

电工技术

毕月云

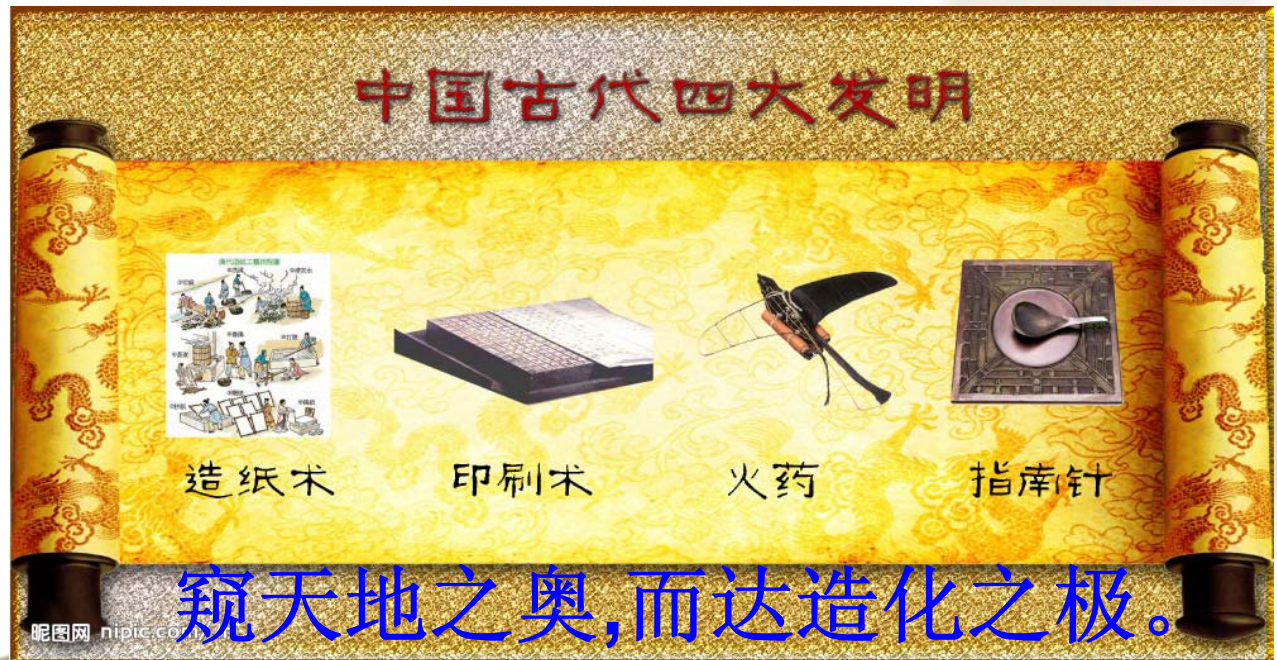
北京吉利大学汽车学院

单元二 电工基础知识

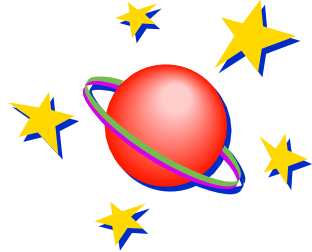
1. 电路元器件和电路模型
2. 电流和电压的参考方向
3. 电源有载工作、开路与短路
4. 电路中电位的计算
5. 基尔霍夫定律
6. 电阻的串联和并联

第四讲

2. 电流和电压的参考方向
3. 电源有载工作、开路与短路
4. 电路中电位的计算

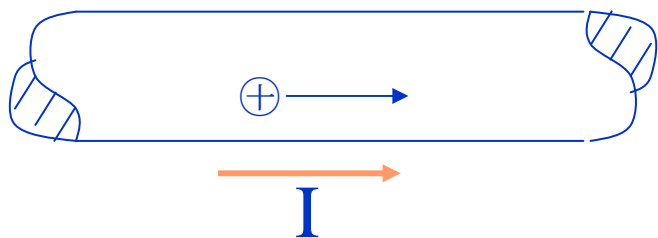


电流和电压的参考方向



1. 电流和电流参考方向

➤ **电流的形成：** 电荷的定向移动形成电流。



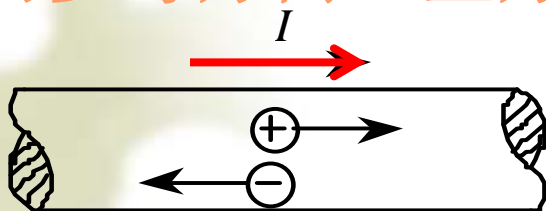
$$I=Q/t \quad \text{或} \quad i = \frac{dq}{dt}$$

➤ **电流大小：** 单位时间内通过导体截面的电荷量。

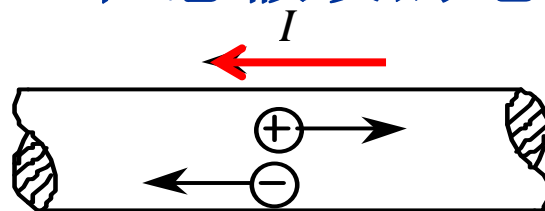
➤ **电流的实际方向：** 规定正电荷运动方向。

电流和电压的参考方向

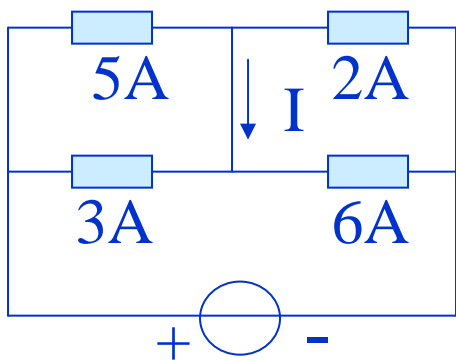
❖ 电流的参考方向（正方向）：任意假设的电流方向。



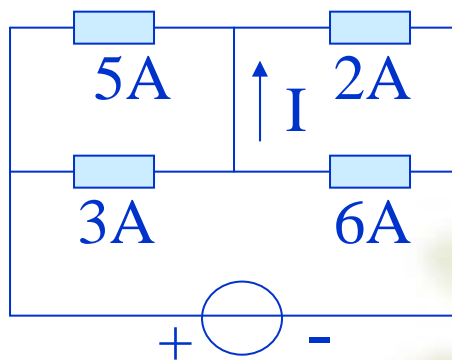
正值



负值



$I=?$



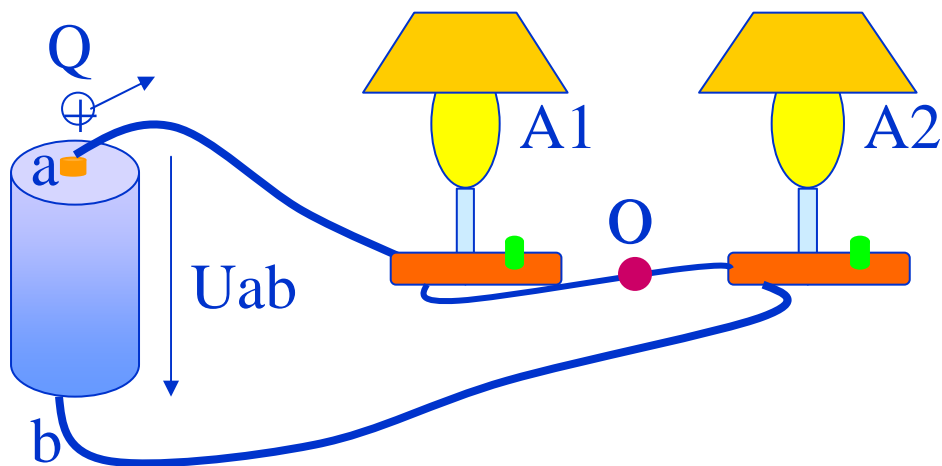
❖ 当电流的参考方向与实际方向一致时，电流值为正；
当电流的参考方向与实际方向相反时，电流值为负。



电流和电压的参考方向

2. 电位、电压及其参考方向

❖ 电路中a、b点两点间的**电压**：单位正电荷由a点移至b点电场力所做的功。 $U_{ab} = A/Q = A1/Q + A2/Q$



$$V_a = U_{aO} = A1/Q$$

$$V_b = U_{bO} = -A2/Q$$

❖ 电路中某点的**电位**：单位正电荷由该点移至参考点电场力所做的功。

电流和电压的参考方向

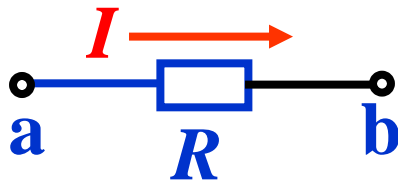
- ❖ 电路中a、b点两点间的电压等于a、b两点的电位差。

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

- ❖ 电压的实际方向:规定由电位高处指向电位低处。
- ❖ 电压的参考方向:可任选一方向。

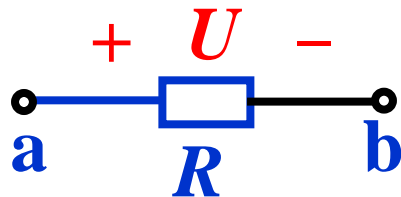
电流和电压的参考方向

3. 实际方向与参考方向的关系



若 $I = 2\text{A}$ ，则电流实际从 a 流向 b ；

若 $I = -2\text{A}$ ，则电流实际从 b 流向 a 。



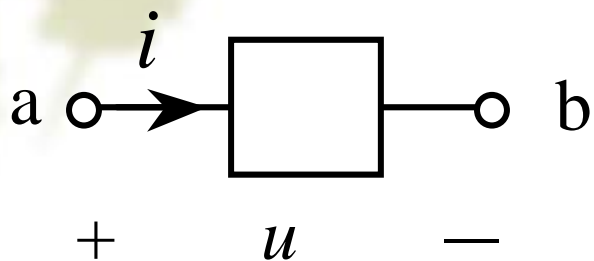
若 $U = 2\text{V}$ ，则电压的实际方向从 a 指向 b ；

若 $U = -2\text{V}$ ，则电压的实际方向从 b 指向 a 。

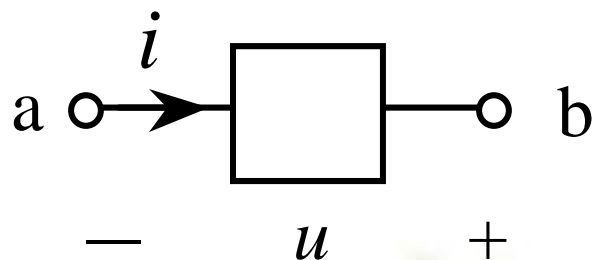
注意：只有在参考方向选定后，
电流（或电压）值才有正负之分。

电流和电压的参考方向

4. 关联方向和非关联方向



(a) 关联方向



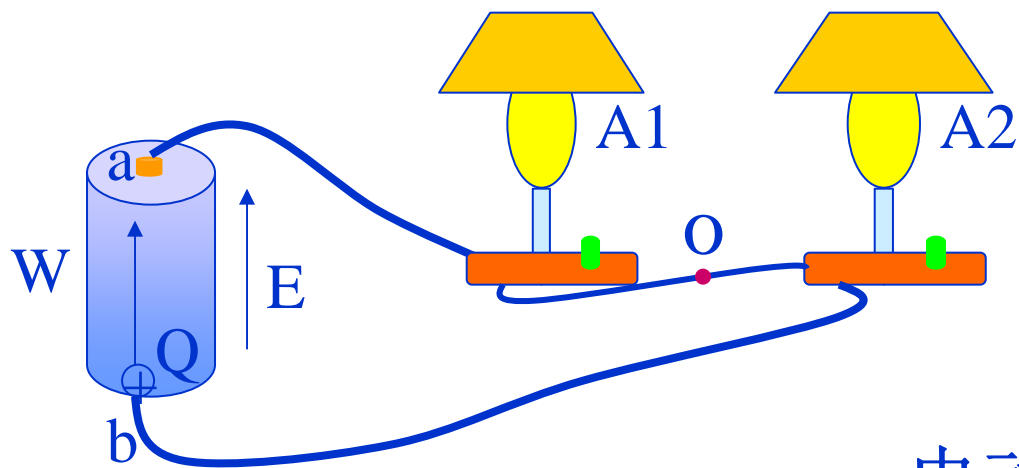
(b) 非关联方向

❖ 采用关联方向，在标示时标出一种即可；采用非关联方向，则必须全部标示。

电流和电压的参考方向

5、电源的电动势及其实际方向

电源的电动势：外力克服电场力把单位正电荷从电源的负极搬运到正极所做的功。



$$E_{ba} = W/Q$$

电动势的实际方向规定
为由电源负极指向正极。

电流和电压的参考方向

电压 电流 电动势 小结

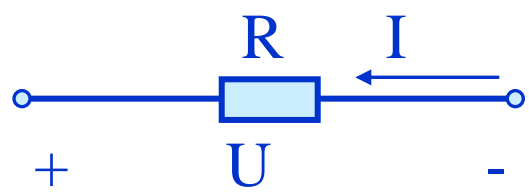
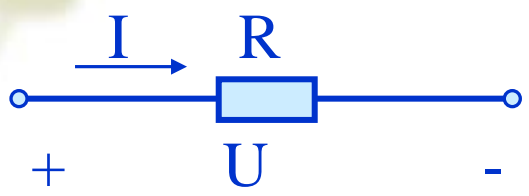
物理量	实际方向	单位
电流 I	正电荷运动的方向	kA 、 A 、 mA 、 μA
电压 U	高电位 \rightarrow 低电位 (电位降低的方向)	kV 、 V 、 mV 、 μV
电动势 E	低电位 \rightarrow 高电位 (电位升高的方向)	kV 、 V 、 mV 、 μV

- ❖ 当参考方向与实际方向一致时，值为正；
- ❖ 当参考方向与实际方向相反时，值为负。

电流和电压的参考方向

? 思考

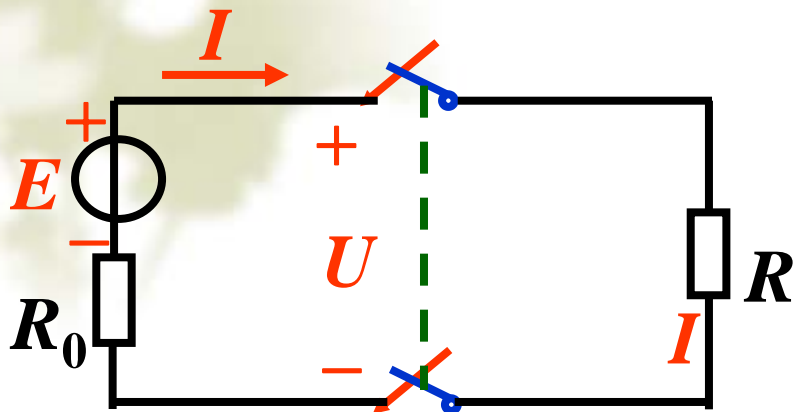
1. 电路如图，写出电压电流的关系式。



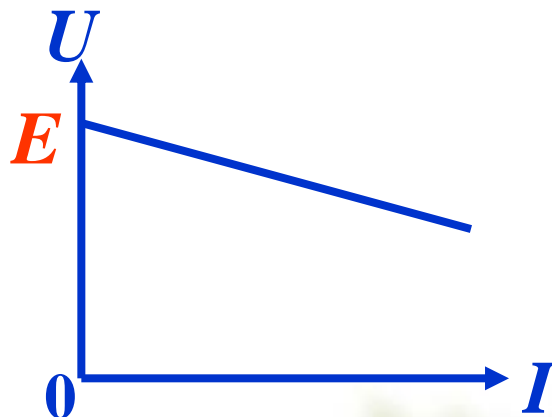
2. 第3页例1.2.1

电源有载工作、开路与短路

1. 电源有载工作



电源的外特性



$$I = E / (R_0 + R)$$

$$U = E - IR_0 = IR$$

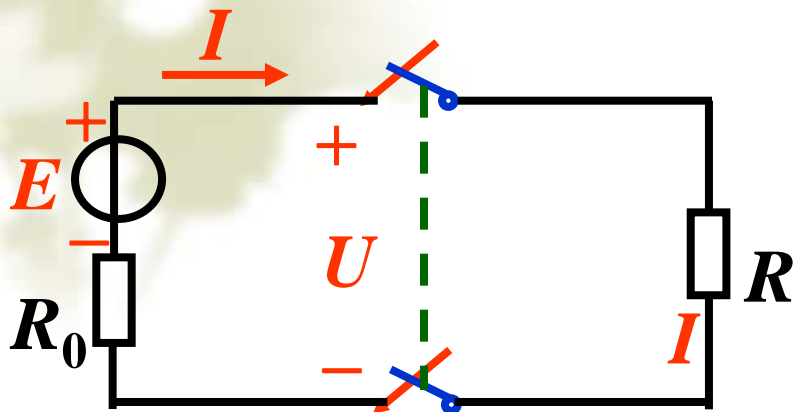
※表示电源端电压 U 与输出电流 I 之间关系的曲线，称为电源的外特性曲线。

※当 $R_0 \ll R$ 时，则 $U \approx E$ ，电源外特性曲线平缓表明带负载能力强。



电源有载工作、开路与短路

1. 电源有载工作



功率平衡

$$P = EI - I^2R_0 = P_E - \Delta P$$

输出功率

产生功率

内耗功率

例1.3.1

- ※ **负载增加**指负载取用的电流和功率增加(电压一定)。
- ※ 在一个电路中, 电源产生的功率和负载取用的功率及内阻消耗的**功率是平衡的**。

电源有载工作、开路与短路

1. 电源有载工作

电源与负载判别

①根据 U 、 I 的实际方向判别：电流从“+”端流出，发出功率（电源）；反之，吸收功率（负载）。

②根据 U 、 I 的参考方向判别： U 、 I 参考方向相同 $P = UI < 0$ ，发出功率； U 、 I 参考方向相反 $P = UI > 0$ ，吸收功率。反之，吸收功率（负载）。

电源有载工作、开路与短路

1. 电源有载工作

额定值与实际工作值

电气设备的额定值

制造厂为了使产品能正常运行而规定的正常容许值。

额定电压 U_N

额定电流 I_N

额定功率 P_N

电气设备的实际工作值

额定（满载）：**经济合理安全可靠**

$$I = I_N, P = P_N$$

过载(超载)：**设备易损坏**

$$I > I_N, P > P_N$$

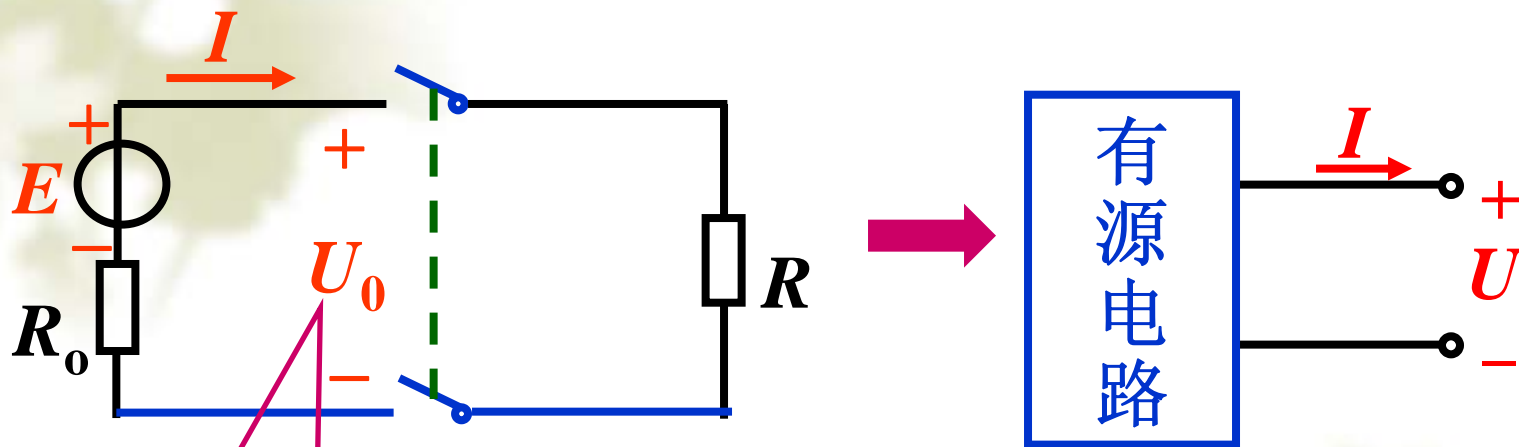
欠载(轻载)：**不经济**

$$I < I_N, P < P_N$$

额定值反映电气设备的使用安全性和使用能力。

电源有载工作、开路与短路

2. 电源开路



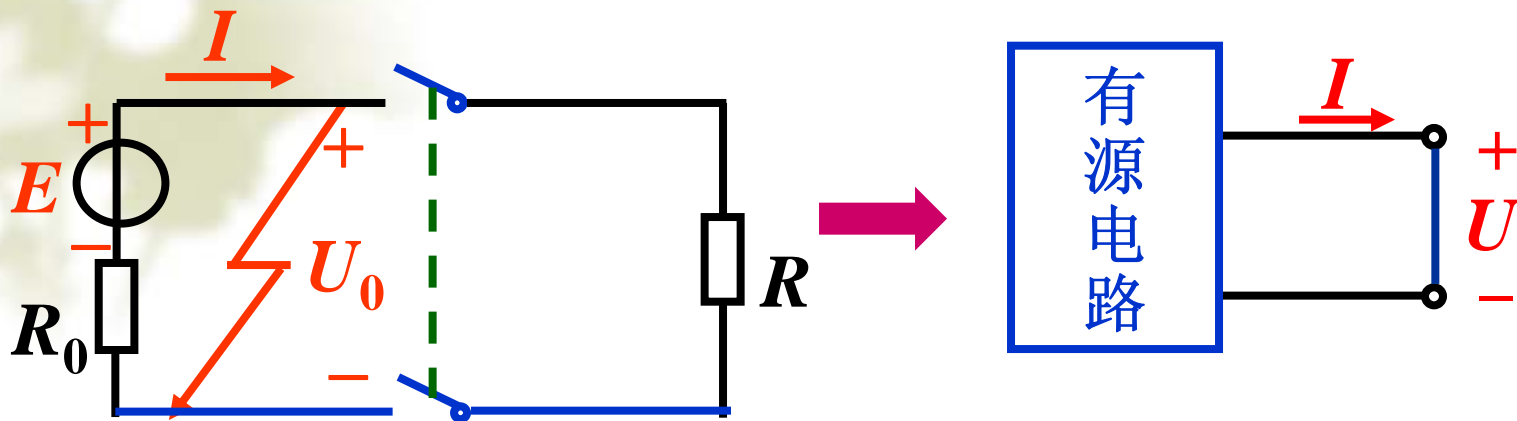
开路电压
空载电压

$$\begin{aligned} I &= 0 \\ U &= U_0 = E \\ P &= 0 \end{aligned}$$

➤ 电源开路时，外电路的电阻对电源来说等于无穷大。

电源有载工作、开路与短路

3. 电源短路



$$I = I_s = \frac{E}{R_0}$$

电源短路电流

电源端电压 $U = 0$

电源输出功率 $P = 0$

内阻消耗功率 $P_E = \Delta P = I^2 R_0$

➤ 电源短路电流很大，易使电源遭受机械的或热的损伤或毁坏，应尽力预防。

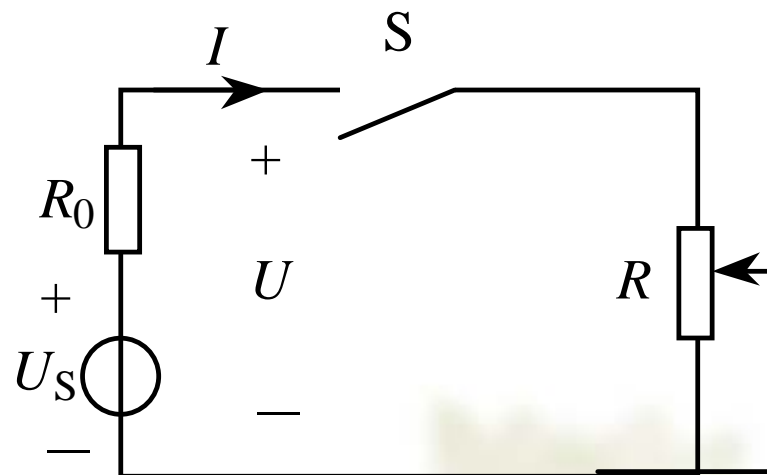
练习与思考

1. 测得一电源开路电压

$U_0=4.5\text{V}$, 短路电流 $I_S=30\text{A}$,

该电源的电动势和内阻各

为多少?

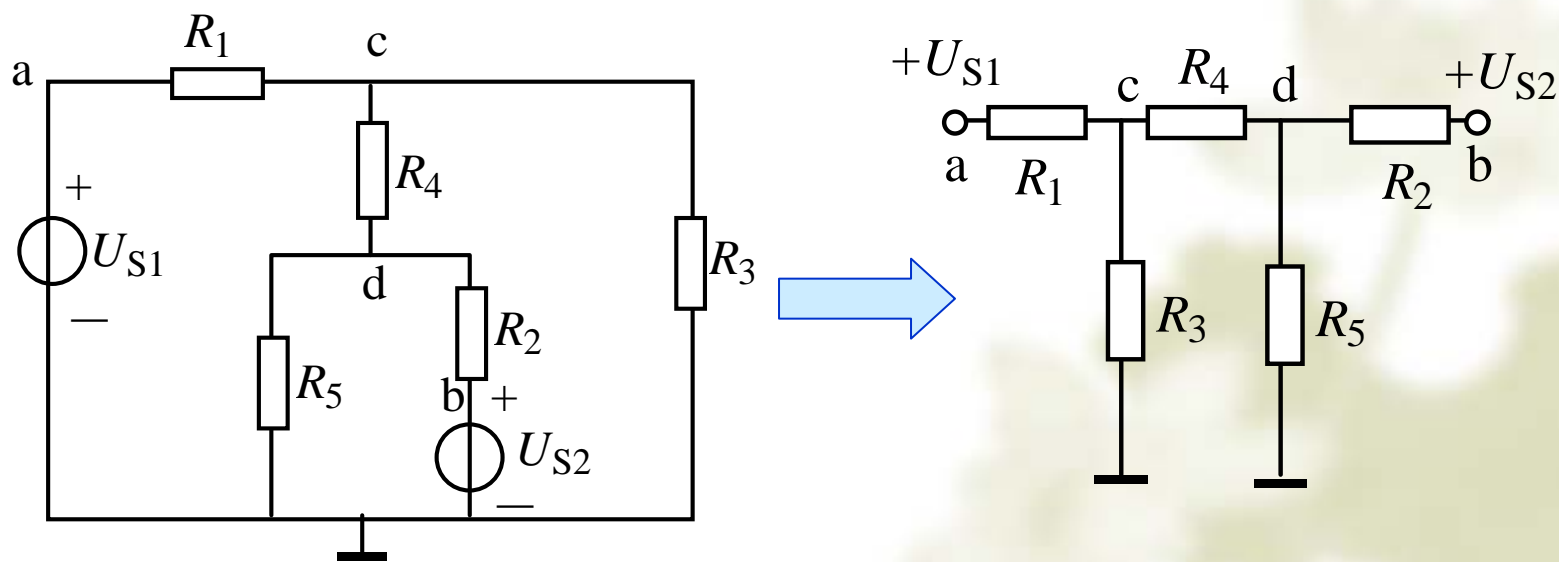


2. 图示电路中的电源额定功率 $P_N=22\text{kW}$ ，额定电压 $U_N=220\text{V}$ ，内阻 $R_0=0.2\ \Omega$ ， R 为可调节的负载电阻。求：1) 电源的额定电流 I_N ；2) 电源开路电压 U_0 ；3) 电源在额定工作情况下的负载电阻 R_N 。

电位的计算

1. 电位的概念

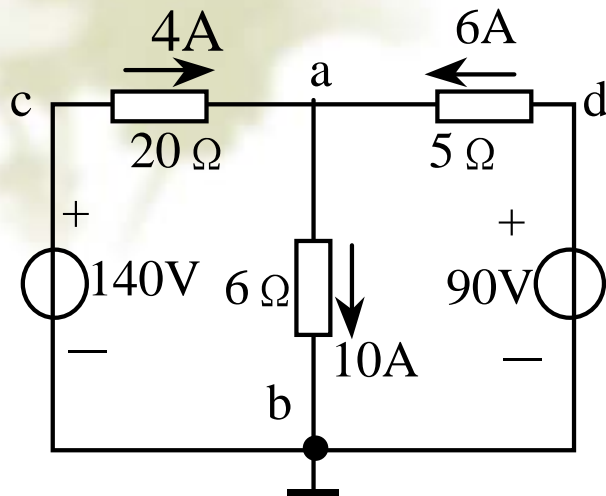
电路中的某一点到参考点之间的电压，称作该点的电位。电路中选定的参考点虽然一般并不与大地相联接，往往也称为“地”。在电路图中，参考点用符号“ \perp ”表示。



电位的计算

2. 电位的计算

选b点为参考点



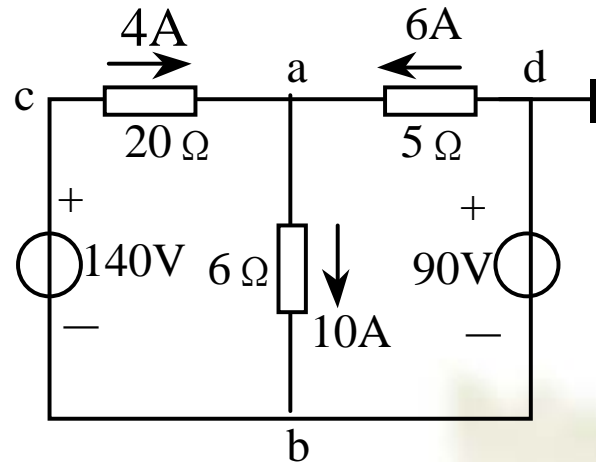
$$V_a = U_{ab} = 10 \times 6 = 60V$$

$$V_c = U_{cb} = 140V$$

$$V_d = U_{db} = 90V$$

$$U_{cd} = V_c - V_d = 140 - 90 = 50V$$

选d点为参考点



$$V_a = U_{ad} = -6 \times 5 = -30V$$

$$V_b = U_{bd} = -90V$$

$$V_c = U_{cb} + U_{bd} = 140 - 90 = 50V$$

$$U_{cd} = V_c - V_d = V_c = 50V$$

选用不同的参考点，各点电位的数值不同，但任意两点之间的电压不随参考点的改变而变化。

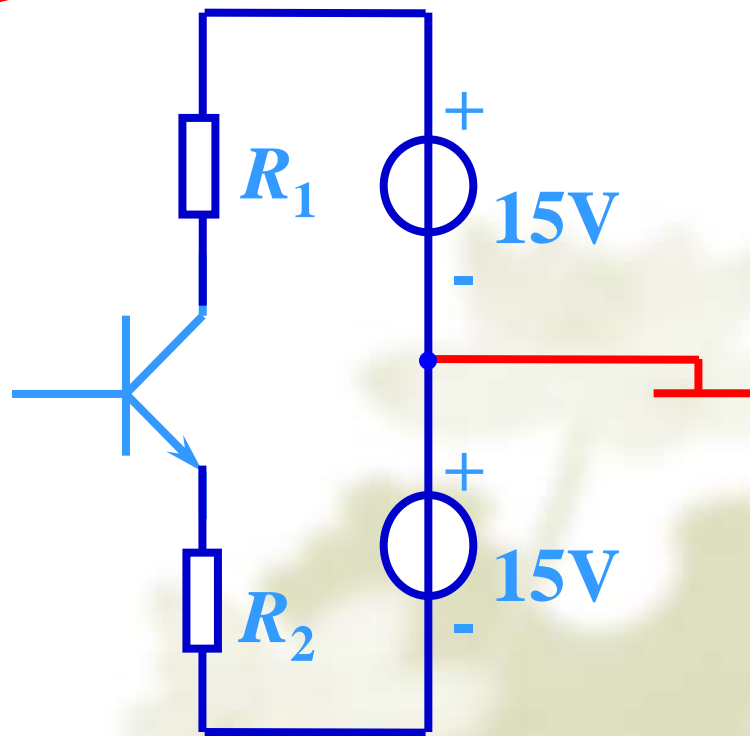
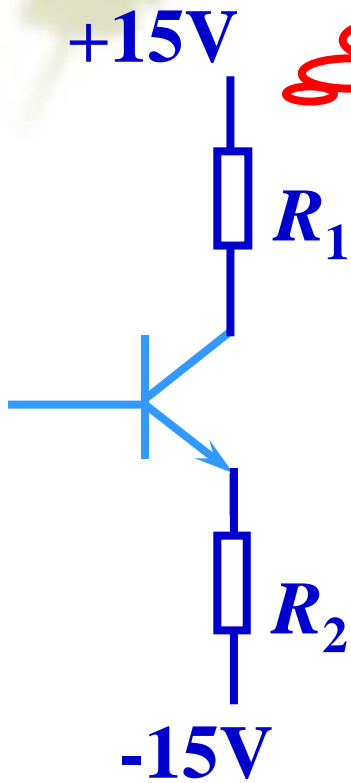
注意：电位和电压的区别

电位值是相对的,参考点选得不同, 电路中其它各点的电位也将随之改变;

电路中两点间的电压值是固定的, 不会因参考点的不同而改变。

电位的计算

参考电位在哪里？



本讲要点

1. 电流 电压 电动势定义
2. 电流 电压 电动势实际方向与参考方向的关系
3. 电源的三种工作状态: 有载、空载和短路.
4. 电源有载重在应用和分析, 电源空载重在理解, 电源短路必须尽力预防。

欣赏!

