



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

气体放电

不均匀电场中气体放电

主讲：卞建鹏

# 目录



在线开放课程

1. 不均匀电场
2. 极不均匀电场的电晕放电
3. 极不均匀电场中放电的极性效应

# 1、不均匀电场

电气设备中很少有均匀电场的情况。但对不均匀电场还要区分两种不同的情况，即**稍不均匀电场**和**极不均匀电场**。



全封闭组合电器  
(GIS)的母线筒

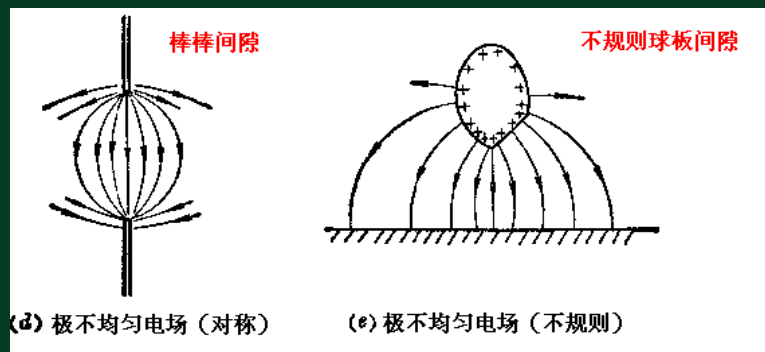
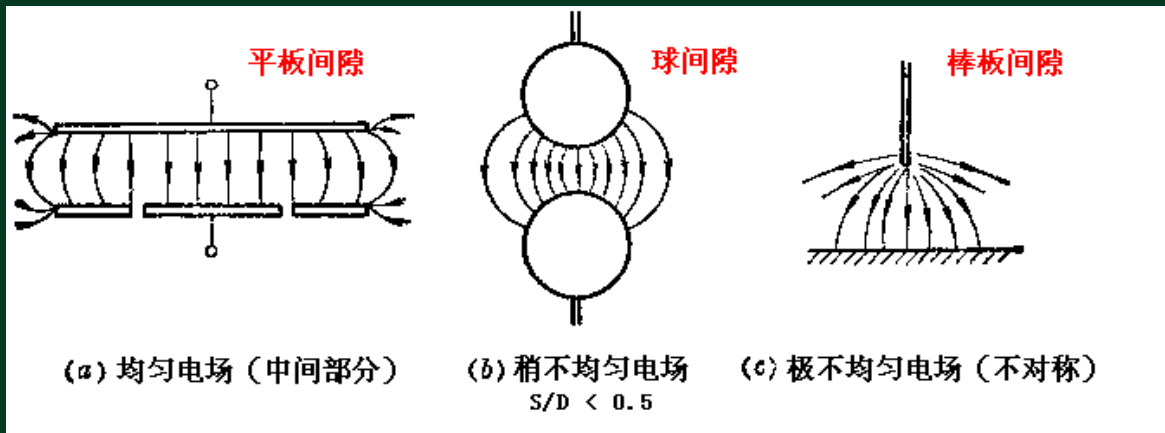


高压实验室中测量  
电压用的球间隙



输电线路

# 1、不均匀电场



$$f = \frac{E_{\max}}{E_{\alpha v}}$$

$f=1$  : 均匀电场

$f < 2$  : 稍不均匀电场

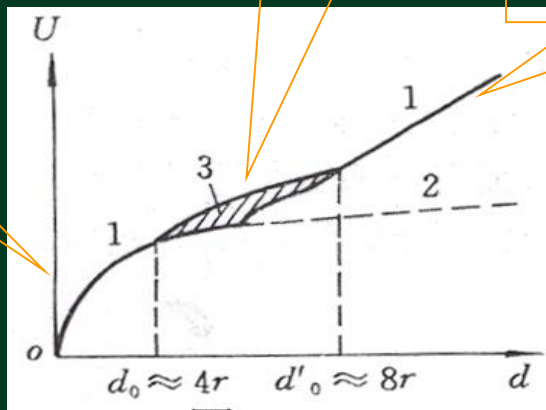
$f > 4$  : 极不均匀电场

# 1、不均匀电场

放电具有**稍不均匀场**间隙的特点击穿电压与电晕起始电压**相同**

放电过程**不稳定**，分散属于过渡区

放电具有**极不均匀场**间隙的特点电晕起始电压**明显低于**击穿电压



半径为 $r$ 的球间隙的放电特性与极间距 $d$ 的关系

## 2、极不均匀电场的电晕放电

- 电晕放电是极不均匀电场所特有稳定的自持放电。
- 电晕放电总是从曲率半径较小的电极表面，即间隙中场强最大的地方开始，气隙保持绝缘状态。

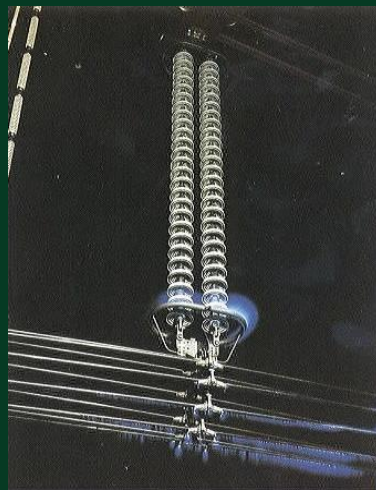


- 晕光——电离区的放电（复合、从激励恢复到正常状态）

## 2、极不均匀电场的电晕放电

### 电晕放电的不利影响

- ① 发光、发热，**损失能量**；
- ② 使空气发生化学反应，产生 $O_3$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 等，引起**腐蚀**作用；
- ③ 脉冲现象产生高频电磁波，**干扰通讯和测量**。



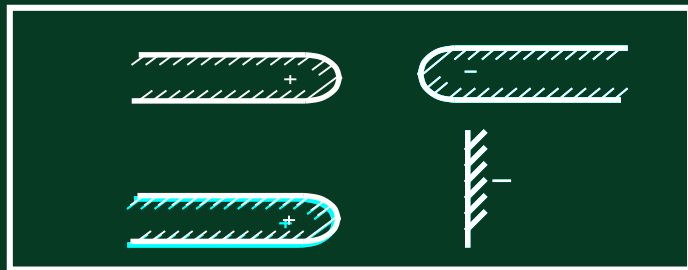
**积极意义**：衰减雷电过电压幅值和**降低其陡度**，有利于保护设备绝缘。

### 3、极不均匀电场的极性效应

**极性效应**——曲率半径较小的电极的**电压极性不同**，从而同一间隙在不同电压极性下的**电晕起始电压不同**，**击穿电压也不同**。

•放电的发展过程、气隙的电气强度、击穿电压等都与**电极的极性**有关；

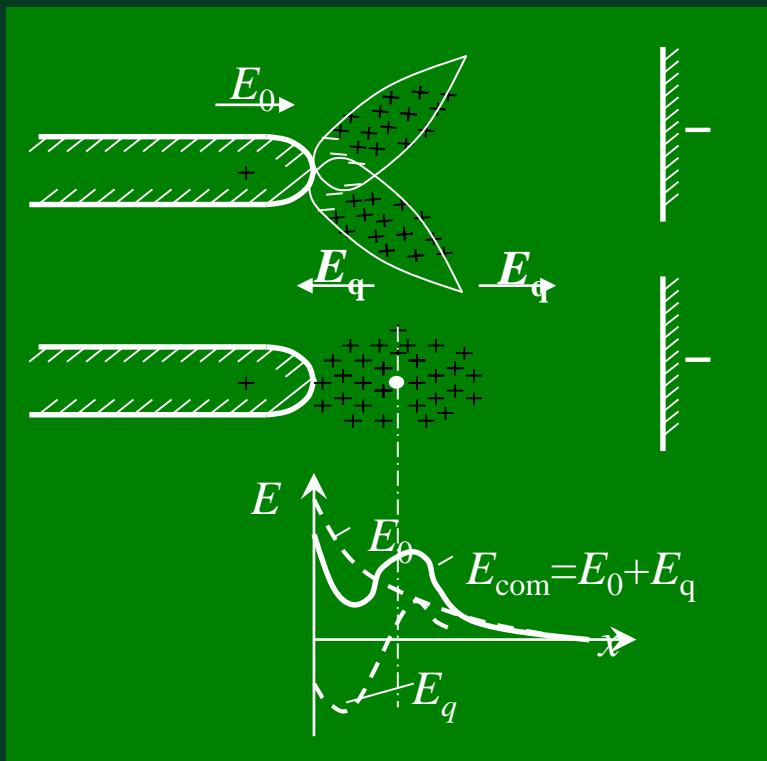
**极不均匀电场**





# 3、极不均匀电场的极性效应

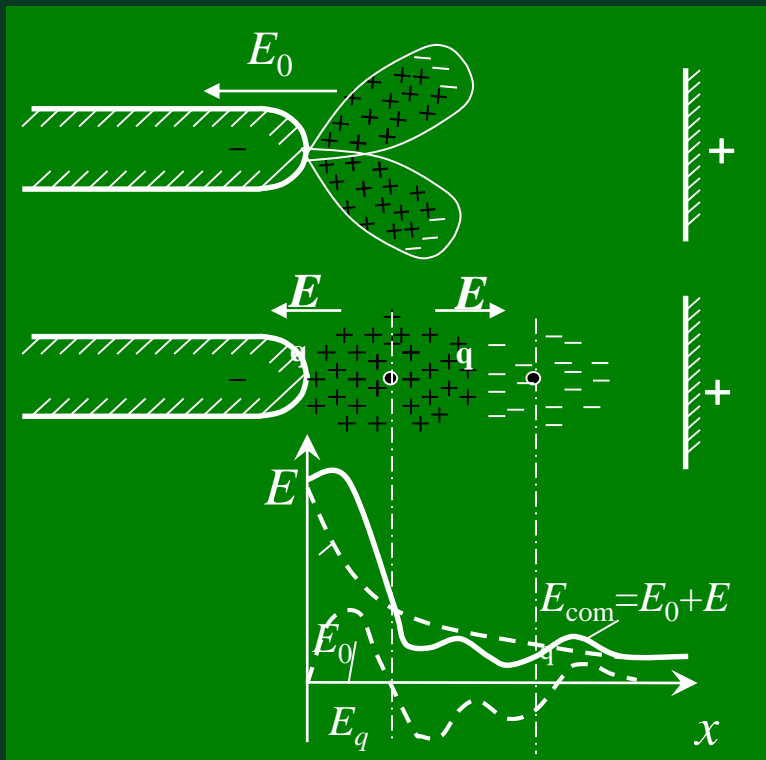
## (1) 正极性（正棒—负板）



- 削弱棒极附近电场，棒极附近难以形成流注，电晕起始电压升高。
- 加强了正空间电荷外部朝向板极的电场，有利于流注向间隙深处发展，故其击穿电压降低。

# 3、极不均匀电场的极性效应

## (2) 负极性（负棒—正板）



- 加强棒极附近电场，棒极附近易于形成流注，电晕起始电压降低。
- 削弱了正空间电荷外部朝向板极的电场，不利于流注向间隙深处发展，击穿电压升高。

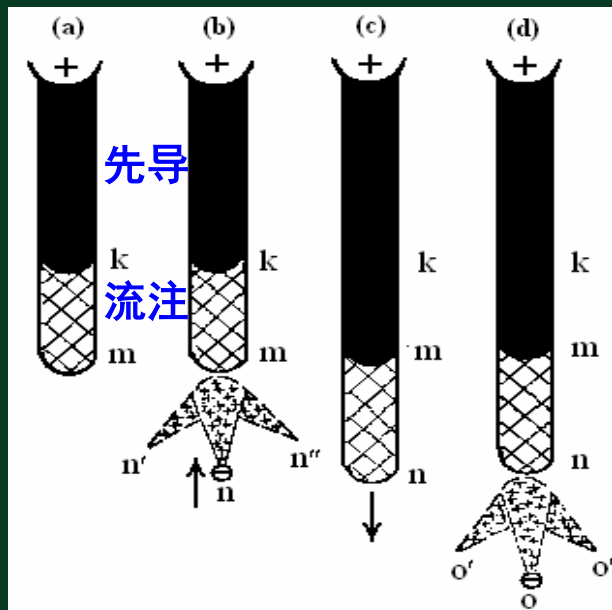
# 3、极不均匀电场的极性效应

在相同气隙下

	正极性 (正棒—负板)	负极性 (负棒—正板)
电晕起始电压	高	低
间隙击穿电压	低	高



# 4、长间隙极不均匀电场放电



- ◆ 间隙距离较长时(如棒—板间隙远离大于1米时)
- ◆ 流注通道将有较多的电子循通道流向电极，于是流注根部温度升高，出现热电离过程。
- ◆ 这个具有热电离过程的通道称为**先导通道**。

(c) k m由流注转变为先导和形成流注m n

# 小结

## 纯空气隙击穿理论

均匀电场

汤逊理论

流注理论

极不均匀  
电场

电晕放电：极不均匀电场特有的自持放电现象

极性效应

正棒—负板

负棒—正板

电晕起始电压高

间隙击穿电压低

短间隙：电子崩——流注——主放电

长间隙：电子崩——流注——先导——主放电