

电阻元件、电感元件与电容元件

主讲教师：王香婷 教授



电阻元件、电感元件与电容元件

主讲教师：王香婷 教授





电阻元件、电感元件与电容元件

主要内容:

电阻元件、电感元件与电容元件的电压电流基本关系；元件的储能。

重点难点:

电阻元件、电感元件、电容元件的电压电流基本关系。



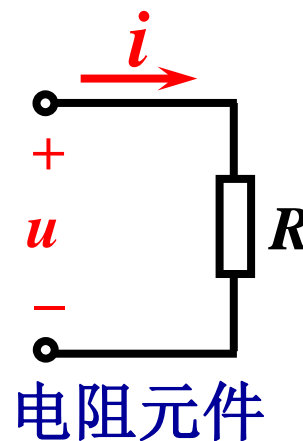
电阻元件、电感元件与电容元件

1. 电阻元件

线性电阻

描述消耗电能的性质。

根据欧姆定律: $u = iR$

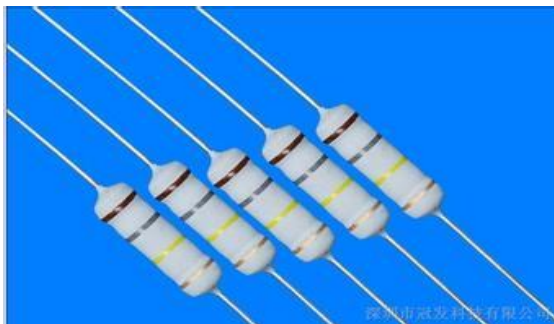


即电阻元件上的电压与通过的电流成线性关系。

金属导体的电阻与导体的尺寸及导体材料的电性能有关，
表达式为: $R = \rho \frac{l}{S}$

电阻的能量 $W = \int_0^t u i dt = \int_0^t R i^2 dt \geq 0$

表明电能全部消耗在电阻上，转换为热能散发。



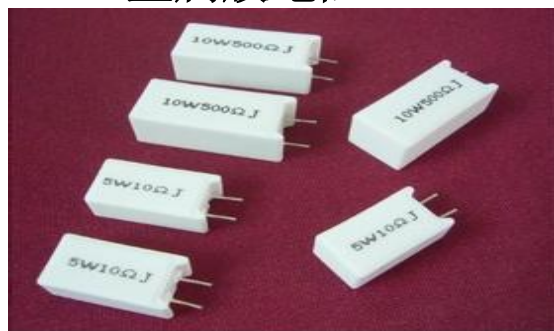
金属膜电阻



碳膜电阻



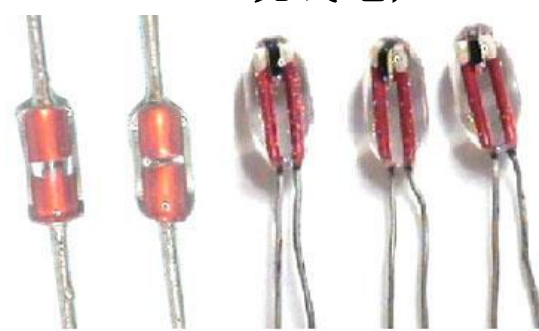
绕线电阻



水泥电阻



波纹电阻



光敏电阻



压敏电阻



光敏电阻



可调电阻



2. 电感元件

描述线圈通有电流时产生磁场、储存磁场能量的性质。

(1) 物理意义

电流通过一匝线圈产生 $\rightarrow \Phi$ (磁通)

电流通过 N 匝线圈产生 $\rightarrow \psi = N\Phi$ (磁链)

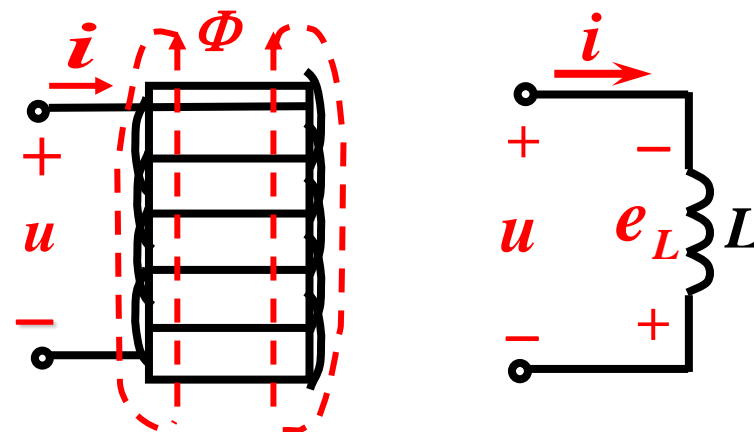
$$\text{电感: } L = \frac{\psi}{i} = \frac{N\Phi}{i} \quad (\text{H})$$

线性电感: L 为常数; 非线性电感: L 不为常数

(2) 自感电动势

$$e_L = -\frac{d\psi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

方向: 与电流参考方向相同;
或符合右手螺旋定则。



电感元件



(3) 电感元件储能

根据基尔霍夫定律： $u = -e_L = L \frac{di}{dt}$

上式两边同乘上 i ，积分可得：

$$\int_0^t ui \, dt = \int_0^t Li \, di = \frac{1}{2} Li^2$$

磁场能

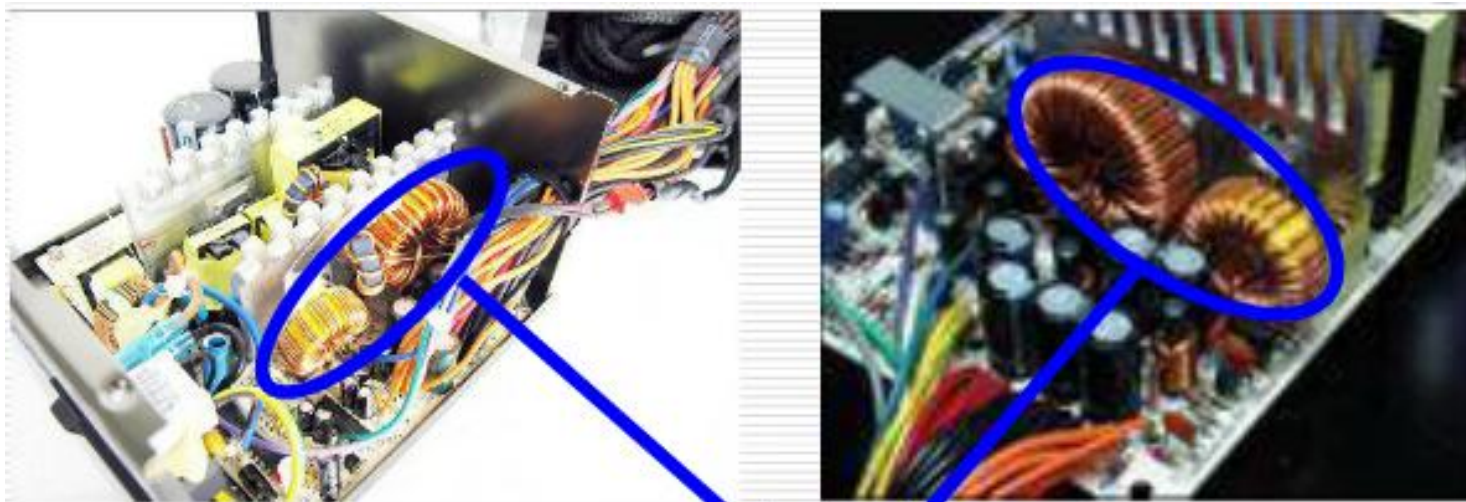
$$W = \frac{1}{2} Li^2$$

电感将电能转换为磁场能储存在线圈中。

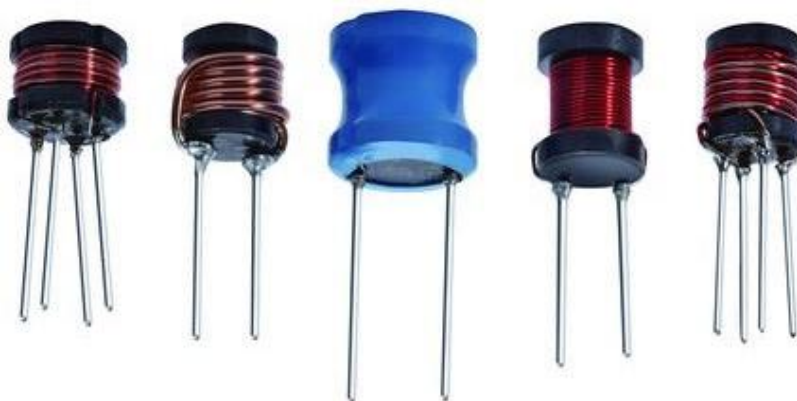
当电流增大时，磁场能增大，电感元件从电源取用电能；

当电流减小时，磁场能减小，电感元件向电源放还能量。





环形电感在计算机电源中应用



工字型电感

3. 电容元件

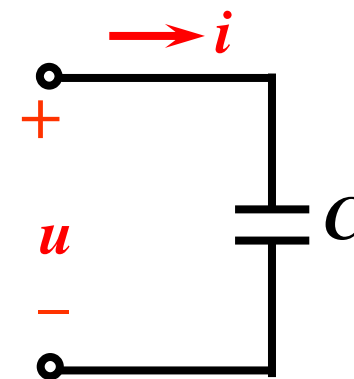
描述电容两端加电源后，其两个极板上分别聚集起等量异号的电荷，在介质中建立起电场，并储存电场能量的性质。

当电压 u 变化时，在电路中产生电流：

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt}$$

u 、 i 参考方向不同时，
项前加一负号。

当电容两端加**恒定电压**时，其中电流 I 为零，**电容元件**可视为**开路**。



电容元件



电容元件储能

将 $i = C \frac{du}{dt}$ 两边同乘上 u ，并积分，则得：

$$\int_0^t ui \, dt = \int_0^u C u \, du = \frac{1}{2} C u^2$$

电场能

$$W = \frac{1}{2} C u^2$$

电容将电能转换为电场能储存在电容中。

当电压增大时，电场能增大，电容元件从电源取用电能；

当电压减小时，电场能减小，电容元件向电源放还能量。

本节所讲的均为线性元件，即 R 、 L 、 C 都是常数。





涤纶电容



云母电容



电解电容



陶瓷电容



瓷片电容



独石电容



钽电容



电机启动电容



贴片电容



可调电容





小 结

1. 电阻元件

电压电流基本关系: $u = iR$

2. 电感元件

电压电流基本关系: $u = L \frac{di}{dt}$

元件储能: $W = \frac{1}{2} Li^2$

3. 电容元件

电压电流基本关系: $i = C \frac{du}{dt}$

元件储能: $W = \frac{1}{2} Cu^2$

