22 时变电磁场-正弦电磁场

邹建龙

主要内容

- 正弦电磁场的引入原因
- 正弦电磁场与相量法
- 正弦电磁场的基本方程组

正弦电磁场引入的原因

- 太常见了！
- 太有用了！

正弦电磁场和相量法

$$u(t)=U_m\cos(\omega t+\phi_u)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\phi_u)$$

⇩

$$u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\phi_u)=\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}Ue^{j(\omega t+\phi_u)}\right]=\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}Ue^{j\phi_u}e^{j\omega t}\right]$$

⇩

$$u(t)=\mathrm{Re}[\sqrt{2}\dot{U}e^{j\omega t}]=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\phi_u)$$

令$\dot{U}=Ue^{j\phi_u}$

$$\mathbf{E}(x,y,z,t)=E_{xm}\cos(\omega t+\phi_x)\mathbf{e}_x+E_{ym}\cos(\omega t+\phi_y)\mathbf{e}_y+E_{zm}\cos(\omega t+\phi_z)\mathbf{e}_z$$

⇩

$$\dot{\mathbf{E}}(x,y,z)=\frac{E_{xm}}{\sqrt{2}}e^{j\phi_x}\mathbf{e}_x+\frac{E_{ym}}{\sqrt{2}}e^{j\phi_y}\mathbf{e}_y+\frac{E_{zm}}{\sqrt{2}}e^{j\phi_y}\mathbf{e}_z$$

⇩

$$\mathbf{E}(x,y,z,t)=\mathrm{Re}[\sqrt{2}\dot{\mathbf{E}}e^{j\omega t}]$$

⇩

$$\frac{\partial\mathbf{E}(x,y,z,t)}{\partial t}=\mathrm{Re}[\sqrt{2}(j\omega\dot{\mathbf{E}})e^{j\omega t}]$$

相量法两大优点：

（1）正弦量变成复数，与时间无关

（2）将微分运算变成代数运算，

微分方程变成代数方程

正弦电磁场和相量法

$$\mathbf{E}(x,y,z,t)=E_{xm}\cos(\omega t+\phi_x)\mathbf{e}_x+E_{ym}\cos(\omega t+\phi_y)\mathbf{e}_y+E_{zm}\cos(\omega t+\phi_z)\mathbf{e}_z$$

$$\dot{\mathbf{E}}(x,y,z)=\frac{E_{xm}}{\sqrt{2}}e^{j\phi_x}\mathbf{e}_x+\frac{E_{ym}}{\sqrt{2}}e^{j\phi_y}\mathbf{e}_y+\frac{E_{zm}}{\sqrt{2}}e^{j\phi_y}\mathbf{e}_z$$

$$\dot{\mathbf{E}}(x,y,z)=\dot{E}_x\mathbf{e}_x+\dot{E}_y\mathbf{e}_y+\dot{E}_z\mathbf{e}_z$$

$\dot{\mathbf{E}}(x,y,z)$是矢量（相量），$\dot{E}_x$、$\dot{E}_y$、$\dot{E}_z$为标量（相量），E_x为相量模值

$\dot{\mathbf{E}}(x,y,z)$与时间无关，是相量；$\mathbf{E}(x,y,z,t)$与时间有关，是时域量
要能够将两者相互转化

正弦电磁场的基本方程组

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \Longrightarrow \boxed{\nabla \times \dot{\mathbf{H}} = \dot{\mathbf{J}} + \mathrm{j}\omega \dot{\mathbf{D}}}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \Longrightarrow \boxed{\nabla \times \dot{\mathbf{E}} = -\mathrm{j}\omega \dot{\mathbf{B}}}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \Longrightarrow \boxed{\nabla \cdot \dot{\mathbf{B}} = 0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \Longrightarrow \boxed{\nabla \cdot \dot{\mathbf{D}} = \dot{\rho}}$$

$$\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E} \Longrightarrow \dot{\mathbf{D}} = \varepsilon \dot{\mathbf{E}}$$

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} \Longrightarrow \dot{\mathbf{B}} = \mu \dot{\mathbf{H}}$$

$$\mathbf{J} = \gamma \mathbf{E} \Longrightarrow \dot{\mathbf{J}} = \gamma \dot{\mathbf{E}}$$

作业二十

1. 谈谈相量法的本质及其优点？

2. 写出正弦电磁场麦克斯韦基本方程组的相量形式

3. 教材4-5-1