

基尔霍夫电压定律(回路电压定律)

Kirchhoff's voltage law , KVL

1. 内容：从一点出发绕回路一周回到该点时，各段电压的代数和等于零。

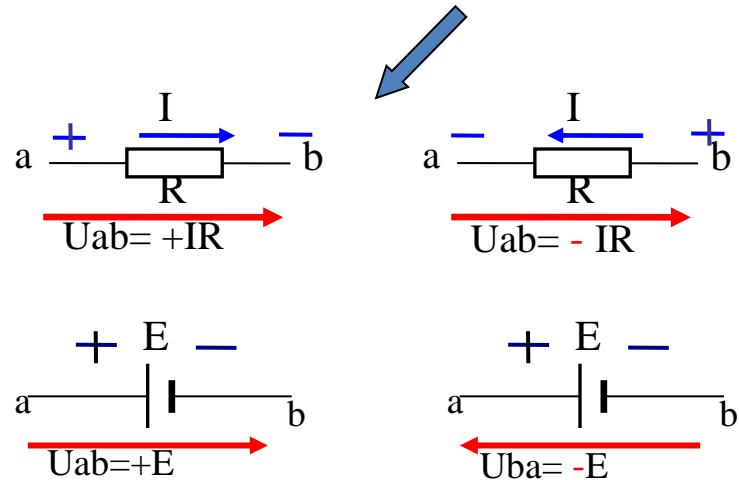
沿回路绕行方向一周

所有元件的电压

电压的正负符号

数学表达式为 $\sum U = 0$

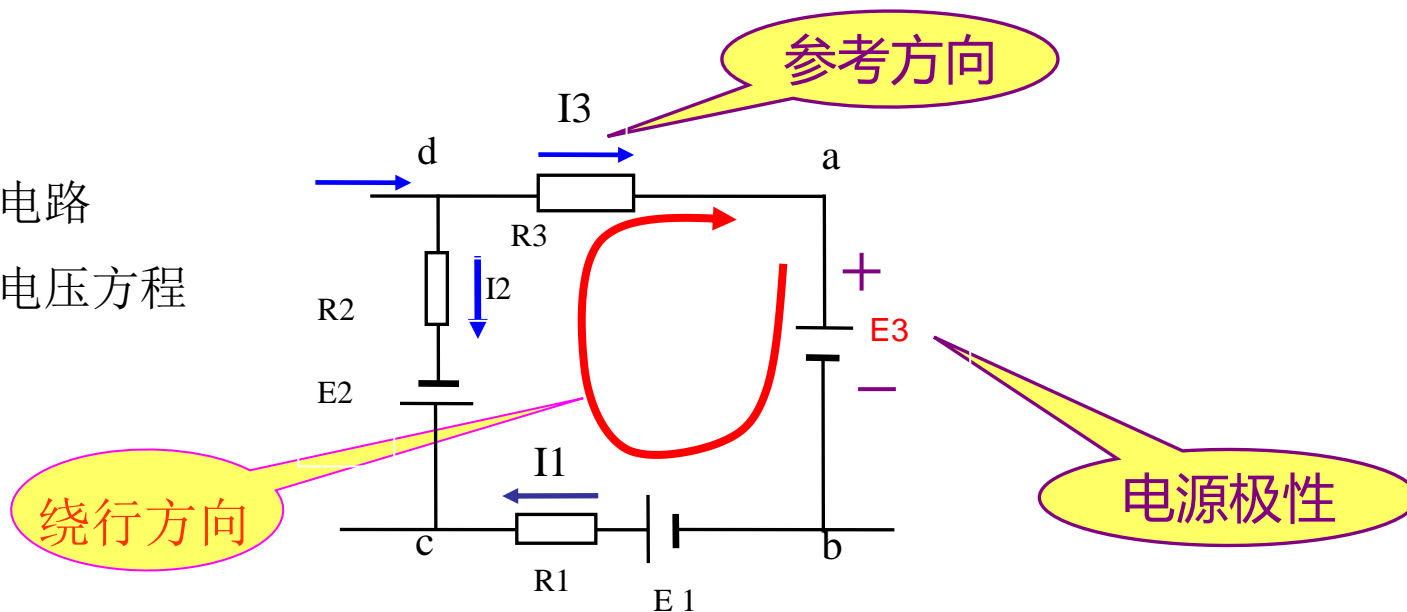
此式又称回路电压方程



例1

如图复杂电路

列出回路电压方程



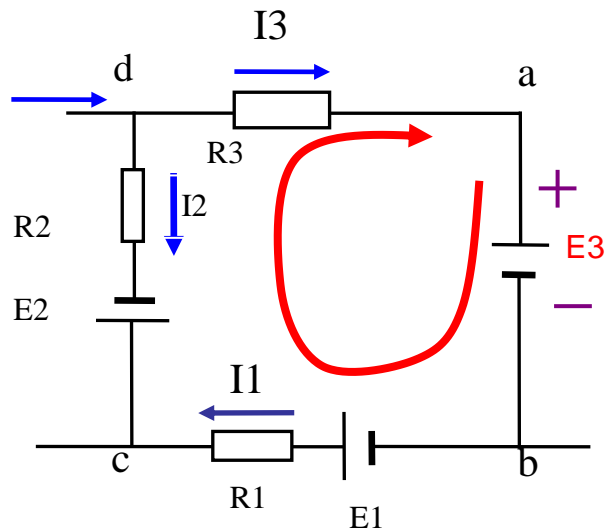
分析： 沿着回路 **abcdea** 绕行方向

$$U_{ab} = +E_3, \quad U_{bc} = -E_1 + I_1 R_1, \quad U_{cd} = E_2 - I_2 R_2, \quad U_{da} = I_3 R_3,$$

解：由基尔霍夫电压定律得：

$$E_3 - E_1 + I_1 R_1 + E_2 - I_2 R_2 + I_3 R_3 = 0$$

应用 $\Sigma U = 0$



注意

$$E_3 - E_1 + I_1 R_1 + E_2 - I_2 R_2 + I_3 R_3 = 0$$

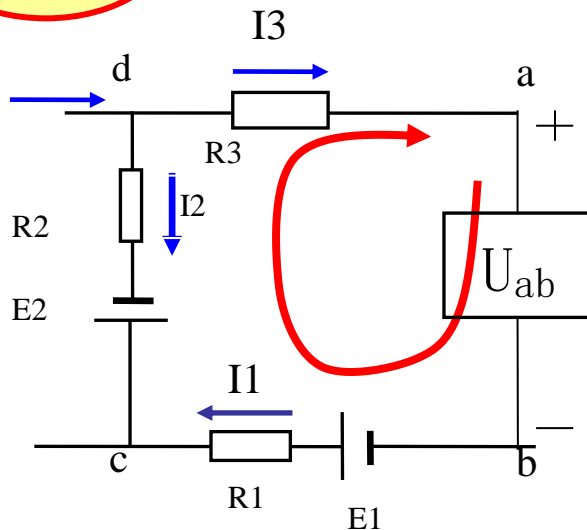
- (1) 上式把电源电动势看成是一个有正负极的电压元件
注意各电压正负符号的确定
- (2) 绕行方向可选择，但已经选定后不能中途改变。
- (3) 回路电压方程是按电压参考方向列写，与电压实际方向无关。
- (4) 基尔霍夫电压定律可推广用于不闭合的假想回路。

(4) 基尔霍夫电压定律的推广应用。

不闭合的
假想回路

例2

如图，列出回路电压方程



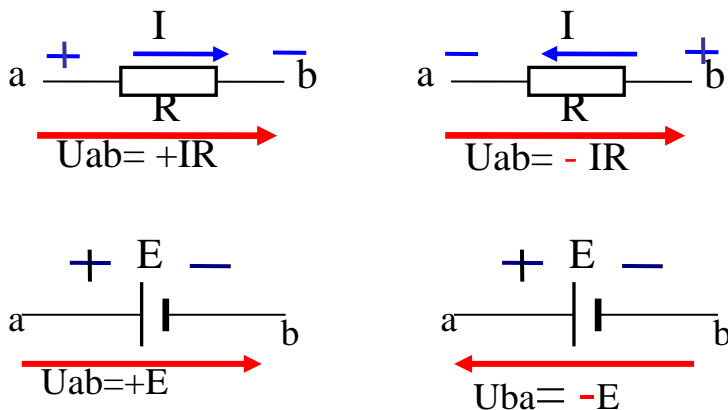
假定ab两点
有电压

$$U_{ab} - E_1 + I_1 R_1 + E_2 - I_2 R_2 + I_3 R_3 = 0$$

只要将不闭合两端点间电压列入回路电压方程即可。

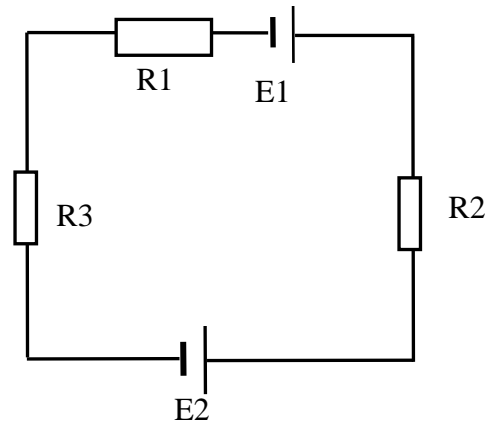
2. 利用 $\sum U = 0$ 列回路电压方程时步骤

- (1) 任意标出未知电流（或电压）的参考方向。
- (2) 选择回路绕行方向。
- (3) 确定各元件电压的正负符号：

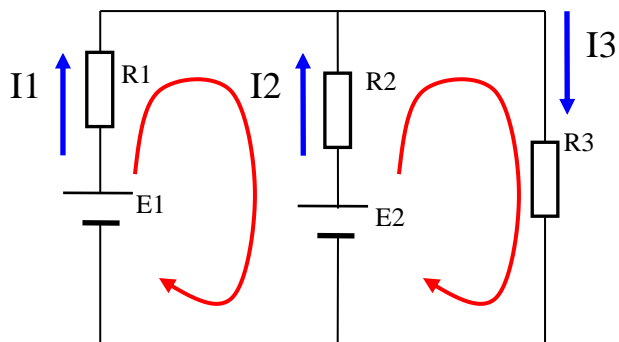


- (4) 根据 $\sum U = 0$ 列回路电压方程

练习1、如图所示一个单回路，已知 $E_1=10\text{V}$ ， $E_2=36\text{V}$ ， $R_1=R_2=5\ \Omega$ ， $R_3=3\ \Omega$ 试应用基尔霍夫电压定律列出回路电压方程，并求流过 R_2 的电流？

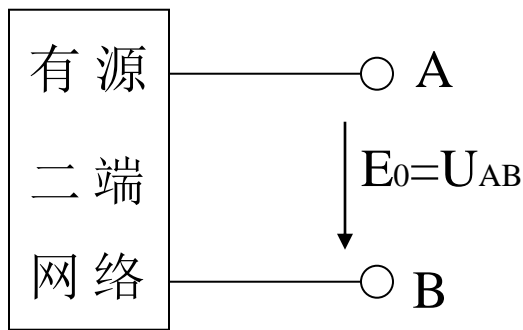


练习2、如图 所示电路，列出各网孔1、网孔2的回路电压方程。

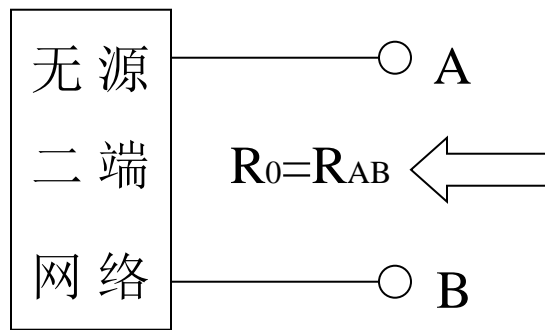


1. 戴维南定理

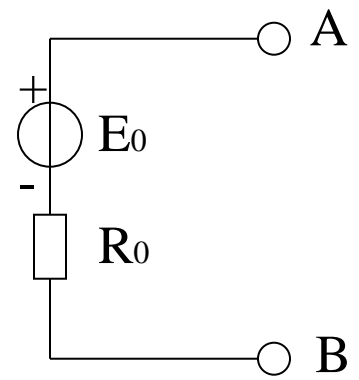
任何线性有源二端网络，对外电路而言，可以用一个等效电压源代替，等效电压源的电动势 E_0 等于有源二端网络两端点间的开路电压，等效电压源的内阻 R_0 等于该有源二端网络中，各个理想电源置零（即将电动势用短路代替，理想电流源开路）后，所得无源二端网络两端点间的等效电阻。



(a)



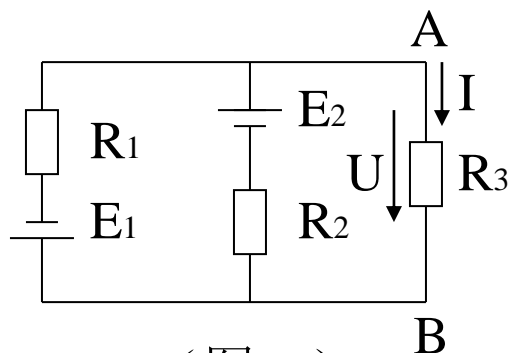
(b)



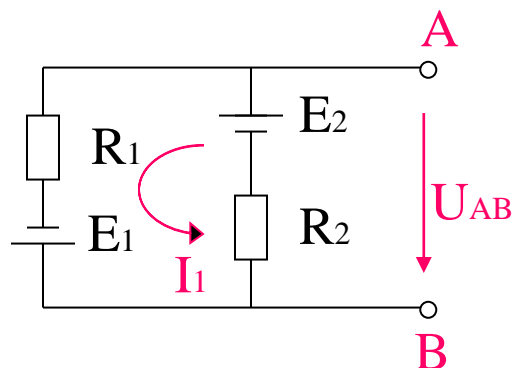
(c)

2. 戴维南定理的应用

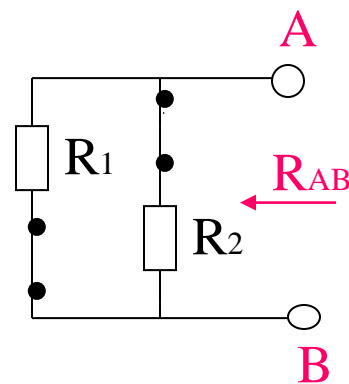
例1、在图一所示电路中，已知： $E_1=5V, R_1=8\Omega, E_2=25V, R_2=12\Omega, R_3=2.2\Omega$ ，试用戴维南定理求通过 R_3 的电流及 R_3 两端的电压。



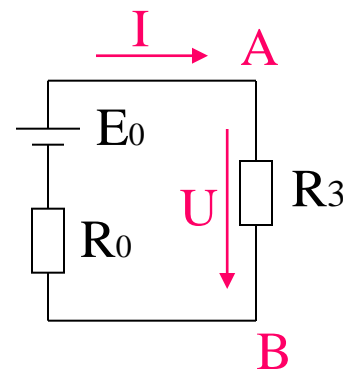
(图一)



(a)



(b)



(c)

解： $I_1 R_1 - E_1 + I_1 R_2 - E_2 = 0$

$$I_1 = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 + 25}{8 + 12} = 1.5 \text{ A}$$

$$E_0 = U_{AB} = E_2 - I_1 R_2 = 25 - 1.5 \times 12 = 7 \text{ V}$$

$$R_0 = R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \times 12}{8 + 12} = 4.8 \Omega$$

$$I = \frac{E_0}{R_0 + R_3} = \frac{7}{4.8 + 2.2} = 1 \text{ A}$$

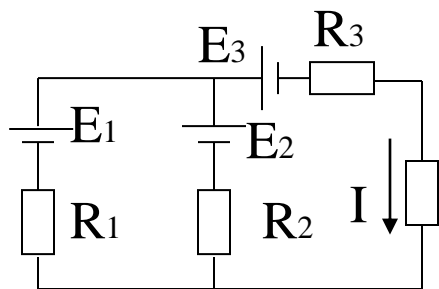
$$U_{AB} = I R_3 = 1 \times 2.2 = 2.2 \text{ V}$$

3. 解题步骤归纳

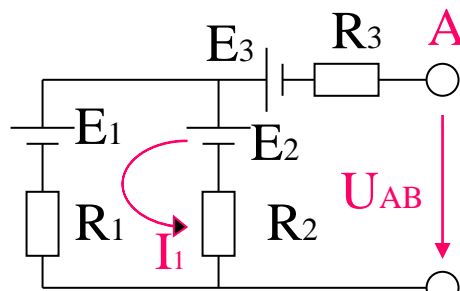
- 1、先断开待求的那条支路，移走负载使电路形成开路状态，并假定两个端钮的电压极性 & 端子字母，如A、B。
- 2、求形成开路状态电路的开路电压 $U_{AB}=E_0$ 。
- 3、将有源二端网络中的理想电压源用短接线代替，理想电流源用开路代替，求无源二端网络的等效电阻 $R_{AB}=R_0$ 。
- 4、用 E_0 和 R_0 相串联组成戴维南等效电路，代替原来有源二端网络，把原负载接回A、B端。
- 5、应用全电路欧姆定律求取负载支路的电流或电压。

4. 例题

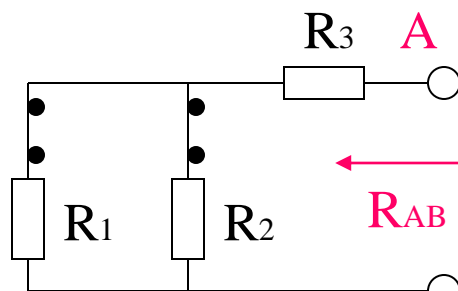
例2、在图二所示电路中，已知： $E_1=24\text{V}$ ， $E_2=42\text{V}$ ， $E_3=50\text{V}$ ， $R_1=3\Omega$ ， $R_2=6\Omega$ ， $R_3=8\Omega$ ， $R=10\Omega$ 。试用戴维南定理求通过 R 的电流。



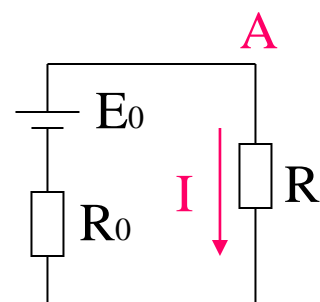
(图二)



(a)



(b)



(c)

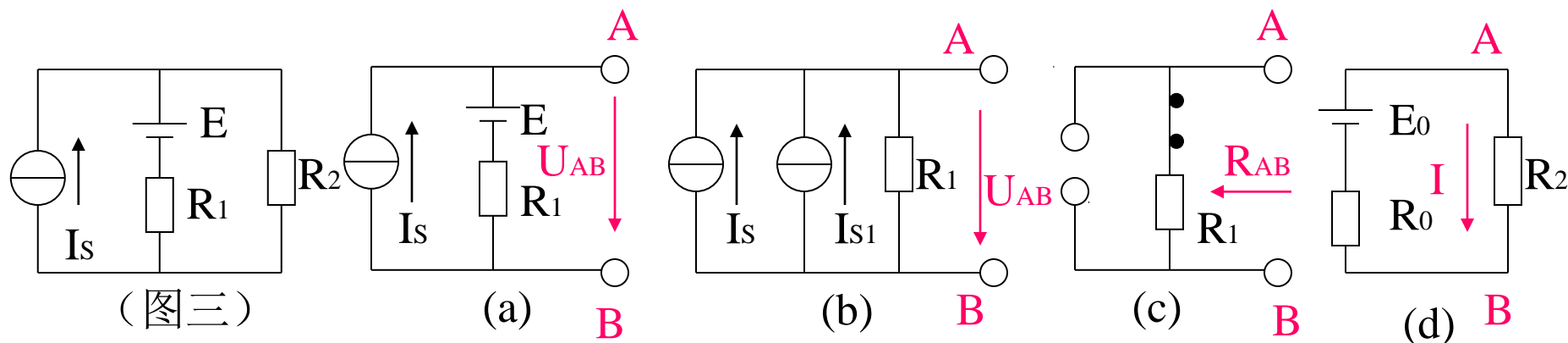
$$\text{解: } I_1 = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2} = \frac{42 - 24}{3 + 6} = 2\text{A}$$

$$E_0 = U_{AB} = -E_3 + E_2 - I_1 R_2 = -50 + 42 - 2 \times 6 = -20\text{V}$$

$$R_0 = R_{AB} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 8 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 10\Omega$$

$$I = \frac{E_0}{R_0 + R} = \frac{-20}{10 + 10} = -2\text{A}$$

例3、在图三所示电路中，已知： $I_S = 2A$ ， $E_1 = 8V$ ， $R_1 = 2\Omega$ ， $R_2 = 10\Omega$ ，试用戴维南定理求流过 R_2 的电流。



解： $I_{S1} = \frac{E}{R_1} = \frac{8}{2} = 4A$ （电压源与电流源的等效变换）

$$E_0 = U_{AB} = (I_S + I_{S1}) R_1 = (2 + 4) \times 2 = 12V$$

$$R_0 = R_{AB} = R_1 = 2\Omega$$

$$I = \frac{E_0}{R_0 + R_2} = \frac{12}{2 + 10} = 1A$$

