

电气绝缘试验 复习资料

一、选择题（每题3分，共计30分）：

1、利用摇表（兆欧表）测试三相断路器各相进线板对地的绝缘电阻时，应将摇表的L端子与进线板相连，E端子接地，同时使三相出线板相互短接，并使断路器处于分闸状态。进行测试时，应保持匀速摇动手柄并使转速维持在（ D ）左右。

- A、50转/分
- B、60转/分
- C、100转/分
- D、120转/分

2、在外加电场的作用下，氯化钠（NaCl）晶体中的粒子存在极化现象，且随着温度的升高使极化率有所增加，同时伴有微弱的能量消耗。这种极化属于（ B ）。

- A、电子位移极化
- B、离子位移极化
- C、转向极化
- D、空间电荷极化

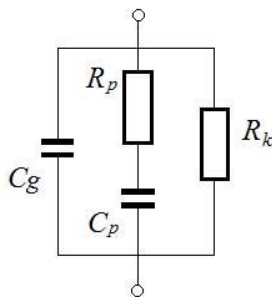
3、当某些气体分子的核外电子处于亚稳态时，不能通过自发地辐射出光子而回到正常的能级。但下面的说法是可行的（ C ）。

- A、通过吸收能量而跃迁到更高的能级，再辐射光子而回到原来的能级
- B、通过辐射光子而跃迁到更低的能级，再吸收能量而回到原来的能级
- C、通过吸收能量而跃迁到更高的能级，再辐射光子而回到正常的能级
- D、通过辐射光子而跃迁到更低的能级，再吸收能量而回到正常的能级

4、在工频交流耐压试验中，为了提高测量值的准确性，通常采用专用仪器构成测压电路，直接测试被试品两端的高压。能可靠测量峰值电压的设备是（ B ）。

- A、电压互感器配用低压仪表
- B、测量球隙
- C、静态电压表
- D、分压器配用低压仪表

5、下列图1所示为电介质的等值电路。其中可以用来反应电介质泄漏电流特性的元件是



（ D ）。

- A、 C_g
- B、 R_p
- C、 C_p
- D、 R_k

6、大量的实验证明，当气体和电极材料一定时，在均匀电场的作用下气隙的击穿电压，是气压 p 与间隙距离 x 的乘积的函数。这个理论在学术界被称之为（ A ）。

- A、汤森德气体放电理论

- B、流注放电理论
- C、电晕放电理论
- D、先驱放电理论

7、测试绝缘电阻的吸收比（K），可以反应绝缘电阻随时间变化的关系，从而很好的判断电介质在过渡态和稳态时电阻值是否满足要求。吸收比的含义是（ A ）。

- A、绝缘体在加压后60s与15s所测得的绝缘电阻的比值
- B、绝缘体在加压后15s与60s所测得的绝缘电阻的比值
- C、绝缘体在加压后10min与1min所测得的绝缘电阻的比值
- D、绝缘体在加压后1min与10min所测得的绝缘电阻的比值

8、一个中性分子或原子与一个电子结合，会生成一价的负离子。那么（ A ）。

- A、此时会放出能量，而且放出的能量越大，说明形成的负离子越稳定
- B、此时会吸收能量，而且吸收的能量越大，说明形成的负离子越稳定
- C、此时会放出能量，而且放出的能量越大，说明形成的负离子越不稳定
- D、此时会吸收能量，而且吸收的能量越大，说明形成的负离子越不稳定

9、对变压器做油质检测，通常先将油中溶解的气体脱出，再送入气相色谱仪，对不同气体进行分析和定量，然后通过（ A ）来判断变压器可能存在的故障或缺陷。

- A、三项比值法
- B、气相填充法
- C、色谱显示法
- D、光波检录法

10、六氟化硫（SF₆）气体具有很好的绝缘性能，然而纯净的SF₆气体成本较高且在高压低温下容易液化。实验证明，在SF₆中混合一定比例的（ B ），不仅可以降低液化温度，还可以在不均匀电场中提高绝缘的稳定性。

- A、二氧化碳（CO₂）
- B、氮气（N₂）
- C、氧气（O₂）
- D、氢气（H₂）

二、判断题（每题2分，共计20分）：

1、大量的电气试验证明，通过改变电极的形状（如球形间隙更改为棒间隙），可以明显地提高击穿电压。（ × ）

2、流注理论主要用来解释气体在不均匀电场中发生放电的物理过程。该理论认为，电子的撞击电离和空间光电离是气体发生自持放电的主要因素。（ √ ）

3、如果气象条件相同，高压架空电力导线在直流电压作用下发生电晕放电的伏安特性与交流电压下几乎是上同的。（ × ）

4、不论是均匀或是不均匀电场，在冲击电压作用下，变压器油隙的击穿电压与油温高低没有显著的变化。（ √ ）

5、要是气体介质在气隙中发生撞击电离，其外加电场必须达到足够大。一旦发生撞击电离，就会形成电子崩，从而导致持续放电。（ √ ）

6、在对介质进行工频耐压试验时，一般都用到球形间隙。当外加电压达到一定的程度使球形间隙放电时，说明电介质被击穿了。（ × ）

7、国家标准规定：对具有波纹的直流试验电压，一般要求测量它的算术平均值，且要求测量的总不确定度不超过±3%。对绝缘作直流耐压实验时，为避免在电源合闸的过渡过程中产生过电压，应从相当低的直流电压值开始加压。（ √ ）

8、固体电解质在交流电压作用下产生老化现象，随着不同的环境会在介质内部出现“电树枝”或者“水树枝”，最终导致发生击穿。前者属于电导型老化，而后者则属于电离型老化。

(×)

9、用标准试油器按标准试验方法测得的工频击穿电压，可以用来衡量变压器油的品质。

(✓)

10、对绝缘体外加电压，当绝缘体中存在局部放电时，会出现电压增量，从而反映出局部缺陷。这是平衡法测试局部放电的基本依据。(✓)

三、简答题（每小题6分，共计24分）：

1、测量绝缘电阻时，应注意哪些基本问题？

【答案要点】

(1) 试验前应将被试品接地放电，以避免被试品上可能存留的残余电荷而造成测量误差。为保证安全，试验完毕亦应放电。

(2) 高压测试连接线应尽量保持架空。需要使用支撑时，应确认支撑物的绝缘对被试品绝缘测量的结果影响极小。

(3) 测吸收比 K 和极化指数 P 时，应待电源电压达到稳定后再接入被试品，并开始计时。

(4) 每次测试结束时，应在保持绝缘电阻表电源电压的条件下，先断开“L”端子与被试品的连线，以防被试品的电容在测量时所充的电荷经绝缘电阻表反向放电。

(5) 对带有绕组的被试品，应先将被测绕组首尾短接，在接到“L”端子上，其他非被测绕组也应先首尾短接后在接到应接端子。

(6) 绝缘电阻（包括吸收比 K 和极化指数 P ）与温度有显著的关系。测量绝缘电阻时，应准确记录当时绝缘的温度，进行比较时，也应按相应温度时的值进行。

2、衡量变压器油的老化具有哪些明显的特征？可以通过哪些方法和措施延缓变压器油的老化？

【答案要点】

变压器油的老化具有以下明显的特征。

(1) 颜色逐渐深暗，从淡黄色变为棕褐色，从透明变为浑浊。

(2) 粘度增大，闪点和燃点增高，灰分和水分增多。

(3) 酸价增加。

(4) 绝缘性能变坏，表现在电阻率下降，介质损耗角增大，击穿电压降低。

(5) 产生沉淀物。

变压器油的老化主要原因是油的氧化，温度、触媒、光照以及电场等作用，导致了油的氧化作用。可以通过以下方法和措施延缓变压器油的老化：

(1) 装置油扩张器（如在油浸式变压器中安装较小的储油柜）。

(2) 装置隔离胶囊。

(3) 掺入抗氧化剂（如对羟基二苯胺），提高油的安定性。

如果变压器油严重老化，就必须进行再生处理。

3、提高气隙沿面闪络电压的方法主要有哪些？以线路绝缘子为例进行说明。

【答案要点】

气隙的沿面闪络实际上是一种击穿现象。提高气隙沿面闪络电压的方法很多，在不同类型的线路绝缘子中分别得到广泛的应用。这些具体方法是：

(1) 屏障。例如在棒型绝缘子中，瓷裙具有突出的棱缘。

(2) 屏蔽。例如在支柱型绝缘子和盆型绝缘子中，都设有内屏蔽电极。

(3) 加装电容极板。大多数出线套管绝缘子、充油电缆终端盒以及电流互感器等绝缘结构，都采用电容围屏型芯柱。

(4) 消除窄气隙。例如SF₆气体绝缘装置中的绝缘支撑件大多与电极直接浇注在一起。

(5) 绝缘表面处理。在户外用绝缘子表面涂覆一层硅有机憎水涂料，能显著提高绝缘子的沿面放电性能。

此外，针对于在电压等级较高场合使用的线路绝缘子，可以采取改变局部绝缘体的表面电阻率、强制固定绝缘沿面各点的电位、附加金具以及增设阻抗调节等措施，从而提高气隙的沿面闪络电压。

4、在从事工频高压试验操作过程中，哪些情况下会导致可能的过电压？可以采用哪些技术手段来避免操作过电压对被试设备造成危害？

【答案要点】

在从事工频高压试验操作过程中，导致可能的过电压产生，有两个方面的原因。

从静态方面来看，由于一般被试品为容性负荷，容性负荷电流经变压器的漏抗会产生“压升”现象，使变压器高压侧的输出电压比按空载变比所预期的值还高。

从动态方面来看，调压器非零位时合电源、在尚有较高电压时切断电源、被试品突然击穿，都会导致过电压的产生。

一般来说，严格遵守操作规程，避免不规范操作，能较好的避免工频高压试验操作过程中出现过电压。然而，针对于试验过程中被试品突然击穿的现象，这将对试验变压器（高压电源）会造成严重危害，为解决这一问题，通常需要在被试品与试验变压器之间串接保护电阻，并在被试品两端并接静态电压表或测量（放电）球隙来测试工频电压的变化（球隙的作用是当外加电压达到规定的测量电压时，发生放电击穿，用以提醒施加在被试品两端电压的值）。

四、电气试验测试与操作题（每题8分，共计16分）：

1、下图2所示为对10kV干式变高压侧线圈进行交流工频耐压试验的原理接线图。试根据现场实际情况回答以下问题。

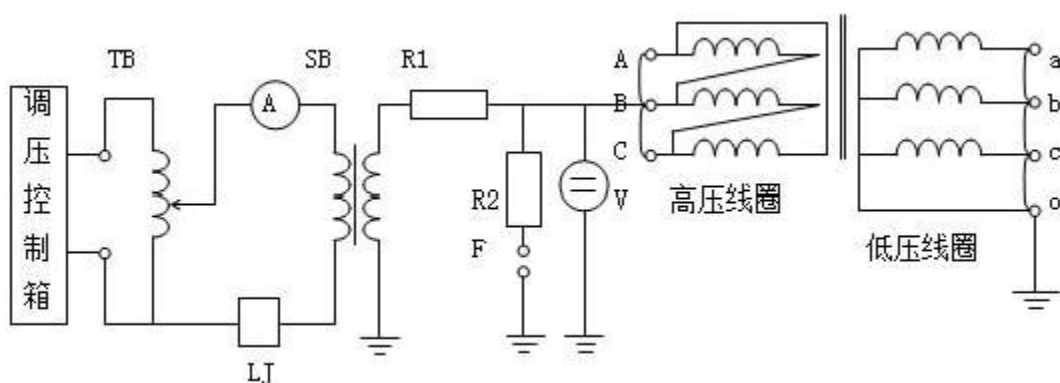


图 6 干式变高压侧线圈进行交流工频耐压试验原理接线图

（1）指出图中TB、SB、V以及F的名称和作用。

【答案要点】

图中TB为调压器，用来作为试验电源；SB为试验变压器，用来建立工频高压试验电源。

R1及R2为水电阻，用来在外加高电压的条件下，协同调节施加在被试干变高压侧绕组上的电压值；F为球隙，对工频高压电源起保护作用；LJ为过电流继电器，配合球隙放电启动保护装置。

V为高压测压表，记录施加在被试线圈上的电压值。

（2）对照上图2，写出对干式变进行交流耐压试验的基本操作步骤。

【答案要点】

进行干式变交流耐压试验前，应将变压器退出允许并充分放电，用2500kV摇表对低压侧线圈进行绝缘电阻测试并合格。按图接好线路，用遮栏围好试验区域，并在遮栏上挂“止步、高压危险”的警示牌。

以下是高压绕组交流耐压试验的具体步骤。

1) 调整过电压保护球隙的间隙（间隙的大小决定了闪络电压的高低），接于被试变压器高

压侧绕组的加压引线应暂时解除。用干净的绢布将球体擦拭几遍，同工作监护人联系，进行加压。按照10kV干式变的规范要求，当加压至26kV时，球隙应闪络，并再次加压至23.8kV，维持1分钟，球隙应无异常，降压至零，球隙调整工作结束。

2) 将被试变压器低压侧线圈短路接地，将高压侧线圈短路接上加压引线。做好现场安全的监护工作，准备好计时秒表。

3) 当工作监护人发出加压命令后，操作人员缓慢地将电压加至23.8kV，开始计时，同时密切观察变压器内部有无放电，闪络现象。试验电压、电流应无明显波动，并做详细记录，1分钟后将电压降至零。

4) 断开试验电源开关，放电。拆除试验接线。

5) 使用2500V绝缘电阻测试仪，测量干式变压器高压侧线圈的绝缘电阻，其值与交流耐压前数值相比，不应有较大变化。

6) 将高、低压侧线圈及中性点连接排装复，并核对相别是否正确。

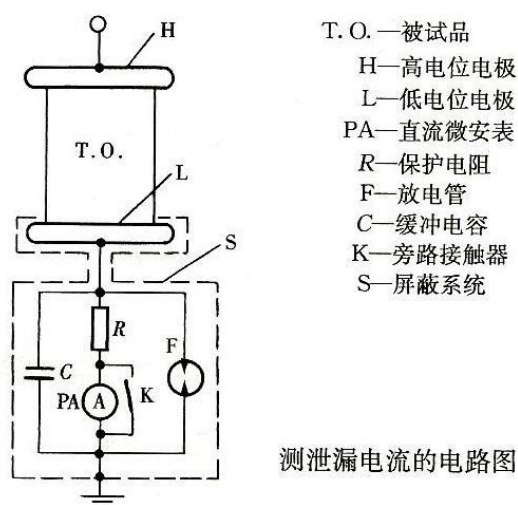


图 7 介质泄漏电流测试电路

2、下图3所示为利用直流高压对500kV电力变压器的绕组做泄漏电流试验的原理接线图。试验之前，请密切注意直流试验电压的大小并进行标准选择。试根据现场实际情况回答以下问题。

(1) 指出图中放电管F和缓冲电容C的具体作用及配置要求。

【答案要点】

放电管F和缓冲电容C的具体作用是相互配合的。图中直流微安表PA是很灵敏和脆弱的仪表，必须对超量程电流（被试品被击穿时）有可靠的保护，保护电阻R用来保护微安表，但必须使微安表满量程时的电流在R上的压降稍大于放电管F的起始放电电压（约为50~100V）。

并联电容C的作用不尽表现在过滤泄露电流中的脉动分量，使电流表的读数趋于稳定，更为重要的是，当被试品万一被击穿时，作用在放电管F上的冲击电压陡坡前能有足够的平缓，使放电管来得及动作。

微安表PA平时被旁路接触器K端接，只有在需要读数时才将K打开。

(2) 写出进行变压器绕组泄漏电流测试的详细步骤，并指出必要的安全注意事项和测量技巧。

【答案要点】

试验步骤如下。

1) 将变压器退出运行并充分放电，按试验接线图接好线路。由于直流试验电压很高，高压电源、高压引线和被试品高压电极附近的空气可能部分被电离，为此，应将整个高压试验电路（测量系统和被试品低压极）通过屏蔽系统S全部屏蔽起来并接地（屏蔽系统S不可与被试品低压极相接触）。

2) 逐渐升高外加电压（针对于变压器绕组的额定电压 UTN ），记录 $0.5\sim 2.5UTN$ 时对应的微安表PA读数值（每个采样电压保持1min时间，再打开K读取电流值），绘制出所测电流与外加电压的曲线图，观察曲线的线性度（正常情况下近似为直线）。该曲线的线性度即可指示变压器绕组的绝缘情况。

五、分析计算题（本题共计10分）：

下图4所示为对电气设备的绝缘件进行介质损耗因数测试的电路，图中 G_x 和 C_x 分别为被测元

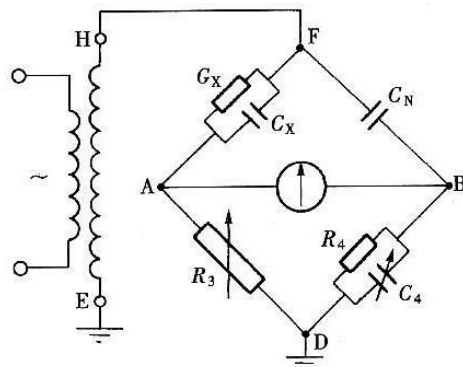


图 8 绝缘件介质损耗因数测试电路

件的等值电导和电容。

已知外加测试电源的频率为 $\omega = 314 \text{ rad/s}$ ，图中标准电阻 R_4 的值为 350Ω ，标准电容 C_N 的值为 $20 \mu\text{F}$ 。调节电阻 R_3 和电容 C_4 ，当电桥平衡时，读出电阻 R_3 的值为 700Ω ， C_4 的值为 $0.36 \mu\text{F}$ 。试根据上述实验测试结果，求解出被测元件的等值电容 C_x 和介质损耗因数 $\tan\delta$ 。

【答案要点】