

电工技术与电子技术



第1章 电路的基本概念和基本定律

主讲教师：王香婷 教授



基尔霍夫定律及其应用

主讲教师：王香婷 教授





基尔霍夫定律及其应用

主要内容:

专有名词, 基尔霍夫电流定律、基尔霍夫电压定律。

重点: 基尔霍夫定律的熟练应用。

难点: 应用基尔霍夫电压定律列写电压方程时正负号的确定。



基尔霍夫 (1824~1887)

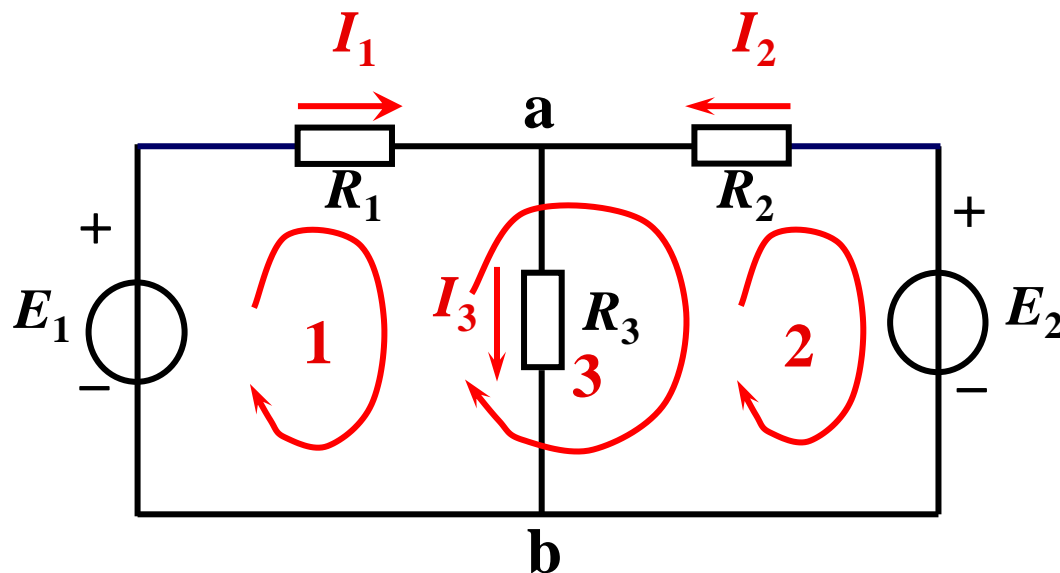


德国物理学家

1845年，德国物理学家基尔霍夫提出了求解复杂电路的基尔霍夫定律，他被称为“电路求解大师”。

基尔霍夫定律 { 基尔霍夫电流定律 (KCL)
基尔霍夫电压定律 (KVL)

基尔霍夫定律及其应用



1. 几个名词

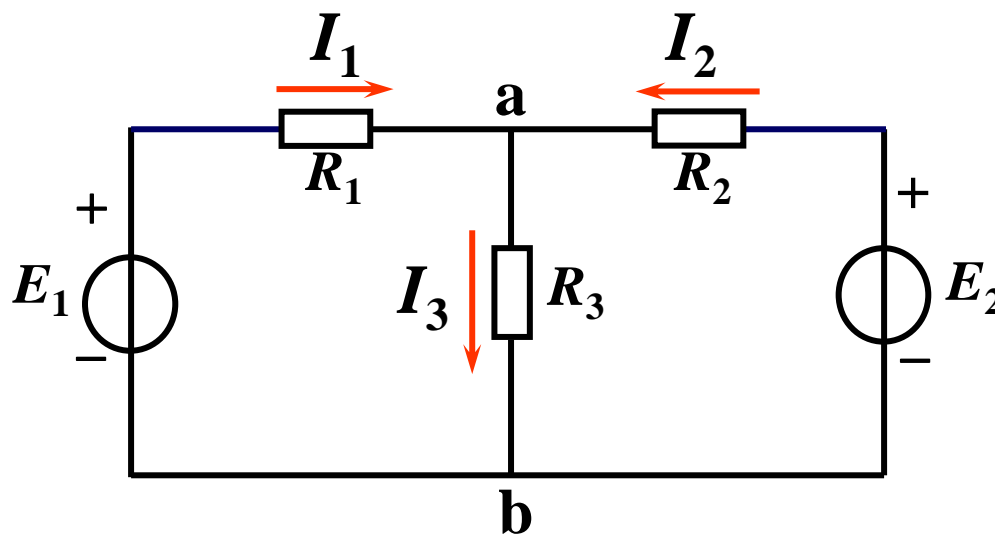
- 支路：**电路中的每一个分支。
一条支路流过一个电流，称为支路电流。
- 结点：**三条或三条以上支路的联接点。
- 回路：**由支路组成的闭合路径。
- 网孔：**内部不含支路的回路。

2. 基尔霍夫电流定律 (KCL)

(1) 定律

在任一瞬间，流向任一结点的电流等于流出该结点的电流。

即： $\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$ 或： $\sum I = 0$ （流入取“+”，流出取“-”）

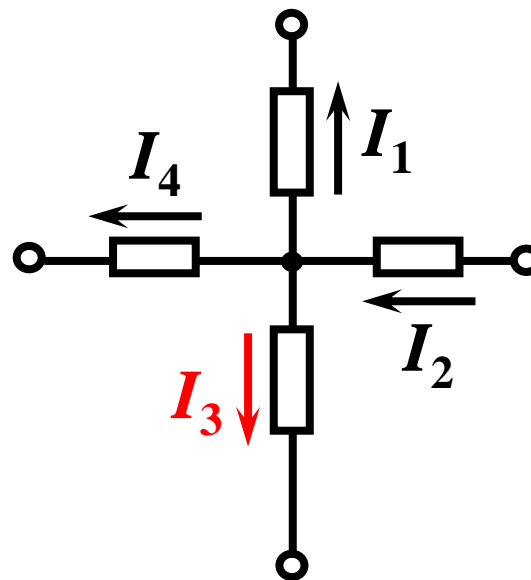


对结点 **a**: $I_1 + I_2 = I_3$

或 $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

实质：电流连续性的体现。

例：若 $I_1=9\text{A}$ ， $I_2=-2\text{A}$ ， $I_4=8\text{A}$ 。求： $I_3=?$



解： $I_1 + I_3 + I_4 - I_2 = 0$

$$9 + I_3 + 8 - (-2) = 0$$

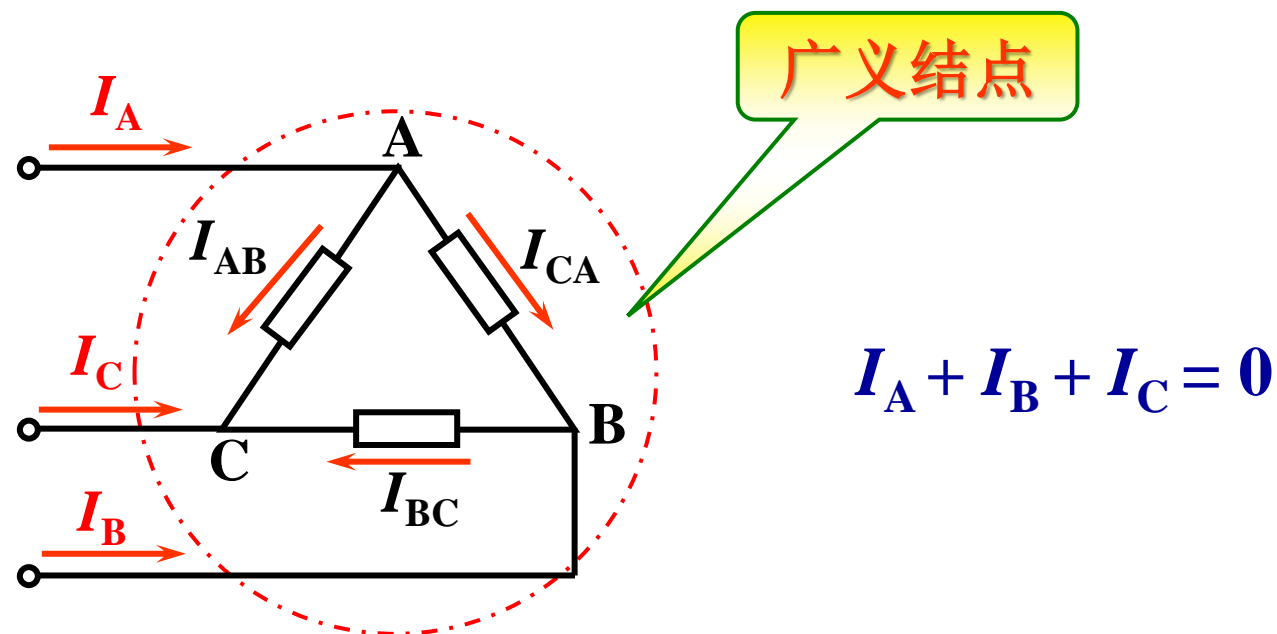
$$I_3 = -19\text{A}$$

电流的参考方向
与实际方向相反

注：列方程前，在电路图上标注电流参考方向。

(2) 推广

KCL可以推广应用于包围部分电路的任一假设的闭合面。



任意封闭曲线（曲面）都可以视为广义节点。

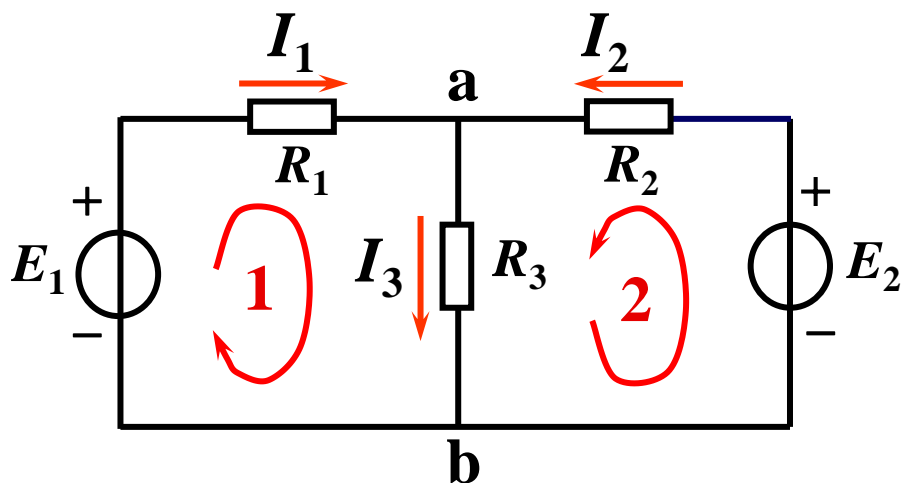
3. 基尔霍夫电压定律 (KVL)

(1) 定律

在任一瞬间，从回路中任一点出发，沿回路循行一周，则在这个方向上电位升之和等于电位降之和。即： $\sum E = \sum IR$

项前符号的确定：

若 E 、 I 参考方向与回路循行方向相同时取正号，相反时则取负号。



对回路1: $I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1$

对回路2: $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$

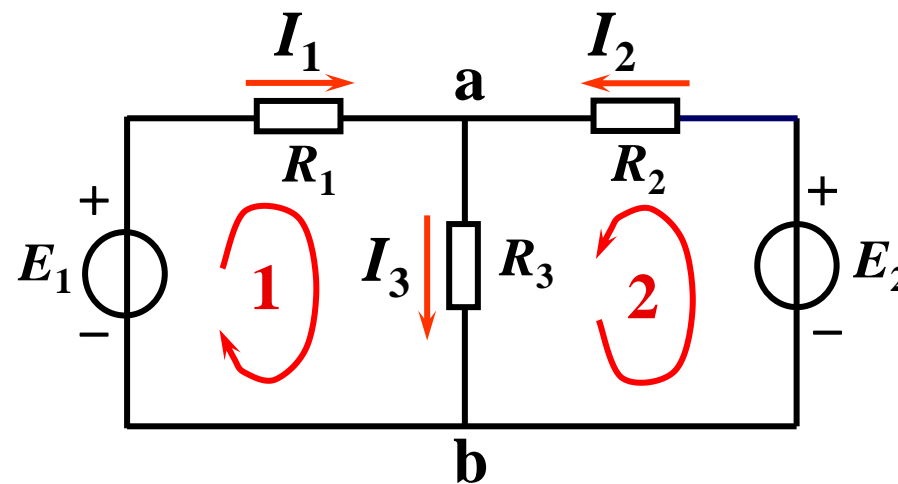
3. 基尔霍夫电压定律 (KVL)

(1) 定律

对回路1: $E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3$

对回路2: $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$

或 $I_2 R_2 + I_3 R_3 - E_2 = 0$



在任一瞬间，沿任一回路循行方向，回路中各段电压的代数和恒等于零。即： $\sum U = 0$

项前符号的确定：

如果规定电位降取正号，则电位升就取负号。

(2) 推广

KVL同样可以推广应用到假想的回路。

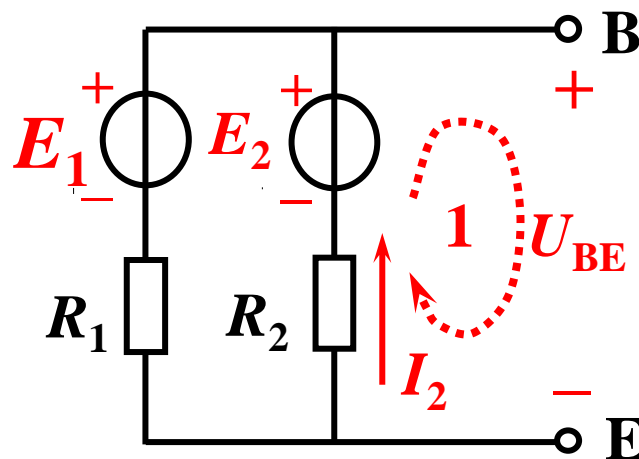
对回路1:

$$\sum E = \sum IR$$

$$E_2 = U_{BE} + I_2 R_2$$

$$\sum U = 0$$

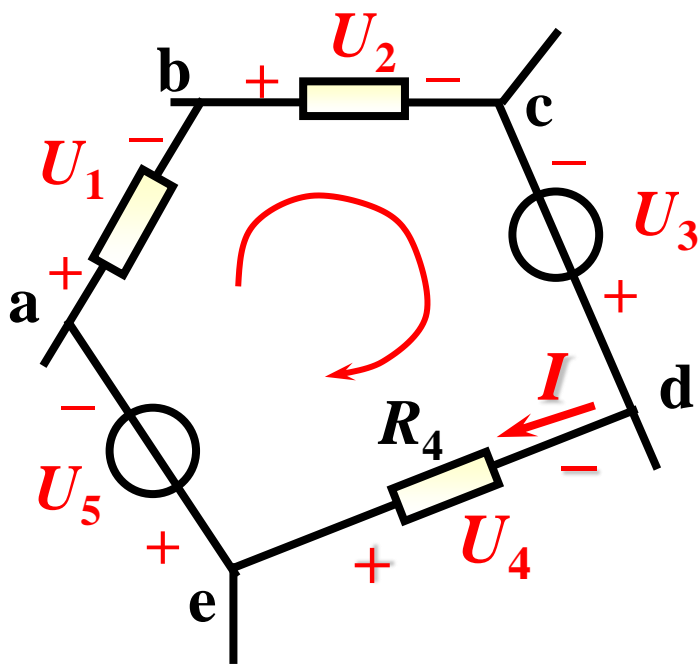
$$I_2 R_2 - E_2 + U_{BE} = 0$$



注意：列**KVL**方程前**标注**回路循行方向。

例 2: 图中若 $U_1 = -2\text{ V}$, $U_2 = 8\text{ V}$, $U_3 = 5\text{ V}$, $U_5 = -3\text{ V}$, $R_4 = 2\ \Omega$, 求电阻 R_4 两端的电压及流过它的电流。

解: 电阻 R_4 两端电压及流过它的电流 I 的参考方向如图所示。
选回路循行方向如图所示。



列写回路的 KVL 方程

$$U_1 + U_2 - U_3 - U_4 + U_5 = 0$$

代入数据, 有

$$(-2) + 8 - 5 - U_4 + (-3) = 0$$

$$U_4 = -2\text{ V}$$

$$U_4 = -IR_4$$

$$I = 0.5\text{ A}$$



小 结

1. 基尔霍夫电流定律 (KCL)

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \quad \text{或} \quad \sum I = 0 \quad (\text{标注电流的参考方向})$$

2. 基尔霍夫电压定律 (KVL)

$$\sum E = \sum IR \quad \text{或} \quad \sum U = 0 \quad (\text{标注回路的循行方向})$$

注意正负号选择。

