

3. 基尔霍夫定律

几个名词：

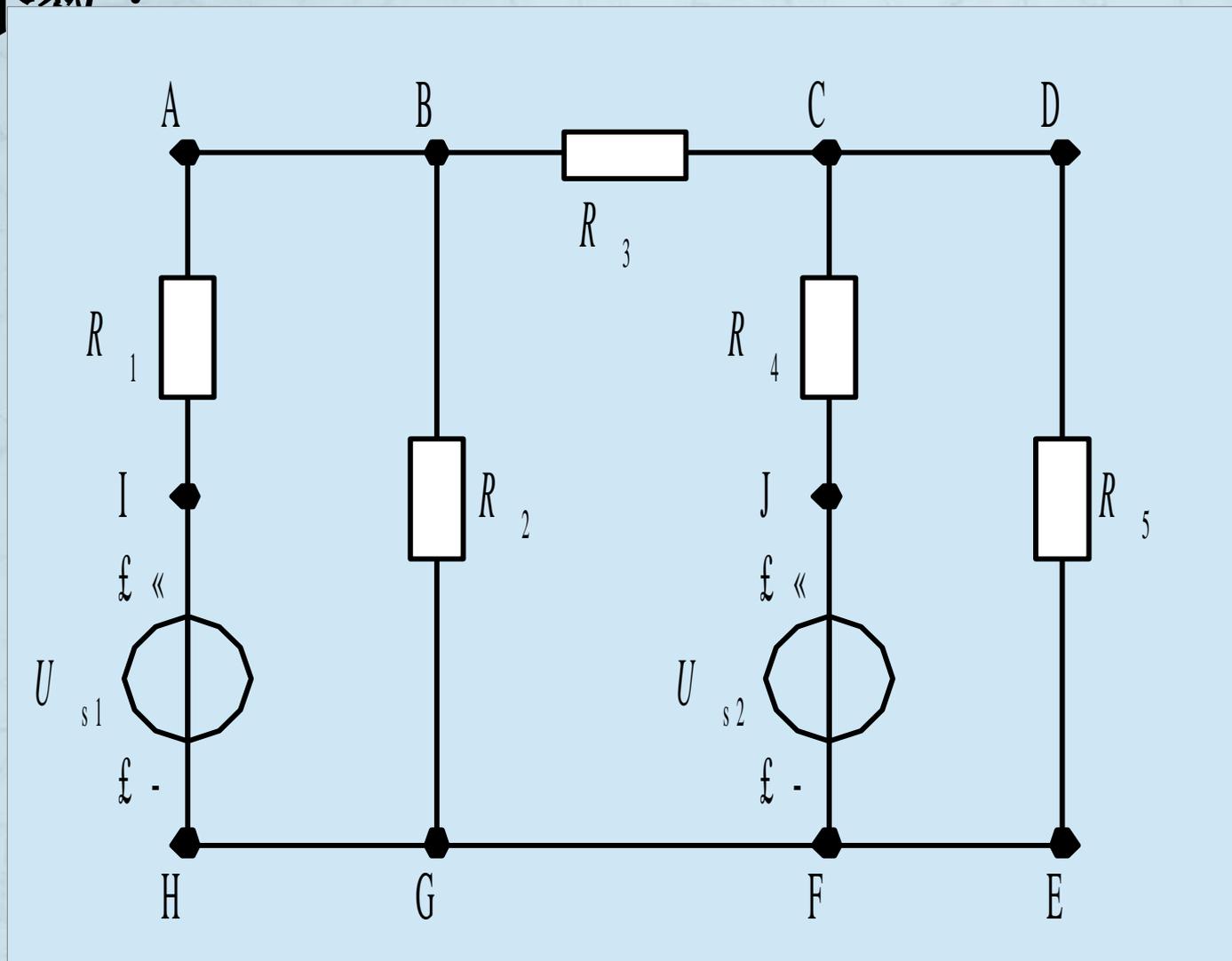
(1) 支路：电路中每一条不分岔的局部路径，称为支路。支路中流过的是同一电流。

(2) 结点：电路中三条或三条以上的支路的连接点，称为结点。

(3) 回路：电路中由一条或多条支路构成的闭合路径，称为回路。

(4) 网孔：平面电路（平面电路是指电路画在一个平面上没有任何支路的交叉）中不含有支路的回路，称为网孔。

根据上述定义，分析图中的支路、结点、回路、网孔的个数。



基尔霍夫电流定律 (KCL)



1. 基尔霍夫电流定律 (KCL) 具体内容

对于电路中的任一结点，在任一瞬时流入结点电流的总和必等于流出该节点电流的总和，即

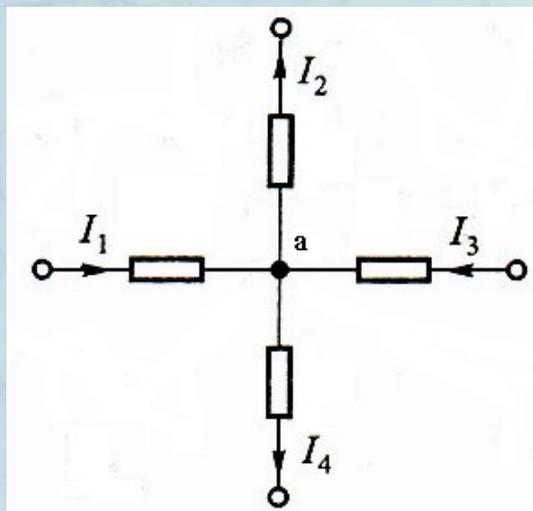
$$\sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}}$$

流入结点的代数和恒等于零，即

$$\sum i = 0$$

基尔霍夫电流定律 (KCL)

例：



由基尔霍夫电流定律可得 KVL 方程：

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

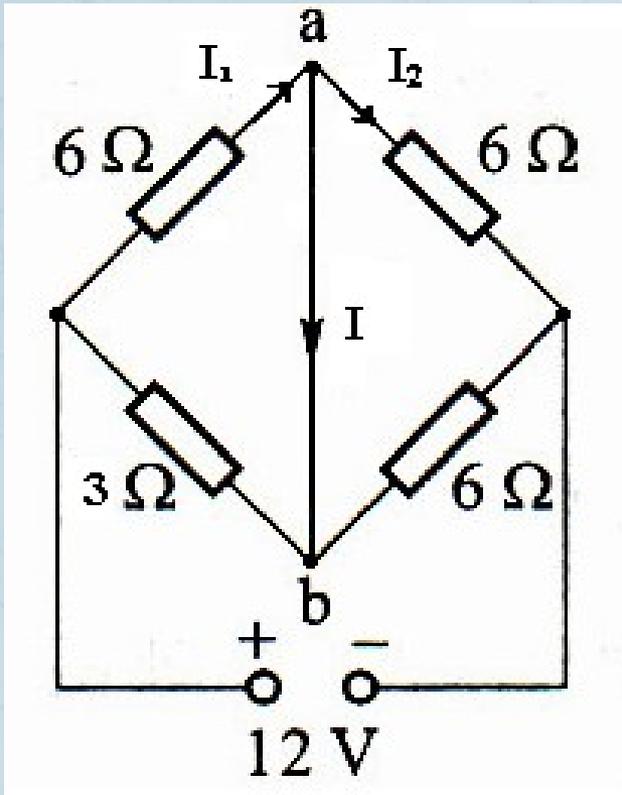
或
$$I_1 + I_3 - I_2 - I_4 = 0$$

在列 $\sum i = 0$ 方程时，惯用规定是：在参考方向下，流入结点的电流取正号，流出结点的电流取负号。

基尔霍夫电流定律 (KCL)



例：求图中的电流 I。



解：

$$I_1 = \frac{12}{(6//3) + (6//6)} \times (6//3) \times \frac{1}{6} = 0.8A$$

$$I_2 = \frac{12}{(6//3) + (6//6)} \times (6//6) \times \frac{1}{6} = 1.2A$$

$$I_1 - I_2 - I = 0$$

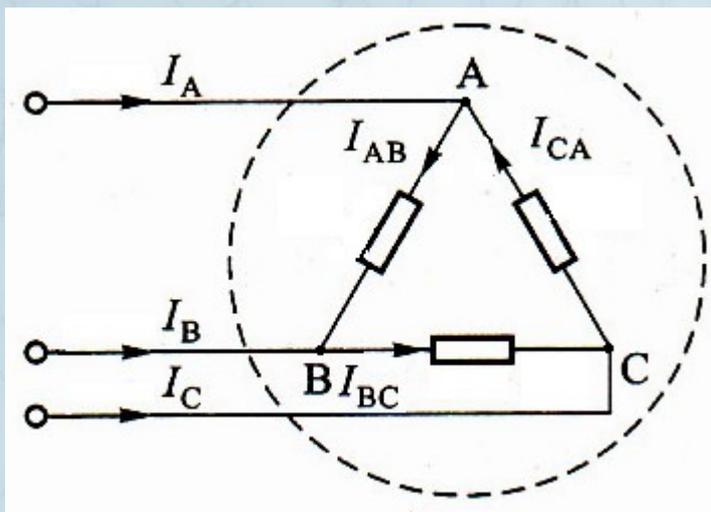
$$0.8 - 1.2 - I = 0$$

$$I = -0.4A$$

基尔霍夫电流定律 (KCL)

2. 基尔霍夫电流定律 (KCL) 的推广应用

KCL 不仅适用于电路中的结点，还可以推广应用到电路中任意假设的封闭面。



例图中所示的闭合面包围的是一个三角形电路，由 **KCL** 的推广可得

$$I_A + I_B + I_C = 0$$

基尔霍夫电压定律 (KVL)



1. 基尔霍夫电压定律 (KVL) 具体内容

对于电路中的任一回路，从回路中任一点出发，沿规定的方向（顺时针或逆时针）绕行一周，则在任一瞬时，在这个方向上的电位降之和等于电位升之和，即

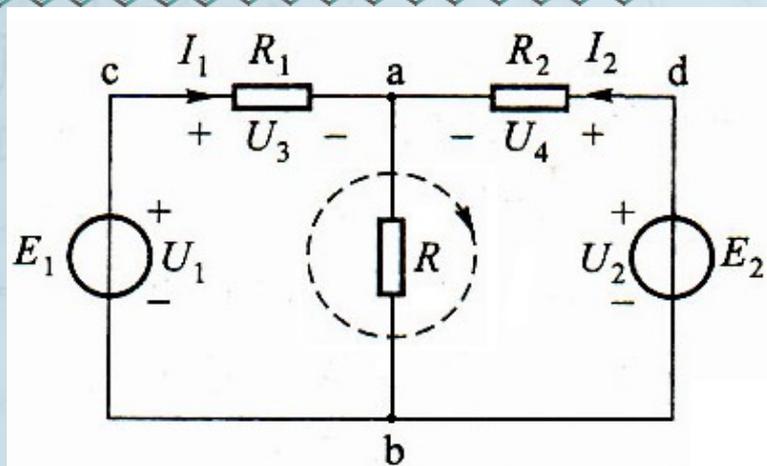
$$\Sigma u_{\text{升}} = \Sigma u_{\text{降}}$$

在这个方向上的各部分电压降的代数和恒等于零

$$\Sigma u = 0$$

基尔霍夫电压定律 (KVL)

例：



如图中的电路，选 $cadbc$ 为回路，以顺时针为绕行方向，则 U_2 、 U_3 为电位降， U_1 、 U_4 为电位升，可得 KVL 方程

$$U_2 + U_3 = U_1 + U_4$$

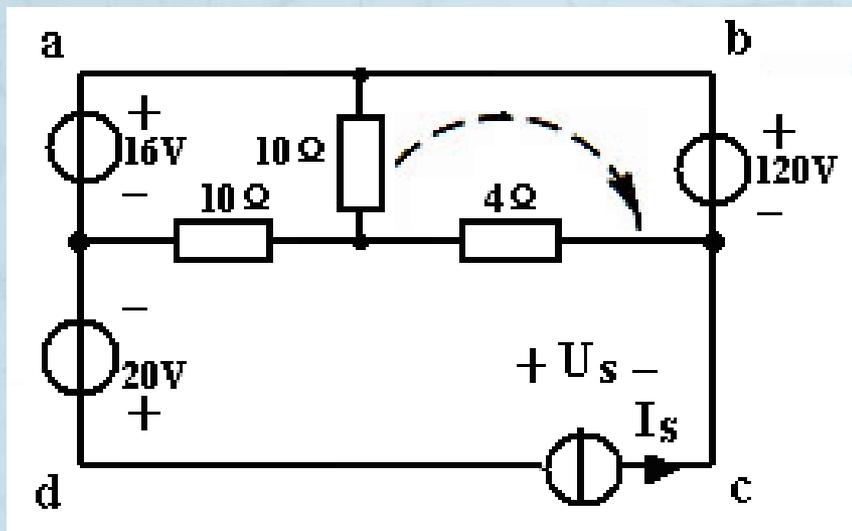
或 $U_2 + U_3 - U_1 - U_4 = 0$

在列 $\sum u = 0$ 方程时，惯用规定是：在参考方向下，电位降取正号，电位升取负号。

基尔霍夫电压定律 (KVL)



例：求图中的电压 U_S 。



解：选 abcda 为回路以顺时针为绕行方向，由 KVL 得

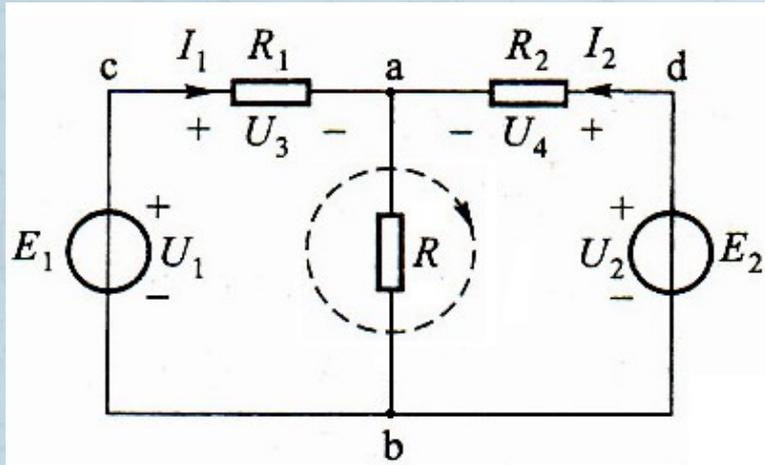
$$- U_S + 20 - 16 + 120 = 0$$

解得

$$U_S = 124V$$

基尔霍夫电压定律 (KVL)

2. 基尔霍夫电压定律 (KVL) 的另一种形式 (结合欧姆定律)



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

则由欧姆定律得： $U_3 = I_1 R_1$ ， $U_4 = I_2 R_2$ ，将此两式代入上式 KVL 方程得：

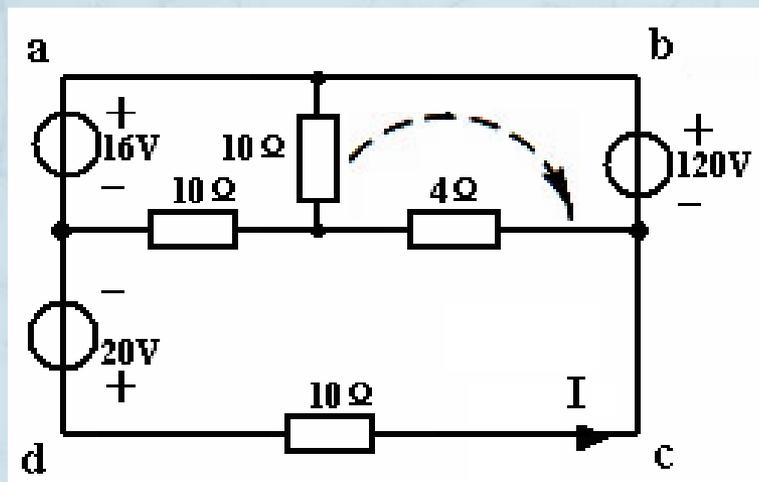
$$U_2 + I_1 R_1 - U_1 - I_2 R_2 = 0$$

规定：电流的参考方向与绕行方向一致时，欧姆定律表达式取正号，相反时取负号。

基尔霍夫电压定律 (KVL)

2. 基尔霍夫电压定律 (KVL) 的另一种形式 (结合欧姆定律)

例：求图中的电压 I 。



解：选 $abcda$ 为回路以顺时针为绕行方向，由结合欧姆定律的 KVL 得

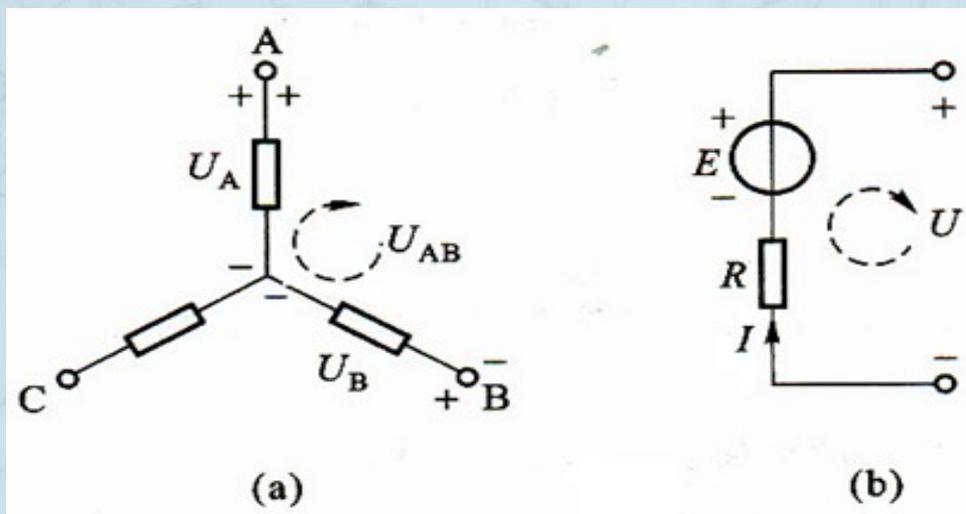
$$-10I + 20 - 16 + 120 = 0$$

解得 $I = 12.4A$

基尔霍夫电压定律 (KVL)

3. 基尔霍夫电压定律 (KVL) 的推广应用

KVL 不仅适用于闭合回路，还可以推广应用于回路的部分电路（或开口电路）。



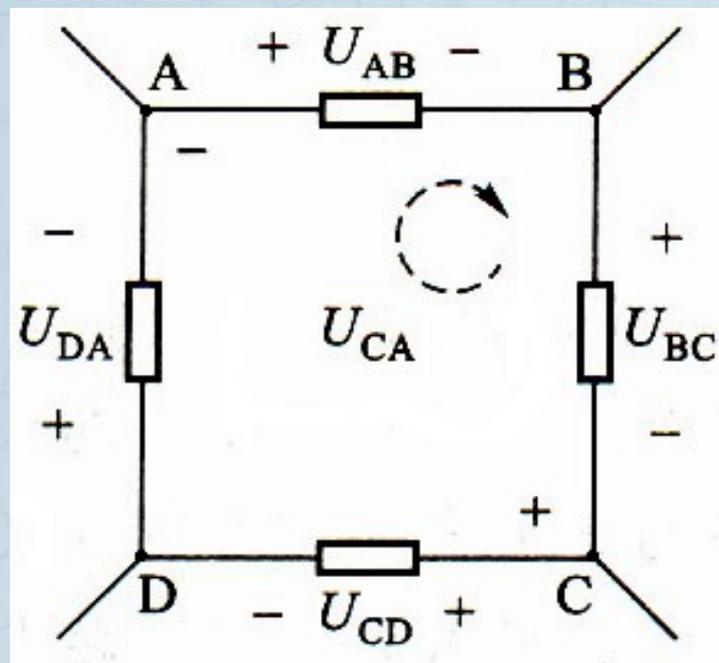
对图 (a) 可列出
 $U_{AB} + U_B - U_A = 0$

对图 (b) 可列出
 $U + IR - E = 0$

基尔霍夫电压定律 (KVL)

3. 基尔霍夫电压定律 (KVL) 的推广应用

例：图中所示部分电路，各支路的元件是任意的，已知 $U_{AB}=5V$ ， $U_{BC}=-4V$ 。求 U_{CA} 。



解：

ABCA 不是闭合回路，由 KVL 的推广得

$$U_{AB} + U_{BC} + U_{CA} = 0$$

即 $5 - 4$

$+U_{CA} = 0$

得 $U_{CA} = -1V$