



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY



6.3 导体阻抗的频率特性



西安电子科技大学

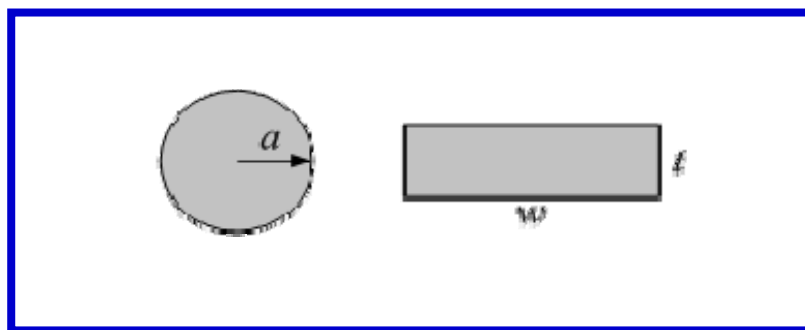
XIDIAN UNIVERSITY



电磁兼容工程中，接地、搭接都是抑制电磁干扰的有效措施，其中都会涉及导体的问题。无论地线还是金属条，其直流、交流电阻和电抗的不同，都反映了导体阻抗的频率特性。在用电设备、系统数字化的信息时代，导线因传输高频电流而产生电磁骚扰，可能形成电磁干扰，影响设备、系统的电磁兼容性。因此，分析导线阻抗的频率特性。有益于设计、实施接地或搭接。



在接地中，由于要做电气连接，所以有必要了解一下典型导体线的电特性。



典型导体线
(圆线、扁平线) 剖面

直流、高频时导体线的电路等效：





■电阻特性

圆线 —

$$R_{dc} = \frac{\rho l}{\pi a^2}$$

$$R_{ac} = \left(\frac{\sqrt{\pi \mu \sigma}}{2} \right) R_{dc} \sqrt{f} \quad (a \gg \delta)$$

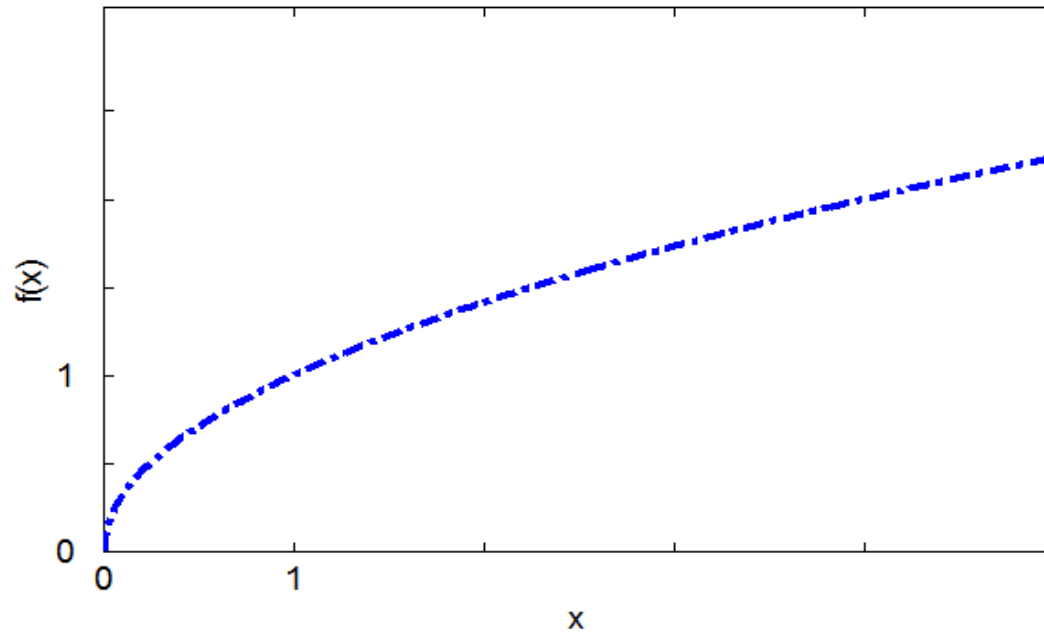
扁平线 —

$$R_{dc} = \frac{\rho l}{wt}$$

$$R_{ac} = \left(663 \times 10^{-10} k \sqrt{\frac{wt}{w+t}} \right) R_{dc} \sqrt{f} \quad (a \gg \delta)$$

其中， k 为扁平线的宽厚比。

综合可见，高频交流电阻与工作频率的平方根成正比。



平方根比例关系（非线性）

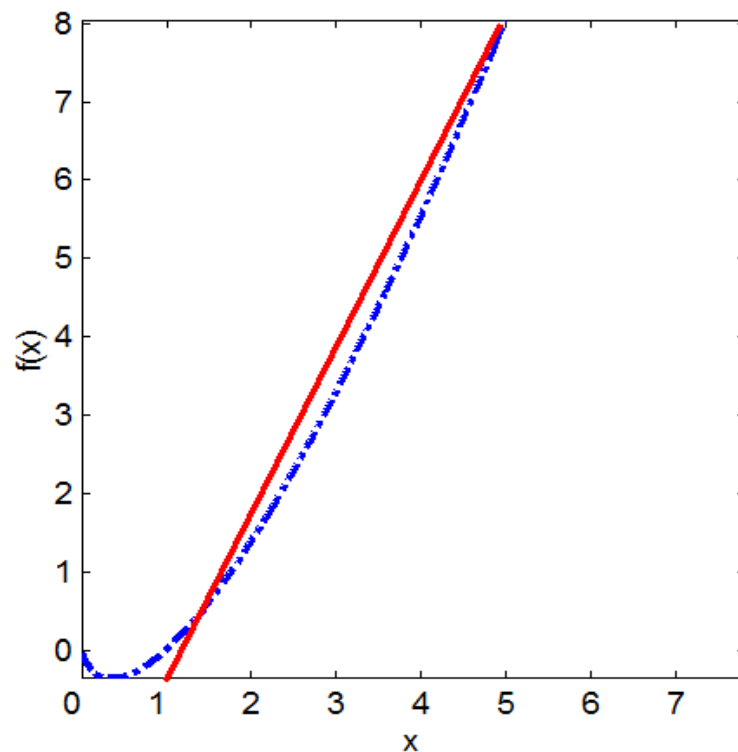


■ 电感特性

根据前面的等效分析模型可以看到，随着频率的升高，导体条的电抗特性主要表现着以感抗为主的形式。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{圆线} \text{—外电感 } L_{\text{ext}} = 2 \times 10^{-7} l \left[\ln\left(\frac{2l}{a}\right) - 1 \right] \\ \text{扁平线} \text{—外电感 } L_{\text{ext}} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left[\ln\left(\frac{2l}{w+t}\right) + 0.5 + 0.2235\left(\frac{w+t}{l}\right) \right] \end{array} \right.$$

从上面的结果中可见，高频交流电感收到长度的自然对数的影响。



线性比例近似关系/蓝线为函数 $x\ln(x)$



西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY



在高频时，外电感比内电感大得多（往往相差数量级），故工程计算中可以忽略内电感。通常，外电感可近似认为与导线长度成正比。

实际工程中，应尽可能降低导线的射频阻抗，尽可能降低电感。



■如何选择金属条

在电磁兼容工程中，如何进行金属条尺寸的选择，原则和依据是什么？这些都是必须解决的问题。从基本概念考虑，应尽可能降低连接用金属条的射频阻抗。为了达到此目的，就需要尽量降低搭接条的电感。通过分析可以知道，一般而言，若仅考虑降低金属条的电感，则长度与宽度之比越小越好。

另外，分析表明，导体条横截面的几何形状也是影响其电感量大小的因素；金属条尺寸的选择应遵循减少射频阻抗的原则；导体阻抗的频率特性是决定接地、搭接等电磁兼容性技术成功与否的重要因素。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY



在这一部分，我们对起连接作用的金属条特性进行了讨论，下面将对接地问题继续进行学习。