

| | | | |
|------------|--|------|--|
| 授课日期 | | 授课班级 | |
| 授课课时 | 2 | 授课形式 | |
| 授课章节名称 | 2—1 闭合电路的欧姆定律 | | |
| 使用教具 | | | |
| 教学目的 | 1. 理解电动势、端电压的概念。 2. 熟练掌握闭合电路的欧姆定律。 3. 掌握电源输出功率与外电阻的关系。 | | |
| 教学重点 | 1. 闭合电路的欧姆定律。 2. 电源输出功率与外电阻的关系。 | | |
| 教学难点 | 闭合电路的欧姆定律。 | | |
| 更新、补充、删节内容 | | | |
| 课外作业 | 习题（《电工基础》第2版周绍敏主编） 3. 填充题（1）、（2）。 4. 问答与计算题（1）、（2）。 | | |
| 教学后记 | | | |

第一节 闭合电路的欧姆定律

一、电动势

1. 电源的电动势等于电源没有接入电路时两极间的电压。用符号 E 表示。

2. 单位：伏特（V）

注意点：

(1) 电动势由电源本身决定，与外电路无关。

(2) 电动势的规定方向：自负极通过电源内部到正极的方向。

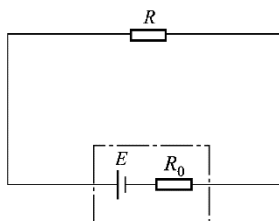
二、闭合电路的欧姆定律

1. 复习部分电路的欧姆定律

$$I = \frac{U}{R}$$

2. 闭合电路欧姆定律的推导

(1) 电路



(2) 推导

设 t 时间内有电荷量 q 通过闭合电路的横截面。电源内部，非静电力把 q 从负极移到正极所做的功 $W = E q = E I t$ ，电流通过 R 和 R_0 时电能转化为热能

$$Q = I^2 R t + I^2 R_0 t$$

因为

$$W = Q$$

所以

$$E I t = I^2 R t + I^2 R_0 t$$
$$E = I R + I R_0 \text{ 或 } I = \frac{E}{R + R_0}$$

(3) 闭合电路欧姆定律

闭合电路内的电流，与电源电动势成正比，与整个电路的电阻成反比。其中，外电路上的电压降（端电压）

$$U = I R = E - I R_0$$

内电路上的电压降

$$U' = I R_0$$

电动势等于内、外电路压降之和

$$E = IR + IR_0 = U + U'$$

例 1: 如上图, 若电动势 $E = 24 \text{ V}$, 内阻 $R_0 = 4 \Omega$, 负载电阻 $R = 20 \Omega$, 试求: (1) 电路中的电流; (2) 电源的端电压; (3) 负载上的电压降; (4) 电源内阻上的电压降。

例 2: 电源电动势为 1.5 V , 内电阻为 0.12Ω , 外电路电阻为 1.38Ω , 求电路中的电流和端电压。

例 3: 电动势为 3.6 V 的电源, 与 8Ω 的电阻接成闭合电路, 电源两极间的电压为 3.2 V , 求电源的内电阻。

三、端电压

1. 电动势与外电路电阻的变化无关, 但电源端电压随负载变化, 随着外电阻的增加端电压增加, 随着外电阻的减少端电压减小。

证明: $I = \frac{E}{R + R_0}$

当 R 增加时, $(R + R_0)$ 增加, 电流 I 减小, $U = E - IR_0$ 增加; 同理可证, 当 R 减小时, U 也减小。

2. 两种特例:

(1) 当外电路断开时, R 趋向于无穷大。

$$I = 0$$

$$U = E - IR_0 = E$$

即

$$U = E$$

应用: 可用电压表粗略地测定电源的电动势

(2) 当外电路短路时, R 趋近于零, $I = \frac{E}{R + R_0}$ 趋向于无穷大, U

趋近于零。短路时电流很大, 会烧坏电源, 引起火灾, 决不允许将导线或电流表直接接到电源上, 防止短路。

应用: 测量电动势和电源内阻。

例 4: 例 1 (《电工基础》第 2 版周绍敏主编)。

例 5: 有一简单闭合电路, 当外电阻加倍时, 通过的电流减为原来的 $2/3$, 求内阻与外阻的比值。

四、电源向负载输出的功率

$$1. P_{\text{电源}} = IE; P_{\text{负载}} = IU; P_{\text{内阻}} = I^2 R_0; U = E - IR_0$$

同乘以 I , 得

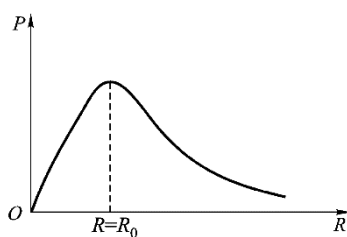
$$\begin{aligned}
 UI &= IE - I^2 R_0 \\
 IE &= IU + I^2 R_0 \\
 P_{\text{电源}} &= P_{\text{负载}} + P_{\text{内阻}}
 \end{aligned}$$

在何时电源的输出功率最大？设负载为纯电阻当 $R = R_0$ 时，

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4R_0}$$

这时称负载与电源匹配。

2. 电源输出功率 P 与负载电阻 R 的变化关系曲线



3. 注意：当 $R = R_0$ 时，电源输出功率最大，但此时电源的效率仅为 50%。