



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

气体沿固体绝缘表面的放电

污闪放电及提高沿面放电措施

主讲：卞建鹏

# 目录



在线开放课程

1. 固体表面有水膜时的沿面放电
2. 绝缘子脏污状态下的沿面放电
3. 提高沿面放电电压的方法

# 1、固体表面有水膜时的沿面放电

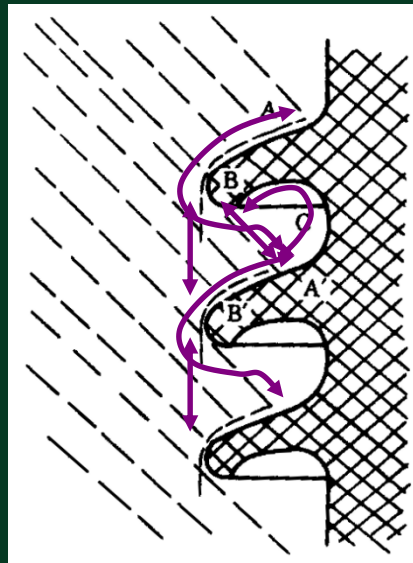
## ◆ 棒型支柱绝缘子

电压升高

可能空气间隙BA' 先击穿

可能干表面BCA' 先闪络

结果都是形成ABA' 电弧放电通道，出现一连串的ABA' 通道就造成整个绝缘子完全闪络。

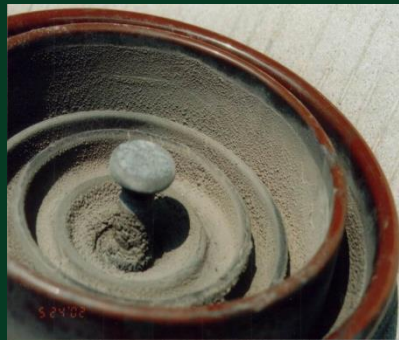


棒型支柱绝缘子在雨下可能闪络途径

◆ 注意：如雨量特别大时，伞缘间有可能被雨水短接而构成电弧通道，绝缘子也将发生完全的闪络。

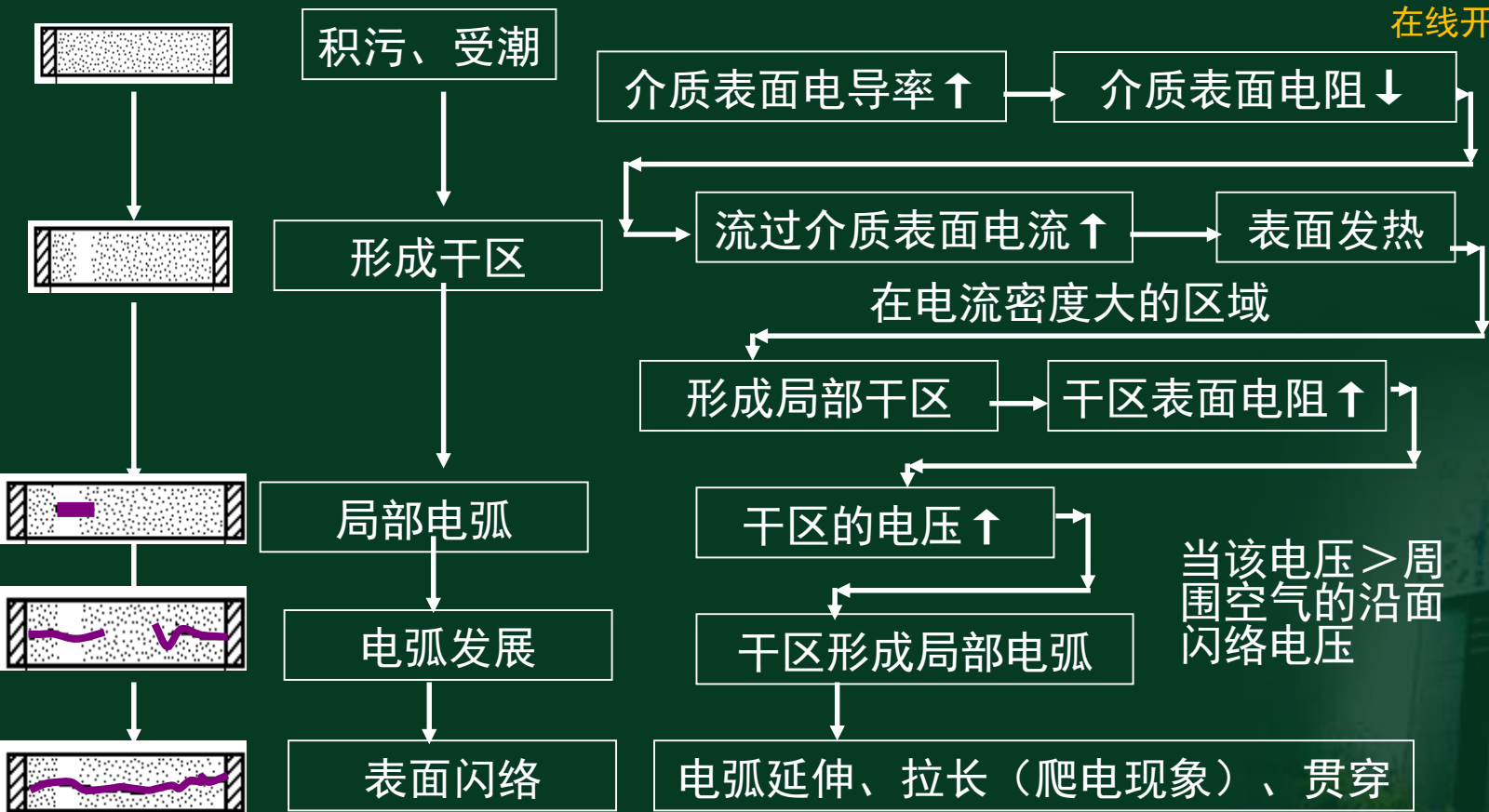
## 2、绝缘子脏污状态下的沿面放电

- ◆ 污闪电压——绝缘子表面有湿污层时的沿面闪络电压。
- ◆ 绝缘子在多年的户外运行中，积污是难免的。



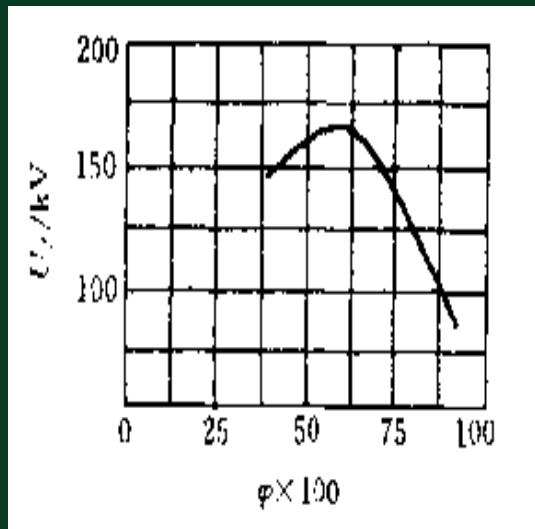
- 污秽是国内外超高压线路外绝缘的**决定性因素**；
- 大面积污闪容易造成电网多点同时跳闸；
- 我国污闪事故造成的损失是雷击的10倍以上。

# 2、绝缘子脏污状态下的沿面放电



## 2、绝缘子脏污状态下的沿面放电

### 绝缘子闪络电压与相对湿度的关系



- ◆ 当空气相对湿度超过50%—70%时，随着湿度增加，闪络电压迅速下降。
- ◆ 绝缘子污闪事故都发生在雾、露、融雪和毛毛雨等高湿度的天气。积尘中水溶性的盐类溶解，使污层成为半导体层。

- ◆ 大雨时，绝缘子表面集积的污秽很易被雨水冲掉，表面仍有较高的电阻。

## 2、绝缘子脏污状态下的沿面放电

### 绝缘子表面积污程度（污秽度）的表征

- ◆ 污秽度除了与积污量有关，还与污秽的化学成分有关。
- ◆ 等值附盐密度（等值盐密）——每平方厘米表面所沉积的等效氯化钠（NaCl）毫克数。

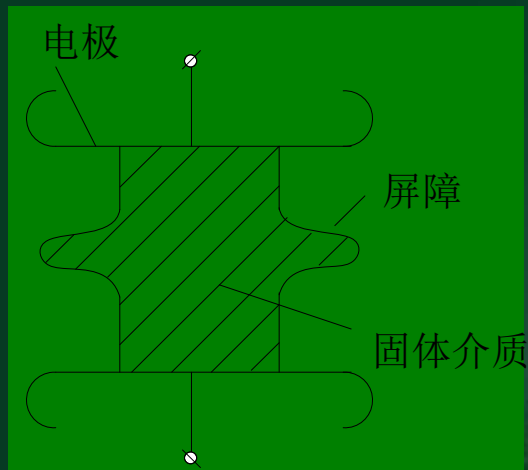
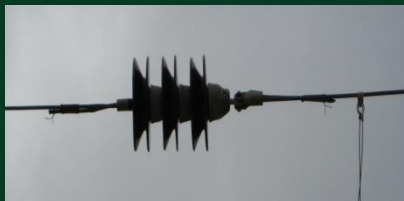
污秽等级	污湿特征	盐密(mg/cm <sup>2</sup> )	
		线路	发电厂、变电所
0	大气清洁地区及离海岸盐场 50 km 以上无明显污染地区	≤0.03	≥<
I	大气轻度污染地区，工业区和人口低密度区，离海岸线盐场 10 km-50 km 地区，在污闪季节中干燥少雾（含毛毛雨）或雨量较多时	>0.03-0.06	≤0.06
II	大气中等污染地区，轻盐碱和炉烟污秽地区，离海岸盐场 3 km-10 km 地区，在污闪季节中潮湿多雾（含毛毛雨）但雨量较少时	>0.06-0.10	>0.06-0.10
III	大气污染严重地区，重雾和重盐碱地区，离海岸盐场 1 km-3 km 地区，工业与人口密度较大区，离化学污染源和炉烟污秽 300-1500m 的较严重污秽地区在污闪季节中潮湿多雾（含毛毛雨）但雨量较少时	>0.10-0.25	>0.10-0.25
IV	大气特别严重污染地区，离海岸盐场 1 km 以内，离化学污染源和炉烟污秽 300m 以内的地区	>0.25-0.35	>0.25-0.35

# 3、提高沿面放电电压的方法

## 1) 屏障

工程上常常通过在固体介质表面等位面方向设置突出的棱缘作为屏障的方法，提高沿面闪络电压。

因为电子或离子沿平行于等位面的屏障表面运动时，不能从电场中吸收能量，使电离难以发生。

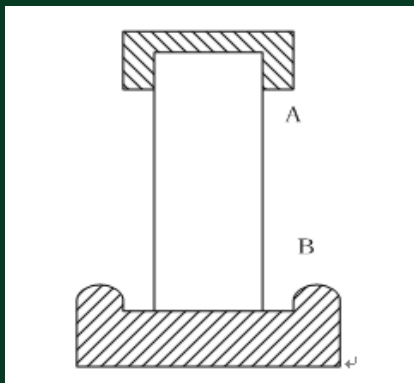




# 3、提高沿面放电电压的方法

## 2) 屏蔽

通过设置屏蔽电极改善电场分布，使电极附近的电场和电位分布趋于均匀，可以提高沿面闪络电压。



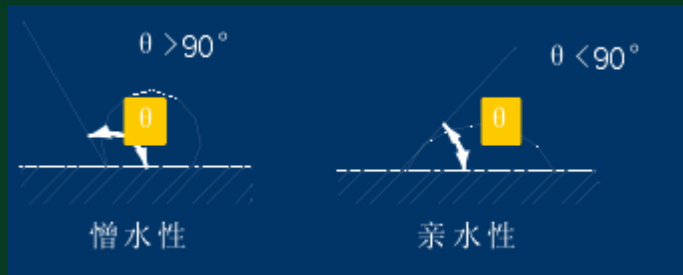
外屏蔽电极



内屏蔽电极

# 3、提高沿面放电电压的方法

## 3) 提高表面憎水性



- ◆ 憎水性→介质表面不易吸潮→沿面闪络电压提高
- ◆ 采用憎水性涂料，使表面不易吸潮
  - 早期：硅油，硅脂；半年左右
  - 近年：硫化硅橡胶；十年以上



# 3、提高沿面放电电压的方法

## 4) 采用半导体釉绝缘子



绝缘子釉层具有  
一定电导性

表面流有一定的电流（该电流不会  
破坏绝缘子本身的绝缘结构）

表面发热，温度略高于  
周围环境

表面不易吸潮，积污较少

# 3、提高沿面放电电压的方法

## 5) 强制固体介质表面的电位分布

在绝缘表面的中间设置若干环形电极，并将这些环形电极与分压器或电源的某些抽头连接来固定这些电极的电位，使沿面的电位分布较均匀。



500kV AC 高压发生器

# 3、提高沿面放电电压的方法

## 6) 调整爬电比距（增大泄露距离）

爬电比距——外绝缘距离与系统最高工作电压之比。

### ◆ 措施：

- 增加绝缘子串数；
- 增加每串绝缘子的表面面积，增加裙带。



# 小结



在线开放课程

- (1) 屏障
- (2) 屏蔽
- (3) 提高表面憎水性
- (4) 消除绝缘体与电极接触面的缝隙
- (5) 改变绝缘体表面的电阻率
- (6) 强制固体介质表面的电位分布
- (7) 增大爬电比距提高污闪电压