相对位置不同，所以各相对地电容的大小有差异；另外每次投入电压互感器时，各相的接触电阻以及同期性都随手车推人的速度、力量大小的变化而变化，所以引起的各相谐振程度也就不一样。

各相电压在铁磁谐振时的严重不平衡，使电压互感器组二次侧开口三角处感应出很高的电压。

铁磁谐振对供电系统的危害是很大的。它可引起供电系统中供电线路三相、两相或单相对地电压升高，使电气设备或线路中的绝缘薄弱点被击穿，造成接地或短路从而引起大面积停电事故。它也可能使变压器、断路器的套管发生闪络和损坏，或避雷器爆炸等。

### 改进措施

可以采取改变供电系统中一些电气参数，以破坏产生谐振条件的办法。如可在电压互感器的开口三角处并接 $30\sim 60\ \Omega$ 、 $500W$ 左右的阻尼电阻；或在电压互感器高压侧的中性点到地之间串接一只 $9k\Omega$ 、 $150W$ 的电阻，用以削弱或消除引起系统谐振的高次谐波。当系统中只有一组电压互感器投入时，可投入部分备用线路，以增加分布电容值来防止谐振的发生。

### 3. 电压互感器缺少接地线造成的事故

某厂 2 号发电机投入运行后，曾多次出现非金属性接地故障，接地信号有时持续一段时间，有时一瞬间就消除了。对 2 号发电机一次设备和电压互感器一、二次熔断器检查，未发现接地点和出现接地信号的原因。给运行人员交代要加强监视，发电机定子可能存在故障隐患。

#### 互感器故障排除案例

这种现象随机出现，原因不明。因在小接地短路电流系统中发生单相接地时，相间电压保持不变，因此规程规定可允许短时（2h）运行不切除故障设备。特别是当发生间歇性电弧接地时，未接地相的对地电压升高到相电压，对系统安全威胁很大，可在绝缘薄弱处引起另一相对地击穿，发展成为两相接地短路，甚至烧坏发电机定子铁芯。

为了尽快查明故障原因，将绝缘监视用电压互感器一次侧（高压侧）熔断器断开两相，用万用表测二次开口三角形绕组两端电压。当测试人员手笔靠近电压互感器的铁芯时，在还有一定距离的情况下就被电击，这说明互感器铁芯带有高压，已将铁芯与表笔间的空气间隙击穿。为此，对电压互感器做停电检查，发现生产厂家将电压互感器一次侧中性点接地改为接至铁芯后再经铁芯接地，而实际上铁芯对地又是绝缘的，即中性点未接地。当电压互感器高压一相投入时，铁芯对地带有一相电压，在万用表表笔靠近时，当然会使一定距离的空气间隙击穿，使测量人员被

电击。

#### 4. 电压互感器励磁特性不一样引起的故障

10kV 为中性点不接地系统，供测量及监视用的 3 台电压互感器，开口三角接法。3 台电压互感器，生产厂和型号均不一致：A 相为宁波产品，B 相为上海产品，C 相为大连产品。对这三只电压互感器在安装前作直流电阻测量、变比试验、极性试验及绝缘试验，合格后投入试运行，但系统出现 C 相接地信号。

从二次电压值分析，似系统确有接地之处。对 C 相进行绝缘测量，绝缘电阻为二，加 30kV 交流电压进行耐压试验，没有击穿。当系统恢复供电，用一只电压互感器测量，测得各相对地电压值分别为 8700V，8700V，900V。可见一次系统各相对地电压不一致。

对二次电压进行测量，结果见表 1。

表 1 二次电压测量值 单位：V

(1) 各相对地的绝缘电阻  $R_r$  实测为  $\infty$ ，因此不影响各相对地的电压。

(2) 各相对地电容的容抗  $X_c$ ：断开 3 只电压互感器的一次侧中性点，再测各相对地电压均为 5600V，说明各相的对地电容相近，不影响相对地的电压。

(3) 各相电压互感器的激磁阻抗  $Z_m$ ：将三只电压互感器的一次接成星形，但不接地，测二次侧输出电压，如表 2 所示，可

知 3 只电压互感器的激磁阻抗  $Z_m$  不一致，使中性点电位产生了偏移，其二次侧开口三角的输出电压  $U_b$  已能使绝缘监视的电压继电器动作发出信号。

表 2 不接地系统二次电压测量值 单位：V

互感器故障排除案例

发生谐振而引起的。将中性点经  $10k\Omega$  的电阻接地，则与不接地时的电压就相近了。

改进措施

对 3 只电压互感器作励磁特性测试，其曲线如图 5-1 所示。从图 1 可看出 3 只电压互感器的励磁阻抗  $Z_m$ ，相差十分大，且随电压的变化而变化。鉴于电压互感器存在问题，把宁波和大连产品换成 2 只与上海产品同型号的电压互感器，并再作励磁特性曲线试验，结果如图 2 所示。与图 2 中的上海产品曲线相比，基本一致，投运后一切正常。

图 1 3 只互感器励磁特性图 图 2 2 只互感器励磁特性图

1-上海产品 84 号； 2-大连产品； 3-宁波产品 1、2 一上海产品

由此可见，对于 3 台一组的电压互感器，其励磁特性曲线一定要一致，如果激磁阻抗  $Z_m$  不一致，就可能造成中性点漂移而引起误动作。为保持一致，建议采用同一生产厂同批制造的电压互感器。

## 5. 电压互感器二次中性线未引出造成的故障

10kV 侧电压互感器装有一只电压回路断线监察继电器，该继电器的原理接线如图 3 所示，继电器内有一只具有五个绕组的中间变压器 T。当电网正常运行或发生相间短路故障时，中间变压器 T 的绕组 W2、W3、W4 上只有正序和负序电压，此时 T 的磁导体内的合成磁通为零；当电网发生接地故障或电压互感器高压熔丝熔断时，电压互感器开口三角形侧出现的零序电压  $3U_0$  将作用于 W1 上，与作用于 W2、W3、W4 上的零序电压  $U_0$  产生的磁通互相抵消，合成磁能仍为零，所以 W5 上没有感应电势，执行元件 KM 不动作。只有电压二次回路一相或两相断线时，变压器 T 磁导体内的磁通不平衡，在绕组 W5 上产生的感应电势，使执行元件 KM 动作。

该监察继电器在运行中发出信号，但检测三相线电压是平衡的，后来在继电器上测量 A、

B、C 三相对中性点的电压，发现 B 相电压为 49V，而 A、C 相的电压为 68V。从测得的数据发现有中性点位移现象，但测开口三角形无输出。在该继电器上将中性点的进线断开后，测量 A、B、C 三相对该继电器中性点的电压是平衡的，而对中性点进线的电压分别为 100V、

互感器故障排除案例

0V、100V，至此即可判断出继电器的三相线圈正常，而问题

在中性点进线上。将电压互感器停电检查，发现电压互感器二次侧中性点未接到端子排，也就是说引入继电器中性点的是一根很长的悬空线，且该线的绝缘已相当低（用 250V 兆欧表已测不出对地绝缘）。将电压互感器中性点引出接至端子排后，断线信号即消失。

图 3 监察继电器原理接线图 图 4 错误接线图

### 改进措施

如图 4 所示，当电压互感器上中性点未接时，由三相四线变为三相三线。该电路等效于继电器中性点经阻抗  $Z_m$  接地，而电压互感器二次回路 B 相是接地的，即  $Z_m$  并接在继电器的 B 相阻抗  $Z_b$  上，使 B 相总阻抗减小，而使中性点发生位移，导致 B 相电压降低，A、C 相电压升高。当在继电器上将中性点进线断开后，因继电器三相阻抗平衡，则在继电器上测量 A、B、C 三相电压平衡；而中性线绝缘低，近似于接地，即与二次回路 B 相等电位，所以此时 B 相对中性线的电压将变为 0，而 A、C 相对中性线的电压分别上升为  $U_{AB}$ 、 $U_{CB}$ 。显然， $Z_m$  越小，在继电器上引起的三相电压不平衡程度将越严重；相反， $Z_m$  越大，三相电压将越趋于平衡。

### 6. 互感器受潮后处理措施

在电力系统中，35kV 及以上的户外式电流互感器，由于安装质量，运行维护等方面的原因，每年在预防性试验中总有一部

曾遇到两台电压互感器，绝缘降低到 ，严重威胁着系统的安全运行。

在查明设备受潮后，应及时把帽盖打开，将水分清除干净，并拧开放油阀，排除器身底部残集的水。在干燥之前应先将烘房内清扫干净，并加温到 40℃，排除烘房内的潮气。设备运到室内后，应在相对湿度为 75% 以下的干燥天气进行排油，将器身放进烘房后，必须缓慢的增加温度，将绝缘内所含的油烘干，这样水分才能迅速地被蒸发，在初始阶段，烘房温度不能加得很高，以免外面的绝缘被烘焦而里面的水分还没蒸发，互感器的内绝缘多由电缆纸密绕而成的，纸的吸湿率又特别高，要将绝缘所含的水分慢慢地蒸发。

### 改进措施

(1) 器身进入烘房内，温度从低到高缓慢地增加，一般是在 40℃ 时烘 24h，到 60℃ 时烘 48h，到 75℃ 烘 48h，将温度升到 95℃。在高温时要每小时测量绝缘电阻并要随时检查温度，当绝缘电阻在 6 ? sh 内保持时，则可认为干燥完毕。

### 互感器故障排除案例

(2) 绝缘电阻值与水分蒸发有关，在干燥阶段，绝缘电阻是逐渐降低的，这是因为绕组受热后，所含的水分不断被蒸发出来，在加温到 95℃ 前，水分蒸发后绝缘电阻才渐渐地提高。

(3) 在干燥器身时，为了防止密封垫老化，应将它取下来，

(4) 烘房内最高温度应控制在  $95 \pm 5^{\circ}\text{C}$  之间，温度升高绝缘最容易脆裂和老化。如果温度和时间都满足要求，又经检查没有任何问题后，绝缘电阻仍不合格，这时只能加长干燥时间，而不能提高烘房内的温度。

曾经对两台严重受潮的电压互感器进行干燥，温度和时间都达到要求，可是绝缘电阻达不到  $2500\text{M}\Omega$ ，于是又用两只红外线灯泡，对每台产品的绕组绝缘层照射，但烘房内仍为  $95^{\circ}\text{C}$  的温度，又连续干燥 24h，绝缘电阻才达到了要求。

(5) 绝缘件受潮时膨胀，干燥后收缩。在器身干燥完毕后，仔细对各元件进行检查，发现问题处理后才能组装。器身在组装前瓷套要用无水乙醇将内外擦净，密封垫有裂纹或老化的要更换。组装好后，要用合格的变压器油将器身内冲洗一次，然后用真空滤油机从底部注油，静放 24h 后再做试验。

在实际工作中，烘房温度从低温到高温是用电接点温度控制的，在升温的过程中，温差应控制在  $10^{\circ}\text{C}$  之间，例如上层调到  $40^{\circ}\text{C}$ ，下层调到  $30^{\circ}\text{C}$ ，从而保证在  $10^{\circ}\text{C}$  之间，这样干燥的效果最佳。

用以上的方法处理受潮的互感器，95% 以上的产品都是一次组装，经试验合格。

## 7. 单相接地引起电压互感器二次开关多次跳闸的事故

5) 发生 35kV 单相接地故障，造成副母线电压互感器 TV2 二次快速小开关 S2 跳闸。接地消失后，值班员合上 S2 恢复正常。后因该站 35kV 副母线单相再次接地（时间较长），造成正母线一段 TV 恢复送电后引起副母线 S2 跳闸，再合副母线 S2 时，再一次引起正母线一段 S1 跳闸，造成保护和仪表装置长时间的失压。

### 互感器故障排除案例

#### 图 5 变电所接线

事后，对正、副母线两台 TV 作电压测量，二次回路绝缘及模拟单相接地试验，检查正常。在正母线一段 TV1 单独运行，副母线 TV2 停用的方式下，发现副母线 TV2 相电压均为 100V<sup>3</sup>，而线电压均为零。

最后检查出 35kV 某馈线虽处在正母线一段运行，正母线一段电压切换中间继电器 KM1 正常动作，副母线电压切换中间继电器 KM2 处于失磁状态，但其中 A 相触头没有断开，TV1、TV2 二次 A 相经该触头相连接。

### 改进措施

电网单相接地引起 TV2 二次小开关跳闸，当时该站 35kV 电网的运行方式是：母线断路器在断开位置（热备用状态），1 号主变压器送 35kV 正母线负荷，2 号主变压器送副母线负荷，正副母线的 1TV 单独运行，虽然 KM2 的触头形成 TV1、TV2 二次 A

小开关跳闸。当小电流接地系统发生单相接地故障时，非故障相电压升高 3 倍，且引起中性点位移。由于正、副母线解列运行，正、副母线各相之间形成电位差，TV1、TV2 经 KM2 的 A 相触头形成环流，导致 S1 或 S2 跳闸。在故障消失前，值班员恢复 TV2 二次送电，必然会引起相应连锁跳闸。因此加强运行监察、定期检查，并及时消除此类隐患，是很重要的环节。另外，提高继电器检修质量。

#### 8. 停电的 35kV 电压互感器发生的事故

变电所 35kVI 段母线电压互感器进行停电检修和试验。检修中检修人员对电压互感器高、低压接头和二次回路进行检查。在将电压互感器高压侧接头拆开时，遭到 C 相电压互感器高压侧电击，检修人员即从电压互感器构架上摔下来。

为了查明电压互感器高压侧带电的原因，在 35kVI 段母线电压互感器停电情况下作了现场试验和进行分析。查明停电中的电压互感器有如下两种带电途径：

(1) 35kVI 段母线及电压互感器的相邻设备在运行中，因此电压互感器及高压熔丝座均

##### 互感器故障排除案例

处于电场中，电压互感器高压侧产生感应电势。为了验证，取下电压互感器高压侧悬挂的接地线，用 10kV 的验电器验明无

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/657031061165006115>