

第 11 章 稳恒电流

一 电流与电流密度

1. 电流

① 电流强度 I

- 单位时间内通过导体任一截面的电量，是标量

$$I = \frac{dq}{dt}$$

② 电流密度 j

- 电流密度描述导体内一点的电流情况，是矢量

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

- 在磁场相关章节中，电流密度可能以线密度的形式存在

2. 电流密度与漂移速度的关系

- 自由电子除无规则热运动外，还将作逆着电场方向的定向运动（漂移运动）
- 漂移运动的平均速度 v_d （漂移速度）与电流密度间的关系：

$$\mathbf{j} = -ne\mathbf{v}_d$$

其中 n 为自由电子数密度， e 为基本电荷

3. 稳恒电流

- 导体中各点电流密度矢量 \mathbf{j} 或通过导体任一截面的电流强度 I 不随时间变化的电流

$$\oint_s \mathbf{j} \cdot d\mathbf{S} = -\frac{dq}{dt} = 0$$

例 1 直径为 2mm 的铜线，通有 1A 的稳恒电流，则铜导线中电子的漂移速度为_____；

已知铜的电子浓度为 $8.5 \times 10^{28}/\text{m}^3$

解 由电流密度与稳恒电流的关系，以及铜线直径恒定（截面积恒定，且垂直于电流密度）

$$j = \frac{4I}{\pi d^2}$$

由电流密度与漂移速度的关系

$$v_d = \frac{4I}{n\pi d^2}$$

代入数据，得 $v_d = 2.34 \times 10^{-5} \text{m/s}$

二 电动势

1. 定义

- 在电源内部，将单位正电荷从负极移到正极时非静电力所做的功