

# 第七章 恒定磁场

传导电流、运动电流

**电流：**  $I = \frac{dq}{dt}$

电流为标量

电流线密度表示电流大小

**电流密度：**  $j = \frac{\Delta Q}{\Delta t \Delta S \cos \alpha}$

$$I = \int_S \mathbf{j} \cdot d\mathbf{S}$$

漂移速度

$$\Delta I = en v_d \Delta S$$

**电流连续性方程：**  $\oint_S \mathbf{j} \cdot d\mathbf{S} = -\frac{dQ_i}{dt}$

单位时间通过闭合曲面流出的电荷等于此时间闭合曲面里减少的电荷

**恒定电流条件：** 闭合曲面某一部分流入的电流等于其他部分流出的电流

**欧姆定律的微分形式：**  $\mathbf{j} = \frac{1}{\rho} \mathbf{E}$

**电动势：** 单位正电荷绕闭合回路一周非静电力做的功

$$\varepsilon = \frac{W}{q} = \oint \mathbf{E}_k \cdot d\mathbf{L}$$

电动势不是矢量 但方向为电源内负极到正极

## 磁感强度 $B$ :

矢量

方向:

$$\text{大小: } B = \frac{F}{qv \sin \theta}$$

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

单位: 特斯拉 T

## 毕奥-萨伐尔定律

公式:

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{L} \times \mathbf{e}_r}{r^2}$$

磁矩:  $\mathbf{m} = I S \mathbf{e}_n$  ( $\mathbf{e}_n$  为电流平面的正法线单位矢量)

## 运动电荷的磁场:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\mathbf{v} \times \mathbf{e}_r}{r^2}$$

(B的方向注意正负电荷)

磁感线

磁通量:  $\phi = BS \cos \theta$

方向：穿出为正

单位：韦伯 Wb

**磁场的高斯定理：通过任意闭合曲面的磁通量必等于零**

$$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$$

**环流： $\mathbf{B}$ 沿闭合路径的线积分**

**安倍环路定理： $\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^n I_i$  ( $\sum_{i=1}^n I_i$  闭合路径内各电流的代数和)**

涡旋场

**洛伦兹力： $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$**

方向：

回旋半径

回旋周期

回旋频率

螺距

磁聚焦现象

**安培力：**  $\mathbf{F} = \int_l d\mathbf{F} = \int I d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$

结论：处于均匀磁场中的闭合线圈受磁场力为零

**磁力矩：**  $M = (N)BIS\sin\theta = (N)\mathbf{m} \times \mathbf{B}$

磁场对载流线圈作用的磁力矩，总要使线圈 $\mathbf{e}_n$ 的方向与磁场方向一致的稳定平衡位置

**磁化强度：**  $M = \frac{\sum m_i}{\Delta V}$

**磁场强度：**  $\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{M}$

**磁介质中的安培环路定理：**  $\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I$  ( $H$ 为磁场强度)

磁化率

相对磁导率

磁导率： $\mu$

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