

# 空气间隙放电

实验地点：高压馆 209

## 一. 实验目的

1. 高压试验的全过程，体会升压、击穿、跳闸、降压的全过程。
2. 掌握高压试验变压器的接线与操作，掌握交流高压测量方法。
3. 直流高压发生器与试品的接线与操作，掌握直流高压测量方法。
4. 掌握空气间隙在不同电压形式（交流和直流）、不同电极结构（球-球和尖-板）下，不同的间隙距离与击穿电压的关系。
5. 认识滑闪放电。

## 二. 实验内容

1. 测量球间隙在 5mm、10mm、15mm 距离下，交、直流击穿电压；记录试验时的大气气象条件，按气象条件对击穿电压进行校正。
2. 测量尖-板间隙在 10mm、20mm、30mm 的距离下，交流、正极性直流、负极性直流的击穿电压，记录试验时的大气气象条件，按气象条件对击穿电压进行校正。
3. 滑闪放电演示。

## 三. 实验原理

### 1. 稍不均匀电场的放电

均匀电场中，由于各点电场强度都是一样的，当施加稳态电压（直流、工频交流），电场强度达到空气的击穿强度时，间隙就击穿了。但日常很难见到均匀电场。

对于稍不均匀的电场，日常见得很多。如球-球间隙，球-板间隙等，以球-球间隙为例，当间隙距离  $S$  小于  $1/4D$  时，其电场基本为均匀电场，当  $D/4 \leq S \leq D/2$  时，其电场为稍不均匀电场。

均匀电场的放电电压也可用公式计算，公式为（单位为 kV）：

$$u = 24.4\delta \cdot s + 6.53\sqrt{\delta \cdot s}$$

式中： $\delta$  为空气相对密度， $s$  为间隙距离（cm）。

### 2. 极不均匀电场的放电

不均匀电场的差别就在于空气间隙内，各点的电场强度不均匀，在电力线比较集中的电极附近，电场强度最大，而电力线疏的地方，电场强度很小，如棒-棒间隙，是一

对称的不均匀电场，在电极的尖端处电力线最集中，电场强度也最大。当加上高压后，会在电极附近产生空气的局部放电—电晕放电，电压再加高时，电晕放电更加强烈，致使间隙内发生刷状放电，而后就击穿了（电弧放电）。如棒-板间隙，在尖电极附近电场强度最大，加上高压后，电极附近先产生电晕放电，而板上的电力线很疏，不会产生电晕。当电压足够高时，棒极也将产生刷状、火花放电，最后导致电弧放电（击穿）。

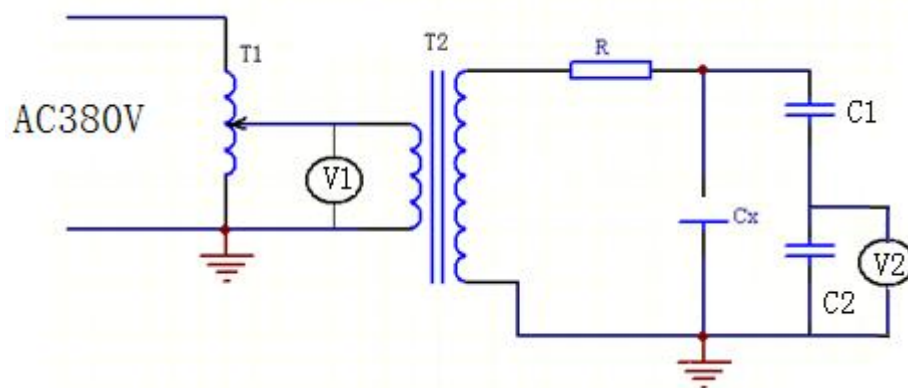
### 3. 滑闪放电

具有强垂直分量的表面会出现明显的滑闪放电。

### 4. 极性效应

在直流电压作用下，极性对放电电压有很大影响。这是因为正流注发展所需的平均电场与负流注发展所需的平均电场不同，因此在正负直流电压作用下有明显的极性效应。

## 三. 实验接线图



T<sub>1</sub>: 调压器 0~380V

T<sub>2</sub>: 高压试验变压器 100kV/30kVA

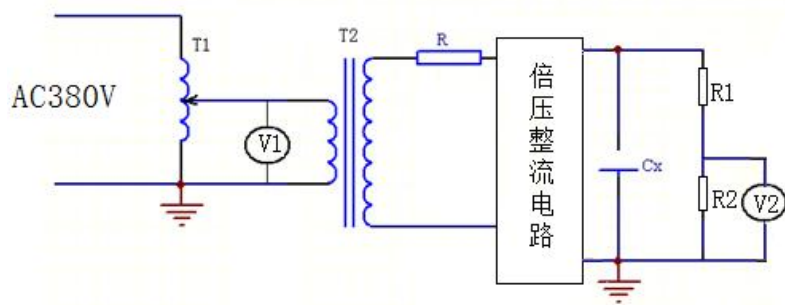
R: 保护电阻 11KΩ

C<sub>x</sub>: 试品间隙

C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>: 电容分压器的高、低压臂电容

V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>: 低压电压表

图 1 工频高压试验线路



T<sub>1</sub>: 调压器 0~380V      T<sub>2</sub>: 高压试验变压器 100kV/30kVA  
R: 保护电阻 11KΩ      C<sub>x</sub>: 试品间隙  
R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>: 电阻分压器的高、低压臂电阻  
V<sub>1</sub>: 交流电压表, V<sub>2</sub>: 直流电压表

图2 直流高压试验线路

图2中倍压整流电路如图3所示, 图中重复画出了升压变压器。

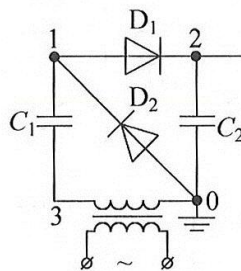


图3 倍压整流电路原理图

#### 四. 主要设备实物图



图4 高压试验变压器



图5 高压电容器



图 6 控制台



图 7 直流系统接线

## 五. 安全注意事项

- 1 试验时对试品施加工频电压、直流电压时，升压速度规定为：在预期试验电压的 75% 以前不作规定，但不允许突加，且应保证试验电压的读数准确，其后以每秒预期试验电压的 3% 速度均匀上升到闪络。升压速度为 1kV/s。
- 2 试验时相邻两次闪络试验的时间间隔不少于 1 分钟。
- 3 以连续五次击穿电压的算术平均值计算，且要求所测连续五次的每个放电电压值与平均值误差不大于 5%。
- 4 每次试验后，要确保调压器回到零位。
- 5 每次试验完毕，进入试区更改接线前，必须使用接地杆对高压端进行放电，并将接地杆放置于高压侧。

## 六. 思考题

- 1 试验时线路与墙和控制台的净空绝缘距离应如何考虑？
- 2 试分析说明极不均匀电场下，强垂直分量下交直流放电现象的差别。

七. 数据表格

实验条件： 温度：                      湿度：                      气压：

1. 交流电压下空气间隙击穿电压

		第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均值
球-球间隙	5mm						
	10mm						
	15mm						
尖-板间隙	10mm						
	20mm						
	30mm						

2. 直流电压下空气间隙击穿电压

	距离	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均值
球-球间隙	5mm						
	10mm						
	15mm						
尖-板间隙（尖正-板负）	10mm						
	20mm						
	30mm						
尖-板间隙（尖负-板正）	10mm						
	20mm						
	30mm						