

现场绝缘试验实施导则

介质损耗因数 $\text{tg}\delta$ 试验

1 主要内容和适用范围

1.1 本导则提出了测量高压电气设备绝缘介质损耗因数 $\text{tg}\delta$ 和电容的方法，试验接线和判断标准，着重阐述现场测量的各种影响因素，可能产生的误差和减少误差的技术措施，贯彻执行有关国家标准和能源部《电气设备预防性试验规程》（以下简称《规程》）等的相应规定。

1.2 本导则适用于发电厂、变电所现场和修理车间、试验室等条件下，测量高压电气设备绝缘的介质损耗因数 $\text{tg}\delta$ 和电容。

1.3 本导则中的试验结果判断标准主要引自《规程》，对规程中未规定的，本导则中提出的推荐值供参考。

2 测量仪器

2.1 西林电桥

西林电桥的四个桥臂由四组阻抗元件所组成，其原理接线如图 1 所示。电桥平衡时

$$C_x = C_n \frac{R_4}{R_3} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{tg}\delta_x = \omega C_4 R_4 \dots\dots\dots (2)$$

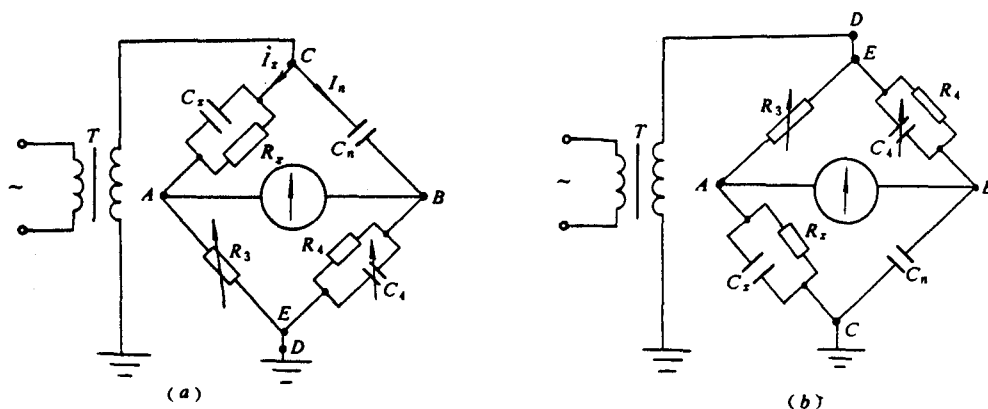


图 1 西林电桥原理接线图
(a) 正接线; (b) 反接线

在工频试验电压下，式(2)中

$$\omega = 2\pi f = 100\pi$$

取 R_4 为 $10000/\pi = 3184\Omega$

则 $\text{tg}\delta_x = C_4$ ，即 C_4 的 μF 数值就是 $\text{tg}\delta_x$ 值。

2.2 电流比较型电桥

图2是电流比较型电桥原理接线图。图中 C_n 为标准电容， C_x 表示被试品的电容， R_x 表示被试品介质损耗等值电阻， U 为试验电压， R 为十进可调电阻箱， C 为可选电容。 W_n 和 W_x 分别表示电流比较型电桥标准臂和被测臂匝数。当电桥平衡时，由安匝平衡原理可得

$$C_x = C_n \frac{W_n}{W_x} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{tg} \delta_x = \omega RC \dots\dots\dots (4)$$

式(4)中， $\omega = 100\pi$ ， C 分别等于 $1/\pi \times 10^{-6} F$ 和 $0.1/\pi \times 10^{-6} F$ 。

2.3 M型介质试验器

图3表示M型介质试验器原理接线，它包括 C_n 、 R_a 标准支路， C_x 、 R_x 及无感电阻 R_b 被试支路， R_c 极性判别支路，电源和测量回路等五部分。

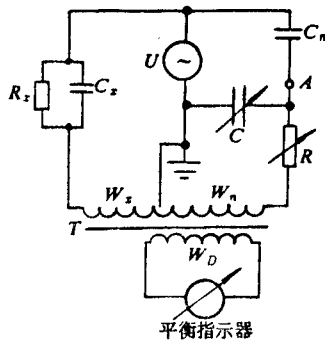


图2 电流比较型电桥原理接线图

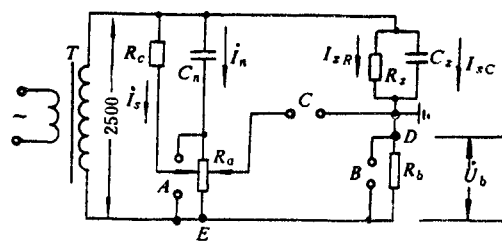


图3 M型介质试验器原理接线图

介质损耗因数

$$\text{tg} \delta = \frac{P}{S} \dots\dots\dots (5)$$

式中： P ——有功功率(mW)；

S ——视在功率(mVA)。

R_b 远小于被试品阻抗，由图3可知，串联后不影响 I_x 的大小和相位。

在 B 位置上测出 R_b 上的压降 $I_x R_b$ （乘以有关常数）可代表试品的视在功率 S 。

将电压表接到 C 位置，调 R_a 的可动触点，当读数为最小时，两个回路的电容电流分量的电压降可完全抵消，故电压表读数可代表试品的有功功率 P 。

R_c 极性判别支路是用来判别外界干扰的极性。

3 电力设备介质损耗因数 $\text{tg} \delta$ 的现场测试

3.1 试验条件及准备

3.1.1 试验条件

本试验应在良好的天气，试品及环境温度不低于 $+5^\circ\text{C}$ 的条件下进行。

3.1.2 准备

测试前，应先测量试品各电极间的绝缘电阻。必要时可对试品表面（如外瓷套或电容套管分压小瓷套，二次端子板等）进行清洁或干燥处理。了解充油电力设备绝缘油的电气、化学性能（包括油的 $\text{tg} \delta$ ）的最近试验结果。

3.2 电力变压器

3.2.1 试验接线

因变压器的外壳直接接地，所以现场测量时采用交流电桥反接法（或用M型介质试验器）进行。为避免绕组电感和激磁损耗给测量带来的误差，试验时需将测量绕组各相短路，非测量绕组各相短

路接地（用M型介质试验器时接屏蔽）。试验接线如表1所示。

表1 电力变压器试验接线

顺序	双绕组变压器		三绕组变压器	
	加压绕组	接地部位	加压绕组	接地部位
1	低压	高压和外壳	低压	高压、中压和外壳
2	高压	低压和外壳	中压	高压、低压和外壳
3			高压	中压、低压和外壳
4	高压和低压	外壳	高压和中压	低压和外壳
5			高压、中压和低压	外壳

注：表中4和5两项只对16000kVA及以上的变压器进行测定。试验时，高、中、低三绕组两端都应短接。

3.2.2 试验结果的判断

变压器的 $\text{tg}\delta$ 在大修及交接时，相同温度下比较不大于出厂试验值的1.3倍，历年预防性试验比较，数值不应有显著变化，大修及预防性试验结果按照《规程》规定进行综合判断。

3.3 高压套管

3.3.1 试验接线

3.3.1.1 测量装在三相变压器上的任一只电容型套管的 $\text{tg}\delta$ 和电容时，相同电压等级的三相绕组及中性点（若中性点有套管引出者），必须短接加压，将非测量的其它绕组三相短路接地。否则会造成较大的误差。现场常采用高压电桥正接线或M型介质试验器测量，将相应套管的测量用小套管引线接至电桥的 C_x 端，或M型介质试验器的D点（见图3），一个一个地进行测量。

3.3.1.2 具有抽压和测量端子（小套管引出线）引出的电容型套管， $\text{tg}\delta$ 及电容的测量，可分别在导电杆和各端子之间进行。

a. 测量导电杆对测量端子的 $\text{tg}\delta$ 和电容时，抽压端子悬空。

b. 测量导电杆对抽压端子的 $\text{tg}\delta$ 和电容时，测量端子悬空。

c. 测量抽压端子对测量端子的 $\text{tg}\delta$ 和电容时，导电杆悬空。此时测量电压不应超过该端子的正常工作电压。

3.3.2 影响测量的因素

a. 抽压小套管绝缘不良，因其分流作用，使测量的 $\text{tg}\delta$ 值产生偏小的测量误差。

b. 当相对湿度较大（如在80%以上）时，正接线使测量结果偏小，甚至 $\text{tg}\delta$ 测值出现负值；反接线使测量结果往往偏大。

潮湿气候时，不宜采用加接屏蔽环，来防止表面泄漏电流的影响，否则电场分布被改变，会得出难于置信的测量结果。有条件时可采用电吹风吹干瓷表面或待阳光暴晒后进行测量。

c. 套管附近的木梯、构架、引线等所形成的杂散损耗，也会对测量结果产生较大影响，应予摒除。套管电容越小，其影响也越大，试验结果往往有很大差别。

d. 自高压电源接到试品导电杆顶端的高压引线，应尽量远离试品中部法兰，有条件时高压引线最好自上部向下引到试品，以免杂散电容影响测量结果。

3.3.3 判断及标准

套管测得的 $\text{tg}\delta$ （%）按有关《规程》进行综合判断。

判断时应注意：