

110~220KV电压互感器与电压断线 闭锁装置接线的检验

齐齐哈尔电业局 姚长华

前 言

110~220千伏系统的电压互感器星形和开口三角线圈接线,及距离保护断线闭锁装置在一次系统接地故障时性能的检查试验,是保证电网发生故障时,距离保护及零序方向保护能否正确动作的重要环节。因电压互感器开口三角线圈极性接错、回路断路或短路,在电网接地故障时造成零序方向保护、距离保护、零序电压保护及有零序电压闭锁的保护不正确动作,导致事故扩大的情况时有发生。由此可见对零序电压回路检查、试验、监视是运行单位需要特别重视的问题。

电压回路的检验,是现场试验工作中经常遇到的重要问题,这里就电压互感器的接线、变比关系、断线闭锁装置零序电压补偿的极性关系模拟试验方法及零序电压回路监视等问题进行讨论。文中述及的检验方法,同样适用于小接地电流系统的电压互感器及电压断线闭锁装置的检验。

一、电压互感器接线的检验

电压互感器新安装时,其极性、变比、接线及电压回路电缆连接线的检查等项目都是必不可少的例行检验,需要指出,电压互感器开口三角线圈的上述试验,亦不应忽视,特别是装有距离保护的母线,尤其应该注意。在电压互感器一次带电的情况下,测量二、三次线圈各点间电压,绘制星形及开口三角两侧电压向量图,是判定电压互感器本身极性、变比、接线是否正确的简便方法。

现以220千伏母线电压互感器测量数据为例,介绍向量图的绘制方法。电压互感器变比: $\frac{220}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / 0.1^{KV}$, 接线: Y/Y/ Δ , 如图一所示,图中“*”号为对应同极性端子。

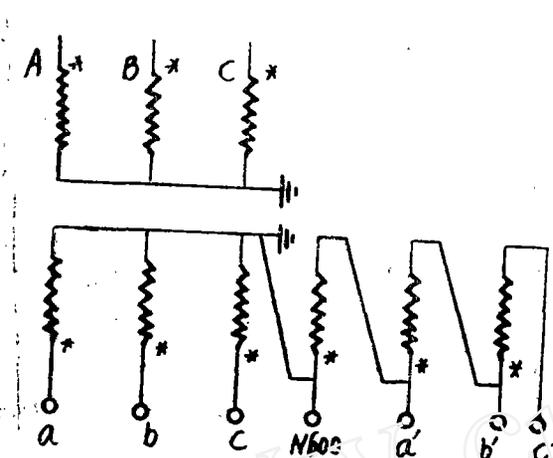
在母线电压为230千伏时,测得的各点电压如下:

$$Y侧: u_{aN} = u_{bN} = u_{cN} = 60V; u_{ab} = u_{bc} = u_{ca} = 105V$$

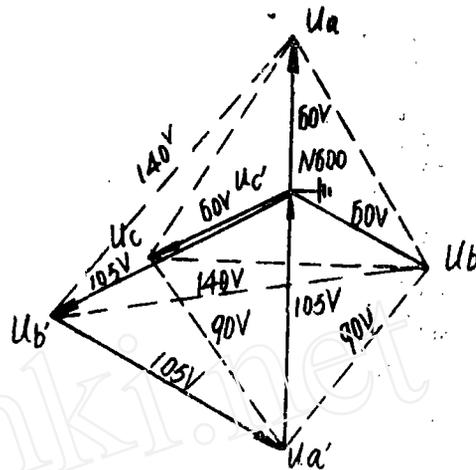
$$\Delta侧: u_{a'N} = u_{a'b'} = u_{b'c'} = 105V; u_{c'N} = 0.5V$$

$$\begin{aligned}
 Y \text{ 侧对 } \Delta \text{ 侧之间: } & u_{ac'} = u_{bc'} = u_{cc'} = 60V; \\
 & u_{ab'} = u_{bb'} = 140V; \\
 & u_{ba'} = u_{ca'} = 90V; \\
 & u_{aa'} = 160V; \quad N_{c's'} = 12V
 \end{aligned}$$

由上面的电压值，给出的电压互感器二、三次侧电压相位关系如图二所示，图中 N600 为两侧线圈共用的接地点。



图一、电压互感器接线图



图二、电压互感器二、三次侧电压向量图

图中表明，两侧同名相电压向量的方向是一致的，且 $u_{\phi Y} = \frac{u_{\phi \Delta}}{\sqrt{3}}$ ，同时又给出了供检验零序方向继电器的试验电压（同期回路亦用此电压） $u_{aa'N}$ 的相位，根据给出的电压向量图，可以方便地与设计图纸对照检查电压回路诸元件接线是否正确，其中包括对电压极性关系有严格要求的继电器，例如零序方向继电器，电压断线闭锁继电器等。

若在电压互感器二、三次六个线圈中，任一相线圈极性接错，或者变比不对，也能在电压向量图上明确反应出来。

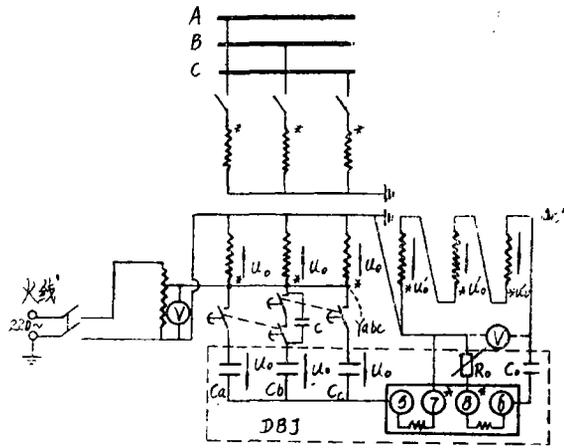
二、断线闭锁装置零序电压补偿性能检验

大接地电流系统接地故障时，要求距离保护装置能够反应并切除区内故障（特别是两相接地短路），这种情况下，距离保护的电压断线闭锁继电器应不动作。为了满足上述要求，除应仔细调整断线闭锁装置的零序补偿回路电阻，使星形和开口三角侧加入规定电压时，达到平衡（执行元件线圈回路电流最小）外，更重要的是检查零序电压接入装置的极性，应确保无误，否则在接地故障时，装置将要动作解除距离保护。

模拟一次系统接地，作断线闭锁装置零序电压补偿接线是否正确的检验，在开关可

以分相操作的220千伏系统，可采用电压互感器一次侧三相并联加入单相额定电压的方法进行，但对于开关不能分相操作的110千伏系统，用这个办法进行检验是困难的。

通常模拟一次系统接地故障，检查断线闭锁装置零序电压补偿试验，可以在电压互感器星形侧加压进行，试验结果正确，方法简便易行。试验接线如图三所示，图中断线闭锁装置，是PJH—II F型距离保护的屏内元件。



图三、断线闭锁装置整组模拟试验接线图

试验是在电压互感器一次侧刀闸断开的情况下进行的。先将星形侧a、b、c三相短接，由星形侧Yabc对N加入单相电压。为避免试验电源短路，试验电源的地端应与N连接，火线试验作为自耦变的滑动端引出，加到Yabc上，当电压加到某一值时，应在断线闭锁继电器端子上测量星形侧和开口三角侧电压，并观察其执行元件是否动作，若装置零序电压补偿接线正确，执行元件应不动作。

装置⑦③为同极性端子，星形侧零序电压由Yabc指向接地N，电压互感器星形侧线圈和装置的电容式零序电压过滤器及其串接的线圈，是两个并联支路，开口三角线圈电压方向由极性端子指向非极性端子，即由N指向 Δ' ，显然对断线闭锁装置而言，此相位关系与电压互感器一次三相并联加入单相电压二、三次线圈的引出回路所反应的零序电压相位关系是吻合的。此时两侧零序电压的正方向由继电器的不同极性端子⑤⑥接入，继电器不应动作。

电压互感器在二次线圈加入额定相电压时，其空载励磁电流较大，220千伏的电压互感器每相 $I_{Lc} = 8^A$ ，110千伏的电压互感器每相 $I_{Lc} = 5^A$ ，在星形侧三相并联加电时，其励磁电流应为每相的三倍。如试验在保护盘处进行，则因电压互感器到控制室电缆电阻的影响，将使试验结果不准确。所以星形侧三相并联加电试验应在电压互感器端子箱处进行，若使用5千伏安调压器，试验电压可加到57伏，若使用2~3千伏安调压器试验电压加入20伏左右， $I_{Lc} = 10^A$ 就能根据断线闭锁装置的动作情况，判明补偿接线是否正确。这时在保护盘端子处测量的两侧电压比值应为 $\frac{u_{\Delta}}{u_Y} = 5.2$ 考虑到接入零序电压回路的某些元件（例如零序功率方向、小定值的零序电压等），在高电压下（300伏）热稳定不够，所以试验以加入较低电压为宜，使开口三角侧电压不超过100伏，否则应将热稳定不够的元件断开。

顺便指出，为提高断线闭锁装置在电压互感器二次并电容相短路时的灵敏度，电压互感器二次侧快速开关，应使用三相同时合跳者为宜，当然采用两个快速开关，使并电

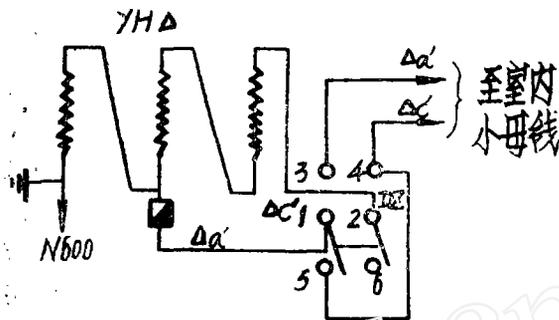
容一相被两个快速开关控制也是可行的（见图三）。

三、开口三角电压回路的检查和监视

电压互感器开口三角零序电压回路，正常仅有很小的不平衡电压，回路断路或短路，不易被发现，所以设置该回路工况检查的设备是必要的。

1. 设置检查刀闸

电压互感器星形侧电压，因有电压断线监视设备，可实现电压回路是否正常的监视，因而其电压回路经电压互感器刀闸和线路刀闸的辅助接点切换是允许的。运行实践



图四、零序电压切换刀闸接线图

表明，户外刀闸的辅助接点，有时不能实现正常的机械联动切换，辅助接点也因运行条件恶劣，常有接触不良等问题发生，所以正常无电压的开口三角侧电压回路（L601），不宜用电压互感器刀闸的联动接点切换。而在电压互感器端子箱内设置带护盖的小型双投刀闸，用来切换零序电压回路，是既容易实现又很可靠的办法，其原理接线如图四。

小刀闸DZ与电压互感器一次刀闸位置相对应，一次刀闸断开时，DZ亦应拉开，置于中间位置；一次刀闸合闸带电运行前，DZ投向1—3和2—4接通一侧，同期电压 $\Delta a'$ 和开口三角电压 $\Delta a'$ 同时被引到控制室电压小母线上。当需要检查零序电压回路是否完好时，刀闸投向1—5接通一侧，将 $\Delta a'$ （100伏）电压引到 $\Delta a'$ 接在控制室电压小母线YML上，此时该母线绝缘监视，距离保护的电压断线闭锁均应动作发出信号，以证明此回路完好。当然零序电压回路检查，最好在母线空充电状态下进行，这样作不会导致运行设备的零序电压保护误动作，否则应停用相应保护（例如变压器零序过电压等）。为避免双投刀闸DZ垂直放置在断开状态时掉下，误将 $\Delta a'$ 加入零序电压回路，DZ应采用水平方向装设，必要时应采取适当措施，以防止运行人员误操作。

2. 利用母线绝缘监察继电器监视零序电压回路

母线绝缘监察继电器，接于电压互感器开口三角零序电压上，一般整定值取15伏左右的较低值，当发电厂或变电所母线及引出线路、变压器发生接地故障时，绝缘监视继电器都能动作发出信号。如果该装置在电网接地故障时不动作，就应该检查零序电压回路是否正常了。

3. 利用故障录波器监视零序电压回路

在故障录波量比较充裕的发电厂或变电所，应尽可能地将110千伏和220千伏母线零序电压引入录波器（如两组母线均有电压互感器时录取两个零序电压），在系统接地故障时，可由录波片直接观察零序电压的波形，据此判断零序电压回路是否完好。