

一 电流

电流为通过截面 S 的电荷随时间的**变化率**

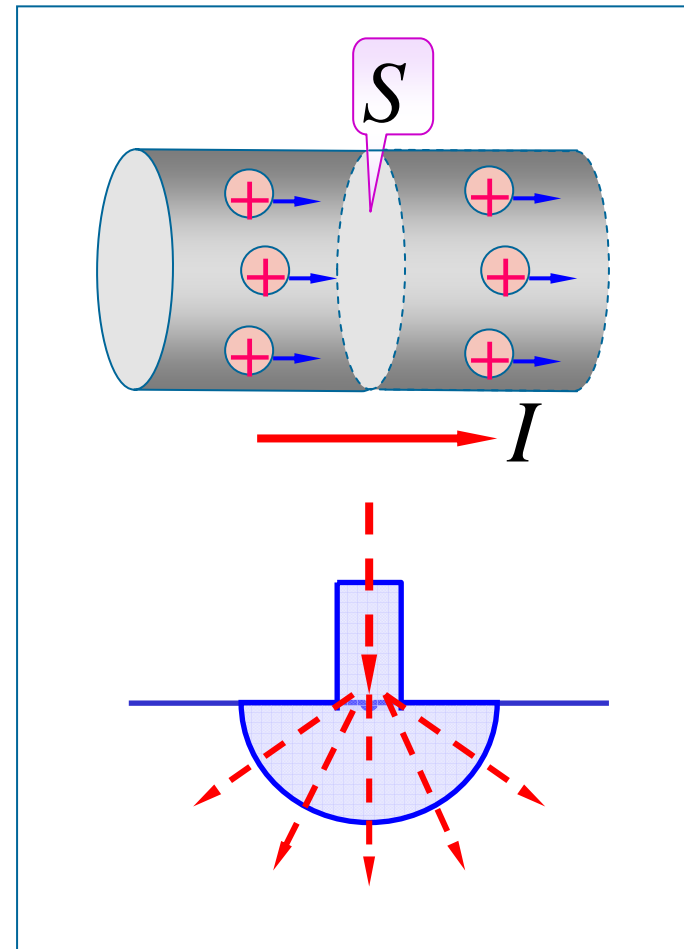
$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$dq = env_d dt S$$

$$I = env_d S$$

v_d 为电子的**漂移速度**大小

单位: 1A mA=10⁻³ A



二 电流密度

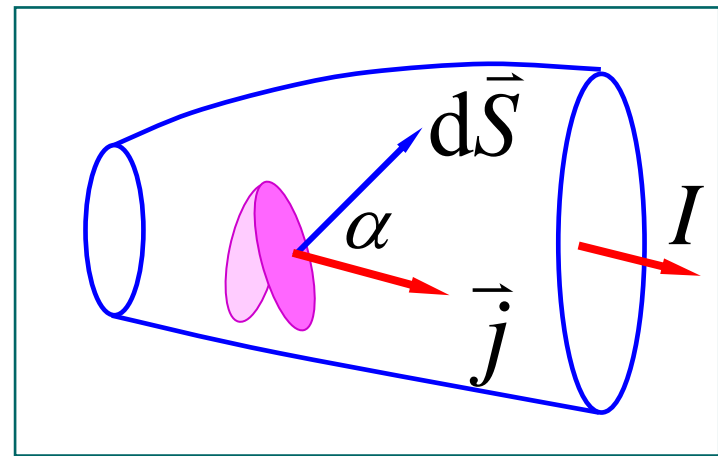
方向规定: \vec{j} \rightarrow 该点正电荷运动方向

大小规定: 等于在单位时间内过该点附近垂直于正电荷运动方向的单位面积的电荷

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

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

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



三 稳恒电流

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里电荷的减少量。

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

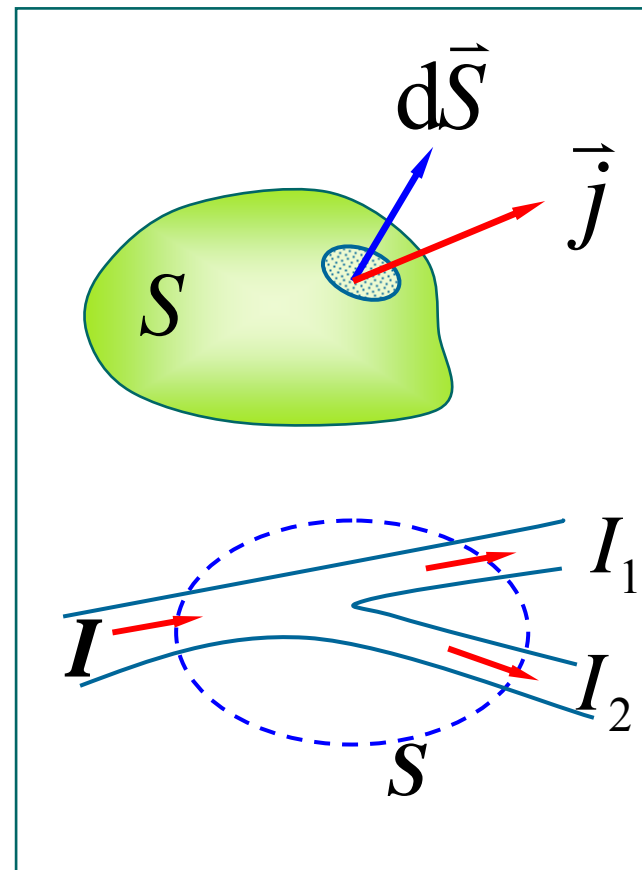
若闭合曲面 S 内的电荷不随时间而变化，有

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

恒定电流

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

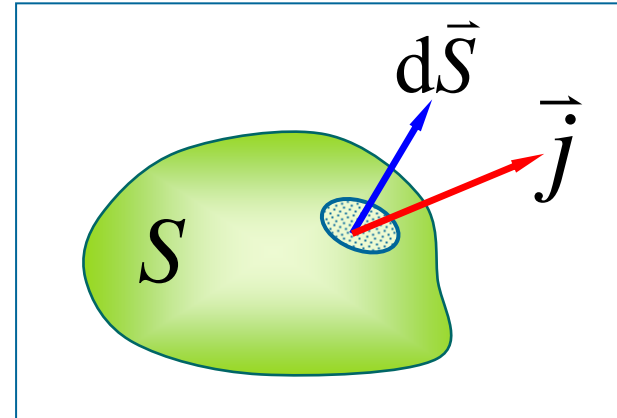
$$-I + I_1 + I_2 = 0$$



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？

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

(3) 铜导线中电流密度均匀，电流密度值多少？

解

(1)
$$n = \frac{N_A \rho}{M} = 8.48 \times 10^{28} \text{ 个/m}^3$$

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

(3)
$$j = \frac{I}{S} = \frac{15}{\pi \times (8.10 \times 10^{-4})^2} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2} = 7.28 \times 10^6 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$$