

一 电流 电流密度

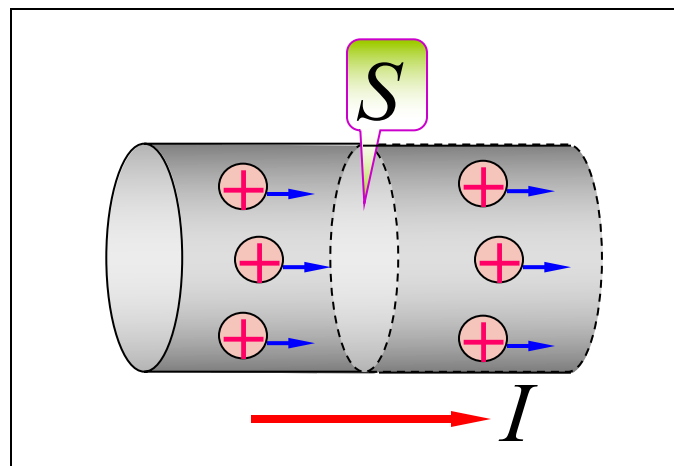
电流：通过截面 S 的电荷随时间的
变化率

$$I = dq / dt$$

$$dq = env_d dt S$$

v_d ：电子**漂移速度**的大小

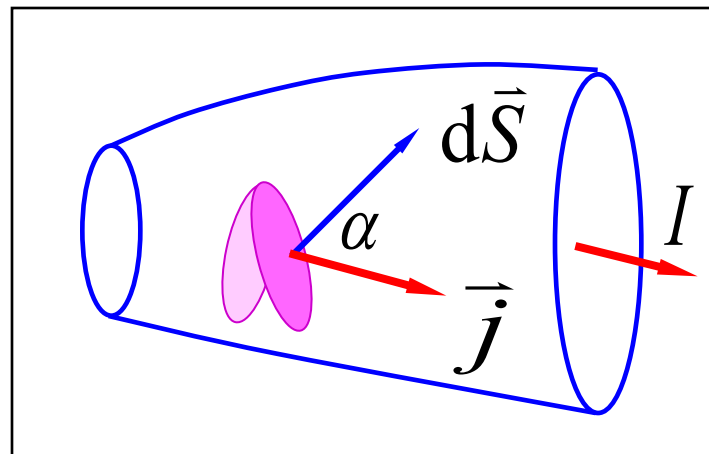
$$I = env_d S$$



电流密度：细致描述导体内各点电流分布的情况。

方向： \vec{j} \rightarrow 该点**正**电荷运动方向

大小：单位时间内过该点且垂直于正电荷运动方向的单位面积的电荷



$$j = \frac{dQ}{dt dS \cos \alpha} = \frac{dI}{dS \cos \alpha} = en v_d$$

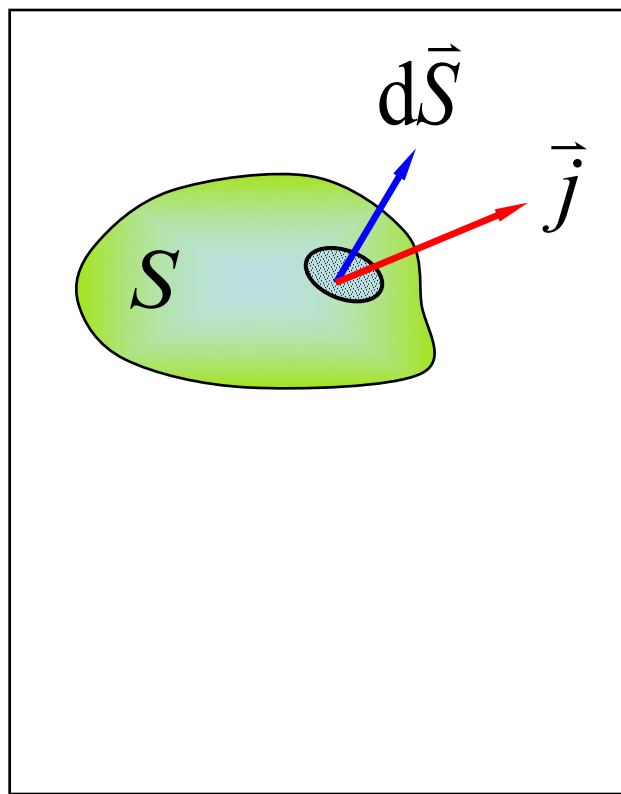
二 电流的连续性方程 恒定电流条件

单位时间内通过闭合曲面向外流出的电荷，等于此时间内闭合曲面内电荷的减少量。

$$dI = \vec{j} \cdot d\vec{S} = j dS \cos \alpha$$

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

$$\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = -\frac{dQ_i}{dt}$$



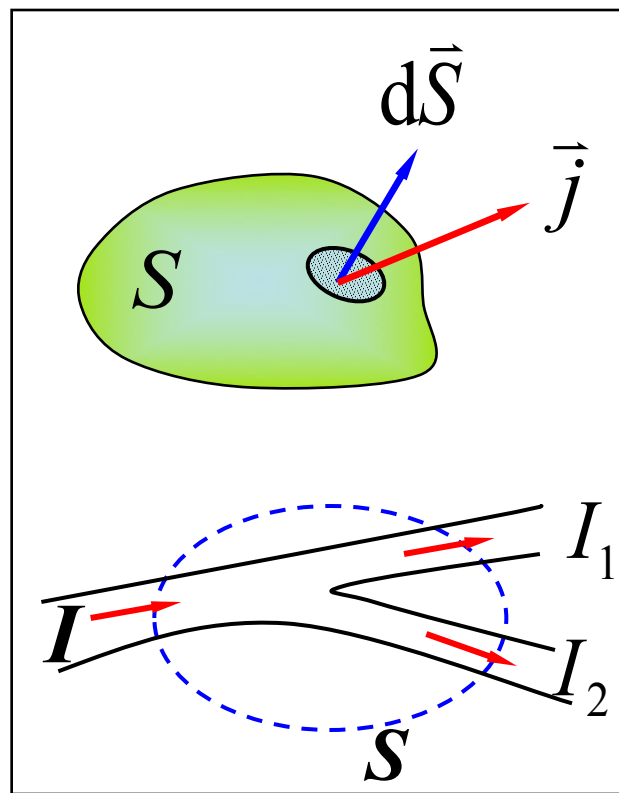
由 $\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = -\frac{dQ_i}{dt}$ ，若闭合曲面 S 内的电荷不随时间而变化，则

$$\frac{dQ_i}{dt} = 0$$

恒定电流

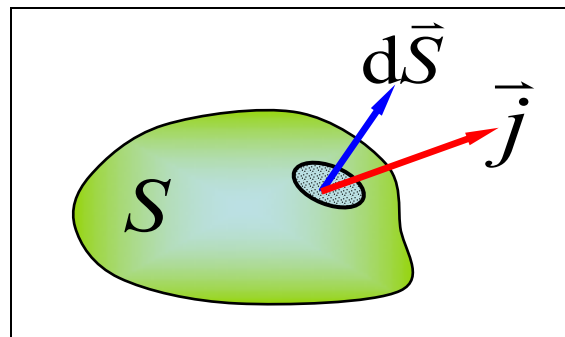
$$\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = 0$$

$$-I + I_1 + I_2 = 0$$



恒定电流 $\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = 0$

恒定电场



(1) 在恒定电流情况下，导体中电荷分布不随时间变化形成恒定电场；

(2) 恒定电场与静电场具有相似性质（高斯定理和环路定理），恒定电场可引入电势的概念；

(3) 恒定电场的存在伴随能量的转换。



例 (1) 若每个铜原子贡献一个自由电子，问铜导线中自由电子数密度为多少？

解
$$n = \frac{N_A \rho}{M} = 8.48 \times 10^{28} \text{ 个/m}^3$$

(2) 家用线路电流最大值 15 A，铜导线半径 0.81 mm，此时电子漂移速率多少？

解
$$v_d = \frac{I}{nSe} = 5.36 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 2 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$$



(3) 铜导线中电流密度均匀，电流密度值多少？

解

$$j = \frac{I}{S} = \frac{15}{\pi \times (8.10 \times 10^{-4})^2} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$$
$$= 7.28 \times 10^6 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$$



选择进入下一节:

- 7-0 教学基本要求
- 7-1 恒定电流
- 7-2 电源 电动势
- 7-3 磁场 磁感强度
- 7-4 毕奥-萨伐尔定律
- 7-5 磁通量 磁场的高斯定理

