



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

液体与固体介质的电气特性

固体介质的击穿

主讲：卞建鹏

目录



在线开放课程

1. 固体电介质的击穿理论
2. 影响固体电介质击穿电压的因素
3. 提高固体电介质击穿电压的方法

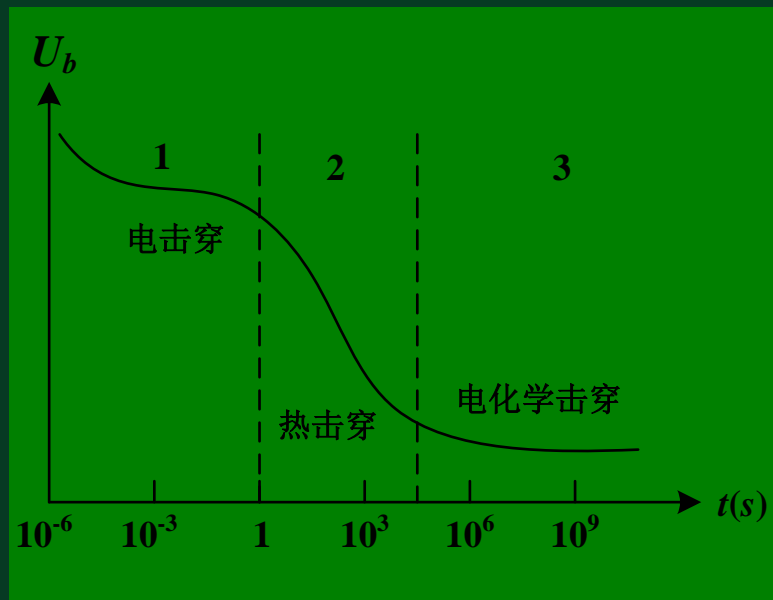
1、固体电介质的击穿理论

- ◆ 气、固、液三种电介质中，固体密度最大，**耐电强度最高**
 - 空气的耐电强度一般在3-4 kV/mm左右
 - 液体的耐电强度在10-20 kV/mm
 - 固体的耐电强度在十几至几百kV/mm
- ◆ 固体电介质的击穿过程最复杂，且击穿后是**唯一不可恢复的绝缘**。

1、固体电介质的击穿理论

◆ 在电场作用下，固体介质可能因以下过程而被击穿，击穿后其绝缘性能不能恢复。

- 电过程（电击穿）
- 热过程（热击穿）
- 电化学过程
（电化学击穿）



1、固体电介质的击穿理论

1) 电击穿理论

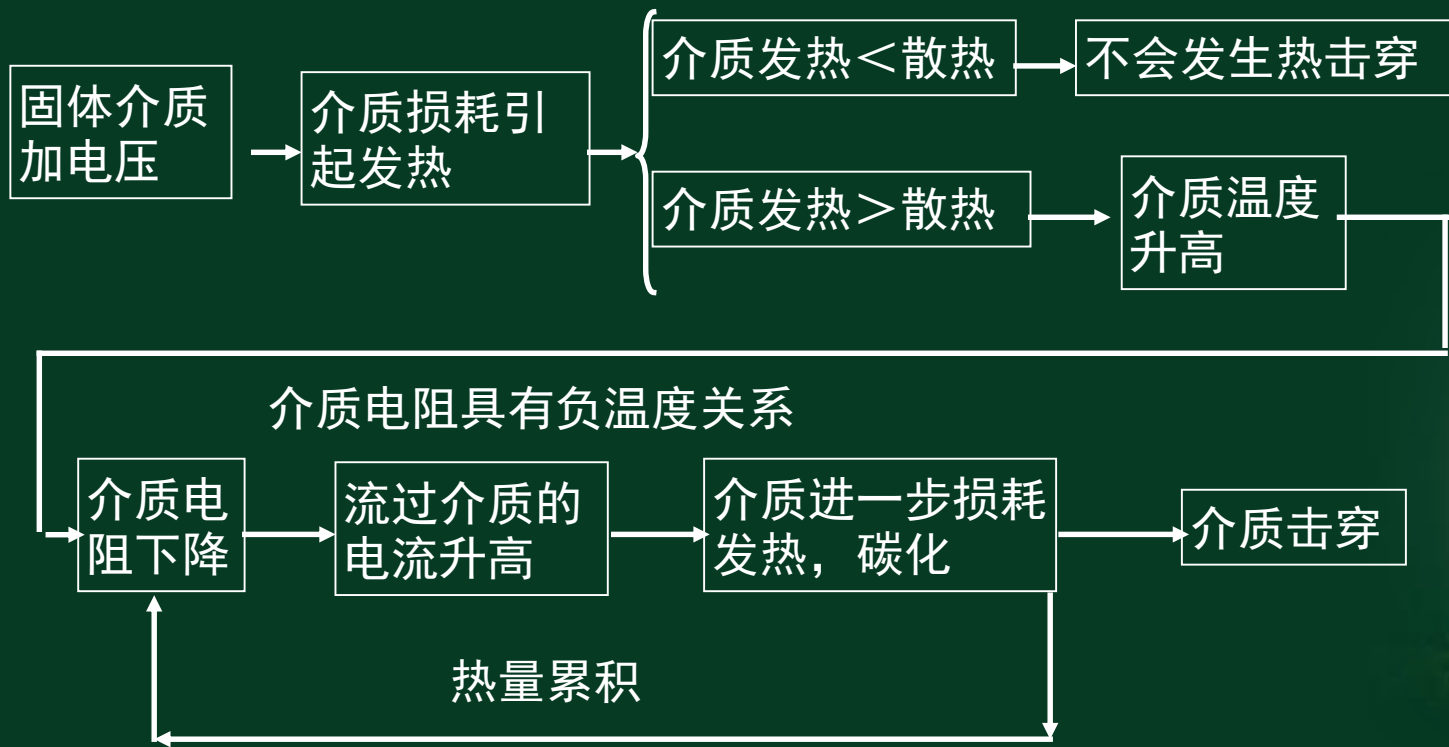
- ◆ 击穿机理：电击穿理论建立在固体电介质中发生碰撞电离基础上，固体电介质中存在少量传导电子，在电场加速下与晶格结点上的原子碰撞，从而击穿。

电击穿的特点

- 电压作用时间短，击穿电压高；
- 与周围环境温度无关；介质发热不显著；
- 电场均匀程度对击穿电压有显著影响。

1、固体电介质的击穿理论

2) 热击穿理论



1、固体电介质的击穿理论



在线开放课程

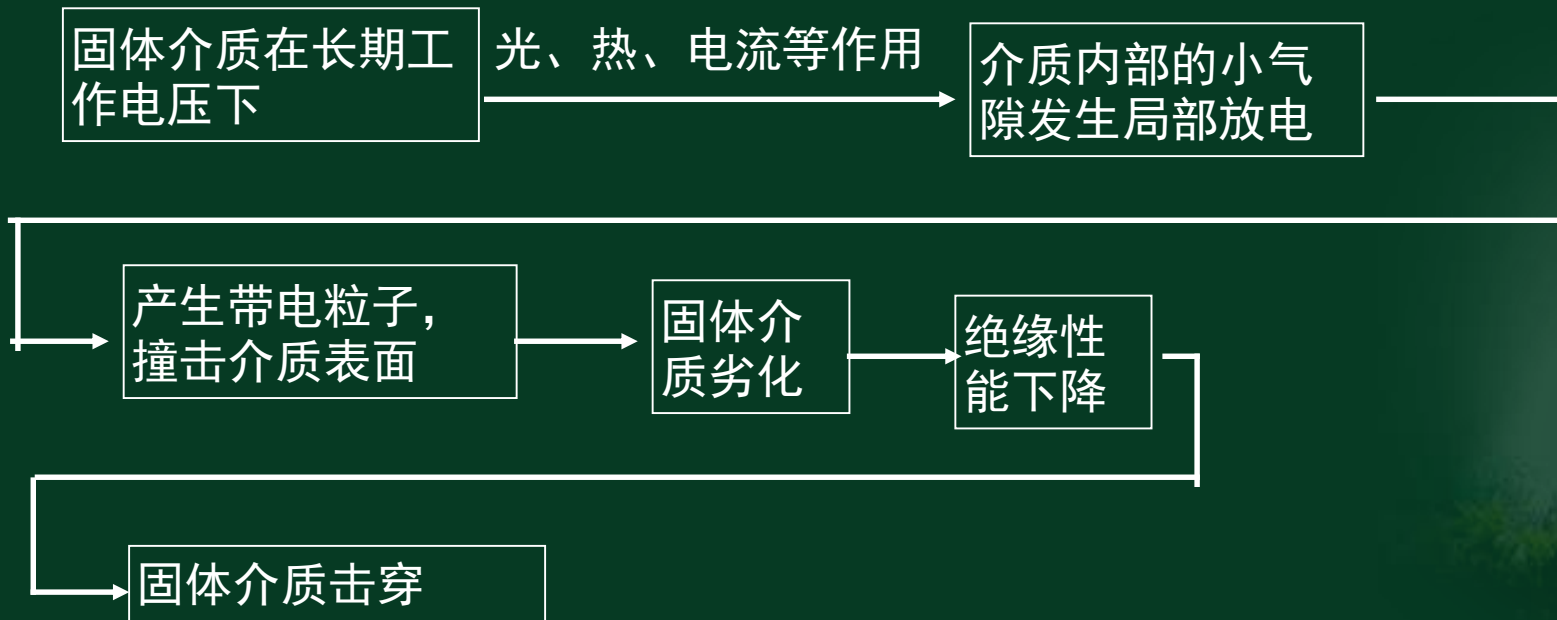
热击穿的特点

- 击穿电压较低，击穿时间较长；
- 击穿电压与环温、散热能力、介质的耐热能力有关；
- 击穿电压与介质尺寸有关；因厚度越大，介质中心附近的热量逸出越困难，所以固体介质的击穿场强随厚度的增大而降低；

1、固体电介质的击穿理论

3) 电化学击穿理论

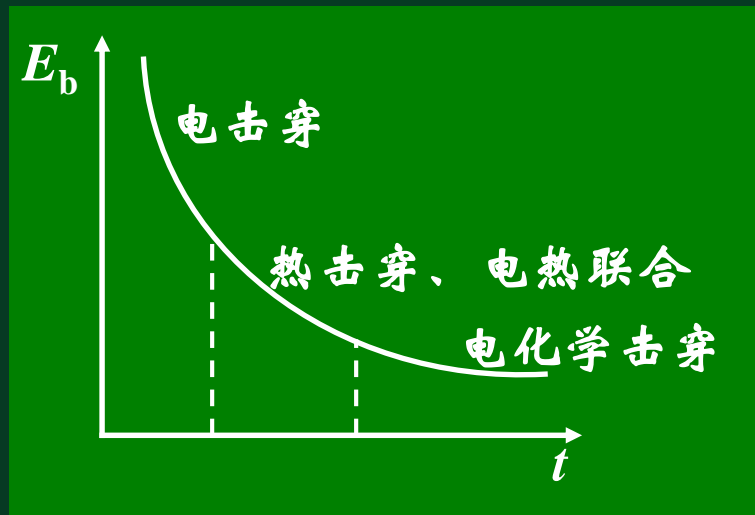
- ◆ 固体介质在电、热、化学、机械力的长期作用及局部放电等，使绝缘劣化，电气强度降低，并引起击穿。



2、影响固体介质击穿电压的因素

1) 电压作用时间

- ◆ 很短时间——电击穿；
- ◆ 较长时间——热击穿、电热联合；
- ◆ 很长时间——电化学击穿；



2) 温度

- ◆ 电击穿与温度无关，这时的击穿场强很高；
- ◆ 环境温度越高、散热越差，热击穿电压越低；

2、影响固体介质击穿电压的因素

3) 电场均匀程度

- ◆ 均匀电场—击穿电压与介质厚度成正比；
- ◆ 不均匀电场—热击穿后，由于介质厚度增加使散热困难，则介质厚度增加，击穿电压增加不大。

4) 电压种类

- ◆ 冲击击穿电压 > 工频击穿电压
冲击电压作用时间短，只发生电击穿。
- ◆ 直流击穿电压 > 交流击穿电压
交变电场下，易发生极化，产生极化损耗，使介质发热，易使介质击穿。

2、影响固体介质击穿电压的因素

5) 累积效应

幅值不高、长期作用的内部过电压

幅值虽高、但作用时间很短的雷电过电压

一次可能不会击穿介质，但可能在介质内部引起强烈的局部放电，引起局部损伤

多次加电压后，局部损伤会逐步发展

形成累积效应

导致固体介质击穿电压的下降

2、影响固体介质击穿电压的因素

6) 受潮

- 对不易受潮的材料——受潮后击穿电压仅下降一半左右
 - 如聚乙烯、聚四氟乙烯等中性介质
- 容易受潮的极性介质——受潮后，因电导率和介质损耗增加，击穿电压可能仅为干燥时的百分之几或更低
 - 如棉纱、纸等纤维材料

7) 机械负荷

- ◆ 均匀和致密的固体介质，击穿电压与其机械变形无关；
- ◆ 具有孔隙的不均匀固体电介质，机械力可能使电介质中孔隙减少或缩小，从而提高击穿电压。

2、提高固体介质击穿电压的措施



在线开放课程

- ① 改进制造工艺——尽量消除固体介质中的杂质。
- ② 改进绝缘设计——尽量使电场均匀；
- ③ 改善运行条件——保持良好的通风散热条件。

小结



在线开放课程

1. 固体击穿机理——电、热、电化学
2. 影响固体介质击穿电压的因素
3. 提高固体电介质击穿电压的方法