

本章提要

一、电磁感应的基本定律

法拉第电磁感应定律 $\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi_m}{dt}$

楞次定律:感应电动势的方向总是反抗引起电磁感应的原因.

二、动生电动势与感生电动势

1. 动生电动势

$$\mathcal{E}_i = \int_l \mathbf{v} \times \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$$

2. 感生电动势

$$\mathcal{E}_i = \oint_l \mathbf{E}_r \cdot d\mathbf{l} = - \int_s \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S}$$

三、自感与互感

1. 自感系数 $L = \frac{\Psi_m}{I}$

自感电动势 $\mathcal{E}_{\text{自}} = - L \frac{dI}{dt}$

2. 互感系数 $M = \frac{\Psi_{m21}}{I_1} = \frac{\Psi_{m12}}{I_2}$

互感电动势

$$\mathcal{E}_{21} = - M \frac{dI_1}{dt}, \quad \mathcal{E}_{12} = - M \frac{dI_2}{dt}$$

四、磁场能量

1. 自感磁能 $W_m = \frac{1}{2} LI^2$

2. 磁场能量密度

$$w_m = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu} = \frac{1}{2} \mu H^2 = \frac{1}{2} \mathbf{B} \cdot \mathbf{H}$$

3. 磁场能量

$$W_m = \int_v \frac{B^2}{2\mu} dV = \int_v \frac{1}{2} \mathbf{B} \cdot \mathbf{H} dV$$

五、位移电流

位移电流密度 $\mathbf{j}_D = \frac{d\mathbf{D}}{dt}$

位移电流 $I_D = \frac{d\Phi_D}{dt}$

六、麦克斯韦方程组

$$\oint_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \sum q_i \quad (\text{电场的高斯定理})$$

$$\oint_l \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \frac{d}{dt} \int_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (\text{法拉第电磁感应定律})$$

$$\oint_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0 \quad (\text{磁场的“高斯定理”})$$

$$\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum I_i + \frac{d}{dt} \int_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} \quad (\text{全电流定律})$$