



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

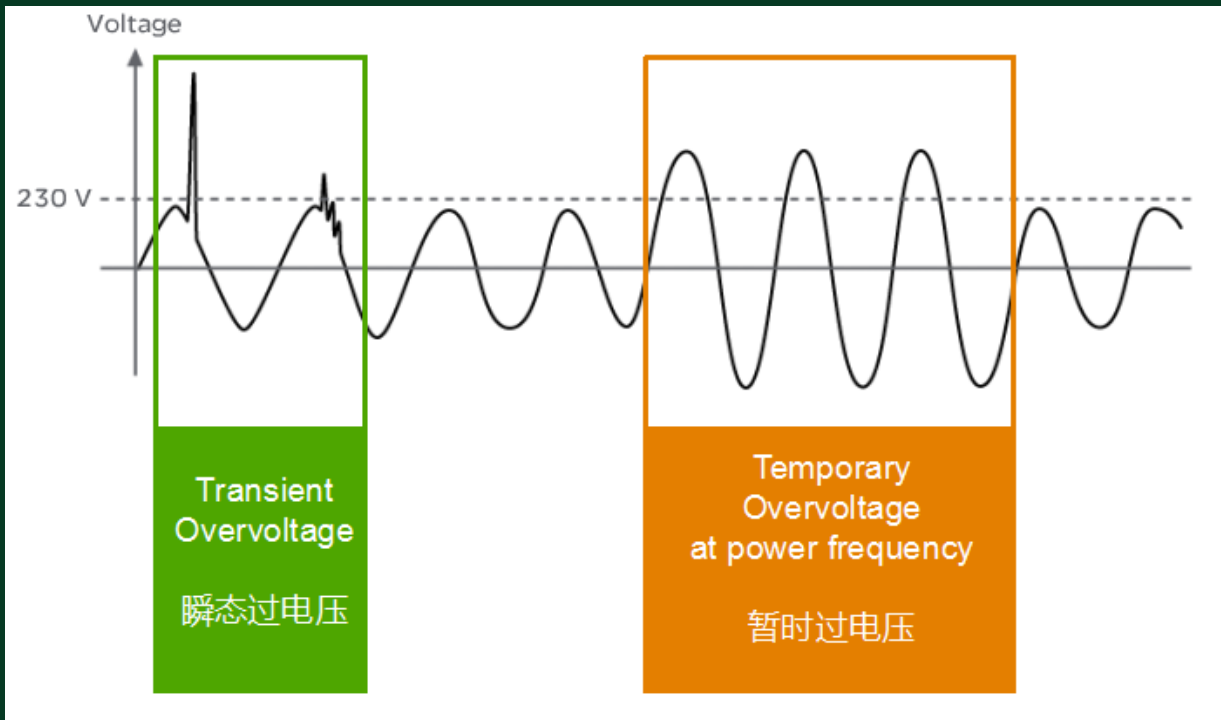
在线开放课程

过电压防护

过电压类型与雷击防护

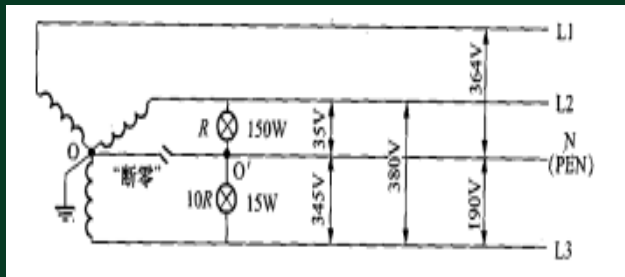
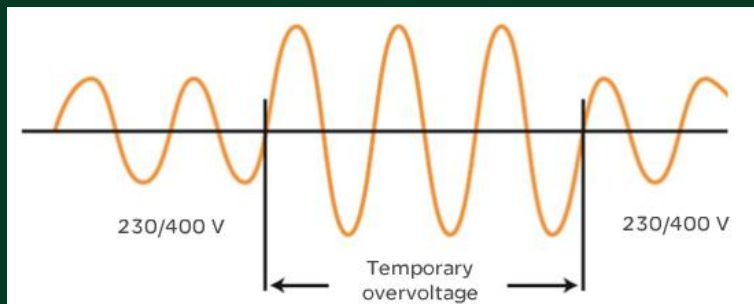
主讲：卞建鹏

过电压



1、过电压类型-暂时过电压

> 表现为工频下系统电压的上升，一般可持续数秒



> 一般由以下几个因素引起：

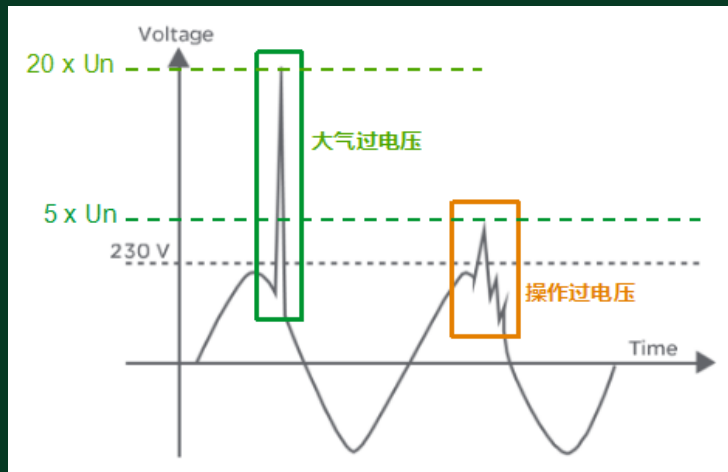
中性线断裂 单相设备：230 V \rightarrow 380 V

相线和外露可导电部分或者相线和大地间的绝缘故障

空载长线的电容效应

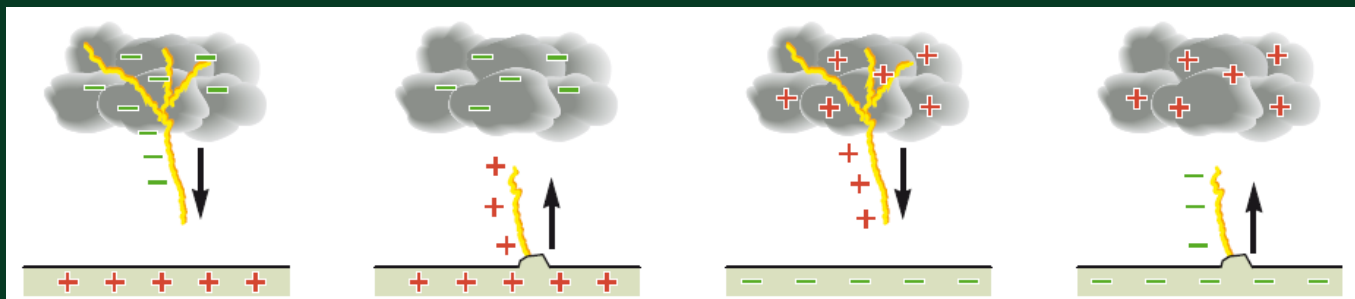
1、过电压类型-瞬态过电压

- > 由叠加到系统标称电压上的电压电涌引起
- > 超快的瞬态现象， $50\text{kA}/\mu\text{s}$
- > 大气过电压是由雷击放电所引起



无论是大气过电压，还是操作过电压，都有可能造成设备的提前老化，甚至直接损毁。

2、雷电现象—雷击的分类



负电荷下降型

正电荷上升型

正电荷下降型

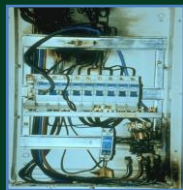
负电荷上升型

- > 在平坦地区，下降型雷击居多
- > 在山区，或者有大型突起物（高塔、工厂烟囱）的地方，易形成上升型雷击
- > 在温带地区，90%的雷击属于**负电荷下降型**

2、雷电现象—雷电特征

热效应

▶ 引起火灾



电动力效应

▶ 导线断裂或机械变形

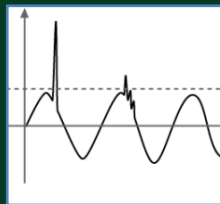


爆破效应

▶ 空气扩张造成爆炸，雷声

电压电涌

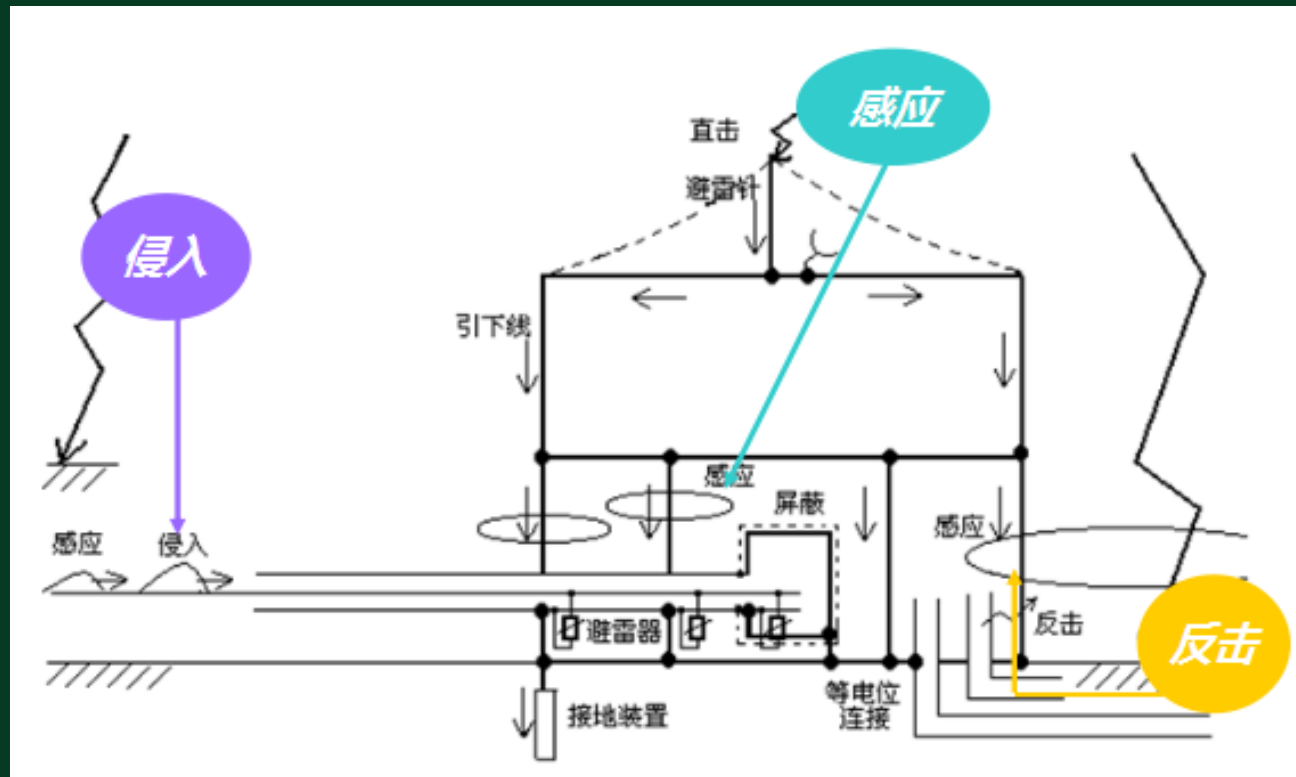
▶ 设备绝缘击穿



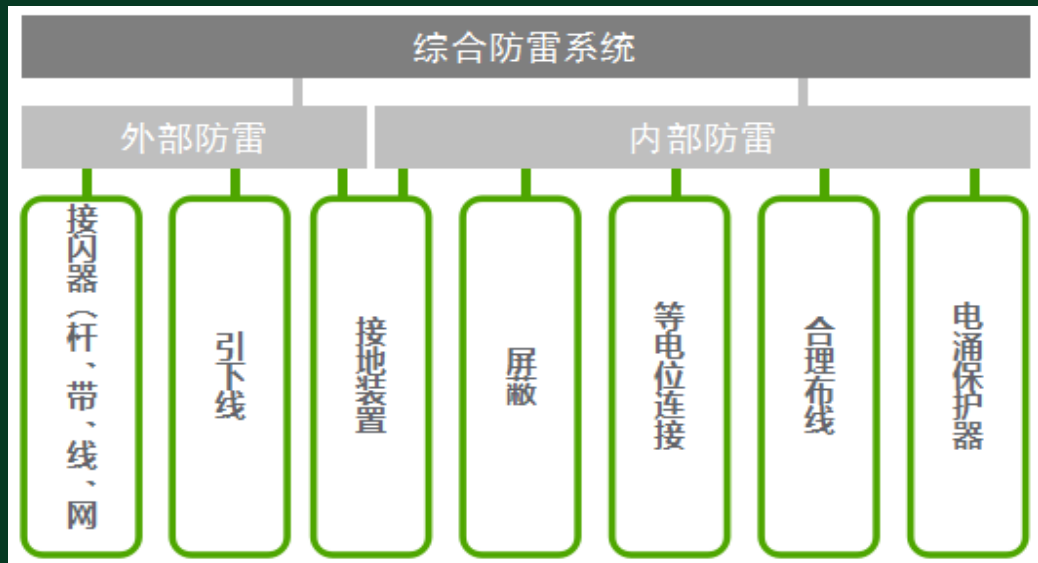
地电位升高

▶ 二次反击，损毁设备

2、雷电现象—雷电流侵入途径

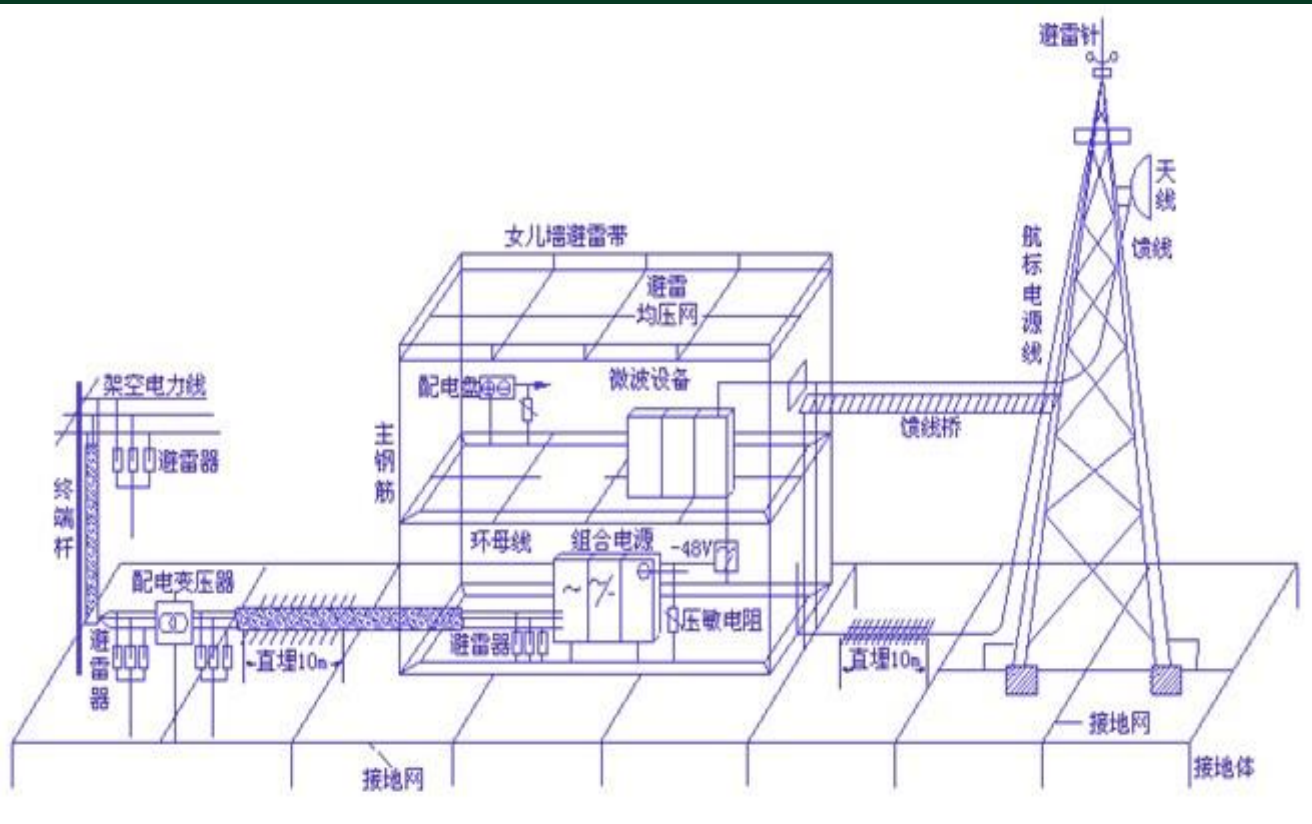


2、雷电现象—综合防雷系统

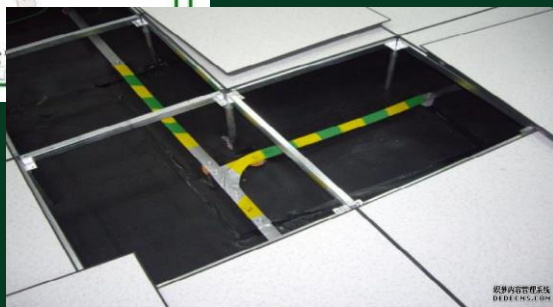
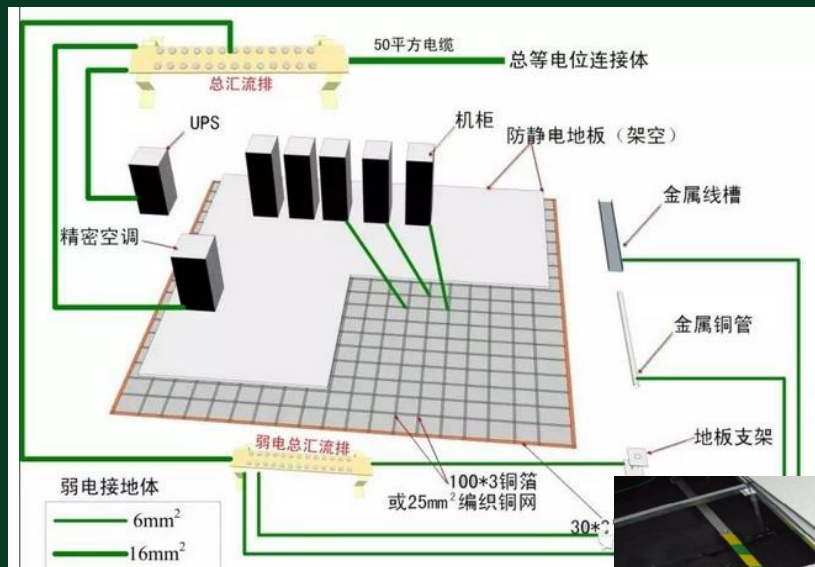


在进行防雷设计时，不但要考虑防直接雷击，还要考虑防雷电电磁脉冲和地电位反击等，因此必须进行综合防护，才能达到预期的防雷效果。

2、雷电现象—综合防雷系统

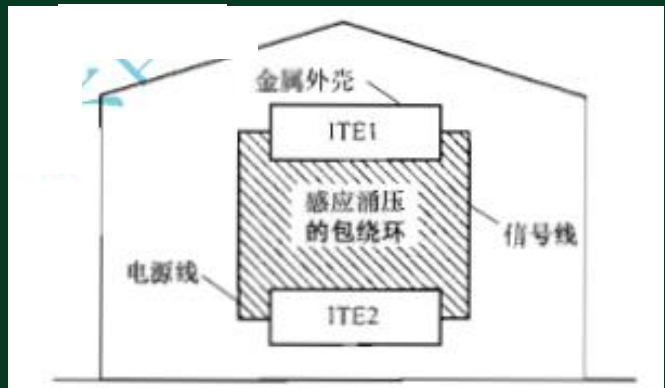


2、雷电现象—综合防雷系统

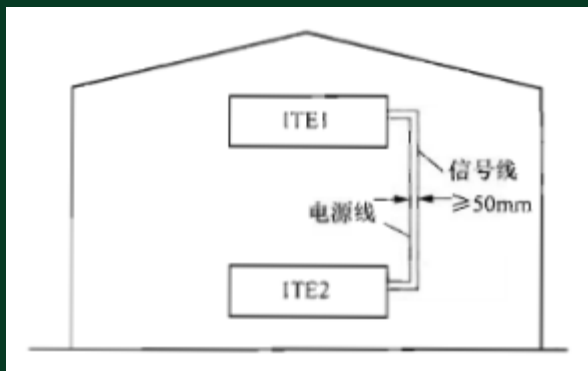


等电位连接

2、雷电现象—综合防雷系统



信号线和电源线形成大包绕
环感应产生干扰涌压



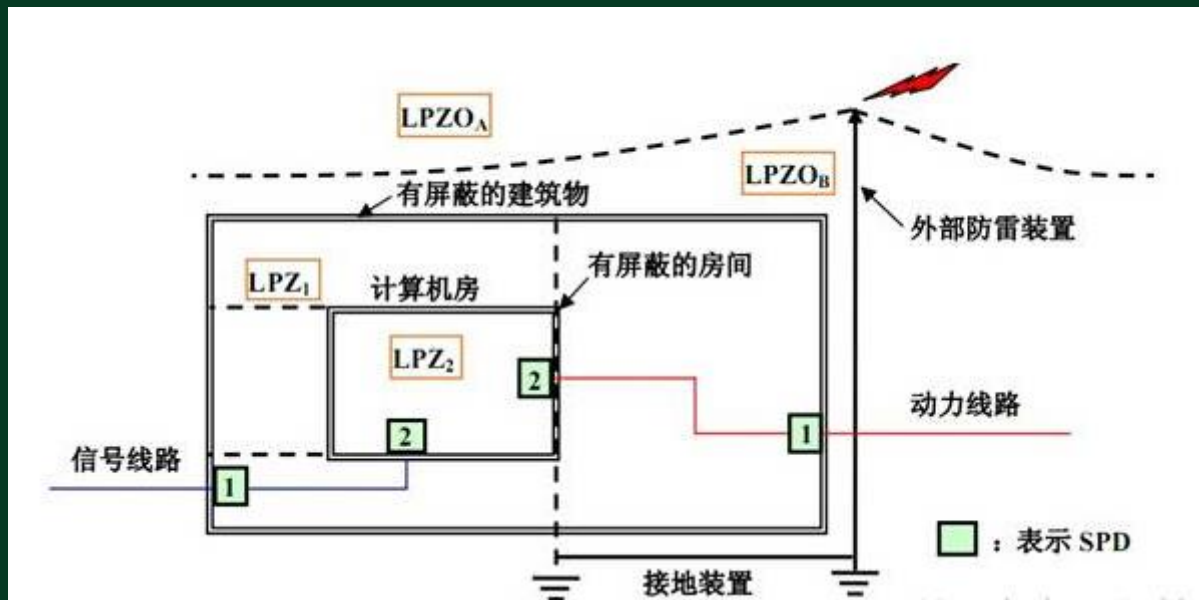
电源线和信号线敷设在同一
通道内避免形成大包绕环

2、雷电现象—综合防雷系统

LPZ0_A区：各物体都可能遭到直接雷击。LPZ0_B区：各物体不可能遭到直接雷击。

LPZ1区：流经各导体的电流比LPZ0B区更小；电磁场强度可能衰减。

LPZn+1后续防雷区：需要减小流入的电流和电磁场强度时，应增设后续防雷区。



3、防雷系统—避雷针保护

根据发生雷电事故的可能性和后果，将建筑物分成三类。

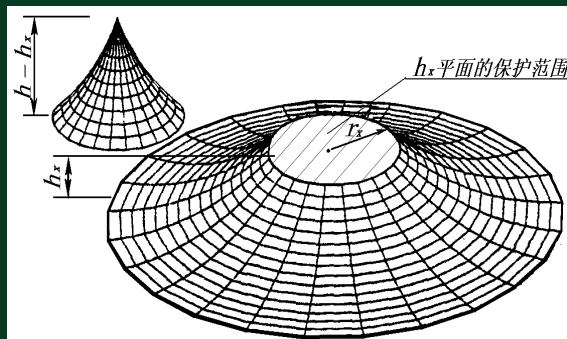
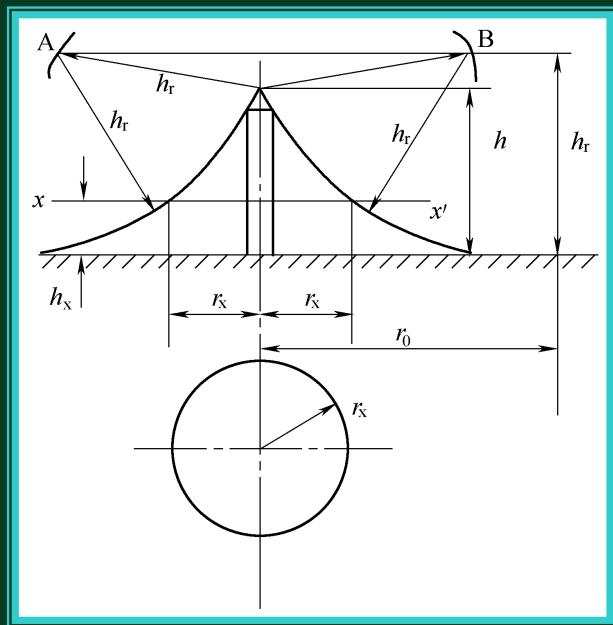
第一类防雷建筑物是制造、使用或储存爆炸物质，因电火花会引起爆炸，造成巨大破坏和人身伤亡的建筑物；

第二类防雷建筑物是制造、使用或储存爆炸物质，电火花不易引起爆炸或不致造成巨大破坏和人身伤亡的建筑物；

第三类防雷建筑物是除第一、二类建筑物以外的爆炸、火灾危险的场所。

3、防雷系统—避雷针保护

避雷针的保护范围用“滚球法”来确定



建筑物防雷类别	滚球半径 h_r (m)	避雷网格尺寸 (m)
第一类防雷建筑物	30	$\leq 5 \times 5$ 或 $\leq 6 \times 4$
第二类防雷建筑物	45	$\leq 10 \times 10$ 或 $\leq 12 \times 8$
第三类防雷建筑物	60	$\leq 20 \times 20$ 或 $\leq 24 \times 16$

单支避雷针的保护范围

3、防雷系统—避雷针保护

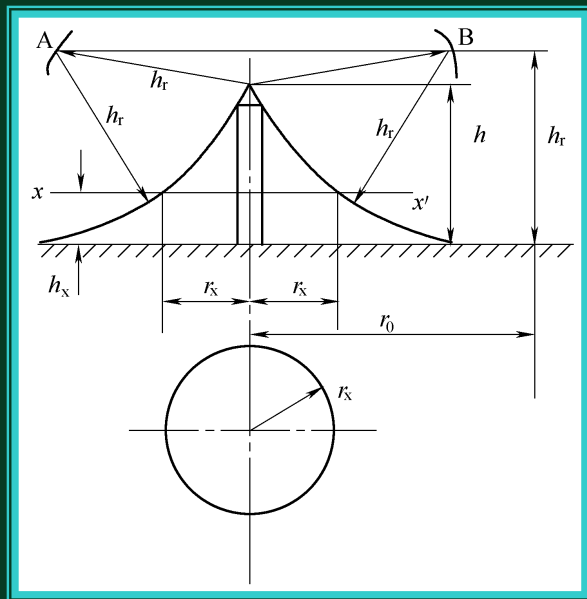
当避雷针高度 $h \leq h_r$ 时

避雷针在被保护物高度 h_x 的 xx' 平面上的保护半径 r_x

$$r_x = \sqrt{h(2h_r - h)} - \sqrt{h_x(2h_r - h_x)}$$

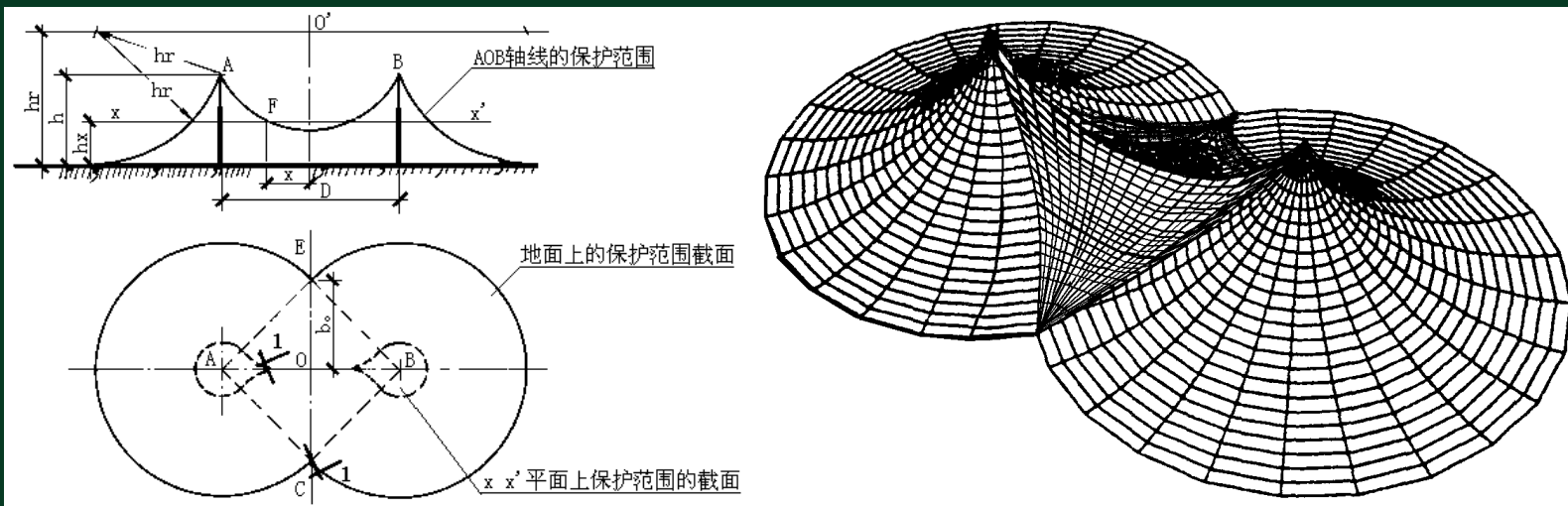
当避雷针高度 $h > h_r$ 时

$$r_x = \sqrt{h_r(2h_r - h_r)} - \sqrt{h_x(2h_r - h_x)}$$



3、防雷系统—避雷针保护

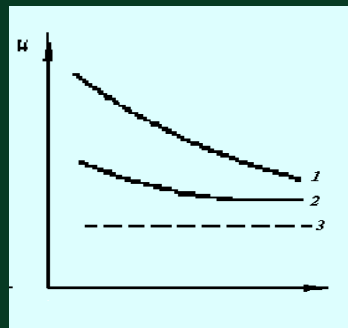
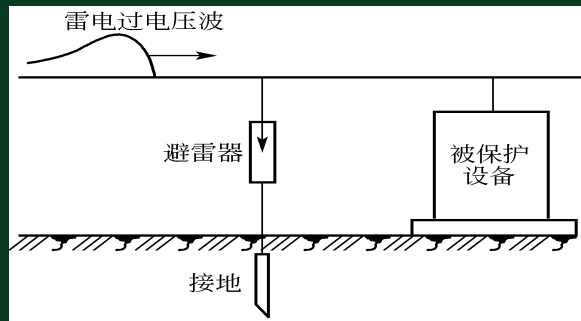
双支等高避雷针的保护范围



3、防雷系统—避雷器保护

目的：限制沿线侵入的雷电波幅值。

保护间隙、管式避雷器、阀式避雷器、金属氧化物避雷器

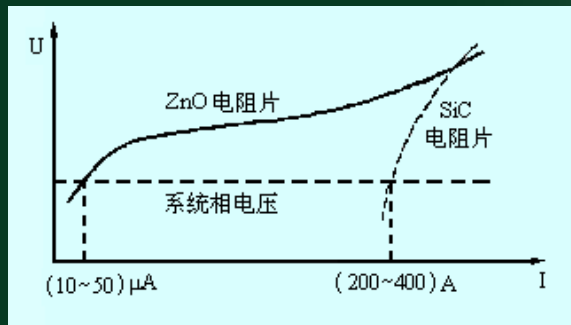
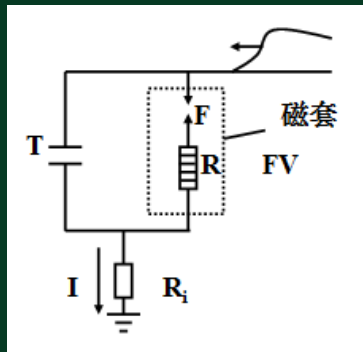
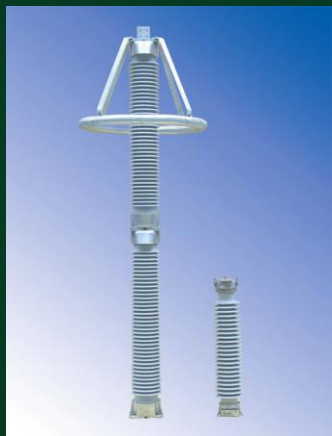


- 1——电气设备的伏秒特性
- 2——避雷器的伏秒特性
- 3——电器设备上可能出现的最高工频电压

3、防雷系统—避雷器保护

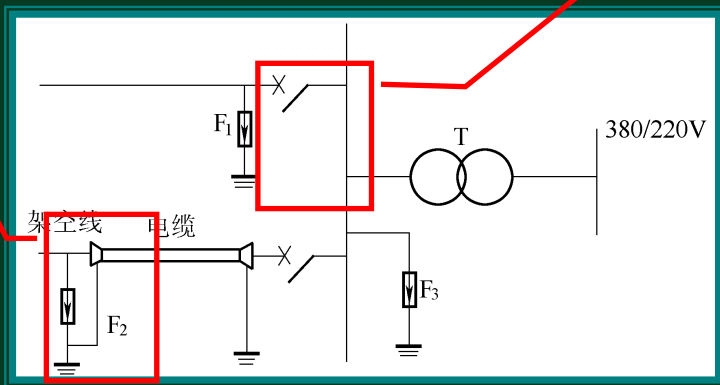
阀式避雷器：由火花间隙与电阻阀片组成。

金属氧化物避雷器（又称氧化锌避雷器）MOA：无间隙。



3、防雷系统—变配电所的防雷措施

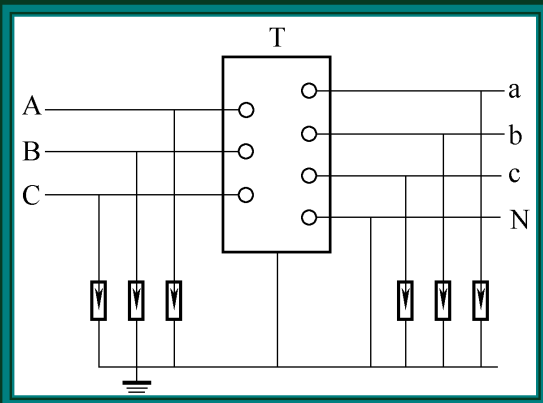
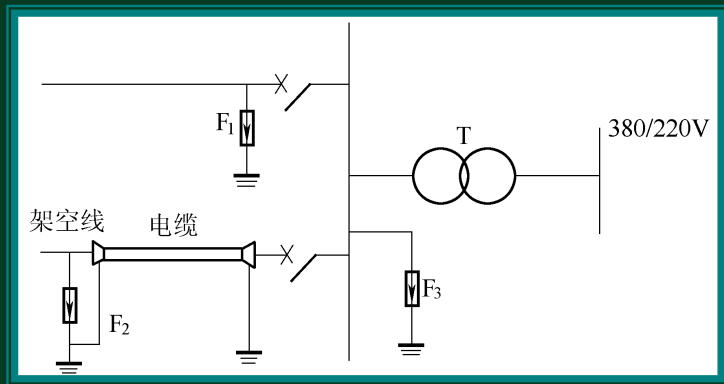
- ① 装设避雷针来防止直击雷。
- ② 3-10kV配电线路的进线防雷保护，可以在每路进线终端，装设FZ型或FS型阀型避雷器，以保护线路断路器及隔离开关。如果进线是电缆引入的架空线路，则在架空线路终端靠近电缆头处装设避雷器，其接地端与电缆头外壳相连后接地。



3~10kV配电线路的进线防雷保护

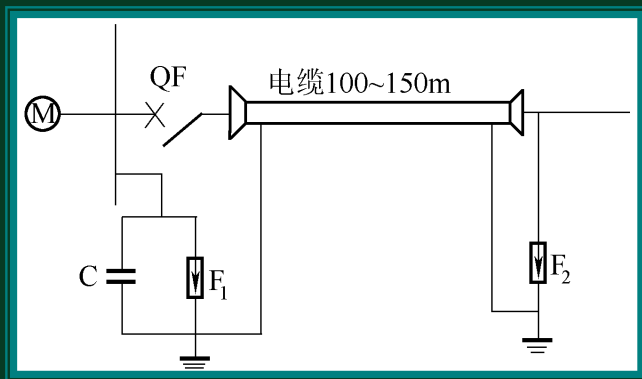
3、防雷系统—变配电所的防雷措施

③为防止雷电冲击波沿高压线路侵入变电所，对所内设备造成危害，特别是价值最高但绝缘相对薄弱的电力变压器。避雷器的接地线应与变压器低压侧接地中性点及金属外壳连在一起接地。



3、防雷系统—高压电动机防雷措施

高压电动机对雷电波侵入的保护应采用**FCD型磁吹阀型避雷器**或**氧化锌避雷器**。为了降低沿线路侵入的雷电波波头陡度，减轻其对电动机绕组绝缘的危害，可在电动机进线前面加一段100~150m的引入**电缆**，并在电缆前的电缆头处安装一组**阀型避雷器**，而在电动机电源端（母线上）安装一组**并联有电容器的磁吹阀型避雷器**，这样可以提高防雷效果。



小结



在线开放课程

1. 过电压类型
2. 综合防雷系统
3. 变配电所的防雷措施