



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

电气设备绝缘的高电压试验

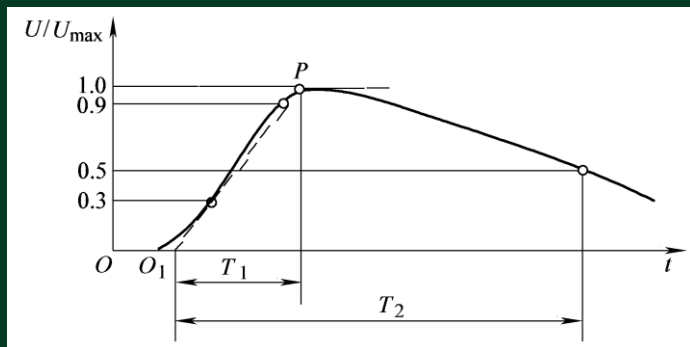
冲击高电压试验

主讲：卞建鹏

# 1、冲击高电压试验

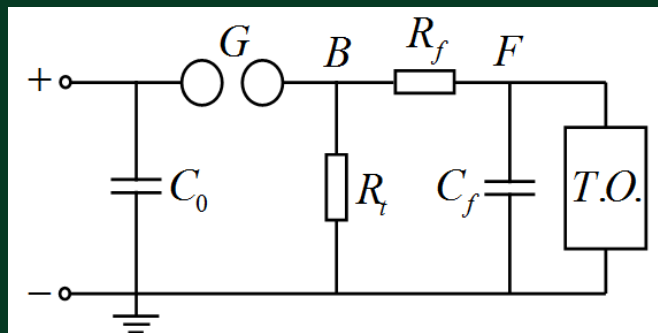
- ◆ 研究电气设备在运行中遭受雷电过电压和操作过电压的作用时的绝缘性能。
- ◆ 超高压电气设备在出厂试验、型式（定型）试验时或大修后都必须进行冲击高压试验。
- ◆ 标准雷电冲击全波采用的是非周期性双指数波

$$u(t) = A(e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}})$$



# 1、冲击高电压试验

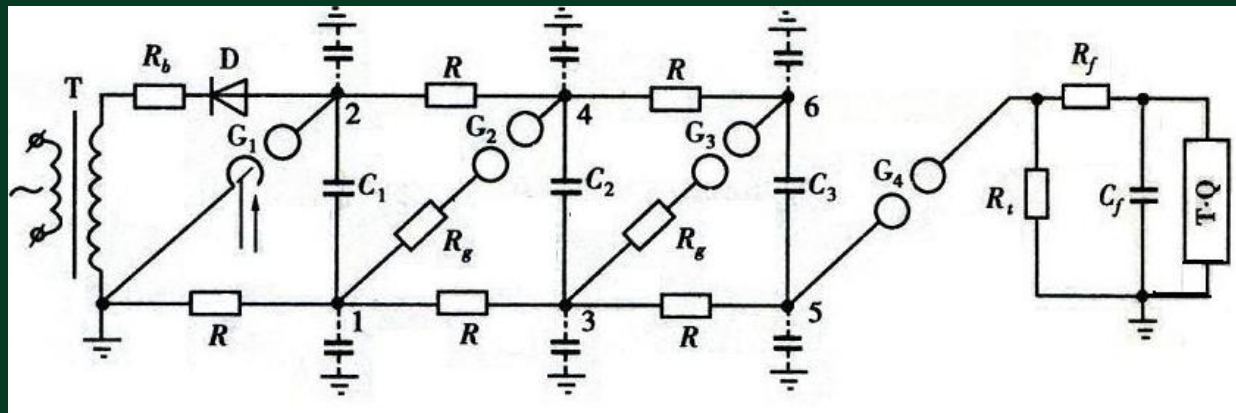
- ◆ 主电容 $C_0$ 被间隙 $G$ 隔离，由电源充电到稳态电压。
- ◆ 间隙点火击穿后， $C_0$ 对 $R_t$ 及负载放电，并对 $C_f$ 充电（形成陡峭的波头）。
- ◆  $C_f$ 电压到达最大值后，反过来经 $R_f$ 对 $R_t$ 放电（平缓的波尾）。



- ◆  $R_t$ —波尾电阻
- ◆  $R_f$ —波头电阻
- ◆  $R_t \gg R_f$
- ◆  $C_0$ —主电容

## 2、多级冲击电压发生器

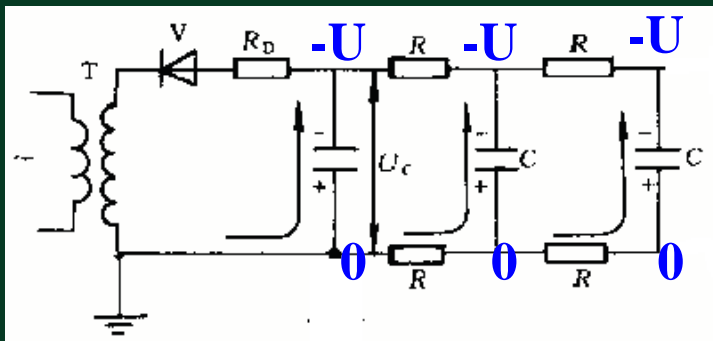
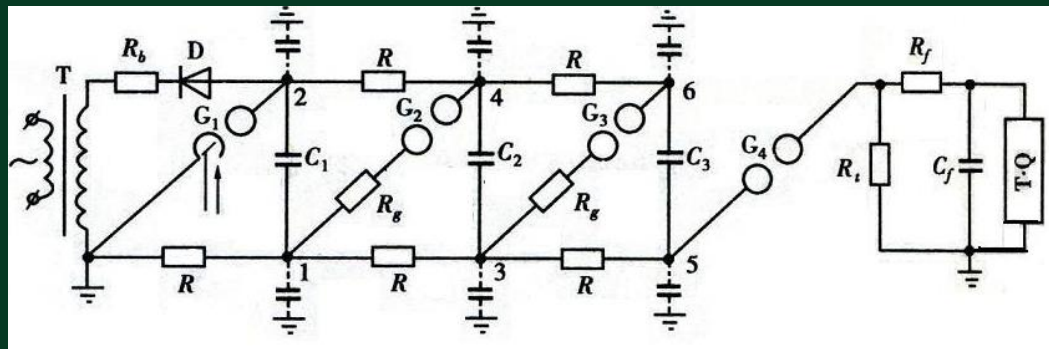
- ◆ 单级冲击电压发生器的最高电压不超过200~300kV。
- ◆ 因而采用多级叠加的方法来产生冲击高电压波。



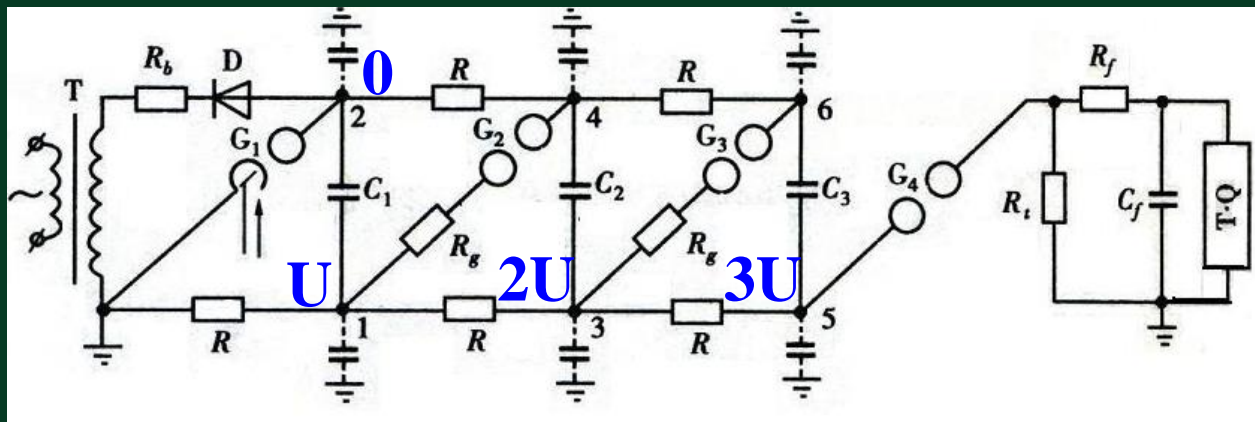
- ◆  $R$ 在充电时起电路的连接作用，在放电时起隔离作用。

# 2、多级冲击电压发生器

## 电容器并联充电



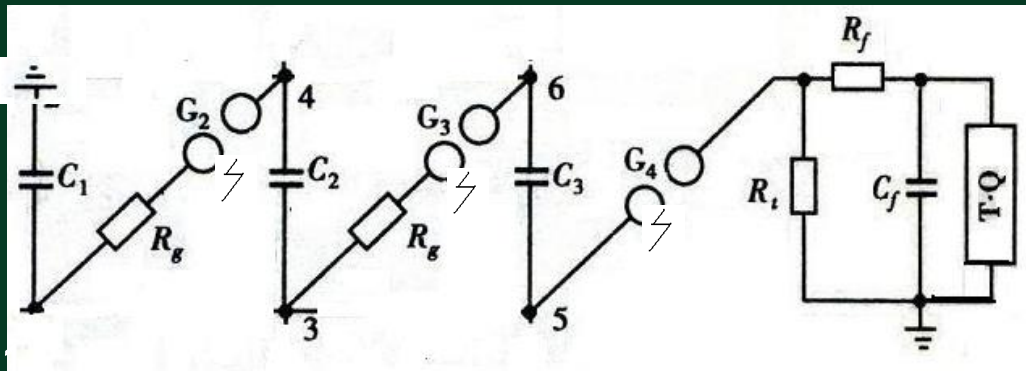
## 2、多级冲击电压发生器



- ◆  $G_1$ 放电后，点1从原零电位变为 $+U$
- ◆ 间隙 $G_2$ 两端作用了 $2U$ 的电位差， $G_2$ 立刻放电
- ◆ 点3电位抬高， $G_3$ 放电
- ◆  $G_4$ 跟着放电

## 2、多级冲击电压发生器

- ◆ 电容器串联放电：产生冲击电压的原理和单级冲击电压发生器相同。



- ◆ 电容器并联充电，而后串联放电。

## 2、多级冲击电压发生器



户内冲击电压发生器  
及截波装置

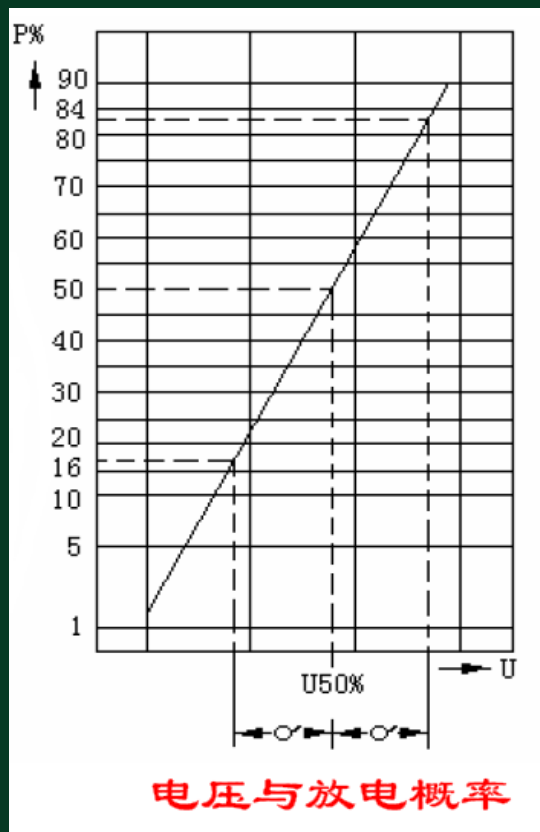




# 3、球隙测量 $U_{50\%}$ 冲击电压

**简单方法（10次测量法）：**某一电压作用于球隙距离上，10次中有4、5、6次闪络，均可认为该电压为 $U_{50\%}$ 。

**多级法：**选5个不同级别的电压，每级电压施加10次，求得近似放电概率 $P\%$ ，在正态概率纸上作曲线，并可拟和为一条直线，由此直线求得 $U_{50\%}$ 。

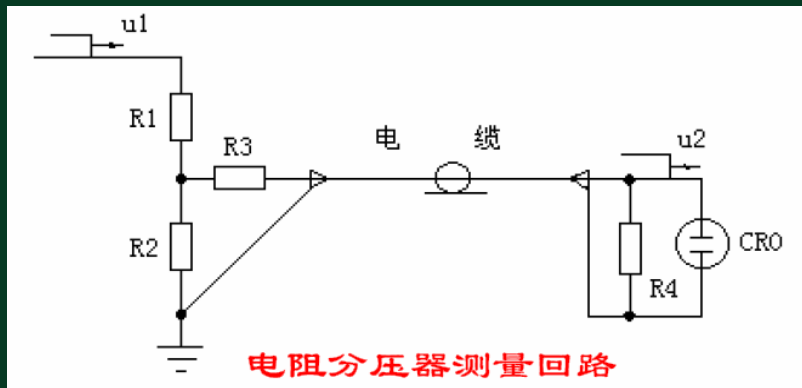


## 4、分压器十示波器

- ◆ 冲击高电压的测量最终是以数字存储示波器、数字记录仪或是高压脉冲示波器来获得冲击电压的幅值和波形；
- ◆ 一般示波器或记录仪输入电压最高不超过2kV，但待测电压常常是几十或几百万伏，因此在冲击电压发生器和示波器之间需要一中间环节——冲击电压分压器。
  - ◆ 电阻分压器
  - ◆ 电容分压器
  - ◆ 阻容分压器

## 4、分压器十示波器

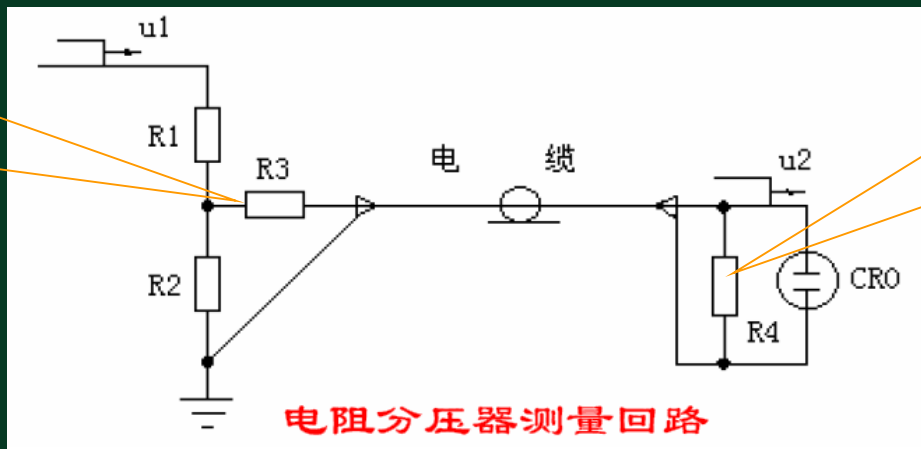
- ◆ 考虑测量和安全的原因，示波器和分压器要有一段距离，一般为几米和几十米。为了避免输出波形在这段距离内受到周围电磁场的干扰，通常采用**高频同轴电缆**连接**分压器**和**示波器**。



# 4、分压器十示波器

- ◆ **阻抗匹配**：由于被测冲击波波前较陡，截波变化更快，所以电缆的一端或两端需有波阻抗进行匹配，以免电缆两端不断产生波的反射，否则会使记录到的波形出现高频振荡。

$R_3$ 为首端  
匹配电阻  
即 $R_2 + R_3 = Z$



$R_4$ 为末端匹配  
电阻，它与电  
缆的波阻抗 $Z$   
相等

# 小结



在线开放课程

1. 单级冲击电压发生器的工作原理
2. 多级冲击电压发生器的工作原理
3. 冲击分压器+示波器测量冲击高电压的基本回路