

电工技术与电子技术



第1章 电路的基本概念与基本定律

主讲教师：王香婷 教授



电路的工作状态

主讲教师：王香婷 教授





电路的工作状态

主要内容:

电路的有载工作、开路与短路。

重点难点:

电源在不同工作状态下的特征。



电路的工作状态

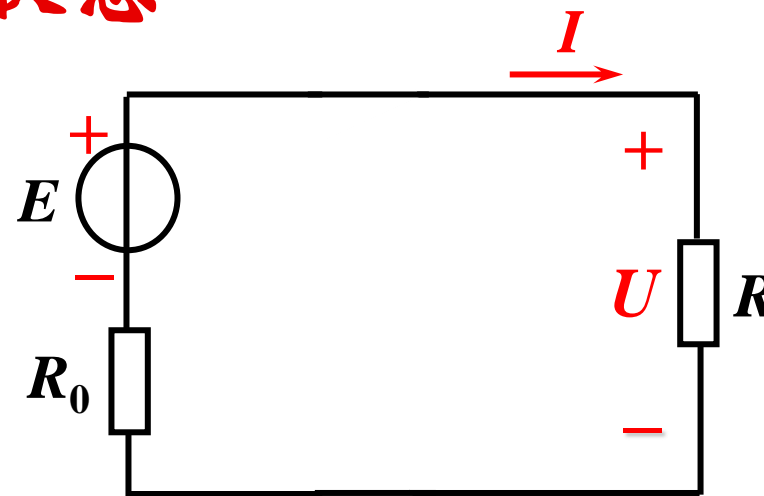
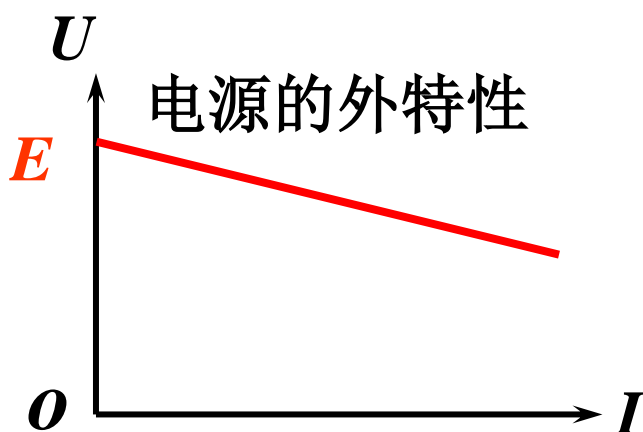
1. 电源有载工作

开关闭合，接通电源与负载

(1) 电压电流关系

$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

$$U = IR \quad \text{负载端电压}$$



(1) 电流的大小由负载决定

$$\text{或 } U = E - IR_0$$

(2) 在电源有内阻时， $I \uparrow \rightarrow U \downarrow$ 。

当 $R_0 \ll R$ 时，则 $U \approx E$ ，表明当负载变化时，电源的端电压变化不大，即带负载能力强。

电源的工作状态

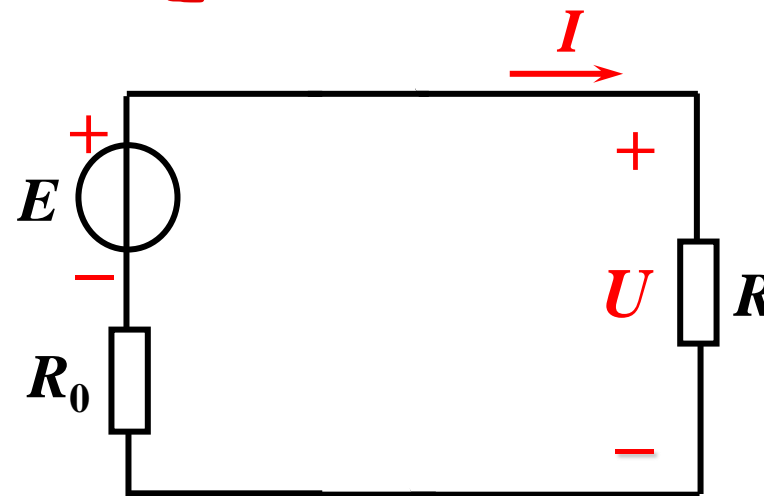
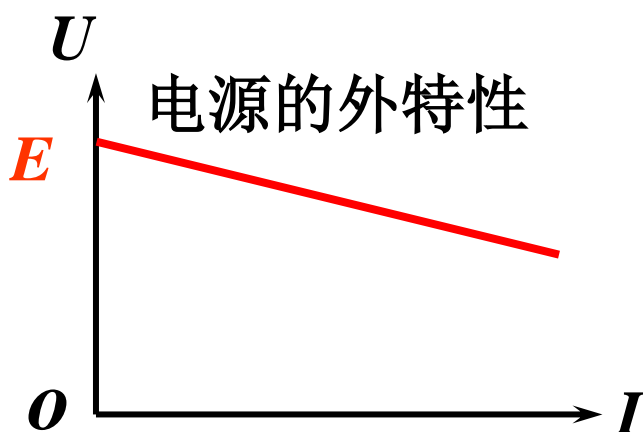
1. 电源有载工作

开关闭合，接通电源与负载

(1) 电压电流关系

$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

$$U = IR \quad \text{负载端电压}$$



$$\text{或 } U = E - IR_0$$

(1) 电流的大小由负载决定

(2) 在电源有内阻时， $I \uparrow \rightarrow U \downarrow$ 。

当 $R_0 \ll R$ 时，则 $U \approx E$ ，表明当负载变化时，电源的端电压变化不大，即带负载能力强。

1. 电源有载工作

(1) 电压电流关系

$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

$$U = IR \quad \text{负载端电压}$$

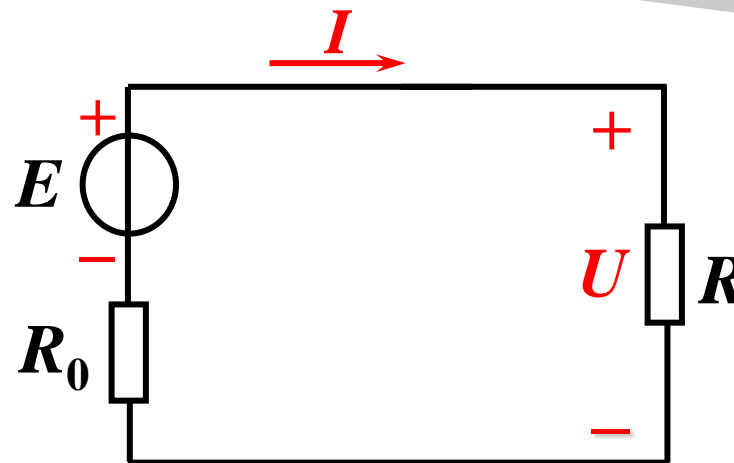
(2) 功率与功率平衡

$$P = P_E - \Delta P$$

负载
取用
功率

电源
产生
功率

内阻
消耗
功率



$$\text{或 } U = E - IR_0$$

$$UI = EI - I^2 R_0$$

电源输出的功率由负载决定。

负载大小的概念：

负载增加指负载取用的电流和功率增加(电压一定)。



电气设备的额定值

额定值：电气设备在正常运行时的规定使用值

- (1) 额定值反映电气设备的使用安全性；
- (2) 额定值表示电气设备的使用能力。

注意：电气设备工作时的实际值不一定都等于其额定值，要能够加以区别。

例：一只 220V, 60W 的白炽灯，接在 220V 的电源上，试求通过电灯的电流和电灯在 220V 电压下工作时的电阻。如果每晚工作 3h(小时)，问一个月消耗多少电能？

解：通过电灯的电流为
$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} \text{ A} = 0.273 \text{ A}$$





在220V电压下工作时的电阻

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.273} \Omega = 806 \Omega$$

一个月用电

$$\begin{aligned} W &= Pt = 60 \text{ W} \times (3 \times 30) \text{ h} \\ &= 0.06 \text{ kW} \times 90 \text{ h} \\ &= 5.4 \text{ kW} \cdot \text{h} \end{aligned}$$

电气设备的三种运行状态

额定工作状态: $I = I_N$, $P = P_N$ (经济合理安全可靠)

过载(超载): $I > I_N$, $P > P_N$ (设备易损坏)

欠载(轻载): $I < I_N$, $P < P_N$ (不经济)

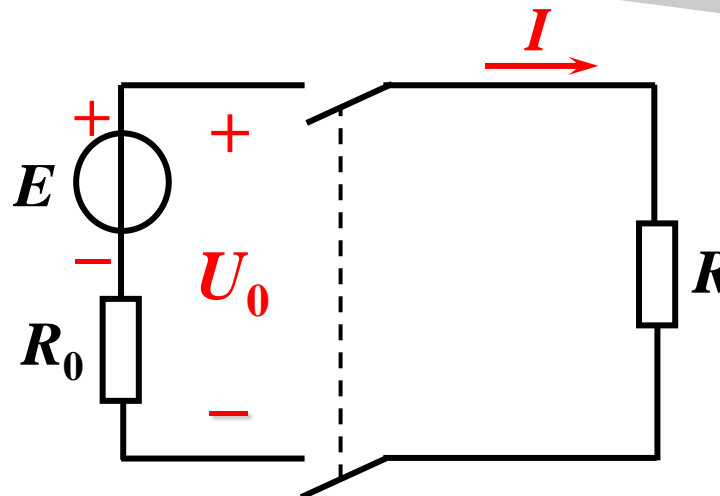


2. 电源开路

开关 断开

特征:

$$\left\{ \begin{array}{ll} I = 0 \\ U = U_0 = E & \text{电源端电压 (开路电压)} \\ P = 0 & \text{负载功率} \end{array} \right.$$

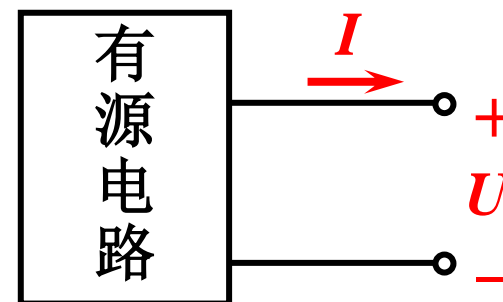


电路中某处断开时的特征:

(1) 开路处的电流等于零;

$$I = 0$$

(2) 开路处的电压 U 视电路情况而定。



3. 电源短路

电源外部端子被短接

特征:

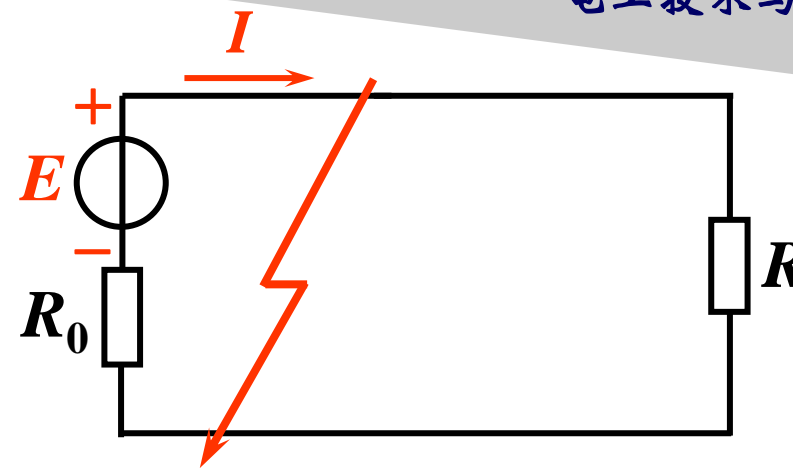
$$\left\{ \begin{array}{ll} I = I_s = \frac{E}{R_0} & \text{短路电流(很大)} \\ U = 0 & \text{电源端电压} \\ P = 0 & \text{负载功率} \\ P_E = \Delta P = I^2 R_0 & \text{电源产生的能量全} \end{array} \right.$$

电路中某处短路时的特征:

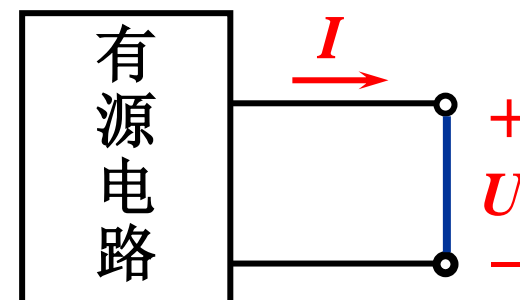
(1) 短路处的电压等于零;

$$U = 0$$

(2) 短路处的电流 I 视电路情况而定。



为防止事故发生，
需在电路中接入熔断器
或自动断路器，用以保
护电路。

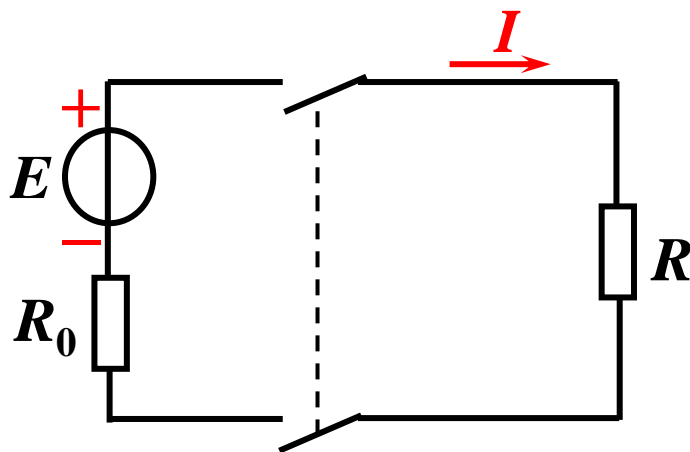


小 结

1. 电源的有载工作

电压、电流关系；功率平衡。

2. 电源开路 开路处的特征



3. 电源短路 短路处的特征

